

JAXA-QTS-2140G

2026年3月24日制定

(次回改訂要否点検日：2029年3月24日)

JAXA-QTS-2140F

2026年3月24日廃止

登録番号

認仕-1311

宇宙開発用信頼性保証 プリント配線板 共通仕様書

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

改訂履歴表

記号	年月日	主要改訂内容
NC	H13.12.25	新規作成
A	H16.3.31	(1) JAXA への組織名称変更に伴う修正 (2) 規定内容の明確化
B	H20.11.17	(1) JAXA-QTS-2000C 改定に伴う改訂 ・ 部品番号の定義を“NASDA”から“JAXA”に変更 ・ QML 認定移行における部品番号の取扱いを明記 (2) 付則 C 鉛フリー対応の表面処理に対する規定を追加 (3) その他、要求内容の明確化及び整合を図るための修正 ・ 2.2 項 プリント配線板と組立品の設計標準の改版状況を反映 NASDA-HDBK-8 → JERG-0-042 部品適用ハンドブックの改版状況を反映 NASDA-HDBK-4 → JERG-0-035
C	H21.7.9	(1) CIC 入り低熱膨張ガラス布基材ポリイミド樹脂絶縁プリント配線板（付則 F）の追加 (2) 付則 F 追加に伴う変更 (3) その他、誤記訂正
D	H26.1.14	(1) エリアレイパッケージ設計対応プリント配線板（付則 G）の追加及びそれに伴う変更 (2) その他、誤記訂正等
E	H27.4.2	(1) 高速信号対応プリント配線板（付則 H）の追加及びそれに伴う変更（本則） (2) スルーホール引き抜き強度試験方法の明確化（付則 A～F） (3) その他、誤記訂正等
F	2023.3.30	(1) 高放熱対応プリント配線板（付則 J）の追加
G	2026.3.24	(1) 本則 ①以下の点について、制定時の記載漏れ、誤記等を追記、修正。 ・ 表 1 区分 付則 J の追記。 ・ 3.1.3 項 誤記修正 (60 日前から 30 日→90 日前)。 ・ 4.4.5 項、4.5.2.4 項 誤記修正 (JAXA→認定審査代行機関)。 (2) 付則 A ① 3.2.4.4 項 文章の修文。 ② 寸法データの設計値、仕上り値の明確化。 ・ A.3.3.3 項、A.3.3.4 項、A.3.3.6 項、A.3.4.1 項、A.3.4.4 項(スル

		<p>ーホールをめっきなどの厚さの仕上り値を規定した表 A-9※の追記)。</p> <p>※表 A-9 を新たに追加したため、以降の表 A-9～表 A-13 は表 A-10～表 A-14 に修正。改訂履歴表内は修正前の表番号で記載している。</p> <p>③A.3.4.1.8 項 クレイジングと導体間げき距離の規定値の解釈を間違えないよう説明図を追加(図 A-4※)。</p> <p>※図 A-4 を新たに追加したため、以降の図 A-4～図 A-10 は図 A-5～図 A-11 に修正。改訂履歴表内は修正前の図番号で記載している。</p> <p>④A.3.4.2 項 表 A-8 寸法の公差に板厚公差の追記。アンダカットについては要求事項、測定方法を定めた項番を立てたため削除。</p> <p>⑤A.3.4.5 項 アンダカットの要求事項(寸法公差)の項番を新たに立てた(上記④の通り)。</p> <p>⑥A.4.2.1 項 誤記修正 (JAXA→認定審査代行機関)。</p> <p>⑦A.4.2.2 項 図 A-7 注記内の寸法について設計値の明確化、公差記述の削除。グループ A 試験での最大穴径の適用を追記。試験パターンの誤記修正等。</p> <p>⑧A.4.2.2 項 表 A-10 アンダカットの試験項番を新たに立てたため認定試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。その他、使用しない試験パターンがあったため削除。上記、アンダカット測定等について注釈の追記。1ワークボードで認定試験を行う場合の試験パターンの数を明確化。</p> <p>⑨A.4.3.1.1 項 試験に供する試験パターンについて解釈を間違えないよう修文。</p> <p>⑩A.4.3.1.2 項 表 A-11 アンダカットの試験項番を新たに立てたためグループ A 試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定等について注釈の追記。</p> <p>⑪A.4.4.2.1 項 目視による外観検査の明確化。</p> <p>⑫A.4.4.2.2 項 スルーホールのめっき厚さ測定の評価方法について変更(平均値→最小値)。</p> <p>⑬A.4.4.2.3 項 アンダカットの測定方法の項番を新たに立てた(上記④の通り)。</p> <p>⑭A.4.4.8.2 項 b)項 絶縁抵抗の測定箇所を明確化した。</p> <p>(3) 付則 B</p> <p>①B.3.2.5.3 項 表 B-5 電解金めっきが B.3.2.5.4 項の電解ニッケルめっきに記載されていたため移動した。</p> <p>②寸法データの設計値、仕上り値の明確化。</p>
--	--	--

		<p>B.3.3.4項、B.3.3.5項、B.3.3.7項、B.3.4.1項、B.3.4.4項(スルーホールをめっきなどの厚さの仕上り値を規定した表 B-11※の追記)。</p> <p>※表 B-11 を新たに追加したため、以降の表 B-11～表 B-14 は表 B-12～表 B-15 に修正。改訂履歴表内は修正前の表番号で記載している。</p> <p>③B.3.4.1.1 項 クレイジングと導体間げき距離の規定値の解釈を間違えないよう説明図を追加 (図 B-5※)。</p> <p>※図 B-5 を新たに追加したため、以降の図 B-5～図 B-11 は図 B-6～図 B-12 に修正。改訂履歴表内は修正前の図番号で記載している。</p> <p>④B.3.4.2 項 表 B-10 寸法の公差に板厚公差の追記。アンダカットについては要求事項、測定方法を定めた項番を立てたため削除。</p> <p>⑤B.3.4.6 項 アンダカットの要求事項(寸法公差)の項番を新たに立てた(上記④の通り)。</p> <p>⑥B.4.2.1 項 誤記修正 (JAXA→認定審査代行機関)。</p> <p>⑦B.4.2.2 項 図 B-8, B-9 注記内の寸法について設計値の明確化、公差記述の削除。グループ A 試験での最大穴径の適用を追記。試験パターンの誤記修正等。</p> <p>⑧B.4.2.2 項 表 B-11 アンダカットの試験項番を新たに立てたため認定試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。その他、アンダカット測定等について注釈の追記。1 ワークボードで認定試験を行う場合の試験パターンの数を明確化。</p> <p>⑨B.4.3.1.2 項 試験に供する試験パターンについて解釈を間違えないよう修文。</p> <p>⑩B.4.3.1.2 項 表 B-12 アンダカットの試験項番を新たに立てたためグループ A 試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定等について注釈の追記。IV群順序2のスルーホール 内層接続の試験項目 b)の追記。IV群順序2のスルーホール及びめっき厚さの要求事項、試験方法が明確になるよう点線を入れて区別。</p> <p>⑪B.4.3.2.2 項 表 B-13 接続抵抗測定に使用する試験パターンの注釈を追記。</p> <p>⑫B.4.4.1 項 湿度条件について他付則と合わせるために変更・修正。</p> <p>⑬B.4.4.2.1 項 目視による外観検査の明確化。</p> <p>⑭B.4.4.2.2 項 スルーホールをめっき厚さ測定の評価方法について変更(平均値→最小値)。</p> <p>⑮B.4.4.2.4 項 アンダカットの測定方法の項番を新たに立てた(上記④の通り)。</p>
--	--	--

		<p>⑩B.4.4.7.1 項 スルーホール引き抜き強度について、引張力換算式内の誤記修正。</p> <p>⑪B.4.4.8.2 項 b)項 絶縁抵抗の測定箇所を明確化した。</p> <p>(4) 付則 D</p> <p>①寸法データの設計値、仕上り値の明確化。 D.3.3.3.4 項、D.3.3.5 項、D.3.3.7 項、D.3.4.1 項</p> <p>②D.3.3.13 項 表 D-6 寸法の公差に板厚公差を他付則と同様に修正。</p> <p>③D.3.4.1.1 項 本則にはスルーホール観察と DPA 要求がないため削除。</p> <p>④D.3.4.1.3 項 スルーホールの要求事項の項番を新たに立てた。</p> <p>⑤D.4.2.1 項 誤記修正 (JAXA→認定審査代行機関)。</p> <p>⑥D.4.2.2 項 図 D-6a, D-6c 中のサーマル接続箇所を明確にした。</p> <p>⑦D.4.2.2.項 表 D-8, D.4.2.3 項 表 D-9, D.4.3.1.2 項 表 D-10 にスルーホール断面観察の要求事項及び試験方法の項番を追記。</p> <p>⑧D.4.4.2.2 項 誤記修正 (作成→作製)。</p> <p>⑨D.4.4.2.3 項 スルーホールの測定方法の項番を新たに立てた。</p> <p>(5) 付則 E</p> <p>①寸法データの設計値、仕上り値の明確化。 E.3.3.3 項、E.3.3.4 項、E.3.3.6 項、E.3.4.1 項、E.3.4.1.5 項(スルーホールのめっきなどの厚さの仕上り値を規定した表 E-11※の追記)。 ※表 E-11 を新たに追加したため、以降の表 E-11～表 E-15 は表 E-12～表 E-16 に修正。改訂履歴表内は修正前の表番号で記載している。</p> <p>②E.3.4.1.8 項 クレイジングと導体間げき距離の規定値の解釈を間違えないよう説明図を追加 (図 E-10※)。 ※図 E-10 を新たに追加したため、以降の図 E-10～図 E-13 は図 E-11～図 E-14 に修正。改訂履歴表内は修正前の図番号で記載している。</p> <p>③E.3.4.2 項 表 E-11 寸法の公差に板厚公差の追記。アンダカットについては要求事項、測定方法を定めた項番を立てたため削除。</p> <p>④E.3.4.2.2 項 アンダカットの要求事項 (寸法公差) の項番を新たに立てた (上記③の通り)。</p> <p>⑤E.3.6 項 めっき密着性及びオーバハングと関係ないことが記載されているため、その部分の削除。</p> <p>⑥E.4.2.1 項 誤記修正 (JAXA→認定審査代行機関)。</p> <p>⑦E.4.2.2 項 図 E-10 注記内の寸法について設計値の明確化、公差</p>
--	--	--

		<p>記述の削除。グループ A 試験での最大穴径の適用を追記等。</p> <p>⑧E.4.2.2 項 表 E-12 アンダカットの試験項番を新たに立てたため認定試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。その他、アンダカット測定等について注釈の追記。1 ワークボードで認定試験を行う場合の試験パターン数を明確化。</p> <p>⑨E.4.3.1.2 項 試験に供する試験パターンについて解釈を間違えないよう修文。</p> <p>⑩E.4.3.1.2 項 表 E-13 アンダカットの試験項番を新たに立てたためグループ A 試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定等について注釈の追記。</p> <p>⑪E.4.3.2.2 項 表 E-14 接続抵抗測定に使用する試験パターンの注釈を追記。</p> <p>⑫E.4.4.1 項 湿度条件について付則 A/C/D と合わせるために変更・修正。</p> <p>⑬E.4.4.2 項 目視による外観検査の明確化。</p> <p>⑭E.4.4.2.3 項 スルーホールをめっき厚さ測定の評価方法について変更（平均値→最小値）。</p> <p>⑮E.4.4.2.5 項 アンダカットの測定方法の項番を新たに立てた（上記③の通り）。</p> <p>⑯E.4.4.8.2 項 b)項 絶縁抵抗の測定箇所を明確化した。</p> <p>(6) 付則 F</p> <p>①F.1.2 項 表 F-1 区分 表内の誤記修正（両面版→両面板）。</p> <p>②寸法データの設計値、仕上り値の明確化。</p> <p>F.3.3.5 項、F.3.3.6 項、F.3.3.8 項、F.3.4 項、F.3.4.4 項(スルーホールをめっきなどの厚さの仕上り値を規定した表 F-9※の追記)。 ※表 F-9 を新たに追加したため、以降の表 F-9～表 F-12 は表 E-10～表 E-13 に修正。改訂履歴表内は修正前の表番号で記載している。</p> <p>③F.3.4.1.1 クレイジングと導体間げき距離の規定値の解釈を間違えないよう説明図を追加（図 F-6※）。</p> <p>※図 F-9 を新たに追加したため、以降の図 F-9～図 F-12 は図 F-10～図 F-13 に修正。改訂履歴表内は修正前の図番号で記載している。</p> <p>④F.3.4.2 表 F-8 寸法の公差に板厚公差の追記。アンダカットについては要求事項、測定方法を定めた項番を立てたため削除。</p> <p>⑤F.3.4.6 項 アンダカットの要求事項（寸法公差）の項番を新たに立てた（上記④の通り）。</p>
--	--	--

		<p>⑥F.4.2.1 項 他の付則に合わせて、認定試験に供する試料は認定審査代行機関の承認を得ることを明確にした。</p> <p>⑦F.4.2.2 項 図 F-9、F-10 注記内の寸法について設計値の明確化、公差記述の削除。グループ A 試験での最大穴径の適用を追記。試験パターン M の見直し等。</p> <p>⑧F.4.2.2 項 表 F-9 アンダカットの試験項番を新たに立てたため認定試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定、及び接続抵抗測定についての注釈の追記等。1 ワークボードで認定試験を行う場合の試験パターンの数を明確化。</p> <p>⑨F.4.3.1.2 項 試験に供する試験パターンについて解釈を間違えないよう修文。</p> <p>⑩F.4.3.1.2 項 表 F-10 アンダカットの試験項番を新たに立てたためグループ A 試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定等について注釈の追記。</p> <p>⑪F.4.3.2.2 項 表 F-11 接続抵抗測定について使用する試験パターンの注釈の追記。</p> <p>⑫F.4.4.1 項 湿度条件について付則 A/C/D/E と合わせるために変更・修正。</p> <p>⑬F.4.4.2.1 項 目視による外観検査の明確化。</p> <p>⑭F.4.4.2.2 項 スルーホールをめっき厚さ測定の評価方法について変更（平均値→最小値）。</p> <p>⑮F.4.4.2.4 項 アンダカットの測定方法の項番を新たに立てた（上記④の通り）。</p> <p>⑯F.4.4.8.2 項 b)項 絶縁抵抗の測定箇所を明確化した。</p> <p>(7) 付則 G</p> <p>①寸法データの設計値、仕上り値の明確化 G.3.3.8 項、G.3.3.11 項、G.3.3.12 項、G.3.3.13 項、G.3.4 項、G.3.4.4.10 項、G.4.1 項</p> <p>②G.3.3.10 項 BGA 等のパッド部の寸法の図、表について、各部位の位置を間違いなく測定できるよう部位名、及び部位の記号を修正（G.3.4.2.1 項 表 G-12 も同様）。</p> <p>③G.3.4.2 項 表 G-11 寸法の公差に板厚公差の追記。アンダカットについては要求事項、測定方法を定めた項番を立てたため削除。</p> <p>④G.3.4.4.9 項 層相互間ずれ幅次第で内層ランド導体幅が要求を満たせるような記載に変更。</p> <p>⑤G.3.4.6 項 アンダカットの要求事項（寸法公差）の項番を新たに</p>
--	--	--

		<p>立てた（上記③の通り）。</p> <p>⑥G.4.1 項 試験パターン^①の記述について付則 B に合わせて統一。</p> <p>⑦G.4.1 項 図 G-20 注記内の寸法について設計値の明確化、公差記述の削除。グループ A 試験での最大穴径の適用を追記、寸法値の誤記修正等。</p> <p>⑧G.4.2 項 表 G-15 G.4.5.4.2 (5)項のコプラナリティ^②の測定は、認定試験時は必須項目とし、製造ロット毎に実施する工程内検査については部品ユーザ殿（調達先）からの要求がある場合に実施することを識別するために注釈を追記した。</p> <p>⑨G.4.3.1 項他の付則に合わせて、認定試験に供する試料は認定審査代行機関の承認を得ることを明確にした。</p> <p>⑩G.4.3.2 項 表 G-16 アンダカット^③の試験項番を新たに立てたため認定試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定、及び接続抵抗測定、コプラナリティ測定についての注釈の追記等。1 ワークボードで認定試験を行う場合の試験パターン^④の数を明確化。</p> <p>⑪G.4.4.1.2 項 試験に供する試験パターンについて解釈を間違えないよう修文。</p> <p>⑫G.4.4.1.2 項 表 G-17 アンダカットの試験項番を新たに立てたためグループ A 試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定等について注釈の追記。</p> <p>⑬G.4.4.2.2 項 表 G-18 接続抵抗測定について使用する試験パターン^⑤の注釈の追記。</p> <p>⑭G.4.5.1 項 湿度条件について付則 A/C/D/E/F と合わせるために変更・修正。</p> <p>⑮G.4.5.4.2 項 コプラナリティ^⑥の測定点数の見直し、修正。</p> <p>⑯G.4.5.5.6 項 スルーホール^⑦のめっき厚さ測定の評価方法について変更（平均値→最小値）。</p> <p>⑰G.4.5.5.15 項 アンダカット^⑧の測定方法の項番を新たに立てた（上記③の通り）。</p> <p>⑱G.4.5.12.1 項 スルーホール引き抜き強度について、引張力換算式内の脱字、修正。</p> <p>⑲G.4.5.12.2 項の a)スルーホール内の誤記修正。</p> <p>⑳G.4.5.13.1 項 熱衝撃試験の手順について、試験前後のリフローの影響がないことを抵抗値測定で確認する手順を追記。</p> <p>㉑G.4.5.13.2 項 b)項 絶縁抵抗^⑨の測定箇所を明確化した。</p>
--	--	--

		<p>(8) 付則 H</p> <p>①寸法データの設計値、仕上り値の明確化。 HG.3.3.8 項、HG.3.3.11 項、H.3.3.12 項、H.3.3.13 項、H.3.4 項、G.3.4.4.10 項、G.4.1 項</p> <p>②H.3.3.10 項 BGA 等のパッド部の寸法の図、表について、各部位の位置を間違いなく測定できるよう部位名、及び部位の記号を修正 (H.3.4.2.1 項 表 H-12 も同様)。</p> <p>③H.3.4.2 項 表 H-11 寸法の公差に板厚公差の追記。アンダカットについては要求事項、測定方法を定めた項番を立てたため削除。</p> <p>④H.3.4.6 項 アンダカットの要求事項 (寸法公差) の項番を新たに立てた (上記③の通り)。</p> <p>⑤H.4.1 項 試験パターン の記述について付則 B に合わせて統一。</p> <p>⑥H.4.1 項 図 H-20 注記内の寸法について設計値の明確化、公差記述の削除。グループ A 試験での最大穴径の適用を追記、寸法値の誤記修正等。</p> <p>⑦H.4.2 項 表 H-15 H.4.5.4.2 (5)項のコプラナリティの測定は、認定試験時は必須項目とし、製造ロット毎に実施する工程内検査については部品ユーザ殿 (調達先) からの要求がある場合に実施することを識別するために注釈を追記した。</p> <p>⑧H.4.3.1 項他の付則に合わせて、認定試験に供する試料は認定審査代行機関の承認を得ることを明確にした。</p> <p>⑨H.4.3.2 項 表 H-16 アンダカットの試験項番を新たに立てたため認定試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定、及び接続抵抗測定、コプラナリティ測定についての注釈の追記等。1 ワークボードで認定試験を行う場合の試験パターン の数を明確化。</p> <p>⑩H.4.4.1.2 項 試験に供する試験パターンについて解釈を間違えないよう修文。</p> <p>⑪H.4.4.1.2 項 表 H-17 アンダカットの試験項番を新たに立てたためグループ A 試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定等について注釈の追記。</p> <p>⑫H.4.4.2.2 項 表 H-18 接続抵抗測定について使用する試験パターン の注釈の追記。</p> <p>⑬H.4.5.1 項 湿度条件について付則 A/C/D/E/F/G と合わせるために変更・修正。</p> <p>⑭H.4.5.4.2 項 コプラナリティの測定点数の見直し、修正。</p> <p>⑮H.4.5.5.6 項 スルーホール のめっき厚さ測定の評価方法について変更 (平均値→最小値)。</p>
--	--	---

		<p>⑯H.4.5.5.15 項 アンダカットの測定方法の項番を新たに立てた（上記③の通り）。</p> <p>⑰H.4.5.12.1 項 スルーホール引き抜き強度について、引張力換算式内の脱字、修正。</p> <p>⑱H.4.5.12.3 項の a)スルーホール内の誤記修正。</p> <p>⑲H.4.5.13.1 項 熱衝撃試験の手順について、試験前後のリフローの影響がないことを抵抗値測定で確認する手順を追記。</p> <p>⑳H.4.5.13.2 項 b)項 絶縁抵抗の測定箇所を明確化した。</p> <p>(9) 付則 J</p> <p>①J.1.2 項 図 J-1 誤記修正。</p> <p>②寸法データの設計値、仕上り値の明確化。 J.3.3.11 項、J.3.3.14 項、J.3.3.16 項、J.3.3.17 項、J.3.4 項</p> <p>③J.3.3.13 項 BGA 等のパッド部の寸法の図、表について、各部位の位置を間違いなく測定できるよう部位名、及び部位の記号を修正（J.3.4.2.1 項 表 J-13 も同様）。</p> <p>④J.3.3.15 項 誤記修正。</p> <p>⑤J.3.4.2 項表 J-12 寸法の公差に板厚公差の追記。アンダカットについては要求事項、測定方法を定めた項番を立てたため削除。</p> <p>⑥J.3.4.4.7 項 表 J-14 誤記修正。</p> <p>⑦J.3.4.4.11 項 表 J-15 誤記修正。</p> <p>⑧J.3.4.6 項 アンダカットの要求事項（寸法公差）の項番を新たに立てた（上記⑤の通り）。</p> <p>⑨J.4.1 項 試験パターンの記述について付則 B に合わせて統一。</p> <p>⑩J.4.1 項 図 J-25 注記内の寸法について設計値の明確化、公差記述の削除。グループ A 試験での最大穴径の適用を追記等。</p> <p>⑪J.4.2 項 表 J-16、J.4.5.4.2 (5)項のコプラナリティの測定は、認定試験時は必須項目とし、製造ロット毎に実施する工程内検査については部品ユーザ殿（調達先）からの要求がある場合に実施することを識別するために注釈を追記した。</p> <p>⑫J.4.3.1 項他の付則に合わせて、認定試験に供する試料は認定審査代行機関の承認を得ることを明確にした。</p> <p>⑬J.4.3.2 項 表 J-17 アンダカットの試験項番を新たに立てたため認定試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定、及び接続抵抗測定、コプラナリティ測定についての注釈の追記等。1 ワークボードで認定試験を行う場合の試験パターンの数を明確化。</p> <p>⑭J.4.4.1.2 項 試験に供する試験パターンについて解釈を間違えないよう修文。</p>
--	--	---

		<p>⑮J.4.4.1.2 項 表 J-18 アンダカットの試験項番を新たに立てたためグループ A 試験項目の表に追記。また破壊試験となるため「そり及びねじれ」試験と入れ替え。上記、アンダカット測定等について注釈の追記。</p> <p>⑯J.4.5.1 項 湿度条件について付則 A/C/D/E/F/G/H と合わせるために変更・修正。</p> <p>⑰J.4.5.4.2 項 コプラナリティの測定点数の見直し、修正。</p> <p>⑱J.4.5.5.6 項 スルーホールをめっき厚さ測定の評価方法について変更（平均値→最小値）。</p> <p>⑲J.4.5.5.15 項 アンダカットの測定方法の項番を新たに立てた（上記③の通り）。</p> <p>⑳J.4.5.12.1 項 スルーホール引き抜き強度について、引張力換算式内の脱字、修正。</p> <p>㉑J.4.5.12.3 項の a)スルーホール内の誤記修正。</p> <p>㉒J.4.5.13.7 項 脱字、修正。</p>
--	--	--

目 次

1. 総則.....	1
1.1 適用範囲	1
1.2 用語の定義.....	1
1.3 品種の区分.....	1
1.4 部品番号	2
2. 適用文書など.....	2
2.1 適用文書	2
2.2 参考文書	3
2.3 優先順位	3
2.4 個別仕様書.....	3
2.4.1 個別仕様書番号.....	4
2.4.2 個別仕様書の改定符号.....	4
2.4.3 個別仕様書の取扱い	4
2.4.4 個別仕様書の様式	4
3. 要求事項	4
3.1 認定.....	4
3.1.1 認定の範囲.....	4
3.1.2 初期認定.....	4
3.1.3 継続認定.....	4
3.1.4 認定の有効期間.....	5
3.1.5 認定範囲の変更.....	5
3.2 品質保証プログラム	5
3.2.1 品質保証プログラムの設定	5
3.2.2 TRB の設置.....	5
3.3 材料.....	5
3.3.1 アウトガス.....	5
3.4 設計及び構造.....	5
3.5 外観、寸法、表示など.....	5
3.6 ワークマンシップ	5
3.7 電氣的性能.....	6
3.8 機械的性能.....	6
3.9 環境的性能.....	6
4. 品質保証条項.....	6
4.1 一般要求	6
4.2 試験及び検査の分類	6
4.3 工程内検査.....	6
4.4 認定試験	6

4.4.1 試料.....	6
4.4.2 製造記録.....	6
4.4.3 試験項目及び試料数.....	7
4.4.4 可否の判定.....	7
4.4.5 試験後の処置.....	7
4.5 品質確認試験.....	7
4.5.1 品質確認試験（グループA）.....	7
4.5.2 品質確認試験（グループB）.....	8
4.6 試験方法.....	8
4.6.1 外観、寸法、表示など.....	8
4.6.2 ワークマンシップ.....	8
4.6.3 電氣的性能.....	8
4.6.4 機械的性能.....	8
4.6.5 環境的性能.....	8
4.7 長期保管.....	9
4.8 試験及び検査の変更.....	9
5. 引渡しの準備.....	9
5.1 包装.....	9
5.2 包装への表示.....	9
6. 注意事項.....	9
6.1 認定取得業者に対する注意.....	9
6.1.1 適用データ・シートの作成、登録.....	9
6.2 調達者に対する注意.....	9
6.2.1 調達時に指定すべき事項.....	9
6.3 用語の解説.....	10

付則 A ガラス布基材ポリイミド又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板

付則 B ファインピッチ用ガラス布基材ポリイミド又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板

付則 C ガラス布基材エポキシ樹脂絶縁ディスクリットワイヤ配線板

付則 D ポリイミドフィルム絶縁フレキシブルプリント配線板

付則 E フレックスリジッドプリント配線板

付則 F CIC 入り低熱膨張ガラス布基材ポリイミド樹脂絶縁プリント配線板

付則 G エリアアレイパッケージ設計対応プリント配線板

付則 H 高速信号対応プリント配線板

付則 J 高放熱対応プリント配線板

宇宙開発用信頼性保証プリント配線板

共通仕様書

1. 総則

1.1 適用範囲

この仕様書は、宇宙機に搭載する電子機器などに用いる宇宙開発用信頼性保証プリント配線板（以下、「プリント板」という）に適用し、それらの要求事項、品質保証条項などを規定する。

なお、この仕様書は、QML 認定を取り入れた一般共通仕様書（JAXA-QTS-2000）に従って作成されたものであるとともに、次に示す共通仕様書を統合したものである。

- a) NASDA-QTS-1046A 宇宙開発用信頼性保証プリント配線板仕様書
- b) NASDA-QTS-1047 宇宙開発用信頼性保証ファインピッチ用プリント配線板仕様書
- c) NASDA-QTS-1051 宇宙開発用信頼性保証ディスクリットワイヤ配線板仕様書
- d) NASDA-QTS-1026A 宇宙開発用信頼性保証フレキシブルプリント配線板仕様書
- e) NASDA-QTS-1066 宇宙開発用信頼性保証フレックスリジッドプリント配線板仕様書

1.2 用語の定義

この仕様書で用いる用語は次によるほか、JIS C 5603 による。

なお、用語の解説を 6.3 項に示す。

a) アウトガス（Outgassing）

ASTM E595 で規定された方法により測定される、配線板及び配線板の構成材料から放出する気体をいう。

b) ワークマンシップ（Workmanship）

製品の外観上のできばえ、仕上がり状態をいう。

1.3 品種の区分

プリント板の品種の区分は表 1 による。

表1 区 分

区 分	付則	対応する旧来の適用仕様書
ガラス布基材ポリイミド 又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板	A	NASDA-QTS-1046A
ファインピッチ用ガラス布基材ポリイミド 又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板	B	NASDA-QTS-1047
ガラス布基材エポキシ樹脂絶縁 ディスクリートワイヤ配線板	C	NASDA-QTS-1051
ポリイミドフィルム絶縁フレキシブル プリント配線板	D	NASDA-QTS-1026A
フレックスリジッドプリント配線板	E	NASDA-QTS-1066
CIC入りガラス布基材ポリイミド樹脂絶縁 プリント配線板	F	—
エリアレイパッケージ設計対応プリント配線板	G	—
高速信号対応プリント配線板	H	—
高放熱対応プリント配線板	J	—

1.4 部品番号

プリント板の部品番号はJAXA-QTS-2000のA.3.1.4項による。詳細は付則による。

2. 適用文書など

2.1 適用文書

次の文書は、この仕様書で規定する範囲でこの仕様書の一部とする。また、これらの文書は、契約又は適用時点で入手し得る最新版とする。

なお、版を指定する必要がある場合は、個別仕様書に規定する。

- a) JAXA-QTS-2000 宇宙開発用共通部品等一般共通仕様書
- b) JIS C 5603 プリント回路用語
- c) MIL-STD-202 Test Method Standard, Electronic and Electrical Component Parts
- d) IPC-4101 Specifications for Base Materials for Rigid and Multilayer Printed Boards
- e) IPC-SM-840 Qualification and Performance of Permanent Solder Mask
- f) A-A-113 Tape, Pressure-Sensitive Adhesive
- g) ASTM E595 Standard Test Method for Total Mass Loss and Collected Volatile Condensable Materials from Outgassing in a Vacuum Environment
- h) SAE-AMS-QQ-N-290 Nickel Plating (Electrodeposited)
- i) JIS C 5012 プリント配線板試験方法

- j) JIS Z 9015-1 計数値検査に対する抜取検査手順－第1部：ロットごとの検査に対する AQL 指数型抜取検査方式
- k) JIS Z 1522 セロハン粘着テープ
- l) JPCA/NASDA-SCL01 宇宙開発用信頼性保証プリント配線板用共通材料個別仕様書
- m) IPC-4203 Adhesive Coated Dielectric Films for Use as Cover Sheets for Flexible Printed Circuitry and Flexible Adhesive Bonding Films
- n) IPC-4204 Flexible Metal-Clad Dielectrics for Use in Fabrication of Flexible Printed Circuitry

2.2 参考文書

次の文書は、この仕様書の参考文書とする。

- a) JERG-0-042 プリント配線板と組立品の設計標準
- b) JERG-0-035 宇宙開発事業団部品適用ハンドブック
- c) IPC-2221 Generic Standard on Printed Board Design
- d) IPC-2222 Sectional Design Standard for Rigid Organic Printed Boards
- e) IPC-2223 Sectional Design Standard for Flexible Printed Boards
- f) IPC J-STD-004 Requirements for Soldering Fluxes
- g) IPC J-STD-006 Requirements for Electronic Grade Solder Alloys and Fluxed and Non-Fluxed Solid Solders for Electronic Soldering Applications

2.3 優先順位

適用仕様書に規定されている要求事項などの間に矛盾がある場合、適用する要求事項は次の順位による。

- a) 個別仕様書
- b) この仕様書
- c) JAXA-QTS-2000
- d) この仕様書の適用文書（2.1項）（ただし、JAXA-QTS-2000を除く。）

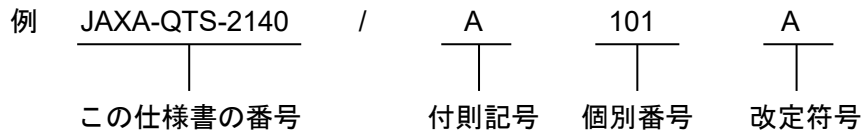
2.4 個別仕様書

プリント板の形状、性能などに関する詳細な規定は個別仕様書による。

なお、個別仕様書は、JAXA-QTS-2000のA.4項に基づき、認定取得業者が作成及び制定し、宇宙航空研究開発機構（以下、「JAXA」という）に登録しなければならない。

2.4.1 個別仕様書番号

個別仕様書番号は、JAXA-QTS-2000のA.2.2.2項に従って、次のように表す。また、個別番号は3桁とし上位1桁で認定取得業者を、下位2桁でシリーズ番号を表す。



2.4.2 個別仕様書の改定符号

個別仕様書の改定に伴う改定符号の付与方法は、JAXA-QTS-2000のA.2.2.2.4項による。

2.4.3 個別仕様書の取扱い

個別仕様書は、2.4.1項による個別仕様書の番号ごとに、それぞれ独立した仕様書として取り扱う。

2.4.4 個別仕様書の様式

個別仕様書の様式は、JAXA-QTS-2000のA.6項b)による。また、個別仕様書に規定すべき事項は、JAXA-QTS-2000のA.4項によらなければならない。

3. 要求事項

3.1 認定

3.1.1 認定の範囲

認定の範囲は付則及び個別仕様書による。

3.1.2 初期認定

この仕様書に従って認定を取得しようとする業者は、この仕様書の3.2.1項に従って品質保証プログラムを設定し、この仕様書の4.4項に規定する認定試験を実施して、JAXA-QTS-2000の3.4.1項の規定に従ってプリント板の認定を受け、JAXA認定取得業者表（JAXA QML）に記載されなければならない。

3.1.3 継続認定

この仕様書に従ってプリント板を継続して供給しようとする認定取得業者は、この仕様書の3.1.4項に規定された認定の有効期間の終了する日の90日前までに、JAXA-QTS-2000の3.4.2.1項に従って継続認定の手続きを取らなければならない。

なお、認定の有効期間内にプリント板の製造がなくて品質確認試験が行われていない場合は、品質確認試験を省略して申請することができる。

3.1.4 認定の有効期間

この仕様書に基づく認定の有効期間は3年間とする。

3.1.5 認定範囲の変更

認定の範囲を変更する場合は、JAXA-QTS-2000の3.4.3項に従って再認定手続きをとらなければならない。

3.2 品質保証プログラム

3.2.1 品質保証プログラムの設定

認定を取得しようとする業者は、JAXA-QTS-2000の3.3.1項及びこの仕様書の要求事項を満足する品質保証プログラムを設定しなければならない。また、JAXA-QTS-2000の3.3.2項に従って品質保証プログラム計画書を作成し、その審査JAXA-QTS-2000の3.3.6項に従って受けなければならない。

3.2.2 TRBの設置

この仕様書に基づいて認定を取得しようとする業者は、JAXA-QTS-2000の3.3.5項に従ってTRBを設置し運営しなければならない。

3.3 材料

プリント板に使用する材料は、この仕様書で規定したものを使用しなければならない。特に規定がない材料については、この仕様書の要求を満足するものを使用しなければならない。これらの材料は、品質保証プログラムの製造条件を規定する文書に明記されなければならない。

3.3.1 アウトガス

アウトガス試験は、認定試験及び材料を変更する場合にASTM E595によって実施し、次のアウトガスデータを適用データ・シート(ADS)に記載しなければならない。

- a) 質量損失比(TML) : Total Mass Loss
- b) 再凝縮物質質量比(CVCM) : Collected Volatile Condensable Materials

3.4 設計及び構造

設計及び構造は付則による。詳細な要求(回路寸法、層構成など)については、個別仕様書で規定しなければならない。

3.5 外観、寸法、表示など

プリント板の外観、寸法、表示などは付則による。

3.6 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップは付則による。

3.7 電氣的性能

プリント板の電氣的性能に関する要求は付則による。

3.8 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する要求は付則による。

3.9 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する要求は付則による。

4. 品質保証条項

4.1 一般要求

認定取得業者は、この仕様書の3.2項で設定された品質保証プログラムの履行とTRBを適切に運営する責任を有する。

4.2 試験及び検査の分類

試験及び検査は、JAXA-QTS-2000の4.3項に従って次の3種類に分類する。

- a) 工程内検査
- b) 認定試験
- c) 品質確認試験

4.3 工程内検査

認定取得業者はプリント板の製造工程中に、製品の信頼性及び品質に重大な影響を及ぼす欠陥の有無、ワークマンシップ、又は製品となってからでは測定できない特性の確認のために、次に例示する工程内検査を実施しなければならない。工程内検査は、品質保証プログラム計画書の製造工程フローチャートに明記しなければならない。

- a) 半完成状態での内部目視検査（非破壊の全数又は抜取検査）
- b) 半完成状態での物理的又は化学的検査（破壊又は非破壊の全数又は抜取検査）
- c) 半完成状態での特性検査（非破壊の全数又は抜取検査）

4.4 認定試験

4.4.1 試料

認定試験の試料は、品質保証プログラムで規定した工程及び管理を通じて製造されたもので、認定の範囲を代表するものでなければならない。試料の詳細については付則による。

4.4.2 製造記録

認定を取得しようとする業者は、認定試験に供するプリント板について、使用した材料の証明書又は材料などの受入検査若しくは試験データ、試料を製造したときの工程記録及び工程内検査のデータなどを保管、管理し、要求があれば提示できるようにしておかなければならない。

4.4.3 試験項目及び試料数

試験項目、試験順序及び試料数は付則による。

4.4.4 合否の判定

付則に規定する認定試験の試験項目がすべて合格と判定された場合、認定試験を合格とする。ただし、規定された許容不良数以内であっても、不合格品の故障モードが破局故障（オープン、ショートなど、プリント板としての機能を失う故障）の場合には、認定試験を不合格とする。

4.4.5 試験後の処置

認定試験に供したプリント板は出荷してはならないが、認定試験に合格した試料と同一検査ロットの製品については、グループA試験を実施して合格した製品のみを出荷することができる。

認定試験が不合格となった場合、認定を取得しようとする業者は、材料、製造工程及びそれらのすべてを再検討し是正しなければならない。是正処置をとった後、再度認定試験を実施しなければならない。この場合、すべての試験項目を実施するか、一部の試験項目のみ実施するかの判断の権限は認定審査代行機関が有する。

4.5 品質確認試験

4.5.1 品質確認試験（グループA）

グループA試験は、すべての製品の製造時に実施しなければならない。

4.5.1.1 試料

グループA試験に供する試験パターンは付則による。

4.5.1.2 試験項目及び試料数

試験項目、試料数及び試験順序は付則による。

4.5.1.3 合否の判定

付則に規定するグループA試験の試験項目がすべて合格と判定された場合、グループA試験を合格とする。ただし、規定された許容不良数以内であっても、不合格品の故障モードが破局故障（オープン、ショートなど、プリント板としての機能を失う故障）の場合には、グループA試験を不合格とする。詳細要求がある場合は付則による。

4.5.1.4 試験後の処置

グループA試験で不合格と判定された場合は、該当ロットの製品を出荷してはならない。

4.5.2 品質確認試験（グループB）

グループB試験は、認定有効期間内の最初の製造ロットで実施しなければならない。また、認定の有効期間内に製造がなくて品質確認試験を実施せずに継続認定を受けた場合、生産再生時に実施しなければならない。

4.5.2.1 試料

グループB試験に供する試験パターンは付則による。また、グループB試験の検査ロットは、グループA試験に合格した試料で構成しなければならない。

4.5.2.2 試験項目及び試料数

試験項目、試料数及び試験順序は付則による。

4.5.2.3 合否の判定

付則に規定するグループB試験の試験項目がすべて合格と判定された場合、グループB試験を合格とする。ただし、規定された許可不良数以内であっても、不合格品の故障モードが破局故障（オープン、ショートなど、プリント板として機能を失う故障）の場合には、グループB試験を不合格とする。

4.5.2.4 試験後の処置

グループB試験に供した試料は、出荷してはならない。また、グループB試験が不合格と判定された場合、認定取得業者は不合格品について故障解析を実施し、材料や工程に対して是正処置を講じなければならない。製品の出荷は、是正処置の結果が認定審査代行機関によって承認されるまで中止しなければならない。

4.6 試験方法

4.6.1 外観、寸法、表示など

プリント板の外観、寸法、表示などに関する試験方法は付則による。

4.6.2 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップに関する試験方法は付則による。

4.6.3 電氣的性能

プリント板の電氣的性能に関する試験方法は付則による。

4.6.4 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する試験方法は付則による。

4.6.5 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する試験方法は付則による。

4.7 長期保管

この項目は適用しない。

4.8 試験及び検査の変更

この仕様書に規定された工程内検査及び品質確認試験を変更する場合は、JAXA-QTS-2000の4.4項及び6.1項に従わなければならない。

5. 引渡しの準備

引渡しの準備は、JAXA-QTS-2000の5項及び次による。

5.1 包装

包装には、プリント板の絶縁板及び導体部に悪影響を与えないような材質の包装材料を使用し、取り扱い中及び輸送中に製品に悪影響を与えないように、適切に包装しなければならない。

5.2 包装への表示

包装には、次の事項を表示しなければならない。

- a) 部品名
- b) 部品番号（この仕様書部品番号及び調達者が指定する部品番号）
- c) 適用仕様書番号
- d) 製造年月及び製造一連番号又はロット識別番号
- e) 納入先
- f) 認定取得業者名
- g) 包装数量
- h) 検査年月日
- i) 検査結果

6. 注意事項

6.1 認定取得業者に対する注意

6.1.1 適用データ・シートの作成、登録

認定取得業者は、JAXA-QTS-2000の付則Gに従って適用データ・シートを作成し、JAXAに登録しなければならない。

6.2 調達者に対する注意

製品の詳細データ、注意事項などについては、適用データ・シートを参照すること。

6.2.1 調達時に指定すべき事項

この仕様書に基づいて製造されたプリント板を調達する場合には、次の事項を指定すること。

- a) 部品番号（この仕様書の部品番号及び調達者が指定する部品番号）
- b) この仕様書の番号
- c) 個別仕様書の番号
- d) 出荷時に提出すべき試験データ及び源泉検査の有無
- e) その他

e) 項として、特定の用途に起因する事項を要求することはできるが、この仕様書と矛盾する事項を要求する場合には、この仕様書に基づくプリント板としての表示を要求してはならない。

6.3 用語の解説

この仕様書では、次の用語を定義する。

- a) アートワーク（Artwork）

回路、ソルダマスク、シンボル印刷及び部品図などの配線板製造用写真原版若しくは写真原版を作製するために用いる図面をいう。

- b) アートワークマスタ（Artwork master）

製造用原版を作るために用いる指定された倍率の原図。

- c) IVH

「Interstitial via hole」の略で、多層板の内層信号回路間を接続するためのスルーホールであり、全層を貫通していないものをいう（図1参照）。

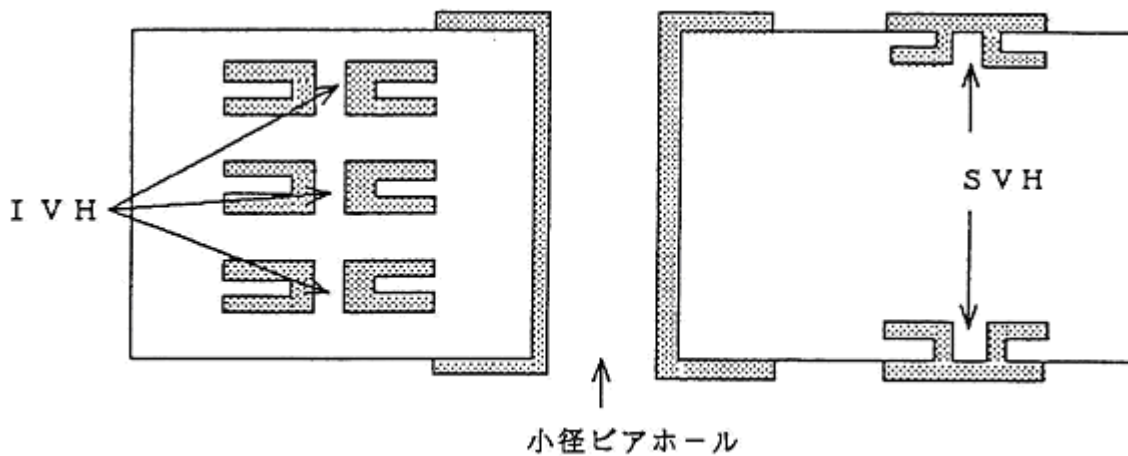


図1 小径ビアホール、IVH及びSVHを有する多層プリント板の断面構成

- d) アウタータイプ（Outer type）

外層材料の片面のみにフレックス部を設けたF/R-PWBで、フレックス部の導体層は1層に限定される。

- e) アンダカット（Under cut）

エッチングによって導体パターン側面に生じる片面の溝又はへこみの大きさをいう（図2参照）。

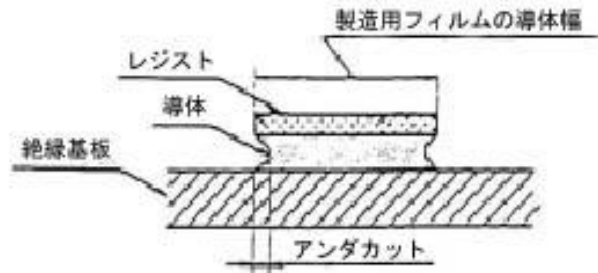


図2 アンダカット

- f) インナータイプ (Inner type)
内層材料にフレックス部を設けた F/R-PWB で、フレックス部の導体層の多層化が可能となる。
- g) ウィーブテクスチャー (Weave texture)
ガラス繊維が露出している状態。
- h) SVH
「Surface via hole」の略で、多層板の外層回路と内層回路を接続するためのスルーホールであり、全層を貫通していないものをいう (図1参照)。
- i) エッチバック
レジンスミアを除去し、更に内層導体の露出表面を増加させるために、穴壁面の絶縁物を所定の深さまで除去すること。
- j) エリアアレイパッケージ
外部接続端子として、パッケージ下面に格子状に端子を形成した表面実装用 LSI パッケージ。
- k) オーバハング (Overhung)
ランド又は導体端部の表面めっきがひさし状になっている部分。
- l) クレイジング (Crazing)
ミーズリングの白点がガラス繊維に沿って連続的にのびたもの。
- m) サブランド (Sub land)
導体とランドの接続信頼性を高めるために付加する補助的なランド。
- n) 小径ビアホール
部品挿入用の穴ではなく、導通を目的として全層を貫通させたスルーホールのことをいう。高密度配線対応として用い、一般的に穴径は $\phi 0.5$ mm (キリ径) 以下である (図1参照)。
- o) スパークオーバ (Sparkover)
空中放電による絶縁破壊の状態をいう。
- p) スリバ (Sliver)
ランド又は導体端部のオーバハングが折れて生じる金属の細片。

- q) スルーホール (Through hole)

プリント配線板の、各層間の導体パターン間における電氣的接続を行うため、基材を貫通した穴の壁面に金属を析出させたものをいう。IVH、SVH、及び小径スルーホールもスルーホールの一様である。
- r) 製造用原版

製造用フィルムを作るために用いる倍率 1:1 のパターンがある原版。
- s) 製造図面

プリント配線板の仕様、特性、例えば、形状、パターンとその配置、穴、溝、仕上げなどを規定した図面。
- t) ソルダレジスト (Solder resist)

はんだ付けを行いたくない部分に塗布するインク。通常は、はんだ付け時のブリッジ防止の目的で使用される。
- u) ディウエット (Dewetting)

溶解はんだが金属表面で固化する前に“より”を生じ、球状又は粒状の部分的形成し、他の部分では薄くなって冷却凝固した状態。
- v) デラミネーション (Delamination)

基材の内部において発生した層間のはく離。
- w) 銅・インバー・銅、CIC (Copper Invar Copper)

インバー (Fe-Ni36%合金) を銅で挟み込んだ 3 層構造 (クラッド) の板。
- x) 導体

エッチング及びめっきにより形成された導体を指す。特に規定の無い限りワイヤは含まない。
- y) ネイルヘッド (Nail head)

穴開けにより、内層銅はくの切削部が拡がり、釘の頭状になった状態。
- z) ネガティブエッチバック

内層の導体層材料を穴の周りの絶縁材よりも引っ込ませるエッチバック。
- aa) ノジュール (Nodule)

スルーホール穴内へ突起状にスルーホールめっきが析出した、塊をいう。
- ab) ノンスルーホール (Non-plated through hole)

プリント板の表裏に貫通し、穴の壁面にめっきがない穴のことをいう。各層間の電氣的接続が不要な、ねじ止め用の取付穴などに用いる。
- ac) ビアホール (Via hole)

ビアホールともいい、部品挿入用の穴ではなく、導通を目的として全層を貫通させたスルーホールのことをいう。高密度配線対応 (インナータイプ) として用い、キリ径 $\phi 0.35 \text{ mm}$ から $\phi 0.5 \text{ mm}$ である。
- ad) 非機能ランド

同一層の導体パターンに電氣的に接続されていないランドをいう。

ae) フュージング (Fushing)

はんだめっきをエッチングレジストとして回路形成後、加熱処理によりはんだを溶融し均質合金化をする処理をいう。

af) ピン間3本

2.54 mm 格子間に、導体幅 0.13 mm の回路を 3 本配線した回路密度のことをいう (図3参照)。

単位 : mm

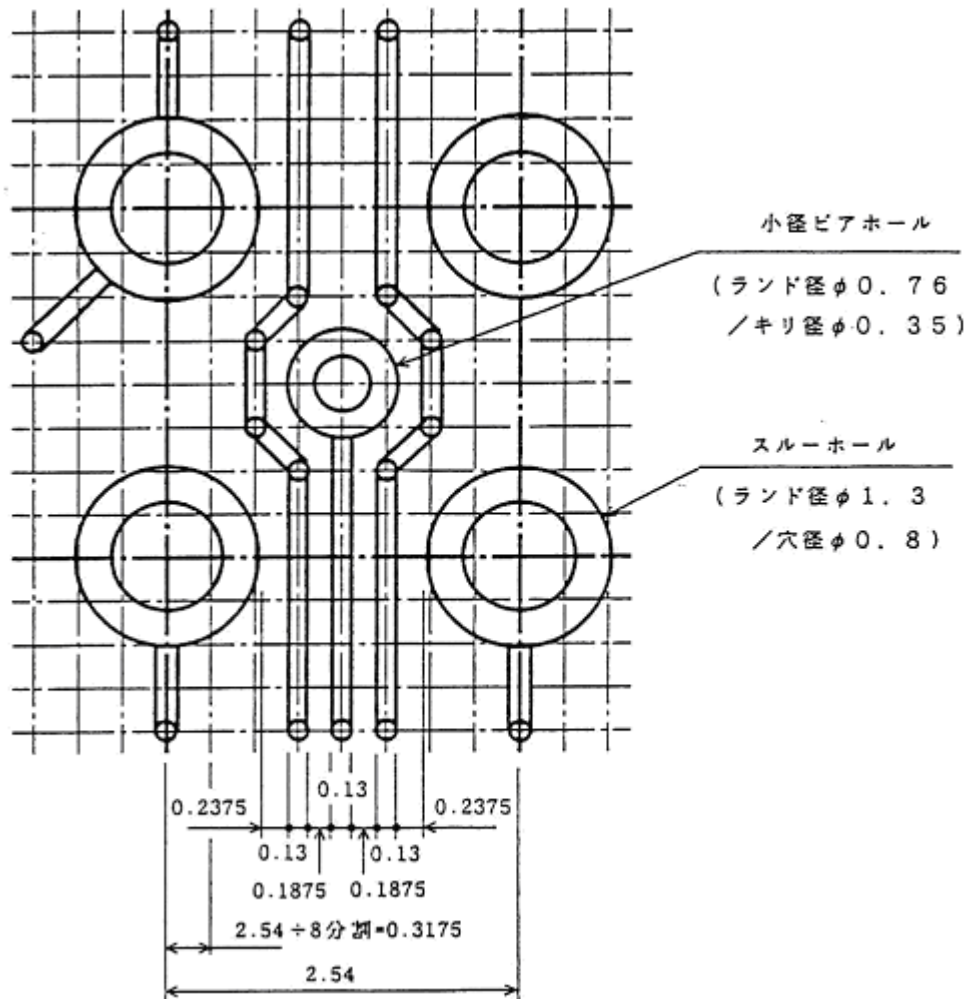


図3 ピン間3本のパターン

ag) ファインピッチ用プリント配線板

回路密度が最大ピン間3本で、リードピッチ 0.5 mm の QFP (Quad Flat Package) を表面実装可能なプリント配線板のことをいう。

ah) フラッシュオーバー (Flashover)

沿面放電による絶縁破壊の状態をいう。電極間が短絡される放電を全路破壊と呼び、物質中（気、液、固体）で生じる全路破壊をフラッシュオーバー若しくはスパークオーバーという。

ai) ブリスタ (Blister)

表面の下の空気、またはガスのたまりによっておこる材料表面の局所的な膨れやはがれのことをいう。

aj) プリント板用コネクタ

プリント板の端部において、他の部分との電気的接続を目的とするコネクタであり、プリント板に一方のコネクタ（例えば、おす側）を取り付けてプリント板の回路に接続し、他方のコネクタをかん合させて使用する形態を間接形（図4参照）、プリント板の末端部にコネクタの接触子（コンタクト）を接触するように接触端子部を設け、これを直接コネクタにかん合させて使用する形態を直接形（図5参照）という。

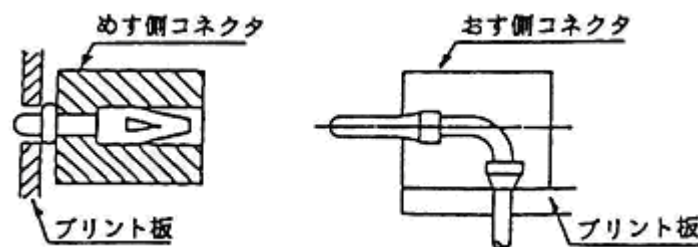


図4 間接形コネクタ

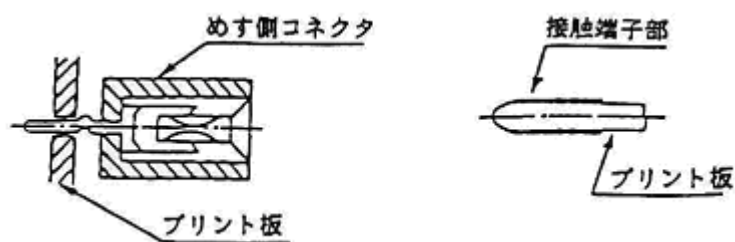


図5 直接形コネクタ

ak) フレックスリジッドプリント配線板 (Flex-rigid printed wiring board)

柔軟性がある部分と硬質の部分からなるプリント配線板のことをいう。

al) ミーズリング (Measling)

絶縁板内に白点が観察される状態。この白点は、絶縁板を構成するガラス布の繊維と樹脂との密着が損なわれることによって生じるものである。

am) 有効接着導体幅

導体が実際に絶縁板に接着している幅。

an) ワークボード (Work board)

1個若しくは、それ以上のプリント板と試験パターンを含んだ、実際にプリント板を製造する時のボードのことをいう。

ao) 割基板

部品実装、はんだ付けなどを終えた後、分割できるようにしたプリント板のことをいう。分割を容易にするための方法としては、長穴状のスリット、V字型の溝を設けたVカット、及び連続的に穴あけしたミシン目などがある。また、これらの方法を組み合わせたものもある。

ap) ランド (Land)

めっきされたスルーホールと表面回路若しくは内層回路を接続するために設けられた導体パターンをいう。

aq) レジンスミア (Resin smear)

スルーホールのドリル加工中に、切削工具との摩擦熱によって絶縁材が軟化、若しくは溶融し、多層板の穴壁及び接続を行う部位に付着することをいう。

ar) レジンリセッション (Resin recession)

プリント配線板のめっきスルーホールの断面に見られる、めっきスルーホールと穴壁の間の空洞をいう。

付則 A

ガラス布基材ポリイミド又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板

A.1. 総則.....	A-1
A.1.1 適用範囲.....	A-1
A.1.2 区分.....	A-1
A.1.3 部品番号.....	A-1
A.1.3.1 基材記号.....	A-1
A.1.3.2 加工記号.....	A-2
A.1.3.3 層数.....	A-2
A.2. 適用文書など.....	A-2
A.2.1 参考文書.....	A-2
A.3. 要求事項.....	A-2
A.3.1 認定の範囲.....	A-2
A.3.2 材料.....	A-3
A.3.2.1 金属張積層板及びプリプレグ.....	A-3
A.3.2.2 はんだコート.....	A-3
A.3.2.3 ソルダレジスト.....	A-3
A.3.2.4 めっき.....	A-3
A.3.2.5 マーキングインク.....	A-4
A.3.3 設計及び構造.....	A-4
A.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）.....	A-4
A.3.3.2 層間接続.....	A-4
A.3.3.3 導体幅.....	A-4
A.3.3.4 導体間げき.....	A-7
A.3.3.5 ランドの導体幅.....	A-7
A.3.3.6 めっきなどの厚さ.....	A-7
A.3.3.7 温度範囲.....	A-7
A.3.4 外観、寸法、表示など.....	A-8
A.3.4.1 外観及び構造.....	A-8
A.3.4.2 寸法.....	A-10
A.3.4.3 表示.....	A-10
A.3.4.4 スルーホール.....	A-10
A.3.4.5 アンダカット.....	A-13
A.3.5 ワークマンシップ.....	A-13
A.3.5.1 そり及びねじれ.....	A-13

A.3.5.2 修理	A-13
A.3.6 めっき密着性及びオーバハング	A-13
A.3.7 清浄度	A-13
A.3.8 電氣的性能	A-13
A.3.8.1 耐電圧.....	A-13
A.3.8.2 回路	A-13
A.3.8.3 接続抵抗.....	A-14
A.3.9 機械的性能	A-14
A.3.9.1 スルーホール引き抜き強度.....	A-14
A.3.9.2 はんだ付け性.....	A-14
A.3.10 環境的性能	A-15
A.3.10.1 熱衝撃.....	A-15
A.3.10.2 耐湿性及び絶縁抵抗.....	A-15
A.3.10.3 耐ホットオイル性	A-15
A.3.10.4 熱ストレス	A-15
A.3.10.5 耐放射線性	A-16
A.4. 品質保証条項	A-17
A.4.1 工程内検査	A-17
A.4.2 認定試験.....	A-17
A.4.2.1 試料	A-17
A.4.2.2 試験項目及び試料数.....	A-17
A.4.3 品質確認試験	A-23
A.4.3.1 品質確認試験（グループA）	A-23
A.4.3.2 品質確認試験（グループB）	A-23
A.4.4 試験方法.....	A-24
A.4.4.1 試験条件.....	A-24
A.4.4.2 外観、寸法、表示など	A-24
A.4.4.3 ワークマンシップ	A-26
A.4.4.4 めっき密着性及びオーバハング.....	A-27
A.4.4.5 清浄度.....	A-28
A.4.4.6 電氣的性能	A-28
A.4.4.7 機械的性能	A-29
A.4.4.8 環境的性能	A-30

付則 A

ガラス布基材ポリイミド又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板

A.1. 総則

A.1.1 適用範囲

この付則は、プリント配線板のうち、ガラス布基材ポリイミド樹脂又はガラス布基材エポキシ樹脂を絶縁板材料として使用するプリント配線板（以下、「プリント板」という）に適用し、それらの要求事項、品質保証条項などを規定する。

A.1.2 区分

プリント板の区分は表 A-1 による。

表 A-1 区 分

絶縁材料	構 造	備 考
ガラス布基材エポキシ樹脂	片面板	スルーホールのない両面板を含む
	両面板	
	多層板	
ガラス布基材ポリイミド樹脂	片面板	スルーホールのない両面板を含む
	両面板	
	多層板	

A.1.3 部品番号

プリント板の部品番号は次の例のように表す。ただし、QPL から QML に移行した場合は、QPL と同じ部品番号を使用することができる。詳細は、個別仕様書による。

例 JAXA⁽¹⁾ 2140 / A 101 GF III 6⁽²⁾

個別番号	基材記号	加工記号	層数
------	------	------	----

(A.1.3.1 項) (A.1.3.2 項) (A.1.3.3 項)

注⁽¹⁾ “JAXA” は宇宙開発用共通部品等であることを示す。“J” と省略できる。

注⁽²⁾ 導体層の層数を示す。

A.1.3.1 基材記号

プリント板の基材記号は、表 A-2 による。

表 A-2 基材記号

基材記号(1)	絶縁板材料
GF	IPC-4101、JPCA/NASDA-SCL01による ガラス布基材エポキシ樹脂
GI	IPC-4101、JPCA/NASDA-SCL01による ガラス布基材ポリイミド樹脂

注(1)GF及びGIの適用規格については、個別仕様書に記載する。

GIの詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）をADSに記載する。

A.1.3.2 加工記号

プリント板の加工記号は、表 A-3 による。

表 A-3 加工記号

加工記号	構造	備考
I	片面板	スルーホールのない両面板を含む
II	両面板	
III	多層板	

A.1.3.3 層数

プリント板の最大層数は、個別仕様書による。

A.2. 適用文書など

A.2.1 参考文書

参考文書は、この仕様書の次の文書は、この付則の参考文書とする。

- a) NHB 5300.4(3I) Requirements for Electrostatic Discharge Control (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices)
- b) NHB 5300.4(3K) Design Requirements for Rigid Printed Wiring Boards and Assemblies

A.3. 要求事項

A.3.1 認定の範囲

認定されるプリント板の範囲は、この仕様書の A.3.2 項から A.3.10 項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足するプリント板の製造ラインを用いて製造される製品群で、認定試験に合格した試料によって代表される範囲のものとする。層数及び板厚は、合格した試料の層数以下及び板厚以下を認定の範囲とする。表面めっき及びはんだコートは、この仕様書に規定した1種類によって他の種類も認定の範囲とする。また、ソルダレジストインクは、認定試験時に使用したものを認定の範囲とする。したがって、この認定の範囲内において個別仕様書で規定する個々の製品を供給することができる。

なお、より詳細な認定範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

A.3.2 材料

プリント板に使用する材料は3.3項によるほか、次による。

A.3.2.1 金属張積層板及びプリプレグ

金属張積層板及びプリプレグは、適用規格のIPC-4101又はJPCA/NASDA-SCL01によるものとし、図面に指定されたものを使用しなければならない。基材のタイプは、エポキシ樹脂又はポリイミド樹脂(A.1.3.1項)とする。板厚は、0.05mm(公称)以上のものを使用しなければならない。基材のタイプに関わらず、金属はくの種類は銅とする。最外層に用いられる金属はく層は、18 μ m(公称)以上でなければならない。また、内部金属はく層は35 μ m(公称)以上でなければならない。

使用する材料の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。また、GI(ポリイミド樹脂)の詳細(タイプ、ガラス転移温度(Tg)など)をADSに記載しなければならない。

A.3.2.2 はんだコート

はんだコートは、すずの含有量が50%~70%でなければならない。

A.3.2.3 ソルダレジスト

プリント板に塗布するソルダレジストは、IPC-SM-840のクラスH相当でなければならない。

A.3.2.4 めっき

表面めっきは、原則として電解はんだめっきとしなければならない。他のめっきを使用する場合には、この仕様書に規定しためっきの種類から選定しなければならない。電解はんだめっきを施したプリント板に他のめっきを部分的に行う場合には、電解はんだめっきを行う前に他のめっきを行い、重複部分を最小限にとどめなければならない。すべてのスルーホールは、銅めっき及びランド部と同種の表面めっきで構成しなければならない。

A.3.2.4.1 無電解銅めっき

スルーホールの電解めっきの前工程として、絶縁材料上に導電層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

A.3.2.4.2 電解銅めっき

電解銅めっきは、99.5%以上の純度を有するものでなければならない。

A.3.2.4.3 電解金めっき

電解金めっきは、表A-4のとおりでなければならない。ただし、下地めっきとしてA.3.2.4.4項に規定する電解ニッケルめっきを行ってもよい。めっき後の不純金属は、硬度を増加させるために添加されているものを除き、0.1%以下でなければならない。

表 A-4 電解金めっき

項 目	規 格
純 度	99.7%以上
KNOOP 硬度	91 以上 129 以下

A.3.2.4.4 電解ニッケルめっき

電解ニッケルめっきは、SAE-AMS-QQ-N-290 に相当するものでなければならない。

A.3.2.4.5 電解はんだめっき

電解はんだめっきは、すずの含有量が 50%~70%で、フュージング前の状態で A.3.3.6 項に規定する厚さ以上でなければならない。また、プリント板製造工程の仕上げ段階でフュージング処理を行わなければならない。

A.3.2.5 マーキングインク

マーキングインクは溶剤などで容易に消滅しないエポキシ系インクで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

A.3.3 設計及び構造

A.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

プリント板は、この仕様書に基づいて製造図面化する。製造図面におけるすべての位置表示は、原則として、製造図面上の格子の交点を利用して示さなければならない。この場合、格子間隔は 2.54mm を原則とし、格子の交点から外れる位置については、寸法を示さなければならない。ただし、CAD で設計したデータで製造図面化され、同一のデータによってアートワークマスタ（又は製造用原版）が作成される場合は、交点の表示及び格子の交点から外れる位置についての寸法表示を省略してもよい。

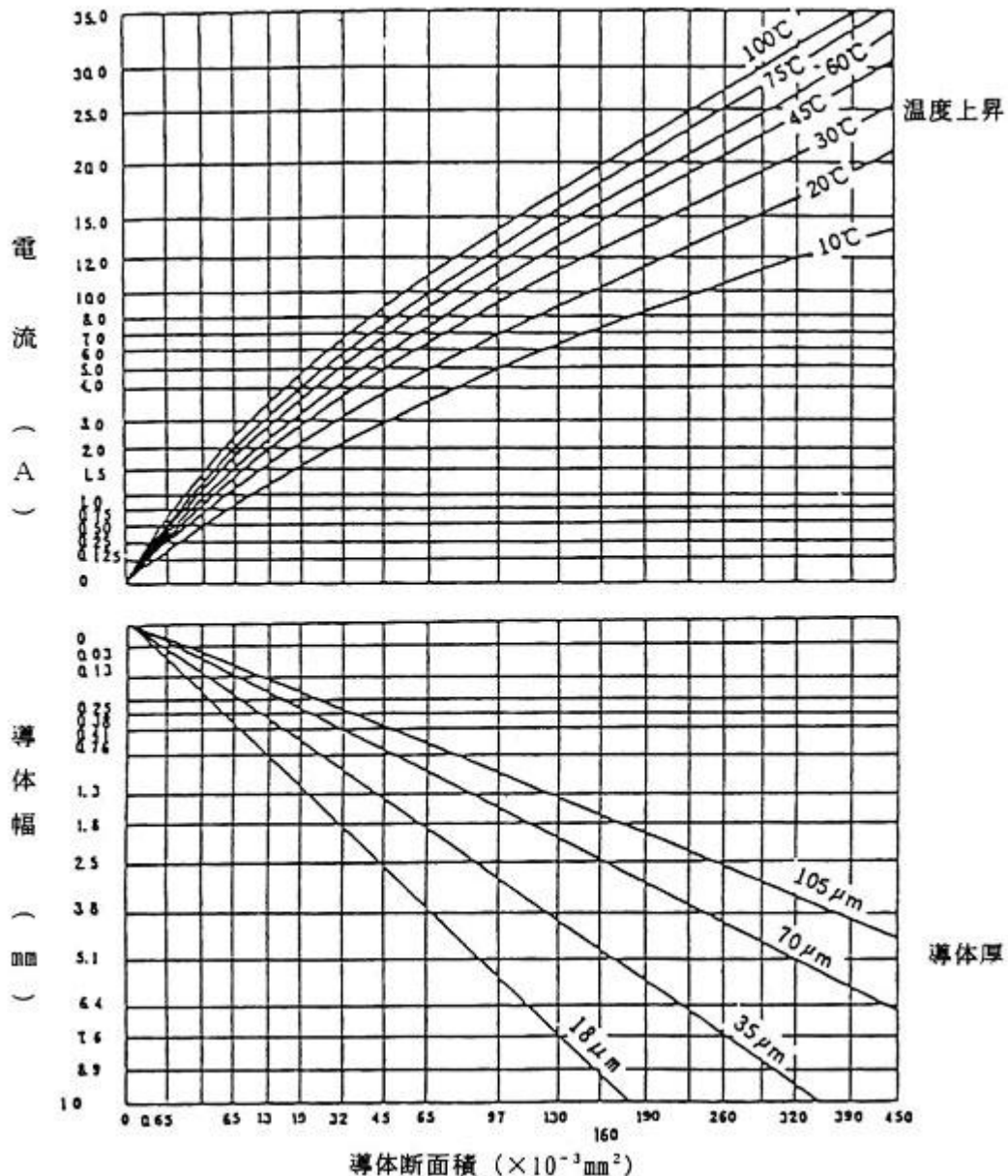
製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）は、調達者が承認したものでなければならない。製造図面とアートワークマスタ（又は製造用原版）との間に相違がある場合には、製造図面が優先する。

A.3.3.2 層間接続

プリント板の各層の接続は、スルーホールによらなければならない。

A.3.3.3 導体幅

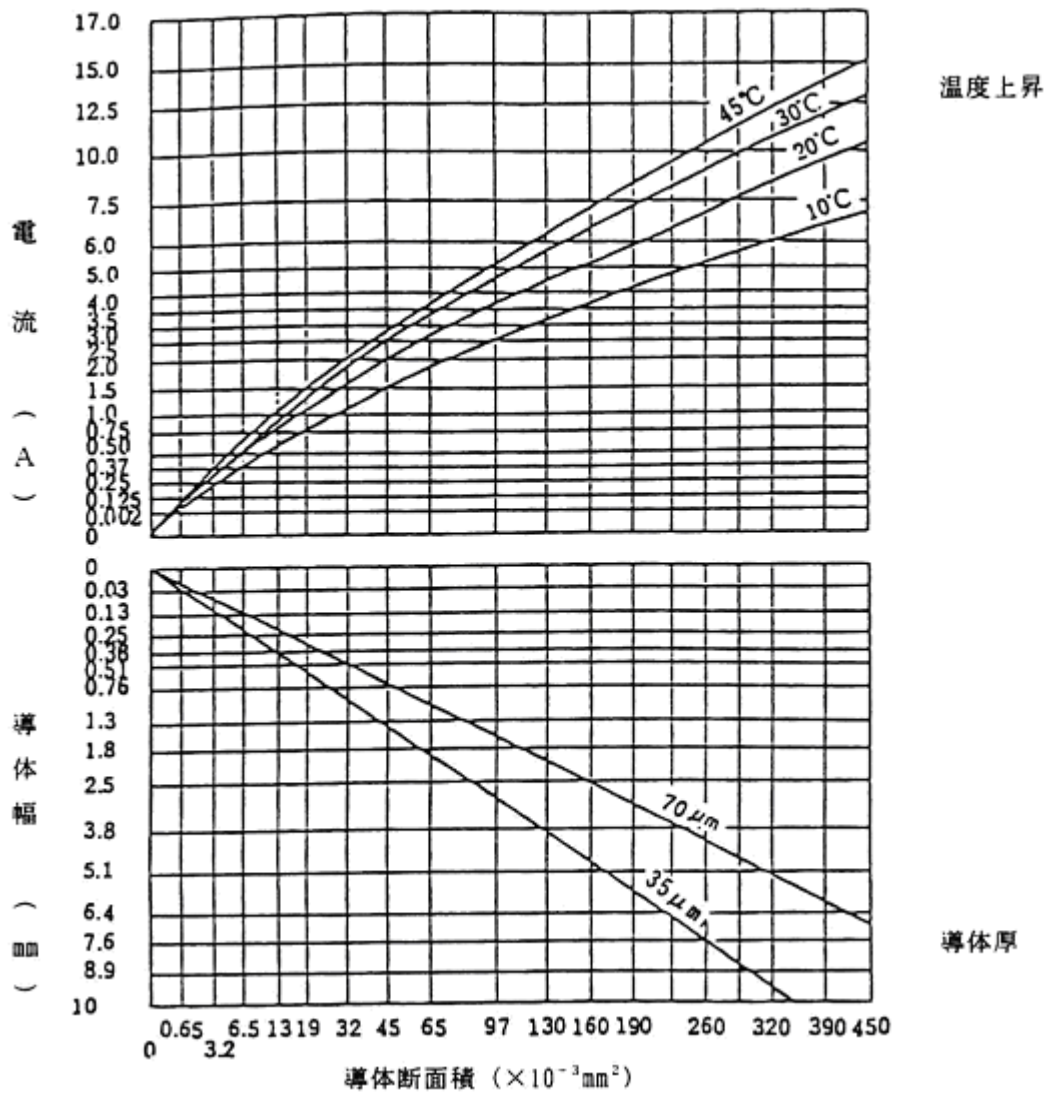
導体幅は、設計値において 0.20mm 以上でなければならない。また、外層及び内層の導体幅は、図 A-1 及び図 A-2 を参考に設計しなければならない。



備考

- (1)このグラフは、導体断面積と、導体に流れる電流及び室温からの温度上昇との関係を算出するためのものである。導体表面積は、隣接する絶縁板表面積に比べて相対的に小さいことを前提としている。このグラフにおける許容電流値は、エッチング精度、導体厚、導体幅及び導体断面積に対する公差を考慮して、10%の余裕を見込んでいる。
- (2)次の場合には、このグラフの許容電流値から、更に15%の余裕を持たせることが望ましい。
 - a)絶縁層厚が、設計値において0.8mm未満の場合。
 - b)導体厚が、設計値において105 μm 以上の場合。
- (3)一般に許容温度上昇は、プリント板の最高動作温度とプリント板を使用する場所の最高温度との差である。
- (4)単体の導体に対しては、このグラフから、温度上昇に対する導体幅、導体断面積及び許容電流（電流容量）を直読してよい。
- (5)類似な導体が平行して配列されているグループに対して、相互の間隔が狭い場合には、温度上昇は等価断面積及び等価電流から求められる。
- (6)このグラフは、発熱する部品を取り付けることによる加熱を考慮していない。
- (7)導体厚には、銅以外の金属のめっき厚みは含まない。

図 A-1 導体幅（外層）



備考

(1)この図には図 A-1 の備考を適用する。

図 A-2 導体幅 (内層)

A.3.3.4 導体間げき

導体間げきは、設計値において 0.20mm 以上でなければならない。また、導体間電圧に応じた導体間げきは、設計値において表 A-5 のとおりでなければならない。

表 A-5 導体間げき

導体間電圧範囲 (DC 又は AC _{p-p} (V))	最小導体間げき (mm)	
	外 層	内 層
0 ~ 100	0.20	0.20
101 ~ 300	0.48	0.30
301 ~ 500	0.86	0.35
501 以上	(0.003×V) +0.1	(0.003×V) +0.1

A.3.3.5 ランドの導体幅

設計値におけるランドの導体幅は、スルーホールにおいては 0.3mm 以上（外層の導体接続部では 0.325mm 以上）、ノンスルーホールにおいては 0.55mm 以上でなければならない。

A.3.3.6 めっきなどの厚さ

めっき及びはんだコート厚さは、設計値において表 A-6 のとおりでなければならない。

表 A-6 めっきなどの厚さ

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ	
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ	
電解銅めっき	25 以上	
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5 以上	
電解はんだめっき	表面	8 以上
	スルーホール内	4 以上
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。	

A.3.3.7 温度範囲

プリント板の使用温度範囲は、「熱衝撃〔Ⅱ〕(A.3.10.1.2 項)」の試験温度範囲であり、表 A-7 のとおりでなければならない。

表 A-7 温度範囲

単位 °C

基材記号	温度範囲
GF	-65~+125
GI	-65~+170

A.3.4 外観、寸法、表示など

A.3.4.1 外観及び構造

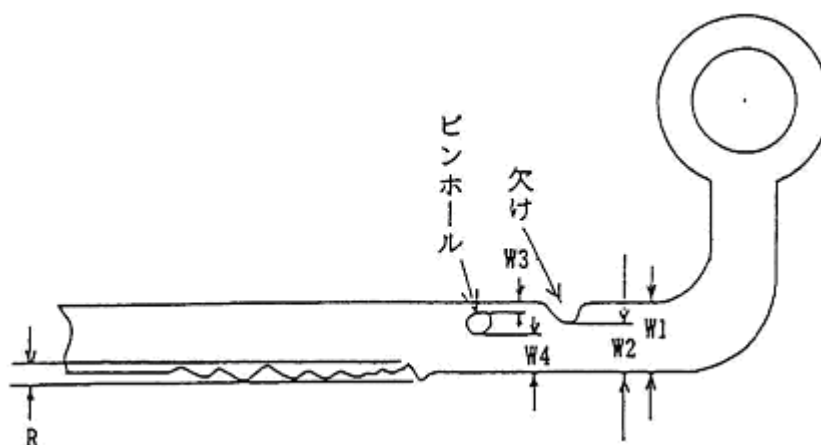
外観および構造における寸法は、特に規定のない限り仕上り値とする。

A.3.4.1.1 導体パターン

導体パターンは、承認された又は支給されたアートワークマスタ（又は製造用原版）に合致しなければならない。

A.3.4.1.2 導体

- a) すべてのプリント配線層の導体は、金属はくのエッチング又は金属はくとめっきとエッチングの組合せで形成されなければならない。
- b) 裂け目やクラックがあってはならない。導体端部の荒れ及び欠け、ピンホール、スクラッチによる絶縁板の露出などの欠損によって、導体幅は最小仕上がり導体幅の80%を下回ってはならない。ただし、仕上がり導体幅は0.1mm以上とする。また、欠損の長さは、導体幅（設計値）を超えてはならず、幅が0.05mmを超える欠損については、1導体あたり1個以内、かつ、プリント板上の100mm×100mmの単位面積あたり1個以内でなければならない。側面の粗さは、任意の13mmの長さの範囲において、粗さの山と谷との差が0.13mm以下でなければならない(図A-3参照)。



- $W1 \geq (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.1 \text{ (mm)}$
- $W2 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.1 \text{ (mm)}$
- $W3 + W4 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.1 \text{ (mm)}$
- $R \leq 0.13 \text{ (mm)}$ ただし、任意の13mmの長さの範囲

図 A-3 導体の欠陥

A.3.4.1.3 ランドの最小導体幅

A.4.4.2.2 項 f) に従って、内層及び外層のランドの導体幅をそれぞれ測定したとき、スルーホールについては 0.05mm 以上（外層の導体部では 0.13mm 以上）、ノンスルーホールについては 0.38mm 以上の欠陥のない導体幅でなければならない。

A.3.4.1.4 電解はんだめっき

フュージング後、はんだは均一な面を有し、ピンホール、ピットなどがなく、導体を完全に覆っていなければならない。ただし、導体の側面には適用しない。

A.3.4.1.5 はんだコート

はんだコートは均一な面を有し、ピンホール、ピットなどがなく、導体を完全に覆っていなければならない。ただし、導体の側面には適用しない。

A.3.4.1.6 プリント板端面

欠け、クラック又ははく離があってはならない。

A.3.4.1.7 プリント板表面

クラック又は穴の周囲からはく離があってはならない。

A.3.4.1.8 ミーズリング、クレイジング及びデラミネーション

デラミネーションがあってはならない。基板表面下のミーズリング、クレイジングは、その面積がプリント板面積の 1% 以下で、電氣的に導通がない導体の間げきの減少が 25% 以下であれば許容される。プリント板エッジのクレイジングと近接した導体との間げき L は、図面に規定された最小導体間げき又は 1.6mm のいずれか小さい方の値以上であれば許容される（図 A-4 参照）。

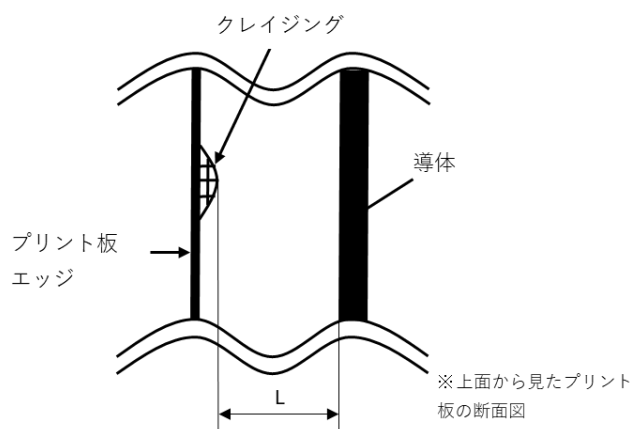


図 A-4 プリント板表面の断面図

A.3.4.1.9 ソルダレジスト

ソルダレジストは、図面で指定された導体範囲を完全に覆っていないといけない。外觀を損なうような著しいかすれ、色むらがあってはならない。また、ランド部への付着があってはならない。特に指定がない限り、スクラッチ、ピンホールなどは塗布されるべき導体が被覆されていれば許容する。

ソルダレジスト塗布範囲及び導体パターンとソルダレジストの位置ずれは、製造図面の規定を満足しなければならない。

A.3.4.2 寸法

プリント板の各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法の公差は、特に規定のない限り、表 A-8 のとおりでなければならない。

表 A-8 寸法の公差

単位 mm

項目	公差
外形寸法	100 以下に対して ± 0.3 、100 を超えるものについては 50 毎について 0.05 を加える。
板厚	製造図面または個別仕様書による。
仕上がり穴径	すべての穴径に対して $^{+0.10}_{-0.15}$ とする。
導体幅	すべての導体幅に対して ± 0.10 とする。
導体間げき	すべての導体間げきに対しては -0.10 とし、プラス側は規定しない。外層の導体間げきは、最小 0.13 とする。

A.3.4.3 表示

導体と同一工程で残る金属、A.3.2.5 項で規定したマーキングインク又はレーザマーキングで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

表示は判読可能であり、かつ、いかなる場合もプリント板の機能を損なうものであってはならない。特に指定のない限り、プリント板には次の事項を表示しなければならない。ただし、プリント板への表示が不可能な場合にはタグなどで表示してもよい。

- a) 部品番号
- b) 製造年月
- c) 認定取得業者名又は識別符号
- d) 製品一連番号⁽¹⁾又はロット番号

注⁽¹⁾全製造工程にわたって追跡管理が可能ないように付与しなければならない。

A.3.4.4 スルーホール

A.4.4.2.2 項によって試験したとき、スルーホールにはクラック、導体接続部のはく離、ガラス繊維の突出がなく、ランド部から連続的、かつ、なめらかにめっきされていなければならない。また、スルーホール内のノジュールは、穴径が図面の最小要求値を下回らない限り許容する。

穴壁とスルーホールめっきの境界部のレジソリセッションは、スルーホールめっきの壁面からの最大深さが80 μ m以下であり、スルーホールめっきに沿った累積基材厚（基材厚の合計）の40%以下であれば許容する（図A-5参照）。

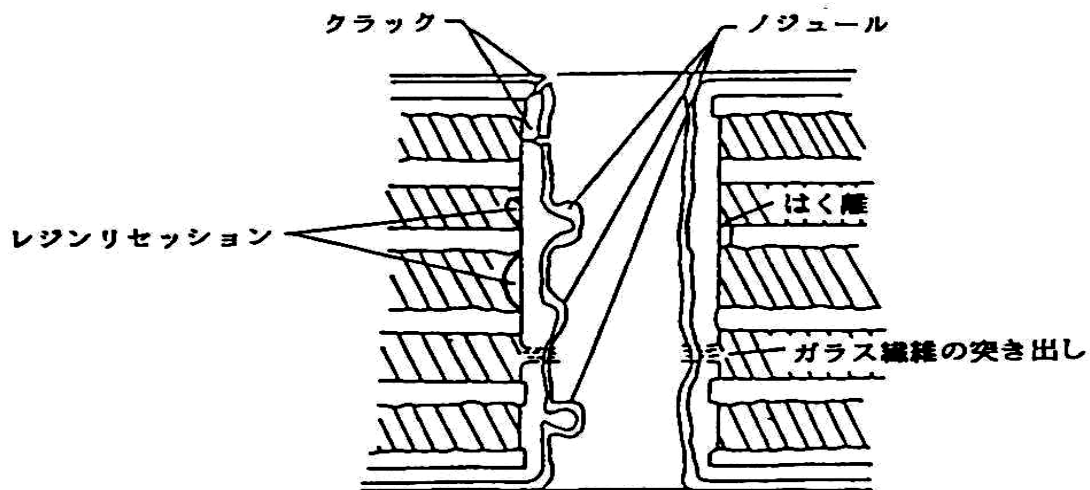


図 A-5 スルーホールの欠陥

a) ボイド

スルーホール内部について、ボイドは1個のスルーホールあたり3個以下、その大きさは円周長の合計がスルーホール円周の10%以下、垂直方向の長さの合計が穴壁の長さの5%以下でなければならない。また、導体パターンとの接続部又は同一層における穴壁の両側にあってはならない（図A-6参照）。

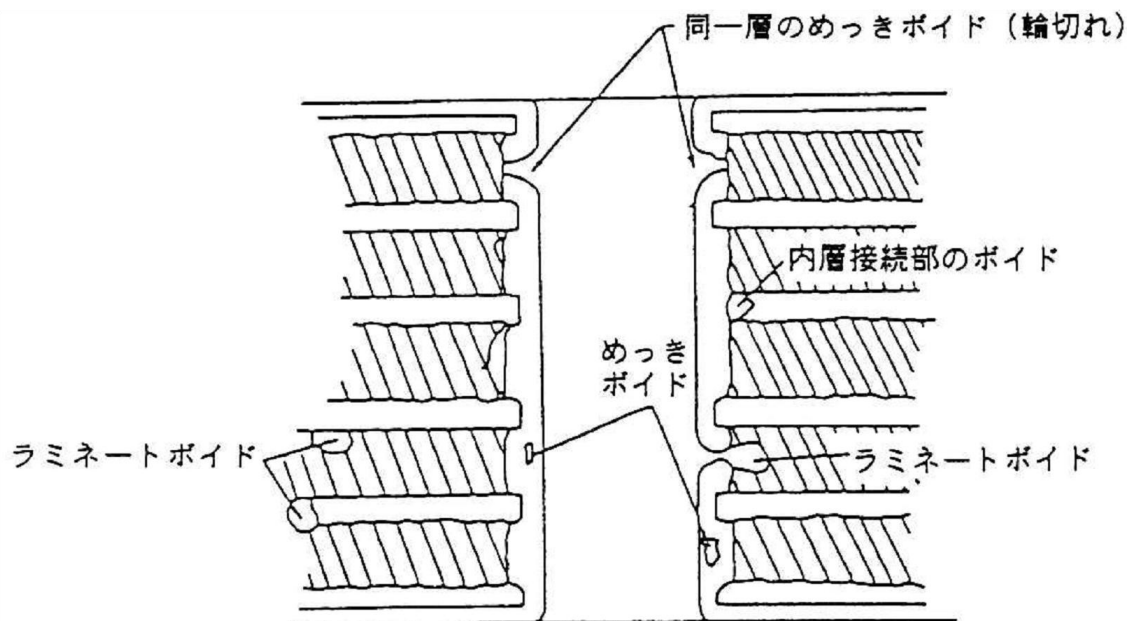
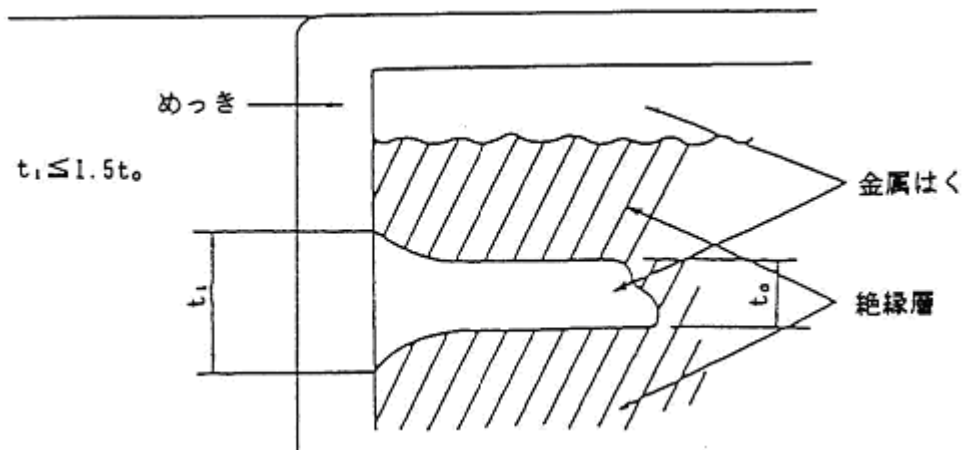


図 A-6 ボイド

b) 内層接続

スルーホールと内層導体の接続部のレジンスミアは、水平方向において円周長の25%以下、垂直方向において同一層の接続部の50%以下でなければならない。また、ネイルヘッドは金属はく厚さの50%以下でなければならない（図A-7参照）。



図A-7 ネイルヘッド

c) 層相互間のずれ

層相互間のずれは、0.35mm以下でなければならない。

d) 絶縁層厚

多層板について、導体層間の絶縁層厚は、0.08mm以上でなければならない。

e) めっき厚さ

めっき厚さの仕上り値は、A.3.3.6項に規定された値を満足しなければならない。めっき厚さの仕上り値を表A-9に示す。

表A-9 めっきなどの厚さ（仕上り値）

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ	
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要なかつ十分な厚さ	
電解銅めっき	25以上	
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5以上	
電解はんだめっき	表面	8以上
	スルーホール内	4以上
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。	

f) ランドの導体幅

ランドの導体幅は、A.3.4.1.3項の規定を満足しなければならない。

A.3.4.5 アンダカット

A.4.4.2.3項によって試験したとき、アンダカットは銅箔と銅めっきの合計厚さ以下でなければならない。

A.3.5 ワークマンシップ

プリント板の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなどプリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

A.3.5.1 そり及びねじれ

A.4.4.3.1項によって試験したとき、製造図面に特に規定のない限り、そり及びねじれは1.5%以下でなければならない。

A.3.5.2 修理

絶縁体及び導体は修理してはならない。ただし、余剰導体の除去及び軽微なソルダレジストの修正はしてもよい。

A.3.6 めっき密着性及びオーバハング

A.4.4.4項によって試験したとき、めっき及び導体のはく離又は浮き上がり、並びに導体エッジからスリバが発生してはならない。

A.3.7 清浄度

A.4.4.5項によって試験したとき、イオン性の汚れがあってはならない。また、抽出溶液の固有抵抗は $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上でなければならない。

A.3.8 電氣的性能

プリント板は、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

A.3.8.1 耐電圧

A.4.4.6.1項によって試験したとき、フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

A.3.8.2 回路

A.3.8.2.1 導通

A.4.4.6.2項 a)によって試験したとき、回路パターンに断線があってはならない。

A.3.8.2.2 短絡

A.4.4.6.2 項 b)によって試験したとき、回路パターンに短絡があってはならない。

A.3.8.3 接続抵抗

A.4.4.6.3 項によって試験したとき、各導体層を経由する回路では、両端のランド間の抵抗値は、次式で求められる値 (Ri) を超えてはならない。

1回の測定で、全層の接続抵抗が測定できない場合は、その測定に含まれない層の接続抵抗を別途測定し、漏れのないようにしなければならない。

$$R_i = 2\rho \frac{\ell}{W \cdot t} \quad (m\Omega)$$

ρ : 導体を形成する主な金属の 20°Cにおける体積抵抗率 (m Ω ・mm)

ℓ : ランド間距離 (mm)

W : 導体幅 (mm)

t : 導体厚 (mm)

A.3.9 機械的性能

プリント板は、以下の機械的性能を満足しなければならない。

A.3.9.1 スルーホール引き抜き強度

A.4.4.7.1 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 端子強度

89.2N 又は 1380 N/cm² のいずれか小さい値以上。

b) 導体及びランド

A.4.4.2.1 項に従って目視検査をしたとき、スルーホールの周囲にゆるみを生じてはならない。

c) スルーホールの断面

A.4.4.2.2 項 a)に従って断面検査をしたとき、クラック、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。

A.3.9.2 はんだ付け性

A.3.9.2.1 スルーホール

A.4.4.7.2 項 a)によって試験したとき、スルーホール内壁及びランド表面について、はんだの良好なぬれ性が示されなければならない。

A.3.9.2.2 表面導体

A.4.4.7.2 項 b)によって試験したとき、表面導体の全面積の95%以上が新しい均一なはんだで覆われていなければならない。また、表面にはピンホール、ディウェット又は荒れた点の小さいものが点在してもよいが、1箇所集中してはならない。

A.3.10 環境的性能

プリント板は、以下の環境的性能を満足しなければならない。

A.3.10.1 熱衝撃

A.3.10.1.1 熱衝撃〔Ⅰ〕（認定試験に適用）

A.4.4.8.1 項 a)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、A.3.8.2 項の回路の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

A.3.10.1.2 熱衝撃〔Ⅱ〕（品質確認試験に適用）

A.4.4.8.1 項 b)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、A.3.8.2 項の回路の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

A.3.10.2 耐湿性及び絶縁抵抗

A.4.4.8.2 項によって試験したとき、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。また、導体間絶縁抵抗値は、500MΩ以上でなければならない。

A.3.10.3 耐ホットオイル性

A.4.4.8.3 項によって試験したとき、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

A.3.10.4 熱ストレス

A.4.4.8.4 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体のはく離、ふくれ又はデラミネーションがあってはならない。

b) 銅はく

スルーホールの垂直方向の断面における内層銅はくにクラックがあってはならない。

c) ラミネートボイド

同一層内又は層相互間における導体間げきが製造図面で規定される最小導体間げきの要求を満足している場合には、最大長 76μm 以下でなければならない。

A.3.10.5 耐放射線性

A.4.4.8.5 項によって試験したとき、ミーズリング、デラミネーション又はウィーブテクスチャのような欠陥が発生してはならない。導体間の絶縁抵抗は、500M Ω 以上でなければならない。また、試験後、A.3.8.1 項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

A.4. 品質保証条項

A.4.1 工程内検査

工程内検査は、表 A-10 による。

表 A-10 工程内検査

番号	試験項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	試料数	
				製品	試験パターン
1	内層の外観、構造及び寸法 金属張積層板及びプリプレグ 導体間げき ランドの導体幅 導体パターン 導体 プリント板表面 寸法 ワークマンシップ ⁽¹⁾	A.3.2.1 A.3.3.4 A.3.3.5 A.3.4.1.1 A.3.4.1.2 A.3.4.1.7 A.3.4.2 A.3.5	A.4.4.2.1	全数	全数
2	清浄度 ⁽²⁾	A.3.7	A.4.4.5	2 ⁽³⁾	—

注⁽¹⁾ そり及びねじれ (A.3.5.1 項) を除く。

⁽²⁾ ソルダレジストが塗布される製品に対して、ソルダレジスト塗布直前に実施する。

⁽³⁾ ソルダレジストを同時に塗布するロットから抜取る。

A.4.2 認定試験

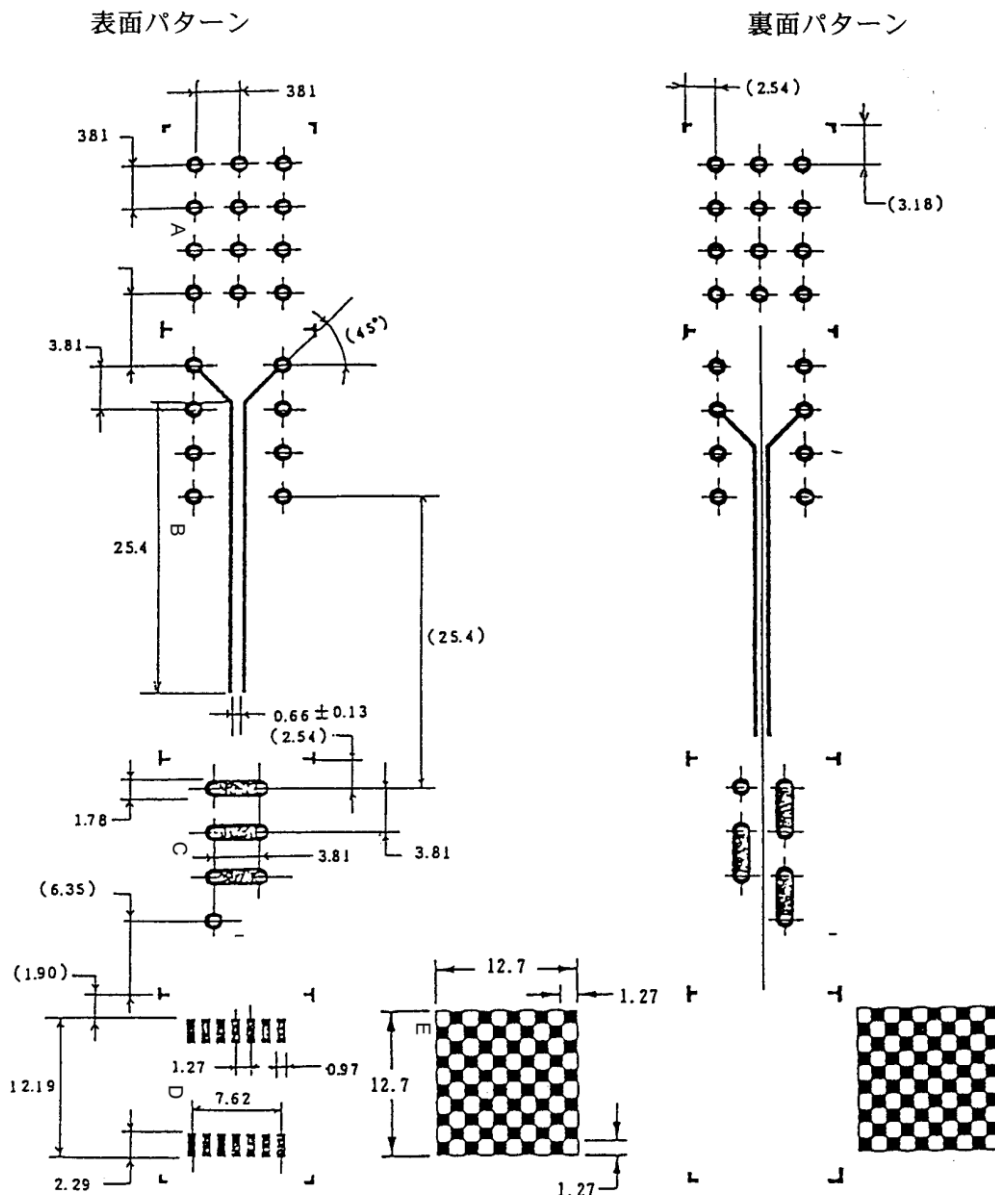
A.4.2.1 試料

試料は、認定審査代行機関の承認を得た、この付則の要求事項を確認するのに十分な最小導体幅、最小導体間げき及び層数を有するプリント板とし、並びに片面板又は両面板の場合には図 A-8、多層板の場合には図 A-9 に示す試験パターンとする。なお、試料は製品及び製品と同一のワークボードから製造された試験パターンで構成されなければならない。

A.4.2.2 試験項目及び試料数

試験は、表 A-11 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。I、II 群の試験を行った後、III 群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、III 群以下の試験は群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行うこと。試料数は、製品については 6 枚、試験パターンについてはパターンごとに 1 枚とする。

単位 mm



注(1) 「A」以外のランド径は、設計値において1.8mmとし、その形状は、製品の代表的なランド形状とする。なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差はA.3.4.2項による。

また、穴径は、該当するプリント板の最小ランド径とすること。「A」のランド径は、該当するプリント板の最小ランド径とし、その形状は、製品のランド形状に合わせる。また、穴径は、該当するランドに使用されている穴径の最大径とすること。

品質確認試験(グループA)に供する試料の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせる。この場合、A.3.3項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること(試験パターンAのみに適用する)。

穴は、すべてスルーホールとすること。

穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。

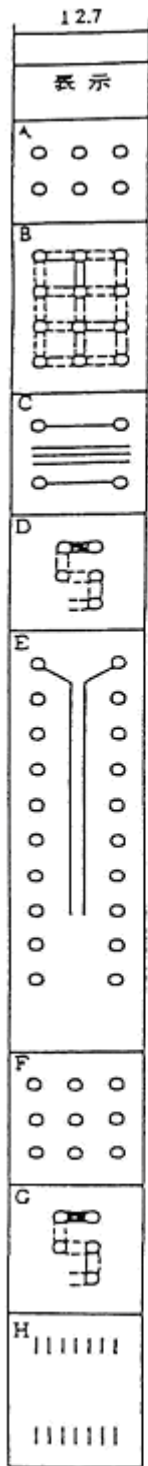
(2)特に規定のない導体幅は、設計値において0.5mmとすること。

(3)図中の寸法は設計値であり、()の数値は、参考寸法である。

(4)製品にソルダレジストを要求された場合のみ「E」の全面にソルダレジストを塗布すること。

図 A-8 試験パターン (片面又は両面)

試験パターンの配列



- 注(1)特に指定のない導体幅は、設計値において0.5mmとすること。
 なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差はA.3.4.2項による。
- (2)「A」及び「B」のランド径は、該当するプリント板の最小ランド径とすること。また、穴径は、該当する最小ランドに適用される穴径のうちの最大径とすること。品質確認試験(グループA)に供する試料の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせる。この場合、A.3.3項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること(試験パターンBのみに適用する)。
 「B」、「C」、「E」及び「F」のランド径は、設計値において1.8mmとし、その形状は、製品の代表的ランド形状に合わせる。穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。
- (3)「D」、「E」及び「G」は、層数及び層構成によって導体の数が異なるので、この図に従って、全層にわたって導体を設けること。
- (4)試験パターンの配列は一例であり、この図の配列のとおりでなくてもよい。
- (5)試験パターンの記号(「A」～「J」)は、識別を目的としたものであり、検査の対象としない。また、表示の方法は規定しない。
- (6)「J」にのみソルダレジストを塗布する。

図 A-9 試験パターン (多層板) (1/3)

単位 mm

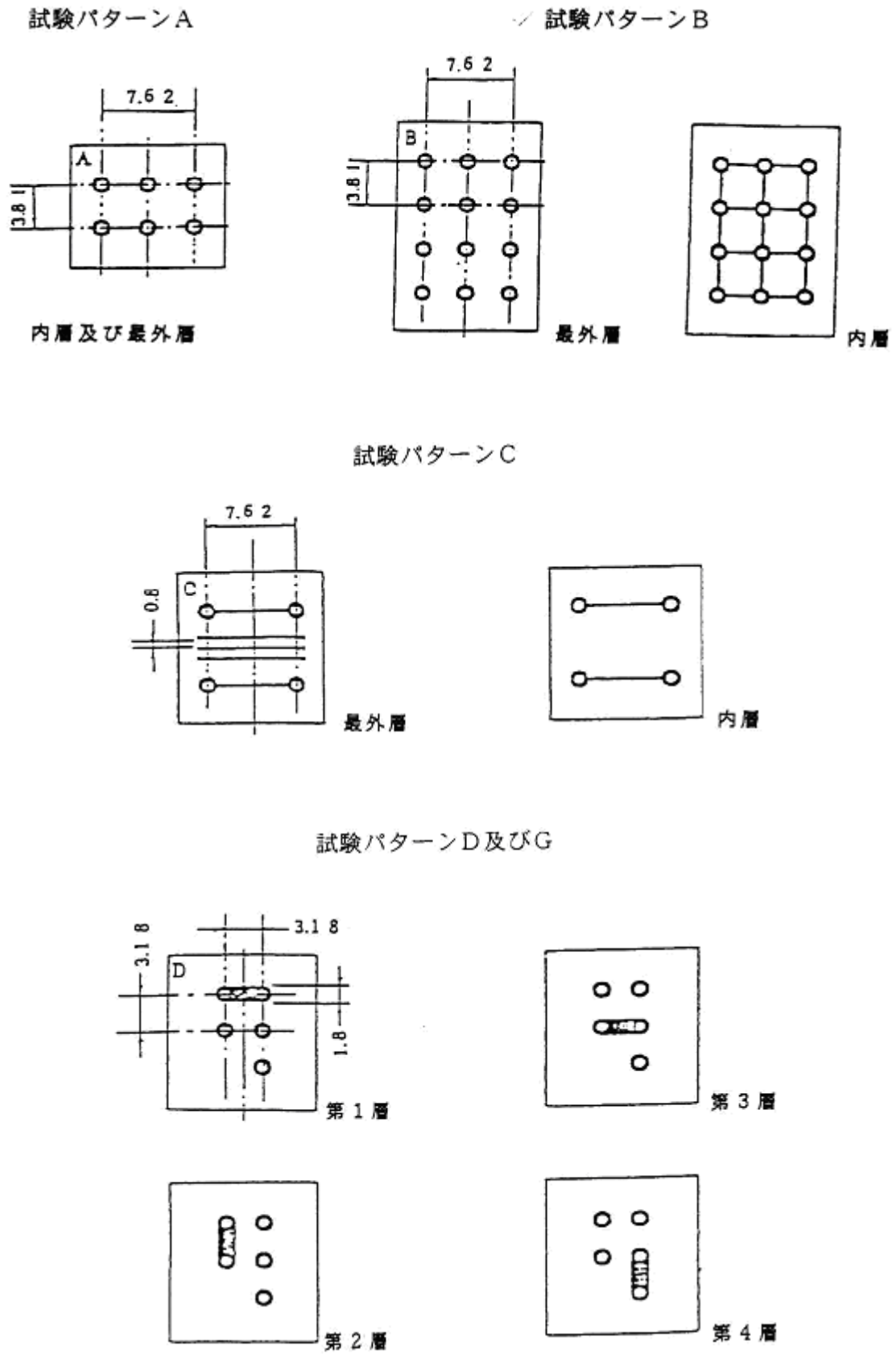
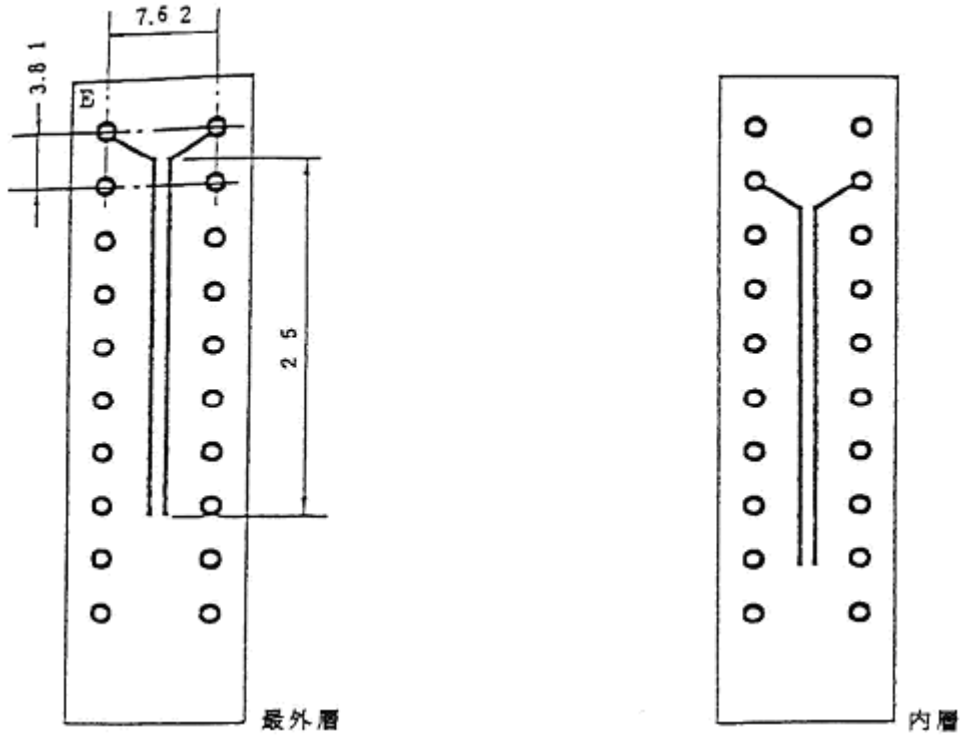


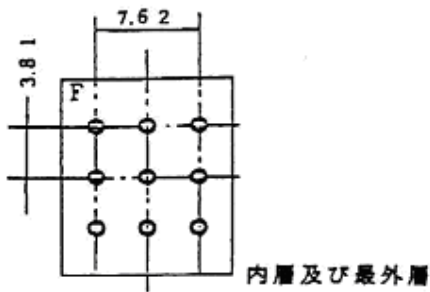
図 A-9 試験パターン（多層板）(2/3)

単位 mm

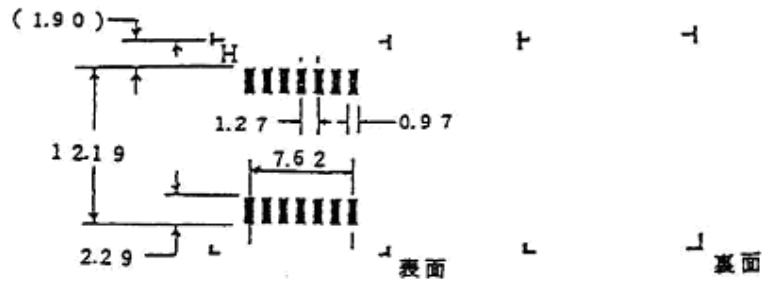
試験パターンE



試験パターンF



試験パターンH



試験パターンJ

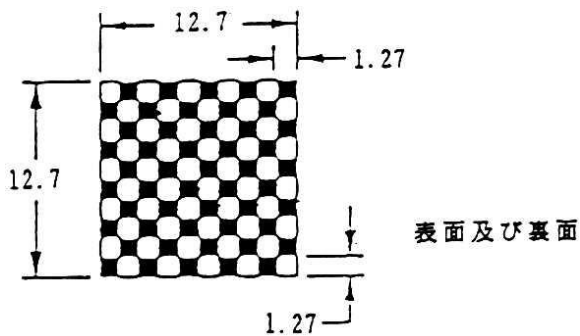


図 A-9 試験パターン (多層板) (3/3)

表 A-11 認定試験

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合 否 判 定		
群	順序	項 目			試料数 ⁽¹⁾		許容 不良数
					製 品	試験パター ン ⁽²⁾	
I	1	設計及び構造	A.3.3.2 A.3.3.3 A.3.3.4 A.3.3.5	A.4.4.2	No.1~ No.6	A、B、C、D、 E、F、G、H	} 0
		層間接続					
		導体幅					
		導体間げき ランドの導体幅					
I	2	外観、寸法及び表示など	A.3.4.1 A.3.4.2 A.3.4.3	A.4.4.2.1	No.1~ No.6	A、B、C、D、 E、F、G、H	
		外観及び構造					
		寸 法 表 示					
I	3	ワークマンシップ ⁽⁴⁾	A.3.5	A.4.4.3	No.1~ No.6	適用しない	
		そり及びねじれ	A.3.5.1	A.4.4.3.1			
II	1	めっき密着性及びオパハグ	A.3.6	A.4.4.4	No.1~ No.6	C ⁽⁶⁾	
		アンダカット	A.3.4.5	A.4.4.2.3			
III	1	スルーホール	A.3.4.4	A.4.4.2.2	No.1	A 又は F	
		スルーホール引き抜き強度	A.3.9.1	A.4.4.7.1		A 又は F	
IV	1	接続抵抗	A.3.8.3	A.4.4.6.3	No.2	D	
		耐ホットオイル性	A.3.10.3	A.4.4.8.3			
		接続抵抗	A.3.8.3	A.4.4.6.3			
V	1	回 路	A.3.8.2.1 A.3.8.2.2	A.4.4.6.2 a) A.4.4.6.2 b)	No.3	G	
		導 通				G	
	短 絡	E					
	2	接続抵抗	A.3.8.3	A.4.4.6.3		G	
	3	熱衝撃 [I]	A.3.10.1.1	A.4.4.8.1 a)		E 及び G	
V	4	回 路	A.3.8.2.1 A.3.8.2.2	A.4.4.6.2 a) A.4.4.6.2 b)	G		
		導 通			E		
		短 絡			G		
V	5	接続抵抗	A.3.8.3	A.4.4.6.3	G		
VI	1	耐湿性及び絶縁抵抗	A.3.10.2	A.4.4.8.2	No.4	E	
		耐 電 圧	A.3.8.1	A.4.4.6.1			
VII	1	熱ストレス	A.3.10.4	A.4.4.8.4	No.5	B	
		はんだ付け性	A.3.9.2.1 A.3.9.2.2	A.4.4.7.2 a) A.4.4.7.2 b)		B ⁽³⁾	
VII	2	スルーホール					No.5
		表面導体					
VIII	1	耐放射線性	A.3.10.5	A.4.4.8.5	No.6	—	
—	1	材 料	A.3.2	適用しない		⁽⁵⁾	適用しない

注⁽¹⁾試料数のうち、試験パターンの個数はII群以下に規定するパターンごとに1個、I群についてはII群以下に規定するパターンの合計とすること。

認定試験のサンプルを1ワークボードで6製品を製造する場合は、パターンEは2個、その他パターンは各1個とする。

⁽²⁾認定試験に供する製品と同時に製造すること。また、III群以下に規定する試験パターンは、その群で試験を実施する製品と同じワークボードから製造されていること。

⁽³⁾「B」は、熱ストレスに供試したものであること。また、「B」はスルーホール、「H」は表面導体について試験すること。

⁽⁴⁾そり及びねじれ (A.3.5.1 項) については、群II順序2で試験すること。

⁽⁵⁾設計仕様を満足していることを示す資料を提出すること。

(6)試験パターンCの断面観察からアンダカットの有無を測定によって確認する。アンダカットが有る場合はA.3.4.5項に規定された要求を満足するか確認する。

A.4.3 品質確認試験

A.4.3.1 品質確認試験（グループA）

A.4.3.1.1 試料

製品は全数を試験する。供試する試験パターンは製品と同時に製造し、表A-12に記載した試験パターンをそれぞれ1個準備する。

A.4.3.1.2 試験項目及び試料数

グループA試験は、表A-12に規定する項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

表 A-12 品質確認試験（グループA）

群	順序	試験項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		
					試料数		許容 不良数
					製品	試験パターン ⁽¹⁾	
I	1	外観、寸法及び表示など	A.3.4.1	A.4.4.2.1	全数	適用しない	0
		外観及び構造	A.3.4.2				
		寸法 表示	A.3.4.3				
	2	ワークマンシップ ⁽²⁾	A.3.5	A.4.4.3			
	3	そり及びねじれ	A.3.5.1	A.4.4.3.1			
II	1	アンダカット	A.3.4.5	A.4.4.2.3	適用しない	C ⁽³⁾	
III	1	回路	A.3.8.2	A.4.4.6.2	全数	適用しない	
IV	1	熱ストレス	A.3.10.4	A.4.4.8.4	適用しない	B (A)	
		スルーホール 内層接続 めっき厚さ	A.3.4.4 b) A.3.4.4 e)	A.4.4.2.2	適用しない	B (A)	
V	1	はんだ付け性	A.3.9.2.1	A.4.4.7.2 a)	適用しない	B (A) H (D)	
		スルーホール 表面導体	A.3.9.2.2	A.4.4.7.2 b)			

注⁽¹⁾ () 内は片面板又は両面板のプリント板の試験パターン、それ以外は多層板のプリント板の試験パターンを示す。

⁽²⁾そり及びねじれ（A.3.5.1項）については、群I順序3で試験すること。

⁽³⁾試験パターンCの断面観察によってアンダカットの有無を確認する。なお、アンダカットが発生しないプリント配線板の製造工法を適用している場合は、アンダカットの測定は適用しない。

A.4.3.2 品質確認試験（グループB）

A.4.3.2.1 試料

グループB試験に供する試験パターンは、グループA試験に供する試験パターンと同時に製造することができる。

A.4.3.2.2 試験項目及び試料数

グループB試験は、表 A-13 に規定する項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。試験パターンは製品と同時に製造し、群 I と IV は各 1 個、群 II と III は各 2 個とする。

表 A-13 品質確認試験（グループ B）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定	
					試験パターン	許 容 不良数
群	順序	項 目				
I	1	めっき密着性及びオーバーハング	A.3.6	A.4.4.4	C	0
II	1	スルーホール引き抜き強度	A.3.9.1	A.4.4.7.1	F	
	2	接続抵抗	A.3.8.3	A.4.4.6.3	D	
	3	耐ホットオイル性	A.3.10.3	A.4.4.8.3		
	4	接続抵抗	A.3.8.3	A.4.4.6.3		
III	1	接続抵抗	A.3.8.3	A.4.4.6.3	G	
	2	熱衝撃〔II〕	A.3.10.1.2	A.4.4.8.1 b)	E 及び G	
	3	回 路 導 通 短 絡	A.3.8.2.1	A.4.4.6.2 a)	G	
			A.3.8.2.2	A.4.4.6.2 b)	E	
4	接続抵抗	A.3.8.3	A.4.4.6.3	G		
IV	1	耐湿性及び絶縁抵抗	A.3.10.2	A.4.4.8.2	E	
	2	耐電圧	A.3.8.1	A.4.4.6.1		

A.4.4 試験方法

A.4.4.1 試験条件

MIL-STD-202 の 4.2 項による。ただし、基準状態は、温度 15°C~35°C、湿度 20%~80% (RH)、照度 750 ルクス以上とすること。

A.4.4.2 外観、寸法、表示など

A.4.4.2.1 外観及び構造

設計、構造、外観、寸法（導体パターン及びエッジ）、及び表示について試験する。外観の検査は 4 倍から 10 倍の拡大鏡を使用する。

a) 導体パターン及びエッジ

計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

b) ランドの導体幅

外層ランドの導体幅の測定には、計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用し、スルーホールめっきの内側表面からランドの端までを測定する。

A.4.4.2.2 スルーホール

a) 垂直方向の断面

穴の中心に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、穴の中心が断面の表面に出るように（垂直方向の断面を）作成する。

穴の数は1枚のワークボードから3個以上とする。ただし、その穴はワークボードの製品有効範囲外に別に設けて製作した穴でも良い。

作成した垂直方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホールの品質（ポイド、垂直方向の内部接続、層相互間のずれ、絶縁層厚、めっき厚さ）の検査に用いる。ただし、層相互間のずれの検査のための断面作成においては、穴の1個以上は多層板の長さ方向に平行に、他の1個以上はこれと直角に断面を作成しなければならない。

b) 水平方向の断面

水平方向の断面作成は多層板のみに適用する。穴を含む多層板の材料を樹脂に埋め込み研磨する。任意の導体層を選び、その層を平行に研磨する。研磨によってその導体層が断面の表面に出るように作成する。

作成した水平方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホールの品質（水平方向の内部接続）の検査に用いる。

c) めっき厚さ

A.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して、最小200倍の倍率で測定する。めっき厚さは1個の穴について3箇所を計測し、その最小値を読み取る。

d) 層相互間のずれ

A.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。穴を中心に多層板の長さ方向及びその直角方向のずれを測定する（図 A-10 参照）。

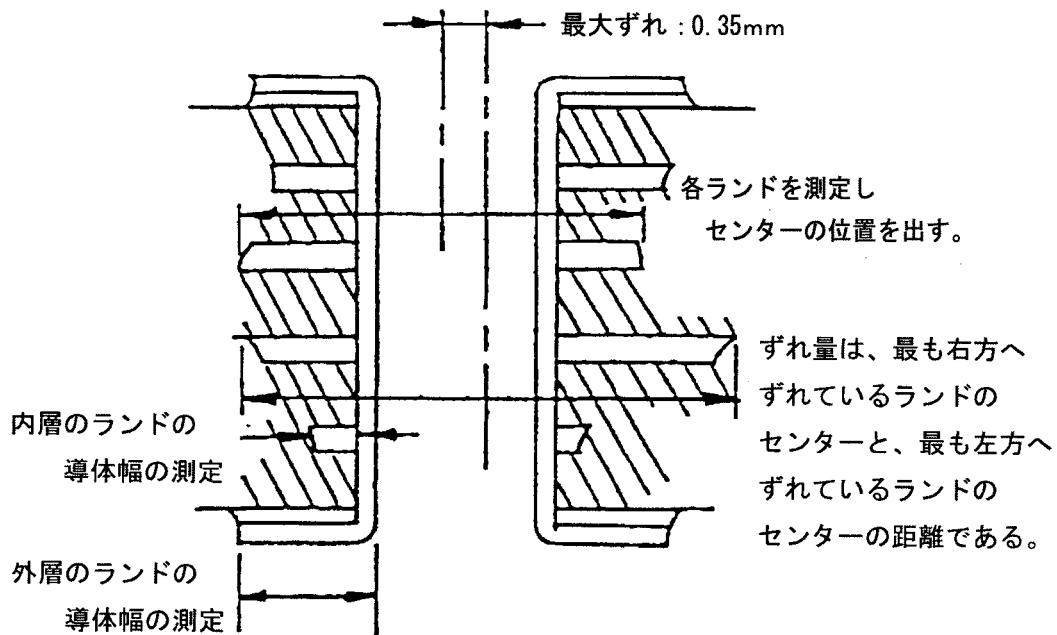


図 A-10 層相互間のずれ及びランドの導体幅の測定

e) 絶縁層厚

A.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して測定する。

f) ランドの導体幅

A.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して測定する。

外層のランドの導体幅は、スルーホールをめっきの表面からランドの端までを測定する。内層のランドの導体幅は、穴あけされたエッジからランドの端のエッジまでを測定する（図 A-10 参照）。

A.4.4.2.3 アンダカット

試験パターン C に対し、導体の垂直断面が確認できる方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の形状が確認できるように断面を作製する。作製した断面を 50～100 倍の倍率で測定を行う。

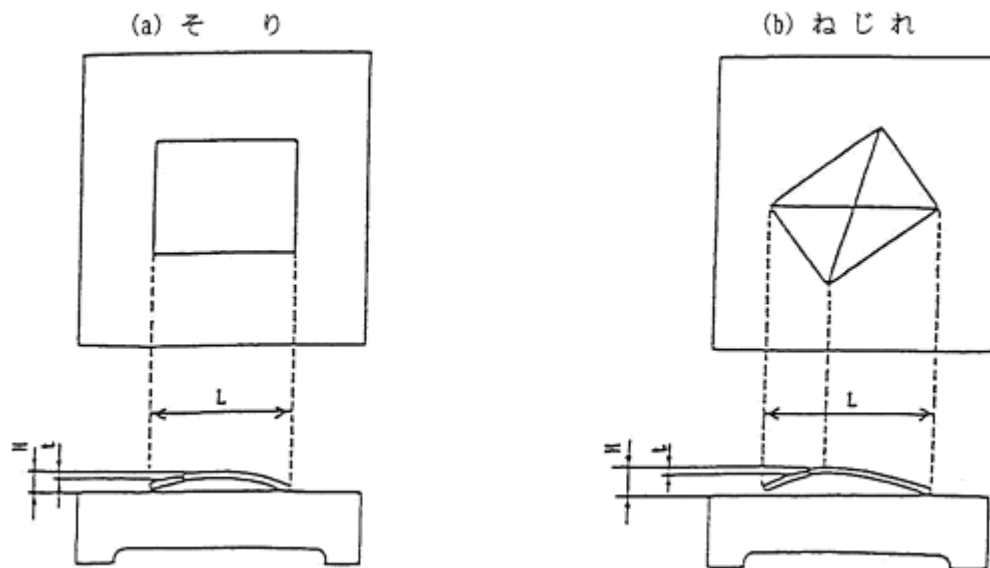
A.4.4.3 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップは目視によって検査する。ただし、そり及びねじれは以下の方法による。

A.4.4.3.1 そり及びねじれ

プリント板を凸曲面を上にして水平な定盤の上に置き、プリント板の最も高い位置で定盤面からの高さを測定する（図 A-11 参照）。次式でそり及びねじれの値を計算する。

$$\text{そり及びねじれ} = \frac{H-t}{L} \times 100 \text{ (\%)}$$



H : 定盤面からの高さ (mm)
t : プリント板の厚さ (mm)
L : 辺又は対角線の長さ (mm)

図 A-11 そり及びねじれの測定

A.4.4.4 めっき密着性及びオーバハング

導体上に A-A-113 の Type I、ClassA 又は、JIS Z 1522 による感圧ゼロハンテープ（幅 12.7mm、長さ 50mm 以上）を貼り付け、気泡を除くようにしっかりと押さえつける。引きはがしのため、テープの端は接着しないで残しておく。次に、このテープをプリント板と直角の方向に急激に引きはがす。各試料に対し、毎回新しいテープを使用して各面 3 箇所の異なった位置に対してこの試験を実施する。オーバハング部が破壊されてテープに付着した場合は、密着不良とはみなさずスリバとして判定する。

A.4.4.5 清浄度

適当な漏斗を電解ビーカの上に置き、試料を漏斗の中に吊るす。イソプロピルアルコールと蒸留水の容積比が 75%対 25%の洗浄液（ただし、固有抵抗は $6 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を用意する。吊るされた試料の上方から、両面にこの洗浄液をかける。この洗浄液の量は各面の 6.5cm^2 当たり 100ml が回収できる量とする。洗浄時間は 1 分以上とする。回収した洗浄液の固有抵抗値を電導率計又は同等の計測範囲と精度を有する装置で測定する。

なお、表 A-14 に規定する同等の測定方法を用いてもよい。

表 A-14 同等の測定方法

測定装置	固有抵抗 ($\times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	等価ファクタ	塩化ナトリウムの等価量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
電導率計	2	1	1.56
Omega Meter (1)	2	1.39	2.20
Ionograph (2)	2	2.01	3.10
Ion Chaser (3)	2	3.25	3.81

注(1) Alpha Metals Incorporated, “Omega Meter”

(2) Alpha Metals Incorporated, “Ionograph”

(3) E. I. Dupont Company, Incorporated, “Ion Chaser”

A.4.4.6 電氣的性能

プリント板の電氣的性能に関する試験は、以下の方法による。

A.4.4.6.1 耐電圧

MIL-STD-202 の方法 301 によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- 印加電圧：1000V_{AC} ピーク又は 1000V_{DC}
- 印加時間：30 秒間
- 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の隣接するパターン間

A.4.4.6.2 回路

a) 導通

それぞれの回路又は接続されている一連の回路に 2A 以下の電流を流し、断線の有無を確認する。

b) 短絡

すべての導体の共通端子と隣接した導体の共通端子との間に 250V_{DC} の電圧を印加し、短絡の有無を確認する。

A.4.4.6.3 接続抵抗

0.5m Ω 未満の測定が可能な四端子法の計測器によって、スルーホール端子間の抵抗値を測定する。

A.4.4.7 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

A.4.4.7.1 スルーホール引き抜き強度

ランド部から6mm以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、はんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60Wのものを使用し、こて先温度が232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分50mmの速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値(L)に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{ (d_2)^2 - (d_1)^2 \}}{4}$$

L : 引張力 (N)

d₁ : 穴径 (cm)

d₂ : ランド径 (cm)

A.4.4.7.2 はんだ付け性

- a) スルーホール

A.4.4.8.4 項の検査で作成した断面を利用して、はんだのぬれ性を検査する。

- b) 表面導体

MIL-STD-202の方法208に規定されたフラックスに試料を浸せきした後、試料を取り出し、60秒間フラックスをきる。はんだ槽にMIL-STD-202の方法208に規定されたはんだを溶融し、きれいなステンレス製のパドルでかき混ぜ、温度が226℃～238℃の範囲であることを確認する。試料を浸せきする直前にはんだかす及び燃えたフラックスをはんだ表面から取り除く。試料を垂直に毎秒25mm±6mmの速さ

ではんだ槽に入れ、4秒±0.5秒間保持した後、毎秒25mm±6mmの速さで引き上げる。引き上げた後、試料を垂直の状態に保持したまま、はんだが固化するまで空冷する。このとき、急冷してはならない。はんだの固化後、導体の表面のはんだの状態を検査する。

A.4.4.8 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

A.4.4.8.1 熱衝撃

MIL-STD-202の方法107によって行う。ただし、次の条件を適用する。

a) 熱衝撃〔Ⅰ〕（認定試験に適用）

1) ガラス布基材エポキシ樹脂の場合

試験条件Bとする。ただし、低温側温度を-30℃、高温側温度を+125℃とする。また、段階2及び4の時間は2分以内とする。サイクル数は1000サイクルとする。

2) ガラス布基材ポリイミド樹脂の場合

試験条件Fとする。ただし、低温側温度を-30℃、高温側温度を+150℃とする。また、段階2及び4の時間は2分以内とする。サイクル数は1000サイクルとする。

b) 熱衝撃〔Ⅱ〕（品質確認試験に適用）

1) ガラス布基材エポキシ樹脂の場合

試験条件B-3とする。また、段階2及び4の時間は2分以内とする。

2) ガラス布基材ポリイミド樹脂の場合

試験条件F-3とする。ただし、高温側温度を+170℃とする。また、段階2及び4の時間は2分以内とする。

A.4.4.8.2 耐湿性及び絶縁抵抗

次の順序で試験する。

a) 耐湿性

MIL-STD-202の方法106の最初の6段階を10サイクル実施する。ただし、成極電圧は適用しない。10サイクル目の段階6が終了した後、試料を槽から取り出し、直ちに25℃±5℃の空気を吹き付けて乾燥させてから評価する。

b) 絶縁抵抗

MIL-STD-202の方法302、試験条件Bに従って行う。ただし、次

c) の試験条件を適用する。

1)試験条件：B(500V)

2)電圧印加時間：1分間

3)印加箇所：同一層内及び隣接する層間の絶縁されたパターン間

A.4.4.8.3 耐ホットオイル性

試料を $120^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ で 2 時間乾燥し、室温まで冷却する。次に、 $260^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ の油又はワックスに 5 秒間浸せきした後、室温まで冷却するサイクルを 1 サイクルとして、これを 10 サイクル実施する。

A.4.4.8.4 熱ストレス

試料を $121^{\circ}\text{C}\sim 149^{\circ}\text{C}$ に 2 時間保持し、水分を除去する。その後、デシケータ中のセラミック板の上に置いて冷却する。それから、個別仕様書に規定されたフラックスを塗布し、はんだ槽 (Sn : $63\%\pm 5\%$ 、温度 : $288^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$) に 10 秒間浮かべる。試料を絶縁板上に置いて冷却してから、外観の異常の有無を確認した後、A.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して内層銅はくのクラックの有無及びラミネードボイドを検査する。はんだの温度の測定は、溶融はんだの表面から 50mm を超えないところで行う。

A.4.4.8.5 耐放射線性

大気中において、試料に γ 線 (コバルト 60) を 1 時間当たり $0.5\times 10^4\text{Gy}\sim 1\times 10^4\text{Gy}$ の割合で、総放射線量が $1\times 10^4\text{Gy}$ となるように照射する。照射後、試料の各部に劣化がないことを目視によって検査する。さらに、A.4.4.6.1 項及び A.4.4.8.2 項 b) に従って耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗と耐電圧は同じ回路で測定する。

付則 B

ファインピッチ用ガラス布基材ポリイミド

又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板

B.1. 総則.....	B-1
B.1.1 適用範囲.....	B-1
B.1.2 区分.....	B-1
B.1.3 部品番号.....	B-1
B.1.3.1 基材記号.....	B-2
B.1.3.2 加工記号.....	B-2
B.1.3.3 層数.....	B-2
B.1.3.4 耐熱性.....	B-2
B.2. 適用文書など.....	B-3
B.2.1 参考文書.....	B-3
B.3. 要求事項.....	B-3
B.3.1 認定の範囲.....	B-3
B.3.2 材料.....	B-3
B.3.2.1 金属張積層板及びプリプレグ.....	B-3
B.3.2.2 はんだコート.....	B-3
B.3.2.3 ソルダレジスト.....	B-4
B.3.2.4 マーキングインク.....	B-4
B.3.2.5 めっき.....	B-4
B.3.3 設計及び構造.....	B-5
B.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）.....	B-5
B.3.3.2 プリント板用コネクタ.....	B-5
B.3.3.3 層間接続.....	B-5
B.3.3.4 導体幅.....	B-5
B.3.3.5 導体間げき.....	B-8
B.3.3.6 ランド径.....	B-8
B.3.3.7 めっきなどの厚さ.....	B-9
B.3.3.8 温度範囲.....	B-9
B.3.4 外観、寸法、表示など.....	B-9
B.3.4.1 外観及び構造.....	B-9
B.3.4.2 寸法.....	B-11
B.3.4.3 表示.....	B-12
B.3.4.4 スルーホール.....	B-12

B.3.4.5	ソルダレジストの厚さ	B-15
B.3.4.6	アンダカット	B-15
B.3.5	ワークマンシップ	B-15
B.3.5.1	そり及びねじれ	B-15
B.3.5.2	修理	B-15
B.3.6	めっき密着性及びオーバハング	B-15
B.3.7	清浄度	B-15
B.3.8	電氣的性能	B-15
B.3.8.1	耐電圧	B-16
B.3.8.2	回路	B-16
B.3.8.3	接続抵抗	B-16
B.3.9	機械的性能	B-16
B.3.9.1	スルーホール引き抜き強度	B-16
B.3.9.2	はんだ付け性	B-17
B.3.10	環境的性能	B-17
B.3.10.1	熱衝撃	B-17
B.3.10.2	耐湿性及び絶縁抵抗	B-17
B.3.10.3	耐ホットオイル性	B-18
B.3.10.4	熱ストレス	B-18
B.3.10.5	耐放射線性	B-18
B.4.	品質保証条項	B-18
B.4.1	工程内検査	B-18
B.4.2	認定試験	B-18
B.4.2.1	試料	B-18
B.4.2.2	試験項目及び試料数	B-19
B.4.3	品質確認試験	B-26
B.4.3.1	品質確認試験（グループA）	B-26
B.4.3.2	品質確認試験（グループB）	B-27
B.4.4	試験方法	B-29
B.4.4.1	試験条件	B-29
B.4.4.2	外観、寸法、表示など	B-29
B.4.4.3	ワークマンシップ	B-31
B.4.4.4	めっき密着性及びオーバハング	B-31
B.4.4.5	清浄度	B-32
B.4.4.6	電氣的性能	B-32
B.4.4.7	機械的性能	B-33
B.4.4.8	環境的性能	B-34

B.1.3.1 基材記号

プリント板の基材記号は、表 B-2 による。

表 B-2 基材記号

基材記号 ⁽¹⁾	絶縁板材料
GF	IPC-4101、JPCA/NASDA-SCL01 による ガラス布基材エポキシ樹脂
GI	IPC-4101、JPCA/NASDA-SCL01 による ガラス布基材ポリイミド樹脂

注⁽¹⁾ GF 及び GI の適用規格については、個別仕様書に記載する。
GI の詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）を ADS に記載する。

B.1.3.2 加工記号

プリント板の加工記号は、表 B-3 による。

表 B-3 加工記号

加工記号	構造	備考
I	片面板	スルーホールのない両面板を含む
II	両面板	
III	多層板	

B.1.3.3 層数

プリント板の最大層数は、個別仕様書による。

B.1.3.4 耐熱性

プリント板の耐熱性の区分は、表 B-4 による。

表 B-4 耐熱性の区分と耐熱衝撃の区分

基 材	耐熱性	熱衝撃	
		温度範囲（℃）	サイクル数
GF	表示記号なし	-30～+125	1,000
	Y ⁽¹⁾	-30～+125	800
		-30～+100	1,000
GI	表示記号なし	-30～+150	1,000
	Y ⁽¹⁾	-30～+150	800
		-30～+125	1,000

注⁽¹⁾ Y は 2 種類の温度範囲の熱衝撃試験を合格すること。

B.2. 適用文書など

B.2.1 参考文書

参考文書はこの仕様書の 2.2 項による。

B.3. 要求事項

B.3.1 認定の範囲

認定されるプリント板の範囲は、この仕様書の B.3.2 項から B.3.10 項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足するプリント板の製造ラインを用いて製造される製品群で、認定試験に合格した試料によって代表される範囲のものとする。層数及び板厚は、合格した試料の層数以下及び板厚以下を認定の範囲とする。表面めっき及びはんだコートについては、この仕様書に規定した 1 種類によって他の種類も認定の範囲とする。ソルダレジストインクは、認定試験時に使用したものを認定の範囲とする。また、熱衝撃試験以外の試験項目は、同一基材で同一金属箔を用いた試料に限り、他の層数の種類による試験データで置き換えることができる。その場合、試験データの元となる試料は、認定対象となる試料の層数以上でなければならない。したがって、この認定の範囲内において個別仕様書で規定する個々の製品を供給することができる。

なお、より詳細な認定範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

B.3.2 材料

プリント板に使用する材料は 3.3 項によるほか、次による。

B.3.2.1 金属張積層板及びプリプレグ

金属張積層板及びプリプレグは、適用規格の IPC-4101 又は JPCA/NASDA-SCL01 によるものとし、図面に指定されたものを使用しなければならない。基材のタイプは、エポキシ樹脂又はポリイミド樹脂 (B.1.3.1 項) とする。板厚は、0.05mm (公称) 以上のものを使用しなければならない。基材のタイプに関わらず、金属箔の種類は銅とする。最外層に用いられる銅箔は、めっきによる導体厚の増加を考慮して 18 μ m (公称) 以上又は SVH を有する場合に限り 9 μ m (公称) 以上でなければならない。内部銅箔は 35 μ m (公称) 以上とするが、IVH 及び SVH を有する場合に限り、めっきによる導体厚の増加を考慮して 18 μ m (公称) 以上とすることができる。

使用する材料の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。また、GI の詳細 (タイプ、ガラス転移温度 (T_g) など) を ADS に記載しなければならない。

B.3.2.2 はんだコート

はんだコートに用いるはんだは、すずの含有量が 50%~70% でなければならない。

B.3.2.3 ソルダレジスト

プリント板に塗布するソルダレジストは、IPC-SM-840のクラスH相当でなければならない。

適用については、製造図面の指定によるものとする。

B.3.2.4 マーキングインク

マーキングインクは、溶剤などで容易に消滅しないエポキシ系インクで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

B.3.2.5 めっき

すべてのスルーホール（IVH、SVH及び小径スルーホールを除く）、ランド、外部導体パターンは、ソルダレジストを適用する箇所を除き、原則としてB.3.2.2項に規定されたはんだではんだコートしなければならない。すべてのスルーホール（IVH、SVHは除く）は銅めっきを行った後、ランド部と同種の表面めっきを行わなければならない。ただし、ファインピッチパターン以外の箇所では部分的に他のめっきを行う場合に限り、電解金めっきを行ってもよい。

B.3.2.5.1 無電解銅めっき

スルーホールの電解めっきの前工程として、絶縁材料上に導電層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

B.3.2.5.2 電解銅めっき

電解銅めっきは、99.5%以上の純度を有するものでなければならない。

B.3.2.5.3 電解金めっき

電解金めっきは、**エラー! 参照元が見つかりません。**のとおりでなければならない。ただし、下地めっきとして

B.3.2.5.4項に規定する電解ニッケルめっきを行ってもよい。めっき後の不純金属は、硬度を増加させるために添加されているものを除き、0.1%以下でなければならない。

表 B-5 電解金めっき

項目	規格
純度	99.7%以上
KNOOP 硬度	91 以上 129 以下

B.3.2.5.4 電解ニッケルめっき

電解ニッケルめっきは、SAE-AMS-QQ-N-290に相当し、低ストレスのものでなければならない。

B.3.3 設計及び構造

B.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

プリント板は、この仕様書に基づいて製造図面化する。製造図面におけるすべての位置表示は、原則として、製造図面上の格子の交点を利用して示さなければならない。この場合格子間隔は2.54mmを原則とし、格子の交点から外れる位置については、寸法を示さなければならない。ただし、CAD設計したデータで製造図面化され、同一のデータによりアートワークマスタ（又は製造用原版）が作成される場合は、交点の表示及び格子の交点から外れる位置についての寸法表示を省略してもよい。

製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）は、調達者が承認したものでなければならない。製造図面とアートワークマスタ（又は製造用原版）との間に相違がある場合には、製造図面が優先する。

B.3.3.2 プリント板用コネクタ

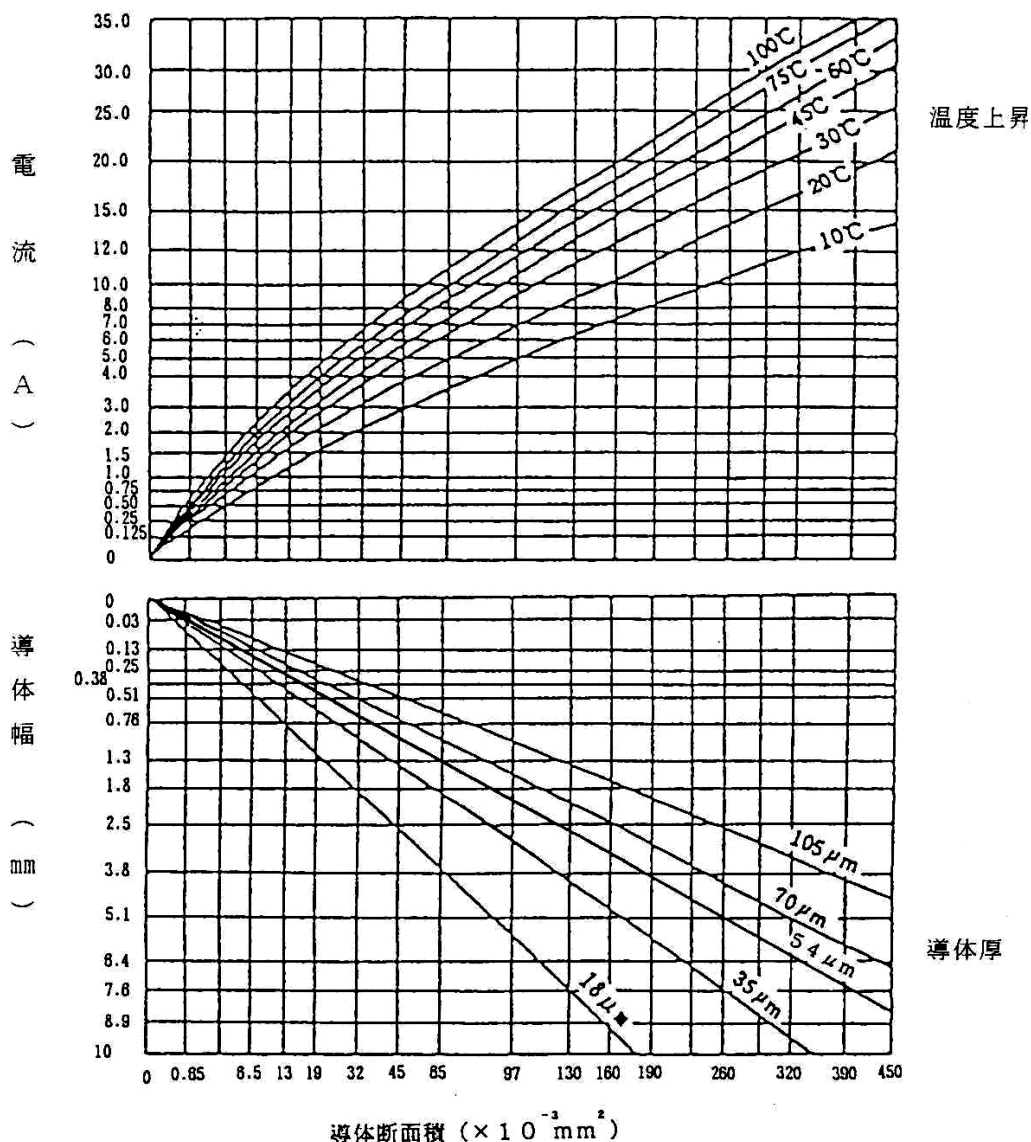
直接形のプリント板用コネクタは使用してはならない。

B.3.3.3 層間接続

プリント板の各層の接続は、小径ビアホール（最小キリ径 ϕ 0.35）、IVH（最小キリ径 ϕ 0.2）及びSVH（最小キリ径 ϕ 0.2）を含むスルーホールによらなければならない。

B.3.3.4 導体幅

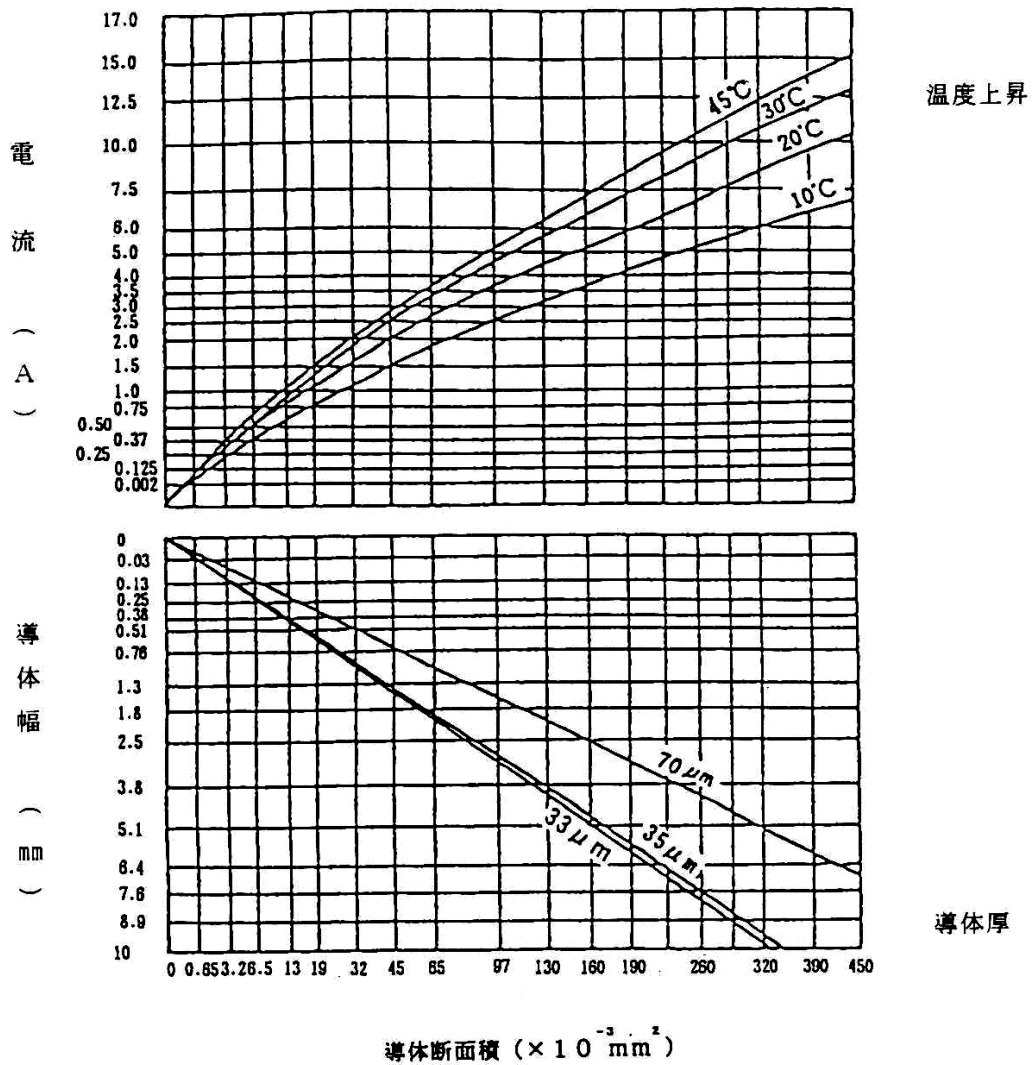
導体幅は、設計値において0.13mm以上でなければならない。また、外層及び内層の導体幅は、図B-1及び図B-2を参考に設計しなければならない。



備考

- (1) このグラフは、導体断面積と、導体に流れる電流及び室温からの温度上昇との関係を算出するためのものである。導体表面積は、隣接する絶縁板表面積に比べて相対的に小さいことを前提としている。このグラフにおける許容電流値は、エッチング精度、導体厚、導体幅及び導体断面積に対する公差を考慮して、10%の余裕を見込んでいる。
- (2) 次の場合には、このグラフの許容電流値から、更に15%の余裕を持たせることが望ましい。
a) 絶縁層厚が、設計値において0.8mm未満の場合。
b) 導体厚が、設計値において105 μm 以上の場合。
- (3) 一般に許容温度上昇は、プリント板の最高動作温度とプリント板を使用する場所の最高温度との差である。
- (4) 単体の導体に対しては、このグラフから、温度上昇に対する導体幅、導体断面積及び許容電流（電流容量）を直読してよい。
- (5) 類似な導体が平行して配列されているグループに対して、相互の間隔が狭い場合には、温度上昇は、等価断面積及び等価電流から求められる。
- (6) このグラフは、発熱する部品を取り付けることによる加熱を考慮していない。
- (7) 導体厚には、銅以外の金属のめっき厚みは含まない。
- (8) SVHを構成する外層の場合は、54 μm のラインを適用する。

図 B-1 導体幅（外層）



備考

- (1) この図には図 B-1 の備考を適用する。ただし、備考(8)は除く。
- (2) SVH を構成する内層、及び IVH を構成する内層の場合は 33μm のラインを適用する。

図 B-2 導体幅 (内層)

B.3.3.5 導体間げき

導体間げきは、設計値において0.18mm以上でなければならない。また、導体間電圧に応じた導体間げきは、設計値において表B-6のとおりでなければならない。

表 B-6 コーティングされたプリント板の導体間げき

導体間電圧範囲 (DC 又は AC _{p-p} (V))	最小導体間げき (mm)	
	外 層	内 層
0~ 100	0.18	0.18
101~ 300	0.48	0.30
301~ 500	0.86	0.35
501 以上	(0.003×V) +0.1	(0.003×V) +0.1

B.3.3.6 ランド径

設計値における最小ランド径は、表 B-7 のとおりでなければならない (図 B-3 参照)。

表 B-7 ランド径

単位 mm

穴区分	最小ランド径(1)
IVH、SVH 及び小径ビアホール	φ (キリ径+0.4) (2)
上記以外のスルーホール	φ (スルーホール仕上がり径+0.5)
ノンスルーホール	φ (キリ径+1.1)

注(1) 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径は、図 B-3 の寸法 A を適用しなければならない。

(2) ただし、小径ビアホールの最小ランド径はφ0.76とする。

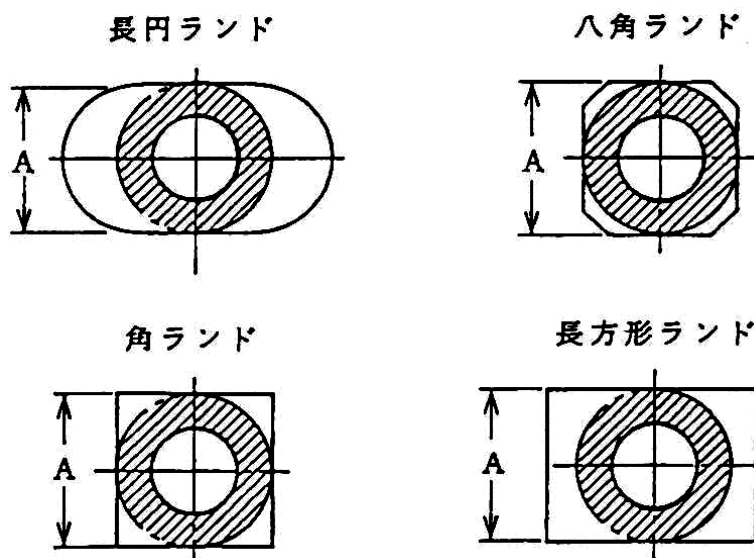


図 B-3 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径

B.3.3.7 めっきなどの厚さ

めっき及びはんだコート厚さは、表 B-8 のとおりでなければならない。

表 B-8 めっきなどの厚さ（設計値）

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ	
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ	
電解銅めっき	部品孔	25 以上
	小径ビアホール	30 以上
	IVH 及び SVH	15 以上
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5 以上	
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。	

B.3.3.8 温度範囲

プリント板の使用温度範囲は、「熱衝撃〔Ⅱ〕(B.3.10.1.2 項)」の試験温度範囲であり、表 B-9 のとおりでなければならない。

表 B-9 温度範囲

単位 $^{\circ}\text{C}$

基材記号	温度範囲
GF	-65~+125
GI	-65~+170

B.3.4 外観、寸法、表示など

B.3.4.1 外観及び構造

外観および構造における寸法は、特に規定のない限り仕上り値とする。

B.3.4.1.1 導体、基材及びソルダレジストの外観

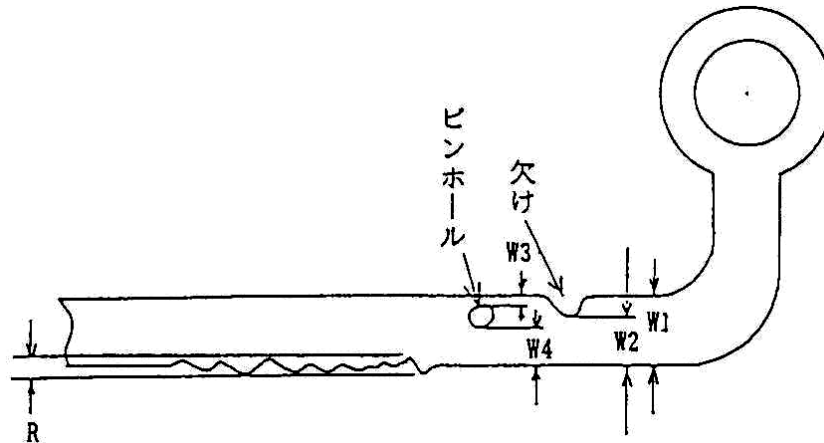
a) 導体パターン

導体パターンは、承認された又は支給されたアートワークマスタ（又は製造用原版）に合致しなければならない。

b) 導体

裂け目やクラックがあってはならない。導体端部の荒れ及び欠け、ピンホール、スクラッチによる絶縁板の露出などの欠損によって、導体幅は最小仕上がり導体幅の 80%を下回ってはならない。ただし、仕上がり導体幅は 0.08mm 以上とする。また、欠損の長さは、導体幅（設計値）を超えてはならず、幅が 0.05mm を超える欠損については、1 導体あたり 1 個以内、かつ、プリント板上の 100mm×100mm の

単位面積あたり1個以内でなければならない。側面の粗さは、任意の13mmの長さの範囲において、粗さの山と谷との差が0.08mm以下でなければならない。ただし、設計値が0.2mm以上の導体部の場合は0.13mm以下とする（図B-4参照）。



$W1 \geq (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$
 $W2 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$
 $W3 + W4 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$
導体幅の設計値が0.2mm未満の場合： $R \leq 0.08 \text{ (mm)}$
0.2mm以上の場合： $R \leq 0.13 \text{ (mm)}$
ただし、任意の13mmの長さの範囲とする。

図 B-4 導体の欠陥

c) ランドの導体幅

B.4.4.2.2 項 f) に従って、内層及び外層のランドの導体幅をそれぞれ測定したとき、スルーホールについては0.05mm以上、ノンスルーホールについては0.38mm以上欠陥のない導体幅でなければならない。

外層の導体接続において0.13mm以上の導体幅の要求がある場合には、サブランド又は同等の処理を行うものとする。

d) 導体間

導体間の絶縁板の表面には、不要な残導体又は異物などの付着がないこと。

e) 電解はんだめっき及びはんだコート

ピンホール、ピットなどがなく、導体を完全に覆っていなければならない。

f) プリント板端面

欠け、クラック又は剥離があってはならない。ただし、割基板の分割面は適用しない。

g) プリント板表面

クラック又は穴の周囲から剥離があってはならない。個々の層又は基材にデラミネーションがあってはならない。基板表面下のミーズリング、クレイジングは、その面積がプリント板面積の1%以下で、導体の間げきの減少が25%以下であれば許容される。プリント板エッジのクレイジングと近接した導体との間げきLは、図面に規定された最小導体間げき又は1.6mmのいずれか小さい方の値以上であれば許容される(図B-5 参照)。

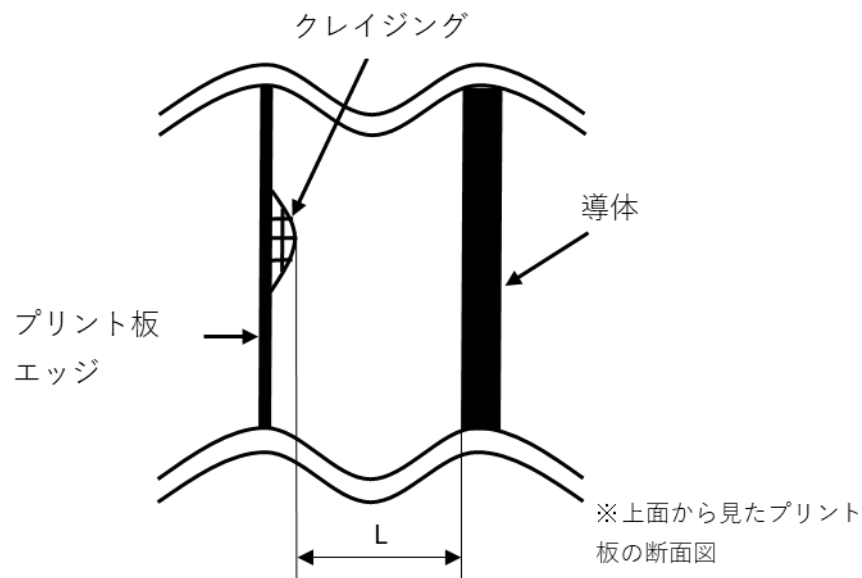


図 B-5 プリント板表面の断面図

h) ソルダレジスト

硬化したソルダレジストには、粘着性、ブリスタ、デラミネーションがあってはならない。著しく外観を損なうかすれ、はがれ、表面荒れ及び色むらや余分な導体の露出がないこととする。また、ランド部へのソルダレジストの付着があってはならない。特に指定がない限り、スクラッチ、ピンホールなどは塗布されるべき導体が被覆されていなければ許容する。

ソルダレジスト塗布範囲及び導体パターンとソルダレジストの位置ずれは、製造図面の規定を満足しなければならない。

B.3.4.2 寸法

プリント板の各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法の公差は、特に規定のない限り、表 B-10 のとおりでなければならない。

表 B-6 寸法の公差

単位 mm

項 目	公 差
外形寸法	100 以下に対して ± 0.3 、100 を超えるものについては 50 毎について 0.05 を加える。
板厚	製造図面または個別仕様書による。
仕上がり穴径	すべての穴径に対して $^{+0.10}_{-0.15}$ とする。ただし、IVH、SVH 及び小径ビアホールは仕上がり穴径は規定しない。
導体幅	0.13 以上 0.20 未満： ± 0.05 0.20 以上 0.50 未満： ± 0.10 0.50 以上：導体幅の $\pm 20\%$
導体間げき	ピン間 3 本の場合の導体間げきに対しては -0.08 とし、プラス側は規定しない。また、ピン間 2 本以下の場合に対しては -0.10 とし、プラス側は規定しない。 外層の導体間げきは、最小 0.13 とする。

B.3.4.3 表示

導体と同一工程で残る金属、B.3.2.4 項で規定したマーキングインク又はレーザマーキングで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

表示は判読可能であり、かつ、いかなる場合もプリント板の機能を損なうものであってはならない。特に指定のない限り、プリント板には次の事項を表示しなければならない。ただし、プリント板への表示が不可能な場合にはタグなどで表示してもよい。

- a) 部品番号
- b) 製造年月
- c) 認定取得業者名又は識別符号
- d) 製品一連番号⁽¹⁾又はロット番号

注⁽¹⁾全製造工程にわたって追跡管理が可能ないように付与しなければならない。

B.3.4.3.1 割基板の表示

割基板の中で使用不可の分割部（1 枚のプリント板に相当する個片）を含む場合、この分割部が使用不可であることを明確に表示しなければならない。また、この表示は溶剤などで容易に消滅しないものでなければならない。

B.3.4.4 スルーホール

B.4.4.2.2 項によって試験したとき、小径ビアホール、IVH 及び SVH には、クラック、導体接続部の剥離、ガラス繊維の突出がなく、ランド部から連続的、かつ、なめらかにめっきされていないなければならない。また、ノジュールによって、スルーホール内の穴径が製造図面の最小要求値を下回ってはならない。

穴壁とスルーホールめっきの境界部のレジソリセッションは、スルーホールめっきの壁面からの最大深さが80 μ m以下であり、スルーホールめっきに沿った累積基材厚（基材厚の合計）の40%以下であれば許容する（図B-6参照）。

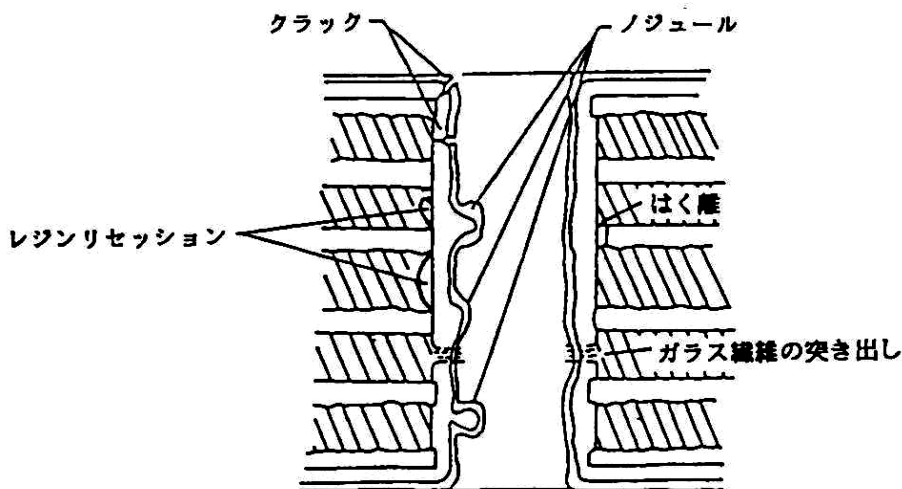


図 B-6 スルーホールの欠陥

a) ボイド

スルーホール内部について、ボイドは1個のスルーホールあたり3個以下、その大きさは円周長の合計がスルーホール円周の10%以下、垂直方向の長さの合計が穴壁の長さの5%以下でなければならない。また、導体パターンとの接続部又は同一層における穴壁の両側にあってはならない（図B-7参照）。

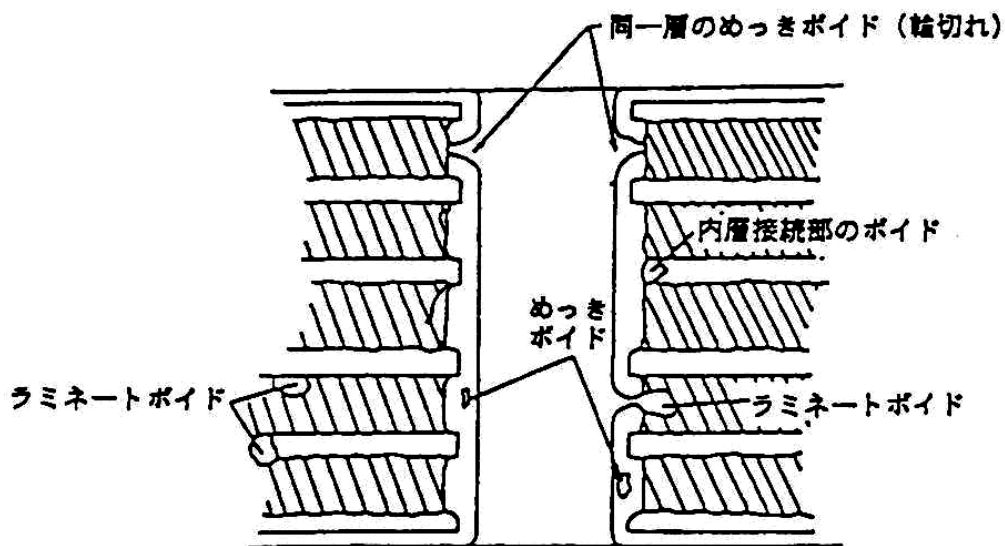


図 B-7 ボイド

b) 内層接続

スルーホールと内層導体の接続部のレジソミアは、水平方向において円周長の

25%以下、垂直方向において同一層の接続部の50%以下でなければならない。また、ネイルヘッドは、導体厚の50%以下でなければならない（図B-8参照）。

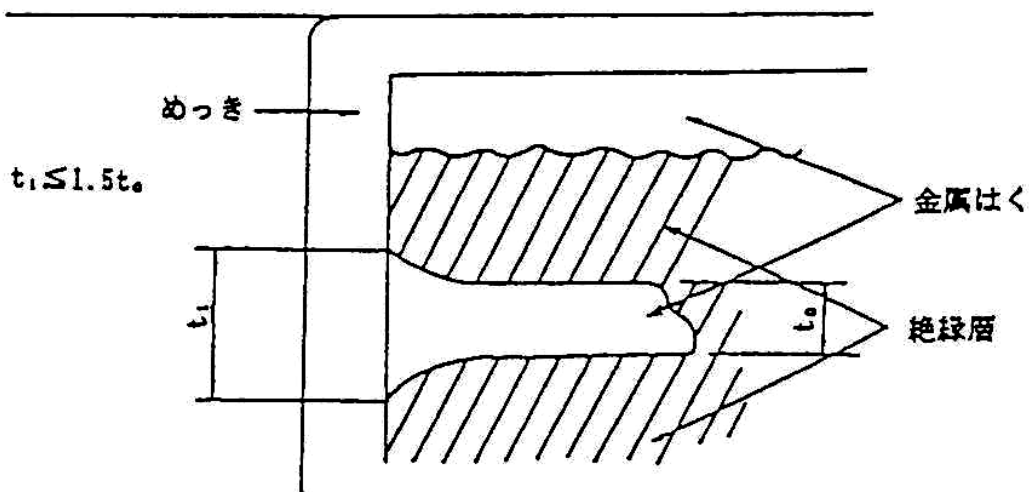


図 B-8 ネイルヘッド

- c) 層相互間のずれ
層相互間のずれは、0.20mm 以下でなければならない。
- d) 絶縁層厚
多層板について、導体層間の絶縁層厚は、0.08mm 以上でなければならない。
- e) めっき厚さ
めっき厚さの仕上り値は、B.3.3.7 項に規定された値を満足しなければならない。
めっき厚さの仕上り値を表 B-11 に示す。

表 B-11 めっきなどの厚さ（仕上り値）

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ	
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ	
電解銅めっき	部品孔	25 以上
	小径ビアホール	30 以上
	IVH 及び SVH	15 以上
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5 以上	
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。	

f) ランドの導体幅

ランド導体幅は、B.3.4.1.1 項 c)の規定を満足しなければならない。

B.3.4.5 ソルダレジストの厚さ

B.4.4.2.3 項により試験したとき、ソルダレジストの厚さは導体の中心部で 17.5 μm 以上でなければならない。

B.3.4.6 アンダカット

B.4.4.2.4 項により試験したとき、アンダカットは銅箔と銅めっきの合計厚さ以下でなければならない。

B.3.5 ワークマンシップ

プリント板の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなどプリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

B.3.5.1 そり及びねじれ

B.4.4.3.1 項によって試験したとき、製造図面に特に規定のない限り、そり及びねじれは 0.8%以下でなければならない。

割基板については、分割前において上記の値以下でなければならない。

B.3.5.2 修理

絶縁体及び導体は修理してはならない。ただし、余剰導体の除去及び軽微なソルダレジストの修正はしてもよい。

B.3.6 めっき密着性及びオーバハング

B.4.4.4 項によって試験したとき、めっき及び導体の剥離又は浮き上がり、並びに導体エッジからスリバが発生してはならない。

B.3.7 清浄度

ごみ、油、腐食、腐食生成物、塩、すす、グリス、指紋、離型剤、異物、残留フラックスなどの汚れ及びイオン性の汚れがあってはならない。また、B.4.4.5 項によって試験したとき、抽出溶液の固有抵抗は、 $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上でなければならない。

B.3.8 電氣的性能

プリント板は、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

B.3.8.1 耐電圧

B.4.4.6.1 項によって試験したとき、フラッシュオーバー、スパークオーバーなどの絶縁破壊があってはならない。

B.3.8.2 回路

B.4.4.6.2 項によって試験したとき、回路パターンに断線又は短絡があってはならない。

B.3.8.3 接続抵抗

B.4.4.6.3 項によって試験したとき、各導体層を経由する回路では、両端のランド間の抵抗値は、次式で求められる値（ R_i ）を超えてはならない。

1回の測定で、全層の接続抵抗が測定できない場合は、その測定に含まれない層の接続抵抗を別途測定し、漏れのないようにしなければならない。

$$R_i = 2\rho \frac{\ell}{W \cdot t} \quad (m\Omega)$$

ρ : 導体を形成する主な金属の 20°Cにおける体積抵抗率 ($m\Omega \cdot mm$)

ℓ : ランド間距離 (mm)

W : 導体幅 (mm)

t : 導体厚 (mm)

B.3.9 機械的性能

プリント板は、以下の機械的性能を満足しなければならない。

B.3.9.1 スルーホール引き抜き強度

B.4.4.7.1 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。ただし、IVH、SVH 及び小径ビアホールには適用しない。

a) 端子強度

89.2N 又は 1380N/cm² のいずれか小さい値以上。

b) 導体及びランド

B.4.4.2.1 項に従って目視検査をしたとき、スルーホールの周囲にゆりみを生じてはならない。

c) スルーホールの断面

B.4.4.2.2 項に従って断面検査をしたとき、クラック、ふくれ、ミーズリング及びデラミネーションがあってはならない。

B.3.9.2 はんだ付け性

B.4.4.7.2 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) スルーホール

スルーホール内壁及びランド表面について、はんだの良好なぬれ性が示されなければならない。ただし、IVH、SVH 及び小径ビアホールには適用しない。

b) 表面導体

表面導体の全面積の95%以上が新しい均一なはんだで覆われていなければならない。また、この表面にはピンホール、ディウエット又は荒れた点の小さいものが点在してもよいが、1箇所集中してはならない。

B.3.10 環境的性能

プリント板は、以下の環境的性能を満足しなければならない。

B.3.10.1 熱衝撃

B.3.10.1.1 熱衝撃〔I〕（認定試験に適用）

B.4.4.8.1 項 a)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、B.4.4.6.2 項に従って回路の導通及び短絡の有無、並びに B.4.4.6.3 項に従って接続抵抗を測定する。試験後の回路は、B.3.8.2

項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は

10%未満でなければならない。

B.3.10.1.2 熱衝撃〔II〕（品質確認試験に適用）

B.4.4.8.1 項 b)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、B.4.4.6.2 項に従って回路の導通及び短絡の有無、並びに B.4.4.6.3 項に従って接続抵抗を測定する。試験後の回路は、B.3.8.2

項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は

10%未満でなければならない。

B.3.10.2 耐湿性及び絶縁抵抗

B.4.4.8.2 項によって試験したとき、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。また、導体間絶縁抵抗値は、500MΩ以上でなければならない。

B.3.10.3 耐ホットオイル性

B.4.4.8.3項によって試験したとき、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

B.3.10.4 熱ストレス

B.4.4.8.4項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体の剥離、ふくれ又はデラミネーションがあつてはならない

b) 銅箔

スルーホールの垂直方向の断面における内層銅箔にクラックがあつてはならない。

c) ラミネートボイド

同一層内又は層相互間における導体間げきが製造図面で規定される最小導体間げきの要求を満足している場合には、最大長 76 μ m 以下でなければならない。

B.3.10.5 耐放射線性

B.4.4.8.5項によって試験したとき、ミーズリング、デラミネーション又はウィーブテクスチャのような欠陥が発生してはならない。導体間の絶縁抵抗は、500M Ω 以上でなければならない。また、試験後、B.3.8.1項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

B.4. 品質保証条項

B.4.1 工程内検査

次に示す工程内検査を実施し、それぞれ B.3.4.1 項、B.3.4.2 項、B.3.4.3 項及び B.3.7 項の要求を満足しなければならない。

a) 内層の外観、構造及び寸法検査（全数）

b) 清浄度（抜取）

B.4.2 認定試験

B.4.2.1 試料

試料は、認定審査代行機関の承認を得た、この付則の要求事項を確認するのに十分な最小導体幅、最小導体間げき及び層数を有するプリント板とし、並びに片面板又は両面板の場合には図 B-9、多層板の場合には図 B-10 に示す試験パターンとする。また、認定範囲に割基板を含むときは、試験に供する試料が割基板であることとし、割基板には長穴状のスリット、V カット、ミシン目を含んでいなければならない。

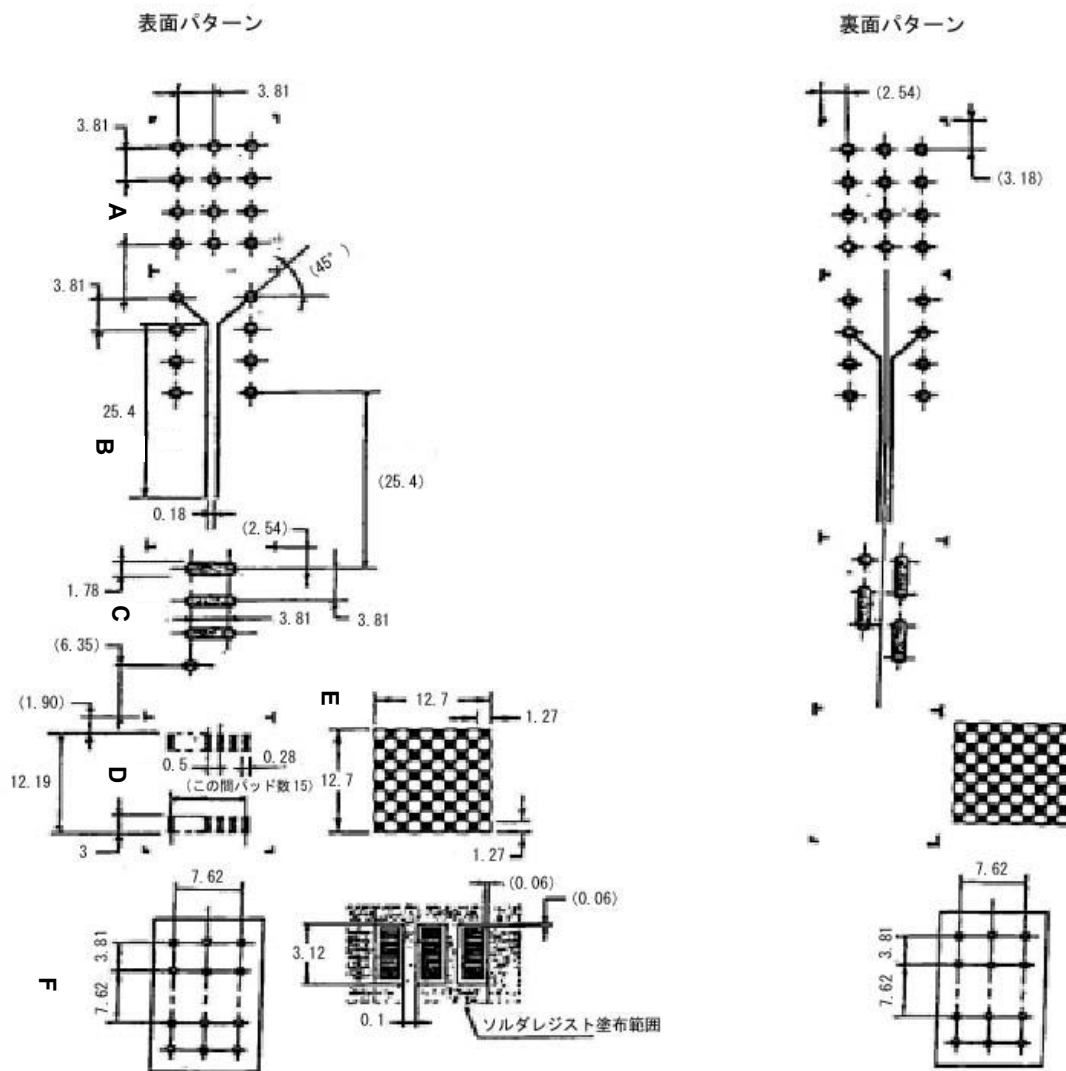
なお、試料は製品及び製品と同一のワークボードから製造された試験パターンで構成されなければならない。

B.4.2.2 試験項目及び試料数

試験は、表 B-2 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。I、II 群の試験を行った後、III 群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、III 群以下の試験は、群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行うこと。

製品の試料数は表 B-4 に示す基材、温度範囲及びサイクル数の組み合わせ（3 種）毎に、各 6 枚とする。試験パターンの試料数は表 B-12 による。

単位 mm



注⁽¹⁾ 「A」及び「B」のランド径は、設計値において1.8mmとし、その形状は、製品の代表的なランド形状とすること。また、穴径は、 $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差はB.3.4.2による。

出荷する製品仕様において穴径が $\phi 0.8\text{mm}$ を超える場合、品質確認試験(グループA)に供する試料の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせる。この場合、B.3.3項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること(試験パターンAのみに適用する)。ただし、穴径 $\phi 0.8\text{mm}$ で試験を実施することにより、製品保証が担保できる場合はこの限りではない。

「C」及び「F」のランド径は、該当するプリント板の最小ランド径とし、その形状は、製品のランド形状に合わせる。また、穴径は、該当するランドに使用されている最大穴径とすること。ただし、「F」は製品に小径ビアホールを有する場合のみ必要とする。穴は、すべてスルーホールとすること。

穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。

(2) 特に規定のない導体幅は、設計値において0.5mmとすること。

(3) 図中の寸法は設計値であり、()の数値は、参考寸法である。

(4) 製品にソルダレジストを要求された場合のみ「B」、「D」及び「E」にソルダレジストを塗布すること。「B」のソルダレジストのクリアランス幅は、ランド径+0.2mmとする。また、「E」には、全面にソルダレジストを塗布すること。

図 B-9 試験パターン (片面又は両面)

単位 mm

試験パターンの配列

注⁽¹⁾特に指定のない導体幅は、設計値において 0.5mm とすること。なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差は B.3.4.2 項による。

(2) 「A」のランド径は、該当するプリント板の小径ビアホールに使用される最小ランド径とすること。また、穴径は、該当する最小ランドに適用される穴径のうちの最大径とすること。

穴は、すべてスルーホールとすること。穴径の許容差は規定しない。

(3) 「B」、「C」、「E」及び「F」のランド径は、設計値において 1.8mm とし、その形状は、製品の代表的ランド形状に合わせること。

穴は、すべてスルーホールとすること。

穴径は、 $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。

出荷する製品仕様において穴径が $\phi 0.8\text{mm}$ を超える場合、品質確認試験(グループ A)に供する試料の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせる。この場合、B.3.3 項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること(試験パターン B のみに適用する)。ただし、穴径 $\phi 0.8\text{mm}$ で試験を実施することにより、製品保証が担保できる場合はこの限りではない。

穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。

(4) 「D」及び「G」は、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なるので、該当する製品の層構成と同一となるようにビアホールを配置し、第1層から最終層がビアホールを介して一連の回路となるようにパターンを接続すること。

ランド径は、該当する製品の IVH、SVH 及び小径ビアホールに適用したランド径をそれぞれ適用するとともに、その形状は製品の代表的ランド形状に合わせること。

穴径は、該当する最小ランドに適用される穴径のうちの最大径とすること。また、回路の両端には、抵抗値測定用のスルーホールを設け、そのランド径は $\phi 1.8\text{mm}$ 、穴径は $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。

穴は、すべてスルーホールとすること。

穴径の許容差は規定しない。

(5) 製品にソルダレジストを要求された場合のみ「E」、「H」及び「J」にソルダレジストを塗布すること。

「E」のソルダレジストのクリアランス径は、ランド径+0.2mm とする。

(6) 「K」及び「L」は、製品に IVH 及び、又は SVH を有する場合のみ必要とし、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なる。

ランドは、IVH 又は SVH を構成する層のみに配置し、スルーホールを設けて IVH 及び、又は SVH を形成すること。

ランド径は、該当する製品の IVH 及び、又は SVH に適用した最小ランド径を適用すること。

穴径は、該当する最小ランドに適用される穴径のうちの最大径とすること。

なお、最外層には、SVH の有無に係わらず、IVH 層と同一寸法のランドを設けること。

(7) 「D」、「E」及び「G」は、層数及び層構成によって導体の数が異なるので、この図に従って、全層にわたって導体を設けること。

(8) 試験パターンの配列は一例であり、この図の配列のおりでもよい。

(9) 試験パターンの記号(「A」～「H」及び「J」～「L」)は、識別を目的としたものであり、検査の対象としない。また、表示の方法は規定しない。

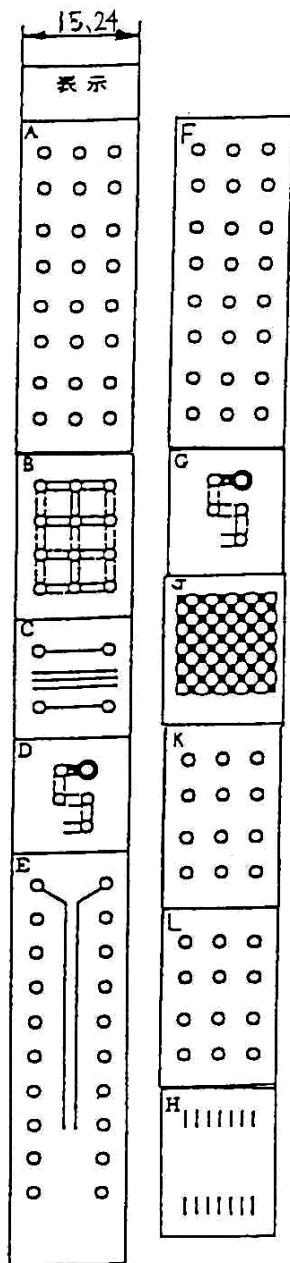
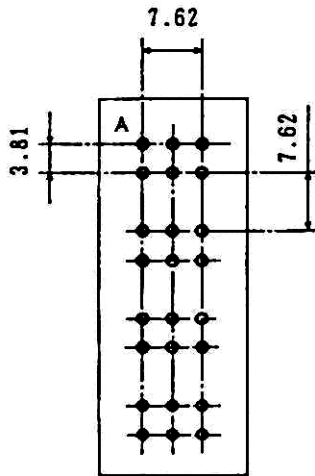


図 B-10 試験パターン(多層板)(1/4)

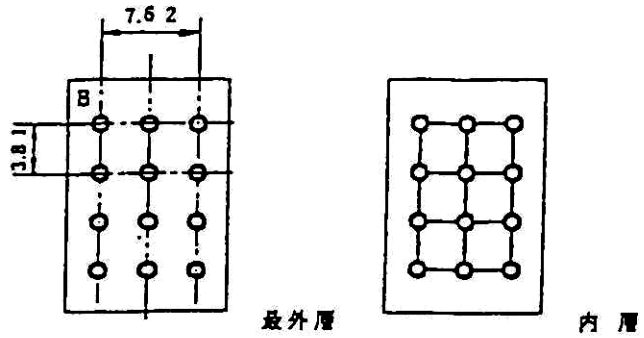
単位 mm

試験パターンA

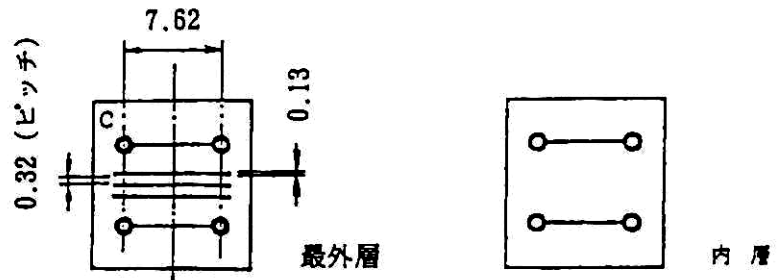


内層及び最外層

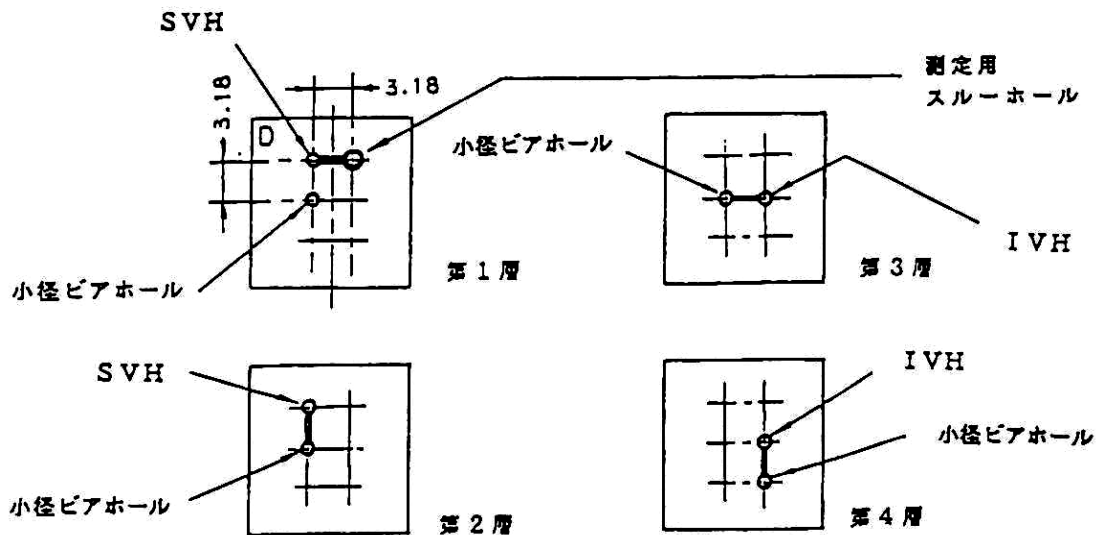
試験パターンB



試験パターンC



試験パターンD及びG

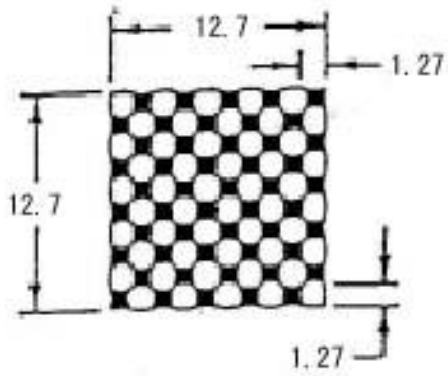


この図は、1層-2層間がSVH、3層-4層間がIVHの例である。

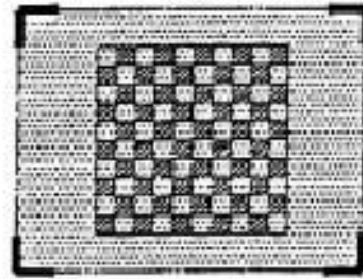
図 B-10 試験パターン (多層板) (2/4)

単位 mm

試験パターンJ

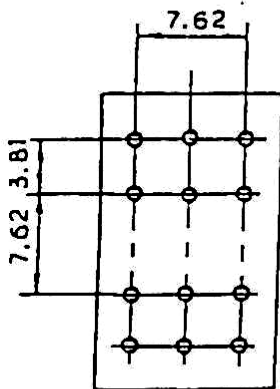


表面及び裏面

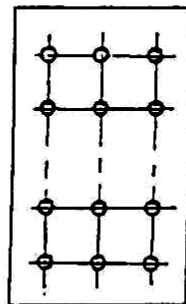


ソルダレジスト塗布範囲

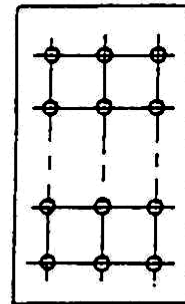
試験パターンK及びL



最外層



内層
(SVHの層)



内層
(IVHの層)

図 B-10 試験パターン (多層板) (4/4)

表 B-12 認定試験

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		許 容 不良数	
					試料数 ⁽¹⁾			
群	順序	項 目			製 品	試験パターンの ⁽²⁾		
I	1	設計及び構造	B.3.3	B.4.4.2	No.1~ No.6	A、B、C、 D、E、F、 G、H、K 及びL ⁽⁴⁾	} 0	
	2	外観、寸法及び表示など 外観及び構造 寸 法 表 示	B.3.4.1 B.3.4.2 B.3.4.3	B.4.4.2.1				
	3	ワークマンシップ ⁽³⁾	B.3.5	B.4.4.3				
	4	そり及びねじれ	B.3.5.1	B.4.4.3.1				適用しない
II	1	めっき密着性及び オーバハング	B.3.6	B.4.4.4	No.1~ No.6	C ⁽⁸⁾	} 0	
	2	アンダカット	B.3.4.6	B.4.4.2.4				
III	1	スルーホール	B.3.4.4	B.4.4.2.2	No.1	A、F 及び K		} 0
	2	スルーホール引き抜き強度	B.3.9.1	B.4.4.7.1		F		
	3	ソルダレジストの厚さ	B.3.4.5	B.4.4.2.3		J		
IV	1	接続抵抗	B.3.8.3	B.4.4.6.3	No.2	D	} 0	
	2	耐ホットオイル性	B.3.10.3	B.4.4.8.3				
	3	接続抵抗	B.3.8.3	B.4.4.6.3				
V	1	回 路 ⁽⁵⁾	B.3.8.2	B.4.4.6.2	No.3	E 及び G		} 0
	2	接続抵抗 ⁽⁹⁾	B.3.8.3	B.4.4.6.3				
	3	熱衝撃〔I〕	B.3.10.1.1	B.4.4.8.1 a)				
	4	回 路 ⁽⁵⁾	B.3.8.2	B.4.4.6.2				
	5	接続抵抗 ⁽⁹⁾	B.3.8.3	B.4.4.6.3				
VI	1	耐湿性及び絶縁抵抗	B.3.10.2	B.4.4.8.2	No.4	E	} 0	
	2	耐電圧	B.3.8.1	B.4.4.6.1				
VII	1	熱ストレス	B.3.10.4	B.4.4.8.4	No.5	A、B 及び L		} 0
	2	はんだ付け性	B.3.9.2	B.4.4.7.2		B 及び H ⁽⁶⁾		
VIII	1	耐放射線性	B.3.10.5	B.4.4.8.5	No.6	適用しない	} 0	
—		材 料	B.3.2	適用しない	(7)	適用 しない		

注(1) 試料数のうち、試験パターンの個数は、II群以下に規定するパターンごとに1個、I群については、II群以下に規定するパターンの合計とすること。
認定範囲に割基板を含むときは、試験に供する製品が割基板であること。
認定試験のサンプルを1ワークボードで6製品を製造する場合は、パターンA、Fは2個、その他パターンは各1個とする。

(2) 認定試験に供する製品と同時に製造すること。また、III群以下に規定する試験パターンは、その群で試験を実施する製品と同じワークボードから製造されていること。

(3) そり及びねじれ(B.3.5.1項)については、群I順序4で試験すること。

(4) II群以下に供試する試験パターンのみでよい。ただし、表示で不合格となった場合には、良品と交換することができる。

(5) 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。

- (6) 「B」は、熱ストレスに供試したものであること。また、「B」はスルーホール、「H」は表面導体について試験すること。
- (7) 設計仕様を満足していることを示す資料を提出すること。
- (8) 試験パターンCの断面観察からアンダカットの有無を測定によって確認する。
アンダカットが有る場合は B.3.4.6 項に規定された要求を満足するか確認する。
- (9) 接続抵抗については、試験パターンGで試験すること。

B.4.3 品質確認試験

B.4.3.1 品質確認試験（グループA）

B.4.3.1.1 試料

製品は全数を試験する。また、供試する試験パターンは製品と同時に製造しなければならない。

1組の割基板の中で、製造工程において不合格と判定され不合格の表示がなされた個片のプリント板を含む場合、この1組の割基板を試験ロットの一部として供試することができる。ただし、合否判定に影響を与えないようにするために、不合格の表示がなされた個片のプリント板は、試料として扱ってはならない。

なお、1組の割基板とは同一図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたもの、又は異なる図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたものをいう。

B.4.3.1.2 試験項目及び試料数

グループA試験は、表B-13に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンは、表B-13に記載した試験パターンをそれぞれ1個準備する。

表 B-13 品質確認試験（グループ A）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		
					試 料 数		許 容 不良数
群	順序	項 目			製 品	試験パターン ⁽¹⁾	
I	1	外観、寸法及び表示など 外観及び構造 寸 法 表 示	B.3.4.1 B.3.4.2 B.3.4.3	B.4.4.2.1	全 数	適用しない	0
	2	ワークマンシップ ⁽²⁾	B.3.5	B.4.4.3			
	3	そり及びねじれ	B.3.5.1	B.4.4.3.1			
II	1	アンダカット	B.3.4.6	B.4.4.2.4	適用し ない	C ⁽⁶⁾	
III	1	回 路	B.3.8.2	B.4.4.6.2	全 数	適用しない	
IV	1	熱ストレス	B.3.10.4	B.4.4.8.4	適用 しない	A、B 及び L (A、B 及び F) ⁽³⁾ 、 ⁽⁴⁾	
	2	スルーホール 内層接続	B.3.4.4 b)	B.4.4.2.2 a), b), d)		A、B、F 及び K (A 及び F) ⁽³⁾ 、 ⁽⁴⁾	
		めっき厚さ	B.3.4.4 e)	B.4.4.2.2 c)			
V	1	はんだ付け性	B.3.9.2	B.4.4.7.2	適用 しない	B 及び H (A 及び D) ⁽⁵⁾	

注⁽¹⁾ () 内は片面板又は両面板のプリント板の試験パターン、それ以外は多層板のプリント板の試験パターンを示す。

⁽²⁾ そり及びねじれ (B.3.5.1 項) については、群 I 順序 3 で試験すること。

⁽³⁾ 多層板の「A」は、製品に小径ビアホールを有する場合のみ試験する。また、「K」及び「L」は、製品に IVH 又は SVH を有する場合のみ試験する。

⁽⁴⁾ 片面板又は両面板の「F」は、製品に小径ビアホールを有する場合のみ試験する。

⁽⁵⁾ 「A」及び「B」はスルーホールについて、「D」及び「H」は表面導体について試験すること。

⁽⁶⁾ 試験パターン C の断面観察によってアンダカットの有無を確認する。なお、アンダカットが発生しないプリント配線板の製造工法を適用している場合は、その根拠が示されればアンダカットの測定は適用しなくてもよい。

B.4.3.2 品質確認試験（グループ B）

B.4.3.2.1 試料

グループ B 試験に供する試験パターンは、グループ A 試験に供する試験パターンと同時に製造することができる。

B.4.3.2.2 試験項目及び試料数

グループ B 試験は表 B-14 に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンについては、各群に 1 個とする。

表 B-14 品質確認試験（グループ B）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定	
群	順序	項 目			試験パターン	許 容 不良数
I	1	めっき密着性及び オーバーハング	B.3.6	B.4.4.4	C	0
II	1	スルーホール引き抜き強度	B.3.9.1	B.4.4.7.1	F	
	2	接続抵抗	B.3.8.3	B.4.4.6.3	D	
	3	耐ホットオイル性	B.3.10.3	B.4.4.8.3		
	4	接続抵抗	B.3.8.3	B.4.4.6.3		
III	1	回 路 (1)	B.3.8.2	B.4.4.6.2	E 及び G	
	2	接続抵抗 (2)	B.3.8.3	B.4.4.6.3		
	3	熱衝撃〔Ⅱ〕	B.3.10.1.2	B.4.4.8.1 b)		
	4	回 路 (1)	B.3.8.2	B.4.4.6.2		
	5	接続抵抗 (2)	B.3.8.3	B.4.4.6.3		
IV	1	耐湿性及び絶縁抵抗	B.3.10.2	B.4.4.8.2	E	
	2	耐電圧	B.3.8.1	B.4.4.6.1		

注(1) 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。

注(2) 接続抵抗については、試験パターン G で試験すること。

B.4.4 試験方法

B.4.4.1 試験条件

MIL-STD-202 の 4.2 項による。ただし、基準状態は、温度 15℃～35℃、湿度 20%～80% (RH)、照度 750 ルクス以上とすること。

B.4.4.2 外観、寸法、表示など

B.4.4.2.1 外観及び構造

設計、構造、外観、寸法（導体パターン及びエッジ）、及び表示について試験する。外観の検査は 4 倍から 10 倍の拡大鏡を使用して行う。

a) 導体パターン及びエッジ

計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

b) ランドの導体幅

外層ランドの導体幅の測定には、計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用し、スルーホールめっきの内側表面からランドの端までを測定する。

B.4.4.2.2 スルーホール

a) 垂直方向の断面

穴の中心に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、穴の中心が断面の表面に出るように（垂直方向の断面を）作成する。

穴の数は 1 枚のワークボードから 3 個以上とする。ただし、その穴はワークボードの製品有効範囲外に別に設けて製作した穴でも良い。

作成した垂直方向の断面は 50～100 倍の倍率で、スルーホールの品質（ポイド、垂直方向の内部接続、層相互間のずれ、絶縁層厚、めっき厚さ）及びソルダレジストの厚さの検査に用いる。ただし、層相互間のずれの検査のための断面作成においては、穴の 1 個以上は多層板の長さ方向に平行に、他の 1 個以上はこれと直角に断面を作成しなければならない。

b) 水平方向の断面

水平方向の断面作成は多層板のみに適用する。穴を含む多層板の材料を樹脂に埋め込み研磨する。任意の導体層を選び、その層を平行に研磨する。研磨によってその導体層が断面の表面に出るように作成する。

作成した水平方向の断面は 50～100 倍の倍率で、スルーホールの品質（水平方向の内部接続）の検査に用いる。

c) めっき厚さ

B.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して、最小 200 倍の倍率で測定する。めっき厚さは 1 個の穴について 3 箇所を計測し、その最小値を読み取る。

d) 層相互間のずれ

B.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して、25～100 倍の倍率で測定する。穴を中心に多層板の長さ方向及びその直角方向のずれを測定する。ただし、IVH 及び SVH には適用しない（図 B-11 参照）。

e) 絶縁層厚

B.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して測定する。

f) ランドの導体幅

B.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して測定する。

外層のランドの導体幅は、スルーホールをめっきの表面からランドの端までを測定する。内層のランドの導体幅は、穴あけされたエッジからランドの端のエッジまでを測定する（図 B-11 参照）。ただし、IVH 及び SVH には断面検査は適用せず、B.4.4.2.1 項 b) の試験方法でランドの導体幅を検査する。

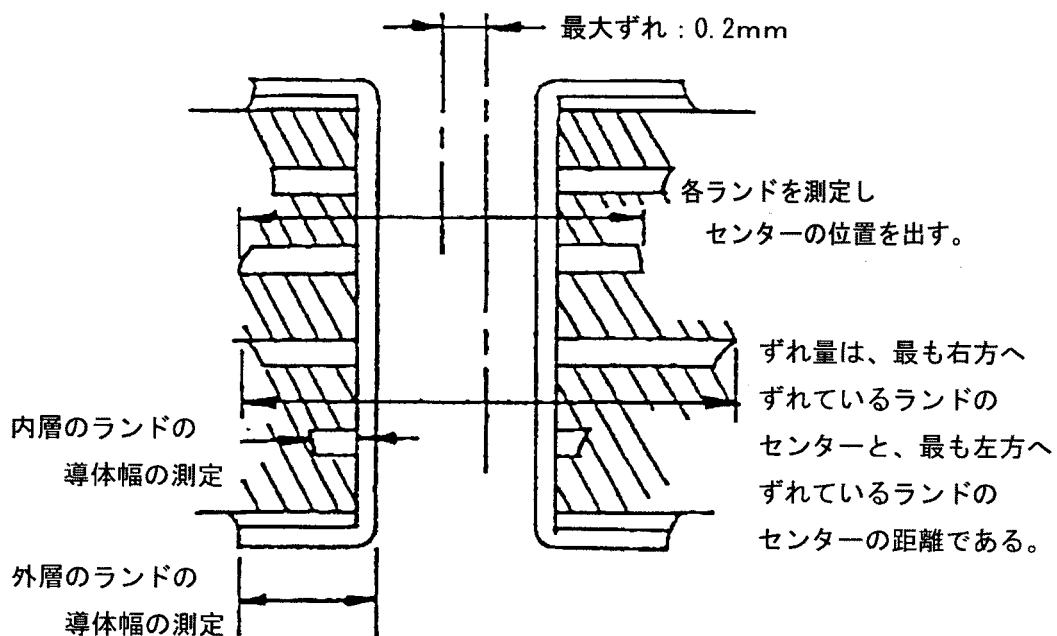


図 B-11 層相互間のずれ及びランドの導体幅の測定

B.4.4.2.3 ソルダレジストの厚さ

B.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して、200 倍以上の倍率で測定する。

B.4.4.2.4 アンダカット

試験パターン C に対し、導体の垂直断面が確認できる方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の形状が確認できるように作成する。作成した断面を、50～100 倍の倍率で測定を行う。

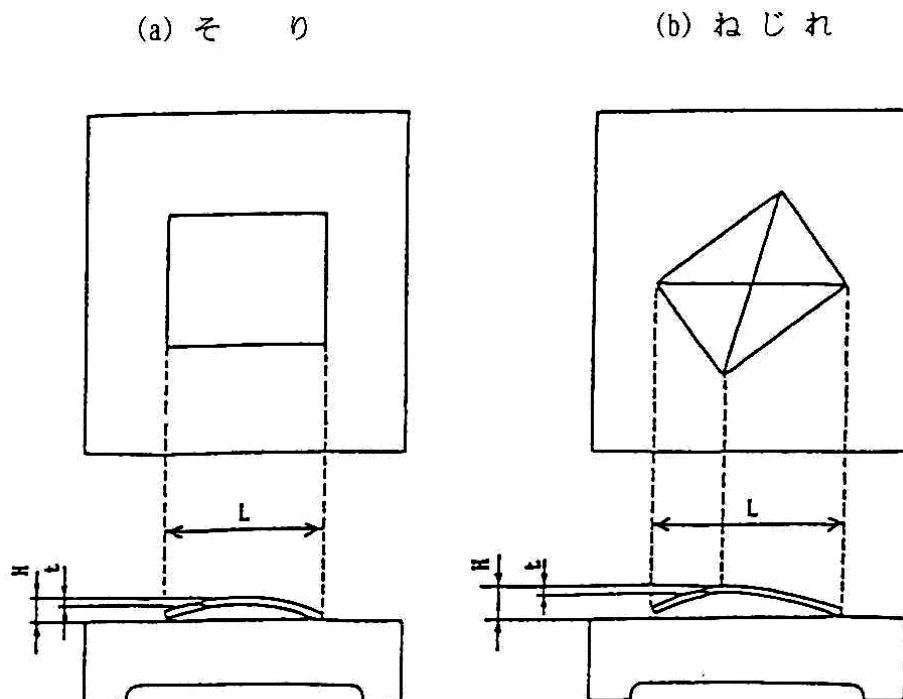
B.4.4.3 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップは目視によって検査する。ただし、そり及びねじれは以下の方法による。

B.4.4.3.1 そり及びねじれ

プリント板の凸曲面を上にして水平な定盤の上に置き、プリント板の最も高い位置で定盤面からの高さを測定する（図 B-12 参照）。次式でそり及びねじれの値を計算する。

$$\text{そり及びねじれ} = \frac{H-t}{L} \times 100 \text{ (\%)}$$



H: 定盤面からの高さ (mm)
t: プリント板の厚さ (mm)
L: 辺又は対角線の長さ (mm)

図 B-12 そり及びねじれの測定

B.4.4.4 めっき密着性及びオーバハング

導体上に A-A-113 の Type I、Class A、又は JIS Z 1522 による感圧セロハンテープ（幅 12.7mm、長さ 50mm 以上）を貼り付け、気泡を除くようにしっかりと押さえつける。引きはがしのため、テープの端は接着しないで残しておく。次に、このテープをプリント板と直角の方向に急激に引きはがす。各試料に対し、毎回新しいテープを使用して各面 3 箇所の異なった位置に対してこの試験を実施する。オーバハング部が破壊されてテープに付着した場合は、密着不良とはみなさずスリバとして判定する。

B.4.4.5 清浄度

適当な漏斗を電解ビーカの上に置き、試料を漏斗の中に吊るす。イソプロピルアルコールと蒸留水の容積比が75%対25%の洗浄液（ただし、固有抵抗は $6 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を用意する。吊るされた試料の上方から、両面にこの洗浄液をかける。この洗浄液の量は各面の 6.5cm^2 当たり100mlが回収できる量とする。洗浄時間は1分以上とする。回収した洗浄液の固有抵抗値を電導率計又は同等の計測範囲と精度を有する装置で測定する。

なお、表B-15に規定する、同等の測定方法を用いてもよい。

表 B-15 同等の測定方法

測定装置	固有抵抗 ($\times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	等価 ファクタ	塩化ナトリウムの 等価量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
電導率計	2	1	1.56
Omega Meter ⁽¹⁾	2	1.39	2.2

注⁽¹⁾ Alpha Metals Incorporated, “Omega Meter”

B.4.4.6 電氣的性能

プリント板の電氣的性能に関する試験は、以下の方法による。

B.4.4.6.1 耐電圧

MIL-STD-202の方法301によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- 印加電圧：1000V_{AC} ピーク又は1000V_{DC}
- 印加時間：30 秒間
- 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の隣接するパターン間

B.4.4.6.2 回路

a) 導通試験

それぞれの回路又は接続されている一連の回路に2A以下の電流を流し、断線の有無を確認する。

b) 短絡試験

すべての導体の共通端子と隣接した導体の共通端子との間に250V_{DC}の電圧を印加し、短絡の有無を確認する。

B.4.4.6.3 接続抵抗

0.5m Ω 未満の測定が可能な四端子法の計測器によって、スルーホール端子間の抵抗値を測定する。

B.4.4.7 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

B.4.4.7.1 スルーホール引き抜き強度

ランド部から 6mm 以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、はんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60W のものを使用し、こて先温度が 232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分 50mm の速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値 (L) に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{ (d_2)^2 - (d_1)^2 \}}{4}$$

L : 引張力 (N)

d₁ : 穴径 (cm)

d₂ : ランド径 (cm)

B.4.4.7.2 はんだ付け性

a) スルーホール

B.4.4.8.4 項の検査で作成した断面を利用して、はんだのぬれ性を検査する。

b) 表面導体

MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたフラックスに試料を浸せきした後、試料を取り出し、60 秒間フラックスをきる。はんだ槽に MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたはんだを溶融し、きれいなステンレス製のパドルでかき混ぜ、温度が 226°C ~238°C の範囲であることを確認する。試料を浸せきする直前にはんだかす及び燃えたフラックスをはんだ表面から取り除く。試料を垂直に毎秒 25mm±6mm の速さではんだ槽に入れ、4 秒±0.5 秒間保持した後、毎秒 25mm±6mm の速さで引き上げる。引き上げた後、試料を垂直の状態に保持したまま、はんだが固化するまで空冷する。このとき、急冷してはならない。はんだの固化後、導体の表面のはんだの状態を検査する。

B.4.4.8 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

B.4.4.8.1 熱衝撃

MIL-STD-202 の方法 107 によって行う。ただし、次の条件を適用する。

a) 熱衝撃〔Ⅰ〕（認定試験に適用）

試験条件は表 B-4 の温度範囲及びサイクル数とする。また、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

b) 熱衝撃〔Ⅱ〕（品質確認試験に適用）

1) ガラス布基材エポキシ樹脂の場合

試験条件 B-3 とする。また、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

2) ガラス布基材ポリイミド樹脂の場合

試験条件 F-3 とする。ただし、高温側温度を+170°Cとする。また、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

B.4.4.8.2 耐湿性及び絶縁抵抗

a) 耐湿性

MIL-STD-202 の方法 106 の最初の 6 段階を 10 サイクル実施する。試験の間、すべての層に 100V±10V_{DC} の成極電圧を印加する。10 サイクル目の段階 6 が終了した後、試料を槽から取り出し、直ちに 25°C±5°C の空気を吹き付けて乾燥させてから評価する。

b) 絶縁抵抗

MIL-STD-202 の方法 302 に従って行う。ただし、次の試験条件を適用する。

1) 試験条件 : B(500V)

2)電圧印加時間：1分間

3)印加箇所：同一層内及び隣接する層間の絶縁されたパターン間

B.4.4.8.3 耐ホットオイル性

試料を $120^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ で2時間乾燥し、室温まで冷却する。次に、 $260^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ の油又はワックスに5秒間浸せきした後、室温まで冷却するサイクルを1サイクルとして、これを10サイクル実施する。

B.4.4.8.4 熱ストレス

試料を $121^{\circ}\text{C}\sim 149^{\circ}\text{C}$ に2時間保持し、水分を除去する。その後、デシケータ中のセラミック板の上に置いて冷却する。それから、個別仕様書に規定されたフラックスを塗布し、はんだ槽 [Sn : $63\%\pm 5\%$ 、温度 : $288^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$] に10秒間浮かべる。試料を絶縁板上に置いて冷却してから、外観の異常の有無を確認した後、B.4.4.2.2項 a)で作成した断面を使用して内層銅箔のクラックの有無及びラミネードボイドを検査する。はんだの温度の測定は、溶融はんだの表面から50mmを超えないところで行う。

B.4.4.8.5 耐放射線性

大気中において、試料に γ 線(コバルト60)を1時間当たり $0.5\times 10^4\text{Gy}\sim 1\times 10^4\text{Gy}$ の割合で、総放射線量が $1\times 10^4\text{Gy}$ となるように照射する。照射後、試料の各部に劣化がないことを目視によって検査する。さらに、B.4.4.6.1項及びB.4.4.8.2項 b)に従って耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗と耐電圧は同じ回路で測定する。

付則 C

ガラス布基材エポキシ樹脂絶縁ディスクリートワイヤ配線板

C.1. 総則	C-1
C.1.1 適用範囲	C-1
C.1.2 区分	C-1
C.1.3 部品番号	C-1
C.1.3.1 基材記号	C-1
C.1.3.2 熱伝導材の種類	C-3
C.2. 適用文書など	C-3
C.2.1 参考文書	C-3
C.3. 要求事項	C-3
C.3.1 認定の範囲	C-3
C.3.2 材料	C-3
C.3.2.1 銅張積層板及びプリプレグ	C-4
C.3.2.2 ワイヤ及びワイヤ接着シート	C-4
C.3.2.3 熱伝導材	C-4
C.3.2.4 めっき	C-4
C.3.2.5 ソルダレジスト	C-5
C.3.2.6 マーキングインク	C-5
C.3.3 設計及び構造	C-5
C.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）	C-5
C.3.3.2 プリント板の構造	C-5
C.3.3.3 導体パターン	C-5
C.3.3.4 寸法	C-6
C.3.3.5 層間接続	C-6
C.3.3.6 導体幅	C-6
C.3.3.7 ランドの導体幅	C-9
C.3.3.8 ワイヤ間隔及び導体間げき	C-9
C.3.3.9 温度範囲	C-9
C.3.4 外観、寸法、表示など	C-9
C.3.4.1 外観及び構造	C-9
C.3.4.2 寸法	C-10
C.3.4.3 表示	C-11
C.3.4.4 スルーホール	C-11
C.3.5 ワークマンシップ	C-13
C.3.5.1 そり及びねじれ	C-13

C.3.5.2 修理	C-14
C.3.6 めっき密着性及びオーバハング	C-14
C.3.7 清浄度	C-14
C.3.8 電氣的性能	C-14
C.3.8.1 耐電圧	C-14
C.3.8.2 絶縁抵抗	C-14
C.3.8.3 回路	C-14
C.3.8.4 接続抵抗	C-15
C.3.9 機械的性能	C-15
C.3.9.1 スルーホール引き抜き強度	C-15
C.3.9.2 はんだ付け性	C-16
C.3.10 環境的性能	C-16
C.3.10.1 熱衝撃	C-16
C.3.10.2 耐ホットオイル性	C-16
C.3.10.3 熱ストレス	C-16
C.3.10.4 耐湿性	C-17
C.3.10.5 耐放射線性	C-17
C.4. 品質保証条項	C-17
C.4.1 工程内検査	C-17
C.4.2 認定試験	C-18
C.4.2.1 試料	C-18
C.4.2.2 試験項目及び試料数	C-18
C.4.3 品質確認試験	C-27
C.4.3.1 品質確認試験（グループA）	C-27
C.4.3.2 品質確認試験（グループB）	C-27
C.4.4 試験方法	C-28
C.4.4.1 試験条件	C-28
C.4.4.2 外観、寸法、表示など	C-28
C.4.4.3 ワークマンシップ	C-31
C.4.4.4 めっき密着性及びオーバハング	C-31
C.4.4.5 清浄度	C-32
C.4.4.6 電氣的性能	C-32
C.4.4.7 機械的性能	C-33
C.4.4.8 環境的性能	C-34

付則 C

ガラス布基材エポキシ樹脂絶縁ディスクリートワイヤ配線板

C.1. 総則

C.1.1 適用範囲

この付則は、プリント配線板のうち、ディスクリートワイヤ配線板（以下、「プリント板」という）に適用し、それらの要求事項、品質保証条項などを規定する。このプリント板とは、金属芯を設けない汎用構造のもの、銅板を設けた高放熱構造のもの、銅・インバー・銅クラッド板（以下、「CIC」という）を設けた高放熱・低熱膨張構造のものをいう。

C.1.2 区分

プリント板の種類を表 C-1、それぞれの基本構造を図 C-1 に示す。

表 C-1 区 分

区 分	構 造	熱伝導材
I	汎用構造	無し
II	高放熱構造	銅板
III	高放熱・低熱膨張構造	CIC

C.1.3 部品番号

プリント板の部品番号は次の例のように表す。ただし、QPL から QML に移行した場合は、QPL と同じ部品番号を使用することができる。詳細は、個別仕様書による。

例 JAXA⁽¹⁾2140 / C 501 GF N 4
個別番号 基材記号 熱伝導材の種類 内層回路数
(C.1.3.1 項) (C.1.3.2 項)

注⁽¹⁾ “JAXA” は、宇宙開発用共通部品等であることを示す。“J” と省略できる。

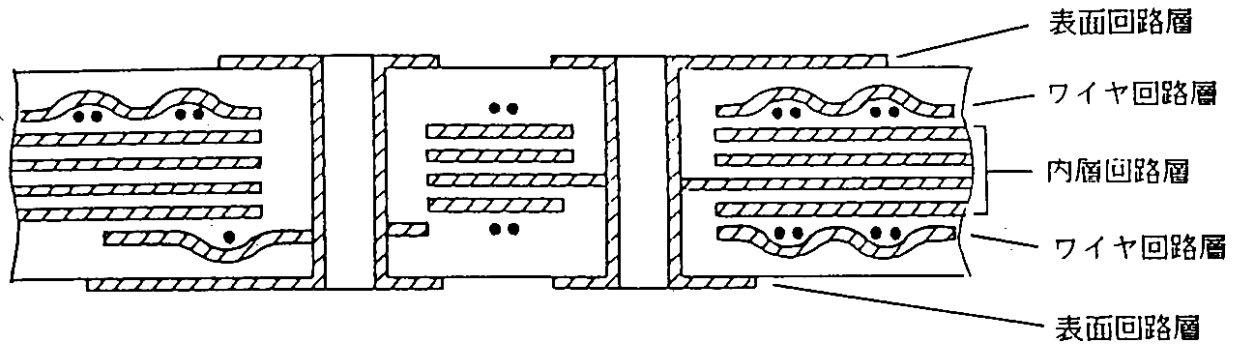
C.1.3.1 基材記号

基材記号は、表 C-2 による。

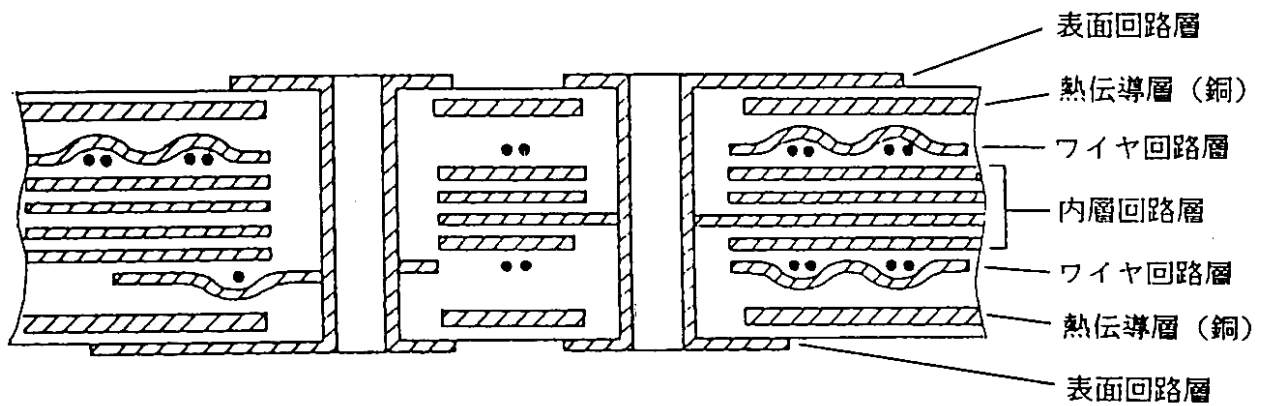
表 C-2 基材記号

基材記号 ⁽¹⁾	絶縁板材料
GF	IPC-4101、JPCA/NASDA-SCL01 による ガラス布基材エポキシ樹脂

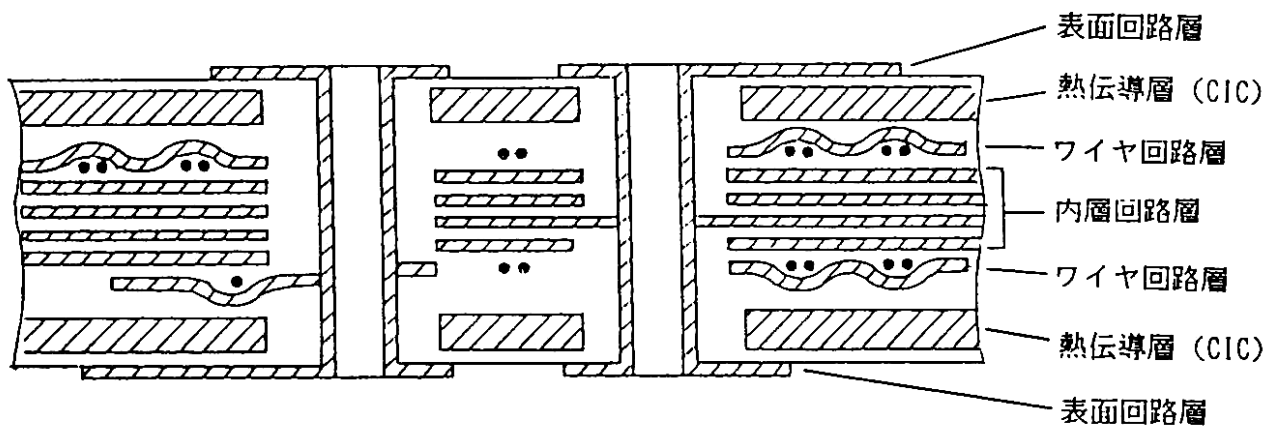
注⁽¹⁾ GF の適用規格については、個別仕様書に記載する。



区分I 汎用構造例



区分II 高放熱構造例



区分III 高放熱・低熱膨張構造例

図 C-1 プリント板の基本断面図

C.1.3.2 熱伝導材の種類

熱伝導材の種類は、1英大文字で表し、表C-3による。

表 C-3 熱伝導材の種類

記号	熱伝導材の種類
N	金属芯無し
C	銅板
I	CIC

C.2. 適用文書など

C.2.1 参考文書

次の文書は、この付則の参考文書とする。

- a) MIL-PRF-55110 Performance Specification Printed Wiring Board, Rigid, General Specification for
- b) IPC-DW425 Design and End Product Requirements for Discrete Wiring Boards

C.3. 要求事項

C.3.1 認定の範囲

認定されるプリント板の範囲は、C.3.2項からC.3.10項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足するプリント板の製造ラインを用いて製造される製品群で、表C-4に示す熱伝導材の種類とし、最大内層回路層数で該当区分を認定し、その層数以下の範囲のものとする。めっきはC.3.2.4項に規定するめっきの1種類の認定をもって他のめっきも認定される。また、ソルダレジストインクは、認定試験時に使用したものを認定の範囲とする。したがって、この認定の範囲内において個別仕様書で規定する個々の製品を供給することができる。最大板厚は個別仕様書に規定しなければならない。

なお、より詳細な認定の範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

表 C-4 認定の範囲

区分	熱伝導材	熱伝導層数	表面回路層数	ワイヤ回路層数	最大内層回路層数
I	—	0	2	2	4
II	銅	2	2	2	4
III	CIC	2	2	2	4

C.3.2 材料

プリント板に使用する材料は3.3項によるほか、次による。

C.3.2.1 銅張積層板及びプリプレグ

銅張積層板及びプリプレグは、適用規格の IPC-4101 又は JPCA/NASDA-SCL 01 によるものとし、図面に指定されたものを使用しなければならない。銅張積層板の絶縁層厚は 0.08mm（公称）以上でなければならない。また、プリプレグの厚さは 0.05mm（公称）以上でなければならない。基材のタイプに関わらず、金属箔の種類は銅箔とする。最外層に用いる銅箔の厚さは 18 μ m（公称）以上、内層銅箔の厚さは、35 μ m 以上（公称）でなければならない。

使用する材料の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。

C.3.2.2 ワイヤ及びワイヤ接着シート

ワイヤの絶縁被覆は、ポリイミド樹脂を主成分とした絶縁層を有し、絶縁層の外側にフェノキシ・エポキシ樹脂を主成分とした接着層が形成されたものでなければならない。ワイヤの銅線径は 0.10mm（公称）以上、絶縁被覆の厚さは 0.01mm（公称）以上でなければならない。

ワイヤ接着シートはフェノキシ・エポキシ系の樹脂を主成分とするものを使用しなければならない。

C.3.2.3 熱伝導材

区分Ⅱ、Ⅲのプリント板には、以下の熱伝導材を用いなければならない。

- a) 区分Ⅱの高放熱構造に用いる熱伝導材には銅を使用し、その銅の純度は 99.8%以上、厚さは 0.15mm（公称）以下でなければならない。
- b) 区分Ⅲの高放熱・低熱膨張構造に用いる熱伝導材には CIC を使用し、その CIC の厚さは 0.15mm（公称）以下でなければならない。

C.3.2.4 めっき

めっきは本仕様書に規定された種類の中から選定しなければならない。すべてのスルーホールは銅めっきで構成されていなければならない。めっき厚さはこの仕様書の規定に合致していなければならない。

必要に応じて表面めっきを施すことができる。表面めっきの種類、適用部分は発注者が承認した図面などに従わなければならない。ランド部とスルーホールは同種の表面めっきで構成されていなければならない。

C.3.2.4.1 無電解銅めっき

スルーホールの電解めっきの前工程として、絶縁材料上に導電層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

C.3.2.4.2 電解銅めっき

電解銅めっきは銅99.5%以上の純度を有するものでなければならない。

C.3.2.4.3 ENEPIGEG（無電解ニッケル／無電解パラジウム／置換金／無電解金）

EN（無電解ニッケル）／EP（無電解パラジウム）／IG（置換金）／EG（無電解金）めっきは、銅回路パターン上に下地めっきとしてENめっきを行い、その上にEPめっきを施し、更にその上にIG+EGめっきを行うものとする。

ENめっきはニッケル・リンタイプ、EPめっきは純パラジウムタイプ、EGめっきは非シアンタイプ、IGめっきはシアンタイプを用いる。

なお、EPめっきの純度は99.9%以上、EGめっきの純度は99.9%以上とする。

C.3.2.5 ソルダレジスト

ソルダレジストはIPC-SM-840、クラスH相当であること。

C.3.2.6 マーキングインク

マーキングインクは、溶剤などで容易に消滅しないエポキシ系インクで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

C.3.3 設計及び構造

C.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

プリント板は、この仕様書に基づいて製造図面化する。製造図面におけるすべての位置表示は、原則として、製造図面上の格子の交点を利用して示さなければならない。この場合格子間隔は原則として1.27mmとし、格子の交点からはずれる位置については、寸法をつけなければならない。ただし、CAD設計したデータで製造図面化され、同一のデータによりアートワークマスタ（又は製造用原版）が作成される場合は、交点の表示及び格子の交点から外れる位置についての寸法表示を省略してもよい。

製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）及びネットリストは、調達者が承認したものでなければならない。製造図面とアートワークマスタ（又は製造用原版）との間に相違がある場合には、製造図面が優先する。

C.3.3.2 プリント板の構造

プリント板は、内層にエッチングで形成した回路層2層又は4層、その外層にワイヤ信号層2層、表面にエッチングで形成した回路層2層を基本的な構造とする。放熱性を付与する熱伝導層を、表面回路とワイヤ信号層との間に設けなければならない。電源・グランド層が4層であるプリント板の構造を図C-1に示す。

C.3.3.3 導体パターン

プリント板の内層及び表面層の回路パターンは、承認されたアートワークマスタ（又は製造用原版）に合致していなければならない。また、ワイヤ信号パターンは承認された布線パターンに合致していなければならない。

C.3.3.4 寸法

プリント板の各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法公差は、特に指定のないかぎり表 C-5 のとおりでなければならない。

表 C-5 寸法公差

単位 mm

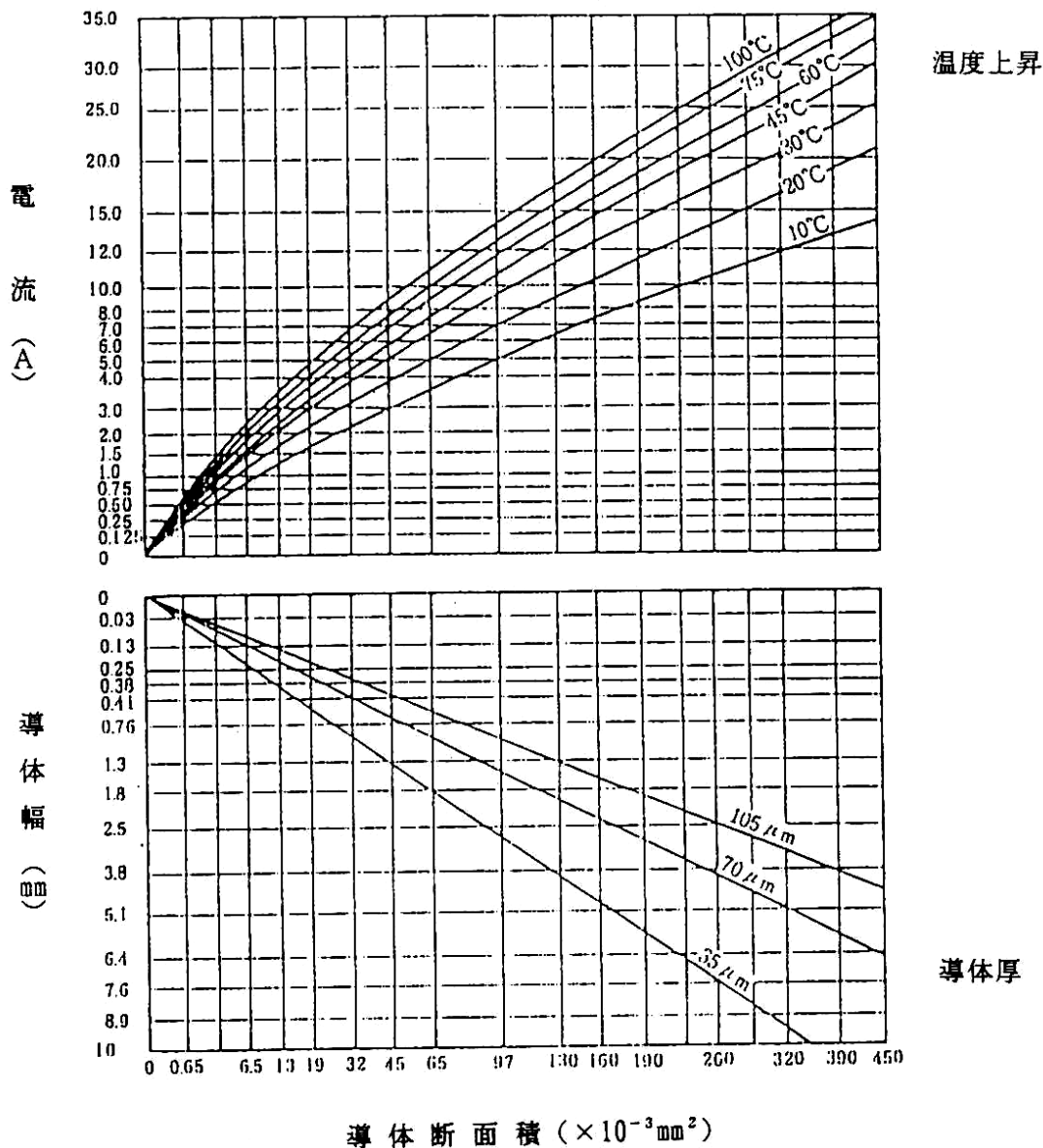
項 目	寸 法 公 差
外形寸法	100 以下に対して ± 0.3 とし、100 を超えるものについては 50 毎について 0.05 を加える。
仕上り穴径	すべての穴径に対して $^{+0.10}_{-0.15}$ とする。
導 体 幅	すべての導体幅に対して ± 0.10 とする。ただし、最小仕上がり導体幅は 0.08 とする。
導体間げき	すべての導体間げきに対して -0.10 とし、プラス側は規定しない。ただし、外層の最小仕上がり導体間げきは 0.13 とする。

C.3.3.5 層間接続

プリント板の各層間の接続は、スルーホールによらなければならない。

C.3.3.6 導体幅

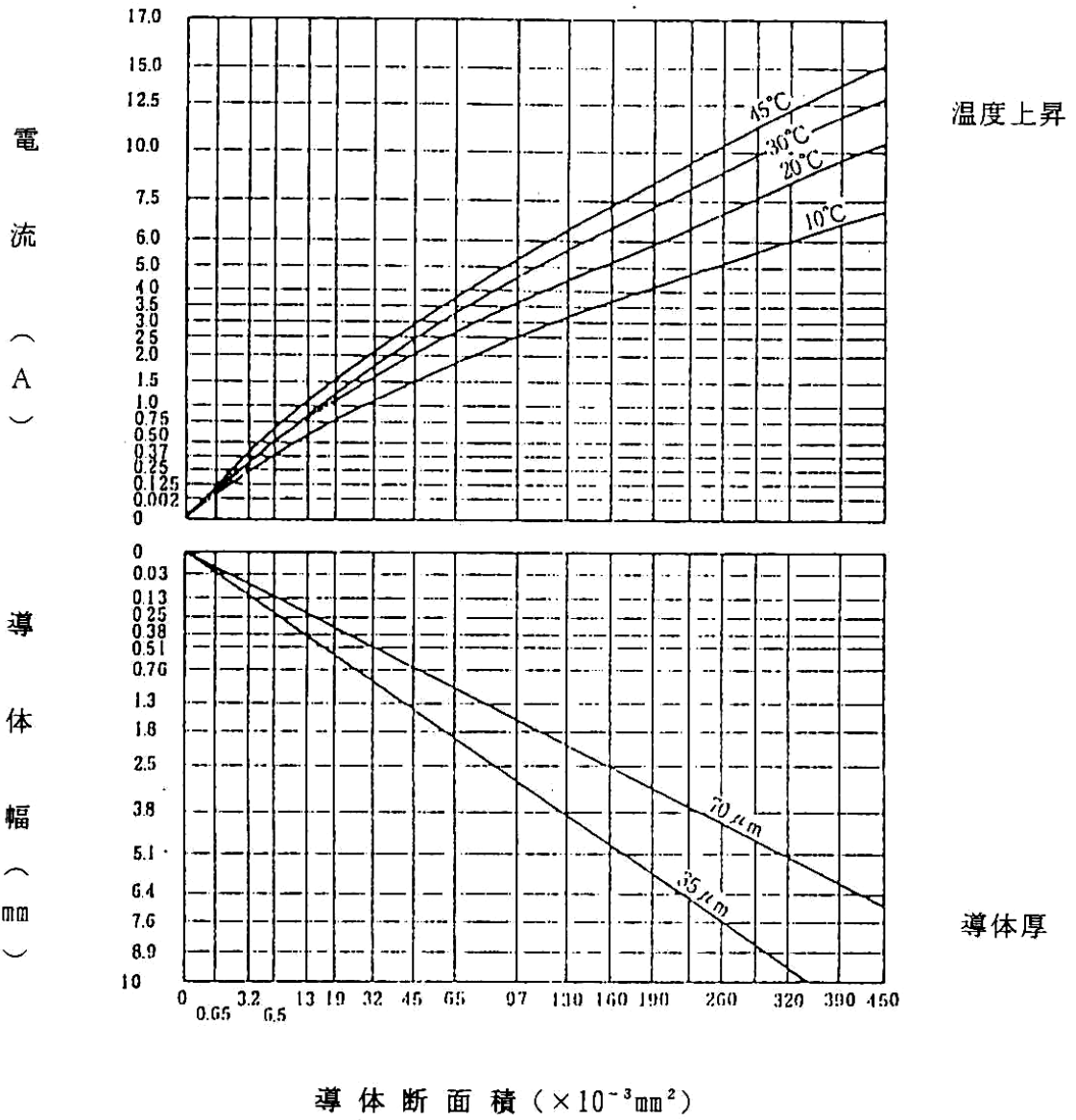
導体幅は設計値において 0.13mm 以上でなければならない。また、外層及び内層の導体幅は図 C-2 及び図 C-3 を参考に設計しなければならない。



備考

- (1) このグラフは、導体断面積とその電流値及び室温からの温度上昇との関係を算出するためのものである。前提条件として導体表面積は隣接する絶縁板表面積に比べて、相対的に小さいと想定してある。エッチング精度、導体厚、導体幅及び導体断面積に対する一般公差を考慮し、このグラフの許容電流は10%の余裕を見込んである。
- (2) 次の場合には、さらに15%（電流値として）の余裕を持たせることが望ましい。
 - a) 絶縁層厚が0.8mm未満のとき。
 - b) 導体厚が105 μm 以上のとき。
- (3) 一般に許容温度上昇は、プリント板の安全最高動作温度とプリント板が使用される場所の最高温度との差である。
- (4) 単体としての導体に対しては、このグラフから、各温度上昇に対する導体幅、導体断面積及び許容電流（電流容量）を直読してもよい。
- (5) 類似な導体が平行して配列されているグループに対して、相互の間隔が狭い場合には、温度上昇は、等価断面積及び等価電流とから求められる。
等価断面積は、各平行導体の断面積の総和であり、等価電流は、各導体の電流値の総和である。
- (6) このグラフは、発熱部品を取り付けたために生じる加熱は考慮されていない。
- (7) 導体厚には、銅以外の金属のめっき厚みは含まない。

図 C-2 導体幅（外層）



備考

(1) この図には、この付則の図 C-2 の備考(1)~(7)を適用する。

図 C-3 導體幅 (内層)

C.3.3.7 ランドの導体幅

ランドの導体幅の設計値は、部品リードを挿入しないスルーホールにおいては0.25mm以上、部品リードを挿入するスルーホールにおいては0.30mm以上、また、ノンスルーホールにおいては0.55mm以上でなければならない。

C.3.3.8 ワイヤ間隔及び導体間げき

C.3.3.8.1 ワイヤ間隔

平行ワイヤの最小間隔は、設計値において0.3mmでなければならない。ワイヤ交差部については規定しない。

C.3.3.8.2 導体間げき

回路導体の最小間げきは設計値において0.20mm以上とする。ただし、具体的な導体間げきは表C-6による。

表 C-6 導体間げき及びワイヤ間隔（設計値）

導体間電圧範囲 (DC 又は ACp-p (V))	最小間げき (mm)	最小平行ワイヤ間隔 (mm)
0 ~ 15	0.20	0.3 {12 mil}
16 ~ 30	0.25	
31 ~ 50	0.38	
51 ~ 100	0.51	
101 ~ 300	0.76	
301 ~ 500	1.52	
501 以上	(0.003×V) +0.1	

C.3.3.9 温度範囲

プリント板の使用温度範囲は、-65°C~+125°Cでなければならない。

C.3.4 外観、寸法、表示など

C.3.4.1 外観及び構造

C.3.4.1.1 導体パターン

導体パターンは、承認された又は支給されたアートワークマスタ（又は製造用原版）に合致しなければならない。

C.3.4.1.2 外観

プリント板表面にはクラック及び穴の周囲から剥離があってはならない。個々の層又は基材にデラミネーションがあってはならない。基板表面下のミーズリング、クレイジングは、その面積がプリント板面積の1%以下で、導体の間げきの減少が25%以下であれば許容される。プリント板エッジのクレイジングは、近接した導体との間げきが図面に規定された最小導体間げき又は1.6mmのいずれか小さい方の値以上であれば許容される。

硬化したソルダレジストには、粘着性、ブリスタ、デラミネーションがあってはならない。著しく外観を損なうかすれ、剥がれ、表面荒れ及び色むらや余分な導体の露出がないこととする。また、ソルダレジストはランド部へ付着してはならない。特に指定がない限り、スクラッチ、ピンホールなどは塗布されるべき導体が被覆されていれば許容する。

ソルダレジスト塗布範囲及び導体パターンとソルダレジストの位置ずれは、製造図面の規定を満足しなければならない。

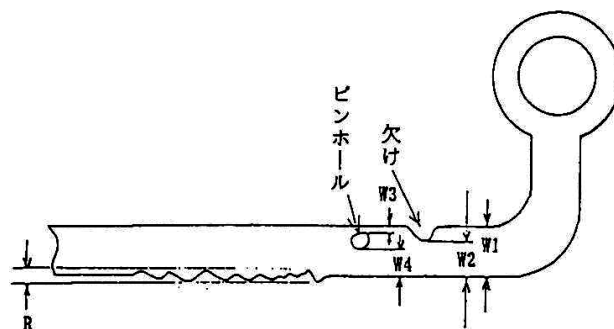
C.3.4.2 寸法

C.3.4.2.1 外形

外形寸法、仕上がり穴径及び導体間げきは、表C-5のとおりでなければならない。

C.3.4.2.2 導体

導体は裂け目やクラックがあってはならない。導体端部の荒れや欠け、ピンホール、スクラッチによる絶縁板の露出などの欠損によって、導体幅は最小仕上がり導体幅の80%を下回ってはならない。ただし、仕上がり導体幅は0.08mm以上とする。また、欠損の長さは、導体幅（設計値）を超えてはならず、幅0.05mmを超える欠損については、1導体内に1個以内、かつ、プリント板上100mm×100mmの単位面積あたり1個以内でなければならない。側面の粗さは、任意の13mmの長さの範囲において、粗さの山と谷の差が0.13mm以下でなければならない（図C-4参照）。



$$W1 \geq (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$$

$$W2 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$$

$$W3 + W4 \geq 0.8 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$$

$$R \leq 0.13 \text{ (mm)} \text{ ただし、任意の } 13\text{mm の長さの範囲において}$$

図 C-4 導体の欠陥

C.3.4.3 表示

C.4.4.2.1 項に基づき試験したとき、a)~d)の要求を満足しなければならない。また、C.4.4.2.3 項に基づき試験したとき、e)の要求を満足しなければならない。

- a) 特に指定のないかぎり、プリント板には、部品番号、製造年月、認定取得業者名又は識別符号及び製品一連番号又はロット番号を表示しなければならない。製品一連番号は、全製造工程にわたって追跡管理が可能ないように付与されていなければならない。
- b) 表示は部品リードを挿入する穴及び表面実装用のランドにかかってはならない。
- c) 導体と同一工程で残る金属、C.3.2.6 項で規定したマーキングインク又はレーザーマーキングで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。
- d) プリント板への表示が不可能な場合は、タグなどで表示してもよい。
- e) 表示は目視により、判読できなければならない。

C.3.4.4 スルーホール

C.4.4.2.2 項によって試験したとき、スルーホールにはクラック、導体接続部の剥離、ガラス繊維の突出がなく、ランド部から連続的、かつ、なめらかにめっきされていなければならない。また、ノジュールによって、スルーホール内の穴径が製造図面の最小要求値を下回ってはならない。

穴壁とスルーホールめっきの境界部のレジソリセッションは、スルーホールめっきの壁面からの最大深さが $80\mu\text{m}$ 以下であり、スルーホールめっきに沿った累積基材厚（基材厚の合計）の 40% 以下であれば許容する（図 C-5 参照）。

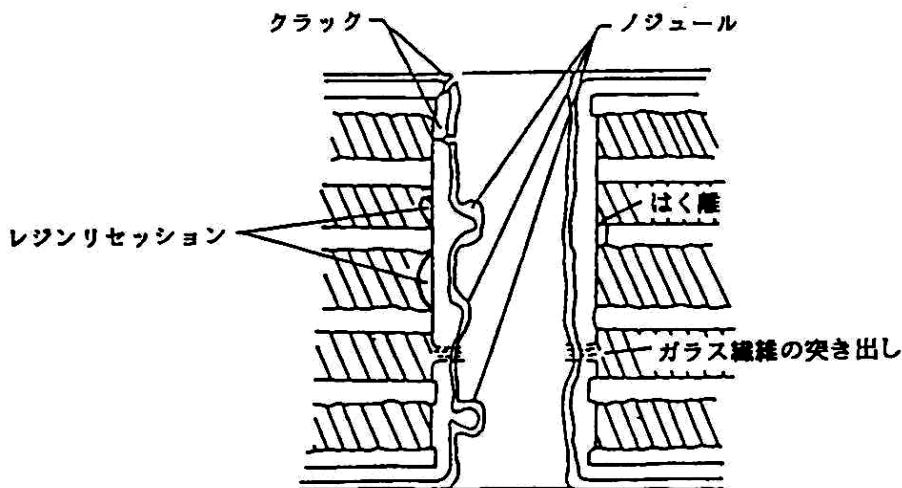


図 C-5 スルーホールの欠陥

a) ボイド

スルーホール内部について、ボイドは、1 個のスルーホールあたり 3 個以下、その大きさは周長の合計がスルーホール円周の 10% 以下、垂直方向の長さの合計が穴壁の長さの 5% 以下でなければならない。また、導体パターンとの接続部、又は同一層における穴壁の両側及びワイヤ接続部にボイドがあってはならない（図 C-6 参照）。

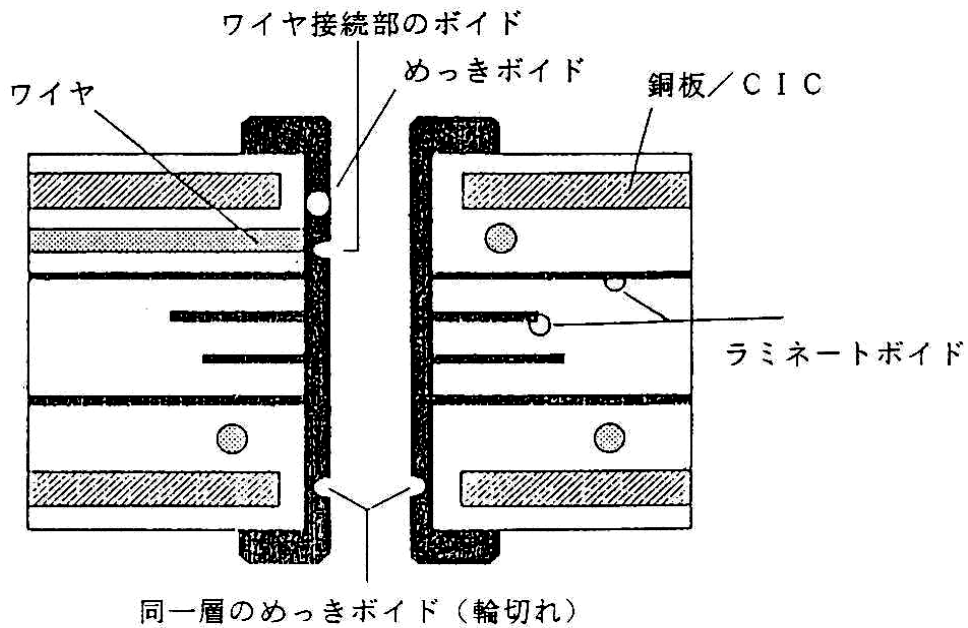


図 C-6 めっきボイド、ラミネートボイド

b) 内層接続

スルーホールと内層導体の接続部のレジンスミアは、水平方向では円周長の 25%以下、垂直方向では同一層の接続部において 50%以下でなければならない。ワイヤ接続部のレジンスミアは、同一層の接続部でワイヤ直径の 50%以下でなければならない。また、ネイルヘッドは金属箔厚さの 50%以下でなければならない。ただし、ワイヤ接続部のネイルヘッドについては規定しない（図 C-7 参照）。

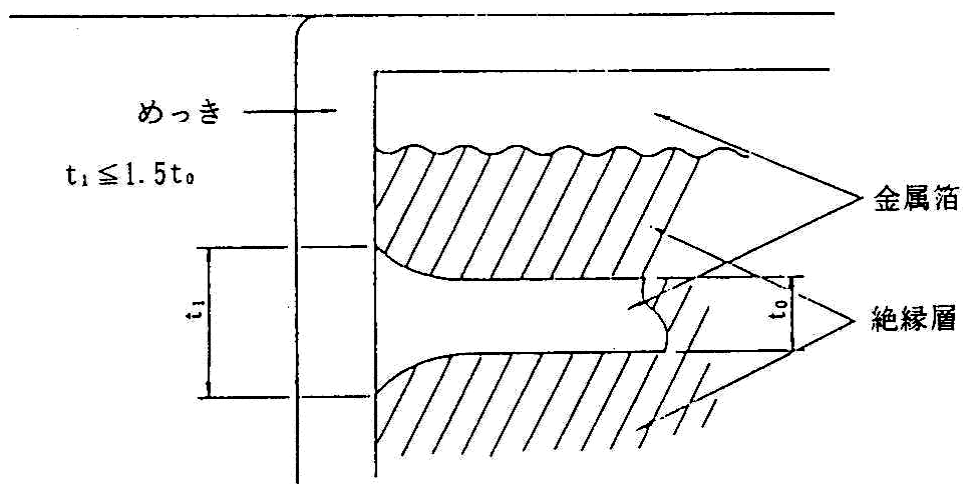


図 C-7 ネイルヘッド

c) めっきなどの厚さ

めっきの厚さは、表 C-7 のとおりでなければならない。

表 C-7 めっきなどの厚さ

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ
無電解銅めっき	設計値は30以上
電解銅めっき	設計値は30以上 ただし、無電解銅めっきと電解銅めっきの仕上がり合計値は45以上
EN：無電解ニッケルめっき ⁽¹⁾	3.00～8.00
EP：無電解パラジウムめっき ⁽¹⁾	0.05～0.36
IG+EG：置換金めっき+無電解金めっき ⁽¹⁾	0.10～0.40

注⁽¹⁾図面などの指定に合致しなければならない。特に指定のない場合はこの値に従わなければならない。

d) 層相互間のずれ

ワイヤ層を除く層相互間のずれは0.35mm以下でなければならない。

e) 絶縁層厚

導体層間の絶縁層厚は、0.08mm以上でなければならない。ワイヤ交差部については規定しない。

f) ランドの導体幅

C.4.4.2.2項f)に従って、内層及び外層のランドの導体幅をそれぞれ測定したとき、スルーホールについては45μm以上、ノンスルーホールについては0.38mm以上欠陥のない導体幅でなければならない。

g) アンダカット

導体の側面におけるアンダカットは、銅箔と銅めっきの合計厚さ以下でなければならない。

h) スルーホールめっきと内層導体の間げき

スルーホールめっきと内層導体の間げきは0.20mm以上でなければならない。

C.3.5 ワークマンシップ

プリント板の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなどプリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は、限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

C.3.5.1 そり及びねじれ

C.4.4.3.1項に基づき試験したとき、製造図面に特に規定のないかぎり、そり及びねじれは1.5%以下でなければならない。

C.3.5.2 修理

絶縁体及び導体は修理してはならない。ただし、余剰導体の除去及び軽微なソルダレジストの修正はしても良い。

C.3.6 めっき密着性及びオーバハング

C.4.4.4 項に基づき試験したとき、めっき、導体の剥離又は浮き上がり若しくは導体エッジからスリバが発生してはならない。

C.3.7 清浄度

C.4.4.5 項に基づき試験したとき、清浄度は次の要求を満足しなければならない。

- a) ごみ、油、腐食、腐食生成物、塩、すす、グリス、指紋、離型剤、異物、残留フラックスなどの汚れ及びイオン性の汚れが無いこと。
- b) 抽出溶液の固有抵抗は $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であること。

C.3.8 電氣的性能

プリント板は、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

C.3.8.1 耐電圧

C.4.4.6.1 項に基づき試験したとき、フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

C.3.8.2 絶縁抵抗

C.4.4.6.3 項に基づき試験したとき、ワイヤ交差部、平行ワイヤ間、表面回路層、内層回路層及び熱伝導層間の絶縁抵抗は $500\text{M}\Omega$ 以上でなければならない。

C.3.8.3 回路

C.4.4.6.4 項に基づき試験したとき、回路パターン及びワイヤに断線又は短絡があってはならない。

C.3.8.4 接続抵抗

a) 製品 (No.1~No.6)

C.4.4.6.2 項に基づき試験したとき、各導体層を経由する回路では、両端のランド間の抵抗値は、次式で求められる値 (R_i) を超えてはならない。

1 回の測定で、全層の接続抵抗が測定できない場合は、その測定に含まれない層の接続抵抗を別途測定し、漏れのないようにしなければならない。

$$R_i = 2\rho \frac{\ell}{W \cdot t} \quad (m\Omega)$$

ρ : 導体を形成する主な金属の 20°C における体積抵抗率 ($m\Omega \cdot mm$)

ℓ : ランド間距離 (mm)

W : 導体幅 (mm)

t : 導体厚 (mm)

b) 試験パターン「G」

C.4.4.6.2 項に基づき試験したとき、接続抵抗は 1 Ω 以下でなければならない。

C.3.9 機械的性能

プリント板は、以下の機械的性能を満足しなければならない。

C.3.9.1 スルーホール引き抜き強度

C.4.4.7.1 項に基づき試験したとき、引き抜き強度は次の要求を満足しなければならない。

a) 端子強度

1380N/cm² 以上

b) 導体及びランド

C.4.4.2.1 項に基づき目視検査したとき、スルーホールの周囲にゆるみを生じてはならない。

c) スルーホール断面

C.4.4.2.2 項 a) に基づいて断面検査したとき、クラック、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。

C.3.9.2 はんだ付け性

C.4.4.7.2 項に基づき試験したとき、はんだ付け性は次の要求を満足しなければならない。

a) スルーホール

スルーホール内壁及びランド表面について、はんだの良好なぬれ性が示されなければならない。

b) 表面導体

表面導体の全面積の95%以上が均一なはんだで覆われていなければならない。また、この表面にはピンホール、ディウエット又は荒れた点の小さいものが点在してもよいが、1箇所集中してはならない。

C.3.10 環境的性能

プリント板は、以下の環境的性能を満足しなければならない。

C.3.10.1 熱衝撃

C.3.10.1.1 熱衝撃〔Ⅰ〕（認定試験に適用）

C.4.4.8.1項a)に基づき試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、C.3.8.3項の回路の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

C.3.10.1.2 熱衝撃〔Ⅱ〕（品質確認試験に適用）

C.4.4.8.1項b)に基づき試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、C.3.8.3項の回路の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

C.3.10.2 耐ホットオイル性

C.4.4.8.3 項に基づき試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、C.3.8.3 項の回路の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

C.3.10.3 熱ストレス

C.4.4.8.4 項に基づき試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体の剥離、ふくれ又はデラミネーションがあってはならない。

b) 銅箔、ワイヤ、熱伝導層

スルーホールの垂直方向の断面で、内層銅箔、ワイヤ、熱伝導層にクラックがあってはならない。

c) ラミネートボイド

同一層内又は層相互間における導体間げきが、製造図面で規定される最小導体間げきの要求を満足している場合には、最大長 76 μ m 以下でなければならない。

C.3.10.4 耐湿性

C.4.4.8.2 項に基づき試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) そり・ねじれ

1.5%以下でなければならない。

b) 耐電圧

フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

c) 絶縁抵抗

ワイヤ交差部、平行ワイヤ間、表面回路層、内層回路層及び熱伝導層間の絶縁抵抗は 500M Ω 以上でなければならない。

d) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体の剥離、ふくれ又はデラミネーションがあってはならない。

C.3.10.5 耐放射線性

C.4.4.8.5 項に基づき試験したとき、ミーズリング、デラミネーション又はウィーブテクスチャのような欠陥が発生してはならない。導体間の絶縁抵抗は 500M Ω 以上でなければならない。また、試験後 C.3.8.1 項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

C.4. 品質保証条項

C.4.1 工程内検査

工程内検査は、表 C-8 による。

表 C-8 工程内検査

番号	試験項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	試料数	
				製品	試験パターン
1	内層の外観、構造及び寸法		C.4.4.2.1	全数	全数
	外観及び構造	C.3.4.1			
	寸法	C.3.4.2			
	表示	C.3.4.3			
	ワークマンシップ(1)	C.3.5	C.4.4.3		
2	清浄度(2)	C.3.7	C.4.4.5	2(3)	—

注(1) そり及びねじれ (C.3.5.1 項) を除く。

(2) ソルダレジストが塗布される製品に対して、ソルダレジスト塗布直前に実施する。

(3) ソルダレジストを同時に形成するロットから 2 枚検査する。

C.4.2 認定試験

C.4.2.1 試料

試料は、JAXA の承認を得た、この付則の要求事項を確認するのに十分な最小導体幅、最小導体間げき及び層数を有するプリント板、並びに図 C-8 に示す試験パターンとする。

なお、試料は製品及び製品と同時に製造された試験パターンで構成されなければならない。

C.4.2.2 試験項目及び試料数

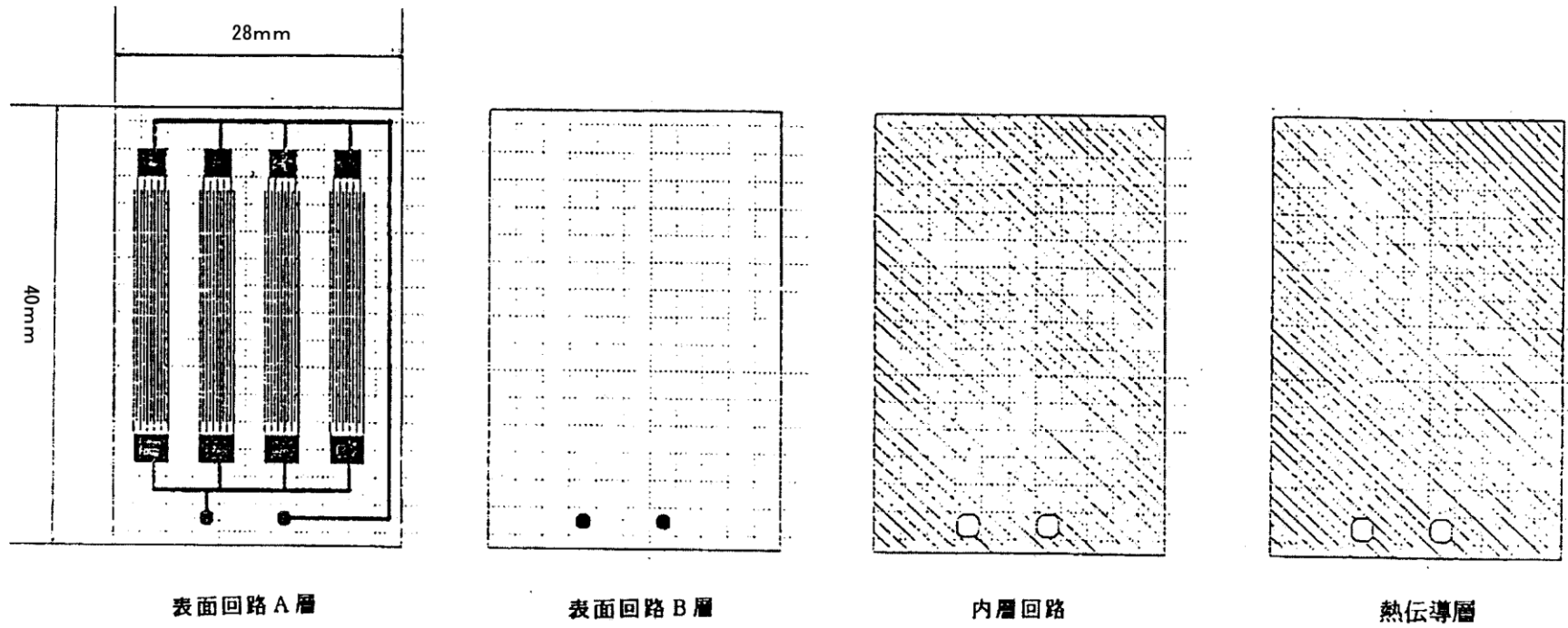
試験は表 C-9 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。I、II、III、IV 群の試験を行った後、V 群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、V 群以下の試験は群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行う。試料数は、表 C-9 の規定による。

表 C-9 認定試験

試 験		要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	試 料		許容不良数	
群	順序			項 目	番号 ⁽¹⁾		試験パター
I	1	外観寸法及び表示など 外観及び構造 寸法 表示	C.3.4.1 C.3.4.2 C.3.4.3	C.4.4.2.1	No.1~ No.6	A~G	0
	2	ワークマンシップ	C.3.5	C.4.4.3			
II	1	回 路	C.3.8.3	C.4.4.6.4	No.1~ No.6	A~E,G	
III	1	接続抵抗	C.3.8.4	C.4.4.6.2	No.1~ No.6	G	
IV	1	耐電圧	C.3.8.1	C.4.4.6.1	No.1~ No.6	A~E	
	2	絶縁抵抗	C.3.8.2	C.4.4.6.3	No.1~ No.6	A~E	
V	1	スルーホール	C.3.4.4	C.4.4.2.2	No.1	A,E,G	
VI	1	めっき密着性及び オーバハング	C.3.6	C.4.4.4	No.2	F	
	2	表 示	C.3.4.3	C.4.4.2.3	No.2	—	
VII	1	熱ストレス	C.3.10.3	C.4.4.8.4	No.3	E	
	2	はんだ付け性	C.3.9.2	C.4.4.7.2	No.3	B,E	
VIII	1	スルーホール引き抜き強度	C.3.9.1	C.4.4.7.1	No.4	F	
	2	耐ホットオイル性	C.3.10.2	C.4.4.8.3	No.4	A~E,G	
IX	1	熱衝撃 [I]	C.3.10.1.1	C.4.4.8.1 a)	No.5	A~E,G	
	2	耐放射線性	C.3.10.5	C.4.4.8.5	No.5	A~E,G	
X	1	耐湿性	C.3.10.4	C.4.4.8.2	No.6	A~E,G	
—		材 料	C.3.2	適用しない	⁽²⁾	—	適用しない

注⁽¹⁾ 供試試料は、1区分当たり6枚用意する。

⁽²⁾ 設計仕様を満足していることを示す資料を提出すること。



導 体 幅 0.13 mm
導 体 間 げ き 0.2 mm

図 C-8 試験パターン (A)

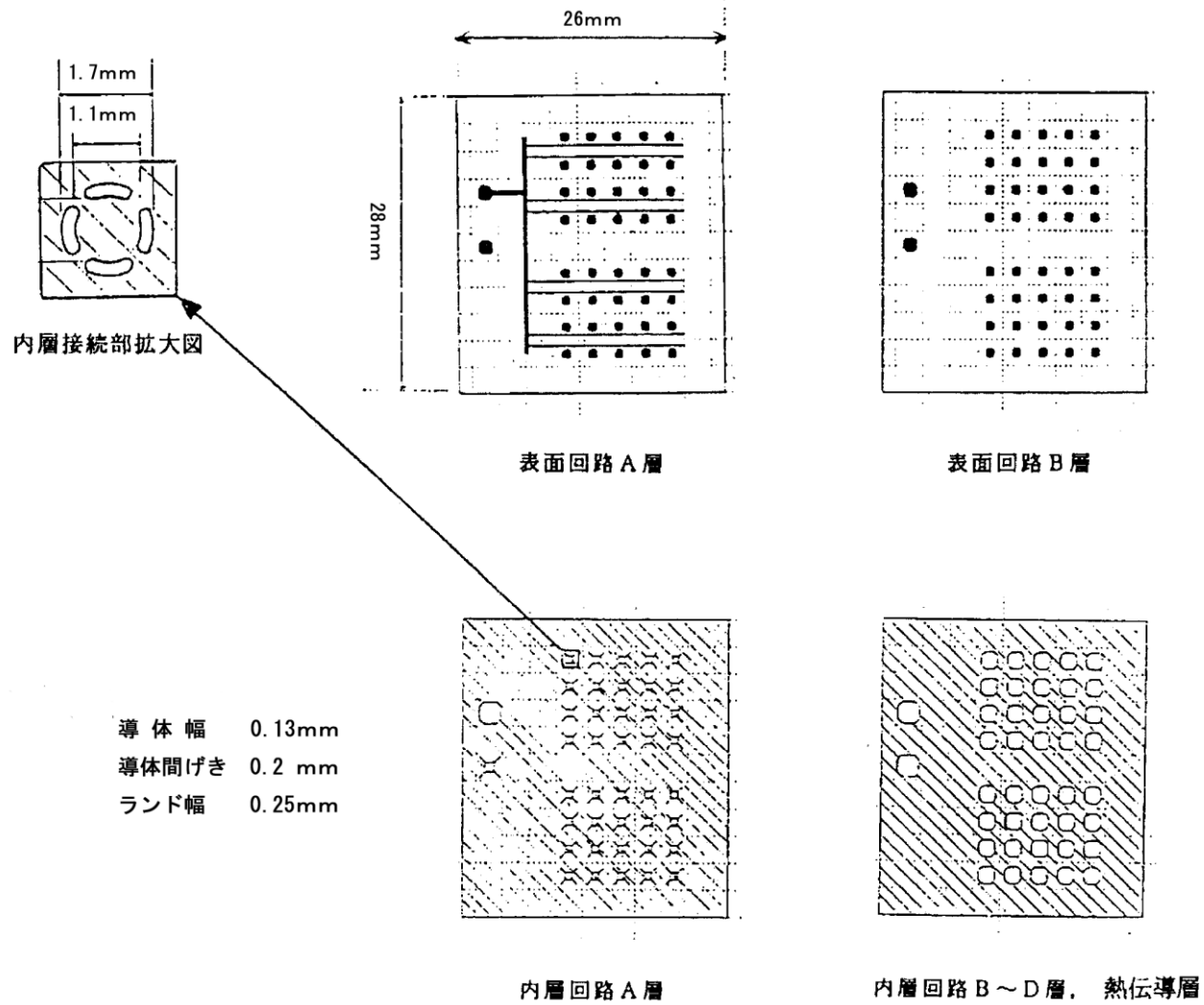
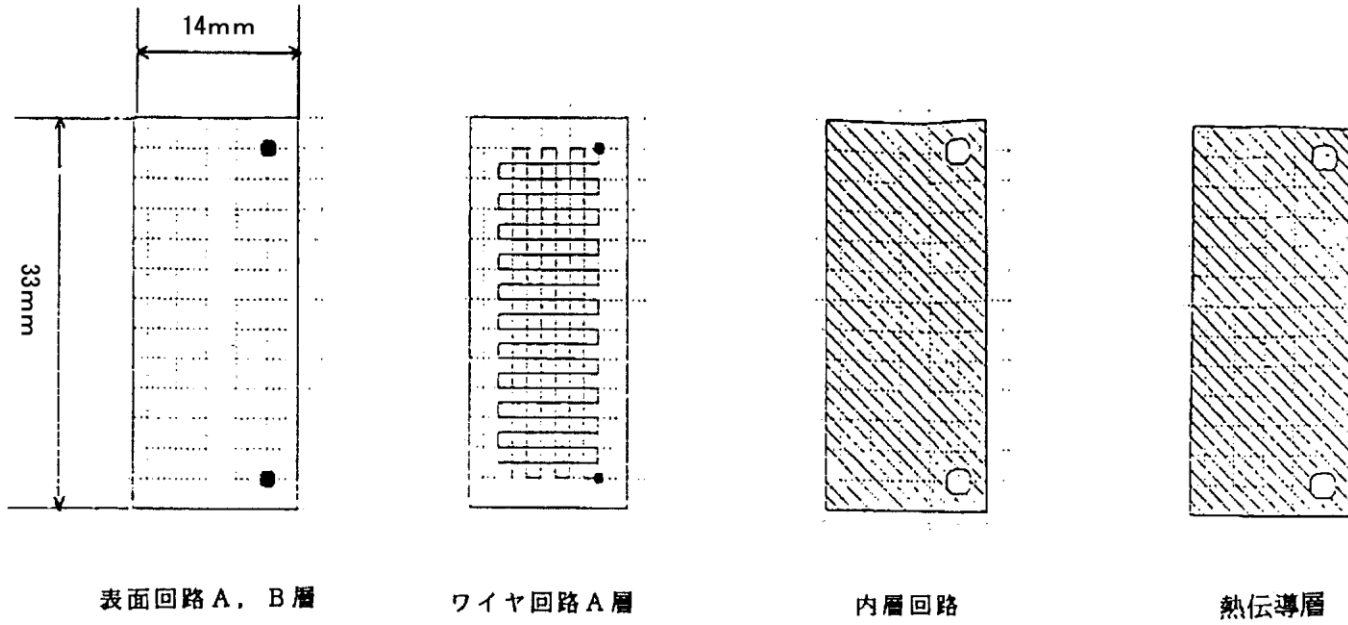
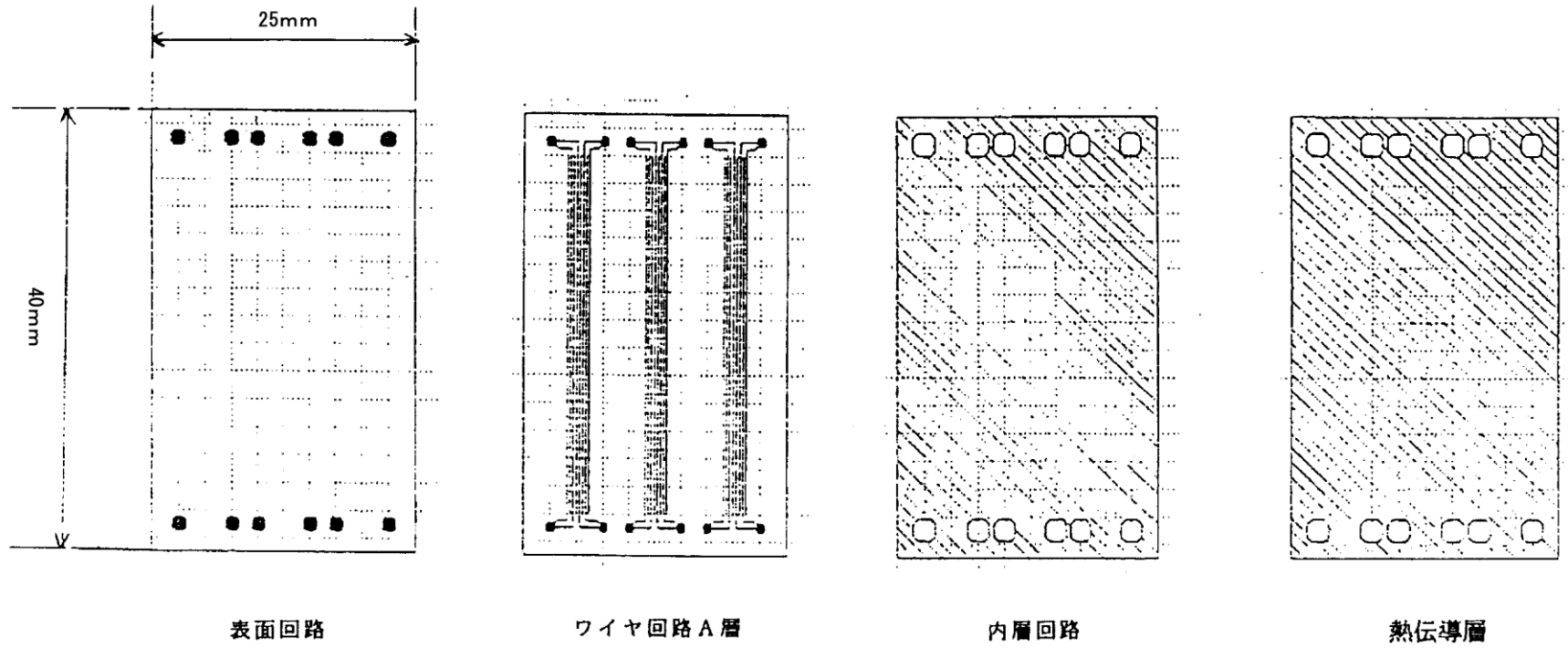


図 C-8 試験パターン (B)



ワイヤ芯線径 $\phi 0.1$

図 C-8 試験パターン (C)



ワイヤ芯線径 $\phi 0.1\text{mm}$
ワイヤ間隔 0.3mm

図 C-8 試験パターン (D)

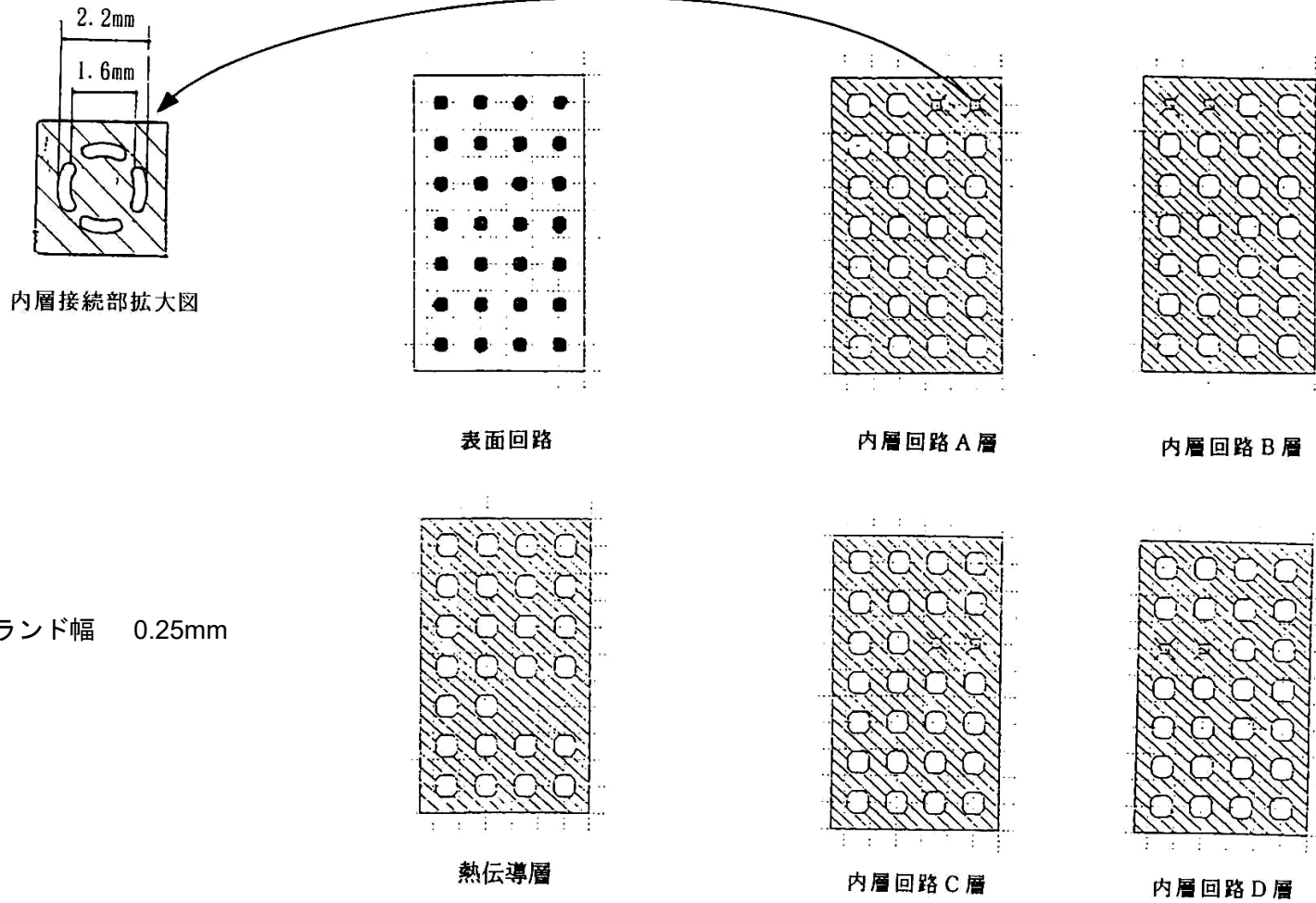
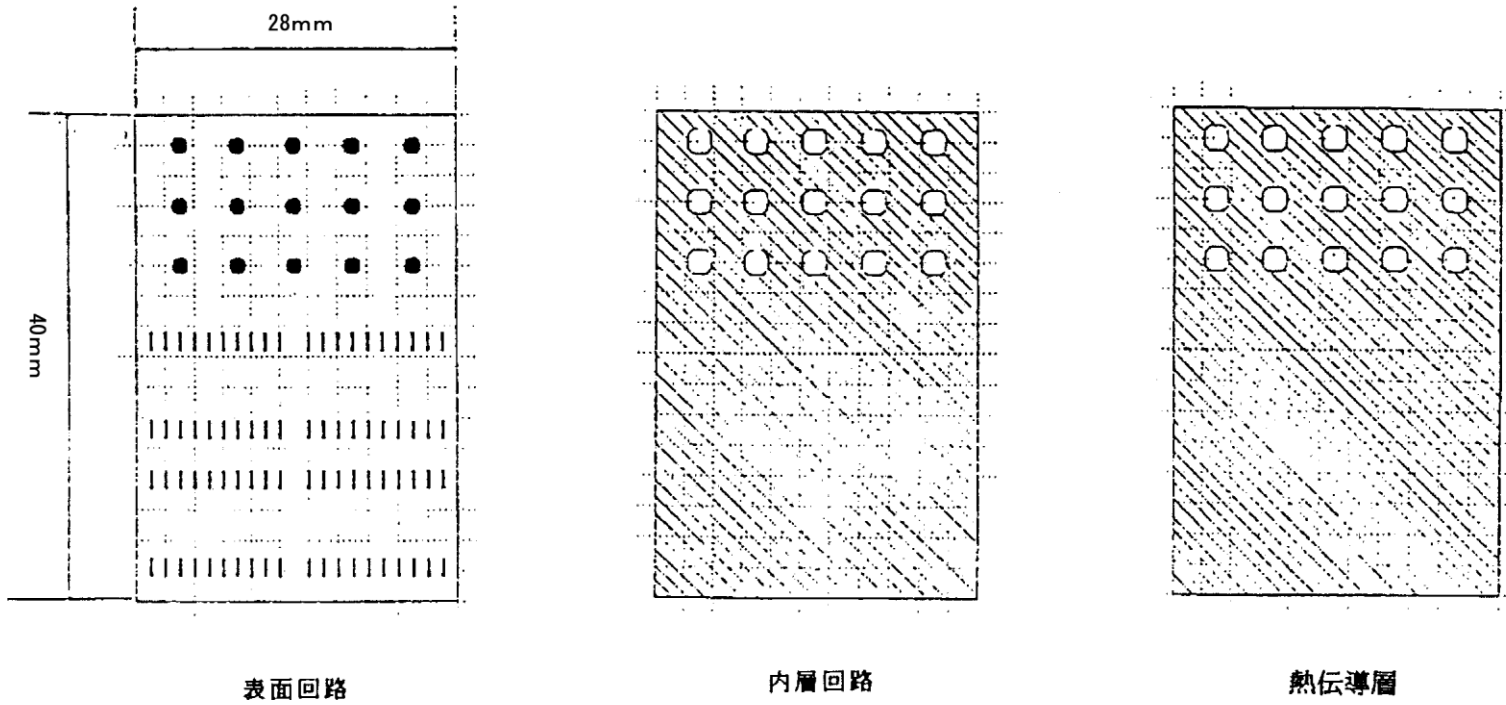


図 C-8 試験パターン (E)



ランド幅 0.25mm

図 C-8 試験パターン (F)

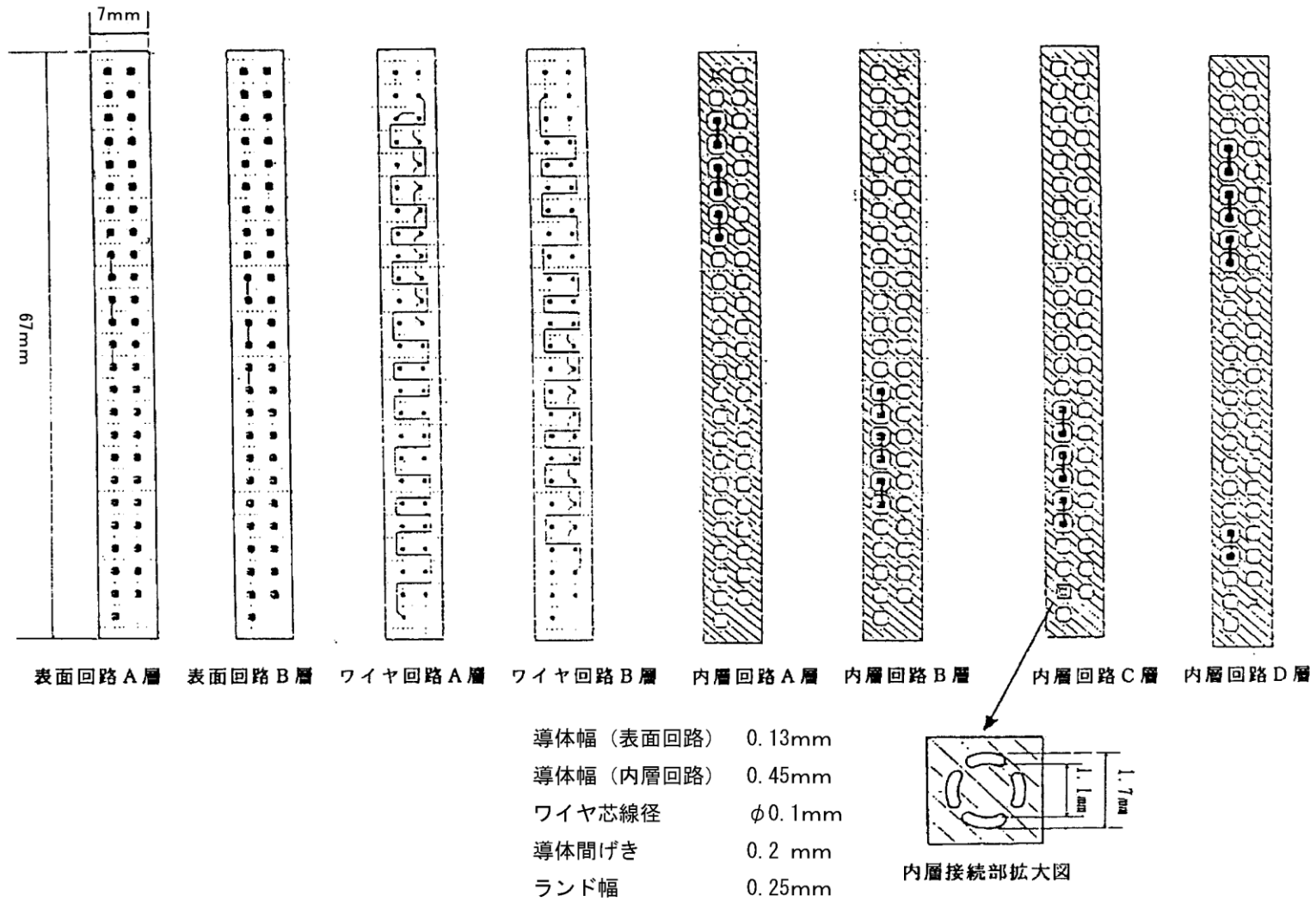


図 C-8 試験パターン (G)

C.4.3 品質確認試験

C.4.3.1 品質確認試験（グループA）

C.4.3.1.1 試料

製品は全数を試験する。また、供試する試験パターンは製品と同時に製造しなければならない。

C.4.3.1.2 試験項目及び試料数

グループA試験は、表C-10に規定する項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

表 C-10 品質確認試験（グループA）

群	順序	試験項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	試料	
					製品	試験パターン
I	1	外観、寸法及び表示など 外観及び構造 寸法 表示	C.3.4.1 C.3.4.2 (1) C.3.4.3	C.4.4.2.1	全数	A~G
	2	ワークマンシップ	C.3.5	C.4.4.3		
II	1	回路	C.3.8.3	C.4.4.6.4	全数	—
III	1	接続抵抗	C.3.8.4	C.4.4.6.2	—	G (2)
IV	1	耐電圧	C.3.8.1	C.4.4.6.1	全数	—
	2	絶縁抵抗	C.3.8.2	C.4.4.6.3	—	A~E (2)
V	1	スルーホール	C.3.4.4	C.4.4.2.2	—	G (2)
VI	1	めっき密着性及び オーバハング	C.3.6	C.4.4.4	抜取 (2)	—
VII	1	熱ストレス	C.3.10.3	C.4.4.8.4	—	E (2)
	2	はんだ付け性	C.3.9.2	C.4.4.7.2	—	B,E (2)
VIII	1	耐ホットオイル性	C.3.10.2	C.4.4.8.3	—	G (2)

注(1) 抜取検査、ただし、AQL値は2.5%を適用する。

(2) 抜取検査とし、JIS Z 9015-1の検査水準Ⅱを適用し、各試験のAQL値は2.5%とする。

C.4.3.2 品質確認試験（グループB）

C.4.3.2.1 試料

グループB試験に供する試験パターンは、グループA試験に供する試験パターンと同時に製造することができる。

C.4.3.2.2 試験項目及び試料数

グループB試験は、表C-11に規定する項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

表 C-11 品質確認試験（グループB）

試 験		要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	試 料		
群	順序			項 目	製品	試験パターン
I	1	スルーホール引き抜き強度	C.3.9.1	C.4.4.7.1	—	F ⁽¹⁾
II	1	熱衝撃 [II]	C.3.10.1.2	C.4.4.8.1 b)	—	A~E,G ⁽¹⁾
III	1	耐湿性	C.3.10.4	C.4.4.8.2	—	A~E,G ⁽¹⁾

注⁽¹⁾ 抜取検査とし、JIS Z 9015-1 の検査水準Ⅱを適用し、各試験の AQL 値は 2.5%とする。

C.4.4 試験方法

C.4.4.1 試験条件

MIL-STD-202 の 4.2 項による。ただし、基準状態は、温度 15℃~35℃、湿度 20%~80% (RH)、照度 750 ルクス以上とすること。

C.4.4.2 外観、寸法、表示など

C.4.4.2.1 外観及び構造

設計、構造、外観、寸法（導体パターン及びエッジ）、及び表示について試験する。外観は目視による。

a) 導体パターン及びエッジ

計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

b) ランドの導体幅

外層ランドの導体幅の測定には、計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用し、スルーホールめっきの内側表面からランドの端までを測定する。

C.4.4.2.2 スルーホール

a) 垂直方向の断面

穴の中心に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、穴の中心が断面の表面に出るように（垂直方向の断面を）作成する。

穴の数は1枚のワークボードから3個以上とする。ただし、その穴はワークボードの製品有効範囲外に別に設けて製作した穴でも良い。

作成した垂直方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホールの品質（ポイド、垂直方向の内部接続、層相互間のずれ、絶縁層厚、めっき厚さ）及びソルダレジストの厚さの検査に用いる。ただし、層相互間のずれの検査のための断面作成においては、穴の1個以上は多層板の長さ方向に平行に、他の1個以上はこれと直角に断面を作成しなければならない。

b) 水平方向の断面

任意のワイヤ1本を選び、ワイヤとスルーホールめっきの接続部が観察できるように、ワイヤに平行に断面を作成する。また、任意の内層導体とスルーホールめっきの接続部についても同様に断面を作成する。作成したそれぞれの断面を、樹脂に埋め込み平行に研磨する。研磨によってそのワイヤ及び導体層が断面の表面に出るように作成する。

作成したそれぞれの断面は50～100倍の倍率で、ワイヤ及び内層導体の接続部の品質（水平方向の内部接続）の検査に用いる。

c) めっき厚さ

- 1) C.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して、最小200倍の倍率で測定する。めっき厚さは1個の穴について3箇所を計測し、その平均値をとる。測定値に他の値と大きな差がある場合は、平均値をとるためには使用しない。
- 2) 光学的測定器による断面観察で測定できないめっき（EP及びIG+EG）は、基板表面を蛍光X線膜厚計で測定する。

d) 層相互間のずれ

C.4.4.2.2 項 a) で作成した断面を使用して、25～100倍で倍率を測定する。穴を中心に多層板の長さ方向及びその直角方向のずれを測定する（図 C-9 参照）。

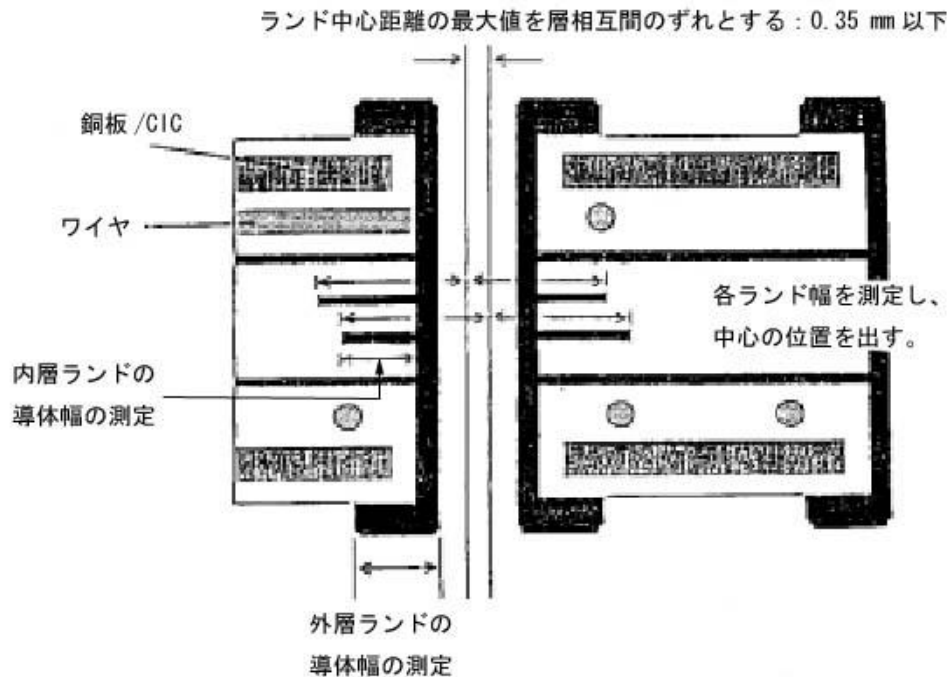


図 C-9 層相互間のずれ及びランドの導体幅の測定

e) 絶縁層厚

C.4.4.2.2 項 a)で作成した断面を使用して測定する。

f) ランドの導体幅

外層のランドの導体幅の測定は、スルーホールめっきの内側表面からランドの端までを測定する。内層のランドの導体幅は、穴あけされたエッジからランドの端のエッジまでを測定する（図 C-9 参照）。

g) アンダカット

C.4.4.2.2 項 a)で作成した断面を使用して測定する。

h) スルーホールめっきと内層導体の間げき

C.4.4.2.2 項 a)で作成した断面を使用して測定する。

C.4.4.2.3 表示

プリント板に次の処理をそれぞれ施し、目視により表示文字の劣化状態を検査する。

- 260°C～270°Cのはんだに 10 秒～11 秒間浸す。
- 室温でイソプロピルアルコールに 30 分～35 分間浸す。

C.4.4.2.4 ソルダレジストの厚さ

C.4.4.2.2項a)で作成した断面を使用して、200倍以上の倍率で測定する。

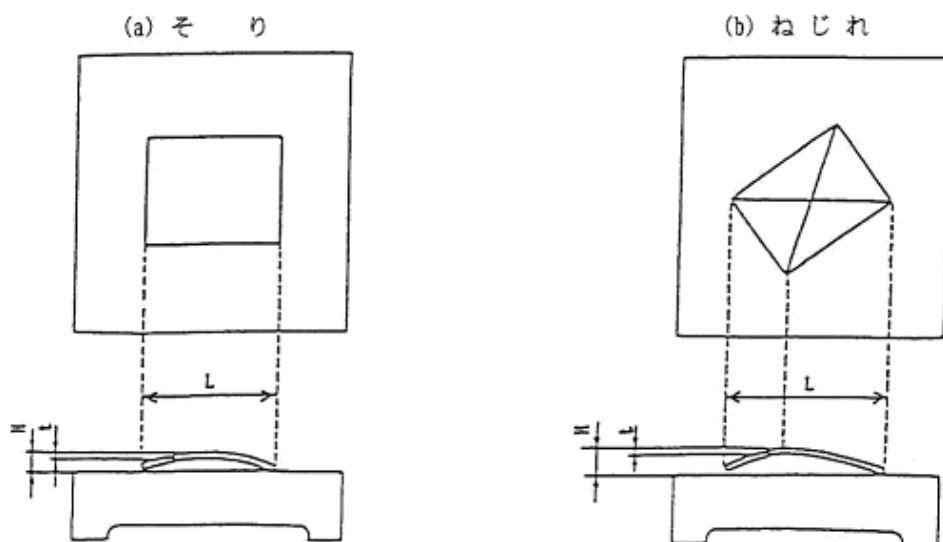
C.4.4.3 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップは目視によって検査する。ただし、そり及びねじれは以下の方法による。

C.4.4.3.1 そり及びねじれ

プリント板を、凸曲面を上にして水平な定盤の上に置き、プリント板の最も高い位置で定盤面からの高さを測定する（図C-10参照）。次式でそり及びねじれの値（%）を計算する。

$$\text{そり及びねじれ} = \frac{H-t}{L} \times 100 \quad (\%)$$



H：定盤面からの高さ（mm）
t：プリント板の厚さ（mm）
L：辺又は対角線の長さ（mm）

図 C-10 そり及びねじれの測定

C.4.4.4 めっき密着性及びオーバハング

JIS C 5012 の 8.4 項に従い試験する。導体上に A-A-113 の Type I、クラス A、又は JIS Z 1522 による感圧セロハンテープ（幅 12.7mm、長さ 50mm 以上）を貼り付け、気泡を除くようにしっかりと押さえつける。引きはがしのため、テープの端は接着しないで残しておくこと。次に、このテープをプリント板と直角の方向に急激に引きはがす。各試料に対して毎回新しいテープを使用して各面 3 箇所の異なった位置に対してこの試験を実施する。ただし、オーバハング部が破壊されてテープに付着した場合は、密着不良とはみなさずスリバとして判定する。

C.4.4.5 清浄度

適当な漏斗を電解ビーカの上に置き、試料を漏斗の中に吊るす。イソプロピルアルコールと蒸留水の容積比が75%対25%の洗浄液（ただし、固有抵抗は $6 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を用意する。吊るされた試料の上方から、両面にこの洗浄液をかける。この洗浄液の量は各面の 6.5cm^2 当たり100mlが回収できる量とする。洗浄時間は1分以上とする。回収した洗浄液の固有抵抗値を電導率計又は同等の計測範囲と精度を有する装置で測定する。

なお、表C-12に規定する同等の測定方法を用いてもよい。

表 C-12 同等の測定方法

測定装置	固有抵抗 ($\times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	等価ファクタ	塩化ナトリウムの等価量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
電導率計	2	1	1.56
Omega Meter ⁽¹⁾	2	1.39	2.20
Ionograph ⁽²⁾	2	2.01	3.10
Ion Chaser ⁽³⁾	2	3.25	3.81

注⁽¹⁾ Alpha Metals Incorporated, “Omega Meter”

⁽²⁾ Alpha Metals Incorporated, “Ionograph”

⁽³⁾ E. I. Dupont Company, Incorporated, “Ion Chaser”

C.4.4.6 電氣的性能

プリント板の電氣的性能に関する試験は、以下の方法による。

C.4.4.6.1 耐電圧

MIL-STD-202の方法301によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- a) 印加電圧： $1000 \text{V} \pm 25 \text{V}_{\text{DC}}$
- b) 印加時間：30 秒 ± 3 秒
- c) 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の隣接するパターン間

C.4.4.6.2 接続抵抗

$0.5 \text{m}\Omega$ 未満の測定が可能な四端子法の計測器によって、スルーホール端子間の抵抗値を測定する。

C.4.4.6.3 絶縁抵抗

MIL-STD-202の方法302によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- a) 印加電圧： 500V_{DC}
- b) 印加時間：1 分

C.4.4.6.4 回路

a) 導通

それぞれの回路又は接続されている一連の回路に 2A 以下の電流を流し、断線の有無を確認する。

b) 短絡

すべての導体の共通端子と隣接した導体の共通端子との間に 250V_{DC} の電圧を印加し、短絡の有無を確認する。

C.4.4.7 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

C.4.4.7.1 スルーホール引き抜き強度

ランド部から6mm以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、はんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60Wのものを使用し、こて先温度が232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分50mmの速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値(L)に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{ (d_2)^2 - (d_1)^2 \}}{4}$$

L : 引張力 (N)

d₁ : 穴径 (cm)

d₂ : ランド径 (cm)

C.4.4.7.2 はんだ付け性

a) スルーホール

C.4.4.8.4 項の検査で作成した断面を利用して、はんだのぬれ性を検査する。

b) 表面導体

MIL-STD-202の方法208に規定されたフラックスに試料を浸せきした後、試料を取り出し、60秒間フラックスをきる。はんだ槽にMIL-STD-202の方法208に規定されたはんだを溶融し、きれいなステンレス製のパドルでかき混ぜ、温度が226°C~238°Cの範囲であることを確認する。試料を浸せきする直前にはんだかす及び燃えたフラックスをはんだ表面から取り除く。試料を垂直に毎秒25mm±6mmの速さではんだ槽に入れ、4秒±0.5秒間保持した後、毎秒25mm±6mmの速さで引き上げる。引き上げた後、試料を垂直の状態に保持したまま、はんだが固化するまで空冷する。この時急冷してはならない。はんだの固化後、導体の表面のはんだの状態を検査する。

C.4.4.8 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

C.4.4.8.1 熱衝撃

MIL-STD-202の方法107によって実施した後、C.4.4.2、C.4.4.6.4、C.4.4.6.2項の検査を実施する。ただし、次の条件を適用する。

a) 熱衝撃〔I〕（認定試験に適用）

規定の温度には5分以内に到達しなければならない。

1) 区分Iの場合

試験条件：-30°C（30分）↔ +125°C（30分）、1000サイクル

2) 区分II、IIIの場合

試験条件：-30°C（30分）↔ +100°C（30分）、1000サイクル

b) 熱衝撃〔II〕（品質確認試験に適用）

規定の温度には5分以内に到達しなければならない。

試験条件：-65°C（30分）↔ +125°C（30分）、100サイクル

C.4.4.8.2 耐湿性

MIL-STD-202の方法106の最初の6段階を10サイクル実施する。試験の間、すべての層に100V±10V_{DC}の成極電圧を印加する。10サイクル目の段階6の終了した後、試料を槽から取り出し、直ちに25°C±5°Cの空気を吹きつけて乾燥させた後、C.4.4.2、C.4.4.3.1、C.4.4.6.1、C.4.4.6.3項の検査を実施する。

C.4.4.8.3 耐ホットオイル性

試料を $120^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ で2時間乾燥し、室温まで冷却する。次に、 $260^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ の油又はワックスに10秒間浸せきし、次いで室温の水に10秒間浸漬するサイクルを1サイクルとし、これを10サイクル実施した後、C.4.4.2、C.4.4.6.4、C.4.4.6.2項の検査を実施する。

C.4.4.8.4 熱ストレス

試料を $121^{\circ}\text{C}\sim 149^{\circ}\text{C}$ に2時間保持し、水分を除去した後、デシケータ中のセラミック板上に置いて冷却する。それから、フラックス（TYPE RMA MIL-F-14256）を塗布し、はんだ槽（Sn：63%±5%、温度： $288^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ）に10秒間浮かべる。試料を絶縁板上に置いて冷却してから、外観の異常の有無を確認した後、C.4.4.2.2項a)で作成した断面を使用して内層銅箔、ワイヤ、熱伝導層のクラックの有無及びラミネードボイドを検査する。

はんだ温度の測定は溶融はんだの表面から50mmを超えないところで行う。

C.4.4.8.5 耐放射線性

大気中において、試料に γ 線（コバルト60）を1時間当たり $0.5\times 10^4\text{Gy}\sim 1\times 10^4\text{Gy}$ の割合で、総放射線量が $1\times 10^4\text{Gy}$ となるように照射する。照射後、試料の各部に劣化がないことを目視によって検査する。さらに、C.4.4.6.1項及びC.4.4.6.3項に従って耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗と耐電圧は同じ回路で測定する。

付則 D

ポリイミドフィルム絶縁フレキシブルプリント配線板

D.1. 総則	D-1
D.1.1 適用範囲	D-1
D.1.2 区分	D-1
D.1.3 部品番号	D-1
D.1.3.1 基材記号	D-1
D.1.3.2 加工記号	D-2
D.2. 適用文書など	D-2
D.3. 要求事項	D-2
D.3.1 認定の範囲	D-2
D.3.2 材料	D-3
D.3.2.1 銅張基材	D-3
D.3.2.2 カバーレイ	D-3
D.3.2.3 接着剤	D-3
D.3.2.4 補強板	D-3
D.3.2.5 マーキングインク	D-3
D.3.3 設計及び構造	D-4
D.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）	D-4
D.3.3.2 露出端子の表面処理	D-4
D.3.3.3 めっき	D-4
D.3.3.4 層間接続	D-5
D.3.3.5 スルーホールめっき後の穴径	D-5
D.3.3.6 導体幅	D-5
D.3.3.7 導体間げき	D-7
D.3.3.8 ランドの導体幅	D-7
D.3.3.9 導体パターンの形状	D-7
D.3.3.10 カバーレイ	D-8
D.3.3.11 屈曲部	D-8
D.3.3.12 補強板	D-8
D.3.3.13 寸法	D-8
D.3.3.14 使用温度範囲	D-9
D.3.3.15 スルーホール引き抜き強度	D-9
D.3.4 外観、寸法、表示など	D-9
D.3.4.1 外観及び構造	D-9
D.3.4.2 寸法	D-10
D.3.4.3 表示	D-12

D.3.5 ワークマンシップ.....	D-12
D.3.5.1 修理.....	D-12
D.3.6 電氣的性能	D-12
D.3.6.1 耐電圧	D-12
D.3.6.2 導通性	D-13
D.3.6.3 絶縁抵抗	D-13
D.3.6.4 回路.....	D-13
D.3.7 機械的性能	D-13
D.3.7.1 屈曲性	D-13
D.3.7.2 スルーホール引き抜き強度	D-14
D.3.7.3 はんだ付け性	D-14
D.3.8 環境的性能	D-14
D.3.8.1 熱衝撃	D-14
D.3.8.2 耐湿性	D-14
D.3.8.3 耐放射線性.....	D-14
D.4. 品質保証条項.....	D-14
D.4.1 工程内検査	D-14
D.4.2 認定試験	D-15
D.4.2.1 試料.....	D-15
D.4.2.2 試験項目及び試料数	D-15
D.4.2.3 可否の判定	D-20
D.4.3 品質確認試験	D-20
D.4.3.1 品質確認試験（グループ A）	D-20
D.4.3.2 品質確認試験（グループ B）	D-21
D.4.4 試験方法	D-23
D.4.4.1 試験条件	D-23
D.4.4.2 外観、寸法、表示など.....	D-23
D.4.4.3 ワークマンシップ.....	D-23
D.4.4.4 電氣的性能.....	D-23
D.4.4.5 機械的性能.....	D-25
D.4.4.6 環境的性能.....	D-28

D.1.3.2 加工記号

FPCの加工記号は次による。

- I : 補強板のない片面板
- II : 補強板のない両面板
- III : 補強板付片面板
- IV : 補強板付両面板

D.2. 適用文書など

適用文書などは、この仕様書の2項による。

D.3. 要求事項

D.3.1 認定の範囲

認定されるFPCの範囲は、D.3.2項からD.3.8項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足するFPCの製造ラインを用いて製造される製品群で、認定試験に合格した試料によって代表される表D-2に規定する構造、フレキシブル基材のタイプ及び補強板の基材のタイプの範囲のものとする。表D-2に示す各加工記号区分は、その区分内の任意の1種の代表試料をもって認定試験に合格した場合、その区分を認定する。ただし、表D-3に示すとおり、区分IVは区分III、II及びIを、区分IIIは区分Iを、また、区分IIは区分Iを包含するものとする。したがって、この認定の範囲内において個別仕様書で規定する個々の製品を供給することができる。

なお、より詳細な認定の範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

表 D-2 認定の範囲

設計条件 加工記号区分	構 造	フレキシブルの 基材のタイプ	補強板の基材の タイプ
I	補強板のない片面板	ポリイミド	—
II	補強板のない両面板	ポリイミド	—
III	補強板付片面板	ポリイミド	GI
IV	補強板付両面板	ポリイミド	

表 D-3 認定試験試料の加工記号区分と認定される加工記号区分

認定試験試料の 加工記号区分	認定される加工記号区分			
	I	II	III	IV
I	○			
II	○	○		
III	○		○	
IV	○	○	○	○

D.3.2 材料

FPCに使用する材料は3.3項によるほか、次による。

D.3.2.1 銅張基材

銅張基材は25 μ m以上の厚さのポリイミドフィルムを基材とし、基材の片面又は両面に銅箔を接着したものを使用する。

なお、その材料は適用規格のIPC-4204相当、又はJPCA/NASDA-SCL01によるものとする。

使用する銅張基材の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。また、GIの詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）をADSに記載しなければならない。

D.3.2.2 カバーレイ

カバーレイはポリイミドフィルムの片面に接着剤を塗布したものを使用する。

なお、その材料はIPC-4203相当とする。

D.3.2.3 接着剤

接着剤は適用規格のIPC-4101、又はJPCA/NASDA-SCL01によるGIのプリプレグ、又はIPC-4203によるボンディングフィルムであること。

使用する接着剤の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。また、GIの詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）をADSに記載しなければならない。

D.3.2.4 補強板

補強板は適用規格のIPC-4101、又はJPCA/NASDA-SCL01によるGIの補強板用材料を使用する。

使用する補強板用材料の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。また、GIの詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）をADSに記載しなければならない。

D.3.2.5 マーキングインク

マーキングインクは溶剤などで容易に消滅しないエポキシ系インクで、FPCの機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

D.3.3 設計及び構造

D.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

FPCの設計は、この仕様書に基づいて図面化する。製造図面におけるすべての位置表示は、原則として図面上の格子の交点を利用して示さなければならない。この場合格子間隔は、原則として2.54mmの基本格子を用いて表示する。補助格子として1.27mmの格子を使用してもよい。格子の交点からはずれる位置については寸法を示さなければならない。

製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）は、調達者によって承認されたものでなければならない。製造図面及びアートワークマスタ（製造用原版）との間に相違点がある場合は、製造図面が優先する。

D.3.3.2 露出端子の表面処理

図面に規定がなければ、露出端子ははんだコート又ははんだめっきをフュージングしたものでなければならない。

D.3.3.3 めっき

D.3.3.3.1 無電解銅めっき

スルーホールの電解めっきの前工程として、絶縁材料の上に導体層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

D.3.3.3.2 電解銅めっき

電解銅めっきは、銅の純度が99.5%以上のものでなければならない。

D.3.3.3.3 電解はんだめっき

電解はんだめっきはすずの含有量が50%~70%であり、フュージング前の状態で表D-4に規定する厚さ以上でなければならない。フュージング後のはんだは均一な面を有し、ピンホール、ピットなどがなく導体を完全に覆っていなければならない。ただし、この要求は導体の側面には適用しない。

D.3.3.3.4 めっきなどの厚さ

めっき及びはんだコートの厚さは設計値で表D-4による。

表 D-4 めっきなどの厚さ

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要なかつ十分な厚さ
電解銅めっき	25 以上
電解はんだめっき	表面は 8 以上、スルーホール内は 3 以上
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。ディウェットがなく、導体を完全に覆っておくこと。ただし、導体側面には適用しない。

D.3.3.4 層間接続

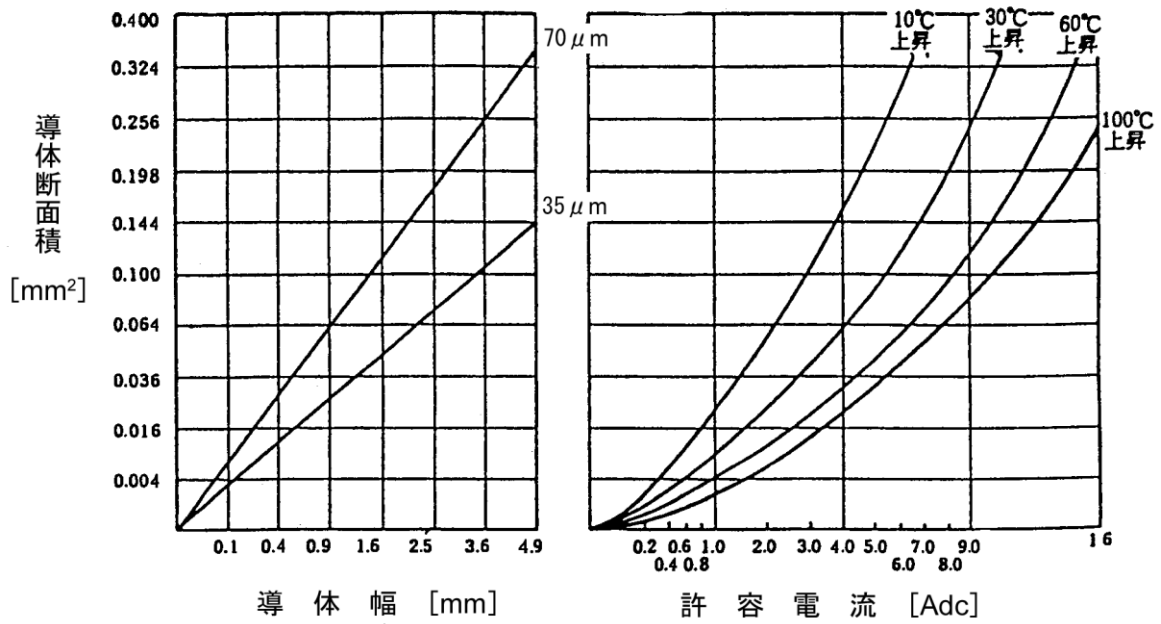
FPC の表裏の接続は、スルーホールによらなければならない。

D.3.3.5 スルーホールめっき後の穴径

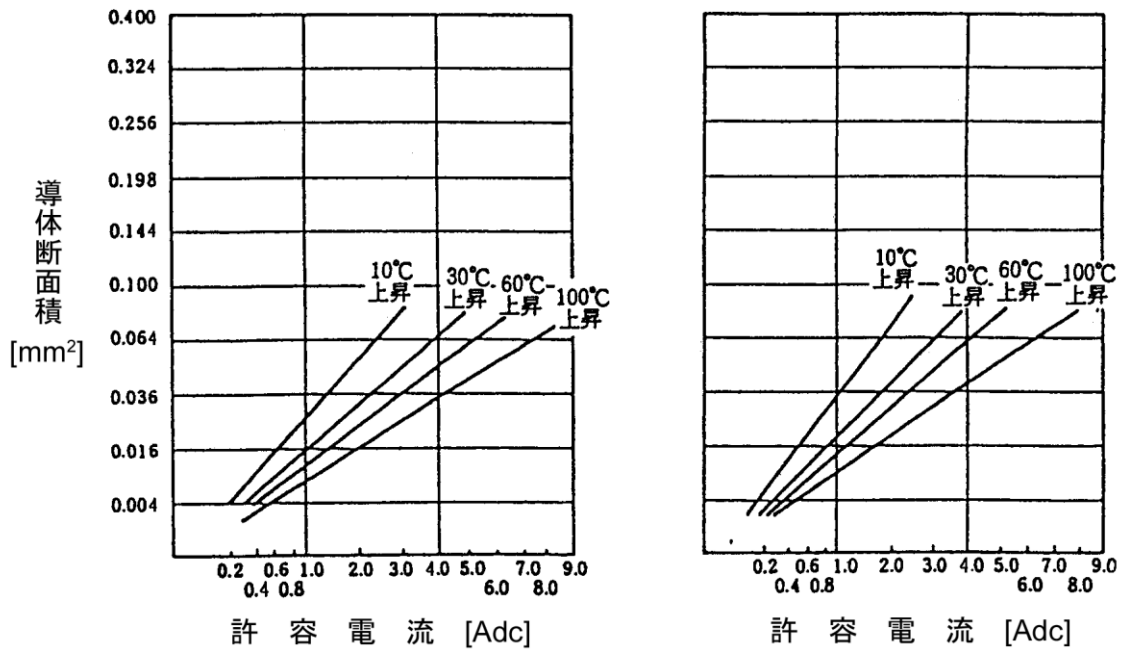
スルーホールめっき後の穴径は設計値で 0.5mm 以上なければならない。

D.3.3.6 導体幅

導体幅は、設計値において 0.3mm 以上とする。導体幅は電流値、許容温度上昇及び導体断面積から図 D-1 を参考に設計しなければならない。



a) 導体一本に電流を流したとき



b) 導体複数本に電流を流した時
(片面パターン)

c) 導体複数本に電流を流した時
(両面パターン、ただし、
裏面はベタパターン)

図 D-1 導体幅

D.3.3.7 導体間げき

導体間げきは設計値において 0.3mm 以上でなければならない。また、導体間電圧に応じた導体間げきは、設計値において表 D-5 に示すとおりでなければならない。

表 D-5 導体間げき

導体間電圧 [DC 又は AC _{p-p} (V)]	最小導体間げき (mm)
0 - 100	0.30
101 - 300	0.48
301 - 500	0.86
501 以上	(0.003×V) +0.1

D.3.3.8 ランドの導体幅

ランドの導体幅は設計値において、スルーホールは 0.3mm 以上、ノンスルーホールは 0.6mm 以上でなければならない。

D.3.3.9 導体パターンの形状

導体パターンは承認された又は支給されたアートワークマスタ（又は製造用原版）に合致しなければならない。

a) FPC におけるパターンの形状

パターンの曲り及びパターンの引出しは、原則として図 D-2 に示すように滑らかに変化させなければならない。

b) FPC における広範囲導体中のランドの形状

広範囲導体中の穴におけるランドの形状は、原則として図 D-3 に示すようにしなければならない。



図 D-2 パターンの曲り及びパターンの引出しの形状

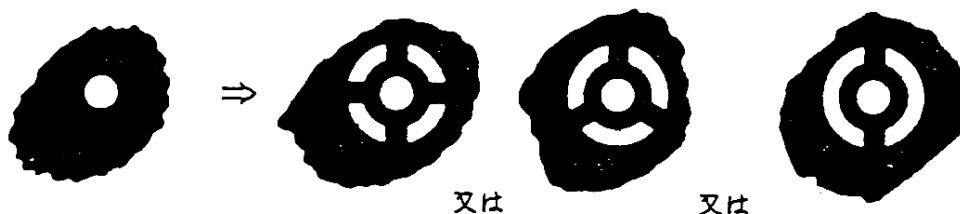


図 D-3 広範囲導体中の穴におけるランドの形状

D.3.3.10 カバーレイ

原則として、回路素子などをはんだ付けする端子及び補強板を除く全面にカバーレイを被覆しなければならない。

なお、カバーレイのクリアランス形状は図面に従う。

カバーレイ被覆に際し、その接着剤などがポリイミドフィルム位置から最大0.2mmのはみ出しは許容される。ただし、有効アニュラリング幅を減少させてはならない。クリアランス寸法は、このはみ出し寸法を加味して設計されなければならない。

D.3.3.11 屈曲部

a) パターンの走行方向

屈曲部におけるパターンの走行方向は、屈曲線に対して原則として直交する様に設計されなければならない。

b) パターン密度

屈曲部におけるパターン密度は、原則として同一導体幅や同一導体間げきになる様に、パターンの分割やダミーパターンの追加などを行わなければならない。

c) パターン面数

屈曲部におけるパターン面数は、原則として一層にしなければならない。

d) 穴位置

屈曲部には穴（スルーホール及びノンスルーホール）を配置してはならない。

D.3.3.12 補強板

回路素子などをはんだ付けする部分には、導体保護の目的で補強板を原則として接着しなければならない。

なお、補強板の形状は図面に従う。

FPCの導通孔（はんだ付けしないスルーホール）を除く穴位置に相対する補強板の穴径は、スルーホールにおいてはスルーホール径の0.2mm以上大きい径であり、ノンスルーホールにおいてはノンスルーホール径と同一か又は0.2mm以上大きい径でなければならない。

D.3.3.12.1 補強板の目的

補強板は、はんだ付けする時、スルーホール又はノンスルーホールに負荷がかかり、導体が破損するのを防ぐことを目的とする。

D.3.3.12.2 加工記号の選択

回路素子などをはんだ付けするFPCは、FPCの構造として、補強板付き片面板（加工記号Ⅲ）又は補強板付き両面板（加工記号Ⅳ）のいずれかを選択しなければならない。

D.3.3.13 寸法

FPCの各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法公差は、指定のない限り表D-6のとおりでなければならない。

表 D-6 寸法公差

単位 mm

項目	寸法公差
外形寸法	100 以下に対して ± 0.5 とし、100 を超えるものについては100 毎に 0.15 を加える
厚さ	製造図面または個別仕様書による。
仕上がり穴径	すべての穴径に対して $^{+0.10}_{-0.15}$ とする。
導体幅	すべての導体幅に対して ± 0.10 とする。
導体間げき	すべての導体間げきに対して -0.10 とし、プラス側は規定しない。
カバーレイ	ランド部のクリアランスホールは ± 0.3 とし、それ以外は ± 0.5 とする。

D.3.3.14 使用温度範囲

FPC の使用温度範囲は、 $-65^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$ でなければならない。

D.3.3.15 スルーホール引き抜き強度

FPC の部品実装後、1 個当りの端子にかかる加重が $8.83\text{N}/1$ 穴を超えないように実装設計を行わなければならない。

D.3.4 外観、寸法、表示など

D.3.4.1 外観及び構造

外観および構造における寸法は、特に規定のない限り仕上り値とする。

D.3.4.1.1 外観

- FPC の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなど FPC の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。ただし、余剰導体の除去による絶縁材表面の軽微な外観上の変化は差し支えない。
- 図面に規定がない限り、露出端子のはんだにはディウエットがなく、導体を完全に覆っていなければならない。ただし、導体側面には適用しない。

D.3.4.1.2 めっき厚さ

a) 銅めっき厚さ

D.4.4.2.2 項に従って測定したとき、導体表面及びスルーホール孔内めっき厚さは 25 μ m 以上なければならない。

b) 電解はんだめっき厚さ

D.4.4.2.2 項に従って測定したとき、導体の表面においては 8 μ m 以上、並びにスルーホール孔内においては 3 μ m 以上のはんだ層がなければならない。

なお、はんだコートについては、導体を完全に覆っていないなければならない(D.3.3.3 項参照)。

D.3.4.1.3 スルーホール

D.4.4.2.3 項に従って試験したとき、スルーホールめっきはクラックがなく、ランド部分から連続的にスムーズにめっきされていなければならない。また、スルーホールにボイドがあってはならない。

穴壁はめっきのふくれやバリなどがなく、きれいに切削されていなければならない。

D.3.4.2 寸法

D.3.4.2.1 外形寸法など

外形寸法、厚さ、仕上がり穴径などは、表 D-6 のとおりでなければならない。

D.3.4.2.2 導体

a) 導体及び導体端には裂け目やクラックがなく、その他の欠損（導体端部の荒れや欠け、ピンホール、スクラッチなどにより、絶縁材が露出している欠損など）は、次の事項を満足しなければならない。

1) 欠損の長さは、その部分の導体幅を超えてはならない。

2) 欠損の幅は、最小導体幅の 20%を超えてはならない。

3) 欠損の幅は、欠損の長さの 5 分の 1 を超えてはならない。

4) 欠損の幅が 0.05mm を超えるものは、1 導体に 2 個以上あってはならず、更に FPC100mm \times 100mm 単位当たりについても 2 個以上あってはならない。

5) 導体側面の荒さは、任意の 13mm の長さの範囲内において、荒さの山と谷との差が 0.13mm 以上あってはならない。

b) 最小導体間げきは図面指定による。ただし、図面に最小導体間げきの指定がない時には、図面寸法の最小値に 0.1mm を減じた値を最小導体間げきとする。

c) ランドの最小導体幅は、穴の内壁から測定して、スルーホールは 0.1mm 以上、ノンスルーホールは 0.38mm 以上の欠陥のない導体でなければならない(図 D-4a 参照)。

ランドの最小有効導体幅は、穴の内壁から測定して、スルーホールは 0.05mm 以上、ノンスルーホールは 0.25mm 以上の欠陥のない導体でなければならない(図 D-4b 参照)。

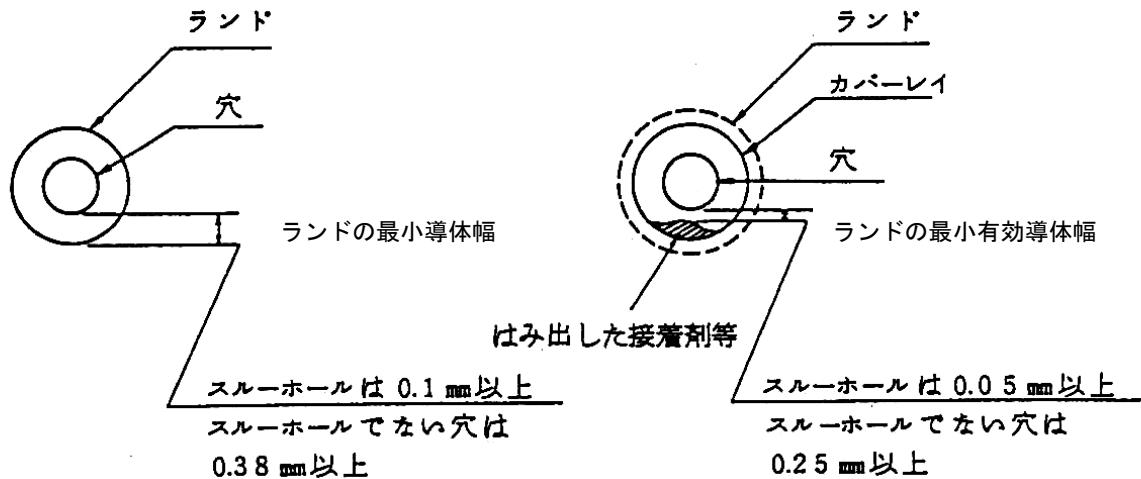


図 D-4a ランドの最小導体幅

図 D-4b ランドの最小有効導体幅

図 D-4 ランドの最小導体幅

- d) 銅箔と基材のポリイミドフィルムとの接着面には、剥離、ふくれ及びしわがあってはならない。
- e) カバーレイ被覆によるカバーレイの接着面の剥離などは次による。
- 1) 隣接導体を含んだ剥離があってはならない。
 - 2) 剥離は ϕ 0.79mm 以下で、製品の端及びカバーレイクリアランスホールの端から 1.0mm 以上離れていれば、密集しない限り許容する。
 - 3) 導体に沿って幅 0.5mm 以下、若しくは隣接導体間げきの 20%以下のいずれか小さい数値の剥離は許容する。
- f) FPC と補強板との間の接着部の剥離、ふくれ及びしわは ϕ 0.79mm 以下で製品の端から 1.0mm 以上離れていれば密集しない限り許容する。
- g) FPC の外形端はバリ、亀裂などがなく、きれいに切断されていなければならない。
- h) コーナ
- 1) 内廻りコーナは特に規定がない限り半径 1.5mm より小さくなってはならない。一般に図面などで半径 1.5mm より小さいと思われる時には半径 2.0mm \pm 0.5mm で切断しなければならない。
 - 2) 外廻りコーナは特に規定がなければ鋭く切断する必要はない。一般に図面などで半径 1.5mm より小さいと思われる時には最大半径 2.5mm で切断してもよい。なお、外廻りコーナにおいて図 D-5 に示すような C 面加工を行ってもよい。



図 D-5 外形のコーナ図

D.3.4.3 表示

図面に示されるとおりであり、導体と同一工程で残る金属、B.3.2.5項で規定したマーキングインク又はレーザーマーキングで、FPCの機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

表示は判読可能であり、かつ、いかなる場合もFPCの機能を損なうものであってはならない。特に指定のない限り、FPCと試験パターンには、部品番号、製造年月、認定取得業者名又は識別符号及び製品一連番号又はロット番号を表示しなければならない。製品一連番号は、全製造工程にわたって追跡管理が可能ないように付与されていなければならない。製品への表示が不可能な場合は、タグなどで表示してもよい。

D.3.5 ワークマンシップ

FPCの本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなどFPCの機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

D.3.5.1 修理

製造図面に規定されていない余剰導体の除去以外、修理をしてはならない。

D.3.6 電氣的性能

FPCは、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

D.3.6.1 耐電圧

D.4.4.4.1項に従って試験したとき、フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

D.3.6.2 導通性

D.3.6.2.1 導体抵抗

D.4.4.4.2 項 a)に従って試験したとき、各導体を經由する回路では両端のランド間の導体抵抗値は、次式で求められる値 (R) を超えてはならない。

$$R = R_p + R_T \\ = \sum_i \zeta \frac{2l_i}{W_i(\tau + t)} + \sum_j \zeta \frac{2T}{\pi (t^2 + D_j t)} \quad (m\Omega)$$

R_p : パターンの導体抵抗の和

R_T : スルーホール導体抵抗の和

W_i : パターンの導体幅 (mm)

l_i : パターンの長さ (mm)

τ : 基材銅箔の厚さ (mm)

t : めっき銅の厚さ (mm)

ζ : 銅の 20°Cにおける体積抵抗率 ($1.7 \times 10^{-2} m\Omega \cdot mm$)

D_j : スルーホール径 (mm)

T : FPCの厚さ (カバーレイは含まれない) (mm)

なお、測定抵抗値は、D.3.6.2.2 項の試験に使用するもので、室温とともに記録しておくこと。

D.3.6.2.2 導体抵抗変化率

D.4.4.4.2 項 b)に従って試験したとき、試験前後の 20°C換算導体抵抗変化率は 10%を超えてはならない。

D.3.6.3 絶縁抵抗

D.4.4.4.3 項に従って試験したとき、絶縁抵抗は 100M Ω 以上でなければならない。

D.3.6.4 回路

D.4.4.4.4 項に従って試験したとき、回路パターンに断線又は短絡があってはならない。

D.3.7 機械的性能

FPCは、以下の機械的性能を満足しなければならない。

D.3.7.1 屈曲性

D.3.7.1.1 折り返し

D.4.4.5.1 項 a)に従って試験したとき、剥離や導体の破損など顕著な劣化が発生してはならない。

D.3.7.1.2 屈曲疲労

D.4.4.5.1 項 b)に従って図面に規定されたサイクル数を試験したとき、剥離や導体の破損など顕著な劣化が発生してはならない。ただし、試験パターンⅡに対する試験回数は40回である。

D.3.7.2 スルーホール引き抜き強度

D.4.4.5.2 項に従って試験したとき、スルーホールの引張力は8.83N {0.9kgf} 以上でなければならない。ノンスルーホールの引張力は8.83N か $343.2\text{N}/\text{cm}^2$ { $35.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ } のどちらか小さい値以上でなければならない。目視検査をしたとき、スルーホール及びノンスルーホールの周囲にゆるみを生じてはならない。

D.3.7.3 はんだ付け性

D.4.4.5.3 項に従って試験したとき、カバーレイなどの絶縁物で被覆されていない表面導体の全面積の95%以上が均一なはんだで覆われていなければならない。この表面には、ピンホール、ディウェット又は荒れた点の小さなものが点在してもよいが、1箇所密集して発生してはならない。また、カバーレイなどの絶縁物の被覆が剥離してはならない。

D.3.8 環境的性能

FPCは、以下の環境的性能を満足しなければならない。

D.3.8.1 熱衝撃

D.4.4.6.1 項に従って試験したとき、目視によって劣化、破損、腐食、剥離などがあってはならない。

D.3.8.2 耐湿性

D.4.4.6.2 項に従って試験したとき、目視によって導体又は絶縁体に腐食を含む劣化、剥離などがあってはならない。また、試験後の絶縁抵抗は50M Ω 以上でなければならない。

D.3.8.3 耐放射線性

D.4.4.6.3 項に従って試験したとき、基材部にD.3.4.2.2 項 d)、D.3.4.2.2 項 e)及びD.3.4.2.2 項 f)に規定されているような劣化が発生してはならない。したがって、導体間の絶縁抵抗は500M Ω 以上でなければならない。また、試験後D.3.6.1 項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

D.4. 品質保証条項

D.4.1 工程内検査

工程内検査は表 D-7 による。

表 D-7 工程内検査

番号	試験項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	供試試料	
				製品	試験パターン
1	外観及び寸法 (カバーレイ接着前)	D.3.3.13 D.3.4.1.1 D.3.4.2	D.4.4.2.1	全数	全数

D.4.2 認定試験

D.4.2.1 試料

認定試験を計画する時点で生産することが判明している FPC の中から、最小の導体幅と最小導体間げきを有するものを選び、この仕様書の図 D-6 及び図 D-7 に規定する試験パターンとともに製造する。ただし、認定試験を計画する時点で生産する FPC が確定していない場合は、この仕様書の要求事項を確認するのに十分な任意のパターンを認定審査代行機関の承認を得た上で使用してもよい。

D.4.2.2 試験項目及び試料数

認定試験は、表 D-8 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。Ⅰ、Ⅱ群の試験を行った後、Ⅲ群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、Ⅲ群以下の試験は群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行うこと。試料数は、FPC 及び試験パターンⅠ及びⅡをそれぞれ6枚とする。

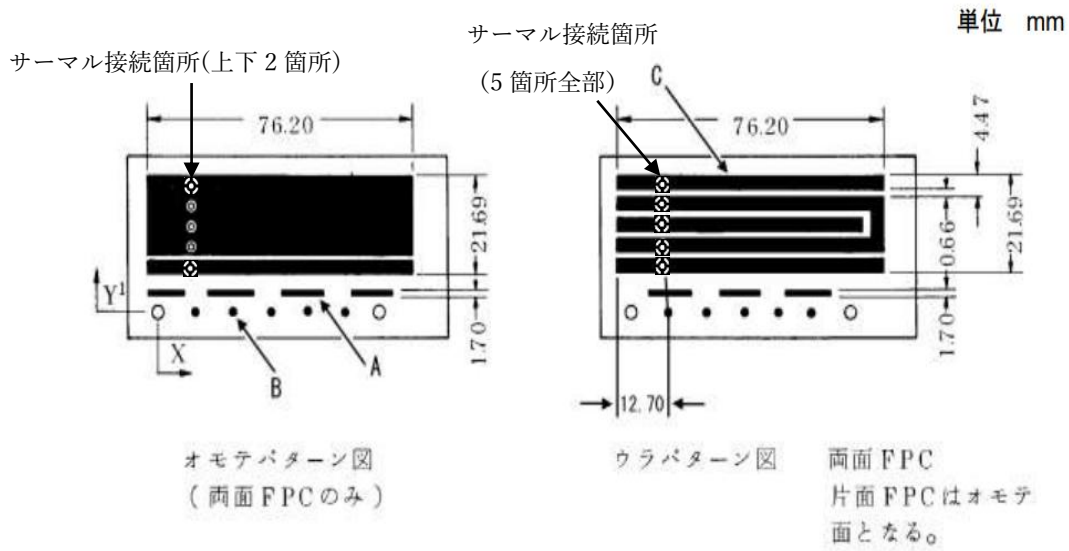


図 D-6a パターン図

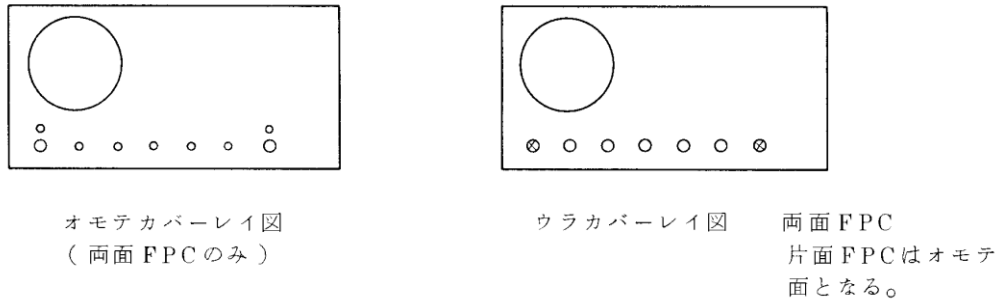


図 D-6b カバーレイ図

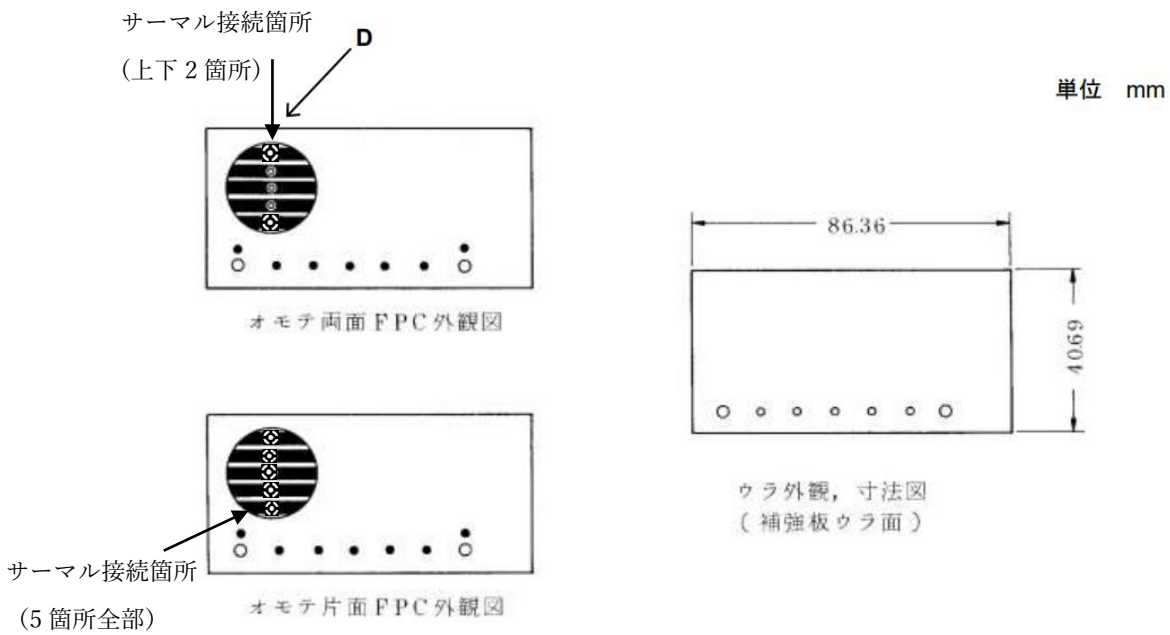
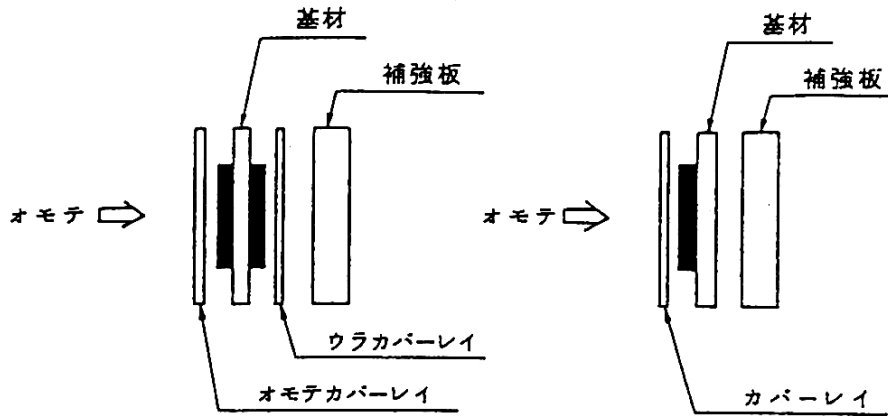


図 D-6c 外観寸法図



両面FPC

片面FPC

図 D-6d 補強板付 FPC 構成図

単位 mm

穴位置		穴径			
⊕ 0.254		カバーレイ (1)		基材 (2)	補強板 (3)
X	Y	オモテ	ウラ		
0.00	0.00	3.26	3.26	3.26	3.26
10.16	0.00	2.21	1.60	1.09	1.30
20.32	0.00	2.21	1.60	1.09	1.30
30.48	0.00	2.21	1.60	1.09	1.30
40.64	0.00	2.21	1.60	1.09	1.30
50.80	0.00	2.21	1.60	1.09	1.30
60.96	0.00	3.26	3.26	3.26	3.26
0.00	5.08	2.21	—	—	—
5.08	5.08	—	—	1.09	—
15.24	5.08	—	—	1.09	—
25.40	5.08	—	—	1.09	—
35.56	5.08	—	—	1.09	—
45.72	5.08	—	—	1.09	—
55.85	5.08	—	—	1.09	—
60.96	5.08	2.21	—	—	—
10.16	10.87	—	—	1.09	—
10.16	15.37	—	—	1.09	1.30
10.16	19.81	22.10	22.10	1.09	1.30
10.16	24.28	—	—	1.09	1.30
10.16	28.75	—	—	1.09	—

注 穴径公差

(1) カバーレイ

(2) 基材

(3) 補強板

22.10±0.5

3.26 ^{+0.1}/_{-0.15}

2.21±0.3

3.26 ^{+0.1}/_{-0.15}

1.09 ^{+0.1}/_{-0.15}

3.26 ^{+0.1}/_{-0.15}

1.30 ^{+0.30}/_{-0.10}

図 D-6e 穴位置及び穴径

図 D-6 試験パターン I (図 D-6a~D-6e)

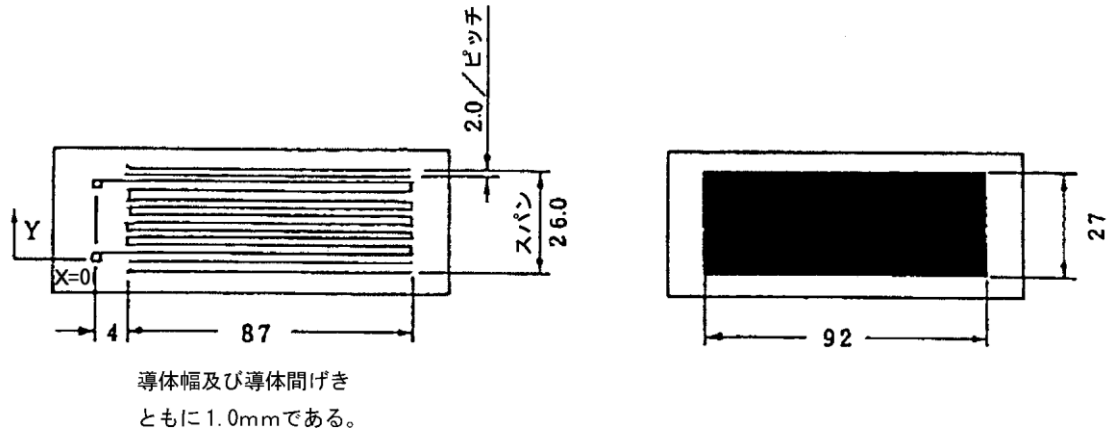
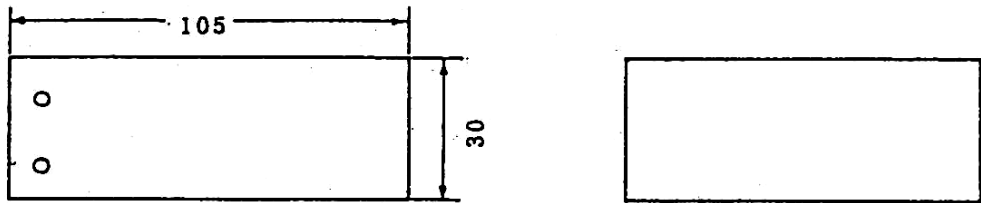


図 D-7a パターン図



オモテカバーレイ, 外観, 寸法図

ウラカバーレイ, 外観図
(両面FPCのみ)

図 D-7b カバーレイ、外観及び寸法図

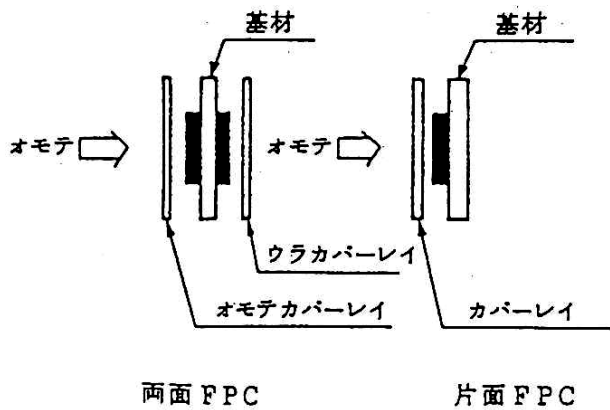


図 D-7c FPC 構成図

単位 mm

穴位置 0.254		穴 径		
		カバーレイ		基材
X	Y	オモテ	ウラ	
0.00	0.00	1.6	—	—
0.00	18.00	1.6	—	—

穴径公差 1.6±0.3

図 D-7d 穴位置及び穴径

図 D-7 試験パターンII (図 D-7a~D-7d)

表 D-8 認定試験

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	試験試料の番号及び試験パターン			備 考
					FPC 1 2 3 4 5 6	試験パターン・I 1 2 3 4 5 6	試験パターン・II 1 2 3 4 5 6	
群	順序	項 目						
I	1	外観及び寸法	D.3.3.13 D.3.4.1.1 D.3.4.2	D.4.4.2.1	○ ○ ○ ○ ○ ○	全体	○ ○ ○ ○ ○ ○	
	2	ワークマンシップ	D.3.5	D.4.4.3				
II	1	回 路	D.3.6.4	D.4.4.4.4	○ ○ ○ ○ ○ ○	A A A A A A	—	
III	1	耐電圧	D.3.6.1	D.4.4.4.1	—	C C	—	
	2	はんだ付け性	D.3.7.3	D.4.4.5.3	—	D D	—	
	3	銅めっき厚さ	D.3.4.1.2 a)	D.4.4.2.2	○ ○ ○ ○ 又は	B B B B	—	
	4	電解はんだめっき厚さ	D.3.4.1.2 b)	D.4.4.2.2	○ ○ ○ ○ 又は	B B B B	—	
	5	スルーホール	D.3.4.1.3	D.4.4.2.3	○ ○ ○ ○ 又は	B B B B	—	
IV	1	導体抵抗	D.3.6.2.1	D.4.4.4.2 a)	—	A A	—	
	2	熱衝撃 [I]	D.3.8.1	D.4.4.6.1 a)	—	A A	—	
	3	導体抵抗変化率	D.3.6.2.2	D.4.4.4.2 b)	—	A A	—	
V	1	耐湿性	D.3.8.2	D.4.4.6.2	○ ○ 又は	C C	—	FPCに導体間げきが0.4mm~0.9mmの部分がない時には試験パターンIを使用する。
VI	1	スルーホール引き抜き強度	D.3.7.2	D.4.4.5.2	○ ○ 又は	B B	—	FPCでの試験が困難な時には試験パターンIIを使用する。
	2	耐放射線性	D.3.8.3	D.4.4.6.3	○ ○	—	—	
VII	1	折り返し	D.3.7.1.1	D.4.4.5.1 a)	○ ○	—	○ ○ ○	
	2	屈曲疲労	D.3.7.1.2	D.4.4.5.1 b)	○ ○	—	○ ○ ○	FPCは可能な時のみ

D.4.2.3 合否の判定

不合格数がこの仕様書の表 D-9 に規定された合格判定個数を超えた場合は不合格とする。

表 D-9 認定試験及び品質確認試験（グループ B）の合格判定個数

試験項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合格判定個数			
			認定試験	品質確認試験 (グループ B)		
外観及び寸法	D.3.3.13	D.4.4.2.1	}	—		
	D.3.4.1.1					
	D.3.4.2					
ワークマンシップ	D.3.5	D.4.4.3		}	0	
耐電圧	D.3.6.1	D.4.4.4.1				
導体抵抗	D.3.6.2.1	D.4.4.4.2 a)				
熱衝撃	D.3.8.1	D.4.4.6.1a)				
		D.4.4.6.1 b)				
導体抵抗変化率	D.3.6.2.2	D.4.4.4.2 b)				
絶縁抵抗	D.3.6.3	D.4.4.4.3				
耐湿性	D.3.8.2	D.4.4.6.2				
回路	D.3.6.4	D.4.4.4.4				—
スルーホール引き抜き強度	D.3.7.2	D.4.4.5.2				0
はんだ付け性	D.3.7.3	D.4.4.5.3				—
めっき厚さ	D.3.4.1.2	D.4.4.2.2				—
スルーホール	D.3.4.1.3	D.4.4.2.3	—			
屈曲性	D.3.7.1	D.4.4.5.1	0			
耐放射線性	D.3.8.3	D.4.4.6.3	—			

D.4.3 品質確認試験

D.4.3.1 品質確認試験（グループ A）

D.4.3.1.1 試料

製品は全数を試験する。ただし、Ⅲ群の試験は製品と同時に製造された試験パターン I に対し実施してもよい。群Ⅲの試験を製品で行う場合は、試験パターン I を製造する必要はないが、試験に供した製品は試験パターン I として扱い、製品として出荷してはならない。

D.4.3.1.2 試験項目及び試料数

試験は表 D-10 に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

群Ⅲの試験を製品で行う場合、抜取試験とする。2種類以上のパターンが同時に試験に提出された場合は、各パターンの試料を少なくとも1枚は含み、かつ、可能な限り各パターンの試料が同数含まれるように抜き取りを行う。抜取試験の合格判定は表 D-10 による。

表 D-10 品質確認試験（グループ A）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	供 試 試 料		許 容 不良数	合格判定 個 数
群	順序	項 目			製品	試験パターンI		
I	1	外観及び寸法	D.3.3.13 D.3.4.1.1 D.3.4.2	D.4.4.2.1	全数	—	0	—
	2	ワークマンシップ	D.3.5	D.4.4.3				
II	1	回 路	D.3.6.4	D.4.4.4.4	全数	—	0	—
III	1	はんだ付け性	D.3.7.3	D.4.4.5.3	製品又は試験パターンI ⁽¹⁾	—	—	AQL1.0%
	2	めっき厚さ	D.3.4.1.2	D.4.4.2.2				
	3	スルーホール	D.3.4.1.3	D.4.4.2.3				

注⁽¹⁾製品を適用する場合は、その製品は、試験パターン I として扱うこと。

D.4.3.2 品質確認試験（グループ B）

D.4.3.2.1 試料

グループ B 試験は、供試する FPC 及び試験パターンは同一材料、同一工程、同一製造条件で製造しなければならない。

D.4.3.2.2 試験項目及び試料数

グループ B 試験は、表 D-11 に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

表 D-11 品質確認試験（グループ B）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	試験試料の番号及び試験パターン						備 考						
					FPC			試験パターンI				試験パターンII					
群	順序	項 目			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
I	1	耐電圧	D.3.6.1	D.4.4.4.1	—			C C			—						
	2	はんだ付け性	D.3.7.3	D.4.4.5.3	—			D D			—						
II	1	導体抵抗	D.3.6.2.1	D4.4.4.2 a)	—			A A			—						
	2	熱衝撃〔Ⅱ〕	D.3.8.1	D.4.4.6.1 b)	—			A A			—						
	3	導体抵抗変化率	D.3.6.2.2	D.4.4.4.2 b)	—			A A			—						
III	1	絶縁抵抗	D.3.6.3	D.4.4.4.3	—			〇〇 又は C C			—			FPCに導体間げきが 0.4mm～0.9mmの部分 がない時には試験パ ターンIを使用する。			
	2	耐湿性	D.3.8.2	D.4.4.6.2	—			〇〇 又は C C			—						
IV	1	スルーホール 引き抜き強度	D.3.7.2	D.4.4.5.2	—			〇〇 又は B B			—			FPCでの試験が困難な 時には試験パターンII を使用する。			
V	1	折り返し	D.3.7.1.1	D.4.4.5.1 a)	〇〇			—			〇〇〇						
	2	屈曲疲労	D.3.7.1.2	D.4.4.5.1 b)	—			〇〇			〇〇			FPCは可能な時のみ			

D.4.4 試験方法

D.4.4.1 試験条件

MIL-STD-202 の 4.2 項による。ただし、基準状態は、温度 15°C~35°C、湿度 20%~80% (RH)、照度 750 ルクス以上とすること。

D.4.4.2 外観、寸法、表示など

D.4.4.2.1 外観及び構造

材料、設計、構造、寸法、及び表示について試験する。既定値の計測は、十分な精度の光学的計測器を使用して測定しなければならない。外観は目視による。

D.4.4.2.2 めっき厚さ（銅及び電解はんだめっき）

最小 3 個のスルーホールを含む FPC を、硬化する際に加熱及び加圧を必要としないプラスチックモールド材に埋め込む。スルーホールの垂直断面を作製するために研磨する。測定は 50 倍以上の顕微鏡で測定し、試料の最小値を読み取る。

D.4.4.2.3 スルーホール

D.4.4.2.2 項で作製した垂直断面を使用して 50~100 倍の倍率でスルーホールの検査をする。

D.4.4.3 ワークマンシップ

FPC のワークマンシップは目視によって検査する。

D.4.4.4 電気的性能

FPC の電気的性能に関する試験は、以下の方法による。

D.4.4.4.1 耐電圧

MIL-STD-202 の方法 301 によって実施する。ただし、次の試験条件を適用する。

- a) 印加電圧：500V_{DC}
- b) 印加時間：30 秒間
- c) 導体間げき：0.4mm~0.9mm の範囲であること。

D.4.4.4.2 導通性

a) 導体抵抗

図面に規定された導体パターンに試験電流を流し、その導体抵抗を測定し、室温とともに記録する。

D.4.4.6.1 項の試験前に測定する導体抵抗を R_o とし、試験後に測定する導体抵抗を R_x とする。

b) 導体抵抗変化率

D.4.4.6.1 項の試験後、表 D-12 に示す温度雰囲気 (Tx) の中で D.4.4.4.2 項 a) に基づいて導体抵抗 (Rx) を測定する。

表 D-12 温度雰囲気 (Tx)

単位 °C

雰囲気条件	温 度	
	熱衝撃 [I]	熱衝撃 [II]
低 温	-65 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix}$	-30 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix}$
室 温	15 ~ 35	15 ~ 35
高 温	125 $\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$	125 $\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$

各雰囲気における導体抵抗 (Rx) を 20°C の導体抵抗値に、次式を使用して換算した値を、20°C 換算試験後導体抵抗 (Rx²⁰) とする。

$$Rx^{20} = \frac{Rx}{1 + 0.004 (20 - Tx)}$$

また、D.4.4.4.2 項 a) に基づいて測定した導体抵抗値 (Ro) も同様に 20°C の導体抵抗値に換算し、20°C 換算試験前導体抵抗 (Ro²⁰) とする。次に、Ro に対する Rx の 20°C 換算導体抵抗変化率を次式を使用して計算する。

$$20^\circ\text{C換算導体抵抗変化率} = \frac{Rx^{20} - Ro^{20}}{Ro^{20}} \times 100 \quad (\%)$$

D.4.4.4.3 絶縁抵抗

MIL-STD-202 の方法 302 によって実施する。ただし、次の試験条件を適用する。

- a) 試験条件 : B
- b) 印加時間 : 60 秒間
- c) 印加箇所 : 導体間げきが 0.4mm~0.9mm の範囲内であること。

D.4.4.4.4 回路

それぞれの導体パターンに試験電流を流し、そのパターンの断線及びそのパターンと他の導体パターンとのショートの有無を試験する。

D.4.4.5 機械的性能

FPC の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

D.4.4.5.1 屈曲性

- a) 折り返し

半径が FPC 板厚の 10 倍~12 倍の芯棒のまわりに、180 度に折り曲げ、次にもとに戻す。これを 1 サイクルとして、5 サイクル繰り返す。

b) 屈曲疲労

試料の導体パターンの先端に絶縁被覆されたリード線をつけ、

- c) 図 D-8 に示すような装置に曲げた部分の直径が $9.6\text{mm} \pm 0.4\text{mm}$ になるように滑らかに試料を曲げて取り付け、二つのリード線をリレーに接続し通電する。往復運動は 10 サイクル/60 秒を超えてはならず、移動は 25.4mm 以上とする。試験は図面に規定されたサイクル数実施するが、不具合が発生するまで行う。サイクル数は付属のカウンタで読み取る。

ここで、不具合とは規定回数内に試料の導体が破損し、装置が動かなくなることである。

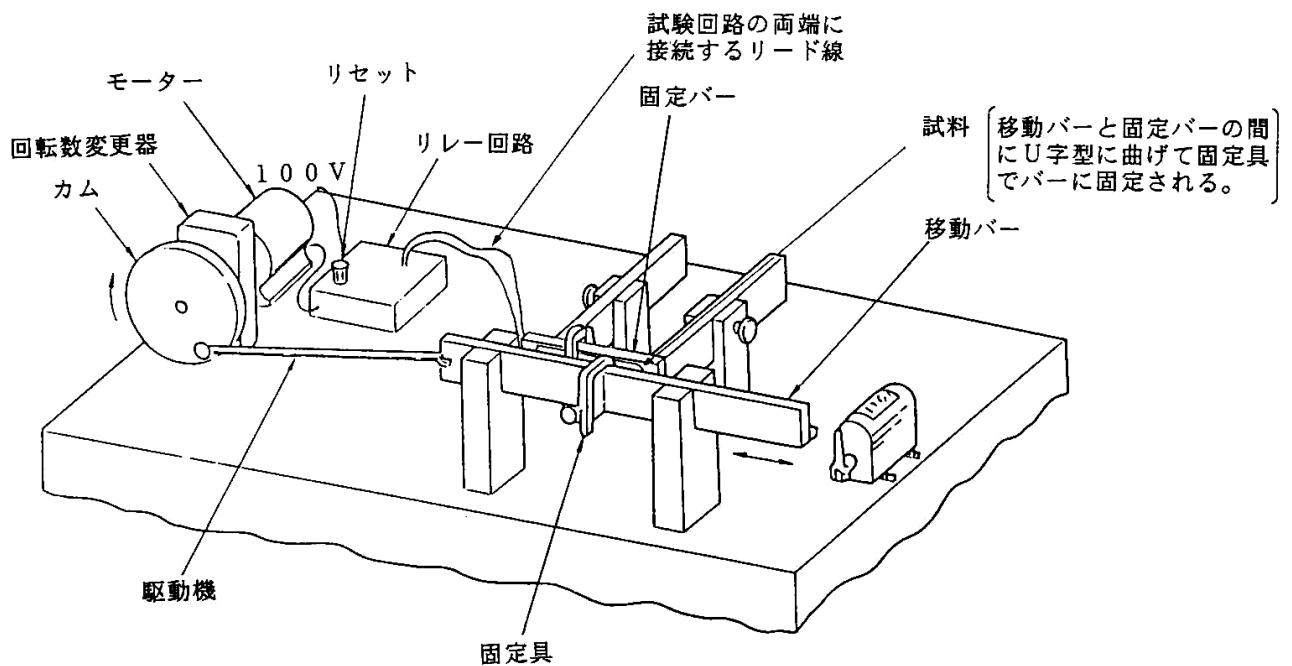


図 D-8 屈曲疲労試験装置

D.4.4.5.2 スルーホール引き抜き強度

ランド部から6mm以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、90℃で1時間ベーキングした試料にはんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60Wのものを使用し、こて先温度が232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分50mmの速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値(L)に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{(d_2)^2 - (d_1)^2\}}{4}$$

L : 引張力 (N)

d₁ : 穴径 (cm)

d₂ : ランド径 (cm)

次のいずれかが発生した時には不具合とみなす。

- a) 穴のまわりのランド面がぐらぐらになる。
- b) ランド面の状態がどうあれ、スルーホールがリード線のはんだ付けでぐらぐらになる。

D.4.4.5.3 はんだ付け性

次の要領で試験する。

- a) 90℃で1時間乾燥する。
- b) 20%ロジン、80%イソプロピルアルコールのフラックス（重量%）をつける。
- c) 試料を取り出し、60秒間フラックスを切る（アルコールが飛散するまでフラックスは端を流れても良い）。

- d) はんだ槽にはんだを溶融し、きれいなステンレス製のパドルでかきまぜ、温度が $232^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲であることを確認する。はんだ面を下にして、はんだ槽に5秒間浮かべる。
- e) はんだ槽から引きあげ、過剰のはんだを軽くたたいて除去した後、はんだが固化するまで空冷する。このとき急冷してはならない。
- f) スルーホール及び導体の表面のはんだの状態を検査する。

D.4.4.6 環境的性能

FPCの環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

D.4.4.6.1 熱衝撃

MIL-STD-202の方法107によって実施する。ただし、次の試験条件を適用する。

- a) 熱衝撃〔I〕（認定試験に適用）
試験条件Bとする。ただし、低温側温度を -30°C に変更して試験する。サイクル数は1000サイクルとする。
- b) 熱衝撃〔II〕（品質確認試験に適用）
試験条件B-3とする。

D.4.4.6.2 耐湿性

MIL-STD-202の方法106によって実施する。ただし、次の試験条件を適用する。

- a) 初期測定は必要なし。
- b) ステップ7Aと7Bは除外する。
- c) 最終サイクルのステップ6で温湿度槽から取り出し、表面の露を除去し1分以内に絶縁抵抗を測定する。

D.4.4.6.3 耐放射線性

大気中において、FPCに γ 線（コバルト60）を1時間当たり $0.5\times 10^4\text{Gy}\sim 1\times 10^4\text{Gy}$ の割合で、総放射線量が $1\times 10^4\text{Gy}$ となるように照射する。照射後、FPCの各部に劣化のないことを目視により確認する。さらに、D.4.4.4.1項及びD.4.4.4.3項により耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗と耐電圧は同じ回路で測定する。

付則 E

フレックスリジッドプリント配線板

E.1. 総則	E-1
E.1.1 適用範囲	E-1
E.1.2 区分	E-1
E.1.3 部品番号	E-1
E.1.3.1 基材記号	E-1
E.1.3.2 構造記号	E-2
E.1.3.3 層数	E-3
E.2. 適用文書など	E-3
E.2.1 参考文書	E-3
E.3. 要求事項	E-3
E.3.1 認定の範囲	E-3
E.3.2 材料	E-3
E.3.2.1 リジッド銅張積層板及びプリプレグ	E-3
E.3.2.2 フレキシブル銅張積層板	E-4
E.3.2.3 カバーレイ	E-4
E.3.2.4 緩衝材	E-4
E.3.2.5 はんだコート	E-4
E.3.2.6 ソルダレジスト	E-4
E.3.2.7 マーキングインク	E-4
E.3.2.8 めっき	E-4
E.3.3 設計及び構造	E-5
E.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）	E-5
E.3.3.2 層間接続	E-5
E.3.3.3 導体幅	E-6
E.3.3.4 導体間げき	E-9
E.3.3.5 ランド径	E-9
E.3.3.6 めっきなどの厚さ	E-10
E.3.3.7 温度範囲	E-10
E.3.4 外観、寸法、表示など	E-10
E.3.4.1 外観及び構造	E-10
E.3.4.2 寸法	E-15
E.3.4.3 表示	E-16
E.3.5 ワークマンシップ	E-16
E.3.5.1 そり及びねじれ	E-16

E.3.5.2 修理	E-16
E.3.6 めっき密着性及びオーバハング	E-16
E.3.7 清浄度	E-17
E.3.8 電氣的性能	E-17
E.3.8.1 耐電圧	E-17
E.3.8.2 回路	E-17
E.3.8.3 接続抵抗	E-18
E.3.9 機械的性能	E-18
E.3.9.1 スルーホール引き抜き強度	E-18
E.3.9.2 折り返し	E-18
E.3.9.3 屈曲疲労	E-18
E.3.9.4 はんだ付け性	E-18
E.3.10 環境的性能	E-19
E.3.10.1 熱衝撃	E-19
E.3.10.2 耐湿性及び絶縁抵抗	E-19
E.3.10.3 耐ホットオイル性	E-19
E.3.10.4 熱ストレス	E-20
E.3.10.5 耐放射線性	E-20
E.4. 品質保証条項	E-20
E.4.1 工程内検査	E-20
E.4.2 認定試験	E-20
E.4.2.1 試料	E-20
E.4.2.2 試験項目及び試料数	E-20
E.4.3 品質確認試験	E-26
E.4.3.1 品質確認試験（グループA）	E-26
E.4.3.2 品質確認試験（グループB）	E-27
E.4.4 試験方法	E-27
E.4.4.1 試験条件	E-27
E.4.4.2 外観、寸法、表示など	E-28
E.4.4.3 ワークマンシップ	E-29
E.4.4.4 めっき密着性及びオーバハング	E-30
E.4.4.5 清浄度	E-30
E.4.4.6 電氣的性能	E-31
E.4.4.7 機械的性能	E-31
E.4.4.8 環境的性能	E-34

付則 E

フレックスリジッドプリント配線板

E.1. 総則

E.1.1 適用範囲

この付則は、プリント配線板のうち、フレックスリジッドプリント配線板（以下、「F/R-PWB」という）に適用し、それらの要求事項、品質保証条項などを規定する。

E.1.2 区分

F/R-PWB の区分は表 E-1 による。

表 E-1 区 分

	F/R-PWB 構造
区	アウタータイプ
分	インナータイプ

E.1.3 部品番号

F/R-PWB の部品番号は次の例のように表す。ただし、QPL から QML に移行した場合は、QPL と同じ部品番号を使用することができる。詳細は、個別仕様書による。

例 JAXA⁽¹⁾ 2140/ E 101 GI I 4⁽²⁾
 | | | |
 個別番号 基材記号 構造記号 層数
 (E.1.3.1 項) (E.1.3.2 項) (E.1.3.3 項)

注⁽¹⁾ “JAXA” は、宇宙開発用共通部品等であることを示す。“J” と省略できる。

⁽²⁾ 4 は導体層の層数を示す。

E.1.3.1 基材記号

F/R-PWB の基材記号は、表 E-2 による。

表 E-2 基材記号

基材記号 ⁽¹⁾	絶縁板材料
GI	IPC-4101、JPCA/NASDA-SCL01 による ガラス布基材ポリイミド樹脂

注⁽¹⁾ GI の適用規格については、個別仕様書に記載する。

GI の詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）を ADS に記載する。

E.1.3.2 構造記号

F/R-PWBの構造記号は、表 E-3 による。各構造の概要を図 E-1 及び図 E-2 に示す。

表 E-3 構造記号

構造記号	F/R-PWB 構造
I	アウタータイプ
II	インナータイプ

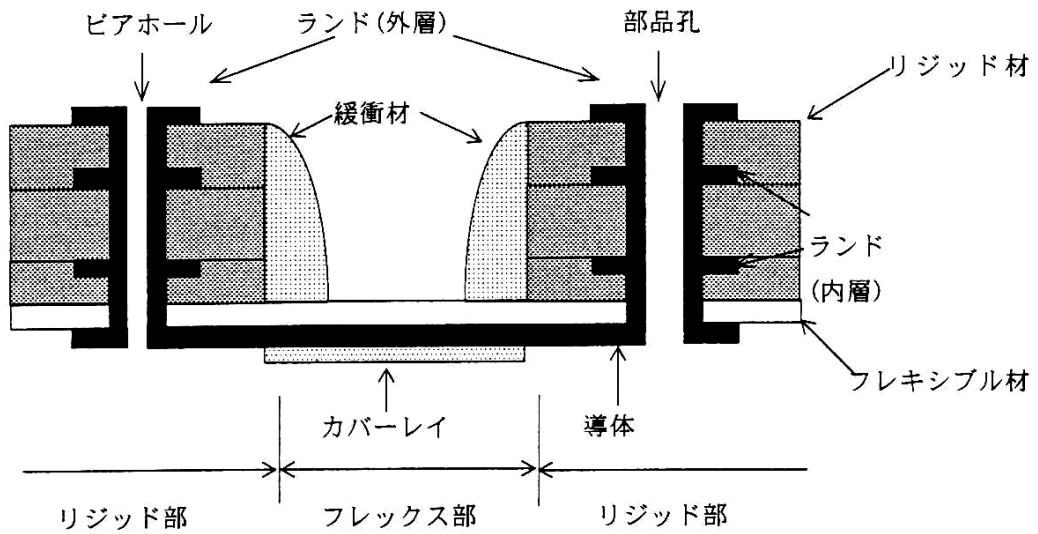


図 E-1 アウタータイプ (4層構造) の断面図

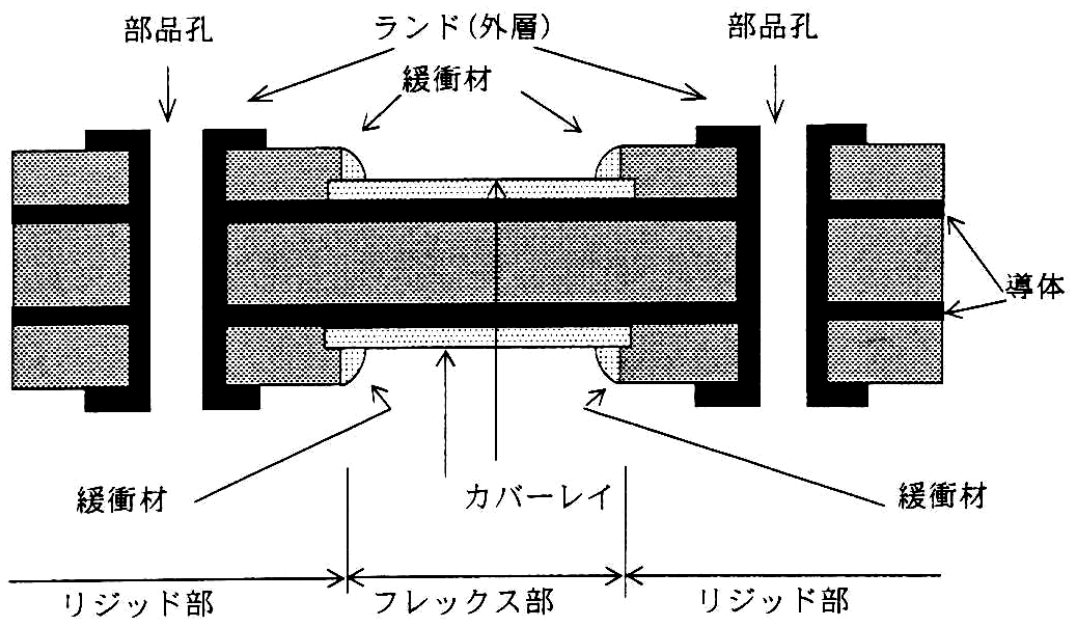


図 E-2 インナータイプ (4層構造) の断面図

E.1.3.3 層数

F/R-PWBの層数は、構造により区分され表 E-4 に示す。

表 E-4 層 数

構造	リジッド部の層数（フレックス部の層数）	最大層数
I	2層～10層（1層）	10
II	3層～8層（1層～4層）	8

E.2. 適用文書など

E.2.1 参考文書

参考文書は、この仕様書の 2.2 項による。

E.3. 要求事項

E.3.1 認定の範囲

認定される F/R-PWB の範囲は、この仕様書の E.3.2 項から E.3.10 項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足する F/R-PWB の製造ラインを用いて製造される製品群で、認定試験に合格した試料によって代表される範囲内のものとする。層数及び板厚については、合格した試料の層数以下及び板厚以下を認定の範囲とする。これらの最大板厚及び表面めっきは個別仕様書に規定する。また、表面めっきについては、この仕様書に規定した 1 種類によって他の種類も認定の範囲とする。ソルダレジストインクは、認定試験時に使用したものを認定の範囲とする。したがって、この認定の範囲内において個別仕様書で規定する個々の製品を供給することができる。

なお、より詳細な認定の範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

E.3.2 材料

F/R-PWB に使用する材料は 3.3 項によるほか、次による。

E.3.2.1 リジッド銅張積層板及びプリプレグ

リジッド銅張積層板及びプリプレグは、適用規格の IPC-4101 又は JPCA/NASDA- SCL01 によるものとし、図面に指定されたものを使用しなければならない。板厚は、0.05mm（公称）以上のものを使用しなければならない。基材のタイプに関わらず、金属箔の種類は銅とする。最外層に用いられる銅箔は、めっきによる導体厚の増加を考慮して 18 μ m（公称）以上とし、内層銅箔は 35 μ m（公称）以上とする。

使用する材料の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。また、GI の詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）については ADS に記載しなければならない。

E.3.2.2 フレキシブル銅張積層板

フレキシブル銅張積層板は、適用規格の IPC-4204 相当又は JPCA/NASDA-SCL01 によるポリイミドフィルムベースとし、図面に指定されたものを使用しなければならない。板厚は、0.05mm（公称）以上のものを使用しなければならない。最外層に用いられる銅箔は、めっきによる導体厚の増加を考慮して 18 μ m（公称）以上とし、内層銅箔は 35 μ m（公称）以上とする。

使用する材料の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。また、GI の詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）については ADS に記載しなければならない。

E.3.2.3 カバーレイ

カバーレイは、IPC-4203 によるものとし、カバーレイの厚さは、12.7 μ m（公称）以上のものを使用しなければならない。

E.3.2.4 緩衝材

緩衝材は、柔軟性のあるエポキシ系樹脂とし、リジッド部とフレックス部の境界部には必ず塗布し、境界部に関する曲がりを緩衝する。

E.3.2.5 はんだコート

はんだコートに用いるはんだは、すずの含有量が 50%～70%でなければならない。

E.3.2.6 ソルダレジスト

F/R-PWB に塗布するソルダレジストはリジッド部に限定し、IPC-SM-840 のクラス H 相当でなければならない。

適用については、製造図面の指定によるものとする。

E.3.2.7 マーキングインク

マーキングインクは溶剤などで容易に消滅しないエポキシ系インクで、F/R-PWB の機能、性能及び信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

E.3.2.8 めっき

すべてのスルーホール、ランド、外部導体パターンは、ソルダレジストを適用する箇所を除き、原則として E.3.2.5 項に規定されたはんだではんだコートしなければならない。すべてのスルーホールは銅めっきを行った後、ランド部と同種の表面めっきを行わなければならない。ただし、ファインピッチパターン以外の箇所で部分的に他のめっきを行う場合に限り、電解金めっきを行ってもよい。

E.3.2.8.1 無電解銅めっき

スルーホールの電解めっきの前工程として、絶縁材料上に導電層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

E.3.2.8.2 電解銅めっき

電解銅めっきは、99.5%以上の純度を有するものでなければならない。

E.3.2.8.3 電解金めっき

電解金めっきは、表E-5のとおりでなければならない。ただし、下地めっきとしてE.3.2.8.4項に規定する電解ニッケルめっきを行ってもよい。めっき後の不純金属は、硬度を増加させるために添加されているものを除き、0.1%以下でなければならない。

表 E-5 電解金めっき

項 目	規 格
純 度	99.7%以上
KNOOP 硬度	91 以上 129 以下

E.3.2.8.4 電解ニッケルめっき

電解ニッケルめっきは、SAE-AMS-QQ-N-290に相当し、低ストレスのものでなければならない。

E.3.3 設計及び構造

E.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

F/R-PWB は、この仕様書に基づいて製造図面化する。製造図面におけるすべての位置表示は、原則として、製造図面上の格子の交点を利用して示さなければならない。この場合格子間隔は2.54mmを原則とし、格子の交点から外れる位置については、寸法を示さなければならない。ただし、CAD設計したデータで製造図面化され、同一のデータによりアートワークマスタ（又は製造用原版）が作成される場合は、交点の表示及び格子の交点から外れる位置についての寸法表示を省略してもよい。

製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）は、調達者が承認したものでなければならない。製造図面とアートワークマスタ（又は製造用原版）との間に相違がある場合には、製造図面が優先する。

E.3.3.2 層間接続

F/R-PWB の各層の接続は、小径ビアホール（最小キリ径φ0.35）を含むスルーホールでなければならない。

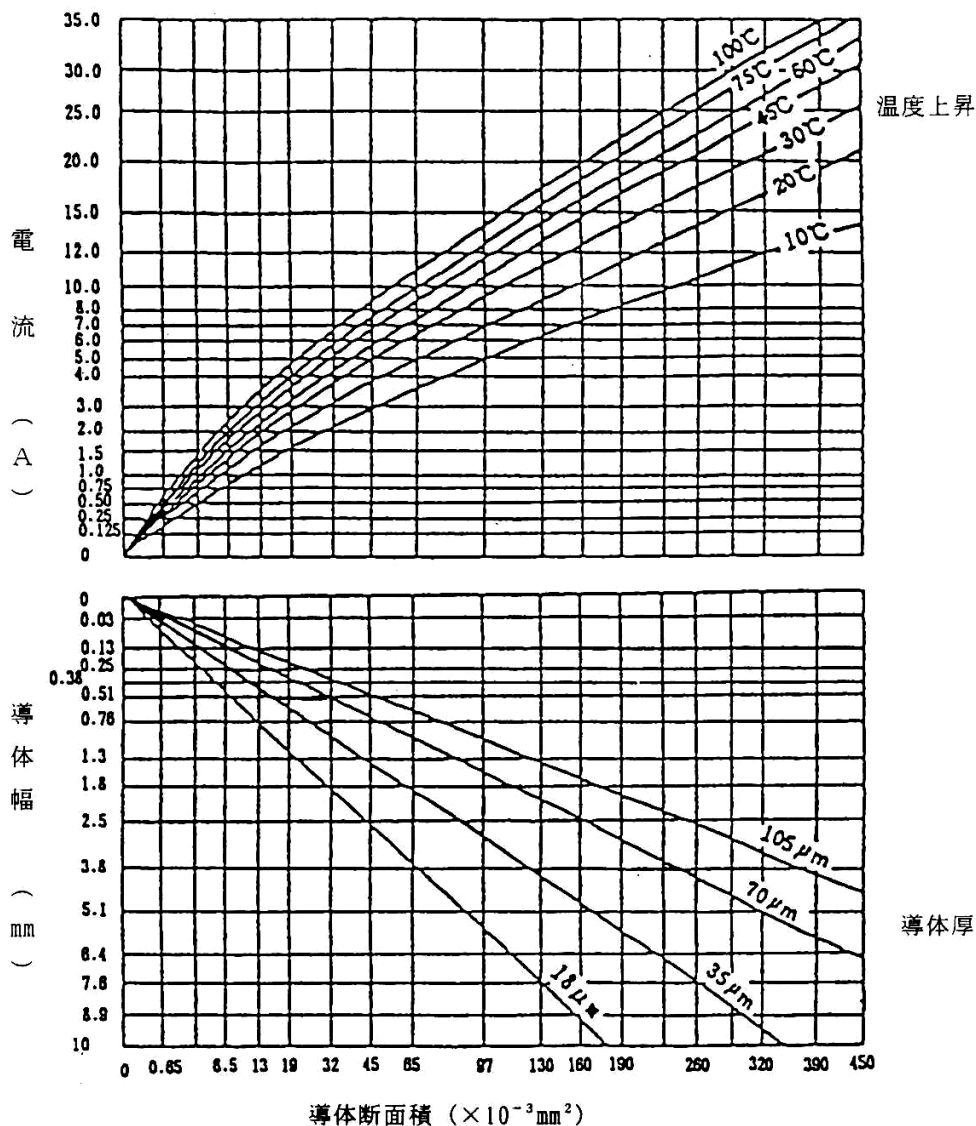
E.3.3.3 導体幅

F/R-PWB の設計値における最小導体幅は、構造により分けられた表 E-6 に示す値以上でなければならない。また、外層及び内層の導体幅は、図 E- 3 及び図 E- 4 を参考に設計しなければならない。

表 E-6 最小導体幅

単位 mm

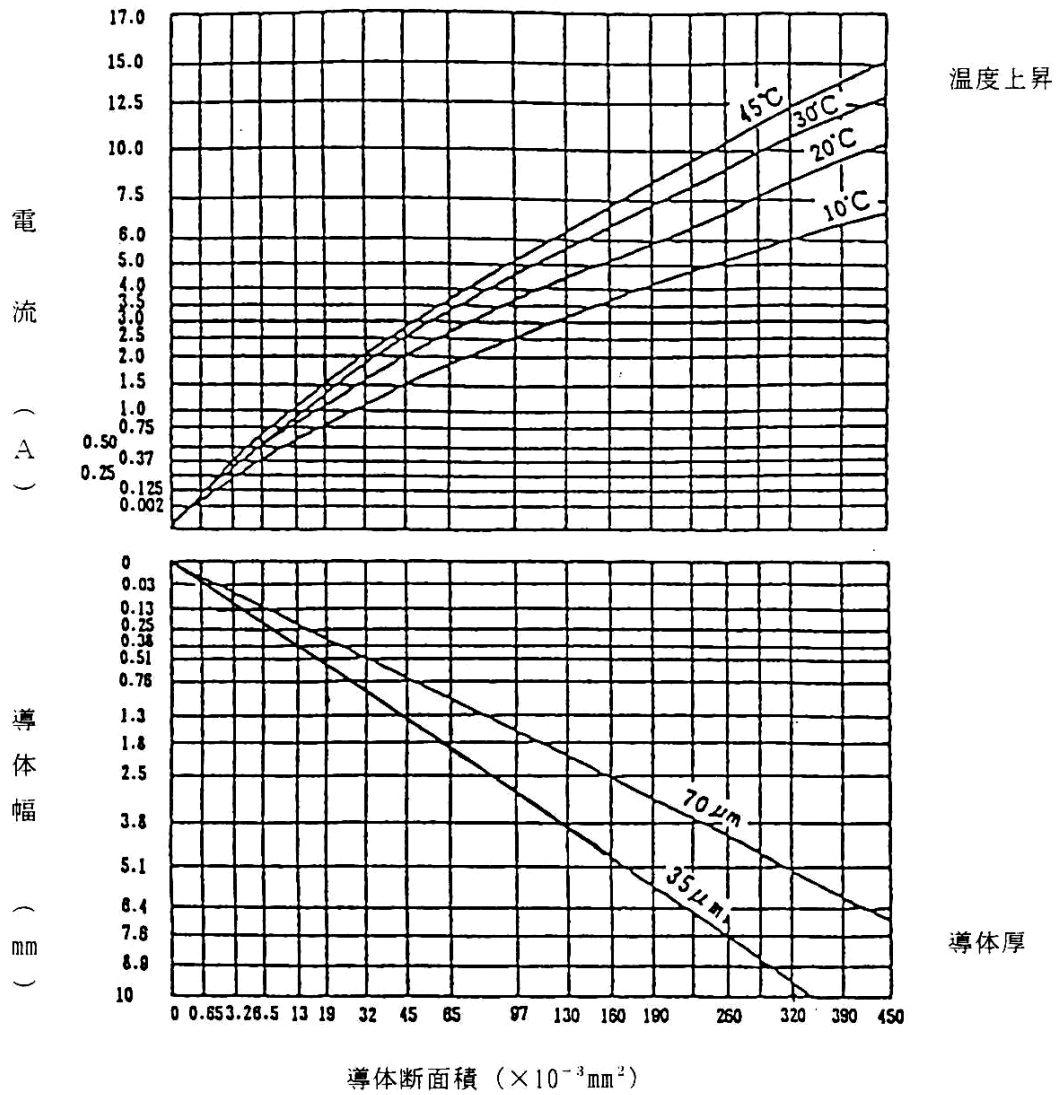
構造	リジッド部	フレックス部
I	0.13	0.30
II	0.25	0.30



備考

- (1) このグラフは、導体断面積と、導体に流れる電流及び室温からの温度上昇との関係を算出するためのものである。導体表面積は、隣接する絶縁板表面積に比べて相対的に小さいことを前提としている。このグラフにおける許容電流値は、エッチング精度、導体厚、導体幅及び導体断面積に対する公差を考慮して、10%の余裕を見込んでいる。
- (2) 次の場合には、このグラフの許容電流値から、更に15%の余裕を持たせることが望ましい。
 - a) 絶縁層厚が、設計値において0.8mm未満の場合。
 - b) 導体厚が、設計値において105 μ m以上の場合。
- (3) 一般に許容温度上昇は、F/R-PWBの最高動作温度とF/R-PWBを使用する場所の最高温度との差である。
- (4) 単体の導体に対しては、このグラフから、温度上昇に対する導体幅、導体断面積及び許容電流（電流容量）を直読してよい。
- (5) 類似な導体が平行して配列されているグループに対して、相互の間隔が狭い場合には、温度上昇は、等価断面積及び等価電流から求められる。
- (6) このグラフは、発熱する部品を取り付けることによる加熱を考慮していない。
- (7) 導体厚には、銅以外の金属のめっき厚みは含まない。

図 E-3 導体幅（外層）



備考

(1) この図には図 E-3 の備考を適用する。

図 E-4 導体幅 (内層)

E.3.3.4 導体間げき

設計値における最小導体間げきは、構造により区分けされた表 E-7 に示す値以上でなければならない。また、導体間電圧に応じた導体間げきは、設計値において表 E-8 のとおりでなければならない。

表 E-7 導体間げき

単位 mm

構造	リジッド部	フレックス部
I	0.18	0.20
II	0.25	0.25

表 E-8 コンフォーマルコーティング、ソルダレジスト、カバーレイ及びプリプレグ等で被覆された F/R-PWB の導体間げき

導体間電圧範囲 (DC 又は ACp-p(V))	最小導体間げき (mm)	
	外 層	内 層
0～ 100	0.18	0.18
101～ 300	0.48	0.30
301～ 500	0.86	0.35
501 以上	$(0.003 \times V) + 0.1$	$(0.003 \times V) + 0.1$

E.3.3.5 ランド径

設計値における最小ランド径は、表 E-9 のとおりでなければならない。

表 E-9 ランド径

単位 mm

穴区分	構 造	
	I	II
小径ビアホール (1)	ϕ (キリ径+0.4)	
スルーホール (2)	ϕ (仕上がり径+0.5)	ϕ (仕上がり径+0.6)
ノンスルーホール	ϕ (キリ径+1.1)	

注(1) 小径ビアホールの最小ランド径は $\phi 0.76$ とする。

(2) 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径は、図 E-5 の寸法 A を適用しなければならない。

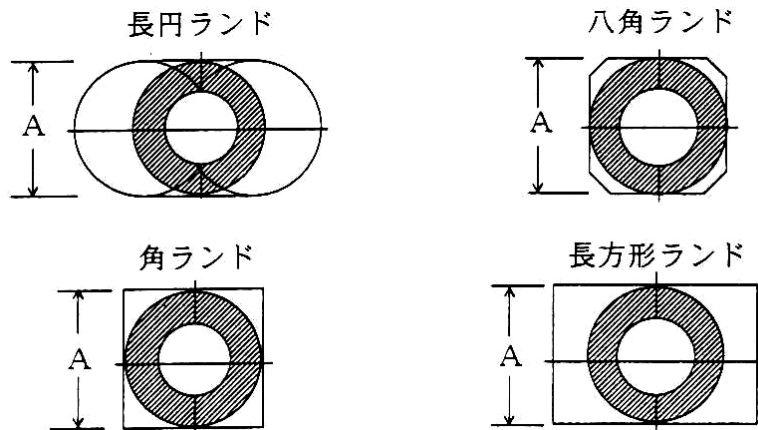


図 E-5 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径

E.3.3.6 めっきなどの厚さ

めっき及びはんだコート厚さは、設計値で表 E-10 のとおりでなければならない。

表 E-10 めっきなどの厚さ

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ
電解銅めっき	30 以上
電解金めっき	1.3 ~ 4.0
電解ニッケルめっき	5 以上
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。

E.3.3.7 温度範囲

F/R-PWB の使用温度範囲は、「熱衝撃 (II) (E.3.10.1.2 項)」の試験温度範囲であり、 -65°C ~ $+125^{\circ}\text{C}$ とする。

E.3.4 外観、寸法、表示など

E.3.4.1 外観及び構造

外観および構造における寸法は、特に規定のない限り仕上り値とする。

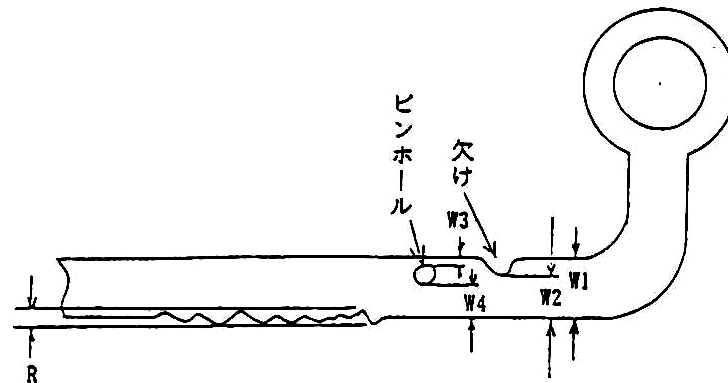
E.3.4.1.1 導体パターン

導体パターンは、承認された又は支給されたアートワークマスタ（又は製造用原版）に合致しなければならない。

E.3.4.1.2 導体

リジッド部の導体に関しては、裂け目やクラックがあってはならない。導体端部の荒れ及び欠け、ピンホール、スクラッチによる絶縁板の露出などの欠損によって、導体幅は最小仕上がり導体幅の80%を下回ってはならない。ただし、仕上がり導体幅は0.08mm以上とする。また、欠損の長さは、導体幅（設計値）を超えてはならず、幅が0.05mmを超える欠損については、1導体あたり1個以内、かつ、F/R-PWB上の100mm×100mmの単位面積あたり1個以内でなければならない。側面の粗さは、任意の13mmの長さの範囲において、粗さの山と谷との差が0.08mm以下でなければならない。ただし、設計値が0.2mm以上の導体部の場合には0.13mm以下とする（図E-6参照）。

リジッド部とフレックス部の境界部分における導体に関しては（補強用パターンを含む）、裂け目やクラックがなく、その他の欠損（導体端部の荒れ及び欠け、ピンホール、スクラッチなどによる絶縁板の露出など）が存在してはならない。また、その導体を被覆しているカバーレイに関しても、傷があってはならない。



$$W1 \geq (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$$

$$W2 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$$

$$W3 + W4 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$$

$$\text{導体幅の設計値が } 0.2\text{mm 未満の場合} : R \leq 0.08 \text{ (mm)}$$

$$0.2\text{mm 以上の場合} : R \leq 0.13 \text{ (mm)}$$

ただし、任意の13mmの長さの範囲

図 E-6 導体の欠陥

E.3.4.1.3 ランドの最小導体幅

E.4.4.2.3項f)に従って、内層及び外層のランドの導体幅をそれぞれ測定したとき、スルーホールについては0.05mm以上、ノンスルーホールについては0.3mm以上欠陥のない導体幅でなければならない（外層の導体接続において0.13mm以上の要求がある場合には、サブブランド又は同等の処理を行うものとする）。

E.3.4.1.4 導体間

導体間の絶縁板の表面には、不要な残導体、又は異物などの付着がないこと。

E.3.4.1.5 スルーホール

E.4.4.2.3項によって試験したとき、スルーホールには、クラック、導体接続部の剥離、ガラス繊維の突出がなく、ランド部から連続的、かつ、なめらかにめっきされていなければならない。また、スルーホール内のノジュールによって、穴径が製造図面の最小要求値を下回ってはならない。

穴壁とスルーホールめっきの境界部のレジソリセッションは、スルーホールめっきの壁面からの最大深さが80 μ m以下であり、スルーホールめっきに沿った累計基材厚（基材厚の合計）の40%以下であれば許容する（図E-7参照）。

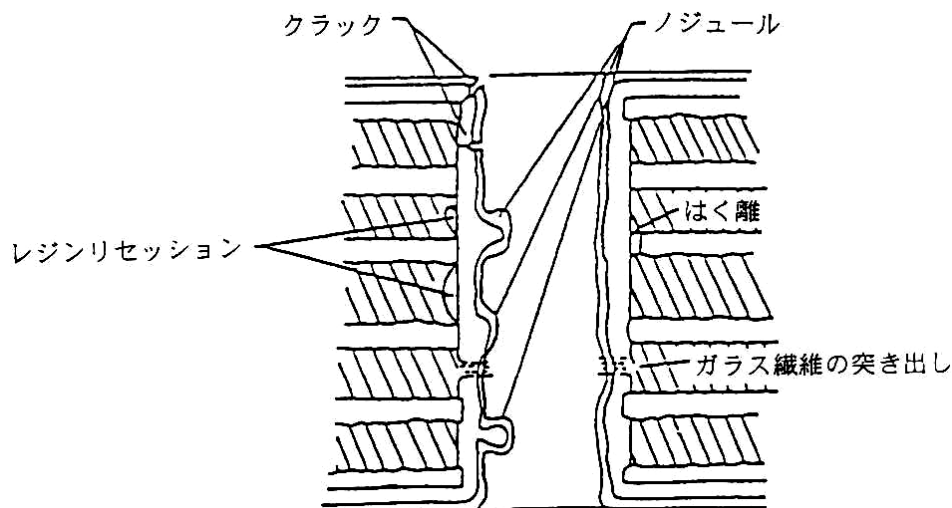


図 E-7 スルーホールの欠陥

a) ボイド

スルーホール内部について、ボイドは1個のスルーホールあたり3個以下、その大きさは円周長の合計がスルーホール円周の10%以下、垂直方向の長さの合計が穴壁の長さの5%以下でなければならない。また、導体パターンとの接続部又は同一層における穴壁の両側にあってはならない（図E-8参照）。

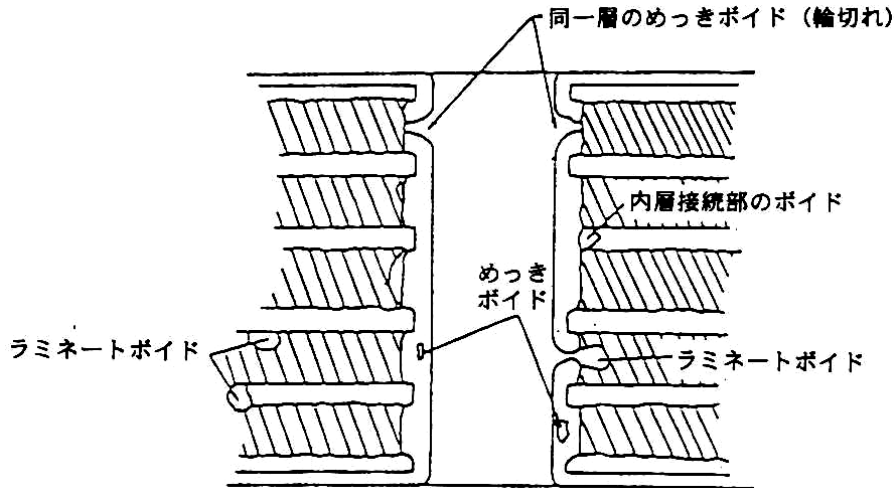


図 E-8 ボイド

b) 内層接続

スルーホールと内層導体の接続部のレジンスミアは、水平方向において円周長の25%以下、垂直方向において同一層の接続部の50%以下でなければならない。また、ネイルヘッドは導体厚の50%以下でなければならない（図 E-9 参照）。

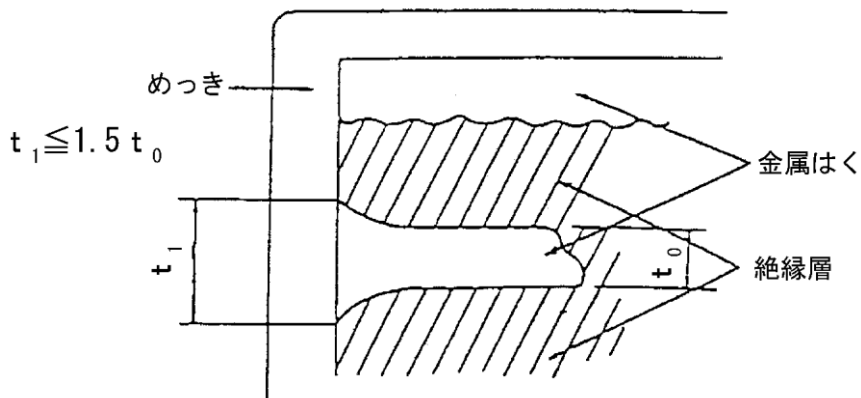


図 E-9 ネイルヘッド

c) 層相互間のずれ

層相互間のずれは、0.20mm 以下でなければならない。

d) 絶縁層厚

リジッド絶縁材料における導体層間の絶縁層の厚さは、0.08mm 以上でなければならない。また、フレキシブル絶縁材料における導体層間の絶縁層の厚さは、0.038mm 以上でなければならない。

e) めっき厚さ

めっき厚さは E.3.3.6 項に規定された値を満足しなければならない。めっき厚さの仕上り値を表 E-11 に示す。

表 E-11 めっきなどの厚さ(仕上り値)

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要なかつ十分な厚さ
電解銅めっき	30 以上
電解金めっき	1.3 ~ 4.0
電解ニッケルめっき	5 以上
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。

f) ランドの導体幅

ランドの導体幅は E.3.4.1.3 項の規定を満足しなければならない。

E.3.4.1.6 はんだコート

ピンホール、ピットなどがなく、導体を完全に覆っていなければならない。

E.3.4.1.7 F/R-PWB 端面

欠け、クラック又は剥離があってはならない。ただし、割基板の分割面は適用しない。

E.3.4.1.8 F/R-PWB 表面

クラック又は穴の周囲から、剥離があってはならない。個々の層又は基材にデラミネーションがあってはならない。基板表面下のミーズリング、クレイジングは、その面積が F/R-PWB 板面積の 1% 以下で、導体の間げきの減少が 25% 以下であれば許容される。F/R-PWB エッジのクレイジングは、近接した導体との間げき L は、図面に規定された最小導体間げき又は 1.6mm のいずれか小さい方の値以上であれば許容される(図 E-10 参照)。

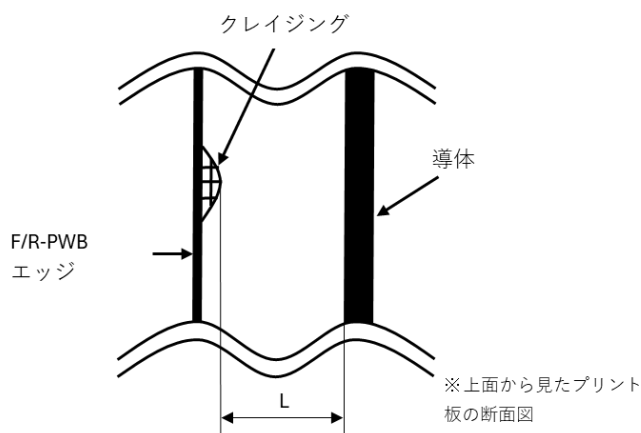


図 E-10 F/R-PWB 表面の断面図

E.3.4.1.9 ソルダレジスト

硬化したソルダレジストには、粘着性、ブリスタ、デラミネーションがあってはならない。著しく外観を損なうかすれ、剥がれ、表面荒れ、及び色むらや余分な導体の露出がないこととする。また、ランド部へのソルダレジストの付着があってはならない。特に指定がない限り、スクラッチ、ピンホールなどは塗布されるべき導体が被覆されていれば許容する。

ソルダレジスト塗布範囲及び導体パターンとソルダレジストの位置ずれは、製造図面の規定を満足しなければならない。

E.3.4.2 寸法

F/R-PWBの各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法の公差は、特に規定のない限り、表 E-12 のとおりでなければならない。

表 E-12 寸法の公差

単位 mm

項目	公差
外形寸法	100 以下に対して ± 0.3 、100 を超えるものについては 50 毎に 0.05 を加える。
板厚	製造図面または個別仕様書による。
仕上がり穴径	すべての穴径に対して $+0.10$ 、 -0.15 とする。ただし、キリ径 $\phi 0.5$ 以下のスルーホールに対しては規定しない。
導体幅	0.13 以上 0.20 未満： ± 0.05 0.20 以上 0.50 未満： ± 0.10 0.50 以上：回路幅の $\pm 20\%$
導体間げき	$0.18 \leq$ 導体間げき（設計値） < 0.2 の場合、仕上がり導体間げきは設計値に対して 0.1 以上とする。 また、導体間げき（設計値） ≥ 0.2 の場合、仕上がり導体間げきは設計値に対して -0.1 としプラス側は規定しない。 外層の導体間げきは、最小 0.13 とする。

E.3.4.2.1 ソルダレジストの厚さ

E.4.4.2.4項により試験したとき、ソルダレジストの厚さは導体の中心部で $17.5\mu\text{m}$ 以上でなければならない。

E.3.4.2.2 アンダカット

E.4.4.2.5 項によって試験したとき、アンダカットは銅箔と銅めっきの合計厚さ以下でなければならない。

E.3.4.3 表示

図面に示したとおり、導体と同一工程で残る金属、E.3.2.7 項で規定したマーキングインク又はレーザーマーキングで、F/R-PWB の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

表示は判読可能であり、かつ、いかなる場合も F/R-PWB の機能を損なうものであってはならない。特に指定のない限り、F/R-PWB には、次の事項を表示しなければならない。ただし、F/R-PWB への表示が不可能な場合にはタグなどで表示してもよい。

- a) 部品番号
- b) 製造年月
- c) 認定取得業者名又は識別符号
- d) 製品一連番号⁽¹⁾又はロット番号

注⁽¹⁾ 全製造工程にわたって追跡管理が可能なように付与しなければならない。

E.3.4.3.1 割基板の表示

割基板の中で使用不可の分割部（1枚のF/R-PWBに相当する個片）を含む場合、この分割部が使用不可であることを明確に表示しなければならない。また、この表示は溶剤などで容易に消滅しないものでなければならない。

E.3.5 ワークマンシップ

F/R-PWB の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなど F/R-PWB の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は、限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

E.3.5.1 そり及びびねじれ

E.4.4.3.1 項によって試験したとき、製造図面に特に規定のない限り、リジッド部のそり及びびねじれは 1.5%以下でなければならない。

割基板については、分割前において上記の値以下でなければならない。

E.3.5.2 修理

絶縁体及び導体は修理してはならない。ただし、余剰導体の除去及び軽微なソルダレジストの修正はしてもよい。

E.3.6 めっき密着性及びオーバハング

E.4.4.4 項によって試験したとき、めっき及び導体の剥離又は浮き上がり、若しくは導体エッジからスリバが発生してはならない。

E.3.7 清浄度

ごみ、油、腐食、腐食生成物、塩、すす、グリス、指紋、離型剤、異物、残留フラックスなどの汚れ及びイオン性の汚れがあってはならない。また、E.4.4.5項によって試験したとき、抽出溶液の固有抵抗は、 $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上でなければならない。

E.3.8 電氣的性能

F/R-PWB は、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

E.3.8.1 耐電圧

E.4.4.6.1項によって試験したとき、フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

E.3.8.2 回路

E.4.4.6.2項によって試験したとき、回路パターンに断線又は短絡があってはならない。

E.3.8.3 接続抵抗

E.4.4.6.3 項によって試験したとき、各導体層を経由する回路では、両端のランド間の抵抗値は、次式で求められる値（ R_i ）を超えてはならない。

1回の測定で、全層の接続抵抗測定ができない場合は、その測定に含まれない層の接続抵抗を別途測定し、漏れのないようにしなければならない。

$$R_i = 2\rho \frac{\ell}{W \cdot t} \quad (\text{m}\Omega)$$

ρ : 導体を形成する主な金属の20°Cにおける体積抵抗率 ($\text{m}\Omega \cdot \text{mm}$)

ℓ : ランド間距離 (mm)

W : 導体幅 (mm)

t : 導体厚 (mm)

E.3.9 機械的性能

F/R-PWB は、以下の機械的性能を満足しなければならない。

E.3.9.1 スルーホール引き抜き強度

E.4.4.7.3 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 端子強度

1380 N/cm² 以上でなければならない。

b) 導体及びランド

E.4.4.2 項に従って目視検査をしたとき、スルーホールの周囲にゆるみを生じてはならない。

c) スルーホールの断面

E.4.4.2.3 項 a) に従って断面検査をしたとき、クラック、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。

E.3.9.2 折り返し

E.4.4.7.1 項により試験したとき、劣化又は不良となるデラミネーションがあってはならない。折り返し試験終了後、E.3.8.2 項の要求を満足しなければならない。

E.3.9.3 屈曲疲労

E.4.4.7.2 項により、原図面に規定されたサイクル数試験したとき、劣化又は不良となるデラミネーションがあってはならない。屈曲疲労試験完了後、E.3.8.2 項の要求を満足しなければならない。屈曲サイクル数が原図面に規定されていないときは、40 サイクルとする。

E.3.9.4 はんだ付け性

E.4.4.7.4 項によって試験したとき、次の要求事項を満足しなければならない。

E.3.9.4.1 スルーホール

スルーホール内壁及びランド表面について、はんだの良好なぬれ性が示されなければならない。ただし、小径ビアホールには適用しない。

E.3.9.4.2 表面導体

表面導体の全面積の95%以上が新しい均一なはんだで覆われていなければならない。また、この表面にはピンホール、ディウェット又は荒れた点の小さいものが点在してもよいが、1個所に集中してはならない。

E.3.10 環境的性能

F/R-PWB は、以下の環境的性能を満足しなければならない。

E.3.10.1 熱衝撃

E.3.10.1.1 熱衝撃（Ⅰ）（認定試験に適用）

E.4.4.8.1項a) によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、E.4.4.6.2項に従って回路の導通及び短絡の有無、並びにE.4.4.6.3項に従って接続抵抗を測定する。試験後の回路はE.3.8.2項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

E.3.10.1.2 熱衝撃（Ⅱ）（品質確認試験に適用）

E.4.4.8.1項b) によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、E.4.4.6.2項に従って回路の導通及び短絡の有無、並びにE.4.4.6.3項に従って接続抵抗を測定する。試験後の回路はE.3.8.2項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

E.3.10.2 耐湿性及び絶縁抵抗

E.4.4.8.2項によって試験したとき、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。また、導体間絶縁抵抗値は、500M Ω 以上でなければならない。

E.3.10.3 耐ホットオイル性

E.4.4.8.3項によって試験したとき、試験前後における回路内の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

E.3.10.4 熱ストレス

E.4.4.8.4 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体の剥離、ふくれ及びデラミネーションがあつてはならない。

b) 銅箔

スルーホールの垂直方向の断面における内層の銅箔にクラックがあつてはならない。

c) ラミネートボイド

同一層内又は層相互間における導体間げきが製造図面で規定される最小導体間げきの要求を満足している場合には、最大長 76 μ m 以下でなければならない。

E.3.10.5 耐放射線性

E.4.4.8.5 項によって試験したとき、ミーズリング、デラミネーション及びウィーブテクスチャのような欠陥が発生してはならない。導体間の絶縁抵抗は、500M Ω 以上でなければならない。また、試験後、E.3.8.1 項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

E.4. 品質保証条項

E.4.1 工程内検査

次に示す工程内検査を実施し、それぞれ E.3.4.1 項及び E.3.7 項の要求を満足しなければならない。

a) 内層の外観、構造及び寸法検査（全数）

b) 清浄度（抜取）

E.4.2 認定試験

E.4.2.1 試料

試料は、認定審査代行機関の承認を得た、この付則の要求事項を確認するのに十分な最小導体幅、最小導体間げき及び層数を有する F/R-PWB、並びに図 E-11 に示す試験パターンとする。

認定範囲に割基板を含むときは、試験に供する試料が割基板であることとし、割基板には長穴状のスリット、V カット、ミシン目を含んでいなければならない。

試料は、製品及び製品と同一のワークボードから製造された試験パターンで構成されなければならない。

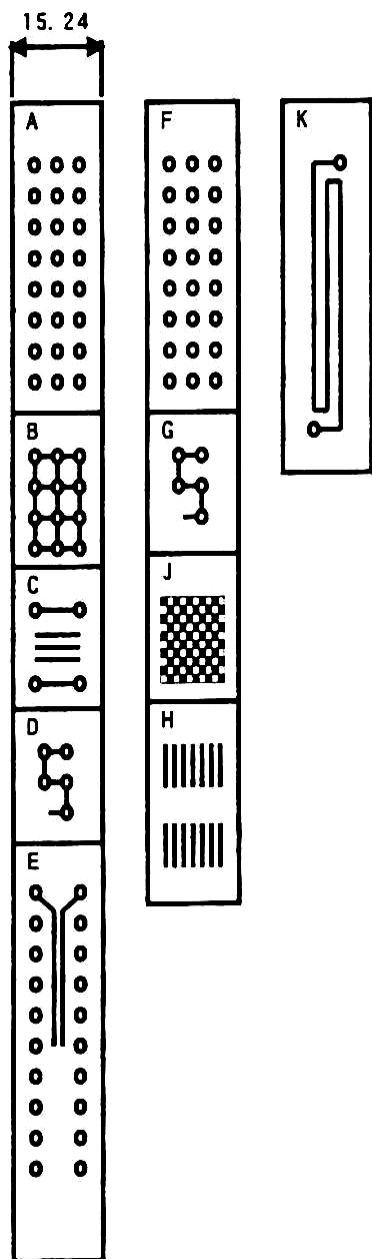
E.4.2.2 試験項目及び試料数

認定試験は、表 E-13 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。I、II 群の試験を行った後、III 群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、III 群以下の試験は群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行うこと。

製品の試料数は各構造毎に各 6 枚とする。試験パターンの試料数は表 E-13 による。

単位 mm

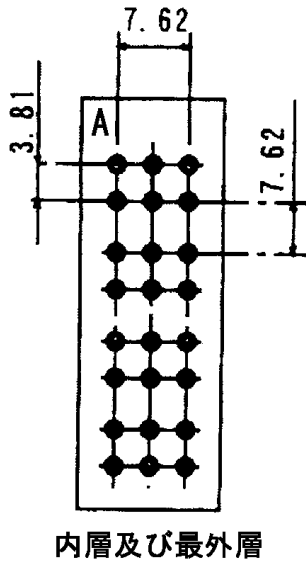
試験パターンの配列



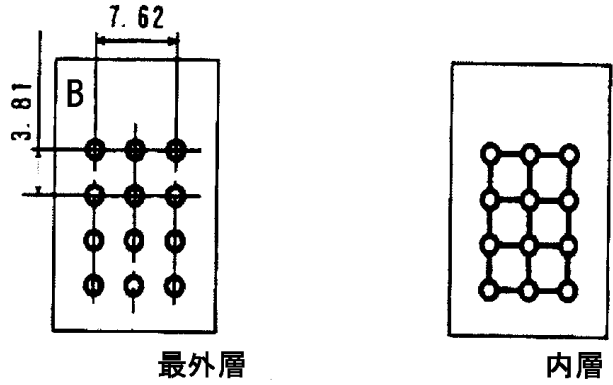
- 注(1) 特に指定のない導体幅は、設計値において0.5mmとすること。なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差はE.3.4.2項による。
- (2) 「A」のランド径は、該当するF/R-PWBの最小キリ径に使用される最小ランド径とすること。また、穴径は、該当する最小ランドに適用される穴径のうちの最大径とすること。穴は、すべてスルーホールとすること。穴径の許容差は規定しない。
- (3) 「B」、「C」、「E」、「F」及び「K」のランド径は、設計値において1.8mmとし、その形状は、製品の代表的ランド形状に合わせる。穴は、すべてスルーホールとすること。穴径は、 $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。出荷する製品仕様において穴径が $\phi 0.8\text{mm}$ を超える場合、品質確認試験(グループA)に供する試験の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせる。この場合、E.3.3項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること(試験パターンBのみに適用する)。ただし、穴径 $\phi 0.8\text{mm}$ で試験を実施することにより、製品保証が担保できる場合はこの限りではない。穴径の許容差は、該当するF/R-PWBの許容差を適用すること。
- (4) 「D」、「E」及び「G」は、層数及び層構成によって導体の数が異なるので、この図に従って、全層にわたって導体を設けること。また、「D」および「G」の回路の両端には、抵抗値測定用のスルーホールを設け、そのランド径は $\phi 1.8\text{mm}$ 、穴径は $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。穴は、すべてスルーホールとすること。穴径の許容差は規定しない。
- (5) 製品にソルダレジストを要求された場合のみ、「E」、「H」及び「J」にソルダレジストを塗布すること。「E」のソルダレジストのクリアランス径は、ランド径+0.2mmとする。
- (6) 試験パターンの配列は一例であり、この図の配列のとおりでなくてもよい。
- (7) 試験パターンの記号(「A」～「H」及び「J」、「K」)は、識別を目的としたものであり、検査の対象としない。また、表示の方法は規定しない。

図 E-11 試験パターン (多層板) (1/4)

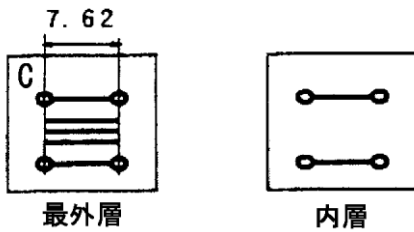
試験パターンA



試験パターンB

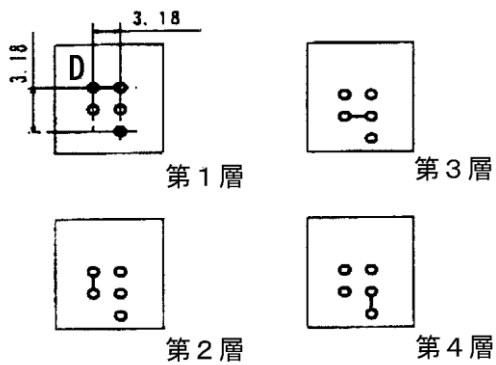


パターンC



構造	導体幅	導体間げき
アウタータイプ	0.13	0.18
インナータイプ	0.25	0.25

試験パターンD及びG

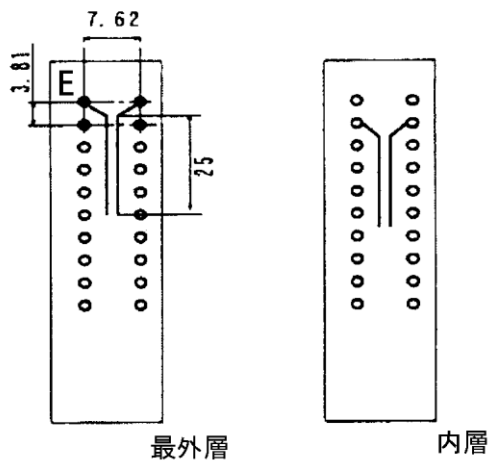


構造	導体幅	導体間げき
アウタータイプ	0.13	0.18
インナータイプ	0.25	0.25

図 E-11 試験パターン (多層板) (2/4)

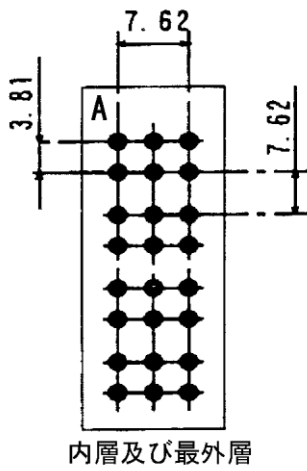
単位 mm

試験パターンE



構造	導体幅	導体間げき
アウタータイプ°	0.13	0.18
インナータイプ°	0.25	0.25

試験パターンF



試験パターンH

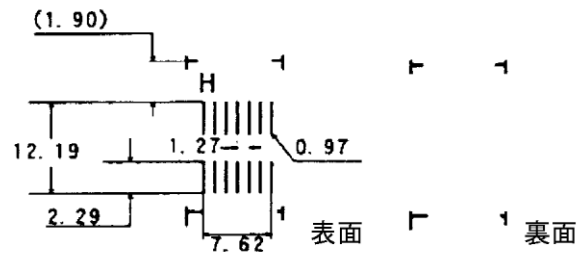
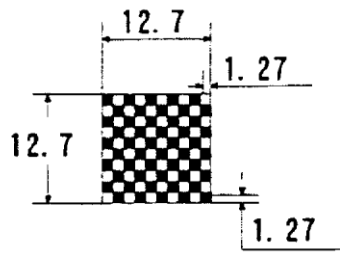


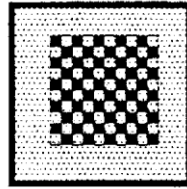
図 E-11 試験パターン (多層板) (3/4)

単位 mm

試験パターンJ

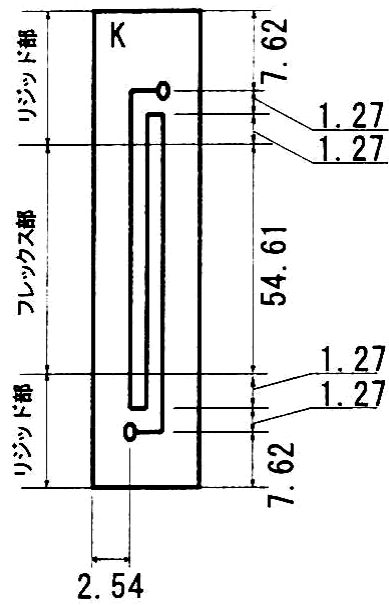


表面及び裏面



ソルダレジスト塗布範囲

試験パターンK



構造	導体幅	導体間げき
アウタータイプ°	0.30	0.20
インナータイプ°	0.30	0.25

図 E-11 試験パターン（多層板）(4/4)

表 E-13 認定試験

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		許 容 不良数	
					試料数 (1)			
群	順序	項 目			製 品	試験パターン (2)		
I	1	設計及び構造	E.3.3	E.4.4.2	No.1~ No.6	A,B,C,D,E, F,G,H,K, 及び L (4)	0	
	2	外観、寸法及び表示等	E.3.4	E.4.4.2				
	3	ワークマンシップ(3)	E.3.5	E.4.4.3				
	4	そり及びねじれ	E.3.5.1	E.4.4.3.1				適用しない
II	1	めっき密着性及びオーバーハング	E.3.6	E.4.4.4	No.1~ No.6	C (8)	0	
	2	アンダカット	E.3.4.2.2	E.4.4.2.5				
III	1	スルーホール	E.3.4.1.5	E.4.4.2.3	No.1	A 及び F		0
	2	スルーホール引き抜き強度	E.3.9.1	E.4.4.7.3		F		
	3	ソルダレジストの厚さ	E.3.4.2.1	E.4.4.2.4		J		
	4	折り返し	E.3.9.2	E.4.4.7.1		K		
	5	屈曲疲労	E.3.9.3	E.4.4.7.2		K		
IV	1	接続抵抗	E.3.8.3	E.4.4.6.3	No.2	D	0	
	2	耐ホットオイル性	E.3.10.3	E.4.4.8.3				
	3	接続抵抗	E.3.8.3	E.4.4.6.3				
V	1	回 路 (5)	E.3.8.2	E.4.4.6.2	No.3	E 及び G		0
	2	接続抵抗 (9)	E.3.8.3	E.4.4.6.3				
	3	熱衝撃 (I)	E.3.10.1.1	E.4.4.8.1 a)				
	4	回 路 (5)	E.3.8.2	E.4.4.6.2				
	5	接続抵抗 (9)	E.3.8.3	E.4.4.6.3				
VI	1	耐湿性及び絶縁抵抗	E.3.10.2	E.4.4.8.2	No.4	E	0	
	2	耐電圧	E.3.8.1	E.4.4.6.1				
VII	1	熱ストレス	E.3.10.4	E.4.4.8.4	No.5	A 及び B		0
	2	はんだ付け性	E.3.9.4	E.4.4.7.4		B 及び H (6)		
VIII	1	耐放射線性	E.3.10.5	E.4.4.8.5	No.6	適用しない	0	
IX	1	材料	E.3.2	—	(7)			—

- 注(1)試料数のうち、試験パターンの個数は、II群以下に規定するパターンごとに1個、I群については、II群以下に規定するパターンの合計とすること。
 認定範囲に割基板を含むときには、試験に供する製品が割基板であること。
 認定試験のサンプルを1ワークボードで6製品を製造する場合は、パターンA、Fは2個、その他パターンは各1個とする。
- (2)認定試験に供する製品と同時に製造すること。また、III群以下に規定する試験パターンは、その群で試験を実施する製品と同じワークボードから製造されていること。
- (3)そり及びねじれ (E.3.5.1 項) については、群 I 順序 4 で試験すること。
- (4)II 群以下で供試する試験パターンのみでよい。
- (5)回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。
- (6)「B」は、熱ストレスに供試したものであること。また、「B」はスルーホール、「H」は表面導体について試験すること。

- (7) 設計仕様を満足していることを示す資料を提出すること。
- (8) 試験パターンCの断面観察からアンダカットの有無を測定によって確認する。
アンダカットが有る場合は E.3.4.2.2 項に規定された要求を満足するか確認する。
- (9) 接続抵抗については、試験パターン G で試験すること。

E.4.3 品質確認試験

E.4.3.1 品質確認試験（グループA）

E.4.3.1.1 試料

1組の割基板の中で、製造工程において不合格と判定され不合格の表示がなされた個片のF/R-PWBを含む場合、この1組の割基板を試験ロットの一部として供試することができる。ただし、合否判定に影響を与えないようにするために、不合格の表示がなされた個片のF/R-PWBは、試料として扱ってはならない。

なお、1組の割基板とは同一図板のF/R-PWBが集合して1枚のシート状に構成されたもの、又は異なる図番のF/R-PWBが集合して1枚のシート状に構成されたものをいう。

E.4.3.1.2 試験項目及び試料数

グループA試験は、表E-14に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試料のうち製品については、全数試験とする。また、試験パターンについては、製品と同時に製造し、表E-14に記載した試験パターンをそれぞれ1個準備する。

表 E-14 品質確認試験（グループA）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		
					試 料 数		許 容 不良数
群	順序	項 目			製 品	試験パ [○] ターン ⁽¹⁾	
I	1	外観、寸法及び表示等	E.3.4	E.4.4.2	全 数	適用しない	} 0
	2	ワークマンシップ ⁽²⁾	E.3.5	E.4.4.3			
	3	そり及びねじれ	E.3.5.1	E.4.4.3.1			
II	1	アンダカット	E.3.4.2.2	E.4.4.2.5	適用しない	C ⁽⁴⁾	
III	1	回 路	E.3.8.2	E.4.4.6.2	全 数	適用しない	
IV	1	熱ストレス（はんだフロート）	E.3.10.4	E.4.4.8.4	適用しない	A 及び B ⁽¹⁾	
	2	スルーホール 内層接続 めっき厚さ	E.3.4.1.5 b) e)	E.4.4.2.3 a) E.4.4.2.3 b) E.4.4.2.3 c)			
V	1	はんだ付け性	E.3.9.4	E.4.4.7.4	適用しない	B 及び H ⁽³⁾	

注⁽¹⁾ 「A」は製品に小径ビアホール（キリ径φ0.5以下）を有する場合のみ試験する。

⁽²⁾ そり及びねじれ（E.3.5.1項）については、群I順序3で試験すること。

⁽³⁾ 「B」はスルーホールについて、「H」は表面導体について試験すること。

- (4) 試験パターンCの断面観察によってアンダカットの有無を確認する。なお、アンダカットが発生しないプリント配線板の製造工法を適用している場合は、アンダカットの測定は適用しない。

E.4.3.2 品質確認試験（グループB）

E.4.3.2.1 試料

グループB試験に供する試験パターンは、グループA試験に供する試験パターンと同時に製造することができる。

E.4.3.2.2 試験項目及び試料数

グループB試験は、表E-15に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンについては、各群ごとに1個とする。

表 E-15 品質確認試験（グループB）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定	
					試験パターン	許 容 不良数
群	順序	項 目				
I	1	めっき密着性及びオーバハング	E.3.6	E.4.4.4	C	0
II	1	スルーホール引き抜き強度	E.3.9.1	E.4.4.7.3	F	
	2	接続抵抗	E.3.8.3	E.4.4.6.3	D	
	3	耐ホットオイル性	E.3.10.3	E.4.4.8.3		
	4	接続抵抗	E.3.8.3	E.4.4.6.3		
III	1	回 路 ⁽¹⁾	E.3.8.2	E.4.4.6.2	E 及び G	
	2	接続抵抗 ⁽²⁾	E.3.8.3	E.4.4.6.3		
	3	熱衝撃（II）	E.3.10.1.2	E.4.4.8.1 b)		
	4	回 路 ⁽¹⁾	E.3.8.2	E.4.4.6.2		
	5	接続抵抗 ⁽²⁾	E.3.8.3	E.4.4.6.3		
IV	1	耐湿性及び絶縁抵抗	E.3.10.2	E.4.4.8.2	E	
	2	耐電圧	E.3.8.1	E.4.4.6.1		
V	1	折り返し	E.3.9.2	E.4.4.7.1	K	
VI	1	屈曲疲労	E.3.9.3	E.4.4.7.2	K	

注⁽¹⁾ 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。

注⁽²⁾ 接続抵抗については、試験パターンGで試験すること。

E.4.4 試験方法

E.4.4.1 試験条件

MIL-STD-202の4.2項による。ただし、基準状態は、温度15°C~35°C、湿度20%~80%（RH）、照度750ルクス以上とすること。

E.4.4.2 外観、寸法、表示など

設計、構造、外観、寸法（導体パターン及びエッジ）、及び表示について試験する。外観の検査は4倍から10倍の拡大鏡を使用して行う。

E.4.4.2.1 導体パターン及びエッジ

計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

E.4.4.2.2 ランドの導体幅

外層ランドの導体幅の測定には、計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用し、スルーホールめっきの内側表面からランドの端までを測定する。

E.4.4.2.3 スルーホール

a) 垂直方向の断面

穴の中心に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、穴の中心が断面の表面に出るように（垂直方向の断面を）作成する。

穴の数は1枚のワークボードから3個以上とする。ただし、その穴はワークボードの製品有効範囲外に別に設けて製作した穴でも良い。

作成した垂直方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホールの品質（ポイド、垂直方向の内部接続、層相互間のずれ、絶縁層厚、めっき厚さ）及びソルダレジストの厚さの検査に用いる。ただし、層相互間のずれの検査のための断面作成においては、穴の1個以上は多層板の長さ方向に平行に、他の1個以上はこれと直角に断面を作成しなければならない。

b) 水平方向の断面

水平方向の断面作成は多層板のみに適用する。穴を含む多層板の材料を樹脂に埋め込み研磨する。任意の導体層を選び、その層を平行に研磨する。研磨によってその導体層が断面の表面に出るように作成する。

作成した水平方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホールの品質（水平方向の内部接続）の検査に用いる。

c) めっき厚さ

E.4.4.2.3 項 a) で作成した断面を使用して、最小200倍の倍率で測定する。めっき厚さは1個の穴について3箇所を計測し、その最小値を読み取る。

d) 層相互間のずれ

E.4.4.2.3 項 a) で作成した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。穴を中心に多層板の長さ方向及びその直角方向のずれを測定する（図 E-12 参照）。ただし、IVH 及び SVH には適用しない。

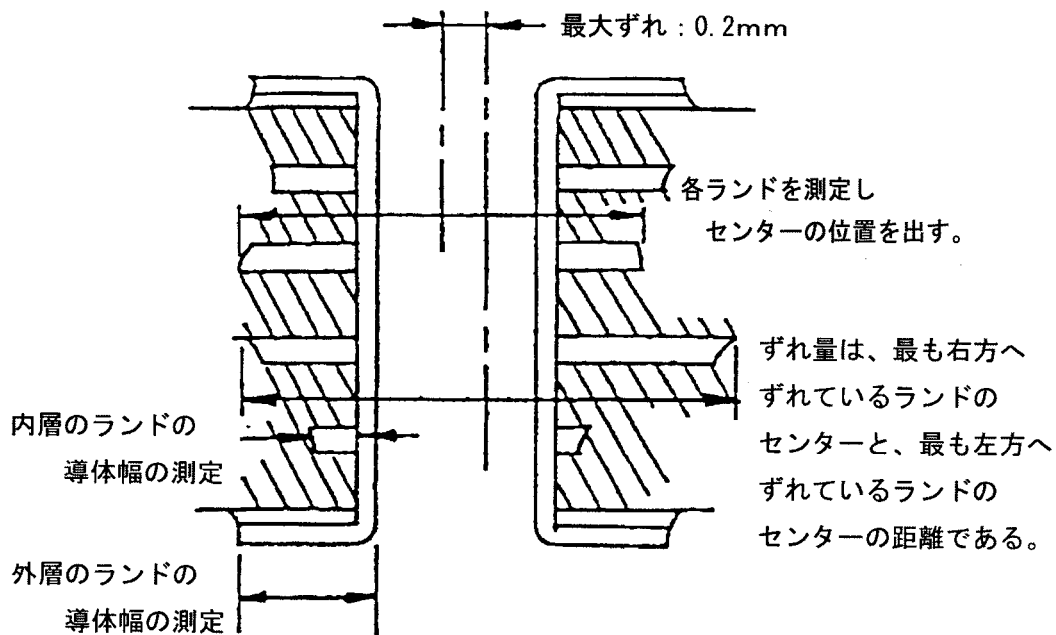


図 E-12 層相互間のずれ及びランドの導体幅の測定

e) 絶縁層厚

E.4.4.2.3 項 a) で作成した断面を使用して測定する。

f) ランドの導体幅

E.4.4.2.3 項 a) で作成した断面を使用して測定する。

外層のランドの導体幅はスルーホールをめっきの表面からランドの端までを測定する。内層のランドの導体幅は、穴あけされたエッジからランドの端のエッジまでを測定する（図 E-12 参照）。

E.4.4.2.4 ソルダレジストの厚さ

E.4.4.2.3 項 a) で作成した断面を使用して、200倍以上の倍率で測定する。

E.4.4.2.5 アンダカット

試験パターン C に対し、導体の垂直断面が確認できる方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の形状が確認できるように断面を作製する。作製した断面を、50～100 倍の倍率で測定を行う。

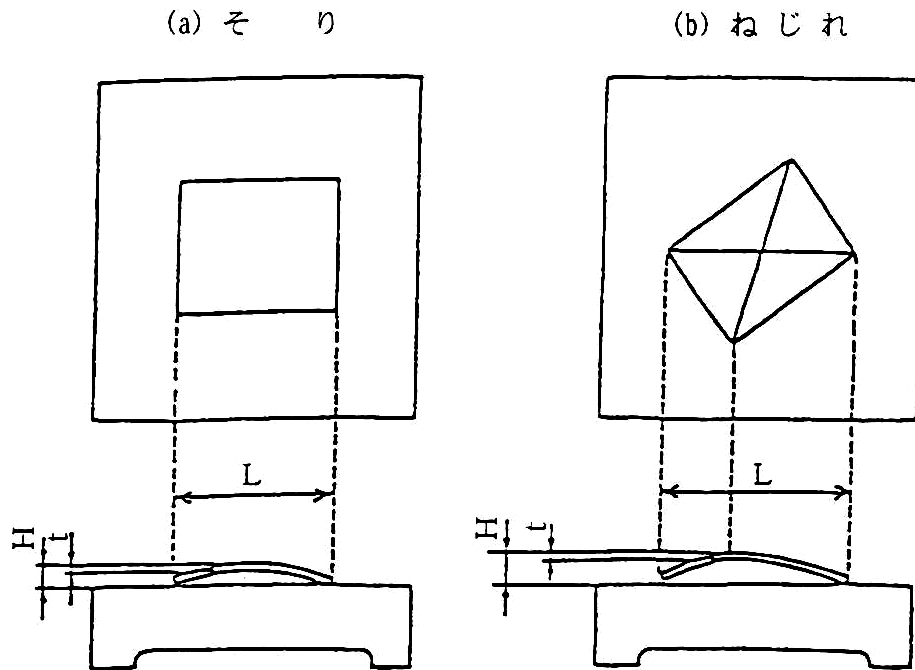
E.4.4.3 ワークマンシップ

F/R-PWB のワークマンシップは目視によって検査する。ただし、そり及びねじれは以下の方法による。

E.4.4.3.1 そり及びねじれ

F/R-PWBを凸曲面を上にして水平な定盤の上に置き、F/R-PWBの最も高い位置で定盤面からの高さを測定する（図E-13参照）。次式でそり及びねじれの値を計算する。

$$\text{そり及びねじれ} = \frac{H-t}{L} \times 100 \quad (\%)$$



H : 定盤面からの高さ (mm)
t : プリント板の厚さ (mm)
L : 辺又は対角線の長さ (mm)

図 E-13 そり及びねじれの測定

E.4.4.4 めっき密着性及びオーバーハング

リジッド部の導体上に A-A-113 の Type I、Class A、又は JIS Z 1522 による感圧ゼロハンテープ（幅 12.7mm、長さ 50mm 以上）を貼り付け、気泡を除くようにしっかりと押さえつける。引きはがしのため、テープの端は接着しないで残しておく。次に、このテープを F/R-PWB と直角の方向に急激に引きはがす。各試料に対し、毎回新しいテープを使用して各面 3 箇所位置の異なる位置に対してこの試験を実施する。オーバーハング部が破壊されてテープに付着した場合は、密着不良とはみなさずスリバとして判定する。

E.4.4.5 清浄度

適当な漏斗を電解ビーカーの上に置き、試料を漏斗の中につるす。イソプロピルアルコールと蒸留水の容積比が 75%対 25%の洗浄液（ただし、固有抵抗は $6 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を、試料の両面の上から、表面（両面を考慮すること）の 6.5cm^2 あたり 100ml を回収できるまで

流す。洗浄時間は、1分以上とする。最初の洗浄液は、固有抵抗測定サンプルに必ず含まれていなければならない。電解ビーカーに集めた洗浄液は、電導率計又は同等の計測範囲及び精度を有する装置で固有抵抗を測定すること。

なお、表 E-16 に規定する、同等の計測方法を用いてもよい。

表 E-16 同等の測定方法

測定装置	固有抵抗 ($\times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	等価 ファクタ	塩化ナトリウムの 等価量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
電導率計	2	1	1.56
Omega Meter (1)	2	1.39	2.20

注(1) Alpha Metals Incorporated, “Omega Meter”

E.4.4.6 電気的性能

F/R-PWB の電気的性能に関する試験は、以下の方法による。

E.4.4.6.1 耐電圧

MIL-STD-202の方法301によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- a) 印加電圧：1000V_{AC} ピーク又は 1000V_{DC}
- b) 印加時間：30 秒間
- c) 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の隣接するパターン間

E.4.4.6.2 回路

a) 導通試験

それぞれの回路又は接続されている一連の回路に 2A 以下の電流を流し、断線の有無を確認する。

b) 短絡試験

すべての導体の共通端子と隣接した導体の共通端子との間に 250V_{DC} の電圧を印加し、短絡の有無を確認する。

E.4.4.6.3 接続抵抗

試験するスルーホール端子に、適当な電気的接続が得られるように導線をはんだ付けし、0.5m Ω 未満の抵抗が測定できる計測器によってランド間の抵抗値を測定する。

E.4.4.7 機械的性能

F/R-PWB の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

E.4.4.7.1 折り返し

半径がフレキシブル材の厚さの10倍～12倍の芯棒のまわりに、180度に折り曲げ、次にもとに戻す。これを1サイクルとし、5サイクル繰り返す。

試験後、折り返し部分に、劣化又は不良となるデラミネーションがないことを確認し、E.4.4.6.2項の検査を実施する。

E.4.4.7.2 屈曲疲労

試料の導体パターン先端に絶縁被覆されたリード線を付け、図E-14に示すような装置に、曲げた部分の直径が $9.6\text{mm} \pm 0.4\text{mm}$ になるように滑らかに試料を曲げて取り付け、二つのリード線をリレーに接続し通电する。往復運動は10サイクル/60秒を超えてはならず、移動距離は25.4mm以上とする。試験は図面に規定されたサイクル数実施するが、不具合が発生するまで行う。サイクル数は付属のカウンタで読み取る。

ここで、不具合とは規定回数以内に試料の導体が破損し、装置が動かなくなることである。

試験後、劣化又は不良となるデラミネーションがないことを確認し、E.4.4.6.2項の検査を実施する。

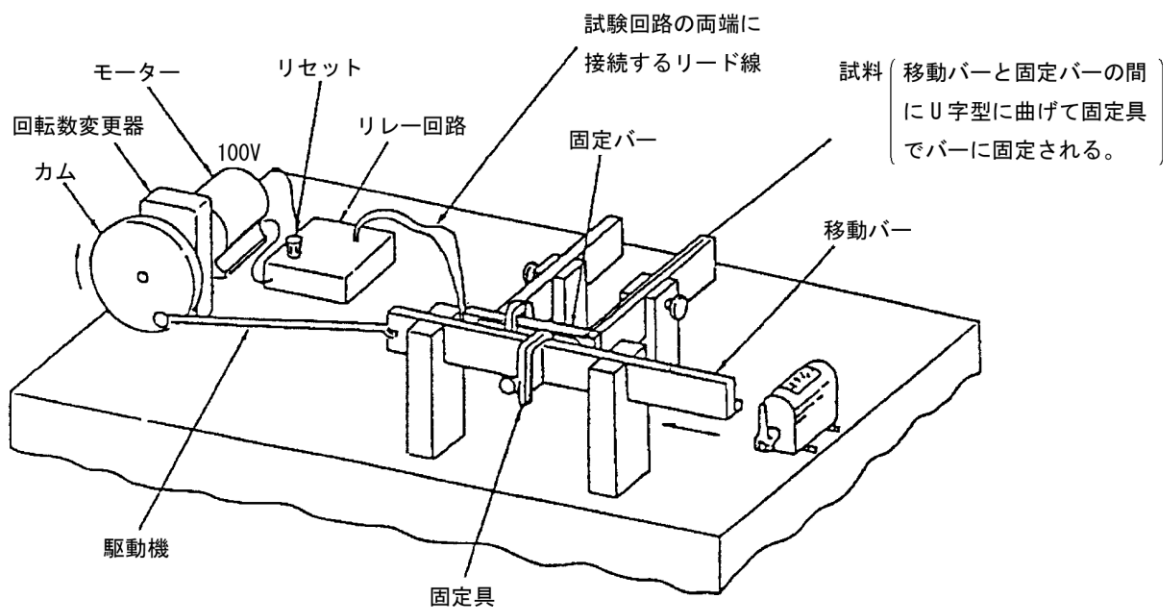


図 E-14 屈曲疲労試験装置

E.4.4.7.3 スルーホール引き抜き強度

ランド部から6mm以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、はんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60Wのものを使用し、こて先温度が232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分50mmの速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値（L）に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{ (d_2)^2 - (d_1)^2 \}}{4}$$

L₁ : 引張力(N)

d₁ : 穴径(cm)

d₂ : ランド径(cm)

E.4.4.7.4 はんだ付け性

a) スルーホール

E.4.4.8.4 項の検査で作成した断面を利用して、はんだのぬれ性を調査する。

b) 表面導体

MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたフラックスに試料を浸せきした後、試料を取り出し、60 秒間フラックスをきる。はんだ槽に MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたはんだを溶融し、きれいなステンレス製のパドルでかき混ぜ、温度が 226°C ~238°C の範囲であることを確認する。試料を浸せきする直前にはんだかす及び燃えたフラックスをはんだ表面から取り除く。試料を垂直に毎秒 25mm±6mm の速さではんだ槽に入れ、4 秒±0.5 秒間保持した後、毎秒 25mm±6mm の速さで引き上げる。引き上げた後、試料を垂直の状態に保持したまま、はんだが固化するまで空冷する。このとき、急冷してはならない。はんだの固化後、導体の表面のはんだの状態を検査する。

E.4.4.8 環境的性能

F/R-PWB の環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

E.4.4.8.1 熱衝撃

MIL-STD-202の方法107によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

a) 熱衝撃（Ⅰ）（認定試験に適用）

温度範囲及びサイクル数は-30°C（30分）、+100°C（30分）を1サイクルとし、計 1000 サイクル行う。また、低温から高温、高温から低温への槽の移動時間は 2 分以内とする。

b) 熱衝撃（Ⅱ）（品質確認試験に適用）

試験条件 B-3 とする。また、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

E.4.4.8.2 耐湿性及び絶縁抵抗

a) 耐湿性

MIL-STD-202 の方法 106 の最初の 6 段階を 10 サイクル実施する。試験の間、すべての層に 100V±10V_{DC} の成極電圧を印加する。10 サイクル目の段階 6 が終了した後、試料を槽から取り出し、直ちに 25°C±5°C の空気を吹き付けて乾燥させてから評価する。

b) 絶縁抵抗

MIL-STD-202 の方法 302、試験条件 B によって実施する。ただし、次の試験条件を適用する。

1) 試験条件：B(500V)

2) 電圧印加時間：1 分間

3) 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の絶縁されたパターン間

E.4.4.8.3 耐ホットオイル性

試料を $120^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ で2時間乾燥し、室温まで冷却する。次に、 $260^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ の油又はワックスに5秒間浸せきした後、室温まで冷却するサイクルを1サイクルとして、これを10サイクル実施する。その後、E.4.4.6.3項に従って接続抵抗を測定する。

E.4.4.8.4 熱ストレス

試料を $121^{\circ}\text{C}\sim 149^{\circ}\text{C}$ に2時間保持し、水分を除去する。その後、デシケータ中のセラミック板の上に置いて冷却する。それから、個別仕様書に規定されたフラックスを塗布し、はんだ槽（Sn：63%±5%、温度： $288^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ）に10秒間浮かべる。試料を絶縁板上に置いて冷却してから、外観の異常の有無を確認した後、E.4.4.2.3項a) で作成した断面を利用して、内層銅箔のクラックの有無及びラミネードボイドを検査する。はんだの温度の測定は、溶融はんだの表面から50mmを超えないところで行う。

E.4.4.8.5 耐放射線性

大気中において、試料に γ 線（コバルト60）を1時間当たり $0.5\times 10^4\text{Gy}\sim 1\times 10^4\text{Gy}$ の割合で、総放射線量が $1\times 10^4\text{Gy}$ となるように照射する。照射後、試料の各部に劣化がないことを目視によって検査する。さらに、E.4.4.6.1項及びE.4.4.8.2項b) に従って耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。耐電圧及び絶縁抵抗は同じ回路で測定する。

付則 F

CIC 入り低熱膨張ガラス布基材ポリイミド樹脂絶縁プリント配線板

F.1. 総則.....	F-1
F.1.1 適用範囲.....	F-1
F.1.2 区分.....	F-1
F.1.3 部品番号.....	F-1
F.1.3.1 基材記号.....	F-1
F.1.3.2 加工記号.....	F-2
F.1.3.3 層数.....	F-2
F.2. 適用文書など.....	F-2
F.2.1 参考文書.....	F-2
F.3. 要求事項.....	F-2
F.3.1 認定の範囲.....	F-2
F.3.2 材料.....	F-3
F.3.2.1 金属張積層板、プリプレグ 及び金属箔.....	F-3
F.3.2.2 CIC.....	F-3
F.3.2.3 はんだコート.....	F-3
F.3.2.4 ソルダレジスト.....	F-3
F.3.2.5 マーキングインク.....	F-4
F.3.2.6 めっき.....	F-4
F.3.3 設計及び構造.....	F-5
F.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）.....	F-5
F.3.3.2 CIC.....	F-5
F.3.3.3 プリント板用コネクタ.....	F-5
F.3.3.4 層間接続.....	F-5
F.3.3.5 導体幅.....	F-5
F.3.3.6 導体間げき.....	F-8
F.3.3.7 ランド径.....	F-8
F.3.3.8 めっきなどの厚さ.....	F-9
F.3.3.9 温度範囲.....	F-9
F.3.4 外観、寸法、表示など.....	F-9
F.3.4.1 外観及び構造.....	F-9
F.3.4.2 寸法.....	F-11
F.3.4.3 表示.....	F-12
F.3.4.4 スルーホール.....	F-12
F.3.4.5 ソルダレジストの厚さ.....	F-15

F.3.4.6 アンダカット	F-15
F.3.5 ワークマンシップ	F-15
F.3.5.1 そり及びねじれ	F-15
F.3.5.2 修理	F-15
F.3.6 めっき密着性及びオーバハング	F-15
F.3.7 清浄度	F-15
F.3.8 電氣的性能	F-15
F.3.8.1 耐電圧	F-15
F.3.8.2 回路	F-16
F.3.8.3 接続抵抗	F-16
F.3.9 機械的性能	F-16
F.3.9.1 スルーホール引き抜き強度	F-16
F.3.9.2 はんだ付け性	F-16
F.3.10 環境的性能	F-17
F.3.10.1 熱衝撃	F-17
F.3.10.2 耐湿性及び絶縁抵抗	F-17
F.3.10.3 耐ホットオイル性	F-17
F.3.10.4 熱ストレス	F-17
F.3.10.5 耐放射線性	F-18
F.3.10.6 熱膨張係数	F-18
F.4. 品質保証条項	F-18
F.4.1 工程内検査	F-18
F.4.2 認定試験	F-18
F.4.2.1 試料	F-18
F.4.2.2 試験項目及び試料数	F-18
F.4.3 品質確認試験	F-25
F.4.3.1 品質確認試験（グループA）	F-25
F.4.3.2 品質確認試験（グループB）	F-26
F.4.4 試験方法	F-27
F.4.4.1 試験条件	F-27
F.4.4.2 外観、寸法、表示など	F-27
F.4.4.3 ワークマンシップ	F-29
F.4.4.4 めっき密着性及びオーバハング	F-30
F.4.4.5 清浄度	F-30
F.4.4.6 電氣的性能	F-31
F.4.4.7 機械的性能	F-31
F.4.4.8 環境的性能	F-32

表 F-2 基材記号

基材記号 ⁽¹⁾	絶縁板材料
GI	IPC-4101、JPCA/NASDA-SCL01 による ガラス布基材ポリイミド樹脂

注⁽¹⁾ GIの適用規格については個別仕様書に記載する。

GIの詳細（タイプ、ガラス転移温度（Tg）など）をADSに記載する。

F.1.3.2 加工記号

プリント板の加工記号は、表 F-3 による。

表 F-3 加工記号

加工記号	構造	備考
I	片面板	スルーホールのない両面板を含む
II	両面板	
III	多層板	

F.1.3.3 層数

プリント板の最大層数は、個別仕様書による。

F.2. 適用文書など

F.2.1 参考文書

参考文書はこの仕様書の 2.2 項による。

F.3. 要求事項

F.3.1 認定の範囲

認定されるプリント板の範囲は、この仕様書の F.3.2 項から F.3.10 項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足するプリント板の製造ラインを用いて製造される製品群で、認定試験に合格した試料によって代表される範囲のものとする。層数、板厚及び CIC の枚数は、合格した試料の層数以下、板厚以下及び CIC の枚数以下を認定の範囲とする。表面めっき及びはんだコートについては、この仕様書に規定した1種類によって他の種類も認定の範囲とする。ソルダレジストインクは、認定試験時に使用したものを認定の範囲とする。また、熱衝撃試験以外の試験項目は、同一基材で同一金属箔を用いた試料に限り、他の層数の種類による試験データで置き換えることができる。その場合、試験データの元となる試料は、認定対象となる試料の層数以上でなければならない。したがって、この認定の範囲内において個別仕様書で規定する個々の製品を供給することができる。

なお、より詳細な認定範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

F.3.2 材料

プリント板に使用する材料は3.3項によるほか、次による。

F.3.2.1 金属張積層板、プリプレグ 及び金属箔

金属張積層板及びプリプレグは、適用規格のIPC-4101又はJPCA/NASDA-SCL01によるものとし、図面に指定されたものを使用しなければならない。

基材のタイプは、ポリイミド樹脂(F.1.2項)とする。板厚は、0.05mm(公称)以上のものを使用しなければならない。

金属張積層板及び金属箔をプリプレグと積層して使用する金属箔の種類は銅とする。最外層に用いられる銅箔は、めっきによる導体厚の増加を考慮して18 μ m(公称)以上又はSVHを有する場合に限り9 μ m(公称)以上でなければならない。内層銅箔は35 μ m(公称)以上とするが、SVHを有する場合に限り、めっきによる導体厚の増加を考慮して18 μ m(公称)以上とすることができる。

使用する材料の適用規格を個別仕様書に明記しなければならない。また、GIの詳細(タイプ、ガラス転移温度(Tg)など)をADSに記載しなければならない。

F.3.2.2 CIC

プリント板に使用する低熱膨張材CICは、インバー(Fe-Ni36%合金)を銅で挟み込んだ3層構造の板(図F-1参照)であり、厚さ0.15mm(公称)、比率(公称)12.5/75/12.5のものを使用する。

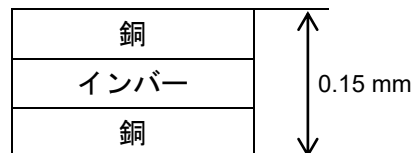


図 F-1 CIC 断面図

F.3.2.3 はんだコート

はんだコートに用いるはんだは、すずの含有量が50%~70%でなければならない。

F.3.2.4 ソルダレジスト

プリント板に塗布するソルダレジストは、IPC-SM-840のクラスH相当でなければならない。

適用については、製造図面の指定によるものとする。

F.3.2.5 マーキングインク

マーキングインクは、溶剤などで容易に消滅しないエポキシ系インクで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

F.3.2.6 めっき

すべてのスルーホール（SVH 及び小径スルーホールを除く）、ランド、外部導体パターンは、ソルダレジストを適用する箇所を除き、原則として F.3.2.3 項に規定されたはんだではんだコートしなければならない。すべてのスルーホール（SVH は除く）は銅めっきを行った後、ランド部と同種の表面めっきを行わなければならない。

ただし、ファインピッチパターン以外の箇所で部分的に他のめっきを行う場合に限り、電解金めっきを行ってもよい。

F.3.2.6.1 無電解銅めっき

スルーホールの電解めっきの前工程として、絶縁材料上に導電層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

F.3.2.6.2 電解銅めっき

電解銅めっきは、99.5%以上の純度を有するものでなければならない。

F.3.2.6.3 電解金めっき

電解金めっきは、表F-4のとおりでなければならない。ただし、下地めっきとしてF.3.2.6.4 項に規定する電解ニッケルめっきを行ってもよい。めっき後の不純金属は、硬度を増加させるために添加されているものを除き、0.1%以下でなければならない。

表 F-4 電解金めっき

項 目	規 格
純 度	99.7%以上
KNOOP 硬度	91 以上 129 以下

F.3.2.6.4 電解ニッケルめっき

電解ニッケルめっきは、SAE-AMS-QQ-N-290に相当し、低ストレスのものでなければならない。

F.3.3 設計及び構造

F.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

プリント板は、この仕様書に基づいて製造図面化する。製造図面におけるすべての位置表示は、原則として、製造図面上の格子の交点を利用して示さなければならない。この場合格子間隔は2.54mmを原則とし、格子の交点から外れる位置については、寸法を示さなければならない。ただし、CAD設計したデータで製造図面化され、同一のデータによりアートワークマスタ（又は製造用原版）が作成される場合は、交点の表示及び格子の交点から外れる位置についての寸法表示を省略してもよい。

製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）は、調達者が承認したものでなければならない。製造図面とアートワークマスタ（又は製造用原版）との間に相違がある場合には、製造図面が優先する。

F.3.3.2 CIC

CICはグラウンド層として使用する場合を除き、導体層に使用してはならない。

F.3.3.3 プリント板用コネクタ

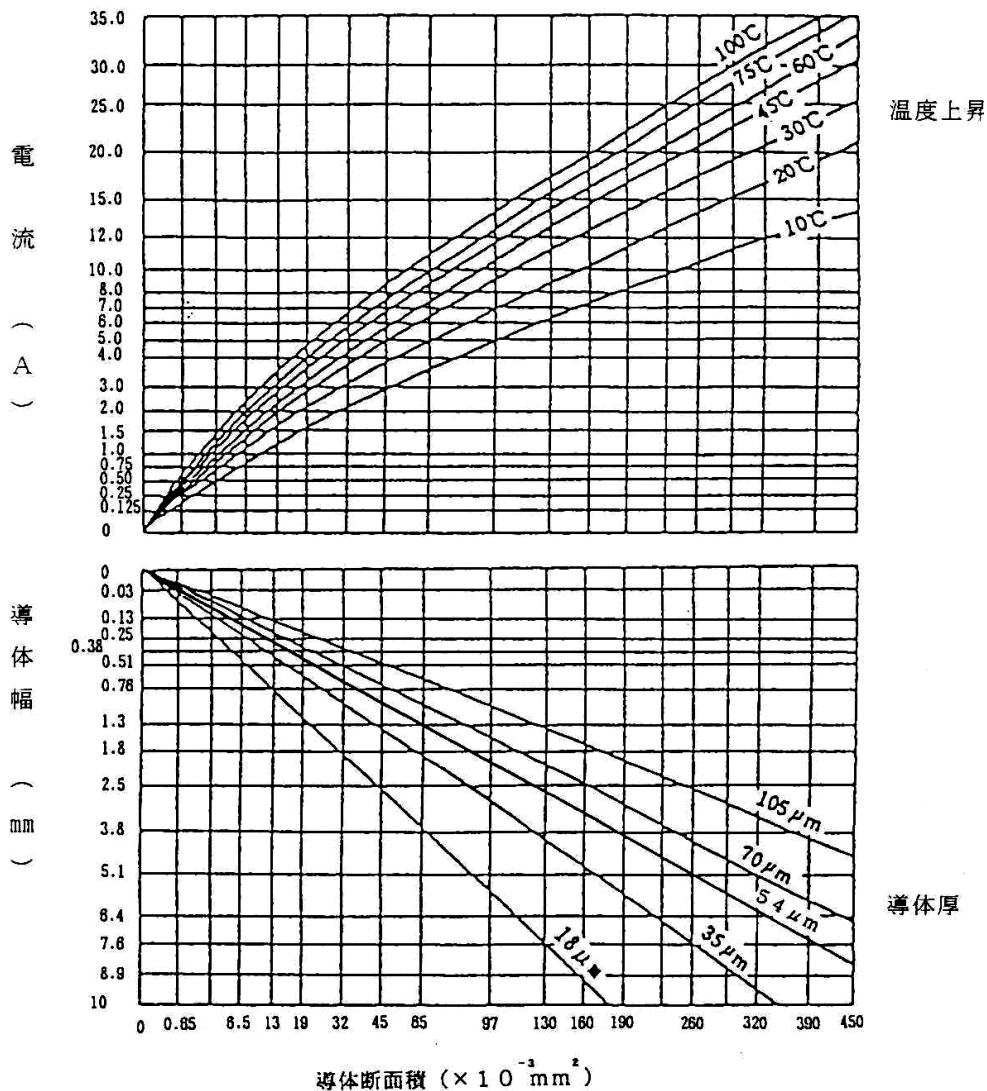
直接形のプリント板用コネクタは使用してはならない。

F.3.3.4 層間接続

プリント板の各層の接続は、小径ビアホール（最小キリ径 ϕ 0.3）及びSVH（最小キリ径 ϕ 0.15）を含むスルーホールによらなければならない。

F.3.3.5 導体幅

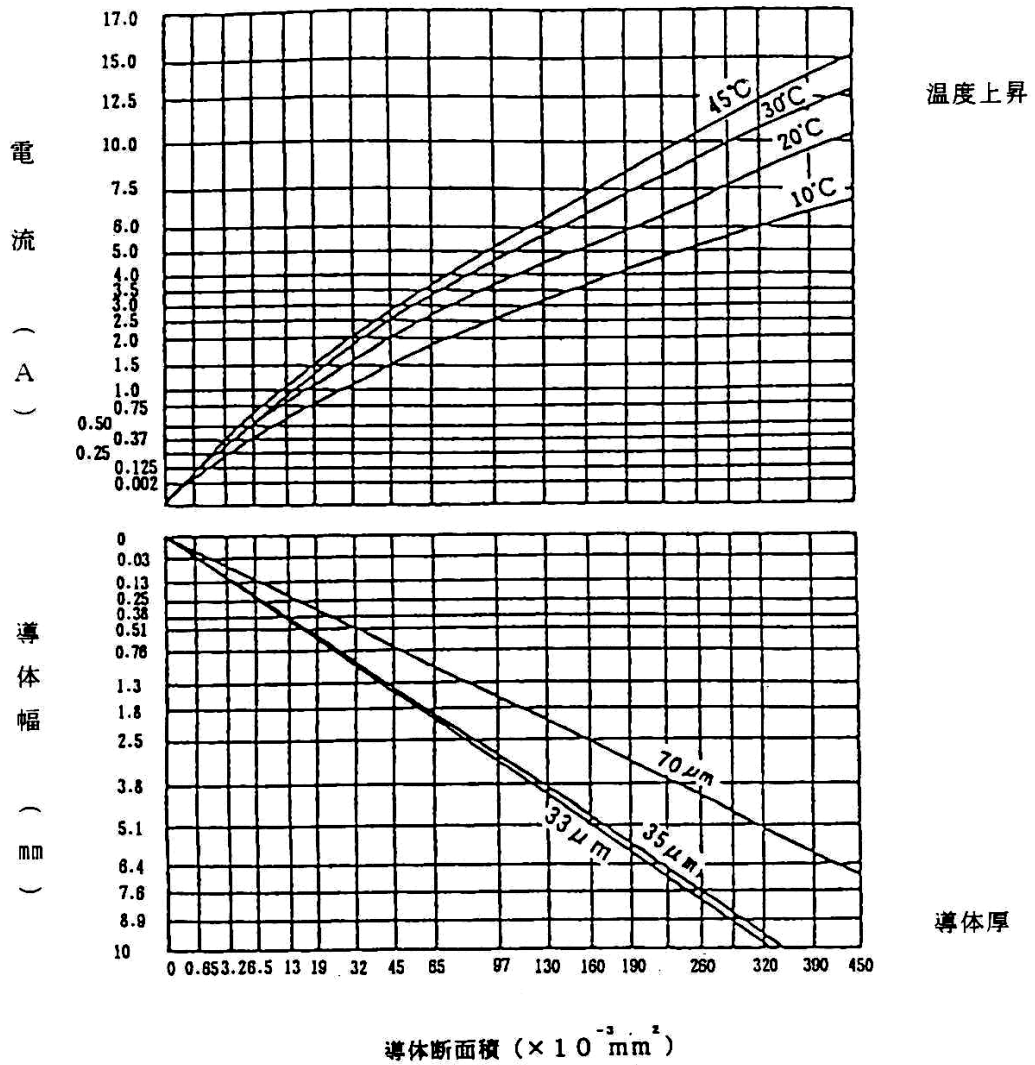
導体幅は、設計値において0.13mm以上でなければならない。また、外層及び内層の導体幅は、図F-2及び図F-3を参考に設計しなければならない。



備考

- (1) このグラフは、導体断面積と、導体に流れる電流及び室温からの温度上昇との関係を算出するためのものである。導体表面積は、隣接する絶縁板表面積に比べて相対的に小さいことを前提としている。このグラフにおける許容電流値は、エッチング精度、導体厚、導体幅及び導体断面積に対する公差を考慮して、10%の余裕を見込んでいる。
- (2) 次の場合には、このグラフの許容電流値から、更に15%の余裕を持たせることが望ましい。
 - a) 絶縁層厚が、設計値において0.8mm未満の場合。
 - b) 導体厚が、設計値において105µm以上の場合。
- (3) 一般に許容温度上昇は、プリント板の最高動作温度とプリント板を使用する場所の最高温度との差である。
- (4) 単体の導体に対しては、このグラフから、温度上昇に対する導体幅、導体断面積及び許容電流（電流容量）を直読してよい。
- (5) 類似な導体が平行して配列されているグループに対して、相互の間隔が狭い場合には、温度上昇は、等価断面積及び等価電流から求められる。
- (6) このグラフは、発熱する部品を取り付けることによる加熱を考慮していない。
- (7) 導体厚には、銅以外の金属のめっき厚みは含まない。
- (8) SVHを構成する外層の場合は、54µmのラインを適用する。

図 F-2 導体幅（外層）



備考

- (1) この図には図 F-2 の備考を適用する。ただし、備考(8)は除く。
- (2) SVH を構成する内層の場合は 33µm のラインを適用する。

図 F-3 導体幅 (内層)

F.3.3.6 導体間げき

導体間げきは、設計値において0.18mm以上でなければならない。また、導体間電圧に応じた導体間げきは、設計値において表F-5のとおりでなければならない。

表F-5 コーティングされたプリント板の導体間げき

導体間電圧範囲 (DC 又は AC _{p-p} (V))	最小導体間げき (mm)	
	外 層	内 層
0～ 100	0.18	0.18
101～ 300	0.48	0.30
301～ 500	0.86	0.35
501 以上	(0.003×V) +0.1	(0.003×V) +0.1

F.3.3.7 ランド径

設計値における最小ランド径は、表F-6のとおりでなければならない（図F-4 参照）。

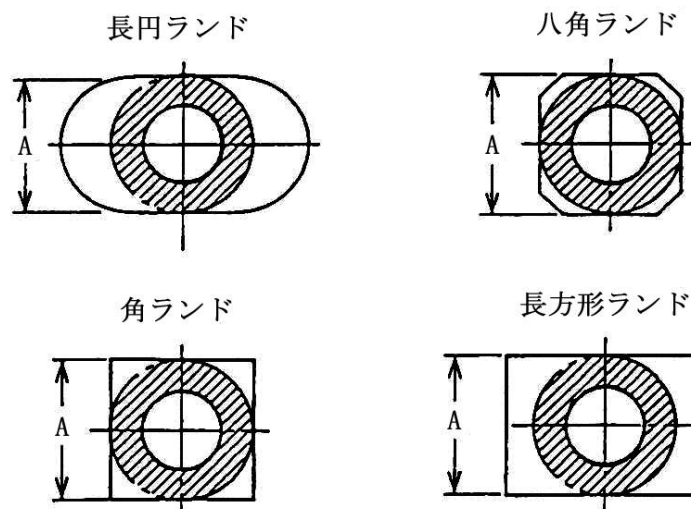
表F-6 ランド径

単位 mm

穴区分	最小ランド径 ⁽¹⁾
SVH 及び小径ビアホール	φ (キリ径+0.4) ⁽²⁾
上記以外のスルーホール	φ (スルーホール仕上がり径+0.5)
ノンスルーホール	φ (キリ径+1.1)

注⁽¹⁾ 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径は、図F-4の寸法Aを適用しなければならない。

注⁽²⁾ ただし、小径ビアホールの最小ランド径はφ0.76とする。



図F-4 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径

F.3.3.8 めっきなどの厚さ

めっき及びはんだコートの厚さは、設計値で表 F-7 のとおりでなければならない。

表 F-7 めっきなどの厚さ

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ	
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ	
電解銅めっき	部品孔	25 以上
	小径ビアホール	30 以上
	SVH	15 以上
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5 以上	
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。	

F.3.3.9 温度範囲

プリント板の使用温度範囲は、「熱衝撃〔Ⅱ〕（F.3.10.1.2 項）」の試験温度範囲（ -65°C ~ $+170^{\circ}\text{C}$ ）でなければならない。

F.3.4 外観、寸法、表示など

外観および構造における寸法は、特に規定のない限り仕上り値とする。

F.3.4.1 外観及び構造

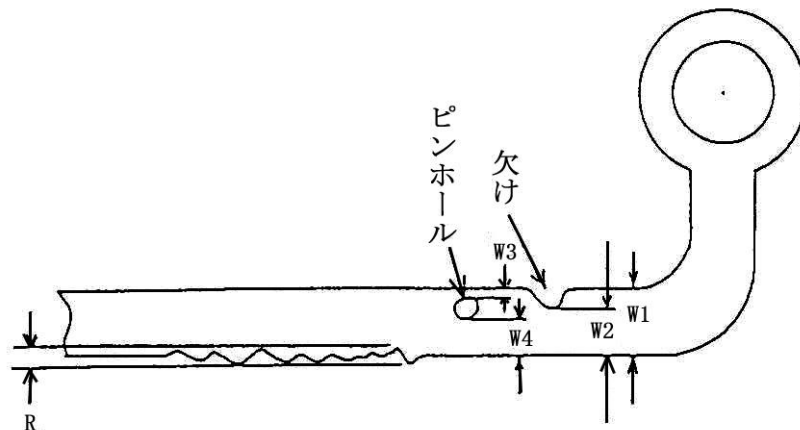
F.3.4.1.1 導体、基材及びソルダレジストの外観

a) 導体パターン

導体パターン及び CIC は、承認された又は支給されたアートワークマスタ（又は製造用原版）に合致しなければならない。

b) 導体

裂け目やクラックがあってはならない。導体端部の荒れ及び欠け、ピンホール、スクラッチによる絶縁板の露出などの欠損によって、導体幅は最小仕上がり導体幅の 80%を下回ってはならない。ただし、仕上がり導体幅は 0.08mm 以上とする。また、欠損の長さは、導体幅（設計値）を超えてはならず、幅が 0.05mm を超える欠損については、1 導体あたり 1 個以内、かつ、プリント板上の 100mm×100mm の単位面積あたり 1 個以内でなければならない。側面の粗さは、任意の 13mm の長さの範囲において、粗さの山と谷との差が 0.08mm 以下でなければならない。ただし、設計値が 0.2mm 以上の導体部の場合は 0.13mm 以下とする（図 F-5 参照）。



- $W1 \geq (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$
 - $W2 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$
 - $W3 + W4 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅}) \geq 0.08 \text{ (mm)}$
 - 導体幅の設計値が 0.2mm 未満の場合 : $R \leq 0.08 \text{ (mm)}$
 - 0.2mm 以上の場合 : $R \leq 0.13 \text{ (mm)}$
- ただし、任意の 13mm の長さの範囲とする。

図 F-5 導体の欠陥

c) ランドの導体幅

F.4.4.2.2 項 f) に従って、内層及び外層のランドの導体幅をそれぞれ測定したとき、スルーホールについては 0.05mm 以上、ノンスルーホールについては 0.38mm 以上欠陥のない導体幅でなければならない。

外層の導体接続において 0.13mm 以上の導体幅の要求がある場合には、サブランド又は同等の処理を行うものとする。

d) 導体間

導体間の絶縁板の表面には、不要な残導体又は異物などの付着がないこと。

e) 電解はんだめっき及びはんだコート

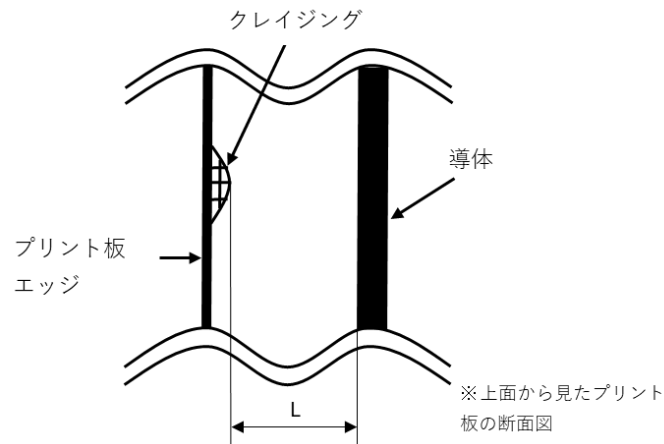
ピンホール、ピットなどがなく、導体を完全に覆っていなければならない。

f) プリント板端面

欠け、クラック又は剥離があってはならない。なお、割基板の分割面及び端面の CIC の露出に関しては適用しない。

g) プリント板表面

クラック又は穴の周囲から剥離があってはならない。個々の層又は基材にデラミネーションがあってはならない。基板表面下のミーズリング、クレイジングは、その面積がプリント板面積の 1% 以下で、導体の間げきの減少が 25% 以下であれば許容される。プリント板エッジのクレイジングと近接した導体との間げき L は、図面に規定された最小導体間げき又は 1.6mm のいずれか小さい方の値以上であれば許容される (図 F-6 参照)。



図F-6 プリント板表面の断面図

h) ソルダレジスト

硬化したソルダレジストには、粘着性、ブリスタ、デラミネーションがあってはならない。著しく外観を損なうかすれ、はがれ、表面荒れ及び色むらや余分な導體の露出がないこととする。また、ランド部へのソルダレジストの付着があってはならない。特に指定がない限り、スクラッチ、ピンホールなどは塗布されるべき導體が被覆されていれば許容する。ソルダレジスト塗布範囲及び導體パターンとソルダレジストの位置ずれは、製造図面の規定を満足しなければならない。

F.3.4.2 寸法

プリント板の各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法の公差は、特に規定のない限り、表 F-8 のとおりでなければならない。

表 F-8 寸法の公差

単位 mm

項 目	公 差
外形寸法	100 以下に対して ± 0.3 、100 を超えるものについては 50 毎について 0.05 を加える。
板厚	製造図面または個別仕様書による。
仕上がり穴径	すべての穴径に対して $^{+0.10}_{-0.15}$ とする。ただし、SVH 及び小径ビアホール の仕上がり穴径は規定しない。
導体幅	0.13 以上 0.20 未満： ± 0.05 0.20 以上 0.50 未満： ± 0.10 0.50 以上：導体幅の $\pm 20\%$
導体間げき	ピン間 3 本の場合の導体間げきに対しては -0.08 とし、プラス側は規定しない。また、ピン間 2 本以下の場合に対しては -0.10 とし、プラス側は規定しない。 外層の導体間げきは、最小 0.13 とする。

F.3.4.3 表示

導体と同一工程で残る金属、F.3.2.5 項で規定したマーキングインク又はレーザマーキングで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

表示は判読可能であり、かつ、いかなる場合もプリント板の機能を損なうものであってはならない。特に指定のない限り、プリント板には次の事項を表示しなければならない。ただし、プリント板への表示が不可能な場合にはタグなどで表示してもよい。

- a) 部品番号
- b) 製造年月
- c) 認定取得業者名又は識別符号
- d) 製品一連番号⁽¹⁾又はロット番号

注⁽¹⁾全製造工程にわたって追跡管理が可能ないように付与しなければならない。

F.3.4.3.1 割基板の表示

割基板の中で使用不可の分割部（1枚のプリント板に相当する個片）を含む場合、この分割部が使用不可であることを明確に表示しなければならない。また、この表示は溶剤などで容易に消滅しないものでなければならない。

F.3.4.4 スルーホール

F.4.4.2.2 項によって試験したとき、スルーホール、小径ビアホール及び SVH には、クラック、導体接続部の剥離、ガラス繊維の突出がなく、ランド部から連続的、かつ、なめらか

にめっきされていなければならない。また、ノジュールによって、スルーホール内の穴径が製造図面の最小要求値を下回ってはならない。

穴壁とスルーホールめっきの境界部のレジソリセッションは、スルーホールめっきの壁面からの最大深さが80 μ m以下であり、スルーホールめっきに沿った累積基材厚（基材厚の合計）の40%以下であれば許容する。図F-7にスルーホール付近の断面図を示す（黒く示したのがCICである）。

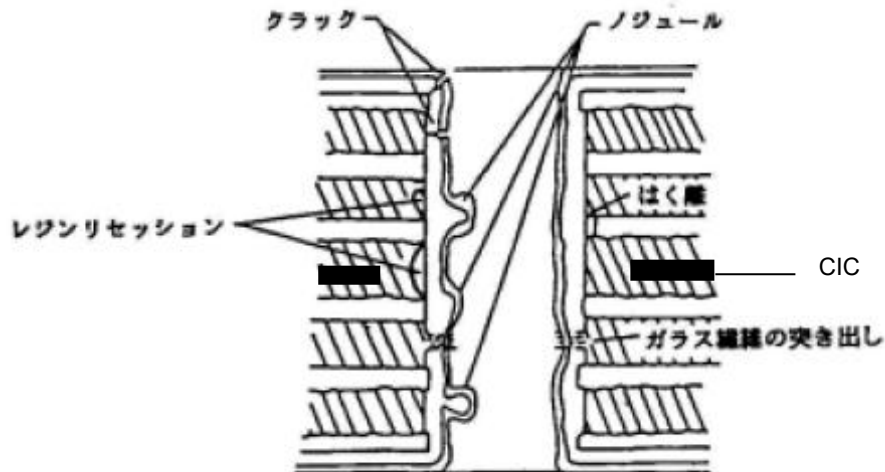


図 F-7 スルーホールの欠陥

a) ボイド

スルーホール内部について、ボイドは1個のスルーホールあたり3個以下、その大きさは円周長の合計がスルーホール円周の10%以下、垂直方向の長さの合計が穴壁の長さの5%以下でなければならない。また、導体パターンとの接続部又は同一層における穴壁の両側にあってはならない（図F-8参照）。

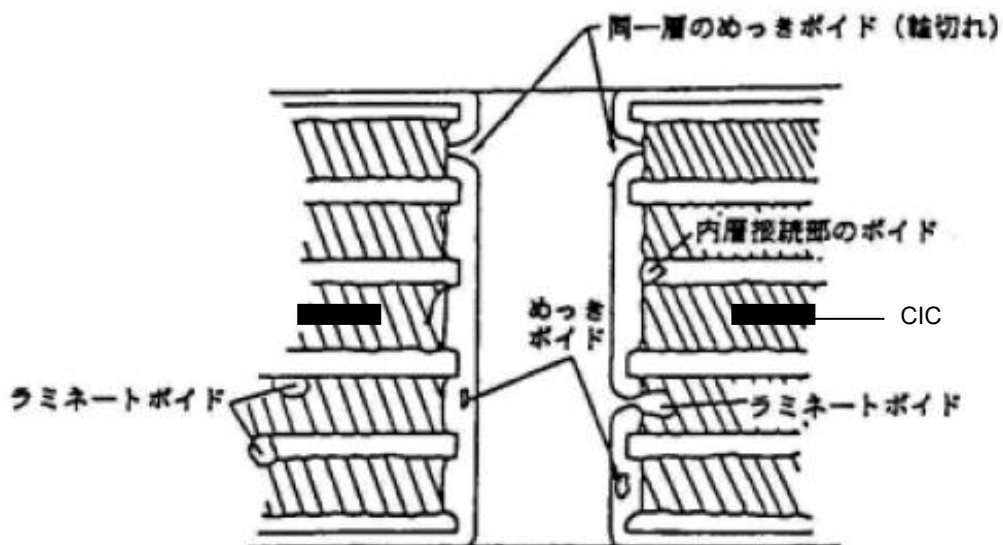


図 F-8 ボイド

b) 内層接続

スルーホールと内層導体の接続部のレジンスミアは、水平方向において円周長の25%以下、垂直方向において同一層の接続部の50%以下でなければならない。また、ネイルヘッドは、導体厚の50%以下でなければならない（図F-9参照）。

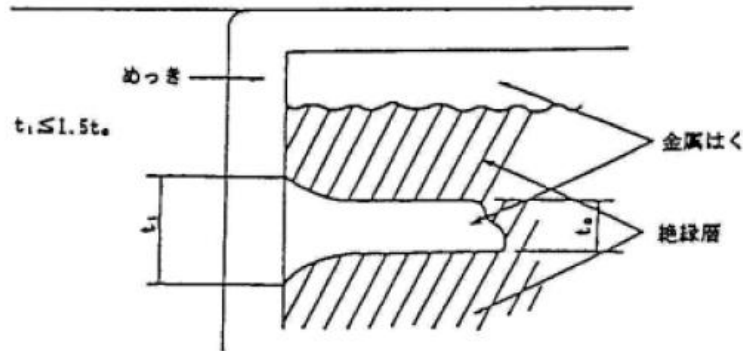


図 F-9 ネイルヘッド

c) 層相互間のずれ

層相互間のずれは、0.20mm 以下でなければならない。

d) 絶縁層厚

多層板について、導体層間の絶縁層厚は、0.08mm 以上でなければならない。

e) めっき厚さ

めっき厚さは、F.3.3.6 項に規定された値を満足しなければならない。めっき厚さの仕上り値を表 F-9 に示す。

表 F-9 めっきなどの厚さ（仕上り値）

単位 μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ	
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ	
電解銅めっき	部品孔	25 以上
	小径ビアホール	30 以上
	SVH	15 以上
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5 以上	
はんだコート	厚さは規定しない。ただし、はんだ付け性の要求を満足すること。	

f) ランドの導体幅

ランド導体幅は、F.3.4.1.1 項 c) の規定を満足しなければならない。

F.3.4.5 ソルダレジストの厚さ

F.4.4.2.3 項により試験したとき、ソルダレジストの厚さは導体の中心部で 17.5 μ m 以上でなければならない。

F.3.4.6 アンダカット

F.4.4.2.4 項によって試験したとき、アンダカットは銅箔と銅めっきの合計厚さ以下でなければならない。

F.3.5 ワークマンシップ

プリント板の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなどプリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

F.3.5.1 そり及びねじれ

F.4.4.3.1 項によって試験したとき、製造図面に特に規定のない限り、そり及びねじれは 0.8%以下でなければならない。

割基板については、分割前において上記の値以下でなければならない。

F.3.5.2 修理

絶縁体及び導体は修理してはならない。ただし、余剰導体の除去及び軽微なソルダレジストの修正はしてもよい。

F.3.6 めっき密着性及びオーバハング

F.4.4.4 項によって試験したとき、めっき及び導体の剥離又は浮き上がり、並びに導体エッジからスリバが発生してはならない。

F.3.7 清浄度

ごみ、油、腐食、腐食生成物、塩、すす、グリス、指紋、離型剤、異物、残留フラックスなどの汚れ及びイオン性の汚れがあってはならない。また、F.4.4.5 項によって試験したとき、抽出溶液の固有抵抗は、 $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上でなければならない。

F.3.8 電氣的性能

プリント板は、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

F.3.8.1 耐電圧

F.4.4.6.1 項によって試験したとき、フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

F.3.8.2 回路

F.4.4.6.2 項によって試験したとき、回路パターンに断線又は短絡があってはならない。

F.3.8.3 接続抵抗

F.4.4.6.3 項によって試験したとき、各導体層を経由する回路では、両端のランド間の抵抗値は、次式で求められる値（ R_i ）を超えてはならない。

1回の測定で、全層の接続抵抗が測定できない場合は、その測定に含まれない層の接続抵抗を別途測定し、漏れのないようにしなければならない。

$$R_i = 2\rho \frac{\ell}{W \cdot t} \quad (\text{m}\Omega)$$

ρ : 導体を形成する主な金属の 20°Cにおける体積抵抗率 ($\text{m}\Omega \cdot \text{mm}$)

ℓ : ランド間距離 (mm)

W : 導体幅 (mm)

t : 導体厚 (mm)

F.3.9 機械的性能

プリント板は、以下の機械的性能を満足しなければならない。

F.3.9.1 スルーホール引き抜き強度

F.4.4.7.1 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。ただし、SVH及び小径ビアホールには適用しない。

a) 端子強度

89.2N 又は 1380N/cm² のいずれか小さい値以上。

b) 導体及びランド

F.4.4.2.1 項に従って目視検査をしたとき、スルーホールの周囲にゆりみを生じてはならない。

c) スルーホールの断面

F.4.4.2.2 項に従って断面検査をしたとき、クラック、ふくれ、ミーズリング及びデラミネーションがあってはならない。

F.3.9.2 はんだ付け性

F.4.4.7.2 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) スルーホール

スルーホール内壁及びランド表面について、はんだの良好なぬれ性が示されなければならない。ただし、SVH及び小径ビアホールには適用しない。

b) 表面導体

表面導体の全面積の95%以上が新しい均一なはんだで覆われていなければならない。

また、この表面にはピンホール、ディウエット又は荒れた点の小さいものが点在してもよいが、1箇所集中してはならない。

F.3.10 環境的性能

プリント板は、以下の環境的性能を満足しなければならない。

F.3.10.1 熱衝撃

F.3.10.1.1 熱衝撃〔Ⅰ〕（認定試験に適用）

F.4.4.8.1項a)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、F.4.4.6.2項に従って回路の導通及び短絡の有無、並びにF.4.4.6.3項に従って接続抵抗を測定する。試験後の回路は、F.3.8.2項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

F.3.10.1.2 熱衝撃〔Ⅱ〕（品質確認試験に適用）

F.4.4.8.1項b)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後、F.4.4.6.2項に従って回路の導通及び短絡の有無、並びにF.4.4.6.3項に従って接続抵抗を測定する。試験後の回路は、F.3.8.2項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

F.3.10.2 耐湿性及び絶縁抵抗

F.4.4.8.2項によって試験したとき、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。また、導体間絶縁抵抗値及び導体とCIC間絶縁抵抗値は、500M Ω 以上でなければならない。

F.3.10.3 耐ホットオイル性

F.4.4.8.3項によって試験したとき、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

F.3.10.4 熱ストレス

F.4.4.8.4項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体の剥離、ふくれ又はデラミネーションがあってはならない。

b) スルーホール断面

スルーホールの垂直方向の断面における内層銅箔のクラック、内層銅箔及びCICとスルーホールめっきのはく離があってはならない。

c) ラミネートボイド

同一層内又は層相互間における導体間げきが製造図面で規定される最小導体間げきの要求を満足している場合には、最大長 76 μ m 以下でなければならない。

F.3.10.5 耐放射線性

F.4.4.8.5 項によって試験したとき、ミーズリング、デラミネーション又はウィーブテクスチャのような欠陥が発生してはならない。導体間の絶縁抵抗は、500M Ω 以上でなければならない。また、試験後、F.3.8.1 項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

F.3.10.6 熱膨張係数

F.4.4.8.6 項によって試験したとき、プリント板の長さ方向とこれに対して垂直方向の熱膨張係数を測定し、測定値の最大が 13ppm/ $^{\circ}$ C以下でなければならない。

F.4. 品質保証条項

F.4.1 工程内検査

次に示す工程内検査を実施し、それぞれ F.3.4.1 項、F.3.4.2 項、F.3.4.3 項及び F.3.7 項の要求を満足しなければならない。

- a) 内層の外観、構造及び寸法検査（全数）
- b) 清浄度（抜取）

F.4.2 認定試験

F.4.2.1 試料

試料は、認定審査代行機関の承認を得た、この付則の要求事項を確認するのに十分な最小導体幅、最小導体間げき及び層数を有するプリント板とし、片面板又は両面板の場合には図 F-10、多層板の場合には図 F-11 に示す試験パターンとする。また、認定範囲に割基板を含むときは、試験に供する試料が割基板であることとし、割基板には長穴状のスリット、V カット、ミシン目を含んでいなければならない。

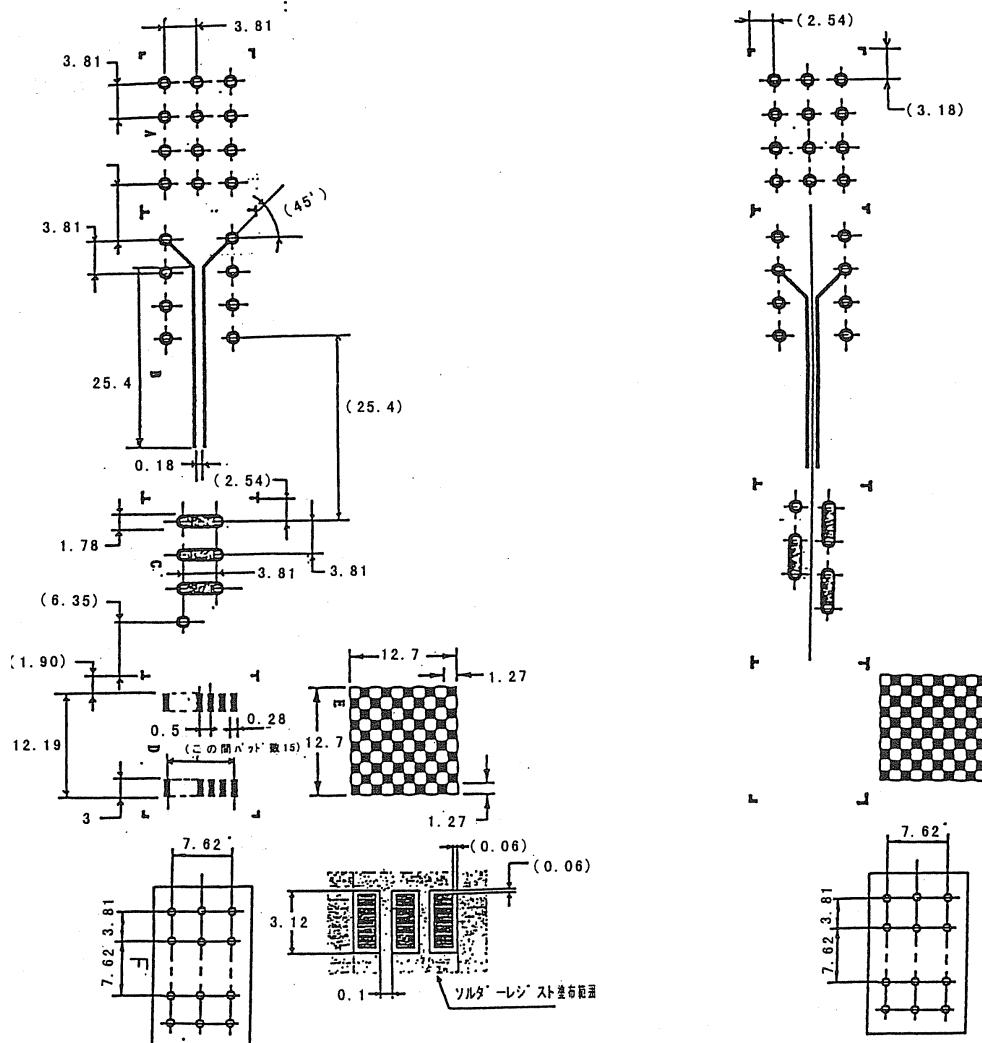
なお、試料は製品及び製品と同一のワークボードから製造された試験パターンで構成されなければならない。

F.4.2.2 試験項目及び試料数

試験は、表 F-10 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。I、II 群の試験を行った後、III 群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、III 群以下の試験は、群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行うこと。

製品の試料数は各 6 枚とする。試験パターンの試料数は表 F-10 による。

単位 mm



注(1) 「A」及び「B」のランド径は、設計値において1.8mmとし、その形状は、製品の代表的なランド形状とすること。また、穴径は、 $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。なお、試験パターン寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差はF.3.4.2項による。

出荷する製品仕様において穴径が $\phi 0.8\text{mm}$ を超える場合、品質確認試験(グループA)に供する試料の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせる。この場合、B.3.3項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること(試験パターンAのみに適用する)。ただし、穴径 $\phi 0.8\text{mm}$ で試験を実施することにより、製品保証が担保できる場合はこの限りではない。

「C」及び「F」のランド径は、該当するプリント板の最小ランド径とし、その形状は、製品のランド形状に合わせる。また、穴径は、該当するランドに使用されている最大穴径とすること。ただし、「F」は製品に小径ビアホールを有する場合のみ必要とする。穴は、すべてスルーホールとすること。穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。なお、CICは、製品の構成と同一となるように設定し、スルーホールのある試験パターンには、CICとスルーホール壁面との間に適切なクリアランスを設けること。ただし、CICとスルーホールの接続のある製品については、「A」にCICとスルーホールの接続を設けること。

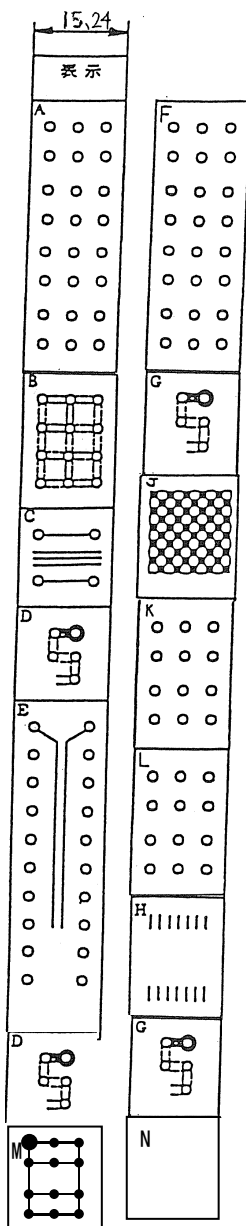
(2) 特に規定のない導体幅は、設計値において0.5mmとすること。

- (3) 図中の寸法は設計値であり、()の数值は、参考寸法である。
- (4) 製品にソルダレジストを要求された場合のみ「B」、「D」及び「E」にソルダレジストを塗布すること。「B」のソルダレジストのクリアランス幅は、ランド径+0.2mmとする。また、「E」には、全面にソルダレジストを塗布すること。

図 F-10 試験パターン（片面又は両面）

試験パターンの配列

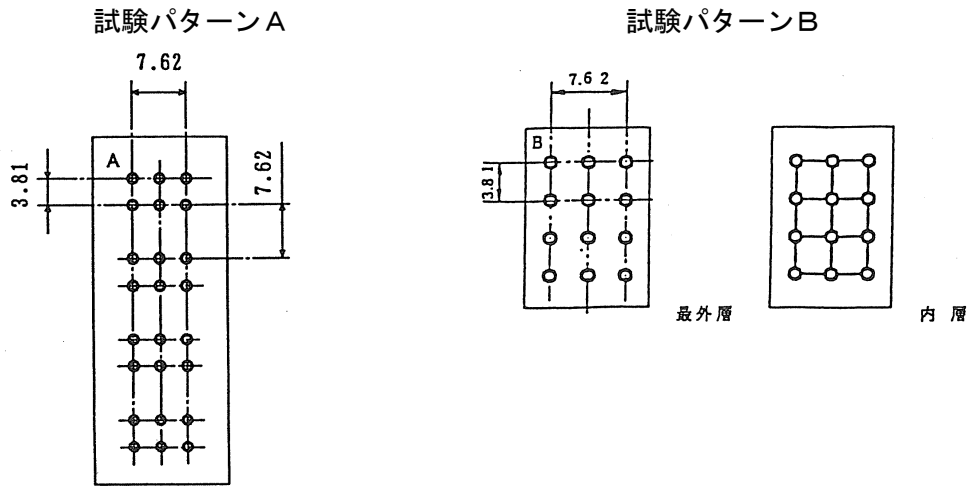
注(1) 特に指定のない導体幅は、設計値において 0.5mm とすること。
 なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差は F.3.4.2 項による。



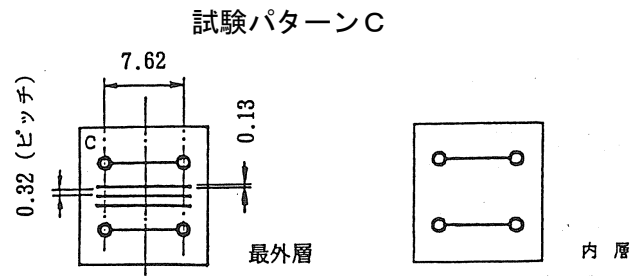
- (2) 「A」のランド径は、該当するプリント板の小径ビアホールに使用される最小ランド径とすること。また、穴径は、該当する最小ランドに適用される穴径のうちの最大径とすること。
 穴は、すべてスルーホールとすること。穴径の許容差は規定しない。
- (3) 「B」、「C」、「E」及び「F」のランド径は、設計値において 1.8mm とし、その形状は、製品の代表的ランド形状に合わせること。
 穴は、すべてスルーホールとすること。
 穴径は、 $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。
 出荷する製品仕様において穴径が $\phi 0.8\text{mm}$ を超える場合、品質確認試験(グループ A)に供する試験の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせる。この場合、B.3.3 項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること(試験パターン F のみに適用する)。ただし、穴径 $\phi 0.8\text{mm}$ で試験を実施することにより、製品保証が担保できる場合はこの限りではない。
 穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。
- (4) 「D」及び「G」は、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なるので、該当する製品の層構成と同一となるようにビアホールを配置し、第 1 層から最終層がビアホールを介して一連の回路となるようにパターンを接続すること。
 ランド径は、該当する製品の SVH 及び小径ビアホールに適用したランド径をそれぞれ適用するとともに、その形状は製品の代表的ランド形状に合わせる。穴径は、該当する最小ランドに適用される穴径のうちの最大径とすること。また、回路の両端には、抵抗値測定用のスルーホールを設け、そのランド径は $\phi 1.8\text{mm}$ 、穴径は $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。
 穴は、すべてスルーホールとすること。
 穴径の許容差は規定しない。
- (5) 「M」のランド径は、該当する製品のビアホールに適用したランド径を適用するとともに、その形状は製品の代表的ランド形状に合わせる。穴径は、該当する最小ランドに適用される穴径のうちの最大径とすること。また、測定用のスルーホールを 1 孔設け、そのランド径は $\phi 1.8\text{mm}$ 、穴径は $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。
 穴は、すべてスルーホールとすること。
 穴径の許容差は規定しない。
- (6) CIC は、製品の構成と同一となるように試験パターン内に設定し、スルーホールのある試験パターンには、CIC とスルーホール壁面との間に適切なクリアランスを設けること。ただし、CIC とスルーホールの接続がある製品については、「B」に CIC とスルーホールの接続を設けること。
- (7) 製品にソルダレジストを要求された場合のみ「E」、「H」及び「J」にソルダレジストを塗布すること。
 「E」のソルダレジストのクリアランス径は、ランド径+0.2mm とする。
- (8) 「K」及び「L」は、製品に SVH を有する場合のみ必要とし、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なる。
 ランドは、SVH を構成する層のみに配置し、SVH を形成すること。
- (9) 「D」、「E」及び「G」は、層数及び層構成によって導体の数が異なるので、この図に従って、全層にわたって導体を設けること。
- (10) 試験パターンの配列は一例であり、この図の配列のとおりでなくてもよい。
- (11) 試験パターンの記号(「A」～「H」及び「J」～「N」)は、識別を目的としたものであり、検査の対象としない。また、表示の方法は規定しない。

図 F-11 試験パターン(多層板) (1/4)

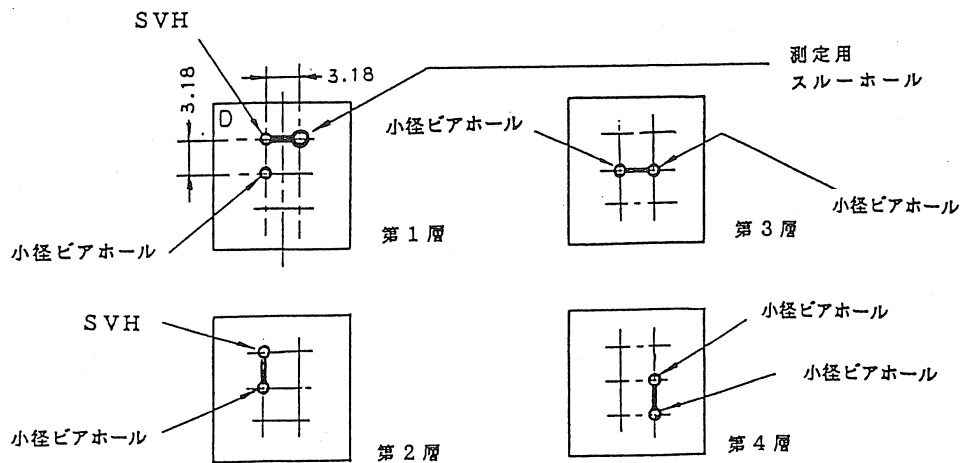
単位 mm



内層及び外層



試験パターンD及びG

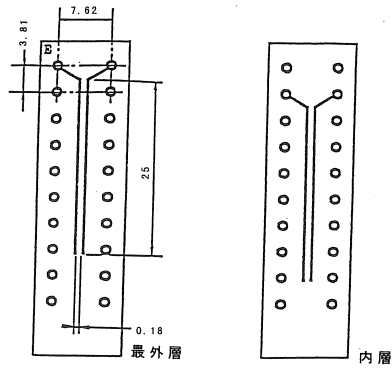


この図は、1層-2層間がSVHの例である

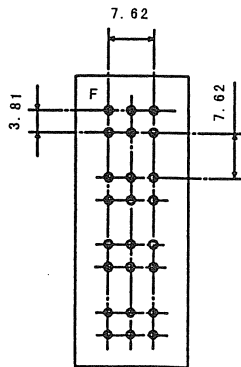
図 F-11 試験パターン（多層板）（2/4）

単位 mm

試験パターンE



試験パターンF



試験パターンH

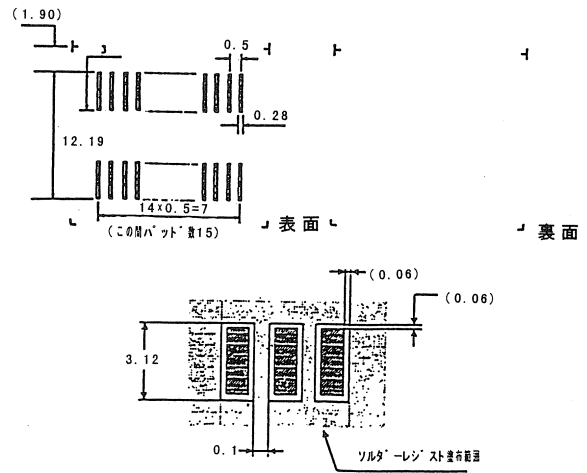
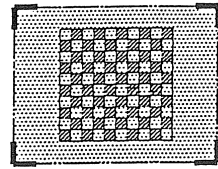
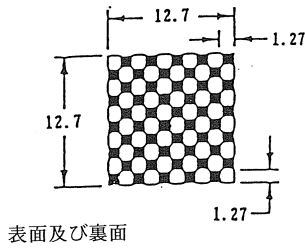


図 F-11 試験パターン（多層板）（3/4）

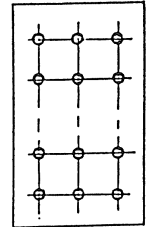
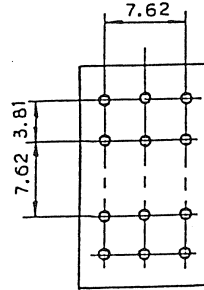
単位 mm

試験パターンJ



ソルダーレジスト塗布範囲

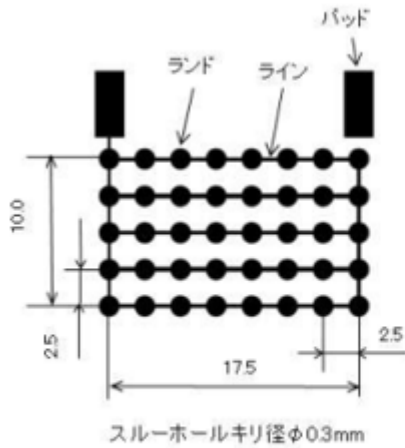
試験パターンK及びL



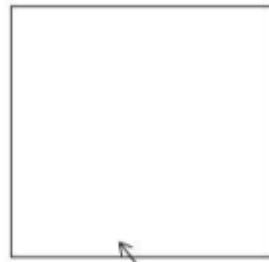
最外層

内層
(SVHの層)

試験パターンM



最外層



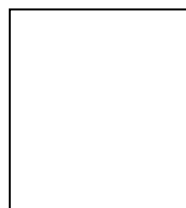
内層(導体層)



クリアランス径φ1.3mm

内層(CIC)

試験パターンN



最外層及び内層



内層(CIC)

導体は存在しない (CICのみ存在)

図 F-11 試験パターン (多層板) (4/4)

表 F-10 認定試験

群	試 験		要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		
	順序	項 目			試料数 ⁽¹⁾		許 容 不良数
					製 品	試験パターン ⁽²⁾	
I	1	設計及び構造	F.3.3	F.4.4.2.1	No.1~ No.6	A、B、C、D または E、F、G または H、K、L、M 及びN ⁽⁴⁾ 適用しない	
	2	外観、寸法及び表示など	F.3.4.1	F.4.4.2.1			
		外観及び構造 寸 法 表 示	F.3.4.2 F.3.4.3				
	3	ワークマンシップ ⁽³⁾	F.3.5	F.4.4.3			
4	そり及びねじれ	F.3.5.1	F.4.4.3.1				
II	1	めっき密着性及び オーバハング	F.3.6	F.4.4.4	No.1~ No.6	C ⁽⁸⁾	
	2	アンダカット	F.3.4.6	F.4.4.2.4			
III	1	スルーホール	F.3.4.4	F.4.4.2.2	No.1	A、F及びK	
	2	スルーホール引き抜き強度	F.3.9.1	F.4.4.7.1		F	
	3	ソルダレジストの厚さ	F.3.4.5	F.4.4.2.3		J	
IV	1	接続抵抗	F.3.8.3	F.4.4.6.3	No.2	D	
	2	耐ホットオイル性	F.3.10.3	F.4.4.8.3			
	3	接続抵抗	F.3.8.3	F.4.4.6.3			
V	1	回 路 ⁽⁵⁾	F.3.8.2	F.4.4.6.2	No.3	E、G	
	2	接続抵抗 ⁽⁹⁾	F.3.8.3	F.4.4.6.3			
	3	熱衝撃〔I〕	F.3.10.1.1	F.4.4.8.1 a)			
	4	回 路 ⁽⁵⁾	F.3.8.2	F.4.4.6.2			
	5	接続抵抗 ⁽⁹⁾	F.3.8.3	F.4.4.6.3			
VI	1	耐湿性及び絶縁抵抗	F.3.10.2	F.4.4.8.2	No.4	E及びM	
	2	耐電圧	F.3.8.1	F.4.4.6.1			
VII	1	熱ストレス	F.3.10.4	F.4.4.8.4	No.5	A、B及びL	
	2	はんだ付け性	F.3.9.2	F.4.4.7.2		B及びH ⁽⁶⁾	
VIII	1	熱膨張係数	F.3.10.6	F.4.4.8.6	No.5	N	
IX	1	耐放射線性	F.3.10.5	F.4.4.8.5	No.6	適用しない	
—		材 料	F.3.2	適用しない	(7)	適用 しない	

0

注(1) 試料数のうち、試験パターンの個数は、II群以下に規定するパターンごとに1個、I群については、II群以下に規定するパターンの合計とすること。

認定範囲に割基板を含むときは、試験に供する製品が割基板であること。

認定試験のサンプルを1ワークボードで6製品を製造する場合は、パターンA、Fは2個、その他パターンは各1個とする。

(2) 認定試験に供する製品と同時に製造すること。また、III群以下に規定する試験パターンは、その群で試験を実施する製品と同じワークボードから製造されていること。

(3) そり及びねじれ(F.3.5.1項)については、群I順序4で試験すること。

(4) II群以下に供試する試験パターンのみでよい。ただし、表示で不合格となった場合には、良品と交換することができる。

(5) 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。

(6) 「B」は、熱ストレスに供試したものであること。また、「B」はスルーホール、「H」は表面導体について試験すること。

- (7) 設計仕様を満足していることを示す資料を提出すること。
- (8) 試験パターン C の断面観察からアンダカットの有無を測定によって確認する。アンダカットが有る場合は F.3.4.6 項に規定された要求を満足するか確認する。
- (9) 接続抵抗については、試験パターン G で試験すること。

F.4.3 品質確認試験

F.4.3.1 品質確認試験（グループ A）

F.4.3.1.1 試料

製品は全数を試験する。また、供試する試験パターンは製品と同時に製造しなければならない。

1組の割基板の中で、製造工程において不合格と判定され不合格の表示がなされた個片のプリント板を含む場合、この1組の割基板を試験ロットの一部として供試することができる。ただし、合否判定に影響を与えないようにするために、不合格の表示がなされた個片のプリント板は、試料として扱ってはならない。

なお、1組の割基板とは同一図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたもの、又は異なる図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたものをいう。

F.4.3.1.2 試験項目及び試料数

グループA試験は、表F-11に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンは、表F-11に記載した試験パターンをそれぞれ1個準備する。

表 F-11 品質確認試験（グループ A）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		
群	順序	項 目			試料数		許 容 不良数
			製 品	試験パターン ⁽¹⁾			
I	1	外観、寸法及び表示など 外観及び構造 寸 法 表 示	F.3.4.1 F.3.4.2 F.3.4.3	F.4.4.2.1	全数	適用しない	}
	2	ワークマンシップ ⁽²⁾	F.3.5	F.4.4.3			
	3	そり及びねじれ	F.3.5.1	F.4.4.3.1			
II	1	アンダカット	F.3.4.6	F.4.4.2.4	適用し ない	C ⁽⁶⁾	
III	1	回 路	F.3.8.2	F.4.4.6.2	全数	適用しない	
IV	1	熱ストレス	F.3.10.4	F.4.4.8.4	適 用 しない	A、B 及び K (³)、(⁴)	
	2	スルーホール 内層接続 めっき厚さ	F.3.4.4 b) e)	F.4.4.2.2 a)及び d) c)		A、F 及び L (A 及び F) (³)、(⁴)	
V	1	はんだ付け性	F.3.9.2	F.4.4.7.2	適 用 しない	B 及び H (A 及び D) (⁵)	

注⁽¹⁾ () 内は片面板又は両面板のプリント板の試験パターン、それ以外は多層板のプリント板の試験パターンを示す。

⁽²⁾ そり及びねじれ (F.3.5.1 項) については、群 I 順序 3 で試験すること。

⁽³⁾ 多層板の「A」は、製品に小径ビアホールを有する場合のみ試験する。また、「K」及び「L」は、製品に SVH を有する場合のみ試験する。

⁽⁴⁾ 片面板又は両面板の「F」は、製品に小径ビアホールを有する場合のみ試験する。

⁽⁵⁾ 「A」及び「B」は熱ストレスに供試したものであること。また、「A」及び「B」は、スルーホールについて、「D」及び「H」は、表面導体について試験すること。

⁽⁶⁾ 試験パターン C の断面観察によってアンダカットの有無を確認する。なお、アンダカットが発生しないプリント配線板の製造工法を適用している場合は、アンダカットの測定は適用しない。

F.4.3.2 品質確認試験（グループ B）

F.4.3.2.1 試料

グループ B 試験に供する試験パターンは、グループ A 試験に供する試験パターンと同時に製造することができる。

F.4.3.2.2 試験項目及び試料数

グループ B 試験は表 F-12 に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の

順に行う。

試験パターンについては、各群に1個とする。

表 F-12 品質確認試験（グループ B）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定	
群	順序	項 目			試験パターン	許 容 不良数
I	1	めっき密着性及び オーバーハング	F.3.6	F.4.4.4	C	}
II	1	スルーホール引き抜き強度	F.3.9.1	F.4.4.7.1	F	
III	1	接続抵抗	F.3.8.3	F.4.4.6.3	D	
	2	耐ホットオイル性	F.3.10.3	F.4.4.8.3		
	3	接続抵抗	F.3.8.3	F.4.4.6.3		
IV	1	回路 ⁽¹⁾	F.3.8.2	F.4.4.6.2	E、G	
	2	接続抵抗 ⁽²⁾	F.3.8.3	F.4.4.6.3		
	3	熱衝撃〔Ⅱ〕	F.3.10.1.1	F.4.4.8.1 b)		
	4	回路 ⁽¹⁾	F.3.8.2	F.4.4.6.2		
	5	接続抵抗 ⁽²⁾	F.3.8.3	F.4.4.6.3		
V	1	耐湿性及び絶縁抵抗	F.3.10.2	F.4.4.8.2	E	
	2	耐電圧	F.3.8.1	F.4.4.6.1		
VI	1	熱膨張係数	F.3.10.6	F.4.4.8.6	N	

注⁽¹⁾ 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。

注⁽²⁾ 接続抵抗については、試験パターン G で試験すること。

F.4.4 試験方法

F.4.4.1 試験条件

MIL-STD-202 の 4.2 項による。ただし、基準状態は、温度 15℃～35℃、湿度 20%～80% (RH)、照度 750 ルクス以上とすること。

F.4.4.2 外観、寸法、表示など

F.4.4.2.1 外観及び構造

設計、構造、外観、寸法（導体パターン及びエッジ）、及び表示について試験する。
外観の検査は4倍から10倍の拡大鏡を使用して行う。

a) 導体パターン及びエッジ

計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

b) ランドの導体幅

外層ランドの導体幅の測定には、計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用し、スルーホールめっきの内側表面からランドの端までを測定する。

F.4.4.2.2 スルーホール

a) 垂直方向の断面

穴の中心に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、穴の中心が断面の表面に出るように（垂直方向の断面を）作成する。

穴の数は1枚のワークボードから3個以上とする。ただし、その穴はワークボードの製品有効範囲外に別に設けて製作した穴でも良い。

作成した垂直方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホールの品質（ポイド、垂直方向の内部接続、層相互間のずれ、絶縁層厚、めっき厚さ）及びソルダレジストの厚さの検査に用いる。ただし、層相互間のずれの検査のための断面作成においては、穴の1個以上は多層板の長さ方向に平行に、他の1個以上はこれと直角に断面を作成しなければならない。

b) 水平方向の断面

水平方向の断面作成は多層板のみに適用する。穴を含む多層板の材料を樹脂に埋め込み研磨する。任意の導体層を選び、その層を平行に研磨する。研磨によってその導体層が断面の表面に出るように作成する。

作成した水平方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホールの品質（水平方向の内部接続）の検査に用いる。

c) めっき厚さ

F.4.4.2.2項a)で作成した断面を使用して、最小200倍の倍率で測定する。めっき厚さは1個の穴について3箇所を計測し、その最小値を読み取る。

d) 層相互間のずれ

F.4.4.2.2項a)で作成した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。穴を中心に多層板の長さ方向及びその直角方向のずれを測定する。ただし、CICには適用しない（図F-12参照）。

e) 絶縁層厚

F.4.4.2.2項a)で作成した断面を使用して測定する。

f) ランドの導体幅

F.4.4.2.2項a)で作成した断面を使用して測定する。

外層のランドの導体幅は、スルーホールのめっきの表面からランドの端までを測定する。内層のランドの導体幅は、穴あけされたエッジからランドの端のエッジまでを測定する（図F-12参照）。ただし、SVHには断面検査は適用せず、F.4.4.2.1項b)の試験方法でランドの導体幅を検査する。

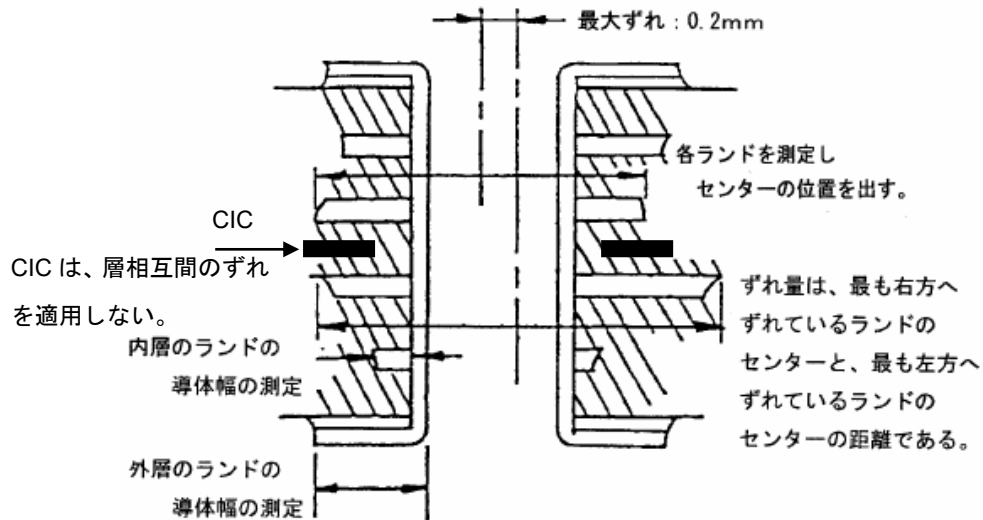


図 F-12 層相互間のずれ及びランドの導体幅の測定

F.4.4.2.3 ソルダレジストの厚さ

F.4.4.2.2項a)で作成した断面を使用して、200倍以上の倍率で測定する。

F.4.4.2.4 アンダカット

試験パターンCに対し、導体の垂直断面が確認できる方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の形状が確認できるように作成する。作成した断面を、50～100倍の倍率で測定を行う。

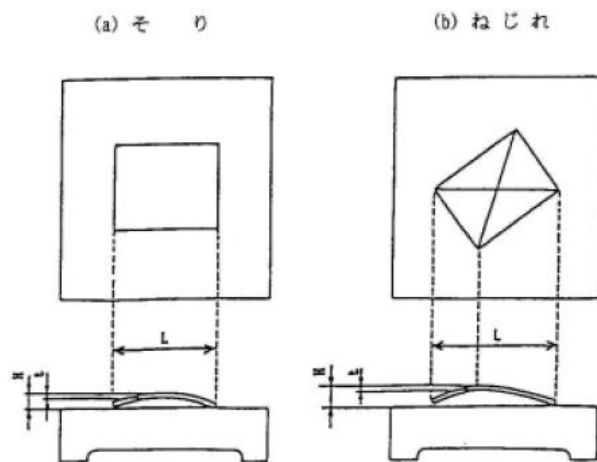
F.4.4.3 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップは目視（裸眼または4倍の拡大鏡を使用）によって検査する。ただし、そり及びねじれは以下の方法による。

F.4.4.3.1 そり及びねじれ

プリント板の凸曲面を上にして水平な定盤の上に置き、プリント板の最も高い位置で定盤面からの高さを測定する（図F-13参照）。次式でそり及びねじれの値を計算する。

$$\text{そり及びねじれ} = \frac{H-t}{L} \times 100 \text{ (\%)}$$



H : 定盤面からの高さ (mm)
t : プリント板の厚さ (mm)
L : 辺又は対角線の長さ (mm)

図 F-13 そり及びねじれの測定

F.4.4.4 めっき密着性及びオーバハング

導体上に A-A-113 の Type I、Class A、又は JIS Z 1522 による感圧セロハンテープ（幅 12.7mm、長さ 50mm 以上）を貼り付け、気泡を除くようにしっかりと押さえつける。引きはがしのため、テープの端は接着しないで残しておく。次に、このテープをプリント板と直角の方向に急激に引きはがす。各試料に対し、毎回新しいテープを使用して各面 3 箇所の間違った位置に対してこの試験を実施する。オーバハング部が破壊されてテープに付着した場合は、密着不良とはみなさずスリバとして判定する。

F.4.4.5 清浄度

適当な漏斗を電解ビーカーの上に置き、試料を漏斗の中に吊るす。イソプロピルアルコールと蒸留水の容積比が 75%対 25%の洗浄液（ただし、固有抵抗は $6 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を用意する。吊るされた試料の上方から、両面にこの洗浄液をかける。この洗浄液の量は各面の 6.5cm^2 当たり 100ml が回収できる量とする。洗浄時間は 1 分以上とする。回収した洗浄液の固有抵抗値を電導率計又は同等の計測範囲と精度を有する装置で測定する。

なお、表 F-13 に規定する、同等の測定方法を用いてもよい。

表 F-13 同等の測定方法

測定装置	固有抵抗 ($\times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	等価 ファクタ	塩化ナトリウムの 等価量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
電導率計	2	1	1.56
Omega Meter ⁽¹⁾	2	1.39	2.2

注⁽¹⁾ Alpha Metals Incorporated, "Omega Meter"

F.4.4.6 電氣的性能

プリント板の電氣的性能に関する試験は、以下の方法による。

F.4.4.6.1 耐電圧

MIL-STD-202の方法301によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- a) 印加電圧：1000V_{AC} ピーク又は 1000V_{DC}
- b) 印加時間：30 秒間
- c) 印加箇所：同一層内及び隣接する層間（CIC を含む）の隣接するパターン間

F.4.4.6.2 回路

a) 導通試験

それぞれの回路又は接続されている一連の回路に 2A 以下の電流を流し、断線の有無を確認する。

b) 短絡試験

すべての導体の共通端子と隣接した導体の共通端子との間に 250V_{DC} の電圧を印加し、短絡の有無を確認する。

F.4.4.6.3 接続抵抗

0.5m Ω 未満の測定が可能な四端子法の計測器によって、スルーホール端子間の抵抗値を測定する。

F.4.4.7 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

F.4.4.7.1 スルーホール引き抜き強度

ランド部から6mm以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、はんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60Wのものを使用し、こて先温度が232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プ

プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分50mmの速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値（L）に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{ (d_2)^2 - (d_1)^2 \}}{4}$$

L : 引張力 (N)

d₁ : 穴径 (cm)

d₂ : ランド径 (cm)

F.4.4.7.2 はんだ付け性

a) スルーホール

F.4.4.8.4 項の検査で作成した断面を利用して、はんだのぬれ性を検査する。

b) 表面導体

MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたフラックスに試料を浸せきした後、試料を取り出し、60 秒間フラックスをきる。はんだ槽に MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたはんだを溶融し、きれいなステンレス製のパドルでかき混ぜ、温度が 226°C ~ 238°C の範囲であることを確認する。試料を浸せきする直前にはんだかす及び燃えたフラックスをはんだ表面から取り除く。試料を垂直に毎秒 25mm±6mm の速さではんだ槽に入れ、4 秒±0.5 秒間保持した後、毎秒 25mm±6mm の速さで引き上げる。引き上げた後、試料を垂直の状態に保持したまま、はんだが固化するまで空冷する。このとき、急冷してはならない。はんだの固化後、導体の表面のはんだの状態を検査する。

F.4.4.8 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

F.4.4.8.1 熱衝撃

MIL-STD-202の方法107によって行う。ただし、次の条件を適用する。

a) 熱衝撃〔I〕（認定試験に適用）

試験条件 B とする。ただし、低温側温度を-30°Cとする。また、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

サイクル数は、1000 サイクルとする。

b) 熱衝撃〔II〕（品質確認試験に適用）

試験条件 F-3 とする。ただし、高温側温度を+170°Cとする。また、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

F.4.4.8.2 耐湿性及び絶縁抵抗

a) 耐湿性

MIL-STD-202の方法106の最初の6段階を10サイクル実施する。試験の間、すべての層（CICを含む）に $100V \pm 10V_{DC}$ の成極電圧を印加する。10サイクル目の段階6が終了した後、試料を槽から取り出し、直ちに $25^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ の空気を吹き付けて乾燥させてから評価する。

b) 絶縁抵抗

MIL-STD-202の方法302、試験条件Bに従って行う。ただし、次の試験条件を適用する。

1)試験条件：B(500V)

2)電圧印加時間：1分間

3)印加箇所：同一層内及び隣接する層間の絶縁されたパターン間

F.4.4.8.3 耐ホットオイル性

試料を $120^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ で2時間乾燥し、室温まで冷却する。次に、 $260^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ の油又はワックスに5秒間浸せきした後、室温まで冷却するサイクルを1サイクルとして、これを10サイクル実施する。

F.4.4.8.4 熱ストレス

試料を $121^{\circ}C \sim 149^{\circ}C$ に2時間保持し、水分を除去する。その後、デシケータ中のセラミック板の上に置いて冷却する。それから、個別仕様書に規定されたフラックスを塗布し、はんだ槽 [Sn：63%±5%、温度： $288^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$] に10秒間浮かべる。試料を絶縁板上に置いて冷却してから、外観の異常の有無を確認した後、F.4.4.2.2項a)で作成した断面を使用して内層銅箔のクラックの有無、ラミネートボイド、内層銅箔及びCICとスルーホールめっきの接続を検査する。はんだの温度の測定は、溶融はんだの表面から50mmを超えないところで行う。

F.4.4.8.5 耐放射線性

大気中において、試料に γ 線(コバルト60)を1時間当たり $0.5 \times 10^4 Gy \sim 1 \times 10^4 Gy$ の割合で、総放射線量が $1 \times 10^4 Gy$ となるように照射する。照射後、試料の各部に劣化がないことを目視によって検査する。さらに、F.4.4.6.1項及びF.4.4.8.2項b)に従って耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗と耐電圧は同じ回路で測定する。

F.4.4.8.6 熱膨張係数

JIS K 7197によって行う。ただし、次の条件を適用する。

a) 試験片の状態調節

$121 \sim 149^{\circ}C$ に2時間保持して水分を除去し、室温まで冷却する。

b) 試験片の寸法

約 10mm × 10mm × 板厚 (mm) の平板状とする。

c) 測定温度範囲 : $T_1=30^{\circ}\text{C}$ 、 $T_2=180^{\circ}\text{C}$ とする。

d) 測定方向

多層板の長さ方向及びこれと直角方向の 2 水準の試料とする。

付則 G

エリアアレイパッケージ設計対応プリント配線板

G.1. 総則.....	G-1
G.1.1 適用範囲.....	G-1
G.1.2 部品番号.....	G-1
G.1.2.1 基材記号.....	G-1
G.1.2.2 層数.....	G-1
G.2. 適用文書など.....	G-2
G.2.1 適用文書.....	G-2
G.2.2 参考文書.....	G-2
G.3. 要求事項.....	G-2
G.3.1 認定の範囲.....	G-2
G.3.2 材料.....	G-2
G.3.2.1 銅張積層板及びプリプレグ.....	G-2
G.3.2.2 ビア充填材料（充填樹脂）.....	G-3
G.3.2.3 ソルダレジストインク.....	G-3
G.3.2.4 マーキングインク.....	G-3
G.3.2.5 めっき.....	G-3
G.3.3 設計及び構造.....	G-4
G.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）.....	G-4
G.3.3.2 プリント板用コネクタ.....	G-4
G.3.3.3 層間接続.....	G-4
G.3.3.4 BGA等のパッドの接続方法.....	G-5
G.3.3.5 スルーホールの穴径.....	G-6
G.3.3.6 スルーホールの樹脂充填.....	G-6
G.3.3.7 導体幅及び導体厚.....	G-6
G.3.3.8 導体間げき.....	G-9
G.3.3.9 ランド径.....	G-10
G.3.3.10 BGA等のパッド.....	G-11
G.3.3.11 内層クリアランス.....	G-12
G.3.3.12 表面仕上げめっき.....	G-14
G.3.3.13 ソルダレジスト.....	G-14
G.3.3.14 温度範囲.....	G-14

G.3.4 外観、寸法、表示など	G-15
G.3.4.1 導体、基材及びソルダレジストの外観	G-15
G.3.4.2 寸法	G-19
G.3.4.3 表示	G-20
G.3.4.4 構造の完全性	G-20
G.3.4.5 ソルダレジストの厚さ	G-26
G.3.4.6 アンダカット	G-26
G.3.5 そり及びねじれ	G-26
G.3.6 ワークマンシップ	G-26
G.3.6.1 修理	G-27
G.3.7 めっき密着性及びオーバハング	G-27
G.3.8 清浄度	G-27
G.3.9 電氣的性能	G-27
G.3.9.1 耐電圧	G-27
G.3.9.2 回路	G-27
G.3.9.3 接続抵抗	G-27
G.3.10 機械的性能	G-28
G.3.10.1 スルーホール引き抜き強度	G-28
G.3.10.2 はんだ付け性	G-28
G.3.11 環境的性能	G-28
G.3.11.1 熱衝撃	G-28
G.3.11.2 耐湿性及び絶縁抵抗	G-29
G.3.11.3 耐ホットオイル性	G-29
G.3.11.4 熱ストレス	G-29
G.3.11.5 耐放射線性	G-30
G.4. 品質保証条項	G-30
G.4.1 試験パターン	G-30
G.4.2 工程内検査	G-39
G.4.3 認定試験	G-39
G.4.3.1 試料	G-39
G.4.3.2 試験項目及び試料数	G-39
G.4.4 品質確認試験	G-41
G.4.4.1 品質確認試験（グループA）	G-41
G.4.4.2 品質確認試験（グループB）	G-42
G.4.5 試験方法	G-43
G.4.5.1 試験条件	G-43

G.4.5.2 材料	G-43
G.4.5.3 設計及び構造	G-43
G.4.5.4 外観、寸法、表示など	G-44
G.4.5.5 構造の完全性	G-46
G.4.5.6 ソルダレジストの厚さ	G-49
G.4.5.7 そり及びねじれ	G-49
G.4.5.8 ワークマンシップ	G-50
G.4.5.9 めっき密着性及びオーバハング	G-50
G.4.5.10 清浄度	G-51
G.4.5.11 電氣的性能	G-51
G.4.5.12 機械的性能	G-52
G.4.5.13 環境的性能	G-53

G.2. 適用文書など

G.2.1 適用文書

この付則の適用文書は、2.1 項によるほか、次による。

- a) JERG-0-043 宇宙用表面実装はんだ付工程標準
- b) JIS C 6481 プリント配線板用銅張積層板試験
- c) IPC-2152 Standard for Determining Current Carrying Capacity in Printed Board Design

G.2.2 参考文書

この付則の参考文書は、2.2 項によるほか、次による。

- a) JERG-0-054 宇宙用 BGA/CGA はんだ付け工程標準
- b) IPC-6012 Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards

G.3. 要求事項

G.3.1 認定の範囲

認定されるプリント板の範囲は、この仕様書の G.3.2 項から G.3.11 項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足するプリント板の製造ラインを用いて製造される製品群で、認定試験に合格した試料によって代表される範囲のものとする。

層数及び板厚は、認定試験に合格した試料の層数以下及び板厚以下を認定の範囲とする。表面めっき及びはんだコートは、この仕様書に規定した1種類によって認定試験を実施し、合格したものは、この仕様書に規定した他の種類を包含できる。ソルダレジストインクは認定試験時に使用したものを認定の範囲とする。

なお、より詳細な認定範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

G.3.2 材料

プリント板に使用する材料は、次による。

G.3.2.1 銅張積層板及びプリプレグ

銅張積層板及びプリプレグは、適用規格の IPC-4101 又は JPCA/NASDA-SCL01 によるものとし、図面に指定されたものを使用しなければならない。

基材の板厚は、0.05mm（公称）以上のものを使用しなければならない。

使用する銅箔の厚さは、表 G-2 のとおりでなければならない。

表G-2 銅箔の厚さ（公称）

単位：μm

層	区分	銅箔厚
外 層	SVH 有り	9 以上
	SVH 無し	18 以上
内 層	SVH 層	9 以上
	SVH 層以外、及び SVH 無し	35 以上

ただし、GFにおける基板の厚さ方向（Z方向）の熱膨張率は、JIS C 6481に従って試験したとき、50ppm/°C未満でなければならない。

使用する材料に適用する規格は個別仕様書に明記しなければならない。また、基材の詳細（樹脂のタイプ、ガラス転移点温度など）は適用データ・シート（以下、「ADS」という）に記載しなければならない。

G.3.2.2 ビア充填材料（充填樹脂）

SVH及び小径スルーホールへの充填は、樹脂により行わなければならない。充填材料の詳細（樹脂のタイプ、ガラス転移点温度など）は、ADSに記載しなければならない。

G.3.2.3 ソルダレジストインク

プリント板に塗布するソルダレジストは、IPC-SM-840のクラスH相当でなければならない。

G.3.2.4 マーキングインク

マーキングインクは、溶剤などで容易に消滅しないエポキシ系インクで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

G.3.2.5 めっき

すべてのスルーホール及び蓋めっきは、無電解及び電解銅めっきにより形成されなければならない。はんだ接続部の表面は、はんだコートを適用しなければならない。はんだ接続部以外において、必要な場合は電解ニッケル金めっきを行ってもよい。

G.3.2.5.1 無電解銅めっき

電解銅めっきの前工程として、絶縁材料上に導電層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

G.3.2.5.2 電解銅めっき

電解銅めっきは、99.5%以上の純度を有するものでなければならない。

G.3.2.5.3 電解金めっき

電解金めっきは、表G-3のとおりでなければならない。下地めっきとしてG.3.2.5.4項に規定する電解ニッケルめっきを行うこと。めっき後の不純金属は、硬度を増加させるために添加されているものを除き、0.1%以下でなければならない。

表G-3 電解金めっき

項目	規格
純度	99.7%以上
KNOOP 硬度	91 以上 129 以下

G.3.2.5.4 電解ニッケルめっき

電解ニッケルめっきは、SAE-AMS-QQ-N-290に相当し、低ストレスのものでなければならない。

G.3.2.5.5 はんだコート

はんだコートに用いるはんだは、すずの含有量が50%～70%でなければならない。

G.3.3 設計及び構造

G.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

プリント板は、この仕様書に基づいて製造図面化する。

製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）は、調達者が承認したものでなければならない。製造図面とアートワークマスタ（又は製造用原版）との間に相違がある場合には、製造図面が優先する。

G.3.3.2 プリント板用コネクタ

直接形のプリント板用コネクタは使用してはならない。

G.3.3.3 層間接続

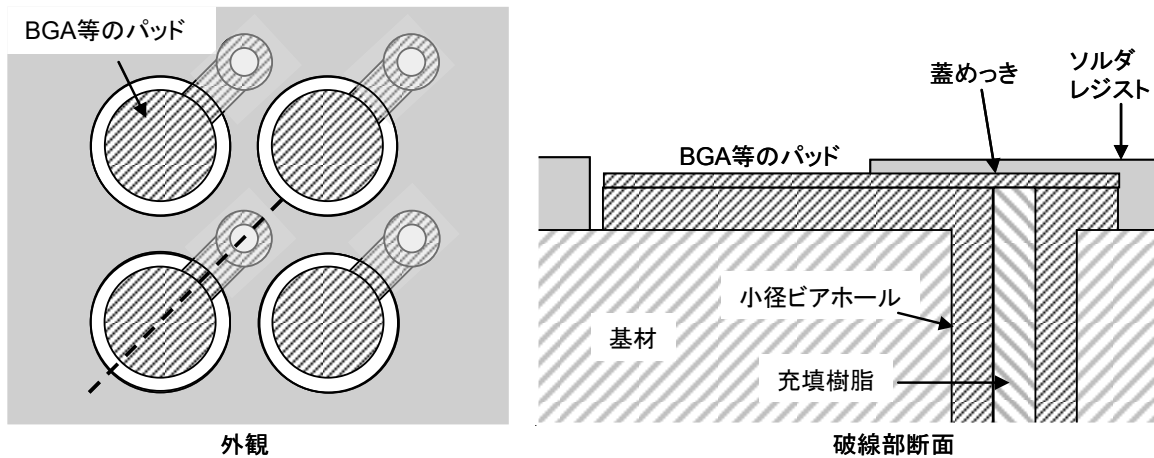
プリント板の各層の接続は、小径ビアホール、SVH 又はスルーホールによらなければならない。

G.3.3.4 BGA等のパッドの接続方法

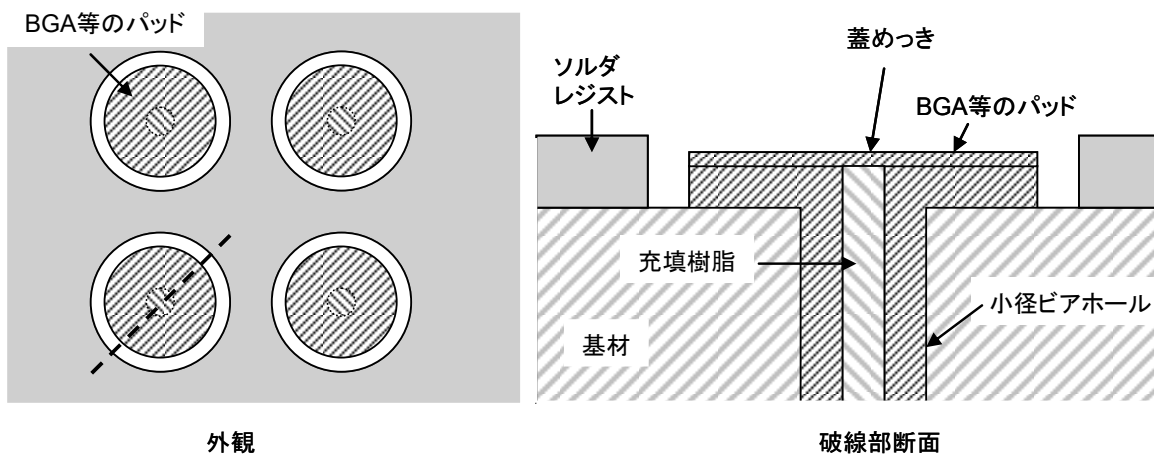
BGA等のパッドの接続方法は、Dog-Bone 構造又は Via-in-Pad (以下、「VIP」という) 構造によらなければならない。

Dog-Bone 構造は、BGA等のパッドから回路を引き出して小径ビアホールに接続する構造であり、詳細を図 G-1 に示す。小径ビアホールは、樹脂充填及び蓋めっきが施されていなければならない。

VIP 構造は樹脂充填した小径ビアホールに蓋めっきを施し小径ビアホール直上を BGA 等のパッドとする構造である。詳細を図 G-2 に示す。



図G-1 Dog-Bone構造の外観・断面図



図G-2 Via-in-Pad構造の外観・断面図

G.3.3.5 スルーホールの穴径

小径ビアホール及び SVH の最小穴径は、いずれもキリ径として $\phi 0.20\text{mm}$ 以上でなければならない。

ビアホールのランドを、BGA 等のパッドとして用いる場合、ビアホールのキリ径は $\phi 0.20\text{mm}$ 以下でなければならない。

G.3.3.6 スルーホールの樹脂充填

ビア充填材料により充填を行う小径ビアホールは、製造図面上に指定しなければならない。

VIP 構造に適用する小径ビアホール及び SVH は、ビア充填材料により充填しなければならない。

G.3.3.7 導体幅及び導体厚

導体幅の最小設計値は、表 G-4 のとおりでなければならない。

導体幅及び導体厚は、導体断面積及び導体に流れる電流による温度上昇から求められる許容電流（電流容量）を考慮し設計しなければならない。

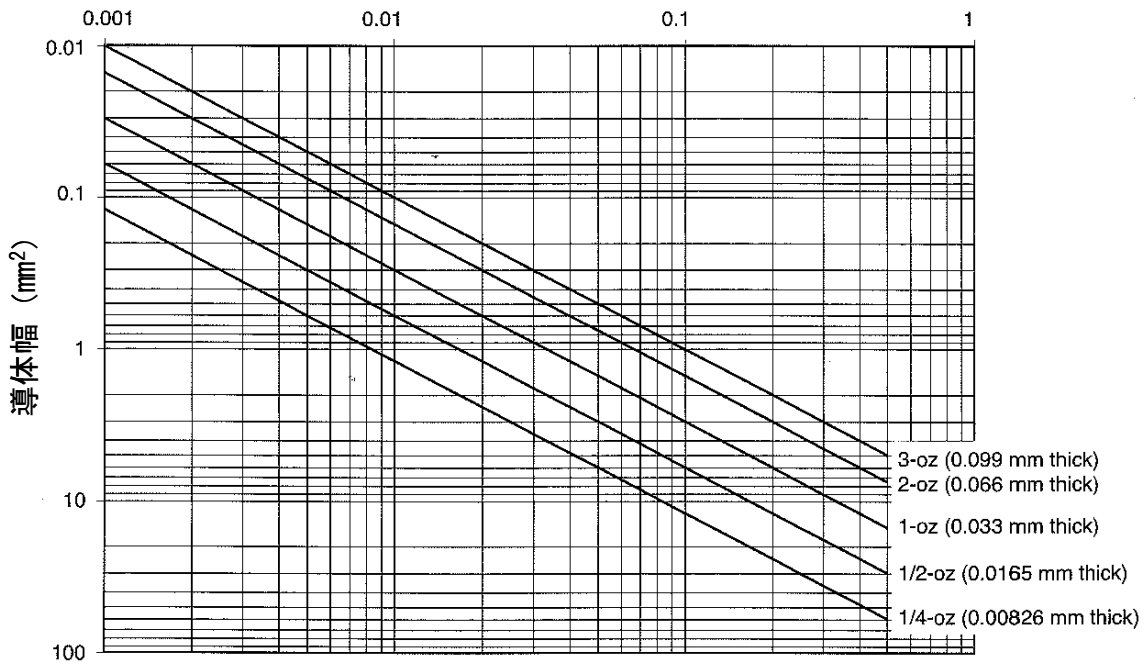
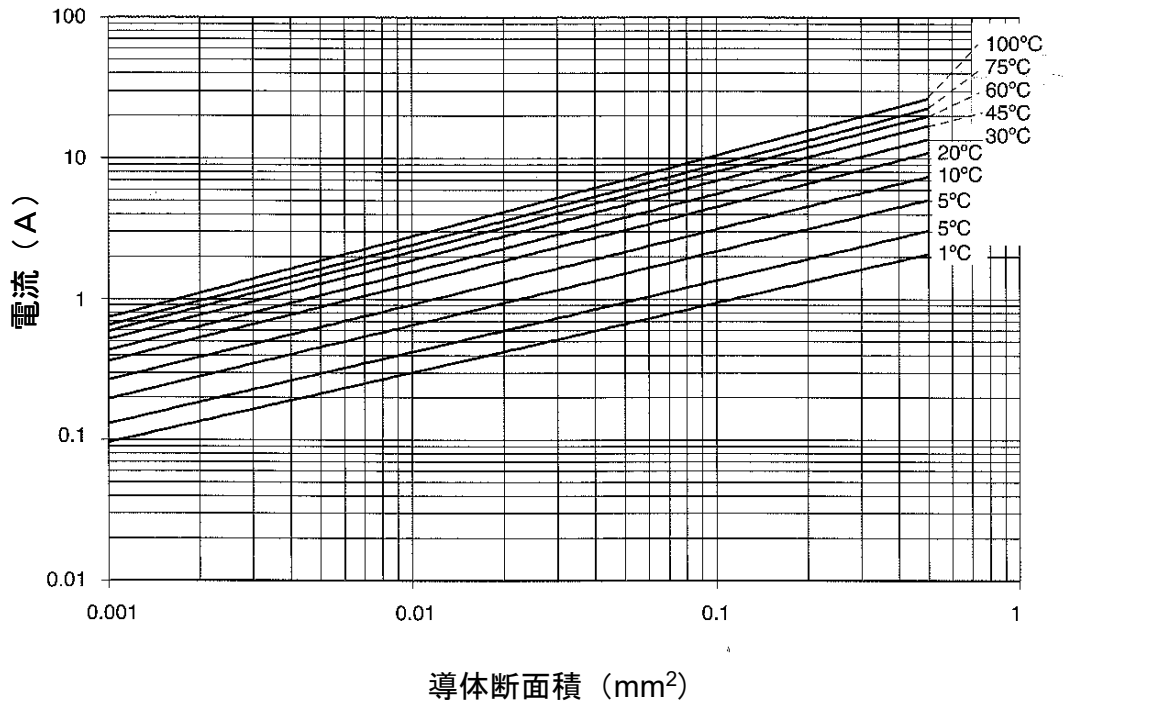
導体の断面積と許容電流の関係は、図 G-3、図 G-4、図 G-5 及び図 G-6 を参考にし、真空及び宇宙環境下の内層及び外層の導体に共通して適用する。より詳細な情報は、IPC-2152 による。

BGA 等のパッド部の導体厚を指定する場合、プリント板製造業者と協議の上、製造図面上に指定しなければならない。

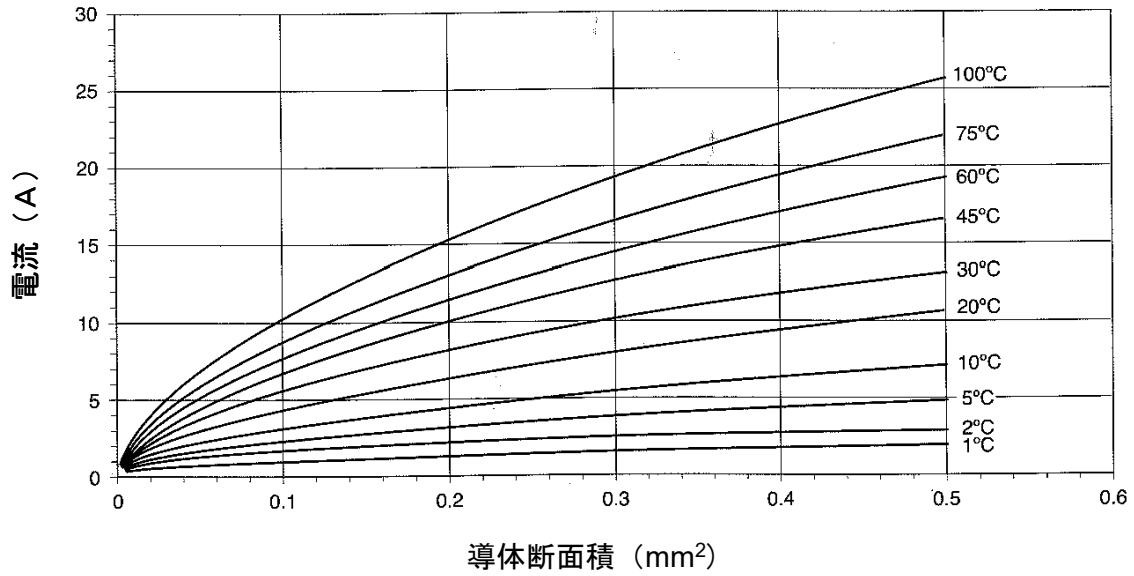
表G-4 導体幅（設計値）

単位：mm

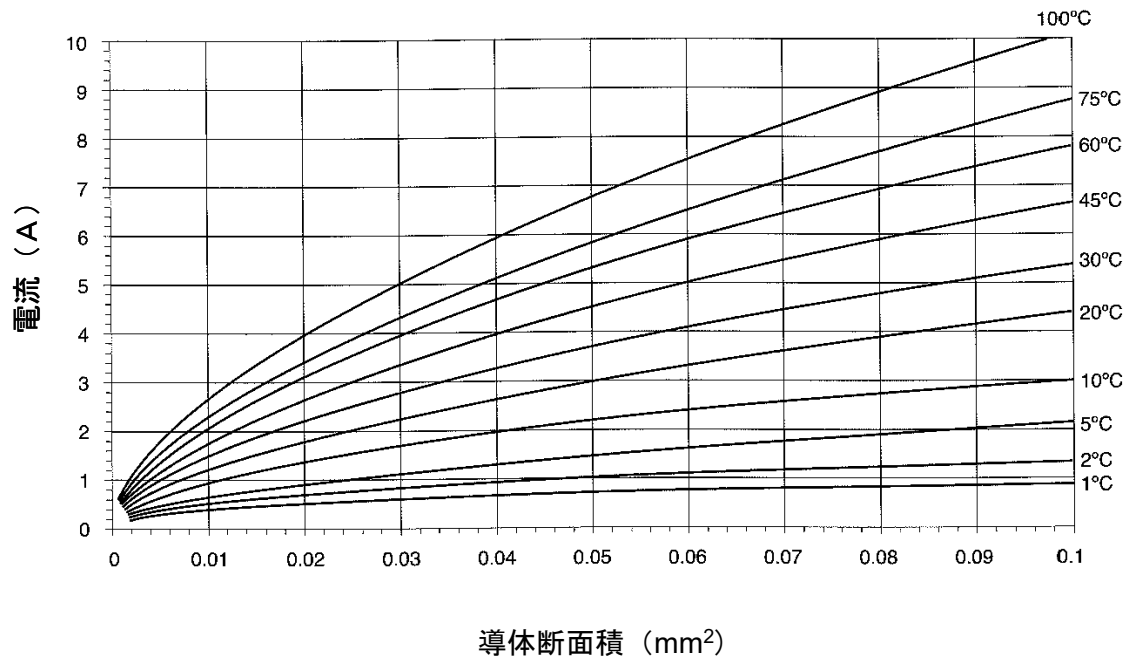
層	導体厚	最小導体幅
外 層	全て	0.10
内 層	35 μm を超える	0.10
	35 μm 以下	0.08



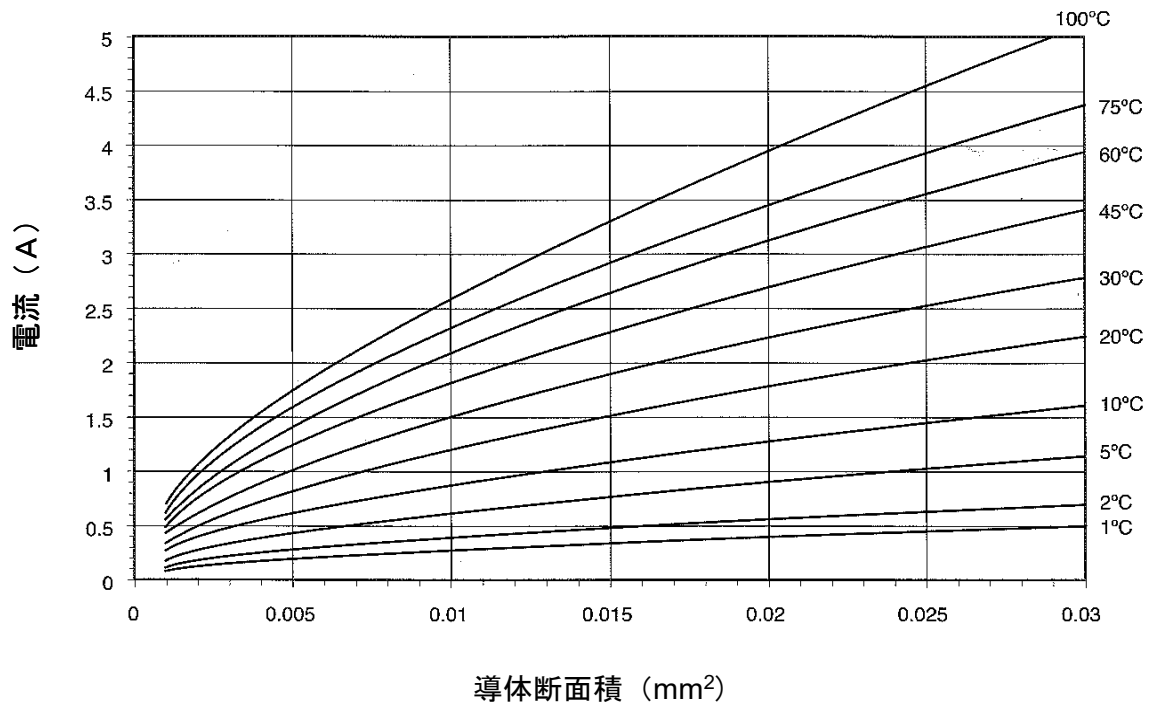
図G-3 導体断面積と温度上昇 (0.001~1mm²)



図G-4 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.5mm²)



図G-5 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.1mm²)



図G-6 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.03mm²)

G.3.3.8 導体間げき

導体間げきの最小設計値は、表 G-5 のとおりでなければならない。また、導体間電圧に応じた導体間げきの設計値は、表 G-6 のとおりでなければならない。

表G-5 導体間げき (設計値)

単位 : mm

層	導体厚	最小導体間げき
外 層	全て	0.15
内 層	35 μ m を超える	0.15
	35 μ m 以下	0.08

表G-6 プリント板の導体間げき（設計値）

単位：mm

導体間電圧範囲 (DC 又は AC _{p-p} (V))	最小導体間げき	
	外 層	内 層
0 ~ 50	0.15	0.08
51 ~ 100	0.15	0.10
101 ~ 300	0.40	0.20
301 ~ 500	0.80	0.25
501 以上	(0.003×V)	(0.0025×V)

G.3.3.9 ランド径

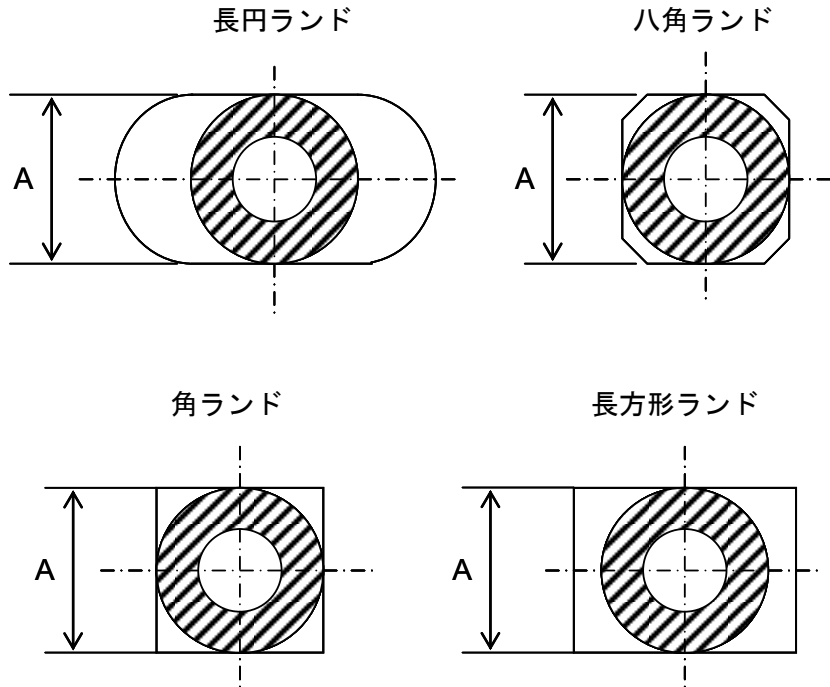
設計値における最小ランド径は、表 G-7 のとおりでなければならない（図 G-7 参照）。非機能ランドは、導体間げきの維持及び電気特性上の要求がある場合、設けなくても良い。

表G-7 ランド径

単位：mm

穴区分	最小ランド径 (1)
SVH 及び小径ビアホール	φ（キリ径+0.25）
上記以外のスルーホール	φ（スルーホール仕上がり径+0.5）
ノンスルーホール	φ（キリ径+1.1）

注(1)丸ランド以外のランド形状における最小ランド径は、図 G-7 の寸法 A を適用しなければならない。



図G-7 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径 (A)

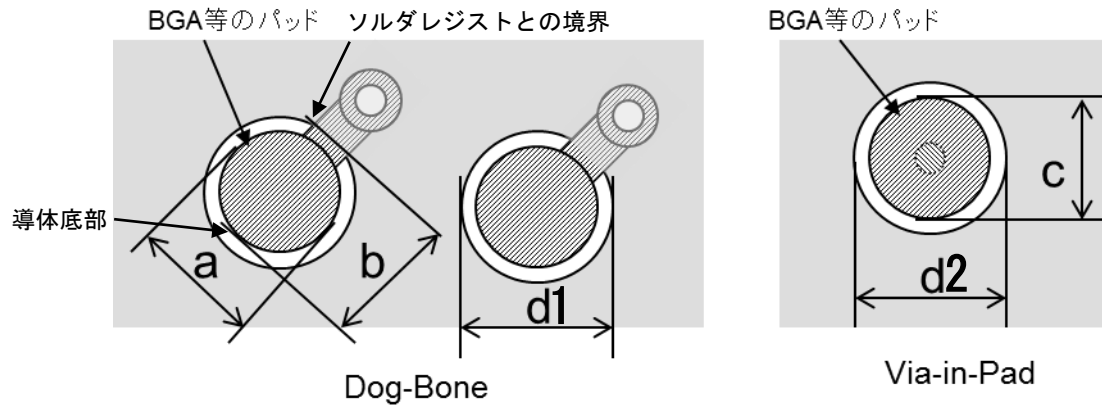
G.3.3.10 BGA等のパッド

BGA等のパッド部の寸法は、表 G-8 に示す部位について指定しなければならない。

表G-8 BGA等のパッド部の寸法

単位 : mm

部 位		
パッド寸法 (ソルダレジスト開口径 内の導体底部)	Dog-Bone	パッド部 (図 G-8 a)
		引き出し方向 (図 G-8 b)
	Via-in-Pad (図 G-8 c)	
ソルダレジスト開口径 (レジスト表面)	Dog-Bone (図 G-8 d1)	
	Via-in-Pad (図 G-8 d2)	
総板厚	導体及びソルダレジストの厚さを含む総板厚	

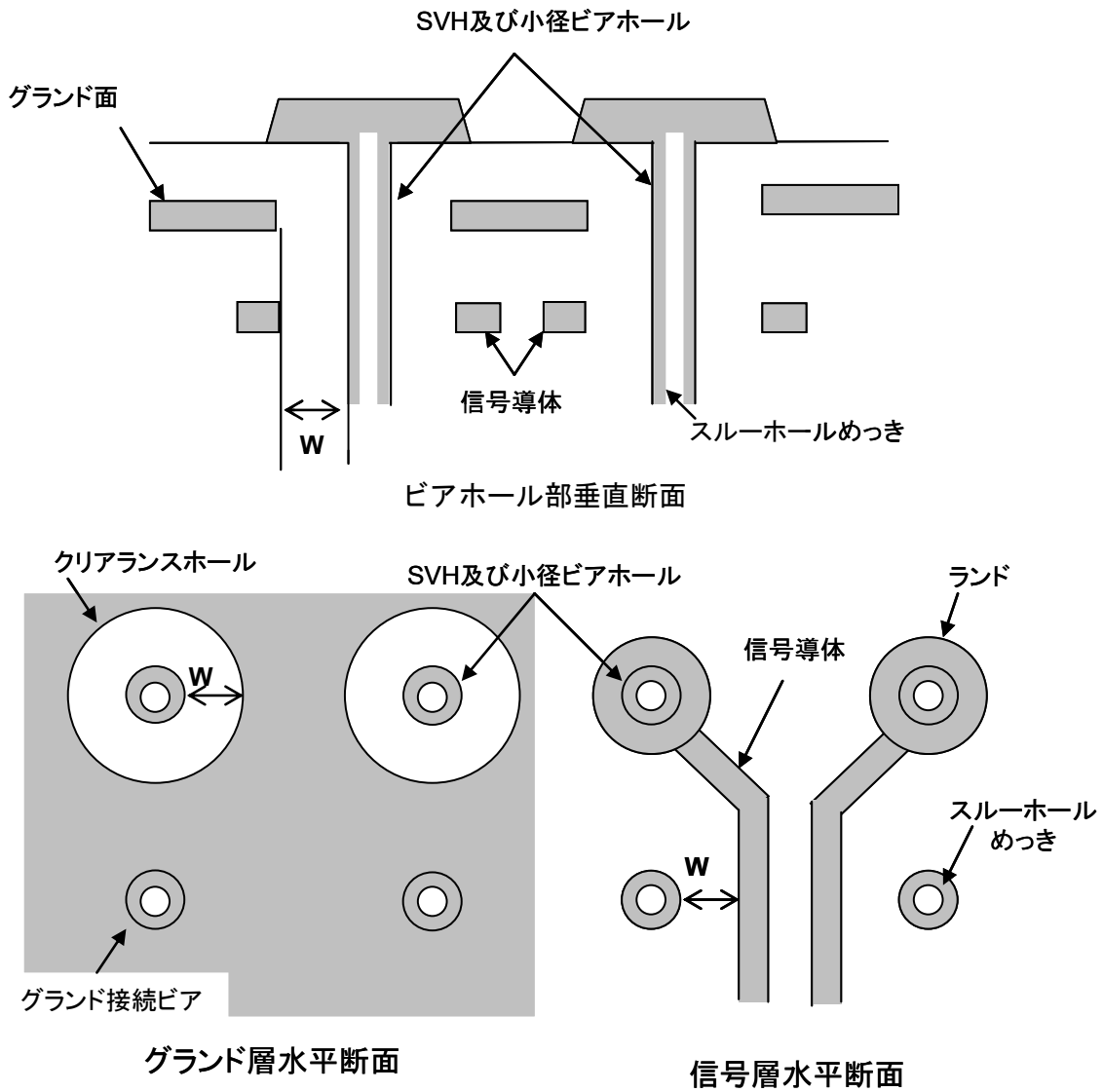


a : パッド部のパッド寸法 b : 引き出し方向のパッド寸法 c : パッド寸法
d1, d2 : ソルダレジスト開口径

図G-8 BGA等のパッド部の寸法

G.3.3.11 内層クリアランス

SVH 及び小径ビアホールに隣接する導体の穴壁からの距離の設計値(内層クリアランス)は、
図 G-9 のとおりでなければならない。



W=内層クリアランス \geq 0.28mm

図G-9 ビアホール部断面図 (設計値)

G.3.3.12 表面仕上げめっき

製造図面上に指定する、表面仕上げめっき及びはんだコートの厚さは、設計値で表 G-9 のとおりでなければならない。電解ニッケルめっきは、電解金めっきの下地めっきであり、電解ニッケルめっきのみを表面仕上げとして指定してはならない。表 G-9 よりも厳しい要求をする場合は、製造業者と協議の上、製造図面上に指定しなければならない。

表G-9 表面仕上げめっきなどの厚さ

単位：μm

めっきなどの種類	表面における厚さ
電解金めっき	1.3 ~ 4.0
電解ニッケルめっき	5 以上
はんだコート	厚さは規定しない。 ただし、はんだ付け性（G.3.10.2 項）を満足すること。

G.3.3.13 ソルダレジスト

部品を実装するランド、パッド（Via-in-Pad を含む）及び樹脂充填を行わない小径ビアホールをのランドを除き、ソルダレジストの塗布を指定しなければならない。

Dog-Bone の小径ビアホール及び SVH のランドは、ソルダレジストで被覆しなければならない。

BGA 等のパッド部以外の樹脂充填を行う小径ビアホール及び SVH のランドに対するソルダレジストの要否は、製造図面で指定しなければならない。

基板端からのソルダレジストの距離は、設計値で 0.3mm 以上なければならない。

G.3.3.14 温度範囲

プリント板の使用温度範囲は、「熱衝撃〔Ⅱ〕（G.3.11.1.2 項）」の試験温度範囲であり、-65℃～+125℃でなければならない。

G.3.4 外観、寸法、表示など

外観および構造における寸法は、特に規定のない限り仕上り値とする。

G.3.4.1 導体、基材及びソルダレジストの外観

G.3.4.1.1 導体

a) 導体パターン

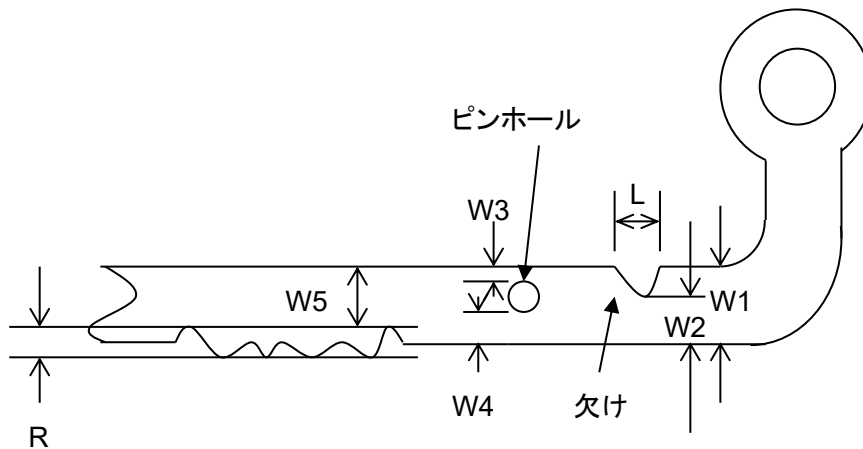
導体パターンは、承認された又は支給されたアートワークマスタ(又は製造用原版)に合致しなければならない。

b) 導体

裂け目やクラックがあってはならない。導体端部の荒れ及び欠け、ピンホール、スクラッチによる絶縁板の露出などの欠損によって、導体幅は最小仕上がり導体幅の80%を下回ってはならない。また、欠損の長さは、導体幅(設計値)を超えてはならず、長さが0.05mmを超える欠損については、1導体あたり1個以内、かつ、プリント板上の100mm×100mmの単位面積あたり1個以内でなければならない。側面の粗さは、導体幅の公差を満足しなければならない(図G-10参照)。

導体幅及び導体間げきの公差は、表G-10のとおりでなければならない。

グランド面又は電源面の欠け及びピンホールは、それらの最大長が1.0mmを超えず、625cm²の面当たり4個を超えなければ許容される。



$W1 \geq$ (最小仕上がり導体幅)

$W2 \geq 0.80 \times$ (最小仕上がり導体幅)

$W3 + W4 \geq 0.80 \times$ (最小仕上がり導体幅)

$W5 + R \geq$ 導体幅の公差 $\geq W5 - R$

$L =$ 欠損の長さ

図G-10 導体の欠陥に対する合格基準

表G-10 導体幅及び導体間げきの公差

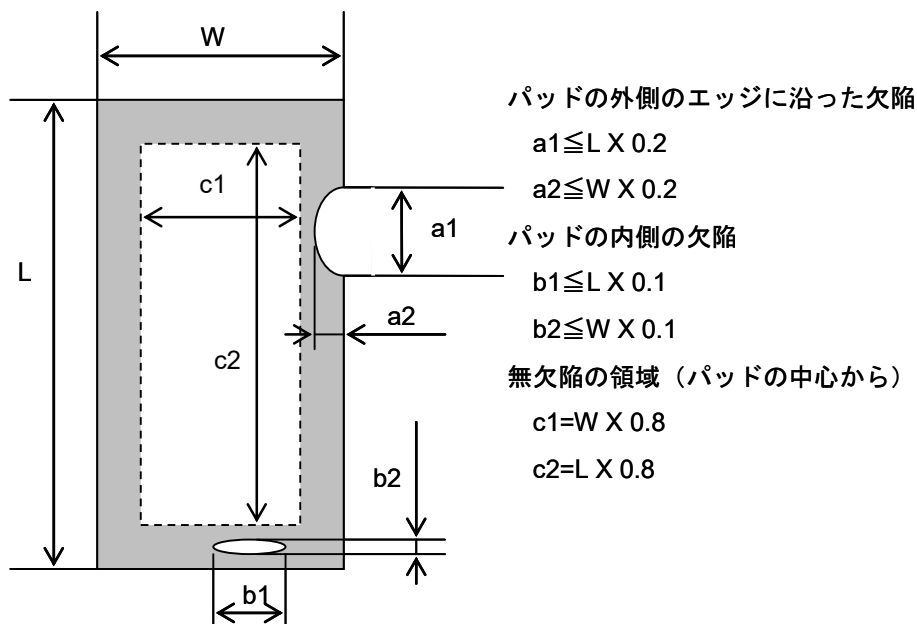
単位：mm

項目		公差
導体幅	0.08 以上 0.13 未満	+0.05 -0.03
	0.13 以上 0.20 未満	±0.05
	0.20 以上 0.50 未満	±0.10
	0.50 以上	導体幅の±20%
導体間げき	0.10 未満	最小 0.05
	0.10 以上 0.14 未満	最小 0.06
	0.14 以上	最小 0.10
	全ての設計値に対して、プラス側は規定しない。	

c) 長方形の表面実装パッド

パッドの外側のエッジに沿った、欠け、凹み及びピンホールのような欠陥は、パッドの長さ又は幅の20%を超えてはならない。パッドの内側の欠陥は、パッドの長さ又は幅の10%を超えてはならない。パッド中心からパッド幅の80%及びパッド長の80%の領域には、電気試験のプローブ痕を除き、欠陥があってはならない（図 G-11 参照）。

なお、パッドの長さ及び幅は設計値とする。

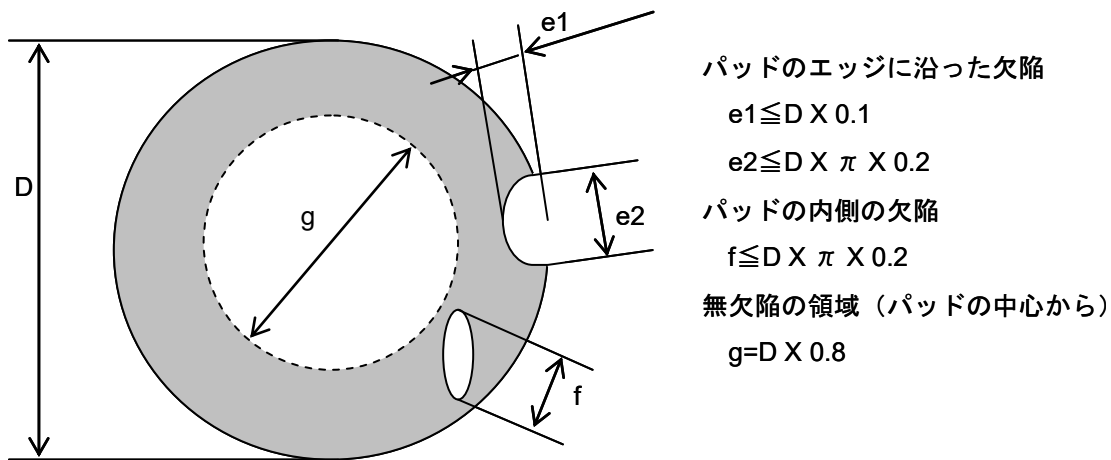


図G-11 長方形の表面実装パッドの欠陥に対する合格基準

d) BGA等の実装パッド

パッドのエッジに沿った、欠け、凹み及びピンホールのような欠陥は、パッドの直径の10%を超えて、ランドの中心の半径方向に広がってはならない。パッド内部の欠陥は、パッドの外周の20%を超えて広がってはならない。パッドの直径の中心から80%には、電気試験のプローブ痕を除き欠陥があってはならない(図G-12参照)。

なお、パッドの直径は設計値を基準とする。



図G-12 BGA等の実装パッドの欠陥に対する合格基準

e) 電気試験プローブ痕

電気試験のプローブ痕は、はんだコートで被覆され、下地の銅めっきが露出しなければ許容される。電解金めっき仕上げの端子部は、下地のニッケルめっきが露出してはならない。

f) 導体間

導体間の絶縁板の表面には、不要な残導体又は異物などの付着がないこと。

g) はんだコート

ピンホール、ピットなどがなく、導体を完全に覆っていなければならない。

h) 電解ニッケル・金めっき

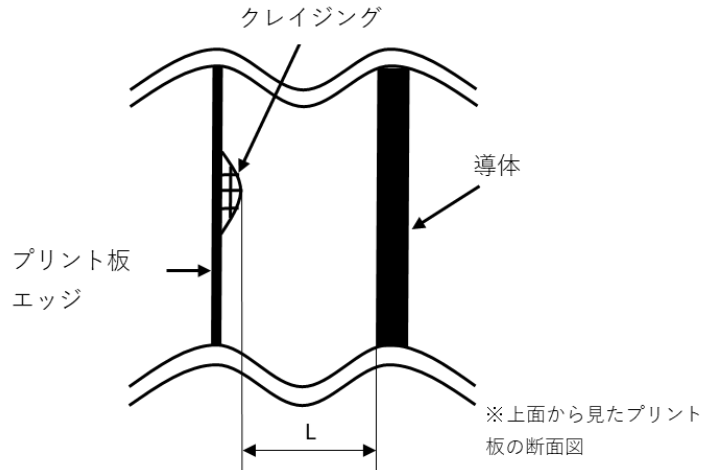
ピンホール、ピットなどがなく、導体表面を完全に覆っていなければならない。ただし、導体側面の銅の露出は許容される。

G.3.4.1.2 基材

a) プリント板端面

欠け、クラック又は剥離があってはならない。ただし、割基板の分割面には適用しない。

プリント板エッジのクレイジングと近接した導体との間げき L は、図面に規定された最小導体間げき又は 1.6mm のいずれか小さい方の値以上であれば許容される（図 G-13 参照）。



図G-13 プリント板表面の断面図

b) プリント板表面

クラック又は穴の周囲から剥離があってはならない。個々の層又は基材にデラミネーションがあってはならない。基板表面下にミーズリング、クレイジングが、あってはならない。

G.3.4.1.3 ソルダレジスト

- a) 硬化したソルダレジストには、粘着性、ブリスタ及びデラミネーションがあってはならない。
- b) 著しく外観を損なうかすれ、はがれ、表面荒れ及び色むらや余分な導体の露出があってはならない。
- c) 特に指定がない限り、スクラッチ、ピンホールなどは塗布されるべき導体が被覆されていれば許容する。
- d) 部品を実装するランド部へのソルダレジストの付着があってはならない。
- e) ソルダレジスト塗布範囲及び導体パターンとソルダレジストの位置ずれは、製造図面の規定を満足しなければならない。

- f) 製造図面で指定される場合を除き、ソルダレジスト開口部内には、隣接する導体の露出があってはならない。
- g) Dog-Bone 構造の小径ビアホール及びSVHのランドは、ソルダレジストで、完全に被覆されていなければならない。

G.3.4.2 寸法

プリント板の各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法の公差は、特に規定のない限り、表 G-11 のとおりでなければならない。

表G-11 寸法の公差

単位：mm

項目	公差
外形寸法	100 以下に対して ± 0.3 、100 を超えるものについては 50 毎について 0.05 を加える。
板厚	製造図面または個別仕様書による。
仕上がり穴径	すべての穴径に対して $^{+0.10}_{-0.15}$ とする。ただし、SVH 及び小径ビアホールの仕上がり穴径は規定しない。

G.3.4.2.1 BGA 等のパッド部の寸法

BGA等のパッドの寸法の公差は、特に規定のない限り、表G-12のとおりでなければならない。

表G-12 BGA等のパッド部の寸法

単位 (mm)

項目		公差
パッド寸法 (ソルダレジスト開口 径内の導体底部)	Dog-Bone	パッド部 (図 G-8 a)
		引き出し方向 (図 G-8 b)
	Via-in-Pad (図 G-8 c)	
ソルダレジスト開口径 (レジスト表面)	Dog-Bone (図 G-8 d1)	
	Via-in-Pad (図 G-8 d2)	
位置度精度	BGA 等のパッド列の長さ	
パッド厚 (導体厚)		
総板厚 (ソルダレジスト含む)		
コプラナリティ (平坦度) : 常態		BGA 等のパッドの対角において 0.05mm 以下

G.3.4.3 表示

銅のエッチングにより形成した文字、G.3.2.4 項で規定したマーキングインク又はレーザーマーキングで行われ、判読が可能であり、プリント板の機能、性能及び信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

特に指定のない限り、表示は次の事項を含まなければならない。ただし、プリント板への表示が不可能な場合にはタグなどで表示してもよい。

- a) 部品番号
- b) 製造年月
- c) 認定取得業者名又は識別符号
- d) 製品一連番号⁽¹⁾又はロット番号

注⁽¹⁾全製造工程にわたって追跡管理が可能のように付与しなければならない。

G.3.4.3.1 割基板の表示

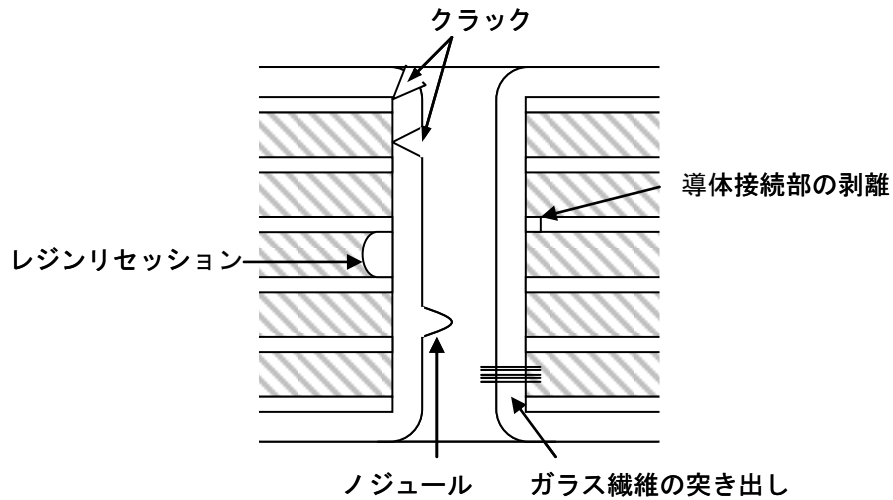
割基板の中で使用不可の分割部（1枚のプリント板に相当する個片）を含む場合、この分割部が使用不可であることを明確に表示しなければならない。また、この表示は溶剤などで容易に消滅しないものでなければならない。

G.3.4.4 構造の完全性

G.3.4.4.1 スルーホール

G.4.5.5.1項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない（図G-参照）。

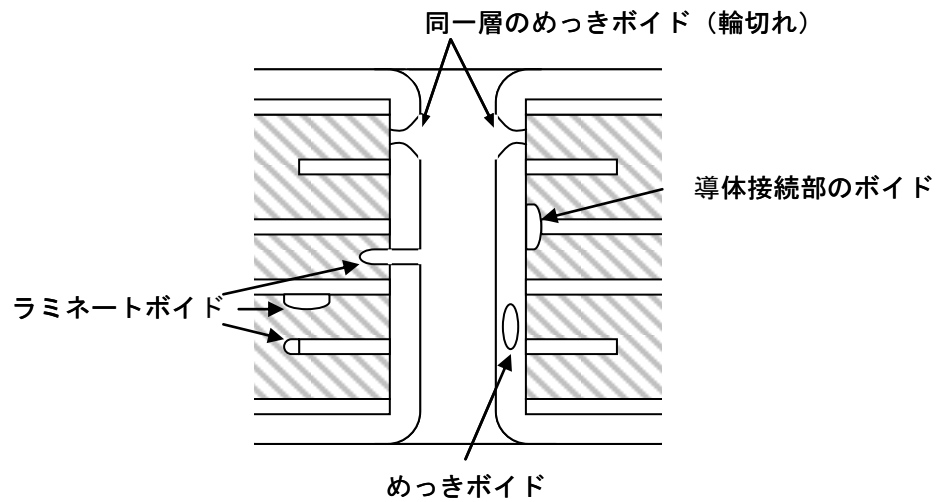
- a) スルーホール、小径ビアホール及びSVHには、めっきのクラック、導体接続部の剥離、ガラス繊維の突出がなく、ランド部から連続的、かつ、なめらかにめっきされていなければならない。
- b) バリ、ノジュールなどによるめっきの突起は、スルーホール内の穴径が製造図面の最小要求値を下回ってはならない。
- c) めっきの部分的な窪みは、G.3.4.4.6 項で規定しためっきの厚さの10%以下でなければならない。
- d) 穴壁とスルーホールめっきの境界部のレジソリセッションは、スルーホールめっきの壁面からの最大深さが80 μ m以下であり、スルーホールめっきに沿った累積基材厚（基材厚の合計）の40%以下であれば許容する。
- e) ネガティブ・エッチバックによるめっきの窪みは、ネガティブ・エッチバックが、G.3.4.4.5 項の要求を満足すれば許容される。



図G-14 スルーホール欠陥

G.3.4.4.2 ボイド

めっきボイド、ラミネートボイドはあってはならない。(図G-参照)。



図G-15 ボイド

G.3.4.4.3 ランドの浮き

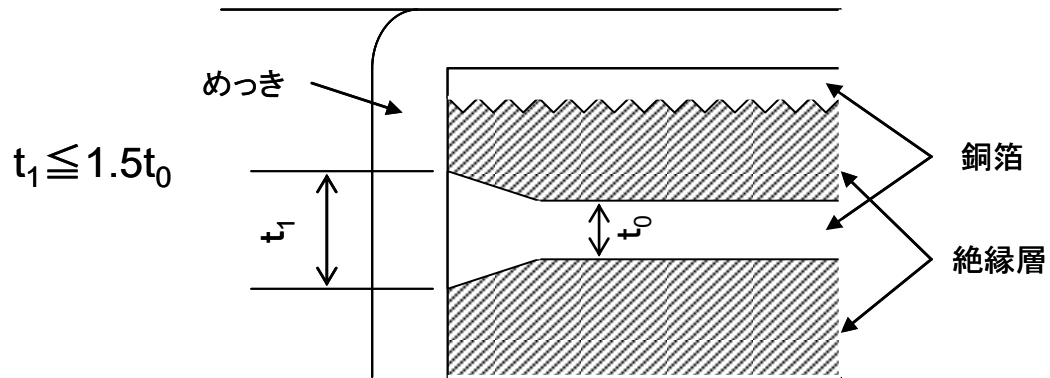
ランドの浮きはあってはならない。

G.3.4.4.4 銅箔のクラック

外層及び内層の銅箔にクラックはあってはならない。

G.3.4.4.5 内層接続

スルーホールと内層導体の接続部にレジンスミアが、あってはならない。また、ネイルヘッドは、導体厚の50%以下でなければならない（図G-13参照）。内層のネガティブ・エッチバックは、13μmを超えてはならない。



図G-13 ネイルヘッド

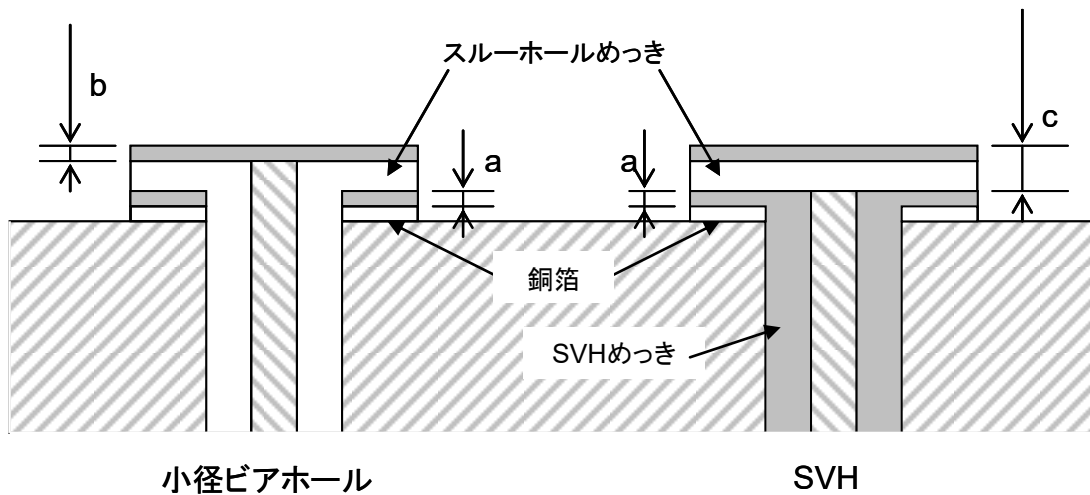
G.3.4.4.6 めっき厚さ

特に指定が無い限り、めっき及びはんだコートの厚さは、表G-13のとおりでなければならない。

表G-13 めっきなどの厚さ

単位：μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ	
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ	
電解銅めっき	部品孔	25 以上
	小径ビアホール	25 以上
	SVH	30 以上
	ランド上の SVH めっき (図 G-14 a)	5 以上
	蓋めっき	個別仕様書による
	小径ビアホール (図 G-14 b)	個別仕様書による
	SVH (図 G-14 c)	個別仕様書による
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5 以上	
はんだコート	厚さは規定しない。 ただし、はんだ付け性 (G.3.10.2 項) を満足すること。	



a: ランド上の SVH めっき厚 b: 小径ビアホールの蓋めっき厚 c: SVH の蓋めっき厚

図G-14 蓋めっき厚

G.3.4.4.7 ラミネートクラック

ラミネートクラックがあってはならない。

G.3.4.4.8 デラミネーション及びブリスタ

デラミネーション及びブリスタは、あってはならない。

G.3.4.4.9 層相互間のずれ

層相互間のずれは、0.15mm以下でなければならない。もしくは導体間隙規定を守る範囲でランド径を広げること。

G.3.4.4.10 ランドの導体幅(アニュラリング)

内層及び外層のランドの導体幅は、仕上り値で表G-14以上でなければならない。

表G-14 ランドの導体幅

単位：mm

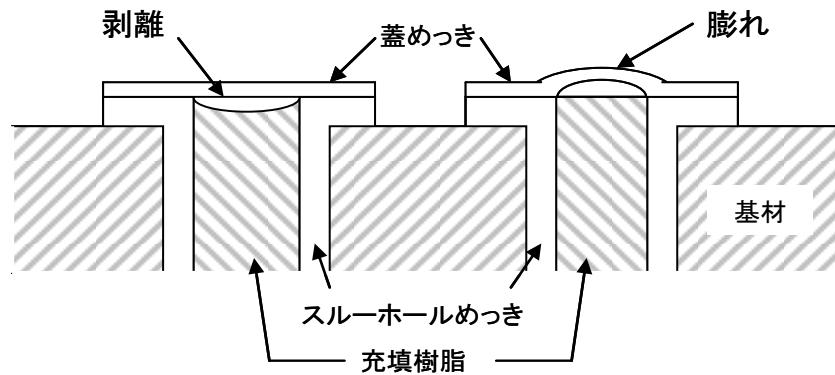
項目	層	ランドの導体幅
スルーホール	外層	0.05
	内層	0.025
ノンスルーホール	外層	0.38

G.3.4.4.11 絶縁層厚

多層板について、導体層間の絶縁層厚は、0.08mm以上でなければならない。

G.3.4.4.12 蓋めつきと充填樹脂の密着

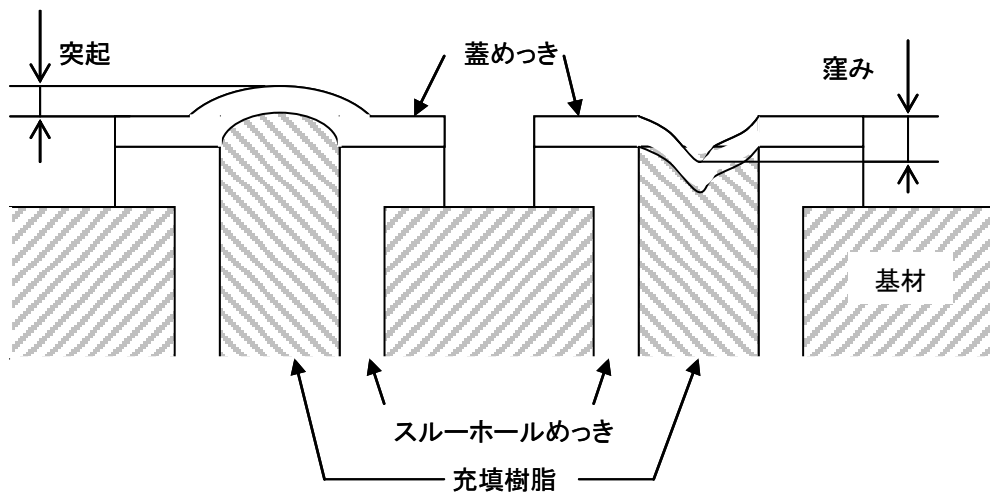
蓋めつきと充填樹脂の界面は、蓋めつき部をBGA等のパッドとして使用する場合は、蓋めつきと充填樹脂の界面に5 μ m以上の間隙があってはならない。蓋めつき部をBGA等のパッドとして使用しない場合は、G.3.4.4.13項の要求事項を満足しなければならない。(図G-15参照)



図G-15 蓋めっきと充填樹脂の密着性

G.3.4.4.13 蓋めっきの突起と窪み

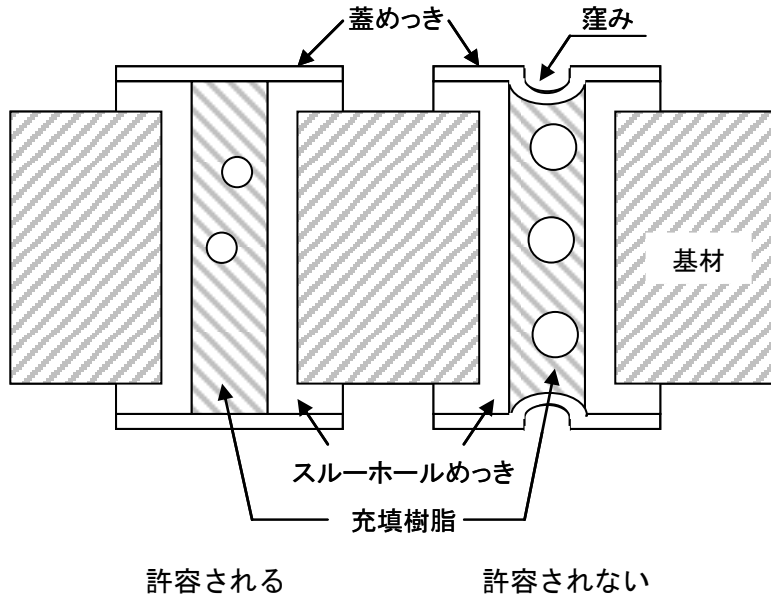
ランドの樹脂充填が行われていない平面を基準として、樹脂充填が行われている個所の突起は50 μ m以下、窪みは76 μ m以下でなければならない（図G-16参照）



図G-16 蓋めっきの突起と窪み

G.3.4.4.14 充填樹脂の充填性

充填樹脂は、90%以上充填されていなければならない。また、表面の窪みは、G.3.4.4.13項の要求事項を満足しなければならない（図G-20参照）。



図G-20 充填樹脂の充填性

G.3.4.5 ソルダレジストの厚さ

G.4.5.6 項により試験したとき、ソルダレジストの厚さは導体の中心部で 17.5 μ m 以上でなければならない。

G.3.4.6 アンダカット

G.4.5.5.15 項によって試験したとき、アンダカットは銅箔と銅めっきの合計厚さ以下でなければならない。

G.3.5 そり及びねじれ

G.4.5.7 項によって試験したとき、製造図面に特に規定のない限り、そり及びねじれは 0.5%以下でなければならない。

割基板については、分割前において上記の値以下でなければならない。

G.3.6 ワークマンシップ

プリント板の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなどプリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

G.3.6.1 修理

絶縁体、BGA 等のパッド導体部及び導体は修理してはならない。ただし、余剰導体の除去及び軽微なソルダレジストの修正はしてもよいが、修正後のソルダレジストの厚さが周辺のスルダレジストの厚さよりも厚くならないようすること。

G.3.7 めっき密着性及びオーバハング

G.4.5.9 項によって試験したとき、めっき及び導体の剥離又は浮き上がり、並びに導体エッジからスリバが発生してはならない。

G.3.8 清浄度

G.4.5.10 項によって試験したとき、抽出溶液の固有抵抗は、 $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上でなければならない。

G.3.9 電氣的性能

プリント板は、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

G.3.9.1 耐電圧

G.4.5.11.1 項によって試験したとき、フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

G.3.9.2 回路

G.4.5.11.2 項によって試験したとき、回路パターンに断線又は短絡があってはならない。

G.3.9.3 接続抵抗

G.4.5.11.3 項によって試験したとき、各導体層を経由する回路では、両端のランド間の抵抗値は、次式で求められる値 (R_i) を超えてはならない。

1 回の測定で、全層の接続抵抗が測定できない場合は、その測定に含まれない層の接続抵抗を別途測定し、漏れのないようにしなければならない。

$$R_i = 2\rho \frac{l}{W \cdot t} (\text{m}\Omega)$$

ρ : 導体を形成する主な金属の 20°C における体積抵抗率 ($\text{m}\Omega \cdot \text{mm}$)

l : ランド間距離 (mm)

W : 導体幅 (mm)

t : 導体厚 (mm)

G.3.10 機械的性能

プリント板は、以下の機械的性能を満足しなければならない。

G.3.10.1 スルーホール引き抜き強度

G.4.5.12.1 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。ただし、SVH 及び小径ビアホールには適用しない。

a) 端子強度

89.2N 又は $1380\text{N}/\text{cm}^2$ のいずれか小さい値以上。

b) 導体及びランド

G.4.5.4.1 項に従って目視検査をしたとき、スルーホールの周囲にゆるみを生じてはならない。

c) スルーホールの断面

G.4.5.5 項に従って断面検査をしたとき、クラック、ふくれ、ミーズリング及びデラミネーションがあってはならない。

G.3.10.2 はんだ付け性

G.4.5.12.2 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) スルーホール

スルーホール内壁及びランド表面について、はんだの良好なぬれ性が示されなければならない。ただし、SVH 及び小径ビアホールには適用しない。

b) 表面導体

表面導体の全面積の 95%以上が新しい均一なはんだで覆われていなければならない。また、この表面にはピンホール、ディウエット又は荒れた点の小さいものが点在してもよいが、1箇所集中してはならない。

G.3.11 環境的性能

プリント板は、以下の環境的性能を満足しなければならない。

G.3.11.1 熱衝撃

G.3.11.1.1 熱衝撃[I](認定試験に適用)

G.4.5.13.1項a)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後の回路はG.3.9.2項の要求事項を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

G.3.11.1.2 熱衝撃[II](品質確認試験に適用)

G.4.5.13.1項b)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデ

ラミネーションがあってはならない。また、試験後の回路は、G.3.9.2項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

G.3.11.2 耐湿性及び絶縁抵抗

G.4.5.13.2 項によって試験したとき、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。また、導体間絶縁抵抗値は、500M Ω 以上でなければならない。

G.3.11.3 耐ホットオイル性

G.4.5.13.3 項によって試験したとき、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

G.3.11.4 熱ストレス

G.4.5.13.4 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体の剥離、ふくれ又はデラミネーションがあってはならない。

b) 構造の完全性

スルーホールの垂直断面において、以下の要求事項を満足しなければならない。

1) スルーホール

コーナークラック及びバレルクラックがあってはならない。

2) ラミネートボイド

同一層内又は層相互間における導体間げきが製造図面で規定される最小導体間げきの要求を満足している場合には、76 μm 以下でなければならない。

3) ランドの浮き

熱ストレス後のランドの浮きはあってもよい。

4) 銅箔のクラック

銅箔を貫通するクラックがあってはならない。

5) 内層接続

内層銅箔とスルーホールめっきのはく離があってはならない。

6) ラミネートクラック

熱ストレス試験後は、スルーホールのランドの間及びランドにかかるラミネートクラックは、80 μm を超えてはならず、スルーホールのランド範囲外のラミネートクラックは、隣接する導体の導体間げきを最小導体間げき以下としてはならない。

7) デラミネーション及びブリスタ

デラミネーション及びブリスタがあってはならない。

8) 蓋めつきと充填樹脂の密着

蓋めつきと充填樹脂の界面は、G.3.4.4.12 項の蓋めつきと充填樹脂の密着の要求事項を満足しなければならない。

G.3.11.5 耐放射線性

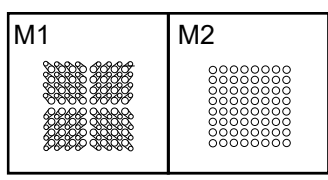
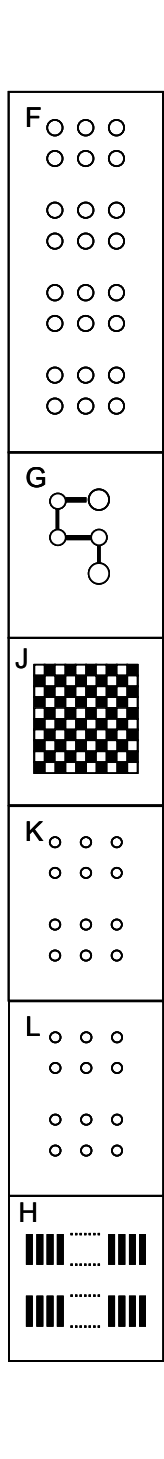
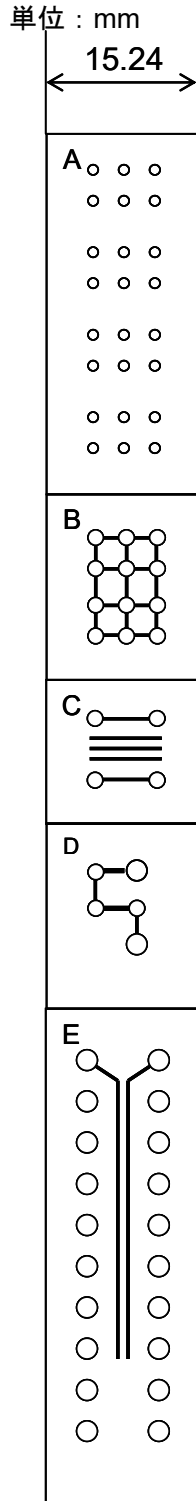
G.4.5.13.5 項によって試験したとき、ミーズリング、デラミネーション又はウィーブテクスチャのような欠陥が発生してはならない。導体間の絶縁抵抗は、500M Ω 以上でなければならない。また、試験後、G.3.9.1 項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

G.4. 品質保証条項

G.4.1 試験パターン

認定試験及び品質確認試験に用いる試験パターンは、図 G-による。試験パターンは、製品の同一ワークボードから製造され、製品と同じ構造を有するものでなければならない。

試験パターンは、製品 1 枚につき 1 セットを配置しなければならない。



- 試験パターンの配列
- 注(1) 特に指定がない限り導体幅は、設計値において 0.5mm とすること。
 なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差は G.3.4.2 項による。
- (2) 「A」は該当するプリント板で使用されるスルーホール（小径ビアホールを含む）の最小穴径とし、ランド径は該当するスルーホールに適用される最小ランド径とすること。適用する場合は、小径ビアホールに、樹脂充填を行うこと。穴径の許容差は規定しない。
- (3) 「B」、「C」、「E」及び「F」のランド径は、設計値において 1.8mm とし、その形状は、製品代表的ランド形状に合わせること。
 穴は、すべてスルーホールとし、穴径は、 $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。
 出荷する製品仕様において穴径が $\phi 0.8\text{mm}$ を超える場合、品質確認試験(グループ A)に供する試験の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせること。この場合、B.3.3 項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること（試験パターン F のみに適用する）。
 ただし、穴径 $\phi 0.8\text{mm}$ で試験を実施することにより、製品保証が担保できる場合はこの限りではない。
 穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。
- (4) 「D」及び「G」は、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なり、該当する製品の層構成と同一となるようにビアホールを配置し、第 1 層から最終層がビアホールを介して一連の回路となるようにパターンを接続すること。
 ビアホールの穴径及びランド径は、該当する製品の SVH 及び小径ビアホールに適用した最小径をそれぞれ適用するとともに、ランド形状は製品の代表的ランド形状に合わせること。
 また、回路の両端には、抵抗値測定用のスルーホールを設け、そのランド径は $\phi 1.8\text{mm}$ 、穴径は $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。
 穴径の許容差は規定しない。
- (5) 製品にソルダレジストを要求された場合のみ「E」、「H」及び「J」にソルダレジストを塗布すること。
 ソルダレジストのクリアランス径は、該当するプリント板のクリアランス径とし、該当する穴径が無い場合には、ランド径+0.2mm とすること。
- (6) 「K」および「L」は、製品に SVH を有する場合のみ必要とし、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なる。
 ランドは、SVH を構成する層のみに配置し、SVH を形成すること。
- (7) 「D」、「E」及び「G」は、層数及び層構成によって導体の数が異なるので、この図に従って、全層にわたって導体を設けること。
- (8) 試験パターンの配列は一例であり、この図の配列のとおりでなくてもよ

図G-21 試験パターン (1/8)

単位 : mm

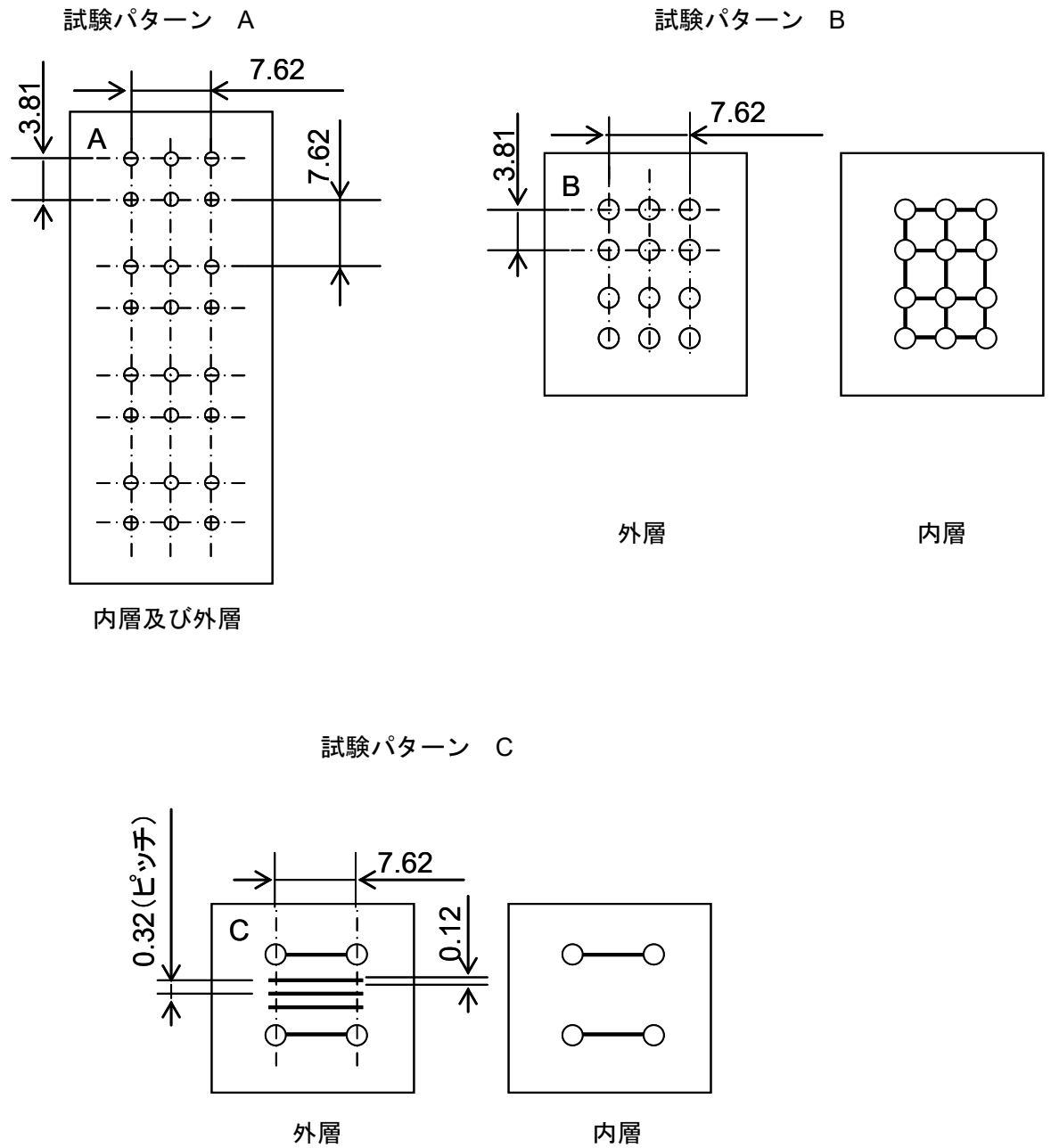
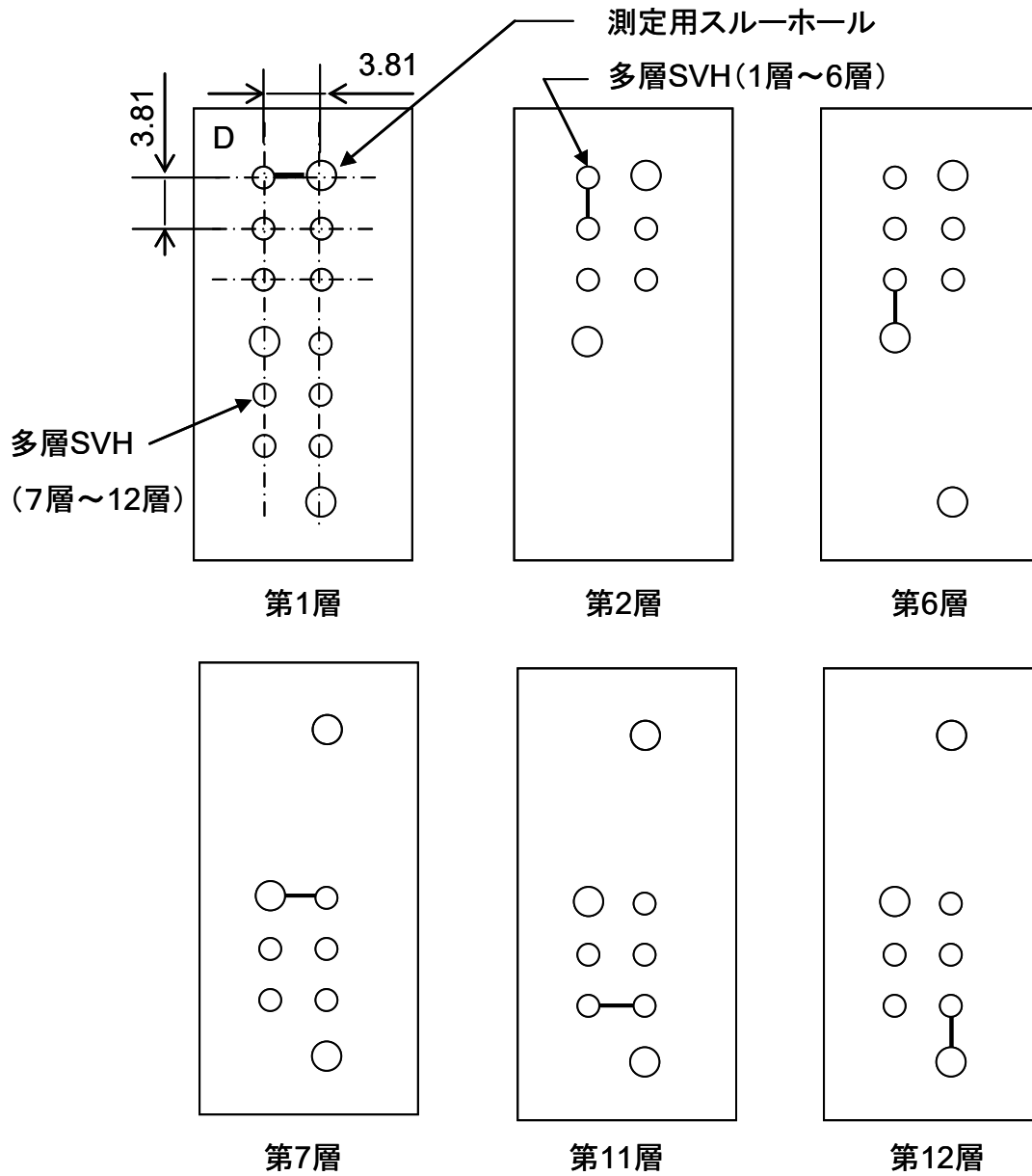


図 G-21 試験パターン (多層板) (2/8)

単位 : mm

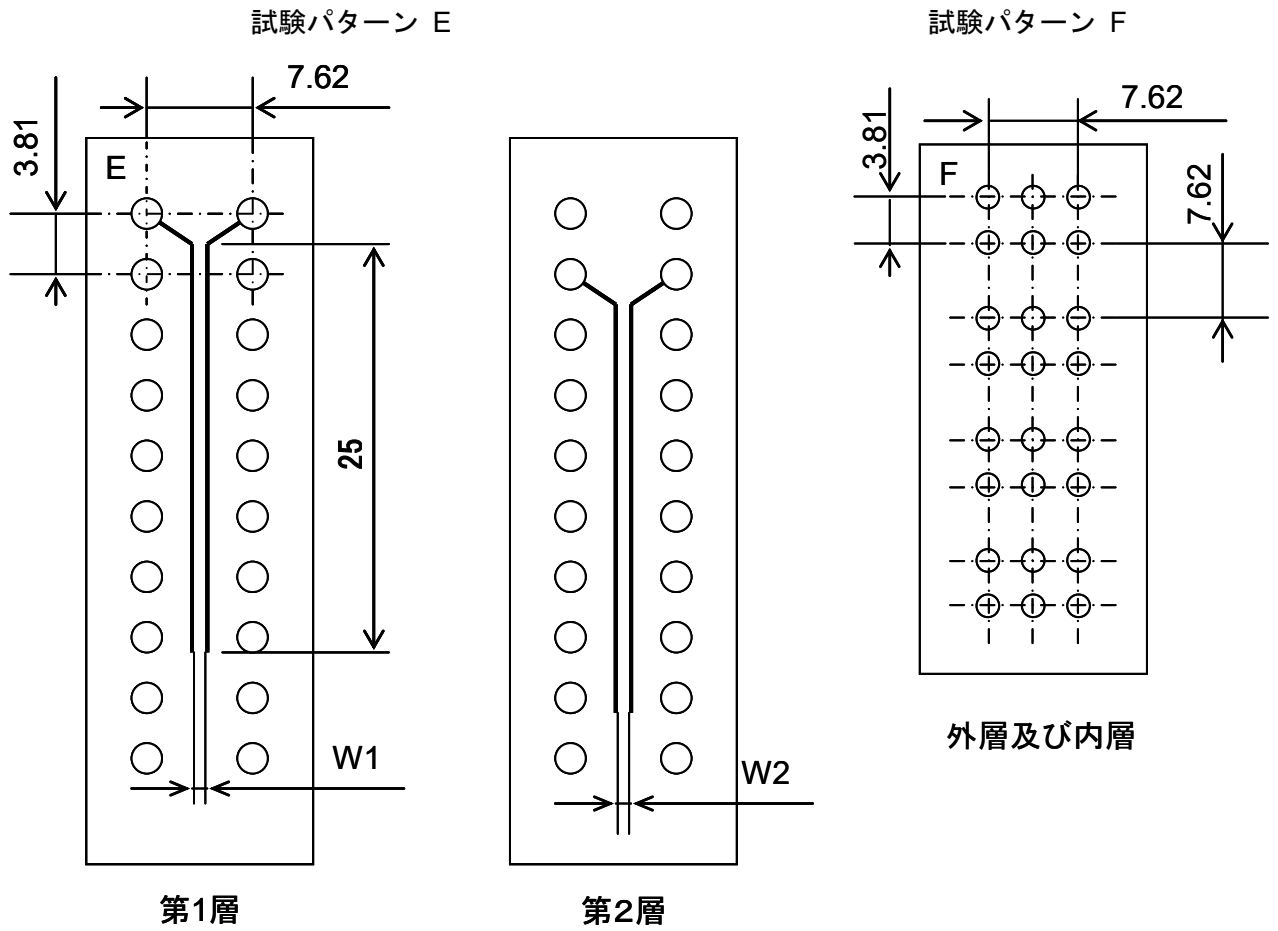
試験パターン D 及び G



この図は、1層-6層間及び7層-12層間がSVHの例である

図 G-21 試験パターン (多層板) (3/8)

単位：mm



W1：製品に適用される外層の最小導体間げき又は0.15mm

W2：製品に適用される内層の最小導体間げき又は0.08mm

図 G-21 試験パターン（多層板）(4/8)

単位：mm

試験パターン H

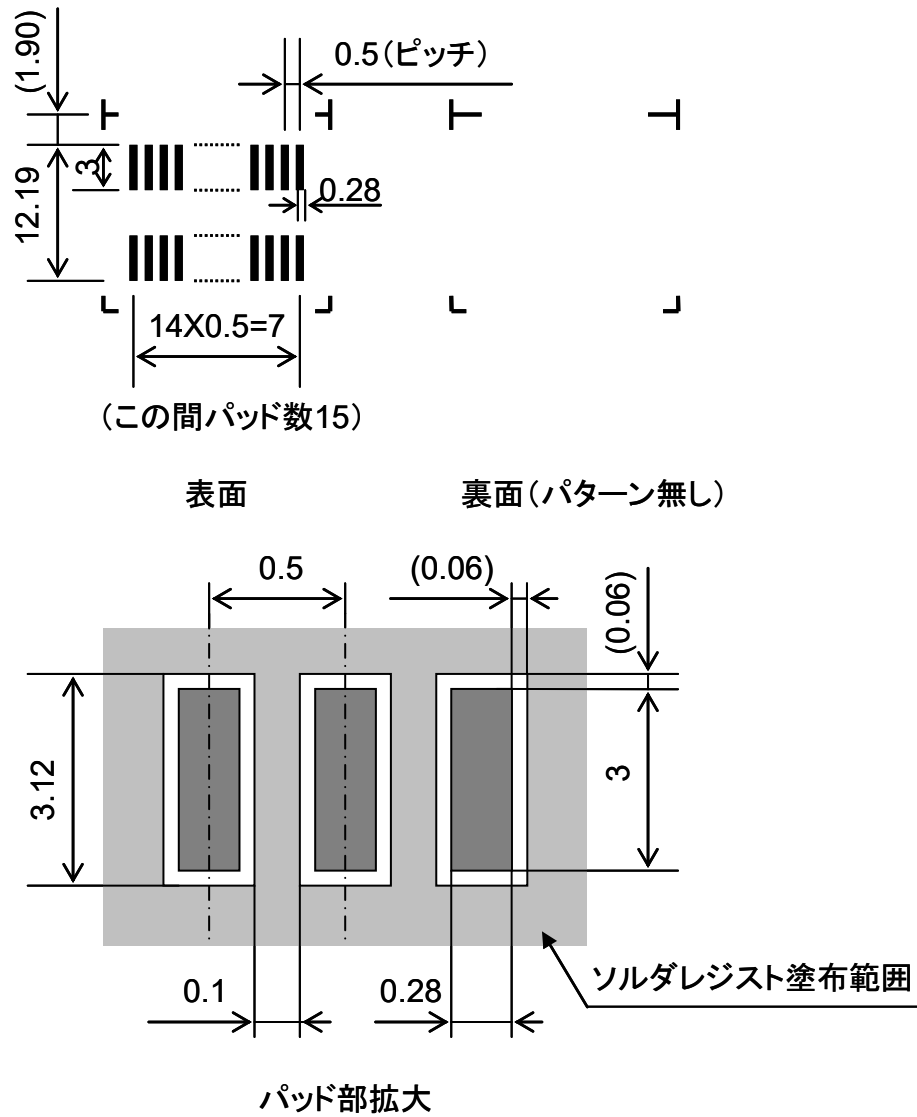
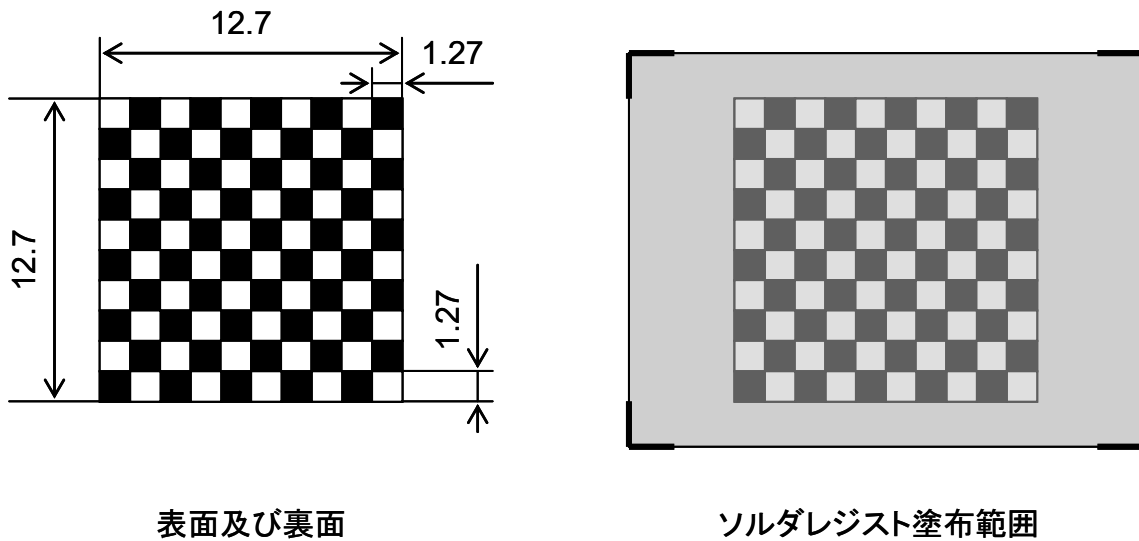


図 G-21 試験パターン (多層板) (5/8)

単位 : mm

試験パターン J



試験パターン K 及び L

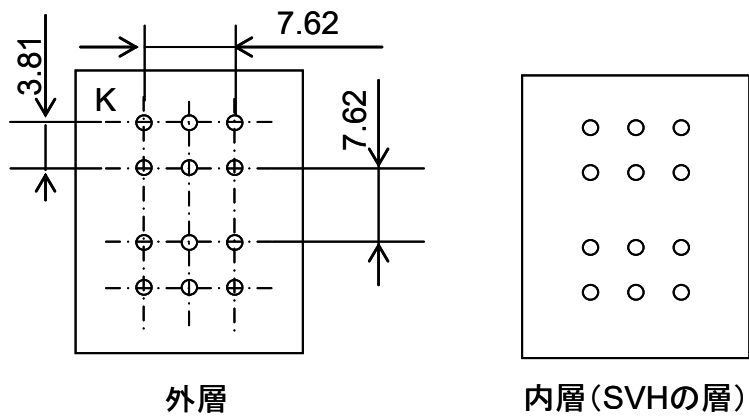


図 G-21 試験パターン (多層板) (6/8)

試験パターン M1 (Dog-Bone 構造)

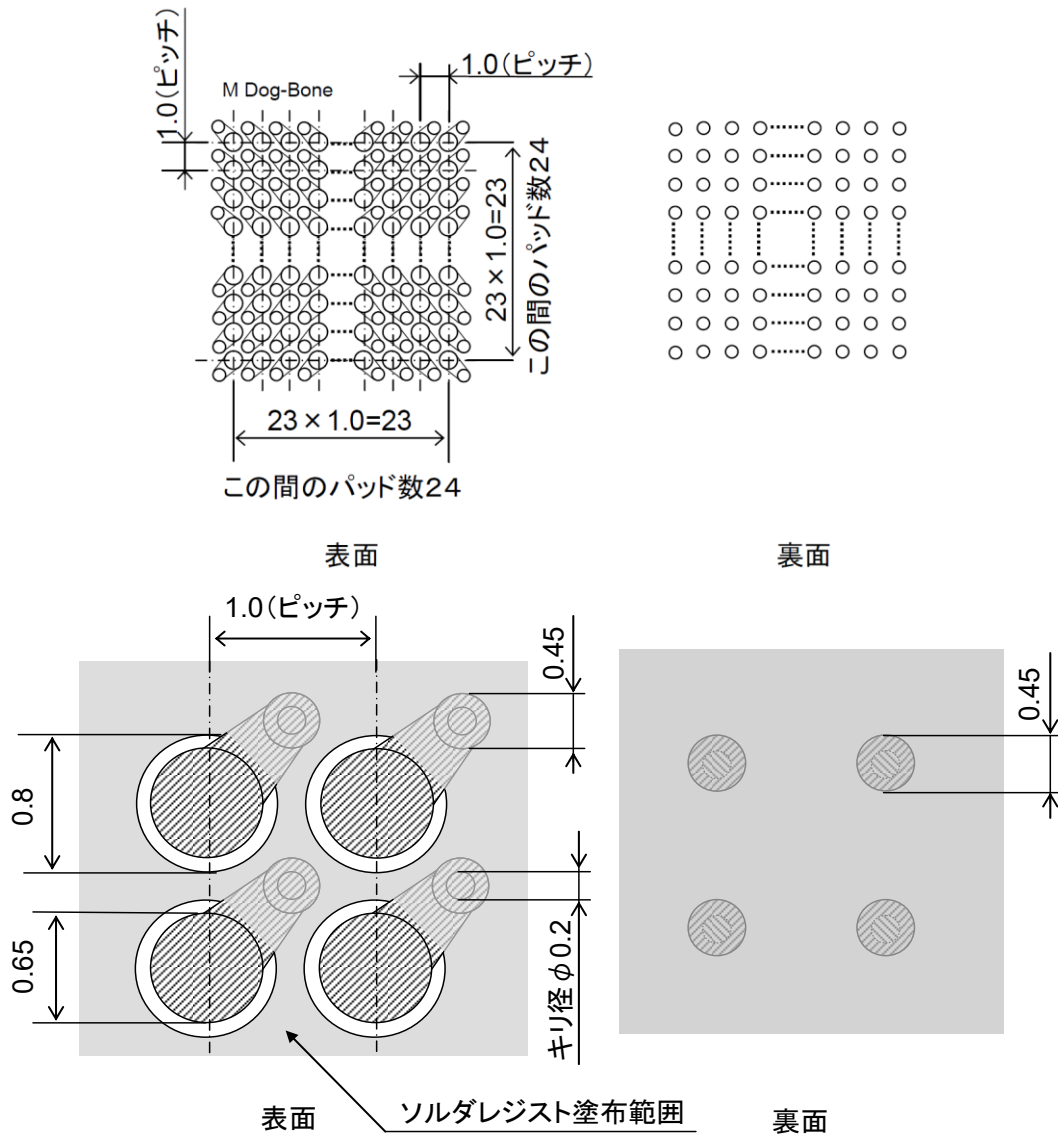


図 G-21 試験パターン (BGA 等のパッド例) (7/8)

試験パターン M2 (VIP 構造)

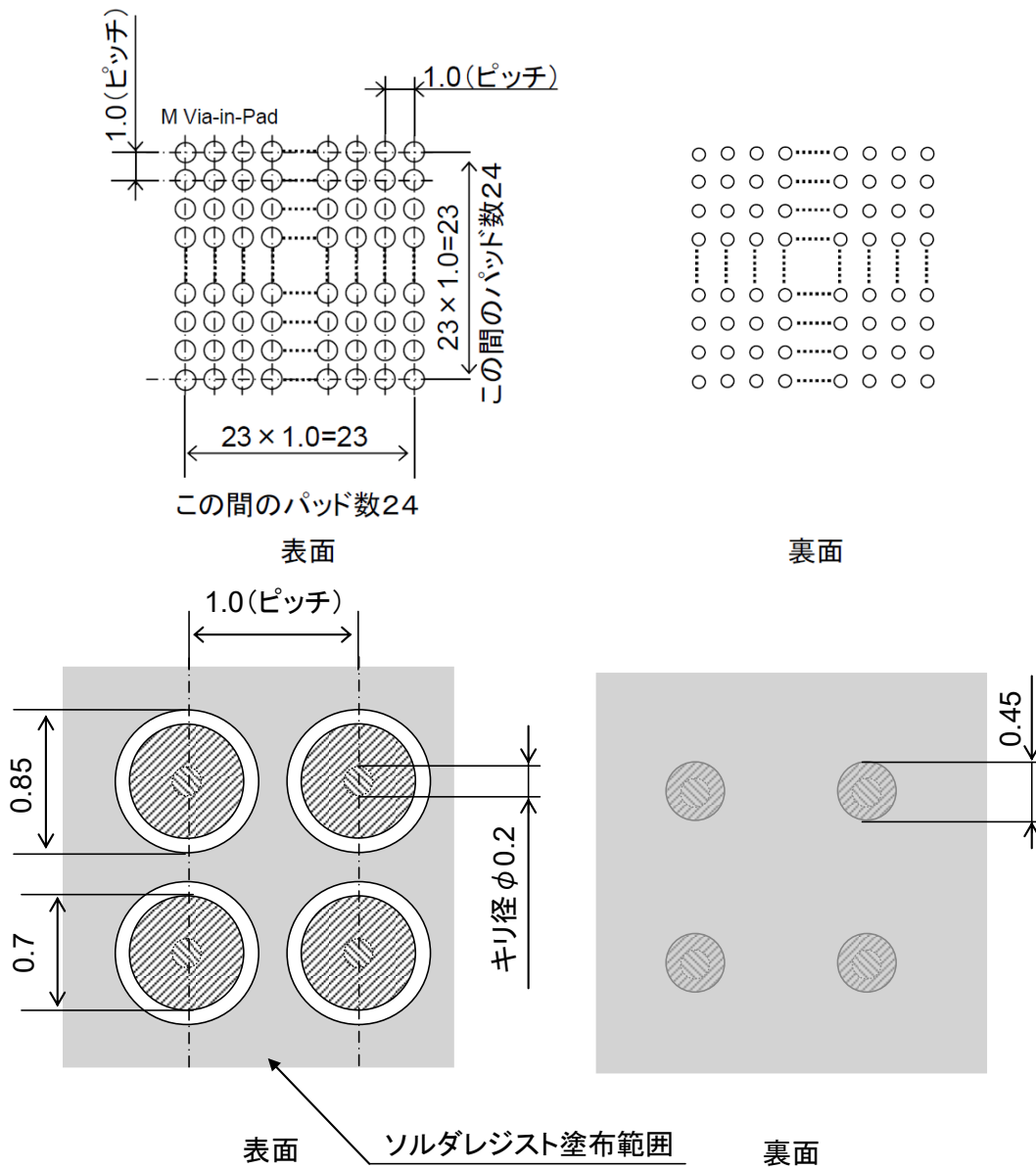


図 G-21 試験パターン (BGA 等のパッド例) (8/8)

G.4.2 工程内検査

プリント配線板の製造ロットごとに表 G-15 に規定された工程内検査を実施しなければならない。なお、G.3.4.1 項（導体、基材及びソルダレジストの外観）、G.3.4.2 項（寸法）、G.3.4.3 項（表示）、G.3.8 項（清浄度）及び G.3.4.2.1 項（BGA 等のパッド部の寸法）の要求を満足しなければならない。

表G-15 工程内検査

No.	項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	検査数	検査時期
1	内層の外観、寸法 及び表示など	G.3.4.1 G.3.4.2 G.3.4.3	G.4.5.4.1 G.4.5.4.2 G.4.5.4.3	全数	内層回路形成後 積層前処理前
2	外層の導体 外層の基材	G.3.4.1.1 G.3.4.1.2	G.4.5.4.1	全数	外層回路形成後 ソルダレジスト塗布前
3	清浄度	G.3.8	G.4.5.10	抜取り ⁽¹⁾	外層回路形成後 ソルダレジスト塗布前
4	BGA 等のパッド 部の寸法 ⁽²⁾	G.3.4.2.1	G.4.5.4.2	全数	ソルダレジスト形成後 はんだコート前

注⁽¹⁾ 抜取りは、JIS Z 9015-1 なみ検査の 1 回抜取り方式 AQL1.0%を適用する。ロットは、同日に同じ回路形成工程で処理を行い、ソルダレジストを塗布する製品とすることができる。

注⁽²⁾ G.4.5.4.2 項 a)の 5)コプラナリティについては、認定試験時では測定するが、品質確認試験では調達者から要求があった場合にのみ測定する。

G.4.3 認定試験

G.4.3.1 試料

試料は、認定審査代行機関の承認を得た、この付則の要求事項を確認するのに十分な最小導体幅、最小導体間げき、SVH、小径ビアホール及び層数を有するプリント板（製品）及び製品と同一のワークボードから製造された試験パターンで構成されなければならない。

認定範囲に、割り基板を含むときは、試験に供する試料が割り基板であることとし、割り基板には長穴状のスリット、Vカット、ミシン目のいずれか 1 つ以上を含んでいなければならない。

G.4.3.2 試験項目及び試料数

試験は、表 G-16 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。I、II 群の試験を行った後、III 群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、III 群以下の試験は、群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行うこと。

製品の試料数は各 6 枚とする。試験パターンの試料数は表 G-16 による。

表G-16 認定試験

試験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		許容 不良数
群	順序	項目			試料数		
			製品	試験パターン ⁽¹⁾ ⁽²⁾			
I	1	導体、基材及び ソルダレジストの外観	G.3.4.1	G.4.5.4.1	No.1~ No.6	A、B、C、 D、E、F、 G、H、K 及び L、M	0
		寸法 表示	G.3.4.2	G.4.5.4.2 ⁽⁷⁾			
		ワークマンシップ	G.3.4.3	G.4.5.4.3			
2	ワークマンシップ	G.3.6	G.4.5.8		適用しない		
3	そり及びねじれ	G.3.5	G.4.5.7				
II	1	めっき密着性及び オーバハング	G.3.7	G.4.5.9	No.1~ No.6	C ⁽⁶⁾	
		2	アンダカット	G.3.4.6			G.4.5.5.15
III	1	構造の完全性	G.3.4.4	G.4.5.5	No.1	A、F、K及びM	
	2	スルーホール引き抜き強度	G.3.10.1	G.4.5.12.1		F	
	3	ソルダレジストの厚さ	G.3.4.5	G.4.5.6		J	
IV	1	接続抵抗	G.3.9.3	G.4.5.11.3	No.2	D	
	2	耐ホットオイル性	G.3.11.3	G.4.5.13.3			
	3	接続抵抗	G.3.9.3	G.4.5.11.3			
V	1	回路 ⁽³⁾	G.3.9.2	G.4.5.11.2	No.3	E、G	
	2	接続抵抗 ⁽⁵⁾	G.3.9.3	G.4.5.11.3			
	3	熱衝撃 [I]	G.3.11.1.1	G.4.5.13.1a)			
	4	回路 ⁽³⁾	G.3.9.2	G.4.5.11.2			
	5	接続抵抗 ⁽⁵⁾	G.3.9.3	G.4.5.11.3			
VI	1	耐湿性及び絶縁抵抗	G.3.11.2	G.4.5.13.2	No.4	E	
	2	耐電圧	G.3.9.1	G.4.5.11.1			
VII	1	熱ストレス	G.3.11.4	G.4.5.13.4	No.5	A、B、L及びM	
	2	はんだ付け性	G.3.10.2	G.4.5.12.2		B及びH ⁽⁴⁾	
VIII	1	耐放射線性	G.3.11.5	G.4.5.13.5	No.6	適用しない	
—	—	材 料	G.3.2	G.4.5.2	適用しない		適用 しない

注(1) 試験パターンの試料数のうち、I群は、II群以下に規定するパターンの合計とし、II群以下は規定するパターンごとに1個とすること。ただし、表示で不合格となった場合には、良品と交換することができる。

認定試験のサンプルを1ワークボードで6製品を製造する場合は、パターンA、F及びMは2個、その他パターンは各1個とする。

(2) 認定試験に供する製品と同時に製造すること。また、III群以下に規定する試験パターンは、その群で試験を実施する製品と同じワークボードから製造されていること。

(3) 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。

- (4) 「B」は、熱ストレスに供試したものであること。また、「B」はスルーホール、「H」は表面導体について試験すること。
- (5) 接続抵抗については、試験パターンGで試験すること。
- (6) 試験パターンCの断面観察からアンダカットの有無を測定によって確認する。アンダカットが有る場合はG.3.4.6項に規定された要求を満足するか確認する。
- (7) G.4.5.4.2項a)の5)に示されているコプラナリティの測定は、認定試験時は必須項目として実施すること。

G.4.4 品質確認試験

G.4.4.1 品質確認試験（グループA）

G.4.4.1.1 試料

製品、及び製品と同時に製造した試験パターンにより試験を行う。

1組の割基板の中で、製造工程において不合格と判定され、不合格と表示された個片のプリント板を含む場合、この1組の割基板を試験ロットの一部として供試することができる。ただし、合否判定に影響を与えないようにするために、不合格の表示がされた個片のプリント板は、試料として扱ってはならない。

なお、1組の割基板とは、同一図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたもの、又は異なる図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたものをいう。

G.4.4.1.2 試験項目及び試料数

グループA試験は、表G-17に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンは、表G-17に記載した試験パターンをそれぞれ1個準備する。

表G-17 品質確認試験（グループA）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		
					試料数		許 容 不良数
群	順序	項 目			製 品	試験パター [○] ン	
I	1	設計及び構造	G.3.3	G.4.5.3	全数	適用しない	} 0
	2	導体、基材及び ソルダレジストの外観 寸 法 表 示	G.3.4.1	G.4.5.4.1	全数	適用しない	
			G.3.4.2	G.4.5.4.2			
			G.3.4.3	G.4.5.4.3			
3	ワークマンシップ	G.3.6	G.4.5.8				
4	そり及びねじれ	G.3.5	G.4.5.7				
II	1	アンダカット	G.3.4.6	G.4.5.5.15	適用し ない	C ⁽⁴⁾	
III	1	回 路	G.3.9.2	G.4.5.11.2	全数	適用しない	
IV	1	熱ストレス	G.3.11.4	G.4.5.13.4	適 用 しない	A、F、K ⁽¹⁾ 、 及びM ⁽²⁾	
V	1	はんだ付け性	G.3.10.2	G.4.5.12.2	適 用 しない	F 及び H ⁽³⁾	

注⁽¹⁾ 「A」は、製品に小径ビアホールを有する場合のみ試験する。また、「K」は、製品にSVHを有する場合のみ試験する。

⁽²⁾ 「M」は製品にBGA等のパッドがある場合に試験する。

⁽³⁾ 「F」はスルーホールについて、「H」は表面導体について試験すること。

⁽⁴⁾ 試験パターンCの断面観察によってアンダカットの有無を確認する。なお、アンダカットが発生しないプリント配線板の製造工法を適用している場合は、アンダカットの測定は適用しない。

G.4.4.2 品質確認試験（グループB）

G.4.4.2.1 試料

グループB試験に供する試験パターンは、グループA試験に供する試験パターンと同時に製造され、グループA試験に合格した試験ロットから選択されなければならない。

G.4.4.2.2 試験項目及び試料数

グループB試験は表G-18に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンについては、各群に1個とする。

表G-18 品質確認試験（グループB）

試験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定	
					試験パターン	許容 不良数
群	順序	項目				
I	1	めっき密着性及び オーバーハング	G.3.7	G.4.5.9	C	0
II	1	スルーホール引き抜き強度	G.3.10.1	G.4.5.12.1	F	
III	1	接続抵抗	G.3.9.3	G.4.5.11.3	D	
	2	耐ホットオイル性	G.3.11.3	G.4.5.13.3		
	3	接続抵抗	G.3.9.3	G.4.5.11.3		
IV	1	回路 ⁽¹⁾	G.3.9.2	G.4.5.11.2	E及びG	
	2	接続抵抗 ⁽²⁾	G.3.9.3	G.4.5.11.3		
	3	熱衝撃〔Ⅱ〕	G.3.11.1.2	G.4.5.13.1b)		
	4	回路 ⁽¹⁾	G.3.9.2	G.4.5.11.2		
	5	接続抵抗 ⁽²⁾	G.3.9.3	G.4.5.11.3		
V	1	耐湿性及び絶縁抵抗	G.3.11.2	G.4.5.13.2	E	
	2	耐電圧	G.3.9.1	G.4.5.11.1		

注⁽¹⁾ 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。

注⁽²⁾ 接続抵抗については、試験パターンGで試験すること。

G.4.5 試験方法

G.4.5.1 試験条件

試験条件は、MIL-STD-202の4.2項による。ただし、基準状態は、温度15°C～35°C、湿度20%～80%（RH）、照度750ルクス以上とすること。

G.4.5.2 材料

銅張積層板及びプリプレグについては、使用した材料のロット毎に、適用規格を満足することを示す文書により確認を行う。他の材料については、認定時に、要求規格を満足することを示す文書により、確認を行う。

G.4.5.3 設計及び構造

製造図面又はアートワークマスタと、本付則及び個別仕様書に定める認定範囲を照合する。製品が製造図面の指定どおりであることを照合する。

G.4.5.4 外観、寸法、表示など

G.4.5.4.1 導体、基材、及びソルダレジストの外観

外観の検査は、4倍から10倍の拡大鏡を使用して行う。

a) 導体

導体パターンの検査に対し、自動外観検査装置（AOI : Automatic Optical Inspection Machine）を適用しても良い。欠陥の判定には、計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

b) 基材

欠陥の判定には計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

c) ソルダレジスト

欠陥の判定には10倍の拡大鏡を使用する。

G.4.5.4.2 寸法

計測するに十分な精度の計測器を使用し測定する。

a) BGA等のパッド部の寸法

BGA等のパッドを有するプリント板については、以下の寸法測定を実施する。プリント板に複数のBGA等のパッドが存在する場合、測定対象はBGA等のパッド面積が最も大きいものを選択する。BGA等のパッド面積が同じ場合、任意の1箇所とする。各測定位置の詳細は図G-による。

1) BGA等のパッド寸法、及びソルダレジストの開口径

BGA等のパッドのグリッドコーナー部（外）、中央部（内）について、それぞれ1箇所を光学的計測器を使用し測定する。

2) BGA等のパッドの位置度精度

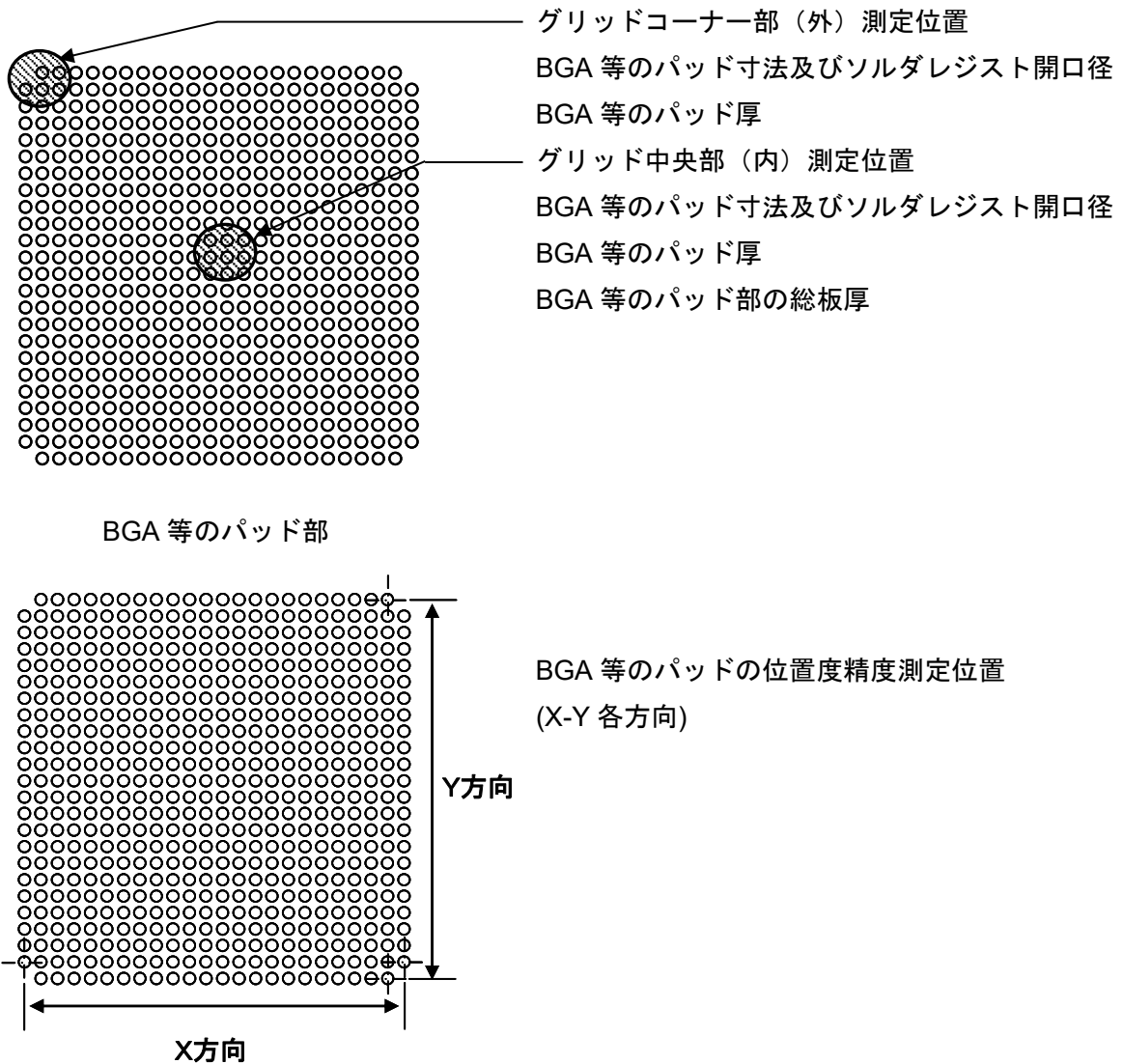
BGA等のパッドの外周列のX方向及びY方向について、計測するのに十分な2次元測長器、又はそれと同等の能力を有する測定器を用いて測定する。

3) BGA等のパッドの基材からの高さ（パッド厚）

BGA等のパッドのグリッドコーナー部（外）、中央部（内）について、それぞれ1箇所を金属顕微鏡による焦点深度法により測定を行う。

4) BGA等のパッド部の総板厚

はんだコート、ソルダレジストを含む総板厚について、BGA等のパッドの中心部をマイクロメーターを用いて測定する。

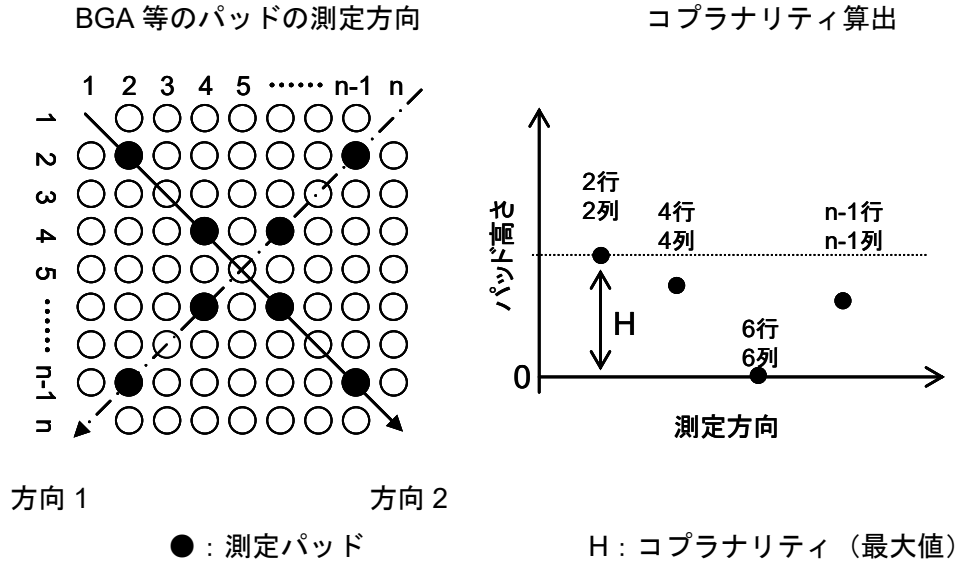


図G-22 BGA等の部の寸法測定位置

5) コプラナリティ

BGA等のパッドの対角方向に、パッド面の高さを3次元測定器を用いて測定する。測定は、図G-22に従って1辺の対角線上のパッド数の少なくとも4点以上とする。測定する方向は、2方向とする。

コプラナリティは、測定したパッドの最も低い箇所を基準面とし、相対高さとして表す。（図G-17参照）



図G-17 コプラナリティ測定

G.4.5.4.3 表示

目視（裸眼）による。

G.4.5.5 構造の完全性

G.4.5.5.1 スルーホール

a) 垂直方向の断面

穴に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、穴の垂直方向の中心が断面の表面に出るように作製する。

穴の数は1枚のワークボードから3個以上とする。ただし、その穴はワークボードの製品有効範囲外に別に設けて製作した穴でも良い。

作製した垂直方向の断面は50～100倍の倍率で、観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

銅めっきと銅箔の境界部を明確にするためのソフトエッチングは、内層接続及びレジンスミアの観察を行う際に実施してはならない。

b) 水平方向の断面

穴を含む多層板の材料を樹脂に埋め込み研磨する。任意の導体層を選び、その層を平行に研磨する。研磨によってその導体層が断面の表面に出るように作製する。

作製した水平方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホール品質（水平方向の内部接続）の検査を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

作製した断面はソフトエッチングを行ってはならない。

G.4.5.5.2 ボイド

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

G.4.5.5.3 ランドの浮き

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

G.4.5.5.4 銅箔のクラック

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

G.4.5.5.5 内層接続

G.4.5.5.1項 a)及びb)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

G.4.5.5.6 めっき厚さ

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、最小200倍の倍率で測定する。めっき厚さは1個の穴について3箇所を計測し、その最小値を読み取る。

蓋めっきの厚さは、1個の穴に対して、最も薄い箇所を測定する。

G.4.5.5.7 ラミネートクラック

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

G.4.5.5.8 デラミネーション及びブリスタ

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

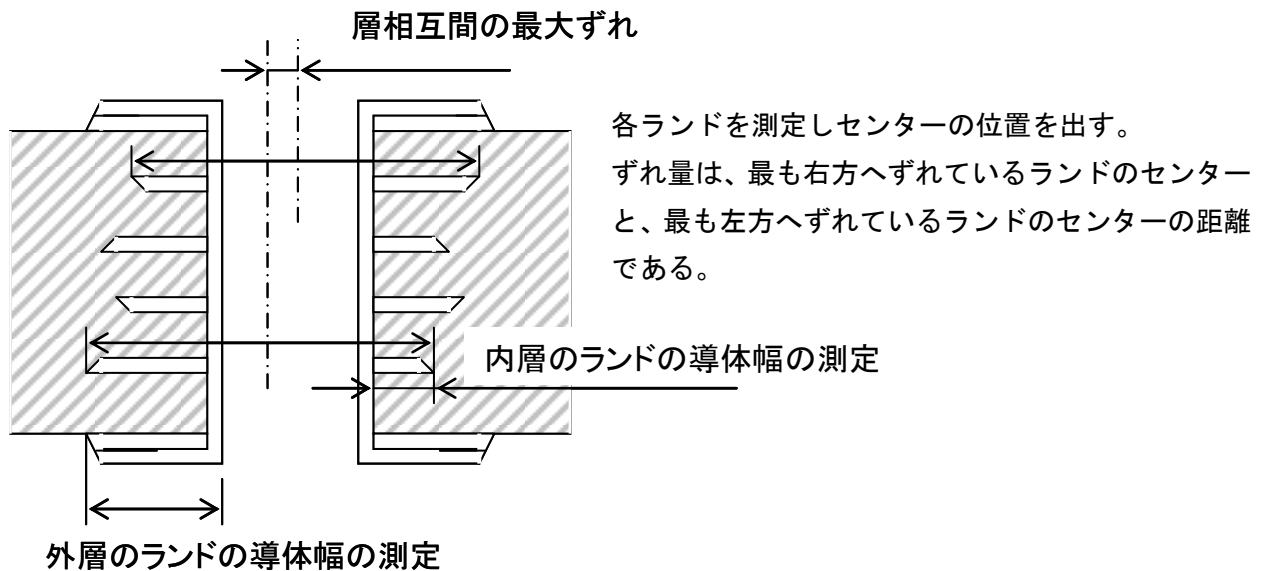
G.4.5.5.9 層相互間のずれ

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。穴を中心に多層板の長さ方向及びその直角方向のずれを測定する。層相互間のずれの検査のための断面作製においては、穴の1個以上は多層板の長さ方向に平行に、他の1個以上はこれと直角に断面を作製しなければならない（図G-18参照）。

G.4.5.5.10 ランドの導体幅(アニュラリング)

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。

外層のランドの導体幅は、スルーホールをめっきの表面からランドの端までを測定する。内層のランドの導体幅は、穴あけされたエッジからランドの端のエッジまでを測定する（図G-18参照）。



図G-18 層相互間のずれ及びランドの導体幅の測定

G.4.5.5.11 絶縁層厚

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で測定する。

G.4.5.5.12 蓋めつきと充填樹脂の密着

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

G.4.5.5.13 蓋めつき部の突起と窪み

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、最小50倍の倍率で観察及び測定を行う。

G.4.5.5.14 充填樹脂の充填性

G.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～50倍の倍率で観察及び測定を行う。

G.4.5.5.15 アンダカット

試験パターン C に対し、導体の垂直断面が確認できる方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の形状が確認できるように作成する。作成した断面を、50～100倍の倍率で測定を行う。

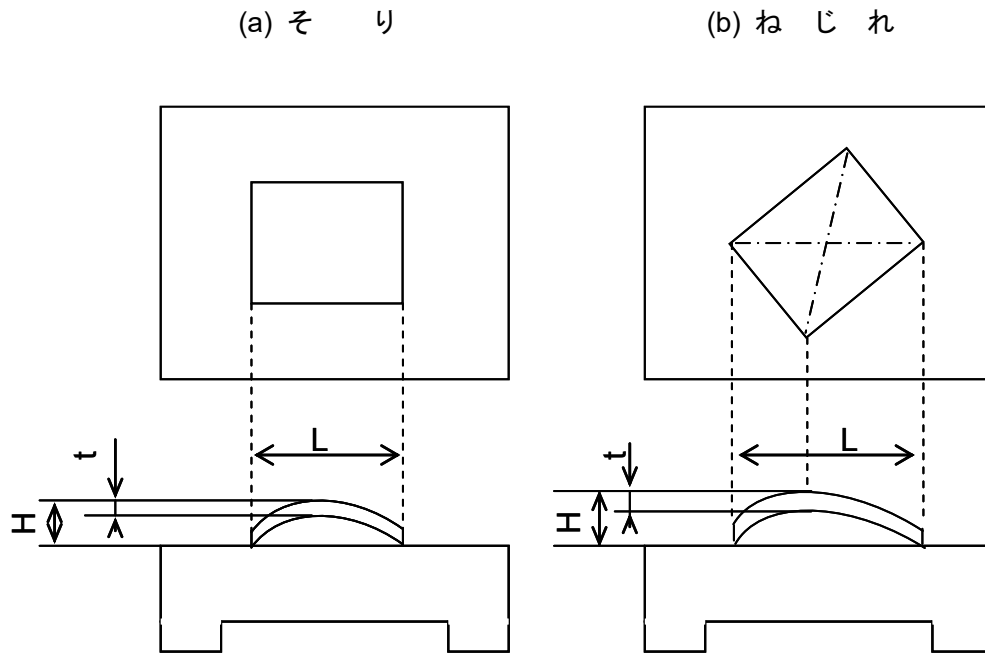
G.4.5.6 ソルダレジストの厚さ

導体に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の垂直方向の中心が断面の表面に出るように作製する。作製した垂直の断面を、200倍以上の倍率で測定する。

G.4.5.7 そり及びねじれ

プリント板の凸曲面を上にして水平な定盤の上に置き、プリント板の最も高い位置で定盤面からの高さを測定する（図 G-19 参照）。次式でそり及びねじれの値を計算する。

$$\text{そり及びねじれ} = \frac{H-t}{L} \times 100 (\%)$$



H: 定盤面からの高さ (mm)
t: プリント板の厚さ (mm)
L: 辺又は対角線の長さ (mm)

図G-19 そり及びねじれの測定

G.4.5.8 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップは4倍から10倍の拡大鏡によって検査する。

G.4.5.9 めっき密着性及びオーバハング

導体上に A-A-113 の Type I、Class A、又は JIS Z 1522 による感圧セロハンテープ（幅 12.7mm、長さ 50mm 以上）を貼り付け、気泡を除くようにしっかりと押さえつける。引きはがしのため、テープの端は接着しないで残しておく。次に、このテープをプリント板と直角の方向に急激に引きはがす。各試料に対し、毎回新しいテープを使用して各面 3 箇所の異なる位置に対してこの試験を実施する。オーバハング部が破壊されてテープに付着した場合は、密着不良とはみなさずスリバとして判定する。

G.4.5.10 清浄度

適当な漏斗を電解ビーカの上に置き、試料を漏斗の中に吊るす。イソプロピルアルコールと蒸留水の容積比が75%対25%の洗浄液（ただし、固有抵抗は $6 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を用意する。吊るされた試料の上方から、両面にこの洗浄液をかける。この洗浄液の量は各面の 6.5cm^2 当たり100mlが回収できる量とする。洗浄時間は1分以上とする。回収した洗浄液の固有抵抗値を電導率計又は同等の計測範囲と精度を有する装置で測定する。

なお、表G-19に規定する、同等の測定方法を用いてもよい。

表G-19 同等の測定方法

測定装置	固有抵抗 ($\times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	等価 ファクタ	塩化ナトリウムの 等価量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
電導率計	2	1	1.56
Omega Meter ⁽¹⁾	2	1.39	2.2

注⁽¹⁾ Alpha Metals Incorporated, "Omega Meter"

G.4.5.11 電気的性能

プリント板の電気的性能に関する試験は、以下の方法による。

G.4.5.11.1 耐電圧

MIL-STD-202の方法301によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- 印加電圧：500V_{AC} ピーク又は500V_{DC}
- 印加時間：30 秒間
- 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の隣接するパターン間

G.4.5.11.2 回路

a) 導通試験

それぞれの回路又は接続されている一連の回路に2A以下の電流を流し、断線の有無を確認する。

b) 短絡試験

すべての導体の共通端子と隣接した導体の共通端子との間に250V_{DC}の電圧を印加し、短絡の有無を確認する。

G.4.5.11.3 接続抵抗

0.5m Ω 未満の測定が可能な四端子法の計測器によって、スルーホール端子間の抵抗値を測定する。

G.4.5.12 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

G.4.5.12.1 スルーホール引き抜き強度

ランド部から6mm以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、はんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60Wのものを使用し、こて先温度が232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分50mmの速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値（L）に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{(d_2)^2 - (d_1)^2\}}{4}$$

L：引張力（N）

d₁：穴径（cm）

d₂：ランド径（cm）

G.4.5.12.2 はんだ付け性

a) スルーホール

G.4.5.13.4 項の検査で作製した断面を利用して、はんだのぬれ性を検査する。

b) 表面導体

MIL-STD-202の方法208に規定されたフラックスに試料を浸せきした後、試料を取り出し、60秒間フラックスをきる。はんだ槽にMIL-STD-202の方法208に規定されたはんだを溶融し、きれいなステンレス製のパドルでかき混ぜ、温度が226°C~238°Cの範囲であることを確認する。試料を浸せきする直前にはんだかす及び燃えたフラックスをはんだ表面から取り除く。試料を垂直に毎秒25mm±6mmの速さではんだ槽に入れ、4秒±0.5秒間保持した後、毎秒25mm±6mmの速さで引き上げる。引き上げた後、試料を垂直の状態に保持したまま、はんだが固化するまで空冷する。このとき、急冷してはならない。はんだの固化後、導体の表面のはんだの状態を検査する。

G.4.5.13 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

G.4.5.13.1 熱衝撃

MIL-STD-202の方法107によって行う。ただし、次の条件を適用する。

a) 熱衝撃〔Ⅰ〕（認定試験に適用）

試験条件Bとする。ただし、低温側温度を-30°C、サイクル数は1000サイクルとする。また、段階2及び4の時間は2分以内とする。

前処理として、JERG-0-043に基づく全体加熱法によるリフローを3回行う。この時、リフローの影響がないことを確認するために、リフロー前後の抵抗値測定を行い記録しておくこと。ただし、加熱条件については、次の条件を適用する。

- 1) 本加熱部 : 200°C以上の時間が45秒以上
- 2) ピーク温度 : 230°C以上

b) 熱衝撃〔Ⅱ〕（品質確認試験に適用）

試験条件B-3（-65°C~+125°C）とする。ただし、段階2及び4の時間は2分以内とする。

G.4.5.13.2 耐湿性及び絶縁抵抗

a) 耐湿性

MIL-STD-202の方法106の最初の6段階を10サイクル実施する。試験の間、すべての層に $100V \pm 10V_{DC}$ の成極電圧を印加する。10サイクル目の段階6が終了した後、試料を槽から取り出し、直ちに $25^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ の空気を吹き付けて乾燥させてから評価する。

b) 絶縁抵抗

MIL-STD-202の方法302、試験条件Bによって実施する。ただし、次の試験条件を適用する。

- 1) 試験条件：B(500V)
- 2) 電圧印加時間：1分間
- 3) 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の絶縁されたパターン間

G.4.5.13.3 耐ホットオイル性

試料を $120^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ で2時間乾燥し、室温まで冷却する。次に、 $260^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ の油又はワックスに5秒間浸せきした後、室温まで冷却するサイクルを1サイクルとして、これを10サイクル実施する。

G.4.5.13.4 熱ストレス

試料を $121^{\circ}C \sim 149^{\circ}C$ に2時間保持し、水分を除去する。その後、デシケータ中のセラミック板の上に置いて冷却する。それから、個別仕様書に規定されたフラックスを塗布し、はんだ槽 [Sn：63%±5%、温度： $288^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$] に10秒間浮かべる。試料を絶縁板上に置いて冷却してから、外観の異常の有無を確認した後、G.4.5.5.1項で作製した断面を使用して構造の完全性を検査する。はんだの温度の測定は、溶融はんだの表面から50mmを超えないところで行う。

なお、G.3.4.4.12項「蓋めっきと充填樹脂の密着」の評価用試料については、はんだ槽に10秒間浮かべ、冷却を行う操作を3回繰り返して実施する。

G.4.5.13.5 耐放射線性

大気中において、試料に γ 線(コバルト60)を1時間当たり $0.5 \times 10^4 Gy \sim 1 \times 10^4 Gy$ の割合で、総放射線量が $1 \times 10^4 Gy$ となるように照射する。照射後、試料の各部に劣化がないことを目視によって検査する。さらに、G.4.5.11.1項及びG.4.5.13.2項b)に従って耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗と耐電圧は同じ回路で測定する。

付則 H

高速信号対応プリント配線板

H.1. 総則.....	H-1
H.1.1 適用範囲.....	H-1
H.1.2 部品番号.....	H-1
H.1.2.1 基材記号.....	H-1
H.1.2.2 層数.....	H-1
H.2. 適用文書など.....	H-2
H.2.1 適用文書.....	H-2
H.2.2 参考文書.....	H-2
H.3. 要求事項.....	H-2
H.3.1 認定の範囲.....	H-2
H.3.2 材料.....	H-2
H.3.2.1 銅張積層板、プリプレグ及び銅箔.....	H-2
H.3.2.2 ビア充填材料（充填樹脂）.....	H-3
H.3.2.3 ソルダレジストインク.....	H-3
H.3.2.4 マーキングインク.....	H-3
H.3.2.5 めっき.....	H-3
H.3.3 設計及び構造.....	H-4
H.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）.....	H-4
H.3.3.2 プリント板用コネクタ.....	H-4
H.3.3.3 層間接続.....	H-4
H.3.3.4 エリアレイパッケージのパッドの接続方法.....	H-5
H.3.3.5 スルーホールの穴径.....	H-6
H.3.3.6 スルーホールの樹脂充填.....	H-6
H.3.3.7 導体幅及び導体厚.....	H-6
H.3.3.8 導体間げき.....	H-9
H.3.3.9 ランド径.....	H-10
H.3.3.10 BGA等のパッド.....	H-11
H.3.3.11 内層クリアランス.....	H-12
H.3.3.12 表面仕上げめっき.....	H-14
H.3.3.13 ソルダレジスト.....	H-14
H.3.3.14 基板外周部の側面めっき.....	H-14

H.3.3.15 特性インピーダンス.....	H-14
H.3.3.16 温度範囲.....	H-14
H.3.4 外観、寸法、表示など.....	H-15
H.3.4.1 導体、基材及びソルダレジストの外観.....	H-15
H.3.4.2 寸法.....	H-19
H.3.4.3 表示.....	H-21
H.3.4.4 構造の完全性.....	H-21
H.3.4.5 ソルダレジストの厚さ.....	H-27
H.3.4.6 アンダカット.....	H-27
H.3.5 そり及びねじれ.....	H-27
H.3.6 ワークマンシップ.....	H-27
H.3.6.1 修理.....	H-28
H.3.7 めっき密着性及びオーバハング.....	H-28
H.3.8 清浄度.....	H-28
H.3.9 電氣的性能.....	H-28
H.3.9.1 耐電圧.....	H-28
H.3.9.2 回路.....	H-28
H.3.9.3 接続抵抗.....	H-28
H.3.9.4 特性インピーダンス.....	H-29
H.3.10 機械的性能.....	H-29
H.3.10.1 スルーホール引き抜き強度.....	H-29
H.3.10.2 はんだ付け性.....	H-29
H.3.10.3 表面導体の引き剥がし強度.....	H-29
H.3.11 環境的性能.....	H-29
H.3.11.1 熱衝撃.....	H-30
H.3.11.2 耐湿性及び絶縁抵抗.....	H-30
H.3.11.3 耐ホットオイル性.....	H-30
H.3.11.4 熱ストレス.....	H-30
H.3.11.5 耐放射線性.....	H-31
H.4. 品質保証条項.....	H-31
H.4.1 試験パターン.....	H-31
H.4.2 工程内検査.....	H-43
H.4.3 認定試験.....	H-43
H.4.3.1 試料.....	H-43
H.4.3.2 試験項目及び試料数.....	H-43
H.4.4 品質確認試験.....	H-45

H.4.4.1 品質確認試験（グループA）	H-45
H.4.4.2 品質確認試験（グループB）	H-46
H.4.5 試験方法	H-47
H.4.5.1 試験条件	H-47
H.4.5.2 材料	H-48
H.4.5.3 設計及び構造	H-48
H.4.5.4 外観、寸法、表示など	H-48
H.4.5.5 構造の完全性	H-51
H.4.5.6 ソルダレジストの厚さ	H-54
H.4.5.7 そり及びねじれ	H-54
H.4.5.8 ワークマンシップ	H-55
H.4.5.9 めっき密着性及びオーバハング	H-55
H.4.5.10 清浄度	H-56
H.4.5.11 電氣的性能	H-56
H.4.5.12 機械的性能	H-57
H.4.5.13 環境的性能	H-58

H.2. 適用文書など

H.2.1 適用文書

この付則の適用文書は、2.1 項によるほか、次による。

- a) JERG-0-043 宇宙用表面実装はんだ付工程標準
- b) JIS C 6481 プリント配線板用銅張積層板試験
- c) IPC-2152 Standard for Determining Current Carrying Capacity in Printed Board Design
- d) IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

H.2.2 参考文書

この付則の参考文書は、2.2 項によるほか、次による。

- a) JERG-0-054 宇宙用 BGA/CGA はんだ付け工程標準
- b) IPC-6012 Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards

H.3. 要求事項

H.3.1 認定の範囲

認定されるプリント板の範囲は、この仕様書の H.3.2 項から H.3.11 項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足するプリント板の製造ラインを用いて製造される製品群で、認定試験に合格した試料によって代表される範囲のものとする。

層数及び板厚は、認定試験に合格した試料の層数以下及び板厚以下を認定の範囲とする。表面めっき及びはんだコートは、この仕様書に規定した 1 種類によって認定試験を実施し、合格したものは、この仕様書に規定した他の種類を包含できる。ソルダレジストインクは認定試験時に使用したものを認定の範囲とする。

なお、より詳細な認定範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

H.3.2 材料

プリント板に使用する材料は、次による。

H.3.2.1 銅張積層板、プリプレグ及び銅箔

銅張積層板及びプリプレグは、適用規格の IPC-4101 又は JPCA/NASDA-SCL01 によるものとし、図面に指定されたものを使用しなければならない。

最外層にプリプレグと積層して使用する銅箔は、図面に指定されたものを使用しなければならない。

基材の板厚は、0.05mm（公称）以上のものを使用しなければならない。

使用する銅箔の厚さは、表 H-2 のとおりでなければならない。銅箔のタイプは個別仕様書に規定する。

表H-2 銅箔の厚さ（公称）

単位：μm

層	区分	銅箔厚
外層	SVH有り	9以上
	SVH無し	18以上
内層	SVH層	9以上
	SVH層以外、及びSVH無し	18以上

また、銅張積層板の電気的特性は、IPC-TM-650の2.5.5.9項に従って試験したとき、誘電率は1GHzにおいて4.0以下、誘電正接は1GHzにおいて0.01以下でなければならない。

使用する材料に適用する規格（引き剥がし強度を含む）は個別仕様書に明記しなければならない。また、基材の詳細（樹脂のタイプ、ガラス転移点温度、誘電率、誘電正接など）は適用データ・シート（以下、「ADS」という）に記載しなければならない。

H.3.2.2 ビア充填材料（充填樹脂）

SVH及び小径スルーホールへの充填は、樹脂により行わなければならない。充填材料の詳細（樹脂のタイプ、ガラス転移点温度など）は、ADSに記載しなければならない。

H.3.2.3 ソルダレジストインク

プリント板に塗布するソルダレジストは、IPC-SM-840のクラスH相当でなければならない。

H.3.2.4 マーキングインク

マーキングインクは、溶剤などで容易に消滅しないエポキシ系インクで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

H.3.2.5 めっき

すべてのスルーホール及び蓋めっきは、無電解及び電解銅めっきにより形成されなければならない。はんだ接続部の表面は、はんだコートを適用しなければならない。はんだ接続部以外において、必要な場合は電解ニッケル金めっきを行ってもよい。

H.3.2.5.1 無電解銅めっき

電解銅めっきの前工程として、絶縁材料上に導電層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

H.3.2.5.2 電解銅めっき

電解銅めっきは、99.5%以上の純度を有するものでなければならない。

H.3.2.5.3 電解金めっき

電解金めっきは、表H-3のとおりでなければならない。下地めっきとしてH.3.2.5.4項に規定する電解ニッケルめっきを行うこと。めっき後の不純金属は、硬度を増加させるために添加されているものを除き、0.1%以下でなければならない。

表H-3 電解金めっき

項目	規格
純度	99.7%以上
KNOOP 硬度	91 以上 129 以下

H.3.2.5.4 電解ニッケルめっき

電解ニッケルめっきは、SAE-AMS-QQ-N-290に相当し、低ストレスのものでなければならない。

H.3.2.5.5 はんだコート

はんだコートに用いるはんだは、すずの含有量が50%~70%でなければならない。

H.3.3 設計及び構造

H.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

プリント板は、この仕様書に基づいて製造図面化する。

製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）は、調達者が承認したものでなければならない。製造図面とアートワークマスタ（又は製造用原版）との間に相違がある場合には、製造図面が優先する。

H.3.3.2 プリント板用コネクタ

直接形のプリント板用コネクタは使用してはならない。

H.3.3.3 層間接続

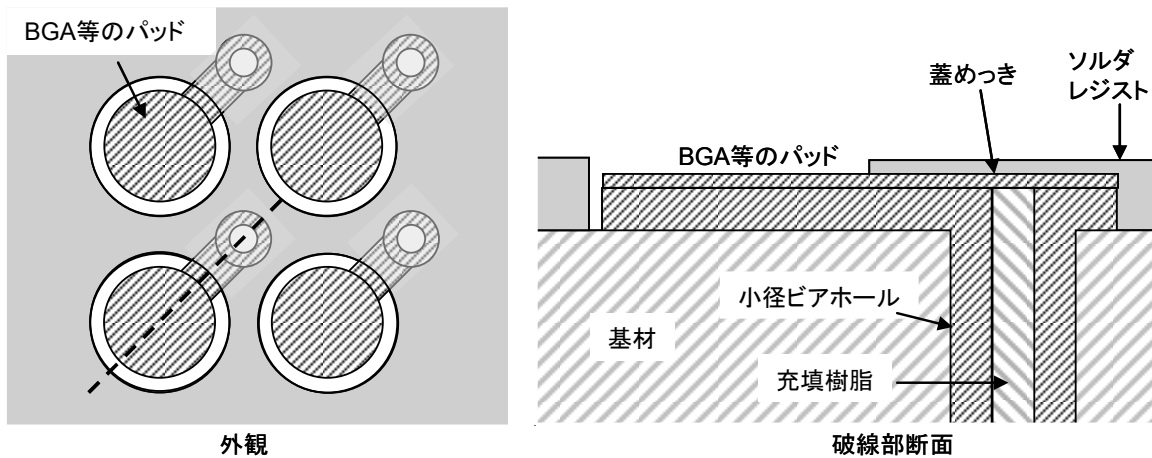
プリント板の各層の接続は、小径ビアホール、SVH 又はスルーホールによらなければならない。

H.3.3.4 エリアレイパッケージのパッドの接続方法

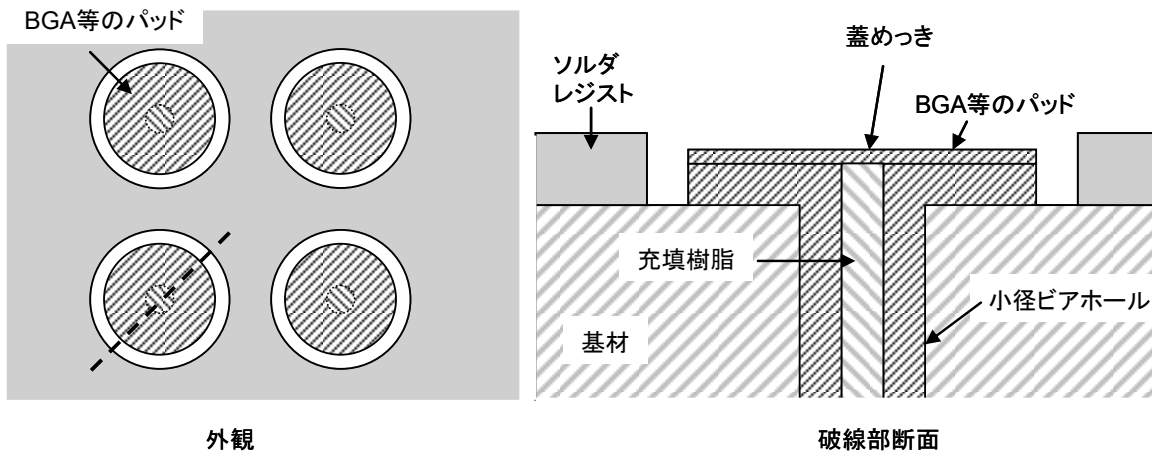
エリアレイパッケージ（以下、「BGA等」という）のパッドの接続方法は、Dog-Bone 構造又は Via-in-Pad（以下、「VIP」という）構造によらなければならない。

Dog-Bone 構造は、BGA等のパッドから回路を引き出して小径ビアホールに接続する構造であり、詳細を図 H-1 に示す。小径ビアホールは、樹脂充填及び蓋めっきが施されていないといけない。

VIP 構造は樹脂充填した小径ビアホールに蓋めっきを施し小径ビアホール直上を BGA等のパッドとする構造である。詳細を図 H-2 に示す。



図H-1 Dog-Bone構造の外観・断面図



図H-2 Via-in-Pad構造の外観・断面図

H.3.3.5 スルーホールの穴径

小径ビアホール及び SVH の最小穴径は、いずれもキリ径として $\phi 0.20\text{mm}$ 以上でなければならない。

ビアホールのランドを、BGA 等のパッドとして用いる場合、ビアホールのキリ径は $\phi 0.20\text{mm}$ 以下でなければならない。

H.3.3.6 スルーホールの樹脂充填

ビア充填材料により充填を行う小径ビアホールは、製造図面上に指定しなければならない。
VIP 構造に適用する小径ビアホール及び SVH は、ビア充填材料により充填しなければならない。

H.3.3.7 導体幅及び導体厚

導体幅の最小設計値は、表 H-4 のとおりでなければならない。

導体幅及び導体厚は、導体断面積及び導体に流れる電流による温度上昇から求められる許容電流（電流容量）を考慮し設計しなければならない。

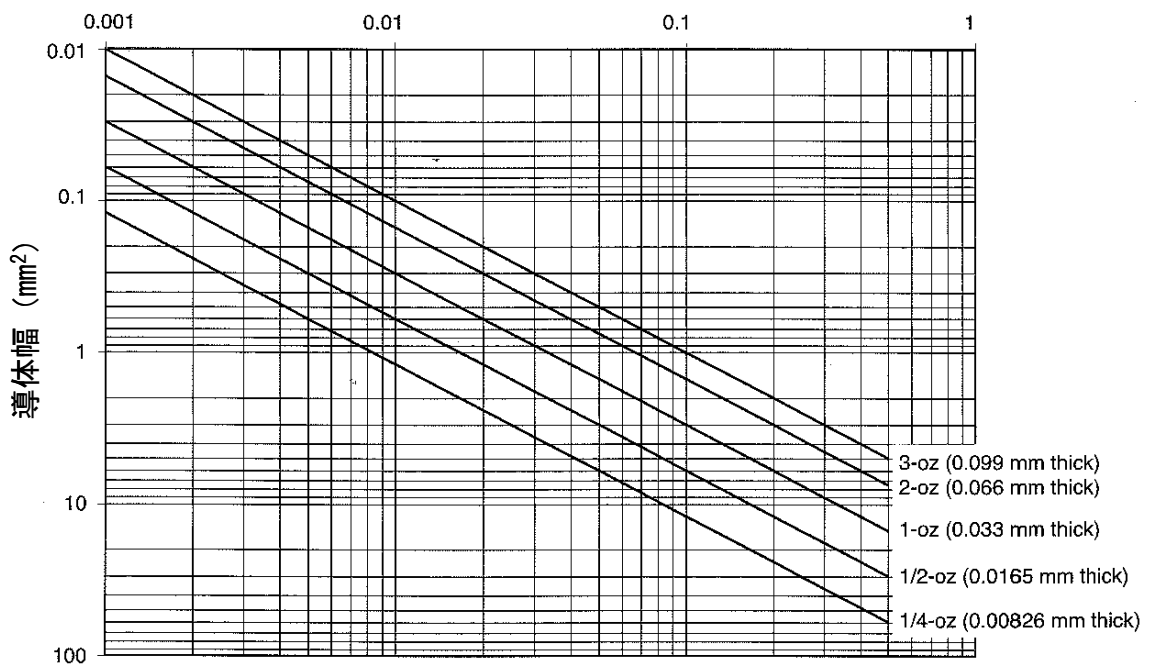
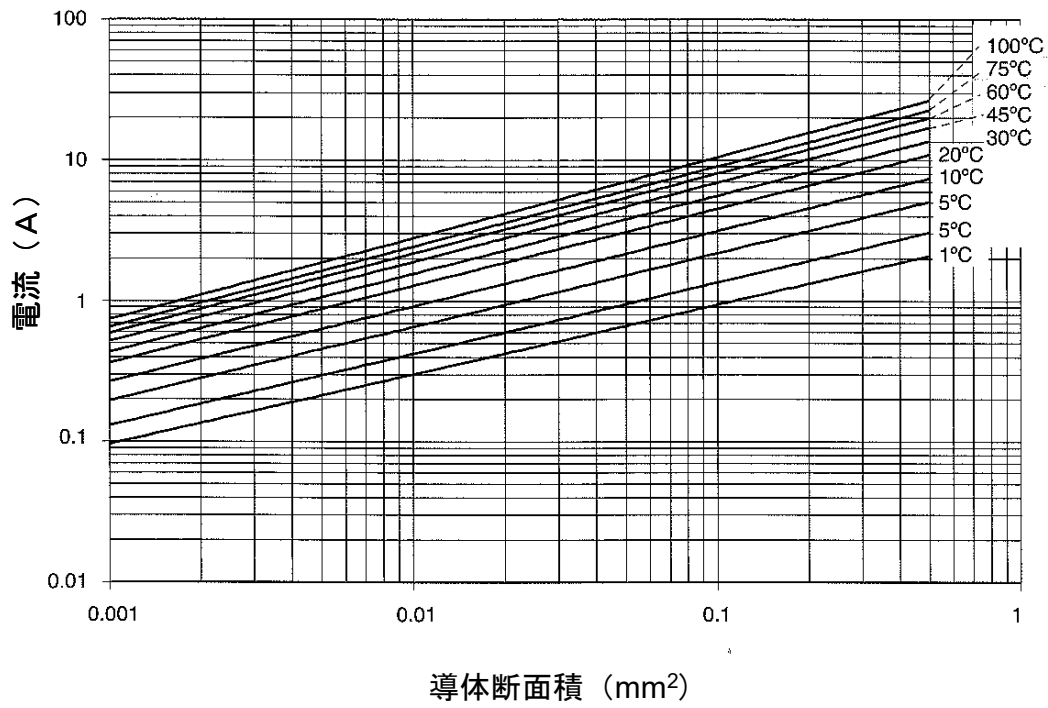
導体の断面積と許容電流の関係は、図 H-3、図 H-4、図 H-5 及び図 H-6 を参考にし、真空及び宇宙環境下の内層及び外層の導体に共通して適用する。より詳細な情報は、IPC-2152 による。

BGA 等のパッド部の導体厚を指定する場合、プリント板製造業者と協議の上、製造図面上に指定しなければならない。

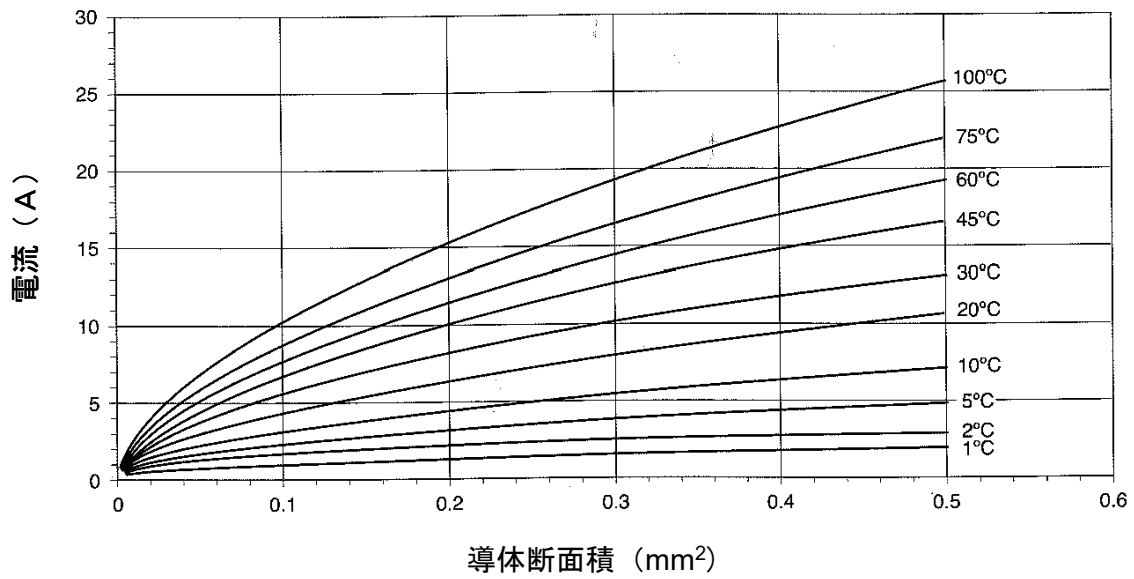
表H-4 導体幅（設計値）

単位：mm

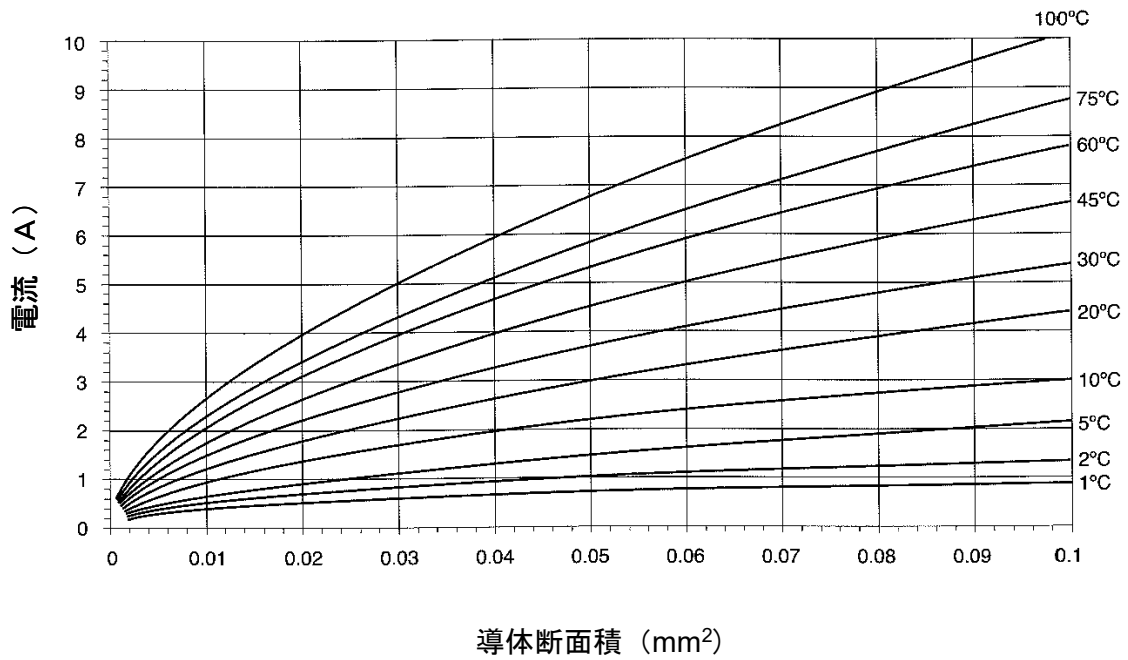
層	導体厚	最小導体幅
外 層	全て	0.12
内 層	35 μm を超える	0.10
	35 μm 以下	0.07



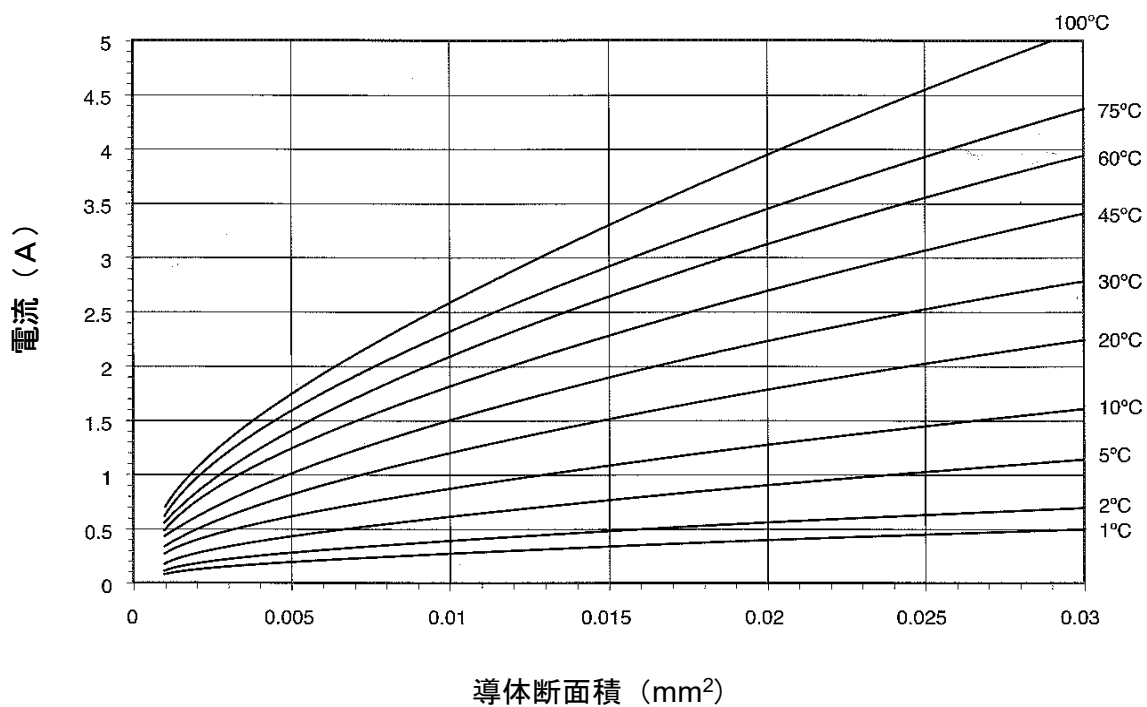
図H-3 導体断面積と温度上昇 (0.001~1mm²)



図H-4 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.5mm²)



図H-5 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.1mm²)



図H-6 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.03mm²)

H.3.3.8 導体間げき

導体間げきの最小設計値は、表 H-5 のとおりでなければならない。また、導体間電圧に応じた導体間げきは、設計値において表 H-6 のとおりでなければならない。

表H-5 導体間げき (設計値)

単位 : mm

層	導体厚	最小導体間げき
外層	全て	0.14
内層	35μm を超える	0.15
	35μm 以下	0.08

表H-6 プリント板の導体間げき（設計値）

単位：mm

導体間電圧範囲 (DC 又は AC _{p-p} (V))	最小導体間げき	
	外層	内層
0 ~ 50	0.14	0.08
51 ~ 100	0.14	0.10
101 ~ 300	0.40	0.20
301 ~ 500	0.80	0.25
501 以上	(0.003×V)	(0.0025×V)

H.3.3.9 ランド径

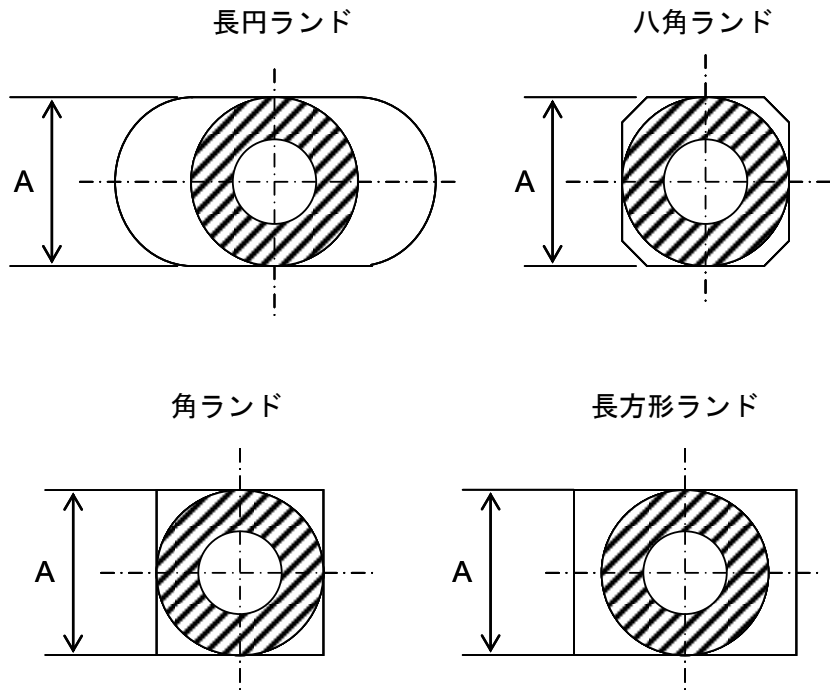
設計値における最小ランド径は、表 H-7 のとおりでなければならない（図 H-7 参照）。非機能ランドは、導体間げきの維持及び電気特性上の要求がある場合、設けなくても良い。

表H-7 ランド径

単位：mm

穴区分	最小ランド径 ⁽¹⁾
SVH 及び小径ビアホール	φ（キリ径+0.25）
上記以外のスルーホール	φ（スルーホール仕上がり径+0.5）
ノンスルーホール	φ（キリ径+1.1）

注⁽¹⁾丸ランド以外のランド形状における最小ランド径は、図 H-7 の寸法 A を適用しなければならない。



図H-7 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径 (A)

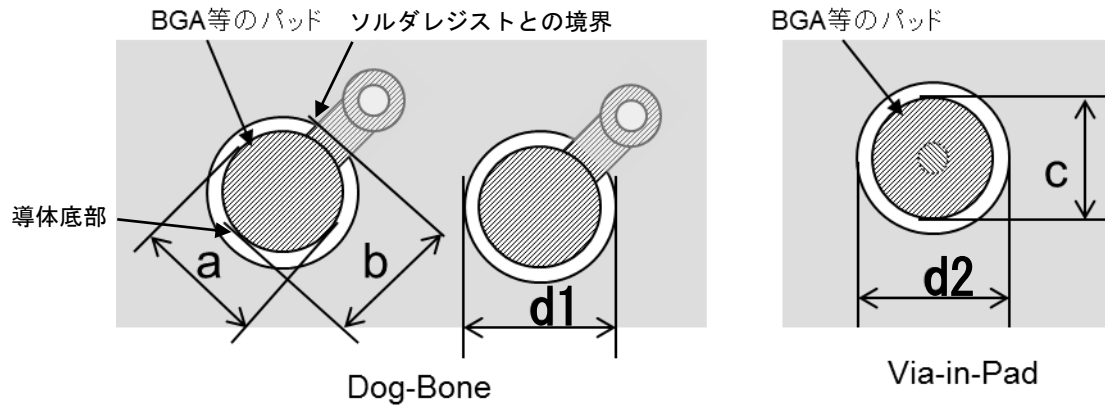
H.3.3.10 BGA 等のパッド

BGA 等のパッド部の寸法は、表 H-8 に示す部位について指定しなければならない。

表H-8 BGA等のパッド部の寸法

単位 : mm

部 位		
パッド寸法 (ソルダレジスト開口径内 の導体底部)	Dog-Bone	パッド部 (図 H-8 a)
		引き出し方向 (図 H-8 b)
	Via-in-Pad (図 H-8 c)	
ソルダレジスト開口径 (レジスト表面)	Dog-Bone (図 H-8 d1)	
	Via-in-Pad (図 H-8 d2)	
総板厚	導体及びソルダレジストの厚さを含む総板厚	

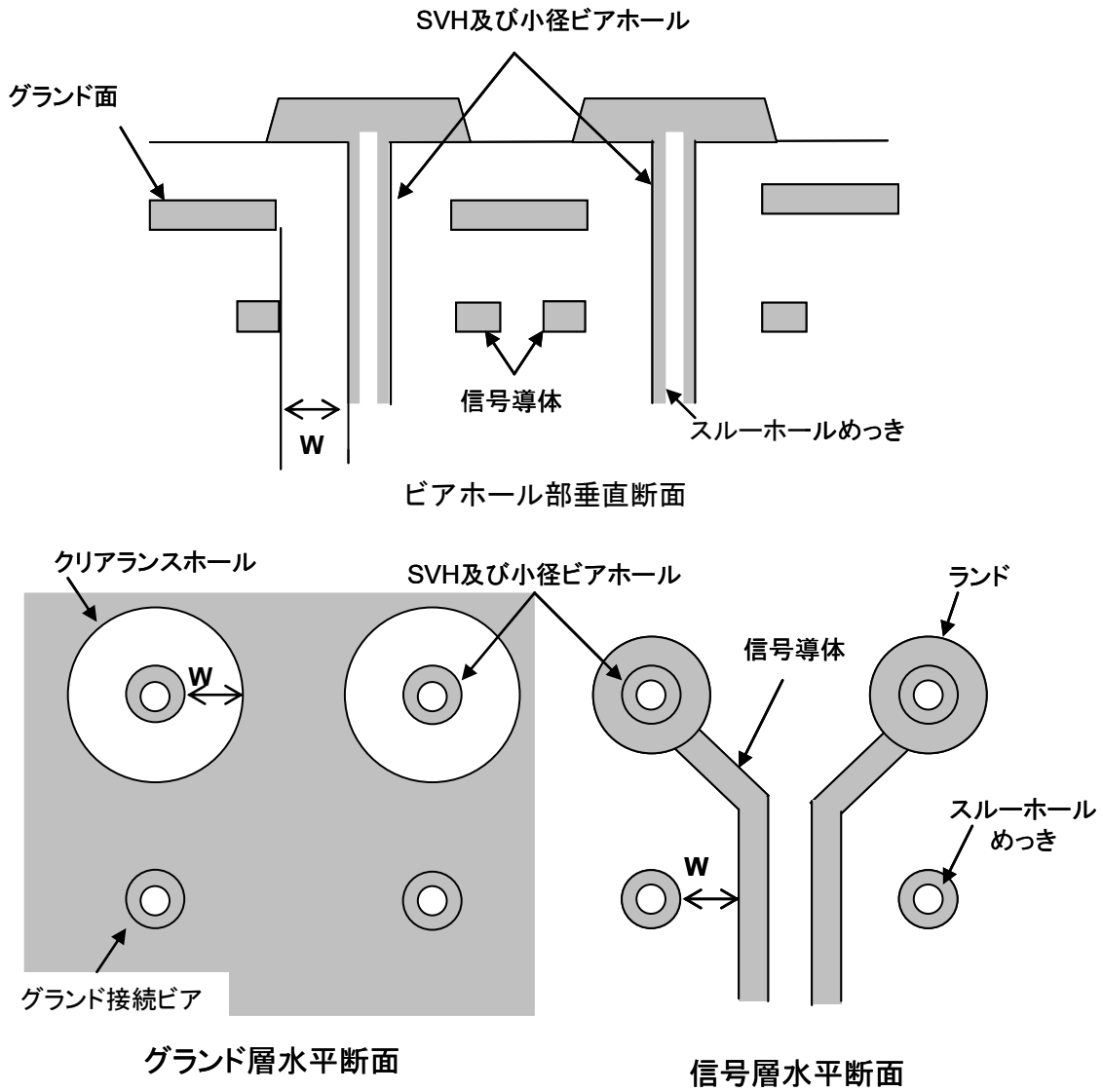


a : パッド部のパッド寸法 b : 引き出し方向のパッド寸法 c : パッド寸法
d1, d2 : ソルダレジスト開口径

図H-8 BGA等のパッド部の寸法

H.3.3.11 内層クリアランス

SVH 及び小径ビアホールに隣接する導体の穴壁からの距離（内層クリアランス）は、図 H-9 のとおりでなければならない。



W=内層クリアランス \geq 0.28mm

図H-9 ビアホール部断面図（設計値）

H.3.3.12 表面仕上げめっき

製造図面上に指定する、表面仕上げめっき及びはんだコートの厚さは、設計値で表 H-9 のとおりでなければならない。電解ニッケルめっきは、電解金めっきの下地めっきであり、電解ニッケルめっきのみを表面仕上げとして指定してはならない。表 H-9 よりも厳しい要求をする場合は、製造業者と協議の上、製造図面上に指定しなければならない。

表H-9 表面仕上げめっきなどの厚さ

単位：μm

めっきなどの種類	表面における厚さ
電解金めっき	1.3 ~ 4.0
電解ニッケルめっき	5 以上
はんだコート	厚さは規定しない。 ただし、はんだ付け性 (H.3.10.2 項) を満足すること。

H.3.3.13 ソルダレジスト

部品を実装するランド、パッド (Via-in-Pad を含む) 及び樹脂充填を行わない小径ビアホールを除外し、ソルダレジストの塗布を指定しなければならない。

Dog-Bone の小径ビアホール及び SVH のランドは、ソルダレジストで被覆しなければならない。

BGA 等のパッド部以外の樹脂充填を行う小径ビアホール及び SVH のランドに対するソルダレジストの要否は、製造図面で指定しなければならない。

基板端からのソルダレジストの距離は、設計値で 0.3mm 以上なければならない。

H.3.3.14 基板外周部の側面めっき

基板外周部の側面めっき (以下、「側面めっき」という) を行う場合は、製造図面上に指定しなければならない。

また、側面めっきの設計の詳細は、個別仕様書に指定しなければならない。

H.3.3.15 特性インピーダンス

プリント板の特性インピーダンスを指定する場合は、製造図面上に指定しなければならない。

H.3.3.16 温度範囲

プリント板の使用温度範囲は、「熱衝撃 [II] (H.3.11.1.2 項)」の試験温度範囲であり、-65°C~+125°Cでなければならない。

H.3.4 外観、寸法、表示など

外観および構造における寸法は、特に規定のない限り仕上り値とする。

H.3.4.1 導体、基材及びソルダレジストの外観

H.3.4.1.1 導体

a) 導体パターン

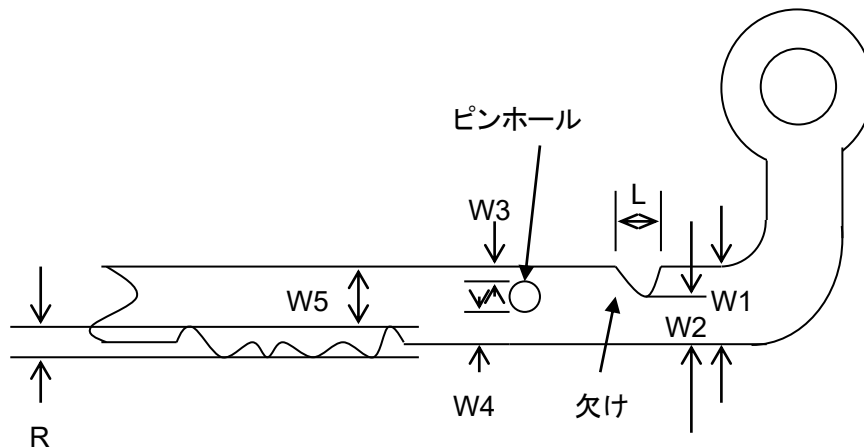
導体パターンは、承認された又は支給されたアートワークマスタ（又は製造用原版）に合致しなければならない。

b) 導体

側面めっきを含む導体には、裂け目やクラック、浮き、はく離があってはならない。導体端部の荒れ及び欠け、ピンホール、スクラッチによる絶縁板の露出などの欠損によって、導体幅は最小仕上がり導体幅の80%を下回ってはならない。また、欠損の長さは、導体幅（設計値）を超えてはならず、長さが0.05mmを超える欠損については、1導体あたり1個以内、かつ、プリント板上の100mm×100mmの単位面積あたり1個以内でなければならない。側面の粗さは、導体幅の公差を満足しなければならない（図H-10参照）。

導体幅及び導体間げきの公差は、表H-10のとおりでなければならない。

グランド面又は電源面の欠け及びピンホールは、それらの最大長が1.0mmを超えず、625cm²の面当たり4個を超えなければ許容される。



$$W1 \geq (\text{最小仕上がり導体幅})$$

$$W2 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅})$$

$$W3 + W4 \geq 0.80 \times (\text{最小仕上がり導体幅})$$

$$W5 + R \geq \text{導体幅の公差} \geq W5 - R$$

$$L = \text{欠損の長さ}$$

図H-10 導体の欠陥に対する合格基準

表H-10 導体幅及び導体間げきの公差

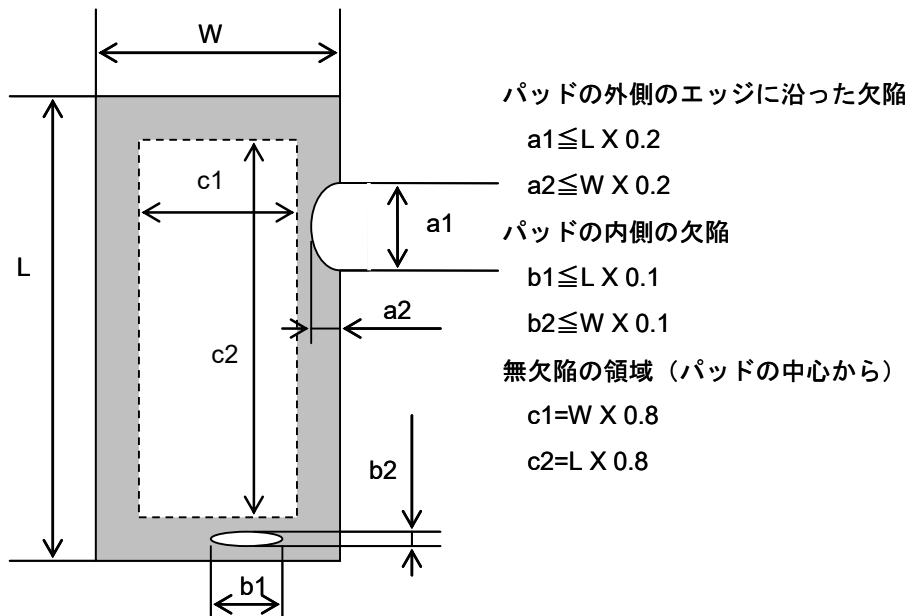
単位：mm

項目		公差
導体幅	0.07 以上 0.13 未満	+0.05 -0.03
	0.13 以上 0.20 未満	±0.05
	0.20 以上 0.50 未満	±0.10
	0.50 以上	導体幅の±20%
導体間げき	0.10 未満	最小 0.05
	0.10 以上 0.14 未満	最小 0.06
	0.14 以上	最小 0.10
	全ての設計値に対して、プラス側は規定しない。	

c) 長方形の表面実装パッド

パッドの外側のエッジに沿った、欠け、凹み及びピンホールのような欠陥は、パッドの長さ又は幅の20%を超えてはならない。パッドの内側の欠陥は、パッドの長さ又は幅の10%を超えてはならない。パッド中心からパッド幅の80%及びパッド長の80%の領域には、電気試験のプローブ痕を除き、欠陥があってはならない（図 H-11 参照）。

なお、パッドの長さ及び幅は設計値とする。

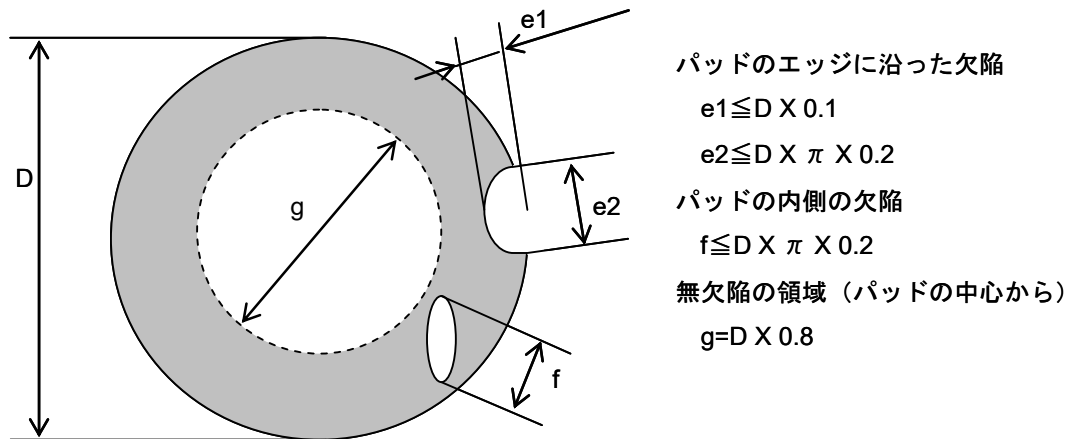


図H-11 長方形の表面実装パッドの欠陥に対する合格基準

d) BGA等の実装パッド

パッドのエッジに沿った、欠け、凹み及びピンホールのような欠陥は、パッドの直径の10%を超えて、ランドの中心の半径方向に広がってはならない。パッド内部の欠陥は、パッドの外周の20%を超えて広がってはならない。パッドの直径の中心から80%には、電気試験のプローブ痕を除き欠陥があってはならない(図H-12参照)。

なお、パッドの直径は設計値を基準とする。



図H-12 BGA等の実装パッドの欠陥に対する合格基準

e) 電気試験プローブ痕

電気試験のプローブ痕は、はんだコートで被覆され、下地の銅めっきが露出しなければ許容される。電解金めっき仕上げの端子部は、下地のニッケルめっきが露出してはならない。

f) 導体間

導体間の絶縁板の表面には、不要な残導体又は異物などの付着がないこと。

g) はんだコート

ピンホール、ピットなどがなく、導体を完全に覆っていなければならない。ただし、側面めっき端面の銅の露出は許容される。

h) 電解ニッケル・金めっき

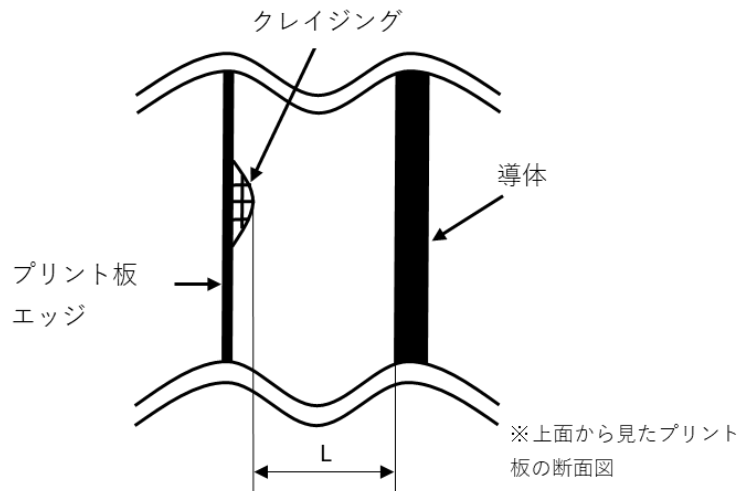
ピンホール、ピットなどがなく、導体表面を完全に覆っていなければならない。ただし、導体側面の銅の露出は許容される。

H.3.4.1.2 基材

a) プリント板端面

欠け、クラック又は剥離があってはならない。ただし、割基板の分割面には適用しない。

プリント板エッジのクレイジングと近接した導体との間げき L は、図面に規定された最小導体間げき又は 1.6mm のいずれか小さい方の値以上であれば許容される（図 H-13 参照）。



図H-13 プリント板表面の断面図

b) プリント板表面

クラック又は穴の周囲から剥離があってはならない。個々の層又は基材にデラミネーションがあってはならない。基板表面下にミーズリング、クレイジングが、あってはならない。

H.3.4.1.3 ソルダレジスト

- a) 硬化したソルダレジストには、粘着性、ブリスタ及びデラミネーションがあってはならない。
- b) 著しく外観を損なうかすれ、はがれ、表面荒れ及び色むらや余分な導体の露出があってはならない。
- c) 特に指定がない限り、スクラッチ、ピンホールなどは塗布されるべき導体が被覆されていれば許容する。
- d) 部品を実装するランド部へのソルダレジストの付着があってはならない。

- e) ソルダレジスト塗布範囲及び導体パターンとソルダレジストの位置ずれは、製造図面の規定を満足しなければならない。
- f) 製造図面で指定される場合を除き、ソルダレジスト開口部内には、隣接する導体の露出があってはならない。
- g) Dog-Bone 構造の小径ビアホール及びSVHのランドは、ソルダレジストで、完全に被覆されていないといけない。

H.3.4.2 寸法

プリント板の各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法の公差は、特に規定のない限り、表 H-11 のとおりでなければならない。

表H-11 寸法の公差

単位：mm

項目	公差
外形寸法	100 以下に対して ± 0.3 、100 を超えるものについては 50 毎について 0.05 を加える。
板厚	製造図面または個別仕様書による。
仕上がり穴径	すべての穴径に対して $^{+0.10}_{-0.15}$ とする。ただし、SVH 及び小径ビアホールの上がり穴径は規定しない。

H.3.4.2.1 BGA 等のパッド部の寸法

BGA等のパッドの寸法の公差は、特に規定のない限り、表H-12のとおりでなければならない。

表H-12 BGA等のパッド部の寸法

単位：mm

項目		公差	
パッド寸法 (ソルダレジスト開口 径内の導体底部)	Dog-Bone	パッド部 (図 H-8 a)	± 0.05
		引き出し方向 (図 H-8 b)	± 0.075
	Via-in-Pad (図 H-8 c)	± 0.05	
ソルダレジスト開口径 (レジスト表面)	Dog-Bone (図 H-8 d1)	± 0.05	
	Via-in-Pad (図 H-8 d2)	± 0.05	
位置度精度	BGA 等のパッド列の長さ	± 0.05	
パッド厚 (導体厚)		± 0.01	
総板厚 (ソルダレジスト含む)		$\pm 8\%$	
コプラナリティ (平坦度) : 常態		BGA 等のパッドの対角において 0.05mm 以下	

H.3.4.3 表示

銅のエッチングにより形成した文字、H.3.2.4 項で規定したマーキングインク又はレーザーマーキングで行われ、判読が可能であり、プリント板の機能、性能及び信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

特に指定のない限り、表示は次の事項を含まなければならない。ただし、プリント板への表示が不可能な場合にはタグなどで表示してもよい。

- a) 部品番号
- b) 製造年月
- c) 認定取得業者名又は識別符号
- d) 製品一連番号⁽¹⁾又はロット番号

注⁽¹⁾全製造工程にわたって追跡管理が可能のように付与しなければならない。

H.3.4.3.1 割基板の表示

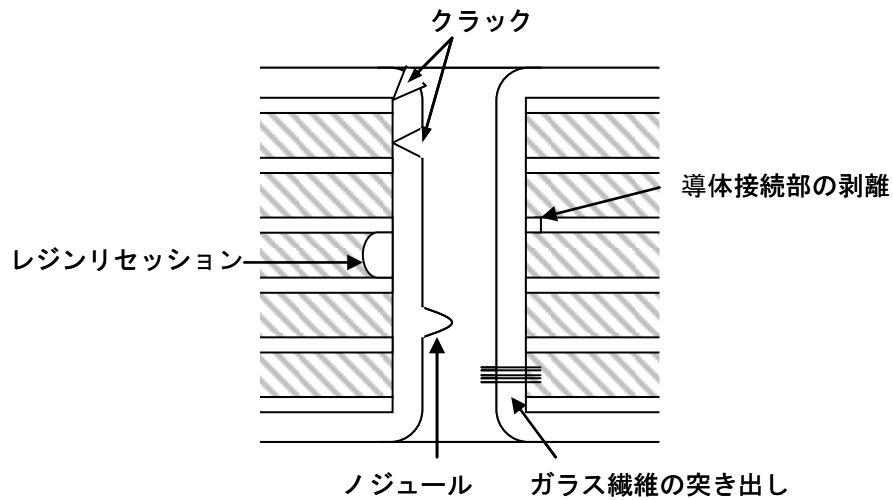
割基板の中で使用不可の分割部（1枚のプリント板に相当する個片）を含む場合、この分割部が使用不可であることを明確に表示しなければならない。また、この表示は溶剤などで容易に消滅しないものでなければならない。

H.3.4.4 構造の完全性

H.3.4.4.1 スルーホール

H.4.5.5.1項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない（図H-13参照）。

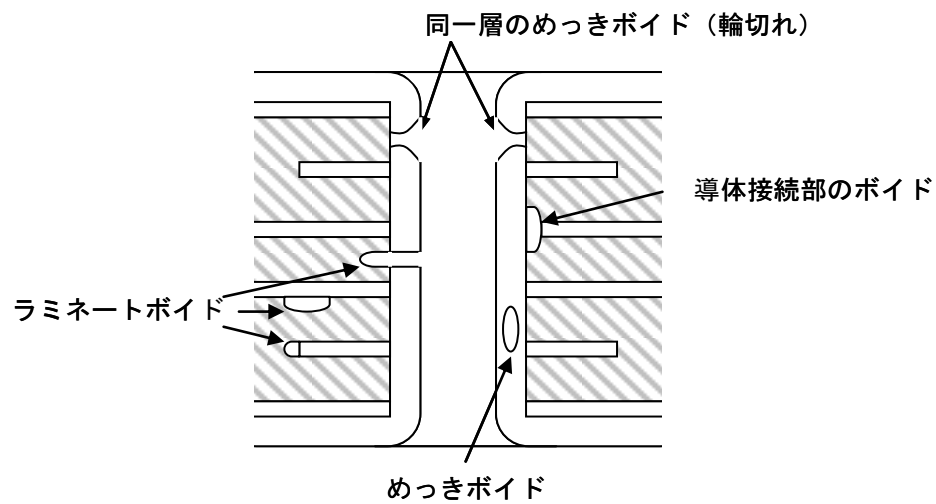
- a) スルーホール、小径ビアホール、側面めっき及びSVHには、めっきのクラック、導体接続部の剥離、ガラス繊維の突出がなく、ランド部から連続的、かつ、なめらかにめっきされていないといけない。
- b) バリ、ノジュールなどによるめっきの突起は、スルーホール内の穴径が製造図面の最小要求値を下回ってはならない。
- c) めっきの部分的な窪みは、H.3.4.4.6 項で規定しためっきの厚さの10%以下でなければならない。
- d) 穴壁とスルーホールめっきの境界部のレジソリセッションは、スルーホールめっきの壁面からの最大深さが80 μ m以下であり、スルーホールめっきに沿った累積基材厚（基材厚の合計）の40%以下であれば許容する。
- e) ネガティブ・エッチバックによるめっきの窪みは、ネガティブ・エッチバックが、H.3.4.4.5 項の要求を満足すれば許容される。



図H-13 スルーホール欠陥

H.3.4.4.2 ボイド

めっきボイド、ラミネートボイドはあってはならない。(図H-14参照)。



図H-14 ボイド

H.3.4.4.3 ランドの浮き

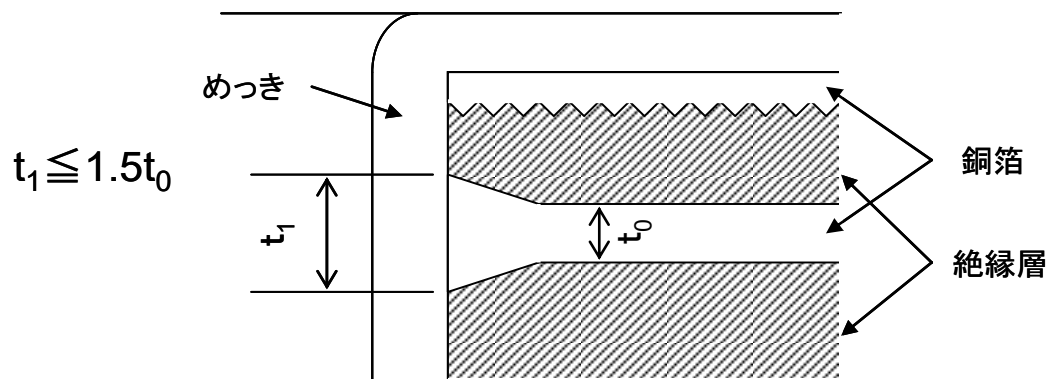
ランドの浮きはあってはならない。

H.3.4.4.4 銅箔のクラック

外層及び内層の銅箔にクラックがあってはならない。

H.3.4.4.5 内層接続

スルーホールと内層導体の接続部にレジンスミアがあってはならない。また、ネイルヘッドは、導体厚の50%以下でなければならない（図H-15参照）。内層のネガティブ・エッチバックは、13 μ mを超えてはならない。



図H-15 ネイルヘッド

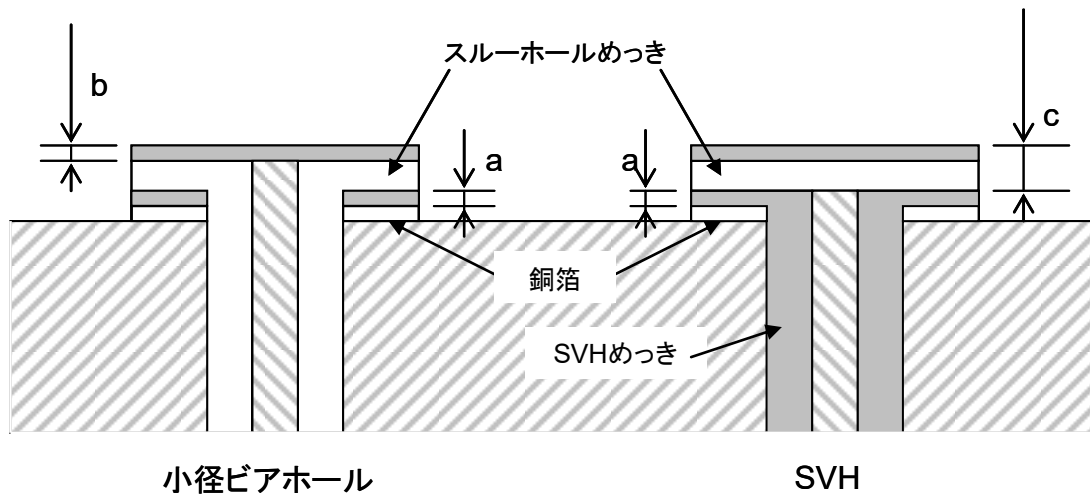
H.3.4.4.6 めっき厚さ

特に指定が無い限り、めっき及びはんだコートの厚さは、表H-13のとおりでなければならない。

表H-13 めっきなどの厚さ

単位：μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ	
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ	
電解銅めっき	部品孔	
	25 以上	
	小径ビアホール	
	25 以上	
	SVH	
	30 以上	
電解銅めっき	ランド上の SVH めっき (図 H-16 a)	
	5 以上	
	蓋めっき	小径ビアホール (図 H-16 b)
		個別仕様書による
蓋めっき	SVH (図 H-16 c)	
	個別仕様書による	
側面めっき		
25 以上		
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5 以上	
はんだコート	厚さは規定しない。 ただし、はんだ付け性 (H.3.10.2 項) を満足すること。	



a: ランド上の SVH めっき厚 b: 小径ビアホールの蓋めっき厚 c: SVH の蓋めっき厚

図H-16 蓋めっき厚

H.3.4.4.7 ラミネートクラック

ラミネートクラックがあってはならない。

H.3.4.4.8 デラミネーション及びブリスタ

デラミネーション及びブリスタは、あってはならない。

H.3.4.4.9 層相互間のずれ

層相互間のずれは、0.15mm以下でなければならない。

H.3.4.4.10 ランドの導体幅（アニュラリング）

内層及び外層のランドの導体幅は、表H-14以上でなければならない。

表H-14 ランドの導体幅

単位：mm

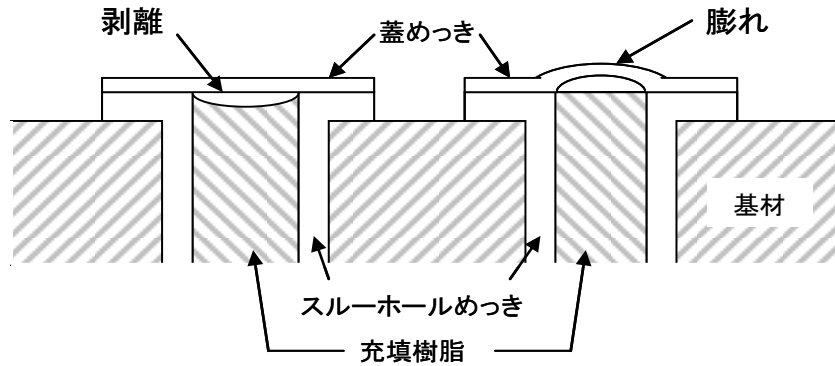
項目	層	ランドの導体幅
スルーホール	外層	0.05
	内層	0.025
ノンスルーホール	外層	0.38

H.3.4.4.11 絶縁層厚

多層板について、導体層間の絶縁層厚は、0.08mm以上でなければならない。

H.3.4.4.12 蓋めつきと充填樹脂の密着

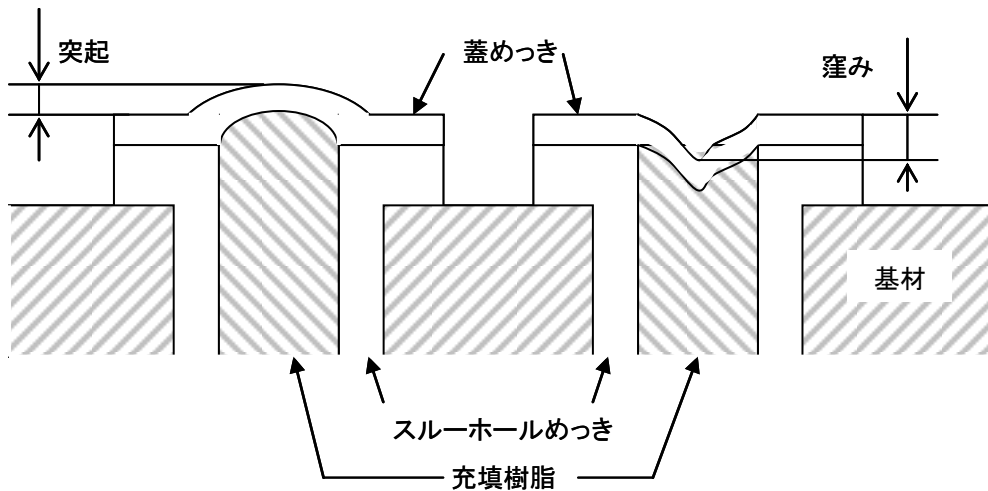
蓋めつきと充填樹脂の界面は、蓋めつき部をBGA等のパッドとして使用する場合は、蓋めつきと充填樹脂の界面に5 μ m以上の間隙があってはならない。蓋めつき部をBGA等のパッドとして使用しない場合は、H.3.4.4.13項の要求事項を満足しなければならない。（図H-17参照）



図H-17 蓋めっきと充填樹脂の密着性

H.3.4.4.13 蓋めっきの突起と窪み

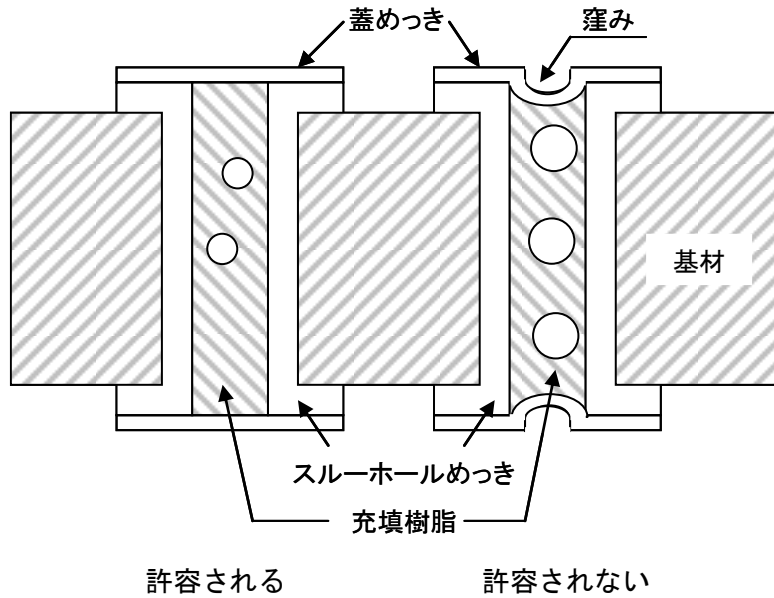
ランドの樹脂充填が行われていない平面を基準として、樹脂充填が行われている個所の突起は50 μ m以下、窪みは76 μ m以下でなければならない（図H-18参照）



図H-18 蓋めっきの突起と窪み

H.3.4.4.14 充填樹脂の充填性

充填樹脂は、90%以上充填されていなければならない。また、表面の窪みは、H.3.4.4.13項の要求事項を満足しなければならない（図H-20参照）。



図H-20 充填樹脂の充填性

H.3.4.5 ソルダレジストの厚さ

H.4.5.6 項により試験したとき、ソルダレジストの厚さは導体の中心部で 17.5 μ m 以上でなければならない。

H.3.4.6 アンダカット

H.4.5.6 項によって試験したとき、アンダカットは銅箔と銅めっきの合計厚さ以下でなければならない。

H.3.5 そり及びねじれ

H.4.5.7 項によって試験したとき、製造図面に特に規定のない限り、そり及びねじれは 0.5% 以下でなければならない。

割基板については、分割前において上記の値以下でなければならない。

H.3.6 ワークマンシップ

プリント板の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなどプリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

H.3.6.1 修理

絶縁体、BGA 等のパッド導体部及び導体は修理してはならない。ただし、余剰導体の除去及び軽微なソルダレジストの修正はしてもよいが、修正後のソルダレジストの厚さが周辺のスルダレジストの厚さよりも厚くならないようすること。

H.3.7 めっき密着性及びオーバハング

H.4.5.9 項によって試験したとき、めっき及び導体の剥離又は浮き上がり、並びに導体エッジからスリバが発生してはならない。

H.3.8 清浄度

H.4.5.10 項によって試験したとき、抽出溶液の固有抵抗は、 $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上でなければならない。

H.3.9 電氣的性能

プリント板は、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

H.3.9.1 耐電圧

H.4.5.11.1 項によって試験したとき、フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

H.3.9.2 回路

H.4.5.11.2 項によって試験したとき、回路パターンに断線又は短絡があってはならない。

H.3.9.3 接続抵抗

H.4.5.11.3 項によって試験したとき、各導体層を経由する回路では、両端のランド間の抵抗値は、次式で求められる値 (R_i) を超えてはならない。

1 回の測定で、全層の接続抵抗が測定できない場合は、その測定に含まれない層の接続抵抗を別途測定し、漏れのないようにしなければならない。

$$R_i = 2\rho \frac{l}{W \cdot t} (\text{m}\Omega)$$

ρ : 導体を形成する主な金属の 20°C における体積抵抗率 ($\text{m}\Omega \cdot \text{mm}$)

l : ランド間距離 (mm)

W : 導体幅 (mm)

t : 導体厚 (mm)

H.3.9.4 特性インピーダンス

H.4.5.11.4 項によって試験したとき、特性インピーダンスは図面に指定された範囲内でなければならない。公差が指定されない場合、指定値に対し±10%でなければならない。

H.3.10 機械的性能

プリント板は、以下の機械的性能を満足しなければならない。

H.3.10.1 スルーホール引き抜き強度

H.4.5.12.1 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。ただし、SVH 及び小径ビアホールには適用しない。

a) 端子強度

89.2N 又は 1380N/cm² のいずれか小さい値以上。

b) 導体及びランド

H.4.5.4.1 項に従って目視検査をしたとき、スルーホールの周囲にゆるみを生じてはならない。

c) スルーホールの断面

H.4.5.5 項に従って断面検査をしたとき、クラック、ふくれ、ミーズリング及びデラミネーションがあってはならない。

H.3.10.2 はんだ付け性

H.4.5.12.3 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) スルーホール

スルーホール内壁及びランド表面について、はんだの良好なぬれ性が示されなければならない。ただし、SVH 及び小径ビアホールには適用しない。

b) 表面導体

表面導体の全面積の 95%以上が新しい均一なはんだで覆われていなければならない。また、この表面にはピンホール、ディウェット又は荒れた点の小さいものが点在してもよいが、1箇所集中してはならない。

H.3.10.3 表面導体の引き剥がし強度

H.4.5.12.2 項によって試験したとき、個別仕様書の要求を満足しなければならない。

H.3.11 環境的性能

プリント板は、以下の環境的性能を満足しなければならない。

H.3.11.1 熱衝撃

H.3.11.1.1 衝撃〔Ⅰ〕（認定試験に適用）

H.4.5.13.1項a)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後の回路はH.3.9.2項の要求事項を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

H.3.11.1.2 熱衝撃〔Ⅱ〕（品質確認試験に適用）

H.4.5.13.1項b)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後の回路は、H.3.9.2項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

H.3.11.2 耐湿性及び絶縁抵抗

H.4.5.13.2項によって試験したとき、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。また、導体間絶縁抵抗値は、500MΩ以上でなければならない。

H.3.11.3 耐ホットオイル性

H.4.5.13.3項によって試験したとき、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

H.3.11.4 熱ストレス

H.4.5.13.4項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体の剥離、ふくれ又はデラミネーションがあってはならない。

b) 構造の完全性

スルーホールの垂直断面において、以下の要求事項を満足しなければならない。

1) スルーホール

コーナークラック及びバレルクラックがあってはならない。

2) ラミネートボイド

同一層内又は層相互間における導体間げきが製造図面で規定される最小導体間げきの要求を満足している場合には、76μm以下でなければならない。

3) ランドの浮き

熱ストレス後のランドの浮きはあってもよい。

4) 銅箔のクラック

銅箔を貫通するクラックがあってはならない。

5) 内層接続

内層銅箔とスルーホールめっきのはく離があってはならない。

6) ラミネートクラック

熱ストレス試験後は、スルーホールのランドの間及びランドにかかるラミネートクラックは、 $80\mu\text{m}$ を超えてはならず、スルーホールのランド範囲外のラミネートクラックは、隣接する導体の導体間げきを最小導体間げき以下としてはならない。

7) デラミネーション及びブリスタ

デラミネーション及びブリスタはあってはならない。

8) 蓋めっきと充填樹脂の密着

蓋めっきと充填樹脂の界面は、H.3.4.4.12 項の蓋めっきと充填樹脂の密着の要求事項を満足しなければならない。

H.3.11.5 耐放射線性

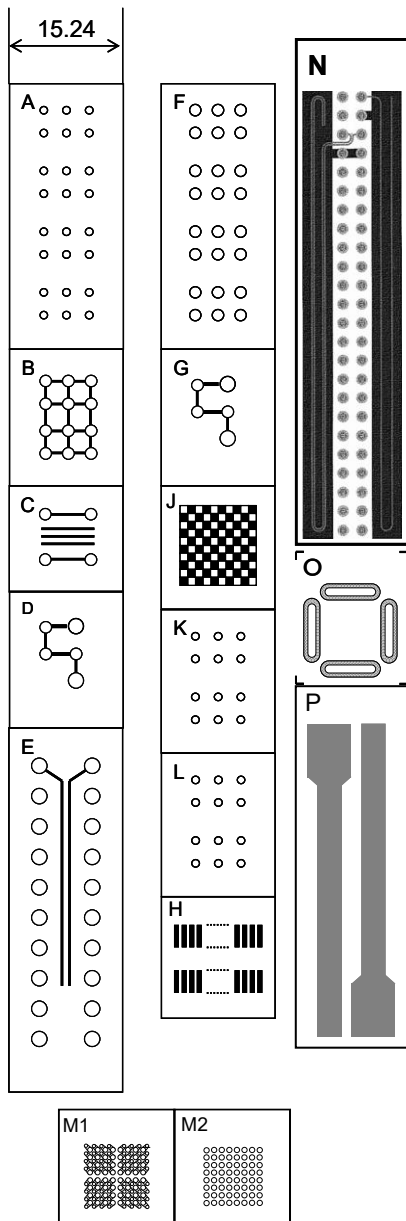
H.4.5.13.5 項によって試験したとき、ミーズリング、デラミネーション又はウィーブテクスチャのような欠陥が発生してはならない。導体間の絶縁抵抗は、 $500\text{M}\Omega$ 以上でなければならない。また、試験後、H.3.9.1 項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

H.4. 品質保証条項

H.4.1 試験パターン

認定試験及び品質確認試験に用いる試験パターンは、図 H-21 による。試験パターンは、製品の同一ワークボードから製造され、製品と同じ構造を有するものでなければならない。

単位：mm



試験パターンの配列

注⁽¹⁾ 特に指定がない限り導体幅は、設計値において0.5mmとすること。

なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差はH.3.4.2項による。

- (2) 「A」は該当するプリント板で使用するスルーホール（小径ビアホールを含む）の最小穴径とし、ランド径は該当するスルーホールに適用される最小ランド径とすること。適用する場合は、小径ビアホールに、樹脂充填を行うこと。穴径の許容差は規定しない。
- (3) 「B」、「C」、「E」及び「F」のランド径は、設計値において1.8mmとし、その形状は、製品代表的ランド形状に合わせること。
穴は、すべてスルーホールとし、穴径は、 $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。
出荷する製品仕様において穴径が $\phi 0.8\text{mm}$ を超える場合、品質確認試験(グループA)に供する試験の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせること。
この場合、H.3.3項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること（試験パターンFのみに適用する）。ただし、穴径 $\phi 0.8\text{mm}$ で試験を実施することにより、製品保証が担保できる場合はこの限りではない。
穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。
- (4) 「D」及び「G」は、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なり、該当する製品の層構成と同一となるようにビアホールを配置し、第1層から最終層がビアホールを介して一連の回路となるようにパターンを接続すること。
ビアホールの穴径及びランド径は、該当する製品のSVH及び小径ビアホールに適用した最小径をそれぞれ適用するとともに、ランド形状は製品の代表的ランド形状に合わせること。
また、回路の両端には、抵抗値測定用のスルーホールを設け、そのランド径は $\phi 1.8\text{mm}$ 、穴径は $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。
穴径の許容差は規定しない。
- (5) 製品にソルダレジストを要求された場合のみ「E」、「H」及び「J」にソルダレジストを塗布すること。
ソルダレジストのクリアランス径は、該当するプリント板のクリアランス径とし、該当する穴径が無い場合には、ランド径+0.2mmとすること。
- (6) 「K」および「L」は、製品にSVHを有する場合のみ必要とし、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なる。
ランドは、SVHを構成する層のみに配置し、SVHを形成すること。
- (7) 「D」、「E」及び「G」は、層数及び層構成によって導体の数が異なるので、この図に従って、全層にわたって導体を設けること。
- (8) 試験パターンの配列は一例であり、この図の配列のとおりでなくてもよい。
- (9) 試験パターンの記号（「A」～「H」及び「J」～「M2」）は、識別を目的としたものであり、検査の対象としない。また、表示の方法は規定しない。
- (10) 製品にBGA等のパッドを要求されたときのみ、そのBGAなどのパッドの構造に応じて「M1」（Dog-bone）又は「M2」（VIP）を設けること。「M1」「M2」の設計例を示す。詳細は個別仕様書による。
- (11) 製品に特性インピーダンス値が要求されたときのみ、「N」を設けること。
- (12) 製品の基板外周部の側面めっきが要求されたときのみ、「O」を設けること。「O」の設計例を示す。詳細は個別仕様書による。
- (13) 製品の外層に銅箔を積層して製造する構造を要求されたときのみ、「P」を設けること。

図H-19 試験パターン（1/11）

単位：mm

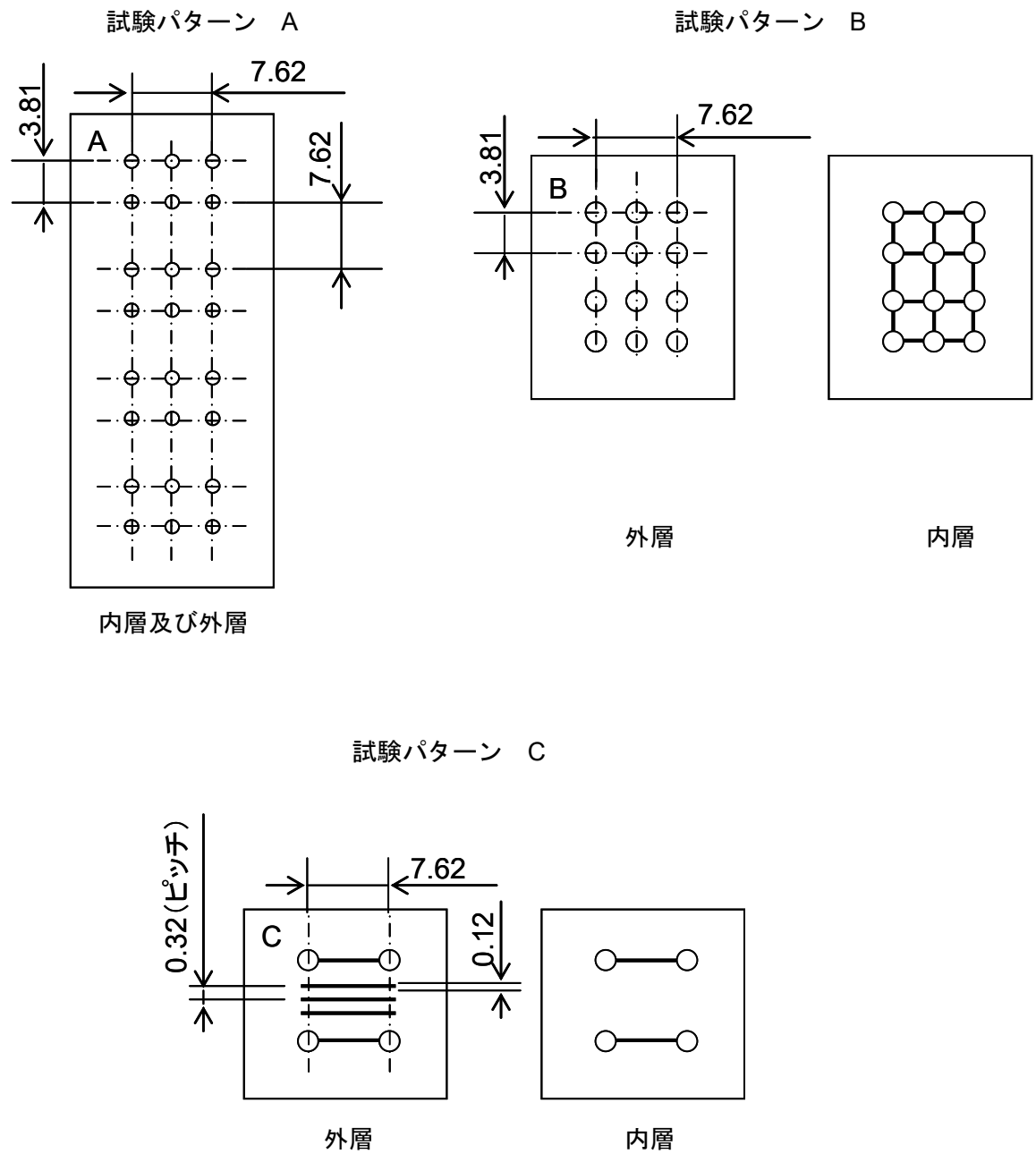
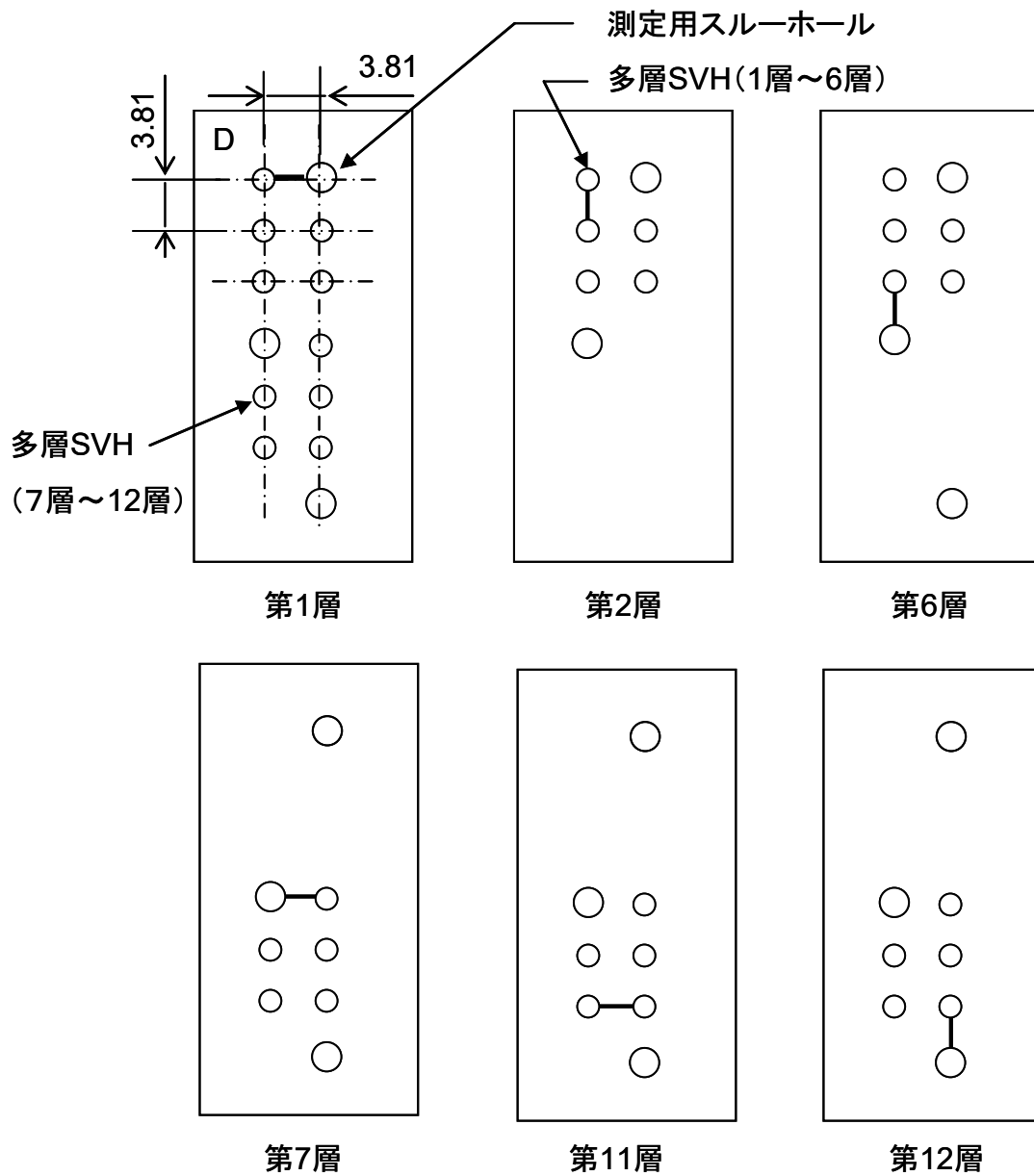


図 H-21 試験パターン (多層板) (2/11)

単位 : mm

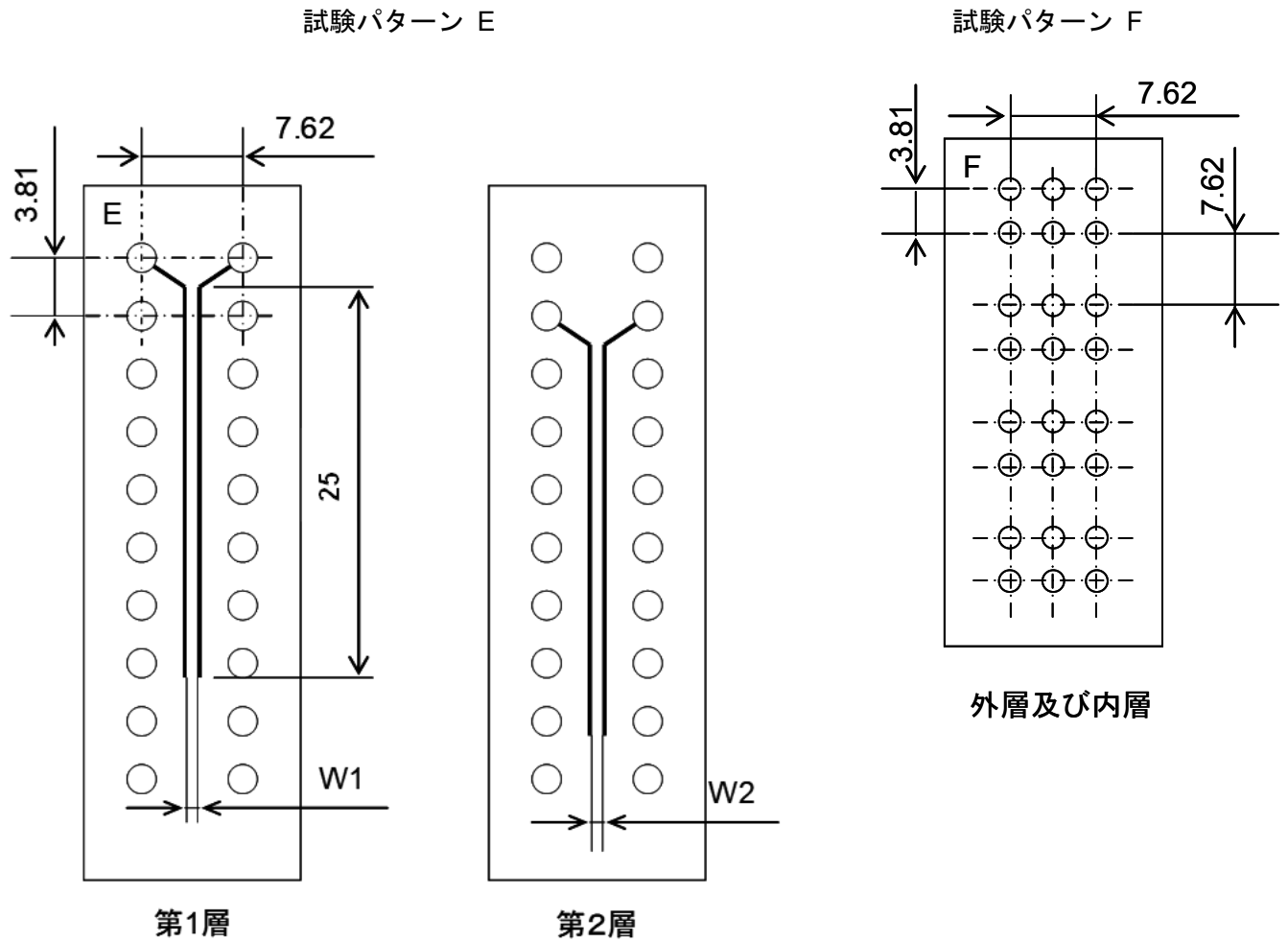
試験パターン D 及び G



この図は、1層-6層間及び7層-12層間がSVHの例である

図 H-21 試験パターン (多層板) (3/11)

単位 : mm



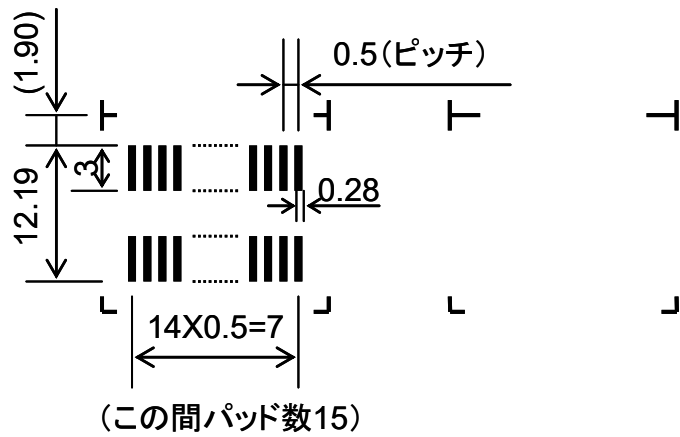
W1 : 製品に適用される外層の最小導体間げき又は0.14mm

W2 : 製品に適用される内層の最小導体間げき又は0.08mm

図 H-21 試験パターン (多層板) (4/11)

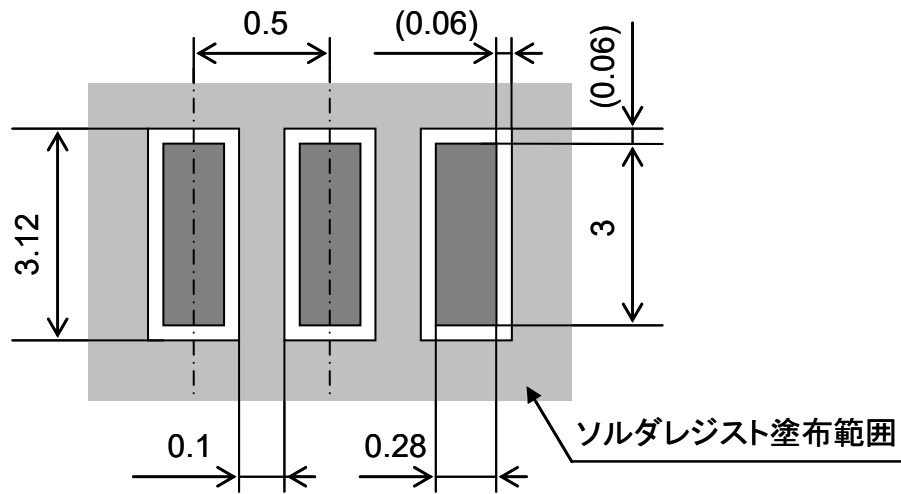
単位：mm

試験パターン H



表面

裏面(パターン無し)

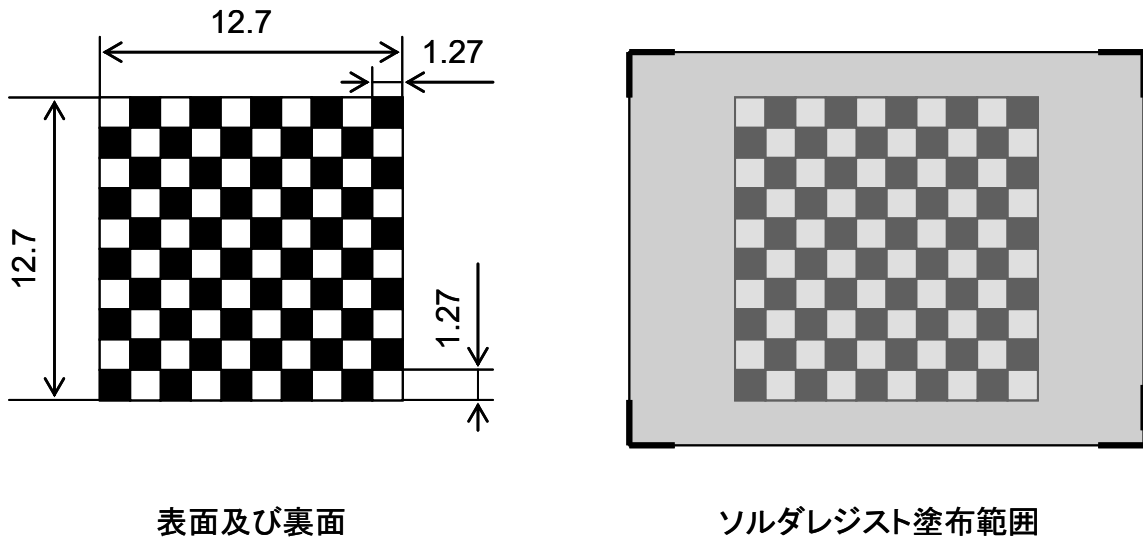


パッド部拡大

図 H-21 試験パターン (多層板) (5/11)

単位 : mm

試験パターン J



試験パターン K 及び L

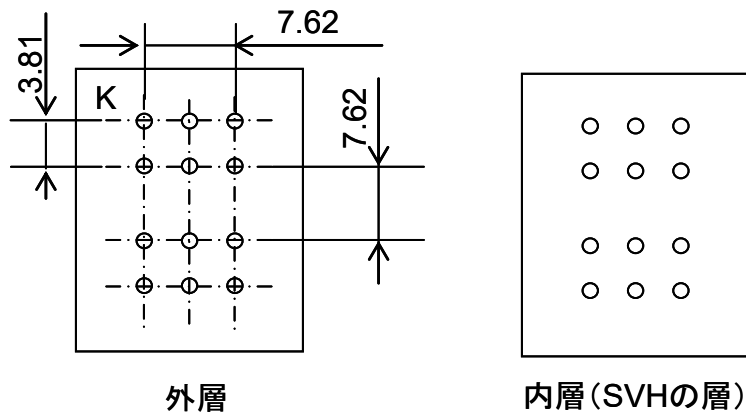


図 H-21 試験パターン (多層板) (6/11)

試験パターン M1 (Dog-Bone 構造)

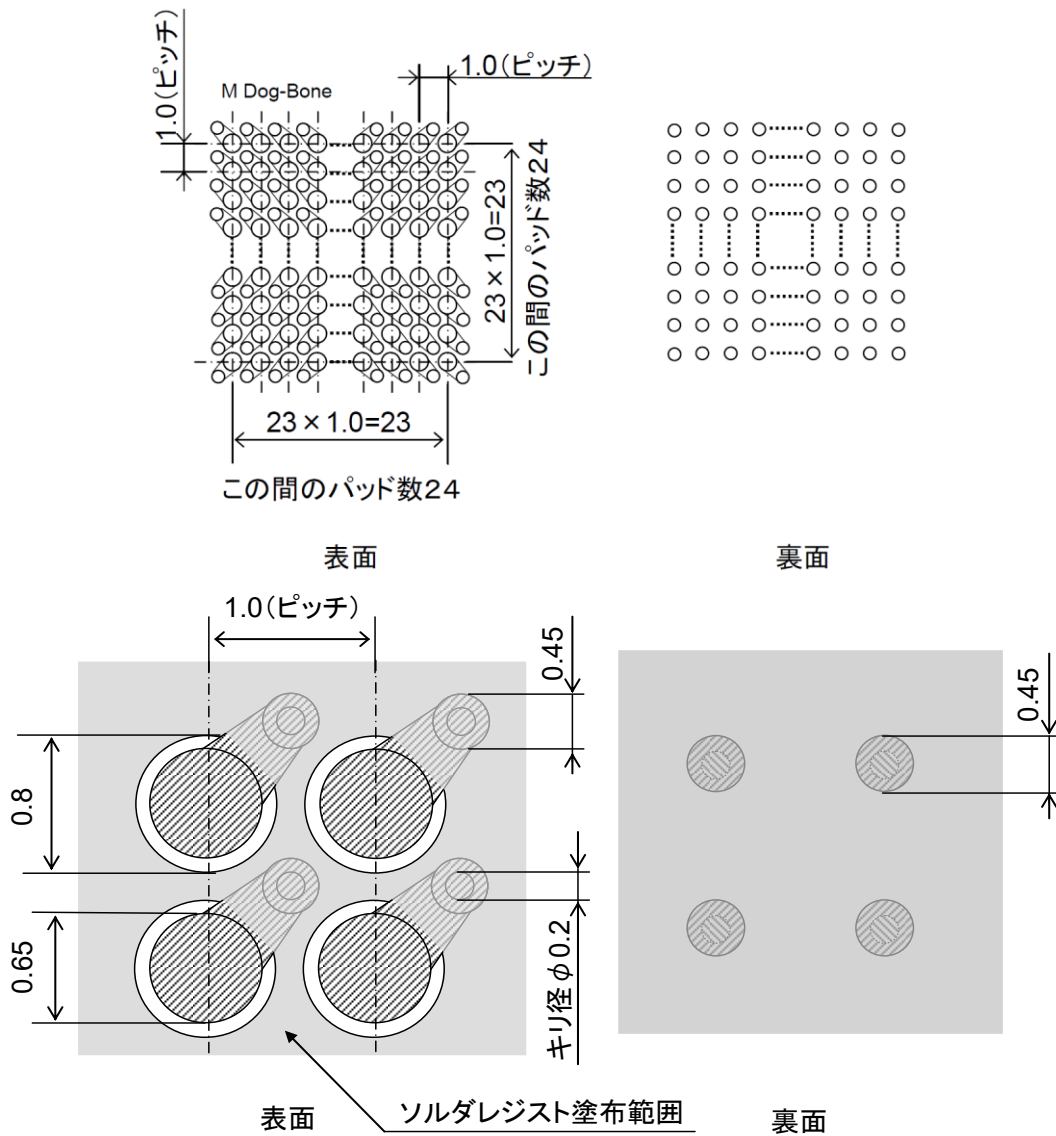


図 H-21 試験パターン (BGA 等のパッド例) (7/11)

試験パターン M2 (VIP 構造)

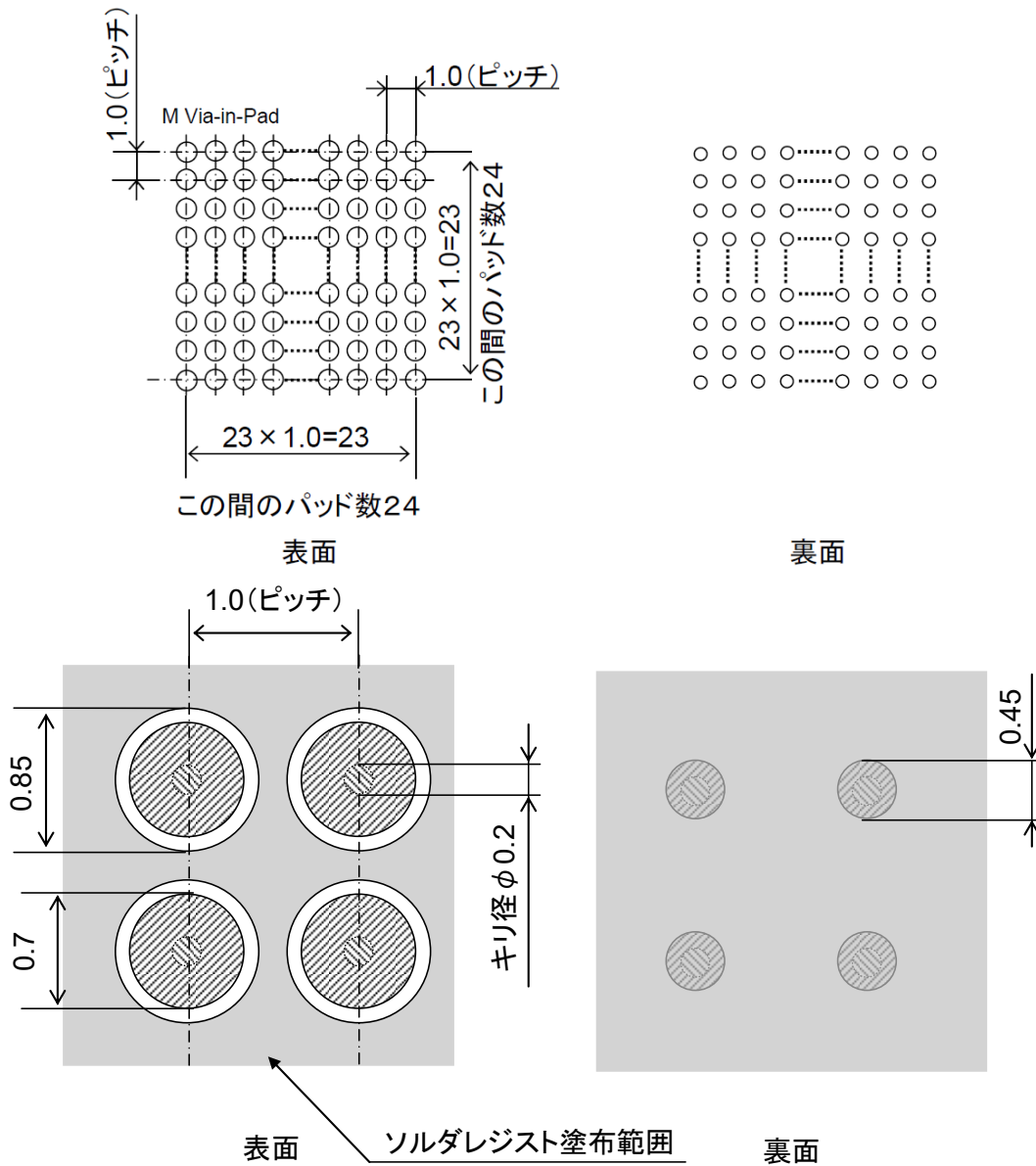


図 H-21 試験パターン (BGA 等のパッド例) (8/11)

試験パターンN

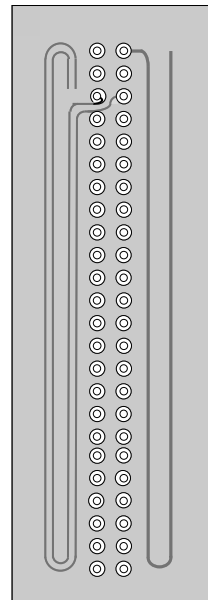
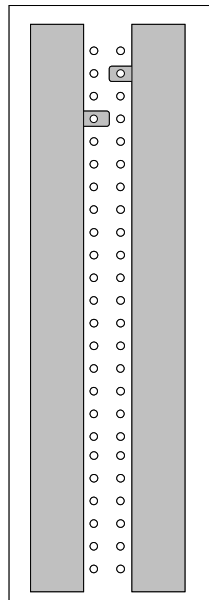
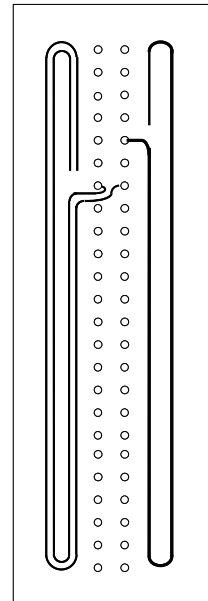
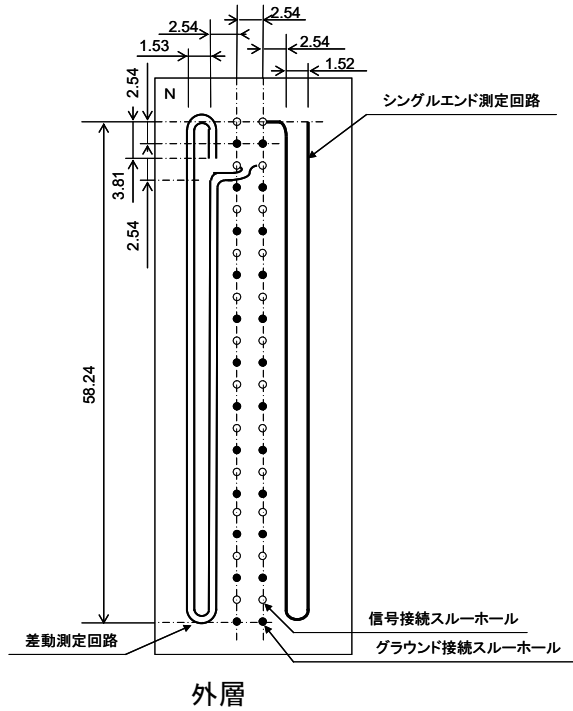


図 H-21 特性インピーダンス試験パターン (9/11)

試験パターン○

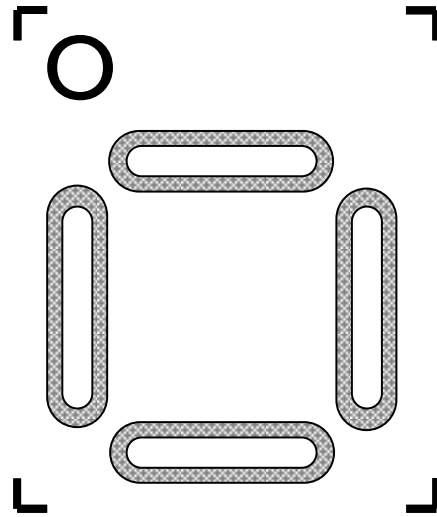
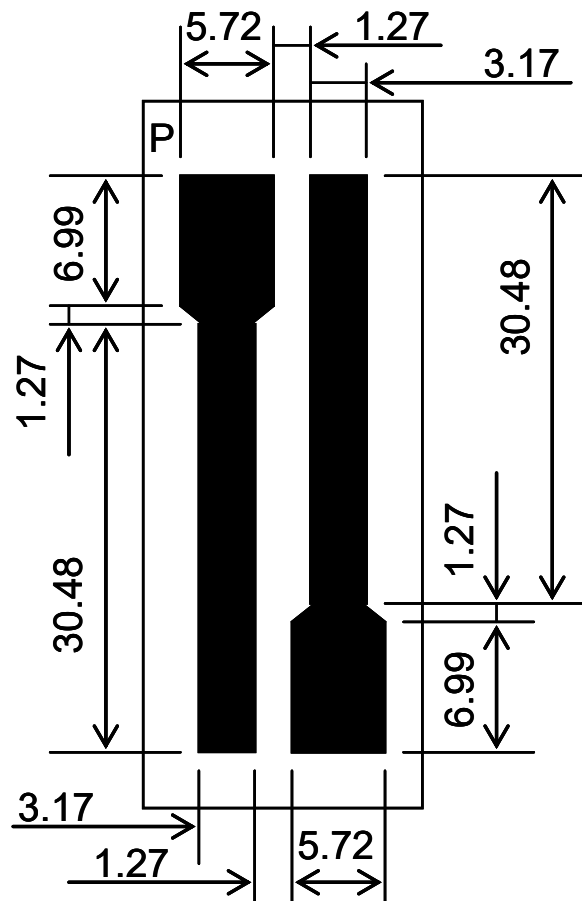


図 H-21 試験パターン (10/11)

試験パターンP



表面及び裏面

図 H-21 引きはがし強度試験パターン (11/11)

H.4.2 工程内検査

プリント配線板の製造ロットごとに表 H-15 に規定された工程内検査を実施しなければならない。なお、H.3.4.1 項（導体、基材及びソルダレジストの外観）、H.3.4.2 項（寸法）、H.3.4.3 項（表示）、H.3.8 項（清浄度）及び H.3.4.2.1 項（BGA 等のパッド部の寸法）の要求を満足しなければならない。

表H-15 工程内検査

No.	項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	検査数	検査時期
1	内層の外観、寸法 及び表示など	H.3.4.1 H.3.4.2 H.3.4.3	H.4.5.4.1 H.4.5.4.2 H.4.5.4.3	全数	内層回路形成後 積層前処理前
2	外層の導体 外層の基材	H.3.4.1.1 H.3.4.1.2	H.4.5.4.1	全数	外層回路形成後 ソルダレジスト塗布前
3	清浄度	H.3.8	H.4.5.10	抜取り ⁽¹⁾	外層回路形成後 ソルダレジスト塗布前
4	BGA 等のパッド 部の寸法 ⁽²⁾	H.3.4.2.1	H.4.5.4.2	全数	ソルダレジスト形成後 はんだコート前

注⁽¹⁾ 抜取りは、JIS Z 9015-1 なみ検査の 1 回抜取り方式 AQL1.0%を適用する。ロットは、同日に同じ回路形成工程で処理を行い、ソルダレジストを塗布する製品とすることができる。

注⁽²⁾ H.4.5.4.2 項 a)の 5)コプラナリティについては、認定試験時では測定するが、品質確認試験では調達者から要求があった場合にのみ測定する。

H.4.3 認定試験

H.4.3.1 試料

試料は、認定審査代行機関の承認を得た、この付則の要求事項を確認するのに十分な最小導体幅、最小導体間げき、SVH、小径ビアホール及び層数を有するプリント板（製品）及び製品と同一のワークボードから製造された試験パターンで構成されなければならない。

認定範囲に、割り基板を含むときは、試験に供する試料が割り基板であることとし、割り基板には長穴状のスリット、Vカット、ミシン目のいずれか 1 つ以上を含んでいなければならない。

H.4.3.2 試験項目及び試料数

試験は、表 H-16 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。Ⅰ、Ⅱ群の試験を行った後、Ⅲ群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、Ⅲ群以下の試験は、群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行うこと。

製品の試料数は各6枚とする。試験パターンの試料数は表H-16による。

表H-16 認定試験

群	順序	試 験 項 目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		許 容 不良数	
					試料数			
					製 品	試験パターンの ⁽¹⁾ ⁽²⁾		
I	1	導体、基材及び ソルダレジストの外観	H.3.4.1	H.4.5.4.1	No.1~ No.6	A、B、C、D、E、 F、G、H、K、L、 M、N、O及びP	0	
		寸法 表示	H.3.4.2	H.4.5.4.2 ⁽⁸⁾				
	2	ワークマンシップ	H.3.6	H.4.5.8		適用しない N		
	3	そり及びねじれ	H.3.5	H.4.5.7				
4	特性インピーダンス	H.3.3.15	H.4.5.11.4					
II	1	めっき密着性及び オーバハング	H.3.7	H.4.5.9	No.1~ No.6	C ⁽⁶⁾		
	2	アンダカット	H.3.4.6	H.4.5.5.15				
III	1	構造の完全性	H.3.4.4	H.4.5.5	No.1	A、F、K、M及 びO		
	2	スルーホール引き抜き強度	H.3.10.1	H.4.5.12.1				F
	3	ソルダレジストの厚さ	H.3.4.5	H.4.5.6				J
	4	表面導体の引き剥がし強度 ⁽³⁾	H.3.10.3	H.4.5.12.2				P
IV	1	接続抵抗	H.3.9.3	H.4.5.11.3	No.2	D		
	2	耐ホットオイル性	H.3.11.3	H.4.5.13.3				
	3	接続抵抗	H.3.9.3	H.4.5.11.3				
V	1	回路 ⁽⁴⁾	H.3.9.2	H.4.5.11.2	No.3	E、G		
	2	接続抵抗 ⁽⁷⁾	H.3.9.3	H.4.5.11.3				
	3	熱衝撃〔I〕	H.3.11.1.1	H.4.5.13.1a)				
	4	回路 ⁽⁴⁾	H.3.9.2	H.4.5.11.2				
	5	接続抵抗 ⁽⁷⁾	H.3.9.3	H.4.5.11.3				
VI	1	耐湿性及び絶縁抵抗	H.3.11.2	H.4.5.13.2	No.4	E		
	2	耐電圧	H.3.9.1	H.4.5.11.1				
VII	1	熱ストレス	H.3.11.4	H.4.5.13.4	No.5	A、B、L、M 及びO		
	2	はんだ付け性	H.3.10.2	H.4.5.12.3			B及びH ⁽⁵⁾	
VIII	1	耐放射線性	H.3.11.5	H.4.5.13.5	No.6	適用しない		
—	—	材 料	H.3.2	H.4.5.2	適用しない		適用 しない	

注(1) 試験パターンの試料数のうち、I群は、II群以下に規定するパターンの合計とし、II群以下は規定するパターンごとに1個とすること。ただし、表示で不合格となった場合には、良品と交換することができる。

認定試験のサンプルを1ワークボードで6製品を製造する場合は、パターンA、F及びMは2個、その他パターンは各1個とする。

(2) 認定試験に供する製品と同時に製造すること。また、III群以下に規定する試験パターンは、その群で試験を実施する製品と同じワークボードから製造されていること。

- (3) 認定の範囲に銅箔積層構造を採用する場合に実施すること。
- (4) 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。
- (5) 「B」は、熱ストレスに供試したものであること。また、「B」はスルーホール、「H」は表面導体について試験すること。
- (6) 試験パターンCの断面観察からアンダカットの有無を測定によって確認する。アンダカットが有る場合はH.3.4.6項に規定された要求を満足するか確認する。
- (7) 接続抵抗については、試験パターンGで試験すること。
- (8) H.4.5.4.2 項 a)の 5)に示されているコプラナリティの測定は、認定試験時は必須項目として実施すること。

H.4.4 品質確認試験

H.4.4.1 品質確認試験（グループA）

H.4.4.1.1 試料

製品、及び製品と同時に製造した試験パターンにより試験を行う。

1組の割基板の中で、製造工程において不合格と判定され、不合格と表示された個片のプリント板を含む場合、この1組の割基板を試験ロットの一部として供試することができる。ただし、合否判定に影響を与えないようにするために、不合格の表示がされた個片のプリント板は、試料として扱ってはならない。

なお、1組の割基板とは、同一図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたもの、又は異なる図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたものをいう。

H.4.4.1.2 試験項目及び試料数

グループA試験は、表H-17に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンは、表H-17に記載した試験パターンをそれぞれ1個準備する。

表H-17 品質確認試験（グループA）

試 験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		
					試料数		許 容 不良数
群	順序	項 目			製 品	試験パ ターン	
I	1	設計及び構造	H.3.3	H.4.5.3	全数	適用しない	0
	2	導体、基材及び ソルダレジストの外観 寸 法 表 示	H.3.4.1	H.4.5.4.1			
			H.3.4.2	H.4.5.4.2			
			H.3.4.3	H.4.5.4.3			
	3	ワークマンシップ	H.3.6	H.4.5.8			
	4	そり及びねじれ	H.3.5	H.4.5.7			
5	特性インピーダンス	H.3.3.15	H.4.5.11.4	N ⁽¹⁾			
II	1	アンダカット	H.3.4.6	H.4.5.5.15	適用し ない	C ⁽⁶⁾	0
III	1	回 路	H.3.9.2	H.4.5.11.2	全数	適用しない	
IV	1	熱ストレス	H.3.11.4	H.4.5.13.4	適 用 しない	A、F、K ⁽²⁾ 、 M ⁽³⁾ 及びO ⁽⁴⁾	
V	1	はんだ付け性	H.3.10.2	H.4.5.12.3	適 用 しない	F 及び H ⁽⁵⁾	

注⁽¹⁾ 「N」は特性インピーダンスの要求がある場合に試験する。

⁽²⁾ 「A」は、製品に小径ビアホールを有する場合のみ試験する。また、「K」は、製品にSVHを有する場合のみ試験する。

⁽³⁾ 「M」は製品にBGA等のパッドがある場合に試験する。

⁽⁴⁾ 「O」は側面めっきの要求がある場合に試験する。

⁽⁵⁾ 「F」はスルーホールについて、「H」は表面導体について試験すること。

⁽⁶⁾ 試験パターンCの断面観察によってアンダカットの有無を確認する。なお、アンダカットが発生しないプリント配線板の製造工法を適用している場合は、アンダカットの測定は適用しない。

H.4.4.2 品質確認試験（グループB）

H.4.4.2.1 試料

グループB試験に供する試験パターンは、グループA試験に供する試験パターンと同時に製造され、グループA試験に合格した試験ロットから選択されなければならない。

H.4.4.2.2 試験項目及び試料数

グループB試験は表H-18に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンについては、各群に1個とする。

表 H-18 品質確認試験（グループ B）

試験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定	
群	順序	項目			試験パターン	許容 不良数
I	1	めっき密着性及び オーバハング	H.3.7	H.4.5.9	C	} 0
II	1	スルーホール引き抜き強度	H.3.10.1	H.4.5.12.1	F	
III	1	接続抵抗	H.3.9.3	H.4.5.11.3	D	
	2	耐ホットオイル性	H.3.11.3	H.4.5.13.3		
	3	接続抵抗	H.3.9.3	H.4.5.11.3		
IV	1	回路 ⁽¹⁾	H.3.9.2	H.4.5.11.2	E及びG	
	2	接続抵抗 ⁽³⁾	H.3.9.3	H.4.5.11.3		
	3	熱衝撃〔Ⅱ〕	H.3.11.1.2	H.4.5.13.1b)		
	4	回路 ⁽¹⁾	H.3.9.2	H.4.5.11.2		
	5	接続抵抗 ⁽³⁾	H.3.9.3	H.4.5.11.3		
V	1	耐湿性及び絶縁抵抗	H.3.11.2	H.4.5.13.2	E	
	2	耐電圧	H.3.9.1	H.4.5.11.1		
VI	1	表面導体の引き剥がし強度	H.3.10.3	H.4.5.12.2	P ⁽²⁾	

注⁽¹⁾ 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」で試験すること。

⁽²⁾ 表面導体の引き剥がし試験は、銅箔積層構造を有する場合に実施する。ただし、認定の範囲に銅箔積層構造が含まれており、銅箔積層構造を持たない製品でグループ B 試験を実施した場合には、銅箔積層構造を有する製品の最初のロットで試験を実施すること。

⁽³⁾ 接続抵抗については、試験パターン G で試験すること。

H.4.5 試験方法

H.4.5.1 試験条件

試験条件は、MIL-STD-202 の 4.2 項による。ただし、基準状態は、温度 15°C~35°C、湿度 20%~80% (RH)、照度 750 ルクス以上とすること。

H.4.5.2 材料

銅張積層板及びプリプレグ及び銅箔については、使用した材料のロット毎に、適用規格を満足することを示す文書により確認を行う。他の材料については、認定時に、要求規格を満足することを示す文書により、確認を行う。

H.4.5.3 設計及び構造

製造図面又はアートワークマスタと、本付則及び個別仕様書に定める認定範囲を照合する。製品が製造図面の指定どおりであることを照合する。

H.4.5.4 外観、寸法、表示など

H.4.5.4.1 導体、基材、及びソルダレジストの外観

外観の検査は、4倍から10倍の拡大鏡を使用して行う。

a) 導体

導体パターンの検査に対し、自動外観検査装置（AOI : Automatic Optical Inspection Machine）を適用しても良い。欠陥の判定には、計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

b) 基材

欠陥の判定には計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

c) ソルダレジスト

欠陥の判定には10倍の拡大鏡を使用する。

H.4.5.4.2 寸法

計測するに十分な精度の計測器を使用し測定する。

a) BGA等のパッド部の寸法

BGA等のパッドを有するプリント板については、以下の寸法測定を実施する。プリント板に複数のBGA等のパッドが存在する場合、測定対象はBGA等のパッド面積が最も大きいものを選択する。BGA等のパッド面積が同じ場合、任意の1箇所とする。各測定位置の詳細は図H-20による。

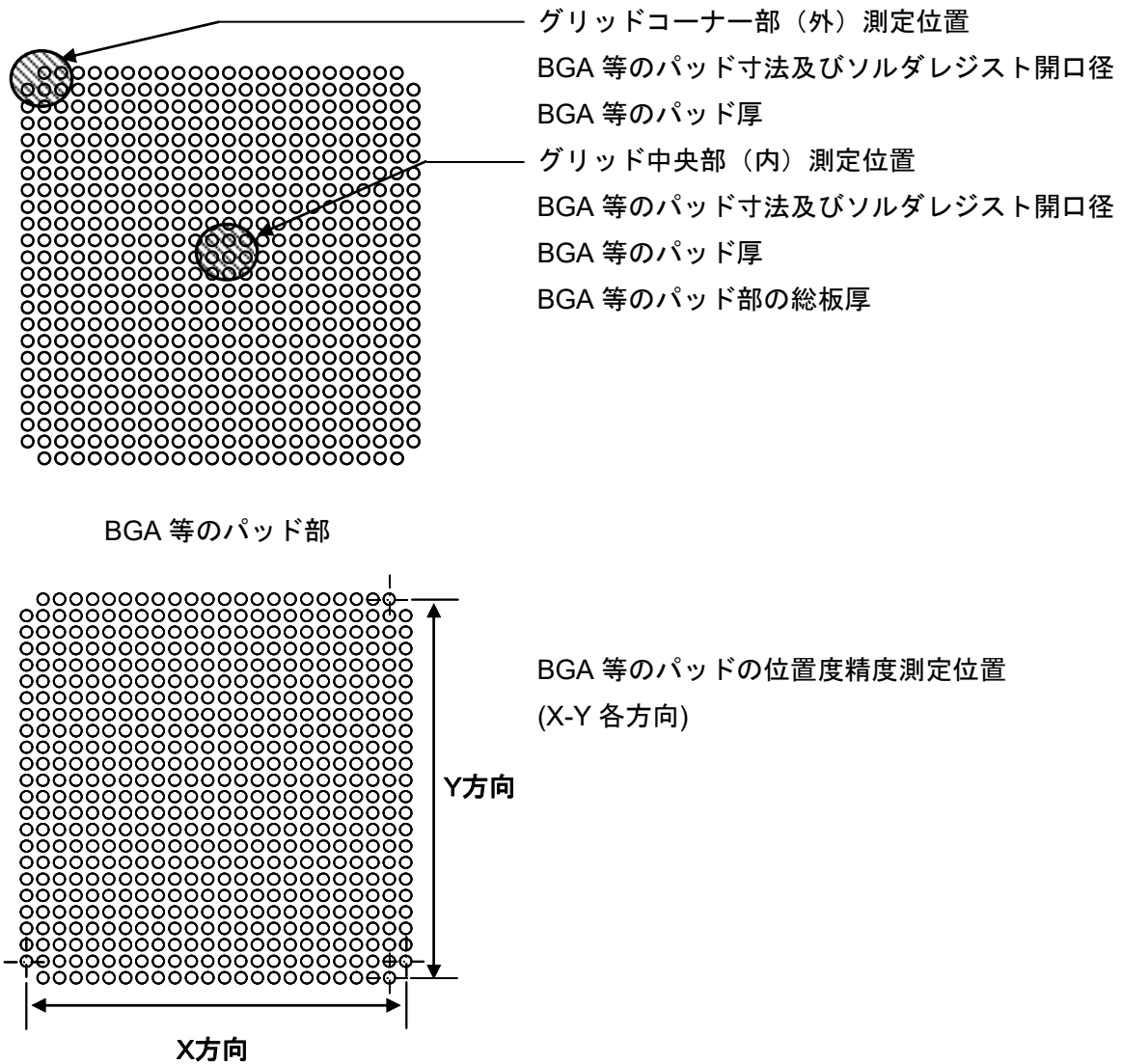
1) BGA等のパッド寸法、及びソルダレジストの開口径

BGA等のパッドのグリッドコーナ一部（外）、中央部（内）について、それぞれ1箇所を光学的計測器を使用し測定する。

2) BGA等のパッドの位置度精度

BGA等のパッドの外周列のX方向及びY方向について、計測するのに十分な2次元測長器、又はそれと同等の能力を有する測定器を用いて測定する。

- 3) BGA等のパッドの基材からの高さ（パッド厚）
BGA等のパッドのグリッドコーナ一部（外）、中央部（内）について、それぞれ1箇所を金属顕微鏡による焦点深度法により測定を行う。
- 4) BGA等のパッド部の総板厚
はんだコート、ソルダレジストを含む総板厚について、BGA等のパッドの中心部をマイクロメーターを用いて測定する。



図H-20 BGA等の部の寸法測定位置

5) コプラナリティ

BGA等のパッドの対角方向に、パッド面の高さを3次元測定器を用いて測定する。測定は、図H-23に従って1辺の対角線上のパッド数の少なくとも4点以上とする。測定する方向は、2方向とする。

コプラナリティは、測定したパッドの最も低い箇所を基準面とし、相対高さとして表す。（図H-21参照）

b) 水平方向の断面

穴を含む多層板の材料を樹脂に埋め込み研磨する。任意の導体層を選び、その層を平行に研磨する。研磨によってその導体層が断面の表面に出るように作製する。

作製した水平方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホール品質（水平方向の内部接続）の検査を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

作製した断面はソフトエッチングを行ってはならない。

H.4.5.5.2 ボイド

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

H.4.5.5.3 ランドの浮き

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

H.4.5.5.4 銅箔のクラック

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

H.4.5.5.5 内層接続

H.4.5.5.1項 a)及びb)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

H.4.5.5.6 めっき厚さ

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、最小200倍の倍率で測定する。めっき厚さは1個の穴について3箇所を計測し、その最小値を読み取る。

蓋めっきの厚さは、1個の穴に対して、最も薄い箇所を測定する。

H.4.5.5.7 ラミネートクラック

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

H.4.5.5.8 デラミネーション及びブリスタ

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

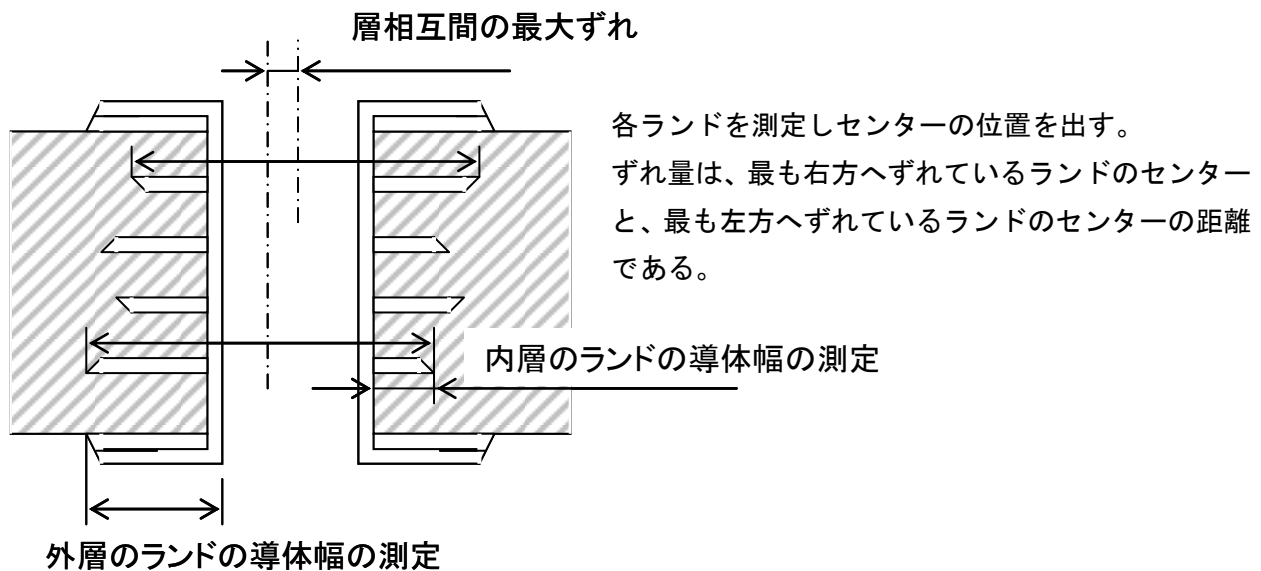
H.4.5.5.9 層相互間のずれ

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。穴を中心に多層板の長さ方向及びその直角方向のずれを測定する。層相互間のずれの検査のための断面作製においては、穴の1個以上は多層板の長さ方向に平行に、他の1個以上はこれと直角に断面を作製しなければならない（図H-22参照）。

H.4.5.5.10 ランドの導体幅（アニュラリング）

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。

外層のランドの導体幅は、スルーホールをめっきの表面からランドの端までを測定する。内層のランドの導体幅は、穴あけされたエッジからランドの端のエッジまでを測定する（図H-22参照）。



図H-22 層相互間のずれ及びランドの導体幅の測定

H.4.5.5.11 絶縁層厚

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で測定する。

H.4.5.5.12 蓋めつきと充填樹脂の密着

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

H.4.5.5.13 蓋めつき部の突起と窪み

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、最小50倍の倍率で観察及び測定を行う。

H.4.5.5.14 充填樹脂の充填性

H.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～50倍の倍率で観察及び測定を行う。

H.4.5.5.15 アンダカット

試験パターンCに対し、導体の垂直断面が確認できる方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の形状が確認できるように作成する。作成した断面を、50～100倍の倍率で測定を行う。

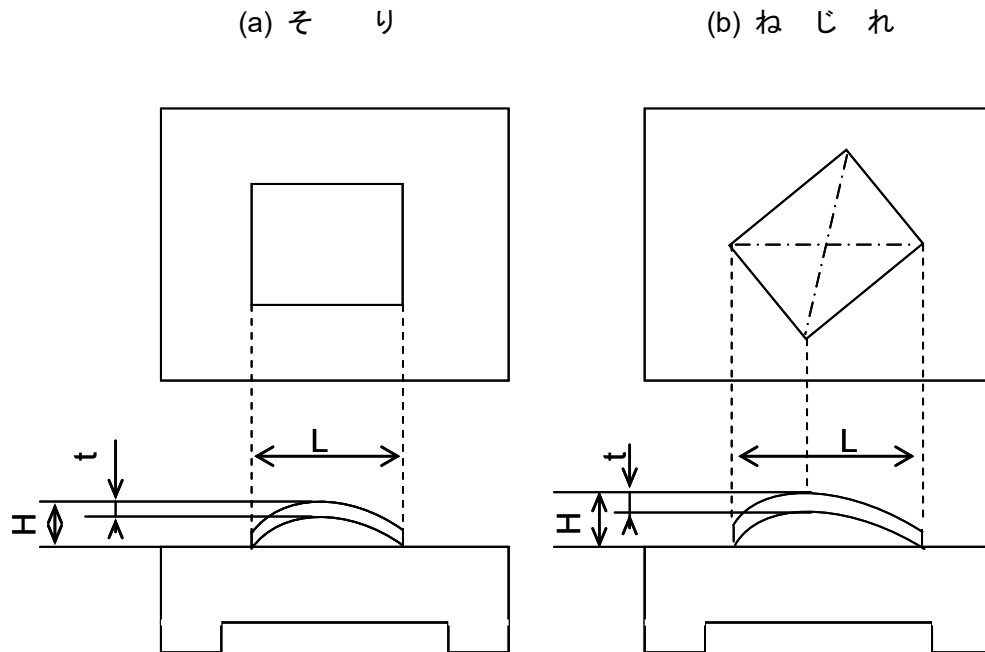
H.4.5.6 ソルダレジストの厚さ

導体に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の垂直方向の中心が断面の表面に出るように作製する。作製した垂直の断面を、200倍以上の倍率で測定する。

H.4.5.7 そり及びびねじれ

プリント板の凸曲面を上にして水平な定盤の上に置き、プリント板の最も高い位置で定盤面からの高さを測定する（図 H-23 参照）。次式でそり及びびねじれの値を計算する。

$$\text{そり及びびねじれ} = \frac{H-t}{L} \times 100 (\%)$$



H: 定盤面からの高さ (mm)
t: プリント板の厚さ (mm)
L: 辺又は対角線の長さ (mm)

図H-23 そり及びねじれの測定

H.4.5.8 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップは4倍から10倍の拡大鏡によって検査する。

H.4.5.9 めっき密着性及びオーバハング

導体上に A-A-113 の Type I、Class A、又は JIS Z 1522 による感圧セロハンテープ（幅 12.7mm、長さ 50mm 以上）を貼り付け、気泡を除くようにしっかりと押さえつける。引きはがしのため、テープの端は接着しないで残しておく。次に、このテープをプリント板と直角の方向に急激に引きはがす。各試料に対し、毎回新しいテープを使用して各面 3 箇所の異なった位置に対してこの試験を実施する。オーバハング部が破壊されてテープに付着した場合は、密着不良とはみなさずスリバとして判定する。

H.4.5.10 清浄度

適当な漏斗を電解ビーカの上に置き、試料を漏斗の中に吊るす。イソプロピルアルコールと蒸留水の容積比が75%対25%の洗浄液（ただし、固有抵抗は $6 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を用意する。吊るされた試料の上方から、両面にこの洗浄液をかける。この洗浄液の量は各面の 6.5cm^2 当たり100mlが回収できる量とする。洗浄時間は1分以上とする。回収した洗浄液の固有抵抗値を電導率計又は同等の計測範囲と精度を有する装置で測定する。

なお、表H-19に規定する、同等の測定方法を用いてもよい。

表H-19 同等の測定方法

測定装置	固有抵抗 ($\times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	等価 ファクタ	塩化ナトリウムの 等価量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
電導率計	2	1	1.56
Omega Meter ⁽¹⁾	2	1.39	2.2

注⁽¹⁾ Alpha Metals Incorporated, "Omega Meter"

H.4.5.11 電気的性能

プリント板の電気的性能に関する試験は、以下の方法による。

H.4.5.11.1 耐電圧

MIL-STD-202の方法301によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- 印加電圧：500V_{AC} ピーク又は500V_{DC}
- 印加時間：30 秒間
- 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の隣接するパターン間

H.4.5.11.2 回路

a) 導通試験

それぞれの回路又は接続されている一連の回路に2A以下の電流を流し、断線の有無を確認する。

b) 短絡試験

すべての導体の共通端子と隣接した導体の共通端子との間に250V_{DC}の電圧を印加し、短絡の有無を確認する。

H.4.5.11.3 接続抵抗

0.5m Ω 未満の測定が可能な四端子法の計測器によって、スルーホール端子間の抵抗値を測定する。

H.4.5.11.4 特性インピーダンス

IPC-TM-650の2.5.5.7項によって試験する。

H.4.5.12 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

H.4.5.12.1 スルーホール引き抜き強度

ランド部から6mm以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、はんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60Wのものを使用し、こて先温度が232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分50mmの速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値（L）に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{(d_2)^2 - (d_1)^2\}}{4}$$

L：引張力（N）

d₁：穴径（cm）

d₂：ランド径（cm）

H.4.5.12.2 表面導体の引き剥がし強度

IPC-TM-650の2.4.8項によって試験する。ただし、次の条件を適用する。

- a) 常態

試験条件 A とする。

- b) 熱ストレス後
試験条件 B とする。

H.4.5.12.3 はんだ付け性

- a) スルーホール
H.4.5.13.4 項の検査で作製した断面を利用して、はんだのぬれ性を検査する。
- b) 表面導体及び側面めっき
MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたフラックスに試料を浸せきした後、試料を取り出し、60 秒間フラックスをきる。はんだ槽に MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたはんだを熔融し、きれいなステンレス製のパドルでかき混ぜ、温度が 226°C~238°C の範囲であることを確認する。試料を浸せきする直前にはんだかす及び燃えたフラックスをはんだ表面から取り除く。試料を垂直に毎秒 25mm±6mm の速さではんだ槽に入れ、4 秒±0.5 秒間保持した後、毎秒 25mm±6mm の速さで引き上げる。引き上げた後、試料を垂直の状態に保持したまま、はんだが固化するまで空冷する。このとき、急冷してはならない。はんだの固化後、導体の表面のはんだの状態を検査する。

H.4.5.13 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

H.4.5.13.1 熱衝撃

MIL-STD-202の方法107によって行う。ただし、次の条件を適用する。

- a) 熱衝撃〔Ⅰ〕（認定試験に適用）
試験条件 B とする。ただし、低温側温度を-30°C、サイクル数は 1000 サイクルとする。また、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。
前処理として、JERG-0-043 に基づく全体加熱法によるリフローを 3 回行う。この時、リフローの影響がないことを確認するために、リフロー前後の抵抗値測定を行い記録しておくこと。ただし、加熱条件については、次の条件を適用する。
 - 1) 本加熱部 : 200°C以上の時間が 45 秒以上
 - 2) ピーク温度 : 230°C以上
- b) 熱衝撃〔Ⅱ〕（品質確認試験に適用）
試験条件 B-3 (-65°C~+125°C) とする。ただし、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

H.4.5.13.2 耐湿性及び絶縁抵抗

a) 耐湿性

MIL-STD-202の方法106の最初の6段階を10サイクル実施する。試験の間、すべての層に $100V \pm 10V_{DC}$ の成極電圧を印加する。10サイクル目の段階6が終了した後、試料を槽から取り出し、直ちに $25^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ の空気を吹き付けて乾燥させてから評価する。

b) 絶縁抵抗

MIL-STD-202の方法302に従って行う。ただし、次の試験条件を適用する。

1)試験条件：B(500V)

2)電圧印加時間：1分間

3)印加箇所：同一層内及び隣接する層間の絶縁されたパターン間

H.4.5.13.3 耐ホットオイル性

試料を $120^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ で2時間乾燥し、室温まで冷却する。次に、 $260^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ の油又はワックスに5秒間浸せきした後、室温まで冷却するサイクルを1サイクルとして、これを10サイクル実施する。

H.4.5.13.4 熱ストレス

試料を $121^{\circ}C \sim 149^{\circ}C$ に2時間保持し、水分を除去する。その後、デシケータ中のセラミック板の上に置いて冷却する。それから、個別仕様書に規定されたフラックスを塗布し、はんだ槽 [Sn : $63\% \pm 5\%$ 、温度 : $288^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$] に10秒間浮かべる。試料を絶縁板上に置いて冷却してから、外観の異常の有無を確認した後、H.4.5.5.1項で作製した断面を使用して構造の完全性を検査する。はんだの温度の測定は、溶融はんだの表面から50mmを超えないところで行う。

なお、H.3.4.4.12項「蓋めっきと充填樹脂の密着」の評価用試料については、はんだ槽に10秒間浮かべ、冷却を行う操作を3回繰り返して実施する。

H.4.5.13.5 耐放射線性

大気中において、試料に γ 線(コバルト60)を1時間当たり $0.5 \times 10^4 Gy \sim 1 \times 10^4 Gy$ の割合で、総放射線量が $1 \times 10^4 Gy$ となるように照射する。照射後、試料の各部に劣化がないことを目視によって検査する。さらに、H.4.5.11.1項及びH.4.5.13.2項b)に従って耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗と耐電圧は同じ回路で測定する。

付則 J

高放熱対応プリント配線板

J.1. 総則	J-1
J.1.1 適用範囲	J-1
J.1.2 区分	J-1
J.1.3 部品番号	J-2
J.1.3.1 基材記号	J-3
J.1.3.2 層数	J-3
J.2. 適用文書など	J-3
J.2.1 適用文書	J-3
J.2.2 参考文書	J-3
J.3. 要求事項	J-4
J.3.1 認定の範囲	J-4
J.3.2 材料	J-4
J.3.2.1 銅張積層板、プリプレグ及び銅箔	J-4
J.3.2.2 ビルドアップ用高熱伝導材料（タイプⅢのみに適用）	J-5
J.3.2.3 ビア充填材料（充填樹脂）	J-5
J.3.2.4 ソルダレジストインク	J-5
J.3.2.5 マーキングインク	J-5
J.3.2.6 めっき	J-5
J.3.2.7 銅インレイ	J-6
J.3.3 設計及び構造	J-6
J.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）	J-6
J.3.3.2 プリント板用コネクタ	J-7
J.3.3.3 層間接続	J-7
J.3.3.4 エリアアレイパッケージのパッドの接続方法	J-7
J.3.3.5 ビルドアップ層（タイプⅢのみに適用）	J-8
J.3.3.6 スルーホールの穴径	J-8
J.3.3.7 LVH（タイプⅢのみに適用）	J-9
J.3.3.8 銅インレイの埋め込み	J-9
J.3.3.9 スルーホールの樹脂充填	J-9
J.3.3.10 導体幅及び導体厚	J-9
J.3.3.11 導体間げき	J-13

J.3.3.12	ランド径	J-14
J.3.3.13	BGA等のパッド	J-15
J.3.3.14	内層クリアランス	J-16
J.3.3.15	銅インレイが埋め込まれるスルーホールとのクリアランス	J-18
J.3.3.16	表面仕上げめっき	J-18
J.3.3.17	ソルダレジスト	J-19
J.3.3.18	基板外周部の側面めっき	J-19
J.3.3.19	特性インピーダンス	J-19
J.3.3.20	温度範囲	J-20
J.3.4	外観、寸法、表示など	J-20
J.3.4.1	導体、基材及びソルダレジスト及び銅インレイ部の外観	J-20
J.3.4.2	寸法	J-25
J.3.4.3	表示	J-26
J.3.4.4	構造の完全性	J-27
J.3.4.5	ソルダレジストの厚さ	J-34
J.3.4.6	アンダカット	J-34
J.3.5	そり及びねじれ	J-35
J.3.6	ワークマンシップ	J-35
J.3.6.1	修理	J-35
J.3.7	めっき密着性及びオーバハング	J-35
J.3.8	清浄度	J-35
J.3.9	電氣的性能	J-35
J.3.9.1	耐電圧	J-35
J.3.9.2	回路	J-35
J.3.9.3	接続抵抗	J-36
J.3.9.4	特性インピーダンス	J-36
J.3.10	機械的性能	J-36
J.3.10.1	スルーホール引き抜き強度	J-36
J.3.10.2	はんだ付け性	J-37
J.3.10.3	表面導体の引き剥がし強度	J-37
J.3.10.4	銅インレイの押し出し強度	J-37
J.3.11	環境的性能	J-37
J.3.11.1	熱衝撃	J-37
J.3.11.2	耐湿性及び絶縁抵抗	J-38
J.3.11.3	耐ホットオイル性	J-38
J.3.11.4	熱ストレス	J-38

J.3.11.5 耐放射線性	J-39
J.3.11.6 振動	J-39
J.3.11.7 衝撃	J-39
J.3.12 オプション試験	J-39
J.3.12.1 IST	J-39
J.3.12.2 パッド強度試験	J-40
J.4. 品質保証条項	J-40
J.4.1 試験パターン	J-40
J.4.2 工程内検査	J-54
J.4.3 認定試験	J-54
J.4.3.1 試料	J-54
J.4.3.2 試験項目及び試料数	J-55
J.4.4 品質確認試験	J-56
J.4.4.1 品質確認試験（グループA）	J-56
J.4.4.2 品質確認試験（グループB）	J-59
J.4.5 試験方法	J-60
J.4.5.1 試験条件	J-60
J.4.5.2 材料	J-60
J.4.5.3 設計及び構造	J-60
J.4.5.4 外観、寸法、表示など	J-60
J.4.5.5 構造の完全性	J-63
J.4.5.6 ソルダレジストの厚さ	J-66
J.4.5.7 そり及びねじれ	J-66
J.4.5.8 ワークマンシップ	J-67
J.4.5.9 めっき密着性及びオーバハング	J-67
J.4.5.10 清浄度	J-68
J.4.5.11 電氣的性能	J-68
J.4.5.12 機械的性能	J-69
J.4.5.13 環境的性能	J-71
J.4.5.14 オプション試験	J-74

付則 J

高放熱対応プリント配線板

J.1. 総則

J.1.1 適用範囲

この付則は、プリント配線板のうち、高放熱の構造や材料を適用し、他の付則よりも搭載部品からの熱伝導による放熱が効率的に可能な高放熱プリント配線板（以下、「プリント板」という）に適用し、それらの要求事項、品質保証条項などを規定する。

J.1.2 区分

プリント板の区分は表 J-1 による。各構造の概要を図 J-1 に示す。

なお、基板材料及び銅インレイ埋め込みや積層工法については、個別仕様書で規定する。

表J-1 区分

区分	構造
タイプⅠ	銅インレイ（露出） / 基板（付則 B、付則 H 等） ⁽¹⁾
タイプⅡ	銅インレイ（露出） / 基板（熱伝導多層材） ⁽²⁾
タイプⅢ	銅インレイ（埋込） / 基板（熱伝導多層材） + ビルドアップ層（高熱伝導材+LVH） ⁽³⁾

注⁽¹⁾ 既存の付則で認定された基板に銅インレイを追加。

⁽²⁾ 熱伝導多層材は通常が多層材よりも熱伝導率に優れる材料。

⁽³⁾ 高熱伝導材は放熱特性の高い材料でビルドアップ積層部のみに使用。

LVH=Laser via hole（Microvia）

J.3. 要求事項

J.3.1 認定の範囲

認定されるプリント板の範囲は、J.3.2項から J.3.11項に規定される材料、設計、構造、定格及び性能を満足するプリント板の製造ラインを用いて製造される製品群で、認定試験に合格した試料によって代表される範囲のものとする。

認定試験は、区分毎に実施しなければならない。

層数及び板厚は、認定試験に合格した試料の総層数以下、及び板厚以下を認定の範囲とする。

表面めっき及びはんだコートは、はんだコート又は ENPIGEG を含み認定試験を実施し、合格したものは、適用したものを認定の範囲とするが、電解ニッケルめっき及び電解金めっきは包含できる。ソルダレジストインクは認定試験時に使用したものを認定の範囲とする。

なお、より詳細な認定範囲の規定が必要な場合は、個別仕様書に規定する。

J.3.2 材料

タイプⅡ及びⅢのプリント板に使用する材料は、次による。タイプⅠのプリント板に使用する材料は、銅インレイを除き、対象となる付則によるものとする。

なお、詳細は個別仕様書で指定する。

J.3.2.1 銅張積層板、プリプレグ及び銅箔

J.2.1項に規定された銅張積層板、プリプレグ、及びプリプレグと積層して使用する銅箔は、図面に指定されたものを使用しなければならない。

基材の板厚は、0.05mm（公称）以上のものを使用しなければならない。

使用する銅箔の厚さは、表 J-3 のとおりでなければならない。銅箔のタイプは個別仕様書に規定する。(1)

表J-3 銅箔の厚さ（公称）

単位：μm

層	区分	銅箔厚
外 層	SVH 及び LVH 有り	9 以上
	SVH 及び LVH 無し	18 以上
内 層	SVH、IVH 及び LVH 有り	9 以上
	SVH、IVH 及び LVH 無し	18 以上

注(1) 使用する材料に適用する規格は個別仕様書に明記しなければならない。また、基材の詳細（樹脂のタイプ、ガラス転移点温度、誘電率、誘電正接など）は適用データ・シート（以下、「ADS」という）に記載しなければならない。

J.3.2.2 ビルドアップ用高熱伝導材料（タイプⅢのみに適用）

ビルドアップ用高熱伝導材料は、図面に指定されたものを使用しなければならない。

最外層にプリプレグと積層して使用する銅箔は、図面に指定されたものを使用しなければならない。

ビルドアップ用高熱伝導材料の特性は、熱伝導率は $1\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以上でなければならない。また、基材の詳細（熱伝導率及び測定方法、ガラス転移点温度、誘電率、誘電正接など）は ADS に記載しなければならない。

なお、方向性があるデータについては、面内、面外方向を分けて記載する。詳細は ADS に示す。

J.3.2.3 ビア充填材料（充填樹脂）

SVH、IVH 及び小径スルーホールのは、樹脂により行わなければならない。LVH の充填は、樹脂又は銅めっきにより行わなければならない。

J.3.2.4 ソルダレジストインク

プリント板に塗布するソルダレジストは、IPC-SM-840 のクラス H 相当でなければならない。また、ソルダレジスト熱伝導率は、ADS に記載しなければならない。

J.3.2.5 マーキングインク

マーキングインクは、溶剤などで容易に消滅しないインクで、プリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

J.3.2.6 めっき

すべてのスルーホール、LVH 及び蓋めっきは、無電解及び電解銅めっきにより形成されなければならない。はんだ接続部の表面は、はんだコート又は ENPIGEG めっきを適用しなければならない。はんだ接続部以外において、必要な場合は電解ニッケル金めっきを行ってもよい。

J.3.2.6.1 無電解銅めっき

電解銅めっきの前工程として、絶縁材料上に導電層を形成させるために無電解銅めっきを行わなければならない。

J.3.2.6.2 電解銅めっき

電解銅めっきは、99.5%以上の純度を有するものでなければならない。

J.3.2.6.3 電解金めっき

電解金めっきは、表J-4のとおりでなければならない。下地めっきとしてJ.3.2.6.4項に規定する電解ニッケルめっきを行うこと。めっき後の不純金属は、硬度を増加させるために添加されているものを除き、0.1%以下でなければならない。

表J-4 電解金めっき

項目	規格
純度	99.7%以上
KNOOP 硬度	91 以上 129 以下

J.3.2.6.4 電解ニッケルめっき

電解ニッケルめっきは、SAE-AMS-QQ-N-290に相当するものでなければならない。

J.3.2.6.5 はんだコート

はんだコートに用いるはんだは、すずの含有量が50%～70%でなければならない。

J.3.2.6.6 ENPIGEG（無電解ニッケル／無電解パラジウム／置換金／無電解金）

ENPIGEGめっきは、銅回路上に下地めっきとして無電解Niめっきを行い、その上に無電解Pdめっきを行い、さらにその上に無電解Auめっきを行うものである。⁽¹⁾

注⁽¹⁾ Pd/Au めっきが厚くなると、挿入部品や熱容量の大きい部品を実装する際に、IMC（金属間化合物）層や凝固収縮プロセスの影響からクラックが生ずる恐れがある（JERG-1-009 引用）。

J.3.2.7 銅インレイ

高放熱化のための銅インレイの材料は、純銅（99%以上）でなければならない。また、銅インレイの詳細（規格、硬度（熱処理の有無））はADSに記載しなければならない。

J.3.3 設計及び構造

タイプⅠ、Ⅱ及びⅢのプリント板の設計及び構造は、次による。タイプⅠのプリント板の設計及び構造は、銅インレイ埋め込みを除き、対象となる付則によるものとする。

J.3.3.1 製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）

プリント板は、本項に基づいて製造図面化する。

製造図面及びアートワークマスタ（又は製造用原版）は、調達者が承認したものでなければならない。製造図面とアートワークマスタ（又は製造用原版）との間に相違がある場合には、製造図面が優先する。

J.3.3.2 プリント板用コネクタ

直接形のプリント板用コネクタ（カードエッジコネクタ）は使用してはならない。

J.3.3.3 層間接続

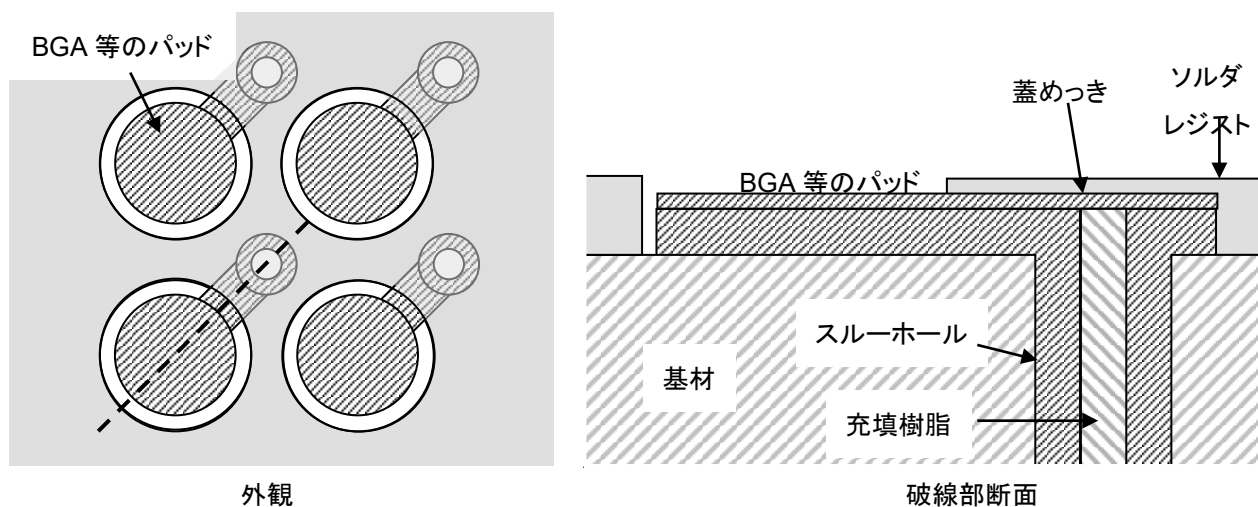
プリント板の各層の接続はLVH、小径ビアホール、IVH、SVH又はスルーホールによらなければならない。また、銅インレイを含むスルーホールを信号等の導通を目的として使用する場合、製造図面に指示すること。

J.3.3.4 エリアレイパッケージのパッドの接続方法

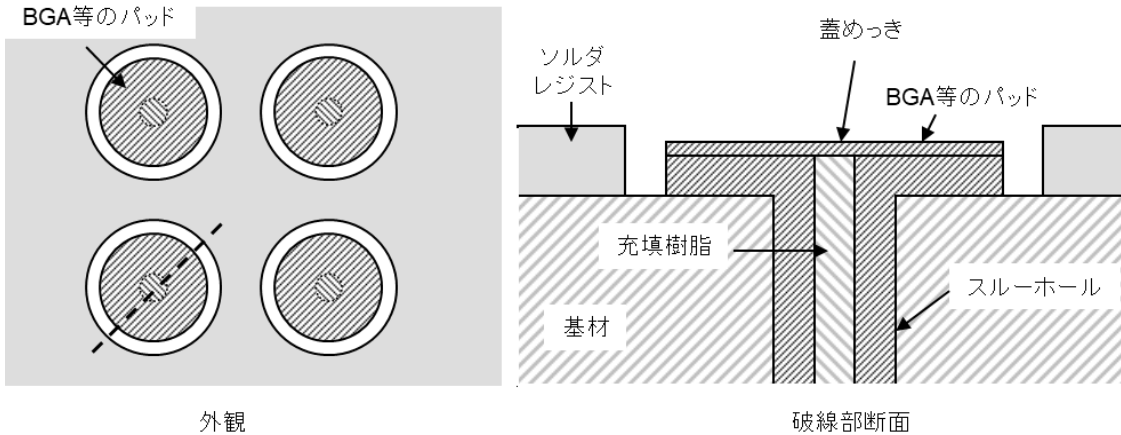
エリアレイパッケージ（以下、「BGA等」という）のパッドの接続方法は、Dog-Bone構造又はVia-in-Pad（以下、「VIP」という）構造によらなければならない。

Dog-Bone構造は、BGA等のパッドから回路を引き出して小径ビアホール、SVH及びLVHに接続する構造であり、詳細を図J-2に示す。小径ビアホールは、樹脂充填及び蓋めっきが施されていなければならない。LVHは銅めっきによる充填、又は樹脂による充填及び蓋めっきが施されていなければならない。

VIP構造は銅めっきによる充填、又は樹脂による充填及び蓋めっきされたLVH、又は樹脂充填及び蓋めっきを施したSVH又は小径ビアホールの直上をBGA等のパッドとする構造である。詳細を図J-3に示す。



図J-2 Dog-Bone構造の外観・断面図



図J-3 Via-in-Pad構造の外観・断面図

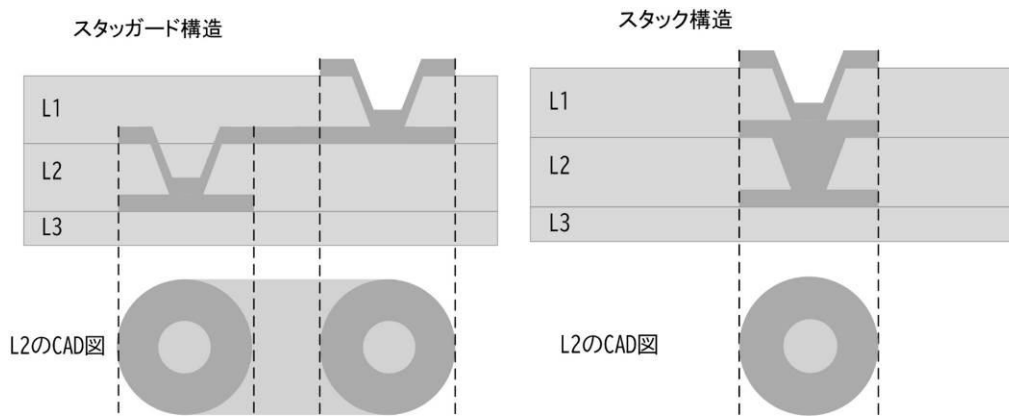
J.3.3.5 ビルドアップ層（タイプⅢのみに適用）

基板の表裏でビルドアップ層の層数は同一でなければならない。

ビルドアップ層の各層間の接続は、スタガードビア又はスタックビア構造とし、個別仕様書に規定すること。

なお、スキップビアの使用は禁止とする。

詳細を図 J-4 に示す。



図J-4 レーザビア構造の外観・断面図（スタガード構造・スタック構造）

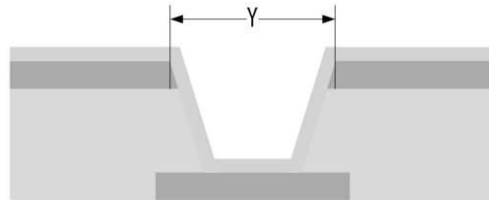
J.3.3.6 スルーホールの穴径

小径ビアホール、IVH 及び SVH の最小穴径は、いずれもキリ径として $\phi 0.20\text{mm}$ 以上でなければならない。ビアホールのランドを、BGA 等のパッドとして用いる場合、ビアホールのキリ径は $\phi 0.20\text{mm}$ 以下でなければならない。

J.3.3.7 LVH（タイプⅢのみに適用）

LVHの最小穴径 Y は、 $\phi 0.15\text{mm}$ 以上でなければならない。また、構造の詳細として、アスペクト比、テーパ構造の有無、レーザー工法（ダイレクトレーザー、コンフォーマルマスクなど）を個別仕様書に規定する。

注⁽⁴⁾ ランド径はJ.3.3.12項に記載する。



図J-5 LVH断面図（スタック構造）

J.3.3.8 銅インレイの埋め込み

銅インレイを埋め込む部分は、製造図面上に指定しなければならない。埋め込み可能な銅インレイ形状やその他設計情報などは、個別仕様書に記載すること。

J.3.3.9 スルーホールの樹脂充填

ビア充填材料により充填を行う小径ビアホール及びビア充填材料により充填を行う外層のLVHは、製造図面上に指定しなければならない。

VIP構造に適用する小径ビアホール、SVH及びLVHは、ビア充填材料により充填しなければならない。

J.3.3.10 導体幅及び導体厚

導体幅の最小設計値は、表J-5のとおりでなければならない。

導体幅及び導体厚は、導体断面積及び導体に流れる電流による温度上昇から求められる許容電流（電流容量）を考慮し設計しなければならない。

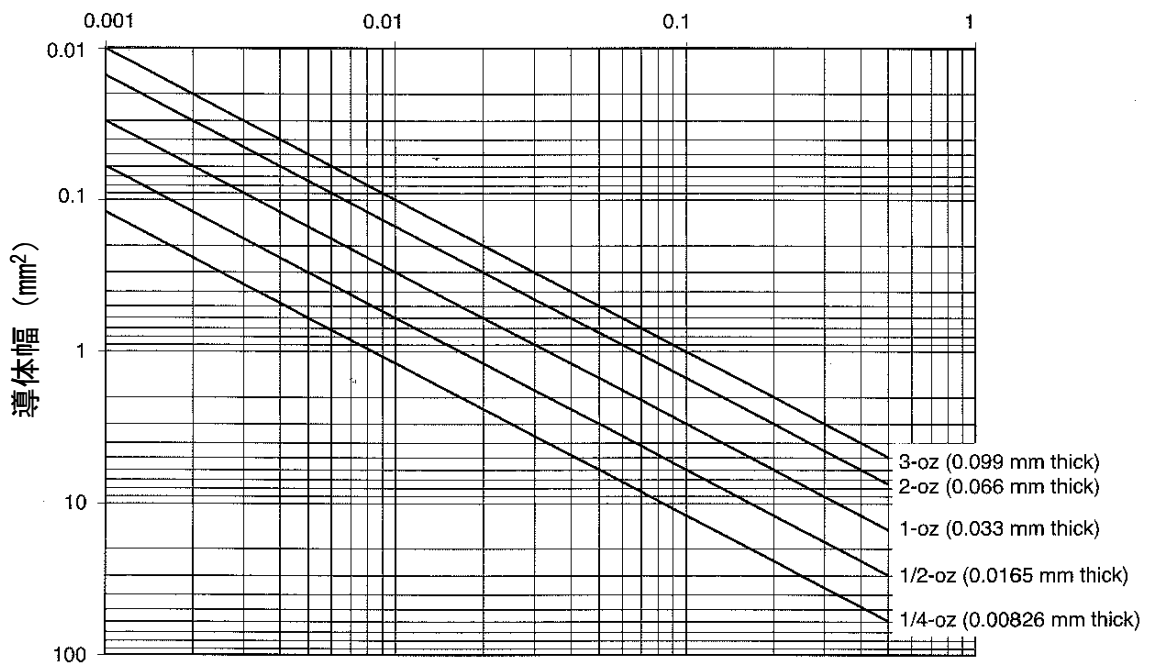
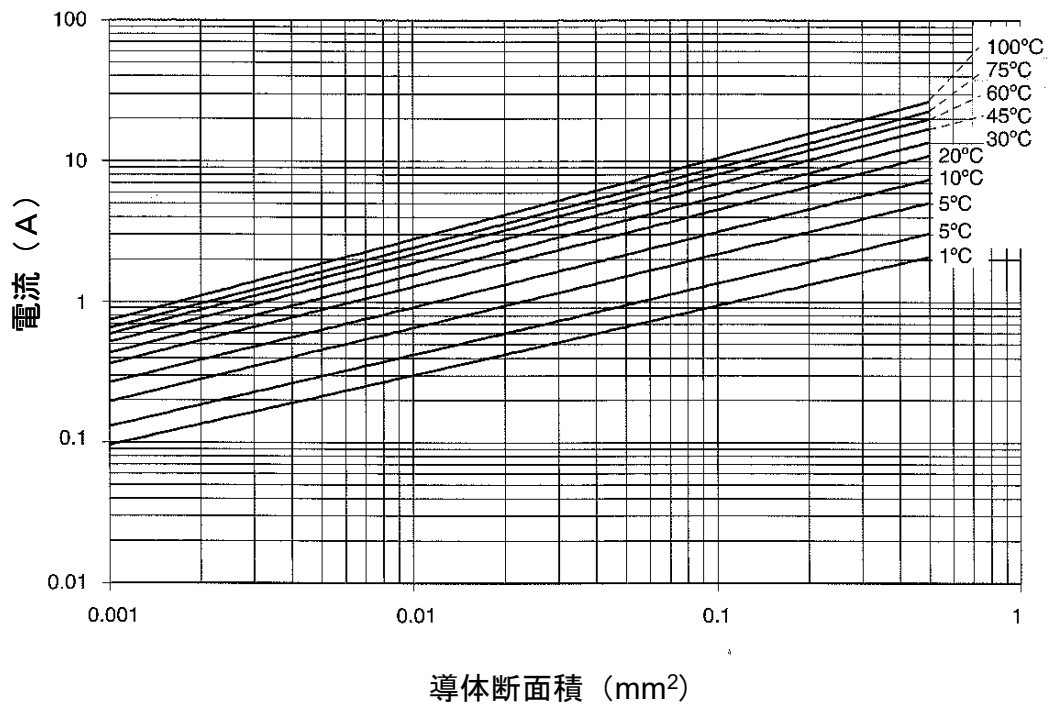
導体の断面積と許容電流の関係は、図J-6、図J-7、図J-8及び図J-9を参考にし、真空及び宇宙環境下の内層及び外層の導体に共通して適用する。

BGA等のパッド部の導体厚を指定する場合、プリント板製造業者と協議の上、製造図面上に指定しなければならない。

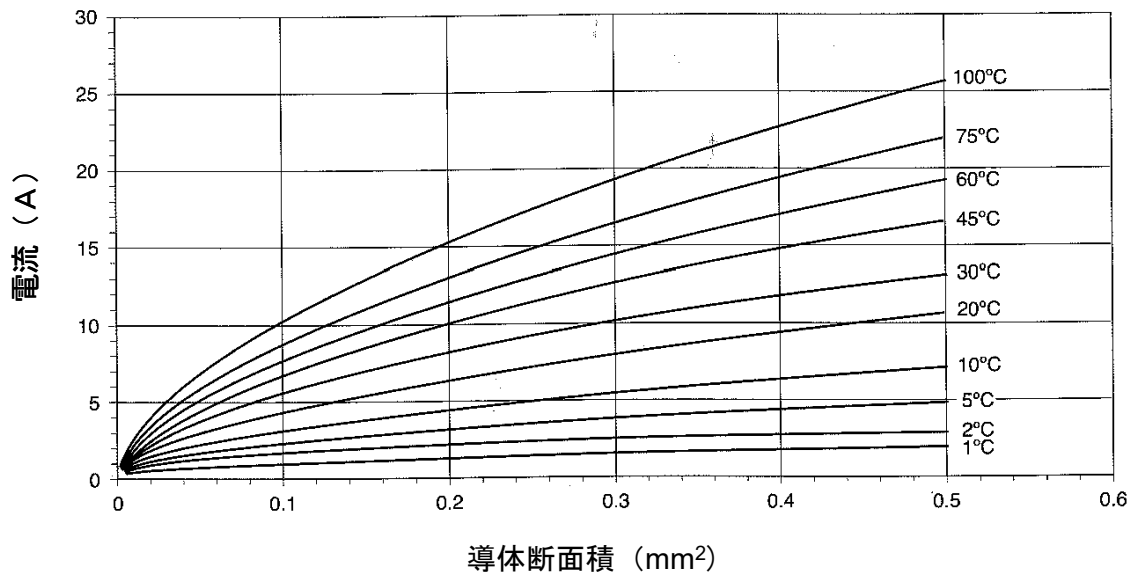
表J-5 導体幅（設計値）

単位：mm

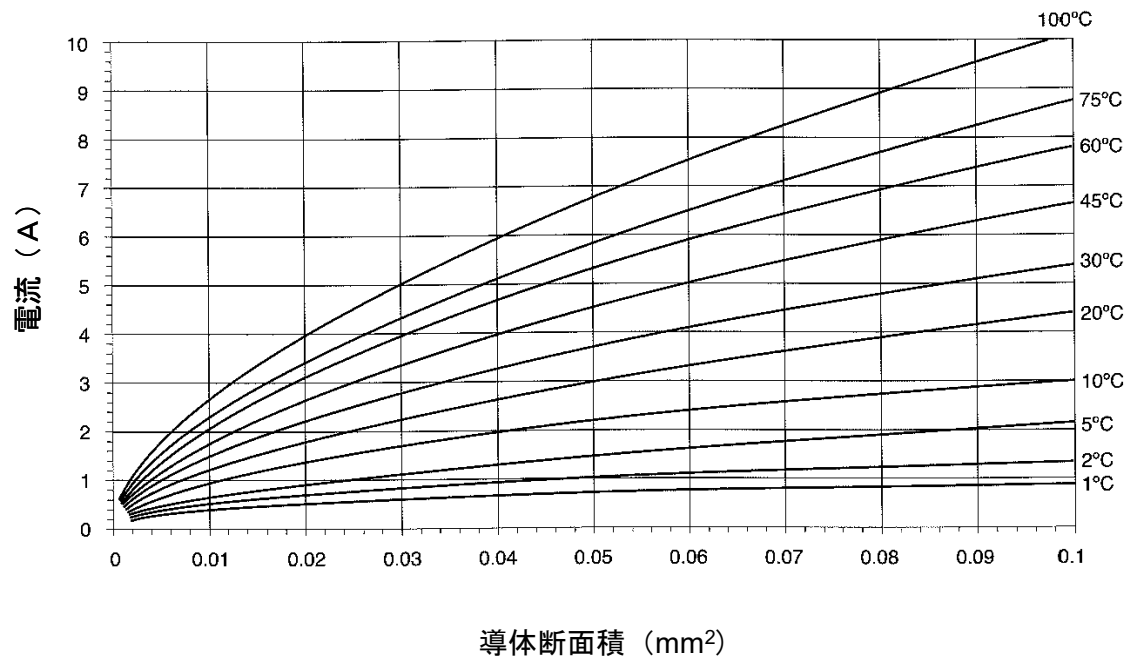
層	導体厚	最小導体幅
外層	全て	0.10
内層	35 μ m を超える	0.10
	35 μ m 以下	0.07



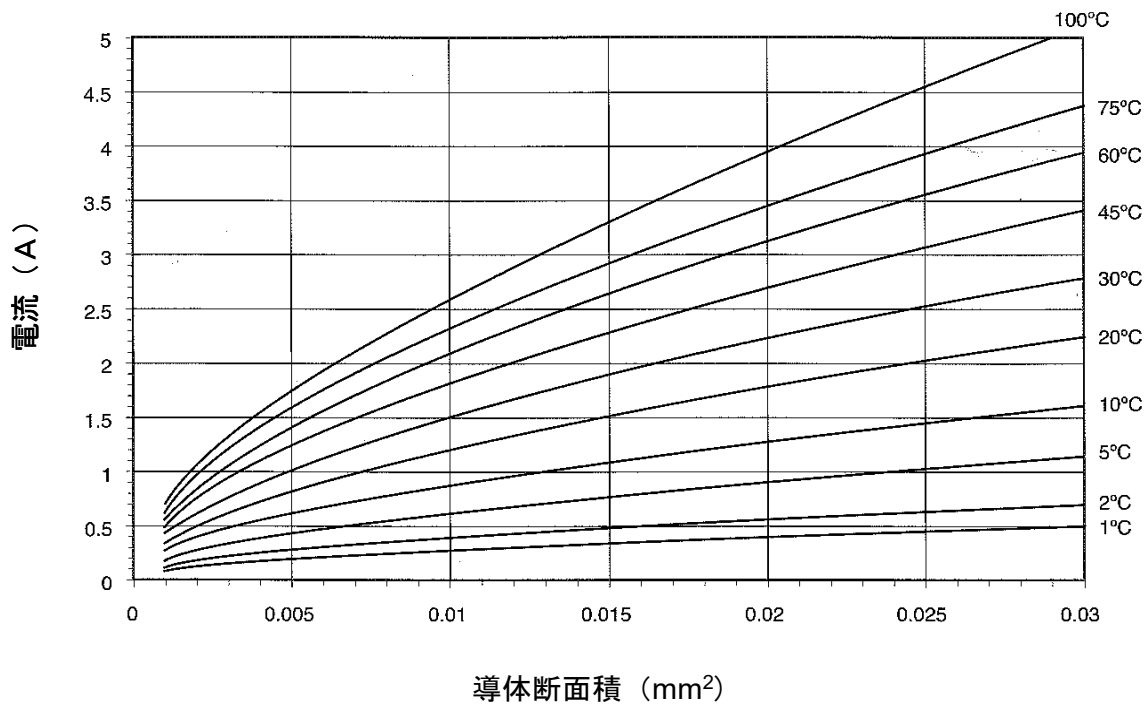
図J-6 導体断面積と温度上昇 (0.001~1mm²)



図J-7 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.5mm²)



図J-8 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.1mm²)



図J-9 導体断面積と温度上昇 (0.001~0.03mm²)

J.3.3.11 導体間げき

導体間げきの最小設計値は、表 J-6 のとおりでなければならない。また、導体間電圧に応じた導体間げきは、設計値において表 J-7 のとおりでなければならない。

表J-6 導体間げき (設計値)

単位 : mm

層	導体厚	最小導体間げき
外層	全て	0.14
内層	35μm を超える	0.15
	35μm 以下	0.08

表J-7 プリント板の導体間げき（設計値）

単位：mm

導体間電圧範囲 (DC 又は AC _{p-p} (V))	最小導体間げき	
	外層	内層
0 ~ 50	0.14	0.08
50 ~ 100	0.14	0.10
101 ~ 300	0.40	0.20
301 ~ 500	0.80	0.25
501 以上	(0.003×V)	(0.0025×V)

J.3.3.12 ランド径

設計値における最小ランド径は、表 J-8 のとおりでなければならない（図 J-10 参照）。非機能ランド⁽¹⁾は、導体間げきの維持及び電気特性上の要求がある場合、設けなくても良い。

銅インレイを埋め込みするスルーホールでは、非機能ランド有無について個別仕様書で指定する。

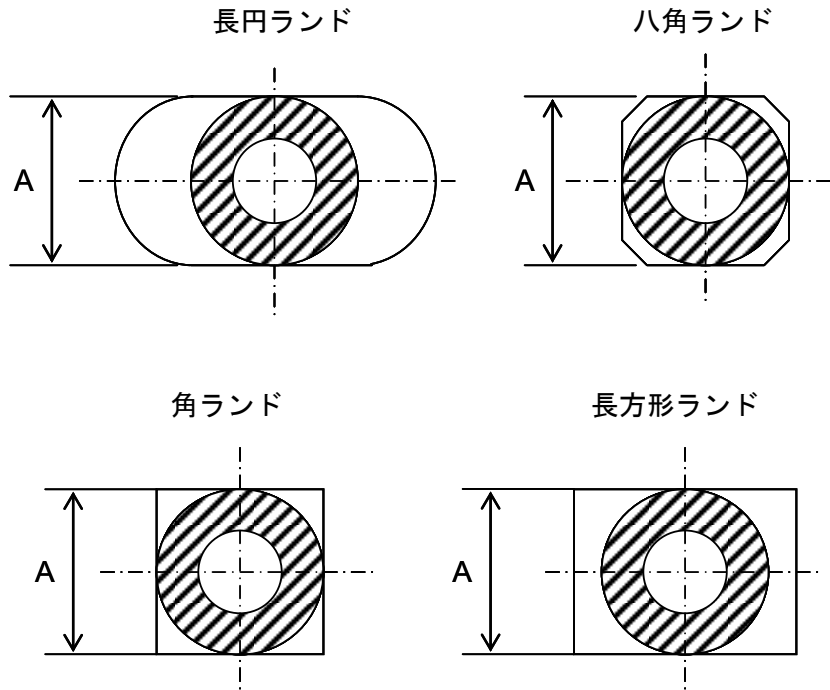
表J-8 ランド径

単位：mm

穴区分	最小ランド径 ⁽²⁾
SVH 及び小径ビアホール	φ（キリ径+0.25）
LVH	個別仕様書
銅インレイを埋め込む スルーホール	個別仕様書
上記以外のスルーホール	φ（スルーホール仕上がり径+0.5）
ノンスルーホール	φ（キリ径+1.1）

注⁽¹⁾ 非機能ランド（又は内層未接続ランド）とは、内層接続がないランドを言う。

注⁽²⁾ 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径は、図 J-10 の寸法 A を適用しなければならない。



図J-10 丸ランド以外のランド形状における最小ランド径 (A)

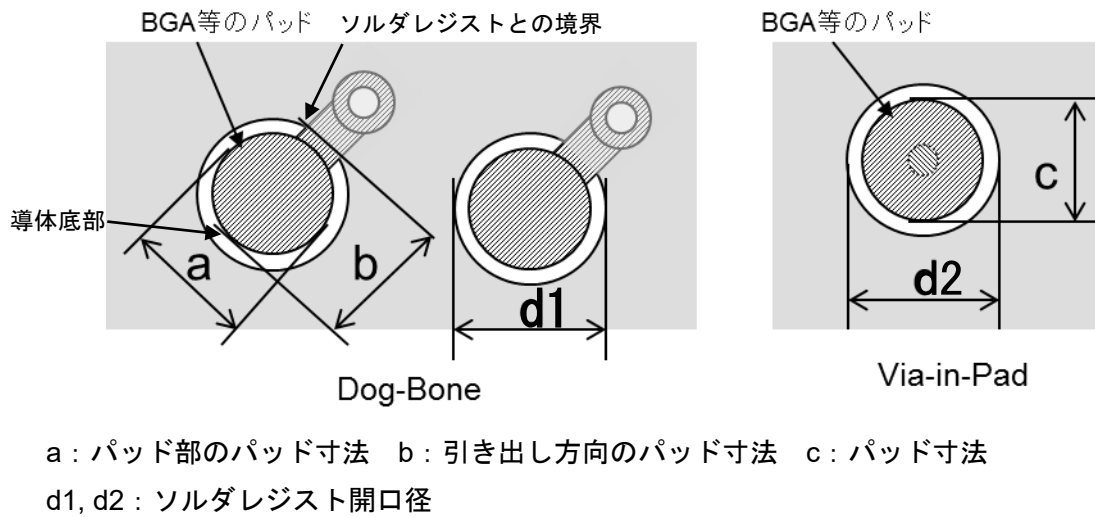
J.3.3.13 BGA 等のパッド

BGA 等のパッド部の寸法は、表 J-9 に示す部位について指定しなければならない。

表J-9 BGA等のパッド部の寸法

単位：mm

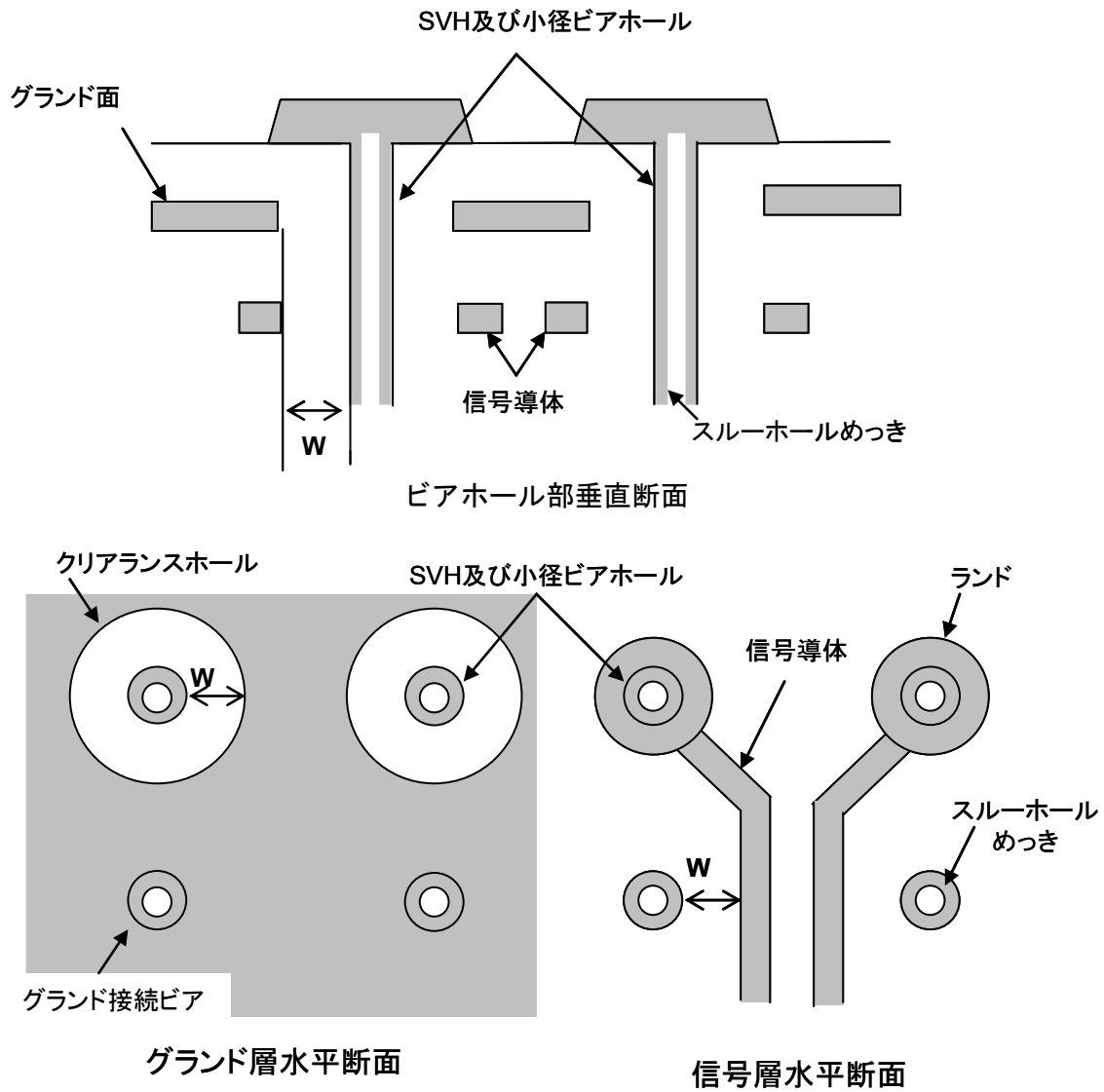
部 位	
パッド寸法 (ソルダレジスト開口径 内の導体底部)	Dog-Bone パッド部 (図 J-11 a)
	引き出し方向 (図 J-11 b)
	Via-in-Pad (図 J-11 c)
ソルダレジスト開口径 (レジスト表面)	Dog-Bone (図 J-11 d1)
	Via-in-Pad (図 J-11 d2)
総板厚	導体及びソルダレジストの厚さを含む総板厚



図J-11 BGA等のパッド部の寸法

J.3.3.14 内層クリアランス

SVH 及び小径ビアホールに隣接する導体の穴壁からの距離（内層クリアランス）は、図 J-12 のとおりでなければならない。



W=内層クリアランス \geq 0.28mm

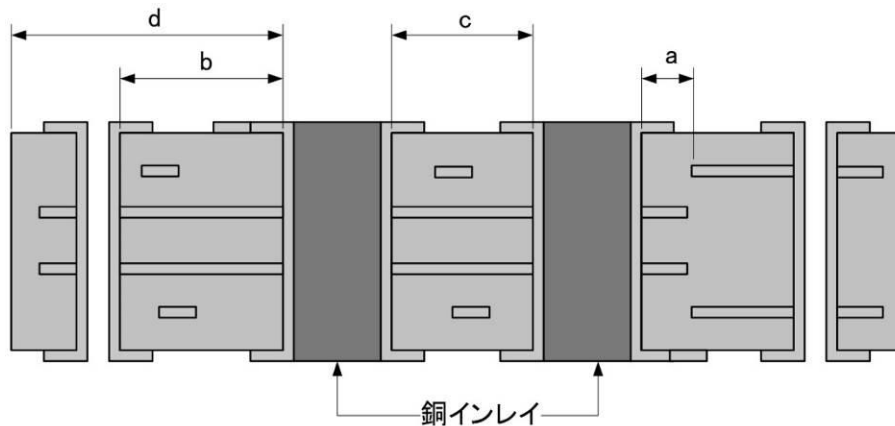
図J-12 ビアホール部断面図 (設計値)

J.3.3.15 銅インレイが埋め込まれるスルーホールとのクリアランス

銅インレイが埋め込まれるスルーホールの穴壁と、隣接する導体との距離(図 J-13 a)、隣接するスルーホールの穴壁との距離(図 J-13 b)、別の銅インレイが埋め込まれるスルーホールの穴壁との距離(図 J-13 c)、及び基板端との距離(図 J-13 d)は、図 J-13 に示す箇所とし、これらの距離を個別仕様書に示さなければならない。

これらの距離が銅インレイのサイズの影響を受ける場合には、銅インレイのサイズに対するこれらの距離のワーストケースを示すこと。

- a : 銅インレイのスルーホール穴壁と隣接する導体との距離
- b : 銅インレイのスルーホール穴壁と隣接するスルーホールの穴壁との距離
- c : 銅インレイのスルーホールの穴壁と別の銅インレイスルーホールの穴壁との距離
- d : 銅インレイのスルーホール穴壁と基板端との距離



図J-13 銅インレイが圧入されるスルーホール部断面図

J.3.3.16 表面仕上げめっき

製造図面上に指定する、表面仕上げめっき及びはんだコートのは、設計値で表 J-10 のとおりでなければならない。電解ニッケルめっきは、電解金めっきの下地めっきであり、電解ニッケルめっきのみを表面仕上げめっきとして指定してはならない。表 J-10 よりも厳しい要求をする場合は、製造業者と協議の上、製造図面上に指定しなければならない。

表J-10 表面仕上げめっきなどの厚さ

単位：μm

めっきなどの種類	表面における厚さ	
電解金めっき	1.3 ~ 4.0	
電解ニッケルめっき	5 以上	
はんだコート	厚さは規定しない。 ただし、はんだ付け性（J.3.10.2 項）を満足すること。	
ENEPIGEG（無電解ニッケル／無電解パラジウム／置換金／無電解金）	EN：無電解ニッケルめっき ⁽¹⁾	3.00 ~8.00
	EP：無電解パラジウムめっき ⁽¹⁾	0.05~0.20
	IG+EG：置換金めっき+無電解金めっき ⁽¹⁾	0.10 ~0.40

注⁽¹⁾ 図面などの指定に合致しなければならない。特に指定のない場合はこの値に従わなければならない。

J.3.3.17 ソルダレジスト

部品を実装するランド、パッド（Via-in-Pad を含む）及び樹脂充填を行わない小径ビアホール
のランドを除き、ソルダレジストの塗布を指定しなければならない。

Dog-Bone の小径ビアホール及び SVH のランドは、ソルダレジストで被覆しなければならない。

BGA 等のパッド部以外の樹脂充填を行う小径ビアホール及び SVH のランドに対するソルダ
レジストの要否は、製造図面で指定しなければならない。

基板端からのソルダレジストの距離は、設計値で 0.3mm 以上なければならない。

なお、銅インレイを含むスルーホールは、熱的な設計要求からソルダレジストを塗布しない
ことを基本とするが、部品実装等の必要に応じソルダレジストを形成することが可能である。

J.3.3.18 基板外周部の側面めっき

基板外周部の側面めっき（以下、「側面めっき」という）を行う場合は、製造図面上に指定
しなければならない。

また、側面めっきの設計の詳細は、個別仕様書に指定しなければならない。

J.3.3.19 特性インピーダンス

プリント板の特性インピーダンスを指定する場合は、製造図面上に指定しなければならない。

J.3.3.20 温度範囲

プリント板の使用温度範囲は、「熱衝撃〔Ⅱ〕（J.3.11.1.2 項）」の試験温度範囲であり、
-65℃～+125℃でなければならない。

J.3.4 外観、寸法、表示など

外観および構造における寸法は、特に規定のない限り仕上り値とする。

J.3.4.1 導体、基材及びソルダレジスト及び銅インレイ部の外観

J.3.4.1.1 導体

a) 導体パターン

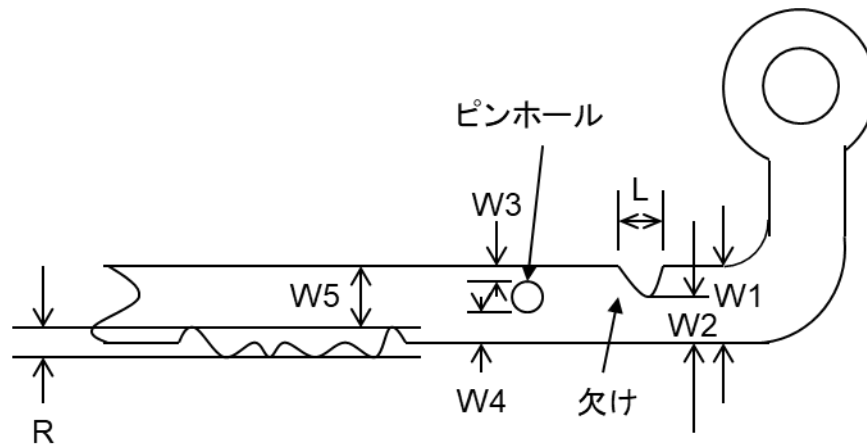
導体パターンは、承認された又は支給されたアートワークマスタ（又は製造用原版）
に合致しなければならない。

b) 導体

側面めっきを含む導体には、裂け目やクラック、浮き、はく離があってはならない。
導体端部の荒れ及び欠け、ピンホール、スクラッチによる絶縁板の露出などの欠損に
よって、導体幅は最小仕上がり導体幅の80%を下回ってはならない。また、欠損の長
さは、導体幅（設計値）を超えてはならず、長さが0.05mmを超える欠損については、
1導体あたり1個以内、かつ、プリント板上の100mm×100mmの単位面積あたり1
個以内でなければならない。側面の粗さは、導体幅の公差を満足しなければならない
（図 J-14 参照）。

導体幅及び導体間げきの公差は、表 J-11 のとおりでなければならない。

グランド面又は電源面の欠け及びピンホールは、それらの最大長が1.0mmを超えず、
625cm²の面当たり4個を超えなければ許容される。



- $W1 \geq$ (最小仕上がり導体幅)
- $W2 \geq 0.80 \times$ (最小仕上がり導体幅)
- $W3 + W4 \geq 0.80 \times$ (最小仕上がり導体幅)
- $W5 \geq$ 最小導体幅
- $L =$ 欠損の長さ

図J-14 導体の欠陥に対する合格基準

表J-11 導体幅及び導体間げきの公差

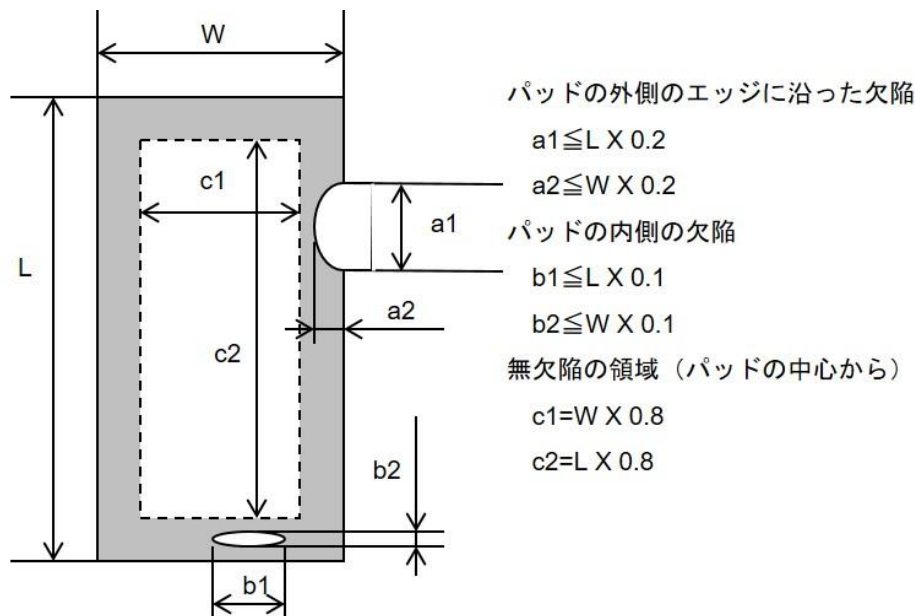
単位：mm

項目		公差
導体幅	0.07 以上 0.13 未満	+0.05 -0.03
	0.13 以上 0.20 未満	± 0.05
	0.20 以上 0.50 未満	± 0.10
	0.50 以上	導体幅の $\pm 20\%$
導体間げき	0.10 未満	最小 0.05
	0.10 以上 0.14 未満	最小 0.06
	0.14 以上	最小 0.10
	全ての設計値に対して、プラス側は規定しない。	

c) 長方形の表面実装パッド

パッドの外側のエッジに沿った、欠け、凹み及びピンホールのような欠陥は、パッドの長さ又は幅の20%を超えてはならない。パッドの内側の欠陥は、パッドの長さ又は幅の10%を超えてはならない。パッド中心からパッド幅の80%及びパッド長の80%の領域には、電気試験のプローブ痕を除き、欠陥があってはならない（図 J-15 参照）。

なお、パッドの長さ及び幅は設計値とする。

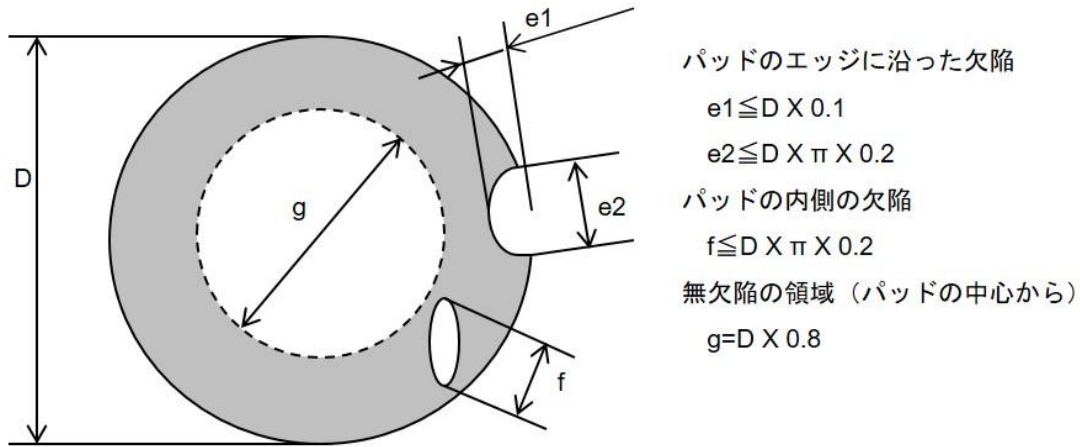


図J-15 長方形の表面実装パッドの欠陥に対する合格基準

d) BGA 等の実装パッド

パッドのエッジに沿った、欠け、凹み及びピンホールのような欠陥は、パッドの直径の10%を超えて、ランドの中心の半径方向に広がってはならない。パッド内部の欠陥は、パッドの外周の20%を超えて広がってはならない。パッドの直径の中心から80%には、電気試験のプローブ痕を除き欠陥があってはならない（図 J-16 参照）。

なお、パッドの直径は設計値を基準とする。



図J-16 BGA等の実装パッドの欠陥に対する合格基準

e) 電気試験プローブ痕

電気試験のプローブ痕は、はんだコートで被覆され、下地の銅めっきが露出しなければ許容される。また、ENEPIGEGめっきパッド部及び電解金めっき仕上げの端子部は、下地のニッケルめっきが露出してはならない。

f) 導体間

導体間の絶縁板の表面には、不要な残導体又は異物などの付着がないこと。

g) はんだコート

ピンホール、ピットなどがなく、導体を完全に覆っていなければならない。ただし、側面めっき端面の銅の露出は許容される。

h) 電解ニッケル・金めっき

ピンホール、ピットなどがなく、導体表面を完全に覆っていなければならない。ただし、導体側面の銅の露出は許容される。

i) ENEPIGEG（無電解ニッケル／無電解パラジウム／置換金／無電解金）

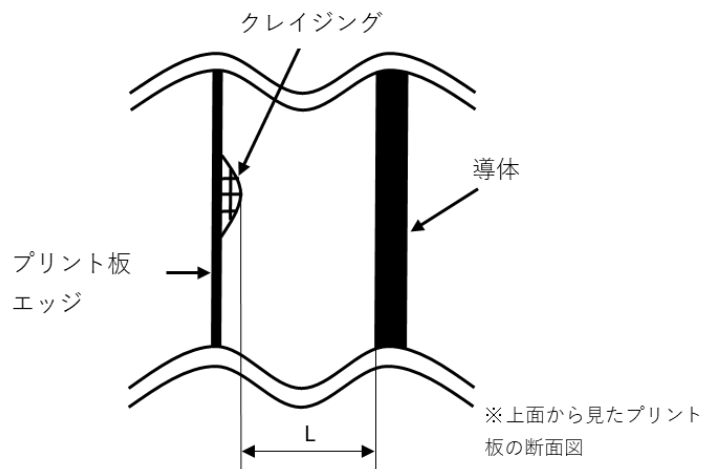
ピンホール、ピットなどがなく、導体表面を完全に覆っていなければならない。

J.3.4.1.2 基材

a) プリント板端面及びノンスルーホール

欠け、クラック又は剥離があってはならない。ただし、割基板の分割面には適用しない。

プリント板端面のクレージング又はハローイングと近接した導体との間げき L は、図面に規定された最小導体間げき又は 1.6mm のいずれか小さい方の値以上であれば許容される（図 J-17 参照）。



図J-17 プリント板表面の断面図

b) プリント板表面

クラック又は穴の周囲から剥離があってはならない。個々の層又は基材にデラミネーションがあってはならない。基板表面下にミーズリング、クレージングが、あってはならない。

J.3.4.1.3 ソルダレジスト

a) 硬化したソルダレジストには、粘着性、ブリスタ及びデラミネーションがあってはならない。

b) 著しく外観を損なうかすれ、はがれ、表面荒れ及び色むらや余分な導体の露出があってはならない。

c) 特に指定がない限り、スクラッチ、ピンホールなどは塗布されるべき導体が被覆されていなければ許容する。

d) 部品を実装するランド部へのソルダレジストの付着があってはならない。

- e) ソルダレジスト塗布範囲及び導体パターンとソルダレジストの位置ずれは、製造図面の規定を満足しなければならない。
- f) 製造図面で指定される場合を除き、ソルダレジスト開口部内には、隣接する導体の露出があってはならない。
- g) Dog-Bone 構造の小径ビアホール及びSVHのランドは、ソルダレジストで、完全に被覆されていなければならない。

J.3.4.1.4 銅インレイ

- a) 銅インレイ端部の凹みは、J.3.4.2の要求事項を満足する場合、許容する。
- b) 銅インレイ端部に、銅インレイ表面から突出するようなバリがあってはならない。
- c) 銅インレイ表面に、銅が銅インレイ表面から突出するような傷、打痕があってはならない。銅が銅インレイ表面から突出しない傷、打痕は、銅インレイの面積の5%以下であり、深さはJ.3.4.2の要求事項を満足すること。

J.3.4.2 寸法

プリント板の各部の寸法は、製造図面に指定されているとおりでなければならない。また、寸法の公差は、特に規定のない限り、表J-12のとおりでなければならない。

SVH、IVH、LVH及び小径ビアホールの仕上がり穴径は規定しない。

ただし、銅インレイの凹凸公差については、タイプ別での書き方とメーカー別の判定基準があるため、個別仕様書で規定する記述を注記として追加する。

表J-12 寸法の公差

単位：mm

項目	公差
外形寸法	100以下に対して ± 0.3 、100を超えるものについては50毎について0.05を加える。
板厚	製造図面または個別仕様書による。
仕上がり穴径	すべての穴径に対して ${}^{+0.10}_{-0.15}$ とする。ただし、SVH、IVH、LVH及び小径ビアホールの仕上がり穴径は規定しない。
銅インレイの凹凸	銅インレイを挿入するスルーホールのランドを基準とし、平坦度も含め ± 0.1 以下であること。

J.3.4.2.1 BGA等のパッド部の寸法

BGA等のパッドの寸法の公差は、特に規定のない限り、表J-13のとおりでなければならない。

表J-13 BGA等のパッド部の寸法

単位：mm

項 目		公 差	
パッド寸法 (ソルダレジスト開口 径内の導体底部)	Dog-Bone	パッド部 (図 J-11 a)	±0.05
		引き出し方向 (図 J-11 b)	±0.075
	Via-in-Pad (図 J-11 c)	±0.05	
ソルダレジスト開口径 (レジスト表面)	Dog-Bone (図 J-11 d1)	±0.05	
	Via-in-Pad (図 J-11 d2)	±0.05	
位置度精度	BGA等のパッド列の長さ	±0.05	
パッド厚 (導体厚)		±0.01	
総板厚 (ソルダレジスト含む)		±8%	
コプラナリティ (平坦度) : 常態		BGA等のパッドの対角において 0.05mm 以下	

J.3.4.3 表示

銅のエッチングにより形成した文字、J.3.2.5項で規定したマーキングインク又はレーザーマーキングで行われ、判読が可能であり、プリント板の機能、性能及び信頼性に悪影響を与えないものでなければならない。

特に指定のない限り、表示は次の事項を含まなければならない。ただし、プリント板への表示が不可能な場合にはタグなどで表示してもよい。

- a) 部品番号
- b) 製造年月
- c) 認定取得業者名又は識別符号
- d) 製品一連番号⁽¹⁾又はロット番号

注⁽¹⁾全製造工程にわたって追跡管理が可能ないように付与しなければならない。

J.3.4.3.1 割基板の表示

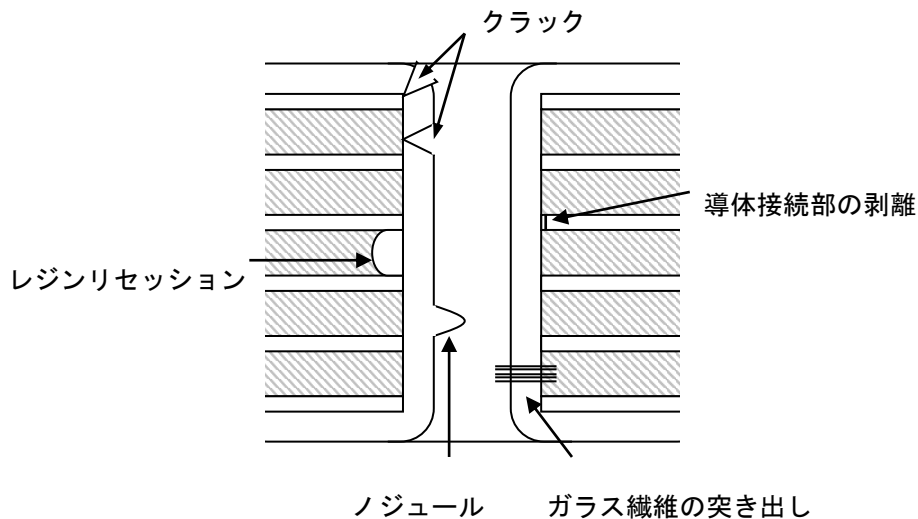
割基板の中で使用不可の分割部 (1枚のプリント板に相当する個片) を含む場合、この分割部が使用不可であることを明確に表示しなければならない。また、この表示は溶剤などで容易に消滅しないものでなければならない。

J.3.4.4 構造の完全性

J.3.4.4.1 スルーホール

J.4.5.5.1項によって試験したとき、スルーホール(銅インレイを含むスルーホールを含む)、小径ビアホール、側面めっき、SVH、IVH及びLVHは、次の要求を満足しなければならない(図J-18参照)。

- a) めっきには、クラック、導体接続部の剥離、ガラス繊維の突出がなく、ランド部から連続的、かつ、なめらかにめっきされていなければならない。
- b) バリ、ノジュールなどによるめっきの突起は、スルーホール内の穴径が製造図面の最小要求値を下回ってはならない。
- c) めっきの部分的な窪みは、J.3.4.4.7項で規定しためっきの厚さの10%以下でなければならない。
- d) 穴壁とスルーホールめっきの境界部のレジソリセッションは、スルーホールめっきの壁面からの最大深さが80 μ m以下であり、スルーホールめっきに沿った累積基材厚(基材厚の合計)の40%以下であれば許容する。LVHのレジソリセッションは許容しない。
- e) ネガティブ・エッチバックによるめっきの窪みは、ネガティブ・エッチバックが、J.3.4.4.6項の要求を満足すれば許容される。LVHには適用されない。



図J-18 スルーホールの欠陥

J.3.4.4.2 銅インレイを圧入するスルーホール

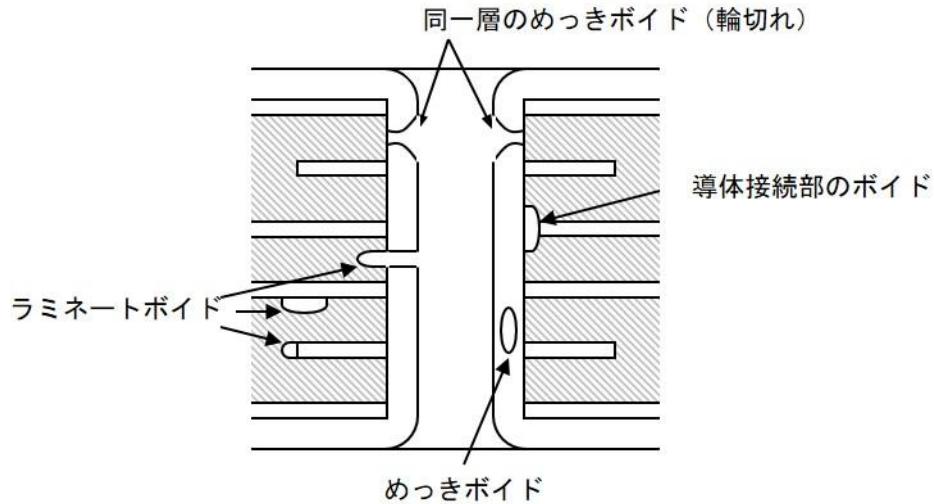
J.4.5.5.1項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない(図J-17参照)。

- a) スルーホール仕上がり要求事項は、J.3.4.4.1のスルーホールに示す。

- b) 図面に指定がない場合、ランド表面からの銅インレイの凹凸は、両面共に±0.1mm以下でなければならない。

J.3.4.4.3 ボイド

J.4.5.5.2項によって試験したとき、めっきボイド、ラミネートボイド及び導体接続部のボイドはあってはならない。(図J-19参照)。



図J-19 ボイド

J.3.4.4.4 ランドの浮き

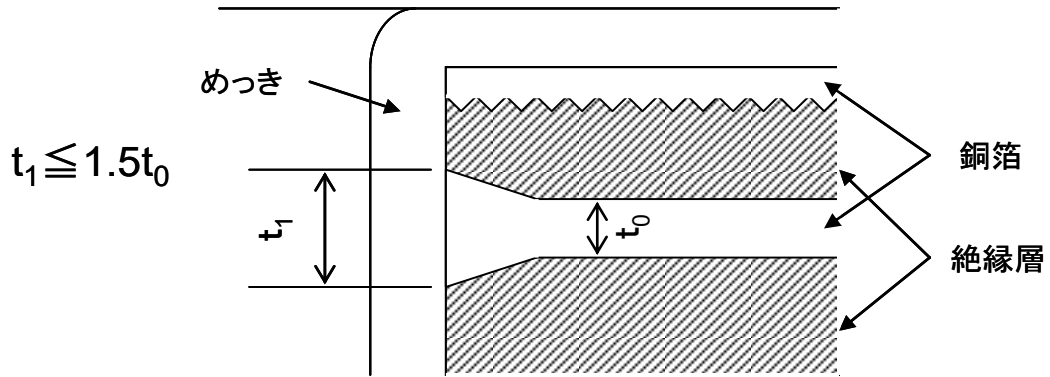
J.4.5.5.3項によって試験したとき、ランドの浮きはあってはならない。

J.3.4.4.5 銅箔のクラック

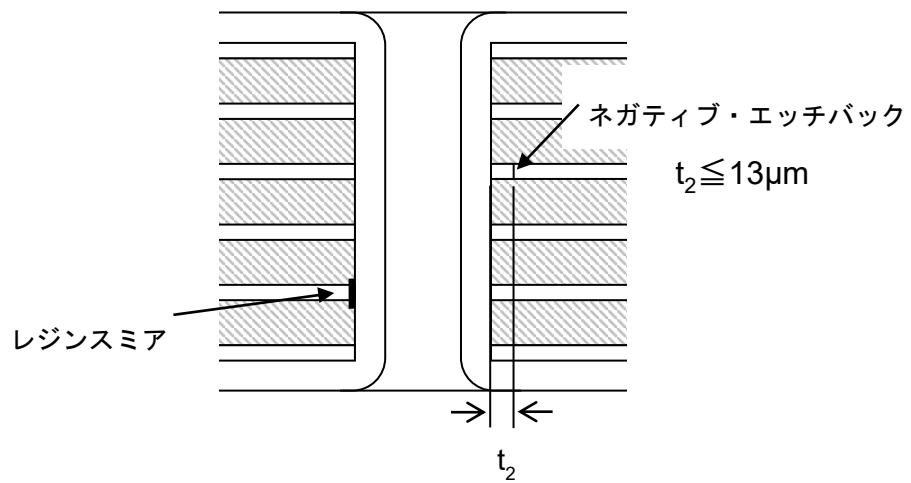
J.4.5.5.4項によって試験したとき、外層及び内層の銅箔にクラックがあってはならない。

J.3.4.4.6 内層接続

J.4.5.5.5項によって試験したとき、スルーホールと内層導体の接続部にレジンスミアが、あってはならない。ネイルヘッドは、導体厚の50%以下でなければならない(図J-20参照)。内層のネガティブ・エッチバックは、13μmを超えてはならない。

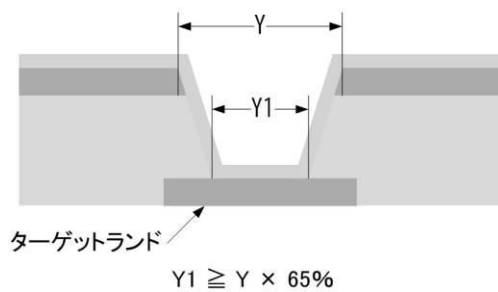


図J-20a ネイルヘッド

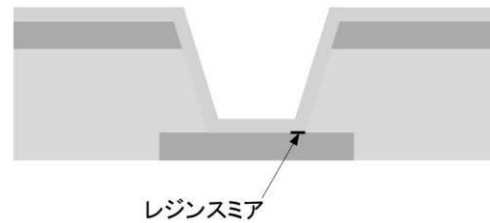


図J-20b レジンスミア、ネガティブエッチバック

また、LVHとターゲットランドの接続部にレジンスミアがあってはならない。ターゲットランドの接続部は、垂直断面において、穴径の設計値の65%以上でなければならない。(図J-21参照) (タイプⅢのみに適用)



図J-21a ターゲットランド



図J-21b LVHのレジンスミア

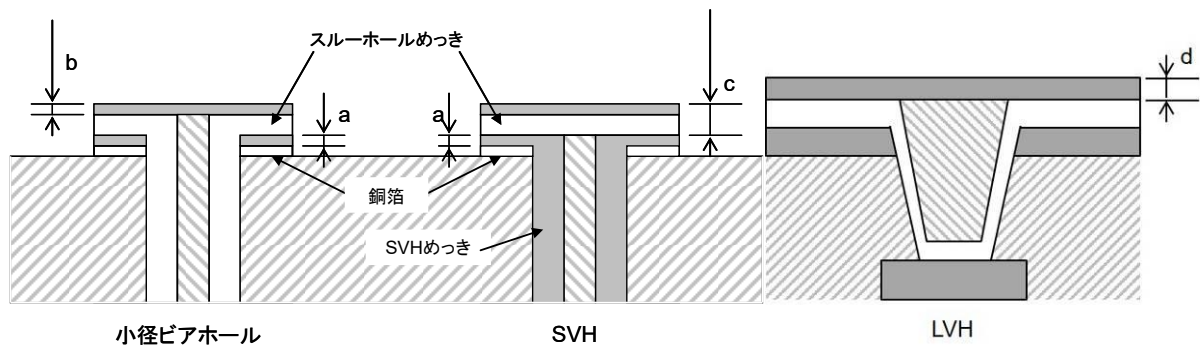
J.3.4.4.7 めっき厚さ

J.4.5.5.6項によって試験したとき、特に指定が無い限り、めっき及びはんだコートの厚さは、表J-10及び表J-14のとおりでなければならない。

表J-14 めっきなどの厚さ

単位：μm

めっきなどの種類	表面及びスルーホール穴壁における厚さ		
無電解銅めっき	次工程の電解銅めっきに必要かつ十分な厚さ		
電解銅めっき	部品孔		25 以上
	小径ビアホール		25 以上
	SVH 及び IVH		25 以上
	LVH	フィルドビア (キャプチャランドの コーナー部)	個別仕様書による
		樹脂充填ビア	
	銅インレイを圧入するスルーホール		25 以上
	ランド上の SVH めっき (図 J-22 a)		5 以上
	蓋めっき	小径ビアホール (図 J-22 b)	個別仕様書による
		SVH (図 J-22 c)	個別仕様書による
		LVH (図 J-22 d)	個別仕様書による
側面めっき		25 以上	
電解金めっき	表 J-10 に示す。		
電解ニッケルめっき			
はんだコート			
ENEPIGEG (無電解 ニッケル/無電解パ ラジウム/置換金/ 無電解金)			



a: ランド上のSVHめっき厚 b: 小径ビアホールの蓋めっき厚 c: SVHの蓋めっき厚
d: LVHの蓋めっき厚

図J-22 蓋めっき厚

J.3.4.4.8 ラミネートクラック

J.4.5.5.7項によって試験したとき、ラミネートクラックがあってはならない。

J.3.4.4.9 デラミネーション及びブリスタ

J.4.5.5.8項によって試験したとき、デラミネーション及びブリスタは、あってはならない。

J.3.4.4.10 層相互間のずれ

J.4.5.5.9項によって試験したとき、層相互間のずれは、0.15mm以下でなければならない。

J.3.4.4.11 ランドの導体幅（アニュラリング）

J.4.5.5.10項によって試験したとき、内層及び外層のランドの導体幅は、表J-15以上でなければならない。

表J-15 ランドの導体幅

単位：mm

項目	層	ランドの導体幅
スルーホール	外層	0.05
	内層	0.025
ノンスルーホール	外層	0.38
LVH	外層 ⁽¹⁾	座切れなきこと
	内層 ⁽²⁾	座切れなきこと

注⁽¹⁾外層：キャプチャーランド

⁽²⁾内層：ターゲットランド

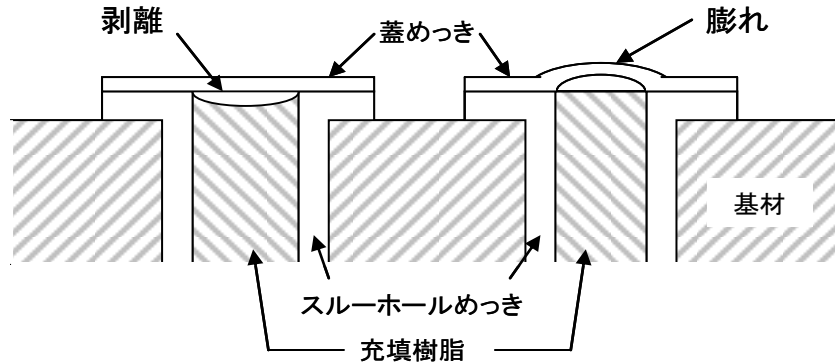
J.3.4.4.12 絶縁層厚

J.4.5.5.11項によって試験したとき、多層板について、導体層間の絶縁層厚は、0.08mm以上でなければならない。

J.3.4.4.13 蓋めつきと充填樹脂の密着

J.4.5.5.12項によって試験したとき、蓋めつきと充填樹脂の界面は、蓋めつき部をBGA等のパッドとして使用する場合は、蓋めつきと充填樹脂の界面に5 μ m以上の間隙があってはならない。蓋めつき部をBGA等のパッドとして使用しない場合は、J.3.4.4.14項の要求事項を満足しなければならない（図J-23参照）。

なお、LVHも同じ規定を適用する。

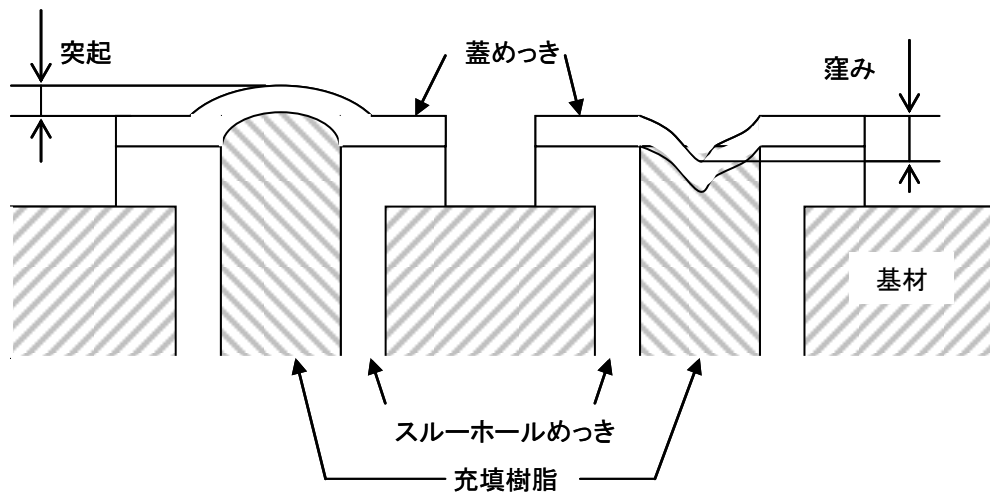


図J-23 蓋めっきと充填樹脂の密着性

J.3.4.4.14 蓋めっきの突起と窪み

J.4.5.5.13項によって試験したとき、ランドの樹脂充填が行われていない平面を基準として、樹脂充填が行われている箇所の突起は50 μ m以下、窪みは76 μ m以下でなければならない(図J-24参照)。

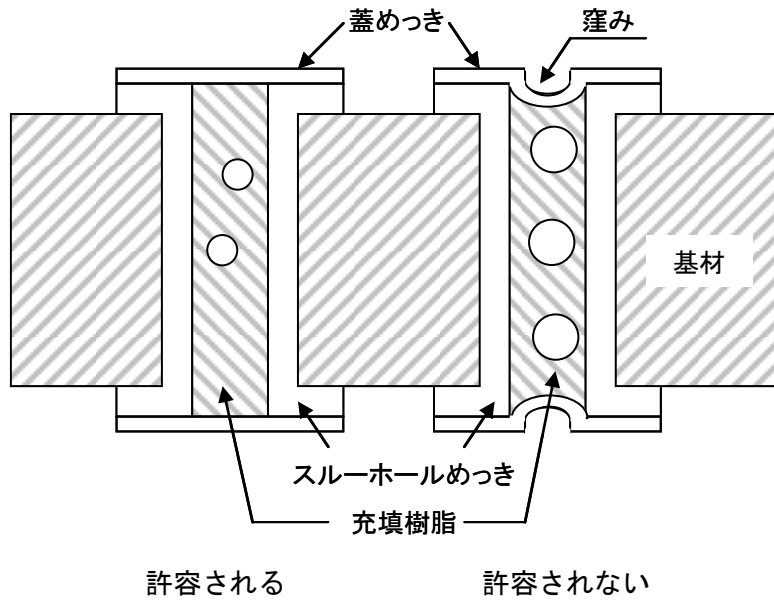
なお、LVHについては個別仕様書に規定する。



図J-24 蓋めっきの突起と窪み

J.3.4.4.15 充填樹脂の充填性

J.4.5.5.14項によって試験したとき、充填樹脂は、90%以上充填されていなければならない。
また、表面の窪みは、J.3.4.4.14項の要求事項を満足しなければならない（図J-25参照）。
なお、LVHについては個別仕様書に規定する。



図J-25 充填樹脂の充填性

J.3.4.4.16 ターゲットランドの貫通

LVHのターゲットランドの貫通は、認められない。

J.3.4.5 ソルダレジストの厚さ

J.4.5.6 項により試験したとき、ソルダレジストの厚さは導体の中心部で 17.5 μ m 以上でなければならない。

J.3.4.6 アンダカット

J.4.5.5.15 項によって試験したとき、アンダカットは銅箔と銅めっきの合計厚さ以下でなければならない。

J.3.5 そり及びねじれ

J.4.5.7 項によって試験したとき、製造図面に特に規定のない限り、そり及びねじれは0.5%以下でなければならない。

割基板については、分割前において上記の値以下でなければならない。

J.3.6 ワークマンシップ

プリント板の本体には、汚れ、油、腐食性物質、塩、グリス、指紋、かびの発生源、異物、ごみ、腐食、腐食生成物、すす、離型剤、余分なフラックスなどプリント板の機能、性能、信頼性に悪影響を与える欠陥があってはならない。

なお、必要な場合、判定基準の詳細は限度見本を取り交わすなど当事者間で協議する。

J.3.6.1 修理

絶縁体、BGA 等のパッド導体部及び導体は修理してはならない。ただし、余剰導体の除去及び軽微なソルダレジストの修正はしてもよいが、修正後のソルダレジストの厚さが周辺のソルダレジストの厚さよりも厚くならないようすること。

J.3.7 めっき密着性及びオーバハング

J.4.5.9 項によって試験したとき、めっき及び導体の剥離又は浮き上がり、並びに導体エッジからスリバが発生してはならない。

J.3.8 清浄度

J.4.5.10 項によって試験したとき、抽出溶液の固有抵抗は、 $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上でなければならない。

J.3.9 電氣的性能

プリント板は、以下の電氣的性能を満足しなければならない。

J.3.9.1 耐電圧

J.4.5.11.1 項によって試験したとき、フラッシュオーバ、スパークオーバなどの絶縁破壊があってはならない。

J.3.9.2 回路

J.4.5.11.2 項によって試験したとき、回路パターンに断線又は短絡があってはならない。

J.3.9.3 接続抵抗

J.4.5.11.3 項によって試験したとき、各導体層を経由する回路では、両端のランド間の抵抗値は、次式で求められる値（ R_i ）を超えてはならない。

1回の測定で、全層の接続抵抗が測定できない場合は、その測定に含まれない層の接続抵抗を別途測定し、漏れのないようにしなければならない。

ただし、銅インレイを含む回路には適用しない。

$$R_i = 2\rho \frac{l}{W \cdot t} (\text{m}\Omega)$$

ρ : 導体を形成する主な金属の 20°Cにおける体積抵抗率 ($\text{m}\Omega \cdot \text{mm}$)

l : ランド間距離 (mm)

W : 導体幅 (mm)

t : 導体厚 (mm)

J.3.9.3.1 銅インレイの接続抵抗

銅インレイの接続抵抗は、J.4.5.11.3.1項によって試験されなければならない。この時、各試験を実施前の結果を初期値とし、評価を行わなければならない。

J.3.9.4 特性インピーダンス

特性インピーダンスが図面に指定された場合、J.4.5.11.4 項によって試験したとき、特性インピーダンスは図面に指定された範囲内でなければならない。公差が指定されない場合、指定値に対し $\pm 10\%$ でなければならない。

J.3.10 機械的性能

プリント板は、以下の機械的性能を満足しなければならない。

J.3.10.1 スルーホール引き抜き強度

J.4.5.12.1 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。ただし、本項は、部品孔にのみ適用する。

a) 端子強度

89.2N 又は 1380N/cm² のいずれか小さい値以上。

b) 導体及びランド

J.4.5.4.1 項に従って目視検査をしたとき、スルーホールの周囲にゆるみを生じてはならない。

c) スルーホールの断面

J.4.5.5 項に従って断面検査をしたとき、クラック、ふくれ、ミーズリング及びデラミネーションがあってはならない。

J.3.10.2 はんだ付け性

J.4.5.12.3 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) スルーホール

スルーホール内壁及びランド表面について、はんだの良好なぬれ性が示されなければならない。ただし、本項は、部品孔のみに適用する。

b) 表面導体

表面導体の全面積の 95%以上が新しい均一なはんだで覆われていなければならない。また、この表面にはピンホール、ディウェット又は荒れた点の小さいものが点在してもよいが、1箇所集中してはならない。

J.3.10.3 表面導体の引き剥がし強度

J.4.5.12.2 項によって試験したとき、個別仕様書の要求を満足しなければならない。

J.3.10.4 銅インレイの押し出し強度

タイプ I 及び II について、J.4.5.12.4 項によって試験したとき、個別仕様書の要求を満足しなければならない。

J.3.11 環境的性能

プリント板は、以下の環境的性能を満足しなければならない。

J.3.11.1 熱衝撃

J.3.11.1.1 衝撃〔I〕（認定試験に適用）

J.4.5.13.1項a)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後の回路はJ.3.9.2項の要求事項を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

J.3.11.1.2 熱衝撃〔II〕（品質確認試験に適用）

J.4.5.13.1項b)によって試験したとき、断線、ふくれ、ミーズリング、クレイジング又はデラミネーションがあってはならない。また、試験後の回路は、J.3.9.2項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

J.3.11.1.3 熱衝撃後の断面

J.4.5.13.1項a)またはJ.4.5.13.1項b)によって試験した後、J.4.5.5.1項により調製されたサンプルは、J.3.11.4項b)の要求事項を満足しなければならない。

J.3.11.2 耐湿性及び絶縁抵抗

J.4.5.13.2 項によって試験したとき、ふくれ、ミーズリング又はデラミネーションがあってはならない。また、導体間絶縁抵抗値は、500MΩ以上でなければならない。

J.3.11.3 耐ホットオイル性

J.4.5.13.3 項によって試験したとき、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は10%未満でなければならない。

J.3.11.4 熱ストレス

J.4.5.13.4 項によって試験したとき、次の要求を満足しなければならない。

a) 外観

ミーズリング、クラック、めっきと導体の剥離、ふくれ又はデラミネーションがあってはならない。

b) 構造の完全性

スルーホールの垂直断面において、以下の要求事項を満足しなければならない。

1) スルーホール

コーナークラック及びバレルクラックがあってはならない。

2) ラミネートボイド

同一層内又は層相互間における導体間げきが製造図面で規定される最小導体間げきの要求を満足している場合には、76μm以下でなければならない。

3) ランドの浮き

熱ストレス後のランドの浮きはあってもよい。

4) 銅箔のクラック

銅箔を貫通するクラックがあってはならない。

5) 内層接続

内層銅箔とスルーホールめっき及びターゲットランドとLVHめっきのはく離があってはならない。

6) ラミネートクラック

熱ストレス試験後は、スルーホールのランドの間及びランドにかかるラミネートクラックは、80μmを超えてはならず、スルーホールのランド範囲外のラミネートクラックは、隣接する導体の導体間げきを最小導体間げき以下としてはならない。

7) デラミネーション及びブリスタ

デラミネーション及びブリスタはあってはならない。

8) 蓋めつきと充填樹脂の密着

蓋めつきと充填樹脂の界面は、J.3.4.4.13 項の蓋めつきと充填樹脂の密着の要求事項を満足しなければならない。

9) 銅インレイ挿入スルーホールにおいては、銅インレイの凹凸が、J.3.4.2 項の要求事項を満足しなければならない。

注⁽⁴⁾上記要求事項に抵触する内容がある場合、個別仕様書の品質要求事項を満足することで品質保証を可能とする判断ができるものとする。

J.3.11.5 耐放射線性

J.4.5.13.5 項によって試験したとき、ミーズリング、デラミネーション又はウィーブテクスチャのような欠陥が発生してはならない。導体間の絶縁抵抗は、500M Ω 以上でなければならない。また、試験後、J.3.9.1 項の耐電圧の要求を満足しなければならない。

J.3.11.6 振動

J.4.5.13.6 項によって試験したとき、試験後の回路は、J.3.9.2 項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は 10%未満でなければならない。また、J.3.4.1.2 b)及び J.3.4.1.4 と、銅インレイの凹凸は、J.3.4.2 項の要求事項を満足しなければならない。

J.3.11.7 衝撃

J.4.5.13.7 項によって試験したとき、試験後の回路は、J.3.9.2 項の要求を満足するとともに、試験前後における回路間の接続抵抗値の変化率は 10%未満でなければならない。また、J.3.4.1.2 b)及び J.3.4.1.4 と、銅インレイの凹凸は、J.3.4.2 項の要求事項を満足しなければならない。

J.3.12 オプション試験

ここで規定する試験は、本仕様書の要求範囲には含まれない試験であり、認定品の合否判定対象外である。ユーザ要求によって追加実施できるが、試験方法や試験結果の取り扱いなどに関しては、ユーザと部品メーカー間であらかじめ決めた上で実施する試験とする。

J.3.12.1 IST

ユーザからの要求があった場合、J.4.5.14.1 項によって試験した時、個別仕様書の要求を満足しなければならない。ただし、銅インレイ部に対しては適用できない。

J.3.12.2 パッド強度試験

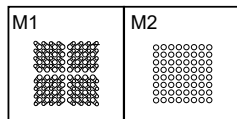
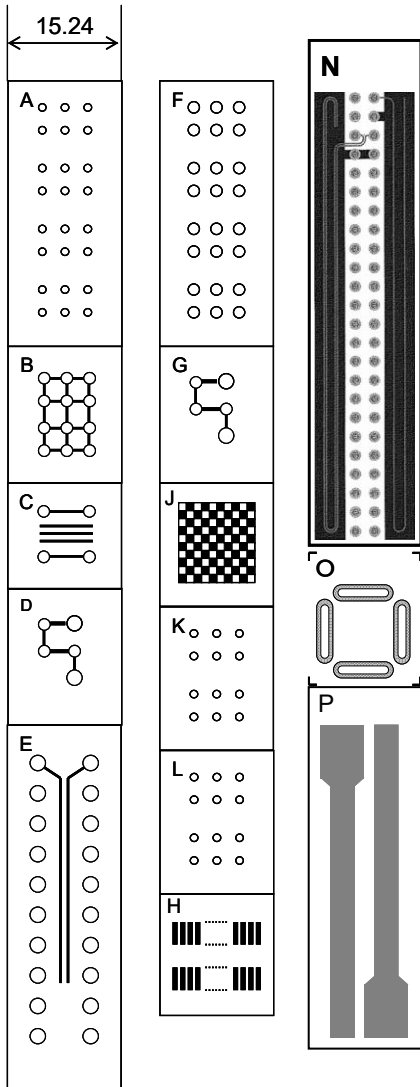
ユーザからの要求があった場合、J.4.5.14.2 項によって試験したとき、個別仕様書の要求を満足しなければならない。

J.4. 品質保証条項

J.4.1 試験パターン

認定試験及び品質確認試験に用いる試験パターンは、図 J-26 による。試験パターンは、製品の同一ワークボードから製造され、製品と同じ構造を有するものでなければならない。

単位：mm



試験パターンの配列

注(1) 特に指定がない限り導体幅は、設計値において0.5mmとすること。

なお、試験パターンの寸法は設計値であり、特に規定のない限り寸法の公差はJ.3.4.2項による。

(2) 「A」は該当するプリント板で使用されるスルーホール（小径ビアホールを含む）の最小穴径とし、ランド径は該当するスルーホールに適用される最小ランド径とすること。適用する場合は、小径ビアホールに、樹脂充填を行うこと。穴径の許容差は規定しない。

(3) 「B」、「C」、「E」及び「F」のランド径は、設計値において1.8mmとし、その形状は、製品代表的ランド形状に合わせることを。

穴は、すべてスルーホールとすること。

穴径は、 $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。

出荷する製品仕様において穴径が $\phi 0.8\text{mm}$ を超える場合、品質確認試験(グループ A)に供する試料の穴径は、製品仕様の最大穴径に合わせることを。この場合、B.3.3項の設計要求を満足する試験パターンもしくは製品を準備すること（試験パターンFのみに適用する）。ただし、穴径 $\phi 0.8\text{mm}$ で試験を実施することにより、製品保証が担保できる場合はこの限りではない。

穴径の許容差は、該当するプリント板の許容差を適用すること。

(4) 「D」及び「G」は、層数及びビアホール（LVHを含む）の構成によって試験パターンが異なり、該当する製品の層構成と同一となるようにビアホールを配置し、第1層から最終層がビアホールを介して一連の回路となるようにパターンを接続すること。ただし、銅インレイは含まなくて良い。

ビアホールの穴径及びランド径は、該当する製品のSVH、IVH、LVH及び小径ビアホールに適用した最小径をそれぞれ適用するとともに、ランド形状は製品の代表的ランド形状に合わせることを。

また、回路の両端には、抵抗値測定用のスルーホールを設け、そのランド径は $\phi 1.8\text{mm}$ 、穴径は $\phi 0.8\text{mm}$ とすること。

穴径の許容差は規定しない。

(5) 製品にソルダレジストを要求された場合のみ「E」、「H」及び「J」にソルダレジストを塗布すること。

ソルダレジストのクリアランス径は、該当するプリント板のクリアランス径とし、該当する穴径が無い場合には、ランド径 $+0.2\text{mm}$ とすること。

(6) 「K」及び「L」は、製品にSVH、IVH及びLVHを有する場合のみ必要とし、層数及びビアホールの構成によって試験パターンが異なる。

ランドは、SVH、IVH及びLVHを構成する層のみに配置し、SVH、IVH及びLVHを形成すること。

(7) 「D」、「E」及び「G」は、層数及び層構成によって導体の数が異なるので、この図に従って、全層にわたって導体を設けること。

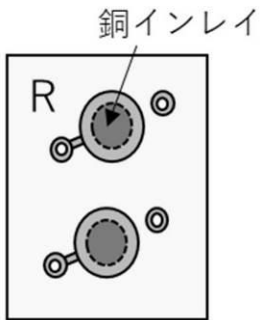
(8) 試験パターンの配列は一例であり、この図の配列のとおりでなくてもよい。

(9) 試験パターンの記号（「A」～「H」及び「J」～「M2」）は、識別を目的としたものであり、検査の対象としない。また、表示の方法は規定しない。

(10) 製品にBGA等のパッドを要求されたときのみ、そのBGAなどのパッドの構造に応じて「M1」（Dog-bone）又は「M2」（VIP）を設けること。「M1」「M2」の設計例を示す。詳細は個別仕様書による。

(11) 製品に特性インピーダンス値が要求されたときのみ、「N」を設けること。特性インピー

図J-26 試験パターン（1/12）



注⁽¹²⁾ 製品の基板外周部の側面めっきが要求されたときのみ、「O」を設けること。「O」の設計例を示す。詳細は個別仕様書による。

(¹³) 製品の外層に銅箔を積層して製造する構造を要求されたときのみ、「P」を設けること。

(¹⁴) タイプⅠ及びⅡの場合、「R」を設けること。配置数は、2個とする。

(¹⁵) タイプⅢの場合、銅インレイとLVHの導通及び銅インレイと隣接導体との絶縁を評価するため「S」を設けること。「S」の詳細は個別仕様書による。

(¹⁶) 図面等により指定がある場合、I S T用テストクーポンを設けること。

図J-26 試験パターン (1/12) (続き)

単位 : mm

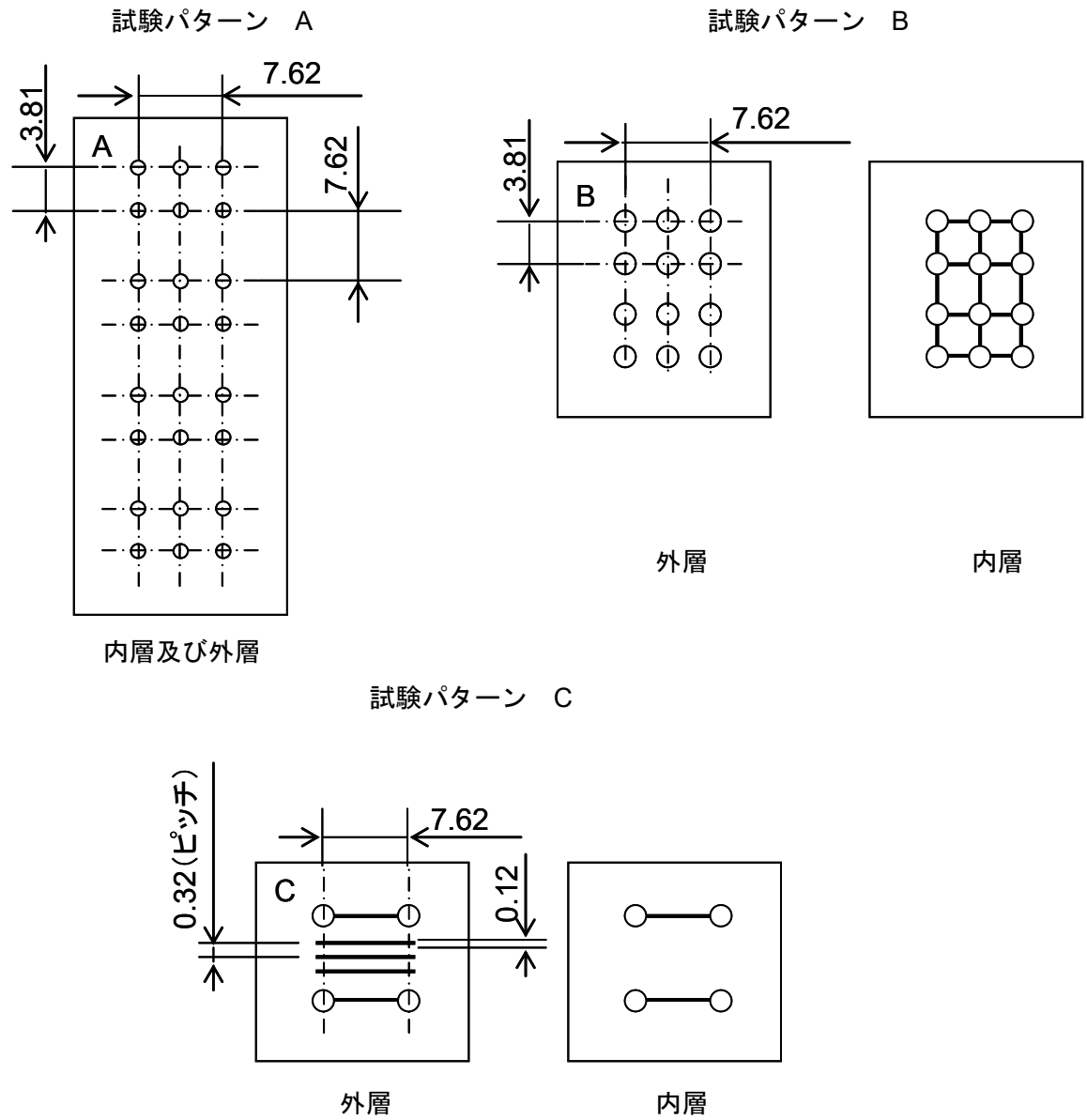
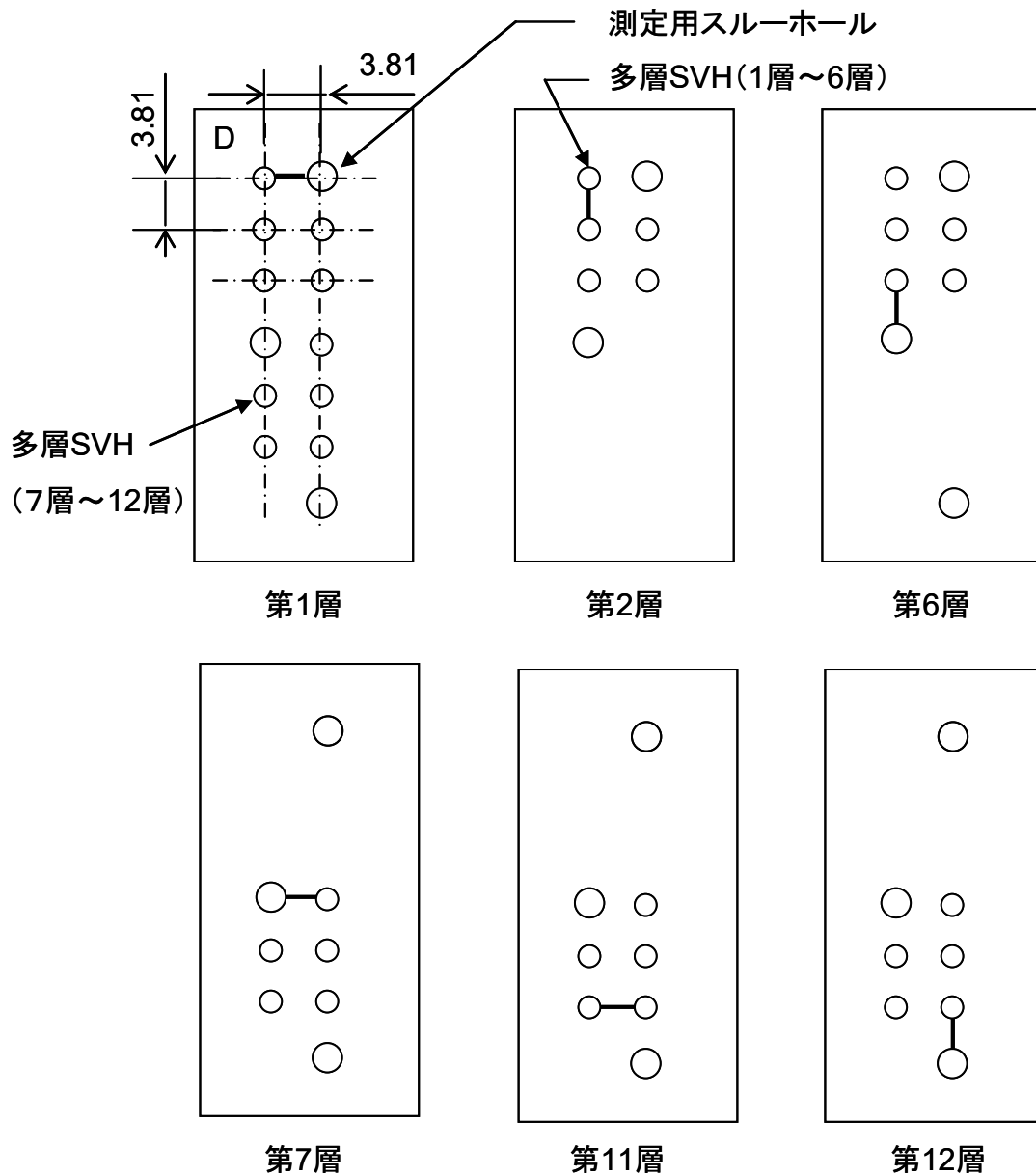


図 J-26 試験パターン (2/12)

単位 : mm

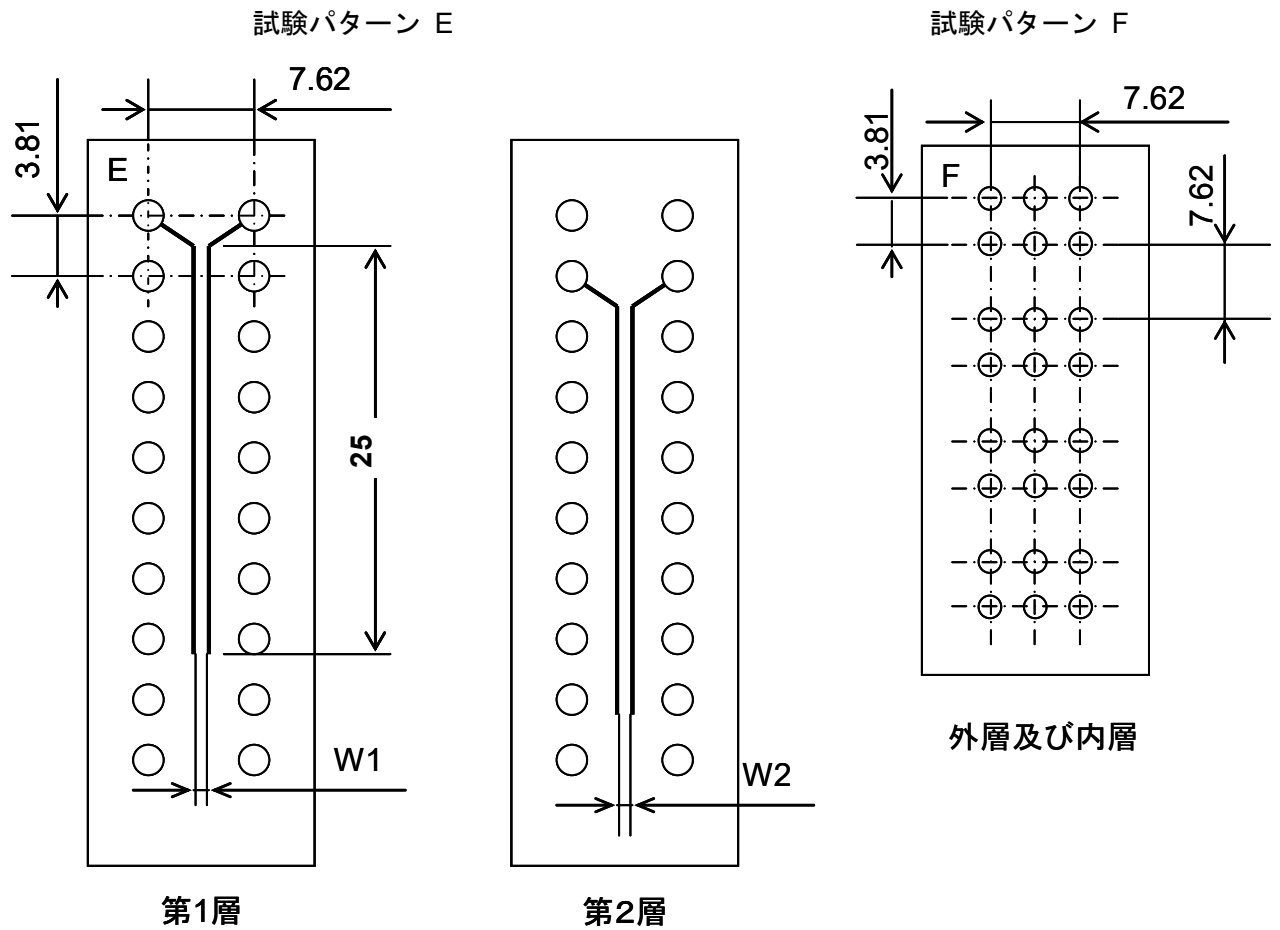
試験パターン D 及び G



この図は、1層-6層間及び7層-12層間がSVHの例である

図 J-26 試験パターン (3/12)

単位 : mm



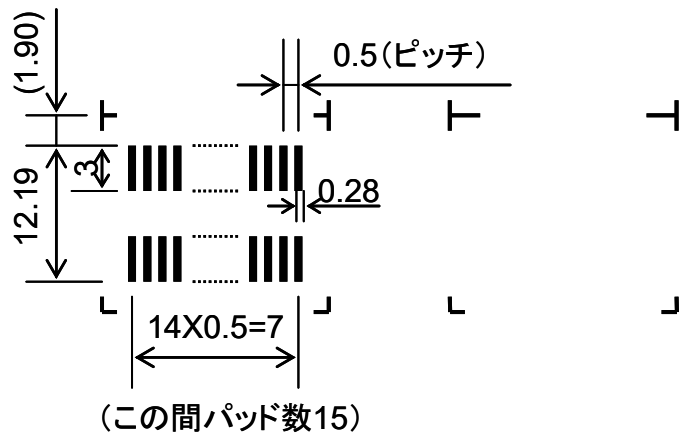
W1 : 製品に適用される外層の最小導体間げき又は 0.14mm

W2 : 製品に適用される内層の最小導体間げき又は 0.08mm

図 J-26 試験パターン (4/12)

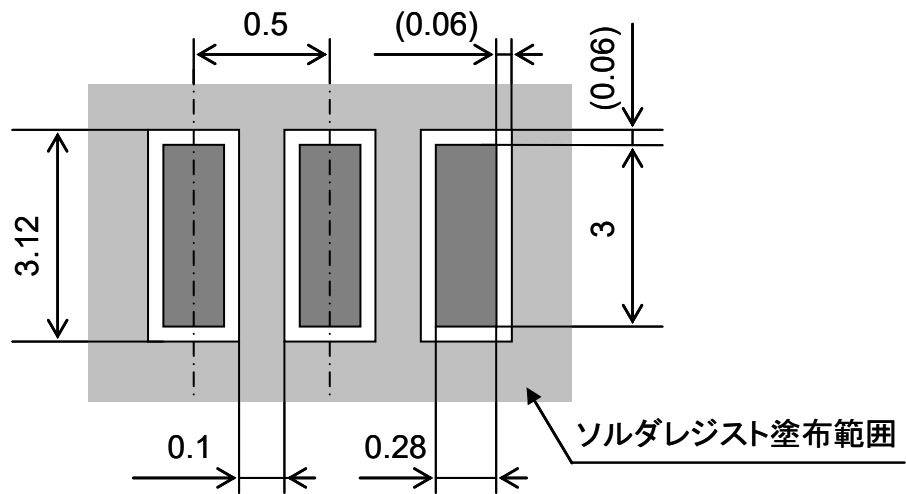
単位：mm

試験パターン H



表面

裏面(パターン無し)

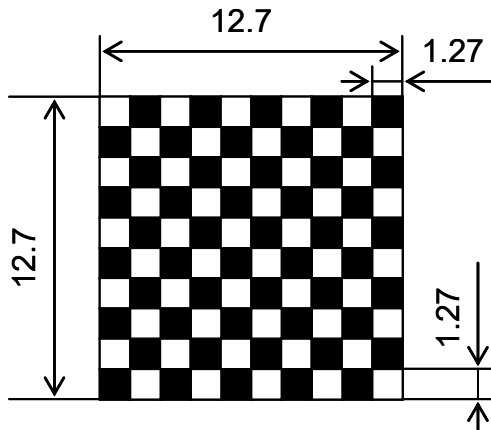


パッド部拡大

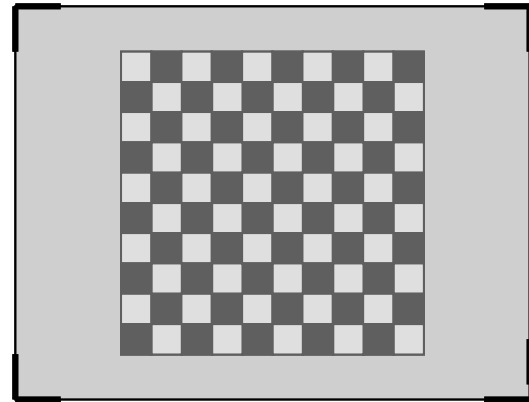
図 J-26 試験パターン (5/12)

単位 : mm

試験パターン J

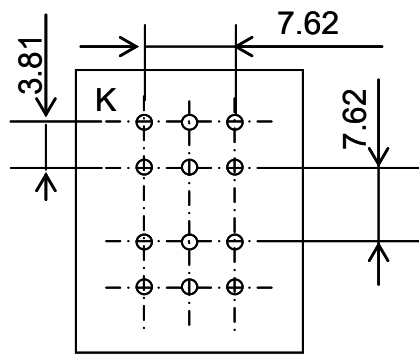


表面及び裏面

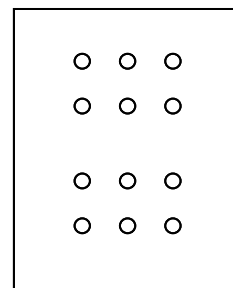


ソルダレジスト塗布範囲

試験パターン K 及び L



外層



内層 (SVHの層)

図 J-26 試験パターン (6/12)

単位 : mm

試験パターン M1 (Dog-Bone 構造)

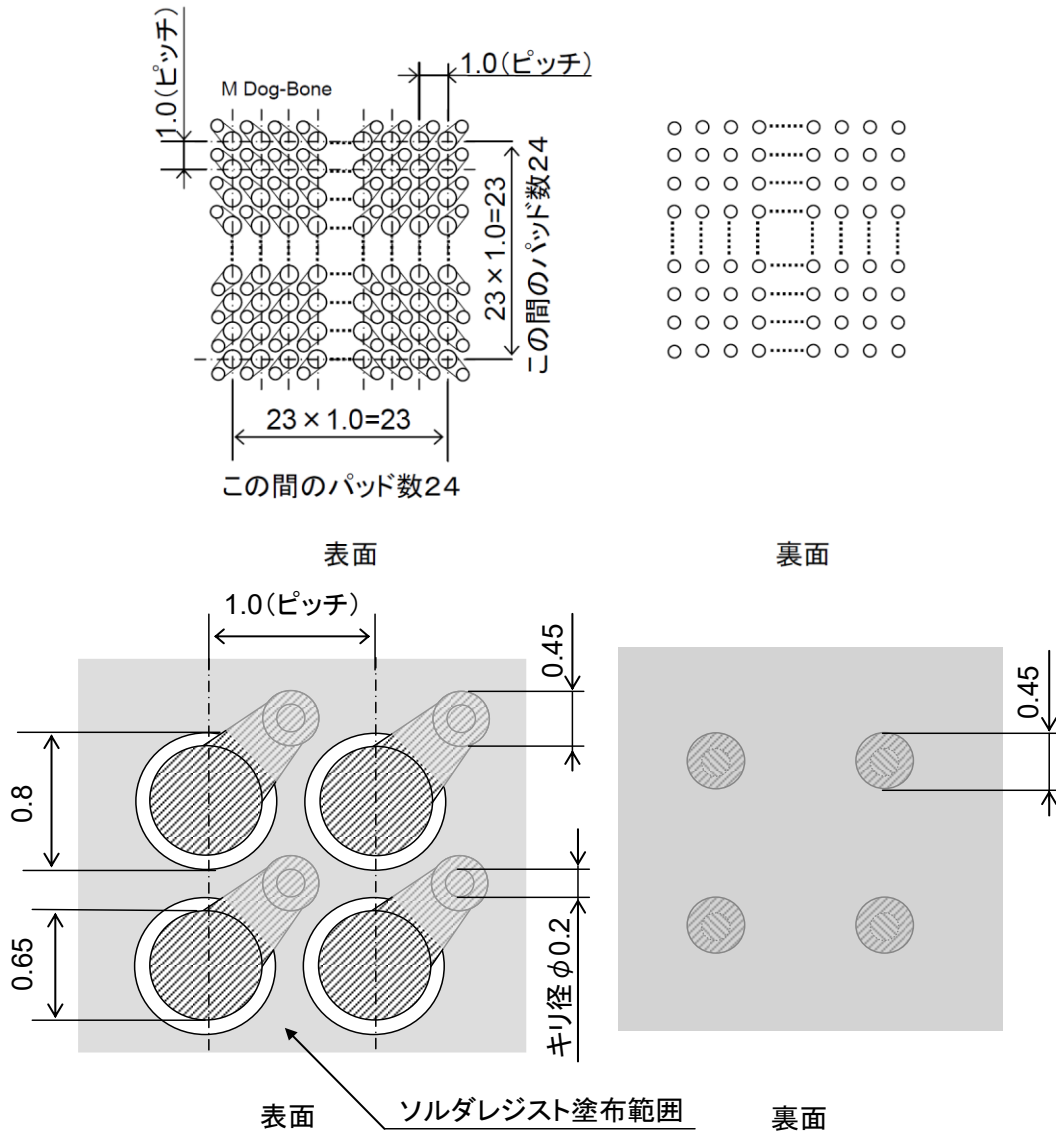


図 J-26 試験パターン (BGA 等のパッド例) (7/12)

単位：mm

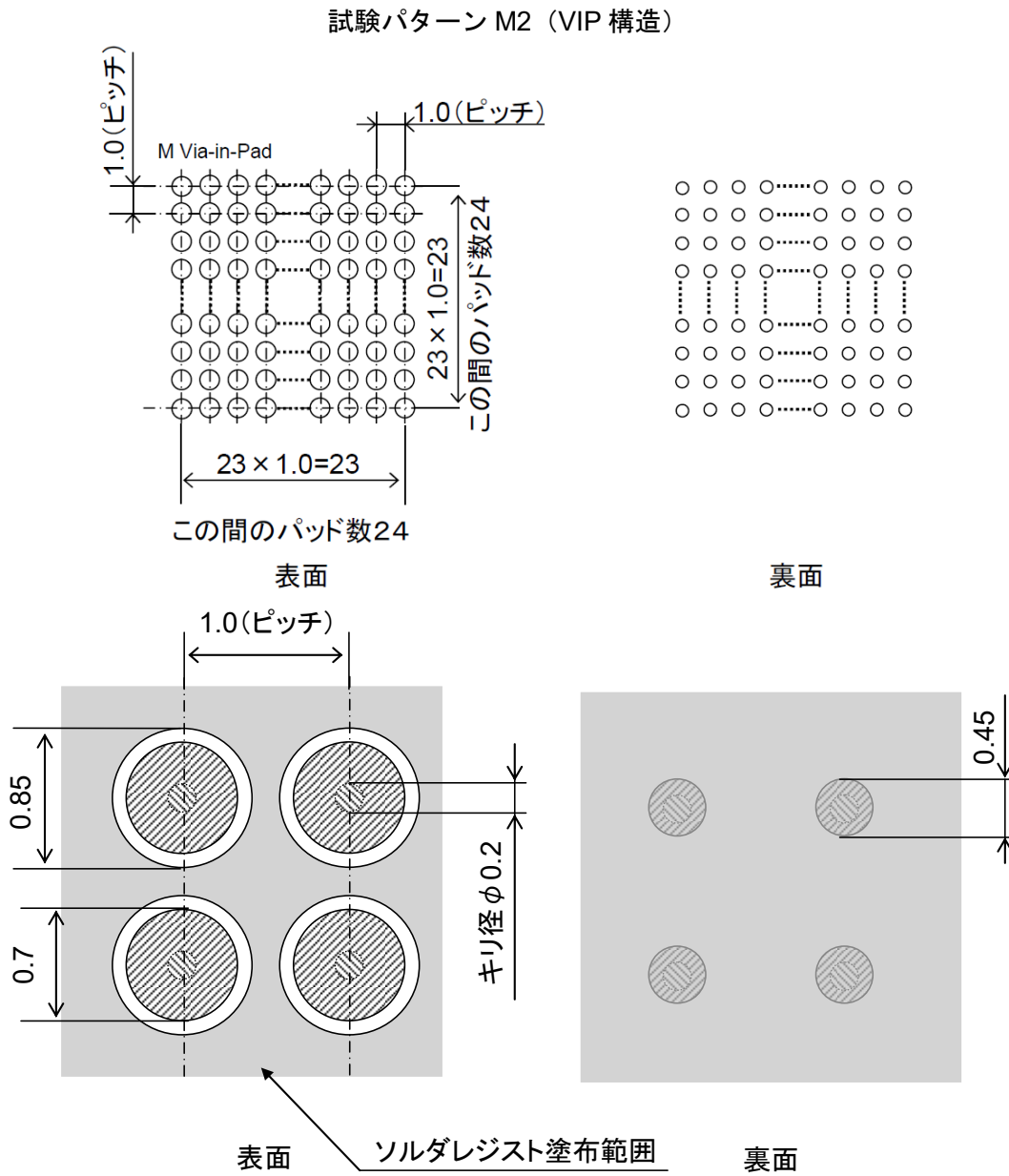


図 J-26 試験パターン (BGA 等のパッド例) (8/12)

単位 : mm

試験パターンN

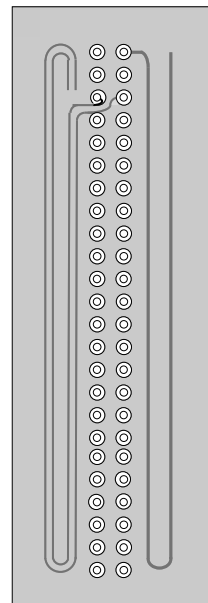
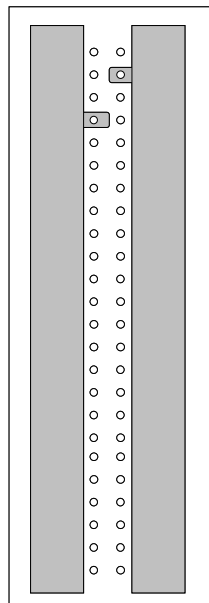
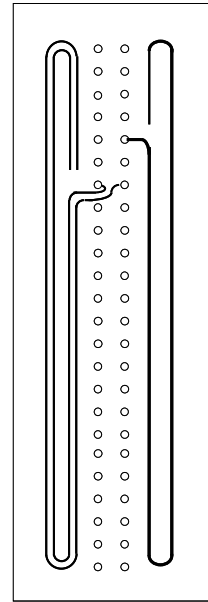
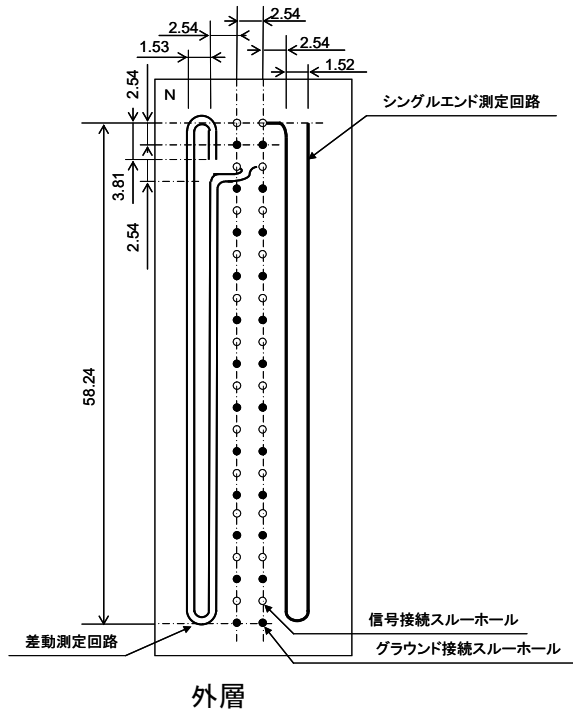


図 J-26 試験パターン (特性インピーダンス) (9/12)

単位 : mm

試験パターン○

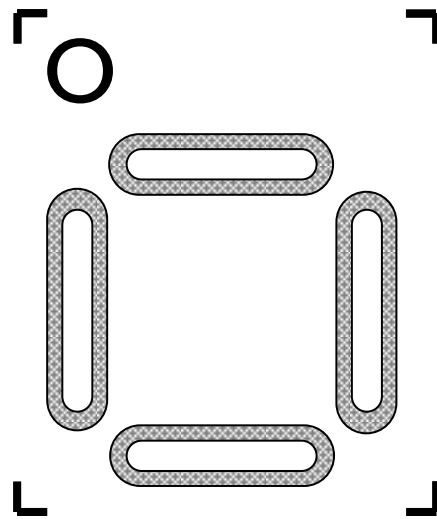
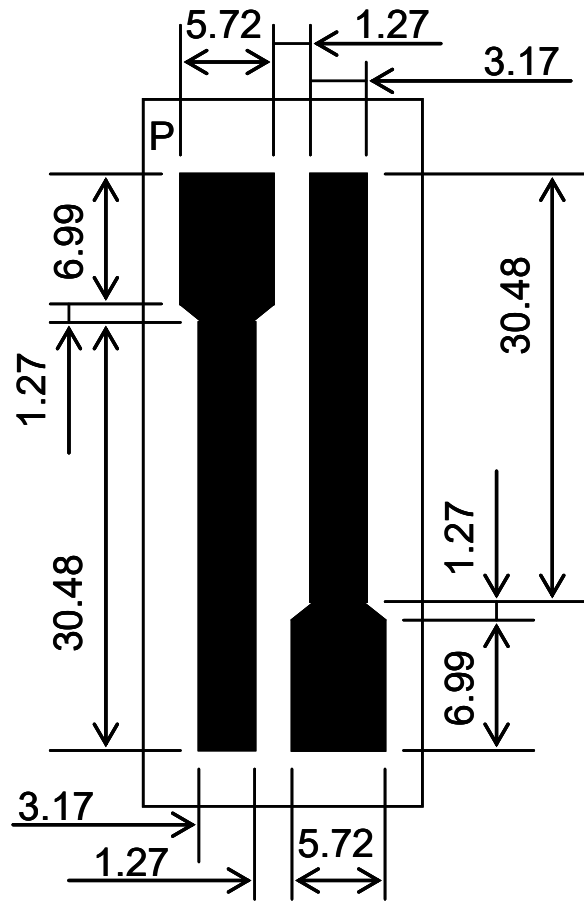


図 J-26 試験パターン（外周側面めっき）（10/12）

単位 : mm

試験パターンP



表面及び裏面

図 J-26 試験パターン（引きはがし強度）（11/12）

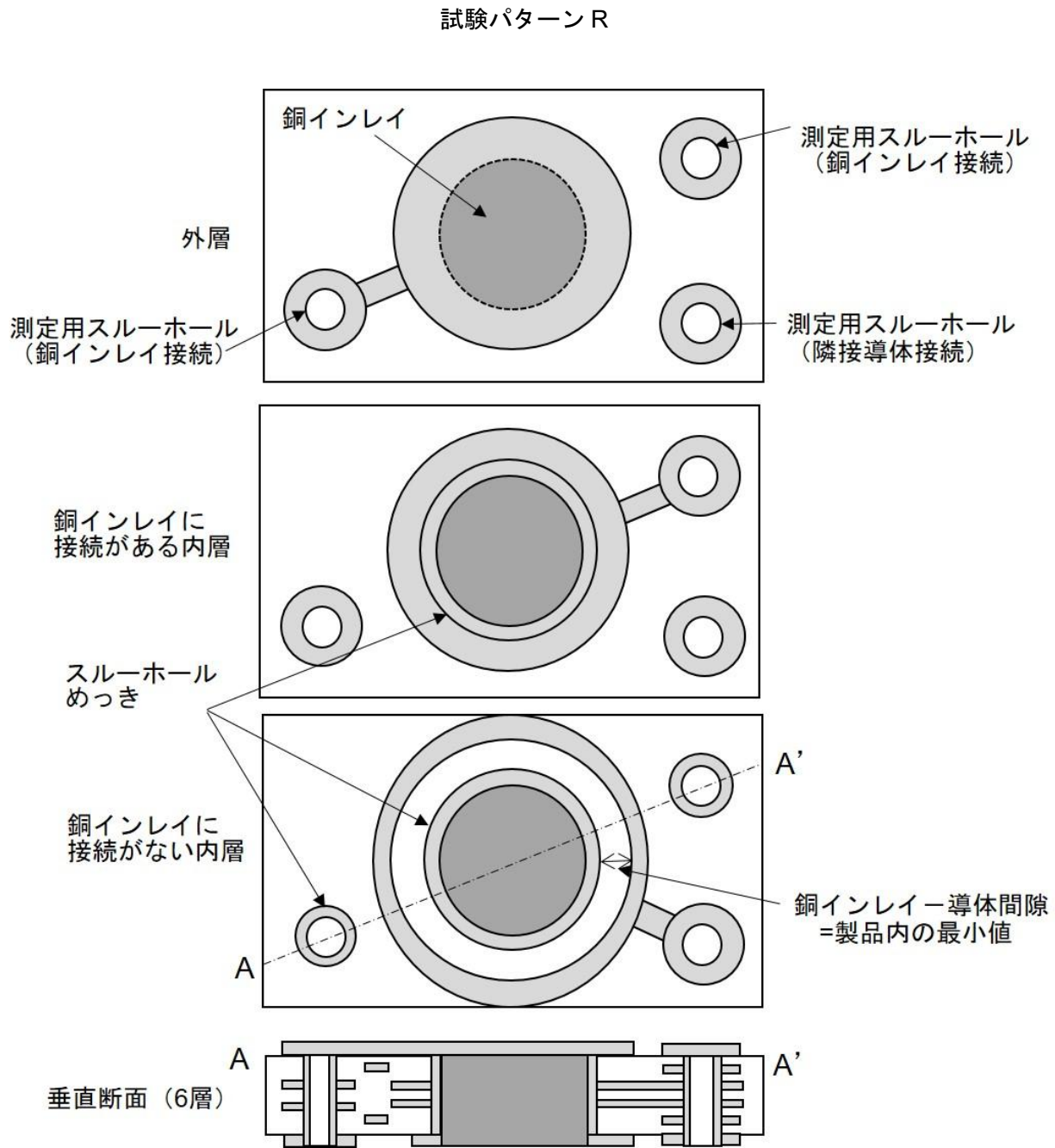


図 J-26 試験パターン (銅インレイ押し出し強度、導通、絶縁) (12/12)

J.4.2 工程内検査

プリント配線板の製造ロットごとに表 J-16 に規定された工程内検査を実施しなければならない。なお、J.3.4.1 項（導体、基材、ソルダレジスト及び銅インレイ部の外観）、J.3.4.2 項（寸法）、J.3.4.3 項（表示）、J.3.8 項（清浄度）及び J.3.4.2.1 項（BGA 等のパッド部の寸法）の要求を満足しなければならない。

表J-16 工程内検査

No.	項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	検査数	検査時期
1	内層の外観、寸法 及び表示など	J.3.4.1 J.3.4.2 J.3.4.3	J.4.5.4.1 J.4.5.4.2 J.4.5.4.3	全数	内層回路形成後 積層前処理前
2	外層の導体 外層の基材	J.3.4.1.1 J.3.4.1.2	J.4.5.4.1	全数	外層回路形成後 ソルダレジスト塗布前
3	清浄度	J.3.8	J.4.5.10	AQL1.0%	外層回路形成後 ソルダレジスト塗布前
4	BGA 等のパッド部 の寸法 ⁽¹⁾	J.3.4.2.1	J.4.5.4.2	全数	ソルダレジスト形成後 はんだコート前
5	銅インレイ部外観	J.3.4.1.4	J.4.5.4.1 d)	全数	銅インレイ圧入層の回路 形成後

注⁽¹⁾ J.4.5.4.2 項 a)の 5)コプラナリティについては、認定試験時では測定するが、品質確認試験では調達者から要求があった場合にのみ測定する。

J.4.3 認定試験

J.4.3.1 試料

試料は、認定審査代行機関の承認を得た、この付則の要求事項を確認するのに十分な最小導体幅、最小導体間げき、SVH、小径ビアホール、銅インレイ、層数及び構造を有するプリント板（製品）及び製品と同一のワークボードから製造された試験パターンで構成されなければならない。

認定範囲に、割り基板を含むときは、試験に供する試料が割り基板であることとし、割り基板には長穴状のスリット、Vカット、ミシン目のいずれか1つ以上を含んでいなければならない。

J.4.3.2 試験項目及び試料数

試験は、表 J-17 の規定によって各群内の試験項目を上から順に行う。I、II 群の試験を行った後、III 群以下の各群に試料を分けて試験を行う。ただし、III 群以下の試験は、群番号の順に行わなくてもよいが、各群内の試験は規定された順序で行うこと。

製品の試料数は各 6 枚とする。試験パターンの試料数は表 J-17 による。

表J-17 認定試験 (1/2)

群	試験		要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		許容 不良数
	順序	項目			試料数		
					製品	試験パターン ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
I	1	導体、基材、及びソルダレジストの外観 寸法 表示	J.3.4.1	J.4.5.4.1	No.1~ No.6	A、B、C、D、E、 F、G、H、K、L、 M、N、O、P、 R 及び S	0
			J.3.4.2	J.4.5.4.2 ⁽⁹⁾			
			J.3.4.3	J.4.5.4.3			
2	ワークマンシップ	J.3.6	J.4.5.8	No.1~ No.6	適用しない		
3	そり及びねじれ	J.3.5	J.4.5.7				
1	めっき密着性及び オーバハング	J.3.7	J.4.5.9			No.1~ No.6	
2	アンダカット	J.3.4.6	J.4.5.5.15				
III	1	構造の完全性	J.3.4.4	J.4.5.5	No.1	A、F、K、M 及び O	
	2	スルーホール引き抜き強度	J.3.10.1	J.4.5.12.1		F	
	3	ソルダレジストの厚さ	J.3.4.5	J.4.5.6		J	
	4	表面導体の引き剥がし強度 ⁽³⁾	J.3.10.3	J.4.5.12.2		P	
	5	銅インレイの押出し強度 ⁽⁴⁾	J.3.10.4	J.4.5.12.4		R	
IV	1	接続抵抗	J.3.9.3	J.4.5.11.3	No.2	D、R 及び S ⁽⁵⁾	
	2	耐ホットオイル性	J.3.11.3	J.4.5.13.3			
	3	接続抵抗	J.3.9.3	J.4.5.11.3			
V	1	回路	J.3.9.2	J.4.5.11.2	No.3	E、G、R 及び S ⁽⁶⁾	
	2	接続抵抗	J.3.9.3	J.4.5.11.3			
	3	熱衝撃 [I]	J.3.11.1.1	J.4.5.13.1a)			
	4	回路	J.3.9.2	J.4.5.11.2			
	5	接続抵抗	J.3.9.3	J.4.5.11.3			
	6	熱衝撃後の断面	J.3.11.1.3	J.4.5.5.1			
VI	1	耐湿性及び絶縁抵抗	J.3.11.2	J.4.5.13.2	No.4	E、R 及び S ⁽⁵⁾	
	2	耐電圧	J.3.9.1	J.4.5.11.1			
VII	1	熱ストレス	J.3.11.4	J.4.5.13.4	No.5	A、B、L、M、 O、R 及び S	
	2	はんだ付け性	J.3.10.2	J.4.5.12.3		B 及び H ⁽⁷⁾	
VIII	1	耐放射線性	J.3.11.5	J.4.5.13.5	No.6	適用しない	

注(1) 試験パターンの試料数のうち、I 群は、II 群以下に規定するパターンの合計とし、II 群以下

は規定するパターンごとに1個とすること。ただし、表示で不合格となった場合には、良品と交換することができる。

認定試験のサンプルを1ワークボードで6製品を製造する場合は、パターンA、F、M及びOは2個、その他パターンは各1個とする。

- (2) 認定試験に供する製品と同時に製造すること。また、Ⅲ群以下に規定する試験パターンは、その群で試験を実施する製品と同じワークボードから製造されていること。
- (3) 認定の範囲に銅箔積層構造を採用する場合に実施すること。
- (4) タイプⅠ及びⅡに適用する。
- (5) タイプⅠ及びⅡの場合は、「R」、タイプⅢの場合は「S」で試験すること。
- (6) 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」、タイプⅠ及びⅡの銅インレイの導通及び短絡は「R」、タイプⅢのLVHを含む銅インレイの導通及び短絡は「S」で試験すること。
- (7) 「B」は、熱ストレスに供試したものであること。また、「B」はスルーホール、「H」は表面導体について試験すること。
- (8) 試験パターンCの断面観察からアンダカットの有無を測定によって確認する。アンダカットが有る場合はJ.3.4.6項に規定された要求を満足するか確認する。
- (9) J.4.5.4.2項a)の5)に示されているコプラナリティの測定は、認定試験時は必須項目として実施する。

表J-17 認定試験 (2/2)

試験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定	
					評価ボード	許容 不良数
群	順序	項目				
IX	1	振動	J.3.11.6	J.4.5.13.6	J.4.5.13.6h)及び J.4.5.13.7h) による	0
	2	衝撃	J.3.11.7	J.4.5.13.7		
—	—	材 料	J.3.2	J.4.5.2	適用しない	適用 しない

J.4.4 品質確認試験

J.4.4.1 品質確認試験 (グループA)

J.4.4.1.1 試料

製品、及び製品と同時に製造した試験パターンにより試験を行う。

1組の割基板の中で、製造工程において不合格と判定され、不合格と表示された個片のプリント板を含む場合、この1組の割基板を試験ロットの一部として供試することができる。ただし、合否判定に影響を与えないようにするために、不合格の表示がされた個片のプリント板は、試料として扱ってはならない。

なお、1組の割基板とは、同一図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたもの、又は異なる図番のプリント板が集合して1枚のシート状に構成されたものをいう。

J.4.4.1.2 試験項目及び試料数

グループA試験は、表J-18に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンは、表J-18に記載した試験パターンをそれぞれ1個準備する。

表J-18 品質確認試験（グループA）

試験			要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定		
群	順序	項目			試料数		許容 不良数
			製品	試験パターン			
I	1	設計及び構造	J.3.3	J.4.5.3	全数	適用しない	0
	2	導体、基材、及びソルダ レジストの外観 寸法 表示	J.3.4.1	J.4.5.4.1			
			J.3.4.2	J.4.5.4.2			
			J.3.4.3	J.4.5.4.3			
	3	ワークマンシップ	J.3.6	J.4.5.8			
	4	そり及びねじれ	J.3.5	J.4.5.7			
5	特性インピーダンス	J.3.3.19	J.4.5.11.4	全数	N ⁽¹⁾		
II	1	アンダカット	J.3.4.6	J.4.5.5.15	適用しない	C ⁽⁷⁾	
III	1	回路	J.3.9.2	J.4.5.11.2	全数	適用しない	
IV	1	熱ストレス	J.3.11.4	J.4.5.13.4	適用しない	A、F、K ⁽²⁾ 、 M ⁽³⁾ 、O ⁽⁴⁾ 、R 及びS ⁽⁵⁾	
V	1	はんだ付け性	J.3.10.2	J.4.5.12.3	適用しない	F及びH ⁽⁶⁾	

注(1) 「N」は特性インピーダンスの要求がある場合に試験する。

(2) 「A」は、製品に小径ビアホールを有する場合のみ試験する。また、「K」は、製品にSVHを有する場合のみ試験する。

(3) 「M」は製品にBGA等のパッドがある場合に試験する。

(4) 「O」は側面めっきの要求がある場合に試験する。

(5) 「R」はタイプI及びIIの場合に、「S」はタイプIIIの場合に試験する。

(6) 「F」はスルーホールについて、「H」は表面導体について試験すること。

(7) 試験パターンCの断面観察によってアンダカットの有無を確認する。なお、アンダカットが発生しないプリント配線板の製造工法を適用している場合は、アンダカットの測定は適用しない。

J.4.4.2 品質確認試験（グループB）

J.4.4.2.1 試料

グループB試験に供する試験パターンは、グループA試験に供する試験パターンと同時に製造され、グループA試験に合格した試験ロットから選択されなければならない。

J.4.4.2.2 試験項目及び試料数

グループB試験は表J-19に規定の項目及び順序で行う。各群内の試験項目は順序番号の順に行う。

試験パターンについては、各群に1個とする。

表 J-19 品質確認試験（グループB）

群		順序	試験項目	要求事項 項目番号	試験方法 項目番号	合否判定	
						試験パターン	許容 不良数
I	1	めっき密着性及び オーバハング	J.3.7	J.4.5.9	C	0	
II	1	スルーホール引き抜き強度	J.3.10.1	J.4.5.12.1	F		
III	1	接続抵抗	J.3.9.3	J.4.5.11.3	D、R及びS ⁽¹⁾		
	2	耐ホットオイル性	J.3.11.3	J.4.5.13.3			
	3	接続抵抗	J.3.9.3	J.4.5.11.3			
IV	1	回路	J.3.9.2	J.4.5.11.2	E、G、R及び S ⁽²⁾		
	2	接続抵抗	J.3.9.3	J.4.5.11.3			
	3	熱衝撃〔Ⅱ〕	J.3.11.1.2	J.4.5.13.1b)			
	4	回路	J.3.9.2	J.4.5.11.2			
	5	接続抵抗	J.3.9.3	J.4.5.11.3			
	6	熱衝撃後の断面	J.3.11.1.3	J.4.5.5.1.			
V	1	耐湿性及び絶縁抵抗	J.3.11.2	J.4.5.13.2	E、R及びS ⁽¹⁾		
	2	耐電圧	J.3.9.1	J.4.5.11.1			
VI	1	表面導体の引き剥がし強度	J.3.10.3	J.4.5.12.2	P ⁽³⁾		
	2	銅インレイの押出し強度 ⁽⁴⁾	J.3.10.4	J.4.5.12.4	R		

注⁽¹⁾ タイプI及びIIの場合は「R」、タイプIIIの場合は「S」で試験すること。

⁽²⁾ 回路について、導通試験は「G」、短絡試験は「E」、タイプI及びIIの銅インレイの導通及び短絡は「R」、タイプIIIのLVHを含む銅インレイの導通及び短絡は「S」で試験すること。

⁽³⁾ 表面導体の引き剥がし試験は、銅箔積層構造を有する場合に実施する。ただし、認定の範囲に銅箔積層構造が含まれており、銅箔積層構造を持たない製品でグループB試験を実施

した場合には、銅箔積層構造を有する製品の最初のロットで試験を実施すること。
(4) タイプ I 及び II に適用する。

J.4.5 試験方法

J.4.5.1 試験条件

試験条件は、MIL-STD-202 の 4.2 項による。ただし、基準状態は、温度 15°C~35°C、湿度 20%~80% (RH)、照度 750 ルクス以上とすること。

J.4.5.2 材料

銅張積層板及びプリプレグ及び銅箔については、使用した材料のロット毎に、適用規格を満足することを示す文書により確認を行う。他の材料については、認定時に、要求規格を満足することを示す文書により、確認を行う。

J.4.5.3 設計及び構造

製造図面又はアートワークマスタと、本付則及び個別仕様書に定める認定範囲を照合する。製品が製造図面の指定どおりであることを照合する。

J.4.5.4 外観、寸法、表示など

J.4.5.4.1 導体、基材、ソルダレジスト及び銅インレイ部の外観

外観の検査は、4倍から10倍の拡大鏡を使用して行う。

a) 導体

導体パターンの検査に対し、自動外観検査装置 (AOI : Automatic Optical Inspection Machine) を適用しても良い。欠陥の判定には、計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

b) 基材

欠陥の判定には計測するのに十分な精度の光学的計測器を使用して測定する。

c) ソルダレジスト

欠陥の判定には 10 倍の拡大鏡を使用する。

d) 銅インレイ部

欠陥の判定には 4 倍の拡大鏡を使用する。

J.4.5.4.2 寸法

計測するに十分な精度の計測器を使用し測定する。

a) BGA 等のパッド部の寸法

BGA 等のパッドを有するプリント板については、以下の寸法測定を実施する。プリ

ント板に複数のBGA等のパッドが存在する場合、測定対象はBGA等のパッド面積が最も大きいものを選択する。BGA等のパッド面積が同じ場合、任意の1箇所とする。各測定位置の詳細は図J-27による。

1) BGA等のパッド寸法、及びソルダレジストの開口径

BGA等のパッドのグリッドコーナ一部（外）、中央部（内）について、それぞれ1箇所を光学的計測器を使用し測定する。

2) BGA等のパッドの位置度精度

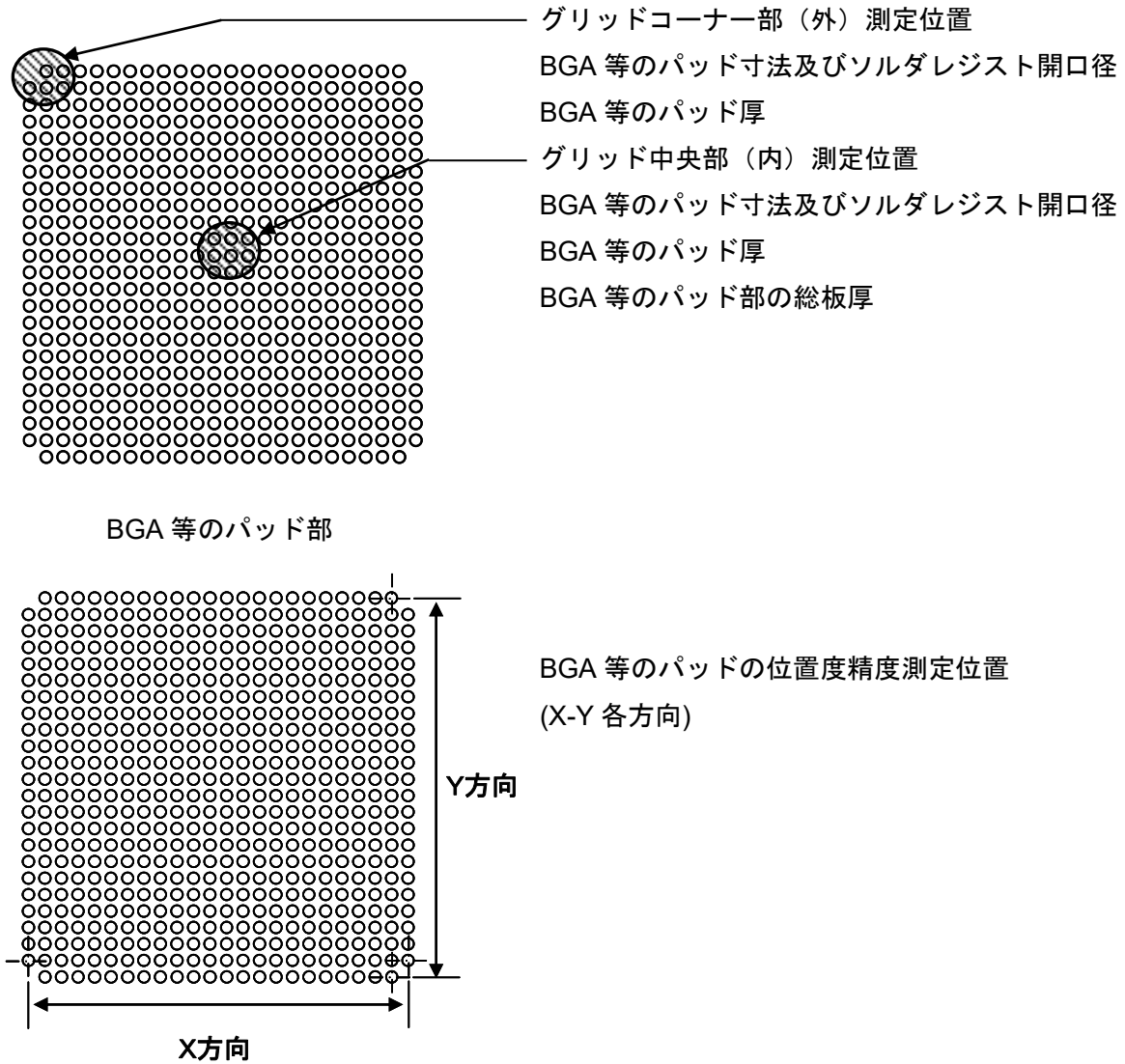
BGA等のパッドの外周列のX方向及びY方向について、計測するのに十分な2次元測長器、又はそれと同等の能力を有する測定器を用いて測定する。

3) BGA等のパッドの基材からの高さ（パッド厚）

BGA等のパッドのグリッドコーナ一部（外）、中央部（内）について、それぞれ1箇所を金属顕微鏡による焦点深度法又は光学的計測器を使用し測定を行う。

4) BGA等のパッド部の総板厚

はんだコート、ソルダレジストを含む総板厚について、BGA等のパッドの中心部をマイクロメーター等を用いて測定する。

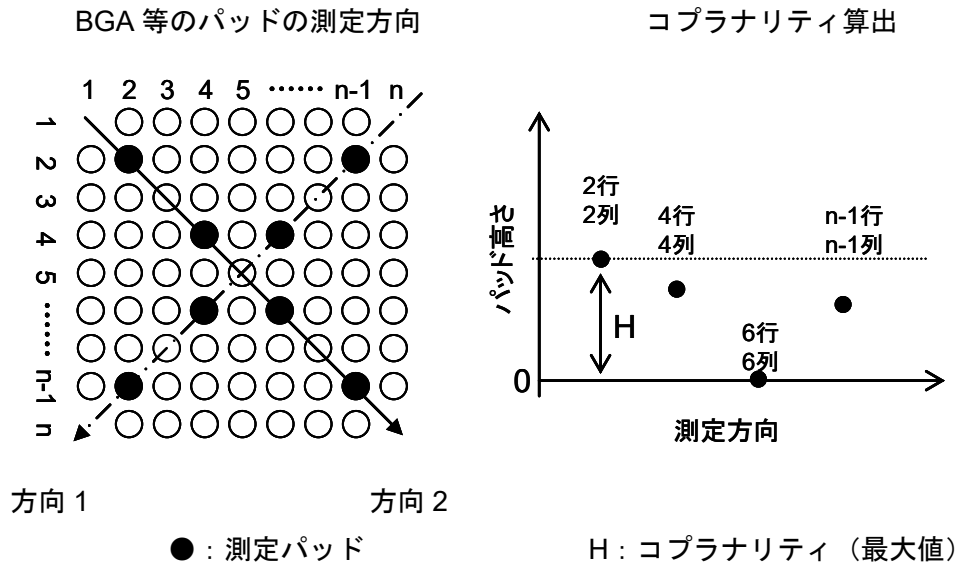


図J-27 BGA等の部の寸法測定位置

5) コプラナリティ

BGA等のパッドの対角方向に、パッド面の高さを3次元測定器を用いて測定する。測定は、図J-27に従って1辺の対角線上のパッド数の少なくとも4点以上とする。測定する方向は、2方向とする。

コプラナリティは、測定したパッドの最も低い箇所を基準面とし、相対高さとして表す（図J-28参照）。



図J-28 コプラナリティ測定

6) 銅インレイの凹凸

構造Ⅰ及びⅢでは、銅インレイを挿入するスルーホールランドを基準とし、銅インレイの凹凸を測定する。測定には、計測するのに十分な3次元測長器、又はそれと同等の能力を有する測定器を用いて測定する。

J.4.5.4.3 表示

目視（裸眼）による。

J.4.5.5 構造の完全性

J.4.5.5.1 スルーホール

a) 垂直方向の断面

穴に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、穴の垂直方向の中心が断面の表面に出るように作製する。

穴の数は1枚のワークボードから3個以上とする。ただし、その穴はワークボードの製品有効範囲外に別に設けて製作した穴でも良い。層相互間ずれ及びランドの導体幅を測定する場合、穴あけの加工原点から離れている穴を選択すること。

作製した垂直方向の断面は50～100倍の倍率で、観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

銅めっきと銅箔の境界部を明確にするためのソフトエッチングは、内層接続及びレジンスミアの観察を行う際に実施してはならない。

b) 水平方向の断面

穴を含む多層板の材料を樹脂に埋め込み研磨する。任意の導体層を選び、その層を平行に研磨する。研磨によってその導体層が断面の表面に出るように作製する。

作製した水平方向の断面は50～100倍の倍率で、スルーホール品質（水平方向の内部接続）の検査を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

作製した断面はソフトエッチングを行ってはならない。

J.4.5.5.2 ボイド

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

J.4.5.5.3 ランドの浮き

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

J.4.5.5.4 銅箔のクラック

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

J.4.5.5.5 内層接続

J.4.5.5.1項 a)及びb)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

J.4.5.5.6 めっき厚さ

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、最小200倍の倍率で測定する。めっき厚さは1個の穴について3箇所を計測し、その最小値を読み取る。

蓋めっきの厚さは、1個の穴に対して、最も薄い箇所を測定する。

J.4.5.5.7 ラミネートクラック

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

J.4.5.5.8 デラミネーション及びブリスタ

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

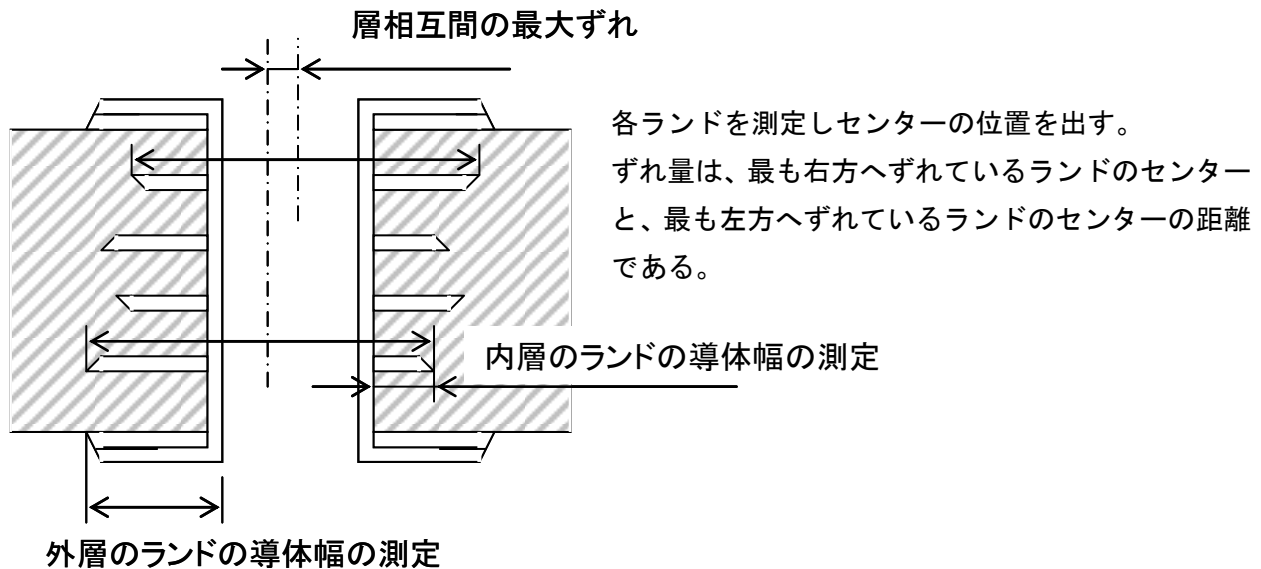
J.4.5.5.9 層相互間のずれ

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。穴を中心に多層板の長さ方向及びその直角方向のずれを測定する。層相互間のずれの検査のための断面作製においては、穴の1個以上は多層板の長さ方向に平行に、他の1個以上はこれと直角に断面を作製しなければならない（図J-28参照）。

J.4.5.5.10 ランドの導体幅（アニュラリング）

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～100倍の倍率で測定する。

外層のランドの導体幅は、スルーホールをめっきの表面からランドの端までを測定する。内層のランドの導体幅は、穴あけされたエッジからランドの端のエッジまでを測定する（図J-29参照）。



図J-29 層相互間のずれ及びランドの導体幅の測定

J.4.5.5.11 絶縁層厚

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で測定する。

J.4.5.5.12 蓋めつきと充填樹脂の密着

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、50～100倍の倍率で観察及び測定を行う。ただし、判定に疑義が生じた場合には、更に大きな倍率で確認すること。判定倍率は100倍とする。

J.4.5.5.13 蓋めつき部の突起と窪み

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、最小50倍の倍率で観察及び測定を行う。

J.4.5.5.14 充填樹脂の充填性

J.4.5.5.1項 a)で作製した断面を使用して、25～50倍の倍率で観察及び測定を行う。

J.4.5.5.15 アンダカット

試験パターン C に対し、導体の垂直断面が確認できる方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の形状が確認できるように作成する。作成した断面を、50～100倍の倍率で測定を行う。

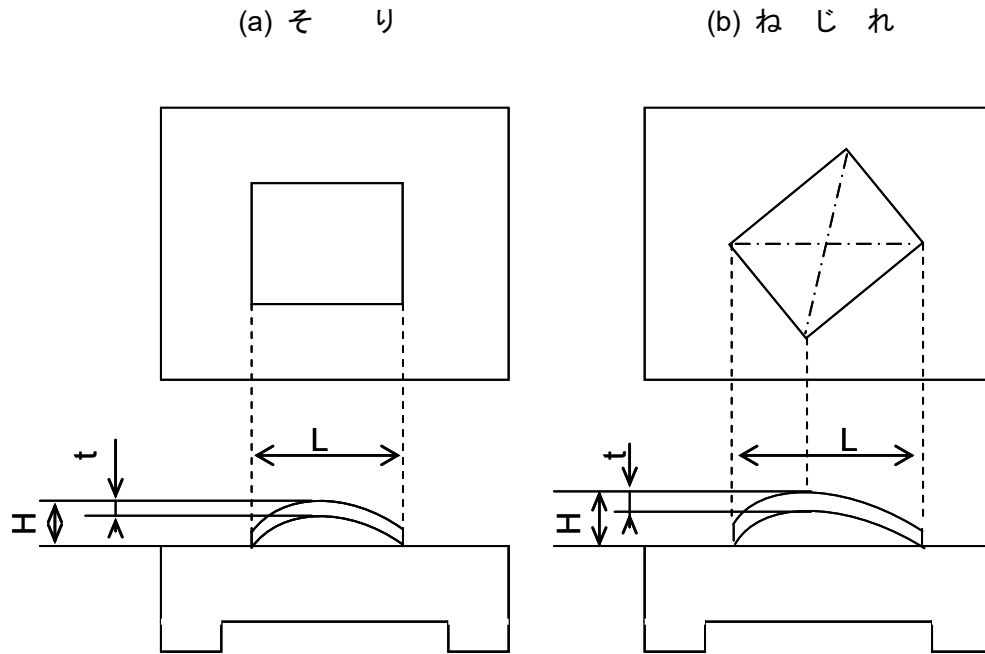
J.4.5.6 ソルダレジストの厚さ

導体に近い位置で垂直方向に切断し、樹脂に埋め込み研磨する。研磨によって、導体の垂直方向の中心が断面の表面に出るように作製する。作製した垂直の断面を、200倍以上の倍率で測定する。

J.4.5.7 そり及びねじれ

プリント板の凸曲面を上にして水平な定盤の上に置き、プリント板の最も高い位置で定盤面からの高さを測定する（図 J-30 参照）。次式でそり及びねじれの値を計算する。

$$\text{そり及びねじれ} = \frac{H-t}{L} \times 100 \quad (\%)$$



H : 定盤面からの高さ (mm)
t : プリント板の厚さ (mm)
L : 辺又は対角線の長さ (mm)

図J-30 そり及びねじれの測定

J.4.5.8 ワークマンシップ

プリント板のワークマンシップは4倍から10倍の拡大鏡によって検査する。

J.4.5.9 めっき密着性及びオーバーハング

導体上に A-A-113 の Type I、Class A、又は JIS Z 1522 による感圧セロハンテープ（幅 12.7mm、長さ 50mm 以上）を貼り付け、気泡を除くようにしっかりと押さえつける。引きはがしのため、テープの端は接着しないで残しておく。次に、このテープをプリント板と直角の方向に急激に引きはがす。各試料に対し、毎回新しいテープを使用して各面 3 箇所の異なった位置に対してこの試験を実施する。オーバーハング部が破壊されてテープに付着した場合は、密着不良とはみなさずスリバとして判定する。

J.4.5.10 清浄度

適当な漏斗を電解ビーカの上に置き、試料を漏斗の中に吊るす。イソプロピルアルコールと蒸留水の容積比が75%対25%の洗浄液(ただし、固有抵抗は $6 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上)を用意する。吊るされた試料の上方から、両面にこの洗浄液をかける。この洗浄液の量は各面の 6.5cm^2 当たり100mlが回収できる量とする。洗浄時間は1分以上とする。回収した洗浄液の固有抵抗値を電導率計又は同等の計測範囲と精度を有する装置で測定する。

なお、表J-20に規定する、同等の測定方法を用いてもよい。

表J-20 同等の測定方法

測定装置	固有抵抗 ($\times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	等価 ファクタ	塩化ナトリウムの 等価量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
電導率計	2	1	1.56
Omega Meter ⁽¹⁾	2	1.39	2.2

注⁽¹⁾ Alpha Metals Incorporated, "Omega Meter"

J.4.5.11 電氣的性能

プリント板の電氣的性能に関する試験は、以下の方法による。

J.4.5.11.1 耐電圧

MIL-STD-202の方法301によって実施する。ただし、次の条件を適用する。

- 印加電圧：500V_{AC} ピーク又は500V_{DC}
- 印加時間：30秒間
- 印加箇所：同一層内及び隣接する層間の隣接するパターン間

J.4.5.11.2 回路

a) 導通試験

それぞれの回路又は接続されている一連の回路に2A以下の電流を流し、断線の有無を確認する。

b) 短絡試験

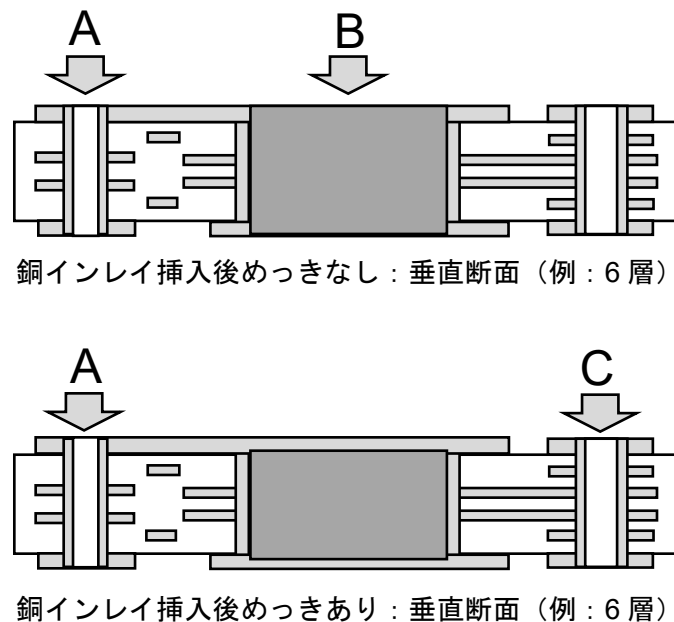
すべての導体の共通端子と隣接した導体の共通端子との間に250V_{DC}の電圧を印加し、短絡の有無を確認する。

J.4.5.11.3 接続抵抗

0.5m Ω 未満の測定が可能な四端子法の計測器によって、スルーホール端子間の抵抗値を測定する。

J.4.5.11.3.1 銅インレイの接続抵抗

タイプⅠ及びタイプⅡの接続抵抗は、J.4.5.11.3項により、次の箇所で測定を行う。銅インレイを挿入後にめっきを行わない構造の場合は、測定用スルーホール（A）と露出している銅インレイ（B）の間の接続抵抗を測定する。銅インレイを挿入した後に銅めっきを行う構造の場合は、測定用スルーホール（A）と銅インレイを経由した測定用スルーホール（C）の間の接続抵抗を測定する。いずれの場合においても、接続抵抗値が、測定可能な値以下となる場合は、導通の評価のみとしても良い。（図 J-31 参照）



図J-31 銅インレイの接続抵抗測定箇所

J.4.5.11.4 特性インピーダンス

IPC-TM-650の2.5.5.7項によって試験する。

J.4.5.12 機械的性能

プリント板の機械的性能に関する試験は、以下の方法による。

J.4.5.12.1 スルーホール引き抜き強度

ランド部から6mm以上離れた点で、導体を鋭いナイフで切断し、そこから導体をランドに向かって引きはがし、導体とランドの接合する部分に鋭いナイフを当てて、ランドの接着強度

を劣化させないように導体を切り取る。

次に、引張り試験機に取り付けるのに十分な長さのリード線を選び、はんだごてを用いて、次の手順ではんだ付け、はんだ外しを行う。

- a) スルーホールにリード線をはんだ付けする。
- b) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- c) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。
- d) スルーホールからリード線を取り外す（はんだ外し）。
- e) スルーホールにリード線を再はんだ付けする。

このとき、リード線の先端は曲げてはならない。リード線は、はんだ外しの際は完全に取り去り、再はんだ付けの際は新しいものと交換する。はんだごては、15W～60Wのものを使用し、こて先温度が232℃～260℃になるように調整して使用する。はんだごては、プリント板の導体部に当てずにリード線を加熱し、加熱時間は必要最小限にする。

e) の再はんだ付け後、室温で引張り試験機にかけ、毎分50mmの速さでランドのある方向に、かつ、ランドに垂直に引っ張る。引張力が要求値（L）に達するか、又は不具合が発生するまで引っ張る。試験中、リード線が切断するか又は引き抜けたときは不具合とみなさず、リード線を再はんだ付けして再び引っ張る。引張力の換算は、次式による。

$$L \geq 1380 \times \frac{\pi \{ (d_2)^2 - (d_1)^2 \}}{4}$$

L：引張力（N）

d₁：穴径（cm）

d₂：ランド径（cm）

J.4.5.12.2 表面導体の引き剥がし強度

IPC-TM-650の2.4.8項によって試験する。ただし、次の条件を適用する。

- a) 常態
試験条件 A とする。
- b) 熱ストレス後
試験条件 B とする。

J.4.5.12.3 はんだ付け性

- a) スルーホール

J.4.5.13.4 項の検査で作製した断面を利用して、はんだのぬれ性を検査する。

- b) 表面導体及び側面めっき

MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたフラックスに試料を浸せきした後、試料を取

り出し、60秒間フラックスをきる。はんだ槽に MIL-STD-202 の方法 208 に規定されたはんだを溶融し、きれいなステンレス製のパドルでかき混ぜ、温度が 226°C~238°C の範囲であることを確認する。試料を浸せきする直前にはんだかす及び燃えたフラックスをはんだ表面から取り除く。試料を垂直に毎秒 25mm±6mm の速さではんだ槽に入れ、4秒±0.5秒間保持した後、毎秒 25mm±6mm の速さで引き上げる。引き上げた後、試料を垂直の状態に保持したまま、はんだが固化するまで空冷する。このとき、急冷してはならない。はんだの固化後、導体の表面のはんだの状態を検査する。

J.4.5.12.4 銅インレイの押し出し強度

銅インレイの押し出し強度の試験方法は、個別仕様書に規定しなければならない。

J.4.5.13 環境的性能

プリント板の環境的性能に関する試験は、以下の方法による。

J.4.5.13.1 熱衝撃

MIL-STD-202の方法107によって行う。ただし、次の条件を適用する。

a) 熱衝撃〔I〕（認定試験に適用）

試験条件 B とする。ただし、低温側温度を-30°C、サイクル数は 1200 サイクルとする。また、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

前処理として、JERG-0-043 に基づく全体加熱法によるリフローを 3 回行う。この時、リフローの影響がないことを確認するために、リフロー前後の抵抗値測定を行い記録しておくこと。ただし、加熱条件については、次の条件を適用する。

- 1) 本加熱部 : 200°C以上の時間が 45 秒以上
- 2) ピーク温度 : 230°C以上

b) 熱衝撃〔II〕（品質確認試験に適用）

試験条件 B-3 (-65°C~+125°C) とする。ただし、段階 2 及び 4 の時間は 2 分以内とする。

J.4.5.13.2 耐湿性及び絶縁抵抗

a) 耐湿性

MIL-STD-202 の方法 106 の最初の 6 段階を 10 サイクル実施する。試験の間、すべての層に 100V±10V_{DC} の成極電圧を印加する。10 サイクル目の段階 6 が終了した後、試料を槽から取り出し、直ちに 25°C±5°Cの空気を吹き付けて乾燥させてから評価する。

b) 絶縁抵抗

MIL-STD-202の方法302、試験条件Bに従って行う。ただし、電圧印加時間は1分間とする。

J.4.5.13.3 耐ホットオイル性

試料を $120^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ で2時間乾燥し、室温まで冷却する。次に、 $260^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ の油又はワックスに5秒間浸せきした後、室温まで冷却するサイクルを1サイクルとして、これを10サイクル実施する。

J.4.5.13.4 熱ストレス

試料を $121^{\circ}\text{C}\sim 149^{\circ}\text{C}$ に2時間保持し、水分を除去する。その後、デシケータ中のセラミック板の上に置いて冷却する。それから、個別仕様書に規定されたフラックスを塗布し、はんだ槽 [Sn : $63\%\pm 5\%$ 、温度 : $288^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$] に10秒間浮かべる。試料を絶縁板上に置いて冷却してから、外観の異常の有無を確認した後、J.4.5.5.1項で作製した断面を使用して構造の完全性を検査する。はんだの温度の測定は、溶融はんだの表面から50mmを超えないところで行う。

なお、J.3.4.4.13項「蓋めつきと充填樹脂の密着」の評価用試料については、はんだ槽に10秒間浮かべ、冷却を行う操作を3回繰り返して実施する。

J.4.5.13.5 耐放射線性

大気中において、試料に γ 線(コバルト60)を1時間当たり $0.5\times 10^4\text{Gy}\sim 1\times 10^4\text{Gy}$ の割合で、総放射線量が $1\times 10^4\text{Gy}$ となるように照射する。照射後、試料の各部に劣化がないことを目視によって検査する。さらに、J.4.5.11.1項及びJ.4.5.13.2項b)に従って耐電圧及び絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗と耐電圧は同じ回路で測定する。

J.4.5.13.6 振動

MIL-STD-202の方法214によって行う。ただし、次の条件を適用する。

a) 取付方法

適切な試験軸にプリント板を治具(取付部： $\phi 6\text{mm}$ 、浮かし高さ： $10\text{mm}\sim 20\text{mm}$) / 剛性あるスタッドで可)に規定トルクで固定する。

b) 試験前の測定

J.4.5.11.2項によって、断線と短絡の有無を確認し、J.4.5.11.3項によって接続抵抗の測定を行う。J.4.5.4.2項b)によって、銅インレイの凹凸の測定を行う。

c) 試験条件：II-H 周波数範囲 $50\text{Hz}\sim 2,000\text{Hz}$
全実効加速度 34.02 Grms

d) 振動の方向：3方向

- e) 回数及び時間
1回の振動時間を15分間とし、1方向1回、3方向で45分間とする。
- f) 試験後の測定
J.4.5.11.2項によって、断線と短絡の有無を確認し、J.4.5.11.3項によって接続抵抗の測定を行う。J.4.5.4.2項b)によって、銅インレイの凹凸の測定を行う。
- g) 試験後の外観検査
4倍から10倍の拡大鏡によって検査する。
- h) 評価ボード設計
試験用評価ボードの設計は以下とする。
 - ・外形寸法：100mm、取付ピッチ：90mm、取付穴径： $\phi 3.5\text{mm} \times 4\text{P}$ 、板厚：1.6mm
 - ・銅インレイは評価基板の中央とする（銅インレイは認定範囲の最大サイズとする）。

J.4.5.13.7 衝撃

MIL-STD-202の方法213によって行う。ただし、次の条件を適用する。

- a) 取付方法
適切な試験軸にプリント板を治具（取付部： $\phi 6\text{mm}$ ）、浮かし高さ：（10mm～20mm）
／剛性あるスタッドで可）に規定トルクで固定する。
- b) 試験前の測定
J.4.5.11.2項によって、断線と短絡の有無を確認し、J.4.5.11.3項によって接続抵抗の測定を行う。J.4.5.4.2項b)によって、銅インレイの凹凸の測定を行う。
- c) 試験条件：F（1500G、0.5m/s、半波正弦波）
- d) 衝撃の方向：3方向
- e) 衝撃の回数
各方向3回（計9回）
- f) 試験後の測定
J.4.5.11.2項によって、断線と短絡の有無を確認し、J.4.5.11.3項によって接続抵抗の測定を行う。J.4.5.4.2項b)によって、銅インレイの凹凸の測定を行う。
- g) 試験後の外観検査
4倍から10倍の拡大鏡によって検査する。
- h) 評価ボード設計
試験用評価ボードの設計は以下とする。
 - ・外形寸法：100mm、取付ピッチ：90mm、取付穴径： $\phi 3.5\text{mm} \times 4\text{P}$ 、板厚：1.6mm
 - ・銅インレイは評価基板の中央とする（銅インレイは認定範囲の最大サイズとする）。

J.4.5.14 オプション試験

J.4.5.14.1 IST

パターン配線及びスルーホールの接続信頼性評価（加速相関評価）する試験である。試験方法については、個別仕様書に規定する。

ISTを実施できない場合もその旨を個別仕様書に記述する。

J.4.5.14.2 パッド強度試験

パッド強度試験は、パッド(強度確認が必要な箇所)に対する試験であり、ボールシェア、ボールプル試験により実施する。試験方法については、個別仕様書に規定すること。

パッド強度試験を実施できない場合もその旨を個別仕様書に記述する。