

Application Note

MSPM0 MCU を使用して PWM を 0%~100% デューティサイクルにキャプチャす

Chao Gao and Wayne Huang

概要

このアプリケーション ノートでは、デューティサイクルが 0% から 100% の範囲の PWM 信号をキャプチャする必要があるアプリケーションに対応する実装方法を紹介しています。MSPM0 マイコン (MCU) を使用してこの信号をキャプチャする場合、通常はタイマ キャプチャ機能が使われます。しかし、タイマーはエッジトリガ イベントに依存しているため、デューティサイクルが 0% または 100% の場合にはキャプチャできません。これらの極端なデューティサイクルには、検出可能な立ち上がりや立ち下りのエッジが存在しないためです。

目次

1 MSPM0 タイマ キャプチャおよび比較モジュールの概要.....	2
2 0%または 100% のデューティサイクルをキャプチャするための実装.....	3
2.1 アプリケーションの条件.....	3
2.2 実装の概要.....	3
3 デモコードの実行.....	7
4 まとめ.....	7
5 参考資料.....	7

図の一覧

図 1-1. パルス幅キャプチャ モード.....	2
図 2-1. メイン スレッドのソフトウェア フロー.....	3
図 2-2. TIMER1 ISR.....	4
図 2-3. TIMER3 ISR.....	4
図 2-4. デモの COMP 実装の相互接続.....	5
図 2-5. デモの ADC 実装の相互接続.....	5
図 2-6. デモの GPIO 実装接続.....	6
図 3-1. Sealee によってキャプチャされたテスト結果信号.....	7

表の一覧

表 3-1. LP-MSPM0L1306 による信号割り当てのテスト.....	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 MSPM0 タイマ キャプチャおよび比較モジュールの概要

デバイスに基づいて、汎用タイマ (TIMG) と高度制御タイマ (TIMA) の 2 種類のタイマを使用できます。どちらのタイマも共通のタイマ アーキテクチャを使用しており、キャプチャ機能は同じです。TIMG には、最大 2 つの同一のキャプチャおよび比較ブロックがあります。TIMA には、外部または内部信号をサポートするために、最大 4 つの同一のキャプチャおよび比較ブロックが搭載されています。ただし、TIMG14 は例外として最大 4 つのブロックをサポートできます。

パルス幅キャプチャは、CCP 上の信号の High 時間を測定します。High 時間とは、CCP 入力の立ち上がりエッジから立ち下がりエッジまでの TIMCLK 周期数を指し、PWM 入力信号のデューティ サイクルを測定する用途に有用です。カウンタは正のエッジでロードされ、負のエッジでキャプチャされます (キャプチャ イベントが生成されます)。

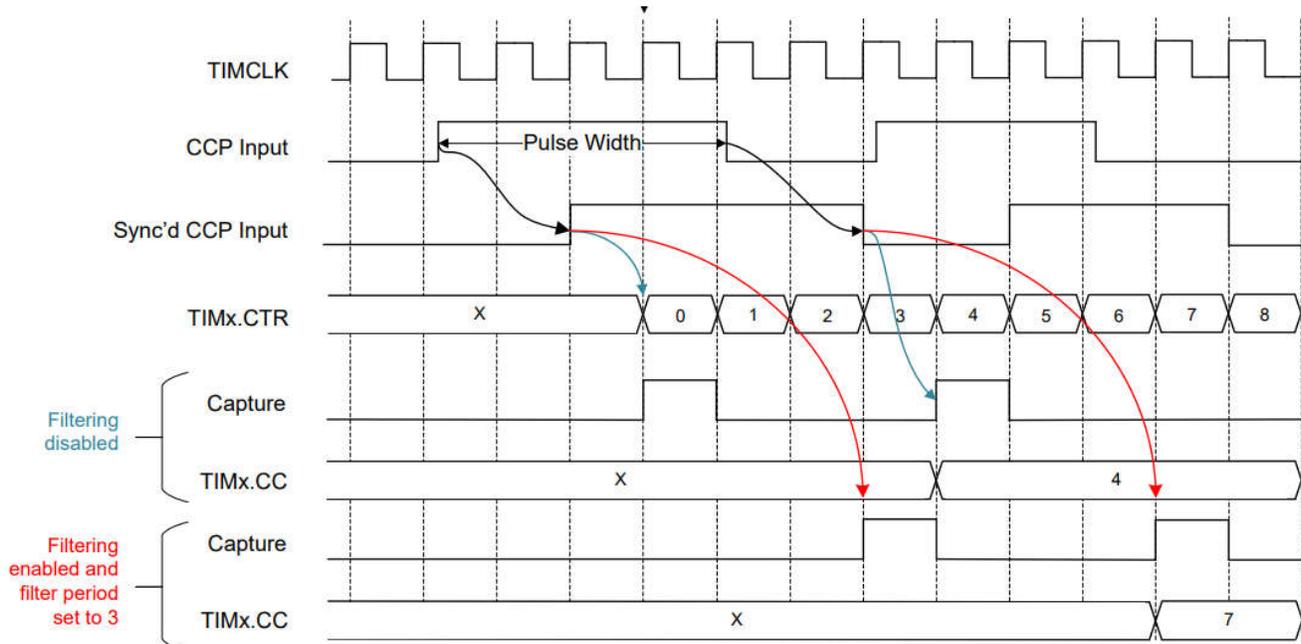


図 1-1. パルス幅キャプチャ モード

すでに説明したように、MSPM0 タイマは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジに依存して、PWM デューティ サイクルを測定します。0% と 100% のデューティ サイクルにはこれらのエッジがないため、これらは直接キャプチャすることはできません。

2 0%または100%のデューティサイクルをキャプチャするための実装

2.1 アプリケーションの条件

0% または 100% のデューティサイクルをキャプチャするには、PWM 周波数を固定して既知にするか、または既知の値に変更する必要があります。周波数が予測不能に変化すると、これらの極端なデューティサイクルを検出することはできません。

2.2 実装の概要

固定周波数の PWM デューティサイクルをキャプチャするには、PWM と同じ周波数で動作する追加のタイムアウト タイマを使用できます。このタイマは、デューティサイクルが 0% または 100% の状態になるとタイムアウト イベントを生成し、その後 PWM 信号の High または Low を検出します。

MSPM0 のタイマには入力信号の状態を監視するレジスタがないため、信号の状態を検出するには他のペリフェラルを使用する必要があります。このアプリケーション ノートのソフトウェア フローを以下に示します。

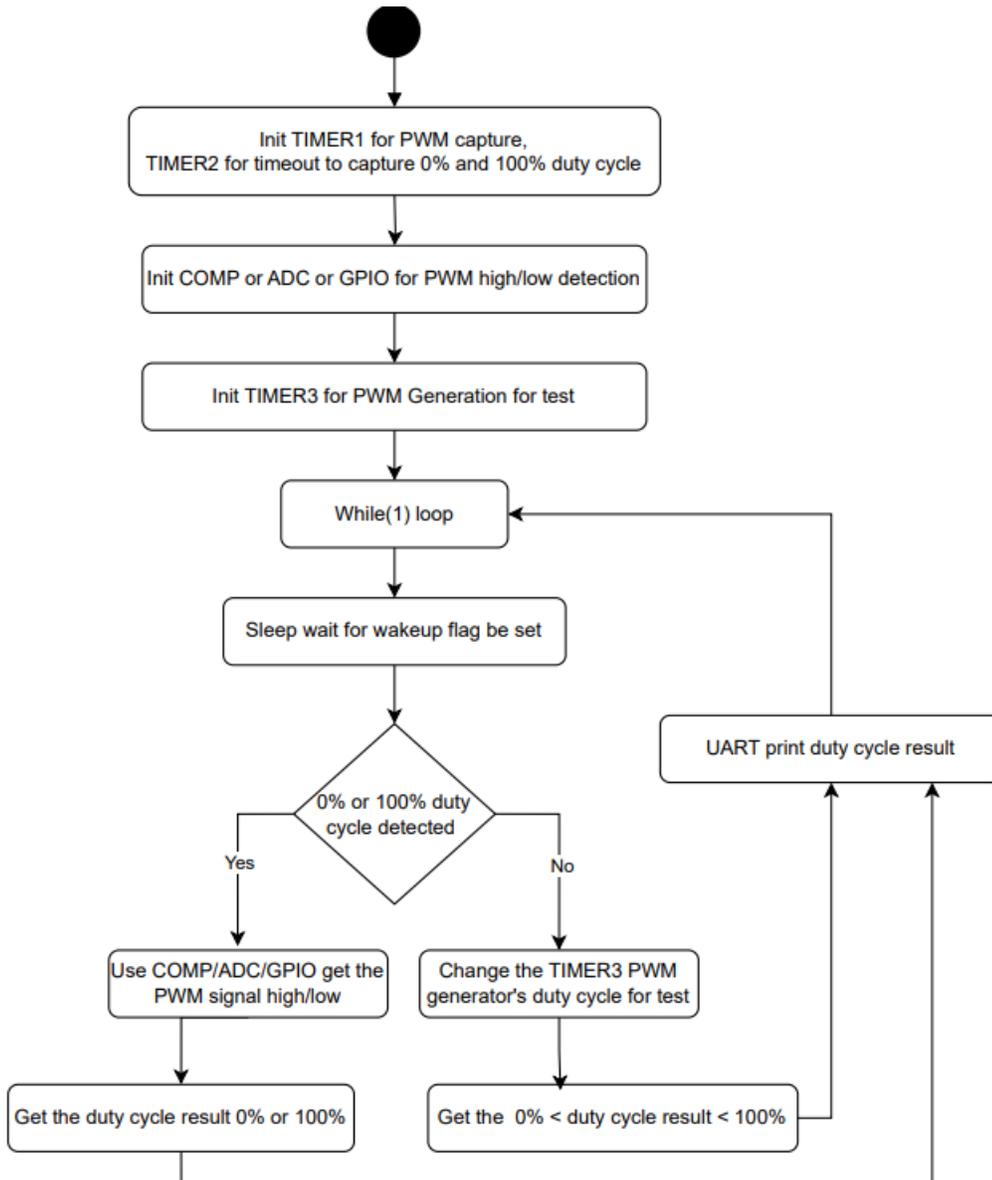


図 2-1. メイン スレッドのソフトウェア フロー

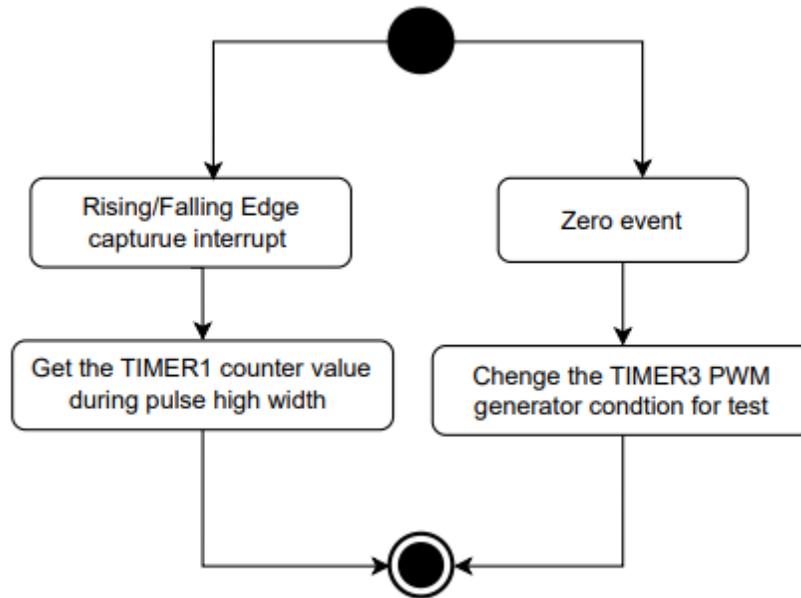


図 2-2. TIMER1 ISR

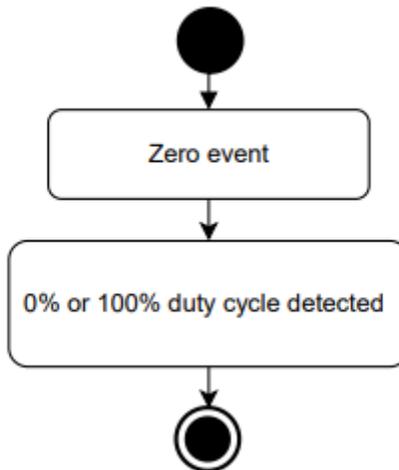


図 2-3. TIMER3 ISR

2.2.1 COMP 検出の High または Low を使用

使用している MSPM0 にコンパレータ (COMP) が搭載されており、他の機能に使用されていない場合は、それを利用してデューティサイクルが 0% または 100% の High または Low を検出できます。内部接続は、以下のデモコードのように接続できます。

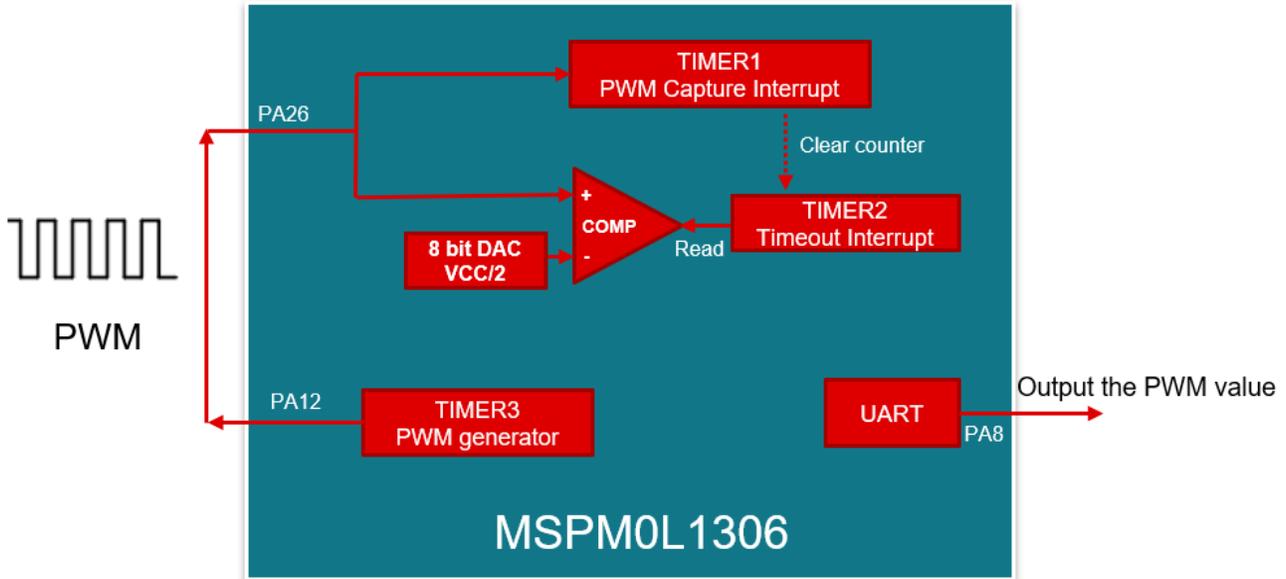


図 2-4. デモの COMP 実装の相互接続

この実装では、検出のために追加のピンを使用しません。COMP は TIMER1 のキャプチャ入力と同じ入力ピンを共有します。この実装では、PWM キャプチャピンがタイマのキャプチャ入力および COMP 入力の機能を共有する必要があります。

2.2.2 ADC を使用して High と Low を検出

すべての MSPM0 には ADC およびマルチ入力チャネルが搭載されており、デューティサイクルが 0% または 100% の High または Low を検出するために使用できます。内部接続はデモコードに示すように接続できます。

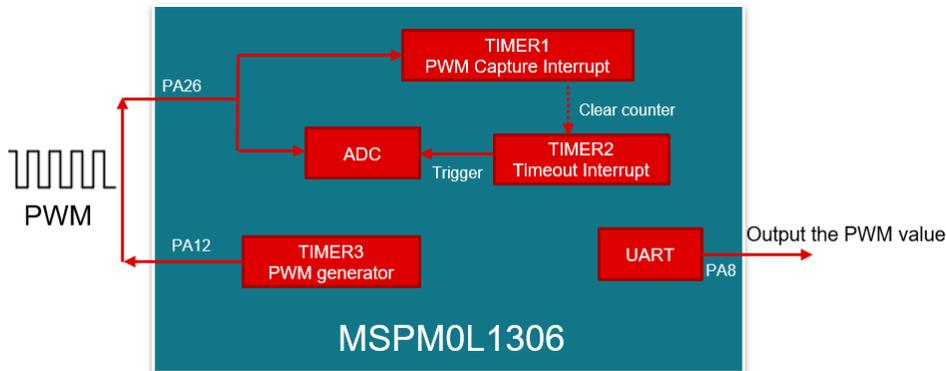


図 2-5. デモの ADC 実装の相互接続

この実装では、検出のために追加のピンを使用しないでください。ADC チャンネルは TIMER1 のキャプチャ入力と同じ入力ピンを共有します。この方法では、PWM キャプチャピンがタイマのキャプチャ機能と ADC 入力機能を共有する必要があります。

2.2.3 GPIO 検出の High または Low を使用

上記の実装がアプリケーションで使用できない場合は、GPIO を使用してデューティ サイクルが 0% または 100% の High または Low を検出します。この実装では、PWM を検出するために追加の GPIO が必要です。内部接続はデモコードに示すように接続できます。

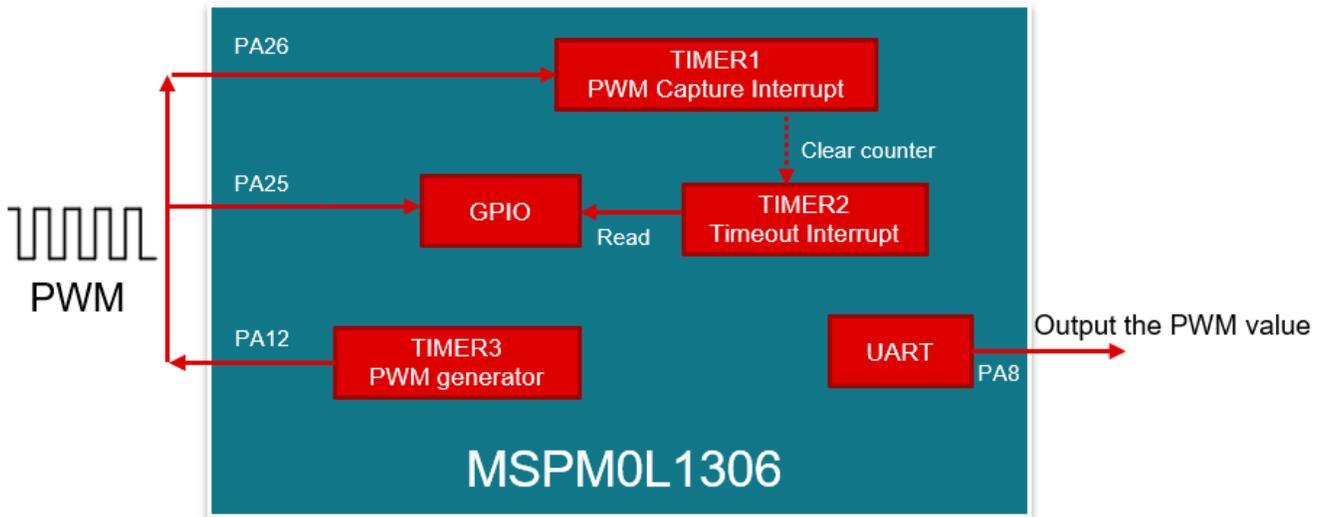


図 2-6. デモの GPIO 実装接続

IOMUX には入力マルチプレックス (mux) モジュールがあるものの、TI は、1 つの GPIO をタイマーのキャプチャ入力として使用し、さらにその GPIO を 0% または 100% のデューティ サイクルの High または Low を検出する入力としても使用することを推奨しています。IO Mux が GPIO モードのままになっている場合、デューティ サイクルが 0% でも 100% でもない PWM が存在すると、PWM サイクルが 1 回欠落する可能性があります。また、タイマーのキャプチャ モードに戻す際に、グリッチが発生することもあります。2 つの GPIO を使用するこの実装では、これらの問題を回避できます。

3 デモコードの実行

このアプリケーション ノートでは、0% または 100% のデューティ サイクルが高いまたは低い検出を行うために COMP、ADC、GPIO を使用した 3 種類のデモ コードについて説明します。LP-MSPM0L1306 を使用してこのデモをテストできます。信号の割り当てを [表 3-1](#) に示します。

表 3-1. LP-MSPM0L1306 による信号割り当てのテスト

信号	LP-MSPM0L1306	説明
PWM	PA12	125Hz の周波数で動作する PWM を生成します。デューティ サイクルは 0%、50%、100% の範囲で変化します
キャプチャ	PA26	PWM デューティ サイクルのキャプチャ
GPIO のキャプチャ	PA25	0% または 100% のデューティ サイクルが High または Low の検出に使用されます (GPIO 実装のみが必要)
UART	PA8	9600 ボーレートですべての PWM デューティ サイクルを印刷し
GPIO のデバッグ	PA0、PA1、PA3	デバッグ用として、現在 PA0 はすべての TIMER1 割り込みのモニタリングに使用されており、PA1 は PWM エッジ キャプチャ割り込みのモニタリングに、PA3 は TIMER1 のゼロ イベント割り込みのモニタリングに使用されています

このソフトウェアは、[ソフトウェア デモ](#)からダウンロードできます。

COMP デモ コードは、以下のデモの実行方法を示すための例として使用されます。

1. デモ コードを CCS にインポートし、ビルドします
2. PA12 と PA26 を接続するには、ジャンプワイヤを使用します
3. Sealee のようなロジック アナライザを使用して、信号を監視します (PWM、UART、GPIO のデバッグ)
4. LP-MSPM0L1306 を PC に接続し、コードをボードにダウンロードします
5. ロジック アナライザをオンにして、キャプチャを開始し、コードを実行します
6. 以下 に、テスト結果を示します。

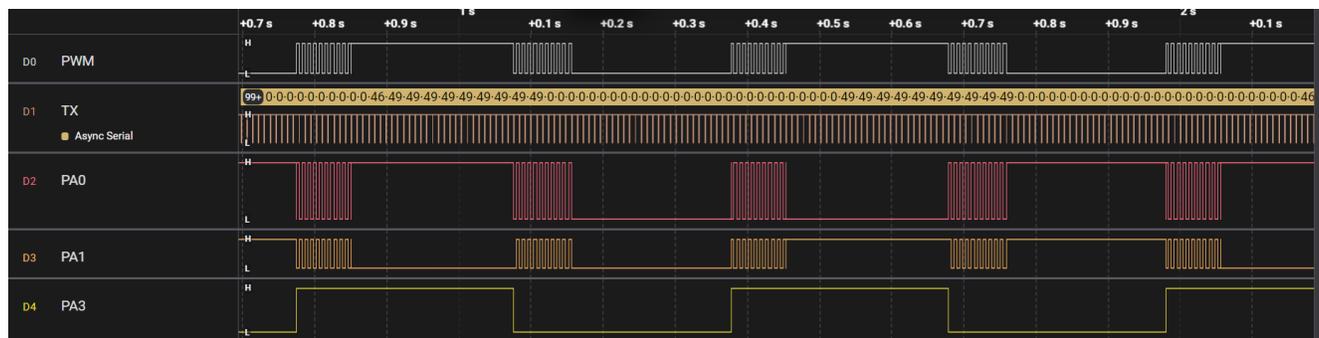


図 3-1. Sealee によってキャプチャされたテスト結果信号

4 まとめ

このアプリケーション ノートでは、MSPM0 MCU を使用して、デューティ サイクルが 0% から 100% の範囲の PWM 信号を検出するための実装例を設計者向けに提供しています。1 つの制限事項は、PWM 周波数を変更できないことです。

5 参考資料

- テキサス・インスツルメンツ、『MSPM0 L シリーズ 32MHz マイコン』、技術参照マニュアル

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