

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い申し上げます。

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。

小信号トランジスタ

使用上のご注意および免責事項

1. トランジスタ採用に当たってのご注意

1.1 用途について

本資料に記載のトランジスタ製品は、汎用電子機器（パソコン，携帯電話，テレビ・音響機器，家電機器等）に使用されることを目的として設計されたもので，その要求に充分対応した品質・信頼性を確保しています。

弊社は品質・信頼性の向上に努めておりますが，宇宙，航空，燃焼制御，運輸，交通，各種安全装置，ライフサポート関連の医療機器等のように，特別な品質・信頼性が要求され，その故障や誤作動が直接人命を脅かしたり，人体に危害を及ぼす恐れのある用途にご使用をお考えの場合は，お客様側の責任において機器の安全設計を行なうことを前提とするとともに，事前に弊社営業担当までご相談いただきますようお願いいたします。

1.2 安全上のご注意

弊社トランジスタによる設計に際しては，特に最大定格，動作電源電圧範囲，放熱特性，実装条件およびその他諸条件につきましては，弊社保証範囲内でご使用いただきますようお願いいたします。

保証値を超えてご使用された場合の故障・事故につきましては，弊社はその責を追いません。

また，保証値内のご使用であっても，半導体製品について通常予測される故障発生率，故障モードをご考慮の上，弊社トランジスタの動作が原因でご使用機器が人身事故，火災事故，その他の拡大損害を生じさせないように，フェールセーフ等のシステム上の対策を講じていただきますようお願いいたします。

1.3 その他

本資料に記載のトランジスタ製品は，対放射線設計をしておりません。

2. 半導体素子の選定について

半導体素子の信頼性は、当社製品に限らず素子メーカー側の要因の他に、お客様が選択される回路条件、実装条件、環境条件等のいわゆる使用条件に左右されます。従って、半導体素子をより高信頼の状態でご使用いただくために、素子選定に際し配慮していただきたい事項、即ち、最大定格、ディレーティング及びパッケージの選択について述べます。

2.1 最大定格について

半導体素子の最大定格は通常「絶対最大定格」で規定しており、各品種の最大定格表に示してある値は、瞬時といえども越えてはならないものとされています。例えば、JIS C 7030 の定義から抜粋して引用しますと次のようになります。

絶対最大定格

絶対最大定格とは、どのトランジスタにも適用される動作条件及び環境条件の限界値であって、そのトランジスタについて公表された規格で決められている。この限界値は、いかなる最悪の条件下においても越えてはいけぬものである。これらの数値はトランジスタ製造業者によって決められ、これらの数値以下で使用される限り、効果を十分に発揮できることを保証するものである。(JIS C 7030 より)

最大定格値を一時的にも越えることがありますと、直ちに劣化または破壊に至るものであり、たとえその後しばらく動作していても、その寿命を極度に縮めることとなります。従って、半導体素子を用いる電子回路の設計にあたっては、使用中いかなる外部条件の変動においても、その素子に指定された最大定格を越えないよう配慮が必要です。また、これらの最大定格の各項目は相互に緊密な関連にあるものが多く、それぞれ同時に許されるものではないことに更にご注意下さい。例えばトランジスタに加えらるる電流、電圧がそれぞれ最大定格以下であっても、その消費電力は両者の積で与えられ、これがそのトランジスタの許容コレクタ損失以内になければならないこととなります。また、直流最大定格のみならず、パルス用途の場合には安全動作領域(ASO)、負荷ローカス、ピーク電圧、電流についての配慮が必要となります。

2.1.1 トランジスタの最大定格

トランジスタ、FET に関する当社の最大定格は前述の“半導体製品に用いられる記号と定義”を参照ください。

2.1.2 ディレーティングについての配慮

最大定格に対してどの程度のディレーティングをするかということは、信頼性設計の中で重要な問題です。システム設計の段階で考慮していただきたいディレーティング項目は、素子の種類により少しずつ異なり、電圧、電流、電力、負荷等の電氣的ストレスのディレーティング、温度、湿度などの環境条件、あるいは振動、衝撃などの機械的ストレスのディレーティング等であります。

表 1 に、信頼性設計上配慮すべきディレーティング基準例について説明します。

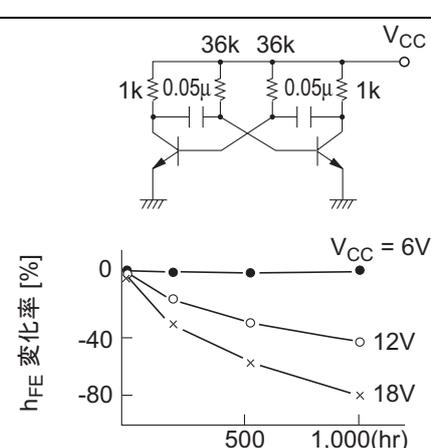
表1 ディレーティング設計基準例^{注1}

ディレーティング要素 ^{注2}		トランジスタ
温度	接合温度	110°C 以下 ($T_j = 60^\circ\text{C}$ 以下)
	素子周囲温度	— ($T_a = 0 \sim 45^\circ\text{C}$ 以下)
	その他	消費電力, 周囲温度, 放熱条件 $T_j = P_D \times \theta_{ja} + T_a$
湿度	相対湿度	RH = 40 ~ 75%
	その他	通常, 急激な温度変化等による結露がある場合はプリント基盤をコーティングする。
電圧	耐圧	最大定格 $\times 0.8$ 倍以下
	過電圧	静電破壊を含めて過電圧印加防止対策をする。
電流	平均電流	$I_C \times 0.5$ 倍以下
	せん頭電流	$i_{C(\text{peak})} \times 0.8$ 以下
電力	平均電力	最大定格 $\times 0.5$ 倍以下 (特にパワー系トランジスタ)
パルス ^{注3}	ASO	個別データシートの規定領域を超えないこと
	サージ	$i_{C(\text{peak})}$ 以下

- 【注】 1. 特殊な使用条件は除く。
 2. これらのディレーティング要素をできるだけ同時に満たすこと。
 3. 一般に過渡状態に対しては, サージ等を含めたピーク電圧, 電流, 電力, 接合温度は最大定格以下とし, 信頼性のためのディレーティングは上記の平均値にディレーティングする。

これらのディレーティング基準について装置の設計段階で考慮されることが信頼性確保の上で望ましく, 基準内に設定することが困難な場合については, 最大定格のより大きなデバイスを選定する等の別の手段が必要になります。表2にディレーティングの不適切な事例を示します。

表2 最大定格を超えた場合の h_{FE} 低下

No.1	事例件名	最大定格を超えた場合の h_{FE} 低下
	素子の種類	トランジスタ
	事例内容	<p>単安定マルチバイブレータでトランジスタのスイッチング時, エミッタ・ベース間に逆方向高電圧が印加された。この電圧が最大定格以上の電圧であったため, 図のように低電流 h_{FE} が低下した。上の図の回路で V_{CC} をパラメータとし h_{FE} 変化率を下の図に示した。</p>  <p>The circuit diagram shows a monostable multivibrator using two transistors. The base of the first transistor is connected to the emitter of the second transistor through a 36k resistor. The base of the second transistor is connected to the emitter of the first transistor through a 36k resistor. The collector of the first transistor is connected to the base of the second transistor through a 1k resistor. The collector of the second transistor is connected to the base of the first transistor through a 1k resistor. The supply voltage is V_{CC}. The graph shows the change rate of h_{FE} [%] versus time (hr) for $V_{CC} = 6V, 12V, 18V$. The change rate is 0% for $V_{CC} = 6V$, approximately -20% for $V_{CC} = 12V$, and approximately -60% for $V_{CC} = 18V$ at 1,000 hours.</p>
	対策法	<p>(1) ブレークダウンさせないこと (V_{CC} の電圧を下げる)。 (2) エミッタ・ベース耐圧の高いものを使用する。 (3) h_{FE} に対する回路マージン設計を行なう。</p>
	分類	最大定格

2.2 パッケージの選定について

プラスチック封止形半導体デバイスの信頼性向上はめざましく、最近では、比較的使用環境の厳しい自動車(エンジン制御関係を含む)、計測制御や、情報産業機器、無線通信装置などにも使用されるなど、応用範囲は広がっています。事実、市場データを見ても環境条件の良好な室内に設置された装置では、気密封止形と同等の信頼性が得られています。

近年、電子機器の小形化が進むにつれて、半導体デバイスのパッケージに対しても小形、薄形の要求がますます強くなってきています。こうした要求に応えるためコンデンサ、抵抗などのチップ部品と同様に面実装可能なパッケージのデバイスが開発されてきました。

面実装形パッケージはピン挿入形パッケージに比較して次のような特長があります。

- (1) 小形で実装面積を小さくできる。
- (2) 厚さが薄く、実装高さを低くできる。
- (3) 基板スルーホールが不要で基板密度が高い。
- (4) 基板への両面実装が可能である。

面実装形パッケージには様々なものが開発されており、それぞれ、実装性、使いやすさ、耐熱性などに差があり、これらのパッケージを使用する場合は、パッケージの特長をよく知ったうえで使う必要があります。

3. 回路実装上の注意点

信頼性設計という点では、回路設計上、初期規格を満足する設計はもとより、ディレーティングを適用することや、特性の変動分を考慮して設計上の余裕をもたせること等が必要であります。信頼性の面から考慮していただきたい問題点として、配線上の問題や、外来サージ、リアクタンス負荷、ノイズマージン、逆バイアス、フライバックパルス、静電気、パルスストレス等があります。

3.1 一般的注意事項

システムとして所定の信頼度を達成する上において重要なことは、カタログに表されているパラメータ規格内で使用すること、及び周辺部の影響も考慮して、次の諸点に留意して使用するという点であります。

- (1) 半導体素子近傍が高温にならないように、極力周辺温度を低くしてください。
- (2) 電源電圧、入力電圧、消費電力等は定格値内とし、ディレーティングを考慮してお使いください。
- (3) 入力、出力、電源端子等に不要なノイズによる過電圧が印加されたり、誘起されたりしないようにしてください。また強電磁波等にもご注意ください。
- (4) 静電気等が使用中に発生しないようにしてください。
- (5) 高速動作の素子の場合は、微細構造となっていますので、入力部分に保護回路等を設けるか、静電パルスが印加されないようにしてください。
- (6) 電源のオンオフ時等の場合、電圧印加が不均衡とならないようにしてください。例えば、回路の接地端子がフローティング状態で、入力、電源端子等に電圧が印加されると過大なストレスが加わります。

以下に主な項目について若干の例を示します。

3.2 ノイズ、サージ電圧対策

サージ電圧や、静電気、ノイズ等の問題は、半導体素子全般に共通する問題であって、発生要因を除くための対策や、軽減させる対策が必要であります。

一般に電子機器の設計において、商用電源の変動については、通常 10% 程度の増減を見込んで設計されているのが一般的と思われます。しかし、周辺地域でサージ電圧の発生する機械装置等が使用されていますと、電源電圧の変動に起因する故障、誤動作が生じることがあります。

これは電源ラインに重畳されたサージによるもので、雷等の発生時にもインパルス状態のサージが誘起されます。これらに対しては、AC ライン側に図 1 のようなフィルタを入れることにより、軽減することができます。AC ラインからサージや静電気が間接的に入らなくとも、回路基板内の部品や半導体素子に直接印加される可能性がある場合はシールド等をする必要があります。また、シールドに対する対地インピーダンスが低いことが肝要であり、低くないと効果がありません。

直接静電気やサージパルス等がノイズとして印加される恐れのある場合には、特殊な例として図 2 に示すような保護回路を入れることがあります。Ri × Ci の時定数は、動作に影響のない範囲で、サージパルス等の吸収に都合のよい範囲に設定します。

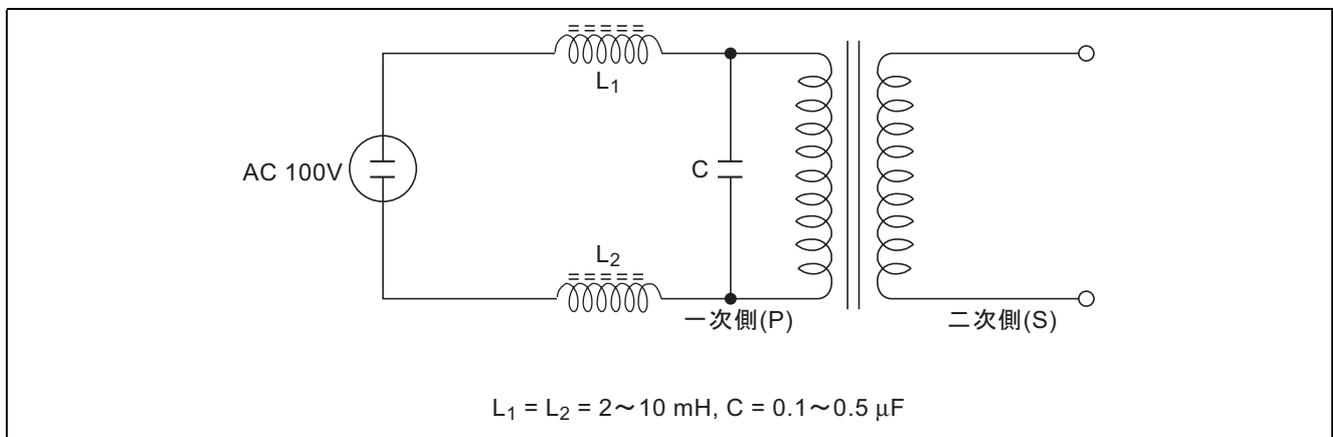


図 1 サージ吸収回路例

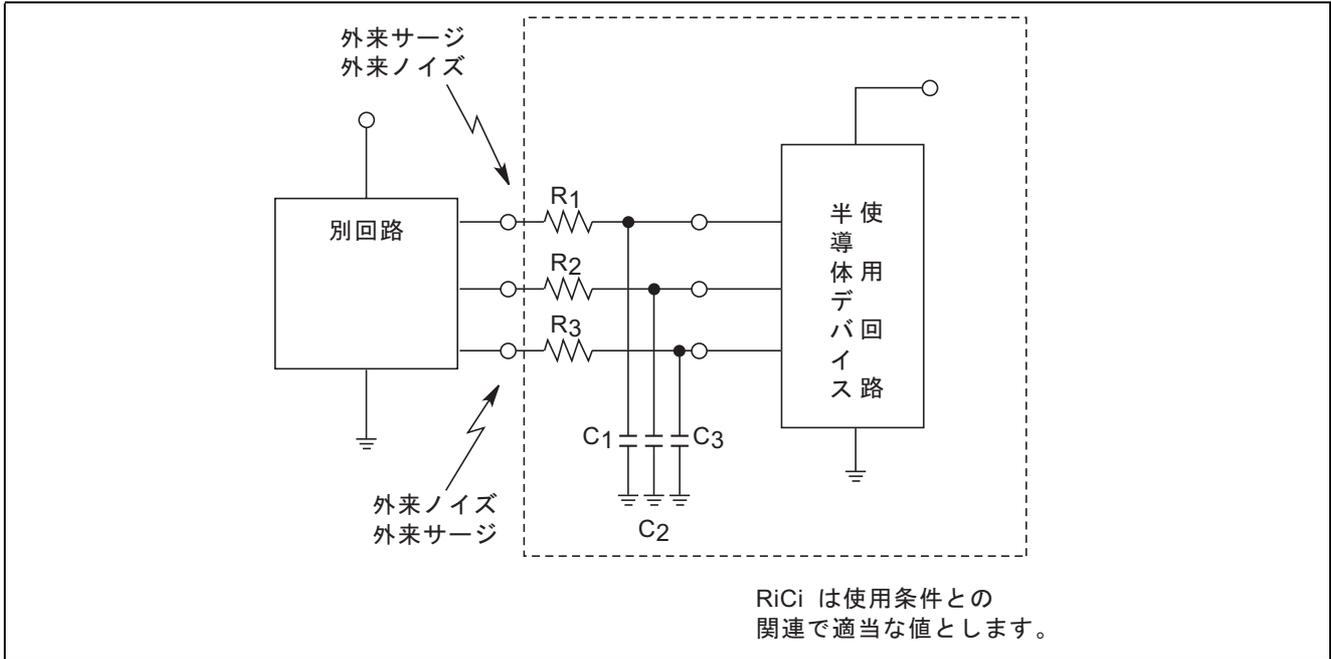


図2 サージ保護回路例

表3 サージ電圧による破壊

No.2	事例件名	サージ電圧による破壊
	素子の種類	トランジスタ
	事例内容	装置の組み立て工程において、トランジスタのエミッタ・ベース間ショート不良が発生した。原因は、高圧回路の高電圧が放電によりトランジスタの端子に誘導されてサージ破壊した。
	対策法	(1) サージ電圧の吸収として、直列抵抗を入れるか、C, R による保護回路を入れる。 (2) 高電圧回路の絶縁対策をする。 (3) 高電圧のバイパス回路を設ける。
	分類	回路実装 (サージ対策)

表4 強磁場におけるトランジスタ破壊

No.3	事例件名	強磁場におけるトランジスタ破壊
	素子の種類	トランジスタ
	事例内容	制御回路に使用していたトランジスタが、信号ラインに誘起したノイズでコレクタ・エミッタ間のショートを起こした。使用環境が強磁場の発生する場所であり、信号ラインが長く延長してあったために、ノイズを誘導したものでノイズ防止策が不十分であった。
	対策法	(1) ベース・エミッタ間にコンデンサを入れる。 (2) 信号線で強磁場を通るものはシールドをする等の防止を施す。
	分類	回路実装 (ノイズ)

3.3 特性パラメータと信頼性の関連

半導体素子には、それぞれ機能、用途に応じて特性パラメータが規定されており、各々満足すべき範囲が定められています。システム設計上、これらのパラメータの重要度が用途によって異なる場合も多く、一概には論じられませんが、重要なパラメータに関しては初期特性のマーヅンを見込んだ設計をすゝるか、ディレーティングを実施する等の注意が必要となります。前者に関しては、システムとして動作範囲の限界を考慮してデバイスを選択すること、統計的設計法を適用すること、信頼性試験方法、及び弊社半導体素子の信頼性の故障判定基準値を考慮して設計すること等の配慮が必要となります。後者に関しては、前述のディレー

ティングの適用についてご参照ください。パラメータの変動については、実用状態ではほとんど変動は見られぬものと考えられますので、初期検査規格を用いて設計されても差し支えない場合が多いと思われませんが、システム余裕度のない項目や重要な項目については、故障判定基準値を考慮して設計されるのが望ましいと考えられます。

以下にパラメータについての着目点を示します。

- (1) そのパラメータの重要度はどうか、システム故障に至るか否か。
- (2) パラメータの初期値マージンはどうか。
- (3) 経時変動はあるか、あるとしたら余裕のある方向への変動か否か。
- (4) 他の素子との共用上許容される変動か否か。
- (5) 冗長設計は可能か。
- (6) パラメータの統計的設計法の導入が可能か否か。

4. 保管，運搬，測定上の注意点

その他の注意点として，保管輸送上の問題や，測定取り扱い上の問題があります。

電子部品の保管，輸送上の一般注意事項は，半導体素子に関してもそのまま適用できるわけではありますが，さらに特別に注意を要する点があります。以下に一般的な項目も含めて説明します。

4.1 半導体素子保管方法

半導体素子を保管する場合，以下のような方法が望ましく，十分な注意がなされないと電気的特性，ソルダビリティ，外観等の不良発生の恐れがあります。又，時として故障に至る場合もあります。

以下に主な注意事項を示します。

- (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，5～35℃，20～75% R.H.の範囲が望ましい条件です。(製品によっては，保管条件に制約がある場合があります。その場合は規定の条件を守ってください)
- (2) 保管の雰囲気は，特に有害なガスの発生がなく，塵埃の少ない状態にしてください。
- (3) 保管の容器は，静電気の帯びにくいものにしてください。
- (4) 保管状態で，半導体素子に荷重が，かからないようにしてください。
- (5) 長時間にわたって保管する場合には，未加工の状態でも保管してください。リード線のフォーミングを行った場合，リード線の折れ曲がり部で発錆が起こることがあります。
- (6) 未封止チップの場合は，冷暗所で低湿度のところ，塵埃の少ない場所に保管してください。容器開封から組み立てまでの期間は長くとも5日以内としてください。尚，窒素雰囲気中に保管するのが望ましく，露点が-30℃以下の乾燥窒素中では20日以内，開封前のものなら3ヶ月以内の保管は可能であります。
- (7) 保管時に急激な温度変化等により水分の結露が起きないようにしてください。

4.2 運搬上の注意事項

半導体素子の輸送，あるいは，半導体素子の組み込みユニット，サブシステム等の輸送に関しては，他の電子部品と同様の注意を必要とすると共に，4.1項に述べました配慮が必要であり，以下に述べる事項についても留意ください。

- (1) 運搬用の容器，治具は，輸送中の振動等で，帯電しないもの，静電気の発生しないものである必要があります。導電性容器や，アルミ箔等を用いることが，有効な対策になります。

人体及び衣類の帯電は，衣類・履物・体質・周囲温度・湿度などにより大幅に変化しますが，実測の一例を次に示します。

人体帯電実測例			周囲条件
	条 件	最大電圧	
(1)	a シャツ綿100%	+4,900 V	周囲温度： 20°C 相対湿度： 40%
	b シャツ合成繊維*	-13,000 V	
(2)	a シャツ合成繊維*	-3,500 V	
	b シャツ綿100%	+7,200 V	
(3)	a 素 肌	-410 V	
	b シャツ綿100%	+980 V	
(4)	a 素 肌	+3,200 V	
	b シャツ合成繊維*	-7,000 V	

a, b : 衣類
c, d : 金属桶
(*ポリ塩化ビニール系合成繊維)

鉄板と鉄桶間の静電容量 50 pF
絶縁抵抗 1.5 × 10¹² Ω

人体帯電測定方法
素肌の上に衣類aを着用し，その上にbを着用する。この動作を行う間，実験者は接地され，接地導線を除いた後，衣類bを脱いで，桶dにbを投げ入れる。この時の電位を測定した例であります。
この表の中で(3)，(4)のa素肌と描いたものは着衣1枚のときに人体と衣類との直接の摩擦を生じる場合です。

図3 人体の帯電電圧測定例

- (2) 人体衣服に帯電した静電気による破壊を防止するため、取り扱い中は人体を高抵抗を介して接地し、静電気を放電させます。この場合、抵抗値は $1M\Omega$ 程度とし、人体と GND 間の人体に近い側に挿入し、感電などの危険を防止する必要があります。ご参考までに人体での静電気測定データを図 3 に示します。
- (3) 半導体素子を実装したプリント板等の移動の場合には静電気を帯びないような方法をとる、端子を短絡し同電位にする等の配慮を必要とします。またプリント板等をベルトコンベアで移動させるとき、コンベアのゴム等に帯電しないように帯電防止処理をしてください。
- (4) 半導体素子及びプリント基板の輸送の場合には、機械的振動、衝撃を極力少なくしてください。

4.3 測定、取り扱い上の注意事項

半導体素子の測定取り扱いには、静電気、ノイズ、サージ電圧等の前述した項目について充分注意していただく必要があります。運搬・保管時には端子間を同電位にしておくことにより破壊を避けることができますが、素子の測定時、組み込み時には、全端子は開放され、人体、測定器、作業台、ハンダごて、ベルトコンベアなどには各端子が独立に接触する可能性が高くなります。このため、静電気又は電気設備からの漏電のある場合には、素子破壊の可能性があります。カーブトレーサ、シンクロスコープ、パルス発生器、直流安定化電源などの端子、及び筐体に交流電源等からの漏電がないよう充分管理してください。

測定時は特に、テスタからのサージ電圧が印加されないようにするとか、テスタにはクランプ回路を入れる等の対策や、電流源駆動時における接触不良による異常電圧が印加されない等の配慮をしてください。又、テストング時に、端子の誤接続、逆さし、端子間ショート等の起きないようにしてください。

基板の動作チェックを行なう場合は、動作チェック前にハンダブリッジ、異物ブリッジ等が無いことを充分確認の上、電源 ON して行なってください。

尚、素子の種類によって、注意点も異なりますので、不明な点は当社技術担当にご相談ください。

5. 静電破壊について

マイクロ波帯通信用として開発・設計された超高周波低雑音デバイスは、厳しい要求特性を達成するため、非常に微細な構造となっています。さらに VHF 帯～SHF 帯という高い動作周波数のため極力寄生パラメータを低減する必要があり、十分な保護回路の挿入が難しく静電気放電やサージ電圧印加に対して非常に弱く破壊しやすくなっています。

このため、これら超高周波低雑音デバイスの取り扱いには、十分な注意をされ、製品破壊を防止することが必要です。ここでは、静電破壊防止のための一般的な諸注意について説明します。

(1) 静電気現象

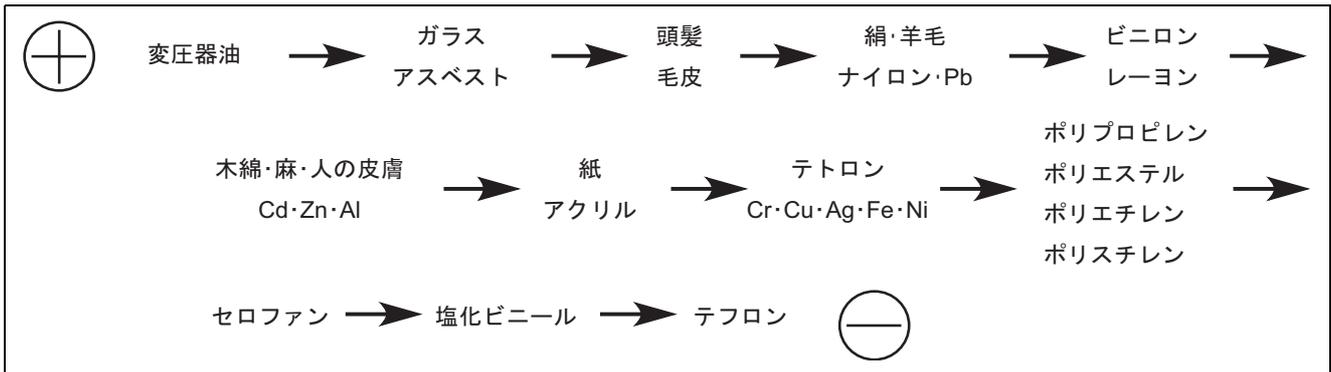
静電気現象として一般によく知られているのは、冬に化繊のシャツやセータを脱ぐ時パチパチと音を出す火花放電や塩化ビニール製の下敷きを擦った後に髪の毛が吸い寄せられる現象等があります。前者の場合、衣類の電位は普通 6,000 ボルトから 10,000 ボルト程度あります。静電気の帯電現象は発生原因によりさまざまな種類があり、その大きさもまちまちです。しかし、大きさは違ってもこれらの静電気がデバイスに印加されると、最悪の場合破壊に至る恐れがありますので、適切な帯電防止・除電策を実施することが重要です。

静電気の帯電は、外部から加えられた機械エネルギーが電気エネルギーに変換されるもの (A, B) と、電気エネルギーが直接加えられるもの (C, D) の、2 つに大別されます。

区分	帯電原因	帯電名称	備考
A	接触と分離	接触帯電	電子の移動，イオンの交換等。
		剥離帯電	同上，一般に強い帯電。
		加圧帯電	圧電作用，接触面積増加等。
		摩擦帯電	接触面積増加の他，変形，熱等。
		噴出，破碎帯電	衝突，摩擦，破碎分極等。
		流動帯電	液体・気体相互間，固体間摩擦。
B	変形と変態	機械的または加熱変形	圧電作用，電荷の位置変位等。
		凍結・融解等	イオン移動度の差。
C	外部電界	誘導帯電	電荷の移転。
		イオン付着	気中のイオン付着，イオンの注入。
D	電磁波	放射線による帯電	X線や光などによる電子放出。
		光による帯電	

(2) 静電気の発生防止

- (a) 静電気の発生を防止するのは、実際には困難です。帯電防止対策で発生した電荷を急速に減少させることが実際には適用されています。
- (b) 静電気の発生は、相対湿度が下がると大きくなります。特に 40%以下で急に発生しやすくなります。冬季など必要に応じ加湿することが重要です。
- (c) 剥離や摩擦による静電気は、接触面積、圧力、分離速度が大きい程発生も大きくなります。高速の摩擦や剥離は避けるようにしてください。
帯電順列の一例を下に示します。
(帯電順列は、物質名称をプラス・マイナスの帯電順に配列したもので、離れた物を摩擦する程発生が大きくなりますが、外部条件で大きく変化するため絶対的ではありません。)



(3) 帯電防止方法

- (a) 導体の帯電防止
 - 接地により電荷を大地に漏洩させることが基本です。
 - 接地抵抗は 100 Ω (第 3 種接地) 以下が望まれます。
 - 装置各部の完全導体以外でも、金属導体を密着させた間接地地をすると効果があります (導電率: 1×10^{-8} S/m 以上、表面抵抗: 1×10^9 Ω 以下の固体表面)。
- (b) 不導体の帯電防止
 - 帯電防止剤の塗布。
 - 帯電防止剤の練り込み。
 - 高分子ポリマの表面層の改質。
 - 導体と組み合せた複合材料化。
 - 相対湿度の調節 (RH50%以上が望ましい)。

(4) 静電気対策の実施について

- 静電気対策は、その対象が建物、人体、装置、治具、製品の全てにわたるものであり、基本的検討により効果が確認された事項を、総合的かつ組織的に、着実に実行することが重要です。対策は、できるだけ異なった方法を複数実施することをお勧めします。
- 対象物の帯電電位の限界目標値を設定し、必要な対策を実施するようにしてください。特に、 f_T が 10 GHz を超えるような超高周波デバイスは、静電気による破壊耐量が小さくなっていますのでテーピング品の実装時のピックアップ部の表面電位の帯電限界目標値は、可能な限り低くしてください。最大でも数 10 V 以下に設定するようにしてください。
- 表面電位の計測において、不導体や半導体で正確な値を求めるのは困難ですが、対策の効果確認には「再現性」が非常に大切です。なるべく専任者を決め計測し、測定条件や環境 (温度・湿度・天候等) なども記録することをお勧めします。

静電気現象は、電気・物理・化学・機械など広い科学分野にまたがる問題であり、半導体の静電気破壊の対策については、メーカー側とお客様側の双方で実施し、最近ではこれらに関する問題の発生は減少傾向にあります。

しかしながら、デバイスの性能向上と静電気破壊の対策はトレードオフの関係にあり、高性能の超高周波低雑音デバイスご使用にあたっては、今後とも静電気破壊の対策は重要な問題と言えます。本資料であげた

帯電防止や除電の方法は、現在、実際に実施されている一般的な対策方法です。静電気破壊そのもののメカニズムにつきましては、学問的にもまだ未解明な部分が多いのが実状です。静電気破壊による不良低減には、お客様のご協力とご理解のもとに双方協力し、有効かつ経済的な対策方法の適用・開発に努力したいと考えています。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2004.06.18	—	初版発行

安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご留意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報についてルネサス テクノロジが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジは責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりましては、事前にルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したものです。万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジはその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。ルネサス テクノロジは、適用可否に対する責任を負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジの事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたらルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店までご照会ください。