

USB電流制限スイッチ ピンコンパチブルパッケージに内蔵

概要

MAX1607は、障害ブランキングを内蔵した電流制限60mΩスイッチです。正確な固定0.7A~1.0A電流リミットを備えているため、USBアプリケーションに最適です。自己消費電流(14μA)及びスタンバイ電流(1μA)が低いため、ポータブルアプリケーションでバッテリーを節約できます。MAX1607は+2.7V~+5.5Vで動作するため、3V及び5Vアプリケーションに最適です。

過電流信号(OC)は、内部電流リミットに達したことをマイクロプロセッサに知らせます。10msの過電流ブランキング機能により、瞬間的な障害(容量性負荷へのホットスワップ等)を無視してホストシステムへの誤った警報を防止します。このブランキング機能は、素子のパワーアップ中にOC信号が発生するのを防ぐ役目も果たしています。

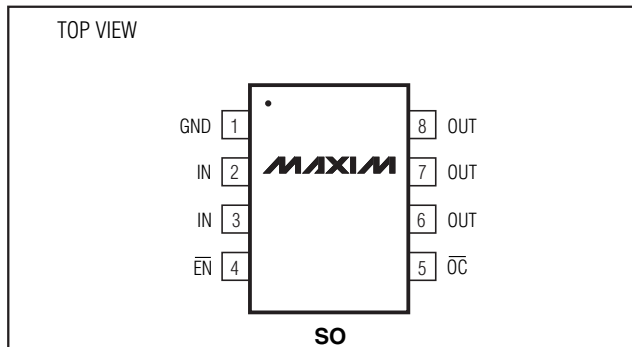
MAX1607は、USBポートを保護するためにいくつかの安全機能を備えています。内部サーマル過負荷保護機能は、電力消費とジャンクション温度を制限します。本素子は、入力電源を過負荷から守るために正確な内部電流制限回路を備えています。

MAX1607は、USBアプリケーション用のTexas Instruments社のTPS2014、TPS2015及びTPS2041のアップグレードピンコンパチブル製品です。同じチップを省スペースの10ピンMAXパッケージに内蔵した製品(MAX1693)は、次世代設計にご使用下さい。MAX1694はMAX1693に似ていますが、短絡状態が長時間続いた時にパワースイッチをターンオフするための内蔵ラッチを備えています。

アプリケーション

- ノートブックコンピュータ
- USBポート
- USBハブ
- ドッキングステーション

ピン配置



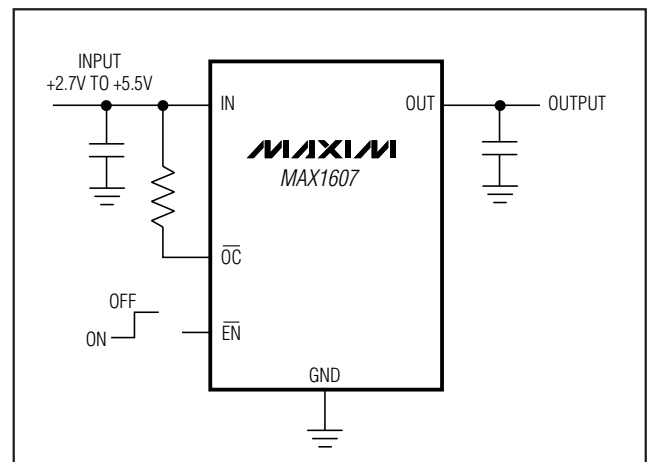
特長

- ◆ TPS2014、TPS2015及びTPS2041とピンコンパチブル
- ◆ 正確な電流リミット(0.7A min、1.0A max)
- ◆ 保証短絡保護：0.75A
- ◆ 10ms内部OCブランキングタイムアウト
- ◆ パワーアップ中に過電流(OC)信号なし
- ◆ ハイサイドMOSFET：125mΩ(max)
- ◆ 連続電流：500mA
- ◆ 短絡保護及びサーマル保護(過電流ロジック出力)
- ◆ スタートアップ時間：1ms
- ◆ 低電圧ロックアウト
- ◆ 自己消費電流：14μA
- ◆ スタンバイ消費電流：1μA(max)
- ◆ 電源電圧範囲：+2.7V~+5.5V
- ◆ UL認定番号：E211935

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1607ESA	-40°C to +85°C	8 SO

標準動作回路



USB電流制限スイッチ ピンコンパチブルパッケージに内蔵

MAX1607

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, $\overline{\text{EN}}$, $\overline{\text{OC}}$ to GND-0.3 to +6V
 OUT to GND-0.3V to ($V_{\text{IN}} + 0.3\text{V}$)
 Maximum Switch Current.....1.2A (internally limited)
 OUT Short-Circuit to GNDContinuous

Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 8-Pin SO (derate 5.88mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$).....471mW
 Operating Temperature Range (extended)..... -40°C to $+85^\circ\text{C}$
 Storage Temperature Range -65°C to $+150^\circ\text{C}$
 Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ\text{C}$

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

($V_{\text{IN}} = +5\text{V}$, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OPERATING CONDITION						
Input Voltage	V_{IN}		2.7		5.5	V
POWER SWITCH						
Switch Static Drain-Source On-State Resistance	$R_{\text{DS(ON)}}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	$V_{\text{IN}} = 4.4\text{V}$ to 5.5V	60	90	m Ω
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	$V_{\text{IN}} = 4.4\text{V}$ to 5.5V		125	
			$V_{\text{IN}} = 3\text{V}$	72	150	
Switch Turn-On Time	t_{ON}	$I_{\text{LOAD}} = 400\text{mA}$		80	200	μs
Switch Turn-Off Time	t_{OFF}	$I_{\text{LOAD}} = 400\text{mA}$	3	6	20	μs
ENABLE INPUT ($\overline{\text{EN}}$)						
$\overline{\text{EN}}$ High-Level Input Voltage	V_{IH}	$V_{\text{IN}} = 2.7\text{V}$ to 3.6V	2.0			V
		$V_{\text{IN}} = 3.7\text{V}$ to 5.5V	2.4			
$\overline{\text{EN}}$ Low-Level Input Voltage	V_{IL}	$V_{\text{IN}} = 2.7\text{V}$ to 5.5V			0.8	V
$\overline{\text{EN}}$ Input Current		$V_{\overline{\text{EN}}} = V_{\text{IN}}$ or GND	-1		1	μA
Start-Up Time		$V_{\text{IN}} = 5\text{V}$, $C_{\text{OUT}} = 150\mu\text{F}$ from $\overline{\text{EN}}$ driven low to 50% full V_{OUT}		1		ms
CURRENT LIMIT						
Overload Output Current	I_{LIMIT}	Force V_{OUT} to 4.5V	700	850	1000	mA
Short-Circuit Output Current	I_{SC}	OUT shorted to GND		500	700	mA
SUPPLY CURRENT						
Supply Current, Low-Level Input		$V_{\overline{\text{EN}}} = V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} = 5.5\text{V}$		0.001	1	μA
Supply Current, High-Level Input	I_{Q}	$V_{\overline{\text{EN}}} = \text{GND}$, $I_{\text{OUT}} = 0$	Timer not running	14	25	μA
			Timer running	35		
Supply Leakage Current		$V_{\overline{\text{EN}}} = V_{\text{IN}} = 5.5\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = \text{GND}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	0.01	2	μA
			$T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$		15	
UNDERVOLTAGE LOCKOUT						
Undervoltage Lockout	UVLO	Rising edge, 100mV hysteresis	2.0	2.4	2.6	V
OVERCURRENT ($\overline{\text{OC}}$)						
$\overline{\text{OC}}$ Output Low Voltage	V_{OL}	$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$, $V_{\text{IN}} = 3\text{V}$			0.4	V
$\overline{\text{OC}}$ Off-State Current		$V_{\text{IN}} = V_{\overline{\text{OC}}} = 5\text{V}$			1	μA
$\overline{\text{OC}}$ Blanking Timeout Period	t_{BL}	From overcurrent condition to $\overline{\text{OC}}$ assertion	7	10	13	ms
THERMAL SHUTDOWN						
Thermal Shutdown Threshold				+165		$^\circ\text{C}$

USB電流制限スイッチ ピンコンパチブルパッケージに内蔵

MAX1607

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = +5V$, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OPERATING CONDITION						
Input Voltage	V_{IN}		3.0		5.5	V
POWER SWITCH						
Switch Static Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(ON)}$	$V_{IN} = 4.4V$ to $5.5V$			125	m Ω
		$V_{IN} = 3V$			150	
Switch Turn-On Time	t_{ON}	$I_{LOAD} = 400mA$			200	μs
Switch Turn-Off Time	t_{OFF}	$I_{LOAD} = 400mA$	1		20	μs
ENABLE INPUT (\overline{EN})						
\overline{EN} High-Level Input Voltage	V_{IH}	$V_{IN} = 3.0V$ to $3.6V$	2.0			V
		$V_{IN} = 3.7V$ to $5.5V$	2.4			
\overline{EN} Low-Level Input Voltage	V_{IL}	$V_{IN} = 3.0V$ to $5.5V$			0.8	V
\overline{EN} Input Current		$V_{\overline{EN}} = V_{IN}$ or GND	-1		1	μA
CURRENT LIMIT						
Overload Output Current	I_{LIMIT}	Force V_{OUT} to $4.5V$	640		1060	mA
Short-Circuit Output Current	I_{SC}	OUT shorted to GND			750	mA
SUPPLY CURRENT						
Supply Current, Low-Level Input		$V_{\overline{EN}} = V_{IN} = V_{OUT} = 5.5V$			2	μA
Supply Current, High-Level Input	I_Q	$V_{\overline{EN}} = GND$, $I_{OUT} = 0$, timer not running			25	μA
Supply Leakage Current		$V_{\overline{EN}} = V_{IN} = 5.5V$, $V_{OUT} = GND$			15	μA
UNDERVOLTAGE LOCKOUT						
Undervoltage Lockout	UVLO	Rising edge, 100mV hysteresis	2.0		2.9	V
OVERCURRENT (\overline{OC})						
\overline{OC} Output Low Voltage	V_{OL}	$I_{SINK} = 1mA$, $V_{IN} = 3V$			0.4	V
\overline{OC} Off-State Current		$V_{IN} = V_{\overline{OC}} = 5V$			1	μA
\overline{OC} Blanking Timeout Period	t_{BL}	From overcurrent condition to \overline{OC} assertion	6		14	ms

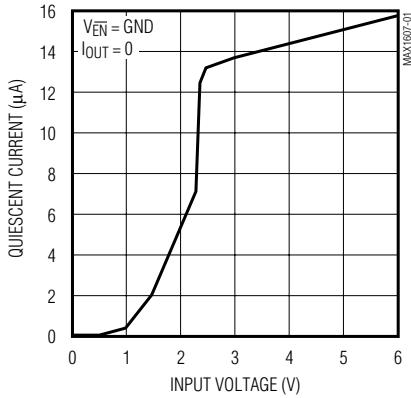
Note 1: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

USB電流制限スイッチ ピンコンパチブルパッケージに内蔵

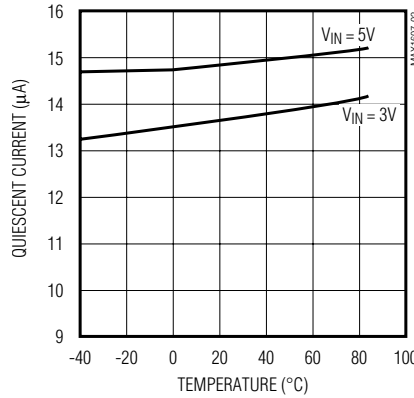
標準動作特性

($V_{IN} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

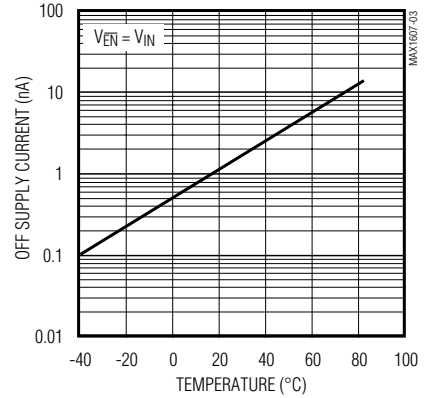
QUIESCENT CURRENT vs. INPUT VOLTAGE



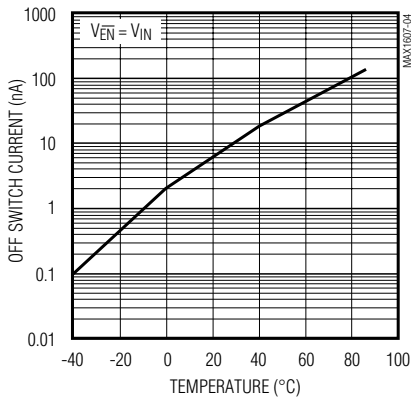
QUIESCENT CURRENT vs. TEMPERATURE



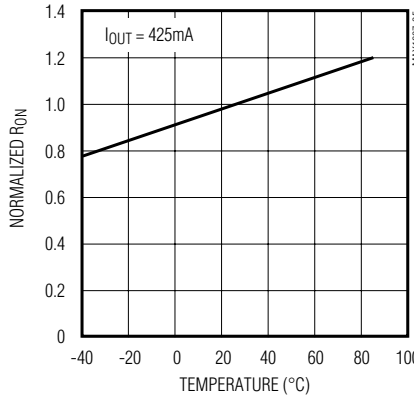
OFF SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



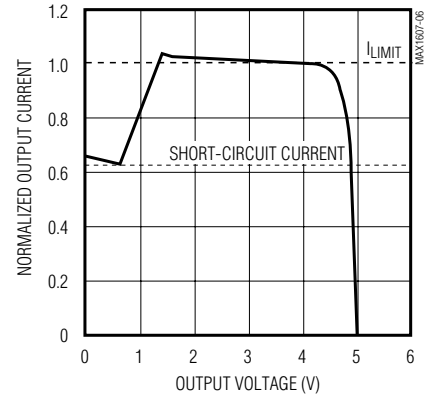
OFF SWITCH CURRENT vs. TEMPERATURE



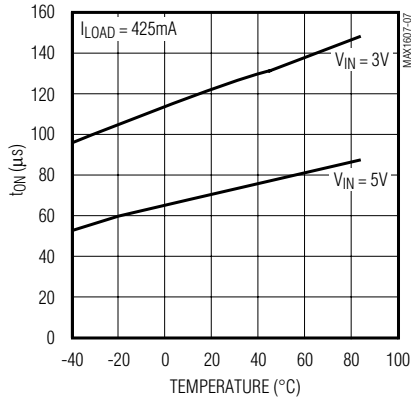
NORMALIZED ON-RESISTANCE vs. TEMPERATURE



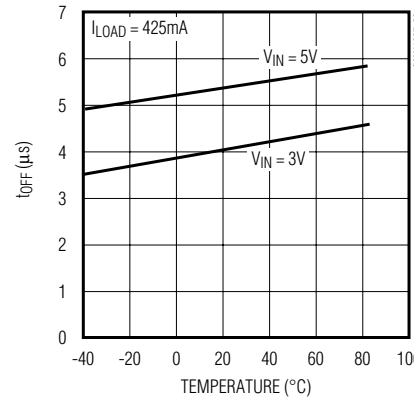
NORMALIZED OUTPUT CURRENT vs. OUTPUT VOLTAGE



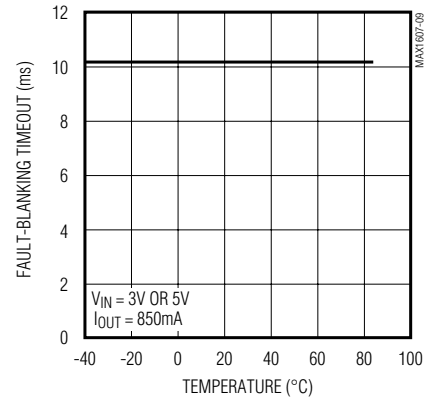
TURN-ON TIME vs. TEMPERATURE



TURN-OFF TIME vs. TEMPERATURE



FAULT-BLANKING TIMEOUT vs. TEMPERATURE



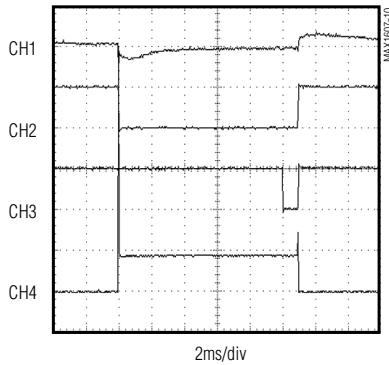
USB電流制限スイッチ ピンコンパチブルパッケージに内蔵

MAX1607

標準動作特性(続き)

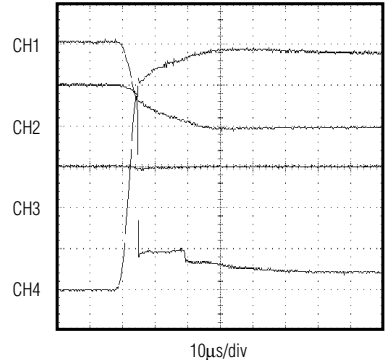
($V_{IN} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

CURRENT-LIMIT AND OC RESPONSE



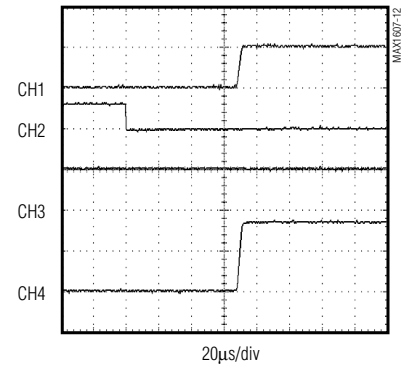
CH1 = V_{IN} , 200mV/div, AC-COUPLED
CH2 = V_{OUT} , 5V/div
CH3 = V_{OC} , 5V/div
CH4 = I_{OUT} , 500mA/div

CURRENT-LIMIT RESPONSE



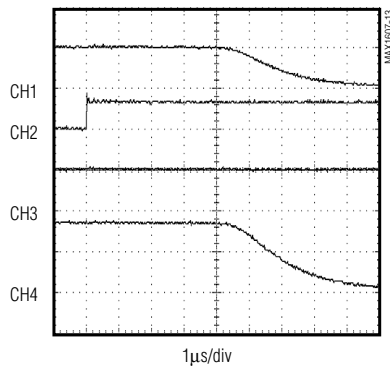
CH1 = V_{IN} , 200mV/div, AC-COUPLED
CH2 = V_{OUT} , 5V/div
CH3 = V_{OC} , 5V/div
CH4 = I_{OUT} , 1A/div

SWITCH TURN-ON TIME



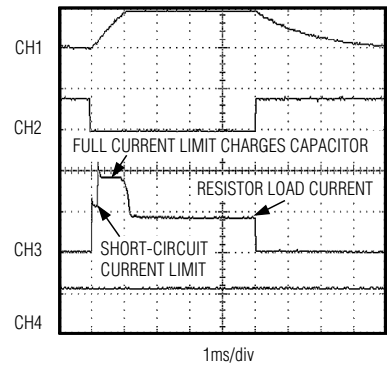
CH1 = V_{OUT} , 5V/div
CH2 = V_{EN} , 5V/div
CH3 = V_{OC} , 5V/div
CH4 = I_{OUT} , 200mA/div

SWITCH TURN-OFF TIME



CH1 = V_{OUT} , 5V/div
CH2 = V_{EN} , 5V/div
CH3 = V_{OC} , 5V/div
CH4 = I_{OUT} , 200mA/div

START-UP TIME
(TYPICAL USB APPLICATION)



$V_{IN} = 5V$, $R_L = 15\Omega$, $C_L = 150\mu F$
CH1 = V_{OUT} , 5V/div
CH2 = V_{EN} , 5V/div
CH3 = I_{IN} , 500mA/div
CH4 = V_{OC} , 5V/div

USB電流制限スイッチ ピンコンパチブルパッケージに内蔵

MAX1607

端子説明

端子	名称	機能
1	GND	グラウンド
2, 3	IN	入力。PチャネルMOSFETソース(全てのINピンをまとめて接続し、1 μ Fコンデンサでグラウンドにバイパスして下さい)。
4	$\overline{\text{EN}}$	アクティブロースイッチイネーブル入力。ロジックローの時にスイッチがターンオンします。
5	$\overline{\text{OC}}$	過電流インジケータ出力。このオープンドレイン出力は、素子がサーマルシャットダウン、低電圧ロックアウト、または持続的な(> 10ms)電流リミット状態になった時にローになります。
6, 7, 8	OUT	スイッチ出力。PチャネルMOSFETドレイン(全てのOUTピンをまとめて接続し、1 μ Fコンデンサでグラウンドにバイパスして下さい)。

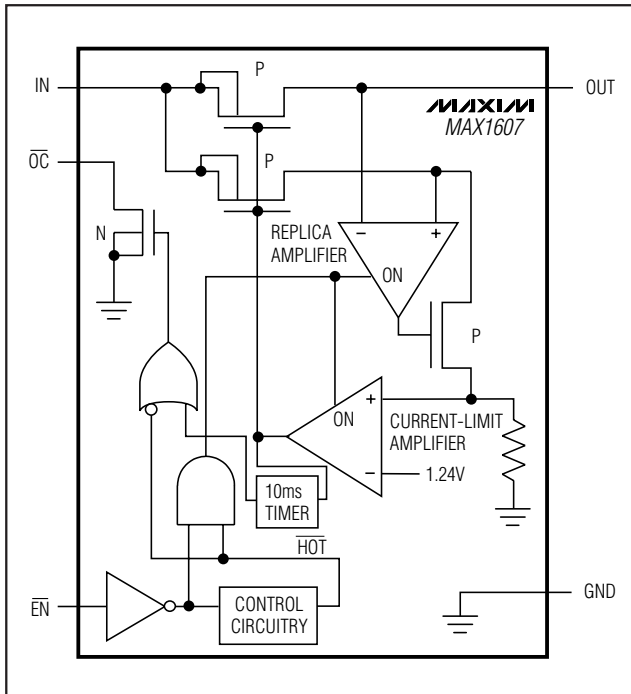


図1. ファンクションダイアグラム

詳細

MAX1607 PチャネルMOSFETパワースイッチは、出力電流を0.7A(min)~1.0A(max)に制限します。出力電流が増加して電流リミット(I_{LIMIT})を超えると、レプリカスイッチを流れる電流($I_{OUT}/6500$)も増加します。電流リミットエラーアンプは、この電圧を内部1.24Vリファレンスと比較して電流を I_{LIMIT} に調整します(図1)。これらのスイッチは双方向性ではありません。したがって、入力電圧は出力電圧よりも高い必要があります。

連続短絡保護

MAX1607は短絡保護機能付のスイッチです。出力短絡状態においては、スイッチを流れる電流がフの字電流制限によって連続500mAに制限されます。

サーマルシャットダウン

MAX1607はサーマルシャットダウン機能を備えています。ジャンクション温度が+165 $^{\circ}$ Cを超えると、スイッチがターンオフして $\overline{\text{OC}}$ 出力は直ちにローになります(過電流ブランキングなし)。MAX1607が20 $^{\circ}$ C低くなるとスイッチは再びターンオンします。障害短絡状態が続くとスイッチはオンとオフを繰り返し、出力がパルス的になります。

$\overline{\text{OC}}$ インジケータ

MAX1607は過電流出力($\overline{\text{OC}}$)を提供します。 $\overline{\text{OC}}$ とINの間の100k Ω プルアップ抵抗がロジック制御信号を提供します。このオープンドレイン出力は、以下の条件のうち1つが発生するとローになります。

- 入力電圧が低電圧ロックアウト(UVLO)スレッシュホールドの2.4Vよりも低くなる。
- チップ温度がサーマルシャットダウン温度リミット(+165 $^{\circ}$ C)を超える。
- 素子が10ms以上電流リミット状態にある。

$\overline{\text{OC}}$ ブランキング

MAX1607は10msの過電流ブランキング機能を備えています。ブランキング機能は、容量性負荷をホットスワップする時に発生する瞬間的な短絡障害等の短時間の電流制限障害を許容し、パワーアップ時に $\overline{\text{OC}}$ が発生しないことを保証できます。負荷トランジェントによって素子が電流リミットに入ると、内部カウンタがスタートします。負荷障害が10msの過電流ブランキングタイムアウトを超えた状態になると、 $\overline{\text{OC}}$ 出力はローになります。MAX1607の入力グリッチがスプリアス $\overline{\text{OC}}$ 出力をトリガするのを防ぐために、入力は適切にバイパスして下さい。入力電圧グリッチが150mV未満であれば、スプリアス $\overline{\text{OC}}$ 出力を生じることはありません。10ms(typ)よりも短い負荷トランジェント障害では $\overline{\text{OC}}$ 出力は発生しません。

USB電流制限スイッチ ピンコンパチブルパッケージに内蔵

電流リミット障害だけがブランキングされます。チップ高温障害の場合及び入力電圧がUVLOスレッシュホールドより低く低下した場合には直ちに \overline{OC} 出力が発生します。

アプリケーション情報

入力コンデンサ

瞬間的な出力短絡状態中の入力電圧ドロップを制限するため、INとGNDの間にコンデンサを接続して下さい。殆どのアプリケーションには1 μ Fセラミックコンデンサで十分です。しかし、コンデンサの値を大きくすることにより、入力端での電圧ドロップをさらに小さくすることができます(図2)。

出力コンデンサ

OUTとGNDの間に0.1 μ Fのコンデンサを接続して下さい。このコンデンサは、ターンオフ時に寄生インダクタンスがOUTを負電圧に引き下げるのを防ぎます。

レイアウト及び放熱

重要：全てのトレースをできるだけ短くして望ましくない寄生インダクタンスを抑えることにより、出力短絡状態へのスイッチの応答時間を最適化して下さい。入力及び出力コンデンサは、素子のできるだけ近く(5mm以内)に配置して下さい。全てのIN及びOUTピンは、短いトレースでパワーバスに接続される必要があります。パワーバスプレーンを広くすることにより、MAX1607のIN及びOUTピンを通じた放熱を改善できます。

通常の動作状態においては、パッケージが放熱能力を持っています。最大電力消費は次式で計算して下さい。

$$P = (I_{LIMIT})^2 \times R_{ON}$$

ここで、 I_{LIMIT} はプリセット電流リミット(1.0A max)、 R_{ON} はスイッチのオン抵抗(125m Ω max)です。

出力が短絡されている場合、フの字電流制限が作動して、スイッチの両端の電圧降下は入力電源に等しくなります。そしてスイッチで消費される電力が増加し、チップ温度が上昇します。障害条件が解除されないと、サーマル過負荷保護回路が作動します(「サーマルシャットダウン」を参照)。INとOUTに広いパワーバスプレーンを接続し、グランドプレーンを素子に接触させると放熱が改善されます。

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 715

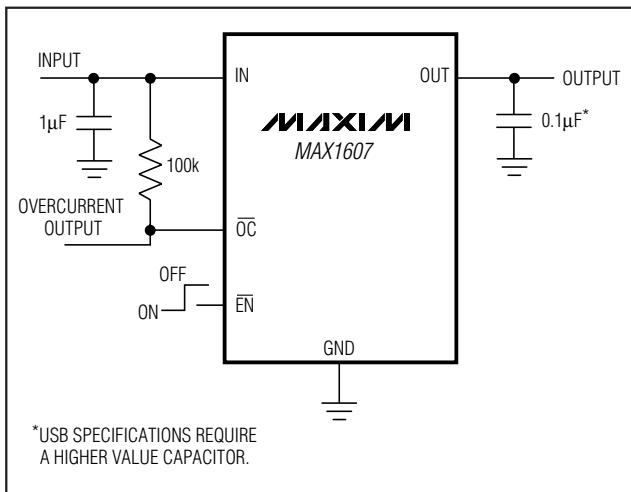


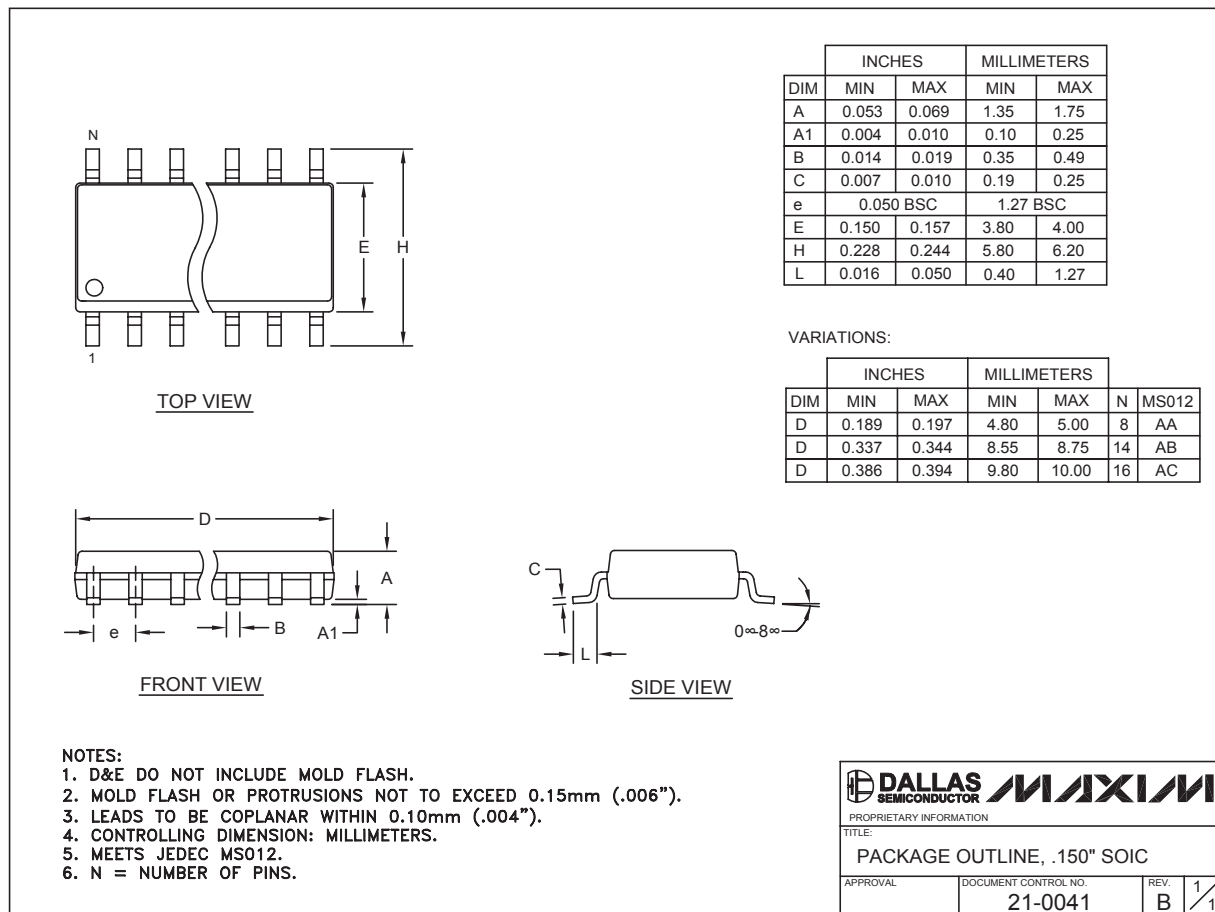
図2. 標準アプリケーション回路

USB電流制限スイッチ ピンコンパチブルパッケージに内蔵

MAX1607

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。)



販売代理店

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

マキシムは完全にマキシム製品に組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。マキシム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。

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