

JAXA-QTS-2030/102C
令和4年7月29日 発行
JAXA-QTS-2030/102B
令和4年7月29日 抹消

登録番号	認仕-1255
------	---------

宇宙開発用信頼性保証 nチャネルパワーMOSFET

JAXA R
2SK4152
2SK4155
2SK4157
2SK4158
2SK4217

個別仕様書

作成・制定 : 富士電機株式会社

発行 : 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

改訂履歴表

版数	年月日	改訂内容
-----	2008-02-29	初版
A	2012-11-12	<ul style="list-style-type: none"> ・表 1b 動特性試験の条件の誤記を修正。 A-4 動特性試験($T_A=25^{\circ}\text{C}$): 2SK4159 の I_D を「27A」から「26A」へ修正 ・表 2b MIL-STD-750 の表記と合わせるために、「熱抵抗試験($R_{th(ch-c)}(\Delta V_{SD})$)」を「熱インピーダンス試験($Z_{th(ch-c)}(\Delta V_{SD})$)」に変更。 ・表 2b 断続動作寿命試験の試験条件(最小 ON 時間=30sec)を追記。 ・表 3 MIL-STD-750 の表記と合わせるために、「熱抵抗試験($R_{th(ch-c)}(\Delta V_{SD})$)」を「熱インピーダンス試験($Z_{th(ch-c)}(\Delta V_{SD})$)」に変更。 ・表 3 断続動作寿命試験の試験条件(最小 ON 時間=30sec)を追記。 ・表 3 共通仕様書の記載に合わせ、注記の「⁽⁵⁾グループ B 試験で実施する場合は、省略できる。」を「⁽⁵⁾グループ B 試験と検査ロットが同一の場合、試験を省略することができる。」に変更。 ・表 4a D-2a, 2b, 2c 試験の試験条件の有効桁数を見直し。 ・表 6 品質確認試験の省略について、品質確認試験を実施しない試験項目の削除。 ・DC 時の安全動作領域を図へ追加。 ・その他、誤記の修正など。
B	2020-03-18	<ul style="list-style-type: none"> ・表紙 組織変更により発行元を変更 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 ↓ 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 ・3.2.1 項 検査ロット識別記号及び一連番号の表示内容を追記。 ・各項目の文末表現を修正。 ・表 7a 認定試験項目: グループ A 試験の A-3b gfs の試験条件を「VGS=25V」→「VDS=25V」に誤記修正。 ・表 2a グループ B 試験の B-3g 及び表 2b グループ B 試験の B-6g 及び表 8a 認定試験項目: グループ B 試験 B-3g 及び表 8b 認定試験項目: グループ B 試験 B-6g ボンド強度試験の試験条件を条件 A→条件 D に誤記修正。
C	2022-07-29	<ul style="list-style-type: none"> ・認定終了型式(2SK4153, 2SK4154, 2SK4156, 2SK4159, 2SK4160, 2SK4218, 2SK4219)を削除

目次

1	総則	1
1.1	部品番号	1
1.2	絶対最大定格	2
1.3	主要電気的特性	3
1.4	耐放射線性	6
2	適用文書	6
3	要求事項	7
3.1	設計及び構造	7
3.1.1	ケース及び電極接続	7
3.1.2	電極材料及び仕上げ	7
3.1.3	電気的特性	7
3.2	表示	7
3.2.1	検査ロット識別記号及び一連番号の表示	7
3.3	認定	7
4	品質保証条項	8
4.1	一般的事項	8
4.2	受入材料の管理	8
4.3	製造工程の管理	8
4.4	工程内検査	8
4.5	スクリーニング	9
4.5.1	測定すべき電気的特性	9
4.5.2	試験条件	9
4.5.3	デルタ限界値	10
4.6	認定試験及び品質確認試験	10
4.6.1	静電気破壊試験条件	10
4.6.2	耐放射線性試験条件	10
4.7	試験及び検査の変更	11
4.8	長期間保管した製品の出荷	11
5	引渡の準備	11
6	注意事項	11
6.1	用語の定義	11
6.2	調達者に対する注意事項	11
6.2.1	取り扱い上の注意事項	11
6.3	MIL-PRF-19500N との整合性について	11

宇宙開発用信頼性保証 nチャンネルパワーMOSFET

JAXA R
2SK4152
2SK4155
2SK4157
2SK4158
2SK4217

個別仕様書

1. 総則

この仕様書は、宇宙機に搭載する電子機器などに使用するnチャンネルパワーMOSFET（耐圧100、130、200、250VのSMDタイプ）に対する要求事項を規定するものである。

この仕様書で規定される製品の概要は以下の通りである。

1.1 部品番号

部品番号は次のように与えられる。

JAXA⁽¹⁾ R⁽²⁾ 2SK4152
JAXA⁽¹⁾ R⁽²⁾ 2SK4155
JAXA⁽¹⁾ R⁽²⁾ 2SK4157
JAXA⁽¹⁾ R⁽²⁾ 2SK4158
JAXA⁽¹⁾ R⁽²⁾ 2SK4217

注⁽¹⁾ “JAXA”は宇宙開発用共通部品等を表す。

注⁽²⁾ 耐放射線保証水準記号

1.2 絶対最大定格

この仕様書で規定される製品の絶対最大定格は以下の通りである。特に規定のない限り、 $T_A=+25^{\circ}\text{C}$ とする。

部品番号	V_{DS} (V)	I_D (A)	$I_{D(pulse)}$ (A)	V_{GS} (V)	P_D $T_C=25^{\circ}\text{C}$ (W)	$T_{ch}^{(1)}$ ($^{\circ}\text{C}$)	T_{stg} ($^{\circ}\text{C}$)	$R_{th(ch-c)}$ ($^{\circ}\text{C/W}$)	安全動作 領域
JAXA R 2SK4152	130	42	168	± 20	250 図 5	150	-55 to 150	0.5	図 6
JAXA R 2SK4155	200	42	168		250 図 11			0.5	図 12
JAXA R 2SK4157	200	14	56		70 図 15			1.67	図 16
JAXA R 2SK4158	250	42	168		250 図 17			0.5	図 18
JAXA R 2SK4217	100	42	168		250 図 23			0.5	図 24

注⁽¹⁾ チャネル温度 T_{ch} は次の式より与えられる。

$$T_{ch} = T_C + R_{th(ch-c)} \times P_D$$

ここで T_C : ケース表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)

$R_{th(ch-c)}$: 接合部-ケース間熱抵抗 ($^{\circ}\text{C/W}$)

P_D : 許容損失 (W)

1.3 主要電気的特性

この仕様書で規定される製品の主要電気的特性は以下の通りである。特に規定のない限り、 $T_A=+25^{\circ}\text{C}$ とする。

電気的特性(1/3)

部品 番号	$V_{(BR)DSS}$ (V)	I_{DSS} (μA)	I_{GSS} (nA)	$V_{GS(th)}$ (V)	$R_{DS(on)}^{(1)}$ ($\text{m}\Omega$)	$gfs^{(1)}$ (S)	E_{AS} (mJ)
	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=0\text{V}$	$V_{DS}=\text{定格}$ V_{DS} の 80% $V_{GS}=0\text{V}$	$V_{GS}=\pm 20\text{V}$ $V_{DS}=0\text{V}$	$I_D=1\text{mA}$ $V_{DS}=V_{GS}$	$I_D=\text{定格 } I_D$ の 50% $V_{GS}=12\text{V}$	$I_D=\text{定格 } I_D$ の 50% $V_{DS}=25\text{V}$	$I_D=\text{定格}$ $V_{DD}=48\text{V}$, $V_{GS}=12\text{V}$
	最小	最大	最大	最小-最大	最大	最小	最大
JAXA R 2SK4152	130	10	± 100	2.5-4.5	17	8	1097
JAXA R 2SK4155	200				26	8	713
JAXA R 2SK4157	200				148	4	182
JAXA R 2SK4158	250				38	8	570
JAXA R 2SK4217	100				13	8	1426

注(1) パルス試験: パルス幅 $\leq 1\text{ms}$, デューティサイクル $\leq 2\%$

電気的特性(2/3)

部品 番号	Q_{GS} (nC)	Q_{GD} (nC)	Q_G (nC)	$t_{d(on)}$ (ns)	t_r (ns)	$t_{d(off)}$ (ns)	t_f (ns)
	$V_{DS}=\text{定格 } V_{DS} \text{ の } 50\%, I_D=\text{定格 } I_D,$ $V_{GS}=12V$			$V_{DD}=\text{定格 } V_{DS} \text{ の } 50\%$ $I_D=\text{定格 } I_D, V_{GS}=12V, R_G=10\Omega$			
	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
JAXA R 2SK4152	60	70	220	65	30	190	65
JAXA R 2SK4155	60	70	220	65	30	190	35
JAXA R 2SK4157	13	10	50	30	20	65	15
JAXA R 2SK4158	60	70	220	65	30	190	30
JAXA R 2SK4217	60	70	220	65	30	190	65

電気的特性(3/3) (寄生ダイオード特性)

部品 番号	$V_{SD}^{(1)}$ (V)	t_{rr} (ns)	Q_{rr} (μC)
	$I_F = \text{定格 } I_D$ $V_{GS} = 0V$	$I_F = \text{定格 } I_D, V_{GS} = 0V,$ $-di/dt = 100A/\mu s,$ $T_{ch} = 25^\circ C$	
	最大	標準	標準
JAXA R 2SK4152	1.6	520	11.0
JAXA R 2SK4155		690	13.5
JAXA R 2SK4157		620	6.0
JAXA R 2SK4158		1000	19.0
JAXA R 2SK4217		450	7.0

注(1) パルス試験: パルス幅 $\leq 1ms$, デューティサイクル $\leq 2\%$

1.4 耐放射線性

この仕様書で規定される製品の耐放射線性は、次のとおりである。

保証記号	耐放射線性保証水準
R	1000 Gy(Si) { 1×10^5 rad(Si)} (ドーズレート 36Gy(Si)/h ~ 360Gy(Si)/h)

2. 適用文書

契約又は適用時点で入手し得る次の文書の最新版は、この仕様書に規定されている範囲で、この仕様書の一部を成す。

JAXA-QTS-2030	宇宙開発用信頼性保証個別半導体デバイス共通仕様書
MIL-STD-750	Test Methods for Semiconductor Devices (個別半導体デバイスの試験方法)
MIL-PRF-19500N	Performance Specification Semiconductor Devices, General Specification For

3. 要求事項

3.1 設計及び構造

製品の設計及び構造は、この項及び JAXA-QTS-2030 の 3.3 項に適合する。

3.1.1 ケース及び電極接続

ケース外形及び電極接続は、図 1a、1c に示す通りである。

3.1.2 電極材料及び仕上げ

電極材料は Cu-W 合金とし、仕上げは金めっきである。。

金めっきにおける金の純度は少なくとも 99.7%以上とし、厚さは 1.27 μ m 以上である。下地はニッケルめっきで、厚さは 1.27~7.62 μ m である。

3.1.3 電気的特性

電気的特性は、表 1a および表 1b に示す通りである。。

3.2 表示

製品の表示は、JAXA-QTS-2030 の 3.4 項によるほか、図 2a、2c に示す通りである。。

3.2.1 検査ロット識別記号及び一連番号の表示

検査ロット識別記号及び一連番号の表示は、次に示す通りである。

例)

19 01 001
a) b) c)
└──────────┘ └──────────┘
検査ロット識別記号 一連番号

a) 検査開始西暦年の末尾 2 桁の数字

b) 1 検査ロット内の最初の検査サブロット(製造ロット)の封止週を表し、その年の 1 月第 1 週から数えて封止した週 2 桁の数字

c) 1 検査ロット毎に付随する 001~999 までの製品個々の連続番 3 桁の数字

3.3 認定

認定に関する要求事項は、JAXA-QTS-2030 の 3.1 項による。

4. 品質保証条項

4.1 一般的事項

一般的事項は、JAXA-QTS-2030 の 4.1 項の規定による。

4.2 受入材料の管理

受入材料の管理は、JAXA-QTS-2030 の 4.2 項の規定による。

4.3 製造工程の管理

製造工程の管理は、JAXA-QTS-2030 の 4.3 項の規定による。

4.4 工程内検査

工程内検査は、JAXA-QTS-2030 の 4.5 項の規定による。

4.5 スクリーニング

スクリーニングは JAXA-QTS-2030 の 4.7 項の規定による。ここで測定すべき電気的特性、試験条件及びデルタ限界値は以下に示す通りである。

4.5.1 測定すべき電気的特性

スクリーニングの中間点及び最終電気的特性試験においては、次に示されている電気的特性を測定する

①中間点電気的特性試験

$T_A=25^{\circ}\text{C}$

測定項目	$V_{(BR)DSS}$ (V)	I_{DSS} (μA)	I_{GSS} (nA)	$V_{GS(th)}$ (V)	$R_{DS(on)}^{(1)}$ ($\text{m}\Omega$)	$gfs^{(1)}$ (S)	$V_{SD}^{(1)}$ (V)
MIL-STD-750 方法	3407	3413	3411	3404	3421	3475	---
試験条件	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=0\text{V}$	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=0\text{V}$ $V_{DS}=\text{定格 } V_{DS}$ の 80%	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=\pm 20\text{V}$ $V_{DS}=0\text{V}$	$I_D=1\text{mA}$ $V_{DS}=V_{GS}$	$I_D=\text{定格 } I_D$ の 50% $V_{GS}=12\text{V}$	$I_D=\text{定格 } I_D$ の 50% $V_{DS}=25\text{V}$	$I_F=\text{定格 } I_D$ $V_{GS}=0\text{V}$
	最小	最大	最大	最小-最大	最大	最小	最大
JAXA R 2SK4152	130	10	± 100	2.5-4.5	17	8	1.6
JAXA R 2SK4155	200				26	8	
JAXA R 2SK4157	200				148	4	
JAXA R 2SK4158	250				38	8	
JAXA R 2SK4217	100				13	8	

注⁽¹⁾ パルス試験: パルス幅 $\leq 1\text{ms}$, デューティーサイクル $\leq 2\%$

②最終電気的特性試験: 表 1a および表 1b のサブグループ 1, 2, 3 による。

4.5.2 試験条件

スクリーニングのゲートストレス試験、アバランシェ試験、温度サイクル、逆バイアスバーンイン試験及びバーンイン試験の試験条件は、次の通りである（ゲートストレス試験は工程内検査で実施）。

ゲートストレス試験	: $V_{GS}=35V, t=1ms, T_a=25^{\circ}C$
アバランシェ試験(E_{AS})	: $I_{D(pulse)}=$ 定格 $I_D, V_{DD}=48V, V_{GS}=12V,$ single pulse, $T_C=25^{\circ}C^{-5^{\circ}C}_{+10^{\circ}C}$ スタート

$$L(mH) = \left[\frac{2E_{AS}}{(I_D)^2} \right] \left[\frac{BV_{DSS} - V_{DD}}{BV_{DSS}} \right] \quad \dots \text{式(1)}$$

温度サイクル試験条件	: 条件 G, 20 サイクル
逆バイアスパターンイン試験条件(GS)	: $T_A=150^{\circ}C, V_{GS}=16V$ $V_{DS}=0V, 48hr$
パターンイン試験条件(DS)	: $T_A=150^{\circ}C, V_{DS}=\text{定格 } V_{DS} \text{ の } 80\%$ $V_{GS}=0V, 240hr$

4.5.3 デルタ限界値

パターンイン試験及び逆バイアスパターンイン試験におけるデルタ限界値は、次の通りである。

$$\begin{aligned} \Delta I_{GSS} &\leq |20nA| \\ \Delta I_{DSS} &\leq |10\mu A| \\ \Delta R_{DS(on)} &\leq |20\%| \\ \Delta V_{GS(th)} &\leq |20\%| \end{aligned}$$

4.6 認定試験及び品質確認試験

認定試験及び品質確認試験は、それぞれ JAXA-QTS-2030 の 4.6 項及び 4.8 項の規定による。また、ここで規定する外形寸法、電気的特性、試験条件及び許容値は図 1、表 1、表 2、表 3 及び表 4 による。

ただし、品質確認試験のグループ C 試験及びグループ D 試験について、過去 1 年以内に認定試験又は品質確認試験のグループ C 試験及びグループ D 試験が実施され合格している場合はその試験を省略することがある。詳細は、表 6 による。

品質確認試験のグループ E 試験について、認定試験又は品質確認試験のグループ E 試験が実施され合格したウェーハロットのダイから製造された場合、チップサイズにかかわらず省略することがある。

4.6.1 静電気破壊試験条件

認定試験における静電気破壊試験は、次のピン組み合わせのもとで実施する。

ゲート 対 ソース

4.6.2 耐放射線性試験条件

認定試験及び品質確認試験における耐放射線性試験（トータルドーズ）の試験水準、電気的特性、試験条件及び許容値は表 5 による。また照射中、照射後電気的特性の測定まで規定のバイアス印加を行い、照射後電気的特性の測定は照射後 24 時間以内とする。

4.7 試験及び検査の変更

JAXA-QTS-2030 の付則 A、付則 B、付則 C に規定する試験及び検査からの変更はない。

4.8 長期間保管した製品の出荷

24 ヶ月以上保存した製品の出荷は、JAXA-QTS-2030 の 4.9.1 項の規定に従う。

5. 引渡の準備

引渡の準備は、JAXA-QTS-2030 の 5 項の規定による。

6. 注意事項

6.1 用語の定義

用語の定義は、JAXA-QTS-2030 の 1.2 項によるほか次による。

(1) SEB(Single Event Burnout: シングルイベントバーンアウト)

バイアス電圧を印加し、電流が流れないオフ状態において、陽子あるいは重粒子の入射によりデバイスが焼損する現象。

(2) SEGR (Single Event Gate Rupture: シングルイベントゲートラプチャー)

バイアス電圧を印加した状態において、陽子あるいは重粒子の入射により MOSFET のゲート酸化膜が絶縁破壊する現象。

6.2 調達者に対する注意事項

調達者に対する注意事項は、JAXA-QTS-2030 の 6.2 項及び次による。

6.2.1 取り扱い上の注意事項

この仕様書によって規定された製品は酸化膜を持つ構造の為、静電気による破壊の可能性がある。そのため、運搬、作業環境などゲート・ソース間及びゲート・ドレイン間に静電気が印加されないように静電気対策を行うこと。

6.3 MIL-PRF-19500N との整合性について

MIL-PRF-19500N と JAXA-QTS-2030/102 との認定試験項目の対比を表 7~11 に示す。
なお、表 7~11 には、2022 年 7 月 29 日をもって認定終了となった製品の情報も参考として含めている。

表 1a グループ A 試験⁽¹⁾

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列
Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157	2SK 4158
A-1 静特性試験 ($T_A=25^\circ\text{C}$)			試験数量	LTPD 3				
-1a	ドレイン・ソース間降伏電圧 V_{DSS}	3407	条件	$I_D=1\text{mA}, V_{GS}=0\text{V}$				
			許容値	min 100V DC	min 130V DC	min 200V DC	min 250V DC	
-1b	ゲート漏れ電流 I_{GSS}	3411	条件	$V_{GS}=\pm 20\text{V}, V_{DS}=0\text{V}$				
			許容値	max $\pm 100\text{nA DC}$				
-1c	ドレイン遮断電流 I_{DSS}	3413	条件	I_D $V_{DS}=80\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$	I_D $V_{DS}=104\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$	I_D $V_{DS}=160\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$	I_D $V_{DS}=200\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$	
			許容値	max 10 $\mu\text{A DC}$				
-1d	ゲートしきい値電圧 $V_{GS(th)}$	3404	条件	$V_{GS}=V_{DS}, I_D=1\text{mA}$				
			許容値	2.5 - 4.5V DC				
-1e	ドレイン・ソース間わ抵抗 $R_{DS(on)}$	3421	条件	I_D 試験 ⁽²⁾ , $V_{GS}=12\text{V}$				
				I_D 21A	I_D 21A	I_D 21A	I_D 7A	I_D 21A
			許容値	max [m Ω] 13	max [m Ω] 17	max [m Ω] 26 148		max [m Ω] 38
-1f	順伝達コンダクタンス g_{fs}	3475	条件	I_D 試験 ⁽²⁾ , $V_{DS}=25\text{V}$				
				I_D 21A	I_D 21A	I_D 21A	I_D 7A	I_D 21A
			許容値	min 8S	min 8S	min 8S 4S		min 8S
-1g	ゲート順電圧 V_{SD}	---	条件	I_D 42A				
			許容値	42A	42A	42A	14A	42A
A-2 静特性試験 ($T_A=125^\circ\text{C}$)			試験数量	LTPD 5				
-2a	ゲート漏れ電流 I_{GSS} (125°C)	3411	条件	$V_{GS}=\pm 20\text{V}, V_{DS}=0\text{V}$				
			許容値	max $\pm 100\text{nA DC}$				
-2b	ドレイン遮断電流 I_{DSS} (125°C)	3413	条件	I_D $V_{DS}=80\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$	I_D $V_{DS}=104\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$	I_D $V_{DS}=160\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$	I_D $V_{DS}=200\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$	
			許容値	max 25 $\mu\text{A DC}$				
-2c	ゲートしきい値電圧 $V_{GS(th)}$ (125°C)	3404	条件	$V_{GS}=V_{DS}, I_D=1\text{mA}$				
			許容値	min 1.5V DC				
-2d	ドレイン・ソース間わ抵抗 $R_{DS(on)}$ (125°C)	3421	条件	I_D 試験 ⁽²⁾ , $V_{GS}=12\text{V}$				
				I_D 21A	I_D 21A	I_D 21A	I_D 7A	I_D 21A
			許容値	max [m Ω] 23	max [m Ω] 31	max [m Ω] 52 297		max [m Ω] 76

注 (1) 同一の試料を全てのサブグループに対して用いることができる。

(2) パルス幅 $\leq 1\text{ms}$, デューティサイクル $\leq 2\%$

表 1b グループ A 試験⁽¹⁾

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列				
Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157	2SK 4158				
A-3	静特性試験 ($T_A=-55^\circ\text{C}$)			試験数量					LTPD 5			
	-3a	ゲートしきい値電圧 $V_{GS(th)}$ (-55°C)	3404	条件	$I^* I^*$ 条件 C $V_{GS}=V_{DS}, I_D=1\text{mA}$				max			
					5.0V DC							
	-3b	順伝達コンダクタンス g_{fs} (-55°C)	3475	条件	$I^* I^*$ 試験 ⁽²⁾ , $V_{DS}=25\text{V}$							
I_D 21A					I_D 21A	I_D 21A	I_D 7A	I_D 21A				
許容値				min 8.5S	min 8.5S	min 8.5S	4.5S	min 8.5S				
A-4	動特性試験 ($T_A=25^\circ\text{C}$)			試験数量					LTPD 3			
	スイッチング (1)ターンオン時間 $t_{d(on)}$ t_r (2)ターンオフ時間 $t_{d(off)}$ t_f	3472	条件	$V_{DD}=50\text{V}$ $V_{GS}=12\text{V}, R_g=10\Omega$	$V_{DD}=65\text{V}$ $V_{GS}=12\text{V}, R_g=10\Omega$	$V_{DD}=100\text{V}$ $V_{GS}=12\text{V}, R_g=10\Omega$	$V_{DD}=125\text{V}$ $V_{GS}=12\text{V}, R_g=10\Omega$					
				I_D 42A	I_D 42A	I_D 42A	I_D 14A	I_D 42A				
				許容値				max				
				$t_{d(on)}$ 65ns	$t_{d(on)}$ 65ns	$t_{d(on)}$ 65ns	$t_{d(on)}$ 30ns	$t_{d(off)}$ 65ns				
				t_r 30ns	t_r 30ns	t_r 30ns	t_r 20ns	t_r 30ns				
				$t_{d(off)}$ 190ns	$t_{d(off)}$ 190ns	$t_{d(off)}$ 190ns	$t_{d(off)}$ 65ns	$t_{d(off)}$ 190ns				
				t_f 65ns	t_f 65ns	t_f 35ns	t_f 15ns	t_f 30ns				
A-6a 安全動作領域試験 ⁽³⁾				試験数量	LTPD 5							
		3474	条件	---								
-6b 終了点電氣的試験			---	条件					Gr.A-1 に同じ			
A-7	諸特性試験 ($T_A=25^\circ\text{C}$) ⁽⁴⁾			試験数量					LTPD 10			
	-7a	ゲートチャージ (1)ゲートチャージ Q_g (2)ゲートチャージ Q_{gd} (3)ゲートチャージ Q_{gs}	3471	条件	$V_{GS}=12\text{V}$ $V_{DS}=50\text{V}$	$V_{GS}=12\text{V}$ $V_{DS}=65\text{V}$	$V_{GS}=12\text{V}$ $V_{DS}=100\text{V}$	$V_{GS}=12\text{V}$ $V_{DS}=125\text{V}$				
					I_D 42A	I_D 42A	I_D 42A	I_D 14A	I_D 42A			
					許容値				max			
					Q_g 220nC	Q_g 220nC	Q_g 220nC	Q_g 50nC	Q_g 220nC			
					Q_{gd} 70nC	Q_{gd} 70nC	Q_{gd} 70nC	Q_{gd} 10nC	Q_{gd} 70nC			
					Q_{gs} 60nC	Q_{gs} 60nC	Q_{gs} 60nC	Q_{gs} 13nC	Q_{gs} 60nC			
	-7b	逆回復特性 (1) T_{rr} (2) Q_{rr}	3473	条件	$I_F=I_D$ 42A	$I_F=I_D$ 42A	$I_F=I_D$ 42A	$I_F=I_D$ 14A	$I_F=I_D$ 42A			
					$V_{GS}=0\text{V}$ -di/dt=100A/ μs							
					許容値				max			
T_{rr} 765ns					T_{rr} 765ns	T_{rr} 1050ns	T_{rr} 950ns	T_{rr} 1500ns				
				Q_{rr} 10.5 μC	Q_{rr} 13.0 μC	Q_{rr} 20.0 μC	Q_{rr} 9.0 μC	Q_{rr} 29.0 μC				

注 (1) 同一の試料を全てのサブグループに対して用いることができる。

(2) パルス幅 $\leq 1\text{ms}$, デューティーサイクル $\leq 2\%$

(3) A-1、A-2 及び A-3 の試験に供した試料を用いること。

(4) A-6 の試験に供した試料を用いること。

表 2a グループ B 試験

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列	
	Sub	試験項目	方法	JAXA R 2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157	2SK 4158	
B-1		外形寸法検査 ⁽¹⁾	試験数量	水準 I ⁽²⁾ 3p 水準 II ⁽²⁾ 3p					
			2066	条件	図 1a、1c による				
B-2		耐溶剤性試験 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	試験数量	水準 I 3p 水準 II 3p					
			1022	条件	溶剤 a, b, 及び c				
B-3b		熱衝撃試験 (気相)	試験数量	水準 I 6p 水準 II 6p					
			1051	条件	-55 ⁺⁰ ₋₅ °C ↔ 25 ⁺¹⁰ ₋₅ °C ↔ 150 ⁺⁵ ₋₀ °C 100 サイクル				
-3c		サージ試験 (1)ゲートショック	4066	条件	V _{GS} =35V				
			(2)アパランジェ	4066	条件	V _{DS} =48V, L=4.5.2 項の式(1)による。			
-3d		気密性試験 (1)微小	1071	条件	42A 42A 42A 14A 42A				
				許容値	条件 H max 1×10 ⁻³ Pa·cm ³ /s				
		(2)グロス	1071	条件	条件 C				
-3e		終止点電氣的 試験	---	条件	Gr.A-1 に同じ				
-3f		内部目視及び 機械的検査	2075 2071	条件	---				
-3g		ボンド強度試験	2037	条件	条件 D				
				許容値	ゲートワイヤ >90gf ソースワイヤ >300gf >300gf >300gf >90gf >300gf				
-3h		SEM ⁽¹⁾	2077	条件	---				
-3i		ダイ剥離試験	試験数量	水準 I 3p 水準 II 3p					
			2017	条件	---				
				許容値	min 2.5kgf				
B-4		はんだ付性 試験 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	試験数量	水準 I 6 端子 ⁽⁵⁾ 水準 II 6 端子 ⁽⁵⁾					
			2026	条件	---				

注 (1) 検査ロット編成前の試料で実施することができる。
 (2) 水準 I は認定試験に、水準 II は品質確認試験に適用する (JAXA-QTS-2030 の C.3.2 及び C.3.3 項を参照)。
 (3) 同一検査ロットの電氣的不良品を使用することができる。
 (4) 電氣的不良品を使用する場合、試験に先立って良品がスクリーニング試験として受けるすべての熱的試験と同一の熱的条件にさらさなければならない。
 (5) デバイス 2 個から各 3 端子を試験する。

表 2b グループ B 試験

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列	
	Sub	試験項目	方法	JAXA R 2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157	2SK 4158	
B-5a		断続動作寿命試験	試験数量	水準 I LTPD 10					
			1042	条件	水準 II 12p 条件 D, 2000 サイクル ⁽¹⁾ 最小 ON 時間=30sec				
-5b		終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 に同じ				
B-6c		定常ゲート ストレス試験 (高温 GS 印加)	試験数量	水準 I LTPD 10					
			1042	条件	水準 II 12p $V_{GS}=20V, T_A=150^{\circ}C, 48hr$ または $V_{GS}=20V, T_A=175^{\circ}C, 24hr$				
-6d		終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 に同じ				
-6e		加速定常 逆バイアス試験 (高温 DS 印加)	1042	条件	$V_{DS}=100V$	$V_{DS}=130V$	$V_{DS}=200V$	$V_{DS}=250V$	
					$T_A=150^{\circ}C, 240hr$ または $T_A=175^{\circ}C, 120hr$				
-6f		終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 に同じ				
-6g		ボンド強度試験	試験数量	20 ワイヤ					
			2037	条件	条件 D				
				許容値	ゲートワイヤ >90gf				
				許容値	>300gf	>300gf	>300gf	>90gf	>300gf
B-7		熱インピーダンス試験 $Z_{th(ch-c)}(\Delta V_{SD})$	試験数量	水準 I LTPD 10					
			3161	条件	水準 II 8p $T_A=25^{\circ}C$				
				許容値	max ($^{\circ}C/W$) 0.5	max ($^{\circ}C/W$) 0.5	max ($^{\circ}C/W$) 0.5	1.67	max ($^{\circ}C/W$) 0.5

注 (1) 引き続きグループ C 試験のサブグループ C1-1 の「断続動作寿命試験」の試料として使用する場合、6000 サイクルまで実施すること。

表 3 グループ C 試験

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列	
	Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157	2SK 4158
C 1-1a		断続動作寿命試験	試験数量		水準 I LTPD 10				
			1042	条件	水準 II LTPD 10				
1-1b		終止点電氣的試験	---	条件	条件 D, 6000 サイクル ⁽¹⁾ 最小 ON 時間=30sec				
					Gr.A-1 に同じ				
C 1-2a		定常バイアス印加 寿命試験 (高温 GS 印加) ⁽²⁾	試験数量		水準 I LTPD 5				
			1042	条件	水準 II 適用しない				
1-2b		終止点電氣的試験	---	条件	V _{GS} =16V T _A =150°C, 1000hr				
					Gr.A-1 に同じ				
1-2c		定常バイアス印加 寿命試験 (高温 DS 印加) ⁽²⁾	1042	条件	V _{DS} =80V	V _{DS} =104V	V _{DS} =160V	V _{DS} =200V	T _A =150°C, 1000hr
1-2d		終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 に同じ				
C-2a		熱衝撃試験 (温度サイクル)	試験数量		水準 I 12p				
			1051	条件	水準 II 適用しない				
-2b	(1)微小	気密性試験	1071	条件	-55 ⁺⁰ ₋₅ °C↔25 ⁺¹⁰ ₋₅ °C↔150 ⁺⁵ ₋₀ °C 100 サイクル				
				許容値	条件 H				
					max 1×10 ⁻³ Pa-cm ³ /s				
	(2)グロス	1071	条件	条件 C					
-2c		終止点電氣的 試験 ⁽²⁾	---	条件	Gr.A-1 に同じ				
C-3		熱インピーダンス 試験 ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾ Z _{th(ch-c)} (ΔV _{SD})	試験数量		水準 I LTPD 10				
			3161	条件	水準 II 8p				
				許容値	T _A =25°C				
					max (°C/W)	max (°C/W)	max (°C/W)	max (°C/W)	0.5
					0.5	0.5	0.5	1.67	0.5
C-4a		安全動作領域 試験 ⁽⁶⁾	試験数量		水準 I LTPD 10				
			3474	条件	水準 II LTPD 10				
-4b		終止点電氣的 試験 ⁽⁶⁾	---	条件	---				
					Gr.A-1 に同じ				
C-6a		静電気破壊試験	試験数量		水準 I 3p				
			1020	条件	水準 II 適用しない				
-6b		終止点電氣的 試験			V _{GS}				
					±2750V	±2750V	±2750V	±500V	±2750V
					V _{DS} =0V				
					Gr.A-1 に同じ				

注 (1) 品質確認試験では、2000 サイクル最小とすることができる。(2) 捺印の判定は適用しない。
 (3) 気密性試験に先立って実施することができる。(4) 認定試験で熱インピーダンス曲線を求める。
 (5) グループ B 試験と検査ロットが同一の場合、試験を省略することができる。(6) グループ A 試験で実施する場合は省略できる。

表 4a グループ D 試験

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列
	Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157
D-1a	熱衝撃試験 (ガラス歪み)	試験数量	1056	条件	水準 I LTPD 15 水準 II LTPD 15			
					条件 B, 15 サイクル			
	-1b	熱衝撃試験 (温度サイクル)	1051	条件	-55 ^{+0.5} °C↔25 ^{+10.5} °C↔150 ^{+5.0} °C 45 サイクル			
	-1d	耐湿性試験	1021	条件	(MIL-STD-202、方法 106)			
	-1e	気密性試験 (1)微小	1071	条件	条件 H			
					許容値 max 1×10 ⁻³ Pa-cm ³ /s			
		(2)グロス	1071	条件	条件 C			
-1f	目視検査	1051 1021	条件	---				
-1g	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 に同じ				
D-2a	衝撃試験 ⁽¹⁾	試験数量	2016	条件	水準 I LTPD 15 水準 II LTPD 15			
					非動作, 14700 m/s ² (1500G) X ₁ , Y ₁ , Y ₂ 及び Z ₁ 方向 5 回			
	-2b	可変周波振動試験 (¹)	2056	条件	100 to 2000 Hz, 4min 196 m/s ² (20G) X, Y, Z 4 回			
	-2c	定加速度試験 (¹)	2006	条件	98100 m/s ² (10000G) X ₁ , Y ₁ , Y ₂ 及び Z ₁ 方向			
	-2d	気密性試験 (¹) (1)微小	1071	条件	条件 H			
					許容値 max 1×10 ⁻³ Pa-cm ³ /s			
	(2)グロス	1071	条件	条件 C				
-2e	終止点電氣的試験 (¹)	---	条件	Gr.A-1 に同じ				
D-3a	塩気試験 ⁽²⁾	試験数量	1041	条件	水準 I LTPD 15 水準 II LTPD 15			
					35°C, 24hr 塩堆積率=10~50g/m ² /24hr			

注 (¹) サブグループ 1 に供試した試料を使用することができる。

(²) 同一検査ロットの電氣的不良品を使用することができる。

表 4b グループ D 試験

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列
	Sub	試験項目	方法	JAXA R 2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157	2SK 4158
D-4		減圧試験	試験数量					水準 I 3p 水準 II 適用しない
			1001	条件	200V 以下のため非適用			
D-5		内部水蒸気量 検査 ⁽¹⁾	試験数量	水準 I 3p 水準 II 3p				
			1018	条件	---			
D-6a		はんだ耐熱性 試験	試験数量	水準 I 3p 水準 II 適用しない				
			2031	条件	240°C, 10s			
-6b		目視検査	---	条件	---			
-6c		気密性試験 (1)微小	条件	条件 H				
			許容値	max 1×10 ⁻³ Pa-cm ³ /s				
		(2)グロス	1071	条件	条件 C			
-6d		終止点電氣的 試験	---	条件	Gr.A-1 に同じ			

注 (1) 同一検査ロットの電氣的不良品を使用することができる。

表5 グループE試験

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列
	Sub	試験項目	方法	JAXA R 2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157	2SK 4158
E-1a	耐放射線性試験 (トータルドーズ試験)			試験数量	水準 I 4p ⁽¹⁾			
				1019	条件	水準 II 4p ⁽¹⁾ 照射線量 1×10 ³ Gy(Si) 照射線量率 36Gy(Si)/h~360Gy(Si)/h H [*] 177条件 (照射中, 照射後) (a) V _{DS} =0V, V _{GS} =20V (b) V _{DS} =0V, V _{GS} =-20V (c) V _{DS} =80V, V _{GS} =0V (c) V _{DS} =104V, V _{GS} =0V (c) V _{DS} =160V, V _{GS} =0V (c) V _{DS} =200V, V _{GS} =0V		
-1b	終止点電氣的試験			照射後 24 時間以内				
	(1)	ドレイン・ソース間降伏電圧 V _{DSS}	3407	条件	H [*] 177条件 C I _D =1mA, V _{GS} =0V			
				許容値	min 100V DC	min 130V DC	min 200V DC	min 250V DC
	(2)	ゲート漏れ電流 I _{GSS}	3411	条件	H [*] 177条件 C V _{GS} =±20V, V _{DS} =0V			
				許容値	max ±100nA DC			
	(3)	ドレイン遮断電流 I _{DSS}	3413	条件	H [*] 177条件 C V _{DS} =80V, V _{GS} =0V	H [*] 177条件 C V _{DS} =104V, V _{GS} =0V	H [*] 177条件 C V _{DS} =160V, V _{GS} =0V	H [*] 177条件 C V _{DS} =200V, V _{GS} =0V
				許容値	max 10μA DC			
	(4)	ゲートしきい値電圧 V _{GS(th)}	3404	条件	H [*] 177条件 C V _{GS} =V _{DS} , I _D =1mA			
				許容値	min 1.5V DC ΔV _{GS(th)} max 2.0V			
	(5)	ドレイン・ソース間お抵抗 R _{DS(on)}	3421	条件	H [*] 177試験 ⁽²⁾ , V _{GS} =12V			
				I _D 21A	I _D 21A	I _D 21A 7A	I _D 21A	
許容値				max (mΩ) 13	max (mΩ) 17	max (mΩ) 26 148	max (mΩ) 38	

注 (1) 単一ウェハロットごとに実施する。ただし、単一ウェハロットから複数の検査ロットが構成される場合、一つの検査サブロットで代表することができる。

(2) パルス幅≤1ms, デューティーサイクル≤2%

表 6 品質確認試験の省略

現検査ロットのスクリーニングの完了日から過去1年以内に、下表に該当する製品について該当試験が開始され、その試験に合格していた場合は、該当試験は省略することができる。

Gr.No	Sub	型式	100V 系列	130V 系列	200V 系列		250V 系列
			2SK 4217	2SK 4152	2SK 4155	2SK 4157	2SK 4158
JAXA-QTS-2030 付則 C 試験項目			チップサイズ	チップサイズ	チップサイズ		チップサイズ
			1/1	1/1	1/1	1/4	1/1
			パッケージタイプ	パッケージタイプ	パッケージタイプ		パッケージタイプ
			SMD2	SMD2	SMD2	SMD0.5	SMD2
C	1-1a	断続動作寿命試験	次の2つの条件を満たす場合、試験を省略できる。				
	1-1b	終止点電氣的試験	<ul style="list-style-type: none"> ・同一又はそれより大きいチップサイズで試験を実施している場合。 ・1.2項に規定する V_{DS} と同一又はそれより大きい V_{DS} で試験を実施している場合。 				
	-3	熱抵抗試験	Gr.B-7 で実施している場合、試験を省略できる。				
	-4a	安全動作領域試験	Gr.A-6 で実施している場合、試験を省略できる。				
	-4b	終止点電氣的試験					
D	-1a	熱衝撃試験(ガラス歪み)	<ul style="list-style-type: none"> ・パッケージタイプ SMD-2 で試験を実施している場合、SMD-1 及び SMD-0.5 による試験を省略することができる。 ・パッケージタイプ SMD-1 で試験を実施している場合、SMD-0.5 による試験を省略することができる。 				
	-1b	熱衝撃試験(温度サイクル)					
	-1d	耐湿性試験					
	-1e	気密性試験					
	-1f	目視検査					
	-1g	終止点電氣的試験					
	-2a	衝撃試験					
	-2b	可変周波振動試験					
	-2c	定加速度試験					
	-2d	気密性試験					
	-2e	終止点電氣的試験					
	-3a	塩気試験					
	-5	内部水蒸気量検査					

表 7a 認定試験項目：グループ A 試験

MIL-PRF-19500N Gr.No.	2030C Gr.No. (1)	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列		
		試験項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160
A-2	A-1	静特性試験 (TA=25°C)			試験数量	116p	116p	116p	116p	116p	116p	116p	116p
-2a	A-1a	ドレイン・ソース間降伏電圧 V _{DSS}	3407	条件	n ⁺ 177条件 C I _D =1mA, V _{GS} =0V								
				許容値	min 130V DC			min 200V DC			min 250V DC		
-2b	A-1b	ゲート漏れ電流 I _{GSS}	3411	条件	n ⁺ 177条件 C V _{GS} =±20V, V _{DS} =0V								
				許容値	max ±100nA DC								
-2c	A-1c	ドレイン遮断電流 I _{DSS}	3413	条件	n ⁺ 177条件 C V _{DS} =104V, V _{GS} =0V			n ⁺ 177条件 C V _{DS} =160V, V _{GS} =0V			n ⁺ 177条件 C V _{DS} =200V, V _{GS} =0V		
				許容値	max 10μA DC								
-2d	A-1d	ゲートしきい値電圧 V _{GS(th)}	3404	条件	n ⁺ 177条件 C V _{GS} =V _{DS} , I _D =1mA								
				許容値	2.5 - 4.5V DC								
-2e	A-1e	ドレイン・ソース間オン抵抗 R _{DS(on)}	3421	条件	n ⁺ 177試験(2), V _{GS} =12V								
				許容値	I _D 21A 19.5A 7.5A			I _D 21A 16A 7A			I _D 21A 13A 6A		
					max 17mΩ 39mΩ 89mΩ			max 26mΩ 62mΩ 148mΩ			max 38mΩ 91mΩ 223mΩ		
-2f	A-1f	順伝達コンダクタンス g _{fs}	3475	条件	n ⁺ 177試験(2), V _{DS} =25V								
				許容値	I _D 21A 19.5A 7.5A			I _D 21A 16A 7A			I _D 21A 13A 6A		
					min 8S 8S 4S			min 8S 8S 4S			min 8S 8S 4S		
-2g	A-1g	ゲート順電圧 V _{SD}	---	条件	n ⁺ 177試験(2), V _{GS} =0V								
				許容値	I _D 42A 39A 15A			I _D 42A 32A 14A			I _D 42A 26A 12A		
					max 1.6V DC			max 1.6V DC			max 1.6V DC		
A-3	A-2	静特性試験 (TA=-55, 125°C)			試験数量	116p	116p	116p	116p	116p	116p	116p	116p
-3a	A-3a	ゲートしきい値電圧 V _{GS(th)} (-55°C)	3404	条件	n ⁺ 177条件 C V _{GS} =V _{DS} , I _D =1mA								
				許容値	max 5.0V DC								
-3b	A-3b	順伝達コンダクタンス g _{fs} (-55°C)	3475	条件	n ⁺ 177試験(2), V _{DS} =25V								
				許容値	I _D 21A 19.5A 7.5A			I _D 21A 16A 7A			I _D 21A 13A 6A		
					min 8.5S 8.5S 4.5S			min 8.5S 8.5S 4.5S			min 8.5S 8.5S 4.5S		
-3c	A-2a	ゲート漏れ電流 I _{GSS} (125°C)	3411	条件	n ⁺ 177条件 C V _{GS} =±20V, V _{DS} =0V								
				許容値	max ±100nA DC								
-3d	A-2b	ドレイン遮断電流 I _{DSS} (125°C)	3413	条件	n ⁺ 177条件 C V _{DS} =104V, V _{GS} =0V			n ⁺ 177条件 C V _{DS} =160V, V _{GS} =0V			n ⁺ 177条件 C V _{DS} =200V, V _{GS} =0V		
				許容値	max 25μA DC								
-3e	A-2c	ゲートしきい値電圧 V _{GS(th)} (125°C)	3404	条件	n ⁺ 177条件 C V _{GS} =V _{DS} , I _D =1mA								
				許容値	min 1.5V DC								
-3f	A-2d	ドレイン・ソース間オン抵抗 R _{DS(on)} (125°C)	3421	条件	n ⁺ 177試験(2), V _{GS} =12V								
				許容値	I _D 21A 19.5A 7.5A			I _D 21A 16A 7A			I _D 21A 13A 6A		
					max 31mΩ 71mΩ 162mΩ			max 52mΩ 125mΩ 297mΩ			max 76mΩ 183mΩ 448mΩ		

注 (1) Gr. No は JAXA-QTS-2030C の No. を示す。

(2) パルス幅 ≤ 1ms, デューティサイクル ≤ 2%

表 7b 認定試験項目：グループ A 試験

MIL-PRF-19500N Gr.No	2030C Gr.No	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列				
		試験項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160		
A-4	A-4	動特性試験 (TA=25°C)		試験数量	116p	116p	116p	116p	116p	116p	116p	116p	116p		
		スイッチング (1) ターンオン時間	3472		条件	V _{DD} =65V V _{GS} =12V, R _g =10Ω			V _{DD} =100V V _{GS} =12V, R _g =10Ω			V _{DD} =125V V _{GS} =12V, R _g =10Ω			
						t _{d(on)}	I _D	42A	39A	15A	42A	32A	14A	42A	26A
		(2) ターンオフ時間			許容値	max			max			max			
						t _{d(off)}	65ns	40ns	30ns	65ns	40ns	30ns	65ns	40ns	30ns
		t _r	30ns		20ns	20ns	30ns	20ns	20ns	30ns	20ns	20ns	30ns	20ns	20ns
		t _f	190ns		100ns	65ns	190ns	100ns	65ns	190ns	100ns	65ns	190ns	100ns	65ns
t _f	65ns	30ns	15ns	35ns	20ns	15ns	30ns	15ns	15ns	30ns	15ns	10ns			
A-5a	A-6a	安全動作領域試験		試験数量	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p		
		3474	条件		---			---			---				
-5b	A-6b	終止点電氣的試験		---	Gr.A-2 に同じ										
A-7	A-7	諸特性試験 (TA=25°C)		試験数量	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p		
		ゲートチャージ (1) ゲートチャージ Q _g	3471		条件	V _{GS} =12V V _{DS} =65V			V _{GS} =12V V _{DS} =100V			V _{GS} =12V V _{DS} =125V			
						I _D	42A	39A	15A	42A	32A	14A	42A	26A	12A
		(2) ゲートチャージ Q _{gd}			許容値	max			max			max			
		Q _g				220nC	100nC	50nC	220nC	100nC	50nC	220nC	100nC	50nC	
		(3) ゲートチャージ Q _{gs}	70nC		30nC	10nC	70nC	30nC	10nC	70nC	30nC	10nC	70nC	30nC	10nC
		Q _{gs}	60nC		30nC	13nC	60nC	30nC	13nC	60nC	30nC	13nC	60nC	30nC	13nC
-7b	A-7b	逆回復特性 (1) T _{rr}		3473	条件	I _F =I _D			I _F =I _D			I _F =I _D			
		(2) Q _{rr}	42A			39A	15A	42A	32A	14A	42A	26A	12A		
		V _{GS} =0V -di/dt=100A/μs													
		許容値	max			max			max						
T _{rr}	765ns	750ns	525ns	1050ns	1200ns	950ns	1500ns	1350ns	950ns						
Q _{rr}	13.0μC	12.0μC	6.5μC	20.0μC	18.0μC	9.0μC	29.0μC	18.0μC	10.0μC						

表 8a 認定試験項目:グループ B 試験

MIL-PRF-19500N Gr.No	2030C Gr.No	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列			
		Sub	評価項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160
B-1	B-1	外観寸法検査 (1)	試験数量	2066	条件	---	---	---	22p	22p	22p	---	---	---
						省略 (同一パッケージのため、200V 系列で検査)			---			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で検査)		
B-2a	B-4	はんだ付性試験 (1) (2)	試験数量	2026	条件	15p	15p	15p	---	---	---	---	---	---
						省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)			省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)					
-2b	B-2	耐溶剤性試験 (1) (2)	1022	条件	---	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)			省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)					
B-3b	B-3b	熱衝撃試験 (気相)	試験数量	1051	条件	---	---	---	22p	22p	22p	---	---	---
						省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			-55 ^{+0.5} °C↔25 ^{+10.5} °C↔150 ^{+5.0} °C 100 サイクル			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)		
-3c	B-3c	サージ試験 (1)ゲートショック	4066	条件	省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			V _{GS} =35V			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			
					(2)アパラシエ	4066	条件	省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			V _{DS} =100V I _{D(pulse)} 42A 32A 14A L=100μH, R _g =10Ω			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)
-3d	B-3d	気密性試験 (1)微小	1071	条件				省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			条件 H			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)
					(2)グロス	1071	条件	省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			max 1×10 ⁻³ Pa-cm ³ /s			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)
-3e	B-3e	終止点電氣的試験	---	条件				省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			Gr.A-2 に同じ			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)
-3f	B-3f	内視目視及び機械的検査	2075 2071	条件	省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			---			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			
-3g	B-3g	ボンド強度試験	2037	条件	省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			条件 D			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			
					許容値	ゲートワイヤ >90gf ソースワイヤ >300gf >300gf >90gf >300gf >300gf >90gf >300gf >300gf >90gf								
-3h	B-3h	SEM	2077	条件		ボンド強度試験後								
-3i	B-3i	ダイ剥離試験	2017	条件	省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			---			省略 (同一パッケージのため、200V 系列で試験)			
					許容値	min 2.5kgf								

注 (1) 同一検査ロットの電氣的不良品を使用することができる。

(2) 電氣的不良品を使用する場合、試験に先立って良品がスクリーニング試験として受けるすべての熱的試験と同一の熱的條件にさらさなければならぬ。

表 8b 認定試験項目 : グループ B 試験

MIL-PRF -19500N Gr.No	2030C Gr.No	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列			
		試験項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160	
B -4a	B-5a	断続動作寿命 試験	試験数量	1042 条件	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p		
			条件 D, 2000 サイクル C-6 の結果を適用											
-4b	B-5b	終止点電氣的 試験	---	条件	C-6 の結果を適用									
B -5a	B-6c	定常ゲート ストレス試験 (高温 GS 印加)	試験数量	1042 条件	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p		
			V _{GS} =20V T _A =150°C, 48hr											
	-5b	B-6d	終止点電氣的 試験	---	Gr.A-2 に同じ									
	-5c	B-6e	加速定常逆 バイアス試験 (高温 DS 印加)	1042	条件	V _{DS} =130V			V _{DS} =200V T _A =150°C, 240hr			V _{DS} =250V		
	-5d	B-6f	終止点電氣的 試験	---	条件	Gr.A-2 に同じ								
-5e	B-6g	ボンド強度 試験	2037	条件 許容値	条件 D									
					ゲートワイヤ >90gf ソースワイヤ >90gf									
					>300gf	>300gf	>90gf	>300gf	>300gf	>90gf	>300gf	>300gf	>90gf	
B -6	B-7	熱抵抗試験 R _{th(ch-c)} (ΔV _{SD})	試験数量	3161 条件	22p	22p	22p	22p	22p	22p	22p	22p		
					T _A =25°C									
			許容値		max 0.5°C/W 0.83°C/W 1.67°C/W			max 0.5°C/W 0.83°C/W 1.67°C/W			max 0.5°C/W 0.83°C/W 1.67°C/W			

表 9a 認定試験項目：グループ C 試験

MIL-PRF -19500N Gr.No	2030C Gr.No	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列		
		試験項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160
C-1	B-1	外観寸法検査 ⁽¹⁾	試験数量	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
			2066	条件	Gr.B-1 で実施								
C-2a	D-1a	熱衝撃試験 (ガラス歪み)	試験数量	---	---	---	---	---	---	---	22p	22p	22p
			1056	条件	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	条件 B, 25 サイクル						
-2b	D-1b	熱衝撃試験 (温度サイクル)	1051	条件	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	-55 ^{+0.5} °C↔25 ^{+10.5} °C↔150 ^{+5.0} °C 45 サイクル						
-2d	D-1d	耐湿性試験	1021	条件	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	(MIL-STD-202、方法 106)						
-2e	D-1e	気密性試験 (1)微小	試験数量	---	---	---	---	---	---	条件 H			
			許容値	max 1×10 ⁻³ Pa·cm ³ /s									
		(2)グロス	1071	条件	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	条件 C						
-2f	D-1g	終止点電氣的試験	---	条件	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)	Gr.A-2 に同じ						
C-3a	D-2a	衝撃試験	試験数量	22p	22p	22p	---	---	---	---	---	---	
			2016	条件	非動作 14710m/s ² (1500G) X ₁ ,Y ₁ ,Y ₂ ,Z ₁ 方向 5 回	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)						
-3b	D-2b	可変周波振動試験	2056	条件	100~2000Hz 196.1m/s ² (20G)	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)						
-3c	D-2c	定加速度試験	2006	条件	98066.5m/s ² (10000G) X ₁ ,Y ₁ ,Y ₂ 及び Z ₁ 方向	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)						
-3d	D-2f	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-2 に同じ	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)	省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)						

注 (1) 同一ロットの電氣的不良品を使用することができる。

表 9b 認定試験項目 : グループ C 試験

MIL-PRF-19500N Gr.No. Sub	2030C Gr.No.	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列			
		試験項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160	
C-4	D-3a	塩気試験 ⁽¹⁾	試験数量	1041	条件	15p	15p	15p	---	---	---	---	---	---
						35°C, 24hr 塩堆積率=10~50g/m ² /24hr			省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)			省略 (同一パッケージのため、130V 系列で試験)		
C-5	C-3	熱抵抗試験 R _{th(ch-c)} (ΔV _{SD})	試験数量	3161	条件	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p
						Gr.B-6 で実施								
C-6a	C1-1a	断続動作寿命試験	試験数量	1042	条件	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p	8p
						条件 D, 6000 サイクル								
-6b	C1-1b	終止点電氣的試験			条件	Gr.A-2 に同じ								
C-7	D-5	内部水蒸気量検査	試験数量	1018	条件	---	---	---	---	---	---	3p	3p	3p
						省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)			省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)			---		

注 (1) 同一ロットの電氣的不良品を使用することができる。

表 10 認定試験項目：グループ D 試験

MIL-PRF -19500N Gr.No	2030C Gr.No	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列				
		試験項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160		
D-2	E-1a	耐放射線性試験 (トータル ドーズ試験)	試験数量		---	---	---	---	---	---	4/4/4p	---	---		
			1019	条件		2SK4158 で評価			2SK4158 で評価			照射線量 1×10 ³ Gy(Si) 照射線量率 1×10 ³ Gy(Si)/h h ⁺ 178条件 (照射中, 照射後) (a) V _{DS} =0V, V _{GS} =20V (b) V _{DS} =0V, V _{GS} =-20V (c) V _{DS} =200V, V _{GS} =0V			
-2a	E-1b	終止点電氣的 試験	---								照射後 24 時間以内				
			(1)	ドレイン・ソース間 降伏電圧 V _{DSS}	3407	条件	2SK4158 で評価			2SK4158 で評価			h ⁺ 178条件 C I _D =1mA, V _{GS} =0V		
					許容値								min 250V DC	---	---
			(2)	ゲート漏れ電流 I _{GSS}	3411	条件	2SK4158 で評価			2SK4158 で評価			h ⁺ 178条件 C V _{GS} =±20V, V _{DS} =0V		
						許容値								max ±100nA DC	---
			(3)	ドレイン遮断電流 I _{DSS}	3413	条件	2SK4158 で評価			2SK4158 で評価			h ⁺ 178条件 C V _{DS} =200V, V _{GS} =0V		
						許容値								max 10μA DC	---
(4)	ゲートしきい値 電圧 V _{GS(th)}	3404	条件	2SK4158 で評価			2SK4158 で評価			h ⁺ 178条件 C V _{GS} =V _{DS} , I _D =1mA					
			許容値								min 1.5V DC ΔV _{GS(th) max} 2.0V	---	---		
(5)	ドレイン・ソース間 オン抵抗 R _{DS(on)}	3421	条件	2SK4158 で評価			2SK4158 で評価			h ⁺ 178試験 ⁽¹⁾ , V _{GS} =12V I _D =42A					
			許容値								max 38mΩ	---	---		

注 (1) パルス幅≤1ms, デューティサイクル≤2%

表 11a 認定試験項目：グループ E 試験

MIL-PRF -19500N Gr.No	2030C Gr.No	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列		
		試験項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160
E-1a	C-2a	熱衝撃試験 (温度サイクル)	試験数量	---	---	---	---	---	---	---	45p	45p	45p
			1051 条件	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)			省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)			-55 ^{+0.5} °C↔25 ^{+10.5} °C↔150 ^{+5.0} °C 500 サイクル			
	-1b	C-2b	気密性試験 (1)微小	1071 条件	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)			省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)			条件 H		
				許容値							max 1×10 ⁻³ Pa·cm ³ /s		
-1c	C-2c	終止点電氣的試験 ⁽¹⁾	---	省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)			省略 (同一パッケージのため、250V 系列で試験)			Gr.A-2 に同じ			
			条件										
E-2a	C1-2a	定常バイアス 印加寿命試験 (高温 GS 印加) (2)	試験数量	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p	15p
			1042 条件	V _{GS} =16V T _A =150°C, 1000hr									
	-2b	C1-2b	終止点電氣的試験	---	条件 Gr.A-2 に同じ								
	-2c	C1-2c	定常バイアス 印加寿命試験 (高温 DS 印加) (2)	1042 条件	V _{DS} =104V			V _{DS} =160V T _A =150°C, 1000hr			V _{DS} =200V		
-2d	C1-2d	終止点電氣的試験	---	条件 Gr.A-2 に同じ									
E-4	C-3	熱抵抗試験 ⁽³⁾	試験数量	3p	3p	3p	3p	3p	3p	3p	3p	3p	3p
			3161 条件	T _A =25°C									
			許容値	max 0.5°C/W			max 0.83°C/W			max 1.67°C/W			
E-5	D-4	減圧試験	試験数量	---	---	---	---	---	---	3p	3p	3p	
			1001 条件	200V 以下のため不要 ⁽⁴⁾			200V 以下のため不要 ⁽⁴⁾			8mmHg, 60sec (最小) V _{DS} =250V, V _{GS} =0V			
E-6a	C-6a	静電氣破壊試験	試験数量	3p	3p	3p	3p	3p	3p	3p	3p	3p	
			1020 条件	V _{GS} ±2750V ±1000V ±500V			V _{GS} ±2750V ±1000V ±500V			V _{GS} ±2750V ±1000V ±500V			
	-6b	C-6b	終止点電氣的試験	---	条件 Gr.A-2 に同じ								

注 (1) 気密性試験に先立って実施することができる。

(2) 捺印の判定は適用しない。

(3) 熱インピーダンス曲線を求める。

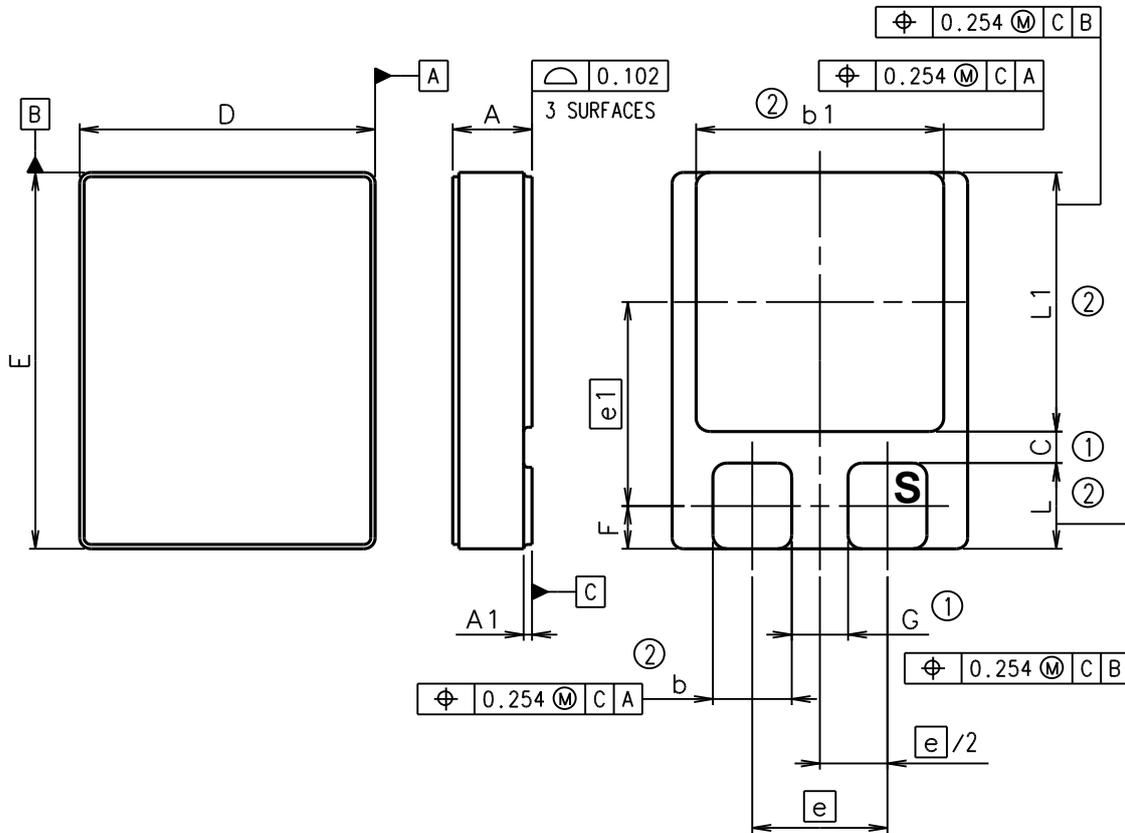
(4) JAXA-QTS-2030C 付則 C の表 C-4 による。

表 11b 認定試験項目：グループ E 試験

MIL-PRF -19500N Gr.No	2030C Gr.No	MIL-STD-750			130V 系列			200V 系列			250V 系列				
		試験項目	方法	JAXA R	2SK4152	2SK4153	2SK4154	2SK4155	2SK4156	2SK4157	2SK4158	2SK4159	2SK4160		
E-7a	D-6a	はんだ耐熱性 試験	試験数量	---	---	---	---	---	---	---	3p	3p	3p		
			2031 条件	省略（同一パッケージのため、250V 系列で試験）			省略（同一パッケージのため、250V 系列で試験）			240°C, 10s					
	D-6c	気密性試験 (1)微小	1071 条件	省略（同一パッケージのため、250V 系列で試験）			省略（同一パッケージのため、250V 系列で試験）			条件 H					
			許容値							max 1×10 ⁻³ Pa-cm ³ /s					
D-6d	(2)グロス	1071 条件	許容値	省略（同一パッケージのため、250V 系列で試験）			省略（同一パッケージのため、250V 系列で試験）			条件 C					
			---	省略（同一パッケージのため、250V 系列で試験）			省略（同一パッケージのため、250V 系列で試験）			Gr.A-2 に同じ					
E-8	E-2, 3	耐放射線性 試験 (SEB/SEGR 試験)	試験数量	3p			3p			3p					
			1080 条件	Ion: ⁸⁹ Y Energy: 928MeV											
				LET: 38.4MeV/(mg/cm ²) ⁽²⁾	LET: 39.3MeV/(mg/cm ²) ⁽²⁾	LET: 40.1MeV/(mg/cm ²) ⁽²⁾									
				Range (Si): 102 μm T _A =25+/-5°C Fluence: 3E5+/-5% ions/cm ²											
許容値	V _{DS} =130V and V _{GS} =-7.5V			V _{DS} =200V and V _{GS} =-7.5V			V _{DS} =250V and V _{GS} =-7.5V			I _{GSS} ≤ 10μA 及び破壊なきこと。					

注 (1) 気密試験に先立って実施することができる。

(2) デバイス中の平均 LET。



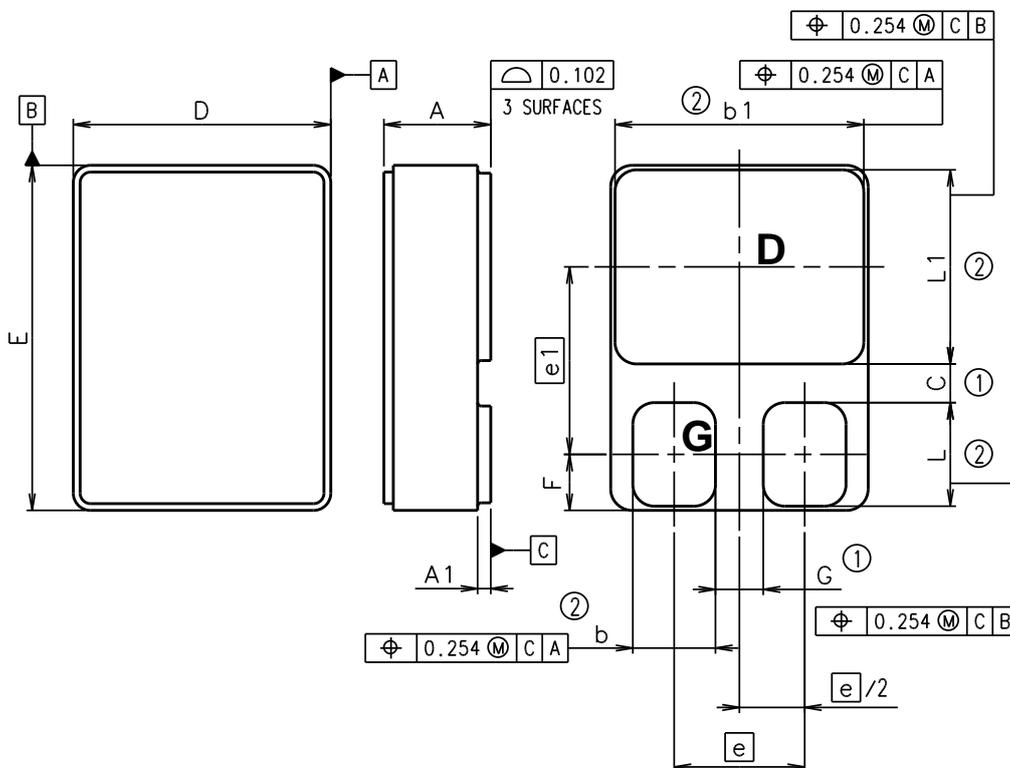
記号	寸法 (mm)		
	最小値	中心値	最大値
A	—	—	3.58
A1	0.254	0.381	0.508
b	3.43	3.555	3.68
b1	11.05	11.175	11.30
C	0.89	—	—
D	13.21	13.335	13.46
E	17.40	17.525	17.65

記号	寸法 (mm)		
	最小値	中心値	最大値
$e/2$	—	3.05	—
e	—	6.10	—
$e1$	—	9.50	—
F	—	1.99	—
G	1.27	—	—
L	3.87	3.99	4.11
L1	11.94	12.065	12.19

- 注： ① 寸法には、金属部のフラッシュ（ろう流れ等）も含める。
 ② 寸法には、金属部のフラッシュ（ろう流れ等）は含めない。

注意事項： すべての電極はケースから絶縁されている。

図 1a SMD-2 タイプのケース及び電極接続
 (JAXA R 2SK4152, 2SK4155, 2SK4158, 2SK4217)



記号	寸法 (mm)		
	最小値	中心値	最大値
A	—	—	3.12
A1	0.254	0.381	0.508
b	2.29	2.415	2.54
b1	7.14	7.265	7.39
C	0.76	—	—
D	7.40	7.52	7.64
E	10.04	10.16	10.28

記号	寸法 (mm)		
	最小値	中心値	最大値
$e/2$	—	1.905	—
e	—	3.81	—
$e1$	—	5.52	—
F	—	1.65	—
G	0.762	—	—
L	2.93	3.05	3.17
L1	5.59	5.715	5.84

- 注：① 寸法には、金属部のフラッシュ（ろう流れ等）も含める。
 ② 寸法には、金属部のフラッシュ（ろう流れ等）は含めない。

注意事項： すべての電極はケースから絶縁されている。

図 1c SMD-0.5 タイプのケース及び電極接続
 (JAXA R 2SK4157)

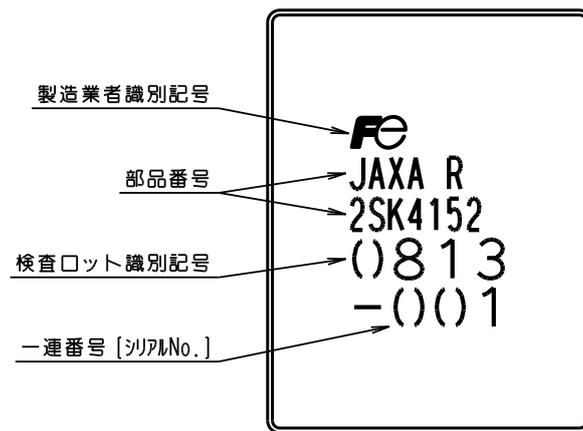


図 2a 表示内容 (SMD-2)
(JAXA R 2SK4152, 2SK4155, 2SK4158, 2SK4217)

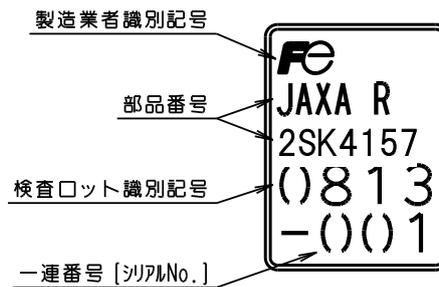


図 2c 表示内容 (SMD-0.5)
(JAXA R 2SK4157)

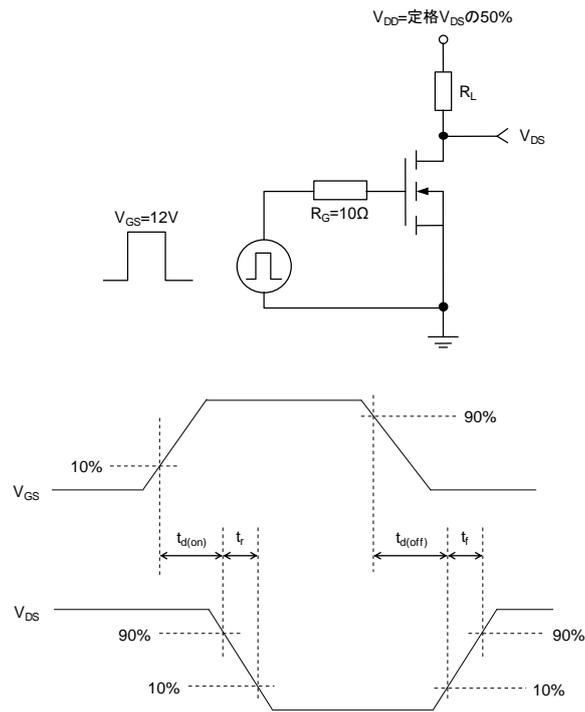


図3 スイッチング時間測定回路及び波形

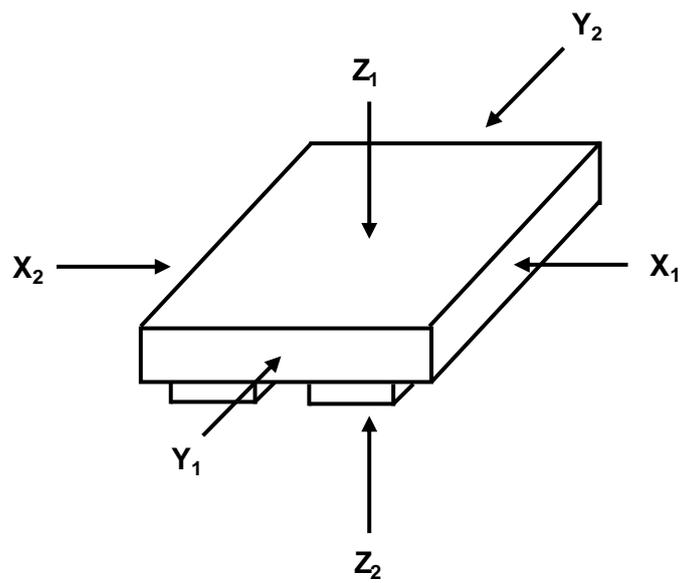


図4 デバイスの方位

JAXA R 2SK4152

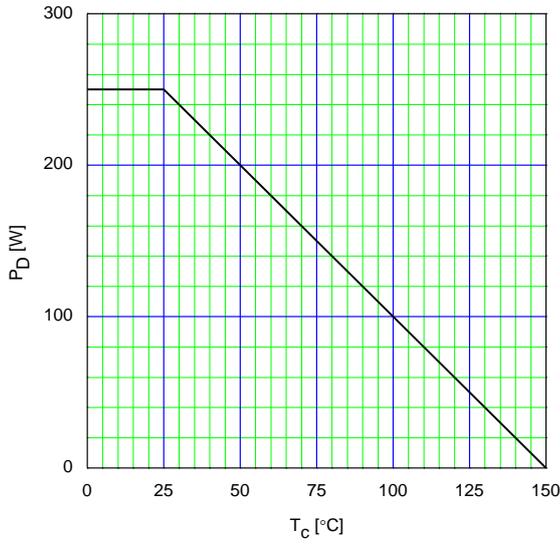


図 5 許容損失

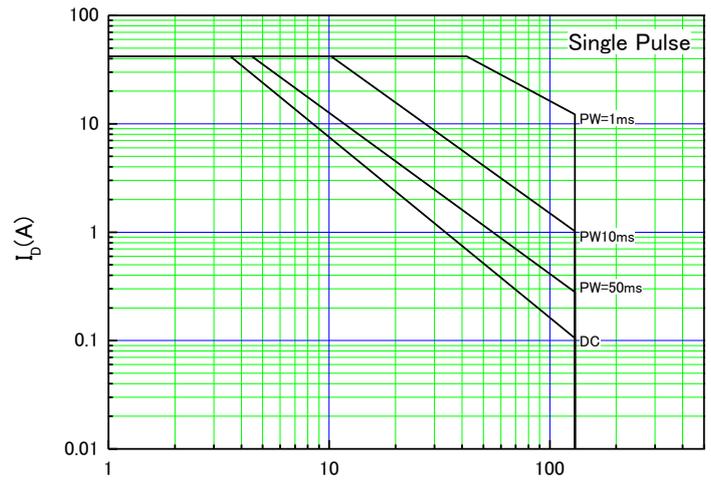


図 6 安全動作領域

JAXA R 2SK4155

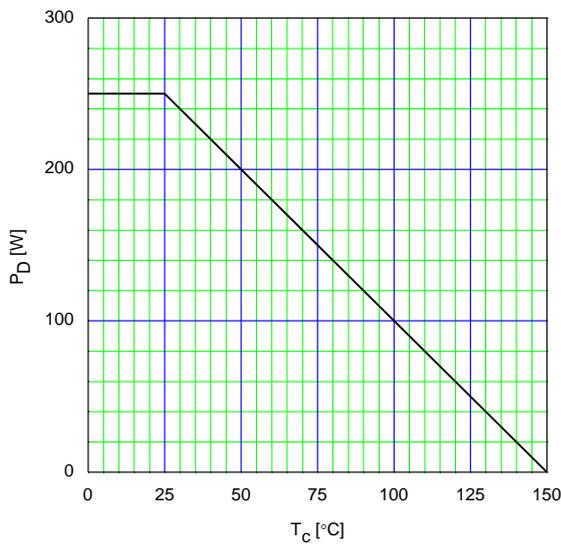


図 11 許容損失

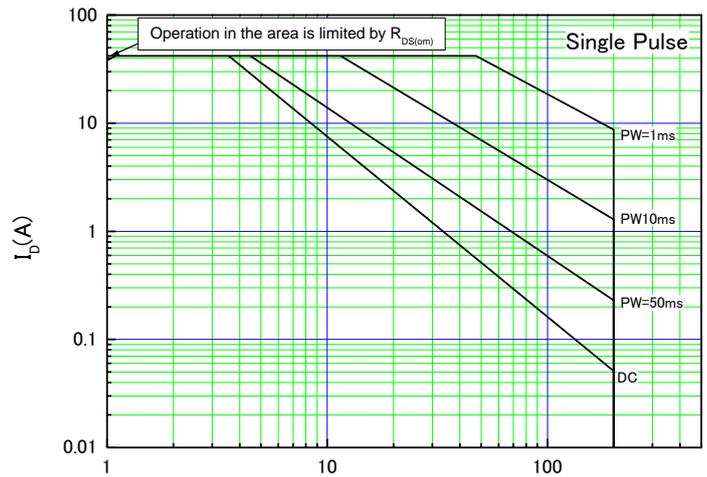


図 12 安全動作領域

JAXA R 2SK4157

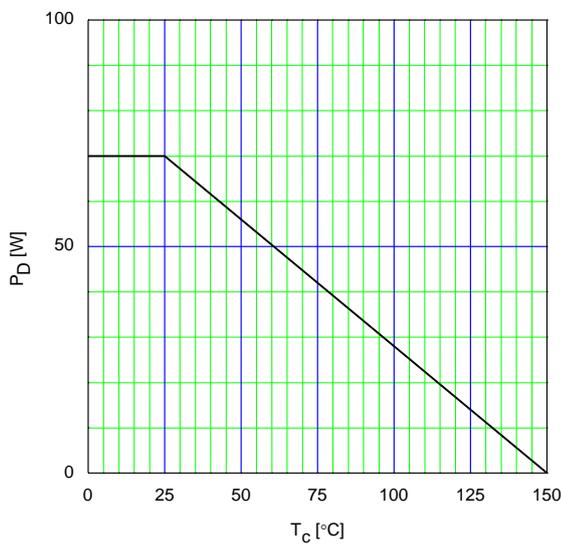


図 15 許容損失

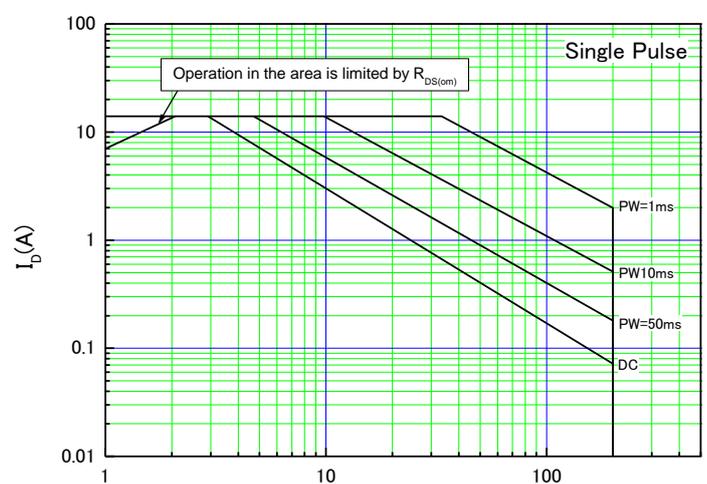


図 16 安全動作領域

JAXA R 2SK4158

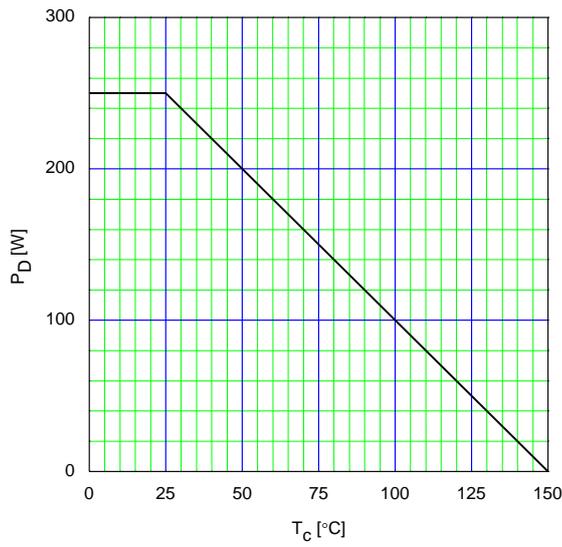


図 17 許容損失

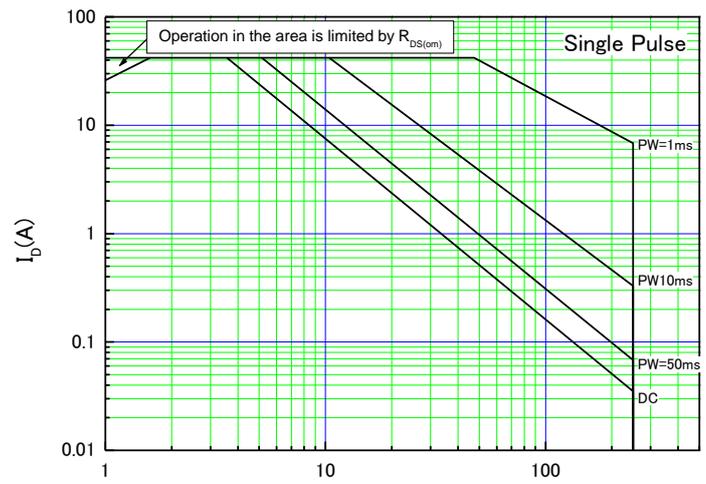


図 18 安全動作領域

JAXA R 2SK4217

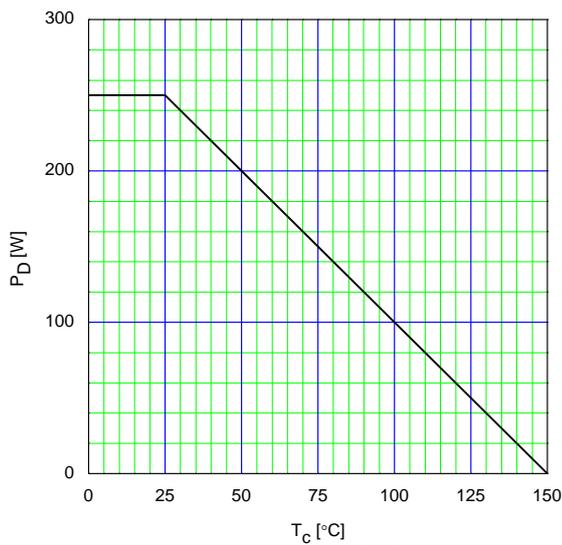


図 23 許容損失

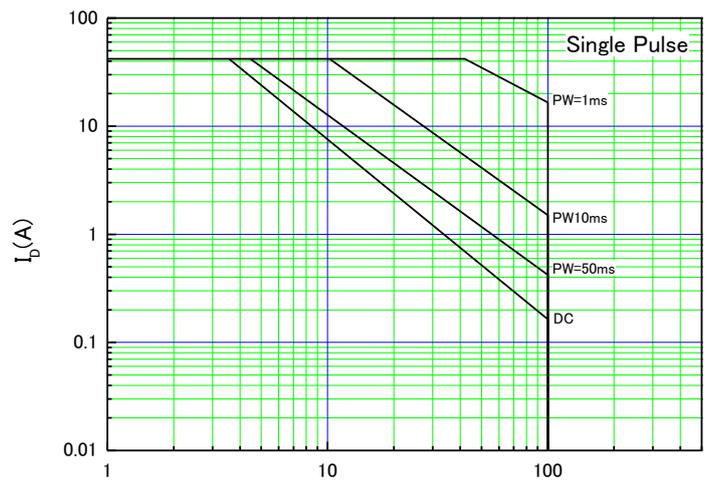


図 24 安全動作領域