参考資料

Design Guide: TIDA-010263

*センサとアクチュエータ向け、**IO-Link** デバイス実装のリファレンス・デザイン*

概要

このリファレンス・デザインでは、IO-Link デバイス・インターフェイスの実装例を示します。このデザインには、低ドロップアウト (LDO) や低消費電力マイコンを含む IO-Link デバイスの物理層 (PHY) が含まれています。この組み合わせは、IO-Link COM3 の転送レートと 400µs のサイクル時間をサポートしています。MSPM0 マイコンには内部発振器が内蔵されているため、MCU は外付けの水晶振動子を必要とせずにこのアプリケーションを実行でき、コストとスペースを節約できます。

リソース

TIDA-010263	デザイン・フォルダ
TIOX1X2XEVM	ツール・フォルダ
LP-MSPM0L1306	ツール・フォルダ

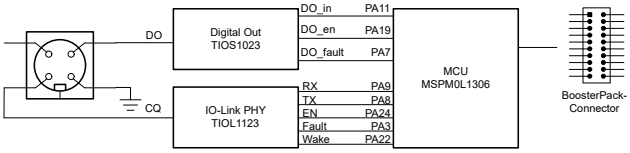
テキサス・インスツルメンツの TI E2E™ サポート・エキスパートにお問い合わせください

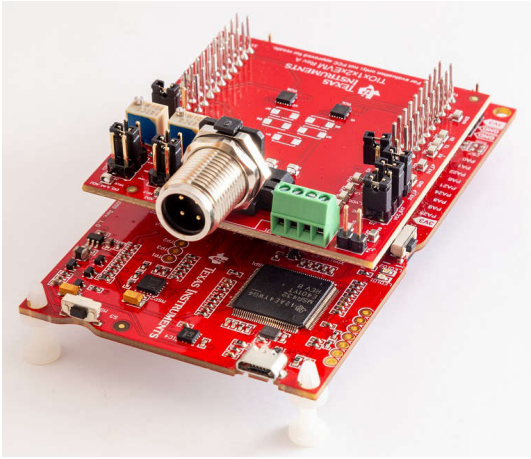
特長

- COM3 および 400µs のサイクル時間をサポートする、内蔵の 32MHz 発振器による水晶振動子を使用しない動作
- TEConcept によって開発された IO-Link デバイス・スタックを実行する、低消費電力 Arm® Cortex® M0+ マイコン
- PHY 内蔵 20mA LDO を備えた 2 チップ設計
- IEC 61000-4-2 (ESD)、IEC 61000-4-4 (EFT)、IEC 61000-4-5 (サージ) に準拠する EMC 保護を内蔵したデバイス・トランシーバ
- 出力ドライバの立ち上がり時間と立ち下がり時間を制限し、オーバーシュートと EMI を最小限に抑える

アプリケーション

- 状況監視センサ
- 流量トランスミッタ
- アクチュエータ
- レベル・トランスミッタ
- 圧力トランスミッタ
- 温度トランスミッタ
- 位置センサ
- 近接スイッチ
- アクセス制御
- サイネージ





Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

1 システムの説明

このリファレンス・デザインは、IO-Link デバイスとして動作するセンサまたはアクチュエータのデジタル通信インターフェイスの実装例を示します。このデザインには、IO-Link デバイス・トランシーバ (PHY) とマイコンが含まれています。

TIOL112 IO-Link PHY には、IEC 61000-4-2 (ESD)、IEC 61000-4-4 (EFT)、IEC 61000-4-5 (サージ) に準拠した保護回路と 20mA LDO が含まれています。これにより、設計者は外部保護デバイスや追加電源を必要とせずにシンプルなシステムを構築できます。

MSPM0L1306 マイコンを使用すると、PHY の LDO 出力から直接 MCU に電力を供給することができ、追加のセンサや ADC を接続するのに十分なヘッドルームを残すことができます。

PHY と MCU の間の電源接続に加えて、PHY はマイコンの UART ペリフェラルにも接続されます。MCU 上で動作するソフトウェアは、それに応じてタイミングを制御する必要があります。外部タイミング抵抗を備えた内部発信器は、COM3 モードでの動作に必要な精度を提供し、IO-Link 規格の要件を満たします。これにより、外部水晶振動子が不要になるので、小型のシステムを構築できます。

BoosterPack™ プラグイン・モジュール形式の TIOL112 EVM と、MSPM0L1306 LaunchPad™ 開発キットおよび TEConcept の IO-Link スタックを全体的に組み合わせることにより、優れた評価プラットフォームが提供されます。なぜなら、BoosterPack™ プラグイン・モジュールのヘッダーには、すべての無償インターフェイスが公開されており、より多くのセンサ、ADC、またはその他のペリフェラルを追加することができるからです。

1.1 主なシステム仕様

通信インターフェイス	IO-Link 1.1.3
転送レート	COM3 (230400 ボー)
サイクル時間	400µs
EMC 保護機能内蔵	• ±8kV IEC 61000-4-2 ESD 接触放電 • ±4kV IEC 61000-4-4 電気的高速過渡 • ±1.2kV、500Ω IEC 61000-4-5 サージ

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

2 システム概要

2.1 ブロック図

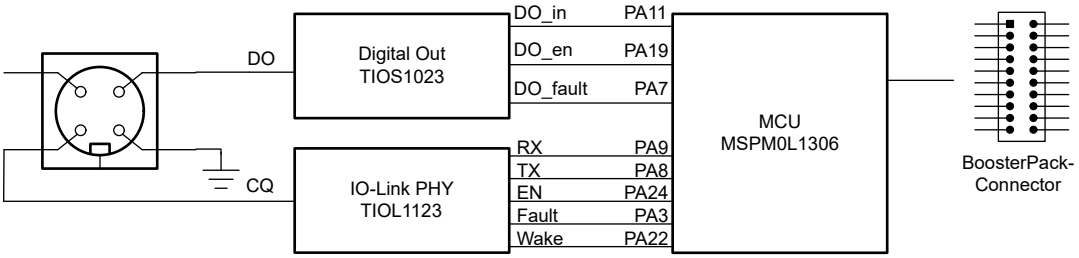


図 2-1. TIDA-010263 のブロック図

2.2 設計上の考慮事項

この設計は、センサまたはアクチュエータの通信バックエンドの実装を示しています。この実装は、TIOL112 の評価ボードである TIOX1X2XEVM と、MSPM0L1306 の評価ボードである LP-MSPM0L1306 の組み合わせで構成されています。両方のボードをスタックすることができ、評価の準備はできています。

デフォルトでは、TIOX1X2XEVM には、3.3V レギュレータを含む TIOL1123 と TIOS1023 が搭載されています。このボードのデフォルトのジャンパ設定では、MSPM0 LaunchPad に個別に電力を供給する必要があります。TIOL デバイスの内部 LDO を使用するには、J9 の V_{CC} にジャンパを追加する必要があります。

TIOL112 および TIOS102 の CQ ラインの電流制限は、外付け抵抗を使用して調整できます。評価ボードのデフォルトの抵抗値は 25.5kΩ であり、これは 200mA の電流に相当します。オプションとして、電流制限を調整できるポテンショメータがボード上にあります。

IO-Link トランシーバに加えて、デバイスのクロッキングも重要な要素です。IO-Link 規格では、ボーレートの許容誤差が 1% よりも優れていることが要求されます。外部リファレンス抵抗を備えた MSPM0 の内部発振器は、必要な 1% よりもはるかに良好に動作できます。UART ボーレート生成用の分数分周器も使用することで、結果として得られる UART ボーレートの許容誤差を 1% 以内に抑えることができます。

IO-Link には、少量の構成データを保存する方法も必要です。これは、内部フラッシュまたは外部 EEPROM に保存できます。内部フラッシュはすでに利用可能であり、外部コンポーネントを必要としないという利点があります。しかし、内部フラッシュのサイズには制限があるため、セクタ全体の消去が必要です。この消去サイクルの間、フラッシュにアクセスできず、その時間が必要な IO-Link サイクル時間よりも長くなる可能性があります。場合によっては、消去サイクルの量が制限されていることも問題になる可能性があります。

外部 I2C EEPROM、FRAM、またはフラッシュは、より多くのスペースとより多くのコンポーネントが必要ですが、他の問題を解決することができます。正確なアプリケーションに応じて、どちらか一方の設計が適切なアプローチとなる可能性があります。

2.3 主な使用製品

2.3.1 TIOL112

TIOL112x ファミリのトランシーバには、工業用の双方向ポイント・ツー・ポイント通信用に IO-Link インターフェイスが実装されています。このデバイスが 3 線式のインターフェイス経由で IO-Link マスタに接続されているとき、マスタは通信を開始してリモート・ノードとデータを交換でき、TIOL112x はこの通信の完全な物理層として機能します。

これらのデバイスは、最大 1.2kV (500Ω) の IEC 61000-4-5 サージに耐えることができ、また、逆極性保護を内蔵しています。ピンによりプログラム可能なインターフェイスを使って、コントローラ回路と容易に接続できます。出力電流制限は、外付けの抵抗を使用して構成できます。TIOL112x デバイスはウェークアップ・パルスを生成するように構成することができ、IO-Link のマスター・アプリケーションで使用できます。低電圧、過電流、過熱状態に対するフォルト通知および内部保護機能を備えています。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

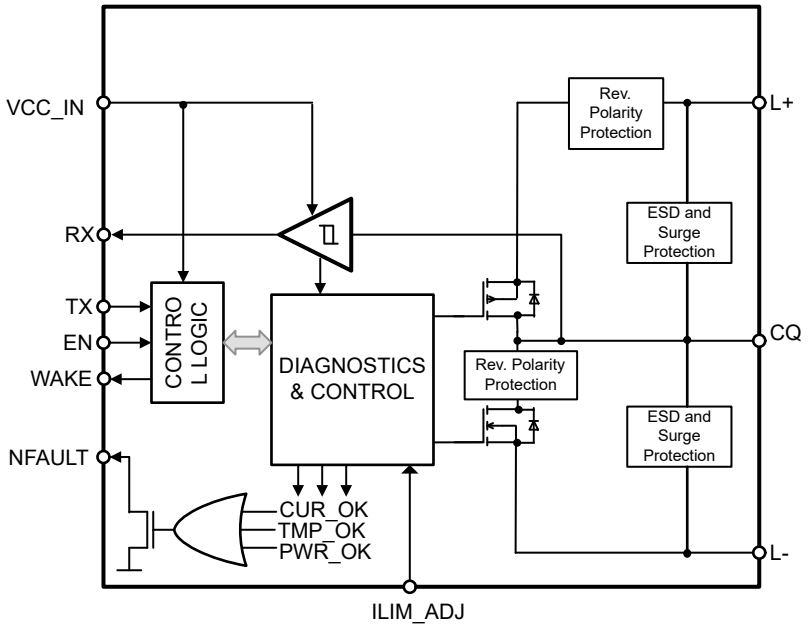


図 2-2. TIOL112 のブロック図

TIOL112 または TIOL112x トランシーバは、過電流、過電圧、過熱状態に対する保護機能を実装しています。また、このデバイスは、外付けの抵抗を使用してドライバの出力電流の電流制限設定も提供します。

このデバイスは、内部のリニア・レギュレータを介して IO-Link L+ 電圧 (公称 24V) から低電圧電源を生成し、ローカル・コントローラおよびセンサ回路に電力を供給します。

2.3.2 MSPM0L1306

MSPM0L134x および MSPM0L130x マイコン (MCU) は、最高 32MHz の周波数で動作する拡張 Arm® Cortex®-M0+ コア・プラットフォームに基づく、ミックスド・シグナル・プロセッサ (MSP) 高集積超低消費電力 32 ビット MSPM0 MCU ファミリの製品です。このようにコスト的に最適化された MCU は、高性能のアナログ・ペリフェラルを統合し、-40℃～125℃ の拡張温度範囲をサポートし、供給電圧範囲 1.62V～3.6V で動作します。

MSPM0L134x および MSPM0L130x デバイスは、最大 64KB の組込みフラッシュ・プログラム・メモリと、最大 4KB の SRAM を内蔵しています。これらの MCU は ±1.2% の精度の高速オンチップ発振器を内蔵しているため、外部水晶振動子は不要です。追加機能には、3 チャネル DMA、16 および 32 ビット CRC アクセラレータ、各種の高性能アナログ・ペリフェラル (1 つの設定可能内部リファレンス電圧付き 12 ビット 1.68MSPS A/D コンバータ (ADC)、1 つのリファレンス電圧 DAC 内蔵高速コンパレータ、2 つのゲインをプログラム可能なゼロドリフト・ゼロクロスオーバー・オペアンプ、1 つの汎用アンプ、1 つのオンチップ温度センサなど) が含まれます。これらのデバイスは、4 つの 16 ビット汎用タイマ、1 つのウィンドウ付きウォッチドッグ・タイマ、各種通信ペリフェラル (2 つの UART、1 つのシリアル・ペリフェラル・インターフェイス (SPI)、2 つの I2C など) などのインテリジェントなデジタル・ペリフェラルも備えています。これらの通信ペリフェラルは LIN、IrDA、DALI、マンチェスター、スマート・カード、SMBus、PMBus プロトコルをサポートしています。

テキサス・インスツルメンツの MSPM0 低消費電力 MCU ファミリは、各種のアナログおよびデジタル回路を内蔵したデバイスで構成されているため、お客様はプロジェクトのニーズを満たす MCU を見つけることができます。そのアーキテクチャと豊富な低消費電力モードは、携帯型測定アプリケーションで長いバッテリ駆動時間を実現するように最適化されています。

MSPM0L134x および MSPM0L130x MCU は、広範囲にわたるハードウェアおよびソフトウェアのエコシステムによってサポートされており、リファレンス・デザインやコード・サンプルによって設計を迅速に開始できます。開発キットには、購入可能な LaunchPad キットとターゲット・ソケット・ボード用の設計ファイルが含まれています。また、テキサス・インスツルメンツは無償の MSP ソフトウェア開発キット (SDK) も提供しており、Code Composer Studio™ IDE デスクトップのコンポーネントとして利用できます。また、TI Resource Explorer ではクラウド・バージョンを利用できます。MSPM0 MCU には、広範囲にわたるオンライン資料、MSP Academy によるトレーニング、TI E2E™ サポート・フォーラムによるオンライン・サポートも用意されています。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

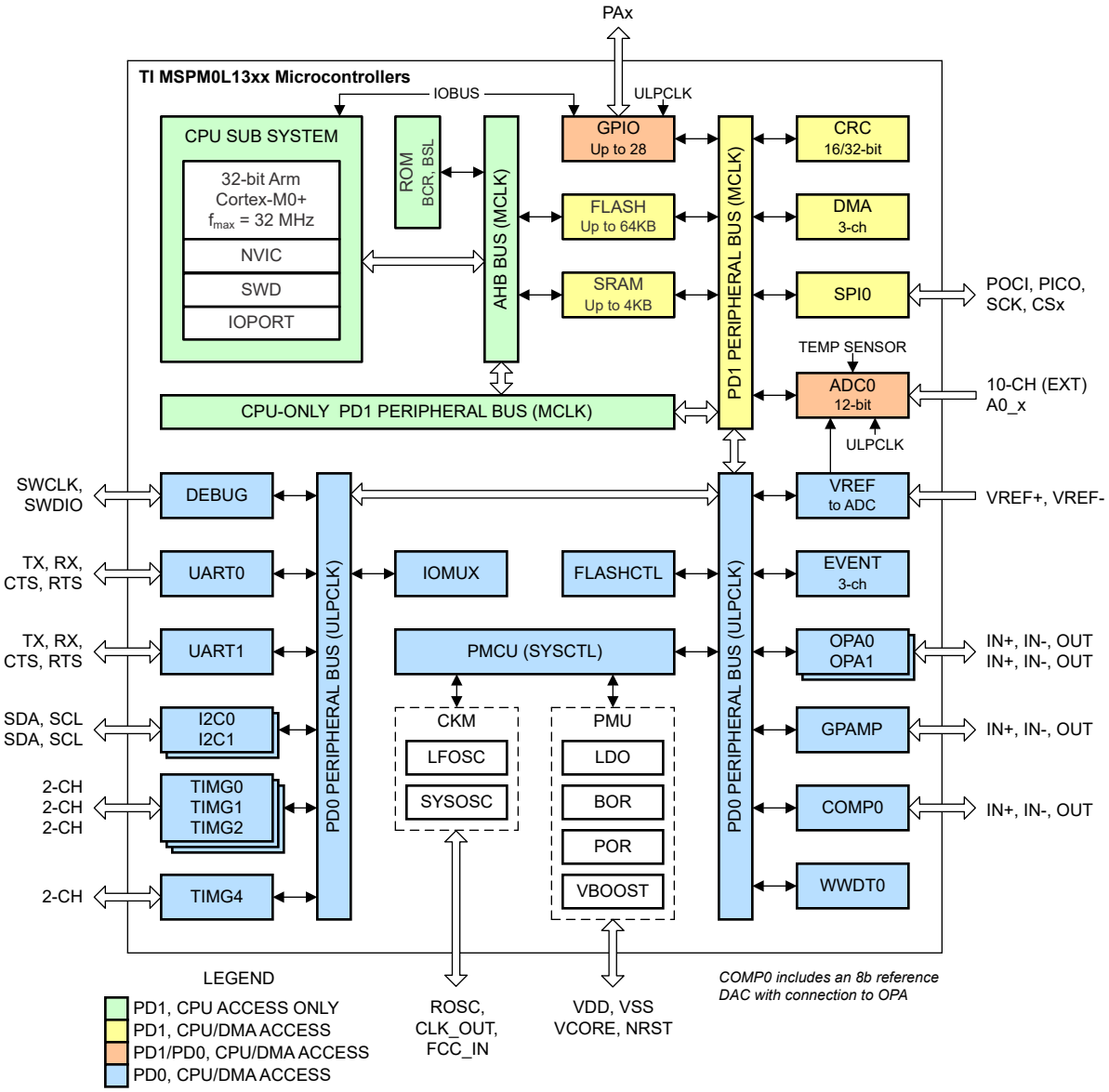


図 2-3. MSPM0L130x の機能ブロック図

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

3 ハードウェア、テスト要件、およびテスト結果

3.1 ハードウェア要件

TIOx1x2x EVM を MSPM0 LaunchPad 開発キットの IO-Link で動作させるには、ジャンパが正しく設定されていることを確認してください。図 3-1 をガイドラインとして使用してください。

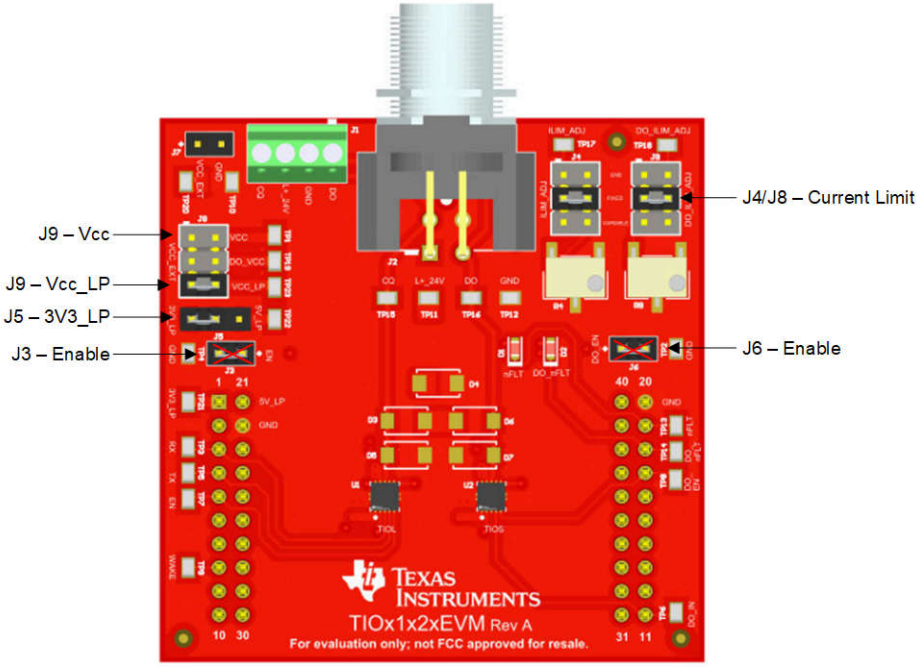


図 3-1. TIOx1x2xEVM のジャンパ設定

TIOL のイネーブル・ラインを制御できるようにするには、J3 を取り外します。そうしないと、IO-Link スタックはイネーブル・ラインを制御できず、したがって TIOL112 ドライバも制御できません。ドライバは損傷しませんが、故障の原因となります。

また、J6 も取り外す必要があります。これは追加のデジタル出力デバイスのイネーブル・ラインです。この変更の背後にある理由は、デバイスをイネーブルにすることではなく、このラインが SWDIO と共有されているため、デバッグ・ラインの 1 つになっていることです。このジャンパを使用してこのラインを GND にプルすると、マイコンのデバッグができなくなります。

J9 と J5 は電源を制御します。TIOx1x2xEVM が変更されていない (および TIOL1123 でアセンブルされている) 限り、常に J5 を 3V3_LP に設定します。J9 により、この設計における電源供給元を制御することができます。Vcc_LP にはジャンパがあるため、LaunchPad 開発キットには独自の電源が必要です。L+ ラインと TIOL1123 内のリニア・レギュレータから LaunchPad に電力を供給するには、V_{CC} にもジャンパを設定します。

表 3-1. TIOx1x2xEVM のジャンパ構成

ジャンパ	構成	備考
J3	削除	TIOL112 イネーブル・ライン
J4	固定に設定	TIOL112 電流制限
J5	3V3_LP に設定	電源選択
J6	削除	TIOS102 イネーブル・ライン
J8	未使用	TIOS102 電流制限
J9	Vcc_LP と V_{CC} を短絡	電源選択

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

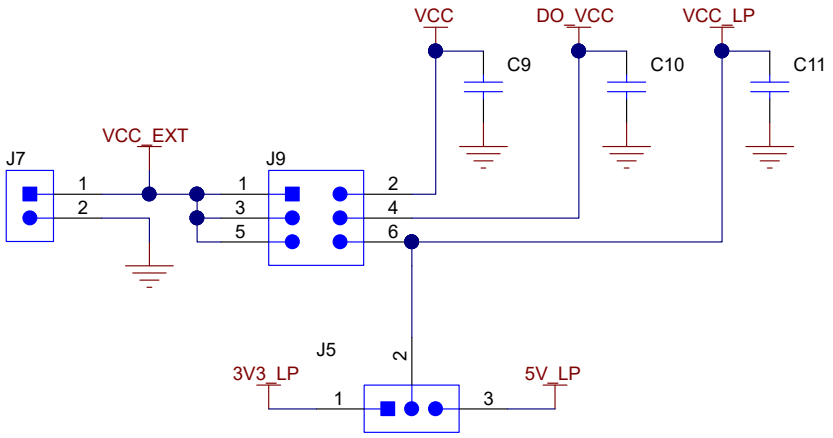


図 3-2. ジャンパ設定 V_{CC}

詳細については、『TIOx1x2x EVM ユーザー・ガイド』を参照してください。

適切な通信を行うためには、前述の適切な構成に加えて、MSPM0L1306 を正しく構成する必要があります。図 3-3 に、MSPM0L1306 LaunchPad™ 開発キットのジャンパ設定を示します。J16 および J17 のデフォルト構成は、このように変更する必要があります。

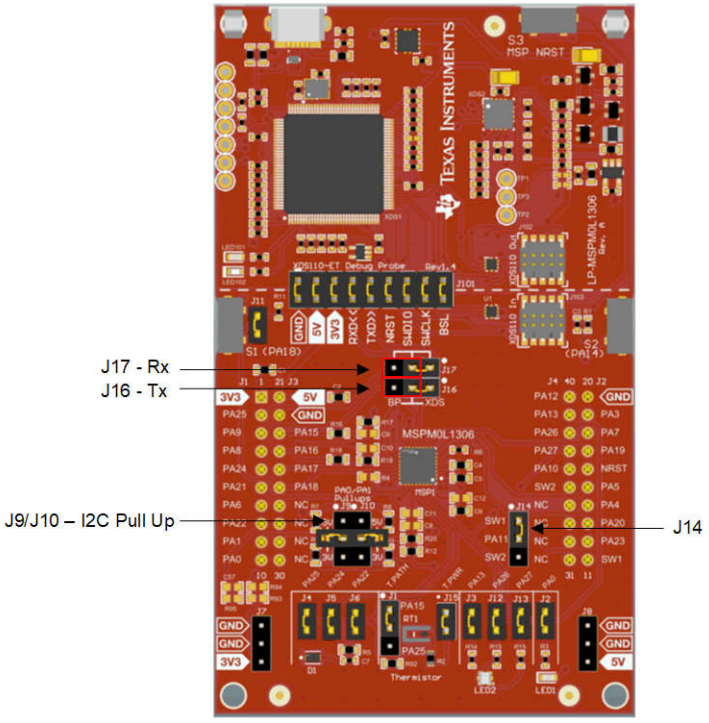


図 3-3. MSPM0L1306 LaunchPad™ 開発キットのジャンパ設定

表 3-2. MSPM0L1306 のジャンパ構成

ジャンパ	構成	備考
J9 および J10	オープンまたは 2～3	I2C ピンのプルアップを構成します。外部 I2C EEPROM を使用する場合は、2～3 に設定します。
J14	1～2	
J16 および J17	2～3	UART 信号を BoosterPack ヘッダーに構成します。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

3.2 テスト設定

リファレンス・デザインをテストするには、図 3-4 に示すように TIDA-010234 を接続します。COM3 と 400µs の IO-Link 通信を開始し、タイミングを測定することができます。

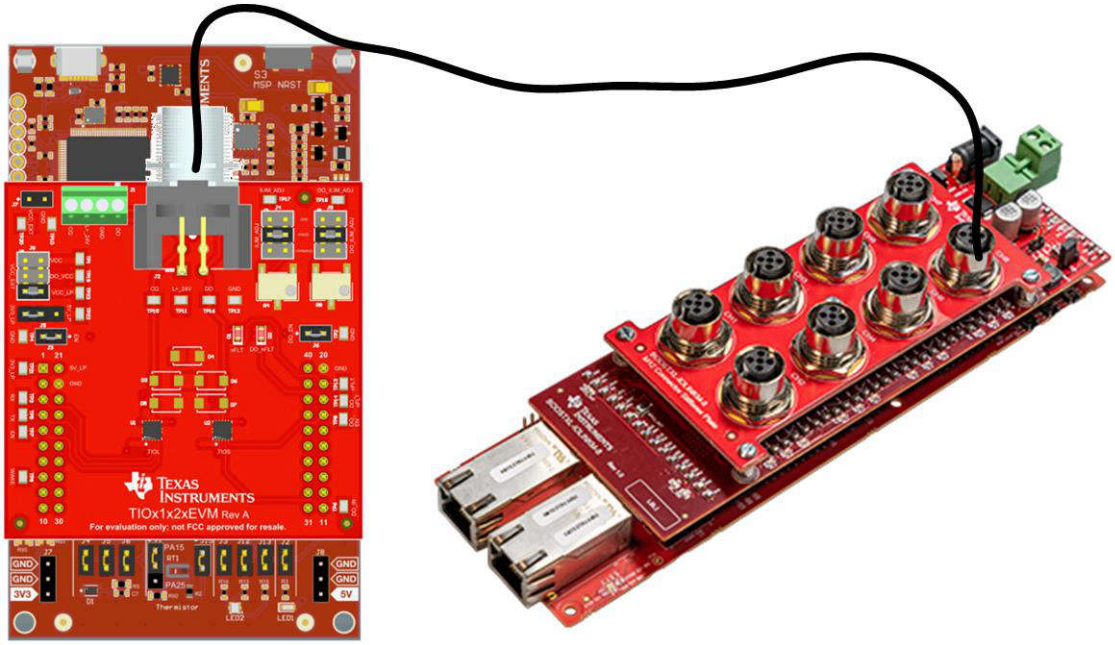


図 3-4. テスト設定

3.3 テスト結果

TIDA-010263 のテスト結果は、最新のソフトウェア・リリースが利用できるかどうかによって異なります。このドキュメントが発行された時点では、必要なソフトウェアは不完全でした。この設計ガイドの次のバージョンで、更新されたテスト結果をご確認ください。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

4 設計とドキュメントのサポート

4.1 設計ファイル

4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、TIDA-010263 の設計ファイルを参照してください。

4.1.2 BOM

部品表 (BOM) をダウンロードするには、TIDA-010263 の設計ファイルを参照してください。

4.2 ツールとソフトウェア

ツール

LP-MSPM0L1306	MSPM0L1306 32MHz Arm® Cortex®-M0+ マイコン用 LaunchPad™ 開発キット
TIOx1x2xEVM	IO-Link 対応、TIOL112x と TIOS102x 向けの評価基板
TIDA-010234	8 ポート IO-Link マスタのリファレンス・デザイン

4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス・インスツルメンツ、『TIOx1x2x 評価基板』ユーザー・ガイド
2. テキサス・インスツルメンツ、『MSPM0L1306 LaunchPad 開発キット (LP-MSPM0L1306)』ユーザー・ガイド

4.4 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計で必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの使用条件を参照してください。

4.5 商標

TI E2E™, BoosterPack™, LaunchPad™, Code Composer Studio™, and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.
Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

5 著者について

STEFFEN GRAF は、テキサス・インスツルメンツのシステム・エンジニアであり、産業用部門でのリファレンス・デザイン開発を担当しています。Steffen は、シングルペア・イーサネット、PoDL (Power Over Data Lines)、IO-Link などの分野で豊富な経験を持っています。彼は、ドイツのダルムシュタットにある応用科学大学で電気工学の修士号を取得しています。

Copyright © 2023 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、または ti.com やかかる TI 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。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。

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、TI 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 © 2023, Texas Instruments Incorporated