

***Application Note 829 IEEE 1194.1 BTL-Enabling Technology for High Speed  
Bus Applications***



Literature Number: JAJA260

# 高速バス・アプリケーションのための技術 IEEE 1194.1 BTL

National Semiconductor  
Application Note 829  
Joel Martinez  
Application Engineer  
June 1992



## はじめに

IEEE 1194.1 は高速バスのための技術である BTL の電気的特性を標準化したもので、BTL をバックプレーンに使用することで、現在の製品よりデータ転送レートとノイズの改善が可能です。

BTL は重負荷のバックプレーンを駆動する際の基本的な問題を初めて解決しました。その結果、スピードとデータの保全性が飛躍的に向上しました。バックプレーンバスの物理的側面に関する理解が深まり、バス駆動の問題に独創的な解決法が見出されたのは、IEEE 委員会の数年にわたる努力のたまものであり、その集大成が BTL なのです。

転送速度は、多分どのバス標準規格においても、最も重要な性能でしょう。プロセサのスピードと共有資源が増加しつつあるシステムでは、ほとんどの場合、バックプレーンがボトルネックになりつつあります。非同期のシステムでは、任意の 2 枚のプラグイン・カード間での最高データ転送速度は、2 枚のカードの応答時間とバス遅延の和のみによって決まります。ロジック・デバイスのスピードがもっとも速くなれば、究極的にはバス遅延のみがバス・スピードを制約する要因になります。非同期システムでは、最大クロック周波数もまたバス遅延によります。

代表的なシステムにおけるバス遅延には、セトリングタイムと伝搬遅延という 2 つの要素があります。セトリングタイムとは、反射やクロストークが収まりデータのサンプリングが可能になるまでに要する時間です。これは通常、バックプレーンの伝搬遅延の数倍になります。後述するように、バス駆動が適切でないセトリングタイムは長くなります。

BTL(バックプレーン・トランシーバ・ロジック) と呼ばれる新しいテクノロジの採用により、バックプレーン・バスは、セトリングタイムによる遅延を除去するばかりでなく、負荷のかかったバックプレーンの伝搬遅延も縮小し、バス処理能力を最大限にします。

## バックプレーン・バスの物理的側面

信号の立ち上がりと立ち下り時間がバス遅延より短い。高速信号に対してバスは、無負荷時の値  $Z_0$  と  $t_{p0}$  が

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L_o}{C_o}} \quad (式1)$$

$$t_{p0} = \sqrt{L_o C_o} \quad (式2)$$

$L_o$  = 単位長当たりの分布インダクタンス

$C_o$  = 単位長当たりの分布浴容量(1)

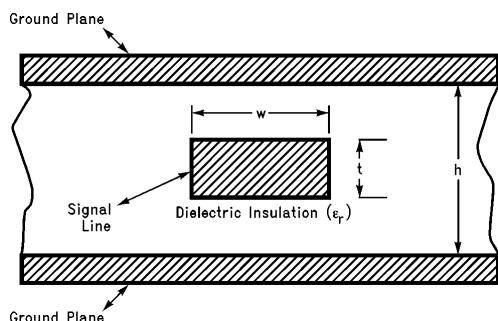
で求められる特徴インピーダンスと伝搬遅延を持つ伝送ラインのような働きをします。

代表的なストリップライン・バックプレーン(Fig.1)に対するこれらの値は、次式により計算されます。

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left[ \frac{4h}{0.67\pi (0.8w + t)} \right] \quad (式3)$$

$$t_{p0} = 1.017 \sqrt{\epsilon_r} \quad (式4)$$

$\epsilon_r$  = 基板材料の比誘電率  
 $h$  = グラント・プレーン間の距離  
 $w$  = 信号用トレース・ラインの幅  
 $t$  = 信号用トレース・ライン(5)



TL/F/11457-1

FIGURE 1. Stripline

代表的なバックプレーンでは、

$h = 52\text{mils}$ 、 $w = 12\text{mils}$ 、 $t = 1.4\text{mils}$  (1oz.Copper)、 $\epsilon_r = 3.5$  (epoxy-glass)

です。上の式にこれらの値を代入すれば、 $Z_0 = 70\Omega$ 、 $t_{p0} = 1.9\text{ns}/\text{ft}$  となります。

これらの値は無負荷時のバックプレーンに対するものです。プラグイン・カードやコネクタの容量により均一な負荷がバックプレーンにかかる場合は、負荷時のインピーダンス値  $Z_L$  と伝搬遅延の値  $t_{pL}$  は次式で求められます。

$$Z_L = \frac{Z_0}{\sqrt{1 + \frac{C_L}{C_o}}} \quad (式5)$$

$$t_{pL} = t_{p0} \sqrt{1 + \frac{C_L}{C_o}} \quad (式6)$$

$C_L$  = 単位長当たりの分布負荷容量(1)

無負荷パックプレーンの分布容量  $C_o$  は、式 1 と 2 より、式(式7)本稿で例示している。

$$C_o = \frac{tp_o}{Z_o} \quad (式7)$$

ストリップ・ラインでは、

$$C_o = \frac{1.9 \frac{\text{ns}}{\text{ft}}}{70\Omega} = 27 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}$$

ただし、これにはパックプレーンに実装されたコネクタや、それにともなうメッキしたスルーホールの容量は含んでいません。その容量はカード・スロット当たり 5pF に達することもあります。

ただし、プラグイン・カードの負荷容量はトランシーバの負荷容量で決まり、トランシーバの負荷容量は TTL デバイスの場合 12 ~ 20pF に達することもあります。プリント回路トレースやコネクタの容量としてはさらに 3 ~ 5pF を見込むと、カード・スロット当たりの総負荷は 25pF にもなる場合があります。スロット間 0.8 インチのパックプレーンでは、単位長当たりの負荷は、

$$C_L = \frac{1}{d_{\text{slot}}} \left( \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \right) (C_{\text{slot}})$$

$d_{\text{slot}}$  = スロット間隔

$C_{\text{slot}}$  = 1 スロット当たりの容量

上記の例では、

$$C_L = \frac{1}{0.8 \text{ in}} \left( \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \right) (25 \text{ pF}) = 375 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}$$

したがって、式 5 より、

$$Z_L = \frac{70\Omega}{\sqrt{1 + \frac{375 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}}{27 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}}}} = 18\Omega$$

式 6 より、

$$tp_L = 1.9 \frac{\text{ns}}{\text{ft}} \times \sqrt{1 + \frac{375 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}}{27 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}}} = 7.3 \frac{\text{ns}}{\text{ft}}$$

上の結果から分かるように、容量性負荷はバスのインピーダンスと伝搬遅延の双方に大きな変化を及ぼします。これにより、2つの面でバスの処理能力が低下します。1つは明らかに伝搬遅延の増加です。もう1つはバス・インピーダンスの低下で、これは伝搬遅延ほど明確ではありませんが、実際にそれ以上に重大な問題です。バス・インピーダンスの低下は伝搬遅延の増加よりもずっとバス駆動を困難にします。

例えば、負荷のかかったバスを公称振幅 3V の TTL ドライバを用いて適切に駆動するために必要な駆動電流  $I_D$  は、

$$I_D = \frac{3V}{\left( \frac{Z_L}{2} \right)}$$

中央の基板からは各終端へ1本ずつ2本の伝送ラインが並列に駆動されるので(Fig.2) ドライバ側から見たインピーダンスは  $Z_L$  の半分になります。したがって、

$$I_D = \frac{3V}{\left( \frac{18\Omega}{2} \right)} = 333 \text{ mA}$$

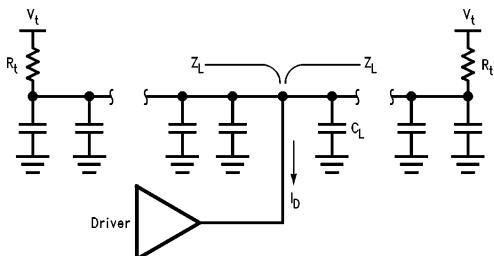
になります。

これは 50mA という標準的な TTL の駆動能力よりもはるかに高い値です。Fig.3 は、以上のような条件下で 50mA のドライバを用いた時の、バスの波形に与える影響を示しています。バスの電圧振幅は、駆動電流と  $Z_L/2$  ( $Z_L$  が並列にある) の積である 0.45V で最初の過渡状態になります。この値は TTL レシーバの上側スレショルドを確実に下回ります。したがって、波形がレシーバのスレショルド域を超えるまでには、最も近い終端まで数回のラウンドトリップ遅延を要します。<sup>19</sup> インチ・パックプレーンの場合、1ラウンドトリップ遅延は、

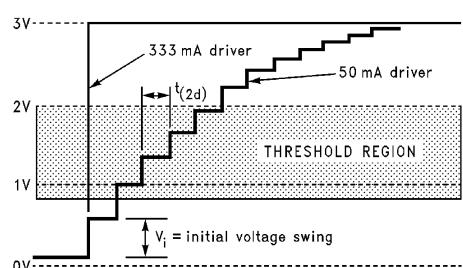
$$t_{(2 \text{ d})} = 2(tp_L)(\text{バス長})$$

$$t_{(2 \text{ d})} = 2 \left( 7.3 \frac{\text{ns}}{\text{ft}} \right) (19 \text{ in}) \left( \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} \right) = 23 \text{ ns}$$

となります。したがって、セッティングタイムは比較的短いバスでも、100ns を超える場合があります。セッティングタイムがこのように長いと、高速時のバス処理能力に重大な影響が現れます。さらに悪いことに、スレショルド域における電圧ステップがクロック信号やストローブ信号の多重トリガを引き起こす場合があります。



TL/F/11457-2  
FIGURE 2. Driver Sees Two lines in Parallel  
( $Z_L \parallel Z_L = Z_L/2$ )



TL/F/11457-3  
FIGURE 3. TTL Bus Waveforms  
(50 mA vs 333 mA Driver)

これらの問題を解決する方法の1つは、高駆動電流のドライバとスレショルド域の狭い精密レシーバを用いて、最初の過渡状態がスレショルドよりも十分高い点で交わるようにすることです。この手法はクロック・ラインの多重トリガ防止に広く用いられています。データ/アドレス・ラインの場合にa iライン数が多いので(32, 又は64アドレス/データ・ライン)必要な電力が非常に大きくなるためあまり用いられません。

消費電力の制約を別にしても、大電流ドライバの採用により得られる改善はほんのわずかです。その理由は極めて単純です。残念ながら、大電流ドライバは出力容量も大きく、そのためバスのインピーダンスを一層低下させてしまうのです。バスのインピーダンス低下のため、正常な動作を行なわせるためには、さらに大電流の駆動が必要になります。

#### IEEE1194.1 - BTL

もっとも有効な解決法(1194.1 - BTL)は、問題の根本であるドライバの大きな出力容量を直接調整することで、1194.1 - BTLではトランシーバの最大入出力容量を5pF以下と規定しています。BTLの回路は、オープン・コレクタ・ドライバ出力と直列にショットキ・ダイオードを1個付け加えるだけで、非送信状態では、ダイオードの小さな逆バイアス容量がドライブ・トランジスタの容量を切り離します(Fig.4)。代表的なショットキ・ダイオードの容量は2pF未満で、ドライブ電流の影響を受けません。レシーバの入力容量としてさらに2pFを見込んでも、BTLトランシーバの総負荷は5pF未満に抑えることができます。

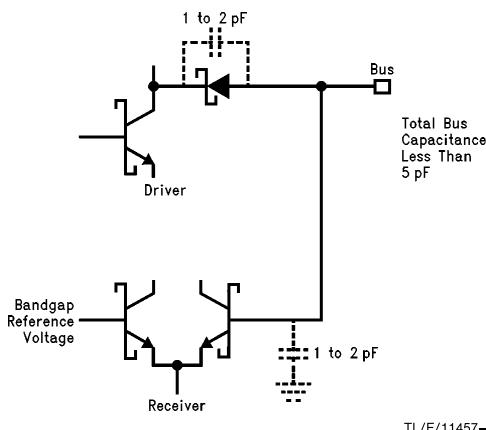


FIGURE 4. Typical BTL Input/Output Structure

BTLには、バスの負荷低減のほかにも、従来のTTLトランシーバに比べて強化された機能がいくつかあり、大幅な消費電力の低減とシステム信頼性の向上をもたらしています。

消費電力節減の主な要因(1V)です。一般には誤解されていますが、電圧振幅が低下しても、(電圧振幅が低下しても、(レシーバのスレショルドがしっかりコントロールされていれば)クロストーク耐圧は低下しません。バス上の他のラインからの誘導クロストークは、その原因となる信号遷移の振幅に対応して縮小します。その結果、ライン・レシーバのスレショルドが精密であれば、ノイズマージン(信号振幅の百分率で表される)はクロストーク耐圧同様、変化しません。しか

し、バス外部のノイズ源を基準とした絶対的なノイズマージンは振幅に比例して縮小します。幸いにして、インピーダンスが低くバスの長さが比較的短ければ、外部に起因するこのノイズ成分は高速パックプレーンによる影響を及ぼしません。しかし、パックプレーンをバス外部の強いノイズ源から遮蔽しておくことを推奨します。ストリップ・ラインのパックプレーンは、その構造上すぐれた遮蔽能力をもっています。また、クロストークに対しても有効です。

#### ノイズ耐圧とEMI

IEEE 1194.1 - BTL 標準では、バス・L レベル1V、バス・H レベル2.1V の間の中心となる精密なレシーバ・スレショルドを持っています(Fig.5)。スレショルド電圧は、 $1.55V \pm 75mV$ (スレショルド電圧は、 $1.55V \pm 75mV$ ( $1.47V \sim 1.62V$ )という狭い領域に限定され、 $V_{CC}$ および温度に対して独立です。こうした厳しいスレショルド・コントロールは、レシーバ入力内部のバンドギャップ基準電圧を用いることにより達成されます(Fig.4)。さらに、1Vという比較的小さな振幅によって、EMIも TTLに比べて3分の1に減少します。

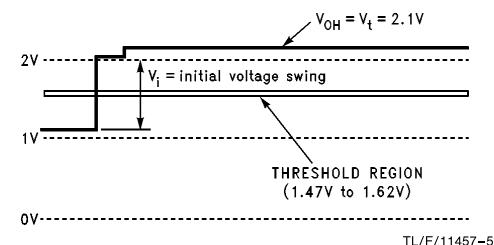


FIGURE 5. BTL Bus Waveforms—  
IEEE 896 Electrical Environment

#### IEEE896 - フューチャーバス + 電気的仕様

フューチャーバス+のサブセットであるプロファイルのA、B、FはIEEE896.2のチャプタ6、7、8に電気仕様が記載されています。ここでは、終端・パックプレーン・インピーダンス、モジュールの容量等が許容量を含めて定義されています。これらのプロファイルのパックプレーン・インピーダンスは、スルーホールを含め、無負荷で $60\Omega$ 、スルーホールを除き $67\Omega$ 分布容量、 $C_0$ は $29pF/in$ となっています。スルット当たりの負荷容量は、スルーホール、コネクタ、ボードの容量の合計となり、以下のように算出されます。

$$C_{slot} = C_{via} + C_{connector} + C_{board}$$

$$C_{slot} = 0.75 \text{ pF} + 0.45 \text{ pF} + 10 \text{ pF}$$

$$C_{slot} = 11.2 \text{ pF}$$

単位長当たりの負荷  $C_L$  は、

$$C_L = 11.2 \text{ pF} \left( \frac{1}{1.2 \text{ in}} \right) \left( \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \right) = 112 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}$$

(注:  $d_{slot} = 30\text{mm}$ (約1.2in))

したがって、全負荷のかかったフューチャーバス+パックプレーンのインピーダンス値は式6より次式で求められます。

$$Z_L = \frac{67\Omega}{\sqrt{1 + \frac{112 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}}{29 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}}}} = 30\Omega$$

1V の振幅に対して必要な駆動電流は

$$I_D = \frac{1V}{\left(\frac{30\Omega}{2}\right)} = 67 \text{ mA}$$

IEEE896.2 に規定されている  $V_t = 2.1V$ 、 $R_t = 33\Omega$  では BTL の駆動電流は、

$$I_D = \frac{2.1V - 1.1V}{\left(\frac{33\Omega}{2}\right)} = 61 \text{ mA}$$

となります。

BTL の駆動電流は、最悪の負荷条件でもインシデント・エッジ・スイッチング（最初のステップがレシーバのスレッショルドを越える）が確実に行えるように最適化されています。非常に大きなノイズ・マージンが確保されると共に、最初のステップで信号はスレッショルドを横切ります。

#### その他の特長

バスの伝搬遅延、バスの容量性負荷を削減することで伝搬遅延も減少します。これは結果的にバスのスピードも改善されます。

フューチャーバス + の場合を例にとり、式 7 より伝搬遅延を再計算すると、次のようになります。

$$t_{PL} = 1.9 \frac{\text{ns}}{\text{ft}} \times \sqrt{1 + \frac{112 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}}{29 \frac{\text{pF}}{\text{ft}}}} = 4.2 \frac{\text{ns}}{\text{ft}}$$

これは、前出の TTL の例に比べて 40% も改善に相当します。

注目すべき点は、これが最悪の場合の 1 フィート当たりの遅延であり、代表的なシステムにおいては負荷レベルがもっと低かったり、通信中の 2 枚のプラグイン・カードの間隔がもっと狭かったりするので、伝搬遅延はこれより小さく、非同期性を持つフューチャーバス + ・プロトコルはそのメリットを最大限に享受できるということです。

#### 終端と駆動電流

1(0.75V ~ 1.1V) 時に 80mA ドライバは  $V_{OL}$ (0.75V ~ 1.1V) 時に 80mA( $I_{OL}$ ) のシンク能力を規定しています。実際に、バックプレーンでは、ドライバの  $I_{OL}$  が 80mA 以下になるように終端されています。

終端抵抗は、駆動電流と信号振幅により決まります。駆動電流が正しく導かれれば、終端は与えられた負荷条件のバス・インピーダンスと一致します。IEE896.2 の場合は、2 つの終端抵抗値( $R_t$ )は以下のように算出できます。

$$R_t = \left(\frac{1V}{67 \text{ mA}}\right)2 = 30\Omega \approx 33\Omega$$

$33\Omega$  は、フューチャーバス + 標準化作業グループにより選択された値です。フューチャーバスの標準化作業グループは長期にわたりシミュレーションを行い、負荷、無負荷のあらゆるバックプレーンのインピーダンスに対し、最適値として  $33\Omega$  を採用しました。ここでは、クロストーク、反射、グランドレベルの変動、グランドパンクス、終端の変動と許容範囲、多ビット動作などさまざまな影響を徹底的に分析しています。

IEEE 896.2 では、終端抵抗( $R_t$ )は 1% 以内、終端電圧( $V_t$ )は 2% 以内の精度が要求されています。終端抵抗( $R_t$ )は両端をアクティブに終端します (Fig.6)。この構成は、グランドと 5V のレールに接続した「テブナン等価」(Thevenin equivalent) の 2 抵抗終端に比べて、かなり消費電力が小さくなります。電源は、各抵抗の近くで適切なバイパスを設けておけば、全てのバス・ラインに共用可能です。バイパス回路は、各バス・ラインが最低 61mA のシンクをすることを考慮して、多ビット動作時でも  $V_t$  が規格内に納まるように十分な供給能力を確保することが必要です。終端回路を設計する時は、電源から最も遠い終端の電圧降下を考えて直流抵抗成分を決定します。

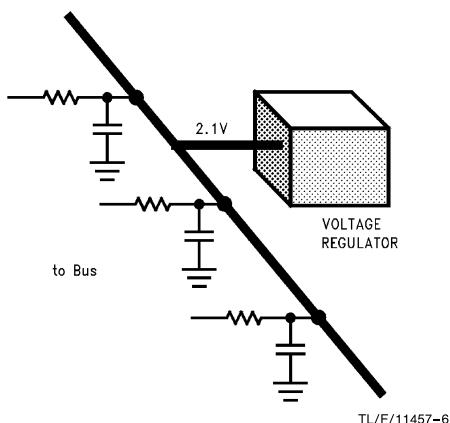


FIGURE 6. BTL Termination

TL/F/11457-6

#### ワイヤード・オア・グリッチ

オープン・コレクタ・バスのメリットの 1 つは、ワイヤード・オア機能があることです。フューチャーバス + では、高度なアービトリレーション・プロトコル、ブロードキャストやハンドシェーク・メカニズムなどにおいてこの機能がフルに活用されています。残念ながら、伝送ラインの基本的な性格上、バス上のワイヤード・オア構成によって、バスにラウンドトリップ遅延のパルス幅を持つ不正なグリッチが発生する場合があります。

ワイヤード・オアによるグリッチ分析についての詳細は、アプリケーション・ノート AN-744「ワイヤード・オア・グリッチの影響とフィルタ」を参照下さい。

## トランジション・タイム

立ち上がりと立ち下がり時間は、不要なノイズや反射をシステムで発生させる要因です。トランジション・タイムの場合、早い方が常に良いとは限りません。早い立ち上がりと立ち下がり時間のドライバは、遅いものよりも大きなノイズと反射を発生させます。いくつかのノイズは下の式に表されるようにシステムの寄生インダクタンスにより発生します。

$$V = L \frac{di}{dt}$$

V = ノイズの振幅

L = インダクタンス

di = インダクタンスに流れ込む電流

dt = 立ち上がり / 下がり時間

遅い立ち上がり/下がり時間は、インダクタンスにより発生するノイズを抑制します。フューチャーバス+ではスルーレートを規定して、この問題を最低限度内に納めています。スルーレートは立上がり/下がり時間の逆数です。IEEE896.2では、BTLドライバは最大スルーレート0.5V/ns、または立ち上がり/下がりの1.3Vから1.8Vを測定し1ns以上であることを規定しています。

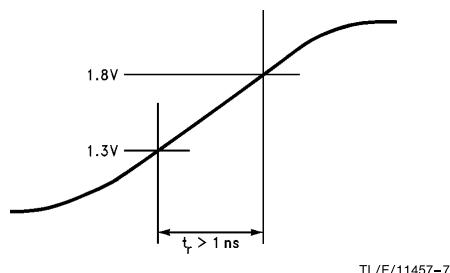


FIGURE 7. IEEE 896.2 Rise and Fall Time Specification

## フューチャーバス+のその他の特長

その他の特長として、フューチャーバス+には地理的なアドレッシングと活線挿抜（live insertion/withdrawal: 電源を入れたまま拡張ボードを抜き差しする）機能があります。

フューチャーバス+の電気的仕様におけるBTLの使用は、バックプレーン動作と伝送路の物理的特性の完全な理解に基づいています。論理的な解析と広範囲にわたるシミュレーションのベンチ測定を実施し、電気的にクリーンなバス環境を実現しています。今日のシステムに要するコストと複雑性から見ても、わずかな費用で大幅な改善が行われ、高性能の標準バスが実現されています。フューチャーバス+は、スピードと信頼性の両面に優れ、その名にふさわしく将来にわたりシステム設計における強力な標準バス規格です。

## 独自仕様のバス

ここまでBTLの多数の使用例としてフューチャーバス+の電気的仕様を基本にしてきましたが、BTLは独自仕様もバスにも使用されています。これらのバスではフューチャーバス+とは異なる要求事項があります。たとえば、終端抵抗は、バックプレーンのインピーダンス、モジュールの容量、バスの構成、バックプレーンの長さ、スロット間隔などのパラメータを考慮して最適化しなければなりません。

ナショナルセミコンダクター社では、トラピソイダルなどの特長を追加し、IEEE1194.1に準拠したBTLトランシーバを販売しています。BTLトラピソイダルのドライバの波形は立ち上がり/下がり時間をコントロールして台形にしています（Fig.8）。6ns（通常）の立ち上がり/下がり時間により、反射やクロストーク、グランドバウンスが低減されます。反面トラピソイダルでないBTLのドライバと比較すると、若干デバイスの遅延が長くなります。

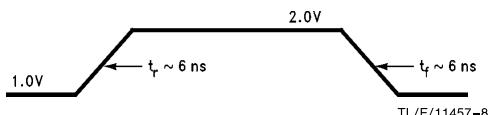


FIGURE 8. Trapezoidal Drivers Output Waveform

## 謝辞

執筆にあたり「IEEE896 Futurebus - A solution to the Bus Driving Problem」の著者 R.V. Balakrishnan 氏に謝意を表します。

## 参考文献

1. R.V. Balakrishnan, "IEEE 896 Futurebus - A Solution to the Bus Driving Problem", National Semiconductor Interface Data Book, 1988.
2. Joel Martinez/Stephen Kempainen, "Futurebus + wired - OR Glitch Effects and Filter", National Semiconductor High Performance Bus Interface Designer's Guide, 1991.
3. IEEE 1194.1 - Electrical Characteristics of Backplane Transceiver Logic BTL Interface Circuits, 1990.
4. IEEE 896.2 - Futurebus + Physical Layer and Profile Specifications, 1992.
5. Michael Hayward, "Backplanes for Bus Systems", Hybricon Corporation, 1989.
6. Standard Logic Incorporated, "High - Speed Printed Circuit Buckplane Electrical Design Considerations and Signal Integrity", Technical Bulletin No.0188.

### 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。
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)ります。

---

### 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