

## Application Note

## 絶縁型 CAN バス設計に関する主な設計上の質問



Vikas Kumar Thawani, Himalaya Pramanick

## 概要

コントローラエリアネットワーク (CAN) バスは、マルチマスタのメッセージブロードキャストネットワークインターフェイスです。通常、安全性の確保が重要となるアプリケーションでは、他の差動有線インターフェイスよりも優先されます。これは、優先度ベースのメッセージング、バスの競合を処理するビット単位のアービトレーション、エラー検出および回復など、そのプロトコルで定義されている機能があるためです。CAN ポートの絶縁は、多くの産業用および車載用アプリケーションで発生する設計上の一般的な課題です。この記事では、TI の統合された絶縁型 CAN トランシーバ ISO1042、ISO1044、ISOW1050 および ISOW1044 を参照しています。以下は、CAN ノードの絶縁に関するよくある質問をまとめたものです。

## 目次

1 CAN を絶縁する必要がある状況.....	2
2 CAN バスを絶縁するために利用できるオプションは何か？.....	2
3 ここで絶縁型 CAN 信号バスを作成した。どのように絶縁型電源を生成するのか？.....	3
4 バスを終端させる理由は何か、終端が必要かどうか、そしてその方法は？.....	5
5 データシートで説明した同相範囲とバス スタンドオフの違いは何か？.....	6
6 終端抵抗器の配置が完了したら、バス側には他にどのような部品が必要となるか。.....	6
7 ネットワーク内で絶縁型 CAN ノードを接続する場合、フローティングバス側グランド接続で何をすべきか？.....	6
8 動作可能な最小データレートに制限はありますか？ ネットワークで達成可能な最大データレートはどうですか？.....	6
9 CAN ネットワークで接続できるノードの最大数に制限はあるか？.....	7
10 CAN ネットワークの最大通信距離を決定する要因は何か？.....	7
11 CANH から GND および CANL から GND の間に生じる可能性があるバス容量の最大値は？容量が大きくなるとデバイスが損傷する可能性があるか？.....	8
12 最大通信距離を延長する方法はあるか？.....	8
13 スタブ長とは？関連する設計上の考慮事項は何か？.....	9
14 複数のノードが接続されたネットワークで通信している場合、パケットの他の部分と比較して、いくつかのビットの CAN パケットの差動 CAN 電圧が大きくなっていることが分かる。なぜですか？.....	10
15 参考資料.....	11
16 改訂履歴.....	12

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 1 CAN を絶縁する必要がある状況

CAN 規格 ISO11898-2 (2016) では、準拠の CAN トランシーバ用に  $\pm 12V$  の同相電圧範囲をサポートする必要があります。これは、CAN レシーバが、バス側グラウンドを基準として、CAN ライン上で最大  $\pm 12V$  の同相電圧に耐え、同時にバス上の差動電圧遷移を忠実に再現できる必要があることを意味します。TCAN1042 などの TI 製 CAN トランシーバがあり、最大  $\pm 30V$  の拡張同相範囲をサポートしています。CAN ネットワーク内の通信ノードが、トランシーバでサポートされている同相電圧範囲よりも大きいグラウンド電位差 (GPD) を持つ場合、通信距離が長いやシステムグラウンドのノイズが多い (モータードライブ アプリケーションなど) ため、CAN ノードを絶縁する必要があります。絶縁バリアは、産業用環境で一般的な同相ノイズ過渡 (ESD/EFT / サージなど) に対して高いインピーダンスとしても機能します。いくつかのアプリケーションシナリオで適切に設計することで、システム設計者は絶縁バリアをまたぐすべての同相ノイズを低減でき、その結果、CAN バスで一般的に見られるいくつかの外付け部品が不要になります。詳細については、以下を参照してください。産業システムにおける ESD、EFT、サージ耐性を向上させるための絶縁技術の活用方法。

## 2 CAN バスを絶縁するために利用できるオプションは何か？

CAN バスの絶縁は、MCU と CAN トランシーバの間にデジタルロジック インターフェイスに絶縁バリアを配置することで実現されます。システム設計者は、CAN バスの絶縁にディスクリートまたは統合型のソリューションを使用します。ディスクリートソリューションは、ISO7721 などのデジタルアイソレータや CAN トランシーバを使用して実装できます。CAN 規格では、FD データレート (2Mbps および 5Mbps) の合計ループ遅延とパルス幅歪みに関する厳格なタイミング要件を課しています。ディスクリートソリューションでは、信号パス内に存在する可能性のある PCB 寄生成分を考慮し、ビットごとのアービトレーションとシグナルインテグリティにとってタイミングが重要であるため、これらが CAN 規格に準拠していることを確認する必要があります。ISO1042、ISO1044、ISOW1050 および ISOW1044、などの統合絶縁型 CAN デバイスは、基板面積を削減する以外、これらのタイミング仕様をデータシートで保証しているため、ディスクリートソリューションに必要な追加のシミュレーションやテストは不要です。図 2-1 に、ISO1044 を使用したこの概念を示します。

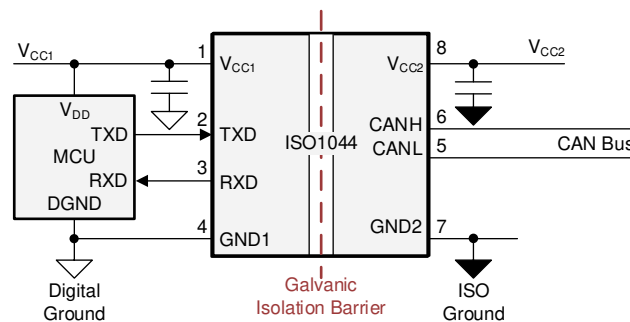


図 2-1. 統合型超小型パッケージの絶縁型 CAN デバイス ISO1044

### 3 ここで絶縁型 CAN 信号パスを作成した。どのように絶縁型電源を生成するのか？

CAN ノード向けの絶縁型電源生成には、複数のオプションが利用できます。フィールド側 (例: バス側) 回路が、CAN トランシーバに電力を供給するだけでなく、外部トランスを駆動する TI の SN6505B などのプッシュプルトランスドライバは、[図 3-1](#) に示すように、使いやすい低コストのソリューションになります。スペースに制約のあるアプリケーション向けに、[ISOW1044](#) は信号絶縁、DC/DC コンバータ、CAN FD トランシーバをシングルチップに搭載しているため、ソリューションサイズの小型化と設計プロセスの簡素化が可能です ([図 3-2](#) を参照)。DeviceNet などの特定の産業用アプリケーションでは、[図 3-4](#) に示すように使用できるフィールド側で 24V 電源が利用できる場合があります。このトピックの詳細については、アプリケーションブリーフ『[絶縁型 CAN システムで信号と電力を絶縁する方法](#)』をご覧ください。デバイスの更新: [ISOW1050](#) は、最高の EMC 性能を実現するコスト最適化システム用の電源内蔵絶縁型 CAN の最新リリースです。[ISOW1050](#) を使用して開発中の設計を改善するには、『[統合型電源とデジタルの絶縁設計を使用した設計性能の強化](#)』をご覧ください。[ISOW1050](#) を使用して最高の EMC 性能を実現する方法については、『[電源内蔵の信号アイソレータで最高の EMC 性能を達成する](#)』を参照してください

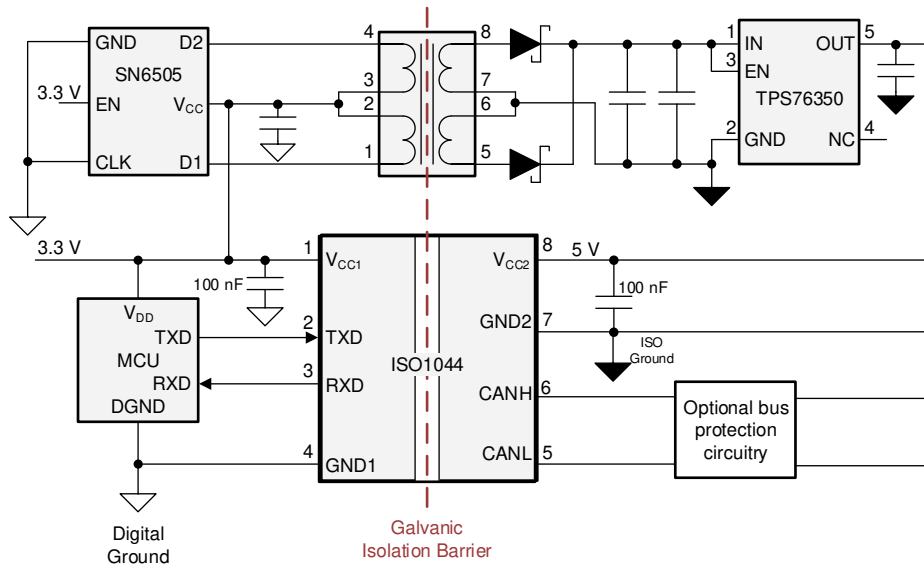


図 3-1. プッシュプルトポロジを使用した絶縁型電源生成

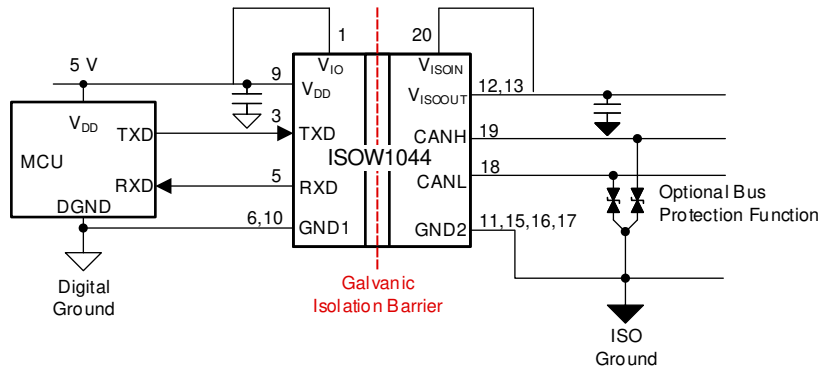


図 3-2. 小型フォームファクタの ISOW1044 を使用した信号と電源の絶縁

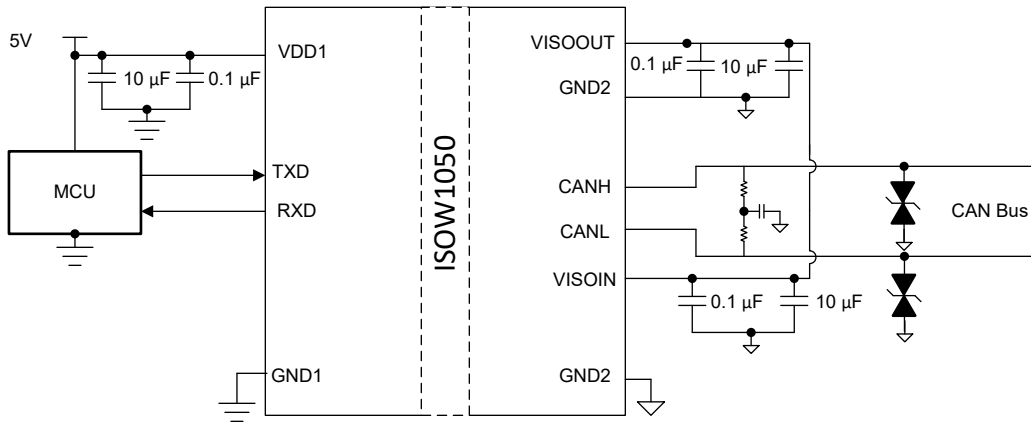


図 3-3. ISOW1050 を使用した最高の EMC を実現する絶縁信号および電源

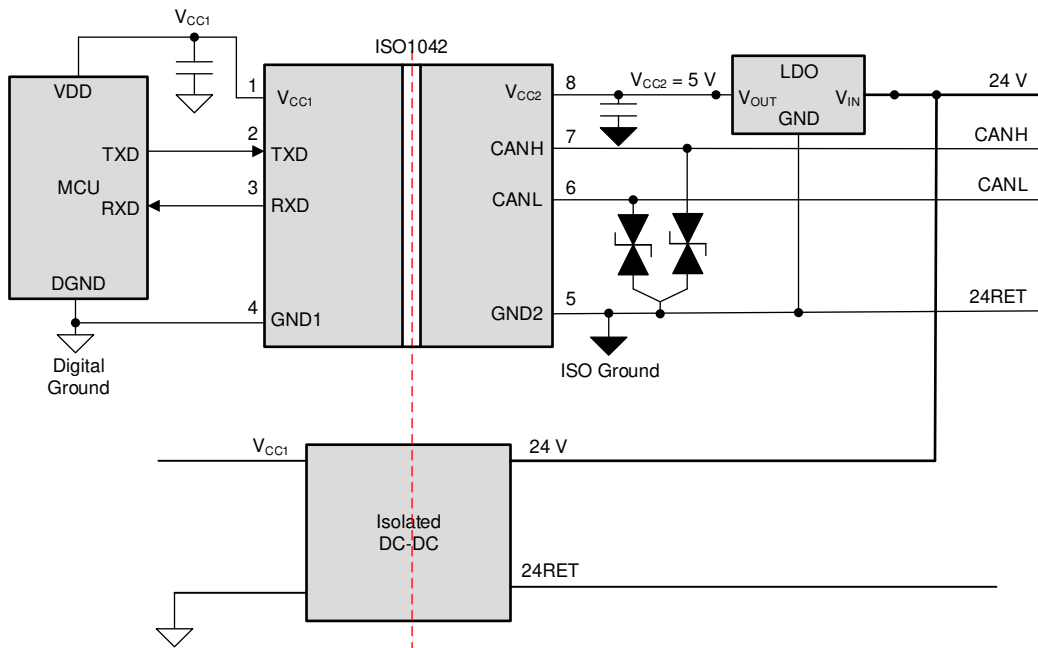


図 3-4. DeviceNet アプリケーションの回路図

## 4 バスを終端させる理由は何か、終端が必要かどうか、そしてその方法は?

ISO11898 規格では、ネットワーク相互接続媒体は  $120\Omega$  の特性インピーダンス ( $Z_0$ ) を持つシングル・ツイストペア ケーブル (シールド付きまたはシールドなし) と規定されています。信号の反射を防ぐため、ラインの特性インピーダンスと等しい抵抗を使用してケーブルの両端を終端する必要があります。図 4-1 に示すように、終端抵抗は、ネットワークの両端に配置する必要があります。CAN バスに適切な機能のために終端が必要となるもう一つの理由は (他の産業用インターフェイス、RS-485 とは異なり、終端は任意です)、ドミナントからリセッブへの信号エッジがアクティブに駆動されないため、バスの RC 減衰が遷移します。バスに終端が存在しない場合、TXD 入力が続続的に変化すると、ドミナントからリセッブへの遷移を見逃し、データが消失する可能性があります。

新しいノードが継続的に追加されるネットワークで、ノードのハードウェア設計を類似したものにする必要がある場合は、図 4-2 に示すように、ソフトウェア制御による終端が適切な設計オプションです。フォトカプラ エミュレータ (ISOM8610) または オプト MOS (フォトリレー) 回路を各ノード設計に追加できます。ソフトウェアを使用して、このデザインは MCU の GPIO を使用して駆動期間を設定することで、CANH-CANL 間での終端を有効または無効にすることができます。したがって、ネットワーク内で最も遠い 2 つのエンドノードは TERM を High に駆動してバス間で  $120\Omega$  の終端を実現でき、他のすべてのノードは TERM = Low に駆動できます。このようにして、CAN バスの実効終端は  $60\Omega$  (両端を並列に  $120\Omega$ ) ですが、各ノードのハードウェア設計は同じにできます。

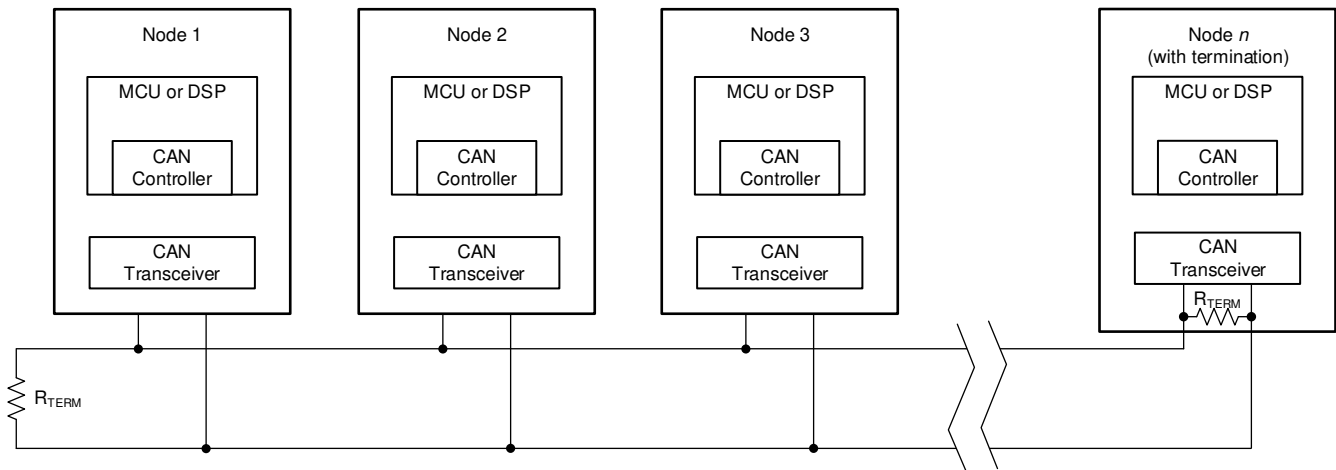


図 4-1. 代表的な CAN バス ネットワーク

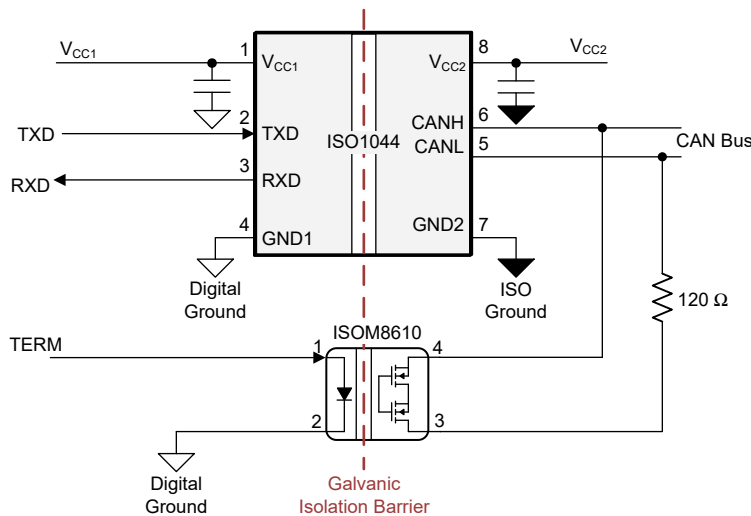


図 4-2. ISOM8610 を使用したソフトウェア制御の終端

## 5 データシートで説明した同相範囲とバス スタンドオフの違いは何か？

CAN 規格 ISO11898-2 (2016) では、同相電圧範囲を、CAN バスラインに存在する同相電圧の範囲と定義しています。この範囲において、CAN レシーバがバス上の差動信号を忠実に回復し、RXD 上で複製できます。ISO1044、ISOW1050、ISOW1044 の同相電圧範囲は $\pm 12V$ 、ISO1042 は $\pm 30V$  です。どちらも有効な動作条件で記載されています。この電圧範囲は、バス側グラウンド (GND2 など) を基準にしています。バス スタンドオフ (バス短絡電圧またはバス障害保護とも呼ばれ、絶対最大定格の表に規定されています。) ISO1042 の場合は $\pm 70V$  ですが、ISO1044、ISOW1050、ISOW1044 の場合は  $\pm 58V$  です。これは、たとえば 12V/24V/48V 電源電圧が CAN バスに短絡した場合、両方のデバイスがこの短絡状態に耐え、損傷することはありません。

## 6 終端抵抗器の配置が完了したら、バス側には他にどのような部品が必要となるか。

ISO1042、ISO1044、ISOW1050 および ISOW1044 はバス側に $\pm 8kV$  IEC ESD 保護機能 (61000-4-2 準拠) を搭載しており、バス上に他のコンポーネントは存在しない状態でテストされています。時には、システム設計者が同相チョーク (CMC) を使用して CISPR32 などの要件を満たすためにエミッションを低減したり、耐性性能を向上させて IEC61000-4-4 に準拠した電気的高速過渡規格を満たすことがあります。CMC は、デバイスに流入する、またはデバイスから流出する同相信号を減衰させます。分割終端コンデンサは、ノイズの多いシステムシナリオでも役立ちます。これは、電磁波の低減や耐性の改善にも役立ちます。

サージイベント中にデバイスの内部クランプ構造に流れる電流を低減するために、ケーブルで雷サージ (IEC61000-4-5 でテスト済み) が予想される場合には、両方の CANH/CANL ラインに低値の直列抵抗 (約 10 $\Omega$ ) を使用できます。これらの直列抵抗は、バス上に 60 $\Omega$  の負荷を持つデバイダを形成する際に、差動信号を減衰させます。バス上の最終部品はシステム固有であるため、最終機器をテストして、設計でどの部品が必要かを完全に確認する必要があります。これらの設計上の考慮事項を実装し、実地試験による結果を示した TI 設計の電源内蔵型絶縁 CAN モジュールリファレンス設計を参照してください。

## 7 ネットワーク内で絶縁型 CAN ノードを接続する場合、フローティングバス側グラウンド接続で何をすべきか？

CAN は差動インターフェイスであるため、CANH/CANL 用の 2 本のワイヤをネットワークのすべてのノード間で相互接続するだけで、ネットワーク全体は正常に動作します。ただし、受信側の CAN ノードのバス側グラウンドに対する CAN ラインのコモンモード電圧が、推奨される動作条件の範囲内であることが前提となります。ただし、ノイズが多いシステムのシナリオでは、3 番目のグラウンド基準ラインを使用してすべてのノード間で接続することをベストプラクティスとしています。このようにして、各 CAN ノードのレシーバにはリファレンス電圧があり、同相電圧範囲に違反しません。ケーブルがシールドされている場合、シールドは一つのノードでアース電位に接続されたシールドを持つ共通グラウンド基準として機能し、グラウンドループを回避できます。適切なシステム設計を行うことで、絶縁型 CAN トランシーバのロジック側グラウンドをローカルグラウンドに接続することで、絶縁バリアをまたぐ形で、(ノイズのピックアップに起因する) CAN バスに誘導される大きな同相電圧を保証できます。

## 8 動作可能な最小データレートに制限はありますか？ネットワークで達成可能な最大データレートはどうですか？

ほとんどの絶縁型または非絶縁型 CAN トランシーバには、ドミナントタイムアウト (DTO) と呼ばれる保護機能があります。この機能により、デバイスが DTO を超える時間バスドミナントを保持する場合、デバイスのトランスミッタは無効になります。この機能は、ソフトウェア障害やハードウェア障害が発生して TXD が継続的に Low になる場合に役立ちます。CAN プロトコルでは、エラー状態以外のビットスタッフィングルールのため、同じ状態の 5 ビットを超える送信は許可されていません。そのため、エラーシナリオでは、5 つのドミナントビットとそれに続く 6 つのエラーフレームの連続するドミナントビットを送信する必要があります。したがって、一つのドミナントビットの 11 \* ビット時間  $\leq$  DTO 時間となります。これにより、最小データレート (または最大 1 ビットドミナント時間) が決定されます。

ISO1042、ISO1044、ISOW1050 および ISOW1044 は、最大 5Mbps のデータレートをサポートできますが、ネットワークで実現可能な実際の最大値は、最大ケーブル長 (最も離れたノード間の距離など)、ケーブルの種類 (相互接続メディアでの信号速度を決定します)、ケーブル、個別のノード、PCB 配線、コネクタなどによる CAN バスに存在する総容量に依存します。ビット単位のアービトラージョンは、CAN プロトコルの鍵です。これは、CAN パケットの調停フェーズ中に、トランスミッタから送信されるビットは最も遠いレシーバに到達し、トランスミッタに戻る必要があることを意味します。トランスミッタは RXD 経由で監視し、データパケットの CAN-ID 部分の次のビットに移動する必要があります。したがって、アービト

レーションフェーズでの最高速のビット時間は、トランスミッタノードのループ遅延 + ケーブルの 2 \* 伝搬遅延 (通常は CAT5e ケーブルで 5ns/m) よりも大きくする必要があります。これは、アービトレーション時間の最大データレートと最大通信距離の間に反比例の関係があることを示しています。CAN パケットのデータフェーズ中の最大データレートは、トランシーバによって生じるビットタイミング歪みとコントローラのサンプリングポイントマージンによって制限されます。バスに大きな容量が見られる場合、ドミナントからリセシブへのエッジ遷移は長くなる可能性があるため、バスに見られる全体的な容量もタイミングに影響を及ぼします。

## 9 CAN ネットワークで接続できるノードの最大数に制限はあるか？

各ノードには、CAN バスに所定の差動負荷があり、デバイスデータシートの「レシーバの電気的特性」セクションで  $R_{ID}$  (差動入力抵抗) として規定されています。ISO1044、ISOW1050 および ISOW1044 は、最小 40k $\Omega$  と規定されています。ネットワークの両端にある 2 つの 120 $\Omega$  終端抵抗を除き、各ノードの差動抵抗は並列に接続され、バス上でドミナントとなる送信機に負荷をかけます。ドライバが認識する等価並列抵抗は 45 $\Omega$  以上である必要があります。これは、ドライバが駆動し、最小差動電圧 1.4V を生成するために必要な最小負荷が 45 $\Omega$  であるためです (ドライバの電気的特性で規定されています)。したがって、ISO1044、ISOW1050 および ISOW1044 の場合、バス上に 222 個のノードを接続すると、バス上のすべての CAN ノードが提供する等価差動抵抗は  $40000/222 = 180\Omega$  になります。この 180 $\Omega$  を 2 個の 120 $\Omega$  終端抵抗と並列に接続すると、ドライバに 45 $\Omega$  の等価負荷が供給されます。これは、CAN バス上の最大ノード数の理論的な制限です。実用的なシステム面では、これはさらに制限されます。

## 10 CAN ネットワークの最大通信距離を決定する要因は何か？

CAN ネットワーク内の最大通信距離に影響を及ぼすいくつかの要因は次のとおりです。

1. 直流抵抗によるケーブルの  $I^2R$  降下は、最も遠い受信機に到達すると信号を減衰させます。最も遠いレシーバで有効なドミナント信号として認識されるには、(レシーバのスレッシュホールドに基づいて) 900mV を超える最小ドミナント信号が必要です。
2. ケーブル長が長くなると、CAN バスの容量性負荷が増加し、ドミナント エッジからリセシブ エッジへの遷移時間に影響を及ぼします。この遷移時間は、最小ビット期間 (最大データレートなど) に接続されます。
3. セクション 8 で説明しているように、調停時には、トランスミッタからのビットは最も遠いレシーバに到達する必要があります。したがって、最大通信距離は、最終アプリケーションに必要な最大データレートの逆数に密接に依存します。100m を超えるバス長の控えめな経験則は、信号速度 (Mbps) とバス長 (メートル) の積に基づき、50 以下である必要があります。信号レート (Mbps) x バス長 (m) <= 50

## 11 CANH から GND および CANL から GND の間に生じる可能性があるバス容量の最大値は？容量が大きくなるとデバイスが損傷する可能性があるか？

CANH と GND 間、または CANL と GND 間の静電容量は、最終的に CAN バス全体の差動静電容量として現れます。

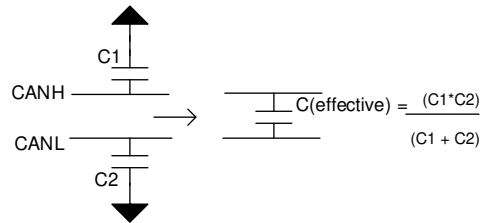


図 11-1. CAN バス容量

絶縁型 CAN データシートでは、100 pF バス容量で立ち上がり / 立ち下がり時間が得られますが、差動容量が大きくなるとドライバの立ち上がりおよび立ち下がり時間によってタイミングバジェットが遅くなります。この静電容量には、さまざまな構成要素が寄与します。

- CMC や TVS などの外部保護部品
- ケーブル (一般的な CAT5 ケーブルは 50pF/m の相互容量を提供可能)
- コネクタ
- バス上のノード数 (各ノードには特定の差動容量が提供されます)

リセッピ (劣性) エッジからドミナント (優性) エッジへの切り替えは、ドライバがこの差動バス容量を充電するかどうかによって依存します。通常、アクティブ電流ソースがこの容量を充電する場合、このプロセスはより高速になります。ドミナントからリセッピへのエッジでは、ドライバはオフになるため、ネットワークの RC 減衰によりこの遷移が発生します。ここで R は実効差動抵抗、例えば 60Ω (2 つの終端を並列接続) です。C はネットワークの実効差動容量です (これは、上記で述べた 4 つのコンポーネントすべてが並列接続されているため、それらの合計です)。

L をケーブルの全長 (メートル)、N を選択した ISOCAN データシートに基づき C<sub>ID</sub> 差動容量を提供するノードの数とする (ここでは簡略化のため、外部 CMC/TVS およびコネクタ容量は無視します)。

$$C(\text{effective}) = \{L \times 50\} + \{N \times C_{id}\} \text{ pF} \quad (1)$$

- RC 時定数は、ドミナントエッジからリセッピエッジまで減衰します。これにより、CAN レシーバの 500mV (リセッピ下限スレッショルド) を下回る状態が完了するはずですが、V<sub>IT</sub> ビット幅の 75% の直前 (CAN コントローラがこの時間あたりでサンプリングしていると仮定した場合)
- T は最小ビット周期 (アプリケーションの最大データレートに対応) と仮定します。

式 2 で値を入力します。

$$3 \times R \times C \leq 0.75 \times \text{Bit time}(T) \quad (2)$$

前の式から、バスの両端に導入できる最大バス容量 C<sub>max</sub> を計算できます。CANH から GND、CANL から GND への値は、この値の 2 倍になることがあります。これは理論上の最大値です。無視された部品も影響を及ぼします。お客様には、システム内のビットエラーを徹底的にテストすることをお奨めします。

## 12 最大通信距離を延長する方法はあるか？

最も簡単な方法は、データレートを下げて、信号が最も離れたノードに到達するまでの時間を増やすことです。アプリケーションが必要とする特定のデータレートに対して、最大通信距離を延長する方法の一つは、CAN リピータを直列に設置し、ケーブルの DC 抵抗の I \* R 降下に起因する信号の減衰を克服することです。CAN リピータは CAN バスから信号を受け取り、より高い信号スイングでバスの反対側に複製します。リピータのもう一つの利点は、単一のバスセグメントに過負荷をかけずに追加の終端を使用できることです。これは、非線形トポロジでの動作に役立ちます。詳細については、[絶縁型 CAN フレキシブルデータ \(FD\) レートリピーター リファレンス設計](#)を参照してください。

### 13 スタブ長とは？関連する設計上の考慮事項は何か？

図 13-1 に示すように、スタブとは、ノードの端子と CAN バスへの接続との間のケーブルの電氣的長さです。スタブラインは未終端なので、信号反射がスタブで発生する可能性があります。スタブは、レシーバの入力スレッショルドを介して信号レベルを前後に駆動し、エラーを発生させます。

ISO 11898-2 規格では、バスの最大長は 40 メートル、最大速度は 1Mbps、最大スタブ長は 0.3 メートルと規定されています。ただし、注意深く設計すれば、スタブ長を長くすることができます。以下は、スタブによる信号反射が遷移時間中は継続し、その後減衰していくという考えに基づき、最大スタブ長を計算するための保守的な経験則です。これよりも長いスタブを使用する設計では、データレートが遅くなり、ネットワーク内で信号品質が許容できる場合があります。システム設計者は、ネットワーク設計を使用して徹底的なテストを実行し、結論を得ることをお勧めします。

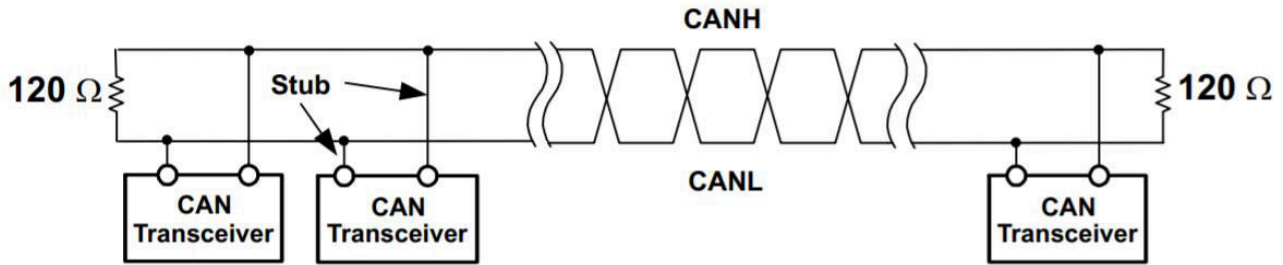


図 13-1. スタブを示す CAN ネットワーク

$$2 * \text{propagation delay of signal in stub} \leq (1/3) * \text{Rise or fall time of transceiver} \quad (3)$$

ISO1044 の場合: 立ち下がり時間 = 通常 40 ナノ秒。例えば、スタブの長さをメートル単位で「x」とすると、信号はツイストペアケーブル内を 5 ナノ秒/メートルの速度で伝搬します。

値を 式 3 に入すると、 $2 * x * 5\text{ns/m} \leq (1/3) * 40$   
 $x \leq 1.33$  メートルとなります。

## 14 複数のノードが接続されたネットワークで通信している場合、パケットの他の部分と比較して、いくつかのビットの CAN パケットの差動 CAN 電圧が大きくなっていることが分かる。なぜですか？

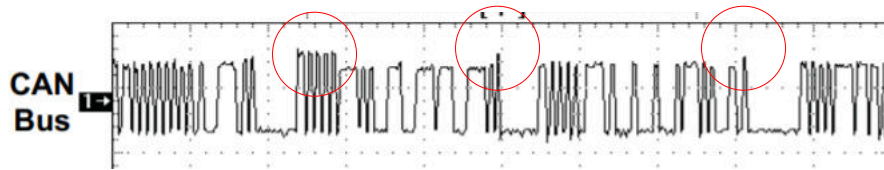


図 14-1. 一部のビットで高電圧を示す差動 CAN バス電圧

CAN パケット (図 14-2 を参照) は、パケットの先頭にある ID ビットで構成されています。この ID ビットは、どのノードが送信を継続するか、どのノードが停止するかを決定するためにビット単位のアービトレーションに使用されます。また、パケットの末尾に向かって、ACK はアックリッジビットであり、パケットを正しく受信するすべてのノードによってドミナントに駆動されます。そのため、バス上の複数のノードが同時にドミナントに駆動する場合、マスタランスマッタノードから駆動される他のビットとは異なり、差動電圧は振幅が大きくなります。図 14-3 に、3 ノード通信を使用した CAN バストラフィックのスナップショットを示します。この図では、CAN バスで電圧振幅が大きいことが明確に理解できます。これらの時間インスタンスは、アックリッジビット中、または ID フェーズ中に B と C が一緒に送信しているときに発生します。

<b>S O F</b>	<b>11-bit Identifier</b>	<b>R T R</b>	<b>I D E</b>	<b>r0</b>	<b>DLC</b>	<b>0...8 Bytes Data</b>	<b>CRC</b>	<b>ACK</b>	<b>E O F</b>	<b>I F S</b>
----------------------	------------------------------	----------------------	----------------------	-----------	------------	-------------------------	------------	------------	----------------------	----------------------

図 14-2. CAN パケット:「フレームの開始時の ID ビット」および「フレームの終了付近での ACK」を参照してください

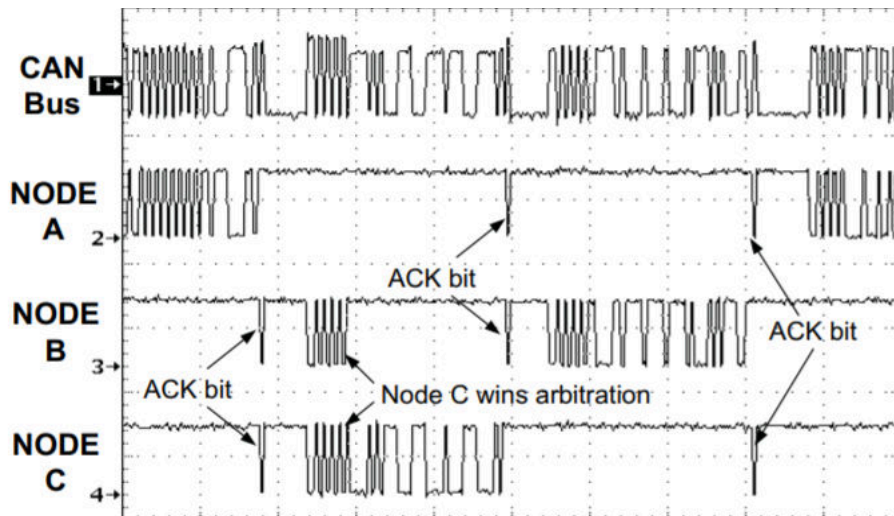


図 14-3. CAN バス波形:一部のビットの振幅が大きい理由

## 15 参考資料

- テキサス インストルメンツ、[ISO1044 データシート](#)、データシート。
- テキサス インストルメンツ、[ISOW1050 データシート](#)、データシート。
- テキサス インストルメンツ、[内蔵電源とデジタル絶縁設計を使用する設計性能の向上アプリケーション ノート](#)。
- テキサス インストルメンツ、[コントローラ エリア ネットワークの物理層要件アプリケーション ノート](#)。

## 16 改訂履歴

### Changes from Revision B (October 2024) to Revision C (May 2026) Page

- 最新のデバイスを追加:ISOW1050 参照で、ドキュメント全体で ISOW1044 を使用..... 1
- ISOW1050 を使用した設計への参照を追加..... 11

### Changes from Revision A (May 2021) to Revision B (October 2024) Page

- ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新..... 1
- ドキュメント全体を通してフォトカプラを使用するフォトカプラ エミュレータと ISOM8610 への参照を追加..... 1
- ISOM8610 を使用したソフトウェア制御の終端画像を変更し、ISOM8610 を追加 ..... 5
- 式 2 を  $3 \times R \times C \leq 0.75 \times \text{Bit time}(T)$  に変更..... 8

### Changes from Revision \* (May 2020) to Revision A (May 2021) Page

- ドキュメント全体にわたって ISOW1044 を追加..... 2
- 「小型フォームファクタの ISOW8721 を使用した絶縁信号と電力」の画像を更新..... 3

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月