

TMUX620x 1.8V ロジック対応、36V、低 RON、1:1 (SPST)、1 チャンネルの高精度スイッチ

1 特長

- 両電源電圧範囲: $\pm 4.5V \sim \pm 18V$
- 単電源電圧範囲: $4.5V \sim 36V$
- 低いオン抵抗: 1.2Ω
- 少ない電荷注入: $-10pC$
- $-40^\circ C \sim +125^\circ C$ の動作温度範囲
- **ロジックピンにプルダウン抵抗を内蔵**
- **1.8V ロジック互換**
- **フェイルセーフ ロジック**
- **レールツーレール動作**
- **双方向の信号パス**
- **ブレイクビフォーメイクのスイッチング動作**

2 アプリケーション

- 光学ネットワーク機器
- 光学テスト機器
- 有線ネットワーク
- ファクトリ・オートメーションと産業用制御
- プログラマブル・ロジック・コントローラ (PLC)
- 半導体試験装置
- 超音波スキャナ
- メディカル・モニタと診断
- リモート無線ユニット
- データ・アキュイジション・システム

3 概要

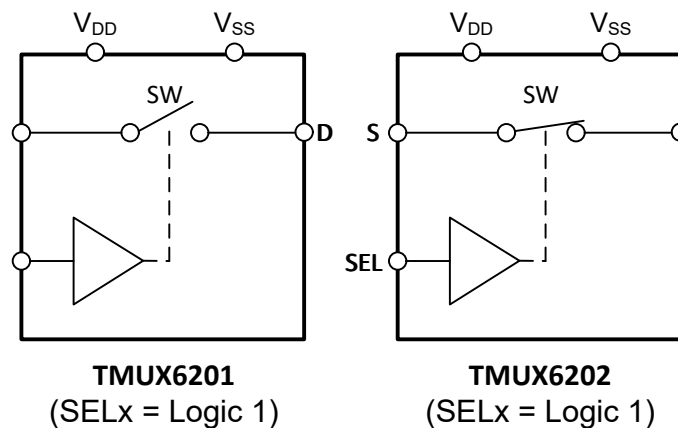
TMUX620x は、シングルチャンネル、1:1 (SPST) 構成の相補型金属酸化膜半導体 (CMOS) スイッチです。このデバイスは、単一電源 ($4.5V \sim 36V$)、デュアル電源 ($\pm 4.5V \sim \pm 18V$)、または非対称電源 ($V_{DD} = 12V$, $V_{SS} = -5V$ など) で動作します。TMUX620x は、ソース (S) およびドレイン (D) ピンで、 V_{SS} から V_{DD} までの範囲の双方向アナログおよびデジタル信号をサポートします。

TMUX620x は、SEL ピンの制御によりイネーブルまたはディスエーブルにできます。ディスエーブルのときは、両方の信号経路のスイッチがオフになります。すべてのロジック制御入力は、 $1.8V \sim V_{DD}$ のロジックレベルをサポートしており、有効な電源電圧範囲で動作している場合、TTL ロジックと CMOS ロジックの両方に互換性があります。**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。

パッケージ情報

部品番号 (1)	アクティブロジック	パッケージ (2)
TMUX6201	アクティブ LOW	DGK (VSSOP, 8)
TMUX6202	アクティブ HIGH	RQX (WQFN, 8)

- (1) [製品比較表](#)を参照してください。
- (2) 詳細については、[セクション 12](#)を参照してください。



ブロック図



目次

1 特長.....	1	7.6 伝搬遅延.....	21
2 アプリケーション.....	1	7.7 電荷注入.....	22
3 概要.....	1	7.8 オフ絶縁.....	22
4 デバイス比較表.....	3	7.9 帯域幅.....	23
5 ピン構成および機能.....	3	7.10 THD + ノイズ.....	23
6 仕様.....	4	7.11 電源電圧変動除去比 (PSRR).....	24
6.1 絶対最大定格.....	4	8 詳細説明.....	24
6.2 ESD 定格.....	4	8.1 概要.....	24
6.3 熱に関する情報.....	5	8.2 機能ブロック図.....	24
6.4 推奨動作条件.....	5	8.3 機能説明.....	25
6.5 ソースまたはドレイン連続電流.....	5	8.4 デバイスの機能モード.....	27
6.6 ±15V デュアル電源: 電気的特性.....	6	8.5 真理値表.....	27
6.7 ±15V デュアル電源: スイッチング特性.....	7	9 アプリケーションと実装.....	28
6.8 36V シングル電源: 電気的特性.....	8	9.1 アプリケーション情報.....	28
6.9 36V シングル電源: スイッチング特性.....	9	9.2 代表的なアプリケーション.....	28
6.10 12V シングル電源: 電気的特性.....	10	9.3 電源に関する推奨事項.....	30
6.11 12V シングル電源: スイッチング特性.....	11	9.4 レイアウト.....	30
6.12 ±5V デュアル電源: 電気的特性.....	12	10 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	32
6.13 ±5V デュアル電源: スイッチング特性.....	13	10.1 ドキュメントのサポート.....	32
6.14 代表的特性.....	14	10.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	32
7 パラメータ測定情報.....	19	10.3 サポート・リソース.....	32
7.1 オン抵抗.....	19	10.4 商標.....	32
7.2 オフ・リーク電流.....	19	10.5 静電気放電に関する注意事項.....	32
7.3 オン・リーク電流.....	20	10.6 用語集.....	32
7.4 t_{ON} および t_{OFF} 時間.....	20	11 改訂履歴.....	33
7.5 t_{ON} (VDD) 時間.....	21	12 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	33

4 デバイス比較表

製品名	説明
TMUX6201	1:1、1 チャンネル マルチプレクサ、アクティブ Low
TMUX6202	1:1、1 チャンネル マルチプレクサ、アクティブ High

5 ピン構成および機能

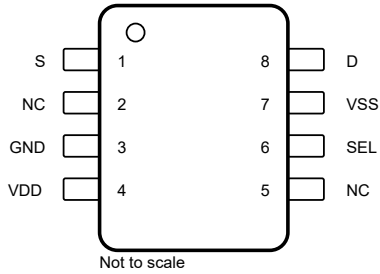


図 5-1. DGK パッケージ、8 ピン VSSOP (上面図)

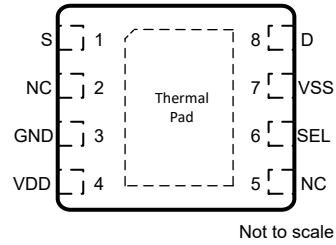


図 5-2. RQX パッケージ、8 ピン WSON (上面図)

表 5-1. ピンの機能

名称	ピン		種類 ⁽¹⁾	説明 ⁽²⁾
	DGK	RQX		
S	1	1	I/O	ソースピン。入力または出力として使用が可能。
NC	2	2	NC	接続なし。内部接続なし。
GND	3	3	P	グラウンド (0V) リファレンス
V _{DD}	4	4	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。
NC	5	5	NC	接続なし。内部接続なし。
SEL	6	6	I	ロジック制御入力には内部ブルダウン抵抗があります。スイッチ接続制御の詳細については、 セクション 8.5 を参照してください。
V _{SS}	7	7	P	負電源。このピンは最も負の電源電位になる。単一電源アプリケーションでは、このピンをグラウンドに接続できる。確実な動作を保証するため、V _{SS} 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。
D	8	8	I/O	ドレインピン。入力または出力として使用が可能。
サーマルパッド			—	サーマルパッドは内部に対し接続していない。このパッドを半田付けする必要はない。接続する場合は、パッドを浮動のままにするか、GND に接続することを推奨する

(1) I = 入力、O = 出力、I/O = 入出力、P = 電源、NC = 接続なし

(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)}

		最小値	最大値	単位
$V_{DD} - V_{SS}$	電源電圧		38	V
V_{DD}		-0.5	38	V
V_{SS}		-38	0.5	V
V_{SEL} または V_{EN}	ロジック制御入力ピン電圧 (SELx)	-0.5	38	V
I_{SEL} または I_{EN}	ロジック制御入力ピン電流 (SELx)	-30	30	mA
V_S または V_D	ソースまたはドレイン電圧 (Sx, Dx)	$V_{SS} - 0.5$	$V_{DD} + 0.5$	V
I_{IK}	ダイオード・クランプ電流 ⁽³⁾	-30	30	mA
I_S または I_D (CONT)	ソースまたはドレインでの連続電流 (Sx, Dx)		$I_{DC} + 10\%$ ⁽⁴⁾	mA
T_A	周囲温度	-55	150	°C
T_{stg}	保存温度	-65	150	°C
T_J	接合部温度		150	°C

- 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「絶対最大定格」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」の範囲内であっても「絶対最大定格」の範囲外で使用した場合、本デバイスは完全に機能するとは限らず、このことが本デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、本デバイスの寿命を縮める可能性があります。
- 特に指定のない限り、すべての電圧値はグラウンドを基準にしています。
- 各入力ピンは、電源レールに対してダイオードでクランプされています。信号として過電圧が加わる場合、その電圧および電流は最大定格の範囲に制限される必要があります。
- I_{DC} 仕様については、「ソースまたはドレインの連続電流」表を参照してください。

6.2 ESD 定格

		値	単位
TMUX620x			
$V_{(ESD)}$	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 に準拠、すべてのピン ⁽¹⁾	V
		デバイス帯電モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 に準拠、すべてのピン ⁽²⁾	

- JEDEC ドキュメント JEP155 に、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規定されています。
- JEDEC ドキュメント JEP157 に、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規定されています。

6.3 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TMUX620x		単位
		DGK (VSSOP)	RQX (WQFN)	
		8ピン	8ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	152.1	62.9	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	48.4	54.0	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	73.2	31.0	°C/W
Ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	4.1	0.8	°C/W
Ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	71.8	30.9	°C/W
R _{θJC(bot)}	接合部からケース (底面) への熱抵抗	該当なし	23.4	°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。

6.4 推奨動作条件

自由空気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} - V _{SS} ⁽¹⁾	電源間の電圧差	4.5		36	V
V _{DD}	正電源電圧	4.5		36	V
V _S または V _D	信号パスにおける入出力電圧 (ソースまたはドレイン・ピン) (Sx, D)	V _{SS}		V _{DD}	V
V _{SEL} または V _{EN}	アドレスまたはイネーブル・ピンの電圧	0		36	V
I _S または I _D (CONT)	ソースまたはドレインでの連続電流 (Sx, D)			I _{DC} ⁽²⁾	mA
T _A	周囲温度	-40		125	°C

(1) 4.5V ≤ (V_{DD} - V_{SS}) ≤ 44V の範囲内で V_{DD} の最小値が満たされている限り、V_{DD} および V_{SS} は任意の値で使用できます。

(2) I_{DC} 仕様については、「ソースまたはドレインの連続電流」表を参照してください。

6.5 ソースまたはドレイン連続電流

電源電圧 V_{DD} ±10%、V_{SS} ±10% (特に記述のない限り)

チャンネルあたりの連続電流 (I _{DC}) ⁽²⁾		T _A = 25°C	T _A = 85°C	T _A = 125°C	単位
パッケージ	テスト条件				
DSK (VSSOP)	+36V デュアル電源 ⁽¹⁾	420	260	130	mA
	±15V デュアル電源	420	260	130	mA
	+12V シングル電源	330	210	125	mA
	±5V デュアル電源	300	200	120	mA
RQX (WQFN)	+36V シングル電源 ⁽¹⁾	600	340	150	mA
	±15V デュアル電源	600	340	150	mA
	+12V シングル電源	500	300	145	mA
	±5V デュアル電源	450	265	135	mA

(1) 公称電源電圧についてのみ規定されています。

(2) 「絶対最大定格」表の合計消費電力 (P_{tot}) の制限を参照し、最大連続電流の仕様に従う必要があります。

6.6 ±15V デュアル電源 : 電気的特性

$V_{DD} = +15V \pm 10\%$, $V_{SS} = -15V \pm 10\%$, $GND = 0V$ (特に記述のない限り)

$V_{DD} = +15V$, $V_{SS} = -15V$, $T_A = 25^\circ C$ での標準値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	T_A	最小値	代表値	最大値	単位	
アナログ・スイッチ								
R_{ON}	オン抵抗	$V_S = -10V \sim +10V$ $I_D = -10mA$	25°C		1.2	1.7	Ω	
			-40°C ~ +85°C			2	Ω	
			-40°C ~ +125°C			2.5	Ω	
$R_{ON\ FLAT}$	オン抵抗の平坦性	$V_S = -10V \sim +10V$ $I_D = -10mA$	25°C		0.3	0.5	Ω	
			-40°C ~ +85°C			0.7	Ω	
			-40°C ~ +125°C			0.8	Ω	
$R_{ON\ DRIFT}$	オン抵抗のドリフト	$V_S = 0V$, $I_S = -10mA$	-40°C ~ +125°C		0.01		$\Omega/^\circ C$	
$I_{S(OFF)}$	ソース・オフ・リーク電流 (1)	$V_{DD} = 16.5V$, $V_{SS} = -16.5V$ スイッチ状態はオフ $V_S = +10V/-10V$ $V_D = -10V/+10V$	25°C	-0.3	0.05	0.3	nA	
			-40°C ~ +85°C		-3.4		3.4	nA
			-40°C ~ +125°C		-33		33	nA
$I_{D(OFF)}$	ドレイン・オフ・リーク電流 (1)	$V_{DD} = 16.5V$, $V_{SS} = -16.5V$ スイッチ状態はオフ $V_S = +10V/-10V$ $V_D = -10V/+10V$	25°C	-0.3	0.05	0.3	nA	
			-40°C ~ +85°C		-3.4		3.4	nA
			-40°C ~ +125°C		-33		33	nA
$I_{S(ON)}$ $I_{D(ON)}$	チャンネル・オン・リーク電流 (2)	$V_{DD} = 16.5V$, $V_{SS} = -16.5V$ スイッチ状態はオン $V_S = V_D = \pm 10V$	25°C	-0.65	0.05	0.65	nA	
			-40°C ~ +85°C		-2		2	nA
			-40°C ~ +125°C		-16		16	nA
ロジック入力 (SEL/EN ピン)								
V_{IH}	ロジック電圧 High		-40°C ~ +125°C	1.3		36	V	
V_{IL}	ロジック電圧 Low		-40°C ~ +125°C	0		0.8	V	
I_{IH}	入力リーク電流		-40°C ~ +125°C		0.4	2.2	μA	
I_{IL}	入力リーク電流		-40°C ~ +125°C	-0.1	-0.005		μA	
C_{IN}	ロジック入力容量		-40°C ~ +125°C		3.5		pF	
電源								
I_{DD}	V_{DD} の電源電流	$V_{DD} = 16.5V$, $V_{SS} = -16.5V$ ロジック入力 = 0V, 5V, または V_{DD}	25°C		30	45	μA	
			-40°C ~ +85°C			50	μA	
			-40°C ~ +125°C			55	μA	
I_{SS}	V_{SS} の電源電流	$V_{DD} = 16.5V$, $V_{SS} = -16.5V$ ロジック入力 = 0V, 5V, または V_{DD}	25°C		7	12	μA	
			-40°C ~ +85°C			15	μA	
			-40°C ~ +125°C			17	μA	

(1) V_S が正の場合、 V_D は負、または V_S が負の場合、 V_D は正です。

(2) V_S が電圧電位にある場合、 V_D は浮動、または V_D が電圧電位にある場合、 V_S は浮動です。

6.7 ±15V デュアル電源：スイッチング特性

$V_{DD} = +15V \pm 10\%$ 、 $V_{SS} = -15V \pm 10\%$ 、 $GND = 0V$ (特に記述のない限り)

$V_{DD} = +15V$ 、 $V_{SS} = -15V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ での標準値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	T_A	最小値	代表値	最大値	単位
t_{ON}	制御入力からのターンオン時間	$V_S = 10V$ $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	25°C	120	140	ns	
			-40°C~+85°C	155	ns		
			-40°C~+125°C	170	ns		
t_{OFF}	制御入力からのターンオフ時間	$V_S = 10V$ $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	25°C	130	150	ns	
			-40°C~+85°C	160	ns		
			-40°C~+125°C	190	ns		
$t_{ON(VDD)}$	デバイスのターンオン時間 (V_{DD} から出力)	V_{DD} 立ち上がり時間 = 1 μs $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	-40°C~+125°C	0.2		ms	
t_{PD}	伝搬遅延	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$	25°C	450		ps	
Q_{INJ}	電荷注入	$V_S = 0V$ 、 $C_L = 100pF$	25°C	-15		pC	
O_{ISO}	オフ絶縁	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 0V$ 、 $f = 100kHz$	25°C	-70		dB	
O_{ISO}	オフ絶縁	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	-46		dB	
BW	-3dB 帯域幅	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 0V$	25°C	22		MHz	
I_L	挿入損失	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	-0.11		dB	
ACPSRR	AC 電源電圧変動除去比	$V_{PP} = 0.62V$ オン V_{DD} および V_{SS} $R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ 、 $f = 1MHz$	25°C	-40		dB	
THD+N	全高調波歪 + ノイズ	$V_{PP} = 15V$ 、 $V_{BIAS} = 0V$ $R_L = 10k\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ 、 $f = 20Hz \sim 20kHz$	25°C	0.0007		%	
$C_{S(OFF)}$	ソース・オフ容量	$V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	45		pF	
$C_{D(OFF)}$	ドレイン・オフ容量	$V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	65		pF	
$C_{S(ON)}$ 、 $C_{D(ON)}$	オン容量	$V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	240		pF	

6.8 36V シングル電源 : 電気的特性

$V_{DD} = +36V \pm 10\%$, $V_{SS} = 0V$, $GND = 0V$ (特に記述のない限り)

$V_{DD} = +36V$, $V_{SS} = 0V$, $T_A = 25^\circ C$ での標準値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	T_A	最小値	標準値	最大値	単位
アナログ・スイッチ							
R_{ON}	オン抵抗	$V_S = 0V \sim 30V$ $I_D = -10mA$	25°C	1.35	1.8		Ω
			-40°C ~ +85°C			2.2	Ω
			-40°C ~ +125°C			2.6	Ω
$R_{ON\ FLAT}$	オン抵抗の平坦性	$V_S = 0V \sim 30V$ $I_S = -10mA$	25°C	0.3	0.9		Ω
			-40°C ~ +85°C			1.2	Ω
			-40°C ~ +125°C			1.3	Ω
$R_{ON\ DRIFT}$	オン抵抗のドリフト	$V_S = 18V, I_S = -10mA$	-40°C ~ +125°C	0.009			$\Omega/^\circ C$
$I_{S(OFF)}$	ソース・オフ・リーク電流 ⁽¹⁾	$V_{DD} = 39.6V, V_{SS} = 0V$ スイッチ状態はオフ $V_S = 30V/1V$ $V_D = 1V/30V$	25°C	-0.65	0.05	0.65	nA
			-40°C ~ +85°C		-7	7	nA
			-40°C ~ +125°C		-55	55	nA
$I_{D(OFF)}$	ドレイン・オフ・リーク電流 ⁽¹⁾	$V_{DD} = 39.6V, V_{SS} = 0V$ スイッチ状態はオフ $V_S = 30V/1V$ $V_D = 1V/30V$	25°C	-0.65	0.05	0.65	nA
			-40°C ~ +85°C		-7	7	nA
			-40°C ~ +125°C		-55	55	nA
$I_{S(ON)}$ $I_{D(ON)}$	チャンネル・オン・リーク電流 ⁽²⁾	$V_{DD} = 39.6V, V_{SS} = 0V$ スイッチ状態はオン $V_S = V_D = 30V$ または $1V$	25°C	-0.85	0.05	0.85	nA
			-40°C ~ +85°C		-4	4	nA
			-40°C ~ +125°C		-55	55	nA
ロジック入力 (SEL/EN ピン)							
V_{IH}	ロジック電圧 High		-40°C ~ +125°C	1.3		36	V
V_{IL}	ロジック電圧 Low		-40°C ~ +125°C	0		0.8	V
I_{IH}	入力リーク電流		-40°C ~ +125°C		0.4	2.2	μA
I_{IL}	入力リーク電流		-40°C ~ +125°C	-0.1	-0.005		μA
C_{IN}	ロジック入力容量		-40°C ~ +125°C		3.5		pF
電源							
I_{DD}	V_{DD} の電源電流	$V_{DD} = 39.6V, V_{SS} = 0V$ ロジック入力 = 0V, 5V, または V_{DD}	25°C	30	53		μA
			-40°C ~ +85°C			60	μA
			-40°C ~ +125°C			64	μA

(1) V_S が正の場合、 V_D は負、または V_S が負の場合、 V_D は正です。

(2) V_S が電圧電位にある場合、 V_D は浮動、または V_D が電圧電位にある場合、 V_S は浮動です。

6.9 36V シングル電源：スイッチング特性

$V_{DD} = +36V \pm 10\%$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $GND = 0V$ (特に記述のない限り)

$V_{DD} = +36V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ での標準値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	T_A	最小値	標準値	最大値	単位
t_{ON}	制御入力からのターンオン時間	$V_S = 18V$ $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	25°C	105	140	ns	
			-40°C~+85°C	150	ns		
			-40°C~+125°C	180	ns		
t_{OFF}	制御入力からのターンオフ時間	$V_S = 18V$ $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	25°C	125	150	ns	
			-40°C~+85°C	160	ns		
			-40°C~+125°C	180	ns		
$t_{ON(VDD)}$	デバイスのターンオン時間 (V_{DD} から出力)	V_{DD} 立ち上がり時間 = 1 μs $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	25°C	0.17	ms		
			-40°C~+85°C	0.19	ms		
			-40°C~+125°C	0.19	ms		
t_{PD}	伝搬遅延	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$	25°C	1000	ps		
Q_{INJ}	電荷注入	$V_S = 18V$ 、 $C_L = 100pF$	25°C	-18	pC		
O_{ISO}	オフ絶縁	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 6V$ 、 $f = 100kHz$	25°C	-66	dB		
O_{ISO}	オフ絶縁	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 6V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	-46	dB		
BW	-3 dB 帯域幅	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 6V$	25°C	22	MHz		
I_L	挿入損失	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 6V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	-0.11	dB		
ACPSRR	AC 電源電圧変動除去比	$V_{PP} = 0.62V$ オン V_{DD} および V_{SS} $R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ 、 $f = 1MHz$	25°C	-63	dB		
THD+N	全高調波歪 + ノイズ	$V_{PP} = 18V$ 、 $V_{BIAS} = 18V$ $R_L = 10k\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ 、 $f = 20Hz \sim 20kHz$	25°C	0.0007	%		
$C_{S(OFF)}$	ソース・オフ容量	$V_S = 18V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	45	pF		
$C_{D(OFF)}$	ドレイン・オフ容量	$V_S = 18V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	68	pF		
$C_{S(ON)}$ 、 $C_{D(ON)}$	オン容量	$V_S = 18V$ 、 $f = 1MHz$	25°C	240	pF		

6.10 12V シングル電源：電気的特性

$V_{DD} = +12V \pm 10\%$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $GND = 0V$ (特に記述のない限り)

$V_{DD} = +12V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ での標準値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	T_A	最小値	標準値	最大値	単位	
アナログ・スイッチ								
R_{ON}	オン抵抗	$V_S = 0V \sim 10V$ $I_D = -10mA$	25°C		2.1	3.2	Ω	
			-40°C ~ +85°C			3.8	Ω	
			-40°C ~ +125°C			4.2	Ω	
$R_{ON\ FLAT}$	オン抵抗の平坦性	$V_S = 0V \sim 10V$ $I_S = -10mA$	25°C		0.5	1.2	Ω	
			-40°C ~ +85°C			1.4	Ω	
			-40°C ~ +125°C			1.6	Ω	
$R_{ON\ DRIFT}$	オン抵抗のドリフト	$V_S = 6V$ 、 $I_L = -10mA$	-40°C ~ +125°C		0.017		$\Omega/^\circ C$	
$I_{S(OFF)}$	ソース・オフ・リーク電流 ⁽¹⁾	$V_{DD} = 13.2V$ 、 $V_{SS} = 0V$ スイッチ状態はオフ $V_S = 10V/1V$ $V_D = 1V/10V$	25°C	-0.4	0.05	0.4	nA	
			-40°C ~ +85°C		-3		3	nA
			-40°C ~ +125°C		-25		25	nA
$I_{D(OFF)}$	ドレイン・オフ・リーク電流 ⁽¹⁾	$V_{DD} = 13.2V$ 、 $V_{SS} = 0V$ スイッチ状態はオフ $V_S = 10V/1V$ $V_D = 1V/10V$	25°C	-0.4	0.05	0.4	nA	
			-40°C ~ +85°C		-3		3	nA
			-40°C ~ +125°C		-25		25	nA
$I_{S(ON)}$ $I_{D(ON)}$	チャンネル・オン・リーク電流 ⁽²⁾	$V_{DD} = 13.2V$ 、 $V_{SS} = 0V$ スイッチ状態はオン $V_S = V_D = 10V$ または $1V$	25°C	-0.65	0.05	0.65	nA	
			-40°C ~ +85°C		-2		2	nA
			-40°C ~ +125°C		-12		12	nA
ロジック入力 (SEL/EN ピン)								
V_{IH}	ロジック電圧 High		-40°C ~ +125°C	1.3		36	V	
V_{IL}	ロジック電圧 Low		-40°C ~ +125°C	0		0.8	V	
I_{IH}	入力リーク電流		-40°C ~ +125°C		0.4	2.2	μA	
I_{IL}	入力リーク電流		-40°C ~ +125°C	-0.1	-0.005		μA	
C_{IN}	ロジック入力容量		-40°C ~ +125°C		3.5		pF	
電源								
I_{DD}	V_{DD} の電源電流	$V_{DD} = 13.2V$ 、 $V_{SS} = 0V$ ロジック入力 = 0V、5V、または V_{DD}	25°C		27	35	μA	
			-40°C ~ +85°C			40	μA	
			-40°C ~ +125°C			45	μA	

(1) V_S が正の場合、 V_D は負、または V_S が負の場合、 V_D は正です。

(2) V_S が電圧電位にある場合、 V_D は浮動、または V_D が電圧電位にある場合、 V_S は浮動です。

6.11 12V シングル電源：スイッチング特性

$V_{DD} = +12V \pm 10\%$, $V_{SS} = 0V$, $GND = 0V$ (特に記述のない限り)

$V_{DD} = +12V$, $V_{SS} = 0V$, $T_A = 25^\circ C$ での標準値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	T_A	最小値	標準値	最大値	単位
t_{ON}	制御入力からのターンオン時間	$V_S = 8V$ $R_L = 300\Omega$, $C_L = 35pF$	25°C	125	145	ns	
			-40°C~+85°C	160	ns		
			-40°C~+125°C	180	ns		
t_{OFF}	制御入力からのターンオフ時間	$V_S = 8V$ $R_L = 300\Omega$, $C_L = 35pF$	25°C	150	180	ns	
			-40°C~+85°C	205	ns		
			-40°C~+125°C	220	ns		
$t_{ON(VDD)}$	デバイスのターンオン時間 (V_{DD} から出力)	V_{DD} 立ち上がり時間 = 1 μs $R_L = 300\Omega$, $C_L = 35pF$	-40°C~+125°C	0.2		ms	
t_{PD}	伝搬遅延	$R_L = 50\Omega$, $C_L = 5pF$	25°C	1000		ps	
Q_{INJ}	電荷注入	$V_S = 6V$, $C_L = 100pF$	25°C	-4		pC	
O_{ISO}	オフ絶縁	$R_L = 50\Omega$, $C_L = 5pF$ $V_S = 6V$, $f = 100kHz$	25°C	-65		dB	
O_{ISO}	オフ絶縁	$R_L = 50\Omega$, $C_L = 5pF$ $V_S = 6V$, $f = 1MHz$	25°C	-45		dB	
BW	-3 dB 帯域幅	$R_L = 50\Omega$, $C_L = 5pF$ $V_S = 6V$	25°C	23		MHz	
I_L	挿入損失	$R_L = 50\Omega$, $C_L = 5pF$ $V_S = 6V$, $f = 1MHz$	25°C	-0.18		dB	
ACPSRR	AC 電源電圧変動除去比	$V_{PP} = 0.62V$ オン V_{DD} および V_{SS} $R_L = 50\Omega$, $C_L = 5pF$, $f = 1MHz$	25°C	-40		dB	
THD+N	全高調波歪 + ノイズ	$V_{PP} = 6V$, $V_{BIAS} = 6V$ $R_L = 10k\Omega$, $C_L = 5pF$, $f = 20Hz \sim 20kHz$	25°C	0.0009		%	
$C_{S(OFF)}$	ソース・オフ容量	$V_S = 6V$, $f = 1MHz$	25°C	53		pF	
$C_{D(OFF)}$	ドレイン・オフ容量	$V_S = 6V$, $f = 1MHz$	25°C	75		pF	
$C_{S(ON)}$, $C_{D(ON)}$	オン容量	$V_S = 6V$, $f = 1MHz$	25°C	240		pF	

6.12 ±5V デュアル電源 : 電気的特性

$V_{DD} = +5V \pm 10\%$, $V_{SS} = -5V \pm 10\%$, GND = 0V (特に記述のない限り)

$V_{DD} = +5V$, $V_{SS} = -5V$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ での標準値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	T_A	最小値	代表値	最大値	単位	
アナログ・スイッチ								
R_{ON}	オン抵抗	$V_{DD} = +4.5V$, $V_{SS} = -4.5V$ $V_S = -4.5V \sim +4.5V$ $I_D = -10mA$	25°C		2.3	3.5	Ω	
			-40°C ~ +85°C			4.4	Ω	
			-40°C ~ +125°C			4.9	Ω	
$R_{ON\ FLAT}$	オン抵抗の平坦性	$V_S = -4.5V \sim +4.5V$ $I_D = -10mA$	25°C		0.8	1.5	Ω	
			-40°C ~ +85°C			1.8	Ω	
			-40°C ~ +125°C			2	Ω	
$R_{ON\ DRIFT}$	オン抵抗のドリフト	$V_S = 0V$, $I_S = -10mA$	-40°C ~ +125°C		0.019		$\Omega/^\circ\text{C}$	
$I_{S(OFF)}$	ソース・オフ・リーク電流 ⁽¹⁾	$V_{DD} = +5.5V$, $V_{SS} = -5.5V$ スイッチ状態はオフ $V_S = +4.5V/-4.5V$ $V_D = -4.5V/+4.5V$	25°C	-0.4	0.02	0.4	nA	
			-40°C ~ +85°C		-1.5		1.5	nA
			-40°C ~ +125°C		-20		20	nA
$I_{D(OFF)}$	ドレイン・オフ・リーク電流 ⁽¹⁾	$V_{DD} = +5.5V$, $V_{SS} = -5.5V$ スイッチ状態はオフ $V_S = +4.5V/-4.5V$ $V_D = -4.5V/+4.5V$	25°C	-0.4	0.02	0.4	nA	
			-40°C ~ +85°C		-1.5		1.5	nA
			-40°C ~ +125°C		-20		20	nA
$I_{S(ON)}$ $I_{D(ON)}$	チャンネル・オン・リーク電流 ⁽²⁾	$V_{DD} = +5.5V$, $V_{SS} = -5.5V$ スイッチ状態はオン $V_S = V_D = \pm 4.5V$	25°C	-0.4	0.02	0.4	nA	
			-40°C ~ +85°C		-1		1	nA
			-40°C ~ +125°C		-20		20	nA
ロジック入力 (SEL/EN ピン)								
V_{IH}	ロジック電圧 High		-40°C ~ +125°C	1.3		36	V	
V_{IL}	ロジック電圧 Low		-40°C ~ +125°C	0		0.8	V	
I_{IH}	入力リーク電流		-40°C ~ +125°C		0.4	2.2	μA	
I_{IL}	入力リーク電流		-40°C ~ +125°C	-0.1	-0.005		μA	
C_{IN}	ロジック入力容量		-40°C ~ +125°C		3.5		pF	
電源								
I_{DD}	V_{DD} の電源電流	$V_{DD} = +5.5V$, $V_{SS} = -5.5V$ ロジック入力 = 0V, 5V, または V_{DD}	25°C		24	35	μA	
			-40°C ~ +85°C			38	μA	
			-40°C ~ +125°C			42	μA	
I_{SS}	V_{SS} の電源電流	$V_{DD} = +5.5V$, $V_{SS} = -5.5V$ ロジック入力 = 0V, 5V, または V_{DD}	25°C		4	9	μA	
			-40°C ~ +85°C			11	μA	
			-40°C ~ +125°C			12	μA	

(1) V_S が正の場合、 V_D は負、または V_S が負の場合、 V_D は正です。

(2) V_S が電圧電位にある場合、 V_D は浮動、または V_D が電圧電位にある場合、 V_S は浮動です。

6.13 ±5V デュアル電源：スイッチング特性

$V_{DD} = +5V \pm 10\%$ 、 $V_{SS} = -5V \pm 10\%$ 、 $GND = 0V$ (特に記述のない限り)

$V_{DD} = +5V$ 、 $V_{SS} = -5V$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での標準値 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	T_A	最小値	代表値	最大値	単位
t_{ON}	制御入力からのターンオン時間	$V_S = 3V$ $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	25°C	145	180		ns
			-40°C~+85°C		220		ns
			-40°C~+125°C		240		ns
t_{OFF}	制御入力からのターンオフ時間	$V_S = 3V$ $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	25°C	170	220		ns
			-40°C~+85°C		240		ns
			-40°C~+125°C		260		ns
$t_{ON(VDD)}$	デバイスのターンオン時間 (V_{DD} から出力)	V_{DD} 立ち上がり時間 = 1 μ s $R_L = 300\Omega$ 、 $C_L = 35pF$	25°C	0.19			ms
			-40°C~+85°C		0.19		ms
			-40°C~+125°C		0.19		ms
t_{PD}	伝搬遅延	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$	25°C		500		ps
Q_{INJ}	電荷注入	$V_S = 0V$ 、 $C_L = 100pF$	25°C		-3		pC
O_{ISO}	オフ絶縁	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 0V$ 、 $f = 100kHz$	25°C		-66		dB
O_{ISO}	オフ絶縁	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C		-46		dB
BW	-3 dB 帯域幅	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 0V$	25°C		23		MHz
I_L	挿入損失	$R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ $V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C		-0.20		dB
ACPSRR	AC 電源電圧変動除去比	$V_{PP} = 0.62V$ オン V_{DD} および V_{SS} $R_L = 50\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ 、 $f = 1MHz$	25°C		-68		dB
THD+N	全高調波歪 + ノイズ	$V_{PP} = 5V$ 、 $V_{BIAS} = 0V$ $R_L = 10k\Omega$ 、 $C_L = 5pF$ 、 $f = 20Hz \sim 20kHz$	25°C		0.001		%
$C_{S(OFF)}$	ソース・オフ容量	$V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C		56		pF
$C_{D(OFF)}$	ドレイン・オフ容量	$V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C		77		pF
$C_{S(ON)}$ 、 $C_{D(ON)}$	オン容量	$V_S = 0V$ 、 $f = 1MHz$	25°C		240		pF

6.14 代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 時

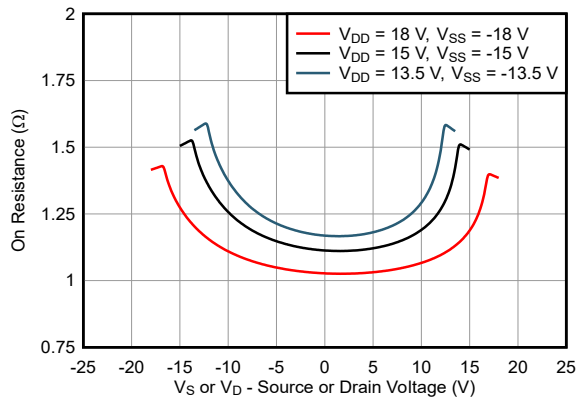


図 6-1. オン抵抗とソースまたはドレイン電圧との関係 – デュアル電源

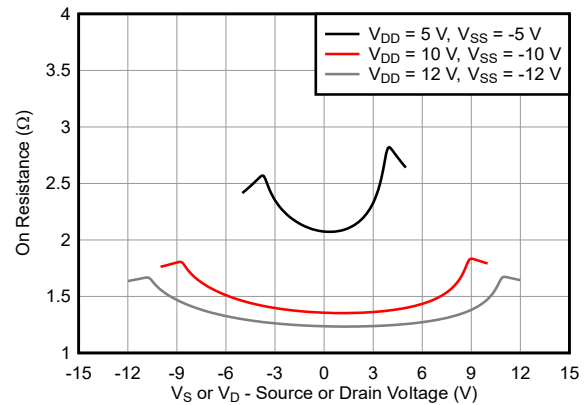


図 6-2. オン抵抗とソースまたはドレイン電圧との関係 – デュアル電源

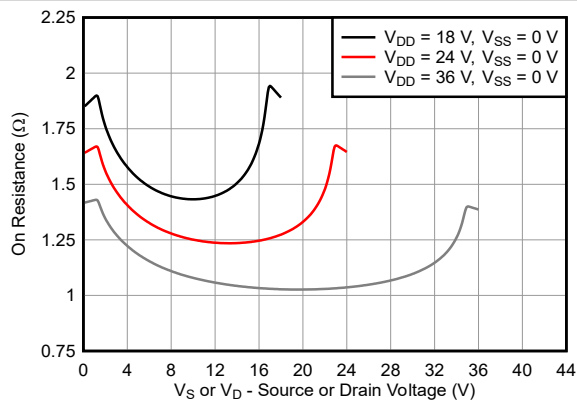


図 6-3. オン抵抗とソースまたはドレイン電圧との関係 – 単一電源

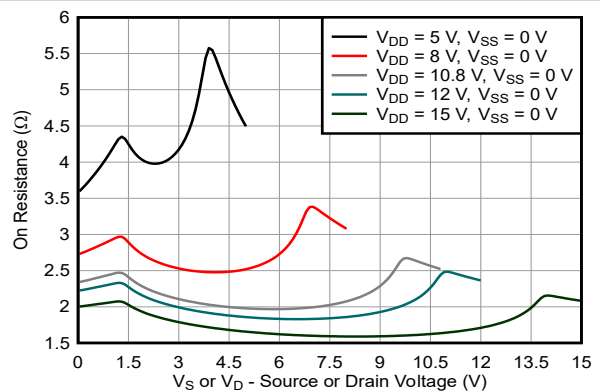


図 6-4. オン抵抗とソースまたはドレイン電圧との関係 – 単一電源

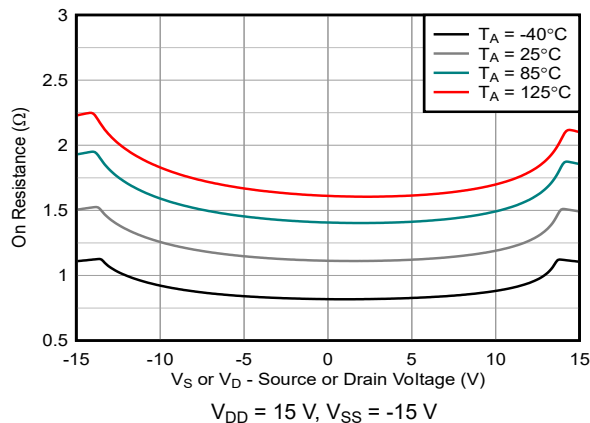


図 6-5. オン抵抗と温度との関係

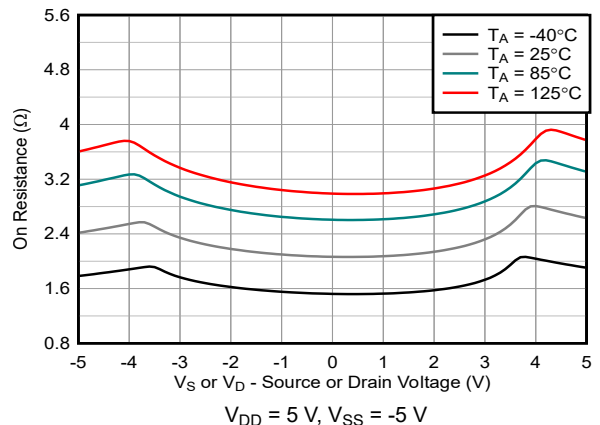


図 6-6. オン抵抗と温度との関係

6.14 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 時

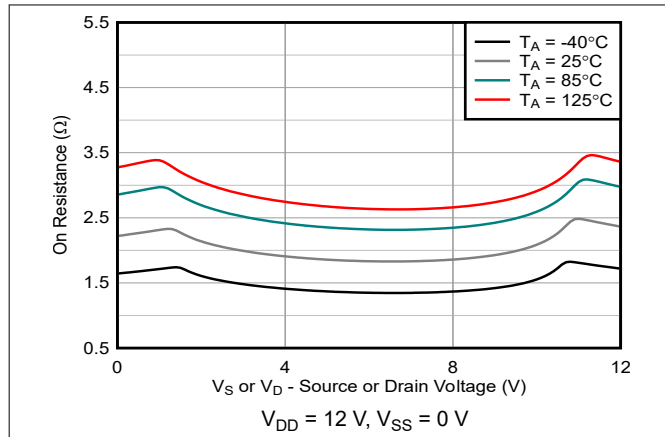


図 6-7. オン抵抗と温度との関係

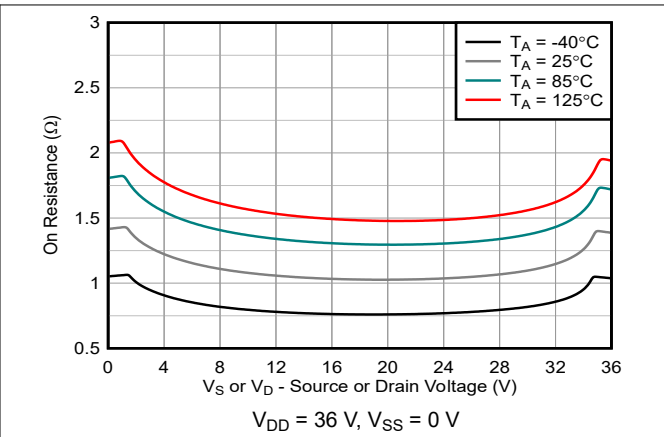


図 6-8. オン抵抗と温度との関係

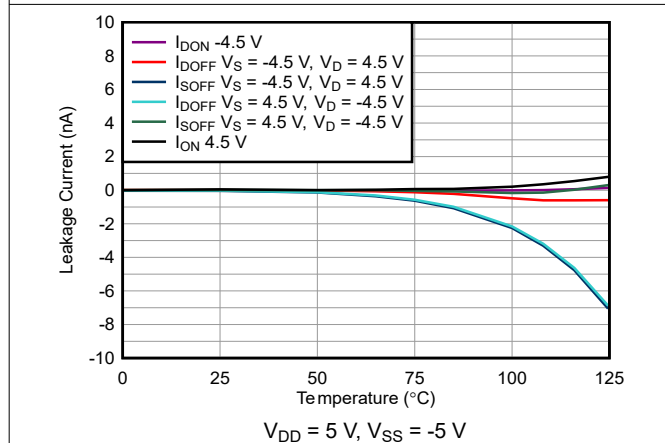


図 6-9. リーク電流と温度との関係

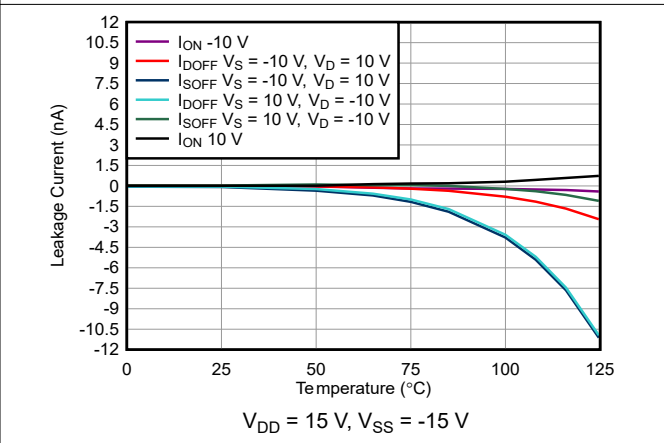


図 6-10. リーク電流と温度との関係

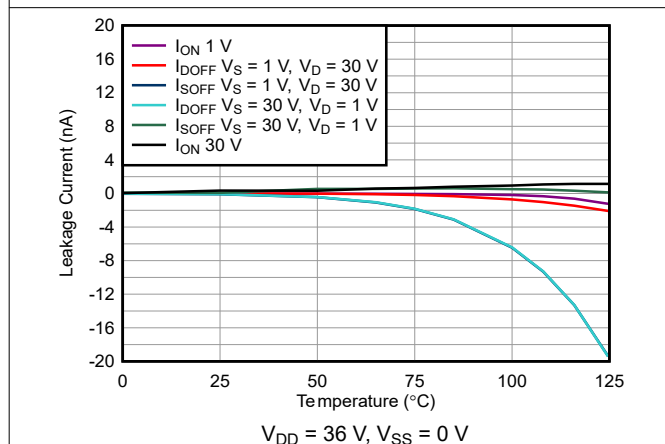


図 6-11. リーク電流と温度との関係

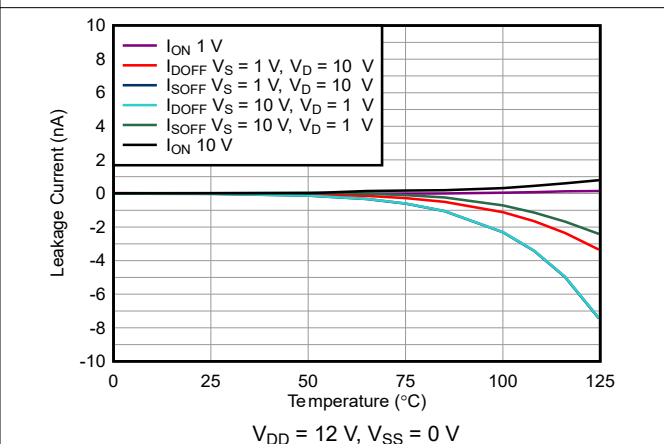


図 6-12. リーク電流と温度との関係

6.14 代表的特性 (続き)

T_A = 25°C時

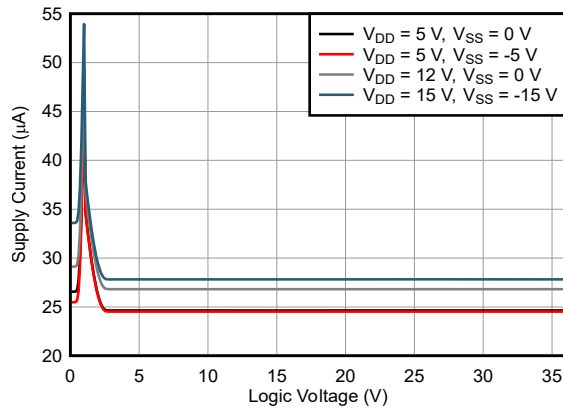


図 6-13. 電源電流とロジック電圧との関係

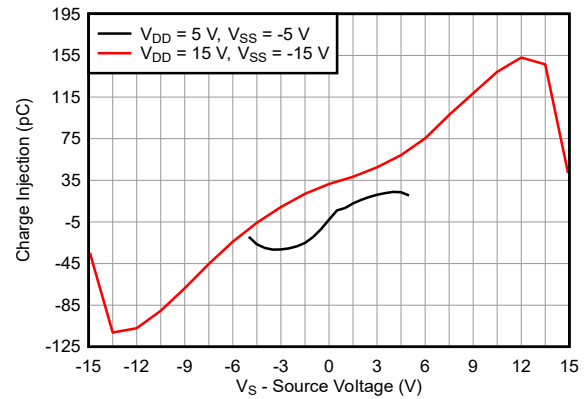


図 6-14. 電荷注入とソース電圧との関係 – デュアル電源

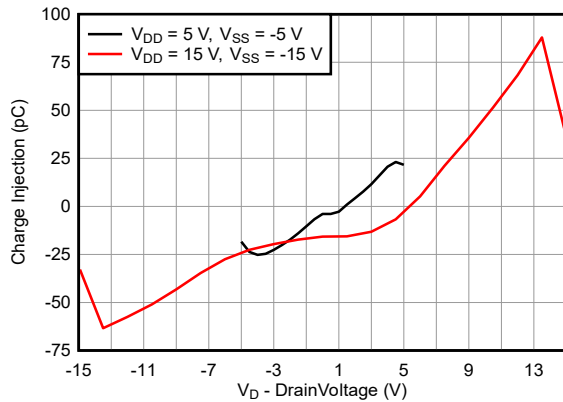


図 6-15. 電荷注入とドレイン電圧との関係 – デュアル電源

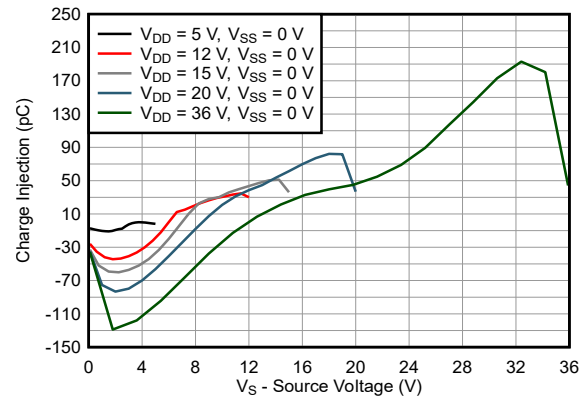


図 6-16. 電荷注入とソース電圧との関係 – 単一電源

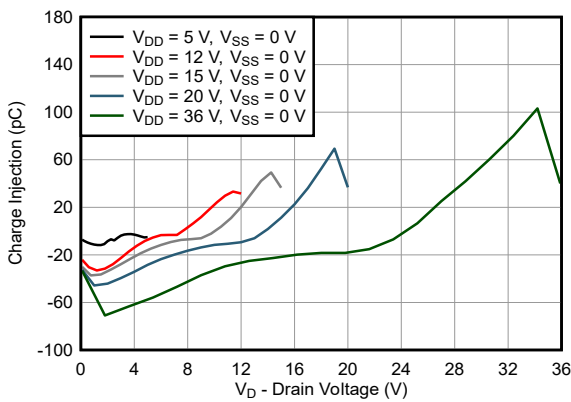


図 6-17. 電荷注入とドレイン電圧との関係 – 単一電源

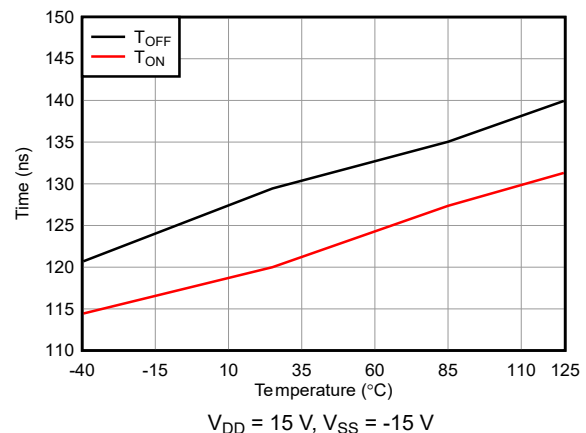


図 6-18. T_{ON} および T_{OFF} と温度との関係

6.14 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 時

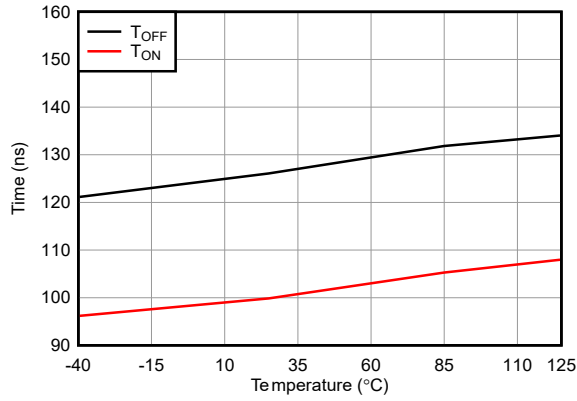


図 6-19. T_{ON} および T_{OFF} と温度との関係

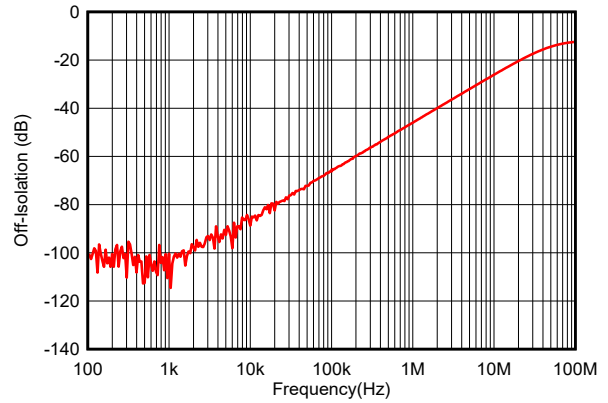


図 6-20. オフ絶縁と周波数との関係

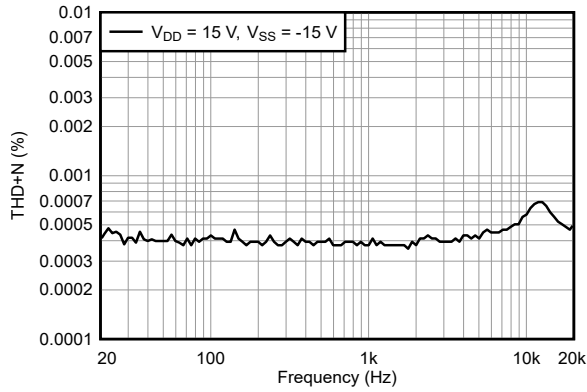


図 6-21. THD+N と周波数との関係 (デュアル電源)

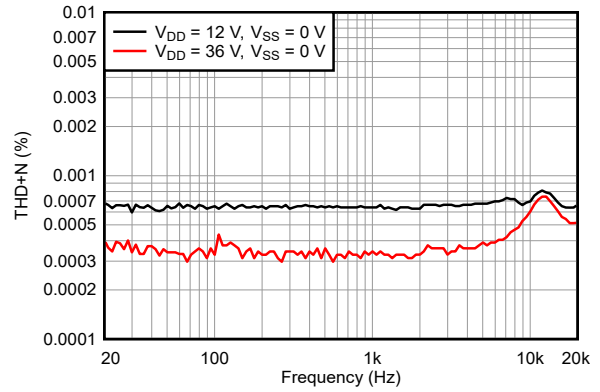


図 6-22. THD+N と周波数との関係 (単一電源)

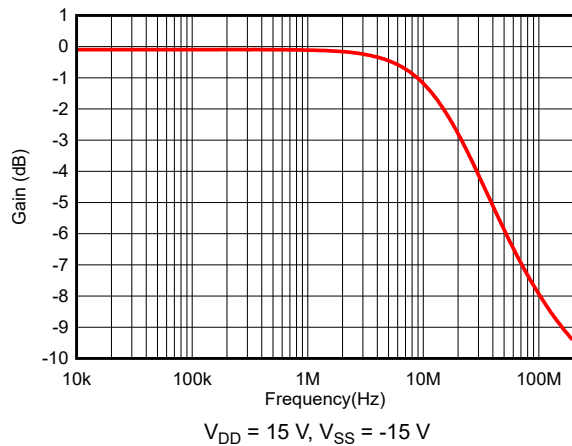


図 6-23. オン応答と周波数との関係

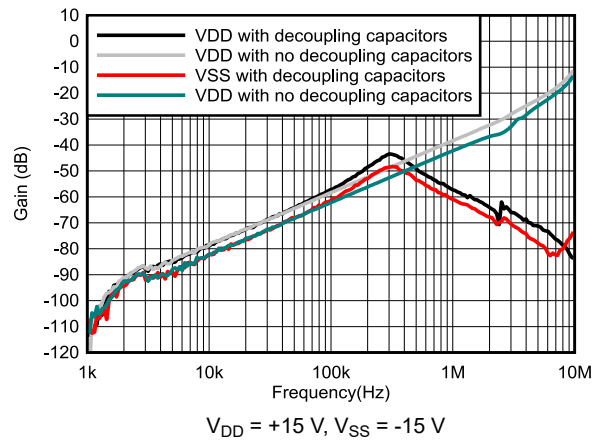


図 6-24. ACPSRR と周波数との関係

6.14 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 時

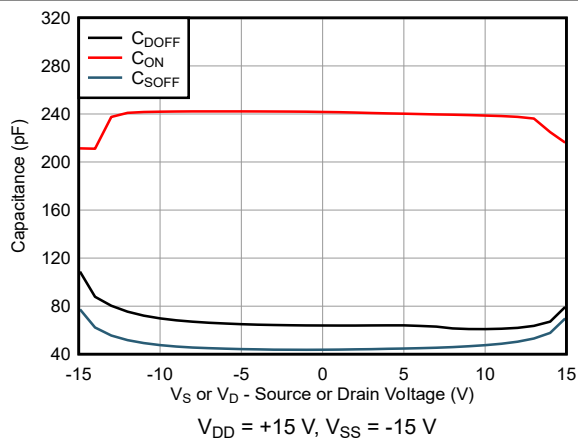


図 6-25. 容量とソース電圧またはドレイン電圧との関係

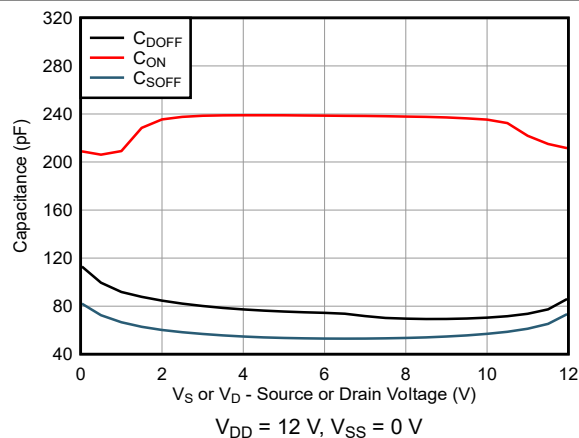


図 6-26. 容量とソース電圧またはドレイン電圧との関係

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 (Dx) 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。図 7-1 に、 R_{ON} の測定に使用する測定構成を示します。この構成を使用して電圧 (V) と電流 (I_{SD}) を測定し、 R_{ON} は $R_{ON} = V / I_{SD}$ で計算します。

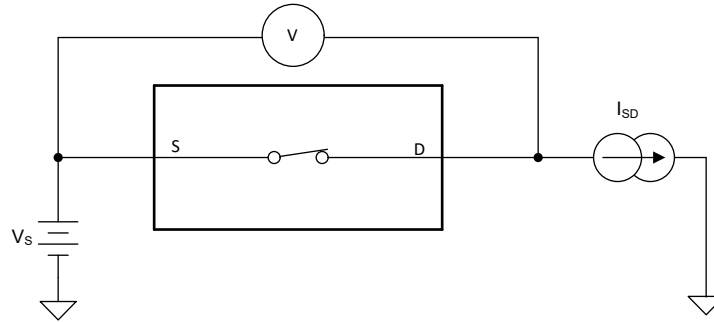


図 7-1. オン抵抗測定時の構成

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して定義されます。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して定義されます。この電流は、記号 $I_{D(OFF)}$ を使用して示されます。

図 7-2 に、両方のオフ・リーク電流の測定に使用する構成を示します。

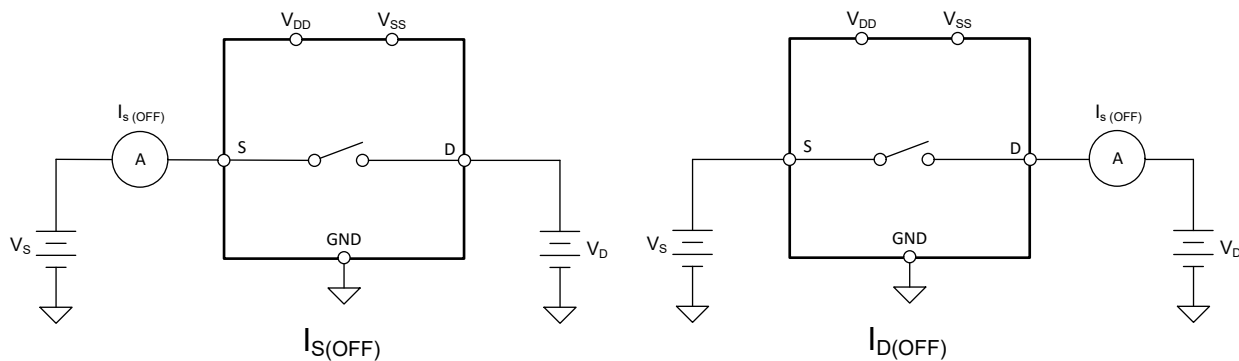


図 7-2. オフ・リーク測定時の構成

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して定義されます。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して定義されます。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・ピンは浮動状態を維持します。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。

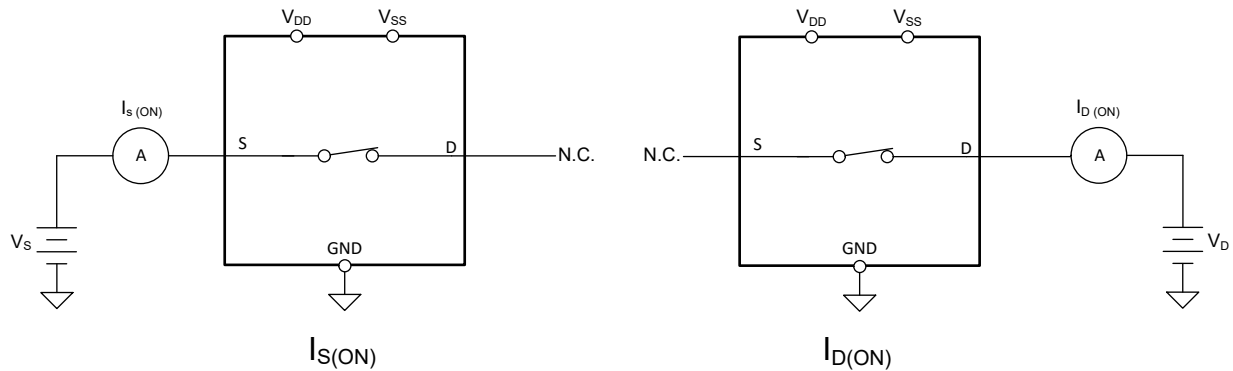


図 7-3. オン・リーク測定時の構成

7.4 t_{ON} および t_{OFF} 時間

ターンオン時間は、イネーブル信号がロジック・スレッショルドを超えた後、デバイスの出力信号が 90% に上昇するまでの所要時間として定義されます。90% の測定値を使用して、デバイスのタイミングを提供します。システム・レベルのタイミングは、負荷抵抗と負荷容量から追加される時定数を考慮できます。図 7-4 に、ターンオン時間 (記号 t_{ON}) の測定に使用する構成を示します。

ターンオフ時間は、イネーブル信号がロジック・スレッショルドを下回った後、デバイスの出力信号が 10% に低下するまでの所要時間として定義されます。10% の測定値を使用して、デバイスのタイミングを提供します。システム・レベルのタイミングは、負荷抵抗と負荷容量から追加される時定数を考慮できます。図 7-4 に、ターンオフ時間 (記号 t_{OFF}) の測定に使用する構成を示します。

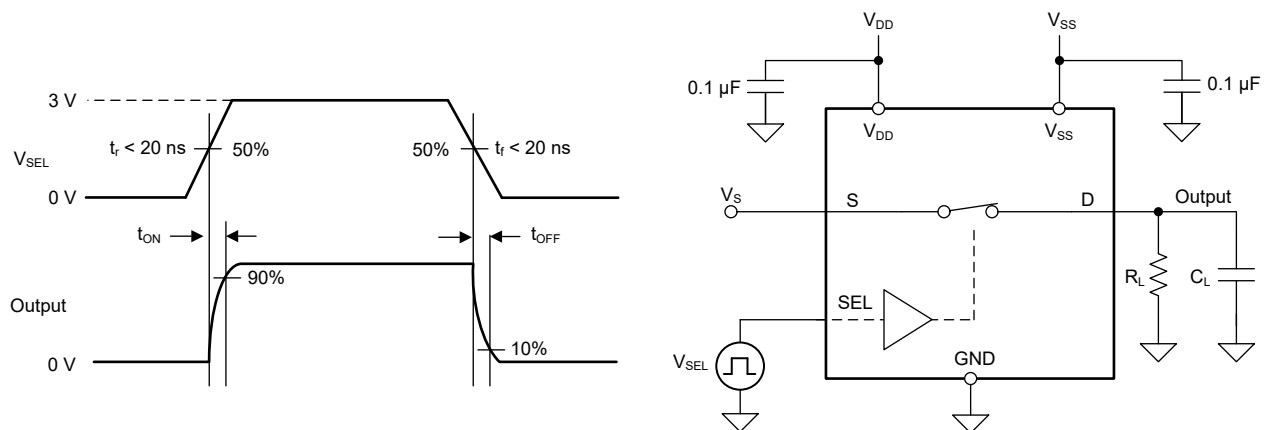


図 7-4. ターンオンおよびターンオフ時間の測定に使用する構成

7.5 t_{ON} (VDD) 時間

t_{ON} (VDD) 時間は、電源が電源スレッショルドを超えた後、デバイスの出力信号が 90% に上昇するまでの所要時間として定義されます。90% の測定値を使用して、システムでデバイスがオンになるタイミングを提供します。図 7-5 に、ターンオン時間 (記号 t_{ON} (VDD)) の測定に使用する構成を示します。

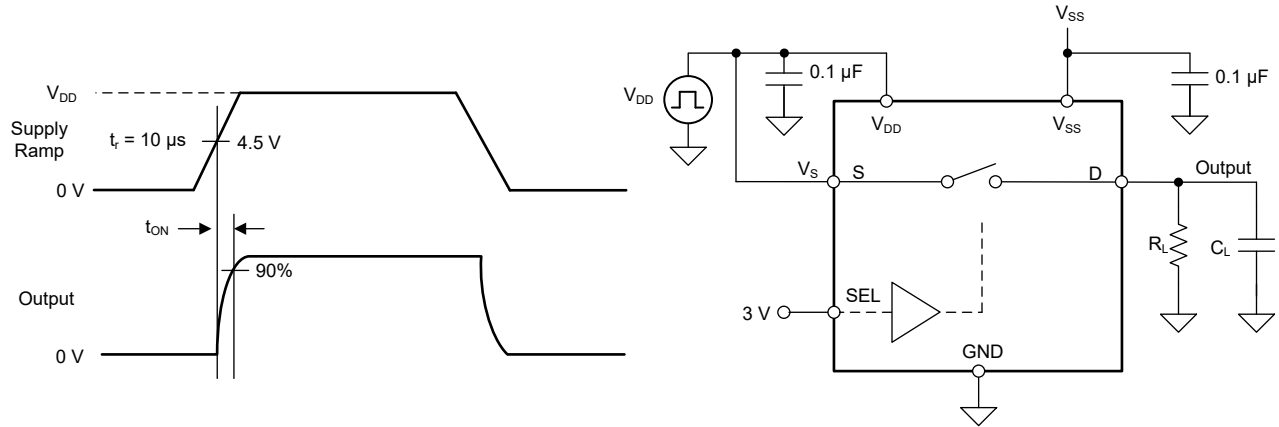


図 7-5. t_{ON} (VDD) 時間の測定に使用する構成

7.6 伝搬遅延

伝搬遅延は、入力信号が 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 7-6 および 式 1 に、伝搬遅延 (記号 t_{PD}) の測定に使用する構成を示します。

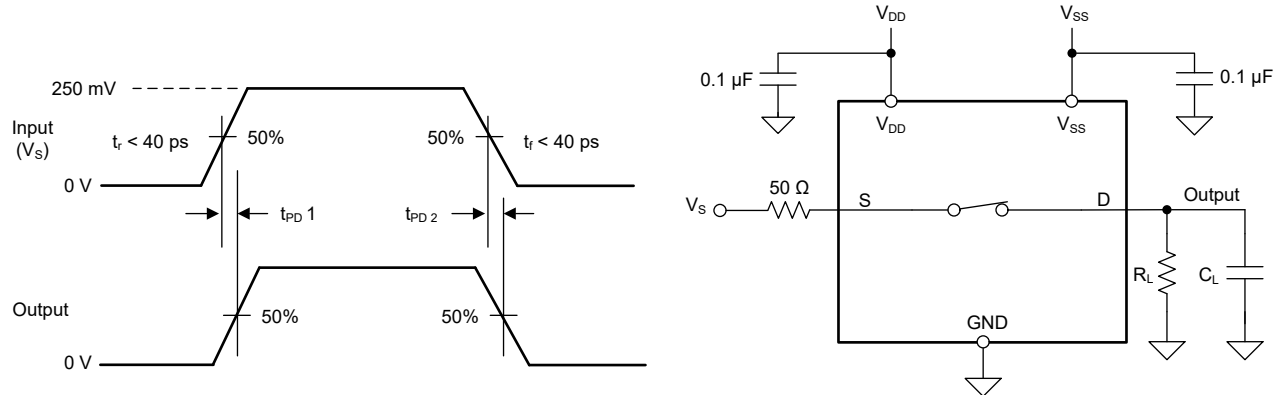


図 7-6. 伝搬遅延測定時の構成

$$t_{Prop Delay} = \max(t_{PD 1}, t_{PD 2}) \quad (1)$$

7.7 電荷注入

TMUX620x 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 (Sx) からドレイン (Dx) に向けた電荷注入の測定に使用する設定を示します。

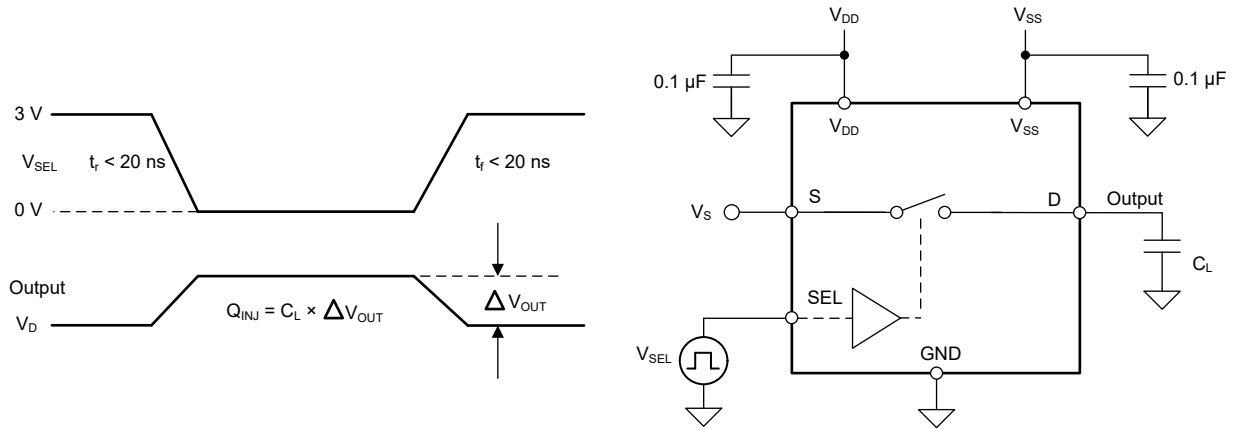


図 7-7. 電荷注入測定時の設定

7.8 オフ絶縁

オフ絶縁は、オフチャネルのソース・ピン (Sx) 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 (Dx) に現れる信号の比率として定義されます。測定の特性インピーダンス Z_0 は 50Ω です。図 7-8 および式 2 に、オフ絶縁の測定に使用する設定を示します。オフ絶縁の式を使用して、オフ絶縁を計算します。

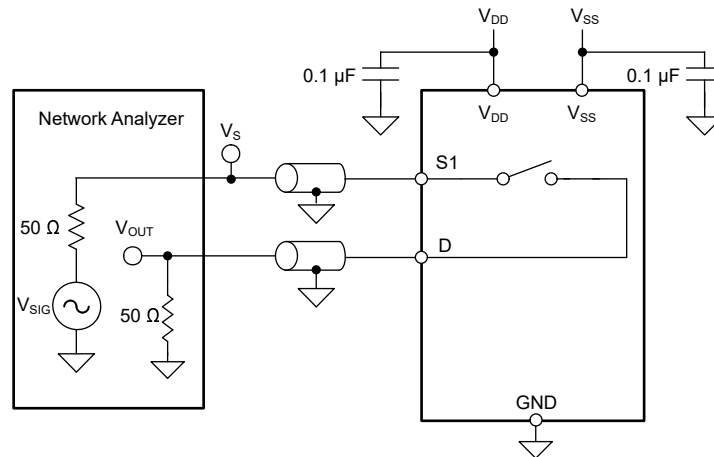


図 7-8. オフ絶縁測定時の設定

$$Off - Isolation = 20 \times \text{Log} \left(\frac{V_{OUT}}{V_S} \right) \tag{2}$$

7.9 帯域幅

帯域幅は、入力をオンチャネルのソース・ピン (Sx) に印加し、出力がデバイスのドレイン・ピン (Dx) で測定された場合に減衰量が 3dB 未満である周波数の範囲として定義されます。測定の特性インピーダンス Z_0 は 50Ω です。図 7-9 および式 3 に、帯域幅を測定する際の設定を示します。

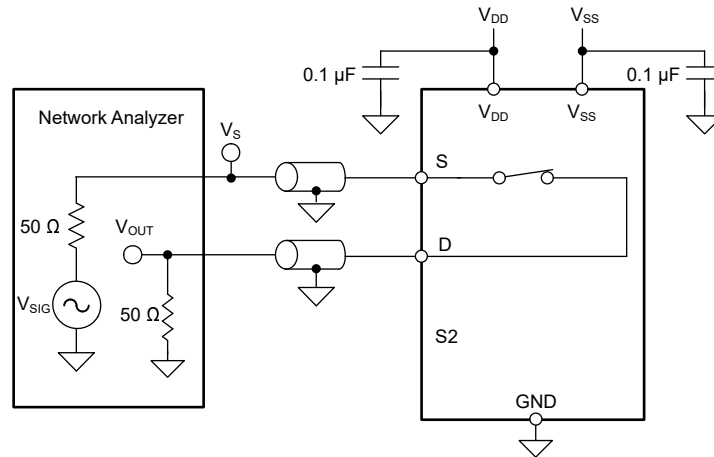


図 7-9. 帯域幅測定時の設定

$$Bandwidth = 20 \times \text{Log} \left(\frac{V_{OUT}}{V_S} \right) \quad (3)$$

7.10 THD + ノイズ

信号の全高調波歪み (THD) は、マルチプレクサの出力において、すべての高調波成分の電力の合計と基本周波数の電力の比として定義される、高調波歪みを測定した値です。デバイスのオン抵抗は入力信号の振幅によって変化し、ドレイン・ピンを低インピーダンスの負荷に接続することで、歪み発生の原因となります。全高調波歪み + ノイズは THD + N と表されます。

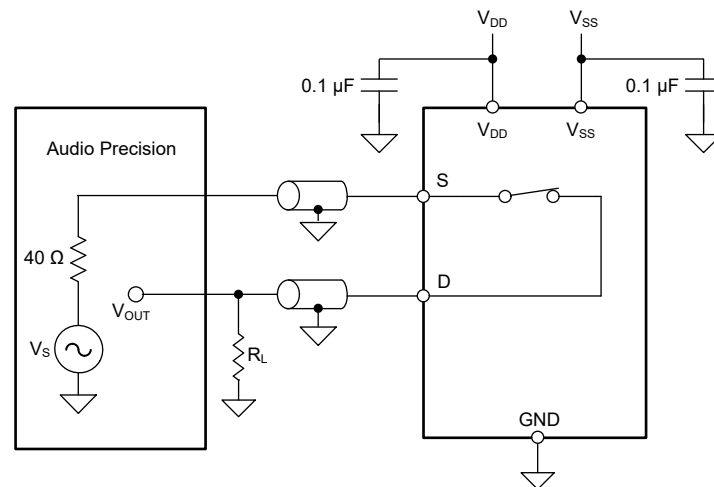


図 7-10. THD + N 測定時の構成

7.11 電源電圧変動除去比 (PSRR)

電源電圧ピンに現れるノイズ信号やスプリアス信号が、スイッチの出力に対し結合されることを防止するデバイスの能力を測定したものが PSRR です。測定対象のデバイスの DC 電源電圧は、100mV_{PP} の正弦波によって変調されます。出力に現れる信号振幅と変調信号の振幅との比率が AC PSRR です。

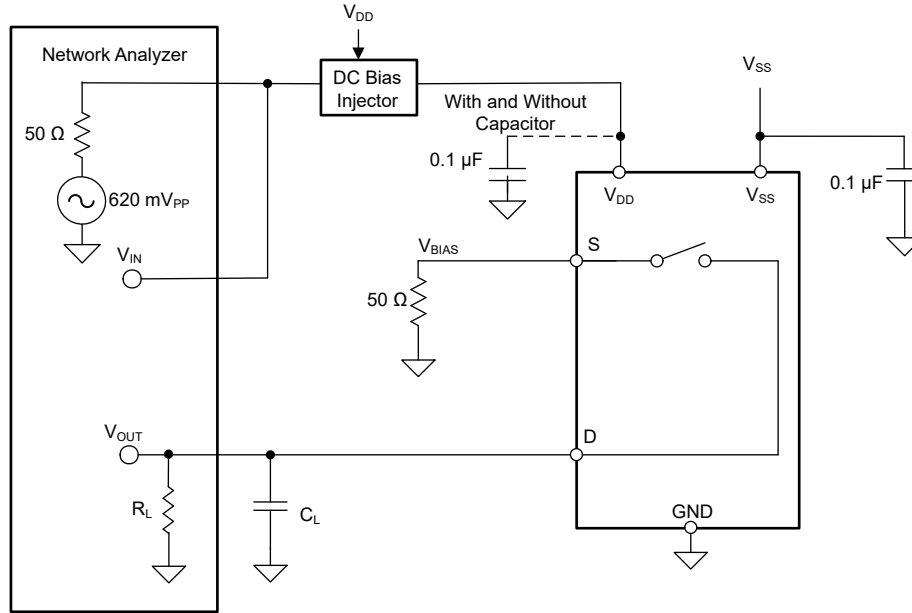


図 7-11. AC PSRR 測定時の構成

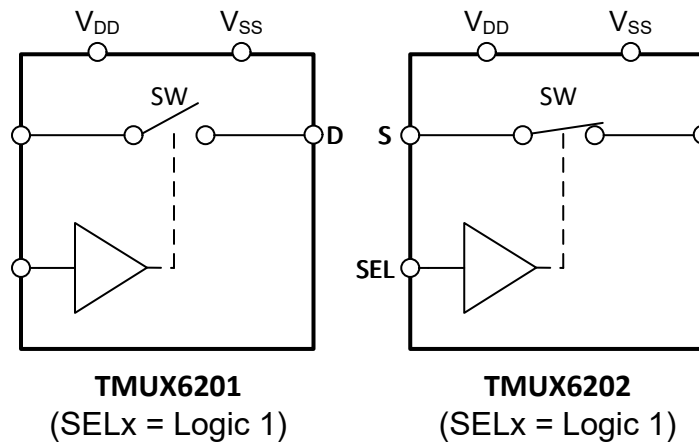
$$PSRR = 20 \times \text{Log} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad (4)$$

8 詳細説明

8.1 概要

TMUX620x は、1:1、1 チャンルのスイッチです。選択ピンの状態に基づいて、スイッチ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

TMUX620x は、ソース (S) からドレイン (D)、またはドレイン (D) からソース (S) への双方向で良好な動作を提供します。このスイッチは両方向で非常に類似した特性を持ち、アナログ信号とデジタル信号の両方をサポートします。

8.3.2 レール・ツー・レール動作

TMUX620x の信号パスでは、入出力電圧として V_{SS} から V_{DD} までの範囲が有効です。

8.3.3 1.8V ロジック互換入力

TMUX620x は、すべてのロジック制御入力の 1.8V ロジック互換制御を備えています。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デバイスと連結できるので、外部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。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 ロジック・ピン内蔵のプルダウン抵抗

TMUX6201 および TMUX6202 には、内部の弱いプルダウン抵抗が GND に接続されており、ロジック・ピンが浮動のままにならないようにしています。このプルダウン抵抗の値は約 $4M\Omega$ ですが、より高電圧では約 $1\mu A$ にクランプされます。この機能は、外部コンポーネントを統合し、システムのサイズとコストを削減します。

8.3.5 フェイルセーフ・ロジック

TMUX620x は、制御入力ピン (SEL) でフェイルセーフ・ロジックをサポートしているため、電源ピンの状態に関係なく、グランドより最大 36V 高い電圧で動作できます。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・ロジック機能により V_{DD} および $V_{SS} = 0V$ の間、TMUX620x のロジック入力ピンを +36V に上昇させることができます。ロジック制御入力は、電源オフ状態で +36V までの正のフォルトから保護されますが、負の過電圧条件に対する保護は行いません。

8.3.6 ラッチアップ・フリー

ラッチアップとは、電源ピンとグランドの間に低インピーダンスのパスが作成される条件のことです。この条件はトリガ (電流注入または過電圧) によって発生しますが、アクティブ化されると、トリガが存在しなくなっても低インピーダンスのパスが維持されます。この低インピーダンスのパスは、過剰な電流レベルが原因で、システムのアップセットや致命的な損傷を引き起こす可能性があります。ラッチアップ状態では通常、低インピーダンスのパスを除去するためにパワー・サイクルが必要です。

TMUX620x ファミリのデバイスは、シリコン・オン・インシュレータ (SOI) ベースのプロセスで構築されており、寄生構造が形成されないよう、各 CMOS スwitch の PMOS と NMOS トランジスタの間に酸化膜を追加します。酸化膜は絶縁トレンチとも呼ばれ、過電圧または電流注入によるラッチアップ・イベントのトリガを防止します。このラッチアップ・フリーという特長により、TMUX620x スwitch およびマルチプレクサ・ファミリは過酷な環境でも使用できます。

8.3.7 超低電荷注入

図 8-1 に、TMUX620x デバイスの伝送ゲートトポロジの採用方法を示しています。NMOS および PMOS に関連する浮遊容量の不整合が発生すると、スイッチを開閉するたびに出力レベルが変化します。

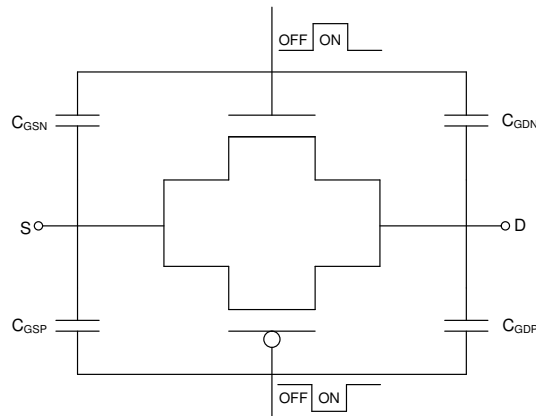


図 8-1. 伝送ゲート トポロジ

TMUX620x には、ドレイン (Dx) への電荷注入を低減するための専用アーキテクチャが搭載されています。敏感なアプリケーションでの電荷注入をさらに低減するために、ソース (S) に補償コンデンサ (Cp) を追加できます。これにより、スイッチの遷移からドレイン (D) ではなくソース (S) の補償コンデンサへ余分な電荷が流れます。一般的に、Cp はドレイン (D) の等価負荷容量よりも 20 倍大きい必要があります。図 8-2 に、ソース側のさまざまな補償コンデンサによる電荷注入の変動を示します。このプロットは、TMUX62xx ファミリの一部として、100pF の負荷容量を持つ TMUX6219 でキャプチャしたものです。

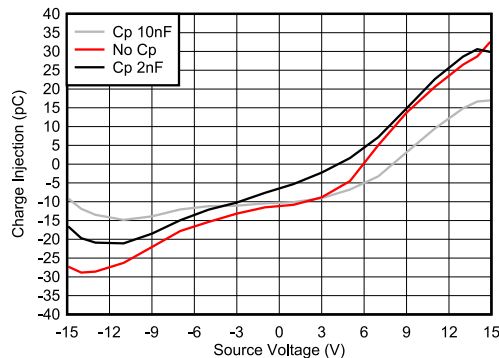


図 8-2. 電荷注入補償

8.4 デバイスの機能モード

TMUX620x の SEL ピンが High になると、スイッチが閉じます。SEL ピンが Low になると、スイッチが開きます。制御ピンの電圧は最大 36V です。

TMUX620x の動作には、電源デカップリング コンデンサを除き、一切の外部コンポーネントが不要です。SEL ピンには、4MΩ の内部プルダウン抵抗があります。『低速または浮動状態の 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、未使用の場合、SEL ピンは GND に接続する必要があります。

8.5 真理値表

表 8-1 に、TMUX620x の真理値表を示します。

表 8-1. TMUX620x 真理値表

SEL	選択したソースをドレイン (D) に接続 – TMUX6201	選択したソースをドレイン (D) に接続 – TMUX6202
0	S	すべてのソースがオフ (HI-Z)
1	すべてのソースがオフ (HI-Z)	S

9 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・インスツルメンツではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。また、お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

9.1 アプリケーション情報

TMUX620x は、高精度スイッチおよびマルチプレクサのデバイス・ファミリの製品です。TMUX620x は、低 RON、低オン/オフ・リーク電流、超低電荷注入性能を実現します。これらの特性から、TMUX620x は 2 つの入力または出力のいずれかを選択する必要がある高精度の産業用システムの実装に理想的になります。

9.2 代表的なアプリケーション

9.2.1 TIA フィードバック・ゲイン・スイッチ

TMUX620x のアプリケーションの 1 つは、ディスクリート・トランスインピーダンス・アンプ (TIA) の実装でフィードバックを構成することです。多くの場合、TIA はフォトダイオード入力などのアプリケーションで使用され、ADC またはマイコン / プロセッサに入力されます。フォトダイオード入力の予想強度と必須精度に応じて、複数のゲイン・レベルが必要です。TMUX620x のようなスイッチを使用すると、異なるゲイン値を選択でき、アンプのレベルが変化します。このソリューションはスケーリング可能ですが、複数のゲイン・オプションに必要なだけ多くの機能を使用できます。

図 9-1 に、複数のゲインを有効にする高精度オペアンプを搭載した TMUX620x を示します。

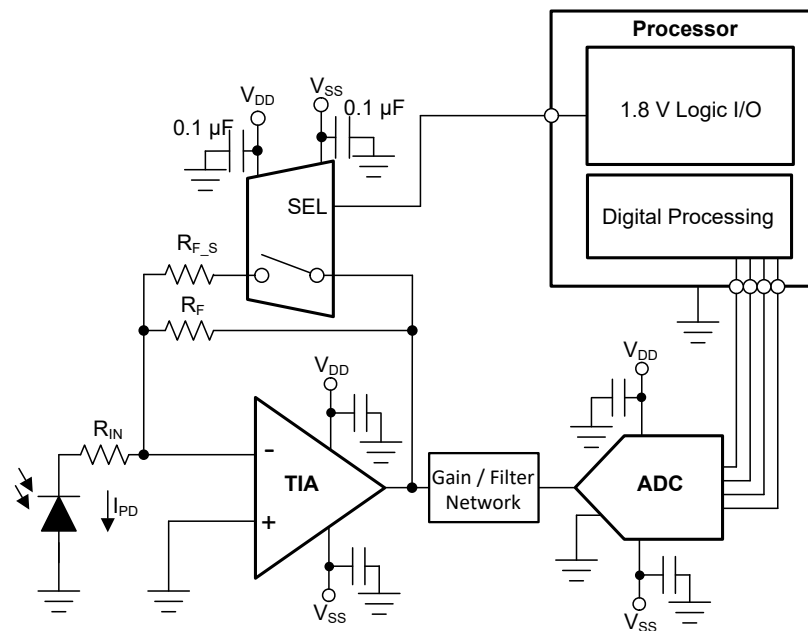


図 9-1. TIA フィードバック制御

9.2.1.1 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})	15V
電源電圧 (V_{SS})	-15V
マルチプレクサ I/O 信号範囲	-15V~15V (レールツーレール)
制御入力のロジック スレッシュホールド	1.8V 互換 (最大 V_{DD})

9.2.1.2 詳細な設計手順

図 9-1 に、TIA アンプのゲインを選択するために TMUX620x を使用する方法を示すアプリケーションを示します。ここでは、 R_F を使用して開ループ構成を防止します。誤差を最小限に抑えるため、スイッチの R_{ON} は潜在的な誤差に応じて線形にスケールされるため R_{F_S} よりもずっと小さくする必要があります。

TMUX620x は、制御入力で 1.8V のロジック信号をサポートできるため、FPGA または MCU の低ロジック制御とのインターフェイスが可能です。TMUX620x の動作には、電源デカップリング コンデンサを除き、一切の外部コンポーネントが不要です。選択ピンには内部プルダウン抵抗があり、浮動入力ロジックを防止します。スイッチへのすべての入力は、信号範囲や連続電流を含め、TMUX620x の推奨動作条件内に収まっている必要があります。この設計では、 V_{DD} の正電源電圧が 15V、 V_{SS} の負電源電圧が -15V である場合、信号範囲は 15V~-15V になります。最大連続電流 (I_{DC}) は 330mA までです (広範囲の電流測定については、セクション 6.4 セクションを参照)。

9.2.1.3 アプリケーション曲線

TMUX620x のオンおよびオフ時のリーク電流が小さく、電荷注入性能が非常に低いため、このデバイスは高精度の産業用システムの実装に理想的です。TMUX620x には、ソース (S_x) への電荷注入を低減するための専用アーキテクチャが含まれています (詳細については、セクション 8.3.7 を参照)。図 9-2 に TMUX620x の電荷注入とソース電圧の関係を示します。

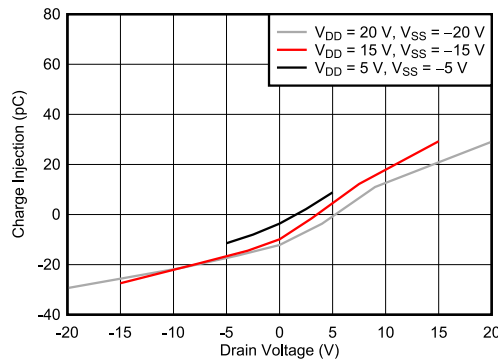


図 9-2. 電荷注入とソース電圧との関係

9.3 電源に関する推奨事項

TMUX620x は、 $\pm 4.5V \sim \pm 18V$ (単一電源モードで $4.5V \sim 36V$) の広い電源電圧範囲で動作します。また、このデバイスは $V_{DD} = 12V$ 、 $V_{SS} = -5V$ などの非対称電源でも適切に動作します。

電源のバイパスによって、ノイズ・マージンが向上し、電源レールから他の部品へのスイッチング・ノイズの伝搬が防止されます。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} ピンおよび V_{SS} ピン両方からグランドに対し、 $0.1\mu F \sim 10\mu F$ の範囲の電源デカップリング・コンデンサをそれぞれ使用してください。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・プレーンやパワー・プレーンへの接続も改善されます。電源をオンにする前に、必ずグランド (GND) 接続が確立されていることを確認してください。

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 9-3 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。

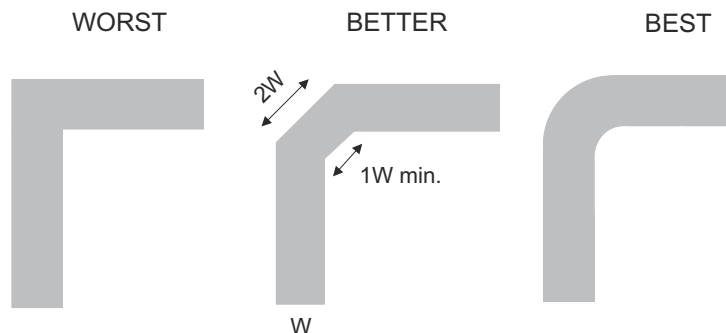


図 9-3. パターン例

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めています。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 9-4 に、TMUX620x 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。

- 確実な動作を保証するため、 V_{DD}/V_{SS} と GND の間に $0.1\mu F \sim 10\mu F$ の範囲のデカップリング・コンデンサを接続します。 $0.1\mu F$ と $1\mu F$ のコンデンサを推奨します。この場合、最小値のコンデンサをピンのできるだけ近くに配置します。電源電圧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。デジタル・パターンとアナログ・パターンの交差は可能な限り避け、必要な場合には、必ず直交させてください。
- 並列に複数のビアを使用すると、インダクタンス全体が低減でき、さらにグランド・プレーンへの接続も改善されます。

9.4.2 レイアウト例

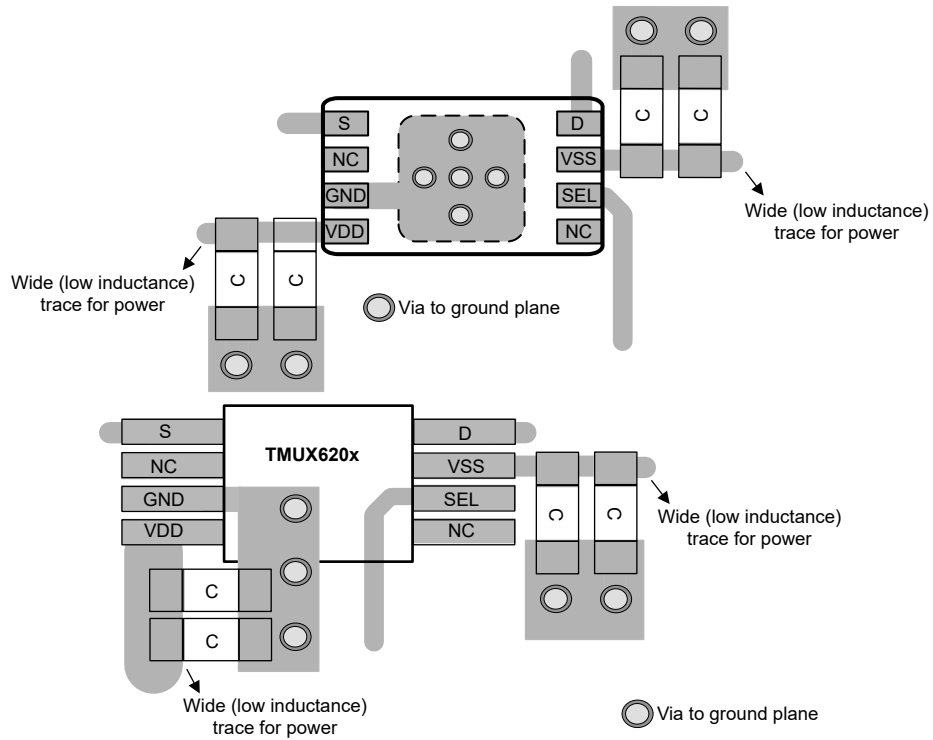


図 9-4. TMUX620x レイアウト例

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、『[低 CON マルチプレクサにおける安定性の問題の改善](#)』アプリケーション・ブリーフ
- テキサス・インスツルメンツ、『[自動テスト機器での信号測定精度の向上](#)』アプリケーション・ブリーフ
- テキサス・インスツルメンツ、『[マルチプレクサおよび信号スイッチの用語集](#)』アプリケーション・レポート
- テキサス・インスツルメンツ、『[QFN/SON の PCB 実装](#)』アプリケーション・レポート
- 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](#)』アプリケーション・レポート
- 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よる設計の簡素化](#)』アプリケーション・ブリーフ
- テキサス・インスツルメンツ、『[高電圧アナログ・マルチプレクサのシステムレベル保護](#)』アプリケーション・レポート
- テキサス・インスツルメンツ、『[真の差動、4 x 2 MUX、アナログ・フロント・エンド、同時サンプリング ADC 回路](#)』アプリケーション・レポート

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。[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。

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 A (March 2023) to Revision B (September 2024)	Page
• TMUX7213 のブレイク・ビフォー・メイクの時間遅延を含める.....	7
• 真理値表の情報を更新.....	27
• 「パワー・アンプ・ゲート・ドライバ」の図を更新	28

Changes from Revision * (November 2022) to Revision A (March 2023)	Page
• データシートのステータスを以下のように変更:「事前情報」から「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、指定のデバイスについて利用可能な最新のデータです。このデータは予告なく変更されることがあり、ドキュメントが改訂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。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

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)
TMUX6201RQXR	Active	Production	WSON (RQX) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	H201
TMUX6201RQXR.B	Active	Production	WSON (RQX) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	H201
TMUX6202RQXR	Active	Production	WSON (RQX) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	H202
TMUX6202RQXR.B	Active	Production	WSON (RQX) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	H202

(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.

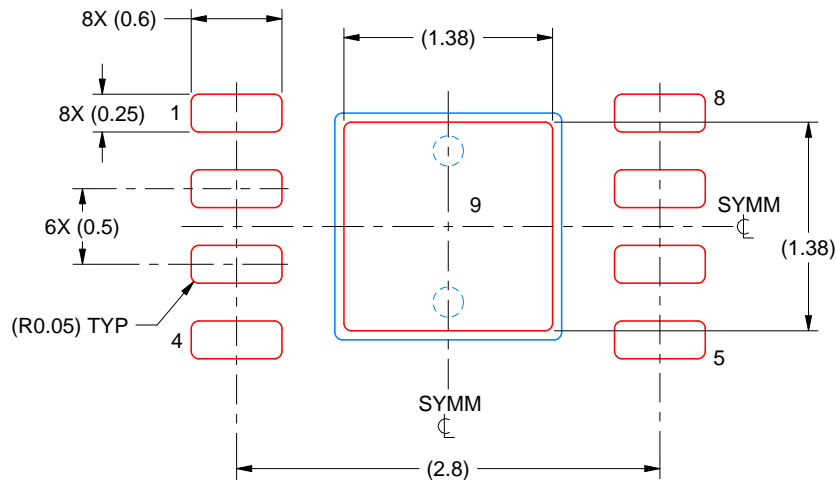
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RQX0008B

WSON - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



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

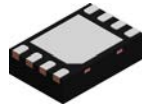
EXPOSED PAD 9
85% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4232251/A 09/2025

NOTES: (continued)

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

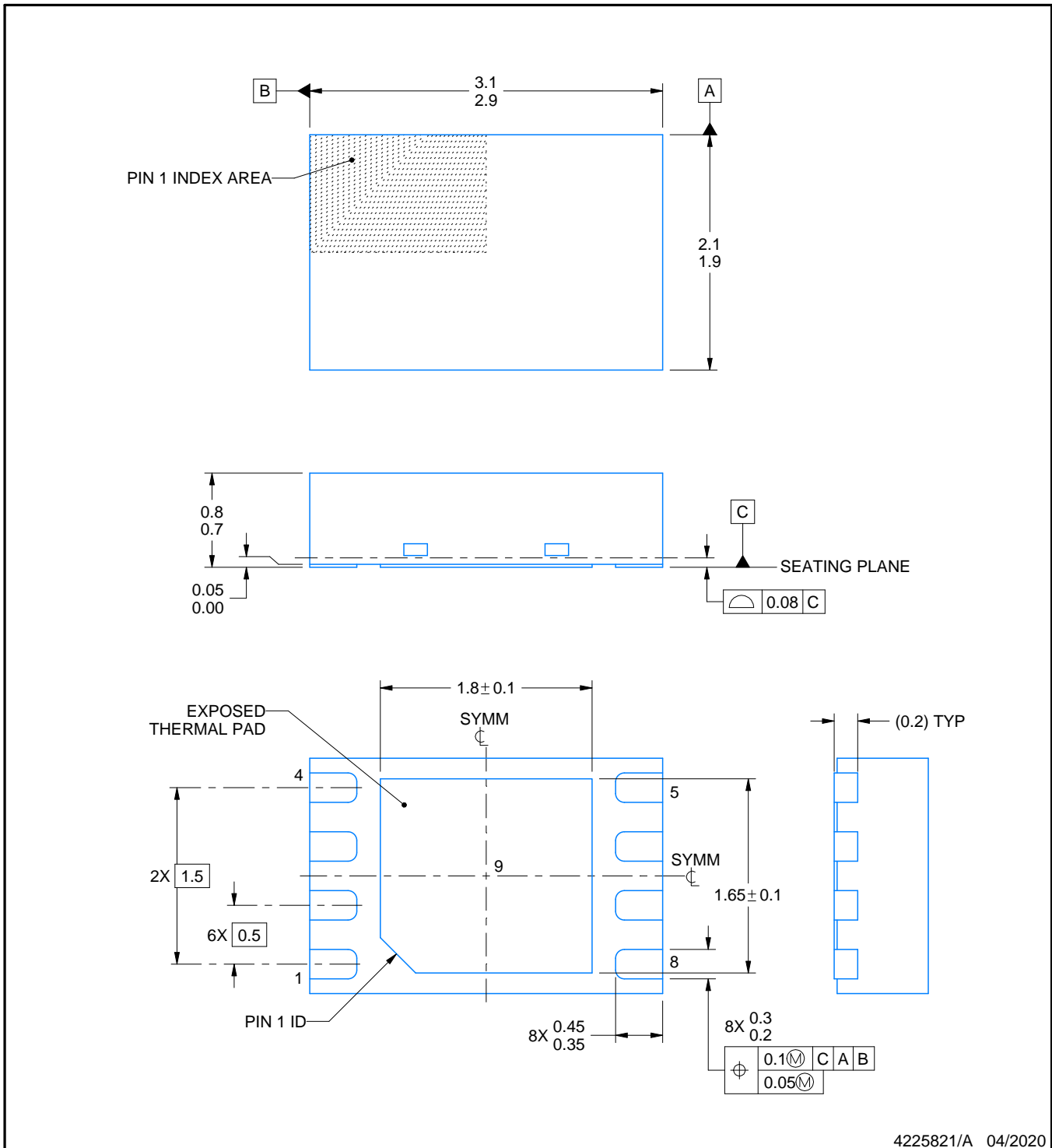
RQX0008A



PACKAGE OUTLINE

WSON - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



4225821/A 04/2020

NOTES:

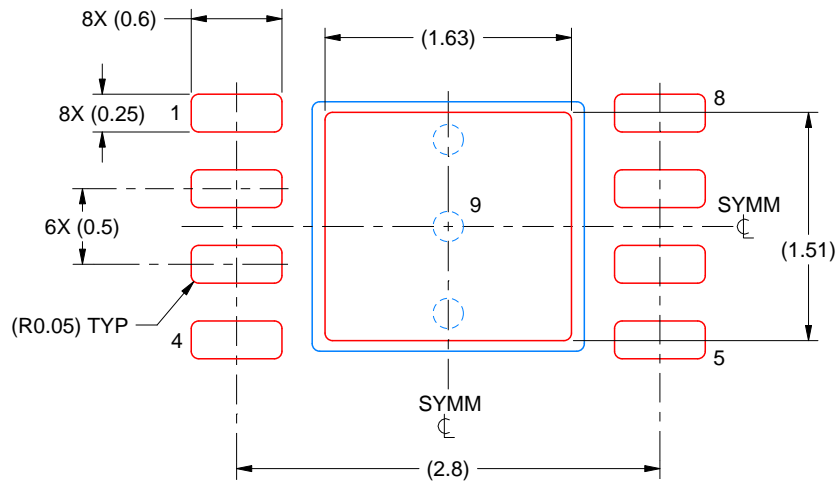
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RQX0008A

WSON - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



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

EXPOSED PAD 9
83% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4225821/A 04/2020

NOTES: (continued)

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

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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月