

## MSPM0C110x-Q1 車載ミックスド シグナル マイクロコントローラ

### 1 特長

- 車載アプリケーション向けに **AEC-Q100** 認証済み
  - 温度グレード 1: -40°C ~ +125°C、T<sub>A</sub>
- コア
  - Arm® 32 ビット Cortex®-M0+ CPU、最大周波数 24MHz
- 動作特性
  - 拡張動作温度範囲: -40°C ~ 125°C
  - 広い電源電圧範囲: 1.62V ~ 3.6V
- メモリ
  - 最大 16KB のフラッシュ
  - 1KB の SRAM
- 高性能アナログ ペリフェラル
  - 1 つの A/D コンバータ (ADC)、合計最大 10 本の外部チャネルを装備、VDD を電圧リファレンスとして使用して 1.7MSPS (10 ビット) または 1.5MSPS (12 ビット)
  - 1.4V または 2.5V の構成可能な内部共有電圧リファレンス (VREF)
  - 温度センサ内蔵
  - 統合型電源監視
- 最適化された低消費電力モード
  - RUN: 87µA/MHz
  - STOP: 4MHz で 609µA、32kHz で 311µA
  - STANDBY: 5µA (SRAM 保持)
  - SHUTDOWN: 200nA
- インテリジェント デジタル ペリフェラル
  - ADC 専用の 1 チャネル DMA コントローラ
  - 最大 14 の PWM チャネルをサポートする 3 つのタイマ
    - 1 つの 16 ビット高度タイマ、最大 8 個の PWM チャネルのデッドバンドをサポート
    - 1 つの 16 ビット汎用タイマ、4 つのキャプチャ / コンパレータを搭載
    - 1 つの 16 ビット汎用タイマ、2 つのキャプチャ / コンパレータを搭載
  - ウィンドウ付きウォッチドッグ タイマ
  - 外部ビープ音を駆動するための 1kHz、2kHz、4kHz、または 8kHz の方形波を生成する BEEPER
- 拡張通信インターフェイス
  - 1 つの UART インターフェイス: LIN、IrDA、DALI、スマート カード、マンチェスターをサポート、STANDBY モードで低消費電力動作
  - 1 つの I<sup>2</sup>C インターフェイス。FM+ (1Mbps)、SMBus、PMBus、STOP モードからのウェークアップをサポート
- 最大 12Mbps をサポートする 1 つの SPI
- クロック システム
  - -2% ~ +1.2% の精度 (SYSOSC) の 24MHz 発振器を内蔵
  - 32kHz の低周波数発振器 (LFOSC) を内蔵
- データの整合性
  - 巡回冗長検査 (CRC-16)
- 柔軟な I/O 機能
  - 最大 18 の GPIO
  - 2 つの 5V 許容オープンドレイン IO
- 開発サポート
  - 2 ピン シリアル ワイヤ デバッグ (SWD)
- パッケージ オプション
  - 20 ピン VSSOP (DGS)
  - 20 ピン WQFN (RUK)
  - 16 ピン SOT (DYY)
  - 8 ピン SOT (DDF)
  - 8 ピン WSON (DSG)
- ファミリー製品 (「[デバイスの比較](#)」も参照)
  - MSPM0C1104: 16KB のフラッシュ、1KB の RAM
  - MSPM0C1103: 8KB のフラッシュ、1KB の RAM
- 開発キットとソフトウェア (「[ツールとソフトウェア](#)」も参照)
  - LP-MSPM0C1104 LaunchPad™ 開発キット
  - MSP ソフトウェア開発キット (SDK)

### 2 アプリケーション

- [車載用ボディ・エレクトロニクス / ライティング](#)
- [車載用ゲートウェイ](#)
- [ステアリング・ホイール・システム](#)
- [車載用モーター制御](#)
- [DC / AC インバータ](#)
- [車内照明](#)
- [ドア・ハンドル・モジュール](#)
- [キック・ツル・オープン・モジュール](#)
- [車両の乗員検出](#)
- [コンフォート・シート・モジュール](#)



### 3 説明

MSPM0C110x マイクロコントローラ (MCU) は、最大 24MHz の周波数で動作する拡張 Arm® Cortex®-M0+ コア プラットフォームに基づく MSP 高集積超低消費電力 32 ビット MCU ファミリの一部です。コスト最適化されたこれらの MCU は高性能アナログ ペリフェラルを統合しており、-40°C ~ 125°C の拡張温度範囲をサポートしており、1.62V ~ 3.6V の電源電圧で動作します。

MSPM0C110x デバイスは最大 16KB の組込みフラッシュ プログラム メモリと 1KB の SRAM を内蔵しています。これらの MCU は -2% ~ +1.2% の精度の高速オンチップ発振器を内蔵しているため、外部水晶振動子は不要です。追加機能には、1 チャンネル DMA、CRC-16 アクセラレータ、各種の高性能アナログ ペリフェラル (電圧リファレンスとして VDD を含む 12 ビット 1.5Msps ADC、1 つのオンチップ温度センサなど) が含まれます。これらのデバイスは、1 つの 16 ビット高度タイマ、2 つの 16 ビット汎用タイマ、1 つのウィンドウ付きウォッチドッグ タイマ、各種通信ペリフェラル (1 つの UART、1 つの SPI、1 つの I<sup>2</sup>C など) などのインテリジェントなデジタル ペリフェラルも備えています。これらの通信ペリフェラルは LIN、IrDA、DALI、マンチェスター、スマート カード、SMBus、PMBus プロトコルをサポートしています。

テキサス・インスツルメンツの MSPM0 低消費電力 MCU ファミリーは、各種のアナログおよびデジタル集積度のデバイスで構成されているため、お客様はプロジェクトのニーズを満たす MCU を見つけることができます。そのアーキテクチャと豊富な低消費電力モードは、携帯型測定アプリケーションで長いバッテリー駆動時間を実現するように最適化されています。

MSPM0C110x MCU は、広範囲にわたるハードウェアおよびソフトウェアのエコシステムによってサポートされており、リファレンス デザインやコード サンプルを使って設計をすぐに開始できます。開発キットには、購入可能な LaunchPad™ キットとターゲット ソケット ボード用の設計ファイルが含まれています。また、テキサス・インスツルメンツは無償の MSP ソフトウェア開発キット (SDK) も提供しており、Code Composer Studio™ IDE デスクトップのコンポーネントとして利用できます。また、TI Resource Explorer ではクラウド バージョンを利用できます。MSPM0 マイコンには、広範囲にわたるオンライン資料、MSP Academy によるトレーニング、TI E2E™ サポート フォーラムによるオンライン サポートも用意されています。

モジュールの詳細については、『MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。

表 3-1. パッケージ情報

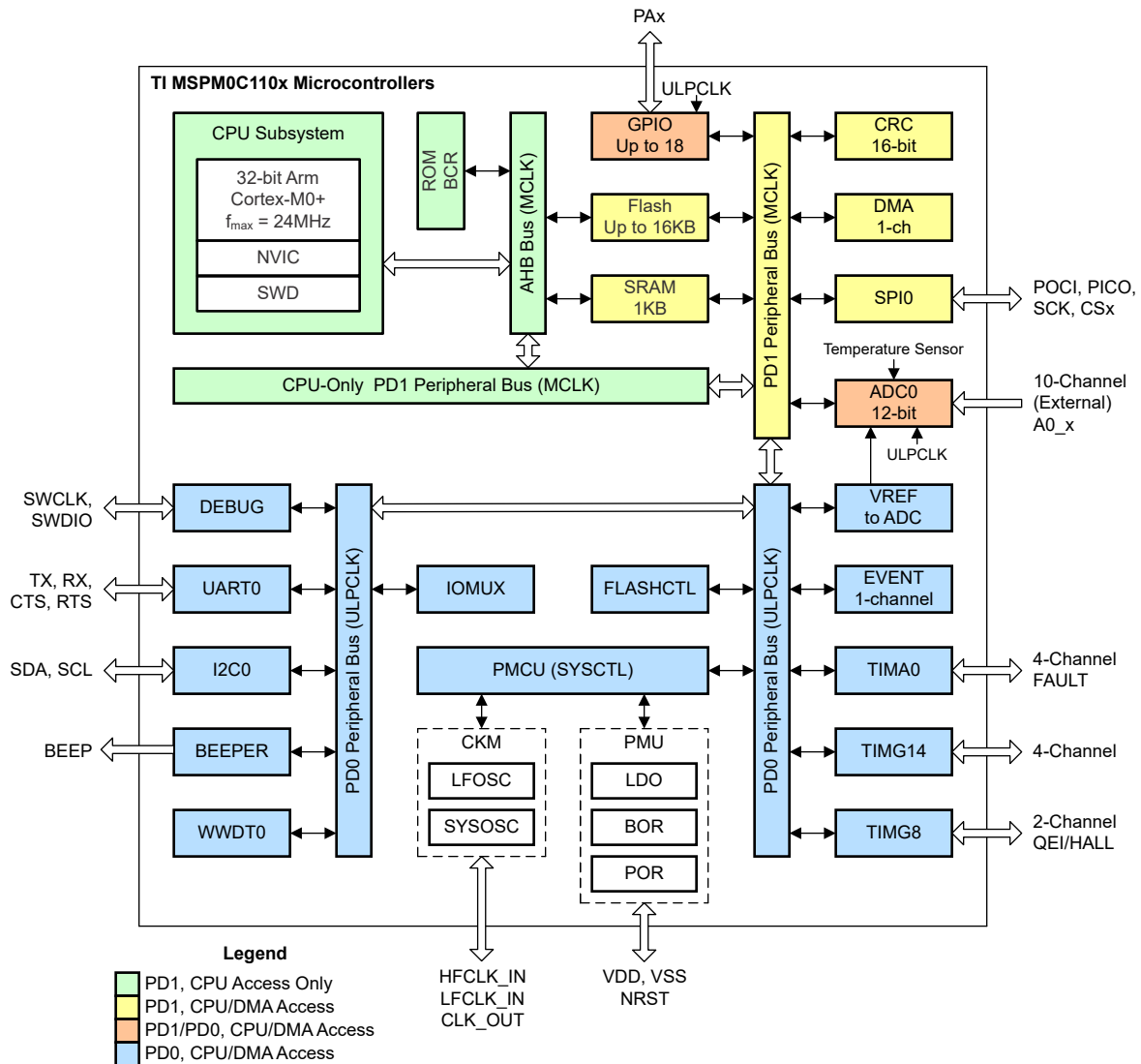
| 型番 <sup>(1)(2)</sup> | パッケージ              | パッケージ サイズ <sup>(3) (4)</sup> |
|----------------------|--------------------|------------------------------|
| M0C1104QDGS20RQ1     | DGS20 (VSSOP) (20) | 5.1mm × 4.9mm                |
| M0C1103QDGS20RQ1     |                    |                              |
| M0C1104QRUKRQ1       | RUK (WQFN, 20)     | 3mm × 3mm                    |
| M0C1103QRUKRQ1       |                    |                              |
| M0C1104QDYRQ1        | DYY (SOT, 16)      | 4.2mm x 2mm                  |
| M0C1103QDYRQ1        |                    |                              |
| M0C1104QDSGRQ1       | DSG (WSON, 8)      | 2mm x 2mm                    |
| M0C1103QDSGRQ1       |                    |                              |
| M0C1104QDDFRQ1       | DDF (SOT, 8)       | 2.9mm x 2.8mm                |

- (1) 提供中の全デバイスに関する最新の部品、パッケージ、および注文情報については、「付録: パッケージ オプション」または [TI Web サイト](#) を参照してください。
- (2) デバイス名の詳細については、「デバイスの命名規則」セクションを参照してください。
- (3) 詳細については、[メカニカル、パッケージ、および注文情報](#) を参照してください。
- (4) パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。

### 注意

電氣的な過剰ストレスや、データやコードメモリの不安定化を防止するために、デバイスレベルの ESD 仕様に従って、システムレベルの ESD 保護を適用する必要があります。詳細については、『[MSP430™ のシステムレベルの ESD に関する考慮事項](#)』を参照してください (このアプリケーション ノートの原理は MSPM0 MCU にも当てはまるため)。

## 4 機能ブロック図



#### 図 4-1. MSPM0C110x の機能ブロック図

## 目次

|                                 |           |                                          |           |
|---------------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|
| <b>1 特長</b> .....               | <b>1</b>  | <b>8.6 イベント</b> .....                    | <b>33</b> |
| <b>2 アプリケーション</b> .....         | <b>1</b>  | <b>8.7 メモリ</b> .....                     | <b>33</b> |
| <b>3 説明</b> .....               | <b>2</b>  | <b>8.8 フラッシュ メモリ</b> .....               | <b>35</b> |
| <b>4 機能ブロック図</b> .....          | <b>4</b>  | <b>8.9 SRAM</b> .....                    | <b>35</b> |
| <b>5 デバイスの比較</b> .....          | <b>6</b>  | <b>8.10 GPIO</b> .....                   | <b>35</b> |
| <b>6 ピン構成および機能</b> .....        | <b>7</b>  | <b>8.11 IOMUX</b> .....                  | <b>36</b> |
| 6.1 ピン配置図.....                  | 7         | <b>8.12 ADC</b> .....                    | <b>36</b> |
| 6.2 ピン属性.....                   | 8         | <b>8.13 温度センサ</b> .....                  | <b>36</b> |
| 6.3 信号の説明.....                  | 11        | <b>8.14 VREF</b> .....                   | <b>37</b> |
| 6.4 未使用ピンの接続.....               | 14        | <b>8.15 セキュリティ</b> .....                 | <b>37</b> |
| <b>7 仕様</b> .....               | <b>15</b> | <b>8.16 CRC</b> .....                    | <b>37</b> |
| 7.1 絶対最大定格.....                 | 15        | <b>8.17 UART</b> .....                   | <b>38</b> |
| 7.2 ESD 定格.....                 | 15        | <b>8.18 SPI</b> .....                    | <b>38</b> |
| 7.3 推奨動作条件.....                 | 15        | <b>8.19 I2C</b> .....                    | <b>38</b> |
| 7.4 熱に関する情報.....                | 16        | <b>8.20 WWDTC</b> .....                  | <b>39</b> |
| 7.5 電源電流特性.....                 | 16        | <b>8.21 タイマ (TIMx)</b> .....             | <b>39</b> |
| 7.6 電源シーケンス.....                | 17        | <b>8.22 デバイスのアナログ接続</b> .....            | <b>41</b> |
| 7.7 フラッシュ メモリの特性.....           | 19        | <b>8.23 入力 / 出力の回路図</b> .....            | <b>42</b> |
| 7.8 タイミング特性.....                | 20        | <b>8.24 シリアル ワイヤ デバッグ インターフェイス</b> ..... | <b>42</b> |
| 7.9 クロック仕様.....                 | 20        | <b>8.25 DEBUGSS</b> .....                | <b>43</b> |
| 7.10 デジタル IO.....               | 21        | <b>8.26 デバイス ファクトリ定数</b> .....           | <b>43</b> |
| 7.11 ADC.....                   | 22        | <b>8.27 識別</b> .....                     | <b>44</b> |
| 7.12 温度センサ.....                 | 24        | <b>9 アプリケーション、実装、およびレイアウト</b> .....      | <b>45</b> |
| 7.13 VREF.....                  | 25        | 9.1 代表的なアプリケーション.....                    | 45        |
| 7.14 I2C.....                   | 25        | <b>10 デバイスおよびドキュメントのサポート</b> .....       | <b>46</b> |
| 7.15 SPI.....                   | 26        | 10.1 デバイスの命名規則.....                      | 46        |
| 7.16 UART.....                  | 28        | 10.2 ツールとソフトウェア.....                     | 47        |
| 7.17 TIMx.....                  | 29        | 10.3 ドキュメントのサポート.....                    | 47        |
| 7.18 エミュレーションおよびデバッグ.....       | 29        | 10.4 サポート・リソース.....                      | 48        |
| <b>8 詳細説明</b> .....             | <b>30</b> | 10.5 商標.....                             | 48        |
| 8.1 CPU.....                    | 30        | 10.6 静電気放電に関する注意事項.....                  | 48        |
| 8.2 動作モード.....                  | 30        | 10.7 用語集.....                            | 48        |
| 8.3 パワー マネージメント ユニット (PMU)..... | 32        | <b>11 改訂履歴</b> .....                     | <b>48</b> |
| 8.4 クロック モジュール (CKM).....       | 32        | <b>12 メカニカル、パッケージ、および注文情報</b> .....      | <b>50</b> |
| 8.5 DMA.....                    | 32        |                                          |           |

## 5 デバイスの比較

表 5-1. デバイスの比較

| 型番 <sup>(1)(3)</sup> | フラッシュ /<br>SRAM (KB) | ADC チャネ<br>ル | UART / I2C /<br>SPI | TIMG | TIMA | GPIO | 5V TOL. IO | パッケージ<br>[パッケージ サイズ] <sup>(2)</sup>   |
|----------------------|----------------------|--------------|---------------------|------|------|------|------------|---------------------------------------|
| M0C1104QDGS20RQ1     | 16 / 1               | 10           | 1 / 1 / 1           | 2    | 1    | 18   | 2          | 20 VSSOP<br>[5.1mm × 4.9mm]           |
| M0C1103QDGS20RQ1     | 8 / 1                |              |                     |      |      |      |            |                                       |
| M0C1104QRUKRQ1       | 16 / 1               | 10           | 1 / 1 / 1           | 2    | 1    | 18   | 2          | 20 WQFN<br>[3mm × 3mm] <sup>(4)</sup> |
| M0C1103QRUKRQ1       | 8 / 1                |              |                     |      |      |      |            |                                       |
| M0C1104QDYRQ1        | 16 / 1               | 8            | 1 / 1 / 1           | 2    | 1    | 14   | 2          | 16 SOT<br>[4.2mm × 3.26mm]            |
| M0C1103QDYRQ1        | 8 / 1                |              |                     |      |      |      |            |                                       |
| M0C1104QDSGRQ1       | 16 / 1               | 3            | 1 / 1 / 1           | 2    | 1    | 6    | 2          | 8 WSON<br>[2mm × 2mm] <sup>(4)</sup>  |
| M0C1103QDSGRQ1       | 8 / 1                |              |                     |      |      |      |            |                                       |
| M0C1104QDDFRQ1       | 16 / 1               | 3            | 1 / 1 / 1           | 2    | 1    | 6    | 2          | 8 SOT<br>[2.9mm × 2.8mm]              |
| M0C1103QDDFRQ1       | 8 / 1                |              |                     |      |      |      |            |                                       |

- (1) 提供中の全デバイスに関する最新の製品、パッケージ、および注文情報については、[セクション 12](#) の「付録: パッケージオプション」または [TI Web サイト](#) を参照してください。
- (2) パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。公差を含めたパッケージの寸法については、[セクション 12](#) の「メカニカル データ」を参照してください。
- (3) 型番の詳細については、[セクション 10.1](#) を参照してください。
- (4) 8 ピン WSON パッケージ、20 ピン WQFN パッケージはウェットプル フランク付きで提供されます。

## 6 ピン構成および機能

**システム構成ツール** は、ピンの多重化およびピン設定を容易にするための初期化コードを有効にしたり、構成したり、生成するグラフィカル インターフェイスを提供します。データシートに示されているピン配置図は、デバイスのピン配置を簡素化するために、主要なペリフェラル機能、内蔵デバイス機能の一部、使用可能なクロック信号を示しています。

ピンの機能の詳細については、「ピンの属性」および「信号の説明」セクションを参照してください。

### 6.1 ピン配置図

- Power
- Reset
- 5-V Tolerant Open-Drain I/O (ODIO)

図 6-1. ピン配置図の色分け

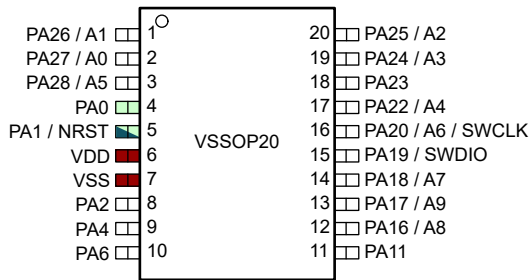


図 6-2. 20 ピン DGS20 (VSSOP) (上面図)

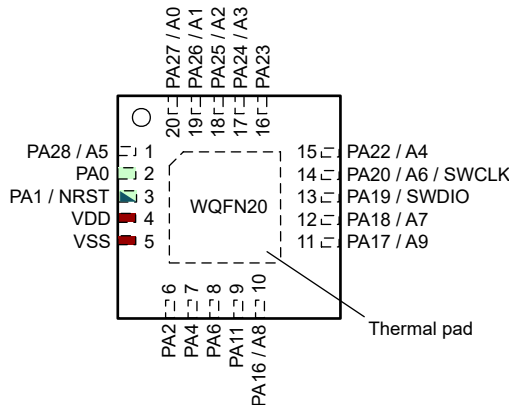


図 6-3. 20 ピン RUK (WQFN) (上面図)

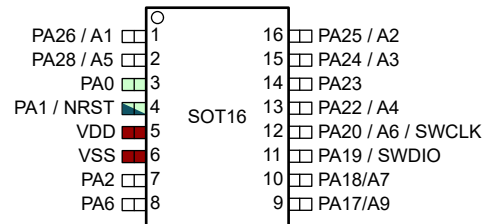


図 6-4. 16 ピン DYY (SOT) (上面図)

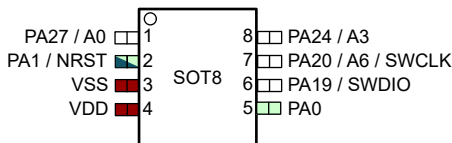


図 6-5. 8 ピン DDF (SOT) (上面図)

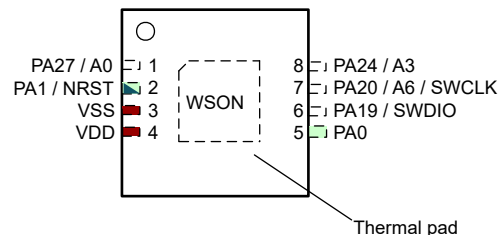


図 6-6. 8 ピン DSG (WSON) (上面図)

## 6.2 ピン属性

次の表に、各デバイス パッケージの各ピンで利用可能な機能を示します。

### 注

デバイス上の各デジタル I/O は、専用のピン制御管理レジスタ (PINCMx) に割り当てられており、ユーザーが PINCM.PF 制御ビットを使って必要なピン機能を設定できます。

デバイス上の各デジタル I/O は、専用のピン制御管理レジスタ (PINCMx) に割り当てられており、ユーザーが PINCM.PF 制御ビットを使って必要なピン機能を設定できます。IOMUX は、IOMUX による 1 つのデジタル機能をピンに同時に接続することのみをサポートしています。IOMUX 以外の管理機能 (アナログ接続など) をピンで使うことを想定している場合、IOMUX の PINCM.PF と PINCM.PC を 0 に設定することをお勧めします。ただし、IOMUX 非管理信号 (アナログ入力など) は、IOMUX 管理対象のデジタル機能がピン上で有効化されると同時に、機能間に競合がない限り、ピン上で有効化できます。この場合、各ピンでイネーブルされる機能間に競合がないことを設計者が確認する必要があります。

表 6-1. IO タイプ別のデジタル IO 機能

| バッファのタイプ              | 反転制御 | 駆動能力制御 | ヒステリシス制御 | プルアップ抵抗 | プルダウン抵抗 | ウェークアップロジック |
|-----------------------|------|--------|----------|---------|---------|-------------|
| SDIO (標準駆動)           | Y    |        |          | Y       | Y       |             |
| ODIO (5V 対応のオープンドレイン) | Y    |        | Y        |         | Y       | Y           |

表 6-2. ピン属性 (DGS20、RUK、DYY、DSG、DDF パッケージ)

| DGS20<br>ピン | RUK<br>ピン | DYY<br>ピン | DSG<br>ピン | DDF<br>ピン | ピン名<br>/IOMUX REG/<br>OMUX ADDR | 信号<br>名   | IOMUX<br>PF   | 信号<br>のタイプ | バッファのタイ<br>プ      |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------|------------|-------------------|
| 5           | 3         | 4         | 2         | 2         | NRST                            | NRST      | (非 IOMUX 1) 0 | リセット       | リセット              |
| 4           | 2         | 3         | 5         | 5         | PA0<br>PINCM1<br>0x40428000     | PA0       | 1             | IO         | ODIO (5V-<br>tol) |
|             |           |           |           |           |                                 | ブープ音      | 2             | O          |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | I2C0_SDA  | 3             | IOD        |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | TIMG8_C0  | 4             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | SPI0_CS1  | 5             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | FCC_IN    | 6             | I          |                   |
| 5           | 3         | 4         | 2         | 2         | PA1<br>PINCM2<br>0x40428004     | TIMA_FAL1 | 7             | I          | ODIO (5V-<br>tol) |
|             |           |           |           |           |                                 | PA1       | 1             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | I2C0_SCL  | 3             | IOD        |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | TIMG8_C1  | 4             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | HFCLKIN   | 5             | I          |                   |
| 8           | 6         | 7         |           |           | PA2<br>PINCM3<br>0x40428008     | TIMA0_C1  | 7             | IO         | SDIO (標準)         |
|             |           |           |           |           |                                 | PA2       | 1             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | TIMG8_C1  | 2             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | SPI0_CS0  | 3             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | TIMA0_C0  | 4             | IO         |                   |
| 9           | 7         |           |           |           | PA4                             | TIMG8_IDX | 7             | I          | SDIO (標準)         |
|             |           |           |           |           |                                 | PA4       | 1             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | TIMA0_C0N | 2             | O          |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | SPI0_POCI | 3             | IO         |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | LFCLKIN   | 4             | I          |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | HFCLKIN   | 5             | I          |                   |
|             |           |           |           |           |                                 | TIMA0_C1N | 7             | O          |                   |

表 6-2. ピン属性 (DGS20、RUK、DYY、DSG、DDF パッケージ) (続き)

| DGS20<br>ピン | RUK<br>ピン | DYY<br>ピン | DSG<br>ピン | DDF<br>ピン | ピン名<br>/IOMUX REG/I<br>OMUX ADDR | 信号<br>名   | IOMUX<br>PF   | 信号<br>のタイプ | バッファのタイ<br>プ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|---------------|------------|--------------|
| 10          | 8         | 8         |           |           | PA6<br>PINCM7<br>0x40428018      | PA6       | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C1 | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_SCLK | 3             | IOD        |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C1  | 4             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C2 | 5             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_CS0  | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA_FAL0 | 7             | I          |              |
| 11          | 9         |           |           |           | PA11                             | PA11      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_SCLK | 3             | IOD        |              |
|             |           |           |           |           |                                  | I2C0_SCL  | 4             | IOD        |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA_FAL0 | 5             | I          |              |
| 12          | 10        |           |           |           | PA16<br>PINCM17<br>0x40428040    | PA16      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C1N | 2             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_POCI | 4             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C0 | 5             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | FCC_IN    | 6             | I          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_8    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 13          | 11        | 9         |           |           | PA17<br>PINCM18<br>0x40428044    | PA17      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_TX  | 2             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_CON | 3             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_SCLK | 4             | IOD        |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C2  | 5             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_CS1  | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C3  | 7             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_9    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 14          | 12        | 10        |           |           | PA18<br>PINCM19<br>0x40428048    | PA18      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_RX  | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_PICO | 3             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C1N | 4             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | CLK_OUT   | 5             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C3  | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C3N | 7             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_7    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 15          | 13        | 11        | 6         | 6         | PA19<br>PINCM20<br>0x4042804c    | PA19      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | SWDIO     | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_SCLK | 3             | IOD        |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_POCI | 4             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C2  | 5             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C0 | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_CTS | 7             | I          |              |

表 6-2. ピン属性 (DGS20、RUK、DYY、DSG、DDF パッケージ) (続き)

| DGS20<br>ピン | RUK<br>ピン | DYY<br>ピン | DSG<br>ピン | DDF<br>ピン | ピン名<br>/IOMUX REG/I<br>OMUX ADDR | 信号<br>名   | IOMUX<br>PF   | 信号<br>のタイプ | バッファのタイ<br>プ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|---------------|------------|--------------|
| 16          | 14        | 12        | 7         | 7         | PA20<br>PINCM21<br>0x40428050    | PA20      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | SWCLK     | 2             | I          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA_FAL1 | 3             | I          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_PICO | 4             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C2N | 5             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C0  | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_RTS | 7             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_6    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 17          | 15        | 13        |           |           | PA22<br>PINCM23<br>0x40428058    | PA22      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_RX  | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_POCI | 3             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_RTS | 4             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | CLK_OUT   | 5             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C1  | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_4    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 18          | 16        | 14        |           |           | PA23<br>PINCM24<br>0x4042805c    | PA23      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_TX  | 2             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_CS3  | 3             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C0 | 4             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_CTS | 5             | I          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C3  | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C1 | 7             | IO         |              |
| 19          | 17        | 15        | 8         | 8         | PA24<br>PINCM25<br>0x40428060    | PA24      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_CS2  | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C1 | 3             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_RTS | 4             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C2 | 5             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C3N | 6             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_RX  | 7             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_3    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 20          | 18        | 16        |           |           | PA25<br>PINCM26<br>0x40428064    | PA25      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C3 | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_TX  | 3             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_PICO | 4             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C1 | 5             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA_FAL2 | 6             | I          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_2    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 1           | 19        | 1         |           |           | PA26<br>PINCM27<br>0x40428068    | PA26      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG8_C0  | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_RX  | 3             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_POCI | 4             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ビープ音      | 5             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG14_C0 | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA_FAL0 | 7             | I          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_1    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |

**表 6-2. ピン属性 (DGS20、RUK、DYY、DSG、DDF パッケージ) (続き)**

| DGS20<br>ピン | RUK<br>ピン | DYY<br>ピン | DSG<br>ピン | DDF<br>ピン | ピン名<br>/IOMUX REG/I<br>OMUX ADDR | 信号<br>名   | IOMUX<br>PF   | 信号<br>のタイプ | バッファのタイ<br>プ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|---------------|------------|--------------|
| 2           | 20        |           | 1         | 1         | PA27<br>PINCM28<br>0x4042806c    | PA27      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG8_C1  | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_CS3  | 3             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C0N | 4             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_TX  | 5             | O          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | SPI0_POCI | 6             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA_FAL2 | 7             | I          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_0    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 3           | 1         | 2         |           |           | PA28<br>PINCM29<br>0x40428070    | PA28      | 1             | IO         | SDIO (標準)    |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMA0_C0  | 2             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | UART0_RX  | 5             | IO         |              |
|             |           |           |           |           |                                  | TIMG8_IDX | 7             | I          |              |
|             |           |           |           |           |                                  | ADC0_5    | (非 IOMUX 1) 0 | A          |              |
| 6           | 4         | 5         | 4         | 4         | VDD                              | VDD       | (非 IOMUX 1) 0 | PWR        | PWR          |
| 7           | 5         | 6         | 3         | 3         | VSS                              | VSS       | (非 IOMUX 1) 0 | PWR        | PWR          |

## 6.3 信号の説明

**表 6-3. A/D コンバータ (ADC) 信号の説明**

| 信号<br>名 | ピン<br>の種類 | 説明                 | DGS20<br>ピン | RUK ピ<br>ン | DYY ピン | DSG ピ<br>ン | DDF ピン |
|---------|-----------|--------------------|-------------|------------|--------|------------|--------|
| ADC0_0  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 0 | 2           | 20         |        | 1          | 1      |
| ADC0_1  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 1 | 1           | 19         | 1      |            |        |
| ADC0_2  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 2 | 20          | 18         | 16     |            |        |
| ADC0_3  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 3 | 19          | 17         | 15     | 8          | 8      |
| ADC0_4  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 4 | 17          | 15         | 13     |            |        |
| ADC0_5  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 5 | 3           | 1          | 2      |            |        |
| ADC0_6  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 6 | 16          | 14         | 12     | 7          | 7      |
| ADC0_7  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 7 | 14          | 12         | 10     |            |        |
| ADC0_8  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 8 | 12          | 10         |        |            |        |
| ADC0_9  | A         | ADC0 アナログ入力チャンネル 9 | 13          | 11         | 9      |            |        |

**表 6-4. クロック モジュール (CKM) 信号の説明**

| 信号<br>名 | ピン<br>の種類 | 説明                         | DGS20<br>ピン | RUK ピ<br>ン | DYY ピン | DSG ピ<br>ン | DDF ピン |
|---------|-----------|----------------------------|-------------|------------|--------|------------|--------|
| CLK_OUT | O         | PMCU の CLK_OUT デジタル クロック出力 | 14、17       | 12、15      | 10、13  |            |        |
| FCC_IN  | I         | 周波数クロック カウンタ (FCC) 入力信号    | 12、4        | 10、2       | 3      | 5          | 5      |
| HFCLKIN | I         | 高周波数デジタル クロック入力信号          | 5、9         | 3、7        | 4      | 2          | 2      |
| LFCLKIN | I         | 低周波数デジタル クロック入力信号          | 9           | 7          |        |            |        |

**表 6-5. 汎用入出力モジュール信号の説明**

| 信号<br>名 | ピン<br>の種類 | 説明               | DGS20<br>ピン | RUK ピ<br>ン | DYY ピン | DSG ピ<br>ン | DDF ピン |
|---------|-----------|------------------|-------------|------------|--------|------------|--------|
| PA0     | IO        | GPIO ポート A 入出力 0 | 4           | 2          | 3      | 5          | 5      |
| PA1     | IO        | GPIO ポート A 入出力 1 | 5           | 3          | 4      | 2          | 2      |

表 6-5. 汎用入出力モジュール信号の説明 (続き)

| 信号名  | ピンの種類 | 説明                | DGS20<br>ピン | RUK ピン | DYY ピン | DSG ピン | DDF ピン |
|------|-------|-------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| PA2  | IO    | GPIO ポート A 入出力 2  | 8           | 6      | 7      |        |        |
| PA4  | IO    | GPIO ポート A 入出力 4  | 9           | 7      |        |        |        |
| PA6  | IO    | GPIO ポート A 入出力 6  | 10          | 8      | 8      |        |        |
| PA11 | IO    | GPIO ポート A 入出力 11 | 11          | 9      |        |        |        |
| PA16 | IO    | GPIO ポート A 入出力 16 | 12          | 10     |        |        |        |
| PA17 | IO    | GPIO ポート A 入出力 17 | 13          | 11     | 9      |        |        |
| PA18 | IO    | GPIO ポート A 入出力 18 | 14          | 12     | 10     |        |        |
| PA19 | IO    | GPIO ポート A 入出力 19 | 15          | 13     | 11     | 6      | 6      |
| PA20 | IO    | GPIO ポート A 入出力 20 | 16          | 14     | 12     | 7      | 7      |
| PA22 | IO    | GPIO ポート A 入出力 22 | 17          | 15     | 13     |        |        |
| PA23 | IO    | GPIO ポート A 入出力 23 | 18          | 16     | 14     |        |        |
| PA24 | IO    | GPIO ポート A 入出力 24 | 19          | 17     | 15     | 8      | 8      |
| PA25 | IO    | GPIO ポート A 入出力 25 | 20          | 18     | 16     |        |        |
| PA26 | IO    | GPIO ポート A 入出力 26 | 1           | 19     | 1      |        |        |
| PA27 | IO    | GPIO ポート A 入出力 27 | 2           | 20     |        | 1      | 1      |
| PA28 | IO    | GPIO ポート A 入出力 28 | 3           | 1      | 2      |        |        |

表 6-6. I2C 信号の説明

| 信号名      | ピンの種類 | 説明                     | DGS20<br>ピン | RUK ピン | DYY ピン | DSG ピン | DDF ピン |
|----------|-------|------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| I2C0_SCL | IOD   | I2C0 シリアル クロック信号 (SCL) | 11、5        | 3、9    | 4      | 2      | 2      |
| I2C0_SDA | IOD   | I2C0 シリアル データ信号 (SDA)  | 4           | 2      | 3      | 5      | 5      |

表 6-7. パワー マネージメント ユニット (PMU) 信号の説明

| 信号名 | ピンの種類 | 説明          | DGS20<br>ピン | RUK ピン | DYY ピン | DSG ピン | DDF ピン |
|-----|-------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| VDD | PWR   | VDD 電源      | 6           | 4      | 5      | 4      | 4      |
| VSS | PWR   | VSS (グラウンド) | 7           | 5      | 6      | 3      | 3      |

表 6-8. シリアル ペリフェラル インターフェイス (SPI) 信号の説明

| 信号名       | ピンの種類 | 説明                      | DGS20<br>ピン    | RUK ピン           | DYY ピン   | DSG ピン | DDF ピン |
|-----------|-------|-------------------------|----------------|------------------|----------|--------|--------|
| SPI0_PICO | IO    | SPI0 ペリフェラル入力コントローラ出力信号 | 14、16、20       | 12、14、18         | 10、12、16 | 7      | 7      |
| SPI0_POCI | IO    | SPI0 ペリフェラル出力コントローラ入力信号 | 1、12、15、17、2、9 | 10、13、15、19、20、7 | 1、11、13  | 1、6    | 1、6    |
| SPI0_SCLK | IOD   | SPI0 シリアル クロック          | 10、11、13、15    | 11、13、8、9        | 11、8、9   | 6      | 6      |
| SPI0_CS0  | IO    | SPI0 チップ セレクト 0 信号      | 10、8           | 6、8              | 7、8      |        |        |
| SPI0_CS1  | IO    | SPI0 チップ セレクト 1 信号      | 13、4           | 11、2             | 3、9      | 5      | 5      |
| SPI0_CS2  | IO    | SPI0 チップ セレクト 2 signal  | 19             | 17               | 15       | 8      | 8      |
| SPI0_CS3  | IO    | SPI0 チップ セレクト 3 信号      | 18、2           | 16、20            | 14       | 1      | 1      |

**表 6-9. シリアル ワイヤ デバッグ (SWD) 信号の説明**

| 信号名   | ピンの種類 | 説明                                  | DGS20<br>ピン | RUK ピン | DYY ピン | DSG ピン | DDF ピン |
|-------|-------|-------------------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| SWCLK | I     | シリアル ワイヤ デバッグ インターフェイス クロック入力信号     | 16          | 14     | 12     | 7      | 7      |
| SWDIO | IO    | シリアル ワイヤ デバッグ インターフェイス データ入力 / 出力信号 | 15          | 13     | 11     | 6      | 6      |

**表 6-10. システム コントローラ (SYSCTL) 信号の説明**

| 信号名  | ピンの種類 | 説明                                                            | DGS20<br>ピン | RUK ピン | DYY ピン | DSG ピン | DDF ピン |
|------|-------|---------------------------------------------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| ビーブ音 | O     | ビーブ音出力                                                        | 1、4         | 19、2   | 1、3    | 5      | 5      |
| NRST | リセット  | アクティブ LOW のリセット信号 (ロジックを high にする必要があります。そうしないと、デバイスを起動できません) | 5           | 3      | 4      | 2      | 2      |

**表 6-11. タイマ (TIMx) 信号の説明**

| 信号名       | ピンの種類 | 説明                         | DGS20<br>ピン | RUK ピン      | DYY ピン     | DSG ピン | DDF ピン |
|-----------|-------|----------------------------|-------------|-------------|------------|--------|--------|
| TIMA0_C0  | IO    | TIMA0 キャプチャ / 比較 0 信号      | 16、3、8      | 1、14、6      | 12、2、7     | 7      | 7      |
| TIMA0_C1  | IO    | TIMA0 キャプチャ / 比較 1 信号      | 10、17、5     | 15、3、8      | 13、4、8     | 2      | 2      |
| TIMA0_C2  | IO    | TIMA0 キャプチャ / 比較 2 信号      | 13、15       | 11、13       | 11、9       | 6      | 6      |
| TIMA0_C3  | IO    | TIMA0 キャプチャ / 比較 3 信号      | 13、14、18    | 11、12、16    | 10、14、9    |        |        |
| TIMA0_C0N | O     | TIMA0 キャプチャ / 比較 0 相補出力    | 13、2、9      | 11、20、7     | 9          | 1      | 1      |
| TIMA0_C1N | O     | TIMA0 キャプチャ / 比較 1 相補出力    | 12、14、9     | 10、12、7     | 10         |        |        |
| TIMA0_C2N | O     | TIMA0 キャプチャ / 比較 2 相補出力    | 16          | 14          | 12         | 7      | 7      |
| TIMA0_C3N | O     | TIMA0 キャプチャ / 比較 3 相補出力    | 14、19       | 12、17       | 10、15      | 8      | 8      |
| TIMA_FAL0 | I     | TIMA フォルト入力 0              | 1、10、11     | 19、8、9      | 1、8        |        |        |
| TIMA_FAL1 | I     | TIMA フォルト入力 1              | 16、4        | 14、2        | 12、3       | 5、7    | 5、7    |
| TIMA_FAL2 | I     | TIMA フォルト入力 2              | 2、20        | 18、20       | 16         | 1      | 1      |
| TIMG8_IDX | I     | TIMG8 直交エンコーダ インデックス パルス信号 | 3、8         | 1、6         | 2、7        |        |        |
| TIMG14_C0 | IO    | TIMG14 キャプチャ / 比較 0 信号     | 1、12、15、18  | 10、13、16、19 | 1、11、14    | 6      | 6      |
| TIMG14_C1 | IO    | TIMG14 キャプチャ / 比較 1 信号     | 10、18、19、20 | 16、17、18、8  | 14、15、16、8 | 8      | 8      |
| TIMG14_C2 | IO    | TIMG14 キャプチャ / 比較 2 信号     | 10、19       | 17、8        | 15、8       | 8      | 8      |
| TIMG14_C3 | IO    | TIMG14 キャプチャ / 比較 3 信号     | 20          | 18          | 16         |        |        |
| TIMG8_C0  | IO    | TIMG8 キャプチャ / 比較 0 信号      | 1、4         | 19、2        | 1、3        | 5      | 5      |
| TIMG8_C1  | IO    | TIMG8 キャプチャ / 比較 1 信号      | 2、5、8       | 20、3、6      | 4、7        | 1、2    | 1、2    |

**表 6-12. ユニバーサル非同期レシーバ / トランスミッタ (UART) 信号の説明**

| 信号名       | ピンの種類 | 説明                   | DGS20<br>ピン | RUK ピン | DYY ピン | DSG ピン | DDF ピン |
|-----------|-------|----------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| UART0_CTS | I     | 信号を送信するための UART0 クリア | 15、18       | 13、16  | 11、14  | 6      | 6      |

表 6-12. ユニバーサル非同期レシーバ / トランスミッタ (UART) 信号の説明 (続き)

| 信号名       | ピンの種類 | 説明               | DGS20<br>ピン          | RUK ピン                | DYY ピン               | DSG ピン | DDF ピン |
|-----------|-------|------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------|--------|
| UART0_RTS | O     | UART0 が信号送信準備完了  | 16、17、<br>19         | 14、15、<br>17          | 12、13、<br>15         | 7、8    | 7、8    |
| UART0_RX  | IO    | UART0 受信信号 (RXD) | 1、14、<br>17、19、<br>3 | 1、12、<br>15、17、<br>19 | 1、10、<br>13、15、<br>2 | 8      | 8      |
| UART0_TX  | O     | UART0 送信信号 (TXD) | 13、18、<br>2、20       | 11、16、<br>18、20       | 14、16、<br>9          | 1      | 1      |

## 6.4 未使用ピンの接続

表 6-13 に、未使用ピンの正しい終端を示します。

表 6-13. 未使用ピンの接続

| ピン <sup>(1)</sup> | 電位   | 備考                                                                                                     |
|-------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PAx               | オープン | 対応するピン機能を GPIO (PINCMx.PF = 0x1) に設定し、未使用のピンが Low を出力するように、または未使用のピンが内部プルアップまたはプルダウン抵抗付き入力になるように構成します。 |
| NRST              | VCC  | NRST はアクティブ Low のリセット信号です。VCC にプルアップしないと、本デバイスは起動できません。詳細については、 <a href="#">セクション 9.1</a> を参照してください。   |

(1) 汎用 I/O と共有されている機能を持つすべての未使用ピンについては、「PAx」未使用ピンの接続ガイドラインに従う必要があります。

## 7 仕様

### 7.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) <sup>(1)</sup>

|                  |                        |                                                                   | 最小値  | 最大値                               | 単位 |
|------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------|----|
| V <sub>DD</sub>  | 電源電圧                   | V <sub>DD</sub> ピンで                                               | -0.3 | 4.1                               | V  |
| V <sub>I</sub>   | 入力電圧                   | すべての 5V 許容オープンドレイン ピンに印加                                          | -0.3 | 5.5                               | V  |
| V <sub>I</sub>   | 入力電圧                   | 任意の通常耐圧ピンに印加                                                      | -0.3 | V <sub>DD</sub> + 0.3<br>(最大 4.1) | V  |
| I <sub>VDD</sub> | V <sub>DD</sub> ピンの電流  | V <sub>DD</sub> ピン (ソース) に流れ込む電流、-40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 90°C    |      | 80                                | mA |
| I <sub>VSS</sub> | V <sub>VSS</sub> ピンの電流 | V <sub>VSS</sub> ピン (シンク) から流れ出る電流、-40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 90°C  |      | 80                                | mA |
| I <sub>VDD</sub> | V <sub>DD</sub> ピンの電流  | V <sub>DD</sub> ピン (ソース) に流れ込む電流、-40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 130°C   |      | 48                                | mA |
| I <sub>VSS</sub> | V <sub>VSS</sub> ピンの電流 | V <sub>VSS</sub> ピン (シンク) から流れ出る電流、-40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 130°C |      | 48                                | mA |
| I <sub>IO</sub>  | SDIO ピンの電流             | SDIO によってシンクまたはソースされる電流                                           |      | 6                                 | mA |
|                  | ODIO ピンの電流             | ODIO ピンによってシンクされる電流                                               |      | 20                                | mA |
| I <sub>D</sub>   | サポートされているダイオード電流       | PA24 を除くすべてのデバイス ピンのダイオード電流                                       |      | ±2 <sup>(3)</sup>                 | mA |
| T <sub>stg</sub> |                        | 保存温度 <sup>(2)</sup>                                               | -40  | 150                               | °C |

- (1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを意味するものではありません。絶対最大定格の範囲内であっても推奨動作時条件の範囲外で使用情况した場合、本デバイスは完全には機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を短縮する可能性があります。
- (2) ボード製造時の半田付けでは、現在の JEDEC J-STD-020 仕様に従い、ピークリフロー温度が梱包箱またはリール上のデバイス ラベルに記載されている分類を超えなければ、より高い温度になってもかまいません。
- (3) オープンドレイン IO である PA0 および PA1 にはハイサイド クランプがなく、PA24 にはテスト用の内部接続があるため、これらのピンへの注入電流は許容されません。

### 7.2 ESD 定格

|                    |      |                                                    | 値     | 単位 |
|--------------------|------|----------------------------------------------------|-------|----|
| V <sub>(ESD)</sub> | 静電放電 | 人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 に準拠、すべてのピン <sup>(1)</sup> | ±2000 | V  |
| V <sub>(ESD)</sub> | 静電放電 | デバイス帯電モデル (CDM)、pAEC Q100-011 に準拠、すべてのピン           | ±500  | V  |
| V <sub>(ESD)</sub> | 静電放電 | デバイス帯電モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠、コーナー ピン            | ±750  | V  |

- (1) AEC Q100-002 は、HBM ストレス試験を ANSI / ESDA / JEDEC JS-001 仕様に従って実施しなければならないと規定しています。

### 7.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

|                   |                                                                 | 最小値  | 公称値 | 最大値 | 単位  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|------|-----|-----|-----|
| V <sub>DD</sub>   | 電源電圧                                                            | 1.62 |     | 3.6 | V   |
| C <sub>VDD</sub>  | V <sub>DD</sub> と V <sub>VSS</sub> の間に配置されたコンデンサ <sup>(1)</sup> |      | 10  |     | μF  |
| T <sub>A</sub>    | 周辺温度                                                            | -40  |     | 125 | °C  |
| T <sub>J</sub>    | 最大接合部温度                                                         |      |     | 130 | °C  |
| f <sub>MCLK</sub> | MCLK、CPUCLK、ULPCLK 周波数、0 フラッシュ待機状態 <sup>(2)</sup>               |      |     | 24  | MHz |

- (1) C<sub>VDD</sub> は、V<sub>DD</sub>/V<sub>VSS</sub> 間に、デバイスのピンにできる限り近づけて接続します。C<sub>VDD</sub> には、容量値の誤差が ±20% までの精度の低 ESR コンデンサを使う必要があります。

(2) 待機状態はシステム コントローラ (SYSCTL) によって自動的に管理されるため、アプリケーション ソフトウェアで設定する必要はありません。

## 7.4 熱に関する情報

| 熱評価基準 <sup>(1)</sup>  |                     | パッケージ            | 値     | 単位   |
|-----------------------|---------------------|------------------|-------|------|
| R <sub>θJA</sub>      | 接合部から周囲への熱抵抗        | VSSOP-20 (DGS20) | 91.3  | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 接合部からケース (上面) への熱抵抗 |                  | 29.3  | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 接合部から基板への熱抵抗        |                  | 48.3  | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub>       | 接合部から上面への特性パラメータ    |                  | 0.7   | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub>       | 接合部から基板への特性パラメータ    |                  | 47.9  | °C/W |
| R <sub>θJC(bot)</sub> | 接合部からケース (底面) への熱抵抗 |                  | 該当なし  | °C/W |
| R <sub>θJA</sub>      | 接合部から周囲への熱抵抗        | WQFN-20 (RUK)    | 52.9  | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 接合部からケース (上面) への熱抵抗 |                  | 55.5  | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 接合部から基板への熱抵抗        |                  | 26.4  | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub>       | 接合部から上面への特性パラメータ    |                  | 2.1   | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub>       | 接合部から基板への特性パラメータ    |                  | 26.4  | °C/W |
| R <sub>θJC(bot)</sub> | 接合部からケース (底面) への熱抵抗 |                  | 12.0  | °C/W |
| R <sub>θJA</sub>      | 接合部から周囲への熱抵抗        | SOT-16 (DYY)     | 117.1 | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 接合部からケース (上面) への熱抵抗 |                  | 54.5  | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 接合部から基板への熱抵抗        |                  | 54.6  | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub>       | 接合部から上面への特性パラメータ    |                  | 3.0   | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub>       | 接合部から基板への特性パラメータ    |                  | 54.5  | °C/W |
| R <sub>θJC(bot)</sub> | 接合部からケース (底面) への熱抵抗 |                  | 該当なし  | °C/W |
| R <sub>θJA</sub>      | 接合部から周囲への熱抵抗        | SOT-8 (DDF)      | 142.3 | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 接合部からケース (上面) への熱抵抗 |                  | 65.7  | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 接合部から基板への熱抵抗        |                  | 62.7  | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub>       | 接合部から上面への特性パラメータ    |                  | 3.2   | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub>       | 接合部から基板への特性パラメータ    |                  | 62.5  | °C/W |
| R <sub>θJC(bot)</sub> | 接合部からケース (底面) への熱抵抗 |                  | 該当なし  | °C/W |
| R <sub>θJA</sub>      | 接合部から周囲への熱抵抗        | WSO8-8 (DSG)     | 70.7  | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 接合部からケース (上面) への熱抵抗 |                  | 85.6  | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 接合部から基板への熱抵抗        |                  | 37.5  | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub>       | 接合部から上面への特性パラメータ    |                  | 2.7   | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub>       | 接合部から基板への特性パラメータ    |                  | 37.5  | °C/W |
| R <sub>θJC(bot)</sub> | 接合部からケース (底面) への熱抵抗 |                  | 12.8  | °C/W |

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション レポートを参照してください。

## 7.5 電源電流特性

### 7.5.1 RUN/SLEEP モード

VDD = 3.3V。すべての入力は、0V または VDD に接続されています。出力は、電流のソースまたはシンクを行いません。すべてのペリフェラルはディセーブルです。

| パラメータ   | MCLK | -40℃    |         | 25℃     |         | 85℃     |         | 125℃    |         | 単位 |
|---------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
|         |      | 標準<br>値 | 最大<br>値 | 標準<br>値 | 最大<br>値 | 標準<br>値 | 最大<br>値 | 標準<br>値 | 最大<br>値 |    |
| RUN モード |      |         |         |         |         |         |         |         |         |    |

## 7.5.1 RUN/SLEEP モード (続き)

VDD = 3.3V。すべての入力、0V または VDD に接続されています。出力は、電流のソースまたはシンクを行いません。すべてのペリフェラルはディセーブルです。

| パラメータ                       |                                | MCLK  | -40°C |      | 25°C |      | 85°C |      | 125°C |      | 単位     |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|
|                             |                                |       | 標準値   | 最大値  | 標準値  | 最大値  | 標準値  | 最大値  | 標準値   | 最大値  |        |
| IDD <sub>RUN</sub>          | MCLK=SYSOSC、While(1)、フラッシュから実行 | 24MHz | 2.1   | 2.2  | 2.1  | 2.4  | 2.1  | 2.4  | 2.2   | 2.5  | mA     |
| IDD <sub>RUN</sub> 、MHz あたり | MCLK=SYSOSC、While(1)、フラッシュから実行 | 24MHz | 86    | 92   | 87   | 98   | 87   | 100  | 92    | 102  | μA/MHz |
| <b>SLEEP モード</b>            |                                |       |       |      |      |      |      |      |       |      |        |
| IDD <sub>SLEEP</sub>        | MCLK=SYSOSC、CPU 停止             | 24MHz | 1115  | 1256 | 1132 | 1268 | 1149 | 1380 | 1214  | 1370 | μA     |
| IDD <sub>SLEEP</sub>        | MCLK=SYSOSC、CPU 停止             | 24MHz | 46    | 52   | 47   | 53   | 48   | 58   | 51    | 57   | μA/MHz |

## 7.5.2 STOP/STANDBY モード

特に記述のない限り、VDD=3.3V。すべての入力、0V または VDD に接続されています。出力は、電流のソースまたはシンクを行いません。特に記述のないすべてのペリフェラルはディセーブルです。

| パラメータ       |                                           | ULPCLK | -40℃ |     | 25℃ |     | 85℃  |      | 125℃ |     | 単位 |
|-------------|-------------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|----|
|             |                                           |        | 標準値  | 最大値 | 標準値 | 最大値 | 標準値  | 最大値  | 標準値  | 最大値 |    |
| STOP モード    |                                           |        |      |     |     |     |      |      |      |     |    |
| IDD_STOP0   | SYSOSC = 24MHz、DISABLESTOP=0              | 4MHz   | 598  | 680 | 609 | 685 | 622  | 750  | 662  | 775 | μA |
| IDD_STOP2   | SYSOSC オフ、DISABLESTOP=1、ULPCLK=LFCLK      | 32kHz  | 305  | 343 | 311 | 346 | 324  | 359  | 364  | 430 |    |
| STANDBY モード |                                           |        |      |     |     |     |      |      |      |     |    |
| IDD_STBY0   | STOPCLKSTBY = 0、TIMG8、TIMG14、TIMA0 がイネーブル | 32kHz  | 3.8  | 8.3 | 5.1 | 14  | 17.8 | 35.4 | 57.4 | 93  | μA |
| IDD_STBY1   | STOPCLKSTBY = 1、TIMG8、TIMG14、TIMA0 がイネーブル |        | 3.4  | 8.5 | 5.1 | 14  | 17.5 | 35.1 | 57   | 93  |    |
|             | STOPCLKSTBY=1、GPIOA イネーブル                 |        | 3.4  | 8.5 | 5.0 | 14  | 17.5 | 35.2 | 57   | 93  |    |

## 7.5.3 SHUTDOWN モード

すべての入力、0V または VDD に接続されています。出力は、電流のソースまたはシンクを行いません。コアレギュレータはパワーダウンされています。

| パラメータ               |                   | VDD  | -40°C |     | 25°C |     | 85°C |     | 125°C |      | 単位 |
|---------------------|-------------------|------|-------|-----|------|-----|------|-----|-------|------|----|
|                     |                   |      | 標準値   | 最大値 | 標準値  | 最大値 | 標準値  | 最大値 | 標準値   | 最大値  |    |
| IDD <sub>SHDN</sub> | SHUTDOWN モードの電源電流 | 3.3V | 140   | 320 | 200  | 350 | 428  | 932 | 1933  | 4680 | nA |

## 7.6 電源シーケンス

### 7.6.1 電源ランブ

図 7-1 に、パワーアップ / パワーダウン時の POR-、POR+、BOR0-、BOR0+ の関係を示します。

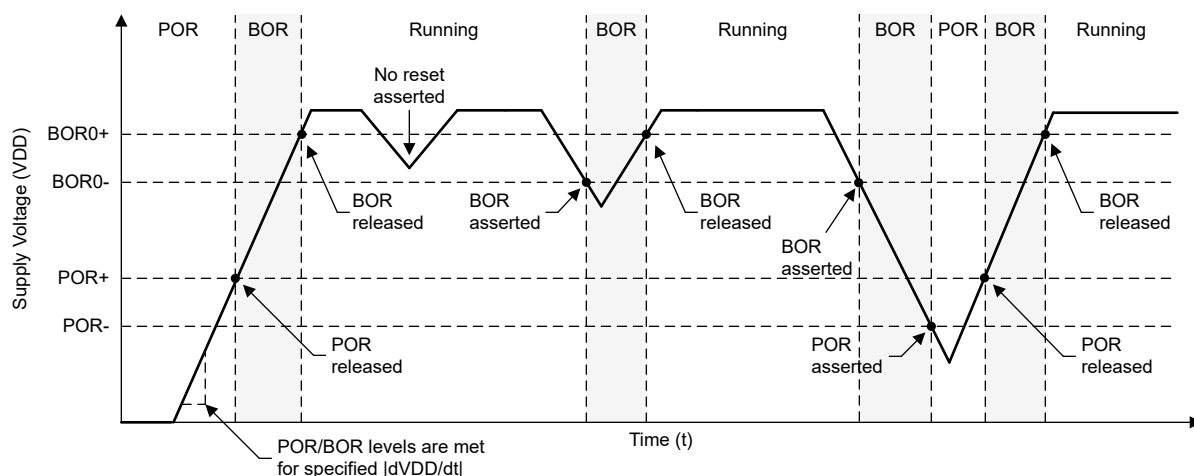


図 7-1. パワー サイクルの POR/BOR 条件

## 7.6.2 POR と BOR

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ                    |                                | テスト条件                                | 最小値  | 標準値   | 最大値  | 単位         |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------|-------|------|------------|
| dVDD/dt                  | VDD (電源電圧) のスルーレート             | 立ち上がり                                |      |       | 0.1  | V/ $\mu$ s |
|                          |                                | 立ち下がり (1)                            |      |       | 0.01 |            |
|                          |                                | 立ち下がり、STANDBY                        |      |       | 0.1  | V/ms       |
| V <sub>POR+</sub>        | パワーオンリセット電圧レベル                 | 立ち上がり                                | 0.92 | 1.284 | 1.59 | V          |
| V <sub>POR-</sub>        |                                | 立ち下がり                                | 0.87 | 1.236 | 1.54 | V          |
| V <sub>HYS, POR</sub>    | POR ヒステリシス                     |                                      | 16   | 47    | 80   | mV         |
| V <sub>BOR0+, COLD</sub> | ブラウンアウトリセット電圧レベル 0 (デフォルトのレベル) | -40°C ≤ Ta ≤ 25°C<br>コールド スタート、立ち上がり | 1.50 | 1.56  | 1.63 | V          |
|                          |                                | 25°C ≤ Ta ≤ 125°C<br>コールド スタート、立ち上がり | 1.51 | 1.58  | 1.65 |            |
| V <sub>BOR0+</sub>       |                                | 立ち上がり (1)                            | 1.57 | 1.59  | 1.61 |            |
| V <sub>BOR0-</sub>       |                                | 立ち下がり (1)                            | 1.56 | 1.57  | 1.60 |            |
| V <sub>BOR0, STBY</sub>  | ブラウンアウトリセット電圧レベル 0 (デフォルトのレベル) | STANDBY モード                          | 1.52 | 1.57  | 1.60 | V          |
| V <sub>BOR1+</sub>       | ブラウンアウトリセット電圧レベル 1             | 立ち上がり (1)                            | 2.15 | 2.17  | 2.23 | V          |
| V <sub>BOR1-</sub>       |                                | 立ち下がり (1)                            | 2.11 | 2.14  | 2.19 |            |
| V <sub>BOR1, STBY</sub>  | ブラウンアウトリセット電圧レベル 1             | STANDBY モード                          | 2.07 | 2.14  | 2.19 | V          |
| V <sub>BOR2+</sub>       | ブラウンアウトリセット電圧レベル 2             | 立ち上がり (1)                            | 2.74 | 2.77  | 2.83 | V          |
| V <sub>BOR2-</sub>       |                                | 立ち下がり (1)                            | 2.71 | 2.73  | 2.80 |            |
| V <sub>BOR2, STBY</sub>  | ブラウンアウトリセット電圧レベル 2             | STANDBY モード                          | 2.67 | 2.73  | 2.80 | V          |
| V <sub>BOR3+</sub>       | ブラウンアウトリセット電圧レベル 3             | 立ち上がり (1)                            | 2.88 | 2.96  | 3.04 | V          |
| V <sub>BOR3-</sub>       |                                | 立ち下がり (1)                            | 2.85 | 2.93  | 3.01 |            |
| V <sub>BOR3, STBY</sub>  | ブラウンアウトリセット電圧レベル 3             | STANDBY モード                          | 2.83 | 2.92  | 3.00 | V          |
| V <sub>HYS, BOR</sub>    | ブラウンアウトリセットのヒステリシス             | レベル 0                                |      | 14    | 18   | mV         |
|                          |                                | レベル 1 ~ 3                            |      | 34    | 41   |            |

## 7.6.2 POR と BOR (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ                |          | テスト条件              | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位 |
|----------------------|----------|--------------------|-----|-----|-----|----|
| T <sub>PD, BOR</sub> | BOR 伝搬遅延 | RUN/SLEEP/STOP モード |     |     | 10  | us |
|                      |          | STANDBY モード        |     |     | 100 | us |

(1) デバイスは RUN、SLEEP、STOP モードで動作しています。

## 7.7 フラッシュ メモリ の 特性

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ                        |                                        | テスト条件                                      | 最小値  | 標準値 | 最大値 | 単位       |
|------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|------|-----|-----|----------|
| <b>電源</b>                    |                                        |                                            |      |     |     |          |
| VDD <sub>PGM/ERASE</sub>     | 書き込みと消去の電源電圧                           |                                            | 1.62 |     | 3.6 | V        |
| IDDERASE                     | 消去動作中の VDD からの電源電流                     | 電源電流の差分                                    |      |     | 10  | mA       |
| IDDPGM                       | 書き込み動作中の VDD からの電源電流                   | 電源電流の差分                                    |      |     | 10  | mA       |
| <b>耐久性</b>                   |                                        |                                            |      |     |     |          |
| NWEC (HI_ENDURANCE)          | 選択された 32 セクタのフラッシュに対する消去 / 書き込みサイクル耐久性 |                                            | 100  |     |     | k サイクル   |
| NE(MAX)                      | 故障に至るまでの全消去動作回数 (1)                    |                                            | 802  |     |     | k 回の消去動作 |
| NW(MAX)                      | セクタが消去されるまでのワード線あたりの書き込み動作回数 (2)       |                                            |      |     | 83  | 書き込み動作   |
| <b>保持</b>                    |                                        |                                            |      |     |     |          |
| t <sub>RET_85</sub>          | フラッシュ メモリのデータ保持                        | -40°C ≤ T <sub>j</sub> ≤ 85°C              | 60   |     |     | 年        |
| t <sub>RET_105</sub>         | フラッシュ メモリのデータ保持                        | -40°C ≤ T <sub>j</sub> ≤ 105°C             | 11.4 |     |     | 年        |
| <b>書き込みと消去のタイミング</b>         |                                        |                                            |      |     |     |          |
| t <sub>PROG</sub> (WORD, 64) | フラッシュ ワードの書き込み時間 (3)                   |                                            |      | 50  | 275 | μs       |
| t <sub>PROG</sub> (SEC, 64)  | 1KB セクタの書き込み時間 (4)                     |                                            |      | 6.4 |     | ms       |
| t <sub>ERASE</sub> (SEC)     | セクタの消去時間                               | 2k 以下の消去 / 書き込みサイクル、T <sub>j</sub> ≥ 25°C  |      | 4   | 20  | ms       |
| t <sub>ERASE</sub> (SEC)     | セクタの消去時間                               | 10k 以下の消去 / 書き込みサイクル、T <sub>j</sub> ≥ 25°C |      | 20  | 150 | ms       |
| t <sub>ERASE</sub> (SEC)     | セクタの消去時間                               | 10k 未満の消去 / 書き込みサイクル                       |      | 20  | 200 | ms       |
| t <sub>ERASE</sub> (BANK)    | バンクの消去時間                               | 10k 未満の消去 / 書き込みサイクル                       |      | 22  | 220 | ms       |

- (1) 故障に至るまでにフラッシュによってサポートされる消去動作の累積回数。セクタ消去またはバンク消去動作は、1 回の消去動作と見なします。
- (2) ワード線を消去するまでに、許容されるワード線あたりの書き込み動作の最大回数。同じワード線への追加書き込みが必要な場合、ワード線あたりの書き込み動作の最大回数に達すると、セクタ消去が必要です。
- (3) 書き込み時間は、書き込みコマンドがトリガされてから、フラッシュ コントローラでコマンド完了割り込みフラグがセットされるまでの時間として定義されます。
- (4) セクタ書き込み時間は、最初のワード書き込みコマンドがトリガされてから、最後のワード書き込みコマンドが完了し、フラッシュ コントローラで割り込みフラグがセットされるまでの時間として定義されます。この時間には、セクタの書き込み中にソフトウェアが (最初のフラッシュ ワードの後に) 各フラッシュ ワードをフラッシュ コントローラに読み込むために必要な時間が含まれます。

## 7.8 タイミング特性

VDD=3.3V、T<sub>a</sub>=25°C (特に記述のない限り)

| パラメータ                     |                                                          | テスト条件         | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位 |
|---------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|-----|-----|-----|----|
| <b>ウェークアップ タイミング</b>      |                                                          |               |     |     |     |    |
| t <sub>WAKE, SLEEP</sub>  | SLEEP0 から RUN までのウェークアップ時間 <sup>(1)</sup>                |               |     | 2.9 |     | us |
| t <sub>WAKE, SLEEP</sub>  | SLEEP1 から RUN までのウェークアップ時間 <sup>(1)</sup>                |               |     | 3.3 |     | us |
| t <sub>WAKE, SLEEP</sub>  | SLEEP2 から RUN までのウェークアップ時間 <sup>(1)</sup>                |               |     | 4.1 |     | us |
| t <sub>WAKE, STOP</sub>   | STOP0 から RUN までのウェークアップ時間 (SYSOSC イネーブル) <sup>(1)</sup>  |               |     | 14  |     | us |
|                           | STOP2 から RUN までのウェークアップ時間 (SYSOSC ディセーブル) <sup>(1)</sup> |               |     | 15  |     | us |
| t <sub>WAKE, STBY</sub>   | STANDBY から RUN までのウェークアップ時間 <sup>(1)</sup>               |               |     | 20  |     | us |
| t <sub>WAKE, STBY</sub>   | STANDBY0 から RUN までのウェークアップ時間 <sup>(1)</sup>              |               |     | 19  |     | us |
| t <sub>WAKE, STBY</sub>   | STANDBY1 から RUN までのウェークアップ時間 <sup>(1)</sup>              |               |     | 19  |     | us |
| t <sub>WAKE, SHDN</sub>   | SHUTDOWN から RUN までのウェークアップ時間 <sup>(1)</sup>              |               |     | 112 |     | us |
| <b>非同期高速クロック要求タイミング</b>   |                                                          |               |     |     |     |    |
| t <sub>DELAY</sub>        | 非同期要求のエッジから最初の 24MHz MCLK エッジまでの遅延時間                     | モードは SLEEP1   |     | 0.4 |     | us |
| t <sub>DELAY</sub>        | 非同期要求のエッジから最初の 24MHz MCLK エッジまでの遅延時間                     | モードは SLEEP2   |     | 1.2 |     | us |
| t <sub>DELAY</sub>        | 非同期要求のエッジから最初の 24MHz MCLK エッジまでの遅延時間                     | モードは STOP0    |     | 0.1 |     | us |
| t <sub>DELAY</sub>        | 非同期要求のエッジから最初の 24MHz MCLK エッジまでの遅延時間                     | モードは STOP2    |     | 1.2 |     | us |
| t <sub>DELAY</sub>        | 非同期要求のエッジから最初の 24MHz MCLK エッジまでの遅延時間                     | モードは STANDBY0 |     | 4.9 |     | us |
| t <sub>DELAY</sub>        | 非同期要求のエッジから最初の 24MHz MCLK エッジまでの遅延時間                     | モードは STANDBY1 |     | 5.0 |     | us |
| <b>スタートアップ タイミング</b>      |                                                          |               |     |     |     |    |
| t <sub>START, RESET</sub> | リセット / パワーアップからのデバイスのコールド スタートアップ時間 <sup>(2)</sup>       |               |     | 210 |     | us |
| <b>NRST のタイミング</b>        |                                                          |               |     |     |     |    |
| t <sub>RST, BOOTRST</sub> | BOOTRST を生成するための NRST ピンのパルス長                            | ULPCLK≥4MHz   |     | 2   |     | us |
|                           |                                                          | ULPCLK=32kHz  |     | 100 |     | us |
| t <sub>RST, POR</sub>     | POR を生成するための NRST ピンのパルス長                                |               |     | 1   |     | s  |

(1) ウェークアップ時間は、グリッチ フィルタがディセーブル (FILTEREN=0x0) の条件で、外部ウェークアップ信号のエッジ (GPIO ウェークアップ イベント) から、ユーザー プログラムの最初の命令が実行されるまでの時間として測定されます。

(2) 起動時間は、VDD が V<sub>BOR0+</sub> と交差 (コールド スタートアップ) した時刻から、ユーザー プログラムの最初の命令が実行された時刻までの時間として測定されます。

## 7.9 クロック仕様

## 7.9.1 システム発振器 (SYSOSC)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ                       | テスト条件                                                        | 最小値                                                            | 標準値 | 最大値 | 単位         |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|-----|------------|
| f <sub>SYSOSC</sub>         | 出荷時に調整された SYSOSC 周波数                                         | SYSOSCCFG.FREQ=00 (ベース)                                        |     |     | 24 MHz     |
| f <sub>SYSOSC</sub>         | 内部 ROSC 抵抗使用、周波数補正ループ (FCL) イネーブル時の SYSOSC 周波数精度 (1) (2) (3) | SETUSEFCL=1, T <sub>a</sub> = 25°C                             |     |     | -1.2 1.2   |
|                             |                                                              | SETUSEFCL=1, 0°C ≤ T <sub>a</sub> ≤ 85°C                       |     |     | -1.6 1.4   |
|                             |                                                              | SETUSEFCL=1, -40°C ≤ T <sub>a</sub> ≤ 125°C                    |     |     | -2 1.4     |
| f <sub>SYSOSC</sub>         | 周波数補正ループ (FCL) がディセーブルのときの SYSOSC 精度、24MHz                   | SETUSEFCL=0, SYSOSCCFG.FREQ=00, -40°C ≤ T <sub>a</sub> ≤ 125°C |     |     | -2.5 2.5 % |
| t <sub>settle, SYSOSC</sub> | 目標精度に達するまでのセトリング タイム                                         | SETUSEFCL=1                                                    |     |     | 30 us      |

- (1) SYSOSC の周波数補正ループ (FCL) を使うと、内部リファレンス抵抗によって SYSOSC の精度を高めることができます。SYSOSC 精度の計算方法の詳細については、テクニカル リファレンス マニュアルの「SYSOSC」のセクションを参照してください。
- (2) SYSOSC の精度は、デフォルトの電源オン状態で、MCLK = SYSOSC、かつ CPU が while(1) ループを実行しているときに測定されます。
- (3) SYSOSC は、外部の 1ms パルスを測定トリガとして使用し、内部の FCC カウンタで測定されます。

## 7.9.2 低周波数発振器 (LFOSC)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ                     | テスト条件           | 最小値                            | 標準値 | 最大値 | 単位     |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------|-----|-----|--------|
| f <sub>LFOSC</sub>        | LFOSC 周波数       | 32768                          |     |     | Hz     |
| f <sub>LFOSC</sub>        | LFOSC 精度        | -40°C ≤ T <sub>a</sub> ≤ 125°C |     |     | -5 5 % |
| f <sub>LFOSC</sub>        | LFOSC 精度        | -40°C ≤ T <sub>a</sub> ≤ 85°C  |     |     | -3 3 % |
| I <sub>LFOSC</sub>        | LFOSC 消費電流      | 300                            |     |     | nA     |
| t <sub>start, LFOSC</sub> | LFOSC スタートアップ時間 | 1.7                            |     |     | ms     |

## 7.10 デジタル IO

### 7.10.1 電気的特性

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。

| パラメータ            | テスト条件            | 最小値                      | 標準値         | 最大値             | 単位 |
|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-----------------|----|
| V <sub>IH</sub>  | High レベル入力電圧     | ODIO (1)                 | VDD ≥ 1.62V | 0.7*VDD         | V  |
|                  |                  | ODIO (1)                 | VDD ≥ 2.7V  | 2               |    |
|                  |                  | すべての I/O (ODIO とリセットを除く) | VDD ≥ 1.62V | 0.7*VDD VDD+0.3 |    |
| V <sub>IL</sub>  | Low レベル入力電圧      | ODIO                     | VDD ≥ 1.62V | -0.3            | V  |
|                  |                  | ODIO                     | VDD ≥ 2.7V  | -0.3            |    |
|                  |                  | すべての I/O (ODIO とリセットを除く) | VDD ≥ 1.62V | -0.3 0.3*VDD    |    |
| V <sub>HYS</sub> | ヒステリシス           | ODIO                     |             | 0.05*VDD        | V  |
|                  |                  | すべての I/O (ODIO を除く)      |             | 0.1*VDD         |    |
| I <sub>lkg</sub> | ハイ インピーダンスのリーク電流 | SDIO (2)(3)              | VDD = 3V    | 50              | nA |
| R <sub>PU</sub>  | プルアップ抵抗          | すべての I/O (ODIO を除く)      | VIN = VSS   | 40              | kΩ |

## 7.10.1 電気的特性 (続き)

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。

| パラメータ           |              | テスト条件 |                                                                                                            | 最小値      | 標準値 | 最大値 | 単位 |
|-----------------|--------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|-----|----|
| R <sub>PD</sub> | プルダウン抵抗      |       | VIN = VDD                                                                                                  | 40       |     |     | kΩ |
| C <sub>I</sub>  | 入力容量         |       | VDD = 3.3V                                                                                                 | 5        |     |     | pF |
| V <sub>OH</sub> | High レベル出力電圧 | SDIO  | VDD ≥ 2.7V、 IIO 、max=6mA<br>VDD ≥ 1.71V、 IIO 、max=2mA<br>VDD ≥ 1.62V、 IIO 、max=1.5mA<br>-40°C ≤ Ta ≤ 25°C  | VDD-0.4  |     |     | V  |
|                 |              |       | VDD ≥ 2.7V、 IIO 、max=6mA<br>VDD ≥ 1.71V、 IIO 、max=2mA<br>VDD ≥ 1.62V、 IIO 、max=1.5mA<br>-40°C ≤ Ta ≤ 125°C | VDD-0.45 |     |     |    |
| V <sub>OL</sub> | Low レベル出力電圧  | SDIO  | VDD ≥ 2.7V、 IIO 、max=6mA<br>VDD ≥ 1.71V、 IIO 、max=2mA<br>VDD ≥ 1.62V、 IIO 、max=1.5mA<br>-40°C ≤ Ta ≤ 25°C  | 0.4      |     |     | V  |
|                 |              |       | VDD ≥ 2.7V、 IIO 、max=6mA<br>VDD ≥ 1.71V、 IIO 、max=2mA<br>VDD ≥ 1.62V、 IIO 、max=1.5mA<br>-40°C ≤ Ta ≤ 125°C | 0.45     |     |     |    |
|                 | Low レベル出力電圧  | ODIO  | VDD ≥ 2.7V、IOL,max=8mA<br>VDD ≥ 1.71V、IOL、max=4mA<br>-40°C ≤ Ta ≤ 25°C                                     | 0.4      |     |     |    |
|                 |              |       | VDD ≥ 2.7V、IOL,max=8mA<br>VDD ≥ 1.71V、IOL、max=4mA<br>-40°C ≤ Ta ≤ 125°C                                    | 0.45     |     |     |    |

- (1) I/O タイプ: ODIO = 5V 許容オープンドレイン、SDIO = 標準駆動
- (2) リーク電流は、対応するピンに VSS または VDD を印加して計測されます (特に記述のない限り)。
- (3) デジタル ポート ピンのリーク電流は個別に計測されます。ポート ピンは入力として選択され、プルアップ / プルダウン抵抗は無効化されています。

## 7.10.2 スイッチング特性

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。

| パラメータ      |                   | テスト条件    |                                     | 最小値        | 標準値 | 最大値 | 単位  |
|------------|-------------------|----------|-------------------------------------|------------|-----|-----|-----|
| $f_{max}$  | ポート出力周波数          | SDIO (1) | VDD ≥ 1.71V, CL = 20pF              |            |     | 24  | MHz |
|            |                   | ODIO     | VDD ≥ 1.71V, FM*, CL = 20pF ~ 100pF |            |     | 1   |     |
| $t_r, t_f$ | 出力立ち上がり / 立ち下がり時間 | SDIO     | VDD ≥ 1.71V, CL = 20pF              |            |     | 3.5 | ns  |
|            |                   |          | VDD ≥ 2.7V, CL = 20pF               |            |     | 6.6 |     |
| $t_f$      | 出力立ち下がり時間         | ODIO     | VDD ≥ 1.71V, FM*, CL = 20pF ~ 100pF | 20*VDD/5.5 |     | 120 | ns  |

- (1) I/O タイプ: ODIO = 5V 許容オープンドレイン、SDIO = 標準駆動

## 7.11 ADC

### 7.11.1 電気的特性

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。すべての代表値は 25°C で測定されており、すべての精度パラメータは 12 ビット分解能モードを使用して測定されています (特に記述のない限り)。

| パラメータ         |                 | テスト条件                              | 最小値 | 標準値  | 最大値 | 単位 |
|---------------|-----------------|------------------------------------|-----|------|-----|----|
| $V_{IN(ADC)}$ | アナログ入力電圧範囲(1)   | すべての ADC アナログ入力ピンに適用されます           | 0   |      | VDD | V  |
| $V_{R+}$      | 正の ADC リファレンス電圧 | VDD から供給される $V_{R+}$               |     | VDD  |     | V  |
|               |                 | 内部リファレンス電圧 (VREF) から供給される $V_{R+}$ |     | VREF |     | V  |

### 7.11.1 電気的特性 (続き)

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。すべての代表値は 25°C で測定されており、すべての精度パラメータは 12 ビット分解能モードを使用して測定されています (特に記述のない限り)。

| パラメータ                  |                                  | テスト条件                                                                                          | 最小値  | 標準値  | 最大値   | 単位            |
|------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|---------------|
| $V_R$                  | 負の ADC リファレンス電圧                  |                                                                                                |      | 0    |       | V             |
| $F_S$                  | ADC サンプリング周波数                    | RES = 0x0 (12 ビット モード)、VDD リファレンス                                                              |      |      | 1.5   | MSPS          |
|                        |                                  | RES = 0x1 (10 ビット モード)、VDD リファレンス                                                              |      |      | 1.7   |               |
|                        |                                  | RES = 0x2 (8 ビット モード)、VDD リファレンス                                                               |      |      | 2     |               |
| $F_S$                  | ADC サンプリング周波数                    | RES = 0x0 (12 ビット モード)、内部リファレンス                                                                |      |      | 0.866 | MSPS          |
|                        |                                  | RES = 0x1 (10 ビット モード)、内部リファレンス                                                                |      |      | 1     |               |
|                        |                                  | RES = 0x2 (8 ビット モード)、内部リファレンス                                                                 |      |      | 1.2   |               |
| $I_{(ADC)}$            | VDD 端子に流れ込む動作電源電流 <sup>(2)</sup> | $F_S = 1.5\text{MSPS}$ , $V_{R+} = VDD$                                                        |      | 200  | 220   | $\mu\text{A}$ |
|                        |                                  | $F_S = 0.856\text{MSPS}$ , $V_{R+} = VREF = 2.5\text{V}$ (VREF 消費電力を含む)                        |      | 220  | 250   |               |
| $C_{S/H}$              | ADC サンプル ホールド容量                  |                                                                                                |      | 0.22 |       | pF            |
| $R_{in}$               | ADC スイッチ抵抗                       |                                                                                                |      | 25   |       | k $\Omega$    |
| ENOB                   | 有効ビット数                           | VDD リファレンス <sup>(3)</sup>                                                                      | 9.3  | 10.4 |       | ビット           |
|                        |                                  | オーバー サンプリング機能付きの VDD リファレンス                                                                    |      | 12.2 |       |               |
|                        |                                  | 内部リファレンス電圧, $V_{R+} = VREF = 2.5\text{V}$                                                      | 9.4  | 9.8  |       |               |
| SNR                    | 信号対雑音比                           | VDD リファレンス <sup>(3)</sup>                                                                      |      | 64   |       | dB            |
|                        |                                  | オーバー サンプリング機能付きの VDD リファレンス                                                                    |      | 75   |       |               |
|                        |                                  | 内部リファレンス電圧, $V_{R+} = VREF = 2.5\text{V}$                                                      |      | 61   |       |               |
| $PSRR_{DC}$            | 電源除去比, DC                        | VDD = VDD <sub>(min)</sub> ~ VDD <sub>(max)</sub><br>内部リファレンス電圧, $V_{R+} = VREF = 2.5\text{V}$ |      | 61   |       | dB            |
| $T_{\text{wakeUp}}$    | ADC ウェークアップ時間                    | 内部リファレンス電圧はオンであると仮定                                                                            |      |      | 5     | $\mu\text{s}$ |
| $V_{\text{SupplyMon}}$ | 電源モニタ分圧器 (VDD/3) の精度             | ADC の入力チャネル: 電源モニタ <sup>(4)</sup>                                                              | -0.6 |      | +2.5  | %             |
| $I_{\text{SupplyMon}}$ | 電源モニタ分圧器の消費電流                    | ADC の入力チャネル: 電源モニタ                                                                             |      | 10   |       | $\mu\text{A}$ |

- (1) 有効な変換結果を得るには、選択された ADC リファレンス電圧の範囲内 ( $V_{R+} \sim V_R$ ) にアナログ入力電圧範囲が含まれている必要があります。
- (2) 内部リファレンス電圧 (VREF) の消費電流は、消費電流パラメータ  $I_{(ADC)}$  には含まれません。
- (3) VDD リファレンス電圧の仕様は、 $V_{R+} = VDD = 3.3\text{V}$  かつ  $V_R = VSS = 0\text{V}$  の条件で測定されたものです。
- (4) アナログ電源モニタ。チャネル 15 のアナログ入力切り離されており、分圧器 (VDD/3) と内部的に接続されています。

### 7.11.2 スイッチング特性

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。

| パラメータ                          |                             | テスト条件                                                          | 最小値   | 標準値 | 最大値 | 単位            |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|---------------|
| $f_{\text{ADCCLK}}$            | ADC クロック周波数                 |                                                                | 12    |     | 24  | MHz           |
| $t_{\text{ADC trigger}}$       | ソフトウェアトリガの最小幅               |                                                                | 3     |     |     | ADCCLK のサイクル数 |
| $t_{\text{Sample\_step}}$      | サンプリング時間 (ステップ入力)           | 12 ビット モード, $R_S = 50\Omega$ , $C_{\text{pext}} = 10\text{pF}$ | 0.166 |     |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_{\text{Sample\_SupplyMon}}$ | サンプリング時間 (電源モニタ (VDD/3) あり) |                                                                | 3     |     |     | $\mu\text{s}$ |

### 7.11.3 直線性パラメータ

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。すべての代表値は 25°C で測定されており、すべての直線性パラメータは 12 ビット分解能モードを使用して測定されています (特に記述のない限り)。<sup>(1)</sup>

| パラメータ |               | テスト条件                             | 最小値  | 標準値 | 最大値  | 単位  |
|-------|---------------|-----------------------------------|------|-----|------|-----|
| $E_i$ | 積分直線性誤差 (INL) | VDD リファレンス, 10 ビット <sup>(2)</sup> | -1.0 |     | +1.0 | LSB |
|       |               | VDD リファレンス, 12 ビット <sup>(2)</sup> | -4.0 |     | +4.0 | LSB |
| $E_D$ | 微分直線性誤差 (DNL) | VDD リファレンス, 10 ビット <sup>(2)</sup> | -1.0 |     | +1.0 | LSB |
|       |               | VDD リファレンス, 12 ビット <sup>(2)</sup> | -1.0 |     | +4.0 | LSB |

### 7.11.3 直線性パラメータ (続き)

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。すべての代表値は 25°C で測定されており、すべての直線性パラメータは 12 ビット分解能モードを使用して測定されています (特に記述のない限り)。(1)

| パラメータ          | テスト条件                               | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位  |
|----------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| E <sub>O</sub> | オフセット エラー<br>VDD リファレンス, 10 ビット (2) | -3  |     | 3   | mV  |
|                | VDD リファレンス, 12 ビット (2)              | -3  |     | 3   | mV  |
| E <sub>G</sub> | ゲイン誤差<br>VDD リファレンス, 10 ビット (2)     | -5  |     | 5   | LSB |
|                | VDD リファレンス, 12 ビット (2)              | -25 |     | 25  | LSB |

(1) し総合未調整誤差 (TUE) は、次の式を使用して、E<sub>I</sub>、E<sub>O</sub>、E<sub>G</sub> から計算できます。TUE =  $\sqrt{(E_I^2 + |E_O|^2 + E_G^2)}$

注: 上記の式が正確であるためには、すべての誤差を同じ単位 (通常は LSB) に変換する必要があります。

(2) VDD リファレンス仕様は、V<sub>R+</sub> = VDD かつ V<sub>R-</sub> = VSS = 0V の条件で測定されたものです。

### 7.11.4 代表的な接続図

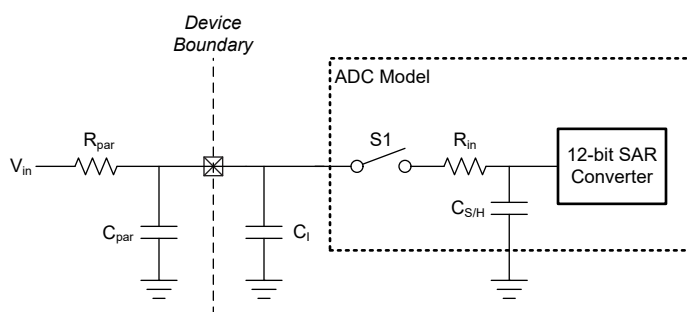


図 7-2. ADC 入力ネットワーク

1. R<sub>in</sub> と C<sub>S/H</sub> の値については、「ADC 電気的特性」を参照してください。
2. C<sub>I</sub> の値については、「デジタル IO 電気的特性」を参照してください。
3. C<sub>par</sub> と R<sub>par</sub> は外部 ADC 入力回路の寄生容量および抵抗を表します。

次の式を使用して、ADC 変換に必要な最小サンプリング時間 (T) を求めます。

1.  $\tau = (R_{par} + R_{in}) \times C_{S/H} + R_{par} \times (C_{par} + C_I)$
2.  $K = \ln(2^n / \text{セトリング誤差}) - \ln((C_{par} + C_I) / C_{S/H})$
3. T (最小サンプリング時間) = K ×  $\tau$

### 7.12 温度センサ

自由空気での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)(1)

| パラメータ                |                                | テスト条件                                                                                          | 最小値  | 標準値  | 最大値  | 単位   |
|----------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| TS <sub>TRIM</sub>   | 出荷時調整温度 <sup>(2)</sup>         | ADC および VREF の構成: RES = 0 (12 ビット モード)、VRSEL = 2h (VREF = 1.4V)、ADC t <sub>Sample</sub> = 10μs | 27   | 30   | 33   | ℃    |
| TS <sub>c</sub>      | 温度係数                           | -40℃ ≤ T <sub>j</sub> ≤ 130℃                                                                   | -2.1 | -1.9 | -1.7 | mV/℃ |
| t <sub>SET, TS</sub> | 温度センサのセトリング タイム <sup>(3)</sup> | ADC および VREF の構成: RES = 0 (12 ビット モード)、VRSEL = 2h (VREF = 1.4V)、ADC CHANNEL = 11               |      | 2.5  | 10   | us   |

- (1) 実際の絶対的な温度精度は、相対的精度と調整精度を組み合わせ、すべてのアナログ / デジタル変換誤差を考慮することで計算できます。
- (2) ユーザー較正により、より高い絶対精度を実現できます。
- (3) これは、温度センサの測定に必要な最小 ADC サンプリング時間です。

## 7.13 VREF

### 7.13.1 電圧特性

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。

| パラメータ              |                   | テスト条件         | 最小値  | 標準値 | 最大値  | 単位 |
|--------------------|-------------------|---------------|------|-----|------|----|
| VDD <sub>min</sub> | VREF 動作に必要な最低電源電圧 | BUFCONFIG = 1 | 1.62 |     |      | V  |
|                    |                   | BUFCONFIG = 0 | 2.7  |     |      |    |
| VREF               | リファレンス電圧の出力電圧     | BUFCONFIG = 1 | 1.38 | 1.4 | 1.42 | V  |
|                    |                   | BUFCONFIG = 0 | 2.46 | 2.5 | 2.54 |    |

### 7.13.2 電気的特性

電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。

| パラメータ                |                                                           | テスト条件                                   |                                         | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----|-----|-----|--------|
| I <sub>VREF</sub>    | VREF の動作電源電流 (この仕様は推定値であり、IP の設計フェーズがさらに進むと、より信頼性が高くなります) | BUFCONFIG = {0, 1}, 無負荷                 | BUFCONFIG = {0, 1}, 無負荷。                |     | 80  | 100 | μA     |
| TC <sub>VREF</sub>   | VREF の温度係数 <sup>(1)</sup>                                 | BUFCONFIG = {0, 1}                      | BUFCONFIG = {0, 1}                      |     |     | 80  | ppm/°C |
| TC <sub>drift</sub>  | VREF の長期ドリフト                                              | 時間=1000 時間、BUFCONFIG = {0, 1}, T = 25°C | 時間=1000 時間、BUFCONFIG = {0, 1}, T = 25°C |     |     | 300 | ppm    |
| T <sub>startup</sub> | VREF 起動時間                                                 | BUFCONFIG = {0, 1}, VDD = 2.7V          | BUFCONFIG = {0, 1}, VDD = 2.7V          |     |     | 10  | us     |

(1) VREF 出力の温度係数は、TC<sub>VRBUF</sub> と内部バンドギャップリファレンスの温度係数の和です。

## 7.14 I2C

### 7.14.1 I2C の特性

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ               |                            | テスト条件            | スタンダード モード |      | ファスト モード |     | ファスト モード プラス |      | 単位  |
|---------------------|----------------------------|------------------|------------|------|----------|-----|--------------|------|-----|
|                     |                            |                  | 最小値        | 最大値  | 最小値      | 最大値 | 最小値          | 最大値  |     |
| f <sub>I2C</sub>    | I2C 入力クロック周波数              | パワー ドメイン 0 の I2C |            | 24   |          | 24  |              | 24   | MHz |
| f <sub>SCL</sub>    | SCL クロック周波数                |                  |            | 100  |          | 400 |              | 1000 | kHz |
| t <sub>HD,STA</sub> | (リポート) スタート ホールド時間         |                  | 4          |      | 0.6      |     | 0.26         |      | us  |
| t <sub>LOW</sub>    | SCL クロック Low 期間            |                  | 4.7        |      | 1.3      |     | 0.5          |      | us  |
| t <sub>HIGH</sub>   | SCL クロックの High 期間          |                  | 4          |      | 0.6      |     | 0.26         |      | us  |
| t <sub>SU,STA</sub> | 反復 START のセットアップ時間         |                  | 4.7        |      | 0.6      |     | 0.26         |      | us  |
| t <sub>HD,DAT</sub> | データ ホールド時間                 |                  | 0          |      | 0        |     | 0            |      | ns  |
| t <sub>SU,DAT</sub> | データ セットアップ時間               |                  | 250        |      | 100      |     | 50           |      | ns  |
| t <sub>SU,STO</sub> | ストップ セットアップ時間              |                  | 4          |      | 0.6      |     | 0.26         |      | us  |
| t <sub>BUF</sub>    | STOP 条件と START 条件の間のバス解放時間 |                  | 4.7        |      | 1.3      |     | 0.5          |      | us  |
| t <sub>VD,DAT</sub> | データ有効時間                    |                  |            | 3.45 |          | 0.9 |              | 0.45 | us  |
| t <sub>VD,ACK</sub> | データ有効アクノリッジ時間              |                  |            | 3.45 |          | 0.9 |              | 0.45 | us  |

### 7.14.2 I2C フィルタ

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ    | テスト条件                                     | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位 |
|----------|-------------------------------------------|-----|-----|-----|----|
| $f_{SP}$ | 入力フィルタにより抑制されるスパイクのパルス持続時間<br>AGFSELx = 0 |     | 6   | 35  | ns |
| $f_{SP}$ | 入力フィルタにより抑制されるスパイクのパルス持続時間<br>AGFSELx = 1 |     | 14  | 35  | ns |
| $f_{SP}$ | 入力フィルタにより抑制されるスパイクのパルス持続時間<br>AGFSELx = 2 |     | 22  | 60  | ns |
| $f_{SP}$ | 入力フィルタにより抑制されるスパイクのパルス持続時間<br>AGFSELx = 3 |     | 35  | 90  | ns |

### 7.14.3 I<sup>2</sup>C のタイミング図

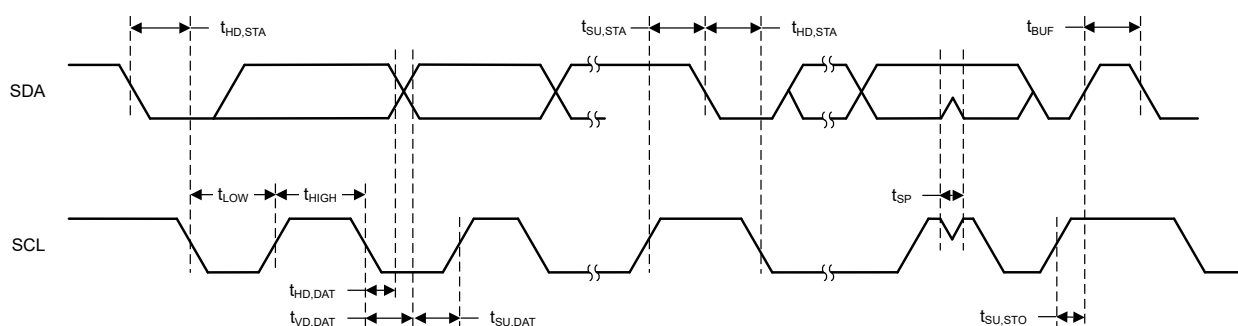


図 7-3. I2C タイミング図

## 7.15 SPI

### 7.15.1 SPI

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ             | テスト条件                                                                       | 最小値               | 標準値          | 最大値               | 単位  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|-----|
| <b>SPI</b>        |                                                                             |                   |              |                   |     |
| $f_{SPI}$         | SPI クロック周波数<br>最大クロック速度 = 24MHz<br>1.62 < VDD < 3.6V<br>コントローラおよびペリフェラル モード |                   |              | 12 (4)            | MHz |
| DC <sub>SCK</sub> | SCK のデューティ サイクル                                                             | 40                | 50           | 60                | %   |
| <b>コントローラ</b>     |                                                                             |                   |              |                   |     |
| $t_{SCLK\_H/L}$   | SCLK High または Low 時間                                                        | $(t_{SPI}/2) - 1$ | $t_{SPI}/2$  | $(t_{SPI}/2) + 1$ | ns  |
| $t_{CS.LEAD}$     | CS 進み時間、CS アクティブからクロックまで<br>SPH=0                                           | 1 SPI クロック        |              |                   | ns  |
| $t_{CS.LEAD}$     | CS 進み時間、CS アクティブからクロックまで<br>SPH=1                                           | 1/2 SPI クロック      |              |                   |     |
| $t_{CS.LAG}$      | CS 遅れ時間、最後のクロックから CS 非アクティブまで<br>SPH=0                                      | 1/2 SPI クロック      |              |                   | ns  |
| $t_{CS.LAG}$      | CS 遅れ時間、最後のクロックから CS 非アクティブまで<br>SPH=1                                      | 1 SPI クロック        |              |                   |     |
| $t_{CS.ACC}$      | CS アクセス時間、CS アクティブから PICO データ出力まで                                           |                   | 1/2 SPI クロック |                   | ns  |
| $t_{CS.DIS}$      | CS ディセーブル時間、CS 非アクティブから PICO 高インピーダンスまで                                     |                   | 1 SPI クロック   |                   | ns  |

### 7.15.1 SPI (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ                 |                                         | テスト条件                            | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位 |
|-----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|----|
| t <sub>SU,CI</sub>    | POCI 入力データのセットアップ時間 (1)                 | 2.7 < VDD < 3.6V、遅延サンプリングがイネーブル  | 1   |     |     | ns |
|                       |                                         | 1.62 < VDD < 2.7V、遅延サンプリングがイネーブル | 1   |     |     |    |
| t <sub>SU,CI</sub>    | POCI 入力データのセットアップ時間 (1)                 | 2.7 < VDD < 3.6V、遅延サンプリングなし      | 28  |     |     | ns |
|                       |                                         | 1.62 < VDD < 2.7V、遅延サンプリングなし     | 35  |     |     |    |
| t <sub>HD,CI</sub>    | POCI 入力データ ホールド時間                       | 遅延サンプリングがイネーブル                   | 37  |     |     | ns |
| t <sub>HD,CI</sub>    | POCI 入力データ ホールド時間                       | 遅延サンプリングなし                       | 0   |     |     |    |
| t <sub>VALID,CO</sub> | PICO 出力データの有効時間 (2)                     |                                  |     |     | 10  | ns |
| t <sub>HD,CO</sub>    | PICO 出力データのホールド時間 (3)                   |                                  | 1   |     |     | ns |
| ペリフェラル                |                                         |                                  |     |     |     |    |
| t <sub>CS,LEAD</sub>  | CS 進み時間、CS アクティブからクロックまで                |                                  | 14  |     |     | ns |
| t <sub>CS,LAG</sub>   | CS 遅れ時間、最後のクロックから CS 非アクティブまで           |                                  | 0   |     |     | ns |
| t <sub>CS,ACC</sub>   | CS アクセス時間、CS アクティブから POCI データ出力まで       |                                  |     |     | 31  | ns |
| t <sub>CS,DIS</sub>   | CS ディセーブル時間、CS 非アクティブから POCI 高インピーダンスまで |                                  |     |     | 31  | ns |
| t <sub>SU,PI</sub>    | PICO 入力データ セットアップ時間                     |                                  | 9   |     |     | ns |
| t <sub>HD,PI</sub>    | PICO 入力データ ホールド時間                       |                                  | 1   |     |     | ns |
| t <sub>VALID,PO</sub> | POCI 出力データの有効時間 (2)                     | 2.7 < VDD < 3.6V                 |     |     | 34  | ns |
| t <sub>VALID,PO</sub> | POCI 出力データの有効時間 (2)                     | 1.62 < VDD < 2.7V                |     |     | 41  | ns |
| t <sub>HD,PO</sub>    | POCI 出力データのホールド時間 (3)                   |                                  | 5   |     |     | ns |

- (1) 遅延サンプリング機能がイネーブルのとき、POCI 入力データのセットアップ時間を完全に補償できます。  
 (2) 出力が SCLK クロック エッジを変更した後、次の有効なデータを出力に駆動する時間を規定します。  
 (3) 出力が SCLK クロック エッジを変更した後、出力のデータが有効である間の時間を規定します。  
 (4)  $f_{SPIclk} = 1/2t_{LO/HI}$ 。ただし、 $t_{LO/HI} = \max(t_{VALID, CO} + t_{SU, PI}, t_{SU, CI} + t_{VALID, PO})$ 。

### 7.15.2 SPI のタイミング図

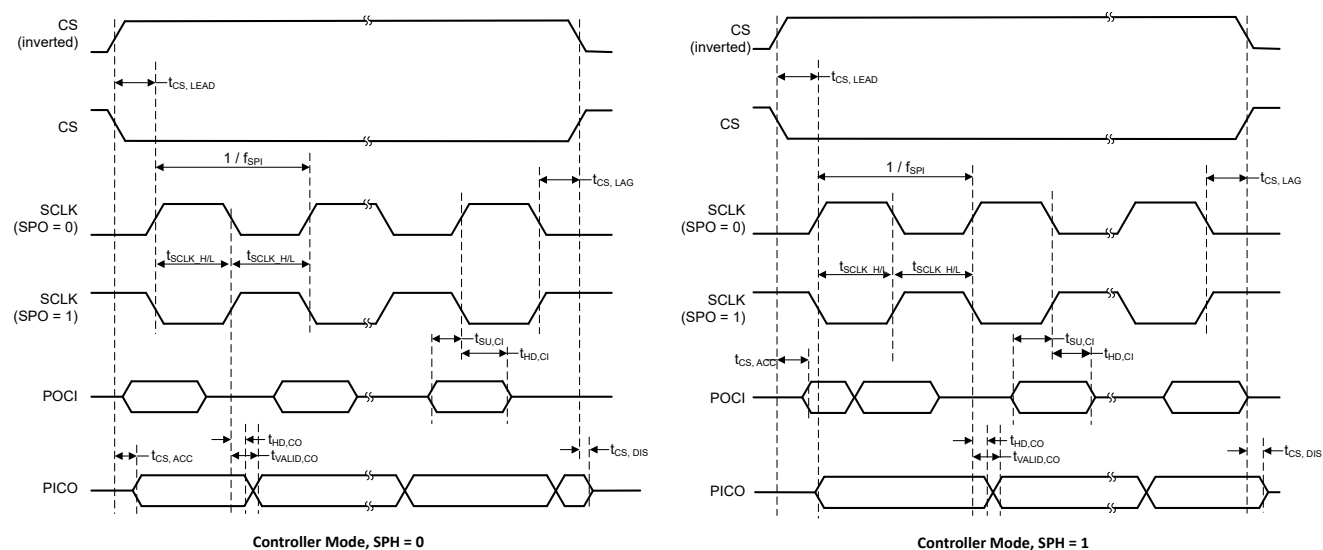


図 7-4. SPI のタイミング図 - コントローラ モード

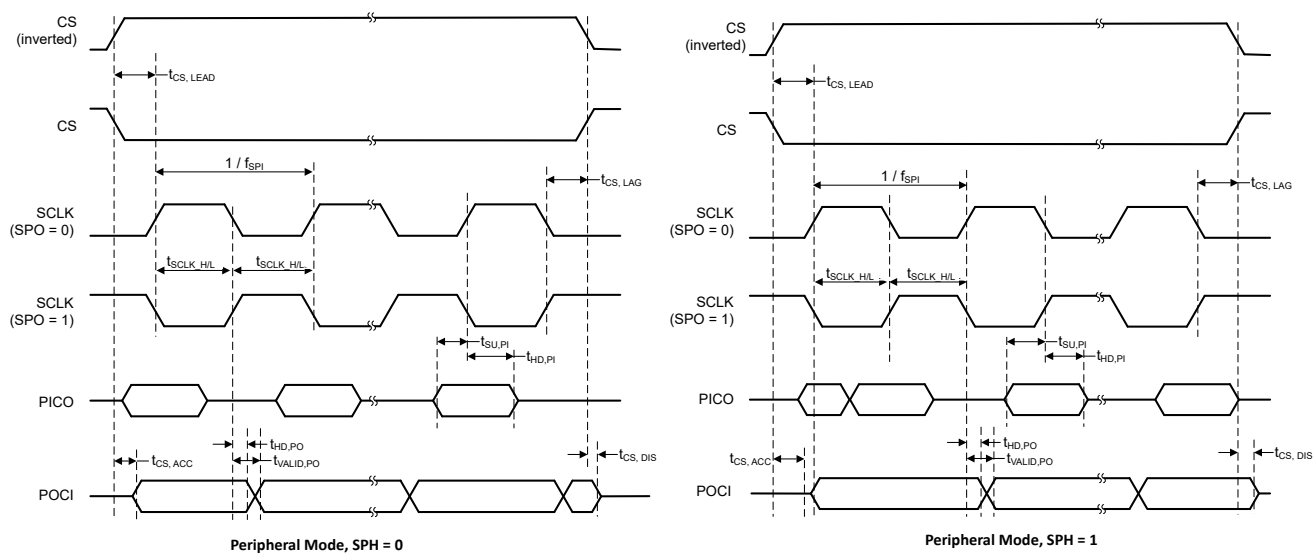


図 7-5. SPI のタイミング図 - ペリフェラル モード

### 7.16 UART

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ               | テスト条件                             | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位  |
|---------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| $f_{\text{UART}}$   | UART 入力クロック周波数                    |     |     | 24  | MHz |
| $f_{\text{BITCLK}}$ | BITCLK クロック周波数 (MBaud のボーレートに等しい) |     |     | 3   | MHz |

## 7.16 UART (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ           |                                           | テスト条件       | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位 |
|-----------------|-------------------------------------------|-------------|-----|-----|-----|----|
| t <sub>SP</sub> | 入力フィルタにより抑制されるスパイクのパルス持続時間 <sup>(1)</sup> | AGFSELx = 0 |     | 6   | 35  | ns |
|                 |                                           | AGFSELx = 1 |     | 14  | 35  | ns |
|                 |                                           | AGFSELx = 2 |     | 22  | 60  | ns |
|                 |                                           | AGFSELx = 3 |     | 35  | 90  | ns |

- (1) UART 受信入力 (RX) に印加された、UART 受信グリッチ除去時間よりも短いパルスは抑制されます。そのため、選択されたグリッチ除去時間によって、使用可能な最大ボーレートが制限されることがあります。パルスが正しく認識されるようにするには、グリッチ除去時間の仕様の最大値よりもパルスの持続時間を長くする必要があります。

## 7.17 TIMx

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ            |          | テスト条件                        | 最小値   | 標準値 | 最大値 | 単位                   |
|------------------|----------|------------------------------|-------|-----|-----|----------------------|
| t <sub>res</sub> | タイマ分解能時間 | f <sub>TIMxCLK</sub> = 24MHz | 41.67 |     |     | ns                   |
|                  |          |                              | 1     |     |     | t <sub>TIMxCLK</sub> |

## 7.18 エミュレーションおよびデバッグ

### 7.18.1 SWD タイミング

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

| パラメータ            |         | テスト条件 | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位  |
|------------------|---------|-------|-----|-----|-----|-----|
| f <sub>SWD</sub> | SWD 周波数 |       |     |     | 10  | MHz |

## 8 詳細説明

以降のセクションでは、このデータシートのデバイスを構成するすべてのコンポーネントについて説明します。これらのデバイスに内蔵されているペリフェラルは、メモリ マップ レジスタ (MMR) を介してソフトウェアで設定されます。詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の対応する章を参照してください。

### 8.1 CPU

CPU サブシステム (MCPUSS) は、Arm Cortex-M0+ CPU および割り込み管理機能を実装しています。Arm Cortex-M0+ は、組込みアプリケーションに高性能と低消費電力を提供する、コスト最適化された 32 ビット CPU です。CPU サブシステムの主な特長は次のとおりです。

- Arm Cortex-M0+ CPU により、32kHz～24MHz のクロック周波数をサポート
  - ARMv6-M Thumb 命令セット (リトル エンディアン)、32 サイクル 32×32 低速乗算命令付き
- 4 つのプログラム可能な優先レベルとテール チェーンを備えたネスト型ベクタ割り込みコントローラ (NVIC)

### 8.2 動作モード

MSPM0C MCU には 5 つのメイン動作モード (電力モード) があり、アプリケーションの要件に基づいてデバイスの消費電力を最適化できます。消費電力を低減するためのモードは次のとおりです。RUN、SLEEP、STOP、STANDBY、SHUTDOWN。CPU は RUN モードではコードをアクティブに実行しています。ペリフェラル割り込みイベントにより、デバイスを SLEEP、STOP、または STANDBY モードから RUN モードにウェークアップできます。SHUTDOWN モードでは、内部コア レギュレータが完全にディスエーブルされ、消費電力が最小化されます。ウェークアップは NRST または SWD でのみ可能です。RUN、SLEEP、STOP、STANDBY の各モードには、複数の構成可能なポリシー オプション (例: RUN.x) も含まれており、性能と消費電力のバランスを確保できます。

性能と消費電力のバランスをさらに高めるために、MSPM0C デバイスには次の 2 つの電力ドメインが実装されています。**PD1** (CPU、メモリ、高性能ペリフェラル用) と **PD0** (低速、低消費電力ペリフェラル用)。

- **PD1** は、RUN モードと SLEEP モードで常に電源が供給されますが、他のすべてのモードではディスエーブルになります。
- **PD0** は、RUN、SLEEP、STOP、STANDBY の各モードで常に電源が供給されます。
- SHUTDOWN モードでは、PD1 と PD0 の両方がディセーブルになります。

#### 8.2.1 動作モード別の機能 (MSPM0C110x)

各動作モードでサポートされている機能の一覧を、[表 8-1](#) に示します。

機能キー:

- **EN**: その機能は、指定されたモードでイネーブルされます。
- **DIS**: その機能は、指定されたモードでディセーブル (クロックまたは電源のどちらかが遮断) されますが、その機能の設定は保持されます。
- **OPT**: その機能は、指定されたモードでは任意であり、イネーブルに設定されている場合はイネーブルのままです。
- **NS**: その機能は、指定されたモードで自動的にディセーブルになりませんが、機能の使用はサポートされていません。
- **OFF**: その機能は、指定されたモードで完全に電源がオフになり、設定情報は保持されません。

**表 8-1. 動作モード別のサポートされている機能**

| 動作モード |        | RUN  |      |      | SLEEP  |        |        | ストップ               |       | STANDBY  |          | シャットダウン |
|-------|--------|------|------|------|--------|--------|--------|--------------------|-------|----------|----------|---------|
|       |        | RUN0 | RUN1 | RUN2 | SLEEP0 | SLEEP1 | SLEEP2 | STOP0              | STOP2 | STANDBY0 | STANDBY1 |         |
| 発振器   | SYSOSC | EN   | EN   | DIS  | EN     | EN     | DIS    | OPT <sup>(1)</sup> | DIS   | DIS      | DIS      | OFF     |
|       | LFOSC  | EN   |      |      |        |        |        |                    |       |          |          | OFF     |

**表 8-1. 動作モード別のサポートされている機能 (続き)**

| 動作モード                |                          | RUN   |      |      | SLEEP   |        |        | ストップ              |       | STANDBY            |          | シャットダウン  |
|----------------------|--------------------------|-------|------|------|---------|--------|--------|-------------------|-------|--------------------|----------|----------|
|                      |                          | RUN0  | RUN1 | RUN2 | SLEEP0  | SLEEP1 | SLEEP2 | STOP0             | STOP2 | STANDBY0           | STANDBY1 |          |
| クロック                 | CPUCLK                   | 24M   | 32k  | 32k  | DIS     |        |        |                   |       |                    |          | OFF      |
|                      | MCLK から PD1 へ            | 24M   | 32k  | 32k  | 24M     | 32k    | 32k    | DIS               |       |                    |          | OFF      |
|                      | ULPCLK から PD0 へ          | 24M   | 32k  | 32k  | 24M     | 32k    | 32k    | 4M <sup>(1)</sup> | 32k   | DIS                | OFF      |          |
|                      | ULPCLK から TIMG14、TIMG8 へ | 24M   | 32k  | 32k  | 24M     | 32k    | 32k    | 4M <sup>(1)</sup> | 32k   |                    | OFF      |          |
|                      | MFCLK                    | OPT   | DIS  |      | OPT     | DIS    |        | OPT               | DIS   |                    | OFF      |          |
|                      | LFCLK                    | 32k   |      |      |         |        |        |                   |       |                    | DIS      | OFF      |
|                      | LFCLK から TIMG14、TIMG8 へ  | 32k   |      |      |         |        |        |                   |       |                    | OFF      |          |
|                      | MCLK モニタ                 | OPT   |      |      |         |        |        |                   |       |                    | DIS      | OFF      |
| PMU                  | POR モニタ                  | EN    |      |      |         |        |        |                   |       |                    |          |          |
|                      | BOR モニタ                  | EN    |      |      |         |        |        |                   |       |                    | OFF      |          |
|                      | コア レギュレータ                | 高駆動能力 |      |      |         |        |        |                   | 低駆動能力 |                    | OFF      |          |
| コア機能                 | CPU                      | EN    |      |      | DIS     |        |        |                   |       |                    |          | OFF      |
|                      | DMA                      | OPT   |      |      |         |        |        | NS (トリガをサポート)     |       |                    |          | OFF      |
|                      | フラッシュ                    | EN    |      |      |         |        |        | OPT               |       | DIS                | OFF      |          |
|                      | SRAM                     | EN    |      |      |         |        |        | OPT               |       | DIS                | OFF      |          |
| PD1 ペリフェラル           | SPI0                     | OPT   |      |      |         |        |        | DIS               |       |                    |          | OFF      |
|                      | CRC                      | OPT   |      |      |         |        |        | DIS               |       |                    |          | OFF      |
| PD0 ペリフェラル           | TIMA0                    | OPT   |      |      |         |        |        |                   |       |                    |          | OFF      |
|                      | TIMG8                    | OPT   |      |      |         |        |        |                   |       |                    |          | OFF      |
|                      | TIMG14                   | OPT   |      |      |         |        |        |                   |       |                    |          | OFF      |
|                      | UART0                    | OPT   |      |      |         |        |        |                   |       | OPT <sup>(2)</sup> |          | OFF      |
|                      | I2C0                     | OPT   |      |      |         |        |        |                   |       | OPT <sup>(2)</sup> |          | OFF      |
|                      | GPIOA                    | OPT   |      |      |         |        |        |                   |       | OPT <sup>(2)</sup> |          | OFF      |
|                      | WWDT0                    | OPT   |      |      |         |        |        |                   |       | DIS                |          | OFF      |
| アナログ                 | ADC0                     | OPT   |      |      |         |        |        | NS (トリガをサポート)     |       |                    |          | OFF      |
|                      | VREF                     | OPT   |      |      |         |        |        | NS                |       |                    |          | OFF      |
|                      | 温度センサ                    | OPT   |      |      |         |        |        |                   | NS    |                    | OFF      |          |
| IOMUX および IO ウェークアップ |                          | EN    |      |      |         |        |        |                   |       |                    |          | DIS      |
| ウェーク ソース             |                          | 該当なし  |      |      | 任意の IRQ |        |        | PD0 IRQ           |       |                    |          | NRST、SWD |

- (1) RUN1 から STOP0 に移行した場合 (SYSOSC がイネーブルで、MCLK は LFCLK から供給)、RUN1 のときと同様に SYSOSC はイネーブルに維持され、ULPCLK は 32kHz に維持されます。RUN2 から STOP0 に移行した場合 (SYSOSC がディセーブルで、MCLK は LFCLK から供給)、RUN2 のときと同様に SYSOSC はディセーブルに維持され、ULPCLK は 32kHz に維持されます。
- (2) STANDBY に STANDBY1 のポリシーを使用する場合、TIMG8、TIMG14、TIMA0 のみがクロック駆動されます。その他の PD0 ペリフェラルは、外部アクティビティが発生した際に非同期高速クロック要求を生成できますが、アクティブにクロック供給されません。

### 8.3 パワー マネージメント ユニット (PMU)

パワー マネージメント ユニット (PMU) は、本デバイスのための内部的に安定化されたコア電源を生成し、また外部電源 (VDD) の監視を行います。PMU は、PMU 自体とアナログ ペリフェラルで使用されるバンドギャップ基準電圧も内蔵しています。PMU の主な特長は次のとおりです。

- パワーオンリセット (POR) 電源モニタ
- ブラウンアウトリセット (BOR) 電源モニタ、プログラム可能な 3 つのスレッシュホールドを使った早期警告機能付き
- RUN、SLEEP、STOP、STANDBY 動作モードをサポートするコア レギュレータにより、性能と消費電力を動的に最適化
- バリティ保護されたトリムにより、パワー マネージメントトリムが破損した際、パワーオンリセット (POR) を直ちに生成

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「PMU」の章を参照してください。

### 8.4 クロック モジュール (CKM)

クロック モジュールは以下に示す発振器を備えています。

- **LFOSC**: 内部低周波数発振器 (32kHz)
- **SYSOSC**: 内部高周波数発振器 (24MHz)
- **LFCKIN**: 低周波数のデジタル クロック入力 (32KHz)
- **HFCKIN**: 高周波デジタル クロック入力 (4 ~ 24MHz)

プロセッサ、バス、ペリフェラルで使用するために、クロック モジュールによって以下に示すクロックが分配されます。

- **MCLK**: PD1 ペリフェラルのメイン システム クロック。SYSOSC または LFCLK から派生。RUN および SLEEP モードでアクティブ。
- **CPUCLK**: プロセッサのクロック (MCLK から生成)。RUN モードでアクティブ。
- **ULPCLK**: PD0 ペリフェラル用の超低消費電力クロック。RUN、SLEEP、STOP、STANDBY モードでアクティブ。
- **MFCLK**: ペリフェラル用 4MHz 固定の中周波数クロック。RUN、SLEEP、STOP モードで使用可能。
- **LFCLK**: ペリフェラルまたは MCLK 用 32kHz 固定の低周波数クロック。RUN、SLEEP、STOP、STANDBY モードでアクティブ。
- **ADCCLK**: ADC のクロック。RUN、SLEEP、STOP モードで使用可能。
- **CLK\_OUT**: クロックを外部に出力するために使用。RUN、SLEEP、STOP、STANDBY モードで使用可能。

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「CKM」の章を参照してください。

### 8.5 DMA

ダイレクト メモリ アクセス (DMA) コントローラを使うと、CPU を介さずに、いずれかのメモリ アドレスから別のメモリ アドレスにデータを移動できます。たとえば、DMA を使って ADC 変換メモリから SRAM にデータを移動できます。DMA を使用すると、ペリフェラルとの間でデータをやりとりするとき、CPU をウェークアップする必要がなく、低消費電力モードのまま維持できるため、システムの消費電力を削減できます。

これらのデバイスの DMA は、以下の主な機能をサポートしています。

- 1 つの DMA 転送チャネル
- ペリフェラルから DMA への直接トリガは、ADC からのみサポートされています。
- バイト (8 ビット)、ショートワード (16 ビット)、ワード (32 ビット)、ロングワード (64 ビット)、またはバイトとワードの混合の転送機能
- 最大 64k のブロック サイズのすべてのデータ タイプの転送をサポートする転送カウンタ
- DMA 転送トリガの選択を設定可能

表 8-2 に、DMA メモリ マップ レジスタの DMATCTL.DMATSEL 制御ビットを使って設定された DMA で利用可能なトリガの一覧を示します。

**表 8-2. DMA のトリガの割り当て**

| TRIGGER 0:6 | ソース                  |
|-------------|----------------------|
| 0           | ソフトウェア               |
| 1           | 一般サブスクライバ 0 (FSUB_0) |
| 2           | 一般サブスクライバ 1 (FSUB_1) |
| 3           | ADC0 パブリッシャ 2        |

## 8.6 イベント

イベント マネージャは、1 つのエンティティ (ペリフェラルなど) から別のエンティティ (第 2 のペリフェラル、DMA、CPU など) にデジタル イベントを転送します。イベント マネージャは、静的なルートとプログラマブルなルートの組み合わせを含むイベント ファブリックによって相互接続された一連の定義済みイベント パブリッシャ (ジェネレータ) およびサブスクライバ (レシーバ) によるイベント転送を実装しています。

イベント マネージャによって転送されるイベントには、以下が含まれます。

- 割り込み要求 (IRQ) として CPU に転送されるペリフェラル イベント (静的イベント)
  - 例: CPU に送られる GPIO 割り込み
- DMA トリガとして DMA に転送されるペリフェラル イベント (DMA イベント)
  - 例: DMA 転送を要求するための、DMA への ADC トリガ
- ハードウェアでの動作を直接トリガするため、別のペリフェラルに転送されるペリフェラル イベント (汎用イベント)
  - 例: TIMx タイマ ペリフェラルが ADC サブスクライバ ポートに周期的イベントを発行し、ADC がこのイベントを使ってサンプリング開始をトリガする。

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「イベント」の章を参照してください。

**表 8-3. 汎用イベント チャンネル**

汎用ルートとはポイントツーポイント (1:1) のルートで、イベントを発行するペリフェラルが、使用可能な汎用ルート チャンネルを使用してイベントを別のエンティティにパブリッシュするように設定されています。エンティティとは、別のペリフェラル、汎用 DMA トリガ イベント、汎用 CPU イベントを指します。

| CHANID | 汎用ルート チャンネルの選択           | チャンネル タイプ |
|--------|--------------------------|-----------|
| 0      | 汎用イベント チャンネルが選択されていない。   | 該当なし      |
| 1      | 汎用イベント チャンネル 1 が選択されている。 | 1:1       |

## 8.7 メモリ

### 8.7.1 メモリ構成

本デバイスのメモリ マップを、[表 8-4](#) に示します。メモリ領域の詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「プラットフォーム メモリ マップ」セクションを参照してください。

**表 8-4. メモリ構成**

| メモリ領域       | サブ領域                   | MSPM0C1103, MSPS003F3                | MSPM0C1104, MSPS003F4                |
|-------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| コード (フラッシュ) | フラッシュ                  | 8KB<br>0x0000.0000 ~ 0x0000.1FFF     | 16KB<br>0x0000.0000 ~ 0x0000.3FFF    |
| SRAM (SRAM) | SRAM                   | 1KB<br>0x2000.0000 ~ 0x2000.03FF     | 1KB<br>0x2000.0000 ~ 0x2000.03FF     |
| ペリフェラル      | ペリフェラル                 | 0x4000.0000 ~ 0x40FF.FFFF            | 0x4000.0000 ~ 0x40FF.FFFF            |
|             | フラッシュ                  | 0x0040.0000 ~ 0x0040.1FFF            | 0x0040.0000 ~ 0x0040.3FFF            |
|             | NONMAIN <sup>(1)</sup> | 512 バイト<br>0x41C0.0000 ~ 0x41C0.0200 | 512 バイト<br>0x41C0.0000 ~ 0x41C0.0200 |
|             | FACTORY                | 0x41C4.0000 ~ 0x41C4.0080            | 0x41C4.0000 ~ 0x41C4.0080            |

表 8-4. メモリ構成 (続き)

| メモリ領域    | サブ領域 | MSPM0C1103、MSPS003F3    | MSPM0C1104、MSPS003F4      |
|----------|------|-------------------------|---------------------------|
| サブシステム   |      | 0x6000.0000～0x7FFF.FFFF | 0x6000.0000 ～ 0x7FFF.FFFF |
| システム PPB |      | 0xE000.0000～0xE00F.FFFF | 0xE000.0000 ～ 0xE00F.FFFF |

- (1) NONMAIN 構成領域を変更する際、その領域が有効な構成で再プログラムされていない場合、永続的なデバイス ロックアウトが発生する可能性があります。有効な構成には、デバイス アクセスを維持するための正確な CRC 値と適切なデバッグ ポリシーを含める必要があります。

### 8.7.2 ペリフェラル ファイル マップ

表 8-5 に、使用可能なペリフェラルと、各ペリフェラルのレジスタ ベース アドレスの一覧を示します。

表 8-5. ペリフェラルのまとめ

| ペリフェラル名             | ベース アドレス   | サイズ    |
|---------------------|------------|--------|
| VREF                | 0x40030000 | 0x2000 |
| WWDT0               | 0x40080000 | 0x2000 |
| TIMG14              | 0x40084000 | 0x2000 |
| TIMG8               | 0x40090000 | 0x2000 |
| GPIO0               | 0x400A0000 | 0x2000 |
| SYSCTL              | 0x400AF000 | 0x3000 |
| DEBUGSS             | 0x400C7000 | 0x2000 |
| EVENT               | 0x400C9000 | 0x3000 |
| FLASHCTL            | 0x400CD000 | 0x2000 |
| I2C0                | 0x400F0000 | 0x2000 |
| UART0               | 0x40108000 | 0x2000 |
| MCPUSS              | 0x40400000 | 0x2000 |
| WUC                 | 0x40424000 | 0x1000 |
| IOMUX               | 0x40428000 | 0x2000 |
| DMA                 | 0x4042A000 | 0x2000 |
| CRC                 | 0x40440000 | 0x2000 |
| SPI0                | 0x40468000 | 0x2000 |
| ADC0                | 0x40004000 | 0x2000 |
| TIMA0               | 0x40860000 | 0x2000 |
| ADC0 <sup>(1)</sup> | 0x4055A000 | 0x2000 |

- (1) ADC0 メモリ マップ レジスタのエイリアス領域

### 8.7.3 ペリフェラルの割り込みベクタ

表 8-6 に、各ペリフェラルの IRQ 番号と割り込みグループ番号を示します。このデバイスには 1 つのグループ GROUP0 しかありません。

**表 8-6. 割り込みベクタ番号**

| ペリフェラル名 | NVIC IRQ | GROUP0 IIDX |
|---------|----------|-------------|
| WWDT0   | 0        | 0           |
| DEBUGSS | 0        | 2           |
| NVMNW   | 0        | 3           |
| SYSCCTL | 0        | 6           |
| GPIO0   | 1        | -           |
| TIMG8   | 2        | -           |
| ADC     | 4        | -           |
| SPI0    | 9        | -           |
| UART0   | 15       | -           |
| TIMG14  | 16       | -           |
| TIMA0   | 18       | -           |
| I2C0    | 24       | -           |
| DMA     | 31       | -           |

## 8.8 フラッシュ メモリ

実行可能なプログラム コードとアプリケーション データを格納するため、1 バンクの不揮発性フラッシュ メモリが備わっています。

フラッシュの主な特長は次のとおりです。

- 推奨電源電圧範囲全体にわたって、インサーキットでの書き込み / 消去動作をサポート
- 1KB の小さなセクタ サイズ (1KB の最小消去分解能)
- 最大 100000 回の書き込み / 消去サイクル

フラッシュ メモリの詳細な説明については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「NVM」の章を参照してください。

## 8.9 SRAM

MSPM0Cxx MCU には、低消費電力の高性能 SRAM が搭載されており、デバイスでサポートされている CPU 周波数範囲全体にわたってゼロ待機状態に対応します。SRAM は、コードに加えて、呼び出しスタック、ヒープ、グローバル データなどの揮発性情報を格納するために使用できます。SRAM の内容は、RUN、SLEEP、STOP、STANDBY 動作モードでは完全に保持され、SHUTDOWN モードでは失われます。書き込み保護メカニズムが搭載されているため、アプリケーションは 1KB の分解能で SRAM を動的に書き込み保護できます。書き込み保護は、実行可能コードを SRAM に配置する際、CPU と DMA のどちらかが意図せずコードを上書きしないように保護するのに役立ちます。SRAM にコードを配置すると、ゼロ ウェイト状態動作と低消費電力を実現することで、重要なループの性能を向上できます。

## 8.10 GPIO

汎用入出力 (GPIO) ペリフェラルを使用すると、アプリケーションは本デバイスのピンを経由してデータを読み書きできます。ポート A GPIO ペリフェラルを使用することで、これらのデバイスは最大 18 本の GPIO ピンをサポートします。

GPIO モジュールの主な特長は次のとおりです。

- CPU からの 0 待機状態の MMR アクセス
- ソフトウェアでのリード モディファイライト構造を必要とせずに、複数のビットのセット、クリア、トグルが可能
- ユーザー制御の入力フィルタリング

## 8.11 IOMUX

IOMUX ペリフェラルは IO パッド構成を可能にし、デバイス ピンを出入りするデジタル データの流れを制御します。IOMUX の主な特長は次のとおりです。

- IO パッド構成レジスタにより、プログラム可能な駆動強度、速度、プルアップまたはプルダウンなどが可能
- デジタル ピン多重化により、複数のペリフェラル信号を同じ IO パッドに接続可能
- PINCM レジスタを使って、ピンの機能と能力をユーザー設定可能

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「IOMUX」の章を参照してください。

## 8.12 ADC

これらのデバイスの 12 ビット アナログ / デジタル コンバータ (ADC) モジュールは、シングルエンド入力による高速 12 ビット変換をサポートしています。

ADC の主な特長は次のとおりです。

- 12 ビットの出力分解能、最大 1.5Msps、10 ビットを超える ENOB
- 最大 10 の外部入力チャンネル
- 温度センシング、電源監視、アナログ信号チェーンのための内部チャンネル
- ソフトウェアで選択可能なリファレンス電圧：
  - 1.4V と 2.5V に設定可能な ADC 専用の内部リファレンス電圧 (VREF)
  - MCU 電源電圧 (VDD)
- RUN、SLEEP、STOP モードで動作し、STANDBY モードからのトリガをサポート

表 8-7. ADC0 のチャンネル割り当て

| CHANNEL[0:7] | 信号名 | CHANNEL[8:15] | 信号名           |
|--------------|-----|---------------|---------------|
| 0            | A0  | 8             | A8            |
| 1            | A1  | 9             | A9            |
| 2            | A2  | 10            | -             |
| 3            | A3  | 11            | 温度センサ         |
| 4            | A4  | 12            | VREF          |
| 5            | A5  | 13            | -             |
| 6            | A6  | 14            | -             |
| 7            | A7  | 15            | 電源 / バッテリ モニタ |

信号名が斜体で記載された信号は、SoC の内部の信号です。これらの信号は、内部ペリフェラルの相互接続に使用されます。

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「ADC」の章を参照してください。

## 8.13 温度センサ

温度センサは、デバイス温度に対して直線的に変化する電圧を出力します。温度センサの出力は、温度からデジタルへの変換を可能にするため、ADC 入力チャンネルの 1 つに内部的に接続されています。

温度センサのユニットごとの 1 点キャリブレーション値は、ファクトリ定数メモリ領域に格納されています。このキャリブレーション値は、工場調整温度 ( $TS_{TRIM}$ ) において 1.4V 内部 VREF を使用して 12 ビット モードで測定された温度センサ値に対応する ADC 変換結果 (ADC コード形式) を表します。このキャリブレーション値を温度センサの温度係数 ( $TS_0$ ) と組み合わせて使用することで、本デバイスの温度を推定できます。出荷時調整値を使って本デバイスの温度を推定する

方法については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「温度センサ」のセクションを参照してください。

## 8.14 VREF

これらのデバイスのリファレンス電圧モジュール (VREF) は、オンボード ADC 専用の構成可能なリファレンス電圧バッファを内蔵しています。

VREF の主な特長は次のとおりです。

- ユーザー選択可能な 1.4V および 2.5V の内部リファレンス
- 内部リファレンス電圧は、10 ビット モードで最大 1Msps の ADC 動作をサポート

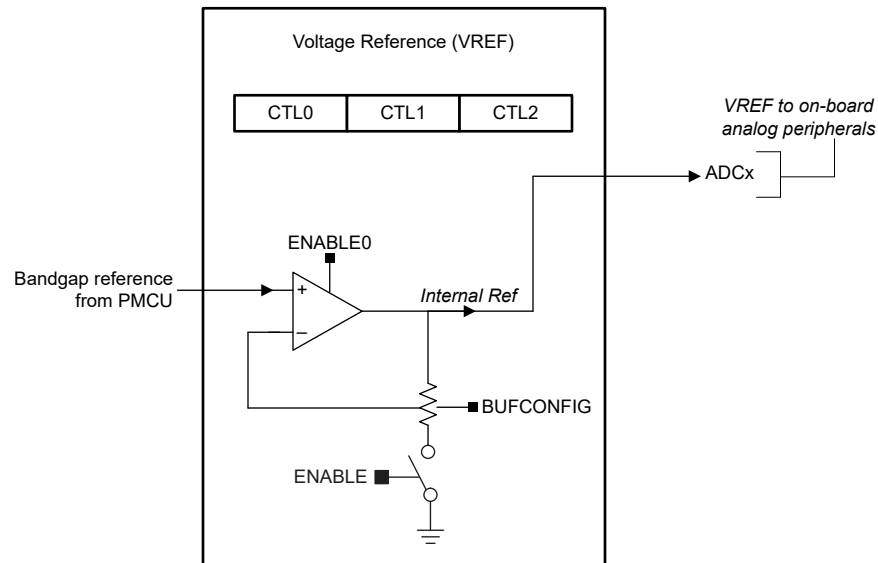


図 8-1. VREF モジュール

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「VREF」の章を参照してください。

## 8.15 セキュリティ

このデバイスは、次のような複数のセキュリティ機能を備えています。

- デバッグ セキュリティ
- 固有ダイ ID
- フラッシュ書き込み消去保護
- カスタム多項式をサポートする巡回冗長性検査 (CRC-16)

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「セキュリティ」の章を参照してください。

## 8.16 CRC

巡回冗長検査 (CRC) モジュールは入力データ シーケンスのシグネチャを提供します。CRC モジュールの主な特長は次のとおりです。

- CRC16-CCITT に基づく 16 ビット CRC をサポート
- ビットリバーサルをサポート

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「CRC」の章を参照してください。

## 8.17 UART

UART ペリフェラルの主な機能を次に示します。

- スタート、ストップ、およびパリティ用の標準非同期通信ビット
- プログラマブルなシリアル インターフェイス
  - 5、6、7、または 8 データビット
  - 偶数パリティビット、奇数パリティビット、スティック パリティビット、およびパリティなしビットの生成 / 検出
  - 1 または 2 ストップ ビットの生成
  - 改行の検出
  - 入力信号のグリッチ フィルタ
  - プログラマブルなボーレート生成 (16、8、3 倍オーバーサンプリング機能付き)
  - ローカル相互接続ネットワーク (LIN) モードのサポート
- エントリの送信および受信 FIFO を 4 つに分離
- 送信および受信ループバック モード動作をサポート
- サポートされているプロトコルの詳細については、表 8-8 を参照してください

**表 8-8. UART の機能**

| UART の機能              | UART0 (拡張) |
|-----------------------|------------|
| 停止およびスタンバイ モードでアクティブ  | あり         |
| 送信 FIFO と受信 FIFO を分離  | あり         |
| ハードウェア フロー制御をサポート     | あり         |
| 9 ビット構成をサポート          | あり         |
| LIN モードをサポート          | あり         |
| DALI をサポート            | あり         |
| IrDA をサポート            | あり         |
| ISO7816 スマート カードをサポート | あり         |
| マンチェスター符号化をサポート       | あり         |

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「UART」の章を参照してください。

## 8.18 SPI

これらのデバイスのシリアル ペリフェラル インターフェイス (SPI) ペリフェラルは、以下の主な機能をサポートしています。

- コントローラ モードとペリフェラル モードの両方で、ULPCLK/2 のビット レートと最大 12Mbps/s をサポート
- コントローラまたはペリフェラルとして構成可能
- コントローラとペリフェラルの両方に対応する構成可能なチップ セレクト
- プログラマブルなクロック プリスケールおよびビット レート
- 4 ビットから 16 ビットまでのプログラム可能なデータ フレーム サイズ (コントローラ モード)
- データ フレーム サイズを 7 ビットから 16 ビットまでプログラム可能 (ペリフェラル モード)
- エントリの送信および受信 FIFO を 4 つに分離
- テキサス インストルメンツ モード、Motorola モード、National Microwire 形式をサポート

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「SPI」の章を参照してください。

## 8.19 I2C

これらのデバイスの I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit Interface) ペリフェラルは、バス上のその他の I2C デバイスとの双方向データ転送を行い、次の主な機能をサポートしています。

- 複数の 7 ビット ターゲット アドレスによる 7 ビットおよび 10 ビット アドレッシング モード

- マルチ コントローラトランスミッタ / レシーバ モード
- 設定可能クロック ストレッチング付きターゲット レシーバ / トランスミッタ モード
- 標準モード (Sm) をサポート (最大 100kbit/s のビットレート)
- 高速モード (Fm) をサポート (最大 400kbit/s のビットレート)
- 高速プラス モード (Fm+) をサポート (最大 1Mbit/s のビットレート)
- エントリの送信および受信 FIFO を 4 つに分離
- PEC、ARP、タイムアウト検出、ホスト サポートにより SMBus 3.0 をサポート
- アドレス一致で低消費電力モードからウェークアップ
- 入力信号のグリッチを抑制するためのアナログおよびデジタル グリッチ フィルタをサポート

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「I2C」の章を参照してください。

## 8.20 WWDT

ウィンドウ付きウォッチドッグ タイマ (WWDT) は、本デバイスの動作 (特にコードの実行) を監視するために使えます。WWDT は、アプリケーション ソフトウェアが規定された時間の範囲内にウォッチドッグを正常にリセットしなかった場合に、リセットまたは割り込みを生成するために使用できます。WWDT の主な特長は次のとおりです。

- 25 ビット カウンタ
- プログラマブルなクロック分周回路
- ソフトウェアで選択可能な 8 つのウォッチドッグ タイマ期間
- ソフトウェアで選択可能な 8 つのウィンドウ サイズ
- SLEEP モードに入った際の WWDT の自動停止をサポート
- ウォッチドッグ機能を必要としないアプリケーションのためのインターバル タイマ モード

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「WWDT」の章を参照してください。

## 8.21 タイマ (TIMx)

これらのデバイスのタイマ ペリフェラルは、以下の主な機能をサポートしています。構成の詳細については、[表 8-9](#) を参照してください。

**汎用タイマ (TIMGx)** 特有の機能には以下が含まれます。

- 16 ビットのダウン、アップ / ダウン、アップ カウンタ、反復リロード モード付き
- 選択可能 / 構成可能なクロック ソース
- カウンタ クロック周波数を分周するための 8 ビット プログラマブル プリスケアラ
- 以下のための 2 つの独立したチャンネル
  - 出力の比較
  - 入力のカプチャ
  - PWM 出力
  - ワンショット モード
- 位置決めと移動量検出のための直交エンコーダ インターフェイス (QEI) のサポート
- 同一電力ドメイン内の異なる TIMx インスタンス間の同期とクロストリガをサポート
- 割り込みトリガ生成とクロス ペリフェラル (ADC など) トリガ機能をサポート
- ホール センサ入力のためのクロストリガ イベントロジック

**高度制御タイマ (TIMAx)** 特有の機能には以下が含まれます。

- 16 ビットのダウンまたはアップ / ダウン カウンタ、反復リロード モード付き
- 選択可能 / 構成可能なクロック ソース
- カウンタ クロック周波数を分周するための 8 ビット プログラマブル プリスケアラ
- カウンタで所定のサイクル数が経過した後にのみ割り込みまたはイベントを生成する、リピート カウンタ
- 以下のための最大 4 個の独立したチャンネル

- 出力の比較
- 入力のキャプチャ
- PWM 出力
- ワンショット モード
- データ保存および CC レジスタ用のシャドウ レジスタ利用可能
- 相補出力 PWM
- デッドバンド挿入をプログラム可能な非対称 PWM
- フォルト状況が発生したときに、ユーザー定義による安全な状態の出力信号を確保するためのフォルト処理メカニズム
- 同一電力ドメイン内の異なる TIMx インスタンス間の同期とクロストリガをサポート
- 割り込みトリガ生成とクロス ペリフェラル (ADC など) トリガ機能をサポート
- 内部イベント用の 2 つの追加キャプチャ / 比較チャネル

表 8-9. TIMx の構成

| タイマ名   | パワー<br>ドメイン | 分解能    | プリスケアラ | リピー<br>トカウン<br>タ | キャプ<br>チャ / 比<br>較チャ<br>ネル | 位相<br>ロー<br>ド | シャド<br>ウロ<br>ード | シャド<br>ウ CC | デッド<br>バン<br>ド | フォ<br>ルト | QEI |
|--------|-------------|--------|--------|------------------|----------------------------|---------------|-----------------|-------------|----------------|----------|-----|
| TIMG14 | PD0         | 16 ビット | 8 ビット  | –                | 4                          | –             | –               | –           | –              | –        | –   |
| TIMG8  | PD0         | 16 ビット | 8 ビット  | –                | 2                          | –             | –               | –           | –              | –        | あり  |
| TIMA0  | PD0         | 16 ビット | 8 ビット  | 8 ビット            | 4                          | あり            | あり              | あり          | あり             | あり       | –   |

表 8-10. TIMx クロス トリガ マップ (PD0)

| TSEL.ETSEL の選択 | TIMA0        | TIMG14       | TIMG8        |
|----------------|--------------|--------------|--------------|
| 0              | TIMA0.TRIG0  | TIMA0.TRIG0  | TIMA0.TRIG0  |
| 1              | TIMG14.TRIG0 | TIMG14.TRIG0 | TIMG14.TRIG0 |
| 2              | TIMG8.TRIG0  | TIMG8.TRIG0  | TIMG8.TRIG0  |
| 3~31           | 予約済み         |              |              |

詳細については、『MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル』の「タイマ」の章を参照してください。

## 8.22 デバイスのアナログ接続

本デバイスの内部アナログ接続を、図 8-2 に示します。

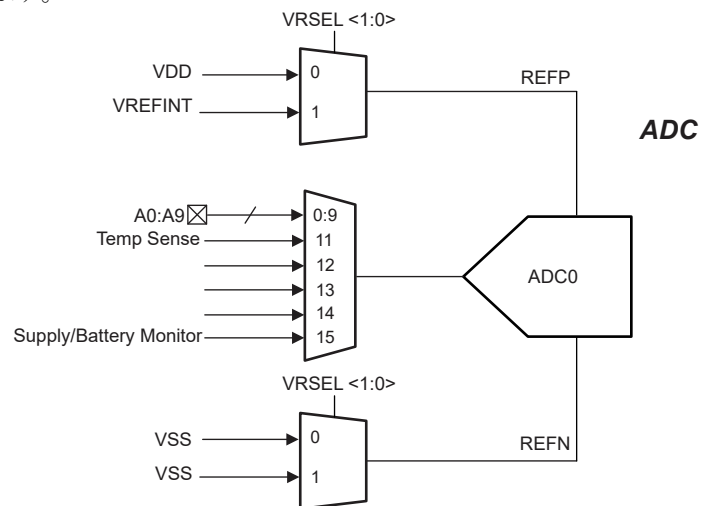


図 8-2. アナログ接続

## 8.23 入力 / 出力の回路図

IOMUX は、デジタル IO で使用されるペリフェラル機能の種類の選択を管理し、出力ドライバと入力経路を制御します。詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「IOMUX」のセクションを参照してください。

図 8-3 に、フル機能 IO ピンのミスト シグナル IO ピン スライスの回路図を示します。すべてのピンが、アナログ機能、駆動強度制御、利用可能なプルアップ抵抗またはプルダウン抵抗を備えているとは限りません。

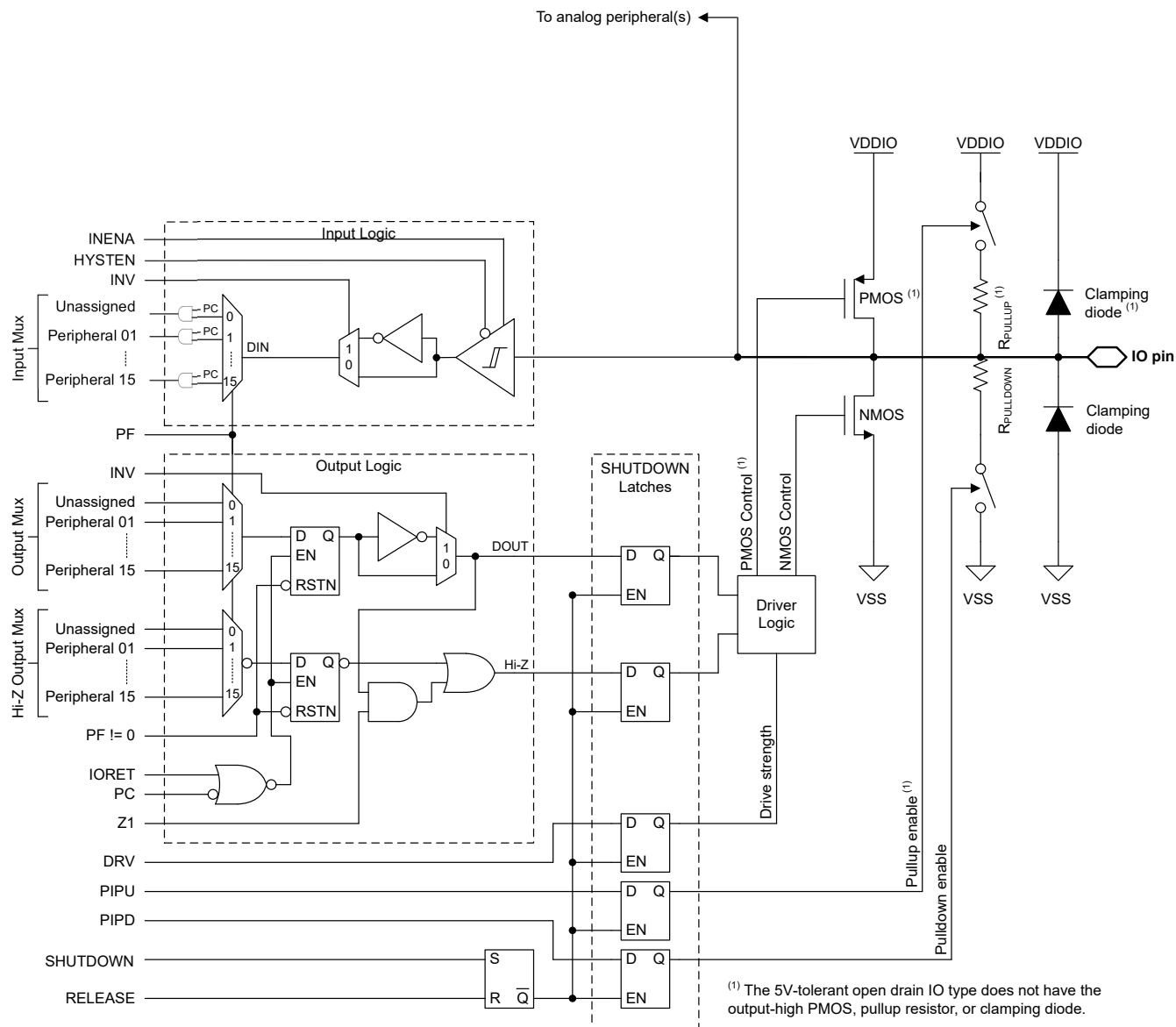


図 8-3. 入力 / 出力の回路図 (上位セット)

## 8.24 シリアル ワイヤ デバッグ インターフェイス

本デバイス内の各種デバッグ機能を利用できるように、Arm 互換シリアル ワイヤ デバッグ ポート (SW-DP) を利用したシリアル ワイヤ デバッグ (SWD) 2 線式インターフェイスが備わっています。MSPM0 デバイスが備えるデバッグ機能の詳細な説明については、テクニカル リファレンス マニュアルの「デバッグ」の章を参照してください。

**表 8-11. シリアル ワイヤ デバッグ ピンの要件と機能**

| デバイス信号 | 方向      | SWD 機能                     |
|--------|---------|----------------------------|
| SWCLK  | 入力      | デバッグ プロンプトからのシリアル ワイヤ クロック |
| SWDIO  | 入力 / 出力 | 双方向 (共有) シリアル ワイヤ データ      |

## 8.25 DEBUGSS

デバッグ サブシステム (DEBUGSS) は、ARM シリアル ワイヤ デバッグ (SWD) の 2 線式物理インターフェイスを、デバイス内の複数のデバッグ機能に接続します。MSPM0 デバイスは、プロセッサの実行およびデバイスの状態のデバッグをサポートしています。DEBUGSS は、SWD を介してソフトウェアと通信するためのメールボックス システムも提供します。

デバッグ サブシステムで提供される主な機能は次のとおりです：

- ARM シリアル ワイヤ デバッグ (SWD) は 2 本線 (SWDIO、SWCLK) のデバッグ インターフェイスであり、TI 製およびサード パーティ製のデバッグ プロンプトの両方と互換性があります
  - SWDIO および SWCLK 用のオンチップ プルアップ抵抗とプルダウン抵抗は、それぞれデフォルトで有効になっています
  - SWD 機能を無効化し、SWD ピンを汎用入出力ピンとして使用できるようにサポート
  - すべての低消費電力モードでのデバッグをサポート
- プロセッサのデバッグ
  - 実行、停止、およびステップ実行のデバッグをサポート
  - 2 個のハードウェア ブレークポイント (BPU)
  - 1 個のハードウェア ウォッチポイント (DWT)
  - ソフトウェア ブレークポイントをサポート
- プロセッサ デバッグ中のペリフェラル動作をソフトウェアで設定可能
  - デバッグ停止中に選択したペリフェラルをフリー ランさせる機能
  - デバッグ停止時に選択したペリフェラルを停止させる機能
  - PMCU に対してリセットおよびモード変更を要求する機能
- SWD インターフェイスとブート ROM (およびアプリケーション ソフトウェア) 間でデータや制御信号を受け渡すためのメールボックス (DSSM)
- SWD ロックアウトやパスワード認証を使用したデバッグなど、さまざまなセキュリティ機能のサポート

詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「DEBUGSS」章を参照してください。

## 8.26 デバイス ファクトリ定数

すべてのデバイスは、アプリケーション ソフトウェア用に、デバイスの機能を説明する読み出し専用データと、工場から提供された調整情報とを、メモリ内に割り当てられた **FACTORY** 領域に格納しています。『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコンコントローラ テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「ファクトリ定数」セクションを参照してください。

**表 8-12. DEVICEID**

DEVICEID アドレスは 0x41C4.0004、PARTNUM はビット 12～27、MANUFACTURER はビット 1～11 です。

| デバイス          | DEVICEID.PARTNUM | DEVICEID.MANUFACTURER |
|---------------|------------------|-----------------------|
| MSPM0C1103-Q1 | 0xBBA1           | 0x17                  |
| MSPM0C1104-Q1 | 0xBBA1           | 0x17                  |

**表 8-13. USERID**

USERID アドレスは 0x41C4.0008、PART はビット 0～15、VARIANT はビット 16～23 です。

| デバイス             | PART | バリエーション | デバイス             | PART | バリエーション |
|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
| M0C1104QDGS20RQ1 | A608 | 10      | M0C1103QDGS20RQ1 | 8A2B | 15      |

表 8-13. USERID (続き)

USERID アドレスは 0x41C4.0008、PART はビット 0～15、VARIANT はビット 16～23 です。

| デバイス           | PART | バリエーション | デバイス           | PART | バリエーション |
|----------------|------|---------|----------------|------|---------|
| M0C1104QRUKRQ1 | A608 | 11      | M0C1103QRUKRQ1 | 8A2B | 16      |
| M0C1104QDYRQ1  | A608 | 12      | M0C1103QDYRQ1  | 8A2B | 17      |
| M0C1104QDDFRQ1 | A608 | 13      | M0C1103QDDFRQ1 | 8A2B | 18      |
| M0C1104QDSGRQ1 | A608 | 14      | M0C1103QDSGRQ1 | 8A2B | 19      |

## 8.27 識別

### リビジョンおよびデバイス識別

ハードウェア リビジョンとデバイスの識別値は、メモリ内に割り当てられた **FACTORY** 領域に格納されています (「デバイスファクトリ定数」セクションを参照)。この領域は、アプリケーション ソフトウェア用に、デバイスの機能を説明する読み出し専用データと、工場から提供された調整情報とを提供します。詳細については、『[MSPM0 C シリーズ 24MHz マイコン テクニカル リファレンス マニュアル](#)』の「ファクトリ定数」の章を参照してください。

デバイス リビジョンおよび識別情報は、デバイス パッケージの上面マーキングの一部としても記載されています。デバイスごとの正誤表に、これらのマーキングが記載されています (を参照)。

## 9 アプリケーション、実装、およびレイアウト

### 注

以下のアプリケーションのセクションにある情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI はその正確性も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。また、お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

### 9.1 代表的なアプリケーション

#### 9.1.1 回路図

低 ESR セラミック デカップリング コンデンサを VDD ピンと VSS ピンの間に接続するとともに、これらのコンデンサを分離する電源ピンにできる限り近づけて配置し (数 mm 以内)、ループ面積を最小限に抑えることをおすすめします。バルク デカップリング コンデンサの値は、PCB の設計とアプリケーションの要件に応じて調整できます。たとえば、より値の大きいコンデンサを使用することもできますが、電源レールの立ち上がり時間に影響を及ぼす可能性があります。

デバイスが RESET 状態から開放されてブートプロセスを開始するには、NRST RESET ピンを VDD (電源レベル) にプルアップする必要があります。ほとんどのアプリケーションでは、外部のプルアップ抵抗をプルダウン コンデンサに接続し、NRST ピンを他のデバイスまたはデバッグ プロブで制御できるようにすることをおすすめします。

5V 対応のオープンドレイン (ODIO) では、オープン ドレイン IO はローサイド NMOS ドライバのみを実装し、ハイサイド PMOS ドライバを実装しないので、I2C および UART 機能に High を出力するためプルアップ抵抗が必要です。5V 対応のオープン ドレイン IO はフェイルセーフで、VDD が供給されていない場合でも電圧が存在する可能性があります。

適切なデバイス性能を確保するための特定の部品の値と実装の詳細については、『[MSPM0 C シリーズ MCU ハードウェア開発ガイド](#)』を参照してください。

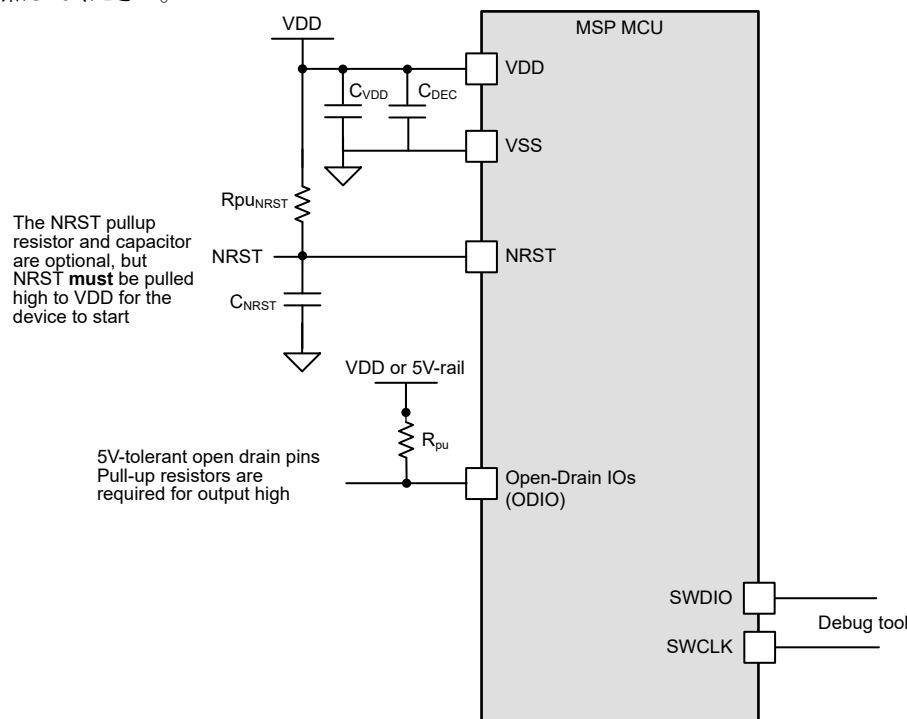


図 9-1. 代表的なアプリケーション回路図

## 10 デバイスおよびドキュメントのサポート

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

### 10.1 デバイスの命名規則

製品開発サイクルの段階を示すために、TI は **MSP** マイコン デバイスとサポート ツールのすべての型番に接頭辞を割り当てています。**MSP MCU** 商用ファミリの各番号には、**MSP**、**X** のいずれかの接頭辞があります。これらの接頭辞は、エンジニアリング プロトタイプ (**X**) から、完全に認定済みの量産版デバイス (**MSP**) まで、製品開発の段階を表しています。

**X** – 実験的デバイスであり、最終デバイスの電気的特性を必ずしも表しません。

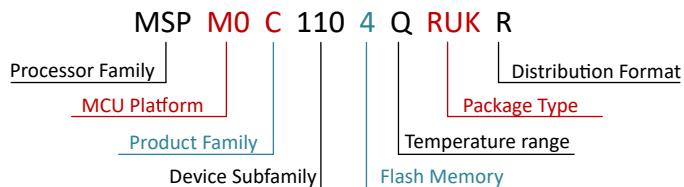
**MSP** – 完全に認定済みの量産版デバイス

**X** デバイスは、次の免責事項付きで出荷されます。

「開発中の製品は、社内での評価用です。」**MSP** デバイスの特性は完全に明確化されており、デバイスの品質と信頼性が十分に示されています。TI の標準保証が適用されます。プロトタイプ デバイス (**X**) は、標準的な製品版デバイスに比べて故障率が高いと予測されます。これらのデバイスは、予測される最終使用時の故障率が未定義であるため、テキサス・インスツルメンツはそれらのデバイスを量産システムで使用しないよう推奨しています。認定済みの量産デバイスのみを使用する必要があります。

TI デバイスの命名規則には、デバイス ファミリの接尾辞も含まれます。この接尾辞は、温度範囲、パッケージ タイプ、配布形式を示しています。デバイス名の各部の読み方を、[図 10-1](#) に示します。

**図 10-1. デバイスの命名規則**



**表 10-1. デバイスの命名規則**

|              |                                                                                            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| プロセッサ ファミリ   | MSP = ミックスド シグナル プロセッサ<br>X = 検証用半導体                                                       |
| MCU プラットフォーム | M0 = Arm ベース 32 ビット M0+                                                                    |
| 製品ファミリ       | C = 24MHz 周波数                                                                              |
| デバイス サブファミリ  | 110 = ADC                                                                                  |
| フラッシュ メモリ    | 3 = 8KB<br>4 = 16KB                                                                        |
| 温度範囲         | Q = -40°C ~ 125°C, AEC-Q100 認定品                                                            |
| パッケージ タイプ    | <a href="#">表 5-1</a> と <a href="http://www.ti.com/packaging">www.ti.com/packaging</a> を参照 |
| 配布形式         | R = 大型リール                                                                                  |

各種パッケージ タイプの **MSP** デバイスの注文可能な部品番号については、このデータシートの末尾にあるパッケージ 注文情報または [ti.com](http://ti.com) を参照するか、テキサス・インスツルメンツの販売代理店にお問い合わせください。

## 10.2 ツールとソフトウェア

### 設計キットと評価モジュール

#### MSPM0 LaunchPad (LP) ボード: LP-MSPM0C1104

業界で最も優れたアナログ機能を内蔵し、コストを最適化した汎用 MSPM0 MCU ファミリの開発をただちに開始できます。すべてのデバイス ピンと機能が見えるようにします。多様な内蔵回路、すぐに使用できるソフトウェア デモ、オンボード XDS110 デバッグ プロンプ (プログラミング、デバッグ、EnergyTrace™ テクノロジー用) が含まれています。LP エコシステムには、機能を拡張するための多数の BoosterPack™ スタックアブル プラグイン モジュールが含まれています。

### 組込みソフトウェア

#### MSPM0 ソフトウェア開発キ ット (SDK)

ソフトウェア ドライバ、ミドルウェア ライブラリ、資料、ツール、すべての MSPM0 デバイスのための使いやすく簡単なユーザー体験を実現するサンプル コードが含まれています。

### ソフトウェア開発ツール

#### TI クラウド ツール

Web ブラウザ上で評価と開発を開始できます。インストールは不要です。クラウド ツールには、ダウンロード可能なオフライン バージョンもあります。

#### TI Resource Explorer

TI SDK へのオンライン ポータル。CCS IDE または TI クラウド ツールからアクセスできます。

#### SysConfig

デバイスとペリフェラルの構成、システム競合の解消、構成コードの生成、ピン多重化設定の自動化のための直感的な GUI。CCS IDE または TI クラウド ツールからアクセスできます。(オフライン バージョン)

#### MSP Academy

さまざまなトピックを網羅するトレーニング モジュールを使用して MSPM0 MCU プラットフォームについて学習するための優れた出発点です。TIRex の一部です。

#### GUI Composer

コードをまったく必要としない完全統合型アナログ信号チェーンの構成と監視など、特定の MSPM0 機能の評価を簡素化する GUI。

### IDE とコンパイラのツール チェーン

#### Code Composer Studio™ (CCS)

TI Arm-Clang コンパイラが含まれています。テキサス・インスツルメンツのすべての Arm Cortex MCU をサポートしており、競争力のあるコード サイズ性能、高速コンパイル時間、コード カバレッジのサポート、安全性認定のサポート、完全に無料で使用できることを特長としています。

#### IAR Embedded Workbench® IDE

#### Keil® MDK IDE

#### GNU Arm 組み込みツール チェーン

## 10.3 ドキュメントのサポート

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

以下のドキュメントでは、MSPM0 MCU について記載しています。これらのドキュメントのコピーは、インターネット上の [www.ti.com](http://www.ti.com) で入手できます。

### テクニカル リファレンス マニュアル

#### 『MSPM0 C シリーズ マイコン テクニカル リファレンス マニュアル』

このマニュアルは、デバイス ファミリのモジュールおよびペリフェラルについて解説しています。それぞれの説明は、モジュールまたはペリフェラルを一般的な意味で示しています。すべてのデバイスについて、すべてのモジュールまたはペリフェラルのすべての特長や機能を示しているわけではありません。さらに、モジュールやペリフェラルは、異なるデバイスに対して、全く同じように実装されているとは限りません。ピンの機能、内部信号の接続、および動作パラメータはデバイスによって異なります。詳細については、デバイス固有のデータシートを参照してください。

## エラッタ

MSPM0C1103、MSPM0C1104、MSPM0C1103-Q1、MSPM0C1104-Q1、MSPS003FS、MSPS003F4 マイコン

この文書では、機能仕様に対する既知の例外 (アドバイザリ) について説明します。

## 10.4 サポート・リソース

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

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

## 10.5 商標

LaunchPad™, Code Composer Studio™, TI E2E™, EnergyTrace™, BoosterPack™, and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

Arm®, Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 10.6 静電気放電に関する注意事項



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

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

## 10.7 用語集

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

## 11 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

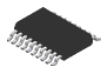
### Changes from August 30, 2024 to September 30, 2026 (from Revision A (August 2024) to Revision B (September 2026))

|                                                                                                                       | Page |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| • パッケージ オプションを更新.....                                                                                                 | 1    |
| • 「パッケージ情報」表を追加.....                                                                                                  | 2    |
| • デバイスの比較に DSBGA パッケージを追加.....                                                                                        | 6    |
| • DGS32 のピン図、ピン属性、信号の説明を削除.....                                                                                       | 7    |
| • TIMx タイマ分解能ビットの仕様を削除.....                                                                                           | 15   |
| • UART AGFSEL = 0 抑制パルス時間の標準値を 6ns に更新.....                                                                           | 15   |
| • 温度センサの温度係数の最小値と標準値の仕様を更新.....                                                                                       | 15   |
| • 出荷時調整と温度係数の温度センサ テスト条件を追加.....                                                                                      | 15   |
| • tWAKE SLEEP1/2, tWAKE STBY0/1, tWAKE SHDN, tDELAY SLEEP1, tDELAY STOP0, tDELAY STBY0 の<br>タイミング特性および脚注 (1) を追加..... | 15   |
| • フラッシュ メモリの特性の脚注 (1) および (3) を追加.....                                                                                | 15   |

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| • フラッシュ メモリ の特性 $t_{\text{ERASE}}$ (SEC) < 2K および 25C (Tj) で 10K サイクル を追加.....                                   | 15 |
| • フラッシュ メモリ の特性 を更新、IDD_ERASE、IDD_PGM、 $t_{\text{PROG}}$ (WORD, 64)、 $t_{\text{PROG}}$ (SEC, 64).....            | 15 |
| • VDD と VSS の絶対最大シンクおよびソース電流テスト条件を周囲温度から接合部温度に訂正.....                                                            | 15 |
| • sysosc 精度テスト条件を示す SYSOSC の脚注を追加し、SYSOSC の脚注 (2) を削除.....                                                       | 15 |
| • DSBGA-8 (YCJ) の熱特性を追加.....                                                                                     | 15 |
| • 各温度で、IDDSTOP0、ULPCLK = 4MHz のすべての最大値を更新.....                                                                   | 16 |
| • IDDSLEEP $\mu\text{A}/\text{MHz}$ 仕様を追加.....                                                                   | 16 |
| • 125C での IDDSLEEP 最大値を 1680 $\mu\text{A}$ から 1370 $\mu\text{A}$ に更新.....                                        | 16 |
| • $ dVDD/dt  \leq 3\text{V/s}$ を示す脚注 (1) を削除.....                                                                | 17 |
| • VBOR+、コールド仕様を更新.....                                                                                           | 17 |
| • デジタル IO 出力の立ち上がりおよび立ち下がり時間の最大値を更新.....                                                                         | 21 |
| • デジタル IO VOH および VOL の最小値および最大値を更新.....                                                                         | 21 |
| • ADC 直線性の脚注 (3) を削除.....                                                                                        | 22 |
| • VREF 仕様から ADC スイッチング特性のサンプリング時間を削除.....                                                                        | 22 |
| • ADC 電氣的特性の脚注 (2) を追加.....                                                                                      | 22 |
| • VREF 温度係数を最大 80ppm/C に更新.....                                                                                  | 25 |
| • I2C AGFSEL = 0 抑制パルス時間の標準値を 6ns に更新.....                                                                       | 25 |
| • SPI 脚注 (4) を追加.....                                                                                            | 26 |
| • SPI コントローラ tCS_LEAD、tCS_LAG、tCS_ACC、tCS_DIS、tSU_CI、tHD_CI およびペリフェラル tCS_LEAD、tCS_ACC、tCS_DIS、tSU_PI 仕様を更新..... | 26 |
| • 表 8-1 に温度センサを追加.....                                                                                           | 30 |
| • 適切な NONMAIN 構成ポリシーに関して表の注 2 を追加.....                                                                           | 33 |
| • ペリフェラルの名前を「NVMNW」から「FLASHCTL」に更新.....                                                                          | 34 |
| • ADC0 のチャンネル割り当て を更新.....                                                                                       | 36 |
| • VREF モジュールの図を追加.....                                                                                           | 37 |
| • セキュリティの章を追加.....                                                                                               | 37 |
| • FIFO のエントリの説明を明確化.....                                                                                         | 38 |
| • FIFO のエントリの説明を明確化.....                                                                                         | 38 |
| • FIFO のエントリの説明を明確化.....                                                                                         | 38 |
| • 表 8-10 を追加.....                                                                                                | 39 |
| • 表 8-9 の TIMA0 電源ドメインを PD0 に更新.....                                                                             | 39 |
| • VREF を含めるように図 8-2 を更新.....                                                                                     | 41 |
| • セクション 8.23 を更新.....                                                                                            | 42 |
| • セクション 8.23 を更新.....                                                                                            | 42 |
| • DEGUGSS セクションを追加.....                                                                                          | 43 |
| • MSPM0C110xS8YCJR USERID を追加.....                                                                               | 43 |
| • 代表的なアプリケーション回路図を更新し、『MSPM0 C シリーズ MCU HW 開発ガイド』へのリンクを追加.....                                                   | 45 |
| • 「ドキュメントのサポート」セクションを追加.....                                                                                     | 47 |

## 12 メカニカル、パッケージ、および注文情報

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

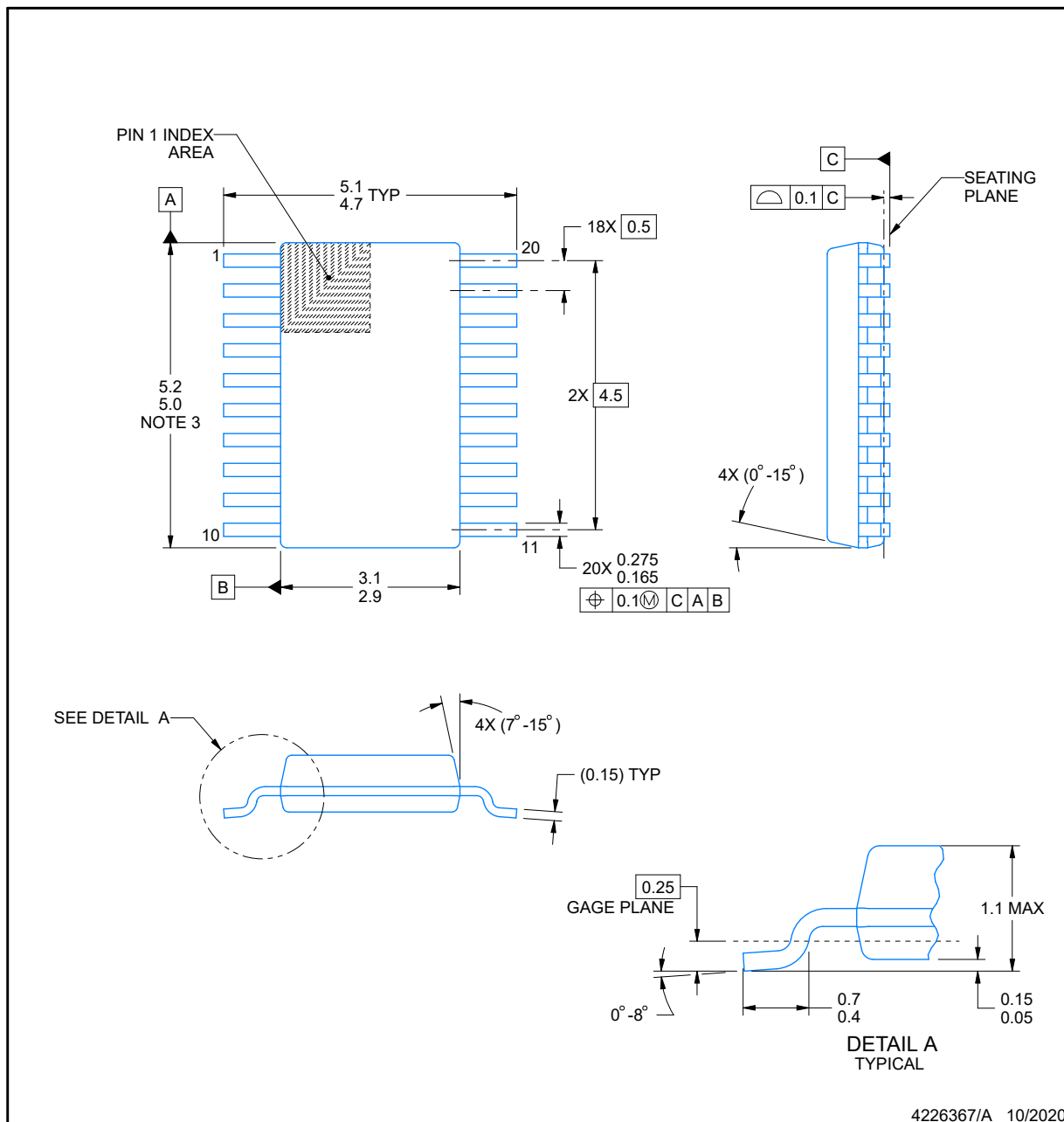


## DGS0020A

## PACKAGE OUTLINE

**VSSOP - 1.1 mm max height**

SMALL OUTLINE PACKAGE



4226367/A 10/2020

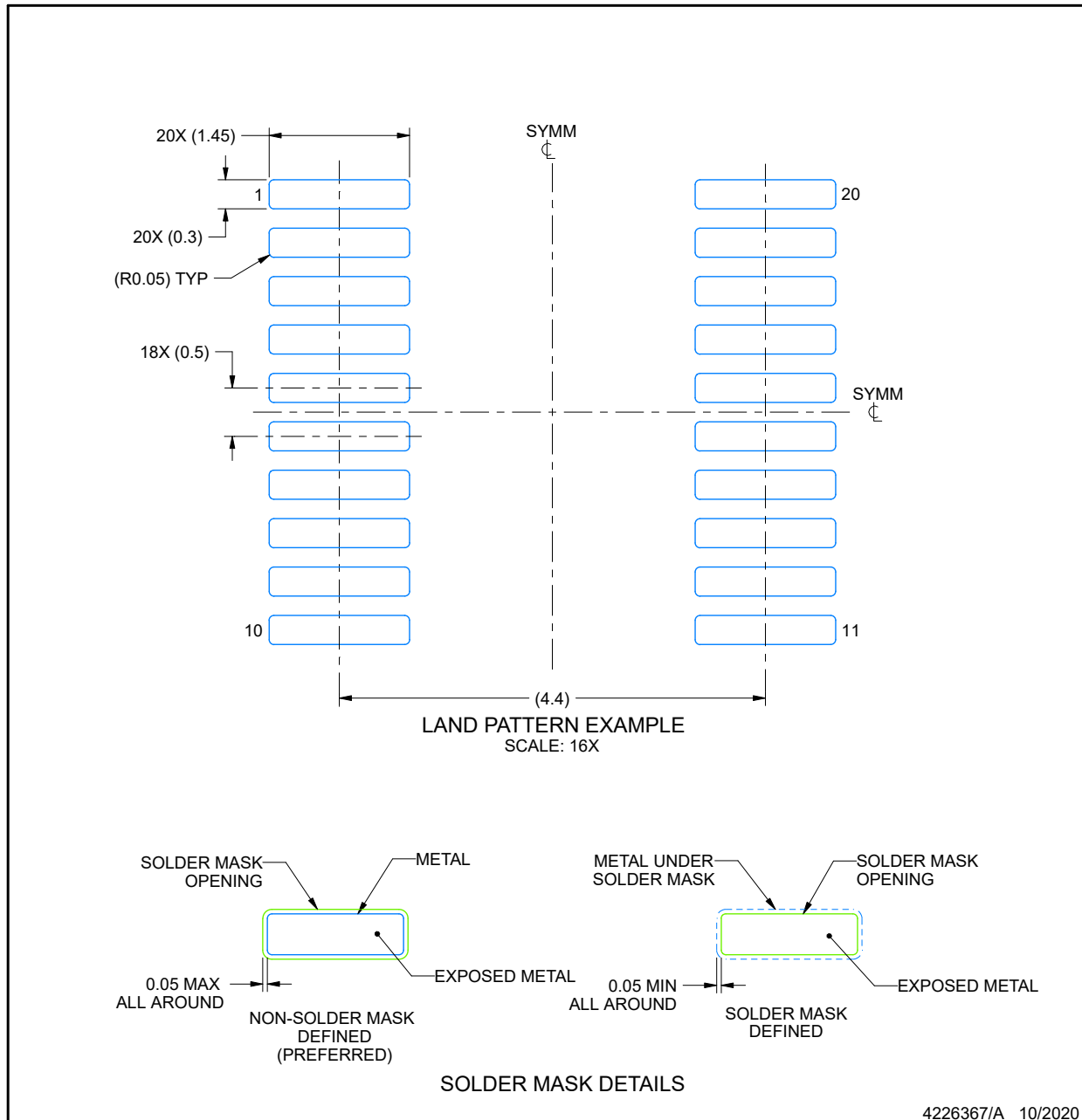
### NOTES:

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. No JEDEC registration as of September 2020.
5. Features may differ or may not be present.

**EXAMPLE BOARD LAYOUT****DGS0020A****VSSOP - 1.1 mm max height**

SMALL OUTLINE PACKAGE



NOTES: (continued)

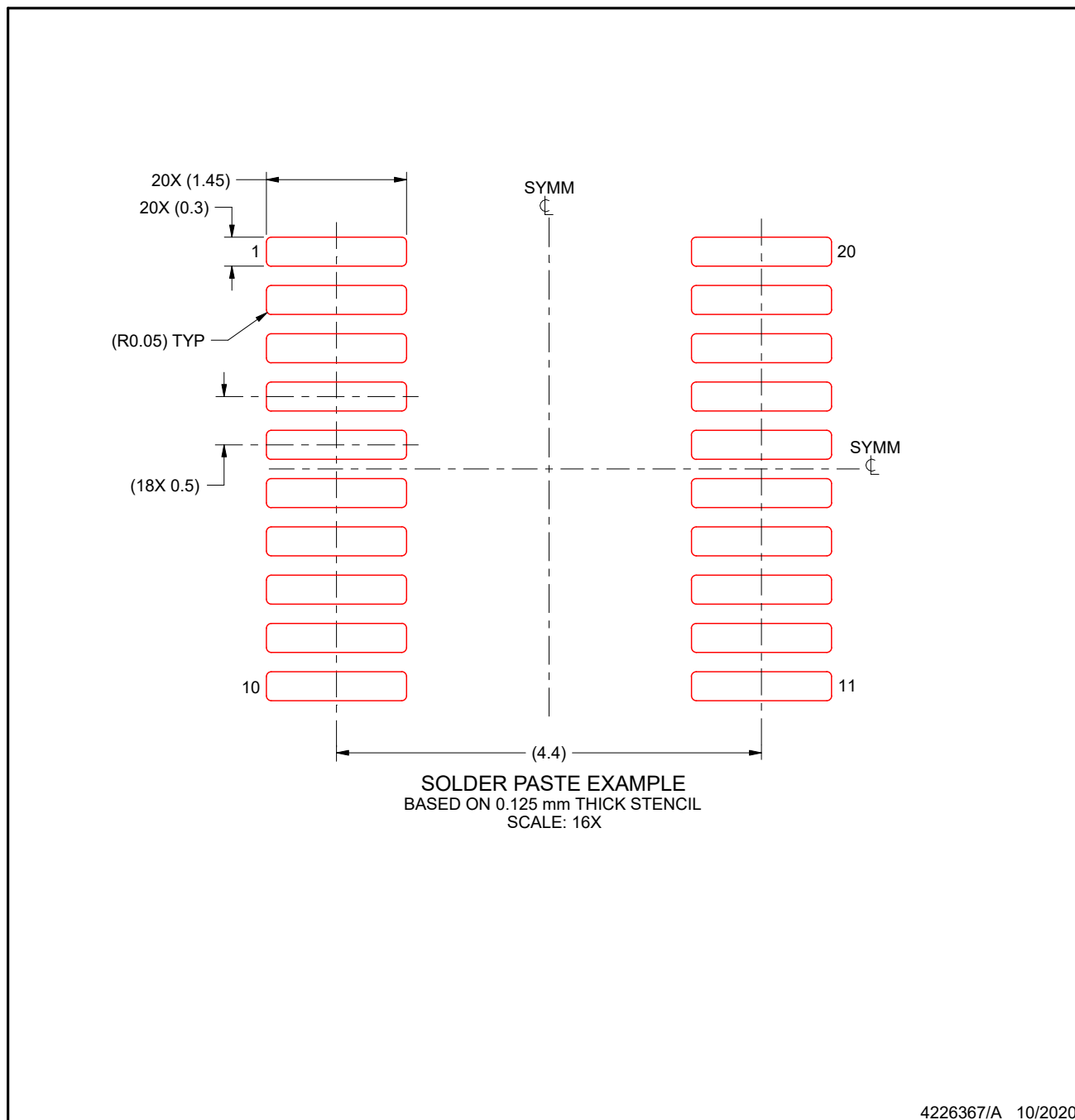
6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature numbers SLMA002 ([www.ti.com/lit/slma002](http://www.ti.com/lit/slma002)) and SLMA004 ([www.ti.com/lit/slma004](http://www.ti.com/lit/slma004)).
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.
10. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**DGS0020A**

**VSSOP - 1.1 mm max height**

SMALL OUTLINE PACKAGE

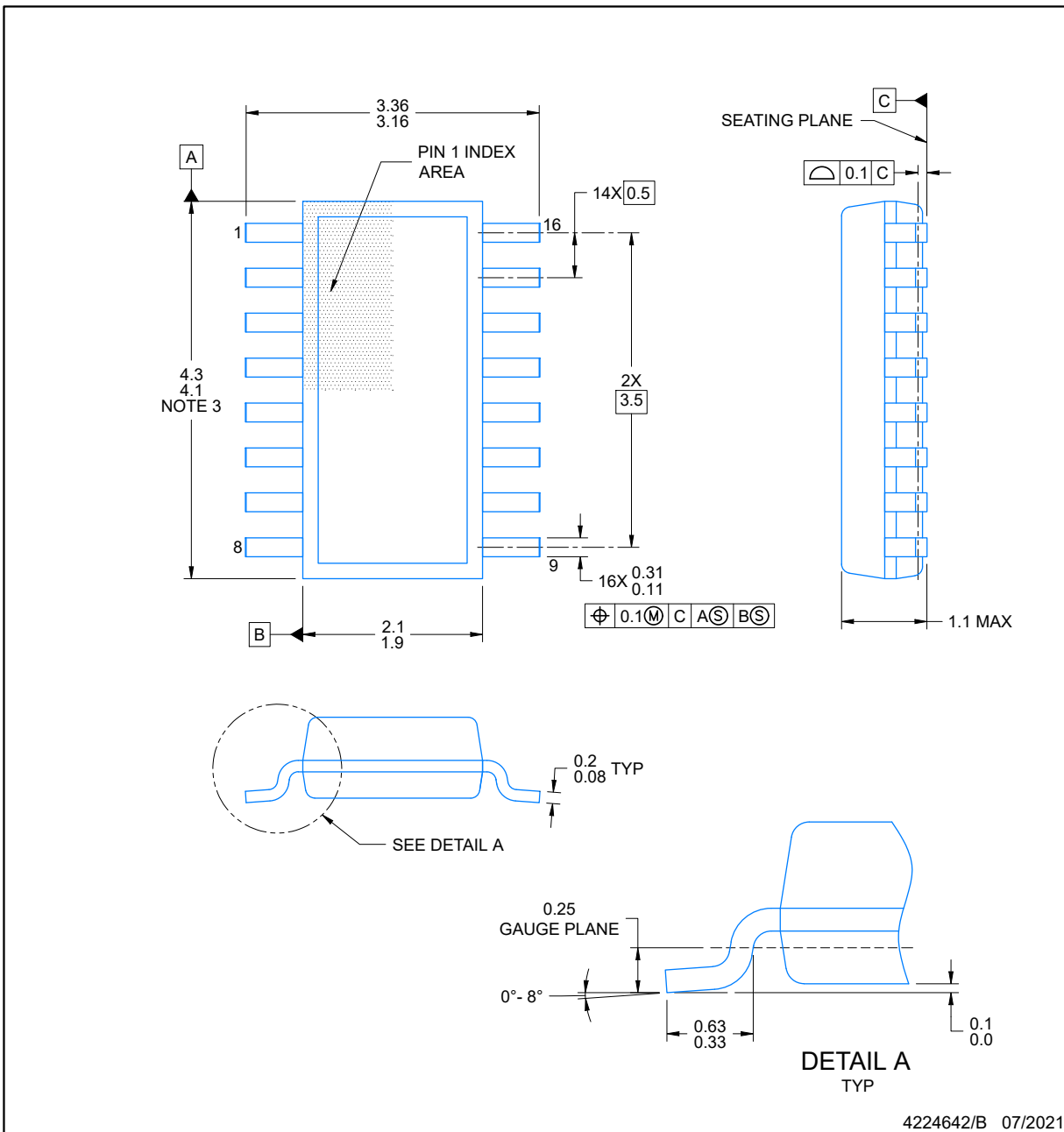


NOTES: (continued)

11. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
12. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

**DYY0016A**
**PACKAGE OUTLINE**  
**SOT-23-THIN - 1.1 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE



## NOTES:

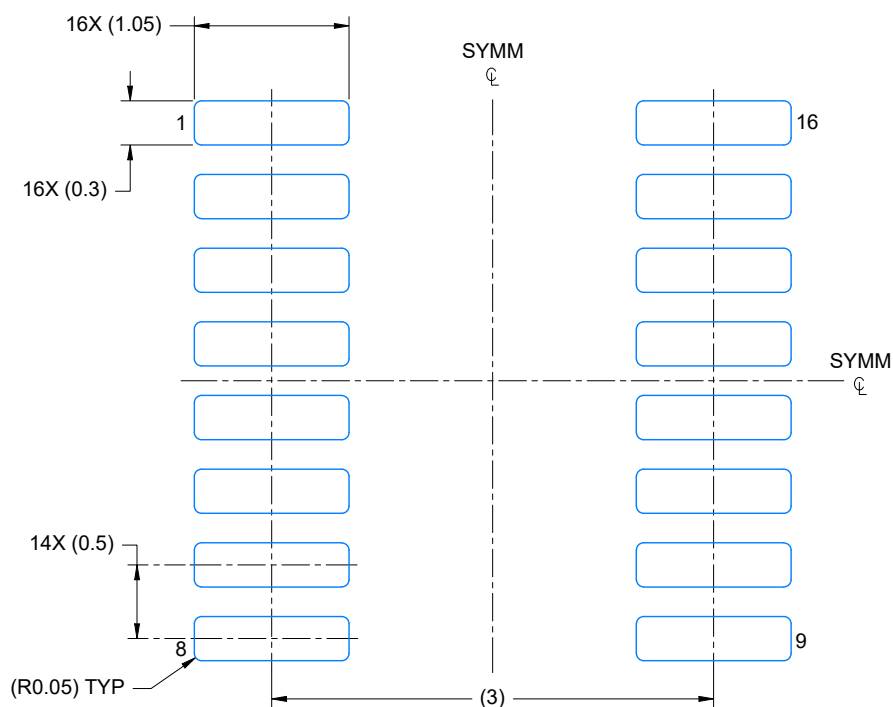
- All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
- This drawing is subject to change without notice.
- This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 per side.
- This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.50 per side.
- Reference JEDEC Registration MO-345, Variation AA

**DYY0016A**

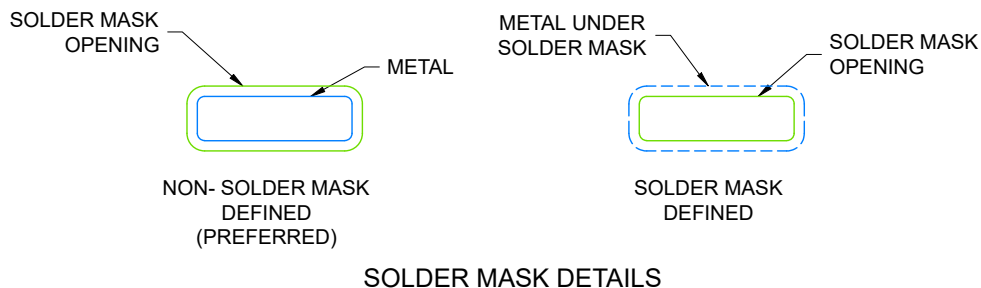
# EXAMPLE BOARD LAYOUT

## SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



**LAND PATTERN EXAMPLE**  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE: 20X



4224642/B 07/2021

NOTES: (continued)

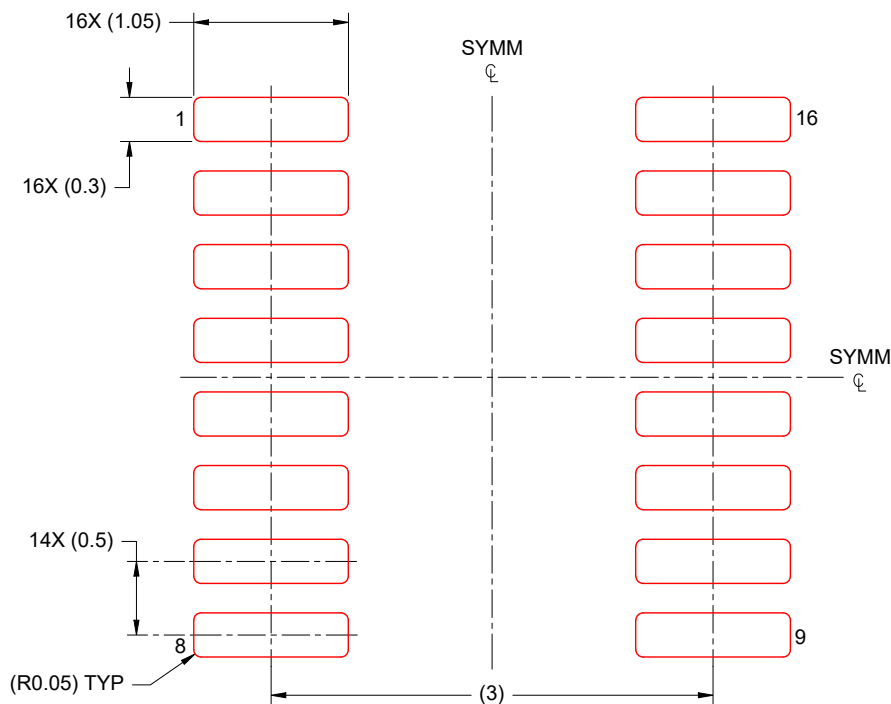
6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

### SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

**DYY0016A**

PLASTIC SMALL OUTLINE

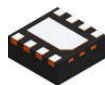


**SOLDER PASTE EXAMPLE**  
 BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL  
 SCALE: 20X

4224642/B 07/2021

**NOTES: (continued)**

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

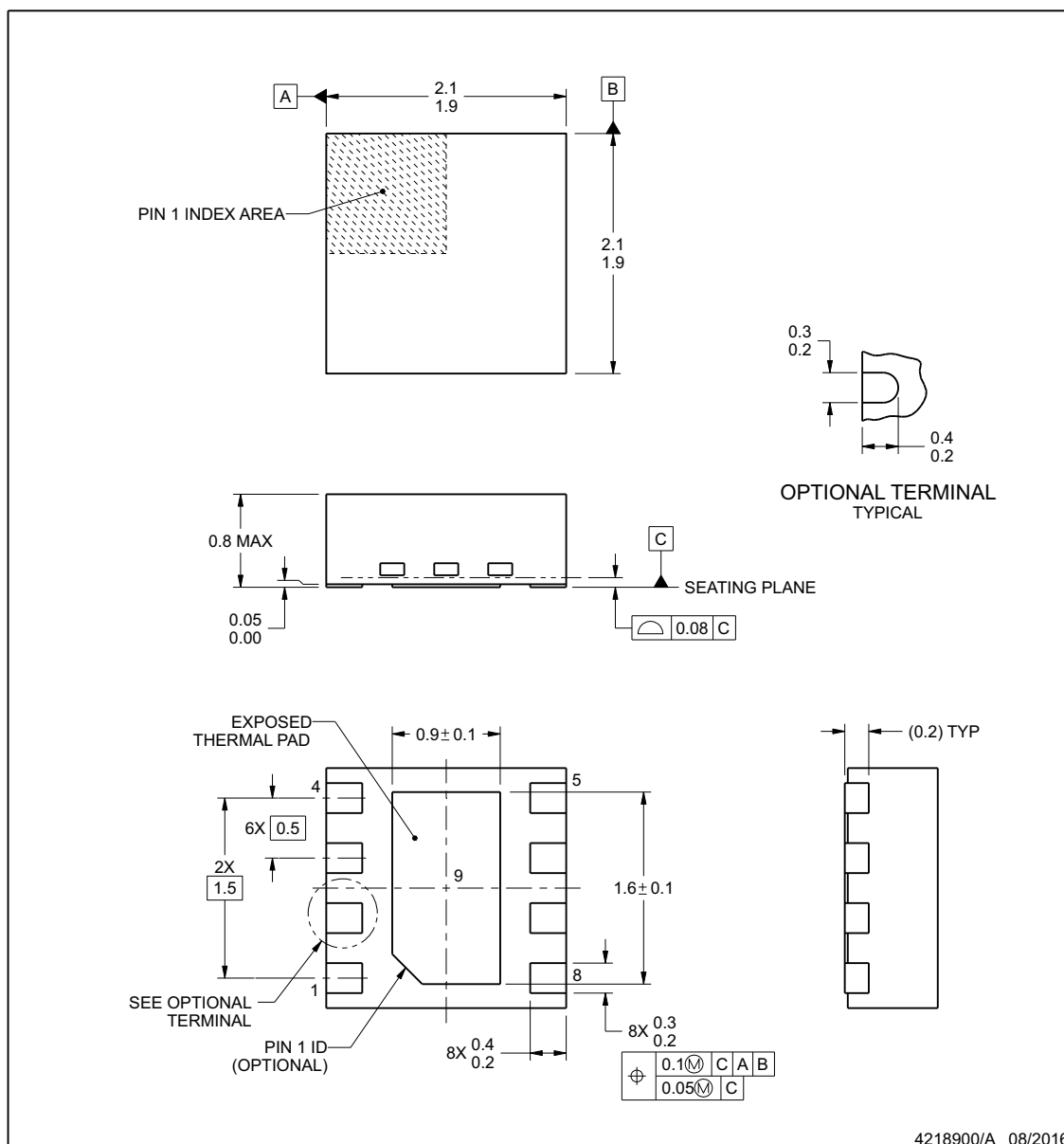


**DSG0008A**

## PACKAGE OUTLINE

**WSON - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

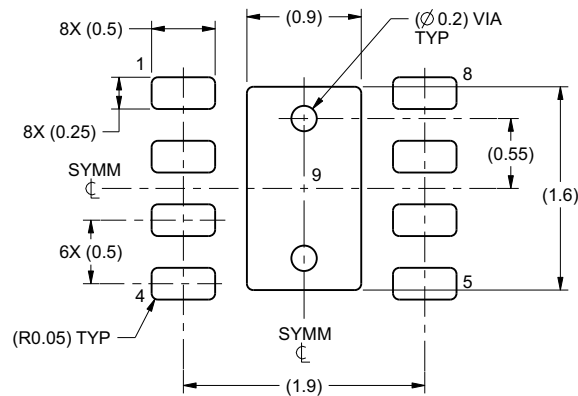


NOTES:

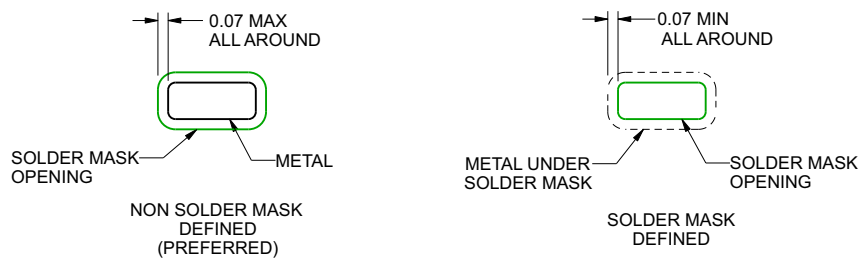
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

**EXAMPLE BOARD LAYOUT****DSG0008A****WSN - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE  
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4218900/A 08/2016

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/sluea271](http://www.ti.com/lit/sluea271)).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

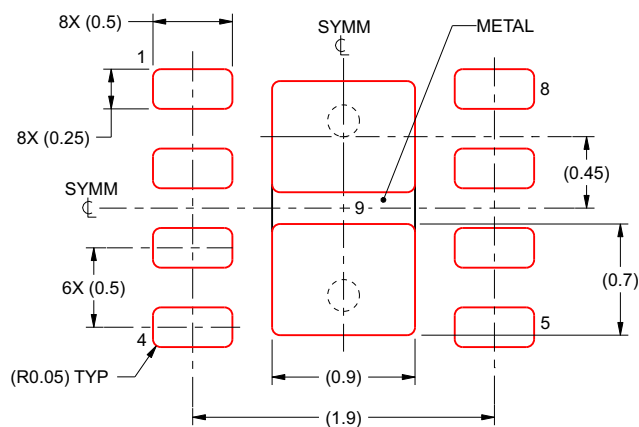
[www.ti.com](http://www.ti.com)

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**DSG0008A**

**WSN - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



**SOLDER PASTE EXAMPLE**  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 9:  
87% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE  
SCALE:25X

4218900/A 08/2016

NOTES: (continued)

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

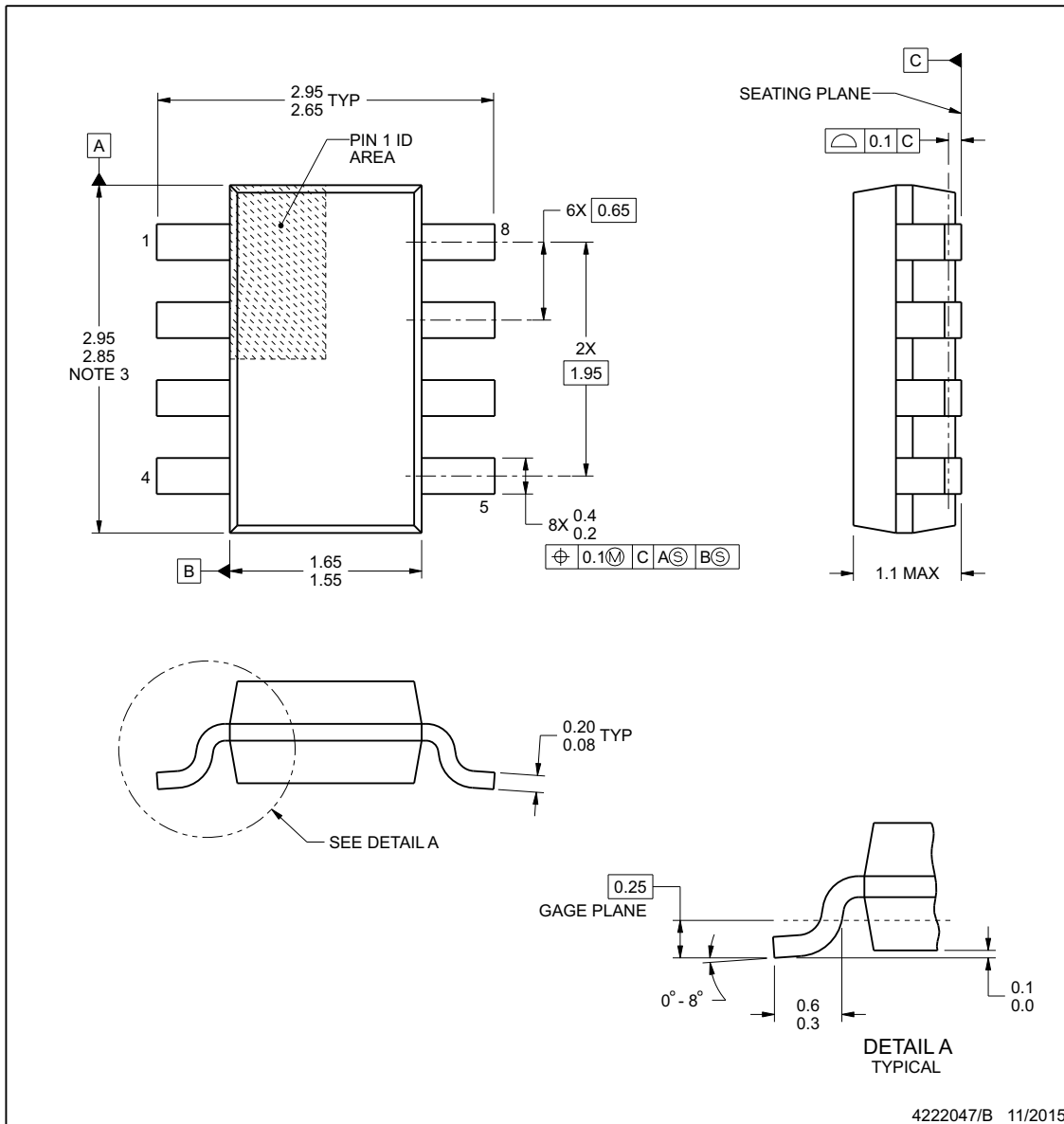
www.ti.com



**DDF0008A**

**PACKAGE OUTLINE**  
**SOT-23 - 1.1 mm max height**

## PLASTIC SMALL OUTLINE



NOTES:

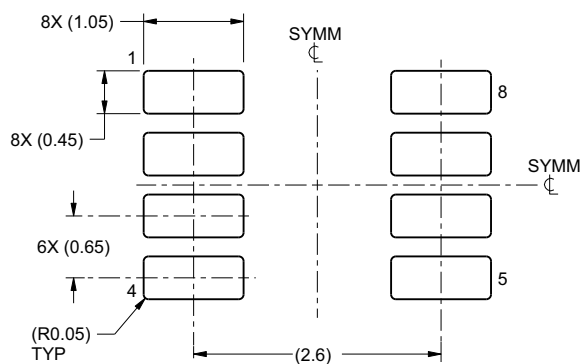
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.

## EXAMPLE BOARD LAYOUT

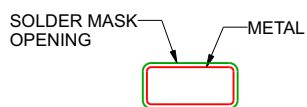
**DDF0008A**

**SOT-23 - 1.1 mm max height**

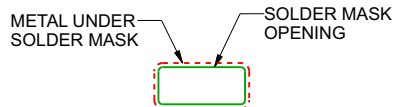
## PLASTIC SMALL OUTLINE



LAND PATTERN EXAMPLE  
SCALE:15X



NON SOLDER MASK  
DEFINED



SOLDER MASK  
DEFINED

## SOLDER MASK DETAILS

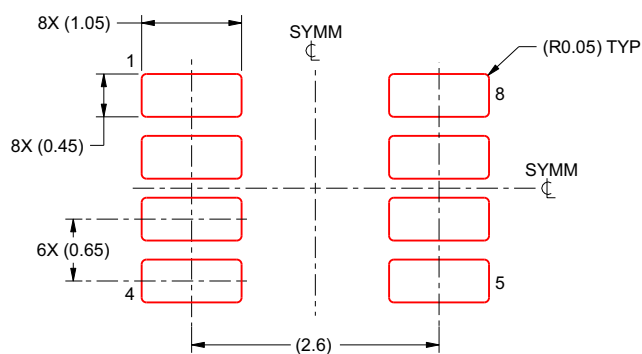
4222047/B 11/2015

NOTES: (continued)

4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.  
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

**EXAMPLE STENCIL DESIGN****DDF0008A****SOT-23 - 1.1 mm max height**

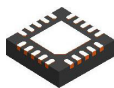
PLASTIC SMALL OUTLINE



4222047/B 11/2015

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
7. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

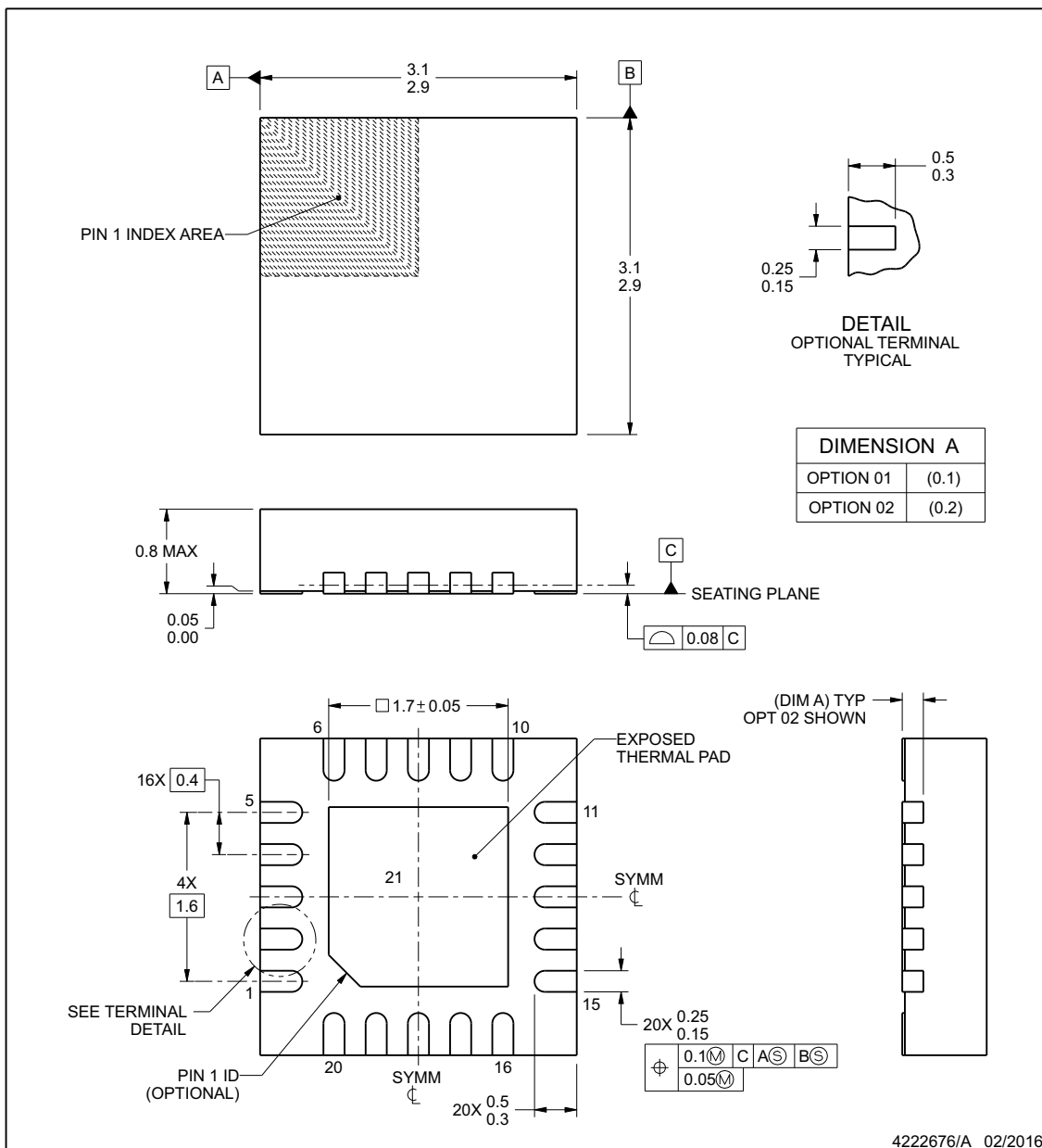


**RUK0020B**

## PACKAGE OUTLINE

**WQFN - 0.8 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



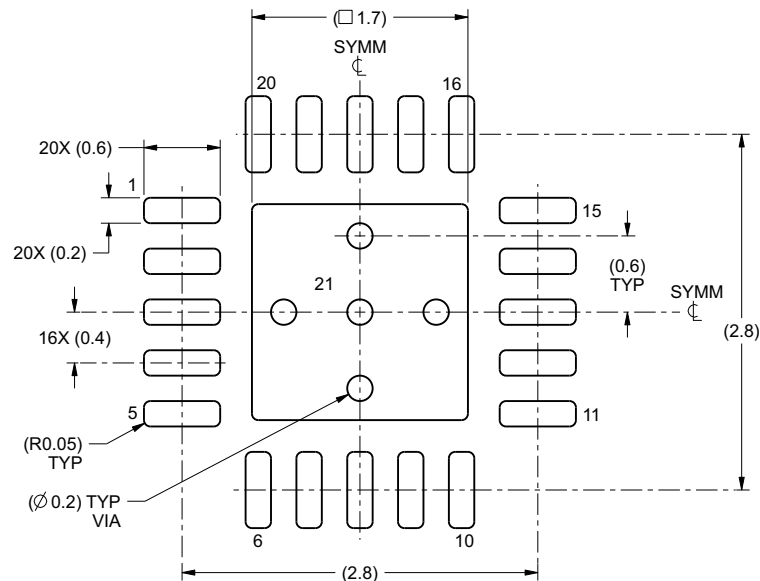
### NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

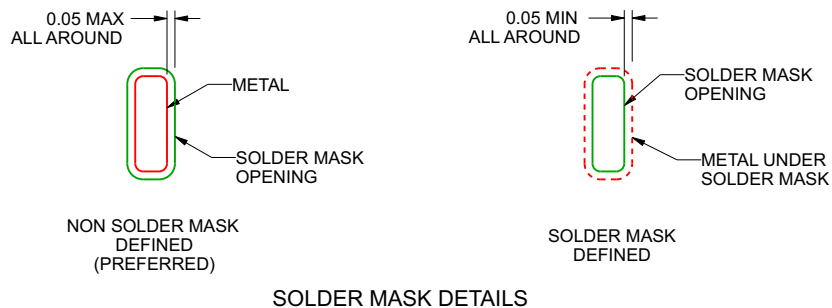
www.ti.com

**EXAMPLE BOARD LAYOUT****RUK0020B****WQFN - 0.8 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE  
SCALE:20X



4222676/A 02/2016

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slue271](http://www.ti.com/lit/slue271)).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

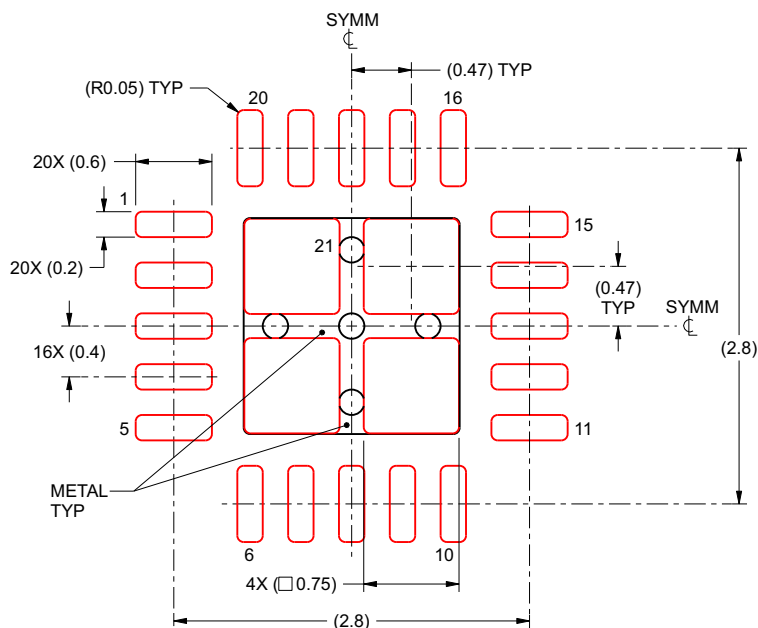
[www.ti.com](http://www.ti.com)

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**RUK0020B**

**WQFN - 0.8 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



**SOLDER PASTE EXAMPLE**  
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 21:  
78% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE  
SCALE:20X

4222676/A 02/2016

NOTES: (continued)

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

www.ti.com

## PACKAGING INFORMATION

| Orderable part number            | Status<br>(1) | Material type<br>(2) | Package   Pins         | Package qty   Carrier | RoHS<br>(3) | Lead finish/<br>Ball material<br>(4) | MSL rating/<br>Peak reflow<br>(5) | Op temp (°C) | Part marking<br>(6) |
|----------------------------------|---------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| <a href="#">M0C1103QDDFRQ1</a>   | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DDF)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | C04Q                |
| M0C1103QDDFRQ1.A                 | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DDF)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | C04Q                |
| M0C1103QDDFRQ1.B                 | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DDF)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | C04Q                |
| <a href="#">M0C1103QDGS20RQ1</a> | Active        | Production           | VSSOP (DGS)   20       | 5000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1103Q            |
| M0C1103QDGS20RQ1.A               | Active        | Production           | VSSOP (DGS)   20       | 5000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1103Q            |
| M0C1103QDGS20RQ1.B               | Active        | Production           | VSSOP (DGS)   20       | 5000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1103Q            |
| <a href="#">M0C1103QDSGRQ1</a>   | Active        | Production           | WSON (DSG)   8         | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C03Q                |
| M0C1103QDSGRQ1.A                 | Active        | Production           | WSON (DSG)   8         | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C03Q                |
| M0C1103QDSGRQ1.B                 | Active        | Production           | WSON (DSG)   8         | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C03Q                |
| <a href="#">M0C1103QDYRQ1</a>    | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DYY)   16 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1103Q            |
| M0C1103QDYRQ1.A                  | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DYY)   16 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1103Q            |
| M0C1103QDYRQ1.B                  | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DYY)   16 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1103Q            |
| <a href="#">M0C1103QRUKRQ1</a>   | Active        | Production           | WQFN (RUK)   20        | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C1103Q              |
| M0C1103QRUKRQ1.A                 | Active        | Production           | WQFN (RUK)   20        | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C1103Q              |
| M0C1103QRUKRQ1.B                 | Active        | Production           | WQFN (RUK)   20        | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C1103Q              |
| <a href="#">M0C1104QDDFRQ1</a>   | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DDF)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | C04Q                |
| M0C1104QDDFRQ1.A                 | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DDF)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | C04Q                |
| M0C1104QDDFRQ1.B                 | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DDF)   8  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | C04Q                |
| <a href="#">M0C1104QDGS20RQ1</a> | Active        | Production           | VSSOP (DGS)   20       | 5000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1104Q            |
| M0C1104QDGS20RQ1.A               | Active        | Production           | VSSOP (DGS)   20       | 5000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1104Q            |
| M0C1104QDGS20RQ1.B               | Active        | Production           | VSSOP (DGS)   20       | 5000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1104Q            |
| <a href="#">M0C1104QDSGRQ1</a>   | Active        | Production           | WSON (DSG)   8         | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C04Q                |
| M0C1104QDSGRQ1.A                 | Active        | Production           | WSON (DSG)   8         | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C04Q                |
| M0C1104QDSGRQ1.B                 | Active        | Production           | WSON (DSG)   8         | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C04Q                |
| <a href="#">M0C1104QDYRQ1</a>    | Active        | Production           | SOT-23-THIN (DYY)   16 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1104Q            |

| Orderable part number          | Status<br>(1) | Material type<br>(2) | Package   Pins            | Package qty   Carrier | RoHS<br>(3) | Lead finish/<br>Ball material<br>(4) | MSL rating/<br>Peak reflow<br>(5) | Op temp (°C) | Part marking<br>(6) |
|--------------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| M0C1104QDYRQ1.A                | Active        | Production           | SOT-23-THIN<br>(DYY)   16 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1104Q            |
| M0C1104QDYRQ1.B                | Active        | Production           | SOT-23-THIN<br>(DYY)   16 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 125   | M0C1104Q            |
| <a href="#">M0C1104QRUKRQ1</a> | Active        | Production           | WQFN (RUK)   20           | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C1104Q              |
| M0C1104QRUKRQ1.A               | Active        | Production           | WQFN (RUK)   20           | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C1104Q              |
| M0C1104QRUKRQ1.B               | Active        | Production           | WQFN (RUK)   20           | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | C1104Q              |

<sup>(1)</sup> **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

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

<sup>(3)</sup> **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

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

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

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

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

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

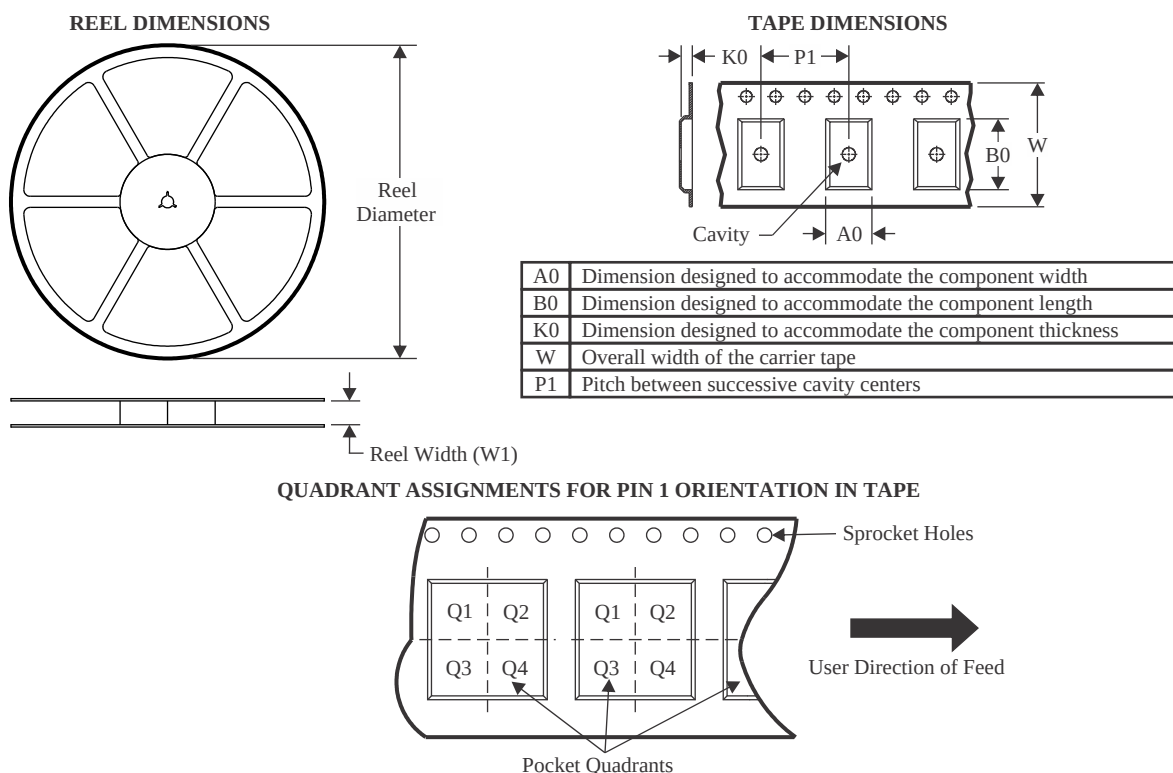
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

**OTHER QUALIFIED VERSIONS OF MSPM0C1103-Q1, MSPM0C1104-Q1 :**

- Catalog : [MSPM0C1103](#), [MSPM0C1104](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

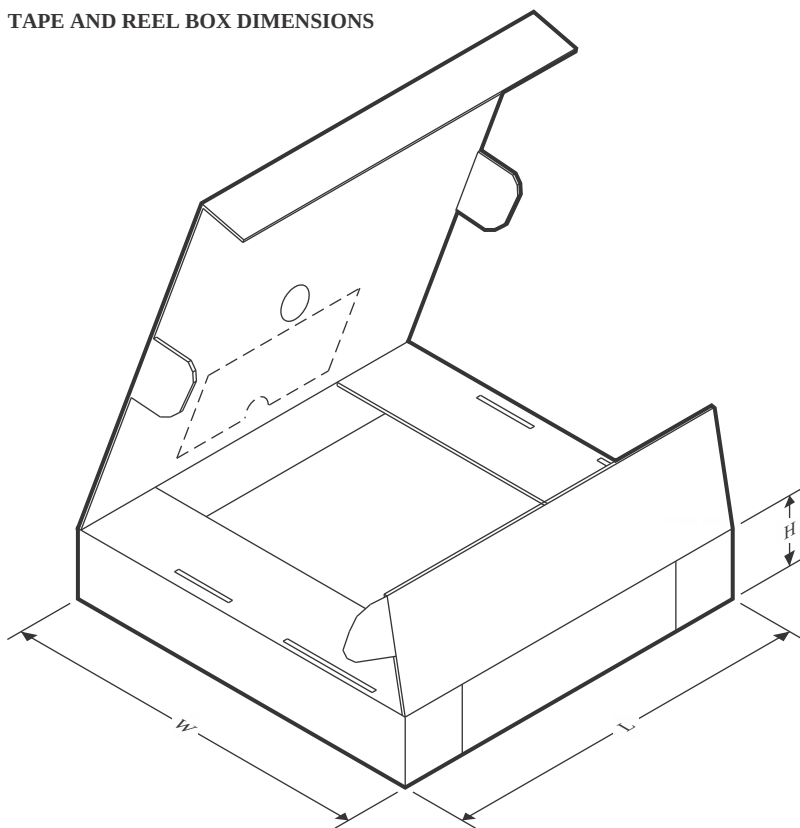
- Catalog - TI's standard catalog product

**TAPE AND REEL INFORMATION**


\*All dimensions are nominal

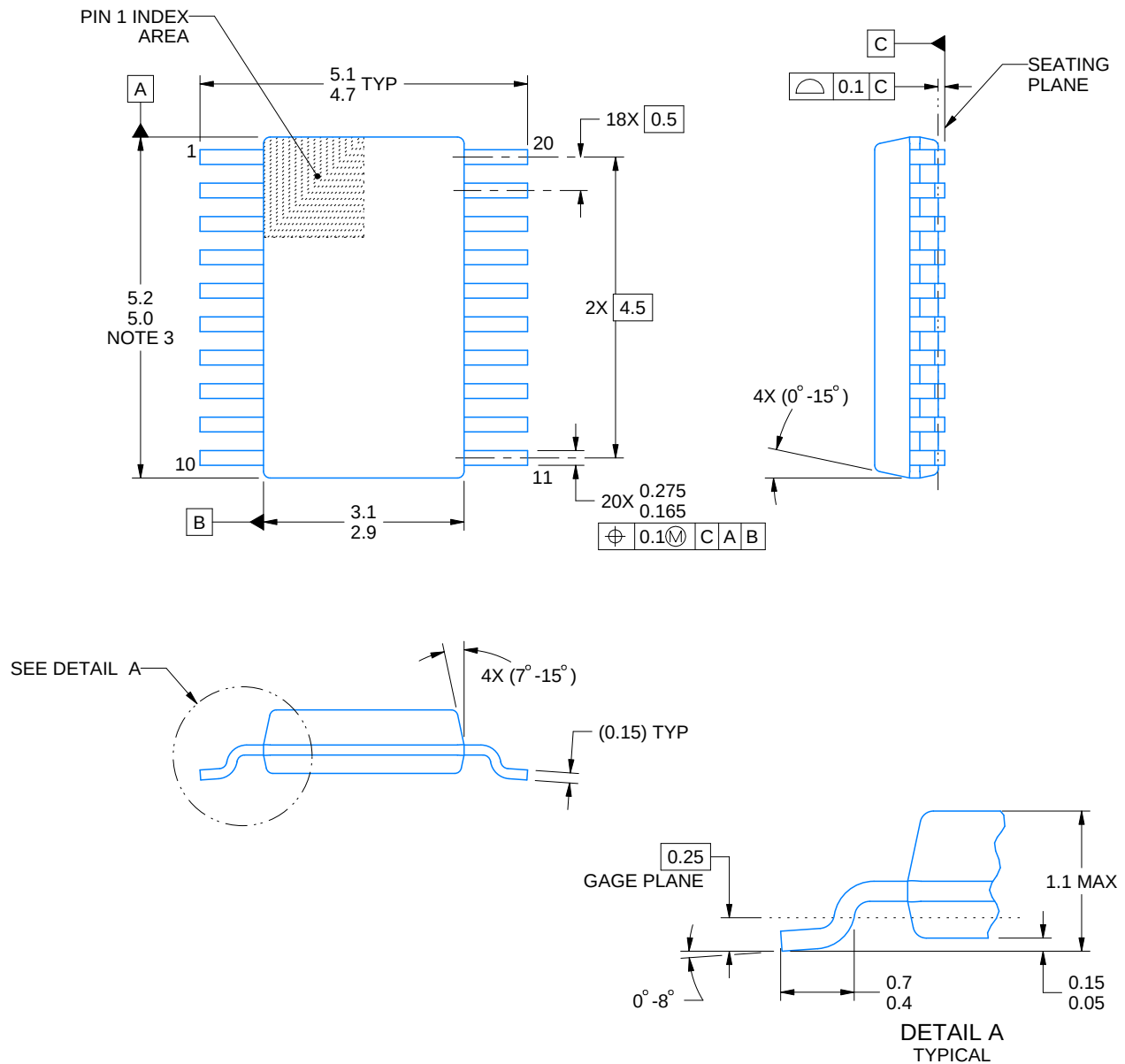
| Device           | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Reel Diameter (mm) | Reel Width W1 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 Quadrant |
|------------------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| M0C1103QDDFRQ1   | SOT-23-THIN  | DDF             | 8    | 3000 | 180.0              | 8.4                | 3.2     | 3.2     | 1.4     | 4.0     | 8.0    | Q3            |
| M0C1103QDGS20RQ1 | VSSOP        | DGS             | 20   | 5000 | 330.0              | 16.4               | 5.4     | 5.4     | 1.45    | 8.0     | 16.0   | Q1            |
| M0C1103QDSGRQ1   | WSO          | DSG             | 8    | 3000 | 180.0              | 8.4                | 2.3     | 2.3     | 1.15    | 4.0     | 8.0    | Q2            |
| M0C1103QDYRQ1    | SOT-23-THIN  | DYY             | 16   | 3000 | 330.0              | 12.4               | 4.8     | 3.6     | 1.6     | 8.0     | 12.0   | Q3            |
| M0C1103QRUKRQ1   | WQFN         | RUK             | 20   | 3000 | 330.0              | 12.4               | 3.3     | 3.3     | 1.1     | 8.0     | 12.0   | Q2            |
| M0C1104QDDFRQ1   | SOT-23-THIN  | DDF             | 8    | 3000 | 180.0              | 8.4                | 3.2     | 3.2     | 1.4     | 4.0     | 8.0    | Q3            |
| M0C1104QDGS20RQ1 | VSSOP        | DGS             | 20   | 5000 | 330.0              | 16.4               | 5.4     | 5.4     | 1.45    | 8.0     | 16.0   | Q1            |
| M0C1104QDSGRQ1   | WSO          | DSG             | 8    | 3000 | 180.0              | 8.4                | 2.3     | 2.3     | 1.15    | 4.0     | 8.0    | Q2            |
| M0C1104QDYRQ1    | SOT-23-THIN  | DYY             | 16   | 3000 | 330.0              | 12.4               | 4.8     | 3.6     | 1.6     | 8.0     | 12.0   | Q3            |
| M0C1104QRUKRQ1   | WQFN         | RUK             | 20   | 3000 | 330.0              | 12.4               | 3.3     | 3.3     | 1.1     | 8.0     | 12.0   | Q2            |

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

| Device           | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|------------------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| M0C1103QDDFRQ1   | SOT-23-THIN  | DDF             | 8    | 3000 | 210.0       | 185.0      | 35.0        |
| M0C1103QDGS20RQ1 | VSSOP        | DGS             | 20   | 5000 | 353.0       | 353.0      | 32.0        |
| M0C1103QDSGRQ1   | WSON         | DSG             | 8    | 3000 | 210.0       | 185.0      | 35.0        |
| M0C1103QDYRQ1    | SOT-23-THIN  | DYY             | 16   | 3000 | 336.6       | 336.6      | 31.8        |
| M0C1103QRUKRQ1   | WQFN         | RUK             | 20   | 3000 | 367.0       | 367.0      | 35.0        |
| M0C1104QDDFRQ1   | SOT-23-THIN  | DDF             | 8    | 3000 | 210.0       | 185.0      | 35.0        |
| M0C1104QDGS20RQ1 | VSSOP        | DGS             | 20   | 5000 | 353.0       | 353.0      | 32.0        |
| M0C1104QDSGRQ1   | WSON         | DSG             | 8    | 3000 | 210.0       | 185.0      | 35.0        |
| M0C1104QDYRQ1    | SOT-23-THIN  | DYY             | 16   | 3000 | 336.6       | 336.6      | 31.8        |
| M0C1104QRUKRQ1   | WQFN         | RUK             | 20   | 3000 | 367.0       | 367.0      | 35.0        |



4226367/A 10/2020

## NOTES:

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

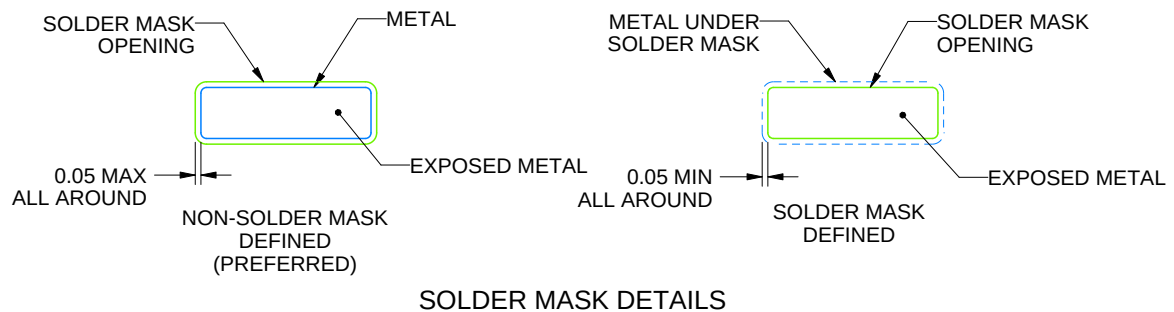
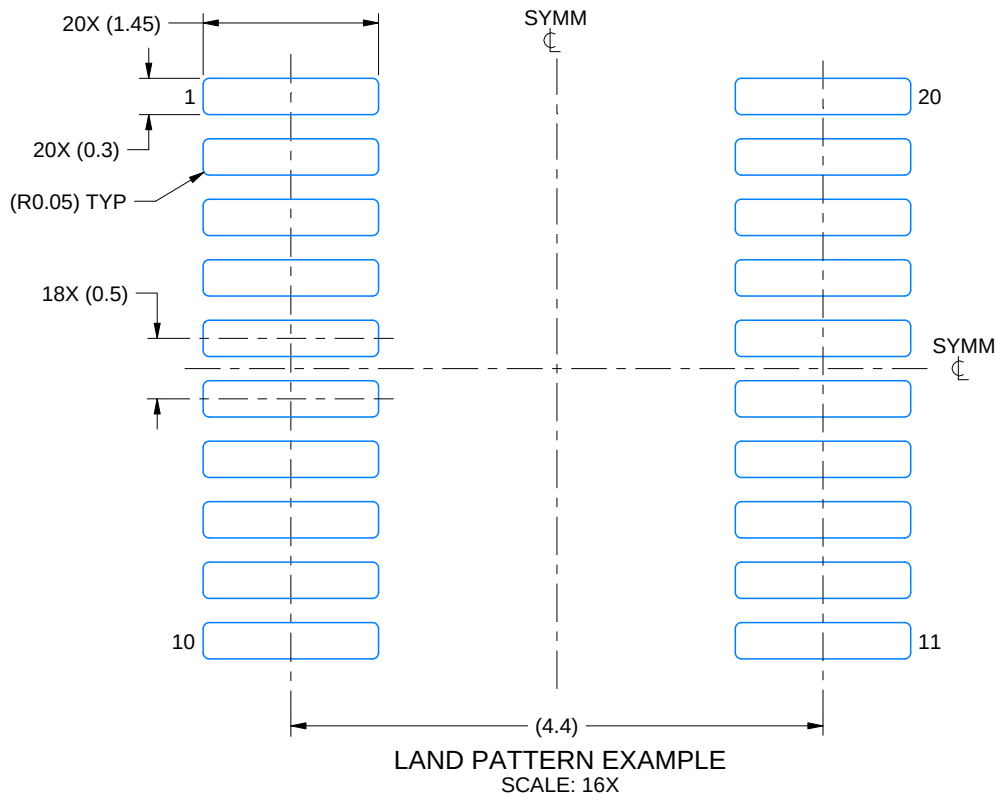
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. No JEDEC registration as of September 2020.
5. Features may differ or may not be present.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

DGS0020A

VSSOP - 1.1 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



4226367/A 10/2020

NOTES: (continued)

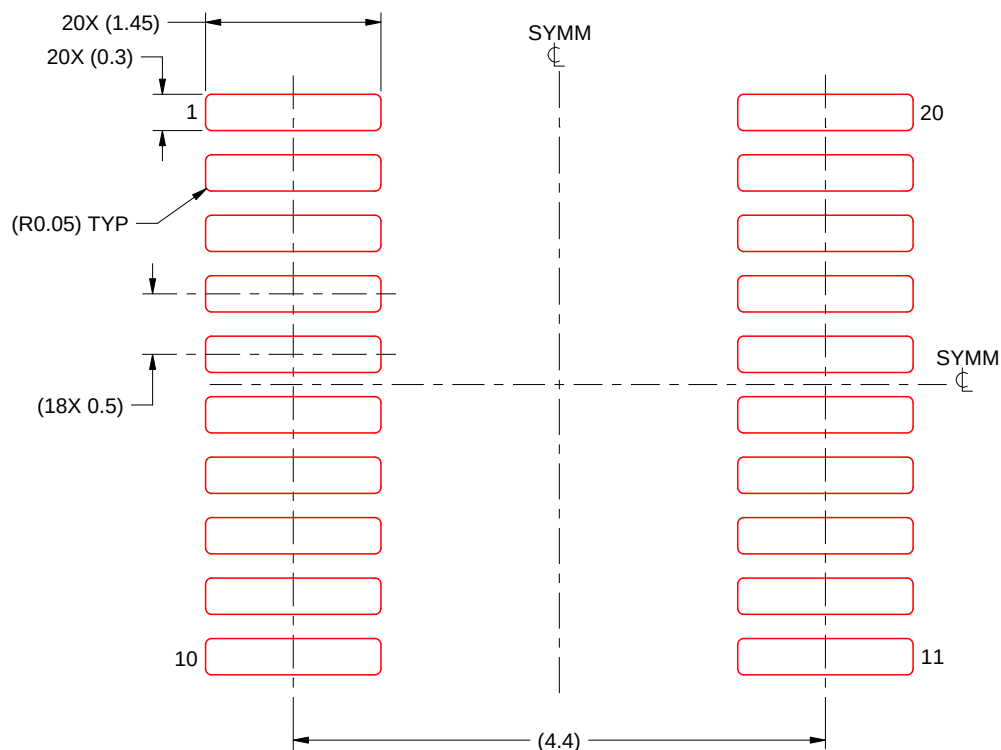
6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature numbers SLMA002 ([www.ti.com/lit/slma002](http://www.ti.com/lit/slma002)) and SLMA004 ([www.ti.com/lit/slma004](http://www.ti.com/lit/slma004)).
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.
10. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

# EXAMPLE STENCIL DESIGN

DGS0020A

VSSOP - 1.1 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE

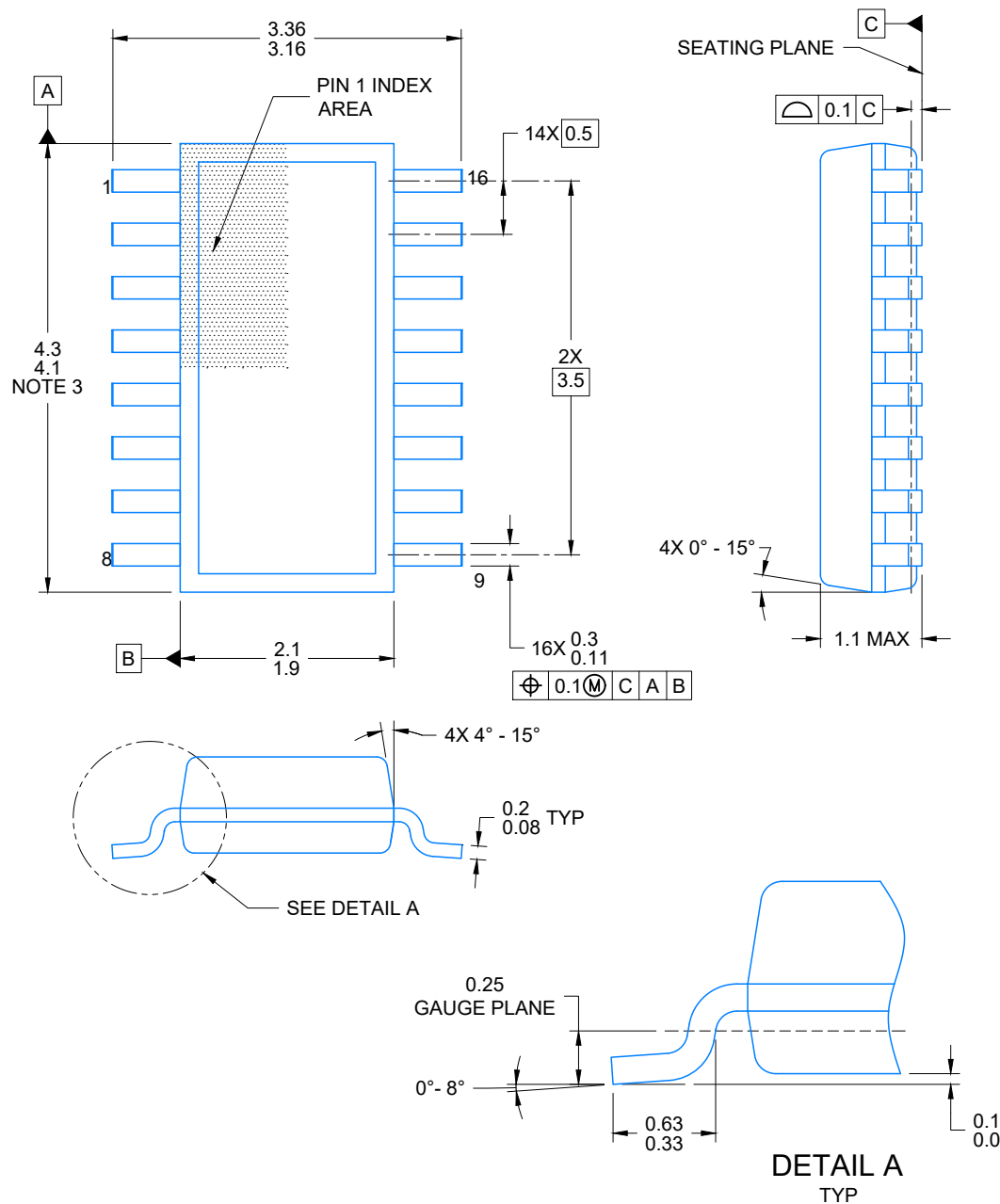


SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL  
SCALE: 16X

4226367/A 10/2020

NOTES: (continued)

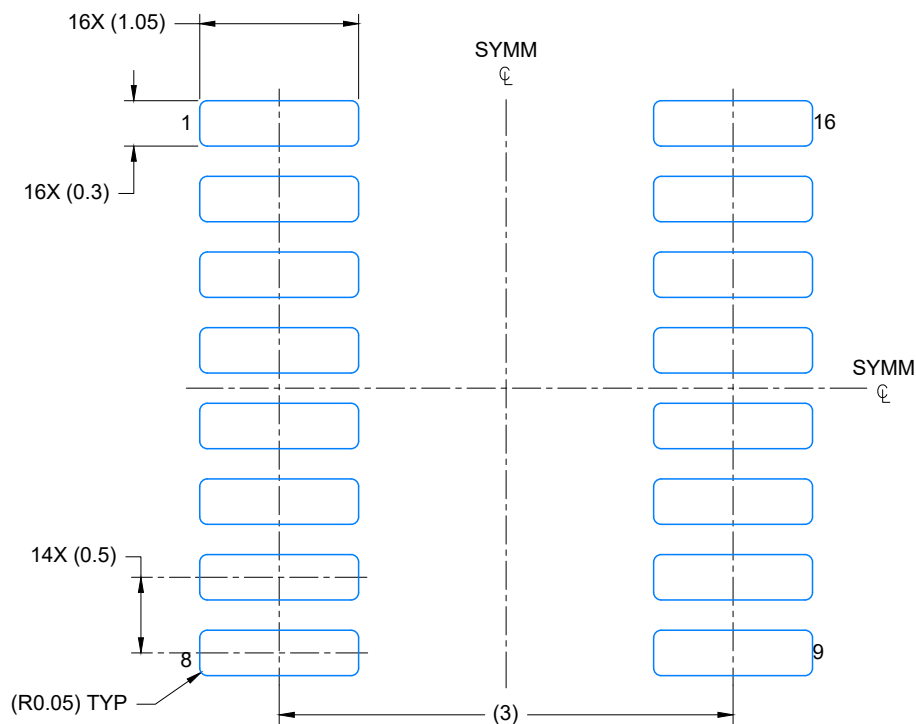
11. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
12. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.



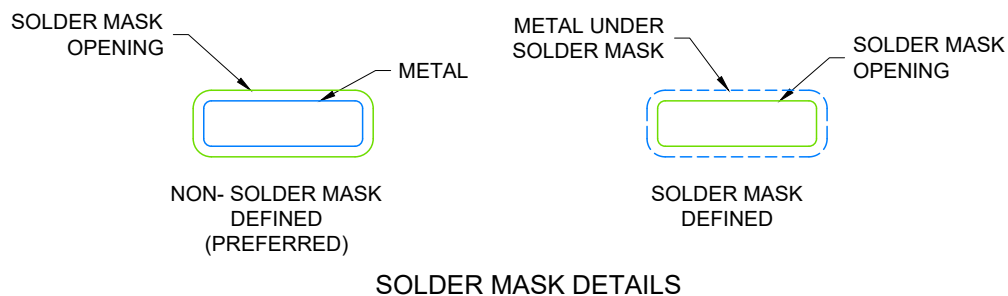
4224642/D 07/2024

## NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.50 per side.
5. Reference JEDEC Registration MO-345, Variation AA



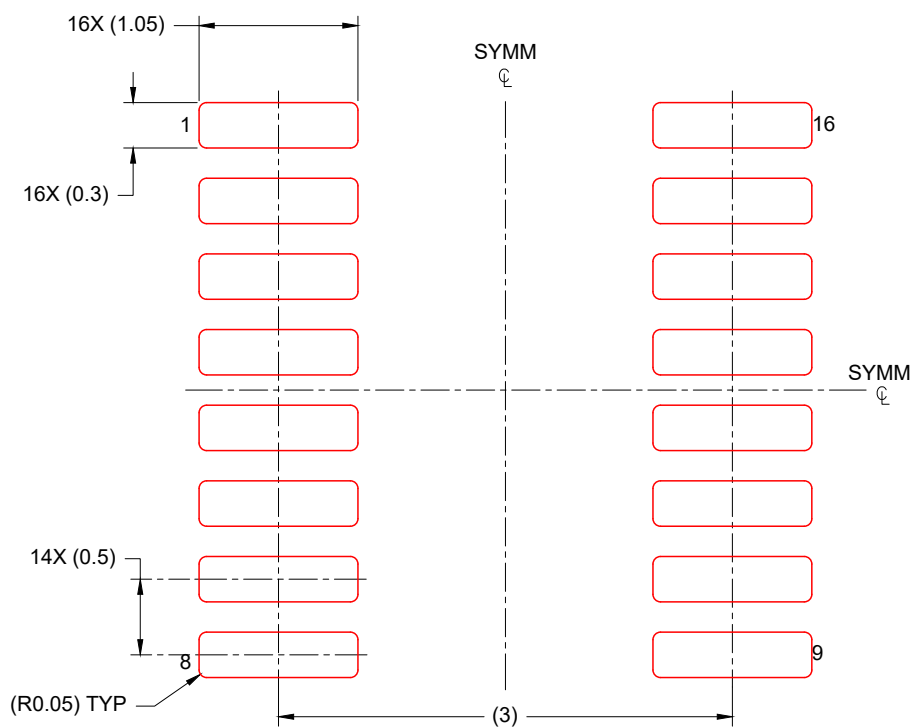
LAND PATTERN EXAMPLE  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE: 20X



4224642/D 07/2024

## NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL  
SCALE: 20X

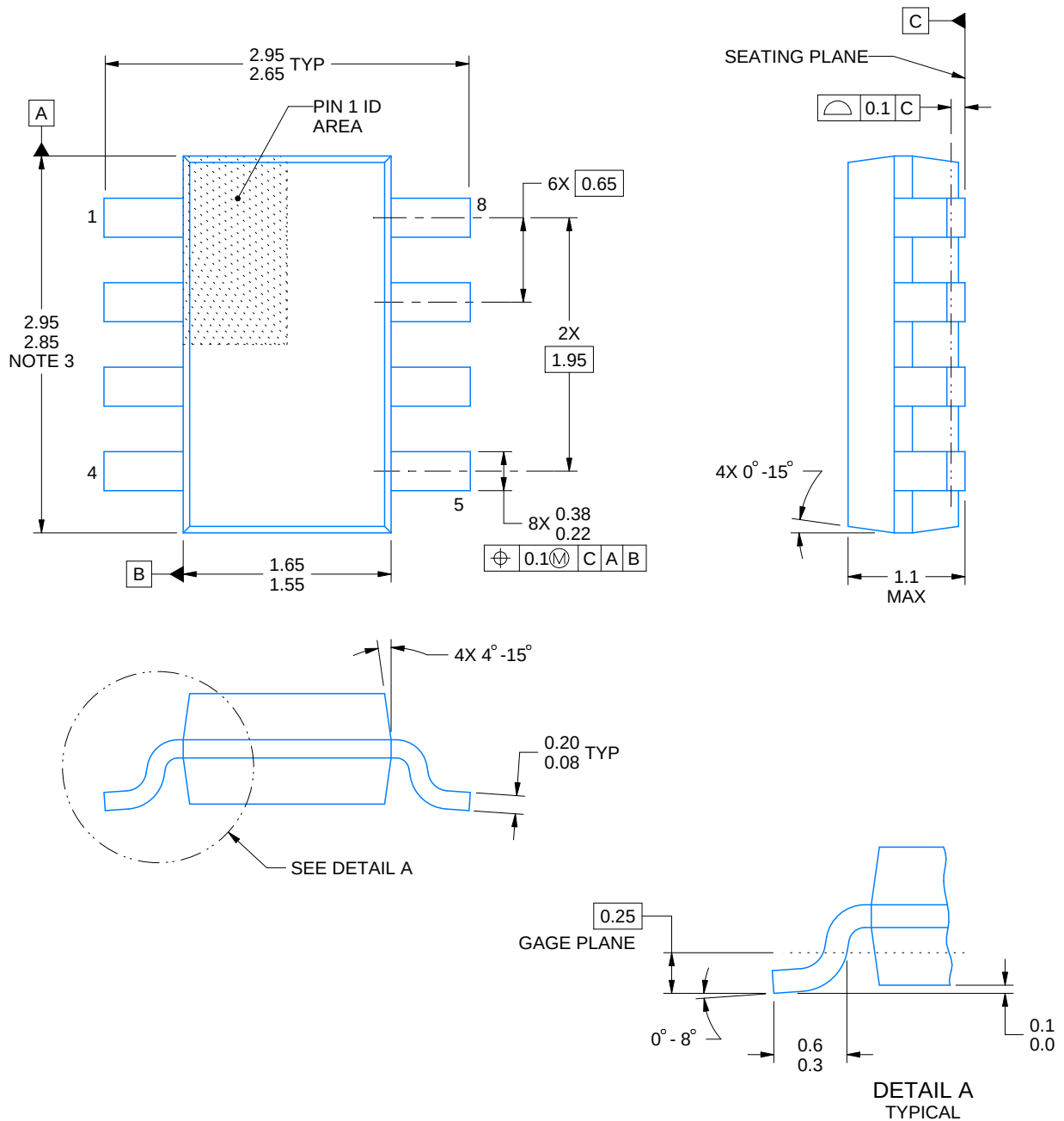
4224642/D 07/2024

## NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

**DDF0008A****PACKAGE OUTLINE****SOT-23-THIN - 1.1 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE



4222047/E 07/2024

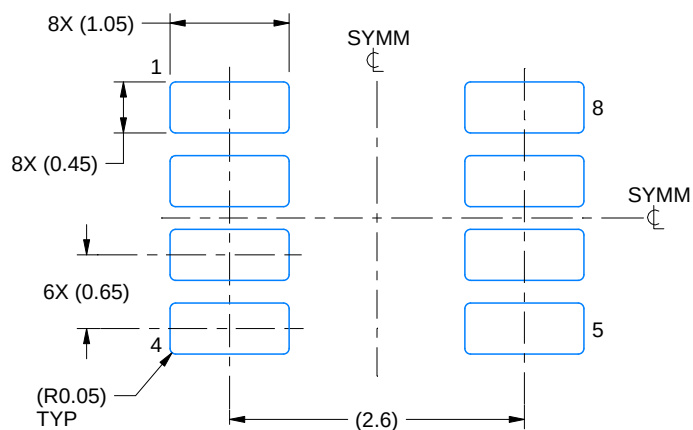
**NOTES:**

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.

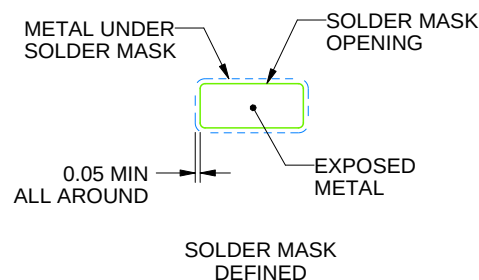
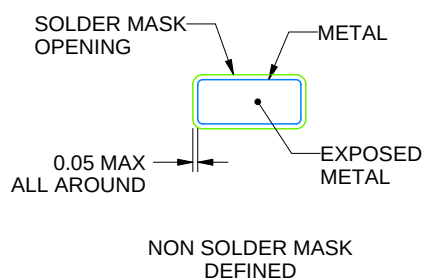
DDF0008A

## SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

## PLASTIC SMALL OUTLINE



LAND PATTERN EXAMPLE  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE:15X



## SOLDER MASK DETAILS

4222047/E 07/2024

NOTES: (continued)

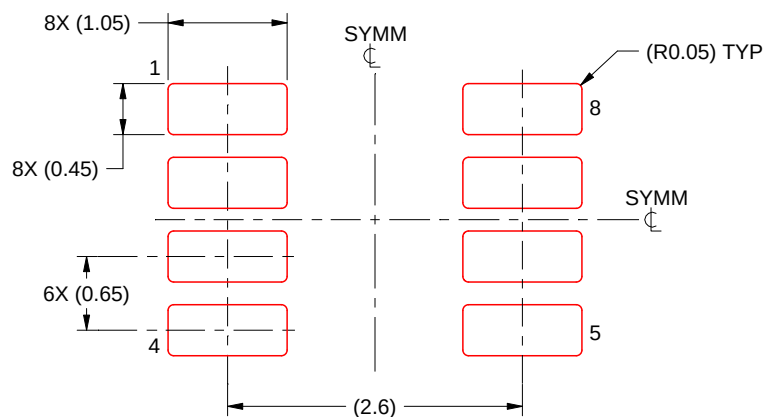
4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.  
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

DDF0008A

SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL  
SCALE:15X

4222047/E 07/2024

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
7. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

## GENERIC PACKAGE VIEW

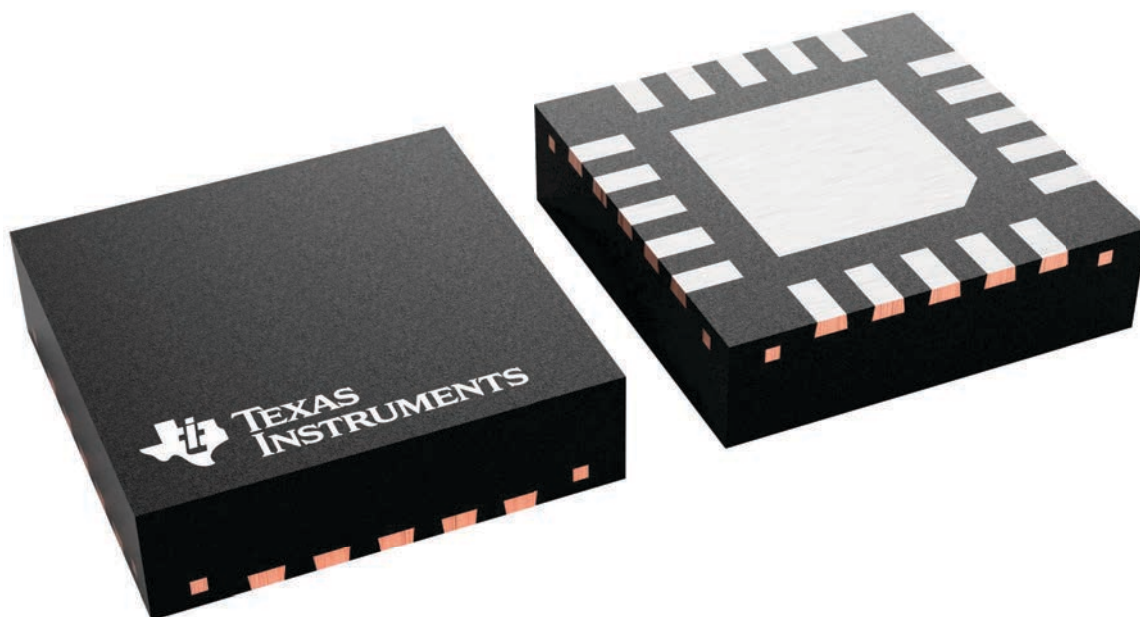
**RUK 20**

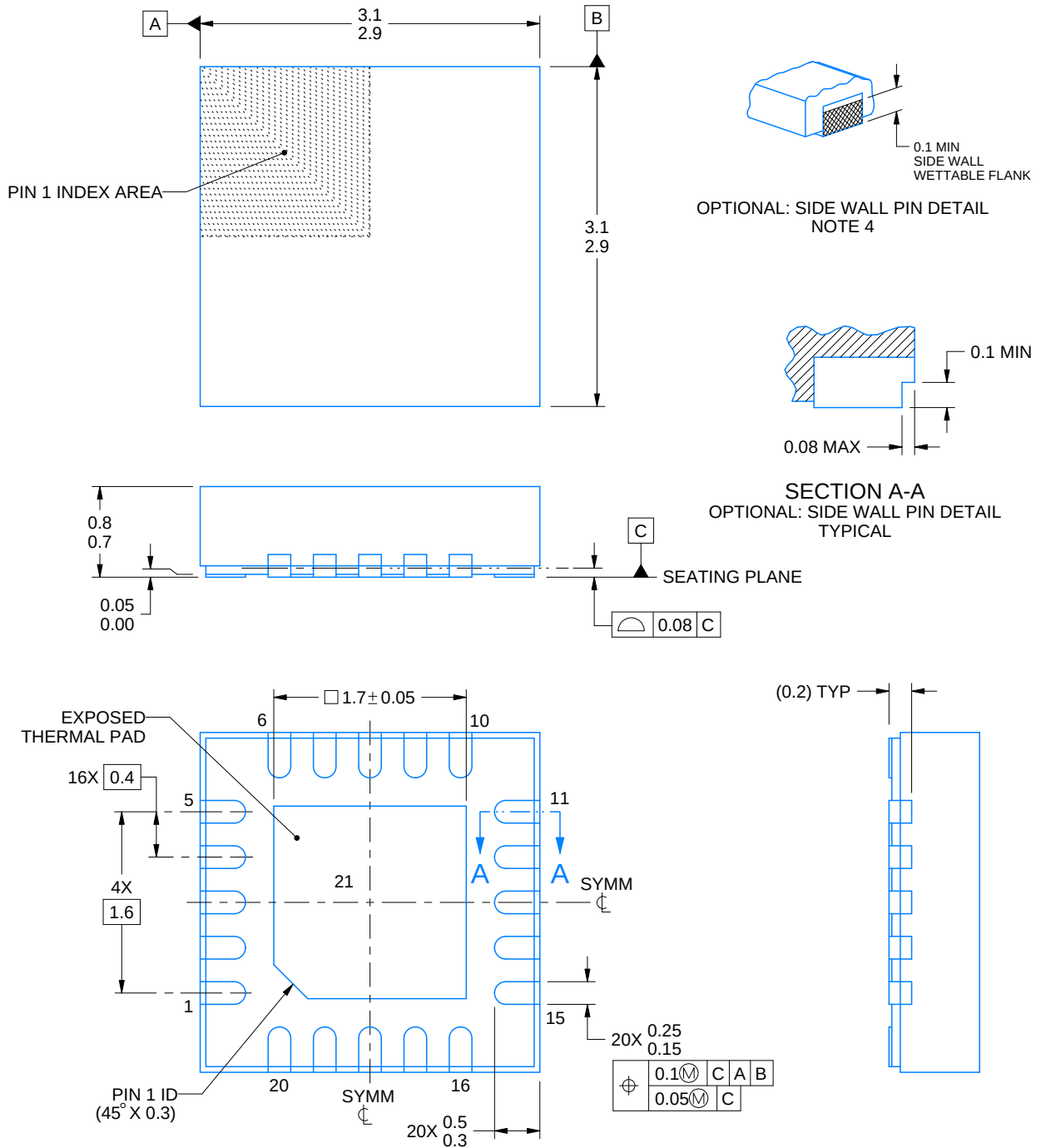
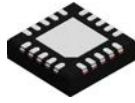
**WQFN - 0.8 mm max height**

3 x 3, 0.4 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

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





4229629/C 06/2026

NOTES:

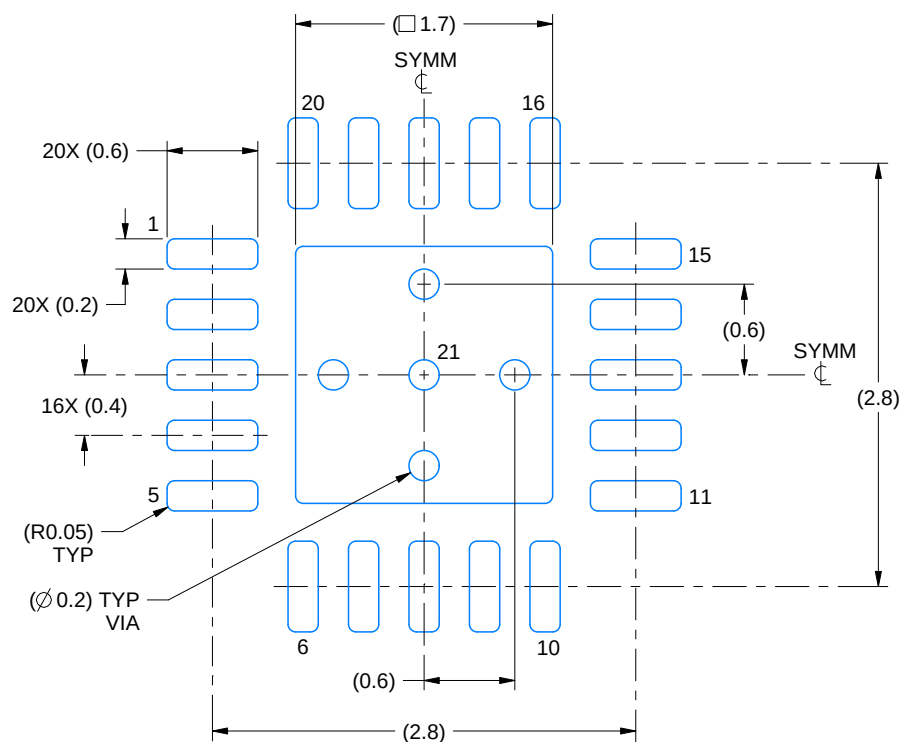
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.
4. Minimum 0.1 mm solder wetting on pin side wall. Available for wettable flank version only.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

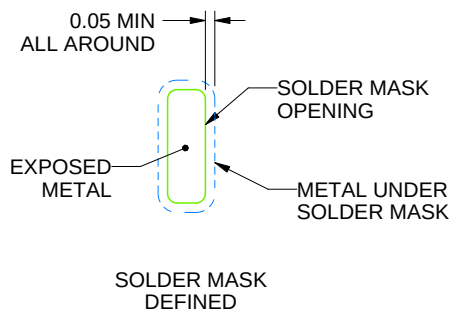
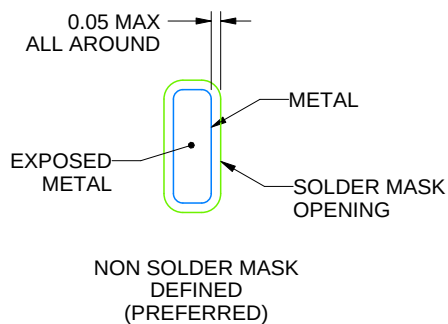
RUK0020C

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4229629/C 06/2026

NOTES: (continued)

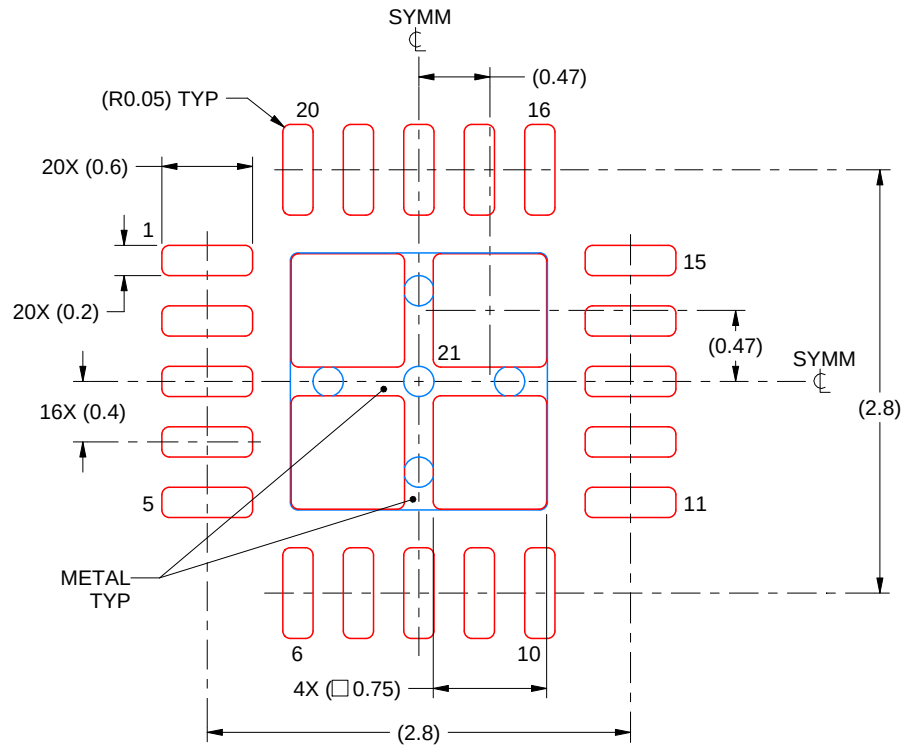
5. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/sluea271](http://www.ti.com/lit/sluea271)).
6. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

RUK0020C

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



### SOLDER PASTE EXAMPLE BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 21:  
78% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE  
SCALE:20X

4229629/C 06/2026

NOTES: (continued)

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

## GENERIC PACKAGE VIEW

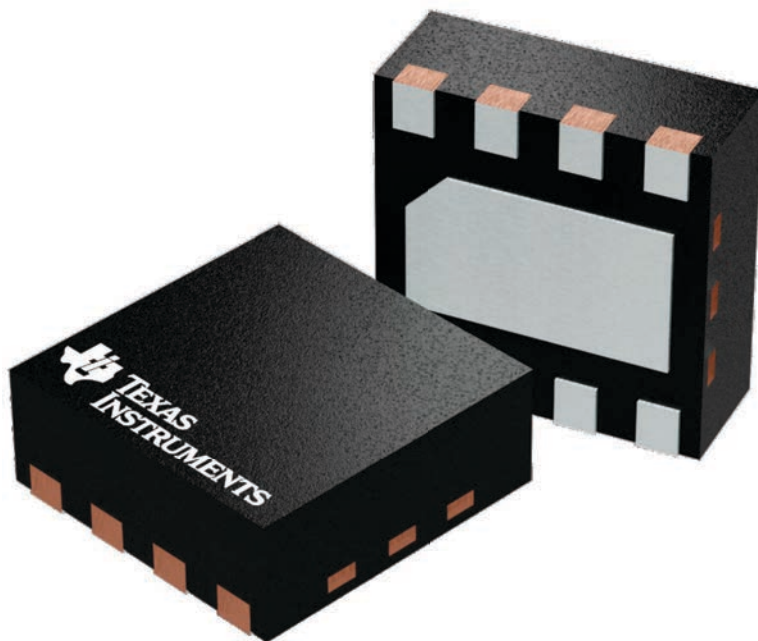
**DSG 8**

**WSON - 0.8 mm max height**

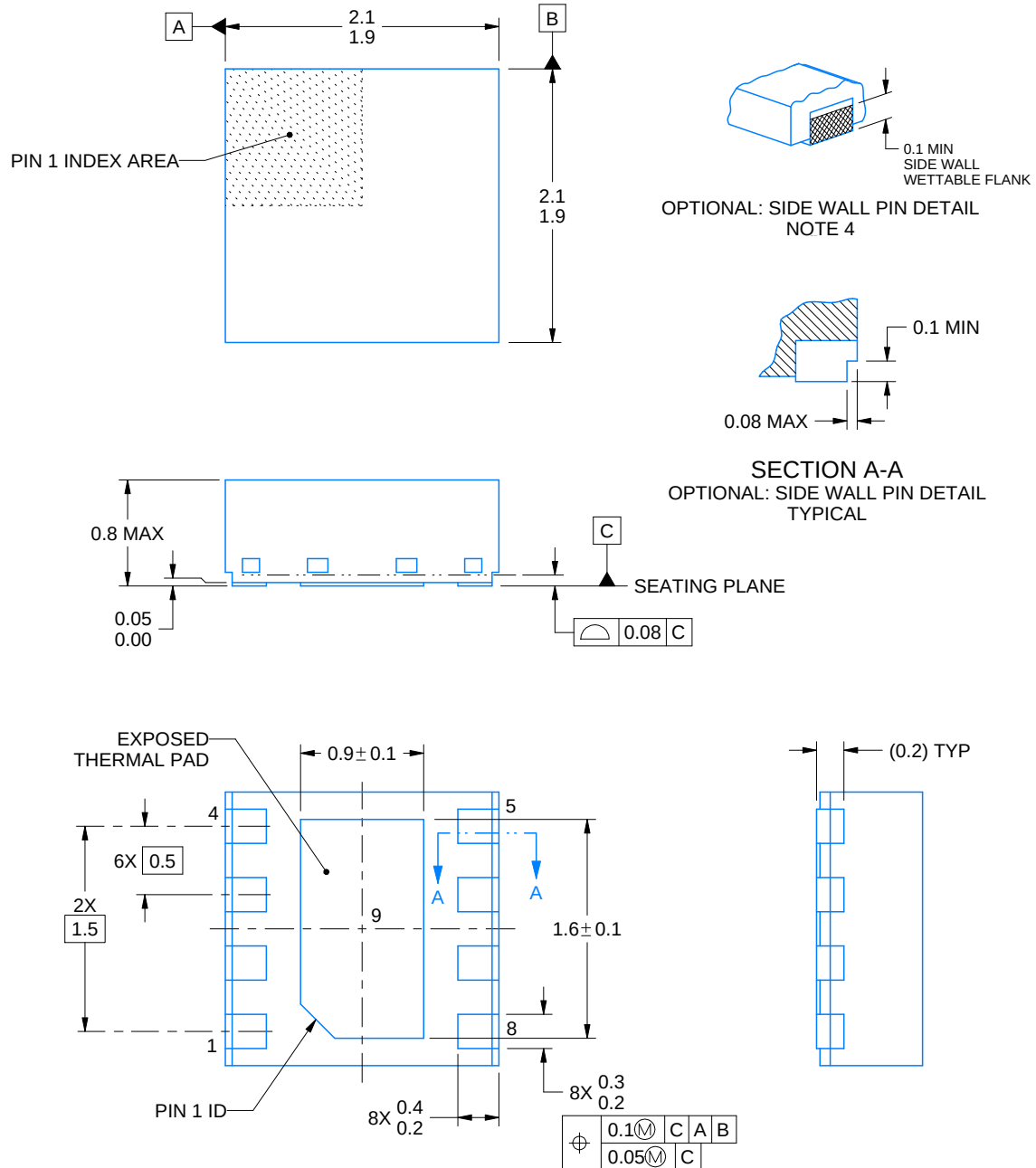
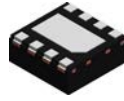
2 x 2, 0.5 mm pitch

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

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



4224783/A



4231093/B 06/2026

## NOTES:

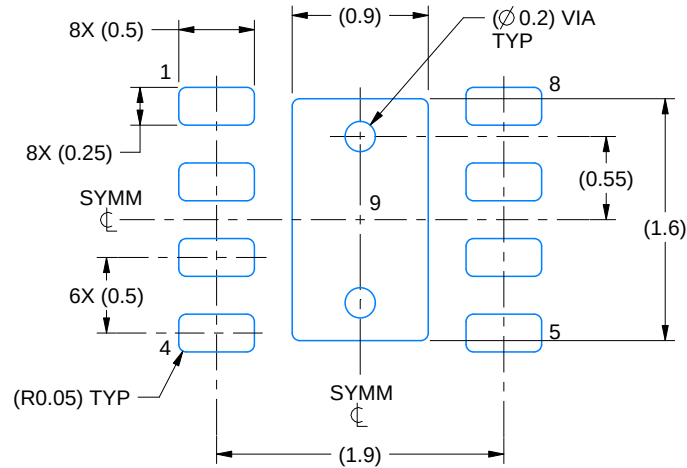
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.
4. Minimum 0.1 mm solder wetting on pin side wall. Available for wettable flank version only.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

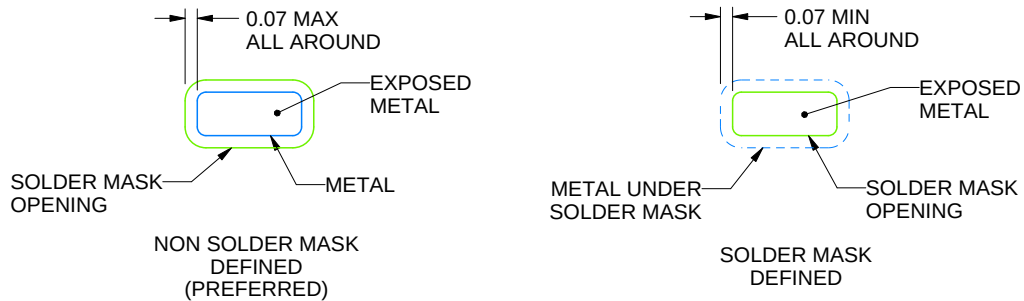
DSG0008D

WSN - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



**LAND PATTERN EXAMPLE**  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE:20X



**SOLDER MASK DETAILS**

4231093/B 06/2026

NOTES: (continued)

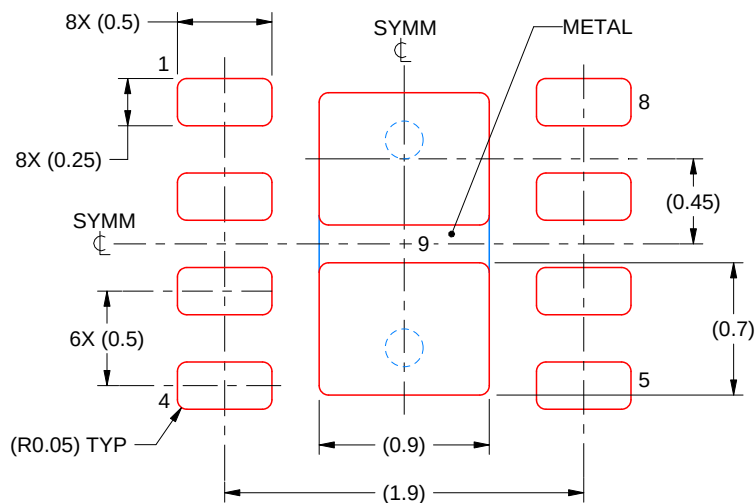
5. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/sluea271](http://www.ti.com/lit/sluea271)).
6. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

DSG0008D

WSON - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 9:  
87% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE  
SCALE:25X

4231093/B 06/2026

NOTES: (continued)

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

## 重要なお知らせと免責事項

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

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

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

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月