

宇宙開発用信頼性保証 nチャネルパワーMOSFET

JAXA R
2SK4048
2SK4051
2SK4054

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
-----	2006-12-20	初版
A	2008-2-29	ファミリー型式の追加。 ・型式: 2SK4214, 2SK4215, SK4216 (V_{DS} 130V クラス) JAXA-QTS-2030C 改定に伴う改訂 ・スクリーニング試験内容を JAXA-QTS-2030C 準拠に改訂 ・認定試験及び品質確認試験内容を JAXA-QTS-2030C 準拠に改訂
B	2012-11-12	・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、誤記や整合を図るための修正。
C	2020-03-18	・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。 ・6.1 項 用語の定義を追記。 ・表 1b グループ A 試験の A-3b gfs の試験条件「$V_{GS}=25V$」→「$V_{DS}=25V$」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 ボンド強度試験の試験条件を条件 A→条件 D に誤記修正。
D	2022-07-29	・認定終了型式(2SK4049, 2SK4050, 2SK4052, 2SK4053, 2SK4055, 2SK4056, 2SK4214, 2SK4215, 2SK4216)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	2
1.4	耐放射線性	3
2	適用文書	3
3	要求事項	4
3.1	設計及び構造	4
3.1.1	ケース及びリード接続	4
3.1.2	リード材料及び仕上げ	4
3.1.3	電気的特性	4
3.2	表示	4
3.2.1	検査ロット識別記号及び一連番号の表示	4
3.3	認定	4
4	品質保証条項	5
4.1	一般的事項	5
4.2	受入材料の管理	5
4.3	製造工程の管理	5
4.4	工程内検査	5
4.5	スクリーニング	6
4.5.1	測定すべき電気的特性	6
4.5.2	試験条件	6
4.5.3	デルタ限界値	7
4.6	認定試験及び品質確認試験	7
4.6.1	静電気破壊試験条件	7
4.6.2	耐放射線性試験条件	8
4.7	試験及び検査の変更	8
4.8	長期間保管した製品の出荷	8
5	引渡の準備	8
6	注意事項	8

6.1	用語の定義	8
6.2	調達者に対する注意事項	8
6.2.1	取り扱い上の注意事項.....	8
6.2.2	ペリリアについての注意事項.....	8

**宇宙開発用信頼性保証
n チャネルパワーMOSFET**

JAXA R
2SK4048
2SK4051
2SK4054

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 チャネルパワーMOSFET（耐圧 100、200、250V の TO-254 パッケージタイプ）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⁾ 2SK4048

JAXA⁽¹⁾ R⁽²⁾ 2SK4051

JAXA⁽¹⁾ R⁽²⁾ 2SK4054

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)	P_D $T_A=25^{\circ}\text{C}$ (W)	$T_{ch}^{(1)}$ ($^{\circ}\text{C}$)	T_{stg} ($^{\circ}\text{C}$)	$R_{th(ch-c)}$ ($^{\circ}\text{C/W}$)	$R_{th(ch-a)}$ ($^{\circ}\text{C/W}$)	安全 動作 領域
JAXA R 2SK4048	100	42	168	± 20	250 図 5	2.6 図 6	150	-55 to 150	0.5	48.0	図 7
JAXA R 2SK4051	200	42	168		250 図 14	2.6 図 15			0.5	48.0	図 16
JAXA R 2SK4054	250	42	168		250 図 23	2.6 図 24			0.5	48.0	図 25

注⁽¹⁾ チャネル温度 T_{ch} は次の式より与えられる。

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

$$T_{ch}=T_A + R_{th(ch-a)} \times P_D$$

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

T_A : 周囲温度($^{\circ}\text{C}$)

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

$R_{th(ch-a)}$: 接合部-周囲間熱抵抗 ($^{\circ}\text{C/W}$)

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% $V_{GS}=0\text{V}$	$V_{GS}=\pm 20\text{V}$ $V_{DS}=0\text{V}$	$I_D=1\text{mA}$ $V_{DS}=V_{GS}$	$I_D=\text{定格}$ の 50% $V_{GS}=12\text{V}$	$I_D=\text{定格}$ 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 2SK4048	100	10	± 100	2.5-4.5	18	8	1091
JAXA R 2SK4051	200				33	8	545
JAXA R 2SK4054	250				45	8	436

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 $\leq 2\%$

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} =定格 V_{DS} の 50%, I_D =定格 I_D , $V_{GS}=12V$			V_{DD} =定格 V_{DS} の 50% I_D =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 2SK4048	60	70	220	65	30	190	65
JAXA R 2SK4051	60	70	220	65	30	190	35
JAXA R 2SK4054	60	70	220	65	30	190	30

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 =定格 I_D $V_{GS}=0V$	I_F =定格 I_D , $V_{GS}=0V$, -di/dt=100A/ μs , $T_{ch}=25^\circ C$	
	最大	標準	標準
JAXA R 2SK4048	1.6	450	7.0
JAXA R 2SK4051		690	13.5
JAXA R 2SK4054		1000	19.0

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

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
R

耐放射線性保証水準
1000 Gy(Si) { 1×10^5 rad(Si)}
(ドーズレート 36Gy(Si)/h $\sim$ 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)

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 ケース及びリード接続

ケース外形及びリード接続は、図 1 に示す通りである。

3.1.2 リード材料及び仕上げ

リード材料は、無酸素銅芯 Fe-Ni(Ni-Au メッキ)材を使用し、リード仕上げは JAXA-QTS-2030 の 3.3.7 c) 2) 2.3)項に規定する金めっき、又は 3.3.7 c) 2) 2.1)項に規定する Pb-Sn はんだ浸せきに適合する。

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 2 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)	$R_{DS(on)}^{(1)}$ ($\text{m}\Omega$)	$g_{fs}^{(1)}$ (S)	$V_{SD}^{(1)}$ (V)
MIL-STD-750 方法	3407	3413	3411	3404	3421	3475	---
試験条件	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=0\text{V}$	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=0\text{V}$ $V_{DS}=\text{定格 } V_{DS} \text{ の } 80\%$	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=\pm 20\text{V}$ $V_{DS}=0\text{V}$	$I_D=1\text{mA}$ $V_{DS}=V_{GS}$	$I_D=\text{定格 } I_D \text{ の } 50\%$ $V_{GS}=12\text{V}$	$I_D=\text{定格 } I_D \text{ の } 50\%$ $V_{DS}=25\text{V}$	$I_F=\text{定格 } I_D$ $V_{GS}=0\text{V}$
	最小	最大	最大	最小-最大	最大	最小	最大
JAXA R 2SK4048	100	10	± 100	2.5-4.5	18	8	1.6
JAXA R 2SK4051	200				33	8	
JAXA R 2SK4054	250				45	8	

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

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})	: $I_D(pulse)=\text{定格 } I_D$, $V_{DD}=48V$, $V_{GS}=12V$, 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
逆バイアスバーンイン試験条件(GS)	: $T_A=150^{\circ}C$, $V_{GS}=16V$ $V_{DS}=0V$, 48hr
バーンイン試験条件(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

バーンイン試験及び逆バイアスバ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、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トラブチャー)

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。

6.2.2 ベリリアについての注意事項

この仕様書に規定する製品は内部にベリリアを使用している。粉末、蒸気などの発生の恐れがあるような製品の分解及び化学的処理をしてはならない。廃棄する場合は関連法令に従うこと。

表 1a グループ A 試験⁽¹⁾

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	200V 系列	250V 系列	
	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054	
A -1	静特性試験 (T _A =25°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	h ⁺ 775条件 C I _D =1mA, V _{GS} =0V		
				許容値	min 100V DC	min 200V DC	min 250V DC
	-1b	ゲート漏れ電流 I _{GSS}	3411	条件	h ⁺ 775条件 C V _{GS} =±20V, V _{DS} =0V		
				許容値	max ±100nA DC		
	-1c	ドレイン遮断電流 I _{DSS}	3413	条件	h ⁺ 775条件 C V _{DS} =80V, V _{GS} =0V	h ⁺ 775条件 C V _{DS} =160V, V _{GS} =0V	h ⁺ 775条件 C V _{DS} =200V, V _{GS} =0V
				許容値	max 10μA DC		
	-1d	ゲートしきい値電圧 V _{GS(th)}	3404	条件	h ⁺ 775条件 C V _{GS} =V _{DS} , I _D =1mA		
				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	h ⁺ 775試験 ⁽²⁾ , V _{GS} =12V		
				I _D 21A	I _D 21A	I _D 21A	
				許容値	max [mΩ] 18	max [mΩ] 33	max [mΩ] 45
	-1f	順伝達コンダクタンス g _{fs}	3475	条件	h ⁺ 775試験 ⁽²⁾ , V _{DS} =25V		
				I _D 21A	I _D 21A	I _D 21A	
				許容値	min 8S	min 8S	min 8S
	-1g	ダイオード順電圧 V _{SD}	---	条件	h ⁺ 775試験 ⁽²⁾ , V _{GS} =0V		
				I _D 42A	I _D 42A	I _D 42A	
				許容値	max 1.6V DC		
A -2	静特性試験 (T _A =125°C)		試験数量	LTPD 5			
	-2a	ゲート漏れ電流 I _{GSS} (125°C)	3411	条件	h ⁺ 775条件 C V _{GS} =±20V, V _{DS} =0V		
				許容値	max ±100nA DC		
	-2b	ドレイン遮断電流 I _{DSS} (125°C)	3413	条件	h ⁺ 775条件 C V _{DS} =80V, V _{GS} =0V	h ⁺ 775条件 C V _{DS} =160V, V _{GS} =0V	h ⁺ 775条件 C V _{DS} =200V, V _{GS} =0V
				許容値	max 25μA DC		
	-2c	ゲートしきい値電圧 V _{GS(th)} (125°C)	3404	条件	h ⁺ 775条件 C V _{GS} =V _{DS} , I _D =1mA		
				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	h ⁺ 775試験 ⁽²⁾ , V _{GS} =12V		
				I _D 21A	I _D 21A	I _D 21A	
				許容値	max [mΩ] 31	max [mΩ] 66	max [mΩ] 90

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 $\leq 2\%$

表 1b グループ A 試験⁽¹⁾

Gr.No	MIL-STD-750				100V 系列	200V 系列	250V 系列
	Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054
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	$I_F=I_D$ 条件 C $V_{GS}=V_{DS}$, $I_D=1\text{mA}$		
				許容値	max 5.0V DC		
	-3b	順伝達コンダクタンス g_{fs} (-55°C)	3475	条件	I_F 試験 ⁽²⁾ , $V_{DS}=25\text{V}$		
				I_D 21A	I_D 21A	I_D 21A	
				許容値	min 8.5S	min 8.5S	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	$V_{DD}=50\text{V}$ $V_{GS}=12\text{V}$, $R_g=10\Omega$	$V_{DD}=100\text{V}$ $V_{GS}=12\text{V}$, $R_g=10\Omega$	$V_{DD}=125\text{V}$ $V_{GS}=12\text{V}$, $R_g=10\Omega$	
			I_D 42A	I_D 42A	I_D 42A		
			許容値	max	max	max	
			$t_{d(on)}$ 65ns	$t_{d(on)}$ 65ns	$t_{d(on)}$ 65ns		
			t_r 30ns	t_r 30ns	t_r 30ns		
			$t_{d(off)}$ 190ns	$t_{d(off)}$ 190ns	$t_{d(off)}$ 190ns		
			t_f 65ns	t_f 35ns	t_f 30ns		
A -6a	安全動作領域 試験 ⁽³⁾			試験数量	LTPD 5		
		3474	条件	---			
	-6b	終止点電氣的試験			---	Gr.A-1 と同じ	
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	$V_{GS}=12\text{V}$ $V_{DS}=50\text{V}$	$V_{GS}=12\text{V}$ $V_{DS}=100\text{V}$	$V_{GS}=12\text{V}$ $V_{DS}=125\text{V}$
				I_D 42A	I_D 42A	I_D 42A	
				許容値	max	max	max
				Q_g 220nC	Q_g 220nC	Q_g 220nC	
				Q_{gd} 70nC	Q_{gd} 70nC	Q_{gd} 70nC	
	-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
				$V_{GS}=0\text{V}$ -di/dt=100A/ μs			
				許容値	max	max	max
				T_{rr} 765ns	T_{rr} 1050ns	T_{rr} 1500ns	
Q_{rr} 10.5 μC				Q_{rr} 20.0 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	200V 系列	250V 系列
Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054
B-1	外形寸法検査 ⁽¹⁾		試験数量	水準 I ⁽²⁾ 3p		
			試験数量	水準 II ⁽²⁾ 3p		
		2066	条件	図 1 による		
B-2	耐溶剤性試験 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾		試験数量	水準 I 3p		
			試験数量	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		
			試験数量	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		
			条件	V _{DS} =48V, L=4.5.2 項の式(1)による。		
		4066	条件	I _{D(pulse)} 42A 42A 42A		
-3d	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		
		1071	条件	--- 条件 C		
-3e	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
			条件	---		
		2071	条件	---		
-3f	内部目視及び 機械的検査	2075	条件	---		
			条件	---		
		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		
			許容値	ソースワイヤ >300gf >300gf >300gf		
-3h	SEM ⁽¹⁾	2077	条件	---		
			条件	---		
		2077	条件	---		
-3i	ダイ剥離試験		試験数量	水準 I 3p		
			試験数量	水準 II 3p		
		2017	条件	---		
B-4	はんだ付性試験 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾		試験数量	水準 I 6 リード ⁽⁵⁾		
			試験数量	水準 II 6 リード ⁽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 リードを試験する。

表 2b グループ B 試験

Gr.No	MIL-STD-750			100V 系列	200V 系列	250V 系列
Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054
B -5a	断続動作寿命試験		試験数量	水準 I LTPD 10		
				水準 II 12p		
		1042	条件	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 と同じ		
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		
				水準 II 12p		
		1042	条件	V _{GS} =20V, T _A =150°C, 48hr または V _{GS} =20V, T _A =175°C, 24hr		
-6d	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
-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} =200V T _A =150°C, 240hr または T _A =175°C, 120hr	V _{DS} =250V
-6f	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
-6g	ボンド強度試験		試験数量	20 ワイヤ		
				条件 D		
			許容値	ゲートワイヤ >90gf		
				ソースワイヤ >300gf		
		2037	条件	>300gf	>300gf	>300gf
B -7	熱インピーダンス試験 Z _{th(ch-c)} (ΔV _{SD})		試験数量	水準 I LTPD 10		
				水準 II 8p		
				T _A =25°C		
		3161	条件			
			許容値	max (°C/W) 0.5	max (°C/W) 0.5	max (°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	200V 系列	250V 系列
Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054
C 1-1a	断続動作寿命試験	1042	試験数量	水準 I LTPD 10 水準 II LTPD 10		
			条件	条件 D, 6000 サイクル ⁽¹⁾ 最小 ON 時間=30sec		
1-1b	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
C 1-2a	定常バイアス印加 寿命試験 (高温 GS 印加) ⁽²⁾	1042	試験数量	水準 I LTPD 5 水準 II 適用しない		
			条件	V _{GS} =16V T _A =150°C, 1000hr		
1-2b	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
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} =160V T _A =150°C, 1000hr	V _{DS} =200V
1-2d	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
C -2a	熱衝撃試験 (温度サイクル)	1051	試験数量	水準 I 12p 水準 II 適用しない		
			条件	-55 ⁺⁰ ₋₅ °C↔25 ⁺¹⁰ ₋₅ °C↔150 ⁺⁵ ₋₀ °C 100 サイクル		
-2b	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		
-2c	終止点電氣的試験 ⁽³⁾	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
C -3	熱インピーダンス 試験 ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾ Z _{th(ch-c)} (ΔV _{SD})	3161	試験数量	水準 I LTPD 10 水準 II 8p		
			条件	T _A =25°C		
			許容値	max (°C/W) 0.5	max (°C/W) 0.5	max (°C/W) 0.5
C -4a	安全動作領域 試験 ⁽⁶⁾	3474	試験数量	水準 I LTPD 10 水準 II LTPD 10		
			条件	---		
-4b	終止点電氣的試験 ⁽⁶⁾	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
C -6a	静電気破壊試験	1020	試験数量	水準 I 3p 水準 II 適用しない		
			条件	V _{GS} ±2750V		
				V _{DS} =0V		
-6b	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 と同じ		

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	200V 系列	250V 系列
Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054
D -1a	熱衝撃試験 (ガラス歪み)	1056	試験数量 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	$-55^{+0}_{-5}^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 25^{+10}_{-5}^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 150^{+5}_{-0}^{\circ}\text{C}$ 45 サイクル		
	-1c リード強度試験	2036	条件	条件 A 1.5kg, 30s		
	-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 $1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$		
		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 と同じ		
D -2a	衝撃試験 ⁽¹⁾	2016	試験数量 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 $1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$		
		1071	条件	条件 C		
	-2e 終止点電氣的試験 ⁽¹⁾	---	条件	Gr.A-1 と同じ		
D -3a	塩気試験 ⁽²⁾	1041	試験数量 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	200V 系列	250V 系列
Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054
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		8mmHg 60sec (最小) $V_{DS}=250V, V_{GS}=0V$
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	250°C, 10s		
-6b	目視検査	---	条件	---		
-6c	気密性試験 (1)微小	1071	条件	条件 H		
			許容値	max $1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$		
	(2)グロス	1071	条件	条件 C		
-6d	終止点電氣的試験	---	条件	Gr.A-1 と同じ		

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	200V 系列	250V 系列
Sub	試験項目	方法	JAXA R	2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054
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⁾ 水準 II 4p ⁽¹⁾		
		1019	条件	照射線量 1×10 ³ Gy(Si) 照射線量率 36Gy(Si)/h～360Gy(Si)/h H ⁺ 17s 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} =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 ⁺ 17s 条件 C I _D =1mA, V _{GS} =0V		
			許容値	min 100V DC	min 200V DC	min 250V DC
(2)	ゲート漏れ電流 I _{GSS}	3411	条件	H ⁺ 17s 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 ⁺ 17s 条件 C V _{DS} =80V, V _{GS} =0V	H ⁺ 17s 条件 C V _{DS} =160V, V _{GS} =0V	H ⁺ 17s 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 ⁺ 17s 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・ソース間わ抵抗 R _{DS(on)}	3421	条件	H ⁺ 17s 試験 ⁽²⁾ , V _{GS} =12V		
				I _D 21A	I _D 21A	I _D 21A
			許容値	max [mΩ] 18	max [mΩ] 33	max [mΩ] 45

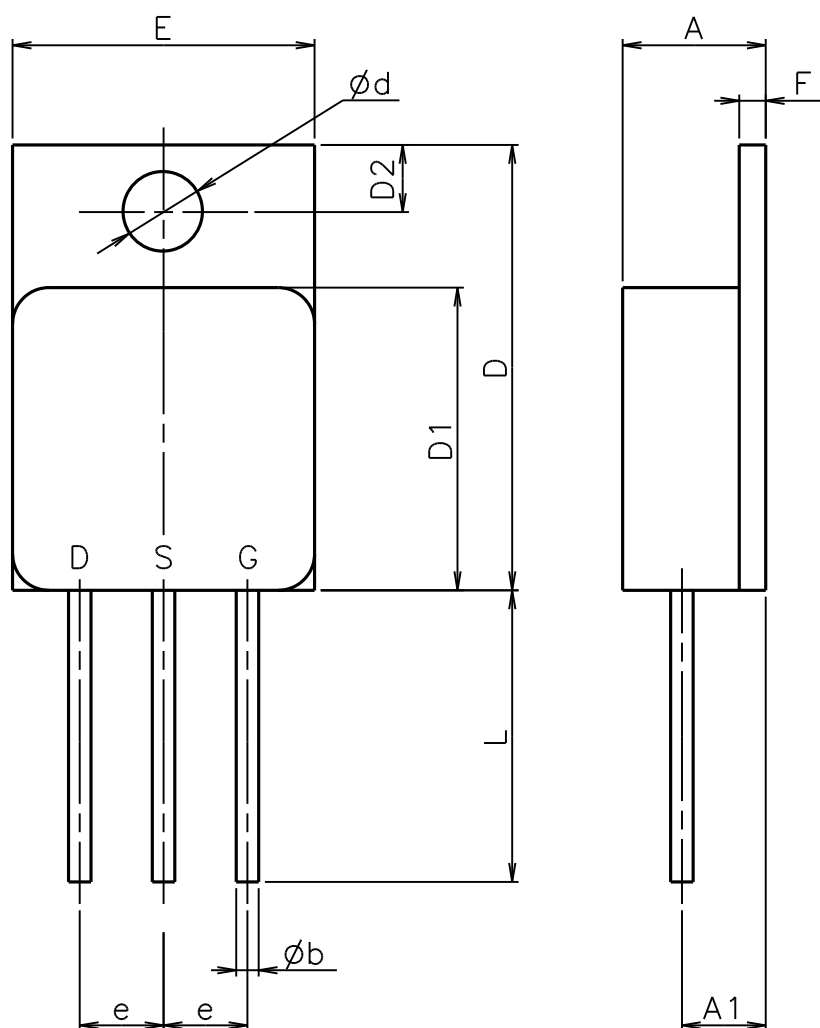
注 (1) 単一ウェハロットごとに実施する。ただし、単一ウェハロットから複数の検査ロットが構成される場合、一つの検査サブロットで代表することができる。

(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	200V 系列	250V 系列
			2SK 4048	2SK 4051	2SK 4054
			JAXA-QTS-2030 付則 C 試験項目	チップサイズ 1/1	チップサイズ 1/1
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。 ・ 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。		
	1-1b	終止点電氣的試験			
	-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)	任意の 1 製品で実施している場合、試験を省略できる。		
	-1b	熱衝撃試験(温度サイクル)			
	-1c	リード強度試験			
	-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	任意の 1 製品で実施している場合、試験を省略できる。		
	-5	内部水蒸気量検査			



記号	寸法 (mm)	
	最小値	最大値
A	6.35	6.65
A1	3.61	4.01
ϕb	0.90	1.14
D	20.07	20.31
D1	13.59	13.85
D2	2.93	3.17

記号	寸法 (mm)	
	最小値	最大値
ϕd	3.56	3.80
E	13.60	13.84
e	3.51	4.11
F	1.10	1.30
L	12.84	13.60

注意事項： すべてのリードはケースから絶縁されている。

図1 TO-254 タイプのケース及びリード接続

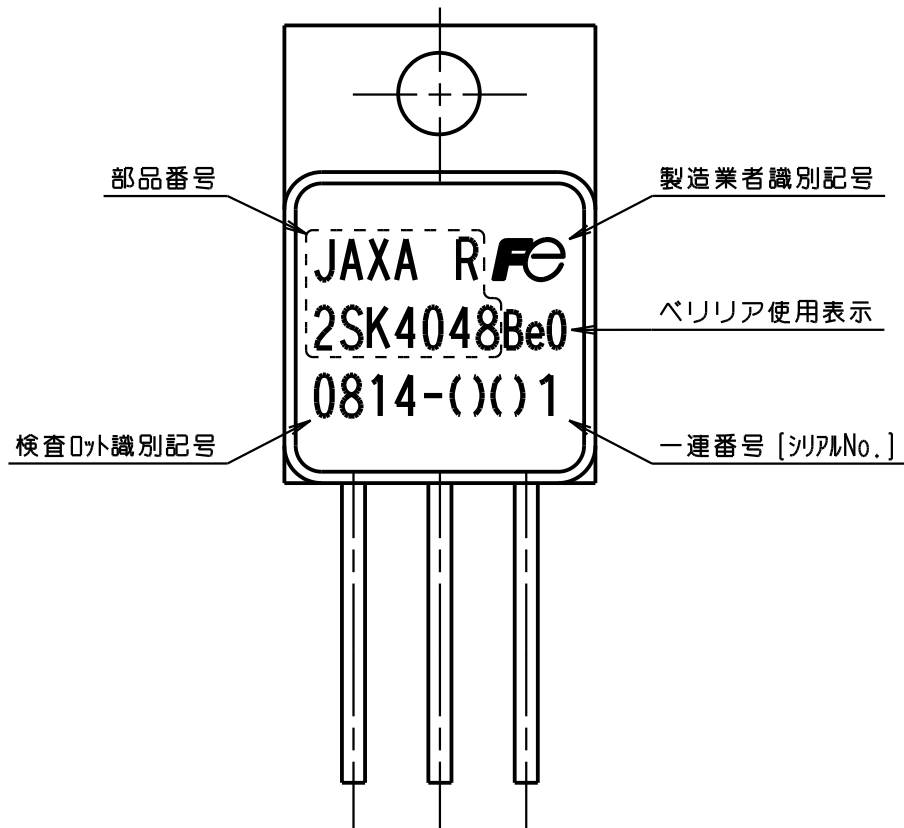


図2 表示内容

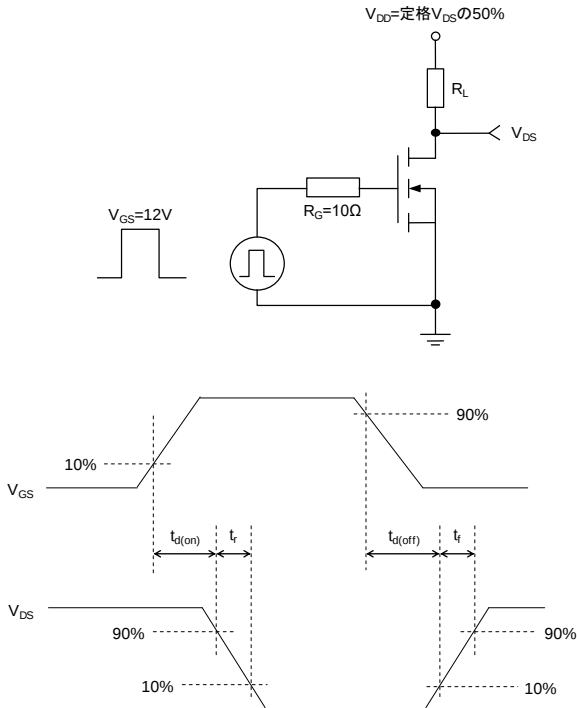


図 3 スイッチング時間測定回路及び波形

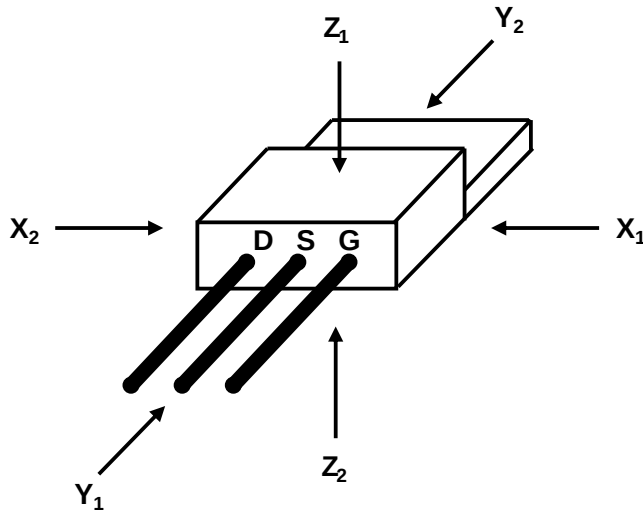


図 4 デバイスの方位

JAXA R 2SK4048

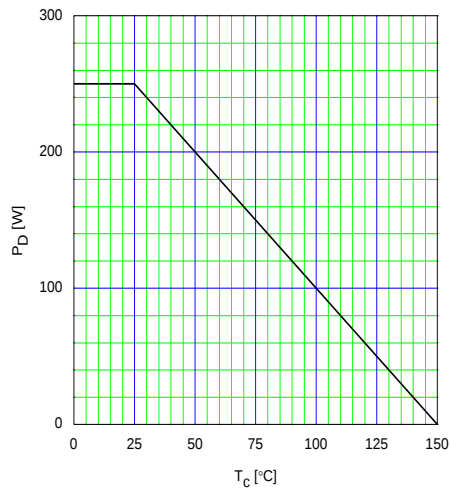


図 5 許容損失 P_D – ケース表面温度 T_c

JAXA R 2SK4048

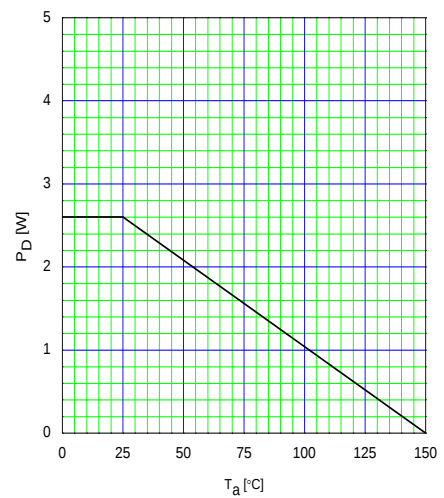


図 6 許容損失 P_D – 周囲温度 T_a

JAXA R 2SK4048

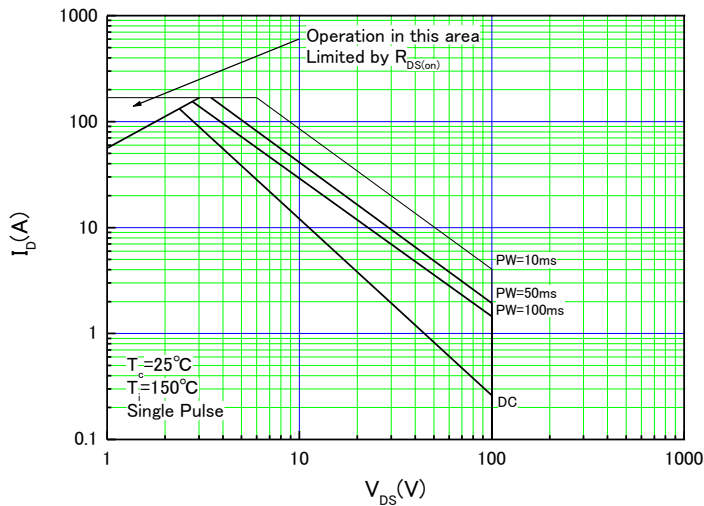


図 7 安全動作領域

JAXA R 2SK4051

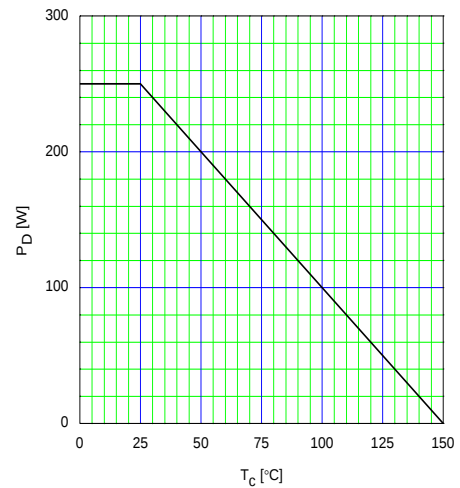


図 14 許容損失 P_D – ケース表面温度 T_c

JAXA R 2SK4051

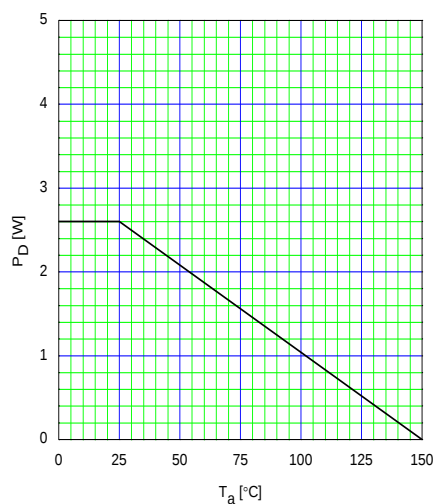


図 15 許容損失 P_D – 周囲温度 T_a

JAXA R 2SK4051

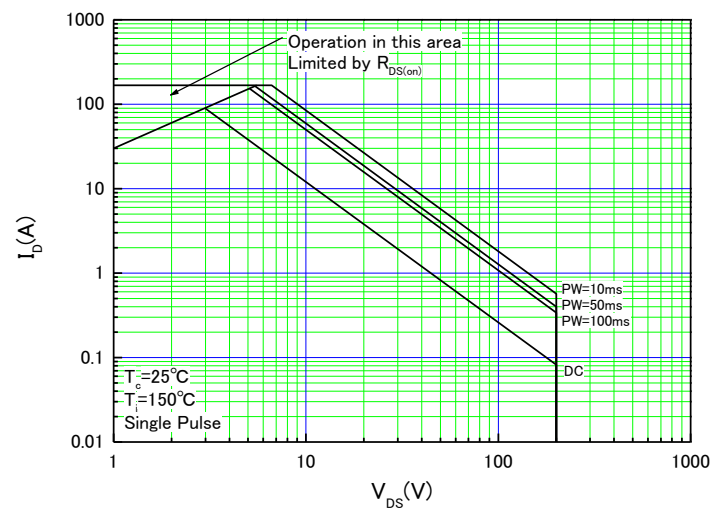


図 16 安全動作領域

JAXA R 2SK4054

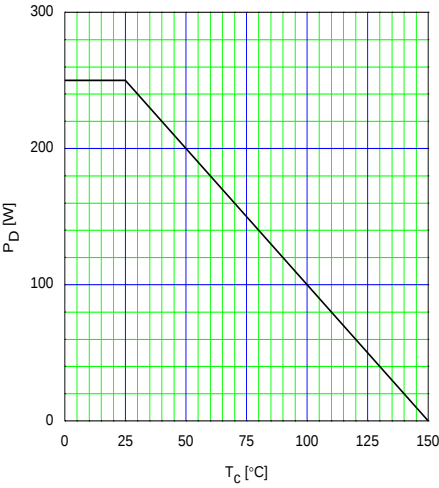


図 23 許容損失 P_D – ケース表面温度 T_c
JAXA R 2SK4054

JAXA R 2SK4054

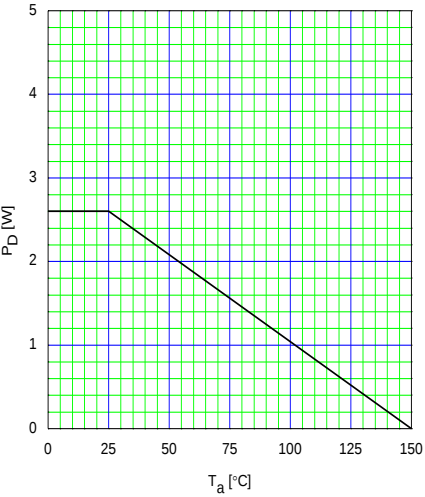


図 24 許容損失 P_D – 周囲温度 T_a

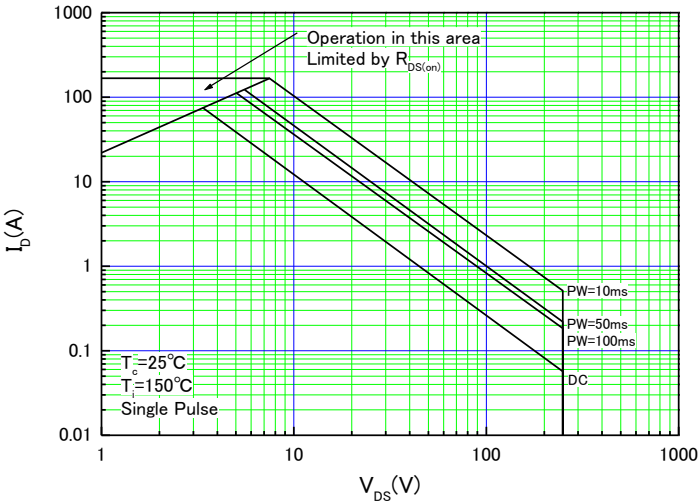


図 25 安全動作領域