

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、誤りがな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。

スイッチング用パワートランジスタのコレクタの飽和電圧について

—装置設計への応用—

パワートランジスタは他のスイッチング用デバイス（SCR，トライアック，ダイオード等）と異なり，制御信号（ベース電流）によりオン電圧，スイッチング時間などが異なるため，デバイスの損失， T_j などについてはベース電流について十分に考慮する必要があります。ここでは，パワートランジスタの導通時に飽和に近い状態とするための考え方について示します。

1. 検討のポイント

コレクタ飽和電圧 $V_{CE(sat)}$ のパラメータとしては

- コレクタ電流 I_C
- ベース電流 I_B
- 接合温度 T_j
- パルス幅 PW
- 素子によるバラツキ

などがあり，カタログで規定されているのは上記の各々1ポイントのみです。したがって実際の使用条件でコレクタ飽和電圧 $V_{CE(sat)}$ を希望値以下にするためにはカタログ等により推定する必要があります。

2. 飽和状態で使用する方法

装置よりの要求により

- コレクタ電流 I_{C0}
- 接合温度 T_{j0}
- パルス幅 PW_0

が判明している場合に，飽和に要するベース電流 I_{B0} を求めるものとします。

一例として『コレクタ電流 I_C —コレクタ・エミッタ間電圧 V_{CE} （パラメータ：ベース電流 I_B ）代表特性』を図1とし，図1の代表サンプルのカタログ条件での直流電流増幅率を $h_{FE10} \cdot h_{FE20} \cdot h_{FE30}$ また規格を $h_{FE1MIN} \cdot h_{FE2MIN} \cdot h_{FE3MIN}$ とします。また，『コレクタ飽和電圧 $V_{CE(sat)}$ —コレクタ電流 I_C 代表特性』を図3とします。（図2参照）

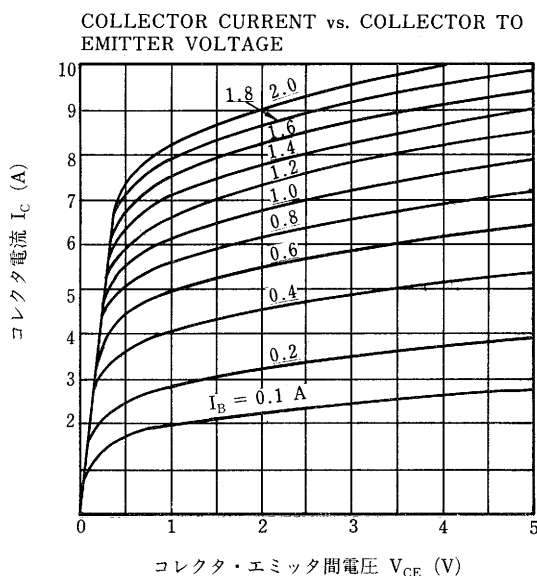


図1

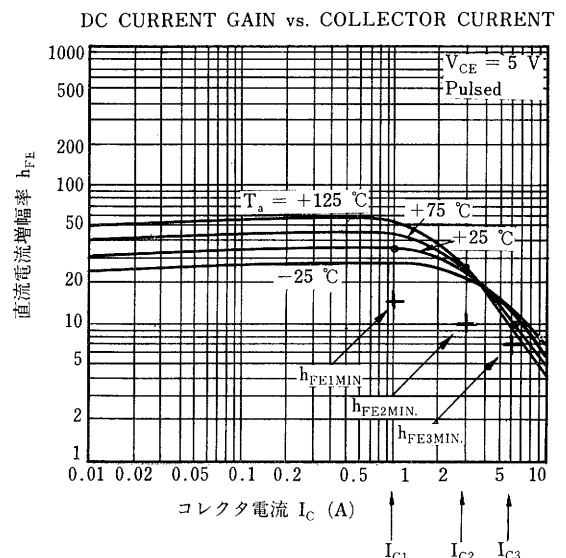


図2

BASE AND COLLECTOR SATURATION
VOLTAGE vs. COLLECTOR CURRENT

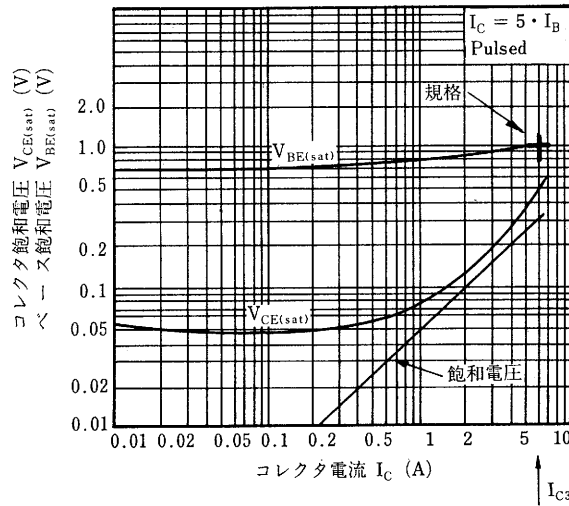


図 3

ここでコレクタ電流等により以下の3つの場合に分けて考えるものとします。

(1) $I_{C0} \gg I_{C1}, I_{C2}, I_{C3}$ の場合

トランジスタの電流密度が大きくなり、ロットによる特性変動が大きい領域のため、飽和状態で使用するためのベース電流値の推定は困難です。したがってこの場合には電流容量の大きいトランジスタを使用する必要があります。

(2) 絶対にトラブルを起こしたくない場合

この場合は、カタログ規格ぎりぎりの製品があるものとして考える必要があります。

すなわち $I_{C0} < I_{C3}$ のもとで

- i. コレクタ飽和電圧 $V_{CE(sat)3}$ とその条件 I_{C3}/I_{B3} を確認し
- ii. 接合温度 T_j 依存性に関しては、図 2 より I_{C0} における代表温度依存性データ $h_{FE(T_{jo})}/h_{FE(25^\circ C)}$ を求め
- iii. パルス幅依存性 $V_{CE(sat)}(PW_0)/V_{CE(sat)}(350 \mu s)$ の代表値を求めることにより
- iv. コレクタ飽和電圧を

$$V_{CE(sat)0} = V_{CE(sat)3} \times (V_{CE(sat)}(PW_0) / V_{CE(sat)}(350 \mu s))^2 \quad \text{マージン}$$

以下とするためのベース電流

$$I_{B0} = \frac{I_{C0}}{I_{C3}/I_{B3} \times (h_{FE(T_{jo})}/h_{FE(25^\circ C)})^2} \quad \text{[} T_{jo} < 25^\circ C \text{ の場合]} \quad \text{マージン}$$

$$I_{B0} = \frac{I_{C0}}{I_{C3}/I_{B3} \times \sqrt{h_{FE(T_{jo})}/h_{FE(25^\circ C)}}} \quad \text{[} T_{jo} > 25^\circ C \text{ の場合]}$$

を求めます。

(3) 続発するようなトラブルを起こしたくない場合

この場合はパワートランジスタの一般特性を積極的に利用するため、パワートランジスタの設計変更等の場合には再度見直す必要があります。

- i. 図2より I_{CO} における温度依存性を求め
- ii. 図1の特性を図2に書き直し、 I_{CO} での直流電流増幅率 h_{FE00} より $h_{FE00}/h_{FEMIN.}$ を求め
- iii. パルス幅依存性の代表値を求め
- iv. 図1より I_{CO} で飽和特性となる $V_{CE(sat)00}$ および I_{B00} を求めることにより
- v. コレクタ飽和電圧を

$$V_{CE(sat)0} \doteq V_{CE(sat)00} \times (V_{CE(sat)}(PW_0)/V_{CE(sat)}(350 \mu s))^2 \quad \text{マージン}$$

以下とするためのベース電流

$$I_{BO} = I_{B00} \times \frac{h_{FE00}/h_{FEMIN.} \times 2}{(h_{FE(T_{jo})}/h_{FE(25 \text{ }^\circ\text{C})})^2} \quad \text{マージン} \quad [T_{jo} < 25 \text{ }^\circ\text{C} \text{ の場合}]$$

$$I_{BO} = I_{B00} \times \frac{h_{FE00}/h_{FEMIN.} \times 2}{\sqrt{h_{FE(T_{jo})}/h_{FE(25 \text{ }^\circ\text{C})}}} \quad \text{マージン} \quad [T_{jo} > 25 \text{ }^\circ\text{C} \text{ の場合}]$$

を求めます。

3. 検討例

図1～3の特性を有する2SC2749の場合で、

- a. コレクタ電流 $I_{CO} = 2 \text{ A}$
- c. 接合温度 $T_{jo} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$
- d. パルス幅 $PW_0 = 100 \mu s$

とすると

2-(2)の場合

- i. $V_{CE(sat)3} = 1.0 \text{ V}, I_{C3}/I_{B3} = 5$
- ii. $h_{FE(-15 \text{ }^\circ\text{C})}/h_{FE(25 \text{ }^\circ\text{C})} = 0.87$
- iii. $V_{CE(sat)}(100 \mu s)/V_{CE(sat)}(350 \mu s) = 1.0$
- iv. コレクタ飽和電圧 $V_{CE(sat)0} = 1.0 \text{ V}$ を得るためにベース電流 $I_{B0} = 0.53 \text{ A}$ が必要となります。

2-(3)の場合

- i. $h_{FE(-15 \text{ }^\circ\text{C})}/h_{FE(25 \text{ }^\circ\text{C})} = 0.87$
- ii. $h_{FE00}/h_{FE(MIN.)} = 2.13$
- iii. $V_{CE(sat)}(100 \mu s)/V_{CE(sat)}(350 \mu s) = 1.0$
- iv. $V_{CE(sat)00} = 0.1 \text{ V}, I_{B00} = 0.3 \text{ A}$
- v. コレクタ飽和電圧 $V_{CE(sat)} \doteq 0.1 \text{ V}$ を得るためにベース電流 $I_{B0} = 1.7 \text{ A}$ が必要となります。

<参考>

2SC2749で、 $I_{CO} = 2 \text{ A}, T_{jo} = 25 \text{ }^\circ\text{C}, PW_0 = 350 \mu s$ の時、 $V_{CE(sat)0} = 0.1 \text{ V}, 0.2 \text{ V}$ を得るためのベース電流 I_{B0} は、2-(3)によると、各々 $I_{B0} = 1.3 \text{ A}, 0.35 \text{ A}$ が必要となり実測例は図4のようになります。

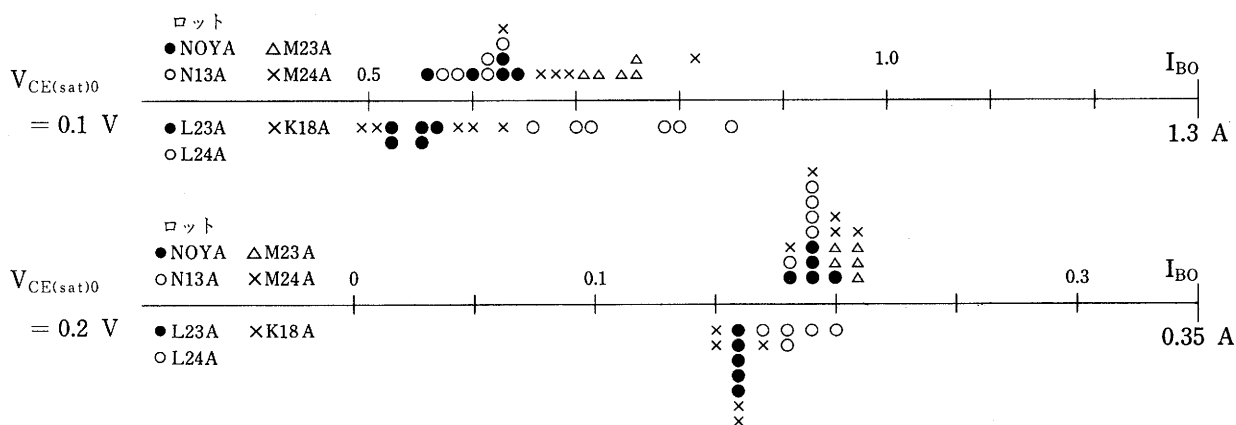


図 4

4. 今後作成を予定している応用技術資料

—スイッチング用パワートランジスタ—

- a. 破壊モードと事故原因について
- b. 超高速スイッチング用パワートランジスタについて
- c. 高耐圧高速スイッチング用パワートランジスタについて
- d. 応用回路集 (PART・I)
- e. 定格・特性の実力とバラツキについて
- f. カタログの読み方について
- g. 定電圧ダイオード内蔵形ダーリントンパワートランジスタについて
- h. 絶縁形パワートランジスタについて
- i. 100 V系高速スイッチング用モールドパワートランジスタの装置設計のための各パラメータ依存性資料
- j. 400 V系高速スイッチング用モールドパワートランジスタの装置設計のための各パラメータ依存性資料
- k. 400 V系超高速スイッチング用パワートランジスタの装置設計のための各パラメータ依存性資料
- l. 850 V系高速スイッチング用パワートランジスタの装置設計のための各パラメータ依存性資料
- m. 100 V系ダーリントンモールドパワートランジスタの装置設計のための各パラメータ依存性資料
- n. 400 V系ダーリントンモールドパワートランジスタの装置設計のための各パラメータ依存性資料
- o. 金属ケース品からモールドケース品へのパワートランジスタ切換のおすすめ

5. 必読文献一覧

- 半導体技術資料 TEB-528
「パルス電力損失時におけるトランジスタの接合部温度の算出法について」
- 半導体技術資料 TEB-002
「NECパワートランジスタの安全動作領域の規定方法について」
- 半導体技術資料 TEB-526
「スイッチング動作時におけるトランジスタの安全動作領域について」

- 半導体技術資料 TEM-504
「半導体素子の洗浄について」
- 半導体技術資料 TEA-509
「パワートランジスタの標準取付け方法について」
- 半導体技術資料 TEM-507
「半導体素子の実装方法について」
- 半導体技術資料 TEB-534
「『静電破壊強度』に優れているトランジスタとは」
- 半導体技術資料 TEM-506
「パワートランジスタ使用の手引き」
- 半導体技術資料 TEM-508
「パワートランジスタによるモータ制御回路一覧とパワートランジスタ選定上の注意事項について」
- 半導体技術資料 TEP-508
「ファーストリカバリダイオード内蔵形大電力パワートランジスタについて」
- 半導体技術資料 TEA-541
「Nch Power MOS FET 2SK278 の 200 kHz スイッチングレギュレータへの応用」
- 半導体技術資料 TEB-543
「スイッチング用パワートランジスタの最適ベースドライブ条件について」
- 半導体技術資料 TEB-545
「スイッチング用パワートランジスタの最適ベースドライブ条件について PART II」
- 半導体技術資料 TEB-520
「プッシュプル方式スイッチング・レギュレータの設計(基礎編)」
- 半導体技術資料 TEB-521
「プッシュプル方式スイッチング・レギュレータの設計(応用編)」
- 集積回路技術資料 IEA-526
「スイッチングレギュレータ・コントロール IC μ PC1042C 応用回路」
- 半導体技術資料 TEB-547
「高耐圧高速スイッチング用パワートランジスタ h_{FE} 細区分品の使用法について」
- 半導体技術資料 TEM-514
「スイッチング用パワー MOS・FET ユーザーズマニュアル—使用上の注意事項—」
- 半導体技術資料 TEA-544
「スイッチング用パワートランジスタを用いたアイデア回路集(PART I)」
- 半導体技術資料 TEM-512
「パワートランジスタ・セレクションガイド」

本製品が外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等(または役務)に該当する場合には、日本国外に輸出する際に日本国政府の輸出許可が必要です。

NEC 日本電気株式会社

本 社	東京都港区芝五丁目33番1号(日本電気本社ビル) 〒108 東 京(03)454-1111
電子デバイス 販売事業部	東京都港区芝五丁目33番7号(徳栄ビル) 〒108 東 京(03)453-5511
電子デバイス 販売事業部 大阪販売部	大阪市東区北浜五丁目15番地(新住友ビル) 〒541 大 阪(06)220-4771
電子デバイス 販売事業部 名古屋販売課	名古屋市中区新栄二丁目28番22号(日本電気名古屋ビル) 〒460 名 古 屋(052)262-2311

北海道支店	札幌(011)231-0161	沖立支店	那覇(0988)66-5611
東北支店	仙台(0222)61-5511	立川支店	立川(0425)26-0911
北支店	山形(0249)23-5511	川崎支店	川崎(0472)27-5441
郡支店	いわき(0246)21-5511	静岡支店	静岡(0542)55-2211
新潟支店	新潟(0252)47-6101	北支店	金沢(0762)23-1621
新潟支店	新潟(0292)26-1717	富山支店	富山(0764)31-8461
新潟支店	新潟(0298)23-6161	富山支店	富山(0822)47-4111
新潟支店	新潟(0273)26-1255	富山支店	富山(0862)25-4455
新潟支店	新潟(0276)46-4011	富山支店	富山(0878)22-4141
新潟支店	新潟(0286)21-2281	富山支店	富山(0899)45-8686
新潟支店	新潟(0262)35-1444	富山支店	富山(0899)45-8686
新潟支店	新潟(0263)35-1666	富山支店	富山(092)713-5151
新潟支店	新潟(02665)3-5350	富山支店	富山(093)541-2887
新潟支店	新潟(0552)24-4141	富山支店	