

Application Note

TMUX1308A-Q1 を採用する設計: セトリング タイムとシステムへの影響をご覧ください



Nir Gilgur

概要

各種のサブシステムを監視するためにさまざまなセンサを使用する設計は、信号路が多数存在するため、複雑になる傾向があります。システムのサイズを縮小して簡素化する一般的なアプローチは、アナログ マルチプレクサ (MUX) を使用して、異なるセンサからの信号を 1 つの ADC に配線することです。ただし、ほとんどのマルチプレクサでは、ブレイク ビフォー メイク機能により、複数のチャンネル間で切り替えると、ドレインが短時間浮遊し、出力電圧信号がわずかに低下します。スイッチ チャンネルが新しい電力源に接続されると、信号はセットリングを開始します。信号が回復する前に ADC サンプルングを行った場合、エラーが発生する可能性があります。さらに、この実装では通常、マルチプレクサの入力に抵抗やコンデンサなどの受動部品が含まれるため、その遅延が増加し、その結果 ADC の誤差数が増加する可能性があります。この種のアプリケーションでは、高精度のセンサ性能が非常に重要になります。入力の追加部品に起因する入力 RC を小さくすると、遅延時間とセットリング時間を最小化できます。これにより、システムはこれらのセンサをより高い頻度で測定できます。もう 1 つのオプションは、機能が向上したマルチプレクサを実装することで、セットリング タイムを短縮し、システム性能を向上させることです。TMUX1308A-Q1 は、このような設計を実現するように設計されています。

目次

1 はじめに.....	2
2 アプリケーション.....	2
3 セトリング タイムのテストと結果.....	4
4 まとめ.....	6
5 参考資料.....	6

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

最新のシステムでは多くの場合、各種サブシステムを監視するために多数のセンサに依存しているので、効率的な信号処理が不可欠です。多くのセンサから ADC への信号の配線を管理および簡略化するための標準的な設計ではマルチプレクサを使用します。ただし、MUX が異なるチャネルへ切り替えるとき、ドレインがフローティングであるときに短い遅延が発生し、出力信号がわずかに低下します。この期間中に ADC はサンプリングを継続しますが、このダウン期間にドレインがフローティングであるときにサンプルが発生した場合、エラーが発生する可能性があります。このアプリケーションは多くの場合、車載、特にゾーン制御モジュールとボディコントロール モジュールで見受けられます。バッテリーへの短絡状態がマルチプレクサの電圧制限を超えた場合の過電圧リスクを管理する必要があります。この状態を保護し、信号歪みを低減するために、抵抗とコンデンサを入力に実装することで、RC 遅延が増加します。TMUX1308-Q1 は、構成上、この使用事例で一般的に使用されます。最近、TMUX1308A-Q1 は直接代替としてリリースされましたが、機能が改善されており、セトリング タイムと ADC 誤差カウントを大幅に低減します。

2 アプリケーション

ADC が複数のセンサからのデータをサンプリングするアプリケーションでは、単一のマルチプレクサを使用して信号の配線と通過を設計できます。TMUX1308-Q1 および TMUX1308A-Q1 デバイスは、図 2-1 に示すように、デバイスの構成により、最大 8 つのセンサをサポートできます。これらのデバイスは、複数のセンサ入力を切り替えて、ADC に送信するデータを選択します。

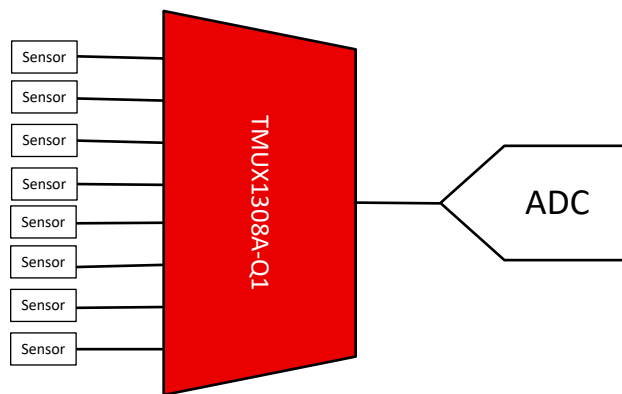


図 2-1. TMUX1308-Q1 ADC アプリケーション

過電圧イベントが発生する可能性があるゾーンおよびボディコントロールモジュールや、48V バッテリシステムとのインターフェイスが必要なモジュールで、これは主に使用されています。マルチプレクサが動作できるレベルに電圧を下げるため、分圧器を入力に実装する必要があります。抵抗のほかに、各ソースに接続されたコンデンサを各ソースに使用して信号を安定させます。ドレイン側にも ADC からの静電容量があり、セトリング時間に大きな影響を及ぼします。

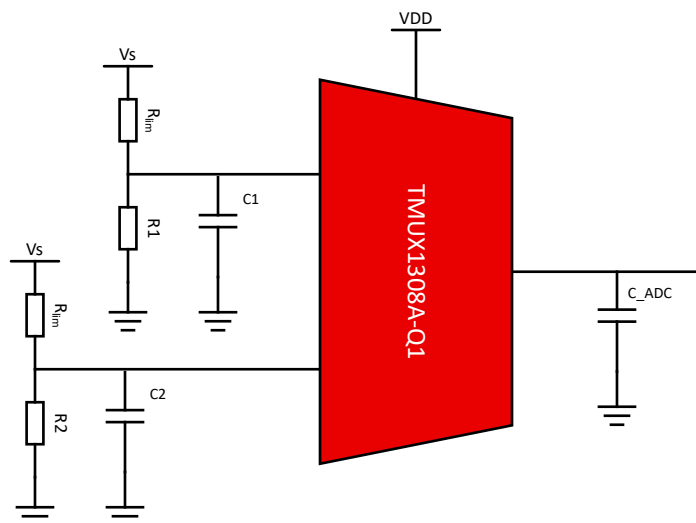


図 2-2. MUX の I/O 上にある RC コンポーネント

ほとんどのマルチプレクサには、ブレイク ビフォー メイクという機能が搭載されています。これは、デバイスのスイッチング時に 2 つの入力が接続されることを防止する安全機能です。出力は、次のオン状態スイッチと接続する前に、まずオン状態スイッチから切断されます。

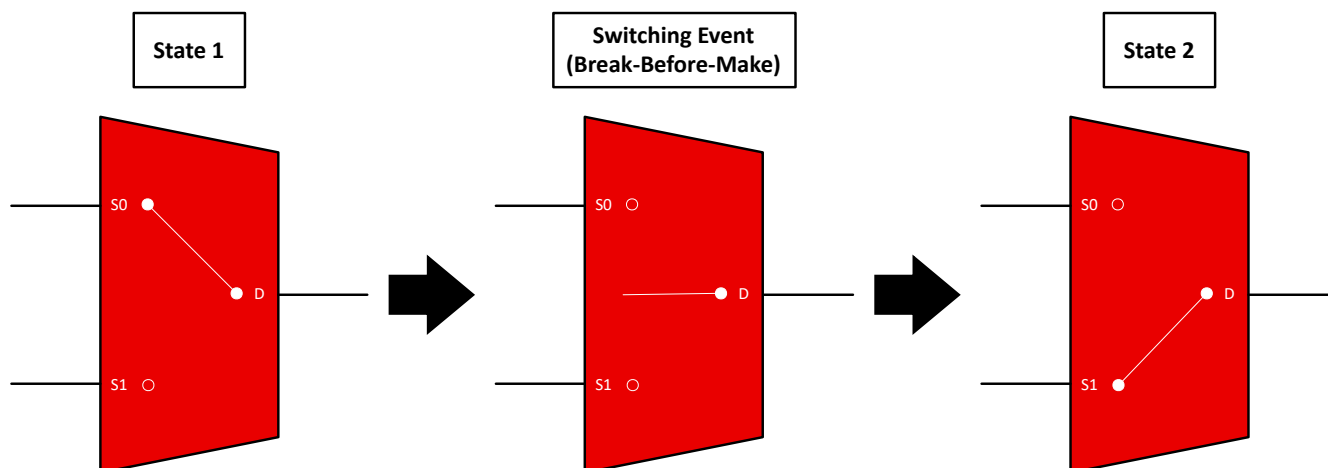


図 2-3. ブレイク ビフォー メイク

これにより、ソースとドレインの間に接続がないときにダウン時間がある場合にわずかな遅延が発生します。信号の電圧レベルが短時間低下し、ADC が誤った電圧値を読み取ってしまうため、ADC の読み取りエラーが発生する可能性があります。ソースピンに RC 負荷を追加した場合、MUX の出力が回復に要する時間が長くなり、ADC 入力の精度が低下する可能性があります。このピークに信号が回復するまでに要する時間は、セトリング タイム (t_{st}) と呼ばれ、図 2-4 に示すように、ソースピンの直列抵抗と容量の影響を直接受けます。ソースとドレインの容量は、信号の低下度に影響を及ぼす可能性があります。一方、抵抗は、この抵抗が元の状態に戻る速さに影響を及ぼす可能性もあります。合計すると、合計セトリングタイムが得られます。

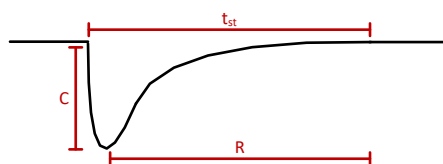


図 2-4. セトリング時間のグラフ

3 セトリング タイムのテストと結果

TMUX1308A-Q1 は次世代 TMUX1308-Q1 のアップグレードです。これは、電流注入制御の向上とセトリング タイムの短縮を実現する直接差し替え可能な代替品です。これを示すために、一般的な競合デバイスである TMUX1308-Q1 と TMUX1308A-Q1 のワースト ケース セトリング タイムを比較したラボ測定値を収集しました。図 3-1 にテスト構成を示します。

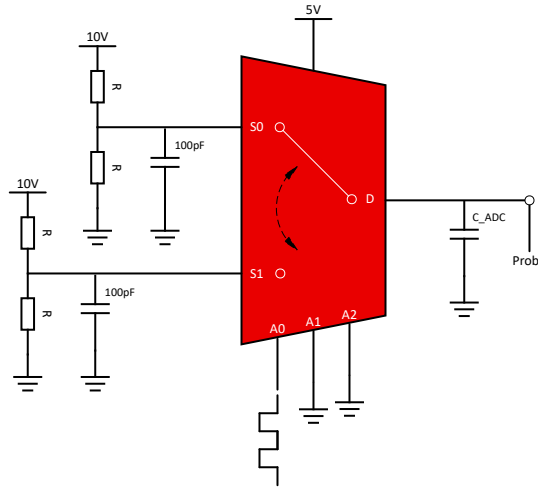


図 3-1. ラボでの測定設定

実験に使用したテスト条件は 3 つのデバイスすべてで同じです。入力には同じ値の 2 つの抵抗を使用した場合 10V が印加されていたため、電圧は半分に低下します。抵抗値 4.7kΩ、10kΩ、22kΩ、47kΩ を使用して測定を行います。静電容量は 100pF に固定されています。デバイスには 5V から電力が供給され、アドレスピン A1 と A2 のうち 2 本が接地されます。A0 には方形波入力があり、2 つのソースを継続的に切り替えます。最後に、ドレイン ピンに信号のセトリング タイムを示す検査があります。表 3-1 に示すように、TMUX1308A-Q1 は他の 2 つの部分より優れた特性を示しています。

表 3-1. セトリング タイムのテスト条件および結果

	R1(Ω)	R2(Ω)	Cs (pF)	Vs (V)	VDD(V)	TMUX1308A-Q1 t _{st} (μS)	TMUX1308-Q1 t _{st} (μS)	Comp-1 t _{st} (μS)
条件 1	4.7k	4.7k	100	10	5	3.5	5	4
条件 2	10k	10k	100	10	5	4	10.5	11
条件 3	22k	22k	100	10	5	7.5	15	15
条件 4	47k	47k	100	10	5	11.5	24	22

以下の図に、電圧および 12 ビット ADC エラービットの 3 つのデバイス間の、時間の経過に伴うセトリング タイムの比較を示します。電圧と時間の関係のグラフでは、TMUX1308A-Q1 はわずかに低下した後、他の 2 つのデバイスよりもはるかに速く回復します。ADC が読み取った電圧信号に小さな外乱が発生します。TMUX1308A-Q1 は他の 2 つのマルチプレクサと比較して、ADC で測定されるセンサ出力信号に加算される電圧歪みを大幅に低減します。ADC の誤差ビットと時間の関係を示すグラフでは、他の 2 つの部分に比べて誤差量ははるかに小さくなります。これは、TMUX1308A-Q1 からの信号の高速回復によるものです。

前述のように、これはゾーン/ボディコントロールモジュール アプリケーションなので、電源電圧が最大 60V になることがあります。その結果、クランプ回路に過度に多くの電流が流れ込むことを防止するために電流制限抵抗 (R_{lim}) が必要になる場合があります。動作可能な状態まで電圧を制限するには、さまざまな電圧入力レベルについて各種の抵抗値を使用する必要があります。

表 3-2. スイッチで 6V 未満の場合の R_{LIMIT} の値

$V_{input}(V)$	$R_{lim}(\Omega)$
12	1.6k
18	3k
19	3.3k
24	4.7k
36	10k
48	13k
60	15k

36V の入力条件を例に使用すると、10k Ω 制限抵抗を実装する必要があります。この抵抗を使用すると、TMUX1308A-Q1 のセトリングタイムが 4 μ S に短縮されます。

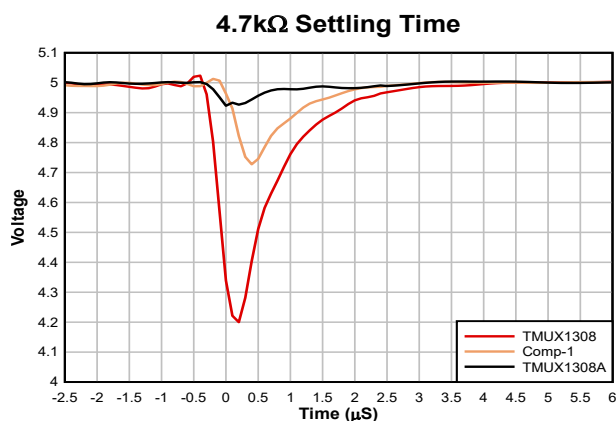


図 3-2. 4.7k Ω の電圧セトリングタイム

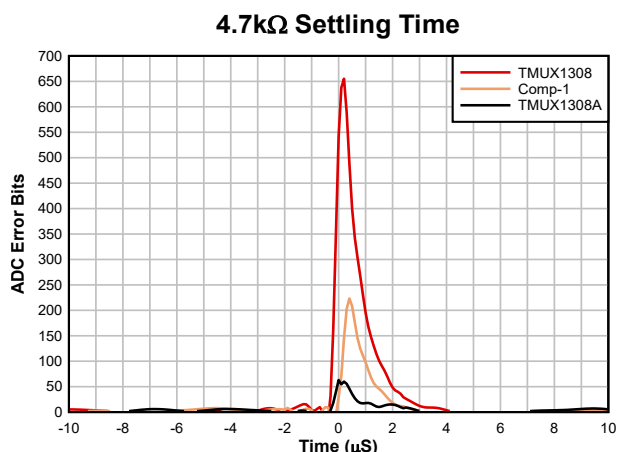


図 3-3. 4.7k Ω 12 ビット ADC エラービットのセトリングタイム

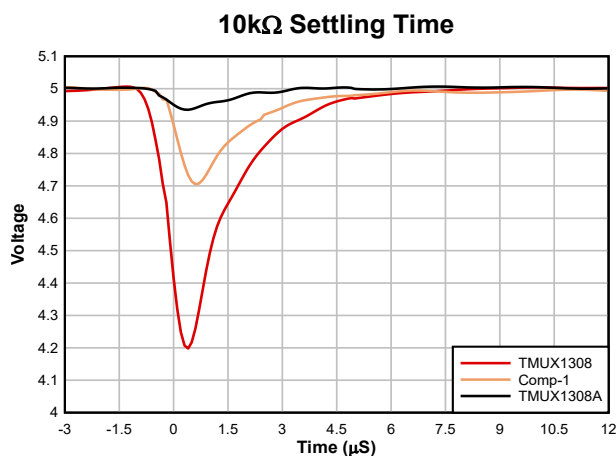


図 3-4. 10k Ω の電圧セトリングタイム

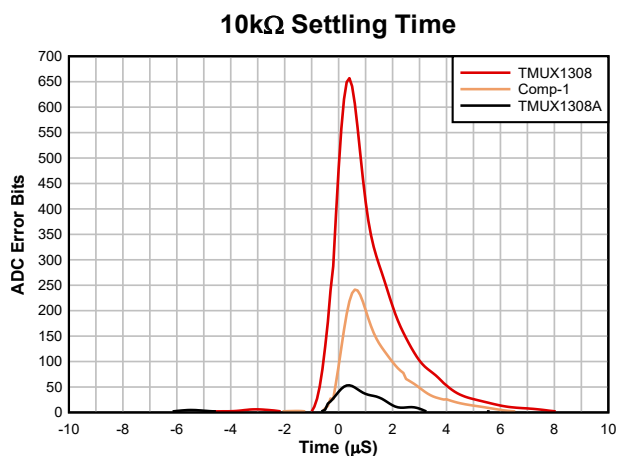


図 3-5. 10k Ω 12 ビット ADC エラービットのセトリングタイム

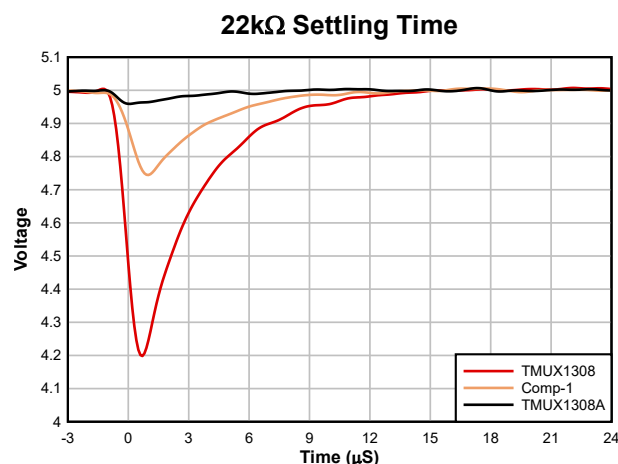


図 3-6. 22kΩ の電圧セトリング タイム

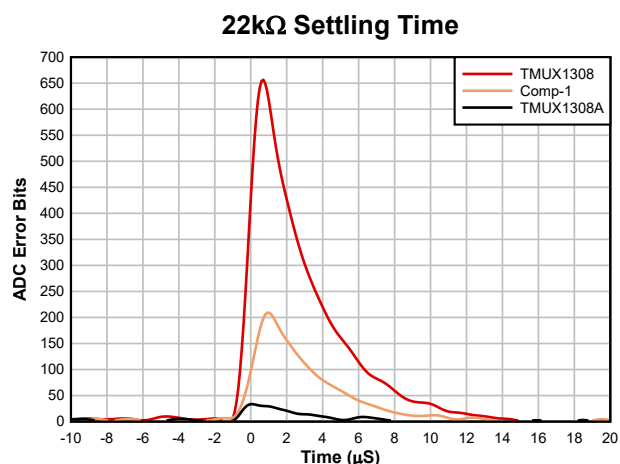


図 3-7. 22kΩ 12 ビット ADC エラー ビットのセトリング タイム

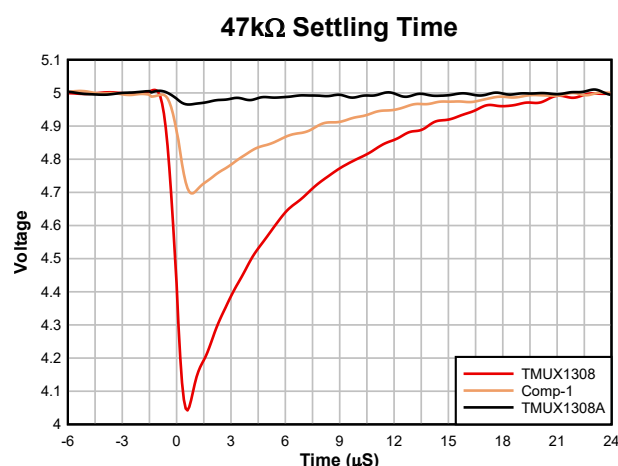


図 3-8. 47kΩ の電圧セトリング タイム

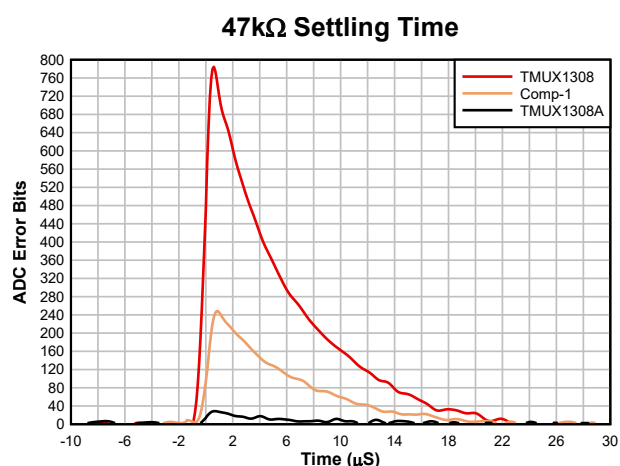


図 3-9. 47kΩ 12 ビット ADC エラー ビットのセトリング タイム

4 まとめ

TMUX1308A-Q1 は、他の 2 つのデバイスに比べて、セトリング タイムがはるかに高速です。この機能をセンサ ADC アプリケーションに実装すると、誤差を大幅に低減し、システムの機能を改善することができます。TMUX1308A には、産業用と自動車用の両方の定格バージョンがあります。これにより、複数のセンサ信号をすばやく繰り返すことができ、対応するセンサよりも ADC サンプルングが速くなります。

5 参考資料

- テキサス インストルメンツ、『[TMUX1308A-Q1 車載用 5V、双方向 8:1、1 チャネル マルチプレクサ、インジェクション電流制御および 1.8V ロジック搭載](#)』、製品ページ
- テキサス インストルメンツ、『[TMUX1308A 5V、双方向 8:1、1 チャネル マルチプレクサ、インジェクション電流制御および 1.8V ロジック搭載](#)』、製品ページ
- テキサス インストルメンツ、『[ゾーン アーキテクチャおよび MCU I/O 拡張](#)』アプリケーション ブリーフ
- テキサス インストルメンツ、『[TI アナログ スイッチおよびマルチプレクサによるバッテリー短絡保護](#)』アプリケーション ノート

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