CC1311R3 SimpleLink™ 高性能 Sub-1GHz ワイヤレス MCU

1 特長

ワイヤレス マイクロコントローラ

- 強力な 48MHz Arm® Cortex®-M4 プロセッサ
- 352KB フラッシュ プログラム メモリ
- 32KB の超低リーク SRAM
- 8KB のキャッシュ SRAM (汎用 RAM としても使用可能)
- プログラマブルな無線機能には、2-(G)FSK、4-(G)FSK、MSK、OOK、IEEE 802.15.4 PHY、MAC のサポートが含まれます。
- OTA (Over-The-Air) アップグレードに対応

低消費電力

- MCU の消費電流:
  - 2.63mA (アクティブ モード、CoreMark®)
  - 55µA/MHz (CoreMark 実行中)
  - 0.7µA (スタンバイ モード、RTC、32kB RAM)
  - 0.1µA (シャットダウン モード、ウェイクアップ オンピン)
- 無線の消費電流:
  - 5.4mA (RX、868MHz)
  - 868MHz、+14dBm で 24.9mA TX

無線プロトコルのサポート

- Mioty
- ワイヤレス M-Bus
- SimpleLink™ TI 15.4 スタック
- 6LoWPAN
- 独自システム

高性能の無線

- -121dBm (2.5kbps 長距離モード の場合)
- -120dBm (4.8kbps 狭帯域モード、433MHz)
- -118dBm (9.6kbps 狭帯域モード、868MHz)
- -110dBm (50kbps、802.15.4、868MHz)
- 温度補償付きで最大 +14dBm の出力電力
- 最小 4kHz のレシーバ フィルタ帯域幅

法規制の順守

- 以下の規格への準拠を目的としたシステムに最適:
  - ETSI EN 300 220 Receiver Cat.1.5 および 2、EN 303 131、EN 303 204
  - FCC CFR47 Part 15
  - ARIB STD-T108

MCU 周辺機器

- デジタル ペリフェラルを任意の GPIO に接続可能
- 4 つの 32 ビットまたは 8 つの 16 ビット汎用タイマ
- 12 ビット ADC、200k サンプル / 秒、8 チャネル
- 8 ビット DAC
- アナログ コンパレータ
- UART、SSI、I^2C、I^2S
- リアルタイム クロック (RTC)
- 温度およびバッテリ モニタを内蔵

セキュリティ イネーブラ (実現機能)

- AES 128 ビット暗号化アクセラレータ
- 真性乱数生成器 (TRNG)
- その他の暗号化ドライバをソフトウェア開発キット (SDK) で利用可能

開発ツールとソフトウェア

- LP-CC1311P3 開発キット
- SimpleLink™ CC13xx および CC26xx ソフトウェア開発キット (SDK)
- SmartRF™ Studio による容易な無線構成
- SysConfig システム コンフィギュレーション ツール

動作範囲

- オンチップの降圧型 DC/DC コンバータ
- 1.8V～3.8V の単一電源電圧
- -40～+105°C

パッケージ

- 7mm × 7mm RGZ VQFN48 (GPIO 30 本)
- 5mm × 5mm RKP VQFN40 (GPIO 22 本)
- RoHS 準拠のパッケージ

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。

2 アプリケーション

- グリッド インフラ
  - スマート メータ – 電気メータ、水道メータ、ガス メータ、ヒート コスト アロケータ
  - グリッド通信 – ワイヤレス通信
  - EV 充電インフラストラクチャ – AC 充電 (バッテリ) ステーション
  - その他の代替エネルギー - 環境発電
- ビル オートメーション
  - ビル セキュリティ システム – モーション検出器、ドアおよび窓センサ、ガラス破損検出器、非常ボタン、電子スマート ロック、IP ネットワーク カメラ
  - HVAC システム – サーモスタット、環境センサ、HVAC コントローラ
  - 防火 – 煙および熱感知器、ガス検知器、火災警報制御パネル
- リテール オートメーション
  - リテール オートメーションおよび支払いアプリケーション – 電子棚札、携帯型 POS 端末
- パーソナル エレクトロニクス
  - RF リモート コントロール
  - スマート スピーカ、スマート ディスプレイ
  - ゲーム、電子玩具、ロボット玩具
  - ウェアラブル (非医療用)、スマート トラッカー
- ワイヤレス モジュール
  - ワイヤレス サード パーティー モジュール
  - ワイヤレス通信モジュール

3 説明

この SimpleLink™ CC1311R3 デバイスはマルチプロトコルの Sub-1GHz ワイヤレス マイクロコントローラ (MCU) です。本デバイスは、IEEE 802.15.4g、IPv6 対応スマート オブジェクト (6LoWPAN)、mioty、TI 15.4 スタック (Sub-1GHz) を含む独自システムをサポートしています。CC1311R3 は、Arm® Cortex® M4 メイン プロセッサをベースにしており、グリッド インフラストラクチャ、ビル オートメーション、リテール オートメーション、パーソナル エレクトロニクス、医療用アプリケーションの低消費電力の無線通信および高度なセンシングに最適化されています。

CC1311R3 は、Arm® Cortex® M0 で実行するソフトウェア無線を内蔵しているため、各種の物理層と RF 規格をサポートできます。このデバイスは、143MHz から 176MHz、287MHz から 351MHz、359MHz から 527MHz、861MHz から 1054MHz、1076MHz から 1315MHz への周波数帯域での動作をサポートしています。CC1311R3 は、24.9mA の消費電流で +14dBm TX をサポートする高効率 PA を内蔵しています。RX では、2.5kbps のデータ レートで -121dBm の感度、88dB のブロッキング (±10MHz、SimpleLink™ 長距離モード) を実現しています。

CC1311R3 は 0.7µA という低いスリープ電流 (RTC 動作、32KB RAM を保持) を実現しています。

多くのお客様の 10～15 年またはそれ以上の長いライフ サイクル要件に沿って、TI は、製品寿命と製品供給の継続性を約束する製品ライフ サイクル ポリシーを制定しています。

CC1311R3 デバイスは SimpleLink™ MCU プラットフォームの一部です。このプラットフォームは Wi-Fi®、*Bluetooth*® Low Energy、Thread、Zigbee、Wi-SUN®、Amazon Sidewalk、mioty、Sub-1GHz MCU、ホスト MCU で構成されます。CC1311R3 は、32KB～704KB のフラッシュ サイズに対応し、ピン互換パッケージを選択可能なスケーラブルなポートフォリオの一部です。共通の SimpleLink™ CC13xx および CC26xx ソフトウェア開発キット (SDK) と SysConfig システム コンフィギュレーション ツールは、ポートフォリオ内のデバイス間の移行を支援します。多数のソフトウェア スタック、アプリケーション例、SimpleLink™ Academy トレーニング セッションが本 SDK に含まれます。詳細については、ワイヤレス コネクティビティ製品をご覧ください。

製品情報

部品番号(1)	パッケージ	パッケージ サイズ
CC1311R31T0RGZR	VQFN (48)	7.00mm × 7.00mm
CC1311R31T0RKPR	VQFN (40)	5.00mm × 5.00mm

(1) 詳細については、セクション 12 を参照してください。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4 機能ブロック図

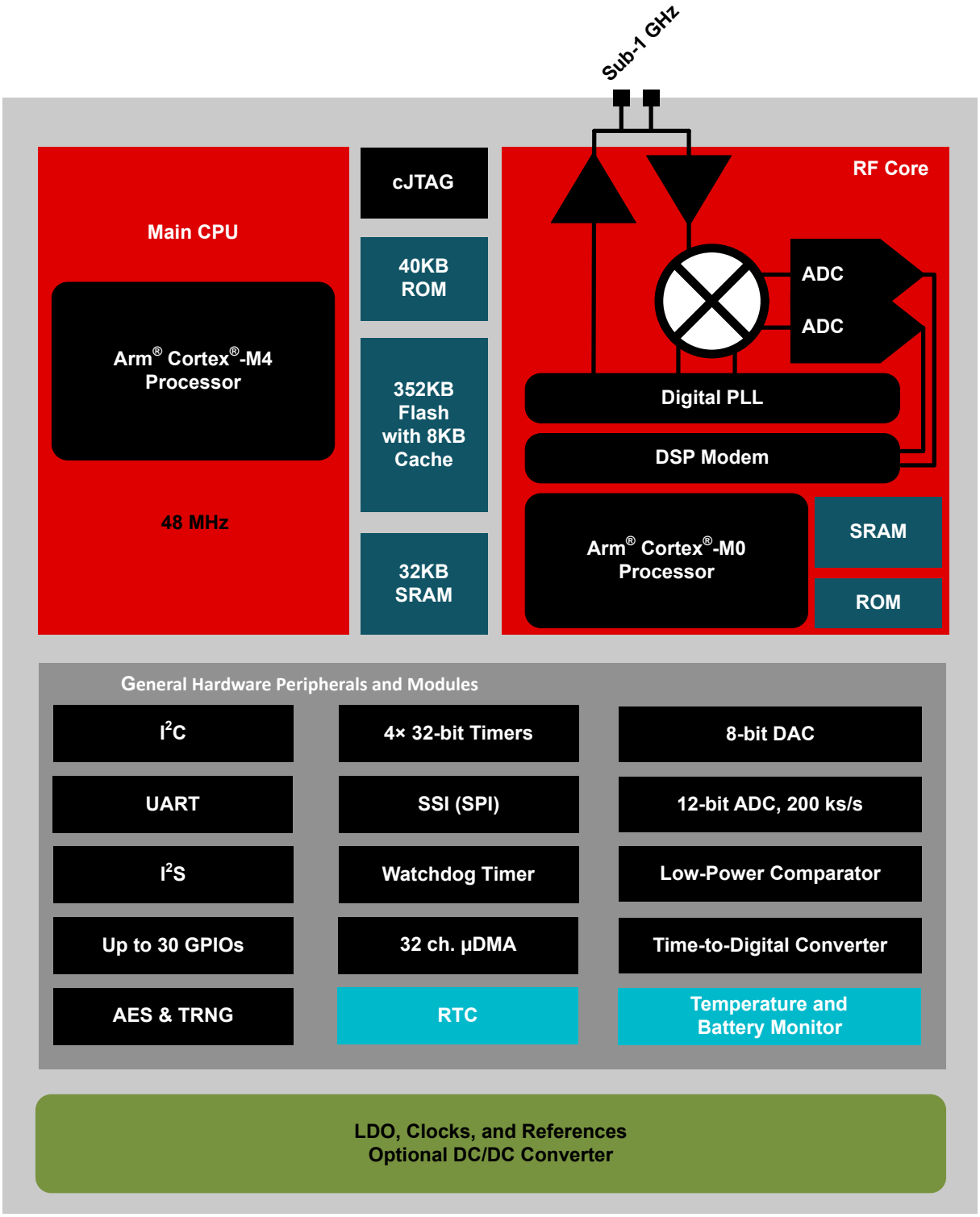


図 4-1. CC1311R3 機能ブロック図

目次

1 特長.....1
2 アプリケーション.....2
3 説明.....2
4 機能ブロック図.....3
5 デバイスの比較.....5
6 ピン構成および機能.....6
6.1 ピン配置図 - RGZ パッケージ (上面図).....6
6.2 信号の説明 - RGZ パッケージ.....7
6.3 ピン配置図 - RKP パッケージ (上面図).....9
6.4 信号の説明 - RKP パッケージ.....9
6.5 未使用ピンおよびモジュールの接続.....11
7 仕様.....12
7.1 絶対最大定格.....12
7.2 ESD 定格.....12
7.3 推奨動作条件.....12
7.4 電源およびモジュール.....13
7.5 消費電力 - 電力モード.....13
7.6 消費電力 - 無線モード.....15
7.7 不揮発性 (フラッシュ) メモリの特性.....15
7.8 熱抵抗特性.....15
7.9 RF 周波数帯域.....16
7.10 861MHz ～ 1054MHz - 受信 (RX).....16
7.11 861MHz～1054MHz - 送信 (TX).....20
7.12 861MHz～1054MHz - PLL 位相ノイズ広帯域モード.....21
7.13 861MHz～1054MHz - PLL 位相ノイズ狭帯域モード.....21
7.14 359MHz ～ 527MHz - 受信 (RX).....21
7.15 359MHz～527MHz - 送信 (TX).....23
7.16 359MHz～527MHz - PLL 位相ノイズ.....23
7.17 タイミングおよびスイッチング特性.....24
7.18 ペリフェラルのスイッチング特性.....28
7.19 代表的特性.....34
8 詳細説明.....40
8.1 概要.....40
8.2 システム CPU.....40
8.3 無線 (RF コア).....41
8.4 メモリ.....43
8.5 暗号化.....44
8.6 タイマ.....45
8.7 シリアル ペリフェラルと I/O.....46
8.8 バッテリと温度の監視.....46
8.9 電源電圧ドメイン.....46
8.10 µDMA.....46
8.11 デバッグ.....47
8.12 パワー マネージメント.....48
8.13 クロック システム.....49
8.14 ネットワーク プロセッサ.....49
9 アプリケーション、実装、およびレイアウト.....50
9.1 リファレンス デザイン.....50
9.2 接合部温度の計算.....51
10 デバイスおよびドキュメントのサポート.....52
10.1 デバイスの命名規則.....52
10.2 ツールとソフトウェア.....53
10.3 ドキュメントのサポート.....55
10.4 サポート・リソース.....55
10.5 商標.....55
10.6 静電気放電に関する注意事項.....56
10.7 用語集.....56
11 改訂履歴.....56
12 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....57

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5 デバイスの比較

デバイス	無線サポート											FLASH (kB)	RAM + キャッシュ (KB)	GPIO	パッケージ サイズ					
	Sub-1GHz 利点	2.4GHz 利点	ワイヤレス M-Bus	mioty	Wi-SUN®	歩道	*Bluetooth*® LE	ZigBee	Thread	マルチプロトコル	+20dBm PA				4 × 4mm VQFN (24)	4 × 4mm VQFN (32)	5 × 5mm VQFN (32)	5 × 5mm VQFN (40)	7 × 7mm VQFN (48)	8 × 8mm VQFN (64)
CC1310	✓		✓	✓								32-128	16-20 + 8	10 ~ 30		✓	✓		✓	
CC1311R3	✓		✓	✓								352	32 + 8	22 ~ 30				✓	✓	
CC1311P3	✓		✓	✓							✓	352	32 + 8	26					✓	
CC1312R	✓		✓	✓	✓							352	80 + 8	30					✓	
CC1312R7	✓		✓	✓	✓	✓				✓		704	144 + 8	30					✓	
CC1314R10	✓		✓	✓	✓	✓				✓		1024	256 + 8	30-46					✓	✓
CC1352R	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		352	80 + 8	28					✓	
CC1354R10	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		1024	256 + 8	28-42					✓	✓
CC1352P	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	352	80 + 8	26					✓	
CC1352P7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	704	144 + 8	26					✓	
CC1354P10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1024	256 + 8	26 ~ 42					✓	✓
CC2340R2		✓					✓	✓				256	28	12	✓					
CC2340R5 (1)		✓					✓	✓	✓			512	36	12 ~ 26	✓			✓		
CC2340R5-Q1							✓					512	36	19			✓			
CC2640R2F							✓					128	20 + 8	10 ~ 31		✓	✓		✓	
CC2642R							✓					352	80 + 8	31					✓	
CC2642R-Q1							✓					352	80 + 8	31					✓	
CC2651R3		✓					✓	✓				352	32 + 8	23 ~ 31				✓	✓	
CC2651P3		✓					✓	✓			✓	352	32 + 8	22 ~ 26				✓	✓	
CC2652R		✓					✓	✓	✓	✓		352	80 + 8	31					✓	
CC2652RB		✓					✓	✓	✓	✓		352	80 + 8	31					✓	
CC2652R7		✓					✓	✓	✓	✓		704	144 + 8	31					✓	
CC2652P		✓					✓	✓	✓	✓	✓	352	80 + 8	26					✓	
CC2652P7		✓					✓	✓	✓	✓	✓	704	144 + 8	26					✓	
CC2674R10		✓					✓	✓	✓	✓		1024	256 + 8	31 ~ 45					✓	✓
CC2674P10		✓					✓	✓	✓	✓	✓	1024	256 + 8	26 ~ 45					✓	✓

(1) 将来のソフトウェア アップデートで、スレッドのサポートを有効にすることができます

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6 ピン構成および機能

6.1 ピン配置図 - RGZ パッケージ (上面図)

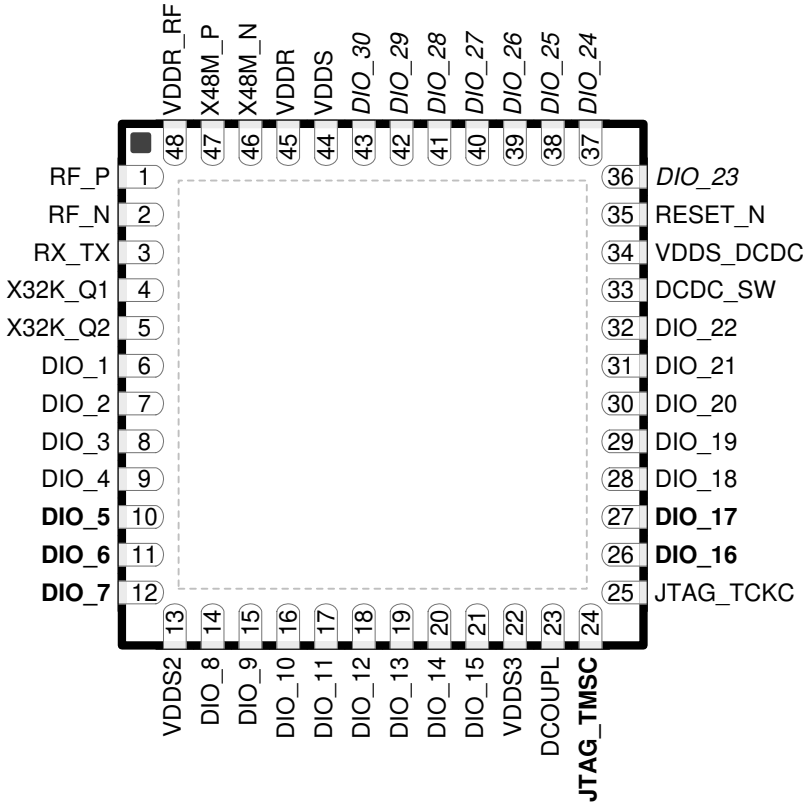


図 6-1. RGZ (7mm×7mm) ピン配置、0.5mm ピッチ (上面図)

図 6-1 で**太字**で示されている次の I/O ピンは、高ドライブ能力を備えています。

- ピン 10、DIO_5
- ピン 11、DIO_6
- ピン 12、DIO_7
- ピン 24、JTAG_TMSC
- ピン 26、DIO_16
- ピン 27、DIO_17

図 6-1 で*傾体*で示されている次の I/O ピンは、アナログ能力を備えています。

- ピン 36、DIO_23
- ピン 37、DIO_24
- ピン 38、DIO_25
- ピン 39、DIO_26
- ピン 40、DIO_27
- ピン 41、DIO_28
- ピン 42、DIO_29
- ピン 43、DIO_30

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.2 信号の説明 - RGZ パッケージ

表 6-1. 信号の説明 - RGZ パッケージ

ピン		I/O	タイプ	説明
名称	番号			
DCDC_SW	33	—	電源	内部 DC/DC コンバータからの出力(1)
DCOUPL	23	—	電源	内部 1.27V レギュレーション済みデジタル電源のデカップリング用(2)
DIO_1	6	I/O	デジタル	GPIO
DIO_2	7	I/O	デジタル	GPIO
DIO_3	8	I/O	デジタル	GPIO
DIO_4	9	I/O	デジタル	GPIO
DIO_5	10	I/O	デジタル	GPIO、高駆動能力
DIO_6	11	I/O	デジタル	GPIO、高駆動能力
DIO_7	12	I/O	デジタル	GPIO、高駆動能力
DIO_8	14	I/O	デジタル	GPIO
DIO_9	15	I/O	デジタル	GPIO
DIO_10	16	I/O	デジタル	GPIO
DIO_11	17	I/O	デジタル	GPIO
DIO_12	18	I/O	デジタル	GPIO
DIO_13	19	I/O	デジタル	GPIO
DIO_14	20	I/O	デジタル	GPIO
DIO_15	21	I/O	デジタル	GPIO
DIO_16	26	I/O	デジタル	GPIO、JTAG_TDO、高駆動能力
DIO_17	27	I/O	デジタル	GPIO、JTAG_TDI、高駆動能力
DIO_18	28	I/O	デジタル	GPIO
DIO_19	29	I/O	デジタル	GPIO
DIO_20	30	I/O	デジタル	GPIO
DIO_21	31	I/O	デジタル	GPIO
DIO_22	32	I/O	デジタル	GPIO
DIO_23	36	I/O	デジタルまたはアナログ	GPIO、アナログ機能
DIO_24	37	I/O	デジタルまたはアナログ	GPIO、アナログ機能
DIO_25	38	I/O	デジタルまたはアナログ	GPIO、アナログ機能
DIO_26	39	I/O	デジタルまたはアナログ	GPIO、アナログ機能
DIO_27	40	I/O	デジタルまたはアナログ	GPIO、アナログ機能
DIO_28	41	I/O	デジタルまたはアナログ	GPIO、アナログ機能
DIO_29	42	I/O	デジタルまたはアナログ	GPIO、アナログ機能
DIO_30	43	I/O	デジタルまたはアナログ	GPIO、アナログ機能
EGP	—	—	GND	グランド – 露出グランド パッド(3)
JTAG_TMSC	24	I/O	デジタル	JTAG TMSC、高駆動能力
JTAG_TCKC	25	I	デジタル	JTAG TCKC
RESET_N	35	I	デジタル	リセット入力、アクティブ Low 内部プルアップ抵抗なし
RF_P	1	—	RF	TX 中に PA からの RX 正の RF 出力信号の間の LNA への正の RF 入力信号
RF_N	2	—	RF	TX 中に PA からの RX 負の RF 出力信号の間の LNA への負の RF 入力信号
RX_TX	3	—	RF	RF LNA のオプションのバイアス ピン

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 6-1. 信号の説明 - RGZ パッケージ (続き)

ピン		I/O	タイプ	説明
名称	番号			
VDDR	45	—	電源	内部電源には、内部 DC/DC コンバータまたは内部 LDO から電源を供給する必要があります(2) (4) (6)
VDDR_RF	48	—	電源	内部電源には、内部 DC/DC コンバータまたは内部 LDO から電源を供給する必要があります(2) (5) (6)
VDDS	44	—	電源	1.8V ～ 3.8V メイン・チップ電源(1)
VDDS2	13	—	電源	1.8V ～ 3.8V DIO 電源(1)
VDDS3	22	—	電源	1.8V ～ 3.8V DIO 電源(1)
VDDS_DCDC	34	—	電源	1.8V から 3.8V への DC/DC コンバータ電源
X48M_N	46	—	アナログ	48MHz 水晶発振器ピン 1
X48M_P	47	—	アナログ	48MHz 水晶発振器ピン 2
X32K_Q1	4	—	アナログ	32kHz 水晶発振器ピン 1
X32K_Q2	5	—	アナログ	32kHz 水晶発振器ピン 2

(1) 詳細については、に記載さているデバイスの『テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。
(2) このピンには外部回路を供給しないでください。
(3) ESP は、本デバイスの唯一のグランド接続です。デバイスを適切に動作させるには、プリント基板 (PCB) 上のデバイスのグランドに対する良好な電気的接続が不可欠です。
(4) 内部 DC/DC コンバータを使用しない場合、このピンはメイン LDO から内部で供給されます。
(5) 内部 DC/DC コンバータを使用しない場合は、このピンをメイン LDO からの電源を VDDR に接続する必要があります。
(6) 内部 DC/DC および LDO からの出力は、1.68V に調整されています。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.3 ピン配置図 - RKP パッケージ (上面図)

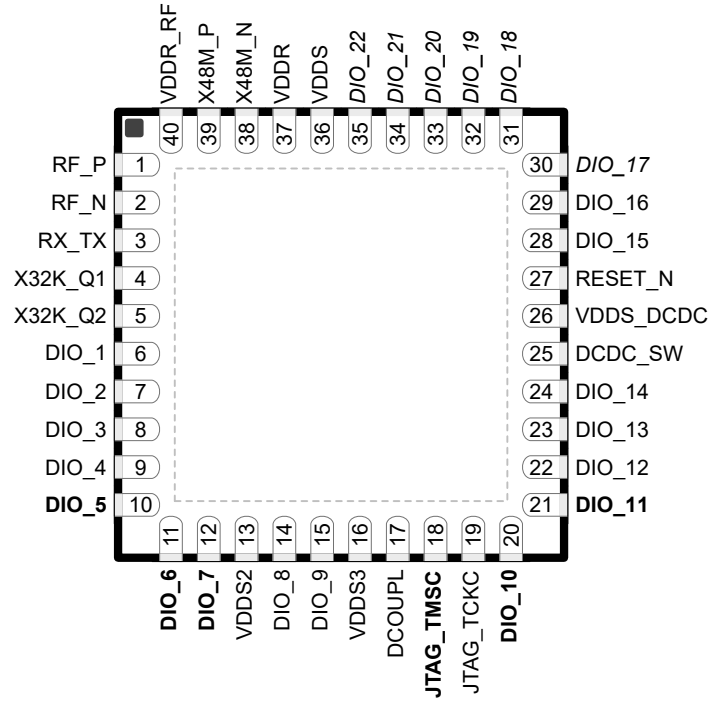


図 6-2. RKP (5mm × 5mm) ピン配置、0.4mm ピッチ (上面図)

図 6-2 で**太字**で示されている次の I/O ピンは、高ドライブ能力を備えています。

- ピン 10、DIO_5
- ピン 11、DIO_6
- ピン 12、DIO_7
- ピン 18、JTAG_TMSC
- ピン 20、DIO_10
- ピン 21、DIO_11

図 6-2 で*傾体*で示されている次の I/O ピンは、アナログ能力を備えています。

- ピン 28、DIO_15
- ピン 29、DIO_16
- ピン 30、DIO_17
- ピン 31、DIO_18
- ピン 32、DIO_19
- ピン 33、DIO_20
- ピン 34、DIO_21
- ピン 35、DIO_22

6.4 信号の説明 - RKP パッケージ

表 6-2. 信号の説明 - RKP パッケージ

ピン		I/O	タイプ	説明
名称	番号			
DCDC_SW	25	—	電源	内部 DC/DC コンバータからの出力(1)
DCOUPL	17	—	電源	内部 1.27V レギュレーション済みデジタル電源のデカップリング用(2)
DIO_1	6	I/O	デジタル	GPIO

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 6-2. 信号の説明 - RKP パッケージ (続き)

ピン		I/O	タイプ	説明
名称	番号			
DIO_2	7	I/O	デジタル	GPIO
DIO_3	8	I/O	デジタル	GPIO
DIO_4	9	I/O	デジタル	GPIO
DIO_5	10	I/O	デジタル	GPIO、高駆動能力
DIO_6	11	I/O	デジタル	GPIO、高駆動能力
DIO_7	12	I/O	デジタル	GPIO、高駆動能力
DIO_8	14	I/O	デジタル	GPIO
DIO_9	15	I/O	デジタル	GPIO
DIO_10	20	I/O	デジタル	GPIO、JTAG_TDO、高駆動能力
DIO_11	21	I/O	デジタル	GPIO、JTAG_TDI、高駆動能力
DIO_12	22	I/O	デジタル	GPIO
DIO_13	23	I/O	デジタル	GPIO
DIO_14	24	I/O	デジタル	GPIO
DIO_15	28	I/O	デジタル	GPIO、アナログ機能
DIO_16	29	I/O	デジタル	GPIO、アナログ機能
DIO_17	30	I/O	デジタル	GPIO、アナログ機能
DIO_18	31	I/O	デジタル	GPIO、アナログ機能
DIO_19	32	I/O	デジタル	GPIO、アナログ機能
DIO_20	33	I/O	デジタル	GPIO、アナログ機能
DIO_21	34	I/O	デジタル	GPIO、アナログ機能
DIO_22	35	I/O	デジタル	GPIO、アナログ機能
EGP	—	—	GND	グランド – 露出グランド パッド(3)
JTAG_TSMC	18	I/O	デジタル	JTAG TMSC、高駆動能力
JTAG_TCKC	19	I	デジタル	JTAG TCKC
RESET_N	27	I	デジタル	リセット入力、アクティブ Low 内部プルアップ抵抗なし
RF_P	1	—	RF	TX 中に PA からの RX 正の RF 出力信号の間の LNA への正の RF 入力 信号
RF_N	2	—	RF	TX 中に PA からの RX 負の RF 出力信号の間の LNA への負の RF 入力信号
RX_TX	3	—	RF	RF LNA のオプションの BIAS ピン
VDDR	37	—	電源	内部電源には、内部 DC/DC コンバータまたは内部 LDO から電源を供給する必要があります(2) (4) (6)
VDDR_RF	40	—	電源	内部電源には、内部 DC/DC コンバータまたは内部 LDO から電源を供給する必要があります(2) (5) (6)
VDDS	36	—	電源	1.8V ～ 3.8V メイン・チップ電源(1)
VDDS2	13	—	電源	1.8V ～ 3.8V DIO 電源(1)
VDDS3	16	—	電源	1.8V ～ 3.8V DIO 電源(1)
VDDS_DCDC	26	—	電源	1.8V から 3.8V への DC/DC コンバータ電源
X48M_N	38	—	アナログ	48MHz 水晶発振器ピン 1
X48M_P	39	—	アナログ	48MHz 水晶発振器ピン 2
X32K_Q1	4	—	アナログ	32kHz 水晶発振器ピン 1

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 6-2. 信号の説明 - RKP パッケージ (続き)

ピン		I/O	タイプ	説明
名称	番号			
X32K_Q2	5	—	アナログ	32kHz 水晶発振器ピン 2

(1) 詳細については、に記載さているデバイスの『テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。
(2) このピンには外部回路を供給しないでください。
(3) ESP は、本デバイスの唯一のグランド接続です。デバイスを適切に動作させるには、プリント基板 (PCB) 上のデバイスのグランドに対する良好な電気的接続が不可欠です。
(4) 内部 DC/DC コンバータを使用しない場合、このピンはメイン LDO から内部で供給されます。
(5) 内部 DC/DC コンバータを使用しない場合は、このピンをメイン LDO からの電源を VDDR に接続する必要があります。
(6) 内部 DC/DC および LDO からの出力は、1.68V に調整されています。

6.5 未使用ピンおよびモジュールの接続

表 6-3. 未使用ピンの接続 - RGZ パッケージ

機能	信号名	ピン番号	許容される処置(1)	好ましい方法(1)
GPIO	DIO_n	6–12 14–21 26–32 36–43	NC または GND	NC
32.768kHz の水晶振動子	X32K_Q1	4	NC または GND	NC
	X32K_Q2	5		
DC/DC コンバータ(2)	DCDC_SW	33	NC	NC
	VDDS_DCDC	34	VDDS	VDDS

(1) NC = 接続なし
(2) DC/DC コンバータを使用しない場合は、DCDC_SW と VDDR の間のインダクタを取り除くことができます。VDDR と VDDR_RF は引き続き接続し、22µF DC/DC コンデンサを VDDR ネットに維持する必要があります。

表 6-4. 未使用ピンおよびモジュールの接続 - RKP パッケージ

機能	信号名	ピン番号	許容される処置	好ましい方法
GPIO	DIO_n	6-12 14-15 20-24 28-35	NC または GND	NC
32.768kHz の水晶振動子	X32K_Q1	3	NC または GND	NC
	X32K_Q2	4		
接続なし	NC		NC	NC
DC/DC コンバータ	DCDC_SW	25	NC	NC
	VDDS_DCDC	26	VDDS	VDDS

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7 仕様

7.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)(1) (2)

			最小値	最大値	単位
VDDS	電源電圧		-0.3	4.1	V
	デジタル ピンの電圧(3) (4) (5)		-0.3	VDDSn+0.3、最大 4.1	V
	水晶発振器ピンの電圧、X32K_Q1、X32K_Q2、X48M_N、X48M_P		-0.3	VDDR + 0.3、最大 2.25	V
V_{in}	ADC 入力での電圧	電圧スケーリング有効	-0.3	VDDS	V
		電圧スケーリング無効、内部リファレンス	-0.3	1.49	
		電圧スケーリング無効、VDD をリファレンスとします	-0.3	VDDS / 2.9	
	入力レベル、RF ピン (RF_P および RF_N)			10	dBm
T_{stg}	保存温度		-40	150	℃

(1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく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」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、および性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮め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、グラウンド端子を基準とします。
(3) このために、アナログ対応 DIO が含まれます
(4) 注入電流は、どの GPIO ピンでもサポートされていません。
(5) VDDS2 および VDDS3 は VDD 以下である必要があります。

7.2 ESD 定格

				値	単位
V_{ESD}	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠(1)	すべてのピン	±2000	V
		デバイス帯電モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 準拠(2)	すべてのピン	±500	V

(1) JEDEC ドキュメント JEP155 には、500V HBM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。
(2) JEDEC のドキュメント JEP157 には、250V CDM であれば標準的な ESD 制御プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。

7.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	最大値	単位
動作時周囲温度(1) (2)		-40	105	℃
動作時接合部温度(1) (2)		-40	115	℃
動作電源電圧 (VDDS)		1.8	3.8	V
動作電源電圧(VDDS2 と VDDS3)(4) (5) (6)		1.8	VDDS	
動作電源電圧 (VDDS)、昇圧モード	VDDR = 1.95V +14dBm RF 出力パワー	2.1	3.8	V
動作電源電圧 (VDDS2 および VDDS3)、昇圧モード(4)	VDDR = 1.95V +14dBm RF 出力、パワー	1.8	VDDS	V
立ち上がり電源電圧のスルー レート		0	100	mV/µs
立ち下がり電源電圧のスルー レート(3)		0	20	mV/µs

(1) 最大動作温度またはそれに近い温度で長時間動作させた場合、寿命は短縮されます。
(2) 熱抵抗特性については、熱抵抗特性を参照してください。
(3) 小型のコイン電池の場合、ワースト ケースの等価ソース抵抗が大きいため、このスルー レートに確実に準拠するために、22-µF VDDS 入力コンデンサを使用する必要があります。
(4) VDDS2 および VDDS3 は VDD 以下である必要があります。JTAG 動作の場合、VDD は VDDS3 と等しい必要があります
(5) すべての電源セグメントは、常時電源を供給する必要があります
(6) IO 強度が自動に設定されている場合、VDD の電圧レベルに基づいて駆動強度が調整されます。VDDS2 が VDDS より低い場合、VDDS2 を基準とするすべてのピン (IOCFGn.IOSTR) を手動で設定する必要があります (例:最大値)。 VDDS3 が VDDS より低い場合、VDDS3 を基準とするすべてのピン (IOCFGn.IOSTR) を手動で設定する必要があります (例:最大値)。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.4 電源およびモジュール

自由空気での動作温度範囲内 (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
VDDS パワーオン リセット (POR) スレッショルド			1.1 ～ 1.55		V
VDDS ブラウン アウト検出器 (BOD) (1)	立ち上がりスレッショルド		1.77		V
VDDS ブラウン アウト検出器 (BOD)、初期ブート前(2)	立ち上がりスレッショルド		1.70		V
VDDS ブラウン アウト検出器 (BOD) (1)	立ち下がりスレッショルド		1.75		V

(1) 昇圧モード (VDDR = 1.95V) の場合、テキサス インスツルメンツ ドライバのソフトウェア初期化により、VDDS BOD 制限値が最大値 (約 2.0V) にトリムされます。
(2) ブラウン アウト検出器は初期ブート時にトリムされ、POR リセットまたは RESET_N ピンによってデバイスがリセットされるまでの間、値が保持されます

7.5 消費電力 - 電力モード

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス・デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.6 V (V_{DDS}=V_{DDS2}=V_{DDS3})、DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
コア消費電流						
$I_{コア}$	リセットとシャットダウン	リセット:RESET_N ピンをアサートするか、VDDS がパワーオン リセット スレッショルドを下回っています		115		nA
		シャットダウン。動作中のクロックなし、保持なし		115		
	キャッシュ保持なしでスタンバイ	RTC 動作、CPU、32KB RAM、(部分的に) レジスタを保持。RCOSC_LF		0.7		µA
		RTC 動作、CPU、32KB RAM、(部分的に) レジスタ保持 XOSC_LF		0.8		µA
	キャッシュを保持した状態でスタンバイ	RTC 動作、CPU、32KB RAM、(部分的に) レジスタを保持。RCOSC_LF		2.1		µA
		RTC 動作、CPU、32KB RAM、(部分的に) レジスタを保持。XOSC_LF		2.2		µA
	アイドル	電源システムおよび RAM 電源 RCOSC_HF		570		µA
	アクティブ	48 MHz RCOSC_HF で CoreMark を実行する MCU		2.50		mA
ペリフェラルの消費電流						

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス・デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.6 V (V_{DDS}=V_{DDS2}=V_{DDS3})、DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{peri}	ペリフェラル電源ドメイン	ドメインがイネーブルのときのデルタ電流		47.0		μA
	シリアル電力ドメイン	ドメインがイネーブルのときのデルタ電流		3.3		
	RF コア	電力ドメインがイネーブルになった状態のデルタ電流、クロック イネーブル、RF コア アイドル		122		
	μDMA	デルタ電流クロックがイネーブルの場合、モジュールはアイドル状態です		58.1		
	タイマ	デルタ電流クロックがイネーブルの場合、モジュールはアイドル状態です(1)		87.0		
	I2C	デルタ電流クロックがイネーブルの場合、モジュールはアイドル状態です		11.6		
	I2S	デルタ電流クロックがイネーブルの場合、モジュールはアイドル状態です		25.8		
	SSI	デルタ電流クロックがイネーブルの場合、モジュールはアイドル状態です		61.3		
	UART	デルタ電流クロックがイネーブルの場合、モジュールはアイドル状態です		125		
	暗号化 (AES)	デルタ電流クロックがイネーブルの場合、モジュールはアイドル状態です		25.2		
	TRNG	デルタ電流クロックがイネーブルの場合、モジュールはアイドル状態です		23.3		

(1) GPTimer は 1 つだけ実行しています

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.6 消費電力 - 無線モード

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25 °C、V_{DDS} = 3.6V で、DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。
昇圧モードを使用して (VDDR を 1.95V まで上げる)、システム電流を 15% 増加させます (この電流がすでに存在する TX + 14dBm 設定には適用しません)。
関連する I_{core} および I_{PERI} 電流は以下の数値に含まれます。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
無線受信電流、868 MHz			5.4		mA
無線送信電流	0dBm の出力電力設定 868MHz		7.4		mA
	+10dBm 出力電力設定 868MHz		13.9		mA
無線送信電流 昇圧モード	+14dBm 出力電力設定 868 MHz		24.9		mA

7.7 不揮発性 (フラッシュ) メモリの特性

自由気流での動作温度範囲内、V_{DDS} = 3.0V (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
フラッシュ セクタ サイズ			8		KB
故障前、バンク全体でフラッシュ消去サイクルをサポート(1) (5)		30			k サイクル
障害発生前のフラッシュ消去サイクルをサポート、単一セクタ(2)		60			k サイクル
セクタ消去までの行あたりの書き込み動作の最大数(3)				83	書き込み動作
フラッシュ保持	105°C	11.4			年
フラッシュ セクタの消去電流	平均デルタ電流		9.7		mA
フラッシュ セクタの消去時間(4)	ゼロ サイクル		10		ms
	30k サイクル			4000	ms
フラッシュ書き込み電流	平均デルタ電流、一度に 4 バイトずつ		5.3		mA
フラッシュの書き込み時間(4)	1 度に 4 バイトずつ		21.6		µs

(1) バンクの完全消去は、各セクタで 1 つの消去サイクルとしてカウントされます。
(2) 最大 4 つの顧客指定セクタを個別に消去でき、30K サイクルのベースライン バンク制限を超えてさらに 30K 回消去できます
(3) 各ワードラインの幅は 2048 ビット (または 256 バイト) です。この制限は、ワードライン全体の 1 回の書き込みあたり最小 4 (3.1) バイトのシーケンシャル メモリ書き込みに対応します。同じワード線への追加書き込みが必要な場合、行あたりの書き込み動作の最大回数に達すると、セクタ消去が必要です。
(4) この値はフラッシュの経年劣化に依存し、時間の経過および消去サイクルの経過とともに増加します
(5) 消去またはプログラム モード中にフラッシュを中止することは、安全な動作ではありません。

7.8 熱抵抗特性

熱評価基準(1)		パッケージ		単位
		RGZ (VQFN)	RKP (VQFN)	
		48 ピン	40 ピン	
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	25.0	30.9	°C/W(2)
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	14.5	20.2	°C/W(2)
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	8.7	10.3	°C/W(2)
Ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	0.2	0.2	°C/W(2)
Ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	8.6	10.3	°C/W(2)
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	2.1	2.1	°C/W(2)

(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』アプリケーション レポートを参照してください。
(2) °C/W = 摂氏温度 / ワット。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.9 RF 周波数帯域

自由気流での動作温度範囲内 (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
周波数帯域	1076		1315	MHz
	861		1054	
	431		527	
	359		439	
	287		351	
	143		176	

7.10 861MHz ～ 1054MHz - 受信 (RX)

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定が行われます。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
一般パラメータ					
デジタル チャネル フィルタのプログラム可能な受信帯域幅		4		4000	kHz
データ レートのステップ サイズ			1.5		bps
スプリアス発射、25MHz ～ 1GHz	868MHz ETSI EN 300 220 に準拠した伝導エミッション測定		< -57		dBm
スプリアス発射、1GHz ～ 13GHz			< -47		dBm
IEEE 802.15.4、50kbps、±25kHz 偏差、2-GFSK、100kHz RX 帯域幅					
感度	BER = 10^{-2}、868MHz		-110		dBm
飽和制限値	BER = 10^{-2}、868MHz		10		dBm
選択性、±200kHz	BER = 10^{-2}、868MHz(1)		44		dB
選択性、±400kHz	BER = 10^{-2}、868MHz(1)		48		dB
ブロッキング、±1MHz	BER = 10^{-2}、868MHz(1)		58		dB
ブロッキング、±2MHz	BER = 10^{-2}、868MHz(1)		62		dB
ブロッキング、±5MHz	BER = 10^{-2}、868MHz(1)		70		dB
ブロッキング、±10MHz	BER = 10^{-2}、868MHz(1)		77		dB
イメージ除去 (イメージ補正が有効)	BER = 10^{-2}、868MHz(1)		41		dB
RSSI ダイナミック レンジ	感度制限から開始		95		dB
RSSI の精度	指定されたダイナミック レンジ全体にわたる感度制限から開始します		±3		dB
100Kbps、±25kHz の偏差、2-GFSK、137kHz RX 帯域幅					
感度 100kbps	1% PER、127 バイト ペイロード、868MHz		-104		dBm
選択性、±200kHz	1% PER、127 バイト ペイロード、868MHz。必要な信号は -96dBm です		31		dB
選択性、±400kHz	1% PER、127 バイト ペイロード、868MHz。必要な信号は -96dBm です		37		dB
同一チャネル除去	1% PER、127 バイト ペイロード、868MHz。必要な信号は -79dBm です		-9		dB
200Kbps、±50kHz 偏差、2GFSK、311kHz RX 帯域幅					
感度	BER = 10^{-2}、868MHz		-103		dBm
感度	BER = 10^{-2}、915MHz		-102		dBm
選択性、±400kHz	BER = 10^{-2}、915MHz 感度制限より 3dB 上の信号です。		45		dB
選択性、±800kHz	BER = 10^{-2}、915MHz 感度制限より 3dB 上の信号です。		49		dB
ブロッキング、±2MHz	BER = 10^{-2}、915MHz 感度制限より 3dB 上の信号です。		57		dB
ブロッキング、±10MHz	BER = 10^{-2}、915MHz 感度制限より 3dB 上の信号です。		69		dB
500kbps、±190kHz 偏差、2GFSK、1150kHz RX 帯域幅					

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.10 861MHz ～ 1054MHz - 受信 (RX) (続き)

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定が行われます。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
感度 500kbps	1% PER、127 バイト ペイロード、915MHz		-94		dBm
選択性、±1MHz	1% PER、127 バイト ペイロード、915MHz。必要な信号は -88dBm です		14		dB
選択性、±2MHz	1% PER、127 バイト ペイロード、915MHz。必要な信号は -88dBm です		42		dB
同一チャネル除去	1% PER、127 バイト ペイロード、915MHz。必要な信号は -71dBm です		-9		dB
1Mbps、±350kHz 偏差、2-GFSK、1.3MHz RX 帯域幅					
感度	BER = 10^{-2}、868MHz		-97		dBm
感度	BER = 10^{-2}、915MHz		-96		dBm
ブロッキング、+2MHz	BER = 10^{-2}、915MHz 感度制限より 3dB 上の信号です。		43		dB
ブロッキング、-2MHz	BER = 10^{-2}、915MHz 感度制限より 3dB 上の信号です。		26		dB
ブロッキング、+10MHz	BER = 10^{-2}、915MHz 感度制限より 3dB 上の信号です。		54		dB
ブロッキング、-10MHz	BER = 10^{-2}、915MHz 感度制限より 3dB 上の信号です。		48		dB
SimpleLink™ 長距離、2.5/5kbps (20ksps)、±5kHz 偏差、2-GFSK、34kHz RX 帯域幅、FEC = 1:2、DSSS = 1:4/1:2					
感度	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz		-121		dBm
感度	5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz		-119		dBm
飽和制限値	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz		10		dBm
選択性、±100kHz	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz(1)		49		dB
選択性、±200kHz	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz(1)		50		dB
選択性、±300kHz	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz(1)		51		dB
ブロッキング、±1MHz	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz(1)		63		dB
ブロッキング、±2MHz	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz(1)		69		dB
ブロッキング、±5MHz	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz(1)		79		dB
ブロッキング、±10MHz	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz(1)		88		dB
イメージ除去 (イメージ補正が有効)	2.5kbps、BER = 10^{-2}、868MHz(1)		47		dB
RSSI ダイナミック レンジ	感度制限から開始		97		dB
RSSI の精度	指定されたダイナミック レンジ全体にわたる感度制限から開始します		±3		dB
狭帯域、9.6kbps、±2.4kHz 偏差、2GFSK、17.1kHz RX 帯域幅					
感度	BER = 10^{-2}、868MHz		-117		dBm
隣接チャネル除去	BER = 10^{-2}、868MHz 必要な信号は、ETSI 基準感度制限値 (-104.6dBm) を 3dB 上回っています。干渉 ±20kHz		41		dB
代替チャネル除去	BER = 10^{-2}、868MHz 必要な信号は、ETSI 基準感度制限値 (-104.6dBm) を 3dB 上回っています。干渉 ±40kHz		42		dB
ブロッキング、±1MHz	BER = 10^{-2}、868MHz 必要な信号は、ETSI 基準感度制限値 (-104.6dBm) を 3dB 上回っています。		65		dB
ブロッキング、±2MHz	BER = 10^{-2}、868MHz 必要な信号は、ETSI 基準感度制限値 (-104.6dBm) を 3dB 上回っています。		70		dB
ブロッキング、±10MHz	BER = 10^{-2}、868MHz 必要な信号は、ETSI 基準感度制限値 (-104.6dBm) を 3dB 上回っています。		85		dB
Wi-SUN、2-GFSK					
感度	50kbps、±12.5kHz 偏差、2GFSK、68kHz RX 帯域幅、868MHz、10% PER、250 バイト ペイロード		-107		dBm
選択性、±100kHz、50kbps、±12.5kHz 偏差、2-GFSK、868.3MHz	50kbps、±12.5kHz 偏差、2GFSK、68kHz RX 帯域幅、868.3MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		30		dB
選択性、±200kHz、50kbps、±12.5kHz 偏差、2-GFSK、868.3MHz	50kbps、±12.5kHz 偏差、2GFSK、68kHz RX 帯域幅、868.3MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		36		dB

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.10 861MHz ～ 1054MHz - 受信 (RX) (続き)

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定が行われます。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
感度	50kbps、±25kHz 偏差、2GFSK、98kHz RX 帯域幅、918.2MHz、10% PER、250 バイト ペイロード		-106		dBm
選択性、±200kHz、50kbps、±25kHz 偏差、2-GFSK、918.2MHz	50kbps、±25kHz 偏差、2GFSK、98kHz RX 帯域幅、918.2MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		34		dB
選択性、±400kHz、50kbps、±25kHz 偏差、2-GFSK、918.2MHz	50kbps、±25kHz 偏差、2GFSK、98kHz RX 帯域幅、918.2MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		41		dB
感度	100kbps、±25kHz 偏差、2GFSK、135kHz RX 帯域幅、868MHz、10% PER、250 バイト ペイロード		-104		dBm
選択性、±200kHz、100kbps、±25kHz 偏差、2-GFSK、868.3MHz	100kbps、±25kHz 偏差、2GFSK、135kHz RX 帯域幅、868.3MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		37		dB
選択性、±400kHz、100kbps、±25kHz 偏差、2-GFSK、868.3MHz	100kbps、±25kHz 偏差、2GFSK、135kHz RX 帯域幅、868.3MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		45		dB
感度	100kbps、±50kHz 偏差、2GFSK、196kHz RX 帯域幅、920.9MHz、10% PER、250 バイト ペイロード		-102		dBm
選択性、±400kHz、100kbps、±50kHz 偏差、2-GFSK、920.9MHz	100kbps、±50kHz 偏差、2GFSK、196kHz RX 帯域幅、920.9MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		40		dB
選択性、±800kHz、100kbps、±50kHz 偏差、2-GFSK、920.9MHz	100kbps、±50kHz 偏差、2GFSK、196kHz RX 帯域幅、920.9MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		49		dB
感度	150kbps、±37.5kHz 偏差、2GFSK、273kHz RX 帯域幅、920.9MHz、10% PER、250 バイト ペイロード		-99		dBm
選択性、±400kHz、150kbps、±37.5kHz 偏差、2-GFSK、920.9MHz	150kbps、±37.5kHz 偏差、2GFSK、273kHz RX 帯域幅、920.9MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		41		dB
選択性、±800kHz、150kbps、±37.5kHz 偏差、2-GFSK、920.9MHz	150kbps、±37.5kHz 偏差、2GFSK、273kHz RX 帯域幅、920.9MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		47		dB
感度	200Kbps、±50kHz 偏差、2-GFSK、918.4MHz、273kHz RX BW、10% PER、250 バイト ペイロード		-99		dBm
選択性、±400kHz、200kbps、±50kHz 偏差、2-GFSK、918.4MHz	200Kbps、±50kHz 偏差、2-GFSK、273kHz RX 帯域幅、918.4MHz、10% PER、250 バイト ペイロード。感度レベルより 3dB 上の信号です		42		dB
選択性、±800kHz、200kbps、±50kHz 偏差、2-GFSK、918.4MHz	200Kbps、±50kHz 偏差、2-GFSK、273kHz RX 帯域幅、918.4MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		49		dB
感度	200Kbps、±100kHz 偏差、2-GFSK、273kHz RX 帯域幅、920.8MHz、10% PER、250 バイト ペイロード		-99		dBm
選択性、±600kHz、200kbps、±100kHz 偏差、2-GFSK、920.8MHz	200Kbps、±100kHz 偏差、2-GFSK、273kHz RX 帯域幅、920.8MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		45		dB
選択性、±1200kHz、200kbps、±100kHz 偏差、2-GFSK、920.8MHz	200Kbps、±100kHz 偏差、2-GFSK、273kHz RX 帯域幅、920.8MHz、10% PER、250 バイト ペイロード感度レベルより 3dB 上の信号です		52		dB
感度	300kbps、±75kHz 偏差、2-GFSK、917.6MHz、498kHz RX BW、10% PER、250 バイト ペイロード		-97		dBm
選択性、±600kHz、300kbps、±75kHz 偏差、2-GFSK、917.6MHz	300kbps、±75kHz 偏差、2-GFSK、498kHz RX 帯域幅、917.6MHz、10% PER、250 バイト ペイロード。感度レベルより 3dB 上の信号です		42		dB

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.10 861MHz ～ 1054MHz - 受信 (RX) (続き)

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、
DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定が行われます。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
選択性、±1200kHz、300kbps、±75kHz 偏差、2-GFSK、917.6MHz	300kbps、±75kHz 偏差、2-GFSK、498kHz RX 帯域幅、917.6MHz、10% PER、250 バイト ペイロード。感度レベルより 3dB 上の信号です		47		dB

(1) ETSI EN 300 220V に準拠して、必要な信号が基準感度制限値を 3dB 上回っています。3.1.1

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.11 861MHz～1054MHz - 送信 (TX)

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、2-GFSK、50 kbps、±25 kHz 偏差で DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定が行われます。(1)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
一般パラメータ						
最大出力電力、昇圧モード		VDDR = 昇圧モードの最小電源電圧 (VDDS) は 2.1V 868MHz および 915MHz		14		dBm
最大出力電力		868 MHz と 915 MHz		13		dBm
出力電力プログラマブル範囲		868 MHz と 915 MHz		24		dB
温度内での出力電力変動		+10dBm 設定 推奨動作温度範囲超過		±2		dB
温度内での出力電力変動 昇温モード		+14dBm 設定 推奨動作温度範囲超過		±1.5		dB
スプリアス電磁波と高調波						
スプリアス エミッション (高調波を除く) (2)	ARM：30 MHz ～ 1 GHz	+14dBm 設定 ETSI 制限帯域		< -54		dBm
		+14dBm 設定 ETSI 制限帯域外		< -36		dBm
	1GHz ～ 12.75GHz (ETSI 制限帯域外)	+14dBm 設定 1MHz 帯域幅 (ETSI) で測定		< -30		dBm
スプリアス放射帯域外、915MHz (2)	30 MHz ～ 88MHz (FCC 制限帯域内)	14dBm 設定		< -56		dBm
	88 MHz ～ 216MHz (FCC 制限帯域内)	14dBm 設定		< -52		dBm
	216MHz ～ 960MHz (FCC 制限帯域内)	14dBm 設定		< -50		dBm
	960MHz ～ 2390MHz、および 2483.5MHz 以上 (FCC 制限帯域内)	14dBm 設定		<-42		dBm
	1GHz ～ 12.75GHz (FCC 制限帯域外)	14dBm 設定		< -40		dBm
スプリアス放射帯域外、920.6/928MHz (2)	710MHz の下 (ARIB T-108)	+14dBm 設定		< -36		dBm
	710MHz ～ 900MHz (ARIB T-108)	+14dBm 設定		< -55		dBm
	900MHz ～ 915MHz (ARIB T-108)	+14dBm 設定		< -55		dBm
	930MHz ～ 1000MHz (ARIB T-108)	+14dBm 設定		< -55		dBm
	1000MHz ～ 1215MHz (ARIB T-108)	+14dBm 設定		< -45		dBm
	1215MHz の上 (ARIB T-108)	+14dBm 設定		< -30		dBm
高調波	2 次高調波	+14dBm 設定、868MHz		< -30		dBm
		+14dBm 設定、915MHz		< -30		
	3 次高調波	+14dBm 設定、868MHz		< -30		dBm
		+14dBm 設定、915MHz		< -42		
	4 次高調波	+14dBm 設定、868MHz		< -30		dBm
		+14dBm 設定、915MHz		< -30		
	5 次高調波	+14dBm 設定、868MHz		< -30		dBm
		+14dBm 設定、915MHz		< -42		
隣接チャネル電力						

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.11 861MHz～1054MHz - 送信 (TX) (続き)

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、
2-GFSK、50 kbps、±25 kHz 偏差で DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定が行われます。(1)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
隣接チャネル電力、標準 14dBm PA	隣接チャネル、20kHz オフセット。9.6kbps、h = 0.5	12.5dBm 設定。868.3MHz14kHz チャネル BW		-23		dBm
代替チャネル電力、標準 14dBm PA	代替チャネル、40kHz オフセット。9.6kbps、h = 0.5	12.5dBm 設定。868.3MHz14kHz チャネル BW		-30		dBm

(1) 周波数、データレート、変調形式のいくつかの組み合わせでは、規制準拠のために外付けの水晶振動子負荷コンデンサを使用する必要があります。詳細は、デバイス エラッタで見つかります。
(2) EN 300 220、EN 303 131、EN 303 204、FCC CFR47 Part 15、ARIB STD-T108 への準拠を目標とするシステムに最適です。

7.12 861MHz～1054MHz - PLL 位相ノイズ広帯域モード

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで、T_c = 25 °C、V_{DDS} = 3.0V の条件で測定した場合。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
868 および 915MHz 帯域の位相ノイズ 20kHz PLL ループ帯域幅	±10kHz オフセット		-76		dBc/Hz
	±100kHz オフセット		-98		dBc/Hz
	±200kHz オフセット		-106		dBc/Hz
	±400kHz オフセット		-113		dBc/Hz
	±1000kHz オフセット		-122		dBc/Hz
	±2000kHz オフセット		-130		dBc/Hz
	±10000kHz オフセット		-140		dBc/Hz

7.13 861MHz～1054MHz - PLL 位相ノイズ狭帯域モード

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで、T_c = 25 °C、V_{DDS} = 3.0V の条件で測定した場合。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
868 および 915MHz 帯域の位相ノイズ 150kHz PLL ループ帯域幅	±10kHz オフセット		-95		dBc/Hz
	±100kHz オフセット		-94		dBc/Hz
	±200kHz オフセット		-94		dBc/Hz
	±400kHz オフセット		-103		dBc/Hz
	±1000kHz オフセット		-119		dBc/Hz
	±2000kHz オフセット		-129		dBc/Hz
	±10000kHz オフセット		-138		dBc/Hz

7.14 359MHz ～ 527MHz - 受信 (RX)

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、
DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定は導通状態で実行されます。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
一般パラメータ					
スプリアス発射、25MHz ～ 1GHz	433.92MHz ETSI EN 300 220 に準拠した伝導エミッション測定		< -57		dBm
スプリアス発射、1GHz ～ 13GHz			< -47		dBm
IEEE 802.15.4、50kbps、±25kHz 偏差、2-GFSK、78kHz RX 帯域幅					
感度	BER = 10^{-2}、433.92MHz		-110		dBm
飽和制限値	BER = 10^{-2}、433.92MHz		10		dBm
選択性、±+200kHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		48		dB

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.14 359MHz ～ 527MHz - 受信 (RX) (続き)

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定は導通状態で実行されます。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
選択性、±200kHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		43		dB
選択性、±+400kHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		53		dB
選択性、±-400kHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		44		dB
ブロッキング、+1MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		60		dB
ブロッキング、-1MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		54		dB
ブロッキング、+2MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		62		dB
ブロッキング、-2MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		61		dB
ブロッキング、+10MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		75		dB
ブロッキング、-10MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		75		dB
イメージ除去 (イメージ補正が有効)	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		44		dB
RSSI ダイナミック レンジ	感度限界から開始		95		dB
RSSI の精度	指定されたダイナミック レンジ全体にわたる感度制限から開始します		±3		dB
200Kbps、±50kHz の偏差、2GFSK、273kHz の RX 帯域幅					
感度	BER = 10^{-2}、433.92MHz		-104		dBm
飽和制限値	BER = 10^{-2}、433.92MHz		10		dBm
選択性、±400kHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		48		dB
ブロッキング機能、±1MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		52		dB
ブロッキング機能、±2MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		55		dB
ブロッキング機能、±10MHz	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		68		dB
イメージ除去 (イメージ補正が有効)	BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		45		dB
RSSI ダイナミック レンジ	感度限界から開始		89		dB
RSSI の精度	指定されたダイナミック レンジ全体にわたる感度制限から開始します		±3		dB
SimpleLink™ 長距離、2.5/5kbps (20ksps)、±5kHz の偏差、2-GFSK、34kHz の RX 帯域幅、FEC = 1:2、DSSS = 1:4/1:2					
感度	2.5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz		-121		dBm
感度	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz		-119		dBm
飽和制限値	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz		10		dBm
選択性、+100kHz	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		55		dB
選択性、-100kHz	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		53		dB
ブロッキング、+1MHz	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		69		dB
ブロッキング、-1MHz	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		65		dB
ブロッキング、+2MHz	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		71		dB
ブロッキング、-2MHz	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		70		dB
ブロッキング、+10MHz	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		84		dB
ブロッキング、-10MHz	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz(1)		84		dB
イメージ除去 (イメージ補正が有効)	5kbps、BER = 10^{-2}、433.92MHz		49		dB
RSSI ダイナミック レンジ	感度限界から開始		101		dB
RSSI の精度	指定されたダイナミック レンジ全体にわたる感度制限から開始します		±3		dB

(1) 感度制限より 3dB 上の信号です

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.15 359MHz～527MHz - 送信 (TX)

LAUNCHXL-CC1352P-4 リファレンス デザインで測定した場合、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で、DC/DC イネーブル (特に記述のない限り)。すべての測定は、RX パスと TX パスを組み合わせたアンテナ入力で行われます。すべての測定が行われます。(1)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
一般パラメータ						
最大出力電力		433.92MHz、昇圧なし (VDDR = 1.7V)		13		dBm
出力電力プログラマブル範囲		433.92MHz、昇圧なし (VDDR = 1.7V)		24		dB
温度範囲内での出力電力変動		13dBm 設定。433.92MHz 推奨動作温度範囲内		±1.5		dB
スプリアス電磁波と高調波						
スプリアス エミッション (高調波を除く) (2)	ARM：30 MHz ～ 1 GHz	+10dBm 設定 ETSI 制限帯域		< -54		dBm
		+10dBm 設定 ETSI 制限帯域外		< -36		dBm
	1GHz ～ 12.75GHz (ETSI 制限帯域外)	+10dBm 設定 1MHz 帯域幅 (ETSI) で測定		< -30		dBm
スプリアス放射帯域外、429MHz (2)	必要な周波数帯域外 (ARIB T-67)	+10dBm 設定		< -26		dBm
	710MHz ～ 900MHz (ARIB T-67)	+10dBm 設定		< -55		dBm
	900MHz ～ 915MHz (ARIB T-67)	+10dBm 設定		< -55		dBm
	930MHz ～ 1000MHz (ARIB T-67)	+10dBm 設定		< -55		dBm
	1000MHz ～ 1215MHz (ARIB T-67)	+10dBm 設定		< -45		dBm
	1215MHz の上 (ARIB T-67)	+10dBm 設定		< -30		dBm
高調波	2 次高調波	+13dBm 設定、433MHz		< -36		dBm
高調波	3 次高調波	+13dBm 設定、433MHz		< -30		dBm
高調波	4 次高調波	+13dBm 設定、433MHz		< -30		dBm
高調波	5 次高調波	+13dBm 設定、433MHz		< -30		dBm

(1) 周波数、データレート、変調形式のいくつかの組み合わせでは、規制準拠のために外付けの水晶振動子負荷コンデンサを使用する必要があります。詳細は、デバイス エラッタで見つかります。

(2) EN 300 220、EN 303 131、EN 303 204、FCC CFR47 Part 15、ARIB STD-T108 への準拠を目標とするシステムに最適です。

7.16 359MHz～527MHz - PLL 位相ノイズ

LAUNCHXL-CC1352P-4 リファレンス デザイン、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V で測定された場合。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
433 MHz 帯域での位相ノイズ 20kHz PLL ループ帯域幅	±10kHz オフセット		-82		dBc/Hz
	±100kHz オフセット		-105		dBc/Hz
	±200kHz オフセット		-112		dBc/Hz
	±400kHz オフセット		-119		dBc/Hz
	±1000kHz オフセット		-127		dBc/Hz
	±2000kHz オフセット		-133		dBc/Hz
	±10000kHz オフセット		-141		dBc/Hz

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.17 タイミングおよびスイッチング特性

7.17.1 リセット タイミング

パラメータ	最小値	標準値	最大値	単位
RESET_N Low 期間	1			µs

7.17.2 ウェークアップ タイミング

自由気流温度での動作温度範囲内、V_{DDS} = 3.0V (特に記述のない限り)ここに記載されている時間には、ソフトウェアのオーバーヘッドは含まれません。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
MCU、アクティブ状態へのリセット			850 ～ 4000		µs
MCU、シャットダウンからアクティブへ			850 ～ 4000		µs
MCU、スタンバイからアクティブへ			160		µs
MCU、アクティブからスタンバイへ			36		µs
MCU、アイドルからアクティブへ			14		µs

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.17.3 クロック仕様

7.17.3.1 48MHz 水晶発振器 (XOSC_HF)

特に記述のない限り、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V の テキサス インスツルメンツ リファレンス デザインで測定されています。(1)

	パラメータ	最小値	標準値	最大値	単位
	水晶周波数		48		MHz
ESR	等価直列抵抗 6 pF < C_L ≤ 9 pF		20	60	Ω
ESR	等価直列抵抗 5 pF < C_L≤ 6 pF			80	Ω
L_M	直列インダクタンスは、水晶振動子の負荷容量に関係します (C_L 単位はファラッド)(5)		< 3 × 10^{-25} / C_L ^{2}		H
C_L	水晶振動子の負荷容量(4)	5	7(3)	9	pF
	起動時間(2)		200		µs

(1) DC/DC コンバータがイネーブルの間に水晶振動子をプローブするなどの措置を講じると、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。
(2) TI から提供されるパワー ドライバを使用した起動時間。ドライバを使用しない場合、起動時間が長くなることがあります。
(3) リファレンス デザインの寄生容量を含む、オンチップのデフォルト接続静電容量。接続された内部容量は、顧客構成セクション (CCFG) のソフトウェアにより変更されます。
(4) このデバイスには、調整可能な負荷容量が内蔵されています。特定の規制に準拠する必要があるシステムには、外付け負荷コンデンサが必要です。詳細については、デバイス正誤表を参照してください。
(5) 適切に動作させるためには、水晶振動子メーカーの仕様はこの要件を満たす必要があります。

7.17.3.2 48MHz RC 発振器 (RCOSC_HF)

特に記述のない限り、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V のテキサス インスツルメンツ リファレンス デザインで測定されています。

	最小値	標準値	最大値	単位
周波数		48		MHz
キャリブレーションなしの周波数精度		±1		%
較正済みの周波数精度(1)		±0.25		%
スタートアップ時間		5		µs

(1) 較正源 (XOSC_HF) に対する精度

7.17.3.3 32.768kHz 水晶発振器 (XOSC_LF)

特に記述のない限り、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V の テキサス インスツルメンツ リファレンス デザインで測定されています。

		最小値	標準値	最大値	単位
	水晶周波数		32.768		kHz
ESR	等価直列抵抗		30	100	kΩ
C_L	水晶振動子の負荷容量	6	7(1)	12	pF

(1) 寄生容量を含めた TI の各種リファレンス デザインを使用したデフォルトの負荷容量。負荷静電容量が異なる水晶振動子を使用できます。

7.17.3.4 32kHz RC 発振器 (RCOSC_LF)

特に記述のない限り、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V の テキサス インスツルメンツ リファレンス デザインで測定されています。

		最小値	標準値	最大値	単位
較正済みの周波数			32.8		kHz
較正済みの RTC 変動(1)	XOSC_HF に対して定期的に較正(2)		±600(3)		ppm
温度係数。			50		ppm/°C

(1) RCOSC_LF を低周波数システム クロック (SCLK _LF) のソースとして使用する場合、XOSC_HF に対する RCOSC_LF を測定し、RTC ティック速度を補償することで、SCLK_LF から派生したリアル タイム クロック (RTC) の精度を改善できます。この機能は、TI が提供するパワー ドライバから利用できます。
(2) TI のドライバ ソフトウェアは、XOSC_HF がイネーブルになるたびに RTC の較正を行います。
(3) デバイスによっては、1000ppm を超えることがあります。さらなる較正を行っても、変動は改善されません。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.17.4 同期式シリアル インターフェイス (SSI) の特性

7.17.4.1 同期式シリアル インターフェイス (SSI) の特性

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ番号	パラメータ		最小値	標準値	最大値	単位
S1	t_{clk_per}	SSIClk サイクル時間	12		65024	システム クロック(2)
S2(1)	t_{clk_high}	SSIClk High 時間		0.5		t_{clk_per}
S3(1)	t_{clk_low}	SSIClk Low 時間		0.5		t_{clk_per}

(1) SSI のタイミング図図 7-1、図 7-2、および図 7-3 を参照してください。
(2) TI が提供するパワー ドライバを使用する場合、SSI システム クロックは常に 48MHz になります。

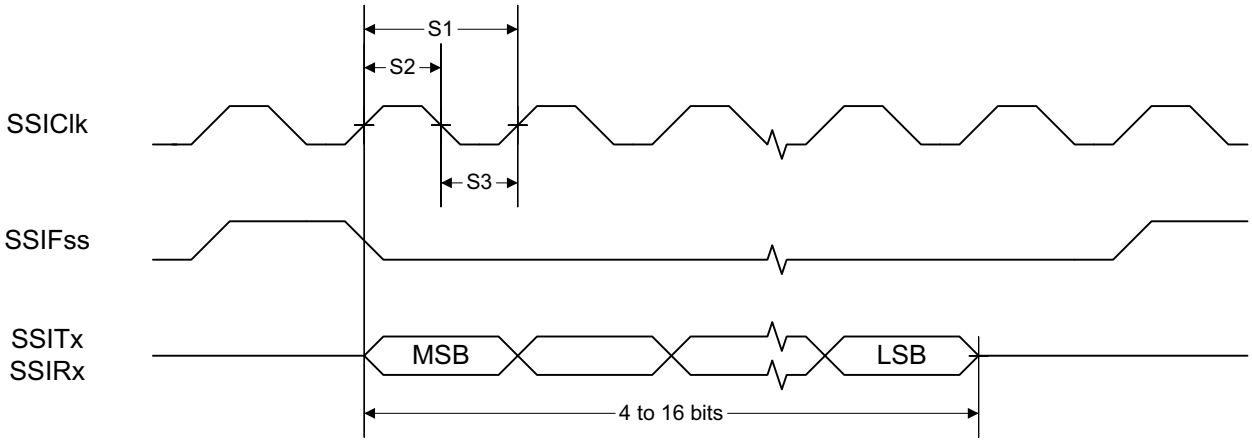


図 7-1. TI フレーム フォーマット (FRF = 01) の SSI のタイミング、シングル転送タイミング計測

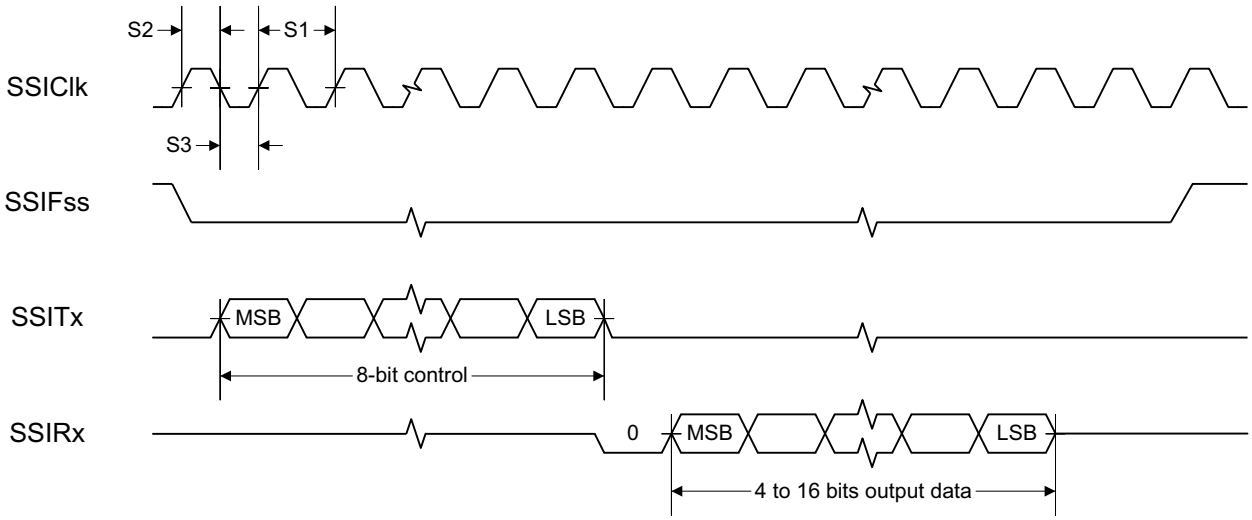


図 7-2. MICROWIRETI フレーム フォーマット (FRF = 10) の SSI のタイミング、シングル

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

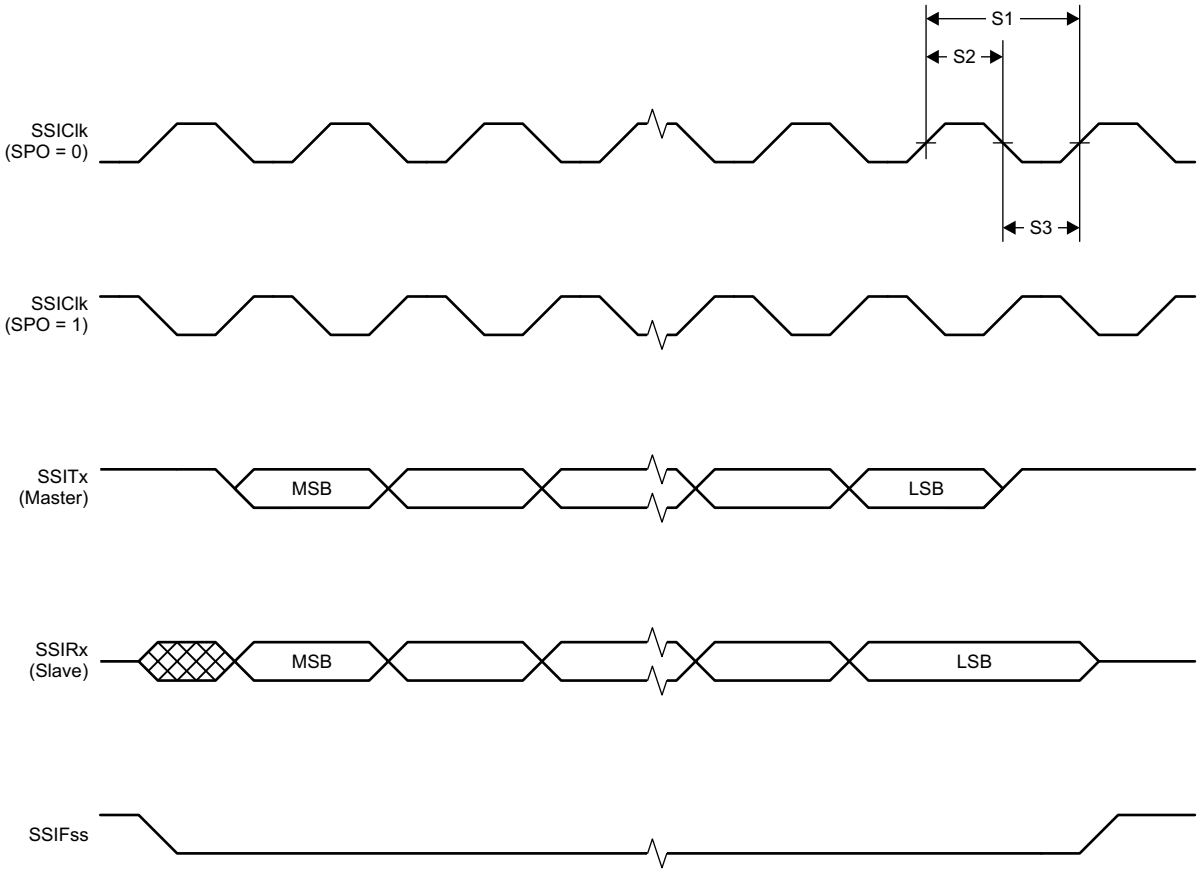


図 7-3. SPI フレーム フォーマット (FRF = 00) の SSI のタイミング、SPH = 1

7.17.5 UART

7.17.5.1 UART の特性

自由気流での動作温度範囲内 (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
UART レート			3	MBaud

7.18 ペリフェラルのスイッチング特性

7.18.1 ADC

7.18.1.1 A/D コンバータ (ADC) の特性

特に明記しない限り、T_c = 25 °C、V_{DDS} = 3.0 V、電圧スケーリングが有効です。(1)
性能値を求めるには、テキサス インスツルメンツの ADC ドライバがソフトウェアで調整するオフセットとゲインを使用する必要があります。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
	入力電圧範囲		0		VDDS	V
	分解能			12		ビット
	サンプル レート				200	ksps
	オフセット	内部 4.3V 等価リファレンス(2)		-0.24		LSB
	ゲイン誤差	内部 4.3V 等価リファレンス(2)		7.14		LSB
DNL(4)	微分非直線性			>-1		LSB
INL	積分非直線性			±4		LSB
ENOB	有効ビット数	内部 4.3V 等価リファレンス(2)、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン		9.8		ビット
		内部 4.3V 等価リファレンス(2)、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン、DC/DC イネーブル		9.8		
		基準としての VDDS、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン		10.1		
		内部リファレンス、電圧スケーリング無効、32 サンプル平均 (ソフトウェア)、200kSamples/s、300Hz 入力トーン		11.1		
		内部リファレンス、電圧スケーリング無効、14 ビット モード、200kSamples/s、300Hz 入力トーン(5)		11.3		
		内部リファレンス、電圧スケーリング無効、15 ビット モード、200kSamples/s、300Hz 入力トーン(5)		11.6		
THD	全高調波歪	内部 4.3V 等価リファレンス(2)、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン		-65		dB
		基準として VDD、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン		-70		
		内部リファレンス、電圧スケーリング ディセーブル、32 サンプル平均、200kSamples/s、300Hz 入力トーン		-72		
SINAD、SNDR	信号対雑音と歪み比	内部 4.3V 等価リファレンス(2)、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン		60		dB
		基準として VDD、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン		63		
		内部リファレンス、電圧スケーリング ディセーブル、32 サンプル平均 (ソフトウェア)、200kSamples/s、300Hz 入力トーン		68		
SFDR	スプリアスフリー ダイナミック レンジ	内部 4.3V 等価リファレンス(2)、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン		70		dB
		基準として VDD、200kSamples/s、9.6kHz 入力トーン		73		
		内部リファレンス、電圧スケーリング ディセーブル、32 サンプル平均 (ソフトウェア)、200kSamples/s、300Hz 入力トーン		75		
	変換時間	シリアル変換、時間から出力、24MHz クロック		50		クロック サイクル
	消費電流	内部 4.3V 等価リファレンス(2)		0.39		mA
	消費電流	リファレンスとしての VDDS		0.56		mA

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.18.1.1 A/D コンバータ (ADC) の特性 (続き)

特に明記しない限り、T_c = 25 °C、V_{DDS} = 3.0 V、電圧スケーリングが有効です。(1)
性能値を求めるには、テキサス インスツルメンツの ADC ドライバがソフトウェアで調整するオフセットとゲインを使用する必要があります。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
	リファレンス電圧	等価の固定内部リファレンス (入力電圧スケーリングが有効です)。最高の精度を達成するには、TI-RTOS API を使用して ADC 変換を開始し、FCFG1 に格納されているゲイン/オフセットの補償係数を含める必要があります		4.3(2) (3)		V
	リファレンス電圧	固定の内部リファレンス (入力電圧スケーリングが無効)。最高の精度を達成するには、TI-RTOS API を使用して ADC 変換を開始し、FCFG1 に格納されているゲイン/オフセットの補償係数を含める必要があります。この値は、次のようにスケーリングされた値 (4.3V) から得られます。 V_{ref} = 4.3 V × 1408 / 4095		1.48		V
	リファレンス電圧	VDD をリファレンスとして、入力電圧スケーリングが有効です		VDDS		V
	リファレンス電圧	VDD をリファレンスとして、入力電圧スケーリング無効		VDDS/ 2.82(3)		V
	入力インピーダンス	200kSamples/s、電圧スケーリング有効。容量性入力、入力インピーダンスは、サンプリング周波数とサンプリング時間によって異なります		>1		MΩ

(1) 用語とテスト方法に IEEE Std 1241-2010 を使用
(2) 入力信号を、電圧範囲が 0 ～ 4.3V であるかのように、変換前に内部でスケールダウンしました
(3) 印加される電圧は、常に絶対最大定格の範囲内にする必要があります
(4) ミッシング コードなし
(5) ADC_output = Σ(4^n 個のサンプル) >> n、n = 必要な追加ビット

7.18.2 DAC

7.18.2.1 D/A コンバータ (DAC) の特性

T_C = 25℃、V_{DDS} = 3.0V (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
一般パラメータ						
	分解能			8		ビット
V_{DDS}	電源電圧	任意の負荷、V_{REF}、プリチャージ オフ、DAC チャージ ポンプ オン	1.8		3.8	V
		外部負荷(4)、任意の V_{REF}、プリチャージ オフ、DAC チャージ ポンプ オフ	2.0		3.8	
		任意の負荷、V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オン	2.6		3.8	
F_{DAC}	クロック周波数	バッファ オン (外部負荷に推奨)	16		250	kHz
		バッファ オフ (内部負荷)	16		1000	
	電圧出力セトリング時間	V_{REF} = VDD、バッファ オフ、内部負荷		13		1 / F_{DAC}
		V_{REF} = VDDS、バッファ オン、外部容量性負荷 = 20pF(3)		13.8		
	外部容量性負荷			20	200	pF
	外付けの抵抗性負荷		10			MΩ
	短絡電流				400	µA
Z_{MAX}	最大出力インピーダンス Vref = VDDS、バッファ オン、CLK 250kHz	VDDS = 3.8V、DAC チャージ ポンプ オフ		50.8		kΩ
		VDDS = 3.0V、DAC チャージ ポンプ オン		51.7		
		VDDS = 3.0V、DAC チャージ ポンプ オフ		53.2		
		VDDS = 2.0V、DAC チャージ ポンプ オン		48.7		
		VDDS = 2.0V、DAC チャージ ポンプ オフ		70.2		
		VDDS = 1.8V、DAC チャージ ポンプ オン		46.3		
		VDDS = 1.8V、DAC チャージ ポンプ オフ		88.9		
内部負荷 -連続時間コンパレータ / 低消費電力クロック コンパレータ						

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.18.2.1 D/A コンバータ (DAC) の特性 (続き)

T_C = 25℃、V_{DDS} = 3.0V (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
DNL	微分非直線性	V_{REF} = VDDS、 負荷 = 連続時間コンパレータまたは低消費電力クロック付きコンパレータ F_{DAC} = 250kHz		±1		LSB(1)
	微分非直線性	V_{REF} = VDDS、 負荷 = 連続時間コンパレータまたは低消費電力クロック付きコンパレータ F_{DAC} = 16kHz		±1.2		
	オフセット誤差(2) 負荷 = 連続時間コンパレータ	V_{REF} = VDDS = 3.8V		±0.64		LSB(1)
		V_{REF} = VDDS = 3.0V		±0.81		
		V_{REF} = VDDS = 1.8V		±1.27		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オン		±3.43		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ		±2.88		
		V_{REF} = ADCREF		±2.37		
	オフセット誤差(2) 負荷 = 低消費電力クロック付きコンパレータ	V_{REF} = VDDS = 3.0V		±0.78		LSB(1)
		V_{REF} = VDDS = 3.0V		±0.77		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V		±3.46		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オン		±3.44		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ		±4.70		
		V_{REF} = ADCREF		±4.11		
	最大コード出力電圧変動(2) 負荷 = 連続時間コンパレータ	V_{REF} = VDDS = 3.8V		±1.53		LSB(1)
		V_{REF} = VDDS = 3.0V		±1.71		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V		±2.10		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オン		±6.00		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ		±3.85		
		V_{REF} = ADCREF		±5.84		
	最大コード出力電圧変動(2) 負荷 = 低消費電力クロック コンパレータ	V_{REF} = VDDS = 3.0V		±2.92		LSB(1)
		V_{REF} =VDDS = 3.0V		±3.06		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V		±3.91		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オン		±7.84		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ		±4.06		
		V_{REF} = ADCREF		±6.94		
	出力電圧範囲(2) 負荷 = 連続時間コンパレータ	V_{REF} = VDDS = 3.8V、コード 1		0.03		V
		V_{REF} = VDDS = 3.8V、コード 255		3.62		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V、コード 1		0.02		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V、コード 255		2.86		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V、コード 1		0.01		
		V_{REF} = VDDS = 1.8V、コード 255		1.71		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ、コード 1		0.01		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ、コード 255		1.21		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オンオフ、コード 1		1.27		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オンオフ、コード 255		2.46		
		V_{REF} = ADCREF、コード 1		0.01		
		V_{REF} = ADCREF、コード 255		1.41		

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.18.2.1 D/A コンバータ (DAC) の特性 (続き)

T_C = 25℃、V_{DDS} = 3.0V (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
	出力電圧範囲(2) 負荷 = 低消費電力クロック付きコンパレータ	V_{REF} = VDDS = 3.8V、コード 1		0.03		V
		V_{REF} = VDDS = 3.0V、コード 255		3.61		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V、コード 1		0.02		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V、コード 255		2.85		
		V_{REF} = VDDS = 1.8V、コード 1		0.01		
		V_{REF} = VDDS = 1.8V、コード 255		1.71		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ、コード 1		0.01		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ、コード 255		1.21		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オンオフ、コード 1		1.27		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オンオフ、コード 255		2.46		
		V_{REF} = ADCREF、コード 1		0.01		
		V_{REF} = ADCREF、コード 255		1.41		
外部負荷 (Keysight 34401A マルチメータ)						
INL	積分非直線性	V_{REF} = VDDS、F_{DAC} = 250 kHz		±1		LSB(1)
		V_{REF} = DCOUPL、F_{DAC} = 250 kHz		±1		
		V_{REF} = ADCREF、F_{DAC} = 250 kHz		±1		
DNL	微分非直線性	V_{REF} = VDDS、F_{DAC} = 250 kHz		±1		LSB(1)
	オフセット エラー	V_{REF} = VDDS = 3.8V		±0.20		LSB(1)
		V_{REF} = VDDS = 3.0V		±0.25		
		V_{REF} = VDDS = 1.8V		±0.45		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オン		±1.55		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ		±1.30		
		V_{REF} = ADCREF		±1.10		
	最大コード出力電圧の変動	V_{REF} = VDDS = 3.8V		±0.60		LSB(1)
		V_{REF} = VDDS = 3.0V		±0.55		
		V_{REF} = VDDS = 1.8V		±0.60		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オン		±3.45		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ		±2.10		
		V_{REF} = ADCREF		±1.90		
	出力電圧範囲 負荷 =低消費電力クロック コンパレータ	V_{REF} = VDDS = 3.8V、コード 1		0.03		V
		V_{REF} = VDDS = 3.8V、コード 255		3.61		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V、コード 1		0.02		
		V_{REF} = VDDS = 3.0V、コード 255		2.85		
		V_{REF} = VDDS = 1.8V、コード 1		0.02		
		V_{REF} = VDDS = 1.8V、コード 255		1.71		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ、コード 1		0.02		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オフ、コード 255		1.20		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オンオフ、コード 1		1.27		
		V_{REF} = DCOUPL、プリチャージ オンオフ、コード 255		2.46		
		V_{REF} = ADCREF、コード 1		0.02		
		V_{REF} = ADCREF、コード 255		1.42		

(1) 1LSB (V_{REF} 3.8V/3.0V/1.8V/DCOUPL/ADCREF) = 14.10mV/11.13mV/6.68mV/4.67mV/5.48mV
(2) コンパレータ オフセットを含みます
(3) 負荷が 20pF を超えると、セトリング時間が長くなります
(4) Keysight 34401A マルチメータ

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.18.3 温度/バッテリ モニタ

7.18.3.1 温度センサ

特に記述のない限り、T_c = 25°C、V_{DDS} = 3.0V の テキサス インスツルメンツ リファレンス デザインで測定されています。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
分解能			2		℃
精度	-40℃ ～ 0℃		±4.0		℃
精度	0℃ ～ 105℃		±2.5		℃
電源電圧係数(1)			3.9		℃/V

(1) TI が提供するドライバを使用すると、温度センサは VDDS の変動に対して自動的に補償されます。

7.18.3.2 バッテリ モニタ

特に記述のない限り、T_c = 25°C の テキサス インスツルメンツ リファレンス デザインで測定されています。

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
分解能			25		mV
範囲		1.8		3.8	V
積分非直線性 (最大)			23		mV
精度	VDDS = 3.0V		22.5		mV
オフセット エラー			-32		mV
ゲイン誤差			-1		%

7.18.4 コンパレータ

7.18.4.1 連続時間コンパレータ

T_C = 25℃、V_{DDS} = 3.0V (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
入力電圧範囲(1)		0		V_{DDS}	V
オフセット	V_{DDS}/2		±5		mV
決定時間	10mV から 10mV へのステップ		0.78		µs
消費電流	内部リファレンス		9.2		µA

(1) 入力電圧は、外部から生成し、I/O 全体に接続することも、DAC を使用して内部基準電圧を生成することもできます

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.18.5 GPIO

7.18.5.1 GPIO の DC 特性

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
T_A = 25°C、V_{DDS} = 1.8 V					
8mA 負荷時の GPIO VOH	IOCURR = 2、高駆動 GPIO のみ		1.56		V
8mA 負荷時の GPIO VOL	IOCURR = 2、高駆動 GPIO のみ		0.24		V
4mA 負荷時の GPIO VOH	IOCURR = 1		1.59		V
4mA 負荷時の GPIO VOL	IOCURR = 1		0.21		V
GPIO プルアップ電流	入力モード、プルアップ イネーブル、VPAD = 0V		73		µA
GPIO プルダウン電流	入力モード、プルダウン イネーブル、VPAD = VDDS		19		µA
GPIO の Low から High への入力遷移、ヒステリシス付き	IH = 1、入力読み出しで 0→1 としての遷移電圧		1.08		V
GPIO の High から Low への入力遷移、ヒステリシスつき	IH = 1、入力読み出しで 1→0 としての遷移電圧		0.73		V
GPIO 入力ヒステリシス	IH = 1, 0→1 と 1→0 点の差		0.35		V
T_A = 25°C、V_{DDS} = 3.0 V					
8mA 負荷時の GPIO VOH	IOCURR = 2、高駆動 GPIO のみ		2.59		V
8mA 負荷時の GPIO VOL	IOCURR = 2、高駆動 GPIO のみ		0.42		V
4mA 負荷時の GPIO VOH	IOCURR = 1		2.63		V
4mA 負荷時の GPIO VOL	IOCURR = 1		0.40		V
T_A = 25°C、V_{DDS} = 3.8 V					
GPIO プルアップ電流	入力モード、プルアップ イネーブル、VPAD = 0V		282		µA
GPIO プルダウン電流	入力モード、プルダウン イネーブル、VPAD = VDDS		110		µA
GPIO の Low から High への入力遷移、ヒステリシス付き	IH = 1、入力読み出しで 0→1 としての遷移電圧		1.97		V
GPIO の High から Low への入力遷移、ヒステリシスつき	IH = 1、入力読み出しで 1→0 としての遷移電圧		1.55		V
GPIO 入力ヒステリシス	IH = 1, 0→1 と 1→0 点の差		0.42		V
T_A = 25℃					
VIH	最小 GPIO 入力電圧が、*High* と確実に解釈可能	0.8*V_{DDS}			V
VIL	最高の GPIO 入力電圧が、*Low* と確実に解釈可能			0.2*V_{DDS}	V

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.19 代表的特性

このセクションの測定はすべて、特に記述のない限り、T_c = 25°C および V_{DDS} = 3.0V で行われます。デバイスの限界値については、「*推奨動作条件*」、セクション 7.3 を参照してください。これらの限界値を超える値は参考値です。

7.19.1 MCU 電流

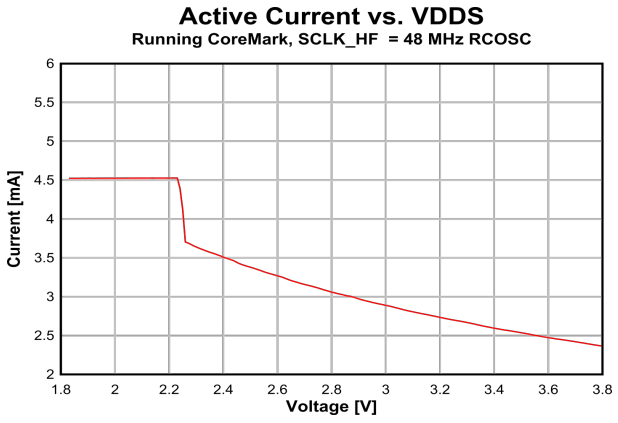


図 7-4. アクティブ モード (MCU) 電流と電源電圧 (VDD) との関係

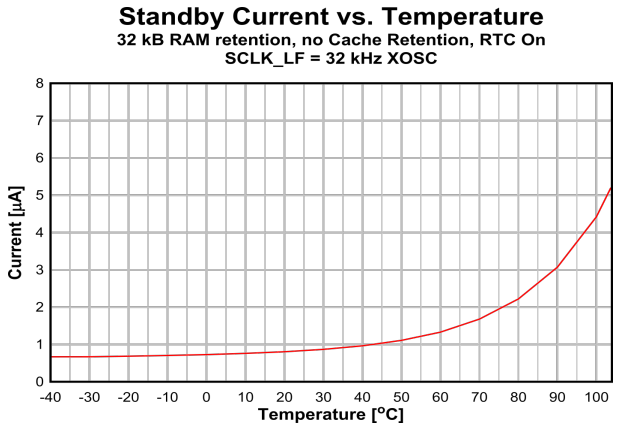


図 7-5. スタンバイ モード (MCU) 消費電流と温度との関係

7.19.2 RX 電流

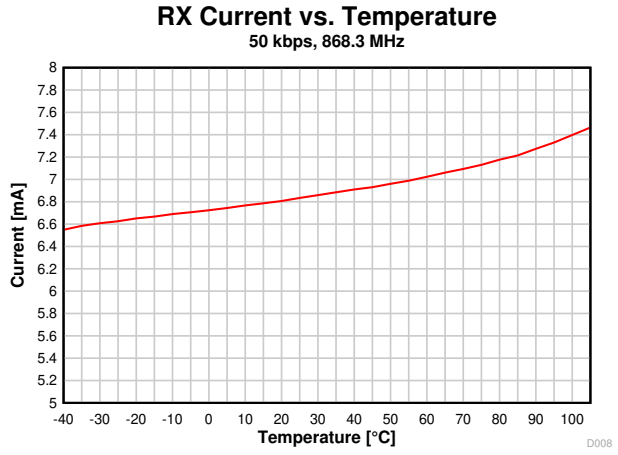


図 7-6. DX 電流と温度との関係 (50kbps、868.3MH)

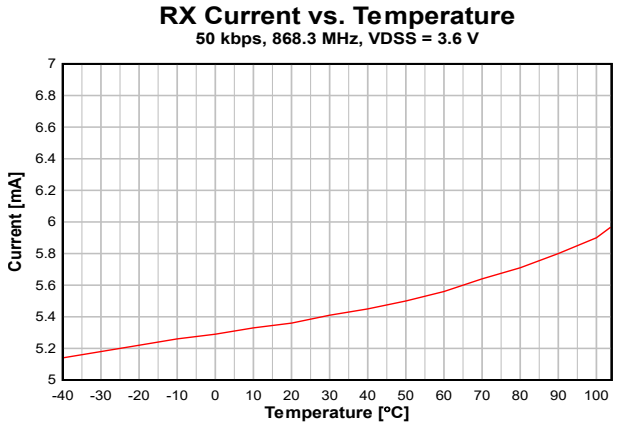


図 7-7. RX 電流と温度との関係 (50kbps、868.3MHz、VDDS = 3.6V)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

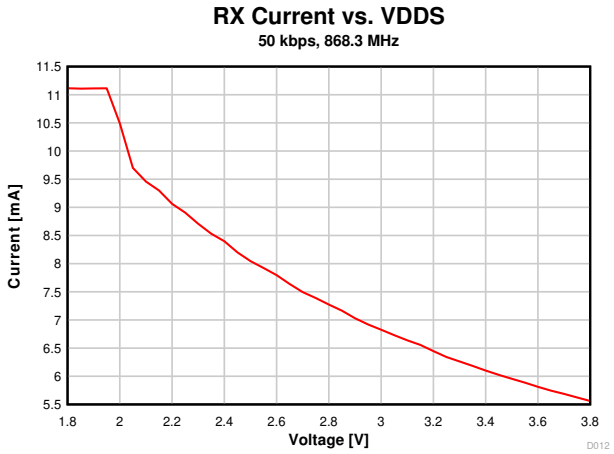


図 7-8. RX 電流と電源電圧との関係 (VDDS) (50kbps、868.3MHz)

7.19.3 TX 電流

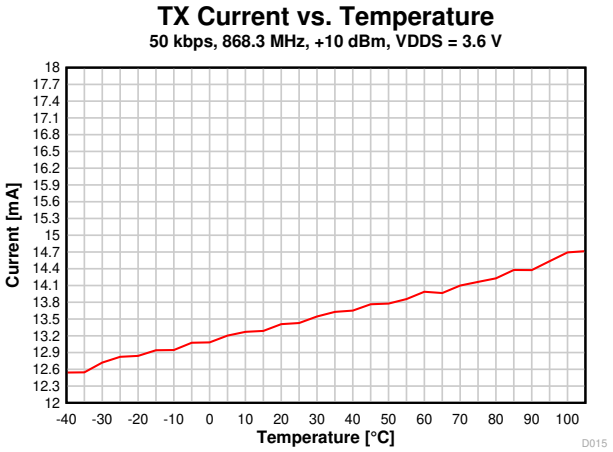


図 7-9. TX 電流と温度との関係 (50kbps、868.3MHz、VDDS = 3.6V)

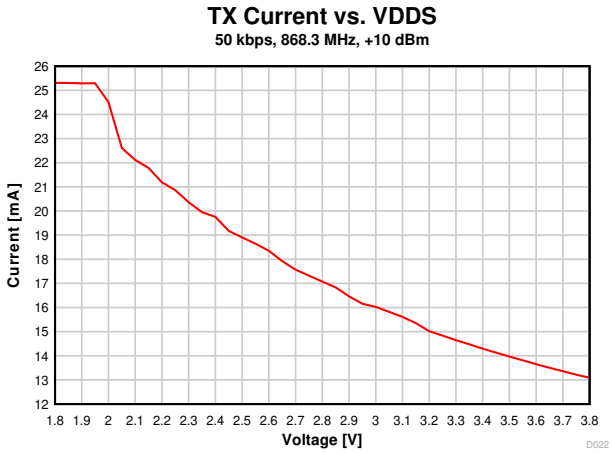


図 7-10. TX 電流と電源電圧との関係 (VDDS) (50kbps、868.3MHz)

表 7-1 に さまざまな出力電力設定に対する標準的な TX 電流と出力電力示しています。

表 7-1. 標準的な TX 電流および出力電力、通常の PA (915MHz、VDDS = 3.0V)

915MHz での CC1311R3、VDDS = 3.0V (CC1311-R3EM-5XD7793 で測定)			
txPower	TX 電力設定 (SmartRF Studio)	標準的な出力電力 [dBm]	標準消費電流 [mA]
0x013F [1]	14	14.3	30.5
0xB224	12.5	12.6	22.3
0x895E	12	12.1	20.8
0x669A	11	11.0	18.7
0x3E92	10	10.0	16.9
0x3EDC	9	9.0	15.9
0x2CD8	8	8.4	15.1
0x26D4	7	7.5	14.0
0x20D1	6	6.5	13.0

[1] ブースト モードの有効化。VDDR が 1.95V に制御されています。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 7-1. 標準的な TX 電流および出力電力、通常の PA (915MHz、VDDS = 3.0V) (続き)

915MHz での CC1311R3、VDDS = 3.0V (CC1311-R3EM-5XD7793 で測定)			
txPower	TX 電力設定 (SmartRF Studio)	標準的な出力電力 [dBm]	標準消費電流 [mA]
0x1CCE	5	5.2	11.9
0x16CD	4	4.6	11.5
0x14CB	3	3.4	10.6
0x12CA	2	2.6	10.2
0x12C9	1	1.8	9.7
0x10C8	0	0.8	9.3
0xAC4	-5	-5.1	7.2
0xAC2	-10	-10.6	6.2
0x6C1	-15	-14.9	5.7
0x4C0	-20	-21.0	5.2

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.19.4 RX 性能

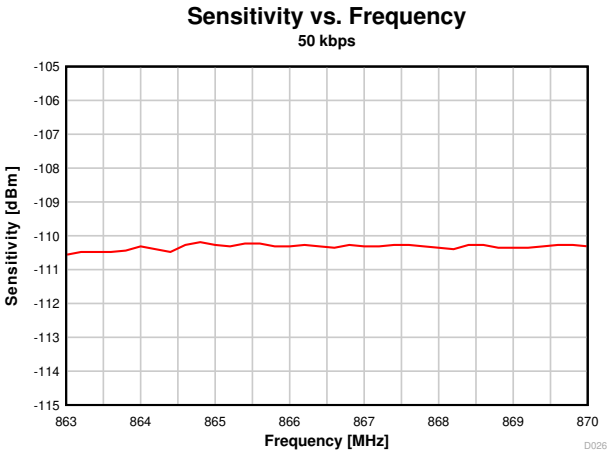


図 7-11. 感度と周波数との関係 (50kbps、868MHz)

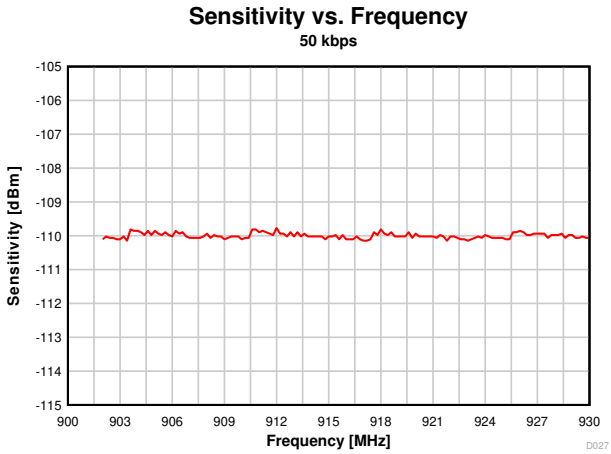


図 7-12. 感度と周波数との関係 (50kbps、915MHz)

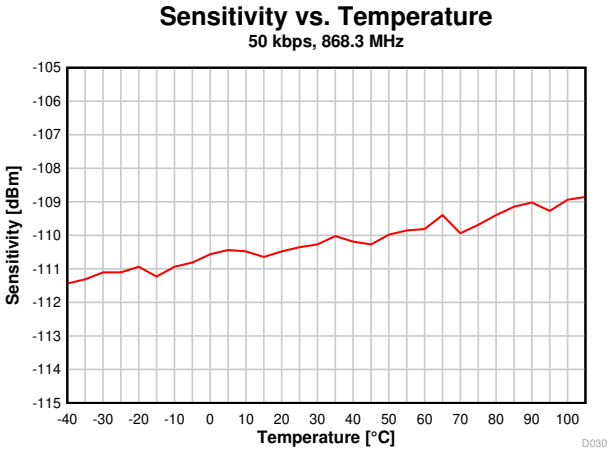


図 7-13. 感度と温度との関係 (50kbps、868.3MHz)

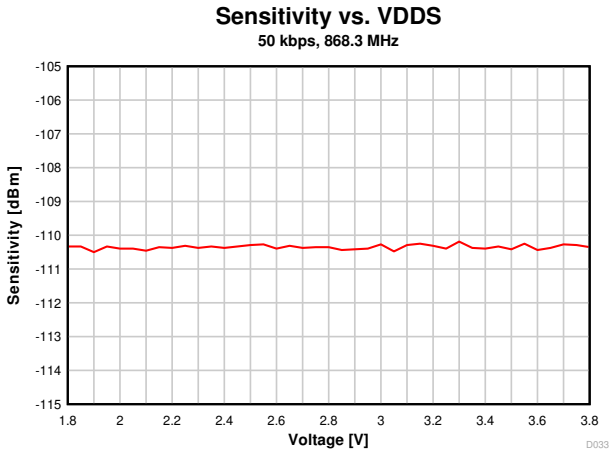


図 7-14. 感度と電源電圧との関係 (VDDS) (50kbps、868.3MHz)

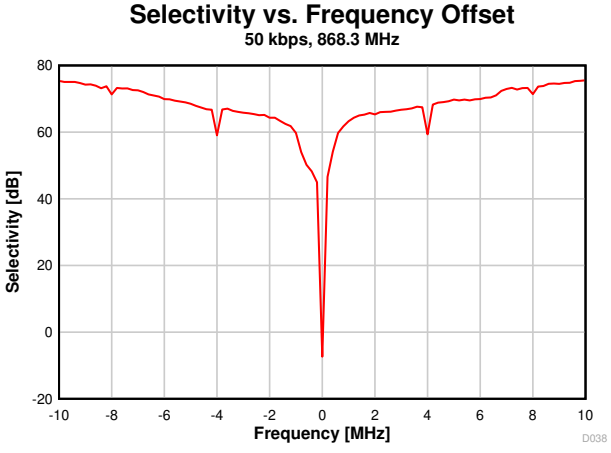


図 7-15. 選択性と周波数オフセットの関係 (50kbps、868.3MHz)

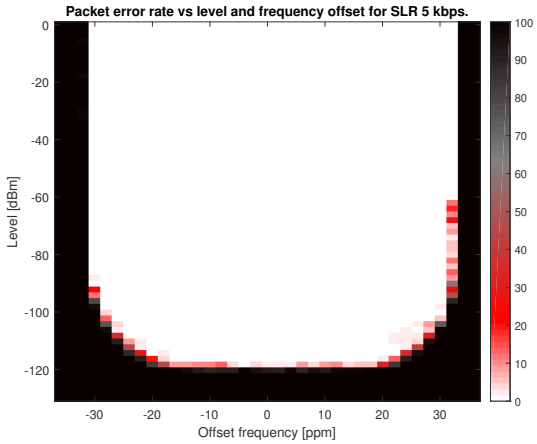


図 7-16. PER とレベルと周波数の関係 (SimpleLink ™、長距離 5kbps、868MHz)

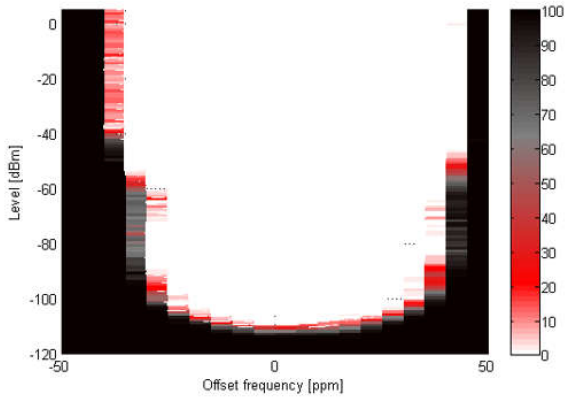


図 7-17. 802.15.4、50kbps、±25kHz の偏差、2-GFSK、100kHz の RX 帯域幅

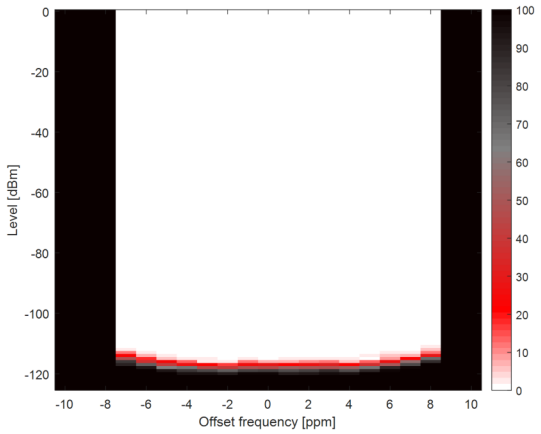


図 7-18. 狭帯域、9.6kbps ± 2.4kHz 偏差、2-GFSK、868MHz、17.1kHz RX 帯域幅

7.19.5 TX 性能

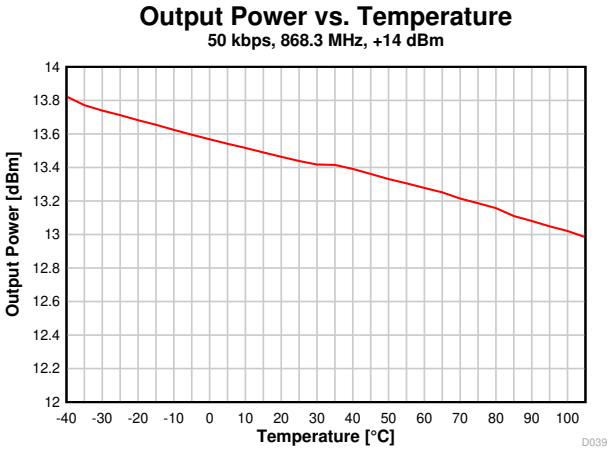


図 7-19. 出力電力と温度との関係 (50kbps、868.3MHz)

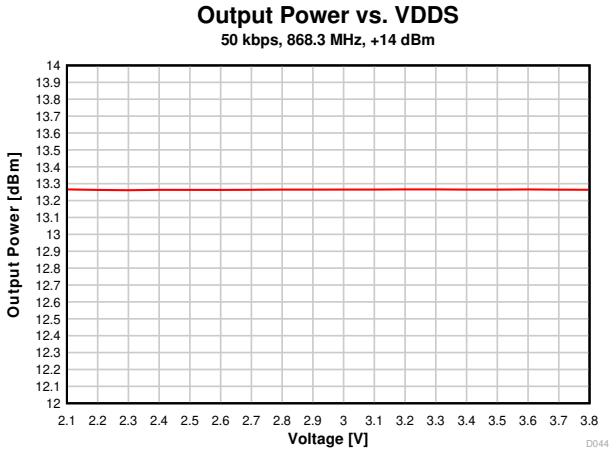


図 7-20. 出力電力と電源電圧との関係 (VDDS) (50kbps、868.3MHz)

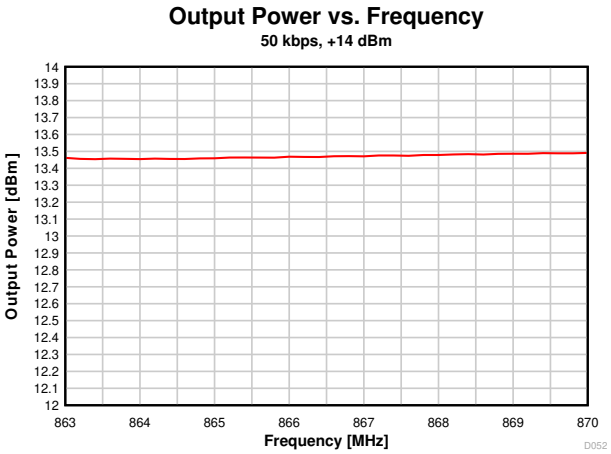


図 7-21. 出力電力と周波数との関係 (50kbps、868MHz)

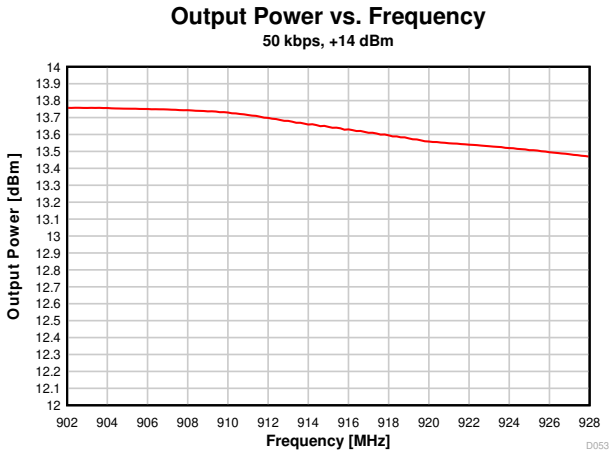


図 7-22. 出力電力と周波数との関係 (50kbps、915MHz)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.19.6 ADC 性能

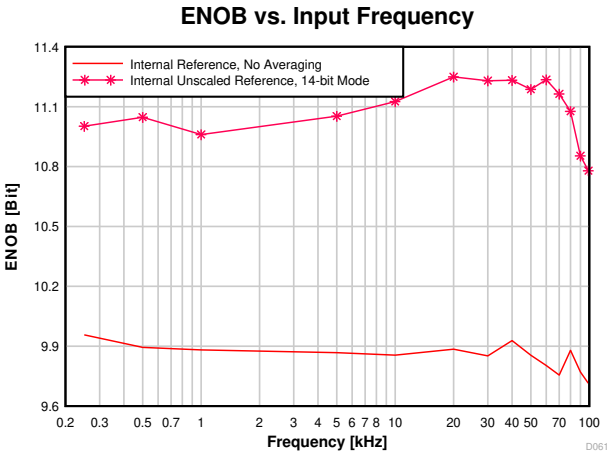


図 7-23. ENOB と入力周波数との関係

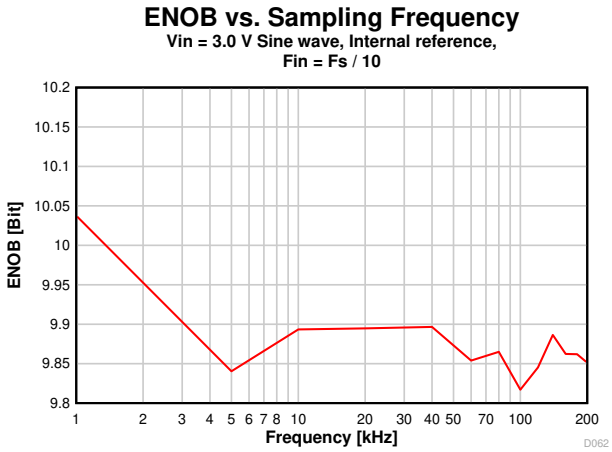


図 7-24. ENOB と サンプリング周波数との関係

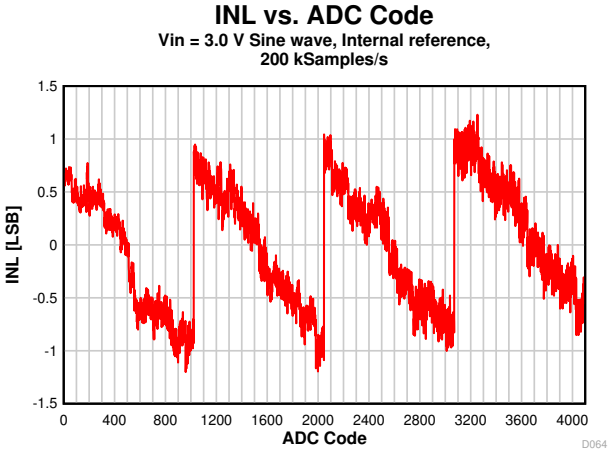


図 7-25. INL と ADC コードとの関係

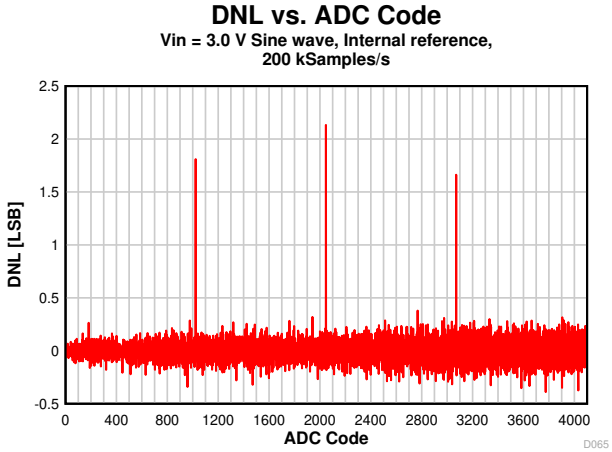


図 7-26. DNL と ADC コードとの関係

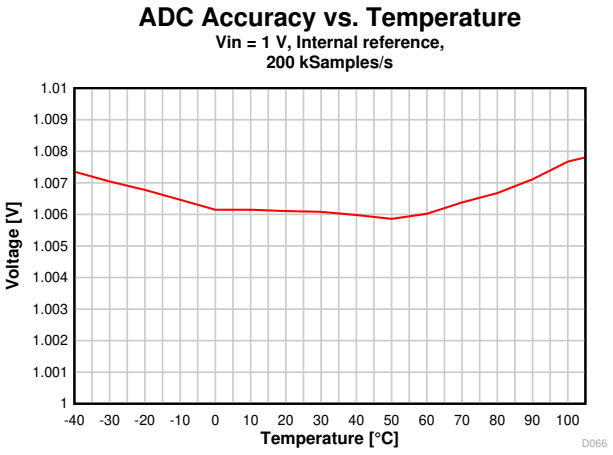


図 7-27. ADC の精度と温度との関係

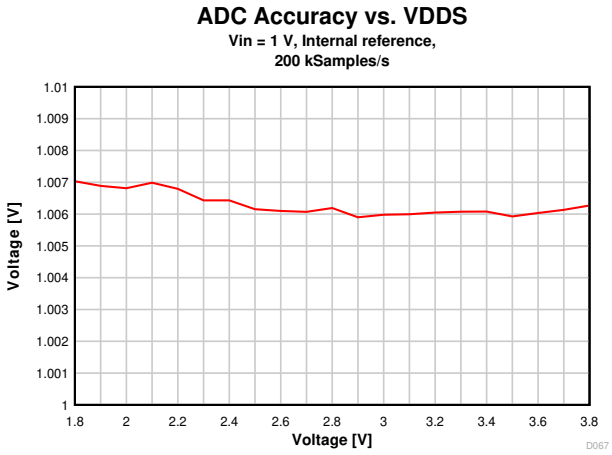


図 7-28. ADC の精度と電源電圧 (VDDS) との関係

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8 詳細説明

8.1 概要

セクション 4 は、CC1311R3 デバイスの コア モジュールを示しています。

8.2 システム CPU

CC1311R3SimpleLink™ワイヤレス マイコンは、Arm® Cortex® - M4 システム CPU を搭載しており、アプリケーションと上位層の無線プロトコル スタックを実行します。

システム CPU は、最小限のメモリ実装、低消費電力といったシステム要件を満たす、高性能で低コストのプラットフォームの基盤となり、極めて優れた計算性能と割り込みに対する並外れたシステム応答を実現します。

機能には、以下のものがあります。

- 小フットプリントの組み込みアプリケーション用に最適化された ARMv7-M アーキテクチャ
- Arm Thumb®-2 16 ビットと 32 ビットの混合命令セットは、32 ビット Arm コアに期待される高性能をコンパクトなメモリ サイズで実現します
- 高速なコード実行により、スリープ モードの時間の増加を可能に
- タイムクリティカルなアプリケーション向けの確定的で高性能な割り込み処理
- シングル サイクルの乗算命令とハードウェア除算
- ハードウェア分割と高速デジタル信号処理指向の乗算累算
- 信号処理用の飽和演算
- ウォッチポイント生成のためのデータ マッチングによるフル デバッグ
  - データ ウォッチポイントおよびトレース ユニット (DWT)
  - JTAG デバッグ アクセス ポート (DAP)
  - フラッシュ パッチおよびブレークポイント ユニット (FPB)
- トレースのサポートにより、デバッグおよびトレースに必要なピン数を削減できます
  - 計測用トレース マクロセル ユニット (ITM)
  - 非同期シリアル ワイヤ出力 (SWO) 付きトレース ポート インターフェイス ユニット (TPIU)
- シングル サイクルのフラッシュ メモリ アクセスに最適化
- アクティブ時の消費電力とウェイト状態を最小化するために、8KB の 4 方向ランダム代替キャッシュに緊密に接続されています
- スリープ モードを内蔵した超低消費電力
- 48MHz 動作
- 1.25DMIPS/MHz

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.3 無線 (RF コア)

RF コアは、柔軟性が非常に高く将来性も考慮された無線モジュールで、アナログ RF とベースバンド回路と接続し、システム CPU 側との間でデータを処理し、特定のパケット構造で情報ビットをアセンブルする Arm Cortex-M0 プロセッサが含まれています。RF コアは、メイン CPU に対して高度なコマンド ベース API を提供します。この API は、構成とデータの転送を行います。Arm Cortex-M0 プロセッサはお客様はプログラムすることができず、SimpleLink ソフトウェア開発キット (SDK) に付属の TI 提供の RF ドライバとインターフェイス接続されています。

RF コアは、無線プロトコルの時間に制約のある要素を自律的に処理でき、メイン CPU の負荷をオフローディングできるため、消費電力を低減し、ユーザー アプリケーションでより多くのリソースを使用できるようになります。RF スイッチやレンジ エクステンダなどの外部回路を制御するため、複数の信号が利用可能です。

さまざまな物理層無線フォーマットは、一部はソフトウェア無線として構築されており、無線の動作は無線 ROM のコンテンツで定義されるか、ROM 以外の無線形式で定義され、SimpleLink SDK を使用したファームウェアパッチの形式で提供されます。この結果、同じシリコンを使用しながらワイヤレス (OTA) 更新を使用しても、将来のバージョンの規格をサポートできるように無線プラットフォームを更新できます。

注

この章で説明する機能、周波数、データレート、および変調形式のすべての組み合わせがサポートされているわけではありません。TI は時間の経過とともに、デバイスに対応する新しい物理的無線形式 (PHY) を有効にし、データシートに選択した PHY の性能数値を掲載することができます。TI の RF ドライバで使用するために最適化された設定など、特定のデバイスでサポートされている無線形式は、SmartRF Studio ツールに含まれており、選択したフォーマットの性能番号をセクション 7 に示します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.3.1 専用の無線形式

この CC1311R3 無線は、一連のハードウェア ペリフェラルと、デバイス ROM 内で利用可能なファームウェアを組み合わせて使用することで、幅広い物理的無線形式をサポートでき、速度や感度などのパラメータを最適化するためのさまざまなお客様のニーズに対応できます。これにより、従来のプロトコルで動作するよう無線を柔軟にチューニングできるほか、アプリケーション固有のニーズに合わせて動作をカスタマイズできます。

表 8-1 に、ROM で利用可能な各種無線形式の機能の概要を示します。その他の無線形式は、ソフトウェア開発キット (SDK) を通じて無線ファームウェアのパッチまたはプログラムの形式で利用でき、異なる方法で機能を組み合わせたり、他の機能を追加したりすることができます。

表 8-1. サポート機能

機能	メイン 2 - (G) FSK モード	高いデータ レート	低いデータ レート	SimpleLink™ 長距離対応
プログラマブル プリアンブル、同期ワード、CRC	あり	あり	あり	いいえ
受信帯域幅をプログラム可能	あり	あり	あり (最小 4kHz)	あり
データ / シンボル レート(3)	20 ～ 1000kbps	≤ 2Msps	≤ 100kSPS	≤ 20kSPS
変調形式	2-(G)FSK	2-(G)FSK 4-(G)FSK	2-(G)FSK 4-(G)FSK	2-(G)FSK
デュアル同期ワード	あり	あり	いいえ	いいえ
搬送波検知(1) (2)	あり	いいえ	いいえ	いいえ
プリアンブル検出(2)	あり	あり	あり	いいえ
データ ホワイトニング	あり	あり	あり	あり
デジタル RSSI	あり	あり	あり	あり
CRC フィルタリング	あり	あり	あり	あり
直接シーケンス拡散スペクトラム (DSSS)	いいえ	いいえ	いいえ	1:2 1:4 1:8
前方誤り訂正 (FEC)	いいえ	いいえ	いいえ	あり
リンク品質インジケータ (LQI)	あり	あり	あり	あり

(1) 搬送波検知を使用すると、規制標準でこのような要件に準拠するために、HW 制御の Listen-Before-Talk (LBT) および Clear Channel Assessment (CCA) を実装できます。これは、CMD_PROP_CS 無線 API を通じて利用できます。
(2) 搬送波検知とプリアンブル検出を使用して、無線でデューティ サイクルを行って電力を節約するスニッフ モードを実装できます。
(3) データレートはあくまでも目安です。この範囲外のデータ レートもサポートされます。設定の特定の組み合わせでは、より小さい範囲がサポートされる場合があります。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.4 メモリ

最大 352KB の不揮発性 (フラッシュ) メモリにより、コードとデータを保存できます。フラッシュ メモリは、インシステム プログラマブルで消去可能です。最後のフラッシュ メモリ セクタには、ブート ROM およびテキサス インスツルメンツが提供するドライバがデバイスを構成するために使用する顧客構成セクション (CCFG) が含まれている必要があります。この構成は、TI が提供するすべてのサンプルに含まれる cfg.c ソース ファイルを使用して行われます。

超低リーク システム スタティック RAM (SRAM) は 1 つの 32KB ブロックで、データの保存とコード実行の両方に使用できます。スタンバイ電力モードでの SRAM 内容の保持はデフォルトで有効化され、スタンバイ モードの消費電力の数値に含まれます。

不揮発性メモリからコードを実行する際のコード実行速度を向上させ、消費電力を低減するために、4-way 非連想 8KB キャッシュがデフォルトで有効になっており、システム CPU によって読み取られた命令をキャッシュおよびプリフェッチします。キャッシュは、Customer Configuration Area (CCFG) でこの機能を有効にすることで、汎用 RAM として使用できます。

ROM にはシリアル (SPI および UART) ブートローダが含まれており、デバイスの初期プログラミングに使用できます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.5 暗号化

この CC1311R3 デバイスには幅広い暗号化関連ハードウェア アクセラレータが搭載されており、暗号化動作のコード フットプリントと実行時間を削減できます。また、暗号化操作はバックグラウンド ハードウェア スレッドで実行されるため、消費電力を低減し、システムの可用性と応答性を向上させるという利点もあります。
ハードウェア アクセラレータ モジュールには、次のものがあります。

- **真性乱数生成器 (TRNG)** モジュールは、キー、初期化ベクトル (IVS、およびその他の乱数要件を生成するための、真の非決定論的ノイズ源を提供します。TRNG は 24 リング発振器で構成されており、複雑な非線形組み合わせ回路を供給するために予測不可能な出力を生成します。
- 128 ビットのキー長を持つ **Advance Encryption Standard Accelerator (AES)**

ソフトウェア開発キット (SDK) に含まれている幅広いオープン ソース暗号化ライブラリのハードウェア アクセラレータ モジュールと組み合わせると、安全で将来性を考慮した IoT アプリケーションをプラットフォーム上に簡単に構築できます。TI で提供される暗号化ドライバは次のとおりです。

- **主要な契約スキーム**
  - 楕円曲線ディフィー – 固定キーまたはエフェメラル キーを持つヘルマン (ECDH および ECDHE)
- **シグニチャ生成**
  - 楕円曲線 Diffie-Hellman デジタル署名アルゴリズム (ECDSA)
- **曲線サポート**
  - 以下のような短い Weierstrass 形式 (完全なハードウェア サポート)
    - NIST-P256
  - モンゴメリー形式 (乗算のハードウェア サポート):
    - Curve25519
- **ハッシュ**
  - SHA256
- **MAC**
  - SHA256 搭載の HMAC
  - AES CBC-MAC
- **ブロック暗号**
  - AESECB
  - AESCBC
  - AESCTR
- **認証済み暗号化**
  - AESCCM
- **乱数生成器**
  - 真の乱数ジェネレータ
  - AES CTR DRBG

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.6 タイマ

CC1311R3 デバイスの一部として、さまざまなタイマーを選択できます。これらのタイマは、

- **リアルタイム クロック (RTC)**

  70 ビットの 3 チャネル タイマ、32kHz の低周波数システム クロック (SCLK_LF) で動作
  このタイマは、シャットダウン以外のすべての電力モードで使用できます。低周波数のシステム クロックとして LF RCOSC を使用する場合、タイマを較正して、周波数ドリフトを補償することができます。32.768kHz と異なる周波数の外部 LF クロックを使用する場合、RTC ティック速度を調整してこれを補正できます。TI-RTOS を使用する場合、RTC はオペレーティング システム内でベース タイマとして使用されるため、クロック モジュールなどのカーネル API 経由でのみアクセスできるようにします。デフォルトでは、デバッガがデバイスを停止すると RTC は停止します。
- **汎用 タイマ (GPTIMER)**

  4 つのフレキシブルな GPTIMER は、4 × 32 ビット タイマまたは 8 × 16 ビット タイマとして使用でき、すべて 48MHz まで実行できます。16 ビットまたは 32 ビットの各タイマは、ワンショットまたは周期カウント、パルス幅変調 (PWM)、エッジ間の時間カウント、エッジ カウントなど、多様な機能をサポートしています。タイマの入力と出力はデバイス イベント ファブリックに接続されているため、タイマは GPIO 入力、他のタイマ、DMA、ADC などの信号と相互作用できます。GPTIMER は、アクティブおよびアイドル電力モードで使用できます。
- **無線タイマー**

  4MHz で動作するマルチチャネル 32 ビット タイマは、デバイス無線の一部として利用できます。無線タイマは通常、32 ビットのタイミング ワードをネットワーク時間として使用し、無線ネットワーク通信のタイミング ベースとして使用されます。無線タイマーは、デバイスの無線がオンまたはオフのときに専用の無線 API を使用して RTC と同期します。これにより、ネットワーク スタックでは、無線が有効になっているときに無線タイマーが常に実行されているように見えます。無線タイマはほとんどの場合、無線 API のトリガ時間フィールドから間接的に使用され、正確な 48MHz 高周波数水晶振動子を SCLK_HF のソースで実行する場合にのみ使用する必要があります。
- **ウォッチドッグ タイマ**

  ウォッチドッグ タイマを使用して、ソフトウェア エラーが原因でシステムが正常に動作しない場合に、制御を回復します。システム コンポーネントやタスクを定期的に監視しても適切な機能を検証できない場合、この機能は通常、デバイスに対する割り込みを生成し、リセットするために使用されます。ウォッチドッグ タイマは 1.5MHz クロック レートで動作し、イネーブルになった後は停止できません。スタンバイ電力モードでの動作と、デバッガがデバイスを停止すると、ウォッチドッグ タイマが一時停止します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.7 シリアル ペリフェラルと I/O

SSI は、SPI、MICROWIRE、および TI の同期シリアル インターフェイスと互換の同期シリアル インターフェイスです。SSI は、4MHz までの SPI マスタとスレーブの両方をサポートします。SSI モジュールは、設定可能な位相と極性をサポートしています。

UART は、汎用非同期レシーバおよびトランスミッタ機能を実装しています。最大 3Mbps の柔軟なボーレート生成をサポートしています。

I^2S インターフェイスは、デジタル オーディオの処理に使用され、パルス密度変調マイクロフォン (PDM) とのインターフェイスにも使用できます。

また、I^2C インターフェイスは、I^2C 標準と互換性のあるデバイスとの通信にも使用されます。I^2C インターフェイスは 100kHz と 400kHz での動作を処理でき、マスタとスレーブの両方として機能します。

I/O コントローラ (IOC) はデジタル I/O ピンを制御し、マルチプレクサ回路を内蔵しているため、一連のペリフェラルを I/O ピンに柔軟に割り当てることができます。すべてのデジタル I/O は割り込みおよびウェークアップ対応で、プログラム可能なプルアップおよびプルダウン機能を備えており、負または正のエッジで割り込みを生成できます (構成可能)。出力として構成した場合、ピンはプッシュプルまたはオープン ドレインとして機能できます。5 つの GPIO は高駆動機能を備えており、セクション 6 に**太字**で示しています。すべてのデジタル ペリフェラルは、デバイス上の任意のデジタルピンに接続できます。

詳細については、*『CC13x1x3、CC26x1x3 SimpleLink™ ワイヤレス MCU テクニカル リファレンス マニュアル』*を参照してください。

8.8 バッテリと温度の監視

CC1311R3 デバイスには、温度とバッテリ電圧を組み合わせたモニタが搭載されています。バッテリおよび温度モニタにより、アプリケーションはオンチップの温度と電源電圧を継続的に監視し、必要に応じて環境条件の変化に対応できます。このモジュールには、温度または電源電圧が定義されたウィンドウから外れたときに、システム CPU に割り込みを発生させるためのウィンドウ コンパレータが搭載されています。これらのイベントを使用して、常時オン (AON) イベント ファブリックによりデバイスをスタンバイ モードからウェークアップすることもできます。

8.9 電源電圧ドメイン

CC1311R3 デバイスは、パッケージ タイプに応じて、2 つまたは 3 つの異なる電圧ドメインと接続できます。各入出力ピンの信号電圧が、対応する電源ピン (VDDS、VDDS2、VDDS3) を基準に設定されていれば、オンチップ レベルのコンバータにより適切な動作が保証されます。「ピン機能」を VDDS マッピング表にに、ピンから VDDS へのマッピングを示します。

表 8-2. 「ピン機能」を VDDS マッピング表に

	パッケージ	
	VQFN 7 × 7 (RGZ)	**VQFN 5 × 5 (RKP)**
VDDS(1)	DIO 23–30 Reset_N	DIO 15–22 Reset_N
VDDS2	DIO 1–11	DIO 1–9
VDDS3	DIO 12–22 JTAG_TCKC JTAG_TMSC	DIO 10–14 JTAG_TCKC JTAG_TMSC

(1) VDDS_DCDC ピンは、常に VDDS ピンと同じ電圧に接続する必要があります。

8.10 µDMA

デバイスはダイレクト メモリ アクセス (µDMA) コントローラを搭載しています。µDMA コントローラにより システム CPU によるデータ転送の負荷を軽減することができますので、プロセッサの効率が上がり、バス帯域幅を有効活用できます。µDMA コントローラは、メモリとペリフェラル間の転送を実行できます。µDMA コントローラには、これをサポートする各オン

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

チップ モジュール用の専用チャネルがあり、ペリフェラルがデータを転送できるようになったときに、ペリフェラルとメモリ間の転送を自動的に実行するようにプログラムすることが可能です。

µDMA コントローラの機能には次のものがあります (これは完全なリストではありません)。

- 最大 32 チャネルのより柔軟で構成可能なチャネル操作
- メモリとメモリ間、メモリとペリフェラル間、ペリフェラルとメモリ間、ペリフェラルとペリフェラル間の転送モード
- 8 ビット、16 ビット、32 ビットのデータ サイズ
- ピンポン モードを使用してデータを連続的にストリーミングできます

8.11 デバッグ

オンチップ デバッグのサポートは、専用の cJTAG (IEEE 1149.7) または JTAG (IEEE 1149.1) インターフェイスを介して行われます。このデバイスはデフォルトで cJTAG モードでブートしますが、4 ピン JTAG を使用するように再構成する必要があります。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.12 パワー マネージメント

消費電力を最小限に抑えるため、CC1311R3 は多くの電力モードと電力管理機能をサポートしています (表 8-3 を参照)。

表 8-3. 電力モード

モード	ソフトウェアで設定可能な電力モード				リセット PIN を保持します
	アクティブ	IDLE	STANDBY	シャットダウン	
CPU	アクティブ	オフ	オフ	オフ	オフ
フラッシュ	オン	使用可能	オフ	オフ	オフ
SRAM	オン	オン	保持	オフ	オフ
供給システム	オン	オン	デューティ サイクル	オフ	オフ
レジスタと CPU 保持	フル	フル	部分的	いいえ	いいえ
SRAM の保持	フル	フル	フル	いいえ	いいえ
48MHz 高速クロック (SCLK_HF)	XOSC_HF または RCOSC_HF	XOSC_HF または RCOSC_HF	オフ	オフ	オフ
32kHz の低速クロック (SCLK_LF)	XOSC_LF または RCOSC_LF	XOSC_LF または RCOSC_LF	XOSC_LF または RCOSC_LF	オフ	オフ
ペリフェラル	使用可能	使用可能	オフ	オフ	オフ
RTC によるウェークアップ	使用可能	使用可能	使用可能	オフ	オフ
ピンのエッジでウェークアップ	使用可能	使用可能	使用可能	使用可能	オフ
リセット ピンでウェークアップ	オン	オン	オン	オン	オン
ブラウンアウト検出器 (BOD)	オン	オン	デューティ サイクル	オフ	オフ
パワーオン リセット (POR)	オン	オン	オン	オフ	オフ
ウォッチドッグ タイマ (WDT)	使用可能	使用可能	一時停止済み	オフ	オフ

アクティブ モードでは、アプリケーション システムの CPU がコードをアクティブに実行しています。アクティブ モードでは、プロセッサおよび現在イネーブルになっているすべてのペリフェラルが通常の動作を提供します。システム クロックには、使用可能な任意のクロック ソースを使用できます (表 8-3 を参照)。

アイドル モードでは、すべてのアクティブなペリフェラルにクロックを供給できますが、アプリケーション CPU コアとメモリにはクロックが供給されず、コードは実行されません。いずれかの割り込みイベントが発生すると、プロセッサはアクティブ モードに戻ります。

スタンバイ モードでは、常時オン (AON) ドメインのみがアクティブになります。本デバイスをアクティブ モードに戻すには、外部ウェークアップ イベントまたは RTC イベントが必要です。保持機能を備えた MCU ペリフェラルを再度ウェークアップするときに再構成する必要はなく、CPU は スタンバイ モードに移行した時点から実行を継続します。すべての GPIO はスタンバイ モードでラッチされます。

シャットダウン モードでは、デバイスは完全にオフになり (AON ドメインを含む)、シャットダウン モードに移行する前に与えた値で I/O がラッチされます。*シャットダウン ピンからのウェイク*として定義されている任意の I/O ピンの状態が変化すると、デバイスはウェークアップし、リセット トリガとして機能します。CPU は、この方法でリセットと、リセット ステータス レジスタを読み出すことで、リセット単位のリセット ピンとパワーオン リセットを区別できます。このモードで保持される状態は、ラッチされた I/O 状態とフラッシュ メモリの内容のみです。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

注

CC1311R3 デバイスの電力、RF、クロック管理には、性能を最適化するためにソフトウェアによる特定の構成と処理が必要です。この構成および処理は、CC1311R3 ソフトウェア開発キット (SDK) の一部である TI が提供するドライバで実装されています。したがって、デバイス上のすべてのアプリケーション開発に、このソフトウェア フレームワークを使用することを強く推奨します。TI-RTOS (オプション)、デバイス ドライバー、およびサンプルを含む完全な SDK は、ソース コード形式で無償で提供されます。

8.13 クロック システム

こ CC1311R3 のデバイスには、複数の内部システム クロックがあります。

48MHz SCLK_HF は、メイン システム (MCU およびペリフェラル) クロックとして使用されます。これは、内蔵の 48MHz RC 発振器 (RCOSC_HF) または外部 48MHz 水晶振動子 (XOSC_HF) で駆動できます。無線動作には、外部 48MHz 水晶振動子が必要です。

SCLK_LF は、32.768kHz の内部低周波システム クロックです。RTC を使用し、スタンバイ電力モードの前または後に無線タイマを同期させることができます。SCLK _LF は、内部の 32.8kHz RC 発振器 (RCOSC_LF)、32.768kHz ウォッチ タイプ水晶振動子、または任意のデジタル IO のクロック入力によって駆動できます。

水晶振動子または内蔵 RC 発振器を使用する場合、デバイスは 32kHz の SCLK_LF 信号を他のデバイスに出力できるため、システム全体のコストを削減できます。

8.14 ネットワーク プロセッサ

製品構成によっては、CC1311R3 デバイスはワイヤレス ネットワーク プロセッサ (WNP-A デバイスで、アプリケーションを別のホスト マイコンで実行するワイヤレス プロトコル スタックを実行するデバイス) として、またはデバイス内部のシステム CPU 上でアプリケーションとプロトコル スタックが実行されるシステム オン チップ (SoC) として機能できます。

最初のケースでは、外部ホスト MCU が SPI または UART を使用してデバイスと通信します。2 番目の場合は、ワイヤレス プロトコル スタックとともに提供されるアプリケーション フレームワークに従ってアプリケーションを作成する必要があります。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9 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情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。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。

一般的な設計ガイドラインとハードウェア構成ガイドラインについては、『CC13xx/CC26xx ハードウェア構成および PCB 設計の考慮事項』アプリケーション ノートを参照してください。

9.1 リファレンス デザイン

CC1311R3 を使用した設計を実装するときは本デバイス以下のリファレンス デザインに従う必要があります。

RF 部品の配置、デカップリング コンデンサ、DC/DC レギュレータの各部品、およびこれらすべてのグランド接続には、特に注意を払う必要があります。

CC1311-R3EM-5XD7793 の設計ファイル

CC1311-R3EM-5XD7793 リファレンス デザインでは、このドキュメントに記載されている性能値を求めるために使用される特性評価ボード用の回路図、レイアウト、製造ファイルが提供されています。このリファレンス デザインは、868MHz および 915MHz 帯域で動作するよう設計されています。

LP-CC1311P3 の設計ファイル

CC1311P3 LaunchPad 設計ファイルには、CC1311P3 デバイスを使用してアプリケーション固有のボードを構築するための詳細な回路図とレイアウトが掲載されています。この LaunchPad は、868MHz および 915MHz 帯域で動作することを意図しています。

LaunchPad™ 開発キットおよび SensorTag 用 Sub-1GHz/2.4GHz アンテナ キット

このアンテナ キットを使用して実環境でテストすることにより、個々のアプリケーションに最適なアンテナを選ぶことができます。アンテナ キットには、169MHz～2.4GHz の周波数に対応する次のようなアンテナが 16 個あります。

- PCB アンテナ
- ヘリカル アンテナ
- チップ アンテナ
- 868/915MHz と 2.4GHz を組み合わせたデュアルバンド アンテナ

アンテナ キットには、ワイヤレス MCU LaunchPad 開発キットと SensorTag を接続する JSC ケーブルが付属しています。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.2 接合部温度の計算

このセクションでは、さまざまな動作条件で接合部温度を計算するための各種の手法を示します。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。

他の測定温度から接合部温度を求めるには、3 つの推奨方法があります。

1. パッケージの温度から:

$$T_J = \psi_{\mathrm{JT}} \times P + T_{\mathrm{case}} \quad (1)$$

2. 基板の温度から:

$$T_J = \psi_{\mathrm{JB}} \times P + T_{\mathrm{board}} \quad (2)$$

3. 周囲温度から:

$$T_J = R_{\theta\mathrm{JA}} \times P + T_A \quad (3)$$

P はデバイスから消費される電力で、消費電流と電源電圧を乗算して計算できます。熱抵抗係数については、「*熱抵抗特性*」を参照してください。

例:

式 3 を使用して、周囲温度と接合部温度との温度差を計算します。この例では、無線が 10dBm の出力電力で連続的に送信を行う簡単な使用事例について考えます。周囲温度が 85°C、電源電圧が 3.6V と想定します。P を計算するには図 7-9 の 85°C での Tx の消費電流を調べる必要があります。プロットから、消費電流は 14.4mA であることがわかります。これは、P が 14.4mA×3.6V = 51.8mW であることを意味します。

接合部温度は次のように計算されます。

$$T_J = 23.4^{\circ C}/_{W} \times 51.8mW + T_A = 1.2^{\circ}C + T_A \quad (4)$$

この例からわかるように、85°C で連続 Tx を実行している場合の接合部温度は周囲温度より 1.2°C 高くなり、推奨動作条件内で十分に収まります。

さまざまなアプリケーションの使用事例では、適切な消費電力を計算するために、他のモジュールの消費電流を追加する必要があります。たとえば、無線とペリフェラル モジュールをイネーブルにするなどして、マイコンが同時に動作している場合があります。通常、ピーク消費電流とデバイスのピーク消費電力を特定する最も簡単な方法は、『CC13xx および CC26xx 消費電流の測定』で説明されているように測定することです。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

テキサス・インスツルメンツでは、幅広い開発ツールを提供しています。デバイスの性能の評価、コードの生成、ソリューションの開発を行うためのツールとソフトウェアを以下で紹介します。

10.1 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 ではすべての型番や日付コードに接頭辞を割り当てます。各デバイスには次の 3 つのいずれかの接頭辞/識別子があります:X、P、空白 (接頭辞なし) (たとえば、XCC1311R3 はプレビュー中なので、X という接頭辞/識別子が割り当てられます)。

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 タイプを示します (例: *RGZ*)。

RGZ (7mm×7mm) パッケージ タイプの *CC1311R3* デバイスの注文可能な型番については、このドキュメントの *パッケージ オプションについての付録*、セクション 3 のデバイス情報、または TI Web サイト (www.ti.com) を参照するか、お近くの TI 販売代理店にお問い合わせください。

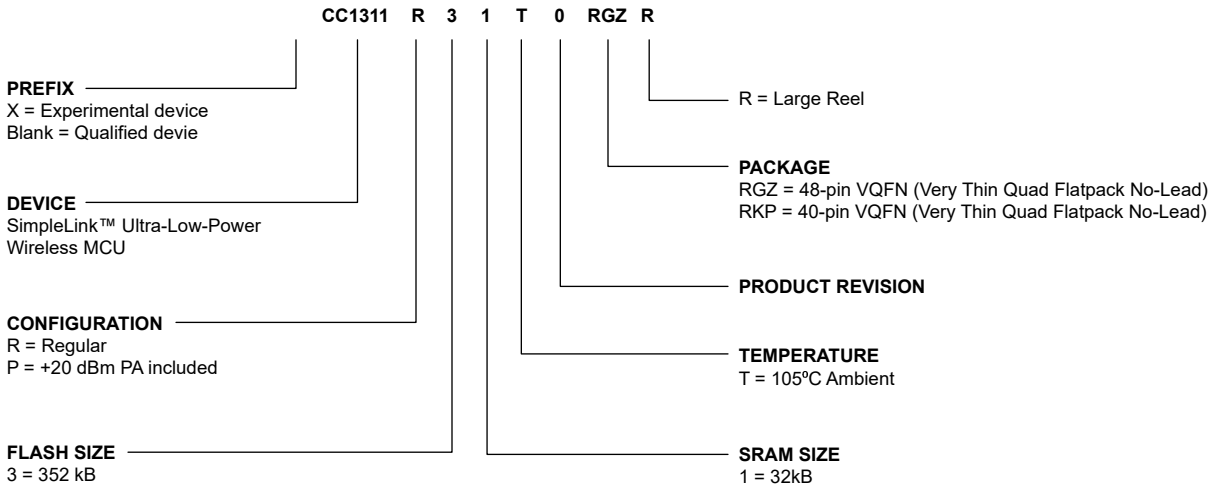


図 10-1. デバイスの命名規則

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

10.2 ツールとソフトウェア

CC1311R3 デバイスは、さまざまなソフトウェアとハードウェア開発ツールによりサポートされています。

開発キット

CC1311P3 LaunchPad™ 開発キット

CC1311P3 LaunchPad™ 開発キットにより、低消費電力で動作する高性能な Sub-1GHz のワイヤレス アプリケーションを開発できます。このキットには、CC1311P3 Sub-1GHz SimpleLink ワイヤレス MCU が搭載されています。LaunchPad エコシステムを利用できるので、センサやディスプレイなどの追加機能も簡単に実現します。

ソフトウェア

SimpleLink™ CC13XX-CC26XX SDK

SimpleLink CC13xx と 126xx ソフトウェア開発キット (SDK) は、CC13XX/CC26XX ファミリのデバイスでワイヤレス アプリケーションを開発するための完全なパッケージです。この SDK には、CC1311R3 デバイス用の包括的なソフトウェア パッケージが、次のプロトコル スタックも含めて付属しています。

- Bluetooth Low Energy 4 と 5.2
- Thread (OpenThread に基づ)
- ZigBee 3.0
- Wi-SUN®
- TI 15.4 スタック - IEEE 802.15.4 ベースの Sub-1GHz および 2.4GHz 用のスター型ネットワーク ソリューション
- 独自の RF - 独自の RF ソフトウェアを構築するための大規模なビルディング ブロック一式
- マルチプロトコルのサポート - 動的マルチプロトコル マネージャ (DMM) を使用して、スタック間の同時動作が可能

SimpleLink CC13XX-CC26XX SDK は TI の SimpleLink マイコン プラットフォームの一部として、お客様が有線 / ワイヤレスのアプリケーションを開発する目的で活用できる、フレキシブルなハードウェア、ソフトウェア、ツールの各オプションを取り揃えた単一の開発環境を提供します。SimpleLink マイコン プラットフォームの詳細については www.tij.co.jp/simplelink をご覧ください。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

開発ツール

Code Composer Studio™ 統合開発環境 (IDE)

Code Composer Studio は、TI のマイクロコントローラと組み込みプロセッサ ポートフォリオをサポートする統合開発環境(IDE)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。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、デバッガ、プロファイラなど、多数の機能が含まれています。IDE は直感的で、アプリケーションの開発フローの各段階を、すべて同一のユーザー インターフェイスで実行できます。使い慣れたツールとインターフェイスにより、ユーザーは従来より迅速に作業を開始できます。Code Composer Studio は、Eclipse® ソフトウェア フレームワークの利点と、テキサス インスツルメンツの先進的な組み込みデバッグ機能の利点を組み合わせて、組み込み製品の開発者向けの魅力的で機能豊富な開発環境を実現します。

CCS は、すべての SimpleLink ワイヤレス MCU をサポートしており、EnergyTrace™ ソフトウェア (アプリケーションの消費電力プロファイリング) もサポートしています。SimpleLink SDK の一部である TI-RTOS では、リアルタイム オブジェクト ビューア プラグインを利用できます。

LaunchPad 開発キットに搭載されている XDS デバッガと組み合わせて使用する場合、Code Composer Studio は無償で提供されます。

Code Composer Studio™ Cloud IDE

Code Composer Studio (CCS) Cloud は、Web ベースの IDE で、CCS と Energia™ の各プロジェクトの作成、編集、ビルドを実行することができます。プロジェクトのビルドに成功した後、接続先の LaunchPad にプロジェクトをダウンロード (転送) し、実行することができます。ブレークポイントの設定や、変数の値の表示など、基本的なデバッグ機能が CCS Cloud でサポートされるようになりました。

アーム®用 IAR Embedded Workbench ®

IAR Embedded Workbench ®は、アセンブラ、C および C++ を使用する組み込みシステムの構築とデバッグを行うための開発ツール セットです。プロジェクト マネージャ、エディタ、ビルド ツールを備えた完全統合開発環境を提供します。IAR はすべての SimpleLink ワイヤレス マイコンをサポートしています。XDS110、IAR I-jet™、Segger J-Link™ など、幅広いデバッガ サポートを提供しています。SimpleLink SDK の一部である TI-RTOS では、リアルタイム オブジェクト ビューア プラグインを利用できます。また、IAR は SimpleLink SDK の一部として提供されるほとんどのソフトウェア サンプルですぐに使えます。

30 日間評価版または 32KB 限定版を iar.com から入手できます。

SmartRF™ Studio

SmartRF™ Studio は、テキサス インスツルメンツの SimpleLink ワイヤレス マイコンの評価や設定に使用できる Windows ®アプリケーションです。このアプリケーションは、RF システムの設計者が設計プロセスの初期段階で無線を簡単に評価するのに役立ちます。特にコンフィギュレーション レジスタ値の生成や RF システムの実用テストおよびデバッグに役立ちます。スタンドアロン アプリケーションとしての使用、あるいは RF 製品に対応する評価ボードやデバッグ プローブとの併用が可能です。SmartRF Studio には次のような特長があります。

- リンク テスト - ノード間でパケットを送受信
- アンテナおよび放射線テスト - 無線を連続波 TX および RX 状態に設定します
- TI SimpleLink SDK RF ドライバで使用できるように無線構成コードをエクスポートします
- 信号伝達および外部スイッチ制御用のカスタム GPIO 構成

CCS UniFlash

CCS Uniflash は、TI MCU 上のオンチップ フラッシュ メモリのプログラミングに使用するスタンドアロン ツールです。Uniflash は、GUI、コマンド ライン、スクリプト インターフェイスを備えています。CCS Uniflash は無料で利用できます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

10.2.1 SimpleLink™ マイコン プラットフォーム

SimpleLink マイコン プラットフォームは、有線およびワイヤレス Arm® MCU (システム オン チップ) の最も幅広いラインアップを 1 つのソフトウェア開発環境で開発するための新しい基準を打ち立てます。IoT アプリケーション向けのフレキシブルなハードウェア、ソフトウェア、ツール オプションを提供します。SimpleLink ソフトウェア開発キットに投資を 1 回行うだけで、製品ラインアップ全体を通して使用できます。詳細については、ti.com/simplelink をご覧ください。

10.3 ドキュメントのサポート

データシート、エラッタ、アプリケーション ノートなどのドキュメント更新の通知を受け取るには、 ti.com/product/CC1311R3.右上の [アラートを受け取る] 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。

MCU、関連ペリフェラル、その他の技術的事項を説明した最新のドキュメントを以下に示します。

TI Resource Explorer

TI Resource Explorer	選択したデバイスおよび開発ボードに対応するソフトウェア サンプル、ライブラリ、実行ファイル、資料をご利用になれます。

エラッタ

CC1311R3 シリコン正誤表	シリコン正誤表には、デバイスのシリコンの各リビジョンについて、機能的仕様に対する既知の例外事項と、デバイスのリビジョンを確認する方法についての説明が記載されています。

アプリケーション ノート

デバイスのすべてのアプリケーション ノートについては、CC1311R3 次のデバイス製品フォルダを参照してください。ti.com/product/CC1311R3/#tech-docs.

テクニカル リファレンス マニュアル (TRM)

『CC13x1x、CC26x1x SimpleLink™ ワイヤレス マイコン TRM』	TRM では、このデバイス ファミリで使用可能なすべてのモジュールおよびペリフェラルについて詳細に説明します。

10.4 サポート・リソース

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

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

10.5 商標

SimpleLink™, LaunchPad™, Code Composer Studio™, EnergyTrace™, and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.
I-jet™ is a trademark of IAR Systems AB.
J-Link™ is a trademark of SEGGER Microcontroller Systeme GmbH.
Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere.
CoreMark® is a registered trademark of Embedded Microprocessor Benchmark Consortium Corporation.
Arm Thumb® is a registered trademark of Arm Limited (or its subsidiaries).
Wi-SUN® is a registered trademark of Wi-SUN Alliance Inc.
Eclipse® is a registered trademark of Eclipse Foundation.
IAR Embedded Workbench ® is a registered trademark of IAR Systems AB.
Windows ® is a registered trademark of Microsoft Corporation.

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

10.6 静電気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。

10.7 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。

11 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 MARCH 1, 2022 to APRIL 1, 2025 (from Revision * (March 2022) to Revision A (April 2025)) **Page**

- 最新の テキサス インスツルメンツ データシート標準に合わせてドキュメントを更新 2
- デバイスの比較 を更新 5
- RKP データを追加 12
- 「絶対最大定格」表に分割レール機能を追加 12
- 「推奨動作条件」表に分割レール機能を追加 12
- 消費電流は VDDS = VDDS2 = VDDS3 で測定されることを明確化 13
- 電源電圧ドメイン を追加 46

Copyright © 2025 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、画面左側の説明をご覧ください。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、テキサス・インスツルメンツの販売条件、または ti.com やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所:Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

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)
CC1311R31T0RGZR	Active	Production	VQFN (RGZ) | 48	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 105	CC1311 R31
CC1311R31T0RGZR.A	Active	Production	VQFN (RGZ) | 48	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 105	CC1311 R31
CC1311R31T0RGZR.B	Active	Production	VQFN (RGZ) | 48	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 105	CC1311 R31
CC1311R31T0RKPR	Active	Production	VQFN (RKP) | 40	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 105	CC1311 R31
CC1311R31T0RKPR.A	Active	Production	VQFN (RKP) | 40	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 105	CC1311 R31
CC1311R31T0RKPR.B	Active	Production	VQFN (RKP) | 40	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 105	CC1311 R31

(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.

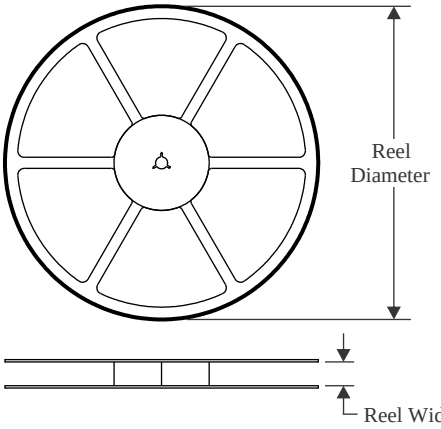
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

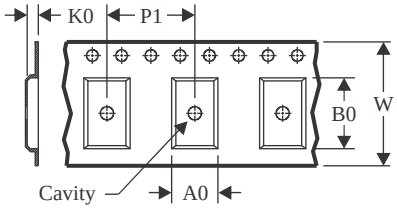
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

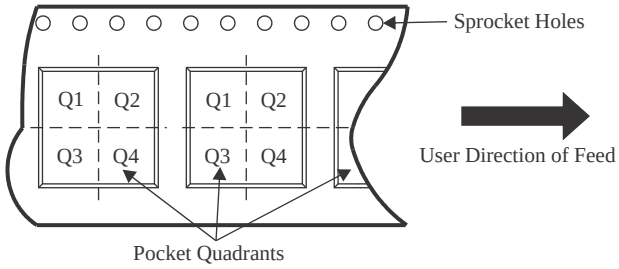


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

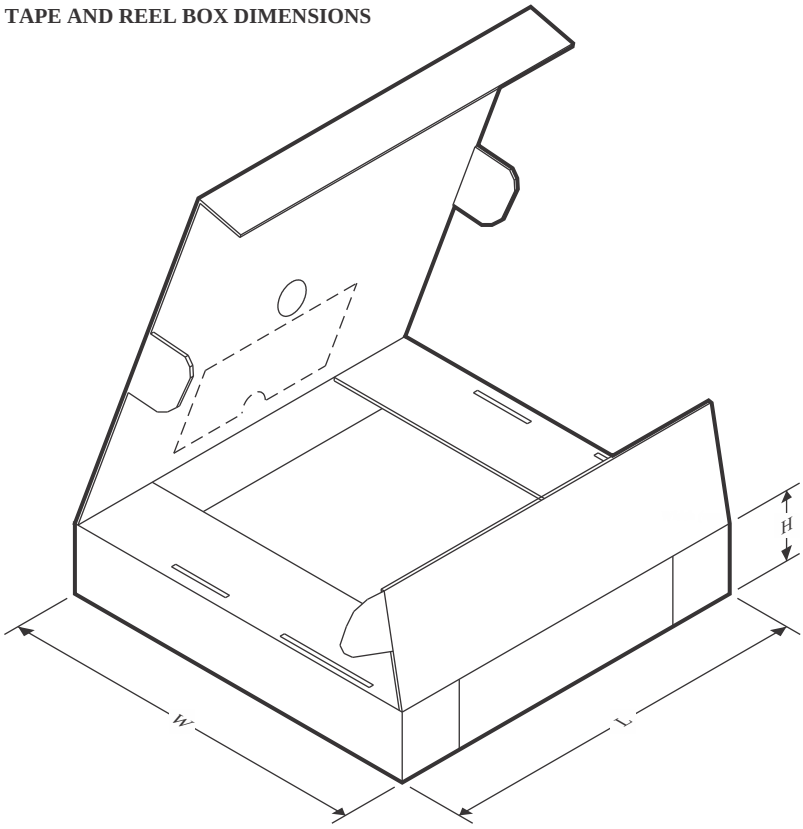
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
CC1311R31T0RGZR	VQFN	RGZ	48	2500	330.0	16.4	7.3	7.3	1.1	12.0	16.0	Q2
CC1311R31T0RGZR	VQFN	RGZ	48	2500	330.0	16.4	7.3	7.3	1.1	12.0	16.0	Q2
CC1311R31T0RKPR	VQFN	RKP	40	3000	330.0	12.4	5.3	5.3	1.3	8.0	12.0	Q2
CC1311R31T0RKPR	VQFN	RKP	40	3000	330.0	12.4	5.3	5.3	1.1	8.0	12.0	Q2
CC1311R31T0RKPR	VQFN	RKP	40	3000	330.0	12.4	5.3	5.3	1.1	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
CC1311R31T0RGZR	VQFN	RGZ	48	2500	336.6	336.6	31.8
CC1311R31T0RGZR	VQFN	RGZ	48	2500	360.0	360.0	36.0
CC1311R31T0RKPR	VQFN	RKP	40	3000	353.0	353.0	32.0
CC1311R31T0RKPR	VQFN	RKP	40	3000	336.6	336.6	31.8
CC1311R31T0RKPR	VQFN	RKP	40	3000	360.0	360.0	36.0

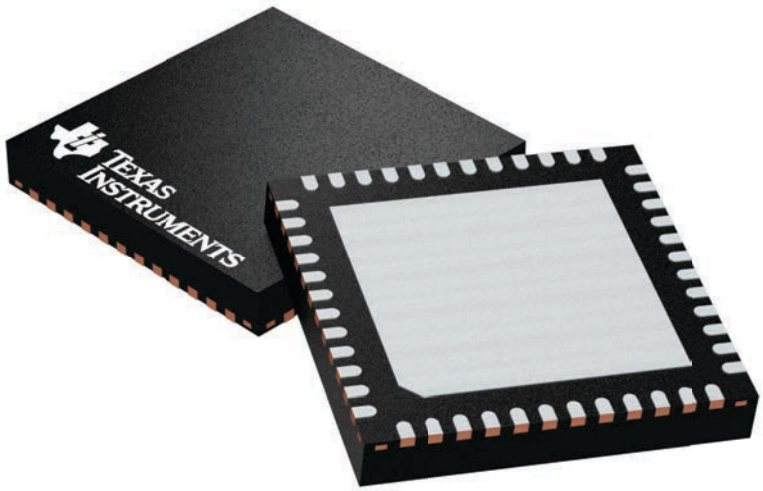
GENERIC PACKAGE VIEW

RGZ 48

VQFN - 1 mm max height

7 x 7, 0.5 mm pitch

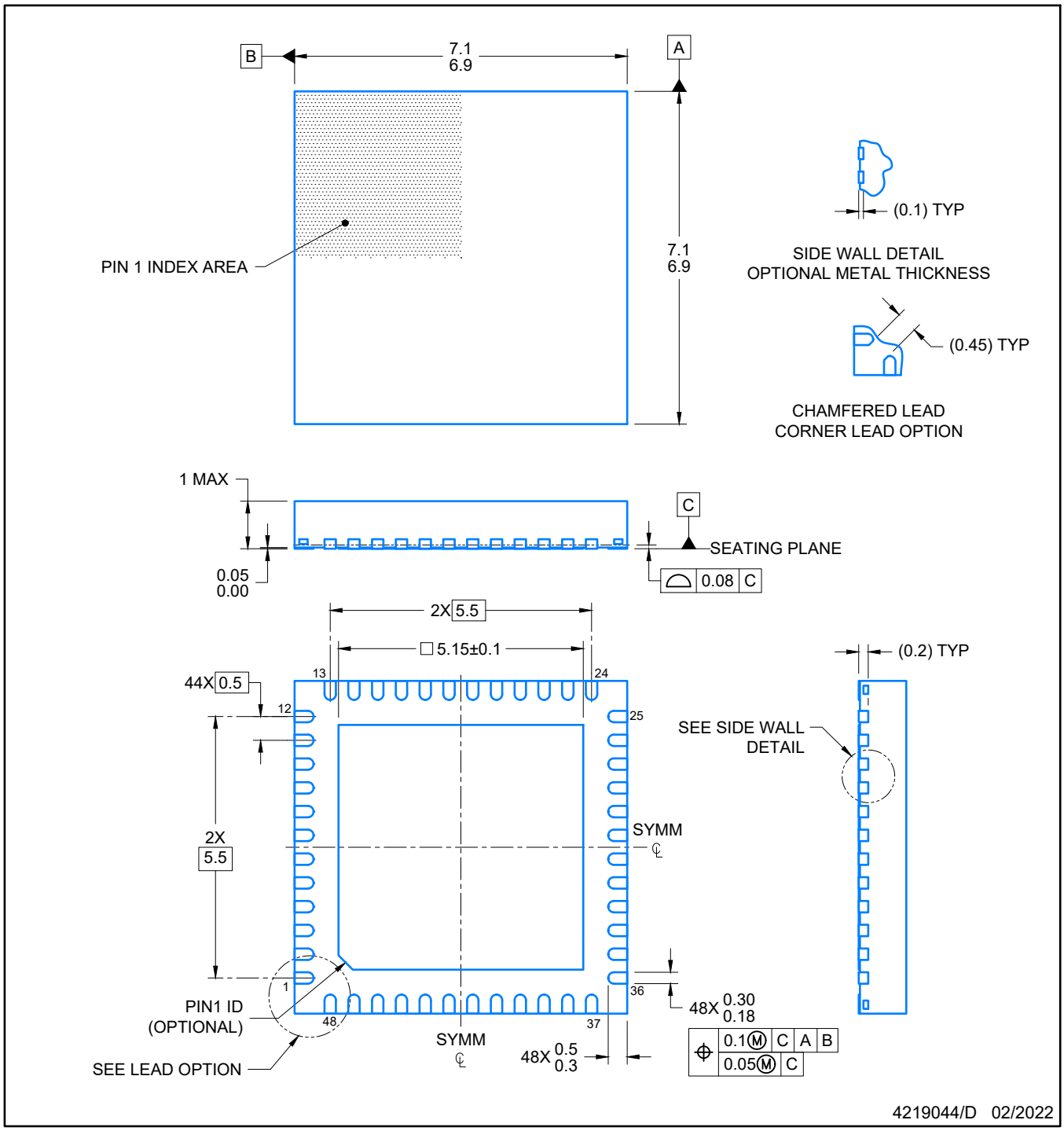
PLASTIC QUADFLAT PACK- NO LEAD



Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.

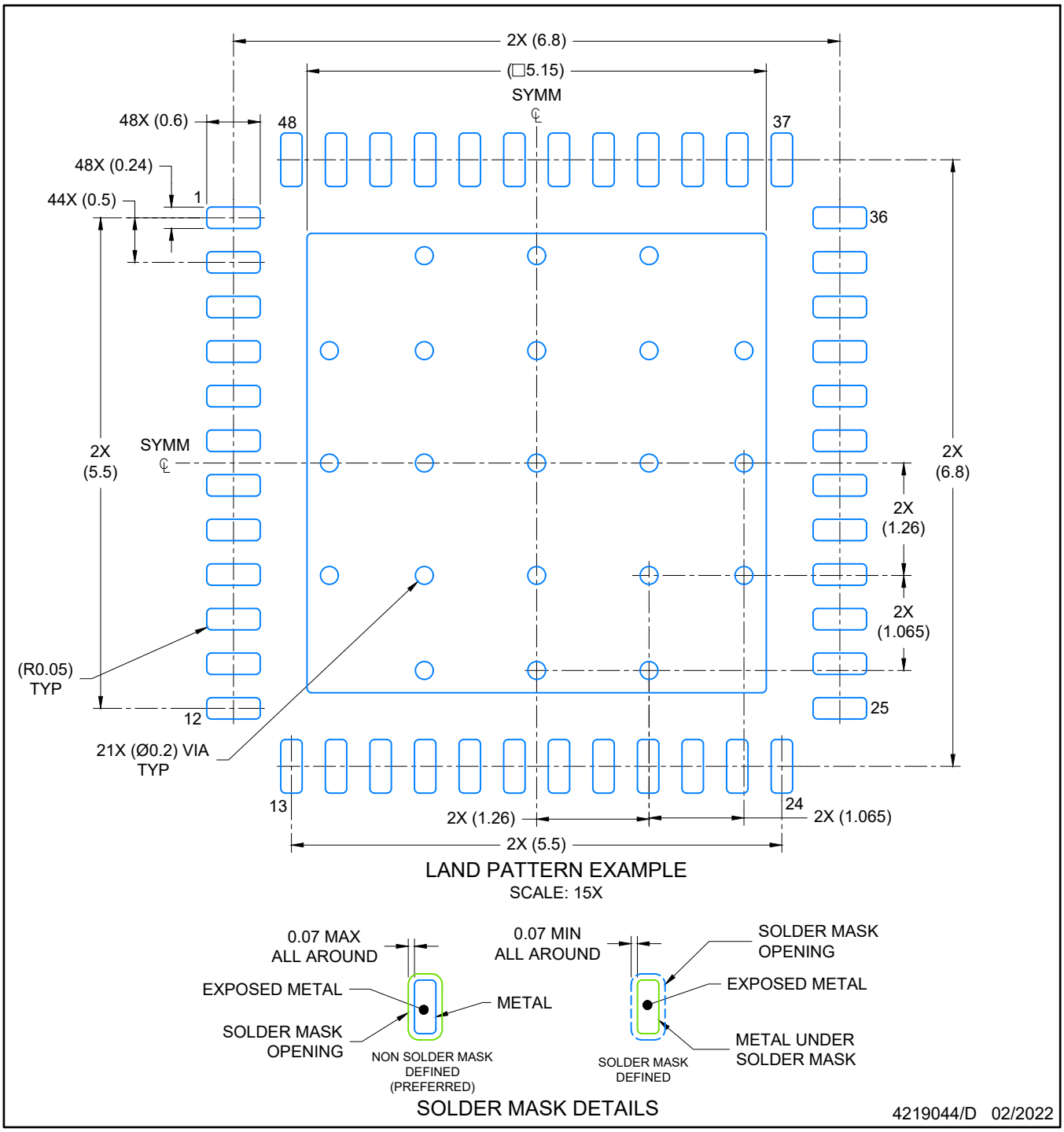
4224671/A

PLASTIC QUADFLAT PACK- NO LEAD



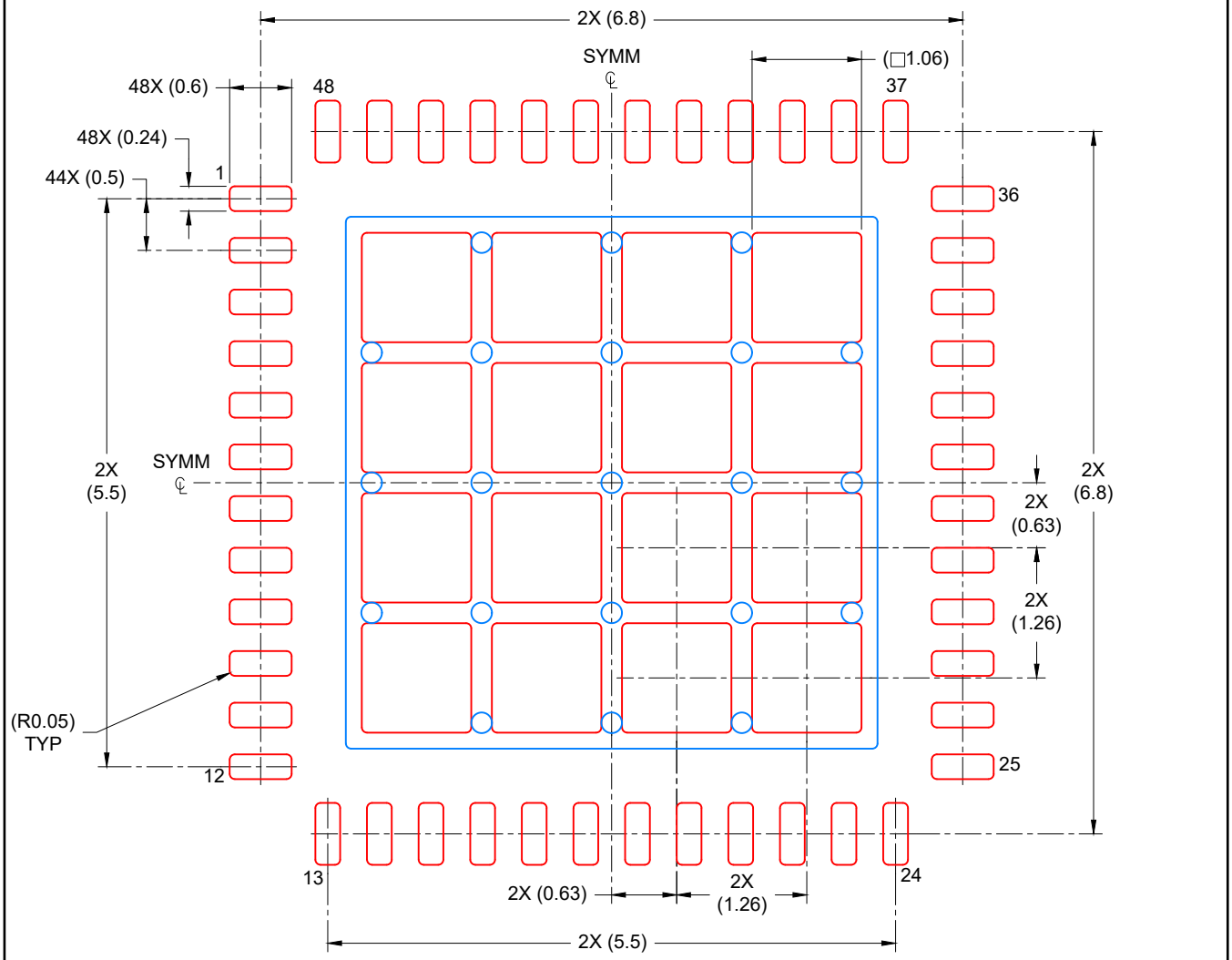
NOTES:

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.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for optimal thermal and mechanical performance.



NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
67% PRINTED COVERAGE BY AREA
SCALE: 15X

4219044/D 02/2022

NOTES: (continued)

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

GENERIC PACKAGE VIEW

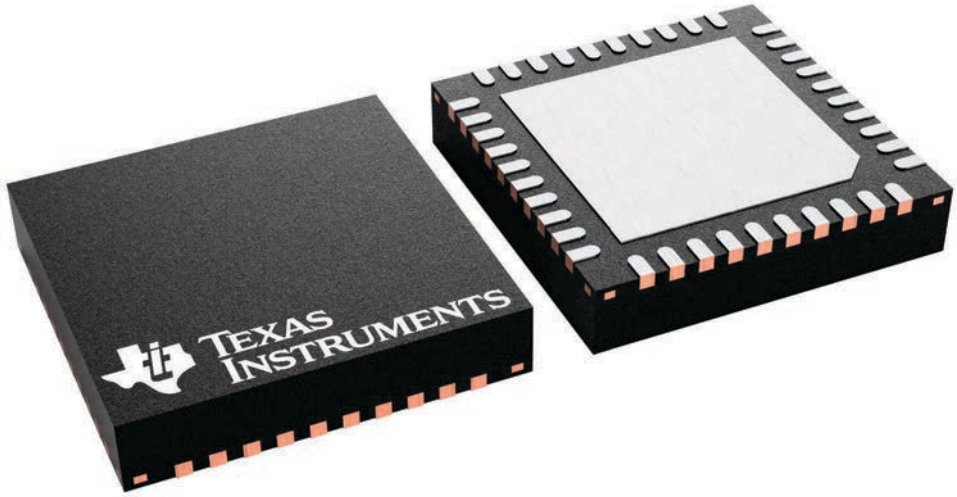
RKP 40

VQFN - 1 mm max height

5 x 5, 0.4 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



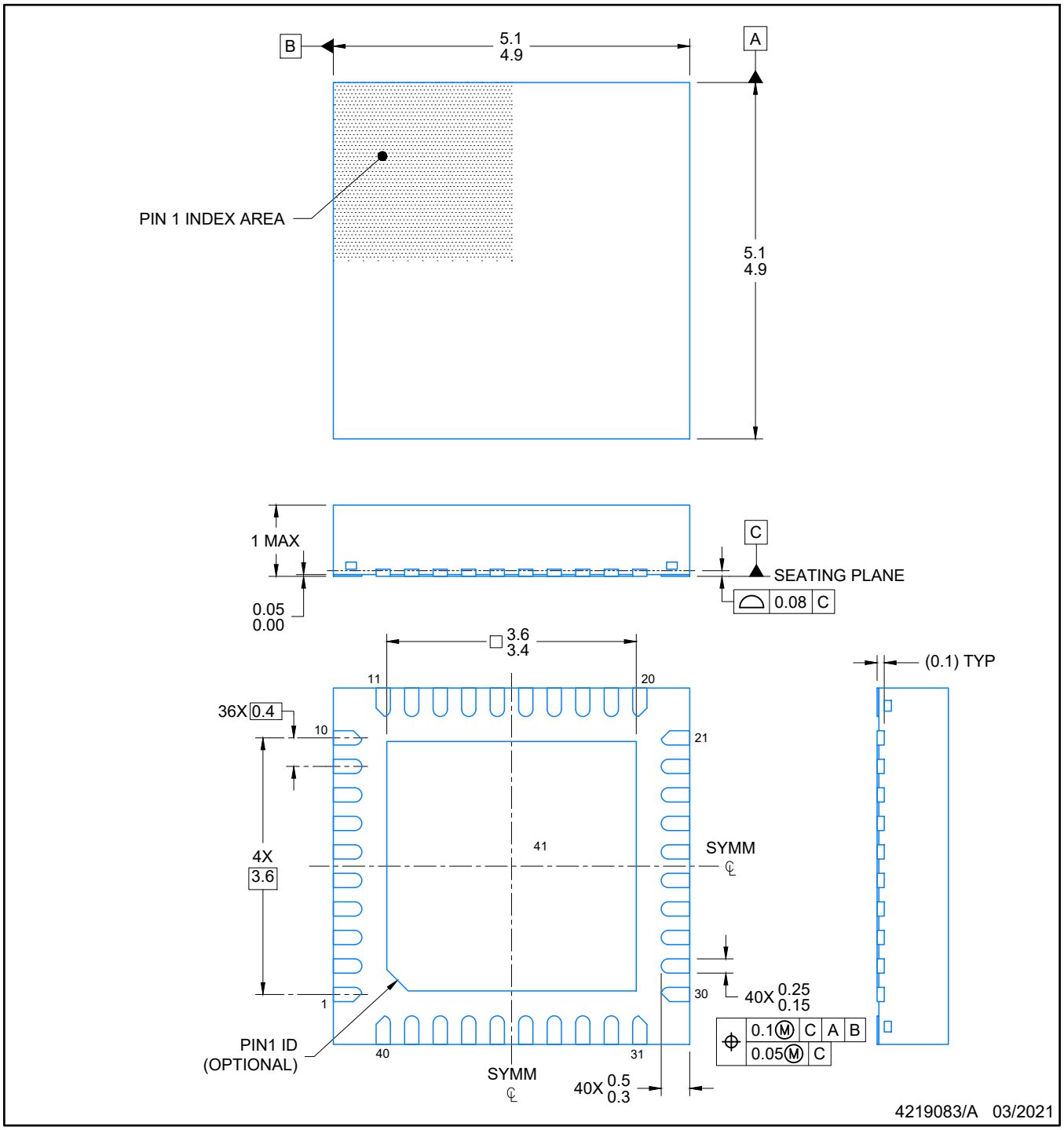
4229305/A

PACKAGE OUTLINE

RKP0040B

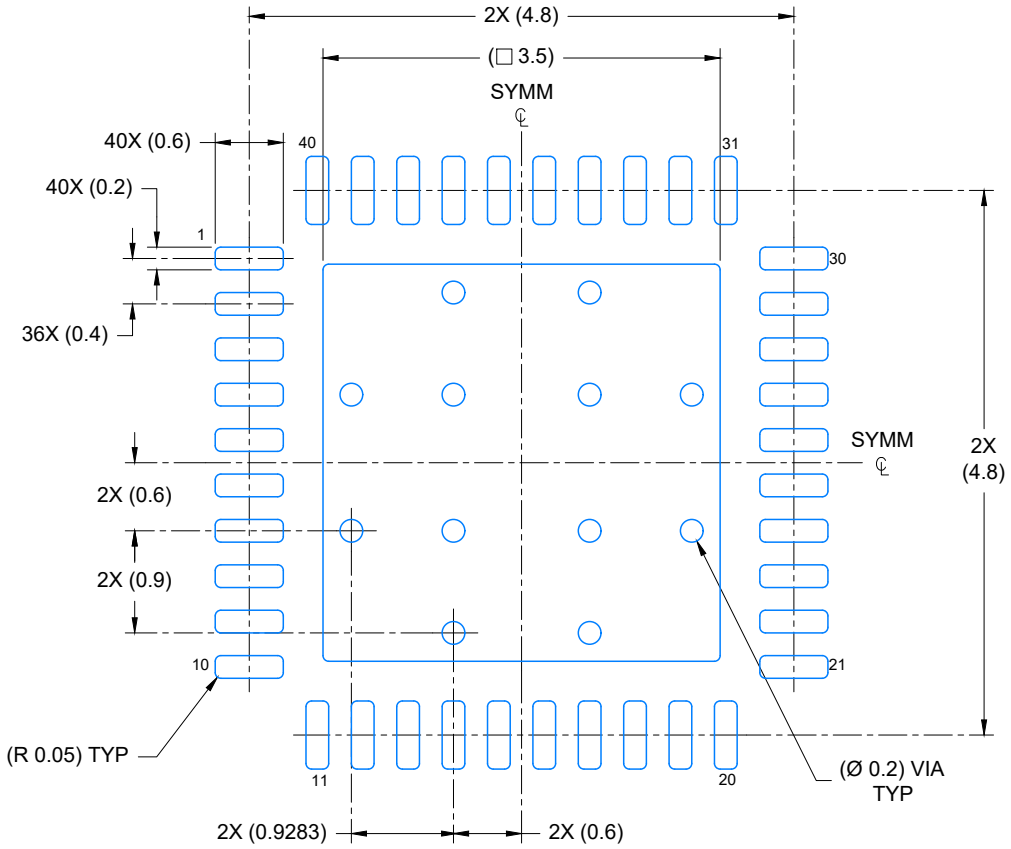
VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK- NO LEAD

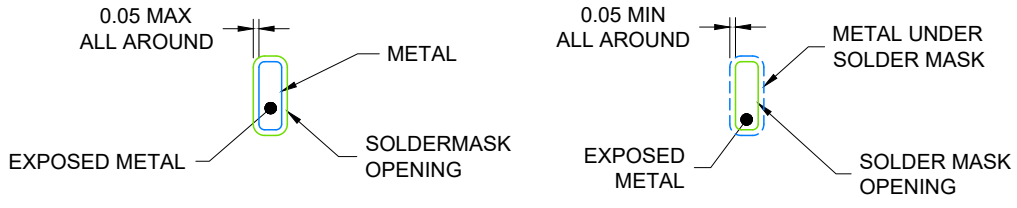


NOTES:

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.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for optimal thermal and mechanical performance.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 15X



NON- SOLDER MASK DEFINED (PREFERRED)

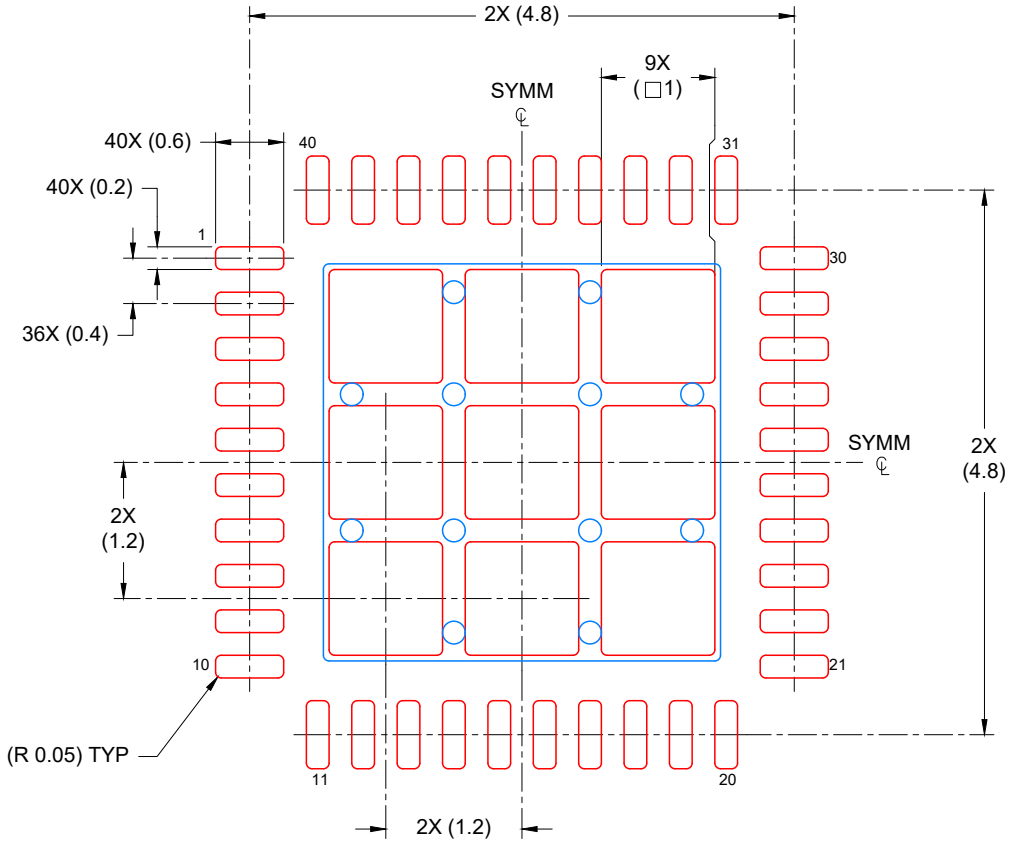
SOLDER MASK DEFINED

SOLDER MASK DETAILS

4219083/A 03/2021

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
74% PRINTED COVERAGE BY AREA
SCALE: 15X

4219083/A 03/2021

NOTES: (continued)

6. 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