

PSoC™ 62 MCU

Arm® Cortex®-M4

概要

PSoC™ 62 MCU は、IoT アプリケーション向けに設計された高性能、超低消費電力、および安全な MCU プラットフォームです。PSoC™ 62 MCU プラットフォームに基づく CY8C62x6/7 製品ラインは、高性能マイクロコントローラおよび低消費電力フラッシュ技術、デジタルプログラマブルロジック、高性能アナログ-デジタル変換と標準通信およびタイミングペリフェラルの組合せです。

特長

- 32 ビット デュアル コア 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 (CM4) CPU
 - シングル サイクル乗算および MPU に対応した 100 MHz Cortex®-M0+ (CM0+) CPU
 - 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)
 - 1.1V コア動作のアクティブ CPU 電流スロープ
 - Cortex®-M4: 40 μ A/MHz
 - Cortex®-M0+: 20 μ A/MHz
 - 0.9 V コア動作のアクティブ CPU 電流スロープ
 - Cortex®-M4: 22 μ A/MHz
 - Cortex®-M0+: 15 μ A/MHz
 - それぞれ 16 チャンネルずつの 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。
 - 電力およびデータ保持制御を備えた 288 KB SRAM
 - ワンタイムプログラマブル (OTP) 1Kb eFuse アレイ
- 1.7 V ~ 3.6 V の低消費電力動作
 - 細かい電源管理用の 6 つの電力モード
 - 64 KB SRAM 保持のディープスリープ モード電流は 7 μ A
 - オンチップ Single-In Multiple Out (SIMO) DC-DC 降圧コンバータ、1 μ A 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
- 柔軟なクロッキング オプション
 - 精度が $\pm 2\%$ の 8 MHz 内部主発振器 (IMO)
 - 超低消費電力の 32 kHz 内部低速発振器 (ILO)
 - オンチップ水晶発振器 (16 ~ 35 MHz および 32 kHz)
 - クロック周波数逡倍用の位相ロック ループ (PLL)
 - IMO 周波数逡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 (Execute-In-Place, XIP)
 - オンザフライの暗号化と復号化
 - 低消費電力で XIP 性能を向上させる 4 KB のキャッシュ
 - 最大 640 Mbps のスループットでシングル、デュアル、クアッド、デュアルクアッド、およびオクタリインターフェースに対応
- セグメント LCD ドライブ
 - 最大 99 のセグメントと最大 8 のコモンをサポート

特長

- ・シリアル通信
 - 9 個の実行時設定可能なシリアル通信ブロック (SCB)
 - ・ 8 つの SCB: SPI, I²C, または UART として設定可能
 - ・ 1 つのディープスリープ 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
 - 2 つのパルス密度変調 (PDM) チャンネルおよび 1 つの I²S チャンネル (時分割多重 (TDM) モード付)
- ・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, および疑似ランダム モード
 - キル信号のコンパレータ ベースのトリガ
- ・プログラマブル アナログ
 - 差動とシングルエンド モードおよび結果平均に対応した 16 チャン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 モードで使用可能な 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変換器 (DAC)
 - 低消費電力動作モードの 2 個のオペアンプ
- ・最大 100 のプログラマブル GPIO
 - 2 つの SmartI/O ポート (16 I/O) が、GPIO ピンでのブール演算可能 (システムのディープスリープ中に利用可能)
 - プログラム可能な駆動モード、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に動的な使用可能
 - 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
 - 割込み不可の 'セキュアブート' による ROM ベースの信頼のルート
 - 実行イメージの段階的な認証
 - 保護されたルーチンのために実行専用モードでのコードの安全な実行
 - すべてのデバッグとテスト イングレス パスは無効にできる
 - 最大 8 つの保護コンテキスト
- ・暗号化アクセラレータ
 - 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 (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

特長

- パッケージ
 - 124-BGA
 - 80-WLCSP (高さ 0.33 mm および 0.43 mm)
 - 薄型 80-WLCSP (高さ 0.33 mm) (認定中)
- 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
 - ファームウェア 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 桁は、製品番号に対応します。(例: 16 進数の「E4B0」)
- 最下位 3 桁はメーカー 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、[リファレンスマニュアル](#)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、[リファレンスマニュアル](#)を参照してください。

目次

概要	1
特長	1
目次	4
1 Development Ecosystem	6
1.1 PSoC™ 6 MCU リソース	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 ウォッチドッグ 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 プログラマブル アナログ サブシステム	21
3.3.1 12ビットSAR ADC	21
3.3.2 温度センサー	21
3.3.3 12ビットのデジタル アナログ変換器	21
3.3.4 2個のオペアンプのある連続時間ブロックmini (CTBm)	21
3.3.5 低消費電力コンパレータ	22
3.4 プログラマブル デジタル	23
3.4.1 Smart I/O	23
3.4.2 ユニバーサル デジタル ブロック (UDB)	23
3.5 固定機能デジタル	24
3.5.1 タイマー/カウンタ/PWM (TCPWM) ブロック	24
3.5.2 シリアル通信ブロック (SCB)	24
3.5.3 USB フルスピードデバイスインターフェース	25
3.5.4 QSPI インターフェース シリアルメモリアンターフェース(SMIF)	25
3.5.5 LCD	25
3.6 GPIO	25
3.7 特殊機能ペリフェラル	27
3.7.1 オーディオ サブシステム	27
3.7.2 CAPSENSE™サブシステム	27
4 ピン配置	31

目次

5 電源に関する考慮事項	45
6 電氣的仕様	50
6.1 絶対最大定格	50
6.2 デバイス レベルの仕様	50
6.2.1 電源	51
6.2.2 CPU電流および遷移時間	52
6.2.3 XRES	58
6.2.4 GPIO	58
6.3 アナログ ペリフェラル	60
6.3.1 オペアンプ	60
6.3.2 低消費電力 (LP) コンパレータ	64
6.3.3 SAR ADC	65
6.3.4 DAC	67
6.3.5 CSD	67
6.4 デジタル ペリフェラル	72
6.4.1 LCDの仕様	74
6.5 メモリ	75
6.5.1 フラッシュ	75
6.6 システム リソース	76
6.6.1 パワー オン リセット	76
6.6.2 電圧モニター	76
6.6.3 SWDおよび配線インターフェース	77
6.6.4 内部主発振器 (IMO)	77
6.6.5 内部低速発振器 (ILO)	78
6.6.6 水晶発振器	78
6.6.7 外部クロック	79
6.6.8 PLL	79
6.6.9 クロックソース切り替え時間	79
6.6.10 FLL	79
6.6.11 UDB	80
6.6.12 USB	81
6.6.13 QSPI	81
6.6.14 オーディオ サブシステム	82
6.6.15 Smart I/O	84
6.6.16 高精度 ILO (PILO)	84
6.6.17 JTAGバウンダリー スキャン	85
7 注文情報	86
7.1 PSoC™ 6 MPN コード説明	87
8 パッケージ	88
9 略語	92
10 本書の表記法	96
10.1 測定単位	96
改訂履歴	97
免責事項	98

1 Development Ecosystem

1.1 PSoC™ 6 MCU リソース

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](#)
- 製品セレクト : [PSoC™ 6 MCU](#)
- アプリケーション ノート : 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 considerations
 - [AN213924](#): PSoC™ 6 MCU Device Firmware Update guide
 - [AN219528](#): PSoC™ 6 MCU power reduction techniques
 - [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。[インフィニオン GitHub repositories](#) から利用可能です。
- リファレンスマニュアル : PSoC™ 6 MCU 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 プログラミング仕様 : 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™ Software](#) は、ツールとソフトウェアライブラリの堅牢なスイートを使用してクロスプラットフォームのコード開発を可能にします。
 - [CY8CKIT-062-Wi-Fi BT PSoC™ 6 Wi-Fi Bluetooth® Pioneer Kit](#): これは PSoC™ 62 CY8C62x6/7 製品ラインと [CYW4343W Wi-Fi + Bluetooth® コンボチップ](#) の設計とデバッグを可能にする低コストのハードウェアプラットフォームです。
 - [PSoC™ 6 CAD ライブラリ](#) が提供する 一般的なツールのフットプリントと回路図のサポート。[BSDL ファイル](#) および [IBIS モデル](#) 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。
- [インフィニオン 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

注: ModusToolbox™ ソフトウェアは、UDB または UDB ベースのコンポーネントをサポートしていません。

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、[GitHub でのコードリポジトリ](#)の大規模なコレクションを提供します。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ライブラリ (PDL) を含む低レベルのリソース
- CAPSENSE™, Bluetooth® Low Energy, 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 sample application](#) の広範なセット

注: HAL は、インフィニオン MCU のハードウェアブロックを設定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™ Software 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イター、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™ software に付属のドキュメントおよび [AN228571:ModusToolbox™ を使用する PSoC™ 6 MCU 入門](#)を参照してください。

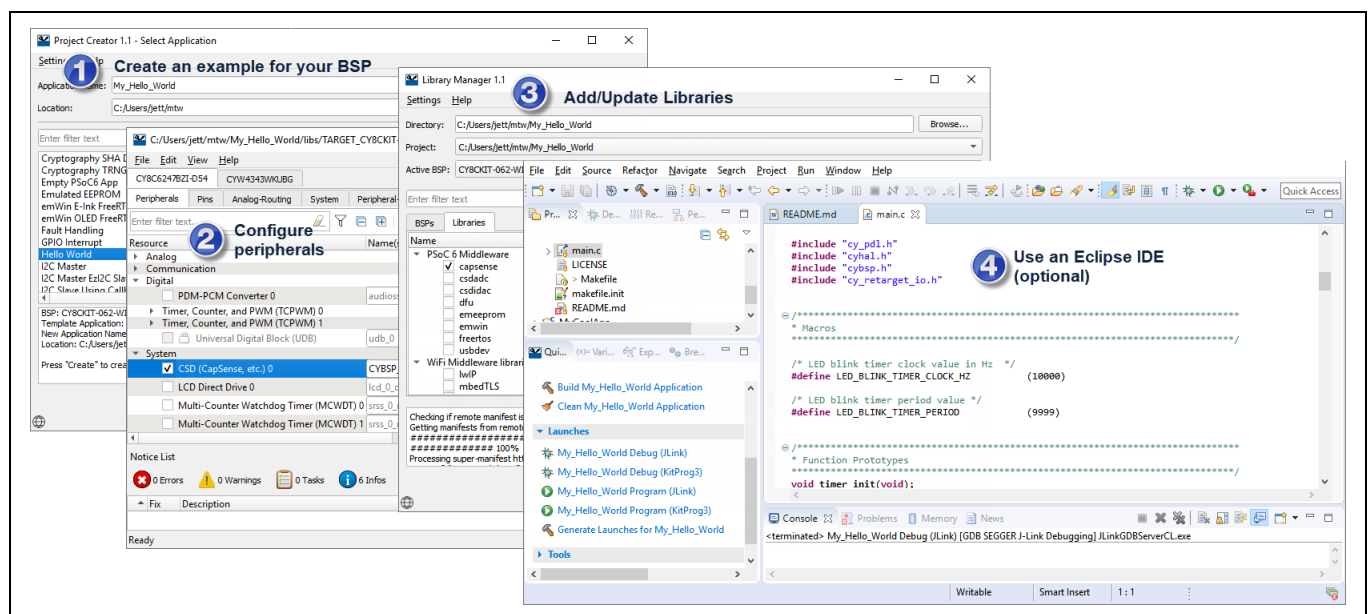


Figure 1 ModusToolbox™ Software ツール

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 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 において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に設計し、またはサードパーティ製 IDE のためにプロジェクトをビルド
5. PSoC™ 6 Pioneer Kit を使用しご自身のソリューションをプロトタイプ設計。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することなく、その場で変更を行える

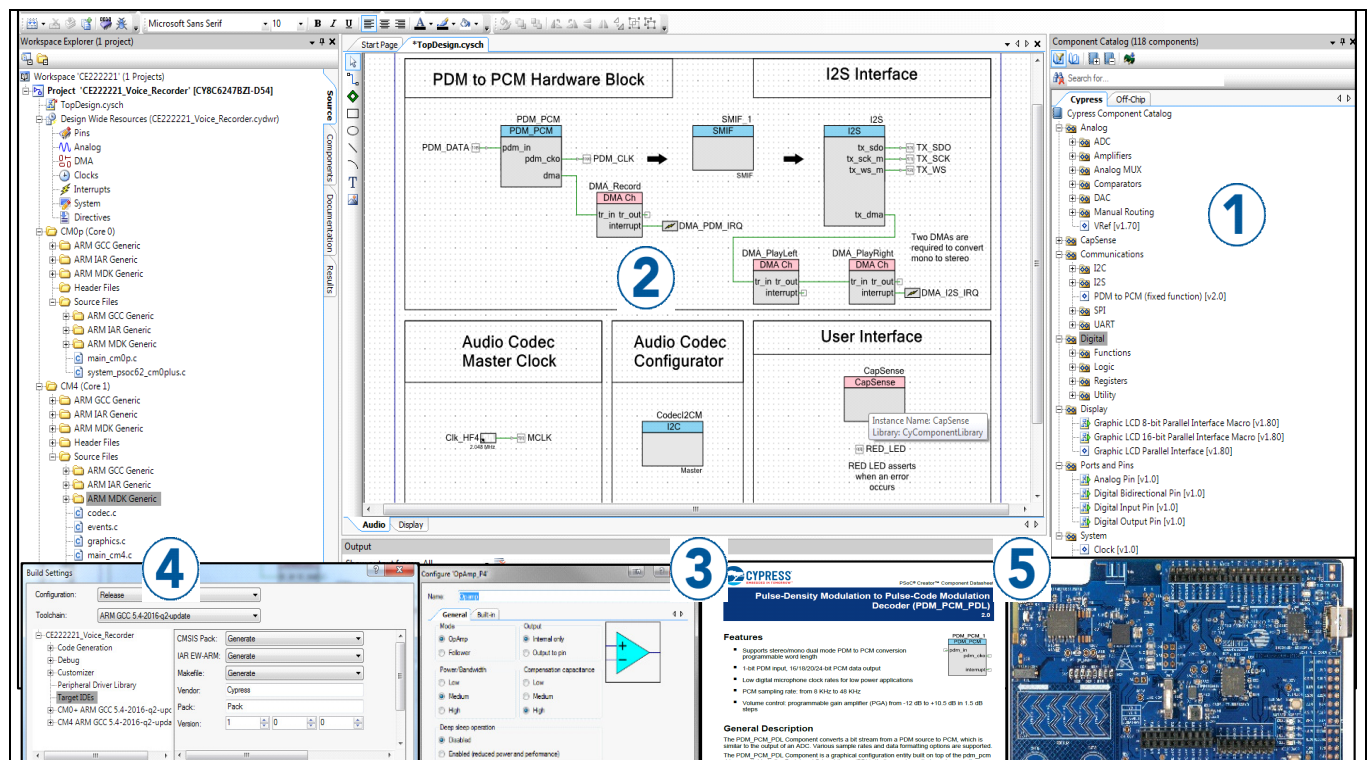


Figure 2 PSoC™ Creator の回路図入力およびコンポーネント

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完略図を [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。

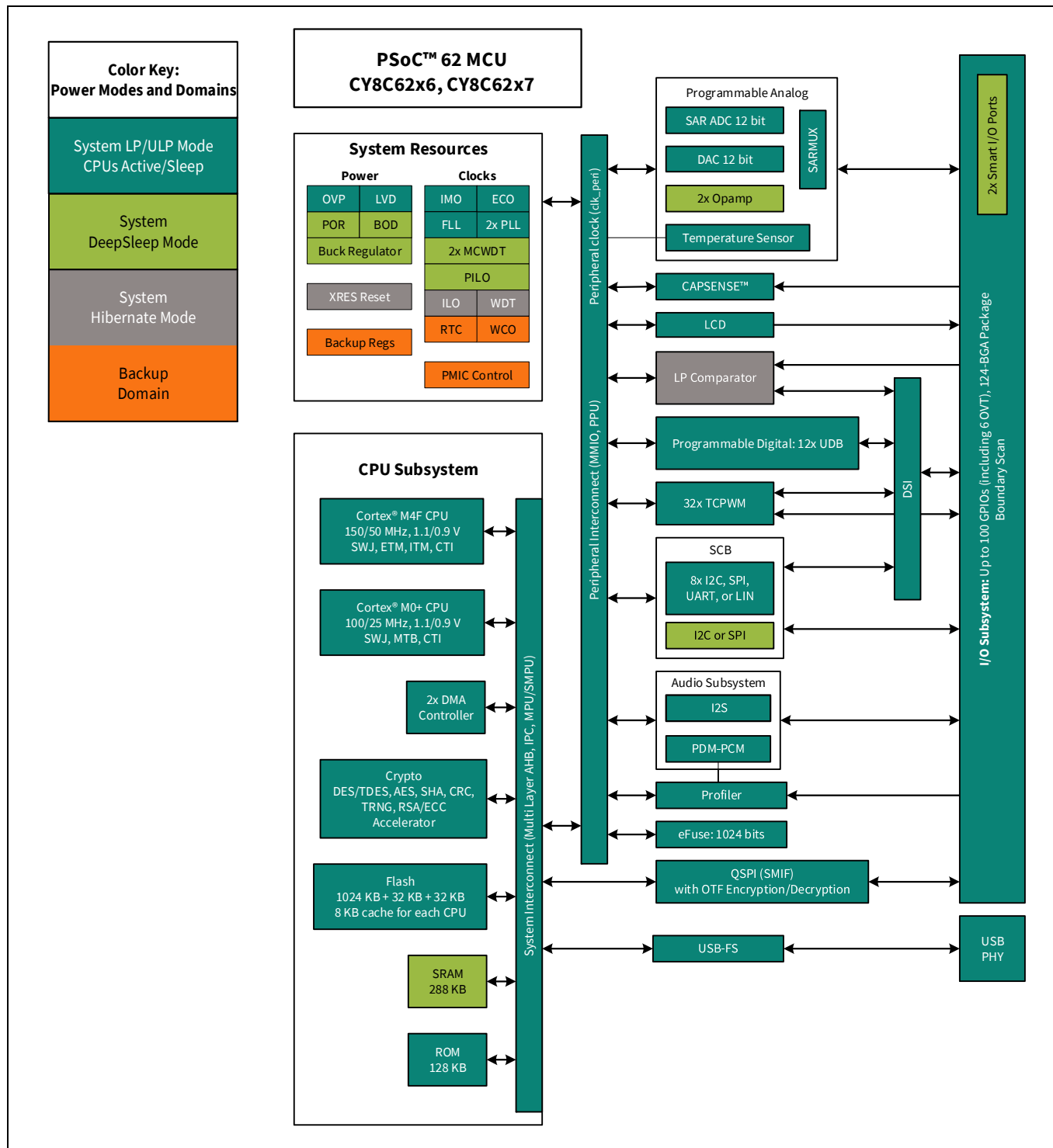


Figure 3 ブロックダイアグラム

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、ハードウェアとファームウェアの両方のプログラミング、テスト、デバッグ、およびトレースに対する広範なサポートを含みます。再プログラムされたデバイス、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が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は無効にできます。

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グングポッド、シミュレータ、または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™ Software^[1] 用の Eclipse IDE および PSoC™ Creator^[2] 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ブ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、および顧客独自の機能をオンチップのプログラマブルブロックに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. ModusToolbox™ Software は、UDB または UDB ベースのコンポーネントをサポートしていません。
2. PSoC™ Creator は新しいデザインには推奨されません。

3 機能の説明

Figure 3 のブロックダイアグラムに示される各機能ブロックの機能、機能、および動作の概要を説明します。詳細については、次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、ハードウェア設定ファイル、スタートアップコード、リンカ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ます。各 BSP には独自のドキュメントがありますが、通常、[この例のような API リファレンス](#)が含まれます。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利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 reference manual (TRM)
Architecture reference manual 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 reference manual
Register reference manual 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必要があることに注意してください。

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 コントローラー, QSPI, USB, および暗号ブロックです。一般に、すべてのメモリと周辺機器は、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によってアクセスおよび共有できます。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 ([Arm v7-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電力 (LP) モードで 75 MHz に制限されます。システム超低電力 (ULP) モードでは、CPU 速度はそれぞれ 50 MHz と 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、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 Arm®v6-M Thumb 命令セット ([Arm v6-M Architecture Reference Manual](#) で定義されます) を実装します。

この CPU には、 $V_{DD0} = 3.3\text{ V}$ 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 $V_{DD0} = 3.3\text{ V}$ でのアクティブ電流勾配

		システム電源モード	
		ULP	LP
CPU	Cortex®-M0+	15 $\mu\text{A}/\text{MHz}$	20 $\mu\text{A}/\text{MHz}$
	Cortex®-M4	22 $\mu\text{A}/\text{MHz}$	40 $\mu\text{A}/\text{MHz}$

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セシブルグループ (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、次のような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イクポイントと 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()-style 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イクポイントと 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。

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 のマスク不可割込み (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、[リファレンスマニュアル](#)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 チャンネルと 16 個の IPC 割込み構造が含まれます。IPC チャンネルは、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 チャンネルは、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 チャン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 チャン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 チャン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 チャンネル、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 チャンネル等	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 チャンネルの DMA コントローラーが 2 つあります。これらは、AHB マルチレイヤバスを使用して、ペリフェラルへの CPU に依存しないアクセスをサポートします。DMA チャンネルのディスクリプタは、SRAM またはフラッシュにできます。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 チャンネルのタイプによって異なります。詳細については、[リファレンスマニュアル](#)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以下をサポートします。

- 暗号化 / 復号化機能
 - データ暗号化標準 (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
- 乱数生成器
 - 擬似乱数生成器 (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 Arm® 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、[リファレンスマニュアル](#)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 のセクターで構成されます。2 つの 32 KB フラッシュセクターもあります。

- 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 を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。行は 512 バイトです。読み出し操作は低電力モードと超低電力モードの両方でサポートされますが、書き込み操作は超低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ーには、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 はシステム ID (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、一意の 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 をプログラムするためには、 V_{DDIO0} が 14 mA で $2.5\text{ V} \pm 5\%$ でなければいけません。

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おり、連携してデバイスの起動と構成、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の実行されます。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、安全な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 ブートによって検証されます
- 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。

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、コード領域と外部 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。ここにデータを配置することもできます。アドレス 0 から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) 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	使用されません。
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 に示すデバイスメモリマップは、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® コード領域にあることに注意してください (Table 3 を参照)。CPU の Arm® SRAM 領域に物理メモリはありません。

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、1.7 V) 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_{DD} 電源 (1.7 ~ 3.6 V) は、ユーザーが選択可能な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できます。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、0.9 V または 1.1 V 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、1.1 V 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 0.9 V で V_{CCD} を動作させますが、クロック速度に制限を課します。

さらにバックアップドメインは、バッテリー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。32.768 kHz 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 Modes](#) 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)
- ・ 外部 MHz 水晶発振器 (ECO)
- ・ 外部クロック入力
- ・ フェーズロックループ (PLL)
- ・ 周波数ロックループ (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 32.768 kHz のクロックであり、ECO などの高精度クロックを使用して定期的に調整すると、ILO よりも正確なクロックを提供できます。

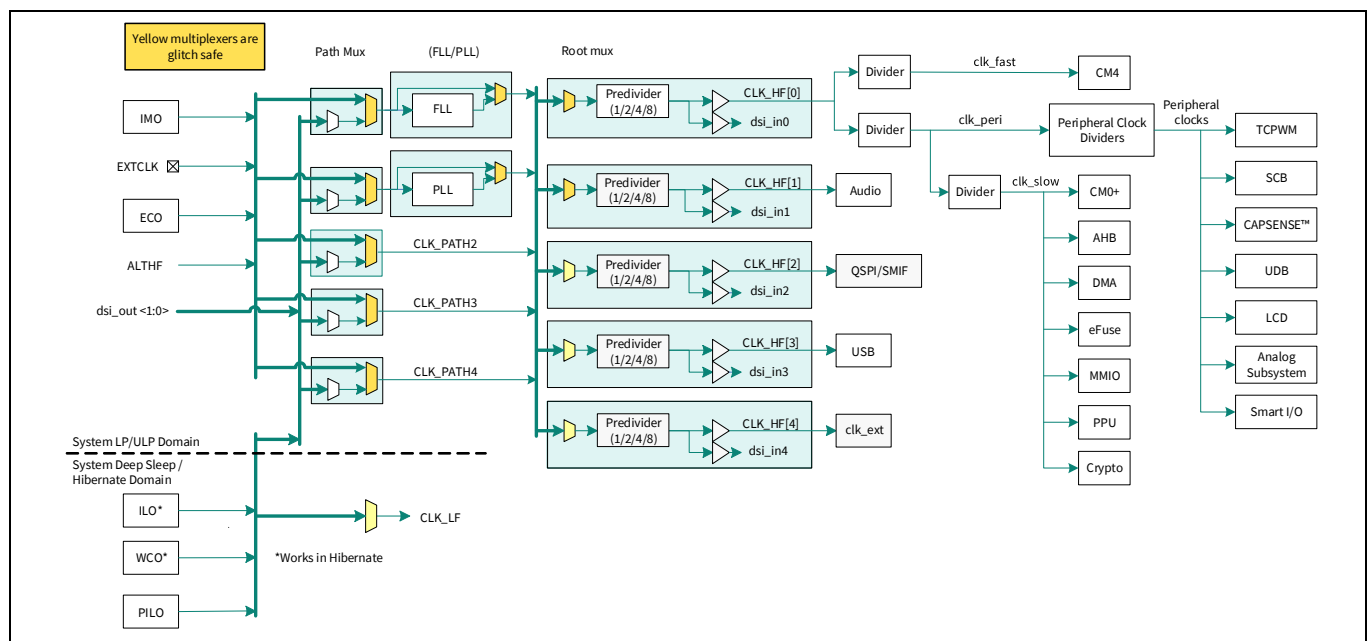


Figure 4 クロック図

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標準値です。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。詳細については、[リファレンスマニュアル](#) および [AN218241-PSoC™ 6 MCU ハードウェア設計上の注意事項](#) を参照してください。

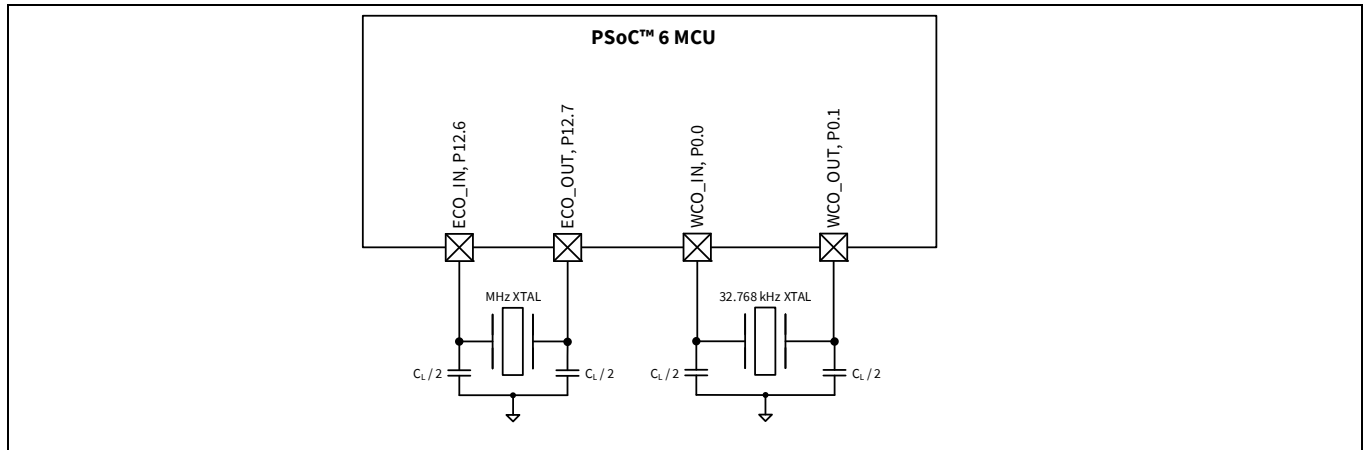


Figure 5 発振器回路

ECO を使用する場合、その性能は 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	$V_{DD} \leq 2.7 \text{ V}$ での駆動強度	$V_{DD} > 2.7 \text{ V}$ 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 ウォッチドッグ 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 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があります。各 MCWDT には、2 つの 16 ビットカウンタと 1 つの 32 ビットカウンタがあり、複数の動作モードがあります。すべての 16 ビットカウンタは、ウォッチ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

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、送信元と宛先で再構成可能です。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 V_{DD} を監視し、 V_{DD} 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_{DD} 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。

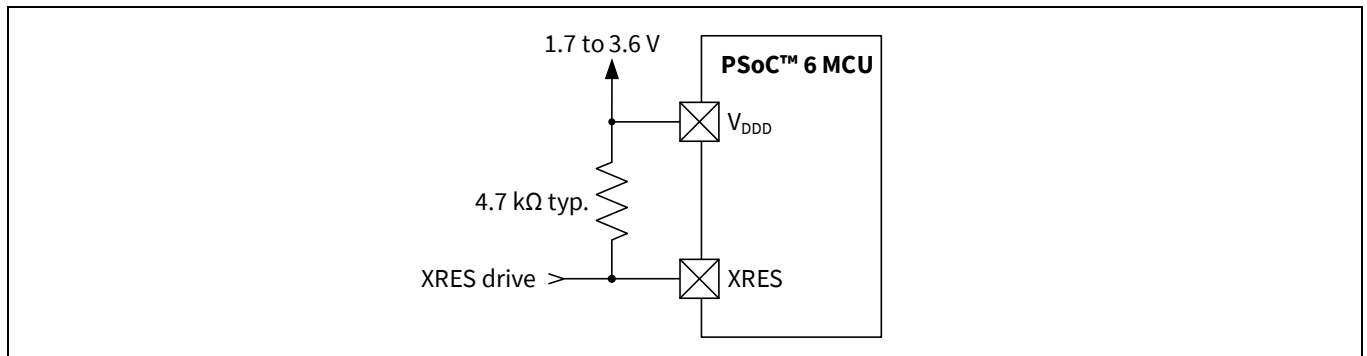


Figure 6 XRES 接続ダイアグラム

- 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保証されます。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 プログラマブル アナログ サブシステム

3.3.1 12 ビット SAR ADC

12 ビットの 1 Msps SAR ADC は、18 MHz の最大クロックレートで動作でき、12 ビット変換を行うため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 1.2 V で、 $\pm 1\%$ に調整されます。Table 23 を参照してください。 V_{REF} 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 V_{REF} 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また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。SAR ADC 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ため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 65 dB 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、選択されたチャン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、単一のチャンネルか複数のチャンネルであるにかかわらず 1 Msps です)。各チャンネルの結果はバッファリングされるため、すべてのチャンネルのフルスキャンが完了した場合にのみ割り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、割り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の GPIO ピンにも接続できます。SAR は、高速クロック (最大 18 MHz) 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witchングノイズの影響を受けます。精度を向上させるためには、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 と 10 にスイッチング出力があってははいけません。

3.3.2 温度センサー

オンチップ温度センサーは SAR 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、測定チャンネルの 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。

3.3.3 12 ビットのデジタル アナログ変換器

チップには、2 μ s 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 コントローラー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 (グラウ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。

3.3.4 2 個のオペアンプのある連続時間ブロック mini (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に使用できます。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。

3.3.5 低消費電力コンパレータ

2つの低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能力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。コンパレータ出力は、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、通常同期化されます。

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、高レベルの抽象化です。接続の詳細については、[アーキテクチャリファレンスマニュアル](#)を参照してください。

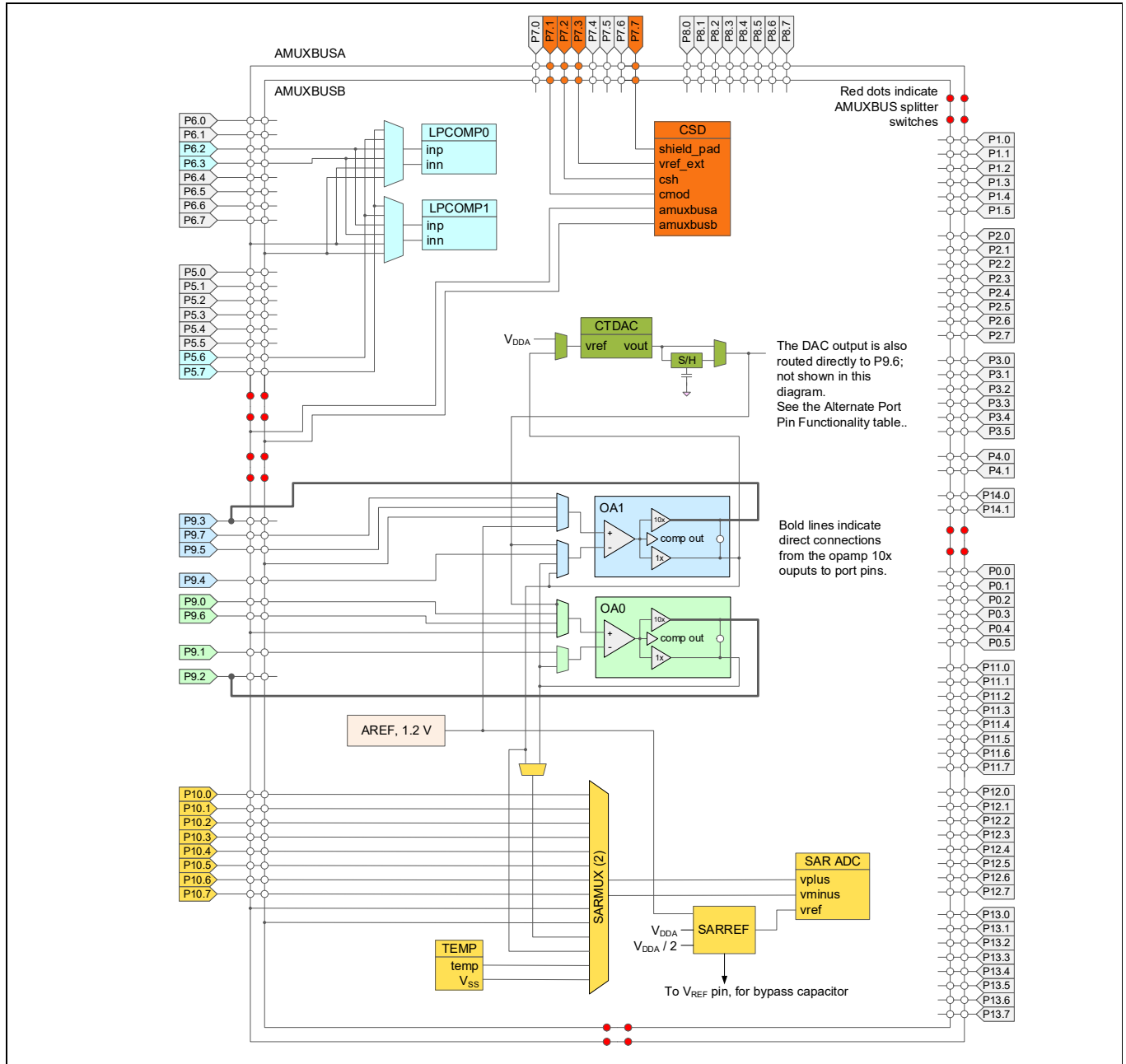


Figure 7 アナログサブシステム

3.4 プログラマブル デジタル

3.4.1 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 が有効でない場合、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。

3.4.2 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コネクト (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。

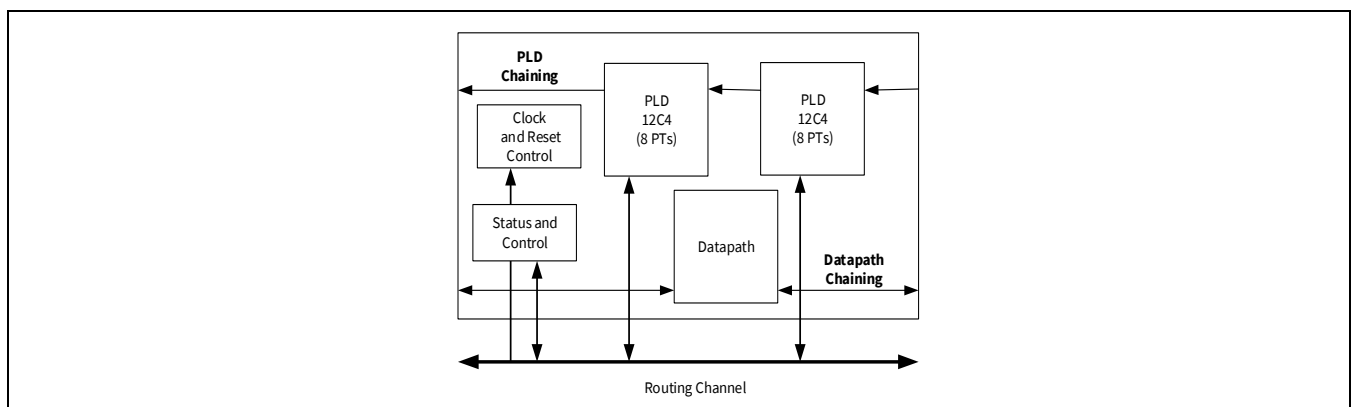


Figure 8 UDB ブロックダイアグラム

3.5 固定機能デジタル

3.5.1 タイマー / カウンター / PWM (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
 - キャプチャ付きタイマーカウンタ
 - 直交デコード
 - パルス幅変調 (PWM)
 - 擬似ランダム 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ルリング (1, 2, 4, ... 64, 128 による除算)
 - 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 - モードに依存します。通常、オーバーフローまたはアンダーフローで発生します
 - 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 つの 32 ビット TCPWM
 - 24 個の 16 ビット TCPWM

3.5.2 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 つの 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する EZI2C もサポートします。SCB は、送受信に 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 Mode, および Fast Mode Plus 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実質的に追加)、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。

3.5.3 USB フルスピードデバイスインターフェース

PSoC™ 6 には、フルスピード USB デバイスインターフェースが組み込まれています。デバイスは、最大 8 つのエンドポイントを持てます。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、VDDUSB をアースに接続し、P14.0/USB DP ピンと P14.1/USB DM ピンは未接続のままにしてください。

3.5.4 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、クアド、デュアルクアド、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。

3.5.5 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 つから 8 つ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 (8 MHz) と低速 (32 kHz) 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、システムディープスリープモードでコントラストを下げた動作します。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。

3.6 GPIO

この製品ラインには、最大 100 個の GPIO があり、以下を実装します。

- ・8 種類の駆動モード
 - 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 あるいは LVTTTL)
- ・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 を改善するための 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

機能の説明

ピンは、最大 8 ピン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り込みを生成できます。なお各ポートにはそれに対応する割り込み要求 (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_{DD} 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、機能に影響を与えずに動作中の 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。電氣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ためには、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 および Register リファレンス マニュアル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 値

ポート	最大周波数	$V_{DD} \leq 2.7\text{ V}$ での駆動強度	$V_{DD} > 2.7\text{ V}$ 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, 2 出力最大		
ポート 2	50 MHz		
ポート 3 ~ 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

3.7 特殊機能ペリフェラル

3.7.1 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 ksp/s
 - 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, ウォッチドッグ
 - 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、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 ksp/s
 - プログラム可能なハイパスフィルターゲイン
 - 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。

3.7.2 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ています。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。

- ・ 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ために役立つ 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ためには、Table 6 にリストされている GPIO ポート制限を実装し、次の手順を実行します。
- ・ CAPSENSE™ ピンをポート 6 および 7 に制限します
 - ・ 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します
 - ・ ポート 5 および 8 には 2 つ以上の GPIO 出力がないようにします
 - ・ 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 に制限します

ADC

CAPSENSE™ サブシステムスロープ 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 入力から 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

CAPSENSE™ サブシステムコンパレータは、システム低電力および超低電力モードで動作します。反転入力に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ー、内部クロック分周器、シールドドライバ、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、および送信および受信電極用の GPIO を使用する CSD ブロックによってサポートされます。

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 V_{DDA} を入力として受け入れられます (バッテリー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のリファレンスは接続できます。AMUXBUS B を使用して、両方のコンパレータ入力を任意の GPIO に接続できます。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 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。

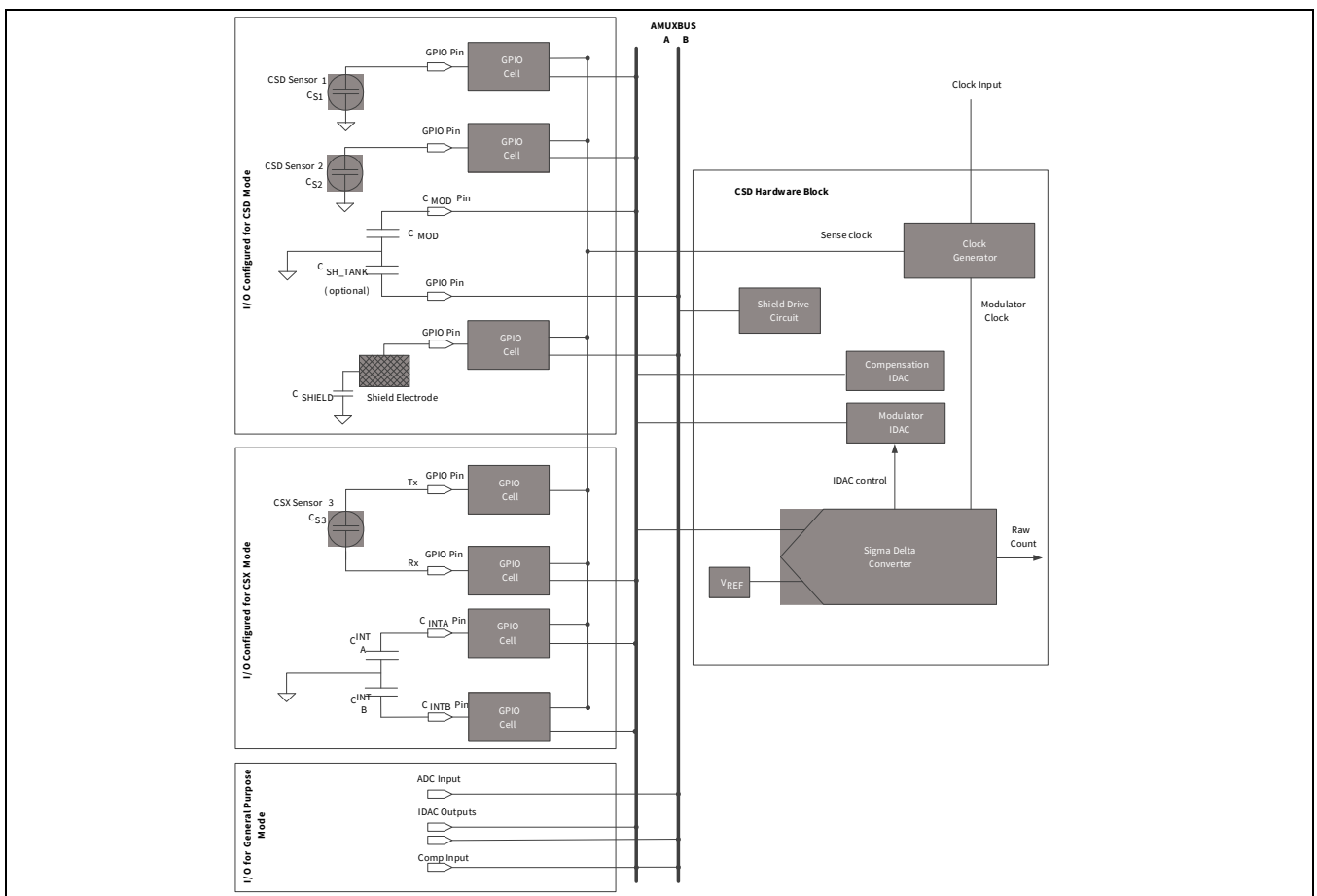


Figure 9 CAPSENSE™ ハードウェアサブシステム

機能の説明

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、高速ライブラリ設定を可能にする 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設定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。インフィニオンは、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 および PSoC™ 6 MCU CAPSENSE™ デザインガイド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。

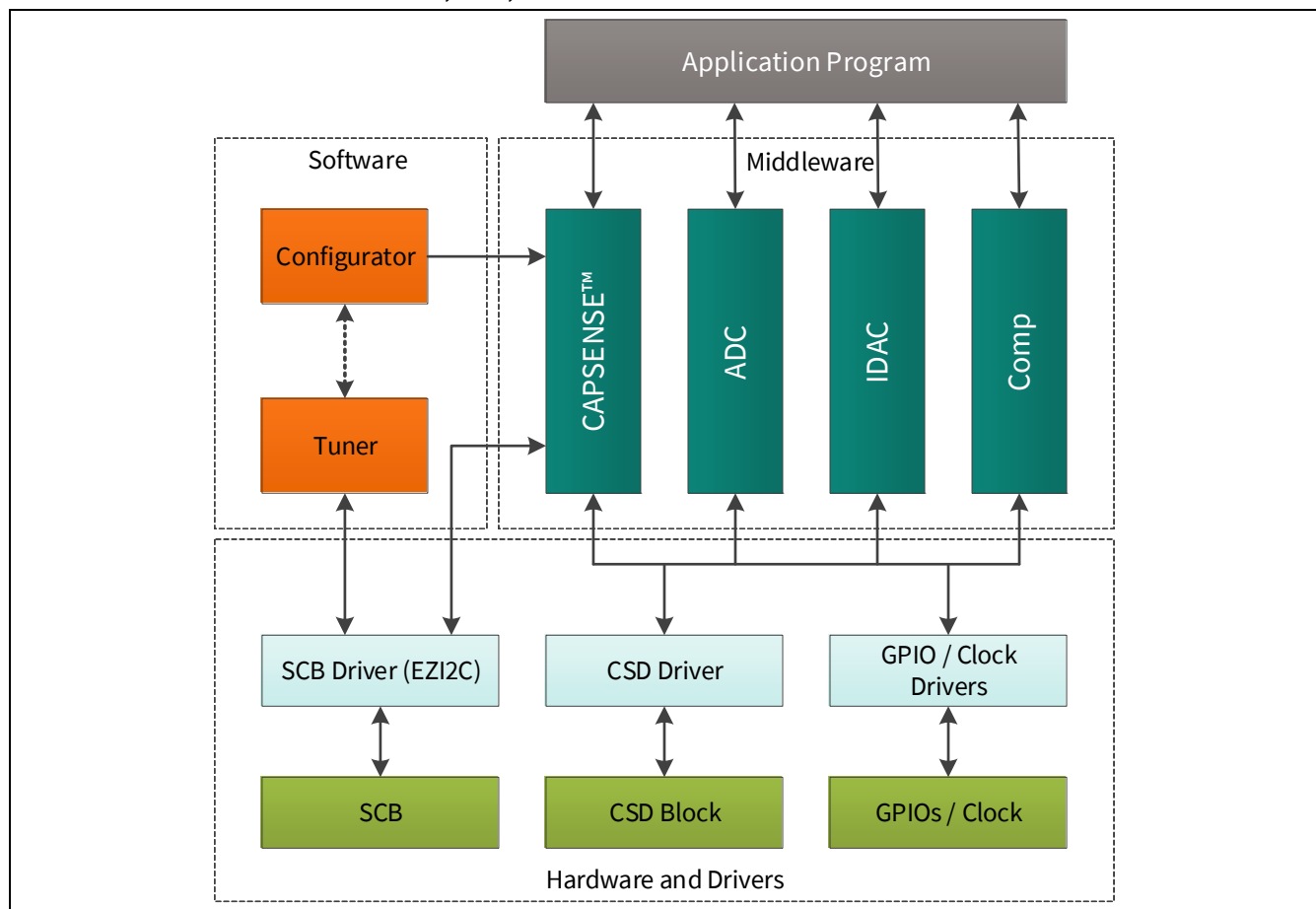


Figure 10 CAPSENSE™ ソフトウェアファームウェアサブシステム

4 ピン配置

注: CY8C62x6/CY8C62x7 データシートの Web ページには、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_{DDD} 。ポート 1 の GPIO ピンは過電圧耐性 (OVT) です。
- P2, P3, P4: V_{DDIO2}
- 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}

Table 7 **パッケージとピン情報**

ピン	パッケージ	
	124-BGA	80-WLCSP
V_{DDD}	A1	B11
V_{CCD}	A2	A10
V_{DDA}	A12	F1
V_{DDIOA}	A13	-
V_{DDIO0}	C4	A6
V_{DDIO1}	K12	M1
V_{DDIO2}	L4	-
V_{BACKUP}	D1	D11
V_{DDUSB}	M1	P11
V_{SS}	B12, C3, D4, D10, K4, K10	A8, D1, P5, R8
V_{DD_NS}	J1	K11
V_{IND1}	J2	L10
V_{IND2}	K2	M11
V_{BUCK1}	K3	N10
V_{RF}	K1	-
XRES	F1	G10
V_{REF}	B13	-
P0.0	E3	C10
P0.1	E2	D9
P0.2	E1	E10
P0.3	F3	F9
P0.4	F2	G8
P0.5	G3	F11
P1.0	G2	H11
P1.1	G1	H9

ピン配置

Table 7 パッケージとピン情報 (続き)

ピン	パッケージ	
	124-BGA	80-WLCSP
P1.2	H3	-
P1.3	H2	-
P1.4	H1	K9
P1.5	J3	J10
P2.0	M2	-
P2.1	N2	-
P2.2	L3	-
P2.3	M3	-
P2.4	N3	-
P2.5	N1	-
P2.6	M4	-
P2.7	N4	-
P3.0	L5	-
P3.1	M5	-
P3.2	N5	-
P3.3	L6	-
P3.4	M6	-
P3.5	N6	-
P4.0	L7	-
P4.1	M7	-
P5.0	N7	M9
P5.1	L8	N8
P5.2	M8	R6
P5.3	N8	P7
P5.4	L9	L8
P5.5	M9	M7
P5.6	N9	R4
P5.7	N10	N6
P6.0	M10	J8
P6.1	L10	K7
P6.2	L11	L6
P6.3	M11	R2
P6.4	N11	P3
P6.5	M12	N4
P6.6	N12	M5
P6.7	M13	J6
P7.0	L13	N2
P7.1	L12	M3
P7.2	K13	L4

ピン配置

Table 7 パッケージとピン情報 (続き)

ピン	パッケージ	
	124-BGA	80-WLCSP
P7.3	N13	K5
P7.4	K11	-
P7.5	J13	-
P7.6	J12	-
P7.7	J11	L2
P8.0	H13	H3
P8.1	H12	K1
P8.2	H11	K3
P8.3	G13	J4
P8.4	G12	J2
P8.5	G11	-
P8.6	F13	-
P8.7	F12	-
P9.0	E11	H1
P9.1	E12	G2
P9.2	E13	E2
P9.3	F11	C2
P9.4	D13	F3
P9.5	D12	-
P9.6	D11	-
P9.7	C13	A2
P10.0	C12	G4
P10.1	A11	H5
P10.2	B11	-
P10.3	C11	-
P10.4	A10	B3
P10.5	B10	D3
P10.6	C10	-
P10.7	A9	-
P11.0	B9	E4
P11.1	C9	F5
P11.2	A8	G6
P11.3	B8	A4
P11.4	C8	C4
P11.5	A7	B5
P11.6	B7	D5
P11.7	C7	C6
P12.0	A6	B7
P12.1	B6	D7

ピン配置

Table 7 パッケージとピン情報 (続き)

ピン	パッケージ	
	124-BGA	80-WLCSP
P12.2	C6	C8
P12.3	A5	B9
P12.4	B5	E6
P12.5	C5	E8
P12.6	A4	F7
P12.7	B4	H7
P13.0	B1	-
P13.1	A3	-
P13.2	B3	-
P13.3	B2	-
P13.4	C2	-
P13.5	C1	-
P13.6	D3	-
P13.7	D2	-
P14.0 / USBDP	L2	R10
P14.1 / USBDM	L1	P9

注 : USB ピンを使用しない場合は、 V_{DDUSB} をアースに接続し、P14.0/USB DP ピンと P14.1/USB DM ピンは未接続のままにしてください。

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_i nput[0]:0						
P0.1	tcpwm[0]. line_ compl[0]: 0	tcpwm[1].line _compl[0]:0						scb[0].spi_ select2:0			peri.tr_io_i nput[1]:0					cpuss.swj_t rstn	
P0.2	tcpwm[0]. line[1]:0	tcpwm[1].line [1]:0				scb[0].ua rt_rx:0	scb[0].i2 c_scl:0	scb[0].spi_ mosi:0									
P0.3	tcpwm[0]. line_ compl[1]: 0	tcpwm[1].line _compl[1]:0				scb[0].ua rt_tx:0	scb[0].i2 c_sda:0	scb[0].spi_ miso:0									
P0.4	tcpwm[0]. line[2]:0	tcpwm[1].line [2]:0				scb[0].ua rt_rts:0		scb[0].spi_ clk:0				peri.tr_io_ output[0]:2					
P0.5	tcpwm[0]. line_ compl[2]: 0	tcpwm[1].line _compl[2]:0		srss.ext _clk:1		scb[0].ua rt_cts:0		scb[0].spi_ select0:0				peri.tr_io_ output[1]:2					
P1.0	tcpwm[0]. line[3]:0	tcpwm[1].line [3]:0				scb[7].ua rt_rx:0	scb[7].i2 c_scl:0	scb[7].spi_ mosi:0			peri.tr_io_i nput[2]:0						
P1.1	tcpwm[0]. line_ compl[3]: 0	tcpwm[1].line _compl[3]:0				scb[7].ua rt_tx:0	scb[7].i2 c_sda:0	scb[7].spi_ miso:0			peri.tr_io_i nput[3]:0						
P1.2	tcpwm[0]. line[4]:4	tcpwm[1].line [12]:1				scb[7].ua rt_rts:0		scb[7].spi_ clk:0									
P1.3	tcpwm[0]. line_ compl[4]: 4	tcpwm[1].line _compl[12]:1				scb[7].ua rt_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									
P2.0	tcpwm[0]. line[6]:4	tcpwm[1].line [15]:1				scb[1].ua rt_rx:0	scb[1].i2 c_scl:0	scb[1].spi_ mosi:0			peri.tr_io_i nput[4]:0					bless.mxd_dps- lp_ret_switch_h v	
P2.1	tcpwm[0]. line_ compl[6]:4	tcpwm[1].line _compl[15]:1				scb[1].ua rt_tx:0	scb[1].i2 c_sda:0	scb[1].spi_ miso:0			peri.tr_io_i nput[5]:0					bless.mxd_dps- lp_ret_ldo_ol_h v	
P2.2	tcpwm[0]. line[7]:4	tcpwm[1].line [16]:1				scb[1].ua rt_rts:0		scb[1].spi_ clk:0								bless.mxd_d- pslp_-buck_en	

注

3. 記載方法: IPName[x].signal_name[u]:y。
IPName = ブロック名 (例えば tcpwm), x = IP の固有インスタンス, signal_name = 信号名, u = 特定の信号名について 1 信号以上での信号番号, y = 信号名のコピーの指定。
例: tcpwm[0].line_compl[3]:4 は、tcpwm ブロックのインスタンス 0, line_compl#3 信号 (line_compl: ライン出力の補数), 4 番目に発生 (コピー) した信号を意味します。信号コピーは、ルーティングを柔軟にし、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] (続き)

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
P2.3	tcpwm[0]. line_com pl[7]:4	tcpwm[1].line _compl[16]:1				scb[1].ua rt_cts:0		scb[1].spi_ select0:0							bless.mxd_dps- lp_reset_n		
P2.4	tcpwm[0]. line[0]:5	tcpwm[1].line [17]:1						scb[1].spi_ select1:0							bless.mxd_d- pslp_clk_en		
P2.5	tcpwm[0]. line_com pl[0]:5	tcpwm[1].line _compl[17]:1						scb[1].spi_ select2:0							bless.mxd_dps- lp_isolate_n		
P2.6	tcpwm[0]. line[1]:5	tcpwm[1].line [18]:1						scb[1].spi_ select3:0							bless.mxd_dps- lp_act_ldo_en		
P2.7	tcpwm[0]. line_com pl[1]:5	tcpwm[1].line _compl[18]:1													bless.mxd_dps- lp_xtal_en		
P3.0	tcpwm[0]. line[2]:5	tcpwm[1].line [19]:1				scb[2].ua rt_rx:1	scb[2].i2 c_scl:1	scb[2].spi_ mosi:1			peri.tr_io_i nput[6]:0				bless.mxd_dps- lp_dig_ldo_en		
P3.1	tcpwm[0]. line_ compl[2]: 5	tcpwm[1].line _compl[19]:1				scb[2].ua rt_tx:1	scb[2].i2 c_sda:1	scb[2].spi_ miso:1			peri.tr_io_i nput[7]:0		bless.mxd_act_ dbus_rx_en				
P3.2	tcpwm[0]. line[3]:5	tcpwm[1].line [20]:1				scb[2].ua rt_rts:1		scb[2].spi_ clk:1					bless.mxd_act_ dbus_tx_en				
P3.3	tcpwm[0]. line_ compl[3]: 5	tcpwm[1].line _compl[20]:1				scb[2].ua rt_cts:1		scb[2].spi_ select0:1					bless.mxd_act_ bpktctl				
P3.4	tcpwm[0]. line[4]:5	tcpwm[1].line [21]:1						scb[2].spi_ select1:1					bless.mxd_act_ txd_rxd				
P3.5	tcpwm[0]. line_ compl[4]: 5	tcpwm[1].line _compl[21]:1						scb[2].spi_ select2:1					bless.mxd_dps- lp_rcb_data				
P4.0	tcpwm[0]. line[5]:5	tcpwm[1].line [22]:1				scb[7].ua rt_rx:1	scb[7].i2 c_scl:1	scb[7].spi_ mosi:1			peri.tr_io_i nput[8]:0		bless.mxd_dps- lp_rcb_clk				
P4.1	tcpwm[0]. line_ compl[5]: 5	tcpwm[1].line _compl[22]:1				scb[7].ua rt_tx:1	scb[7].i2 c_sda:1	scb[7].spi_ miso:1			peri.tr_io_i nput[9]:0		bless.mxd_dps- lp_rcb_le				
P5.0	tcpwm[0]. line[4]:0	tcpwm[1].line [4]:0				scb[5].ua rt_rx:0	scb[5].i2 c_scl:0	scb[5].spi_ mosi:0		audioss.clk _i2s_if	peri.tr_io_i nput[10]:0						
P5.1	tcpwm[0]. line_ compl[4]: 0	tcpwm[1].line _compl[4]:0				scb[5].ua rt_tx:0	scb[5].i2 c_sda:0	scb[5].spi_ miso:0		audioss.tx_ sck	peri.tr_io_i nput[11]:0						
P5.2	tcpwm[0]. line[5]:0	tcpwm[1].line [5]:0				scb[5].ua rt_rts:0		scb[5].spi_ clk:0		audioss.tx_ ws							

注

3. 記載方法 : IPName[x].signal_name[u]:y.
IPName = ブロック名 (例えば tcpwm), x = IP の固有インスタンス, signal_name = 信号名, u = 特定の信号名について 1 信号以上での信号番号, y = 信号名のコピーの指定。
例 : tcpwm[0].line_compl[3]:4 は、tcpwm ブロックのインスタンス 0, line_compl#3 信号 (line_compl: ライン出力の補数), 4 番目に発生 (コピー) した信号を意味します。信号コピーは、ルーティングを柔軟にし、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] (続き)

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].ua rt_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[0]:1	tcpwm[1].line [8]:0	scb[8].i2 c_scl:0			scb[3].ua rt_rx:0	scb[3].i2 c_scl:0	scb[3].spi_ mosi: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].i2 c_sda:0			scb[3].ua rt_tx:0	scb[3].i2 c_sda:0	scb[3].spi_ miso:0				cpuss.fault_ _out[1]					scb[8].spi_ miso:0
P6.2	tcpwm[0]. line[1]:1	tcpwm[1].line [9]:0				scb[3].ua rt_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].ua rt_cts:0		scb[3].spi_ select0:0									scb[8].spi_ select0:0
P6.4	tcpwm[0]. line[2]:1	tcpwm[1].line [10]:0	scb[8].i2 c_scl:1			scb[6].ua rt_rx:2	scb[6].i2 c_scl:2	scb[6].spi_ mosi:2		peri.tr_io_i nput[12]:0	peri.tr_io_ output[0]:1					cpuss.swj_ swo_tdo	scb[8].spi_ mosi:1
P6.5	tcpwm[0]. line_- compl[2]: 1	tcpwm[1].line _compl[10]:0	scb[8].i2 c_sda:1			scb[6].ua rt_tx:2	scb[6].i2 c_sda:2	scb[6].spi_ miso:2		peri.tr_io_i nput[13]:0	peri.tr_io_ output[1]:1					cpuss.swj_ swdoe_tdi	scb[8].spi_ miso:1
P6.6	tcpwm[0]. line[3]:1	tcpwm[1].line [11]:0				scb[6].ua rt_rts:2		scb[6].spi_ clk:2								cpuss.swj_ swdio_tms	scb[8].spi_ clk:1
P6.7	tcpwm[0]. line_- compl[3]: 1	tcpwm[1].line _compl[11]:0				scb[6].ua rt_cts:2		scb[6].spi_ select0:2								cpuss.swj_ swclk_tclk	scb[8].spi_ select0:1
P7.0	tcpwm[0]. line[4]:1	tcpwm[1].line [12]:0				scb[4].ua rt_rx:1	scb[4].i2 c_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].ua rt_tx:1	scb[4].i2 c_sda:1	scb[4].spi_ miso:1		peri.tr_io_i nput[15]:0							
P7.2	tcpwm[0]. line[5]:1	tcpwm[1].line [13]:0				scb[4].ua rt_rts:1		scb[4].spi_ clk:1									

注

3. 記載方法 : IPName[x].signal_name[u]:y.
IPName = ブロック名 (例えば tcpwm), x = IP の固有インスタンス, signal_name = 信号名, u = 特定の信号名について 1 信号以上での信号番号, y = 信号名のコピーの指定。
例 : tcpwm[0].line_compl[3]:4 は、tcpwm ブロックのインスタンス 0, line_compl#3 信号 (line_compl: ライン出力の補数), 4 番目に発生 (コピー) した信号を意味します。信号コピーは、ルーティングを柔軟にし、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] (続き)

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].ua rt_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_l- na_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_l- na_chip_en_ou t	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].ua rt_rx:0	scb[4].i2 c_scl:0	scb[4].spi_ mosi:0			peri.tr_io_i nput[16]:0						
P8.1	tcpwm[0]. line_- compl[0]: 2	tcpwm[1].line _compl[16]:0				scb[4].ua rt_tx:0	scb[4].i2 c_sda:0	scb[4].spi_ miso:0			peri.tr_io_i nput[17]:0						
P8.2	tcpwm[0]. line[1]:2	tcpwm[1].line [17]:0				scb[4].ua rt_rts:0		scb[4].spi_ clk:0									
P8.3	tcpwm[0]. line_- compl[1]: 2	tcpwm[1].line _compl[17]:0				scb[4].ua rt_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].ua rt_rx:0	scb[2].i2 c_scl:0	scb[2].spi_ mosi:0			peri.tr_io_i nput[18]:0			cpuss.trace _data[3]:0			
P9.1	tcpwm[0]. line_- compl[4]: 2	tcpwm[1].line _compl[20]:0				scb[2].ua rt_tx:0	scb[2].i2 c_sda:0	scb[2].spi_ miso:0			peri.tr_io_i nput[19]:0			cpuss.trace _data[2]:0			
P9.2	tcpwm[0]. line[5]:2	tcpwm[1].line [21]:0				scb[2].ua rt_rts:0		scb[2].spi_ clk:0		pass.dsi_ct b_cmp0:1				cpuss.trace _data[1]:0			

注

3. 記載方法 : IPName[x].signal_name[u]:y.
IPName = ブロック名 (例えば tcpwm), x = IP の固有インスタンス, signal_name = 信号名, u = 特定の信号名について 1 信号以上での信号番号, y = 信号名のコピーの指定。
例 : tcpwm[0].line_compl[3]:4 は、tcpwm ブロックのインスタンス 0, line_compl#3 信号 (line_compl: ライン出力の補数), 4 番目に発生 (コピー) した信号を意味します。信号コピーは、ルーティングを柔軟にし、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] (続き)

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].ua rt_cts:0		scb[2].spi_ select0:0		pass.dsi_ct b_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].ua rt_rx:1	scb[1].i2 c_scl:1	scb[1].spi_ mosi:1			peri.tr_io_i nput[20]:0			cpuss.trace _data[3]:1			
P10.1	tcpwm[0]. line_- compl[6]: 2	tcpwm[1].line _compl[22]:0				scb[1].ua rt_tx:1	scb[1].i2 c_sda:1	scb[1].spi_ miso:1			peri.tr_io_i nput[21]:0			cpuss.trace _data[2]:1			
P10.2	tcpwm[0]. line[7]:2	tcpwm[1].line [7]:2				scb[1].ua rt_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].ua rt_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	audio.ss.pd m_clk								
P10.5	tcpwm[0]. line_- compl[0]: 3	tcpwm[1].line _compl[0]:1						scb[1].spi_ select2:1	audio.ss.pd m_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].ua rt_rx:1	scb[5].i2 c_scl:1	scb[5].spi_ mosi:1			peri.tr_io_i nput[22]:0						
P11.1	tcpwm[0]. line_- compl[1]: 3	tcpwm[1].line _compl[1]:1			smif.spi_ select1	scb[5].ua rt_tx:1	scb[5].i2 c_sda:1	scb[5].spi_ miso:1			peri.tr_io_i nput[23]:0						
P11.2	tcpwm[0]. line[2]:3	tcpwm[1].line [2]:1			smif.spi_ select0	scb[5].ua rt_rts:1		scb[5].spi_ clk:1									

注

3. 記載方法: IPName[x].signal_name[u]:y.
IPName = ブロック名 (例えば tcpwm), x = IP の固有インスタンス, signal_name = 信号名, u = 特定の信号名について 1 信号以上での信号番号, y = 信号名のコピーの指定。
例: tcpwm[0].line_compl[3]:4 は、tcpwm ブロックのインスタンス 0, line_compl#3 信号 (line_compl: ライン出力の補数), 4 番目に発生 (コピー) した信号を意味します。信号コピーは、ルーティングを柔軟にし、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] (続き)

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].ua rt_cts:1		scb[5].spi_ select0:1				peri.tr_io_ output[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_ output[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].ua rt_rx:0	scb[6].i2 c_scl:0	scb[6].spi_ mosi:0			peri.tr_io_i nput[24]:0						
P12.1	tcpwm[0]. line_- compl[4]: 3	tcpwm[1].line _compl[4]:1			smif.spi_ data5	scb[6].ua rt_tx:0	scb[6].i2 c_sda:0	scb[6].spi_ miso:0			peri.tr_io_i nput[25]:0						
P12.2	tcpwm[0]. line[5]:3	tcpwm[1].line [5]:1			smif.spi_ data6	scb[6].ua rt_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].ua rt_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.p dm_clk								
P12.5	tcpwm[0]. line_- compl[6]: 3	tcpwm[1].line _compl[6]:1						scb[6].spi_ select2:0	audioss.p dm_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[0]:4	tcpwm[1].line [8]:1				scb[6].ua rt_rx:1	scb[6].i2 c_scl:1	scb[6].spi_ mosi:1			peri.tr_io_i nput[26]:0						
P13.1	tcpwm[0]. line_- compl[0]: 4	tcpwm[1].line _compl[8]:1				scb[6].ua rt_tx:1	scb[6].i2 c_sda:1	scb[6].spi_ miso:1			peri.tr_io_i nput[27]:0						
P13.2	tcpwm[0]. line[1]:4	tcpwm[1].line [9]:1				scb[6].ua rt_rts:1		scb[6].spi_ clk:1									

注

3. 記載方法 : IPName[x].signal_name[u]:y.
IPName = ブロック名 (例えば tcpwm), x = IP の固有インスタンス, signal_name = 信号名, u = 特定の信号名について 1 信号以上での信号番号, y = 信号名のコピーの指定。
例 : tcpwm[0].line_compl[3]:4 は、tcpwm ブロックのインスタンス 0, line_compl#3 信号 (line_compl: ライン出力の補数), 4 番目に発生 (コピー) した信号を意味します。信号コピーは、ルーティングを柔軟にし、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] (続き)

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].ua rt_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. 記載方法 : IPName[x].signal_name[u]:y。
IPName = ブロック名 (例えば tcpwm), x = IP の固有インスタンス, signal_name = 信号名, u = 特定の信号名について 1 信号以上での信号番号, y = 信号名のコピーの指定。
例 : tcpwm[0].line_compl[3]:4 は、tcpwm ブロックのインスタンス 0, line_compl#3 信号 (line_compl: ライン出力の補数), 4 番目に発生 (コピー) した信号を意味します。信号コピーは、ルーティングを柔軟にし、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	USB
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 hiber- nate_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		hiber- nate_wakeup[0]	dsi[1].port_if[4]		
P1.5	P1.5			dsi[1].port_if[5]		
P14.0	USBDP					usb.usb_d- p_pad
P14.1	USBDM					usb.usb_d- m_pad
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]		

ピン配置

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

ポート /ピン	名称	アナログ	デジタルHV	DSI	SMARTIO	USB
P5.5	P5.5			dsi[3].port_if[5]		
P5.6	P5.6	lpcomp.inp_comp0		dsi[3].port_if[6]		
P5.7	P5.7	lpcomp.inn_comp0		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_comp1		dsi[4].port_if[2]		
P6.3	P6.3	lpcomp.inn_comp1		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_tankpadd 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]	
P9.6	P9.6	ctb_oa0+		dsi[10].port_if[6]	smartio[9].io[6]	
P9.7	P9.7	ctb_oa1+ または 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]		

ピン配置

Table 9 **ポート ピン アナログ , Smart I/O, および DSI 機能 (続き)**

ポート /ピン	名称	アナログ	デジタルHV	DSI	SMARTIO	USB
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	eco_in		dsi[7].port_if[6]		
P12.7	P12.7	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]		

5 電源に関する考慮事項

以下の電源システム図は、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ており、降圧レギュレータを使用する場合と使用しない場合があります。

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}, A12")。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_{DD}, A1; I/O port P1")。

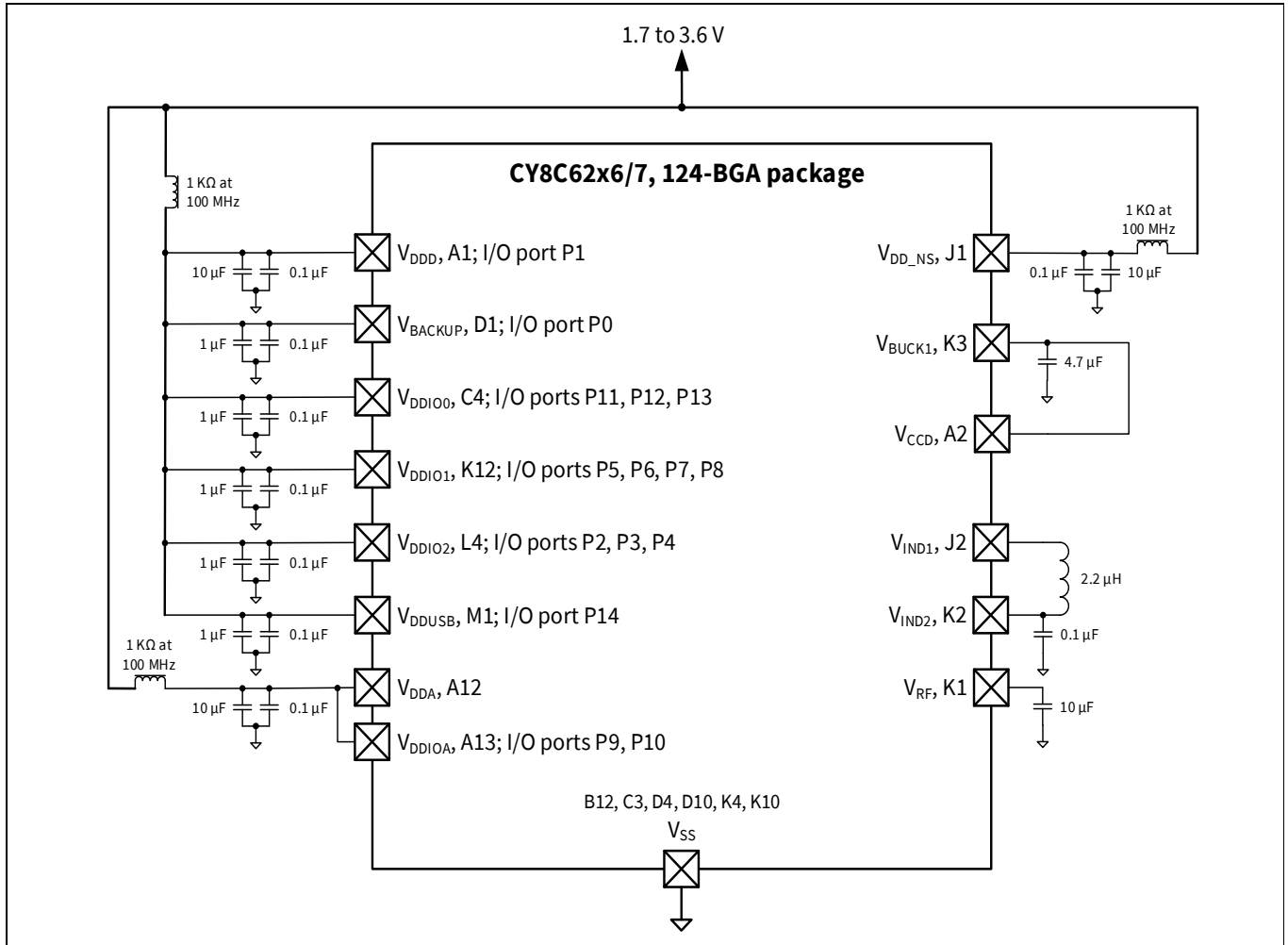


Figure 11 124-BGA 電源接続図

電源に関する考慮事項

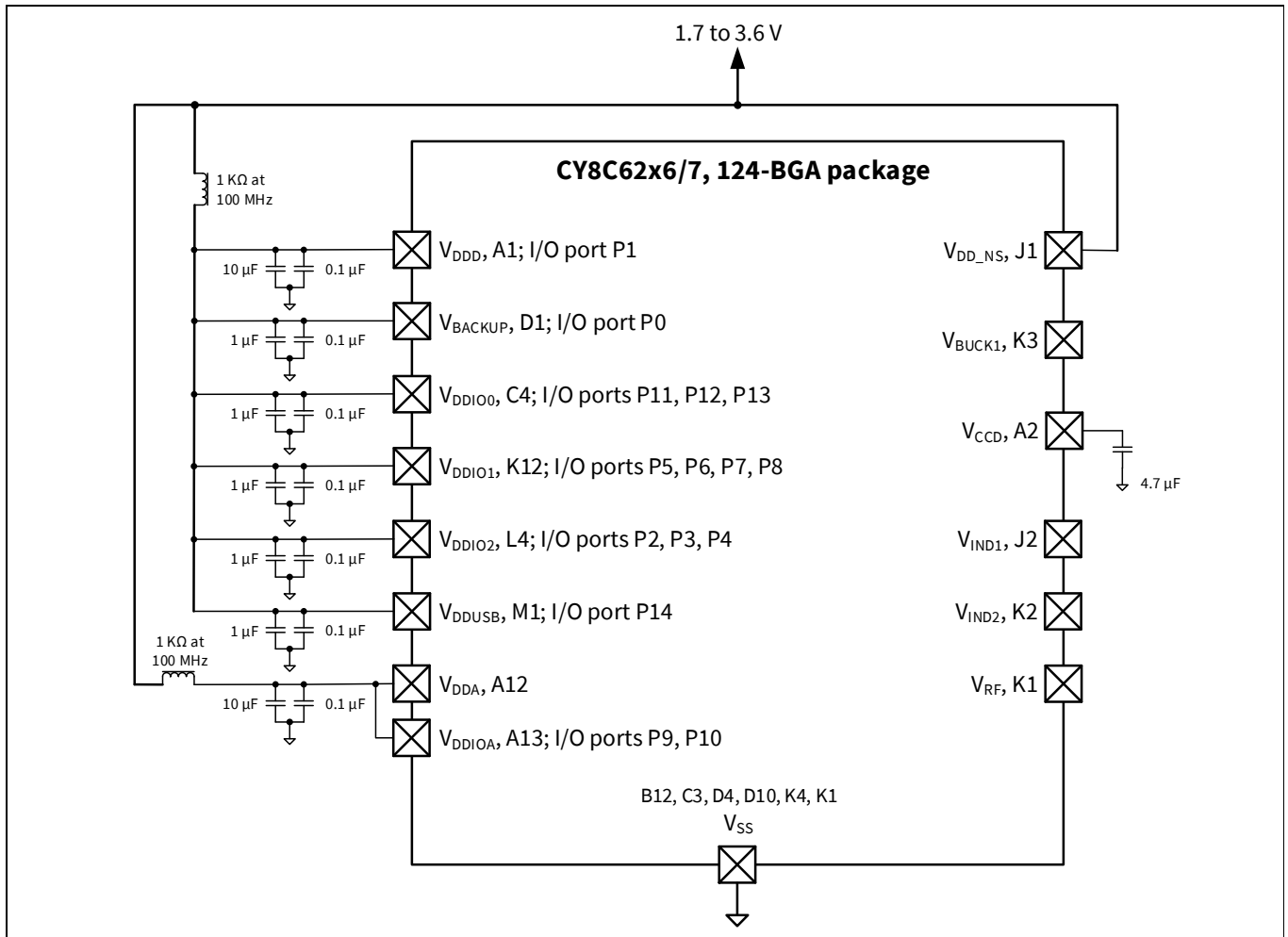


Figure 12 124-BGA (降圧なし) 電源接続図

電源に関する考慮事項

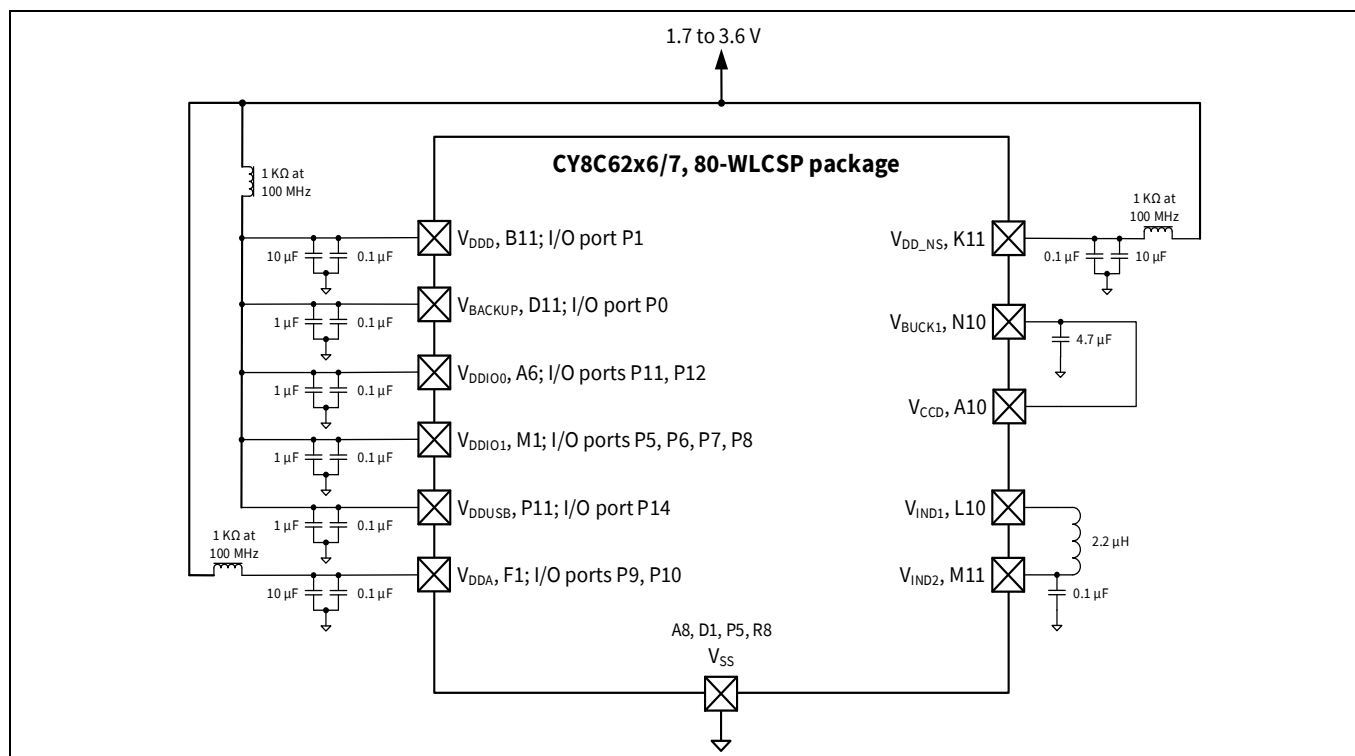


Figure 13 80-WLCSP 電源接続図

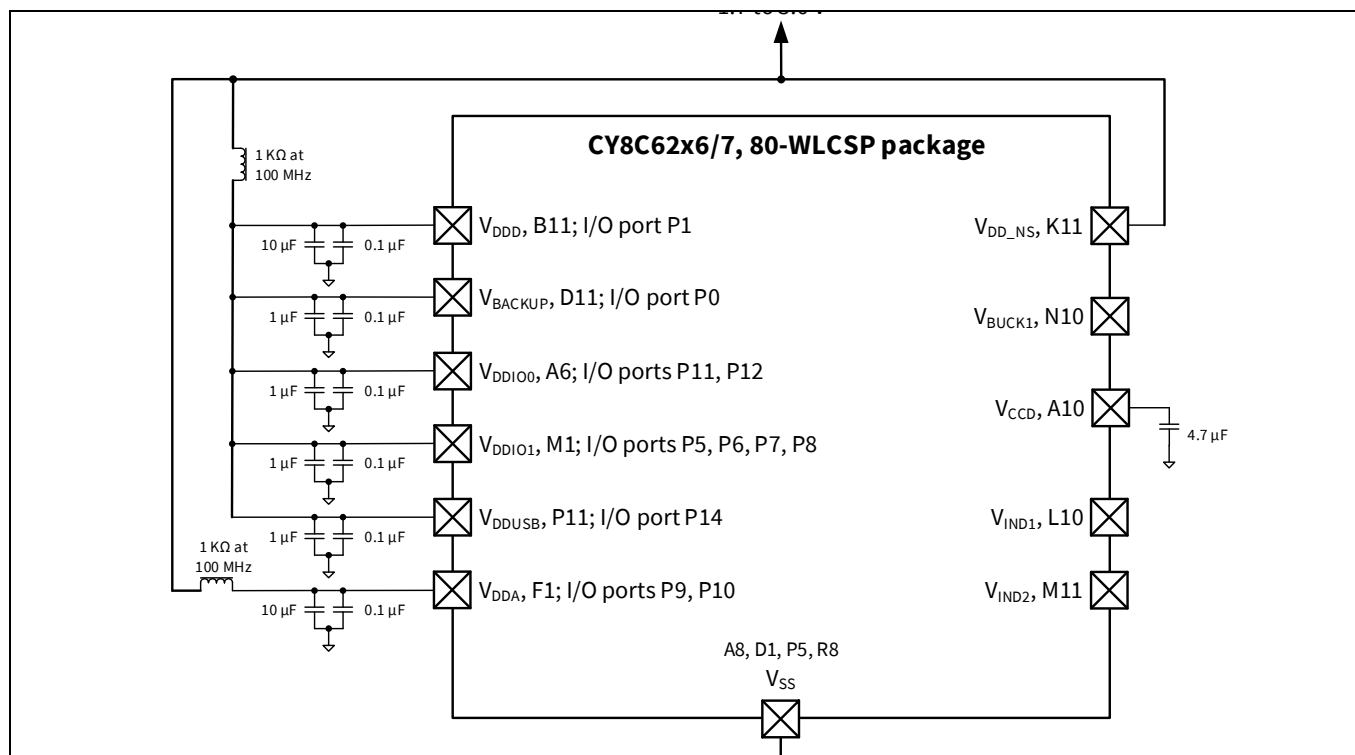


Figure 14 80-WLCSP (降圧なし) 電源接続図

電源に関する考慮事項

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) レギュレーターと I/O ポート 1 に電力を供給。
- V_{CCD} : メイン LDO 出力。レギュレーションには $4.7\ \mu\text{F}$ 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 [リファレンスマニュアル](#) の電源システムのブロックダイア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ためには、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。
- 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_{DDIO2} : I/O ポート 2, 3, および 4 の電源。
- V_{BACKUP} : 32 kHz WCO と RTC を含むバックアップドメインの電源。Figure 15 に示すように、バッテリーまたはスーパーキャパシタのバックアップ用に、1.4 V 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。

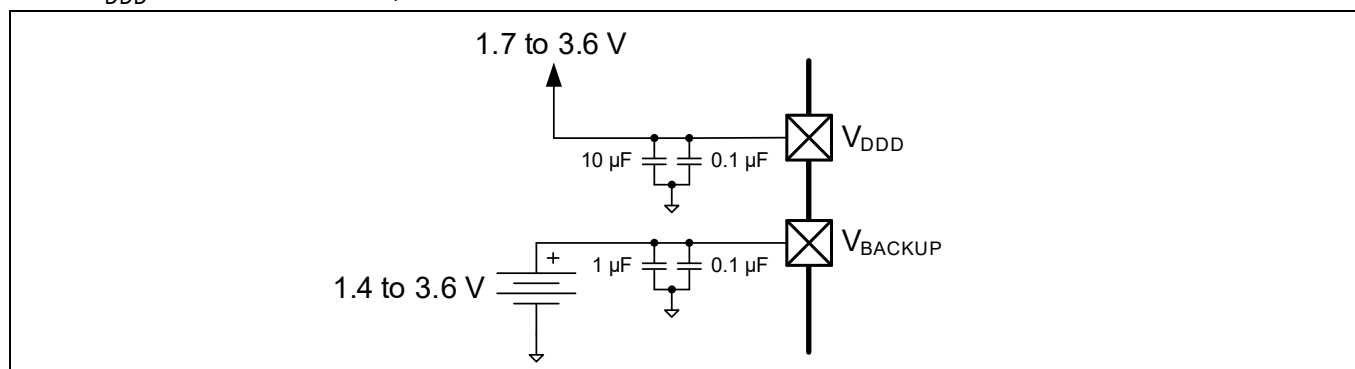


Figure 15 V_{BACKUP} への個別のバッテリー接続

- V_{DDUSB} : USB 周辺機器、USBDP および USBDM ピンの電源。USB 動作では、2.85 V ~ 3.6 V である必要があります。USB を使用しない場合は、1.7 V ~ 3.6 V 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}	–
2, 3, 4	V_{DDIO2}	–
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} をアースに接続し、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。

電源に関する考慮事項

デバイスの初期化と動作を正しく行うためには、上記のように、 V_{DDP} 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} : 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と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、単一入力複数出力 (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。通常は使用されません。一部のパッケージではピンが使用できない場合があります。

さまざまな V_{DD} 電源ピンがチップ上で一緒に接続されていません。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。

スイッチングレギュレータを使用するかどうかにかかわらず、 V_{CCD} , V_{RF} , またはいずれのスイッチングレギュレータの電源ピンにも外部負荷をかけないでください。

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: バッテリーが最初に PCB に取り付けられている場合、 V_{DDP} は少なくとも 50 μ 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ー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 μ F または 1 μ F のコンデンサを、より小さなコンデンサ (例えば 0.1 μ F) と並列に使用することです。これらは単なる経験則であり、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とインダクタは $\pm 20\%$ 以上でなければいけません。 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 μ 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。

6 電氣的仕様

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 [4]

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID1	$V_{\text{DDD_ABS}}$	V_{SS} を基準としたアナログまたはデジタル電源 ($V_{\text{SSD}} = V_{\text{SSA}}$)	-0.5	-	4	V	
SID2	$V_{\text{CCD_ABS}}$	V_{SSD} を基準とした直接デジタル コア 電圧入力	-0.5	-	1.2		
SID3	$V_{\text{GPIO_ABS}}$	GPIO 電圧。 V_{DDD} または V_{DDA}	-0.5	-	$V_{\text{DD}}+0.5$		
SID4	$I_{\text{GPIO_ABS}}$	GPIO ごとの最大電流	-25	-	25	mA	
SID5	$I_{\text{GPIO_injection}}$	ピンごとの GPIO 注入電流	-0.5	-	0.5		
SID3A	ESD_HBM	静電気放電 (人体モデル)	2200	-	-	V	
SID4A	ESD_CDM	静電気放電 (デバイス帯電モデル)	500	-	-		
SID5A	LU	ラッチア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、 $V_{\text{DDD}} = 3.3\text{V}$, $V_{\text{CCD}} = 1.1\text{V}$ 、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 Dhrystone	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、 $V_{\text{DDD}} = 3.3\text{V}$, $V_{\text{CCD}} = 0.9\text{V}$ 、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 Dhrystone	0.65–1.6 mA	0.8–2.2mA
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
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 μA	-
ハイバネート	V_{DDD} 全体	300–800 μA	-

注

4. Table 11 に記載される絶対最大条件を超えて使用すると、デバイスに永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を与え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。絶対最大条件以内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。

電氣的仕様

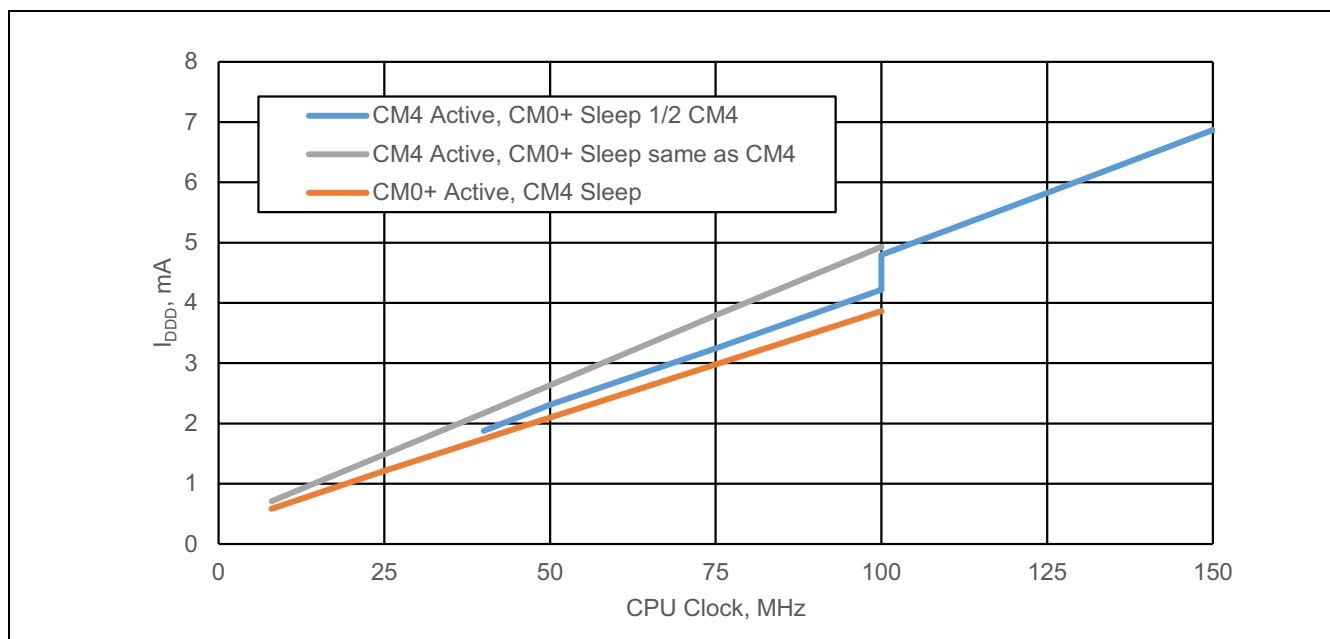


Figure 16 標準的なデバイス電流と CPU 周波数 ; システム低電力 (LP) モード [5]

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、≥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	–
SID7C	V _{DDIO2}	提供される場合、ポート 2 ~ 4 用の GPIO 電源	1.7	–	3.6	V	–
SID7D	V _{DDIOA}	提供される場合、ポート 9 および 10 用の GPIO 電源。PCB 上で V _{DDA} へ接続が必要。	1.7	–	3.6	V	–
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 2.85 V (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	Min は 1.4 V (V _{DDD} が削除されたとき)
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

注

5. CM4 アクティブ、CM0+ スリープ 1/2CM4 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。

電氣的仕様

Table 13 電源の DC 仕様 (続き)

仕様ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細/条件
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 ~ 1.2 V 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 (V _{CCD} = 1.1 V; 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 50 MHz、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 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	1.6	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 ~ 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、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
SIDC2	I _{DD4}	キャッシュから実行。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 ~ 3.3 V, LDO, 85°C で最大値

電氣的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (続き)

仕様ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細/条件
SIDC3	I _{DD5}	キャッシュから実行。CM4 アクティブ 50 MHz、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}	キャッシュから実行。CM4 アクティブ 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
			-	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

キャッシュ無効時に実行 (フラッシュを使用)

SIDF3	I _{DD7}	フラッシュから実行。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 ~ 3.3 V, LDO, 85°C で最大値
SIDF4	I _{DD8}	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	1.5	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 ~ 3.3 V, LDO, 85°C で最大値

キャッシュ有効時に実行

SIDC5	I _{DD9}	キャッシュから実行。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	1.3	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

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

電氣的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (続き)

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

SIDLPA1	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
SIDLPA2	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

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 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
			–	2.7	3.6	mA	V _{DDD} = 1.8 ~ 3.3 V, LDO, 85°C で最大値

電氣的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (続き)

仕様ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細/条件
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 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
			-	2.7	3.6	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

SIDLPS1	I _{DD20}	CM4 スリープ 8 MHz、CM0+ スリープ 8 MHz。IMO を使用	-	0.7	1.1	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60°C で最大値
			-	1	1.5	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+ 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 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 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

ULP 範囲電源仕様 (V_{CCD} = 0.9 V、降圧レギュレータを使用)。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 50 MHz、CM0+ スリープ 25 MHz。IMO、FLL を使用。While(1)	-	1.7	2.2	mA	V _{DDD} = 3.3 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 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 8 MHz、CM0+ ス リープ 8 MHz。IMO を使用。 While(1)	-	0.56	0.8	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュレータ ON, 60°C で最大値
			-	0.75	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 50 MHz、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 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 V, 降圧レギュレータ ON, 60°C で最大値
SIDC9	I _{DD11}	キャッシュから実行。CM4 アクティブ 8 MHz、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

電氣的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (続き)

仕様ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細/条件
Cortex® M0+ 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)							
SIDF7	I _{DD16}	フラッシュから実行。 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}	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)	-	0.54	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
キャッシュ有効時に実行							
SIDC10	I _{DD18}	キャッシュから実行。 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	-	0.51	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 25 MHz。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 8 MHz。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
Cortex® M4 最小レギュレータ電流モード							
SIDLPA5	I _{DD25}	フラッシュから実行。CM4 アクティブ 8 MHz、CM0+ ス リープ 8 MHz。IMO を使用 While(1)	-	0.52	0.75	mA	V _{DDD} = 3.3 V, 降圧レギュ レータ ON, 60°C で最大値
			-	0.76	1	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュ レータ ON, 60°C で最大値
SIDLPA6	I _{DD26}	キャッシュから実行。CM4 アクティブ 8 MHz、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 V, 降圧レギュ レータ ON, 60°C で最大値
			-	0.78	1	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュ レータ ON, 60°C で最大値

電氣的仕様

Table 14 CPU 電流および遷移時間 (続き)

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							
SIDLPA7	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 V, 降圧レギュ レータ ON, 60°C で最大値
			-	0.75	1	mA	V _{DDD} = 1.8 V, 降圧レギュ レータ ON, 60°C で最大値
SIDLPA8	I _{DD28}	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	-	0.48	0.7	mA	V _{DDD} = 3.3 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 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 8 MHz。IMO を使用	-	0.4	0.6	mA	V _{DDD} = 3.3 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 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 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 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 V	-	300	-	nA	クロック実行なし
SIDHIB2	I _{DD34A}	V _{DDD} = 3.3 V	-	800	-	nA	クロック実行なし
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
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

電氣的仕様

6.2.3 XRES

Table 15 XRES 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して V _{DD} /V _{SS} に流れる電流	–	–	100	μA	–

Table 16 XRES 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 リリースから Cortex®-M0+ がアプリケーションコードを実行するまでの時間	–	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 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	V _{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 の仕様による
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} < 2.7V	0.7 × V _{DD}	–	–	V	–
SID242	V _{IL}	LVTTL 入力、V _{DD} < 2.7V	–	–	0.3 × V _{DD}	V	–
SID243	V _{IH}	LVTTL 入力、V _{DD} ≥ 2.7V	2.0	–	–	V	–
SID244	V _{IL}	LVTTL 入力、V _{DD} ≥ 2.7V	–	–	0.8	V	–
SID59	V _{OH}	出力電圧 HIGH レベル	V _{DD} – 0.5	–	–	V	I _{OH} = 8 mA
SID62A	V _{OL}	出力電圧 LOW レベル	–	–	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		–
SID65	I _{IL}	入力リーク電流 (絶対値)	–	–	2	nA	25°C、V _{DD} = 3.0 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 V	100	0	–	mV	–
SID68	V _{HYS CMOS}	入力ヒステリシス CMOS	0.05 × V _{DD}	–	–		–

電氣的仕様

Table 17 GPIO の DC 仕様 (続き)

仕様 ID	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID69	I_{DIODE}	保護ダイオードを通して V_{DD}/V_{SS} に流れる電流	-	-	100	μA	-
SID69A	I_{TOT_GPIO}	ソースまたはチップのシンク電流の合計最大値	-	-	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 モードでの立ち上り時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	-	-	2.5	ns	Clload = 15 pF、8 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	Clload = 15 pF、8 mA 駆動強度
SID72	T_{RISES_1}	低速ストロング モードでの立ち上り時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	52	-	142	ns	Clload = 15 pF、8 mA 駆動強度、 $V_{DD} \leq 2.7 V$
SID72A	T_{RISES_2}	低速ストロング モードでの立ち上り時間。 V_{DD} の 10% ~ 90%	48	-	102	ns	Clload = 15 pF、8 mA 駆動強度、 $2.7 V < V_{DD} \leq 3.6 V$
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	Clload = 15 pF、8 mA 駆動強度、 $V_{DD} \leq 2.7 V$
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	Clload = 15 pF、8 mA 駆動強度、 $2.7 V < V_{DD} \leq 3.6 V$
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	Clload = 10 pF ~ 400 pF、8 mA 駆動強度
SID74	$F_{GPIOOUT1}$	GPIO F_{OUT} 。 高速ストロング モード	-	-	100	MHz	90/10%、負荷 15 pF、デューティ サイクル 60/40
SID75	$F_{GPIOOUT2}$	GPIO F_{OUT} 。 低速ストロング モード	-	-	16.7	MHz	90/10%、負荷 15 pF、デューティ サイクル 60/40
SID76	$F_{GPIOOUT3}$	GPIO F_{OUT} 。 高速ストロング モード	-	-	7	MHz	90/10%、負荷 25 pF、デューティ サイクル 60/40
SID245	$F_{GPIOOUT4}$	GPIO F_{OUT} 。 低速ストロング モード	-	-	3.5	MHz	90/10%、負荷 25 pF、デューティ サイクル 60/40
SID246	F_{GPIOIN}	GPIO の入力動作周波数 ; $1.71 V \leq V_{DD} \leq 3.6 V$	-	-	100	MHz	90/10% V_{IO}

電氣的仕様

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 $V_{DDA} \geq 2.7 V$	–	–	–		–
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}	$V_{DDA} \geq 2.7 V$, 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, $V_{DDA} \geq 2.7 V$
	V_{OUT}	$V_{DDA} \geq 2.7 V$	–	–	–		–
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	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	電力 = 中
SID288B	V_{OS_TR}	オフセット電圧	–	±2	–	mV	電力 = 低
SID290	$V_{OS_DR_TR}$	オフセット電圧ドリフト	–10	±3	10	μV/°C	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	電力 = 中
SID290B	$V_{OS_DR_TR}$	オフセット電圧ドリフト	–	±10	–	μV/°C	電力 = 低
SID291	CMRR	DC 同相信号除去比	67	80	–	dB	$V_{DDA} \geq 2.7 V$

電氣的仕様

Table 19 オペアンプの仕様 (続き)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID292	PSRR	1 kHz、10 mV リップル時の電源電圧変動除去比	70	85	–	dB	$V_{DDA} \geq 2.7 \text{ V}$
SID65A	I_{IL_CTBM}	CTBm 入力ピンの入力リーク	–	–	4	nA	–
ノイズ							
SID293	VN1	入力基準、1 Hz ~ 1 GHz、電力 = 高	–	100	–	μVrms	–
SID294	VN2	入力基準、1 kHz、電力 = 高	–	180	–	nV/rtHz	–
SID295	VN3	入力基準、10 kHz、電力 = 高	–	70	–	nV/rtHz	–
SID296	VN4	入力基準、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	Clod = 50 pF, 電力 = 高, $V_{DDA} \geq 2.7 \text{ V}$ Figure 17 および Figure 18 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、 $T_{rise}=T_{fall}$ (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 は高い GBW を持ちます。					ディープスリープモード動作: $V_{DDA} \geq 2.7 \text{ V}$ 。 V_{IN} は $0.2 \sim V_{DDA} - 1.5 \text{ V}$
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
SID_DS_9	GBW_LOW_M1	モード 1、低電流	–	0.5	–	MHz	25°C

電氣的仕様

Table 19 オペアンプの仕様 (続き)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
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 ~ $V_{DDA} - 0.5 V$

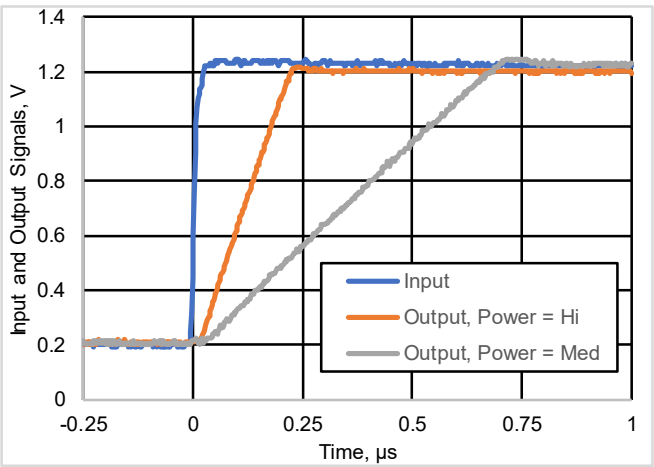


Figure 17 オペアンプのステップ応答、立ち上り

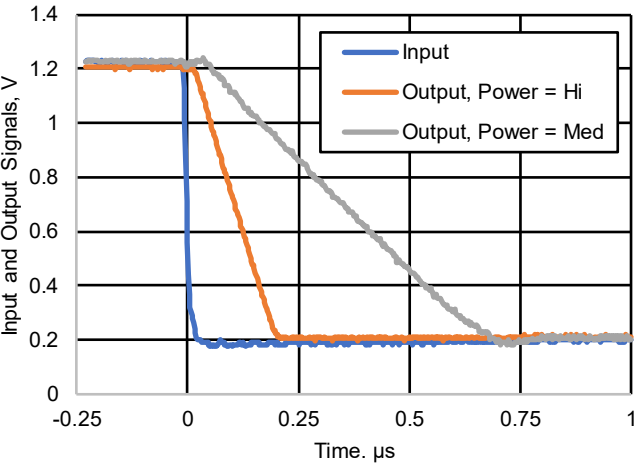


Figure 18 オペアンプのステップ応答、立ち下り

電氣的仕様

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 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 ±25 mV
SID85A	V _{OFFSET2}	入力オフセット電圧。低電力モード	-25	-	25	mV	-
SID85B	V _{OFFSET3}	入力オフセット電圧。超低電力モード	-25	-	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 _{DD1} -0.1	V	-
SID247	V _{ICM2}	低電力モードでの入力同相電圧	0	-	V _{DD1} -0.1	V	-
SID247A	V _{ICM3}	超低電力モードでの入力同相電圧	0	-	V _{DD1} -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}	低電力モードでのブロック電流	-	-	10	μA	-
SID259	I _{CMP3}	超低電力モードでのブロック電流	-	0.3	0.85	μA	-
SID90	Z _{CMP}	コンパレータの DC 入力インピーダンス	35	-	-	MΩ	-

Table 21 低消費電力 (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、100mV 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、100mV 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、100mV 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

Table 22 温度センサーの仕様

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

Table 23 内部リファレンスの仕様

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	-

電氣的仕様

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	bits	–
SID95	A_CHNLS_S	チャンネル数 - シングルエンド	–	–	16	–	8 個のフルスピードチャンネル
SID96	A-CHNKS_D	チャンネル数 - 差動	–	–	8	–	差動チャン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 リファレンス電圧で測定
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ルレート	–	–	1	Msps	–
SID108A	A_SAMP_2	バイパス コンデンサがない場合のサンプルレート。基準電圧 = V_{DD}	–	–	250	ksps	–
SID108B	A_SAMP_3	バイパス コンデンサがない場合のサンプルレート。内部基準電圧	–	–	100	ksps	–
SID109	A_SINAD	信号対雑音および歪み比 (SINAD)。 $V_{DDA} = 2.7 \sim 3.6$ V、1 Msps	64	–	–	dB	$F_{in} = 10$ kHz
SID111A	A_INL	積分非直線性。 $V_{DDA} = 2.7 \sim 3.6$ V、1 Msps	–2	–	2	LSB	内部 $V_{REF} = 1.2$ V およびバイパス コンデンサありで測定

電氣的仕様

Table 25 12 ビット SAR ADC の AC 仕様 (続き)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
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	$F_{in} = 10 \text{ kHz}$

電氣的仕様

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	bits	–
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 ~ 10 MHz 帯域)	–	–	±50	mV	V _{DDA} > 2 V (リップルあり)、T _A = 25°C、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 ~ 10 MHz 帯域)	–	–	±25	mV	V _{DDA} > 1.75 V (リップルあり)、T _A = 25°C、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	1.71V ~ 3.6V
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	–
SID310	I _{DAC1INL}	INL	–3	–	3	LSB	V _{DDA} < 2 V の場合、LSB は 2.4 μA 以下
SID311	I _{DAC2DNL}	DNL	–1	–	1	LSB	–
SID312	I _{DAC2INL}	INL	–3	–	3	LSB	V _{DDA} < 2 V の場合、LSB は 2.4 μA 以下

電氣的仕様

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

仕様 ID	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
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	-	-	比率	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	-	-	比率	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	-	-	比率	最大 61 pF の静電容量
SID313_2A	SNRC_4	SRSS 基準。IMO+FLL クロックソース。感度 0.1 pF	5	-	-	比率	最大 12 pF の静電容量
SID313_2B	SNRC_5	SRSS 基準。IMO+FLL クロックソース。感度 0.3 pF	5	-	-	比率	最大 47 pF の静電容量
SID313_2C	SNRC_6	SRSS 基準。IMO+FLL クロックソース。感度 0.6 pF	5	-	-	比率	最大 86 pF の静電容量
SID313_3A	SNRC_7	SRSS 基準。IMO+FLL クロックソース。感度 0.1 pF	5	-	-	比率	最大 27 pF の静電容量
SID313_3B	SNRC_8	SRSS 基準。IMO+FLL クロックソース。感度 0.3 pF	5	-	-	比率	最大 86 pF の静電容量
SID313_3C	SNRC_9	SRSS 基準。IMO+FLL クロックソース。感度 0.6 pF	5	-	-	比率	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 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 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 μA (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 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 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	540	-	730	μA	LSB = 2.4 μA (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 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 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 μA (Typ)

電氣的仕様

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

仕様 ID	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
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 nA (Typ)。2X モード時の出力
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	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 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 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 出力電流	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 _{DACGAIN}	オフセットを除くフルスケール誤差	–	–	±15	%	LSB = 2.4 μA (Typ)
SID322	I _{DACMISMATCH1}	低電力モードでの IDAC1 と IDAC2 の不整合	–	–	9.2	LSB	LSB = 37.5 nA (Typ)
SID322A	I _{DACMISMATCH2}	中電力モードでの IDAC1 と IDAC2 の不整合	–	–	6	LSB	LSB = 300 nA (Typ)
SID322B	I _{DACMISMATCH3}	高電力モードでの IDAC1 と IDAC2 の不整合	–	–	5.8	LSB	LSB = 2.4 μA (Typ)
SID323	I _{DACSET8}	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 _{DACSET7}	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	5 V 定格、X7R または NP0 コンデンサ

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
SIDA95	A_CHNLS_S	チャンネル数—シングル エンド	–	–	16	–	–
SIDA97	A-MONO	単調増加性	–	–	有	–	V _{REF} モード

電氣的仕様

Table 29 CSD ADC の仕様 (続き)

仕様 ID	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SIDA98	A_GAINERR_VREF	ゲイン誤差	–	0.6	–	%	リファレンスソース : SRSS ($V_{REF}=1.20\text{ V}$, $V_{DDA}<2.2\text{ V}$), ($V_{REF}=1.6\text{ V}$, $2.2\text{ V}<V_{DDA}<2.7\text{ V}$), ($V_{REF}=2.13\text{ V}$, $V_{DDA}>2.7\text{ V}$)
SIDA98A	A_GAINERR_VDDA	ゲイン誤差	–	0.2	–	%	リファレンスソース : SRSS ($V_{REF}=1.20\text{ V}$, $V_{DDA}<2.2\text{ V}$), ($V_{REF}=1.6\text{ V}$, $2.2\text{ V}<V_{DDA}<2.7\text{ V}$), ($V_{REF}=2.13\text{ V}$, $V_{DDA}>2.7\text{ V}$)
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 ($V_{REF}=1.20\text{ V}$, $V_{DDA}<2.2\text{ V}$), ($V_{REF}=1.6\text{ V}$, $2.2\text{ V}<V_{DDA}<2.7\text{ V}$), ($V_{REF}=2.13\text{ V}$, $V_{DDA}>2.7\text{ V}$)
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 ($V_{REF}=1.20\text{ V}$, $V_{DDA}<2.2\text{ V}$), ($V_{REF}=1.6\text{ V}$, $2.2\text{ V}<V_{DDA}<2.7\text{ V}$), ($V_{REF}=2.13\text{ V}$, $V_{DDA}>2.7\text{ V}$)
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	($V_{REF}=1.20\text{ V}$, $V_{DDA}<2.2\text{ V}$), ($V_{REF}=1.6\text{ V}$, $2.2\text{ V}<V_{DDA}<2.7\text{ V}$), ($V_{REF}=2.13\text{ V}$, $V_{DDA}>2.7\text{ V}$)
SIDA101A	A_VINS_VDDA	入力電圧範囲 – シングルエンド	V_{SSA}	–	V_{DDA}	V	($V_{REF}=1.20\text{ V}$, $V_{DDA}<2.2\text{ V}$), ($V_{REF}=1.6\text{ V}$, $2.2\text{ V}<V_{DDA}<2.7\text{ V}$), ($V_{REF}=2.13\text{ V}$, $V_{DDA}>2.7\text{ V}$)
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	–	60	–	dB	–
SIDA107	A_TACQ	サンプル取得時間	–	10	–	μs	50 Ω のソースインピーダンスで測定。10 μs はデフォルトのソフトウェアドライバの取得時間。0.05 % 以下で安定
SIDA108	A_CONV8	変換速度 = $F_{clk}/(2^{(N+2)})$ 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。

電氣的仕様

Table 29 CSD ADC の仕様 (続き)

仕様 ID	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SIDA108A	A_CONV10	変換速度 = $F_{hclk}/(2^{(N+2)})$ 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	信号対ノイズおよび歪み比 (SINAD)	–	57	–	dB	50 Ω のソースインピーダンスで測定
SIDA109A	A_SND_VDDA	信号対ノイズおよび歪み比 (SINAD)	–	52	–	dB	50 Ω 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	50 Ω 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	50 Ω 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	50 Ω 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	50 Ω のソースインピーダンスで測定

電氣的仕様

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}	8MHz 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}	24MHz 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}	50MHz 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}	100MHz 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	$F_c \max = F_{cpu}$ 最大値 = 100 MHz
SID.TCPWM.4	$TPWM_{ENEXT}$	すべてのトリガ イベントによる トリガパルス幅	$2/F_c$	-	-	ns	選択した動作モードによっ て、トリガ 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 はカウンタ動作周波数
SID.TCPWM.5	$TPWM_{EXT}$	出力トリガパル 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) 出力の最小 幅
SID.TCPWM.5A	TC_{RES}	カウンタ分解能	$1/F_c$	-	-	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}	ディープスリープモードで有効 時の I^2C	-	-	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	-
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	Mbps	LP モード

電氣的仕様

Table 31 シリアル通信ブロック (SCB) の仕様 (続き)

仕様 ID	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
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 (1.1V) 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 (0.9 V) モードで最大 14 MHz
SID166A	F_{SPI_IC}	SPI スレーブ、内部クロック供給	–	–	15	MHz	ULP (0.9 V) モードで最大 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	$F_{SCB\ max}$ は、LP モードで 100 MHz、ULP モードで 25 MHz
LP モード (1.1V) 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 (0.9 V) モードで最大 20 ns
SID168	T_{DSI}	SClock キャプチャ エッジまでの MISO 有効時間	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	$T_{SSELMCK1}$	SSEL 有効から 1 番目の SCK 有効エッジまでの時間	18	–	–	ns	マスタークロックエッジを基準とする
SID169B	$T_{SSELMCK2}$	最終 SCK 有効エッジ後の SSEL ホールド時間	18	–	–	ns	マスタークロックエッジを基準とする
LP モード (1.1V) 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 (0.9 V) モードでは最大 35 ns
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	–	–	$T_{DSO_EXT} + 3 \times T_{scb}$	ns	T_{scb} はシリアル通信ブロックのクロック周期
SID171B	T_{DSO}	Sclock 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	T_{SSEL_SCK1}	SSEL 有効から最初の SCK 有効エッジまでの時間	65	–	–	ns	–
SID172B	T_{SSEL_SCK2}	最後の SCK 有効エッジからの SSEL ホールド時間	65	–	–	ns	–

電氣的仕様

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_{LDCAP}	セグメント / コモ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°C	–	0.6	–	mA	32×4 セグメント、50Hz
SID158	I_{LCDOP2}	PWM モード電流。3.3 V バイアス、8 MHz IMO、25°C	–	0.5	–	mA	32×4 セグメント、50Hz

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	–

電氣的仕様

6.5 メモリ

6.5.1 フラッシュ

Table 34 フラッシュの DC 仕様^[6]

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}	行書き込み時間 (消去 + プログラム)	–	–	16	ms	行 = 512 バイト
SID175	T _{ROWERASE}	行消去時間	–	–	11	ms	–
SID176	T _{ROWPROGRAM}	消去後の行プログラム時間	–	–	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	セクタごとに 512 行
SID178S	T _{SSEERIAE}	サブセクタ消去時間	–	–	11	ms	サブセクタごとに 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	100K	–	–	サイクル	–
SID182	F _{RET1}	フラッシュのデータ保持期間。T _A ≤ 25°C、10 万 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 ≤ 85°C、10 万 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 ≤ 55°C、10 万 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

6. フラッシュメモリに書き込むためには最大 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は中断され、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。

電氣的仕様

6.6 システム リソース

6.6.1 パワー オンリセット

Table 36 ブラウンアウト検出 (BOD) での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 および ULP モードでの BOD トリップ電圧	1.54	–	–	V	1.54 V 未満の V _{DD} レベルでリセットが保証
SID192	V _{FALLDPSLP}	システム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 での 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/μs	システム LP モード
SID194A	V _{DDRAMP_DS}	システム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/μs	BOD 動作が保証

6.6.2 電圧モニター

Table 38 電圧モニターの 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 _{HVD0}		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	μA	–

Table 39 電圧モニターの 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}	電源モニター トリップ時間	–	–	170	ns	–

電氣的仕様

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_SWCLK2	$1.71V \leq V_{DD} \leq 3.6V$	–	–	25	MHz	LP モード。 $V_{CCD} = 1.1V$
SID214L	F_SWCLK2L	$1.71V \leq V_{DD} \leq 3.3V6$	–	–	12	MHz	ULP モード。 $V_{CCD} = 0.9V$
SID215	T_SWDI_SETUP	$T = 1/f_{SWCLK}$	$0.25 \times T$	–	–	ns	–
SID216	T_SWDI_HOLD	$T = 1/f_{SWCLK}$	$0.25 \times T$	–	–	ns	–
SID217	T_SWDO_VALID	$T = 1/f_{SWCLK}$	–	–	$0.5 \times T$	ns	–
SID217A	T_SWDO_HOLD	$T = 1/f_{SWCLK}$	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 2 ns と 1 ns	–	–	75	MHz	LP モード。 $V_{DD} = 1.1V$
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 3 ns と 2 ns	–	–	70	MHz	LP モード。 $V_{DD} = 1.1V$
SID216T	F_TRCLK_LP3	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 3 ns と 2 ns	–	–	25	MHz	ULP モード。 $V_{DD} = 0.9V$

6.6.4 内部主発振器 (IMO)

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}	8MHz 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 (ILO)

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}	32kHz 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	ms	最終周波数の 95% に達するまでの起動時間
SID236	T _{ILODUTY}	ILO のデューティ比	45	50	55	%	–
SID237	F _{ILOTRIM1}	ILO 周波数	28.8	32	36.1	kHz	工場で調整

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	–	kΩ	–
SID322E	PD32K	駆動レベル	–	–	1	μW	–

kHz ECO の AC 仕様

SID319	F_kHz	32 kHz の周波数	–	32.768	–	kHz	–
SID320	Ton_kHz	起動時間	–	–	500	ms	–
SID320E	F _{TOL32K}	周波数許容誤差	–	50	250	ppm	–

電氣的仕様

6.6.7 外部クロック

Table 46 外部クロック仕様

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	100 MHz 出力周波数

6.6.9 クロックソース切り替え時間

Table 48 クロックソース切り替え時間の仕様

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 [7]	–	–	4 clk1 + 3 clk2	周期	–

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 (1 kHz)。Max は外部入力用
SID451	FLL_OUT_DIV2	出力周波数範囲 V _{CCD} = 1.1 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 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 入力の場合、ディープスリープおよび Fout ≥ 50 MHz 時の温度変化が 10 °C 未満。
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	–

注

7. 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。

電氣的仕様

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_UBD1}	クロック入力からデータ出力までの伝播遅延時間	-	5	-	ns	-
UDBポート アダプタの仕様 条件: 負荷10 pF, 3 V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。詳細については、 reference manual を参照してください。
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	-
SID266	T _{LCLKHIZ}	LCLK から出力トライステートまでの時間	-	-	28	ns	-
SID267	T _{FLCLK}	LCLK周波数	-	-	33	MHz	-
SID268	T _{LCLKDUTY}	LCLK デューティ比 (HIGH 時の割合)	40%	-	60%	%	-

電氣的仕様

6.6.12 USB

Table 51 USB の仕様 (USB は LP モード 1.1 V 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	lusb_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 V
SID328	lusb_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 V, デバイス接続
SID329	lusb_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 V, デバイス未接続
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	kΩ	–
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 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* T _{sclk}	–	–	ns	T _{sclk} = Fsmifclk サイクル時間

電氣的仕様

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 ^[8]	PDM_JITTER	PDM クロックでの RMS ジッタ	–200	–	200	ps	–
SID403 ^[8]	PDM_CLK	PDM クロック速度	0.384	–	3.072	MHz	–
SID403A ^[8]	PDM_BLK_CLK	PDM ブロック入力クロック	1.024	–	49.152	MHz	–
SID403B ^[8]	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 ^[8]	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 ^[8]	PDM_OUT	オーディオ サンプリング速度	8	–	48	ksps	–
SID405 ^[8]	PDM_WL	ワード長	16	–	24	bits	–
SID406 ^[8]	PDM_SNR	信号対雑音比 (A 加重)	–	100	–	dB	PDM 入力、20 Hz ~ 20 kHz 帯域幅
SID407 ^[8]	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 ^[8]	PDM_FR	周波数応答	–0.2	–	0.2	dB	DC 精度が 0.45f。DC ブロックフィルタオフ
SID409 ^[8]	PDM_SB	停止帯域	–	0.566	–	f	–
SID410 ^[8]	PDM_SBA	停止帯域減衰	–	60	–	dB	–
SID411 ^[8]	PDM_GAIN	調整可能ゲイン	–12	–	10.5	dB	PDM から PCM、1.5 dB/ステップ
SID412 ^[8]	PDM_ST	起動時間	–	48	–	WS (ワード選択) サイクル	
I2S 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	ブロック電流	–	400	–	μA	
SID413	I2S_WORD	I2S ワード長	8	–	32	ビット	–
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 12.288 MHz 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 3.072 MHz ビットクロック

注

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

電氣的仕様

Table 53 オーディオサブシステムの仕様 (続き)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
SID414A	I2S_WS_TDM	LP の TDM モードの 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_S OC ^[9] + 5	-	-	ns	-
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
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
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_S OC + 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	-

電氣的仕様

Table 53 オーディオサブシステムの仕様 (続き)

仕様 ID#	パラメーター	説明	Min	Typ	Max	単位	詳細 / 条件
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
SID440	TH_SDI	SDI ホールドから関連 する SCK エッジまでの 時間	TMCLK_S OC + 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
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 デューティ 比	45	–	55	%	–
SID447	TJITTER	MCLK_SOC 入力ジッタ	–100	–	100	ps	–

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	定期校正による 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	説明	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	TCK 立ち下りエッジから出力有効までの時間		–	40	ns	–
SID471	TSU_TCK	入力有効から TCK 立ち上りエッジまでの時間	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	TCK 立ち下りエッジから出力有効までの時間 (High-Z からアクティブ)	40	–	–	ns	–
SID474	TCK_TDOZ	TCK 立ち下りエッジから出力有効までの時間 (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	TCK 立ち下りエッジから出力有効までの時間		–	80	ns	–
SID471A	TSU_TCK	入力有効から TCK 立ち上りエッジまでの時間	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	TCK 立ち下りエッジから出力有効までの時間 (High-Z からアクティブ)	80	–	–	ns	–
SID474A	TCK_TDOZ	TCK 立ち下りエッジから出力有効までの時間 (アクティブから High-Z)	80	–	–	ns	–

7 注文情報

Table 57 に製品番号と機能を示します。すべてのデバイスには DC-DC コンバータ, QSPI SMIF, ADC, DAC, 9 個の SCB, USB-FS, 32 個の TCPWM, 2 個の PDM, および I2S が含まれます。Product selector guide も参照してください。

Table 57 マーケティング製品番号

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™	GPIO	CRYPTO	“セキュア アート”	パッケージ
61	CY8C6246BZI-D04	150/50	100/25	デュアル	両方	512	128	0	0	無	100	無	無	124-BGA
	CY8C6247BZI-D44	150/50	100/25	デュアル	両方	1024	288	0	0	有	100	有	有	124-BGA
	CY8C6247BZI-D34	150/50	100/25	デュアル	両方	1024	288	1	12	有	100	無	無	124-BGA
	CY8C6247BZI-D54	150/50	100/25	デュアル	両方	1024	288	1	12	有	100	有	有	124-BGA
	CY8C6247FDI-D02T	150/50	100/25	デュアル	両方	1024	288	0	0	無	62	無	無	80-WLCSP
	CY8C6247FDI-D32T	150/50	100/25	デュアル	両方	1024	288	1	12	有	62	無	無	80-WLCSP
	CY8C6247FTI-D52T	150/50	100/25	デュアル	両方	1024	288	1	12	有	62	有	有	Thin 80-WLCSP
	CY8C6247FDI-D52T	150/50	100/25	デュアル	両方	1024	288	1	12	有	62	有	有	80-WLCSP

7.1 PSoC™ 6 MPN コード説明

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

フィールド	説明	値	意味	フィールド	説明	値	意味
CY	サイプレス	CY	Cypress - An Infineon Technologies company	E	温度範囲	C	民生用
XX	ファームウェア	8C	標準			I	産業用
		B0	“セキュアブート” v1			Q	拡張産業用
		S0	“標準セキュア” - AWS	FF	機能コード		サイプレス内部用
6	アーキテクチャ	6	PSoC™ 6			S2-S6	
A	ライン	0	値			BL	統合 Bluetooth® LE
		1	プログラム可能	G	CPU コア	F	シングルコア
		2	性能			D	デュアルコア
		3	接続性	H	属性コード	0-9	機能セット
		4	安全	I	GPIO 数	1	31-50
B	速度	2	100 MHz			2	51-70
		3	150 MHz			3	71-90
		4	150/50 MHz			4	91-110
C	メモリサイズ (フラッシュ/ SRAM)	0-3	予約済み	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
		4	256K/128K	K	チップ版数 (オプション)		ベース
		5	512K/256K			A1-A9	チップ版数
		6	512K/128K	L	テープ / リール出荷 (オプション)	T	テープ & リール出荷
		7	1024K/288K				
		8	1024K/512K				
		9	予約済み				
		A	2048K/1024K				
DD	パッケージ	AZ, AX	TQFP				
		LQ	QFN				
		BZ	BGA				
		FM	M-CSP				
		FN, FD, FT	WLCSP				

8 パッケージ

この製品群は、高さ 0.43 mm および 0.33 mm^[10] の 124-BGA^[10], および 80-WLCSP パッケージで提供されます。124-BGA パッケージは認定中です。

Table 58 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 mm × 9 mm × 1 mm 高、0.65 mm ピッチ	001-97718
PKG_2	80-WLCSP	80-WLCSP、3.7 mm × 3.2 mm × 0.43 mm 高、0.35 mm ピッチ	002-20310
PKG_3	Thin 80-WLCSP	Thin 80-WLCSP、3.7 mm × 3.3 mm × 0.33 mm 高、0.35 mm ピッチ	002-23411

Table 59 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	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)	–	–	36.2	–	°C/W
T _{JC}	パッケージ θ _{JC} (124-BGA)	–	–	15	–	°C/W
T _{JA}	パッケージ θ _{JA} (80-WLCSP)	–	–	20.4	–	°C/W
T _{JC}	パッケージ θ _{JC} (80-WLCSP)	–	–	0.2	–	°C/W
T _{JA}	パッケージ θ _{JA} (Thin 80-WLCSP)	–	–	20.4	–	°C/W
T _{JC}	パッケージ θ _{JC} (Thin 80-WLCSP)	–	–	0.2	–	°C/W

Table 60 はんだリフローピーク温度

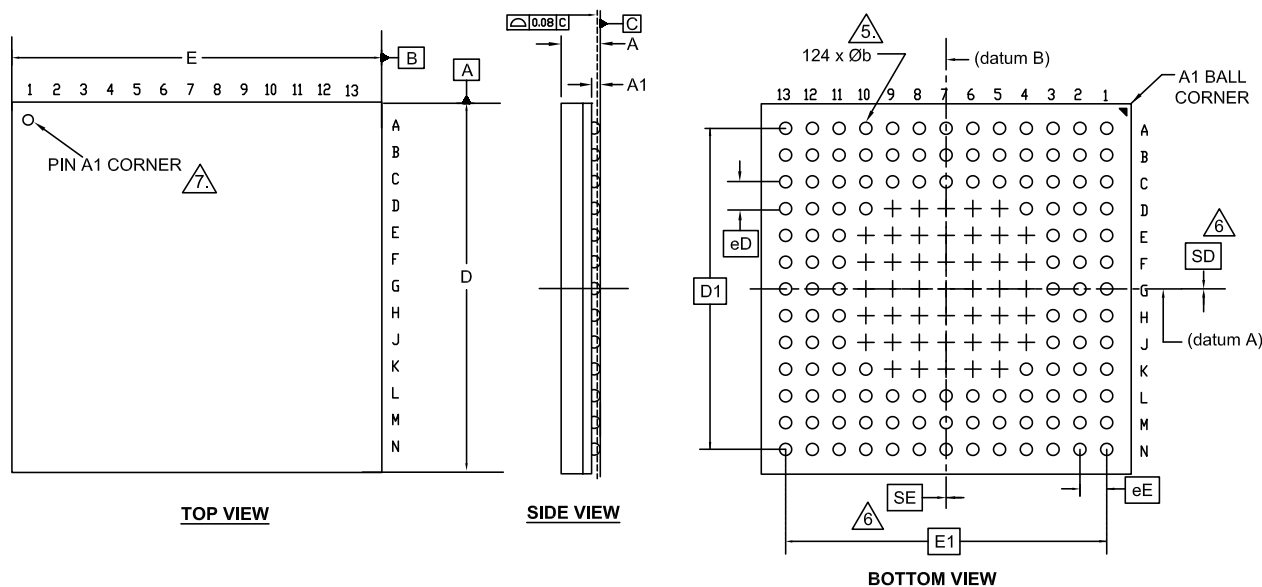
パッケージ	最高ピーク温度	ピーク温度での最長時間
すべて	260°C	30 秒

Table 61 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	MSL 3
80-WLCSP パッケージ	MSL 1

注

10.124-BGA および Thin 80-WLCSP パッケージは認定中です。



SYMBOL	DIMENSIONS		
	MIN.	NOM.	MAX.
A	-	-	1.00
A1	0.16	0.21	0.26
D	8.90	9.00	9.10
E	8.90	9.00	9.10
D1	7.80 BSC		
E1	7.80 BSC		
MD	13		
ME	13		
N	124		
Ø b	0.25	0.30	0.35
eD	0.65 BSC		
eE	0.65 BSC		
SD	0		
SE	0		

NOTES:

- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- SOLDER BALL POSITION DESIGNATION PER JEP95, SECTION 3, SPP-020.
- "e" REPRESENTS THE SOLDER BALL GRID PITCH.
- SYMBOL "MD" IS THE BALL MATRIX SIZE IN THE "D" DIRECTION. SYMBOL "ME" IS THE BALL MATRIX SIZE IN THE "E" DIRECTION. N IS THE NUMBER OF POPULATED SOLDER BALL POSITIONS FOR MATRIX SIZE MD X ME.
- DIMENSION "b" IS MEASURED AT THE MAXIMUM BALL DIAMETER IN A PLANE PARALLEL TO DATUM C.
- "SD" AND "SE" ARE MEASURED WITH RESPECT TO DATUMS A AND B AND DEFINE THE POSITION OF THE CENTER SOLDER BALL IN THE OUTER ROW. WHEN THERE IS AN ODD NUMBER OF SOLDER BALLS IN THE OUTER ROW "SD" OR "SE" = 0. WHEN THERE IS AN EVEN NUMBER OF SOLDER BALLS IN THE OUTER ROW, "SD" = eD/2 AND "SE" = eE/2.
- A1 CORNER TO BE IDENTIFIED BY CHAMFER, LASER OR INK MARK METALIZED MARK, INDENTATION OR OTHER MEANS.
- "+" INDICATES THE THEORETICAL CENTER OF DEPOPULATED SOLDER BALLS.
- JEDEC SPECIFICATION NO. REF. : MO-280.

001-97718 *B

Figure 19 124-BGA 9.0 x 9.0 x 1.0 mm (PG-VFBGA-124)

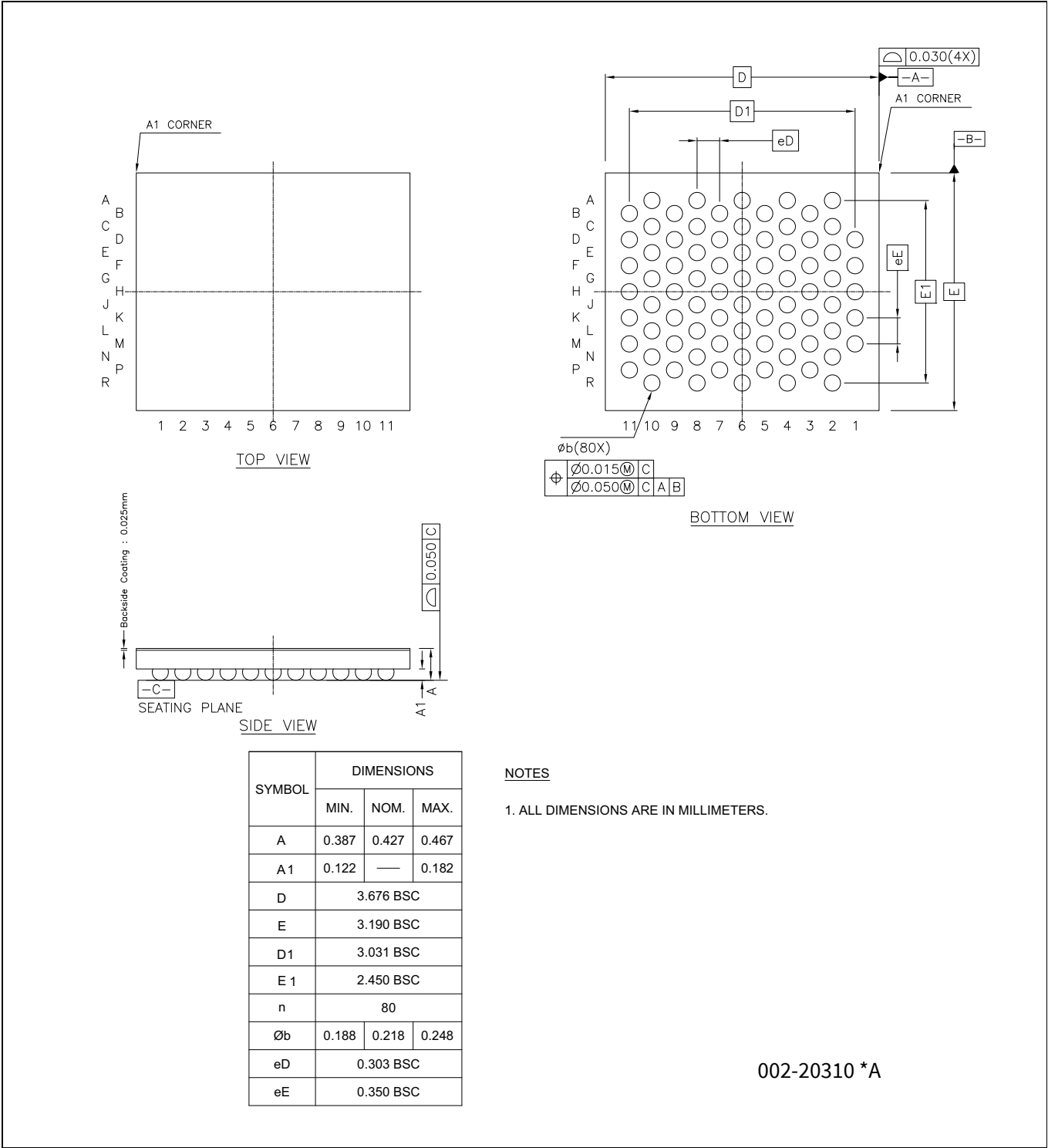
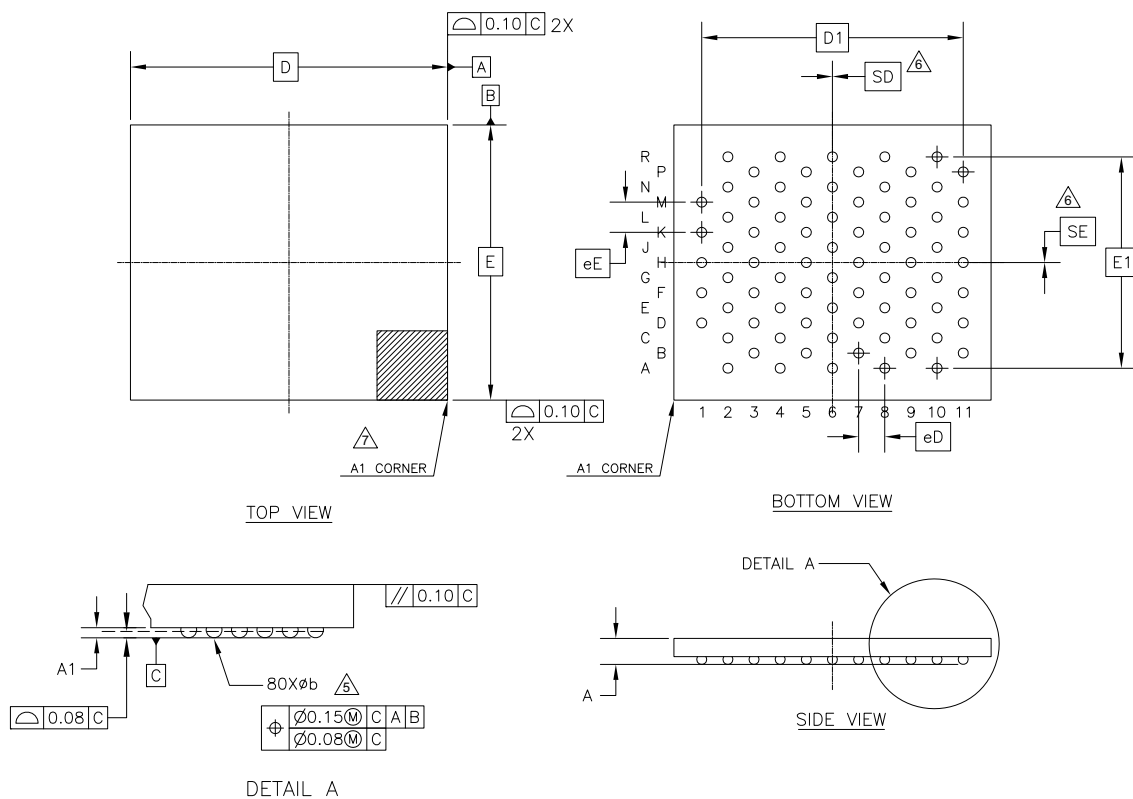


Figure 20 80-ball WLCSP 3.676 × 3.190 × 0.467 mm (SG-XFWLB-80)



SYMBOL	DIMENSIONS		
	MIN	NOM	MAX
A	-	-	0.33
A1	0.081	-	-
D	3.676 BSC		
E	3.190 BSC		
D1	3.031 BSC		
E1	2.450 BSC		
MD	11		
ME	15		
N	80		
Øb	0.1035	0.1150	0.1265
eD	0.303 BSC		
eE	0.350 BSC		
SD	0.00 BSC		
SE	0.00 BSC		

NOTES:

- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- SOLDER BALL POSITION DESIGNATION PER JEP95, SECTION 3, SPP-020.
- "e" REPRESENTS THE SOLDER BALL GRID PITCH.
- SYMBOL "MD" IS THE BALL MATRIX SIZE IN THE "D" DIRECTION.
SYMBOL "ME" IS THE BALL MATRIX SIZE IN THE "E" DIRECTION.
N IS THE NUMBER OF POPULATED SOLDER BALL POSITIONS FOR MATRIX SIZE MD X ME.
- DIMENSION "b" IS MEASURED AT THE MAXIMUM BALL DIAMETER IN A PLANE PARALLEL TO DATUM C.
- "SD" AND "SE" ARE MEASURED WITH RESPECT TO DATUMS A AND B AND DEFINE THE POSITION OF THE CENTER SOLDER BALL IN THE OUTER ROW. WHEN THERE IS AN ODD NUMBER OF SOLDER BALLS IN THE OUTER ROW, "SD" OR "SE" = 0.
WHEN THERE IS AN EVEN NUMBER OF SOLDER BALLS IN THE OUTER ROW, "SD" = eD/2 AND "SE" = eE/2.
- A1 CORNER TO BE IDENTIFIED BY CHAMFER, LASER OR INK MARK, METALIZED MARK, INDENTATION OR OTHER MEANS.
- JEDEC SPECIFICATION NO. REF. : N/A

002-23411 **

Figure 21 Thin 80-ball WLCSP 3.676 × 3.190 × 0.33 mm (SG-XFWLB-80)

9 略語

Table 62 略語

略語	説明
3DES	triple DES (データ暗号化規格)
ADC	analog-to-digital converter (アナログ - デジタル変換器)
AES	advanced encryption standard (先進暗号化規格)
AHB	AMBA high-performance bus (AMBA (アドバンスド マイクロコントローラー バス アーキテクチャ) 高性能バス)。Arm® データ転送バス的一种
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 (ボールグリッド アレイ)
BOD	brown-out detect (ブラウンアウト検出)
CAD	computer aided design (コンピュータ支援設計)
CCO	current controlled oscillator (電流制御発振器)
CM0+	Cortex®-M0+、Arm® の CPU
CM4	Cortex®-M4、Arm® の CPU
CMAC	cipher-based message authentication code (暗号ベースのメッセージ認証コード)
CMOS	complementary metal-oxide-semiconductor (相補型金属酸化物半導体)、IC 製造のプロセス技術
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。CSD を参照。
DAC	digital-to-analog converter (デジタル - アナログ変換器)。IDAC、VDAC を参照。
DAP	debug access port (デバッグアクセスポート)
DES	data encryption standard (データ暗号化規格)
DMA	direct memory access (ダイレクト メモリ アクセス)。TD を参照。
DNL	differential nonlinearity (微分非直線性)。INL を参照。
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 (電氣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 (先入れ先出し)

略語

Table 62 略語 (続き)

略語	説明
FLL	frequency locked loop (周波数ロックループ)
FPU	floating-point unit (浮動小数点ユニット)
FS	full-speed (フルスピード)
GND	Ground (グランド)
GPIO	general-purpose input/output (汎用入出力)。PSoC™ ピンに適用。
HMAC	Hash-based message authentication code (ハッシュベースのメッセージ認証コード)
HSIOM	high-speed I/O matrix (高速 I/O マトリックス)
I/O	input/output (入出力)。GPIO, DIO, SIO, USBIO を参照。
I ² C, または IIC	Inter-Integrated Circuit (インター インテグレートド サーキット)、通信プロトコルの一種。
I ² S	inter-IC sound (IC 間サウンド)
IC	integrated circuit (集積回路)
IDAC	current DAC (電流 DAC)。DAC、VDAC を参照。
IDE	integrated development environment (統合開発環境)
ILO	internal low-speed oscillator (内部低速発振器)。IMO を参照。
IMO	internal main oscillator (内部主発振器)。ILO を参照。
INL	integral nonlinearity (積分非直線性)。DNL を参照。
IoT	internet of things (モノのインターネット)
IPC	inter-processor communication (プロセッサ間通信)
IRQ	interrupt request (割り込み要求)
ISR	interrupt service routine (割り込みサービス 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 インターコネクト 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 を参照。
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 (成形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 (多カウンタ ウォッチドッグ タイマー)
MISO	master-in slave-out (マスター入カスレーブ出力)
MMIO	memory-mapped input output
MOSI	master-out slave-in
MPU	memory protection unit (メモリ保護ユニット)
MSL	moisture sensitivity level (湿度感度レベル)

略語

Table 62 略語 (続き)

略語	説明
Msp/s	million samples per second
MTB	micro trace buffer
MUL	multiplier
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
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)
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
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
QSPI	quad serial peripheral interface
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
SCB	serial communication block (シリアル通信ブロック)
SFlash	supervisory flash (監視フラッシュ)
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)

略語

Table 62 略語 (続き)

略語	説明
SPI	Serial Peripheral Interface (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
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
SWO	single wire output (シングル ワイヤ 出力)
SWV	serial-wire viewer (シングル ワイヤ ビューアー)
TCPWM	timer, counter, pulse-width modulator (タイマー、カウンタ、パルス幅変調器)
TDM	time division multiplexed
TQFP	thin quad flat package
TRM	technical reference manual (技術リファレンス マニュアル)
TRNG	true random number generator (真の乱数発生器)
TX	transmit (送信)
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter (汎用非同期トランスミッタ レシーバ)。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)
WCO	watch crystal oscillator
WDT	watchdog timer (ウォッチドッグ タイマー)
WIC	wakeup interrupt controller
WLCSP	wafer level chip scale package
XIP	execute-in-place
XRES	external reset input pin (外部リセット I/O ピン)

10 本書の表記法

10.1 測定単位

Table 63 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	変更内容
**	2017-08-08	これは英語版 002-18449 Rev. ** を翻訳した日本語版 Rev. ** です。
*A	2018-03-09	これは英語版 002-18449 Rev. *D を翻訳した日本語版 Rev. *A です。
*B	2018-07-13	これは英語版 002-18449 Rev. *E を翻訳した日本語版 Rev. *B です。
*C	2019-06-04	これは英語版 002-18449 Rev. *F を翻訳した日本語版 Rev. *C です。
*D	2020-05-28	これは英語版 002-18449 Rev. *I を翻訳した日本語版 Rev. *D です。
*E	2021-04-23	これは英語版 002-18449 Rev. *L を翻訳した日本語版 Rev. *E です。
*F	2021-09-16	これは英語版 002-18449 Rev. *M を翻訳した日本語版 Rev. *F です。
*G	2022-06-22	これは英語版 002-18449 Rev. *N を翻訳した日本語版 Rev. *G です。
*H	2023-03-06	これは英語版 002-18449 Rev. *O を翻訳した日本語版 Rev. *H です。
*I	2023-10-19	これは英語版 002-18449 Rev. *P を翻訳した日本語版 Rev. *I です。

Trademarks

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

Edition 2023-10-19
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
002-20405 Rev. *I

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、もしくは一般的な価値、および／または本製品の用途に関する一切の情報に関し、インフィニオンテクノロジーズ（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関し、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。