

Technical White Paper

信号改善機能によって CAN FD トランシーバの真の可能性を引き出す方法



Vikas Kumar Thawani

概要

現代の自動車は、車両の安全性、性能、快適性を高めるために多岐にわたる機能を備えています。パワートレインから先進運転支援システム、ボディエレクトロニクスや照明、さらにインフォテインメントや安全機能に至るまで、幅広い領域をカバーしています。自動車に採用されている多数の電子制御ユニット(ECU)は、このような電気機械機能を実行します。

ECU は、車内ネットワークバスを介して制御およびデータログの情報を交換します。コントローラ エリア ネットワーク(CAN)、ローカル インタコネクト ネットワーク(LIN)、FlexRay™、イーサネットの中でも、CAN バスは依然として最も広く利用されている選択肢です。CAN が広く使われている理由は、使いやすさ、良好な同相モードノイズ除去、優先度に基づくメッセージ送信、バス競合を処理するビット単位の仲裁、そしてエラー検出と回復機能といった特長にあります。

CAN ネットワークの大きな利点の一つは、既存の CAN バスにノードを追加するだけで、車両ネットワークを容易に拡張できる点です。しかし、この利点はネットワーク構成が複雑になり、たとえば CAN ノードをスター型トポロジで接続する場合には弱まります。これらのネットワークには、本質的に存在する未終端のスタブによって生じる反射により、高速での信号通信の障害を引き起こす可能性があります。このため、CAN フレキシブル データ レート(FD) トランシーバは、5Mbps 定格ですが、実際の車両ネットワークでは 2Mbps 未満で使用する必要があります。信号改善機能(SIC)により、CAN FD トランシーバを 5Mbps 以上の複雑なスター ネットワークで大幅な再設計を必要とせずに使用できます。

目次

1 SIC とは.....	2
2 Classical CAN と標準 CAN FD の制限.....	5
3 CAN SIC によりバス リンギングが低減される理由.....	6
4 テキサス・インスツルメンツの TCAN1462 デバイスの実験結果.....	7
5 テキサス・インスツルメンツの CAN SIC デバイス.....	9
6 CAN SIC の利点.....	10
7 改訂履歴.....	10

図の一覧

図 1-1. SIC を使用しない CAN バスと RXD の波形.....	2
図 1-2. SIC を使用した CAN バスと RXD の波形.....	2
図 1-3. CAN SIC 規格との互換性.....	3
図 1-4. システム図.....	4
図 2-1. スター ネットワーク接続の CAN ノード.....	5
図 2-2. Classical CAN 速度の CAN バス リンギングと RXD グリッチ.....	6
図 3-1. CAN バス 電圧レベル.....	6
図 3-2. CAN SIC テクノロジー: イベントのシーケンス.....	7
図 4-1. 2 個のノードとリンギング回路を使用したネットワーク.....	8
図 4-2. CAN FD がネットワークを駆動するときの波形.....	8
図 4-3. CAN SIC がネットワークを駆動するときの波形.....	8

表の一覧

表 1-1. CiA 601-4 と ISO 11898-2 のタイミング仕様の比較.....	2
表 1-2. ISO 11898-2:2024 セット C で更新されたパラメータ.....	3

表 1-3. ISO 11898-2:2024 付属書 A に含まれるパラメータと利点.....	4
表 5-1. TI の CAN SIC トランシーバ製品ラインアップ.....	9
表 5-2. TCAN1462 と類似の競合デバイスとの比較.....	9

商標

FlexRay™ is a trademark of ASML Netherlands B.V.
 CAN in Automation™ is a trademark of European Union.
 すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 SIC とは

CAN 信号改良機能 (CAN SIC) は、CAN FD トランシーバに追加された改良技術であり、信号のリングを抑制することで、複雑なネットワークトポジにおいて達成可能な最大データレートを向上させます。CAN SIC は、既存の国際標準化機構 (ISO) 11898 - 2:2016 高速 CAN 物理層規格に加えて、CAN in Automation™ (CiA) 601-4 の信号改善仕様で最初に標準化されました。

通常の CAN FD トランシーバを 図 1-1 に示します。ここでは、CAN バス信号には 900mV (CAN レシーバの支配的なスレッショルド) を超えて 500mV (CAN レシーバのリセッショナルスレッショルド) 未満にもなるリングがあり、受信データ (RXD) のグリッチを引き起こしています。CAN SIC 機能のトランシーバによりバス信号のリングが低減し、正しい RXD 信号になることを 図 1-2 に示します。

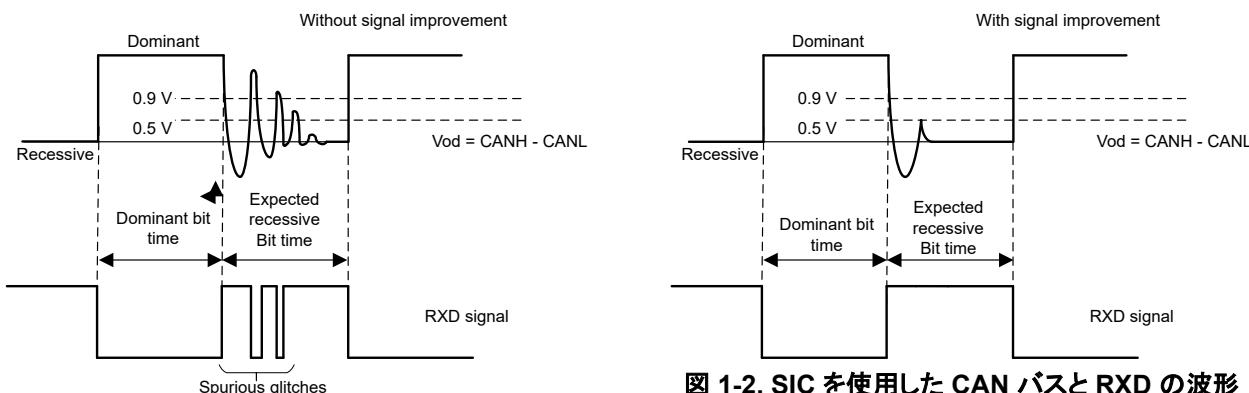


図 1-1. SIC を使用しない CAN バスと RXD の波形

図 1-2. SIC を使用した CAN バスと RXD の波形

電気的パラメータの点で、CAN SIC トランシーバは、表 1-1 に示すように、通常の CAN FD トランシーバと比較して、はるかに厳密なビットタイミングの対称性とループ遅延の仕様を実現しています。送信パスと受信パスの遅延を分離することで、システム設計者は他の信号チェーンコンポーネントが存在する場合にネットワーク伝播遅延を明確に計算できます。注目すべき点として、CiA 601-4 (および ISO 11898-2:2024 セット C と付属書 A) で規定されているタイミングはデータレート非依存であり、2Mbps と 5Mbps のいずれの動作でも有効です。

表 1-1. CiA 601-4 と ISO 11898-2 のタイミング仕様の比較

パラメータ	表記	CiA 601-4 仕様		ISO 11898-2:2016 仕様	
		最小 [ns]	最大 [ns]	最小 [ns]	最大 [ns]
信号改善時間 TX ベース	$t_{SIC_TX_base}$	該当なし	530	該当なし	
送信されるビット幅変化	$\Delta t_{Bit(Bus)}$	-10	10	2Mbps 動作時の値は -65	2Mbps 動作時の値は 30
				5Mbps 動作時の値は -45	5Mbps 動作時の値は 10
受信ビット幅	$\Delta t_{Bit(RxD)}$	-30	20	2Mbps 動作時の値は -100	2Mbps 動作時の値は 50
				5Mbps 動作時の値は -80	5Mbps 動作時の値は 20

表 1-1. CiA 601-4 と ISO 11898-2 のタイミング仕様の比較 (続き)

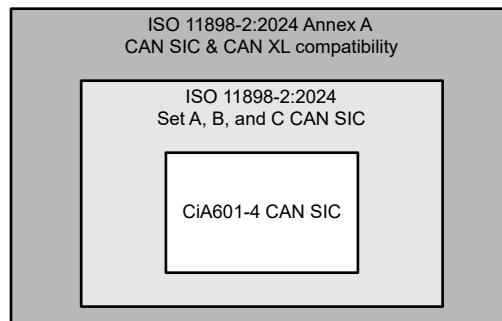
パラメータ	表記	CiA 601-4 仕様		ISO 11898-2:2016 仕様	
		最小 [ns]	最大 [ns]	最小 [ns]	最大 [ns]
レシーバのタイミングの対称性	Δt_{REC}	-20	15	2Mbps 動作時の値は -65	2Mbps 動作時の値は 40
トランシッタ データ (TXD) からバスドミナントまでの伝搬遅延				5Mbps 動作時の値は -45	5Mbps 動作時の値は 15
TXD からバスリセッショップまでの伝搬遅延	$t_{prop(TxD-busdom)}$	該当なし	80	ループ遅延 (TXD からバス、RXD まで) のみを最大 255ns で規定	
バスから RXD ドミナントまでの伝搬遅延	$t_{prop(busdom-RxD)}$	該当なし	110		
バスから RXD リセッショップまでの伝搬遅延	$t_{prop(busrec-RxD)}$	該当なし	110		

2024 年、CAN SIC は ISO 11898-2:2024 高速 CAN 物理層規格に統合され、CAN SIC に関する仕様も更新されました。ISO 11898-2:2024 では、データレートの上昇に対応する 3 つのパラメータセットが定義されています：セット A、セット B、そしてセット C が定義されています。このうち セット C は、CAN SIC トランシーバ (SIC モードと呼ばれる) に適用される主要なパラメータを含んでおり、理論的な限界ケースに対応し、リンク抑制時間を一定以上確保するために、最小 SIC オン時間および差動 SIC インピーダンスが新たに規定されています。[表 1-2](#) に、更新されたパラメータを示します。

表 1-2. ISO 11898-2:2024 セット C で更新されたパラメータ

パラメータ	表記	ISO 11898-2:2024 セット C の仕様	
		最小値	最大値
差動内部抵抗 (CANH から CANL)	$R_{DIFF_act_rec}$	75 Ω	133 Ω
アクティブ信号改善位相の開始時間	$t_{act_rec_start}$	該当なし	120ns
アクティブ信号改善位相の終了時間	$t_{act_rec_end}$	355ns	該当なし
パッシブリセッショップ位相の開始時間	$t_{pas_rec_start}$	該当なし	530ns

ISO 11898-2:2024 に基づく付属書 A は、セット C の仕様を拡張し、高速モードを導入しています。この高速モードにより CAN XL が可能になり、SIC モードトランシーバにおけるタイミングおよび電圧対称性の更新によって、SIC ネットワークでの CAN XL 互換性が確保され、より高速な通信への移行が容易になりました。付属書 A は、セット C との下位互換性を維持しつつ、CAN XL との上位互換性を追加しています。これらの標準の関係を [図 1-3](#) に示します。


図 1-3. CAN SIC 規格との互換性

付属書 A は、現在の CAN SIC ネットワークとの互換性を維持するだけでなく、将来の CAN XL ネットワークでも使用可能です。図 1-4 はこれを視覚化しています。

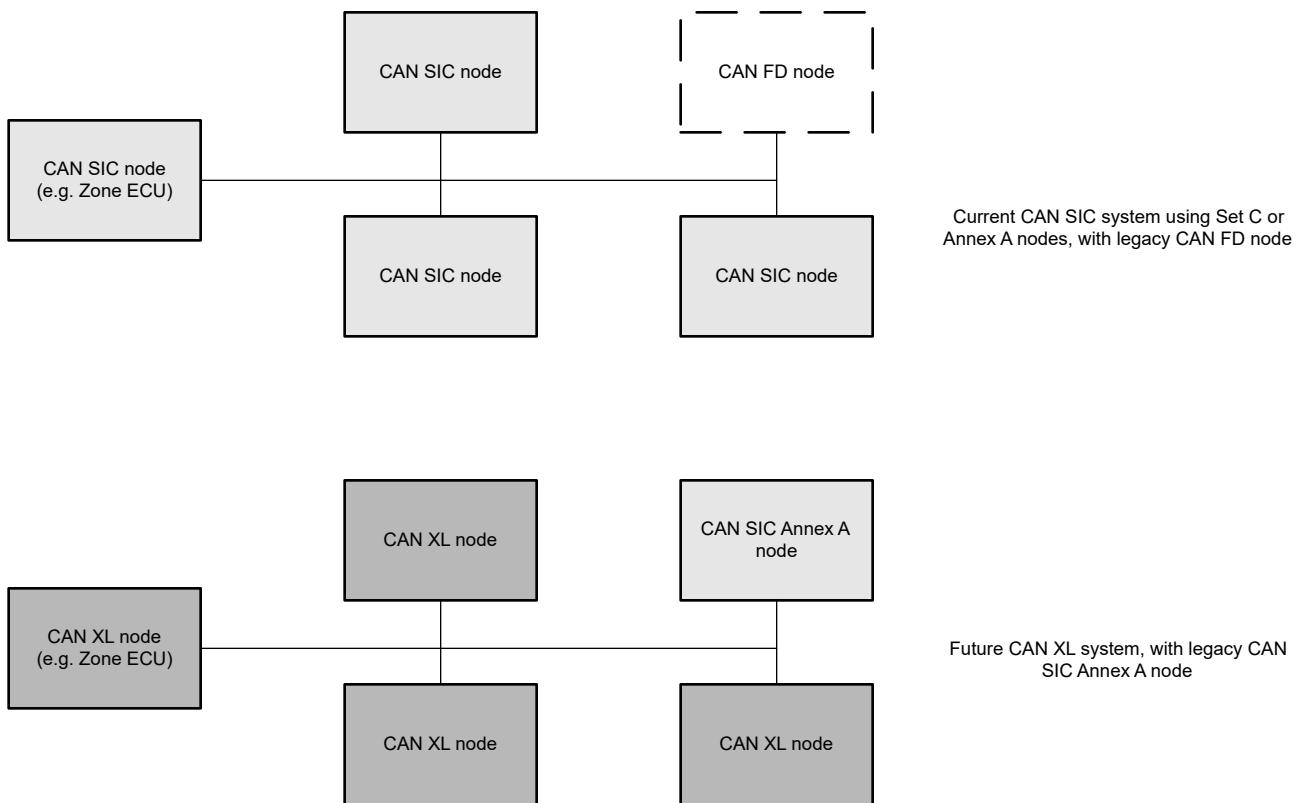


図 1-4. システム図

すべての CAN SIC トランシーバは、ISO 11898-2:2024 セット C で定められた仕様を満たすか、またはそれを上回る必要があります。さらに、付属書 A で定義される追加要件をオプションとして適用することも可能です。ただし、2024 年以前にリリースされた CAN SIC トランシーバについては、当時の基準である CiA 601-4 に準拠していることが求められます。ISO 11898-2:2024 における CAN SIC の仕様は一部修正されており、新しいアーキテクチャや設計に関しては、CiA 仕様に代わる標準として一般的に採用されています。

ISO 11898-2:2024 付属書 A のパラメータと利点を表 1-3 に示します。

表 1-3. ISO 11898-2:2024 付属書 A に含まれるパラメータと利点

パラメータ	表記	ISO 11898-2:2024 セット C 仕様	ISO 11898-2:2024 付属書 A 仕様	利点
差動負荷範囲	R_L	50-65Ω	45-65Ω	負荷範囲の拡大により、さまざまな種類のケーブルをネットワーク内で使用できるようになっています。
差動負荷での差動電圧、最小値	V_{OD_MIN}	1.4V	1.5V	より広く、より強力で、減衰の影響を受けにくい信号が実現されています。
ウェイクアップ フィルタ時間	t_{WK_FILTER}	0.5 ~ 1.8μs	0.5 ~ 0.95μs	ウェイク フィルタ時間を短縮することで、1Mbps のアビトレーション レートに対応しつつ、約 0.5μs の差動ノイズやグリッチにも耐性を持たせています。
ドライバ対称性	$V_{symmetry}$	±10%	±5%	より厳密な制御により、放射ノイズが低減されます。

表 1-3. ISO 11898-2:2024 付属書 A に含まれるパラメータと利点 (続き)

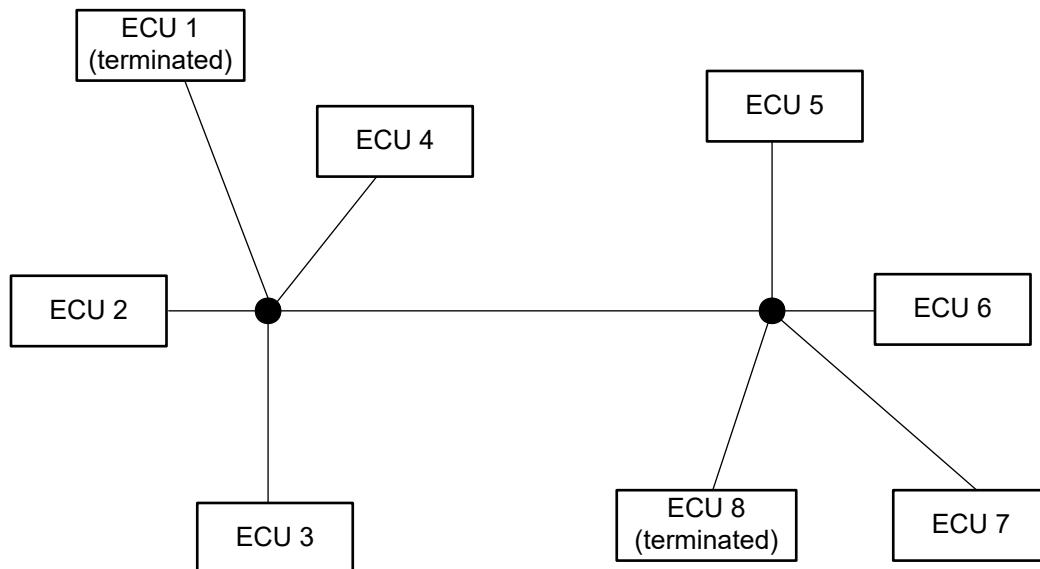
パラメータ	表記	ISO 11898-2:2024 セット C 仕様	ISO 11898-2:2024 付属書 A 仕様	利点
ウェークアップ パターン	該当なし	D-R-D	D-R-D-R	誤ったウェークアップ イベントに対する回復力が向上。

2 Classical CAN と標準 CAN FD の制限

第 1 世代の CAN プロトコルの ISO 11898-2 (Classical CAN とも呼ばれる) は 1993 年頃にリリースされました。このプロトコルで許可されるペイロード データ転送は 8 バイトのみで、最大指定データレートは 1Mbps です。CAN バスを使用して相互に通信する多数の電子ノードが車両に搭載される車載用アプリケーションでこの仕様の限界はすぐに現れました。

CAN FD プロトコルの仕様は 2015 年ごろにリリースされ、ペイロードの長さは 64 バイトに増し、データフェーズの最大信号速度も 5Mbps に増加しました。ただし、Classical CAN との下位互換性を確保するため、アビトレーション フェーズの信号レートは引き続き 1Mbps に制限されていました。

CAN FD はデータレートの高速化とペイロードの拡大という利点をもたらしましたが、車両の CAN バス ネットワークに次々と追加される ECU の増加スピードには、その利点だけでは対応しきれませんでした。設計者たちは、CAN FD トランシーバの本来の性能を十分に引き出すことができないことに気付きました。その理由は、複雑なスター型ネットワークによって生じるバスのリンクは信号の正確な通信に悪影響を及ぼしていたからです。図 2-1 は、スタートポロジの例です。


図 2-1. スター ネットワーク接続の CAN ノード

複数のスタブを使用する複雑なスタートポロジでは、バス上で伝送される信号のインピーダンスマッチが発生し、反射を引き起します。これらの反射により CAN バスが歪み、発振が引き起されます。このため、サンプリング ポイントでの CAN バス レベルと RXD の誤りが発生します。これらのネットワークの影響は CAN FD 特有のものではありませんが、Classical CAN のような低速動作ではビット時間が長く、バスのリンクも小さくなるため、正しいビットをサンプリングでき(図 2-2 を参照)、正常な通信が可能でした。

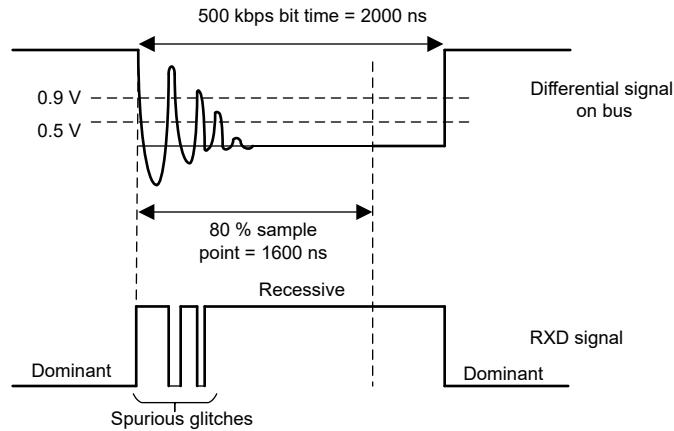


図 2-2. Classical CAN Speed の CAN バス リンギングと RXD グリッチ

5Mbps の CAN FD 動作では、複雑なスタートプロロジでリングがなくなるまでの時間に対して 200ns のビット持続時間が短すぎるため、信頼性の高いデータ通信が損なわれます。このことから、システム設計者は 5Mbps で CAN FD を使用できませんでした。

最新の車両におけるネットワークデータ交換の増加とスループットの高速化の要求から、より高速でネットワークのフレキシビリティと拡張性を高める次世代の車内通信バステクノロジーに向けて CAN SIC が推進されています。

3 CAN SIC によりバス リンギングが低減される理由

CAN バスの通常動作時には、図 3-1 に示すように、リセシティブとドミナントの 2 つの論理状態があります。

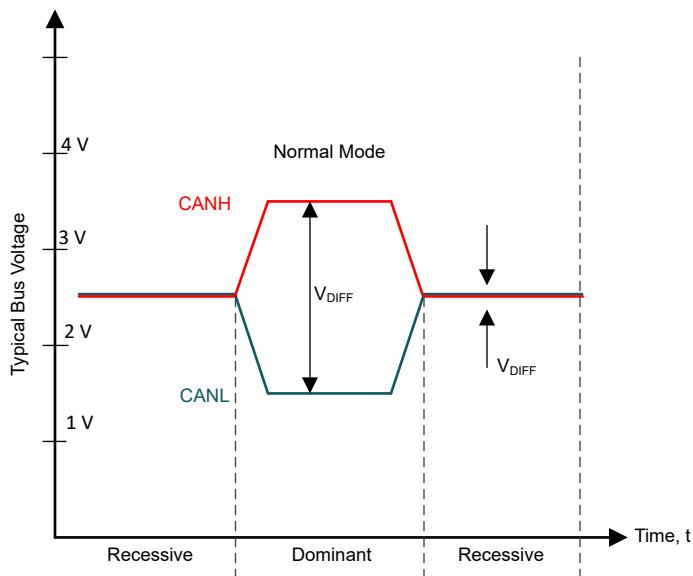


図 3-1. CAN バス電圧レベル

ドミナントバス状態は、バスを差動で駆動する場合で、TXD ピンと RXD ピンは論理 LOW になります。リセシティブバス状態は、バスがレシーバの高抵抗の内部入力抵抗 (R_{IN}) を介して $V_{CC}/2$ にバイアスされる場合で、TXD ピンと RXD ピンは論理 HIGH になります。アービトレーションの期間は、ドミナント状態がリセシティブ状態を上書きします。CAN バス上のリセシティブからドミナントへの信号のエッジは、トランスマッタによって強力に駆動されるため、通常はクリーンです。ドミナントフェーズの CAN トランシーバの差動トランスマッタ出力インピーダンスは約 50Ω であり、ネットワーク特性インピーダンスと密接に一致しています。通常の CAN FD トランシーバの場合、ドミナントからリセシティブへのエッジの時に、ドライバの差動出力インピーダンスが突然約 $60k\Omega$ になることで反射された信号によるインピーダンスのミスマッチを引き起こし、リングが発生します。

トランスマッタベースの SIC は、TXD のドミナントからリセシシブへのエッジを検出し、ドライバ出力のリングング抑制回路をアクティブにします。CAN ドライバは、 $t_{SIC_TX_base}$ までバスのリセシシブを強力に駆動し続けるため、反射が減少し、リセシシブビットがサンプリングポイントでクリーンになります。このアクティブなリセシシブフェーズでは、トランスマッタの出力インピーダンスが低くなります（約 100Ω ）。反射された信号は大きなインピーダンスのミスマッチを発生させないため、リングングは大幅に低減します。このフェーズが終了し、デバイスがパッシブなリセシシブフェーズになると、ドライバの出力インピーダンスが約 $60k\Omega$ に上昇します。この現象を 図 3-2 に示します。

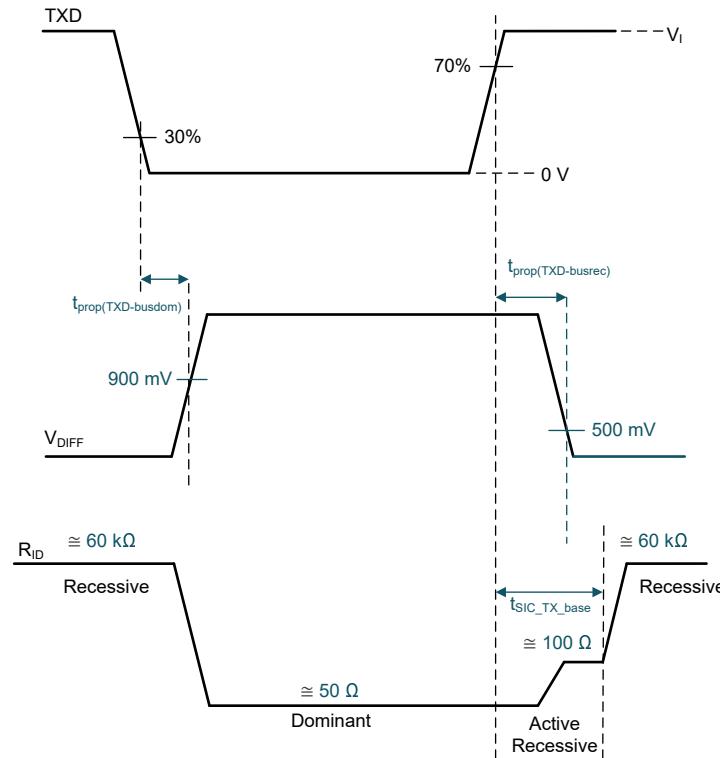


図 3-2. CAN SIC テクノロジー: イベントのシーケンス

アクティブなリセシシブフェーズにおいて重要なのは、バスを強力に駆動する時間を 530ns 以下にすることです（表 1-1 で示す $t_{SIC_TX_base}$ ）。CAN FD プロトコルのデータフェーズは最大 200ns の間のみ持続する（5Mbps での動作時）ため、このリングング抑制がリセシシブビット持続時間全体にわたってのみアクティブになり、CAN バスと RXD 信号が訂正されます。ただし、アービトレーションフェーズ（1Mbps 動作のために最高速のビット期間が 1μs）の場合、複数のトランスマッタが同時に送信でき、支配的なビットはリセシシブビットを上書きする必要があります。リングング抑制の持続時間によって、ネットワーク全体の長さとアービトレーション速度が制限される場合があります。詳細については、CiA 601-4 の仕様を参照してください。

4 テキサス・インスツルメンツの TCAN1462 デバイスの実験結果

テキサス・インスツルメンツの 8 ピン TCAN1462 CAN SIC トランシーバのリングング抑制機能を実証するために、テキサス・インスツルメンツは以下の設定による実験を行いました。

- 図 4-1 に示すように、ノード 1 を TCAN1462 とし、ノード 2 を通常の CAN FD トランシーバの TCAN1046A とした場合の 2 ノードのポイントツー ポイント通信です。複雑なスタートポロジをエミュレートするリングングネットワーク（CiA 601-4 で規定）は、CAN バス端子経由で接続されています。図 4-2 と図 4-3 に示す波形で、TCAN1462 が駆動しているときの CAN バスと RXD 信号の表示はクリーンです。しかし、TCAN1046A が駆動しているときは、無視できないバスのリングングや RXD のグリッチが発生します。

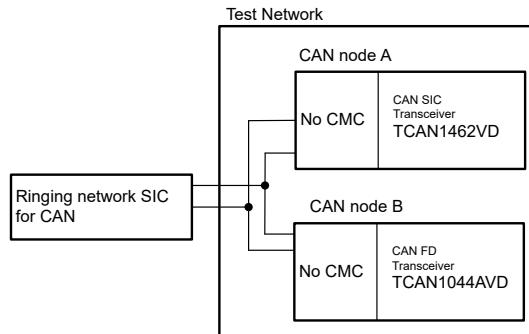


図 4-1. 2 個のノードとリング回路を使用したネットワーク

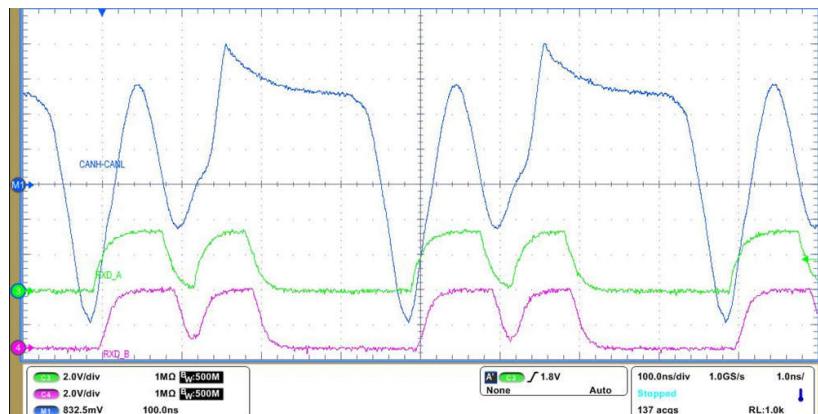


図 4-2. CAN FD がネットワークを駆動するときの波形

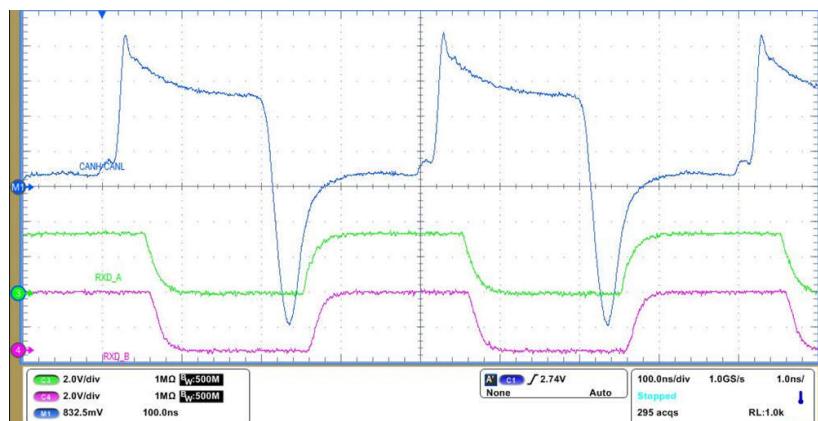


図 4-3. CAN SIC がネットワークを駆動するときの波形

大きく負方向に振れている V_{OD} に問題はなく、 V_{OD} のオーバーシュートもないことから、RXD はクリーンです。

5 テキサス・インスツルメンツの CAN SIC デバイス

TI は、CiA 601-4 および ISO 11898-2:2024 付属書 A の両方に準拠した CAN SIC デバイスを発表しています。その中には、スタンバイ モードをサポートする 8 ピンの TCAN1472-Q1、および スリープ モードと WAKE/INH 機能を備えた 14 ピンの TCAN1473-Q1 と TCAN1473A-Q1 が含まれます。TI はまた、TCAN1473C-Q1 および TCAN1473AC-Q1 を提供しています。これらはスリープ モードと Wake/ INH 機能を備えた 14 ピン CAN トランシーバで、ISO 11898-2:2024 セット C に準拠しています。ただし、付属書 A で規定されている CAN XL 互換性の追加要件は含まれていません。TI の ISO 11898-2:2024 準拠 CAN SIC デバイスは、表 5-1 に示されています。

表 5-1. TI の CAN SIC トランシーバ製品ラインアップ

ISO 11898-2:2024 デバイス	説明	ピン数	セット C または付録書 A?	ピン互換の CAN FD デバイス
TCAN1472-Q1	スタンバイ モードを備えた CAN SIC トランシーバ	8	付属書 A	TCAN1044A-Q1
TCAN1473-Q1	Wake/INH 機能搭載 CAN SIC トランシーバ	14	付属書 A	TCAN1043N-Q1
TCAN1473A-Q1	Wake/INH 機能搭載 CAN SIC トランシーバ	14	付属書 A	TCAN1043A-Q1
TCAN1473C-Q1	Wake/INH 機能搭載 CAN SIC トランシーバ	14	セット	TCAN1043N-Q1
TCAN1473AC-Q1	Wake/INH 機能搭載 CAN SIC トランシーバ	14	セット	TCAN1043A-Q1
TCAN1476V-Q1	スタンバイ モードを備えたデュアル CAN SIC トランシーバ	14	付属書 A	TCAN1046AV-Q1
TCAN1575-Q1	選択的ウェイク / 部分ネットワーキング機能を備えた CAN SIC トランシーバ	14	付属書 A	TCAN1145-Q1
TCAN1576-Q1	選択的ウェイク / 部分のネットワーキング機能、ウォッチドッギング、バス障害診断機能を搭載した CAN SIC トランシーバ	14	付属書 A	TCAN1146-Q1

TCAN1472 には 2 つのバリエーションがあり、1 つは 5V バス / ロジック レベル対応の TCAN1472、もう 1 つは 1.8V ~ 5V のロジック レベルに対応する TCAN1472V です。これらのデバイスには、表 5-2 に示すように、競合製品と比較して大きな利点があります。

表 5-2. TCAN1462 と類似の競合デバイスとの比較

パラメータ	競合デバイス	TCAN1472	終端システムへの影響
V _{io} (ロジック電源) 範囲	3V ~ 5.5V	1.7V ~ 5.5V	TI は、1.8V ロジック I/O 対応に向けて将来を見据えた設計を実現しています
SIC タイミング	±5% V _{CC} にのみ適合	±10% V _{CC} に適合	テキサス・インスツルメンツは、規格で要求される重要な SIC パラメータを満たすための厳密な安定化電源が不要
1.5V の最小 V _{od}	±5% V _{CC} にのみ適合	±10% V _{CC} に適合	
バス フォルト保護	-36V ~ 40V	±58V	バス フォルトが大きいと、フォルト耐性が高い。また、TI は 24V システムのバス フォルトに対応し、複数のプラットフォームで再利用可能
バス ピンの静電気放電 (ESD)	±6kV	±8kV	より強力な ESD 保護
SOT 23 ピン パッケージ	なし	あり	テキサス・インスツルメンツは、より小型のパッケージ オプションを提供

6 CAN SIC の利点

CAN SIC トランシーバは、物理層またはアプリケーション層の設計変更を必要とせず、通常の CAN FD トランシーバよりも多くのシステム上の重要な利点を提供します。これらのトランシーバを採用することで、より高速のビットレートでの動作が可能になり、ネットワークトポロジをより自由に選択できると同時に、車両のコストと重量を低減することができます。

CAN SIC は、CAN FD および高速 (HS) CAN ノードとの相互運用が可能です。したがって、CAN SIC トランシーバは CAN FD トランシーバや HS CAN トランシーバと同じバス上で動作できます。

表 1-1 に示すように、SIC トランシーバではビットタイミングの対称性が大幅に改善されます。これにより、CAN 信号を低下させる可能性のあるネットワークの影響に対して、マージンを大きくすることができます。このトランシーバは、送信ビットと受信ビットの劣化がはるかに少ないため、ビット持続時間が短縮されて 8Mbps で確実に動作できます。また最後に、ループ遅延は、CAN FD トランシーバの最大 255ns と比較して CAN SIC トランシーバでは最大 190ns であり、最大ネットワーク長を延長できます。

7 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision * (April 2022) to Revision A (October 2025)	Page
• FlexRay の商標を追加.....	1
• 新しくリリースされた ISO11898-2:2024 標準化にセクション 1 を追加。.....	2
• CiA の商標を追加.....	2
• セクション 5 のデバイス一覧を更新。.....	9

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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默示保証、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、明示的または默示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ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テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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ます。

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テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または ti.com やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

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默示保証、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、明示的または默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、(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ます。

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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月