

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

RENESAS

ユーザーズ・マニュアル

2SC2001 ~ 3, 2SA952 ~ 4 の 安全動作領域の利用法

資料番号 D13566JJ1V0UM00 (第1版)
(旧資料番号 TEB-527)
発行年月 June 1998 N CP(K)

© NEC Corporation 1977

SPシリーズトランジスタ2SC2001~3, 2SA952~4はオーディオ分野の各種ドライブ、出力等に使用されておりますが、本資料では、過渡特性に於ける安全動作領域についてまとめてみました。

1. SOAの説明(図1.を参照)

1-1. Current Limit

◦ h_{FE} および $V_{CE(sat)}$ のコレクタ電流特性と、ボンディングワイヤの許容電流による制限値です。

1-2. Dissipation Limit

◦ 熱抵抗(全損失)による制限値です。
 ◦ 周囲温度 T_A と、デューティサイクルにより、ディレーティングして下さい。

1-3. S/B Limit

◦ 電流集中による制限値です。
 ◦ この制限値近傍では熱抵抗が急増しますのでパルスの繰り返し印加は危険です。繰り返し印加する場合、コレクタ電流 I_c 値で、40%以上ディレーティングして下さい。
 ◦ 周囲温度 T_A により、ディレーティングして下さい。

1-4. Voltage Limit

◦ $V_{CE0 MAX.}$ による制限値です。

2. 周囲温度 T_A によるディレーティング方法

◦ カタログに記載されている安全動作領域(SOA)は周囲温度 $T_A = 25^\circ C$ のものですので、周囲温度が、 $25^\circ C$ よりも高い場合は、ディレーティングする必要があります。例として、 $T_A = 50^\circ C$ について、ディレーティングしてみましょう。まず、図2.の安全動作領域ディレーティングカーブよりディレーティングファクタ値 $K = 0.8$ を求め、安全動作領域の電流値にかけることにより求められます。図3.にそのディレーティング例を示します。

3. 過渡特性に於ける簡単なジャンクション温度の求め方

3-1. 過渡電力波形の矩形波近似について

◦ 今まで述べて来ましたが、印加電力波形が全て矩形波の場合のみ適応されるものですので、実用状態の場合は必ずしも矩形波とは限らず複

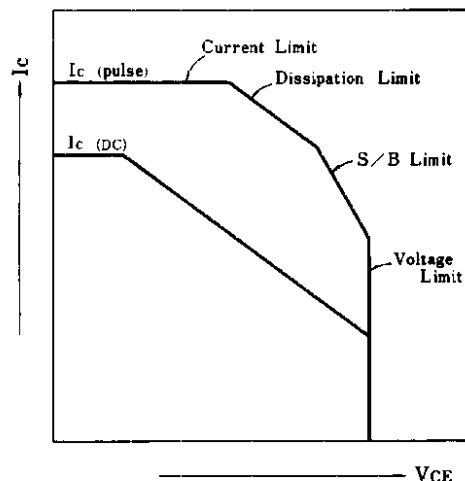


図1. 安全動作領域(SOA)の例

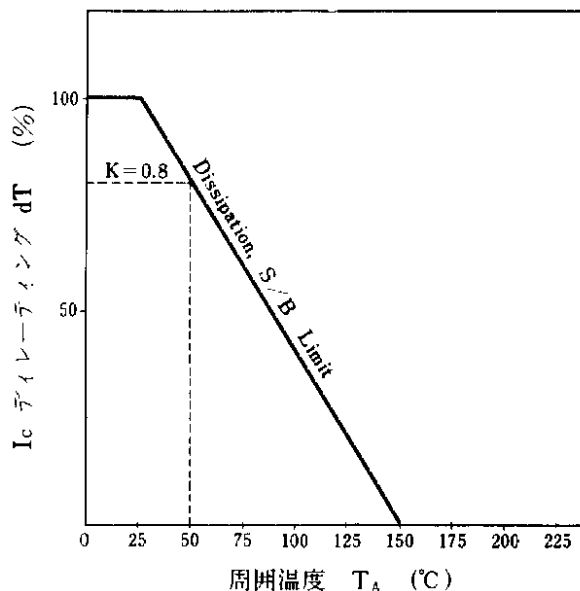


図2. 安全動作領域ディレーティングカーブ

雑な波形が一般です。この場合は、そのせん頭値をそのままにし平均電力損失が等しくなる矩形波に近似し 3-2 の計算法により、ジャンクション温度を求めます。図 4. に近似例を示します。

3-2. 矩形波に近似後のジャンクション温度の求め方

3-2-1. 単発パルス電力印加時のジャンクション温度 $T_j(t)$ の変化と計算例

○ 図 5. の様なパルス電力損失を印加した場合、 $t_0 < t < t_1$ のときの $T_{j1}(t)$ は、次の様になります。

$$T_{j1}(t) = R_{th}(t_1) \cdot P + T_A \quad \text{———— (1)}$$

また、 $t > t_1$ の時では、 $t = t_0$ から無限に続く正の階段状電力損失 P が印加され、その後 $t = t_1$ から無限に続く負の階段状電力損失が加わったものと考え、重ね合わせの原理によって、 $t > t_1$ での $T_{j3}(t)$ は次の様になります。

$$T_{j3}(t) = P \cdot [R_{th}(t) - R_{th}(t - t_1)] + T_A \quad \text{———— (2)}$$

3-2-2. 連続繰り返しパルス電力損失印加時のジャンクション温度の求め方

この場合も、3-2-1 と同様の考え方で次の様になります。

$$T_j(t_1) = P \cdot R_{th}(t_1) + T_A \quad \text{———— (3)}$$

$$T_j(t_2) = P \cdot [R_{th}(t_2) - R_{th}(t_2 - t_1)] + T_A \quad \text{———— (4)}$$

$$T_j(t_3) = P \cdot [R_{th}(t_3) - R_{th}(t_3 - t_1) + R_{th}(t_3 - t_2)] + T_A \quad \text{———— (5)}$$

連続で安定する最大ジャンクションピーク温度 T_{jp} は次の様になります。

$$T_{jp} = P \cdot [t_p / t_0 \cdot R_{th}(j - a) + (1 - t_p / t_0) \cdot R_{th}(t_p + t_0) - R_{th}(t_0) + R_{th}(t_p)] + T_A \quad \text{———— (6)}$$

図 6. に連続繰り返しの場合のジャンクション温度の変化を示します。なお、 $R_{th}(t_0)$ 、 $R_{th}(t_1)$ 、 $R_{th}(t_2)$ 、……… $R_{th}(t_p)$ は図 7. の様な過渡熱抵抗特性 $\Delta R_{th} - PW$ より求めた

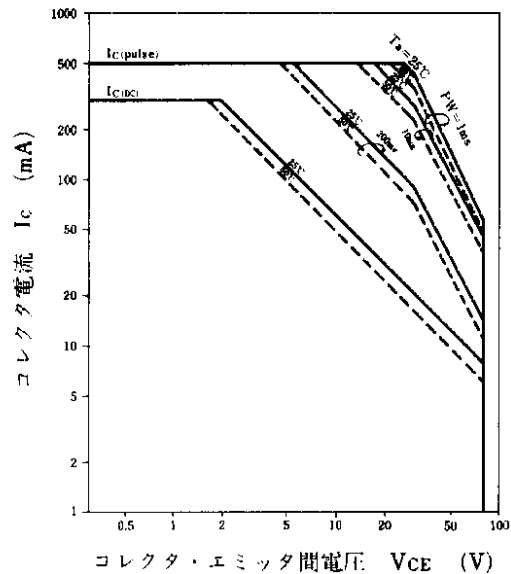


図 3. 周囲温度 T_A に対するディレーティング例

$$\int_{t_1}^{t_2} P(t) \cdot dt = P_0 \cdot (t_2 - t_1)$$

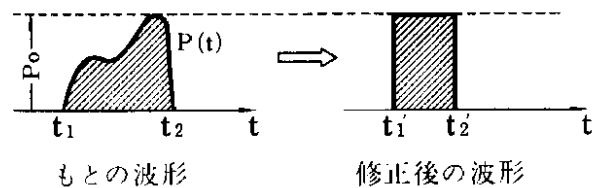


図 4. 任意コレクタ電力損失の矩形波への変換例

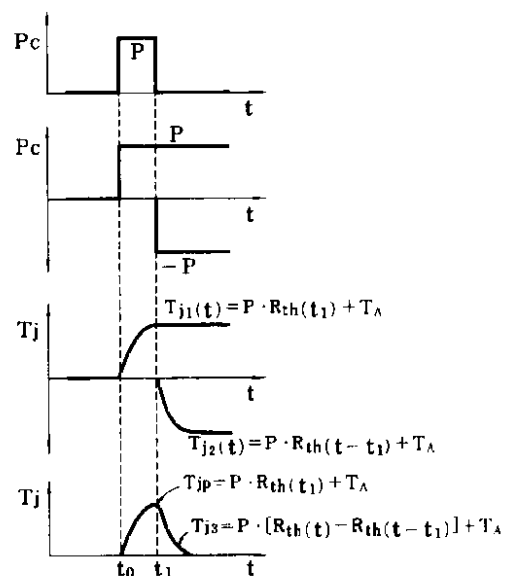


図 5. 単発パルス電力損失印加時の、接合部温度 $T_j(t)$ の変化と、計算例

過渡熱抵抗です。

4. 例による SOA の確認方法

4-1. ランプドライブの例

○図8の (a) の様な動作モデルの場合、同図の (b) の様に平均電力損失が等しくなる様に近似し、ジャンクションピーク値を計算します。計算式は (6) 式を使います。

$$T_{jp} = P \cdot \left(\frac{t_p}{t_0} \cdot R_{th}(j-a) + (1 - \frac{t_p}{t_0}) \cdot R_{th}(t_p + t_0) - R_{th}(t_0) + R_{th}(t_p) \right) + T_A$$

ここでは、2SC2001 を使用した場合について求めてみます。まず、 $t_p = 1ms$, $t_0 = 100ms$, $t_0 + t_p = 101ms$ の時の過渡熱抵抗を図12.の (a) より求めます。

$$\left(\begin{array}{l} P = 5W, R_{th}(j-a) = 208.33 (\text{°C/W}) \\ R_{th}(t_p = 1ms) = 12.2 (\text{°C/W}) \\ R_{th}(t_0 = 100ms) = 30 (\text{°C/W}) \\ R_{th}(t_p + t_0 = 101ms) = 30 (\text{°C/W}) \\ t_p / t_0 = 1 / 100 = 0.01 (\text{デューティサイクル}) \end{array} \right)$$

$$T_{jp} = 5 \times (0.01 \times 208.33 + (1 - 0.01) \times 30 - 30 + 12.2) + T_A = 5 \times 13.98 + T_A$$

$= 70 + T_A$ となり、周囲温度 $T_A = 150 - 70 = 80 (\text{°C})$ まで、連続使用可能です。ただし、 $T_{jp} \leq 150 \text{°C}$ を満足している事。また、ランプドライブで最も配慮する事は、ON時のラッシュ・カーレントですが、 I_{cp} の保持時間がほとんどの場合、数十 μsec ~ 数百 μsec ですので、先の計算で求めたジャンクション温度が、 150°C 以内であれば、 $3A$ 位まで使用可能と思われます。

4-2. リレードライブの例

この場合も、ランプドライブの例と同様、矩形波に近似し過渡熱抵抗特性より過渡熱抵抗を求めジャンクションピーク値を求めます。ランプドライブの場合、図9.の様な動作軌跡が考えられます。

4-2-1.

図9.のA軌跡の場合はDissipation Limitにありますので、計算により求めたジャンクションピーク温度が 150°C 以内であれば、繰り返し電力損失を印加できます。

4-2-2.

同図で、B軌跡の様にS/B Limit近傍にある場合は、次の様に考えます。ここでは、

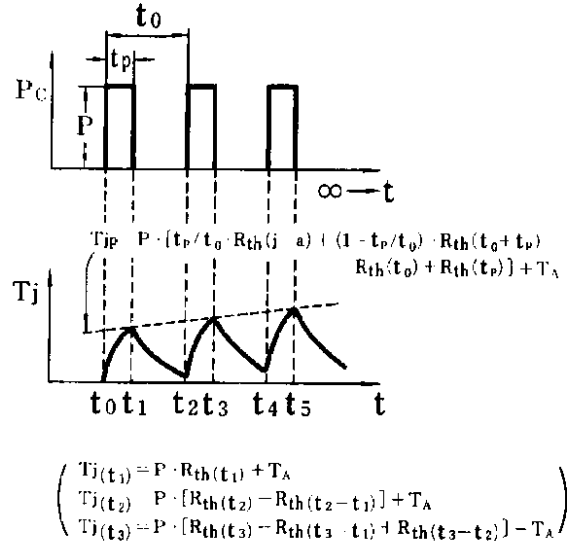


図6. 繰り返しパルス電力損失印加時の接合部温度の求め方

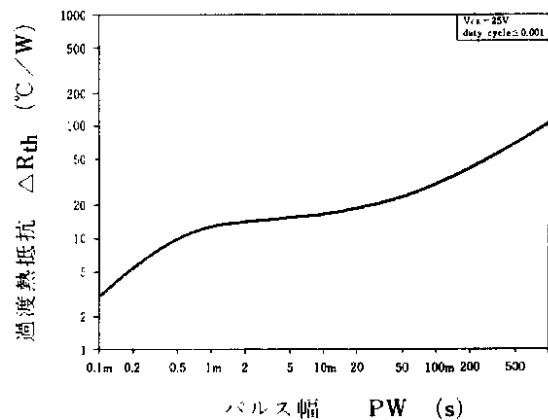


図7. 過渡熱抵抗特性の例

2SC2002,3を使用した場合について求めてみます。

(1)図10.の様な, 単発電力損失が加わった場合は 3-2-1の(1)式を使い瞬時ジャンクション温度 $\Delta T_j(t_1)$ を求めます。

$$\Delta T_j(t_1) = R_{th}(t_1) \cdot P + T_A$$

図12.の(C)の過渡熱抵抗特性(Bカーブ)より $R_{th}(10ms)$ の過渡熱抵抗を求めます。

$$(P=5.0W, R_{th}(t_1=10ms)=19(^\circ C/W))$$

$$\Delta T_j(t_1) = 5 \times 19 + T_A$$

= 95 + T_A となり, 周囲温度 $T_A = 150 - 95 = 55(^\circ C)$ まで単発パルス電力損失印加が可能です。

なお, 単発パルスとは, 電力損失印加後のジャンクション温度が, 電力損失印加前の状態に充分に下がっている事が必要条件です。

(2)また, 繰り返し印加する場合は, 図12.の(C)の過渡熱抵抗特性(Cカーブ)より, 過渡熱抵抗を求め, 連続繰り返しの場合の計算式(6)式を使用しジャンクションピーク値を求めます。ここでは, 図8.の(b)のモデルを利用し求めてみます。

$$(P=5.0W, R_{th}(j-a) = 208.33(^\circ C/W), R_{th}(1ms) = 23.5(^\circ C/W) \\ R_{th}(100ms) = 69(^\circ C/W), R_{th}(100ms+1ms) \approx 69(^\circ C/W), t_p/t_o = 0.01(\text{デューティ・サイクル}))$$

$$T_{jp} = P \cdot (t_p/t_o \cdot R_{th}(j-a) + (1 - t_p/t_o) \cdot R_{th}(t_p + t_o) - R_{th}(t_o) + R_{th}(t_p)) + T_A$$

$$= 5.0 \times [0.01 \times 208.33 + (1 - 0.01) \times 69 - 69 + 23.5] + T_A$$

$$= 5.0 \times 24.89 + T_A$$

$\approx 124 + T_A$ となり, $T_A = T_{jp} - 124 = 150 - 124 = 26^\circ C$ まで連続繰り返し印加が可能です。

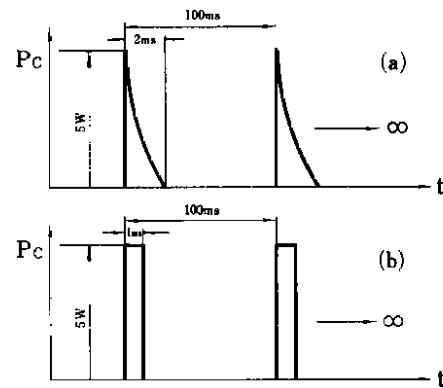


図8. ランプドライブの動作軌跡の例

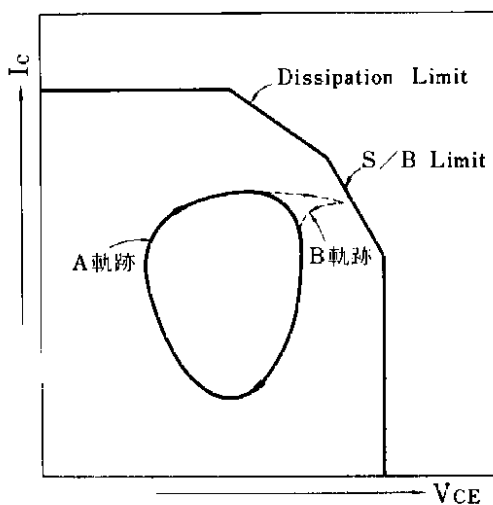


図9. リレードライブの動作軌跡例

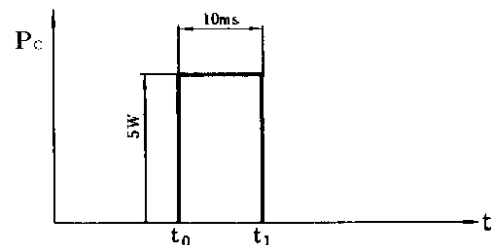


図10. 単発電力損失例

5. その他特性データ

(1) 2SC2001~3, 2SA952~4のSOAデータ ($T_A=25^\circ\text{C}$) とPW=10msの破壊データ 図11.(a)~(d)

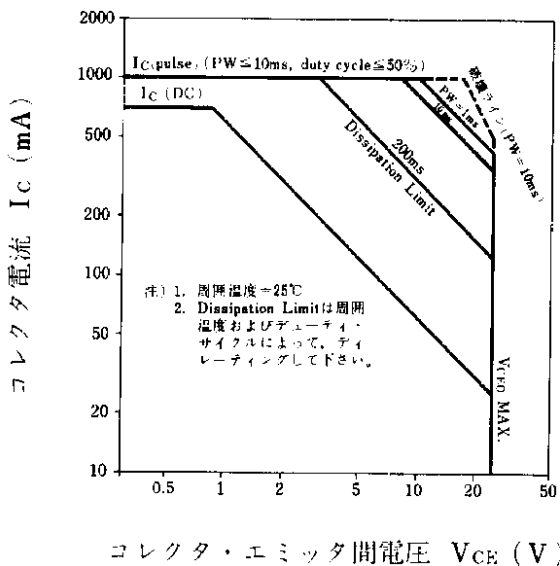


図11(a) 2SC2001の安全動作領域(SOA)

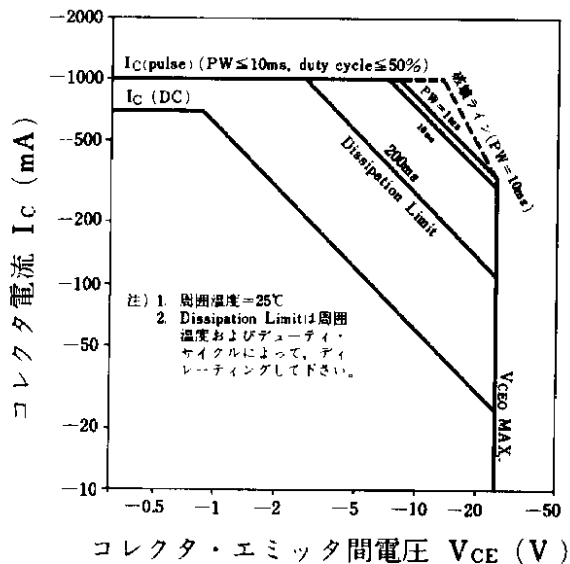


図11(b) 2SA952の安全動作領域(SOA)

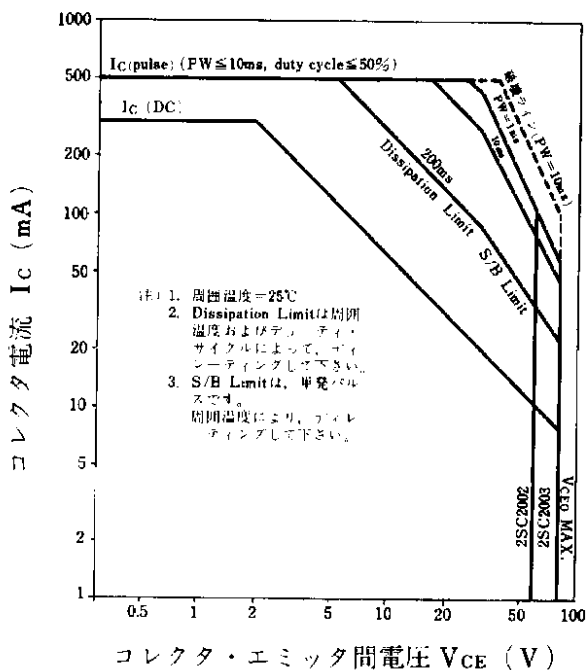


図11(c) 2SC2002, 2003の安全動作領域(SOA)

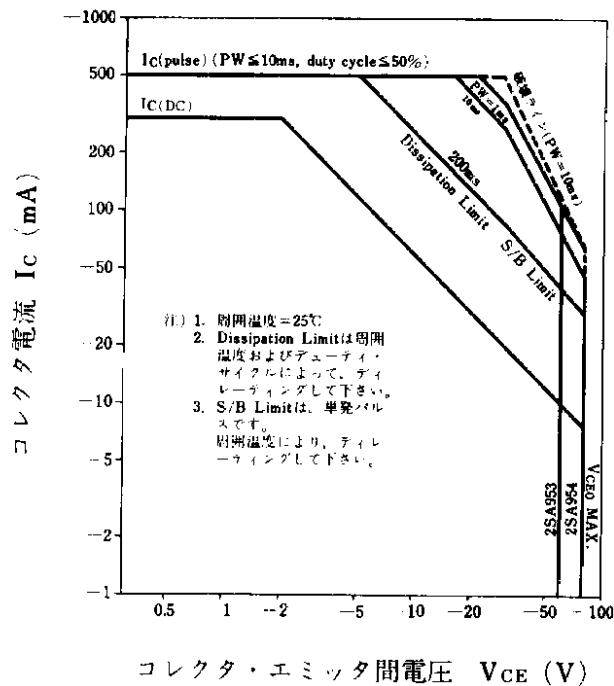


図11(d) 2SA953, 954の安全動作領域(SOA)

(2)2SC2001~3, 2SA952~4の過渡熱抵抗特性 ΔR_{th} -PW

図12.(a)~(d)

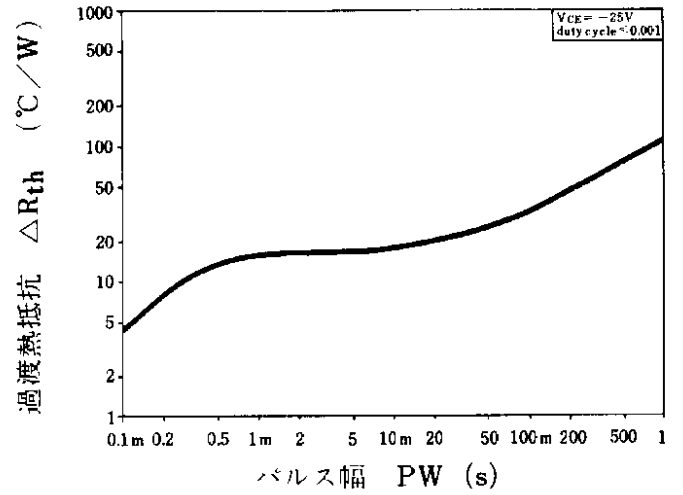
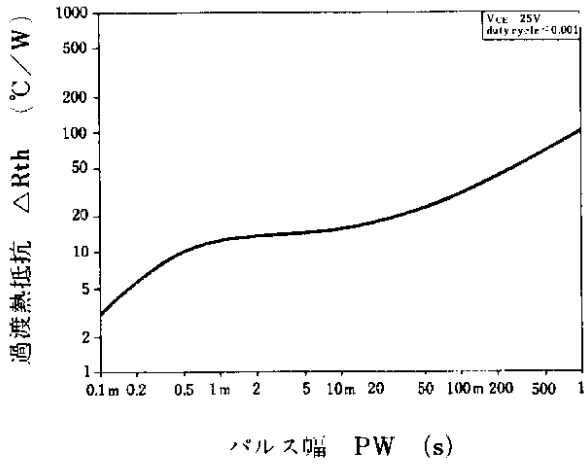


図12(a) 2SC2001の ΔR_{th} -PW特性

図12(b) 2SA952の ΔR_{th} -PW特性

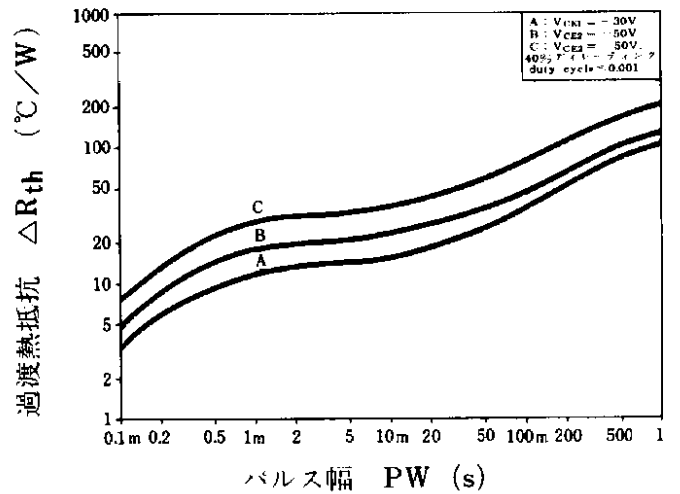
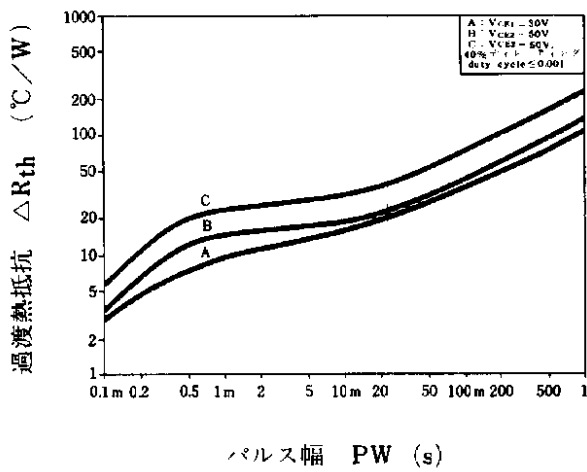


図12(c) 2SC2002, 2003の ΔR_{th} -PW特性

図12(d) 2SA953, 954の ΔR_{th} -PW特性

6. 使用資料類

- (1)ICトランジスタ回路の信頼性設計(日刊工業新聞社 発行)
- (2)NEC電子デバイスデータブック 半導体編(1977年発行)

- 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
- 本資料に記載された製品の使用もしくは本資料に記載の情報の使用に際して、当社は当社もしくは第三者の知的所有権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。上記使用に起因する第三者所有の権利にかかわる問題が発生した場合、当社はその責を負うものではありませんのでご了承ください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意願います。
- 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定して頂く「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認の上ご使用願います。
 標準水準：コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
 特別水準：輸送機器（自動車、列車、船舶等）、交通用信号機器、防災／防犯装置、各種安全装置、生命維持を直接の目的としない医療機器
 特定水準：航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器、生命維持のための装置またはシステム等
 当社製品のデータ・シート／データ・ブック等の資料で、特に品質水準の表示がない場合は標準水準製品であることを表します。当社製品を上記の「標準水準」の用途以外でご使用をお考えのお客様は、必ず事前に当社販売窓口までご相談頂きますようお願い致します。
- この製品は耐放射線設計をしておりません。

M4 94.11

— お問い合わせ先 —

【技術的なお問い合わせ先】

N E C半導体テクニカルホットライン（インフォメーションセンター）

電話 : 044-548-8899
 FAX : 044-548-7900
 E-mail : s-info@saed.tmg.nec.co.jp

【営業関係お問い合わせ先】

半導体第一販売事業部 半導体第二販売事業部 半導体第三販売事業部	〒108-8001 東京都港区芝5-7-1（日本電気本社ビル）	(03)3454-1111	
中部支社 半導体第一販売部 半導体第二販売部	〒460-8525 愛知県名古屋市中区錦1-17-1（日本電気中部ビル）	(052)222-2170 (052)222-2190	
関西支社 半導体第一販売部 半導体第二販売部 半導体第三販売部	〒540-8551 大阪府大阪市中央区城見1-4-24（日本電気関西ビル）	(06) 945-3178 (06) 945-3200 (06) 945-3208	
北海道支社 東北支社 岩手支店 郡山支店 いわき支店 長岡支店 水戸支店 土浦支店 群馬支店 太田支店	札幌 (011)231-0161 仙台 (022)267-8740 盛岡 (019)651-4344 郡山 (0249)23-5511 いわき (0246)21-5511 長岡 (0258)36-2155 水戸 (029)226-1717 土浦 (0298)23-6161 高崎 (027)326-1255 太田 (0276)46-4011	宇都宮支店 宇都宮 (028)621-2281 小山支店 小山 (0285)24-5011 甲府支店 甲府 (0552)24-4141 長野支店 松本 (0263)35-1662 静岡支店 静岡 (054)254-4794 立川支店 立川 (042)526-5981,6167 埼玉支店 大宮 (048)649-1415 千葉支店 千葉 (043)238-8116 神奈川支店 横浜 (045)682-4524 三重支店 津 (059)225-7341	北陸支社 金沢 (076)232-7303 富山支店 富山 (0764)31-8461 福井支店 福井 (0776)22-1866 京都支社 京都 (075)344-7824 神戸支社 神戸 (078)333-3854 中国支社 広島 (082)242-5504 鳥取支店 鳥取 (0857)27-5311 岡山支店 岡山 (086)225-4455 松山支店 松山 (089)945-4149 九州支社 福岡 (092)261-2906