

Design Guide: TIDEP-01030

ハイエンドコーナレーダー向けミリ波の診断および監視機能のリファレンスデザイン



概要

このリファレンス デザインは、ミリ波レーダー センサが内蔵している自律型の監視機能を備えています。これらの機能を活用すると、ホスト側の処理負荷を最小化し、設計の効率を改善することができます。このリファレンス デザインは、プログラマブル デジタル コア、ペリフェラル、メモリの診断テストを実行するため、安全診断ライブラリ (SDL) を使っています。また、このリファレンス デザインは、さまざまなハードウェア コンポーネントが搭載している無線周波数 (RF) およびアナログ向けの監視機能を構成し、有効にします。このリファレンス デザインは、さまざまな安全リソースを活用して ASIL-B/SIL2 準拠製品の実装を支援し、全体の開発期間および市場出荷までの期間の短縮に貢献します。

参照情報

TIDEP-01030

デザイン フォルダ

AWR2944

プロダクト フォルダ

AWR2944EVM

ツール フォルダ

mmWave MCUPLUS SDK

ツール フォルダ



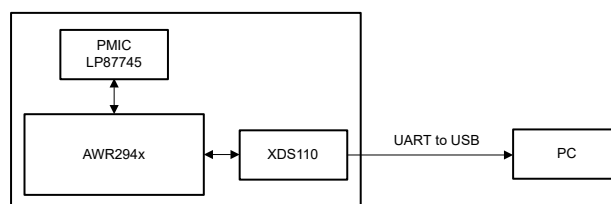
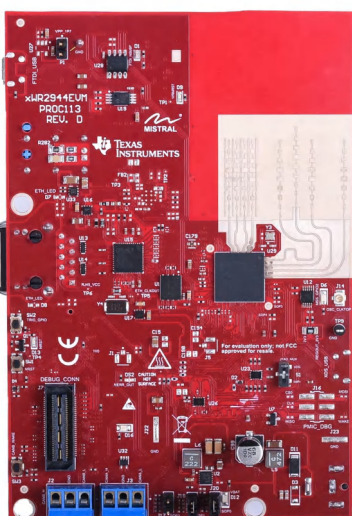
テキサス・インスツルメンツの™ E2E サポート エキスパートにお問い合わせください。

特長

- ミリ波レーダー センサの内蔵診断機能および監視機能の使用方法を提示し、システムの性能と信頼性の向上に貢献
- 安全に関するリソースを使用して、さまざまなデバイスやアプリケーションで ASIL-B/SIL2 準拠のミリ波センサを構築でき、効率的にシステムを実装可能
- 実績のある EVM ハードウェア設計を基礎とし、短期間での市場投入を実現

アプリケーション

- 長距離レーダー
- 中距離 / 短距離レーダー
- 超短距離レーダー



1 システムの説明

TIDEP-01030 は、77GHz ミリ波 RF CMOS (radio-frequency complementary metal-oxide semiconductor) テクノロジーをベースとする TI の AWR2944 を使用して、診断および監視アプリケーションを作成するためのリファレンス デザインを提供しています。ミリ波センシング テクノロジーは、雨、霧、ほこりなどの環境条件にかかわらず、広い範囲で自動車、二輪車、自転車などの各種車両を検出します。TI のミリ波センシング デバイスは、Arm® マイクロコントローラ (MCU) および TI デジタル信号プロセッサ (DSP) コアに、76~81GHz のミリ波レーダー フロント エンドを統合して、シングル チップ システムを実現します。

TI のミリ波 SoC (システム オン チップ) は、診断および監視のための回路を内蔵しており、決定論的原因による障害とランダム障害を検出できます。これらの安全メカニズムにより、安全重視のアプリケーションで、システムの複雑さとコストを大幅に低減できます。SafeTI 診断ライブラリ (SDL) を使用して、これらの診断メカニズムをテストすることが重要です。

TI のレーダー ミリ波 IC は、ハードウェアとファームウェアの要素を備えており、ミリ波、アナログ、デジタルの各サブシステムを監視します。RadarSS のこれらの内蔵機能は、ファームウェア API を通じてアプリケーションで利用できます。

このリファレンス デザインは、ミリ波レーダーセンサの内蔵診断機能および監視機能の使用方法を示します。このデザインは、ASIL-B/SIL2 準拠の製品開発を迅速に開始するために必要なハードウェア、回路図、リファレンス ソフトウェアを提供しています。このリファレンス デザインでは、使用例に加えて、設計原理、実装の詳細、このアプリケーションの開発で実施した技術的トレードオフについて説明します。また、設計を複製するための概略手順を説明しています。このデバイスの主要な診断機能の一部を以下に示します。

- セルフ テストコントローラ (STC)
- プログラム可能な内蔵セルフ テスト (PBIST)
- 誤り訂正符号 (ECC)
- バスの安全性
- 各種メモリまたはペリフェラルのパリティ

詳細については、安全マニュアルを参照してください。

注

このドキュメントの他の部分では、特に記述のない限り、「ミリ波センサ」は AWR2944 を意味し、「EVM」は AWR2944EVM を意味します。

2 システム概要

TI のレーダー ミリ波 IC は、ハードウェアとファームウェアの要素を備えており、ミリ波、アナログ、デジタルの各セクションを監視します。デバイスのデジタル素子の大部分には診断機能が組み込まれています。

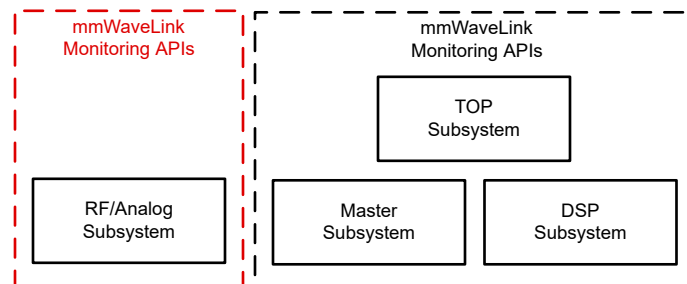


図 2-1. ミリ波センサの監視および診断

アナログ サブシステムは、デバイスのアナログ機能および RF 機能を搭載しています。AWR294x は、3 つまたは 4 つのトランスミッタと 4 つのレシーバ チェーンに加えて、クロック発振器と FMCW (周波数変調連続波) 信号生成回路 (クリーンアップ APLL、シンセサイザ、周波数通倍器など) を搭載しています。レーダー サブシステムは、アナログ モジュールおよび RF モジュールの初期化とキャリブレーションを実施します。このサブシステムは、定期的にアナログおよび RF 機能を監視し、すべてのアナログ モジュールおよび RF モジュールが規定された制限内で動作していることを確認します。こ

の機能は、MSS または DSS アプリケーションによって mmWavelink Monitoring API を使用して構成でき、さまざまなモードおよびレポートのオプションが用意されています。

トップ、マスタ、および DSP サブシステムには、安全診断機能を備えたさまざまなメモリおよびデジタル コンポーネントが含まれています。これらの機能は、安全診断ライブラリを使用して構成および検証することにより、デバイスの決定論的原因によるフォルトとランダム フォルトの両方を管理できます。

2.1 ブロック図

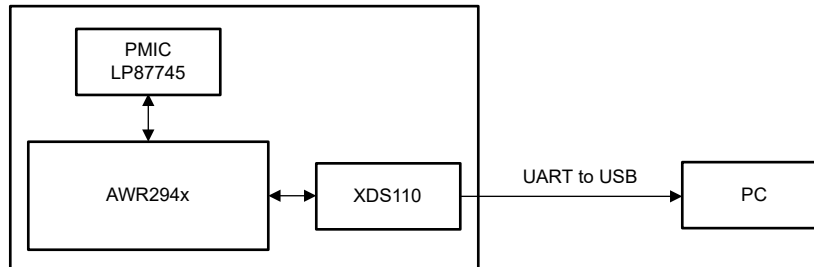


図 2-2. TIDEP-01030 のブロック図

2.2 設計の考慮事項

このリファレンス デザインでは、診断機能および監視機能の使用方法を示します。診断テストは SDL を使用して実装されますが、監視機能は mmWaveLink ライブラリを使用して RadarSS で実現されます。一部の診断テストは破壊的であり、ソフトリセットまたはウォームリセットを発生させる可能性があります。そのため、このリファレンス デザインでは、これらのテストは、セカンダリ ブートローダ (SBL) の一部となっています。したがって、これらの破壊的診断テストの実行によって、メイン アプリケーション フローが妨げられることはありません。これらの DIAG テストとは別に、残りの DIAG はアプリケーションの初期化時に MSS および DSS コア上で実行されます。実装の詳細については、[セクション 2.4.2](#) を参照してください。

2.3 主な使用製品

2.3.1 LP87745

LP87745-Q1 を使用すると、最新のプラットフォーム、特に車載用レーダー/カメラおよび産業用レーダー アプリケーションの電力管理要件を簡単に満たすことができます。このデバイスには 3 つの降圧 DC/DC コンバータ、1 つの 5V 昇圧コンバータおよびバイパス スイッチが内蔵されています。安全重視のアプリケーションに対応するために、外部電源用の 2 つの電圧監視入力および 1 つのウィンドウ ウォッチドッグを内蔵しています。

2.3.1.1 LP87745 の特長

- 以下の結果で AEC-Q100 認定済み:
 - デバイス温度グレード 1: 動作時周囲温度範囲: -40°C ~ +125°C
- 機能安全に準拠したデバイス
 - 機能安全アプリケーション向けに開発
 - ASIL-C および SIL-2 までの ISO 26262 機能安全システム設計に役立つ資料を入手可能
 - 入力電源過電圧および低電圧の監視
 - レギュレータ出力過電圧および低電圧の監視
 - 1 つの外部レールに対する過電圧および低電圧監視
 - Q および A ウォッチドッグ
 - レベルまたは PWM エラー信号モニタ (ESM)
 - BIST および CRC
- 入力電圧: 公称 3.3V (3V ~ 4V の範囲)
- 3 つの低ノイズの降圧 DC/DC コンバータ:
 - 出力電圧: 0.9V ~ 1.9V, 0.8V (BUCK3), 0.82V (BUCK3)
 - 最大出力電流: 3A, 3A, 3A
 - スイッチング周波数: 4.4MHz, 8.8MHz, 17.6MHz

- 5V 昇圧コンバータ
 - 最大出力電流:350mA
- 150mA (LDO)
 - 1.8V または 3.3V の出力電圧
- 出力短絡および過負荷保護
- 入力過電圧保護 (OVP) および低電圧誤動作防止 (UVLO)
- 過熱警告および保護
- シリアル ペリフェラル インターフェイス (SPI)

2.3.1.2 安全関連の特長

LP8774x-Q1 デバイスは、ISO26262 機能安全に準拠したパワー マネージメント IC (PMIC) で、以下に示す主要な機能安全の特長を備えており、ASIL-C、SIL-2 までの安全システム設計に役立ちます。安全メカニズムについて、およびこのデバイスを機能安全システムに統合する方法の詳細については、『LP87745-Q1 AWR および IWR レーダー センサ用、3 個の降圧コンバータおよび 5V 昇圧回路』データシートの仕様、および『LP87745-Q1 機能安全マニュアル』SFFS159 を参照してください。

• VCCA 入力、レギュレータ出力、VMON 入力の監視

LP8774x-Q1 デバイスは、独立した電圧モニタを使用して、降圧、昇圧、VIO_LDO の出力電圧、VMON1 (汎用電圧モニタ) 入力、VCCA 入力について、低電圧 (UV) および過電圧 (OV) 状態を監視します。また、短絡および電流制限コンパレータによってレギュレータの出力を監視します。レギュレータ モニタは、対応するレギュレータがイネーブルになり、OV、UV のセルフテストが完了するとイネーブルになります。

• 有限ステート マシン (FSM) および安全化出力:NRSTOUT、nINT、CAN_DIS

LP8774x-Q1 デバイスには、有限ステート マシン (FSM) エンジンが内蔵されており、動作状態遷移中のデバイスの状態を管理します。このデバイスは、NVM で構成可能なパワーアップ、パワーダウン シーケンス、およびエラー処理をサポートしています。重大なエラーが発生した場合、メイン プロセッサ リセット信号 (NRSTOUT) が Low に駆動され、すべての電源レールがオフになることにより、システムを安全状態に維持します。NVM 構成によっては、中程度のエラー イベントが発生した場合、PMIC は割り込み信号 (nINT) およびソフトウェア割り込みを通じて、これらのイベントをプロセッサに対して通知でき、また、nINT または CAN_DIS 信号により CAN (Controller Area Network) 通信をディセーブルにできます。

• Q&A ウォッチドッグ

ウォッチドッグは MCU が正しく機能しているかどうかをモニタします。LP8774x-Q1 の Q&A モード ウォッチドッグは、MCU の正常な動作を検出するために、特定の間隔で MCU からの特定のメッセージを要求します。動作中に、デバイスは SPI 経由で質問を MCU に送ります。MCU は、この質問に対して一定の演算処理を実行し、必要な 32 ビットの回答を計算します。この回答は、回答 3、回答 2、回答 1、回答 0 という 4 つの回答バイトに分かれています。MCU は、これらの回答を正しい順序とタイミングで SPI 経由で送信する必要があります。MCU の回答または回答順序が正しくない場合、デバイスはエラーを検出します。エラーに対する応答は、NVM、OTP の設定によって決まります。エラーが永続する場合は、PMIC エラー カウンタがオーバーフローし、すべての電源レールがシャットダウンされて、システムを安全な状態に維持します。

• エラー信号モニタ (ESM)

LP8774x-Q1 にはエラー信号モニタ (ESM) があり、nERR 入力ピンで MCU エラー出力信号を監視します。デフォルトでは、LP8774x-Q1 デバイスのスタートアップ時に ESM はディセーブルになっています。ESM を開始するためには、MCU はスタートビットを設定します。

システムの電源がオンになり、MCU が LP8774x-Q1 の構成を完了した後、ソフトウェアによって ESM_MCU_START を設定して開始します。このデバイスは、レベル モードまたは PWM モードをサポートしています。デバイスが ESM エラーを検出した場合、エラーに対する応答は NVM、OTP の構成によって決まります。エラーが永続する場合は、PMIC エラー カウンタがオーバーフローし、すべての電源レールがシャットダウンされて、システムを安全な状態に維持します。

• ABIST、LBIST および CRC

このデバイスは、電圧モニタと TSD コンパクタの健全性をチェックするアナログ内蔵セルフテスト (ABIST)、デバイスの起動時にデジタル機能をチェックするロジック内蔵セルフテスト (LBIST) を備えており、通知がプロセッサに送信されます。デバイスのトリムレジスタ、構成レジスタおよび SPI 通信は、CRC で保護されており、ビットエラーを検出します。

2.3.2 AWR294x ミリ波センサ

このミリ波センサは、76~81GHz の周波数帯域で動作できる統合型シングルチップ周波数変調連続波 (FMCW) センサです。TI の低消費電力 45nm RFCMOS プロセスで製造され、超小型のフォームファクタで今までにないレベルの統合を実現しています。このデバイスには 4 つのレシーバと、閉ループのフェーズロックループ (PLL) を備えた 3 つまたは 4 つのトランスミッタが搭載されており、高精度の線形チャープ合成が可能です。

このセンサは、RF キャリブレーションと安全監視のための無線プロセッサ (BIST) を内蔵しています。実数ベースバンドアーキテクチャに基づき、このセンサ デバイスは 15MHz の IF 帯域幅をサポートし、出力サンプリングレートを再構成可能です。Arm® Cortex® R5F およびテキサス・インスツルメンツの C66xx デジタル信号プロセッサ (DSP) (固定および浮動小数点) と 4MB のオンチップ RAM を搭載しており、高度なアルゴリズムを開発できます。このデバイスは、ASIL-B 認証済みで、低消費電力で自己監視機能を備えた、超高精度の車載用レーダー システムに最適なソリューションです。

2.4 システム設計

2.4.1 ハードウェアのブロック図

TIDEP-01030 は、AWR2944BOOST EVM を使用して実装されています。メタイメージのロードおよびログの収集を行うには、この EVM (評価基板) を UART (ユニバーサル非同期レシーバ/トランスミッタ) 経由でホスト PC に接続する必要があります。

AWR2944EVM の主な特長を以下に示します。

1. AWR2944EVM 上の AWR2944 レーダー デバイス
2. 5V 単一入力から必要な電源レールすべてを供給するパワーマネジメント回路
3. 4 個のオンボード TX アンテナと 4 個の RX アンテナ
4. JTAG インターフェイスと、mmWave デバイスから診断テストおよびモニタレポートを送信するための UART を提供するオンボード XDS110

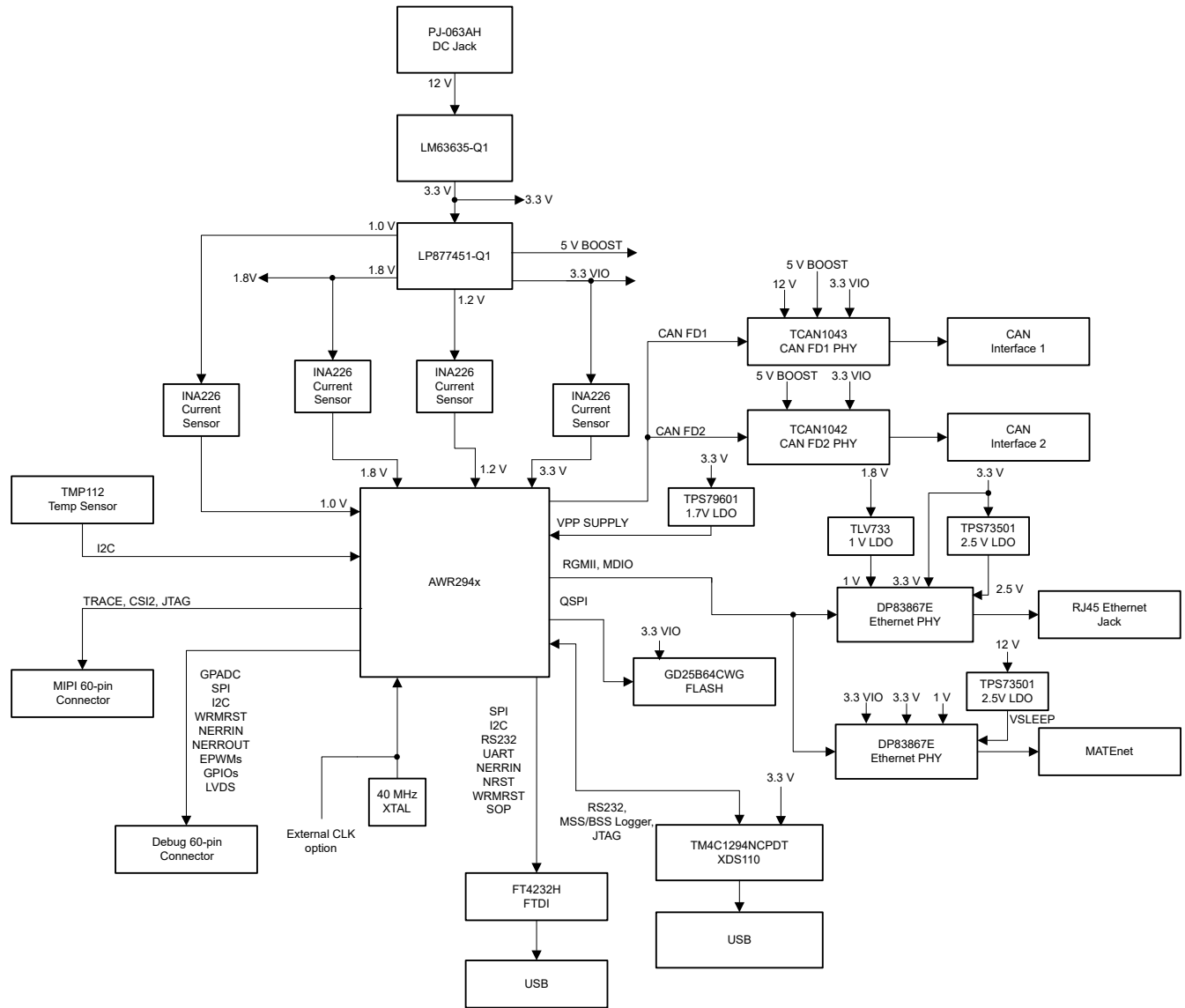


図 2-3. AWR2944EVM ブロック図

ハードウェアの詳細については、次の資料を参照してください。

- [AWR2944 評価モジュール \(AWR2944EVM\)](#)

2.4.2 ソフトウェア コンポーネント

このアプリケーションは、ミリ波センサの診断機能と監視機能を紹介するものです。このアプリケーションは、診断テストの実装に **SafeTI™** 診断ライブラリ (SDL) を使用し、RF フロント エンドの監視を構成するために **mmWaveLink** を使用しています。

このリファレンス デザイン アプリケーションでは、MSS コアのセカンダリブートローダ (SBL) でいくつかの診断テストを実行します。これらのテストの最後に、SBL は、スーパーバイザ フラッシュ (sFlash) からメタ イメージを読み取って、メイン アプリケーションを MSS および DSS RAM 領域にロードします。

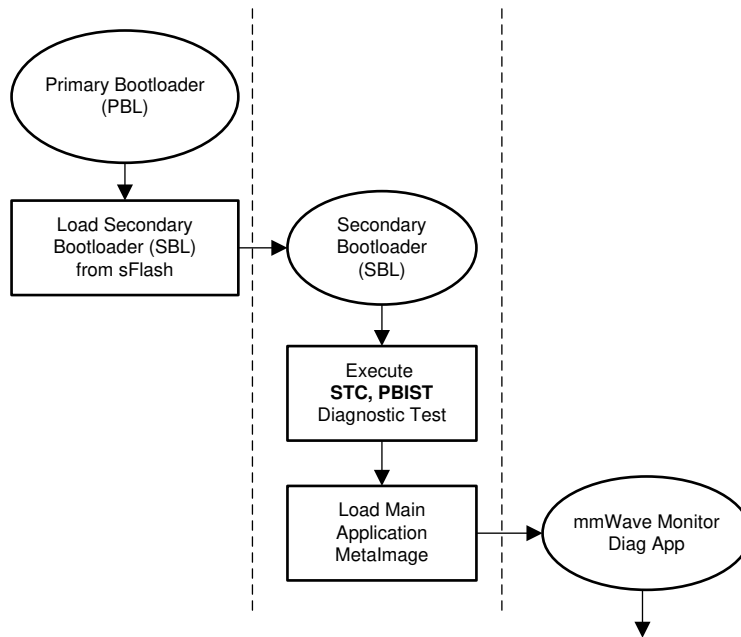


図 2-4. アプリケーション制御フロー図

図 2-5 に、MSS および DSS のイメージを含むメイン アプリケーションの概略フロー図を示します。センサからの診断および監視テストのステータスは、UART 経由で PC に送信されます。

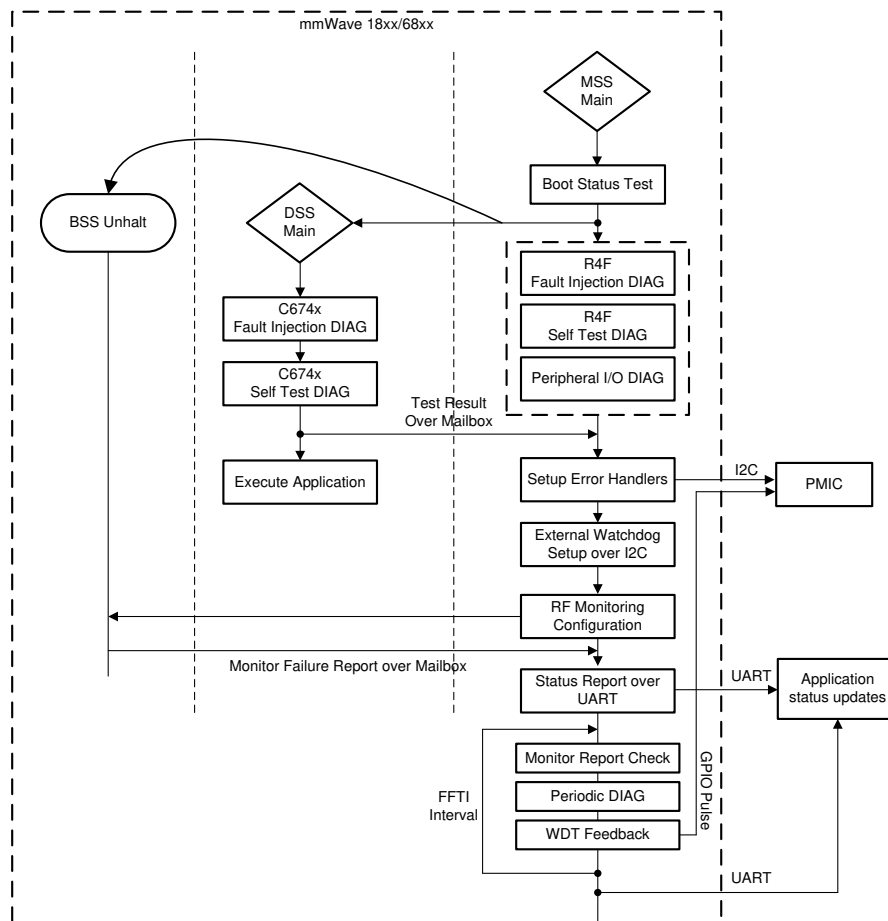


図 2-5. 診断および監視アプリケーションのフロー図

2.4.2.1 セカンダリ ブートローダ (SBL)

セカンダリ ブートローダは、シリアル インターフェイス経由でイメージを受信して、sFlash 内のアプリケーション メタ イメージを更新する役割を果たします。次に SBL は 更新されたアプリケーション メタ イメージをロードして実行します。

ROM (プライマリ) ブートローダは、常に SBL をロードします。アプリケーションは、アプリケーション メタ イメージを更新するか、ロードして実行するかを選択できます。

安全アプリケーションでは、SBL を使用して、ブート時に実行する必要がある PBIST や STC などの破壊的テストを実行できます。これらのテストを SBL へ移動する主な理由は、これらの DIAG が実行中にコアリセットを発生させる可能性があるからです。これらのテストは、メイン アプリケーションをロードする前に検証されます。障害が発生すると、SBL は中断して終了します。

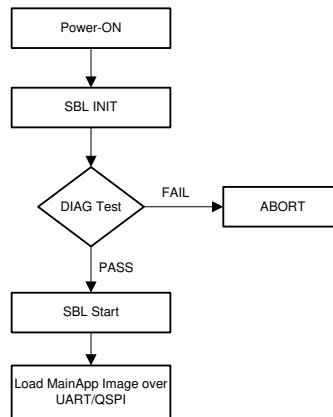


図 2-6. SBL フロー図

2.4.2.2 mmWaveLink API

mmWaveLink ライブラリは、メールボックス インターフェイスを経由して RadarSS と通信するための各種 API を提供します。このアプリケーションでは、MSS/DSS アプリケーションが mmWaveLink API を使用して 監視機能を構成します。その後、アプリケーションは、RadarSS から mmWaveLink コールバックを通じて非同期イベントの形式で監視レポートを受信します。

2.4.2.3 ミリ波安全診断ライブラリ (SDL)

ミリ波 SafeTI 診断ライブラリ (SDL) は、TI のミリ波センサのさまざまな安全メカニズムに対応する、安全機能と応答ハンドラにアクセスするための一連の機能で構成されています。これらの機能は、機能安全に関するソフトウェアアプリケーションの開発を支援します。

この SDL は、診断機能にアクセスするための一連の診断 API と低レベルのドライバ機能を提供しています。これらの安全メカニズムは、『ミリ波デバイスの安全マニュアル』に定義されています。

診断ライブラリ (DIAG) は、安全機能へアクセスしたり、障害を注入または検出するための API を提供するソフトウェア診断ライブラリです。

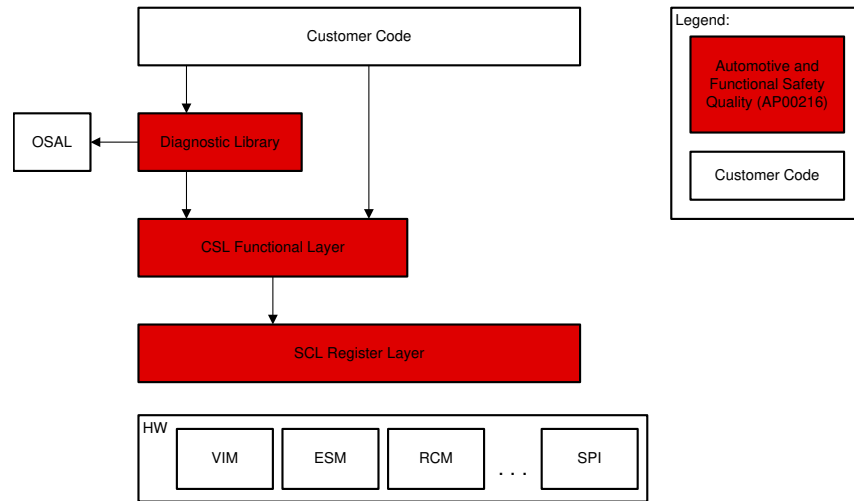


図 2-7. SDL レイヤーアーキテクチャ

図 2-7 の赤いブロックは機能安全品質を表しており、関連するすべてのドキュメントとレポートは SDL パッケージで提供されています。

診断ライブラリは、『ミリ波デバイスの安全マニュアル』で指定されている診断機能の実装を提供します。

診断テストのカテゴリ (時間間隔に基づく):

- シングル ショット診断
- 定期的診断
- 故障挿入診断: ECC、パリティ、MPU 診断。
- セルフ テスト診断: LBIST、PBIST、DCC、CCM の診断。
- ペリフェラル IO 診断: ペリフェラル ループバック、nERROR IN または OUT の診断
- 静的構成レジスタの読み戻し: 静的構成レジスタを定期的にチェックする診断機能

標準的な DIAG テストフロー

- OSAL (Operating System Adaptation Layer) は、フックを追加および削除する機能を定義します。ESM エラーおよび CPU 例外にフックを追加可能
- HW 構成 – 診断を実行するために構成する必要がある HW IP レジスタ
- CPU 例外、ESM エラー – 診断により ESM エラー、CPU 例外を生成
- すべての診断ハンドラは診断レイヤの中にあります

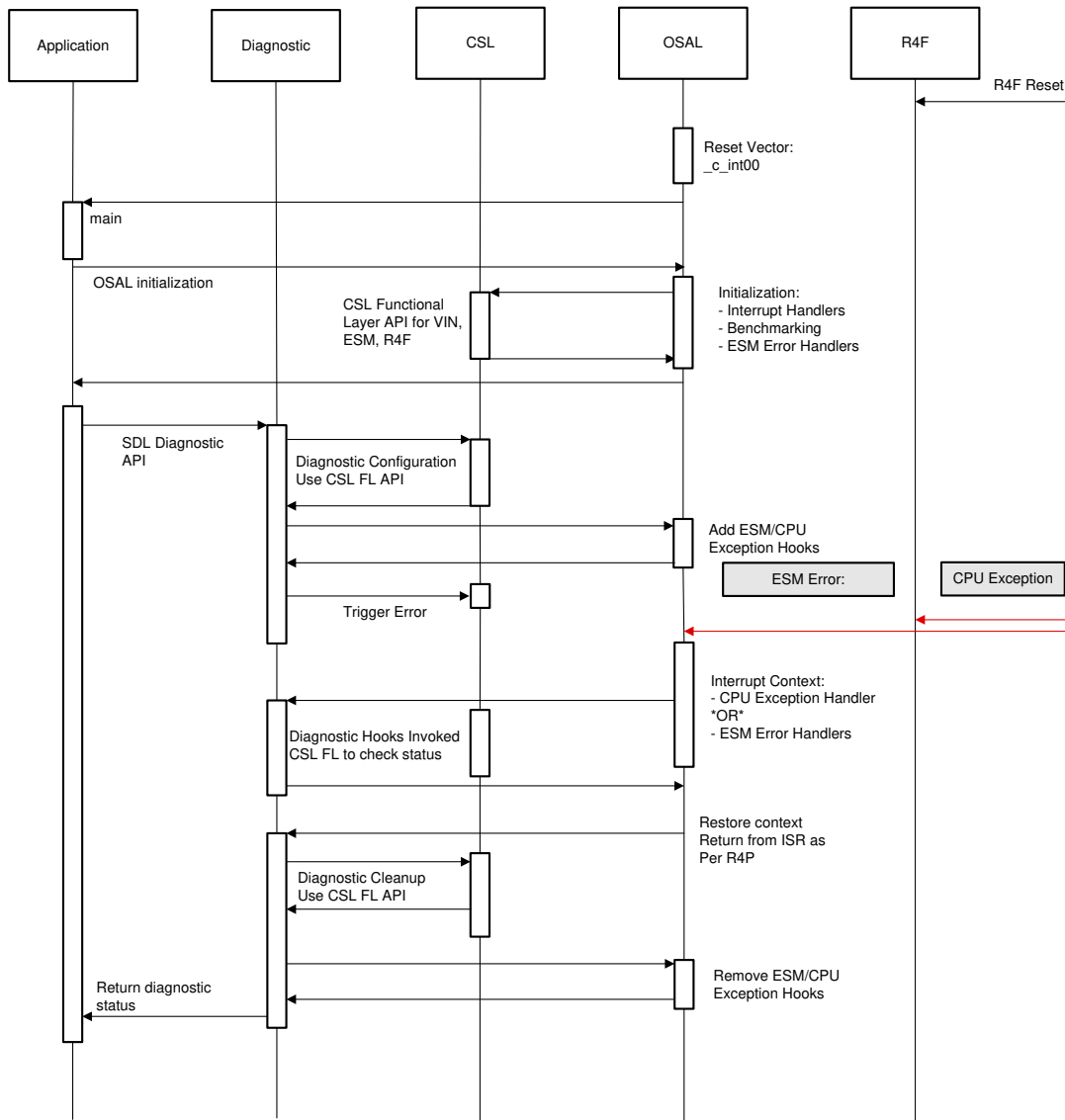


図 2-8. DIAG テストフロー

2.4.2.4 ミリ波 SDK ソフトウェアのブロック図

ミリ波ソフトウェア開発キット (SDK) によって、ミリ波評価基板 (EVM) を使用したミリ波センサ アプリケーションを開発できます。この SDK は、基本的なコンポーネントを提供しており、設計者がアプリケーション開発に集中するのに役立ちます。さらに、SDK には複数のデモ アプリケーションが付属しており、エンド ユーザーのミリ波アプリケーションに SDK を統合するためのガイドとして活用できます。このリファレンス デザインは、SDK フレームワーク上で開発されており、SDL ライブラリを使用しています。

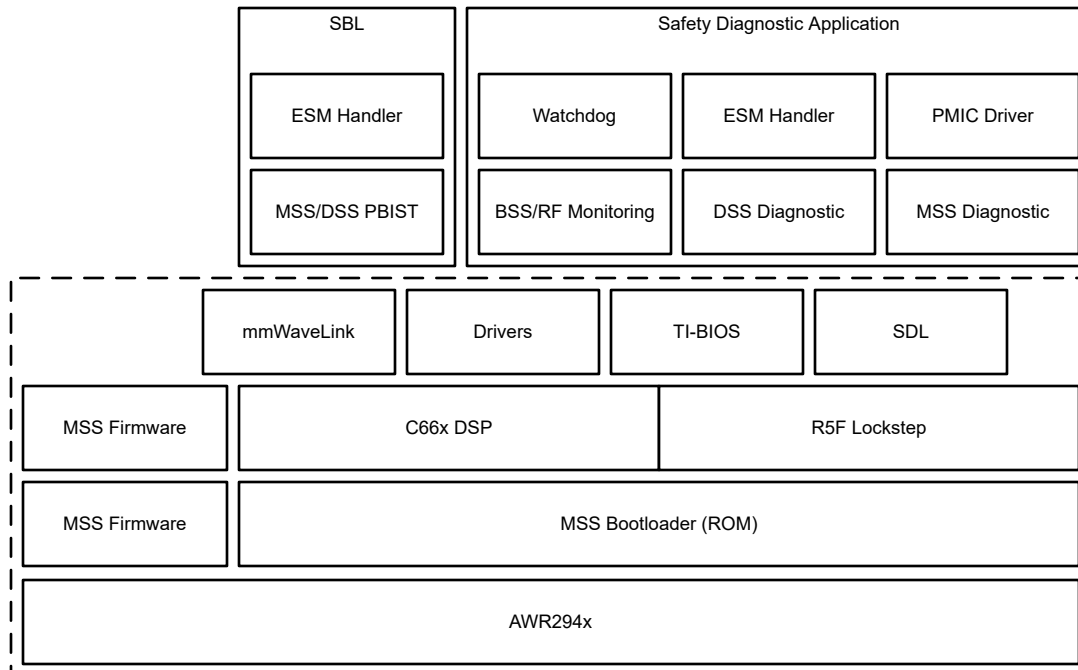


図 2-9. SBL およびアプリケーションのブロック図

3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

3.1 ハードウェア要件

テキサス・インスツルメンツの AWR2944EVM は、AWR2944 ミリ波センシング デバイスのための使いやすい評価基板です。

このリファレンス デザインでは、リファレンス アプリケーションを実行するために AWR2944EVM が必要です。ただし、お客様はこの機能をボード上で実行することもできます。

3.2 テスト設定

このテスト構成には、USB ケーブルで PC に接続した AWR2944EVM が含まれています。

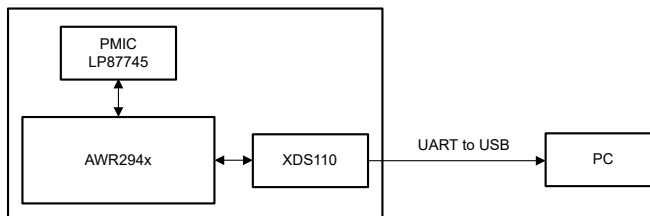


図 3-1. テスト設定

図 3-2 は、リファレンス デザイン アプリケーションの標準的なテストフローです。

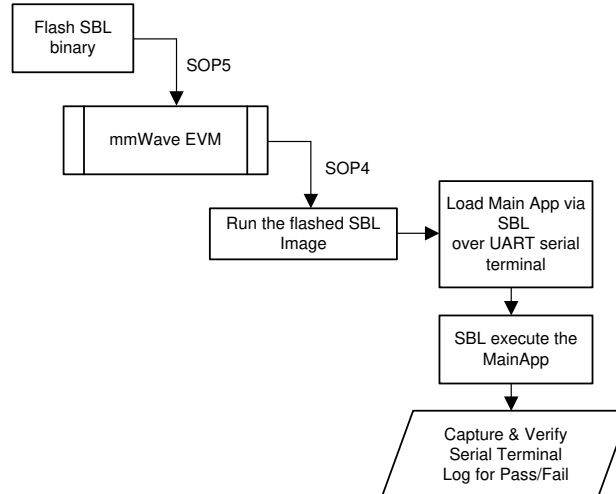


図 3-2. 標準的なテストフロー

3.3 テスト結果

AWR2944EVM は USB ケーブル経由で PC に接続します。SBL イメージが最初にフラッシュされ、次にメイン アプリケーションがフラッシュされます。このアプリケーションを実行する正確な手順については、ソフトウェア パッケージに含まれている「作業の開始」ドキュメントを参照してください。

SBL およびメイン アプリケーションによって実行された診断テストの結果を 図 3-3、図 3-4、および 図 3-5 に示します。

```

*****
DSS Safety Mechanims Logs
HWA Parity Test Application
HWA TEST START : starting
All test passed for HWA Parity Application
ECC Test Application for HWA Memory
ECC UC-1 and UC-2 Test
UC-1: Injected 1-bit error and got ESM Interrupt
UC-2: Injected 2-bit error and got ESM Interrupt
All Use_Cases have passed for ECC Test Application for HWA Memory.
ECC Test Application for L3 Memory
ECC UC-1 and UC-2 Test
UC-1: Injected 1-bit error and got ESM Interrupt
UC-2: Injected 2-bit error and got ESM Interrupt
All Use_Cases have passed for ECC Test Application for L3 Memory.
ECC Test Application for DSS Mailbox memory
ECC UC-1 and UC-2 Test
UC-1: Injected 1-bit error and got ESM Interrupt
UC-2: Injected 2-bit error and got ESM Interrupt
All Use_Cases have passed for ECC Test Application for DSS Mailbox memory.
DSS TPCC PARITY Example : Started
All tests have passed for TPCC Parity Test Application.
*****
MSS Safety Mechanims Logs
TCM Parity Test Application Starting
TCM PARITY Test Application : Started
ESM_Test_init: Init MSS ESM complete
MSS TCM PARITY: ATCM0 Started
MSS ATCM0 Parity : Completed
ESM_Test_init: Init MSS ESM complete
MSS TCM PARITY: ATCM1 Started
MSS ATCM1 Parity : Completed
ESM_Test_init: Init MSS ESM complete
MSS TCM PARITY: B0TCM0 Started
MSS B0TCM0 Parity : Completed
ESM_Test_init: Init MSS ESM complete
MSS TCM PARITY: B0TCM1 Started
MSS B0TCM1 Parity : Completed
ESM_Test_init: Init MSS ESM complete
MSS TCM PARITY: B1TCM0 Started
  
```

図 3-3. 診断テスト結果 1

```

COM88 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help

All tests have passed for ECC Bus Safety Appliaction.
MCRG Test Application
MCRG AUTO CPU mode on Channel 1: Transfer Test Started...
Calculating Reference MCRG signature Value.
MCRG signature value : 0xc1c133adab4dd50fU
MCRG Full Mode Computation Time: 5293us
Sector signature matches - Passed
Calculated MCRG signature value : 0x01c133adab4dd50fU
EDMA Data transfer completed !!
MCRG Auto Mode Computation Time: 17us
MCRG AUTO CPU mode on Channel 2: Transfer Test Started...
Using Pre-Defined Reference MCRG signature Value.
Pre-defined MCRG signature value : 0xc1c133adab4dd50fU
Sector signature matches - Passed
Calculated MCRG signature value : 0x01c133adab4dd50fU
EDMA Data transfer completed !!
MCRG Auto Mode Computation Time: 15us
TPCC Parity Test Application for MSS Instance
MSS TPCC PARITY Example : Started
ESM_Test_init: Init MSS ESM complete
MSS TPCCB Parity
Paran Register = 82000007
MSS TPCCB Parity : Completed
ESM_Test_init: Init MSS ESM complete
MSS TPCCB Parity
Paran Register = 82000007
MSS TPCCB Parity : Completed
All tests have passed for TPCC Parity Test Application.
Debug: ADCBUF Instance 10292CE0 has been reopened successfully
*****
Debug: Launching the mmwaveLink
*****
Debug: CRC Channel 1 has been opened successfully
mmWave Link Initialization Pass
Debug: BootupStatus = 0x3b3b7ffa
Debug: Finished get radarSS bootup status to BSS
Get radarSS bootup status Pass
Debug: Finished r1RFSetDeviceCfg
Set Async event config status Pass
Debug: Set HSI1 clock successfully
  
```

図 3-4. 診断テスト結果 2

```

ti COMS0 - Yes Sem VT
File Edit Setup Control Window Help

Debug: Finished information related to GPADC Internal Analog Signals monitoring
configurations to BES
Set rmWave Link GPADC Internal Analog Signals Config
Debug: Finished information related to APLL and Synthesizer's control voltage si
gnals monitoring configurations to BES
Set rmWave Link MmuaveLink_setRFP11ContrWoltMonConfig Config
Debug: Finished information related to the DCC based clock frequency monitoring
configurations to BES
Set rmWave Link Dual Clk Config
Debug: Finished r1HfAnaMonConfig configurations to BES

-----
Start Monitoring Pass
Sensor Start
Debug: Frames are already stopped [21]
Sensor Stop

-----
Monitoring results Pass
-----
Debug: Monitoring Report
-----
RL_RF_AE_MON_TEMPERATURE_REPORT_SB [0x13]
RL_RF_AE_MON_RX_GAIN_PHASE_REPORT [0xf]
RL_RF_AE_MON_RX_IF_STAGE_REPORT [0x5]
RL_RF_AE_MON_TX0_POWER_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_TX1_POWER_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_TX2_POWER_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_TX3_POWER_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_TX0_BALLBREAK_REPORT [0x1]
RL_RF_AE_MON_TX1_BALLBREAK_REPORT [0x1]
RL_RF_AE_MON_TX2_BALLBREAK_REPORT [0x1]
RL_RF_AE_MON_TX3_BALLBREAK_REPORT [0x1]
RL_RF_AE_MON_Adc_IX_GAIN_MISMATCH_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_SYNTHESIZER_FREQ_REPORT [0x1]
RL_RF_AE_MON_TX0_INT_ANA_SIG_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_TX1_INT_ANA_SIG_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_TX2_INT_ANA_SIG_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_TX3_INT_ANA_SIG_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_PPCLALO_INT_ANA_SIG_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_GPADC_INT_ANA_SIG_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_PLL_CONTROL_VOLT_REPORT [0x3]
RL_RF_AE_MON_DCC_CLK_FREQ_REPORT [0x3]

-----
All tests have completed!!

```

図 3-5. 診断テスト結果 3

4 設計とドキュメントのサポート

4.1 デザイン ファイル

4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDEP-01030](#) のデザイン 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、[TIDEP-01030](#) のデザイン 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

シリアル端末 このアプリケーションは UART COM ポート経由で、入力を受け取り、ログをストリーム出力します。COM ポート経由でデバイスに接続するには、シリアル端末ツールが必要です。

ソフトウェア

診断およびモニタリングリファレンス アプリケーション アプリケーションのソース コードとバイナリ ファイルは、TI-Rex Radar Toolbox から入手できます。ソフトウェアのインストールと実行の手順については、同じパッケージに含まれている「作業の開始」ドキュメントを参照してください。

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、『TI ミリ波デバイスでの機能安全の実現』セミナー プレゼンテーション
2. テキサス・インスツルメンツ、『LP87745-Q1 AWR および IWR レーダー センサ用、3 個の降圧コンバータおよび 5V 昇圧回路』データシート
3. テキサス・インスツルメンツ、『AWR2943/44 シングルチップ 76 および 81GHz FMCW レーダー センサ』データシート

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、設計に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

テキサス・インスツルメンツの™, SafeTI™, 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。

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 © 2024, 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、

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 © 2024, Texas Instruments Incorporated