

# 2A、電流制限、ハイサイド Pチャネルスイッチ、サーマルシャットダウン付

## 概要

MAX869Lは、正確なユーザ設定電流リミット及び低オン抵抗特性を備えたPチャネル負荷スイッチです。本スイッチは電流を制限することで、電源を短絡及びサージから保護し、システム電源電圧の低下を防ぎます。入力電圧範囲は2.7V~5.5Vです。

MAX869Lはロジック信号で制御される2A、45m のスイッチを備えています。電流制限精度は $\pm 21\%$ となっており、抵抗1つで400mA~2.4Aの範囲に設定できます。

本デバイスは自己消費電流が12 $\mu$ Aと小さく、シャットダウン中は2 $\mu$ A(max)まで低減します。また、サーマルシャットダウン保護機能、及び過電流又は過熱状態を知らせるロジック信号出力ピン(FAULT)を持っています。

このファミリのその他のデバイスについては、選択ガイドを参照してください。

## 選択ガイド

PART	R <sub>ON</sub> AT 3V (m $\Omega$ )	NOMINAL CURRENT (A)	COUNT	PACKAGE
MAX869L	45	2	Single	16 QSOP
MAX890L	90	1	Single	8 SO
MAX891L	150	0.5	Single	8 $\mu$ MAX
MAX892L	300	0.25	Single	8 $\mu$ MAX
MAX894L	150	0.5	Dual	8 SO
MAX895L	300	0.25	Dual	8 SO

## アプリケーション

- ユニバーサルシリアルバス(USB)
- ノートブックコンピュータ
- パーソナルコンピュータ
- パームトップコンピュータ
- ハンドヘルド機器
- ポータブル医療機器

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

## 特長

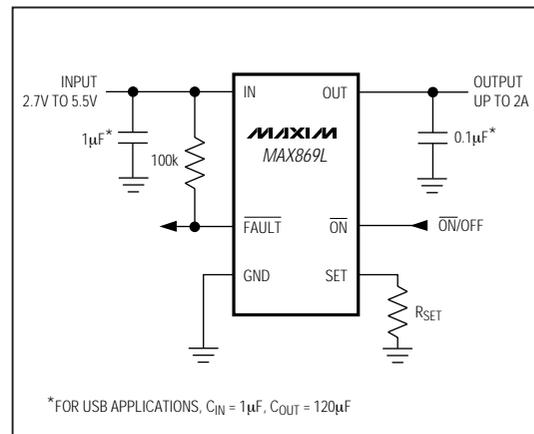
- ◆ 小型実装面積  
(16ピンQSOPは8ピンSOPと同サイズ)
- ◆ 低抵抗：3Vで45m
- ◆ 精度 $\pm 21\%$ のユーザ設定電流リミット
- ◆ 自己消費電流：12 $\mu$ A(typ)
- ◆ シャットダウン電流：0.01 $\mu$ A(typ)
- ◆ スイッチオフ時の出力へのリーク電流：  
0.04 $\mu$ A(typ)
- ◆ 入力範囲：2.7V~5.5V
- ◆ サーマルシャットダウン
- ◆ FAULT出力

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX869LC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX869LEEE	-40°C to +85°C	16 QSOP

\*Dice are specified at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .

## 標準動作回路



# 2A、電流制限、ハイサイド Pチャンネルスイッチ、サーマルシャットダウン付

MAX869L

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND .....	-0.3V to 6V	Operating Temperature Range	
ON, FAULT to GND .....	-0.3V to 6V	MAX869LEEE .....	-40°C to +85°C
SET, OUT to GND .....	-0.3V to (V <sub>IN</sub> + 0.3V)	Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
Maximum Continuous Switch Current .....	3A	Lead Temperature (soldering, 10sec) .....	+300°C
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)			
QSOB (derate 8.3mW/°C above +70°C) .....	667mW		

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<sub>IN</sub> = 3V, T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage		2.7		5.5	V
Quiescent Current	V <sub>IN</sub> = 5V, $\overline{\text{ON}}$ = GND, I <sub>OUT</sub> = 0A		12	20	μA
Off-Supply Current	$\overline{\text{ON}}$ = IN, V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> = 5.5V		0.01	2	μA
Off-Switch Current	$\overline{\text{ON}}$ = IN, V <sub>IN</sub> = 5.5V, V <sub>OUT</sub> = 0V		0.04	30	μA
Undervoltage Lockout	Rising edge, 1% hysteresis	2.0	2.3	2.6	V
On-Resistance	V <sub>IN</sub> = 4.75V		38	70	mΩ
	V <sub>IN</sub> = 3.0V		45	90	
Nominal Current-Limit Set Range	R <sub>SET</sub> = 1% tolerance (Note 1)	0.40		2.4	A
Current-Limit-Amplifier Threshold	V <sub>SET</sub> required to turn the switch off (Note 2)	1.178	1.240	1.302	V
I <sub>OUT</sub> to I <sub>SET</sub> Current Ratio	I <sub>OUT</sub> = 1A, V <sub>OUT</sub> > 1.6V	810	955	1100	A/A
$\overline{\text{ON}}$ Input Low Voltage	V <sub>IN</sub> = 2.7V to 5.5V			0.8	V
$\overline{\text{ON}}$ Input High Voltage	V <sub>IN</sub> = 2.7V to 3.6V	2.0			V
	V <sub>IN</sub> = 4.5V to 5.5V	2.4			
$\overline{\text{ON}}$ Input Leakage	V $\overline{\text{ON}}$ = 5.5V		0.01	±1	μA
I <sub>SET</sub> Bias Current	V <sub>SET</sub> = 1.24V, I <sub>OUT</sub> = 0A		0.05	±3	μA
FAULT Logic Output Low Voltage	I <sub>SINK</sub> = 1mA, V <sub>SET</sub> = 1.4V			0.4	V
FAULT Logic Output High Leakage Current	V <sub>FAULT</sub> = 5.5V, V <sub>SET</sub> = 1V		0.05	1	μA
Slow-Current-Loop Response Time	20% current overdrive, V <sub>CC</sub> = 5V		10		μs
Fast-Current-Loop Response Time			4		μs
Turn-On Time	V <sub>IN</sub> = 5V, I <sub>OUT</sub> = 500mA		100	300	μs
	V <sub>IN</sub> = 3V, I <sub>OUT</sub> = 500mA		200		
Turn-Off Time	V <sub>IN</sub> = 5V, I <sub>OUT</sub> = 500mA	2	10	30	μs

**Note 1:** Guaranteed by design. Derived from the I<sub>SET</sub> current ratio; current-limit amplifier and external set resistor accuracies.

**Note 2:** Tested with I<sub>OUT</sub> = 200mA and V<sub>SET</sub> raised until (V<sub>IN</sub> - V<sub>OUT</sub>) ≥ 0.8V.

**Note 3:** Specifications to -40°C are guaranteed by design, not production tested.

# 2A、電流制限、ハイサイド Pチャンネルスイッチ、サーマルシャットダウン付

MAX869L

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{IN} = 3V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage		2.9		5.5	V
Quiescent Current	$V_{IN} = 5V$ , $\overline{ON} = GND$ , $I_{OUT} = 0A$			25	$\mu A$
Off-Supply Current	$\overline{ON} = IN$ , $V_{IN} = V_{OUT} = 5.5V$			2.5	$\mu A$
Off-Switch Current	$\overline{ON} = IN$ , $V_{IN} = 5.5V$ , $V_{OUT} = 0V$			30	$\mu A$
Undervoltage Lockout	Rising edge, 1% hysteresis	2.0		2.85	V
On-Resistance	$V_{IN} = 4.75V$			70	m $\Omega$
	$V_{IN} = 3.0V$			90	
Nominal Current-Limit Set Range	$R_{SET} = 1\%$ tolerance (Note 1)	0.40		2.4	A
Current-Limit-Amplifier Threshold	$V_{SET}$ required to turn the switch off (Note 2)	1.14		1.34	V
$I_{OUT}$ to $I_{SET}$ Current Ratio	$I_{OUT} = 1A$ , $V_{OUT} > 1.6V$	765		1145	A/A
$\overline{FAULT}$ Logic Output Low Voltage	$I_{SINK} = 1mA$ , $V_{SET} = 1V$			0.4	V
Turn-On Time	$V_{IN} = 5V$ , $I_{OUT} = 500mA$			400	$\mu s$
Turn-Off Time	$V_{IN} = 5V$ , $I_{OUT} = 500mA$	2		30	$\mu s$

**Note 1:** Guaranteed by design. Derived from the  $I_{SET}$  current ratio; current-limit amplifier and external set resistor accuracies.

**Note 2:** Tested with  $I_{OUT} = 200mA$  and  $V_{SET}$  raised until  $(V_{IN} - V_{OUT}) \geq 0.8V$ .

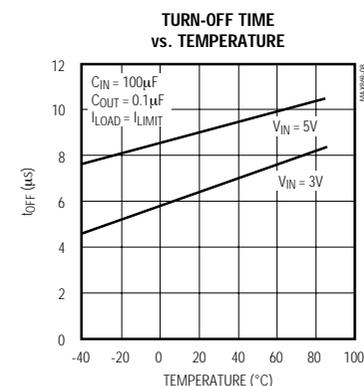
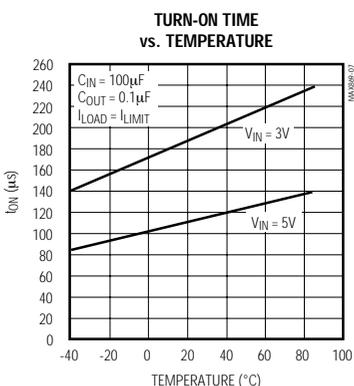
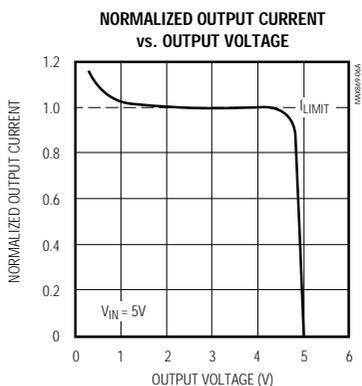
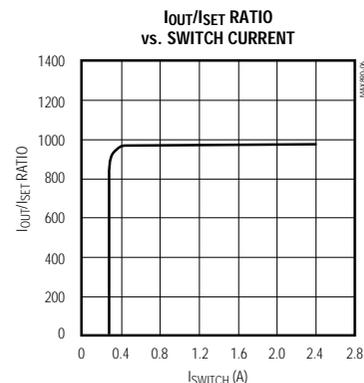
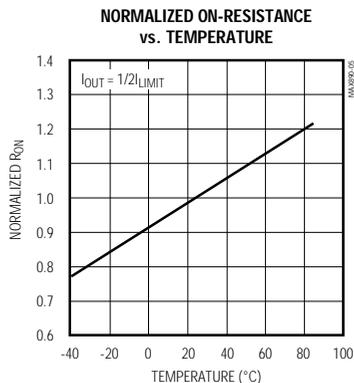
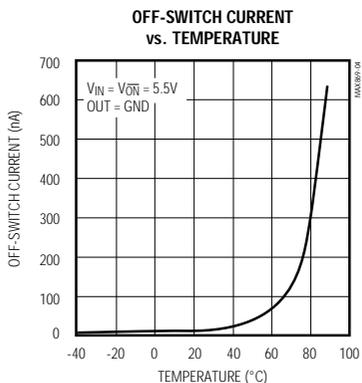
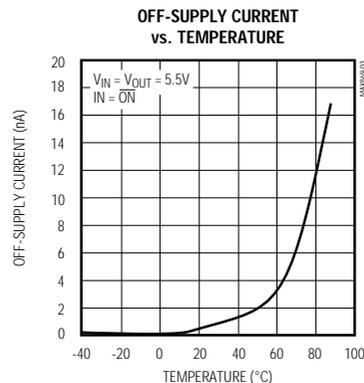
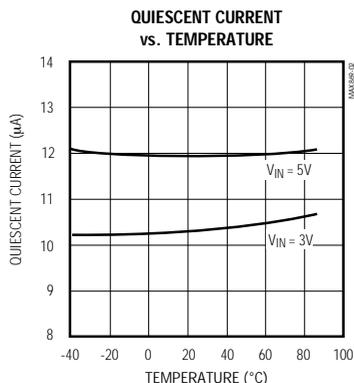
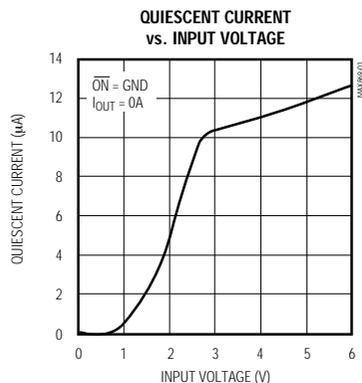
**Note 3:** Specifications to  $-40^{\circ}C$  are guaranteed by design, not production tested.

# 2A、電流制限、ハイサイド Pチャンネルスイッチ、サーマルシャットダウン付

MAX869L

## 標準動作特性

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)



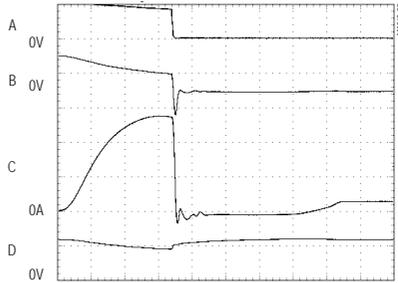
# 2A、電流制限、ハイサイド Pチャンネルスイッチ、サーマルシャットダウン付

MAX869L

## 標準動作特性(続き)

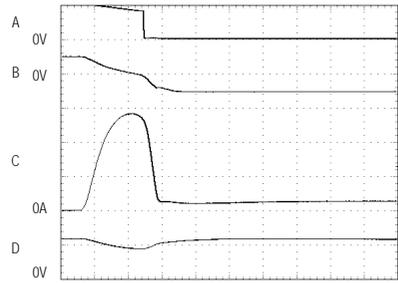
( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

**FAST CURRENT-LIMIT RESPONSE**



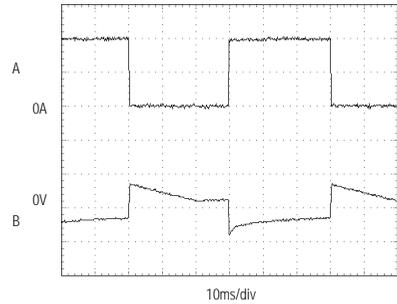
$C_{IN} = 100\mu\text{F}$ ,  $C_{OUT} = 0.1\mu\text{F}$   
 A:  $V_{FAULT}$ , 5V/div      C:  $I_{OUT}$ , 5A/div  
 B:  $V_{OUT}$ , 5V/div      D:  $V_{IN}$ , 5V/div

**SLOW CURRENT-LIMIT RESPONSE**



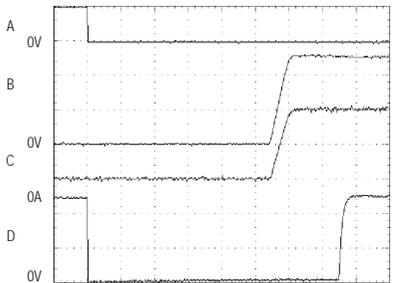
$C_{IN} = 100\mu\text{F}$ ,  $C_{OUT} = 0.1\mu\text{F}$   
 A:  $V_{FAULT}$ , 5V/div      C:  $I_{OUT}$ , 5A/div  
 B:  $V_{OUT}$ , 5V/div      D:  $V_{IN}$ , 5V/div

**LOAD-TRANSIENT RESPONSE**



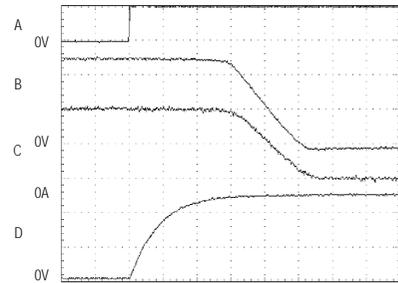
$V_{IN} = 5\text{V}$   
 A:  $I_{OUT} = 0\text{mA TO } 1\text{A}$ , 0.5A/div  
 B:  $V_{OUT}$  RIPPLE, 200mV/div, AC COUPLED

**SWITCH TURN-ON TIME**



$C_{IN} = 100\mu\text{F}$ ,  $C_{OUT} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $V_{IN} = 5\text{V}$ ,  $I_{OUT} = 1\text{A}$   
 A:  $V_{IN}$ , 5V/div      C:  $I_{OUT}$ , 0.5A/div  
 B:  $V_{OUT}$ , 2V/div      D:  $V_{FAULT}$ , 2V/div

**SWITCH TURN-OFF TIME**



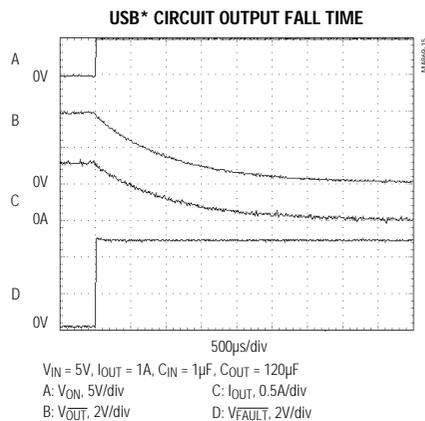
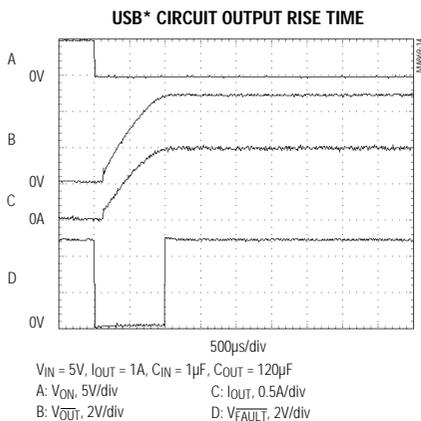
$C_{IN} = 100\mu\text{F}$ ,  $C_{OUT} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $V_{IN} = 5\text{V}$ ,  $I_{OUT} = 1\text{A}$   
 A:  $V_{IN}$ , 5V/div      C:  $I_{OUT}$ , 0.5A/div  
 B:  $V_{OUT}$ , 2V/div      D:  $V_{FAULT}$ , 2V/div

# 2A、電流制限、ハイサイド Pチャンネルスイッチ、サーマルシャットダウン付

MAX869L

## 標準動作特性(続き)

(T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)



\*REFER TO TYPICAL OPERATING CIRCUIT

## 端子説明

端子	名称	機能
1, 4, 5, 12, 13, 16	IN	入力PチャンネルMOSFETソース。INIは1µFコンデンサでグランドにバイパスしてください。
2, 3, 6, 11, 14, 15	OUT	スイッチ出力。PチャンネルMOSFETドレイン。OUTは0.1µFコンデンサでGNDにバイパスしてください。
7	$\overline{\text{ON}}$	アクティブローのスイッチオン入力。ロジックローでスイッチがターンオンします。
8	GND	グランド
9	SET	電流リミット設定入力。SETとグランドの間の抵抗により、スイッチの電流リミットが設定されます。R <sub>SET</sub> = 1,184/I <sub>LIMIT</sub> 。ここでI <sub>LIMIT</sub> は希望する電流リミット(アンペア単位)です。
10	$\overline{\text{FAULT}}$	障害表示出力。このオープンドレイン出力は、電流リミットに達した時又はチップ温度が+135℃を超えるとローになります。FAULTはスタートアップ時にターンオン時間+50µsの間ローに留まります。

## 詳細

MAX869L PチャンネルMOSFETパワースイッチは、出力電流を設定レベルに制限します。出力電流がメインスイッチを流れるとき、小さな電流がレプリカスイッチ(I<sub>OUT</sub>/955)とR<sub>SET</sub>に流れます(図1)。R<sub>SET</sub>の電圧がトリップ電圧の1.24Vを超えると、電流制限エラーアンプにより、出力電流が設定電流リミット(I<sub>LIMIT</sub>) (400mA ~ 2.4A)に制御されます。

本スイッチは双方向性ではありません。従って、入力電圧を出力電圧よりも高くする必要があります。

### 電流リミットの設定

MAX869Lは、最大設定値(I<sub>MAX</sub>)が2.4Aの内部電流制限回路を備えています。最高の性能を発揮させるには、電流リミット(I<sub>LIMIT</sub>)を0.2 I<sub>MAX</sub> ~ I<sub>LIMIT</sub> I<sub>MAX</sub>の範囲に設定してください。この電流リミットは、入力電源電圧の全範囲で有効です。

SETとグランドの間の抵抗(R<sub>SET</sub>)を次式で決めて、電流リミットを設定してください(図2)。

$$I_{\text{SET}} = I_{\text{LIMIT}}/955$$

$$R_{\text{SET}} = 1.24\text{V}/I_{\text{SET}} = 1,184/I_{\text{LIMIT}}$$

ここで、I<sub>LIMIT</sub>は希望の電流リミットです。

# 2A、電流制限、ハイサイド Pチャンネルスイッチ、サーマルシャットダウン付

MAX869L

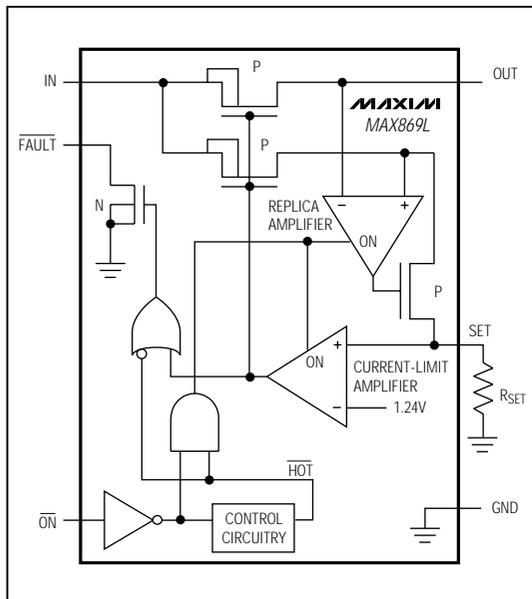


図1. ファンクションダイアグラム

## 短絡保護

MAX869Lは、短絡保護機能付きのスイッチです。出力短絡状態( $V_{OUT}$  1.6V typ)になると、スイッチを流れる電流が内部電流制限エラーアンプによって $1.4 \times I_{LIMIT}$ に制限されます。障害条件が除去されると、電流制限アンプによって電流リミットが $I_{LIMIT}$ に戻ります。

出力短絡時に  $V_{DS}/t$  が高くなると、スイッチがターンオフして入力電源が出力から切り離されます。次に、電流制限アンプが徐々にスイッチをターンオンして、出力電流リミットを $1.4 \times I_{LIMIT}$ とします。障害条件が除去されると、電流リミットは $I_{LIMIT}$ に戻ります。「標準動作特性」の高速電流リミット応答及び低速電流リミット応答のグラフを参照してください。

## サーマルシャットダウン

MAX869L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 $+135$  を超えると、スイッチはターンオフします。素子の温度が $10$  低下すると、スイッチは再びオンになります。障害短絡条件が引き続き存在する場合、スイッチはオンとオフを繰り返して出力がパルス的にになります。

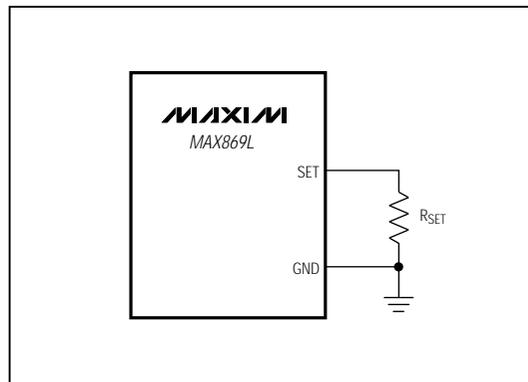


図2. 電流リミットの設定

## 障害インジケータ

MAX869Lは、障害出力(FAULT)を備えています。このオープンドレイン出力は電流がリミットに達した時、あるいはチップ温度が $+135$  を超えた時にローになります。FAULTとINの間の $100k$  プルアップ抵抗が、ロジック制御信号を提供します。

## アプリケーション情報

### 入力コンデンサ

出力が一時的に短絡された時の入力電圧の低下を制限するため、INとGNDの間にコンデンサを接続してください。殆どのアプリケーションには、 $1\mu F$ セラミックコンデンサで十分です。コンデンサの値を大きくすると、入力における電圧降下がさらに小さくなります。

### 出力コンデンサ

$0.1\mu F$ コンデンサをOUTとGNDの間に接続してください。これは、ターンオフ時に寄生インダクタンスがOUTをGNDよりも負に引き下げるのを防ぐためです。USBアプリケーションでは、 $C_{OUT}$ を少なくとも $120\mu F$ にする必要があります。出力容量がこのように大きい場合は、「標準動作特性」に示すように、出力の立上がり及び立下がり時間が遅くなります。しかし、MAX869Lのターンオフ応答時間への悪影響はありません。

### レイアウト及び放熱上の留意点

出力短絡状態へのスイッチの応答の速さを十分に活用するには、全てのトレースをできるだけ短くし、望ましくない寄生インダクタンスを低減することが非常に重要です。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)に配置してください。

## 2A、電流制限、ハイサイド Pチャンネルスイッチ、サーマルシャットダウン付

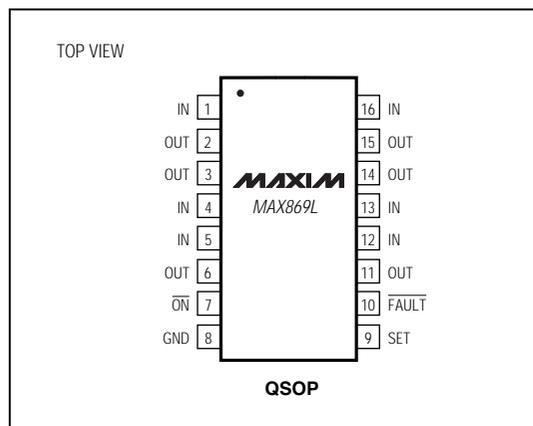
標準的な動作条件下では、パッケージに十分な放熱能力が備わっています。最大電力は、次式で計算してください。

$$P = I^2_{LIMIT} \times R_{ON}$$

ここで、 $R_{ON}$ はスイッチのオン抵抗です。

出力が短絡すると、スイッチ両端の電圧降下は入力電源電圧に等しくなります。そのためスイッチの電力消費が増加し、それに伴ってチップ温度が上昇します。障害条件が除去されないと、過熱保護回路によってスイッチがターンオフされ、チップ温度が10℃低下するまでそのままオフに保持されます。グランドプレーンが素子に接触していると、放熱がよくなります。

### ピン配置



### チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 433

SUBSTRATE CONNECTED TO GND

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

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

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

© 1997 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.