

4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

概要

MAX1564はトリプル、電流制限USBスイッチで、4mm x 4mmの省スペース、16ピンTQFNパッケージで提供されます。各チャネルはUSBポートのIEC規格に完全準拠しています。このデバイスは、各出力から最大1.2Aを供給することができます。MAX1564は、短絡や過負荷状態が長時間に及んだ場合にジャンクション温度を制限するサーマルシャットダウンなど複数の保護機能を備えています。逆電流保護回路は、スイッチの状態に関係なく出力から入力への電流流出を阻止します。このICは、過負荷から入力電源を保護する高精度のユーザプログラマブルな電流制限回路を内蔵しています。

MAX1564の各出力は、出力が20ms以上の間、短絡されるとスイッチをラッチオフする短絡保護を備えているため、システム電力が節減されます。さらに、自動再起動によって、25mAの電流で短絡出力が検査され、短絡の解消時期が判断されて、次に出力が自動的に再起動されます。個別のオープンドレイン障害信号は、内部電流制限値に達したことをマイクロプロセッサに通知します。20msのフォルトブランキング機能によって、瞬時的な障害(容量性負荷にホットスワップする際に発生する障害など)を無視することができます。この機能のために、ホストシステムへの誤警報の発行が回避されます。また、ブランキング機能は、デバイス起動時の誤った障害信号を阻止します。

アプリケーション

USBポート

USBハブ

ノートブックコンピュータ

デスクトップコンピュータ

ドッキングステーション

特長

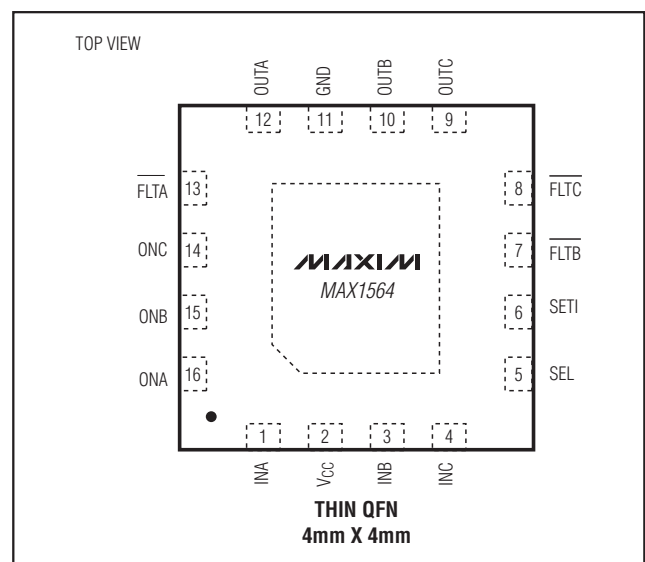
- ◆ 4mm x 4mmの小型16ピンTQFNパッケージ
- ◆ 逆電流阻止
- ◆ プログラマブルな電流制限値
- ◆ 障害解消時の自動再起動
- ◆ 高精度電流制限：12%
- ◆ 1出力当たりの最大負荷電流：1.2A
- ◆ 熱過負荷保護
- ◆ 20msのフォルトブランキング内蔵
- ◆ USB規格に完全準拠
- ◆ 入力電源範囲：2.7V~5.5V
- ◆ 個別の障害インジケータ出力
- ◆ アクティブハイ/アクティブロー選択端子
- ◆ ±15kV ESD保護(コンデンサ法)

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1564ETE	-40°C to +85°C	16 Thin QFN-EP* 4mm x 4mm

*EP = エクスポートパッド

ピン配置



4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN ₋ , ON ₋ , OUT ₋ , SEL, V _{CC} to GND (Note 1).....	-0.3V to +6V	Continuous Power Dissipation 16-Pin 4mm x 4mm Thin QFN (derate 16.9mW/°C above +70°C).....	1349mW
FLT ₋ , SET1 to GND	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)		
IN ₋ to OUT ₋ (when disabled, Note 2)	-6V to +6V	Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
IN ₋ to OUT ₋ (when enabled, Note 3).....	-1.5A to +2.3A	Junction Temperature	+150°C
FLT ₋ Sink Current.....	20mA	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
		Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

- Note 1:** INA, INB, INC, and V_{CC} must be connected together externally.
Note 2: Reverse current (current from OUT₋ to IN₋) is blocked when disabled.
Note 3: Forward and reverse current are internally limited.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{IN-} = V_{CC} = V_{SEL} = V_{ON-} = 5V, R_{SET1} = 26.1kΩ, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range			2.75		5.50	V
Switch On-Resistance	V _{IN-} = V _{CC} = 5V, T _A = +25°C		60			mΩ
	V _{IN-} = V _{CC} = 3V, T _A = +25°C		80			
	V _{IN-} = V _{CC} = 5V, T _A = -40°C to +85°C		30		100	
IN Standby Supply Current	V _{ON-} = 0V			3	7.5	μA
IN Quiescent Supply Current	I _{OUT-} = 0A	V _{ONA} = 5V, V _{ONB} = V _{ONC} = 0V		40	80	μA
		V _{ONA} = V _{ONB} = 5V, V _{ONC} = 0V		55	100	
		V _{ONA} = V _{ONB} = V _{ONC} = 5V		60	120	
OUT ₋ Off-Leakage Current	V _{ON-} = 0V, V _{OUT-} = 0V			0.02	10	μA
Undervoltage-Lockout Threshold	V _{IN-} rising, 3% hysteresis		2.2	2.5	2.7	V
Continuous Load Current			1.2			A
Current-Limit Threshold	R _{SET1} = 26.1kΩ		1.20	1.37	1.54	A
	R _{SET1} = 39.2kΩ		0.79	0.91	1.03	
	R _{SET1} = 60.4kΩ		0.49	0.59	0.68	
Short-Circuit Current Limit (Peak Amps)	V _{OUT-} = 0V	R _{SET1} = 26.1kΩ	1.46	1.8	2.20	A
		R _{SET1} = 39.2kΩ	1.2			
		R _{SET1} = 60.4kΩ	0.77			
Short-Circuit Current Limit (RMS Amps)	V _{OUT-} = 0V	R _{SET1} = 26.1kΩ	0.55			A(RMS)
		R _{SET1} = 39.2kΩ	0.37			
		R _{SET1} = 60.4kΩ	0.23			
Short-Circuit/Continuous Current-Limit Transition Output Voltage Threshold	(Note 5)			1		V

4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN_} = V_{CC} = V_{SEL} = V_{ON_} = 5V$, $R_{SET1} = 26.1k\Omega$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Current-Limit Fault-Blanking Timeout Period	From current-limit condition to $\overline{FLT_}$ low	10	20	40	ms
Turn-On Delay	$R_{OUT_} = 10\Omega$, $C_{OUT_} = 1\mu F$, measured from $ON_$ high to 10% of $V_{OUT_}$	0.5	1.5	4.0	ms
Output Rise Time	$R_{OUT_} = 10\Omega$, $C_{OUT_} = 1\mu F$, measured from 10% to 90% of $V_{OUT_}$		3.5		ms
Turn-Off Delay Time	$R_{OUT_} = 10\Omega$, $C_{OUT_} = 1\mu F$, measured from $ON_$ low to 90% of $V_{OUT_}$		100	1000	μs
Output Fall Time	$R_{OUT_} = 10\Omega$, $C_{OUT_} = 1\mu F$, measured from 90% to 10% of $V_{OUT_}$		4.0		ms
Thermal Shutdown Threshold	10°C hysteresis		+160		$^{\circ}C$
Logic-Input High Voltage (ONA, ONB, ONC, SEL)	$V_{IN_} = 2.7V$ to $4.0V$	1.6			V
	$V_{IN_} = 4.0V$ to $5.5V$	2.0			
Logic-Input Low Voltage (ONA, ONB, ONC, SEL)	$V_{IN_} = 2.7V$ to $4.0V$			0.6	V
	$V_{IN_} = 4.0V$ to $5.5V$			0.8	
Logic-Input Current		-1		+1	μA
$\overline{FLT_}$ Output Low Voltage	$I_{SINK} = 1mA$			0.4	V
$\overline{FLT_}$ Output High Leakage Current	$V_{\overline{FLT_}} = 5.5V$			1	μA
SET1 Output Voltage			600		mV
SET1 External Resistor Range	26.1k Ω sets 1.37A maximum current limit	26		60	k Ω
OUT_ Auto-Restart Current	In latched-off state, $V_{OUT_} = 0V$	10	25	50	mA
OUT_ Auto-Restart Threshold	In latched-off state, $V_{OUT_}$ rising	0.4	0.5	0.6	V
OUT_ Auto-Restart Delay Time	In latched-off state, $V_{OUT_} > 1V$	10	20	40	ms
Reverse Current Detection Threshold			0.9		A
Reverse Current Detection Blank Time		10	20	40	ms

Note 4: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design and characterization and not production tested.

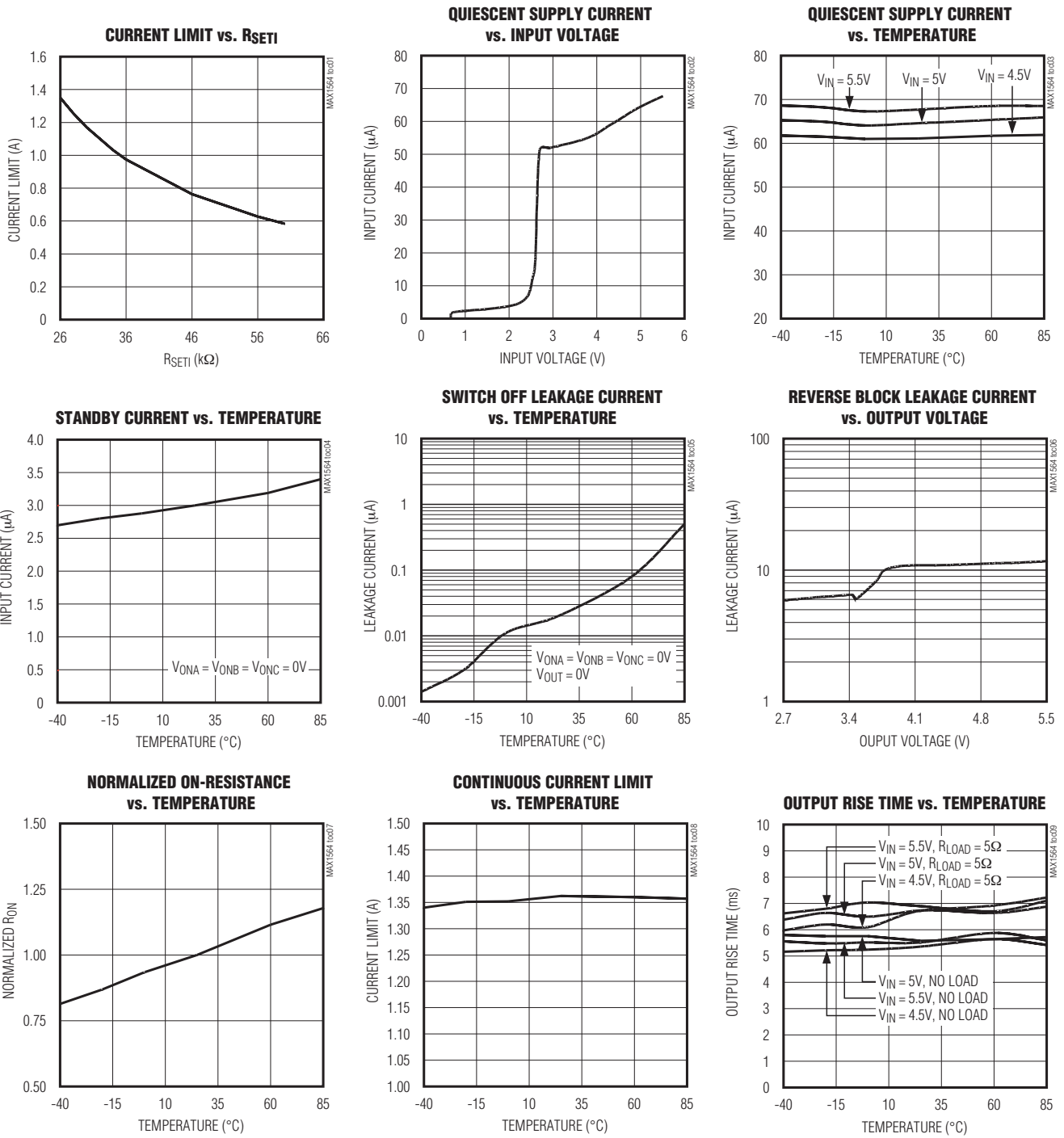
Note 5: The output voltage at which the device transitions from short-circuit current limit to continuous current limit.

4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

標準動作特性

(Circuit of Figure 1, $V_{INA} = V_{INB} = V_{INC} = V_{SEL} = V_{ONA} = V_{ONB} = V_{ONC} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

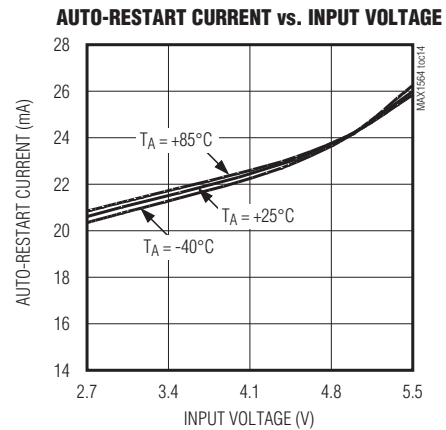
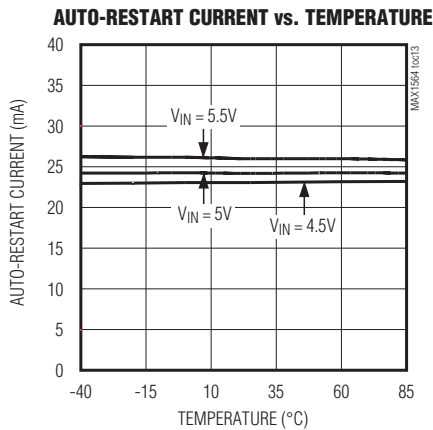
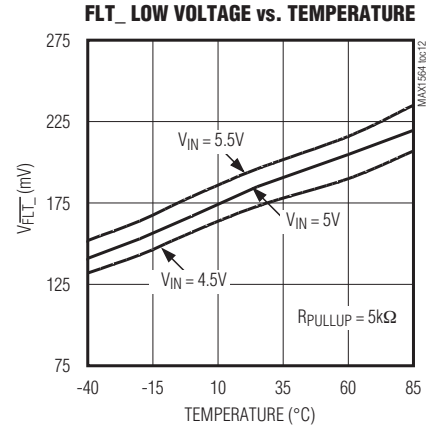
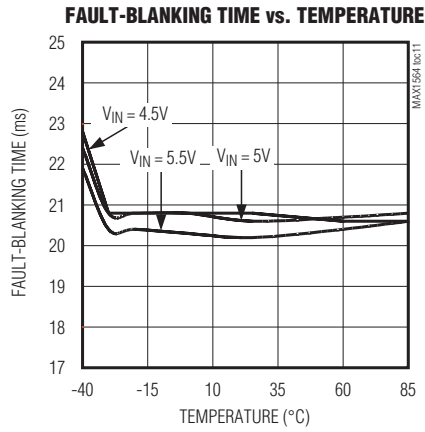
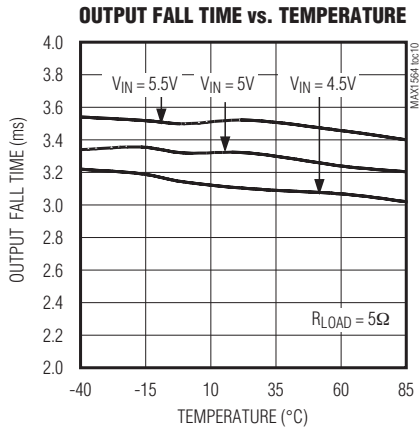


4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, $V_{IN A} = V_{IN B} = V_{IN C} = V_{SEL} = V_{ONA} = V_{ONB} = V_{ONC} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

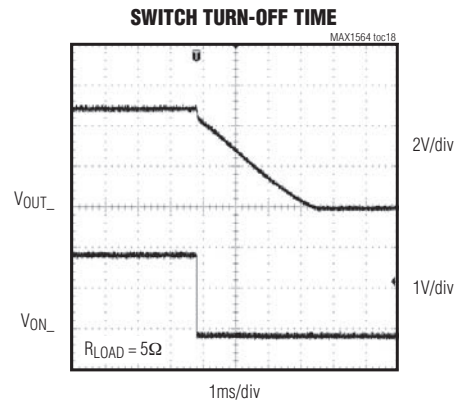
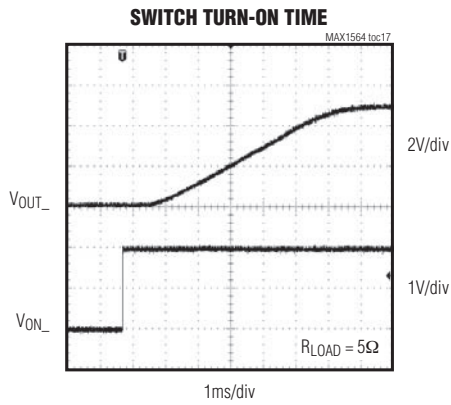
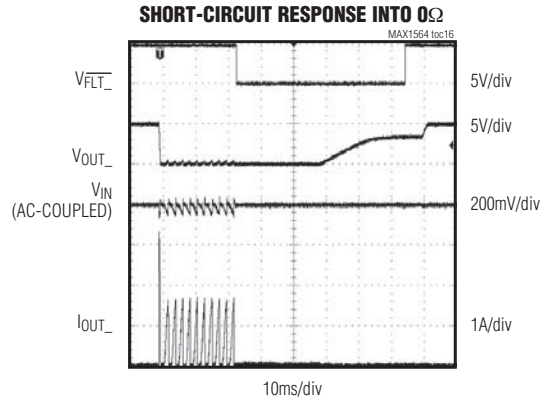
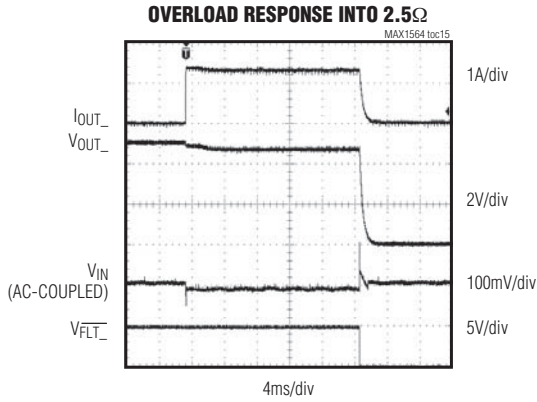


4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, $V_{INA} = V_{INB} = V_{INC} = V_{SEL} = V_{ONA} = V_{ONB} = V_{ONC} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

端子説明

端子	名称	機能
1	INA	OUTAの入力電源。OUTAに電源供給します。INA、INB、INC、およびV _{CC} は、外部で一緒にして接続する必要があります。0.1μFコンデンサでGNDにバイパスしてください。必要に応じて、コンデンサを追加することができます。
2	V _{CC}	MAX1564の入力電源、ICに電源供給します。INA、INB、INC、およびV _{CC} は、外部で一緒にして接続する必要があります。
3	INB	OUTBの入力電源。OUTBに電源供給します。INA、INB、INC、およびV _{CC} は、外部で一緒にして接続する必要があります。
4	INC	OUTCの入力電源。OUTCに電源供給します。INA、INB、INC、およびV _{CC} は、外部で一緒にして接続する必要があります。
5	SEL	極性制御入力。ONA、ONB、およびONCの極性を選択します。ON_入力をアクティブハイとする場合は、V _{CC} に接続してください。ON_入力をアクティブローとする場合は、GNDに接続してください。
6	SETI	電流制限値の設定入力。26kΩ~60kΩの範囲の抵抗をSETIとGNDの間に接続してください。 $I_{LIM} = 1.37A \times 26.1k\Omega / R_{SETI}$ として計算することができます。
7	FLTB	スイッチBの障害インジケータ出力。FLTBは、INBがUVLOスレッショルドを下回る場合、スイッチBが20msを超えて電流制限状態にある場合、またはスイッチBがサーマルシャットダウン状態の場合に、ローになるオープンドレイン出力です。
8	FLTC	スイッチCの障害インジケータ出力。FLTCは、INCがUVLOスレッショルドを下回る場合、スイッチCが20msを超えて電流制限状態の場合、またはスイッチCがサーマルシャットダウン状態の場合に、ローになるオープンドレイン出力です。
9	OUTC	スイッチCの出力。OUTCは、シャットダウンの間はハイインピーダンスです。
10	OUTB	スイッチBの出力。OUTBは、シャットダウンの間はハイインピーダンスです。
11	GND	グラウンド。グラウンドをICの真下でエクスポーズドパッドに接続します。
12	OUTA	スイッチAの出力。OUTAは、シャットダウンの間はハイインピーダンスです。
13	FLTA	スイッチAの障害インジケータ出力。FLTAは、INAがUVLOスレッショルドを下回る場合、スイッチAが20msを超えて電流制限状態にある場合、またはスイッチAがサーマルシャットダウン状態の場合に、ローになるオープンドレイン出力です。
14	ONC	スイッチCの制御入力。ONCは、SELがV _{CC} に接続されている場合はアクティブハイで、SELがGNDに接続されている場合はアクティブローです。
15	ONB	スイッチBの制御入力。ONBは、SELがV _{CC} に接続されている場合はアクティブハイで、SELがGNDに接続されている場合はアクティブローです。
16	ONA	スイッチAの制御入力。ONAは、SELがV _{CC} に接続されている場合はアクティブハイで、SELがGNDに接続されている場合はアクティブローです。
—	EP	エクスポーズドパッド。熱電力消費を改善するには、エクスポーズドパッドを広いグラウンドプレーンに接続してください。

詳細

低電圧ロックアウト(UVLO)および入力電圧要件

MAX1564は、起動およびブラウンアウト状態時、入力電圧がローの場合に、スイッチの誤動作を防止する低電圧ロックアウト(UVLO)回路を内蔵しています。このICは、入力電圧が2.5V (typ)を下回るとディセーブルされます。FLT_は、UVLO状態時にローをアサートします。

電流制限障害保護

MAX1564は2つの方式によって、過電流状態から回路を保護します。過電流が起こった時にICはスイッチの

出力電圧を検出し、連続電流制限または短絡電流制限のいずれかを選択します。V_{OUT_}が1Vを超えると、このデバイスは連続電流制限モードで動作し、出力電流をユーザ設定レベルに抑制します。V_{OUT_}が1Vを下回ると、このデバイスは短絡電流制限モードで動作し、選択した電流制限値を30% (typ)上回るレベルに出力電流をパルス出力します。いずれかの障害状態が20ms (typ)の間、持続すると、出力がオフとなり、その障害フラグがアサートされます。短絡や過負荷が解消された20ms後に、出力は自動的に再起動します。

4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

自動再起動モード

MAX1564は、出力から25mAを流出して、出力電圧を監視して、短絡が解消されたことを検出します。出力側の電圧が20ms間、0.5Vを超えると、障害フラグがリセットされ、出力が再びオンとなり、25mAの電流供給をオフとします。アクティブ負荷は、0.5Vを下回る以下で供給されると測定可能な電流を流さないと考えられます。また、障害チャンネルのON_入力を変化させると、MAX1564を障害からリセットすることも可能です。

逆電流阻止

USB規格では、出力デバイスが電流をUSBポートに戻すことは許されていません。しかし、MAX1564は非準拠デバイスに安全に電源供給するように設計されています。チャンネルをイネーブルした通常動作時に、出力電圧が0.9A (typ)以上の逆電流を生成するのに十分なほど入力電圧を上回る場合は、ICはスイッチを即時ターンオフします。出力電圧状態が20ms (typ)以上の間、持続する場合は、スイッチはオフ状態を維持し、 \overline{FLT} フラグがアサートされます。いずれかのチャンネルがディセーブルされると、その出力はハイインピーダンス状態に切り替わり、出力から入力へ戻る逆電流の流れが阻止されます。

サーマルシャットダウン

各チャンネルの独立したサーマルシャットダウンによって、1つの負荷が障害状態でも正常な負荷に電源供給することができます。サーマル制限は20msのフォルトブランキングを備えていませんが、他の障害用に使用されるのと同じ障害ラッチを設定します。このラッチされた状態を抜け出す方法については、「自動再起動モード」の項に記載されています。

障害インジケータおよびフォルトブランキング

MAX1564は、スイッチごとに独立したオープンドレイン障害出力(\overline{FLT})を備えています。普通のアプリケーションでは100k Ω のプルアップ抵抗を通じて \overline{FLT} をIN_に接続してください。以下の状態のいずれかが発生すると、 \overline{FLT} はローをアサートします。

- 入力電圧がUVLOスレッショルドを下回る。
- スイッチジャンクション温度が、+160°Cのサーマルシャットダウン温度制限値を超える。
- フォルトブランキング期間(20ms typ)の経過後に、スイッチが電流制限または短絡電流制限モード状態にある。

- フォルトブランキング期間の経過後に、逆電流状態が存続する。

障害状態が解消されてから20ms遅延して、 \overline{FLT} 出力はハイインピーダンスになります。MAX1564の入力バイパス容量によって、グリッチが \overline{FLT} 出力をトリガしないようにしてください。大きい容量性負荷を短絡や持続的な過負荷と区別するために、MAX1564はスイッチごとに独立したフォルトブランキング回路を内蔵しています。負荷過渡によって出力が電流制限に入ると、内部カウンタが障害の持続時間を測定します。20msのフォルトブランキング期間を超える負荷障害の場合は、スイッチはオフとなり、 \overline{FLT} はローをアサートし、出力は自動再起動モードに入ります(「電流制限障害保護」および「自動再起動モード」の項を参照)。電流制限および短絡障害だけがブランクされます。サーマル過負荷障害およびUVLOスレッショルドを下回る入力電圧の場合は、障害出力は即時オフとされ、 \overline{FLT} はローにアサートされます。

フォルトブランキングは、MAX1564はUSB規格に完全準拠しないUSB負荷を処理することができる場合があります。MAX1564は、上流の電源を保護しながら、追加バイパス容量や大起動電流によってUSB負荷に正常に電源供給します。出力電圧が20msのブランキング期間以内に公称電圧まで達した場合は、障害は通知されません。

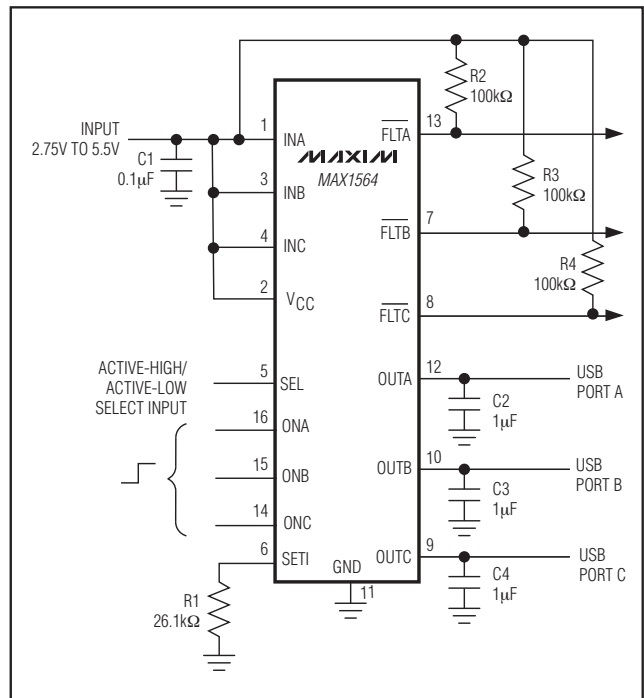


図1. 標準アプリケーション回路

4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

アプリケーション情報

電流制限値の設定

MAX1564の電流制限値は、SET1入力を使ってユーザ設定が可能です。電流制限値を設定するには、抵抗器をSET1とGND (R1)の間に接続してください。R1の値は、次のように計算されます。

$$I_{LIMIT} = 1.37A \times 26.1k\Omega / R1$$

R1は、26k Ω ~60k Ω の範囲としなければなりません。

入力コンデンサ

瞬時出力負荷過渡時に入力電圧降下を抑制するには、コンデンサをIN_とグラウンドの間に接続してください。ローカルデカップリングには0.1 μ Fのセラミックコンデンサが必要です。しかし、もっと大きいコンデンサ値は入力の電圧降下をさらに抑制します。誘導性負荷の駆動時は、大きい容量ほど、電圧スパイクがMAX1564の絶対最大定格を超えることを防ぎます。

出力コンデンサ

最大2000 μ Fのコンデンサを出力に使用して、過渡電圧を円滑化したり、または立上り/立下り時間を遅くしたり、あるいはその両方を行うことができます。さらに大きい出力容量を使用することができますが、起動時の出力充電時間がフォルトブランキング期間を超え、FLT_フラグ出力を生じるおそれがあります。

誘導性負荷の駆動

通常、多様なデバイス(マウス、キーボード、カメラ、およびプリンタ)がケーブルでUSBポートに接続されるため、誘導性要素が負荷に加わります。このインダクタンスによって、USBポートの出力電圧が負荷ステップ時に振動します。MAX1564は誘導性負荷を駆動します。しかし、デバイスの絶対最大定格を超えないように注意する必要があります。通常、負荷インダクタンスは比較的小さく、MAX1564の入力は、上流のレギュレータの大きなバルク容量およびローカルバイパスコンデンサを備えているため、オーバシュートが抑制されます。大きな負荷インダクタンスのために激しいリングングが発生する場合は、MAX1564の出力を+6V未満および-0.3Vよりプラスの値にクランプします。

ターンオンおよびターンオフ動作

通常動作状態ではゆっくりとしたターンオンおよびターンオフによって、上流電源ソースの負荷過渡が最小限に抑えられます。安全を最大化するために、障害状態(サーマル、短絡、およびUVLO)では急速なターンオフが実行されます。

表1. SEL/ON_の入力

SEL	ON_	OUT_STATE
High	High	Enabled
High	Low	Disabled
Low	High	Disabled
Low	Low	Enabled

SELによって、MAX1564のロジック入力のアクティブ極性が設定されます。各OUT_スイッチをイネーブルするには、ON_をSELと同じ電圧に接続します。各出力をディセーブルするには、ON_をSELと逆の電圧に接続します(表1参照)。ディセーブルされたスイッチの出力はハイインピーダンス状態に入ります。

レイアウトおよび放熱

有害な寄生インダクタンスの影響を低減し、スイッチ応答時間を出力短絡状態に対して最適化するには、すべての入出力トレースをできる限り短くします。入出力コンデンサをデバイスリードから5mm以内に配置してください。IN_およびOUT_を短いトレースでパワーバスに接続してください。また、IN_およびOUT_の広いパワーバスプレーンによって、優れた放熱が実現します。アクティブスイッチは、パッケージ温度がごくわずかしかな変動せず、ほとんど電力を消費しません。次のように、この状態の電力損失を計算してください。

$$P = I_{OUT}^2 \times R_{ON}$$

標準の動作電流($I_{OUT} = 0.5A$)およびスイッチの最大オン抵抗(100m Ω)の場合には、電力損失は次のようになります。

$$P = (0.5A)^2 \times 0.100\Omega = 25mW/\text{スイッチ}$$

1V以上の出力電圧で出力電流が電流制限スレッショルドより少しだけ低いときに、ワーストケースの電力損失が発生します。この場合は、各スイッチで損失する電力は、スイッチの両端間の電圧降下に電流制限値を乗算した値となります。

$$P = I_{LIM} \times (V_{IN} - V_{OUT})$$

5.5V入力および1V出力の場合は、スイッチ当たりの最大電力損失は次のようになります。

$$P = 1.54A \times (5.5V - 1V) = 6.9W$$

パッケージの電力損失は1349mWであるため、MAX1564のダイ温度は+160 $^{\circ}$ Cのサーマルシャットダウンスレッショルドを超える場合があります。この場合は、ジャンクション温度が10 $^{\circ}$ C冷却されるまで、スイッチ出力はシャットダウンになります。連続過負荷状態では、これによって周期的なオン/オフ状態が発生します。この状態のデューティサイクルおよび周期は、周囲温度およびプリント基板レイアウトに大きく依存します(「サーマルシャットダウン」の項を参照)。

4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

出力電流が電流制限スレッシュホールドを超えるか、または出力電圧が短絡検出スレッシュホールドを下回るように引き下げられると、MAX1564は20ms後に障害状態に入ります。この時点で、自動再起動モードがイネーブルされ、25mAが出力から供給されます。入力が5V、GNDに短絡されたOUT_、および自動再起動モードアクティブの場合は、電力損失は次のようになります。

$$P = 0.025A \times 5V = 0.125W$$

チップ情報

PROCESS: BiCMOS

パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesを参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
16 TQFN-EP	T1644-4	21-0139

4mm x 4mm、TQFNパッケージの トリプル1.2A USBスイッチ

MAX1564

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	4/01	初版	—
1	2/10	「特長」の項からUL認定申請中の項目を削除	1

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

Maximは完全にMaxim製品に組み込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maximは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 _____ 11