

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 2SK4185 JAXA R 2SK4190
適用仕様書	JAXA-QTS-2030 JAXA-QTS-2030/103

2022年7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
-----	2008-2-29	初版
A	2012-11-12	<ul style="list-style-type: none"> ・表 4 の振動試験、衝撃試験、定加速度試験の試験条件の有効桁数を見直し。 ・表 6 の衝撃試験の試験条件の有効桁数を見直し。 ・表 7 の定加速度試験の試験条件の有効桁数を見直し。 ・DC 時の安全動作領域を図へ追加。
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 ・3.5 表面実施時の推奨実装方法 (SMD パッケージ) 3.5.1 推奨使用基板 3.5.2 推奨リフロー条件 表 A 推奨リフロー温度プロファイル 図 A 推奨リフロー温度プロファイル 3.5.3 輸送機用途を想定したはんだ付等熱負荷評価試験 表 B 熱履歴後の環境限界評価結果 を追記。 ・10 項 その他 問い合わせ先を修正
C	2022-07-29	<ul style="list-style-type: none"> ・認定終了型式(2SK4186, 2SK4187, 2SK4188, 2SK4189)を表紙の部品番号又は型式から削除。 ・認定継続型式の認定試験データとして代用している型式が認定終了型式に存在するため、本文には認定終了型式の記載内容を参考として含めている。その旨を 1.1 項へ追記。

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	14
3.1	絶対最大定格	14
3.2	推奨動作条件	14
3.3	締め付けトルク（TO-254 パッケージ）	15
3.4	端子曲げ加工（TO-254 パッケージ）	15
3.5	表面実施時の推奨実装方法（SMD パッケージ）	15
3.5.1	推奨使用基板	15
3.5.2	推奨リフロー条件	15
3.5.3	輸送機用途を想定したはんだ付等熱負荷評価試験	16
4	通常状態における特性	17
4.1	電気的特性	17
4.2	機械的及び熱的特性	17
5	各種動作条件における特性曲線	20
6	環境限界	39
6.1	振動	39
6.2	衝撃	39
6.3	定加速度	39
6.4	熱衝撃	40
6.5	静電気	40
6.6	放射線	41
7	信頼性	43
7.1	加速試験	43
7.2	予想される故障モード	43
8	保存方法	44
9	注意事項	44
10	その他	44

1 総 則

1.1 目 的

この適用データシートは、JAXA QTS 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。

なお、この適用データ・シートには2022年7月29日をもって認定終了となった以下の製品に関する記載を参考として含めている。認定終了となった製品の仕様については、JAXA-QTS-2030/103Bを参照のこと。

JAXA R 2SK4186, 2SK4187, 2SK4188, 2SK4189

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。

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
JAXA-QTS-2030/103	宇宙開発用信頼性保証 n チャネルパワーMOSFET 個別仕様書
MIL-STD-750	TEST METHODS FOR SEMICONDUCTOR DEVICES (個別半導体デバイスの試験方法)
JERG-0-043	宇宙用表面実装はんだ付工程標準

2 部品の概要

2.1 外観・寸法

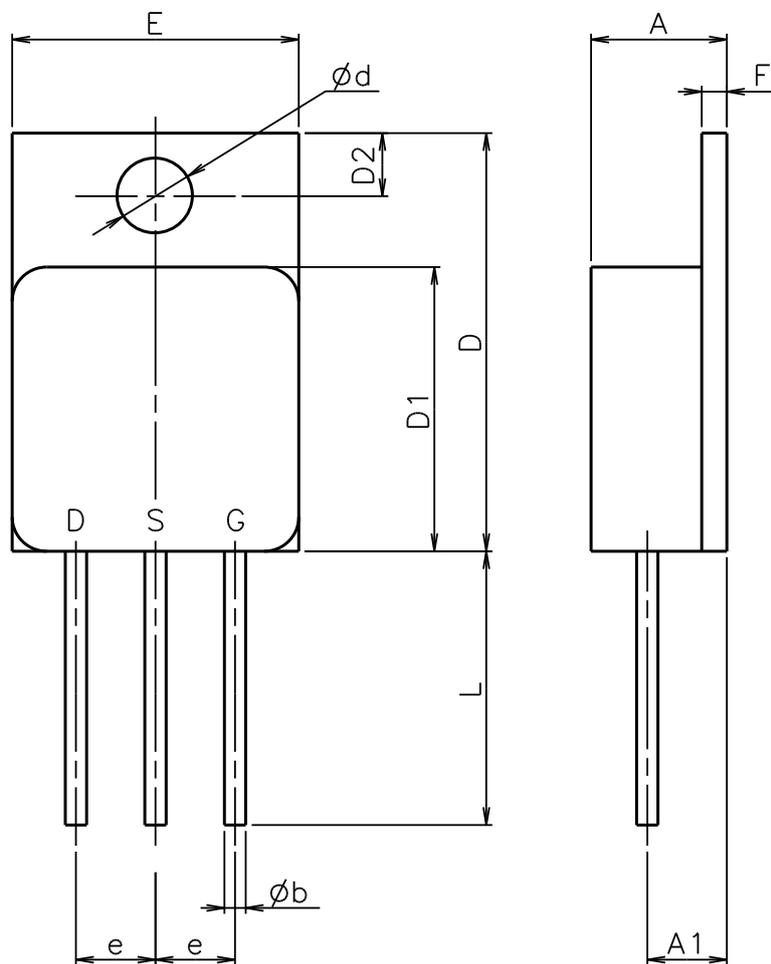
ケース外形図及び寸法を図 1a、1b、1c、1d、表示内容を図 8a、8b、8c、8d に示す。

2.2 質 量

TO-254 パッケージタイプ (JAXA-R-2SK4185, K4186, K4187)	: 9.3g (標準値)
SMD-2 パッケージタイプ (JAXA-R-2SK4188)	: 3.3g (標準値)
SMD-1 パッケージタイプ (JAXA-R-2SK4189)	: 2.6g (標準値)
SMD-0.5 パッケージタイプ (JAXA-R-2SK4190)	: 1.0g (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 1a、1b、1c、1d 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 2~7 に示す。

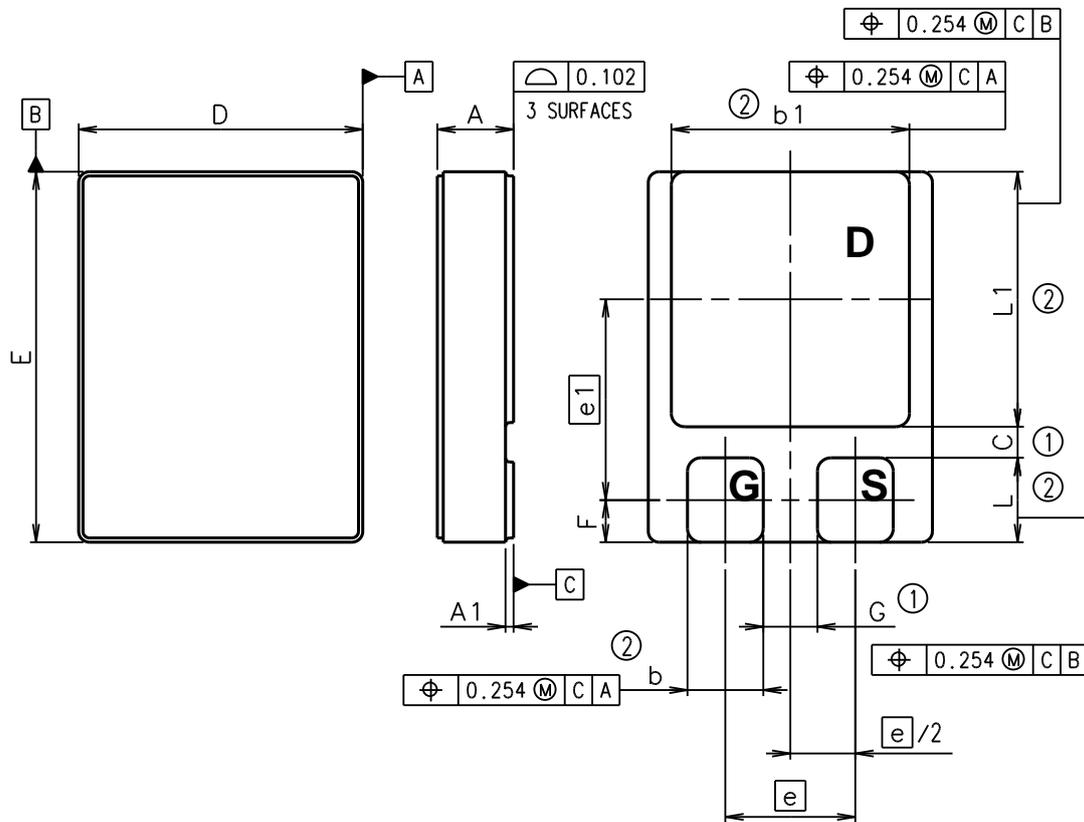


記号	寸法 (mm)	
	最小値	最大値
A	6.35	6.65
A1	3.61	4.01
ϕb	0.90	1.14
D	20.07	20.31
D1	13.59	13.85
D2	2.93	3.17

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 1a ケース外形図 (TO-254)
(JAXA R 2SK4185, 4186, 4187)



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

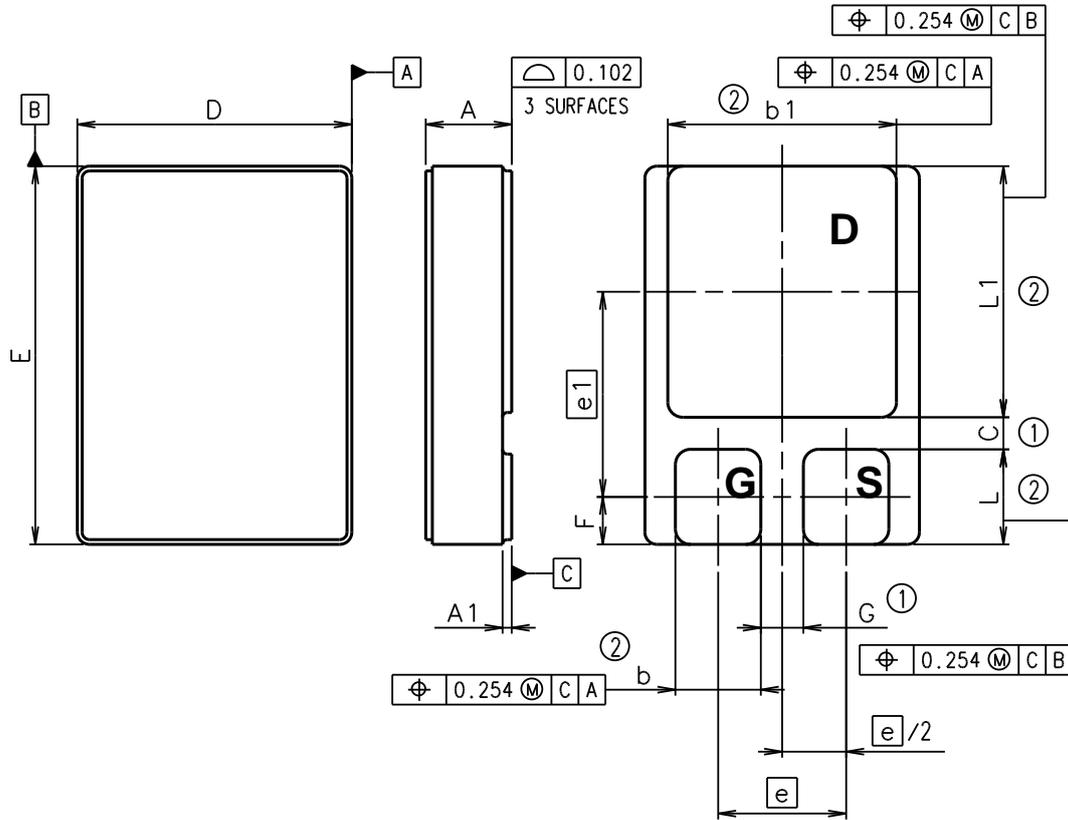
記号	寸法 (mm)		
	最小値	中心値	最大値
$e/2$	—	3.05	—
e	—	6.10	—
$e1$	—	9.50	—
F	—	1.99	—
G	1.27	—	—
L	3.87	3.99	4.11
L1	11.94	12.065	12.19

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 1b ケース外形図 (SMD-2)
(JAXA R 2SK4188)



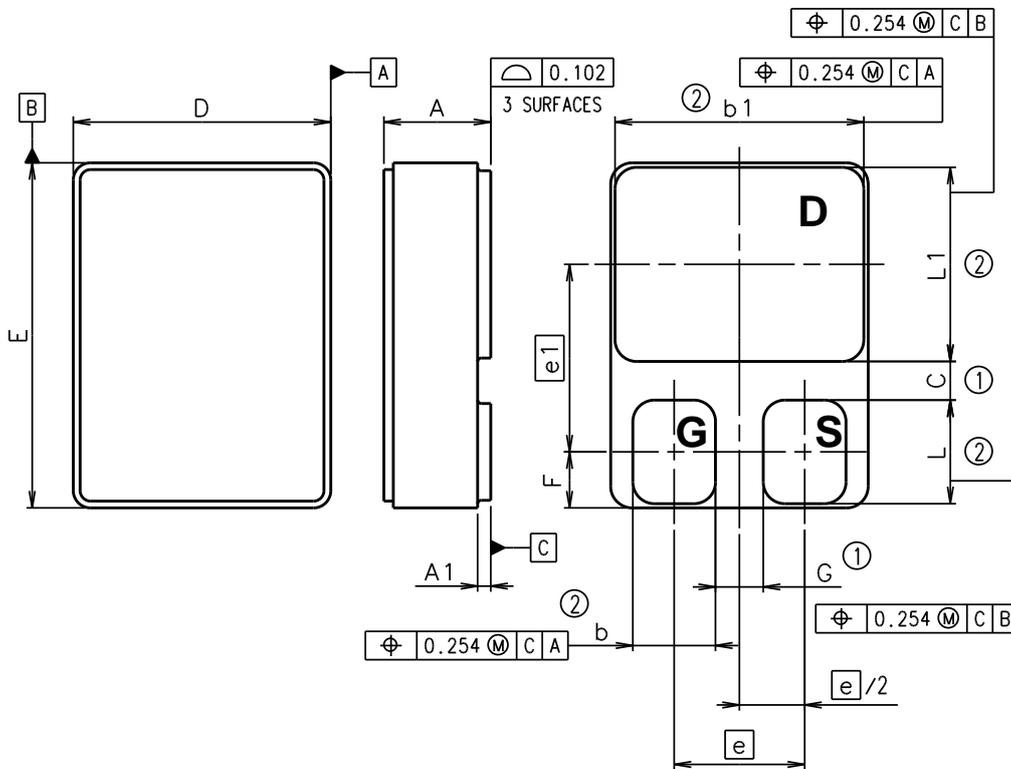
記号	寸法 (mm)		
	最小値	中心値	最大値
A	—	—	3.58
A1	0.254	0.381	0.508
b	3.43	3.555	3.68
b1	9.40	9.525	9.65
C	0.76	—	—
D	11.31	11.43	11.55
E	15.75	15.875	16.00

記号	寸法 (mm)		
	最小値	中心値	最大値
e/2	—	2.67	—
e	—	5.33	—
e1	—	8.61	—
F	—	1.99	—
G	0.89	—	—
L	3.87	3.99	4.11
L1	10.42	10.54	10.66

- 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 ケース外形図 (SMD-1)
(JAXA R 2SK4189)



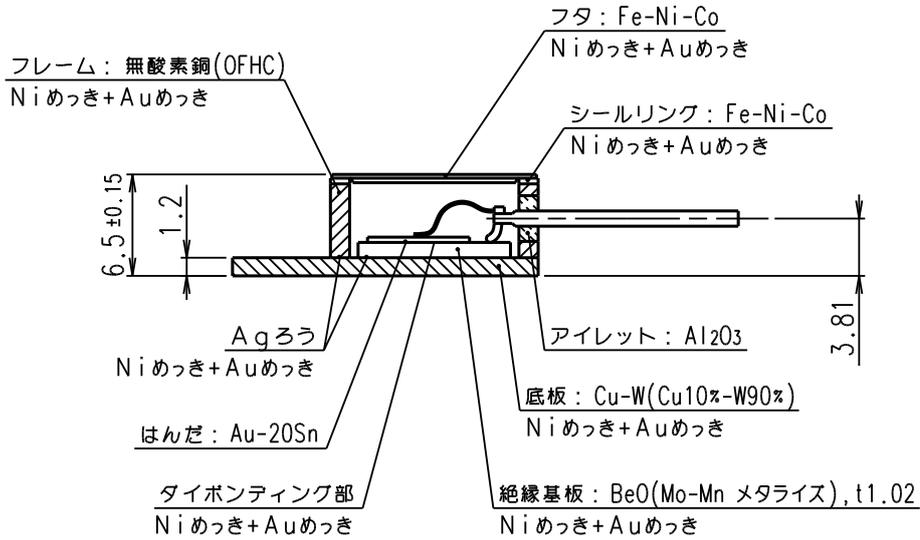
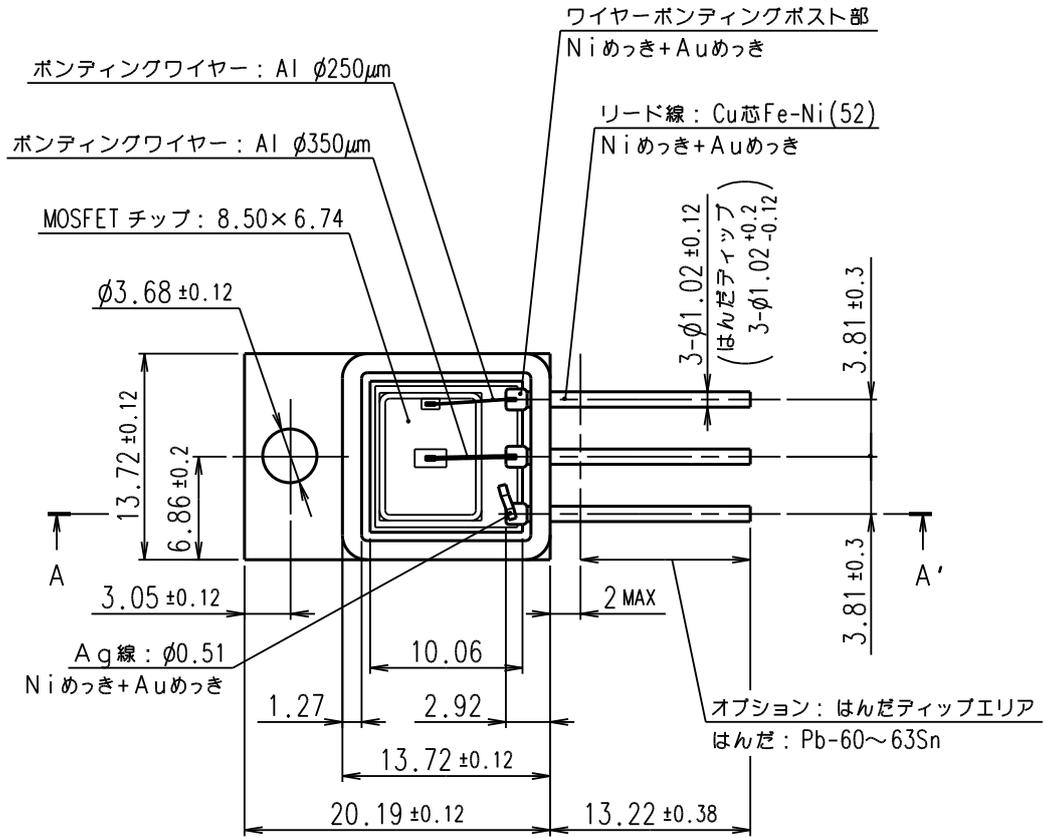
記号	寸法 (mm)		
	最小値	中心値	最大値
A	—	—	3.12
A1	0.254	0.381	0.508
b	2.29	2.415	2.54
b1	7.14	7.265	7.39
C	0.76	—	—
D	7.40	7.52	7.64
E	10.04	10.16	10.28

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。

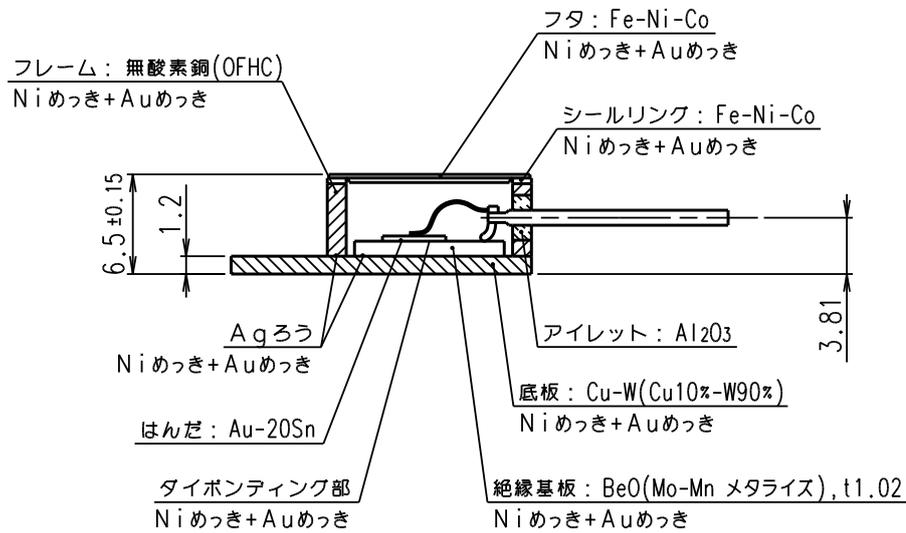
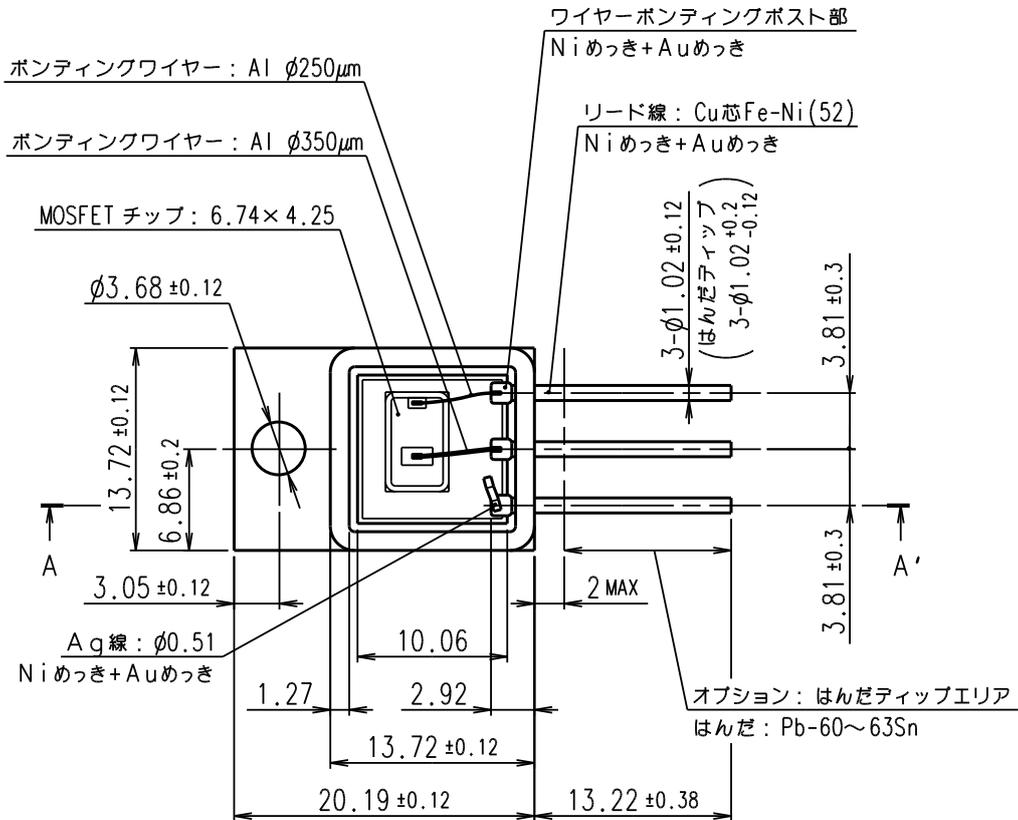
図 1d ケース外形図 (SMD-0.5)
 (JAXA R 2SK4190)



A-A' 断面図

寸法単位: mm

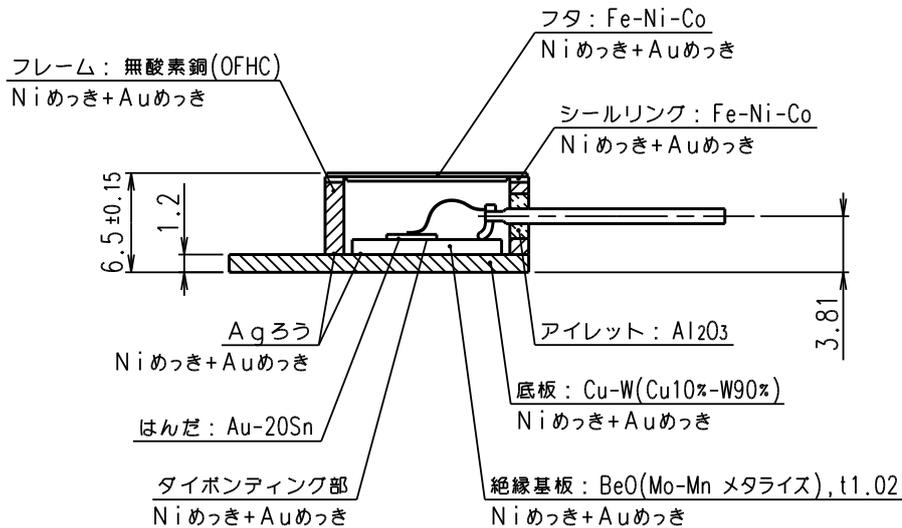
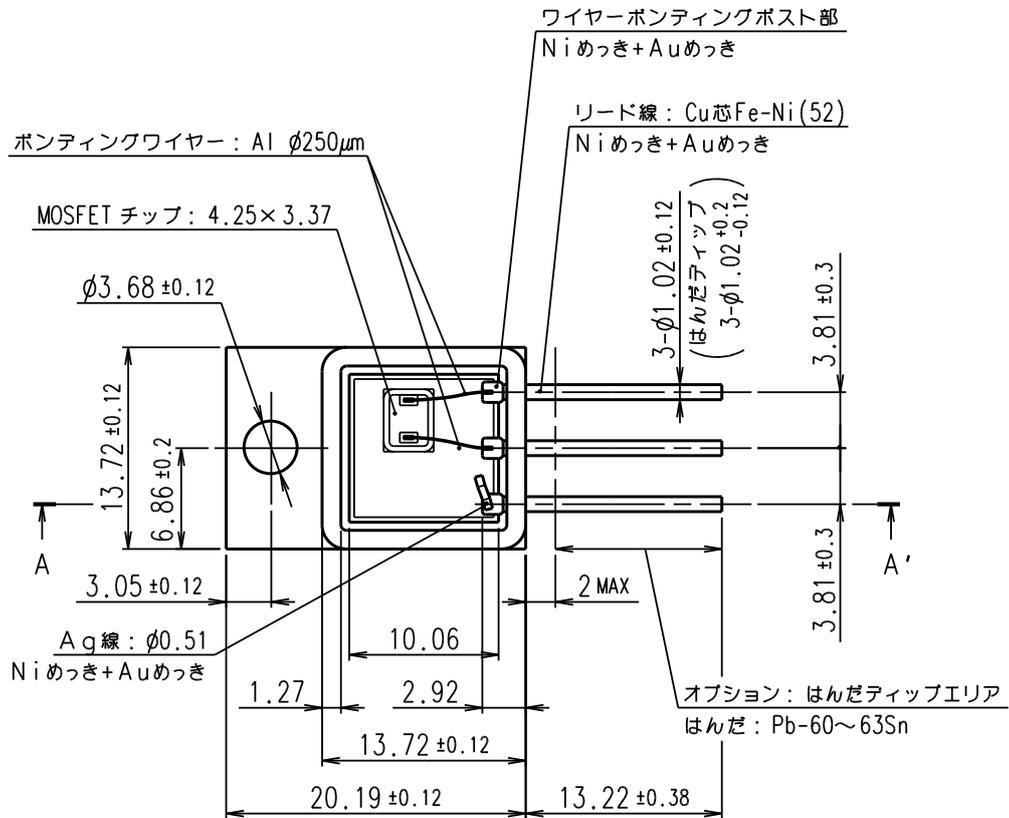
図 2 内部構造及び断面図 (JAXA R 2SK4185)



A-A' 断面図

寸法単位: mm

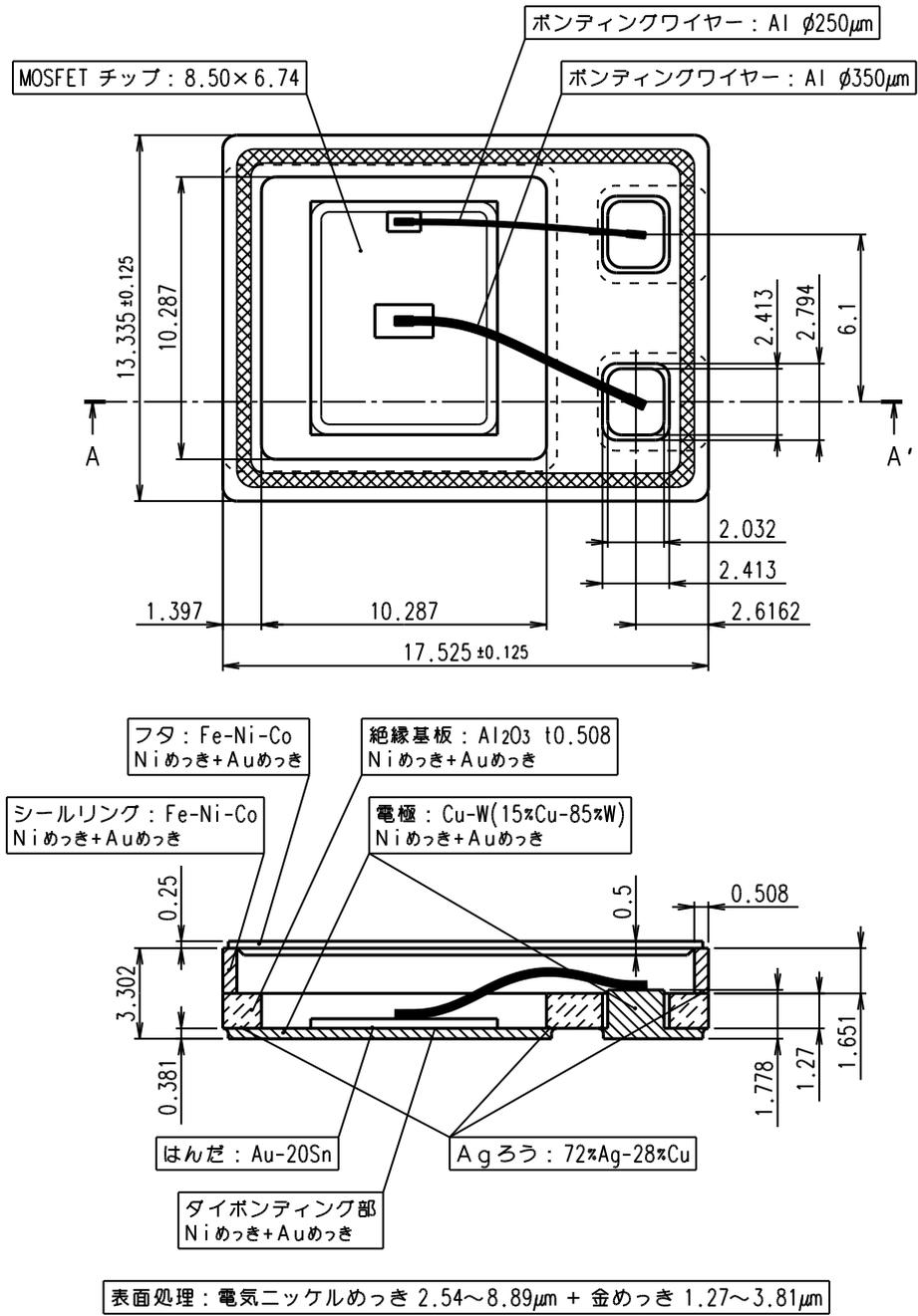
図 3 内部構造及び断面図 (JAXA R 2SK4186)



A-A' 断面図

寸法単位：mm

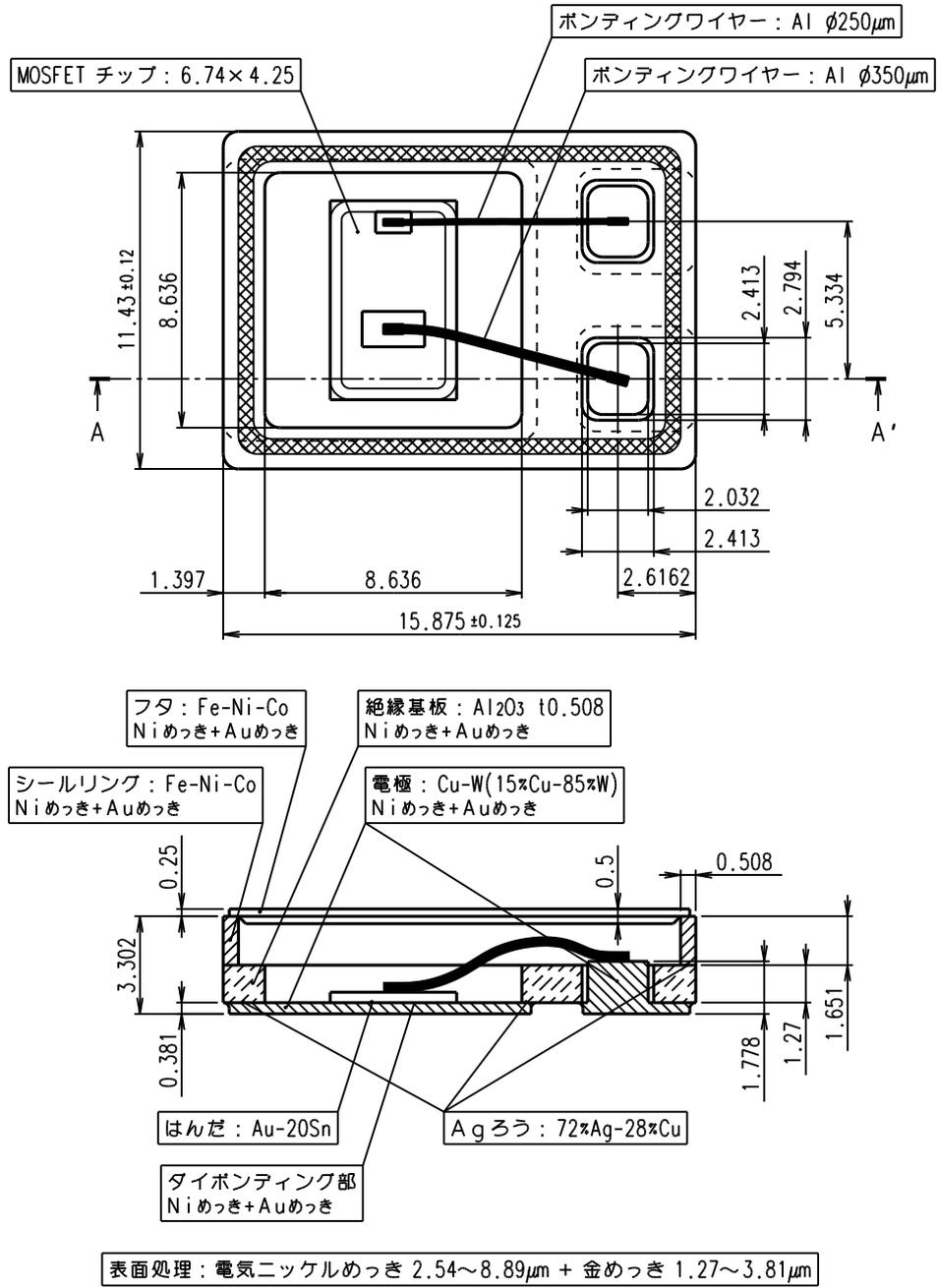
図 4 内部構造及び断面図 (JAXA R 2SK4187)



A-A' 断面図

寸法単位 : mm

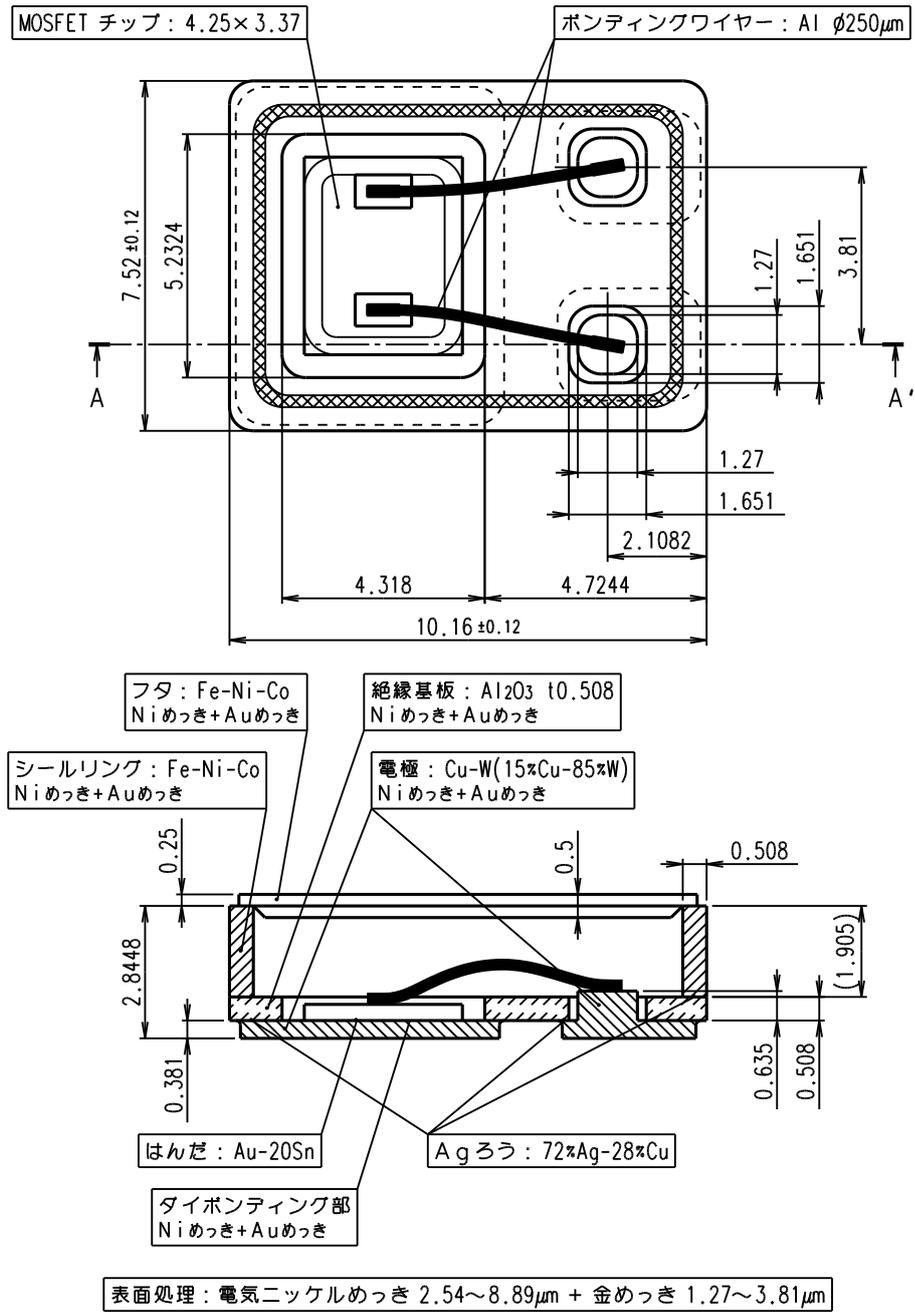
図 5 内部構造及び断面図 (JAXA R 2SK4188)



A-A' 断面図

寸法単位 : mm

図 6 内部構造及び断面図 (JAXA R 2SK4189)



A-A' 断面図

寸法単位 : mm

図 7 内部構造及び断面図 (JAXA R 2SK4190)

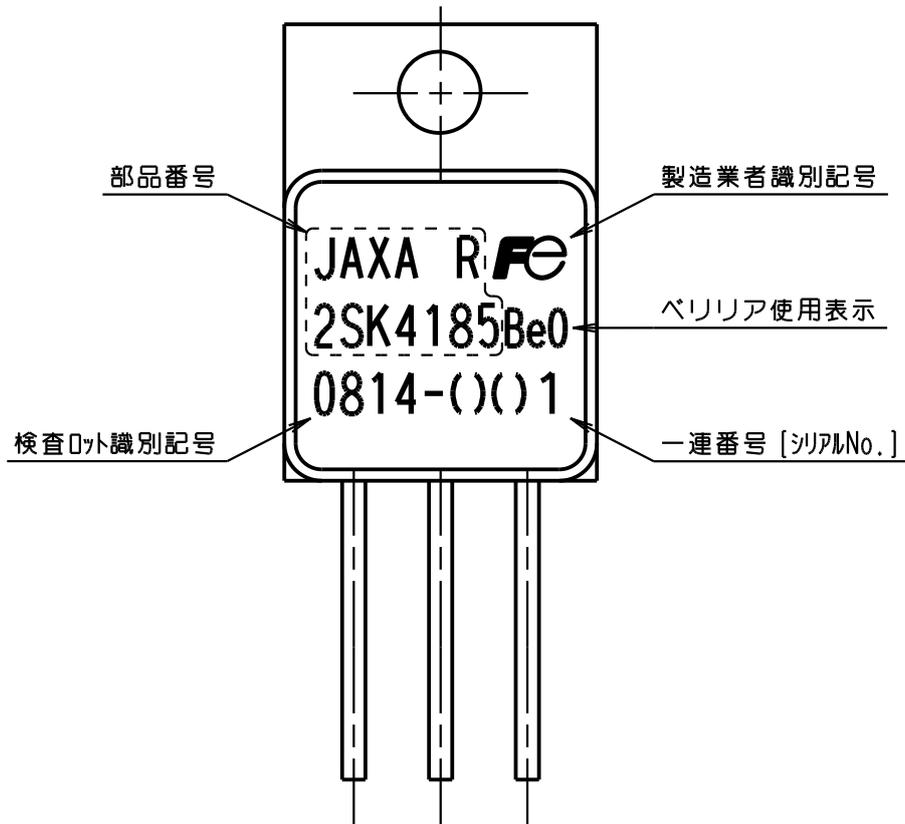


図 8a 表示内容 (TO-254)
(JAXA R 2SK4185, 4186, 4187)

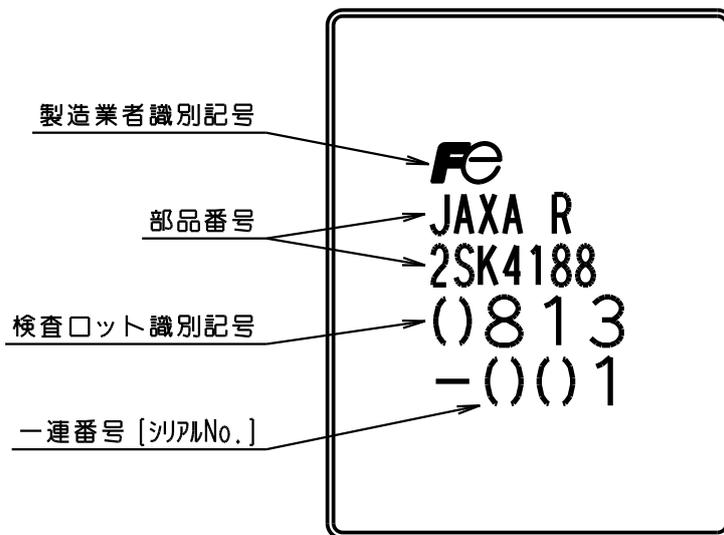


図 8b 表示内容 (SMD-2)
(JAXA R 2SK4188)

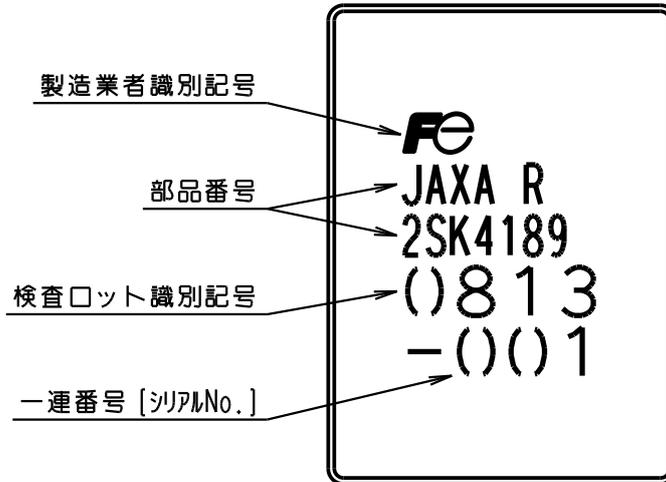


図 8c 表示内容 (SMD-1)
(JAXA R 2SK4189)

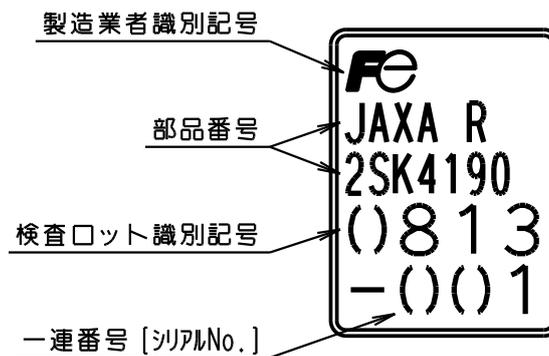


図 8d 表示内容 (SMD-0.5)
(JAXA R 2SK4190)

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 2SK4185	500	23	92	±20	250	2.6	150	-55 to 150	0.5	48.0
JAXA R 2SK4186		10	40		125	2.58			1.0	48.5
JAXA R 2SK4187		4.5	18		60	2.55			2.0	49.0
JAXA R 2SK4188		23	92		250	---			0.5	---
JAXA R 2SK4189		10	40		150	---			0.83	---
JAXA R 2SK4190		4.5	18		70	---			1.67	---

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)	定格の 75%
I _D (DC)	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 (TO-254 パッケージ)

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-254	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 (TO-254 パッケージ)

- ・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。

3.5 表面実施時の推奨実装方法 (SMD パッケージ)

3.5.1 推奨使用基板

実装時および実装後の熱負荷により、部品あるいは基板、はんだ材料に応力が加わり、意図しないクラックがはんだ接合部やセラミック部に発生する懸念がある。このため、実装基板は CIC やメタルコア基板等、セラミックに近い熱膨張係数のものを使用し、実装評価することを推奨する。

3.5.2 推奨リフロー条件

宇宙用表面実装はんだ付工程標準 (JERG-0-043) に従い、実施すること。推奨リフロー温度プロファイルを表 A 及び図 A に示す。

表 A 推奨リフロー温度プロファイル

	項目	内容 (温度/時間)
I	予熱への立上げ部	2.0~5.0°C/秒 / 30~60 秒
II	予熱部	150±10°C / 60±30 秒
III	本加熱への立上げ部	2.0~5.0°C/秒 / 20~40 秒
IV	本加熱部	200°C以上 / 30~60 秒 ピーク温度: 240°C以下
V	冷却部	連続的に冷却すること。

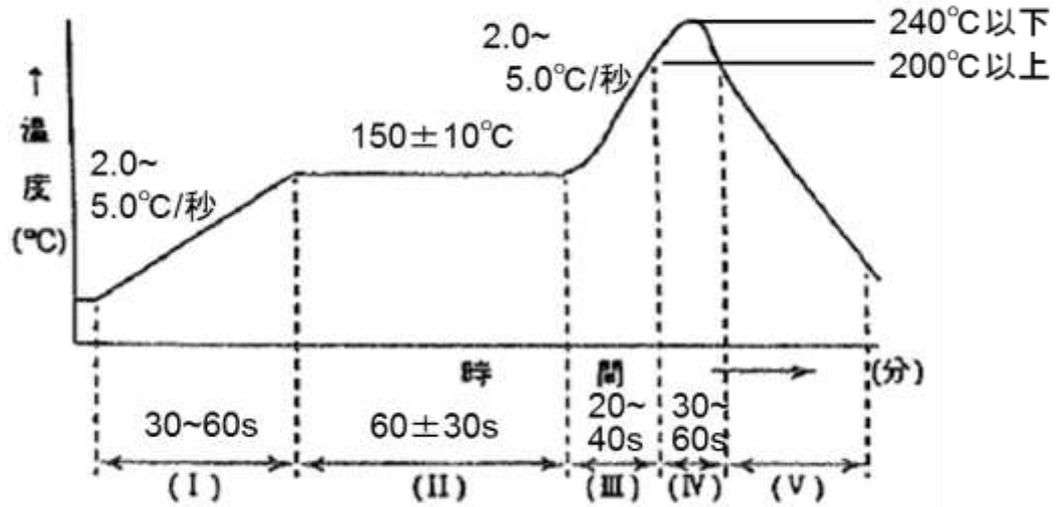


図 A 推奨リフロー温度プロファイル

3.5.3 輸送機用途を想定したはんだ付等熱負荷評価試験

宇宙用パワーデバイスをプリント配線板等にはんだ付せず、部品単体でリフロー作業の熱負荷を想定した評価試験を実施し、静特性や気密性、ボンド強度等に問題が無いことを確認した。

補足：熱履歴後の環境限界評価として、熱処理 6 回実施後に輸送機を想定した温度サイクル試験を実施している。その結果を表 B に示す。

表 B 熱履歴後の環境限界評価結果

試験順	MIL-STD-750		JAXA R	代表評価サンプル 2SJ1A04(-100V, SMD2)	評価結果 不合格/試験数			
	試験項目	方法						
1	リフロー (金めっき除去、リフロー 再作業の想定)	---	試験数量	22p	---			
			条件	リフロー温度プロファイル 表 3 及び図 4 を参照。 6 回				
2	熱衝撃試験 (気相) (実機環境ストレス の想定)	1051	試験数量	22p	---			
			条件	-55 ⁺⁰ . ₅ °C↔25 ⁺¹⁰ . ₅ °C↔150 ⁺⁵ . ₀ °C 30 サイクル				
3-1	目視検査	1051 1021	試験数量	22p	0/22			
			条件	---				
			条件	---				
3-2	静特性試験 (T _A =25°C)		試験数量	22p	0/22			
			-2a	トレイン・ソース間降伏電圧 V _{DSS}		3407	条件	パルス試験条件 C, I _D =-1mA, V _{GS} =0V
							許容値	min -100V DC
			-2b	ゲート漏れ電流 I _{GSS}		3411	条件	パルス試験条件 C, V _{GS} =±20V, V _{DS} =0V
							許容値	max ±100nA DC
			-2c	トレイン遮断電流 I _{DSS}		3413	条件	パルス試験条件 C, V _{DS} =-80V, V _{GS} =0V
							許容値	max -10µA DC
			-2d	ゲートしきい値電圧 V _{GS(th)}		3404	条件	パルス試験条件 C, V _{GS} =V _{DS} , I _D =-1mA
							許容値	-2.5 ~ - 4.5V DC
			-2e	トレイン・ソース間オン抵抗 R _{DS(on)}		3421	条件	パルス試験(1), V _{GS} =-12V, I _D =-21A
							許容値	max 38mΩ
			-2f	順伝達コンダクタンス g _{fs}		3475	条件	パルス試験(1), V _{DS} =-25V, I _D =-21A
			許容値	min 8S				
-2g	ダイオード順電圧 V _{SD}	---	条件	パルス試験(1), V _{GS} =0V, I _D =-42A				
			許容値	max -2.0V DC				
3-3	気密性試験 (1)微小 (2)グロス	1071	条件	条件 H	0/22			
			許容値	max 1×10 ⁻³ Pa-cm ³ /s				
			条件	条件 C				
3-4	超音波探傷検査	---	条件	チップ-はんだ-フレーム間にクラック無きこと	0/22			
3-5	内部目視及び 機械的検査	2075	条件		0/22			
		2071	条件	---				
3-6	ボンド強度試験	2037	試験数量	22p	0/22			
			条件	条件 D				
			許容値	ゲートワイヤ >90gf ソースワイヤ >300gf				

注(1) パルス試験: パルス幅≤1ms, デューティーサイクル≤2%

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)						
	$I_D=1\text{mA}$ $V_{GS}=0\text{V}$		$V_{DS}=\text{定格}$ 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% $V_{DS}=25\text{V}$						
	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 2SK4185	500	550	25	280n	± 100	+5	2.5-4.5	3.5	0.18	0.16	7	10.5					
JAXA R 2SK4186				35n		+1							-5	0.48	0.42	4	6
JAXA R 2SK4187				30n		+1							-1	1.15	1.00	2.5	3.75
JAXA R 2SK4188				280n		+5							-3	0.18	0.16	7	10.5
JAXA R 2SK4189				35n		+1							-5	0.48	0.42	4	6
JAXA R 2SK4190				30n		+1							-1	1.15	1.00	2.5	3.75

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 $\leq 2\%$ 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)	
	$V_{DS}=\text{定格 } V_{DS}$ の 50%, $I_D=\text{定格 } I_D$, $V_{GS}=12\text{V}$						$V_{DD}=\text{定格 } V_{DS}$ の 50%, $I_D=\text{定格 } I_D$, $V_{GS}=12\text{V}$, $R_G=10\Omega$							
	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 2SK4185	85	56	85	56	300	200	85	55	30	20	190	130	30	20
JAXA R 2SK4186	35	23	35	23	120	80	60	40	15	10	90	60	15	10
JAXA R 2SK4187	14	9	14	9	48	32	55	35	10	8	70	45	10	8
JAXA R 2SK4188	85	56	85	56	300	200	85	55	30	20	190	130	30	20
JAXA R 2SK4189	35	23	35	23	120	80	60	40	15	10	90	60	15	10
JAXA R 2SK4190	14	9	14	9	48	32	55	35	10	8	70	45	10	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)	
	$V_{DS}=75\text{V}, V_{GS}=0\text{V}$ $f=1\text{MHz}$					
	最大	標準	最大	標準	最大	標準
JAXA R 2SK4185	7800	5200	780	520	30	20
JAXA R 2SK4186	3450	2300	360	240	15	10
JAXA R 2SK4187	1500	1000	165	110	9	6
JAXA R 2SK4188	7800	5200	780	520	30	20
JAXA R 2SK4189	3450	2300	360	240	15	10
JAXA R 2SK4190	1500	1000	165	110	9	6

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)
	$I_F=\text{定格 } I_D$ $V_{GS}=0\text{V}$		$I_F=\text{定格 } I_D, V_{GS}=0\text{V},$ $-di/dt=100\text{A}/\mu\text{s},$ $T_{ch}=25^\circ\text{C}$	
	最大	標準	標準	標準
JAXA R 2SK4185	1.6	1.2	950	23
2SK4186			900	19
2SK4187			800	11
2SK4188			950	23
2SK4189			900	19
2SK4190			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	TO-254: 250°C, 10s SMD: 240°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	196m/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	TO-254:1.5kgf, Z ₁ 方向, 30s		
静電気破壊試験 (ESD)		JAXA R 2SK4185	JAXA R 2SK4186	JAXA R 2SK4187
		JAXA R 2SK4188	JAXA R 2SK4189	JAXA R 2SK4190
		C=100pF, R=1.5kΩ		
		V _{GS} =±2750V	V _{GS} =±1000V	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 9～図 26 に示す。

- 図 9-11 : 特性曲線 JAXA R 2SK4185
- 図 12-14 : 特性曲線 JAXA R 2SK4186
- 図 15-17 : 特性曲線 JAXA R 2SK4187
- 図 18-20 : 特性曲線 JAXA R 2SK4188
- 図 21-23 : 特性曲線 JAXA R 2SK4189
- 図 24-26 : 特性曲線 JAXA R 2SK4190

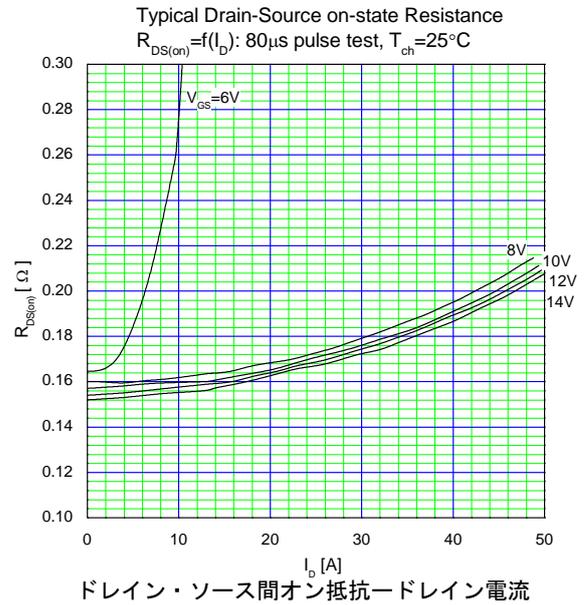
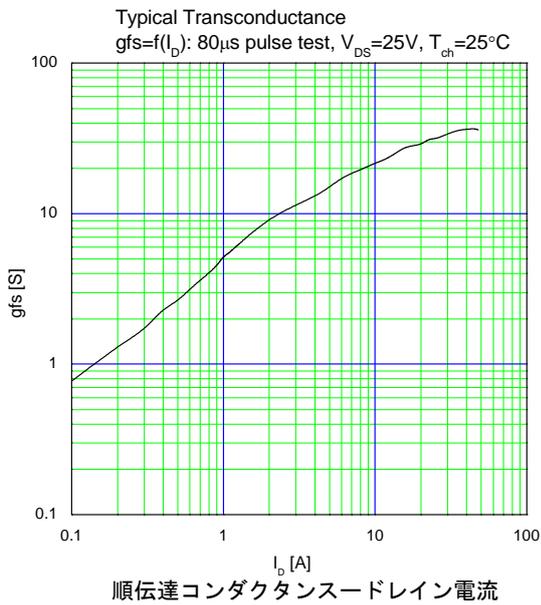
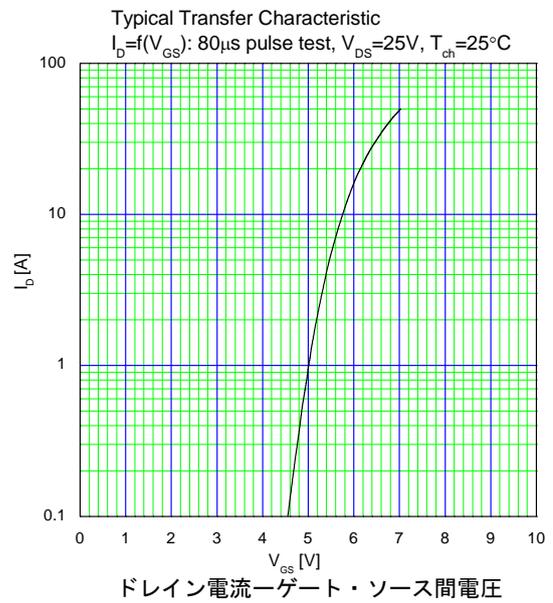
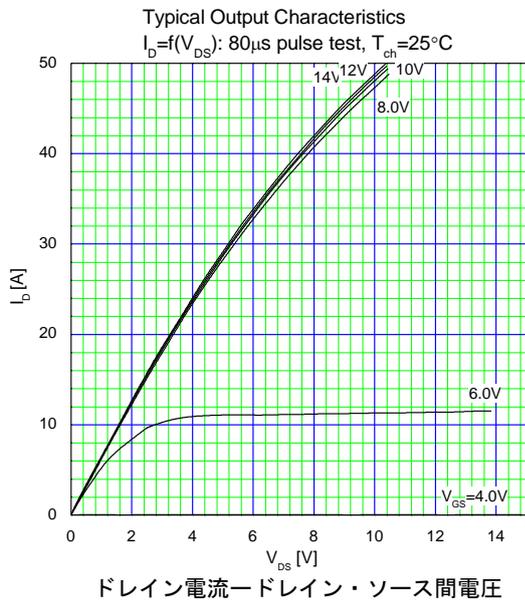
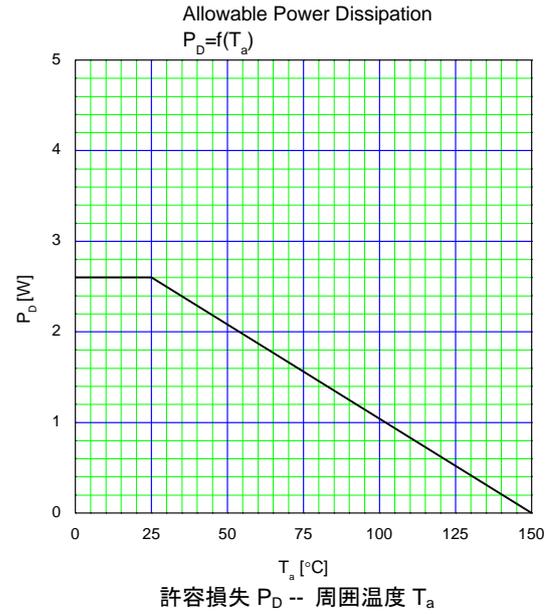
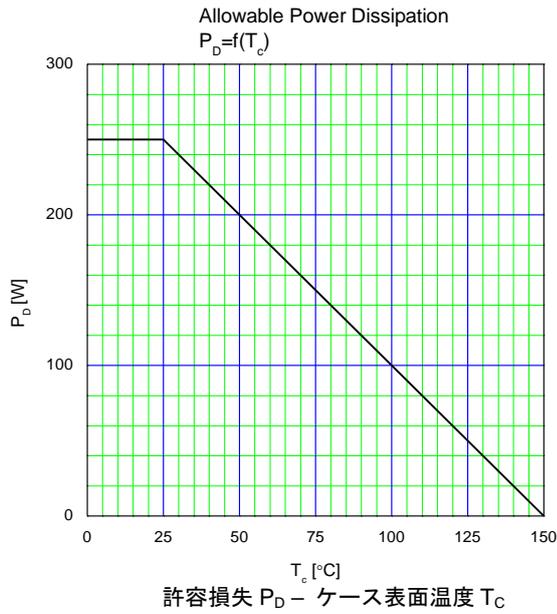
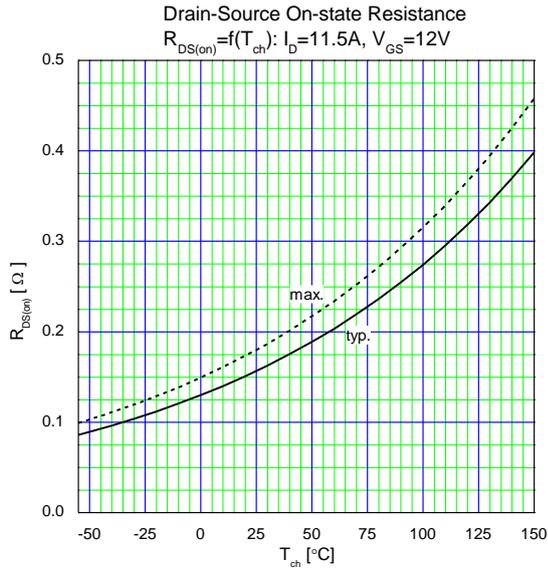
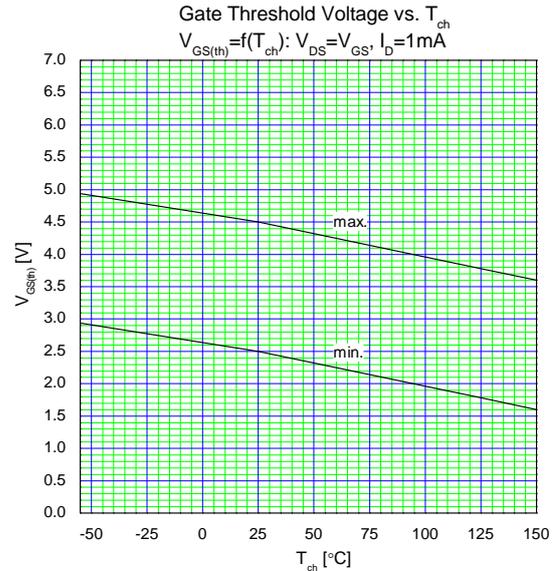


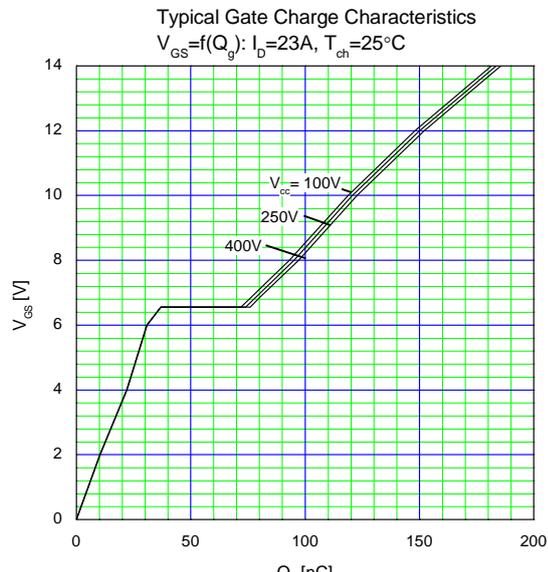
図 9 特性曲線 JAXA R 2SK4185 (1/3)



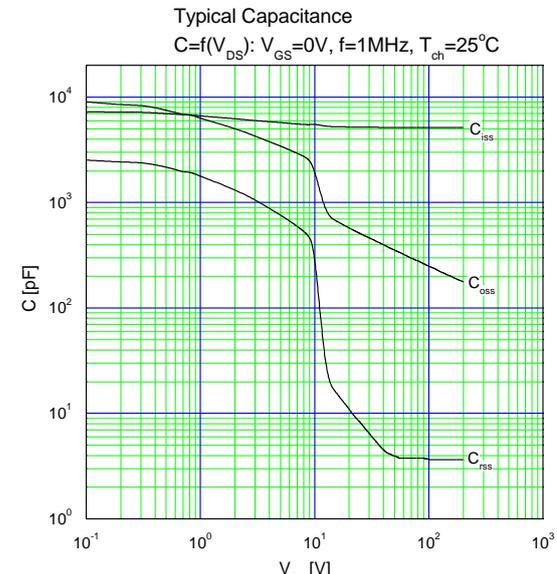
ドレイン・ソース間オン抵抗ーチャンネル温度



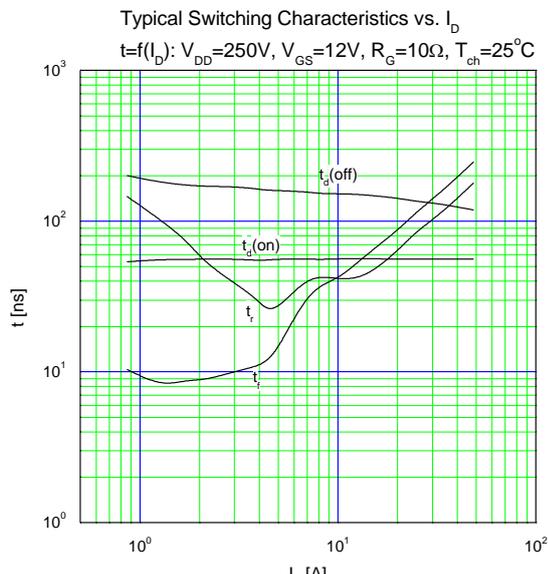
ゲート・ソース間しきい値電圧ーチャンネル温度



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

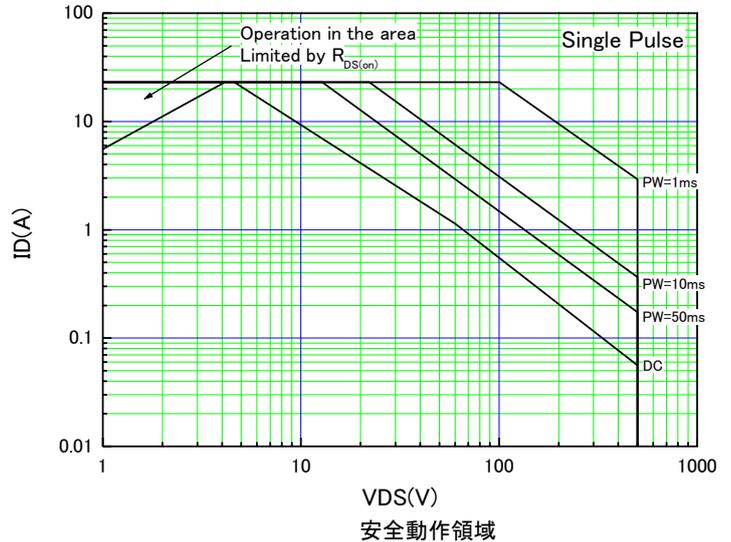
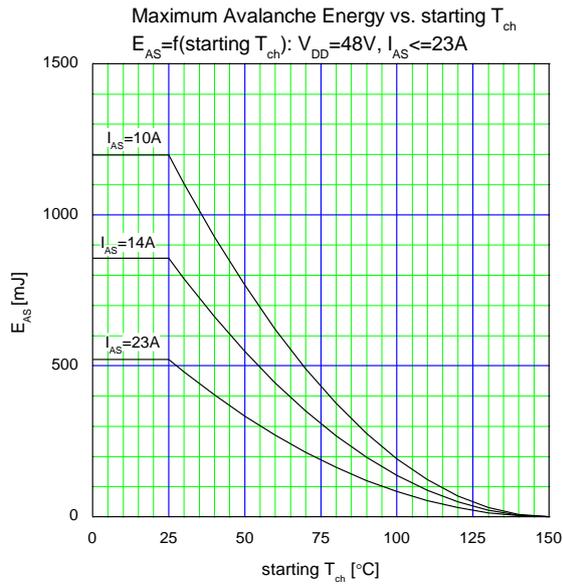
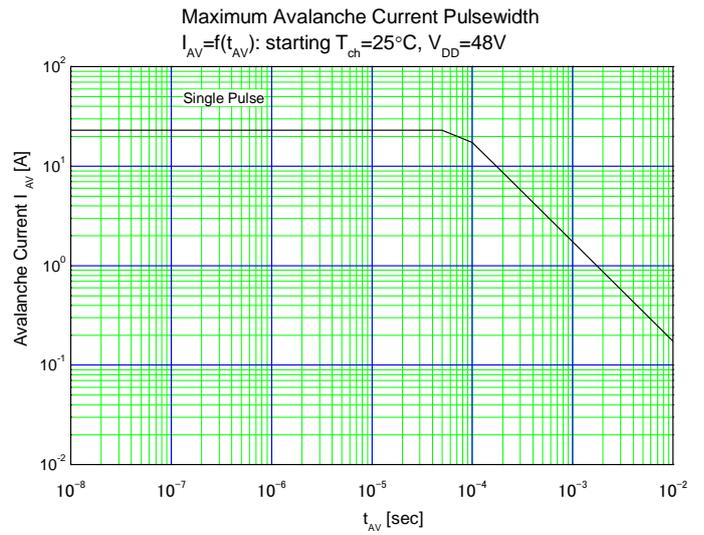


図 10 特性曲線 JAXA R 2SK4185 (2/3)



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 11 特性曲線 JAXA R 2SK4185 (3/3)

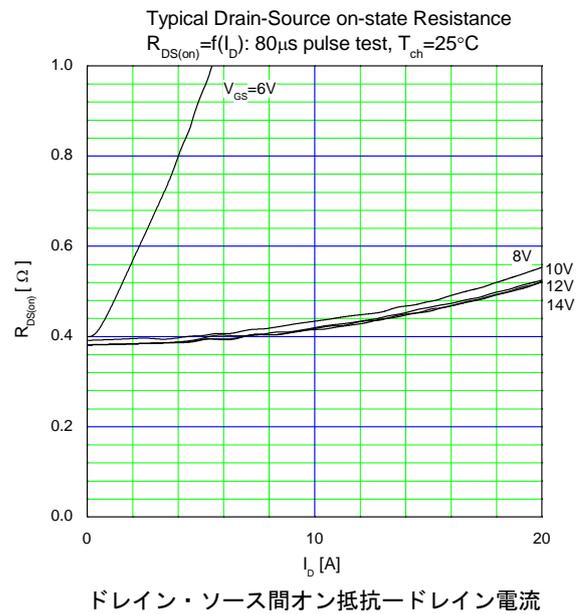
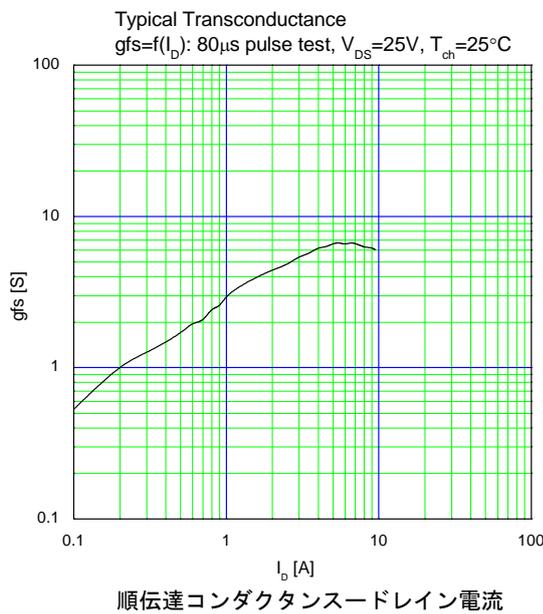
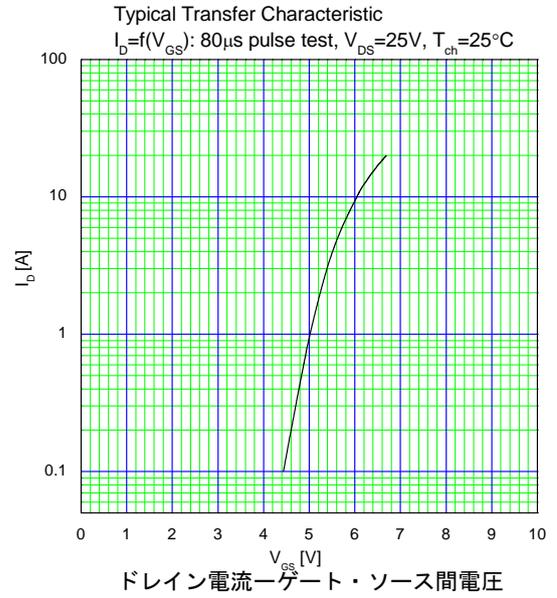
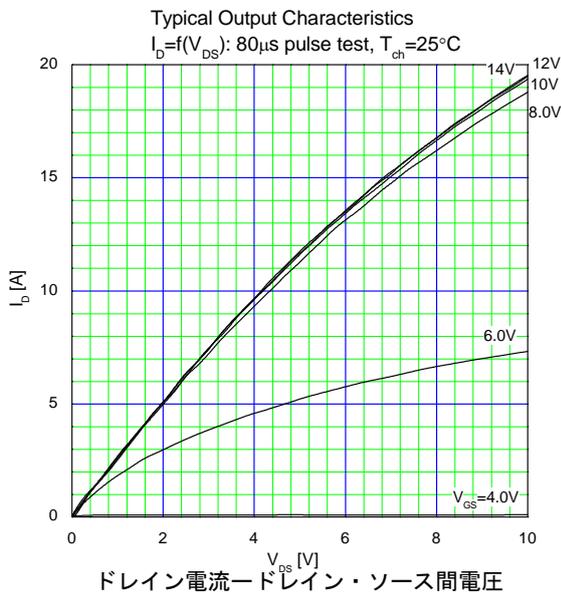
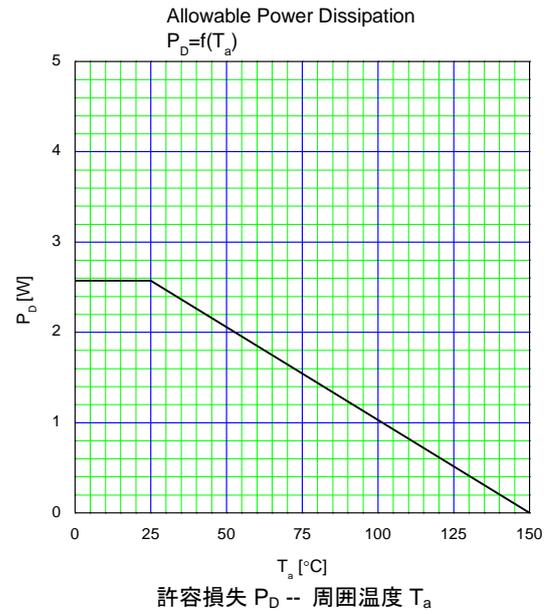
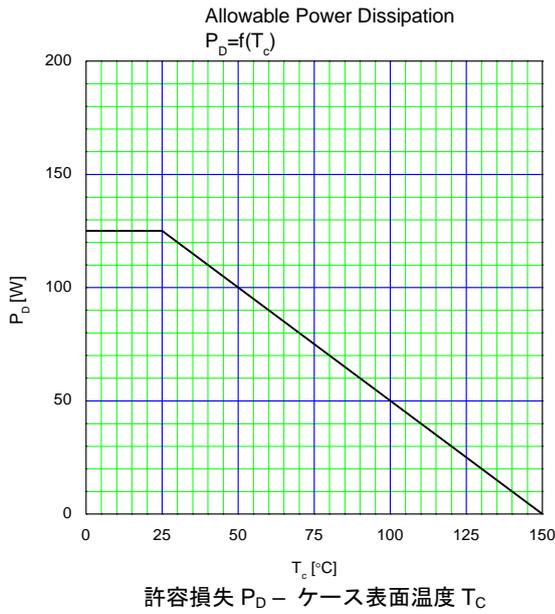
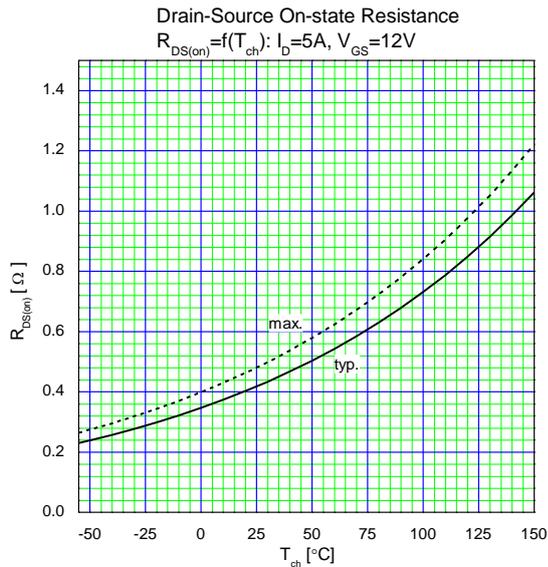
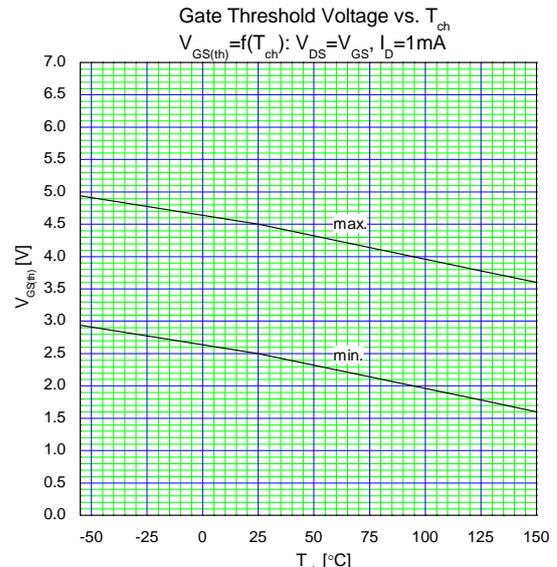


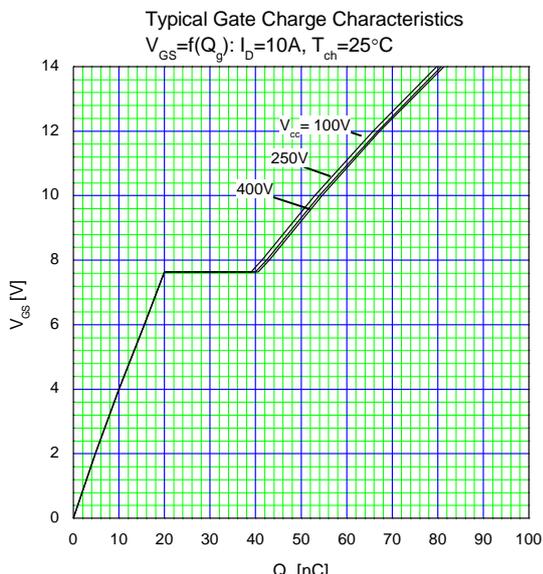
図 12 特性曲線 JAXA R 2SK4186 (1/3)



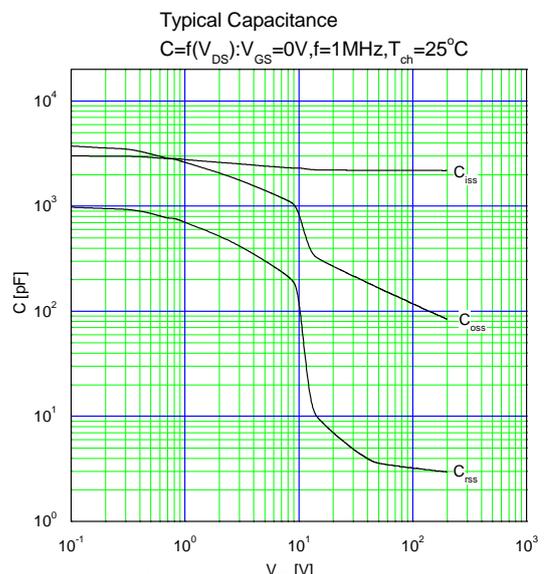
ドレイン・ソース間オン抵抗ーチャネル温度



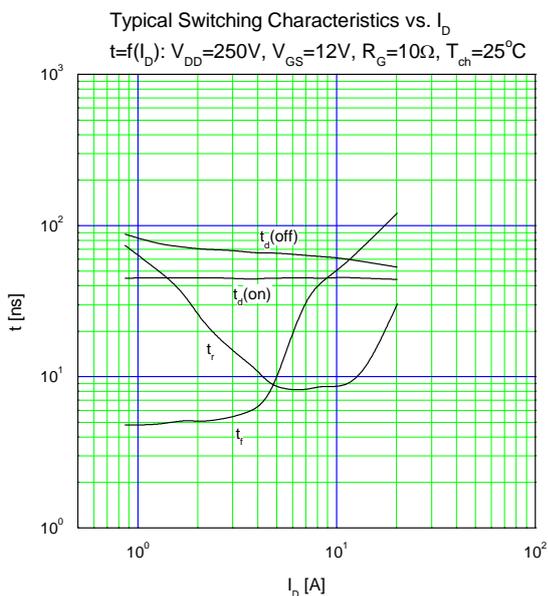
ゲート・ソース間しきい値電圧ーチャネル温度



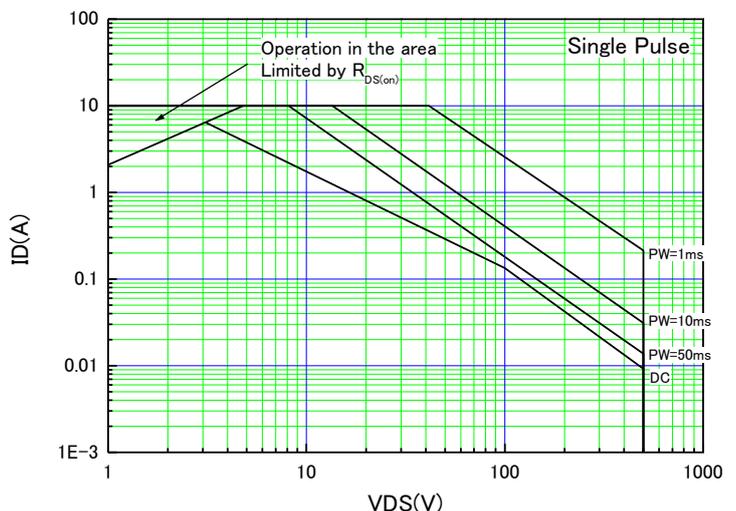
ゲート・ソース間電圧ーゲート電荷



容量ードレイン・ソース間電圧

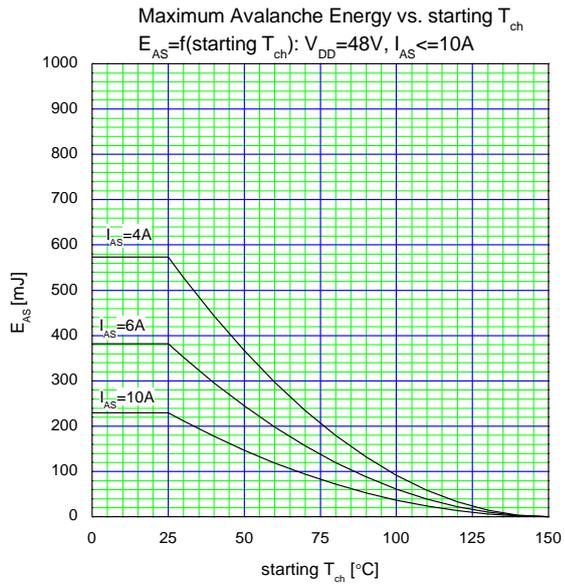


スイッチング時間ードレイン電流

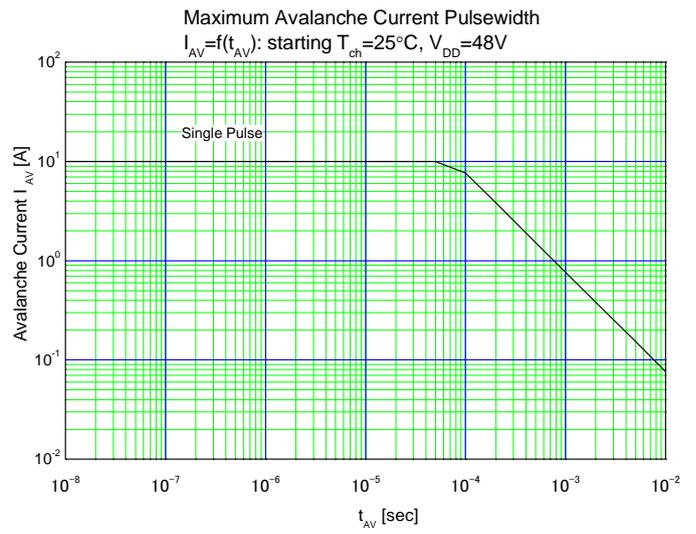


安全動作領域

図 13 特性曲線 JAXA R 2SK4186 (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 14 特性曲線 JAXA R 2SK4186 (3/3)

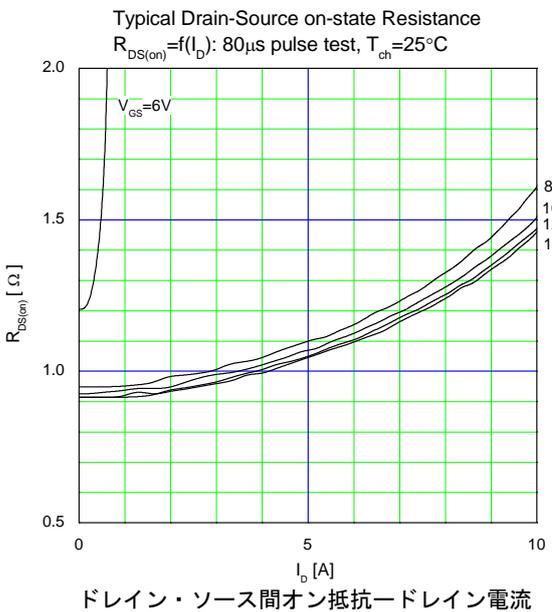
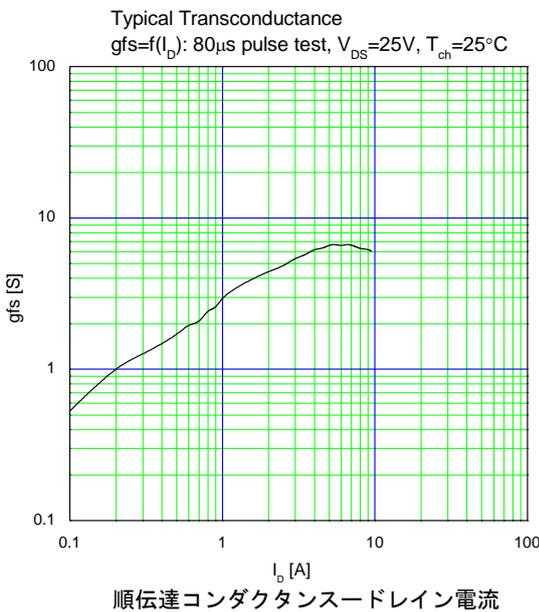
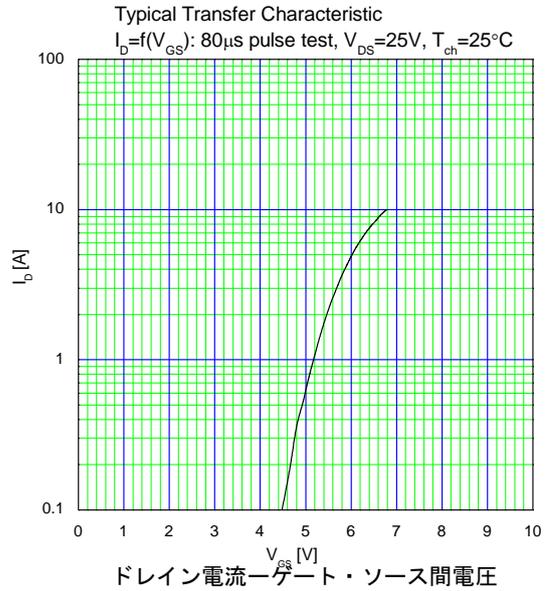
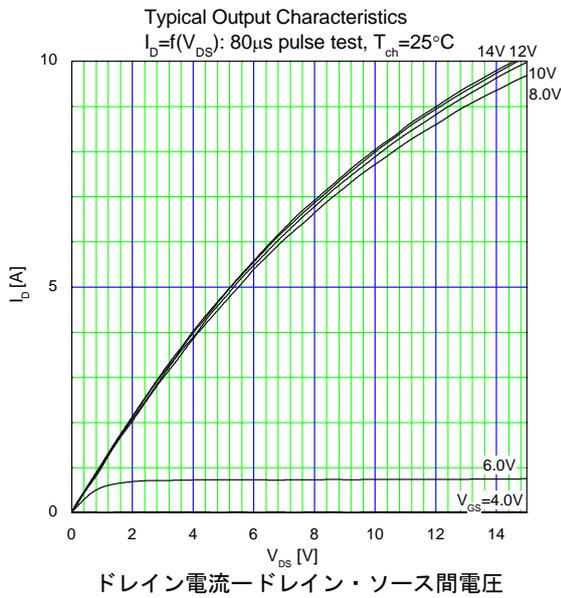
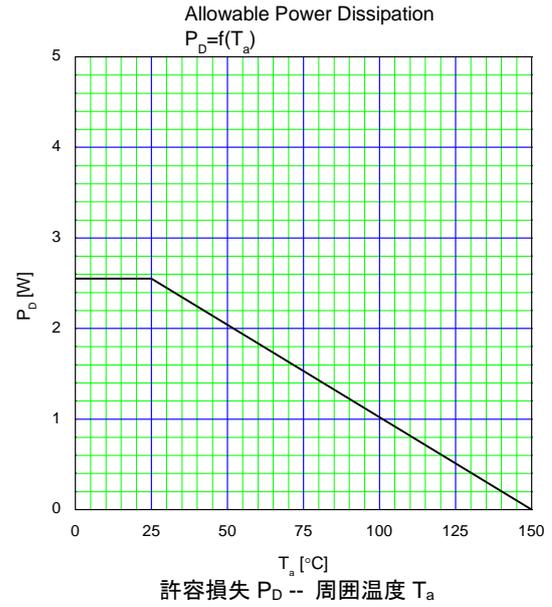
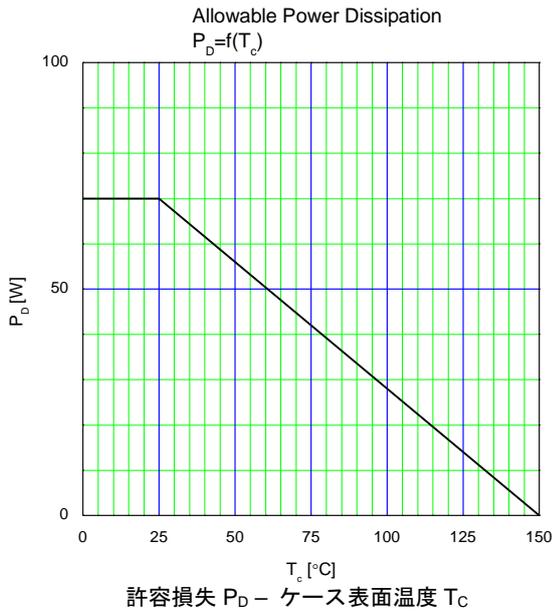
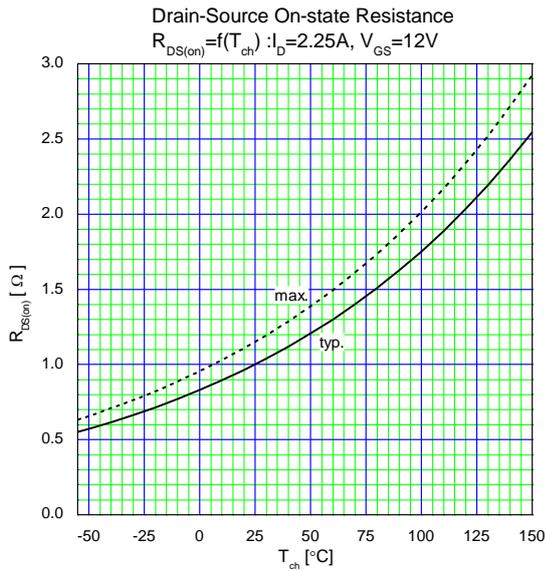
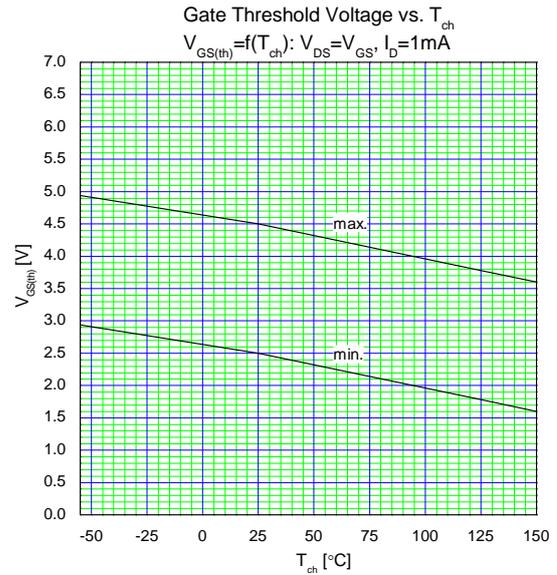


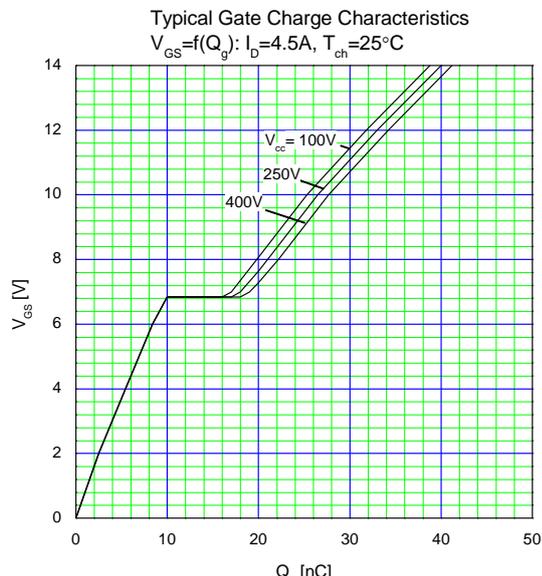
図 15 特性曲線 JAXA R 2SK4187 (1/3)



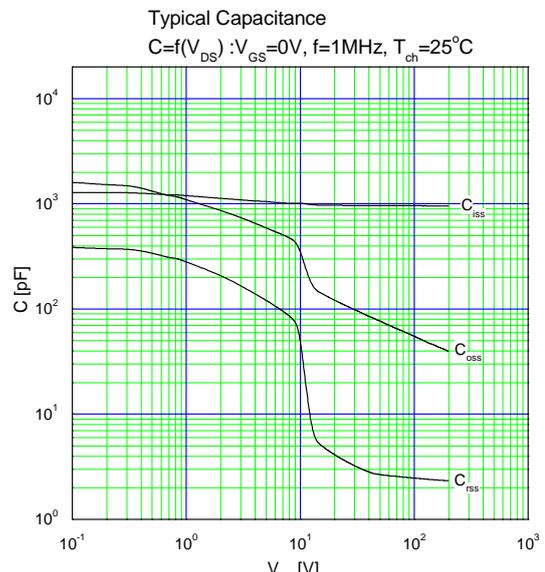
ドレイン・ソース間オン抵抗-チャネル温度



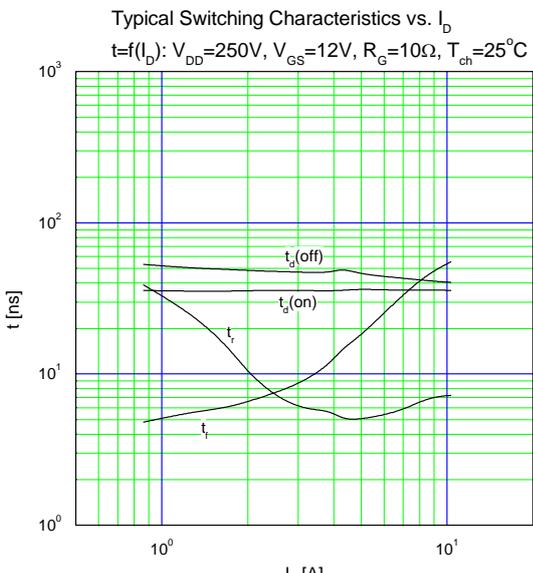
ゲート・ソース間しきい値電圧-チャネル温度



ゲート・ソース間電圧-ゲート電荷



容量-ドレイン・ソース間電圧



スイッチング時間-ドレイン電流

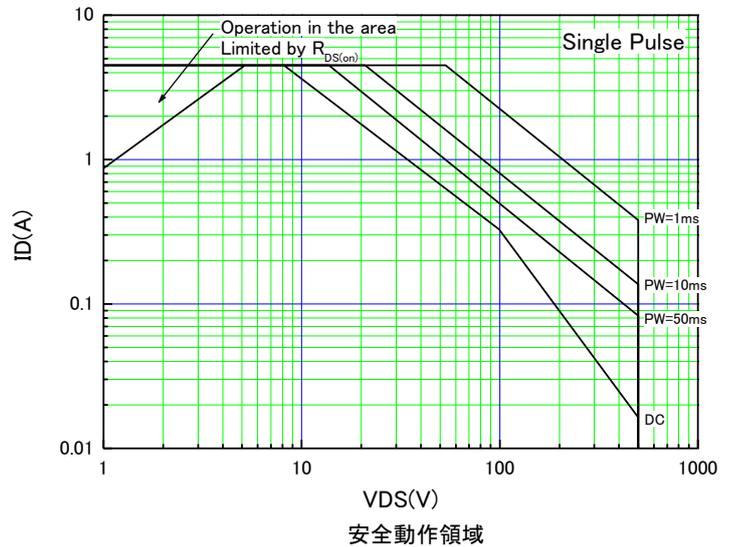
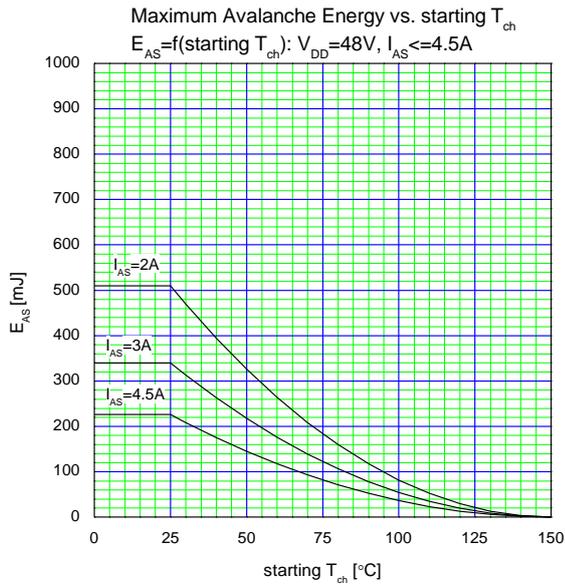
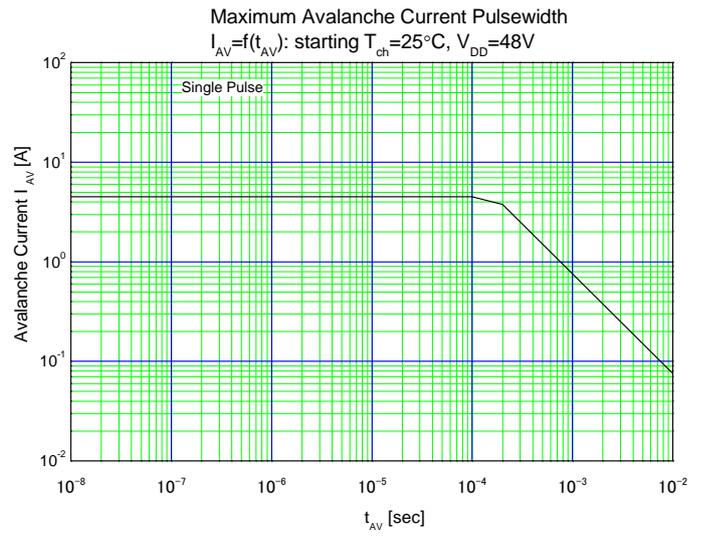


図 16 特性曲線 JAXA R 2SK4187 (2/3)



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 17 特性曲線 JAXA R 2SK4187 (3/3)

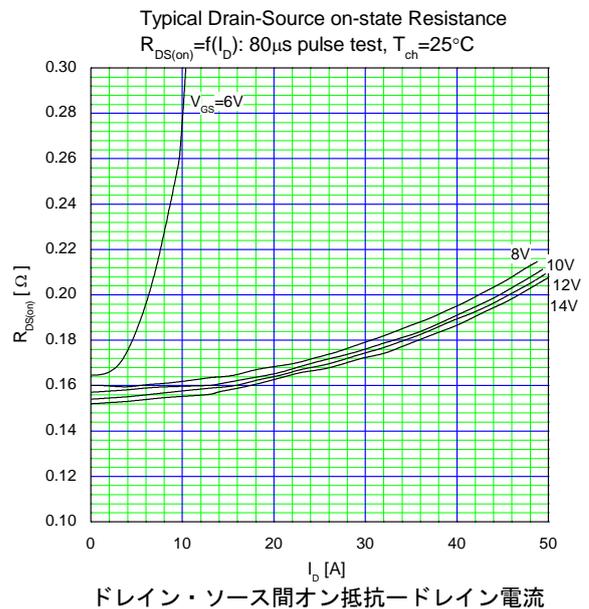
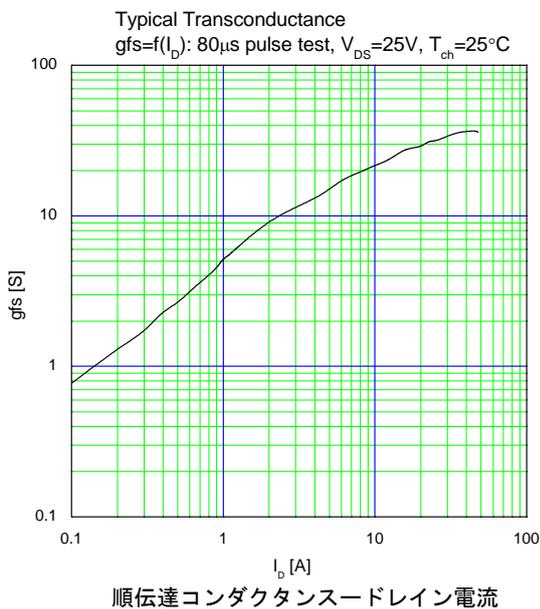
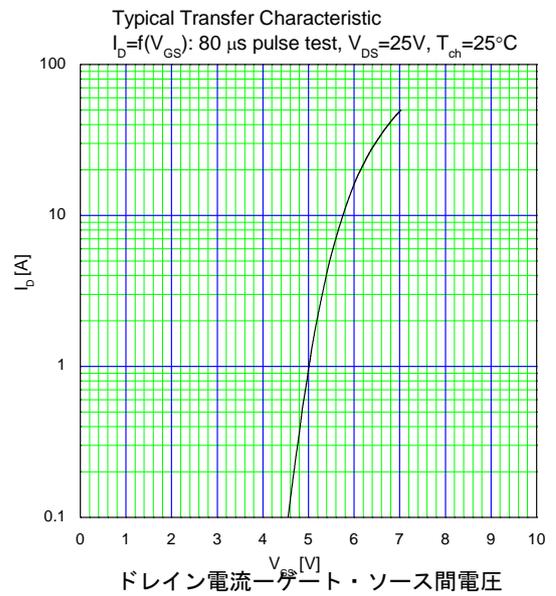
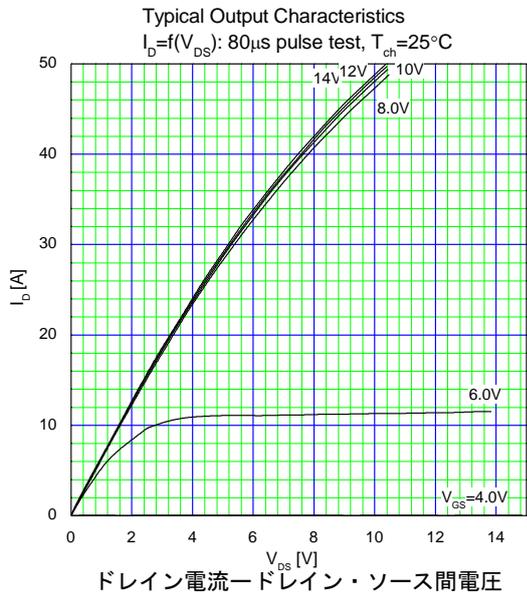
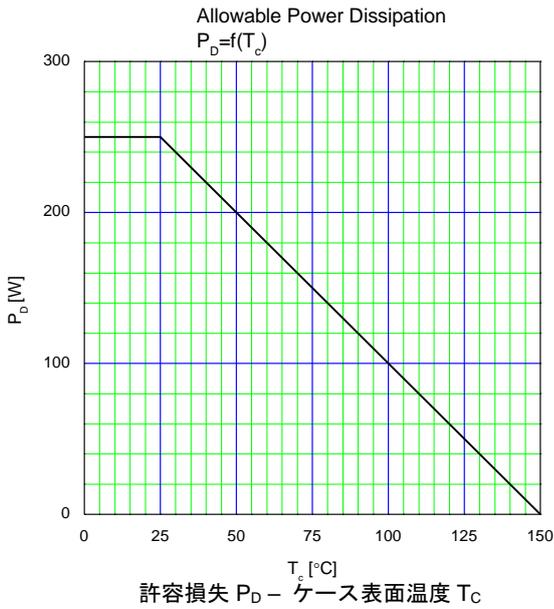
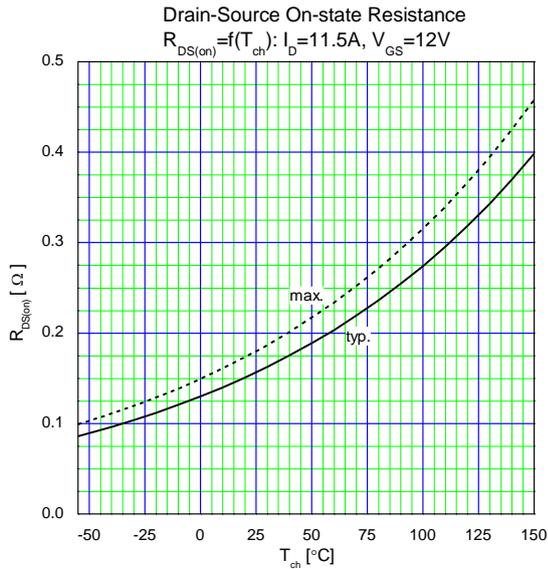
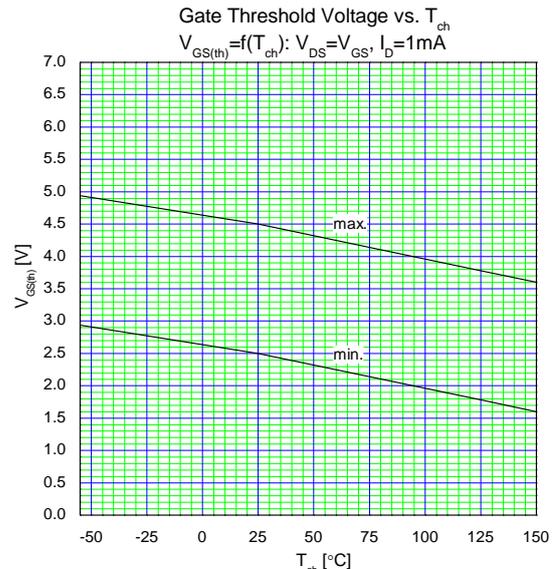


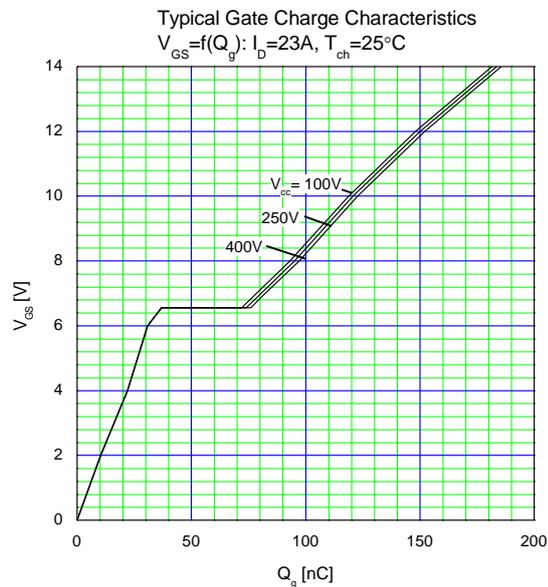
図 18 特性曲線 JAXA R 2SK4188 (1/3)



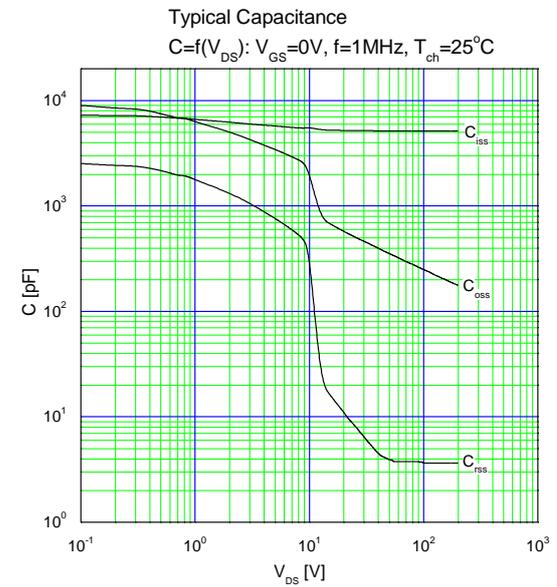
ドレイン・ソース間オン抵抗ーチャンネル温度



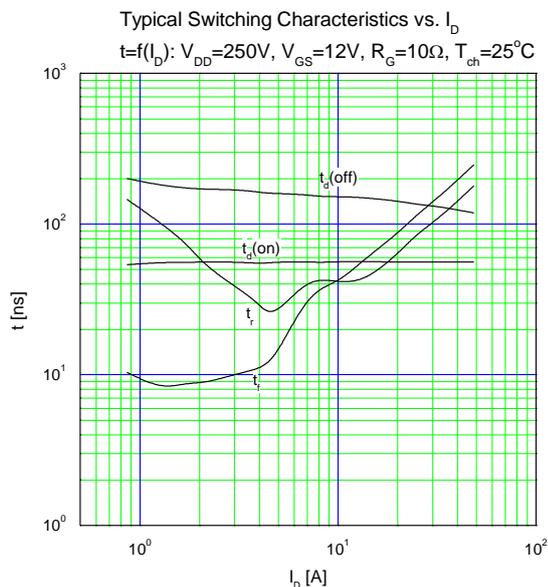
ゲート・ソース間しきい値電圧ーチャンネル温度



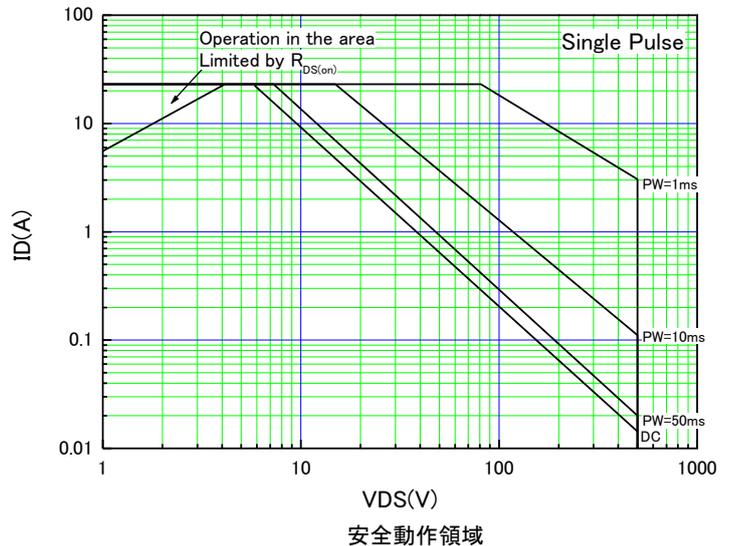
ゲート・ソース間電圧ーゲート電荷



容量ードレイン・ソース間電圧

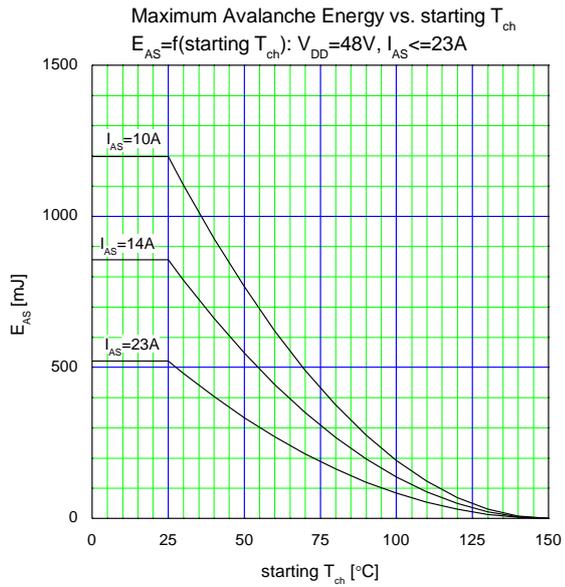


スイッチング時間ードレイン電流

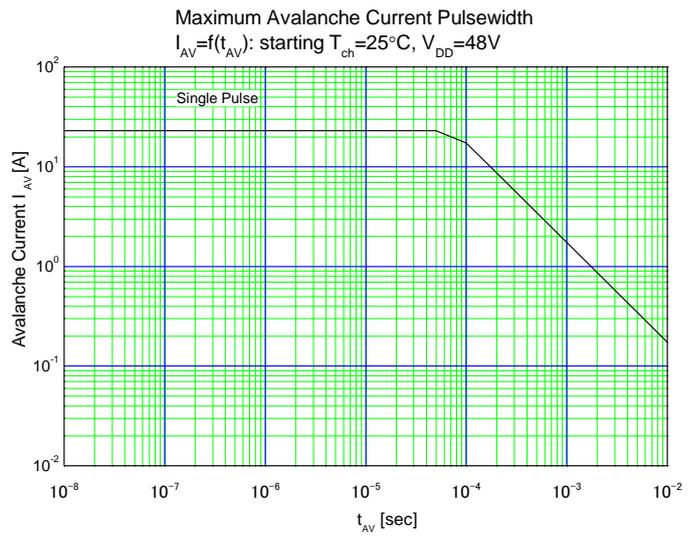


安全動作領域

図 19 特性曲線 JAXA R 2SK4188 (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 20 特性曲線 JAXA R 2SK4188 (3/3)

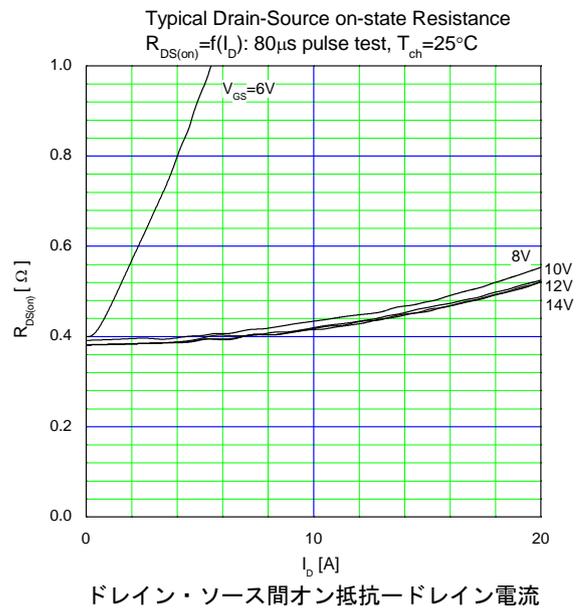
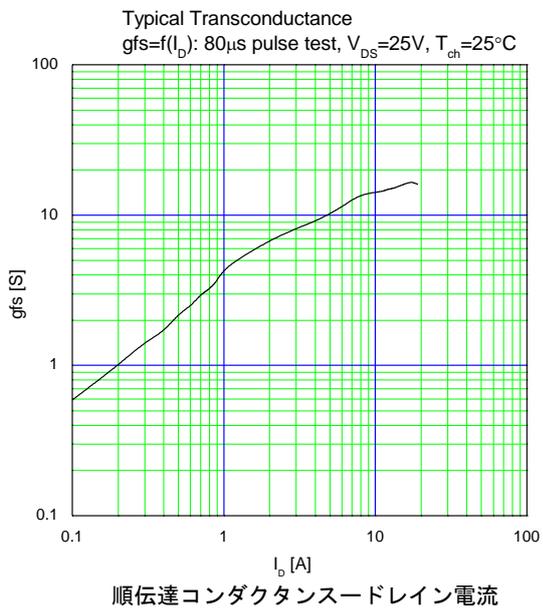
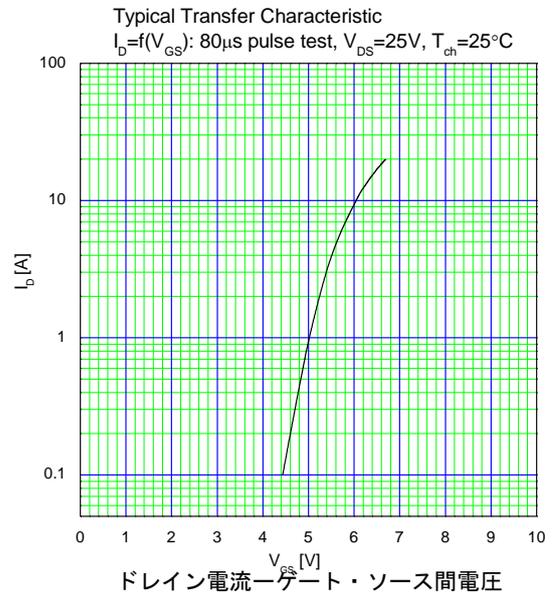
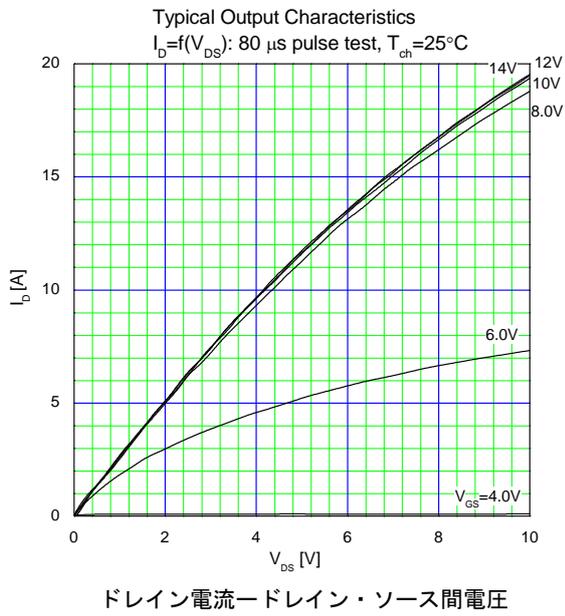
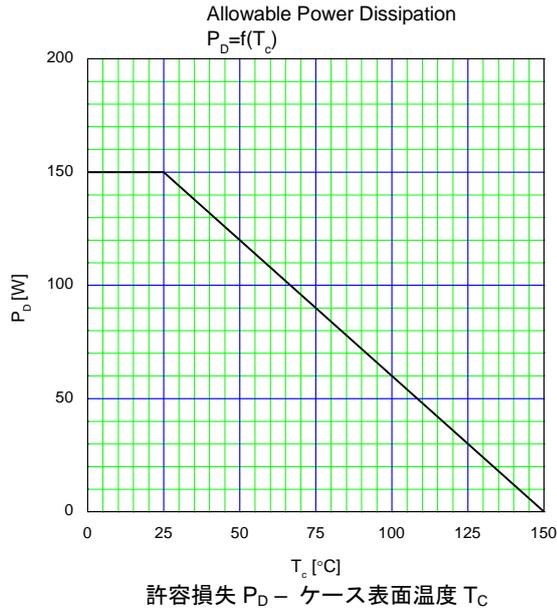
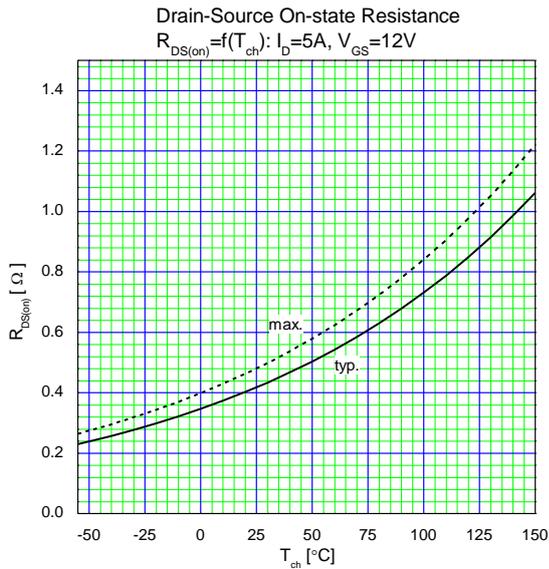
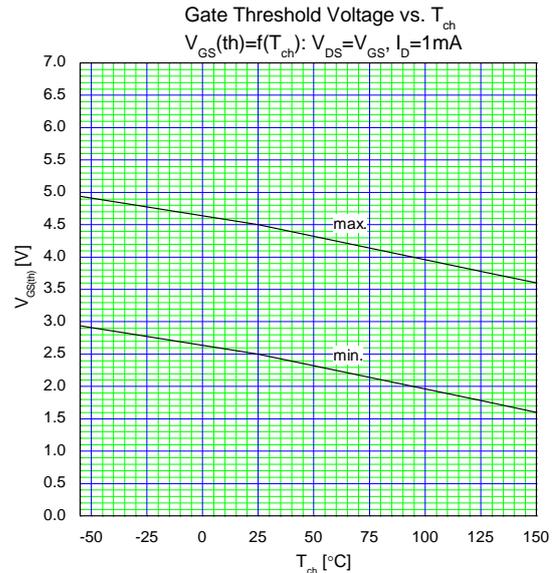


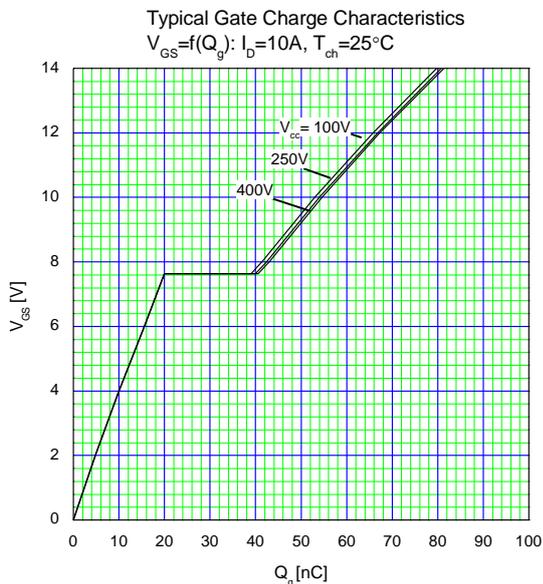
図 21 特性曲線 JAXA R 2SK4189 (1/3)



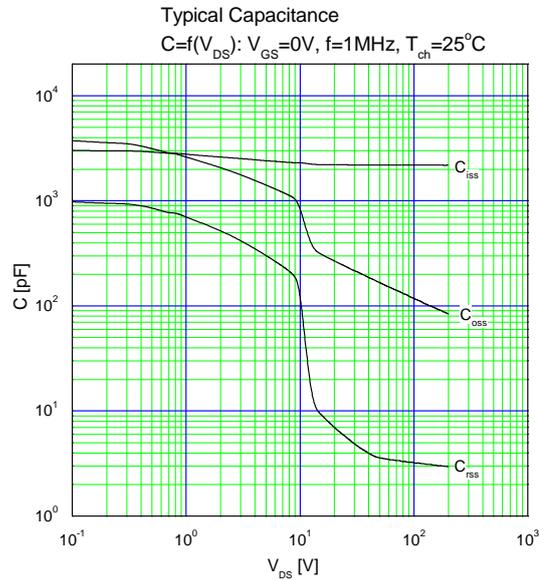
ドレイン・ソース間オン抵抗ーチャネル温度



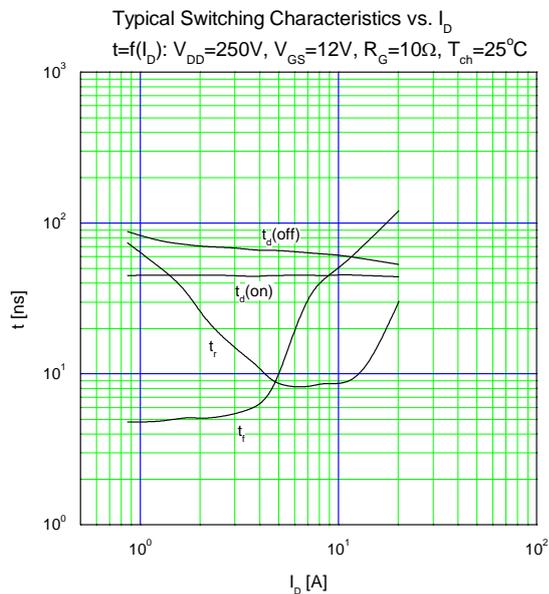
ゲート・ソース間しきい値電圧ーチャネル温度



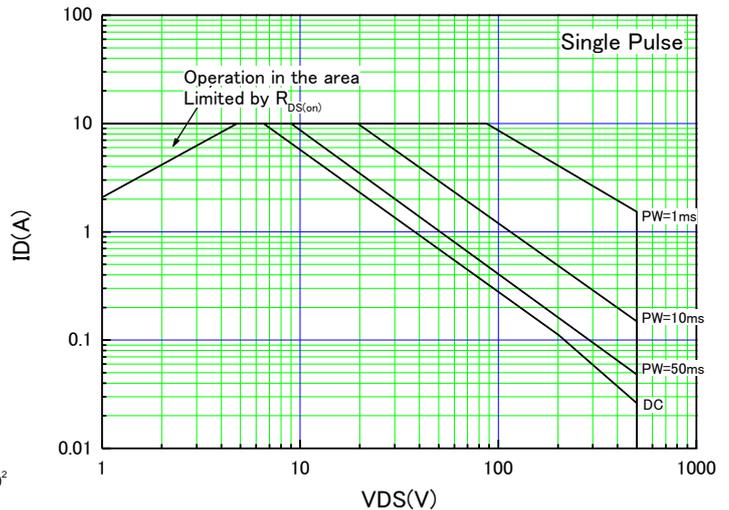
ゲート・ソース間電圧ーゲート電荷



容量ードレイン・ソース間電圧

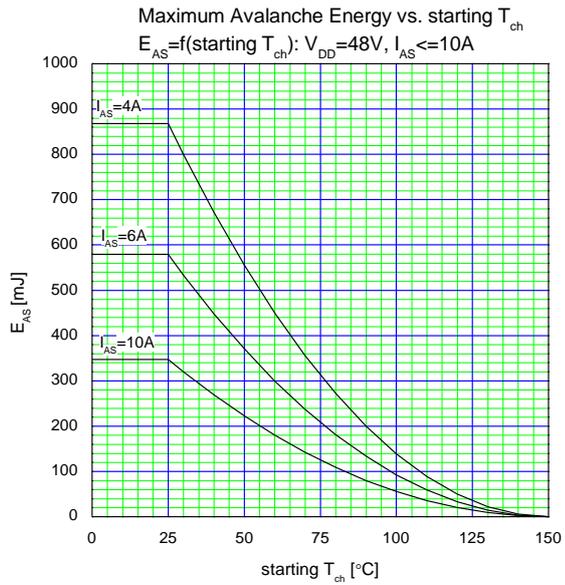


スイッチング時間ードレイン電流

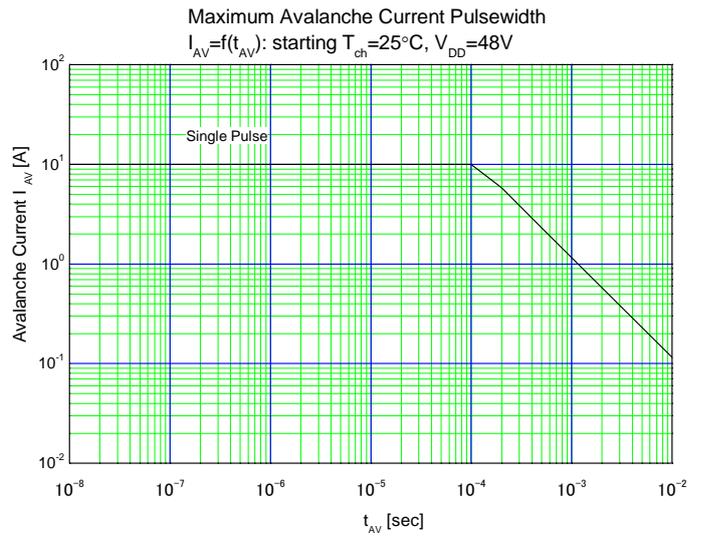


安全動作領域

図 22 特性曲線 JAXA R 2SK4189 (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 23 特性曲線 JAXA R 2SK4189 (3/3)

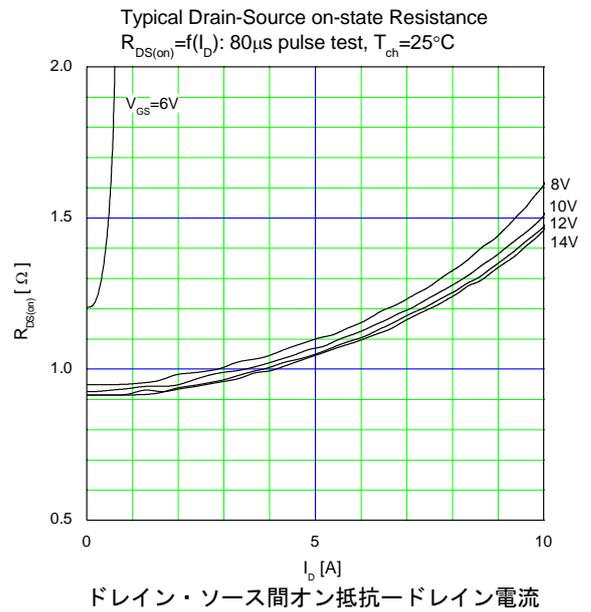
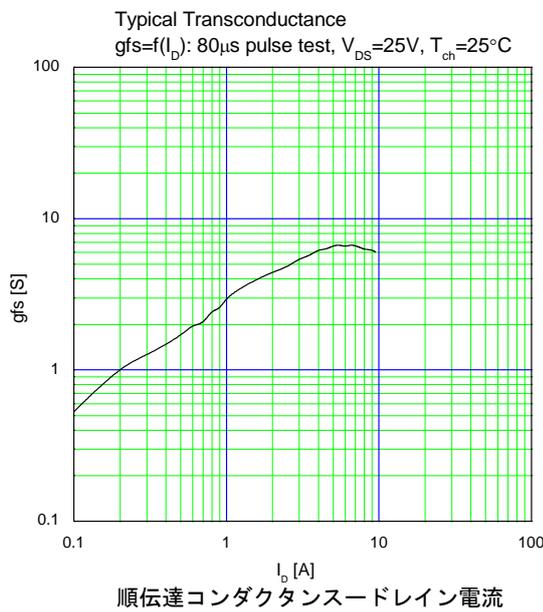
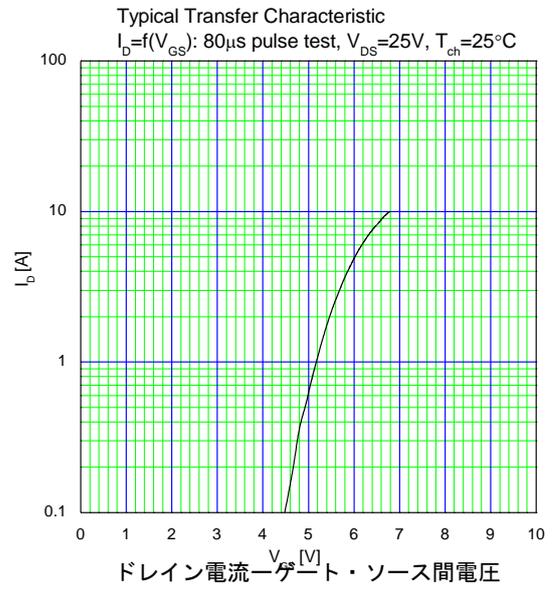
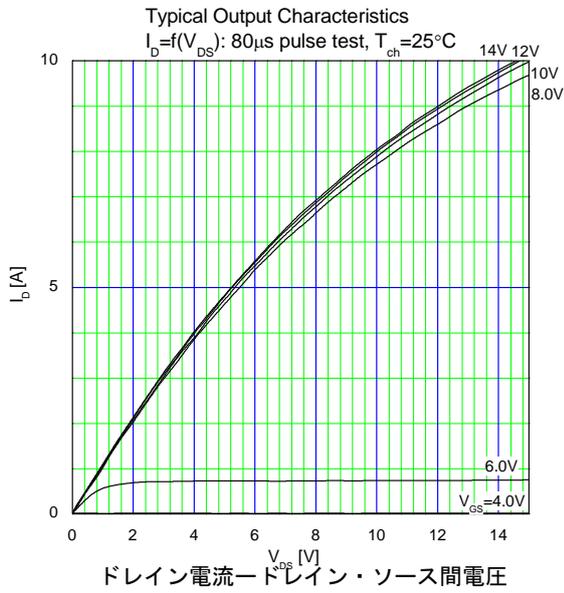
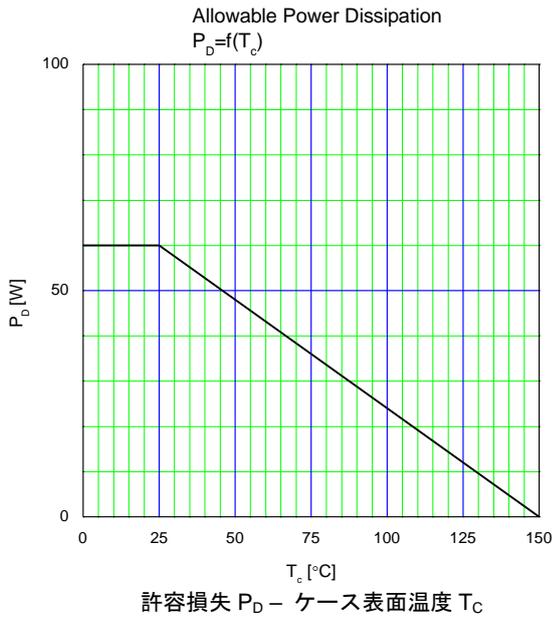


図 24 特性曲線 JAXA R 2SK4190 (1/3)

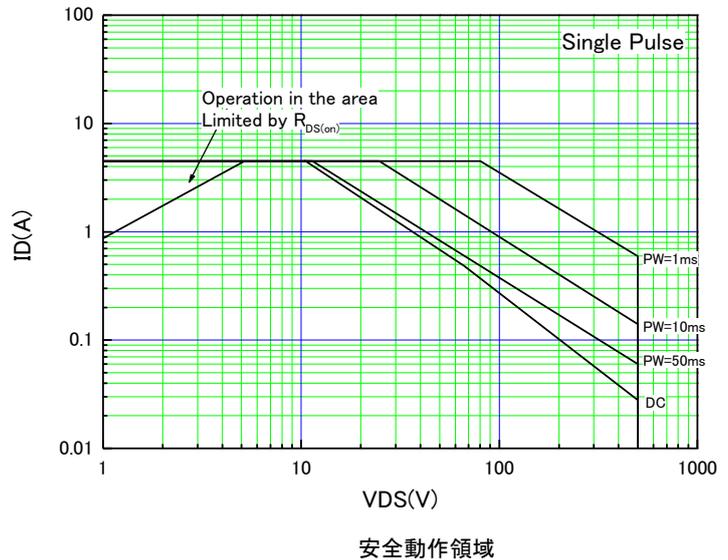
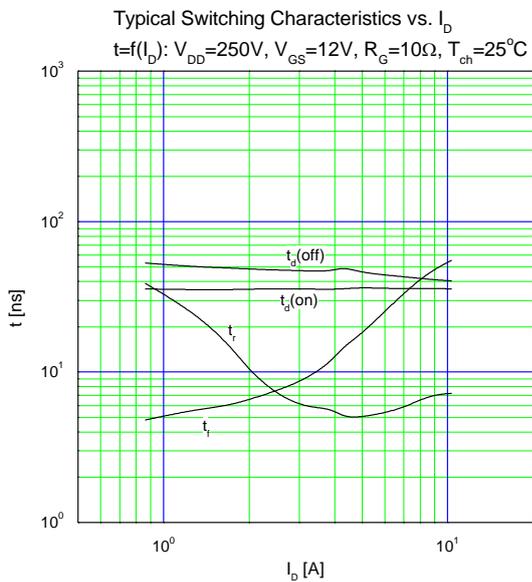
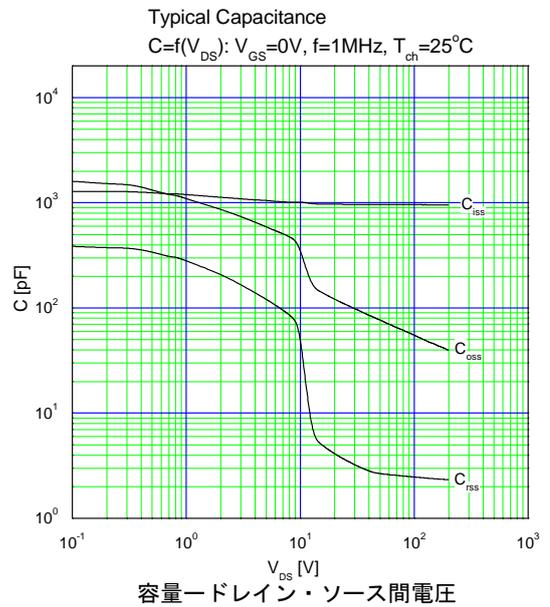
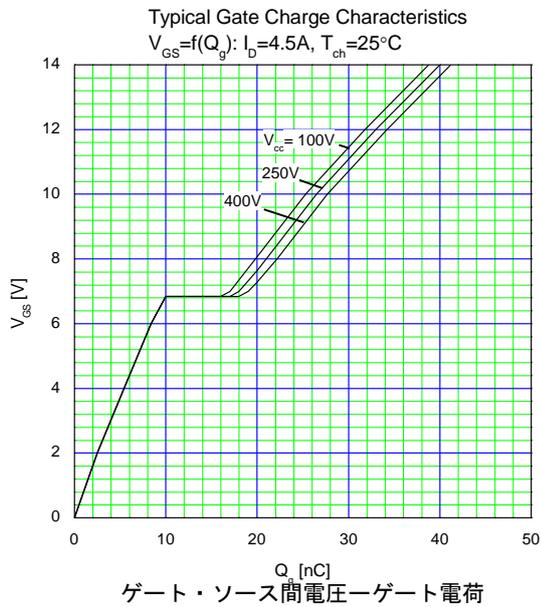
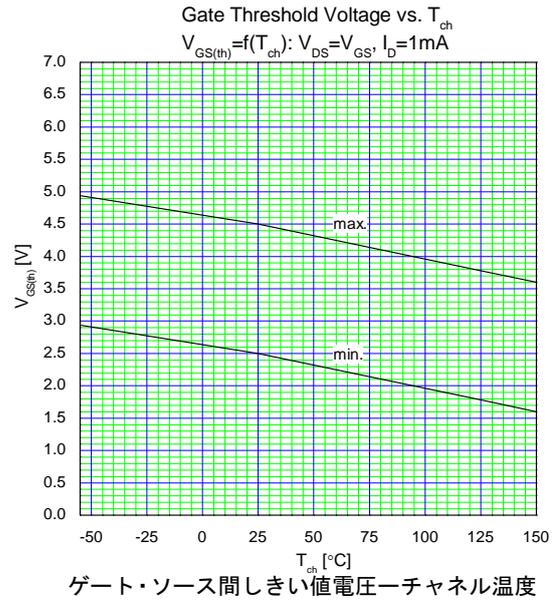
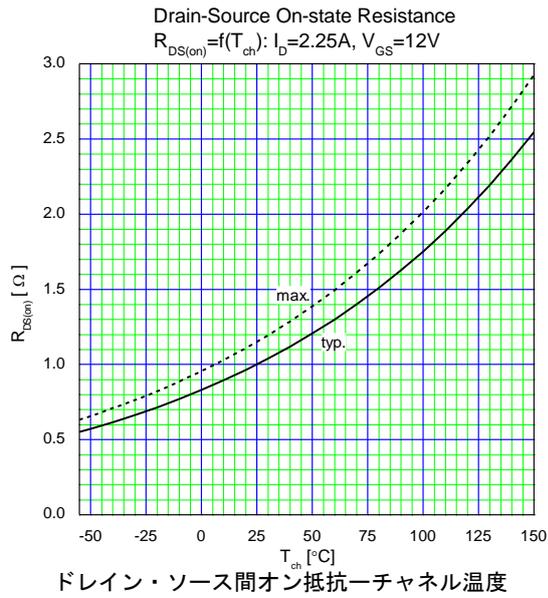
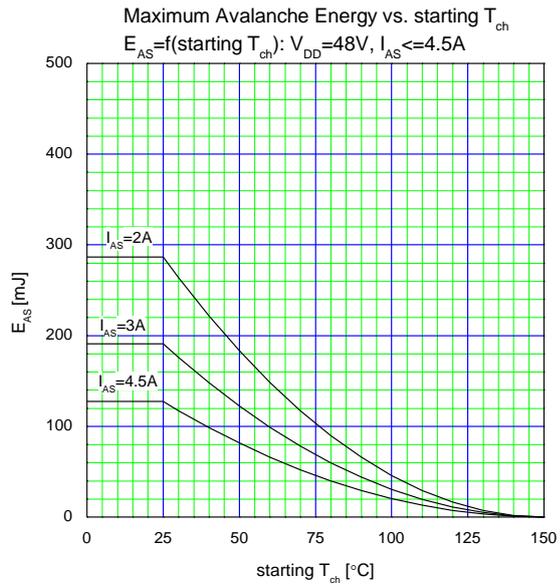
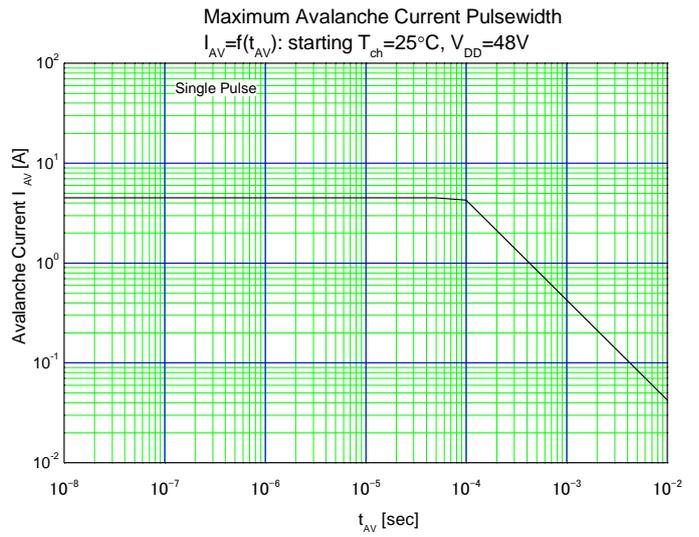


図 25 特性曲線 JAXA R 2SK4190 (2/3)



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 26 特性曲線 JAXA R 2SK4190 (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（TO-254） JAXA R 2SK4185 /22 個 0/66 個（SMD） JAXA R 2SK4152 ⁽¹⁾ /22 個 JAXA R 2SK4153 ⁽¹⁾ /22 個 JAXA R 2SK4154 ⁽¹⁾ /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（TO-254） JAXA R 2SK4185 /22 個 0/66 個（SMD） JAXA R 2SK4152 ⁽¹⁾ /22 個 JAXA R 2SK4153 ⁽¹⁾ /22 個 JAXA R 2SK4154 ⁽¹⁾ /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（TO-254） JAXA R 2SK4185 /22 個 0/66 個（SMD） JAXA R 2SK4152 ⁽¹⁾ /22 個 JAXA R 2SK4153 ⁽¹⁾ /22 個 JAXA R 2SK4154 ⁽¹⁾ /22 個

注⁽¹⁾ 同一のチップサイズ及び同一のパッケージにより評価した結果で代用。

JAXA-QTS-2030/102 を参照。

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 (TO-254) JAXA R 2SK4185 /45 個 0/135 個 (SMD) JAXA R 2SK4158 ⁽¹⁾ /45 個 JAXA R 2SK4159 ⁽¹⁾ /45 個 JAXA R 2SK4160 ⁽¹⁾ /45 個

注⁽¹⁾ 同一のチップサイズ及び同一のパッケージにより評価した結果で代用。

JAXA-QTS-2030/102 を参照。

6.5 静電気

表 9 静電気破壊試験結果

試験項目	試験条件		評価結果
	MIL-STD-750 方法 1020		
静電気	JAXA R 2SK4185, JAXA R 2SK4188	$V_{GS}=\pm 2750V$	クラス 2
	JAXA R 2SK4186, JAXA R 2SK4189	$V_{GS}=\pm 1000V$	クラス 1
	JAXA R 2SK4187, JAXA R 2SK4190	$V_{GS}=\pm 500V$	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 1×10^3 Gy (42Gy/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) $V_{DS}=400$ V, $V_{GS}=0$ V
	型式: JAXA R 2SK4189
	評価結果
	各バイアス条件 0/4 個 (1×10^3 Gy, JAXA R 2SK4189) BV_{DSS} トータルドーズ依存性: 図 27, $V_{GS(th)}$ トータルドーズ依存性: 図 28

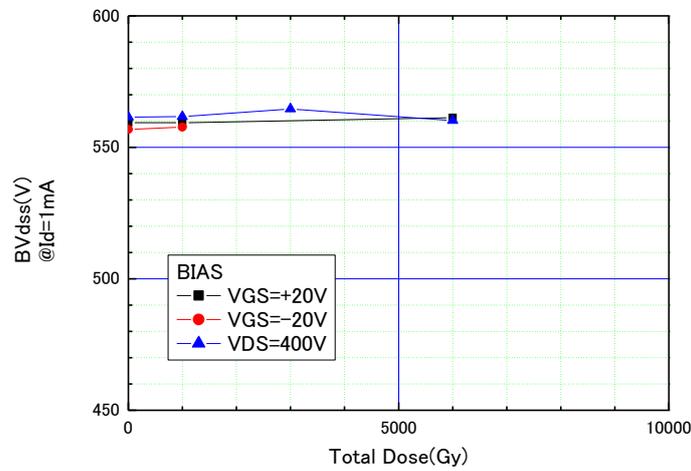


図 27 BV_{DSS} トータルドーズ依存性
型式 JAXA R 2SK4189 評価結果

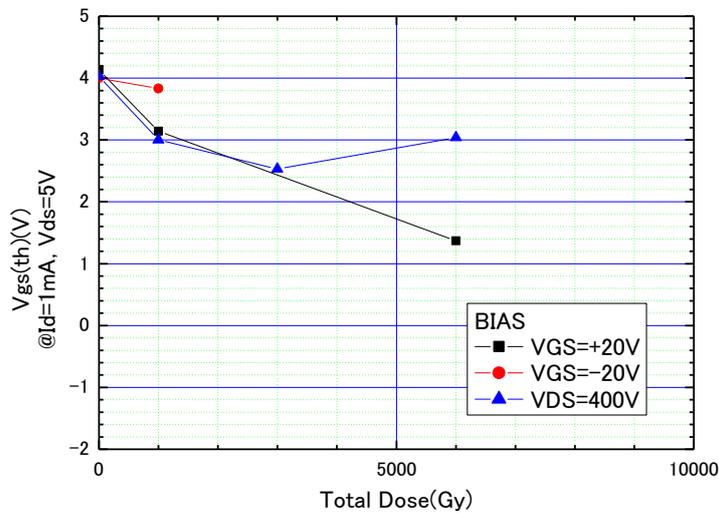


図 28 $V_{GS(th)}$ トータルドーズ依存性
型式 JAXA R 2SK4189 評価結果

表 10b 耐放射線性試験結果

部品番号 JAXA R	500V 系列					
	2SK4185	2SK4186	2SK4187	2SK4188	2SK4189	2SK4190
シングルイベント 耐性 (SEB/SEGR)	試験条件					
	Ion: ^{89}Y , Energy: 928 MeV LET: 40.5MeV/(mg/cm 2) ⁽¹⁾ Range: 102 μm , $T_A=25\pm 5^\circ\text{C}$ Fluence: 3E5 \pm 5% ions/cm 2 照射角度: チップ面に垂直					
	許容値: $I_{GSS} \leq 10\mu\text{A}$ 及び破壊なきこと					
	評価結果					
$V_{DS}=500\text{V}$ 及び $V_{GS}=-7.5\text{V}$ 0/3 個 (SEE-SOA: 図 29)						

注⁽¹⁾ デバイス中の平均 LET。

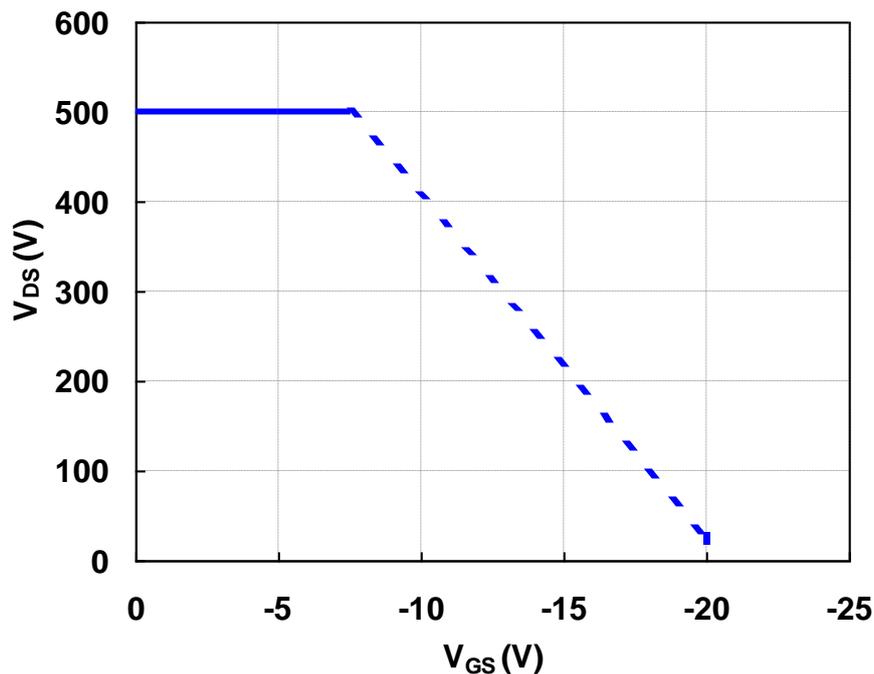


図 29 SEE-SOA (全型式)

注: 図中の点線は Xe での試験結果からの外挿である。

(平均 LET=67MeV/(mg/cm 2) , Range:90 μm)

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°C, 1000hr V _{GS} =16V	0/135 個 〔 JAXA R 2SK4185 /45 個 JAXA R 2SK4188 /45 個 JAXA R 2SK4190 /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°C, 1000hr V _{DS} =400V	0/90 個 〔 JAXA R 2SK4185 /45 個 JAXA R 2SK4190 /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 JAXA R 2SK4185 /45 個
断続動作寿命試験	ΔTc=70deg, 6000 サイクル	0/88 個 〔 JAXA R 2SK4185 /22 個 JAXA R 2SK4188 /22 個 JAXA R 2SK4189 /22 個 JAXA R 2SK4190 /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、 $T_A=10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、 $\text{RH}=40\sim 60\%$ 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) TO-254 パッケージではんだ付けは、 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) SMD パッケージではんだ付けの全体加熱方法を採用する場合は、宇宙用表面実装はんだ付工程標準（JERG-0-043）に従い、 200°C 以上で30～60秒、ピーク温度が 240°C 以下で10秒とすること。
- (3) 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。
- (4) ベリリアについての注意（TO-254 パッケージ）

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

お問い合わせ先：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