

TMUX13xx-Q1 車載用 5V、双方向 8 : 1、1 チャンネルおよび 4 : 1、2 チャンネル・マルチプレクサ、インジェクション電流制御機能付き

1 特長

- 車載アプリケーション用に AEC-Q100 認定済み
 - デバイス温度グレード 1: -40°C ~ 125°C の動作時周囲温度範囲
- インジェクション電流制御
- 逆電力供給保護
 - V_{DD} への ESD ダイオードパスがない
- 幅広い電源電圧範囲: 1.62V ~ 5.5V
- 低い静電容量
- 双方向の信号パス
- レールツーレール動作
- 1.8V ロジック互換
- フェイルセーフロジック
- ブレイクビフォーメイクのスイッチング動作
- バッテリー短絡保護
- 機能安全対応
 - 機能安全システムの設計に役立つ資料を利用可能
- TMUX1308-Q1 - 以下のデバイスとピン互換:
 - 業界標準の 4051 および 4851 マルチプレクサ
- TMUX1309-Q1 - 以下のデバイスとピン互換:
 - 業界標準の 4052 および 4852 マルチプレクサ

2 アプリケーション

- アナログおよびデジタルの多重化 / 多重分離
- 診断および監視
- ロボット
- ゾーンアーキテクチャ
- 車体制御モジュール
- バッテリー管理システム (BMS)
- HVAC (エアコン) 制御モジュール
- 車載用ヘッドユニット
- テレマティクス
- オンボードチャージャ (OBC) とワイヤレス充電

3 説明

TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 は、汎用の CMOS (相補型金属酸化膜半導体) マルチプレクサ (MUX) です。TMUX1308-Q1 は 8:1、1 チャンネル (シングルエンド) MUX、TMUX1309-Q1 は 4:1、2 チャンネル (差動) MUX です。このデバイスは、ソース (Sx) およびドレイン (Dx) ピンで、GND から V_{DD} までの範囲の双方向アナログおよびデジタル信号をサポートします。

TMUX13xx-Q1 デバイスは、内部インジェクション電流制御機能を備えています。この機能のおかげで、スイッチを保護し入力信号を電源電圧内に維持するために通常使用される外付けのダイオードおよび抵抗ネットワークは不要です。内部インジェクション電流制御回路により、ディスエーブルされた信号パスの信号が電源電圧を上回っても、イネーブルされた信号パスの信号に影響を与えません。また、TMUX13xx-Q1 デバイスには電源ピンへの内部ダイオードパスがないため、電源ピンに接続された部品が損傷し、または電源レールに意図しない電力が供給される危険性がありません。

すべてのロジック入力のスレッショルドは 1.8V ロジック互換で、有効な電源電圧で動作していれば、TTL と CMOS の両方のロジックと互換性が保証されます。フェイルセーフロジック回路により、電源ピンよりも先に制御ピンに電圧が印加されるため、デバイスへの損傷の可能性が避けられます。

製品情報

部品番号	構成 ⁽¹⁾	パッケージ ⁽²⁾	本体サイズ (公称) ⁽³⁾
TMUX1308-Q1 TMUX1309-Q1	チャンネル 8:1 チャンネル 4:1	PW (TSSOP, 16)	5mm × 4.4mm
		DYY (SOT-23-THIN, 16)	4.2mm × 2mm
		QBQ (WQFN, 16)	3.5mm × 2.5mm

- デバイス比較表を参照してください。
- 詳細については、セクション 12 を参照してください。
- 本体サイズ (長さ×幅) は公称値であり、ピンは含まれません。

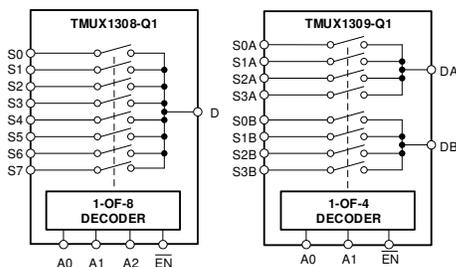


図 2-1. TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 : プロック図

目次

1 特長	1	7.8 オフ アイソレーション	19
2 アプリケーション	1	7.9 クロストーク	20
3 説明	1	7.10 帯域幅	20
4 デバイス比較表	3	7.11 インジェクション電流制御	21
5 ピン構成および機能	3	8 詳細説明	22
6 仕様	7	8.1 概要	22
6.1 絶対最大定格	7	8.2 機能ブロック図	22
6.2 ESD 定格	7	8.3 機能説明	22
6.3 推奨動作条件	7	8.4 デバイスの機能モード	26
6.4 熱に関する情報: TMUX1308-Q1	8	8.5 真理値表	26
6.5 熱に関する情報: TMUX1309-Q1	8	9 アプリケーションと実装	28
6.6 電気的特性	9	9.1 使用上の注意	28
6.7 ロジックおよびダイナミック特性	10	9.2 代表的なアプリケーション	28
6.8 タイミング特性	11	9.3 電源に関する推奨事項	32
6.9 インジェクション電流結合	12	9.4 レイアウト	33
6.10 代表的特性	13	10 デバイスおよびドキュメントのサポート	35
7 パラメータ測定情報	16	10.1 ドキュメントのサポート	35
7.1 オン抵抗	16	10.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法	35
7.2 オフリーク電流	16	10.3 サポート・リソース	35
7.3 オンリーク電流	17	10.4 商標	35
7.4 遷移時間	17	10.5 静電気放電に関する注意事項	35
7.5 ブレイク ビフォー メイク	18	10.6 用語集	35
7.6 $t_{ON(EN)}$ および $t_{OFF(EN)}$	18	11 改訂履歴	35
7.7 チャージ インジェクション	19	12 メカニカル、パッケージ、および注文情報	36

4 デバイス比較表

製品名	説明
TMUX1308-Q1	8:1、1 チャンネル、シングルエンド マルチプレクサ
TMUX1309-Q1	4:1、2 チャンネル、差動マルチプレクサ

5 ピン構成および機能

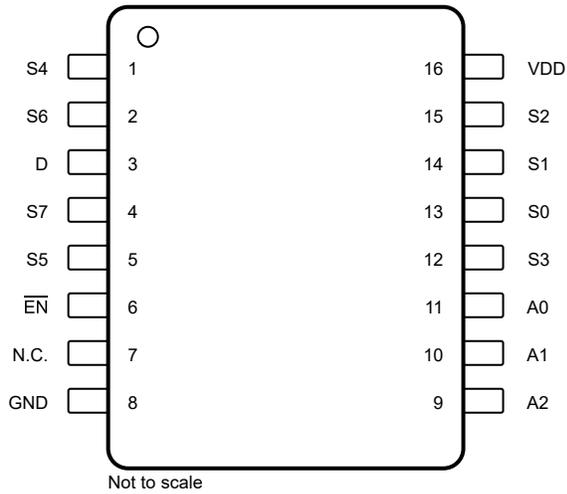


図 5-1. TMUX1308-Q1: PW パッケージ、16 ピン TSSOP (上面図)

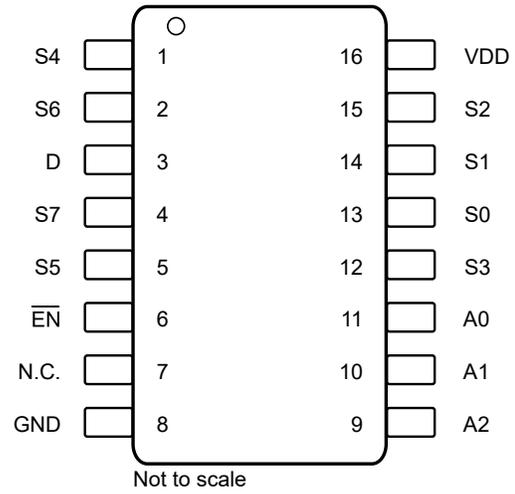


図 5-2. TMUX1308-Q1: DYY パッケージ、16 ピン SOT-23-THIN (上面図)

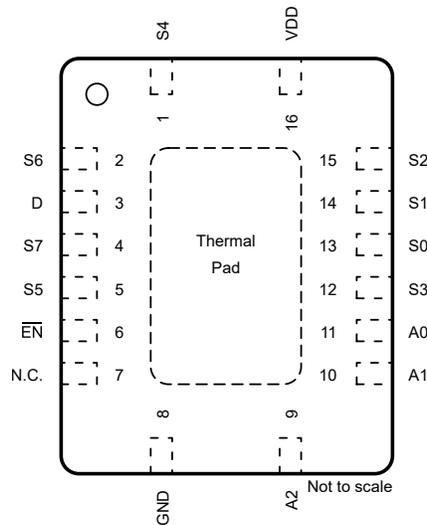


図 5-3. TMUX1308-Q1: BQB パッケージ、16 ピン WQFN (上面図)

表 5-1. ピンの機能 TMUX1308-Q1

ピン		タイプ ⁽¹⁾	説明 ⁽²⁾
名称	番号		
S4	1	I/O	ソースピン 4 信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
S6	2	I/O	ソースピン 6 信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
D	3	I/O	ドレインピン (共通)信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
S7	4	I/O	ソースピン 7 信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
S5	5	I/O	ソースピン 5 信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
EN	6	I	アクティブ Low のロジック入力。このピンが "High" 状態のとき、すべてのスイッチがオフになる。このピンが Low のとき、A[2:0] アドレス入力によって、表 8-1 に示されているように、どのスイッチがオンになるかが決まります。
N.C.	7	接続なし	内部接続なし。
GND	8	P	グラウンド (0V) リファレンス
A2	9	I	アドレスライン 2 表 8-1 に示すように、スイッチの接続を制御します。
A1	10	I	アドレスライン 1 表 8-1 に示すように、スイッチの接続を制御します。
A0	11	I	アドレスライン 0 表 8-1 に示すように、スイッチの接続を制御します。
S3	12	I/O	ソースピン 3 信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
S0	13	I/O	ソースピン 0 信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
S1	14	I/O	ソースピン 1 信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
S2	15	I/O	ソースピン 2 信号バスは、入力または出力の両方に使用可能。
VDD	16	P	正電源。このピンは最も正の電源電位になる。確実な動作を保証するため、V _{DD} と GND の間に 0.1μF~10μF の範囲のデカップリング コンデンサを接続する。
サーマル パッド		—	導電性ダイを接合した露出型サーマル パッドこのパッドははんだ付けの必要はありません。接続する場合は、フローティングのままにするか、GND に接続します。

- (1) I: 入力、O: 出力、I/O: 入力または出力、P: 電源。
(2) 未使用ピンの使用方法については、[セクション 8.4](#) を参照してください。

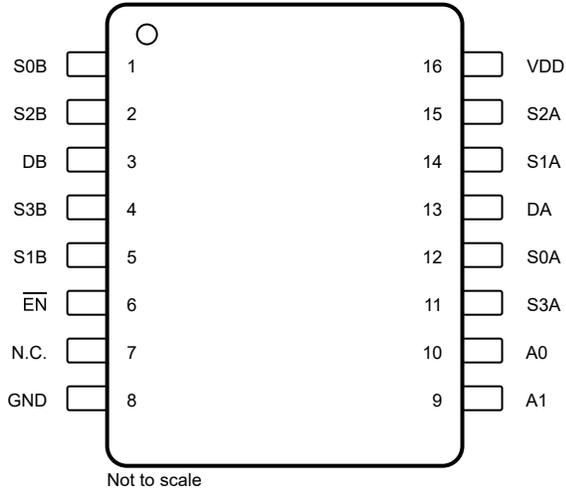


図 5-4. TMUX1309-Q1: PW パッケージ、16 ピン TSSOP (上面図)

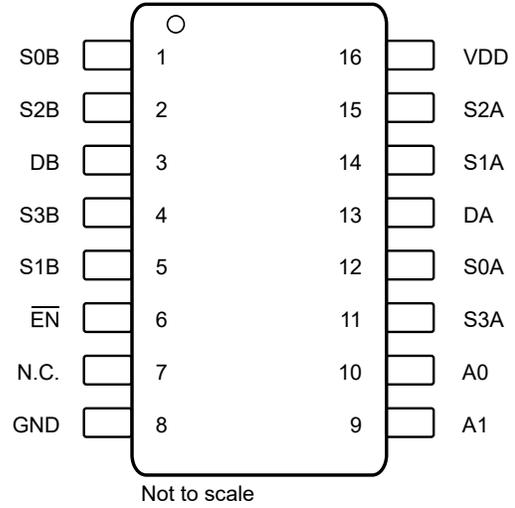


図 5-5. TMUX1309-Q1: DYY パッケージ、16 ピン SOT-23-THIN (上面図)

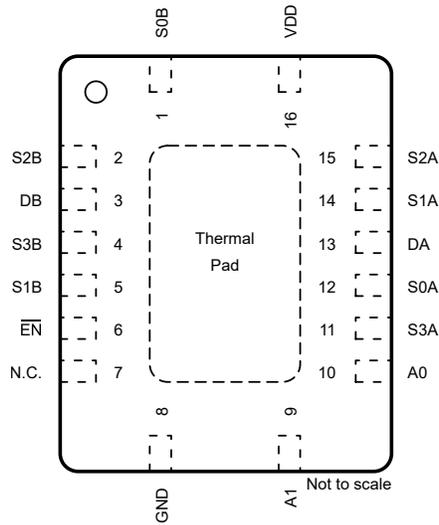


図 5-6. TMUX1309-Q1: BQB パッケージ、16 ピン WQFN (上面図)

表 5-2. ピンの機能 TMUX1309-Q1

ピン		タイプ ⁽¹⁾	説明 ⁽²⁾
名称	番号		
S0B	1	I/O	マルチプレクサ B のソースピン 0。入力または出力として使用が可能。
S2B	2	I/O	マルチプレクサ B のソースピン 2。入力または出力として使用が可能。
DB	3	I/O	マルチプレクサ B のドレイン ピン (共通)。入力または出力として使用が可能です。
S3B	4	I/O	マルチプレクサ B のソースピン 3。入力または出力として使用が可能。
S1B	5	I/O	マルチプレクサ B のソースピン 1。入力または出力として使用が可能。
EN	6	I	アクティブ Low のロジック入力。このピンが "High" 状態のとき、すべてのスイッチがオフになる。このピンを "Low" 状態にすると、A[1:0] のアドレス入力によって、どのスイッチをオンにするか指定できる。
N.C.	7	接続なし	内部接続なし。
GND	8	P	グラウンド (0V) リファレンス
A1	9	I	アドレスライン 1 表 8-2 に示すように、スイッチの接続を制御します。
A0	10	I	アドレスライン 0 表 8-2 に示すように、スイッチの接続を制御します。
S3A	11	I/O	マルチプレクサ A のソースピン 3。入力または出力として使用が可能
S0A	12	I/O	マルチプレクサ A のソースピン 0。入力または出力として使用が可能
DA	13	I/O	マルチプレクサ A のドレイン ピン (共通)。入力または出力として使用が可能です。
S1A	14	I/O	マルチプレクサ A のソースピン 1。入力または出力として使用が可能
S2A	15	I/O	マルチプレクサ A のソースピン 2。入力または出力として使用が可能
VDD	16	P	正電源。このピンは最も正の電源電位になる。確実な動作を保証するため、V _{DD} と GND の間に 0.1μF~10μF の範囲のデカップリング コンデンサを接続する。
サーマル パッド		—	導電性ダイを接合した露出型サーマル パッドこのパッドははんだ付けの必要はありません。接続する場合は、フローティングのままにするか、GND に接続します。

(1) I: 入力、O: 出力、I/O: 入力または出力、P: 電源。

(2) 未使用ピンの使用方法については、[セクション 8.4](#) を参照してください。

6 仕様

6.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)^{(1) (2) (3)}

		最小値	最大値	単位
V _{DD}	電源電圧	-0.5	6	V
V _{SEL} または V _{EN}	ロジック制御入力ピン電圧 (\overline{EN} , A0, A1, A2)	-0.5	6	
V _S または V _D	ソースまたはドレイン電圧 (Sx, D)	-0.5	V _{DD} +1.0	
I _{SEL} または I _{EN}	ロジック制御入力ピン電流 (\overline{EN} , A0, A1, A2)	-30	30	mA
I _S または I _D (CONT)	スイッチ (Sx, D ピン) を流れる連続電流: -40°C ~ +85°C	-50	50	
I _S または I _D (CONT)	スイッチ (Sx, D ピン) を流れる連続電流: -40°C ~ +125°C	-25	25	
I _{GND}	GND を流れる連続電流	-100	100	
P _{tot}	全消費電力 ⁽⁴⁾		500	mW
T _{stg}	保存温度	-65	150	°C
T _J	接合部温度		150	

- 「絶対最大定格」の範囲を超える動作は、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暗に示すものではありません。「絶対最大定格」の範囲内で、一時的に「推奨動作条件」の範囲を超えた動作をさせる場合、必ずしもデバイスが損傷を受けるものではありませんが、完全に機能しない可能性があります。この方法でデバイスを動作させると、デバイスの信頼性、機能性、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。
- 代数規約。これにより、最も大きな負の値は最小値になり、最も大きな正の値は最大値になります。
- 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。
- TSSOP パッケージの場合: T_A = 80°C を超える範囲では 7.2mW/°C ごとに、P_{tot} が線形的に低下します。
SOT-23-THIN パッケージの場合: T_A = 66°C を超える範囲では 6mW/°C ごとに、P_{tot} が線形的に低下します。
BQB パッケージの場合: T_A = 102°C を超える範囲では 10.6mW/°C ごとに、P_{tot} が線形的に低下します。

6.2 ESD 定格

			値	単位	
V _(ESD)	静電放電	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 に準拠 ⁽¹⁾	すべてのピン	±2000	V
		荷電デバイス モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠	すべてのピン	±750	

- 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。

6.3 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 _{DD}	電源電圧	1.62		5.5	V
V _S または V _D	信号バスにおける入出力電圧 (ソースまたはドレイン ピン) (Sx, D)	0		V _{DD}	V
V _{SEL} または V _{EN}	ロジック制御入力ピン電圧 (\overline{EN} , A0, A1, A2)	0		5.5	V
I _S または I _D (CONT)	スイッチ (Sx, D ピン) を流れる連続電流: -40°C ~ +85°C	-50		50	mA
I _S または I _D (CONT)	スイッチ (Sx, D ピン) を流れる連続電流: -40°C ~ +125°C	-25		25	mA
I _{OK}	信号電圧が推奨動作電圧を超えた場合のソースまたはドレイン ピンごとの入力電流 ⁽¹⁾	-50		50	mA
I _{INJ}	無効状態のスイッチ入力ピンに注入される電流	-50		50	mA
I _{INJ_ALL}	すべての無効状態のスイッチ入力ピンに注入される電流の合計	-100		100	mA
T _A	周囲温度	-40		125	°C

- ソースまたはドレインの電圧が V_{DD} を超えるか GND を下回ると、そのピンは内部 FET を通じて GND にシャントされますが、その際の電流は規定された値以内に制限する必要があります。V_{signal} > V_{DD} の場合、または V_{signal} < GND の場合。

6.4 熱に関する情報 : TMUX1308-Q1

熱評価基準 ⁽¹⁾		TMUX1308-Q1			単位
		PW (TSSOP)	DYY (SOT)	BQB (WQFN)	
		ピン	ピン	ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	139.6	167.1	94.8	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	77.2	106.3	92.6	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	84.2	90.0	64.5	°C/W
Ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	26.5	17.2	13.3	°C/W
Ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	83.8	90.0	64.4	°C/W
R _{θJC(bot)}	接合部からケース (底面) への熱抵抗	該当なし	該当なし	42.7	°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。

6.5 熱に関する情報 : TMUX1309-Q1

熱評価基準 ⁽¹⁾		TMUX1309-Q1			単位
		PW (TSSOP)	DYY (SOT)	BQB (WQFN)	
		ピン	ピン	ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	139.6	172.4	94.8	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	77.2	107.0	92.6	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	84.2	96.1	64.5	°C/W
Ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	26.5	19.7	13.3	°C/W
Ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	83.8	95.9	64.4	°C/W
R _{θJC(bot)}	接合部からケース (底面) への熱抵抗	該当なし	該当なし	42.7	°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。

6.6 電気的特性

指定された $V_{DD} \pm 10\%$
代表値は公称 V_{DD} で測定

パラメータ	テスト条件	V_{DD}	自由気流での動作温度 (T_A)						単位			
			25°C			-40°C ~ 85°C				-40°C ~ 125°C		
			最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値		最小値	標準値	最大値
アナログ スイッチ												
R_{ON}	オン状態スイッチ抵抗	$V_S = 0V \sim V_{DD}$ $I_{SD} = 0.5mA$	1.8V	650	1500		1700		1700	Ω		
			2.5V	230	600		670		670			
			3.3V	120	330		350		370			
			5V	75	195		220		270			
ΔR_{ON}	オン状態の入力間スイッチ抵抗のマッチング	$V_S = V_{DD} / 2$ $I_{SD} = 0.5mA$	1.8V	10	38		45		45	Ω		
			2.5V	3	20		22		22			
			3.3V	2	8		11		15			
			5V	1	7		10		14			
$I_{S(OFF)}$	ソース オフ状態のリーク電流	スイッチ状態はオフ $V_D = 0.8 \times V_{DD} / 0.2 \times V_{DD}$ $V_S = 0.2 \times V_{DD} / 0.8 \times V_{DD}$	1.8V	± 1		-25	25	-800	800	nA		
			2.5V	± 1		-25	25	-800	800			
			3.3V	± 1		-25	25	-800	800			
			5V	± 1		-25	25	-800	800			
$I_{D(OFF)}$	ドレイン オフ状態リーク電流 (共通ドレインピン)	スイッチ状態はオフ $V_D = 0.8 \times V_{DD} / 0.2 \times V_{DD}$ $V_S = 0.2 \times V_{DD} / 0.8 \times V_{DD}$	1.8V	± 1		-45	45	-800	800	nA		
			2.5V	± 1		-45	45	-800	800			
			3.3V	± 1		-45	45	-800	800			
			5V	± 1		-45	45	-800	800			
$I_{D(ON)}$ $I_{S(ON)}$	チャンネル オン状態リーク電流	スイッチ状態はオン $V_D = V_S = 0.8 \times V_{DD}$ or $V_D = V_S = 0.2 \times V_{DD}$	1.8V	± 1		-45	45	-800	800	nA		
			2.5V	± 1		-45	45	-800	800			
			3.3V	± 1		-45	45	-800	800			
			5V	± 1		-45	45	-800	800			
C_{SOFF}	ソース オフ容量	$V_S = V_{DD} / 2$ $f = 1MHz$	1.8V	2	14		14		14	pF		
			2.5V	2	14		14		14			
			3.3V	2	14		14		14			
			5V	2	14		14		14			
C_{DOFF}	ドレイン オフ容量	$V_S = V_{DD} / 2$ $f = 1MHz$	1.8V	7	37		37		37	pF		
			2.5V	7	37		37		37			
			3.3V	7	37		37		37			
			5V	7	37		37		37			
C_{SON} C_{DON}	オン容量	$V_S = V_{DD} / 2$ $f = 1MHz$	1.8V	11	40		40		40	pF		
			2.5V	11	40		40		40			
			3.3V	11	40		40		40			
			5V	11	40		40		40			
電源												
I_{DD}	V_{DD} の電源電流	ロジック入力 = 0V または V_{DD}	1.8V		1		1		1.2	μA		
			2.5V		1		1		1.5			
			3.3V		1		1		2			
			5V		1		1.5		3			

6.7 ロジックおよびダイナミック特性

指定された $V_{DD} \pm 10\%$

の条件、代表値は公称 V_{DD} and $T_A = 25^\circ\text{C}$ で測定。

パラメータ	テスト条件	V_{DD}	自由気流での動作温度 (T_A)			単位
			-40°C ~ 125°C			
			最小値	標準値	最大値	
ロジック入力 (\overline{EN} , A0, A1, A2)						
V_{IH}	入力ロジック High	1.8V	0.95	5.5	V	
		2.5V	1.1	5.5		
		3.3V	1.15	5.5		
		5V	1.25	5.5		
V_{IL}	入力ロジック Low	1.8V	0	0.6	V	
		2.5V	0	0.7		
		3.3V	0	0.8		
		5V	0	0.95		
I_{IH}	ロジック High の入力リーク電流	$V_{LOGIC} = 1.8\text{V}$ または V_{DD}	すべて	1	μA	
I_{IL}	ロジック Low の入力リーク電流	$V_{LOGIC} = 0\text{V}$	すべて	-1	μA	
C_{IN}	ロジック入力容量	$V_{LOGIC} = 0\text{V}, 1.8\text{V}, V_{DD}$ $f = 1\text{MHz}$	すべて	1	2	pF
ダイナミック特性						
Q_{INJ}	チャージ インジェクション	$V_S = V_{DD} / 2$ $R_S = 0\Omega, C_L = 100\text{pF}$	1.8V	-0.5	pC	
			2.5V	-0.5		
			3.3V	-1		
			5V	-6.5		
O_{ISO}	オフ アイソレーション	$V_{BIAS} = V_{DD}/2$ $V_S = 200\text{mVpp}$ $R_L = 50\Omega, C_L = 5\text{pF}$ $f = 100\text{kHz}$	1.8V	-110	dB	
			2.5V	-110		
			3.3V	-110		
			5V	-110		
O_{ISO}	オフ アイソレーション	$V_{BIAS} = V_{DD}/2$ $V_S = 200\text{mVpp}$ $R_L = 50\Omega, C_L = 5\text{pF}$ $f = 1\text{MHz}$	1.8V	-90	dB	
			2.5V	-90		
			3.3V	-90		
			5V	-90		
X_{TALK}	クロストーク	$V_{BIAS} = V_{DD}/2$ $V_S = 200\text{mVpp}$ $R_L = 50\Omega, C_L = 5\text{pF}$ $f = 100\text{kHz}$	1.8V	-110	dB	
			2.5V	-110		
			3.3V	-110		
			5V	-110		
X_{TALK}	クロストーク	$V_{BIAS} = V_{DD}/2$ $V_S = 200\text{mVpp}$ $R_L = 50\Omega, C_L = 5\text{pF}$ $f = 1\text{MHz}$	1.8V	-90	dB	
			2.5V	-90		
			3.3V	-90		
			5V	-90		
BW	帯域幅	$V_{BIAS} = V_{DD}/2$ $V_S = 200\text{mVpp}$ $R_L = 50\Omega, C_L = 5\text{pF}$	1.8V	350	MHz	
			2.5V	450		
			3.3V	500		
			5V	500		

6.8 タイミング特性

指定された $V_{DD} \pm 10\%$
 代表値は公称 V_{DD} で測定。

パラメータ	テスト条件	V_{DD}	自由気流での動作温度 (T_A)									単位
			25°C			-40°C ~ 85°C			-40°C ~ 125°C			
			最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	
スイッチング特性												
t_{PD}	伝搬遅延	$C_L = 50\text{pF}$ $Sx \sim D, D \sim Sx$	1.8V	15	30		30		30		ns	
			2.5V	8	15		20		20			
			3.3V	5	11		15		15			
			5V	4	9		10		10			
		$C_L = 15\text{pF}$	5V	1.5	4		5		5			
t_{TRAN}	入力間の遷移時間	$R_L = 10\text{k}\Omega, C_L = 50\text{pF}$ $Ax \sim D, Ax \sim Sx$	1.8V	44	94		103		103	ns		
			2.5V	30	63		67		67			
			3.3V	23	51		54		54			
			5V	18	43		46		46			
		$R_L = 10\text{k}\Omega, C_L = 15\text{pF}$	5V	15	39		43		43			
$t_{ON(EN)}$	イネーブルからのターンオン時間	$R_L = 10\text{k}\Omega, C_L = 50\text{pF}$ $EN \sim D, EN \sim Sx$	1.8V	39	64		75		75	ns		
			2.5V	30	45		50		50			
			3.3V	26	38		42		42			
			5V	24	32		37		37			
		$R_L = 10\text{k}\Omega, C_L = 15\text{pF}$	5V	22	31		35		35			
$t_{OFF(EN)}$	イネーブルからのターンオフ時間	$R_L = 10\text{k}\Omega, C_L = 50\text{pF}$ $EN \sim D, EN \sim Sx$	1.8V	58	80		85		85	ns		
			2.5V	21	70		72		72			
			3.3V	15	65		70		70			
			5V	11	40		45		45			
		$R_L = 10\text{k}\Omega, C_L = 15\text{pF}$	5V	8	15		20		20			
t_{BBM}	ブレイク ビフォー メイク時間	$R_L = 10\text{k}\Omega, C_L = 15\text{pF}$ $Sx \sim D, D \sim Sx$	1.8V	1	16		1		1	ns		
			2.5V	1	22		1		1			
			3.3V	1	24		1		1			
			5V	1	33		1		1			

6.9 インジェクション電流結合

指定された $V_{DD} \pm 10\%$

の条件、代表値は公称 V_{DD} and $T_A = 25^\circ\text{C}$ で測定。

パラメータ		V_{DD}	テスト条件		-40°C ~ 125°C			単位
					最小値	標準値	最大値	
インジェクション電流結合								
ΔV_{OUT}	有効化されたアナログ入力における出力電圧の最大シフト量	1.8V	$R_S \leq 3.9\text{k}\Omega$	$I_{INJ} \leq 1\text{mA}$	0.01	1	mV	
		3.3V			0.05	1		
		5V			0.1	1		
		1.8V	$R_S \leq 3.9\text{k}\Omega$	$I_{INJ} \leq 10\text{mA}$	0.01	2		
		3.3V			0.3	3		
		5V			0.06	4		
		1.8V	$R_S \leq 20\text{k}\Omega$	$I_{INJ} \leq 1\text{mA}$	0.05	2		
		3.3V			0.05	2		
		5V			0.1	2		
		1.8V	$R_S \leq 20\text{k}\Omega$	$I_{INJ} \leq 10\text{mA}$	0.05	15		
		3.3V			0.05	15		
		5V			0.02	15		

6.10 代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 5\text{V}$ (特に記述のない限り)

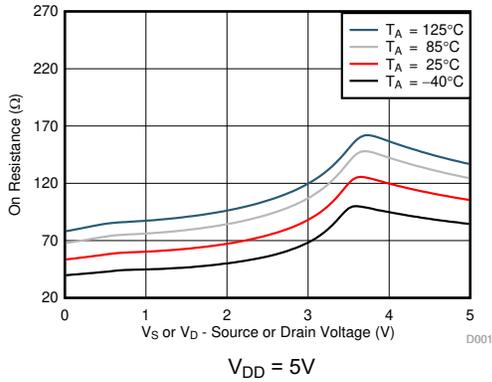


図 6-1. オン抵抗と温度との関係

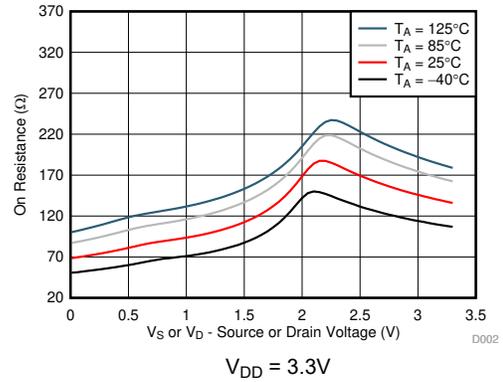


図 6-2. オン抵抗と温度との関係

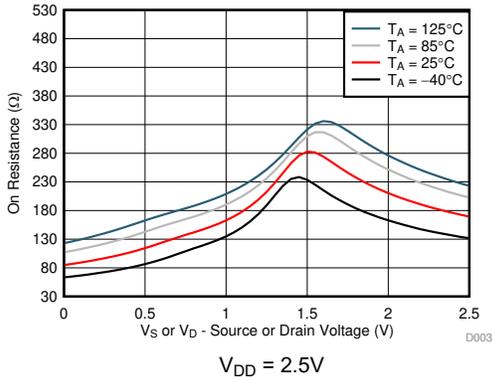


図 6-3. オン抵抗と温度との関係

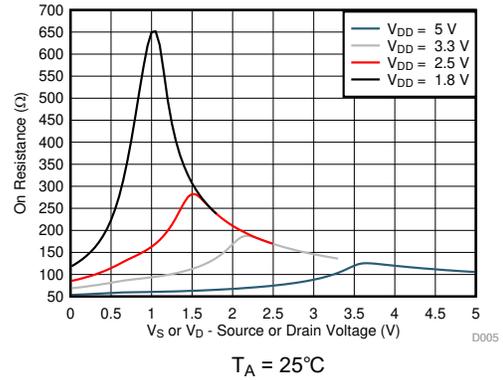


図 6-4. オン抵抗とソースまたはドレイン電圧との関係

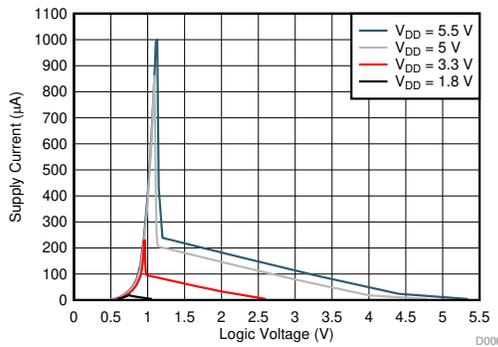


図 6-5. 電源電流とロジック電圧との関係

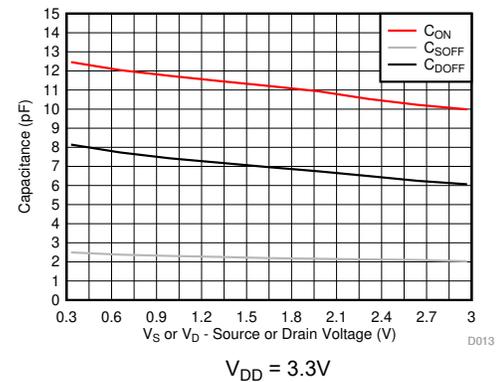


図 6-6. 静電容量とソース電圧との関係

6.10 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 5\text{V}$ (特に記述のない限り)

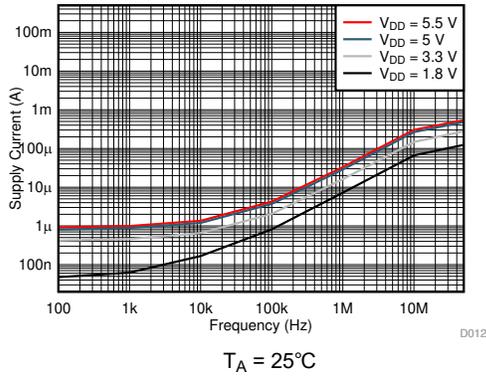


図 6-7. 電源電流と入力スイッチング周波数との関係

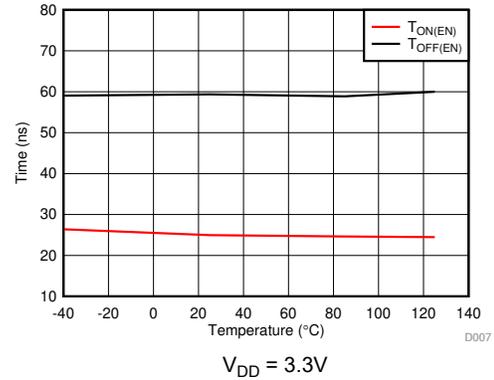


図 6-8. $T_{ON}(EN)$ および $T_{OFF}(EN)$ と温度との関係

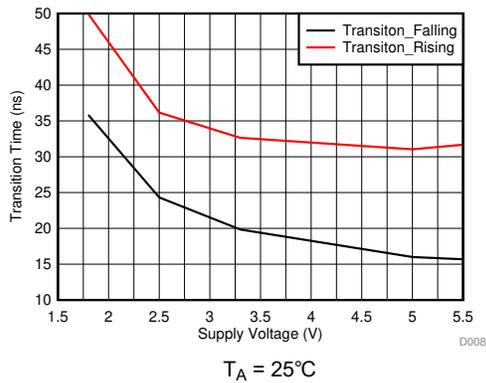


図 6-9. $T_{TRANSITION}$ と電源電圧との関係

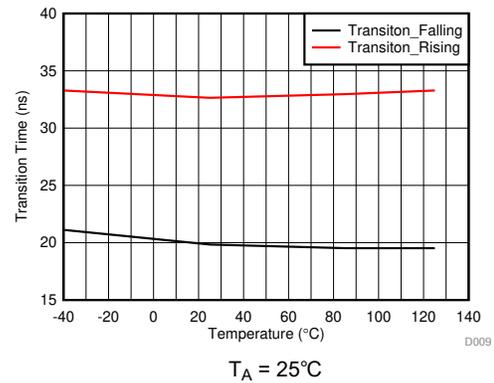


図 6-10. $T_{TRANSITION}$ と温度との関係

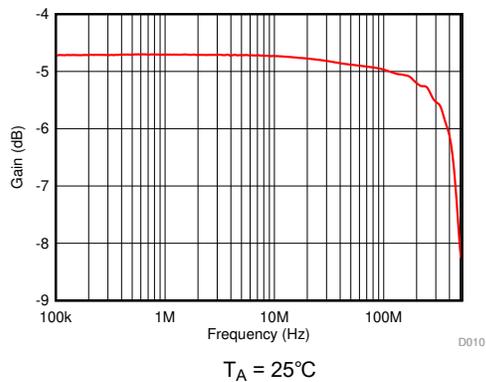


図 6-11. オン応答と周波数との関係

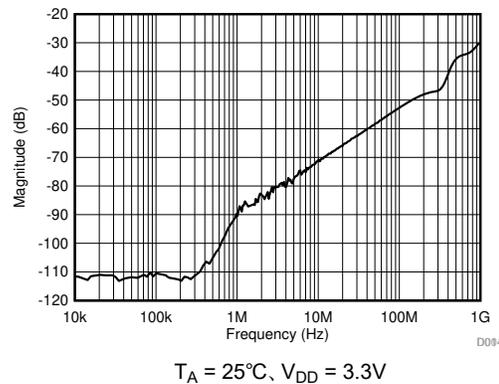
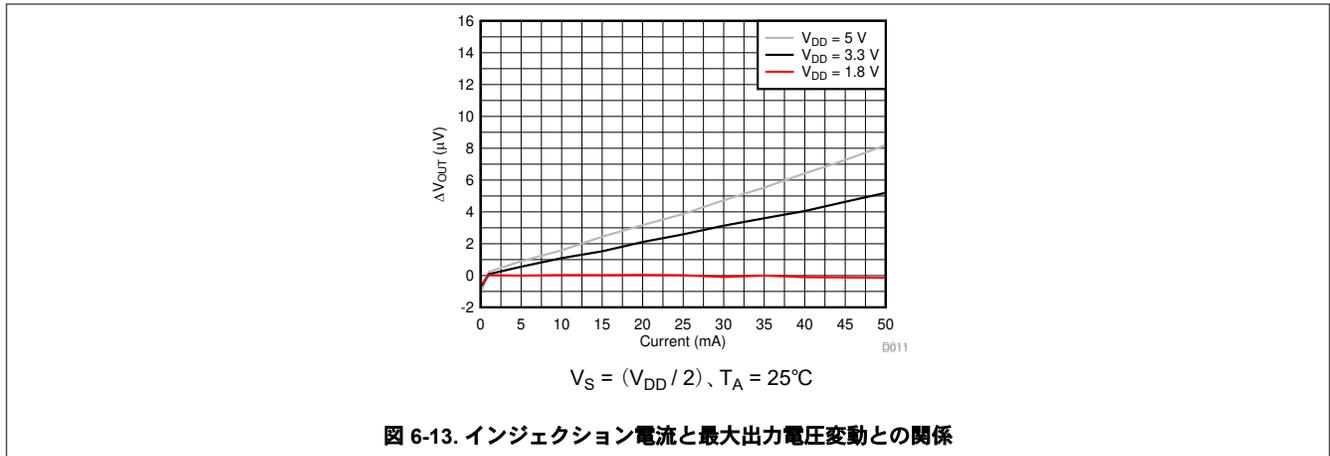


図 6-12. Xtalk およびオフ絶縁と周波数との関係

6.10 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 5\text{V}$ (特に記述のない限り)



7 パラメータ測定情報

7.1 オン抵抗

デバイスのオン抵抗は、デバイスのソースピン (Sx) とドレインピン (D) の間の抵抗値 (Ω) です。オン抵抗は、入力電圧と電源電圧によって変化します。オン抵抗は、記号 R_{ON} を使用して示されます。 R_{ON} の測定時に使用する構成を以下に示します。この設定を使用して電圧 (V) と電流 (I_{SD}) を測定し、 R_{ON} は、[図 7-1](#) に示すとおり $R_{ON} = V / I_{SD}$ で計算します。

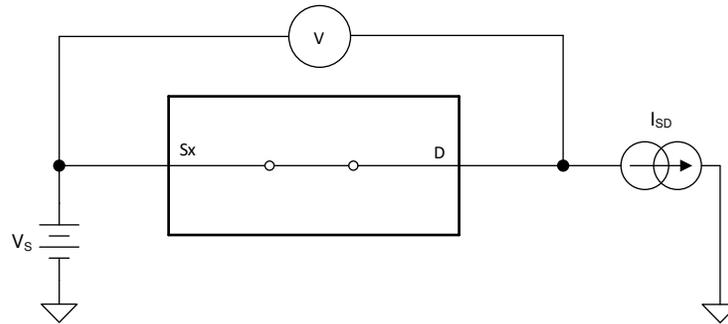


図 7-1. オン抵抗測定時の構成

7.2 オフ リーク電流

オフ状態にあるスイッチに関連するリーク電流には、次の 2 種類があります。

1. ソース側オフ リーク電流。
2. ドレイン側オフ リーク電流。

ソース側リーク電流は、スイッチがオフ状態にあるとき、ソースピンに流入する、または流出するリーク電流と定義されます。この電流は、記号 $I_{S(OFF)}$ を使用して示されます。

ドレイン側リーク電流は、スイッチがオフ状態にあるとき、ドレインピンに流入する、または流出するリーク電流と定義されます。この電流は、記号 $I_{D(OFF)}$ を使用して示されます。

[図 7-2](#) に、これら 2 種類のオフリーク電流の測定に使用する構成を示します。

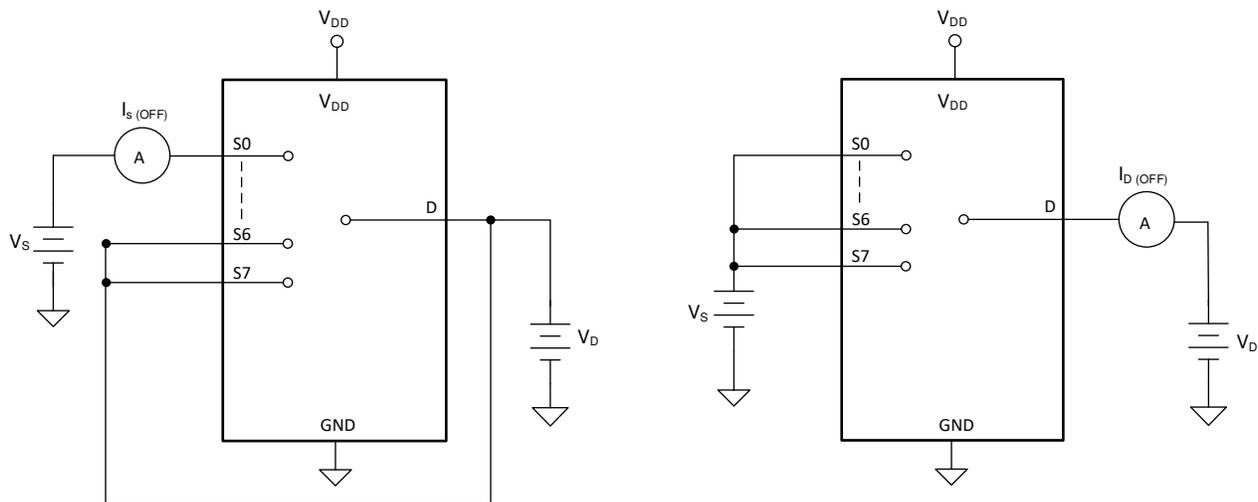


図 7-2. オフ リーク測定時の構成

7.3 オン リーク電流

ソース側オンリーク電流は、スイッチがオン状態にあるとき、ソースピンに流入する、または流出するリーク電流と定義されます。この電流は、記号 $I_{S(ON)}$ を使用して示されます。

ドレイン側オンリーク電流は、スイッチがオン状態にあるとき、ドレインピンに流入する、または流出するリーク電流と定義されます。この電流は、記号 $I_{D(ON)}$ を使用して示されます。

測定中、ソースピンまたはドレインピンはフローティング状態を維持します。図 7-3 に、オンリーク電流 ($I_{S(ON)}$) または $I_{D(ON)}$ の測定時に使用される回路構成を示します。

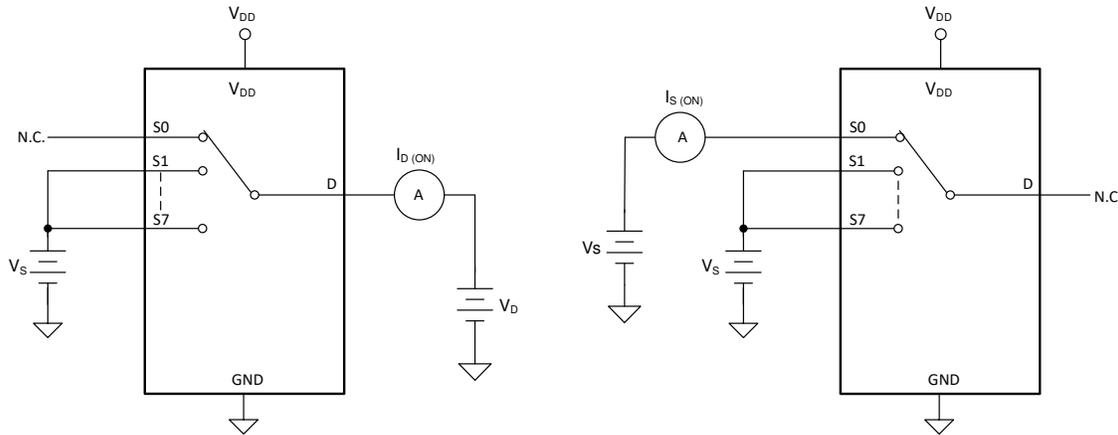


図 7-3. オンリーク測定時の構成

7.4 遷移時間

遷移時間は、アドレス信号が 50% のスレッショルドを上回った、または下回った後に、デバイスの出力が 50% に上昇または降下するまでに要する時間として定義されます。図 7-4 に、遷移時間 (記号 $t_{TRANSITION}$) の測定に使用する構成を示します。

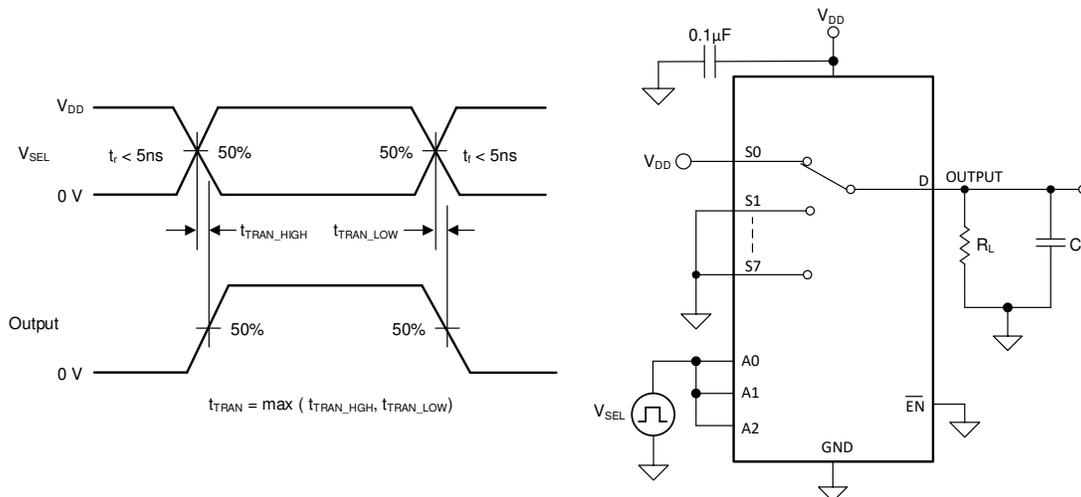


図 7-4. 遷移時間測定時の構成

7.5 ブレイク ビフォー メイク

ブレイク ビフォー メイク遅延は、デバイスのスイッチング時に 2 つの入力が接続されることを防止する安全機能です。出力は、次のオン状態スイッチと接続する前に、まずオン状態スイッチから切断されます。この ブレイク (切断) と メイク (接続) の間の時間遅延を、ブレイク ビフォー メイク遅延と呼んでいます。図 7-5 に、ブレイク ビフォー メイク遅延 (記号 $t_{\text{OPEN(BBM)}}$) の測定に使用する構成を示します。

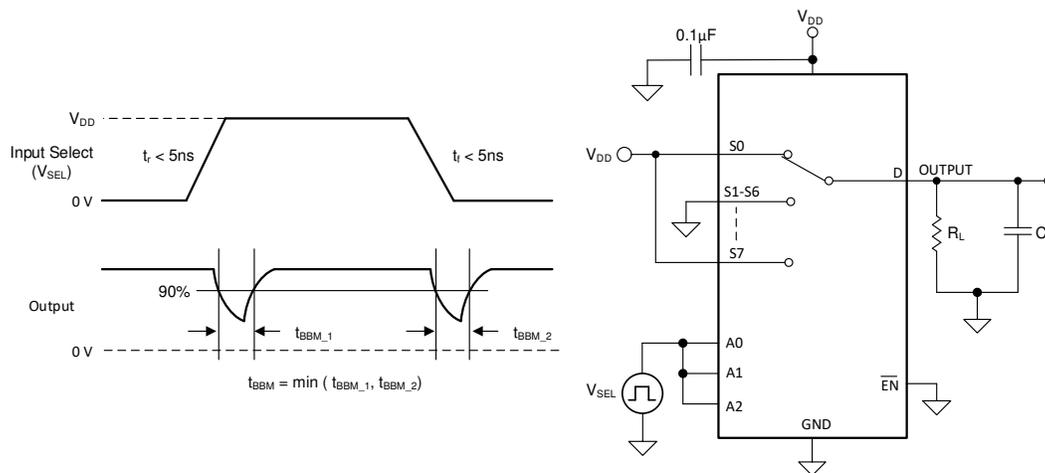


図 7-5. ブレイク ビフォー メイク遅延測定時の構成

7.6 $t_{\text{ON(EN)}}$ および $t_{\text{OFF(EN)}}$

ターンオン時間は、イネーブル信号が 50% のスレッショルドを超えた後、デバイスの出力信号が 10% まで上昇するまでに要する時間として定義されます。この 10% の測定値を使用してデバイスのタイミングを把握し、システムレベルでは、負荷抵抗と負荷容量により追加される時定数を含めながらタイミングを考察します。図 7-6 に、遷移時間 (記号 $t_{\text{ON(EN)}}$) の測定に使用する構成を示します。

ターンオフ時間は、イネーブル信号が 50% のスレッショルドを下回った後、デバイスの出力信号が 90% に低下するまでに要する時間として定義されます。この 90% の測定値を使用してデバイスのタイミングを把握し、システムレベルでは、負荷抵抗と負荷容量により追加される時定数を含めながらタイミングを考察します。図 7-6 に、遷移時間 (記号 $t_{\text{OFF(EN)}}$) の測定に使用する構成を示します。

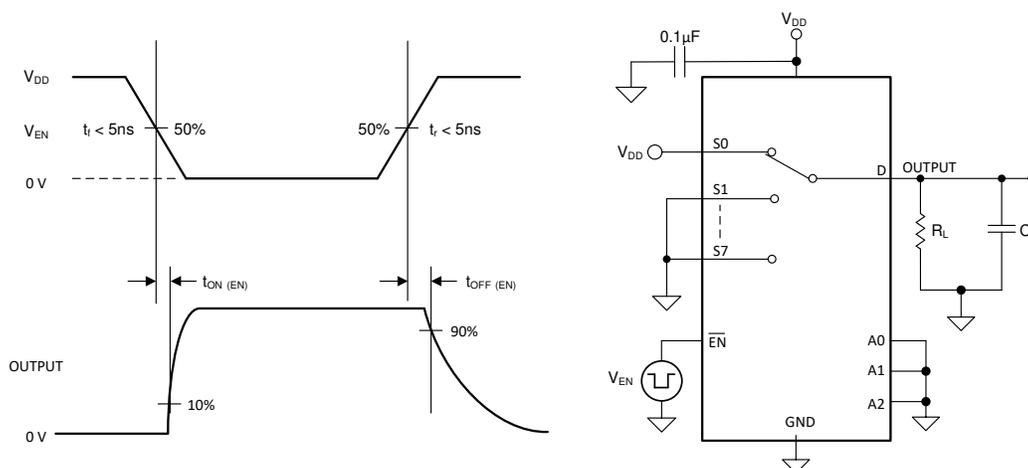


図 7-6. ターンオンおよびターンオフ時間の測定に使用する構成

7.7 チャージ インジェクション

TMUX1308-Q1 デバイスと TMUX1309-Q1 デバイスは、伝送ゲートトポロジを採用しています。NMOS トランジスタと PMOS トランジスタの間で容量の不一致がある場合、ゲート信号の立ち下がりエッジまたは立ち上がりエッジにおいて、ドレインまたはソースに電荷が注入されます。デバイスのソースまたはドレインに注入される電荷の量を電荷注入と呼び、 Q_C という記号で表します。図 7-7 に、ソース (S_x) からドレイン (D) に向けた電荷注入の測定に使用する構成を示します。

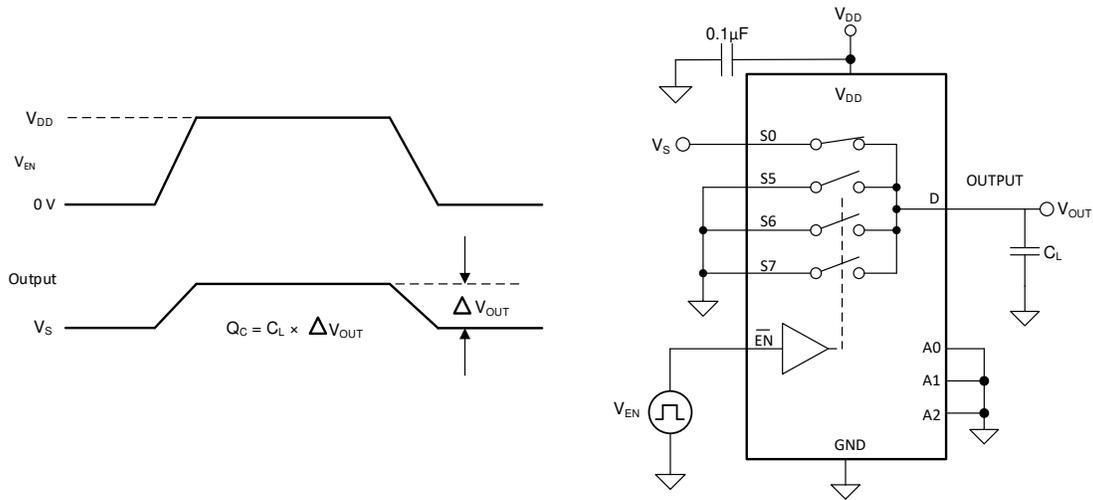


図 7-7. 電荷注入測定時の設定

7.8 オフ アイソレーション

オフ絶縁は、オフチャンネルのソース ピン (S_x) に信号が印加された場合に、そのデバイスのドレイン ピン (D) に現れる信号の比率として定義されます。図 7-8 に、測定を行う際の設定と、絶縁を計算するための式を示します。

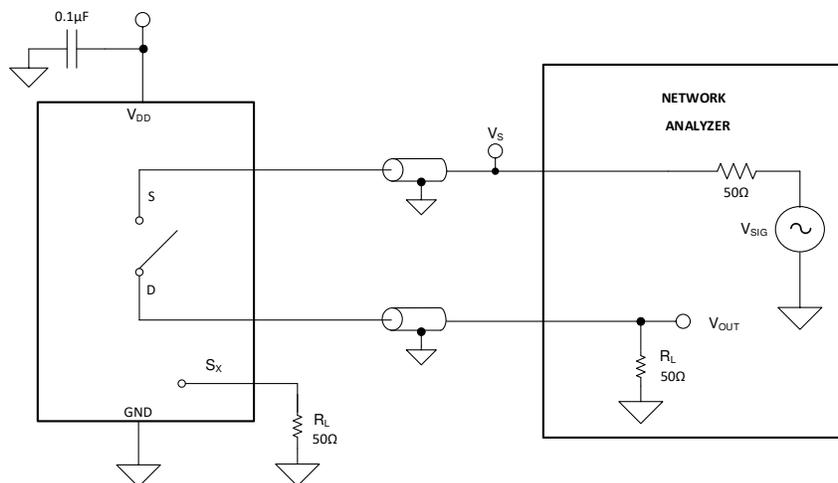


図 7-8. オフ絶縁測定時の設定

$$\text{Off Isolation} = 20 \cdot \text{Log} \left(\frac{V_{\text{OUT}}}{V_S} \right) \quad (1)$$

7.9 クロストーク

クロストークは、オンチャンネルのソース ピン (Sx) に信号が印加された場合に、他のチャンネルのドレイン ピン (D) に現れる信号の比率として定義されます。図 7-9 に、クロストークの測定を行う際の設定と、クロストークの計算に使用する式を示します。

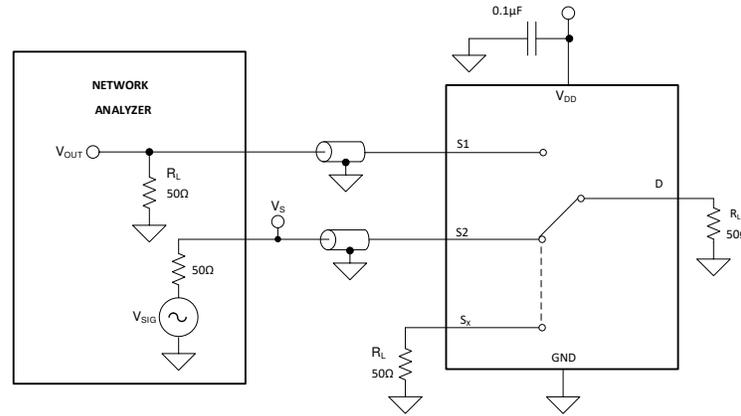


図 7-9. チャンネル間クロストーク測定時の設定

$$\text{Channel-to-Channel Crosstalk} = 20 \cdot \text{Log} \left(\frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{S}}} \right) \quad (2)$$

7.10 帯域幅

帯域幅は、入力をオンチャンネルのソース ピン (Sx) に印加したときに、デバイスのドレイン ピン (D) で測定される出力の減衰量が、3dB 未満である周波数の範囲として定義されます。図 7-10 に、帯域幅を測定する際の設定を示します。

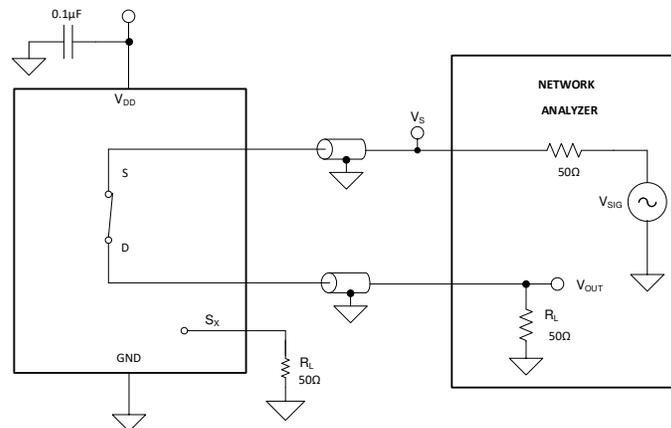


図 7-10. 帯域幅測定時の設定

$$\text{Attenuation} = 20 \cdot \text{Log} \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \quad (3)$$

7.11 インジェクション電流制御

インジェクション電流は、無効化された信号パスに電流が注入された際に、有効化された信号パスの出力に変化が生じるかどうかで測定されます。図 7-11 はインジェクション電流制御を測定するために使用されたセットアップを示しています。

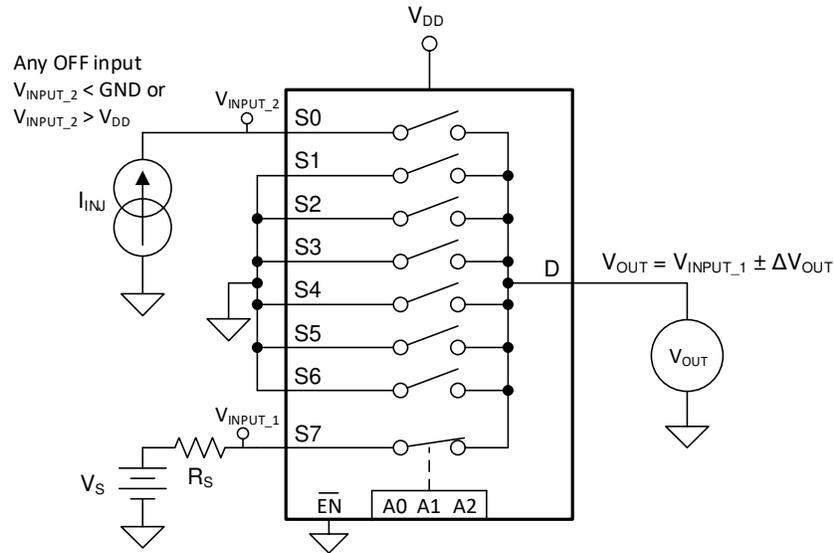


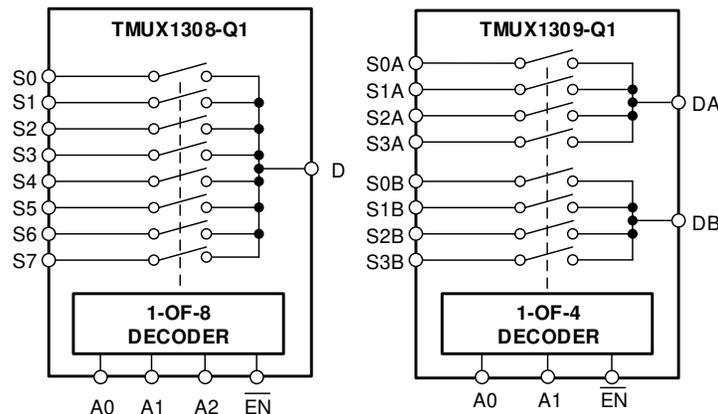
図 7-11. インジェクション電流測定の設定

8 詳細説明

8.1 概要

TMUX1308-Q1 は、8:1 のシングルエンド (1 チャンネル) マルチプレクサです。TMUX1309-Q1 は、4:1 の差動 (2 チャンネル) マルチプレクサです。アドレスラインとイネーブルピンの状態に基づいて、各チャンネルがオンまたはオフになります。

8.2 機能ブロック図



8.3 機能説明

8.3.1 双方向動作

TMUX1308-Q1 デバイスおよび TMUX1309-Q1 デバイスは、ソース (Sx) からドレイン (Dx)、またはドレイン (Dx) からソース (Sx) への双方向で、良好な動作を提供します。各信号パスの特性は双方向で非常に類似しているため、アナログ信号とデジタル信号の両方に対して、マルチプレクサおよびデマルチプレクサとして機能します。

8.3.2 レール ツー レール動作

TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 における有効な信号パスの入力および出力電圧範囲は、GND から V_{DD} までです。

8.3.3 1.8V ロジック互換入力

TMUX1308-Q1 と TMUX1309-Q1 はすべてのロジック制御入力において、1.8V ロジック互換の制御に対応しています。ロジック入力スレッショルドは電源電圧に応じてスケールリングされますが、5.5V の電源電圧で動作している場合でも 1.8V のロジック制御を提供します。1.8V のロジックレベル入力により、低いロジック I/O レールを持つプロセッサから本マルチプレクサと連結することができるので、外部の電圧レベル変換器は不要となり、スペースと BOM コストの両方を削減できます。TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 デバイスでは、1.8V ロジックを使用しつつ、より高い電源電圧で動作させると、消費電流が増加します。1.8V ロジックの実装の詳細については、『[1.8V ロジックのマルチプレクサとスイッチを使用した設計の簡素化](#)』を参照してください。

8.3.4 フェイルセーフロジック

TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 デバイスは、制御入力ピン (EN、A0、A1、A2) にフェイルセーフロジックを備えており、電源ピンの状態にかかわらず最大 5.5V までの動作が可能です。この機能により、電源ピンよりも先に制御ピンに電圧が印加されるため、デバイスへの損傷の可能性が避けられます。フェイルセーフロジックにより、ロジック制御ピンの電源シーケンスが不要になり、システムの複雑さが最小限に抑えられます。たとえば、フェイルセーフロジック機能を使用すると、 $V_{DD} = 0V$ の間、TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 の選択ピンを 5.5V に上昇させることができます。またこの機能により、 $V_{DD} = 1.8V$ でマルチプレクサを動作させると同時に、選択ピンを 5.5V までの他のデバイスのロジックレベルと接続できるため、外部電圧変換器は不要になります。

8.3.5 インジェクション電流制御

インジェクション電流とは、は、入力電圧 (V_{IN}) が正電源 ($V_{DD} + \Delta V$) より高いか、またはグランド (V_{SS}) より低い場合に、ピンに強制的に流れ込む電流のことです。この電流は入力保護ダイオードを通じてデバイスのいずれかの電源に流れ込み、システムの精度や信頼性を損なう可能性があります。インジェクション電流は、アプリケーションによってさまざまな要因から発生する可能性があります。

- 工場オートメーションや車載システムなど、過酷な環境や長いケーブルを使用するアプリケーションでは、スイッチングや過渡的な事象によってインジェクション電流が発生しやすくなります。
- 入力信号が複数のセンサや電流源から供給される場合、他の自立型システムでもインジェクション電流の影響を受ける可能性があります。

インジェクション電流の影響: 一般的な CMOS スイッチには、入力および出力に ESD 保護ダイオードが備えられています。これらのダイオードは、ESD 保護として機能するだけでなく、入力や出力が V_{DD} を超えたり、 GND や V_{SS} を下回ったりしないように電圧クランプとしても機能します。無効化された信号パスのピンに電流が注入されると、一部の電流は ESD ダイオードを通りますが、大部分の電流はドレインへ導通して流れます。ESD ダイオードの順方向電圧 (V_F) が PMOS のスレッショルド電圧 (V_T) より大きい場合、すべての OFF スイッチの PMOS が ON になり、ソースとドレイン間に望ましくないサブスレッショルドリーク電流が発生して、OFF 状態のソースピンも持ち上がってしまう可能性があります。図 8-1 は、典型的な CMOS スイッチと、それに関連するインジェクション電流の経路を示した簡略図です。

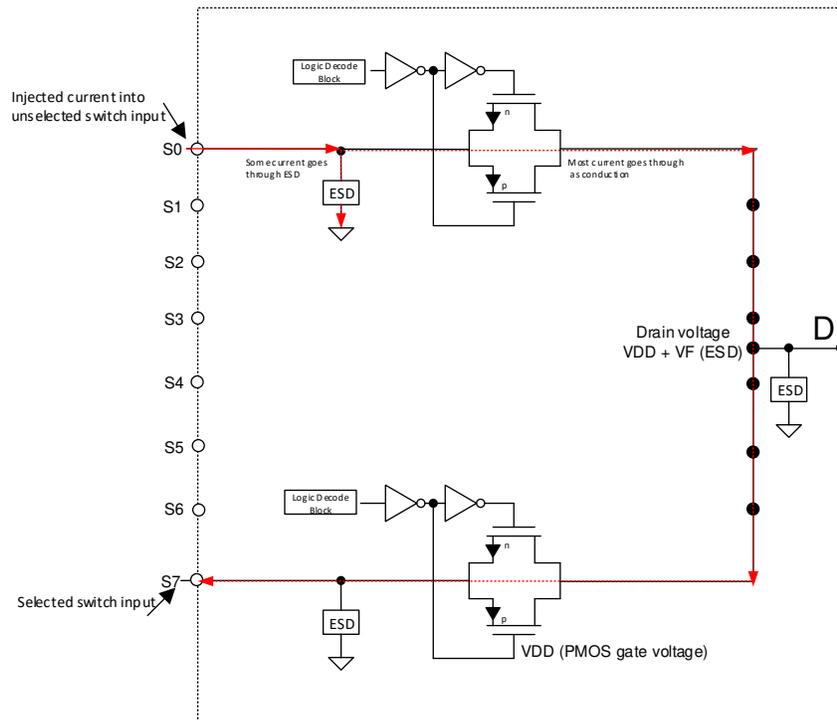


図 8-1. 典型的な CMOS スイッチとそれに関連するインジェクション電流経路の簡略図

これらの電流パスを遮断するのは非常に困難です。ドレインピンの電圧が V_{DD} をしきい値電圧 (V_T) よりも上回ることは、決して許容されません。アナログピンは、ドレインピンからグランドへのショットキーダイオードなどの外付け部品を追加することで、インジェクションカレントから保護できます。これによりドレイン電圧を $V_{DD} + V_T$ 未満にクランプし、電流経路を遮断できます。

電流注入による R_{ON} の変化: 有効化された FET スイッチの ON 抵抗は電源電圧の変動に影響を受けるため、ドレインピンの電圧が電源電圧を V_T 以上上回ると、出力信号電圧に誤差が生じる可能性があります。このような出力の望ましくない変化は、誤ったトリガ イベントや不正確な測定値を引き起こし、システムの精度や信頼性を損なう可能性があります。図 8-2 に示されているように、S2 は有効化された信号パスであり、S2 ピンから D ピンへ信号を伝送しています。無効化された S1 ピンにインジェクション電流が流れ込むと、ピンの電圧が電源電圧を上回り、ESD 保護ダイオードが順方向バイアスされて電源レールがシフトします。この電源電圧のシフトによって内部 FET スイッチの R_{ON} が変化し、D ピンの出力に ΔV の誤差が生じます。

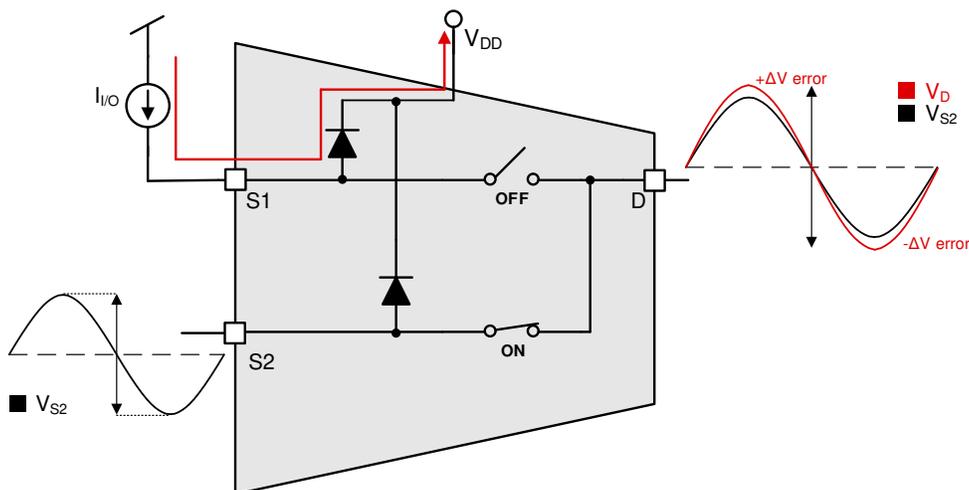


図 8-2. R_{ON} に対するインジェクション電流の影響

システムに外付けの保護回路を追加する煩雑さを回避するために、TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 デバイスには、インジェクション電流制御機能が内蔵されています。そのため、スイッチを保護し、入力信号を電源電圧内に保つために一般的に使用される外付けダイオードや抵抗ネットワークが不要になります。内蔵のインジェクション電流制御回路により、無効化された信号パス上の信号が電源電圧を超えても、有効化された信号パスの信号に影響を与えることなく動作が可能になります。インジェクション電流制御回路は、無効化された信号パスに流れ込む電流から TMUX13xx-Q1 を保護しつつ、有効化された信号パスには影響を与えません。これは一般的な CMOS スイッチでは対応していない機能です。さらに、TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 には、電源ピンへの内部ダイオード経路が存在しないため、電源ピンに接続された部品の損傷リスクや、システムの電源レールに意図しない電力を供給してしまうリスクが排除されます。TMUX13xx-Q1 デバイスにおける 1 本の信号パスと、それに関連するインジェクション電流回路を示す簡略図については、セクション 8.2 を参照してください。

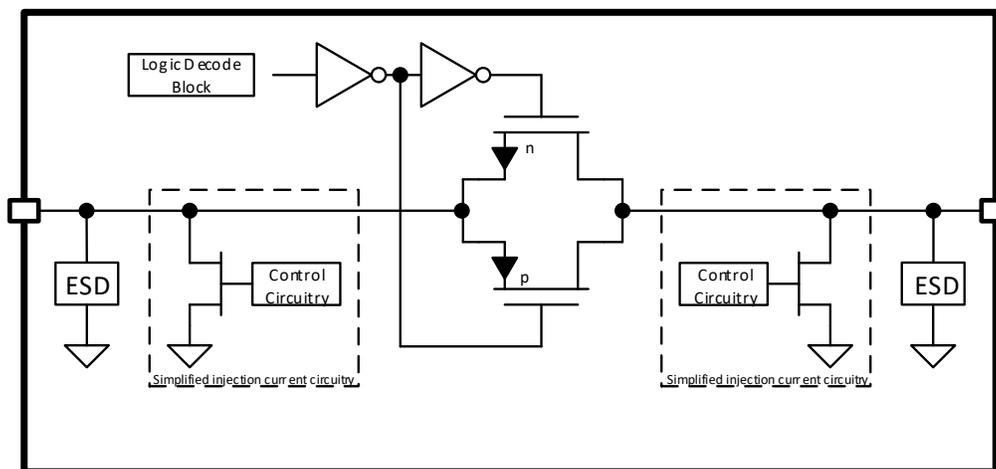


図 8-3. インジェクション電流制御の概略図

インジェクション電流制御回路は、各ソースまたはドレインピン (S_x または D) ごとに個別に制御されています。特定のピンの制御回路は、入力がロジックピンによって無効化され、かつインジェクション電流によってピンの電圧が V_{DD} を上回るか GND を下回る場合に有効になります。インジェクション電流回路には、過電圧やインジェクション電流が発生した場合に、不要な電流を GND に逃がすための FET が含まれています。各インジェクション電流回路は最大 $50mA$ までの電流に対応していますが、デバイス全体としては任意の時点で最大 $100mA$ まで対応可能です。システムのアプリケーションによっては、直列制限抵抗が必要な場合があり、適切なサイズにする必要があります。図 8-3 に入力ピンにインジェクション電流が流れた場合の TMUX13xx-Q1 の保護回路を示しています。

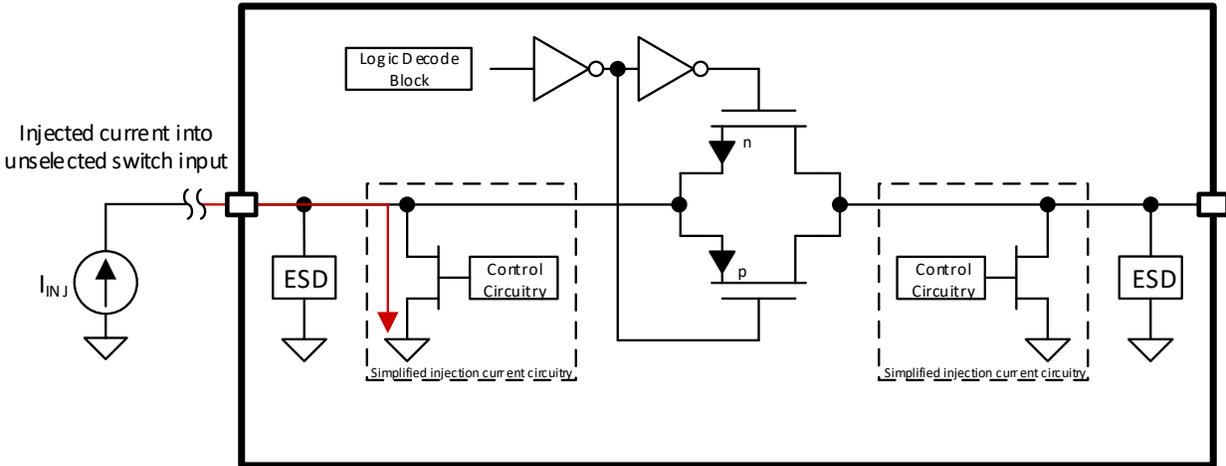


図 8-4. 入力ピンのインジェクション電流

図 8-5 は、過電圧イベントが発生した場合に直列のリミッタ抵抗を使用する例を示しています。

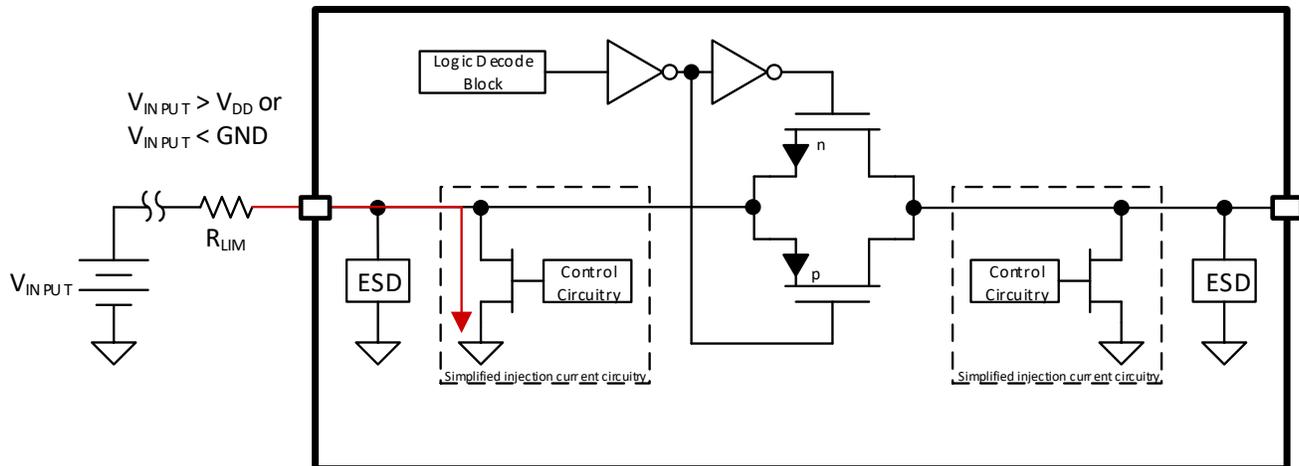


図 8-5. 直列抵抗を用いた過電圧イベントの例

インジェクション電流制御回路が動作するためには、2 つの条件が満たされている必要があります。まず、ソースピンまたはドレインピンの電圧が V_{DD} を上回るか、 GND を下回っていることが条件のひとつです。次に、チャンネルを選択解除する必要があります。これら 2 つの条件が満たされると、保護用 FET が無効化された信号パスに対してオンになり、ピンを GND にシャントします。このような場合には、デバイスに注入される総電流を $100mA$ 未満に制限するために、直列抵抗が必要です。以下のセクションでは、3 つの代表的なシナリオについて説明します。

8.3.5.1 TMUX13xx-Q1 が通電状態で、チャンネルが選択されておらず、入力信号が V_{DD} より高い場合 ($V_{DD} = 5V$ 、 $V_{INPUT} = 5.5V$)

一般的な CMOS スイッチには、電源ピンに接続された定格約 30mA の内部 ESD ダイオードが搭載されており、このダイオードがオンになるため、直列の電流制限抵抗が必要となります。しかし、流れ込んだ電流は電源レールに注入されるため、システムを損傷させたり、同じ電源レール上の他のデバイスが意図せず動作したり、追加の保護部品が必要になったりする可能性があります。TMUX13xx-Q1 の実装では、このような状況にも直列の電流制限抵抗で対応していますが、電流の経路は電源レールではなく GND 側に流れるため、電源レールへの電流注入時のような問題は発生しません。

8.3.5.2 TMUX13xx-Q1 が通電状態で、チャンネルが選択されており、入力信号が V_{DD} より高い場合 ($V_{DD} = 5V$ 、 $V_{INPUT} = 5.5V$)

インジェクション電流制御回路は、チャンネルが未選択であり、かつ過電圧イベントが発生している場合 (過電圧とは電源レールより 0.5V 高い電圧と定義) に完全に動作します。ただし、チャンネルが選択されている状態で過電圧イベントが発生した場合でも、この保護回路は部分的に動作します。この場合、注入された電流の一部は保護回路を通じて GND に迂回されますが、完全にシャントされるわけではありません。したがって、一部の電流はソースからドレインへの経路を経由しても流れます。これにより、チャンネルが選択されている状態でもデバイスは過電圧条件に耐えることが可能になりますが、最大連続ソース/ドレイン電流の仕様を超えないように、電流制限抵抗を実装するなどの過電流対策は依然として必要です。

8.3.5.3 TMUX13xx-Q1 に電源が供給されておらず、入力信号に電圧がかかっている ($V_{DD} = 0V$ 、 $V_{INPUT} = 3V$)

多くの CMOS スイッチは、有効な電源電圧が存在しない状態で入力に電圧が印加されると、それが入力から出力へ結合され、下流のデバイスを損傷したり、電源シーケンスに悪影響を与えたりする可能性があります。TMUX13xx-Q1 の回路構成は、電源電圧が供給されていない状態でも入力信号の印加に対応でき、スイッチの入力から出力への電力の伝播を最小限に抑えることができます。出力側への電圧結合を 400mV に制限することで、TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 は、ダウンストリームの ESD ダイオードを通じた導通のリスクを低減します。

8.4 デバイスの機能モード

TMUX1308-Q1 の \overline{EN} ピンをローレベルにすると、アドレスラインの状態に従い、いずれかのスイッチが閉じた状態になります。同様に、TMUX1309-Q1 の \overline{EN} ピンが Low に引かれると、アドレスラインの状態に基づいて 2 つのスイッチが閉じられます。EN ピンをハイレベルに引き上げると、アドレスラインの状態に関係なく、すべてのスイッチが開いた状態になります。

『[低速またはフローティング状態の CMOS 入力の影響](#)』に記述されているように、デバイスでの余剰な電流消費を防止するために、未使用のロジック制御ピンは GND または V_{DD} に接続する必要があります。また、未使用の信号パス入力 (Sx および Dx) は GND に接続しておきます。

8.5 真理値表

表 8-1 および 表 8-2 は、それぞれ TMUX1308-Q1 と TMUX1309-Q1 の真理値表を示しています。

表 8-1. TMUX1308-Q1 真理値表

EN	A2	A1	A0	ドレインピン (D) に接続するために選択された信号パス
0	0	0	0	S0
0	0	0	1	S1
0	0	1	0	S2
0	0	1	1	S3
0	1	0	0	S4
0	1	0	1	S5
0	1	1	0	S6
0	1	1	1	S7
1	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	すべてのチャンネルがオフ

(1) X は「任意」を意味します。

表 8-2. TMUX1309-Q1 真理値表

EN	A1	A0	ドレインピン (DA および DB) に接続するために選択された信号パス
0	0	0	S0A から DA S0B から DB
0	0	1	S1A から DA S1B から DB
0	1	0	S2A から DA S2B から DB
0	1	1	S3A から DA S3B から DB
1	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	すべてのチャンネルがオフ

(1) X は「任意」を意味します。

9 アプリケーションと実装

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。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 使用上の注意

TMUX13xx-Q1 ファミリーは、広い動作電源範囲 (1.62V ~ 5.5V) にわたってインジェクション電流の発生に対する保護機能を提供します。これらのデバイスの制御入力ピンは 1.8V ロジックに互換であり、I/O レールが 1.8V のシステムでの動作が可能です。さらに、制御入力ピンはフェイルセーフ ロジックに対応しており、電源ピンの状態にかかわらず最大 5.5V までの動作が可能です。この機能により、ロジック ピンから電源レールへのバックパワーが防止され、さらにインジェクション電流回路が信号バスからの電源逆供給も防ぎます。上記の特徴を持つ TMUX13xx-Q1 ファミリーは、マルチプレクサおよびスイッチとして多目的に使用でき、これによりシステムの複雑さ、基板サイズ、およびシステム全体でのコスト低減が行えます。

9.2 代表的なアプリケーション

TMUX13xx-Q1 の特長を活用できる有用なアプリケーションの一例として、ボディ コントロール モジュール (BCM) や電子制御ユニット (ECU) 内で複数の物理スイッチをマルチプレクスする用途が挙げられます。車載用 BCM は、照明、ドアロック、ウィンドウ、ワイパー、方向指示器など、数多くの入力や機能を管理するために設計された複雑なシステムです。BCM はこれらの物理スイッチを監視し、車両内のさまざまな負荷への電力供給を制御します。CMOS マルチプレクサを使用することで、入力をマルチプレクシングでき、オンボードマイコンが必要とする GPIO や ADC 入力の数を最小限に抑えることができます。図 9-1 は、TMUX1308-Q1 を使用してシステム入力を多重化する標準的な BCM システムを示します。

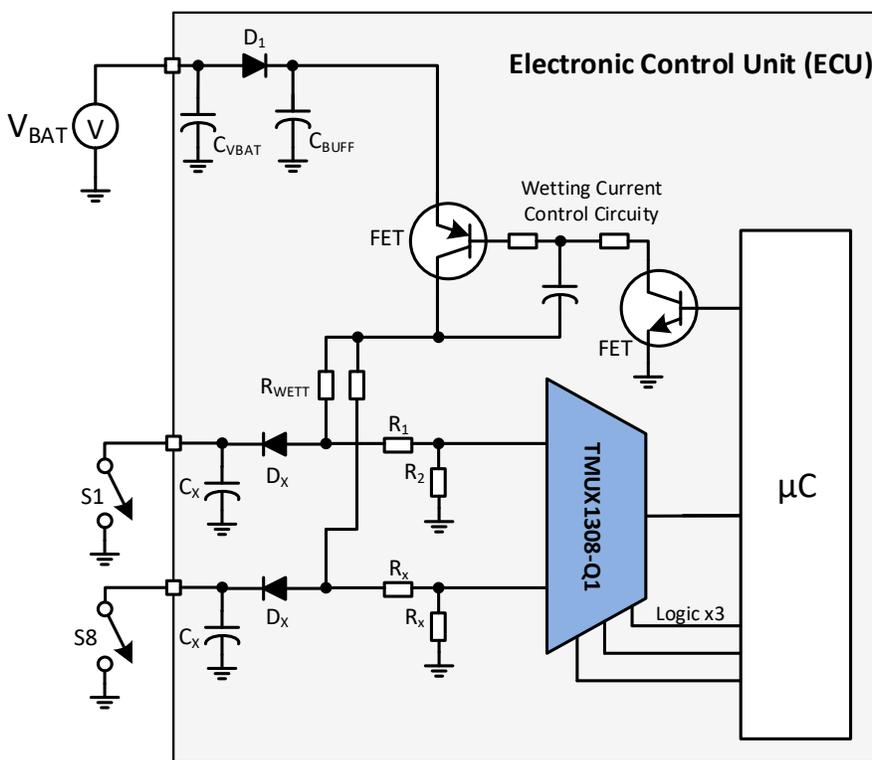


図 9-1. BCM 入力のマルチプレキシング

9.2.1 設計要件

この設計例では、表 9-1 に記載されているパラメータを使用します。

表 9-1. 設計パラメータ

パラメータ	値
電源電圧 (V_{DD})	5.0V
I/O 信号範囲	0V~ V_{DD} (レールツーレール)
制御入力のロジック スレッショルド	1.8V 互換
スイッチ入力	8

9.2.2 詳細な設計手順

TMUX1308-Q1 は、内部インジェクション電流制御機能を備えています。この機能のおかげで、スイッチを保護し入力信号を電源電圧内に維持するために通常使用される外付けのダイオードまたは抵抗ネットワークは不要です。内部インジェクション電流制御回路により、ディスエーブルされた信号パスの信号が電源電圧を上回っても、イネーブルされた信号パスの信号に影響を与えません。インジェクション電流は、スイッチングや過渡的な事象によって誘導電流が発生しやすい車載システムの長い配線など、さまざまな要因から発生する可能性があります。BCM におけるインジェクション電流の一時的な発生源として、ウェットティング電流があります。これは、金属製のスイッチ接点や配線の酸化を防ぐために流される微小電流です。インジェクション電流制御を備えていないスイッチでは、無効化された信号パスに電流が注入されると、有効化された信号パスの出力測定に影響を及ぼす可能性があります。このような出力の望ましくない変化は、誤ったトリガ イベントや誤った測定値を引き起こし、BCM システムの精度および信頼性を損なう可能性があります。図 9-2 に、BCM アプリケーションの詳細を示します。

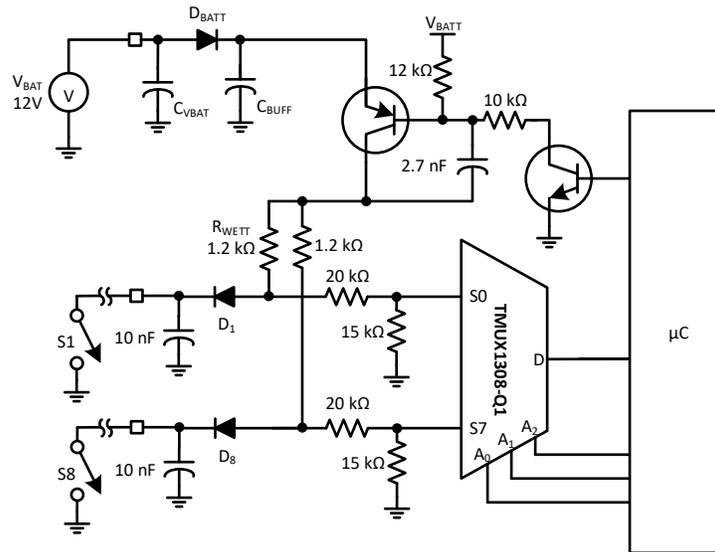


図 9-2. 詳細な BCM アプリケーション

BCM は、マイコンによって関連する制御回路が有効化されたとき、各スイッチにウェットティング電流を供給するために 12V のバッテリー電圧を使用します。ウェットティング電流の大きさは R_{WETT} によって決まり、必要な値は監視対象の物理スイッチの種類によって異なる場合があります。20kΩ および 15kΩ の抵抗は、バッテリーへの短絡が発生した場合に備え、ウェットティング抵抗に加えて使用され、マルチプレクサの入力前に電圧分圧回路を構成します。この抵抗値は、スイッチ信号パスの電圧が V_{DD} よりも低くなるように選択されます。20kΩ の直列抵抗は、過電圧イベントが発生した場合に、スイッチに注入される電流の量を制限する役割も果たします。D1 ~ D8 のダイオードは、バックアップや冗長性のために別のシステムが同じ物理スイッチを監視している場合に、電流の逆流を防ぐために使用されます。10nF のコンデンサは、システムにおける初期の ESD 保護のために使用されており、システムレベルの要件に基づいて適切な容量に設定する必要があります。

論理アドレスピンは、マイコンによって制御され、システム内の 8 つのスイッチ入力を順に切り替えるように動作します。部品の起動時の状態を無効にしたい場合、イネーブルピンには弱いプルアップ抵抗を接続し、MCU の GPIO から制御するようにします。

9.2.3 バッテリ短絡保護

車載グレードのマルチプレクサの安全性および信頼性を評価する際には、さまざまな動作条件下での性能を確認することが重要です。TMUX13xx-Q1 の場合、システムレベルでの車載最適化設計の参考となるように、本製品がさまざまなバッテリーへの短絡の条件に対してどのように応答するかを検証します。バッテリーへの短絡を考慮した設計を行うことは非常に重要です。これを怠ると、動作上の問題を引き起こす可能性があります。以下のセクションでは、5V の電源電圧を用いて、バッテリーへの短絡条件下における TMUX1308-Q1 の動作を示す 3 つのシナリオについて詳しく解説します。

まずは、チャンネル S7 が選択され、チャンネル S0 がバッテリーへの短絡状態となっている最初のシナリオを検証するため、以下のセットアップから始めます。

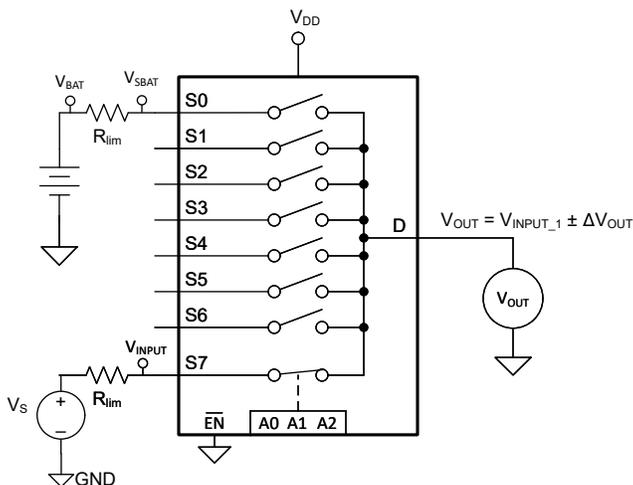


図 9-3. チャンネル S7 選択中、チャンネル S0 がバッテリーへの短絡状態の場合

表 9-2 は、I_S/I_D に対して最大 25mA を想定した場合における、さまざまな V_{BAT} 条件での ΔV_{OUT}、V_{SBAT}、および最小 R_{LIM} の値を示しています。R_{LIM} を大きすぎると、ΔV_{OUT} に悪影響を及ぼすとともに、電流フローが実質的に制限されます。R_{LIM} が小さすぎると、デバイスに損傷を与える可能性があります。

表 9-2. スイッチを流れる 25mA に対する R_{LIM} の値

V _{BAT}	R _{LIM}	ΔV _{OUT} (標準値)	V _{SBAT}
12V	470	< 10uV	5.6V
19V	750	< 10uV	5.6V
24V	1K	< 10uV	5.6V
36V	1.5K	< 10uV	5.6V
48V	2K	< 10uV	5.6V
60V	2.4K	< 10uV	5.6V

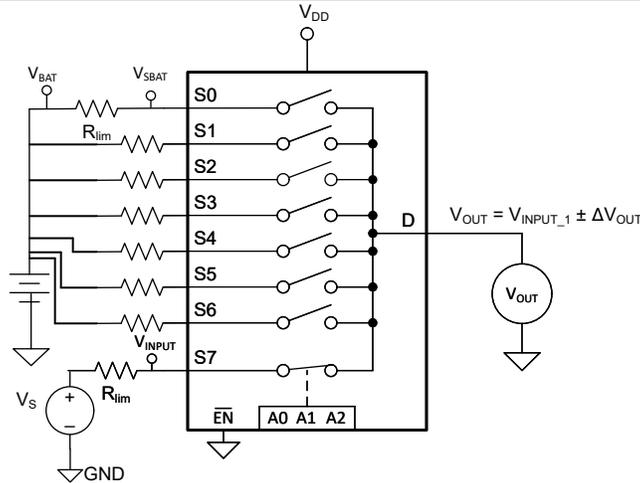


図 9-4. すべての未選択チャンネルがバッテリーに短絡されている状態の場合

続いて、すべての未選択チャンネルが同時にバッテリーに短絡状態となるシナリオを評価します。表は、 $I_{S/D}$ に対する **12.5mA** の最大割り当てを検討する場合の値を示しています。すべてのチャンネルで同時にバッテリーへの短絡が発生する可能性がある場合、**12.5mA** が制限要因になります。ここでも、 R_{LIM} の値が大きすぎると ΔV_{OUT} に悪影響を及ぼすだけでなく、電流の流れも大きく制限されてしまいます。 R_{LIM} が小さすぎると、デバイスに損傷を与える可能性もあります。

表 9-3. スイッチを流れる 12.5mA に対する R_{LIM} の値

V_{BAT}	R_{LIM}	ΔV_{OUT} (標準値)	V_{SBAT}
12V	1K	< 10uV	5.6V
19V	1.5K	< 10uV	5.6V
24V	2K	< 10uV	5.6V
36V	3K	< 10uV	5.6V
48V	3.9K	< 10uV	5.6V
60V	4.7K	< 10uV	5.6V

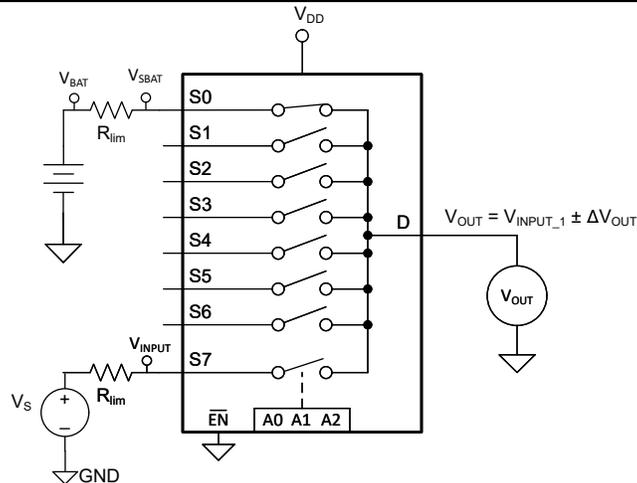


図 9-5. 単一の選択チャンネルのみがバッテリーに短絡している状態の場合

次にスイッチが閉じている状態でバッテリーへの短絡が発生した場合のシナリオを、5V 電源を用いて評価します。そのため、入力電圧を 6V に制限する必要があります。以下の表は、標準の 5V V_{DD} を使用したすべてのバッテリーへの短絡条件において、**選択されたチャンネルの電圧を 6V 未満に抑えるために必要な R_{LIM} の値**を示しています。 R_{LIM} を大きすぎると、 ΔV_{OUT} に悪影響を及ぼすとともに、電流フローが実質的に制限されます。 R_{LIM} が小さすぎると、デバイスに損傷を与える可能性もあります。

表 9-4. スイッチを通る電圧を 6V 未満に抑えるための R_{LIM} の値

V_{BAT}	R_{LIM}	ΔV_{OUT} (標準値)	V_{SBAT}
12V	1.6K	< 10uV	5.9V
18V	3K	< 10uV	5.9V
19V	3.3K	< 10uV	5.9V
24V	4.7K	< 10uV	5.9V
36V	10K	< 10uV	5.9V
48V	13K	< 10uV	5.9V
60V	15K	< 10uV	5.9V

結論として、5V の電源を使用した複数のバッテリーへの短絡のケース スタディを検証しました。より低い電源電圧を使用する場合、最適な電流フローが得られるように R_{LIM} の値が変化することに注意してください。バッテリーへの短絡状態に対して適切な保護を行うことは非常に重要です。これを怠ると、システム全体に影響を及ぼす問題が発生する可能性があります。これらの条件を想定して設計するときは、およびデバイスの電気的特性を考慮して、デバイスを適切に動作させるように注意する必要があります。

9.3 電源に関する推奨事項

TMUX1308-Q1 デバイスおよび TMUX1309-Q1 デバイスは、1.62V ~ 5.5V の広い電源電圧範囲で動作します。注記: 絶対最大定格を超えないようにしてください。記載されている定格を超えるストレスはデバイスに永続的な損傷を与える可能性があります。

電源のバイパスによって、ノイズ マージンが向上し、 V_{DD} から他の部品へのスイッチング ノイズの伝搬を防止します。最適な性能を実現するには、良好な電源デカップリングが重要です。電源のノイズ耐性を向上させるため、 V_{DD} からグラウンドに対し、0.1 μ F ~ 10 μ F の範囲の電源デカップリング コンデンサを使用してください。バイパス コンデンサは、デバイスの電源ピンのできるだけ近くに配置し、低インピーダンスで接続します。テキサス・インスツルメンツでは、電源デカップリング用として、ESR (等価直列抵抗) および ESL (インダクタンス) が低い特性を持つ、積層セラミック チップ コンデンサ (MLCC) の使用を推奨しています。非常に敏感なシステムや、過酷なノイズ環境のシステムでは、コンデンサとデバイスの

ピン間の接続にビアの使用を避けることで、ノイズ耐性を改善できる場合があります。並列に複数のビアを使用すると、全体的なインダクタンスが低減でき、さらにグランドプレーンへの接続も改善されます。

9.4 レイアウト

9.4.1 レイアウトのガイドライン

PCB パターンが 90° の角度でコーナーを曲がると、反射が発生する可能性があります。反射は主に、パターンの幅の変化が原因で発生します。曲がりの頂点では、パターン幅が幅の 1.414 倍に増加します。これにより、伝送ラインの特性のアップセットが向上します。特に、パターンの分散静電容量と自己インダクタンスが増加し、反射が発生します。すべての PCB トレースが直線的であるとは限らないため、一部のパターンはコーナーを曲がる必要があります。図 9-6 に、コーナーを丸める斬新で優れた方法を示します。最後の例 (BEST) のみが一定のパターン幅を維持し、反射を最小限に抑えます。

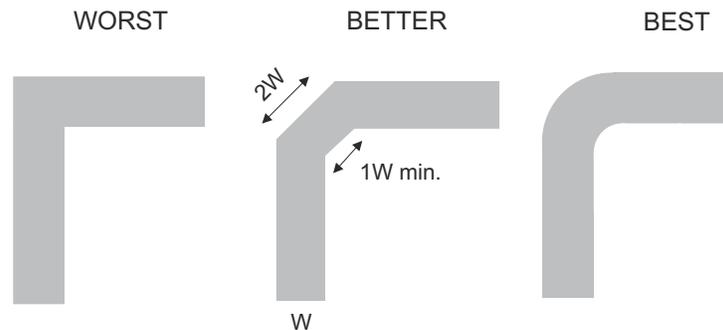


図 9-6. パターン例

高速信号は、ビア数とコーナー数を最小にして配線し、信号の反射とインピーダンスの変化を低減します。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。高周波信号向けのテストポイントを設計する際、スルーホールピンの使用は推奨されません。

図 9-7 に TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 向けの PCB レイアウト例を示します。主に考慮すべき事項は以下の通りです。

- V_{DD} ピンは、可能な限りそのピンの近くで $0.1\mu\text{F}$ のコンデンサによるデカップリングを行います。電源電圧 V_{DD} に対してコンデンサの電圧定格が十分であることを確認します。
- 入力への配線は可能な限り短くします。
- 平面状のグランドプレーンを使用し、電磁干渉 (EMI) ノイズのピックアップを低減します。
- デジタルパターンと並行して敏感なアナログパターンを配線しないでください。可能な限り、デジタルパターンとアナログパターンの交差は避け、どうしても必要な場合には、必ず直角に交差させてください。

9.4.2 レイアウト例

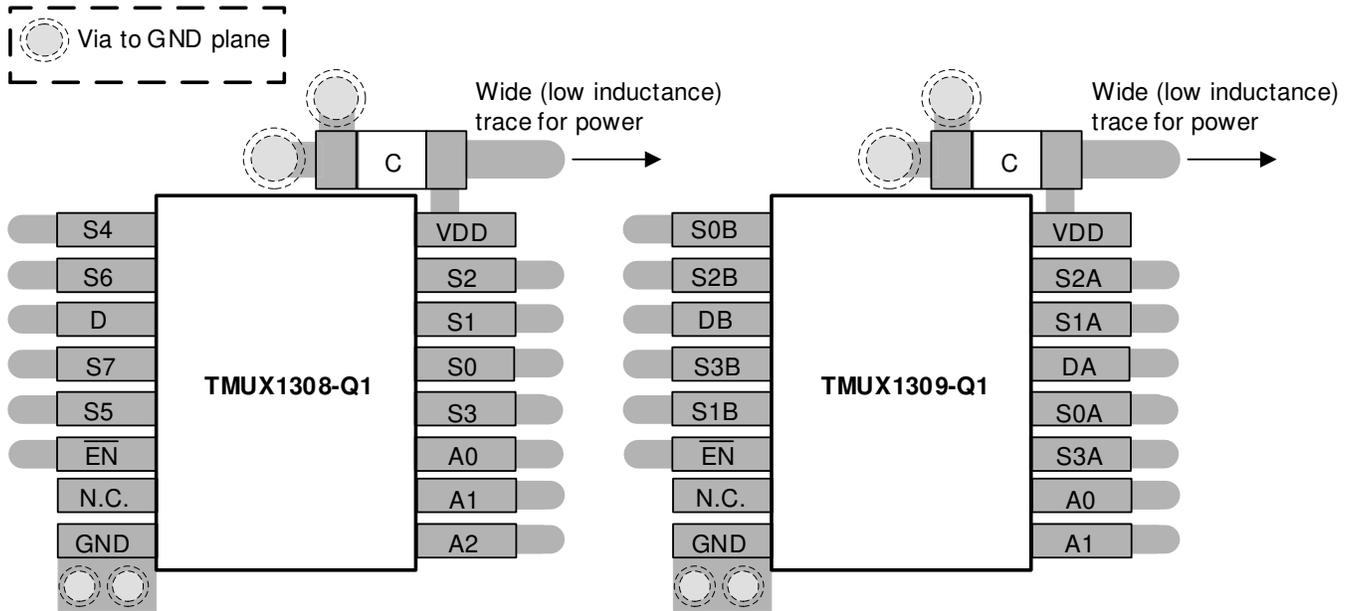


図 9-7. TMUX1308-Q1 および TMUX1309-Q1 のレイアウト例

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

10.1 ドキュメントのサポート

10.1.1 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、『[1.8V ロジックのマルチプレクサおよびスイッチにおける設計の単純化](#)』
- テキサス・インスツルメンツ、『[QFN/SOP の PCB 実装](#)』
- テキサス・インスツルメンツ、『[クワッド フラットパックリード端子なしロジック パッケージ](#)』

10.2 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 のデバイス製品フォルダを開いてください。右上のアラートを受け取るをクリックして登録すると、製品情報の更新に関する週次ダイジェストを受け取れます。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。

10.3 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。

10.4 商標

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

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

10.5 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。

10.6 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。

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 Revision F (July 2023) to Revision G (March 2026) Page

• アプリケーションにリンクを追加	1
-------------------------	---

Changes from Revision E (September 2022) to Revision F (July 2023) Page

• 特長セクションにバッテリー短絡保護を追加	1
• アプリケーションセクションにゾーン アーキテクチャを追加	1
• チャンネル カウントを含めるよう製品情報表を更新	1
• バッテリー短絡保護セクションを追加	30

Changes from Revision D (November 2020) to Revision E (September 2022) **Page**

- インジェクション電流制御セクションを更新 **23**
-

Changes from Revision C (August 2020) to Revision D (November 2020) **Page**

- TMUX1309 デバイスのステータスをプレビューから量産に変更..... **1**
 - テスト条件 ΔR_{ON} を $V_{DD} 2$ に変更 **9**
 - 1.8V および 2.5V 電源時の最大 ΔR_{ON} 仕様上限を変更..... **9**
-

Changes from Revision B (July 2020) to Revision C (August 2020) **Page**

- ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新..... **1**
 - 「代表的特性」を追加..... **13**
-

Changes from Revision A (June 2020) to Revision B (July 2020) **Page**

- TMUX1309-Q1 の熱情報定格を追加..... **8**
-

Changes from Revision * (December 2019) to Revision A (June 2020) **Page**

- ステータスを「事前情報」から次に変更: 「量産データ」 **1**
-

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。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TMUX1308QBQBRQ1	Active	Production	WQFN (BQB) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	1308Q
TMUX1308QBQBRQ1.A	Active	Production	WQFN (BQB) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	1308Q
TMUX1308QDYRQ1	Active	Production	SOT-23-THIN (DYY) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TMUX1308Q
TMUX1308QDYRQ1.A	Active	Production	SOT-23-THIN (DYY) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TMUX1308Q
TMUX1308QPWRDN	Active	Production	TSSOP (PW) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TM1308Q
TMUX1308QPWRQ1	Active	Production	TSSOP (PW) 16	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TM1308Q
TMUX1308QPWRQ1.A	Active	Production	TSSOP (PW) 16	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TM1308Q
TMUX1309QBQBRQ1	Active	Production	WQFN (BQB) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	1309Q
TMUX1309QBQBRQ1.A	Active	Production	WQFN (BQB) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	1309Q
TMUX1309QDYRQ1	Active	Production	SOT-23-THIN (DYY) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TMUX1309Q
TMUX1309QDYRQ1.A	Active	Production	SOT-23-THIN (DYY) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TMUX1309Q
TMUX1309QPWRQ1	Active	Production	TSSOP (PW) 16	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TM1309Q
TMUX1309QPWRQ1.A	Active	Production	TSSOP (PW) 16	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TM1309Q

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

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

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

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

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

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

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

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

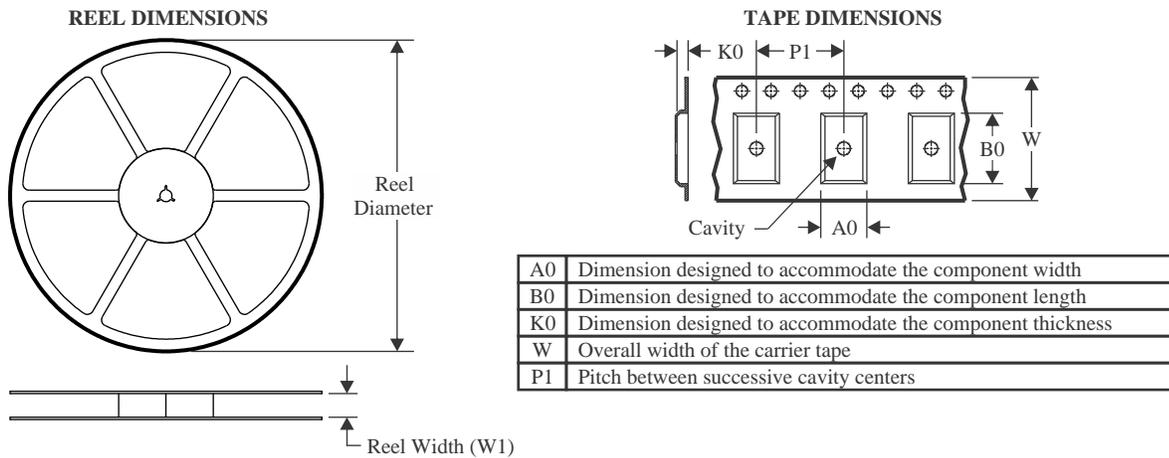
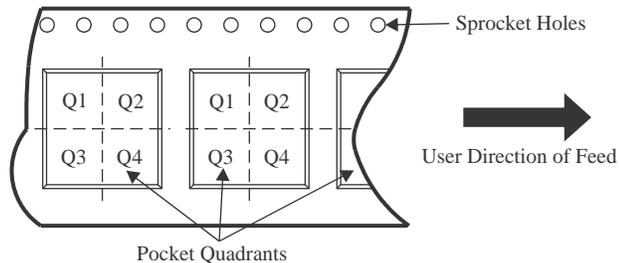
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

OTHER QUALIFIED VERSIONS OF TMUX1308-Q1, TMUX1309-Q1 :

- Catalog : [TMUX1308](#), [TMUX1309](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product

TAPE AND REEL INFORMATION

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
TMUX1308QBQRQ1	WQFN	BQB	16	3000	180.0	12.4	2.8	3.8	1.2	4.0	12.0	Q1
TMUX1308QDYRQ1	SOT-23-THIN	DYY	16	3000	330.0	12.4	4.8	3.6	1.6	8.0	12.0	Q3
TMUX1308QPWRDN	TSSOP	PW	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TMUX1308QPWRQ1	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TMUX1309QBQRQ1	WQFN	BQB	16	3000	180.0	12.4	2.8	3.8	1.2	4.0	12.0	Q1
TMUX1309QDYRQ1	SOT-23-THIN	DYY	16	3000	330.0	12.4	4.8	3.6	1.6	8.0	12.0	Q3
TMUX1309QPWRQ1	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TMUX1308QBQRQ1	WQFN	BQB	16	3000	210.0	185.0	35.0
TMUX1308QDYRQ1	SOT-23-THIN	DYY	16	3000	336.6	336.6	31.8
TMUX1308QPWRDN	TSSOP	PW	16	3000	353.0	353.0	32.0
TMUX1308QPWRQ1	TSSOP	PW	16	2000	353.0	353.0	32.0
TMUX1309QBQRQ1	WQFN	BQB	16	3000	210.0	185.0	35.0
TMUX1309QDYRQ1	SOT-23-THIN	DYY	16	3000	336.6	336.6	31.8
TMUX1309QPWRQ1	TSSOP	PW	16	2000	353.0	353.0	32.0

GENERIC PACKAGE VIEW

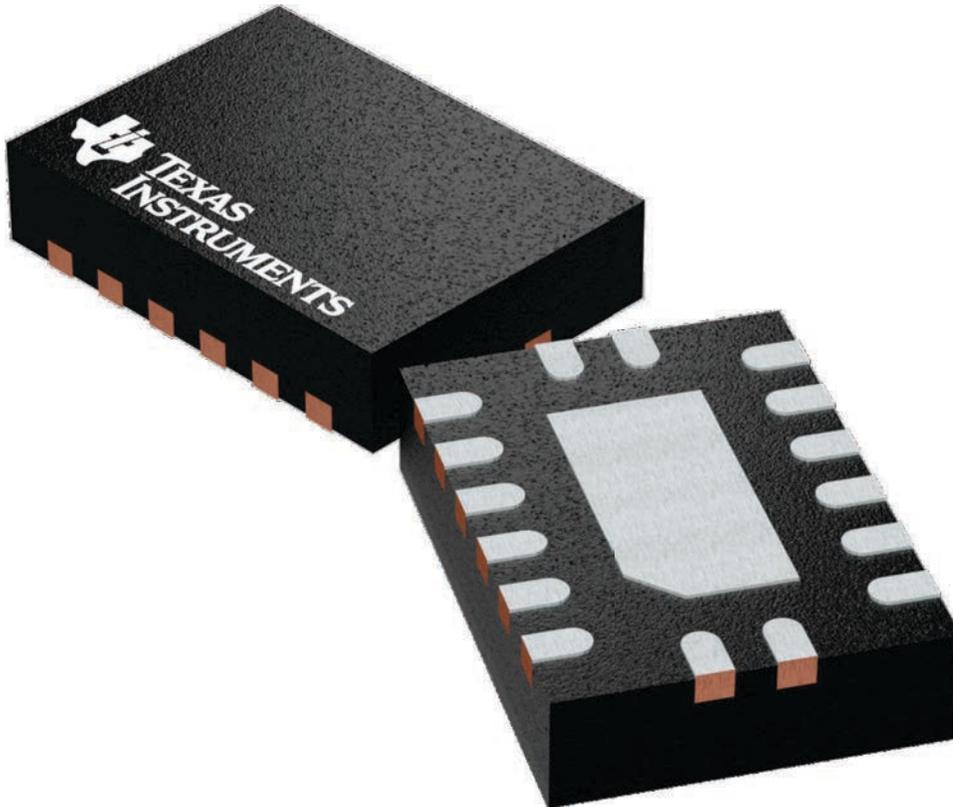
BQB 16

WQFN - 0.8 mm max height

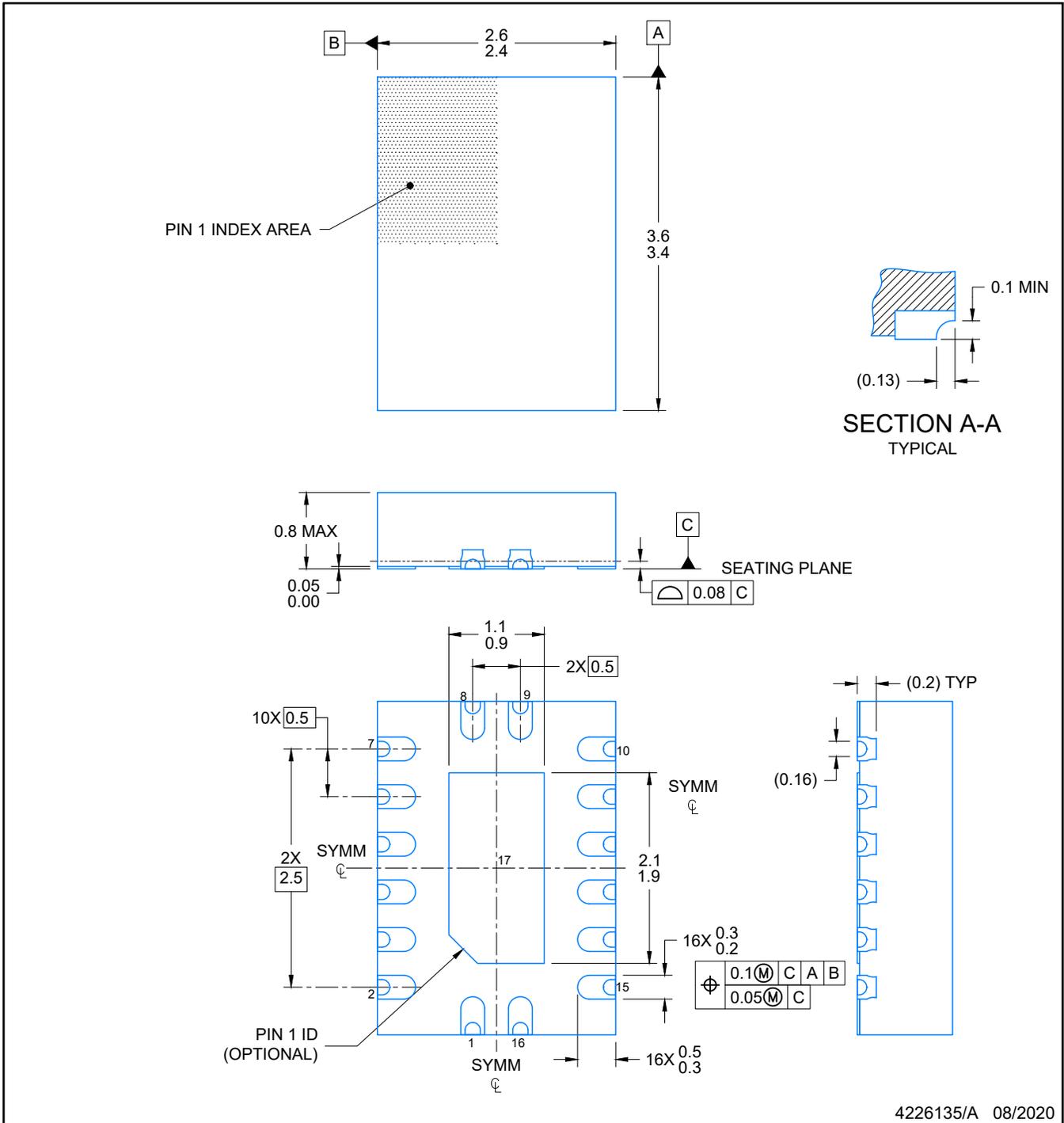
2.5 x 3.5, 0.5 mm pitch

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.



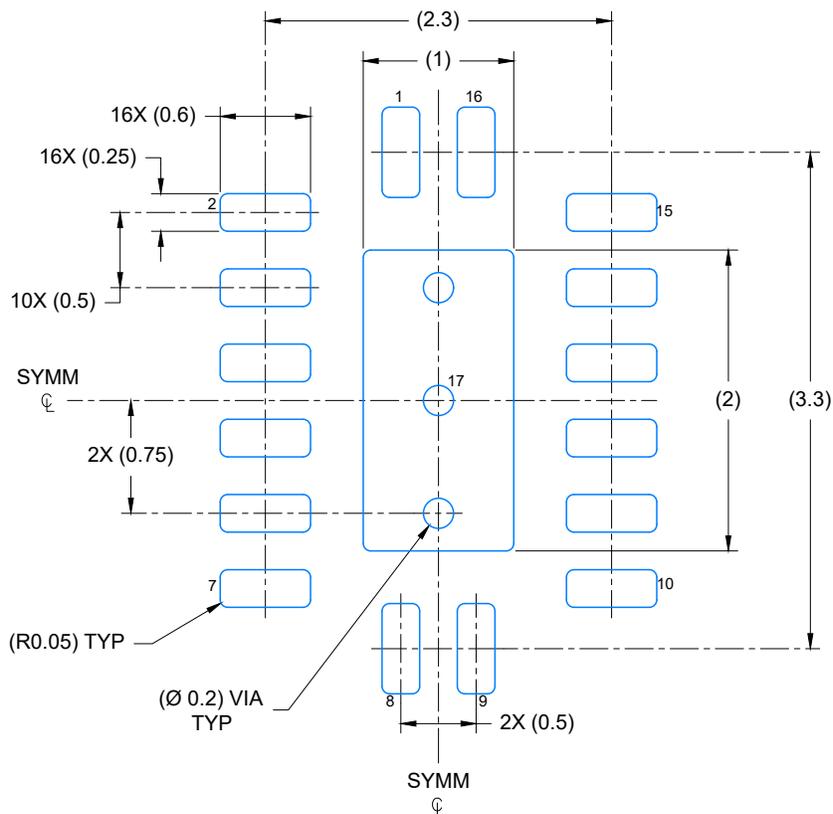
4226161/A



4226135/A 08/2020

NOTES:

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

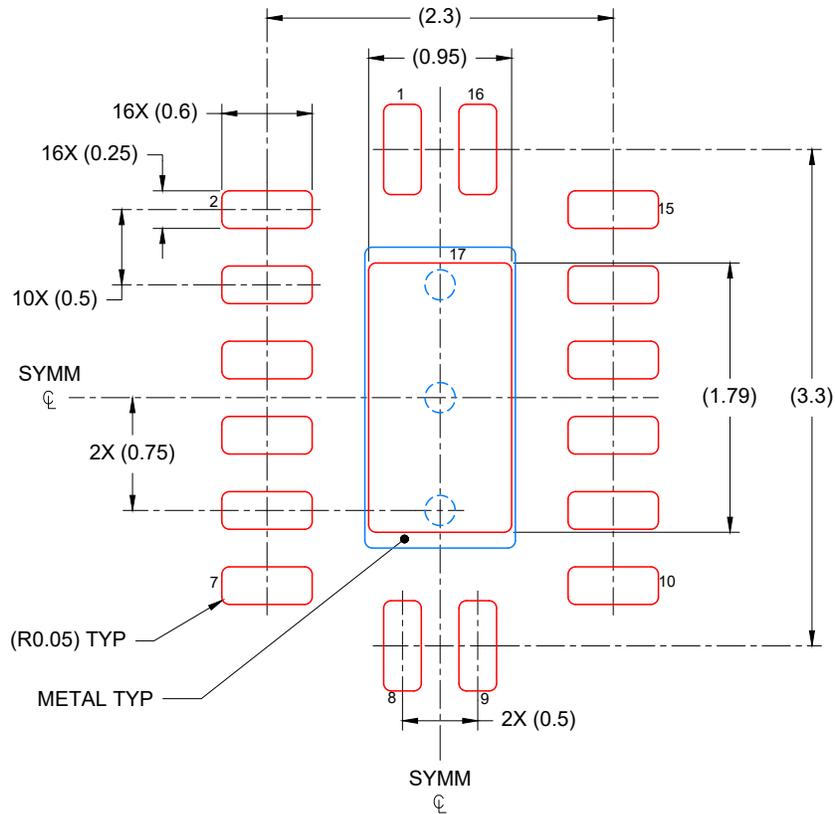


LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 20X

4226135/A 08/2020

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).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



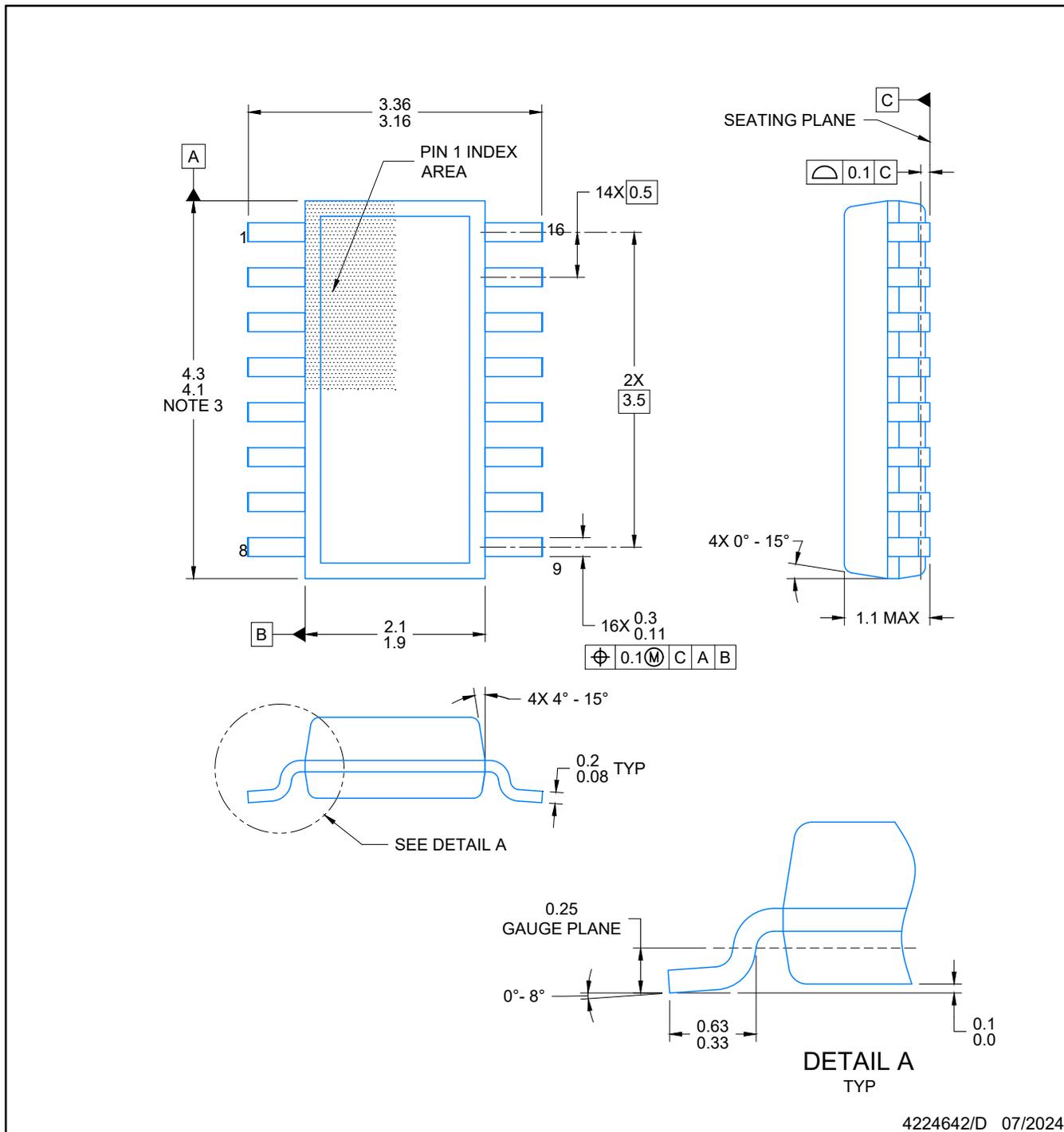
SOLDER PASTE EXAMPLE
 BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
 85% PRINTED COVERAGE BY AREA
 SCALE: 20X

4226135/A 08/2020

NOTES: (continued)

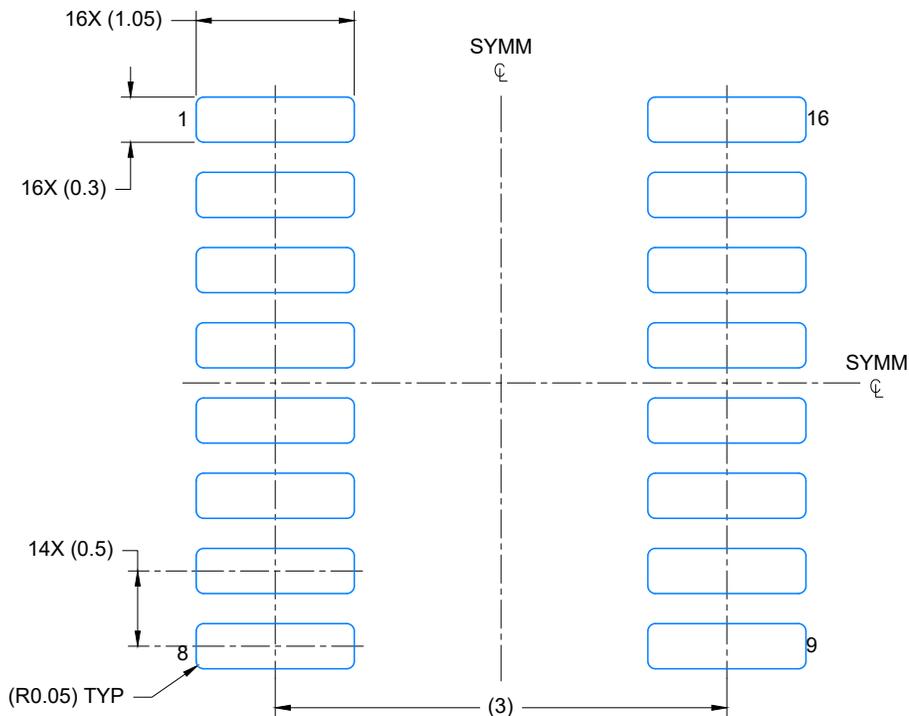
6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.



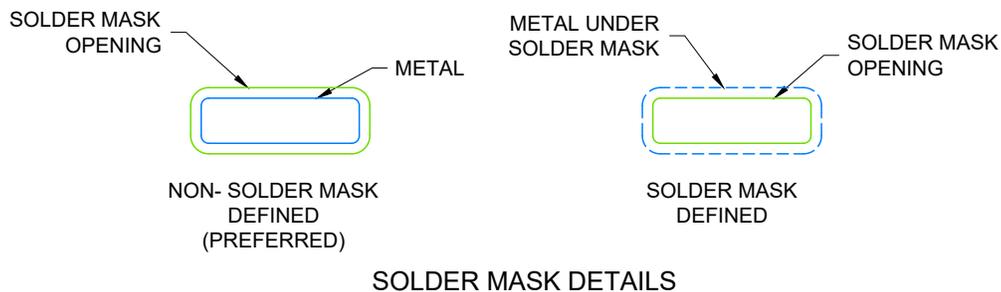
4224642/D 07/2024

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



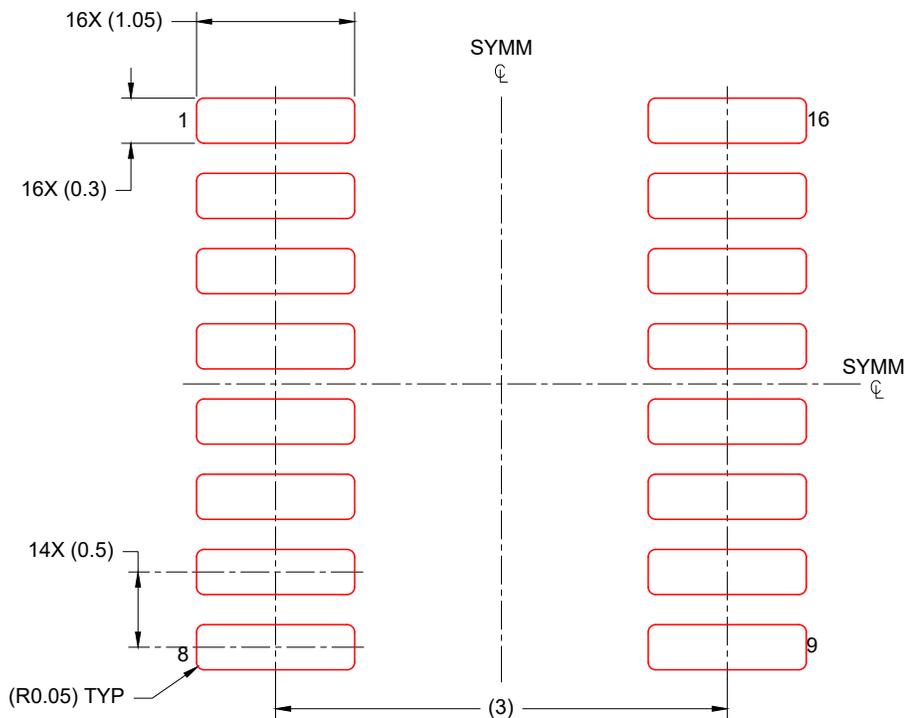
LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 20X



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.

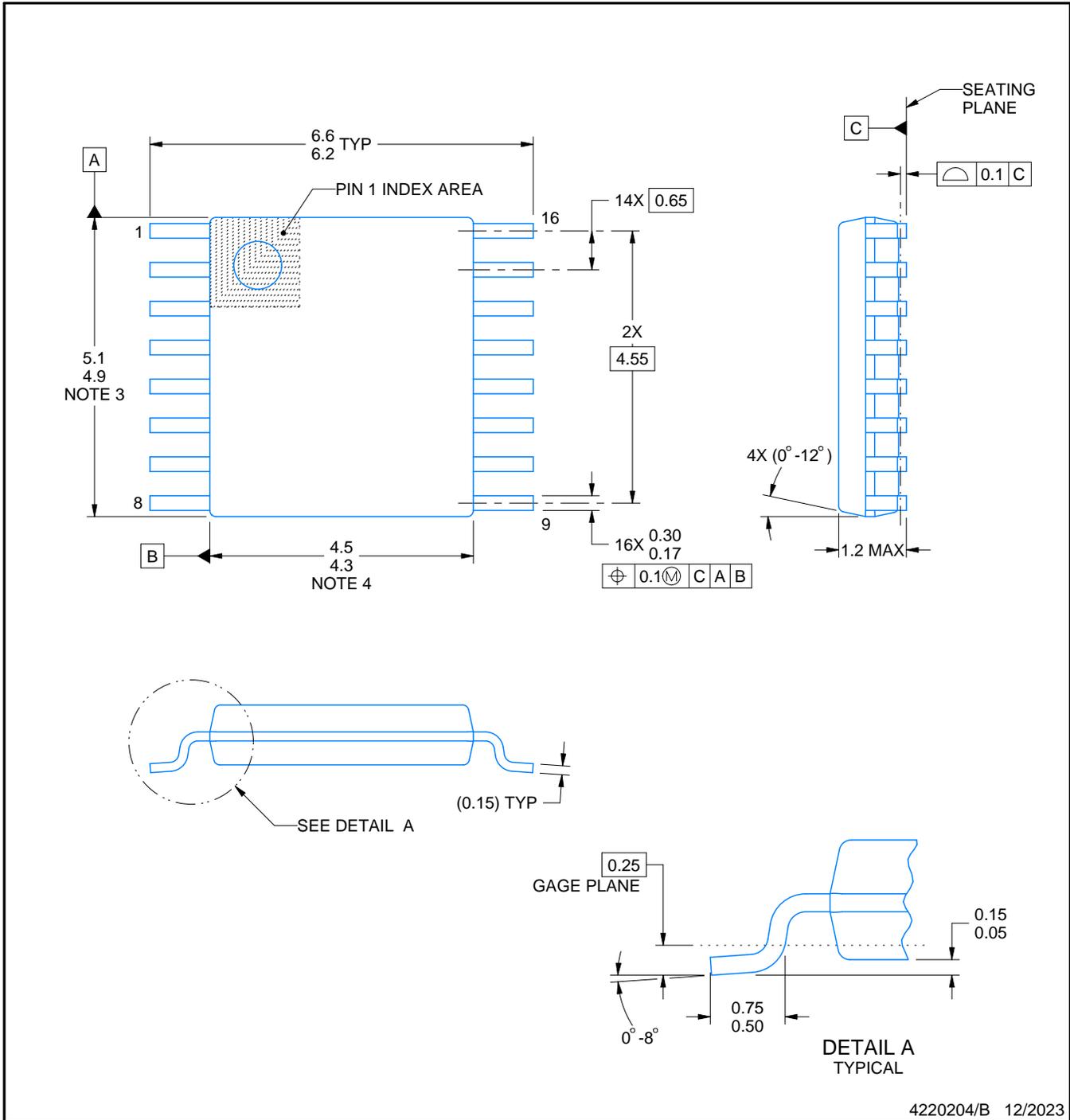


SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 20X

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.



4220204/B 12/2023

NOTES:

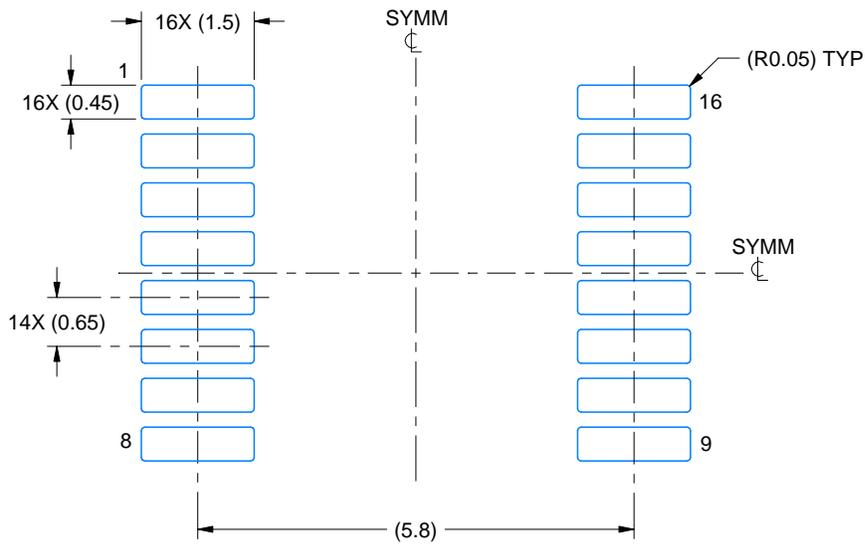
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Reference JEDEC registration MO-153.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

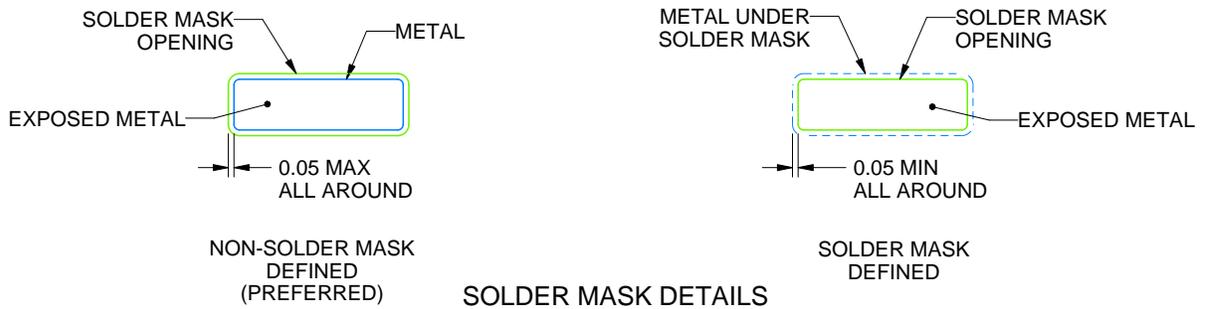
PW0016A

TSSOP - 1.2 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 10X



4220204/B 12/2023

NOTES: (continued)

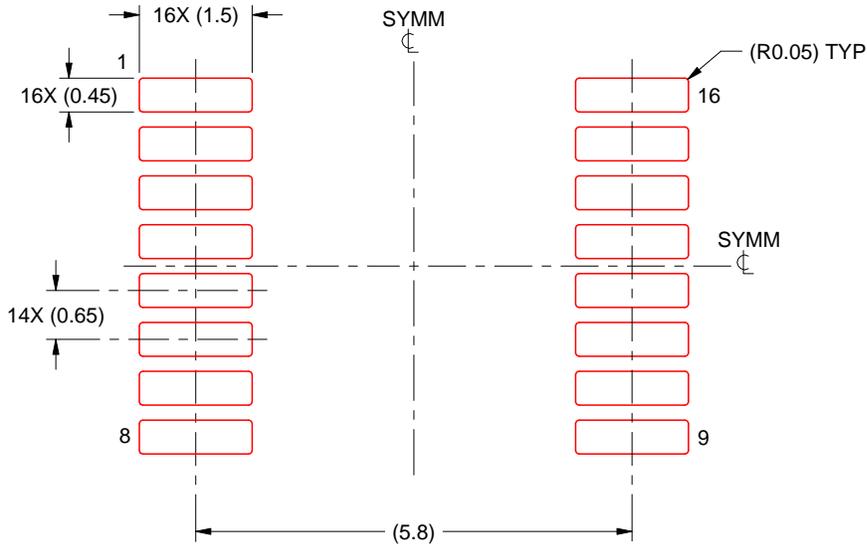
- 6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
- 7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

PW0016A

TSSOP - 1.2 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 10X

4220204/B 12/2023

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.

重要なお知らせと免責事項

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

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

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

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

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

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月