

200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

MAX4772/MAX4773

概要

MAX4772/MAX4773スイッチは、選択式の電流制限機能を内蔵しており、負荷に異常が発生した際にホストデバイスの損傷を防止します。MAX4772/MAX4773は、200mAまたは500mAの保証電流制限値を選択可能なロジック入力を備えており、SDIOなどの負荷スイッチングアプリケーションに最適です。これらのアナログスイッチは、オン抵抗が 0.2Ω と低く、 $2.0V \sim 4.5V$ の入力電圧範囲で動作します。

負荷をポートに接続してスイッチをオンにしたとき、過渡電圧が十分に安定することができるよう、保証ブランキング時間を14msとしています。ブランキング時間経過後も負荷電流が電流制限値を超えているとき、MAX4772スイッチはオフとなり、FLAGによってマイクロプロセッサに通知します。電源またはON入力の繰返しで、スイッチを再度ターンオンすることができます。

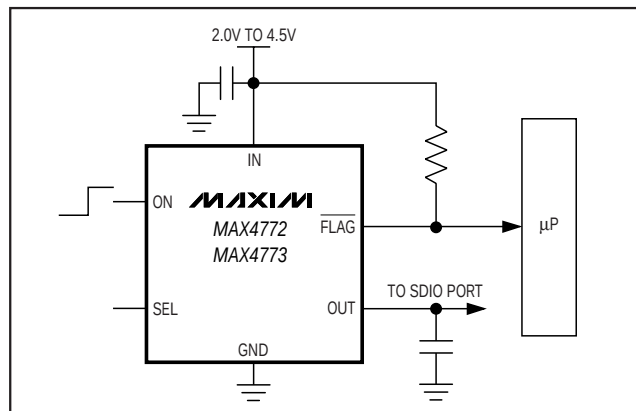
MAX4773には自動再試行機能があります。ブランキング時間経過後、スイッチをオフにしてFLAGによってマイクロプロセッサに通知します。その後、過負荷状態が続いているかどうか、継続的に監視します。過負荷状態が消滅し、FLAGがデアサートされると、スイッチは継続的にオンとなります。

MAX4772/MAX4773は、小型、省スペースの6ピンSOT23パッケージ及び6ピンTDFN (3mm x 3mm)パッケージで提供されています。

アプリケーション

SDIO
PDA及びパームトップ機器
セル電話
GPSシステム
ハンドヘルド機器

標準動作回路



特長

- ◆ 保証電流制限値：200mAまたは500mA
- ◆ サーマルシャットダウン保護
- ◆ 逆電流保護
- ◆ オン抵抗： 0.2Ω (SEL = ハイ)
- ◆ 保証ブランキング時間：14ms
- ◆ FLAG機能
- ◆ 自動再試行 (MAX4773)
- ◆ 供給電流：80μA
- ◆ ラッチオフ電流：6μA (MAX4772)
- ◆ シャットダウン電流：0.01μA
- ◆ 入力電圧範囲：2.0V～4.5V
- ◆ 高速電流制限応答時間
- ◆ 小型SOT23及びTDFNパッケージ
- ◆ UL認証申請中

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX4772EUT-T	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	ABND
MAX4772ETT*	-40°C to +85°C	6 TDFN-EP**	—
MAX4773EUT-T	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	ABNE
MAX4773ETT*	-40°C to +85°C	6 TDFN-EP**	—

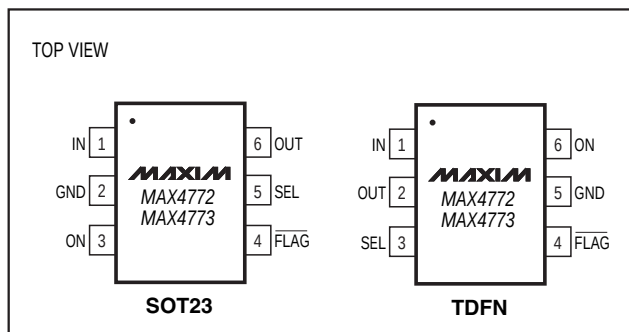
*開発中の製品。入手性についてはお問い合わせください。

**EP：エクスポーズドパッド

選択ガイド

PART	AUTORETRY
MAX4772EUK-T	No
MAX4772ETT	No
MAX4773EUK-T	Yes
MAX4773ETT	Yes

ピン配置



200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

MAX4772/MAX4773

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, ON, $\overline{\text{FLAG}}$, SEL, OUT to GND -0.3V to +6V
 OUT Short Circuit to GND Internally Limited
 Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 6-Pin SOT23 (derate 8.7mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 696mW
 6-Pin TDFN (derate 24.4mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 1951mW

Operating Temperature Range -40°C to $+85^\circ\text{C}$
 Junction Temperature $+150^\circ\text{C}$
 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

($V_{IN} = +2.0\text{V}$ to $+4.5\text{V}$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{IN} = +3.3\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage	V _{IN}			2.0		4.5	V
Quiescent Current	I _Q	V _{ON} = V _{IN} , switch on	V _{IN} = +3.3V		80	125	μA
Latch-Off Current (Note 2)	I _{LATCH}	V _{ON} = V _{IN} , after an overcurrent fault (MAX4772)	V _{IN} = +3.3V		6	10	μA
Shutdown Current	I _{SHDN}	V _{ON} = 0V, SEL = low or floating			0.03	1	μA
Forward-Current Limit		SEL = low, V _{IN} = 3.3V, V _{OUT} = GND		200		320	mA
		SEL = high, V _{IN} = 3.3V, V _{OUT} = GND		500		800	
Reverse-Current Limit		SEL = low				320	mA
		SEL = high				800	
ON Input Leakage				-1		+1	μA
Shutdown Forward Leakage		V _{ON} = 0V, V _{OUT} = 0V			0.01	1	μA
Shutdown Reverse Leakage		V _{ON} = 0V, V _{IN} = 2V, V _{OUT} = 4.5V				1	μA
SEL Pulldown Current		After power-up (V _{IN} > 2V, 0V < V _{SEL} < 0.5V)		30		100	μA
SEL Input Current		Measured after first low-to-high transition		-1		+1	μA
On-Resistance (Note 3)	R _{ON}	SEL = low, I _{LOAD} = 100mA			0.45	0.9	Ω
		SEL = high, I _{LOAD} = 100mA			0.18	0.36	
ON, SEL Input Logic High Voltage	V _{IH}	V _{IN} = 2V to 3.6V		1.4			V
		V _{IN} > 3.6V		2			
ON, SEL Input Logic Low Voltage	V _{IL}					0.5	V
FLAG Output Logic Low Voltage		I _{SINK} = 1mA				0.4	V
FLAG Output High Leakage Current		V _{IN} = V _{FLAG} = V _{ON} = 4.5V				1	μA
Thermal Shutdown					150		°C
Thermal-Shutdown Hysteresis					15		°C
DYNAMIC							
Turn-On Time (Note 4)		V _{ON} from low to high, I _{OUT} = 10mA, C _L = 0.1μF			120		μs
Turn-Off Time (Note 4)		V _{ON} from high to low, I _{OUT} = 10mA, C _L = 0.1μF			100		ns
Blanking Time	t _{BLANK}	Overcurrent fault (Figures 4 and 5)		14		60	ms

200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

MAX4772/MAX4773

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = +2.0V$ to $+4.5V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{IN} = +3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Short-Circuit Current-Limit Response Time		$V_{ON} = V_{IN}$, short circuit applied to OUT		5		μs
Retry Time (Note 5)	t_{RETRY}	MAX4773 (Figure 4)	210		900	ms

Note 1: All parts are 100% tested at $+25^{\circ}C$. Electrical limits across the full temperature range are guaranteed by design and correlation.

Note 2: Latch-off current does not include the current flowing into $\overline{FLAG}$.

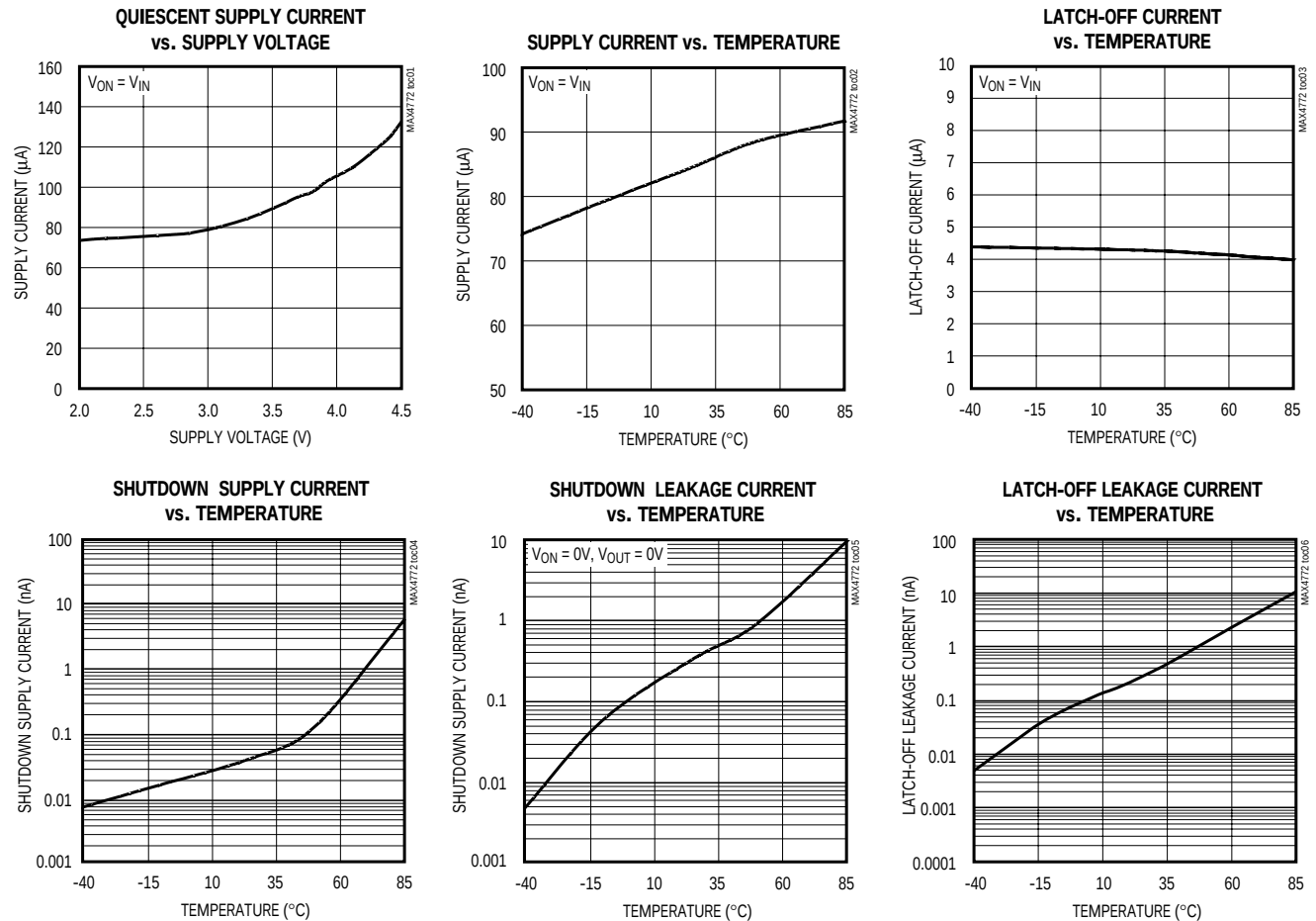
Note 3: TDFN parts are guaranteed by design.

Note 4: The on-time is defined as the time taken for the current through the switch to go from 0mA to full load. The off-time is defined as the time taken for the current through the switch to go from full load to 0mA.

Note 5: Retry time is typically 15 times the blanking time (typ).

標準動作特性

($V_{IN} = 3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

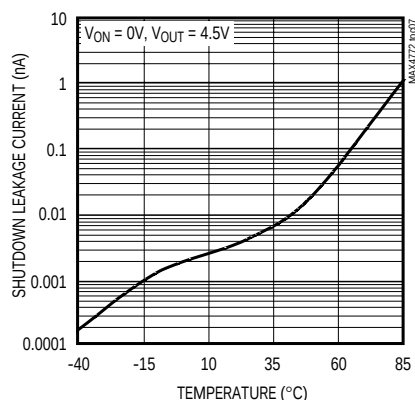


200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

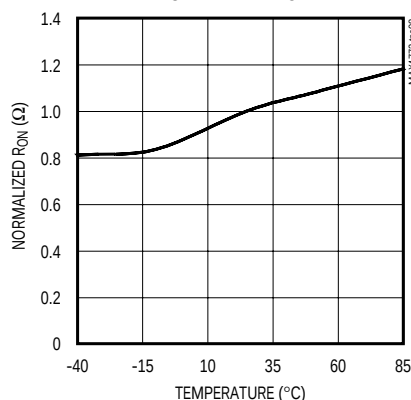
標準動作特性(続き)

($V_{IN} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

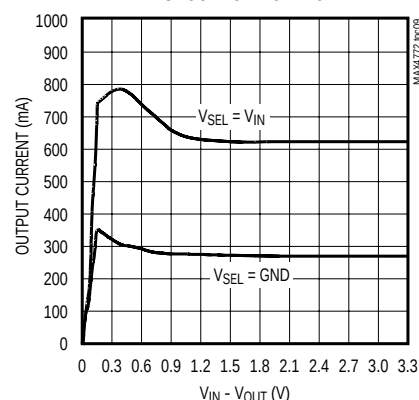
**SHUTDOWN REVERSE LEAKAGE CURRENT
vs. TEMPERATURE**



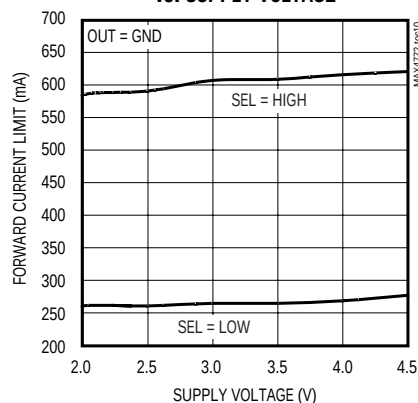
**NORMALIZED ON-RESISTANCE
vs. TEMPERATURE**



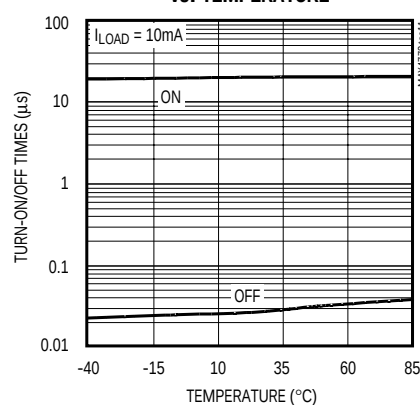
**OUTPUT CURRENT
vs. OUTPUT VOLTAGE**



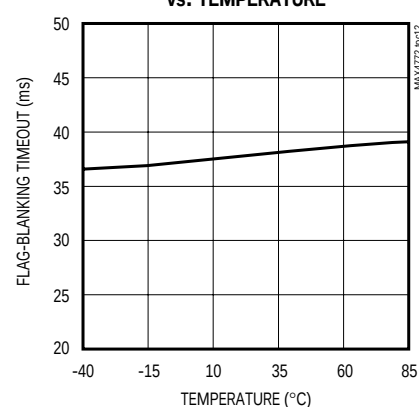
**FORWARD CURRENT LIMIT
vs. SUPPLY VOLTAGE**



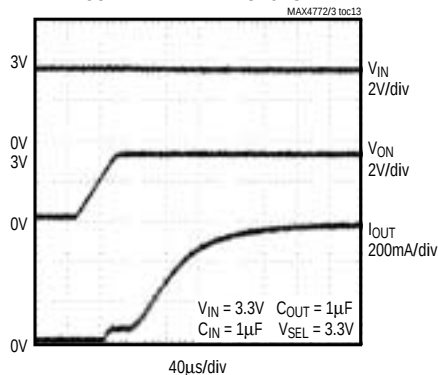
**SWITCH TURN-ON/OFF TIMES
vs. TEMPERATURE**



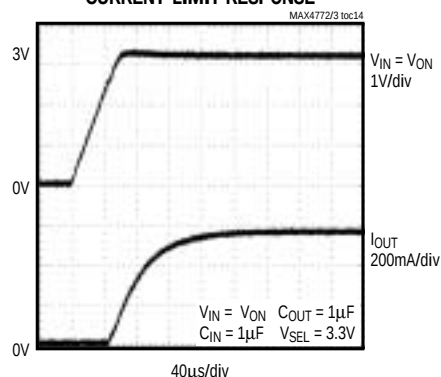
**FLAG-BLANKING TIMEOUT
vs. TEMPERATURE**



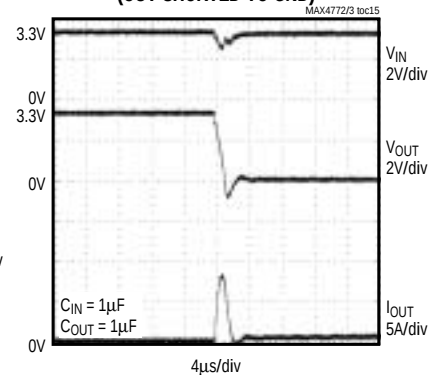
CURRENT-LIMIT RESPONSE



CURRENT-LIMIT RESPONSE



**CURRENT-LIMIT RESPONSE
(OUT SHORTED TO GND)**

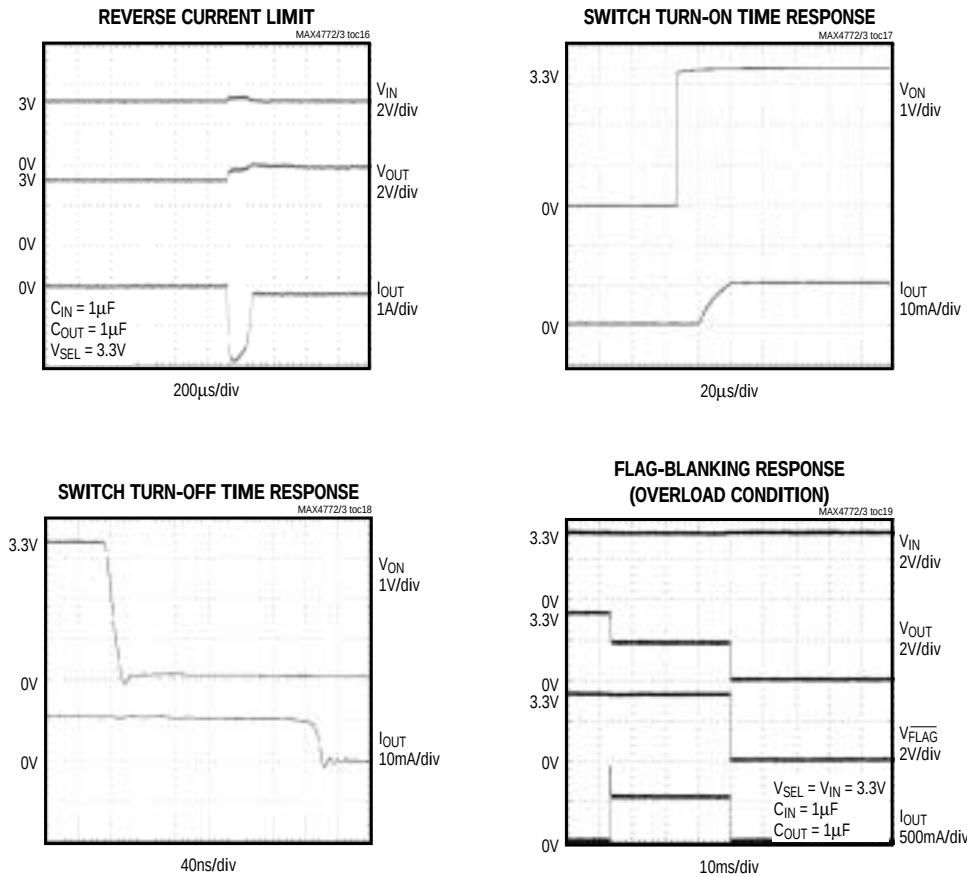


200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

MAX4772/MAX4773

標準動作特性(続き)

($V_{IN} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子		名称	機能
SOT23	TDFN		
1	1	IN	入力。0.1μFのセラミックコンデンサでグラウンドにバイパスします。
2	5	GND	グラウンド。
3	6	ON	アクティブハイスイッチオン入力。この端子をロジックハイにするとスイッチがオンになります。
4	4	$\overline{FLAG}$	障害出力。オープンドレイン出力で、ブランキング時間を超えてデバイスに電流制限(順逆方向いずれでも)がかかった場合、この出力がローになります。障害がない場合やON端子がローの場合、 $\overline{FLAG}$ はハイインピーダンスになります。
5	3	SEL	電流制限スレッシュホールド選択。電流制限スレッシュホールドを200mAに設定するときには、この端子をロジックローに接続するか、フローティングとします。電流制限スレッシュホールドを500mAに設定するときには、この端子をロジックハイに接続します。
6	2	OUT	スイッチ出力。0.1μFのセラミックコンデンサでグラウンドにバイパスします。

200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

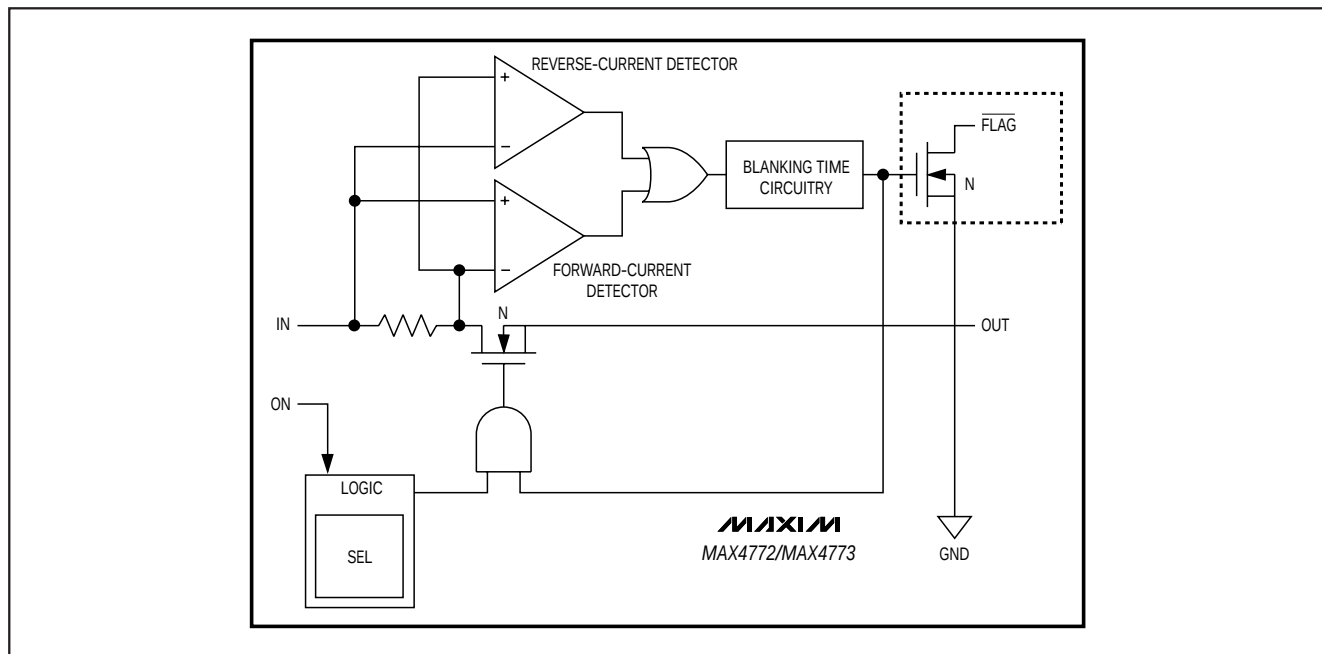


図1. ファンクションダイアグラム

詳細

MAX4772/MAX4773は順逆両方向の電流制限スイッチです。動作入力電圧範囲は2.0V～4.5Vで、電流制限スレッシュホールドはSEL端子がローなら200mA、ハイなら500mAとなります。内蔵検出抵抗に発生する電圧降下を2つの基準電圧と比較し、順逆方向いずれかで電流制限障害が発生しているかどうかを判断します。障害ブランピング時間よりも長い時間、負荷電流が設定した電流制限値を超えると、スイッチがオープンになります。

MAX4773には自動再試行機能があり、内蔵タイマで再試行時間が経過すると、再度スイッチがオンになります。この場合も、ブランピング時間後に負荷障害が継続していれば、スイッチはまたオフになります。このサイクルは繰り返し実行されます。負荷障害が消滅すれば、スイッチはオンの状態を保ちます。

MAX4772には自動再試行機能がなく、オフになったスイッチはラッチオフモードとなり、ON端子または入力電力がハイからロー、そしてハイへと再投入されるまで、ラッチオフモードのままとなります。

電流制限スレッシュホールド選択

MAX4772/MAX4773では、SELロジック入力によって電流制限スレッシュホールドを200mAまたは500mAに設定します。SELをローに接続するかフローティングの

ままにすると電流制限値が200mAになり、ハイに接続すると500mAになります。

電源投入時、SELがローかフローティングだと、電流制限値が200mAになります。MAX4772/MAX4773では、内蔵のプルダウン抵抗(最大100μA)によって、SELがフローティング時にデフォルト設定される電流制限値を200mAとしています。最初のローからハイの変化でプルダウン抵抗の内部接続が切りはなされ、SELレベルに応じた電流制限値となります (SEL = ローで200mA、SEL = ハイで500mA)。

電源投入時にSELとV_{IN}の電圧が同時に上昇する場合には、最初から電流制限値が500mAに設定されます。

図2と図3は、MAX4772/MAX4773が持つ2種類のパワーアップシーケンスを示したものです。図2では、スイッチが入り、V_{IN} ≥ 2VとなるとSELがローからハイに変化し、電流制限値が200mAから500mAに変化します。図3ではスイッチを入れたときにSELとINの電圧が同時に上昇するため、最初から500mAに設定されます。

MAX4772/MAX4773を電流制限500mAで使うためには、マイクロプロセッサのGPIOが100μAの駆動電流を供給することが必要があります。いったん電流制限が500mAに設定されたら、100μAの駆動電流は不要になります。

200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

MAX4772/MAX4773

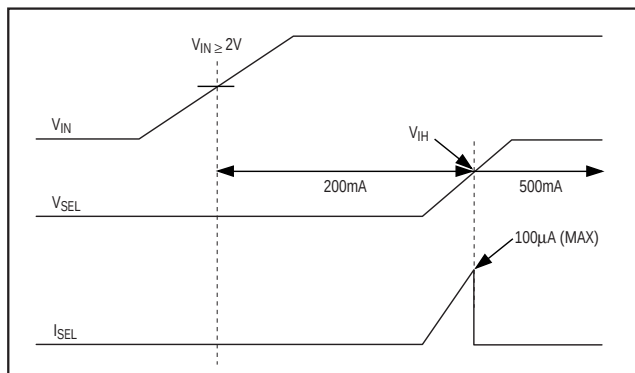


図2. MAX4772/MAX4773パワーアップシーケンス
(パワーアップ後にV_{SEL}が上昇する場合)

逆電流保護

MAX4772/MAX4773では、逆電流(V_{OUT}からV_{IN}へ流れる電流)を最大I_{REV}以下におさえます。ブランキング時間以上のあいだ、逆電流制限条件が続くと、スイッチはオフになりFLAGがアサートされます。この機能により、過剰な逆電流がデバイスに流れることが防止されます。

スイッチのオン/オフ制御

ONをハイに切替えると、電流制限付きスイッチがイネーブルとなります。順/逆方向の電流障害がある場合やチップ温度が+150°Cのサーマルシャットダウン温度を超えた場合には、OUTはINからの内部接続が切りはなされ、供給電流は8µAまで低下します(ラッチオフ)。つまり、スイッチはオフ状態になるわけです。駆動側のONがローになってもスイッチはオフ状態になり、この場合は供給電流が0.01µAまで低下します(シャットダウン)。表1に、MAX4772/MAX4773の電流制限スイッチのオン/オフ状態をまとめました。

FLAGインジケータ

MAX4772/MAX4773には、障害出力(FLAG)があります。過電流条件に遭遇するとMAX4772はFLAGをローにラッチして、スイッチをオフにします。MAX4773はFLAGをローにラッチして、過電流条件が消滅するまでローのままに保ちます。自動再試行モードでは、この間、

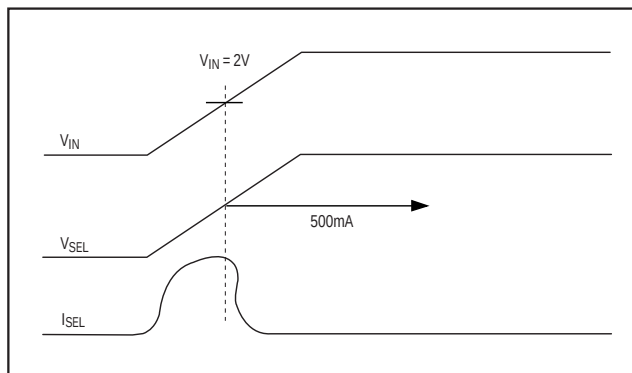


図3. MAX4772パワーアップシーケンス
(V_{SEL}とV_{IN}が同時に上昇する場合)

スイッチがオン及びオフを繰り返します。過電流条件が消滅すると、FLAGがデアサートされ、スイッチがオンになります(図4)。

FLAGはオープンドレイン出力のトランジスタであり、FLAGとINを接続する外付けプルアップ抵抗を必要とします。シャットダウン中は(ONがロー状態)、FLAG出力のプルダウンは解放され、消費電力を抑えるようになっています。以下の条件のいずれかが成立すると、FLAGがローになります。

- チップ温度がサーマルシャットダウン温度(+150°C)を超えた場合
- 障害ブランキング時間以上、デバイスの電流制限が続いた場合
- スwitchが自動再試行となっている場合

自動再試行(MAX4773)

順方向電流あるいは逆方向電流が制限スレッショルドを超えると、t_{BLANK}タイマが起動します(図4)。t_{BLANK}が経過する前に過電流条件が消滅すると、タイマはリセットされます。t_{BLANK}が経過すると再試行時間遅延(t_{RETRY})のカウンタがはじまり、t_{RETRY}間、スイッチはラッチオフとなり、FLAGはアサートされます。t_{RETRY}が経過すると、スイッチはオンに戻ります。この時点で障害が継続していれば、このサイクルが繰り返されます。障害が取り除かれていれば、スイッチはオンのまま、FLAGはデアサートされます。

表1. MAX4772/MAX4773スイッチの真理表

ON	FAULT	SWITCH ON/OFF	SUPPLY CURRENT MODE
Low	X	OFF	Shutdown
High	Thermal	OFF immediately (t _{BLANK} period does not apply)	Latch off
		OFF after t _{BLANK} period has elapsed	Latch off
High	Current Limit	ON during t _{BLANK} period, OFF during t _{RETRY} period for the MAX4773 cycle repeats until fault is removed	See the Autoretry section

200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

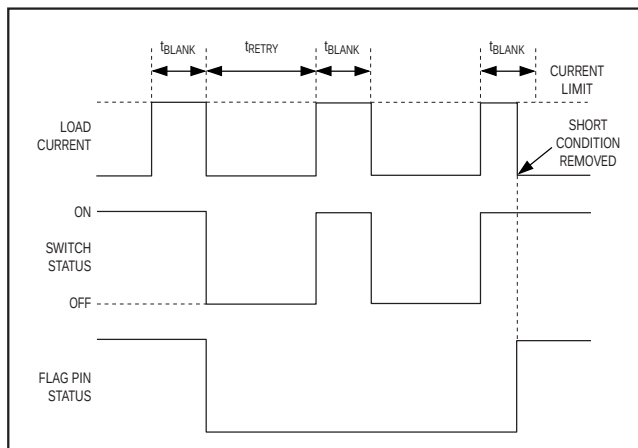


図4. MAX4773自動再試行障害ブランキング

自動再試行機能があると、過電流条件や短絡条件の発生時にシステム消費電力を抑えることができます。 t_{BLANK} の間、スイッチはオンですが供給電流は電流制限値に抑えられます。 t_{RETRY} の間はスイッチがオフになり、スイッチを流れる電流はゼロになります。負荷電流がスイッチにフルにかかるかわりに、等価負荷電流とデューティサイクルの積、つまり、 $I_{SUPPLY} = I_{LOAD} \times t_{BLANK} / (t_{BLANK} + t_{RETRY})$ がかかるわけです。通常の $t_{BLANK} = 37ms$ と $t_{RETRY} = 555ms$ ではデューティサイクルが6%となり、スイッチがオンのままの場合に対して94%も消費電力を削減できるのです。このデューティサイクルは、プロセスとデバイスによって変化しません。

ラッチオフ (MAX4772)

順方向電流あるいは逆方向電流が制限スレッシュホルドを超えると、 t_{BLANK} タイマが起動します。 t_{BLANK} が経過する前に過電流条件が消滅すると、タイマはリセットされます。ブランキング時間の終了まで過電流条件が続くと、スイッチはシャットオフされ、 $\overline{FLAG}$ はアサートされます。スイッチがリセットされるのは、ONが切替えられたとき(図5)あるいは入力電圧が再投入されたとき(図5)です。

障害ブランキング

MAX4772/MAX4773には、14ms(最小値)の障害ブランキング機能があります。障害ブランキングの機能は、容量性負荷をホットスワッピングしたときに発生する瞬間的な短絡障害などの電流制限障害を許容するとともに、パワーアップ中に障害検出が行われないようにするというものです。負荷の遷移によりデバイスに電流制限が発生すると、内蔵カウンタが起動します。障害ブランキングタイムアウト以上に負荷遷移障害が続くと、

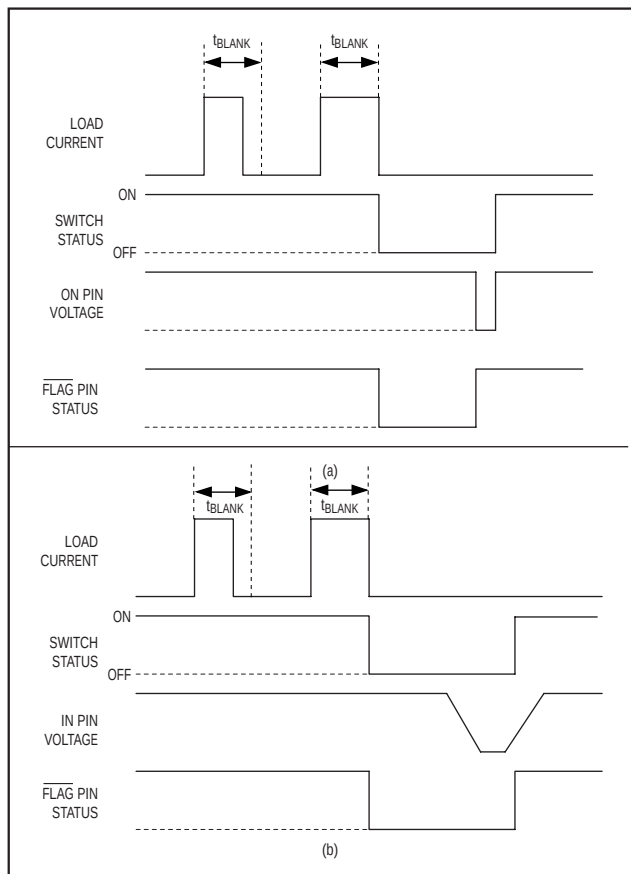


図5. MAX4773ラッチオフ障害ブランキング

$\overline{FLAG}$ がローにアサートされます。負荷遷移障害が t_{BLANK} 以内に終了すれば $\overline{FLAG}$ 出力はアサートされません。ブランキングが行われるのは電流制限障害のみです。

熱障害がおきると、ブランキング時間の終了を待つことなく、すぐに $\overline{FLAG}$ がアサートされます。

サーマルシャットダウン

MAX4772/MAX4773にはサーマルシャットダウン機能があり、デバイスを過熱から守ります。ジャンクション温度が $+150^{\circ}C$ を超えると、すぐに(障害ブランキングなしで)スイッチはオフになり、 $\overline{FLAG}$ はローになります。自動再試行機能を持つスイッチは、デバイス温度が約 $15^{\circ}C$ 低下するとオンに戻ります。ラッチオフ機能を持つスイッチをオンに戻すには、ON再投入が必要です。

アプリケーション情報

入力コンデンサ

瞬間的な出力の短絡による入力側の電圧降下を抑えるため、INとGNDの間にコンデンサを取り付けます。ほとんどのアプリケーションにおいて、 $0.1\mu F$ のセラミック

コンデンサで十分なはずですが、ただし、低電圧アプリケーションでは、入力側の電圧降下をより小さく制限することができるように、より容量の大きなコンデンサとすべきです。

出力コンデンサ

OUTとGND間には0.1μFのコンデンサを取り付けます。これは、ターンオフ中に寄生インダクタンスがOUTの負出力を引かないようにして、MAX4772/MAX4773の不規則なトリップを防止するためです。負荷の静電容量が大きすぎると、その静電容量を出力電流で満たすのに時間がかかってしまい、デバイス側から見ると負荷障害が発生しているように見えてしまいます。OUT端子で駆動できる容量性負荷の最大値は、次式で得られます。

$$C_{MAX} < \frac{I_{FWD_MIN} \times t_{BLANK_MIN}}{V_{IN}}$$

レイアウトと放熱

出力短絡時のスイッチ応答時間を最適化するためには、すべてのトレースをできるだけ短くし、寄生インダクタンスの影響をできる限り抑えることが重要です。まず、入力コンデンサと出力コンデンサを、デバイスのできるだけ近く(5mm以内)に取り付けます。IN端子とOUT端子から電源バスまでのトレースも、できるだけ短くします。

通常動作では発熱量が小さく、パッケージ温度もあまり上昇しません。電源電圧最大で出力がグランドに短絡されたままという状態でも、自動再試行機能を持つスイッチなら問題なく動作します。これは、短絡時の消費電力が次式のようにデューティサイクルによって制限されるためです。

$$P_{MAX} = \frac{V_{IN_MAX} \times I_{OUT_MAX} \times t_{BLANK}}{t_{RETRY} + t_{BLANK}} = 211mW$$

ただし、 $V_{IN} = 4.5V$ 、 $I_{OUT} = 750mA$ 、 $t_{BLANK} = 14ms$ 、 $t_{RETRY} = 210ms$ です。

MAX4772の場合は注意が必要です。MAX4772はONをハイからローへと切替えることによって、ラッチオフ状態をマニュアル解除しなければならないからです。ラッチオフ時間を十分な長さにしておかないと、デバイス温度がサーマルシャットダウンスレッシュホールドに達してしまい、デバイスを冷却するまでオンに戻らなくなってしまう。

チップ情報

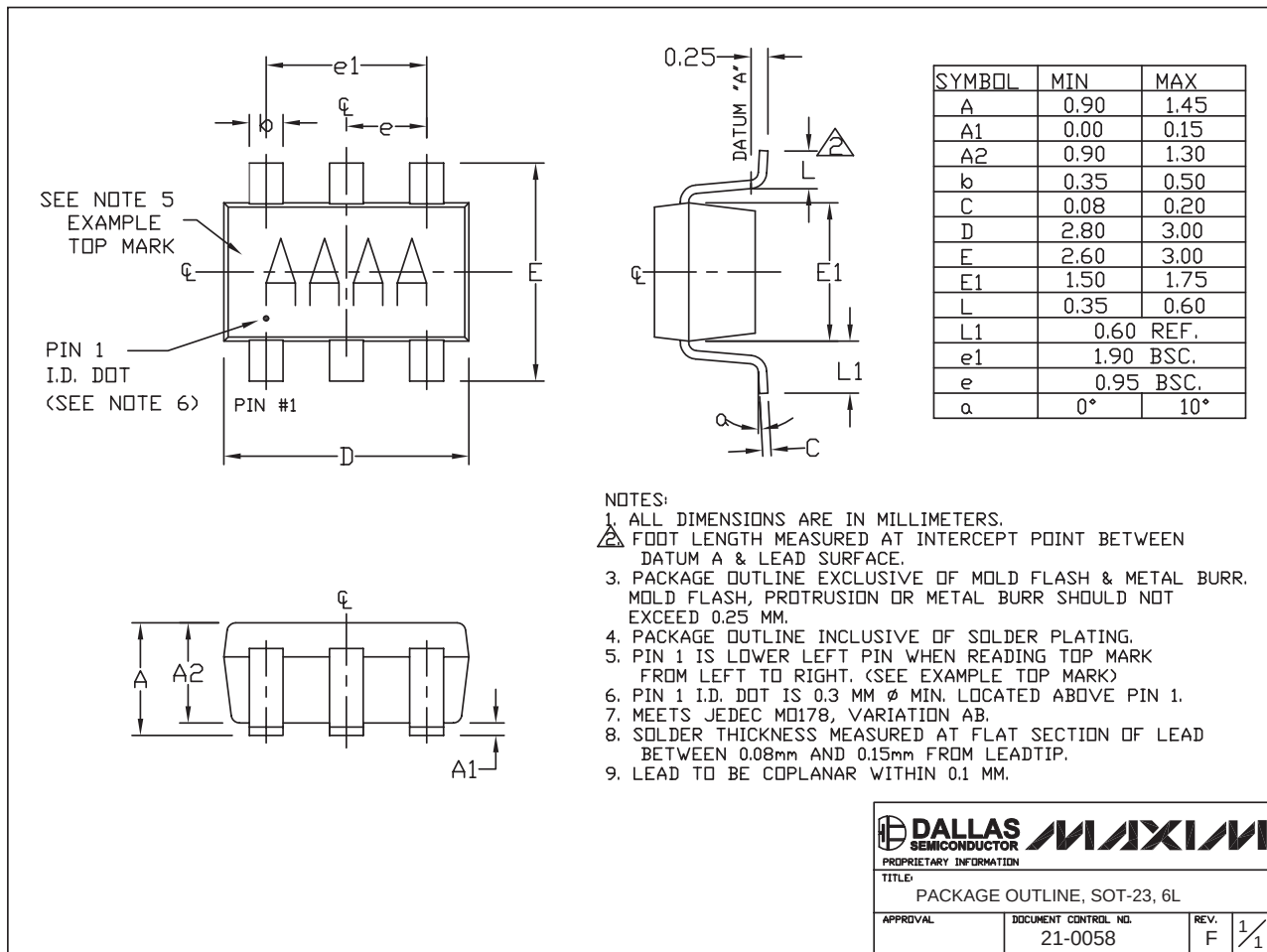
TRANSISTOR COUNT: 2539

PROCESS: BiCMOS

200mA/500mA選択式 電流制限スイッチ

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。

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

© 2003 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.