

EVM User's Guide: LP-MSPM0G3507

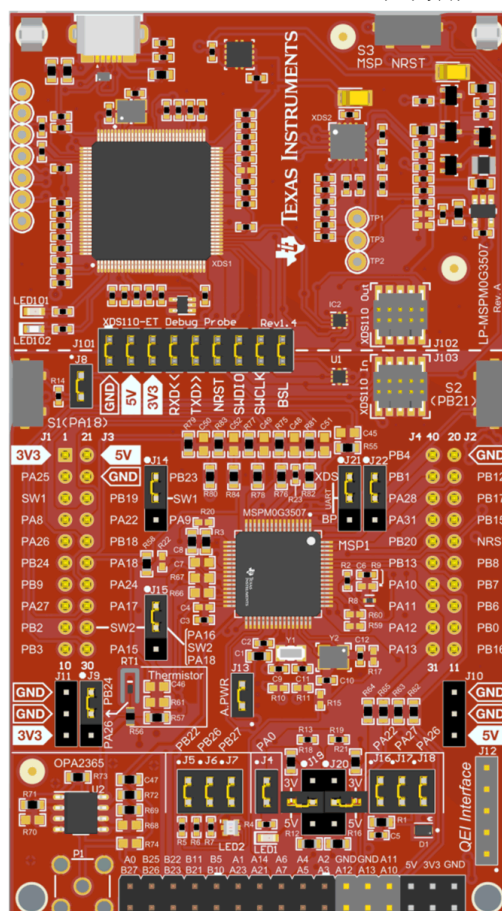
MSPM0G3507 LaunchPad 開発キット (LP-MSPM0G3507) の
評価基板

説明

MSPM0G3507 LaunchPad™ 開発キットは、MSPM0G3507 マイコン (MCU) 向けの使いやすい評価基板です。LaunchPad キットは、プログラミング、デバッグ、EnergyTrace™ テクノロジーを実行するためのオンボード デバッグ プローブなど、MSPM0Gxxxx マイコン プラットフォームの開発を開始するために必要なすべての機能を搭載しています。このボードには、オンボードのボタン、LED、RGB LED、光センサ、温度センサも搭載されています。

特長

- ・ オンボード XDS110 デバッグ プローブ
- ・ EnergyTrace 技術は、超低消費電力のデバッグに使用可能
- ・ ユーザー操作用の 2 個のボタン、1 個の LED、1 個の RGB LED
- ・ 温度センサ回路
- ・ 光センサ回路
- ・ ADC (最大 4Msps) を評価するための外部 OPA2365 (デフォルト バッファ モード)
- ・ オンボードの 32.768kHz クリスタルと 40MHz クリスタル
- ・ ADC 入力用 RC フィルタ (デフォルトでは未実装)



MSPM0G3507 LaunchPad 開発キット

1 評価基板の概要

1.1 概要

MSPM0G3507 は、メモリ保護ユニットを搭載しており最大周波数が 80MHz の Arm® 32 ビット Cortex®-M0+ CPU です。このデバイスには、128KB の組込みフラッシュ メモリと、32KB のオンチップ RAM が搭載されています。統合された高性能アナログ ペリフェラルには、ユーザーのシステム設計を支援するため、12 ビット 4Msps SAR ADC が 2 つ、ゼロドリフト チョッパ オペアンプ (OPA) が 2 つ、汎用アンプ (GPAMP) が 1 つ搭載されています。

さまざまなブースタパック プラグイン モジュールをサポートする 40 ピンのブースターパック™ プラグイン モジュール ヘッダーにより、迅速で簡単なプロトタイプ製作が可能になります。ワイヤレス コネクティビティ、グラフィカル ディスプレイ、環境センシングなどの機能も迅速に追加できます。独自に **BoosterPack** プラグイン モジュールを設計することも、テキサス・インスツルメンツやサード パーティ デベロッパーがすでに販売している多数の既製品から選ぶこともできます。

TI の **Code Composer Studio™ IDE**、**IAR Embedded Workbench™ IDE**、**Keil®μVision® IDE** など、無料のソフトウェア開発ツールも利用可能です。**Code Composer Studio IDE** は、**MSPM0G3507 LaunchPad™** 開発キットを使用して、**EnergyTrace™** テクノロジーをサポートしています。開発者は、対象用途の消費電力を簡単に測定できます。**LaunchPad** 開発キット、サポートされる **BoosterPack™** プラグイン モジュール、利用可能なリソースの詳細については、**テキサス・インスツルメンツの LaunchPad 開発キット ポータル**を参照してください。**MSPM0** ソフトウェア開発キット (SDK) 内で迅速に開発を開始し、利用可能なリソースを見つけるには、**TI Cloud Developer Zone** にアクセスしてください。**MSPM0** マイコンには、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**のオンライン サポートも用意されています。

MSPM0 デバイスの詳細については、『**MSPM0 クイック リファレンス ガイド**』を参照してください。

1.2 キットの内容

- MSPM0G3507 LaunchPad 開発キット
- Micro USB ケーブル 1 本
- クイック スタート ガイド 1 部

1.3 仕様

LP-MSPM0G3507 は、**Code Composer Studio (CCS)** を実行している PC、Mac®, または **Linux®** ワークステーションと組み合わせて使用するよう設計されています。**CCS** は、ワークステーションにスタンドアロンとしてインストールして実行することも、ソフトウェアをインストールせずに **Web (CCS Cloud)** 経由で利用することもできます。代わりに、**LP-MSPM0G3507** にはサンプルがロードされており、**GUI** で制御できます。以下の説明を参照してください。

このデバイスは、内蔵 USB 電源以外の電源から電力を供給できます。これにより、ユーザーは **PC** 接続を拒否できます。電源は **3.3V** レールに直接印加できます。外部電源を使用する場合は、**3.3V** を超えないようにします。オンボードの **Arm 10** ピン コネクタを使用する、個別の **XDS110** 外部デバッガを使用してプログラミングを外部で実行することができます。

1.4 製品情報

デバイス名	説明	目的
MSP432E401YTPDT	Ethernet、CAN、1MB フラッシュ、256kB RAM 搭載、SimpleLink™ 32 ビット ARM Cortex-M4F マイコン	XDS110 ホスト デバイス
MSPM0G3507SPMR	80MHz Arm Cortex 32 ビット M0+ CPU、128kB フラッシュ、32kB SRAM 搭載、ミックスド シグナル マイコン	評価用デバイス
MSP430G2452IRSA16R	16 ビット RISC CPU、8kB フラッシュ、256B SRAM 搭載、ミックスドシグナル マイコン	EnergyTrace テクノロジー向け DC/DC コントローラ
TPS73533DRBT	500mA、可変、低静止電流、低ノイズ、高 PSRR、単一出力 LDO レギュレータ	3.3V 電源
TPS2102DBVR	2.7V ~ 4V パワー mux、デュアル入力、単一出力パワー スイッチ	XDS110 電源を切り替え

1.5 ソフトウェア サンプル

- [すぐに使用できるソフトウェア サンプル](#)
- [SDK サンプル](#)

1.6 最初のステップ:アウト オブ ボックス エクスペリエンス

事前にプログラム済みのすぐに使用できるコードを使用して、この評価基板で簡単に開発を開始できます。このコードは、評価基板の主な機能をいくつか提示しており、すぐに使用できる LP-MSPM0G3507 デモ GUI と組み合わせて使用することを意図しています。

1.6.1 コンピュータへの接続

同梱されている USB ケーブルを使用して、LaunchPad 開発キットをコンピュータに接続します。電源が接続されている場合は、緑色の電源 LED が点灯します。正常に動作させるためには、ドライバが必要です。TI は TI の Code Composer Studio IDE や IAR Embedded Workbench IDE などの IDE をインストールして、ドライバを入手することを推奨します。スタンドアロンドライバも入手できます。

1.6.2 アウト オブ ボックス エクスペリエンスの実行

TI Cloud Gallery を通じて、GUI Composer によるアウト オブ ボックス エクスペリエンス (OoBE) 用 GUI にアクセスしてください。代わりに、MSPM0 SDK に GUI が付属しているほか、オフライン動作も可能です。[図 1-1](#) に GUI のウェルカム画面を示します。この GUI では、主に次の 3 つの例を実行しています：

- LED の点滅 – LED の点滅速度を変更します
- 光センサー – 光センサーを読み取り、結果をプロットし、RGB の輝度を変調します
- サーミスタ – サーミスタの電圧を読み取り、時間経過とともに変換された温度をプロットします。RGB LED の色は、測定した温度の違いによって変化します。
- ファンクションジェネレーター – 正弦波、方形波、のこぎり波を生成し、ADC でサンプリングし、グラフにプロットします。

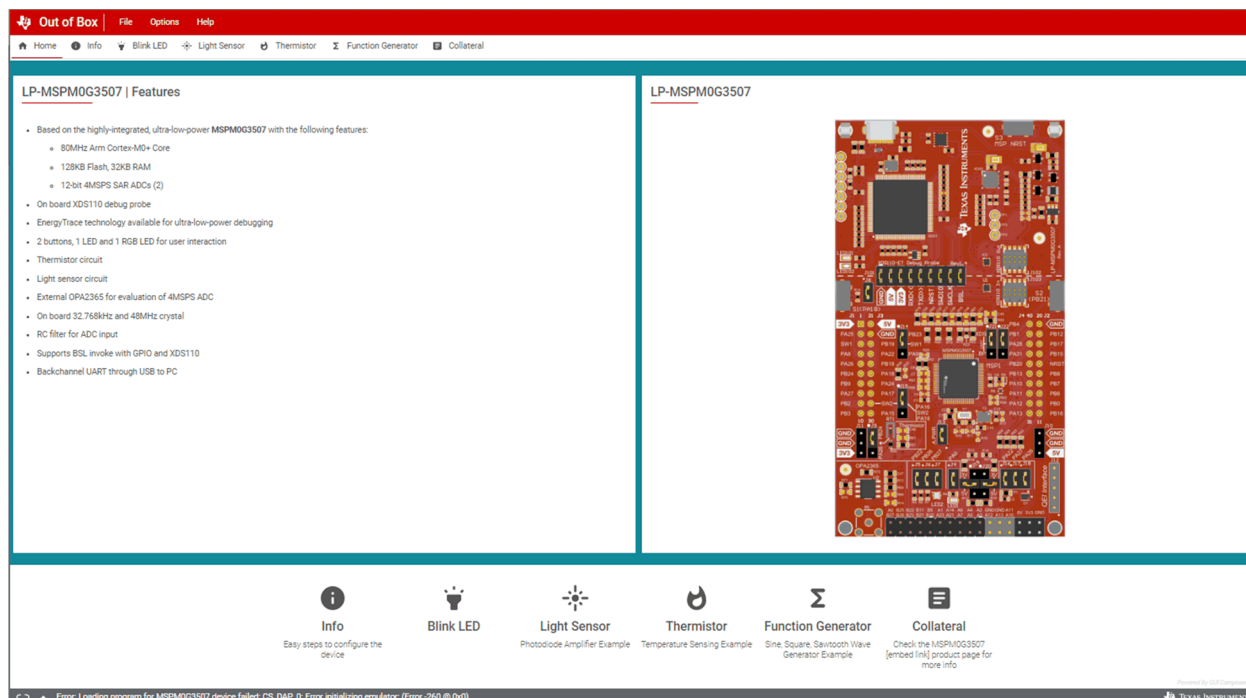


図 1-1. アウト オブ ボックス エクスペリエンスのウェルカム画面

1.7 次のステップ:提供されたコードの調査

EVM の機能が分かったところで、ここからは楽しい作業が始まります。統合開発環境を開き、サンプル コードの編集を始めましょう。使用可能な IDE とそれらのダウンロード先については、[セクション 4](#) を参照してください。LaunchPad 開発キ

ットを使用して開発を迅速に開始するには、[テキサス・インスツルメンツのクラウド開発ツール](#)を使用する必要があります。クラウド ベースの **Resource Explorer** を使用すると、**MSPM0 SDK** 内にあるすべてのサンプルとリソースにアクセスできます。**Code Composer Studio Cloud** は、シンプルなクラウド ベースの IDE で、**LaunchPad** 開発キットを使用してアプリケーションの開発と実行を行うことができます。**MSPM0** 用の **SysConfig** は、開発のニーズに合わせて **MSPM0G3507** デバイス、ピン、ペリフェラルを簡単かつ迅速に設定するために利用できるもう 1 つのグラフィカル ツールです。ダウンロード ページから、すぐに使用できるソース コードと他のサンプル コードを入手できます。このコードは **BSD** のライセンスを受けており、テキサス・インスツルメンツでは、特定のニーズに合わせて再利用や変更を行うことを推奨しています。[セクション 1.5](#) にて、すべての関数について詳しく説明し、コードの扱いに慣れるのに役立つプロジェクト構造を提示しています。**XDS110** デバッグ プローブを使用すると、新しいコードのデバッグとダウンロードがシンプルになります。必要な作業は、付属の **USB** ケーブルで **EVM** と **PC** を接続するだけです。

2 ハードウェア

図 2-1 に、MSPM0G3507 LaunchPad 開発キット ハードウェアの概要を示します。

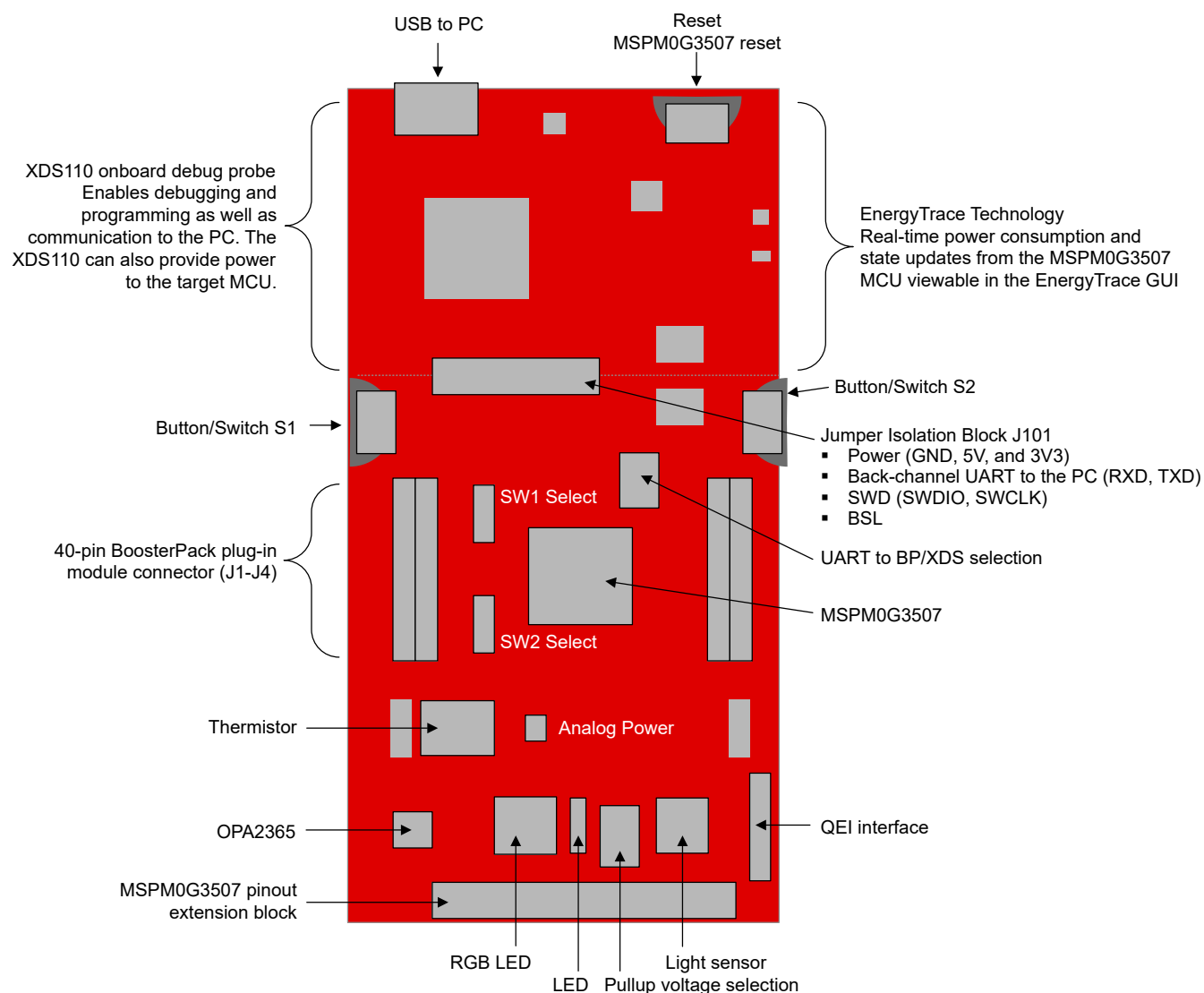


図 2-1. MSPM0G3507 LaunchPad 開発キット ハードウェア

2.1 ジャンパ マップ

表 2-1 に、デフォルトのジャンパ設置を示します。

表 2-1. LaunchPad キット ヘッダの説明とジャンパ シヤントの設置

ジャンパ	説明	デフォルト設定	接続されているピンまたは信号	低消費電力測定に関する推奨事項
J101	XDS110-ET 絶縁ブロック	設置されています	GND、5V、3V3、RXD、TXD、NRST、SWDIO、SWCLK、BSL	XDS-110 回路との接続を解除する場合はオフ
J102	XDS110-ET OUT	NA	GND、3V3、SWDIO、SWCLK、NRST	外部接続なし
J103	XDS110-ET IN	NA	GND、3V3、SWDIO、SWCLK	外部接続なし
J1/J3	BoosterPack ピン ヘッダ	NA	詳細については、回路図を参照してください	外部接続なし
J2/J4	BoosterPack ピン ヘッダ	NA	詳細については、回路図を参照してください	外部接続なし
J4	赤の LED1	設置されています	PA0 → LED	ピンと LED との接続を解除する場合はオフ
J5	RGB LED2 – 青チャネル	設置されています	PB22 → RGB LED	ピンと RGB LED との接続を解除する場合はオフ
J6	RGB LED2 – 赤チャネル	設置されています	PB26 → RGB LED	ピンと RGB LED との接続を解除する場合はオフ
J7	RGB LED2 – 緑チャネル	設置されています	PB27 → RGB LED	ピンと RGB LED との接続を解除する場合はオフ
J8	S1 ボタンと BSL 起動	設置されています	PA18	ピン構成に応じて外部プルダウンからの電流を回避する場合はオフ
J9	サーミスタ信号の選択	(1) から (2) PB.24 への短絡	PB24 → サーミスタ回路間	サーミスタ回路との接続を回避する場合はオフ
J10	5V 電源ヘッダー	NA	5V、GND	外部接続なし
J11	3V3 電源ヘッダー	NA	3V3、GND	外部接続なし
J12	QEI インターフェイス ヘッダ	NA	PA29、PA30、PB14、3V3、GND	外部接続なし
J13	アナログ電源 – サーミスタと OPA2365 への電源	設置されています	3V3	電源とサーミスタ / OPA2365 回路の接続を解除する場合はオフ
J14	SW1 選択 → BP ヘッダ – PA9/PB23	(1) から (2) PB.23 への短絡	PB23 から J1.3	BoosterPack コネクタで使わない場合は無視する
J15	SW2 選択 → BP ヘッダ – PA16/PA18	(1) から (2) PA16 への短絡	PA16 から J3.29	BoosterPack コネクタで使わない場合は無視する
J16	光センサ回路用の OPA0_OUT	設置されています	PA22 から光センサ	フォトダイオード回路との接続を回避する場合はオフ
J17	光センサ回路用の OPA0_IN0-	設置されています	PA27 から光センサ	フォトダイオード回路との接続を回避する場合はオフ
J18	光センサ回路用の OPA0_IN0+	設置されています	PA26 から光センサ	フォトダイオード回路との接続を回避する場合はオフ
J19	PA0 オープンドレイン IO プルアップ	(1) から (2) 3.3V への短絡	PA0 から 3V3	出力 low として、またはプルアップ/プルダウンがある入力として、ピンが初期化されている場合はオフ
J20	PA1 オープンドレイン IO プルアップ	(1) から (2) 3.3V への短絡	PA1 から 3V3	出力 low として、またはプルアップ/プルダウンがある入力として、ピンが初期化されている場合はオフ
J21	UART0_TX の選択	(1) から (2) XDS_UART 機能への短絡	PA10 から XDS	ピンの接続を解除する場合はオフ

表 2-1. LaunchPad キット ヘッドの説明とジャンパシヤントの設置 (続き)

ジャンパ	説明	デフォルト設定	接続されているピンまたは信号	低消費電力測定に関する推奨事項
J22	UART0_RX の選択	(1) から (2) XDS_UART 機能への短絡	PA11 から XDS	ピンの接続を解除する場合はオフ
J23-J28	MSPM0G3507 ピン拡張ヘッド (ラベルなし – 基板の底面)	NA	詳細については、回路図を参照してください	外部接続なし

2.2 ブロック図

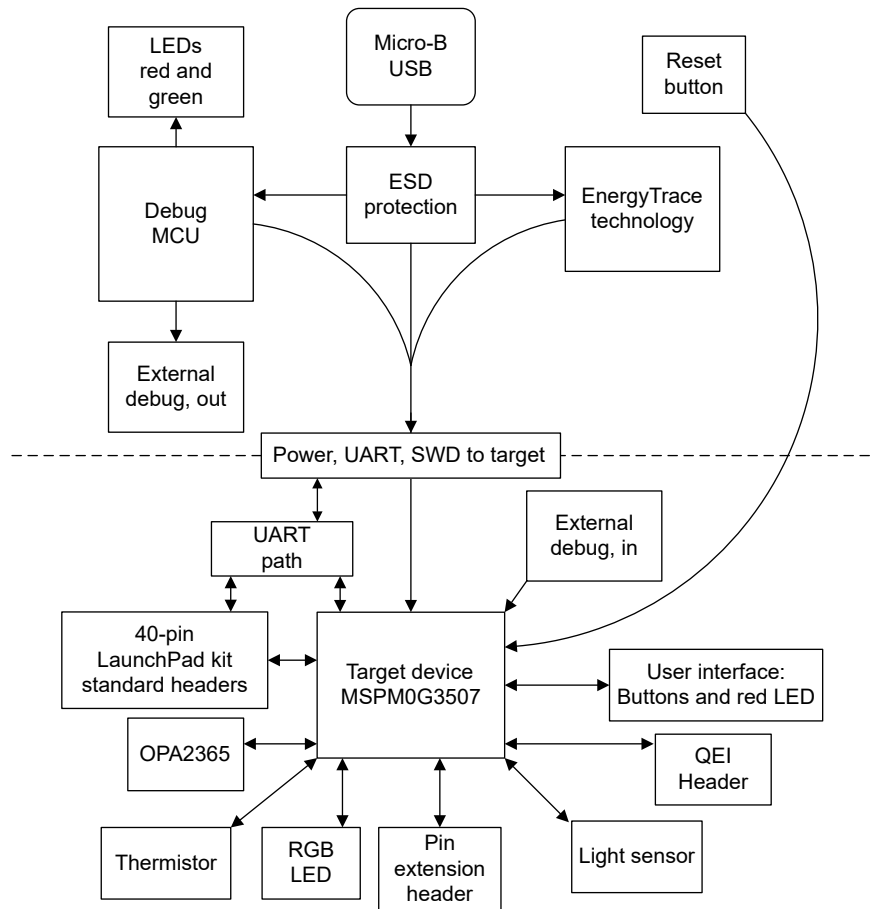


図 2-2. ブロック図

2.3 ハードウェアの特長

2.3.1 MSPM0G3507 MCU

MSPM0G3507 デバイスは、エラー修正コード (ECC) を内蔵している 128KB の組込みフラッシュ プログラム メモリと、ハードウェア パリティがある 32KB の SRAM を搭載しています。また、このデバイスは、メモリ保護ユニット、7 チャンネル DMA、演算アクセラレータに加えて、2 つの 12 ビット 4MSPS ADC、構成可能な内部共有電圧リファレンス、1 つの 12 ビット DAC、リファレンス DAC を内蔵した 3 つの高速コンパレータ、ゲインをプログラム可能な 2 つのゼロドリフト オペアンプ、1 つの汎用アンプなど各種の高性能アナログ パリフェラルも内蔵しています。このデバイスは、2 つの 16 ビット高度制御タイマ、3 つの 16 ビット汎用タイマ、1 つの 32 ビット高分解能タイマ、2 つのウィンドウ付きウォッチドッグ タイマ、1 つのアラームおよびカレンダー モード付き RTC などのインテリジェントなデジタル パリフェラルも備えています。これらのデバイスは、データ整合性と暗号化パリフェラル (AES、CRC、TRNG)、および拡張通信インターフェイス (4 つの UART、2 つの I2C、2 つの SPI、1 つの CAN 2.0/FD) を提供します。

デバイスの主な特長:

- 1.62V～3.6V で動作
- Arm 32 ビット Cortex-M0+, メモリ保護ユニット付き、最大周波数 80MHz
- 128KB のフラッシュ (ECC 内蔵)、32KB の SRAM (ハードウェア パリティ付き)
- 2 つの 12 ビット 4Msps ADC
- 12 ビット DAC
- 2 つのゼロドリフト ゼロクロスオーバー チョップ オペアンプ
- 2 つの 16 ビット高度制御タイマ
- 3 つの 16 ビット汎用タイマ
- 1 つの 32 ビット高分解能タイマ
- 60 GPIO

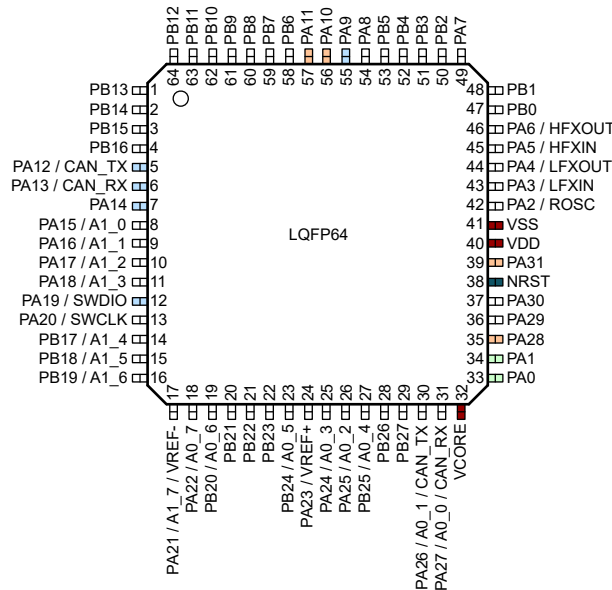


図 2-3. LQFP64 のピン配置 (上面図)

2.3.2 EnergyTrace テクノロジー採用の XDS110-ET オンボード デバッグ プローブ

開発を簡単にし、コスト効率を高めるために、テキサス・インスツルメンツの LaunchPad 開発キットにはオンボード デバッグ プローブが統合されており、コストのかかるプログラマは不要です。MSPM0G3507 には XDS110 デバッグ プローブ (図 2-4 を参照) が搭載されており、シンプルで低コストのデバッグで、MSPM0 デバイスの派生品すべてをサポートしています。

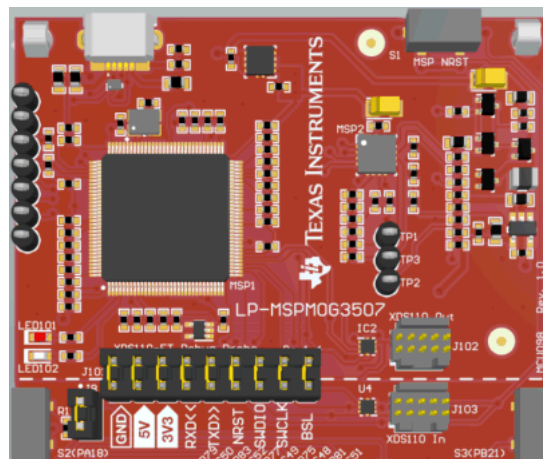


図 2-4. LP-MSPM0G3507 デバッグ

XDS110 ET は、ホストとの「バックチャネル」 UART-over-USB 接続も提供します。これは、デバッグ中や PC との簡単な通信に非常に役立ちます。詳細については、[セクション 2.3.4](#) をご覧ください。

2.3.3 デバッグプローブ接続絶縁ジャンパブロック

ジャンパ絶縁 J101 でジャンパブロックを使用すると、XDS110-ET ドメインから MSPM0G3507 ターゲットドメインに伝達される信号を接続または切断できます。これには、XDS110-ET の SWD 信号、アプリケーションの UART 信号、3.3V と 5V の電源が含まれます。

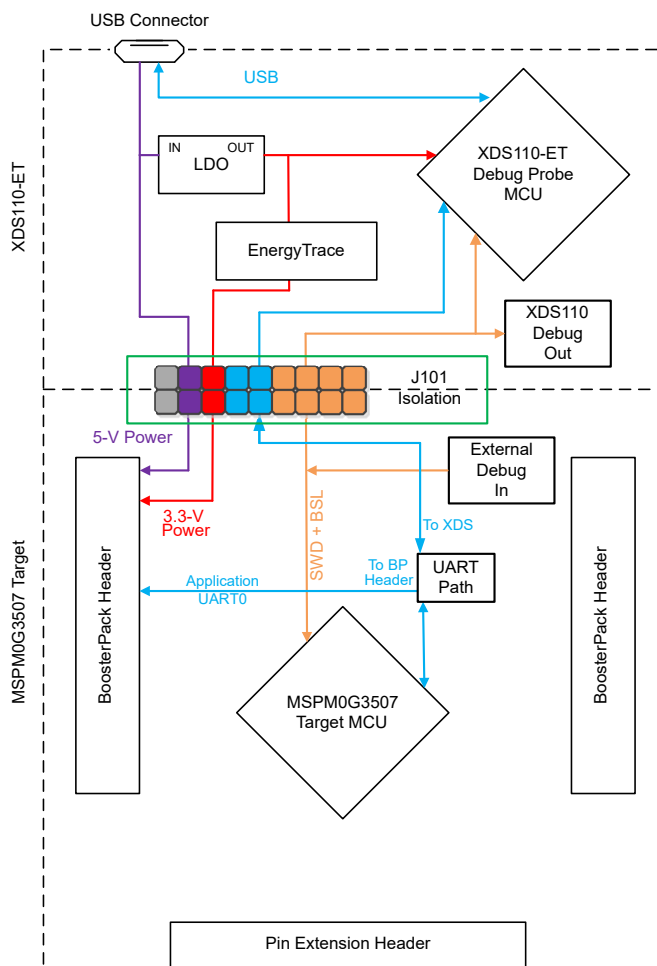


図 2-5. 絶縁ジャンパブロック

これらの接続を開く理由：

- 高精度の目標電力測定を行うために XDS110-ET デバッグ プローブからの影響をすべて除去し
- XDS110-ET ドメインとターゲットドメインの間の 3.3V と 5V の電力フローを制御し
- オンボードのデバッグやアプリケーション用 UART 通信以外の用途にも使えるように、ターゲットマイコンのピンを引き出すため
- オンボードマイコン以外のデバイスでプログラミングと UART インターフェイスを使用できるように、XDS110-ET のプログラミングと UART インターフェイスを公開するため

ジャンパ	説明
GND	グラウンド
5V	USB からの 5V VBUS
3V3	3.3V レール (XDS110-ET ドメインの VBUS から生じる)
RXD<<	バックチャネル UART: ターゲット M0G3507 は、この信号を介してデータを受信します。矢印は信号の方向を示します。
TXD>>	バックチャネル UART: ターゲット M0G3507 は、この信号を通してデータを送信します。矢印は信号の方向を示します。
NRST	RST 信号
SWDIO	シリアル ワイヤ デバッグ: SWDIO データ信号。
SWCLK	シリアル ワイヤ デバッグ: SWCLK クロック信号
BSL	ブートストラップ ローダ信号

2.3.4 アプリケーション (または バックチャネル) UART

バックチャネル UART により、ターゲット アプリケーションの主な機能には含まれていない USB ホストと通信できます。これは開発中に非常に便利で、PC ホスト側に通信チャネルも提供します。この製品を使用すると、LaunchPad 開発キットと通信する PC 上で、グラフィカル ユーザー インターフェイス (GUI) や他のプログラムを作成できます。

図 2-5 に、バックチャネル UART の経路を示します。バックチャネル UART は、ヘッダ J21 と J22 のジャンパ設定に応じた UART0 (PA10、PA11) の UART です。

ホスト側では、LaunchPad 開発キットがホストに列挙されると、アプリケーション用バックチャネル UART のための仮想 COM ポートが生成されます。HyperTerminal や Docklight などのターミナル アプリケーションを含め、COM ポートと通信できる任意の PC アプリケーションを使って、このポートを開き、ターゲット アプリケーションと通信できます。バックチャネルの COM ポートを識別する必要があります。Windows PC では、デバイス マネージャが支援できます。

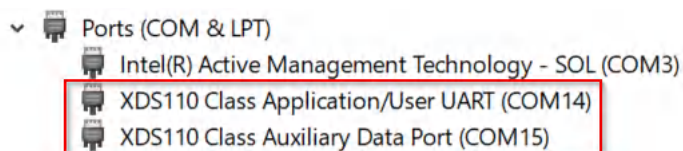


図 2-6. デバイス マネージャのアプリケーション バックチャネル UART

バックチャネル UART は、「XDS110 クラス アプリケーション / ユーザー UART」ポートです。この場合、図 2-6 に COM14 を示しますが、このポートはホスト PC ごとに異なる場合があります。正しい COM ポートを指定したら、ドキュメントに従ってホスト アプリケーションで構成します。ユーザーはポートを開いて、ホストからの通信を開始できます。

ターゲットの MSPM0G3507 側では、バックチャネルは UART0 モジュールに接続されます。XDS110-ET にはボーレートが設定可能なため、ボーレートを設定する PC アプリケーションを UART0 で設定したものと同じにすることが重要です。

2.3.5 オンボード XDS110-ET の代わりに外部デバッグプローブを使用

多くのユーザーは推奨される外部デバッグ プローブを有しており、XDS110-ET デバッグ プローブをバイパスして MSPM0 ターゲット マイコンをプログラムしたいとします。バイパスは、絶縁ブロック J101 とコネクタ J103 のジャンパによって有効になります。外部デバッグ プローブの使用は簡単で、J103 経由での完全な JTAG アクセスが可能です。

1. J101 絶縁ブロックの JTAG 信号のジャンパを取り外します (NRST、SWDIO、SWCLK など)。
2. Arm デバッグ プローブを J103 に接続します。
 - a. J103 は、「Cortex-M デバッグ コネクタ」に掲載されている Arm Cortex デバッグ コネクタ規格に準拠しています。
3. USB 電源を LaunchPad 開発キットに差し込むか、キットに外部から電力を供給します。
 - a. USB 電源を使用する場合は、3V3 と GND の間にジャンパが接続されていることを確認します。
 - b. 外部デバッグ プローブは電力供給を行いません。VCC ピンは電力センス ピンです。
 - c. LaunchPad 開発キットへの電力供給の詳細については、セクション 2.4 を参照してください。

2.3.6 別のターゲットとの XDS110-ET デバッグプローブの使用

LaunchPad 開発キットの XDS110-ET デバッグ プローブは、オンボード ターゲットの MSPM0G3507 デバイスだけでなく、ほとんどの Arm Cortex-M デバイスと接続できます。この機能は、J102 10 ピン Cortex-M JTAG コネクタと 10 ピン ケーブルにより有効になります。ヘッダ J102 は Cortex-M Arm 規格に準拠していますが、ピン 1 は電圧センスピンではありません。XDS110-JTAG 信号は 3.3V ET 信号のみを出力します。別の電圧レベルが必要な場合、ユーザーが JTAG 信号電圧を変換するためのレベル シフタを実装する必要があります。また、ジャンパ JP102 が接続されている場合は、XDS110-ET から 3.3V の出力電力を供給できます。これにより、XDS110-ET はピン 1 から外部ターゲットに 3.3V の電力を供給できます。外部ターゲットをプログラムする場合、EnergyTrace 機能は使用できません。

1. J101 絶縁ブロックの JTAG 信号のジャンパ (RST、TMS、TCK、TDO、TDI を含む) を取り外します。
2. 10 ピン ケーブルを J102 に差し込み、外部ターゲットに接続します。J102 は、「Cortex-M デバッグ コネクタ」に掲載されている Arm Cortex デバッグ コネクタ規格に準拠しています。
3. USB 電源を LaunchPad 開発キットに差し込むか、キットに外部から電力を供給します。JTAG レベルは 3.3V のみです。

2.3.7 特殊機能

2.3.7.1 最大 4Msps の高速 A/D コンバータ

MSPM0 G シリーズ デバイスには、最大 4Msps の高速 ADC モジュールが搭載されています。ADC の最高性能を評価できるよう、LaunchPad キットには外部 OPA も含まれています。この外部 OPA は、入力信号をバッファまたは増幅するために使用できます。ADC モジュールを内蔵しているため、最大 4Msps のレートを実現できます。

LaunchPad キットは、デフォルトでバッファ モードの ADC 入力チャネルで OPA2365 を使用します (図 2-7 を参照)。OPA2365 は 2 つの OPA を内蔵しており、外部受動部品のためのフットプリントが用意されているため、ユーザーは OPA 構成をカスタマイズできます。

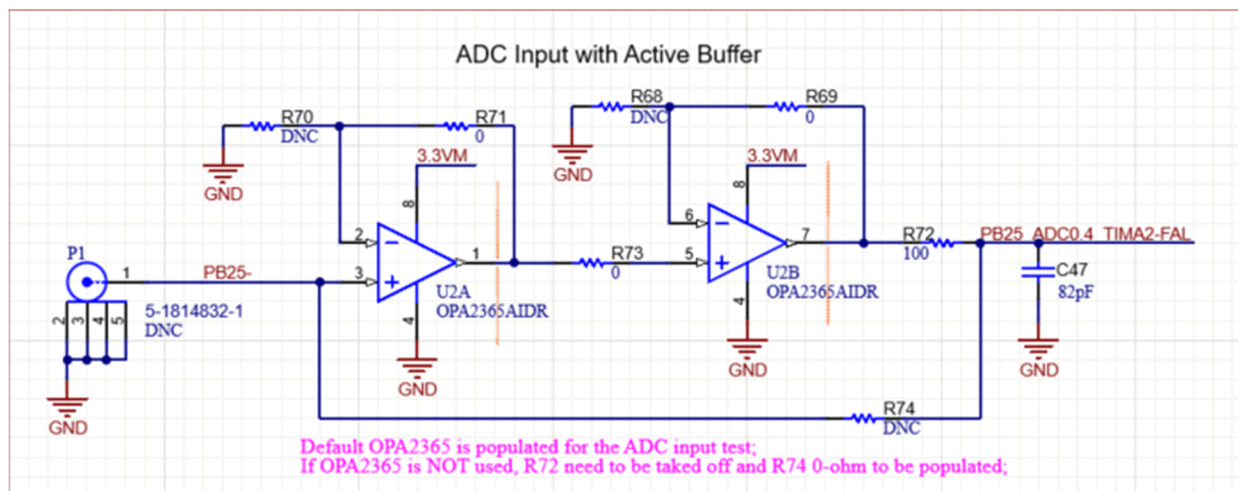


図 2-7. 外部 OPA 回路

信号入力では、同軸コネクタを P1 に実装することで、環境ノイズを低減できます。基板下部にあるピン拡張ヘッダ経由で OPA 入力にアクセスすることもできます。

OPA 出力は ADC0.4 チャネルに接続しており、サンプル コードは ADC の性能評価を迅速に行うのに役立ちます。

2.3.7.2 サーミスタ

LaunchPad キットには、10k のリニア サーミスタ (PTC) である TMP6131 が含まれています。図 2-8 に回路を示します。PTC は、10k Ω の 10ppm プルアップ抵抗を使用したローサイド構成です。ヘッド内のジャンパのデフォルト位置 (1 ~ 2 の位置) では、この回路を ADC に直接接続します。このモードでは、室温での出力電圧は約 1.6V です。

また、ジャンパを 2 ~ 3 の位置に設定して、サーミスタに OPA を接続することもできます。OPA 出力は、ソフトウェアを介して内部で負の OPA 端子に接続できます。これにより、OPA はサンプリングのために ADC チャンネルに内部接続したサーミスタのバッファとして使用できます。外部接続、または追加のバイアスまたはフィルタリングが必要な場合は、図 2-8 に示す受動部品を実装する必要があります。

注

OPA に関連するコンデンサと抵抗回路は、デフォルトでは実装されません。これにより、特定のアプリケーションのニーズに合うように、ユーザーは受動部品の値を入力することができます。

注

OPA とパッシブネットワークを使用する場合は、ピンが複数の機能と多重化されるため、LaunchPad キットの他のピンとの競合がないか確認してください。

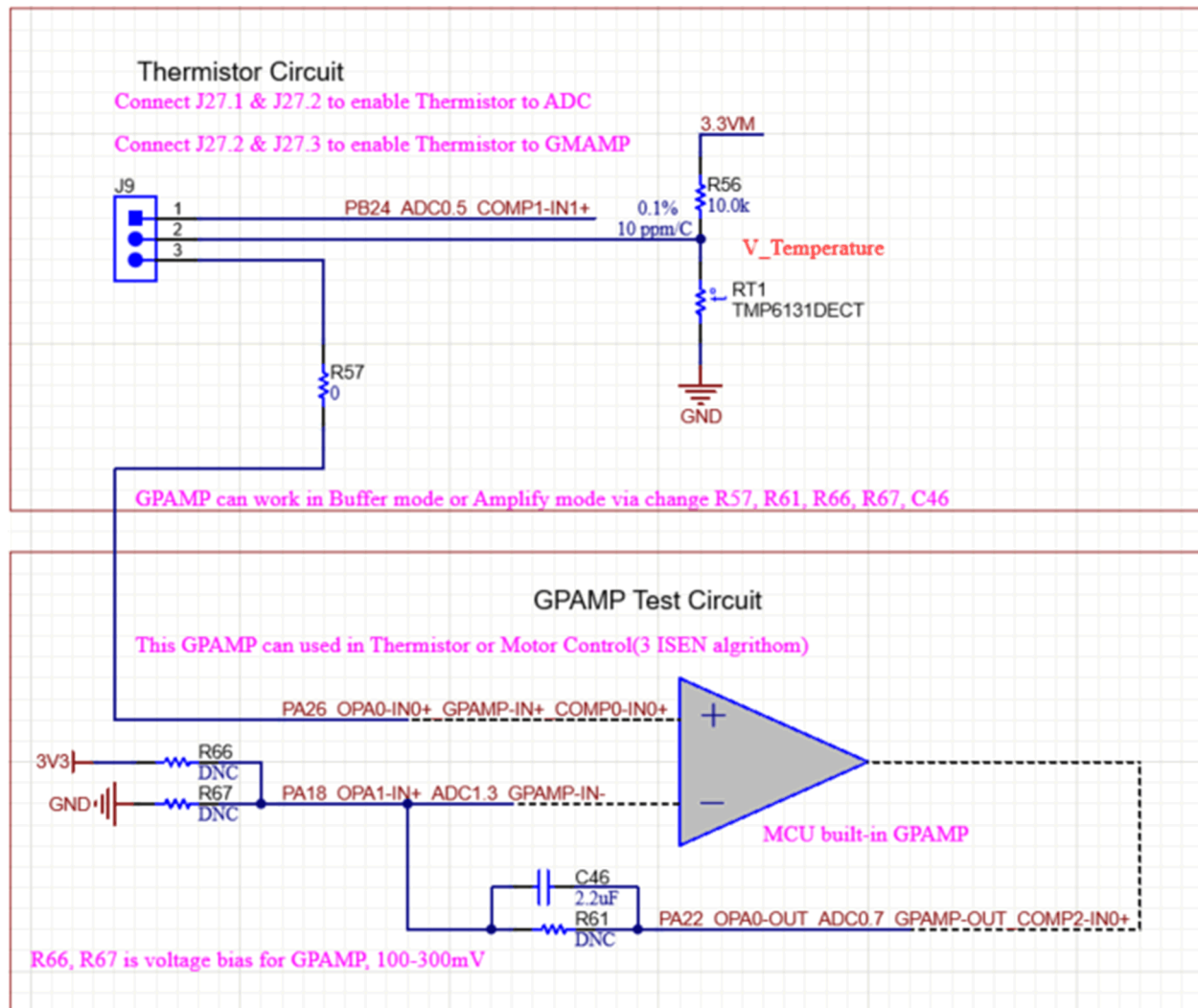


図 2-8. サーミスタ回路

2.3.7.3 光センサ

図 2-9 に示す構成で、フォトダイオードを使用して光センサ回路が基板に実装されています。この回路と MSPM0 との間のジャンパ接続はデフォルトで実装されているため、フォトダイオードは回路内にあります。これらのジャンパを取り外すことで、フォトダイオードを回路の外に配置し、MSPM0 接続を他の評価目的で使用できます。

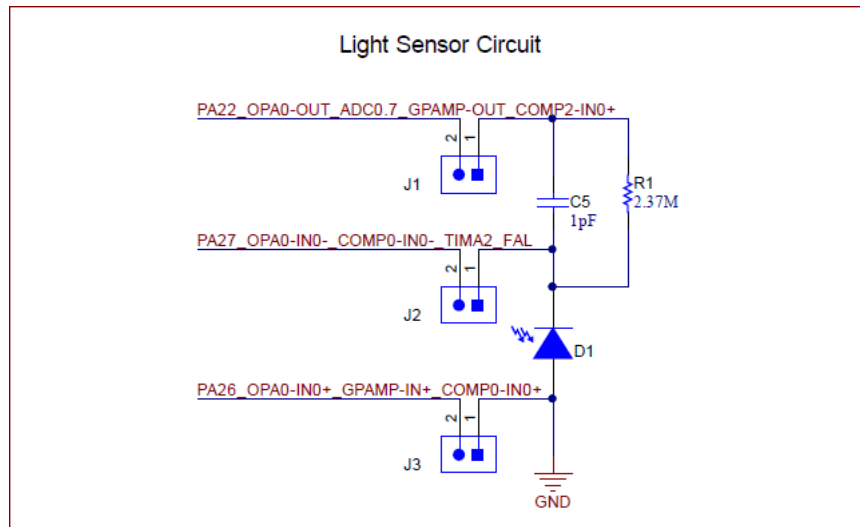


図 2-9. 光センサ回路

この回路は、回路を駆動するためにトランスインピーダンス構成で MSPM0 の内部 OPA と組み合わせて使用することを意図しています。OPA 出力は、サンプリングのために内部で ADC チャンネルに設定されています。

2.4 電源

この基板は、オンボードの XDS110-ET による給電をはじめ、外部電源や BoosterPack プラグイン モジュールからの給電など、さまざまな給電方式に対応しています。

2.4.1 XDS110-ET USB 電源

最も一般的な電源供給シナリオは、XDS110-ET デバッガ経由の USB 給電です。この方法では、USB から 5V の電力が供給されるとともに、この電源レールの電圧が、XDS110-ET 動作に対しては 3.3V に、LaunchPad キットのターゲット側に対しては 3.3V に安定化されます。XDS110-J101 からの電力は、ジャンパ ET により制御されます。3.3V の場合は必ず、J101 3V3 端子にジャンパを接続してください。

2.5 外部電源と BoosterPack プラグイン モジュール

基板には、外部電源からの直接給電を目的としてヘッダ J11 が実装されています。外部電源から給電供給する場合、デバイスの電圧動作仕様への適合が重要です。MSPM0G3507 の入力電圧範囲は 1.62V ~ 3.6V です。詳細については、[MSPM0G3507 データシート](#)を参照してください。

2.6 MSPM0 MCU の電流引き込みの測定

マルチメータを使用して MSP430FR2355 MCU の電流引き込みを測定するには、J101 絶縁ジャンパブロックの 3V3 ジャンパを

使用します。測定した電流には、ターゲット デバイスと、BoosterPack プラグイン モジュール ヘッドから流れ込む電流が含まれます。

超低消費電力を測定するには、次の手順に従います：

1. J101 絶縁ブロックの 3V3 ジャンパを取り外し、このジャンパの両端に電流計を接続します。
2. バックチャネル UART と MSPM0G3507 に接続された回路が電流消費に及ぼす影響を考慮します。絶縁ジャンパブロックでこれらを切断するか、少なくとも最終測定で電流シンクおよびソース能力を考慮します。
 - a. 表 2-1 のジャンパ マップに記載されているように、不要なジャンパを取り外します。特に、サーミスタ回路または OPA2365 回路を使用しない場合は、アナログ電源ジャンパ J13 を取り外す必要があります。
3. MSPM0G3507 にフローティング入出力 (I/O) がないことを確認します。その結果、不要な追加の電流消費が発生します。各 I/O は駆動されます。ただし入力がある場合には、I/O は high または low レベルにプルまたは駆動されます。
4. ターゲット実行を開始します。
5. 電流を測定します。電流レベルが変動している場合は、測定の安定性の確保が困難な場合があります。静止状態の測定の方が簡単です。

EnergyTrace テクノLOGYを使用して、さまざまな電流プロファイルを比較し、エネルギー性能を最適化することもできます。

2.7 クロック処理

MSPM0G3507 は、デバイスの内部クロックに加えて外部クロックも提供します。

- Y1:32.768kHz 12.5pF クリスタル
- Y2:40MHz 12.5pF クリスタル

デフォルトでは、内部 SYSOSC は精度 2.5% で 32MHz です。より高い精度を得るには、ROSC ピンで 0.1% 抵抗を接続します。MCLK はデフォルトで 32MHz SYSOSC から供給されます。CPUCLK は RUN モードでは MCLK から直接供給され、他のモードではディセーブルになります。低消費電力クロック (ULPCLK) は MCLK から供給でき、構成によって RUN および SLEEP モードでアクティブにできます。クロック ツリーの詳細については、『[MSPM0 G シリーズ 80MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』のセクション 2.3「クロック モジュール (CKM)」を参照してください。

2.8 BoosterPack プラグイン モジュールのピン配置

この LaunchPad 開発キットは、40 ピン LaunchPad 開発キットのピン配置基準に準拠しています。標準は、TI エコシステム全体で、LaunchPad 開発キットと BoosterPack プラグイン モジュールの間の互換性を支援するために作成されました。

ほとんどの BoosterPack プラグイン モジュールは規格に準拠していますが、一部は準拠していません。MSPM0G3507 LaunchPad 開発キットは、この規格に準拠しているすべての 40 ピン BoosterPack プラグイン モジュールと互換性があります。BoosterPack プラグイン モジュールの販売店または所有者が MSPM0G3507 LaunchPad 開発キットとの互換性を明示していない場合は、候補の BoosterPack プラグイン モジュールの回路図を LaunchPad 開発キットと比較して互換性を確認します。ソフトウェアで MSPM0G3507 デバイスのピン機能構成を変更することで、競合を解決できることがあります。

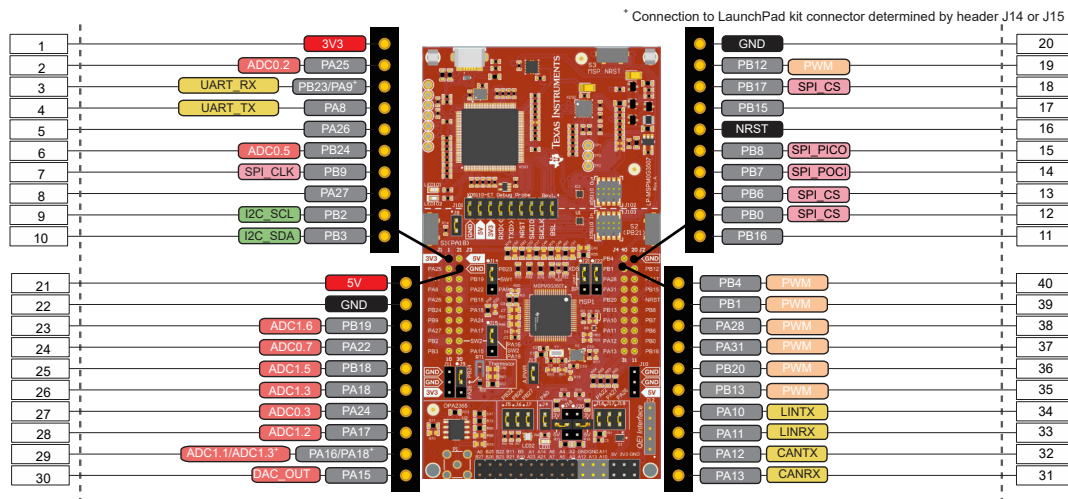


図 2-10. LaunchPad 開発キットから BoosterPack プラグイン モジュールへのコネクタのピン配置

3 ソフトウェア サンプル

利用可能なソフトウェアの詳細については、[MSPM0 SDK ドキュメント](#)ください。

4 リソース

4.1 統合開発環境

ソース ファイルは任意のテキスト エディタで表示できますが、Code Composer Studio IDE (CCS) や IAR Embedded Workbench IDE などの開発環境でソース ファイルを開いていれば、プロジェクトでさらに多くの作業を実行できます。

4.1.1 TI クラウド開発ツール

テキサス・インスツルメンツのクラウドベース ソフトウェア開発ツールを使用すると、MSPM0_SDK のコンテンツと Web ベース IDE に即座にアクセスできます。

4.1.2 TI Resource Explorer Cloud

TI Resource Explorer Cloud は、MSPWare 内にあるサンプル、ライブラリ、資料を参照するための Web インターフェイスです。ローカルドライブにファイルをダウンロードする必要はありません。dev.ti.com で TI Resource Explorer Cloud にアクセスしてください

4.1.3 Code Composer Studio Cloud

Code Composer Studio Cloud (CCS Cloud) は、Web ベースの IDE であり、LaunchPad 開発キット用のアプリケーションの作成、編集、ビルド、デバッグを迅速に実行できます。大規模なソフトウェア パッケージのダウンロードとインストールは不要で、ただ LaunchPad 開発キットを接続すれば開発作業を開始できます。MSPWare ソフトウェアと Energia の多様なサンプルから適切なものを選ぶか、または独自のアプリケーションを開発することができます。CCS Cloud は、実行制御、ブレークポイント、変数の表示などといったデバッグ機能をサポートしています。

詳細については、「[CCS Cloud と CCS Desktop の完全詳細な比較](#)」をご覧ください。

Code Composer Studio Cloud については、dev.ti.com でご確認ください。

4.1.4 Code Composer Studio IDE

Code Composer Studio Desktop は、テキサス・インスツルメンツのマイコンと組み込みプロセッサ ポートフォリオをサポートするプロフェッショナル統合開発環境です。Code Composer Studio は、組み込みアプリケーションの開発およびデバッグに必要な一連のツールで構成されています。Code Composer Studio は、最適化 C/C++ コンパイラ、ソースコード エディタ、プロジェクトビルド環境、デバッグ、プロファイラなど、多数の機能を搭載しています。

CCS の詳細を確認し、ユーザーガイドを表示するには、[CCS ツールのページ](#)をご覧ください。

CCS v11.1 以降が必須です。CCS を起動し、ワークスペース ディレクトリを選択したときは、「Project」(プロジェクト) の「Import Existing CCS Eclipse Project」(既存の CCS Eclipse プロジェクトをインポート) を利用します。main.c が含まれる目的のデモ プロジェクト ディレクトリに直接移動します。

4.2 MSPM0 SDK と TI Resource Explorer

TI Resource Explorer は、CCS に統合されているツールであり、利用可能な設計リソースを参照できます。TI Resource Explorer を使用すると、必要なパッケージをすばやく見つけることができます。TI Resource Explorer は、必要なものすべてをすばやく見つけることができるようにしっかりと整備されており、ソフトウェア プロジェクトをワークスペースに 1 クリックでインポートできます。

TI Resource Explorer Cloud は、テキサス・インスツルメンツのクラウド開発ツールの 1 つであり、CCS Cloud と緊密に連携しています。詳細については、[セクション 4.1.2](#) を参照してください。

4.3 MSPM0G3507 MCU

4.3.1 デバイス資料

MSPM0G3507 デバイスの詳細が記載されています。表 4-1 に示すように、資料は MSP デバイス別に編成されています。

表 4-1. デバイス資料

資料	MSPM0L1306 の場合	説明
デバイスファミリ TRM	『 MSPM0 G シリーズ 80MHz マイクロコントローラ テクニカル リファレンス マニュアル 』	すべてのモジュールとペリフェラル (クロック、タイマ、ADC など) を含むデバイス関連のアーキテクチャ情報
デバイス固有データシート	CAN-FD インターフェイス搭載 MSPM0G350x ミックスド シグナル マイコン CAN-FD インターフェイス搭載 MSPM0G310x ミックスド シグナル マイコン MSPM0G150x ミックスド シグナル マイコン MSPM0G110x ミックスド シグナル マイコン	本デバイスのデバイス固有情報および全パラメータ情報

4.3.2 MSPM0G3507 サンプルコード

[MSPM0_SDK](#) には一連の**シンプル C** サンプルがあり、MSPM0G3507 マイコン上のペリフェラル セット全体を使用する方法が分かります。各 MSP 派生品には、これらのサンプル コードのセットがあります。新しいプロジェクトを開始するときや、新しいペリフェラルを追加するときは、まずこれらのサンプルを使用するとよいでしょう。

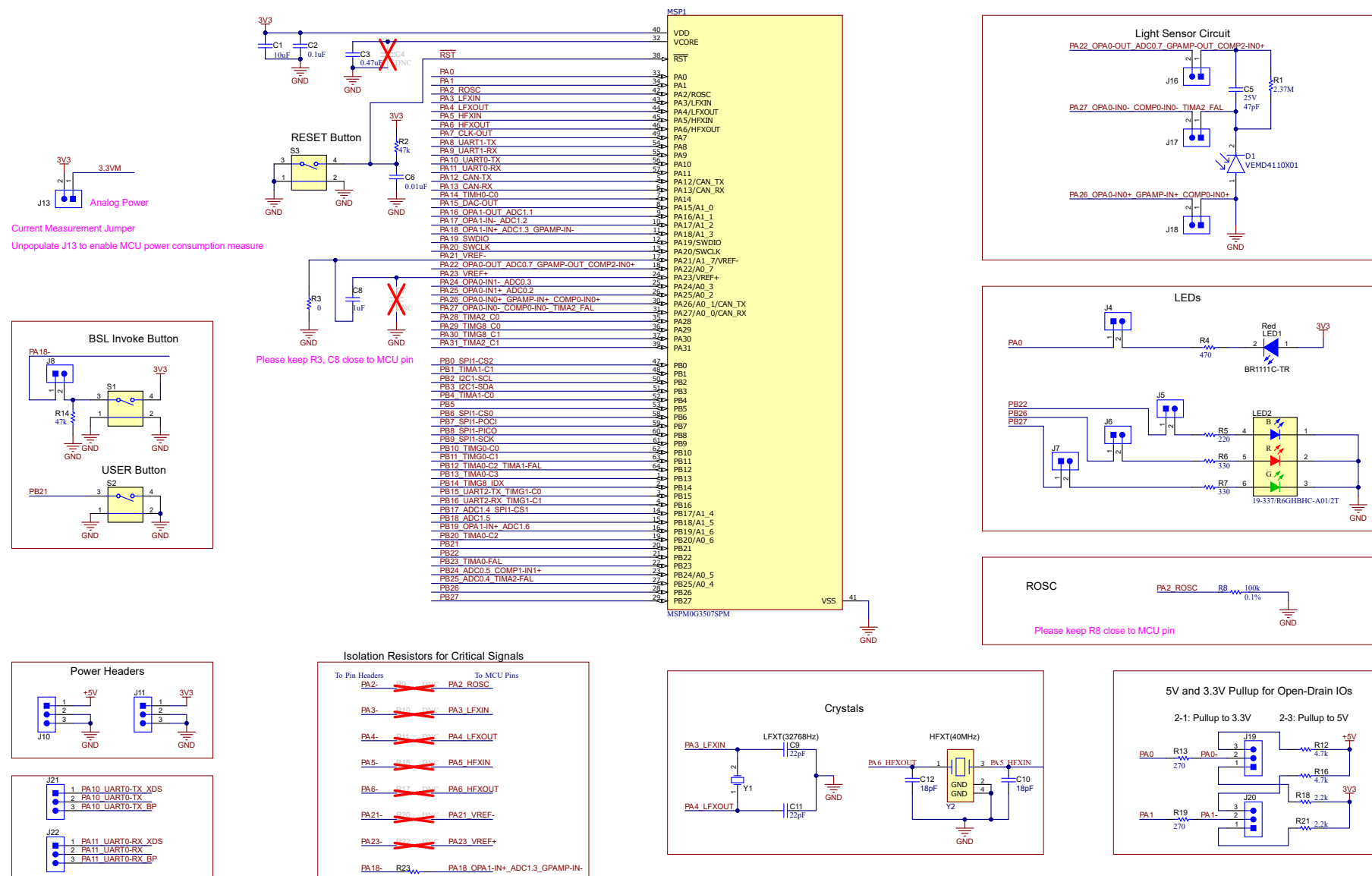
4.4 コミュニティ リソース

4.4.1 TI E2E™ フォーラム

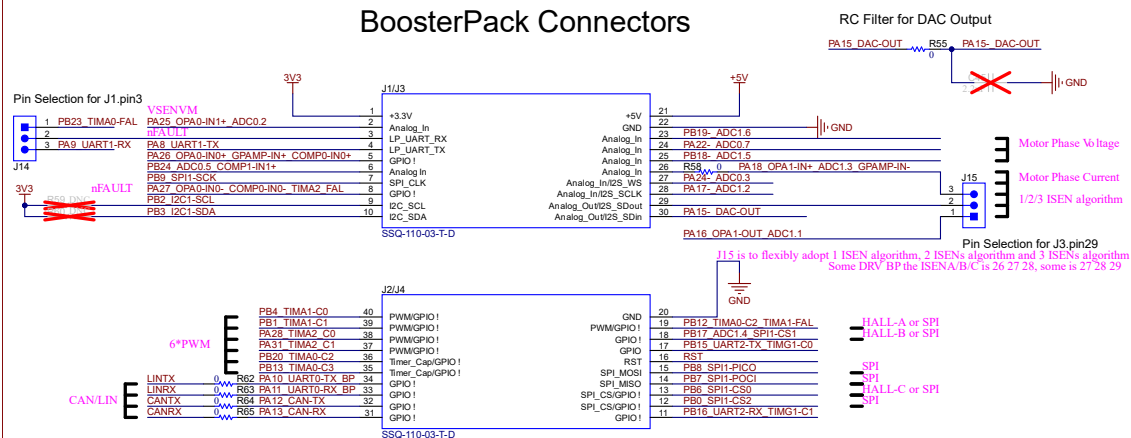
e2e.ti.com でフォーラムを検索してください。回答が見つからない場合は、コミュニティに質問を投稿してみましょう！

5 ハードウェア設計ファイル

5.1 回路図

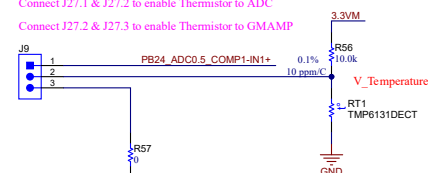


BoosterPack Connectors



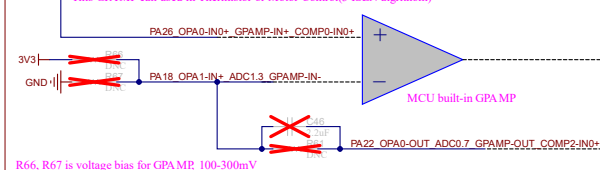
Thermistor Circuit

Connect J27.1 & J27.2 to enable Thermistor to ADC
Connect J27.2 & J27.3 to enable Thermistor to GPAMP



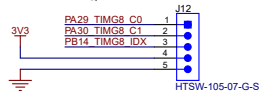
GPAMP Test Circuit

This GPAMP can be used in Thermistor or Motor Control(3 ISEN algorithm)

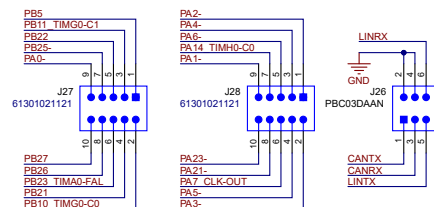


Pin headers at the Low Side of the Board

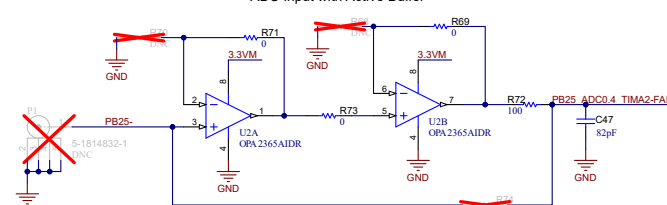
QEI Interface



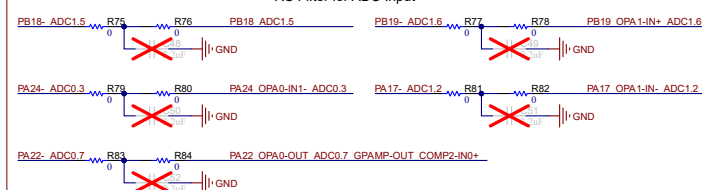
PA19, PA20 are SWDIO, SWDCLK for debug programming interface. They are on J101.pin14, pin16

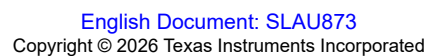


ADC Input with Active Buffer



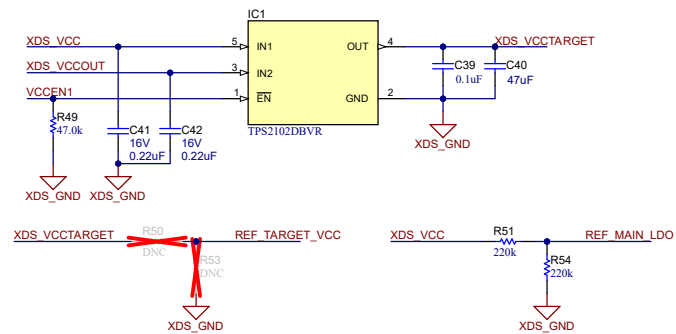
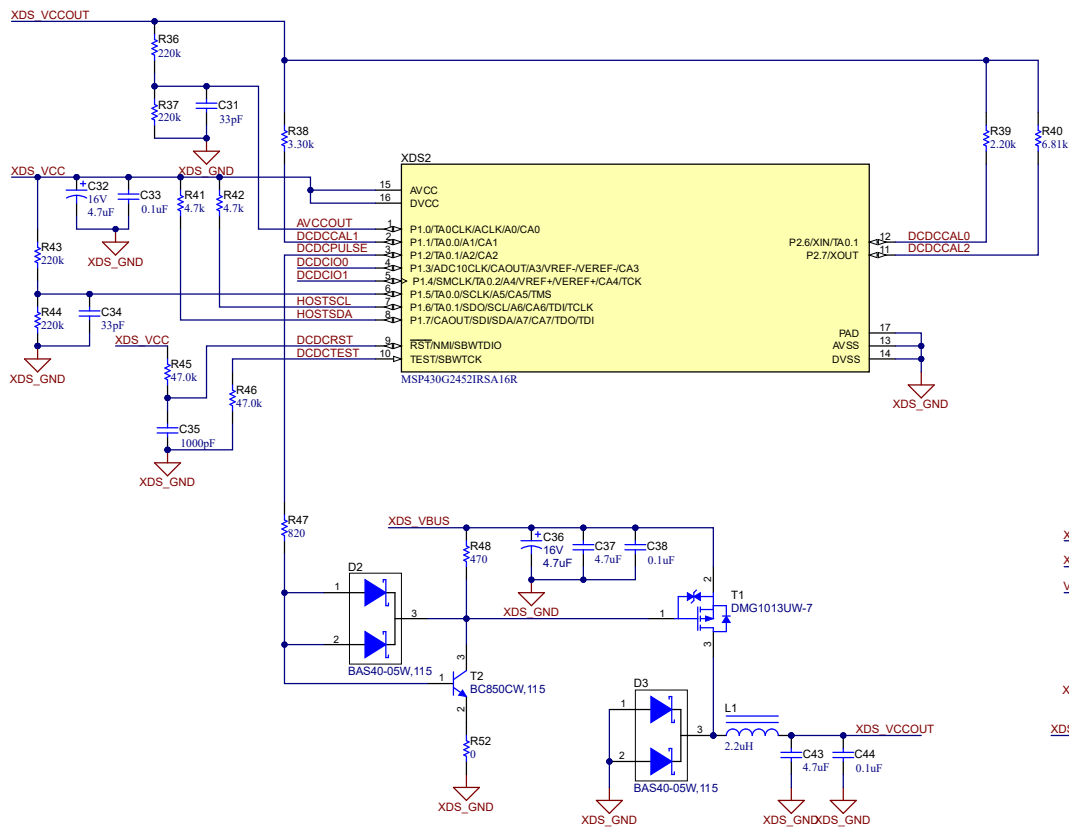
RC Filter for ADC Input



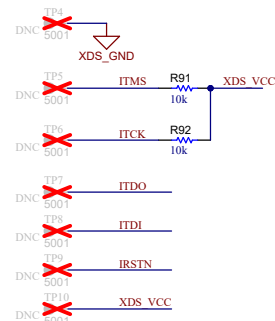


Software-controlled DCDC converter

Energy measurement method protected under U.S. Patent Application 13/329,073 and subsequent patent applications







5.2 PCB のレイアウト

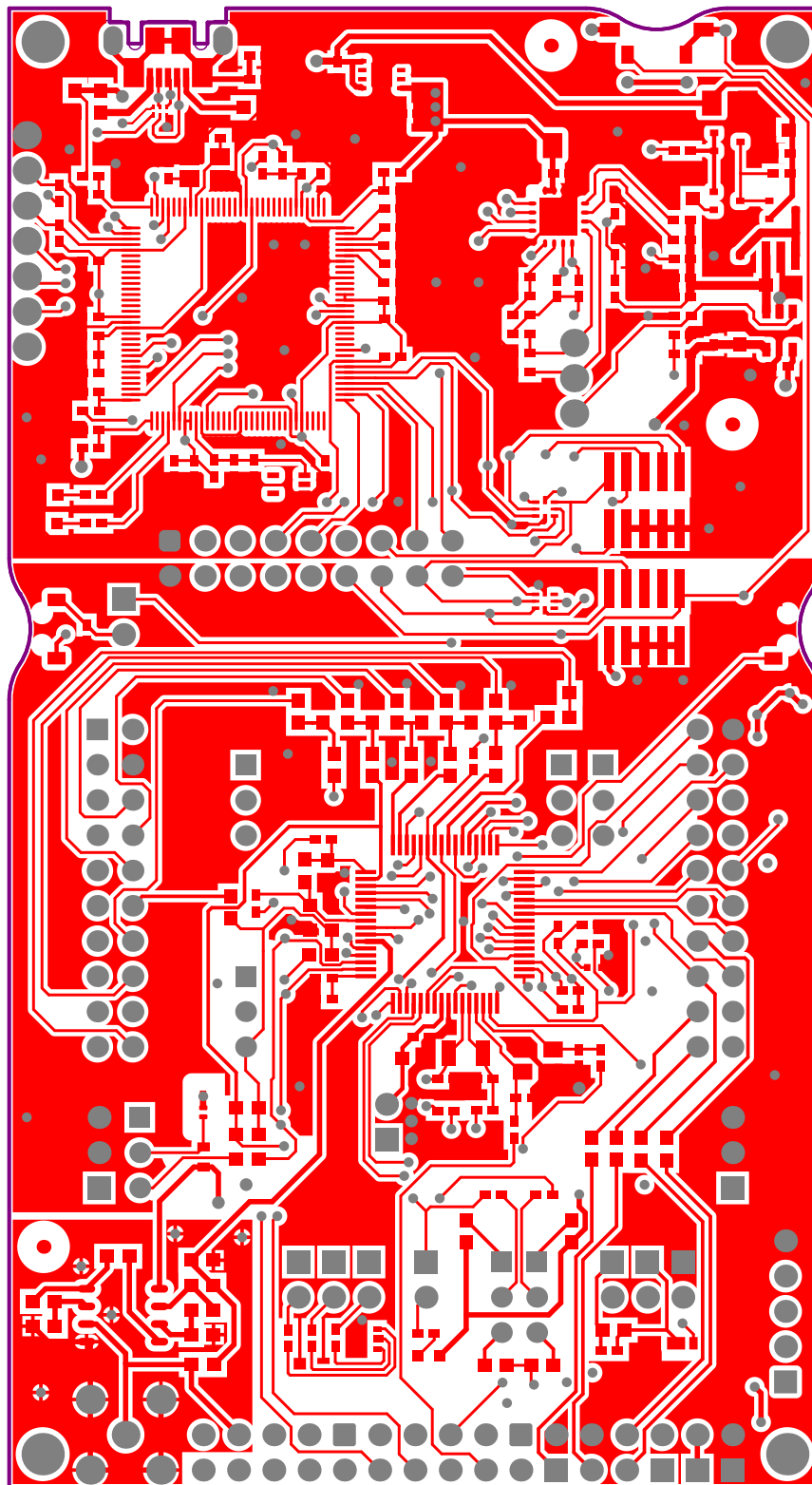


図 5-1. 上層

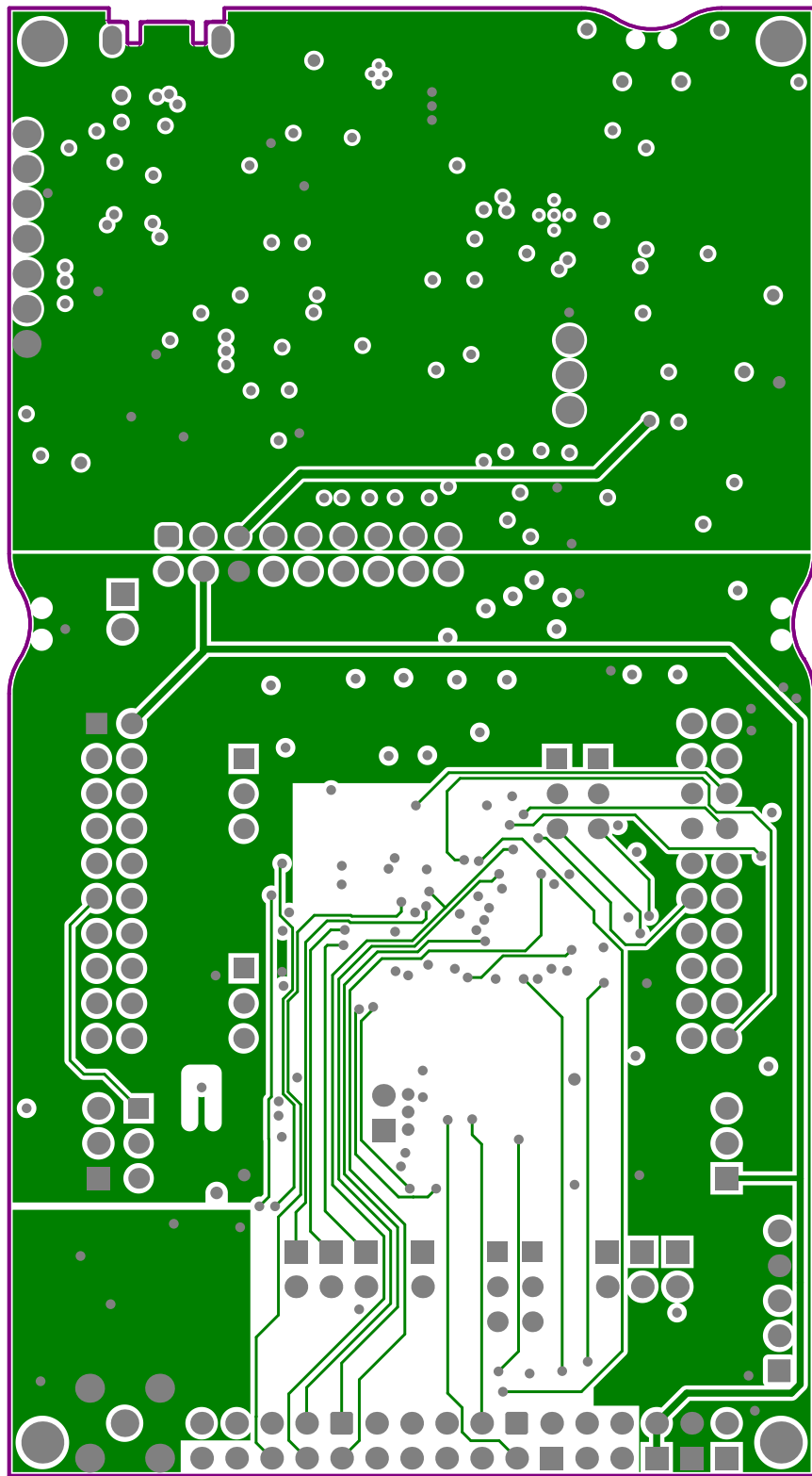


図 5-2. VCC 層

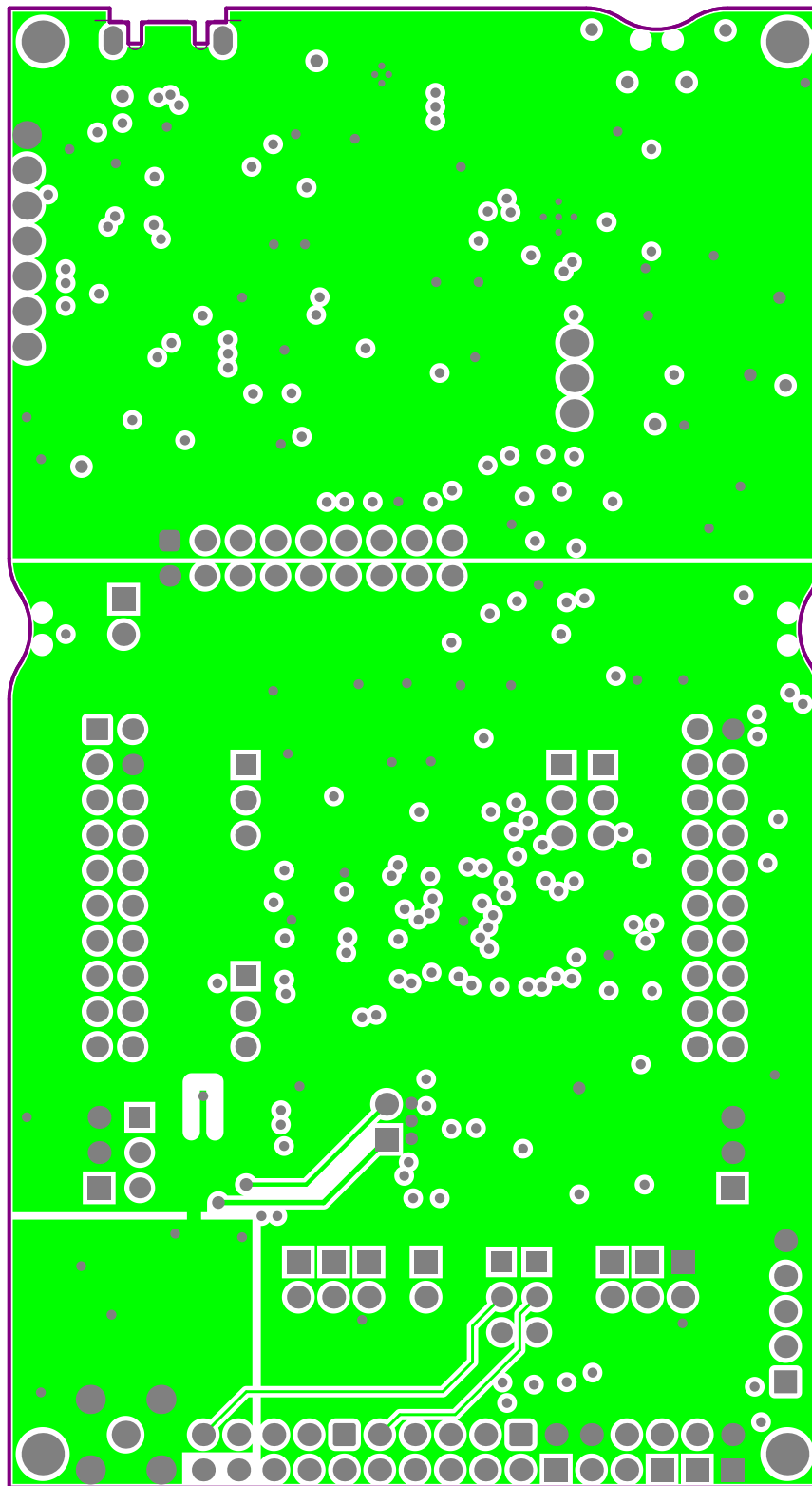


図 5-3. GND 層

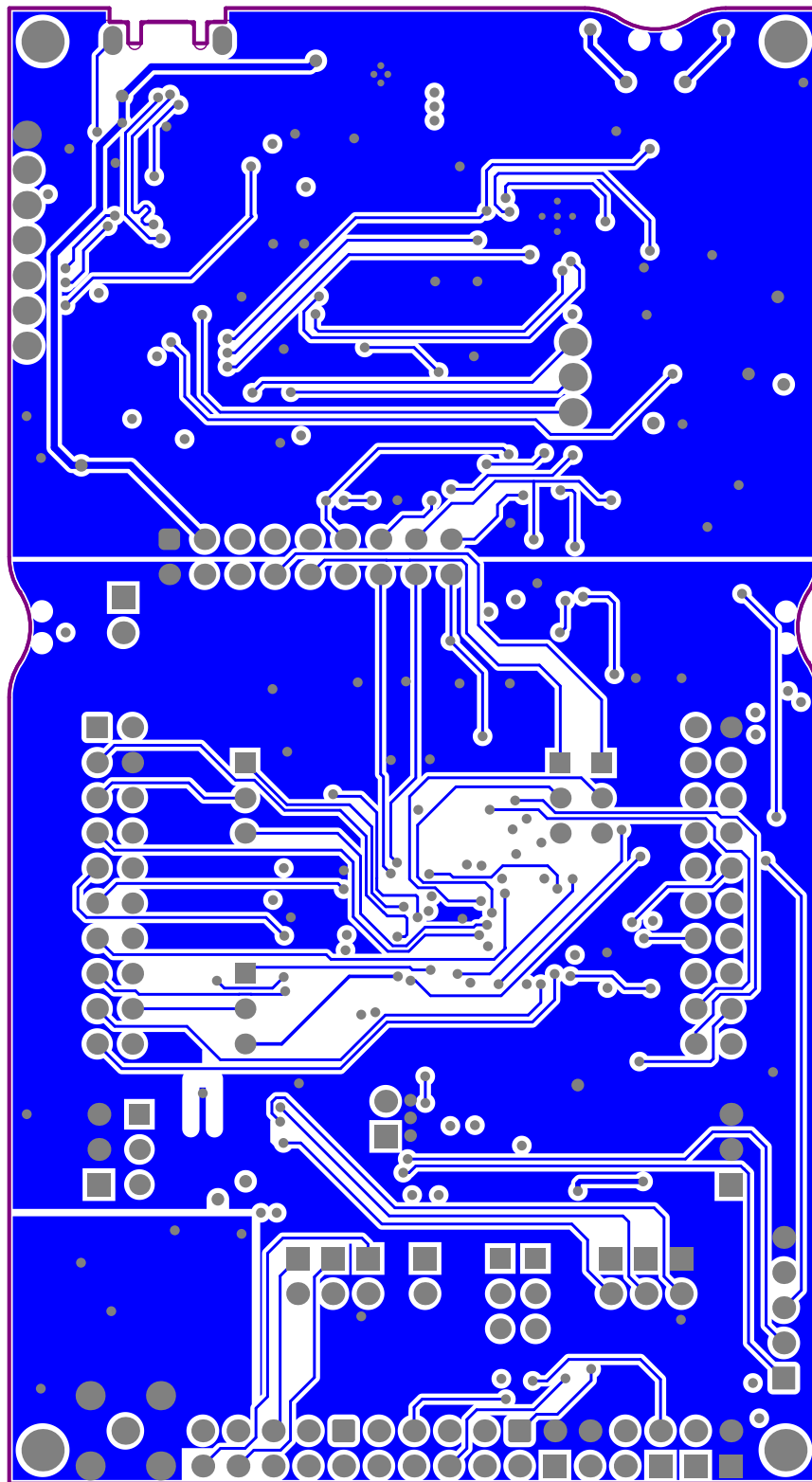


図 5-4. 下層

5.3 部品表 (BOM)

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー
!PCB1	1		プリント基板	MCU098	任意
C1	1	10uF	コンデンサ、セラミック、10μF、6.3V、±20%、X5R、0603	GRM188R60J106ME84	MuRata
C2	1	0.1uF	コンデンサ、セラミック、0.1μF、50V、±20%、X5R、0402	GRM155R61H104ME14D	MuRata
C3	1	0.47uF	コンデンサ、セラミック、0.47μF、6.3V、±10%、X5R、0402	GRM155R60J474KE19D	MuRata
C5	1	47pF	CAP、CERM、47pF、25V、±5%、C0G/NP0、0402	GRM1555C1E470JA01D	MuRata
C6	1	0.01uF	コンデンサ、セラミック、0.01μF、16V、±10%、X5R、0402	GRM155R61C103KA01D	MuRata
C8	1	1uF	コンデンサ、セラミック、1uF、25V、±10%、X5R、0603	C1608X5R1E105K080AC	TDK
C9、C11	2	22pF	CAP、CERM、22 pF、50 V、+/- 5%、C0G/NP0、0402	GRM1555C1H220JA01D	MuRata
C10、C12	2	18pF	コンデンサ、セラミック、18pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	GRM1555C1H180JA01D	MuRata
C13、C17、C18、C20、C24、C27、C28、C33、C38、C39、C44	11	0.1uF	コンデンサ、セラミック、0.1μF、6.3V、±10%、X7R、0402	GRM155R70J104KA01D	MuRata
C14、C15、C16、C22、C26	5	0.01uF	コンデンサ、セラミック、0.01μF、25V、±10%、X7R、0402	GRM155R71E103KA01D	MuRata
C19、C21、C25、C55	4	1uF	コンデンサ、セラミック、1uF、25V、±10%、X5R、0402	C1005X5R1E105K050BC	TDK
C23、C56	2	2.2uF	CAP、CERM、2.2μF、6.3V、+/- 10%、X5R、0402	GRM155R60J225KE95D	MuRata
C29、C30	2	12pF	CAP、CERM、12pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	GRM1555C1H120JA01D	MuRata
C31、C34	2	33pF	コンデンサ、セラミック、33pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	GRM1555C1H330JA01D	MuRata
C32、C36	2	4.7uF	コンデンサ、タンタル、4.7μF、16V、±10%、4Ω、SMD	TAJA475K016RNJ	AVX
C35	1	1000pF	CAP、CERM、1000pF、50V、±10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0402	GCM155R71H102KA37D	MuRata
C37、C43	2	4.7uF	コンデンサ、セラミック、4.7μF、16V、±10%、X5R、0603	GRM188R61C475KAAJ	MuRata

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー
C40	1	47uF	コンデンサ、セラミック、47μF、6.3V、±20%、X5R、0603	GRM188R60J476ME15D	MuRata
C41、C42	2	0.22uF	CAP、CERM、0.22μF、16V、±10%、X7R、0402	GRM155R71C224KA12D	MuRata
C47	1	82pF	CAP、CERM、82pF、50V、±10%、C0G/NP0、0603	C0603C820K5GACTU	Kemet
C53	1	2.2uF	CAP、CERM、2.2uF、10 V、±10%、X5R、0603	C0603C225K8PACTU	Kemet
C54	1	3300pF	コンデンサ、セラミック、3300pF、50V、±10%、X7R、0402	GRM155R71H332KA01D	MuRata
D1	1		フォトダイオード PIN チップ 910nm 車載用 2 ピン ケース 0805 (2012 メートル法) T/R	VEMD4110X01	Vishay
D2、D3	2	40V	ダイオード、ショットキー、40V、0.12A、AEC-Q101、SOT-323	BAS40-05W、115	Nexperia
FID1、FID2、FID3	3		フィデューシャル マーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし
H1、H2	2		スペーサ サポート、ナイロン 66	MAE-10	Kang Yang
IC1	1		2.7-4V デュアル入力/シングル出力 MOSFET、0.5A メイン/0.1A 補助入力、ロー イネーブル、通信温度、DBV0005A (SOT-23-5)	TPS2102DBVR	テキサス インストルメンツ
IC2、U1	2		高速データ インターフェイス向けの低静電容量 ± 15kV ESD 保護アレイ、6 チャンネル対応、-40 ~ +85°C、8 ピン UQFN (RSE)、グリーン (RoHS 対応、Sb/Br 非含有)	TPD6E004RSER	テキサス インストルメンツ
IC3	1		高速データ インターフェイス向けの ESD 保護アレイ、4 チャンネル対応、-40 ~ +85°C、6 ピン SON (DRY) パッケージ、グリーン (RoHS 対応、Sb/Br 非含有)	TPD4E004DRYR	テキサス インストルメンツ
IC4	1		500mA、可変、低静止電流、低ノイズ、高 PSRR、単一出力 LDO レギュレータ、DRB0008A (VSON-8)	TPS73533DRBT	テキサス インストルメンツ

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー
IC5	1		高精度マイクロパワーシャント電圧リファレンス、精度 0.5%、2.5V、15ppm/°C、15mA、-40 ~ 85°C、5 ピン SC70 (DCK)、緑 (RoHS & Sb/Br なし)	LM4040C25IDCKR	テキサス インストルメンツ
J1/J3、J2/J4	2		レセプタクル、2.54mm、10x2、錫、TH	SSQ-110-03-T-D	Samtec
J4、J5、J6、J7、J8、J13、J16、J17、J18	9		ヘッダ、100mil、2x1、Tin、TH	90120-0122	Molex
J9、J10、J11、J14、J15、J19、J20、J21、J22	9		ヘッダ、100mil、3x1、Tin、TH	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
J101	1		ヘッダ、2.54mm、9x2、錫、TH	PEC09DAAN	Sullins Connector Solutions
J102、J103	2		ヘッダー (シールド付き)、1.27mm、5x2、金、SMT	FTSH-105-01-L-DV-K	Samtec
L1	1	2.2uH	インダクタ、巻線、セラミック、2.2μH、0.89A、0.13Ω、SMD	CBC2518T2R2M	Taiyo Yuden
LED1、LED101	2	赤	LED、赤、SMD	BR1111C-TR	Stanley Electric Co., LTD
LED2	1	Rgb	LED、RGB、SMD	19-337/R6GHBHC-A01/2T	Everlight
LED102	1	緑	LED、緑、SMD	LTST-C190GKT	Lite-On
MSP1	1		CAN-FD インターフェイス LQFP64 搭載、ミックスドシグナルマイコン	MSPM0G3507SPM	テキサス インストルメンツ
R1	1	2.37Meg	RES, 2.37 M, 1%, 0.1 W, 0603	CRCW06032M37FKEA	Vishay-Dale
R2、R14	2	47k	抵抗、47k、5%、0.063W、0402	CRCW040247K0JNED	Vishay-Dale
R3、R52、R55、R57、R58、R62、R63、R64、R65、R69、R71、R73、R75、R76、R77、R78、R79、R80、R81、R82、R83、R84、R86、R89	24	0	抵抗、0、5%、0.1W、0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R4、R29、R30、R48	4	470	抵抗、470、5%、0.063W、0402	CRCW0402470RJNED	Vishay-Dale
R5	1	220	抵抗、220、5%、0.063W、0402	CRCW0402220RJNED	Vishay-Dale
R6、R7	2	330	抵抗、330、5%、0.063W、0402	CRCW0402330RJNED	Vishay-Dale
R8	1		Res 薄膜 0402 100KΩ 0.1% 1/16W ±25ppm/°C 成形 SMD SMD パンチ キャリア T/R	ERA-2AEB104X	Panasonic
R12、R16	2	4.7k	抵抗、4.7k、5%、0.1W、0603	RC0603JR-074K7L	Yageo
R13、R19	2	270	抵抗、270、5%、0.063W、0402	CRCW0402270RJNED	Vishay-Dale
R18、R21	2	2.2k	抵抗、2.2kΩ、5%、0.1W、0603	RC0603JR-072K2L	Yageo

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー
R23	1	0	抵抗、0、5%、0.063W、0402	RC0402JR-070RL	Yageo America
R24、R25、R26、R34	4	1.0k	抵抗、1.0k、5%、0.063W、0402	CRCW04021K00JNED	Vishay-Dale
R28	1	100	抵抗、100、5%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	CRCW0402100RJNED	Vishay-Dale
R31、R91、R92	3	10k	RES、10k、5%、0.063W、0402	CRCW040210K0JNED	Vishay-Dale
R32	1	4.87k	RES、4.87 k、1%、0.063 W、AEC-Q200 グレード 0、0402	CRCW04024K87FKED	Vishay-Dale
R33	1	100	抵抗、100、5%、0.063W、0402	CRCW0402100RJNED	Vishay-Dale
R35	1	51	抵抗、51、5%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	CRCW040251R0JNED	Vishay-Dale
R36、R37、R43、R44、R51、R54、R88	7	220k	RES、220 k、1%、0.0625 W、0402	RC0402FR-07220KL	Yageo America
R38、R85	2	3.30k	RES、3.30 k、1%、0.1 W、AEC-Q200 グレード 0、0402	ERJ-2RKF3301X	Panasonic
R39	1	2.20k	抵抗、2.20k、1%、0.063W、0402	CRCW04022K20FKED	Vishay-Dale
R40	1	6.81k	抵抗、6.81k、1%、0.063W、0402	CRCW04026K81FKED	Vishay-Dale
R41、R42	2	4.7k	抵抗、4.7k、5%、0.063W、0402	CRCW04024K70JNED	Vishay-Dale
R45、R46、R49	3	47.0k	RES、47.0k、1%、0.0625W、0402	RC0402FR-0747KL	Yageo America
R47	1	820	抵抗、820、1%、0.063W、0402	RC0402FR-07820RL	Yageo America
R56	1	10.0k	抵抗、10.0k、0.1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、1.6x0.8mm	ERA3ARB103V	Panasonic
R72	1	100	抵抗、100、1%、0.1W、0603	RC0603FR-07100RL	Yageo
R87	1	330k	RES、330 k、1%、0.0625 W、0402	RC0402FR-07330KL	Yageo America
R90	1	1.00Meg	RES、1.00 M、1%、0.063 W、0402	CRCW04021M00FKED	Vishay-Dale
RT1	1		サーミスタ、DEC0002A (X1SON-2)	TMP6131DECT	テキサス インストルメンツ
S1、S2、S3	3		スイッチ、SPST、0.05A、12 VDC、SMD	1188E-1K2-V-TR	Diptronics
SH-J1	1	J101:1-2	シャント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J2	1	J101:3-4	シャント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー
SH-J3	1	J101:5-6	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J4	1	J101:7-8	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J5	1	J101:9-10	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J6	1	J101:11-12	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J7	1	J101:12-13	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J8	1	J101:15-16	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J9	1	J101:17-18	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J10、SH-J11	2	J14:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J12	1	J16:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J13	1	J17:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J14	1	J18:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J15	1	J5:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J16	1	J6:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J17	1	J7:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J18	1	J8:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J19	1	J9:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J20	1	J13:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J21	1	J15:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J22	1	J19:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J23	1	J20:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J24	1	J21:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
SH-J25	1	J22:1-2	シヤント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec
T1	1	-20V	MOSFET、P-CH、-20V、-0.82A、SOT-323	DMG1013UW-7	Diodes Inc.
T2	1	45V	トランジスタ、NPN、45V、0.1A、SOT-323	BC850CW、115	NXP Semiconductor
U2	1		50 MHz、低ノイズ単一電源レール ツー レール オペアンプ、2.2 ~ 5.5V、-40 ~ 125°C、8 ピン SOIC (D8)、グリーン (RoHS 準拠、Sb/Br 非含有)	OPA2365AIDR	テキサス インストルメンツ
USB1	1		ケーブル、USB-A から micro USB-B、0.3m	AK67421-0.3	Assman WSW
USB2	1		レセプタクル、USB 2.0、Micro B、5 ポジション、R/A、SMT	1051640001	Molex

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー
XDS1	1		MSP432E401YTPDT、 PDT0128A (TQFP-128)	MSP432E401YTPDTR	テキサス インスツルメンツ
XDS2	1		MSP430G2x52、 MSP430G2x12 ミックスド シグ ナル マイクロコントローラ、 RSA0016B (VQFN-16)	MSP430G2452IRSA16R	テキサス インスツルメンツ
Y1	1		クリスタル、32.768KHz、 12.5pF、SMD	X1A0001410014	エプソン
Y2	1		クリスタル 40MHz±10ppm (Tol) ±20ppm (安定性) 12pF FUND 40Ω、4 ピン Mini-CSMD T/R	X1E0000210179	セイコーエプソン
Y3	1		クリスタル、16MHz、8pF、SMD	NX3225GA-16.000M-STD- CRG-1	NDK

6 追加情報

商標

LaunchPad™, EnergyTrace™, ブースターパック™, Code Composer Studio™, BoosterPack™, TI E2E™, and SimpleLink™ are trademarks of Texas Instruments.

IAR Embedded Workbench™ is a trademark of IAR Systems AB.

Arm®, Cortex®, Keil®, and μVision® 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。

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 D (October 2024) to Revision E (September 2026)	Page
・「説明」セクションを追加.....	1
・「概要」セクションを削除し、「説明」セクションに内容を移動.....	1
・「特長」セクションを追加.....	1
・内容を「主な特長」セクションから削除し、「特長」に移動.....	1
・「ハードウェア画像」セクションを追加.....	1
・MSPM0G3507 LaunchPad 開発キットの図を「概要」セクションから削除し、「ハードウェア画像」セクションに移動....	1
・セクションのタイトルを「はじめに」から「評価基板の概要」に変更.....	2
・「主な特長」セクションを削除.....	2
・「仕様」セクションを追加.....	2
・「デバイス情報」セクションを追加.....	2
・「ハードウェア設計ファイル」セクションを追加.....	18
・「回路図」セクションのすべての画像を更新.....	18
・「PCB レイアウト」セクションを追加.....	24
・「部品表 (BOM)」セクションを追加.....	28
・「追加情報」セクションを追加.....	34

Changes from November 1, 2023 to October 31, 2024 (from Revision C (November 2023) to Revision D (October 2024))	Page
・ 22pF ~ 18pF の C10 と C12 を更新.....	18

Changes from Revision B (March 2023) to Revision C (November 2023)	Page
・ セクション 5.1「回路図」のすべての画像を更新.....	18

STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.
 - 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductors products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software
 - 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.
2. *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*
 - 2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
 - 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.
 - 2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

WARNING

Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.

User shall operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI's instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.

NOTE:

EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGRADATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.

3 Regulatory Notices:

3.1 United States

3.1.1 Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:

FCC NOTICE: This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

3.1.2 For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:

CAUTION

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

FCC Interference Statement for Class A EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC Interference Statement for Class B EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

3.2 Canada

3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247

Concerning EVMs Including Radio Transmitters:

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Concernant les EVMs avec appareils radio:

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Concerning EVMs Including Detachable Antennas:

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see http://www.tij.co.jp/sds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html>

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。技術適合証明を受けていないもののご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号
西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see http://www.tij.co.jp/sds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html>

3.4 European Union

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive):*

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

4 *EVM Use Restrictions and Warnings:*

4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.

4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.

4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*

4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.

4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.

4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.

5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.

6. *Disclaimers:*

6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.

7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.
10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
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みいかなる保証も、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、TI は一切の責任を拒否します。

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](https://www.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 © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月