

DS40MB200

*Application Note 1389 Setting Pre-Emphasis Level for DS40MB200 Dual 4Gb/s
Mux/Buffer*



Literature Number: JAJA288

DS40MB200 デュアル 4Gb/s マルチプレクサ/バッファの プリエンファシス・レベルの設定

National Semiconductor
Application Note 1389
Tsun-Kit Chin
2005 年 10 月



概要

DS40MB200 は、最高データレート 4Gb/s の銅・バックプレーンの冗長化と延長化を実現する、デュアル回路の 2:1 マルチプレクサおよび 1:2 ファンアウト・リピータです。入力コライズと出力プリエンファシスを備えた DS40MB200 は、減衰による波形歪みを補償し、帯域に制限のある伝送線路で生じるディタニスティック・ジッタを低減します。このアプリケーション・ノートでは、ジッタ性能を最大限に高めるために、適正なインクリイズ量を設定する方法について説明します。

DS40MB200 の出力ドライバは、出力ドライバが駆動する伝送メディアの伝送損失ディスパリティ(周波数等により減衰に差が生じる現象)を補償する、プリエンファシス機能を備えています。Figure 1 に、プリエンファシスを適用した場合の、伝送メディアの送端と受端の波形を示します。ロジックレベルの遷移時にドライバは最大振幅で最初のデータビットを送出します。次にドライバは、定常レベルでは伝送線路の伝送損失は小さいと推定して、続く同一ロジック・レベルのデータビットは振幅を抑えて送ります。事実上ドライバは、伝送メディアの受信端で、周波数の低いパルスの振幅と周波数の高いパルスの振幅がほぼ同一になるように、出力信号の振幅を調整していることとなります。

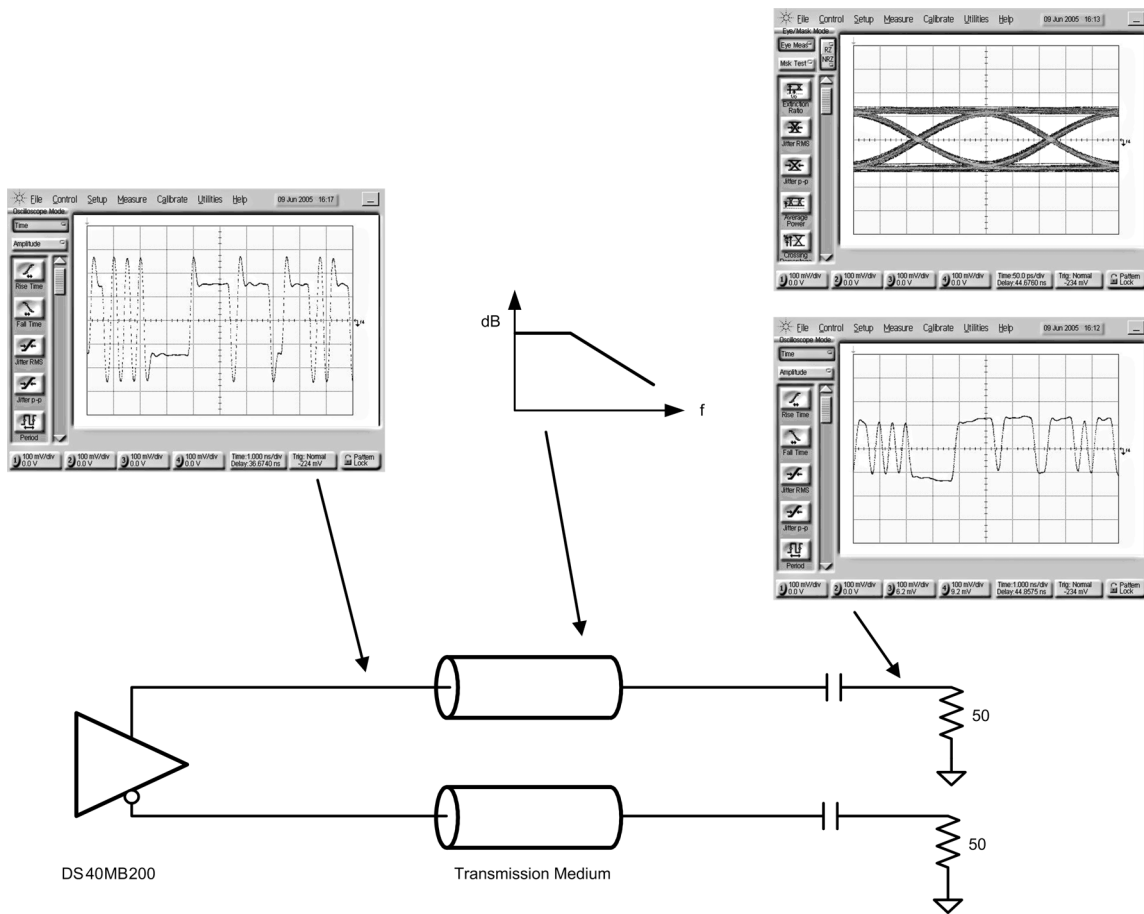


FIGURE 1. Pre-Emphasis Waveforms

概要 (つぎ)

プリエンファシスはドライバ側のイコライズ機能です。ドライバ側でイコライズを行うことで、伝送線路の振幅ディスタルティを原因として生じるディスタルティ・ジッタが抑えられます。DS40MB200のプリエンファシス量は0dB、3dB、6dB、9dBの4段階から選択でき、伝送損失が異なる条件にも対応可能です。

DS40MB200の入力段は固定的なイコライズを備えます。入力のイコライズ回路は、入力ボード・トレースの伝送損失によって減衰した高周波信号を昇圧します。固定イコライズは、入力側の伝送線路で4Gb/sのときに生じるおよそ5dBの伝送損失ディスタルティをイコライズする働きがあります。また、伝送損失5dBで生じるおよそ30psのジッタを低減します。伝送損失が大きい場合は、ドライバ側でプリエンファシスを与えてイコライズ量を増やします。DS40MB200を伝送メディアの両端に使用すれば、最高14dBの伝送損失に対処することができ、最高4Gb/sのデータ転送でエラー・フリーを実現します。

TABLE 1. Reference Frequencies versus Data Patterns

Data Pattern	Run Length	Lower Frequency	Upper Frequency
8b/10b Code	5 Bits	Bit Rate/(2 ⁵)	Bit Rate/2
2 ⁷ -1	7 Bits	Bit Rate/(2 ⁷)	Bit Rate/2
2 ¹⁰ -1	10 Bits	Bit Rate/(2 ¹⁰)	Bit Rate/2

TABLE 2. Reference Frequencies with 8b/10b Code

Bit Rate	Run Length	Lower Frequency	Upper Frequency
1.25 Gb/s	5 Bits	125 MHz	625 MHz
2.5 Gb/s	5 Bits	250 MHz	1200 MHz
3.125 Gb/s	5 Bits	312.5 MHz	1562.5 MHz
4 Gb/s	5 Bits	400 MHz	2000 MHz

適切なイコライズ量の決定

伝送メディアの損失を求めるには複数の方法があります。ネットワーク・アナライザが使えるのであれば、周波数掃引を行って伝送メディアの周波数応答を得る方法がもっとも正確です。Figure 2に4ポートのネットワーク・アナライザで測定した30インチ(75cm)の差動トレースの順方向伝送特性を示します。マーカー1(M1)を下側周波数、マーカー2(M2)を上側周波数に置いています。2つのマーカー位置の損失差が、このメディアの下側周波数と上側周波数の伝送損失ディスタルティを表します。

伝送メディアのステップ応答を測定するには、差動TDR(時間領域反射測定器)を使います。伝送メディアの遠端におけるステップ応答は、一般に時間領域伝送(TDT)特性と呼ばれます。時間領域応答を伝送損失の抽出が可能な周波数領域応答に変換するソフトウェアは、サードパーティから提供されています。

ネットワーク・アナライザもTDRも使えない場合は、クロックに似た周期的なデータ・パターンを伝送メディアに送出して、オシロスコープで伝送損失を測定する方法がもっとも簡単です。1-0で変化する繰り返しパターンを使って上側基準周波数の伝送損失を測定

伝送損失

インターコネクトの構成要素が持つ動作周波数範囲の伝送損失特性から、適切なイコライズ量を決定します。ビット・ストリームの周波数スペクトルはデータ・パターンに依存します。一般に2つの周波数を使います。1-0で変化するクロック的なパターンを上側周波数として使います。同様に、最長の連続1または連続0の繰り返しパターンを下側周波数として使います。連続1または連続0の期間は一般にランレングスと呼ばれます。Table 1に、伝送損失の測定対象となる一般的なデータ・パターンについて、それぞれ下側周波数と上側周波数を示します。またTable 2に、8b/10bビット・ストリームの下側周波数と上側周波数を、データレートごとにそれぞれ示します。

します。11111-00000の繰り返しパターンを使って、8b/10bビット・ストリームの下側基準周波数の伝送損失を測定します。上側基準周波数と下側基準周波数の損失の差が、イコライズによって補償しようとする減衰歪みです。

伝送線路の減衰歪みを補償するようにプリエンファシス・レベルを決定します。4Gb/sにて8b/10bコードが伝送される75cm(30インチ)のボード・トレースの場合、400MHzと2000MHzの減衰歪みは5.47dBです(Figure 2の右側数値参照)。このチャンネルを適切にイコライズするために、ドライバに6dBのプリエンファシスを設定します。DS40MB200のプリエンファシス量は、2本のロジック制御ピンによって、0dB、3dB、6dB、9dBの4種類から選択します。4Gb/sの(2⁷-1)擬似ランダム・ビット・ストリームにプリエンファシスを適用しない場合、75cm(30インチ)ボード・トレースの終端のアイパターンをFigure 3に示します。ドライバに6dBのプリエンファシスを適用した場合、データのアイ・オープニングは広くなり、十分なタイミング・マージンと振幅マージンが得られます。6dBのプリエンファシスをドライバに設定したときのアイパターンをFigure 4に示します。

適切なイコライズ量の決定 (つぎ)

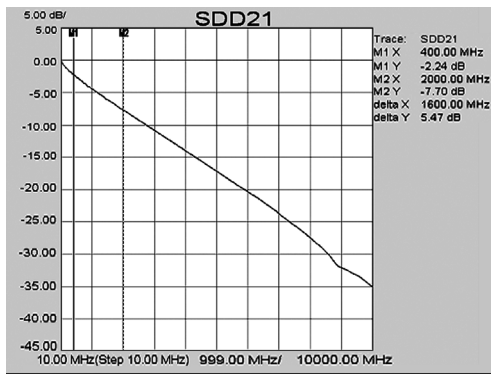


FIGURE 2. Transmission Loss of a 30-Inch FR4 Board Trace

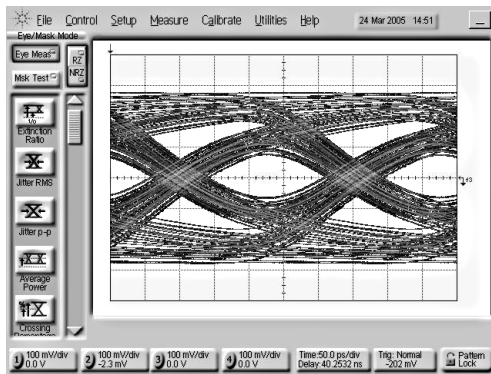


FIGURE 3. Data Eye After 30-In FR4 Board Trace With Pre-Emphasis Disabled

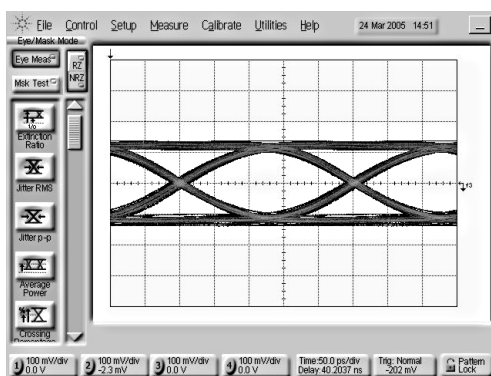


FIGURE 4. Data Eye After 30-In FR4 Board Trace With 6 dB of Pre-Emphasis

プリエンファシスの適正量を決めるには、すべてのプリエンファシス・レベルの組み合わせを試行し、その中からジッタがもっとも小さく、かつ、アイ高さがもっとも大きくなる設定を選択する方法もあ

ります。この方法はもっとも単純で、伝送線路の損失が分からなくても構いません。トライ・アンド・エラーを用いた場合、プリエンファシス量が少なすぎて生じるアンダーイコライズや、多すぎて生じるオーバーイコライズを、波形から視覚的に判別しなければなりません。Figure 5 に、ドライバを 3dB プリエンファシスに設定してアンダー・イコライズの状態にあるアイパターンを、先ほどと同じ 75 センチの FR4 ボード・トレースを用いて示します。Figure 6 はオーバーイコライズの状態のアイパターンで、周波数が高いレベルの波高が周波数が低いレベルの波高よりも大きくなっています。

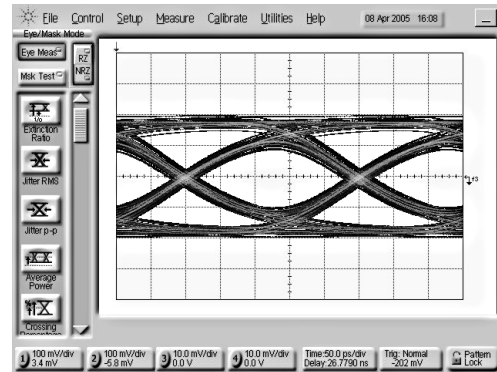


FIGURE 5. Data Eye After 30-In FR4 Board Trace Under Equalized

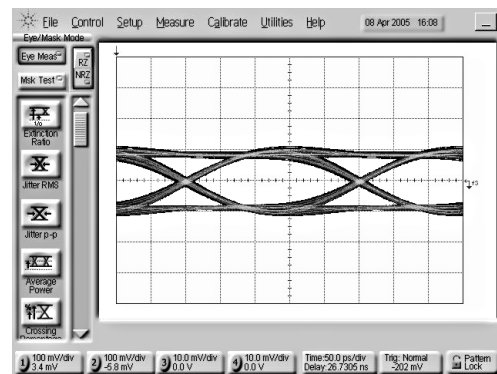


FIGURE 6. Data Eye After 30-In FR4 Board Trace Over Equalized

送信プリエンファシスと受信プリエンファシスを用いた欠陥のないリンク

通信リンクのレシーバ側でイコライズを行う場合、ドライバのプリエンファシスとレシーバのイコライズの合計が、伝送メディアの減衰歪みにほぼ等しくならなければなりません。Figure 7 に、2 個の DS40MB200 を 50cm (20 インチ) のバックプレーンの両端に置いた信号調整の構成を示します。

送信プリエンファシスと受信プリエンファシスを用いた欠陥のないリンク (つづき)

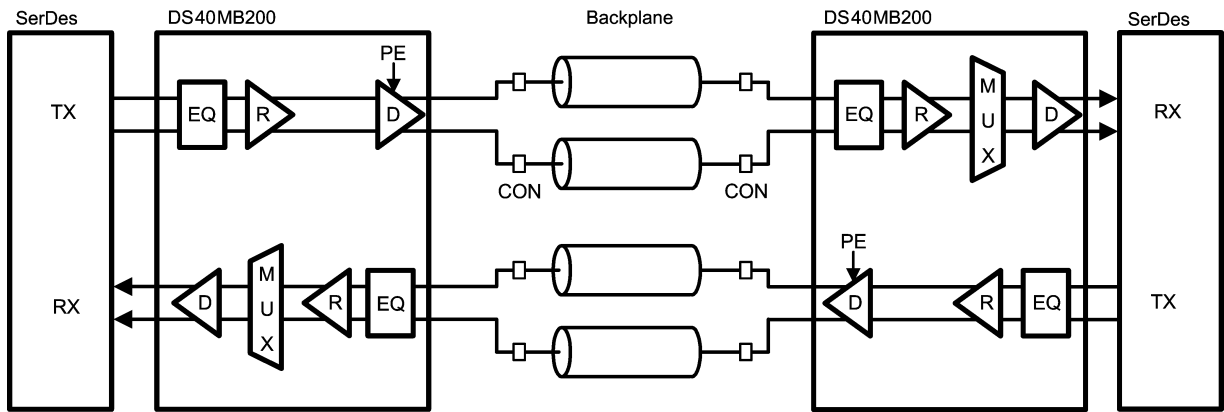


FIGURE 7. A Communication Link With DS40MB200 On Both Ends

バックプレーンの損失は、FR4 ボード・トレースの表皮損失や誘電体損失に加えて、バックプレーン・コネクタやめっきスルーホールに寄生容量によって、さらに大きくなります。Figure 8 に、高速バックプレーン・コネクタを両端に設けた 50cm (20 インチ) の FR4 バックプレーンの順方向伝送特性を示します。このバックプレーンの減衰歪みはおよそ 7.8dB です (Figure 8 の右側の数値参照)。イコライズを適用しない場合、バックプレーン遠端でのデータ・アイパターンを Figure 9 に示します。一方、3dB のドライバ・プリエンファシスと、5dB のレシーバ・イコライズを DS40MB200 によって適用したアイ・オープニングを、Figure 10 に示します。

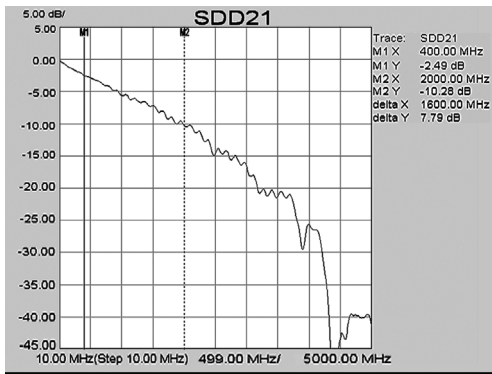


FIGURE 8. Transmission Loss of a 20-Inch FR4 Backplane With 2 High Speed Connectors

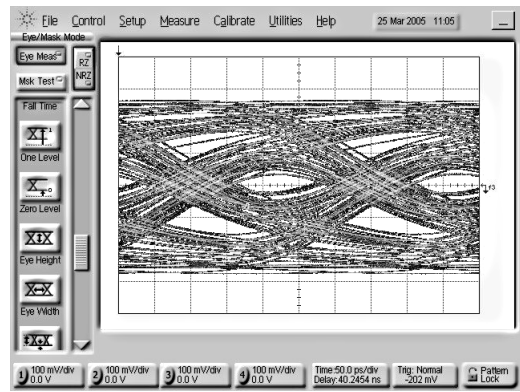


FIGURE 9. Data Eye After 20-In Backplane Without Equalization

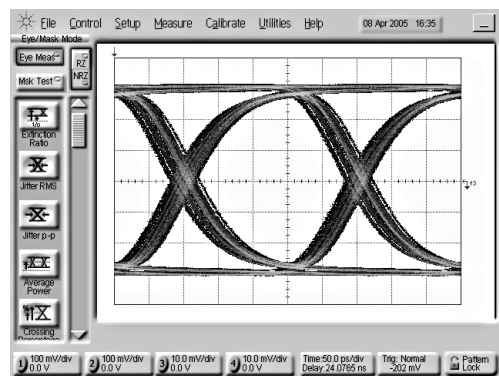


FIGURE 10. Data Eye After 20-In Backplane with 3dB Tx Pre-Emphasis and 5 dB Rx Equalization

イコライズの基準

代表的な通信サブシステムでは、インターコネクによって生じるジッタのほかに、クロストーク、電源ノイズ、スイッチング・ノイズなどによって生じるジッタ成分が存在します。一般にレシーバ PLL の帯域を上回る高周波ジッタ成分が存在し、レシーバ PLL ではフィルタできません。ノイズ・キャンセラーを採用する方法もありますが、回路が複雑になることとノイズ分布が変動するため、その実装はコスト的に妥当ではありません。イコライズの目的は、インターコネクで生じる残存データミスティック・ジッタを最小限に抑えて、クロストークやシステム・ノイズに耐え得るだけの十分なマージンをレシーバに与えることです。

イコライズの採用によって以下の 2 つの目的が達成されます。

1. 総ジッタをレシーバが対処できる範囲に抑えられます。ほとんどのレシーバ PLL には、入力ジッタ許容量 (Input Jitter Tolerance) と呼ばれる仕様が規定されています。この仕様値は一定のエラーレート下で PLL が対処し得るジッタ量を表しています。
2. レシーバが必要とする最低入力信号レベルを上回るアイ高さが得られます。DS40MB200 の場合、最低入力レベルは差動 100mV_{p-p} です。

クロストークが存在する 50cm バックプレーンで、イコライズを行った場合のアイパターンを Figure 11 に示します。オシロスコープのサンプリングが遅いため、オシロスコープで取得されたアイパターンは、数多くのデータ遷移で引き起こされる総ジッタを定量化するには適当ではありません。そこで通常は、ジッタ測定機器のバスタブ・グラフ機能を利用して、あるエラーレートにおける総ジッタを予測する方法が用いられます。Figure 12 に 50cm バックプレーンのバスタブ曲線を示します。エラーレート 10^{-12} 未満を実現するために予測される総ジッタは 98.4ps です。この総ジッタ量はデータレートが 4Gb/s の場合に 0.394UI (1 ビット時間の 39.4%) に相当します。多くのレシーバ PLL は最低入力信号レベル 100mV_{p-p} にて 0.5UI 以上のジッタに対応可能です。

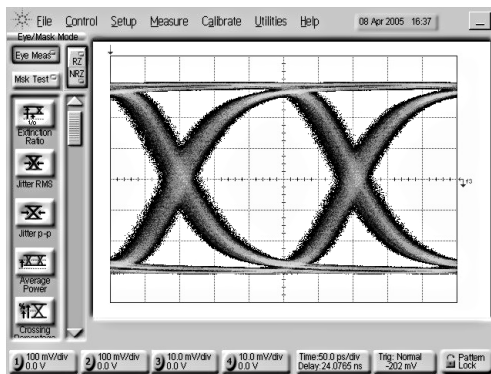


FIGURE 11. Data Eye After an Equalized 20-Inch Backplane in the Presence Of Crosstalk

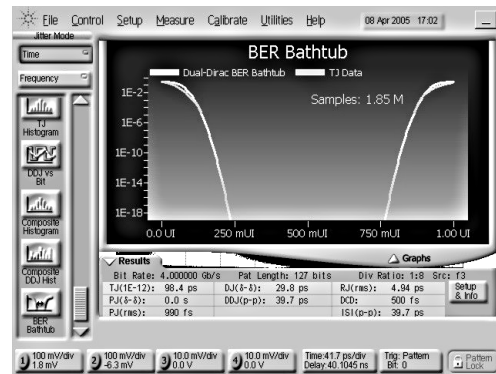


FIGURE 12. Bathtub Plot Showing Prediction of Eye Opening at Various Error Rates

まとめ

DS40MB200 は、適用量を選択可能なドライバ・プリエンファシス機能と、固定レシーバ・イコライズを備え、FR4 ボードトレースやバックプレーン、ケーブルなどで生じるさまざまな伝送損失を補償します。DS40MB200 は、最高 4Gb/s までのデータレートにおいて、銅伝送メディアの伝送距離の延長と伝送性能の向上を実現します。

参考資料

DS40MB200 デュアル回路 4Gb/s 入力イコライザおよび出力プリエンファシス内蔵 1:2 マルチプレクサ / バッファのデータシート、ナショナル セミコンダクター社、www.national.com

4ポート・ネットワーク・アナライザと TDR、アジレント・テクノロジー社、www.agilent.com

TDR から伝送損失を抽出する TDR ソフトウェア、旧 TDA Systems 社 (現 テクトロニクス社)、www.tdasystems.com

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か使用、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 © 2006 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/

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たり、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