

Application Note

3.3V コントローラ エリア ネットワーク (CAN) トランシーバ



Jason Blackman and Scott Monroe

概要

3.3V コントローラ エリア ネットワーク (CAN) トランシーバは、5V CAN トランシーバに関して、相互互換性と相互運用性を備えており、利点と柔軟性を提供します。5V トランシーバと比較して、3.3V トランシーバの消費電力は低くなっています。トランシーバとの通信を行うマイクロプロセッサも 3.3V である場合、電源を簡素化してコストを削減できます。このアプリケーション ノートでは、これらの利点と、3.3V CAN システムに使用できる TI の CAN トランシーバ ポートフォリオのデバイスについて説明します。

目次

1 動作原理.....	2
2 動作を実証する測定値.....	3
3 コンフォーマンス テスト.....	7
4 3.3V デバイスの利点.....	7
5 まとめ.....	7
6 参考資料.....	7
7 改訂履歴.....	8

図の一覧

図 1-1. 代表的な CAN ネットワーク.....	2
図 1-2. 5V および 3.3V トランシーバにおける標準 CAN バス レベル.....	2
図 2-1. 2 つの 5V SN65HVD255 トランシーバの波形.....	3
図 2-2. 2 つの 3.3V SN65HVD234 トランシーバの波形.....	4
図 2-3. 2 個の SN65HVD255 トランシーバ (1 個では +1V のグランド シフト) の波形.....	4
図 2-4. 分割終端を用いた 2 個の 5V SN65HVD255 トランシーバ (1 個では +1V のグランド シフト) の波形.....	5
図 2-5. 単一終端 (左) および分割終端 (右).....	5
図 2-6. 5V SN65HVD255 と 3.3V SN65HVD234 の波形.....	6
図 2-7. 5V SN65HVD1050 と 3.3V SN65HVD230 のバス通信.....	6

表の一覧

表 4-1. 3 つの異なる 2 ノード バスの供給電流のグラフ.....	7
---------------------------------------	---

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 動作原理

ISO 11898 仕様には、CAN バス通信の物理層要件の詳細が記載されています。CAN は、RS RS-485 と同様に、ツイストペア ケーブルを使用する低レベルの通信プロトコルです

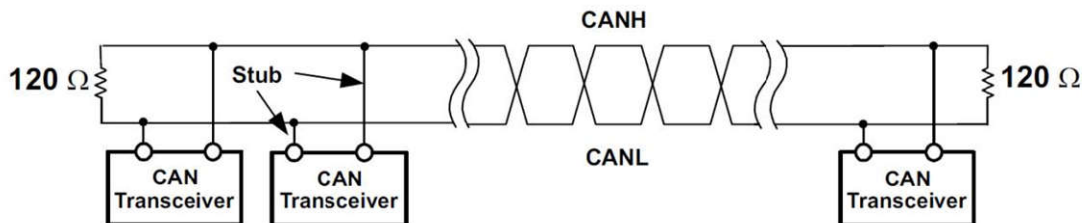


図 1-1. 代表的な CAN ネットワーク

CAN の重要な特長の 1 つは、ロジック「High」送信 (「リセッパ」と呼ばれる) の間、バスがアクティブに駆動されないことです。この期間中、どちらのバスラインも通常は同じ電圧 (約 $V_{CC}/2$) になります。バスは、「ドミナント」送信時、またはロジック「Low」のときのみ駆動されます。ドミナントでは、 $(CANH - CANL) \geq 1.5V$ になるようにバスラインが駆動されます。これにより、「High」送信時のノードでは、別のノードが同時に「Low」を送信しようとしているかどうかを検出できます。これは非破壊的なアービトレーションに使用され、ノードはアドレス (優先コード) で各メッセージを開始して、バスを使用するノードを決定します。バイナリアドレスが最も小さいノードはアービトレーションに勝ち、メッセージを続けます。他のプロトコルと同様に、バックオフや再送信は不要です。

CAN レシーバは、バス上の差動電圧を測定してバスレベルを決定します。3.3V トランシーバは 5V トランシーバと同じ差動電圧 ($\geq 1.5V$) を生成するため、バス上のすべてのトランシーバは (電源電圧に関係なく) メッセージを解釈できます。実際、他のトランシーバは、差動電圧レベルについて何か異なる点があればそれを認識できません。

図 1-2 に、5V トランシーバと 3.3V トランシーバのバス電圧を示します。5V CAN の場合、リセッパ中、CANH と CANL は約 2.5V ($V_{CC}/2$) で弱くバイアスされます。3.3V CAN のリセッパ同相電圧は、 $V_{CC}/2$ (通常約 2.3V) より高くバイアスされます。これにより、5V CAN トランシーバの同相モードポイントを改善し、3.3V と 5V の間のバス上の同相モードの変化を最小限に抑えることができます。CAN は、グランドシフト (ノード間の DC オフセット) を可能にする同相範囲の広い差動バスとして定義されているため、これは動作に必要ありませんが、混在ネットワークでの放射は最小限に抑えられます。さらに、分割終端を使用してネットワークの同相モードをフィルタリングすると、放射を大幅に低減できます。ISO 11898-2 規格は、トランシーバが -2V ~ 7V の同相範囲で動作する必要があるため、3.3V と 5V のトランシーバ間での標準の 0.2V の同相シフトで問題は発生しません。

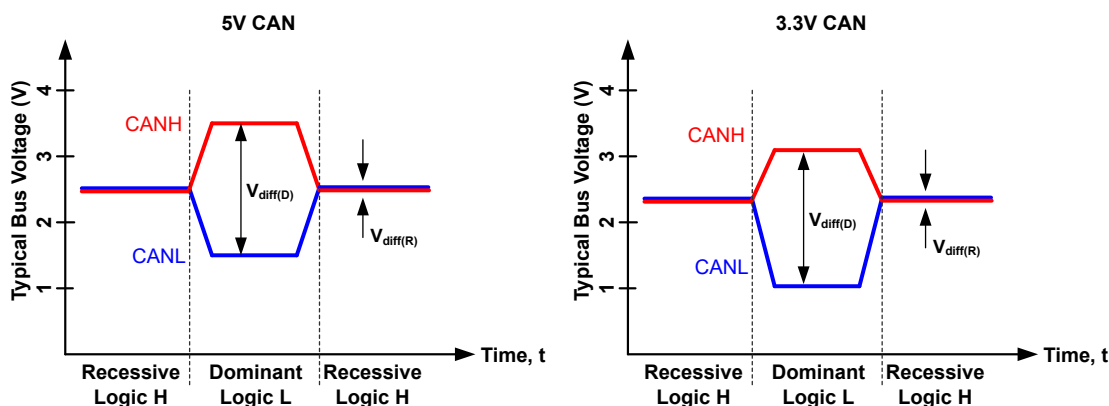


図 1-2. 5V および 3.3V トランシーバにおける標準 CAN バス レベル

従来、3.3V CAN トランシーバは、主要な自動車メーカーが要求する厳しい EMC 要件を満たすことができないため、車載アプリケーションには使用されていませんでした。このアプリケーション ノートでは、異種車載ネットワークでの使用が承認されていない SN65HVD23x など従来の 3.3V CAN ファミリーについて言及しています。テキサス インストルメンツ (TI) の新世代車載 3.3V CAN トランシーバである TCAN3403-Q1 と TCAN3404-Q1 はこの課題を克服し、同種ネットワークと異種ネットワークの両方の条件下で IEC 62228-3:2019 に合格しています。詳細については、「[車載認証取得済みで EMC \(電磁適合性\) 対応適合の 3.3V CAN FD トランシーバを活用して ECU \(電子制御ユニット\) の性能を向上させる方法](#)」を参照してください。

2 動作を実証する測定値

図 2-1 に、同じバスで通信する 2 つの 5V トランシーバを示します。ここで、トランシーバ (XCVR) 1 と 2 はどちらもテキサス インストルメンツの SN65HVD255 CAN トランシーバです。信号「TXD1」と「TXD2」は、各トランシーバがバスに信号を出力している状態を示し、「RXD1」および「RXD2」は、各トランシーバがバスから信号を読み取っている状態を示します。上側の 2 つの信号はバスライン、CANH (黄色)、CANL (水色) です。下部の赤色の波形は、CANH と CANL 間で計算された差動電圧です。

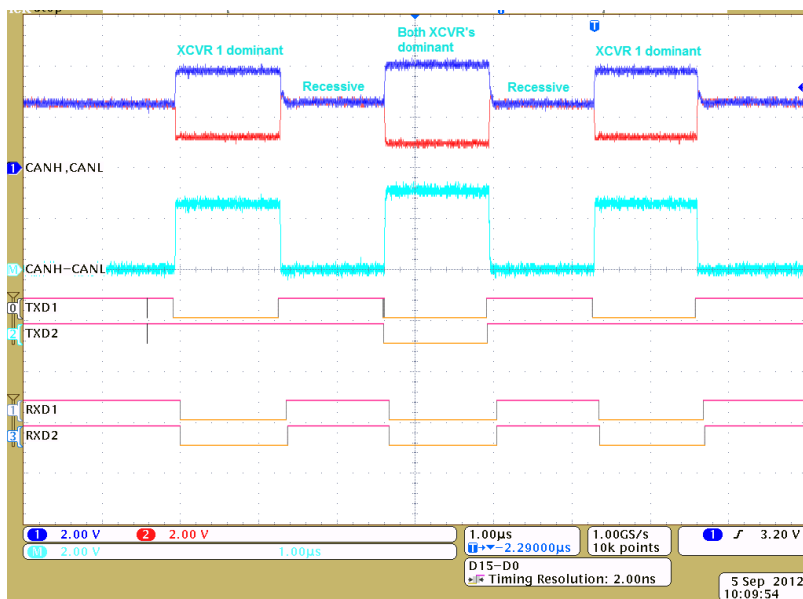


図 2-1. 2 つの 5V SN65HVD255 トランシーバの波形

CAN バスの原理を示すため、簡略化したビット パターンを使用して説明します。

- ビット時間 1: 一方のトランシーバがドミナント ビットを送信し、もう一方トランシーバはリセッピ状態のままです。
- ビット時間 2: 両方のトランシーバがリセッピ状態です。
- ビット時間 3: 両方のトランシーバがドミナント ビットを送信しています。アービトレーションの期間に起きる内容を示しています。

図に示すように、各トランシーバの出力トランジスタが並列に配置されているため、両方のトランシーバがドミナント状態の場合、差動電圧はわずかに大きくなり、結果として電圧降下が低下し、差動電圧出力は増加します。

図 2-2 は、同じ設定で、2 つの 3.3V トランシーバ (TI SN65HVD234) を使用していることを示しています。ドミナントビット中のバスライン間の差動電圧は、テスト済みの 5V デバイスより低くなりますが、ISO 11898-2 規格の要件を満たしています。さらに、5V デバイスの最小差動バス電圧は 3.3V デバイス (1.5V) と同じです。つまり、より高い差動駆動能力のために 5V デバイスを選択しても、差動出力が大きくなる仕様ではないため、設計者にとって利点はありません。

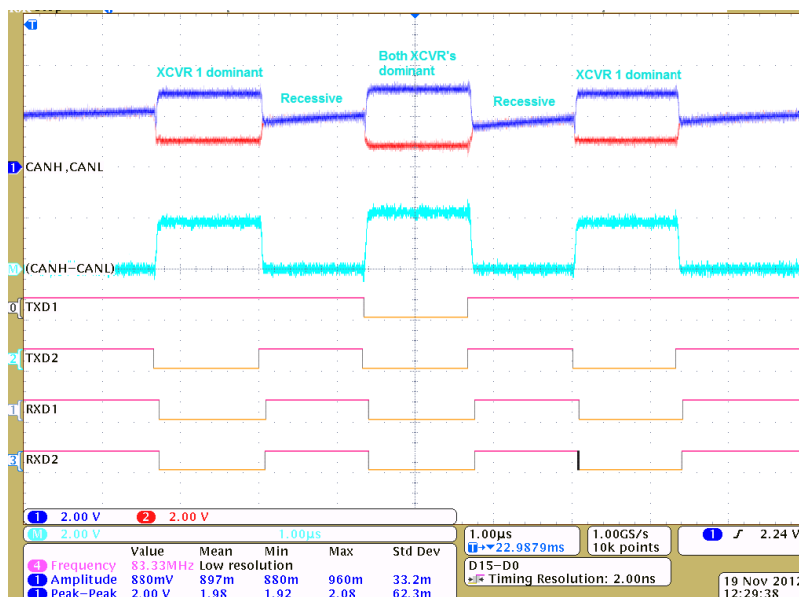


図 2-2. 2 つの 3.3V SN65HVD234 トランシーバの波形

図 2-3 は、同相モードの差異に対する堅牢な CAN の能力を示します。赤色の Math 信号は、前のプロットの差動電圧ではなく同相電圧を示しています。グラウンドシフトトランシーバ間でアービトレーションが発生すると、バス信号は非常に不安定になります。一方、RXD1 信号は、差動信号が良好で、トランシーバがバス上の信号を正しく検出するため、トランシーバに問題がないことを示しています。

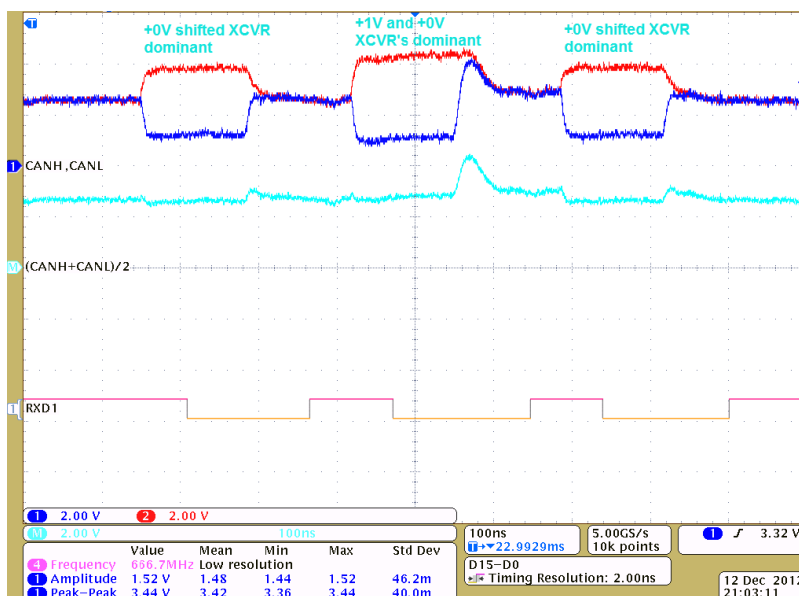


図 2-3. 2 個の SN65HVD255 トランシーバ (1 個では +1V のグラウンドシフト) の波形

図 2-4 は、前の図と同じ状況を示しています。従来の単一終端ではなく、分割終端が用いられています。図 2-4 に示す分割終端は、ノード間でグラウンドの電位差がある場合に発生する可能性のある高周波ノイズをフィルタで除去するのに役立ちます。図 2-4 で使用されている設定は $C_L = 4.7\text{nF}$ で、標準です。

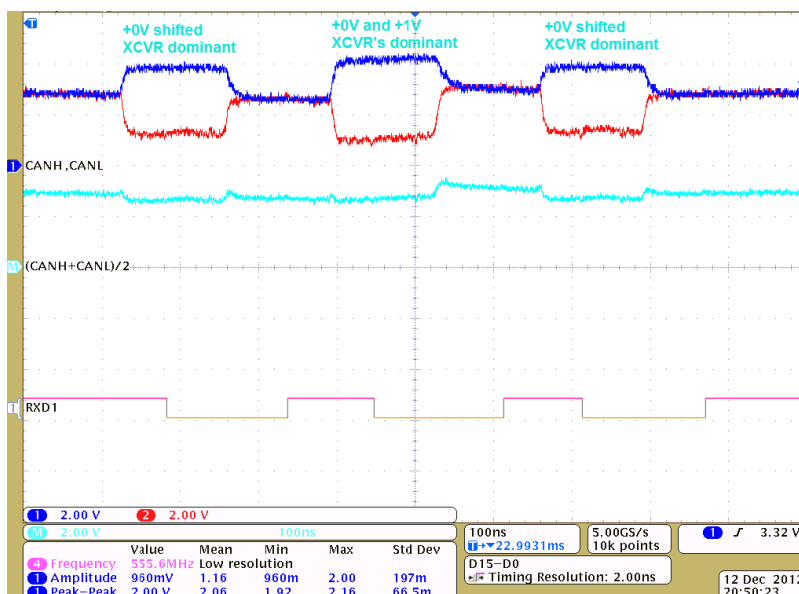


図 2-4. 分割終端を用いた 2 個の 5V SN65HVD255 トランシーバ (1 個では +1V のグラウンド シフト) の波形

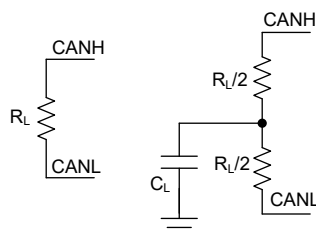


図 2-5. 単一終端 (左) および分割終端 (右)

図 2-6 に、1 つの 3.3V トランシーバと 1 つの 5V トランシーバの混在ネットワークとの通信を示します。前述のように、デジタル信号 TXD1、TXD2、RXD1、RXD2 は、両方のトランシーバが正確に通信しており、1V のグラウンドシフトが発生した 5V の同種ネットワークとは対照的に、通信中に同相モードシフトがほとんど発生しないことを示しています。

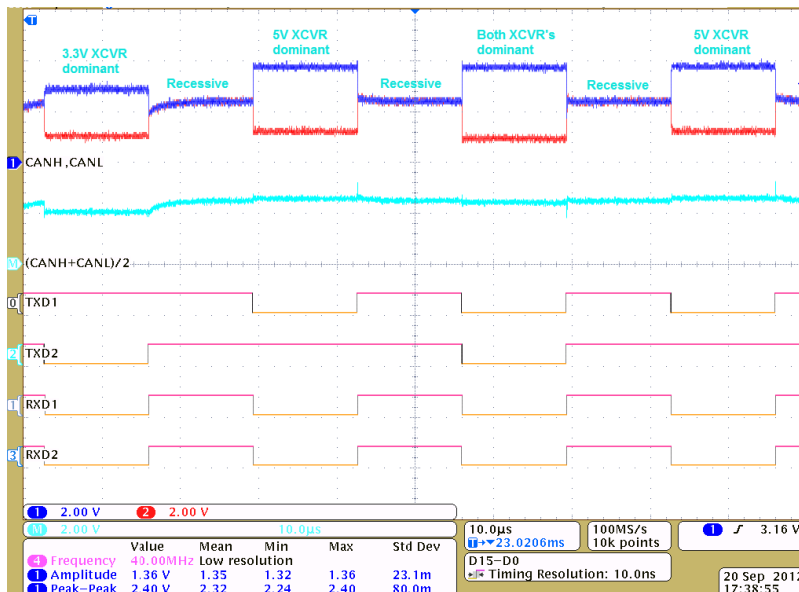


図 2-6. 5V SN65HVD255 と 3.3V SN65HVD234 の波形

図 2-7 は、2 つの 3.3 V トランシーバと 1 つの 5V トランシーバで構成される混在ネットワーク内の CAN フレームを示しています。これは、機能が混在するシステムの CAN フレームにおけるこれらの原理を実証しています。

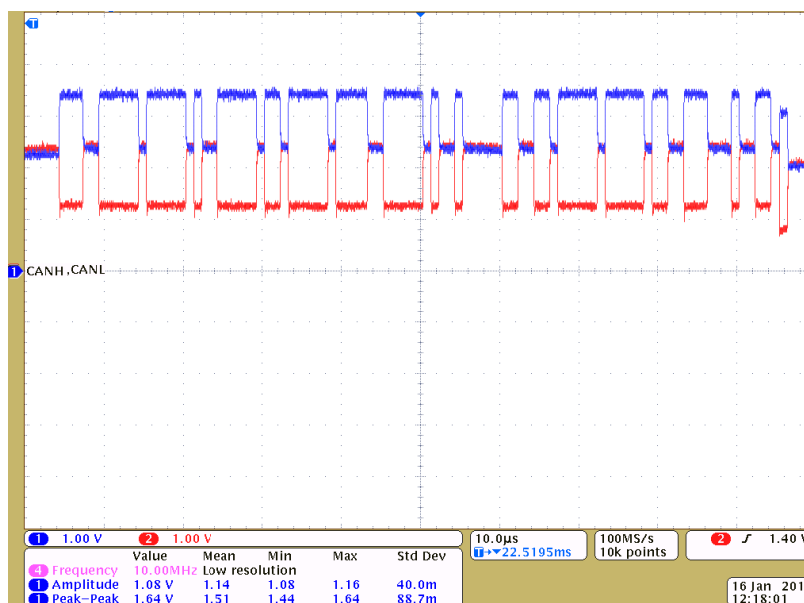


図 2-7. 5V SN65HVD1050 と 3.3V SN65HVD230 のバス通信

3 コンフォーマンス テスト

TI SN65HVD23x 3.3V CAN ファミリーは、国際的に認められているサード パーティ通信およびシステム (C&S) グループである GmbH による GIFT/ICT CAN 高速トランシーバ コンフォーマンス テストに合格しています。このテストは、すべての 3.3V トランシーバの同種ネットワークと、16 個の CAN ノードのうち 4 つが 3.3V トランシーバで、残りの 12 個の CAN ノードが他の 3 つの「ゴールドen」リファレンス、TI 以外の 5V CAN トランシーバを組み合わせた異種ネットワークを対象としています。TI の 3.3V CAN トランシーバ ファミリーはいずれも、指摘事項なしでこのテストに合格し、認証証明書が発行されています。

4 3.3V デバイスの利点

テストされた 3.3V トランシーバには、電源電圧が異なるネットワークでも明確に動作するという利点があり、動作確認済みです。1 つ目の利点は、消費電力の低減です。3.3V トランシーバは、低電圧/低電流で動作します。

表 4-1 を参照すると、3.3V デバイスの電源電流が半分近く減少したことがわかります。組み合わせる電源の電圧がすでに低いため、消費電力を大幅に低減できます。

表 4-1. 3 つの異なる 2 ノード バスの供給電流のグラフ

Case1: 2X SN65HVD234	SN65HVD234#1 ICC(mA)	SN65HVD234#1 ICC(mA)
両方ともリセッショ	7.1	7.2
#1 dominant	38.4	7.2
両方ともドミナント	25.9	26.1
Case2: 2X SN65HVD255	SN65HVD255#1 ICC(mA)	SN65HVD255#1 ICC(mA)
両方ともリセッショ	18.6	18.6
#1 dominant	61.8	18.4
両方ともドミナント	44.6	44.8
Case3: 混合あり	SN65HVD234 ICC(mA)	SN65HVD255 ICC(mA)
両方ともリセッショ	7.2	18.6
SN65HVD234 dominant	38.6	18.6
SN65HVD255 dominant	7.2	61.8
両方ともドミナント	11.7	58.9

3.3V マイコンと組み合わせて使用すると、さらに利点があります。5V トランシーバのデジタル I/O は、マイコンの損傷を避けるため (5V 許容でない限り)、外部または 5V CAN トランシーバでレベル シフトされます。一方、3.3V トランシーバはこのマイコンに直接結合できます。SN65HVD233/234/235 3.3V トランシーバは入力許容レベルが 5V であるため、3.3V または 5V のマイコンと直接結合して使用できます。CAN 用のシステムで 5V しか使用しない場合は、3.3V CAN トランシーバを結合すれば 5V 電源が不要になるため、電力ドメインを簡素化して、コストを削減できます。

5 まとめ

高速 CAN 物理層では 3.3V と 5V の CAN トランシーバと同じ差動信号が使用されているため、3.3V と 5V の各 CAN トランシーバは相互運用可能です。さらに、3.3V と 5V の CAN トランシーバはどちらも、同じ広い同相範囲を持ち、標準的な信号伝達だけでなく、グラウンド シフト電位に対して広いマージンを提供します。電源の簡素化や低消費電力化など、3.3V トランシーバの利点を活用できるシステムでは、3.3V CAN の同種ネットワーク、または 3.3V と 5V が混在する CAN ネットワークで使用すると、明確な利点が得られます。

6 参考資料

- 車載認証取得済みで EMC (電磁適合性) 対応適合の 3.3V CAN FD トランシーバを活用して ECU (電子制御ユニット) の性能を向上させる方法

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 * (January 2023) to Revision A (May 2025)	Page
• セクション 1 に、新型 3.3V トランシーバの市販開始に関する情報を追加。.....	2

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、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](https://www.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

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、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](https://www.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