

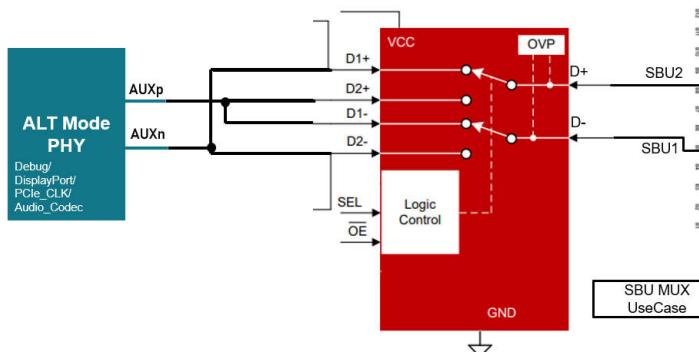
# TMUXHS221F、30V 過電圧保護および1.2V ロジック対応のデュアル 2:1 USB 2.0 マルチプレクサ/デマルチプレクサ

## 1 特長

- 電源電圧範囲: 1.62V ~ 5.5V
- 差動 2:1 または 1:2 スイッチ/マルチプレクサ、あるいは柔軟なデュアル単一エンド クロススイッチ
- 共通ピンの過電圧保護 (OVP) - 28V、絶対最大過電圧 - 30V
- IEC-61000-4-5 サージ耐性 +35V
- 1.2V 互換ロジック入力: 拡張 1.2V ロジック対応 (0.77VIH, 0.39VIL)
- VCC = 0V のときの電源オフ保護
- 低静止電流 (RON): 9Ω、最大値
- BW: 1.5GHz (標準値)
- 低静止電流 (CON): 1.3pF (標準値)
- 低消費電力ディセーブル モード
- ESD 保護は JESD 22 人体モデル (HBM) を超える性能を備えています: 2000V
- 幅広い温度範囲: -40°C ~ 125°C
- 10 ピン小型 UQFN パッケージ - 1.8mm × 1.4mm

## 2 アプリケーション

- モバイル
- PC、ノートブック
- タブレット
- USB Type-C® または Micro-B コネクタが使用されている場合



SBU ピン アプリケーションの使用事例

## 3 説明

TMUXHS221F は、USB Type-C システム向けに保護機能を統合した、双方向・低消費電力のデュアルポート高速 USB 2.0 アナログ スイッチです。このデバイスは、デュアル 2:1 または 1:2 スイッチとして構成されています。TMUXHS221F は、USB Type-C システムにおける USB 2.0 D+/D- ラインでの使用に最適化されています。

TMUXHS221F の I/O ピン保護機能は最大 30V に耐えられ、システム背後の部品を保護するための自動シャットオフ回路を備えています。

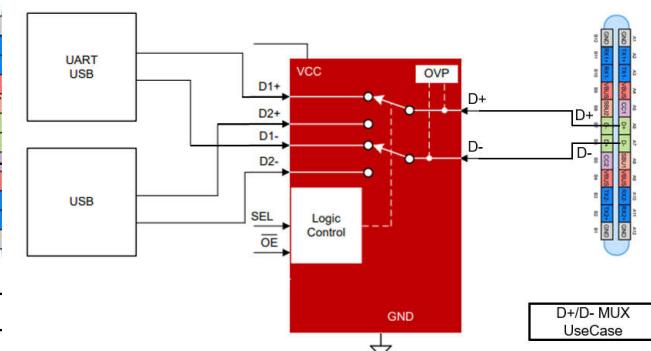
TMUXHS221F は、小型の業界標準 10 ピン QFN パッケージで提供されます。TMUXHS221F は拡張温度範囲に対応しており、産業用途や高信頼性が求められる用途など、多くの過酷なアプリケーションに最適な選択肢です。

### パッケージ情報

| 部品番号       | パッケージ <sup>(1)</sup> | パッケージ サイズ <sup>(2)</sup> |
|------------|----------------------|--------------------------|
| TMUXHS221F | RSW (UQFN, 10)       | 1.8mm × 1.4mm            |

(1) 詳細については、[セクション 11](#) 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、該当する場合はビンを含みます。



D+/D- ピン アプリケーションの使用事例



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

## 目次

|                    |           |                               |           |
|--------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| <b>1 特長</b>        | <b>1</b>  | 7.3 機能説明                      | <b>13</b> |
| <b>2 アプリケーション</b>  | <b>1</b>  | 7.4 デバイスの機能モード                | <b>14</b> |
| <b>3 説明</b>        | <b>1</b>  | <b>8 アプリケーションと実装</b>          | <b>15</b> |
| <b>4 ピン構成および機能</b> | <b>3</b>  | 8.1 アプリケーション情報                | <b>15</b> |
| <b>5 仕様</b>        | <b>4</b>  | 8.2 代表的なアプリケーション 1            | <b>15</b> |
| 5.1 絶対最大定格         | 4         | 8.3 代表的なアプリケーション 2            | <b>16</b> |
| 5.2 ESD 定格         | 4         | 8.4 電源に関する推奨事項                | <b>16</b> |
| 5.3 推奨動作条件         | 4         | 8.5 レイアウト                     | <b>17</b> |
| 5.4 熱に関する情報        | 5         | <b>9 デバイスおよびドキュメントのサポート</b>   | <b>18</b> |
| 5.5 電気的特性          | 5         | 9.1 ドキュメントのサポート               | <b>18</b> |
| 5.6 動的特性           | 7         | 9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法        | <b>18</b> |
| 5.7 タイミング要件        | 7         | 9.3 サポート・リソース                 | <b>18</b> |
| <b>6 パラメータ測定情報</b> | <b>8</b>  | 9.4 商標                        | <b>18</b> |
| 6.1 代表的特性          | 11        | 9.5 静電気放電に関する注意事項             | <b>18</b> |
| <b>7 詳細説明</b>      | <b>12</b> | 9.6 用語集                       | <b>18</b> |
| 7.1 概要             | 12        | <b>10 改訂履歴</b>                | <b>18</b> |
| 7.2 機能ブロック図        | 12        | <b>11 メカニカル、パッケージ、および注文情報</b> | <b>19</b> |

## 4 ピン構成および機能

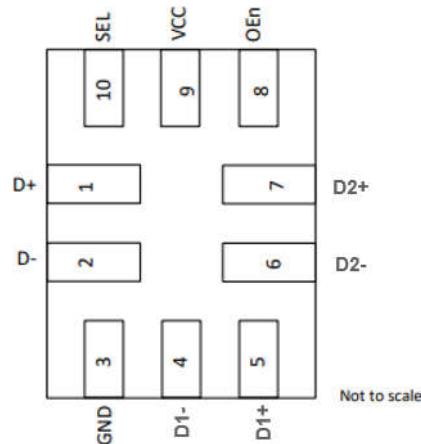


図 4-1. RSW パッケージ、10 ピン UQFN (上面図)

### ピンの機能

| ピン  |    | タイプ <sup>(1)</sup> | 説明                   |
|-----|----|--------------------|----------------------|
| 名称  | 番号 |                    |                      |
| D+  | 1  | I/O                | データ信号共通ポート、正         |
| D-  | 2  | I/O                | データ信号共通ポート、負         |
| D1+ | 5  | I/O                | データ信号ポート A、正         |
| D1- | 4  | I/O                | データ信号ポート A、負         |
| D2+ | 7  | I/O                | データ信号ポート B、正         |
| D2- | 6  | I/O                | データ信号ポート B、負         |
| SEL | 10 | IN                 | 表 7-1 に示すスイッチ制御構成信号。 |
| OEn | 8  | IN                 |                      |
| VCC | 9  | P                  | 電源                   |
| GND | 3  | G                  | グラウンド                |

(1) IN = 入力、I/O = 入力または出力、P = 電源、G = グラウンド

## 5 仕様

### 5.1 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>CC</sub>  | 電源電圧 <sup>(2)</sup>  | -0.5 | 6   | V  |
| V <sub>I/O</sub> | 入出力 DC 電圧 (D±) <sup>(2)</sup>                                      | -0.5 | 30  | V  |
| V <sub>I/O</sub> | 入力/出力 DC 電圧 (D1±, D2±) <sup>(2)</sup>                              | -0.5 | 6   | V  |
| V <sub>I</sub>   | デジタル入力電圧 (SEL, OEn)  | -0.5 | 6   | V  |
| I <sub>K</sub>   | V <sub>IN</sub> < 0 のとき、入力出力ポート ダイオードの電流 (D+、D-、D1+、D1-、D2+、D2-)   | -50  |     | mA |
| I <sub> K</sub>  | V <sub>I</sub> < 0 <sup>(2)</sup> のときのデジタル ロジック入力クランプ電流 (SEL, OEn) | -50  |     | mA |
| I <sub>CC</sub>  | VCC を流れる連続電流   |      | 100 | mA |
| I <sub>GND</sub> | GND を流れる連続電流   | -100 |     | mA |
| T <sub>stg</sub> | 保存温度   | -65  | 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「推奨動作条件」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。
- (2) 特に指定のない限り、すべての電圧値はグランドを基準にしています。

### 5.2 ESD 定格

|                    |      | 値   | 単位    |
|--------------------|------|---|-------|
| V <sub>(ESD)</sub> | 静電放電 | 人体モデル (HBM) ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠 <sup>(1)</sup>      | ±2000 |
|                    |      | デバイス帶電モデル (CDM), ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 準拠 <sup>(2)</sup> | ±1000 |

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

### 5.3 推奨動作条件

|   |                     | 最小値  | 最大値 | 単位 |
|---|---------------------|------|-----|----|
| V <sub>CC</sub>                               | 電源電圧                | 1.62 | 5.5 | V  |
| V <sub>I/O</sub> (D±)                         | アナログ入力/出力電圧         | 0    | 28  | V  |
| V <sub>I/O</sub> (D1±, D2±)                   | アナログ入力/出力電圧         | 0    | 3.6 | V  |
| V <sub>I</sub>                                | デジタル入力電圧 (SEL, OEn) | 0    | 5.5 | V  |
| I <sub>I/O</sub> (D+, D-, D1+, D1-, D2+, D2-) | アナログ入力/出力ポートの連続電流   | -50  | 50  | mA |
| I <sub>OL</sub>                               | デジタル出力電流            |      | 3   | mA |
| T <sub>A</sub>                                | 外気温度での動作時           | -40  | 125 | °C |
| T <sub>J</sub>                                | 接合部温度               | -40  | 135 | °C |

## 5.4 熱に関する情報

| 熱評価基準 <sup>(1)</sup>  |                   | TMUXHS221F | 単位   |
|-----------------------|-------------------|------------|------|
|                       |                   | RSW        |      |
|                       |                   | 10 ピン      |      |
| R <sub>θJA</sub>      | 接合部から周囲への熱抵抗      | 195.1      | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 接合部からケース(上面)への熱抵抗 | 60.5       | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 接合部から基板への熱抵抗      | 121.6      | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub>       | 接合部から上面への特性パラメータ  | 4.3        | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub>       | 接合部から基板への特性パラメータ  | 121.5      | °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 ノートを参照してください。

## 5.5 電気的特性

T<sub>A</sub> = -40°C~+125°C、V<sub>CC</sub> = 1.62V~5.5V、GND = 0V、標準値は V<sub>CC</sub> = 3.3V、T<sub>A</sub> = 25°C のとき (特に記述がない場合)。

| 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>                |   |  |       |       |      |    |
| I <sub>CC-ACTIVE</sub>   | アクティブ電源電流                                   | OEn = 0V<br>SEL = 0V、1.2V または V <sub>CC</sub><br>0V < V <sub>I/O</sub> < 3.6V  | 23    | 62    | μA   |    |
| I <sub>CC-OVP</sub>      | OVP 状態時の電源電流                                | OEn = 0V<br>SEL = 0V、1.2V または V <sub>CC</sub><br>V <sub>I/O</sub> > V <sub>POS_THRESHOLD</sub>                                     | 24    | 55    | μA   |    |
| I <sub>CC_PD_OVP</sub>   | スタンバイ パワーダウン電源電流                            | OEn = 1.2V、1.8V、または V <sub>CC</sub><br>SEL = 0V、1.2V、1.8V または V <sub>CC</sub>  | 5     | 15    | μA   |    |
| I <sub>CC_PD</sub>       | スタンバイ パワーダウン電源電流                            | OEn = 1.2V、1.8V または V <sub>CC</sub><br>SEL = 0V、1.2V、1.8V または V <sub>CC</sub>  | 2     | 8     | μA   |    |
| <b>DC の特性</b>            |   |  |       |       |      |    |
| R <sub>ON</sub>          | オン状態抵抗                                      | V <sub>I/O</sub> = 0.4V<br>I <sub>SINK</sub> = 8mA<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V~5.5V   | 5.6   | 13    | Ω    |    |
| ΔR <sub>ON</sub>         | チャネル間の ON 抵抗の整合                             | V <sub>I/O</sub> = 0.4V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V~5.5V<br>I <sub>SINK</sub> = 8mA   | 0.173 | 0.349 | Ω    |    |
| R <sub>ON(FLAT)</sub>    | オン状態抵抗の平坦性                                  | V <sub>I/O</sub> = 0V ~ 0.4V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62<br>I <sub>SINK</sub> = 8mA  | 0.09  | 0.36  | Ω    |    |
| R <sub>ON(FLAT)</sub>    | オン状態抵抗の平坦性                                  | V <sub>I/O</sub> = 0V ~ 0.4V<br>V <sub>CC</sub> = 2.3V ~ 5.5V<br>I <sub>SINK</sub> = 8mA   | 0.055 | 0.36  | Ω    |    |
| I <sub>OFF_0V</sub>      | V <sub>CC</sub> = 0V のときの I/O ピンの OFF リーク電流 | OEn = H<br>V <sub>D±</sub> = 0V または 3.6V<br>V <sub>CC</sub> = 0V<br>V <sub>D1±</sub> or V <sub>D2±</sub> = 3.6V                    | -12.5 | 0.9   | 15.5 | μA |
| I <sub>OFF</sub>         | I/O ピン OFF リーク電流                            | OEn = H<br>V <sub>D±</sub> = 0V または 3.6V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V ~ 5.5V<br>V <sub>D1±</sub> or V <sub>D2±</sub> = 3.6V          | -2.73 | 0.1   | 2.73 | μA |
| I <sub>OFF-28V</sub>     | D1±、D2± ピンの OVP 発生時のオフリーク電流 (D±)            | OEn = H<br>V <sub>D±</sub> = 28V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V ~ 5.5V<br>V <sub>D1±</sub> または V <sub>D2±</sub> = 0V                   | -0.5  | 0.5   | μA   |    |
| I <sub>OFF-28V-DPN</sub> | OVP 発生時の D± ピン OFF リーク電流                    | OEn = H<br>V <sub>D±</sub> = VOVP_THRESHOLD to 28V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V ~ 5.5V<br>V <sub>D1±</sub> または V <sub>D2±</sub> = 0V | 220   | 626   | 807  | μA |
| I <sub>ON</sub>          | ON のリーク電流                                   | V <sub>D±</sub> = 3.6V<br>V <sub>D1±</sub> および V <sub>D2±</sub> = High-Z   | -5.5  | 0.25  | 7.5  | μA |
| <b>デジタル特性</b>            |   |  |       |       |      |    |

## 5.5 電気的特性 (続き)

$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ ,  $\text{GND} = 0\text{V}$ , 標準値は  $V_{CC} = 3.3\text{V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  のとき (特に記述がない場合)。

| パラメータ    |               | テスト条件  | 最小値  | 標準値         | 最大値 | 単位            |
|----------|---------------|--|------|-------------|-----|---------------|
| $V_{IH}$ | 入力ロジック High   | SEL, OEn   | 0.77 |             |     | V             |
| $V_{IL}$ | 入力ロジック Low    | SEL, OEn   |      | 0.39        |     | V             |
| $I_{IH}$ | 入力 High リーク電流 | SEL, OEn = 1.2V, 1.8V または $V_{CC}$                     | -1   | 0.35        | 5   | $\mu\text{A}$ |
| $I_{IL}$ | 入力 Low リーク電流  | SEL, OEn = 0V  | -1   | $\pm 0.002$ | 5   | $\mu\text{A}$ |
| $C_I$    | デジタル入力容量      | SEL = 0V, 1.2V, 1.8V または $V_{CC}$<br>$f = 1\text{MHz}$ |      |             | 3   | pF            |

### 保護

|                 |  |  |     |      |      |    |
|-----------------|--|--|-----|------|------|----|
| $V_{OVP\_TH}$   | OVP 正のスレッショルド ( $D_{1\pm}$ 立ち上がり)        |  | 4.5 | 5.1  | 5.7  | V  |
| $V_{OVP\_HYST}$ | OVP スレッショルド ヒステリシス                       |  | 110 | 250  | 440  | mV |
| $V_{CLAMP\_V}$  | OVP シナリオで $D1\pm$ および $D2\pm$ ピンに現れる最大電圧 | $V_{D\pm} = 0\text{V} \sim 28\text{V}$<br>$V_{CC} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$<br>$t_{RISE} (10\% \sim 90\%) = 100\text{ns}$<br>$R_L = \text{オープン}$<br>$OEn = 0V$            |     | 7.24 | 7.67 | V  |
|                 |  | $V_{D\pm} = 0\text{V} \sim 28\text{V}$<br>$V_{CC} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$<br>$t_{RISE} (10\% \sim 90\%) = 100\text{ns}$<br>$R_L = 50\Omega$<br>スイッチ オン/オフ<br>$OEn = 0V$ |     | 6.8  | 7.3  | V  |
| $t_{CLAMP}$     | 5V を上回る最大 OVP 過渡持続時間                     | $V_{D\pm} = 0\text{V} \sim 28\text{V}$<br>$V_{CC} = 1.62$<br>$t_{RISE} (10\% \sim 90\%) = 100\text{ns}$<br>$R_L = \text{オープン}$<br>$OEn = 0V$                                     |     | 54   | 130  | ns |
|                 |  | $V_{D\pm} = 0\text{V} \sim 28\text{V}$<br>$V_{CC} = 2.3\text{V} \sim 5.5\text{V}$<br>$t_{RISE} (10\% \sim 90\%) = 100\text{ns}$<br>$R_L = \text{オープン}$<br>$OEn = 0V$             |     | 54   | 84   | ns |
| $t_{CLAMP}$     | 5V を上回る最大 OVP 過渡持続時間                     | $V_{D\pm} = 0\text{V} \sim 28\text{V}$<br>$t_{RISE} (10\% \sim 90\%) = 100\text{ns}$<br>$R_L = 50\Omega$<br>スイッチ オン/オフ<br>$OEn = 0V$   |     | 39   | 56   | ns |
|                 |  |  |     |      |      |    |

## 5.6 動的特性

$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ ,  $GND = 0\text{V}$ , 標準値は  $V_{CC} = 3.3\text{V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  のとき (特に記述がない場合)。

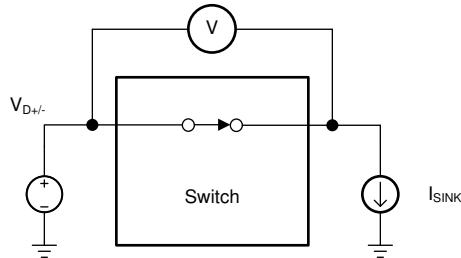
| パラメータ      |                         | テスト条件  |                | 最小値  | 標準値 | 最大値 | 単位 |
|------------|-------------------------|--|----------------|------|-----|-----|----|
| $C_{OFF}$  | D+, D- オフ容量             | $V_{D\pm} = 0$ または $3.3\text{V}$ ,<br>$OEn = V_{CC}$<br>$f = 240\text{MHz}$  | スイッチ オフ        | 1.2  | 2.7 | 3.4 | pF |
|            | D1+, D1-, D2+, D2- オフ容量 | $V_{D\pm} = 0$ または $3.3\text{V}$ ,<br>$OEn = V_{CC}$ または $OEn = SEL = 0\text{V}$ の場合 (スイッチ未選択時)<br>$f = 240\text{MHz}$ | オフまたは選択されていません | 1.2  | 1.6 | 3.0 | pF |
| $C_{ON}$   | I/O ピンのオン時容量            | $V_{D\pm} = 0$ または $3.3\text{V}$ ,<br>$f = 240\text{MHz}$  | スイッチ オン        | 1    | 1.3 | 3.9 | pF |
| $O_{ISO}$  | 差動オフ絶縁                  | $R_L = 50\Omega$<br>$C_L = 5\text{pF}$<br>$f = 100\text{kHz}$  | スイッチ オフ        | -105 |     | dB  |    |
|            |                         | $R_L = 50\Omega$<br>$C_L = 5\text{pF}$<br>$f = 240\text{MHz}$  | スイッチ オフ        | -25  |     | dB  |    |
| $X_{TALK}$ | チャネル間クロストーク             | $R_L = 50\Omega$<br>$C_L = 5\text{pF}$<br>$f = 240\text{MHz}$  | スイッチ オン        | -90  |     | dB  |    |
| $X_{TALK}$ | チャネル間クロストーク             | $R_L = 50\Omega$<br>$C_L = 5\text{pF}$<br>$f = 100\text{kHz}$  | スイッチ オン        | -105 |     | dB  |    |
| $BW$       | -3dB 帯域幅                | $R_L = 50\Omega$ (シングルエンド)   | スイッチ オン        | 1.4  |     | GHz |    |
|            |                         | $R_L = 50\Omega$ (差動)  | スイッチ オン        | 1.5  |     | GHz |    |
| $I_{LOSS}$ | 挿入損失                    | $R_L = 50\Omega$<br>$f = 10\text{MHz}$   | スイッチ オン        | -0.5 |     | dB  |    |
| $I_{LOSS}$ | 挿入損失                    | $R_L = 50\Omega$<br>$f = 240\text{MHz}$  | スイッチ オン        | -0.8 |     | dB  |    |

## 5.7 タイミング要件

$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ ,  $GND = 0\text{V}$ , 標準値は  $V_{CC} = 3.3\text{V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  のとき (特に記述がない場合)。

| パラメータ        |                                   | テスト条件   |  | 最小値  | 公称値 | 最大値 | 単位 |
|--------------|-----------------------------------|---|--|------|-----|-----|----|
| $t_{SWITCH}$ | チャネル間のスイッチング時間 (SEL から出力まで)       | $V_{D\pm} = 0.8\text{V}$                        | $R_L = 50\Omega$ ,<br>$C_L = 5\text{pF}$ ,<br>$V_{CC} = 1.8\text{V}$                   | 0.8  | 40  | 40  | μs |
| $t_{SWITCH}$ | チャネル間のスイッチング時間 (SEL から出力まで)       | $V_{D\pm} = 0.8\text{V}$                        | $R_L = 50\Omega$ ,<br>$C_L = 5\text{pF}$ ,<br>$V_{CC} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ | 0.9  | 2.8 | 2.8 | μs |
| $t_{ON}$     | デバイスの立ち上がり時間 (OEn から出力まで)         | $V_{D\pm} = 0.8\text{V}$                        |  | 84   | 250 | 250 | μs |
| $t_{OFF}$    | デバイスのオフ時間 (OEn から出力まで)            | $V_{D\pm} = 0.8\text{V}$                        |  | 0.75 | 1   | 1   | μs |
| $t_{SK(P)}$  | 同一出力における反対方向の遷移間のスキュー (D+ と D- 間) | $V_{D\pm} = 0.4\text{V}$                        | $R_L = 50\Omega$ ,<br>$C_L = 5\text{pF}$ ,<br>$V_{CC} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ | 4    | 50  | 50  | ps |
| $t_{PD}$     | 伝搬遅延                              | $V_{D\pm} = 0.4\text{V}$<br>$f = 240\text{MHz}$ | $R_L = 50\Omega$ ,<br>$C_L = 5\text{pF}$ ,<br>$V_{CC} = 1.62\text{V} \sim 5.5\text{V}$ | 110  | 230 | 230 | ps |

## 6 パラメータ測定情報



チャネル ON、 $R_{ON} = V/I_{SINK}$

図 6-1. オン抵抗 ( $R_{ON}$ )

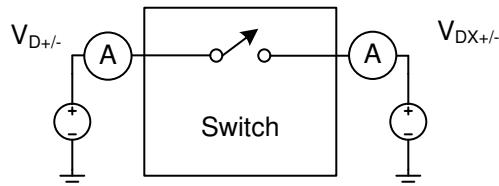


図 6-2. オフリーカ

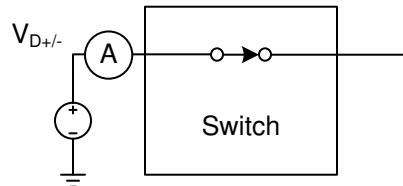
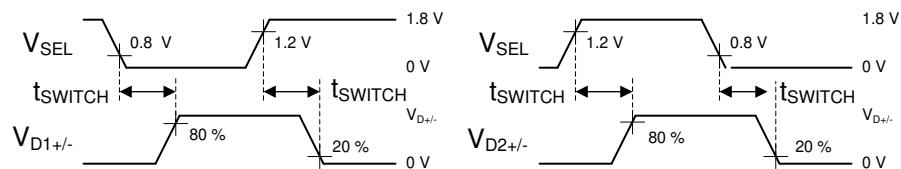
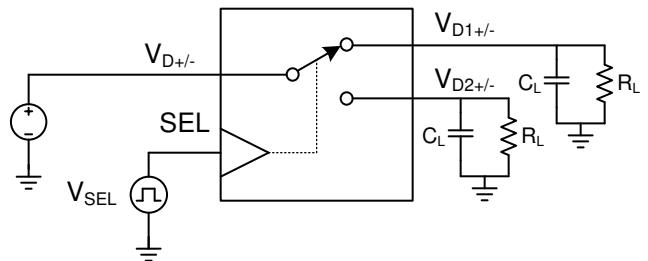
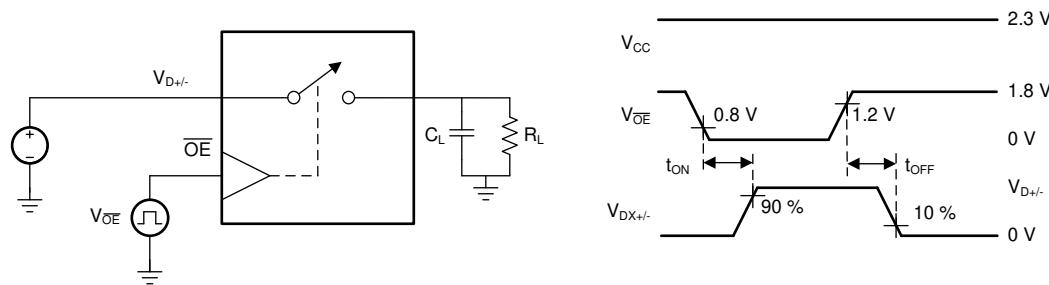


図 6-3. オンリーカ



- A. すべての入力パルスは、以下の特性を持つジェネレータによって供給されます。PRR ≤ 10MHz、 $Z_O = 50\Omega$ 、 $t_r < 500ps$ 、 $t_f < 500ps$ 。
- B.  $C_L$  にはプローブと治具の容量が含まれます。

図 6-4.  $t_{SWITCH}$  のタイミング



- A. すべての入力パルスは、以下の特性を持つジェネレータによって供給されます。PRR = 10MHz,  $Z_0 = 50\Omega$ ,  $t_r < 500\text{ps}$ ,  $t_f < 500\text{ps}$ 。
- B.  $C_L$  にはプローブと治具の容量が含まれます。

図 6-5.  $t_{ON}$ 、 $t_{OFF}$  ( $\overline{OE}$  向け)

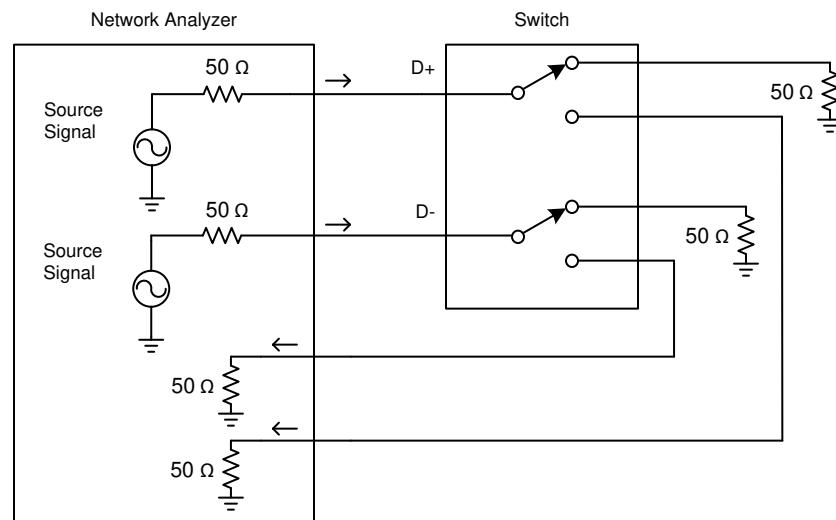


図 6-6. オフ アイソレーション

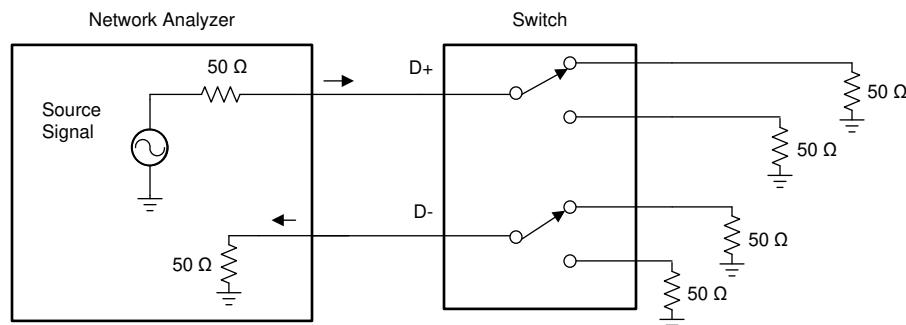


図 6-7. クロストーク

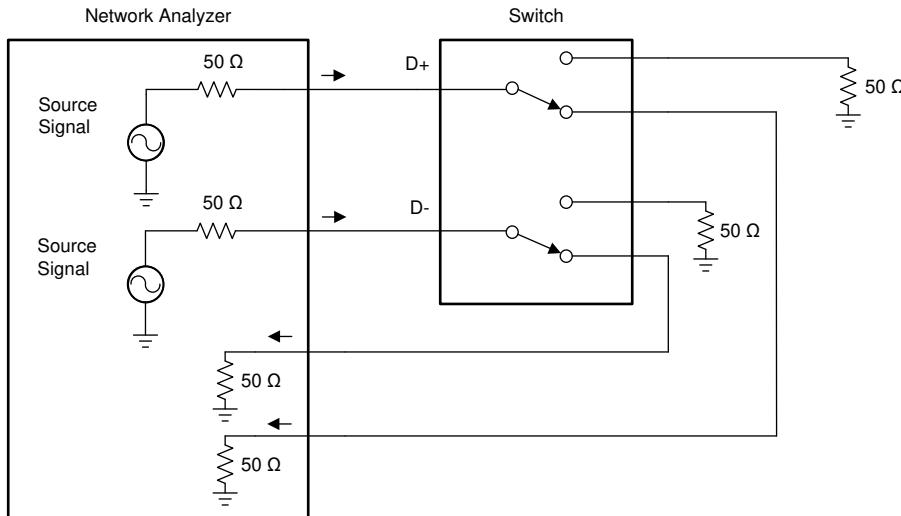
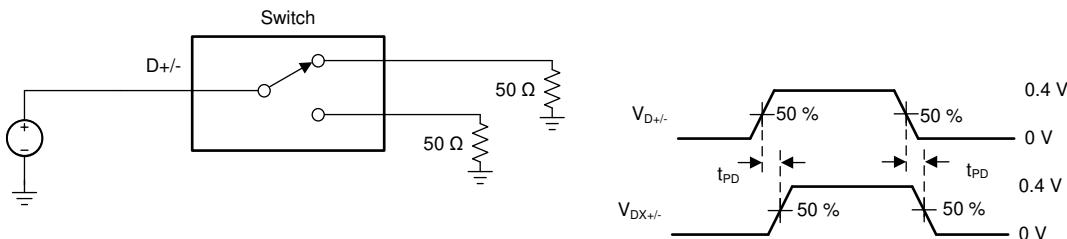
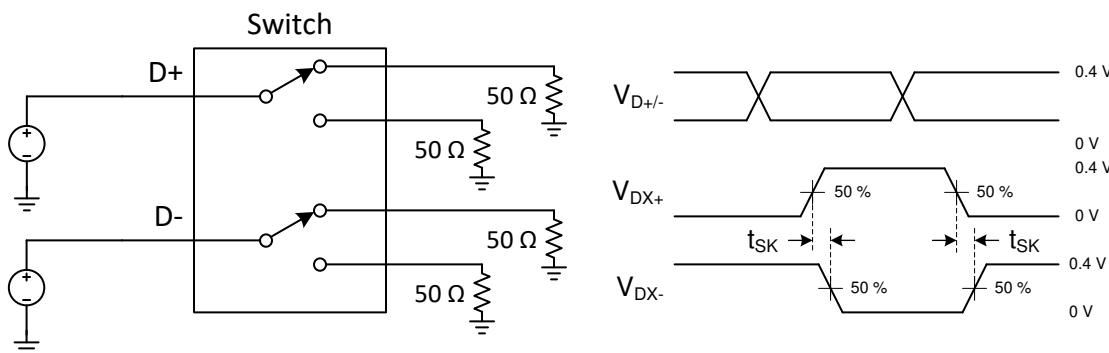


図 6-8. BW と挿入損失



- A. すべての入力パルスは、以下の特性を持つジェネレータによって供給されます。PRR = 240MHz,  $Z_O = 50\Omega$ ,  $t_r < 500ps$ ,  $t_f < 500ps$ 。  
B.  $C_L$  にはプローブと治具の容量が含まれます。

図 6-9. t<sub>PD</sub>

- A. すべての入力パルスは、以下の特性を持つジェネレータによって供給されます。PRR ≤ 10MHz,  $Z_O = 50\Omega$ ,  $t_r < 500ps$ ,  $t_f < 500ps$ 。  
B.  $C_L$  にはプローブと治具の容量が含まれます。

図 6-10. t<sub>SK</sub>

## 6.1 代表的特性

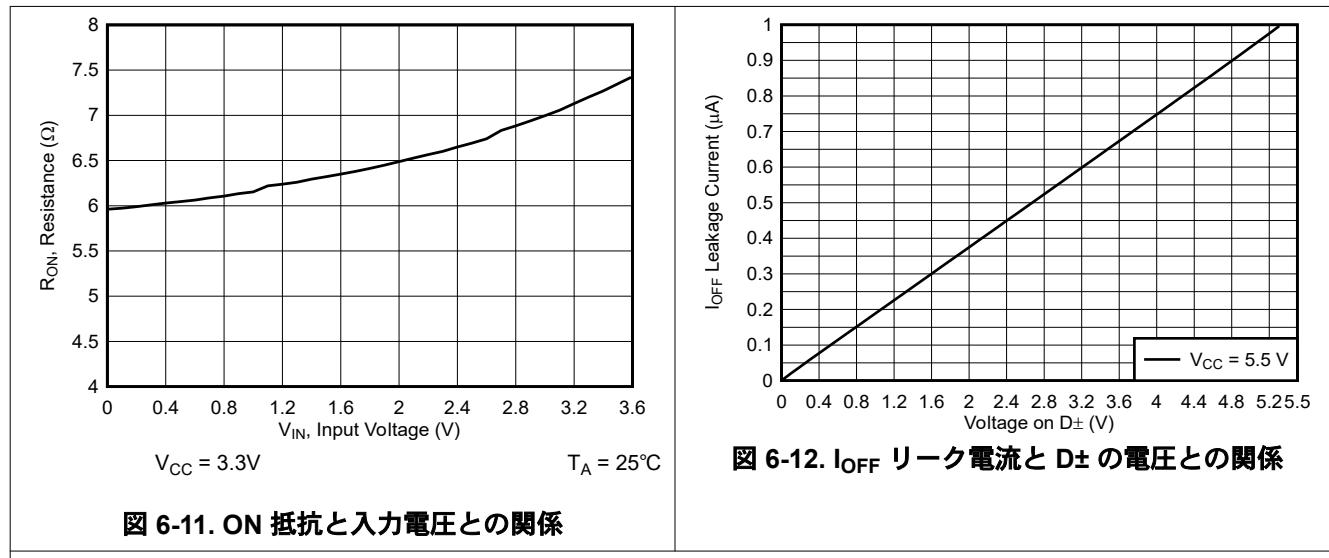


図 6-11. ON 抵抗と入力電圧との関係

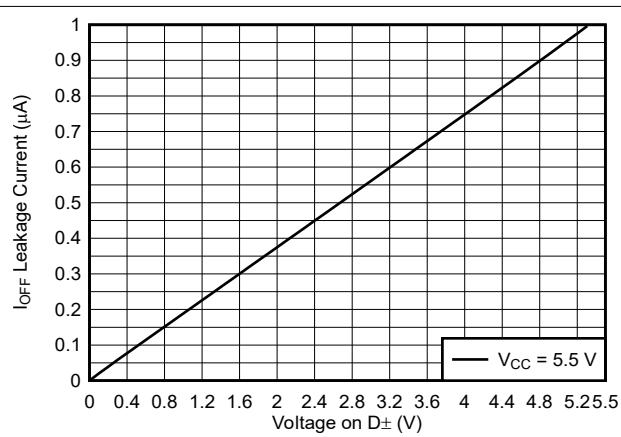


図 6-12.  $I_{OFF}$  リーク電流と  $D^\pm$  の電圧との関係

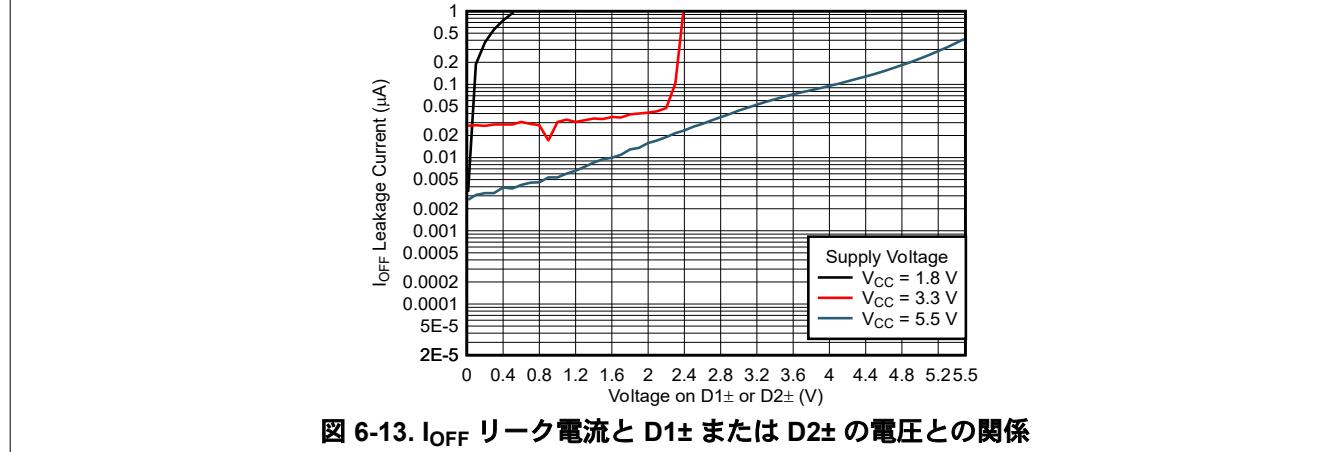


図 6-13.  $I_{OFF}$  リーク電流と  $D1^\pm$  または  $D2^\pm$  の電圧との関係

## 7 詳細説明

### 7.1 概要

TMUXHS221F は、USB Type-C システム向けに保護機能を統合した、1.2V ロジック互換の双方向、低消費電力デュアル ポート高速 USB 2.0 アナログスイッチです。このデバイスは、デュアル 2:1 または 1:2 スイッチとして構成されています。図 7-1 に示すように、このデバイスは、USB Type-C システムにおいて、USB 2.0 の D+/- ラインの多重化ソリューションや、SBU ラインのクロスポイントスイッチ ソリューションを処理するために最適化されています。

TMUXHS221F は、低速、高速を問わず、差動信号およびシングルエンド信号に対応できるアナログ受動型マルチプレクサです。信号は、 $-0.3V \sim 3.6V$  の許容電圧範囲内である必要があります。このデバイスは、eUSB2 および USB 2.0 の LS, FS, HS 信号伝送に最適化されています。このデバイスの動的特性により、高速スイッチングが可能であり、信号アイダイアグラムへの減衰は最小限に抑えられ、追加されるジッタもごくわずかです。このデバイスは最大 3Gbps までのインターフェイスでの使用が推奨されていますが、実際に使用できるデータレートは電気チャネルの特性に大きく依存します。損失が小さく、十分なマージンが確保されているチャネルでは、このデバイスをより高いデータレートで使用できる可能性があります。

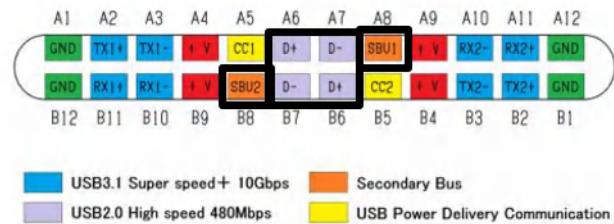
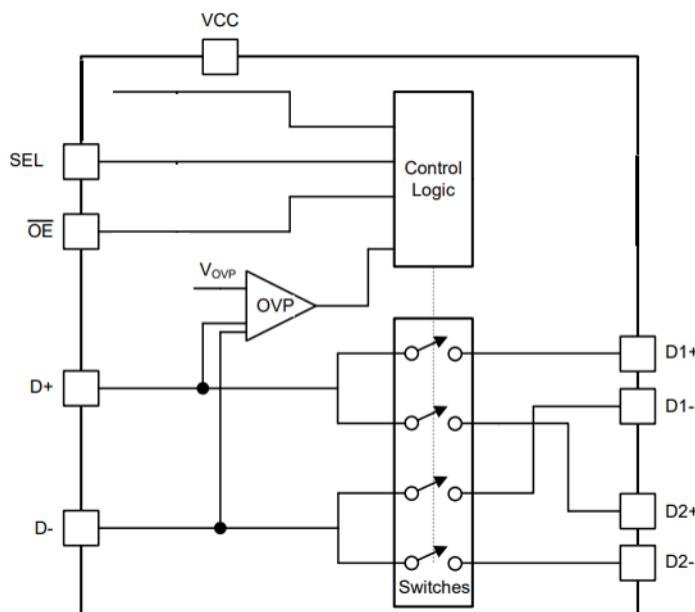


図 7-1. USB Type-C コネクタのピン配置

TMUXHS221F は、自動車用途や高電圧での充電が必要なアプリケーションなど、故障状態からの保護を必要とする従来の USB システムでも動作します。このデバイスは、 $R_{ON}$  と  $BW$  の両方を最適化することで優れた信号品質を維持しつつ、28V の OVP 保護によってシステムを保護します。OVP の実装は、コネクタで VBUS が SBU ピンや D+/D- ピンに短絡する故障状態に耐えられないスイッチ背後のシステム部品を保護するよう設計されています。

### 7.2 機能ブロック図



## 7.3 機能説明

### 7.3.1 拡張 1.2V 互換性

TMUXHS221F は拡張された 1.2V 制御ロジックを備えており、最新世代の低 nm SoC との互換性を確保するだけではなく、システム設計者に十分なノイズ マージンを提供するため、TMUXHS221F を容易に使用できます。1.2V ロジックは電源電圧に依存せず、1.62V~5.5V の電源で TMUXHS221F を駆動できる大きな柔軟性を提供します。それでも、GPIO/I2C 互換の SEL および OE ピンを介して、1.2V 制御スイッチとの互換性を維持します。

### 7.3.2 過電圧保護

TMUXHS221F の OVP は、USB および USB Type-C コネクタにおける SBU または D+/- の VBUS への短絡からシステムを保護するように設計されています。図 7-2 は、湿気による短絡で 28V の高電圧が既存の USB ソリューションに発生し、電圧がデバイスを通過して背後の部品を損傷させる可能性がある状況を示しています。

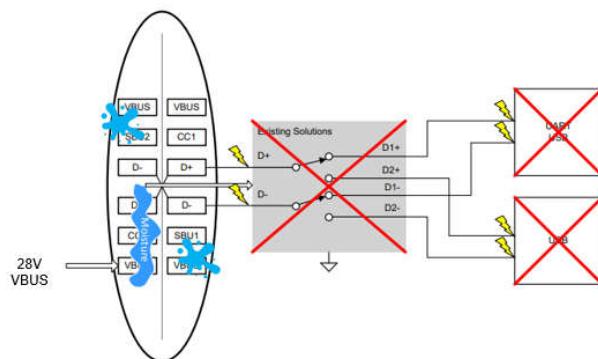


図 7-2. 短絡によって損傷を受ける既存のソリューション

TMUXHS221F は、図 7-3 に示すように 28V をブロックすることで、スイッチを開き、システムの他の部分を保護します。

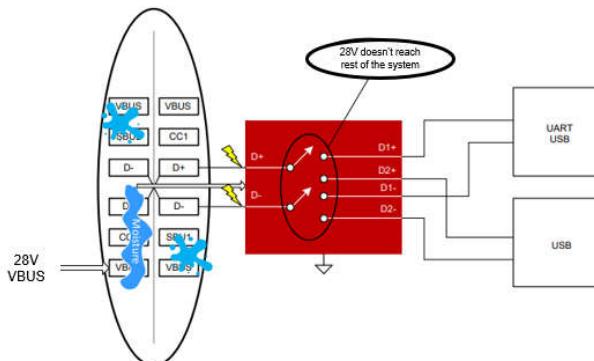


図 7-3. 28V の短絡時の保護機能

### 7.3.3 電源オフ保護機能

TMUXHS221F が電源オフのとき、デバイスの I/O はハイインピーダンス状態を維持します。クロストーク、オフ絶縁、リークは電気的仕様の範囲内に維持されます。

これにより、誤った電圧がシステム全体に伝わるのを防ぎ、システム起動時の絶縁が維持されます。

## 7.4 デバイスの機能モード

### 7.4.1 ピンの機能

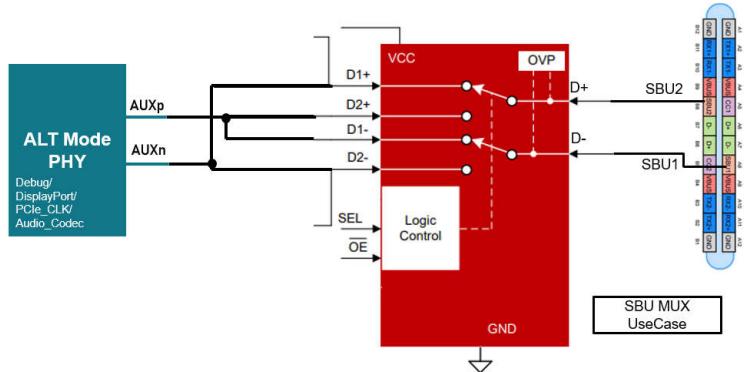


図 7-4. SBU ユースケース

表 7-1. SBU の構成

| SEL | OEn | 多重化構成                           |
|-----|-----|---------------------------------|
| L   | L   | SBU1 = AUXp<br>SBU2 = AUXn      |
| H   | L   | SBU2 = AUXp<br>SBU1 = AUXn      |
| X   | H   | すべてのチャネルは無効化され、ハイインピーダンス状態になります |

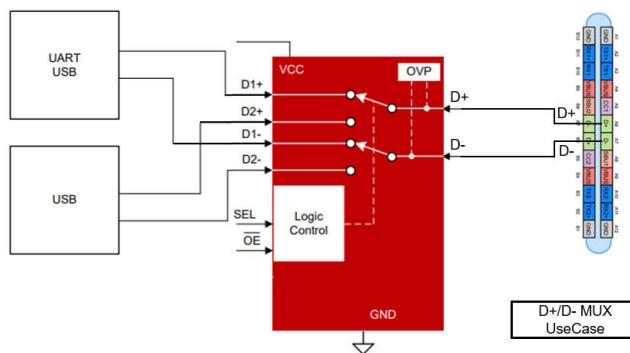


図 7-5. D+/D- 使用事例

表 7-2. D+/D- の構成

| SEL | OEn | 多重化構成                           |
|-----|-----|---------------------------------|
| L   | L   | D から D1                         |
| H   | L   | D から D2                         |
| X   | H   | すべてのチャネルは無効化され、ハイインピーダンス状態になります |

## 8 アプリケーションと実装

### 注

以下のアプリケーション情報は、テキサス・インスツルメンツの製品仕様に含まれるものではなく、テキサス・インスツルメンツ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。

### 8.1 アプリケーション情報

USB ハブやコントローラの USB I/O 数が限られている場合や、1 つの USB コネクタから信号をルーティングする必要がある場合など、多くの USB アプリケーションがあります。TMUXHS221F ソリューションは、複数の USB バスを切り替えて 1 つの USB ハブやコントローラに接続したり、1 つのコネクタから 2 か所に信号をルーティングしたりすることで、限られた USB I/O を効果的に拡張できます。

システムがリドライバを使用せず、高いドライブ能力を持つ SoC を直接利用する方向に移行する中で、TMUXHS221F のような受動型マルチプレクシングソリューションは、クロスポイントマルチプレクサ (SBU スイッチ) や USB2.0 データ多重化に過電圧保護機能を加えることで、マルチプレクサが直接 USB ポートとインターフェイスできるようにし、ポート保護回路の使用を不要にして実装面積を節約するのに役立ちます。

TMUXHS221F は拡張された 1.2V 制御ロジックを備えており、最新世代の低 nm SoC との互換性を確保するだけではなく、システム設計者に十分なノイズマージンを提供するため、TMUXHS221F を容易に使用できます。

### 8.2 代表的なアプリケーション 1

TMUXHS221F SBU スイッチ。TMUXHS221F は、以下に示すようにチャネルが短絡している構成で接続することで、SBU クロスポイントマルチプレクサとして使用されます。これにより、USBC コネクタの SBU (サイドバンド使用) ピンを利用して、DisplayPort、デバッグ、PCIe、オーディオ コーデックなど、さまざまなプロトコル通信を行うことができます。これにより、単一の USBC コネクタですべてのプロトコルをサポートできます。SBU マルチプレクサはクロスポイントマルチプレクサとして使用され、SBU1/2 を ALT PHY の Auxn または Auxp ピンに対して、一貫した +/- 構成にマッピングするのに役立ちます。TMUXHS221F は、SEL と  $\overline{OE}$  にプルダウン/プルアップ抵抗を備えていません。したがって、不要データの転送や大電流を避けるために、フロート状態にしないように推奨されます。

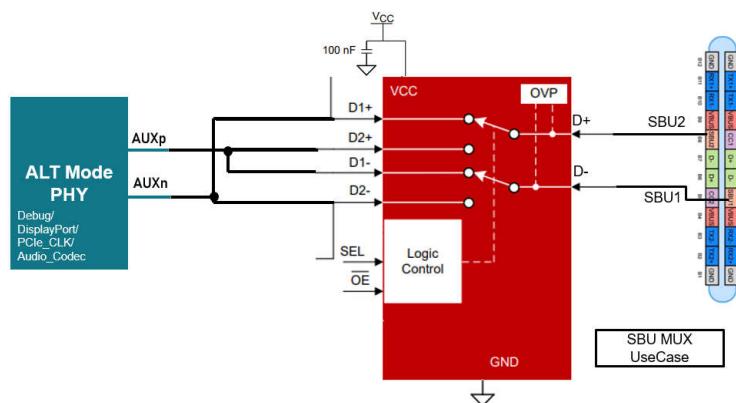


図 8-1. TMUXHS221F アプリケーション SBU の代表的な使用事例

## 8.3 代表的なアプリケーション 2

TMUXHS221F USB/UART スイッチ。TMUXHS221F は、ベースバンドまたはアプリケーション プロセッサへ接続される USB パスと、デバッグ ポートへ接続される UART パスとの間で信号を切り替えるために使用されます。TMUXHS221F は、SEL と  $\overline{OE}$  にプルダウン/プルアップ抵抗を備えていません。したがって、不要データの転送や大電流を避けるために、フロート状態にしないように推奨されます。

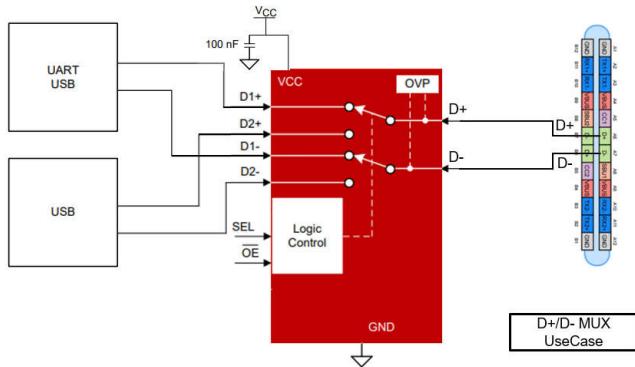


図 8-2. TMUXHS221F の代表的なアプリケーション- D+/D-使用事例

### 8.3.1 設計要件

USB 1.0、1.1、2.0 規格の設計要件に従う必要があります。TMUXHS221F は、SEL と  $\overline{OE}$  にプルダウン/プルアップ抵抗を備えていません。したがって、不要データの転送や大電流を避けるために、フロート状態にしないように推奨されます。

### 8.3.2 詳細な設計手順

TMUXHS221F デバイスは、外付け部品なしで適切に動作できます。ただし、TI は、未使用ピンをデバイスへの信号反射を防ぐために  $50\Omega$  の抵抗を介してグランドに接続することを推奨しています。TI は、TMUXHS221F の VCC ピンの近くに  $100nF$  のバイパス コンデンサを配置することを推奨しています。

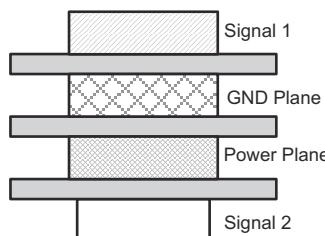
## 8.4 電源に関する推奨事項

デバイスへの電源は VCC ピンから供給され、USB 1.0、1.1、および 2.0 規格に従う必要があります。TI は、電源ピン VCC のできるだけ近くに  $100nF$  のバイパス コンデンサを配置し、低周波ノイズを平滑化して周波数全体にわたる負荷レギュレーションを改善することを推奨しています。

## 8.5 レイアウト

### 8.5.1 レイアウトのガイドライン

1. 電源バイパスコンデンサは VCC ピンのできるだけ近くに配置し、D± 配線の近くには配置しないでください。
2. 高速 D± は長さを一致させ、4 インチ以下に抑える必要があります。そうでない場合、アイダイアグラムの性能が低下する可能性があります。高速 USB 接続は、差動特性インピーダンスを持つシールド付きツイストペアケーブルを介して行われます。レイアウトにおいて、D+ および D- パターンのインピーダンスは、最適な性能を得るためにケーブルの特性差動インピーダンスと一致させる必要があります。
3. 高速 USB 信号は、ビアやコーナーを最小限にして配線し、信号反射やインピーダンス変動を低減してください。ビアを使用する必要がある場合は、周囲の空間距離を大きく確保することで、そこでの静電容量を最小化します。各ビアは、信号の伝送ラインにおいて連続性を損ない、また、ボードの他の層からの干渉を拾う可能性を高くしています。ツイストペアライン上にテストポイントを設計する際は注意が必要です。スルーホールピンは推奨されません。
4. 90° 曲げが必要な場合は、1 回の 90° 曲げではなく、2 回の 45° 曲げまたはアークを使用します。これにより、インピーダンスの不連続性が最小化され、信号パターン上の反射が低減されます。
5. USB パターンは、クリスタル、オシレータ、クロック信号発生器、スイッチングレギュレータ、取り付け穴、磁気デバイス、またはクロック信号を使用または生成する IC の下や近くに配線しないでください。
6. 信号反射を防ぐため、高速 USB 信号にはスタブを設けないでください。スタブが不可避の場合、長さは 200mm 未満にしなければなりません。
7. すべての高速 USB 信号トレースは、中断なしに連続的な GND プレーン上に配線します。
8. 通常、平面分割で見られるアンチエッ칭上で交差しないようにします。
9. USB に伴う高周波のため、少なくとも 4 層のプリント基板を推奨します。**図 8-3** に示すように、2 つの信号層をグランド層と電源層で分離した構成です。



**図 8-3. 4 層ボードのスタックアップ**

信号トレースの大部分は、単一の層、できれば信号 1 上に配線する必要があります。この層のすぐ隣には、切れ目がないソリッド GND プレーンを配置する必要があります。グランドまたは電源プレーンの分割をまたいで信号トレースを配線することは避けてください。分割されたプレーンをまたぐ配線が避けられない場合は、十分なデカップリングを使用する必要があります。信号ビアの数を最小化すると、高周波でのインダクタンスを小さくし、EMI を低減できます。

## 9 デバイスおよびドキュメントのサポート

### 9.1 ドキュメントのサポート

#### 9.1.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス・インスツルメンツ [USB 2.0 ボード設計およびレイアウトガイドライン](#) アプリケーション ノート
- テキサス・インスツルメンツ、[高速レイアウトガイドライン](#) アプリケーション ノート
- テキサス・インスツルメンツ、[高速インターフェイスのレイアウトガイドライン](#) アプリケーション ノート

### 9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

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

### 9.3 サポート・リソース

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

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

### 9.4 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

### 9.5 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お勧めします。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

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

### 9.6 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。

## 10 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 Revision * (September 2025) to Revision A (November 2025) | Page |
|--|------|
| • データシートのステータスを「事前情報」から「量産データ」に更新.....                                 | 1    |
| • RTM の熱情報を追加.....   | 5    |

| 日付             | 改訂 | 注      |
|----------------|----|--------|
| September 2025 | *  | 初版リリース |

## 11 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。

**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) |
|-----------------------|---------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| PTMUXHS221FRSWR       | Active        | Preproduction        | UQFN (RSW)   10 | 3000   LARGE T&R      | -           | Call TI                              | Call TI                           | -40 to 125   |                     |
| TMUXHS221FRSWR        | Active        | Production           | UQFN (RSW)   10 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | 21F                 |

<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.

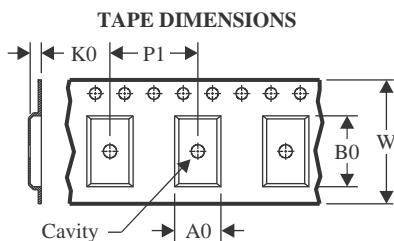
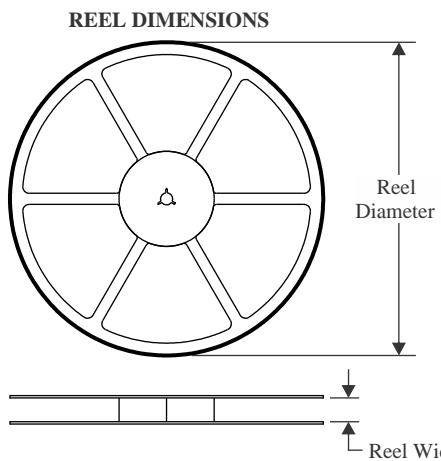
<sup>(6)</sup> **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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.

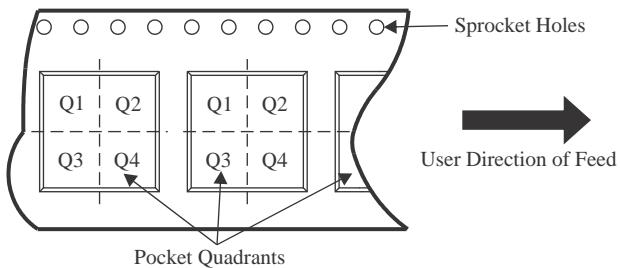
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

## TAPE AND REEL INFORMATION



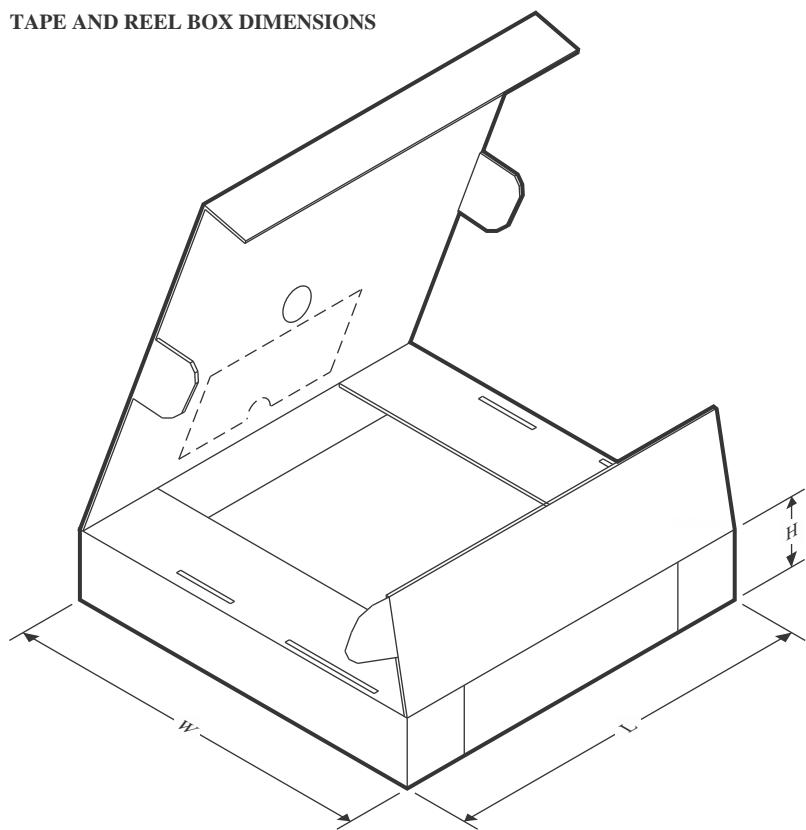
|    |   |
|----|---|
| A0 | Dimension designed to accommodate the component width     |
| B0 | Dimension designed to accommodate the component length    |
| K0 | Dimension designed to accommodate the component thickness |
| W  | Overall width of the carrier tape                         |
| P1 | Pitch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

**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**



\*All dimensions are nominal

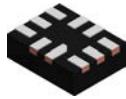
| Device         | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Reel Diameter (mm) | Reel Width W1 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 Quadrant |
|----------------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| TMUXHS221FRSWR | UQFN         | RSW             | 10   | 3000 | 180.0              | 8.4                | 1.6     | 2.0     | 0.7     | 4.0     | 8.0    | Q1            |

**TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS**


\*All dimensions are nominal

| Device         | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|----------------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| TMUXHS221FRSWR | UQFN         | RSW             | 10   | 3000 | 210.0       | 185.0      | 35.0        |

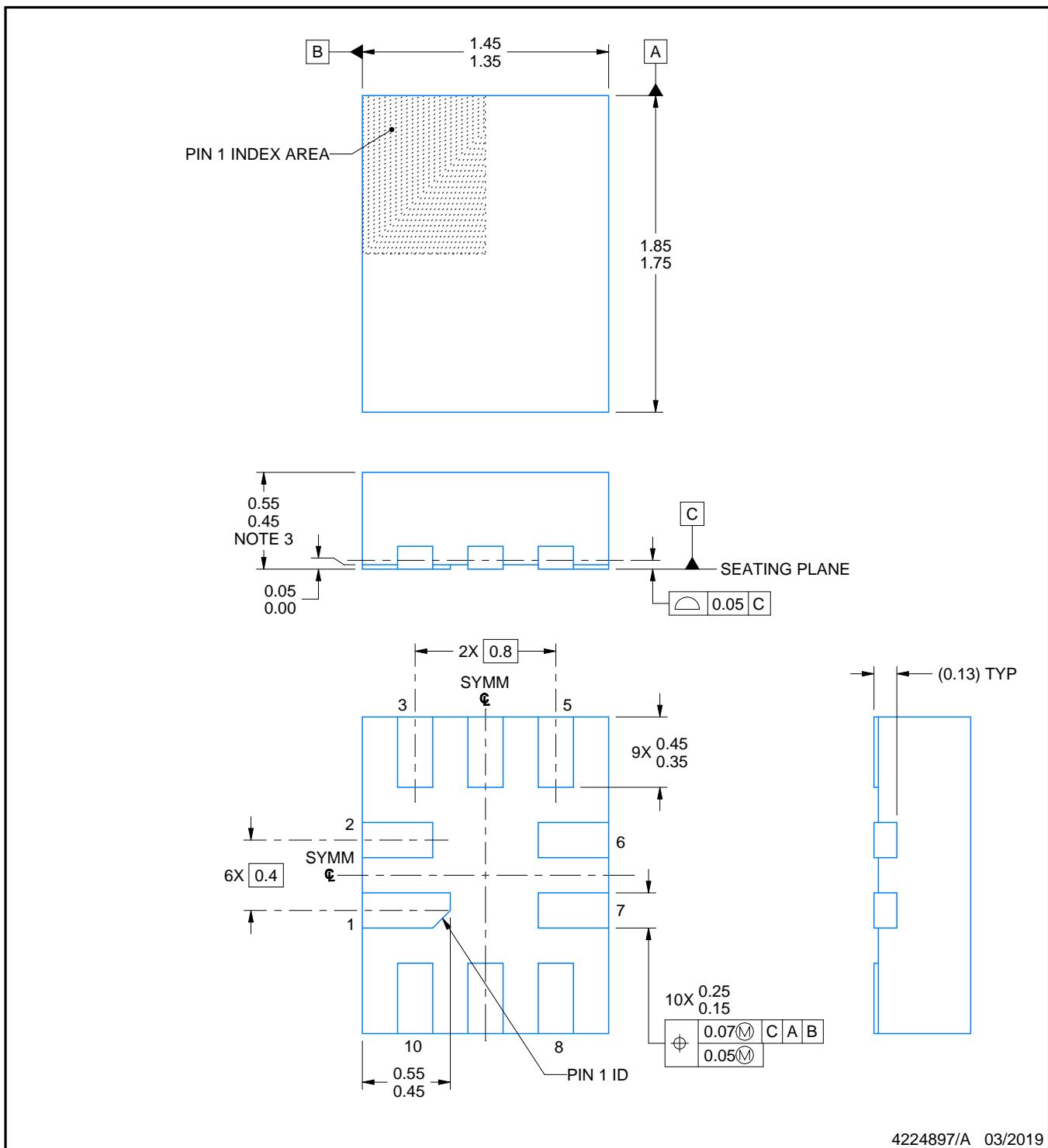
**RSW0010A**



## PACKAGE OUTLINE

**UQFN - 0.55 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



NOTES:

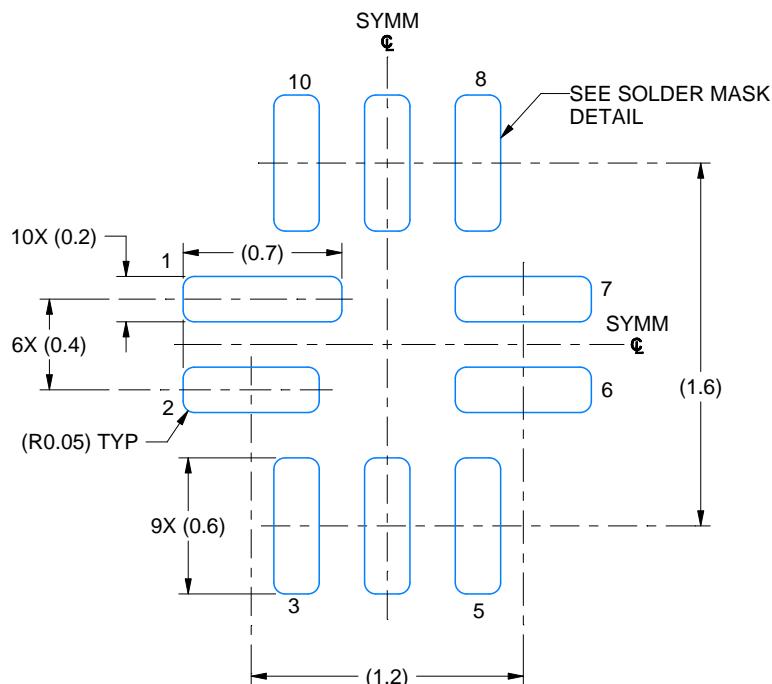
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This package complies to JEDEC MO-288 variation UDEE, except minimum package height.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

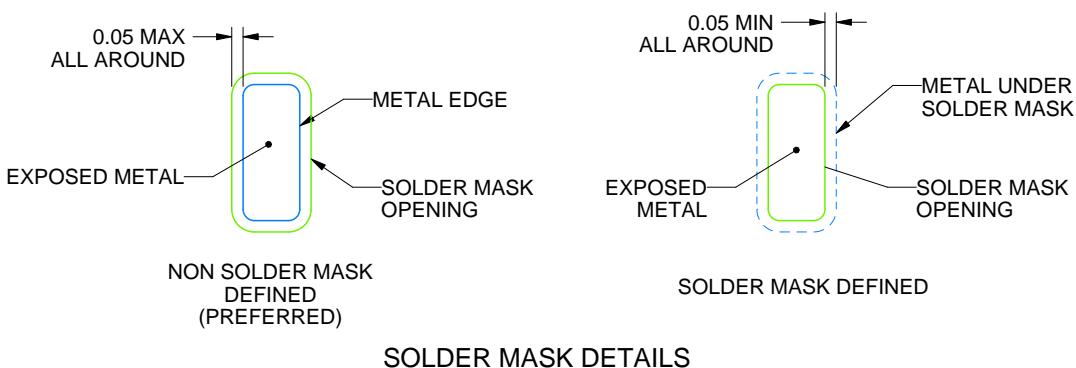
RSW0010A

UQFN - 0.55 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE: 30X



4224897/A 03/2019

NOTES: (continued)

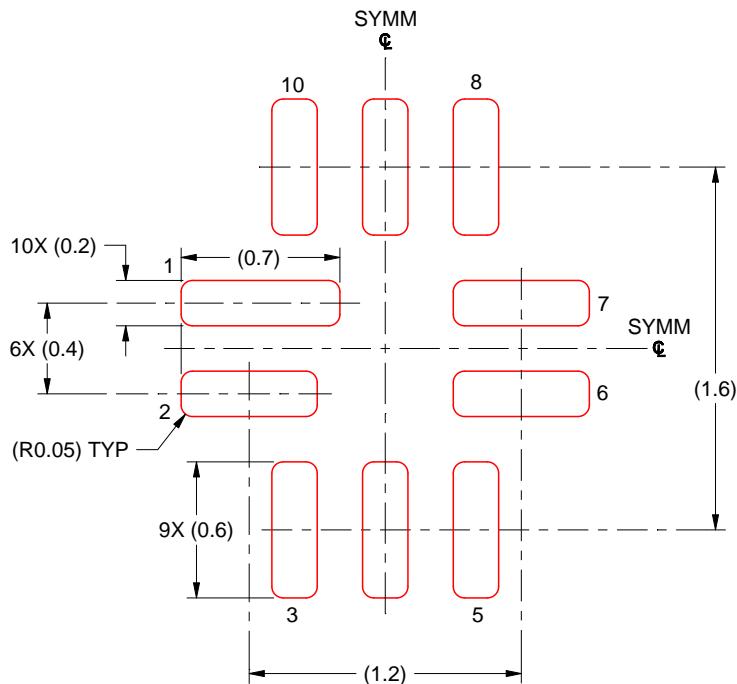
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slua271](http://www.ti.com/lit/slua271)).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented,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

# EXAMPLE STENCIL DESIGN

RSW0010A

UQFN - 0.55 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 MM THICK STENCIL  
SCALE: 30X

4224897/A 03/2019

NOTES: (continued)

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

## 重要なお知らせと免責事項

TIは、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の默示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または默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、(1)お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2)お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3)お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

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

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

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

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月