

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 n チャンネルパワーMOSFET
部品番号 又は型式	JAXA R 2SK1A01
適用仕様書	JAXA-QTS-2030 JAXA-QTS-2030/105

令和 2 年 3 月

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

記号	年月日	主要改訂内容
-----	2012-3-29	初版
A	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 ・10 項 その他 問い合わせ先を修正。

目次

1	総 則	1
1.1	目 的.....	1
1.2	適用文書.....	1
2	部品の概要	1
2.1	外観・寸法	1
2.2	質 量.....	1
2.3	素子構造	1
3	使用方法.....	5
3.1	絶対最大定格	5
3.2	推奨動作条件	6
3.3	締め付けトルク	6
3.4	端子曲げ加工	6
4	通常状態における特性	6
4.1	電気的特性	6
4.2	機械的及び熱的特性	6
5	各種動作条件における特性曲線	8
6	環境限界.....	12
6.1	振動.....	12
6.2	衝撃	12
6.3	定加速度.....	12
6.4	熱衝撃	12
6.5	静電気	12
6.6	放射線	13
7	信頼性	15
7.1	加速試験.....	15
7.2	予想される故障モード	15
8	保存方法.....	16
9	注意事項.....	16
10	その他	16

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に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

下記の文書の最新版は、このシートに記載されている製品に適用される。

- a) 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
- b) JAXA-QTS-2030/105 宇宙開発用信頼性保証 n チャネルパワーMOSFET 個別仕様書
- c) MIL-STD-750 TEST METHODS FOR SEMICONDUCTOR DEVICES
(個別半導体デバイスの試験方法)

2 部品の概要

2.1 外観・寸法

ケース外形図及び寸法を図 1、内部構造を図 2、表示内容を図 3 に示す。

2.2 質 量

4.3g (標準値)

2.3 素子構造

n チャネルエンハンスメントプレーナ型 MOS 電界効果トランジスタでペレット 1 個を内蔵し、図 1 に示すケースにシーム溶接でシールされた気密構造である。その概略内部構造を図 2 に示す。

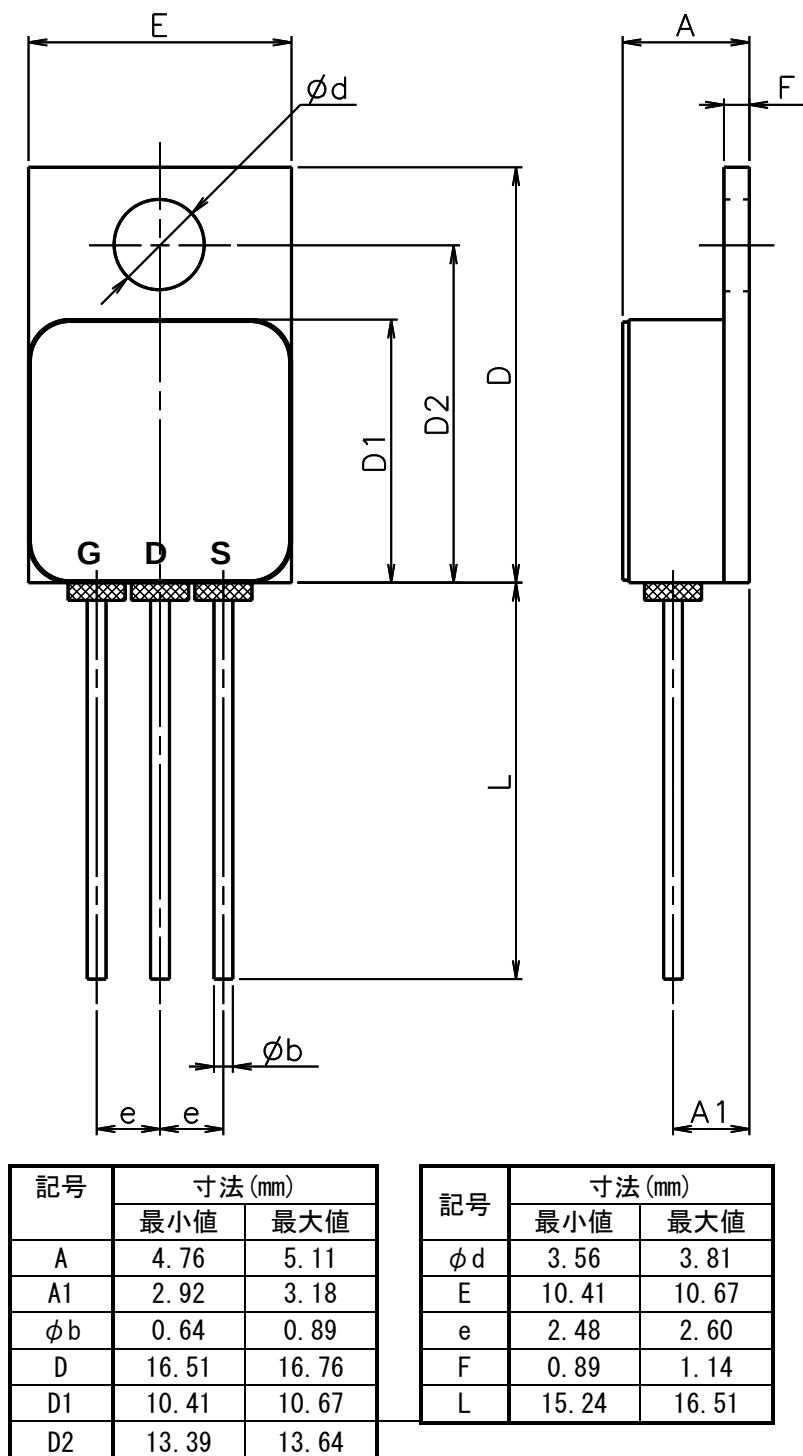


図 1 ケース外形図 (TO-257)

注意事項: すべてのリードはケースから絶縁されている。

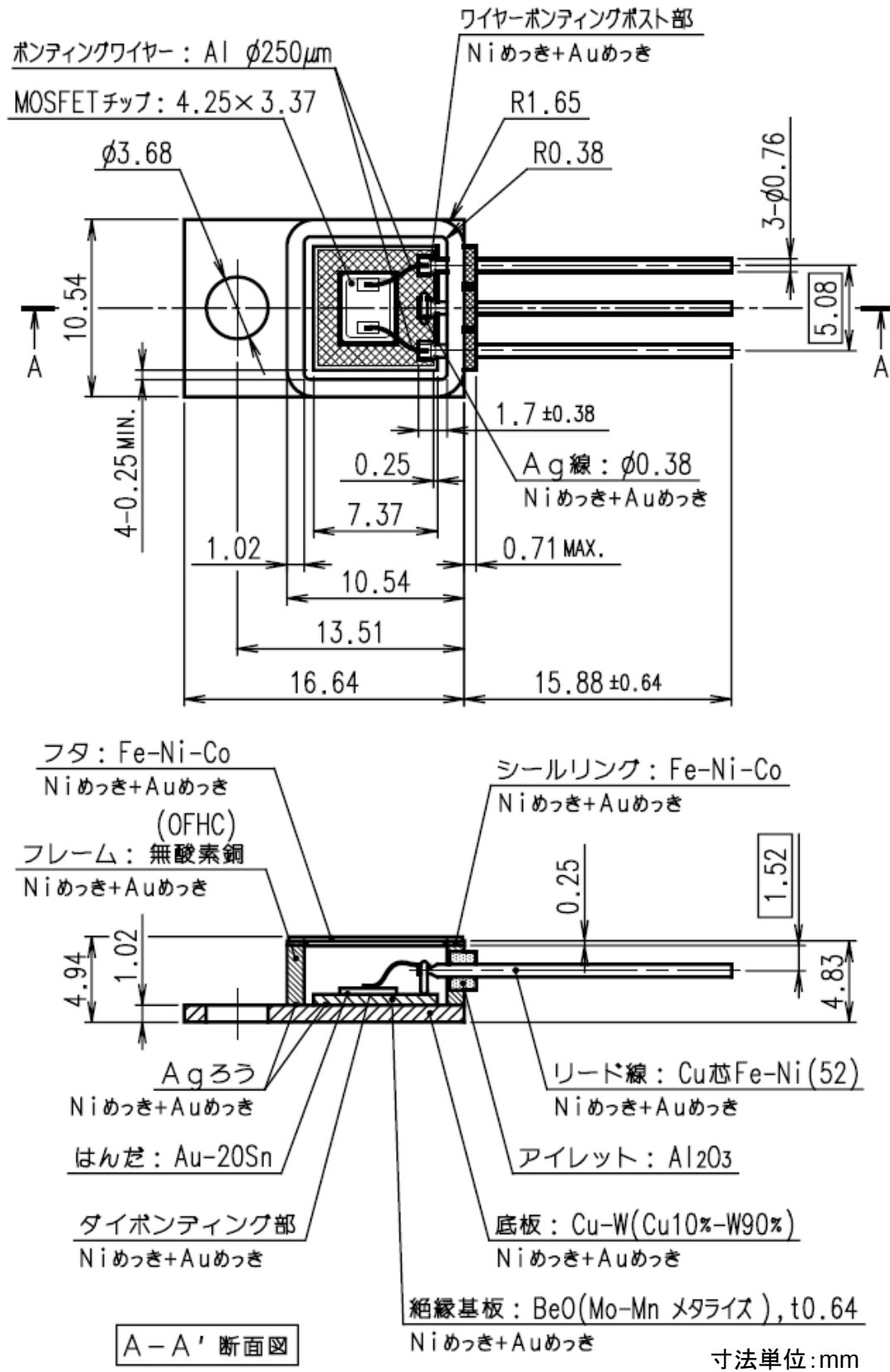


図 2 内部構造及び断面図 (TO-257)

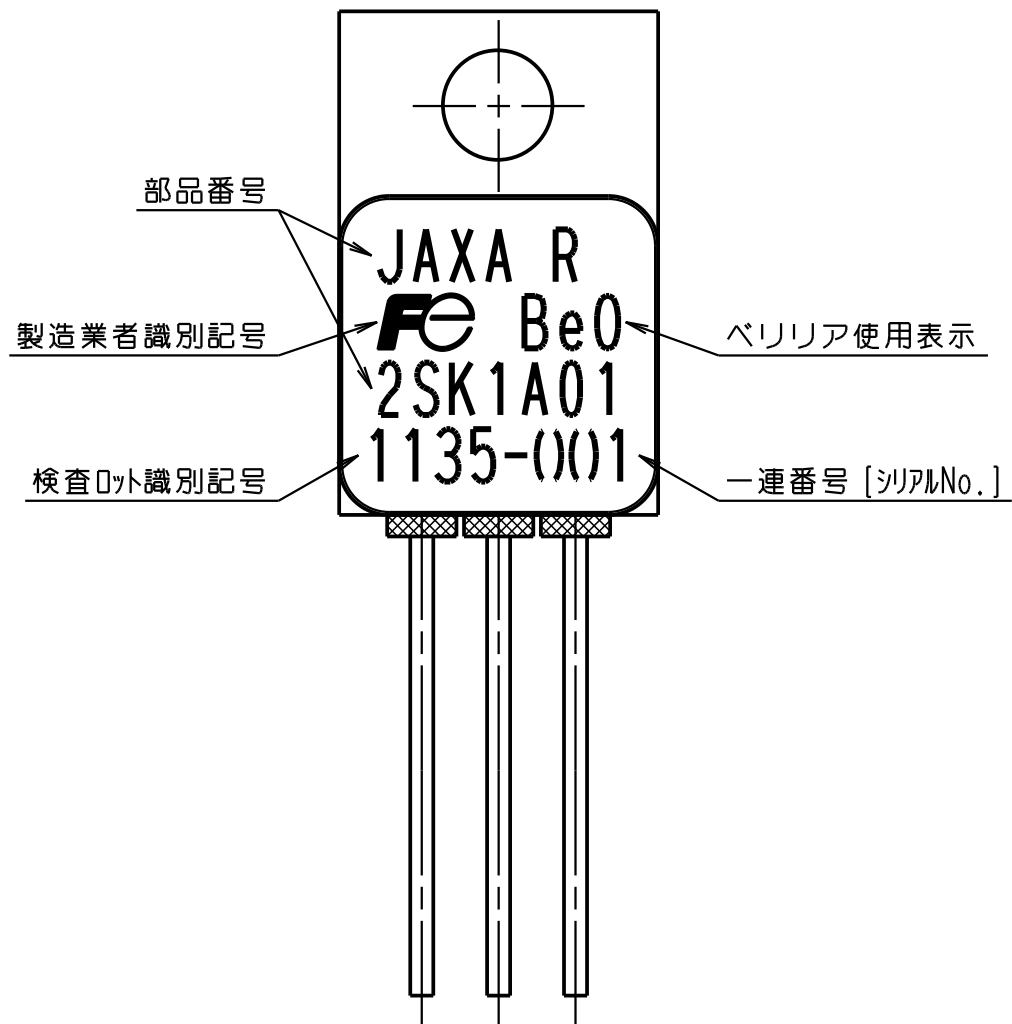


図 3 表示内容

3 使用方法

回路設計に際しては、表 1 の絶対最大定格に対して十分余裕のある設計を行うこと。表 2 の推奨動作条件内で使用することが望ましい。

3.1 絶対最大定格

表 1 絶対最大定格

部品番号	V _{DS} (V)	I _D (A)	I _{D(pulse)} (A)	V _{GS} (V)	P _D T _C =25°C (W)	P _D T _A =25°C (W)	T _{ch} ⁽¹⁾ (°C)	T _{stg} (°C)	R _{th(ch-c)} (°C/W)	R _{th(ch-a)} (°C/W)
JAXA R 2SK1A01	600	3.9	15.6	±20	70	2.55	150	-55 to 150	1.67	49.0

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 (°C)

T_A: 周囲温度(°C)

R_{th(ch-c)}: 接合部-ケース間熱抵抗 (°C/W)

R_{th(ch-a)}: 接合部-周囲間熱抵抗 (°C/W)

P_D: 許容損失 (W)

3.2 推奨動作条件

表 2 推奨動作条件

項 目	推奨値
$V_{DS}(DC)$	450V (定格の 75%)
$I_D(DC)$	2.73A (定格の 70%)
V_{GS}	-7.5 to +15V
T_{ch}	-55 to 125°C

3.3 締め付けトルク

デバイスをヒートシンクに取り付ける場合の推奨締め付けトルクを下表に示す。過剰なトルクで締め付けられた場合、デバイスに損傷を与え、また弱いトルクでは放熱性が低下し、デバイスが熱暴走破壊することがある。

ケース	ねじ	締め付けトルク
TO-257	M3	40-60Ncm

注 ヒートシンクの平坦度 : $< \pm 30\mu\text{m}$
 表面粗さ : $< 10\mu\text{m}$
 取付け穴の面取り加工 : $C < 1.0\text{mm}$

3.4 端子曲げ加工

- ・ 端子の根元から 2.0mm 以上離れた部分から曲げ加工を行うこと。
- ・ 端子曲げ加工する際の内方半径寸法は、R1.5mm 以上を有すること。
- ・ 端子を曲げ加工する際には、セラミックにストレスを与えないように端子の根元を保持した上で実施すること。

4 通常状態における特性

4.1 電気的特性

電気的特性を表 3a、3b、3c、3d に示す。

4.2 機械的及び熱的特性

個別仕様書で保証される機械的及び熱的特性（耐環境性）を表 4 に示す。

表 3a 電気的特性 (特に規定のない場合は $T_A=25^\circ\text{C}$)

部品番号	$V_{(BR)DSS}$ (V)		I_{DSS} (μA)		I_{GSS} (nA)		$V_{GS(th)}$ (V)		$R_{DS(on)}^{(1)}$ (Ω)		$gfs^{(1)}$ (S)	
	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=0\text{V}$		$V_{DS}=480\text{V}$ $V_{GS}=0\text{V}$		$V_{GS}=\pm 20\text{V}$ $V_{DS}=0\text{V}$		$I_D=1\text{mA}$ $V_{DS}=V_{GS}$		$I_D=1.95\text{A}$ $V_{GS}=12\text{V}$		$I_D=1.95\text{A}$ $V_{DS}=25\text{V}$	
	最小	標準	最大	標準	最大	標準	最小-最大	標準	最大	標準	最小	標準
JAXA R 2SK1A01	600	660	10	40n	± 100	+1 -1	2.5-4.5	3.5	1.9	1.4	2.5	3.4

注⁽¹⁾ パルス試験: パルス幅 $\leq 1\text{ms}$, デューティサイクル $\leq 2\%$ 表 3b 電気的特性 (特に規定のない場合は $T_A=25^\circ\text{C}$)

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} =300V, I _D = 3.9A, V _{GS} =12V						V _{DD} =300V, I _D =3.9A, V _{GS} =12V, R _G =10Ω							
	最大	標準	最大	標準	最大	標準	最大	標準	最大	標準	最大	標準	最大	標準
JAXA R 2SK1A01	14	9	14	7	48	33	55	36	10	6.5	100	66	15	8

表 3c 電気的特性 (特に規定のない場合は $T_A=25^\circ\text{C}$)

部品番号	C_{iss} (pF)		C_{oss} (pF)		C_{rss} (pF)	
	$V_{DS}=75V, V_{GS}=0V$ $f=1MHz$					
	最大	標準	最大	標準	最大	標準
JAXA R 2SK1A01	1350	900	85	55	10	5

表 3d 電気的特性 (寄生ダイオード特性)

部品番号	$V_{SD}^{(1)}$ (V)		t_{rr} (ns)	Q_{rr} (μC)
	$I_F=3.9\text{A}$ $V_{GS}=0\text{V}$		$I_F=3.9\text{A}, V_{GS}=0\text{V},$ $-di/dt=100\text{A}/\mu\text{s},$ $T_{ch}=25^{\circ}\text{C}$	
	最大	標準	標準	標準
JAXA R 2SK1A01	1.6	1.2	800	11

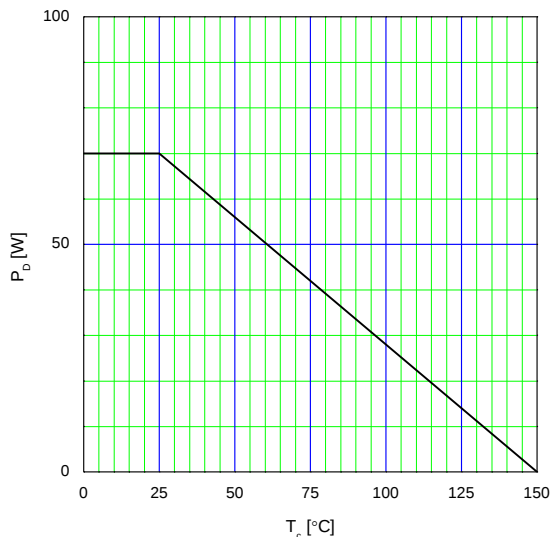
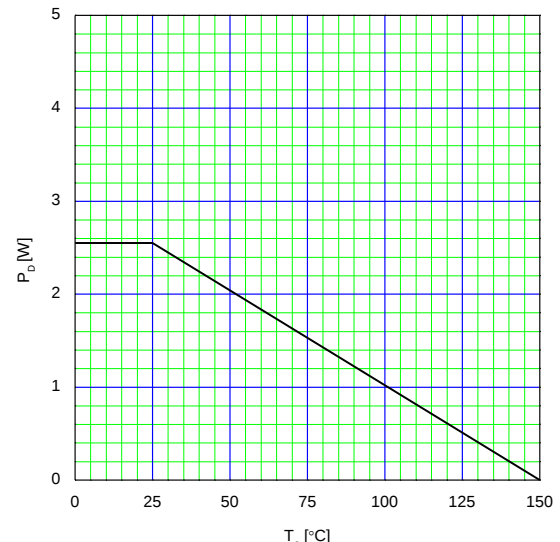
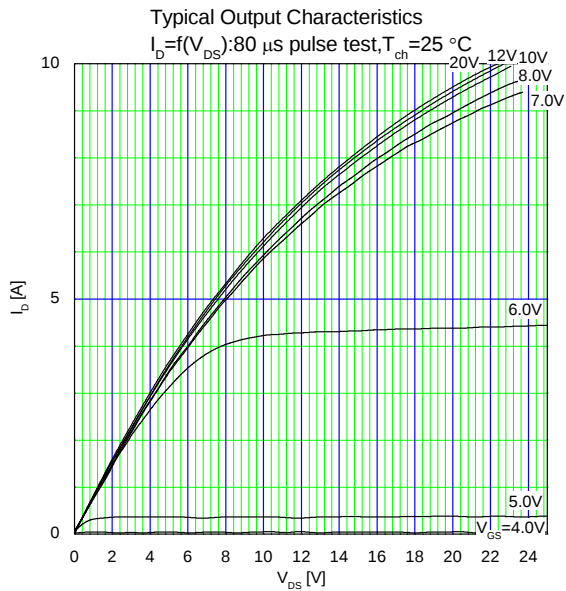
注⁽¹⁾ パルス試験: パルス幅 $\leq 1\text{ms}$, デューティサイクル $\leq 2\%$

表 4 機械的及び熱的特性

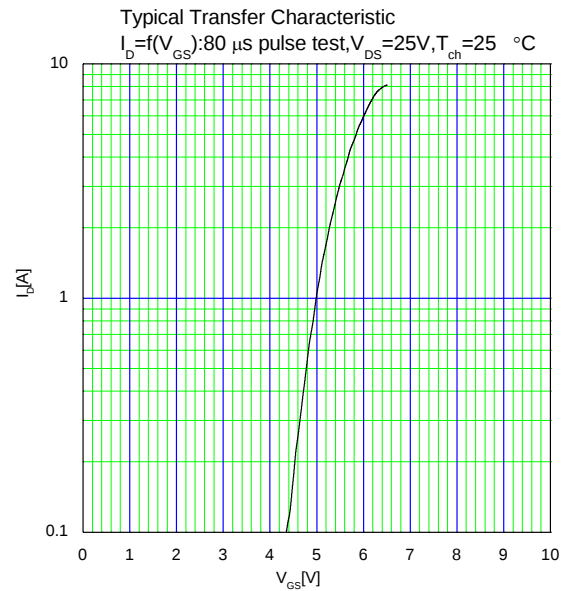
試験項目		性 能
温 度	温度サイクル	-55 to 150°C, 500 サイクル
	熱衝撃	0 to 100°C, 25 サイクル
	はんだ耐熱	250°C, 10s
耐湿性		80 to 98%, 25 to 65°C, 10 サイクル
塩 気		35°C, 24hr, 塩堆積率=10 to 50g/m ² /24hr
機 械 環 境	振 動	196.1m/s ² (20G), 100 to 2000Hz, 4min X-Y-Z 各方向 4 回
	衝 撃	14700m/s ² (1500G), 0.5ms X ₁ -Y ₁ -Y ₂ -Z ₁ 各方向 5 回
	定加速度	98100 m/s ² (10000G) X ₁ -Y ₁ -Y ₂ -Z ₁ 各方向 1 回
	リード強度	1.5kgf, Z ₁ 方向, 30s
静電気破壊試験 (ESD)		C=100pF, R=1.5kΩ V _{GS} =±500V

5 各種動作条件における特性曲線

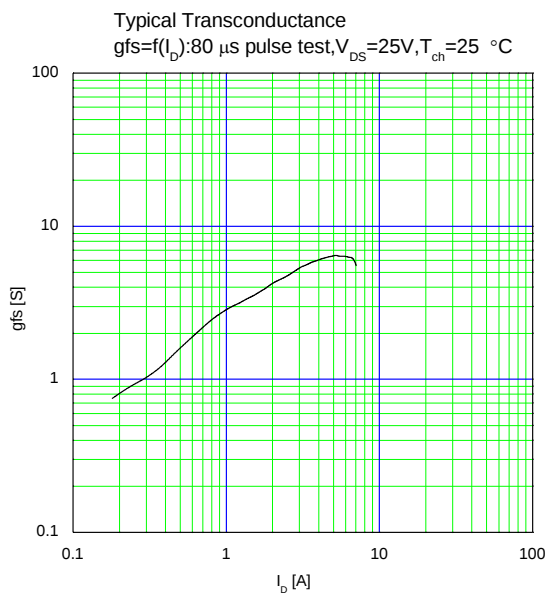
各種動作条件における特性曲線を図 4～図 6 に示す。

許容損失 P_D - ケース表面温度 T_c 許容損失 P_D - 周囲温度 T_a 

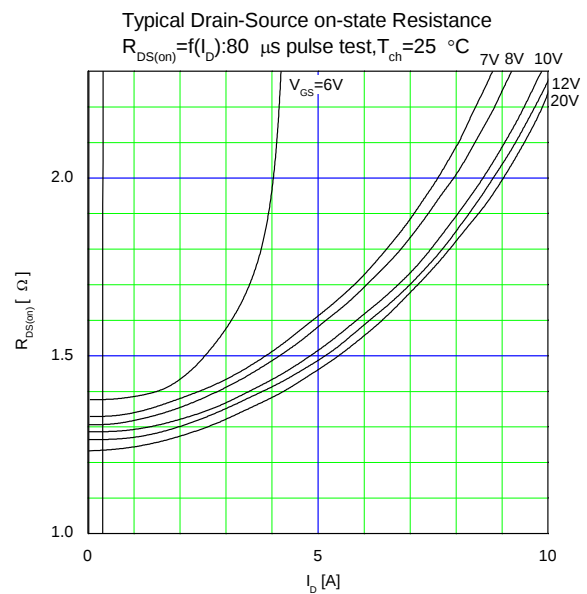
ドレイン電流-ドレイン・ソース間電圧



ドレイン電流-ゲート・ソース間電圧

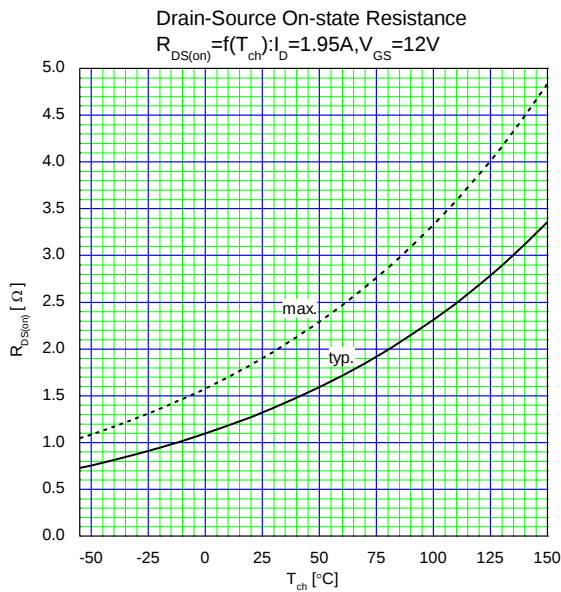


順伝達コンダクタンス-ドレイン電流

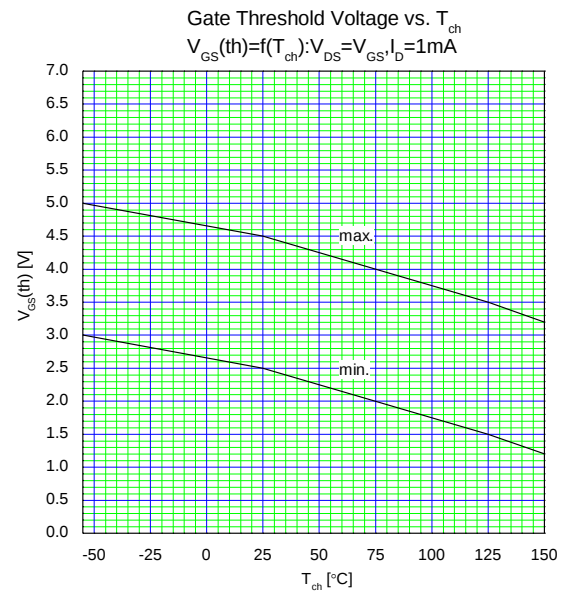


ドレイン・ソース間オン抵抗-ドレイン電流

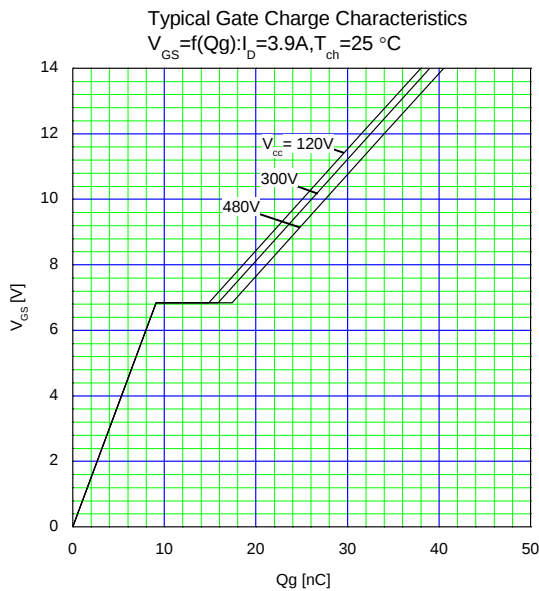
図 4 特性曲線 JAXA R 2SK1A01 (1/3)



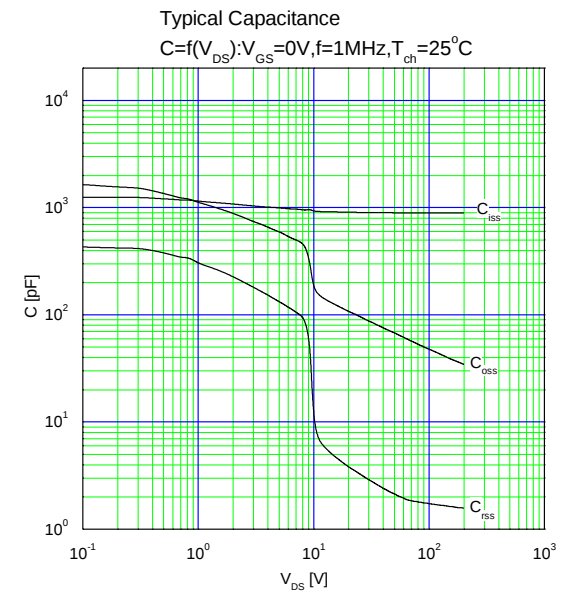
ドレイン・ソース間オン抵抗ーチャネル温度



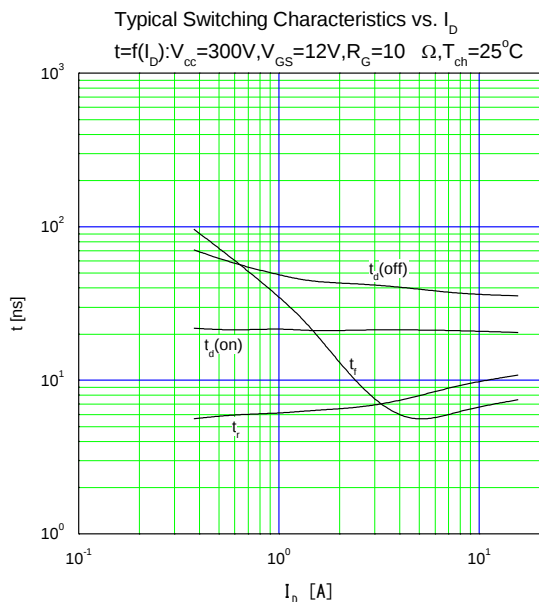
ゲート・ソース間しきい値電圧ーチャネル温度



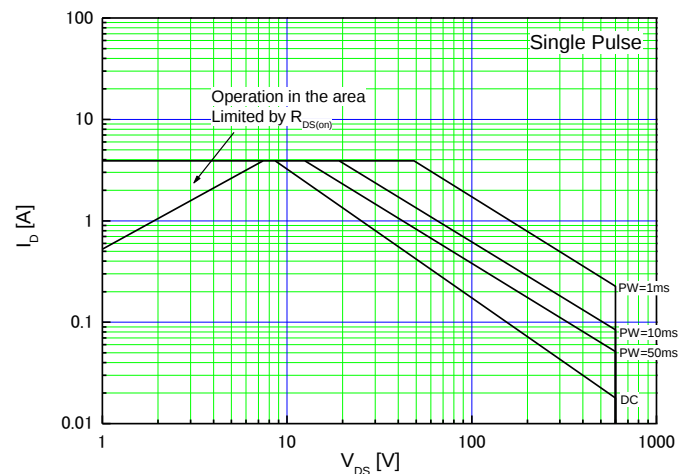
ゲート・ソース間電圧ーゲート電荷



容量ードレイン・ソース間電圧

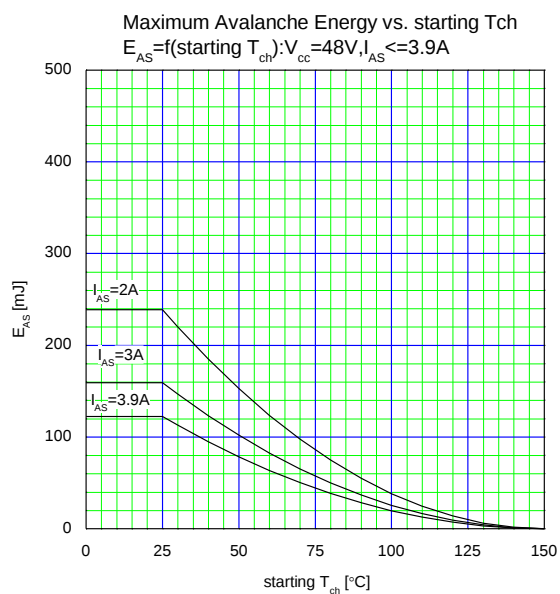


スイッチング時間ードレイン電流

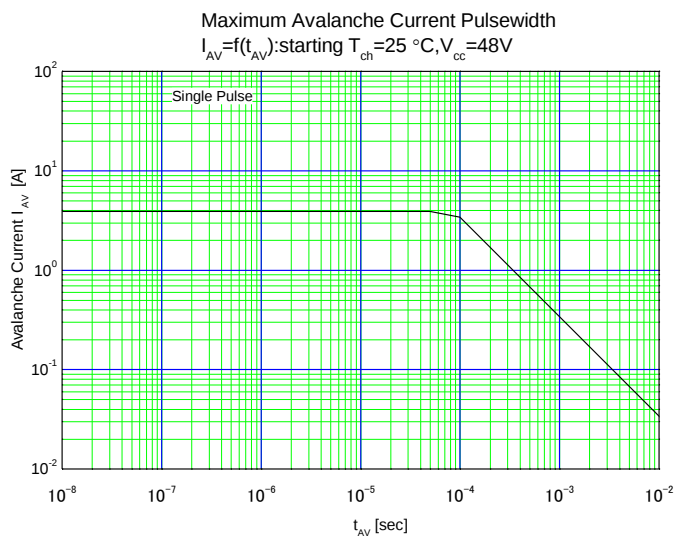


安全動作領域

図 5 特性曲線 JAXA R 2SK1A01 (2/3)



アバランシェ・エネルギー — 試験開始チャネル温度



最大アバランシェ電流

図 6 特性曲線 JAXA R 2SK1A01 (3/3)

6 環境限界

限界評価試験結果を表 5～10 に示す。

6.1 振動

表 5 振動試験結果

試験項目	試験条件	評価結果
可変周波振動	1.52mm のダブル振動（最大全行程） 又は、20G（ピーク）のいずれか小さい振幅 100~2000Hz, 掃引速度 4 分 X, Y, Z 各軸 4 回	0/22 個

6.2 衝撃

表 6 衝撃試験結果

試験項目	試験条件	評価結果
衝撃	1500G (14700m/s ²) パルス幅 0.5msec X ₁ , Y ₁ , Y ₂ , Z ₁ 方向：各方向 5 回	0/22 個

6.3 定加速度

表 7 定加速度試験結果

試験項目	試験条件	評価結果
定加速度	10,000G (98100m/s ²) X ₁ , Y ₁ , Y ₂ , Z ₁ 各方向 1 分	0/22 個

6.4 熱衝撃

表 8 熱衝撃試験結果

試験項目	試験条件	評価結果
熱衝撃	-55°C to 25°C to 150°C (30 分) (5 分) (30 分) 500 サイクル	0/45 個

6.5 静電気

表 9 静電気破壊試験結果

試験項目	試験条件 MIL-STD-750 方法 1020	評価結果
静電気	V _{GS} =±500V	クラス 1

6.6 放射線

表 10a 耐放射線性試験結果

トータルドーズ	試験条件
	線源: Co-60 γ 線 照射線量 1000 Gy(360Gy/hr)
	バイアス条件 (照射中、照射後) (a) $V_{DS}=0$, $V_{GS}=20$ V, (b) $V_{DS}=0$, $V_{GS}=-20$ V, (c) $V_{DS}=480$ V, $V_{GS}=0$ V
	評価結果
	バイアス条件ごとに 0/4 個 (1×10^3 Gy) BV_{DSS} トータルドーズ依存性 : 図 7, $V_{GS(th)}$ トータルドーズ依存性 : 図 8

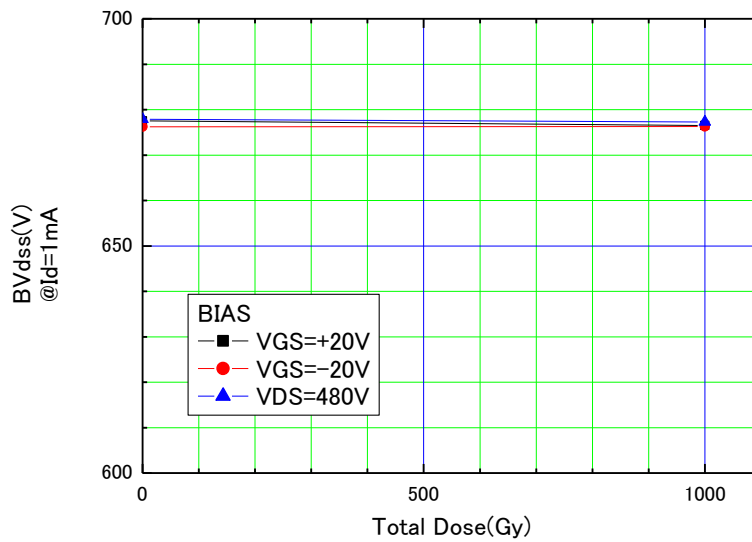
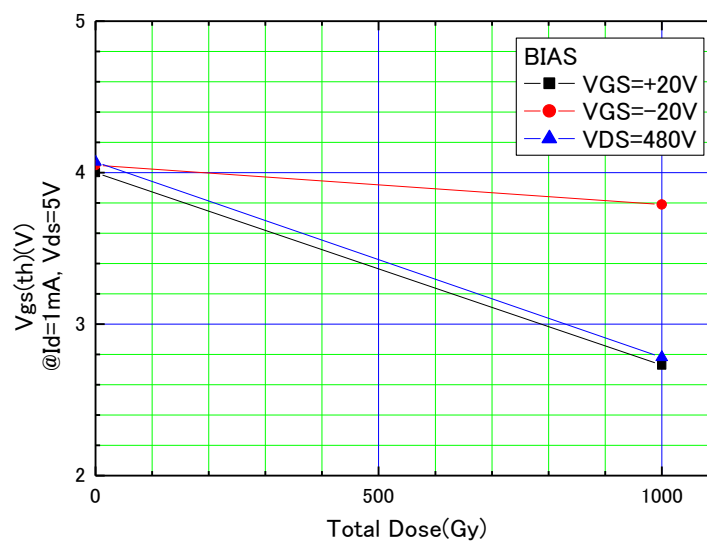
図 7 BV_{DSS} トータルドーズ依存性図 8 $V_{GS(th)}$ トータルドーズ依存性

表 10b 耐放射線性試験結果

部品番号 JAXA R	600V 系列	
	2SK1A01	
シングルイベント 耐性 (SEB/SEGR)	試験条件	評価結果
	Ion: Kr, Energy: 768 MeV LET: 38.2MeV/(mg/cm ²) ⁽¹⁾ Range: 94μm, T _A =25+/-5°C Fluence: 3E5+/- 5% ions/cm ² 照射角度: チップ面に垂直 許容値: I _{GSS} ≤ 10μA 及び破壊なきこと	V _{DS} =600V 及び V _{GS} =-7.5V 0/3 個 V _{DS} =140V 及び V _{GS} =-20.0V 0/3 個 (SEE-SOA: 図 9)

注⁽¹⁾ デバイス中の平均 LET。

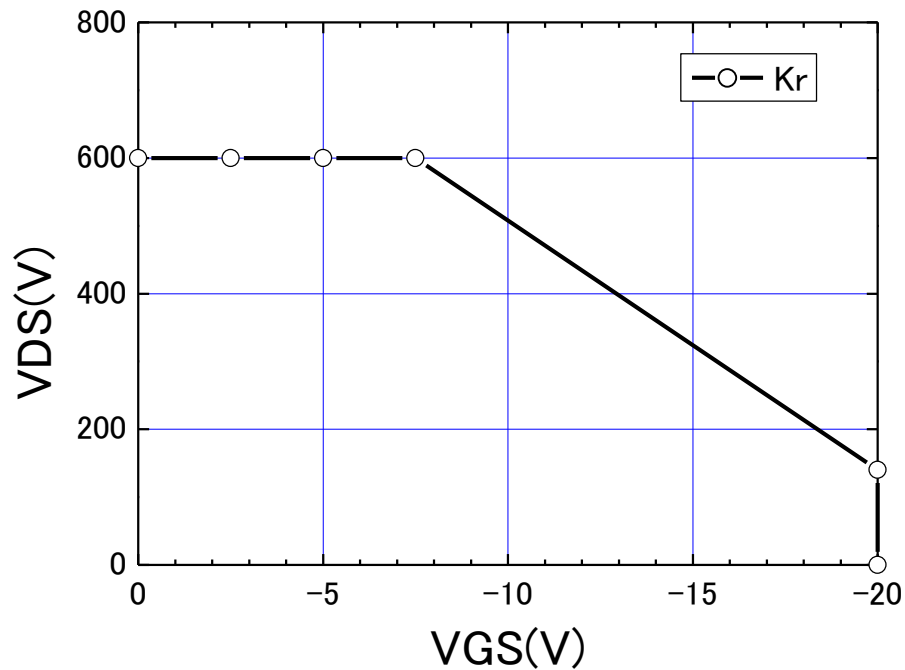


図 9 SEE-SOA

7 信頼性

7.1 加速試験

加速試験結果を表 11 に示す。

表 11 加速試験結果

試験項目	試験条件	評価結果
定常バイアス印加寿命試験(高温 GS 印加)	MIL-STD-750 方法 1042 条件 A $T_A=150^{\circ}\text{C}$, 1000hr $V_{GS}=16\text{V}$	0/45 個
定常バイアス印加寿命試験(高温 DS 印加)	MIL-STD-750 方法 1042 条件 B $T_A=150^{\circ}\text{C}$, 1000hr $V_{DS}=480\text{V}$	0/45 個
熱衝撃試験 (温度サイクル)	-55 to 150°C , 500 サイクル	0/45 個
断続動作寿命試験	$\Delta T_C=100\text{deg}$, 6000 サイクル	0/22 個

7.2 予想される故障モード

表 12 予想される故障モード

故障モード	発生比率 (%)
短絡	70
漏れ電流の増加	20
熱抵抗の増加	3
$V_{GS(th)}$ の劣化	3
オープン	3
その他	1

8 保存方法

- (1) 保管の場所は、温度、湿度が適切な範囲内にあることが必要で、 $T_A=10\sim30^{\circ}\text{C}$ 、 $RH=40\sim60\%$ の範囲での保管を推奨する。
- (2) 保管の雰囲気は、有毒なガスの発生がなく、塵埃の少ない状態にすること。
- (3) 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導電性袋やアルミ箔等で静電気対策を行うこと。

9 注意事項

この部品を使用する際、取扱上特に注意しなければならない事項を以下に示す。

- (1) はんだ付けは、 250°C 以下の温度で 5 秒以内にリード根元より 1mm 以上離れたところで行うこと。また、はんだゴテやはんだバスを接地すること。
- (2) 部品を取り扱う際、人体、取扱場所、測定器等は必ずアースを取ること。
- (3) ベリリアについての注意

本製品はパッケージにベリリアを使用している。粉末または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わなければならない。

10 その他

お問合せ先：富士電機株式会社

住所： 〒141-0032 東京都品川区一丁目 11 番 2 号 ゲートシティ大崎イーストタワー
Tel： 03-5435-7151