

Bluetooth® LE 接続を備えた PSoC™ 63 MCU

概要

PSoC™ 6 MCU は、IoT アプリケーション向けのに作られた、高性能、超低消費電力、およびセキュアな MCU プラットフォームです。PSoC™ 6 MCU プラットフォームに基づいて設計される Bluetooth® LE を備えた PSoC™ 63 製品ラインは、高性能マイクロコントローラーおよび低消費電力フラッシュ技術とデジタルプログラマブル ロジック、高性能アナログ - デジタル変換、および標準通信とタイミングペリフェラルの組合せです。

PSoC™ 63 製品ラインは、Bluetooth® LE 5.0 準拠のワイヤレス接続を提供します。

特長

- 32 ビット デュアル CPU サブシステム
 - シングルサイクルの乗算、浮動小数点、およびメモリ保護ユニット (MPU) に対応した 150 MHz Arm® Cortex®-M4F CPU (CM4)
 - シングルサイクルの乗算と MPU に対応した 100 MHz Cortex® M0+ CPU (CM0+)
 - ユーザー選択可能なコアロジック動作 (1.1 V または 0.9 V)
 - 1.1 V コア動作のアクティブ CPU 電流勾配
 - Cortex®-M4: 40 µA/MHz
 - Cortex®-M0+: 20 µA/MHz
 - 0.9V コア動作のアクティブ CPU 電流勾配
 - Cortex®-M4: 22 µA/MHz
 - Cortex®-M0+: 15 µA/MHz
 - それぞれ 16 チャネルずつの 2 つの DMA コントローラー
- メモリ サブシステム
 - 1 MB のアプリケーションフラッシュ、32 KB の補助フラッシュ (AUXflash)、および 32 KB の監視フラッシュ (SFlash)。読み出し時書き込み (RWW) のサポート。各 CPU に 1 つずつ、2 つの 8 KB フラッシュ キャッシュ。
 - 電源およびデータ保持制御付き 288 KB SRAM
 - ワンタイム プログラマブル (OTP) 1 Kb eFuse アレイ
- Bluetooth® Low Energy サブシステム
 - 50Ω アンテナ駆動に対応する 2.4 GHz RF トランシーバー
 - デジタル PHY
 - マスターとスレーブ モードに対応した Link Layer エンジン
 - 最大 4 dBm のプログラマブル TX パワー
 - RX 感度 : -95 dBm
 - RSSI: 4-dB 分解能
 - 5.7 mA TX (0 dBm) と 6.7 mA RX (2 Mbps) 電流、3.3 V 電源および内部 SIMO 降圧コンバータを備える
 - 4 つの接続を同時にサポートする Link Layer エンジン
 - 2 Mbps データ速度をサポート
- 低消費電力 (1.7 V ~ 3.6 V) 動作
 - 細かい電源管理用の 6 つの電源モード
 - 64K SRAM 保持のディープスリープモード電流は 7 µA
 - オンチップ Single In Multiple Out (SIMO) DC-DC 降圧コンバータ、1 µA 未満の静止電流
 - 64 バイト メモリとリアルタイムクロックを備えるバックアップドメイン
- 柔軟な区ロッキング オプション
 - ±2% 精度の 8 MHz 内部水晶発振器 (IMO)
 - 超低電力 32 kHz 内部低速水晶発振器 (ILO)

特長

- オンチップ水晶発振器 (16 ~ 35 MHz および 32 kHz)
- クロック周波数遅倍用の位相ロック ループ (PLL)
- IMO 周波数遅倍用の周波数ロック ループ (FLL)
- 整数および小数のペリフェラルクロック分周器
- Quad SPI (QSPI)/シリアルメモリインターフェース (SMIF)
 - 外部クアッド SPI フラッシュから直接実行 (XIP)
 - オンザフライの暗号化と復号化
 - 低い消費電力で XIP 性能を向上させる 4 KB のキヤッショ
 - 最大 640 Mbps のスループットのシングル, デュアル, クアッド, デュアル-クアッド, およびオクタルイ ンターフェースに対応。
- セグメント LCD ドライブ
 - 最大 83 セグメントと最大 8 コモンに対応
- シリアル通信
 - 9 個の実行時再設定可能なシリアル通信ブロック (SCB)
 - 8 SCB: SPI, I²C, または UART として設定可能
 - 1 ディープスリープ SCB: SPI または I²C として設定可能
 - USB フルスピード デバイスインターフェース
- オーディオサブシステム
 - パルス密度変調 (PDM) チャネル 2 本と時分割多重 (TDM) モード付き I²S チャネル 1 本
- タイミングおよびパルス幅変調
 - 32 個のタイマー / カウンター / パルス幅変調器 (TCPWM)
 - 中央揃え, エッジ, および疑似乱数モード
 - Kill 信号のコンパレータベースのトリガー
- プログラマブルアナログ
 - 差動とシングルエンド モードおよび信号加算平均に対応したチャネルシーケンサを備えた 12 ビット の 1 Msps SAR ADC
 - ディープスリープ モードおよびハイバネート モードで動作する 2 個の低消費電力コンパレータ
 - ADC に接続される内蔵の温度センサー
 - セトリング時間が 2 μs 未満の 1 個の 12 ビット電圧モードデジタル - アナログコンバータ (DAC)
 - 低消費電力動作モードの 2 個のオペアンプ
- 最大 84 個のプログラマブル GPIO
 - GPIO ピン上でブール演算を可能にする 2 つの Smart I/O ポート (16 I/O)。システムディープスリープ モード中に実行可能
 - プログラム可能な駆動モード, 駆動強度, およびスルーレート
 - 6 本の過電圧耐性 (OVT) ピン
- 静電容量センシング
 - クラス最高の信号対ノイズ比 (SNR), 耐水性, および近接センシングを提供する CAPSENSE™
 - 自己容量と相互容量の両方を動的に使用可能
 - 自動のハードウェアチューニング (SmartSense)
- プラットフォームアーキテクチャに組み込まれたセキュリティ
 - 無停電「Secure Boot」経由の ROM ベースの信頼のルート
 - 実行イメージの段階的認証
 - 保護された実行専用モードでのコードの安全な実行ルーチン
 - すべてのデバッグおよびテスト入力パスを無効化可能
 - 最大 8 つの保護コンテキスト
- 暗号化アクセラレータ

特長

- 対称および非対称暗号メソッドおよびハッシュ関数のハードウェアアクセラレーション
- 真の乱数生成器 (TRNG) 機能
- プログラマブルデジタル
 - 12個のプログラマブルロジックブロック、それぞれに 8つのマクロセルと 1つの 8ビットデータパス (ユニバーサルデジタルブロック (UDB) と呼ばれる)
 - ドラッグアンドドロップブールプリミティブ(ゲート, レジスタ)、または Verilog プログラマブルブロックとして使用可能
 - UDB を使用した通信ペリフェラル(例えば、LIN, UART, SPI, I²C, S/PDIF およびその他のプロトコル), 波形ジェネレータ, 疑似ランダムシーケンス (PRS) 生成、およびその他多くの機能を備えたインフィニオン提供のペリフェラルコンポーネントライブラリ
- プロファイラー
 - 8つのカウンターが、イベントまたはオンチップリソースの期間の監視を提供
- パッケージ
 - USB を備えた 124-BGA および 104-M-CSP
 - USB の無い 116-BGA, 104-M-CSP, および 68-QFN
- デバイスの識別およびリビジョン
 - 製品ライン ID (12ビット): 0x100
 - メジャー /マイナーダイリビジョン ID: 2/4
 - フームウェアリビジョン: Rom ブート: 4.1, Flash ブート: 1.20.1.45 ([ブートコードセクション](#)を参照してください。)
 - この製品ラインには、SWJ インターフェースを介して利用できる JTAG ID があります。これは 32 ビット ID で、以下のとおりです。
 - 最上位桁は、メジャー ダイリビジョンに基づいたデバイス リビジョンです。
 - 次の 4 衡は、製品番号に対応します。(例: 16 進数の「E4B0」)
 - 最下位 3 衡はメーカー ID です。この場合、16 進数の「069」です。
 - シリコン ID システムコールは、ファームウェアでシリコン ID および ROM ブートデータを取得するために使用できます。詳細については、[technical reference manual \(TRM\)](#) を参照してください。
 - Flash ブートバージョンは、指定されたアドレス 0x1600 2004 から直接読み出せます。詳細については、[technical reference manual \(TRM\)](#) を参照してください。

目次

目次

概要	1
特長	1
目次	4
1 Development ecosystem	6
1.1 PSoC™ 6 MCU resources	6
1.2 ModusToolbox™ Software	7
1.3 PSoC™ Creator	8
2 ブロックおよび機能	9
3 機能の説明	11
3.1 CPU およびメモリ サブシステム	12
3.1.1 CPU	12
3.1.2 割込み	13
3.1.3 プロセッサ間通信 (IPC)	13
3.1.4 DMA コントローラー	13
3.1.5 暗号化アクセラレータ (暗号化)	13
3.1.6 保護ユニット	14
3.1.7 メモリ	14
3.1.8 ブートコード	15
3.1.9 メモリ マップ	16
3.2 システム リソース	17
3.2.1 電源システム	17
3.2.2 電力モード	17
3.2.3 クロックシステム	17
3.2.4 内部主発振器 (IMO)	18
3.2.5 内部低速発振器 (ILO)	18
3.2.6 高精度 ILO (PILO)	18
3.2.7 外部水晶発振器	19
3.2.8 ウオッチドッグ タイマー (WDT, MCWDT)	19
3.2.9 クロック分周器	19
3.2.10 トリガールーティング	20
3.2.11 リセット	20
3.3 Bluetooth® LE 無線およびサブシステム	20
3.4 プログラマブル アナログ サブシステム	22
3.4.1 12ビット SAR ADC	22
3.4.2 温度センサー	22
3.4.3 12ビットのデジタル アナログ変換器	22
3.4.4 2個のオペアンプのある連続時間ブロックミニ (CTBm)	22
3.4.5 低消費電力コンパレータ	23
3.5 プログラマブル デジタル	25
3.5.1 Smart I/O	25
3.5.2 ユニバーサル デジタル ブロック (UDB)	25
3.6 固定機能デジタル	26
3.6.1 タイマー/カウンター/パルス幅変調器 (TCPWM) ブロック	26
3.6.2 シリアル通信ブロック (SCB)	26
3.6.3 USB 12 Mbps device interface	27
3.6.4 QSPI インターフェース シリアル メモリ インターフェース (SMIF)	27
3.6.5 LCD	27
3.7 GPIO	28
3.8 特殊機能ペリフェラル	29
3.8.1 オーディオ サブシステム	29
3.8.2 CAPSENSE™ サブシステム	29

目次

4 ピン配置	33
5 電源に関する考慮事項	47
6 電気的仕様	53
6.1 絶対最大定格	53
6.2 デバイスレベルの仕様	53
6.2.1 電源	54
6.2.2 CPU 電流および遷移時間	55
6.2.3 XRES	61
6.2.4 GPIO	61
6.3 アナログペリフェラル	63
6.3.1 オペアンプ	63
6.3.2 低消費電力(LP) コンパレータ	67
6.3.3 SAR ADC	68
6.3.4 DAC	70
6.3.5 CSD	70
6.4 デジタルペリフェラル	75
6.4.1 LCD の仕様	77
6.5 メモリ	78
6.5.1 フラッシュ	78
6.6 システムリソース	79
6.6.1 パワーオンリセット	79
6.6.2 電源モニター	79
6.6.3 SWD および配線インターフェース	80
6.6.4 内部主発振器	80
6.6.5 内部低速発振器	80
6.6.6 水晶発振器	81
6.6.7 外部クロック	81
6.6.8 PLL	81
6.6.9 クロックソースの切替え時間の仕様	81
6.6.10 FLL	82
6.6.11 UDB	82
6.6.12 USB	84
6.6.13 QSPI	84
6.6.14 オーディオサブシステム	85
6.6.15 Smart I/O	87
6.6.16 高精度ILO(PILO)	87
6.6.17 JTAG バウンダリースキャン	87
6.7 Bluetooth® LE	88
7 注文情報	93
7.1 PSoC™ 6 MPN コード説明	94
8 パッケージ	95
9 略語	100
10 本書の表記法	104
10.1 測定単位	104
改訂履歴	105
免責事項	106

1 Development ecosystem

1.1 PSoC™ 6 MCU resources

インフィニオンは、www.infineon.com に大量のデータを掲載しており、ユーザーがデザインに適切な PSoC™ デバイスを選択し、迅速かつ効率的にデザインに統合する手助けをします。以下は PSoC™ 6 MCU のリソースの要約です。

- **概要 : PSoC™ ポートフォリオ , PSoC™ ロードマップ**
- **製品セレクタ : PSoC™ 6 MCU**
- **Application notes** : 基本レベルから上級レベルまでの幅広いトピックを提供します。
 - [AN221774](#): Getting Started with PSoC™ 6 MCU
 - [AN210781](#): Getting Started with PSoC™ 6 MCU with Bluetooth® Low Energy Connectivity
 - [AN218241](#): PSoC™ 6 MCU Hardware Design Guide
 - [AN213924](#): PSoC™ 6 MCU Device Firmware Update Guide
 - [AN215656](#): PSoC™ 6 MCU Dual-CPU System Design
 - [AN219528](#): PSoC™ 6 MCU Power Reduction Techniques
 - [AN221111](#): PSoC™ 6 MCU Creating a Secured System
 - [AN85951](#): PSoC™ 4, PSoC™ 6 MCU CAPSENSE™ Design Guide
- **サンプルコード** : 製品の機能と使用法を示します。[Infineon GitHub repositories](#) からも利用可能です。
- **テクニカルリファレンスマニュアル (TRM)** : アーキテクチャとレジスタの詳細な説明をします。
- **PSoC™ 6 MCU Programming Specification** : PSoC™ 6 MCU 不揮発性メモリのプログラムに必要な情報を提供します。
- **開発ツール**
 - **ModusToolbox™** ソフトウェア : しっかりと一体化されたツールとソフトウェアライブラリによって、クロスプラットフォームコードの開発が可能です。
 - **CY8CKIT-062-BLE** - PSoC™ 6-Bluetooth® LE Pioneer Kit: PSoC™ 63 Bluetooth® LE 製品群の設計とデバッグを可能にするハードウェアプラットフォーム。
 - **CY8CPROTO-063-BLE** - PSoC™ 6-Bluetooth® LE Prototyping Kit: スナップアウェイフォームファクターを備えた低コストの PSoC™ 63-Bluetooth® LE キット。
 - **PSoC™ 6 CAD libraries** は、一般的なツールに対応したフットプリントと回路図を提供します。**BSDL files** および **IBIS models** も使用できます。
- **トレーニングビデオ : PSoC™ 6 MCU 101 シリーズ** を含む、幅広いトピックを提供します。
- **Infineon Developer Community** : 世界中の PSoC™ 開発者と常時連絡 / 情報交換が可能です。**PSoC™ 6 MCU の専用コミュニティ** もあります。

1.2 ModusToolbox™ Software

ModusToolbox™ Software は、インフィニオンのマルチプラットフォームツールとソフトウェアライブラリの包括的なコレクションであり、統合された MCU とワイヤレスシステムを作成するための没入型開発エクスペリエンスを可能にします。以下のとおりです。

- ・ 包括的 - 必要なリソースがあります。
 - ・ 柔軟性 - 独自のワークフローでリソースを使用できます
 - ・ アトミック - 必要なリソースだけを取得できます

インフィニオンは、[repositories on GitHub](#) の大規模なコレクションを提供しています。これは以下を含みます。

- ・インフィニオンキットと連携したボードサポートパッケージ (BSP)
 - ・ハードウェアアブストラクションレイヤー (HAL) やペリフェラルドライバーライブラリ (PDL) などの低レベルのリソース
 - ・CAPSENSE™, Bluetooth® Low Energy, およびメッシュネットワークなどの業界をリードする機能を可能にするミドルウェア

- ・徹底的にテストされた **code example applications** 広範なセット

注: HAL は、インフィニオン MCU のハードウェアブロックを構成および使用するための高レベルで簡素化されたインターフェースを提供します。これは、複数の製品ファミリで使用できる汎用インターフェースです。例えば、PSoC™ 6 PDL を簡略化された API でラップしますが、PDL はすべての低レベルの周辺機能を公開します。一部の部分でよりきめ細かい制御が必要な場合でも、ほとんどのアプリケーションで HAL のよりシンプルで汎用的なインターフェースを活用できます。

ModusToolbox™ ソフトウェアは IDE に依存せず、ワークフローや推奨される開発環境に簡単に適応できます。[Figure 1](#) に示すように、プロジェクトクリエーター、ペリフェラルおよびライブラリコンフィギュレーター、ライブラリマネージャー、および ModusToolbox™ 用のオプションの Eclipse IDE が含まれます。インフィニオンツールの使用については、ModusToolbox™ ソフトウェアに付属のドキュメントおよび [AN228571: Getting Started with PSoC™ 6 MCU on ModusToolbox™](#) を参照してください。

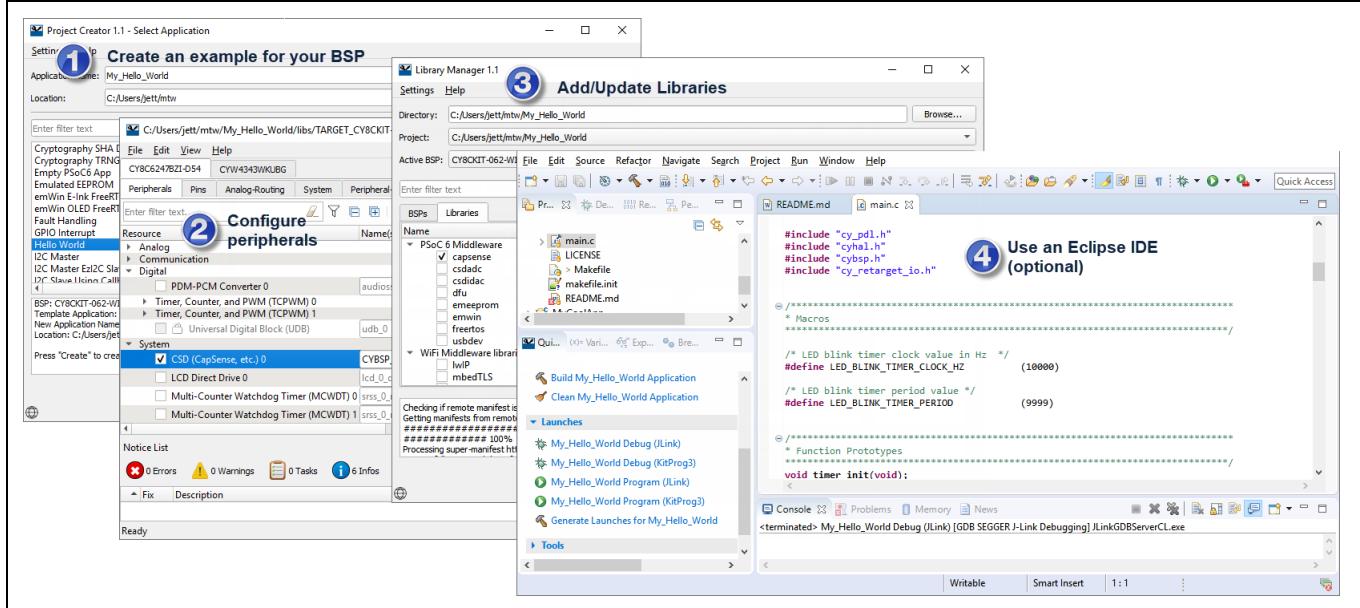


Figure 1 ModusToolbox™ ソフトウェアツール

1.3 PSoC™ Creator

注 : PSoC™ Creator は新規の設計には推奨されません。

PSoC™ Creator は無料で利用できる Windows ベースの統合設計環境 (IDE) です。このツールにより、お客様は PSoC™ 6 MCU のハードウェアとファームウェアシステムを同時に設計できます。Figure 2 に PSoC™ Creator でできることを示します。

1. 200 以上のコンポーネントを含むライブラリを利用
2. コンポーネントをドラッグ アンド ドロップして、メインデザインワークスペースでハードウェアシステム デザインを構築
3. コンポーネント コンフィギュレーション ツールおよびコンポーネント データシートを使ってコンポーネントを設定
4. PSoC™ Creator IDE でアプリケーションファームウェアとハードウェアを相互設計するか、またはサードパーティ IDE でのプロジェクトを構築
5. PSoC™ 6 Pioneer Kits でソリューションのプロトタイプを設計。設計変更が必要な場合、PSoC™ Creator およびそのコンポーネントにより、ハードウェアを改訂せずその場で変更を行えます。

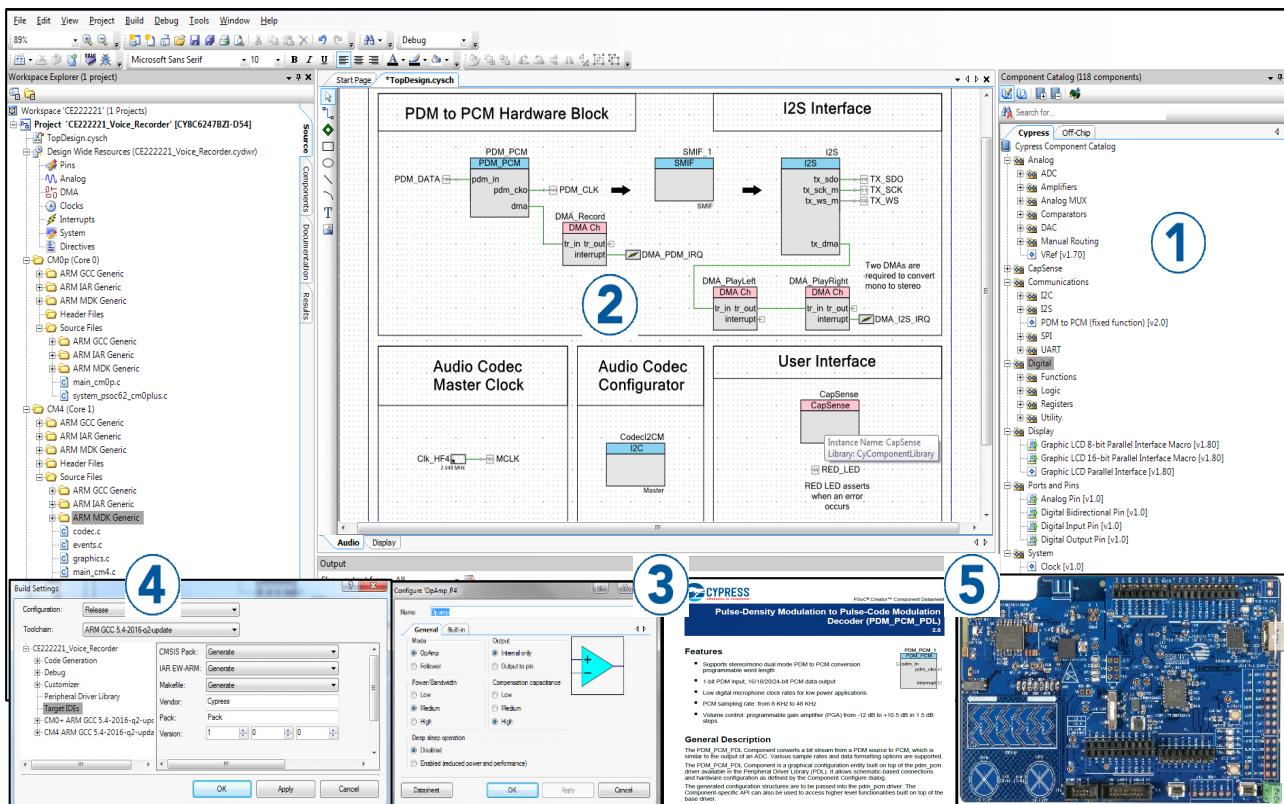
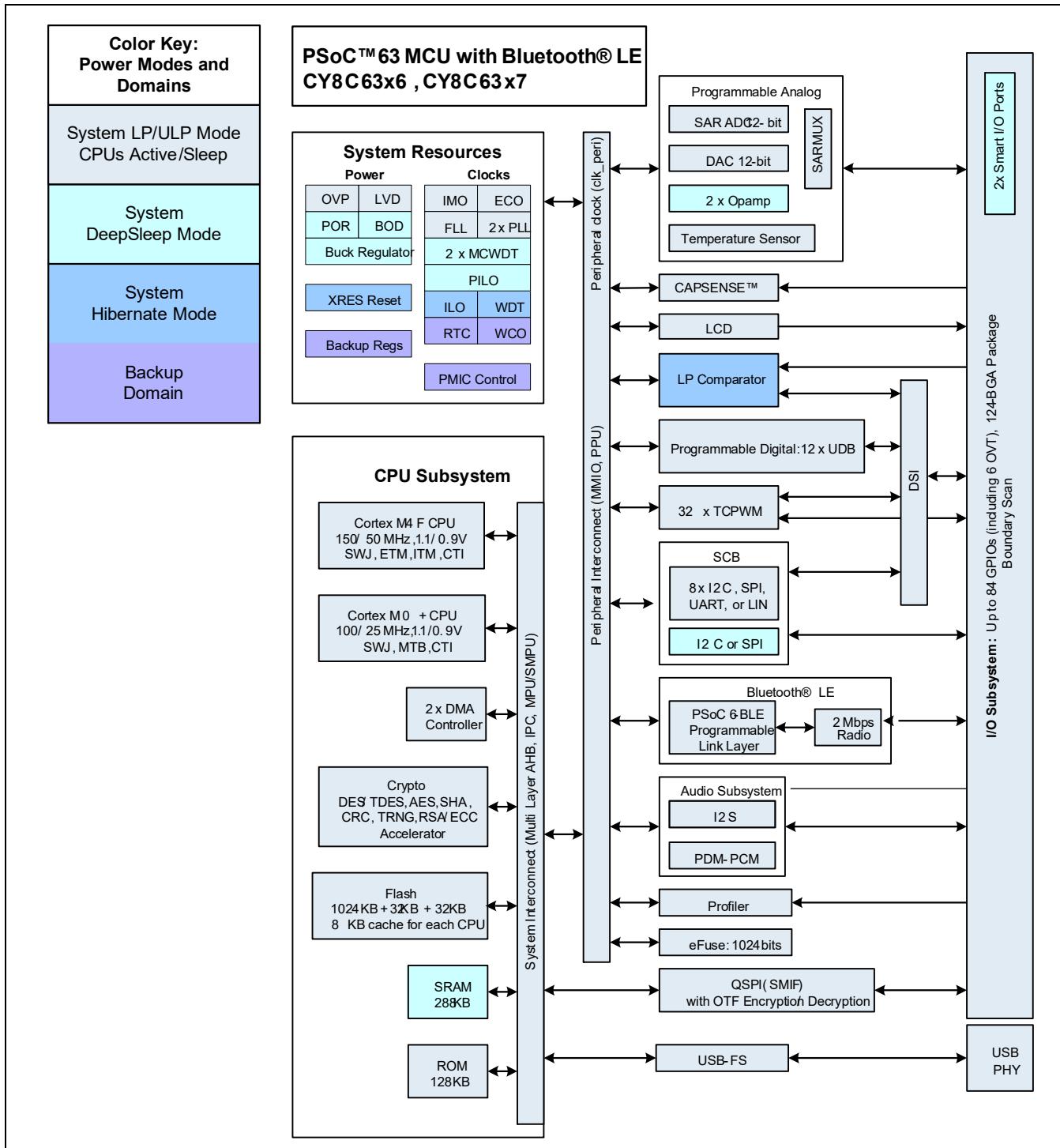


Figure 2 PSoC™ Creator の回路図入力およびコンポーネント

ブロックおよび機能

2 ブロックおよび機能

主なサブシステムとそれらの相互接続の簡略図を **Figure 3** に示します。色分けはブロックがまだ機能している最低限の消費電力モードを示します。例えば SRAM はディープスリープモードまで機能します。

**Figure 3** ブロック ダイヤグラム

ブロックおよび機能

3つのデバッグアクセスポートがあり、それぞれが CM4 と CM0+、およびシステムポート用です。PSoC™ 6 MCU デバイスは、プログラミング、テスト、デバッグ、およびハードウェアとファームウェアの両方のトレースに対する広範なサポートを含みます。再プログラミングされたデバイスまたはフラッシュプログラミングシーケンスの開始と中断を懸念されるアプリケーションでは、すべてのデバイスインターフェースを永続的に無効にできます。すべてのプログラミング、デバッグ、およびテストインターフェースを無効にできます。

デバッグオンチップ機能により、標準の量産デバイスを使用した最終システムでデバイスの完全なデバッグ処理が可能です。専用のインターフェースやデバッギング ポッド、シミュレータ、エミュレータは不要です。デバッグをサポートするために必要なものは、通常のプログラミングに使う接続だけです。

ModusToolbox™ の Eclipse IDE および PSoC™ Creator^[1] 統合開発環境 (IDE) は、これらのデバイスに完全に統合されたプログラミングおよびデバッグサポートを提供します。SWJ (SWD および JTAG) インターフェースは、業界標準のサードパーティ製プロープと完全に互換性があります。PSoC™ 6 は、デバッグ機能を無効にする機能、非常に堅牢なフラッシュ保護、およびオンチップのプログラマブルブロックにお客様独自の機能を実装できるようにすることで、複数レベルのデバイスセキュリティを提供します。

注

1. PSoC™ Creator は新規の設計には推奨されません。

機能の説明

3 機能の説明

Figure 3 のブロックダイヤグラムに示されている各機能ブロックの特長、機能、および動作の概要を説明します。詳細については、以下の文書を参照してください。

- Board Support Package (BSP) Documentation

BSP は [GitHub](#) で入手できます。これらはインフィニオンキットと連携しており、ハードウェア構成ファイル、スタートアップコード、リンクーファイルなどの基本的なデバイス機能用のファイルを提供します。BSP には、キットをサポートするために必要な他のライブラリも含まれています。各 BSP には独自のドキュメントがありますが、通常、[here](#) の例のような API リファレンスが含まれています。この [検索リンク](#) では、インフィニオン GitHub サイトで現在利用可能なすべての BSP を検索できます。

- Hardware Abstraction Layer API Reference Manual

Hardware Abstraction Layer (HAL) は、インフィニオン MCU でハードウェアブロックを設定および使用するための高レベルのインターフェースを提供します。これは、複数の製品ファミリで使用できる汎用インターフェースです。一部の部分でよりきめ細かい制御が必要な場合でも、ほとんどのアプリケーションで HAL のよりシンプルで汎用的なインターフェースを活用できます。[HAL API Reference](#) には、完全な詳細が記載されています。HAL を使用するサンプルアプリケーションは、GitHub リポジトリから HAL を自動的にダウンロードします。

- Peripheral Driver Library (PDL) Application Programming Interface (API) Reference Manual

Peripheral Driver Library (PDL) は、デバイスヘッダーファイルと周辺機器ドライバーを 1 つのパッケージに統合し、すべての PSoC™ 6 MCU 製品ラインをサポートします。ドライバーは、ハードウェア関数を一連の使いやすい API に抽象化します。これらは、[PDL API Reference](#) に完全に文書化されています。PSoC™ 6 PDL を使用するサンプルアプリケーションは、GitHub リポジトリから PSoC™ 6 PDL を自動的にダウンロードします。

- Architecture Technical Reference Manual (TRM)

Architecture TRM は、デバイス内の各リソースを詳細に説明します。PDL が提供するソフトウェアで制御されたハードウェアの動作を理解する必要がある場合、2 つ目のリファレンスとして使用してください。各リソースのアーキテクチャと機能を説明し、すべてのモードでの各リソースの動作を説明します。関連するレジスタの使用に関する具体的なガイダンスを提供します。

- Register Technical Reference Manual

Register TRM は、デバイス内にあるすべてのレジスタの詳細なリストを提供します。すべてのレジスタフィールドの内訳、可能な設定、読み出し / 書き込みのアクセス可能性、およびデフォルトの状態が含まれます。一般的なアプリケーションで適切に使用されるすべてのレジスタには、PDL 内からそれらにアクセスする機能があります。ModusToolbox™ と PDL は一部のレジスタに対して、ハードウェアのデフォルトとは異なるソフトウェアのデフォルト条件を上書きする場合があることに注意してください。

機能の説明

3.1 CPU およびメモリサブシステム

Figure 3 に示すように、PSoC™ 6 には複数のバスマスターがあります。それらは、CPU, DMA コントローラ, QSPI, USB, および暗号ブロックです。一般に、多層 Arm® AMBA 高性能バス (AHB) アービトレーションを介して、すべてのバスマスターがすべてのメモリと周辺機器にアクセスして共有できます。CPU 間のアクセスは、プロセッサ間通信 (IPC) ブロックを使用して同期できます。

3.1.1 CPU

2つの Arm® Cortex® CPU があります。

Cortex®-M4 (CM4) には、シングルサイクル乗算, 浮動小数点ユニット (FPU), およびメモリ保護ユニット (MPU) があります。最大 150 MHz で実行できます。これは、短い割込み応答時間, 高いコード密度, および高いスループットのために設計されたメイン CPU です。

CM4 は、Thumb-2 テクノロジ ([Armv7-M Architecture Reference Manual](#) で定義) に基づいた Thumb 命令セットのバージョンを実装します。

Cortex®-M0+ (CM0+) には、シングルサイクル乗算と MPU があります。最大 100 MHz で実行できます。ただし、100 MHz を超える CM4 速度の場合、CM0+ およびバス周辺機器は CM4 の半分の速度に制限されます。したがって、150 MHz で動作する CM4 の場合、CM0+ および周辺機器はシステム低消費電力 (LP) モードでは 75 MHz に制限されます。システム超低消費電力 (ULP) モードでは CPU 速度はそれぞれ 50 MHz および 25 MHz に制限されます。

CM0+ はセカンダリ CPU です。システムコールとデバイスレベルの安全性および保護機能を実装するために使用されます。CM0+ は、安全で中断のないブート機能を提供します。これにより、起動後、システムの整合性がチェックされ、メモリおよび周辺機器のアクセス権限が適用されます。

CM0+ は Armv6-M Thumb 命令セットを実装します ([Armv6-M Architecture Reference Manual](#) で定義されます)。

CPU には、 $V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$ で、内部降圧レギュレータを使用した以下の電力消費があります。

Table 1 内部降圧レギュレータを使用した $V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$ でのアクティブ電流勾配

CPU	システム電源モード		
	ULP		LP
	Cortex®-M0+	15 μA/MHz	
	Cortex®-M4	22 μA/MHz	40 μA/MHz

この CPU は、Arm® で定義されているスリープモードとディープスリープモードに選択的に配置できます。両方の CPU には、高速で確定的な割込み応答のためのネストされたベクトル割込みコントローラー (NVIC) と、ディープスリープ電源モードからの CPU ウェイクアップのためのウェイクアップ割込みコントローラー (WIC) があります。

この CPU は広範なデバッグをサポートします。PSoC™ 6 には、デバイスのプログラミングとデバッグのインターフェースとして機能するデバッグアクセスポート (DAP) があります。外部プログラマーまたはデバッガー（「ホスト」）は、デバイスのシリアルワイヤデバッグ (SWD) またはジョイントテストアクションループ (JTAG) インターフェースピンを介して DAP と通信します。DAP (および制限の対象) を介して、ホストはデバイスのメモリと周辺機器、および両方の CPU のレジスタにアクセスできます。

各 CPU は、次のデバッグおよびトレース機能を提供します。

- CM4 は、6 つのハードウェアブレークポイントと 4 つのウォッチポイント、4 ビット埋め込みトレースマクロセル (ETM)、シリアルワイヤビューアー (SWV)、およびシングルワイヤ出力 (SWO) ピンを介した printf() スタイルのデバッグをサポートします。
- CM0+ は、4 つのハードウェアブレークポイントと 2 つのウォッチポイント、および 4 KB の専用 RAM を備えたマイクロトレースバッファ (MTB) をサポートします。

PSoC™ 6 には、両方の CPU のデバッグとトレースを同期するための組込みクロストリガーもあります。

機能の説明

3.1.2 割込み

この製品ラインには 147 のシステムおよび周辺割込みソースがあり、両方の CPU で割込みとシステム例外をサポートします。CM4 には 147 の割込み要求ライン (IRQ) があり、割込みソース「n」は IRQn に直接接続されます。CM0+ には 32 個の割込み IRQ [31:0] があり、1 つのシステム割込みソースを IRQ [31:0] のいずれかに設定可能なマッピングがあります。

各割込みは、設定可能な優先度レベルをサポートします (CM4 では 8 レベル、CM0+ では 4 レベル)。1 つのシステム割込みは、CPU のマスク不能割込み (NMI) のそれぞれにマッピングできます。最大 41 個の割込みソースが、WIC を使用してデバイスをディープスリープパワーモードからウェイクアップできます。詳細については、[technical reference manual](#) を参照してください。

3.1.3 プロセッサ間通信 (IPC)

Arm® SEV および WFE 命令に加えて、ハードウェアプロセッサ間通信 (IPC) ブロックが含まれます。これには、16 個の IPC チャネルと 16 個の IPC 割込み構造が含まれます。IPC チャネルは、プロセッサ間のデータ通信を実装するために使用できます。各 IPC チャネルは、共有リソースの管理に使用できるロックスキームも実装しています。IPC 割込みにより、一方のプロセッサが他方のプロセッサに割り込み、イベントを通知します。これは、対応する IPC チャネルの通知や解放などのイベントをトリガーするために使用されます。[Table 2](#) に示すように、一部の IPC チャネルおよびその他のリソースは予約されています。

Table 2 IPC チャネルおよびその他のリソースの分配

利用可能なリソース	消費されたリソース
IPC チャネル , 16 個利用可能	8 個予約済み
IPC 割込み , 16 個利用可能	8 個予約済み
他の割込み	1 個予約済み
CM0+ NMI	予約済み
他のリソース : クロック分周器 , DMA チャネル等	1 個の CM0+ 割込みマルチプレクサ

3.1.4 DMA コントローラー

それぞれ 16 チャネルの 2 つの DMA コントローラーがあり、メモリと周辺機器への CPU に依存しないアクセスをサポートします。DMA チャネルのディスクリプタは、SRAM またはフラッシュ内にあります。したがって、ディスクリプタの数はメモリのサイズによってのみ制限されます。各ディスクリプタは、設定可能なアドレス増分を使用して、ソースおよび宛先に 2 つのネストされたループでデータを転送できます。ディスクリプタごとのデータ転送のサイズは、DMA チャネルのタイプによって異なります。詳細については、[technical reference manual](#) を参照してください。

3.1.5 暗号化アクセラレータ (暗号化)

このサブシステムは、ハードウェアの実装と、暗号化機能と乱数生成器の高速化で構成されます。

暗号化サブシステムは次をサポートします。

- 暗号化 / 複合化機能
 - データ暗号化基準 (DES)
 - トリプル DES (3DES)
 - Advanced Encryption Standard (AES) (128 ビット , 192 ビット , 256 ビット)
 - 楕円曲線暗号 (ECC)
 - RSA 暗号化機能
- ハッシュ機能
 - セキュアハッシュアルゴリズム (SHA)
 - SHA-1
 - SHA-224/-256/-384/-512
- メッセージ認証機能 (MAC)
 - ハッシュメッセージ認証コード (HMAC)
 - 暗号ベースのメッセージ認証コード (CMAC)

機能の説明

- 32 ビットの巡回冗長コード (CRC) 生成器
- 亂数生成器
 - 疑似乱数生成器 (PRNG)
 - 真の乱数生成器 (TRNG)

3.1.6 保護ユニット

この製品ラインには、メモリおよび周辺レジスタへの誤ったまたは不正なアクセスを制御するための複数のタイプの保護ユニットがあります。CM4 および CM0+ には、バスマスターレベルでの保護のための ArmR MPU があります。他のバスマスターは追加の MPU を使用します。共有メモリ保護ユニット (SMPU) は、複数のバスマスター間で共有されるメモリリソースのメモリ保護の実装に役立ちます。周辺保護ユニット (PPU) は SMPU に似ていますが、周辺レジスタ空間を保護するために設計されています。

保護ユニットは、アドレス範囲、読み出し / 書き込み、コード / データ、特権レベル、保護 / 非保護、保護コンテキストなどのメモリおよび周辺機器アクセス属性をサポートします。

一部の保護ユニットリソースは、システム使用のために予約されています。詳細については、[technical reference manual \(TRM\)](#) を参照してください。

3.1.7 メモリ

PSoC™ 6 には、フラッシュ、SRAM、ROM、および eFuse メモリブロックが含まれます。

• フラッシュ

最大 1 MB のアプリケーションフラッシュがあり、256 KB のセクタで構成されます。2 つの 32 KB フラッシュセクタもあります。

- 通常、EEPROM エミュレーションに使用される補助フラッシュ (AUXflash)
- 監視フラッシュ (SFlash)。SFlash に保存されるデータには、デバイストリム値、**フラッシュ ブート** コード、および暗号化キーが含まれます。デバイスが「セキュア」ライフサイクルステージに移行すると、SFlash は変更できなくなります。

フラッシュには、電力を削減するために 128 ビット幅のアクセスがあります。書き込み操作は行レベルで実行できます。行(ページとも呼ばれる)は 512 バイトです。読み出し操作はシステム低消費電力モードと超低消費電力モードの両方でサポートされますが、書き込み操作はシステム超低消費電力モードでは実行できない場合があります。

フラッシュコントローラには、各 CPU に 1 つずつ、2 つのキャッシュがあります。各キャッシュは 8 KB で、4 ウェイのセットの関連性があります。

• SRAM

最大 288 KB の SRAM があります。電力制御と保持の粒度は 32 KB ブロックで実装されているため、ユーザーはディープスリープで保持されるメモリの量を制御できます。メモリはハイバネートモードでは保持されません。

• ROM

監視 ROM (SROM) とも呼ばれる 128 KB ROM は、いくつかのシステム機能にコード (**ROM ブート**) を提供します。ROM には、デバイスの初期化、フラッシュ書き込み、セキュリティ、eFuse プログラミング、およびその他のシステムレベルのルーチンが含まれます。ROM コードは、保護コンテキスト 0 の CM0+ CPU によってのみ実行されます。システム機能は、CPU または DAP によって開始できます。これにより、CM0+ で NMI が発生し、CM0+ がシステム機能を実行します。

• eFuse

ワンタイムプログラマブル (OTP) eFuse アレイは 1024 ビットで構成され、そのうち 512 ビットはシステム(ダイ ID、デバイス ID、初期トリム設定、デバイスライフサイクル、およびセキュリティ設定など)用に予約されています。残りのビットは、キー情報、ハッシュ値、固有の ID、または同様のカスタムコンテンツを保存するために使用できます。

各ヒューズは個別にプログラムされます。プログラムされる(または「切れる」と、その状態は変更できません。ヒューズが切れると、デフォルト状態の 0 から 1 に移行します。eFuse をプログラムするには、14 mA で V_{DDIO0} が $2.5 \text{ V} \pm 5\%$ でなければいけません。

機能の説明

eFuse のブローは不可逆的なプロセスであるため、プログラミングは、制御された工場条件下での量産でのみ推奨されます。詳細については、[PSoC™ 6 MCU Programming Specifications](#) を参照してください。

3.1.8 ブートコード

ROM ブート と **フラッシュ ブート** の 2 つのコードブロックがデバイスに事前にプログラムされています。これらが連携してデバイスの起動と設定、基本的なセキュリティ機能、ライフサイクルステージ管理およびその他のシステム機能を提供します。

• ROM ブート

デバイスをリセットすると、ROM 内のブートコードが最初に実行されます。このコードは次を実行します。

- フラッシュブートコードの整合性チェック
- デバイスのトリミング設定（キャリブレーション）
- デバイス保護ユニットの設定
- ライフサイクル状態のデバイスアクセス制限の設定

ROM は変更できず、保護されたシステムで信頼のルートとして機能します。

• フラッシュ ブート

フラッシュブートは、SFlash およびアプリケーションフラッシュに格納されたファームウェアモジュールです。検証されたアプリケーションのみがデバイスで実行されることを保証します。また、悪意のある第三者などによってファームウェアイメージが変更されていないことも確認します。

フラッシュ ブート：

- ROM ブートによって保証されます
- ROM ブート後、ユーザーアプリケーションの前に実行
- システム コールを有効にします
- デバッグ アクセス ポートを設定します
- ユーザー アプリケーションを起動します

ユーザーアプリケーションを検証できない場合、フラッシュブートにより、デバイスが安全な状態に移行することが保証されます。

機能の説明

3.1.9 メモリマップ

両方の CPU には、メモリと周辺機器への共有アクセスを備えた固定アドレスマップがあります。32 ビット (4 GB) のアドレス空間は、Table 3 に示す領域に分割されます。コードは、Code および External RAM から実行できることに注意してください。

Table 3 CM4 および CM0+ のアドレスマップ

アドレス範囲	名称	利用
0x0000 0000 – 0x1FFF FFFF	Code	プログラムコード領域。ここにデータも配置できます。アドレス 0 で始まる例外ベクトルテーブルが含まれます。
0x2000 0000 – 0x3FFF FFFF	SRAM	データ領域。この領域は PSoC™ 6 ではサポートされません。
0x4000 0000 – 0x5FFF FFFF	Peripheral	すべての周辺レジスタ。コードはこの領域から実行できません。この領域の CM4 ビットバンドは PSoC™ 6 ではサポートされません。
0x6000 0000 – 0x9FFF FFFF	External RAM	SMIF または QSPI インターフェースシリアルメモリインターフェース (SMIF) セクションを参照)。この領域からコードを実行できます。
0xA000 0000 – 0xDFFF FFFF	External Device	使用なし
0xE000 0000 – 0xE00F FFFF	Private Peripheral Bus	CPU コア内の周辺レジスタへのアクセスを提供します。
0xE010 0A000 – 0xFFFF FFFF	Device	デバイス固有のシステムレジスタ。

Table 4 に示すデバイスマメリマップは、両方の CPU に適用されます。つまり、CPU はすべての PSoC™ 6 MCU メモリおよび周辺機器レジスタへのアクセスを共有します。

Table 4 CM4 および CM0+ の内部メモリアドレスマップ

アドレス範囲	メモリタイプ	容量
0x0000 0000 – 0x0001 FFFF	ROM	128 KB
0x0800 0000 – 0x0804 7FFF	SRAM	最大 288 KB
0x1000 0000 – 0x100F FFFF	アプリケーション フラッシュ	最大 1 MB
0x1400 0000 – 0x1400 7FFF	補助フラッシュ。 EEPROM エミュレーションに使用可能。	32 KB
0x1600 0000 – 0x1600 7FFF	監視フラッシュ	32 KB

SRAM は両方の CPU の Arm® Code 領域にあります (Table 3 を参照)。CPU の Arm® SRAM 領域に物理メモリはありません。

機能の説明

3.2 システムリソース

3.2.1 電源システム

電源システムは各モードに応じた電圧レベルを保証します。これを実現するために、機能の正常な動作に必要な電圧レベルを達成するまでモードへの移行を遅延させる(例えば、パワーオンリセット(POR)の時)、または電源が指定されたレベルを下回った場合にリセットを発生させます(電圧低下検出(BOD))。このデザインは、電源電圧が規定されたレベル(例えば、1.7V)を下回ってからリセットが発生するまで安全なチップ動作を保証します。電圧シーケンスの要件はありません。

V_{DDP} 電源(1.7 ~ 3.6V)はオンチップ降圧レギュレータまたは低ドロップアウトレギュレータ(LDO)に電力を供給します。供給先はユーザーが選択可能です。さらに、降圧レギュレータおよびLDOの両方へ供給するコア動作電圧(V_{CCD})も、0.9Vまたは1.1Vから選択できます。この選択について、ユーザーは2つのシステム電源モードから選択できます。

- System Low Power (LP) は、1.1Vで V_{CCD} を動作させ、デバイス構成の制限なしで高性能を提供します。
- System Ultra Low Power (ULP) は、例外的な低電力を得るために0.9Vで V_{CCD} を動作させますが、最大クロック速度に制限を課します。

加えて、バックアップドメインは、バッテリやスーパーキャパシタなどのバックアップ電源(V_{BACKUP})によって供給される個別の電源ドメインを使用して、「常時オン」機能を追加します。32.768kHzの時計水晶発振器(WCO)でサポートされるアラーム機能を備えたリアルタイムクロック(RTC)、および電源管理IC(PMIC)制御が含まれます。詳細については[電源に関する考慮事項](#)を参照してください。

3.2.2 電力モード

PSoC™ 6 MCU は、4つのシステムと3つのCPU電力モードで動作できます。これらのモードは、アプリケーションの平均消費電力を最小限に抑えることを目的とします。電力モードおよびその他の省電力設定オプションの詳細については、アプリケーションノート [AN219528: PSoC™ 6 MCU low-power modes and power reduction techniques](#) と [Architecture TRM の Power Mode 章](#) を参照してください。

PSoC™ 6 MCU でサポートされている電力モードは、電力消費の少ない順に次のとおりです。

- システム低電力(LP):すべての周辺機器とCPU電源モードは最大速度で利用可能
- システム超低電力(ULP):すべての周辺機器とCPU電源モードが利用可能ですが、速度は制限されている
- CPUアクティブ:CPUはシステムLPまたはULPモードでコードを実行
- CPUスリープ:CPUコードの実行は、システムLPまたはULPモードで停止
- CPUディープスリープ:システムLPまたはULPモードでCPUコードの実行が停止し、システムディープスリープが要求される
- システムディープスリープ:両方のCPUがCPUディープスリープモードに入った後は、低周波数の周辺機器のみが利用可能
- システムハイバネート:デバイスとI/Oの状態がフリーズし、デバイスがウェイクアップ時にリセット

CPUアクティブ、スリープ、およびディープスリープは、Arm® CPU 命令セットアーキテクチャ (ISA) でサポートされる標準の Arm® 定義電力モードです。システム LP, ULP, ディープスリープ、およびハイバネートモードは、PSoC™ 6 MCU でサポートされる追加の低電力モードです。ハイバネートモードは、PSoC™ 6 MCU の最低電力モードであり、ウェイクアップ時に、CPU およびすべての周辺機器がリセットされます。

3.2.3 クロックシステム

Figure 4 に、クロックシステムが以下のもので構成されていることを示します。

- 内部主発振器(IMO)
- 内部低速発振器(ILO)
- 高精度 ILO (PILO)

機能の説明

- 時計用水晶発振器 (WCO)
- システムおよび Bluetooth® LE サブシステム用の外部 MHz 水晶発振器 (ECO)
- 外部クロック入力
- Phase-locked loop (PLL)
- Frequency-locked loop (FLL)

クロックはバッファリングされ、Smart I/O ポートのピンに引き出されます。

アプリケーションが起動時のデフォルトのクロックは、IMO と FLL によって駆動される CLK_HF [0] です。CLK_HF [0], clk_fast, clk_peri, および clk_slow は、すべて 50 MHz (LP モード) または 25 MHz (ULP モード) のいずれかです。すべての周辺クロックを含む他のすべてのクロックはオフです。

3.2.4 内部主発振器 (IMO)

IMO は、内部クロックの主要供給源です。仕様の精度を達成するために出荷試験中に調整されます。IMO のデフォルト周波数は 8 MHz で、許容誤差は $\pm 2\%$ です。

3.2.5 内部低速発振器 (ILO)

ILO は、公称 32 kHz の非常に低電力の発振器で、すべての電力モードで動作します。ILO は、精度を高めるために、より高い精度のクロックに対して較正できます。

3.2.6 高精度 ILO (PILO)

PILO は、ECO などの高精度クロックを使用して定期的にキャリブレーションされた場合、ILO よりも正確なクロックを供給できる 32.768 kHz クロックです。

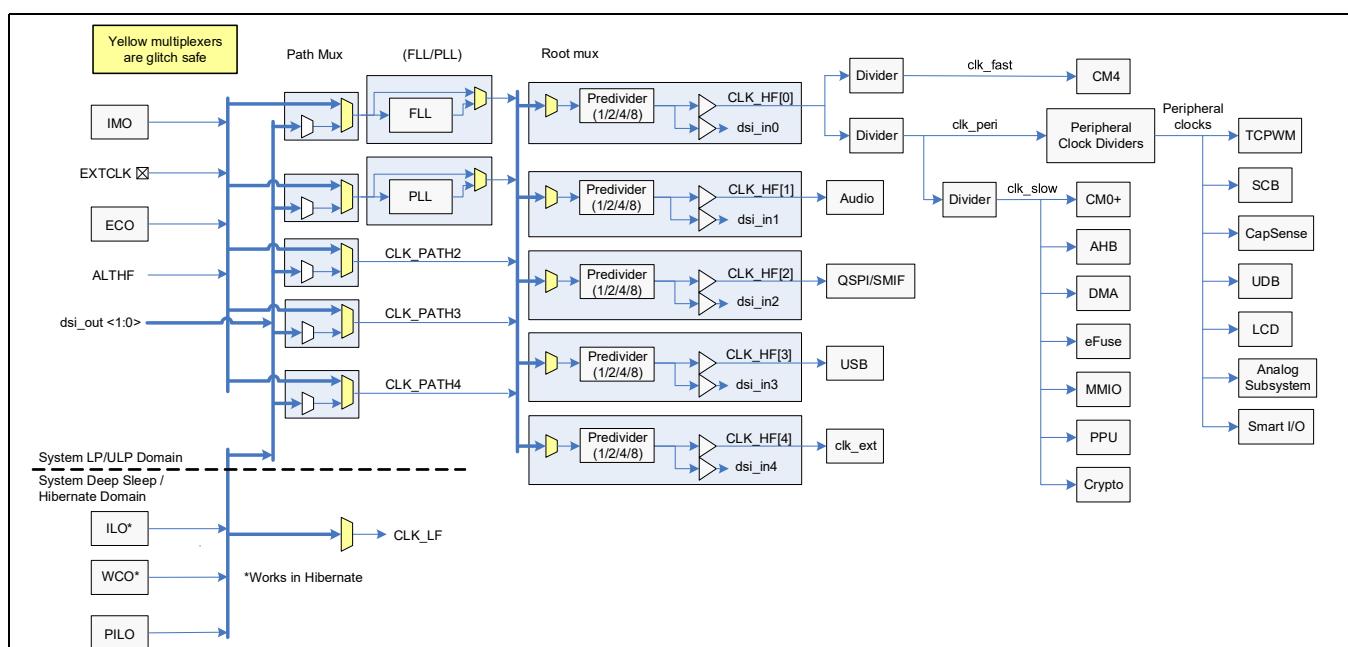


Figure 4 クロック ダイヤグラム

機能の説明

3.2.7 外部水晶発振器

Figure 5 に、この製品ラインのすべての外部水晶発振器回路を示します。示されているコンポーネント値は典型的なものです。水晶の値については [ECO の仕様](#) を、負荷コンデンサの値については水晶のデータシートを確認してください。ECO と WCO には、平衡外部負荷コンデンサが必要です。Bluetooth® LE 発振器は外部負荷コンデンサを必要としません。詳細については、TRM および [AN218241, PSoC™ 6 MCU Hardware Design Considerations](#) を参照してください。

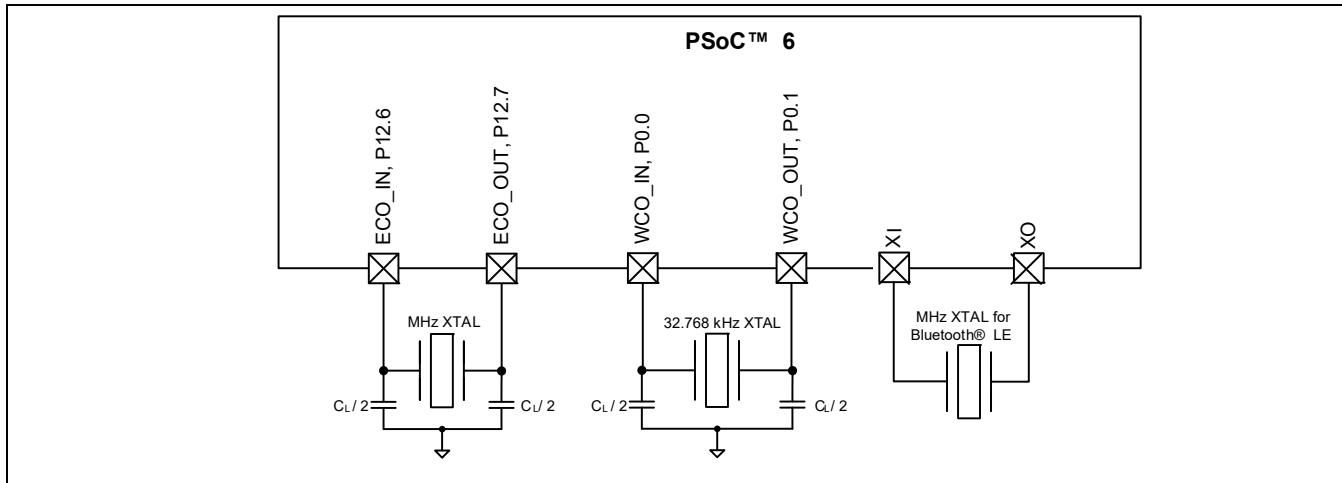


Figure 5 発振器回路

ECO を使用する場合、そのパフォーマンスは GPIO スイッチングノイズの影響を受けることに注意してください。**Table 5** に示すように、GPIO ポートを使用する必要があります。一般的なアナログサブシステムの使用に関する追加の制限については、**Table 6** も参照してください。

Table 5 ECO 使用ガイドライン

ポート	最大周波数	$V_{DDD} \leq 2.7\text{ V}$ での駆動強度	$V_{DDD} > 2.7\text{ V}$ での駆動強度
ポート 11	SMIF の場合 60 MHz (QSPI)	DRIVE_SEL 2	DRIVE_SEL 3
ポート 12 および 13	低速スルーレート設定	制限なし	制限なし

3.2.8 ウオッヂドッグ タイマー (WDT, MCWDT)

PSoC™ 6 MCU には 1 つの WDT と 2 つのマルチカウンター WDT(MCWDT) があります。WDT には 16 ビットのフリーランニングカウンターがあります。各 MCWDT には、2 つの 16 ビットカウンターと 1 つの 32 ビットカウンターがあり、複数の動作モードがあります。すべての 16 ビットカウンターは、ウォッヂドッグデバイスリセットを生成できます。すべてのカウンターは、一致イベントで割込みを生成できます。

WDT は ILO によってクロックされます。システム LP/ULP, ディープスリープ, およびハイバネートモードで割込み / ウェイクアップの生成が行えます。MCWDT は LFCLK (ILO または WCO) によってクロックされます。システム LP/ULP およびディープスリープモードで定期的な割込み / ウェイクアップ生成を実行できます。

3.2.9 クロック分周器

ペリフェラルの使用とタイミングの目的で、以下の整数と分数のクロック分周器が用意されます。

- 8 つの 8 ビットクロック分周器
- 16 個の 16 ビット整数クロック分周器
- 4 つの 16.5 ビット分数クロック分周器
- 1 つの 24.5 ビット分数クロック分周器

機能の説明

3.2.10 トリガールーティング

PSoC™ 6 MCU には、トリガーマルチプレクサブロックが含まれます。これは、周辺機器ブロック間および GPIO と周辺機器ブロック間でトリガー信号をルーティングするために使用されるデジタルマルチプレクサとスイッチを集めたものです。

トリガールーティングには 2 つのタイプがあります。トリガーマルチプレクサは、送信元と宛先で再設定可能で、特定の送信元を宛先に接続する「1 対 1 トリガー」と呼ばれる有線スイッチもあります。ユーザーはルートを有効または無効にできます。

3.2.11 リセット

PSoC™ 6 MCU は、さまざまなソースからリセットできます。

- 電源がデバイスが正常に機能するために必要なレベルまで上昇する間、デバイスをリセット状態に保持するパワーオンリセット (POR)。POR は電源投入時に自動的にアクティブになります。
- ブラウンアウト検出 (BOD) リセットは、デジタル電圧供給 VDDD を監視し、VDDD が必要な最小ロジック動作電圧を下回った場合にリセットを生成します。
- 外部ソースを使用してデバイスをリセットする外部リセット専用ピン (XRES)。XRES ピンはアクティブ Low です。[Figure 6](#) に示すように、 V_{DDD} へのプルアップ抵抗またはアクティブドライブ回路のいずれかに接続できます。プルアップ抵抗を使用する場合は、その値を選択して、ピンが Low に引き下げられたときの電流引き込みを最小限に抑えます。4.7 kΩ ~ 100 kΩ が標準です。

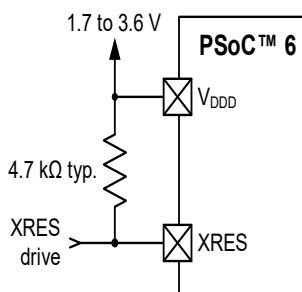


Figure 6 XRES 接続ダイヤグラム

- ウォッチドッグタイマー (WDT または MCWDT) は、ファームウェアが指定されたタイムアウト期間内にデバイスのサービスに失敗した場合にデバイスをリセットします。
- ファームウェアを使用してオンデマンドでデバイスをリセットするためのソフトウェア起動リセット。
- ロジック保護障害は、不正な操作条件が発生した場合に割込みをトリガーしたり、デバイスをリセットしたりできます。例えば、特権コードの実行中にデバッグブレークポイントに到達します。
- システムハイバネート低消費電力モードからデバイスを復帰させるためのハイバネート ウェイクアップリセット。

リセットイベントは非同期であり、デバイスを既知の状態に復帰させることができます。リセットソースの一部はレジスタに記録されます。これはリセットを通じて保持され、ソフトウェアがリセットの原因を特定できるようにします。

3.3 Bluetooth® LE 無線およびサブシステム

この製品ラインには、セキュリティエンジンを組み込んだ物理層 (PHY) およびリンク層 (LL) エンジンを含む Bluetooth® LE サブシステムを内蔵します。インフィニオンは、Bluetooth® LE の広範なドライバーライブラリとミドルウェアのサポートも提供します。[ModusToolbox™ Software](#) を参照してください。

物理層は、Bluetooth® LE 仕様 5.0 に準拠する 2.4 GHz ISM 帯域で 2 Mbps でガウス周波数シフトキーイング (GFSK) パケットを送受信するデジタル PHY と RF トランシーバーで構成されます。

ベースバンド コントローラーは、マスターおよびスレーブ モードの両方に対応する複合ハードウェアとファームウェア実装です。HCI やリンク制御などの重要なプロトコル要素はファームウェアに実装されま

機能の説明

す。暗号化、CRC、データホワイトニング、アクセスコード相関などのタイムクリティカルな機能ブロックはハードウェア(LLエンジン内)に実装されます。

RFトランシーバーは、マッチング/フィルタリングネットワークを介して 50Ω アンテナを駆動するシングルエンドRFポートピンを提供する集積バランを備えます。受信ではこのブロックでGFSK復調を行って、アンテナからのRF信号をデジタルビットストリームに変換します。送信ではこのブロックでGFSK変調を行った後、デジタルベースバンド信号を無線周波数に変換しアンテナから送信します。

ハードウェアとファームウェアに実装されている主な機能は以下のとおりです。

- 論理リンク制御と適応プロトコル(L2CAP)、属性プロトコル(ATT)、セキュリティマネージャ(SM)プロトコルに対応するマスターとスレーブシングルモードプロトコルスタック
- 一般属性プロファイル(GATT)、一般アクセスプロファイル(GAP)およびL2CAPへのAPIアクセス
- L2CAP接続向けチャネル(Bluetooth® 4.1の機能)
- GAP機能
 - ブロードキャスター、オブザーバー、ペリフェラル、セントラルの役割
 - セキュリティモード1:レベル1,2,3,および4、セキュリティモード2:レベル1および2
 - ユーザー定義の通知データ
 - 複数の接続に対応
- GATT機能
 - GATT ClientおよびServer
 - GATTサブプロシージャに対応
 - 32ビットユニークスルーアイデンティティ(UUID)(Bluetooth® 4.1機能)
- セキュリティマネージャ(SM)
 - ペアリング方式: Just works, Passkey Entry, and Out of Band
 - LEセキュアコネクションペリングモデル
 - 認証済みの中間者攻撃(MITM)保護とデータ署名
- リンク層(LL)
 - マスターとスレーブの役割
 - 128ビットAESエンジン
 - 低デューティ比通知
 - LE Ping
 - LLプライバシー1.2(Bluetooth® 4.2機能)
 - データ長の拡張(Bluetooth® 4.2機能)
- SIGが採用したすべてのBluetooth® LEプロファイルに対応

アドバタイズ(1.28秒, 31バイトパケット, 0 dBm TX出力電力)および接続(300ミリ秒, 0バイトパケット, 0 dBm TX出力電力)の消費電力は、それぞれ42 μWおよび70 μWです。

機能の説明

3.4 プログラマブルアナログサブシステム

3.4.1 12ビットSAR ADC

12ビットの1Msps SAR ADCは、18MHzの最大クロックレートで動作でき、12ビット変換を行うにはその周波数で最低18クロックが必要です。ADCリファレンス電圧には、 V_{DDA} , $V_{DDA/2}$, およびアナログリファレンス(AREF)の3つの内部リファレンスのいずれかを使用できます。AREFは公称1.2Vで、±1%に調整されています。[Table 23](#)を参照してください。VREFピンを駆動することにより、外部リファレンスを使用することもできます。 $V_{DDA/2}$ またはAREFをリファレンスとして使用する場合、ノイズの多い状態でのパフォーマンスを向上させるために、外部バイパスコンデンサをVREFピンに接続できます。これらの参照オプションにより、使用される参照の精度でレシオメトリック読み出しありは絶対読み出しが可能です。ADCの入力範囲は、 V_{SS} と V_{DDA}/V_{DDIOA} の間の全電源電圧です。SARADCは、同じ設定でシングルエンド信号と差動信号を組み合わせて設定できます。

SAR ADCのサンプル/ホールド(S/H)アパートチャはプログラム可能で、必要に応じて、高インピーダンスの信号が十分に安定するのに十分な時間を確保できます。適切なリファレンス電圧が使用され、システムノイズレベルが許す限り、システム性能は真の12ビット精度で65dBです。ノイズの多い状態で性能を改善するために、内部リファレンスアンプ用の外部バイパスコンデンサを(固定「VREF」ピンを介して)追加できます。

SARは入力マルチプレクサを介して、決められたピンに接続されます。マルチプレクサは、スイッチングオーバーヘッドの必要はなく、選択されたチャネルを自律的に巡回します(シーケンサスキャン)(つまり、合計サンプリング帯域幅は、単一のチャネルか複数のチャネルであるかにかかわらず1Mspsです)。各チャネルの結果はバッファリングされるため、すべてのチャネルのフルスキャンが完了した場合のみ割込みがトリガーされます。また、入力が最小値または最大値、あるいはその両方を超えた場合に検出し、割込みを発生させるように、レンジレジスタのペアを設定できます。これにより、シーケンサのスキャンが完了するのを待たずに、範囲外の値を迅速に検出し、CPUが値を読み出し、ソフトウェアで範囲外の値をチェックできます。SARは、ファームウェア制御下で、アナログマルチプレクサバス(AMUXBUS)を介して他のほとんどGPIOピンにも接続できます。SARは、高速クロック(最大18MHz)を必要とするため、ディープスリープモードおよびハイバネート状態モードでは使用できません。SARの動作範囲は1.71~3.6Vです。

ADCの精度はGPIOスイッチングノイズの影響を受けます。精度を向上させるには、[Table 6](#)にリストされているGPIOポート制限を実装します。さらに、ポート9および10にスイッチング出力があつてはいけません。

3.4.2 温度センサー

オンチップ温度センサーはSARシーケンサブロックの一部であり、SAR ADCによってスキャンされる場合があります。これは、電力を節約するために無効にできる電流源によってバイアスされるダイオードで構成されます。温度センサーは、測定チャネルの1つとしてSAR ADCに直接接続できます。ADCは温度センサーの出力をデジタル化し、インフィニオンが提供するソフトウェア機能を使用して、校正と直線化を含む読み出し値を温度に変換できます。

3.4.3 12ビットのデジタルアナログ変換器

チップには、2μs以内で安定する12ビット電圧モードのDACが内蔵されます。DACはユーザー定義の波形を生成するためにDMAコントローラによって駆動されます。チップからのDAC出力は、抵抗ラダー出力(グランド近傍で高度にリニア)またはCTBmブロックのオペアンプを使用したバッファ付き出力のいずれかです。

3.4.4 2個のオペアンプのある連続時間ブロックミニ(CTBm)

[Figure 7](#)に示すように、このブロックは2つのオペアンプで構成され、それらは入力と出力はピンと他のアナログブロックに接続されます。3つの電力モード(高、中、および低)とコンパレータモードがあります。オペアンプは、SAR入力とDAC出力をバッファするため使用できます。これらのオペアンプの非反転入力は2つのピンのいずれかに接続でき、したがって、独立したセンサーを異なる時間に使用できます。ピンの選択はファームウェアを使って行われます。オペアンプは、システムのディープスリープモードでの動作にも対応し、パフォーマンスが低下し、消費電力が削減されます。

機能の説明

3.4.5 低消費電力コンパレータ

2つの低消費電力コンパレータが提供され、すべての電力モードで動作できます。これにより、システムディープスリープおよびハイバネートモード中に外部電圧レベルを監視する機能を維持しながら、他のアナログシステムリソースを無効にできます。システムウェイクアップ回路がコンパレータの切り替えイベントによりアクティブになる非同期電力モード(ハイバネート)で動作する場合を除き、準安定状態を避けるために、コンパレータ出力は通常同期化されます。

機能の説明

Figure 7 に、アナログサブシステムの概要を示します。この図は、概略化した図です。接続の詳細については、[Architecture TRM](#) 参照してください。

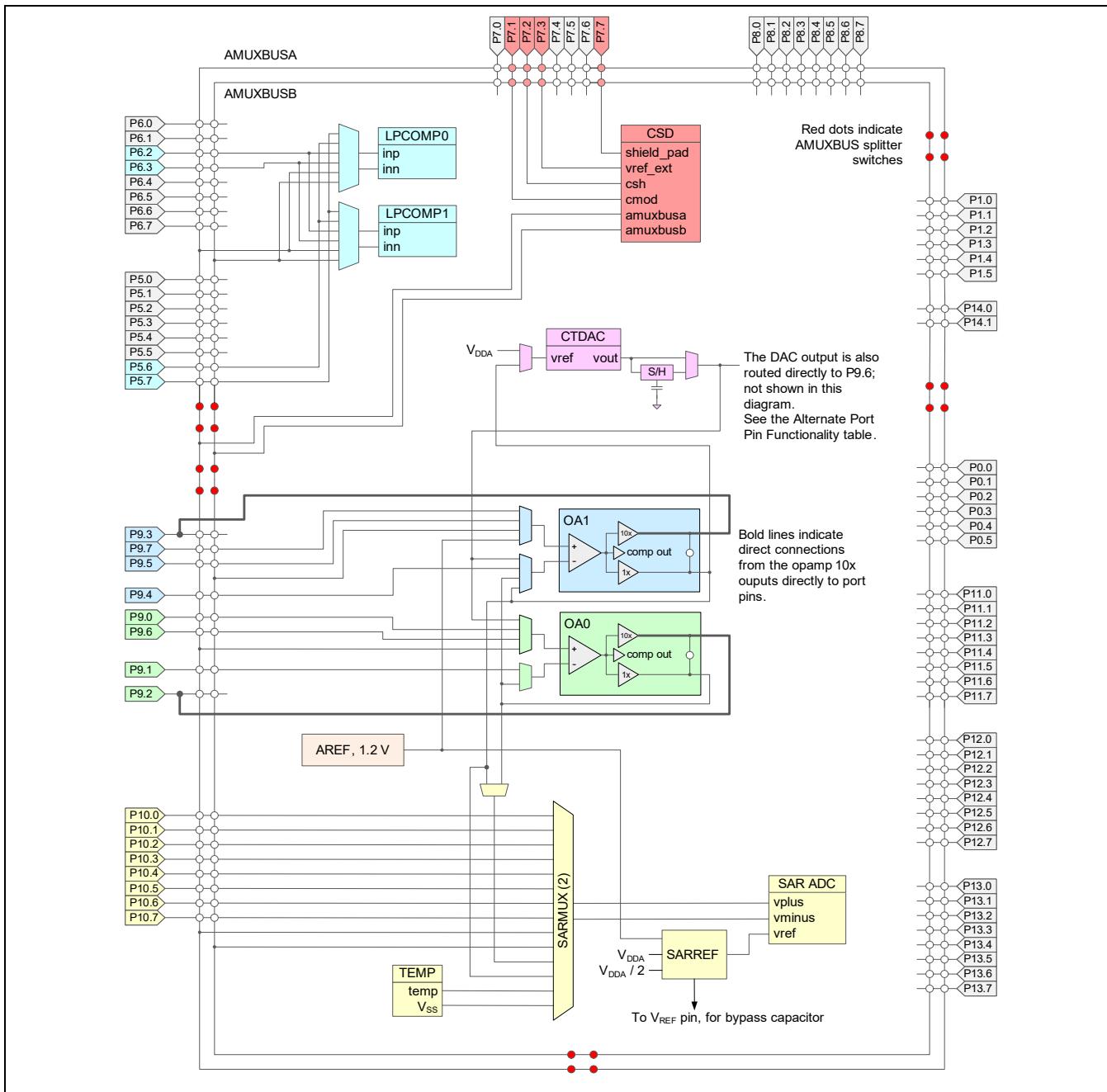


Figure 7 アナログサブシステム

機能の説明

3.5 プログラマブル デジタル

3.5.1 Smart I/O

Smart I/O デバイスの内部リソースから GPIO ピンに移動する信号、または外部ソースからデバイスに移動する信号のブール演算を可能にするプログラマブルロジックファブリックです。Smart I/O ブロックは、GPIO ピンと高速 I/O マトリックス (HSIOM) の間にあり、単一のポート専用です。

2 つの Smart I/O ブロックがあります。1 つはポート 8 に、もう 1 つはポート 9 にあります。Smart I/O が有効になっていない場合、ポート 8 およびポート 9 のすべての信号は Smart I/O ハードウェアをバイパスします。

Smart I/O は下記をサポートします。

- システムのディープスリープ動作
- CPU の介入なしのブール演算
- 非同期または同期 (クロック) 操作

各 Smart I/O ブロックには、データユニット (DU) と 8 つのルックアップテーブル (LUT) が含まれます。

DU は下記のとおりです。

- 選択可能なオペコードに基づいて独自の機能を実行します。
 - 内部リソース、GPIO ポート、または DU レジスタの値から入力信号を発信できます。
- 各 LUT は下記のとおりです。
- 3 つの選択可能な入力ソースがあります。入力信号は、別の LUT、内部リソース、GPIO ピン、または DU からの外部信号から供給されます。
 - プログラム可能なブール論理テーブルとして機能します。
 - 同期または非同期にできます。

3.5.2 ユニバーサル デジタル ブロック (UDB)

この製品ラインは 12 個の UDB を内蔵します。UDB は、Figure 8 に示すように、一般的な組込み周辺機器とカスタム機能を作成するために最適化された、コミットされていないロジック (PLD) とナノ CPU (データパス) の集まりです。UDB データパスは 8 ビット幅であり、連鎖して 16, 24, および 32 ビット関数を形成できます。UDB には、デジタルシステムインターフェクト (DSI) が含まれます。これは、UDB、固定機能周辺機器、I/O ピン、およびその他のシステムブロック間で信号をルーティングして、フル機能のデバイス接続を実装します。DSI は、任意のデジタル機能と任意のピン間のルーティングを可能にします。ポートアダプタブロックは UDB を拡張して、HSIOM を介して GPIO へのインターフェースを提供します。

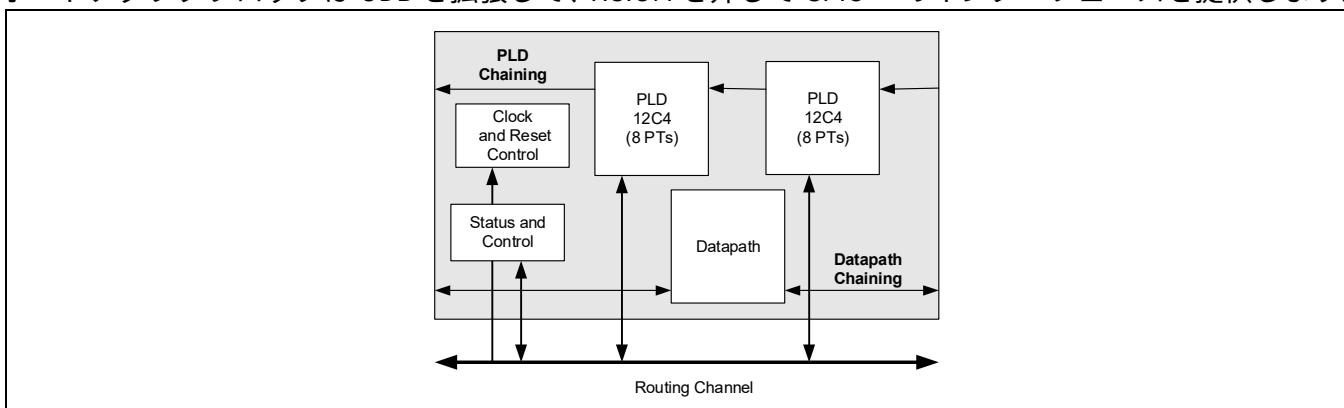


Figure 8 UDB ブロック ダイヤグラム

機能の説明

3.6 固定機能デジタル

3.6.1 タイマー / カウンター / パルス幅変調器 (TCPWM) ブロック

- TCPWM は、次の動作モードをサポートします。
 - 比較付きタイマーカウンター
 - キャプチャ付きタイマーカウンター
 - 直交デコード
 - パルス幅変調 (PWM)
 - 疑似乱数 PWM
 - デッドタイム付き PWM
- アップ , ダウン , およびアップ / ダウンカウントモード
- クロック プリスケーリング (1, 2, 4, ... 64, 128 による分周)
- 比較 / キャプチャおよび期間値のダブルバッファリング
- アンダーフロー , オーバーフロー , および出力信号のキャプチャ / 比較
- 割込みのサポート
 - ターミナルカウント : モードに依存。通常、オーバーフローまたはアンダーフローで発生
 - キャプチャ / 比較 : カウントがキャプチャレジスタにキャプチャされるか、カウンター値が比較レジスタの値と等しい
- PWM の相補出力
- 立ち上りエッジ , 立ち下りエッジ , 両方のエッジ , およびレベルトリガーオプションを使用して、各 TCPWM の選択可能な開始 , リロード , 停止 , カウント , およびイベント信号をキャプチャします。TCPWM には、強制的に出力を所定の状態にするための Kill 入力があります。

このデバイスには次のものがあります。

- 8 個の 32 ビット TCPWM
- 24 個の 16 ビット TCPWM

3.6.2 シリアル通信ブロック (SCB)

この製品ラインには 9 つの SCB があります。

- 8 つは I²C, UART, または SPI のいずれかを実装できます。
- 1 つの SCB (SCB#8) は外部クロックを使用してシステムディープスリープモードで動作でき、この SCB は SPI スレーブまたは I²C スレーブのいずれかです。

I²C モード : SCB は完全なマルチマスターおよびスレーブインターフェースを実装できます（マルチマスターのアービトリレーションが可能です）。このブロックは、最大 1 Mbps (Fast Mode Plus) の速度で動作できます。また、メールボックスアドレス範囲を作成する EZI2C をサポートし、メモリ内のアレイの読み出しと書き込みに対する I²C 通信を効果的に削減します。SCB は、送受信用に 256 バイトの FIFO をサポートします。

I²C ペリフェラルは、NXP I²C バス仕様およびユーザーマニュアル (UM10204) で定義されている I²C 標準モード , Fast モード , および Fast モード プラス デバイスと互換性があります。I²C バス I/O は、オープンドレインモードにある GPIO を使って実装されます。

UART モード : 最大 8 Mbps で動作するフル機能の UART です。基本の UART プロトコルから少し発展した車載向けシングルワイヤインターフェース (LIN), 赤外線インターフェース (IrDA), SmartCard (ISO7816) プロトコルに対応します。また、共通の Rx と Tx ラインを介して接続したペリフェラルのアドレス指定を可能にする 9 ビットマルチプロセッサモードに対応します。パリティエラー , ブレーク検出 , フレームエラーなどの一般的な UART 機能がサポートされます。256 バイトの FIFO を使用すると、はるかに長い CPU サービスレイテンシを許容できます。

SPI モード : SPI モードは Motorola SPI, TI セキュア シンプルペアリング (SSP) (SPI コーデックの同期化用の開始パルスを本質的に追加), National Microwire (半二重の SPI) に完全に対応します。SPI ブロックは、EZSPI モードをサポートします。このモードでは、データ交換はメモリ内の配列の読み出しと書き込みに限定されます。SPI インターフェースは 25 MHz クロックで動作します。

機能の説明

3.6.3 USB 12 Mbps device interface

PSoC™ 6 には、USB 12 Gbps デバイスインターフェースが組み込まれます。デバイスは、最大 8 つのエンドポイントを持っています。512 バイトの SRAM バッファが用意され、DMA がサポートされます。

注：USB ピンを使用しない場合は、 V_{DDUSB} をグランドに接続し、P14.0/USBDP ピンと P14.1/USBDM ピンは未接続のままにしてください。

3.6.4 QSPI インターフェースシリアルメモリインターフェース (SMIF)

シリアルメモリインターフェースが提供され、最大 80 MHz で実行されます。シングル、デュアル、クワッド、デュアルクワッド、およびオクタルの SPI 設定をサポートし、最大 4 つの外部メモリデバイスをサポートします。次の 2 つの操作モードをサポートします。

- メモリマップ I/O (MMIO): SMIF レジスタおよび FIFO を介したデータアクセスを提供するコマンドモードインターフェース
- 所定の場所での実行 (XIP): AHB 読み出しおよび書き込みは、SPI 読み出しおよび書き込み転送に直接変換される。

XIP モードでは、外部メモリは PSoC™ 6 MCU 内部アドレス空間にマッピングされ、外部メモリから直接コードを実行できます。パフォーマンスを改善するために、4 KB のキャッシュが含まれます。XIP モードは、AES-128 のオンザフライ暗号化および復号化もサポートしているため、外部メモリのコードおよびデータの安全な保管とアクセスが可能です。

3.6.5 LCD

このブロックは、LCD コモンとセグメントを駆動します。ルーティングは、ほとんどの GPIO で使用できます。GPIO の 1 個から 8 個をコモンに使用する必要があり、残りはセグメントに使用できます。

LCD ブロックには、高速 (8MHz) と低速 (32kHz) の 2 つの動作モードがあります。どちらのモードもシステム LP モードと ULP モードで動作します。低速モードは、システムのディープスリープモードでコントラストを下げる動作します。このモードを使用する前に、コモンラインとセグメントラインの数、視野角の要件、プロトタイプのパフォーマンスを確認してください。

機能の説明

3.7 GPIO

この製品ラインには、最大 84 個の GPIO があり、以下を実装します。

- 8 つの駆動強度モード

- アナログ入力モード (入力と出力バッファが無効)
- 入力のみ
- 弱プルアップ、強プルダウン
- 強プルアップ、弱プルダウン
- オープンドレイン、強プルダウン
- オープンドレイン、強プルアップ
- 強プルアップ、強プルダウン
- 弱プルアップ、弱プルダウン

- 入力閾値選択 (CMOS または LVTTL)

前のステートをラッチするためのホールド モード (システムのハイバネート モードで I/O ステートを維持するため)

- EMI を改善するために、dV/dt に起因するノイズを制御するために選択可能なスルーレート

ピンは、最大 8 ビット幅のポートと呼ばれる論理エンティティに構成されます。データ出力とピンステートレジスタは、ピン上で駆動される値とピンの入力状態をそれぞれ格納します。

各ピンは有効になった場合に割込みを生成でき、各ポートにはそれに対応する割込み要求 (IRQ) があります。

ポート 1 ピンは、過電圧耐性 (OVT) 動作が可能であり、入力電圧は V_{DDD} よりも高い場合があります。OVT ピンは一般に I²C と共に使用され、機能に影響を与えることなく動作中の I²C バスへの物理的な接続を維持しながらチップの電源をオフにできます。

GPIO ピンは、より高い値の電流をソースまたはシンクするために連動させられます。OVT ピンを含む GPIO ピンは、絶対最大定格値より高くプルアップされない場合があります。[電気的仕様](#)を参照してください。

電源投入およびリセット中、ピンは強制的にアナログ入力駆動モードになり、入力および出力バッファが無効になり、入力をクローバーにしたり、過剰なターンオン電流が発生したりしないようにします。

高速 I/O マトリクス (HSIOM) と呼ばれる多重化ネットワークは、I/O ピンに接続される可能性のあるさまざまな周辺信号とアナログ信号の間で多重化するために使用されます。

アナログ性能は GPIO スイッチングノイズの影響を受けます。最高のアナログ性能を得るには、次の周波数とドライブモードの制約を適用する必要があります。DRIVE_SEL 値 ([Table 6](#) を参照) は、ドライブの強度を表します (詳細については、[Architecture and Register TRMs](#) を参照してください)。

ECO の使用に関する追加の制限については、[Table 5](#) も参照してください。

Table 6 DRIVE_SEL の値

ポート	最大周波数	$V_{DDD} \leq 2.7\text{ V}$ での駆動強度	$V_{DDD} > 2.7\text{ V}$ での駆動強度
ポート 0	8 MHz	DRIVE_SEL 2	DRIVE_SEL 3
ポート 1	1 MHz; 低速スルーレート, 最大 2 出力		
ポート 5 ~ 10	16 MHz; SPI の場合 25 MHz		
ポート 11 ~ 13	SMIF の場合 80 MHz (QSPI)	DRIVE_SEL 1	DRIVE_SEL 2
ポート 9 および 10	8 MHz; ADC 性能のための TQFP パッケージの低速スルーレート 設定	制限なし	制限なし

機能の説明

3.8 特殊機能ペリフェラル

3.8.1 オーディオサブシステム

このサブシステムは、次のハードウェアブロックで構成されます。

- 1つのInter-IC Sound (I²S) インターフェース
 - 2つのパルス密度変調 (PDM) からパルス符号変調 (PCM) デコーダーチャネル
- I²S インターフェースは 2 つの独立したハードウェア FIFO バッファ (TX および RX) を実装し、マスター モードまたはスレーブモードで動作できます。次の機能をサポートします。
- 複数のデータ形式 : I²S, 左寄せ, 時分割多重化 (TDM) モード A, および TDM モード B
 - プログラム可能なチャネル / ワード長 : 8/16/18/20/24/32 ビット
 - 内部 / 外部クロック動作。最大 192 ksps
 - 割込みマスクイベント : トリガー, 非エンプティ, フル, オーバーフロー, アンダーフロー, ウオッチドッグ
 - DMA をサポートする設定可能な FIFO トリガーレベル

I²S インターフェースは、一般的にオーディオコーデック, シンプルな DAC, およびデジタルマイクとの接続に使用されます。

PDM-PCM デコーダーは、ステレオまたはモノの 1 ビット PDM 入力ストリームを PCM データ出力にデコードする単一のハードウェア Rx FIFO を実装します。次の機能がサポートされます。

- プログラマブルデータ出力のワード長 : 16/18/20/24 ビット
- ボリュームコントロール用のプログラマブルゲインアンプ (PGA): 1.5 dB ステップで -12 dB から +10.5 dB まで
- 設定可能な PDM クロック生成。384 kHz ~ 3.072 MHz の範囲
- サンプリングのドループ補正と設定可能なデシメーションレート。最大 48 ksps。
- プログラム可能なハイパスフィルタゲイン
- 割込みマスクイベント . 非エンプティ, オーバーフロー, トリガー, アンダーフロー
- DMA をサポートする設定可能な FIFO トリガーレベル

PDM-PCM デコーダーは、一般にデジタル PDM マイクへの接続に使用されます。最大 2 つのマイクを同じ PDM データ回線に接続できます。

3.8.2 CAPSENSE™ サブシステム

CAPSENSE™ は、CAPSENSE™ シグマデルタ (CSD) ハードウェアブロックを介して PSoC™ 6 MCU でサポートされます。高感度の自己容量および相互容量測定用に設計されており、特にユーザーインターフェースソリューション用に構築されています。

CAPSENSE™ に加えて、CSD ハードウェアブロックは 3 つの汎用機能をサポートします。これらは CAPSENSE™ が使用されていないときに利用可能です。あるいは、ファームウェア制御下のアプリケーションで 2 つ以上の機能を時間多重化することもできます。CSD ハードウェアブロックでサポートされる 4 つの機能は次のとおりです。

- CAPSENSE™
- 10 ビット ADC
- プログラマブル電流源 (IDAC)
- コンパレータ

CAPSENSE™

静電容量式タッチセンサーは、人体の静電容量に依存してセンサーの上または近くに指の存在を検出するユーザーインターフェース用に設計されます。CAPSENSE™ ソリューションは、IoT, 産業, 自動車, 家電などのアプリケーションに、エレガントで信頼性の高いシンプルな静電容量式タッチセンシング機能をもたらします。

CAPSENSE™ テクノロジーは、次の機能を提供します。

機能の説明

- クラス最高の信号対雑音比 (SNR) と過酷でノイズの多い条件下での堅牢なセンシング
- 自己容量 (CSD) および相互容量 (CSX) の検知方法
- ボタン, マトリックスボタン, スライダー, タッチパッド, 近接センサーなど、さまざまな Widget のサポート
- さまざまな材料にわたる高性能センシング
- クラス最高の耐液性
- 複雑な手動調整プロセスを回避するのに役立つ SmartSense 自動調整テクノロジー
- 外部ノイズに対する優れた耐性
- 低放射エミッション用のスペクトラム拡散クロック
- ジェスチャと内蔵のセルフテストライブラリ
- 超低消費電力
- リアルタイムのチューニング, テスト, およびデバッグ用の統合グラフィカル CAPSENSE チューナー
CAPSENSE™ の感度と精度は、GPIO スイッチングノイズの影響を受けます。感度と精度を向上させるには、[Table 6](#) にリストされている GPIO ポート制限を実装し、次の手順を実行してください。
 - CAPSENSE™ ピンをポート 6 および 7 に制限してください。
 - ポート 6 および 7 で他の GPIO 出力アクティビティがないようにする必要があります。
 - ポート 5 と 8 には 2 つ以下の GPIO 出力が必要です。
 - 低速スルーレート設定で、ポート 5 および 8 の GPIO 出力スイッチングを 1 MHz に制限してください。

ADC

CAPSENSE™ サブシステム勾配 ADC は次の機能を提供します。

- 選択可能な 8 または 10 ビットの解像度
- 選択可能な入力範囲: 任意の GPIO 入力で GND から V_{REF} および GND から V_{DDA}
- GPIO または外部コンポーネントを使用しない内部リファレンスに対する V_{DDA} の測定

IDAC

CSD ブロックには、次の機能を提供する 2 つのプログラム可能な電流源があります。

- 7 ビット解像度
- シンクおよびソース電流モード
- 37.5 nA から 609 μ A までプログラム可能な電流源
- 1 つの 8 ビット IDAC を形成するために並行して使用できる 2 つの IDAC

コンパレーター

CAPSENSE™ サブシステムコンパレータは、システム低消費電力および超低消費電力モードで動作します。反転入力は内部のプログラム可能な基準電圧に接続され、非反転入力は AMUXBUS を介して任意の GPIO に接続できます。

CAPSENSE™ ハードウェアサブシステム

[Figure 9](#) は、デルタシグマコンバータ、内部クロック分周器、シールドドライバー、および 2 つのプログラム可能な電流源を含む CAPSENSE™ サブシステムの高レベルハードウェアの概要を示します。

入力は、アナログ多重化バス (AMUXBUS A/B) を介して管理されます。CSD ブロックが提供するすべての機能の入力と出力は、専用 GPIO を使用するコンパレータ出力と外部コンデンサを除き、ソフトウェア制御下の任意の GPIO または GPIO のグループに提供できます。

自己容量は、AMUXBUS A, 外部変調器コンデンサ、および各センサーの GPIO を使用する CSD ブロックによってサポートされます。自己容量センシング用のシールド電極 (オプション) があります。これは AMUXBUS B とオプションの外部シールドタンクコンデンサを使用してサポートされます (シールドドライバーの駆動能力を高めるため)。相互容量は、AMUXBUS A, 2 つの外部統合コンデンサ、および送信と受信電極用の GPIO を使用する CSD ブロックによってサポートされます。

機能の説明

ADCは外部コンポーネントを必要としません。AMUXBUS Aに接続できるGPIOは、ソフトウェア制御下でADCへの入力にできます。ADCは、GPIOを必要とせずにVDDAを入力として受け入れられます(バッテリ電圧測定などのアプリケーション用)。

汎用モードの2つのプログラム可能な電流源(IDAC)は、AMUXBUS AまたはBに接続できます。したがって、それらは任意のGPIOピンに接続できます。コンパレータは、デルタシグマコンバータにあります。コンパレータ反転入力はリファレンスに接続できます。AMUXBUS Bを使用して、両方のコンパレータ入力を任意のGPIOに直接接続します。[Figure 9](#)を参照してください。リファレンスは専用GPIOに直接接続しています。[Table 9](#)を参照してください。

CSD ブロックは、アクティブおよびスリープ CPU 電力モードで動作し、システムの LP モードと ULP モードをシームレスに移行できます。システムのディープスリープおよびハイバネートモードで電源を切れます。ハイバネートモードからウェイクアップすると、CSD ブロックの再初期化が必要です。ただし、ファームウェアの制御下でディープスリープモードを終了すると、再初期化せずに操作を再開できます。

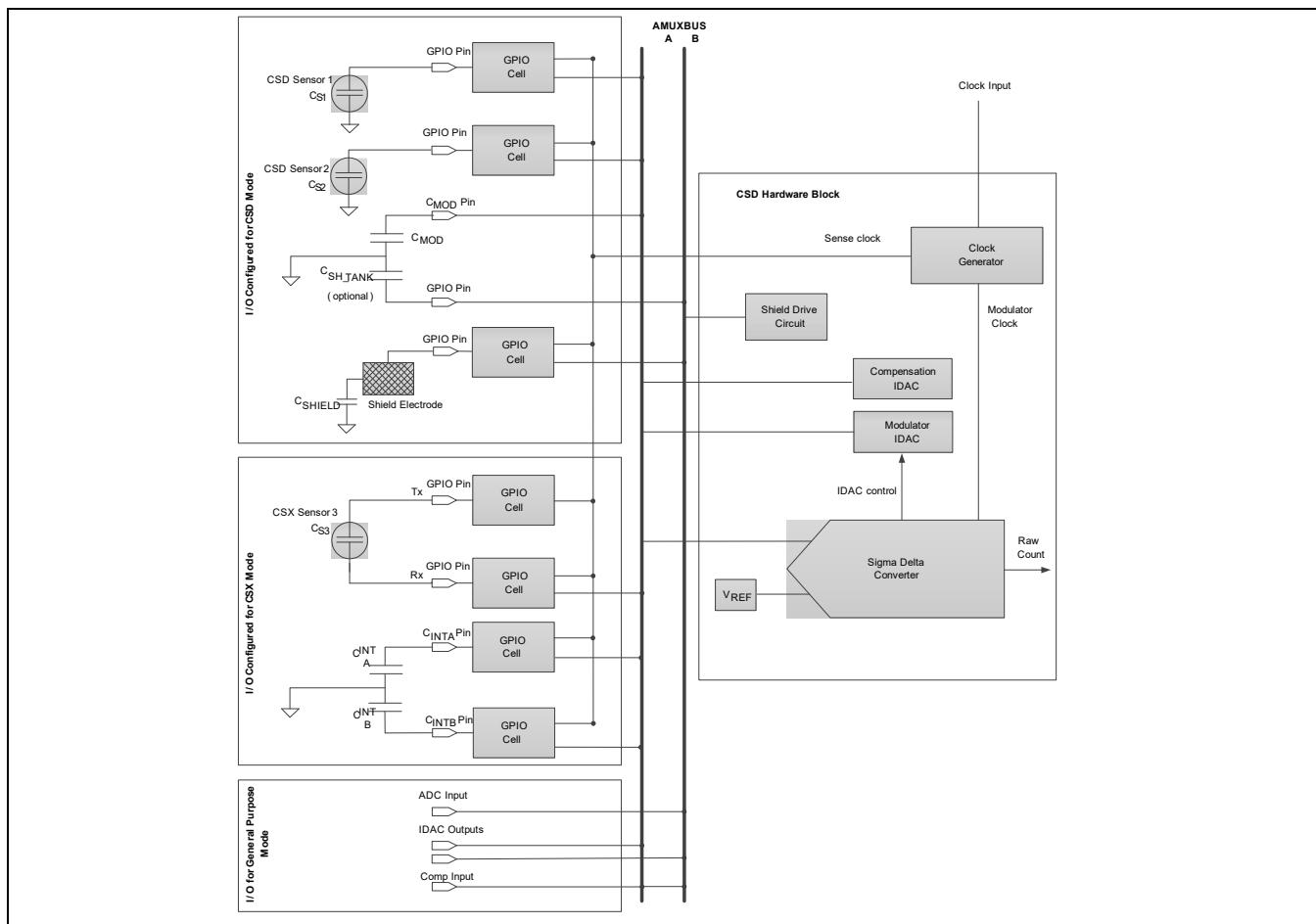


Figure 9 CAPSENSE™ ハードウェアサブシステム

[Figure 10](#) は、高レベルのソフトウェアの概要を示します。インフィニオンは、[CAPSENSE™](#), [ADC](#), および [IDAC](#) のミドルウェアライブラリを GitHub で提供して迅速な統合を可能にします。CAPSENSE™ 機能を備えたキットのボードサポートパッケージには、BSP を使用するすべてのアプリケーションに CAPSENSE™ ライブラリが自動的に含まれます。

ユーザーアプリケーションはミドルウェアとのみ対話して、CSD ブロックの機能を実装します。ミドルウェアは、基盤となるドライバーと対話して、必要に応じてハードウェアにアクセスします。プロジェクトに複数の CSD 関連ミドルウェアが存在する場合、CSD ドライバーは CSD ハードウェアの時分割多重化を容易にします。この場合、アクセスの競合を防ぎます。

ModusToolbox™ ソフトウェアは、高速ライブラリ構成を可能にする CAPSENSE™ コンフィギュレーターを提供します。また、システムのパフォーマンス評価とリアルタイムチューニングのためのチューナーも提供します。チューナーは、リアルタイムのチューニング機能を有効にするために、アプリケーション

機能の説明

に EZI2C 通信インターフェースを必要とします。チューナーは、デバイス内およびコンフィギュレーター内で構成パラメーターを直接更新できます。

CAPSENSE™ および ADC ミドルウェアは、CSD 割込みを使用して、ノンブロッキングセンシングと A-D 変換を実装します。したがって、割込みサービスルーチンはミドルウェアの定義済み部分であり、アプリケーションによって初期化する必要があります。ミドルウェアとドライバーはどちらの CPU でも動作できます。サイプレスは、1 つの CPU でのみミドルウェアを使用することを推奨します。両方の CPU が CSD ドライバーにアクセスする必要がある場合、メモリアクセスはアプリケーションで管理する必要があります。

CSX センシング、CSD センシング、シールド電極の使用とその利点、および容量性システム設計ガイドラインの詳細については、[AN85951: PSoC™ 4 and PSoC™ 6 MCU CAPSENSE™ Design Guide](#) を参照してください。

GitHub で入手可能な [CAPSENSE™](#), [ADC](#), および [IDAC](#) の API リファレンスガイドを参照してください。

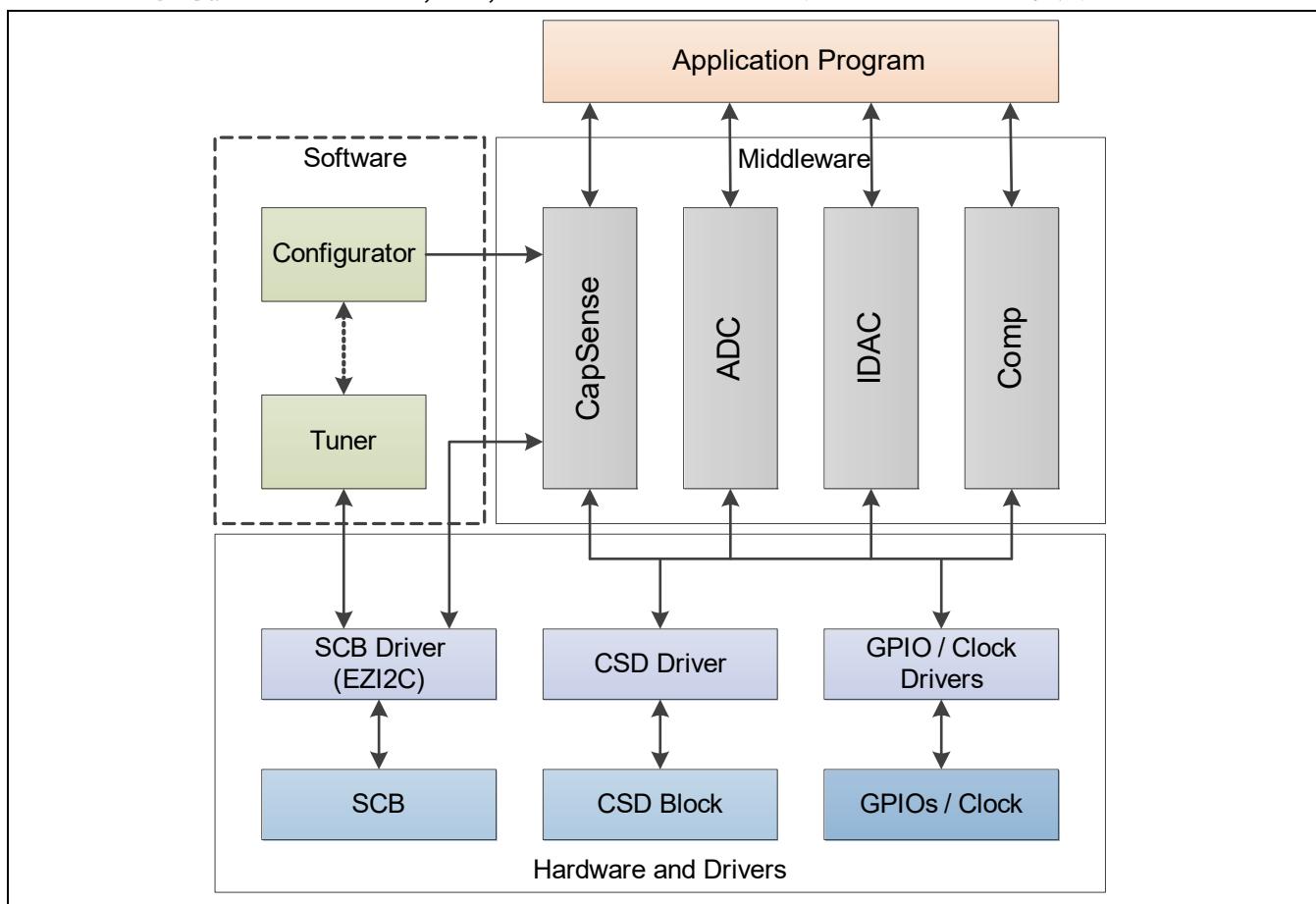


Figure 10 CAPSENSE™ ソフトウェア / ファームウェアサブシステム

ピン配置

4 ピン配置

注 : CY8C63x6/CY8C63x7 データシートの [datasheet web page](#) には、ピン配置と HSIOM マッピングを備えたピン代替機能の統合リストを含むスプレッドシートが含まれます。

GPIO ポートは次のように V_{DDX} ピンから電力を供給されます。

- P0: V_{BACKUP}
- P1: V_{DDIO} ポート 1 の GPIO ピンは過電圧耐性 (OVT) です。
- P5, P6, P7, P8: V_{DDIO1}
- P9, P10: V_{DDIOA} , V_{DDA} (V_{DDIOA} (存在する場合)、および V_{DDA} は PCB 上で一緒に接続する必要があります。)
- P11, P12, P13: V_{DDIO0}
- P14: V_{DDUSB}

ピン配置

Table 7 パッケージおよびピン情報

ピン	パッケージ				
	124-BGA	116-BGA	104-M-CSP (USBなし)	104-M-CSP (USBあり)	68-QFN
V _{DDD}	A13	B1	C6		68
V _{CCD}	B13	A2	C7		67
V _{DDA}	M13	A9	A1		47
V _{DDIOA}	N13	-	-		53
V _{DDIO0}	D11	B3	B6		64
V _{DDIO1}	M4	G10	D1		43
V _{BACKUP}	A10	C1	C9		1
V _{DDUSB}	A2	-	-	H7	-
V _{SS}	C11, D4, D10, K4, K10, M12	B2, B9, D1, H2, H9	D4, D7, F4, G7, P1		GND PAD
V _{SSR}	A1, B1, B2, C3, D1, E3, G2	J1, K2, K3, K4, K5, L1, L3, L4, L5, M3, M8	M3, N9, P3, P6, P7		GND PAD
V _{DD_NS}	A5	H3	G9		9
V _{IND1}	B5	F1	G8		10
V _{IND2}	B4	G1	H8		11
V _{BUCK1}	C4	G2	J8	F9	12
V _{RF}	A4	H1	H9		13
V _{DCDC}	F3	M7	P4		24
V _{DDR1}	C2	L2	L9		15
V _{DDR2}	E2	M1	P9		19
V _{DDR3}	D2	M2	P8		20
DV _{DD}	F2	M6	M4		23
V _{DDR_HVL}	G3	L7	L2		25
XRES	A8	E2	E5		8
V _{REF}	N12	B10	-		52
ANT	C1	K1	M9		17
GANT	-	-	-		16, 18
XI	F1	M4	M5		21
XO	E1	M5	P5		22
P0.0	C9	C2	D8		2
P0.1	B9	D3	E6		3
P0.2	A9	E4	D9		4
P0.3	C8	E3	E7		5
P0.4	B8	F3	E8		6
P0.5	C7	D2	E9		7
P1.0	B7	G3	F5		-
P1.1	A7	F2	F6		-
P1.2	C6	J5	-		-
P1.3	B6	J4	F9	-	-
P1.4	A6	J3	F8		-
P1.5	C5	J2	F7		-

ピン配置

Table 7 パッケージおよびピン情報 (continued)

ピン	パッケージ				
	124-BGA	116-BGA	104-M-CSP (USBなし)	104-M-CSP (USBあり)	68-QFN
P5.0	G1	L6		J7	-
P5.1	H3	K6		J5	-
P5.2	H2	J6		J6	-
P5.3	H1	K7	H7	H6	-
P5.4	J3	J7	H6	H5	-
P5.5	J2	L8		J4	-
P5.6	J1	M9		K3	-
P5.7	K1	-		K4	-
P6.0	K2	K8		J3	26
P6.1	K3	J8		K2	28
P6.2	L3	L9		M2	29
P6.3	L2	K9		L1	30
P6.4	L1	J9		J2	31
P6.5	M2	M10		K1	32
P6.6	M1	L10		N2	33
P6.7	N2	K10		M1	34
P7.0	N3	J10		N1	35
P7.1	M3	H10		G6	36
P7.2	N4	H8		H4	37
P7.3	N1	H7		G5	38
P7.4	L4	H6		H3	39
P7.5	N5	G9		H2	40
P7.6	M5	G8		G3	41
P7.7	L5	G7		G2	42
P8.0	N6	F10		G4	44
P8.1	M6	F9		G1	45
P8.2	L6	F8		F3	46
P8.3	N7	F7		F2	-
P8.4	M7	G6		F1	-
P8.5	L7	E9		E3	-
P8.6	N8	E8		E1	-
P8.7	M8	E7		E2	-
P9.0	L9	D10		D2	48
P9.1	M9	D9		C1	49
P9.2	N9	D8		D3	50
P9.3	L8	D7		B1	51
P9.4	N10	C10		-	-
P9.5	M10	C9		-	-
P9.6	L10	C8		-	-
P9.7	N11	C7		-	-
P10.0	M11	B8		C2	54
P10.1	L13	A8		B2	55

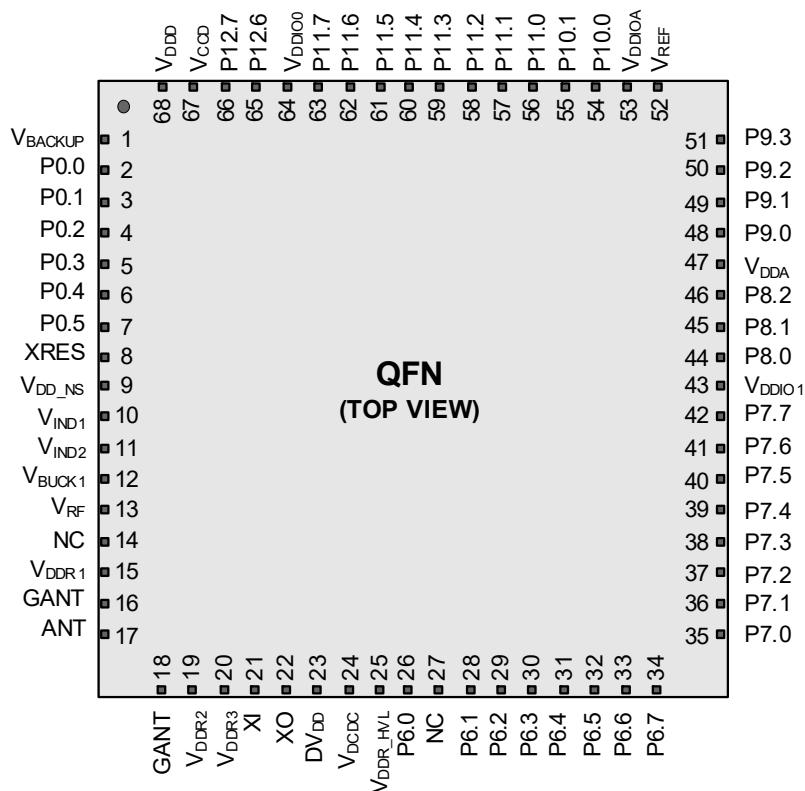
ピン配置

Table 7 パッケージおよびピン情報 (*continued*)

ピン	パッケージ				
	124-BGA	116-BGA	104-M-CSP (USBなし)	104-M-CSP (USBあり)	68-QFN
P10.2	L12	F6	C3	-	-
P10.3	L11	E6	E4	-	-
P10.4	K13	D6	A2	-	-
P10.5	K12	B7	A3	-	-
P10.6	K11	A7	D5	-	-
P10.7	J13	-	B3	-	-
P11.0	J12	F5	C4	56	
P11.1	J11	E5	C5	57	
P11.2	H13	D5	D6	58	
P11.3	H12	C6	B4	59	
P11.4	H11	B6	A4	60	
P11.5	G13	A6	B5	61	
P11.6	G12	B5	A5	62	
P11.7	G11	A5	A6	63	
P12.0	F13	A4	B7	-	
P12.1	F12	B4	A7	-	
P12.2	F11	C4	B8	-	
P12.3	E13	A3	A8	-	
P12.4	E12	C5	C8	-	
P12.5	E11	D4	-	-	
P12.6	D13	G5	-	65	
P12.7	D12	H5	-	66	
P13.0	A12	H4	A9	-	
P13.1	C13	G4	B9	-	
P13.2	C12	-	-	-	
P13.3	B12	-	-	-	
P13.4	B11	-	-	-	
P13.5	A11	-	-	-	
P13.6	C10	F4	-	-	
P13.7	B10	C3	-	-	
P14.0 / USBDP	B3	-	-	J8	-
P14.1 / USBDM	A3	-	-	J9	-
NC	D3	-	H5, J9, P2	P2	14, 27

注: ボール H5 および J9 は、104-M-CSP パッケージのノーコネクト (NC) です。

ピン配置

Figure 1168-QFN パッケージのデバイスピン配置^[2]

注: USB ピンを使用しない場合は、V_{DDUSB} をグランドに接続し、P14.0/USBDP ピンと P14.1/USBDM ピンは未接続のままにしてください。

注

2. 最高の機械的、熱的、および電気的性能を得るために、QFN パッケージのセンターパッドをデバイスの VDDx に対して PCB グランドに接続する必要があります。詳細については、[AN72845](#) QFN デバイスの設計ガイドラインを参照してください。

各ポートピンには複数の代替機能があります。Table 8 に示します。

Table 8 複数の代替機能^[3]

ポート/ ピン	ACT #0	ACT #1	DS #2	ACT #4	ACT #5	ACT #6	ACT #7	ACT #8	ACT #9	ACT #10	ACT #12	ACT #13	ACT #14	ACT #15	DS #4	DS #5	DS #6
P0.0	tcpwm[0].line[0]:0	tcpwm[1].line[0]:0		srss.ext_clk:0				scb[0].spi_select1:0			peri.tr_io_iinput[0]:0						
P0.1	tcpwm[0].line_compl[0]:0	tcpwm[1].line_compl[0]:0						scb[0].spi_select2:0			peri.tr_io_iinput[1]:0				cpuss.swj_trstn		
P0.2	tcpwm[0].line[1]:0	tcpwm[1].line[1]:0				scb[0].uart_rx:0	scb[0].i2c_scl:0	scb[0].spi_miso:0									
P0.3	tcpwm[0].line_compl[1]:0	tcpwm[1].line_compl[1]:0				scb[0].uart_tx:0	scb[0].i2c_sda:0	scb[0].spi_miso:0									
P0.4	tcpwm[0].line[2]:0	tcpwm[1].line[2]:0				scb[0].uart_rts:0		scb[0].spi_clk:0			peri.tr_io_ooutput[0]:2						
P0.5	tcpwm[0].line_compl[2]:0	tcpwm[1].line_compl[2]:0		srss.ext_clk:1		scb[0].uart_cts:0		scb[0].spi_select0:0			peri.tr_io_ooutput[1]:2						
P1.0	tcpwm[0].line[3]:0	tcpwm[1].line[3]:0				scb[7].uart_rx:0	scb[7].i2c_scl:0	scb[7].spi_miso:0			peri.tr_io_iinput[2]:0						
P1.1	tcpwm[0].line_compl[3]:0	tcpwm[1].line_compl[3]:0				scb[7].uart_tx:0	scb[7].i2c_sda:0	scb[7].spi_miso:0			peri.tr_io_iinput[3]:0						
P1.2	tcpwm[0].line[4]:4	tcpwm[1].line[12]:1				scb[7].uart_rts:0		scb[7].spi_clk:0									
P1.3	tcpwm[0].line_compl[4]:4	tcpwm[1].line_compl[12]:1				scb[7].uart_cts:0		scb[7].spi_select0:0									
P1.4	tcpwm[0].line[5]:4	tcpwm[1].line[13]:1						scb[7].spi_select1:0									
P1.5	tcpwm[0].line_compl[5]:4	tcpwm[1].line_compl[14]:1						scb[7].spi_select2:0									
P5.0	tcpwm[0].line[4]:0	tcpwm[1].line[4]:0				scb[5].uart_rx:0	scb[5].i2c_scl:0	scb[5].spi_miso:0		audioss.clk_i2s_if	peri.tr_io_iinput[10]:0						
P5.1	tcpwm[0].line_compl[4]:0	tcpwm[1].line_compl[4]:0				scb[5].uart_tx:0	scb[5].i2c_sda:0	scb[5].spi_miso:0		audioss.tx_sck	peri.tr_io_iinput[11]:0						
P5.2	tcpwm[0].line[5]:0	tcpwm[1].line[5]:0				scb[5].uart_rts:0		scb[5].spi_clk:0		audioss.tx_ws							

注

3. シグナルの表記法は、IPName [x].signal_name [u]:y の形式です。

IPName = ブロックの名前(tcpwm など)、x = IP の一意のインスタンス、Signal_name = 信号の名前、u = 特定の信号名に対して複数の信号がある場合の信号番号、y = 信号名のコピーを指定。例えば、tcpwm[0].line_compl[3]:4 という名前は、これが tcpwm ブロックのインスタンス 0 であり、信号が line_compl #3(行出力の補数)であり、これが次の 4 回目の出現(コピー)であることを示します。信号コピーは、ルーティングの柔軟性を可能にし、オンチップリソースの利用を最大化するために提供されています。

Table 8 複数の代替機能^[3] (continued)

ポート / ピン	ACT #0	ACT #1	DS #2	ACT #4	ACT #5	ACT #6	ACT #7	ACT #8	ACT #9	ACT #10	ACT #12	ACT #13	ACT #14	ACT #15	DS #4	DS #5	DS #6		
P5.3	tcpwm[0].line_compl[5]:0	tcpwm[1].line_compl[5]:0				scb[5].uart_cts:0		scb[5].spi_select0:0		audioss.tx_sdo									
P5.4	tcpwm[0].line[6]:0	tcpwm[1].line[6]:0						scb[5].spi_select1:0		audioss.rx_sck									
P5.5	tcpwm[0].line_compl[6]:0	tcpwm[1].line_compl[6]:0						scb[5].spi_select2:0		audioss.rx_ws									
P5.6	tcpwm[0].line[7]:0	tcpwm[1].line[7]:0						scb[5].spi_select3:0		audioss.rx_sdi									
P5.7	tcpwm[0].line_compl[7]:0	tcpwm[1].line_compl[7]:0						scb[3].spi_select3:0											
P6.0	tcpwm[0].line[8]:0	tcpwm[1].line[8]:0	scb[8].i2c_scl:0			scb[3].uart_rx:0	scb[3].i2c_scl:0	scb[3].spi_miso:0			cpuss.fault_out[0]					scb[8].spi_mosi:0			
P6.1	tcpwm[0].line_compl[0]:1	tcpwm[1].line_compl[8]:0	scb[8].i2c_sda:0			scb[3].uart_tx:0	scb[3].i2c_sda:0	scb[3].spi_miso:0			cpuss.fault_out[1]					scb[8].spi_miso:0			
P6.2	tcpwm[0].line[9]:0	tcpwm[1].line[9]:0				scb[3].uart_rts:0		scb[3].spi_clk:0								scb[8].spi_clk:0			
P6.3	tcpwm[0].line_compl[1]:1	tcpwm[1].line_compl[9]:0				scb[3].uart_cts:0		scb[3].spi_select0:0								scb[8].spi_select0:0			
P6.4	tcpwm[0].line[10]:0	tcpwm[1].line[10]:0	scb[8].i2c_scl:1			scb[6].uart_rx:2	scb[6].i2c_scl:2	scb[6].spi_mosi:2			peri.tr_io_i_nput[12]:0	peri.tr_io_o_utput[0]:1				cpuss.swj_sw_o_tdo	scb[8].spi_mosi:1		
P6.5	tcpwm[0].line_compl[2]:1	tcpwm[1].line_compl[10]:0	scb[8].i2c_sda:1			scb[6].uart_tx:2	scb[6].i2c_sda:2	scb[6].spi_miso:2			peri.tr_io_i_nput[13]:0	peri.tr_io_o_utput[1]:1				cpuss.swj_sw_o_tdi	scb[8].spi_miso:1		
P6.6	tcpwm[0].line[11]:0	tcpwm[1].line[11]:0				scb[6].uart_rts:2		scb[6].spi_clk:2								cpuss.swj_sw_o_tms	scb[8].spi_clk:1		
P6.7	tcpwm[0].line_compl[3]:1	tcpwm[1].line_compl[11]:0				scb[6].uart_cts:2		scb[6].spi_select0:2								cpuss.swj_sw_o_tclk	scb[8].spi_select0:1		
P7.0	tcpwm[0].line[12]:0	tcpwm[1].line[12]:0				scb[4].uart_rx:1	scb[4].i2c_scl:1	scb[4].spi_mosi:1			peri.tr_io_i_nput[14]:0	cpuss.trace_clock							
P7.1	tcpwm[0].line_compl[4]:1	tcpwm[1].line_compl[12]:0				scb[4].uart_tx:1	scb[4].i2c_sda:1	scb[4].spi_miso:1			peri.tr_io_i_nput[15]:0								
P7.2	tcpwm[0].line[13]:0	tcpwm[1].line[13]:0				scb[4].uart_rts:1		scb[4].spi_clk:1											

注

3. シグナルの表記法は、IPName[x].signal_name[u]:y の形式です。

IPName = ブロックの名前 (tcpwm など)、x = IP の一意のインスタンス、Signal_name = 信号の名前、u = 特定の信号名に対して複数の信号がある場合の信号番号、y = 信号名のコピーを指定。例えば、tcpwm[0].line_compl[3]:4 という名前は、これが tcpwm ブロックのインスタンス 0 であり、信号が line_compl #3 (行出力の補数) であり、これが次の 4 回目の出現(コピー)であることを示します。
信号コピーは、ルーティングの柔軟性を可能にし、オンチップリソースの利用を最大化するために提供されています。

Table 8 複数の代替機能^[3] (continued)

ポート / ピン	ACT #0	ACT #1	DS #2	ACT #4	ACT #5	ACT #6	ACT #7	ACT #8	ACT #9	ACT #10	ACT #12	ACT #13	ACT #14	ACT #15	DS #4	DS #5	DS #6
P7.3	tcpwm[0].line_compl[5]:1	tcpwm[1].line_compl[13]:0				scb[4].uart_cts:1		scb[4].spi_select0:1									
P7.4	tcpwm[0].line[6]:1	tcpwm[1].line[14]:0						scb[4].spi_select1:1				bless.ext_lna_rx_ctl_out	cpuss.trace_data[3]:2				
P7.5	tcpwm[0].line_compl[6]:1	tcpwm[1].line_compl[14]:0						scb[4].spi_select2:1				bless.ext_pa_tx_ctl_out	cpuss.trace_data[2]:2				
P7.6	tcpwm[0].line[7]:1	tcpwm[1].line[15]:0						scb[4].spi_select3:1				bless.ext_pa_lna_chip_en_out	cpuss.trace_data[1]:2				
P7.7	tcpwm[0].line_compl[7]:1	tcpwm[1].line_compl[15]:0						scb[3].spi_select1:0	cpuss.clk_fm_pump				cpuss.trace_data[0]:2				
P8.0	tcpwm[0].line[0]:2	tcpwm[1].line[16]:0				scb[4].uart_rx:0	scb[4].i2c_scl:0	scb[4].spi_miso:0			peri.tr_io_iinput[16]:0						
P8.1	tcpwm[0].line_compl[0]:2	tcpwm[1].line_compl[16]:0				scb[4].uart_tx:0	scb[4].i2c_sda:0	scb[4].spi_miso:0			peri.tr_io_iinput[17]:0						
P8.2	tcpwm[0].line[1]:2	tcpwm[1].line[17]:0				scb[4].uart_rts:0		scb[4].spi_clk:0									
P8.3	tcpwm[0].line_compl[1]:2	tcpwm[1].line_compl[17]:0				scb[4].uart_cts:0		scb[4].spi_select0:0									
P8.4	tcpwm[0].line[2]:2	tcpwm[1].line[18]:0						scb[4].spi_select1:0									
P8.5	tcpwm[0].line_compl[2]:2	tcpwm[1].line_compl[18]:0						scb[4].spi_select2:0									
P8.6	tcpwm[0].line[3]:2	tcpwm[1].line[19]:0						scb[4].spi_select3:0									
P8.7	tcpwm[0].line_compl[3]:2	tcpwm[1].line_compl[19]:0						scb[3].spi_select2:0									
P9.0	tcpwm[0].line[4]:2	tcpwm[1].line[20]:0				scb[2].uart_rx:0	scb[2].i2c_scl:0	scb[2].spi_miso:0			peri.tr_io_iinput[18]:0		cpuss.trace_data[3]:0				
P9.1	tcpwm[0].line_compl[4]:2	tcpwm[1].line_compl[20]:0				scb[2].uart_tx:0	scb[2].i2c_sda:0	scb[2].spi_miso:0			peri.tr_io_iinput[19]:0		cpuss.trace_data[2]:0				
P9.2	tcpwm[0].line[5]:2	tcpwm[1].line[21]:0				scb[2].uart_rts:0		scb[2].spi_clk:0		pass.dsi_ctb_cmp0:1			cpuss.trace_data[1]:0				

注

3. シグナルの表記法は、IPName[x].signal_name[u]:y の形式です。

IPName = ブロックの名前 (tcpwm など)、x = IP の一意のインスタンス、Signal_name = 信号の名前、u = 特定の信号名に対して複数の信号がある場合の信号番号、y = 信号名のコピーを指定。例えば、tcpwm[0].line_compl[3]:4 という名前は、これが tcpwm ブロックのインスタンス 0 であり、信号が line_compl #3 (行出力の補数) であり、これが次の 4 回目の出現(コピー)であることを示します。
信号コピーは、ルーティングの柔軟性を可能にし、オンチップリソースの利用を最大化するために提供されています。

Table 8 複数の代替機能^[3] (continued)

ポート / ピン	ACT #0	ACT #1	DS #2	ACT #4	ACT #5	ACT #6	ACT #7	ACT #8	ACT #9	ACT #10	ACT #12	ACT #13	ACT #14	ACT #15	DS #4	DS #5	DS #6
P9.3	tcpwm[0].line_compl[5]:2	tcpwm[1].line_compl[21]:0				scb[2].uart_cts:0		scb[2].spi_select0:0		pass.dsi_ctb_cmp1:1				cpuss.trace_data[0]:0			
P9.4	tcpwm[0].line[7]:5	tcpwm[1].line[0]:2						scb[2].spi_select1:0									
P9.5	tcpwm[0].line_compl[7]:5	tcpwm[1].line_compl[0]:2						scb[2].spi_select2:0									
P9.6	tcpwm[0].line[0]:6	tcpwm[1].line[1]:2						scb[2].spi_select3:0									
P9.7	tcpwm[0].line_compl[0]:6	tcpwm[1].line_compl[1]:2															
P10.0	tcpwm[0].line[6]:2	tcpwm[1].line[22]:0				scb[1].uart_rx:1	scb[1].i2c_scl:1	scb[1].spi_miso:1			peri.tr_io_iinput[20]:0			cpuss.trace_data[3]:1			
P10.1	tcpwm[0].line_compl[6]:2	tcpwm[1].line_compl[22]:0				scb[1].uart_tx:1	scb[1].i2c_sda:1	scb[1].spi_miso:1			peri.tr_io_iinput[21]:0			cpuss.trace_data[2]:1			
P10.2	tcpwm[0].line[7]:2	tcpwm[1].line[23]:0				scb[1].uart_rts:1		scb[1].spi_clk:1						cpuss.trace_data[1]:1			
P10.3	tcpwm[0].line_compl[7]:2	tcpwm[1].line_compl[23]:0				scb[1].uart_cts:1		scb[1].spi_select0:1						cpuss.trace_data[0]:1			
P10.4	tcpwm[0].line[0]:3	tcpwm[1].line[0]:1						scb[1].spi_select1:1	audioss.pdm_clk								
P10.5	tcpwm[0].line_compl[0]:3	tcpwm[1].line_compl[0]:1						scb[1].spi_select2:1	audioss.pdm_data								
P10.6	tcpwm[0].line[1]:6	tcpwm[1].line[2]:2						scb[1].spi_select3:1									
P10.7	tcpwm[0].line_compl[1]:6	tcpwm[1].line_compl[2]:2															
P11.0	tcpwm[0].line[1]:3	tcpwm[1].line[1]:1			smif.spi_select2	scb[5].uart_rx:1	scb[5].i2c_scl:1	scb[5].spi_miso:1			peri.tr_io_iinput[22]:0						
P11.1	tcpwm[0].line_compl[1]:3	tcpwm[1].line_compl[1]:1			smif.spi_select1	scb[5].uart_tx:1	scb[5].i2c_sda:1	scb[5].spi_miso:1			peri.tr_io_iinput[23]:0						
P11.2	tcpwm[0].line[2]:3	tcpwm[1].line[2]:1			smif.spi_select0	scb[5].uart_rts:1		scb[5].spi_clk:1									

注

3. シグナルの表記法は、IPName[x].signal_name[u]:y の形式です。

IPName = ブロックの名前 (tcpwm など)、x = IP の一意のインスタンス、Signal_name = 信号の名前、u = 特定の信号名に対して複数の信号がある場合の信号番号、y = 信号名のコピーを指定。例えば、tcpwm[0].line_compl[3]:4 という名前は、これが tcpwm ブロックのインスタンス 0 であり、信号が line_compl #3 (行出力の補数) であり、これが次の 4 回目の出現(コピー)であることを示します。
信号コピーは、ルーティングの柔軟性を可能にし、オンチップリソースの利用を最大化するために提供されています。

Table 8 複数の代替機能^[3] (continued)

ポート / ピン	ACT #0	ACT #1	DS #2	ACT #4	ACT #5	ACT #6	ACT #7	ACT #8	ACT #9	ACT #10	ACT #12	ACT #13	ACT #14	ACT #15	DS #4	DS #5	DS #6
P11.3	tcpwm[0].line_compl[2]:3	tcpwm[1].line_compl[2]:1			smif.spi_data3	scb[5].uart_cts:1		scb[5].spi_select0:1			peri.tr_io_ouput[0]:0						
P11.4	tcpwm[0].line[3]:3	tcpwm[1].line[3]:1			smif.spi_data2			scb[5].spi_select1:1			peri.tr_io_ouput[1]:0						
P11.5	tcpwm[0].line_compl[3]:3	tcpwm[1].line_compl[3]:1			smif.spi_data1			scb[5].spi_select2:1									
P11.6					smif.spi_data0			scb[5].spi_select3:1									
P11.7					smif.spi_clk												
P12.0	tcpwm[0].line[4]:3	tcpwm[1].line[4]:1			smif.spi_data4	scb[6].uart_rx:0	scb[6].i2c_scl:0	scb[6].spi_mosi:0			peri.tr_io_ input[24]:0						
P12.1	tcpwm[0].line_compl[4]:3	tcpwm[1].line_compl[4]:1			smif.spi_data5	scb[6].uart_tx:0	scb[6].i2c_sda:0	scb[6].spi_miso:0			peri.tr_io_ input[25]:0						
P12.2	tcpwm[0].line[5]:3	tcpwm[1].line[5]:1			smif.spi_data6	scb[6].uart_rts:0		scb[6].spi_clk:0									
P12.3	tcpwm[0].line_compl[5]:3	tcpwm[1].line_compl[5]:1			smif.spi_data7	scb[6].uart_cts:0		scb[6].spi_select0:0									
P12.4	tcpwm[0].line[6]:3	tcpwm[1].line[6]:1			smif.spi_select3			scb[6].spi_select1:0	audioss.pdm_clk								
P12.5	tcpwm[0].line_compl[6]:3	tcpwm[1].line_compl[6]:1						scb[6].spi_select2:0	audioss.pdm_data								
P12.6	tcpwm[0].line[7]:3	tcpwm[1].line[7]:1						scb[6].spi_select3:0									
P12.7	tcpwm[0].line_compl[7]:3	tcpwm[1].line_compl[7]:1															
P13.0	tcpwm[0].line[8]:4	tcpwm[1].line[8]:1				scb[6].uart_rx:1	scb[6].i2c_scl:1	scb[6].spi_mosi:1			peri.tr_io_ input[26]:0						
P13.1	tcpwm[0].line_compl[0]:4	tcpwm[1].line_compl[8]:1				scb[6].uart_tx:1	scb[6].i2c_sda:1	scb[6].spi_miso:1			peri.tr_io_ input[27]:0						
P13.2	tcpwm[0].line[9]:4	tcpwm[1].line[9]:1				scb[6].uart_rts:1		scb[6].spi_clk:1									

注

3. シグナルの表記法は、IPName [x].signal_name [u]:y の形式です。

IPName = ブロックの名前 (tcpwm など)、x = IP の一意のインスタンス、Signal_name = 信号の名前、u = 特定の信号名に対して複数の信号がある場合の信号番号、y = 信号名のコピーを指定。例えば、tcpwm[0].line_compl[3]:4 という名前は、これが tcpwm ブロックのインスタンス 0 であり、信号が line_compl#3 (行出力の補数) であり、これが次の 4 回目の出現(コピー)であることを示します。

信号コピーは、ルーティングの柔軟性を可能にし、オンチップリソースの利用を最大化するために提供されています。

Table 8 複数の代替機能^[3] (continued)

ポート / ピン	ACT #0	ACT #1	DS #2	ACT #4	ACT #5	ACT #6	ACT #7	ACT #8	ACT #9	ACT #10	ACT #12	ACT #13	ACT #14	ACT #15	DS #4	DS #5	DS #6
P13.3	tcpwm[0].line_compl[1]:4	tcpwm[1].line_compl[9]:1				scb[6].uart_cts:1		scb[6].spi_select0:1									
P13.4	tcpwm[0].line[2]:4	tcpwm[1].line[10]:1						scb[6].spi_select1:1									
P13.5	tcpwm[0].line_compl[2]:4	tcpwm[1].line_compl[10]:1						scb[6].spi_select2:1									
P13.6	tcpwm[0].line[3]:4	tcpwm[1].line[11]:1						scb[6].spi_select3:1									
P13.7	tcpwm[0].line_compl[3]:4	tcpwm[1].line_compl[11]:1															

注

3. シグナルの表記法は、IPName [x] .signal_name [u]:y の形式です。

IPName = ブロックの名前 (tcpwm など)、x = IP の一意のインスタンス、Signal_name = 信号の名前、u = 特定の信号名に対して複数の信号がある場合の信号番号、y = 信号名のコピーを指定。例えば、tcpwm [0] .line_compl [3]:4 という名前は、これが tcpwm ブロックのインスタンス 0 であり、信号が line_compl #3 (行出力の補数) であり、これが次の 4 回目の出現 (コピー) であることを示します。
信号コピーは、ルーティングの柔軟性を可能にし、オンチップリソースの利用を最大化するために提供されています。

ピン配置

アナログ , Smart I/O, および DSI 代替ポートピン機能を **Table 9** に示します。

Table 9 ポートピンアナログ , Smart I/O, および DSI 機能

ポート / ピン	名称	アナログ	デジタル HV	DSI	SMARTIO
P0.0	P0.0	wco_in		dsi[0].port_if[0]	
P0.1	P0.1	wco_out		dsi[0].port_if[1]	
P0.2	P0.2			dsi[0].port_if[2]	
P0.3	P0.3			dsi[0].port_if[3]	
P0.4	P0.4		pmic_wakeup_in hibernate_wakeup[1]	dsi[0].port_if[4]	
P0.5	P0.5		pmic_wakeup_out	dsi[0].port_if[5]	
P1.0	P1.0			dsi[1].port_if[0]	
P1.1	P1.1			dsi[1].port_if[1]	
P1.2	P1.2			dsi[1].port_if[2]	
P1.3	P1.3			dsi[1].port_if[3]	
P1.4	P1.4		hibernate_wakeup[0]	dsi[1].port_if[4]	
P1.5	P1.5			dsi[1].port_if[5]	
P2.0	P2.0			dsi[2].port_if[0]	
P2.1	P2.1			dsi[2].port_if[1]	
P2.2	P2.2			dsi[2].port_if[2]	
P2.3	P2.3			dsi[2].port_if[3]	
P2.4	P2.4			dsi[2].port_if[4]	
P2.5	P2.5			dsi[2].port_if[5]	
P2.6	P2.6			dsi[2].port_if[6]	
P2.7	P2.7			dsi[2].port_if[7]	
P3.0	P3.0				
P3.1	P3.1				
P3.2	P3.2				
P3.3	P3.3				
P3.4	P3.4				
P3.5	P3.5				
P4.0	P4.0			dsi[0].port_if[6]	
P4.1	P4.1			dsi[0].port_if[7]	
P4.2	P4.2			dsi[1].port_if[6]	
P4.3	P4.3			dsi[1].port_if[7]	
P5.0	P5.0			dsi[3].port_if[0]	
P5.1	P5.1			dsi[3].port_if[1]	
P5.2	P5.2			dsi[3].port_if[2]	
P5.3	P5.3			dsi[3].port_if[3]	
P5.4	P5.4			dsi[3].port_if[4]	
P5.5	P5.5			dsi[3].port_if[5]	

ピン配置

Table 9 ポートピンアナログ , Smart I/O, および DSI 機能 (continued)

ポート / ピン	名称	アナログ	デジタル HV	DSI	SMARTIO
P5.6	P5.6	lpcOMP.inp_com_p0		dsi[3].port_if[6]	
P5.7	P5.7	lpcOMP.inn_com_p0		dsi[3].port_if[7]	
P6.0	P6.0			dsi[4].port_if[0]	
P6.1	P6.1			dsi[4].port_if[1]	
P6.2	P6.2	lpcOMP.inp_com_p1		dsi[4].port_if[2]	
P6.3	P6.3	lpcOMP.inn_com_p1		dsi[4].port_if[3]	
P6.4	P6.4			dsi[4].port_if[4]	
P6.5	P6.5			dsi[4].port_if[5]	
P6.6	P6.6		swd_data	dsi[4].port_if[6]	
P6.7	P6.7		swd_clk	dsi[4].port_if[7]	
P7.0	P7.0			dsi[5].port_if[0]	
P7.1	P7.1	csd.cmodpadd csd.cmodpads		dsi[5].port_if[1]	
P7.2	P7.2	csd.csh_tankpad_d csd.csh_tankpads		dsi[5].port_if[2]	
P7.3	P7.3	csd.vref_ext		dsi[5].port_if[3]	
P7.4	P7.4			dsi[5].port_if[4]	
P7.5	P7.5			dsi[5].port_if[5]	
P7.6	P7.6			dsi[5].port_if[6]	
P7.7	P7.7	csd.cshieldpads		dsi[5].port_if[7]	
P8.0	P8.0			dsi[11].port_if[0]	smartio[8].io[0]
P8.1	P8.1			dsi[11].port_if[1]	smartio[8].io[1]
P8.2	P8.2			dsi[11].port_if[2]	smartio[8].io[2]
P8.3	P8.3			dsi[11].port_if[3]	smartio[8].io[3]
P8.4	P8.4			dsi[11].port_if[4]	smartio[8].io[4]
P8.5	P8.5			dsi[11].port_if[5]	smartio[8].io[5]
P8.6	P8.6			dsi[11].port_if[6]	smartio[8].io[6]
P8.7	P8.7			dsi[11].port_if[7]	smartio[8].io[7]
P9.0	P9.0	ctb_oa0+		dsi[10].port_if[0]	smartio[9].io[0]
P9.1	P9.1	ctb_oa0-		dsi[10].port_if[1]	smartio[9].io[1]
P9.2	P9.2	ctb_oa0_out		dsi[10].port_if[2]	smartio[9].io[2]
P9.3	P9.3	ctb_oa1_out		dsi[10].port_if[3]	smartio[9].io[3]
P9.4	P9.4	ctb_oa1-		dsi[10].port_if[4]	smartio[9].io[4]
P9.5	P9.5	ctb_oa1+		dsi[10].port_if[5]	smartio[9].io[5]

ピン配置

Table 9 ポートピンアナログ , Smart I/O, および DSI 機能 (continued)

ポート / ピン	名称	アナログ	デジタル HV	DSI	SMARTIO
P9.6	P9.6	ctb_oa0+ or ctdac_out		dsi[10].port_if[6]	smartio[9].io[6]
P9.7	P9.7	ctb_oa1+ or ext_vref		dsi[10].port_if[7]	smartio[9].io[7]
P10.0	P10.0	sarmux[0]		dsi[9].port_if[0]	
P10.1	P10.1	sarmux[1]		dsi[9].port_if[1]	
P10.2	P10.2	sarmux[2]		dsi[9].port_if[2]	
P10.3	P10.3	sarmux[3]		dsi[9].port_if[3]	
P10.4	P10.4	sarmux[4]		dsi[9].port_if[4]	
P10.5	P10.5	sarmux[5]		dsi[9].port_if[5]	
P10.6	P10.6	sarmux[6]		dsi[9].port_if[6]	
P10.7	P10.7	sarmux[7]		dsi[9].port_if[7]	
P11.0	P11.0			dsi[8].port_if[0]	
P11.1	P11.1			dsi[8].port_if[1]	
P11.2	P11.2			dsi[8].port_if[2]	
P11.3	P11.3			dsi[8].port_if[3]	
P11.4	P11.4			dsi[8].port_if[4]	
P11.5	P11.5			dsi[8].port_if[5]	
P11.6	P11.6			dsi[8].port_if[6]	
P11.7	P11.7			dsi[8].port_if[7]	
P12.0	P12.0			dsi[7].port_if[0]	
P12.1	P12.1			dsi[7].port_if[1]	
P12.2	P12.2			dsi[7].port_if[2]	
P12.3	P12.3			dsi[7].port_if[3]	
P12.4	P12.4			dsi[7].port_if[4]	
P12.5	P12.5			dsi[7].port_if[5]	
P12.6	P12.6	srss.eco_in		dsi[7].port_if[6]	
P12.7	P12.7	srss.eco_out		dsi[7].port_if[7]	
P13.0	P13.0			dsi[6].port_if[0]	
P13.1	P13.1			dsi[6].port_if[1]	
P13.2	P13.2			dsi[6].port_if[2]	
P13.3	P13.3			dsi[6].port_if[3]	
P13.4	P13.4			dsi[6].port_if[4]	
P13.5	P13.5			dsi[6].port_if[5]	
P13.6	P13.6			dsi[6].port_if[6]	
P13.7	P13.7			dsi[6].port_if[7]	

電源に関する考慮事項

5 電源に関する考慮事項

次の電源システムの図に、サポートされているすべてのパッケージの電源ピンの一般的な接続を示します。

これらの図では、パッケージピンはピン名で示されます（例：“V_{DDA}, M13”）。V_{DDX} ピンの場合、そのピンから給電される I/O ポートも表示されます（例：“V_{DDD}, A13; I/O port P1”）。

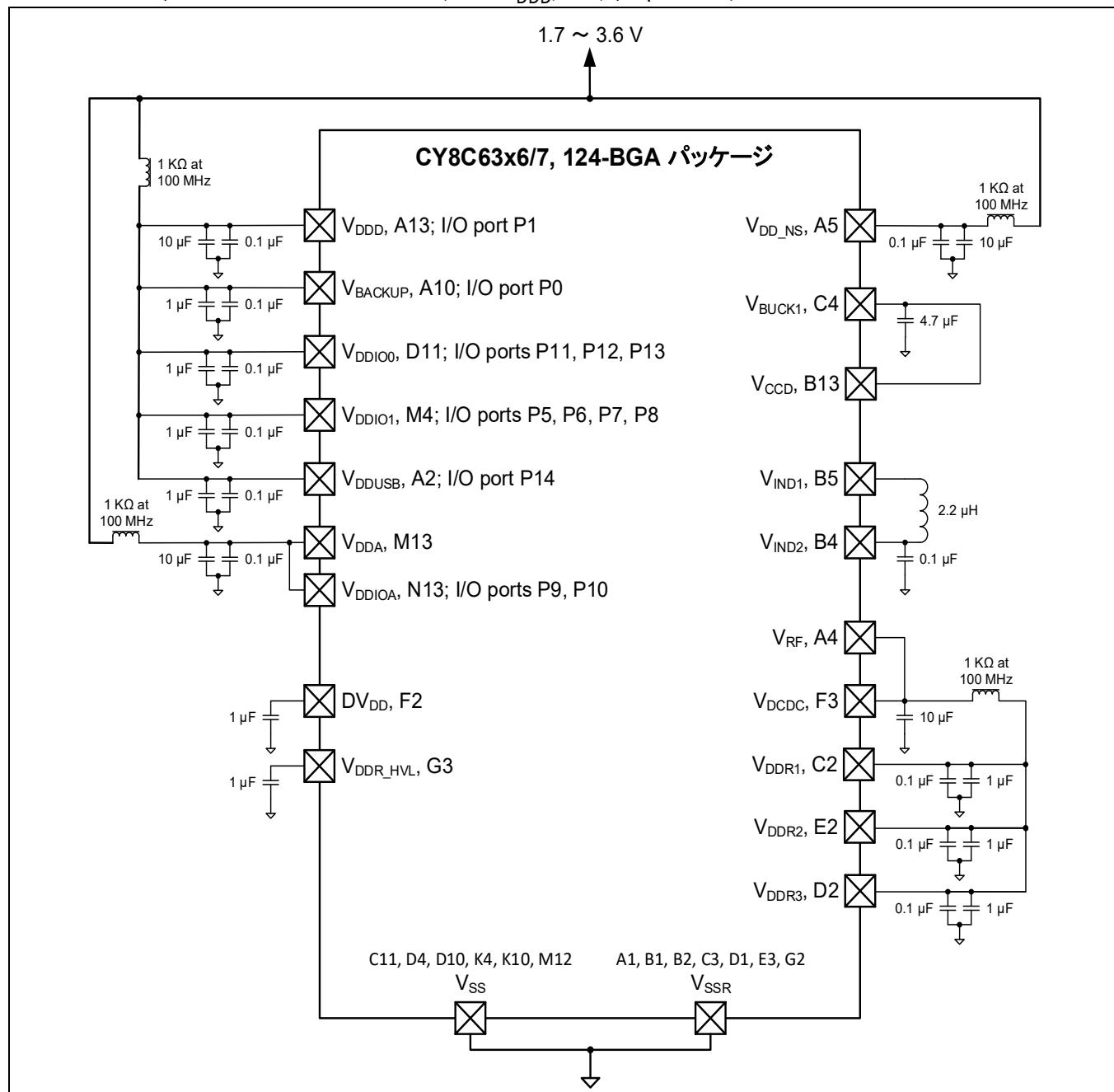


Figure 12 124-BGA 電源接続図

電源に関する考慮事項

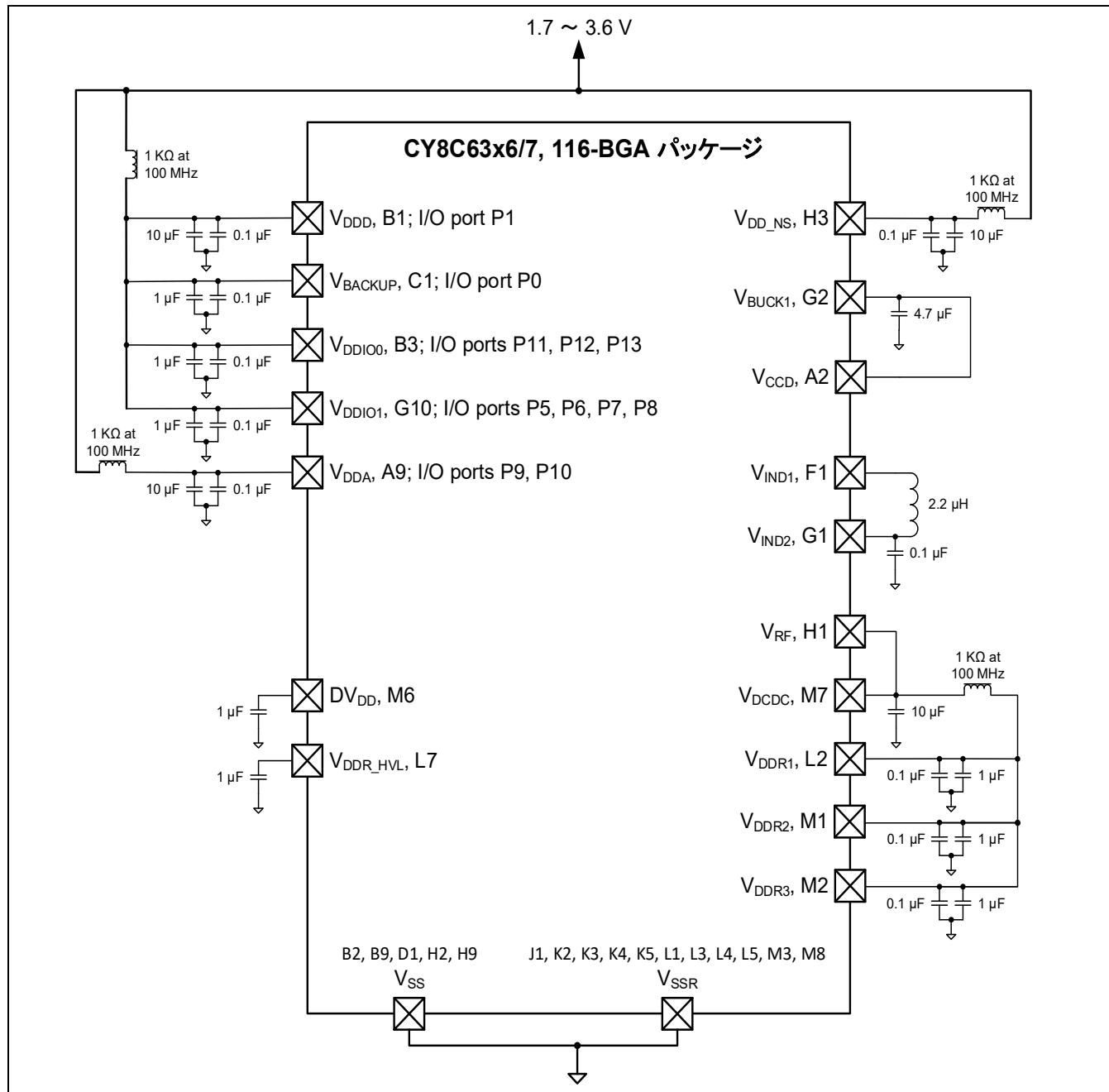


Figure 13 116-BGA 電源接続図

電源に関する考慮事項

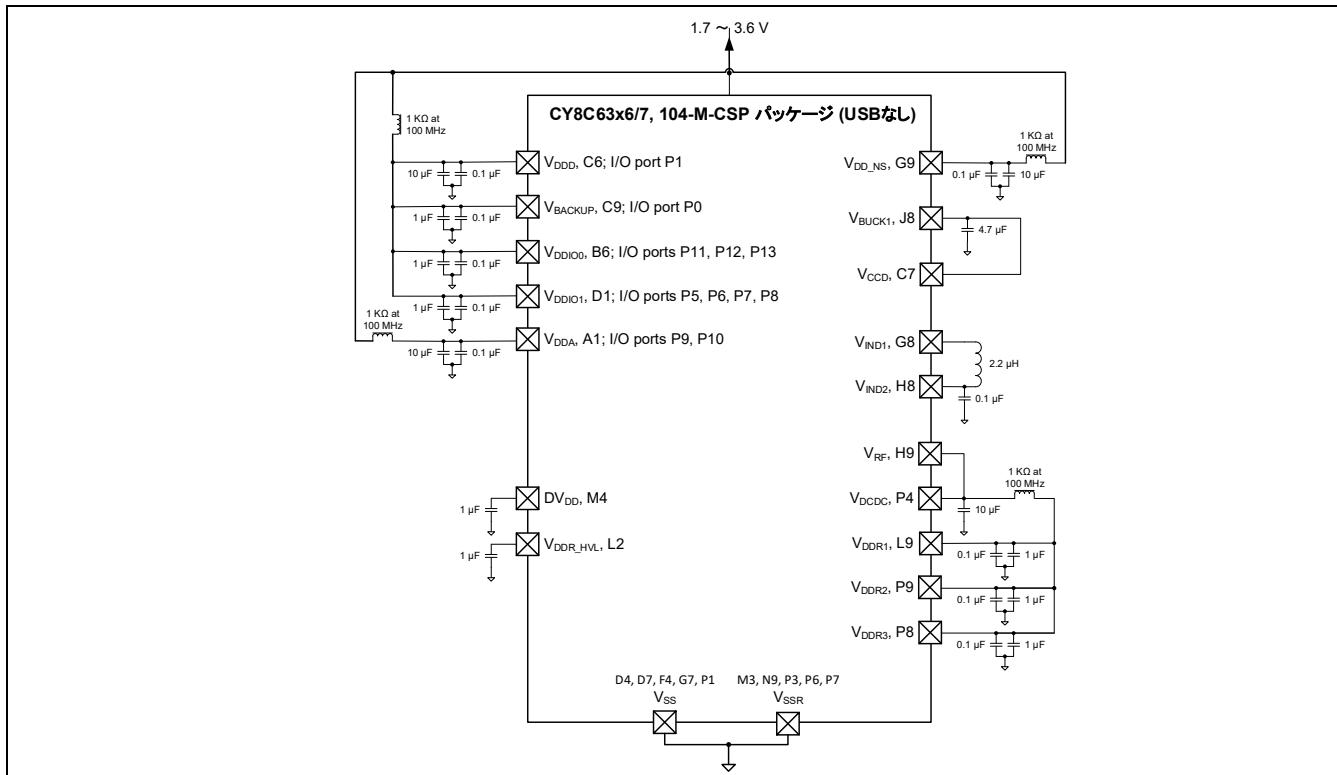


Figure 14 104-M-CSP 電源接続図

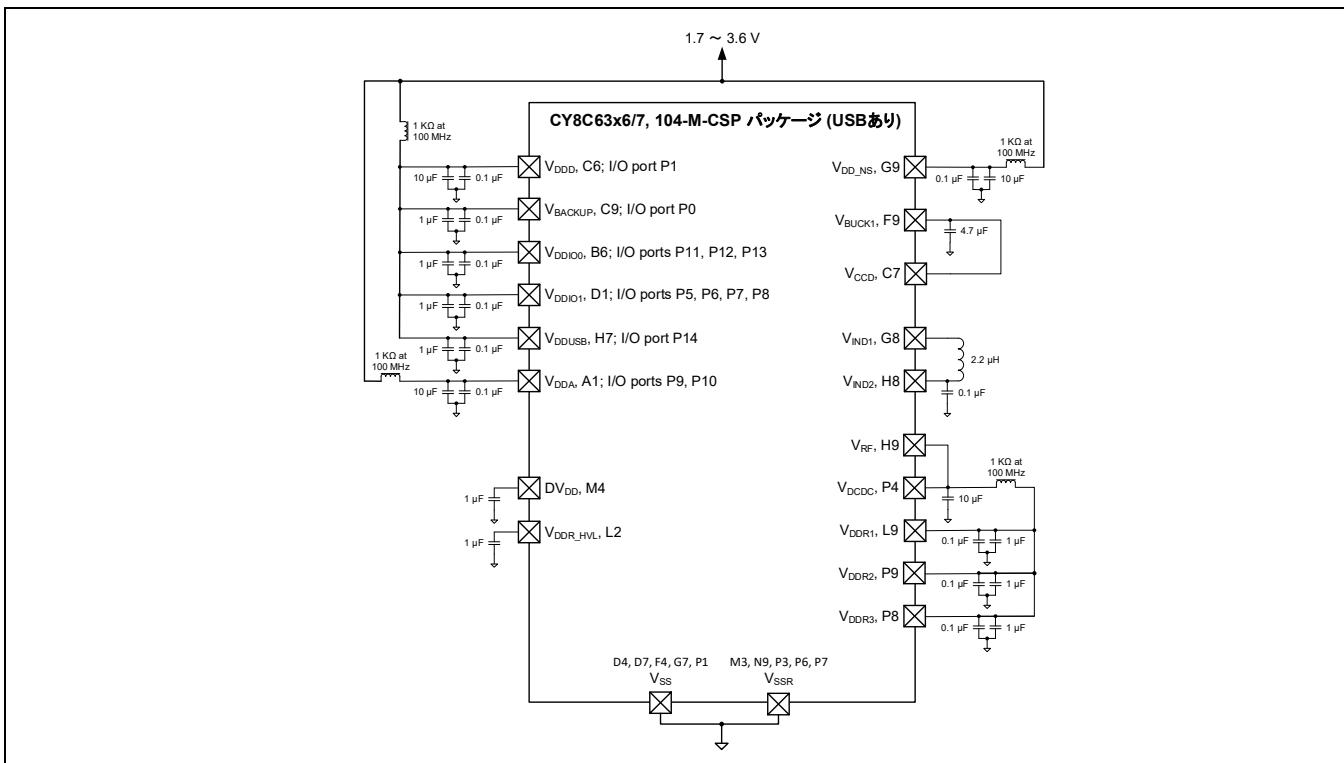


Figure 15 104-M-CSP-USB 電源接続図

電源に関する考慮事項

QFN パッケージでは、すべての内部グランドがパッケージの金属パッド(epad)に配線されます。このパッドは PCB で接地する必要があります。さらに、68-QFN パッケージの 2 つのアンテナグランドピン(GANT1 および GANT2)も、PCB の epad グランドにできるだけ短い接続で接続する必要があります。

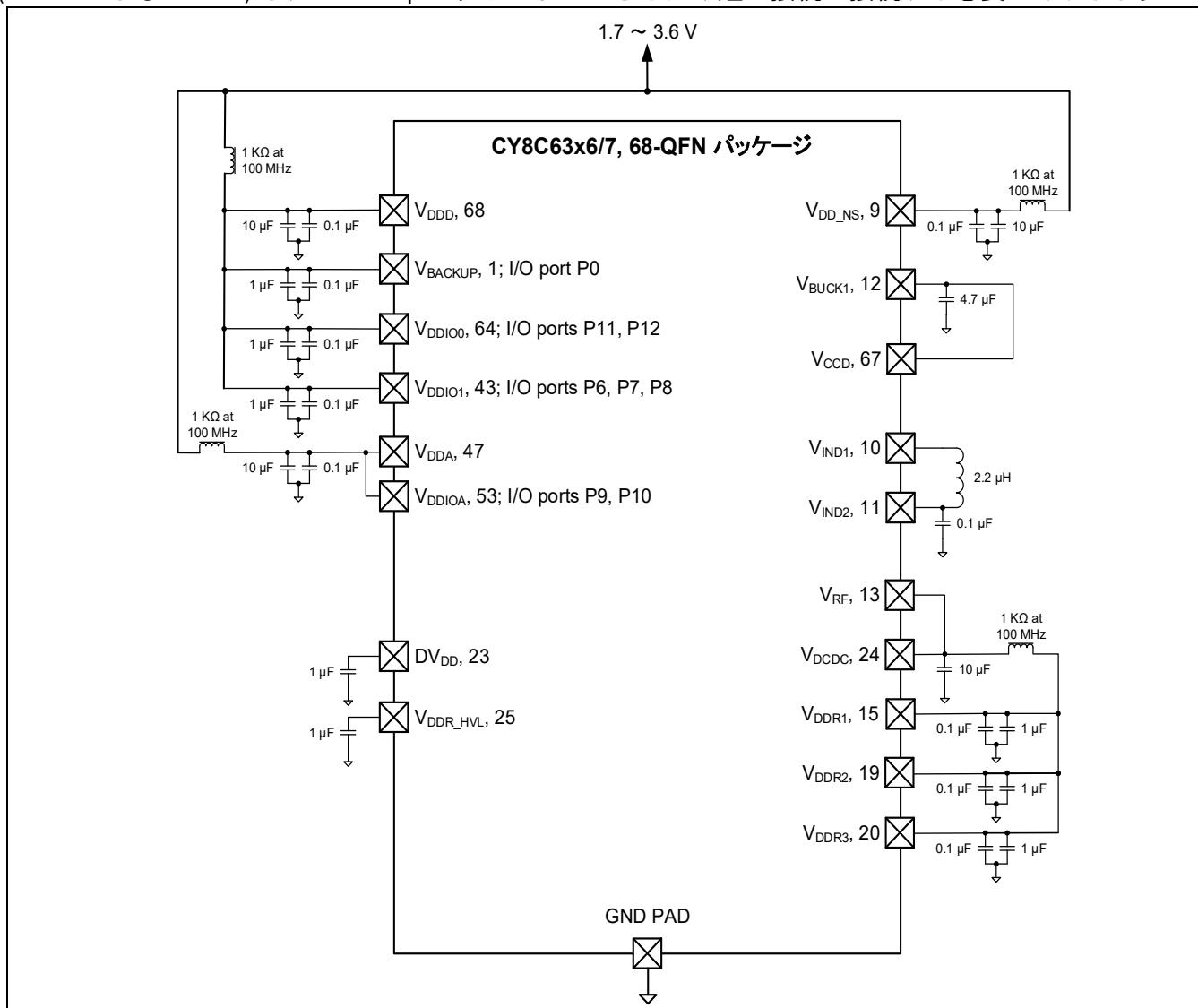


Figure 16 68-QFN 電源接続図

パッケージに応じて、8 つの V_{DDX} 電源ピンと複数の V_{SS} グランドピンがあります。電源ピンは次のとおりです。

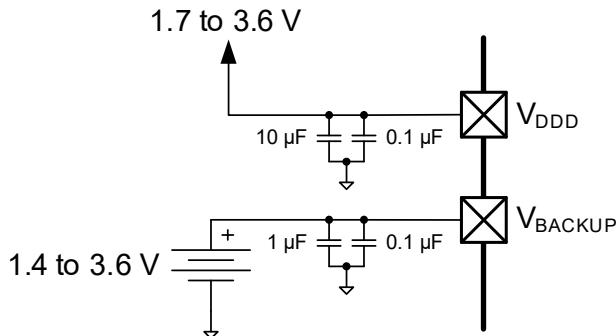
- V_{DDD} : メインのデジタル電源。低ドロップアウト(LDO) レギュレータと I/O ポート 1 に電力を供給。^[4]
- V_{CCD} : メイン LDO 出力。レギュレーションには $4.7 \mu F$ のコンデンサが必要です。 V_{CCD} がスイッチングレギュレータから駆動されると、LDO をオフにできます(下記の V_{BUCK1} を参照)。詳細については、デバイスの [technical reference manual \(TRM\)](#) の電源システムのブロックダイヤグラムを参照してください。
- V_{DDA} : アナログペリフェラルの電源。デバイスを正しく初期化して起動するには、このピンに電圧を印加する必要があります。
- V_{DDIOA} : I/O ポート 9 および 10 の電源。デバイスパッケージに存在する場合は、 V_{DDA} に接続する必要があります。

注

4. ポート 1 は 68-QFN パッケージでは使用できません。

電源に関する考慮事項

- V_{DDIO0} : I/O ポート 11, 12, および 13 の電源。
- V_{DDIO1} : I/O ポート 5, 6, 7, および 8 の電源。
- V_{BACKUP} : 32kHz WCO と RTC を含むバックアップドメインの電源。[Figure 17](#) に示すように、バッテリまたはスーパーキャパシタのバックアップ用に、1.4V の低電圧の別電源にもできます。それ以外の場合は、 V_{DDD} に接続されます。I/O ポート 0 に電力を供給します。

Figure 17 V_{BACKUP} への個別のバッテリ接続

- V_{DDUSB} : USB 周辺機器、USBDP および USBDM ピンの電源。USB 動作では、2.85V ~ 3.6V である必要があります。USB を使用しない場合は、1.7V ~ 3.6V にでき、USB ピンは I/O ポート 14 で機能が制限された GPIO として使用できます。

[Table 10](#) に、I/O ポートの電源の概要を示します。

Table 10 I/O ポート電源

ポート	電源	代替電源
0	V_{BACKUP}	V_{DDD}
1	V_{DDD}	-
5, 6, 7, 8	V_{DDIO1}	-
9, 10	V_{DDIOA}	V_{DDA}
11, 12, 13	V_{DDIO0}	-
14	V_{DDUSB}	-

注: USB ピンを使用しない場合は、 V_{DDUSB} をグランドに接続し、P14.0/USBDP ピンと P14.1/USBDM ピンは未接続のままにしてください。

デバイスを正しく初期化して動作させるには、上記のように、 V_{DDD} ピンと V_{DDA} ピンに電圧を印加する必要があります。I/O ポートが使用されない場合、対応する V_{DDx} ピンへの電圧の印加はオプションです。

- V_{SS} および V_{SSR} : 上記の電源のグランドピン。すべての接地ピンは共通の接地に一緒に接続する必要があります。

LDO レギュレータに加えて、单一入力複数出力 (SIMO) スイッチングレギュレータが含まれます。1つのインダクタを使用して 2つの安定化出力を提供します。レギュレータピンは次のとおりです。

- V_{DD_NS} : レギュレータ電源。
 - V_{IND1} および V_{IND2} : インダクタとコンデンサの接続。
 - V_{BUCK1} : 最初のレギュレータ出力。これは通常、 V_{CCD} を駆動するために使用されます。上記を参照してください。
 - V_{RF} : 2 番目のレギュレータ出力。通常、Bluetooth® LE 無線電源ピン (V_{DCDC} および V_{DDRx}) を駆動するためには使用されます。
- Bluetooth® LE 無線用の電源ピンのセットが含まれます。それらは下記です。
- V_{DCDC} : 無線デジタル電源。

電源に関する考慮事項

- V_{DDR1} , V_{DDR2} , および V_{DDR3} : 無線アナログ電源。
 - D_{VDD} : 無線デジタル LDO 出力。レギュレーションには $1\ \mu F$ のコンデンサが必要です。
 - V_{DDR_HVL} : 無線アナログ LDO 出力。レギュレーションには $1\ \mu F$ のコンデンサが必要です。
- さまざまな V_{DD} 電源ピンはチップ上で一緒に接続されません。それらは、1つ以上の個別のネットでチップ外に接続できます。個別の電源ネットを使用する場合、図に示すように、オプションのフェライトビーズを使用して、他のネットからのノイズから分離できます。

V_{CCD} , V_{RF} , またはスイッチングレギュレータの電源ピンに外部負荷をかけないでください。スイッチングレギュレータを使用するかどうかによりません。

電源ピンのシーケンス要件はありません。電源は任意の順序で起動できます。電源管理システムは、すべての電源ピンが適切な動作に必要な電圧レベルになるまで、デバイスをリセット状態に保ちます。

注: バッテリが最初に PCB に取り付けられている場合、 V_{DDD} は少なくとも $50\ \mu s$ のサイクルにする必要があります。これにより、製品の製造および保管中にバッテリが早く消耗するのを防ぎます。

バイパスコンデンサは、図に示すように、 V_{DDX} と他のピンから共通のグランドに接続する必要があります。この周波数範囲のシステムの一般的な方法は、 $10\ \mu F$ または $1\ \mu F$ のコンデンサを、より小さなコンデンサ（例えば $0.1\ \mu F$ ）と並列に使用することです。これらは単なる経験則ですが、重要なアプリケーションでは、最適なバイパスを実現するために PCB レイアウト、リードインダクタンス、およびバイパスコンデンサの寄生をシミュレーションする必要があることに注意してください。

すべてのコンデンサおよびインダクタは $\pm 20\%$ 以上にする必要があります。 V_{IND2} に接続するコンデンサは $100\ nF$ にする必要があります。推奨インダクタ値は $2.2\ \mu H \pm 20\%$ です（例えば、TDK MLP2012H2R2MT0S1）。

バイパスコンデンサのデータシート、特に動作電圧と DC バイアス仕様を確認することを推奨します。一部のコンデンサでは、印加電圧が定格動作電圧のかなりの割合になると、実際の静電容量が大幅に減少することがあります。

パッドレイアウトの詳細については、[PSoC™ 6 CAD libraries](#) を参照してください。

電気的仕様

6 電気的仕様

特に記載がない限り、すべての仕様は $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$ および $1.71\text{ V} \sim 3.6\text{ V}$ で有効です。

6.1 絶対最大定格

Table 11 絶対最大定格^[5]

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID1	V_{DD_ABS}	V_{SS} を基準としたアナログまたはデジタルの電源 ($V_{SSD} = V_{SSA}$)	-0.5	-	4	V	
SID2	V_{CCD_ABS}	V_{SSD} を基準とした直接デジタルコア電圧入力	-0.5	-	1.2	V	
SID3	V_{GPIO_ABS}	GPIO 電圧。 V_{DDD} または V_{DDA}	-0.5	-	$V_{DD} + 0.5$	V	
SID4	I_{GPIO_ABS}	GPIO ごとの電流	-25	-	25	mA	
SID5	$I_{GPIO_injection}$	ピンごとの GPIO 注入電流	-0.5	-	0.5	mA	
SID3A	ESD_HBM	静電気放電(人体モデル)	2200	-	-	V	
SID3B	ESD_HBM_ANT	静電気放電(人体モデル)。アンテナピン	500	-	-	V	RF ピン
SID4A	ESD_CDM	静電気放電(デバイス帯電モデル)	500	-	-	V	
SID4B	ESD_CDM_ANT	静電気放電(デバイス帯電モデル)。アンテナピン	200	-	-	V	RF ピン
SID4C	ESD_CDM_X	静電気放電(デバイス帯電モデル)。XI, XO ピン	200	-	-	V	XI, XO ピン
SID5A	LU	ラッチャップフリー動作のピン電流	-100	-	100	mA	

6.2 デバイスレベルの仕様

Table 14 に、CPU 電流の詳細な仕様を示します。**Table 12** は、一般的な条件下での CPU 電流を迅速に確認するために、これらの仕様をまとめたものです。CM4 の最大周波数は 150 MHz であり、CM0+ の最大周波数は 100 MHz であることに注意してください。IMO と FLL は、CPU クロックを生成するために使用されます。CPU クロック周波数が 8 MHz の場合、FLL は使用されません。

Table 12 CPU 電流仕様の概要

条件	範囲	Typ 範囲	Max 範囲
LP モード, $V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, $V_{CCD} = 1.1\text{ V}$, 降圧レギュレータあり			
CM4 アクティブ, CM0+ スリープ	CPU 全体のクロック範囲: 8-150/100 MHz; フラッシュキャッシュが有効なドライストーン	0.9 ~ 6.9 mA	1.5 ~ 8.6 mA
CM0+ アクティブ, CM4 スリープ		0.8 ~ 3.8 mA	1.3 ~ 4.5 mA
CM4 スリープ, CM0+ スリープ		0.7 ~ 1.5 mA	1.3 ~ 2.2 mA
CM0+ スリープ, CM4 オフ		0.7 ~ 1.3 mA	1.3 ~ 2 mA
最小レギュレータ電流モード	CM4/CM0+ CPU アクティブ / スリープ モード全体	0.6 ~ 0.7 mA	1.1 ~ 1.1 mA
ULP モード, $V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, $V_{CCD} = 0.9\text{ V}$, 降圧レギュレータあり			
CM4 アクティブ, CM0+ スリープ	CPU 全体のクロック範囲: 8-50/25 MHz; フラッシュキャッシュが有効なドライストーン	0.65 ~ 1.6 mA	0.8 ~ 2.2 mA
CM0+ アクティブ, CM4 スリープ		0.51 ~ 0.91 mA	0.72 ~ 1.25 mA
CM4 スリープ, CM0+ スリープ		0.42 ~ 0.76 mA	0.65 ~ 1.1 mA
CM0+ スリープ, CM4 オフ		0.41 ~ 0.62 mA	0.6 ~ 0.9 mA

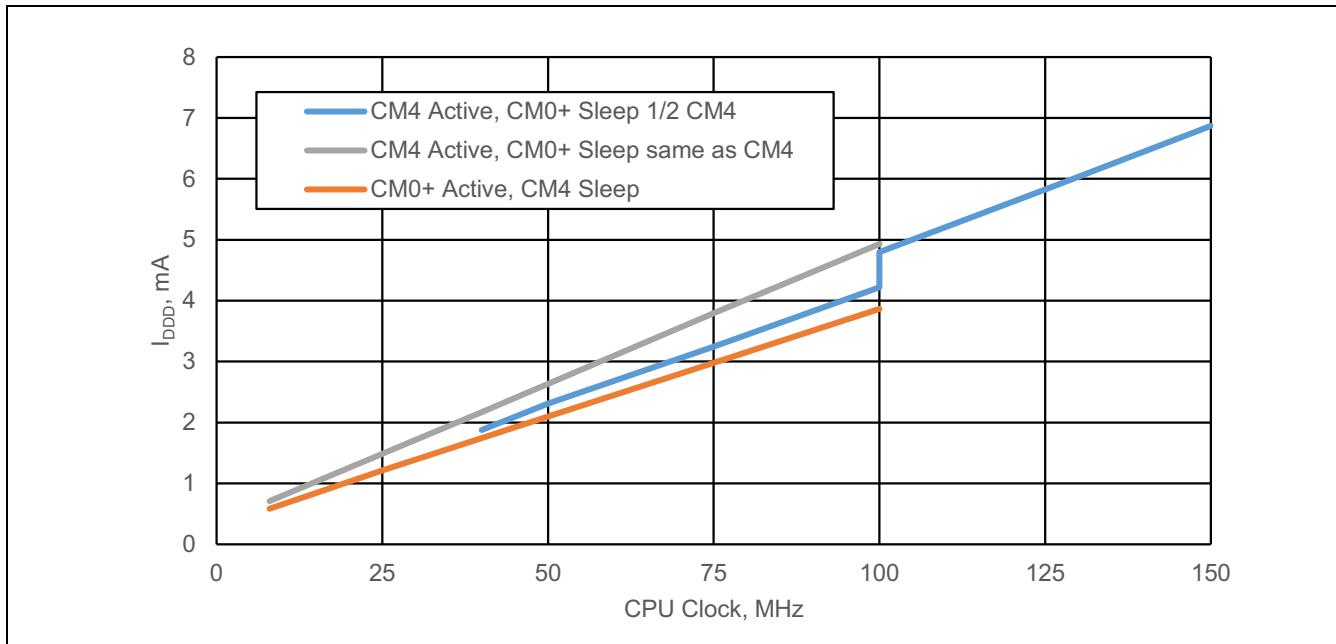
注

5. **Table 11** に記載されている絶対最大条件を超えて使用すると、デバイスに恒久的なダメージを与える可能性があります。長時間にわたって絶対最大条件下に置くと、デバイスの信頼性に影響する可能性があります。最大保管温度は JEDEC 標準「JESD22-A103、High Temperature Storage Life」に準拠した 150°C です。絶対最大条件以下で使用している場合でも、標準的な動作条件を超えると、デバイスが仕様に従って動作しないことがあります。

電気的仕様

Table 12 CPU 電流仕様の概要

条件	範囲	Typ 範囲	Max 範囲
最小レギュレータ電流モード	CM4/CM0+ CPU アクティブ / スリープ モード全体	0.39 ~ 0.54 mA	0.6 ~ 0.76 mA
ディープスリープ	SRAM 保持全体	7 ~ 9 μ A	-
ハイバネート	V _{DDD} 全体	300 ~ 800 nA	-

**Figure 18** 標準的なデバイス電流と CPU 周波数 ; システム低電力 (LP) モード ^[6]

6.2.1 電源

Table 13 電源の DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID6	V _{DDD}	内部レギュレータとポート 1 GPIO 電源	1.7	-	3.6	V	-
SID7	V _{DDA}	アナログ電源電圧。PCB 上で V _{DDIOA} に短絡	1.7	-	3.6	V	内部で安定化されない電源
SID7A	V _{DDIO1}	提供される場合、ポート 5 ~ 8 用の GPIO 電源	1.7	-	3.6	V	アプリケーションで CAPSENSE™ (CSD) ブロックを使用する場合、 $\geq V_{DDA}$ であることが必要。
SID7B	V _{DDIO0}	提供される場合、ポート 11 ~ 13 用の GPIO 電源	1.7	-	3.6	V	-
SID7E	V _{DDIO0}	eFuse プログラミング用の電源	2.38	2.5	2.62	V	
SID7D	V _{DDIOA}	ポート 9 ~ 10 用の GPIO 電源。PCB 上で V _{DDA} に短絡	1.7	-	3.6	V	-

注

6. CM4 アクティブ , CM0+ スリープ 1/2 CM4 トレース値は、100 MHz を超えると、FLL の代わりに PLL を使用する必要があるため高くなります。

電気的仕様

Table 13 電源の DC 仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID7F	V _{DDUSB}	提供される場合、ポート 14 (USB または GPIO) 用の電源	1.7	-	3.6	V	Min は 2.85V (USB 用)
SID6B	V _{BACKUP}	提供される場合、バックアップ電源および GPIO ポート 0 電源	1.7	-	3.6	V	V _{DDD} が外されたとき、Min は 1.4V
SID8	V _{CCD1}	出力電圧(コアロジックバイパス)	-	1.1	-	V	システム LP モード
SID9	V _{CCD2}	出力電圧(コアロジックバイパス)	-	0.9	-	V	ULP モード。-20 ~ 85°C で有効
SID10	C _{EFC}	外部レギュレータ電圧(V _{CCD})バイパス	3.8	4.7	5.6	μF	X5R セラミックまたはこれより良質のもの。0.8 ~ 1.2V 用の値
SID11	C _{EXC}	電源デカップリングコンデンサ	-	10	-	μF	X5R セラミックまたはこれより良質のもの

6.2.2 CPU 電流および遷移時間**Table 14** CPU 電流および遷移時間

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
LP 範囲電源の仕様 (for V_{CCD} = 1.1V 降圧レギュレータと LDO を使用)							
Cortex® M4。アクティブ モード							
キャッシュ無効時に実行 (フラッシュを使用)							
SIDF1	I _{DD1}	フラッシュから実行。 CM4 アクティブ 50MHz、 CM0+ スリープ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。While(1)	-	2.3	3.2	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	3.1	3.6	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	5.7	6.5	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDF2	I _{DD2}	フラッシュから実行。 CM4 アクティブ 8MHz、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。While(1)	-	0.9	1.5	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.2	1.6	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	2.8	3.5	mA	V _{DDD} = 1.8 to 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
キャッシュ有効時に実行							
SIDC1	I _{DD3}	キャッシュから実行。 CM4 アクティブ 150 MHz、 CM0+ スリープ 75 MHz。 IMO と PLL を使用。ドライストーン	-	6.9	8.6	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	10.9	13.7	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	13.7	15.5	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値

電気的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SIDC2	I _{DD4}	キャッシングから実行。 CM4 アクティブ 100 MHz、 CM0+ スリープ 100 MHz。IMO、FLL を使用。 ドライストーン	-	4.8	5.8	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	7.4	8.4	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	11.3	12	mA	V _{DDD} = 1.8 to 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDC3	I _{DD5}	キャッシングから実行。 CM4 アクティブ 50MHz、 CM0+ スリープ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。ドライストーン	-	2.4	3.4	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	3.7	4.1	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	6.3	7.2	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDC4	I _{DD6}	キャッシングから実行。 CM4 アクティブ 8MHz、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。ドライストーン	-	0.9	1.5	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.3	1.8	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	3	3.8	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値

Cortex® M0+。アクティブ モード**キャッシング無効時に実行(フラッシュを使用)**

SIDF3	I _{DD7}	キャッシングから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 50 MHz。 IMO、FLL を使用。While (1)	-	2.4	3.3	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	3.2	3.7	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	5.6	6.3	mA	V _{DDD} = 1.8 to 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDF4	I _{DD8}	キャッシングから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 8 MHz。 IMO を使用。While (1)	-	0.8	1.5	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.1	1.6	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	2.60	3.4	mA	V _{DDD} = 1.8 to 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値

キャッシング有効時に実行

SIDC5	I _{DD9}	キャッシングから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 100 MHz。 IMO、FLL を使用。ドライストーン	-	3.8	4.5	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	5.9	6.5	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	9	9.7	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDC6	I _{DD10}	キャッシングから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 8 MHz。 IMO を使用。ドライストーン	-	0.8	1.3	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.20	1.7	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	2.60	3.4	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値

電気的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
Cortex® M4。スリープモード							
SIDS1	I _{DD11}	CM4 スリープ 100 MHz、 CM0+ スリープ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。	-	1.5	2.2	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	2.2	2.7	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	4	4.6	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDS2	I _{DD12}	CM4 スリープ 50 MHz、 CM0+ スリープ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。	-	1.2	1.9	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.7	2.2	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	3.4	4.3	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDS3	I _{DD13}	CM4 スリープ 8 MHz、 CM0+ スリープ 8MHz。 IMO を使用。	-	0.7	1.3	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1	1.5	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	2.4	3.3	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
Cortex® M0+。スリープモード							
SIDS4	I _{DD14}	CM4 オフ、 CM0+ スリープ 50 MHz。 IMO、FLL を使用。	-	1.3	2	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.9	2.4	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	3.80	4.6	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDS5	I _{DD15}	CM4 オフ、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。	-	0.7	1.3	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1	1.5	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	2.4	3.3	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
Cortex® M4。最小レギュレータ電流モード							
SIDLP1A1	I _{DD16}	フラッシュから実行。 CM4 LPA 8 MHz、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。While (1)	-	0.9	1.5	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.2	1.7	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	2.8	3.5	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値
SIDLP1A2	I _{DD17}	キャッシュから実行。 CM4 LPA 8 MHz、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。ドライストーン	-	0.9	1.5	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.3	1.8	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	2.9	3.7	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85 °C で最大値

電気的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件		
Cortex® M0+。最小レギュレータ電流モード									
SIDLPA3	I_{DD18}	フラッシュから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 8 MHz。 IMO を使用。While (1)	-	0.8	1.4	mA	$V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	1.1	1.6	mA	$V_{DDD} = 1.8 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	2.7	3.6	mA	$V_{DDD} = 1.8 \sim 3.3 \text{ V}$, LDO, 85 °C で最大値		
SIDLPA4	I_{DD19}	キャッシュから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 8 MHz。 IMO を使用。ドライストーン	-	0.8	1.4	mA	$V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	1.2	1.7	mA	$V_{DDD} = 1.8 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	2.7	3.6	mA	$V_{DDD} = 1.8 \sim 3.3 \text{ V}$, LDO, 85 °C で最大値		
Cortex® M4。最小レギュレータ電流モード									
SIDLPS1	I_{DD20}	CM4 スリープ 8 MHz、 CM0+ スリープ 8MHz。 IMO を使用。	-	0.7	1.1	mA	$V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	1	1.5	mA	$V_{DDD} = 1.8 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	2.4	3.3	mA	$V_{DDD} = 1.8 \sim 3.3 \text{ V}$, LDO, 85 °C で最大値		
Cortex® M0+。最小レギュレータ電流モード									
SIDLPS3	I_{DD22}	CM4 オフ、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。	-	0.6	1.1	mA	$V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	0.9	1.5	mA	$V_{DDD} = 1.8 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	2.4	3.3	mA	$V_{DDD} = 1.8 \sim 3.3 \text{ V}$, LDO, 85 °C で最大値		
ULP 範囲電源仕様 ($V_{CCD} = 0.9 \text{ V}$、降圧レギュレータ使用)。ULP モードは -20 ~ +85 °C で有効									
Cortex® M4。アクティブモード									
キャッシュ無効時に実行(フラッシュを使用)									
SIDF5	I_{DD3}	フラッシュから実行。 CM4 アクティブ 50MHz、 CM0+ スリープ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。While(1)	-	1.7	2.2	mA	$V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	2.1	2.4	mA	$V_{DDD} = 1.8 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
SIDF6	I_{DD4}	フラッシュから実行。 CM4 アクティブ 8MHz、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。While (1)	-	0.56	0.8	mA	$V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	0.75	1	mA	$V_{DDD} = 1.8 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
キャッシュ有効時に実行									
SIDC8	I_{DD10}	キャッシュから実行。 CM4 アクティブ 50MHz、 CM0+ スリープ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。ドライストーン	-	1.6	2.2	mA	$V_{DDD} = 3.3 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		
			-	2.4	2.7	mA	$V_{DDD} = 1.8 \text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値		

電気的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SIDC9	I _{DD11}	キャッシングから実行。 CM4 アクティブ 8MHz、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。ドライストーン	-	0.65	0.8	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.8	1.1	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値

Cortex® M0+。アクティブ モード**キャッシング無効時に実行 (フラッシュを使用)**

SIDF7	I _{DD16}	キャッシングから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。Write(1)	-	1	1.4	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.34	1.6	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
SIDF8	I _{DD17}	キャッシングから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 8 MHz。 IMO を使用。While(1)	-	0.54	0.75	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.73	1	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値

キャッシング有効時に実行

SIDC10	I _{DD18}	キャッシングから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。ドライストーン。	-	0.91	1.25	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.34	1.6	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
SIDC11	I _{DD19}	キャッシングから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 8 MHz。 IMO を使用。ドライストーン	-	0.51	0.72	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.73	0.95	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値

Cortex® M4。スリープ モード

SIDS7	I _{DD21}	CM4 スリープ 50 MHz、 CM0+ スリープ 25MHz。 IMO、FLL を使用。	-	0.76	1.1	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	1.1	1.4	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
SIDS8	I _{DD22}	CM4 スリープ 8 MHz、 CM0+ スリープ 8MHz。 IMO を使用。	-	0.42	0.65	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.59	0.8	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値

Cortex® M0+。スリープ モード

SIDS9	I _{DD23}	CM4 オフ、 CM0+ スリープ 25 MHz。 IMO、FLL を使用。	-	0.62	0.9	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.88	1.1	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
SIDS10	I _{DD24}	CM4 オフ、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。	-	0.41	0.6	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.58	0.8	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値

電気的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
Cortex® M4。最小レギュレータ電流モード							
SIDLPAs5	I_{DD25}	フラッシュから実行。 CM4 アクティブ 8MHz、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。While(1)	-	0.52	0.75	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.76	1	mA	$V_{DDD} = 1.8\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
SIDLPAs6	I_{DD26}	キヤッッシュから実行。 CM4 アクティブ 8MHz、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。ドライストーン	-	0.54	0.76	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.78	1	mA	$V_{DDD} = 1.8\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
Cortex® M0+。最小レギュレータ電流モード							
SIDLPAs7	I_{DD27}	フラッシュから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 8 MHz。 IMO を使用。While (1)	-	0.51	0.75	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.75	1	mA	$V_{DDD} = 1.8\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
SIDLPAs8	I_{DD28}	キヤッッシュから実行。 CM4 オフ、 CM0+ アクティブ 8 MHz。 IMO を使用。ドライストーン	-	0.48	0.7	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.7	0.95	mA	$V_{DDD} = 1.8\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
Cortex® M4。最小レギュレータ電流モード							
SIDLPS5	I_{DD29}	CM4 スリープ 8 MHz、 CM0 スリープ 8MHz。 IMO を使用。	-	0.4	0.6	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.57	0.8	mA	$V_{DDD} = 1.8\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
Cortex® M0+。最小レギュレータ電流モード							
SIDLPS7	I_{DD31}	CM4 オフ、 CM0+ スリープ 8 MHz。 IMO を使用。	-	0.39	0.6	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
			-	0.56	0.8	mA	$V_{DDD} = 1.8\text{ V}$, 降圧レギュレータ ON, 60 °C で最大値
ディープスリープモード							
SIDDS1	I_{DD33A}	内部降圧レギュレータ有効、64K SRAM 保持	-	7	-	μA	最大値は 85 °C
SIDDS1_B	I_{DD33A_B}	内部降圧レギュレータ有効、64K SRAM 保持	-	7	-	μA	最大値は 60 °C
SIDDS2	I_{DD33B}	内部降圧レギュレータ有効、256K SRAM 保持	-	9	-	μA	最大値は 85 °C
SIDDS2_B	I_{DD33B_B}	内部降圧レギュレータ有効、256K SRAM 保持	-	9	-	μA	最大値は 60 °C
ハイバネートモード							
SIDHIB1	I_{DD34}	$V_{DDD} = 1.8\text{ V}$	-	300	-	nA	クロック実行なし
SIDHIB2	I_{DD34A}	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$	-	800	-	nA	クロック実行なし
消費電力モード遷移時間							
SID12	T_{LPACT_ACT}	最小レギュレータ電流から LP までの遷移時間	-	-	35	μs	PLL ロック時間を含む
SID13	T_{DS_LPACT}	ディープスリープから LP までの遷移時間	-	-	25	μs	設計により保証

電気的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID14	T _{HIB_ACT}	ハイバネートから LP までの遷移時間	-	500	-	μs	PLL ロック時間を含む

6.2.3 XRES

Table 15 XRES の DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID17	T _{XRES_IDD}	XRES アサート時の IDD	-	300	-	nA	V _{DDD} = 1.8 V
SID17A	T _{XRES_IDD_1}	XRES アサート時の IDD	-	800	-	nA	V _{DDD} = 3.3 V
SID77	V _{IH}	入力電圧 HIGH 閾値	0.7 × V _{DD}	-	-	V	CMOS 入力
SID78	V _{IL}	入力電圧 LOW 閾値	-	-	0.3 × V _{DD}	V	CMOS 入力
SID80	C _{IN}	入力容量	-	3	-	pF	-
SID81	V _{HYSXRES}	入力電圧ヒステリシス	-	100	-	mV	-
SID82	I _{DIODE}	保護ダイオードを通って V _{DD} /V _{SS} に流れる電流	-	-	100	μA	-

Table 16 XRES の AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID15	T _{XRES_ACT}	XRES 解放から CortexR-M0+ アプリケーションコード実行までの時間	-	750	-	μs	最小レギュレータ電流 モードではありません。 50 MHz での Cortex®-M0+ 実行
SID16	T _{XRES_PW}	XRES パルス幅	5	-	-	μs	-

6.2.4 GPIO

Table 17 GPIO の DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID57	V _{IH}	入力電圧 HIGH 閾値	0.7 × V _{DD}	-	-	V	CMOS 入力
SID57A	I _{IHS}	パッド電圧が OVT 入力の V _{DDIO} より高い場合の入力電流	-	-	10	μA	I ² C 仕様ごと
SID58	V _{IL}	入力電圧 LOW 閾値	-	-	0.3 × V _{DD}	V	CMOS 入力
SID241	V _{IH}	LVTTL 入力 , V _{DD} < 2.7 V	0.7 × V _{DD}	-	-	V	-
SID242	V _{IL}	LVTTL 入力 , V _{DD} < 2.7 V	-	-	0.3 × V _{DD}	V	-
SID243	V _{IH}	LVTTL 入力 , V _{DD} ≥ 2.7 V	2.0	-	-	V	-
SID244	V _{IL}	LVTTL 入力 , V _{DD} ≥ 2.7 V	-	-	0.8	V	-
SID59	V _{OH}	出力 HIGH 電圧	V _{DD} - 0.5	-	-	V	I _{OH} = 8 mA
SID62A	V _{OL}	出力 LOW 電圧	-	-	0.4	V	I _{OL} = 8 mA
SID63	R _{PULLUP}	プルアップ抵抗	3.5	5.6	8.5	kΩ	-
SID64	R _{PULLDOWN}	プルダウン抵抗	3.5	5.6	8.5	kΩ	-

電気的仕様

Table 17 GPIO の DC 仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID65	I_{IL}	入力リーク電流 (絶対値)	-	-	2	nA	$25^{\circ}\text{C}, V_{DD} = 3.0\text{V}$
SID65A	I_{IL_CTBM}	CTBm 入力ピン上の入力リーク電流	-	-	4	nA	-
SID66	C_{IN}	入力容量	-	-	5	pF	-
SID67	V_{HYSTTL}	入力ヒステリシス LVTTL $V_{DD} > 2.7\text{V}$	100	0	-	mV	-
SID68	$V_{HYSCMOS}$	入力ヒステリシス CMOS	$0.05 \times V_{DD}$	-	-	mV	-
SID69	I_{DIODE}	保護ダイオードをとおつて V_{DD}/V_{SS} に流れる電流	-	-	100	μA	-
SID69A	I_{TOT_GPIO}	チップの最大合計ソースまたはシンク電流	-	-	200	mA	-

Table 18 GPIO の AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID70	T_{RISEF}	高速ストロング モードでの立ち上がり時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	-	-	2.5	ns	$C_{load} = 15\text{ pF}, 8\text{ mA}$ 駆動強度
SID71	T_{FALLF}	高速ストロング モードでの立ち下り時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	-	-	2.5	ns	$C_{load} = 15\text{ pF}, 8\text{ mA}$ 駆動強度
SID72	T_{RISES_1}	低速ストロング モードでの立ち上がり時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	52	-	142	ns	$C_{load} = 15\text{ pF}, 8\text{ mA}$ 駆動強度, $V_{DD} \leq 2.7\text{V}$
SID72A	T_{RISES_2}	低速ストロング モードでの立ち上がり時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	48	-	102	ns	$C_{load} = 15\text{ pF}, 8\text{ mA}$ 駆動強度, $2.7\text{V} < V_{DD} \leq 3.6\text{V}$
SID73	T_{FALLS_1}	低速ストロング モードでの立ち下り時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	44	-	211	ns	$C_{load} = 15\text{ pF}, 8\text{ mA}$ 駆動強度, $V_{DD} \leq 2.7\text{V}$
SID73A	T_{FALLS_2}	低速ストロング モードでの立ち下り時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	42	-	93	ns	$C_{load} = 15\text{ pF}, 8\text{ mA}$ 駆動強度, $2.7\text{V} < V_{DD} \leq 3.6\text{V}$
SID73G	T_{FALL_I2C}	低速ストロング モードでの立ち下り時間 (V_{DD} の 30% ~ 70%)	$20 \times V_{DDIO} / 5.5$	-	250	ns	$C_{load} = 10\text{ pF} \sim 400\text{ pF}, 8\text{ mA}$ 駆動強度
SID74	$F_{GPIOOUT1}$	GPIO Fout. 高速ストロング モード	-	-	100	MHz	90/10%, 15 pF 負荷, 60/40 デューティ比
SID75	$F_{GPIOOUT2}$	GPIO Fout; 低速ストロング モード	-	-	16.7	MHz	90/10%, 15 pF 負荷, 60/40 デューティ比
SID76	$F_{GPIOOUT3}$	GPIO Fout; 高速ストロング モード	-	-	7	MHz	90/10%, 25 pF 負荷 60/40 デューティ比
SID245	$F_{GPIOOUT4}$	GPIO Fout; 低速ストロング モード	-	-	3.5	MHz	90/10%, 25 pF 負荷, 60/40 デューティ比
SID246	F_{GPIOIN}	GPIO 入力動作周波数。 $1.71\text{V} \leq V_{DD} \leq 3.6\text{V}$	-	-	100	MHz	90/10% V_{IO}

電気的仕様

6.3 アナログ ペリフェラル

6.3.1 オペアンプ

Table 19 オペアンプの仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
	I _{DD}	オペアンプ ブロック電流。負荷なし	-	-	-		-
SID269	I _{DD_HI}	電力 = 高	-	1300	1500	μA	-
SID270	I _{DD_MED}	電力 = 中	-	450	600	μA	-
SID271	I _{DD_LOW}	電力 = 低	-	250	350	μA	-
	GBW	負荷 = 50 pF, 0.1 mA _o , V _{DDA} ≥ 2.7 V	-	-	-		-
SID272	G _{BW_HI}	電力 = 高	6	-	-	MHz	-
SID273	G _{BW_MED}	電力 = 中	3	-	-	MHz	-
SID274	G _{BW_LO}	電力 = 低	1	-	-	MHz	-
	I _{OUT_MAX}	V _{DDA} ≥ 2.7 V, 電源電圧より 500 mV 内側	-	-	-		-
SID275	I _{OUT_MAX_HI}	電力 = 高	10	-	-	mA	-
SID276	I _{OUT_MAX_MID}	電力 = 中	10	-	-	mA	-
SID277	I _{OUT_MAX_LO}	電力 = 低	-	5	-	mA	-
	I _{OUT}	V _{DDA} = 1.71 V, 電源電圧より 500 mV 内側	-	-	-		-
SID278	I _{OUT_MAX_HI}	電力 = 高	4	-	-	mA	-
SID279	I _{OUT_MAX_MID}	電力 = 中	4	-	-	mA	-
SID280	I _{OUT_MAX_LO}	電力 = 低	-	2	-	mA	-
SID281	V _{IN}	入力電圧範囲	0	-	V _{DDA} - 0.2	V	チャージポンプ ON
SID282	V _{CM}	入力同相電圧	0	-	V _{DDA} - 1.5	V	チャージポンプ OFF, V _{DDA} ≥ 2.7 V
	V _{OUT}	V _{DDA} ≥ 2.7 V	-	-	-		-
SID283	V _{OUT_1}	電力 = 高, I _{load} = 10 mA	0.5	-	V _{DDA} - 0.5	V	-
SID284	V _{OUT_2}	電力 = 高, I _{load} = 1 mA	0.2	-	V _{DDA} - 0.2	V	-
SID285	V _{OUT_3}	電力 = 中, I _{load} = 1 mA	0.2	-	V _{DDA} - 0.2	V	-
SID286	V _{OUT_4}	電力 = 低, I _{load} = 0.1 mA	0.2	-	V _{DDA} - 0.2	V	-
SID288	V _{OS_TR}	オフセット電圧	-1	±0.5	1	mV	消費電力 = 高, 0.2 V < V _{OUT} < (V _{DDA} - 0.2 V)
SID288A	V _{OS_TR}	オフセット電圧	-	±1	-	mV	消費電力 = 中
SID288B	V _{OS_TR}	オフセット電圧	-	±2	-	mV	消費電力 = 低
SID290	V _{OS_DR_TR}	オフセット電圧ドリフト	-10	±3	10	μV/°C	消費電力 = 高, 0.2 V < V _{OUT} < (V _{DDA} - 0.2 V)
SID290A	V _{OS_DR_TR}	オフセット電圧ドリフト	-	±10	-	μV/°C	消費電力 = 中

電気的仕様

Table 19 オペアンプの仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID290B	V _{OS_DR_TR}	オフセット電圧ドリフト	-	±10	-	µV/°C	消費電力 = 低
SID291	CMRR	DC 同相信号除去比	67	80	-	dB	V _{DDA} ≥ 2.7 V
SID292	PSRR	1 kHz, 10 mV リップル時の電源電圧変動除去比	70	85	-	dB	V _{DDA} ≥ 2.7 V
SID65A	I _{IL_CTBm}	CTBm 入力ピンの入力リーク	-	-	4	nA	-
ノイズ							
SID293	VN1	入力換算 , 1 Hz – 1 GHz, 電力 = 高	-	100	-	µVrms	-
SID294	VN2	入力換算 , 1 kHz, 電力 = 高	-	180	-	nV/rtHz	-
SID295	VN3	入力換算 , 10 kHz, 電力 = 高	-	70	-	nV/rtHz	-
SID296	VN4	入力換算 , 100 kHz, 電力 = 高	-	38	-	nV/rtHz	-
SID297	CLOAD	最大負荷まで安定。50 pF で性能仕様を満たす	-	-	125	pF	-
SID298	SLEW_RATE	出力スルーレート	4	-	-	V/µs	Cload = 50 pF, 消費電力 = 高 , V _{DDA} ≥ 2.7 V Figure 19 および Figure 20 を参照
SID299	T_OP_WAKE	無効から有効までの時間。外付け RC 無し	-	25	-	µs	-
	COMP_MODE	コンパレータモード。 50 mV オーバードライブ、 Trise = Tfall (おおよそ)	-	-	-	-	-
SID300	T _{PD1}	応答時間 ; 電力 = 高	-	150	-	ns	-
SID301	T _{PD2}	応答時間 ; 電力 = 中	-	400	-	ns	-
SID302	T _{PD3}	応答時間 ; 電力 = 低	-	2000	-	ns	-
SID303	V _{HYST_OP}	ヒステリシス	-	10	-	mV	-
ディープスリープモード		モード 2 は最低電流範囲です。 モード 1 は GBW が高くなります。					ディープスリープモード動作。 V _{DDA} ≥ 2.7 V。 V _{IN} は 0.2 ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_1	I _{DD_HI_M1}	モード 1, 高電流	-	1300	1500	µA	25 °C Typ
SID_DS_2	I _{DD_MED_M1}	モード 1, 中電流	-	460	600	µA	25 °C Typ
SID_DS_3	I _{DD_LOW_M1}	モード 1, 低電流	-	230	350	µA	25 °C Typ
SID_DS_4	I _{DD_HI_M2}	モード 2, 高電流	-	120	-	µA	25 °C
SID_DS_5	I _{DD_MED_M2}	モード 2, 中電流	-	60	-	µA	25 °C
SID_DS_6	I _{DD_LOW_M2}	モード 2, 低電流	-	15	-	µA	25 °C
SID_DS_7	GBW_HI_M1	モード 1, 高電流	-	4	-	MHz	25 °C
SID_DS_8	GBW_MED_M1	モード 1, 中電流	-	2	-	MHz	25 °C

電気的仕様

Table 19 オペアンプの仕様 (*continued*)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID_DS_9	GBW_LOW_M1	モード 1, 低電流	-	0.5	-	MHz	25 °C
SID_DS_10	GBW_HI_M2	モード 2, 高電流	-	0.5	-	MHz	20 pF 負荷, DC 負荷なし 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_11	GBW_MED_M2	モード 2, 中電流	-	0.2	-	MHz	20 pF 負荷, DC 負荷なし 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_12	GBW_LOW_M2	モード 2, 低電流	-	0.1	-	MHz	20 pF 負荷, DC 負荷なし 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_13	V _{OS_HI_M1}	モード 1, 高電流	-	5	-	mV	25 °C, 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_14	V _{OS_MED_M1}	モード 1, 中電流	-	5	-	mV	25 °C, 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_15	V _{OS_LOW_M1}	モード 1, 低電流	-	5	-	mV	25 °C, 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_16	V _{OS_HI_M2}	モード 2, 高電流	-	5	-	mV	25 °C, 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_17	V _{OS_MED_M2}	モード 2, 中電流	-	5	-	mV	25 °C, 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_18	V _{OS_LOW_M2}	モード 2, 低電流	-	5	-	mV	25 °C, 0.2 V ~ V _{DDA} - 1.5 V
SID_DS_19	I _{OUT_HI_M1}	モード 1, 高電流	-	10	-	mA	出力は 0.5 V ~ V _{DDA} - 0.5 V
SID_DS_20	I _{OUT_MED_M1}	モード 1, 中電流	-	10	-	mA	出力は 0.5 V ~ V _{DDA} - 0.5 V
SID_DS_21	I _{OUT_LOW_M1}	モード 1, 低電流	-	4	-	mA	出力は 0.5 V ~ V _{DDA} - 0.5 V
SID_DS_22	I _{OUT_HI_M2}	モード 2, 高電流	-	1	-	mA	出力は 0.5 V ~ V _{DDA} - 0.5 V
SID_DS_23	I _{OUT_MED_M2}	モード 2, 中電流	-	1	-	mA	出力は 0.5 V ~ V _{DDA} - 0.5 V
SID_DS_24	I _{OUT_LOW_M2}	モード 2, 低電流	-	0.5	-	mA	出力は 0.5 V ~ V _{DDA} - 0.5 V

電気的仕様

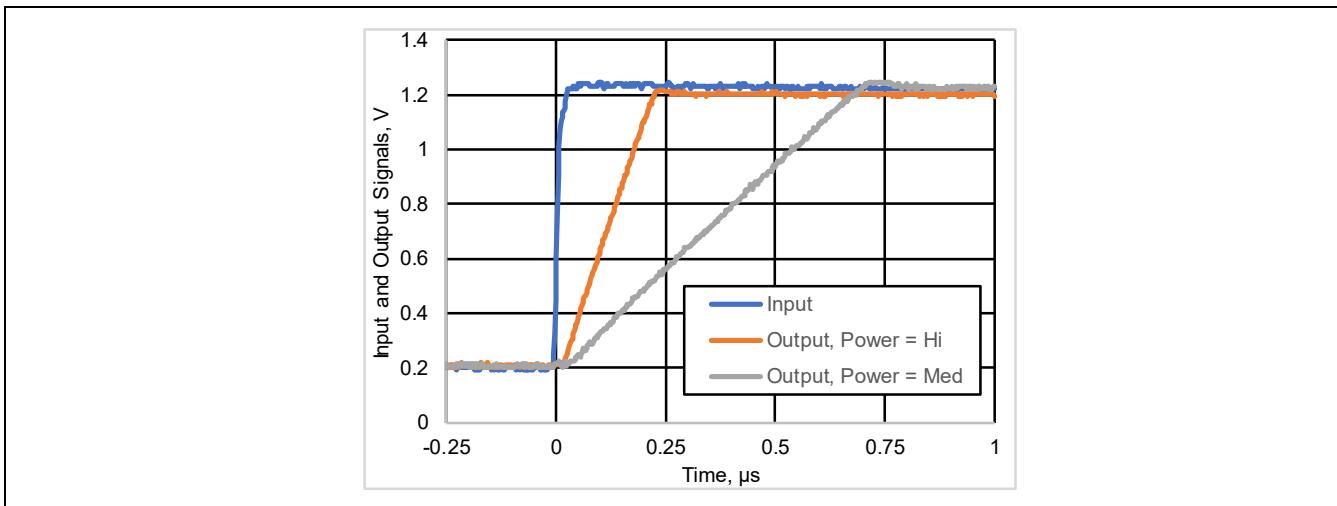


Figure 19 オペアンプのステップ応答,立ち上り

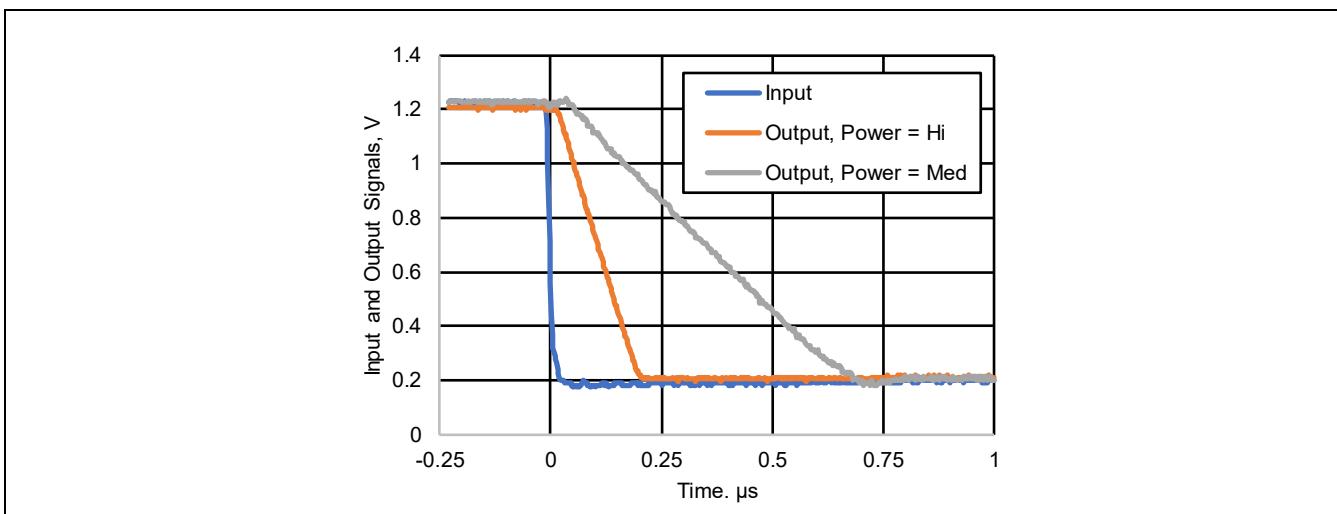


Figure 20 オペアンプのステップ応答,立ち下り

電気的仕様

6.3.2 低消費電力(LP) コンパレータ

Table 20 低消費電力(LP) コンパレータの DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID84	$V_{OFFSET1}$	COMP1 の入力オフセット電圧。通常の電力モード	-10	-	10	mV	COMP0 オフセットは $\pm 25 \text{ mV}$
SID85A	$V_{OFFSET2}$	入力オフセット電圧。低消費電力モード	-25	± 12	25	mV	-
SID85B	$V_{OFFSET3}$	入力オフセット電圧。超低消費電力モード	-25	± 12	25	mV	-
SID86	V_{HYST1}	通常モードで有効時のヒステリシス	-	-	60	mV	-
SID86A	V_{HYST2}	低消費電力モードで有効時のヒステリシス	-	-	80	mV	-
SID87	V_{ICM1}	通常モードでの入力同相電圧	0	-	$V_{DDIO1} - 0.1$	V	-
SID247	V_{ICM2}	低消費電力モードでの入力同相電圧	0	-	$V_{DDIO1} - 0.1$	V	-
SID247A	V_{ICM3}	超低消費電力モードでの入力同相電圧	0	-	$V_{DDIO1} - 0.1$	V	-
SID88	CMRR	通常モードでの同相信号除去比	50	-	-	dB	-
SID89	I_{CMP1}	通常モードでのブロック電流	-	-	150	μA	-
SID248	I_{CMP2}	低消費電力モードでのブロック電流	-	-	10	μA	-
SID259	I_{CMP3}	超低消費電力モードでのブロック電流	-	0.3	0.85	μA	-
SID90	ZCMP	コンパレータの DC 入力インピーダンス	35	-	-	$M\Omega$	-

Table 21 LP コンパレータの AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID91	T_{RESP1}	通常モードでの応答時間、 100 mV オーバードライブ	-	-	100	ns	-
SID258	T_{RESP2}	低消費電力モードでの応答時間、 100 mV オーバードライブ	-	-	1000	ns	-
SID92	T_{RESP3}	超低消費電力モードでの応答時間、 100 mV オーバードライブ	-	-	20	μs	-
SID92E	T_{CMP_EN1}	有効化から動作までの時間	-	-	10	μs	通常と低消費電力モード
SID92F	T_{CMP_EN2}	有効化から動作までの時間	-	-	50	μs	超低消費電力モード

電気的仕様

Table 22 温度センサー仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID93	$T_{SENSACC}$	温度センサー精度	-5	± 1	5	°C	-40 ~ +85 °C

Table 23 内部基準電圧の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID93R	V_{REFBG}	-	1.188	1.2	1.212	V	-

6.3.3 SAR ADC

Table 24 12 ビット SAR ADC の DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID94	A_RES	SAR ADC 分解能	-	-	12	ビット	-
SID95	A_CHNLS_S	チャネル数 - シングルエンド	-	-	16	-	8 個のフルスピードチャネル
SID96	A_CHNKS_D	チャネル数 - 差動	-	-	8	-	差動チャネルの入力は隣接する I/O を使用
SID97	A-MONO	単調増加性	-	-	-	-	有
SID98	A_GAINERR	ゲイン誤差	-	-	± 0.2	%	外部基準電圧有り
SID99	A_OFFSET	入力オフセット電圧	-	-	2	mV	1 V 基準電圧で測定
SID100	A_ISAR_1	1 Msps での消費電流	-	-	1	mA	1 Msps 時。外部バイパスコンデンサあり
SID100A	A_ISAR_2	1 Msps での消費電流。 リファレンス電圧 = V_{DD}	-	-	1.25	mA	1 Msps 時。外部バイパスコンデンサあり
SID101	A_VINS	入力電圧範囲 - シングルエンド	V_{SS}	-	V_{DDA}	V	-
SID102	A_VIND	入力電圧範囲 - 差動	V_{SS}	-	V_{DDA}	V	-
SID103	A_INRES	入力抵抗	-	-	2.2	kΩ	-
SID104	A_INCAP	入力容量	-	-	10	pF	-

Table 25 12 ビット SAR ADC の AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
12 ビット SAR ADC の AC 仕様							
SID106	A_PSRR	電源電圧変動除去比	70	-	-	dB	-
SID107	A_CMRR	同相信号除去比	66	-	-	dB	1 V で測定

1 メガサンプル毎秒のモード

SID108	A_SAMP_1	外付けリファレンスバイパスコンデンサがある場合のサンプリング速度	-	-	1	Msps	-
SID108A	A_SAMP_2	バイパスコンデンサがない場合のサンプリング速度。 基準電圧 = V_{DD}	-	-	250	ksps	-

電気的仕様

Table 25 12 ビット SAR ADC の AC 仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID108B	A_SAMP_3	バイパス コンデンサがない場合のサンプリング速度。内部基準電圧	-	-	100	kspS	-
SID109	A_SINAD	信号対雑音および歪み比(SINAD)。 $V_{DDA} = 2.7 \sim 3.6\text{ V}$ 、1 Msps	64	-	-	dB	$F_{in} = 10\text{ kHz}$
SID111A	A_INL	積分非直線性。 $V_{DDA} = 2.7 \sim 3.6\text{ V}$ 、1 Msps	-2	-	2	LSB	内部 $V_{REF} = 1.2\text{ V}$ およびバイパス コンデンサありで測定
SID111B	A_INL	積分非直線性。 $V_{DDA} = 2.7 \sim 3.6\text{ V}$ 、1 Msps	-4	-	4	LSB	外部 $V_{REF} \geq 1\text{ V}$ および V_{IN} コモンモード $< 2^*V_{ref}$ で測定
SID112A	A_DNL	微分非直線性。 $V_{DDA} = 2.7 \sim 3.6\text{ V}$ 、1 Msps	-1	-	1.4	LSB	内部 $V_{REF} = 1.2\text{ V}$ およびバイパス コンデンサありで測定
SID112B	A_DNL	微分非直線性。 $V_{DDA} = 2.7 \sim 3.6\text{ V}$ 、1 Msps	-1	-	1.7	LSB	外部 $V_{REF} \geq 1\text{ V}$ および V_{IN} コモンモード $< 2^*V_{ref}$ で測定
SID113	A_THD	全高調波歪み $V_{DDA} = 2.7 \sim 3.6\text{ V}$ 、1 Msps.	-	-	-65	dB	$F_{in} = 10\text{ kHz}$

電気的仕様

6.3.4 DAC

Table 26 12 ビット DAC の DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID108D	DAC_RES	DAC 分解能	-	-	12	ビット	-
SID111D	DAC_INL	積分非直線性	-4	-	4	LSB	-
SID112D	DAC_DNL	微分非直線性	-2	-	2	LSB	11 ビットの単調増加
SID99D	DAC_OFFSET	出力電圧ゼロオフセット誤差	-2	-	1	mV	000 (16 進数)
SID103D	DAC_OUT_RES	DAC 出力抵抗	-	15	-	kΩ	-
SID100D	DAC_IDD	DAC 電流	-	-	125	μA	-
SID101D	DAC_QIDD	DAC 停止時の DAC 電流	-	-	1	μA	-

Table 27 12 ビット DAC の AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID109D	DAC_CONV	DAC セトリング時間	-	-	2	μs	CTBm バッファから駆動。負荷 25 pF
SID110D	DAC_Wakeup	有効化から変換できるまでの時間	-	-	10	μs	-

6.3.5 CSD

Table 28 CAPSENSE™ シグマデルタ (CSD) の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
CSD V2 仕様							
SYS.PER#3	V _{DD_RIPPLE}	電源の最大許容リップル (DC ~ 10MHz 帯域)	-	-	±50	mV	V _{DDA} > 2 V (リップルあり), 25 °C T _A , 感度 = 0.1 pF
SYS.PER#16	V _{DD_RIPPLE_1.8}	電源の最大許容リップル (DC ~ 10MHz 帯域)	-	-	±25	mV	V _{DDA} > 1.75 V (リップルあり), 25 °C T _A , 寄生容量 (C _P) < 20 pF, 感度 ≥ 0.4 pF
SID.CSD.BLK	I _{CSD}	最大ブロック電流			4500	μA	-
SID.CSD#15	V _{REF}	CSD およびコンパレータ用の基準電圧	0.6	1.2	V _{DDA} - 0.6	V	V _{DDA} - V _{REF} ≥ 0.6 V
SID.CSD#15A	V _{REF_EXT}	CSD およびコンパレータ用の外部基準電圧	0.6		V _{DDA} - 0.6	V	V _{DDA} - V _{REF} ≥ 0.6 V
SID.CSD#16	I _{DAC1IDD}	IDAC1 (7 ビット) ブロック電流	-	-	1900	μA	-
SID.CSD#17	I _{DAC2IDD}	IDAC2 (7 ビット) ブロック電流	-	-	1900	μA	-
SID308	V _{CSD}	動作電圧範囲	1.7	-	3.6	V	1.71 to 3.6 V
SID308A	V _{COMPIDAC}	IDAC の最大電圧範囲	0.6	-	V _{DDA} - 0.6	V	V _{DDA} - V _{REF} ≥ 0.6 V
SID309	I _{DAC1DNL}	DNL	-1	-	1	LSB	-

電気的仕様

Table 28 CAPSENSE™ シグマデルタ (CSD) の仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID310	$I_{DAC1INL}$	INL	-3	-	3	LSB	$V_{DDA} < 2\text{ V}$ の場合、 LSB は $2.4\text{ }\mu\text{A}$ 以下
SID311	$I_{DAC2DNL}$	DNL	-1	-	1	LSB	-
SID312	$I_{DAC2INL}$	INL	-3	-	3	LSB	$V_{DDA} < 2\text{ V}$ の場合、 LSB は $2.4\text{ }\mu\text{A}$ 以下

以下の SNRC は指の信号とノイズのカウント比。特性評価で保証

SID313_1A	SNRC_1	SRSS 基準。IMO + FLL クロックソース。感度 0.1 pF	5	-	-	Ratio	最大 9.5 pF の静電容量
SID313_1B	SNRC_2	SRSS 基準。IMO + FLL クロックソース。感度 0.3 pF	5	-	-	Ratio	最大 31 pF の静電容量
SID313_1C	SNRC_3	SRSS 基準。IMO + FLL クロックソース。感度 0.6 pF	5	-	-	Ratio	最大 61 pF の静電容量
SID313_2A	SNRC_4	PASS 基準。IMO + FLL クロックソース。感度 0.1 pF	5	-	-	Ratio	最大 12 pF の静電容量
SID313_2B	SNRC_5	PASS 基準。IMO + FLL クロックソース。感度 0.3 pF	5	-	-	Ratio	最大 47 pF の静電容量
SID313_2C	SNRC_6	PASS 基準。IMO + FLL クロックソース。感度 0.6 pF	5	-	-	Ratio	最大 86 pF の静電容量
SID313_3A	SNRC_7	PASS 基準。IMO + PLL クロックソース。感度 0.1 pF	5	-	-	Ratio	最大 27 pF の静電容量
SID313_3B	SNRC_8	PASS 基準。IMO + PLL クロックソース。感度 0.3 pF	5	-	-	Ratio	最大 86 pF の静電容量
SID313_3C	SNRC_9	PASS 基準。IMO + PLL クロックソース。感度 0.6 pF	5	-	-	Ratio	最大 168 pF の静電容量
SID314	$I_{DAC1CRT1}$	低域での IDAC1(7 ビット) の出力電流	4.2		5.7	μA	$LSB = 37.5\text{ nA}$ (Typ)
SID314A	$I_{DAC1CRT2}$	中域での IDAC1(7 ビット) の出力電流	33.7		45.6	μA	$LSB = 300\text{ nA}$ (Typ)
SID314B	$I_{DAC1CRT3}$	高域での IDAC1(7 ビット) の出力電流	270		365	μA	$LSB = 2.4\text{ }\mu\text{A}$ (Typ)
SID314C	$I_{DAC1CRT12}$	低域での IDAC1(7 ビット) の出力電流、2X モード	8		11.4	μA	$LSB = 37.5\text{ nA}$ (Typ) 2X モード時の出力
SID314D	$I_{DAC1CRT22}$	中域での IDAC1(7 ビット) の出力電流、2X モード	67		91	μA	$LSB = 300\text{ nA}$ (Typ) 2X モード時の出力
SID314E	$I_{DAC1CRT32}$	高域での IDAC1(7 ビット) の出力電流、2X モード。 $V_{DDA} > 2\text{ V}$	540		730	μA	$LSB = 2.4\text{ }\mu\text{A}$ (Typ) 2X モード時の出力
SID315	$I_{DAC2CRT1}$	低域での IDAC2(7 ビット) の出力電流	4.2		5.7	μA	$LSB = 37.5\text{ nA}$ (Typ)
SID315A	$I_{DAC2CRT2}$	中域での IDAC2(7 ビット) の出力電流	33.7		45.6	μA	$LSB = 300\text{ nA}$ (Typ)
SID315B	$I_{DAC2CRT3}$	高域での IDAC2(7 ビット) の出力電流	270		365	μA	$LSB = 2.4\text{ }\mu\text{A}$ (Typ)
SID315C	$I_{DAC2CRT12}$	低域での IDAC2(7 ビット) の出力電流、2X モード	8		11.4	μA	$LSB = 37.5\text{ nA}$ (Typ) 2X モード時の出力

電気的仕様

Table 28 CAPSENSE™ シグマデルタ (CSD) の仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID315D	$I_{DAC2CRT22}$	中域での IDAC2(7 ビット) の出力電流、2X モード	67		91	μA	LSB = 300 nA (Typ) 2X モード時の出力
SID315E	$I_{DAC2CRT32}$	高域での IDAC2(7 ビット) の出力電流、2X モード。 $V_{DDA} > 2\text{ V}$	540		730	μA	LSB = 2.4 μA (Typ) 2X モード時の出力
SID315F	$I_{DAC3CRT13}$	低域での 8 ビットモード IDAC ビットの出力電流	8		11.4	μA	LSB = 37.5 nA (Typ)
SID315G	$I_{DAC3CRT23}$	中域での 8 ビットモード IDAC ビットの出力電流	67		91	μA	LSB = 300 nA (Typ)
SID315H	$I_{DAC3CRT33}$	高域での 8 ビットモード IDAC ビットの出力電流。 $V_{DDA} > 2\text{ V}$	540		730	μA	LSB = 2.4 μA (Typ)
SID320	$I_{DACOFFSET}$	すべてゼロ入力	-	-	1	LSB	極性はソースまたは シンク電流により設 定
SID321	I_{DAGAIN}	オフセットを除くフルス ケール誤差	-	-	±15	%	LSB = 2.4 μA (Typ)
SID322	$I_{DADMISMATCH1}$	低消費電力モードでの IDAC1 と IDAC2 の不整合	-	-	9.2	LSB	LSB = 37.5 nA (Typ)
SID322A	$I_{DADMISMATCH2}$	中消費電力モードでの IDAC1 と IDAC2 の不整合	-	-	6	LSB	LSB = 300 nA (Typ)
SID322B	$I_{DADMISMATCH3}$	高消費電力モードでの IDAC1 と IDAC2 の不整合	-	-	5.8	LSB	LSB = 2.4 μA (Typ)
SID323	$I_{DACPSET8}$	8 ビット IDAC の 0.5 LSB に 達するまでのセトリング 時間	-	-	10	μs	フルスケール遷移。 外部負荷なし
SID324	$I_{DACPSET7}$	7 ビット IDAC の 0.5 LSB に 達するまでのセトリング 時間	-	-	10	μs	フルスケール遷移。 外部負荷なし
SID325	CMOD	外部モジュレータ コンデ ンサ	-	2.2	-	nF	5V 定格、X7R または NP0 コンデンサ

電気的仕様

Table 29 CSD ADC の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
CSDv2 ADC の仕様							
SIDA94	A_RES	分解能	-	-	10	ビット	ミリ秒ごとにオートゼロが必要
SID95	A_CHNLS_S	チャネル数 - シングルエンド	-	-	-	16	-
SIDA97	A-MONO	単調増加性	-	-	Yes	-	V _{REF} モード
SIDA98	A_GAINERR_VREF	ゲイン誤差	-	0.6	-	%	リファレンスソース : SRSS (V _{REF} = 1.20 V, V _{DDA} < 2.2 V), (V _{REF} = 1.6 V, 2.2 V < V _{DDA} < 2.7 V), (V _{REF} = 2.13 V, V _{DDA} > 2.7 V)
SIDA98A	A_GAINERR_VDDA	ゲイン誤差	-	0.2	-	%	リファレンスソース : SRSS (V _{REF} = 1.20 V, V _{DDA} < 2.2 V), (V _{REF} = 1.6 V, 2.2 V < V _{DDA} < 2.7 V), (V _{REF} = 2.13 V, V _{DDA} > 2.7 V)
SIDA99	A_OFFSET_VREF	入力オフセット電圧	-	0.5	-	LSB	ADC 校正後, リファレンスソース = SRSS, (V _{REF} = 1.20 V, V _{DDA} < 2.2 V), (V _{REF} = 1.6 V, 2.2 V < V _{DDA} < 2.7 V), (V _{REF} = 2.13 V, V _{DDA} > 2.7 V)
SIDA99A	A_OFFSET_VDDA	入力オフセット電圧	-	0.5	-	LSB	ADC 校正後, リファレンスソース = SRSS, (V _{REF} = 1.20 V, V _{DDA} < 2.2 V), (V _{REF} = 1.6 V, 2.2 V < V _{DDA} < 2.7 V), (V _{REF} = 2.13 V, V _{DDA} > 2.7 V)
SIDA100	A_ISAR_VREF	消費電流	-	0.3	-	mA	CSD ADC ブロック電流
SIDA100A	A_ISAR_VDDA	消費電流	-	0.3	-	mA	CSD ADC ブロック電流
SIDA101	A_VINS_VREF	入力電圧範囲 - シングルエンド	V _{SSA}	-	V _{REF}	V	(V _{REF} = 1.20 V, V _{DDA} < 2.2 V), (V _{REF} = 1.6 V, 2.2 V < V _{DDA} < 2.7 V), (V _{REF} = 2.13 V, V _{DDA} > 2.7 V)

電気的仕様

Table 29 CSD ADC の仕様 (*continued*)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SIDA101A	A_VINS_VDDA	入力電圧範囲 - シングルエンド	V _{SSA}	-	V _{DDA}	V	(V _{REF} = 1.20 V, V _{DDA} < 2.2 V), (V _{REF} = 1.6 V, 2.2 V < V _{DDA} < 2.7 V), (V _{REF} = 2.13 V, V _{DDA} > 2.7 V)
SIDA103	A_INRES	入力充電抵抗	-	15	-	kΩ	-
SIDA104	A_INCAP	入力容量	-	41	-	pF	-
SIDA106	A_PSRR	電源電圧変動除去比 (DC)	-	60	-	dB	-
SIDA107	A_TACQ	サンプル取得時間	-	10	-	μs	入力インピーダンス 50 Ω で測定。 10 μs はデフォルトの ソフトウェアドライ バーの取得時間。 0.05% 以下で安定
SIDA108	A_CONV8	変換速度 = Fhclk/(2 ["] (N+2)) での 8 ビット分解能の変 換時間。クロック周波数 = 50 MHz	-	25	-	μs	取得時間を含まない
SIDA108A	A_CONV10	変換速度 = Fhclk/(2 ["] (N+2)) での 10 ビット分解能の変 換時間。クロック周波数 = 50 MHz	-	60	-	μs	取得時間を含まない
SIDA109	A_SND_VRE	信号対雑音および歪み比 (SINAD)	-	57	-	dB	50Ω のソースイン ピーダンスで測定
SIDA109A	A_SND_VDDA	信号対雑音および歪み比 (SINAD)	-	52	-	dB	50Ω のソースイン ピーダンスで測定
SIDA111	A_INL_VREF	積分非直線性。11.6 ksps	-	-	2	LSB	50Ω のソースイン ピーダンスで測定
SIDA111A	A_INL_VDDA	積分非直線性。11.6 ksps	-	-	2	LSB	50Ω のソースイン ピーダンスで測定
SIDA112	A_DNL_VREF	微分非直線性。11.6 ksps	-	-	1	LSB	50Ω のソースイン ピーダンスで測定
SIDA112A	A_DNL_VDDA	微分非直線性。11.6 ksps	-	-	1	LSB	50Ω のソースイン ピーダンスで測定

電気的仕様

6.4 デジタルペリフェラル

Table 30 タイマー / カウンター / PWM (TCPWM) の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID.TCPWM.1	I_{TCPWM1}	8 MHz でのブロック消費電流	-	-	70	μA	すべてのモード (TCPWM)
SID.TCPWM.2	I_{TCPWM2}	24 MHz でのブロック消費電流	-	-	180	μA	すべてのモード (TCPWM)
SID.TCPWM.2A	I_{TCPWM3}	50 MHz でのブロック消費電流	-	-	270	μA	すべてのモード (TCPWM)
SID.TCPWM.2B	I_{TCPWM4}	100 MHz でのブロック消費電流	-	-	540	μA	すべてのモード (TCPWM)
SID.TCPWM.3	$TCPWM_{FREQ}$	動作周波数	-	-	100	MHz	$F_c \text{ max} = F_{cpu}$ 最大 = 100 MHz
SID.TCPWM.4	$TPWM_{ENEXT}$	すべてのトリガーイベントによる入力トリガーパルス幅	$2 / F_c$	-	-	ns	選択した動作モードによって、トリガーイベントは停止、開始、リロード、カウント、キャプチャ、またはキル。 F_c はカウンター動作周波数
SID.TCPWM.5	$TPWM_{EXT}$	出力トリガーパルス幅	$1.5 / F_c$	-	-	ns	オーバーフロー、アンダーフローおよび CC(カウンター = 比較値) トリガー出力の最小幅
SID.TCPWM.5A	TC_{RES}	カウンターデコード	$1 / F_c$	-	-	ns	逐次カウント同士間の最小時間
SID.TCPWM.5B	PWM_{RES}	PWM 分解能	$1 / F_c$	-	-	ns	PWM 出力の最小パルス幅
SID.TCPWM.5C	Q_{RES}	直交位相入力分解能	$2 / F_c$	-	-	ns	直交位相入力同士間の最小パルス幅。ピンからの遅延は同様でなければいけない

Table 31 シリアル通信ブロック (SCB) の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
固定 I²C の DC 仕様							
SID149	I_{I2C1}	100 kHz でのブロック消費電流	-	-	30	μA	-
SID150	I_{I2C2}	400 kHz でのブロック消費電流	-	-	80	μA	-
SID151	I_{I2C3}	1 Mbps でのブロック消費電流	-	-	180	μA	-
SID152	I_{I2C4}	デイープスリープモードで有効時の I ² C	-	-	1.7	μA	60 °C 時
固定 I²C の AC 仕様							
SID153	F_{I2C1}	ビットレート	-	-	1	Mbps	-
固定 UART の DC 仕様							
SID160	I_{UART1}	100 kbps でのブロック消費電流	-	-	30	μA	-

電気的仕様

Table 31 シリアル通信ブロック (SCB) の仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID161	I _{UART2}	1000 kbps でのブロック消費電流	-	-	180	μA	-

固定 UART の AC 仕様

SID162A	F _{UART1}	ビット レート	-	-	3	Mbps	ULP モード
SID162B	F _{UART2}		-	-	8		LP モード

固定 SPI の DC 仕様

SID163	I _{SPI1}	1 Mbps でのブロック消費電流	-	-	220	μA	-
SID164	I _{SPI2}	4 Mbps でのブロック消費電流	-	-	340	μA	-
SID165	I _{SPI3}	8 Mbps でのブロック消費電流	-	-	360	μA	-
SID165A	I _{SPI4}	25 Mbps でのブロック消費電流	-	-	800	μA	-

LP モード (1.1 V) の固定 SPI の AC 仕様 (特に注記がない限り)

SID166	F _{SPI}	SPI 動作周波数 (マスターと外部クロック供給されるスレーブ)	-	-	25	MHz	ULP (0.9V) モードでは最大 14 MHz
SID166A	F _{SPI_IC}	SPI スレーブ、内部クロック供給	-	-	15	MHz	ULP (0.9V) モードでは最大 5 MHz
SID166B	F _{SPI_EXT}	SPI 動作周波数マスター (F _{SCB} は SPI クロック)	-	-	F _{SCB} /4	MHz	最大 F _{SCB} は、LP モードで 100 MHz、ULP モードで 25 MHz

LP モード (1.1 V) の固定 SPI マスター モードの AC 仕様 (特に注記がない限り)

SID167	T _{DMO}	SClock 駆動エッジ後の MOSI 有効時間	-	-	12	ns	ULP (0.9V) モードでは最大 20 ns
SID168	T _{DSI}	SClock キャプチャエッジまでの MISO 有効期間	5	-	-	ns	フルクロック、MISO の遅いサンプリング
SID169	T _{HMO}	MOSI データホールド時間	0	-	-	ns	スレーブキャプチャエッジを基準とする
SID169A	T _{SSELMSCK1}	SSEL 有効から最初の SCK 有効エッジまでの期間	18	-	-	ns	マスタークロックエッジを基準とする
SID169B	T _{SSELMSCK2}	最後の SCK 有効エッジからの SSEL ホールド期間	18	-	-	ns	マスタークロックエッジを基準とする

LP モード (1.1 V) の固定 SPI スレーブ モードの AC 仕様 (特に注記がない限り)

SID170	T _{DMI}	Sclock キャプチャエッジまでの MOSI 有効期間	5	-	-	ns	-
SID171A	T _{DSO_EXT}	Sclock 駆動エッジからの MISO 有効期間、外部クロック モード	-	-	20	ns	ULP (0.9V) モードでは最大 35ns
SID171	T _{DSO}	Sclock 駆動エッジからの MISO 有効期間、内部クロック モード	-	-	T _{DSO_EXT} + 3 × T _{scb}	ns	T _{scb} はシリアル通信ブロックのクロック周期

電気的仕様

Table 31 シリアル通信ブロック (SCB) の仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID171B	T_{DSO}	S_{clock} 駆動エッジからの MISO 有効期間、メジアン フィルターが有効の内部クロックモード	-	-	$T_{DSO_EXT} + 4 \times T_{scb}$	ns	T_{scb} はシリアル通信ブロックのクロック周期
SID172	T_{HSO}	前の MISO データホールド時間	5	-	-	ns	-
SID172A	$TSSEL_{SCK1}$	$SSEL$ 有効から最初の SCK 有効エッジまでの時間	65	-	-	ns	-
SID172B	$TSSEL_{SCK2}$	最後の SCK 有効エッジからの $SSEL$ ホールド時間	65	-	-	ns	

6.4.1 LCD の仕様

Table 32 LCD ダイレクト ドライブの DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID154	I_{LCDLOW}	低電力モードでの動作電流	-	5	-	μA	50 Hz での 16×4 小型セグメントディスプレイ
SID155	C_{LCDCAP}	セグメント / コマンドライバー当たりの LCD 静電容量	-	500	5000	pF	-
SID156	LCD_{OFFSET}	長時間セグメントオフセット	-	20	-	mV	-
SID157	I_{LCDOP1}	PWM モード電流。 3.3 V バイアス、8 MHz IMO、 $25^{\circ}C$	-	0.6	-	mA	32×4 セグメント 50 Hz
SID158	I_{LCDOP2}	PWM モード電流。 3.3 V バイアス、8 MHz IMO、 $25^{\circ}C$	-	0.5	-	mA	32×4 セグメント 50 Hz

Table 33 LCD ダイレクト ドライブの AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID159	F_{LCD}	LCD フレーム レート	10	50	150	Hz	-

電気的仕様

6.5 メモリ

6.5.1 フラッシュ

Table 34 フラッシュの DC 仕様^[7]

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID173A	I_{PE}	消去およびプログラム電流	-	-	6	mA	-

Table 35 フラッシュの AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID174	$T_{ROWWRITE}$	行(ブロック)書き込み時間(消去 + プログラム)	-	-	16	ms	Row = 512 バイト
SID175	$T_{ROWERASE}$	行消去時間	-	-	11	ms	-
SID176	$T_{ROWPROGRAM}$	消去後の行のプログラム時間	-	-	5	ms	-
SID178	$T_{BULKERASE}$	バルク消去時間(1024 KB)	-	-	11	ms	-
SID179	$T_{SECTORERASE}$	セクタ消去時間(256 KB)	-	-	11	ms	セクタあたり 512 行
SID178S	$T_{SSERIAE}$	サブセクタ消去時間	-	-	11	ms	サブセクタあたり 8 行
SID179S	$T_{SSWRITE}$	サブセクタ書き込み時間(1 消去 +8 プログラム)	-	-	51	ms	-
SID180S	T_{SWRITE}	セクタ書き込み時間(1 消去 +512 プログラム)	-	-	2.6	秒	-
SID180	$T_{DEVPROG}$	総デバイスプログラム時間	-	-	15	秒	-
SID181	F_{END}	フラッシュアクセス可能回数	100 k	-	-	サイクル	-
SID182	F_{RET1}	フラッシュのデータ保持期間。 $T_A \leq 25^\circ\text{C}$ 、100,000 P/E サイクル	10	-	-	年	-
SID182A	F_{RET2}	フラッシュのデータ保持期間。 $T_A \leq 85^\circ\text{C}$ 、10,000 P/E サイクル	10	-	-	年	-
SID182B	F_{RET3}	フラッシュのデータ保持期間。 $T_A \leq 55^\circ\text{C}$ 、20,000 P/E サイクル	20	-	-	年	-
SID256	T_{WS100}	100 MHz でのウェイトステートの数	3	-	-	-	-
SID257	T_{WS50}	50 MHz でのウェイトステートの数	2	-	-	-	-

注

7. フラッシュメモリに書き込むには最大 16 ミリ秒かかります。この間デバイスをリセットしないでください。リセットするとフラッシュメモリの動作が中断され、正常に完了したことが保証されません。リセットソースは XRES ピン、ソフトウェアリセット、CPU のロックアップ状態と特権違反、不適切な電源レベル、ウォッチドッグを含みます。これらが誤ってアクティブにされないことを確認してください。

電気的仕様

6.6 システムリソース

6.6.1 パワーオンリセット

Table 36 ブラウンアウト検知(BOD)付きパワーオンリセット(POR)のDC仕様

仕様ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID190	$V_{FALLPPOR}$	システムLPとULPモードでのBODトリップ電圧	1.54	-	-	V	1.54V未満の V_{DD} レベルでリセットが保証
SID192	$V_{FALLDPSLP}$	ディープスリープモードでのBODトリップ電圧	1.54	-	-	V	

Table 37 BOD付きPORのAC仕様

仕様ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID192A	V_{DDRAMP}	最大電源ランプ速度(任意の電源)	-	-	100	mV/ μ s	システム低消費電力モード
SID194A	V_{DDRAMP_DS}	ディープスリープモードでの最大電源ランプ速度(任意の電源)	-	-	10	mV/ μ s	BOD動作が保証

6.6.2 電源モニター

Table 38 電源モニターのDC仕様

仕様ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID195R	V_{HVDI0}		1.18	1.23	1.27	V	-
SID195	V_{HVDI1}		1.38	1.43	1.47	V	-
SID196	V_{HVDI2}		1.57	1.63	1.68	V	-
SID197	V_{HVDI3}		1.76	1.83	1.89	V	-
SID198	V_{HVDI4}		1.95	2.03	2.1	V	-
SID199	V_{HVDI5}		2.05	2.13	2.2	V	-
SID200	V_{HVDI6}		2.15	2.23	2.3	V	-
SID201	V_{HVDI7}		2.24	2.33	2.41	V	-
SID202	V_{HVDI8}		2.34	2.43	2.51	V	-
SID203	V_{HVDI9}		2.44	2.53	2.61	V	-
SID204	V_{HVDI10}		2.53	2.63	2.72	V	-
SID205	V_{HVDI11}		2.63	2.73	2.82	V	-
SID206	V_{HVDI12}		2.73	2.83	2.92	V	-
SID207	V_{HVDI13}		2.82	2.93	3.03	V	-
SID208	V_{HVDI14}		2.92	3.03	3.13	V	-
SID209	V_{HVDI15}		3.02	3.13	3.23	V	-
SID211	LVI_IDD	ブロック電流	-	5	15	μ A	-

Table 39 電源モニターのAC仕様

仕様ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID212	$T_{MONTRIP}$	電圧モニタートリップ時間	-	-	170	ns	-

電気的仕様

6.6.3 SWD および配線インターフェース

Table 40 SWD および配線の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID214	F_SWDCLK2	$1.7 \text{ V} \leq V_{\text{DD}} \leq 3.6 \text{ V}$	-	-	25	MHz	LP モード。 $V_{\text{CCD}} = 1.1 \text{ V}$
SID214L	F_SWDCLK2L	$1.7 \text{ V} \leq V_{\text{DD}} \leq 3.6 \text{ V}$	-	-	12	MHz	ULP モード。 $V_{\text{CCD}} = 0.9 \text{ V}$
SID215	T_SWDI_SETUP	$T = 1/f \text{ SWDCLK}$	$0.25 * T$	-	-	ns	-
SID216	T_SWDI_HOLD	$T = 1/f \text{ SWDCLK}$	$0.25 * T$	-	-	ns	-
SID217	T_SWDO_VALID	$T = 1/f \text{ SWDCLK}$	-	-	$0.5 * T$	ns	-
SID217A	T_SWDO_HOLD	$T = 1/f \text{ SWDCLK}$	1	-	-	ns	-
SID214T	F_TRCLK_LP1	トレースデータのセットアップとホールド時間はそれぞれ 2ns と 1ns	-	-	75	MHz	LP モード。 $V_{\text{DD}} = 1.1 \text{ V}$
SID215T	F_TRCLK_LP2	トレースデータのセットアップとホールド時間はそれぞれ 3ns と 2ns	-	-	70	MHz	LP モード。 $V_{\text{DD}} = 1.1 \text{ V}$
SID216T	F_TRCLK_ULP	トレースデータのセットアップとホールド時間はそれぞれ 3ns と 2ns	-	-	25	MHz	ULP モード。 $V_{\text{DD}} = 0.9 \text{ V}$

6.6.4 内部主発振器

Table 41 IMO の DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID218	I IMO1	8 MHz での IMO 動作電流	-	9	15	μA	-

Table 42 IMO の AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID223	F_IMOTOL1	8 MHz を中心とする周波数変動	-	-	±2	%	-
SID227	T JITR	サイクルツーサイクルと周期のジッタ	-	±250	-	ps	-

6.6.5 内部低速発振器

Table 43 ILO の DC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID231	I ILO2	32 kHz での ILO 動作電流	-	0.3	0.7	μA	-

Table 44 ILO の AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID234	T STARTILO1	ILO 起動時間	-	-	7	μs	最終周波数の 95% に達するまでの起動時間
SID236	T LIODUTY	ILO のデューティ比	45	50	55	%	-
SID237	F ILOTRIM1	ILO 周波数	28.8	32	36.1	kHz	工場でトリミング

電気的仕様

6.6.6 水晶発振器

Table 45 ECO の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
MHz ECO の DC 仕様							
SID316	I_{DD_MHz}	Cload が 18 pF 以下の場合のブロック動作電流	-	800	1600	μA	Max = 35 MHz, Typ = 16 MHz
MHz ECO の AC 仕様							
SID317	F_{MHz}	水晶の周波数範囲	16	-	35	MHz	-
kHz ECO の DC 仕様							
SID318	I_{DD_kHz}	32 kHz 水晶でのブロック動作電流	-	0.38	1	μA	-
SID321E	ESR32K	等価直列抵抗	-	80	-	$k\Omega$	-
SID322E	PD32K	駆動レベル	-	-	1	μW	-
kHz ECO の AC 仕様							
SID319	F_{kHz}	32 kHz の調整後周波数	-	32.768	-	kHz	-
SID320	T_{on_kHz}	起動時間	-	-	500	ms	-
SID320E	F_{TOL32K}	周波数許容誤差	-	50	250	ppm	-

6.6.7 外部クロック

Table 46 外部クロックの仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID305	$EXTCLK_{FREQ}$	外部クロック入力周波数	0	-	100	MHz	-
SID306	$EXTCLK_{DUTY}$	デューティ比; $V_{DD/2}$ で測定	45	-	55	%	-

6.6.8 PLL

Table 47 PLL の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID304P	PLL_IN	PLL ブロックへの入力周波数	4	-	64	MHz	
SID305P	PLL_LOCK	PLL がロックされるまでの時間	-	16	35	μs	-
SID306P	PLL_OUT	PLL ブロック出力の周波数	10.625	-	150	MHz	-
SID307P	PLL_IDD	PLL 電流	-	0.55	1.1	mA	Typ は 100 MHz 出力の場合
SID308P	PLL_JTR	周期ジッタ	-	-	150	ps	周波数出力 100 MHz

6.6.9 クロックソースの切替え時間の仕様

Table 48 クロックソースの切替え時間の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID262	$TCLK_{SWITCH}$	クロック周期での clk1 から clk2 へのクロック切り替え ^[8]	-	-	$4clk1 + 3clk2$	周期	-

注

8. 例として、clk_path[1] ソースが IMO から FLL に変更された場合 (Figure 4 を参照)、clk1 は IMO であり、clk2 は FLL です。

電気的仕様

6.6.10 FLL

Table 49 周波数ロックループ(FLL)の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID450	FLL_RANGE	入力周波数範囲	0.001	-	100	MHz	Min の時、USB SOF 信号がロック可能 (1kHz)。Max は外部入力用
SID451	FLL_OUT_DIV2	出力周波数範囲。 $V_{CCD} = 1.1\text{ V}$	24.00	-	100.00	MHz	FLL 2 分周出力時の出力範囲
SID451A	FLL_OUT_DIV2	出力周波数範囲。 $V_{CCD} = 0.9\text{ V}$	24.00	-	50.00	MHz	FLL 2 分周出力時の出力範囲
SID452	FLL_DUTY_DIV2	2 分周出力。HIGH または LOW	47.00	-	53.00	%	-
SID454	FLL_WAKEUP	ディープスリープウェイクアップで安定入力クロックから最終値の誤差が 1% に達するまでの時間	-	-	7.50	μs	IMO 入力、ディープスリープモード時に 10 °C 以下の温度変化、 $F_{out} \geq 50\text{ MHz}$
SID455	FLL_JITTER	周期ジッタ (100 MHz での 1 シグマ)	-	-	35.00	ps	48 MHz で 50 ps、100 MHz で 35 ps
SID456	FLL_CURRENT	CCO + ロジック電流	-	-	5.50	μA/MHz	-

6.6.11 UDB

Table 50 UDB の AC 仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
データパス性能							
SID249	$F_{MAX-TIMER}$	UDB ペアの 16 ビット タイマーの最大周波数	-	-	100	MHz	-
SID250	$F_{MAX-ADDER}$	UDB ペアの 16 ビット 加算器の最大周波数	-	-	100	MHz	-
SID251	$F_{MAX-CRC}$	UDB ペアの 16 ビット CRC/PRS の最大周波数	-	-	100	MHz	-
UDB での PLD 性能							
SID252	$F_{MAX-PLD}$	UDB ペアの 2 パス PLD 機能の最大周波数	-	-	100	MHz	-
クロック入力からデータ出力までの性能							
SID253	$T_{CLK_OUT_UDB1}$	UDB ペアの 16 ビット タイマーの最大周波数	-	5	-	ns	-
UDB ポートアダプタの仕様							
条件: 負荷 10 pF, 3V の V_{DDIO} および V_{DDD}							
SID263	T_{LCLKDO}	LCLK から出力までの遅延時間	-	-	11	ns	LCLK は選択されたクロックです。詳細は TRM を参照。
SID264	$T_{DINLCLK}$	入力セットアップから LCLK 立ち上りエッジまでの時間	-	-	7	ns	-
SID265	$T_{DINLCLKHLD}$	LCLK クロック立ち上りエッジからの入力ホールド時間	5	-	-	ns	-

電気的仕様

Table 50 UDB の AC 仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID266	$T_{LCLKHIZ}$	LCLK から出力トライスステートまでの時間	-	-	28	ns	-
SID267	T_{FLCLK}	LCLK 周波数	-	-	33	MHz	-
SID268	$T_{LCLKDUTY}$	LCLK のデューティ比 (HIGH 時の割合)	40%	-	60%	%	-

電気的仕様

6.6.12 USB

Table 51 USB の仕様 (USB は LP モード 1.1V 内部電源が必要)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
USB ブロックの仕様							
SID322U	Vusb_3.3	USB 動作用のデバイス電源電圧	3.15	-	3.6	V	USB 設定済み
SID323U	Vusb_3	USB 動作用のデバイス電源電圧 (機能動作のみ)	2.85	-	3.6	V	USB 設定済み
SID325U	Iusb_config	アクティブ モードでのブロック供給電流	-	8	-	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$
SID328	Iusb_suspend	サスペンド モードでのブロック供給電流	-	0.5	-	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, デバイス接続
SID329	Iusb_suspend	サスペンド モードでのブロック供給電流	-	0.3	-	mA	$V_{DDD} = 3.3\text{ V}$, デバイス接続
SID330U	USB_Drive_Res	USB ドライバーインピーダンス	28	-	44	Ω	直列抵抗はチップに搭載
SID331U	USB_Pulldown	ホストモードでの USB プルダウン抵抗	14.25	-	24.8	$k\Omega$	-
SID332U	USB_Pullup_Idle	アイドル モード範囲	900	-	1575	Ω	バス アイドル
SID333U	USB_Pullup	アクティブ モード	1425	-	3090	Ω	アップストリーム デバイス送信

6.6.13 QSPI

Table 52 QSPI の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SMIF QSPI の仕様。すべての仕様には 15 pF の負荷							
SID390Q	Fsmifclock	SMIF QSPI 出力クロック周波数	-	-	80	MHz	LP モード (1.1 V)
SID390QU	Fsmifclocku	SMIF QSPI 出力クロック周波数	-	-	50	MHz	ULP モード (0.9 V)。 特性上保証
SID397Q	Idd_qspi	LP モードでのブロック電流 (1.1 V)	-	-	1900	μA	LP モード (1.1 V)
SID398Q	Idd_qspi_u	ULP モードでのブロック電流 (0.9 V)	-	-	590	μA	ULP モード (0.9 V)
SID391Q	Tsetup	クロック キャプチャエッジに対する入力データセットアップ時間	4.5	-	-	ns	-
SID392Q	Tdatahold	クロック キャプチャエッジに対する入力データホールド時間	0	-	-	ns	-
SID393Q	Tdataoutvalid	クロック立ち下りエッジに対する出力データ有効時間	-	-	3.7	ns	ULP モード (0.9 V) では最大 7.5 ns
SID394Q	Tholdtime	クロック立ち上りエッジに対する出力データホールド時間	3	-	-	ns	-
SID395Q	Tseloutvalid	クロック立ち上りエッジに対する出力選択有効時間	-	-	7.5	ns	ULP モード (0.9 V) では最大 15 ns
SID396Q	Tselouthold	クロック立ち上りエッジに対する出力選択ホールド時間	0.5^*Tsclk	-	-	ns	$Tsclk = Fsmifclk$ サイクル時間

電気的仕様

6.6.14 オーディオサブシステム

Table 53 オーディオサブシステムの仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
PDM の仕様							
SID400P	PDM_IDD1	PDM アクティブ電流、ステレオ動作、1 MHz クロック	-	175	-	μA	16 ksps での 16 ビットオーディオ
SID401	PDM_IDD2	PDM アクティブ電流、ステレオ動作、3 MHz クロック	-	600	-	μA	48 ksps での 24 ビットオーディオ
SID402 ^[9]	PDM_JITTER	PDM クロックでの RMS ジッタ	-200	-	200	ps	-
SID403 ^[9]	PDM_CLK	PDM クロック速度	0.384	-	3.072	MHz	-
SID403A ^[9]	PDM_BLK_CLK	PDM ブロック入力クロック	1.024	-	49.152	MHz	-
SID403B ^[9]	PDM_SETUP	データ入力セットアップから PDM_CLK エッジまでの時間	10	-	-	ns	-
SID403C ^[9]	PDM_HOLD	データ入力ホールドから PDM_CLK エッジまでの時間	10	-	-	ns	-
SID404 ^[9]	PDM_OUT	オーディオサンプリング速度	8	-	48	ksps	-
SID405 ^[9]	PDM_WL	ワード長	16	-	24	bits	-
SID406 ^[9]	PDM_SNR	信号対雑音比 (A 加重)	-	100	-	dB	PDM 入力、20 Hz ~ 20 kHz 帯域幅
SID407 ^[9]	PDM_DR	動的範囲 (A 加重)	-	100	-	dB	20 Hz ~ 20 kHz 帯域幅、-60 dB フルスケール
SID408 ^[9]	PDM_FR	周波数応答	-0.2	-	0.2	dB	DC 精度が 0.45。DC ブロッキングフィルターオフ
SID409 ^[9]	PDM_SB	停止帯域	-	0.566	-	f	-
SID410 ^[9]	PDM_SBA	停止帯域減衰	-	60	-	dB	-
SID411 ^[9]	PDM_GAIN	調整可能ゲイン	-12	-	10.5	dB	PDM ~ PCM、1.5 dB/ステップ
SID412 ^[9]	PDM_ST	起動時間	-	48	-	WS (ワード選択) サイクル	

I2S の仕様。特に指定のない限り、LP モードおよび ULP モードでも同じ

SID415	I2S_IDD	プロック電流	-	400	-	μA	
SID413	I2S_WORD	I2S ワード長	8	-	32	bits	-
SID414	I2S_WS	LP モードでのワードクロック周波数	-	-	192	kHz	32 ビットワードの 12.288MHz ビットクロック
SID414M	I2S_WS_U	ULP モードでのワードクロック周波数	-	-	48	kHz	32 ビットワードの 3.072MHz ビットクロック
SID414A	I2S_WS_TDM	LP の TDM モードでのワードクロック周波数	-	-	48	kHz	8 本の 32 ビットチャネル
SID414X	I2S_WS_TDM_U	ULP の TDM モードでのワードクロック周波数	-	-	12	kHz	8 本の 32 ビットチャネル

I2S スレーブモード

SID430	TS_WS	LP モードでの WS セットアップから次の SCK立ち上りエッジまでの時間	5	-	-	ns	-
SID430U	TS_WS	ULP モードでの WS セットアップから次の SCK立ち上りエッジまでの時間	11	-	-	ns	-
SID430A	TH_WS	WS ホールドから次の SCK エッジまでの時間	TMCLK_SOC ^[10] + 5	-	-	ns	-

注

9. 設計で保証され、出荷試験はされていません。
10.TMCLK_SOC は、内部 I2S マスタークロック周期です。

電気的仕様

Table 53 オーディオサブシステムの仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID432	TD_SDO	LP モードでの TX_SCK エッジからの TX_SDO 遷移の遅延時間	-(TMCLK_SOC + 25)	-	TMCLK_SOC + 25	ns	関連するクロックエッジは選択された極性に依存する
SID432U	TD_SDO	ULP モードでの TX_SCK エッジからの TX_SDO 遷移の遅延時間	-(TMCLK_SOC + 70)	-	TMCLK_SOC + 70	ns	関連するクロックエッジは選択された極性に依存する
SID433	TS_SDI	LP モードでの RX_SDI セットアップから次の RX_SCK エッジまでの時間	5	-	-	ns	-
SID433U	TS_SDI	ULP モードでの RX_SDI セットアップから次の RX_SCK エッジまでの時間	11	-	-	ns	-
SID434	TH_SDI	RX_SDI ホールドから RX_SCK 立ち上りエッジまでの時間	TMCLK_SOC + 5	-	-	ns	-
SID435	TSCKCY	TX/RX_SCK ビットクロックデューティ比	45	-	55	%	-

I2S マスター モード

SID437	TD_WS	LP モードでの SCK 立ち下りエッジからの WS 遷移の遅延時間	-10	-	20	ns	-
SID437U	TD_WS_U	ULP モードでの SCK 立ち下りエッジからの WS 遷移の遅延時間	-10	-	40	ns	-
SID438	TD_SDO	LP モードでの SCK 立ち下りエッジからの SDO 遷移の遅延時間	-10	-	20	ns	-
SID438U	TD_SDO	ULP モードでの SCK 立ち下りエッジからの SDO 遷移の遅延時間	-10	-	40	ns	-
SID439	TS_SDI	SDI セットアップから関連する SCK エッジまでの時間	5	-	-	ns	関連するクロックエッジは選択された極性に依存する
SID440	TH_SDI	SDI ホールドから関連する SCK エッジまでの時間	TMCLK_SOC + 5	-	-	ns	「T」は TX/RX_SCK ビットクロック周期 - 関連するクロックエッジは選択された極性に依存する
SID443	TSCKCY	SCK ビットクロックデューティ比	45	-	55	%	-
SID445	FMCLK_SOC	LP モードでの MCLK_SOC 周波数	1.024	-	98.304	MHz	FMCLK_SOC = 8 * ビットクロック
SID445U	FMCLK_SOC_U	ULP モードでの MCLK_SOC 周波数	1.024	-	24.576	MHz	FMCLK_SOC_U = 8 * ビットクロック
SID446	TMCLKCY	MCLK_SOC のデューティ比	45	-	55	%	-
SID447	TJITTER	MCLK_SOC 入力ジッタ	-100	-	100	ps	-

電気的仕様

6.6.15 Smart I/O

Table 54 Smart I/O の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID420	SMIO_BYP	Smart I/O バイパス遅延時間	-	-	2	ns	-
SID421	SMIO_LUT	Smart I/O LUT 伝播遅延時間	-	8	-	ns	-

6.6.16 高精度 ILO (PILO)

Table 55 PILO の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID 430R	I_PILO	動作電流	-	1.2	4	μA	-
SID431	F_PILO	PILO 公称周波数	-	32768	-	Hz	T = 25 °C
SID432R	ACC_PILO	定期較正による PILO 精度	-500	-	500	ppm	-

6.6.17 JTAG バウンダリースキャン

Table 56 JTAG バウンダリースキャン

仕様 ID#	パラメーター	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
--------	--------	-----	-----	-----	----	---------

JTAG バウンダリースキャン パラメーター

1.1 V (LP) モード動作の JTAG バウンダリースキャン パラメーター

SID468	TCKLOW	TCK LOW	52	-	-	ns	-
SID469	TCKHIGH	TCK HIGH	10	-	-	ns	-
SID470	TCK_TDO	有効な出力への TCK 立ち下りエッジ		-	40	ns	-
SID471	TSU_TCK	TCK 立ち上りエッジに有効な入力	12	-	-	ns	-
SID472	TCK_THD	TCK 立ち上りエッジまでの入力ホールド時間	10	-	-	ns	-
SID473	TCK_TDOV	有効な出力への TCK 立ち下りエッジ (High-Z からアクティブ)	40	-	-	ns	-
SID474	TCK_TDOZ	有効な出力への TCK 立ち下りエッジ (アクティブから High-Z)	40	-	-	ns	-

0.9 V (ULP) モード動作の JTAG バウンダリースキャン パラメーター

SID468A	TCKLOW	TCK low	102	-	-	ns	-
SID469A	TCKHIGH	TCK high	20	-	-	ns	-
SID470A	TCK_TDO	有効な出力への TCK 立ち下りエッジ		-	80	ns	-
SID471A	TSU_TCK	TCK 立ち上りエッジに有効な入力	22	-	-	ns	-
SID472A	TCK_THD	TCK 立ち上りエッジまでの入力ホールド時間	20	-	-	ns	-
SID473A	TCK_TDOV	有効な出力への TCK 立ち下りエッジ (High-Z からアクティブ)	80	-	-	ns	-
SID474A	TCK_TDOZ	有効な出力への TCK 立ち下りエッジ (アクティブから High-Z)	80	-	-	ns	-

電気的仕様

6.7 Bluetooth® LE

Table 57 Bluetooth® LE サブシステムの仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
RF レシーバーの仕様 (1 Mbps)							
SID317R	RXS, IDLE	トランスマッタがアイディアル時の受信感度	-	-95	-	dBm	RF 動作周波数範囲全般
SID317RR	RXS, IDLE	トランスマッタがアイディアル時の受信感度	-	-93	-	dBm	255 バイト パケット長、周波数範囲全般
SID318R	RXS, DIRTY	トランスマッタがダーティ時の受信感度	-	-92	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/01/C)
SID319R	PRXMAX	PER の 0.1% 未満の最大受信信号強度	-	0	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/06/C)
SID320R	CI1	同一チャネル干渉。 希望信号が -67 dBm、干渉信号が FRX	-	9	21	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID321R	CI2	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67 dBm、干渉信号が FRX ± 1 MHz	-	3	15	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID322R	CI3	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67 dBm、干渉信号が FRX ± 2 MHz	-	-26	-17	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID323R	CI4	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67 dBm、干渉信号 ≥ FRX ± 3 MHz	-	-33	-27	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID324R	CI5	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67 dBm、干渉信号がイメージ周波数 (FIMAGE)	-	-20	-9	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID325R	CI6	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67 dBm、干渉信号がイメージ周波数 (FIMAGE ± 1 MHz)	-	-28	-15	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
RF レシーバーの仕様 (2 Mbps)							
SID326	RXS, IDLE	トランスマッタがアイディアル時の受信感度	-	-92	-	dBm	RF 動作周波数範囲全般
SID326R	RXS, IDLE	トランスマッタがアイディアル時の受信感度	-	-90	-	dBm	255 バイト パケット長、周波数範囲全般
SID327	RXS, DIRTY	トランスマッタがダーティ時の受信感度	-	-89	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/01/C)
SID328R	PRXMAX	PER の 0.1% 未満の最大受信信号強度	-	0	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/06/C)
SID329R	CI1	同一チャネル干渉。 希望信号が -67 dBm、干渉信号が FRX	-	9	21	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID330	CI2	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67 dBm、干渉信号が FRX ± 2 MHz	-	3	15	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)

電気的仕様

Table 57 Bluetooth® LE サブシステムの仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID331	CI3	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67dBm、干渉信号が $\geq \text{FRX} \pm 4 \text{ MHz}$	-	-26	-17	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID332	CI4	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67dBm、干渉信号が $\geq \text{FRX} \pm 6 \text{ MHz}$	-	-33	-27	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID333	CI5	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67dBm、干渉信号がイメージ周波数 (FIMAGE)	-	-20	-9	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)
SID334	CI6	隣接チャネル干渉。 希望信号が -67dBm、干渉信号がイメージ周波数 (FIMAGE $\pm 2\text{MHz}$)	-	-28	-15	dB	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/03/C)

RF レシーバーの仕様 (1 & 2 Mbps)

SID338	OBB1	帯域外ブロッキング。 希望信号が -67dBm、干渉信号が $F = 30 \sim 2000 \text{ MHz}$	-30	-27	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/04/C)
SID339	OBB2	帯域外ブロッキング。 希望信号が -67dBm、干渉信号が $F = 2003 \sim 2399 \text{ MHz}$	-35	-27	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/04/C)
SID340	OBB3	帯域外ブロッキング。 希望信号が -67dBm、干渉信号が $F = 2484 \sim 2997 \text{ MHz}$	-35	-27	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/04/C)
SID341	OBB4	帯域外ブロッキング。 希望信号が -67dBm、干渉信号が $F = 3000 \sim 12750 \text{ MHz}$	-30	-27	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/04/C)
SID342	IMD	相互変調性能。 希望信号 -64dBm、1Mbps Bluetooth® LE、3番目、4番目、 5番目のオフセットチャネル	-50	-	-	dBm	RF-PHY 仕様 (RCV-LE/CA/05/C)
SID343	RXSE1	レシーバースプリアス発射。 $30 \text{ MHz} \sim 1.0 \text{ GHz}$	-	-	-57	dBm	100 kHz 測定帯域幅 ETSI EN300 328 V2.1.1
SID344	RXSE2	レシーバースプリアス発射。 $1.0 \text{ GHz} \sim 12.75 \text{ GHz}$	-	-	-53	dBm	1 MHz 測定帯域幅 ETSI EN300 328 V2.1.1

RF トランスマッタの仕様

SID345	TXP,ACC	RF パワー精度	-1	-	1	dB	-
SID346	TXP,RANGE	周波数の精度	-	24	-	dB	-20 dBm ~ +4 dBm
SID347	TXP,0dBm	出力パワー、0dB ゲイン設定	-	0	-	dBm	-
SID348	TXP,MAX	出力パワー、最大パワー設定	-	4	-	dBm	-
SID349	TXP,MIN	出力パワー、最小パワー設定	-	-20	-	dBm	-
SID350	F2AVG	10101010 パターンの平均周波数偏移	185	-	-	kHz	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/05/C)
SID350R	F2AVG_2M	2 Mbps での 10101010 パターンの平均周波数偏移	370	-	-	kHz	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/05/C)
SID351	F1AVG	11110000 パターンの平均周波数偏移	225	250	275	kHz	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/05/C)

電気的仕様

Table 57 Bluetooth® LE サブシステムの仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID351R	F1AVG_2M	2 Mbps での 11110000 パターンの平均周波数偏移	450	500	550	kHz	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/05/C)
SID352	EO	目の開き = $\Delta F2AVG / \Delta F1AVG$	0.8	-	-	-	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/05/C)
SID353	FTX,ACC	周波数の精度	-150	-	150	kHz	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/06/C)
SID354	FTX,MAXDR	最大周波数ドリフト	-50	-	50	kHz	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/06/C)
SID355	FTX,INITDR	初期周波数ドリフト	-20	-	20	kHz	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/06/C)
SID356	FTX,DR	最大ドリフト率	-20	-	20	kHz/50 μs	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/06/C)
SID357	IBSE1	2 MHz オフセットでの帯域内スプリアス発射 (1 Mbps) 4 MHz オフセットでの帯域内スプリアス発射 (2 Mbps)	-	-	-20	dBm	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/03/C)
SID358	IBSE2	3 MHz オフセット以上での帯域内スプリアス発射 (1 Mbps) 6 MHz オフセット以上での帯域内スプリアス発射 (2 Mbps)	-	-	-30	dBm	RF-PHY 仕様 (TRM-LE/CA/03/C)
SID359	TXSE1	トランスマッタスプリアス発射 (平均)、1.0GHz 未満	-	-	-55.5	dBm	FCC-15.247
SID360	TXSE2	トランスマッタスプリアス発射 (平均)、1.0GHz 以上			-41.5	dBm	FCC-15.247

RF 電流仕様

SID361	IRX1_wb	受信電流 (1 Mbps)	-	6.7	-	mA	$VDD_NS = V_{DDD} = 3.3\text{ V}$; 降圧レギュレータを使用
SID362	ITX1_wb_0dBm	0 dBm 設定時の送信電流 (1 Mbps)	-	5.7	-	mA	$VDD_NS = V_{DDD} = 3.3\text{ V}$; 降圧レギュレータを使用
SID363	IRX1_nb	受信電流 (1 Mbps)	-	11	-	mA	降圧レギュレータ未使用時の V_{DDD} 電流
SID364	ITX1_nb_0dBm	0 dBm 設定時の送信電流 (1 Mbps)	-	10	-	mA	降圧レギュレータ未使用時の V_{DDD} 電流
SID365	ITX1_nb_4dBm	4 dBm 設定時の送信電流 (1 Mbps)	-	13	-	mA	降圧レギュレータ未使用時の V_{DDD} 電流
SID365R	ITX1_wb_4dBm	4 dBm 設定時の送信電流 (1 Mbps)	-	8.5	-	mA	$VDD_NS = V_{DDD} = 3.3\text{ V}$; 降圧レギュレータを使用
SID366	ITX1_nb_20dBm	-20 dBm 設定時の送信電流 (1 Mbps)	-	7	-	mA	降圧レギュレータ未使用時の V_{DDD} 電流
SID367	IRX2_wb	受信電流 (2 Mbps)	-	7	-	mA	$VDD_NS = V_{DDD} = 3.3\text{ V}$; 降圧レギュレータを使用
SID368	ITX2_wb_0dBm	0 dBm 設定時の送信電流 (2 Mbps)	-	5.7	-	mA	$VDD_NS = V_{DDD} = 3.3\text{ V}$; 降圧レギュレータを使用
SID369	IRX2_nb	受信電流 (2 Mbps)	-	11.3	-	mA	降圧レギュレータ未使用時の V_{DDD} 電流

電気的仕様

Table 57 Bluetooth® LE サブシステムの仕様 (continued)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID370	ITX2_nb_0dBm	0 dBm 設定時の送信電流 (2 Mbps)	-	10	-	mA	降圧レギュレータ未使用時の V_{DDD} 電流
SID371	ITX2_nb_4dBm	4 dBm 設定時の送信電流 (2 Mbps)	-	13	-	mA	降圧レギュレータ未使用時の V_{DDD} 電流
SID371R	ITX2_wb_4dBm	4 dBm 設定時の送信電流 (2 Mbps)	-	8.5	-	mA	$VDD_NS = V_{DDD} = 3.3\text{ V}$; 降圧レギュレータを使用
SID372	ITX2_nb_20dBm	-20dBm 設定時の送信電流 (2 Mbps)	-	7	-	mA	降圧レギュレータ未使用時の V_{DDD} 電流

一般 RF 仕様

SID373	FREQ	無線動作周波数	2400	-	2482	MHz	-
SID374	CHBW	チャネル間隔	-	2	-	MHz	-
SID375	DR1	無線伝送速度 (1 Mbps)	-	1000	-	kbps	-
SID376	DR2	無線伝送速度 (2 Mbps)	-	2000	-	kbps	-
SID377	TXSUP	トランスマッタ起動時間	-	80	82	μs	-
SID378	RXSUP	レシーバー起動時間	-	80	82	μs	-

RSSI 仕様

SID379	RSSI,ACC	RSSI 精度	-4	-	4	dB	-95 dBm ~ -20 dBm の測定範囲
SID380	RSSI,RES	RSSI 分解能	-	1	-	dB	-
SID381	RSSI,PER	RSSI サンプリング周期	-	6	-	μs	-

システムレベルの Bluetooth® LE 仕様

SID433R	Adv_Pwr	1.28s, 32 バイト, 0 dBm	-	42	-	μW	3.3 V, 降圧レギュレータ, ディープスリープ電流なし
SID434R	Conn_Pwr_300	300 ms, 0 バイト, 0 dBm	-	70	-	μW	3.3 V, 降圧レギュレータ, ディープスリープ電流なし
SID435R	Conn_Pwr_1S	1000 ms, 0 バイト, 0 dBm	-	30	-	μW	3.3 V, 降圧レギュレータ, ディープスリープ電流なし
SID436R	Conn_Pwr_4S	4000 ms, 0 バイト, 0 dBm	-	4	-	μW	3.3 V, 降圧レギュレータ, ディープスリープ電流なし

電気的仕様

Table 58 Bluetooth® LE ECO の仕様

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
16 MHz 水晶発振器							
SID382	FXO1	クロック周波数	-	16	-	MHz	-
SID383	ESR1	等価直列抵抗	-	100	250	Ω	-
SID384	Txostart1	起動時間	-	400	-	μs	周波数安定 (16 MHz ±50 ppm)
SID385	IXO1	動作電流	-	300	-	μA	水晶電流, LDO および BG を含む
32 MHz 水晶発振器							
SID386	FXO2	クロック周波数	-	32	-	MHz	-
SID387	ESR2	等価直列抵抗	-	50	100	Ω	-
SID388	Txostart2	起動時間	-	400	-	μs	周波数安定 (32 MHz ±50 ppm)
SID389	IXO2	動作電流	-	350	-	μA	水晶電流, LDO および BG を含む
16 MHz および 32 MHz 水晶発振器							
SID390	FTOL	周波数許容誤差	-20	-	20	ppm	調整後、エーティングと温度ドリフトを含む
SID391	PD	駆動レベル	-	-	100	μW	-

注文情報

7 注文情報

Table 59 に CY8C63x6 および CY8C63x7 の製品番号と機能を示します。すべてのデバイスには Bluetooth® LE 無線 , DC-DC 変換器 , QSPI SMIF, ADC, DAC, 9 個の SCB, 32 個の TCPWM, および 2 個の PDM が含まれます。 [product selector guide](#) も参照してください。

Table 59 CY8C63 シリーズ製品番号

ファミリ	製品番号	CPU 速度 (CM4)	CPU 速度 (CM0+)	シングル CPU/ デュアル CPU	ULP/LP	フラッシュ (KB)	SRAM (KB)	CTBM の数	UDB の数	CAPSENSE™	CRYPTO	'Secure Boot'	USB	GPIO	I2S	パッケージ
63	CY8C6336LQI-BLF02	150	-	シングル	LP	512	128	0	0	No	No	No	No	36	No	68-QFN
	CY8C6336LQI-BLF42	150	-	シングル	LP	512	128	0	0	Yes	Yes	No	No	36	No	68-QFN
	CY8C6347LQI-BLD52	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	Yes	Yes	No	36	No	68-QFN
	CY8C6336BZI-BLF03	150	-	シングル	LP	512	128	0	0	No	No	No	No	78	Yes	116-BGA
	CY8C6316BZI-BLF03	50	-	シングル	ULP	512	128	0	0	No	No	No	No	78	Yes	116-BGA
	CY8C6316BZI-BLF53	50	-	シングル	ULP	512	128	1	12	Yes	Yes	No	No	78	Yes	116-BGA
	CY8C6337BZI-BLF13	150	-	シングル	LP	1024	288	0	0	Yes	No	No	No	78	Yes	116-BGA
	CY8C6336BZI-BLD13	150	100	デュアル	LP	512	128	0	0	Yes	No	No	No	78	Yes	116-BGA
	CY8C6347BZI-BLD43	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	0	0	Yes	Yes	Yes	No	78	Yes	116-BGA
	CY8C6347BZI-BLD33	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	No	No	No	78	Yes	116-BGA
	CY8C6347BZI-BLD53	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	Yes	Yes	No	78	Yes	116-BGA
	CY8C6336BZI-BLF04	150	-	シングル	LP	512	128	0	0	No	No	No	Yes	84	Yes	124-BGA
	CY8C6316BZI-BLF04	50	-	シングル	ULP	512	128	0	0	No	No	No	Yes	84	Yes	124-BGA
	CY8C6316BZI-BLF54	50	-	シングル	ULP	512	128	1	12	Yes	Yes	No	Yes	84	Yes	124-BGA
	CY8C6337BZI-BLF14	150	-	シングル	LP	1024	288	0	0	Yes	No	No	Yes	84	Yes	124-BGA
	CY8C6336BZI-BLD14	150	100	デュアル	LP	512	128	0	0	Yes	No	No	Yes	84	Yes	124-BGA
	CY8C6347BZI-BLD44	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	0	0	Yes	Yes	Yes	Yes	84	Yes	124-BGA
	CY8C6347BZI-BLD34	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	No	No	Yes	84	Yes	124-BGA
	CY8C6347BZI-BLD54	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	Yes	Yes	Yes	84	Yes	124-BGA
	CY8C6347FMI-BLD13	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	0	0	Yes	No	No	No	70	Yes	104-M-CSP
	CY8C6347FMI-BLD43	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	0	0	Yes	Yes	Yes	No	70	Yes	104-M-CSP
	CY8C6347FMI-BLD33	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	No	No	No	70	Yes	104-M-CSP
	CY8C6347FMI-BLD53	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	Yes	Yes	No	70	Yes	104-M-CSP
	CY8C6347FMI-BUD13	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	0	0	Yes	No	No	Yes	69	Yes	104-M-CSP-USB
	CY8C6347FMI-BUD43	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	0	0	Yes	Yes	Yes	Yes	69	Yes	104-M-CSP-USB
	CY8C6347FMI-BUD33	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	No	No	Yes	69	Yes	104-M-CSP-USB
	CY8C6347FMI-BUD53	150/50	100/25	デュアル	FLEX	1024	288	1	12	Yes	Yes	Yes	Yes	69	Yes	104-M-CSP-USB

注文情報

7.1 PSoC™ 6 MPN コード説明

CY XX 6 A B C D D E - FF G H I J J K L

フィールド	説明	値	意味
CY	サイプレス	CY	Cypress - An Infineon Technologies company
XX	ファームウェア	8C	標準
		B0	“セキュアブート” v1
		S0	“標準セキュア” - AWS
6	アーキテクチャ	6	PSoC™ 6
A	ライン	0	値
		1	プログラム可能
		2	性能
		3	接続性
		4	セキュア
B	速度	2	100 MHz
		3	150 MHz
		4	150/50 MHz
C	メモリサイズ (フラッシュ/ SRAM)	0-3	予約済み
		4	256K/128K
		5	512K/256K
		6	512K/128K
		7	1024K/288K
		8	1024K/512K
		9	予約済み
		A	2048K/1024K
		AZ, AX	TQFP
DD	パッケージ	LQ	QFN
		BZ	BGA
		FM	M-CSP
		FN, FD, FT	WLCSP

フィールド	説明	値	意味
E	温度範囲	C	民生用
		I	産業用
		Q	産業用拡張温度範囲
FF	機能コード	S2-S6	Cypress 内部用
		BL	統合 Bluetooth® LE
G	CPU コア	F	シングルコア
		D	デュアルコア
H	属性コード	0-9	機能セット
I	GPIO 数	1	31-50
		2	51-70
		3	71-90
		4	91-110
JJ	エンジニアリングサンプル(オプション)	ES	エンジニアリングサンプルかどうか
K	チップ版数(オプション)	A1-A9	ベース
L	テープ/リール出荷(オプション)		チップ版数
		T	テープ&リール出荷

パッケージ

8 パッケージ

この製品群は 68-QFN, 116-BGA, 124-BGA, および 104-M-CSP の 4 つのパッケージで提供されます。

Table 60 パッケージの寸法

仕様 ID#	パッケージ	説明	パッケージ図番号
PKG_1	124-BGA	124-BGA, 9×9×1 mm 高, 0.65 mm ピッチ	001-97718
PKG_2	104-M-CSP	104-M-CSP, 3.8×5×0.65 mm 高, 0.35 mm ピッチ	002-16508
PKG_4	116-BGA	116-BGA, 5.2×6.4×0.70 mm 高, 0.5 mm ピッチ	002-16574
PKG_5	68-QFN	68-QFN, 8×8×1 mm 高, 0.4 mm ピッチ	001-96836

Table 61 パッケージ特性

パラメーター	説明	条件	Min	Typ	Max	単位
T _A	動作周囲温度	-	-40	25.00	85	°C
T _J	動作接合部温度	-	-40	-	100	°C
T _{JA}	パッケージ θ _{JA} (124-BGA)	-	-	64.3	-	°C/W
T _{JC}	パッケージ θ _{JC} (124-BGA)	-	-	37	-	°C/W
T _{JA}	パッケージ θ _{JA} (116-BGA)	-	-	36.5	-	°C/W
T _{JC}	パッケージ θ _{JC} (116-BGA)	-	-	12	-	°C/W
T _{JA}	パッケージ θ _{JA} (104-CSP)	-	-	33.7	-	°C/W
T _{JC}	パッケージ θ _{JC} (104-CSP)	-	-	0.2	-	°C/W
T _{JA}	パッケージ θ _{JA} (68-QFN)	-	-	21.6	-	°C/W
T _{JC}	パッケージ θ _{JC} (68-QFN)	-	-	7.2	-	°C/W

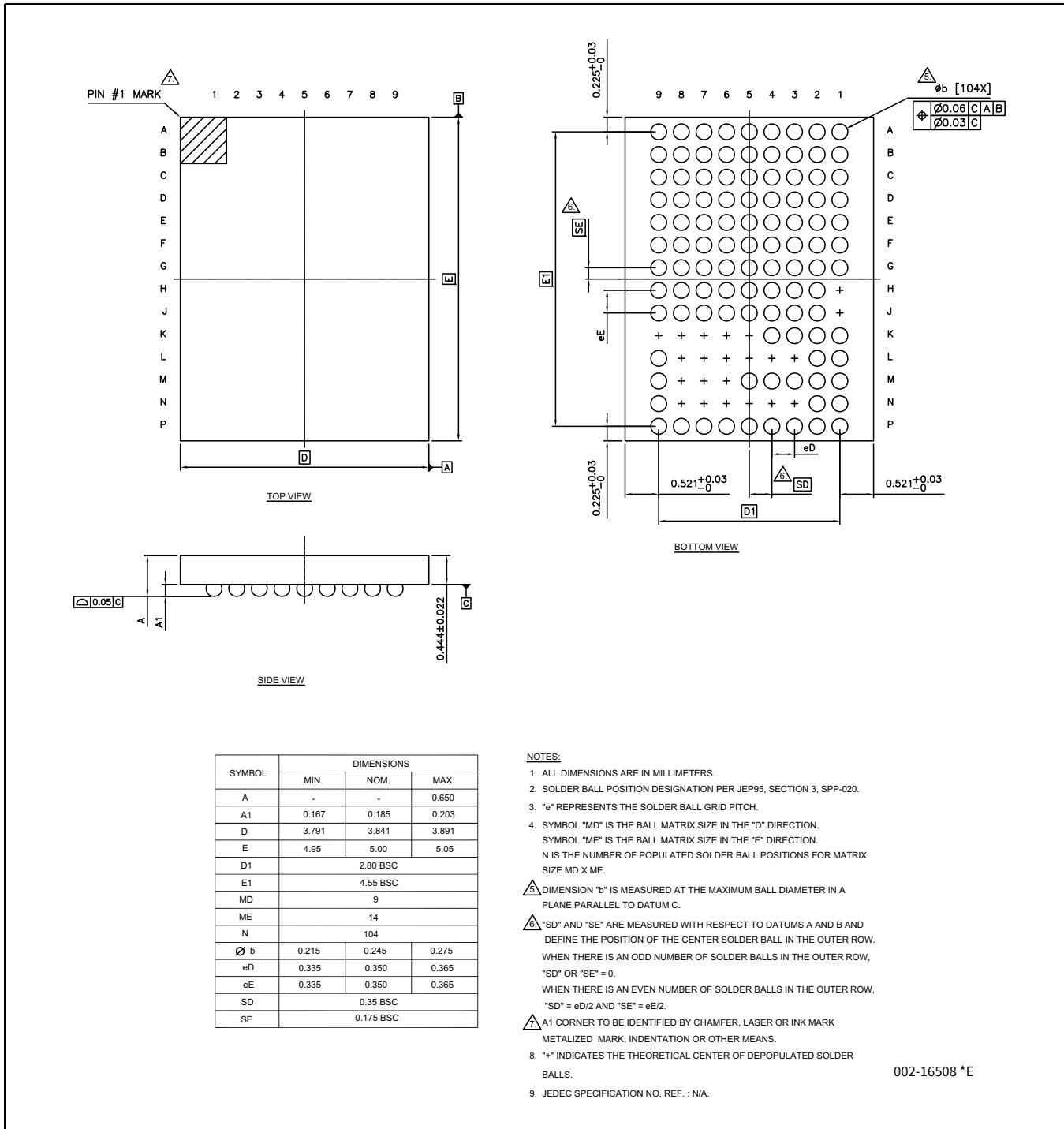
Table 62 はんだリフロー ピーク温度

パッケージ	最高ピーク温度	ピーク温度での最長時間
124-BGA, 116-BGA, および 68-QFN	260 °C	30 秒
104-M-CSP	260 °C	30 秒

Table 63 パッケージの湿度感度レベル (MSL), IPC/JEDEC J-STD-2

パッケージ	MSL
124-BGA, 116-BGA, および 68-QFN	MSL 3
104-M-CSP	MSL 1

パッケージ

**Figure 21 104-M-CSP 3.8 × 5.0 × 0.65 mm (SG-WFWLB-104)**

パッケージ

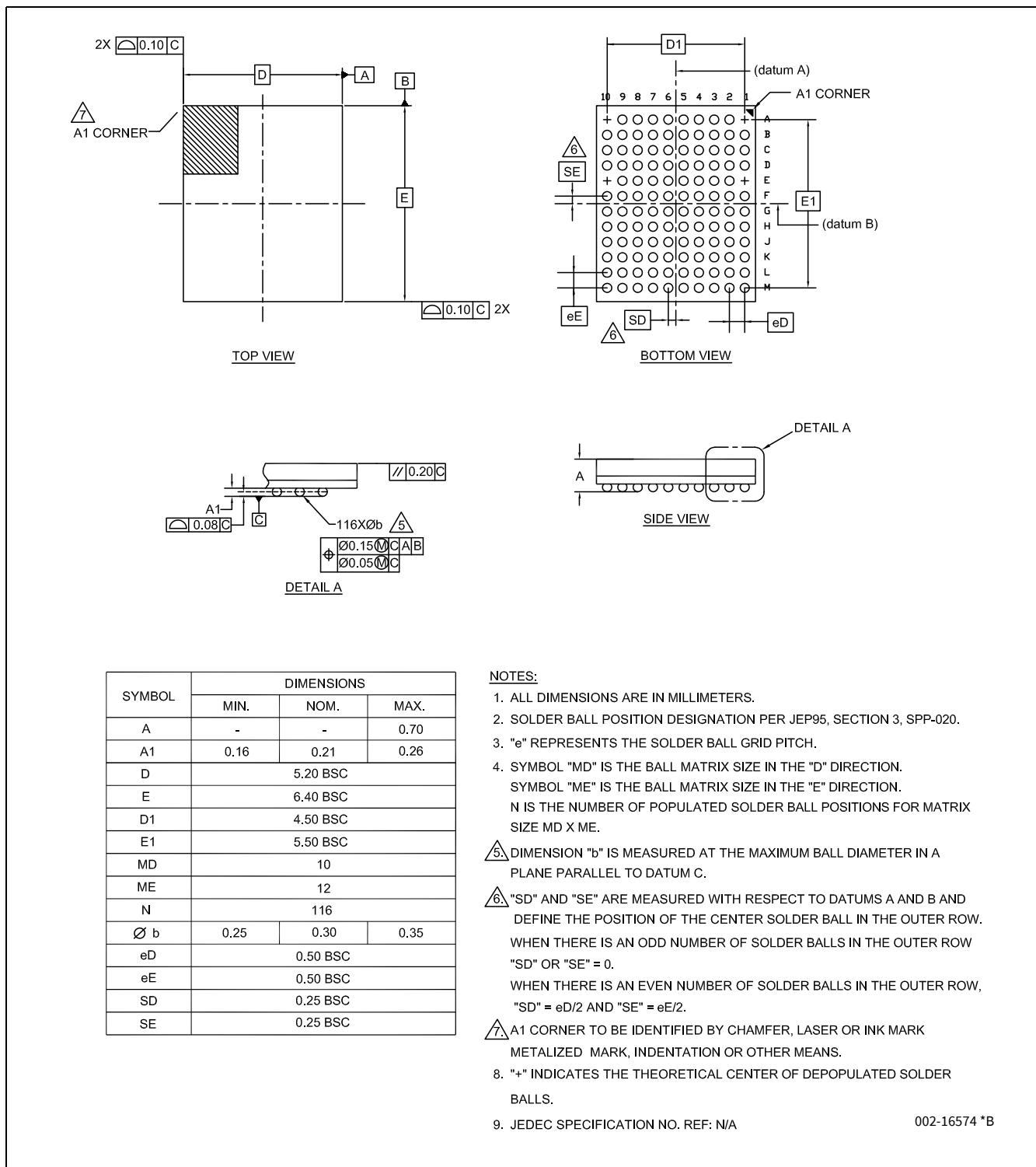


Figure 22 116-BGA 5.2 × 6.4 × 0.70 mm (PG-VFBGA-116)

パッケージ

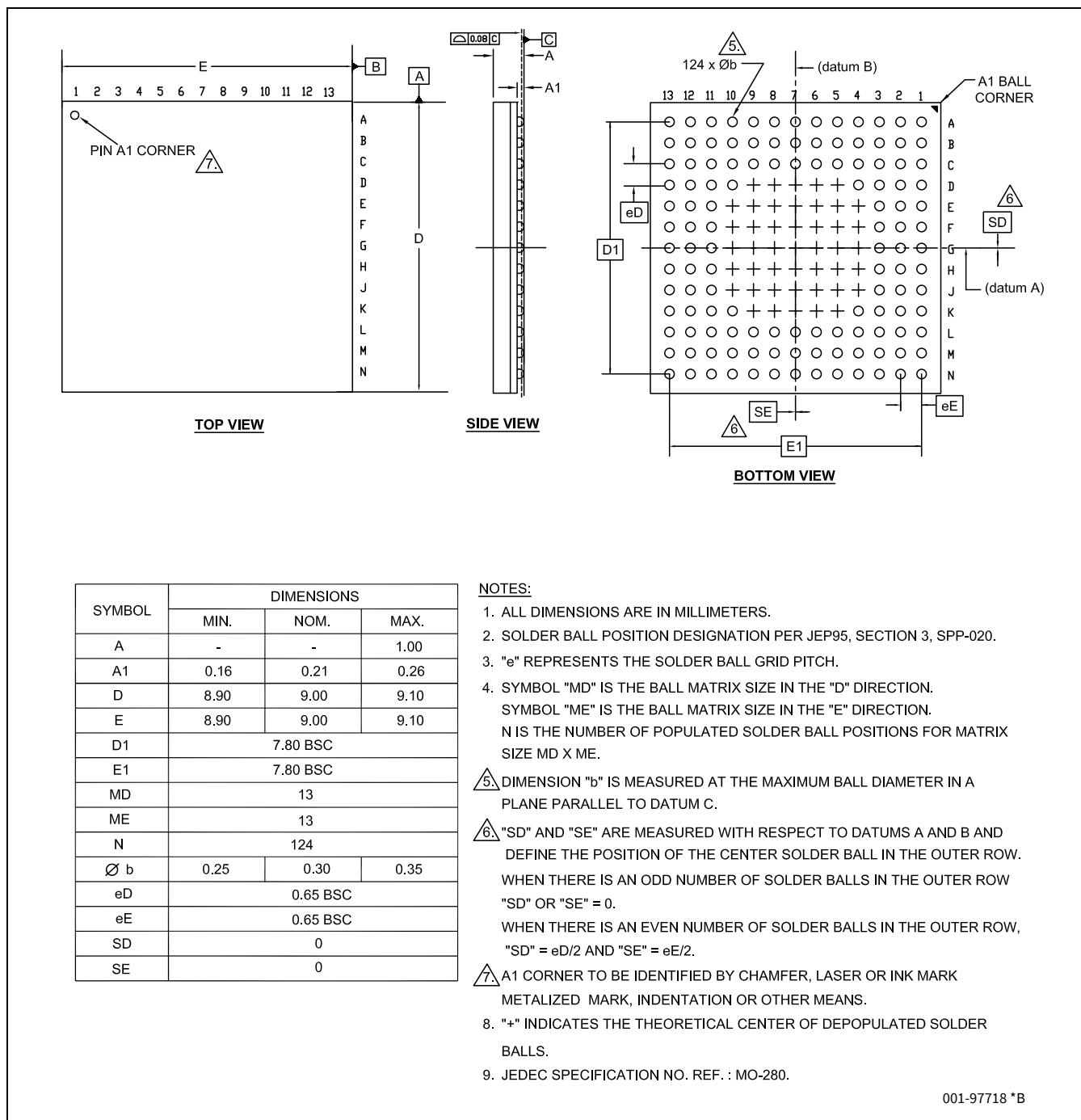


Figure 23 124-BGA 9.0 × 9.0 × 1.0 mm (PG-VFBGA-124)

パッケージ

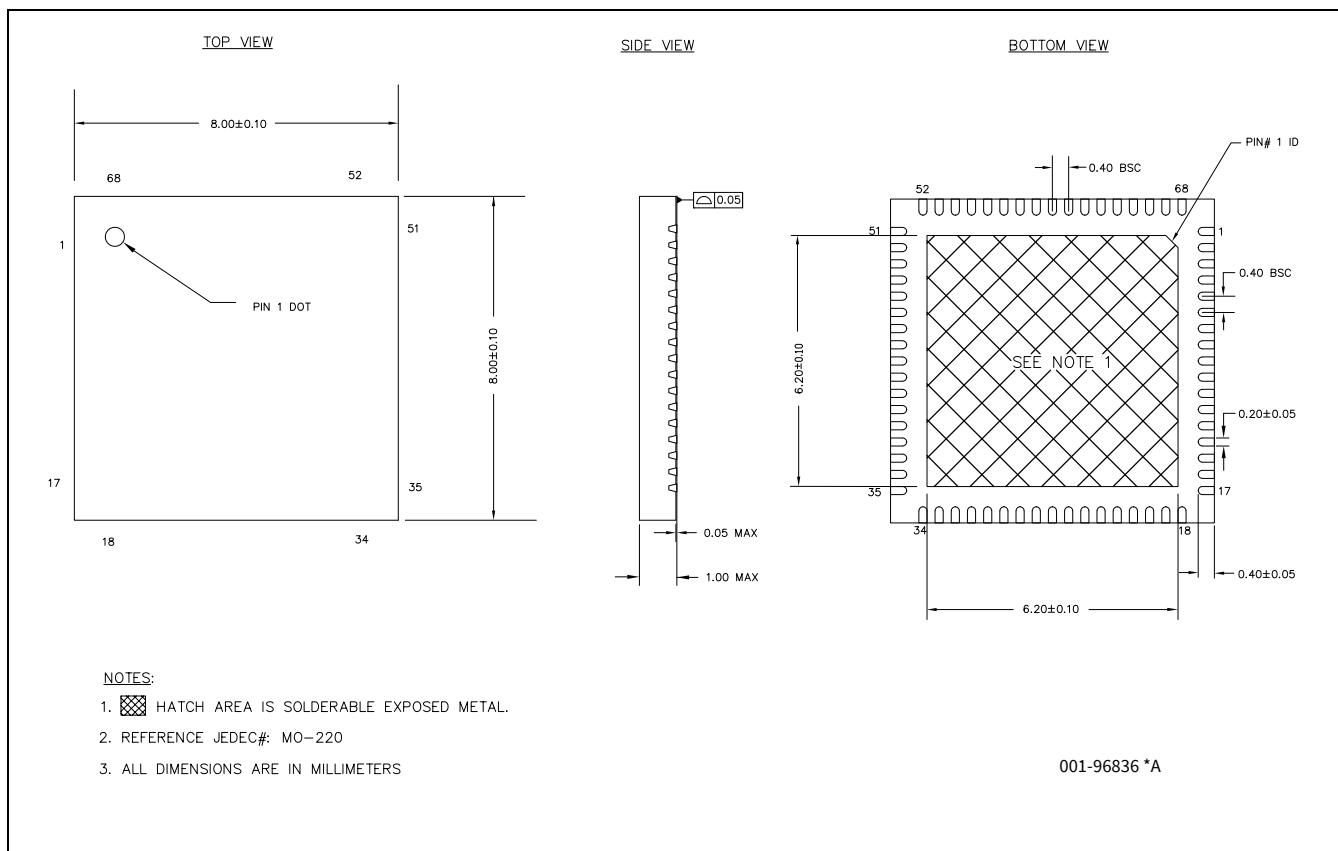


Figure 24 68 QFN 8 × 8 × 1 mm (PG-VQFN-68)

9 略語

略語	説明
3DES	triple DES。データ暗号化標準。
ADC	analog-to-digital converter (アナログ - デジタル変換器)
AES	advanced encryption standard (高度暗号化標準)
AHB	AMBA (advanced microcontroller bus architecture)。高性能バス、Arm® データ転送バスの一種。
AMUX	analog multiplexer (アナログ マルチプレクサ)
AMUXBUS	analog multiplexer bus (アナログ マルチプレクサ バス)
API	application programming interface (アプリケーション プログラミング インターフェース)
Arm®	advanced RISC machine (高度な RISC マシン)。CPU アーキテクチャの一種
BGA	ball grid array
BOD	brown-out detect (電圧低下検出)
CAD	computer aided design
CCO	current controlled oscillator (電流制御発振器)
CM0+	Cortex®-M0+, an Arm® CPU
CM4	Cortex®-M4, an Arm® CPU
CMAC	cipher-based message authentication code
CMOS	complementary metal-oxide-semiconductor, a process technology for IC fabrication
CMRR	common-mode rejection ratio (同相除去比)
CPU	central processing unit (中央演算処理装置)
CRC	cyclic redundancy check (巡回冗長検査)。エラー チェック プロトコルの一種
CSD	Capacitive Sigma-Delta (容量性シグマデルタ)
CSX	Mutual capacitance sensing method (相互容量検出方式)。CSD も参照してください。
DAC	digital-to-analog converter (デジタル - アナログ変換器)。IDAC, VDAC も参照してください。
DAP	debug access port (デバッグ アクセス ポート)
DES	data encryption standard (データ暗号化標準)
DMA	direct memory access (ダイレクト メモリ アクセス)。TD も参照してください。
DNL	differential nonlinearity (微分非直線性)。INL も参照してください。
DSI	digital system interconnect (デジタル システム インターコネクト)
DU	data unit (データユニット)
ECC	elliptic curve cryptography (楕円曲線暗号)
ECO	external crystal oscillator (外部水晶発振器)
EEPROM	electrically erasable programmable read-only memory (電気的消去書き込み可能な読み出し専用メモリ)
EMI	electromagnetic interference (電磁干渉)
ESD	electrostatic discharge (静電気放電)
ETM	embedded trace macrocell (埋め込みトレース マクロセル)
FIFO	first-in, first-out
FLL	frequency locked loop (周波数ロック ループ)
FPU	floating-point unit (浮動小数点演算ユニット)
FS	full-speed (フル スピード)
GND	Ground
GPIO	general-purpose input/output (汎用入出力)。PSoC™ ピンに適用。
HMAC	Hash-based message authentication code
HSIOM	high-speed I/O matrix (高速 I/O マトリクス)
I/O	input/output (入出力)。GPIO, DIO, SIO, USBIO も参照してください。

略語

略語	説明
I ² C, または IIC	Inter-Integrated Circuit (インターインテグレーテッド サーキット)。通信プロトコルの一種。
I ² S	inter-IC sound
IC	integrated circuit (集積回路)
IDAC	current DAC (電流 DAC)。DAC, VDAC も参照してください。
IDE	integrated development environment (統合開発環境)
ILO	internal low-speed oscillator, see also IMO
IMO	internal main oscillator (内部主発振器)。ILO も参照してください。
INL	integral nonlinearity (積分非直線性)。DNL も参照してください。
IoT	internet of things
IPC	inter-processor communication
IRQ	interrupt request (割込み要求)
ISR	interrupt service routine (割込みサービス ルーチン)
JTAG	Joint Test Action Group
LCD	liquid crystal display (液晶ディスプレイ)
LIN	Local Interconnect Network (ローカルインターネットワーク)。通信プロトコルの一種。
LP	low power (低電力)
LS	low-speed (低速)
LUT	lookup table (ルック アップ テーブル)
LVD	low-voltage detect (低電圧検出)。LVI も参照してください。
LVTTL	low-voltage transistor-transistor logic (低電圧トランジスタ - トランジスタ ロジック)
MAC	multiply-accumulate (積和演算)
M-CSP	molded chip scale package (モールド チップスケール パッケージ)
MCU	microcontroller unit (マイクロコントローラー ユニット)
MCWDT	multi-counter watchdog timer (マルチカウンター オーッチドッグ タイマー)
MISO	master-in slave-out (マスター入力スレーブ出力)
MMIO	memory-mapped input output (メモリマップ入出力)
MOSI	master-out slave-in (マスター出力スレーブ入力)
MPU	memory protection unit (メモリ保護ユニット)
MSL	moisture sensitivity level (湿度感度レベル)
MspS	million samples per second (百万サンプル毎秒)
MTB	micro trace buffer (マイクロ トレース バッファ)
MUL	multiplier (乗算)
NC	no connect (未接続)
NMI	nonmaskable interrupt (マスク不可割込み)
NVIC	nested vectored interrupt controller (ネスト型ベクタ割込みコントローラー)
OTP	one-time programmable
OVT	overvoltage tolerant (過電圧耐性)
PASS	programmable analog subsystem
PCB	printed circuit board (プリント回路基板)
PCM	pulse code modulation (パルス符号変調)
PDM	pulse density modulation (パルス密度変調)
PHY	physical layer (物理層)
PICU	port interrupt control unit (ポート割込み制御ユニット)
PLL	phase-locked loop (位相同期回路)

略語

略語	説明
PMIC	power management integrated circuit (電源管理集積回路)
POR	power-on reset (パワーオン リセット)
PPU	peripheral protection unit (周辺保護ユニット)
PRNG	pseudo random number generator (疑似乱数発生器)
PSoC™	Programmable System-on-Chip (プログラマブル システムオンチップ)
PSRR	power supply rejection ratio (電源電圧変動除去比)
PWM	pulse-width modulator (パルス幅変調器)
QD	quadrature decoder (直交デコーダ)
QSPI	quad serial peripheral interface (クアッドシリアルペリフェラルインターフェース)
RAM	random-access memory (ランダムアクセスメモリ)
RISC	reduced-instruction-set computing (縮小命令セット コンピューティング)
RMS	root-mean-square (二乗平均平方根)
ROM	read-only memory (読出し専用メモリ)
RSA	Rivest-Shamir-Adleman。公開鍵暗号アルゴリズム。
RTC	real-time clock (リアルタイムクロック)
RX	receive (受信)
S/H	sample and hold (サンプル / ホールド)
SAR	successive approximation register (逐次比較レジスタ)
SARMUX	SAR ADC multiplexer bus (SAR ADC マルチブレクサバス)
SCB	serial communication block (シリアル通信ブロック)
SFlash	supervisory flash
SHA	secure hash algorithm (セキュアハッシュアルゴリズム)
SINAD	signal to noise and distortion ratio (信号対ノイズ比および歪み比)
SNR	signal-to-noise ration (信号対ノイズ比)
SOF	start of frame (フレームの開始)
SPI	Serial Peripheral Interface, a communications protocol (シリアルペリフェラルインターフェース)。通信プロトコルの一種。
SRAM	static random access memory (スタティックランダムアクセスメモリ)
SROM	supervisory read-only memory
SRSS	system resources subsystem (システムリソースサブシステム)
SWD	serial wire debug (シリアルワイヤデバッグ)。テストプロトコルの一種。
SWJ	serial wire JTAG (シリアルワイヤJTAG)
SWO	single wire output (シングルワイヤ出力)
SWV	serial-wire viewer (シングルワイヤビューア)
TCPWM	timer, counter, pulse-width modulator (タイマー、カウンター、パルス幅変調器)
TDM	time division multiplexed (時分割多重化)
TQFP	thin quad flat package
TRM	technical reference manual (テクニカルリファレンスマニュアル)
TRNG	true random number generator (真の乱数発生器)
TX	transmit (送信)
UART	Universal Asynchronous Transmitter Receiver (汎用非同期トランスマッタ レシーバー)。通信プロトコルの一種。
UDB	universal digital block (ユニバーサルデジタルブロック)
ULP	ultra-low power (超低電力)
USB	Universal Serial Bus (ユニバーサルシリアルバス)

略語

略語	説明
WCO	watch crystal oscillator (時計水晶発振器)
WDT	watchdog timer (ウォッチドッグタイマー)
WIC	wakeup interrupt controller (ウエイクアップ割込みコントローラー)
WLCSP	wafer level chip scale package
XIP	execute-in-place
XRES	external reset input pin (外部リセットピン)

本書の表記法

10 本書の表記法

10.1 測定単位

Table 64 測定単位

記号	測定単位
°C	摂氏温度
dB	デシベル
fF	フェムトファラド
Hz	ヘルツ
KB	1024 バイト
kbps	キロビット毎秒
khr	キロ時間
kHz	キロヘルツ
kΩ	キロオーム
ksps	キロサンプル毎秒
LSB	最下位ビット
Mbps	メガビット毎秒
MHz	メガヘルツ
MΩ	メガオーム
Msps	メガサンプル毎秒
μA	マイクロアンペア
μF	マイクロファラド
μH	マイクロヘンリー
μs	マイクロ秒
μV	マイクロボルト
μW	マイクロワット
mA	ミリアンペア
ms	ミリ秒
mV	ミリボルト
nA	ナノアンペア
ns	ナノ秒
nV	ナノボルト
Ω	オーム
pF	ピコファラド
ppm	100 万分の 1
ps	ピコ秒
s	秒
sps	サンプル数毎秒
sqrtHz	ヘルツの平方根
V	ボルト

改訂履歴

改訂履歴

版数	発行日	変更履歴
**	2017-08-08	これは英語版 002-18787 Rev. ** を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. ** です。
*A	2018-03-09	これは英語版 002-18787 Rev. *D を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *A です。
*B	2018-07-13	これは英語版 002-18787 Rev. *E を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *B です。
*C	2019-09-17	これは英語版 002-18787 Rev. *H を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *C です。
*D	2020-01-16	これは英語版 002-18787 Rev. *I を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *D です。
*E	2020-06-17	これは英語版 002-18787 Rev. *K を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *E です。
*F	2020-12-21	これは英語版 002-18787 Rev. *M を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *F です。
*G	2021-09-16	これは英語版 002-18787 Rev. *O を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *G です。
*H	2022-06-27	これは英語版 002-18787 Rev. *P を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *H です。
*I	2023-03-08	これは英語版 002-18787 Rev. *Q を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *I です。
*J	2023-08-31	これは英語版 002-18787 Rev. *R を翻訳した日本語版 002-20406 Rev. *J です。

Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

The Bluetooth® word mark and logos are registered trademarks owned by Bluetooth SIG, Inc., and any use of such marks by Infineon is under license.

Edition 2023-08-31

Published by

Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2023 Infineon Technologies AG.
All Rights Reserved.

Do you have a question about this
document?

Email:
erratum@infineon.com

Document reference
002-20406 Rev. *J

重要事項

本文書に記載された情報は、いかなる場合も、条件または特性の保証とみなされるものではありません（「品質の保証」）。本文に記された一切の事例、手引き、もしくは一般的価値、および／または本製品の用途に関する一切の情報に關し、インフィニオンテクノロジー（以下、「インフィニオン」）はここに、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

さらに、本文書に記載された一切の情報は、お客様の用途におけるお客様の製品およびインフィニオン製品の一切の使用に關し、本文書に記載された義務ならびに一切の関連する法的要件、規範、および基準をお客様が遵守することを条件としています。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

警告事項

技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。

インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。