

***Application Note 336 Understanding Integrated Circuit Package Power  
Capabilities***



Literature Number: JAJA380

# IC パッケージの信頼性と熱容量

National Semiconductor  
Application Note 336  
Charles Carinalli  
Josip Huljev  
March 1983



## 概要

半導体、特に集積回路の短期および長期的な信頼性は、環境条件に大きく左右され、ナショナルセミコンダクター社のインターフェース製品についてもその例外ではありません。この信頼性に大きな影響を与えるものを、機械的のおよび環境条件に限って挙げれば電気的、および熱的なストレスだけです。これら 2 つの項目は、インターフェース製品の各データシートの絶対最大定格と推奨動作条件の欄で規定されています。

詳細な説明が難しい電話での問い合わせにおいてさえも、通常電気的ストレス条件は、熱的ストレスより比較的簡単に理解してもらえるものです。電気的ストレスを理解することは重要でないといはいいませんが、理解しようとする中心は、やはり熱的ストレスに置くべきです。この熱的ストレスの当社製品の応用技術について説明するのが、本アプリケーションノートです。

## 信頼性の要因

Fig.1 は、故障率と時間の関係をグラフにしたもので、「バスタブ曲線」としてよく知られるものです。すべてのシステムのハードウェアの信頼性も、この曲線が示すリニア製品での半導体のそれと同様です。このグラフで重要なものは、「初期不良期」、「定期期」、そして「寿命期」という 3 つの期間です。

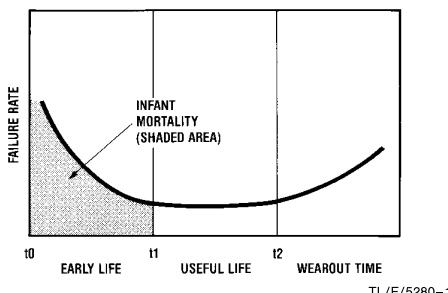


FIGURE 1. Failure Rate vs Time

初期不良期( $t_0$  から  $t_1$  の高不良率帯、初期寿命)は、温度以外のシステムストレス条件に大きな影響を受け、応用先により幅広く変化します。初期不良を発生させるストレスの要因は、電気的なトランジistorとノイズ、機械的な酷使、そして温度上昇です。これらによる不良を取り除くために、デバイス単体テスト、カード実装試験、システム実装動作試験が行われます。重要であるにも関わらず、集積回路の初期不良を主題とする論文はそう多くはありません。

故障率とは、与えられたある期間内(たとえば 1000 時間)に故障することが予想されるデバイスの数です。平均故障時間(MTBF)とは、ある 1 つが故障した後、次の故障が発生することが予想される時間までの平均時間です。信頼性に関するこれら 2 つの項目の間では、単位が逆となっています。

$$MTBF = \frac{1}{Failure\ Rate}$$

バスタブ曲線は、時間に対する全体の不良率をグラフにしたものであるため、さらに使いやすくなっています。曲線の平らな区間では時間あたりの不良率をデバイス数の百分率(%)で定義しています。定期期と呼ばれるこの区間は、初期不良期の終わり( $t_1$ )から、寿命期の始まり( $t_2$ )までその長い時間をいいます。定期期は、短くても 5、6 年はあり、そしてシステム開発の際に適切な設計マージンがとられていれば、それは數 10 年にもなります。

定期期に影響を与える要因としては、気圧、機械的ストレス、温度サイクル、そして電気的ストレスが含まれています。そして定期期中のダイの温度は、寿命期の始まりを発生させる最も大きな要因です。

## 故障率に対する時間と温度

集積回路の不良率と時間と温度との関係を知る方法は、よく確立されています。これらの故障の発生は、アレニウスモデルにより表される、ある関数となります。非常に有効であり集積回路の加速寿命試験のために広く使われているアレニウスモデルでは、機能パラメータは時間に対し直線的に退化し、その MTBF は温度ストレスに対しある関数を仮定しています。温度依存性については、発生の見込みを定義しているものが指数関数となっています。これにより、ある与えられた温度ストレス下での寿命(または MTBF)と、また関数ある別な温度である MTBF を表示するための公式が生まれます。これら 2 つの MTBF の比は、加速係数  $F$  と呼ばれ、次のように表されます。

$$F = \frac{X_1}{X_2} = \exp \left[ \frac{E}{K} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \right]$$

ここで、  $X_1 =$  接合部温度  $T_1$  における故障率

$X_2 =$  接合部温度  $T_2$  における故障率

$T =$  接合部温度 [°K]

$E =$  活性化エネルギー [eV]

$K =$  ポルツマン定数

Fig.2 は、接合部温度の故障率への急加速的な影響を示すため、異なる3つの加速エネルギーを上式に代入した場合のグラフとなっています。このグラフはまちがいなく、接合部温度に対するデバイスの故障率の関係を示しています。例えば0.99eVの直線を用いて接合部温度が30 °C 上昇した場合、それが130 ~ 160 °C のものなら故障率が1桁上がったことになります。

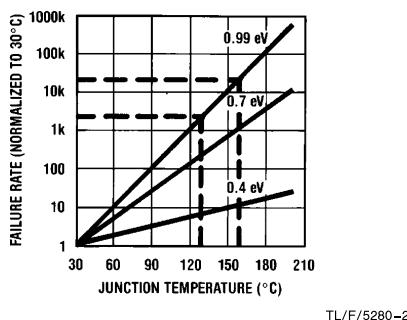


FIGURE 2. Failure Rate as a Function of Junction Temperature

#### デバイスの熱容量

集積回路の熱容量に影響を与えるものは多くあります。我々はこれを理解するために、ICパッケージでの重要な熱伝導経路を理解する必要があります。この熱伝導経路を Fig. 3 と 4 で示します。

Fig.3 は、プリント基板に実装された IC パッケージの断面図です。Fig.4 の流れ図では、熱発生源(IC 接合部)で発生した熱は、チップからいかにして最終的にヒートシンクや周囲環境に流れるかを示しています。ここには、2 つの大きな経路があります。

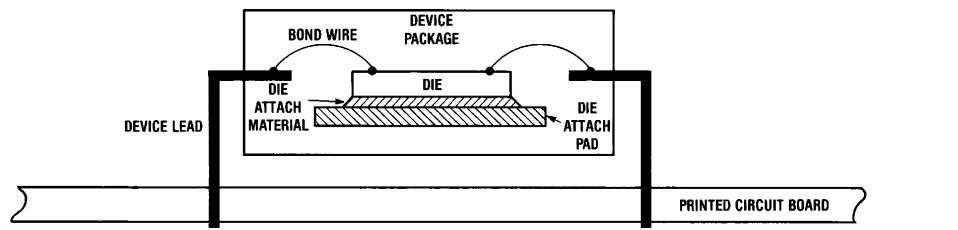


FIGURE 3. Integrated Circuit Soldered into a Printed Circuit Board (Cross-Sectional View)

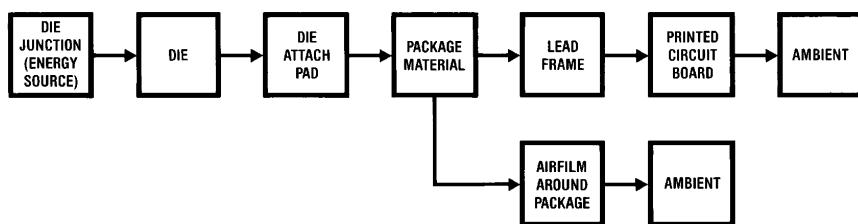


FIGURE 4. Thermal Flow (Predominant Paths)

最初の経路は、ダイからダイアタッチパッド、チップ周囲の材料、リードフレーム、そしてプリント基板から周囲環境へと流れるものです。2番目の経路は、パッケージから直接周囲環境へと流れるものです。

Fig. 4 の流れ図でのどこかで熱特性が改善できれば、それはデバイス全体の熱特性の向上につながります。IC チップ、パッケージ、環境条件等、熱的な全性能を決定する 1 つの公式にこれらすべての特性を集めることができます。これらの関係を表す式は、次のとおりです。

$$T_J = T_A + P_D(\theta_{JA})$$

ここで、  $T_J$  = ダイ接合部温度

$T_A$  = デバイス環境温度

$P_D$  = 総消費電力

$\theta_{JA}$  = 接合部周囲間熱抵抗

接合部周囲間の熱抵抗  $\theta_{JA}$  は、IC メーカーにより規定され測定されるものです。当社では、このパラメータを測定しモニタするのに特別な方法と道具を用いています。すべてのデータシートは、各デバイスについてある条件下で与えられる、パッケージの熱特性と熱容量について規定しています。これらパッケージの熱定格は、接合部周囲間熱抵抗  $\theta_{JA}$  に直接関係します。

当社が熱に関する定格を用意しているにもかかわらず、ユーザが IC 部品を使ってシステム開発を行う際に、システムの熱特性を改善できるこれらの数値を、どのように用いるべきかというのを理解し実行するのは難しいことです。

## デバイス動作接合部温度の決定

上式により、実際の最悪動作接合部温度は簡単に計算できます。与えられている数値は、パッケージ熱特性 $\theta_{JA}$ 、最悪環境動作温度 $T_A(max)$ で、不明な数値はデバイスの定格消費電力 $P_D$ だけです。このパラメータを計算する際、IC 自身が消費する電力のためにには IC 自身の消費電流を考え、パッケージ全体の定格消費電力のためにには外部負荷も考慮に入れなければなりません。負荷に関する電力は、ダイナミック動作(交流)のことも考慮にいれなければなりません。例えば、インダクタ(コイル)やキャパシタンスにおける電力は静止状態か、またはダイナミック(1MHz)かの条件により大きく異なります。

あるパッケージの総消費電力が 600mW で周囲温度が 70 °C、パッケージの熱抵抗が 63 °C/W であるとき、デバイス接合部温度は次の計算により 108 °C となります。

$$T_J = 70^\circ\text{C} + (63^\circ\text{C}/\text{W}) \times (0.6\text{W}) = 108^\circ\text{C}$$

次に、「108 °C で果たして安全だろうか?」という疑問が浮かんできます。

### 許容最大接合部温度

許容される最大接合部温度は何°Cかという質問は、答えるのに難しい問題です。各 IC メーカーは会社の方針にあった独自の基準を設けています。しかし、半導体業界は各パッケージタイプを基にした事実上の規格を開発してきました。これらの規格はデバイス寿命、そして故障率にふさわしいもの、許容できるものとして広く認められています。

当社ではこれら業界全般の規格を採用しています。モールドパッケージに封じ込められたチップには最大接合部温度 150 °C が許容され、セラミックパッケージにアセンブルされたチップには 175 °C が許容されます。この温度はパッケージタイプにより大きく異なります。セラミックパッケージではダイとパッケージ材料との接触による熱膨張歪が、IC チップとパッケージ材料とが直接接觸しているモールドパッケージに比べて小さくなっています。

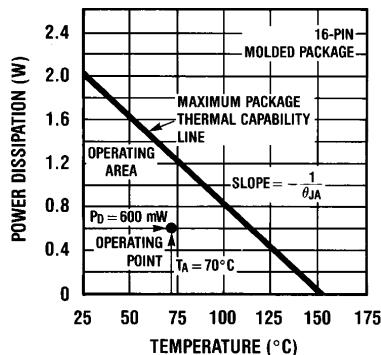
我々は、この新しい情報と与えられたパッケージに対し、熱的な安全動作領域を示すグラフを描ける熱公式を使うことにします。Fig. 5 はそのようなグラフの範囲は簡単に決まります。16 ピンのモールドパッケージでは、許容最大温度は 150 °C ですが、これでは電力の消費は全く許容されません。<sup>25</sup> の電力消費は次の計算により 1.98W として求められます。

$$P_D @ 25^\circ\text{C} = \frac{T_J(\text{max}) - T_A}{\theta_{JA}} = \frac{150^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{63^\circ\text{C}/\text{W}} = 1.98\text{W}$$

これら 2 つのポイントの間に引いた直線の傾きは、熱抵抗を逆数にしてマイナスをつけたものです。これがディレーティング・ファクタです。

$$\text{Derating Factor} = -\frac{1}{\theta_{JA}}$$

前述したように、Fig. 5 は 16 ピン・モールドパッケージのデバイスの熱的安全動作領域を示したものです。最大周囲温度を示す縦軸(前述の例では 70 °C)とパッケージの定格消費電力(600mW)の交点は、パッケージの熱最大能力以下となり、接合部温度は 150 °C 以下となります(モールドパッケージに限っていえば)。もし、周囲温度とパッケージの消費電力の交点が先程の直線を越えると、接合部温度は 150 °C を超える結果となり、適切な動作条件ではありません。



TL/F/5280-5

FIGURE 5. Package Power Capability vs Temperature

すべての IC の熱性能は、与えられたディレーティング・ファクタとともに静止環境空気<sup>25</sup> での熱特性で表されます。簡単に言えば、温度が 25 °C 以上では 10 °C 上昇するごとに、[mW] で表されるディレーティング・ファクタにより各パッケージでの定格消費電力を低減してください。例えば、 $\theta_{JA}$  が 63 °C/W の時、ディレーティング・ファクターは 15.9mW/ °C となります。

### パッケージの熱抵抗に影響を与える要素

前述したように、2 つの熱伝導経路のうちどこかでいくらかの改善をすることができますれば、接合部周囲間熱抵抗全体を改善することができます。この頃では、IC メーカーにより左右され易い、熱抵抗を構成する各要素について説明します。これらを理解しようというのは、IC チップの熱能力を理解し、どのようにして最良の動作条件と全体的な最良の信頼性が確保されるのかを理解することで、骨の折れることです。

## ダイサイズ

Fig. 6 は、ICのダイサイズのある関数と、当社の16ピンDIPパッケージの熱抵抗のグラフを示しています。明らかにICダイサイズが増すとともに、熱抵抗が減っています。これは、与えられた電力を消費するためには、大きな面積が必要であることを直接意味します。

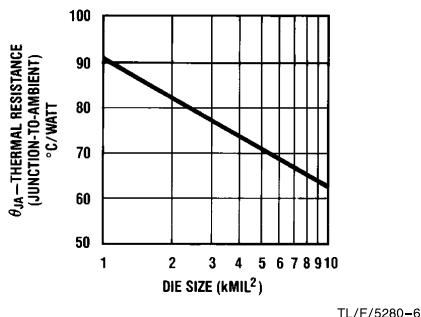


FIGURE 6. Thermal Resistance vs Die Size

## リードフレームの材料

Fig. 7 は、リードフレーム材料の熱抵抗への影響(これにはダイアッチャとデバイスピンも含む)を示しています。このグラフでは、同じ16ピンDIPで銅のリードフレーム、コヴァーのリードフレーム、そしてアロイ42のリードフレームでの比較をしています。これら3種はリードフレーム材料として業界で広く使われています。リードフレーム材料の熱伝導度は、パッケージの熱性能に大きな影響を与えます。当社リニア製品のモールドパッケージには、銅のリードフレームだけが用いられます。

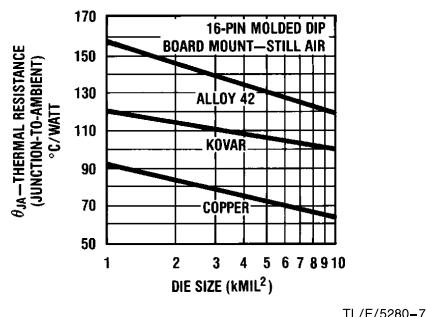


FIGURE 7. Thermal Resistance vs Lead Frame Material

## ボードへの直接実装か、それともソケット使用か

IC内部で発生した消費電力の伝導経路の1つは、デバイスのピンを伝わるもので、こう言えば、Fig. 8を見ても驚かないでしょう。これは、プリント基板に当社の16ピンDIPを実装した場合と、同じパッケージでソケットを追加した場合を比較するものです。PC基板とデバイスの間の伝導経路にソケットを追加することにより別な余分なもののがわり、このため全体の熱抵抗が増加します。当社リニア製品の熱性能は基板に直接実装することを条件として規定しています。もし、デバイスがソケットを使って実装される時には、熱性能はおおむね5% ~ 10%低減して考えるべきです。

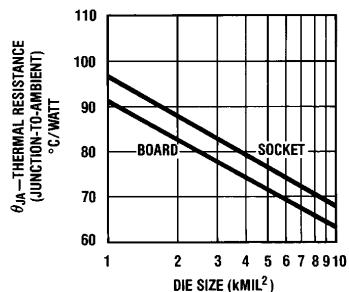


FIGURE 8. Thermal Resistance vs Board or Socket Mount

TL/F/5280-8

## 対流

大きな電力が消費され、しかも周囲温度の設定が下げられないとき、次にすべきことはパッケージ周辺の対流をよくすることです。Fig. 9は、対流が熱抵抗と関係あるということを示しています。このグラフは、熱抵抗の減少を16ピン・モールドDIPの静止空気での熱抵抗に対し正規化したものです。当社インタフェース製品データシート上の熱定格は、静止空気環境を基準としています。

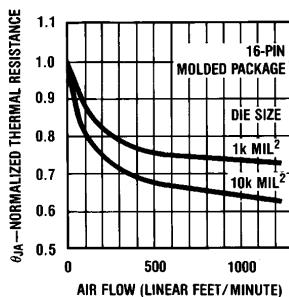


FIGURE 9. Thermal Resistance vs Air Flow

TL/F/5280-9

## 他の要因

その他にも熱抵抗に影響を与えるものは多くあります。それらのうち最も重要なものはPC基板にICを実装する際、熱伝導度の良いエポキシ樹脂を用いることと、ヒートシンクを用いることです。一般的には、これらの実装技術は高出力の応用のみに必要とされます。

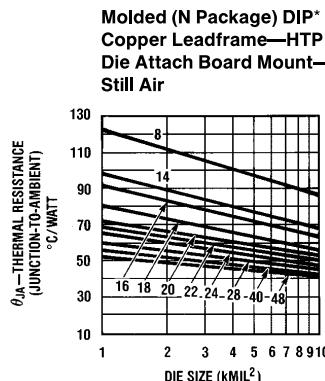
接合部周囲間熱抵抗( $\theta_{JA}$ )と接合部ケース間熱抵抗( $\theta_{JC}$ )とは、異なるのによく誤解が発生します。実際の接合部温度を測定する最良の方法は、システムのすべてを開放空気条件で動作させることにより接合部周囲間の温度差を測定するものです。接合部周囲間の熱抵抗が非常に重要なときには、1つのシステムをサーマルバスに浸すことにより環境温度とケース温度とを等しくすることができます。これは極端な場合であり一般的でないため、本アプリケーションノートでは言及しないことにします。

## ナショナルセミコンダクター社のパッケージ性能

Fig. 10と11は、当社インターフェース製品中の最も広く使われているパッケージ2種について、それぞれ熱特性をグラフ化したものです。Fig. 10は、モールドパッケージ(銅リードフレーム)のグラフで、ピン数は8~48です。Fig. 11は、ポリダイアタッチを使ったセラミックDIPのグラフです。これらのグラフは、基板に実装し静止空気環境での熱性能を示しています。最後に、熱抵抗の傾向は、これらのグラフで表されています。DIPのピン数が増えると熱抵抗が減少します。この傾向は、今ここで前述の熱伝導図に戻って考えるとより明確です。

### インターフェース製品データシート上の定格

まとめとして、当社全インターフェース製品の定格消費電力の規定について説明します。これは各データシートの絶対最大定格の欄に記載されています。アプリケーションノートの熱に関する情報は、提示された各パッケージの特性の平均的なものを記載しています。実際の熱抵抗は、アセンブルの方法、ダイの形、ダイの厚み、ダイ上の発熱源の位置等により  $\pm 10\%$  ~  $\pm 15\%$  变化します。インターフェースデータシートで表示されている数値は、本アプリケーションノートで見られる平均値に概ね15%のマージンを考慮したもののです。期待する動作をさせるためには、接合部温度が最大定格を超えないように総電力消費を全域内に保つことが重要です。



\* Packages from 8- to 20-pin 0.3 mil width  
22-pin 0.4 mil width  
24- to 40-pin 0.6 mil width

FIGURE 10. Thermal Resistance vs Die Size vs Package Type (Molded Package)

パッケージの定格は、周囲温度 25° での最大定格と 25° 以上でのディレーティング・ファクタを規定しています。これにより、温度上昇時における熱性能の決定が簡単です。25° 以上の周囲温度に対しては、25° での定格にディレーティング・ファクタを用いて 10° 上昇ごとに下げるください。例えば、あるデータシートで次のような記載があるときには文末のような計算を行います。

定格消費電力\*(25°)

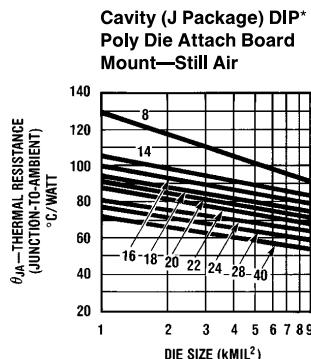
セラミックパッケージ 1509mW

モールドパッケージ 1476mW

\* 25° 以上の高温周囲環境での動作では、セラミックパッケージでは 10mW/°C、モールドパッケージでは 11.8mW/°C を用いて定格を低減して使用してください。

モールドパッケージの場合、最大周囲温度 70° を想定すると、その定格消費電力は 945mW となります。

$$P_D(@70°) = 1476mW - (11.8mW/°C) \times (70° - 25°) = 945mW$$



\* Packages from 8- to 20-pin 0.3 mil width  
22-pin 0.4 mil width  
24- to 48-pin 0.6 mil width

FIGURE 11. Thermal Resistance vs Die Size vs Package Type (Cavity Package)

### 生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは(a)体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または(b)生命を維持あるいは支持するものをいい)、ラベルにより表示される使用法に従って適切に使用された場合に、この不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい)、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

### ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本 社 / 〒135-0042 東京都江東区木場2-17-16 TEL.(03)5639-7300 <http://www.nsjk.co.jp/>

製品に関するお問い合わせはカスタマ・レスポンス・センタのフリーダイヤルまでご連絡ください。



0120-666-116



この紙は再生紙を使用しています

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合せ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明しておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならぬ場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付られた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不公正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの默示的保証を無効にし、かつ不公正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任も負いません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておりません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスティック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要件及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計もされていませんし、また使用されることを意図されておりません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 溫・湿度環境

- 温度：0～40°C、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

### 3. 防湿梱包

- 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

### 4. 機械的衝撃

- 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

### 5. 熱衝撃

- はんだ付け時は、最低限260°C以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）

### 6. 汚染

- はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
- はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上