

# MAXIM

## 障害ブランキング付の USB電流制限スイッチ

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694

### 概要

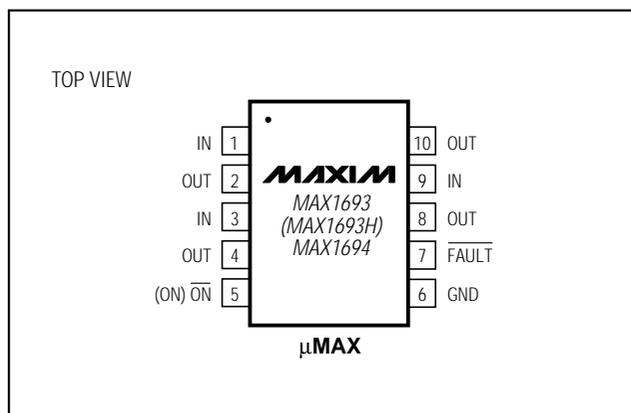
MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694は、障害ブランキングを内蔵した60m の電流制限スイッチです。正確な固定0.7A~1.0A電流リミットを備えているため、USBアプリケーションに最適です。自己消費電流(14 $\mu$ A)及びスタンバイ電流(1 $\mu$ A)が低いため、ポータブルアプリケーションでバッテリー電力を節約できます。MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694は2.7V~5.5Vで動作するため、3V及び5Vアプリケーションに最適です。

障害信号は、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時に障害信号が発生するのを防ぐ役割も果たしています。

MAX1693/(MAX1693H)の場合、出力に過電流条件が発生するとスイッチが電流を0.7A~1.0Aに制限し、10msのブランキング期間の後でFAULTがローになります。過電流条件がなくなると、FAULTはハイインピーダンス状態に戻ります。MAX1694の場合、過電流が10msより長く続くとスイッチがオープンにラッチされ、FAULTがローになります。このラッチは、ON入力を再入力するか、素子を再びパワーアップするとクリアされます。この機能は、短絡条件が継続するときに素子が熱的に繰り返しオン/オフになるのを防ぐことにより、電力を節約します。

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694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。いずれの素子も、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。パッケージは省スペースの10ピン $\mu$ MAXで提供されています。

### ピン配置



### 特長

- ◆ 正確な電流リミット(0.7A min、1.0A max)
- ◆ 保証短絡保護: 0.75A
- ◆ 10ms内部ブランキングタイムアウト
- ◆ パワーアップ中に障害信号なし
- ◆ ラッチ付のFAULT出力がパワースイッチをターンオフ(MAX1694)
- ◆ サーマルシャットダウン保護
- ◆ 電源電圧範囲: 2.7V~5.5V
- ◆ 自己消費電流: 14 $\mu$ A
- ◆ パッケージ: 小型10ピン $\mu$ MAX
- ◆ UL認定: #E211935

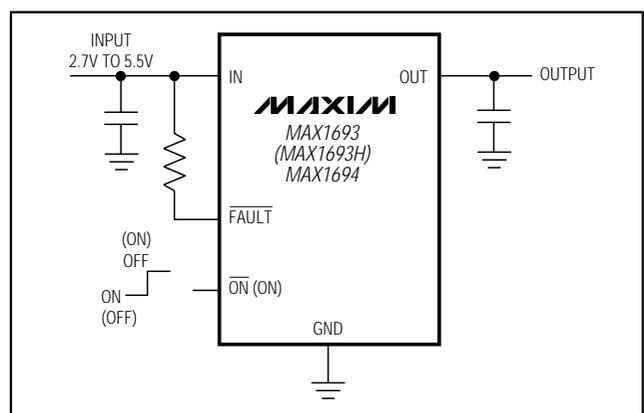
### アプリケーション

USBポート及びハブ  
ノートブックコンピュータ  
ポータブル機器  
ドッキングステーション  
ホットプラグイン電源  
バッテリー充電回路

### 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1693EUB	-40°C to +85°C	10 $\mu$ MAX
MAX1693HEUB	-40°C to +85°C	10 $\mu$ MAX
MAX1694EUB	-40°C to +85°C	10 $\mu$ MAX

### 標準動作回路



# 障害ブランキング付の USB電流制限スイッチ

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN,  $\overline{\text{ON}}$  (ON),  $\overline{\text{FAULT}}$  to GND .....-0.3V to +6V  
 OUT to GND .....-0.3V to ( $V_{\text{IN}} + 0.3\text{V}$ )  
 Maximum Continuous Switch Current .....1.2A (internally limited)  
 OUT Short Circuit to GND .....Continuous  
 Continuous Power Dissipation ( $T_{\text{A}} = +70^{\circ}\text{C}$ )  
 10-Pin  $\mu\text{MAX}$  (derate 5.6mW/ $^{\circ}\text{C}$  above +70 $^{\circ}\text{C}$ ) .....444mW

Operating Temperature Range  
 MAX1693EUB/MAX1693HEUB/  
 MAX1694EUB .....-40 $^{\circ}\text{C}$  to +85 $^{\circ}\text{C}$   
 Storage Temperature Range .....-65 $^{\circ}\text{C}$  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

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

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage	$V_{\text{IN}}$			2.7		5.5	V
Quiescent Current	$I_{\text{Q}}$	$V_{\overline{\text{ON}}}(\text{ON}) = \text{GND}$ ( $V_{\text{IN}}$ ) $I_{\text{OUT}} = 0$	Timer not running		14	25	$\mu\text{A}$
			Timer running		35		
Off-Supply Current		$V_{\overline{\text{ON}}}(\text{ON}) = V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} = 5.5\text{V}$ ( $V_{\text{ON}} = \text{GND}$ )			0.001	1	$\mu\text{A}$
Undervoltage Lockout	UVLO	Rising edge, 100mV hysteresis		2.0		2.6	V
Off-Switch Leakage		$V_{\overline{\text{ON}}}(\text{ON}) = V_{\text{IN}}(\text{GND})$ $V_{\text{IN}} = 5.5\text{V}$ , $V_{\text{OUT}} = \text{GND}$	$T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$		0.01	2	$\mu\text{A}$
			$T_{\text{A}} = 0^{\circ}\text{C}$ to +85 $^{\circ}\text{C}$			15	
On-Resistance	$R_{\text{ON}}$	$T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{A}} = 0^{\circ}\text{C}$ to +85 $^{\circ}\text{C}$	$V_{\text{IN}} = 4.4\text{V}$ to 5.5V		60	90	m $\Omega$
			$V_{\text{IN}} = 4.4\text{V}$ to 5.5V			125	
			$V_{\text{IN}} = 3\text{V}$		72	150	
Current Limit	$I_{\text{LIMIT}}$	(Note 1)		700	850	1000	mA
Continuous Short-Circuit Current Limit	$I_{\text{SC}}$	OUT shorted to GND, MAX1693/(MAX1693H) only (Note 2)			500	700	mA
$\overline{\text{ON}}$ (ON) Input Logic Low Voltage	$V_{\text{IL}}$	$V_{\text{IN}} = 2.7\text{V}$ to 5.5V				0.8	V
$\overline{\text{ON}}$ (ON) Input Logic High Voltage	$V_{\text{IH}}$	$V_{\text{IN}} = 2.7\text{V}$ to 3.6V		2			V
		$V_{\text{IN}} = 3.7\text{V}$ to 5.5V		2.4			
$\overline{\text{ON}}$ (ON) Input Leakage		$V_{\overline{\text{ON}}}(\text{ON}) = V_{\text{IN}}$ or GND				$\pm 1$	$\mu\text{A}$
$\overline{\text{FAULT}}$ Output Logic Low Voltage	$V_{\text{OL}}$	$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$ , $V_{\text{IN}} = 3\text{V}$				0.4	V
$\overline{\text{FAULT}}$ Output High Leakage Current		$V_{\text{IN}} = V_{\overline{\text{FAULT}}} = 5.5\text{V}$				1	$\mu\text{A}$
Fault-Blanking Timeout Period	$t_{\text{FB}}$	From overcurrent condition to $\overline{\text{FAULT}}$ assertion		7	10	13	ms
Start-Up Time		$V_{\text{IN}} = 5\text{V}$ , $C_{\text{OUT}} = 150\mu\text{F}$ , $R_{\text{L}} = 15\Omega$ , from $\overline{\text{ON}}$ (ON) driven low (high) to 50% full $V_{\text{OUT}}$			1		ms
Switch Turn-On Time	$t_{\text{ON}}$	$I_{\text{LOAD}} = 400\text{mA}$			80	200	$\mu\text{s}$
Switch Turn-Off Time	$t_{\text{OFF}}$	$I_{\text{LOAD}} = 400\text{mA}$		3	6	20	$\mu\text{s}$
Thermal Shutdown Threshold					165		$^{\circ}\text{C}$

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{IN} = +5V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage	$V_{IN}$		3		5.5	V
Quiescent Current	$I_Q$	$\overline{V_{ON}}$ (ON) = GND (GND), $I_{OUT} = 0$ , timer not running			25	$\mu A$
Off-Supply Current		$\overline{V_{ON}}$ (ON) = $V_{IN} = V_{OUT} = 5.5V$ ( $V_{ON} = GND$ )			2	$\mu A$
Undervoltage Lockout	UVLO	Rising edge, 100mV hysteresis	2.0		2.9	V
Off-Switch Leakage		$\overline{V_{ON}}$ (ON) = $V_{IN} = 5.5V$ , $V_{OUT} = GND$ ( $V_{ON} = GND$ )			15	$\mu A$
On-Resistance	$R_{ON}$	$V_{IN} = 4.4V$ to $5.5V$			125	m $\Omega$
		$V_{IN} = 3V$			150	
Current Limit	$I_{LIMIT}$	(Note 1)	640		1060	mA
Continuous Short-Circuit Current Limit		OUT shorted to GND, MAX1693/(MAX1693H) only (Note 2)			750	mA
$\overline{ON}$ (ON) Input Logic Low Voltage	$V_{IL}$	$V_{IN} = 3V$ to $5.5V$			0.8	V
$\overline{ON}$ (ON) Input Logic High Voltage	$V_{IH}$	$V_{IN} = 3V$ to $3.6V$	2			V
		$V_{IN} = 3.7V$ to $5.5V$	2.4			
$\overline{ON}$ (ON) Input Leakage		$\overline{V_{ON}}$ (ON) = $V_{IN}$ or GND			$\pm 1$	$\mu A$
$\overline{FAULT}$ Output Logic Low Voltage	$V_{OL}$	$I_{SINK} = 1mA$ , $V_{IN} = 3V$			0.4	V
$\overline{FAULT}$ Output High Leakage Current		$V_{IN} = V_{\overline{FAULT}} = 5.5V$			1	$\mu A$
Fault-Blanking Timeout Period	$t_{FB}$	From overcurrent condition to $\overline{FAULT}$ assertion	6		14	ms
Switch Turn-On Time	$t_{ON}$	$I_{LOAD} = 400mA$			200	$\mu s$
Switch Turn-Off Time	$t_{OFF}$	$I_{LOAD} = 400mA$	1		20	$\mu s$

**Note 1:** MAX1693/(MAX1693H)'s current limit is tested by forcing  $V_{OUT}$  to 4.5V. The MAX1694's current limit is tested by increasing the output current until the switch is latched off.

**Note 2:** This specification applies to the MAX1693/(MAX1693H) only. The MAX1694 latches the switch off under a sustained (>10ms) short-circuit condition.

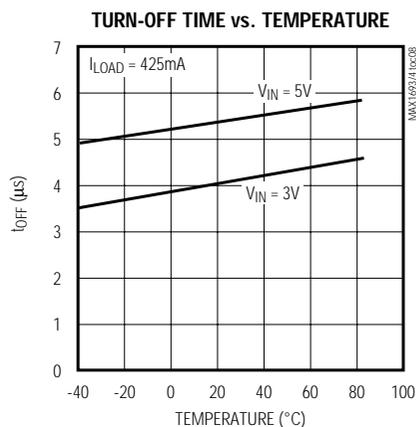
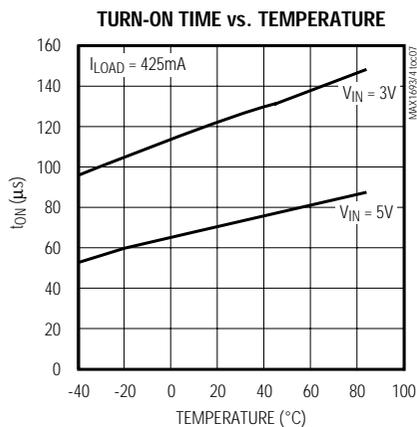
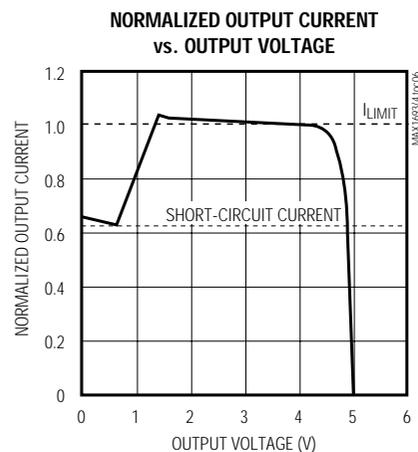
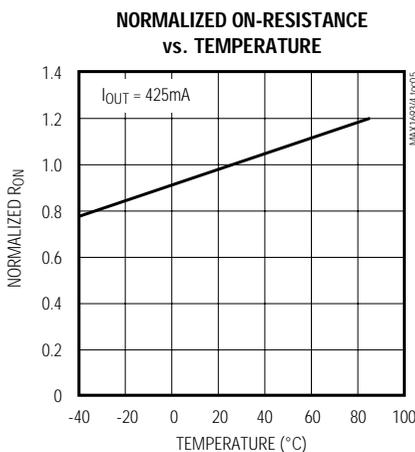
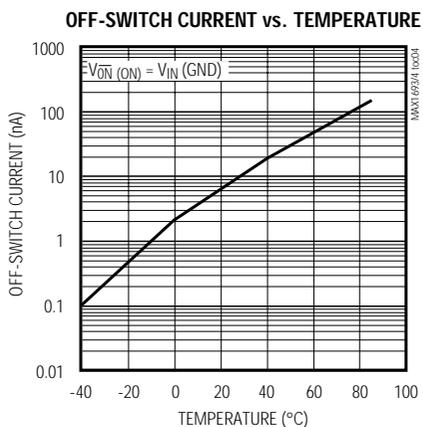
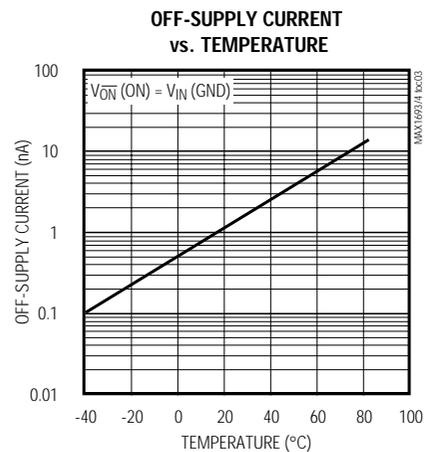
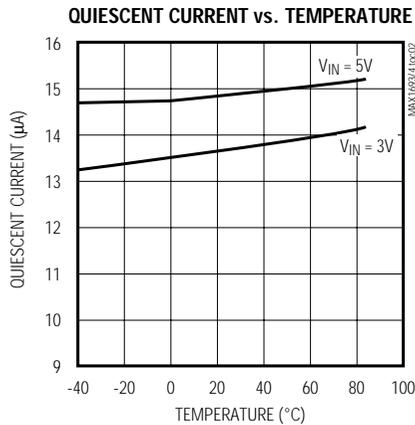
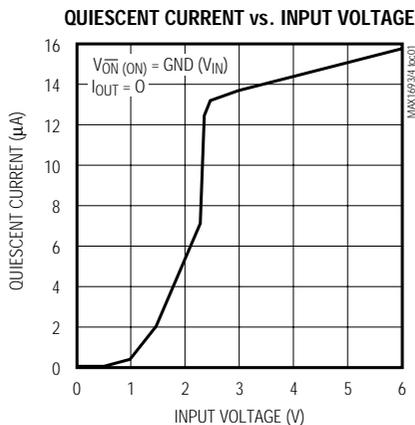
**Note 3:** Specifications to  $-40^{\circ}C$  are guaranteed by design, not production tested.

# 障害ブランキング付の USB 電流制限スイッチ

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694

## 標準動作特性

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

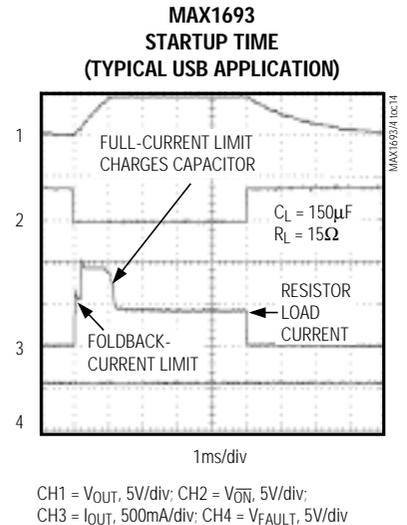
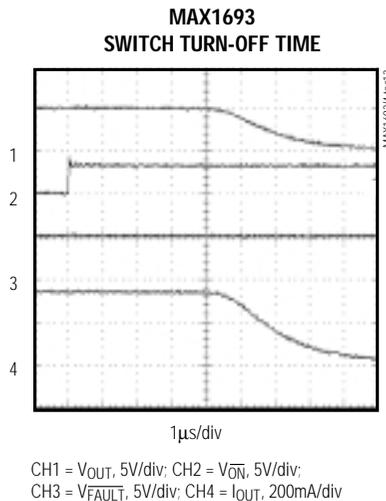
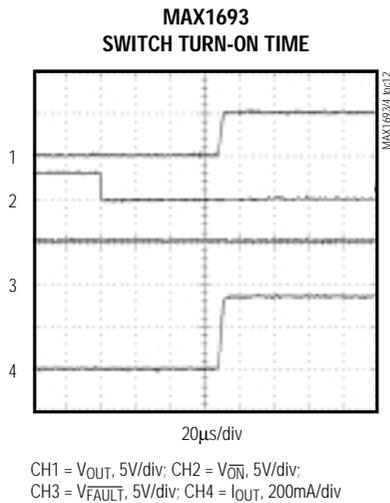
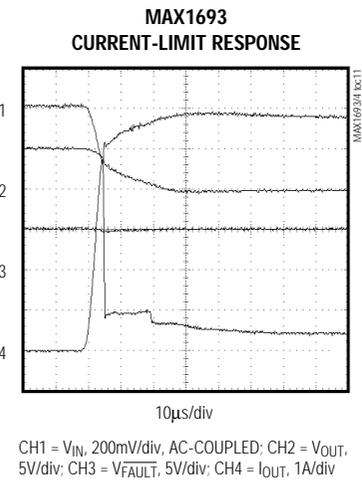
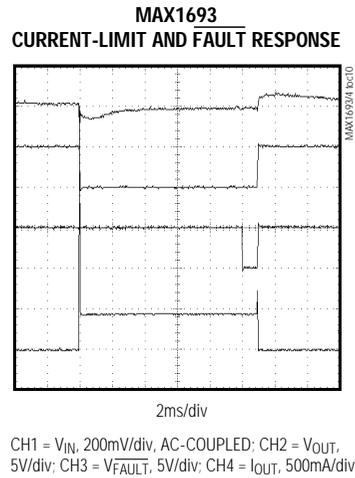
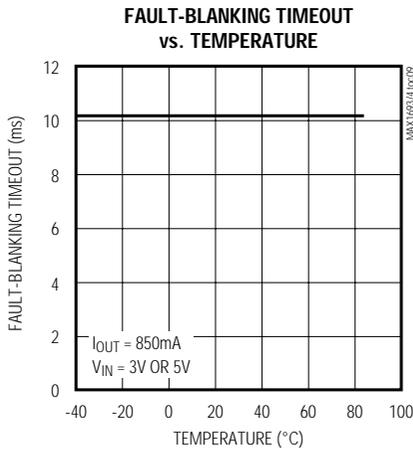


# 障害ブランキング付の USB電流制限スイッチ

## 標準動作特性(続き)

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

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694

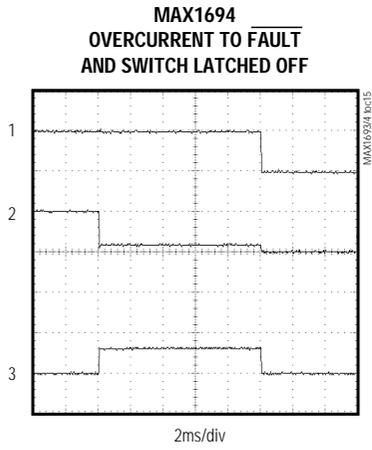


# 障害ブランキング付の USB電流制限スイッチ

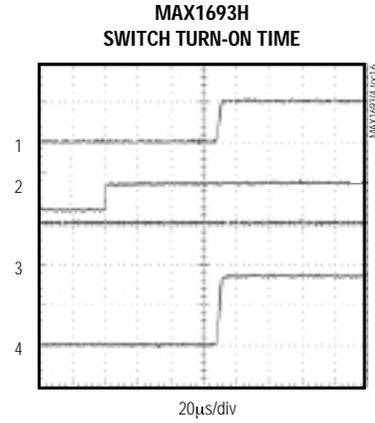
MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694

## 標準動作特性(続き)

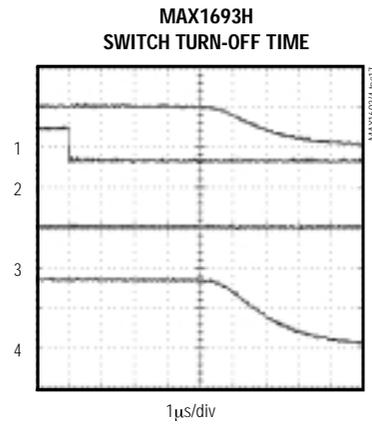
( $V_{IN} = +5V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



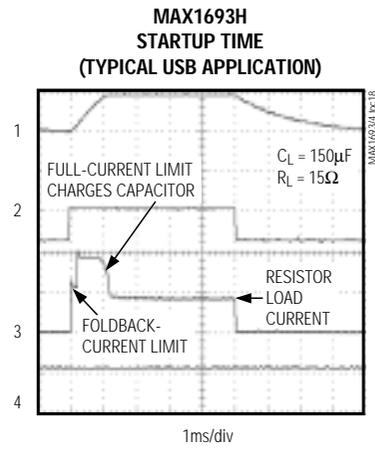
CH1 =  $V_{FAULT}$ , 5V/div; CH2 =  $I_{OUT}$ , 5V/div;  
CH3 =  $I_{OUT}$ , 1A/div



CH1 =  $V_{OUT}$ , 5V/div; CH2 =  $V_{ON}$ , 5V/div;  
CH3 =  $V_{FAULT}$ , 5V/div; CH4 =  $I_{OUT}$ , 200mA/div



CH1 =  $V_{OUT}$ , 5V/div; CH2 =  $V_{ON}$ , 5V/div;  
CH3 =  $V_{FAULT}$ , 5V/div; CH4 =  $I_{OUT}$ , 200mA/div



CH1 =  $V_{OUT}$ , 5V/div; CH2 =  $V_{ON}$ , 5V/div;  
CH3 =  $I_{OUT}$ , 500mA/div; CH4 =  $V_{FAULT}$ , 5V/div

# 障害ブランキング付の USB電流制限スイッチ

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694

## 端子説明

端子	名称	機能
1, 3, 9	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 $\mu$ Fセラミックコンデンサでグラウンドにバイパスして下さい。
2, 4, 8, 10	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、0.1 $\mu$ Fコンデンサでグラウンドにバイパスして下さい。
5	$\overline{\text{ON}}$ (ON)	アクティブロー(ハイ)のスイッチオン入力。ロジックロー(ハイ)の時にスイッチがターンオンします。
6	GND	グラウンド
7	$\overline{\text{FAULT}}$	障害インジケータ出力。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、又は持続的な(> 10ms)電流リミット状態になった時にローになります。MAX1694の場合だけは、この出力が発生時にラッチされて、ラッチがリセットされるまでパワースイッチはオフのままになります。

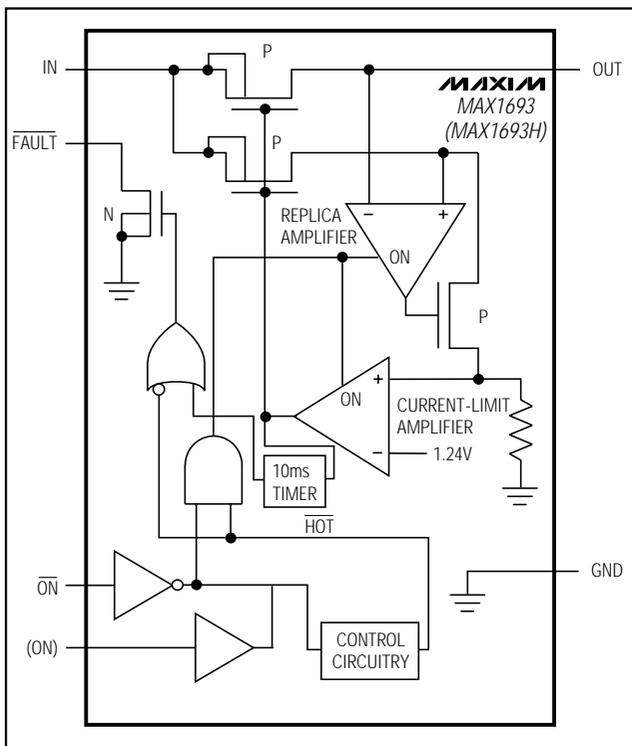


図1. MAX1693ファンクションダイアグラム

## 詳細

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694 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。出力電流が増えて電流リミット( $I_{LIMIT}$ )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。

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ことが必要です。

### 連続短絡保護

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694はフの字短絡保護機能付のスイッチです。出力短絡状態あるいは過電流においては、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(MAX1693の場合)。MAX1694の場合は、短絡が10ms以上続くとスイッチがオフ状態にラッチされます。

### サーマルシャットダウン

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694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 を超えると、スイッチはオフして $\overline{\text{FAULT}}$ 出力は直ちにローになります(過電流ブランキングなし)。MAX1694はスイッチがオフ、 $\overline{\text{FAULT}}$ 出力がローの状態にラッチされます。MAX1693/(MAX1693H)は20冷却す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、出力がパルスのようになります。

### $\overline{\text{FAULT}}$ インジケータ

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694は、障害出力( $\overline{\text{FAULT}}$ )を提供します。 $\overline{\text{FAULT}}$ 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。このオープンドレイン出力は、以下の条件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)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 )を超える。
- 素子が10ms以上電流リミット状態にあって、10msの障害ブランキング期間が経過した。

# 障害ブランキング付の USB電流制限スイッチ

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694

## 障害ブランキング

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694は、10msの障害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、パワーアップ時に障害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制限に入ると、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ると、 $\overline{\text{FAULT}}$ 出力はローになります。MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694の入力グリッチがスプリアス $\overline{\text{FAULT}}$ 出力をトリガするのを防ぐために、入力を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、偽の $\overline{\text{FAULT}}$ 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は $\overline{\text{FAULT}}$ 出力を発生させません。

電流リミット障害のみがブランキングされます。高温障害のとき及び入力電圧がUVLOスレッシュホールドより低くなったときはただちに障害出力が発生します。

## 障害ラッチ動作(MAX1694のみ)

MAX1694はラッチ付の $\overline{\text{FAULT}}$ 出力を備えています。 $\overline{\text{FAULT}}$ 出力が起動されると、 $\overline{\text{FAULT}}$ はローにラッチされ、スイッチがターンオフします。ラッチをクリアするには、 $\overline{\text{ON}}$ 入力を再入力するか、入力電圧をUVLOより一旦低くして下さい。

## 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おいては、1 $\mu\text{F}$ 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と、入力における電圧ドロップをさらに小さくすることができます(図2)。

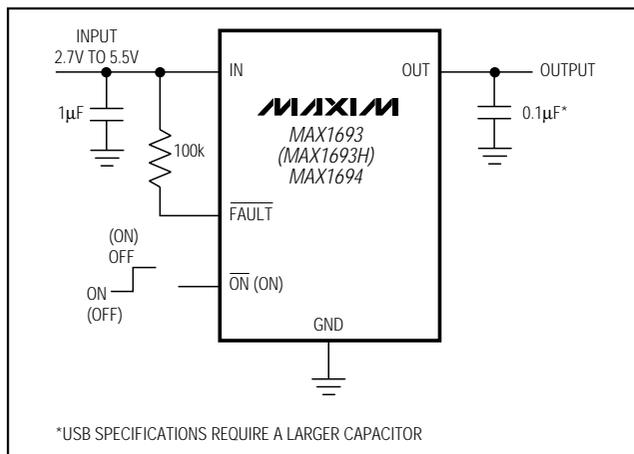


図2. 標準アプリケーション回路

### 出力コンデンサ

OUTとGNDの間に0.1 $\mu\text{F}$ 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を負に引き下げるのを防ぎます。

### レイアウト及び放熱

出力短絡状態へのスイッチの応答時間を最適化するには、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が重要です。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する必要があります。パワーバスプレーンを広くすると、IN及びOUTピンを通じた放熱を改善できます。図3に1層基板用の推奨ピン接続法を示します。

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。

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

ここで、 $I_{\text{LIMIT}}$ はプリセット電流リミット(1.0A max)、 $R_{\text{ON}}$ はスイッチのオン抵抗(125m $\Omega$  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て、チップ温度が上昇します。障害条件がなくなると、「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続させると放熱が改善されます。

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 715

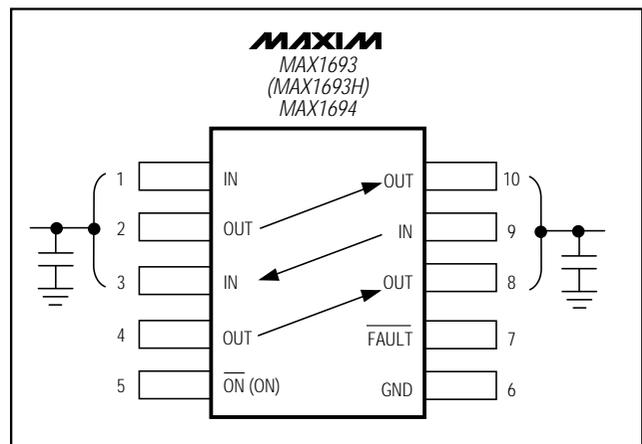


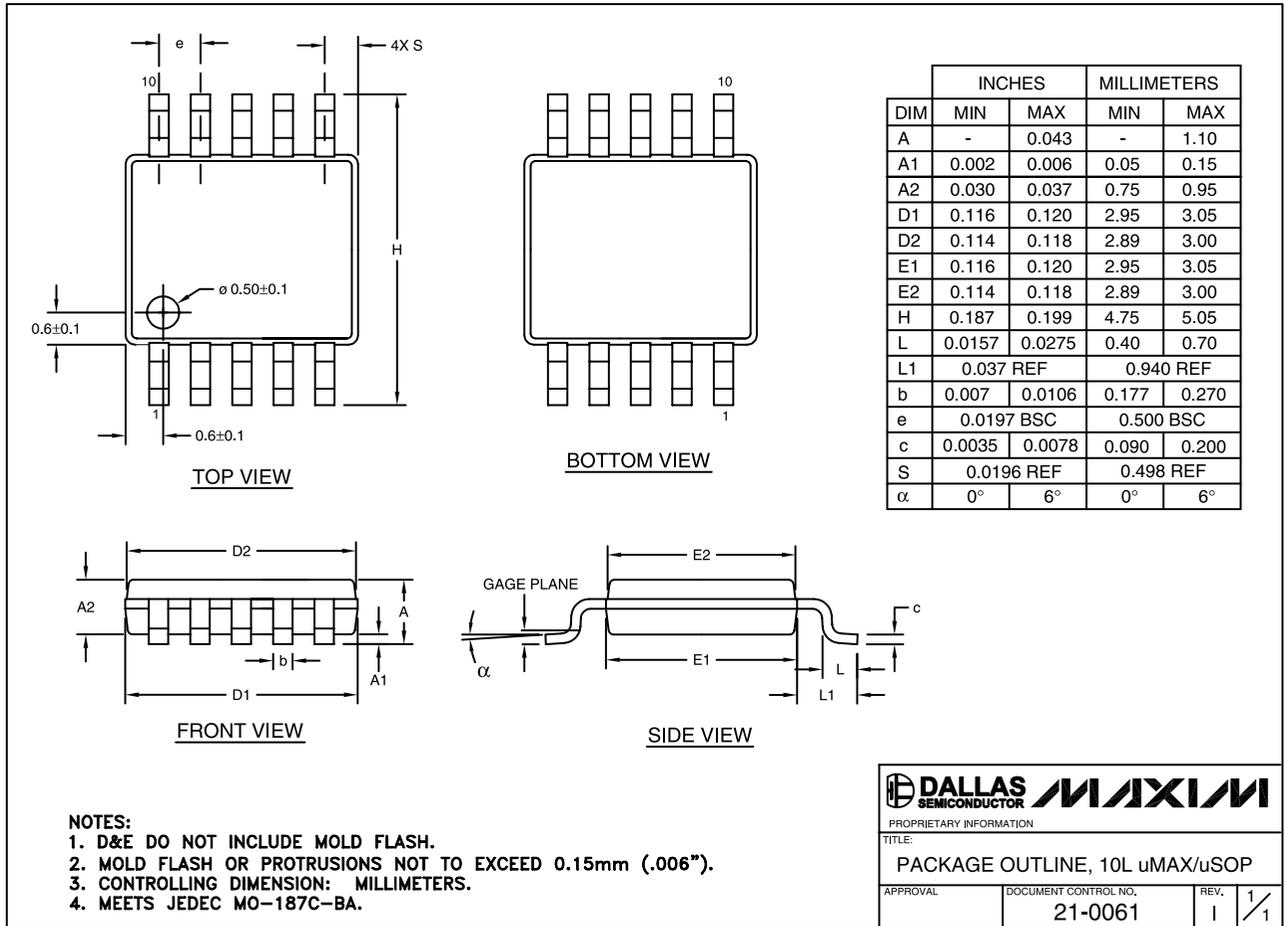
図3. IN及びOUTの交差接続(1層基板用)

# 障害ブランキング付の USB電流制限スイッチ

MAX1693/(MAX1693H)/MAX1694

## 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。)



注記：MAX1693/(MAX1693H)及びMAX1694はエクスポーズパッド付ではありません。

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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 9