

宇宙開発用共通部品等 適用データ・シート

部品名	宇宙開発用信頼性保証 電力形固定巻線抵抗器
部品番号 又は形式	JAXA RWS81 JAXA RWS80 JAXA RWS89 JAXA RWS83
適用仕様書	JAXA-QTS-2050 JAXA-QTS-2050/G404




2025 年 10 月

作成・制定：真田 KOA 株式会社

発行：国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

発 行 履 歴 表

版 数	発 行 日	主 要 改 訂 内 容
NC	2025 年 10 月 31 日	真田 KOA 文書番号 : P-CEXX-0235 1 版 を新規発行

改訂履歴 3				P-CEXX-0235	
版数	年月日	改訂箇所・内容	承認	審査	作成
1	2025.10.31	QML 化に伴い新規制定			
		以下余白			

目次

1. 総則	1
1.1 目的	1
1.2 適用文書	1
1.3 補足説明	1
2. 部品の概要	1
2.1 外観、寸法及び質量	1
2.2 構造	2
2.3 表示	2
2.4 定格	3
2.5 性能	4
3. 使用方法	5
3.1 推奨動作条件	5
3.2 表面温度上昇	5
3.3 取付方法	9
3.3.1 耐溶剤性特性	9
3.3.2 基板実装時の接着剤固定方法	9
3.3.3 接着剤固定熱衝撃・諸特性試験	10
4. 通常状態における性能	11
5. 各種環境条件における特性	44
5.1 衝撃・高周波振動・ランダム振動	44
5.2 はんだ耐熱性	45
5.3 アウトガス	45
6. 環境限界	46
6.1 端子強度破壊限界	46
6.2 抵抗体の抗折破壊限界	46
7. 信頼性	59
7.1 故障率	59
7.1.1 実績データ	59
7.1.2 加速試験	59
7.1.3 加速係数と寿命予測	65
7.2 安定性(2000 時間)	65
7.3 予想される故障モード	65
7.4 まとめ	65

8. 保存方法.....	66
9. 注意事項.....	66
9.1 表示	66
9.2 外装方式変更に伴う形状寸法の変化	66
10. その他	67

図表リスト

図 1	外観及び寸法.....	1
図 2	巻線抵抗器(RWS 形)構造概要.....	2
図 3	RWS81 表面温度上昇.....	6
図 4	RWS80 表面温度上昇.....	6
図 5	RWS89 表面温度上昇.....	7
図 6	RWS83 表面温度上昇.....	7
図 7	RWS84 表面温度上昇.....	8
図 8	電圧エージング.....	22
図 9	電圧エージング.....	22
図 10	抵抗値.....	22
図 11	抵抗値.....	23
図 12	形状寸法.....	23
図 13	製品検査 質量.....	23
図 14	製品検査 D 寸法.....	23
図 15	製品検査 L 寸法.....	24
図 16	製品検査 I 寸法.....	24
図 17	製品検査 I 寸法.....	24
図 18	製品検査 d 寸法.....	25
図 19	製品検査 d 寸法.....	25
図 20	熱衝撃[I].....	25
図 21	熱衝撃[I].....	26
図 22	RWS81 10R0 抵抗温度特性.....	26
図 23	RWS81 4640 抵抗温度特性.....	26
図 24	RWS80 10R0 抵抗温度特性.....	27
図 25	RWS80 1211 抵抗温度特性.....	27
図 26	RWS89 10R0 抵抗温度特性.....	27
図 27	RWS89 3571 抵抗温度特性.....	28
図 28	RWS83 10R0 抵抗温度特性.....	28
図 29	RWS83 7001 抵抗温度特性.....	28
図 30	RWS84 10R0 抵抗温度特性.....	29
図 31	RWS84 1242 抵抗温度特性.....	29
図 32	低温貯蔵.....	29
図 33	低温貯蔵.....	30

図 34	短時間過負荷.....	30
図 35	短時間過負荷.....	30
図 36	RWS81 耐電圧.....	31
図 37	RWS80 耐電圧.....	31
図 38	RWS89 耐電圧.....	31
図 39	RWS83 耐電圧.....	32
図 40	RWS84 耐電圧.....	32
図 41	耐湿性.....	32
図 42	耐湿性.....	33
図 43	耐湿性（耐電圧）.....	33
図 44	耐湿性（耐電圧）.....	33
図 45	端子強度.....	34
図 46	端子強度.....	34
図 47	衝撃.....	34
図 48	衝撃.....	35
図 49	高周波振動.....	35
図 50	高周波振動.....	35
図 51	RWS81 10R0 熱衝撃[Ⅱ].....	36
図 52	RWS81 4640 熱衝撃[Ⅱ].....	36
図 53	RWS80 10R0 熱衝撃[Ⅱ].....	36
図 54	RWS80 1211 熱衝撃[Ⅱ].....	37
図 55	RWS89 10R0 熱衝撃[Ⅱ].....	37
図 56	RWS89 3571 熱衝撃[Ⅱ].....	37
図 57	RWS83 10R0 熱衝撃[Ⅱ].....	38
図 58	RWS83 7001 熱衝撃[Ⅱ].....	38
図 59	RWS84 10R0 熱衝撃[Ⅱ].....	38
図 60	RWS84 1242 熱衝撃[Ⅱ].....	39
図 61	ランダム振動.....	39
図 62	ランダム振動.....	39
図 63	RWS81 10R0 負荷寿命.....	40
図 64	RWS81 4640 負荷寿命.....	40
図 65	RWS80 10R0 負荷寿命.....	40
図 66	RWS80 1211 負荷寿命.....	41
図 67	RWS89 10R0 負荷寿命.....	41
図 68	RWS89 3571 負荷寿命.....	41
図 69	RWS83 10R0 負荷寿命.....	42

図 70	RWS83 7001	負荷寿命	42
図 71	RWS84 10R0	負荷寿命	42
図 72	RWS84 1242	負荷寿命	43
図 73		安定性	43
図 74		安定性	43
図 75	RWS81 10R0	はんだ耐熱性	51
図 76	RWS81 4640	はんだ耐熱性	51
図 77	RWS80 10R0	はんだ耐熱性	51
図 78	RWS80 1211	はんだ耐熱性	52
図 79	RWS89 10R0	はんだ耐熱性	52
図 80	RWS89 3571	はんだ耐熱性	52
図 81	RWS83 10R0	はんだ耐熱性	53
図 82	RWS83 7001	はんだ耐熱性	53
図 83	RWS84 10R0	はんだ耐熱性	53
図 84	RWS84 1242	はんだ耐熱性	54
図 85		抗析力	54
図 86		端子強度（引張り限界値）	54
図 87		端子強度（ねじり限界値）	55
図 88		端子強度（折曲げ限界値）	55
図 89	RWS81 4640	シリコン全面接着	55
図 90	RWS81 4640	シリコン部分接着	56
図 91	RWS81 4640	エポキシ全面接着	56
図 92	RWS81 4640	エポキシ部分接着	56
図 93	RWS84 1242	シリコン全面接着	57
図 94	RWS84 1242	シリコン部分接着	57
図 95	RWS84 1242	エポキシ全面接着	57
図 96	RWS84 1242	エポキシ部分接着	58
図 97	RWS84 10R0	高周波振動共振検討・基板 1.2mm	58
図 98	RWS84 10R0	高周波振動共振検討・基板 1.6mm	58
図 99	RWS81	加速負荷寿命	60
図 100	RWS80	加速負荷寿命	61
図 101	RWS89	加速負荷寿命	62
図 102	RWS83	加速負荷寿命	63
図 103	RWS84	加速負荷寿命	64
図 104		外装方式変更に伴う形状寸法の変化	67

表 1	寸法及び質量.....	1
表 2	表示内容.....	2
表 3	定格.....	3
表 4	性能.....	4
表 5	負荷軽減率.....	5
表 6	周囲温度が 70℃時の負荷軽減率.....	5
表 7	シリコン系接着剤熱衝撃試験結果.....	10
表 8	エポキシ・ウレタン系接着剤熱衝撃試験結果.....	11
表 9	設計変更点.....	11
表 10	開発確認試験結果(1).....	12
表 11	開発確認試験結果(2).....	13
表 12	開発確認試験結果(3).....	14
表 13	開発確認試験結果(4).....	15
表 14	開発確認試験結果(5).....	16
表 15	開発確認試験結果(6).....	17
表 16	開発確認試験結果(7).....	18
表 17	開発確認試験結果(8).....	19
表 18	開発確認試験結果(9).....	20
表 19	開発確認試験結果(10).....	21
表 20	試料製作条件.....	44
表 21	外装材料のアウトガス測定結果.....	45
表 22	諸特性評価試験結果(1).....	47
表 23	諸特性評価試験結果(2).....	47
表 24	諸特性評価試験結果(3).....	48
表 25	諸特性評価試験結果(4).....	48
表 26	諸特性評価試験結果(5).....	48
表 27	諸特性評価試験結果(6).....	49
表 28	諸特性評価試験結果(7).....	49
表 29	諸特性評価試験結果(8).....	49
表 30	諸特性評価試験結果(9).....	50
表 31	諸特性評価試験結果(10).....	50
表 32	表面温度上昇と負荷寿命抵抗値変化及び加速係数（大気圧、25℃）.....	65
表 33	外装方式に伴う形状寸法の変化.....	66

宇宙開発用共通部品等適用データ・シート

1. 総則

1.1 目的

この適用データ・シートは、JAXA-QML によるよりも、さらに詳細な選定作業及び設計に必要な標準的な情報を提供するものであり、その他の情報も十分考慮されなければならない。

また、これによって部品使用者の責任を免責するものではない。

1.2 適用文書

次の文書は、このシートに記載されている部品に適用される。

JAXA-QTS-2050G	宇宙開発用信頼性保証 抵抗器 共通仕様書
JAXA-QTS-2050G 付則 G	電力形固定巻線抵抗器
JAXA-QTS-2050/G404	宇宙開発用信頼性保証電力形固定巻線抵抗器 個別仕様書

1.3 補足説明

真田 KOA 株式会社は、認定取得済み NASDA-QTS-39007B/102A の認定範囲と同じ範囲を以って JAXA-QTS-2050/G404 (QML 方式) の認定を申請したので、NASDA-QTS-39007B/102A の適用データと JAXA-QTS-2050/G404 の適用データは同等である。この適用データ・シートを利用するに当たっては、仕様書番号及び部品番号を次のように読み替える。

仕様書番号読み替え表

NASDA-QTS-39007B の個別仕様書番号	対応する JAXA-QTS-2050 の個別仕様書番号
NASDA-QTS-39007B/102	JAXA-QTS-2050/G404

2. 部品の概要

JAXA-QTS-2050/G404 宇宙開発用信頼性保証電力形固定巻線抵抗器は、ロケット及び人工衛星等に使用される電力機器に用いられる。

2.1 外観、寸法及び質量

抵抗器の外観、寸法及び質量は表 1 及び図 1 に示す。

表 1 寸法及び質量

形状		RWS81	RWS80	RWS89	RWS83
寸法 (mm)	D	2.2 ± 0.5	2.4 ± 0.8	4.8 ± 0.8	6.5 ± 0.8
	L	6.4 ± 0.8	10.3 ± 0.8	14.2 ± 1.6	18.5 ± 1.6
	d	0.5 ± 0.05	0.65 ± 0.05	0.8 ± 0.05	1.0 ± 0.05
	l	38.0 ± 3.0	38.0 ± 3.0	38.0 ± 3.0	38.0 ± 3.0
質量(g)		0.35 以下	1 以下	3 以下	4 以下

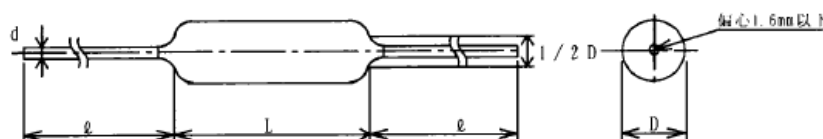


図 1 外観及び寸法

2.2 構造

抵抗器の構造を下記に示す。

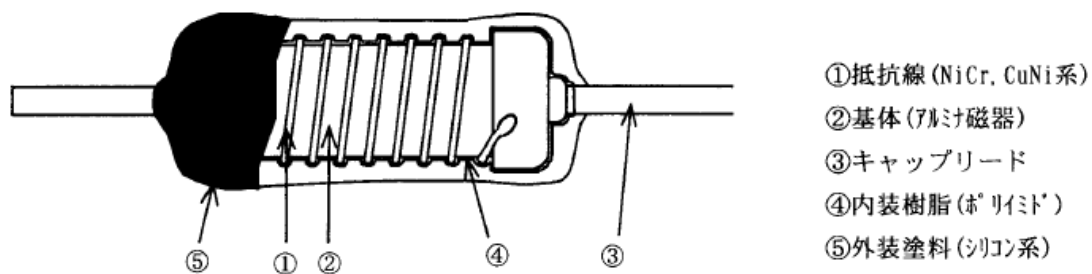


図 2 巻線抵抗器(RWS 形)構造概要

2.3 表示

抵抗器の表示は、形状により内容に差があるがその例を表 2 に示す。

表 2 表示内容

形状	表示例	表示項目
RWS81		公称抵抗値 商標、抵抗値許容差、形状、識別記号
RWS80 RWS89 RWS83		商標、形状 公称抵抗値、抵抗値許容差、端子の種類 製造年週、識別記号

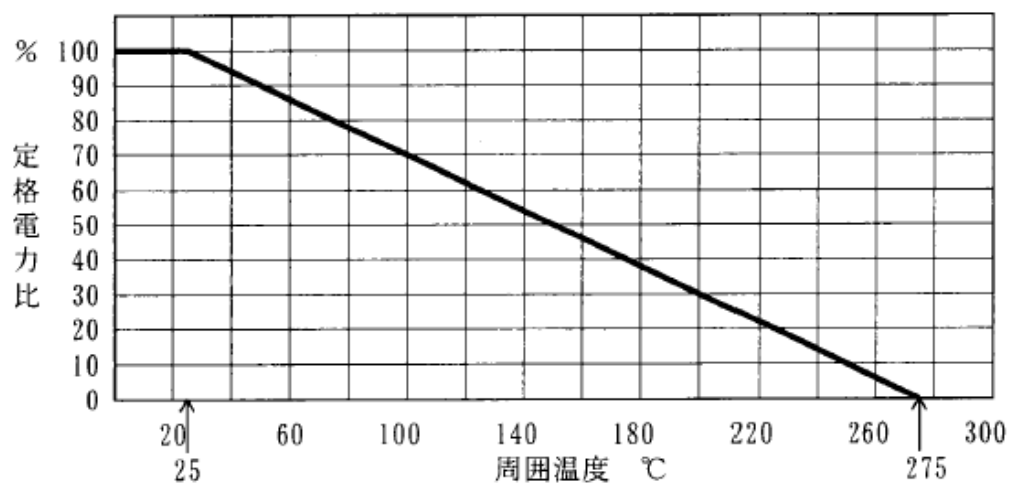
2.4 定格

抵抗器の定格を表 3 に示す。

表 3 定格

項目			記事							
使用温度範囲℃			-55～275							
定格周囲温度℃			25							
軽減曲線			付図 1							
形状			RWS81		RWS80		RWS89		RWS83	
公称抵抗値範囲Ω	抵抗値許容差		D	F,G,J	D	F,G,J	D	F,G,J	D	F,G,J
	最低抵抗値		0.499	0.1	0.499	0.1	0.499	0.1	0.499	0.1
	最高抵抗値	最小線径 0.025mm	464		1210		3570		7000	
		最小線径 0.04mm	200		360		950		1800	
定格電力 W			1		2		3		5	

※1 抵抗値許容差 D…±0.5%、F…±1.0%
G…±2.0%、J…±5.0%



付図 1 負荷軽減曲線

2.5 性能

抵抗器の性能を表 4 に示す。

表 4 性能

項目	試験条件項目	性能	
電圧エージング	25℃、100h 定格断続負荷	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.2\%+0.05\Omega)$	
抵抗値	公称抵抗値に対しての偏差	規定の抵抗値許容差内 D: $\pm 0.5\%$, F: $\pm 1.0\%$, G: $\pm 2.0\%$, J: $\pm 5.0\%$,	
DPA	外装剥離及び抵抗体を切断し、抵抗器の内部構造を検査	品質保証プログラムで規定する条件に合致していること。	
はんだ付け性	245℃、両端子 5 秒間浸せき	新しいはんだに覆われている部分が 95%以上	
耐溶剤性	MIL-STD-202 試験方法 215	外装、表示ともに異常の無いこと	
熱衝撃 I	-65~150℃、25 サイクル 高温時に定格電力の 50%負荷	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.2\%+0.05\Omega)$	
抵抗温度特性	25℃に対する試験温度 -15℃, -55℃, +125℃, +200℃, +275℃	抵抗値	ppm/℃
		0.1 Ω 以上 0.499 Ω 未満	+650
		0.499 Ω 以上 1 Ω 未満	+400
		1 Ω 以上 10 Ω 未満	± 50
		10 Ω 以上	± 20
低温貯蔵	-65℃、24h 無負荷放置	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.1\%+0.05\Omega)$	
短時間過負荷	定格電力の 10 倍の電圧を 5 秒間印加 但し、5W 以下は定格電力の 5 倍の電圧	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.2\%+0.05\Omega)$	
耐電圧	金属性 V ブロック 大気圧、減圧 試験電圧 1 分間印加	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.1\%+0.05\Omega)$ もれ電流 500 μA 以下	
絶縁抵抗	金属性 V ブロック 試験電圧 2 分間印加	1000M Ω 以上	
耐湿性 (温湿度サイクル)	MIL-STD-202 の試験方法 106 (成極適用)	耐湿性：抵抗値の許容変化量 $\pm(0.2\%+0.05\Omega)$ 耐電圧：抵抗値の許容変化量 $\pm(0.1\%+0.05\Omega)$ 絶縁抵抗 100M Ω 以上	
端子強度	引張り、リード線端子ねじり	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.1\%+0.05\Omega)$	
衝撃	MIL-STD-202 の試験方法 213 条件 I	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.1\%+0.05\Omega)$	
高周波振動	10~2000Hz、1 方向 6h、2 方向	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.1\%+0.05\Omega)$	
熱衝撃 II	-30~+100℃、1000 サイクル 高温時に定格電力の 50%負荷	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.5\%+0.05\Omega)$	
ランダム振動	MIL-STD-202 の試験方法 214、条件 II -H	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.1\%+0.05\Omega)$	
負荷寿命	25℃、4000h、定格断続負荷	抵抗値の	2000h $\pm(0.5\%+0.05\Omega)$
		許容差	4000h $\pm(1.0\%+0.05\Omega)$
安定性	275℃、2000h 無負荷放置	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.5\%+0.05\Omega)$	
放射線写真検査	X 線検査装置にて抵抗器内部を確認	外装内部に異物、ボイドが無い事 (詳細は個別仕様書 JAXA-QTS-2050/G404 による。)	
はんだ耐熱性	350℃、3 秒	抵抗値の許容変化量 $\pm(0.2\%+0.05\Omega)$	

3. 使用方法

3.1 推奨動作条件

JAXA 仕様書が要求する性能を全て満足することから、この仕様書が規定している環境範囲における使用は、特に制限しなくとも、十分信頼性を保証するものでありますが、過酷な条件の下で長期信頼性を維持するためには、表 5 の条件以下での使用が望ましい。

表 5 負荷軽減率

形状	負荷軽減率(%)
RWS81	43
RWS80	48
RWS89	44
RWS83	54
RWS84	48

(注)表面温度の測定は、抵抗体を宙吊り状態にして行なったものである。

また、JAXA-QTS-2050/G404 の負荷軽減曲線により、周囲温度 70℃での負荷軽減率（定格電力比）は 80%である。

従って、地上における抵抗器の負荷率を 80%としたとき、衛星に搭載した場合の内部温度を 70℃に設定するとして表 6 に示す負荷軽減率以下であれば、人工衛星の 10 年寿命を保証しえるものと考ええる。

表 6 周囲温度が 70℃時の負荷軽減率

形状	負荷軽減率(%)
RWS81	34
RWS80	38
RWS89	35
RWS83	43
RWS84	38

3.2 表面温度上昇

大気中及び減圧中(1×10^{-3} torr)の負荷率に対する抵抗器の比較データを取得した。

減圧中での表面温度上昇と大気中での表面温度上昇を比較した場合、減圧中での表面温度上昇が高くなる為、減圧中では表 5 に示したように大気中の定格負荷に対して負荷を軽減する必要がある。

宙吊り状態で大気中と減圧中の抵抗器に印加する負荷率に対する表面温度上昇を図 3～7 に示す。

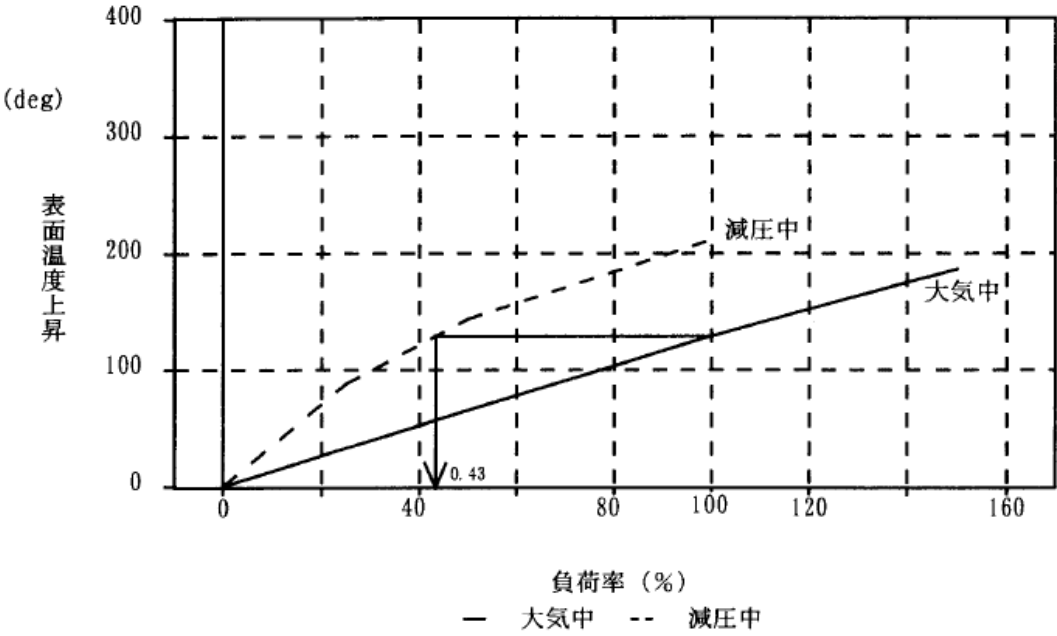


图 3 RWS81 表面温度上昇

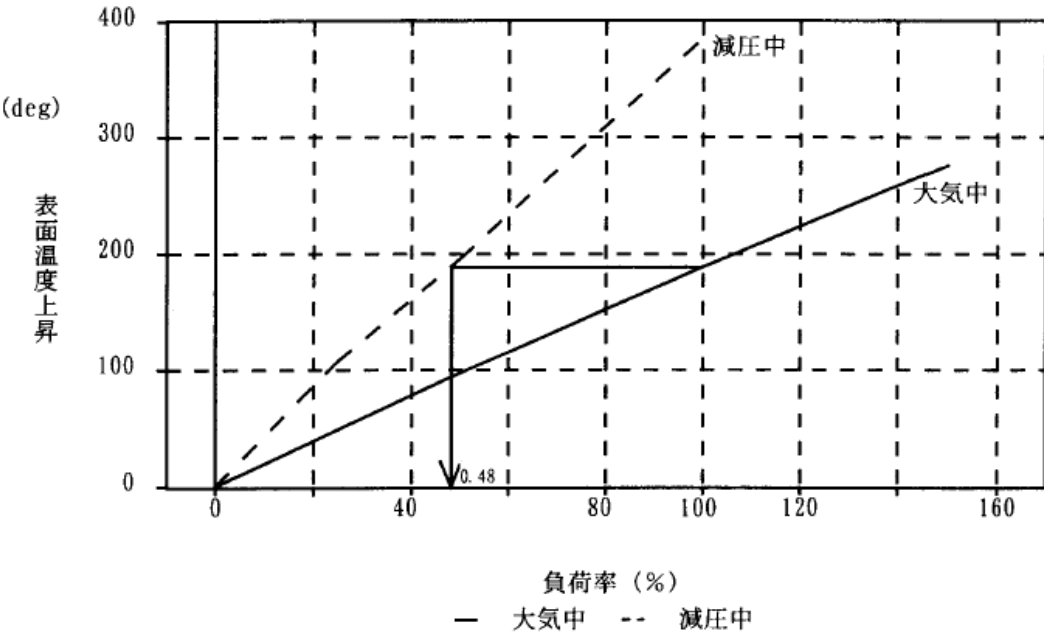


图 4 RWS80 表面温度上昇

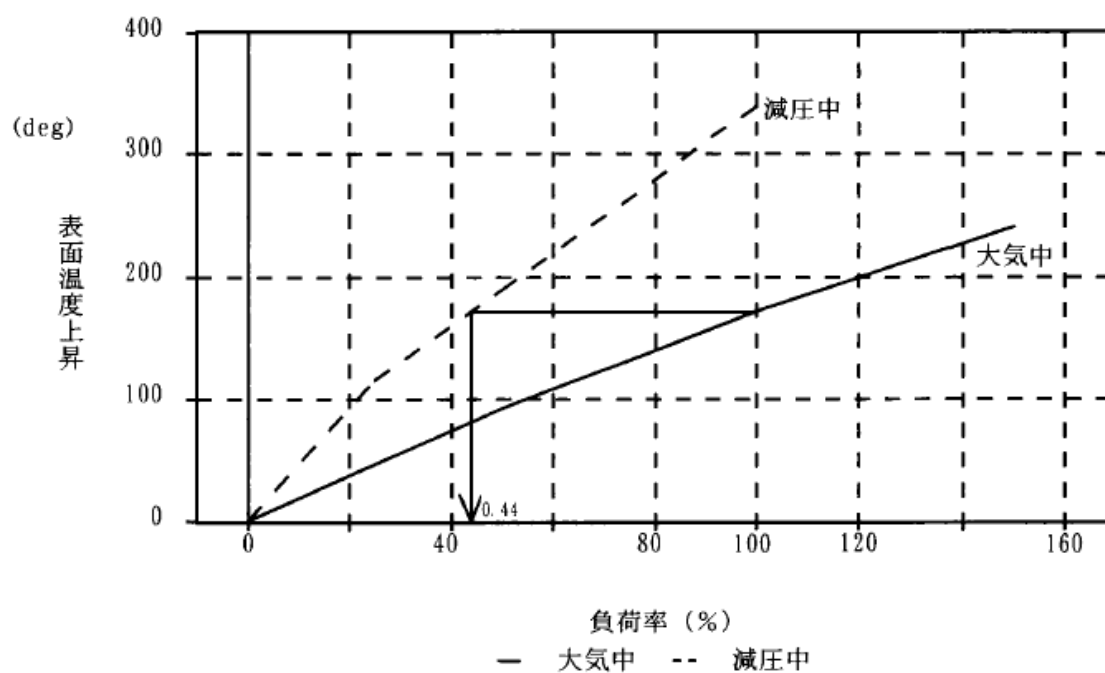


图 5 RWS89 表面温度上昇

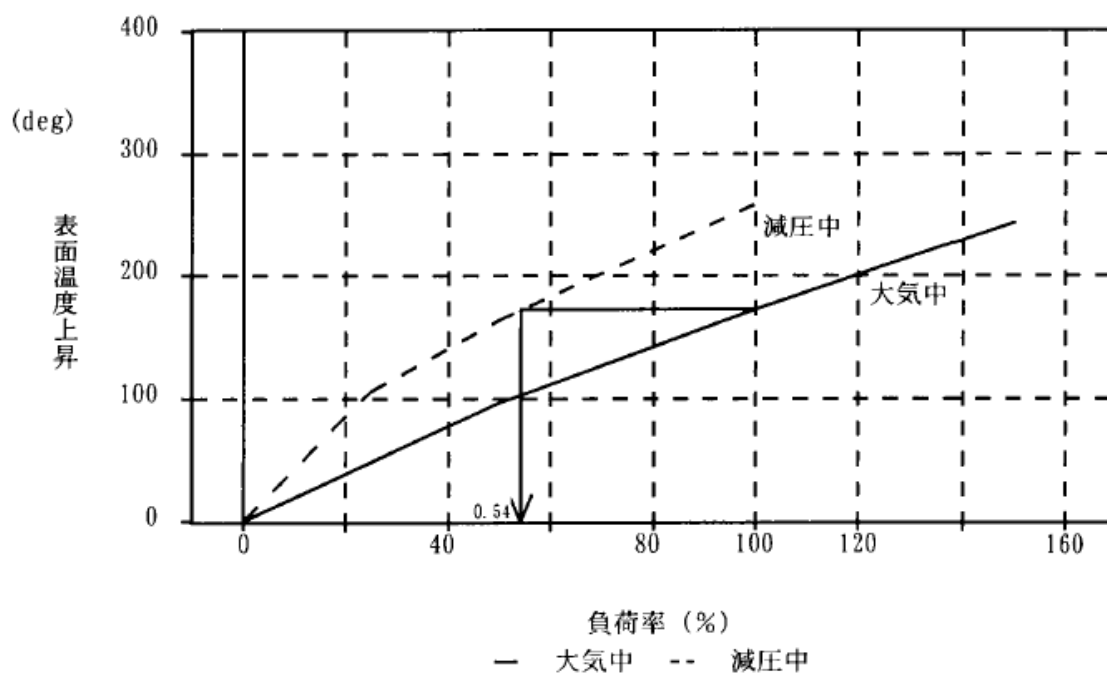


图 6 RWS83 表面温度上昇

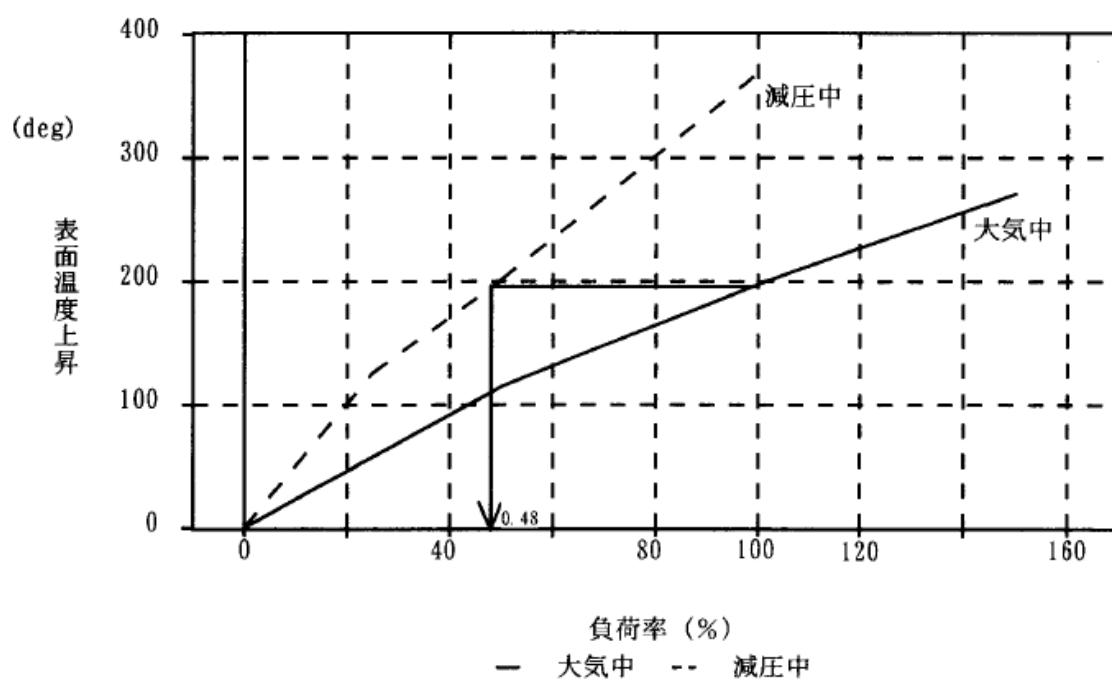


图 7 RWS84 表面温度上昇

3.3 取付方法

製品の実装時に、次の事項に注意して下さい。

(1)リード線の曲げに関して、曲げの際にリード線の付け根に力が加わりますと、溶接やリード線の強度の劣化に繋がり、また付け根部分の塗料がリード線の動きに耐えられずクラックや欠けが発生する可能性があります。リード線の曲げについては JAXA 発行の宇宙用はんだ付工程標準 (JERG-0-039D) の 5.4.2 項に記載されておりますが、本製品については下記を参照し、リード線付け根に力が加わらないように注意して下さい。

- ①リード線付け根より 5mm 以上離れた位置で曲げて下さい。
- ②湾曲半径（リード線内側）はリード線径よりも大きく取って曲げて下さい。
- ③曲げる際は付け根に力が加わらないようにリード線を挟み、その先で曲げて下さい。
- ④リード線を挟む際には塗料と接触しないようにして下さい。
- ⑤複数回のリード線の折り曲げは、リード線の破断につながりますのでしないで下さい。

(2)はんだ付け後の洗浄

基板への取付け時に付着したフラックスの除去の為に、行う洗浄に於いて、使用する溶剤はイソプロピルアルコールを推奨致します。溶液への長時間浸せき及びブラシにより抵抗体表面のフラックスを強制的に除去すると塗装表面の荒れや捺印表示が判読できなくなる可能性がありますので、予め使用される洗浄方法での可否を確認の上、洗浄して下さい。

3.3.1 耐溶剤性特性

はんだフラックスの洗浄に使用する可能性のある溶剤として、MIL-STD-202 の試験方法 215 にて評価を実施して問題無い事を確認しております。ただ、その中で溶液(C)（下記参照）については、モノエタノールアミンがインクに含まれる Al を腐食する事で変色が起こり、表示が判読しにくくなる事が分かっておりますのでアミン系の溶剤は使用しないで下さい。

溶液 (C)・・・次のものから成る混合物

1. 最小 1 メグオーム/cm の水 4 2 容
2. プロピレングリコールモノメチルエーテル 1 容（グリコールエーテルプロメチウム, 1-メトキシ-2 プロパノール）
3. モノエタノールアミン 1 容

3.3.2 基板実装時の接着剤固定方法

RWS は耐熱性向上の為シリコン系の絶縁塗料を用いて外装の被覆を行っております。

この為、実装状態で熱的、機械的ストレスによる強度が若干低くなっております。基板取付け時に使用する接着剤の熱衝撃試験（1,000 サイクル）を実施した結果、シリコン系接着剤に限定して頂く様にお願いします。

尚、シリコン系接着剤は他の接着剤に比べ接着強度が弱い為、振動によるプリント基板のはんだ付け部に共振による応力が発生する可能性があります。その程度については、予め振動試験を実施し確認した上で御使用下さい。


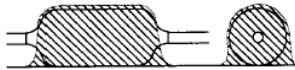
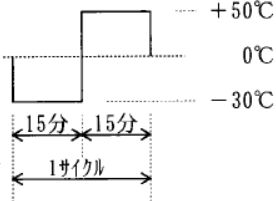
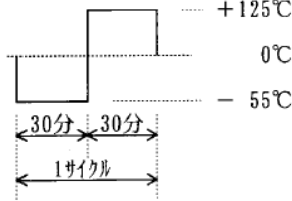
以下に各種接着剤を用いて基板に実装した試料の熱衝撃試験結果を示す。

3.3.3 接着剤固定熱衝撃・諸特性試験

プリント基板への部品接着に使用する可能性のある3種類（エポキシ系、ウレタン系、シリコン系）の接着剤を使用して熱衝撃試験を実施した結果、1000 サイクルでクラックが発生しなかったものはシリコン系接着剤のみです。尚、抵抗値変化については全く異常はありませんでした。

(1) シリコン系接着剤

表 7 シリコン系接着剤熱衝撃試験結果

		部分接着	全面コーティング
試験試料	①試験試料	RWS81 5本 RWS80 5本 RWS89 5本	RWS80 10本
接着固定	①固着方法	接着剤 RTV-142 	接着剤 RTV-142 
	②基板	ガラスエポキシ	ガラスエポキシ
試験条件	①温度範囲	-30℃ (15分) ~ 50℃ (15分) 	-55℃ (30分) ~ 125℃ (30分) 
	②サイクル数	1000 サイクル(5,25,50,100,200,400,600,800 サイクルで外観検査)	1000 サイクル(25,100,250,500 サイクルで外観検査)
	③負荷	+50℃時に定格電圧を印加	無し
試験結果		クラックの発生無し	クラックの発生無し

(2) エポキシ系・ウレタン系接着剤試験

エポキシ系及び、ウレタン系接着剤は、1,000 サイクルの熱衝撃試験でクラックの発生を抑えることはできませんでした。下記にクラックの発生状況を示す。尚、試験条件は、シリコン系接着剤と同じ温度範囲、負荷、サイクルで実施した。

表 8 エポキシ・ウレタン系接着剤熱衝撃試験結果

接着剤	試験試料		固着方法	基板	クラック発生状況
エポキシ系 (注 1)	RWS80	30 本	部分接着	ガラスエポキシ ポリイミド	早期にクラック発生
	RWS89	12 本	全面コーティング*	アルミ	
	RWS89	17 本			
ウレタン系 (注 2)	RWS80	10 本	部分接着	ガラスエポキシ	250 サイクル程度迄 クラック発生は無し
	RWS81	15 本	全面コーティング*		
	RWS80	15 本			
	RWS89	15 本			

(注 1) CE-30+マグネシア、エポコート 828+マグネシア、スタイキャスト 2850-GT、Eccobond45、Eccobond285

(注 2) Solithane113

4. 通常状態における性能

本項に示す NASDA-QTS-39007B/102 の開発確認試験データは、NASDA-QTS-39007A/101A の改良で設計変更が発生した為、認定を受けている製品の全形状について評価を実施した。

表 9 に設計上の変更点を示します。

表 9 設計変更点

形状	磁器材質	端子線径	熱処理雰囲気	外装方式
RWS81	ベリリア→アルミナ	変更無し	大気中→窒素ガス中	変更無し
RWS80	ベリリア→アルミナ	0.5→0.65	大気中→窒素ガス中	変更無し
RWS89	ベリリア→アルミナ	変更無し	大気中→窒素ガス中	変更無し
RWS83	ベリリア→アルミナ	変更無し	大気中→窒素ガス中	パイプ封入型→塗装型
RWS84	ベリリア→アルミナ	変更無し	大気中→窒素ガス中	パイプ封入型→塗装型

QTS 要求性能については、規格値を全て満足し異常はありません。特に寿命試験での抵抗値変化の傾向を見ると、初期の段階で大幅に変化したものは皆無であり、これは工程中でのスクリーニング効果によるものと考えられます。

また、4000 時間での抵抗値変化も十分規格値を満足しており室温環境下での負荷特性は、外装の機械的損傷も見られず異常ありません。

なお、NASDA-QTS-39007B で規定されている RWS 抵抗器と NASDA-QTS-39007A で規定されている RWS 抵抗器の性能はほぼ同一であることを確認した。

次に開発確認試験結果の一覧を表 10～19 に示す。

なお、RWS80S については平成 28 年 11 月にリード線の変更に伴う再認定をおこなった為、データを最新のものに差し替えております。

表 10 開発確認試験結果(1)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS81S 10R0 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.012	-0.001	0.007	0.0020	214	
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内	0.426	-0.396	0.021	0.2161	214	
I A	1	製品検査	外観 寸法 D L d1 d2 I1 I2 質量	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること	—	—	—	—	214	
					2.2±0.5	2.15	1.91	2.02	0.058	50	
					6.4±0.8	6.76	6.17	6.36	0.112	50	
					0.5±0.05	0.54	0.50	0.52	0.010	50	
						0.54	0.50	0.52	0.008	50	
					38.0±3.0	38.56	37.49	38.01	0.230	50	
						38.56	37.29	37.93	0.236	50	
					0.35g 以下	0.21	0.19	0.20	0.006	50	
I B	1	DPA		4.7.5	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上	—	—	—	—	12	
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること	—	—	—	—	12	
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.005	-0.062	-0.012	0.0180	16	
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/℃以内	-15℃	-4.8	-12.2	-8.6	1.77	16
						-55℃	-5.0	-10.4	-8.0	1.51	16
						125℃	-6.8	-12.5	-9.4	1.65	16
						200℃	-6.3	-11.7	-8.5	1.57	16
						275℃	-4.4	-9.9	-6.5	1.63	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内	0	-0.006	-0.004	0.0015	16	
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.135	0.005	0.028	0.0334	16	
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.007	-0.015	-0.011	0.0028	16	
			減圧			0.004	-0.004	0.002	0.0019	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ 以上	2×10 ⁵ MΩ 以上				16	
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.132	-0.120	0.013	0.0539	16	
			耐電圧			±(0.1%+0.05Ω)以内	0.004	-0.017	-0.004	0.0061	16
			絶縁抵抗			100MΩ 以上	2×10 ⁴ MΩ 以上				16
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.022	-0.003	0.009	0.0068	16	
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.015	-0.032	0.002	0.0102	16	
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.014	-0.022	-0.018	0.0023	16	
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.005	-0.047	-0.028	0.0114	16	
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.007	0.001	0.004	0.0019	16	
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.014	-0.076	-0.008	0.0151	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.010	-0.079	-0.017	0.0167	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.270	-0.009	0.137	0.0473	51	

表 11 開発確認試験結果(2)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS81S 4640 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準		特性値の範囲				
							SPAN		平均値	σ n-1	試料数
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.006	-0.009	-0.001	0.0016	214
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内		0.405	-0.415	-0.155	0.1800	214
I A	1	製品 検査	外観	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること		—	—	—	—	214
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上		—	—	—	—	12
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること		—	—	—	—	12
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.003	0.001	0.002	0.0006	16
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/°C以内	-15°C	-16.3	-18.2	-17.3	0.50	16
						-55°C	-16.0	-17.5	-16.7	0.43	16
						125°C	-16.7	-18.0	-17.4	0.40	16
						200°C	-16.1	-17.6	-16.9	0.46	16
						275°C	-15.7	-17.3	-16.6	0.47	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内		0	-0.002	-0.001	0.0007	16
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.019	-0.005	0.009	0.0060	16
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.006	-0.007	-0.006	0.0005	16	
			減圧			0	-0.001	0	0.0005	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ以上		2×10 ⁵ MΩ以上				16
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.149	-0.005	0.013	0.0368	16	
			耐電圧		±(0.1%+0.05Ω)以内	0.001	-0.022	-0.004	0.0061	16	
			絶縁抵抗		100MΩ以上	2×10 ⁴ MΩ以上				16	
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.005	0.002	0.004	0.0009	16
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.011	0.008	0.010	0.0008	16
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内		-0.004	-0.006	-0.005	0.0006	16
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内		0.004	-0.011	-0.008	0.0035	16
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内		0	-0.003	-0.002	0.0007	16
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる		—	—	—	—	2
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.034	-0.030	0.001	0.0051	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.035	-0.031	0	0.0056	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内		0.211	0.009	0.080	0.0353	51

表 12 開発確認試験結果(3)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS80S 10R0 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.086	-0.090	0.002	0.015	216*1	
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内	0.410	-0.310	0.119	0.166	216*1	
I A	1	製品検査	外観 寸法 D L d1 d2 l1 l2 質量	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること	—	—	—	—	214	
					2.4±0.8	2.52	2.28	2.38	0.04	50	
					10.3±0.8	10.66	10.07	10.36	0.14		
					0.65±0.05	0.673	0.660	0.665	0.003	50	
						0.684	0.660	0.665	0.004	50	
					38.0±3.0	37.54	36.14	36.83	0.31	50	
						37.46	36.09	36.83	0.36		
					1g 以下	0.392	0.371	0.382	0.005	50	
I B	1	DPA		4.7.5	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上	—	—	—	—	—	
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること	—	—	—	—	—	
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.001	-0.017	-0.003	0.004	16	
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/℃以内	-15℃	-8.4	-19.4	-16.6	3.1	16
						-55℃	-13.2	-19.1	-17.6	1.9	16
						125℃	-13.4	-19.3	-17.8	1.6	16
						200℃	-13.6	-19.0	-17.9	1.5	16
						275℃	-12.0	-18.9	-17.6	1.9	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.003	-0.007	-0.005	0.001	16	
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.168	0.013	0.078	0.042	16	
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.010	-0.005	0.000	0.004	16	
			減圧			0.004	-0.004	0.001	0.002	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ 以上	10GΩ 以上				16	
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	-0.001	-0.035	-0.009	0.008	16	
			耐電圧		±(0.1%+0.05Ω)以内	0.004	-0.006	0.000	0.003	16	
			絶縁抵抗		100MΩ 以上	10GΩ 以上				16	
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.010	-0.014	-0.002	0.006	16	
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.011	-0.008	-0.003	0.005	16	
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.014	-0.005	0.004	0.005	16	
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.005	-0.027	-0.009	0.007	16	
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.000	-0.006	-0.004	0.002	16	
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.01Ω)以内	0.170	-0.104	0.034	0.043	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.262	-0.111	0.046	0.060	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.263	0.040	0.165	0.047	51	

※1 : DPA に使用する 2 本含む

表 13 開発確認試験結果(4)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS80S 1211 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準		特性値の範囲				
							SPAN		平均値	σ n-1	試料数
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.048	-0.035	0.004	0.006	214
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内		0.438	-0.391	-0.007	0.167	214
I A	1	製品 検査	外観	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること		—	—	—	—	214
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上		—	—	—	—	12
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること		—	—	—	—	12
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.000	-0.054	-0.006	0.013	16
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/°C以内	-15°C	-14.7	-18.6	-16.5	1.3	16
						-55°C	-12.4	-19.2	-16.7	2.0	16
						125°C	-15.6	-18.3	-17.5	0.8	16
						200°C	-15.1	-19.2	-17.7	1.1	16
						275°C	-14.3	-18.9	-17.4	1.5	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.000	-0.001	-0.001	0.000	16
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.047	0.000	0.014	0.013	16
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.000	-0.001	-0.001	0.000	16	
			減圧			0.000	-0.001	0.000	0.000	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ以上		10GΩ以上				16
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.007	-0.018	-0.006	0.007	16	
			耐電圧		±(0.1%+0.05Ω)以内	0.003	-0.004	-0.001	0.002	16	
			絶縁抵抗		100MΩ以上	10GΩ以上				16	
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.004	-0.007	-0.001	0.002	16
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.003	-0.004	-0.001	0.002	16
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.006	0.002	0.004	0.001	16
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内		0.009	-0.091	-0.008	0.022	16
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.004	0.001	0.002	0.001	16
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる		—	—	—	—	2
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.01Ω)以内	0.095	-0.039	0.003	0.023	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.088	-0.054	0.003	0.026	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内		0.107	-0.031	0.035	0.030	51

表 14 開発確認試験結果(5)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS89S 10R0 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.003	-0.008	-0.003	0.0018	214	
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内	0.382	-0.390	0.080	0.1908	214	
I A	1	製品検査	外観 寸法 D L d1 d2 I1 I2 質量	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること	—	—	—	—	214	
					4.8±0.8	4.86	4.20	4.40	0.113	50	
					14.2±1.6	15.66	15.07	15.29	0.133	50	
					0.8±0.05	0.83	0.81	0.82	0.006	50	
						0.83	0.80	0.82	0.007	50	
					38.0±3.0	38.38	37.01	37.53	0.303	50	
						38.33	37.17	37.65	0.314	50	
					3g 以下	1.00	0.97	0.99	0.010	50	
I B	1	DPA		4.7.5	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上	—	—	—	—	12	
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること	—	—	—	—	12	
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.006	-0.001	0.003	0.0022	16	
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/℃以内	-15℃	-4.5	-8.2	-6.4	1.30	16
						-55℃	-3.4	-7.1	-5.2	1.28	16
						125℃	-7.0	-10.8	-8.9	1.37	16
						200℃	-4.6	-8.8	-6.8	1.45	16
						275℃	-3.2	-7.5	-5.3	1.45	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.001	-0.007	-0.004	0.0017	16	
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.008	0.002	0.004	0.0015	16	
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.005	-0.013	-0.009	0.0022	16	
			減圧			0.003	-0.003	-0.001	0.0016	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ 以上	2×10 ⁵ MΩ 以上				16	
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.003	-0.011	-0.005	0.0044	16	
			耐電圧		±(0.1%+0.05Ω)以内	0.005	-0.008	-0.002	0.0028	16	
			絶縁抵抗		100MΩ 以上	1×10 ⁵ MΩ 以上				16	
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.011	0.001	0.005	0.0027	16	
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.005	-0.002	0.001	0.0020	16	
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内	0	-0.006	-0.002	0.0017	16	
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内	-0.010	-0.018	-0.015	0.0023	16	
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.002	-0.007	-0.002	0.0026	16	
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.01Ω)以内	0.020	-0.013	0	0.0048	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.023	-0.066	0	0.0110	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.125	0.081	0.106	0.0103	51	

表 15 開発確認試験結果(6)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS89S 3571 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準		特性値の範囲				
							SPAN		平均値	σ n-1	試料数
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.004	-0.003	0	0.0013	214
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内		0.310	-0.282	-0.091	0.1171	214
I A	1	製品 検査	外観	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること		—	—	—	—	214
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上		—	—	—	—	12
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること		—	—	—	—	12
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.002	0	0.001	0.005	16
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/°C以内	-15°C	-16.7	-17.6	-17.1	0.24	16
						-55°C	-16.0	-16.9	-16.4	0.22	16
						125°C	-17.1	-17.9	-17.4	0.20	16
						200°C	-17.0	-17.9	-17.4	0.22	16
						275°C	-17.2	-18.4	-17.7	0.29	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.002	-0.001	0.001	0.0007	16
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.001	-0.002	-0.001	0.0008	16
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.004	-0.006	-0.005	0.0005	16	
			減圧			-0.001	-0.001	-0.001	0	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ以上		2×10 ⁵ MΩ以上				16
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.020	0.001	0.006	0.0054	16	
			耐電圧		±(0.1%+0.05Ω)以内	0	-0.004	-0.002	0.0009	16	
			絶縁抵抗		100MΩ以上	1×10 ⁵ MΩ以上				16	
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.006	0.003	0.004	0.0008	16
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.008	0.006	0.007	0.0008	16
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内		-0.005	-0.007	-0.006	0.0005	16
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内		-0.008	-0.023	-0.010	0.0035	16
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内		0	-0.002	-0.001	0.0005	16
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる		—	—	—	—	2
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.01Ω)以内	0.007	-0.032	-0.004	0.0038	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.013	-0.026	0.003	0.0041	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内		0.045	0.010	0.032	0.0076	51

表 16 開発確認試験結果(7)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS83S 10R0 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.039	-0.015	0.002	0.0034	214	
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内	0.414	-0.317	0.130	0.1776	214	
I A	1	製品検査	外観 寸法 D L d1 d2 I1 I2 質量	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること	—	—	—	—	214	
					6.5±0.8	6.27	5.71	5.89	0.148	50	
					18.5±1.6	20.07	19.20	19.66	0.242	50	
					1.0±0.05	1.03	1.01	1.02	0.005	50	
						1.03	1.01	1.02	0.006	50	
					38.0±3.0	37.65	36.51	37.21	0.262	50	
						37.69	36.18	37.15	0.348	50	
					4g 以下	2.01	1.92	1.97	0.024	50	
I B	1	DPA		4.7.5	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上	—	—	—	—	12	
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること	—	—	—	—	12	
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.010	0	0.004	0.0024	16	
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/℃以内	-15℃	-7.5	-14.4	-10.7	1.85	16
						-55℃	-5.2	-12.3	-8.9	2.05	16
						125℃	-5.3	-12.2	-9.5	1.84	16
						200℃	-5.0	-12.1	-9.3	1.97	16
						275℃	-4.1	-11.3	-8.3	1.99	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.002	-0.006	-0.002	0.0021	16	
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.007	0.001	0.004	0.0018	16	
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.007	-0.014	-0.010	0.0022	16	
			減圧			0.003	-0.004	-0.001	0.0018	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ 以上	1×10 ⁶ MΩ 以上				16	
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.006	-0.006	0.001	0.0036	16	
			耐電圧			0.016	0.008	0.011	0.0022	16	
			絶縁抵抗			100MΩ 以上				1×10 ⁵ MΩ 以上	16
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.007	-0.015	-0.011	0.0020	16	
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.005	-0.002	0.001	0.0018	16	
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.003	-0.003	0	0.0014	16	
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内	-0.004	-0.026	-0.010	0.0049	16	
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内	0	-0.010	-0.005	0.0030	16	
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.01Ω)以内	0.118	-0.038	0.023	0.0246	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.149	-0.055	0.032	0.0350	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.222	0.094	0.150	0.0351	51	

表 17 開発確認試験結果(8)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS83S 7001 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準		特性値の範囲				
							SPAN		平均値	σ n-1	試料数
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.004	-0.003	0.001	0.0019	214
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内		0.125	-0.438	-0.336	0.0837	214
I A	1	製品 検査	外観	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること		—	—	—	—	214
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上		—	—	—	—	12
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること		—	—	—	—	12
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.002	0	0.001	0.0004	16
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/°C以内	-15°C	-13.9	-16.7	-16.0	0.62	16
						-55°C	-14.3	-16.1	-15.4	0.41	16
						125°C	-17.9	-19.1	-18.3	0.32	16
						200°C	-18.3	-19.3	-18.7	0.29	16
						275°C	-18.2	-19.1	-18.6	0.28	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.001	0	0	0.0005	16
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内		0	-0.001	-0.001	0.0005	16
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.006	-0.006	-0.006	0	16	
			減圧			0	-0.001	0	0.0004	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ以上		1×10 ⁶ MΩ以上				16
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.004	0.002	0.003	0.0007	16	
			耐電圧		±(0.1%+0.05Ω)以内	0.005	0.004	0.005	0.0005	16	
			絶縁抵抗		100MΩ以上	1×10 ⁵ MΩ以上				16	
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内		-0.003	-0.005	-0.003	0.0006	16
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.009	0.008	0.009	0.0004	16
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内		-0.006	-0.011	-0.008	0.0014	16
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内		-0.006	-0.008	-0.008	0.0007	16
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内		-0.004	-0.005	-0.005	0.0004	16
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる		—	—	—	—	2
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.01Ω)以内	0.032	-0.002	0.008	0.0059	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.061	0.001	0.020	0.0099	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内		0.032	-0.006	0.018	0.0083	51

表 18 開発確認試験結果(9)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS84S 10R0 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.009	-0.012	-0.001	0.0033	214	
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内	0.435	-0.436	0.099	0.2391	214	
I A	1	製品検査	外観 寸法 D L d1 d2 l1 l2 質量	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること	—	—	—	—	214	
					7.9±0.8	7.76	7.23	7.42	0.098	50	
					22.2±1.6	23.19	22.33	22.71	0.235	50	
					0.5±0.05	1.03	1.01	1.02	0.005	50	
						1.04	1.02	1.02	0.005	50	
					38.0±3.0	37.44	36.25	36.96	0.235	50	
						37.77	36.65	37.06	0.297	50	
					5g 以下	3.32	3.24	3.29	0.019	50	
I B	1	DPA		4.7.5	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上	—	—	—	—	12	
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること	—	—	—	—	12	
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.009	0.002	0.005	0.0020	16	
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/℃以内	-15℃	-0.5	-7.0	-3.3	1.73	16
						-55℃	0.9	-6.3	-2.3	1.72	16
						125℃	-10.9	-16.6	-13.1	1.50	16
						200℃	-11.5	-17.2	-13.7	1.50	16
						275℃	-10.3	-16.1	-12.5	1.62	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.002	-0.008	-0.006	0.0018	16	
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.006	-0.001	0.004	0.0023	16	
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.013	0.007	0.009	0.0017	16	
			減圧			-0.006	-0.014	-0.009	0.0017	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ以上	2×10 ⁵ MΩ以上				16	
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内	0.031	0	0.010	0.0093	16	
			耐電圧		±(0.1%+0.05Ω)以内	0.013	0.007	0.010	0.0017	16	
			絶縁抵抗		100MΩ以上	2×10 ⁵ MΩ以上				16	
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内	-0.007	-0.015	-0.011	0.0024	16	
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.017	-0.007	-0.002	0.0053	16	
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.010	0.004	0.007	0.0019	16	
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.020	-0.079	-0.011	0.0196	16	
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.004	-0.004	0	0.0023	16	
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる	—	—	—	—	2	
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.01Ω)以内	0.176	-0.004	0.084	0.0459	115	
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内	0.227	-0.010	0.113	0.0532	115	
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内	0.191	0.093	0.128	0.0220	51	

表 19 開発確認試験結果(10)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分					
RWS84S 1242 D				NASDA-QTS-39007B/102		開発確認試験					
項目番号		試験項目		試験方法	判定基準		特性値の範囲				
							SPAN		平均値	σ n-1	試料数
I	1	電圧エージング		4.7.2	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.006	-0.007	0	0.0028	214
	2	抵抗値		4.7.3	抵抗値許容差内		-0.105	-0.450	-0.381	0.0502	214
I A	1	製品 検査	外観	4.7.4.1	外装に異常の無いこと 表示が判読できること		—	—	—	—	214
II	1	はんだ付け性		4.7.6	95%以上		—	—	—	—	12
	2	耐溶剤性		4.7.7	表示が判読できること		—	—	—	—	12
III	1	熱衝撃 I		4.7.8.1	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.004	-0.002	0.001	0.0017	16
	2	抵抗温度特性		4.7.9	±20ppm/°C以内	-15°C	-15.0	-16.4	-15.6	0.39	16
						-55°C	-14.8	-15.4	-15.0	-0.20	16
						125°C	-17.5	-18.5	-18.0	0.29	16
						200°C	-18.1	-18.7	-18.4	0.21	16
						275°C	-18.1	-18.8	-18.4	0.21	16
	3	低温貯蔵		4.7.10	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.002	-0.008	-0.002	0.0024	16
	4	短時間過負荷		4.7.11	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.007	0	0.002	0.0015	16
	5	耐電圧	大気圧	4.7.12	±(0.1%+0.05Ω)以内	0.008	0.005	0.007	0.0008	16	
			減圧			-0.005	-0.009	-0.007	0.0012	16	
	6	絶縁抵抗		4.7.13	1000MΩ以上		2×10 ⁵ MΩ以上				16
	7	耐湿性	耐湿性	4.7.14	±(0.2%+0.05Ω)以内		0.007	0.002	0.005	0.0017	16
			耐電圧		±(0.1%+0.05Ω)以内		0.007	0.003	0.004	0.0010	16
			絶縁抵抗		100MΩ以上		2×10 ⁵ MΩ以上				16
	8	端子強度		4.7.15	±(0.1%+0.05Ω)以内		-0.002	-0.006	-0.003	0.0009	16
IV	1	衝撃		4.7.16	±(0.1%+0.05Ω)以内		0.013	0.009	0.011	0.0008	16
	2	高周波振動		4.7.17.1	±(0.1%+0.05Ω)以内		-0.006	-0.009	-0.007	0.0008	16
	3	熱衝撃 II		4.7.8.2	±(0.5%+0.05Ω)以内		0.002	-0.008	-0.006	0.0023	16
V	1	ランダム振動		4.7.17.2	±(0.1%+0.05Ω)以内		-0.001	-0.006	-0.004	0.0015	16
VI	1	外観及び構造		4.7.4.2	信頼性保証プログラムによる		—	—	—	—	2
VII	1	負荷寿命	2000h	4.7.18	±(0.5%+0.01Ω)以内		0.066	0.013	0.041	0.0114	115
			4000h		±(1.0%+0.05Ω)以内		0.126	0.019	0.073	0.0215	115
VIII	1	安定性 2000h		4.7.19	±(0.5%+0.05Ω)以内		0.026	-0.002	0.015	0.0035	51

I 群 1 電圧エージング (試料 : 214 本(RWS80 10R0 のみ 216 本))

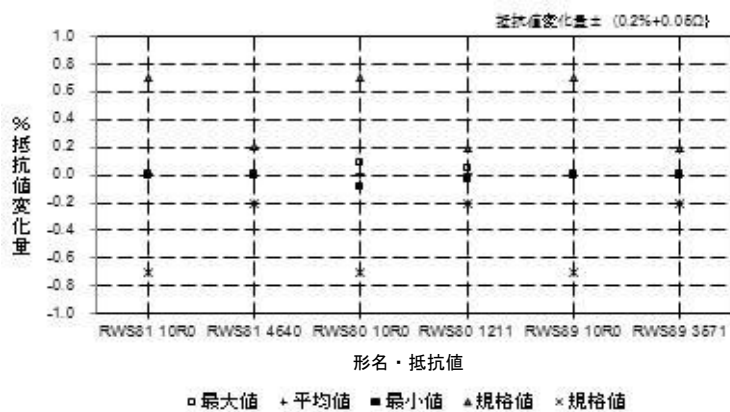


図 8 電圧エージング

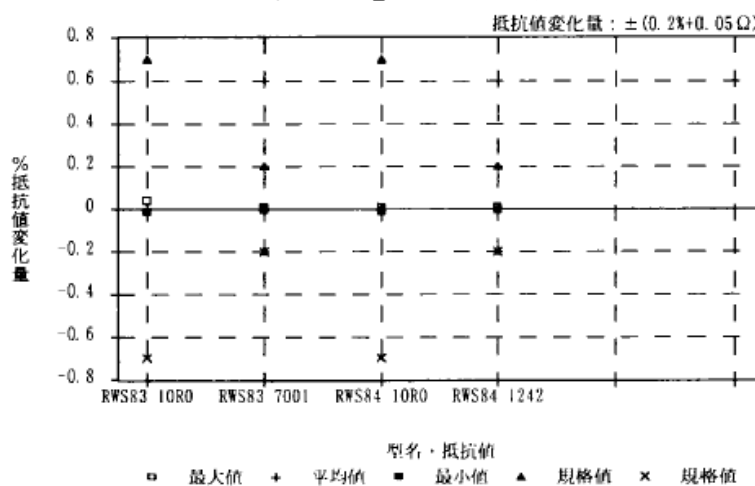


図 9 電圧エージング

I 群 2 抵抗値 (試料 : 214 本 (RWS80 10R0 のみ 216 本))

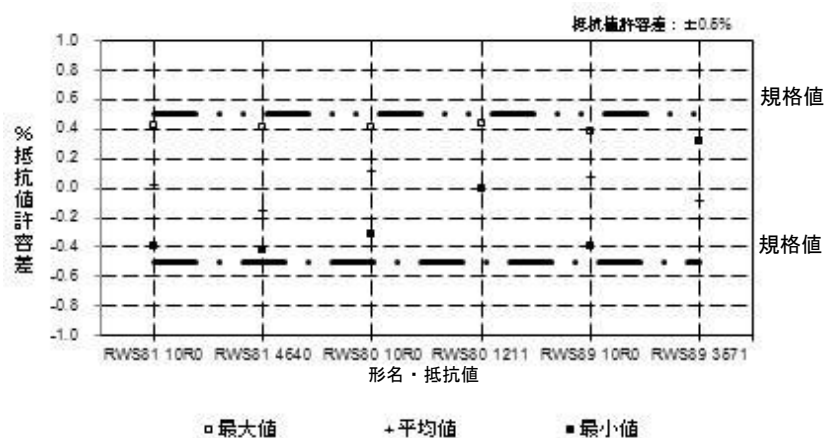


図 10 抵抗値

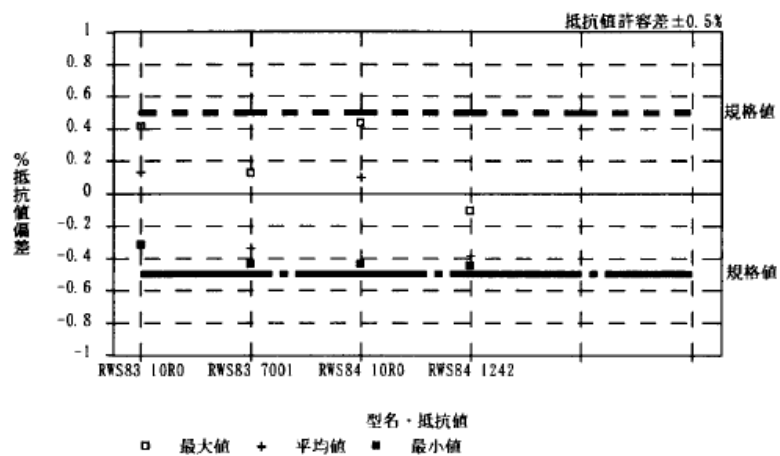


図 11 抵抗値

I 群 A 1 製品検査 (試料: 50本)



図 12 形状寸法

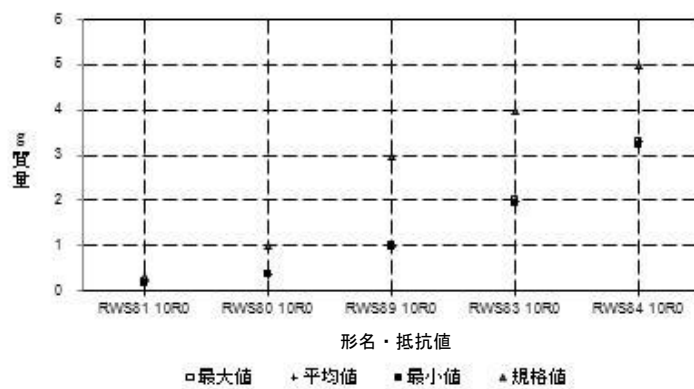


図 13 製品検査 質量

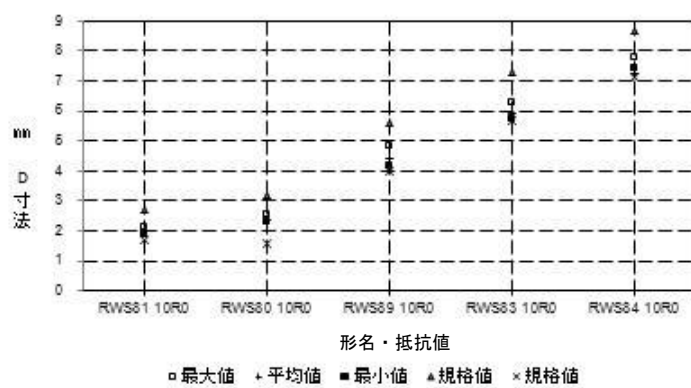


図 14 製品検査 D 寸法

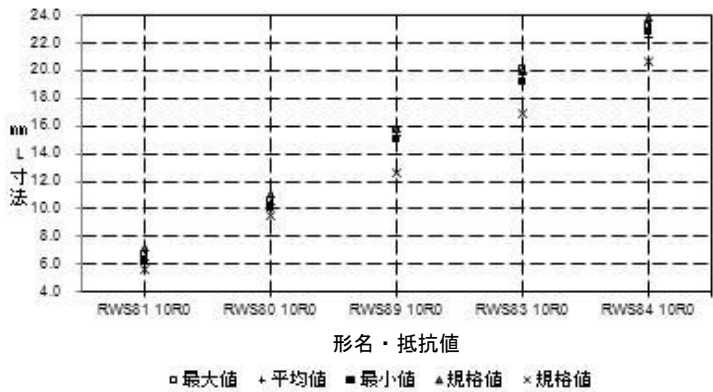


図 15 製品検査 L 寸法

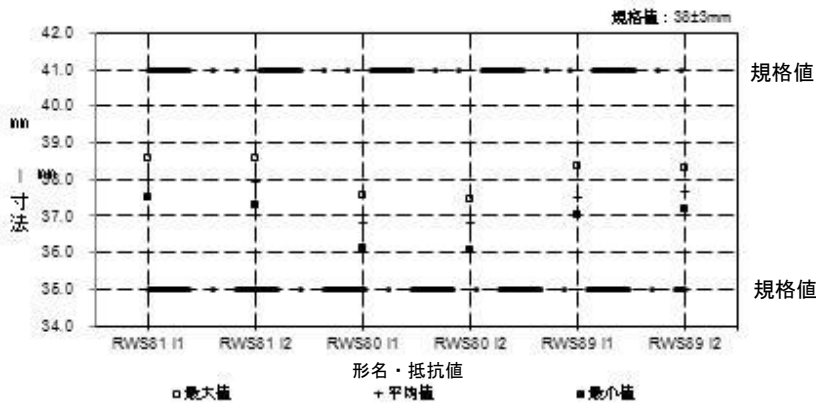


図 16 製品検査 I 寸法

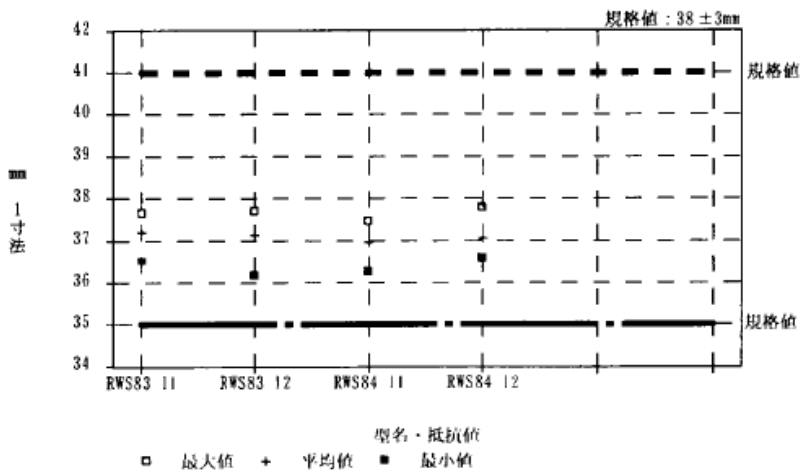


図 17 製品検査 I 寸法

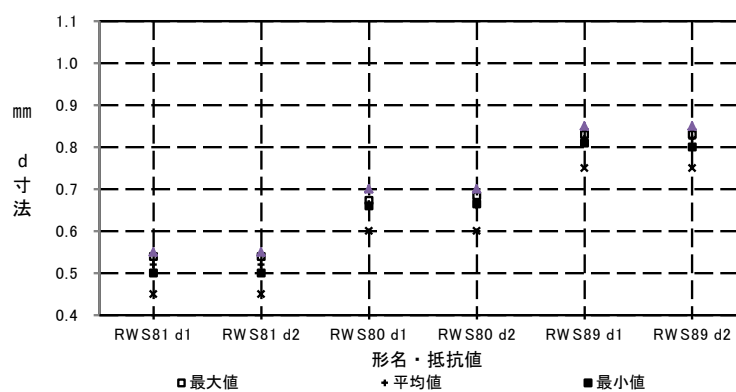


図 18 製品検査 d 寸法

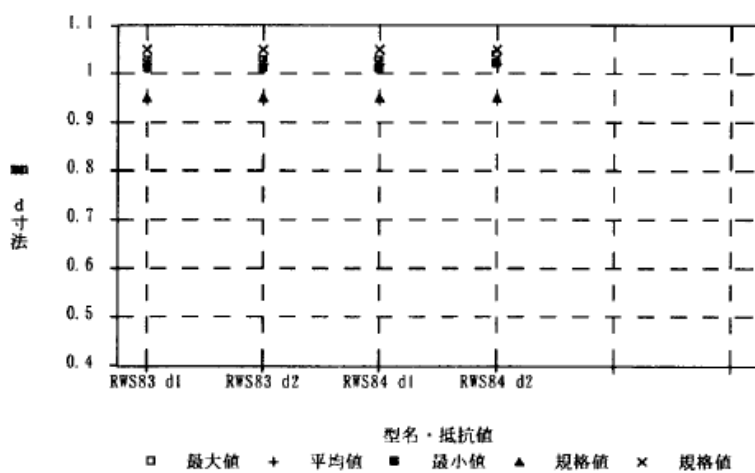


図 19 製品検査 d 寸法

Ⅲ群 1 熱衝撃 [I] (試料 : 16 本)

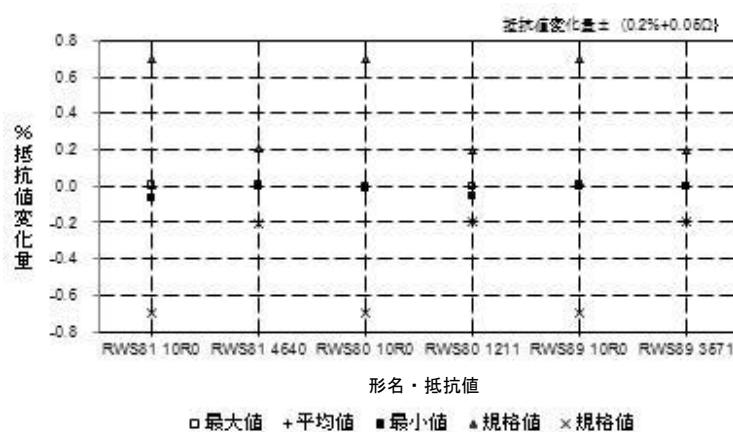


図 20 熱衝撃[I]

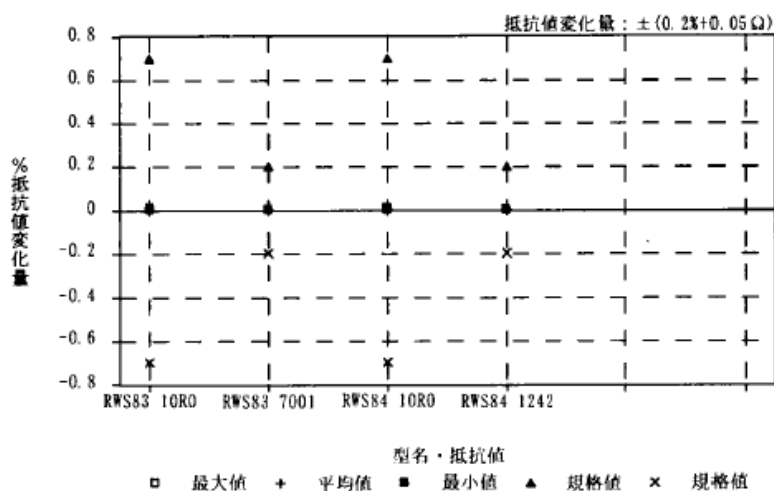


図 21 熱衝撃[I]

Ⅲ群 2 抵抗温度特性 (試料:16本)

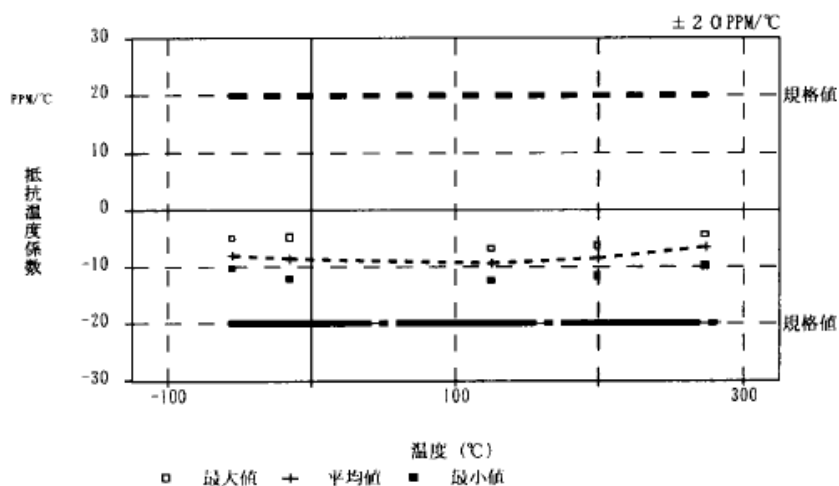


図 22 RWS81 10R0 抵抗温度特性

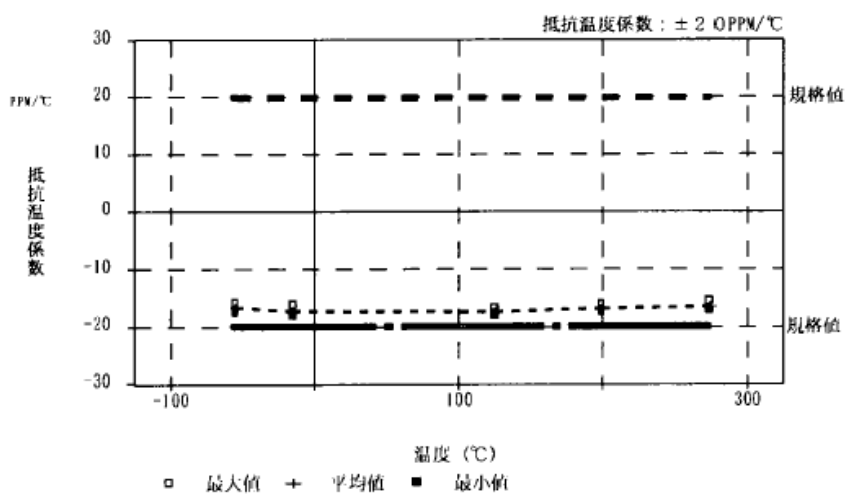


図 23 RWS81 4640 抵抗温度特性

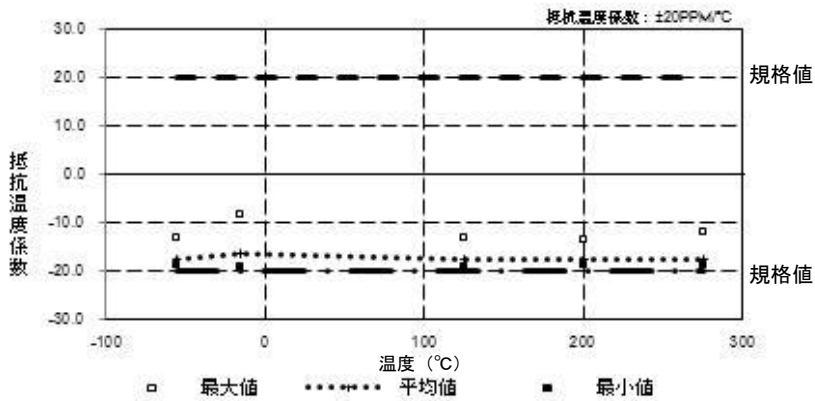


图 24 RWS80 10R0 抵抗温度特性

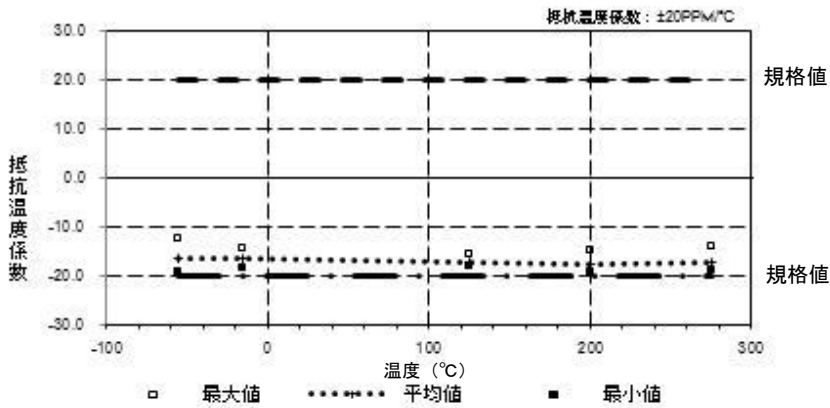


图 25 RWS80 1211 抵抗温度特性

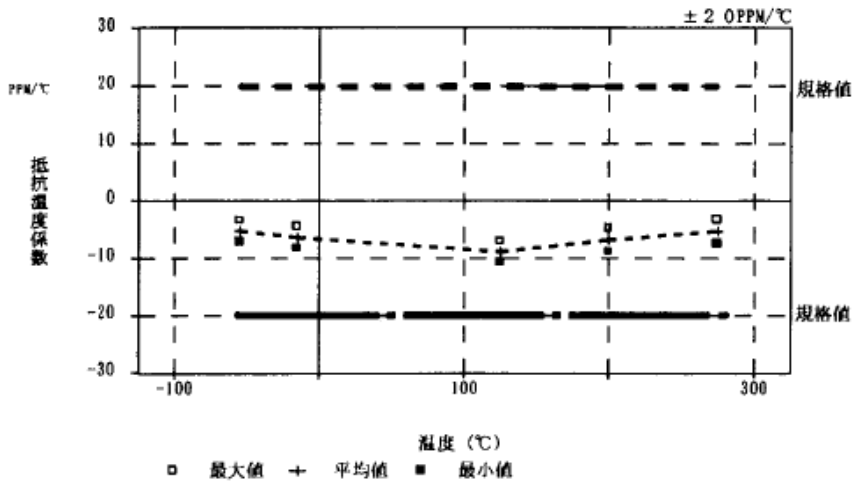


图 26 RWS89 10R0 抵抗温度特性

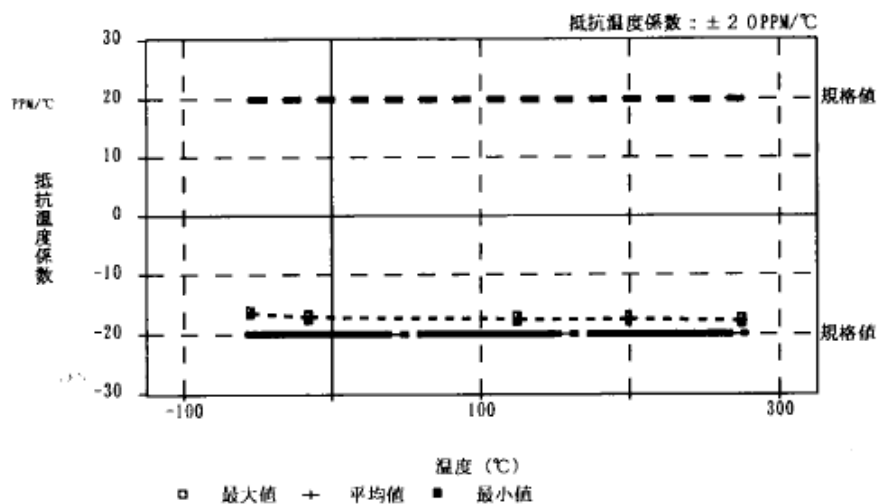


図 27 RWS89 3571 抵抗温度特性

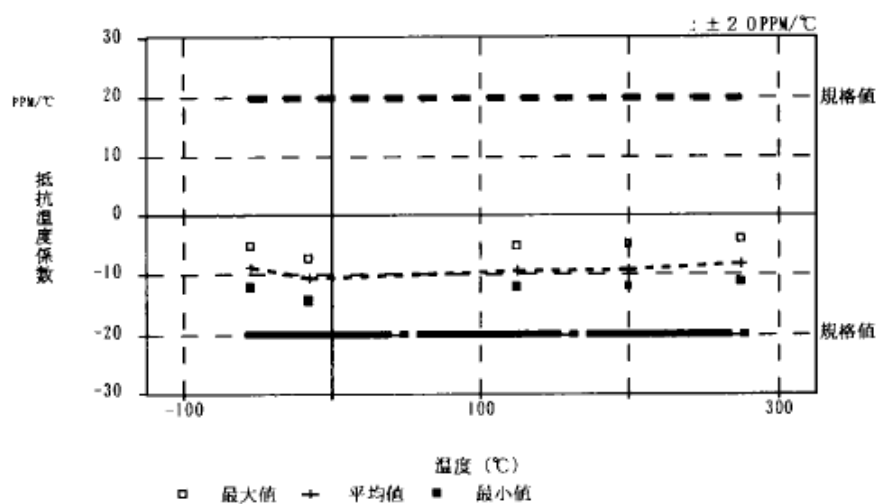


図 28 RWS83 10R0 抵抗温度特性

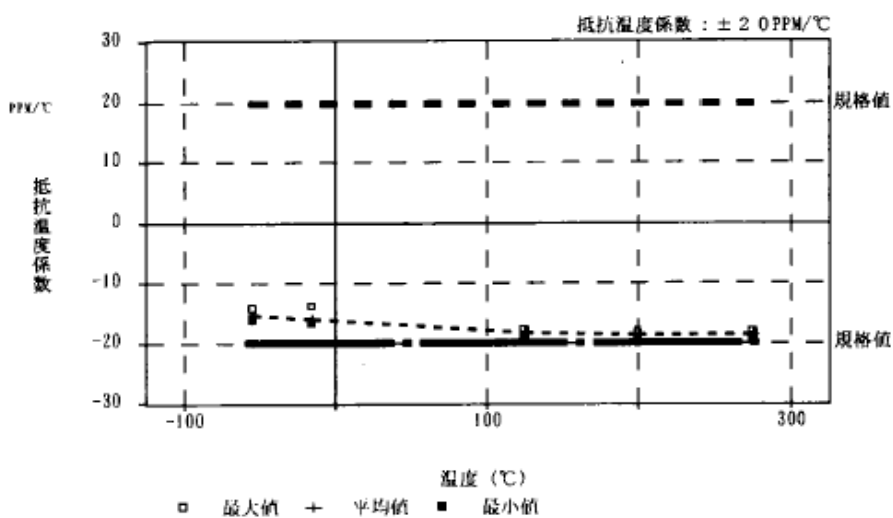


図 29 RWS83 7001 抵抗温度特性

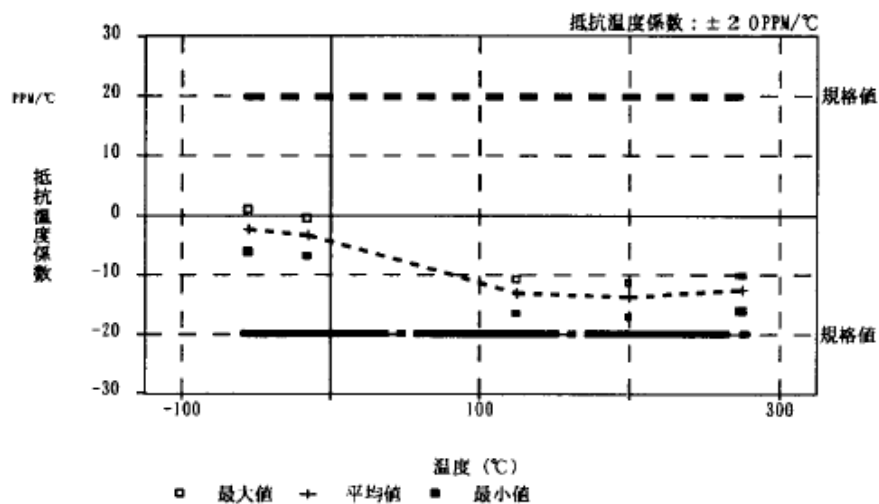


図 30 RWS84 10R0 抵抗温度特性

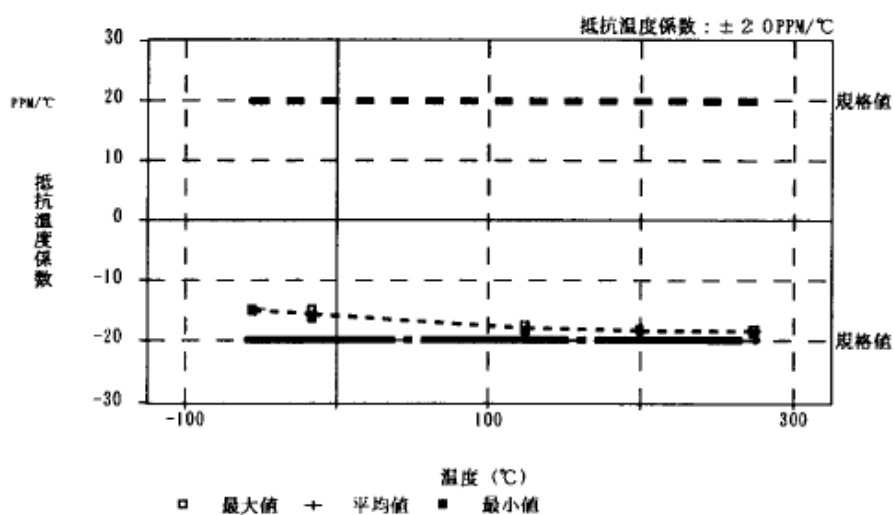


図 31 RWS84 1242 抵抗温度特性

Ⅲ群3 低温貯蔵 (試料: 16 本)

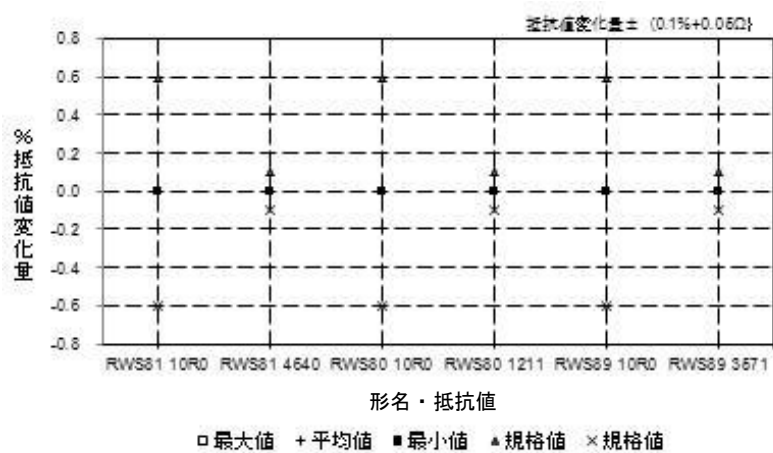


図 32 低温貯蔵

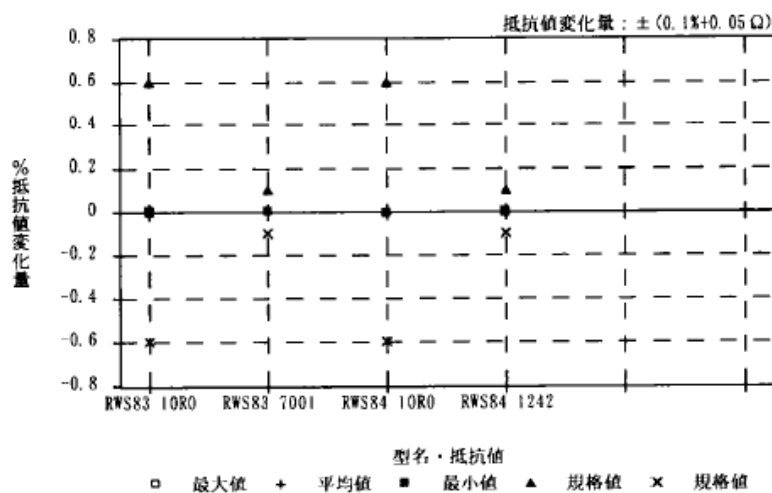


図 33 低温貯蔵

Ⅲ群 4 短時間過負荷 (試料: 16 本)

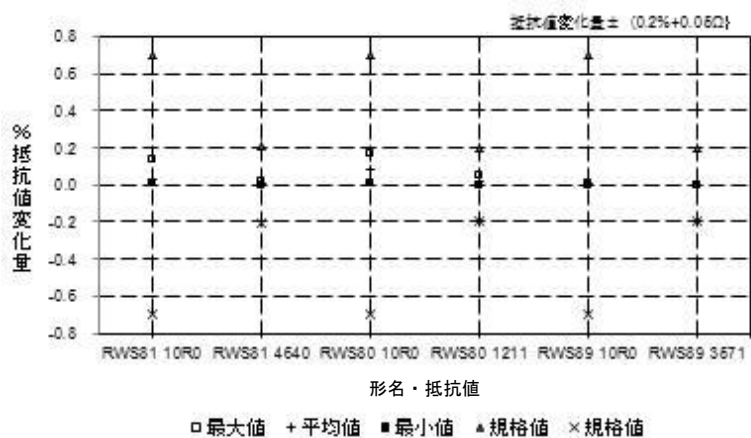


図 34 短時間過負荷

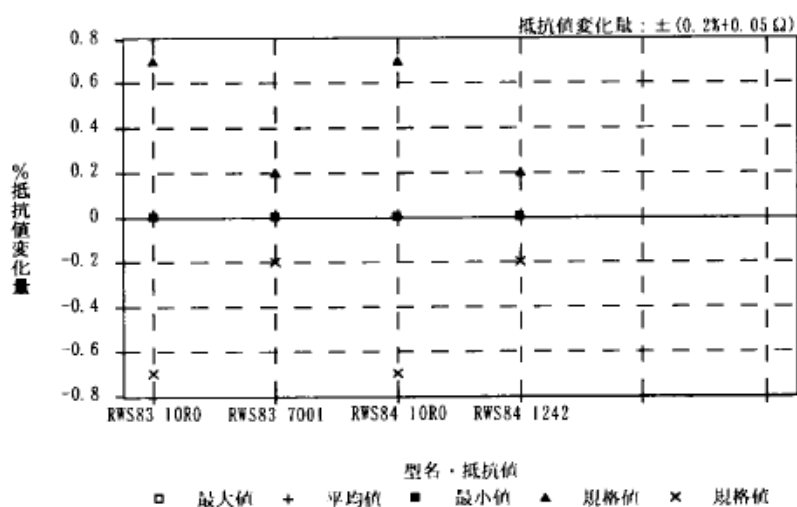


図 35 短時間過負荷

Ⅲ群 5 耐電圧 (試料:16本)

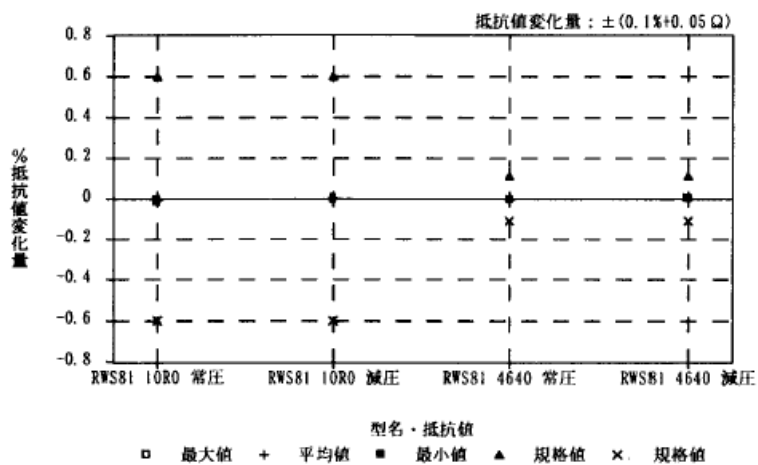


図 36 RWS81 耐電圧

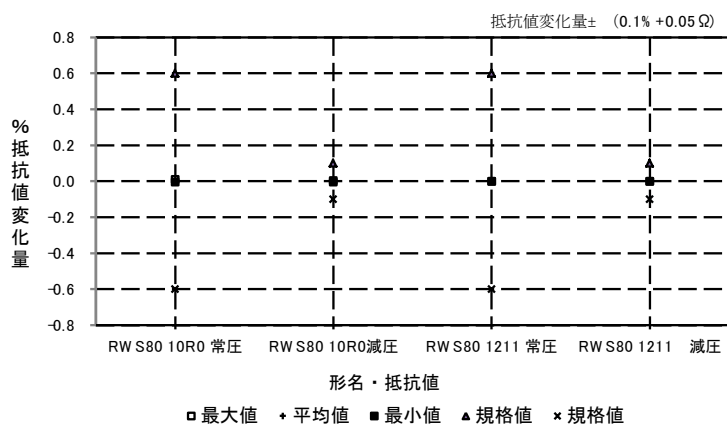


図 37 RWS80 耐電圧

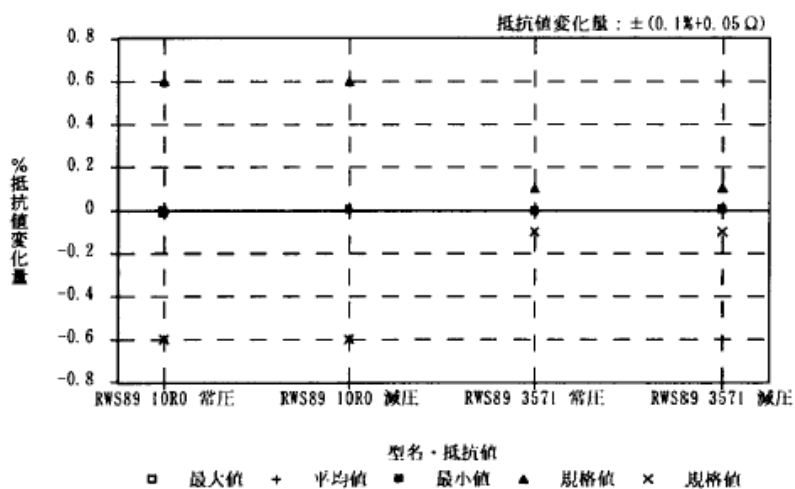


図 38 RWS89 耐電圧

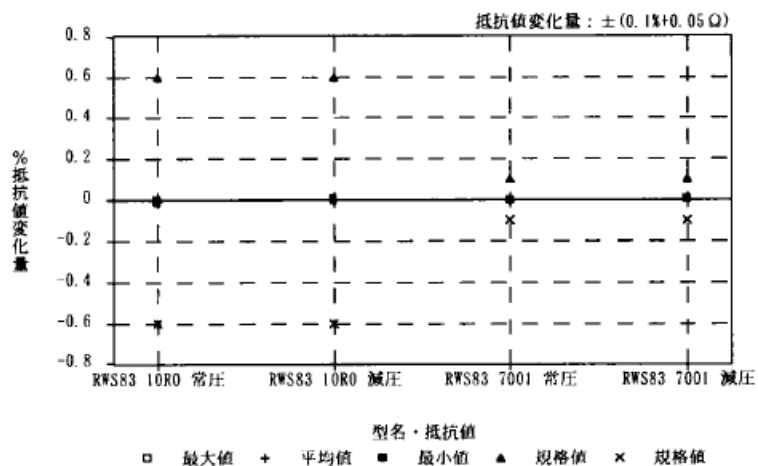


図 39 RWS83 耐電圧

Ⅲ群 5 耐電圧 (試料:16本)

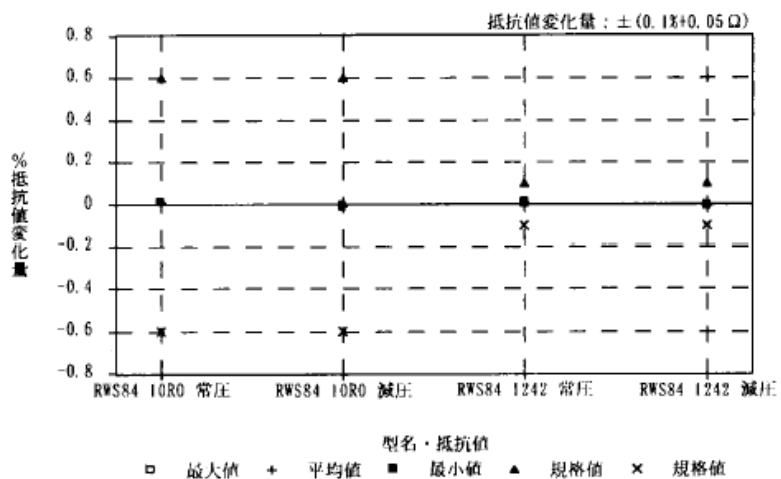


図 40 RWS84 耐電圧

Ⅲ群 7 耐湿性 (試料: 16 本)

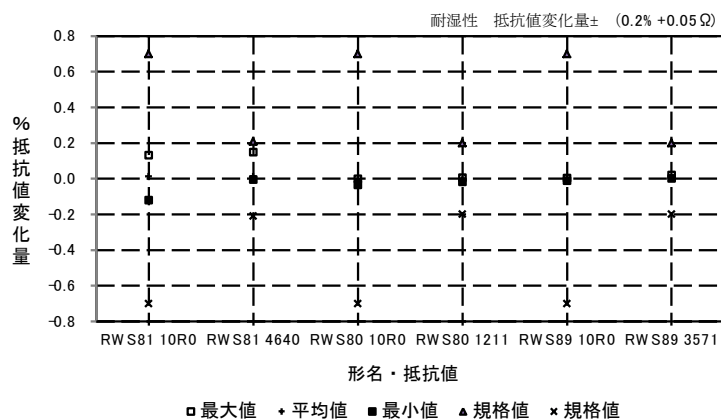


図 41 耐湿性

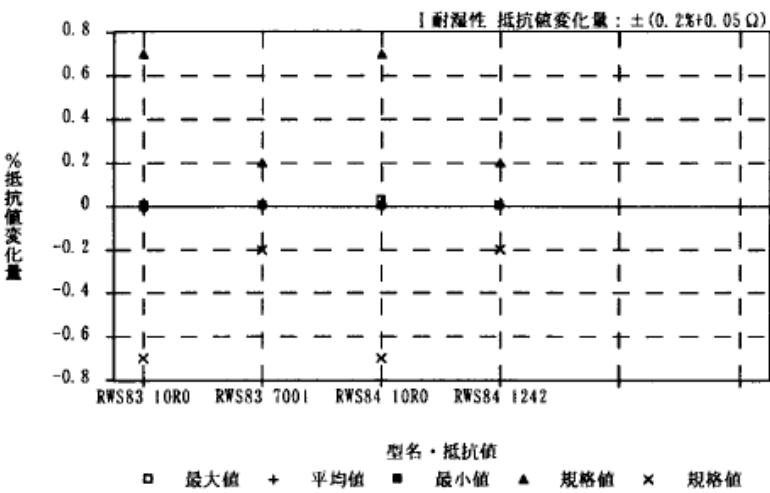


図 42 耐湿性

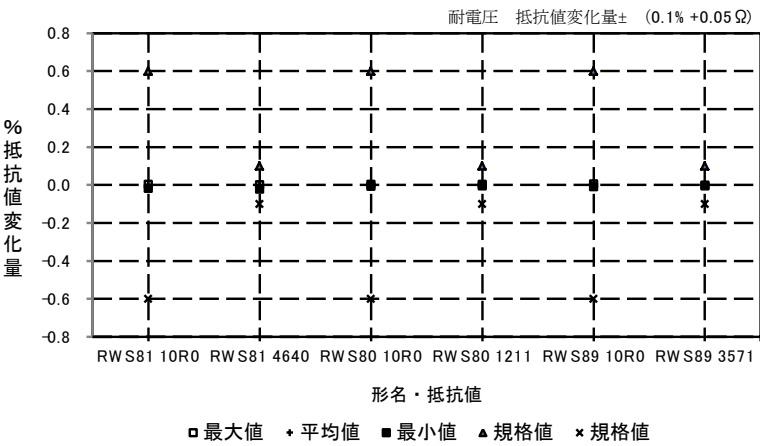


図 43 耐湿性（耐電圧）

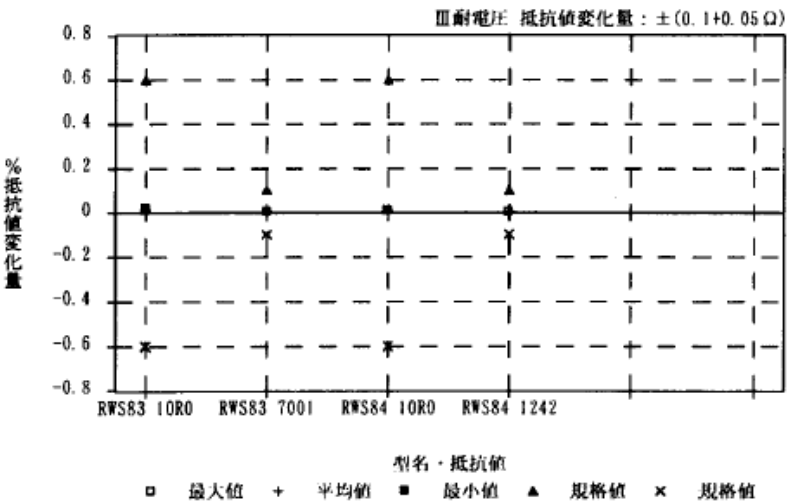


図 44 耐湿性（耐電圧）

Ⅲ群 8 端子強度 (試料: 16 本)

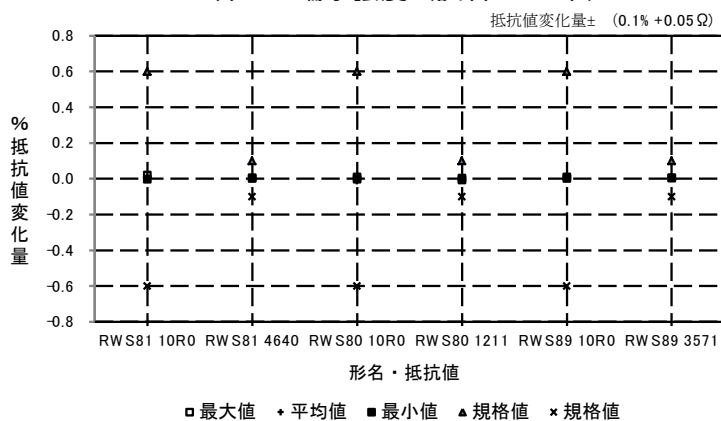


図 45 端子強度

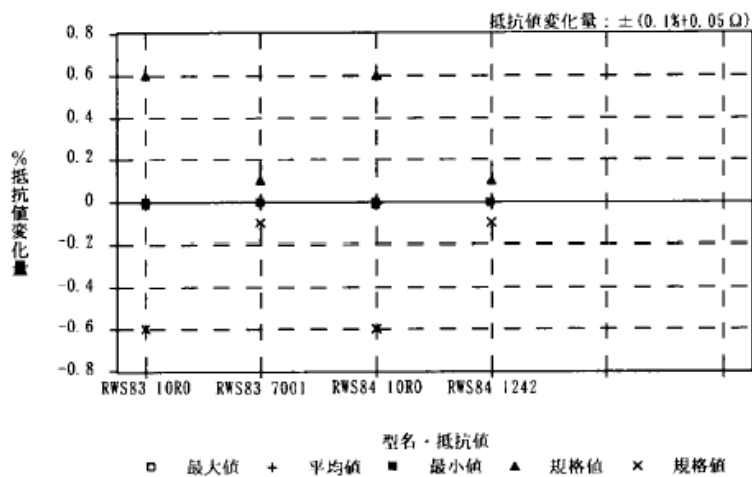


図 46 端子強度

Ⅳ群 1 衝撃 (試料: 16 本)

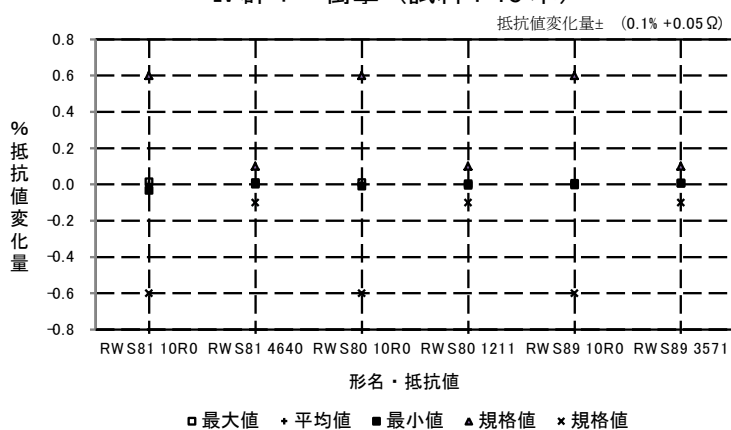


図 47 衝撃

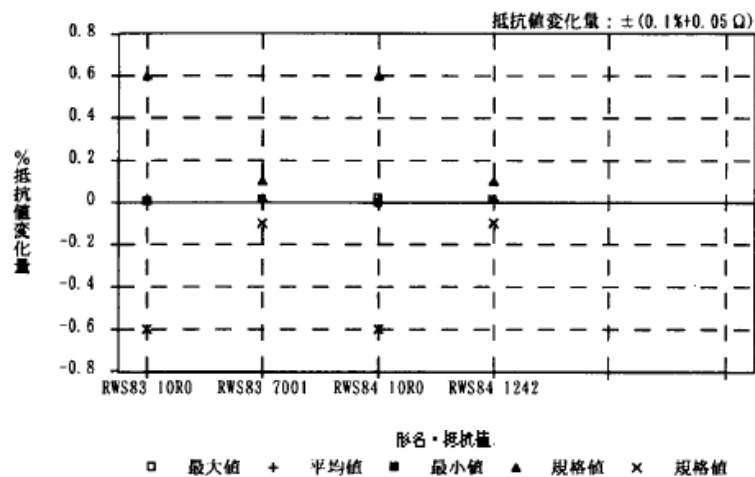


図 48 衝撃

IV群2 高周波振動（試料：16本）

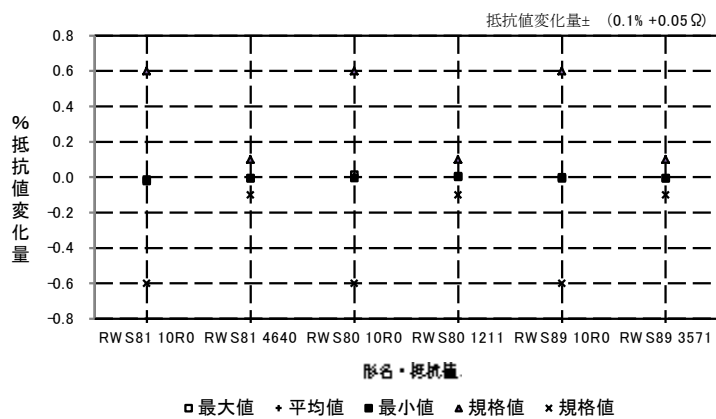


図 49 高周波振動

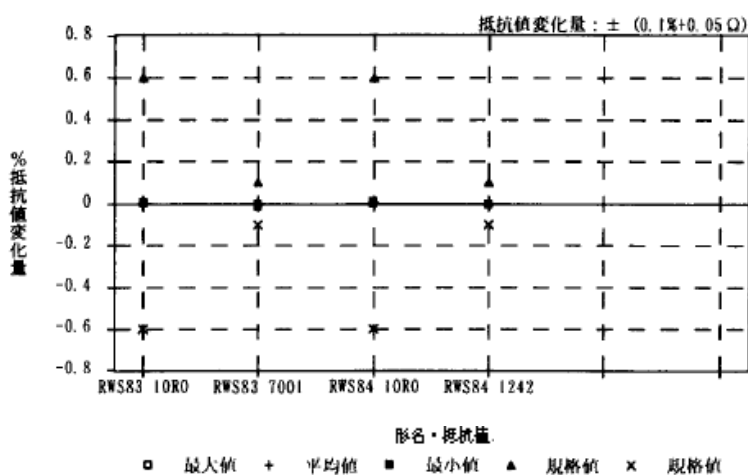


図 50 高周波振動

IV群 3 熱衝撃 [II] (試料:16本)

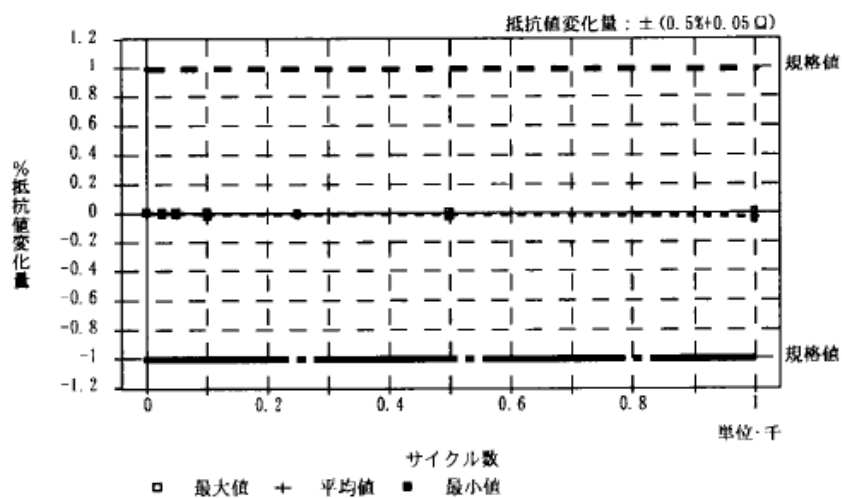


図 51 RWS81 10R0 熱衝撃[II]

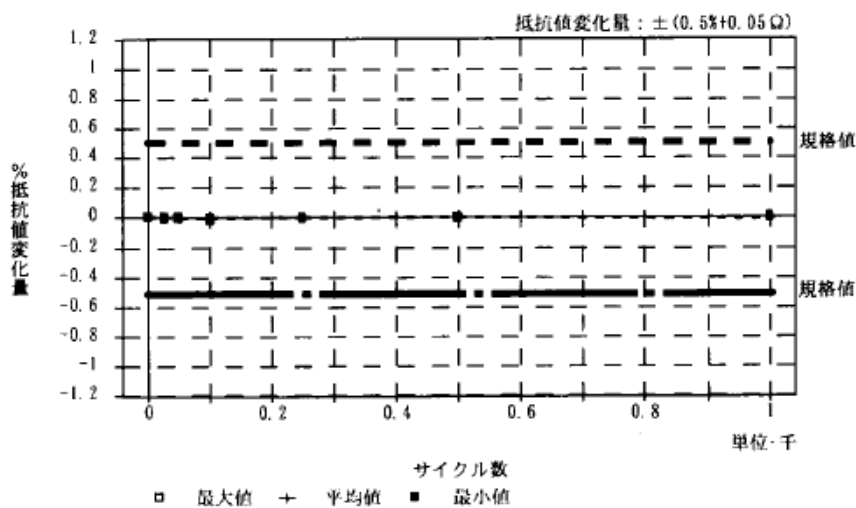


図 52 RWS81 4640 熱衝撃[II]

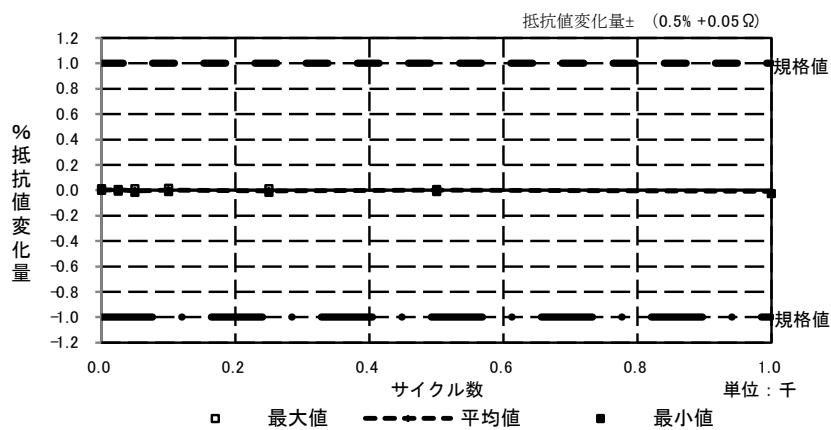


図 53 RWS80 10R0 熱衝撃[II]

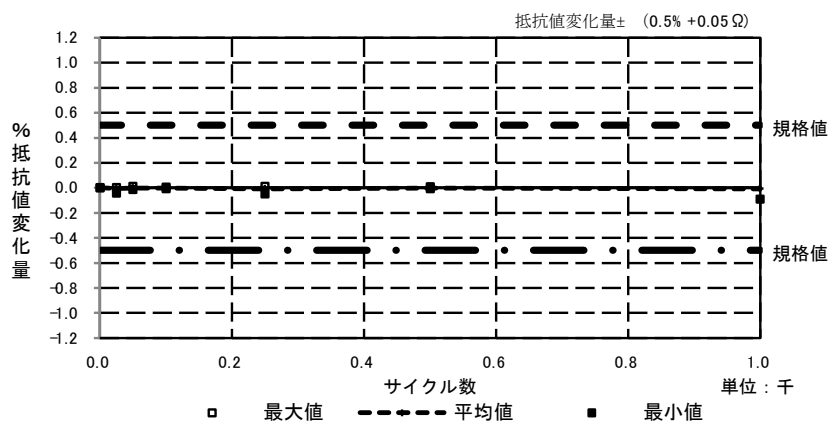


図 54 RWS80 1211 熱衝撃[II]

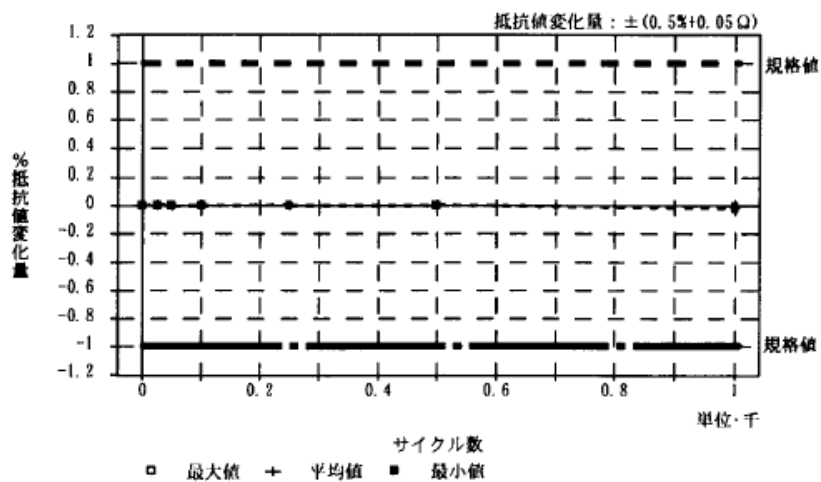


図 55 RWS89 10R0 熱衝撃[II]

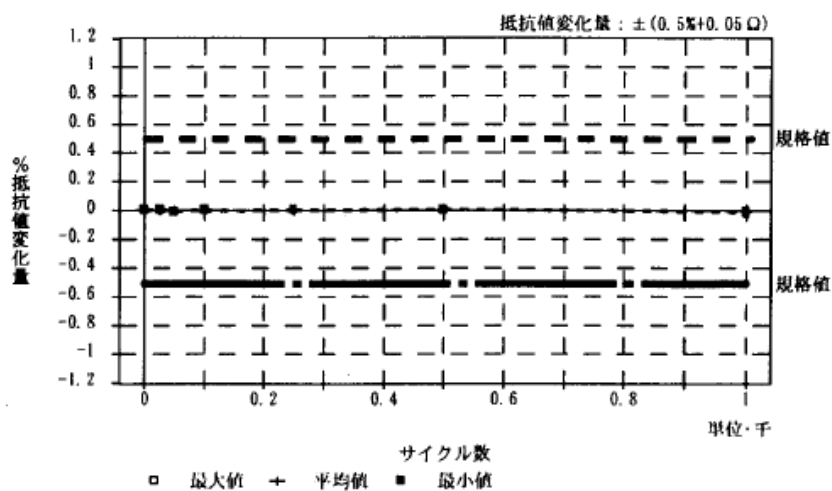


図 56 RWS89 3571 熱衝撃[II]

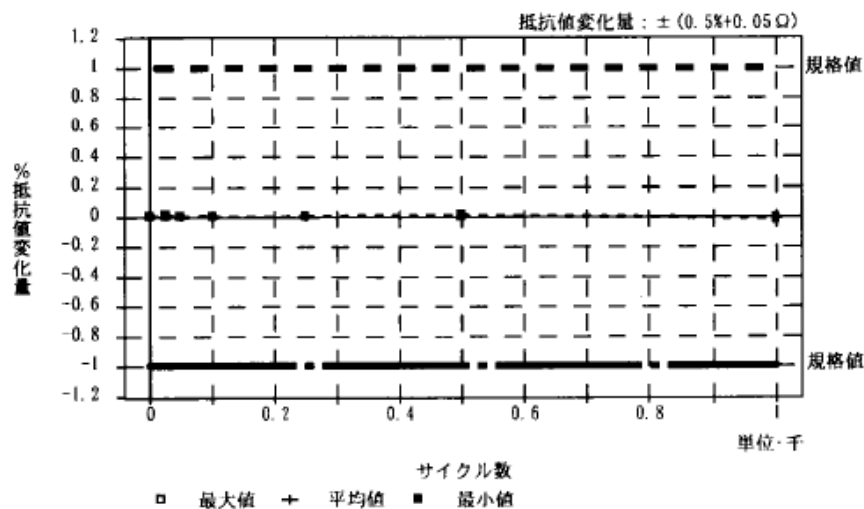


図 57 RWS83 10R0 熱衝撃[II]

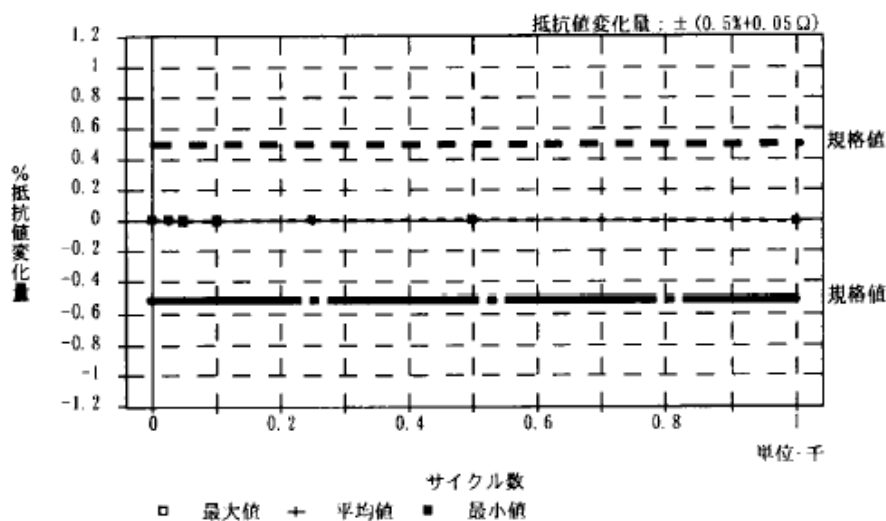


図 58 RWS83 7001 熱衝撃[II]

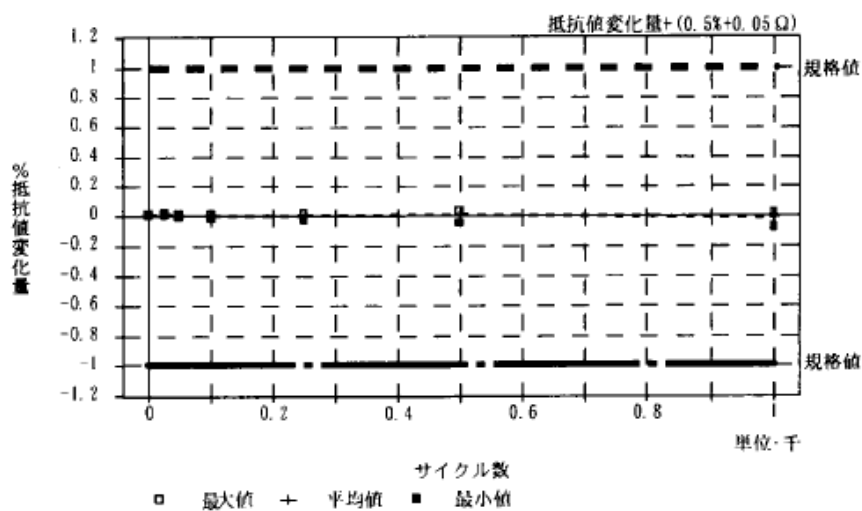


図 59 RWS84 10R0 熱衝撃[II]



図 60 RWS84 1242 熱衝撃[II]

V 群 1 ランダム振動 (試料: 16 本)

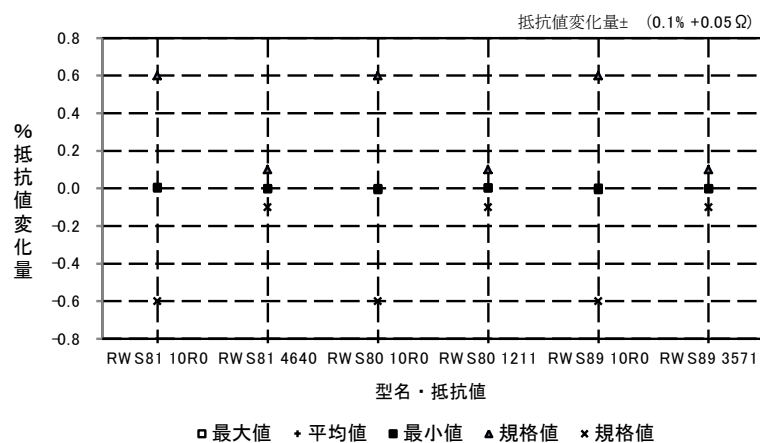


図 61 ランダム振動

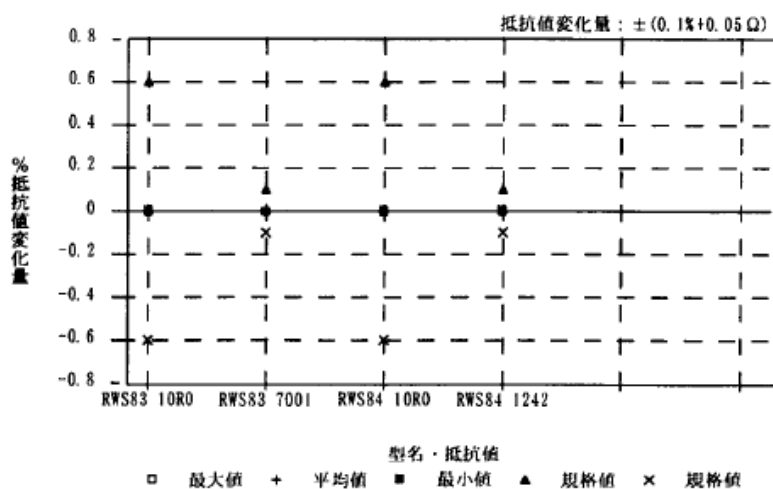


図 62 ランダム振動

VII群 1 負荷寿命 (試料:115本)

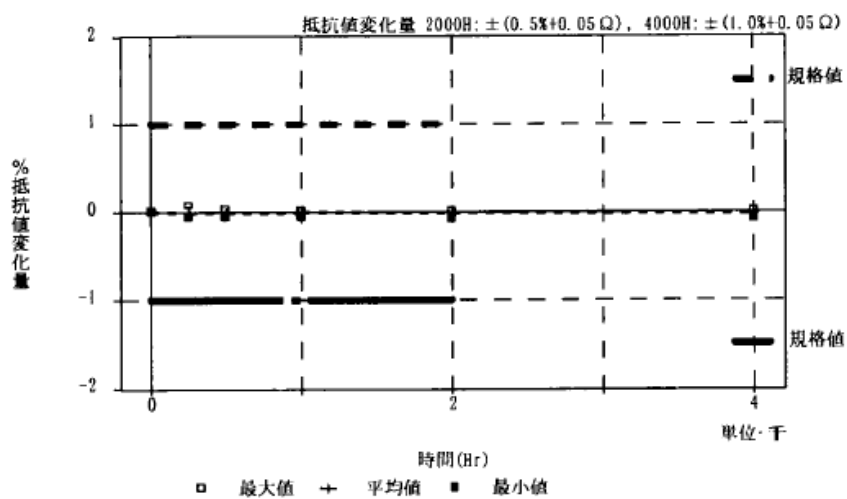


図 63 RWS81 10R0 負荷寿命

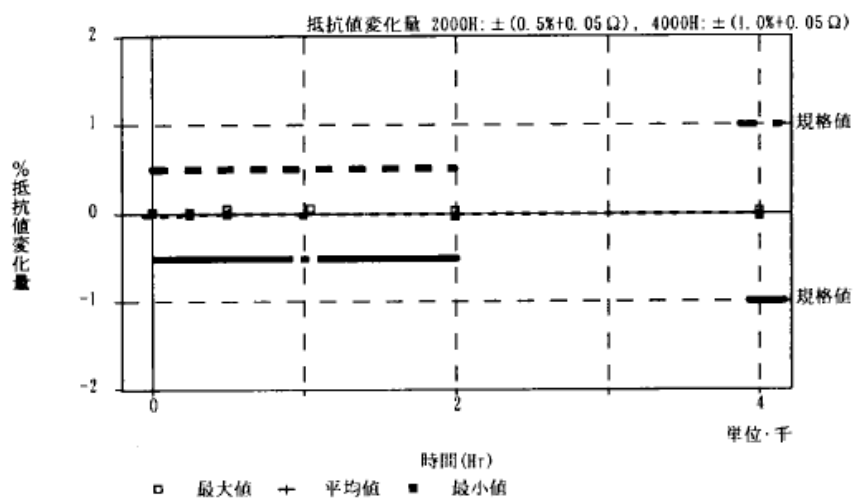


図 64 RWS81 4640 負荷寿命

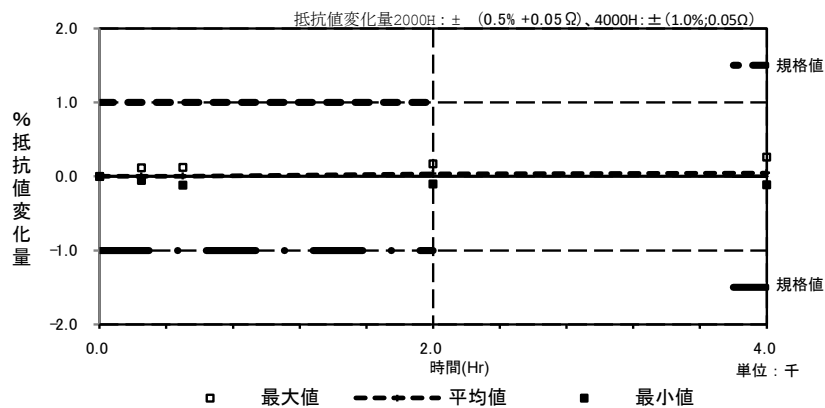


図 65 RWS80 10R0 負荷寿命

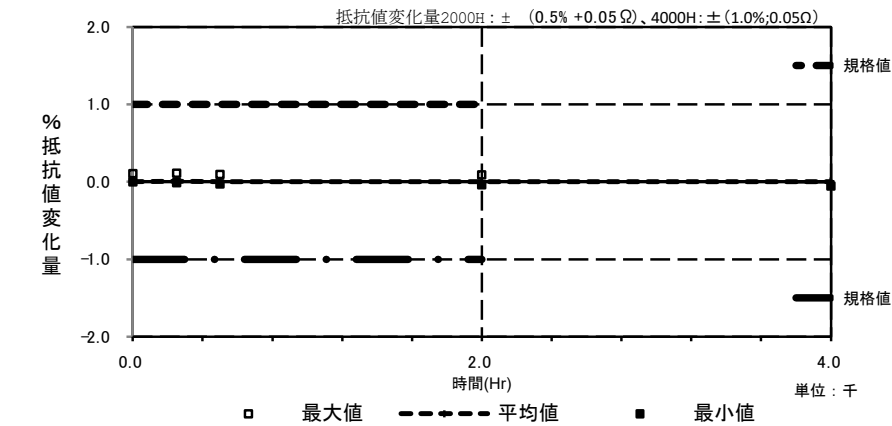


図 66 RWS80 1211 負荷寿命

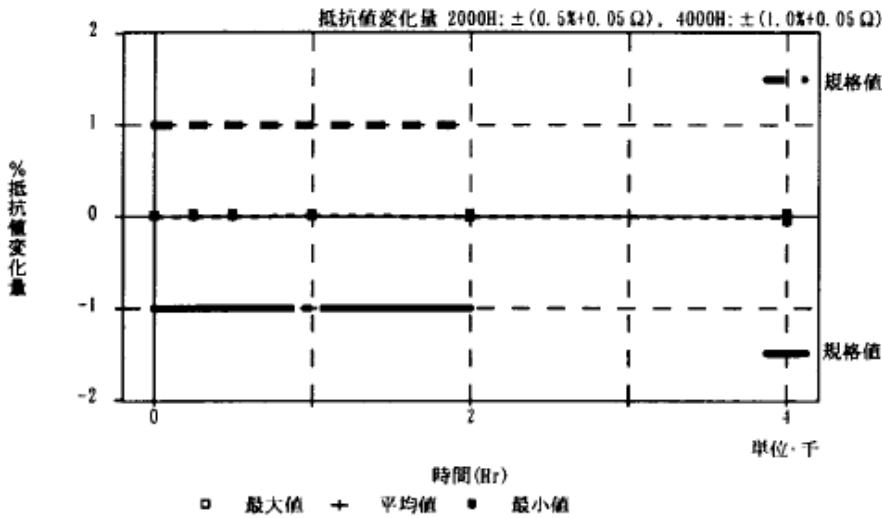


図 67 RWS89 10R0 負荷寿命

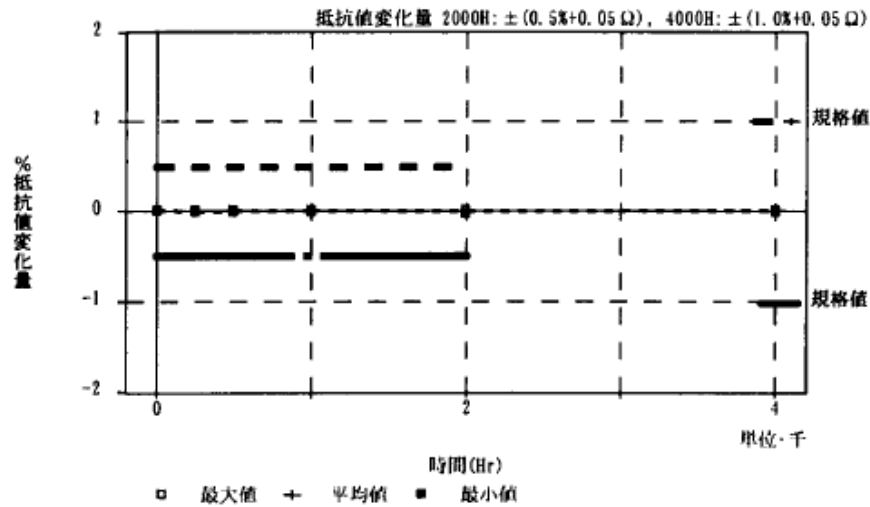


図 68 RWS89 3571 負荷寿命

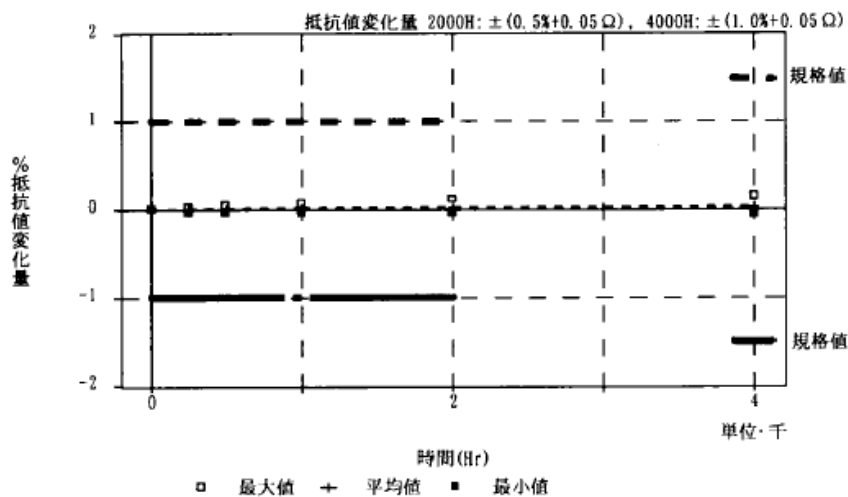


図 69 RWS83 10R0 負荷寿命

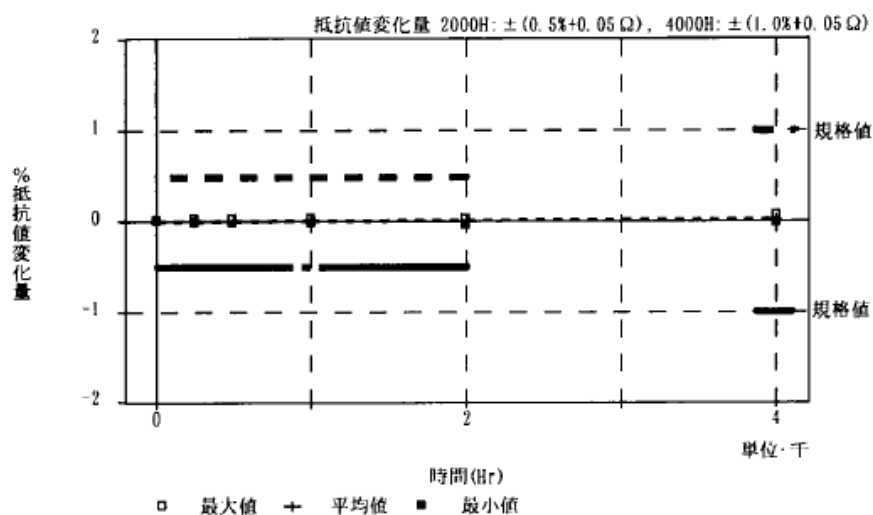


図 70 RWS83 7001 負荷寿命

VII群1 負荷寿命 (試料:115本)

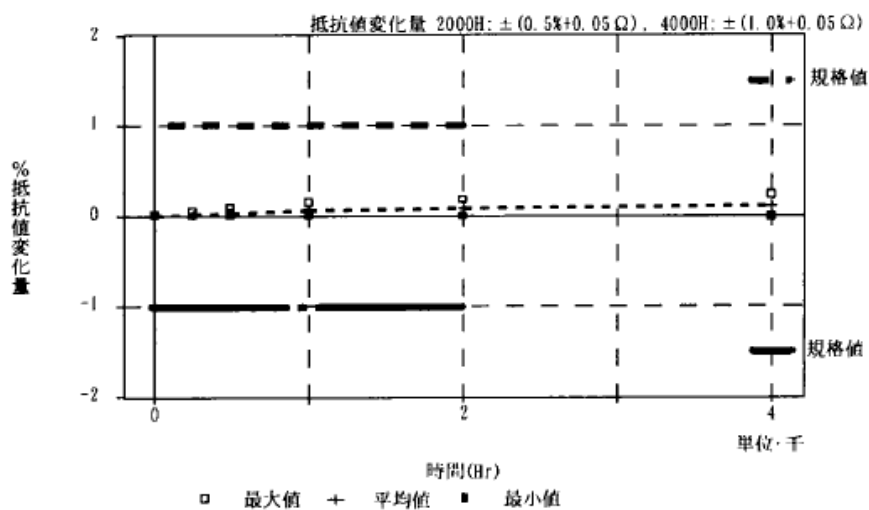


図 71 RWS84 10R0 負荷寿命

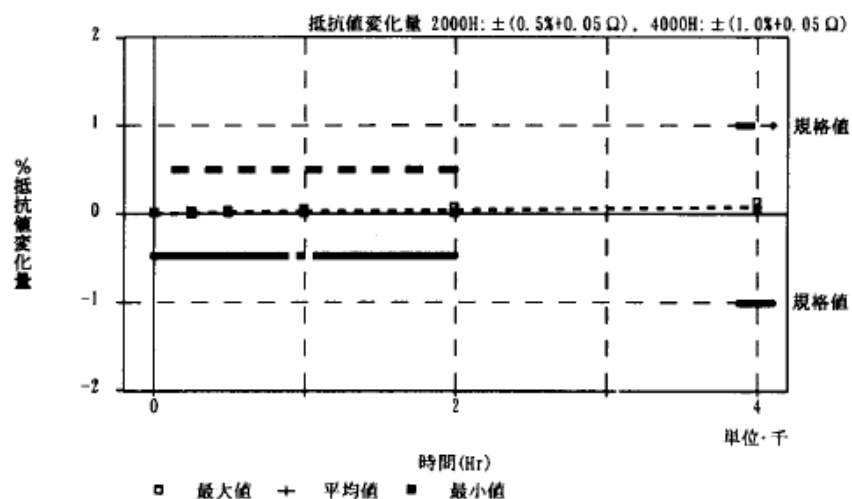


図 72 RWS84 1242 負荷寿命

Ⅷ群 1 安定性 (試料: 51 本)

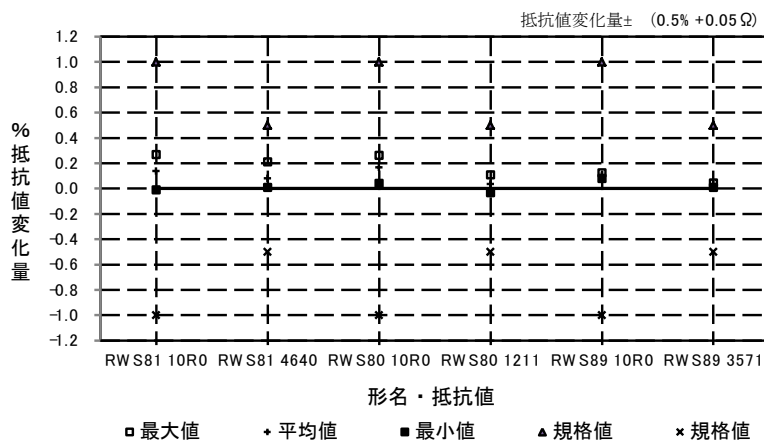


図 73 安定性

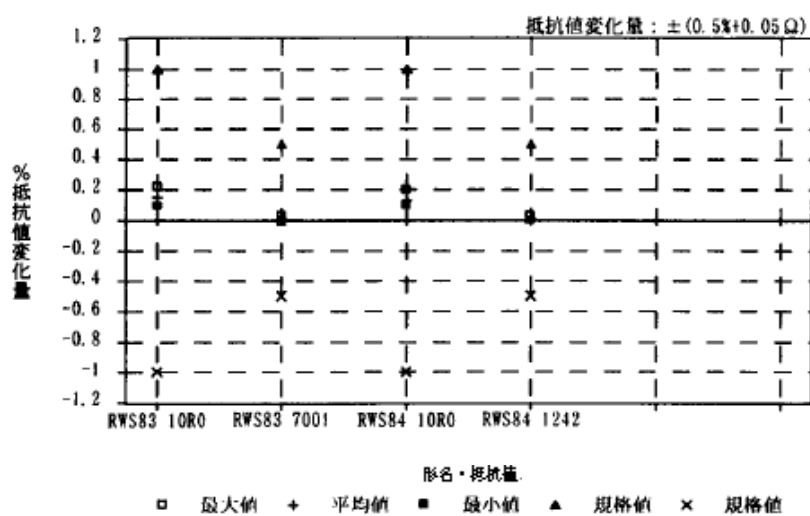


図 74 安定性

5. 各種環境条件における特性

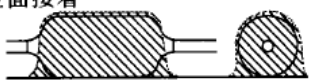
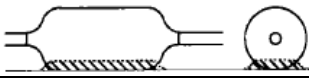
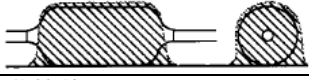
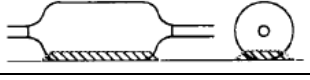
衝撃・高周波振動・ランダム振動、はんだ耐熱性及びアウトガスの試験結果を表 20～表 31 及び、5.1～5.3 項に示す。

5.1 衝撃・高周波振動・ランダム振動

開発確認試験では、抵抗器内部の抵抗線とキャップ、並びにキャップとリード線の溶接強度評価する目的で、リード線並びに抵抗器本体を治具にて固定し評価を行いました。が、諸特性評価試験では基板にはんだ付けし、更に抵抗器本体を接着剤で固定して、実際の使用状態に近い状況で評価を実施した。

試料の製作条件を下記に示す。

表 20 試料製作条件

接着剤種類	接着方法	試験①試料	試験②試料
シリコン系 (KE-45T)	全面接着 	RWS81(最小形状) RWS84(最大形状) 最高抵抗値 各 5 本	RWS84(最大形状) 10R0 3 本
	部分接着 	RWS81(最小形状) RWS84(最大形状) 最高抵抗値 各 5 本	RWS84(最大形状) 10R0 3 本
エポキシ系 (STYCAST #2850GT/#9)	全面接着 	RWS81(最小形状) RWS84(最大形状) 最高抵抗値 各 5 本	
	部分接着 	RWS81(最小形状) RWS84(最大形状) 最高抵抗値 各 5 本	

衝撃・振動試験条件

(1) 試験①

NASDA-QTS-39007 により、衝撃・高周波振動・ランダム振動をシリーズに実施した。

(2) 試験②

高周波振動試験時の共振を想定し、1705～2000Hz で 50G に設定し試験を実施した。

(高周波振動試験のみ単独で実施)

試験結果

試験中に 0.1 ミリ秒以上の電氣的な不連続、並びにリード線の破断はなく、抵抗値変化量は 0.02%以下で問題ありませんでした。

5.2 はんだ耐熱性

部品の各種はんだ条件における特性の評価。

抵抗器を機器に取り付ける場合、はんだ付けをする事によって、どの程度の抵抗値変化があるかを設定し確認した。

試験条件

試験温度 350℃、浸漬時間（1 回目 3 秒、2 回目 5 秒、3 回目 10 秒）は合計 18 秒となる様に設定しました。

試験結果

形状によらず抵抗値変化量はいずれも 0.02%以下であり、通常のはんだ付け作業により抵抗値が大きく変化する様なことはありません。

5.3 アウトガス

RWS(NASDA-QTS-39007B/102A)で使用している有機材料のアウトガス測定結果を表 21 に示す。材料単体で見た場合では内装塗料の TML が僅かに NASDA-QTS-39007B の 3.3.6 項の要求を超過しているが、質量配分によって抵抗器に使用される有機材料全体でのアウトガスを計算で求めた結果、NASDA-QTS-39007B の 3.3.6 項の要求を十分満足する為、問題無いと判断する。

表 21 外装材料のアウトガス測定結果

項目	NASDA-QTS-39007B 3.3.6 項の要求事項	測定結果(%)			
		内装塗料	外装塗料	捺印インク	有機材料全体 (※)
質量損失比 (TML)	1.0%以下	1.356	0.029	0.558	0.044
再凝縮物質質量比 (CVCM)	0.1%以下	0	0	0	0
再吸水量比 (WVR)	参考データ	1.111	0.012	0.443	0.025

(※) 抵抗器に使用されている各有機材料の使用量（重量配分）から、下記の式により計算した値

<有機材料全体のアウトガス特性計算例>

例) 材料 A : 1g TML 0.5%
 材料 B : 2g TML 0.8%
 材料 C : 3g TML 1.2%

$$\text{有機材料全体の TML} = (1\text{g} \times 0.5\% + 2\text{g} \times 0.8\% + 3\text{g} \times 1.2\%) \div (1\text{g} + 2\text{g} + 3\text{g}) = 0.95\%$$

6. 環境限界

限界評価試験結果を表 22～表 31 及び、6.1 項～6.2 項に示す。

6.1 端子強度破壊限界

(1) 引張り

端子の破壊限界、磁器の嵌合強度限界、及びリード線の溶接強度限界を得る為、MIL-STD-202 の試験方法の試験方法 211、引張り試験により、破壊するまでリード線に荷重を加えた。

試験結果は全てリード線の切断に要した引張り力であり、キャップとリード線の溶接外れはありませんでした。

従って、加工工程に機械的に弱くする要因は含まれておらず、材料そのものの強度が確保されています。

(2) 捻回

リード線の捻回強度限界を得る為、MIL-STD-202 の試験方法の試験方法 211、ねじり試験により、破壊するまで捻回を行なった。

リード線径は、RWS81 は $\phi 0.5\text{mm}$ 、RWS80 は $\phi 0.65\text{mm}$ 、RWS89 は $\phi 0.8\text{mm}$ 、RWS83 及び RWS84 形は $\phi 1.0\text{mm}$ ですが、捻回強度はあまり線径に左右されない値を示しました。

尚、切断箇所は全てリード線であり、試験結果のバラツキは、試験治具の取付け時のバラツキが要因と考えられ、捻回規格が 360 度、5 回転であることから、全く異常は認められません。

(3) 折り曲げ

リード線に荷重を掛けて折曲げた場合の限界を得る為、MIL-STD-202 の試験方法 211 のリード線端子曲げ試験により破壊する迄折り曲げを行った。

この為、試験結果は各型のリード線径と試験時の荷重に相応した値になっています。折り曲げ時にリード線にかかる荷重が RWS81 で 2.5kgf/mm^2 、RWS80 で 1.5kgf/mm^2 、RWS89 で 4.4kgf/mm^2 、RWS83 及び RWS84 で 2.8kgf/mm^2 であり、RWS89 形では最低 2 回の折りでリード線が切断しています。

しかし、実使用では、このような苛酷な条件は考えられませんので、使用上全く問題ありません。

6.2 抵抗体の抗折破壊限界

磁器の破壊限界値を得る為、V ブロック法により抵抗体の抗折力強度試験を行った。

尚、試験試料は形状別（完成品）について実施した。

RWS89 形以上の形状は全て $387.1\text{N}(39.5\text{kgf})$ 以上で使用上問題は無く、RWS81 形で $53.9\text{N}(5.5\text{kgf})$ 、RWS80 形で $98.0\text{N}(10.0\text{kgf})$ 以上となっており、大形品に比べ値は小さいですが、従来の NASDA-QTS-39007A 品に比べ機械的強度の限界値は向上しており、使用上全く問題ありません。

表 22 諸特性評価試験結果(1)

部品番号					適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS81S 10R0 D					NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
I	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規 定外試験の為、判定無	0.001	-0.007	-0.002	0.004	5	
			2 回目 5 秒間			-0.001	-0.011	-0.005	0.004	5	
			3 回目 10 秒間			0.001	-0.012	-0.005	0.006	5	
II	1	抗折力 破壊限界(kgf)		V ブロックに抵抗器を 置き荷重を加える。		6.5	5.5	6.1	1.581	5	
III	1	端子強度 破壊限界	引張り(kgf)	MIL-STD-202 の試 験方法 211 による		5.32	5.54	5.452	0.081	5	
	2		ねじり(回)			31	49	38.6	8.019	5	
	3		折曲げ(回)			3	5	4.0	0.707	5	

表 23 諸特性評価試験結果(2)

部品番号					適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS81S 4640 D					NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
I	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規 定 外試験の為、判定無	0.002	-0.004	0	0.003	5	
			2 回目 5 秒間			0.004	-0.002	0.001	0.002	5	
			3 回目 10 秒間			0.007	0	0.003	0.002	5	
IV	1	衝撃 (%)	シリコン全面接着	(注 1)		0.002	0.001	0.002	0.001	5	
			シリコン部分接着			0.002	-0.002	0	0.002	5	
			1μm シリコン全面接着			0.004	0	0.002	0.002	5	
			1μm シリコン部分接着			0.002	0	0.001	0.001	5	
	2	高周 波振 動 (%)	シリコン全面接着			0	-0.004	-0.003	0.002	5	
			シリコン部分接着			0.	-0.002	0	0.001	5	
			1μm シリコン全面接着			-0.002	-0.004	-0.003	0.001	5	
			1μm シリコン部分接着			0.004	-0.002	-0.001	0.003	5	
	3	ラン ダム 振動 (%)	シリコン全面接着			0.002	0	0.001	0.001	5	
			シリコン部分接着			0.002	-0.002	0	0.002	5	
			1μm シリコン全面接着			0	-0.002	-0.001	0.001	5	
			1μm シリコン部分接着			0	-0.002	-0.001	0.001	5	

(注 1) ◎試料の固定方法 端子：非スルーホール基板、厚さ 1.2mm、はんだ付け。

抵抗本体：シリコン系(KE-45T)、エポキシ系(STYCAST#2850GT/#9)接着剤。

◎試験条件 NASDA-QTS-39007B による。

表 24 諸特性評価試験結果(3)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS80S 10R0 D				NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲				
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数
Ⅰ	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規定 外試験の為、判定無	0.011	-0.002	0.007	0.005	5
			2 回目 5 秒間			0.011	-0.003	0.002	0.006	5
			3 回目 10 秒間			0.015	-0.001	0.006	0.006	5
Ⅱ	1	抗折力 破壊限界(kgf)		V ブロックに抵抗器 を置き荷重を加える。		10.0	14.0	12.5	1.581	5
Ⅲ	1	端子強度 破壊限界	引張り(kgf)	MIL-STD-202 の 試験方法 211 に よる		8.02	9.53	8.894	0.624	5
	2		ねじり(回)			17	34	24.8	6.221	5
	3		折曲げ(回)			4	5	4.8	0.447	5

表 25 諸特性評価試験結果(4)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS80S 1211 D				NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲				
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数
I	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規定 外試験の為、判定無	0	0	0	0	5
			2 回目 5 秒間			0	-0.008	-0.002	0.004	5
			3 回目 10 秒間			0.008	0	0.002	0.004	5

表 26 諸特性評価試験結果(5)

部品番号					適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS89S 10R0 D					NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
Ⅰ	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規定 外試験の為、判定無	0.013	-0.007	0	0.008	5	
			2 回目 5 秒間			0.014	-0.009	-0.002	0.009	5	
			3 回目 10 秒間			0.003	-0.011	-0.005	0.006	5	
Ⅱ	1	抗折力 破壊限界(kgf)		V ブロックに抵抗器 を置き荷重を加える。		39.5	40 以上	—	—	5	
Ⅲ	1	端子強度 破壊限界	引張り(kgf)	MIL-STD-202 の 試験方法 211 に よる		13.17	14.33	13.886	0.429	5	
	2		ねじり(回)			20	29	23.4	3.647	5	
	3		折曲げ(回)			2	3	2.4	0.548	5	

表 27 諸特性評価試験結果(6)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS89S 3571 D				NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号	試験項目			試験方法	判定基準	特性値の範囲				
						SPAN		平均値	σ_{n-1}	試料数
I	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規定 外試験の為、判定無	0	-0.003	-0.001	0.002	5
			2 回目 5 秒間			0	-0.003	-0.001	0.002	5
			3 回目 10 秒間			0	0	0	0	5

表 28 諸特性評価試験結果(7)

部品番号					適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS83S 10R0 D					NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数	
Ⅰ	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規定 外試験の為、判定無	0.006	-0.012	-0.003	0.007	5	
			2 回目 5 秒間			-0.010	-0.018	-0.014	0.003	5	
			3 回目 10 秒間			0.002	-0.012	-0.004	0.006	5	
Ⅱ	1	抗折力 破壊限界(kgf)	V ブロックに抵抗器 を置き荷重を加える。	40 以上		—	—	—	5		
Ⅲ	1	端子強度 破壊限界	引張り(kgf)	MIL-STD-202 の 試験方法 211 に よる		16.30	17.59	17.192	0.535	5	
	2		ねじり(回)			17	29	21.4	4.827	5	
	3		折曲げ(回)			5	5	5	0	5	

表 29 諸特性評価試験結果(8)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS83S 7001 D				NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号	試験項目			試験方法	判定基準	特性値の範囲				
						SPAN		平均値	σ_{n-1}	試料数
I	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規定 外試験の為、判定無	0	-0.001	-0.001	0.001	5
			2 回目 5 秒間			-0.001	-0.003	-0.002	0.003	5
			3 回目 10 秒間			0	0	0	0	5

表 30 諸特性評価試験結果(9)

部品番号					適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS84S 10R0 D					NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲					
						SPAN		平均値	σn-1	試料 数	
I	1	はんだ 耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規 定外試験の為、判定無	0.002	-0.011	-0.007	0.005	5	
			2 回目 5 秒間			-0.006	-0.011	-0.009	0.002	5	
			3 回目 10 秒 間			0.010	-0.005	-0.001	0.006	5	
II	1	抗折力 破壊限界(kgf)		Vﾌﾞﾛｯｸに抵抗器を 置き荷重を加える。		40 以上	—	—	—	5	
III	1	端子強 度 破壊限 界	引張り(kgf)	MIL-STD-202 の試験 方法 211 による		17.39	17.90	17.624	0.212	5	
	2		ねじり(回)			30	49	41.4	7.162	5	
	3		折曲げ(回)			4	5	4.8	0.447	5	
V	1	高周 波振 動 (%)	シリコン全面接着	(注 1)		0.010	0	0.003	0.006	3	
			シリコン部分接着			-0.010	-02	-0.017	0.006	3	
			シリコン全面接着	(注 2)		0	-0.010	-0.007	0.006	3	
			シリコン部分接着			0	-0.010	-0.003	0.006	3	

(注 1) ◎試料の固定方法 端子：非スルーホール基板、厚さ 1.2mm、はんだ付け。

抵抗本体：シリコン系(KE-45T)接着剤。

◎試験条件 NASDA-QTS-39007B による。但し、1705~2000Hz までは 50G とした。

(注 2) ◎試料の固定方法 端子：スルーホール基板、厚さ 1.6mm、はんだ付け。

抵抗本体：シリコン系(KE-45T)接着剤。

◎試験条件 NASDA-QTS-39007B による。但し、1705~2000Hz までは 50G とした。

表 31 諸特性評価試験結果(10)

部品番号				適用仕様書番号		試験・検査の区分				
RWS84S 1242 D				NASDA-QTS-39007B/102		諸特性評価試験				
項目 番号		試験項目		試験方法	判定基準	特性値の範囲				
						SPAN		平均値	σ n-1	試料数
I	1	はんだ耐熱性 (%)	1 回目 3 秒間	試験温度：350℃ シリーズに実施	NASDA-QTS-39007B 規定 外試験の為、判定無	0	0	0	0	5
			2 回目 5 秒間			0	-0.008	-0.003	0.00	5
			3 回目 10 秒間			0.008	0	0.002	0.00	5
IV	1	衝撃 (%)	シリコン全面接着	(注 1)		0.008	0	0.006	0.004	5
			シリコン部分接着			0.032	0	0.008	0.014	5
			エポキシ全面接着			0.008	0	0.003	0.004	5
			エポキシ部分接着			0.008	0	0.003	0.004	5
						0	-0.008	-0.002	0.004	5
	2	高周波振動 (%)	シリコン全面接着			0	-0.008	-0.003	0.004	5
			シリコン部分接着			0	-0.008	-0.002	0.004	5
			エポキシ全面接着			0	-0.008	-0.002	0.004	5
			エポキシ部分接着			0	-0.008	-0.003	0.004	5
	3	ランダム振動 (%)	シリコン全面接着			0	0	0	0	5
			シリコン部分接着			0	0	0	0	5
			エポキシ全面接着			0	0	0	0	5
			エポキシ部分接着			0	0	0	0	5

(注 1) ◎試料の固定方法 端子：非スルーホール基板、厚さ 1.2mm、はんだ付け。

抵抗本体：シリコン系(KE-45T)、エポキシ系(STYCAST#2850GT/#9)接着剤。

◎試験条件 NASDA-QTS-39007B による。

はんだ耐熱性

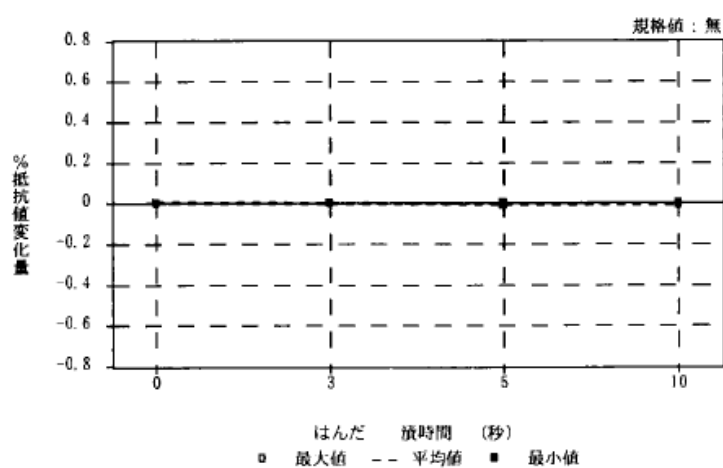


図 75 RWS81 10R0 はんだ耐熱性

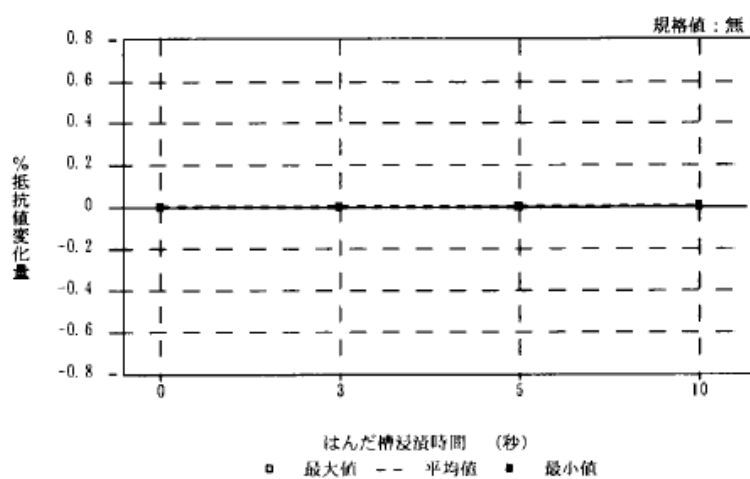


図 76 RWS81 4640 はんだ耐熱性

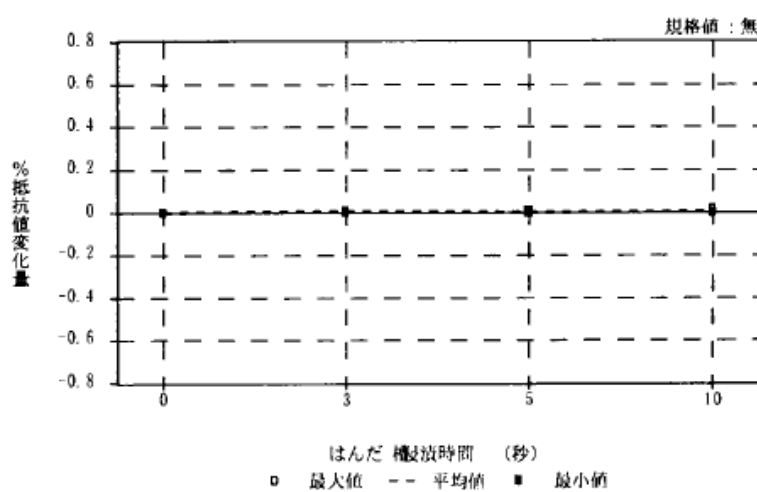


図 77 RWS80 10R0 はんだ耐熱性

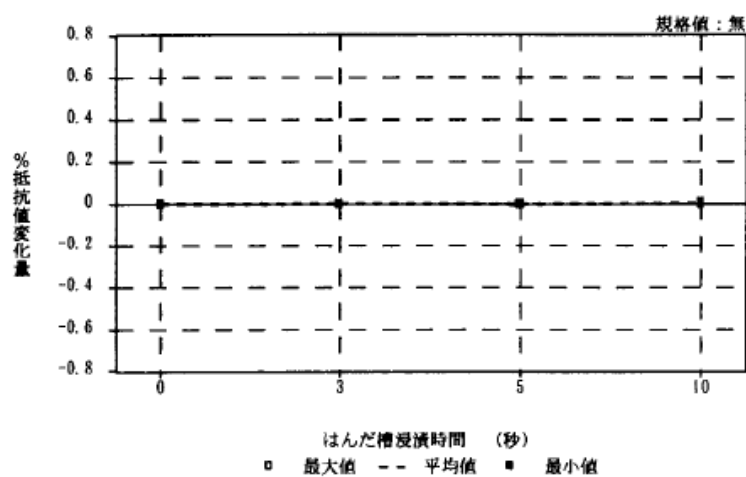


図 78 RWS80 1211 はんた耐熱性

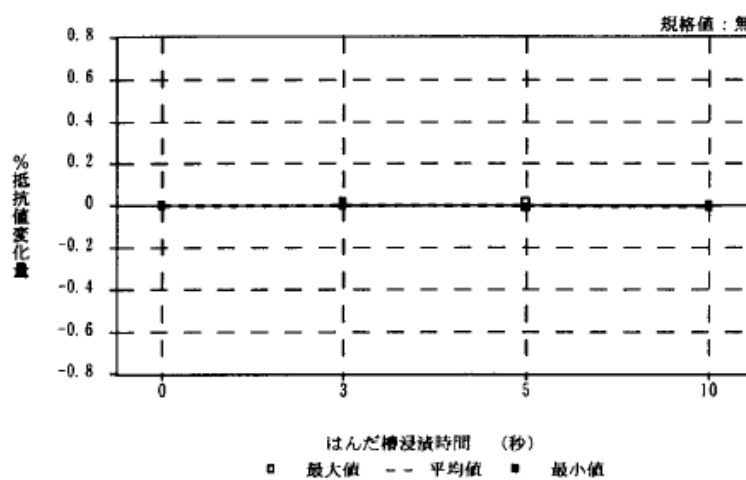


図 79 RWS89 10R0 はんた耐熱性

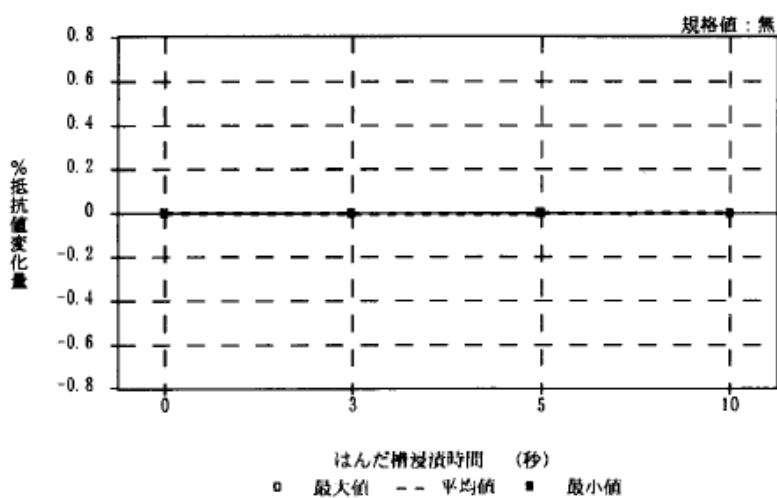


図 80 RWS89 3571 はんた耐熱性

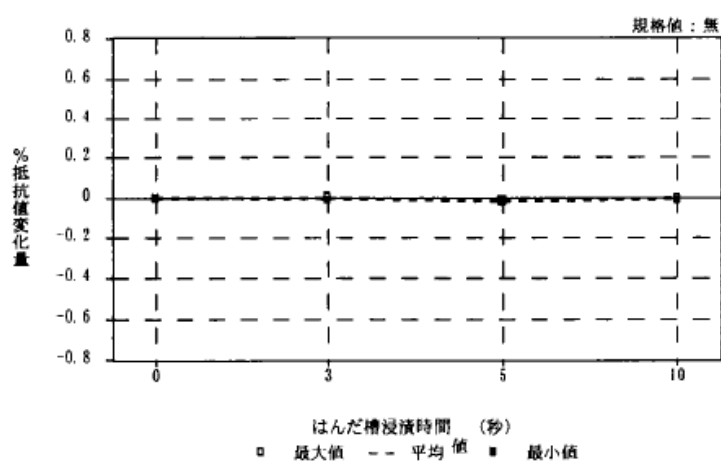


図 81 RWS83 10R0 はんだ耐熱性

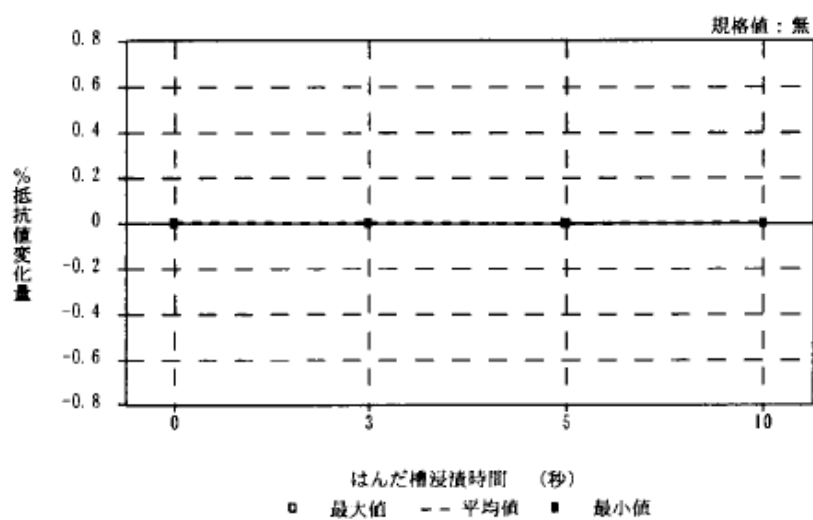


図 82 RWS83 7001 はんだ耐熱性

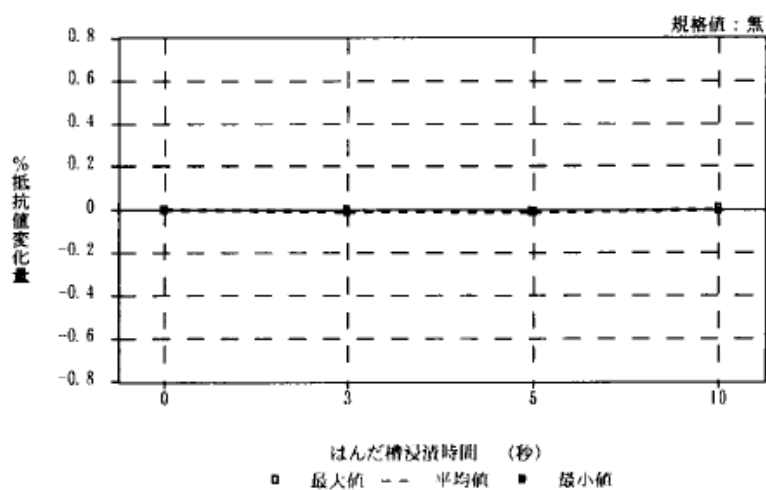


図 83 RWS84 10R0 はんだ耐熱性

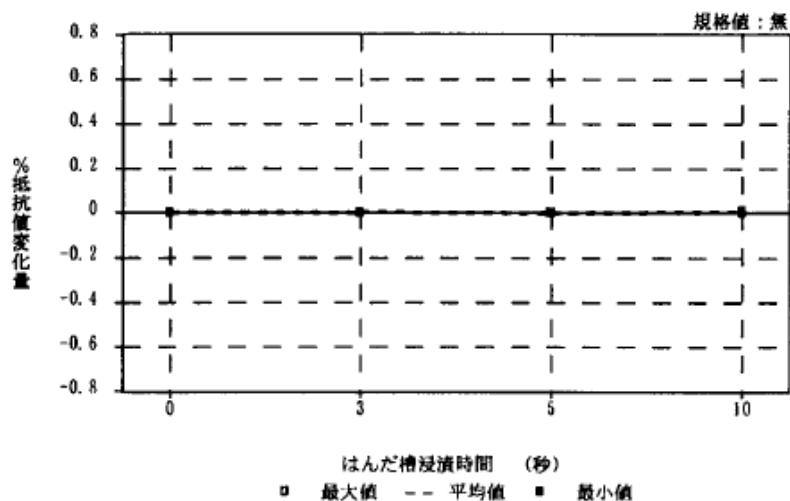


図 84 RWS84 1242 はんだ耐熱性

抗折力

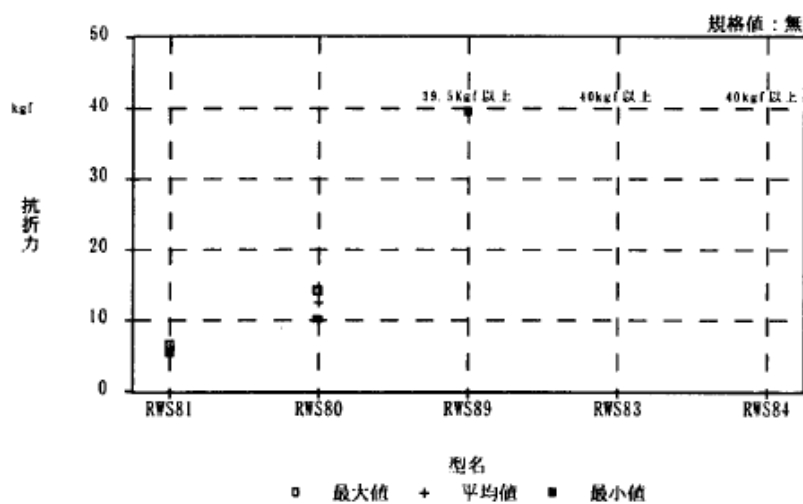


図 85 抗折力

端子強度（限界試験）

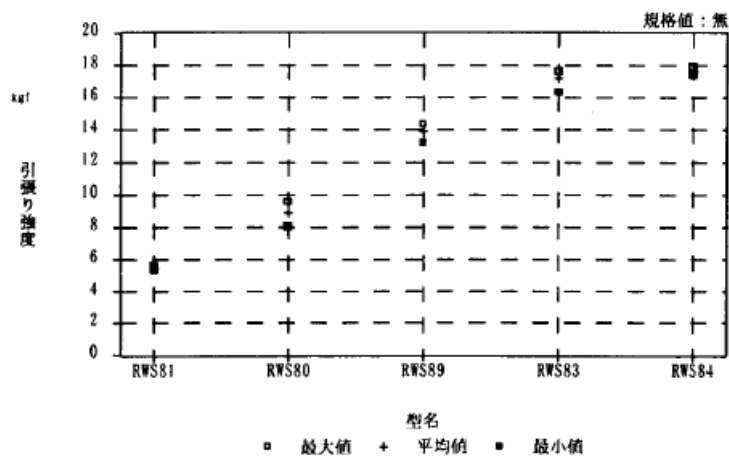


図 86 端子強度（引張り限界値）

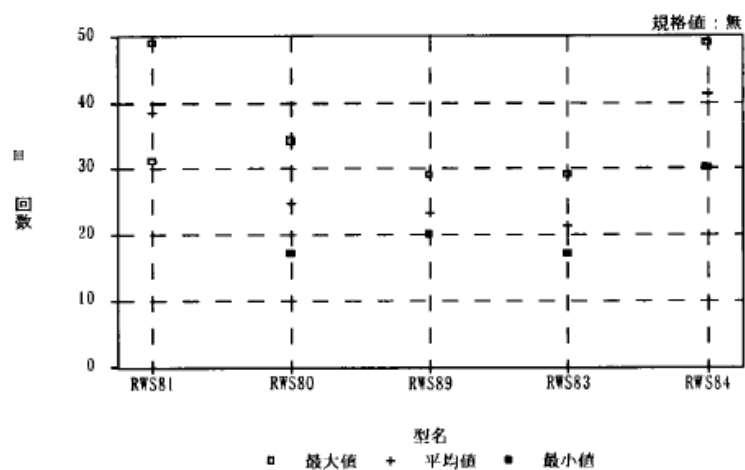


図 87 端子強度（ねじり限界値）

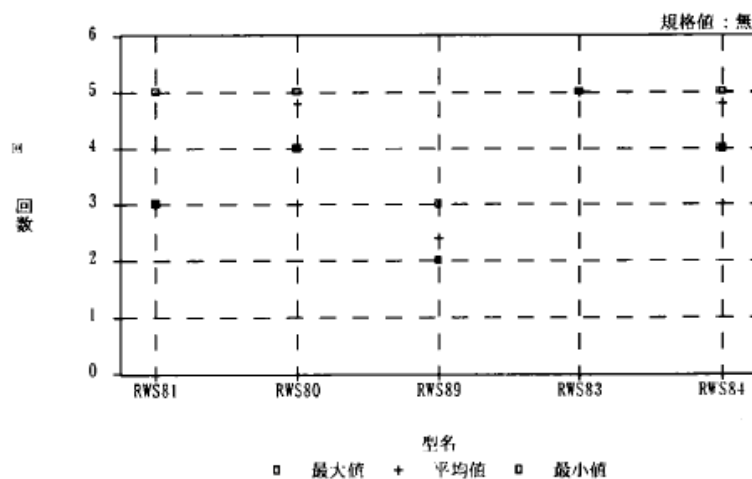


図 88 端子強度（折曲げ限界値）

衝撃・高周波振動・ランダム振動（基板取付）

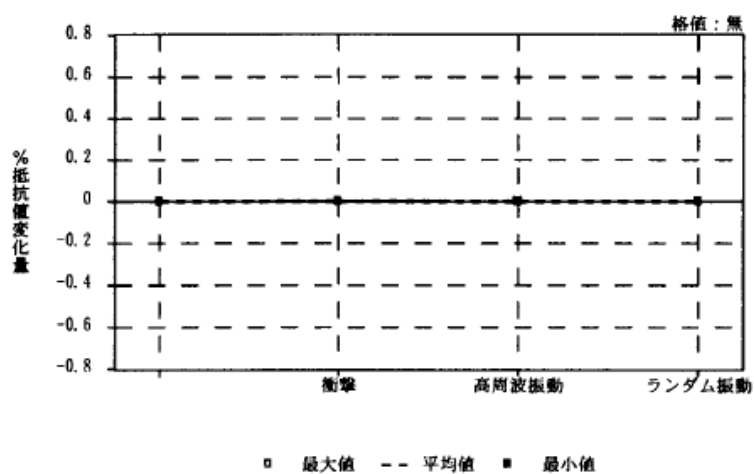


図 89 RWS81 4640 シリコン全面接着

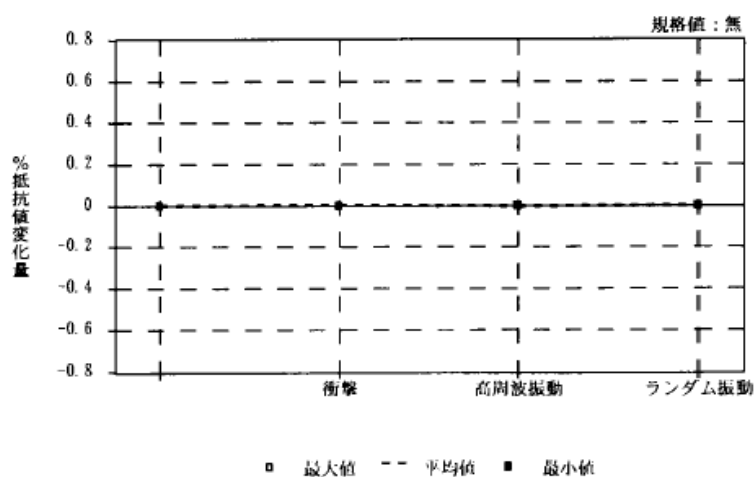


図 90 RWS81 4640 シリコン部分接着

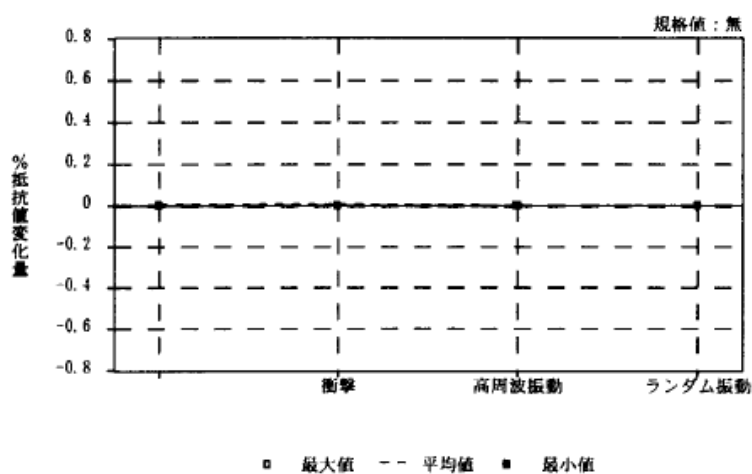


図 91 RWS81 4640 エポキシ全面接着

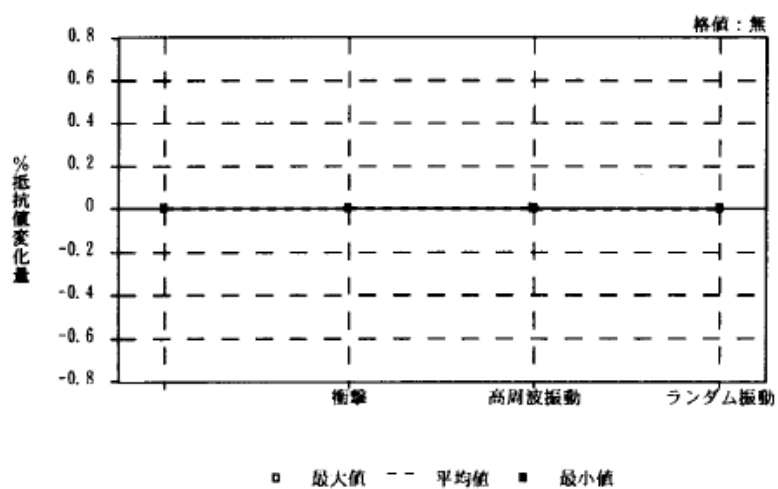


図 92 RWS81 4640 エポキシ部分接着

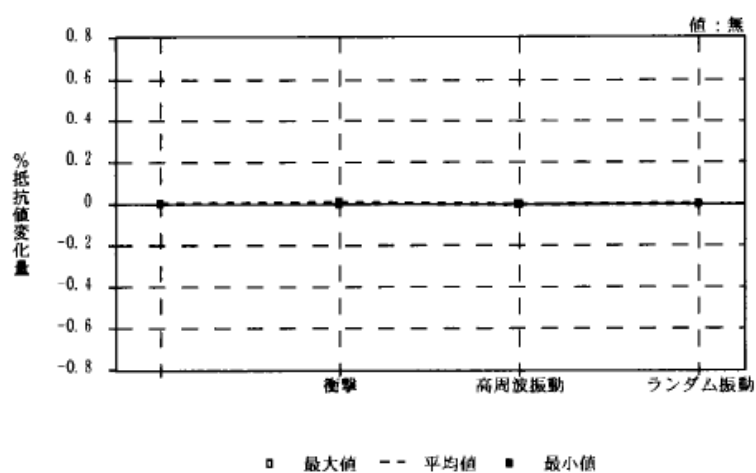


図 93 RWS84 1242 シリコン全面接着

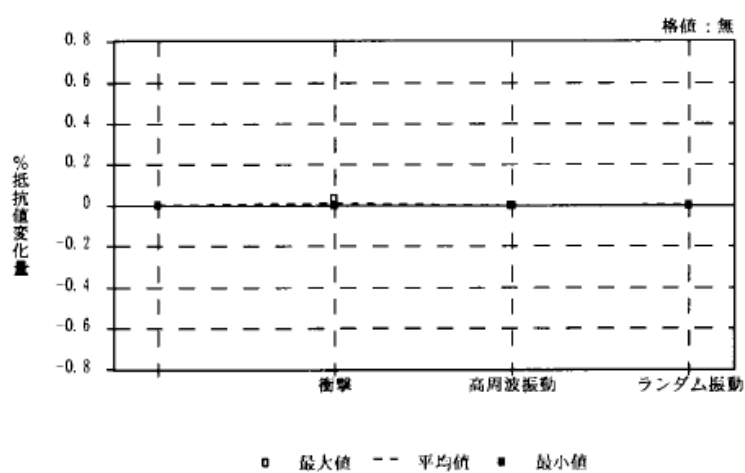


図 94 RWS84 1242 シリコン部分接着

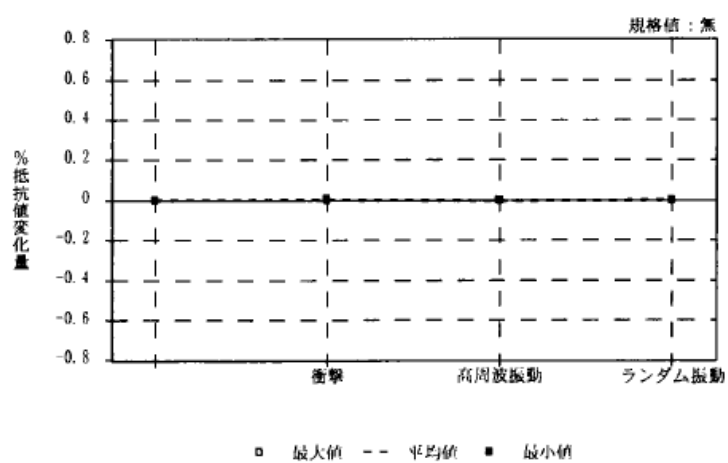


図 95 RWS84 1242 エポキシ全面接着

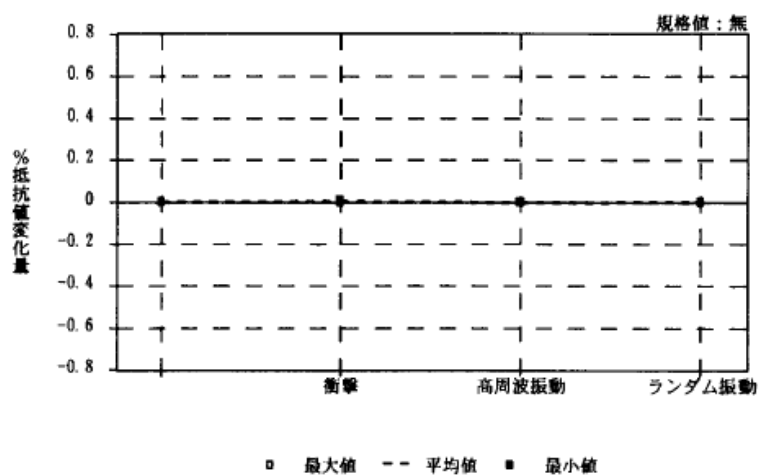


図 96 RWS84 1242 エポキシ部分接着

高周波振動（基板取付共振検討）

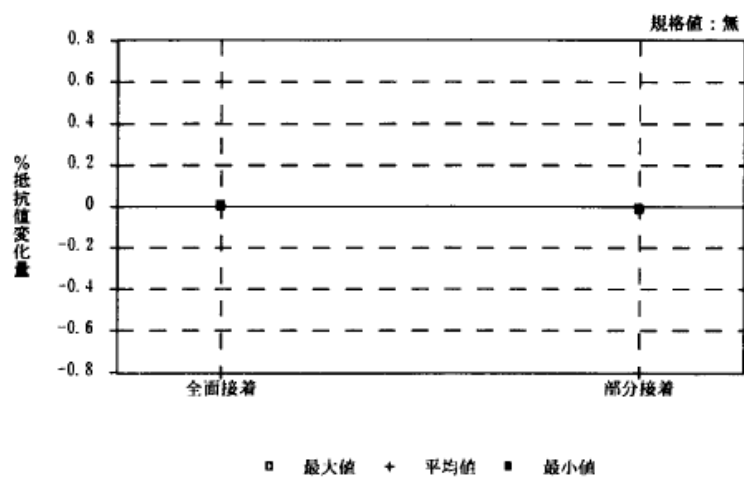


図 97 RWS84 10R0 高周波振動共振検討・基板 1.2mm

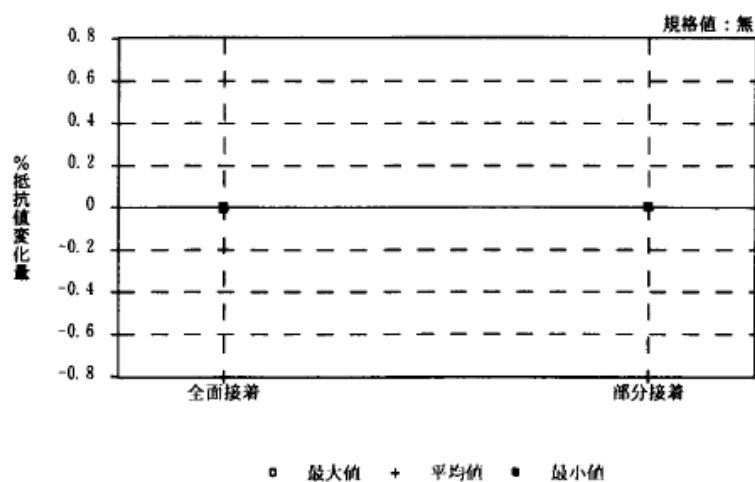


図 98 RWS84 10R0 高周波振動共振検討・基板 1.6mm

7. 信頼性

7.1 故障率

7.1.1 実績データ

開発確認試験の負荷寿命試験は、試験時間 4,000 時間、試料数各形状 230 本で実施した。

試験結果より抵抗値変化量は全て規格値以内で、総試験時間が 920,000 時間であることから、P 水準(0.1%/1,000 時間)を判断する基準である総試験時間 917,000 時間(宇宙開発用共通部品等一般共通仕様書 NASDA-QTS-38100A の 4.4.2.6 項、表-4 故障率水準)を満足していることを確認した。

7.1.2 加速試験

定格電力の 1.25 倍と 1.5 倍の相当の電圧を印加する負荷寿命試験を実施し、定格負荷時との比較から加速係数を求める。

試験条件

室温にて定格電力の 1.25 倍及び 1.5 倍に相当する電圧で断続負荷を行う。

(90 分間-ON、30 分間-OFF)

試験試料

各形状の最高抵抗値：(定格電力×1 : 各 115 個)

(定格電力×1.25 : 各 10 個)

(定格電力×1.5 : 各 10 個)

試験結果

定格電力の 1 倍、1.25 倍及び 1.5 倍に相当する電圧を印加した時の抵抗値変化量の“平均値＋3 σ ”をプロットした結果について、図 99～図 103 に示しました。

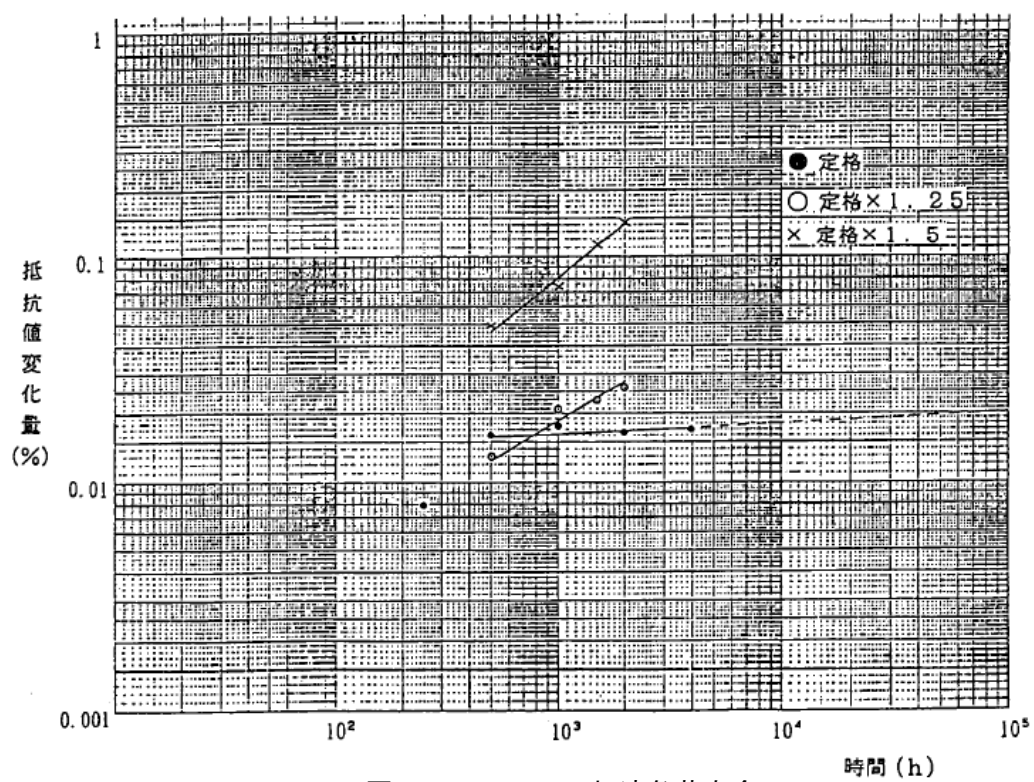


図 99 RWS81 加速負荷寿命

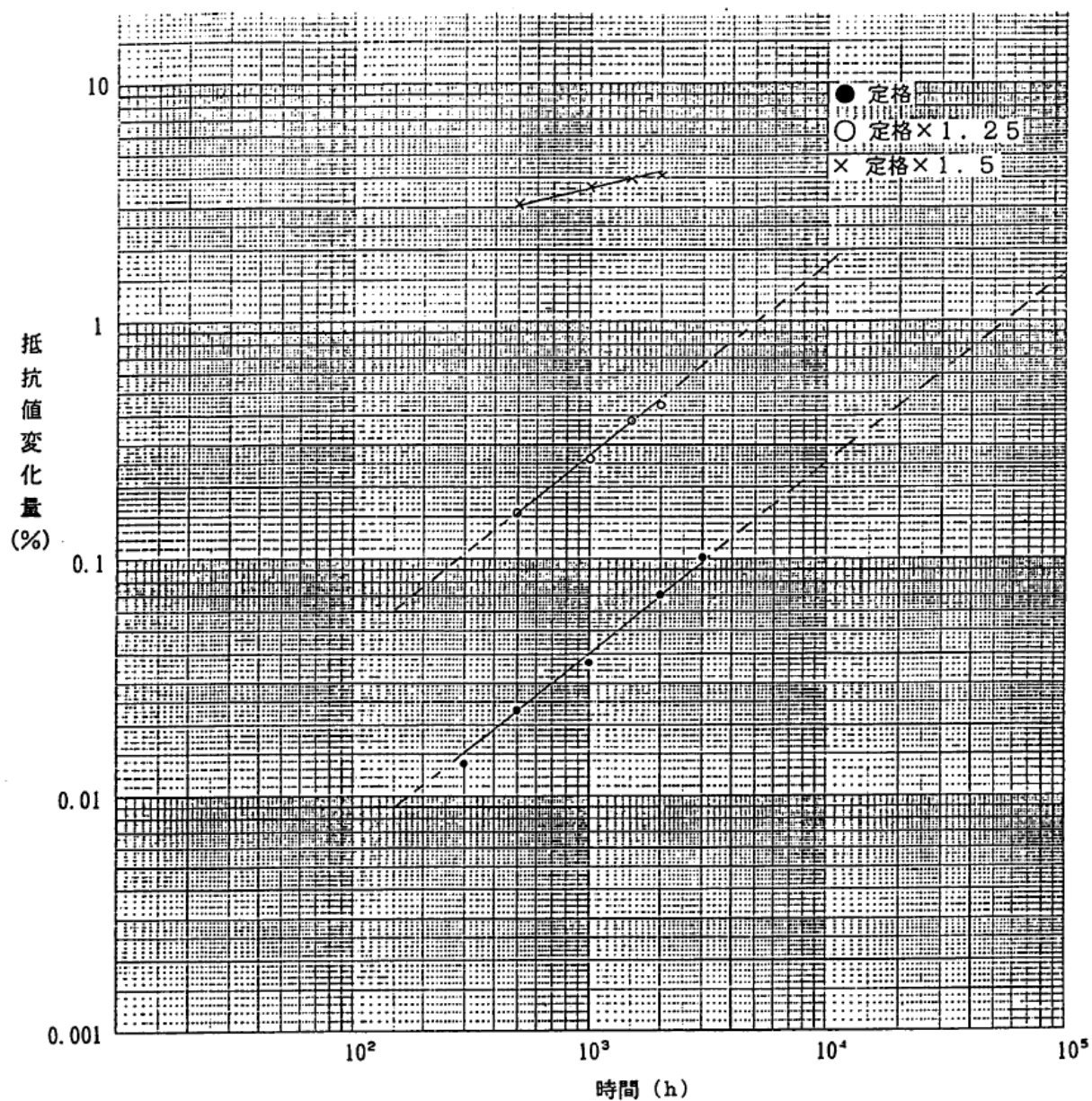


图 100 RWS80 加速負荷寿命

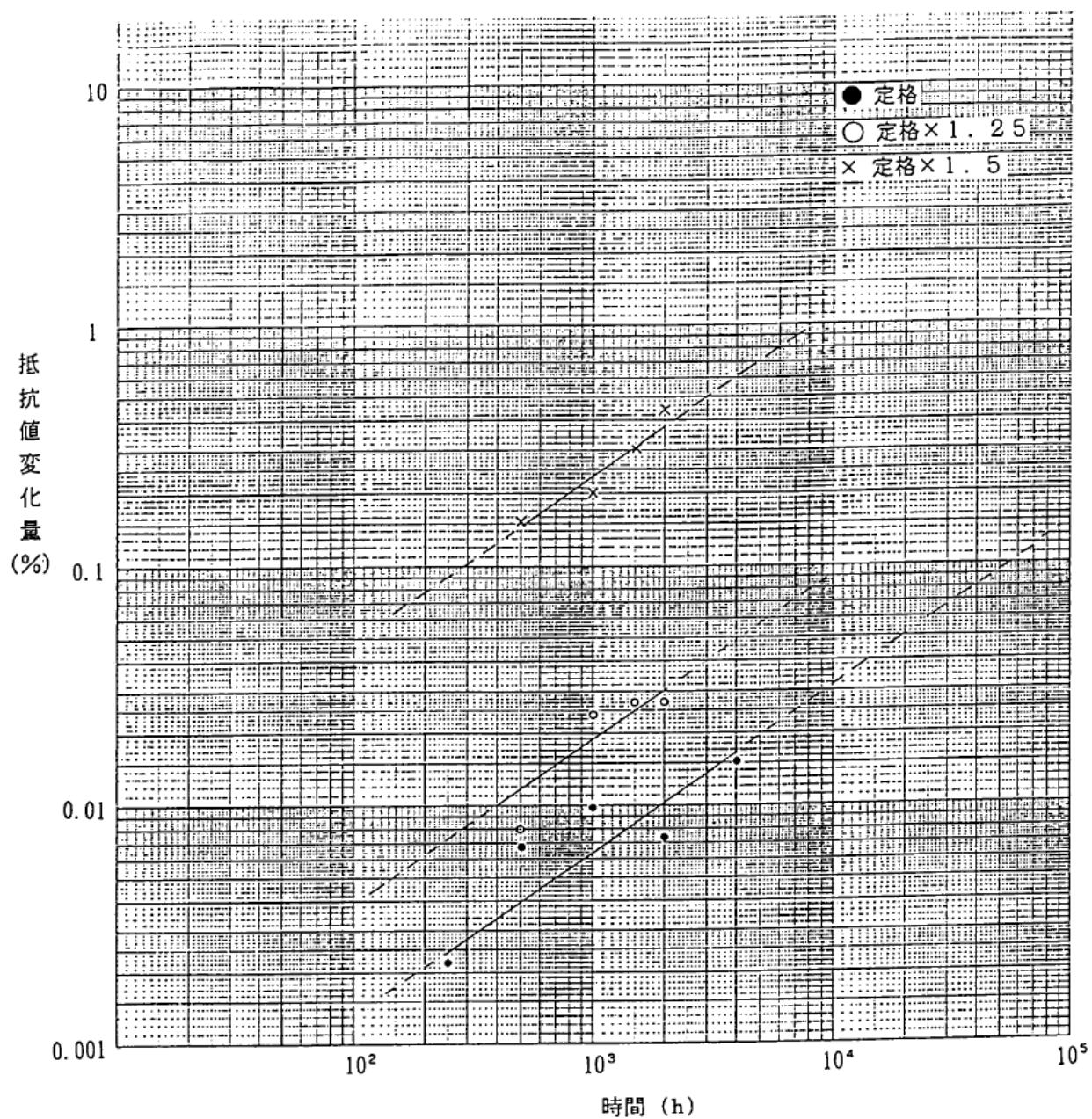


图 101 RWS89 加速負荷寿命

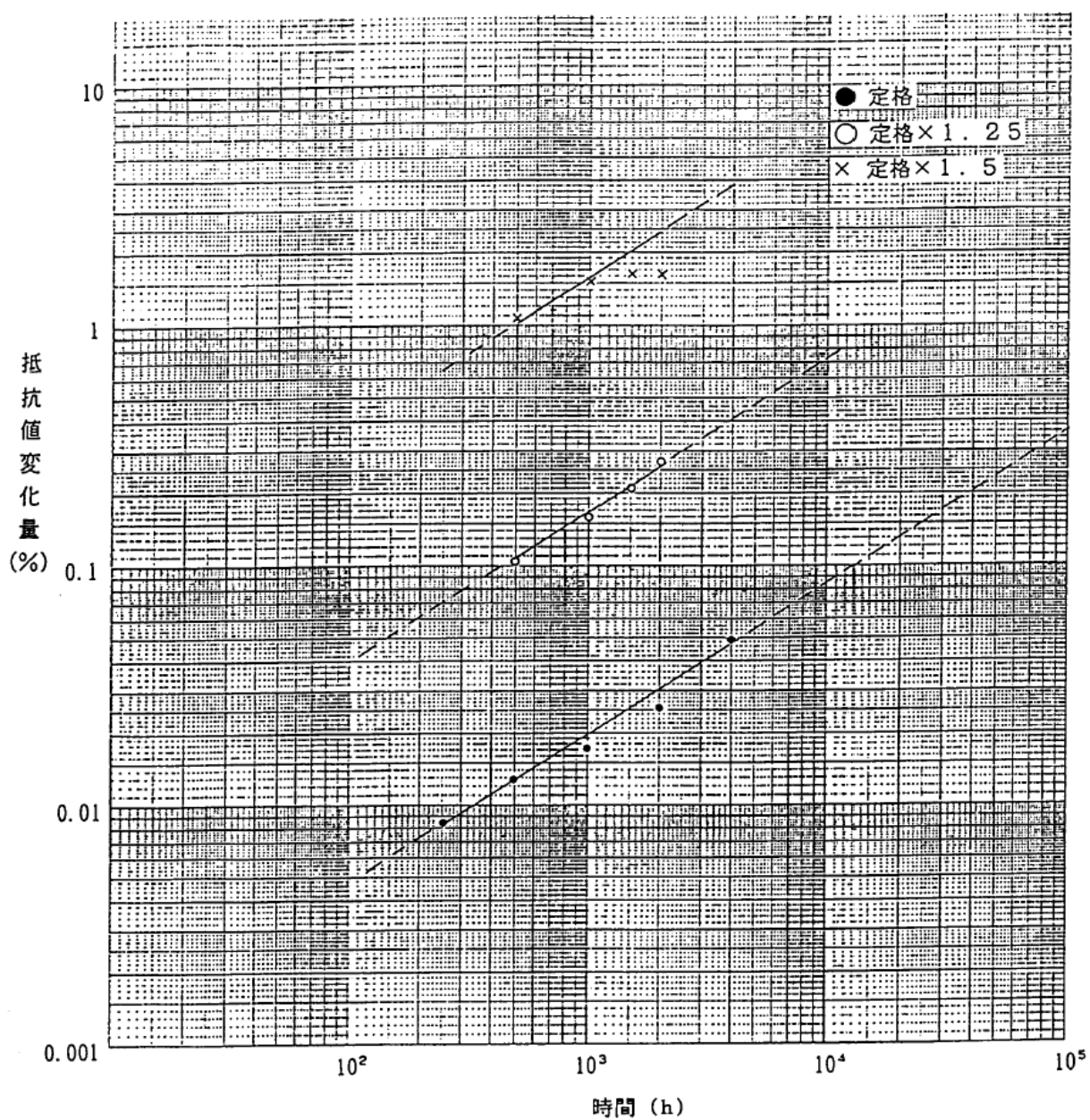


图 102 RWS83 加速負荷寿命

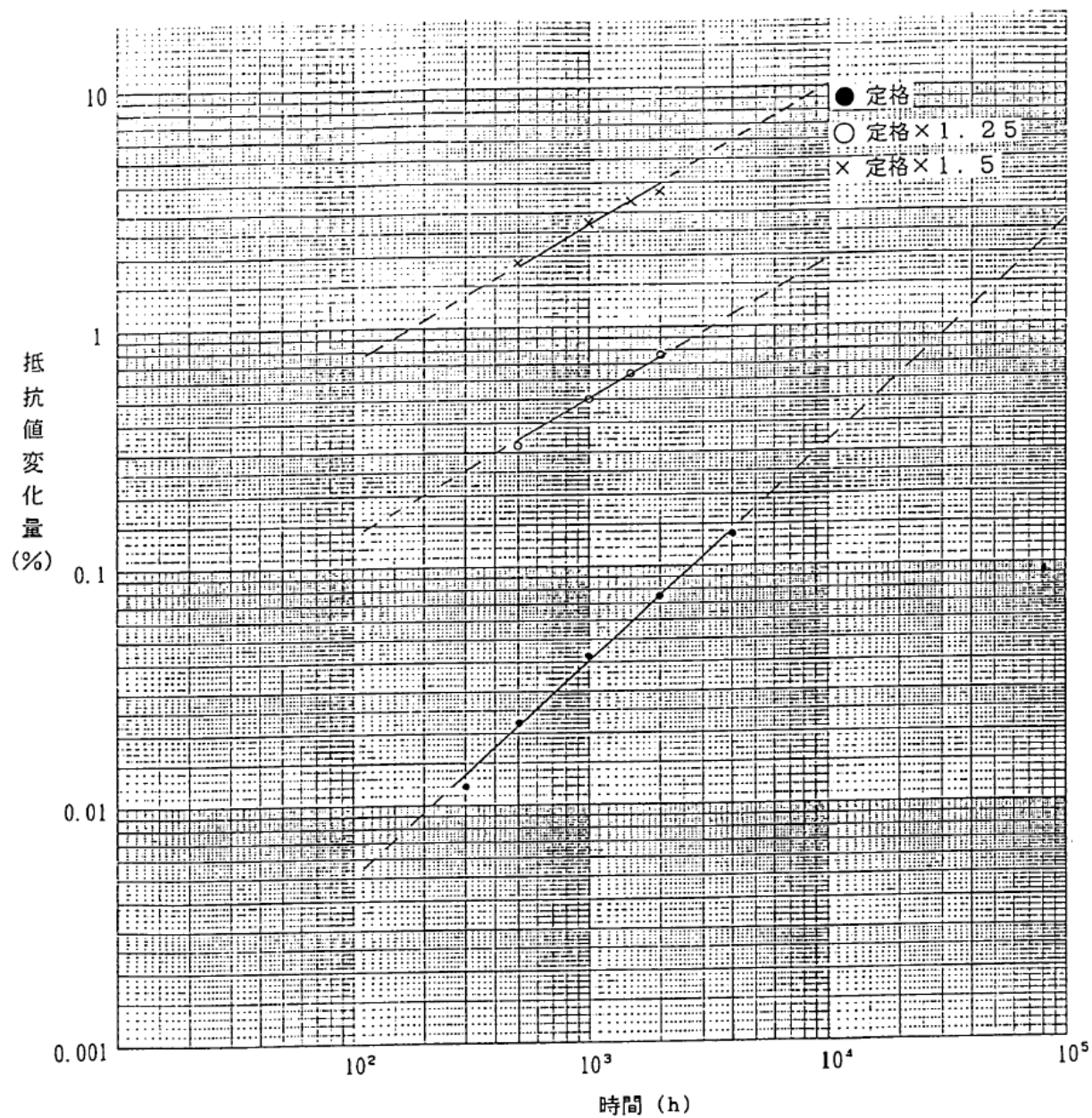


图 103 RWS84 加速负荷寿命

7.1.3 加速係数と寿命予測

巻線抵抗器における故障パターンが故障率増加の摩耗故障形と推定し解析した。

表 32 に示す様に負荷寿命試験における抵抗値変化量は抵抗体表面温度に依存し、表面温度の高いものほど変化量は大きくなっています。

表 32 表面温度上昇と負荷寿命抵抗値変化及び加速係数（大気圧、25℃）

形状	定格 (4000h)		定格×1.25 (2000h)			定格×1.50 (2000h)		
	温度 deg	抵抗値 変化率% (MAX)	温度 Deg *1	抵抗値 変化率% (MAX)	加速係数	温度 deg	抵抗値 変化率% (MAX)	加速係数
RWS81 4640	129	0.035	158	0.020		186	0.096	
RWS80 1210	188	0.109	232	0.283	約 11	275	2.823	
RWS89 3570	172	0.013	207	0.017		241	0.300	約 176
RWS83 7001	172	0.061	208	0.173	約 13	243	1.139	
RWS84 1242	197	0.126	234	0.501		271	2.749	

*1 図 3～図 7 の推定値

以上の結果から、定格負荷（環境温度 25℃）に於ける 10 年間の抵抗値変化は、RWS81,89,83 で 1%以内、RWS80 は 2%以内及び RWS84 は 3%以内と予測される。

環境試験に於ける熱衝撃(Ⅱ)試験結果を参照し、更に負荷時の抵抗器温度上昇を極力抑えることが出来た構造、並びに加速寿命試験結果による加速係数を考慮すると、巻線抵抗器 RWS 形は人工衛星の 10 年寿命に答える性能を保持したものであると推測されます。

7.2 安定性(2000 時間)

全試料が規格値±(0.5%+0.05Ω)を十分満足し、外観に異常はありません。

7.3 予想される故障モード

本抵抗器に使用している外装塗料は耐熱性を保持する目的で、シリコン系樹脂、無機質顔料、シリカ、マイカ等を使用している為、機械的強度は他の抵抗器に比べ弱くなっており、3.3 項を参照の上、使用願います。

尚、減圧中では負荷を軽減する必要がありますが、大気圧に於ける定格以下の使用状態では問題ありません。

7.4 まとめ

通常の状態に於ける特性、各種環境による試験から信頼性のある巻線抵抗器(RWS)であることが立証され、今回の設計変更に於いて基体磁器材質をベリリアからアルミナへ変更し、更に RWS83,84 の外装方式を磁器パイプ封入方式から RWS81,80,89 と同じ塗装方式に変更しても、問題ないことが確認された。

- (1) 人工衛星用として特に要求された熱衝撃については、熱衝撃(Ⅱ)1,000 サイクル試験結果から、規格値を十分満足し、人工衛星の蝕による影響は、抵抗値変化、外観のいずれも問題ありません。
- (2) ロケット打ち上げ時に受けると想定される衝撃及び振動試験に於いても、機械的損傷のないことは勿論のこと、抵抗値変化も十分規格値を満足しています。
- (3) 熱的安定性については、安定性試験にみられるように、275℃、2,000 時間の試験結果（抵抗値変化が 0.5%以下）にその耐熱性をみることができます。
- (4) 加速寿命の試験の結果、表面温度が高くなると抵抗値変化が大きくなる傾向がみられ、その温度が 200℃を越すと抵抗値変動を及ぼすと予測されます。
- (5) 長期寿命試験及び加速寿命試験結果から、人工衛星の静止 10 年間の抵抗値変化量は 1%以内で、機械的損傷もほとんど無視し得るものと予測されます。

8. 保存方法

温度、湿度が管理された室内であれば、特に問題ありません。

9. 注意事項

この部品を使用する際、取扱い上注意しなければならない事項を以下に示す。

9.1 表示

抵抗器捺印に『A』が表示されているものはアルミナ磁器を使用しています。また、『A』の表示の無いものは、NASDA-QTS-39007A/101A 以前の仕様で製作したもので、ベリリア磁器を使用しており、使用済み抵抗器の廃棄には十分注意して処理して下さい。

9.2 外装方式変更に伴う形状寸法の変化

RWS83,84 の外装方式が変更されるのに伴い表 33 に示すように形状寸法が小さくなります。

表 33 外装方式に伴う形状寸法の変化

製品検査			規格値	SPAN		平均値	標準偏差	合格	不良品
RWS83 10R0 D	NASDA-QTS -39007A	D	6.5±0.8	7.15	6.92	7.03	0.051	50	0
		L	18.5±1.6	20.09	19.85	20.02	0.051	50	0
	NASDA-QTS -39007B	D	6.5±0.8	6.27	5.71	5.89	0.148	50	0
		L	18.5±1.6	20.07	19.20	19.66	0.242	50	0
RWS84 10R0 D	NASDA-QTS -39007A	D	7.9±0.8	8.52	8.12	8.34	0.086	50	0
		L	22.2±1.6	23.79	23.36	23.63	0.104	50	0
	NASDA-QTS -39007B	D	7.9±0.8	7.76	7.23	7.42	0.098	50	0
		L	22.2±1.6	23.19	22.33	22.71	0.235	50	0

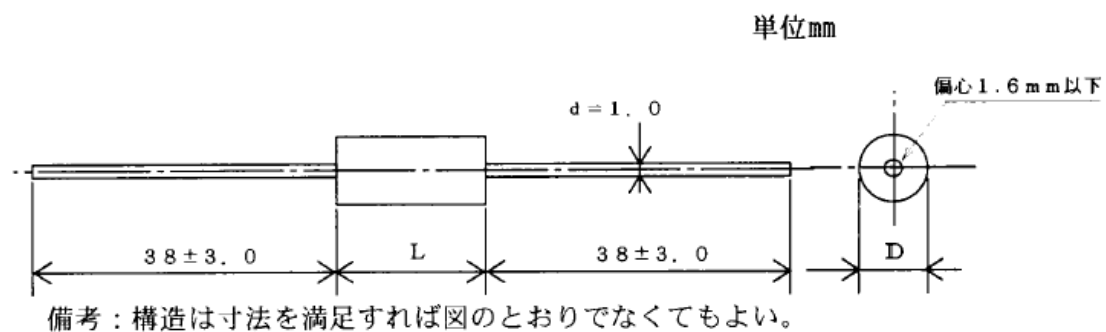


図 104 外装方式変更に伴う形状寸法の変化

10. その他

この部品についての問合せ先を次に示す。

供給業者：真田 KOA 株式会社

住 所：東京都府中市矢崎町 4-5

問合せ先：府中工場府中製品技術グループ

電 話：042-364-8321(代表)