

## 要旨

EC-1 の動作温度範囲は、 $T_j = -40 \sim 125 \text{ }^\circ\text{C}$ としており、これらは記載の動作温度範囲内での動作を保証するものです。但し、半導体デバイスの品質、信頼性は、使用環境に大きく左右されます。すなわち、同じ品質の製品でも使用環境が厳しくなると信頼性が低下し、使用環境が緩くなると信頼性が向上します。たとえ最大定格内であっても、寿命試験に相当するような非常に厳しい条件での使用になりますと、摩耗的な故障の原因になる可能性もあります。

本書では EC-1 を高温度 ( $T_j = 110 \sim 125 \text{ }^\circ\text{C}$ ) アプリケーションで ご使用になる上での動作環境についての注意事項を記載します。

## 対象デバイス

EC-1

# 目 次

1.	EC-1 の実使用環境と信頼性の関係 .....	3
1.1	マイコンにおける信頼性の考え方 .....	3
1.2	ディレーティングについて .....	3
2.	熱設計 .....	4
2.1	熱設計例 .....	4
2.1.1	パッケージ中央の温度 $T_t$ から算出 .....	4
3.	代表的な高温アプリケーションにおけるディレーティング例 .....	6
4.	参考ドキュメント .....	7

## 1. EC-1 の実使用環境と信頼性の関係

### 1.1 マイコンにおける信頼性の考え方

EC-1 のマイコンをご使用になる場合、デバイスの信頼性を確保する為に以下に示す注意事項を守るようお願いいたします。

半導体デバイスの信頼性は、故障率曲線（バスタブカーブ）で表現されます。デバイスの使用（稼動）開始後、比較的早い時期に発生する初期故障に、その後長い使用期間にわたって発生する偶発故障、デバイスの本質的寿命にともなう時間とともに増加する摩耗故障（耐用寿命）の3領域に分けられます。バスタブカーブの詳細については信頼性ハンドブック Rev 1.00（R51ZZ0001JJ0100）をご参照ください。

この中で摩耗故障は半導体デバイスが使用される温度環境に大きく依存します。EC-1 が摩耗故障に至らないようにするためディレーティングの考え方が重要です。

### 1.2 ディレーティングについて

ディレーティングとは、『信頼性を改善するために、計画的に負荷を定格値から軽減すること』と JIS Z8115 で定義されています。

半導体デバイスの品質、信頼性は、使用環境に大きく左右されます。すなわち、同じ品質の製品でも使用環境が厳しくなると信頼性が低下し、使用環境が緩くなると信頼性が向上します。たとえ最大定格内であっても、寿命試験に相当するような非常に厳しい条件での使用になりますと、摩耗的な故障の原因になる可能性もありますので、ディレーティングの考え方は非常に重要です。

ディレーティングは一般に、ディスクリットやパワー IC など、使用条件範囲が広い上、特に発熱の問題から使用範囲内（例えば電圧）であっても、発生電力、周囲温度、使用ヒートシンクの特性的関係からジャンクション温度への配慮が必要で相互に関係する周囲温度、接合温度、電圧、電流、電力などの使用条件間で調整が必要な製品群に適用されます。

ディレーティングに関する詳細は信頼性ハンドブック Rev 1.00（R51ZZ0001JJ0100）の「5.2.3 ディレーティングについて」をご参照ください。

本アプリケーションノートでは、代表的な高温度（110～125℃）アプリケーションの想定される温度プロファイルと、EC-1 に対応可能なディレーティング例を示します。

## 2. 熱設計

一般的に半導体素子の接合温度（ジャンクション温度）は、半導体の寿命に影響を与え、温度によっては破壊する可能性があります。そのため、消費電力の大きいシステム LSI ではジャンクション温度  $T_j$  が規定され、許容温度内で動作するように熱設計を行う必要があります。

ご使用環境でジャンクション温度  $T_j$  の許容温度に近いまたは超えるような場合は、可能な限り精度の良い手法を用いてジャンクション温度の推定を行ってください。お客様のユースケースでの  $T_j$  を算出いただくことで、電気的特性の最大動作温度以下であることを確認し、もし結果が最大動作温度を超えている場合には、部品レイアウト、筐体構造、消費電力の見直しを行ってください。

ジャンクション温度は直接測定出来ませんので、消費電力、熱特性パラメータを使用して推定する必要があります。推定方法については、複数の方法があり、推定方法によって精度が異なります。本ガイドでは熱設計例として1つの例を示します。

### 2.1 熱設計例

#### 2.1.1 パッケージ中央の温度 $T_t$ から算出

ご使用環境における、パッケージトップ中央の温度（ $T_t$ ）を測定し、下記式からジャンクション温度（ $T_j$ ）を推定します。

$$T_j = T_t + T\beta$$

$T_j$  : ジャンクション温度

$T_t$  : パッケージトップ中央の温度

$T\beta$  : 温度補正值（表 2.1）

表 2.1 温度補正值（ $T\beta$ ）

実装基板	$T\beta$ (°C)
4層基板（EIA/JEDEC STANDART 51-7参照）	13
6層基板（上記4層基板に2層追加。さらに第2層目にはみ接続し表面から裏面まで貫通したVIAを36個追加）	12

初期検討で十分マージンありと判断される場合も、 $T_t$  の測定を行い  $T_j$  が表 3.1 の範囲にある事を確認してください。仮に表 3.1 を超えた場合、必要に応じて部品レイアウト、筐体構造、消費電力の見直し等を行ってください。

#### (1) $T_t$ 測定における注意事項

- 熱電対を使用した測定

温度を正確に測定するため、使用する熱電対および測定対象への熱電対の取り付け方にご注意下さい。注意点と推奨は下記です。

- 熱電対はできるだけ線径の細いものを使用して下さい（熱引き抑制のため。推奨：直径 150um 以下）
- 熱電対は K 型を推奨します（T 型は熱電対での放熱が大きく、温度を低く測定する可能性があります）
- 熱電対の固定には耐熱樹脂テープもしくは耐熱樹脂材を推奨します
- 熱電対は測定対象にしっかりと固定して下さい（“浮き”があると測定誤差を生じます）

- 測定ポイント

温度が飽和状態に達していることを確認して、パッケージ上面中央で  $T_t$  を測定してください。

- サーモグラフィ (サーモカメラ) を使用した測定

温度を正確に測定するため、サーモグラフィに測定対象の放射率を設定して下さい。ボード表面の放射率はおおよそ 0.8 ~ 0.9 ですが、金属表面は一般に小さな値になります。(金属表面を 0.8 ~ 0.9 設定で測定すると実際の温度より低く測定することになります)。放射率が不明の場合は、黒体スプレーなどで表面処理を行い、黒体スプレーの放射率を設定すると温度を正しく測定することができるようになります。

また、サーモグラフィと測定対象の間に物があると (透明のアクリル板であっても) 正しい測定結果が得られないのでご注意ください。(この場合、サーモグラフィはアクリル板の温度を測定します)

サーモグラフィによる温度測定は、測定対象の配置状況により難しい場合もありますが、温度分布を知るには有効な手段ですので、熱電対と併用することをお勧めします。

### 3. 代表的な高温アプリケーションにおけるディレーティング例

表 3.1 に代表的な EC-1 の高温アプリケーションの想定される温度プロファイルとディレーティングのための推奨温度プロファイルを示します。

対象パッケージは BGA-196 でパッケージコード : PLBG0196GA-B です。具体的な対象製品は EC-1 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。ディレーティングは 10 年間で想定しています。

お客様の使用条件に近い例をお選びください。もし、適当な例がない場合は、個別に問い合わせ願います。

表 3.1 代表的な高温（110～125℃）アプリケーション

事例	アプリケーション	想定される温度 プロファイル	ディレーティングのための 推奨温度プロファイル	
			ケース1	ケース2
1	産業モータ、電動工具 パワーコンディショナー (24時間駆動：例1)	連続使用 Tj max=110°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 110°C 100%	—
2	産業モータ (24時間駆動：例2)	高温条件で連続使用 Tj max=115°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 34% 100°C ≤ Tj ≤ 115°C 66%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 105°C 50% 105°C ≤ Tj ≤ 115°C 50%
3	産業モータ (24時間駆動：例3)	高温条件で連続使用 Tj max=120°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 50% 100°C ≤ Tj ≤ 120°C 50%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 105°C 67% 105°C ≤ Tj ≤ 120°C 33%
4	産業モータ (24時間駆動：例4)	高温条件で連続使用 Tj max=120°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 5% 100°C ≤ Tj ≤ 110°C 90% 110°C ≤ Tj ≤ 120°C 5%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 10% 100°C ≤ Tj ≤ 110°C 80% 110°C ≤ Tj ≤ 120°C 10%
5	産業モータ (24時間駆動：例5)	高温条件で連続使用 Tj max=120°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 35% 100°C ≤ Tj ≤ 115°C 60% 115°C ≤ Tj ≤ 120°C 5%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 37% 100°C ≤ Tj ≤ 115°C 53% 115°C ≤ Tj ≤ 120°C 10%
6	産業モータ (24時間駆動：例6)	高温条件で連続使用 Tj max=120°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 15% 100°C ≤ Tj ≤ 110°C 70% 110°C ≤ Tj ≤ 120°C 15%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 39% 100°C ≤ Tj ≤ 115°C 46% 110°C ≤ Tj ≤ 120°C 15%
7	産業モータ (24時間駆動：例7)	高温条件で連続使用 Tj max=125°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 60% 100°C ≤ Tj ≤ 125°C 40%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 105°C 75% 105°C ≤ Tj ≤ 125°C 25%
8	産業モータ (24時間駆動：例8)	高温条件で連続使用 Tj max=125°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 8% 100°C ≤ Tj ≤ 110°C 87% 110°C ≤ Tj ≤ 125°C 5%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 15% 100°C ≤ Tj ≤ 110°C 75% 110°C ≤ Tj ≤ 125°C 10%
9	産業モータ (24時間駆動：例9)	高温条件で連続使用 Tj max=125°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 37% 100°C ≤ Tj ≤ 115°C 58% 115°C ≤ Tj ≤ 125°C 5%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 40% 100°C ≤ Tj ≤ 115°C 50% 115°C ≤ Tj ≤ 125°C 10%
10	産業モータ (24時間駆動：例10)	高温条件で連続使用 Tj max=125°C	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 23% 100°C ≤ Tj ≤ 110°C 62% 110°C ≤ Tj ≤ 125°C 15%	-40°C <sup>注1</sup> ≤ Tj ≤ 100°C 44% 100°C ≤ Tj ≤ 115°C 41% 115°C ≤ Tj ≤ 125°C 15%

注1. 低温環境では周囲温度 (Ta) -40°C以上で使用下さい。

#### 4. 参考ドキュメント

- 信頼性ハンドブック Rev1.00 (R51ZZ0001JJ0100) 2012.9

## ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ  
<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先  
<http://japan.renesas.com/contact/>



改訂記録	高温動作に関する注意事項 アプリケーションノート
------	--------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2016.08.09	—	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

### 1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

### 2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。

外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

### 3. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

### 4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。

リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

### 5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部 ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が異なる製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

## ご注意書き

1. 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・システムの設計において、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て、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。
2. 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。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等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。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。  
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、産業用ロボット等  
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、各種安全装置等  
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図し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損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の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。
7. 当社は、当社製品の品質および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、社会的損害等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、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。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、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の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い合わせください。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。
9. 本資料に記載されている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・システムに使用することはできません。また、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用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「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。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
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禁じます。

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。



■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>