

LMH0034

Application Note 1372 LMH0034 PCB Layout Techniques



Literature Number: JAJA286

LMH0034 PCB レイアウト方法

National Semiconductor
Application Note 1372
Gray Melchior
2006年7月



はじめに

LMH0034 マルチレート・アダプティブ・ケーブル・イコライザで最適な性能を得るには PCB レイアウトに十分な配慮が必要です。LMH0034 は高性能アナログ・デバイスなので、そのようなデバイスとして適切に取り扱わなければなりません。より具体的に言えば、LMH0034 は、高ゲイン、広帯域、アナログ、RF、AGC アンプ・フィルタを特長としています。LMH0034 の適切な動作は、適切な PCB レイアウトの方法に依存します。

イコライザの共通問題の原因と影響

LMH0034 イコライザは入力信号が最小になったときに利得を最大にします。入力信号が最小になる条件とは、ケーブル長がきわめて長い、ケーブルが接続されていない（入力信号がない）状態です。このような最大ゲインの条件下では、干渉信号やノイズも増幅されるため、イコライザ性能は極端に低下します。ごく少量のノイズや干渉信号であっても、アダプティブ・ケーブル・イコライザの性能に大きな影響を与えます。

不適切な PCB レイアウトは次のようなさまざまな問題を引き起こします。

- ケーブル長がきわめて長い場合にイコライズができない
- ケーブル長が長い場合にデータ・エラーが発生する
- ケーブルが接続されていないときに「ごみ」データが出力される
- ケーブルが接続されていないときにキャリアを検出してしまふ

一般的にこれら問題は、次のように、LMH0034 を干渉から分離できなかったことが原因です。

- システム筐体内または PCB 上で発生する放射 EMI 信号を受信
- 入力ネットワークを介して電源ノイズや他のノイズが入力に結合
- 入力ネットワークと隣接する回路間でのクロストーク発生
- イコライザの入力回路と出力回路間の結合
- 自動等化制御 (AEC) 回路にクロストークとノイズが結合

PCB 問題の防止

LMH0034 への干渉の影響を抑止または除去するには、適切な PCB レイアウト・テクニックが不可欠です。

- イコライザ入力と AEC 回路を高レベル信号から分離する
- 外部信号を拾わないように入力と AEC ネットワークをシールドする
- 好ましくない干渉信号の抑制または減衰を図る

LMH0034 イコライザの標準的な回路を Figure 1 に示します。以下に述べる PCB レイアウトに関する推奨事項を遵守すれば、LMH0034 だけでなく、すべての高速アナログ・デバイスで最高性能が得られます。

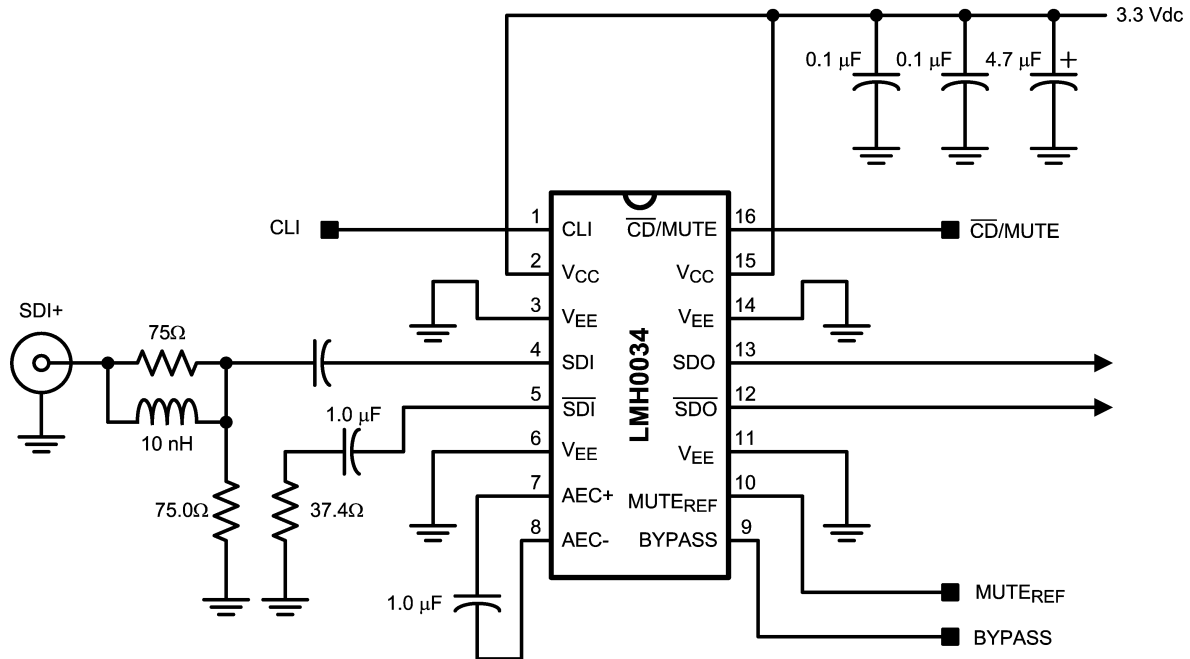


FIGURE 1. Typical LMH0034 Circuit

PCB 問題の防止 (つづき)

多層 PCB

LMH0034 用の PCB で、高ゲインかつ広帯域デバイスに求められる十分な信号分離とシールドを得るには、電源とグラウンドを個別の層に設けた多層 PCB が必要です。両面基板はそうした効果が得られないため、LMH0034 には適しません。LMH0034 から十分な性能を引き出すには少なくとも 4 層で PCB 設計を行ってください。一般に、外層に伝送線路を配置し (通常マイクロストリップ・ライン)、内層に電源層とグラウンド層を設けます

電源とグラウンドのサンドイッチ

電源層とグラウンド層のペアには、電源とグラウンドの「サンドイッチ」による層間容量をできるだけ大きくするため、0.15mm 以下の薄い誘電体を採用してください。高周波のバイパスに高い効果が得られます。通常使用されている 0.25mm 以下誘電体材料をサンドイッチすると、 $15.7\text{pF}/\text{cm}^2$ 以上の層間容量が得られます。層間に生まれる「コストゼロ」のコンデンサが、電源デカップリングの実効的な減衰を 20dB 以上増やします。

デュアル・ビア

バイパス・コンデンサ、終端抵抗、デバイスの V_{CC} ピンと V_{EE} ピンを電源またはグラウンドに接続する際にはそれぞれ 2 個のビアを使用し、接続で生じるインダクタンスをできるだけ小さく抑えてください。デュアル・ビアの採用によって接続インダクタンスは最大で 50% 低下します。インダクタンスが減れば、バイパス・コンデンサの有効動作範囲が拡大します。また、LMH0034 の複数の電源ピンとグラウンド・ピンを、単一ビアのみで電源層またはグラウンド層に接続してはなりません。それぞれの V_{CC} ピンと V_{EE} ピンに個別のビアを設けなければなりません (それぞれ接続に 2 個のビアを使用することでインダクタンスが抑えられます)。

LMH0034 イコライザの PCB レイアウトの一例を Figure 2 に示します。破線で描かれたバイパス・コンデンサは PCB の裏面に配置されています。そのため、他の部品のレイアウトに干渉を与えることなく、高周波バイパス・コンデンサをデバイスの電源ピンの可能な限り近くに配置することが可能です。Figure 2 にイコライザを干渉から遮断するいくつかの重要なポイントを図示します。

PCB 問題の防止 (つづき)

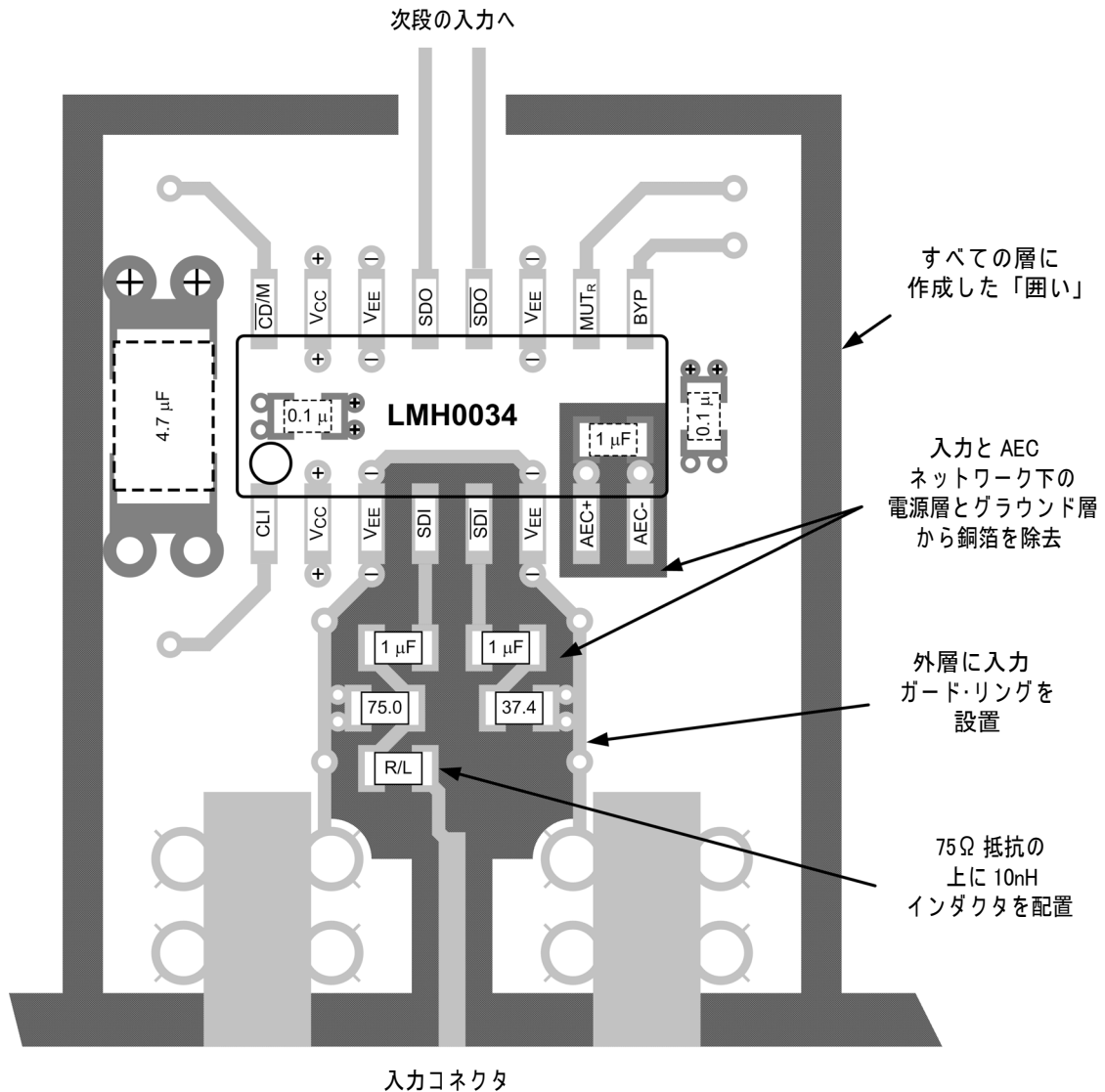


FIGURE 2. LMH034 Layout with Guard Ring

銅箔の除去

入力ネットワーク直下の電源層とグラウンド層の銅箔を除去すると、寄生容量が抑えられます。Figure 2 の黒いグレーの領域が銅箔を除去する部分です。これら「空乏地帯」によって、部品パッド、部品本体、電源層とグラウンド層の間の容量が小さくなります。また Figure 2 では、AEC ネットワーク下の電源層とグラウンド層も除去して、AEC 帰還ループに対して電源ノイズが結合することを抑えています。

堀による囲い

イコライザ周辺の電源層とグラウンド層すべてを「堀」のように除去すると、LMH034 の分離性が高まります。Figure 2 の周囲の黒いグレーの領域が堀の部分です。四角い堀は完全には閉じていません。LMH034 入力ネットワークからもっとも遠い側に、イコライザを電源層に接続する小さな開口部を設けています。堀は好ましくない電流がイコライザに対して悪影響を及ぼすことを防ぎます。隣接回路が発する浮遊信号は LMH034 入力に達するまでに長い距離を必要とするため、効率的な減衰が得られます。

PCB 問題の防止 (つづき)

また LMH0034 入力、LMH0034 出力あるいは近くのケーブル・ドライバの出力や高レベル信号から分離されていることも重要です。一般的なイコライザ入力は微弱信号に対応しているため(等化には必要なため)、入力信号に高レベルの信号が重畳してデータを破壊する場合があります。

ガード・リング

イコライザ入力の周囲にグラウンドに接続したガード・リングを設けることで、LMH0034 に対してさらに高い分離と保護の効果を得られます。Figure 2 に、入力ネットワーク部の暗いグレーの銅箔除去領域を囲む、明るいグレーのリング状の領域として示しています。ガード・リングは複数の場所でピアを介してグラウンド層に接続します。入力ネットワーク全体を包み込むようにします。

コモンモード除去

コモンモード除去の効果が得られるように、入力ネットワークは対称に配置してください。イコライザ入力が拾うノイズや干渉信号は、通常、両方の入力にコモンモードとして重畳します。ノイズは LMH0034 の差動入力によって低減されます。図に示すように平衡のとれた終端インピーダンスを持つように、できるだけ対称にレイアウトを設計してください。

ベタ・パターン

ガード・リングの代わりに、Figure 3 に示すように PCB の外層にベタ・パターンを設けると、より高い分離とシールドを実現することができます。前述したさまざまなテクニックはベタ・パターンを用いた PCB にも適用されます。破線の領域は、入力部品と AEC 回路の下から銅箔を除去する領域と、回路の堀領域を示します。ベタ・パターンの効果を得るために 1cm 間隔でグラウンドに接続してください。

PCB 問題の防止 (つづき)

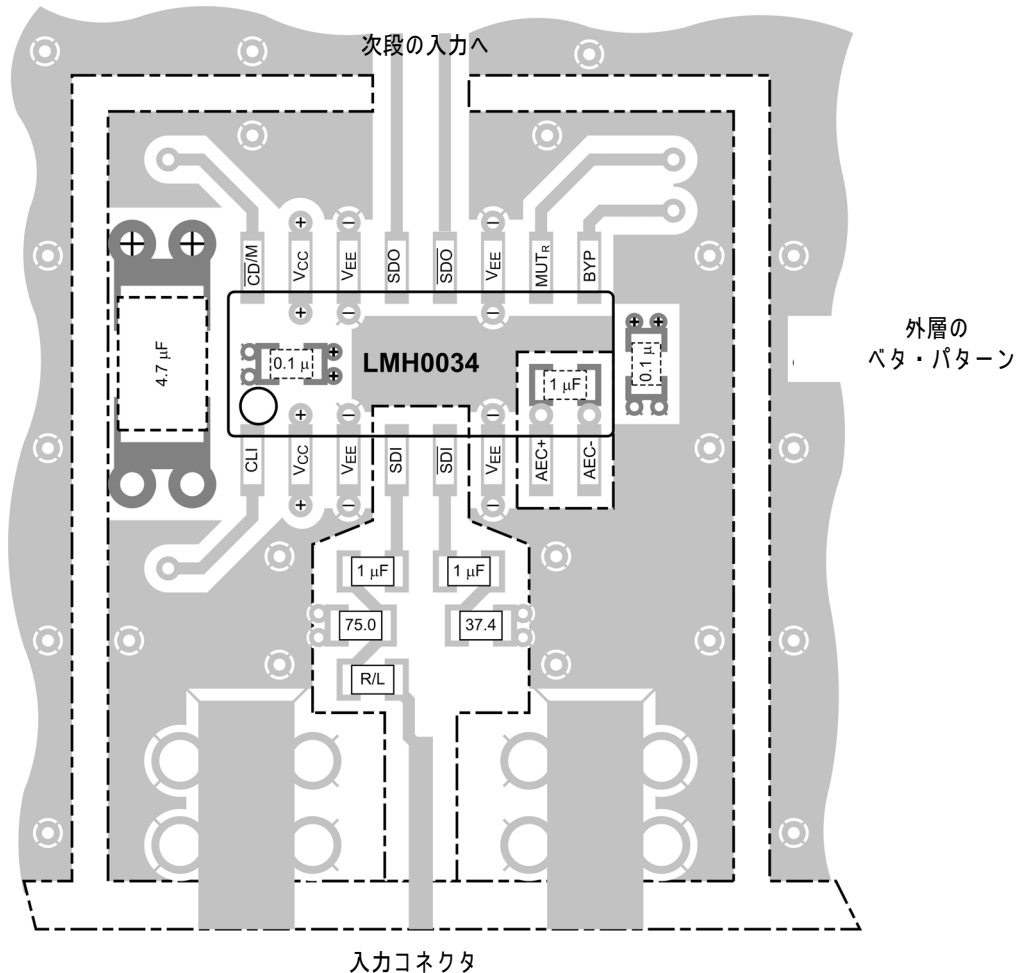


FIGURE 3. LMH0034 Layout with Copper Floods

その他のテクニック

LMH0034 に対する干渉の影響を抑制または排除するほかに、反射を引き起こさないように、インピーダンスの変化を抑えることが重要です。インピーダンス変化が大きいヒコライザの性能が低下します。インピーダンスの管理とクリーンな PCB レイアウトを生み出す PCB レイアウト・テクニックによって、LMH0034 の全体性能が改善されます。

レイアウト図に示した BNC 入力コネクタは、ライトアングル型 (L 字型) あるいは垂直型の BNC とは異なり、発射台のような形状をしたインライン型の表面実装品です。SMPTE 292M と 259M のリターン損失要件を満たす厳格なインピーダンス管理にはこのような部品が必要です。ライトアングル型コネクタは露出しているセンター・ピンとグラウンド・ピンの長さの制約から、管理されたインピーダンスを実現するには不向きです。

部品パッド周囲のトレースを直角ではなくできるだけ斜めにルーティングすれば、インピーダンスの変化が抑えられます。円弧トレースを用いれば、PCB トレース幅の変動に起因するインピーダンス変動をさらに抑えられます。高速回路では 90 度の直角配線を用いてはなりません。

LMH0034 は BNC コネクタの近くに配置し、合わせて、入力部品はヒコライザのできるだけ近くに配置します。入力ネットワークをコンパクトにまとめたほうが、長い配線はトラブルが起こりにくくなります。LMH0034 の入力ネットワークには、いかなる理由があってもスタブを設けてはなりません。また、LMH0034 出力用の終端抵抗は次段の入力の近くに配置してください。

まとめ

以上述べた PCB レイアウト方法に従うことで LMH0034 の性能改善が図れます。以下にポイントをまとめます。

- 分離、シールド、バイパス効果の向上のために、効果的に電源とグラウンドのサンドイッチを行った多層基板を使用してください。
- 電源層とグラウンド層への接続にはデュアル・ビアを使用してインダクタンスを低減してください (少なくとも V_{CC} および V_{EE} あたり 1 個のビア)。
- 銅箔除去領域を設けて寄生容量とノイズを低減してください。

- 回路分離のために堀とガード・リングを設けてください。
- LMH0034 入力を高レベル信号から分離してください。
- 対称レイアウトによって差動入力を持つ共通モード除去の性質を生かしてください。
- シールドと分離をさらに高めるためにベタ・パターンを採用してください。
- インピーダンス不整合を抑えてください。

追加コストはごくわずかで、これらの方法によってトラブルの低減が図れ、LMH0034 の PCB 設計で全体的に良好な結果が得られます。

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター 社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター 社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター 社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター 社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター 社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター 社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター 社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター 社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター 社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター 社の製品は、ナショナル セミコンダクター 社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持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方法に従って適切に使用された場合に、これ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ます。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。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクター のロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2007 National Semiconductor Corporation
製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

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

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

www.national.com/jpn/

本資料に掲載されているすべての回路の使用に起因する第三者の特許権その他の権利侵害に関して、弊社ではその責を負いません。また掲載内容は予告無く変更されることがありますのでご了承ください。

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をご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間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わせ、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もしていません。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ない場合もあります。

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けられた全ての保証、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、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不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ありません。

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いません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」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求事項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されていませんし、また使用されることを意図されていません。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. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、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。）

- 直射日光が当たる状態で保管・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℃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