IWRL6432WMOD 認証済み 60GHz ミリ波レーダー モジュール、モーションおよび存在検出用

1 特長

- 使いやすさ
  - 統合型 IWRL6432W mmWave センサー
  - 小型モジュール サイズ:31mm x 15mm
  - クワッド フラット モジュール (QFM) - 4 x 9 LGA グリッド
  - 取り付けが簡単な 30 パッドのランド グリッド アレイ (LGA)
  - 統合が容易 — 18 個の信号インターフェイス
  - (SPI 経由で) 距離、動作感度、外部マイコンを使用して更新レートを構成するためのシンプルな構成可能 API
  - GPIO を使用したモーションおよび存在検出表示
  - PCB 上にエッチングされた 3 個の受信および 2 個の送信チャネル アンテナを統合、パワー ディストリビューション回路と 40MHz XTAL
- **FMCW トランシーバ**
  - オンチップ統合 PLL、トランスミッタ、レシーバ、ベースバンド、ADC を内蔵
  - 周波数変調連続波動作
  - 5MHz IF 帯域幅、実数のみの Rx チャネル
- アンテナ
  - 視野角 (FoV):±60° (水平方向); ±60° (垂直方向)
  - 57GHz～61.5GHz のアンテナ範囲 (4.5GHz の連続帯域幅) に対応
- 認証
  - FCC、RED、MIC の各認証を取得するモジュール型認証
- 性能
  - 人間存在検出範囲 (標準値):
    - 0°時:15m
    - FoV のエッジ時:8m
  - 低消費電力モードを内蔵しており、省電力に役立ちます
- パワー マネージメント
  - 3.3V の VCC および VIO 動作
  - モジュール上の 1.8V レギュレータを内蔵
  - 内蔵オンチップ LDO ネットワークにより PSRR の向上を実現
  - BOM 最適化モード
- ホスト インターフェイス
  - SPI
    - TI のミリ波 uDFP を使用したホスト PC インターフェイス
    - 外部マイコンとのインターフェイス
- その他のインターフェイス
  - プレゼンス表示
  - ウェークアップ リクエスト
- 動作温度範囲
  - 産業グレードの温度範囲:-40℃ ～ 85℃

2 アプリケーション

- エアコン
- 自動ドア / ゲート
- ゲーム
- ホーム シアター / エンターテインメント
- IP ネットワーク カメラ
- 占有検出器
- PC / ノート PC
- ポータブル エレクトロニクス
- 冷蔵庫、冷凍庫
- スマート ウォッチ
- タブレット
- テレビ
- サーモスタット
- ビデオ ドアベル
- ロボット

このリソースの元の言語は英語です。翻訳は概要を便宜的に提供するもので、自動化ツール (機械翻訳) を使用していることがあり、TI では翻訳の正確性および妥当性につきましては一切保証いたしません。実際の設計などの前には、ti.com で必ず最新の英語版をご参照くださいますようお願いいたします。

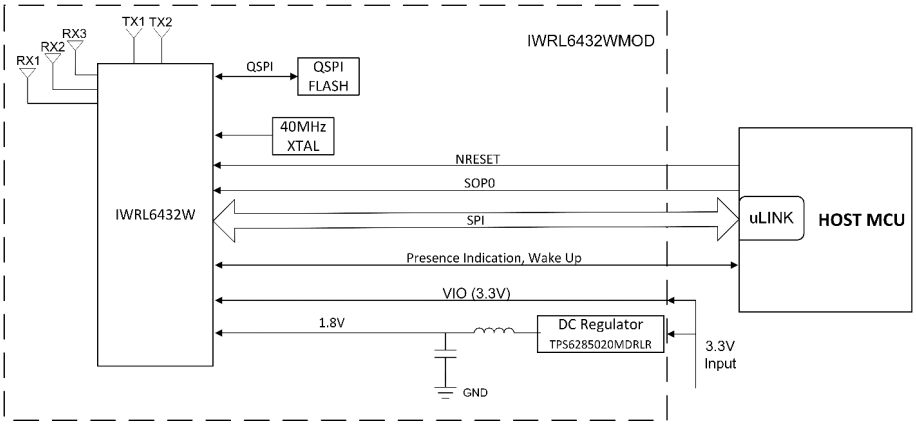


図 2-1. サンプル アプリケーション

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

3 説明

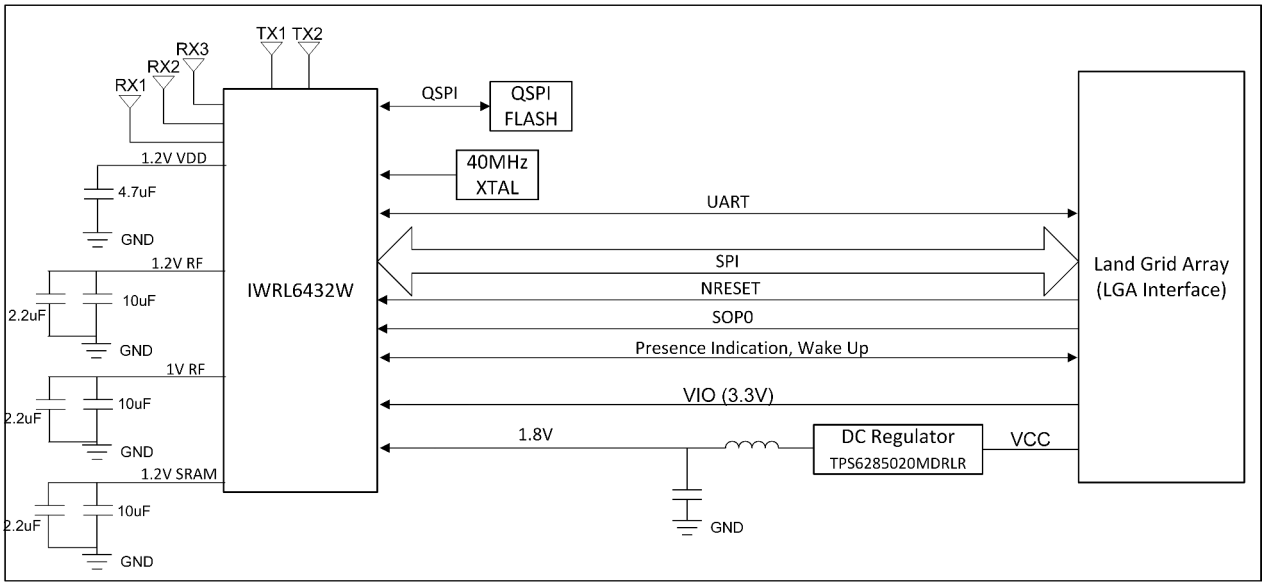
テキサス インスツルメンツのレーダー モジュール IWRL6432WMOD は小型 31mm×15.5mm モジュールで、60GHz のパッチ アンテナ、オンボード パワー マネージメント、フラッシュ メモリ、受動部品、水晶振動子を内蔵しており、ミリ波システム設計の専門知識が不要になると同時に、距離、感度、関心のある領域を選択できるシンプルなソフトウェア構成オプションを提供します。このモジュールは、FCC、RED、MIC の包括的な認証によって区別されます。この認証は、最終製品での認証にかかるコストと労力を不要にします。さらに、このモジュールは、SPI ベースのポイント クラウド データ出力、または GPIO ベースの存在表示機能を備えており、フレキシブルな実装に役立ちます。お客様の準備に関する課題に対処し、モーション センシング、占有検出、スマート ホーム デバイスなどの各種アプリケーションで自律的動作を実現するこの TI 設計、サポート、分散型デバイスは、開発の複雑さを大幅に緩和し、製品へのミリ波レーダーセンサ機能の組み込みを検討しているお客様の市場投入期間を短縮します。

表 3-1. パッケージ情報

注文可能な型番[(1)]	パッケージ	本体サイズ[(2)]	パッケージ情報	説明
XI6432BAFCLIMBBR	MBB (QFM、30)	31mm x 15.5mm	テープ アンド リール	量産開始前、ディープ スリープ有効、認証済みブート対応
IWRL6432BAFCLIMBBR	MBB (QFM、30)	31mm x 15.5mm	テープ アンド リール	量産、ディープ スリープ有効、認証済みブート対応

1. 詳細については、「デバイスの命名規則」を参照してください。
2. 詳細については、「メカニカル、パッケージ、および注文情報」を参照してください。

機能ブロック図



IWRL6432WMOD

図 3-1. 機能ブロック図

目次

1 特長.....1
2 アプリケーション.....1
3 説明.....3
4 端子構成および機能.....5
4.1 ピン配置図.....5
4.2 信号の説明.....5
5 仕様.....6
5.1 絶対最大定格.....6
5.2 ESD 定格.....6
5.3 推奨動作条件.....6
5.4 モジュールの電源管理.....7
5.5 標準消費電力の値.....7
5.6 電圧レールごとのピーク電流要件.....7
5.7 RF 仕様.....8
5.8 アンテナ位置.....8
5.9 アンテナのゲイン プロット.....10
5.10 熱抵抗特性.....11
5.11 タイミングおよびスイッチング特性.....12
6 詳細説明.....18
6.1 概要.....18
6.2 機能ブロック図.....19
6.3 サブシステム.....20
7 デバイスの認証.....22
7.1 FCC 認証および声明.....22
7.2 ETSI/CE.....22
8 アプリケーション、実装、およびレイアウト.....23
8.1 使用上の注意.....23
8.2 テスト結果.....24
9 デバイスおよびドキュメントのサポート.....25
9.1 デバイスの命名規則.....25
9.2 デバイス マーキング.....27
9.3 ドキュメントのサポート.....27
9.4 サポート リソース.....28
9.5 商標.....28
9.6 静電放電に関する注意事項.....28
9.7 用語集.....28
10 リフロー情報.....29
11 改訂履歴.....29
12 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....31

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 端子構成および機能

4.1 ピン配置図

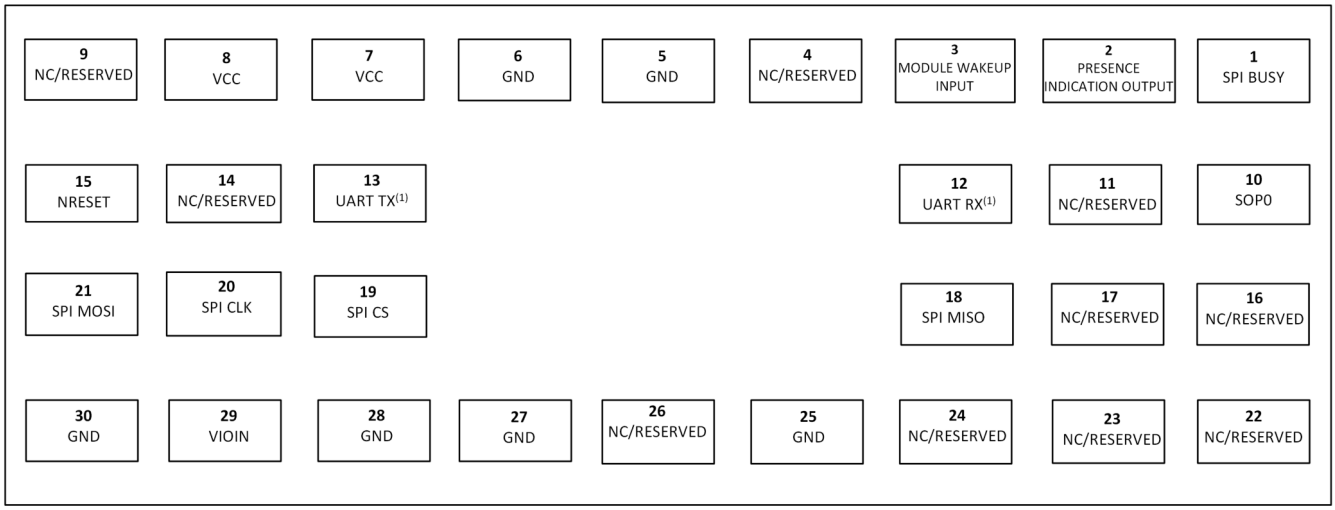


図 4-1. IWRL6432WMOD のピン配置図 (上面図)

1. UART TX および UART RX — uDFP パッチ更新専用。これはアプリケーション インターフェイスではありません。

4.2 信号の説明

注

本デバイスのすべてのデジタル IO ピン (NRESET を除く) は非フェイルセーフであるため、VIO 電源が本デバイスに供給されていない限り、これらの IO ピンが外部から駆動されないように注意する必要があります。

表 4-1. 電源信号の説明

信号名	説明	ピンの種類	ピン
VCC	3.3V Supply	PWR	7、8
VIOIN	3.3V 電源	PWR	29
GND	GND	GND	5、6、25、27、28、30
SPI がビジー	ホスト割り込み/SPI ホスト クロック要求信号	O	1
SPI MOSI	SPI MOSI	I	21
SPI MISO	SPI MISO	O	18
SPI CLK	SPI クロック	I	20
SPI CS	SPI チップ セレクト	I	19
UART TX (1)	UART 送信データ	O	13
UART RX (1)	UART 受信データ	I	12
SOP0	センス オン パワー	A	10
NRESET	NRESET 入力	A	15
プレゼンス表示出力	対象領域でのプレゼンス表示の出力	O	2
モジュール ウェークアップ入力	IWRL6432W をウェークアップするための入力信号	I	3
NC	接続なし	-	4、9、11、14、16、17、22、23、24、26

1. uDFP パッチ更新の場合のみ。これはアプリケーション インターフェイスではありません。

5 仕様

5.1 絶対最大定格

パラメータ[(1) (2)]		最小値	最大値	単位
VCC	入力電源電圧 (3.3V)	-0.5	3.8	V
VIOIN	I/O 電源 (3.3V):すべての CMOS I/O は 同じ VIOIN 電圧レベルで動作します。	-0.5	3.8	V
T_J	動作温度範囲	-40	85	°C

(1) *「絶対最大定格」*を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。これらはストレス定格のみを示すものであり、これらの条件で、または*「推奨動作条件」*で示された条件を超えるそれ以外の条件で本デバイスが正常に動作することを意味するものではありません。絶対最大定格の状態が長時間続くと、デバイスの信頼性に影響を与える可能性があります。
(2) すべての電圧値は、特に記述のない限り、GND 端子を基準とします。

5.2 ESD 定格

		デバイス			値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電	IWRL6432WMOD	人体モデル (HBM)	すべてのピンから GND のみ[(1)]	±2000[(1)]	V
		IWRL6432BDQAYFFR	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/ JEDEC JS-001 準拠[(2)]	すべてのピン	±1000	
		TPS628502MDRLR	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/ JEDEC JS-001 に準拠[(2)]	すべてのピン	±2000	

(1) IWRL6432WMOD モジュールの HBM ストレスは、ピンと GND 間のストレスの組み合わせ (+/-) に制限されました。これは ESDA/JEDEC JS-001 に完全には準拠していません。
(2) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

5.3 推奨動作条件

		最小値	公称値	最大値	単位
VCC	入力電源電圧	3.135	3.3	3.465	V
VIOIN	I/O 電源 (3.3V): すべての CMOS I/O はこの電源で動作できます。	3.135	3.3	3.465	V
V_{IH}	入力 High 電圧 (3.3V モード)	2.25			V
V_{IL}	入力 Low 電圧 (3.3V モード)			0.62	V
V_{OH}	High レベル出力スレッショルド (I_{OH} = 6mA)	VIOIN - 450			mV
V_{OL}	Low レベル出力スレッショルド(I_{OL} = 6mA)			450	mV
NRESET、SOP0	V_{IL} (3.3V モード)			0.3	V
	V_{IH} (3.3V モード)	1.57			

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.4 モジュールの電源管理

3.3V 入力電源を使用して、このモジュールに電力を供給できます。

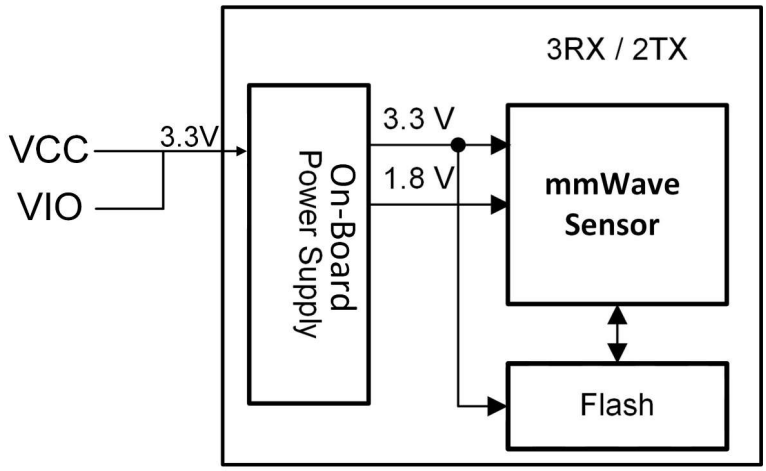


図 5-1. モジュール電力管理 (3.3V I/O トポロジ)

5.5 標準消費電力の値

表 5-1 は、公称デバイス (周囲温度 25℃、公称電圧条件) の、各種電源トポロジおよびアンテナ構成における各省電力モードの消費電力の標準値を示しています。

表 5-1. ユースケースの消費電力

構成	レーダーの位置	標準消費電力 (mW)
最大範囲 = 4m、更新レート = 1Hz	屋内	8.70
最大範囲 = 4m、更新レート = 1Hz	屋外	8.93
最大範囲 = 11m、更新レート = 4Hz	屋内	36.10
最大範囲 = 11m、更新レート = 4Hz	屋外	38.25
最大範囲 = 15m、更新レート = 5Hz	屋内	54.46
最大範囲 = 15m、更新レート = 5Hz	屋外	59.31

5.6 電圧レールごとのピーク電流要件

表 5-2 に、最大分割レール電流の値を示します。

表 5-2. 電圧レールごとの最大ピーク電流

電源電圧レール (V)	最大電流 (mA) (1)
VCC (3.3V)	1000
VIO (3.3V)	90

1. 正確な VIOIN 電流は、使用する周辺装置とその動作周波数によって異なります。

5.7 RF 仕様

以下の仕様は、推奨動作条件に対するものです (特に記述のない限り)

パラメータ			最小値	標準値	最大値	単位
アンテナ	単一トランスミッタ出力 (EIRP)	FCC			19	dBm
		MIC			10	dBm
	実効等方ノイズ指数 (EINF)			9.6		dB
	周波数範囲		57		61.5	GHz
	帯域幅			4.5		GHz
	アンテナ ゲイン			4.4		dBi
	視野角	水平視野角		120		度
		高度		120		度
	方位角分解能 (1)			19		度
	成人の人間の存在検出範囲の最大値	ボアサイト		15		m
		+/- 60°		8		

1. 類似の RCS を使用してボアサイト付近の物体を解決します。

5.8 アンテナ位置

このモジュールでは、3 つのレシーバ アンテナと 2 つのトランスミッタ アンテナ用に単一素子のパッチ アンテナを使用しています。アンテナ アレイは、方位角面での角度分解能が最大化されるように定義されています。

5.8.1 3D 検出機能を備えた 2D アンテナ アレイ

図 5-2 に示すように、TX2 アンテナが仰角面で TX1 アンテナより λ/2 下に配置されています。このアンテナ形状は、図 5-3 に示すように、方位角方向に 6 素子、仰角方向に 2 素子の 2 列 6 素子の仮想アンテナ アレイを持っています。このアンテナは、方位角面と仰角面の両方の距離、角度、速度を検出できます。

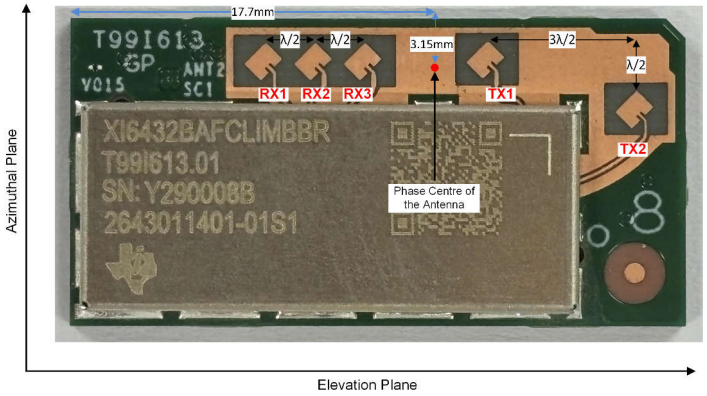


図 5-2. 2D アンテナ パッチ アレイの形状

図 5-3 に、各インデックスが乗算係数 λ/2 を示す仮想アンテナ アレイの形状を示します。位置 0、1、2 は、3 つの RX (RX1、RX2、RX3) と TX1 の組み合わせから成る仮想アンテナの配置を表します。位置 3、4、5 は、3 つの RX (RX1、RX2、RX3) と TX2 の組み合わせから成る仮想アンテナの配置を表します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

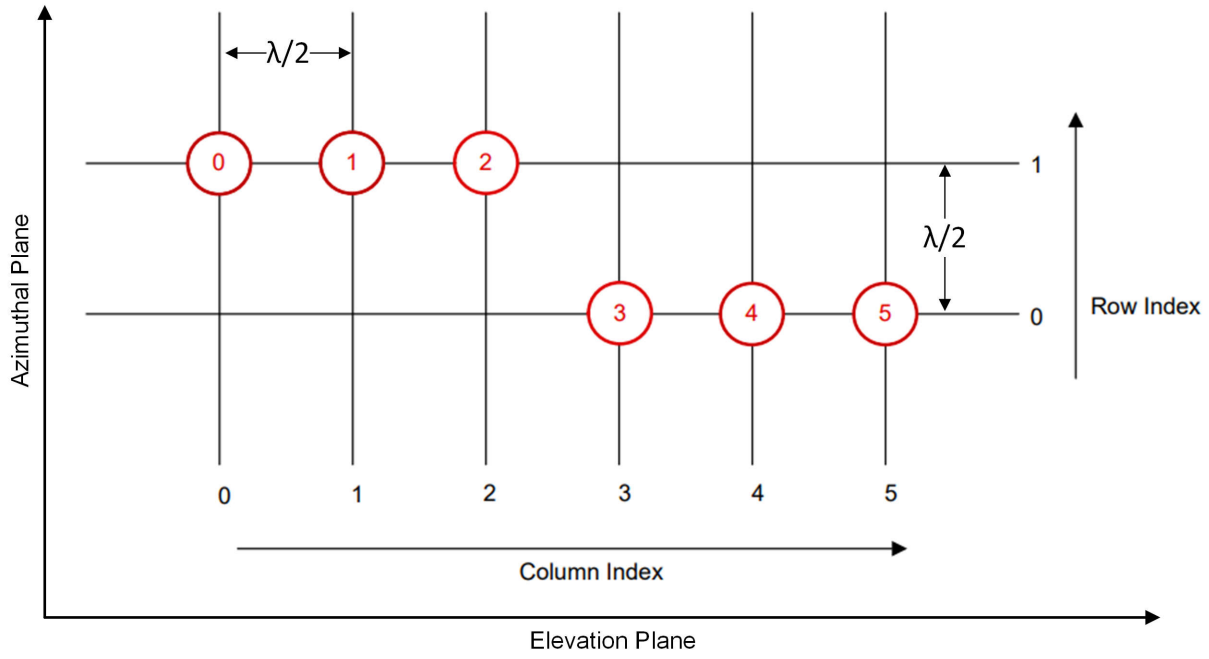


図 5-3. 2D アンテナ - 仮想アレイ

仮想アンテナは、方位角方向に 6 素子および仰角方向に 2 素子で 2 次元アレイを形成します。方位角方向の 6 素子により、方位角面内で角度分解能 19 度が得られます。これにより、ミリ波センサの 3 次元の検出能力が可能になります。

5.9 アンテナのゲイン プロット

このセクションでは、方位角面と仰角面の、トランスミッタとレシーバの正規化アンテナ ループバック ゲイン プロットについて説明します

5.9.1 測定された方位角ループバック プロット

図 5-4 は、方位角面内のすべてのトランスミッタ レシーバ ペアの代表的なアンテナ ループバック プロットを示しています。Y 軸は正規化アンテナ ループバックの正規化ゲイン (dB)、X 軸は角度 (度) を示します。

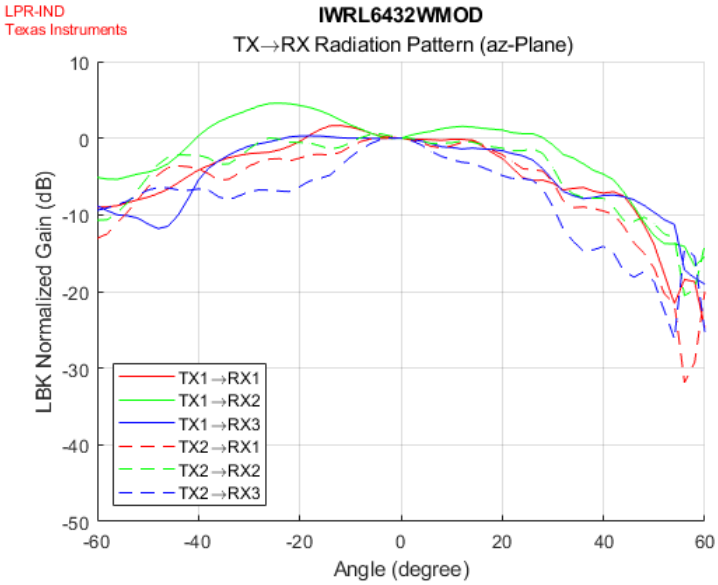


図 5-4. 方位角面で測定されたアンテナ ループバック プロット

5.9.2 測定された仰角ループバック プロット

図 5-5 は、仰角面内のすべてのトランスミッタ レシーバ ペアの代表的なアンテナ ループバック プロットを示しています。Y 軸は正規化アンテナ ループバックの正規化ゲイン (dB)、X 軸は角度 (度) を示します。

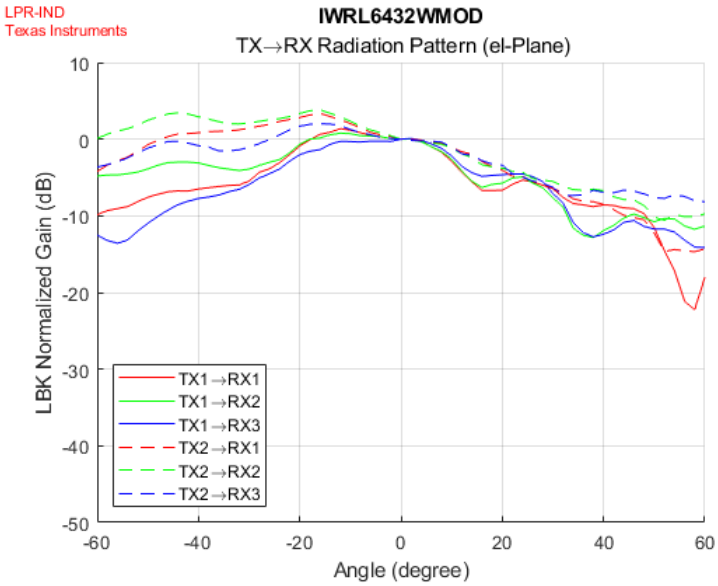


図 5-5. 測定された仰角面のアンテナ ループバック プロット

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.10 熱抵抗特性

表 5-3. QFM パッケージの熱抵抗特性 [MBB0030A]

熱評価基準[1]		°C/W[2][3]
$R\Theta_{JC}$	接合部とケースとの間 (上面)	29.0
$R\Theta_{JB}$	接合部と基板との間	21.6
$R\Theta_{JA}$	接合部と自由空気との間	34.8
Psi_{JT}	接合部と上面との間	18.3
Psi_{JB}	接合部と基板との間	21.4

1. 従来および最新の熱評価基準の詳細については、*『半導体および IC パッケージの熱評価基準』*を参照してください。
2. °C/W = 摂氏温度 / ワット。
3. これらの値は、JEDEC により定義された 2S2P システム (JEDEC 定義の 1S0P システムによる θ JC [$R\Theta_{JC}$] 値を除く) に基づいており、周囲環境とアプリケーションによって変化します。詳細については、以下の EIA/JEDEC 規格を参照してください。
   - JESD51-2、*『IC の熱テスト手法の環境条件 - 自然対流 (静止空気)』*
   - JESD51-3、*『リード付き表面実装パッケージ用の有効熱伝導率の低いテスト基板』*
   - JESD51-7、*『リード付き表面実装パッケージ用の有効熱伝導率の高いテスト基板』*
   - JESD51-9、*『エリア アレイ表面実装パッケージの熱測定用テスト基板』*

5.11 タイミングおよびスイッチング特性

5.11.1 電源シーケンスおよびリセット タイミング

IWRL6432WMOD デバイスでは、nRESET がリリースされる前に、すべての外部電圧レールが安定化している必要があります。図 5-6 に、デバイス ウェークアップ シーケンスを示します。

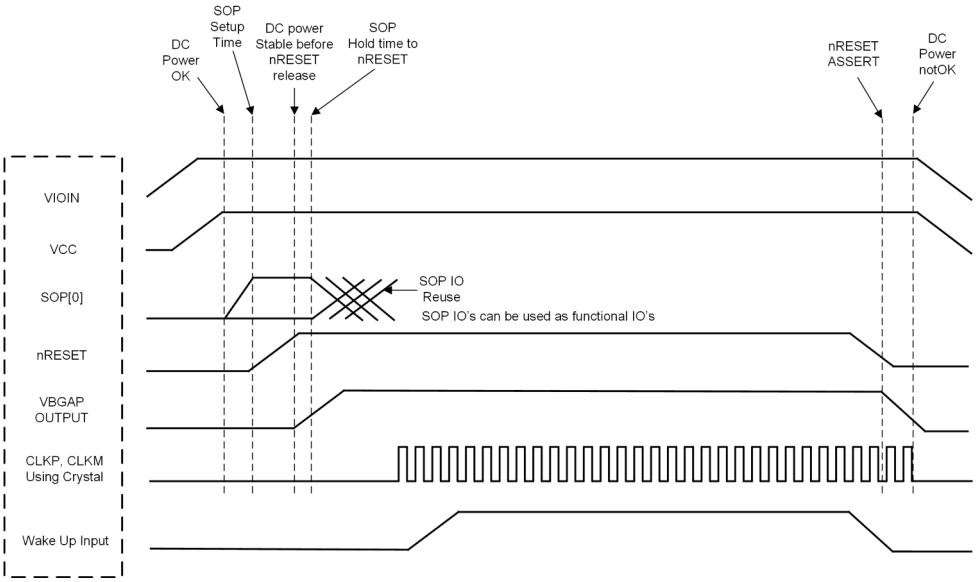


図 5-6. モジュール ウェークアップ シーケンス

5.11.2 マルチチャネル バッファ付き / 標準シリアル ペリフェラル インターフェイス (McSPI)

McSPI モジュールは、マルチチャネル送信 / 受信、コントローラ / ペリフェラル同期シリアル バスです。

5.11.2.1 SPI のタイミング条件

表 5-4 に、McSPI のタイミング条件を示します。

表 5-4. McSPI のタイミング条件

		最小値	標準値	最大値	単位
入力条件					
t_R	入力立ち上がり時間	1		3	ns
t_F	入力立ち下がり時間	1		3	ns
出力条件					
C_{LOAD}	出力負荷容量	2		15	pF

5.11.2.2 SPI - ペリフェラル モード

5.11.2.2.1 SPI のタイミングおよびスイッチング要件 - ペリフェラル モード

表 5-5 と表 5-6 に、SPI (ペリフェラル モード) のタイミング要件を示します。

表 5-5. SPI のタイミング要件 - ペリフェラル モード

NO.(1) (3)	パラメータ	説明	最小値	最大値	単位
SS1	$t_{c(SPICLK)}$	サイクル時間、SPI_CLK	24.6		ns
SS2	$t_{w(SPICLKL)}$	標準パルス幅、SPI_CLK low	0.45*P2		ns
SS3	$t_{w(SPICLKH)}$	標準パルス幅、SPI_CLK High	0.45*P2		ns
SS4	$t_{su(SIMO-SPICLK)}$	セットアップ時間、SPI_D[x] 有効から SPI_CLK アクティブ エッジまで	3		ns
SS5	$t_{h(SPICLK-SIMO)}$	ホールド時間、SPI_CLK アクティブ エッジから SPI_D[x] 有効の間	1		ns

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 5-5. SPI のタイミング要件 - ペリフェラル モード (続き)

NO.(1) (3)	パラメータ	説明	最小値	最大値	単位
SS8	$t_{su(CS-SPICLK)}$	セットアップ時間、SPI_CS[x] 有効から SPI_CLK の最初のエッジまで	5		ns
SS9	$t_{h(SPICLK-CS)}$	ホールド時間、SPI_CLK の最後のエッジから SPI_CS[x] 有効の間	5		ns
SS10	sr	すべてのピンの入力スルーレート	1	3	ns
SS11	Cb	D0 と D1 の容量性負荷	2	15	pF

表 5-6. SPI のスイッチング特性 - ペリフェラル モード

番号	パラメータ	説明	最小値	最大値	単位
SS6	$t_{d(SPICLK-SOMI)}$	遅延時間、SPI_CLK アクティブ エッジから McSPI_somi 遷移まで	0	5.77	ns
SS7	$t_{sk(CS-SOMI)}$	遅延時間、SPI_CS[x] アクティブ エッジから McSPI_somi 遷移まで	5.77		ns

1. このタイミングは、SPI_CLK の極性に関係なく、また、どちらのクロック エッジが出力データの駆動および入力データのキャプチャに使用されるかに関係なく、すべての構成に適用されます。
2. P = SPICLK 周期。
3. PHA = 0。SPI_CLK の位相は、SPI_CH(i)CONF レジスタの PHA ビットを使用してプログラム可能です。

5.11.2.2.2 SPI 出力タイミングのタイミングおよびスイッチング特性 - セカンダリ モード

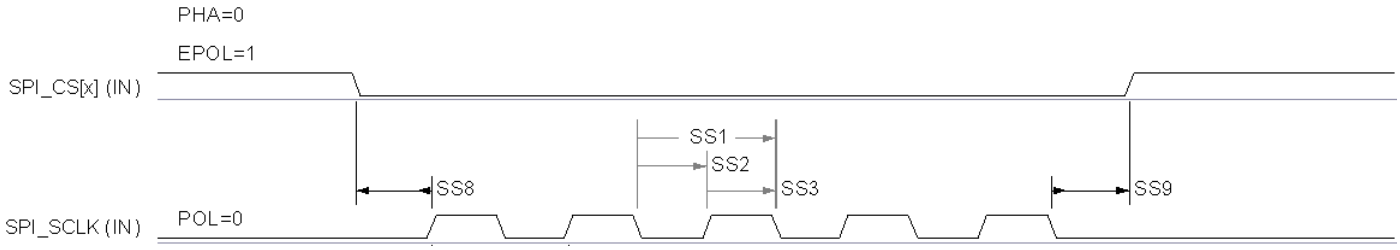


図 5-7. SPI のタイミング - ペリフェラル モードの受信

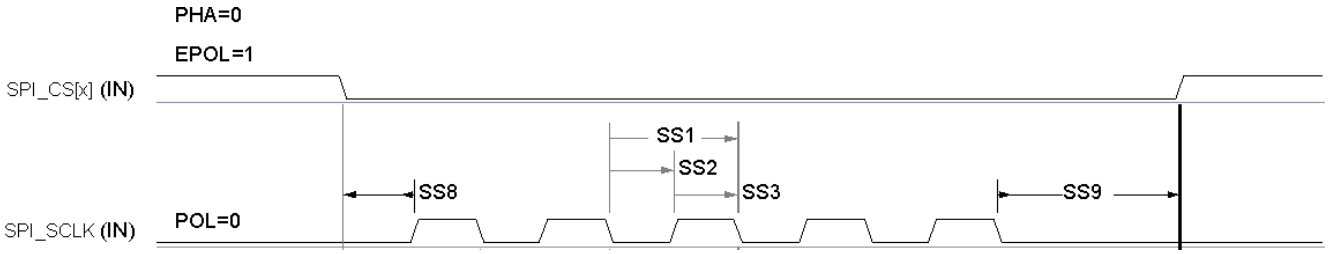


図 5-8. SPI のタイミング - ペリフェラル モードの送信

5.11.2.3 SPI プロトコル

このセクションでは、ホストとモジュール間の通信に必要な低レベル SPI 構成、パケット構造、転送シーケンスについて説明します。mmWaveULink ライブラリを使用する積分器は、このプロトコルを手動で実装する必要はありません。内部で処理されます。

パラメータ	値	注
コントローラ	ホスト マイコン	ホスト マイコンは常に SPI コントローラです
ペリフェラル	IWRL6432WMOD	バス上のシングル ペリフェラル
モード	0 (CPOL:0、CPHA:0)	データは立ち上がりエッジでサンプリングされ、立ち下がりエッジでシフトされます
最高周波数	15MHz	シグナル インテグリティの問題が観測される場合は、10MHz に低減します
データ幅	16 ビット (MSB ファースト)	MSB ファースト
エンディアンネス	少し	パケット内のマルチ バイト フィールドに適用されます
CS の極性	アクティブ LOW	標準 SPI チップ セレクト

5.11.2.3.1 SPI 経由のホスト通信用データ フォーマット

SPI パケット フォーマットは、SPI ヘッダと SPI コマンド/応答データで構成されます。

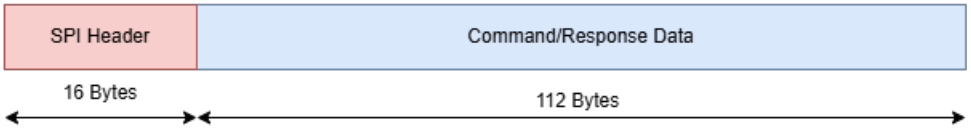


図 5-9. SPI データ形式

16 バイトの SPI ヘッダは、CRC-32 によって、メッセージ認証、コマンドまたは応答識別子、ロングおよびショート メッセージ サイズ (いくつかの予約済みバイト) にさらに分割されます。

バイト オフセット	フィールド名	サイズ (バイト)	説明
0-3	CRC-32	4	ヘッダのバイト 4 ～ 15 とフル ペイロードで計算された CRC-32。メッセージ認証に使用します。
4-5	メッセージ ID	2	コマンド (ホストからモジュールへ) または応答 (モジュールからホストへ) を指定します。API コマンド表を参照してください。
6-7	ショート メッセージ長	2	ペイロードが 255 バイト以下のときのペイロード長。ロング メッセージ長を使用する場合は 0xFFFF に設定します。
8-11	ロング メッセージ長	4	ペイロードが 255 バイトを超えるときのペイロード長。ショート メッセージ長を使用する場合は 0x00000000 に設定します。
12-15	予約済み	4	0x00000000 に設定します。変更できません。

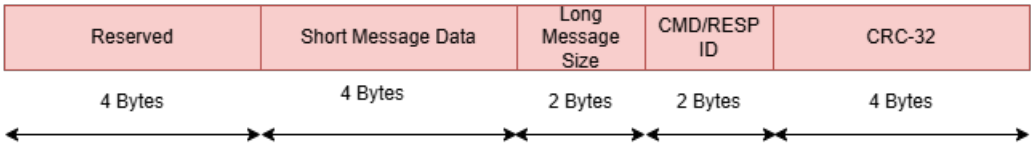


図 5-10. SPI ヘッダ フォーマット

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

SPI コマンド/応答は、コマンド ヘッダと変数長コマンド/応答にさらに分割されます。最大変数長は 106 バイトです。

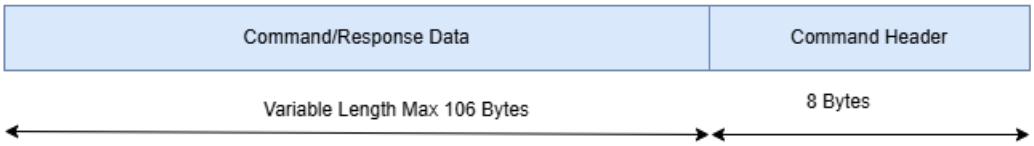


図 5-11. SPI コマンド フォーマット

バイト オフセット	フィールド名	サイズ (バイト)	説明
0-1	コマンド/応答コード	2	特定の API コマンドまたは応答タイプを識別する命令コード。
2-3	ペイロードのサブ長	2	次の変数データ フィールドの長さ。
4-N	変数データ	0-102	コマンド引数または応答データ。書式はコマンド固有です。最大 102 バイト。

注

ヘッダ (16 バイト) とペイロード (最大 106 バイト) の組み合わせにより、最大 SPI トランザクション サイズは 122 バイトになります。ホスト マイコンに割り当てられたバッファは、この最大値に対応する必要があります。

5.11.2.3.2 代表的なシーケンス図

以下は、ホスト マイコン アプリケーションがモジュールと通信するために従う一般的な API シーケンスを示しています。

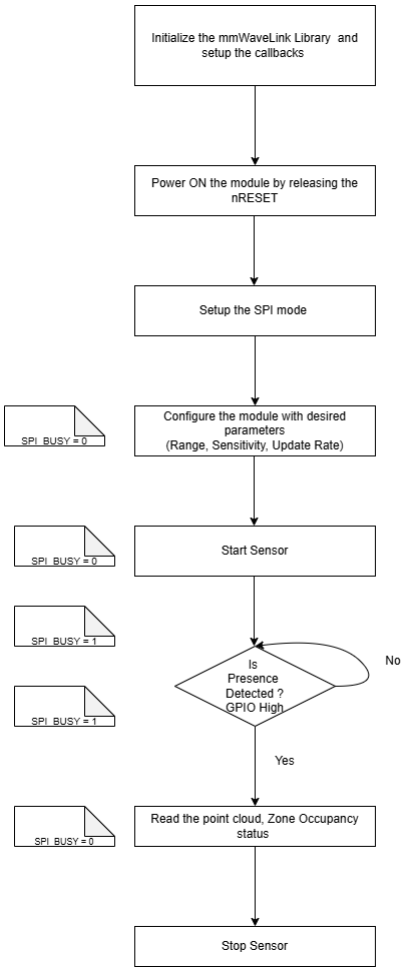


図 5-12. 代表的なシーケンス図

5.11.3 専用入出力

このセクションでは、モジュール ウェークアップ入力と存在表示出力のタイミング特性とスイッチング特性を示します。

5.11.3.1 出力タイミングと負荷容量 (C_L) のスイッチング特性

表 5-7 に、出力タイミングのスイッチング特性と負荷容量との関係を示します。

表 5-7. 出力タイミングと負荷容量 (C_L) のスイッチング特性

パラメータ[1]		テスト条件		単位
t_r	最大立ち上がり時間	C_L = 20pF	3.3	ns
		C_L = 50pF	7.2	
		C_L = 75pF	10.5	
t_f	最大立ち下がり時間	C_L = 20pF	3.1	ns
		C_L = 50pF	6.6	
		C_L = 75pF	9.6	

1. 立ち上がり / 立ち下がり時間は、VIOIN 電圧の 10% と 90% の間を信号が遷移するのに要する時間として測定されます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.11.4 シリアル通信インターフェイス (SCI)

注

UART インターフェイスは、uDFP パッチ更新にのみ使用されます。これはアプリケーション インターフェイスではありません。

5.11.4.1 SCI のタイミング要件

		最小値	標準値	最大値	単位
f (ボー)	サポートされているボーレート (20pF)		115.2[(1)]		k ボー

1. サポートされている最大標準ボーレート。

6 詳細説明

6.1 概要

テキサス インスツルメンツのレーダー モジュール IWRL6432WMOD は小型 31mm×15.5mm モジュールで、60GHz のパッチ アンテナ、オンボード パワー マネージメント、フラッシュ メモリ、受動部品、水晶振動子を内蔵しており、ミリ波システム設計の専門知識が不要になると同時に、距離、感度、関心のある領域を選択できるシンプルなソフトウェア構成オプションを提供します。このモジュールは、FCC、RED、MIC の包括的な認証によって区別されます。この認証は、最終製品での認証にかかるコストと労力を不要にします。さらに、このモジュールは、SPI ベースのポイント クラウド データ出力、または GPIO ベースの存在表示機能を備えており、フレキシブルな実装に役立ちます。お客様の準備に関する課題に対処し、モーション センシング、占有検出、スマート ホーム デバイスなどの各種アプリケーションで自律的動作を実現するこの TI 設計、サポート、分散型デバイスは、開発の複雑さを大幅に緩和し、製品へのミリ波レーダーセンサ機能の組み込みを検討しているお客様の市場投入期間を短縮します。

6.1.1 モジュールの画像

図 6-1. モジュールの上面

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

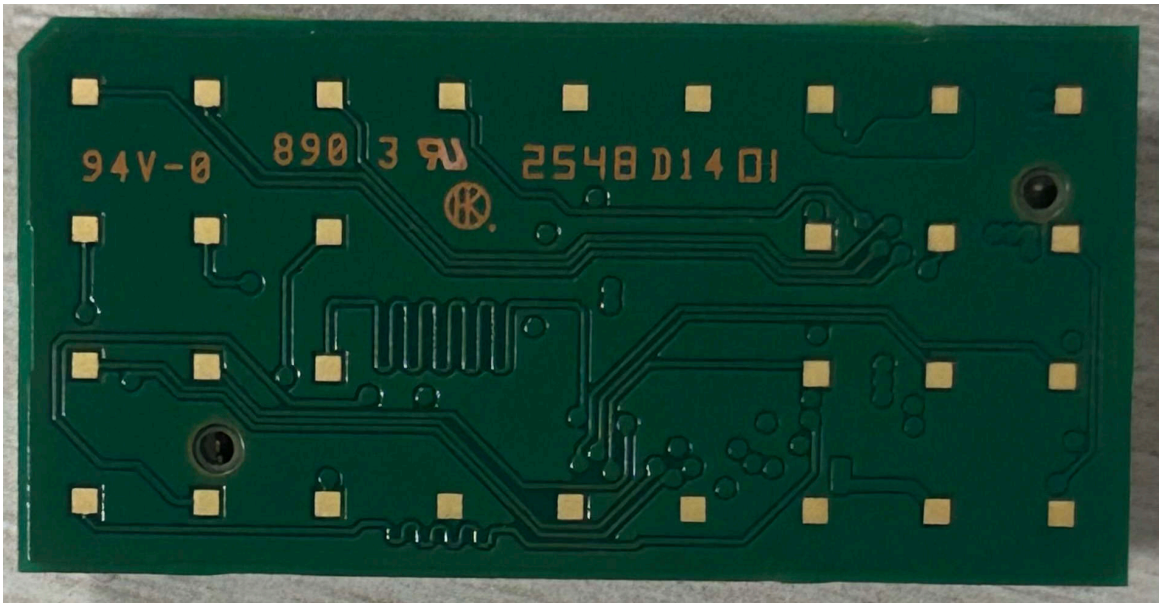
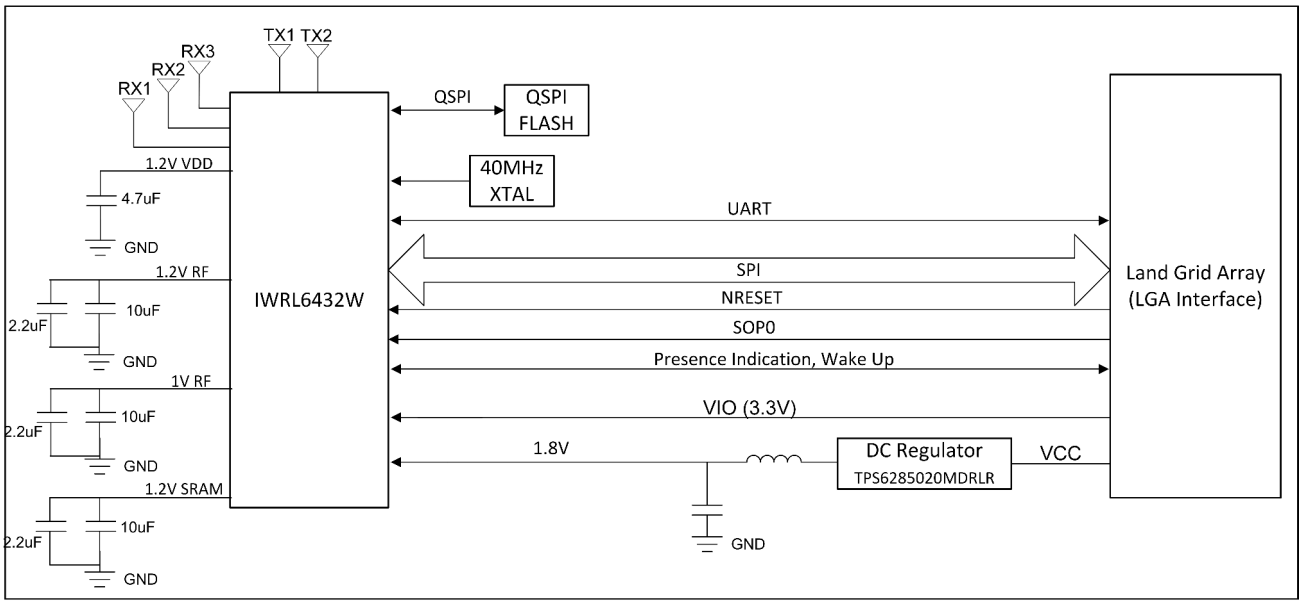


図 6-2. モジュールの底面

6.2 機能ブロック図



IWRL6432WMOD

図 6-3. 機能ブロック図

6.3 サブシステム

6.3.1 ホスト インターフェイス

このセクションは、外部マイコン ユニット (MCU) と IWRL6432WMOD ミリ波レーダー モジュールを接続するためのソフトウェア統合ガイドラインです。ハードウェア インターフェイス信号、動作モード、SPI 通信プロトコル、ファームウェア ライブラリの統合、API の使用パターン、推奨されるコーディング プラクティスが扱われています。

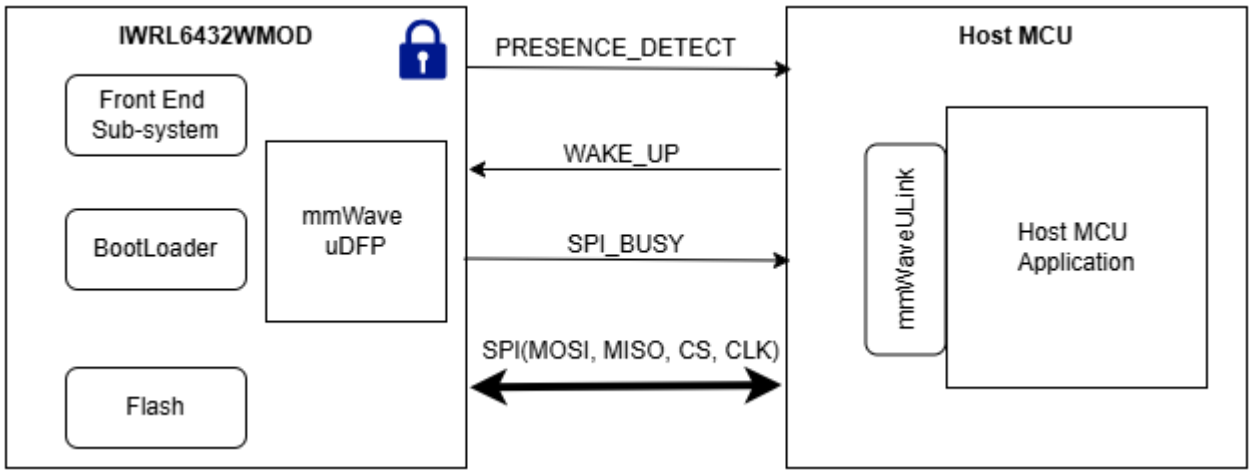


図 6-4. ホスト インターフェイス

6.3.1.1 インターフェイス信号の説明

IWRL6432WMOD は、一連の専用ハードウェア信号を介して外部ホスト マイコンと通信します。プライマリ データ パスは同期 SPI バスです。追加の GPIO 信号により、電力状態と割り込み駆動通信フローが調整されます。

信号	方向 (HOST から)	タイプ	説明
SPI (MOSI/MISO/SCLK/CS)	双方向	SPI バス	プライマリ同期シリアル インターフェイス。ホスト マイコンは SPI コントローラです。IWRL6432WMOD は SPI ペリフェラルです。
SPI_BUSY	ホストへの入力	GPIO — モジュールからの出力	アクティブ HIGH。コマンドの処理中にモジュールによってアサートされ、新しい SPI トランザクションを受け入れることはできません。転送を開始する前に、ホストはポーリングまたはこれに割り込みをする必要があります。
PRESENCE_DETECT	ホストへの入力	GPIO — モジュールからの出力	自律モードおよびマルチ ゾーン モード: HIGH は存在が検出されたことを示します。冗長モード:フレームの終了を示すように切り替え、ホストがデータ読み取りを同期できるようにします。
WAKE_UP	ホストからの出力	GPIO — モジュールへの入力	アクティブ HIGH。ホストは SPI API トランザクションの前にアサートして、トランザクションの完了後にデアサートする必要があります。通信中は、モジュールがディープ スリープに移行しないようにしてください。**WAKE_UP (モジュール ウェークアップ入力) は、お客様のハードウェアに搭載されているプルダウン抵抗 (10kΩ 未満) を使用して LOW にプルダウンする必要があります。**

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

信号	方向 (HOST から)	タイプ	説明
nRESET	ホストからの出力	GPIO — モジュールへの入力	アクティブ LOW。ホストはこの信号を解放 (デアサート) してモジュールの電源をオンにします。通常動作中は High を維持する必要があります。

注

CS をアサートして任意の SPI 転送を開始する前に、SPI_BUSY が LOW であることを確認する必要があります。SPI_BUSY が High のときに転送を開始するとトランザクションが破壊され、未定義のモジュール動作が発生する可能性があります。

6.3.1.2 動作モード

IWRL6432WMOD は次の 3 つのモードで動作します:

1. 自律モード
2. マルチ ゾーン モード
3. 冗長モード

正しいモードを選択すると、ホスト マイコンが必要かどうか、SPI 経由で利用可能なデータ、構成の保存方法が決定されます。モードはファームウェアのロード時に選択され、実行時にはフル リセットなしでは変更できません。以下の表は、これらの動作モードの違いを示しています。

	自律モード	マルチ ゾーン モード	冗長モード
ホスト マイコンの必要性	なし	あり	あり
ホスト マイコン インターフェイス	該当なし	SPI	SPI
IWRL6432WMOD からの出力情報	バイナリ データ (GPIO 表示が存在/存在しない)	バイナリ データが存在/存在しない。ポイント クラウド、個々の各ゾーンのゾーン占有ステータス	バイナリ データが存在/存在しない。ポイント クラウド、個々の各ゾーンのゾーン占有ステータス
PRESENCE_DETECT 出力機能	存在を示す	存在を示す	フレームの終了を示す
構成ストレージ	外部フラッシュ (IWRL6432WMOD 内)	ホスト マイコン	ホスト マイコン
適用先	マイコンを使用しないシンプルなスタンドアロン検出	マイコン オーバーヘッドによるゾーン型占有検出	フル レーダー データ キャプチャとカスタム処理

6.3.2 デバイス ファームウェア

IWRL6432WMOD には、存在および動作検出ソフトウェアが搭載されており、モジュールの一部である外部フラッシュに事前にプログラムされています。このモジュールは、uDevice ファームウェア パッケージ (MMWAVE-UDFP-APPSW) の一部として定義されている一連のシンプルな API を使用して、最大距離、検出感度、モーション感度、関心領域の顧客の使用事例に基づいて目的の構成を設定するように構成できます。

API とモジュールを構成するために従うべきシーケンスの詳細については、MMWAVE-UDFP-APPSW パッケージにある資料を参照してください

<MMWAVE_UDFP_INSTALL_PATH>\Host\mmWaveULink_Interface_Control_Document.pdf

7 デバイスの認証

TI の IWRL6432WMOD モジュールは、FCC、ETSI/CE、および日本 MIC の認証を取得したモジュールです。IWRL6432WMOD ベースの製品を構築する TI のお客様は、市場に出すためのテスト コストと時間を節約できます。

注

FCC ID は、ユーザー マニュアルとパッケージの両方に記載する必要があります。モジュールには、4 ポイント フォントの FCC ID とマーキングが含まれています。

表 7-1. デバイスの認証

規制機関	仕様	ID (該当する場合)
FCC (米国)	Part 15.255 + MPE FCC RF 暴露	2AXJSIWRL6432BAFCLI
ETSI/CE (欧州連合)	EN 305 550-2 v1.2.1	
	EN 301 489-1 v2.2.3	
	EN 301 489-51 v2.1.1	
	EN 62368-1:2020+A11:2020	
MIC (日本)	JRL 2-1-8	

注

日本国内でデバイスを操作するお客様は、「MIC 準拠モード」ビットを有効にする必要があります。この手順に従わない場合、デバイスの認定が無効になります。

7.1 FCC 認証および声明

TI の IWRL6432WMOD モジュールは、シングル モジュールのトランスミッタとして FCC で認証済みです。これらのモジュールは、FCC モジュール式の承認を受けている無線モジュールです。この準拠の責任を負う当事者によって明示的に承認されていない変更を加えた場合、機器を操作する権利が無効になる可能性があることに注意してください。

本デバイスは、FCC 規則の第 15 条に適合しています。操作を行う場合、2 つの条件が適用されます:

1. このデバイスが有害な干渉を引き起こさないこと。
2. このデバイスが、デバイスに望ましくない動作を引き起こす可能性のある干渉も含め、受信したすべての干渉を受け入れること。

注

FCC RF 放射線暴露に関する声明:この機器は、制御されていない環境で規定されている FCC 放射線暴露制限に準拠しています。エンド ユーザーは、RF 暴露制限を満たすため、特定の動作手順に従う必要があります。このトランスミッタを他のアンテナやトランスミッタと同じ場所に設置、または同時に動作させてはいけません。

7.2 ETSI/CE

IWRL6432WMOD モジュールは、EU 無線機器指令に準拠しています。詳細については、IWRL6432WMOD デバイスの EU 準拠宣言の全文を参照してください。

注

このデバイスは、すべての動作モードにおける 20cm 以上の分離距離について、閣僚理事会勧告 1999/519/EC に規定されている RF 曝露被ばく制限に準拠しています。稼働時は、人間とデバイスの間に 20cm 以上の間隔を確保する必要があります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8 アプリケーション、実装、およびレイアウト

注

以下のアプリケーションに関するセクションの情報は、テキサス・インスツルメンツの部品仕様の一部ではなく、テキサス・インスツルメンツはこれらの情報の正確性や完全性を保証しません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

8.1 使用上の注意

8.1.1 代表的なアプリケーション

モジュールは 2 つのシステム トポロジをサポートしています。

- トポロジ 1: 自律モード (GPIO を介してプレゼンス検出を送信可能)
- トポロジ 2: 2 次デバイス ペリフェラル モード (外部マイコンの制御下で動作)

8.1.1.1 自律モード

自律モードでは、レーダーの距離、感度、ユーザー定義検出パラメータを設定するレーダーのチャープ構成が、モジュールのシリアル フラッシュに事前保存されます。アプリケーション ソフトウェアが起動し、フラッシュから設定を読み出し、GPIO (プレゼンス検出 GPIO) を介してプレゼンス/存在なしを表示します。たとえば、この GPIO を使用して、シンプルなライティング リレー回路をオン/オフにできます。SPI を使用してフラッシュに構成を保存する手順については、MMWAVE-UDFP-APPSW または BP-IWRL6432WMOD ユーザー ガイドを参照してください。

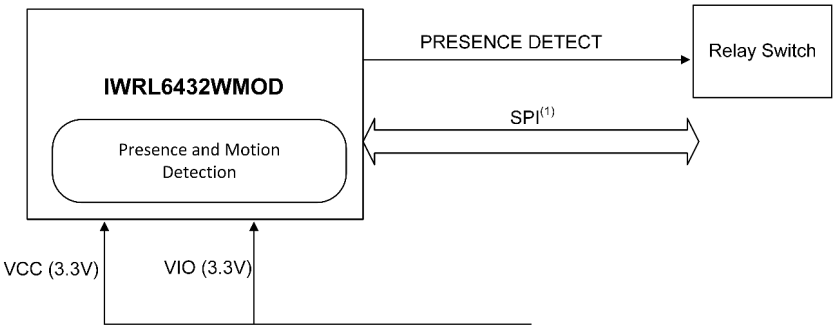


図 8-1. 自律モード

1. 構成をフラッシュに保存するためにのみ使用します。インターフェイスは、製造中に 1 回だけ使用するものとします。

8.1.1.2 2 次デバイス モード

セカンダリ デバイス モードでは、IWRL6432WMOD は外部ホスト マイコンと接続されます。SPI は、モジュールを構成するための主要なホスト通信インターフェイスです。ホストは、「mmWaveuLink/uLINK」ライブラリを統合して、システム ソフトウェア内のモジュールを制御する必要があります。ホストは、SPI インターフェイスを介して構成 (SPI メッセージ) をモジュールに送信します。このモジュールは、専用 GPIO (存在表示出力) によって存在検出機能を提供します。このモードでは、モジュールは同じ SPI インターフェイスを介してポイントクラウド情報をホストに送信することもできます。ホストはポイント クラウド データを解釈して、追跡のような高次の処理を実行できます。

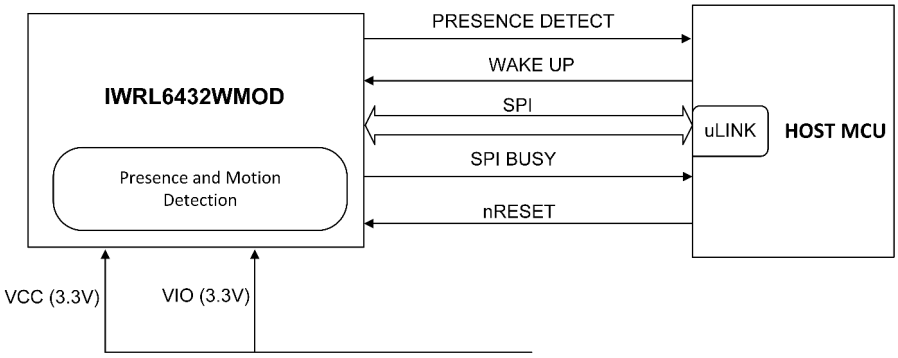


図 8-2. 2 次デバイス モード

8.2 テスト結果

テストでは、モジュールをオープン スペースに設置しました。このテストで使用された構成については、図 8-3 で詳しく説明しています。

表 8-1. テスト結果

方位角	占有検出
0°	15m
+45°	13m
-45°	12m
+60°	9m
-60°	7m

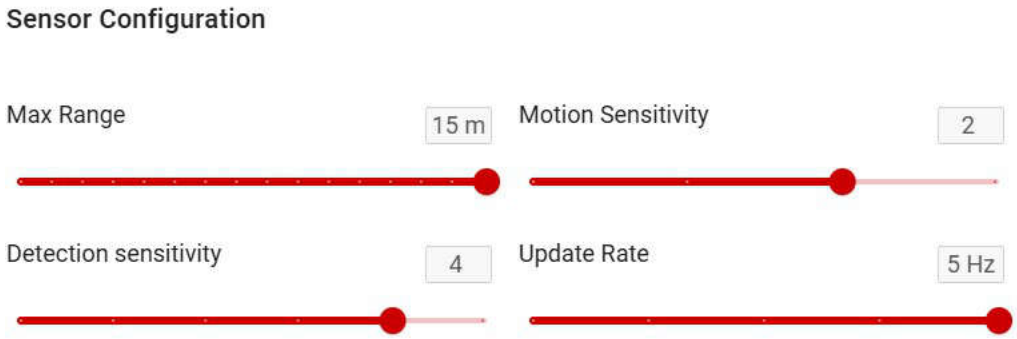


図 8-3. テスト構成

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9 デバイスおよびドキュメントのサポート

9.1 デバイスの命名規則

製品開発サイクルの段階を示すために、TI ではマイクロプロセッサ (MPU) とサポート ツールのすべての型番に接頭辞が割り当てられています。各デバイスには次の 3 つのいずれかの接頭辞があります：X、P、空白 (接頭辞なし) (例：*IWRL6432W*)。テキサス・インスツルメンツでは、サポート ツールについては、使用可能な 3 つの接頭辞のうち TMDX および TMDS の 2 つを推奨しています。これらの接頭辞は、製品開発の進展段階を表します。段階には、エンジニアリング プロトタイプ(TMDX)から、完全認定済みの量産デバイス/ツール(TMDS)まであります。

デバイスの開発進展フロー：

X 実験的デバイス。最終デバイスの電気的特性を必ずしも表さず、量産アセンブリ フローを使用しない可能性があります。

P プロトタイプ デバイス。最終的なシリコン ダイとは限らず、最終的な電気的特性を満たさない可能性があります。

空白 認定済みのシリコン ダイの量産バージョン。

サポート ツールの開発進展フロー:

TMDX 開発サポート製品。テキサス・インスツルメンツの社内認定試験はまだ完了していません。

TMDS 完全に認定済みの開発サポート製品です。

X および P デバイスと TMDX 開発サポート ツールは、以下の免責事項の下で出荷されます。

「開発中の製品は、社内での評価用です。」

量産デバイスおよび TMDS 開発サポート ツールの特性は完全に明確化されており、デバイスの品質と信頼性が十分に示されています。テキサス・インスツルメンツの標準保証が適用されます。

プロトタイプ デバイス(X または P)の方が標準的な量産デバイスに比べて故障率が大きいと予測されます。これらのデバイスは予測される最終使用時の故障率が未定義であるため、テキサス・インスツルメンツではそれらのデバイスを量産システムで使用しないよう推奨しています。認定済みの量産デバイスのみを使用する必要があります。

TI デバイスの項目表記には、デバイス ファミリ名の接尾辞も含まれます。この接尾辞は、パッケージのタイプ (例：MBB0030A) と温度範囲を表しています (たとえば、空白はデフォルトの民生用温度範囲を示します)。図 9-1 に、任意の *IWRL6432WMOD* デバイスについて、完全なデバイス名を読み取るための凡例を示します。

MBB0030A パッケージ タイプの *IWRL6432WMOD* デバイスの注文可能な型番については、(利用可能な場合) このドキュメントにある「パッケージ オプションの付録」や TI の Web サイト (www.ti.com) を参照するか、TI の販売代理店にお問い合わせください。

ダイに対するデバイス命名規則マーキングの詳細説明については、『*デバイス エラッタ*』を参照してください。

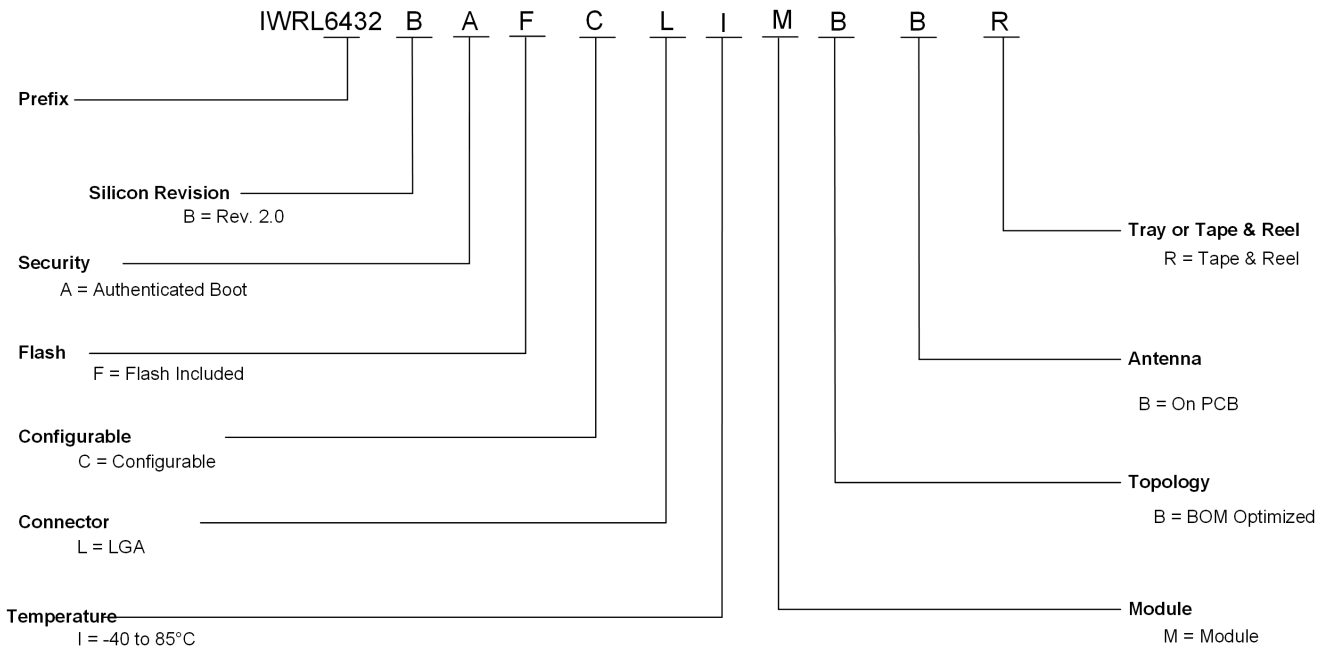


図 9-1. 量産デバイスの命名規則

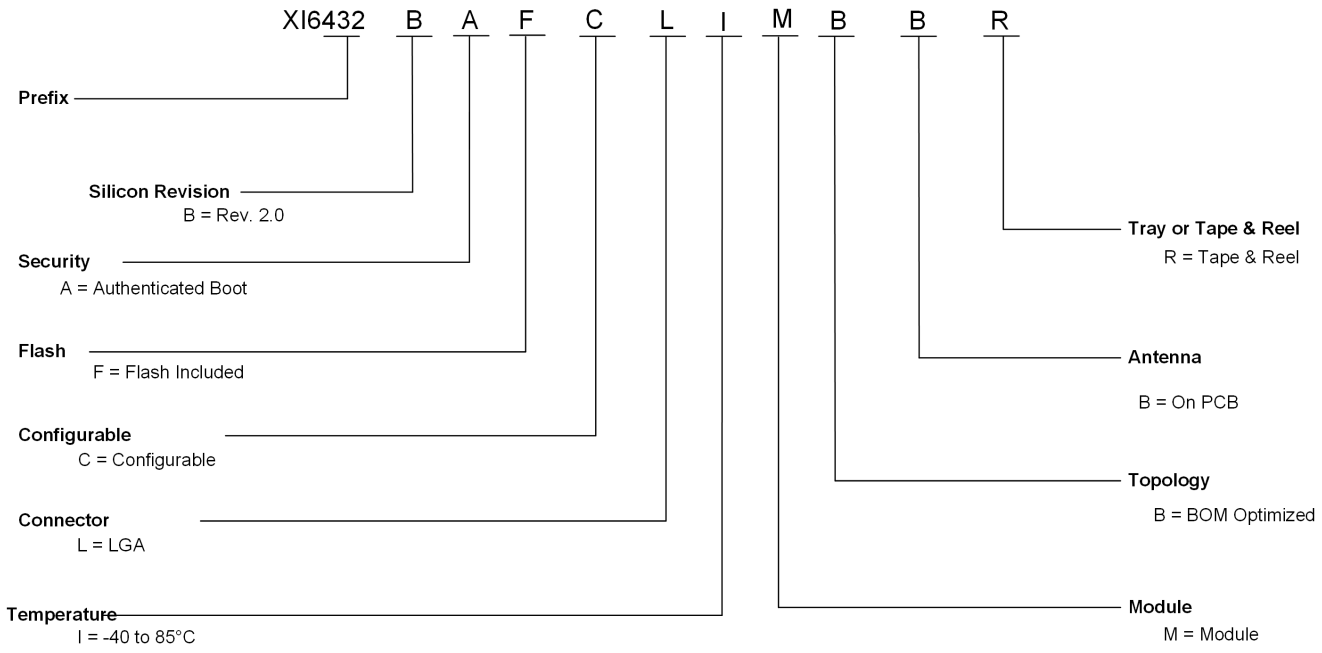


図 9-2. 量産開始前のデバイス命名規則

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.2 デバイス マーキング

図 9-3 に、IWRL6432WMOD レーダー デバイスのパッケージ シンボルの例を示します。

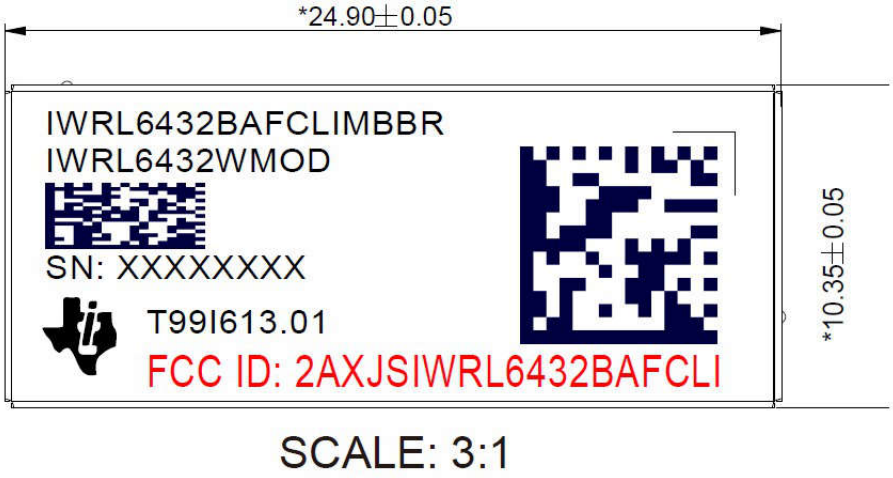


図 9-3. デバイス部品のマーキングの例

この識別番号には、次の情報が含まれます。

- **1 行目**:発注用型番
- **2 行目**:ジェネリック型番
- **3 行目**:バーコード
- **4 行目**:シリアル番号
- **5 行目**:TI のロゴ
- **5 行目**:メーカー型番
- **6 行目**:FCC ID 番号

マーキング	説明
IWRL6432BAFCLIMBBR	TI で注文可能な型番
IWRL6432WMOD	TI のジェネリック型番
SN: XXXXXXXX	シリアル番号:TI で使用のため予約済み
T99I613.01	メーカー型番
バーコード	バーコード識別子
QR	製品ページ
2AXJSIWRL6432BAFCLI	FCC ID 番号

9.3 ドキュメントのサポート

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、ti.com のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、修正されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

ペリフェラルに関する最新ドキュメントとその他の技術資料を以下に示します。

- IWRL6432WMOD デバイスのデータシート

9.4 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支援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。

9.5 商標

E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

9.6 静電放電に関する注意事項

この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

9.7 用語集

テキサス・インスツルメンツ用語集	この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

10 リフロー情報

このセクションでは、リフロー 半田付けのリフローのガイドラインについて説明します。

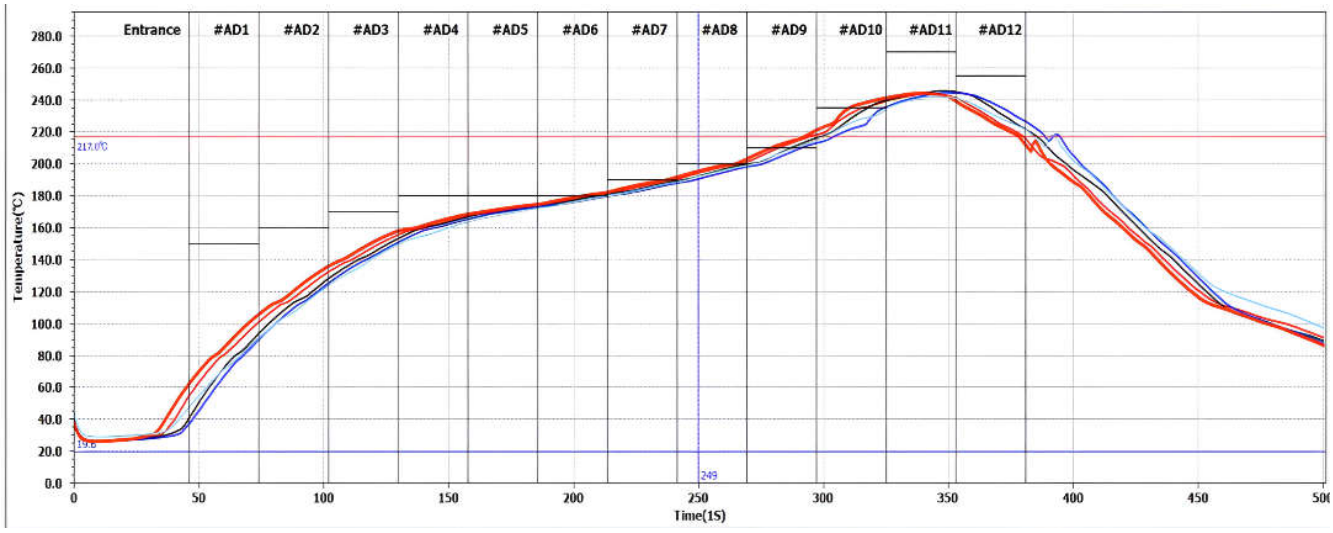


図 10-1. モジュールのリフロー プロファイル

パラメータ		最小値	標準値	最大値	単位
プレヒート/ソーク時間 (t_s)	150°C (T_{smin})– 180°C (T_{smax})	60		120	秒
リフロー	217°C (T_L) を超える	50		90	秒
ランプアップ レート (T_L から T_P)		0		3	°C/sec
ピーク温度 (T_P)		240		250	°C
ランプダウン レート (T_P から T_L)		-3		0	°C/sec
O_2 コンテンツ				3000	PPM

- t_s — ソーク時間
- T_{smin} — 最低浸漬温度
- T_{smax} — 最大浸漬温度
- T_L — 液体温度
- T_P — ピーク温度

11 改訂履歴

日付	改訂	注
2025 年 12 月	*	初版リリース
2026 年 5 月	A	RTM 解放

Changes from DECEMBER 31, 2025 to JUNE 4, 2026 (from Revision * (December 2025) to Revision A (June 2026)) **Page**

- 特長：認定ステータスを更新 1
- アプリケーション：ロボットを追加 1
- 説明：説明を更新 3
- パッケージ情報：寸法を更新 3
- 標準消費電力の値：セクション追加済み 7

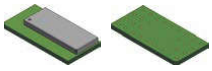
- アンテナ放射パターン：ループバック放射パターンを更新 10
- SPI プロトコル：新しいセクションを追加 14
- 詳細説明：概要を更新 18
- ホスト インターフェイス：セクションを更新 20
- デバイスの認証：セクション追加済み 22
- デバイス マーキング：量産部品向けにマーキングを更新 27

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

12 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データ シートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側のナビゲーションをご覧ください。

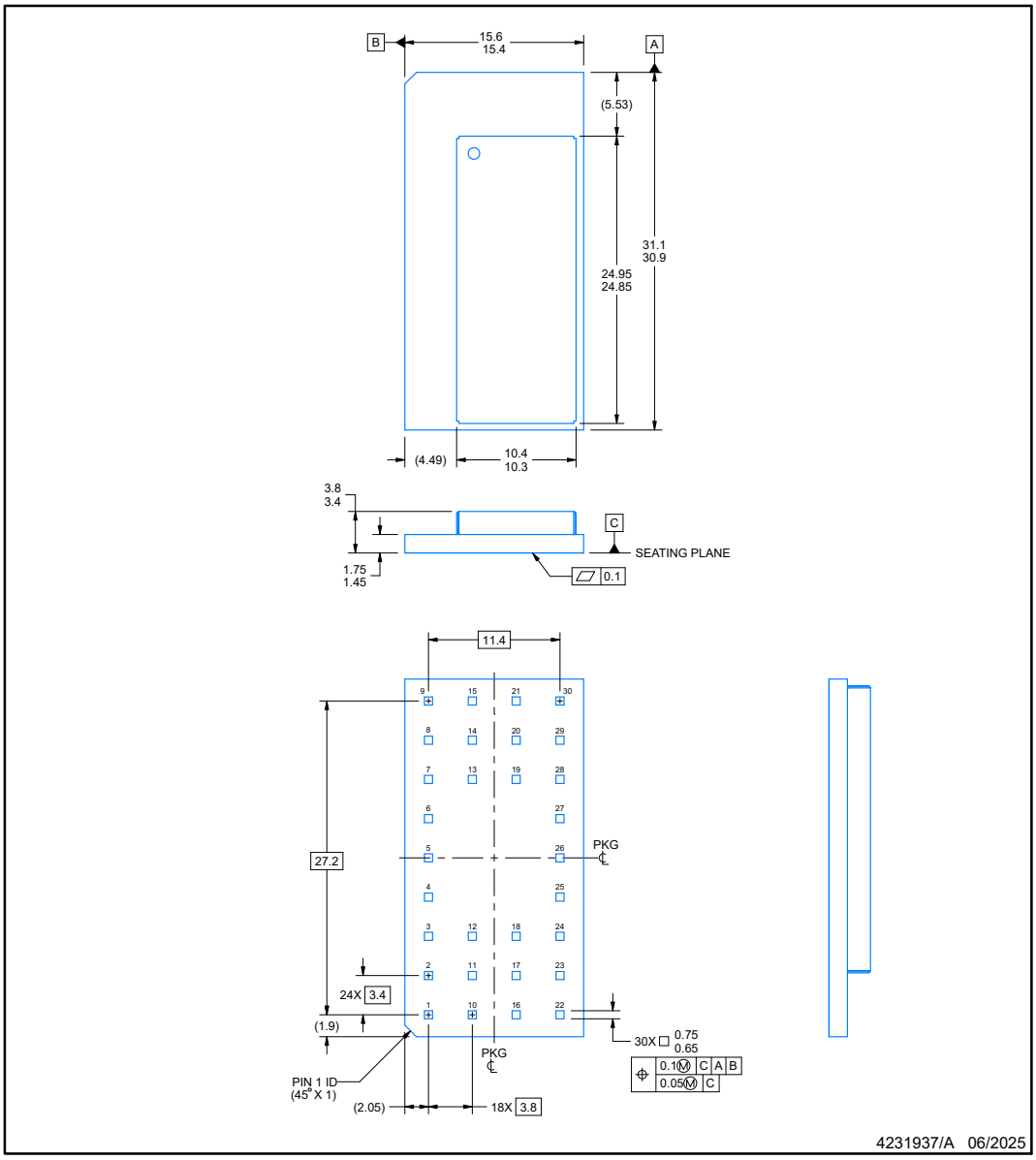
MBB0030A



PACKAGE OUTLINE

QFM - 3.8 mm max height

QUAD FLATPACK MODULE - NO LEAD



NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

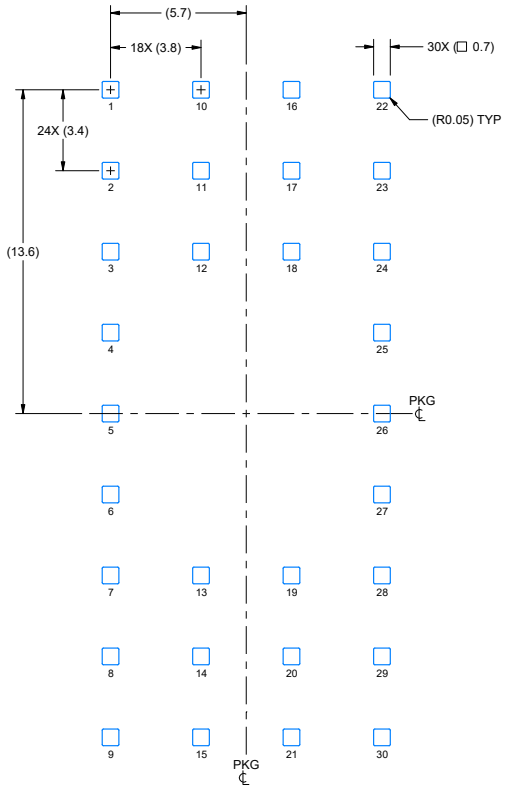
TEXAS INSTRUMENTS
www.ti.com

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

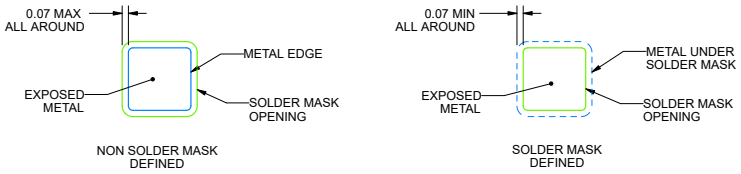
EXAMPLE BOARD LAYOUT

MBB0030A **QFM - 3.8 mm max height**

QUAD FLATPACK MODULE - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 4X



SOLDER MASK DETAILS

4231937/A 06/2025

NOTES: (continued)

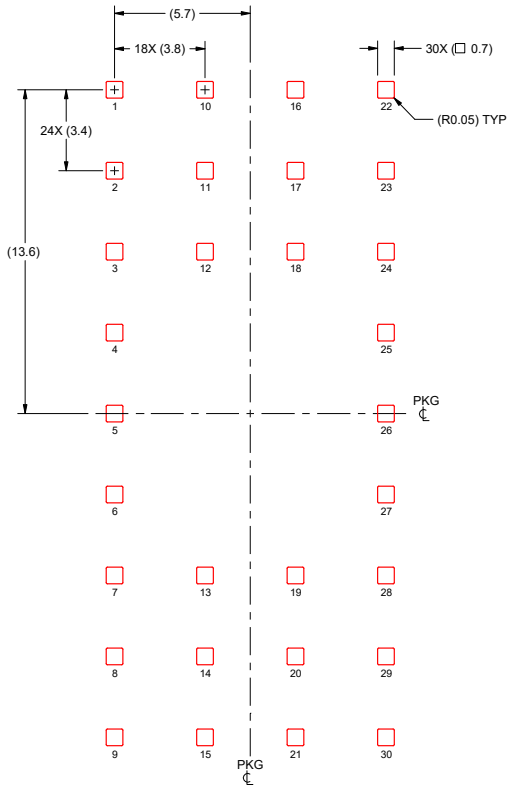
3. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

EXAMPLE STENCIL DESIGN

MBB0030A **QFM - 3.8 mm max height**

QUAD FLATPACK MODULE - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 4X

4231937/A 06/2025

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

TEXAS INSTRUMENTS
www.ti.com

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
XI6432BAFCLIMBBR	Active	Preproduction	QFM (MBB) | 30	600 | LARGE T&R	Exempt	Call TI	Call TI	-40 to 85	

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

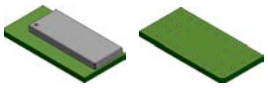
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

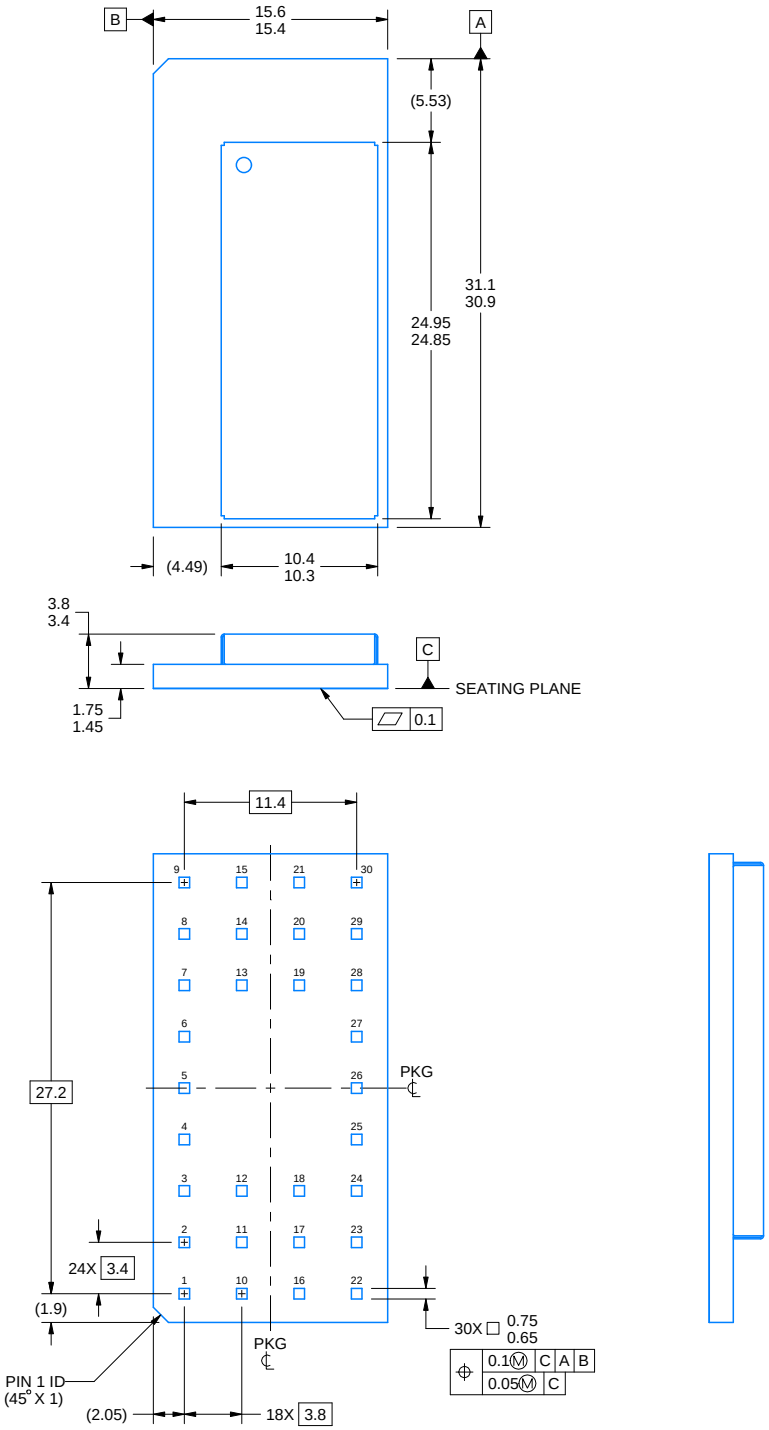
PACKAGE OUTLINE

MBB0030A



QFM - 3.8 mm max height

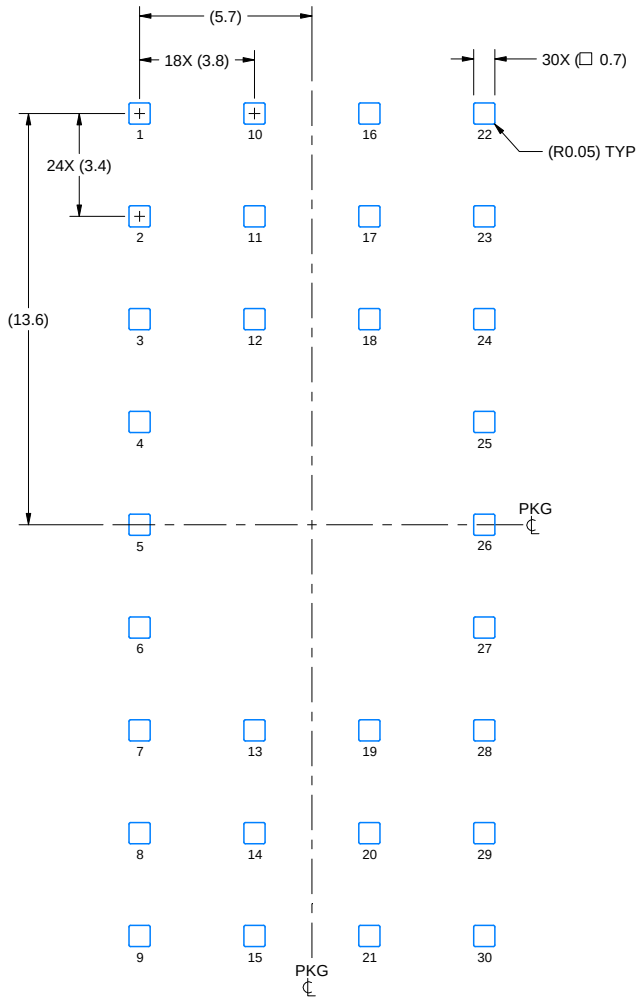
QUAD FLATPACK MODULE - NO LEAD



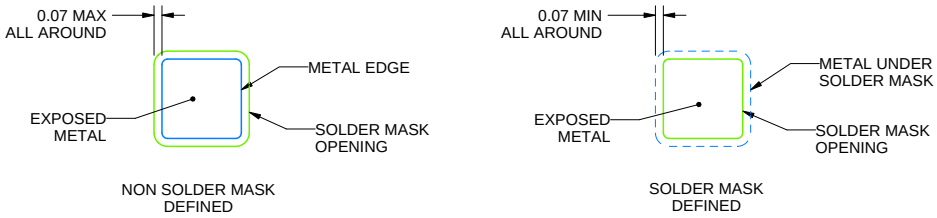
4231937/A 06/2025

NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 4X

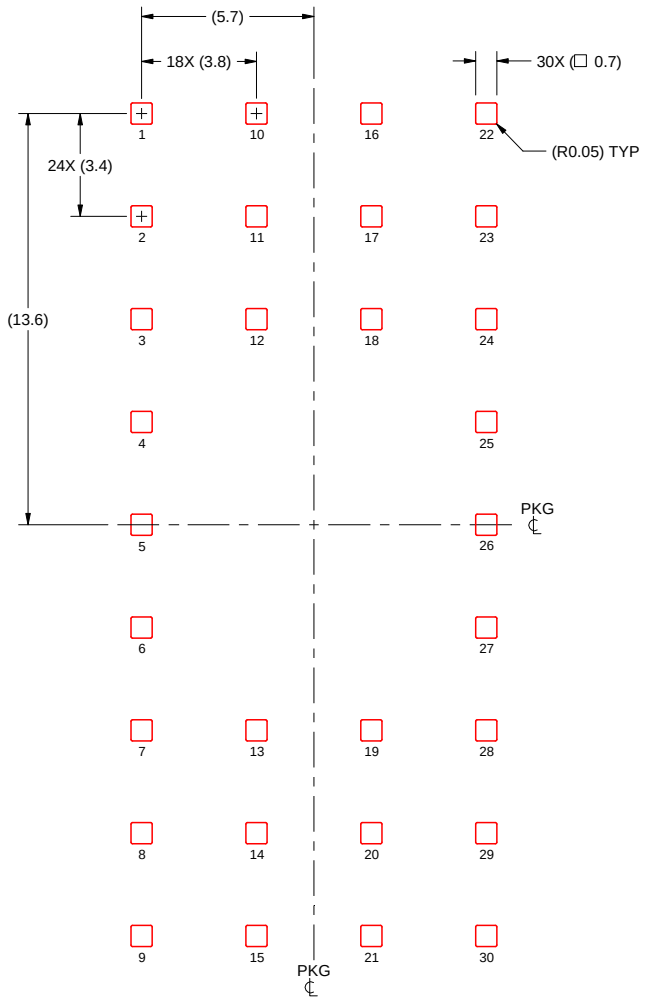


SOLDER MASK DETAILS

4231937/A 06/2025

NOTES: (continued)

3. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 4X

4231937/A 06/2025

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

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 、 TI の総合的な品質ガイドライン 、 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