

RS-485 トランシーバを使用した高速信号伝達

Clark Kinnaird

HPL-D · Interface

概要

TIA/EIA-485-A規格では、RS-485の信号伝達の特性を定めています。RS-485の信号伝達を利用したアプリケーションの大部分は、10Mbpsより低い速度での動作を想定したものです。10Mbps以上での伝達が可能であることも少なくありません。

このアプリケーション・レポートでは、トランシーバ製品SN65HVD10を使用して高速信号伝達の制約について調べ、結果を提示します。本書で採用する方法は、条件を様々に変えて、長さ10mのケーブル端でアイ・パターンを測定するというものです。制限のある状況下で、信号伝達を最大100Mbpsの速度で行った例が紹介されます。また、SN65HVD05を使用して40Mbpsの信号伝達が可能になった例も示されます。アイ・パターンを観察することにより、ケーブル長を様々に変えていくとジッタがどのように増加していくかが分かります。

目次

1 はじめに.....	2
2 高速信号伝達でのレシーバの動作.....	2
3 高速信号伝達でのドライバの動作.....	4
4 アイ・パターンのデータ - HVD10トランシーバのみ (ケーブルの影響なし).....	7
5 差動信号へのケーブルの影響.....	8
6 標準的なデータ伝送システムを使用した結果.....	9
7 温度に関する考慮事項.....	11
8 結論.....	12
9 参考文献.....	12

図目次

図 1 50MbpsでのHVD10レシーバの動作。差動入力200mVより低い値.....	3
図 2 50Mbpsでのレシーバ動作($V_{ID} = 1V$ 、パルス幅歪みほとんど無し).....	4
図 3 100MbpsでのHVD10のレシーバ動作 (入力振幅1V).....	4
図 4 標準的なHVD10ドライバの立ち上がり時間と立ち下がり時間の、温度による変化.....	5
図 5 100Mbpsで動作するHVD10ドライバ(負荷 50Ω と $50pF$).....	6
図 6 50Mbpsで動作するHVDドライバとレシーバ.....	6
図 7 100Mbpsで動作するHVDドライバとレシーバ.....	7
図 8 50MbpsデータでのHVD10ドライバとレシーバのアイ・パターン.....	7
図 9 100Mbpsデータを扱うHVD10ドライバとレシーバのアイ・パターン.....	8
図 10 50MbpsのHVD10ドライバ出力をケーブル10mで送信する場合の減衰.....	8
図 11 CAT-5ケーブル10mで送信する、速度100MbpsのHVD10ドライバ出力信号減衰の詳細.....	9
図 12 データ伝送チェーン.....	9
図 13 CAT-5ケーブル10mを通る信号速度50Mbpsの方形波のデータ伝送.....	10
図 14 CAT-5ケーブル10mを通る信号速度100Mbpsの方形波のデータ伝送.....	10
図 15 CAT-5ケーブル10mを通る信号速度50MbpsのHVD10データ伝送のアイ・パターン.....	11

表目次

表 1 「ジッタ vs 信号速度とケーブル長」のまとめ.....	9
表 2 電力消費の比較.....	12

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

1 はじめに

Texas InstrumentsのRS-485トランシーバ製品の中には、データ・シートに信号伝達速度の上限が30Mbpsと記載されているものがあります。これは推奨動作条件がすべて揃い、ANSI/TIA/EIA-485-A規格の条件に完全に従った場合の信号伝達速度です。

多くのアプリケーションでは、温度、ケーブル長、電源変動等の条件すべてについて、ワースト・ケースを明確に定めておく必要は必ずしもありません。アプリケーションでの信号伝達を、データ・シートの記載値より高速で行うことができる場合もよくあります。このアプリケーション・レポートでは高速信号伝達に関する制約を調べ、50Mbps以上の速度での動作を紹介します。

トランシーバ製品SN65HVD10(以降「HVD10」)を例として使用しますが、基本的な説明はTexas InstrumentsのどのRS-485トランシーバ製品およびライン・ドライバ/ライン・レシーバ回路についても当てはまります⁽¹⁾。

RS-485トランシーバ製品を使用して高速信号伝達を行うには、バス上の有効な信号レベルをレシーバで正確に検出すること、および有効なバス・ステートドライバで正常に生成することが第一の要件となります。また高速信号伝達には、トランシーバでの電力消費量が低速の場合よりも大きくなるという問題もあります。

(1) Texas InstrumentsのRS-485デバイスには、ドライバのスルー・レートを意図的に制限する機能が組み込まれたものもあります。これらのデバイスについても本書の基本的な記述は当てはまりますが、スルー・レート制限付きのドライバは低速の信号伝達向けに最適化されていることに注意する必要があります。

2 高速信号伝達でのレシーバの動作

ANSI/TIA/EIA-485-A規格のレシーバでは、200mVより大きい振幅の差動バス電圧($V_A - V_B$)を有効なデータ・ステートとして検出する必要があります。したがって、レシーバから見たワースト・ケースの入力とは、振幅が200mVちょうどしかない入力になります。

図1では公称条件下で、ゼロからピークまでの振幅が200mVよりわずかに低い方形波からなる差動バス信号が、HVD10レシーバで検出されています⁽²⁾。信号周波数は25MHzであり、信号速度50Mbpsに相当します。HVD10レシーバの出力のステートはバス信号に対応して正確に変わっていますが、HVD10レシーバ閾値のオフセットが原因でパルス幅にかなり歪みが出ています。フェイルセーフ(出力がHighかLowに定まるようにすること)が機能するには、0mVの差動信号が既知のステートとして検出される必要があります。したがって、HVD10のレシーバ閾値(V_{TR+} と V_{TR-})の midpoint は -105mV になっています。入力信号の midpoint はゼロであり、そのエッジ遷移時間は有限であるため、入力信号ではレシーバ閾値より上の部分が閾値より下の部分よりも多くなっています。このため、データ転送速度が高く信号振幅が低い場合には、パルス幅にかなり歪みが生じます。

(2) 以降で紹介するオシロスコープのプロットはすべて、室温でVCCを3.3Vに設定して計測されたものです。

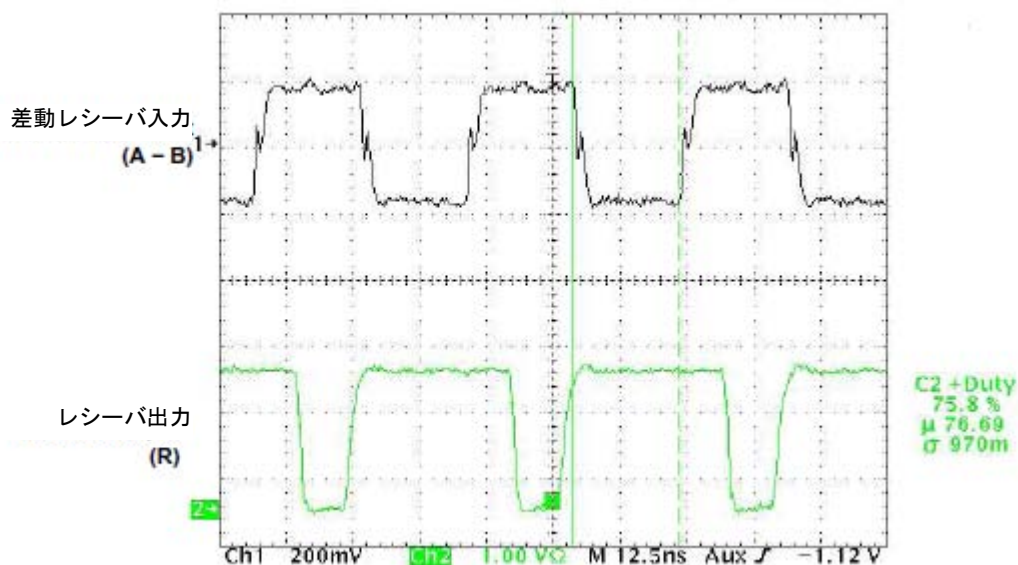


図1 50MbpsでのHVD10レシーバの動作。差動入力200mVより低い値

A.

(1) チャンネル1の入力信号のグリッチやクロスオーバー歪みは、テスト装置の想定外の影響です。

振幅が小さく(±40mV)、また持続時間が短い(2nsec)ため、レシーバ出力での影響は無視できるほどのものです。この種の信号歪みは、インピーダンスに不整合のある計装、回路基板上の切れ目、誤った方法で終端処理されたケーブルなどが原因で発生することがあります。Texas Instrumentsのトランシーバ製品のレシーバ入力ヒステリシスには、この例に示すような小さなグリッチに反応して出カステートが切り替わらないようにする役割があります。

これだけタイミング歪みが多いと高速信号伝達の許容範囲からは外れてしまうかもしれませんが、もっと入力信号振幅が大きいアプリケーションでならば、多くの場合は高速信号伝達でも効率的な動作が可能です。例えばTIA/EIA-485-A規格では、規格に準拠したドライバが差動電圧振幅1.5V(ONでは $V_A - V_B = 1.5$ 、OFFでは $V_A - V_B = -1.5$)を生成することが必須であると規定されています。この場合はドライバとレシーバ間で1.3Vの減衰が発生しますが、それでも信号200mVを有効なまま搬送することが可能です。たいいていのアプリケーションのバス特性(ケーブルの長さタイプ、コネクタの数と品質)であれば、信号があまりひどく劣化するようなことはありません。

図2ではHVD10レシーバが、ゼロ～ピーク間の振幅1V、速度50Mbpsの差動バス信号を検出しています。この信号振幅は図1の信号よりも大きく、高速で閾値領域全体を遷移するため、閾値オフセットの影響は大幅に薄くなり、パルス幅の歪みも無視できるほどになります。

図3を見ると、信号速度が100Mbpsの場合でも、十分な振幅がある上にほとんど歪みのない有効な信号を、HVD10レシーバでは正確に受信していることが分かります。

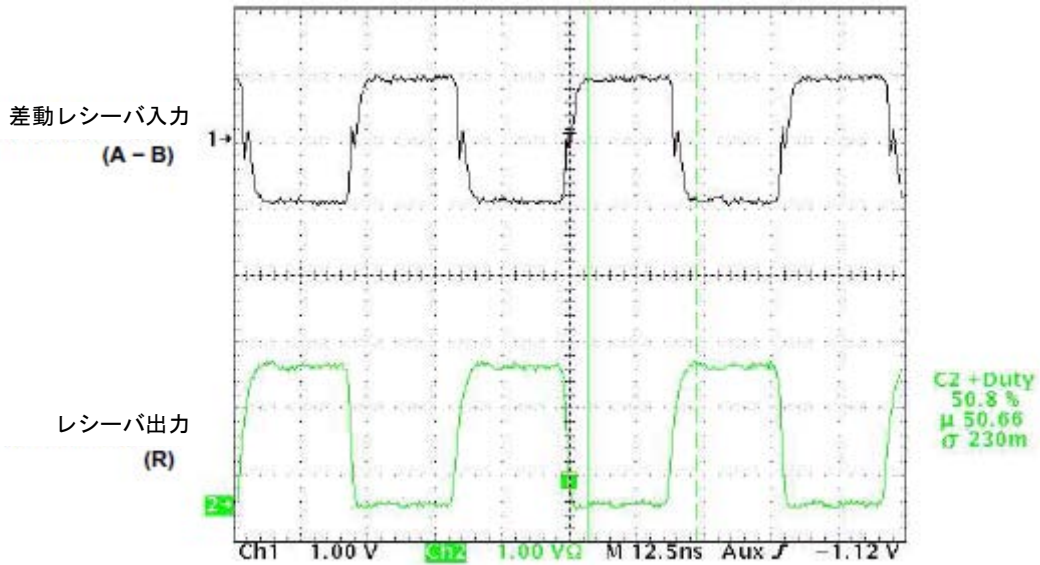


図 2 50Mbpsでのレシーバ動作($V_{ID} = 1V$ 、パルス幅歪みほとんど無し)

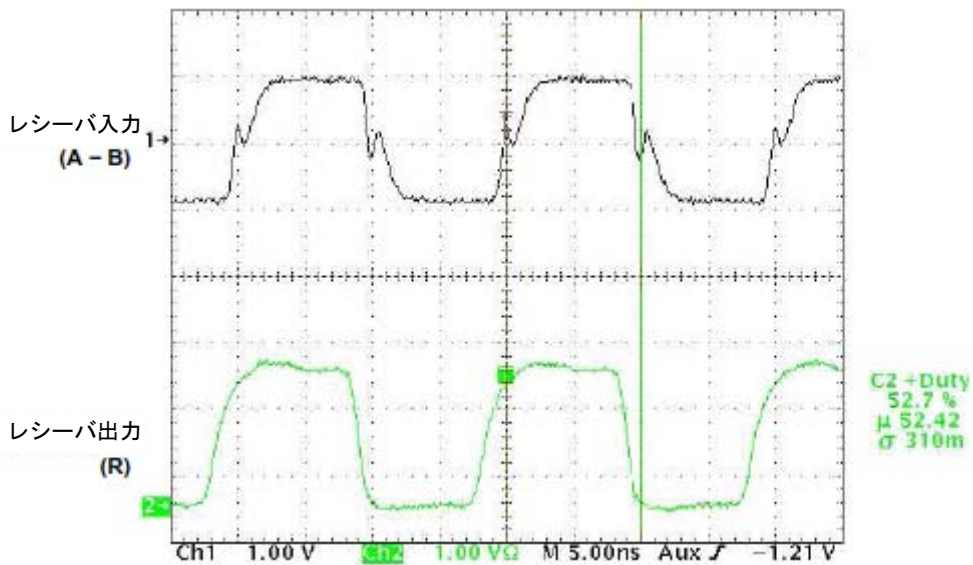


図 3 100MbpsでのHVD10のレシーバ動作 (入力振幅1V)

3 高速信号伝達でのドライバの動作

ドライバをTIA/EIA-485-A規格に準拠したものにするには、いくつかの基準を満たす必要があります。その基準のひとつが、平衡差動電圧レベルを生成することです。また、10%~90%の遷移時間がユニット・インターバル(ビット時間)の30%以内に制限するという要件もあります。したがって、ドライバ出力の立ち上がり時間・立ち下がり時間と、達成可能な最大信号速度の間には反比例の関係があります。

推奨動作条件がすべて揃った場合、HVD10ドライバの立ち上がり・立ち下がり時間は10ナノセカンドを超えないものと定められています。これは、(推奨動作条件が「すべて」揃った場合に)達成可能な最大信号速度が30Mbpsであることに対応しています。ただし、十分根拠のある仮定に基づいて、達成可能な信号速度を多くのアプリケーションでさらに拡張することも可能です。

上記の十分根拠のある仮定のひとつが、「アプリケーションによっては、ドライバの動作がHVD10の仕様にある温度範囲に完全には従わない場合もある」というものです。HVD10は、次のように様々な温度等級で使用可能です。

様々な温度等級	
SN75	0°C ~ 70°C
SN65	-40°C ~ 85°C
SN65_Q	-40°C ~ 125°C

図4に示す曲線から分かるとおり、HVD10ドライバの標準的な立ち上がり・立ち下がり時間は、8nsを十分に下回っています。アプリケーション実行中の温度が0°Cより低くなるのがなければ、7.5 nsという時間で十分と思われます。システム設計者は、信号速度のパフォーマンスも温度に対して同様の感度を示すと予測する必要があります。なお、7.5 nsという立ち上がり/立ち下がり時間は、RS-485の信号速度40Mbpsに対応しています。

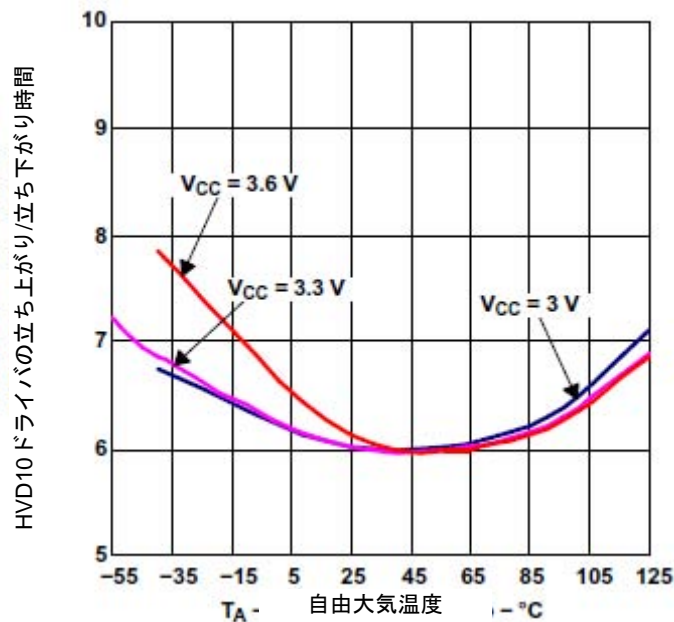


図4 標準的なHVD10ドライバの立ち上がり時間と立ち下がり時間の、温度による変化

40Mbpsを超える信号速度が示せるかどうかについては、アプリケーションによっては、信号遷移で許容されるビット時間の割合を増やせることがあります。30%という標準的な制約が緩和されれば、HVD10では最大100Mbpsの信号速度を示すことが可能になります。対応するタイミング・マージンの減少が許容範囲かどうかは、システム設計者側で判断する必要があります。

図5は、差動ドライバの出力間に50Ωと50 pFの負荷を置いた場合の、信号速度100Mbpsで動作しているドライバのパフォーマンスです。10%~90%という立ち上がり時間は、図4のデータと十分一致しています。この波形のみに基づいて考えれば、これを信頼性のあるデータ信号として認める設計者はほとんどいないでしょう。確かにドライバの出力波形は、TIA/EIA規格の要件を満たすものではありません。

データ伝送経路の詳細をよく調べると、トレードオフがいくつか可能であれば、上記のトランシーバの信号速度を上げられるかもしれないことがわかります。検討すべき第一の事項は、関心対象のシステムのモデル化に使用されたテスト負荷が最適かどうかということです。また、第二の検討事項は、レシーバに到達する信号に十分な振幅があり、常にレシーバ閾値よりも十分高くなっているかどうか、そして十分なセットアップ時間と保持時間が利用可能かどうかということです。

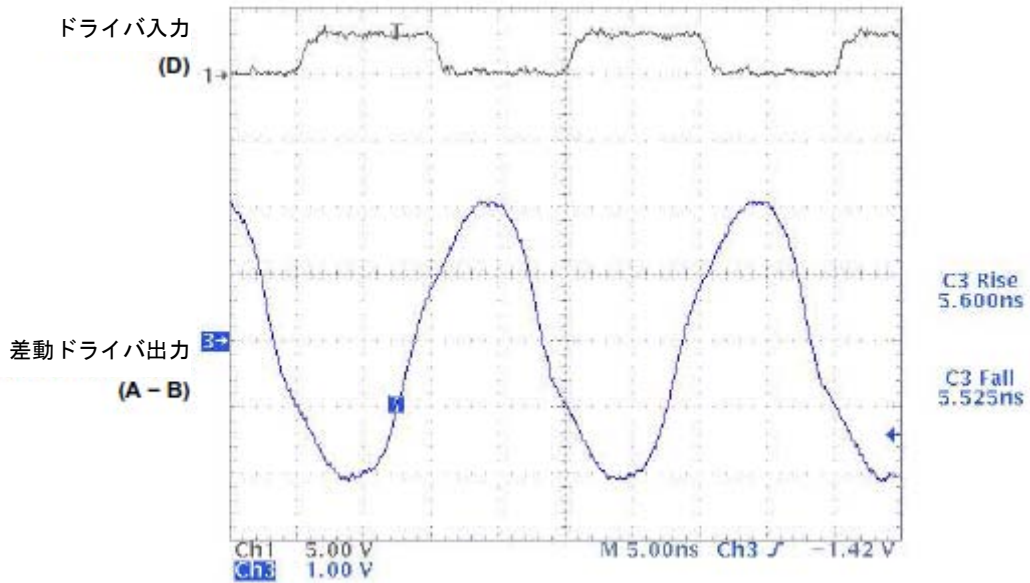


図 5 100Mbpsで動作するHVD10ドライバ(負荷50Ωと50pF)

第一の検討事項を解説するために、図6と図7にドライバとレシーバの出力を示します。ドライバとレシーバに接続されたケーブルの長さは無視できるものとします。この場合は、負荷51Ω、およびテスト・ボードとケーブルと出力間を接続するコネクタの静電容量しかないことに注意してください。図7と図5を比較してみると、負荷の静電容量が信号遷移の時間と品質に重要な役割を果たしており、最大信号速度に影響していることがはっきり分かります。したがって、負荷容量の点から関心対象のシステムをモデル化することが重要になります。次のセクションでは、集中負荷容量でなく、実際のケーブルを使用した場合の結果について考察します。図6と図7では、チャンネル1が負荷51Ω付きの差動ドライバ出力であり、チャンネル2がレシーバ出力です。

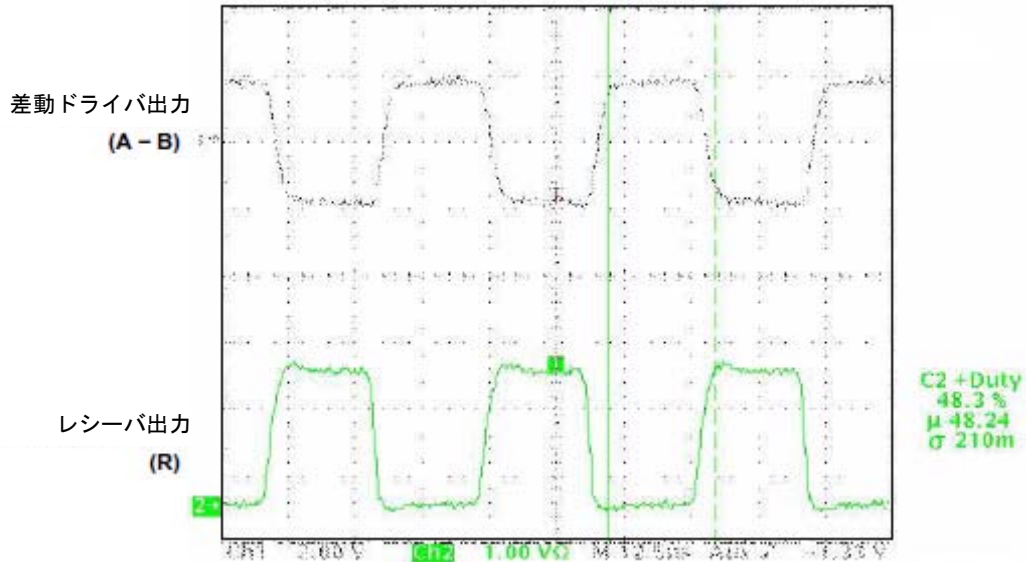


図 6 50Mbpsで動作するHVDドライバとレシーバ

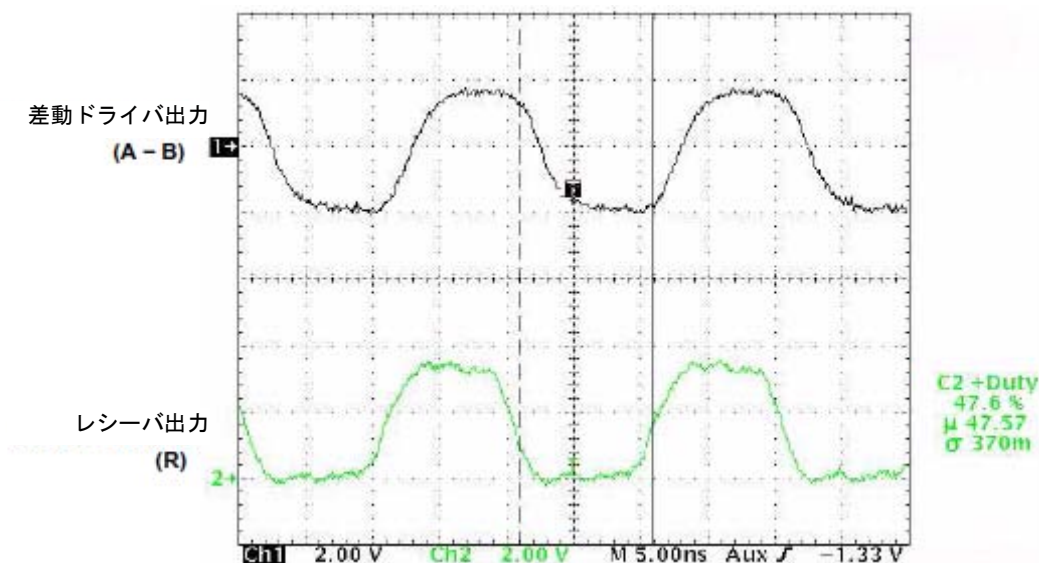


図 7 100Mbpsで動作するHVDドライバとレシーバ

4 アイ・パターンのデータ - HVD10 トランシーバのみ (ケーブルの影響なし)

データ信号のジッタは、高速信号伝達でのシステム・パフォーマンス評価基準のひとつです。アイ・パターン⁽¹⁾は、システムの各点でのジッタを視覚化するために使用できます。ドライバ出力でのジッタは、総システム・ジッタの成分の一部です。

図8と図9では、HVD10が50Mbpsでのジッタの少量化に貢献していること、また信号速度100Mbpsでは貢献度がさらに大きくなることを示しています。チャンネル1はドライバ出力、チャンネル2はレシーバ出力です。

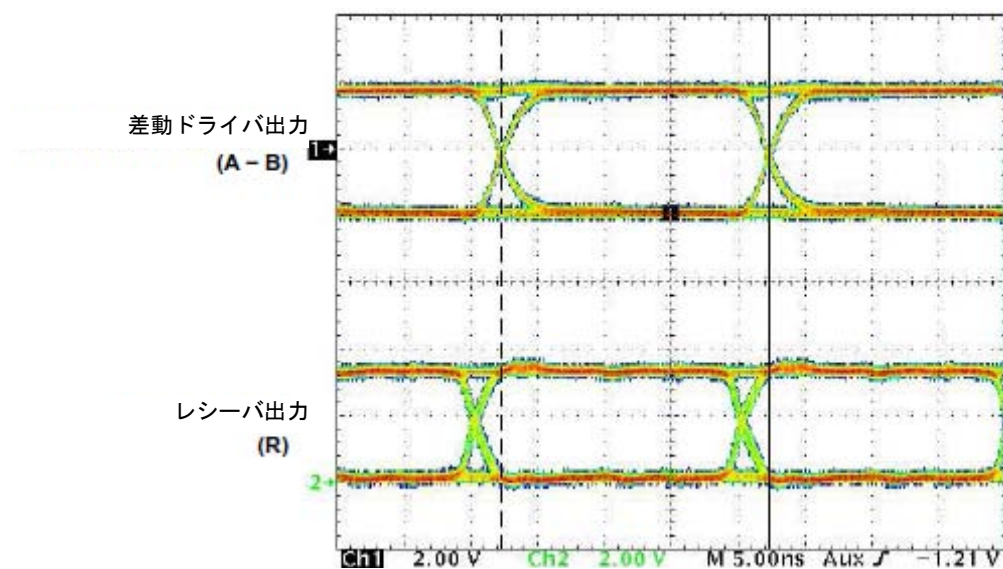


図 8 50MbpsデータでのHVD10 ドライバとレシーバのアイ・パターン

(1)アイ・パターン測定の詳細については、Texas Instrumentsのアプリケーション・レポート、「Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485) (SLLA036)」のセクション4を参照してください。

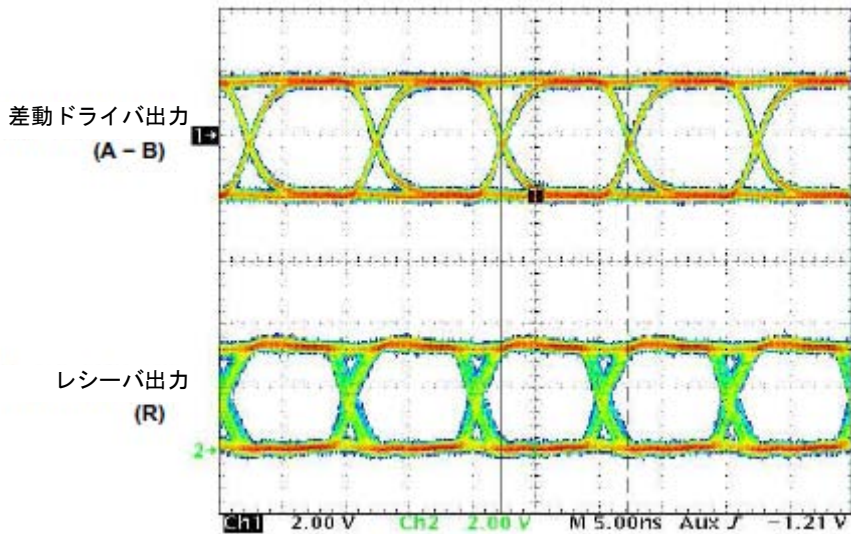


図 9 100Mbpsデータを扱うHVD10 ドライバとレシーバのアイ・パターン

5 差動信号へのケーブルの影響

考慮が必要なもうひとつの変数は、差動信号に伝送媒体(ケーブル、コネクタ、回路基板配線) 与える影響です。RS-485規格は、最大1200メートルのケーブルを使用するアプリケーションを意図したものです。長いケーブルを使用するアプリケーションでは、ドライバとレシーバ間の信号減衰が著しく多くなる可能性があります。これが、ドライバ出力振幅(最小1.5V)とレシーバ入力感度(200mV以下)間の差が大きいことの原因です。

アプリケーションで使用するケーブルが短いほど、信号の減衰も小さくなり、ドライバの生成した振幅の比率がレシーバから見て高くなる可能性があります。図10と図11は、長さ10メートルのケーブルを使用した場合の動作です。これらの図では、チャンネル1がHVD10ドライバの出力での差動電圧を示し、チャンネル2がケーブルのもう一方の端に到達する差動電圧を示しています。

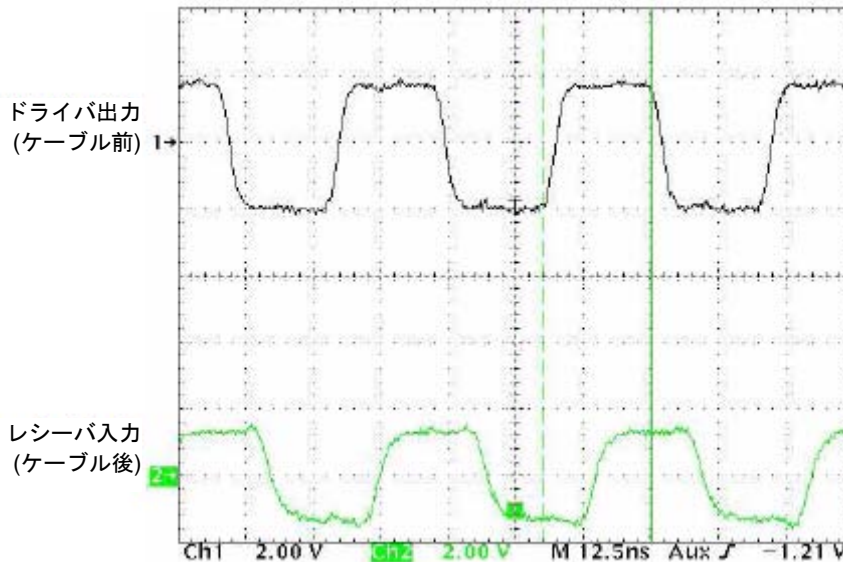


図 10 50MbpsのHVD10ドライバ出力をケーブル10mで送信する場合の減衰

どのアプリケーションについてもいえることですが、ドライバの立ち上がり・立ち下がり時間全体への依存度は、レシーバ閾値領域全体の遷移時間ほど重要ではありません。図11を詳細に調べてみると、レシーバでの差動信号の立ち上がり・立ち下がり時間全体は比較的長めですが、-200mV~200mV間のレシーバ閾値窓(threshold window)全体の遷移時間はずっと短いことが分かります。これにより、信号振幅が大きければ、レシーバ感度を利用して、長いケーブルを使用した場合でも劣化の少ない信号を復元できることがわかります。

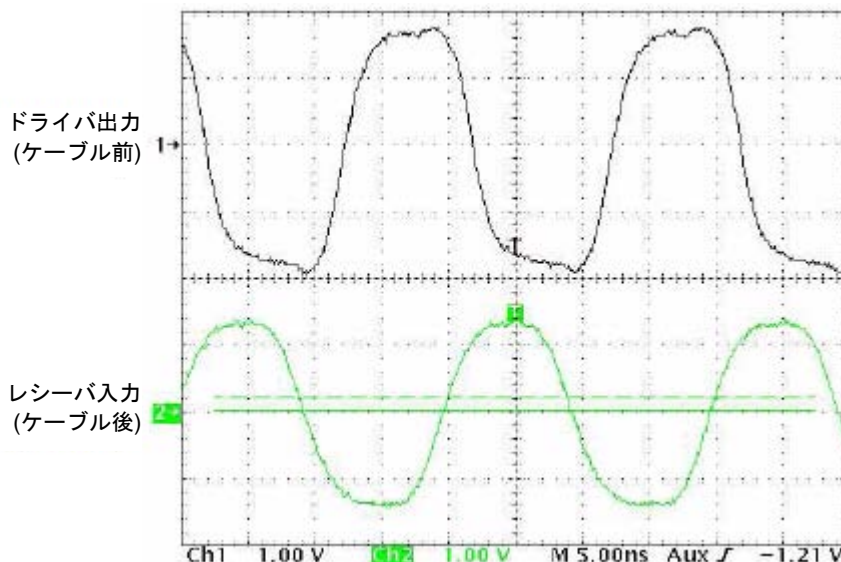


図 11 CAT-5ケーブル10mで送信する、速度100MbpsのHVD10ドライバ出力信号減衰の詳細

表1は、ジッタの値がケーブル長と信号速度の関数として変化する様子です。ここでは、ドライバおよびレシーバとしてSN65HVD05デバイスを使用しています。SN65HVD05は、HVD10に似た設計のRS-485 トランシーバです。

信号速度 (Mbps)	ケーブル長 (Belden Mediatwist 1872A)		
	10メートル	30メートル	80メートル
40	3%	9%	24%
60	5%		
80	20%		
100	35%		

表 1 「ジッタ vs 信号速度とケーブル長」のまとめ

6 標準的なデータ伝送システムを使用した結果

図12は、標準的なデータ伝送チェーンの簡略図です。ドライバとレシーバがそれぞれ1つしかありませんが、次に述べる結果はこれより複雑なシステムにも拡張できます。



図 12 データ伝送チェーン

図13は、信号速度50Mbpsのデータ伝送チェーン全体の信号です。伝送経路としては、各端を約100Ωの抵抗で終端処理した、シールドなしのツイストペア・ケーブル(Belden 1583A CAT-5)を使用しています。チャンネル1はドライバへのTTL入力であり、チャンネル2は差動ドライバ出力です。チャンネル3は、10メートルのケーブルを通してHVD10レシーバの入力に到達する差動信号です。レシーバに到達する信号に減衰が見られること、特に高周波成分が減衰して、振幅とエッジ・レート両方が減少していることに注意してください。チャンネル4は、レシーバの出力です。

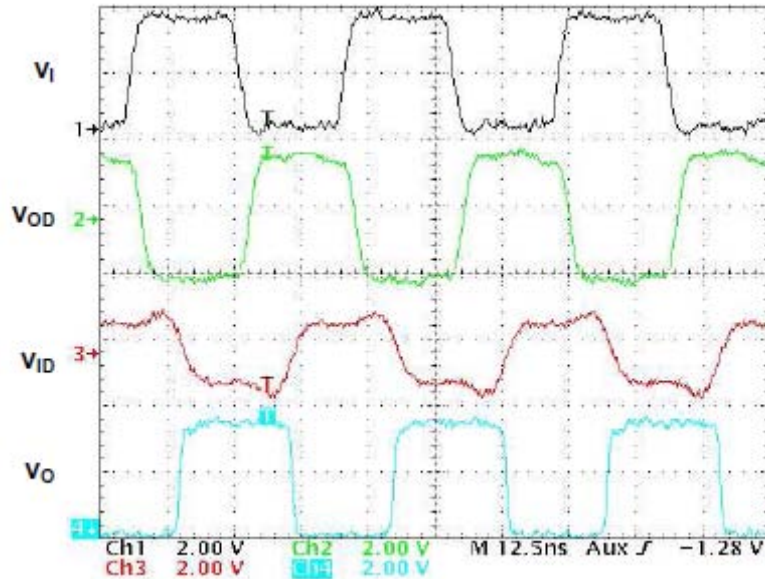


図 13 CAT-5ケーブル10mを通る信号速度50Mbpsの方形波のデータ伝送

伝送経路により信号が劣化しているものの、最終的なデジタル信号は元の入力に一致しています。これにより、HVD10では50Mbpsという信号速度を実現できることが分かります。また図14に示すように、信号速度を100Mbpsまで上げることも可能です。

図14は、前述した同じ信号チェーンの信号速度を100Mbpsにした場合の動作です。ここでは、レシーバへの入力信号が方形波というよりはサイン波として現れています。これは、ドライバの立ち上がり・立ち下がり時間が限られていることと併せて、ケーブルの高周波減衰が影響しているためです。

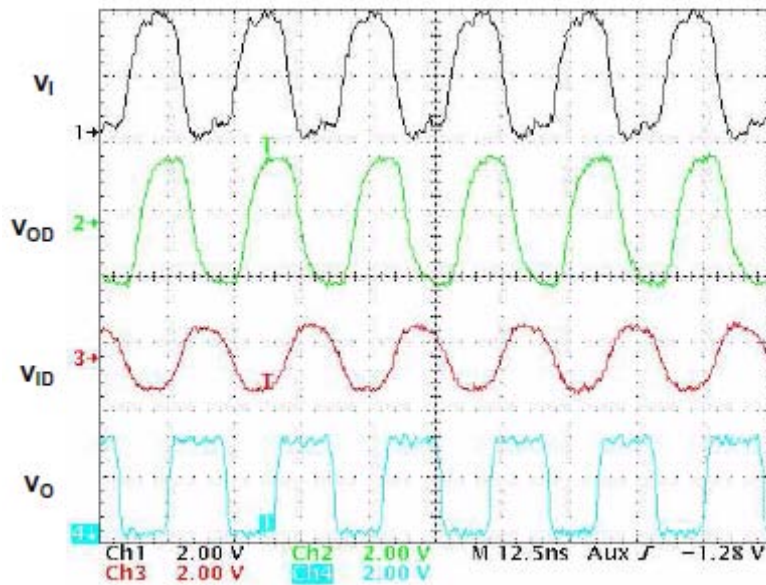


図 14 CAT-5ケーブル10mを通る信号速度100Mbpsの方形波のデータ伝送

レシーバの入力が方形波には見えなくてもかかわらず、レシーバの出力は十分に方形波と呼べる、ドライバ信号源での元の信号を反映した波形になっています。これは、HVD10トランシーバを使用すれば100Mbpsでのデータ伝送が可能であることを示しています。

実際には、図13と図14に示す方形波信号(クロック信号)は、大多数のRS-485アプリケーションを代表するものではありません。バイナリ・データの疑似ランダムビット・ストリーム(PRBS)で表わされる信号の方が一般的です。通常、PRBS信号には

ビットの重要な組み合わせがすべて含まれています。この信号を使用して、データ伝送システムの品質の評価基準となるアイ・パターンを生成します。

図15のオシロスコープの光跡は、2つのHVD10トランシーバと、長さ10mのケーブルを使用して行われた、50Mbpsでの正常なデータ伝送を示しています。信号はPRBSです。チャンネル1はドライバへのTTL入力を示し、チャンネル2は差動ドライバの出力を示します。チャンネル3はHVD10レシーバへの入力に到達する差動信号を示し、チャンネル4はレシーバのTTL出力を示します。

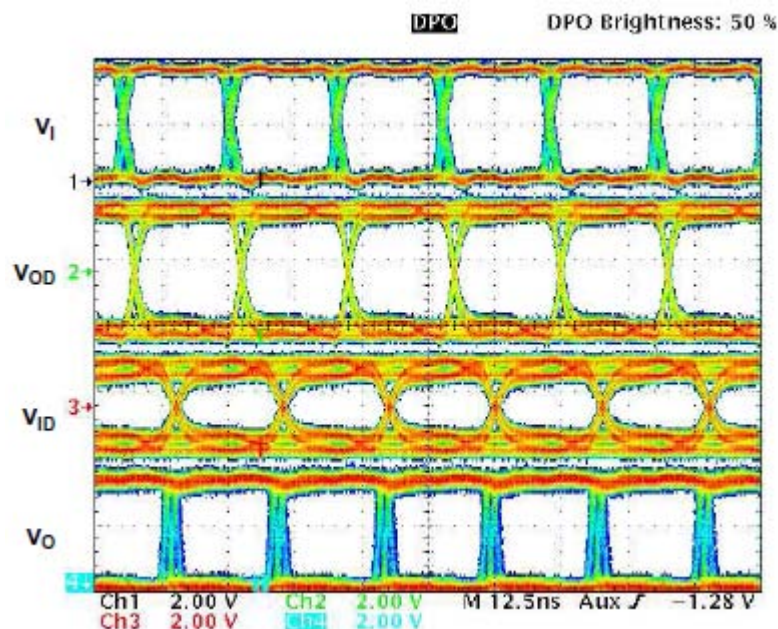


図 15 CAT-5ケーブル10mを通る信号速度50MbpsのHVD10データ伝送のアイ・パターン

7 温度に関する考慮事項

電力損失と温度の問題も常に考慮する必要があります。特に、RS-485トランシーバがよく使用される工業用アプリケーションではそうです。高速信号伝達アプリケーションの設計者は、このような場合に特有の電力損失増加に十分注意する必要があります。

データ・バス・ネットワークでは、電源電流がトランシーバ回路だけでなく、バス負荷へも運ばれます。標準的なRS-485バス構成では、アクティブ・ドライバが駆動する必要がある安定状態の負荷が、すべてのレシーバ・ノードと、各バス終端にある終端抵抗から構成されます。

受信ノードに示された負荷は、各レシーバごとの入力インピーダンスに依存します。TIA/EIA-485-A規格では、ユニット・ロード⁽¹⁾の許容値を最大1mAまでと定義しています。最大32個のユニット・ロードがバス上では許容可能なため、全レシーバ入力に供給される総電流量は32mAになります。最近の多くのトランシーバはユニット・ロードを減らした設計になっています。例えば、HVD10は1/2ユニット・ロードのデバイスであり、SN65HVD3088Eは1/8ユニット・ロードのデバイスと判断されます。これらのユニット・ロードを減らしたデバイスでは、入力電流も少なくなります。

終端抵抗の電流は、差動バス電圧に依存します。規格では、アクティブなドライバが最低1.5Vの差動信号を生成することを必須としています。標準的な120Ω抵抗を各端にひとつずつ使用して終端処理されたバスの場合、バスがアクティブな時はいつでも、終端抵抗に流れる電流が合計25mAになります。Texas Instrumentsのトランシーバでは標準的に、25mAより高い値の電流を負荷60Ωひとつに対して駆動できるため、規格で要求される最小値よりも差動出力電圧が高くなります。

全体として、安定状態の総負荷電流は、最大負荷のRS-485バスに対して標準で60mAに達することがあります。これにより、トランシーバ地震が必要な電流に加えて、さらに電流の量が増加します。

(1) 単位負荷の詳細については、TI のアプリケーション・レポート "The RS-485 Unit Load and Maximum Number of Bus Connections(SLLA166)" を参照してください。

ドライバのトータムポール出力が主な原因で、信号速度とともに電源電流も増加します。これらの出力のステートが変わると、ハイサイドとローサイド両方の出力トランジスタが一瞬、導通状態になります。これにより、電源電流に短いスパイクが生成されます。ステート変化の周波数が増大するにしたがって、この短い電流スパイクの発生頻度も上がるため、消費される電力も増加します。その結果、電力消費全体が大幅に増加することになります。

電力消費の増加は、静電容量の影響という二次的な原因によっても発生します。容量性素子は、トランシーバ内部と外付け負荷の両方にあります。外付け負荷の静電容量は、データ・シートのテスト回路図に示すように、集中容量50pFとしてモデル化されます。短い内部接続のインダクタンスは無視できる程度であるため、この50pFはテスト装置と計装の静電容量を表しています。内部静電容量はトランシーバ回路に起因するため、通常は約5pF～10Fです。

表2では、電力消費が動作モードからだけでなく、信号速度からどのような影響を受けるかを示しています。各ケースで標準値は公称条件下の電力消費を反映したのですが、最大消費電力は電源、温度の変動等を考慮した値です。

信号速度	ドライバ負荷	レシーバ負荷	モード	トランシーバの電力消費
100 Mbps	60 Ω、50 pF	15 pF	ドライバ イネーブル、 レシーバ イネーブル	387 mW (最大)
50 Mbps			ドライバ イネーブル、 レシーバ イネーブル	296 mW (最大)
32 Mbps			ドライバ イネーブル、 レシーバ イネーブル	256 mW (最大)
			ドライバ イネーブル、 レシーバ ディセーブル	245 mW (最大)
			ドライバ ディセーブル、 レシーバ イネーブル	20 mW (最大) 32 mW (標準)
25 Mbps			ドライバ イネーブル、 レシーバ イネーブル	233 mW (最大) 198 mW (標準)

表 2 電力消費の比較

設計者側では、高速信号伝達時には消費電力が高くなることを念頭におく必要があります。温度設計の詳細については、個々の製品のデータ・シートと、Texas Instrumentsのアプリケーション・レポート "IC Package Thermal Metrics (SPRA953)" および "Thermal Characteristics of Linear and Logic Packages Using JEDEC PCB Designs (SZZA017)" を参照してください。

8 結論

Texas Instrumentsのデータ・シートでは、TIA/EIA-485-Aで可能な最大信号速度と信号品質要件に関して、意図的に慎重な記述をしています。HVD10トランシーバは、最大50Mbps、あるいは100Mbpsもの高速な信号速度で正常に動作させることも可能です。システム設計者側では、信号速度の上限をどのくらい拡張するかを決める場合に、RS-485規格への準拠、アプリケーション温度、ケーブルの影響などの制約を考慮する必要があります。

また同様に、ワースト・ケース時の下限値を超えてパフォーマンスを拡張する場合には、他のRS-485デバイスのパラメータ限界を考慮する必要があります。アプリケーションによっては、下限値が示す値よりも大幅に良好な信号速度が可能になることもあります。ただし、信号の最高速度がどの程度まで極められるかは、アプリケーション導入の最終段階になるまで判断がつきません。

9 参考文献

1. Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485) application report (SLLA036)
2. The RS-485 Unit Load and Maximum Number of Bus Connections application report (SLLA166)

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといたします)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIJといたします)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の標準販売契約約款に従って販売されます。

TIJ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。

TIJ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。

TIJ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、保証もしくは承認をする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TIJにより示された数値、特性、条件その他のパラメータと異なる、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。TIJ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。

TIJ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TIJ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 © 2009, 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 °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