

28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

概要

MAX14544/MAX14545は、故障の過負荷状態によってホストデバイスが損傷することを防ぎながら外付けの周辺機器に給電することができる過電流検出スイッチです。これらのアナログスイッチはオン抵抗が270m Ω (typ)で、+2.3V~+5.5Vの入力電圧範囲で動作します。電流制限を200mAまたは400mAに選択することができるため、負荷スイッチングのアプリケーションに最適です。

MAX14544には自動再試行機能を備えているのに対して、MAX14545にはラッチオフ機能を備えています。スイッチがオフのときにOUTは最大28Vに耐えることができます。スイッチがオンで負荷がポートに接続されているとき、10.5msのブランキング時間によって過度電圧を抑えます。このブランキング時間の経過後にスイッチ両端の電圧がFLAGアサート電圧を超えた場合、スイッチはオフになってFLAGがマイクロプロセッサに送出されます。再試行時間の経過後、ブランキング時間の間だけデバイスのスイッチを再び閉じ、負荷電流が電流制限を超えていないかどうかを確認します。MAX14544は、過負荷状態が存在する場合にこのサイクルを繰り返します。このサイクルの間、FLAGはアサートされたままです。過負荷状態が取り除かれてFLAGがデアサートされた後、MAX14544はオンのままになります。MAX14545の場合、ブランキング時間後にスイッチはオフになり、その後FLAGがマイクロプロセッサに送出されます。電源またはEN入力を入れ直すことによって再びスイッチをオンにすることができます。

MAX14544/MAX14545は、サーマルシャットダウン保護、逆電流阻止、および過電圧保護などの付加安全機能を備えています。

MAX14544/MAX14545は、省スペースの8ピンTDFN (2mm x 2mm) パッケージで提供され、-40°C~+85°Cの拡張温度範囲での動作が保証されています。

アプリケーション

- 携帯電話
- MP3プレーヤー
- PDA
- デジタルカメラ
- eブック
- MID

特長

- ◆ 200mAまたは400mAの電流制限を選択可能
- ◆ 出力の耐圧：+28V
- ◆ 逆電流シャットダウン保護
- ◆ 入力電圧範囲：+2.3V~+5.5V
- ◆ 低電圧ロックアウト
- ◆ 自動再試行またはラッチオフのオプション
- ◆ サーマルシャットダウン保護
- ◆ シャットダウン電流：0.1 μ A (typ)
- ◆ 高速の電流制限検出：5 μ s
- ◆ 8ピンTDFN (2mm x 2mm) パッケージ
- ◆ 動作温度範囲：-40°C~+85°C

型番/選択ガイド

PART	PIN-PACKAGE	TOP MARK	RETRY/LATCHOFF
MAX14544ETA+T	8 TDFN-EP*	ACY	Autoretry
MAX14545ETA+T	8 TDFN-EP*	ACZ	Latchoff

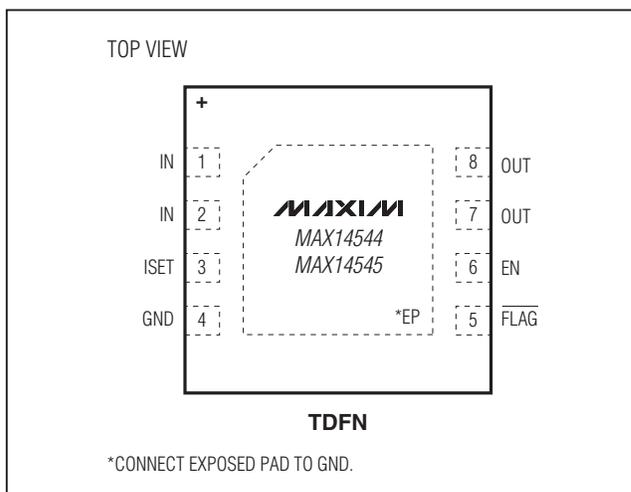
注：全てのデバイスは、-40°C~+85°Cの温度範囲での動作が保証されています。

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。

T = テープ&リール

*EP = エクスポーズドパッド

ピン配置



標準動作回路はデータシートの最後に記載されています。

28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

MAX14544/MAX14545

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to GND.)

OUT	-0.3V to +30V
IN, $\overline{\text{FLAG}}$, EN, ISET	-0.3V to +6.0V
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)	
8-Pin TDFN (derate 11.9mW/ $^\circ\text{C}$ above +70 $^\circ\text{C}$)	953mW
Junction-to-Ambient Thermal Resistance	
θ_{JA} (Note 1)	83.9 $^\circ\text{C}/\text{W}$

Junction-to-Case Thermal Resistance

θ_{JC} (Note 1)	37 $^\circ\text{C}/\text{W}$
Operating Temperature Range	-40 $^\circ\text{C}$ to +85 $^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	-65 $^\circ\text{C}$ to +150 $^\circ\text{C}$
Junction Temperature	-40 $^\circ\text{C}$ to +150 $^\circ\text{C}$
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300 $^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (reflow)	+260 $^\circ\text{C}$

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specifications. For detailed information on package thermal considerations, refer to japan.maxim-ic.com/thermal-tutorial.

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

($V_{IN} = +2.3\text{V}$ to +5.5V, $T_A = -40^\circ\text{C}$ 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 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range	V_{IN}		2.3		5.5	V
Undervoltage Lockout	V_{UVLO}	V_{IN} falling	1.8		2.2	V
Undervoltage Lockout Hysteresis				100		mV
IN Overvoltage Trip Level	V_{OVLO}	V_{IN} rising	5.5		6.0	V
IN Overvoltage Hysteresis				1		%
Quiescent Current	I_Q	$V_{EN} = V_{IN} = 3.3\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{A}$		225	380	μA
OUT Voltage	V_{OUT}	Switch off			28	V
OUT Leakage Current	I_{OUTL}	$V_{EN} = V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$ after an overcurrent fault		0.2	1	μA
		$V_{EN} = V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 10\text{V}$ after an overcurrent fault			3.5	
IN Shutdown Current	I_{SHDN}	$V_{EN} = 0\text{V}$, $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 0\text{V}$, $V_{ISET} = 0\text{V}$		0.1	1.1	μA
		$V_{EN} = 0\text{V}$, $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 10\text{V}$, $V_{ISET} = 0\text{V}$		0.1	1.1	
Switch On-Resistance	R_{ON}	$I_{OUT} = 100\text{mA}$, $V_{IN} = 2.3\text{V}$		370	600	$\text{m}\Omega$
		$I_{OUT} = 100\text{mA}$, $V_{IN} > 3.3\text{V}$		270	450	
Current Limit	I_{LIM}	$V_{ISET} = 0\text{V}$, $V_{IN} - V_{OUT} = 1\text{V}$	200	250	300	mA
		$V_{ISET} = V_{IN}$, $V_{IN} - V_{OUT} = 1\text{V}$	400	500	600	
$\overline{\text{FLAG}}$ Assertion Voltage	V_{FA}	$V_{FA} = V_{IN} - V_{OUT}$, where overcurrent is detected and $\overline{\text{FLAG}}$ asserted	0.30	0.45	0.60	V
Reverse-Current Detection Threshold	I_{DET}	$V_{EN} = V_{IN} = 3.3\text{V}$, V_{OUT} rising until reverse-current shutdown protection trips	0	155	350	mA
Reverse-Current Detection Hysteresis		After a reverse overcurrent event, V_{OUT} falls below V_{IN} until switch turns on, measure $V_{IN} - V_{OUT}$	100	200	300	mV

28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

MAX14544/MAX14545

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = +2.3V$ to $+5.5V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{IN} = +3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Logic-High Voltage	V_{IH}		1.4			V
Input Logic-Low Voltage	V_{IL}				0.4	V
Input Leakage	I_{IN}	$V_{EN} = V_{ISET} = 0V$ or $5V$	-1		+1	μA
Output Logic-Low Voltage	V_{OL}	$I_{SINK} = 1mA$			0.4	V
Output High Leakage Current		$V_{FLAG} = 5V$			1	μA
Thermal Shutdown		$V_{IN} = 5V$		150		$^{\circ}C$
Thermal Shutdown Hysteresis		$V_{IN} = 5V$		15		$^{\circ}C$
TIMING CHARACTERISTICS (Note 3)						
Turn-On Time	t_{ON}	V_{EN} from low to high, $V_{IN} = 3.3V$, $R_L = 100\Omega$			0.3	ms
Turn-Off Time	t_{OFF}	V_{EN} from high to low, $V_{IN} = 3.3V$, $R_L = 100\Omega$		1		ms
Current-Limit Reaction Time	t_{LIM}	$V_{EN} = V_{IN} = 3.3V$, output high and then short circuit applied, $C_{IN} = 10\mu F$ ceramic, $C_{OUT} = 1\mu F$ ceramic		5		μs
Blanking Time	t_{BLANK}	$V_{EN} = V_{IN} = 3.3V$, Figures 1 and 2	4	10.5	30	ms
Autoretry Time	t_{RETRY}	MAX14544, Figure 1	252	661.5	1890	ms
Reverse-Current Detection Time	t_{DET}	$V_{IN} = 3.3V$, $I_{REVERSE} = 250mA$, $C_{IN} = 10\mu F$ ceramic, $C_{OUT} = 1\mu F$ ceramic		5		μs
Reverse-Current Recovery Time	t_{REC}	$V_{OUT} = V_{IN} + 500mV$ to $V_{OUT} = V_{IN} - 500mV$		0.1		ms

Note 2: All devices are production tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Specifications over temperature limits are guaranteed by design.

Note 3: All timing characteristics are measured using 20% and 80% levels.

28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

MAX14544/MAX14545

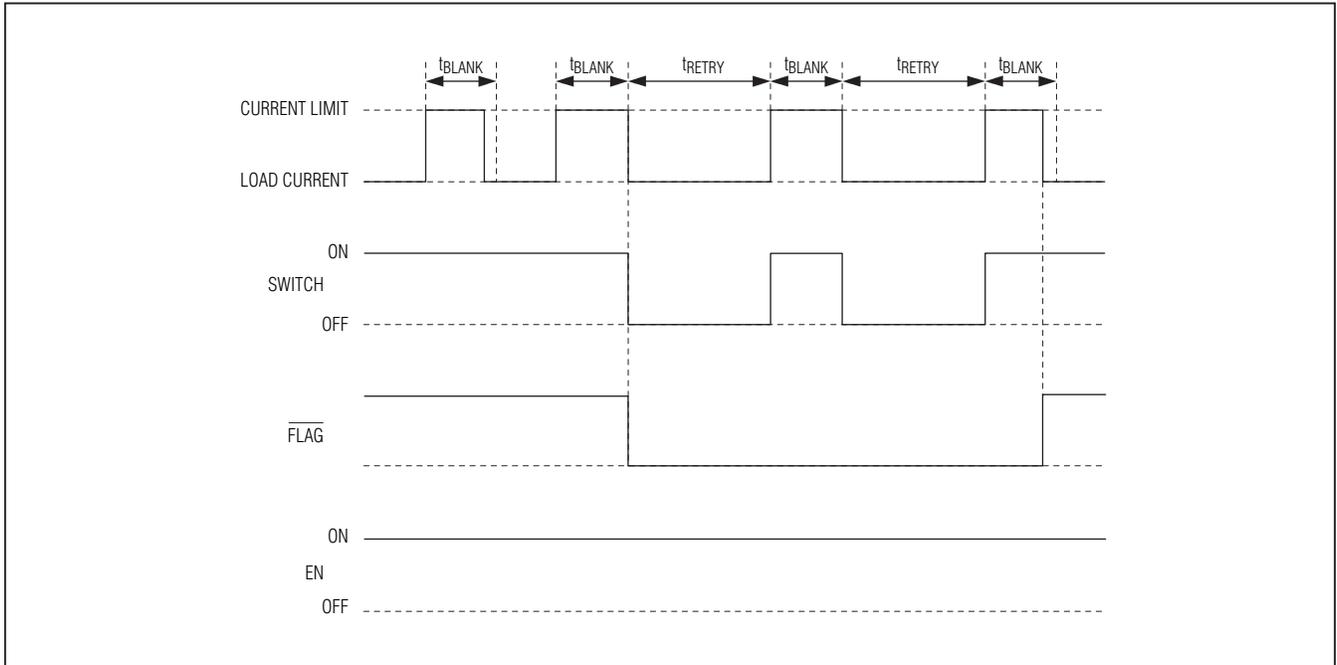


図1. MAX14544のタイミング図(波形は実時間ではありません)

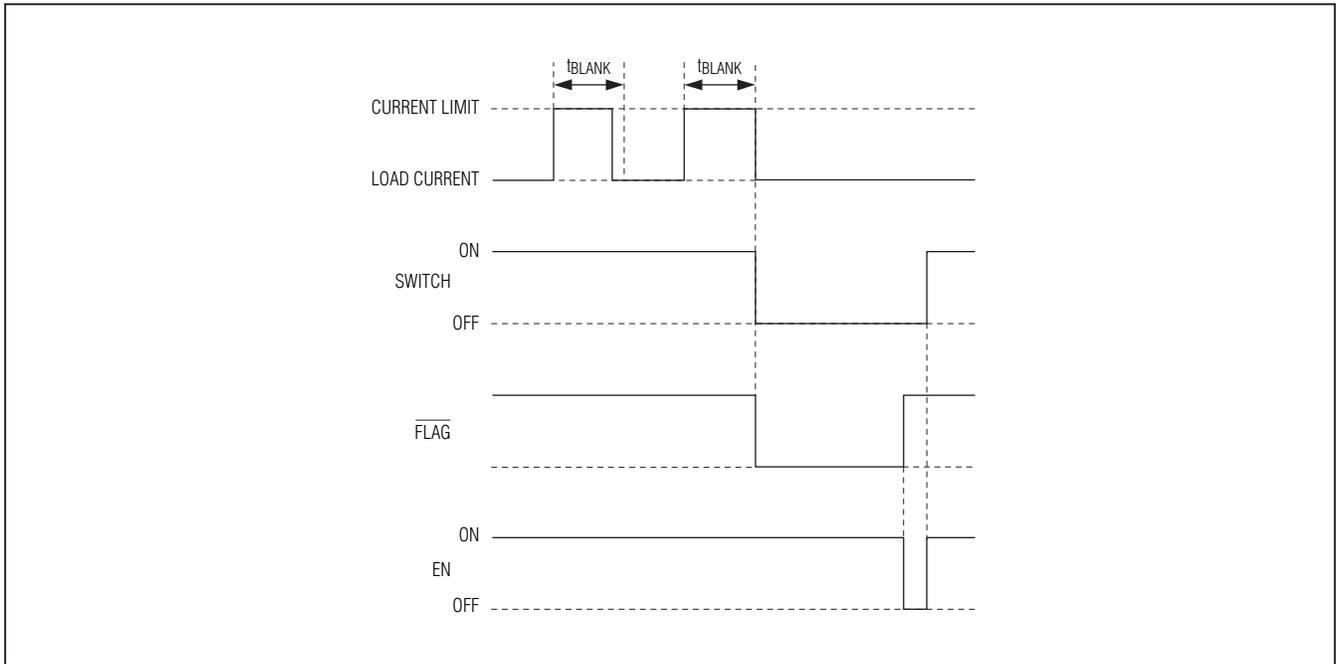


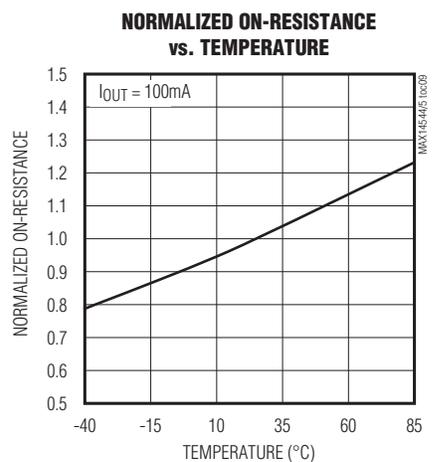
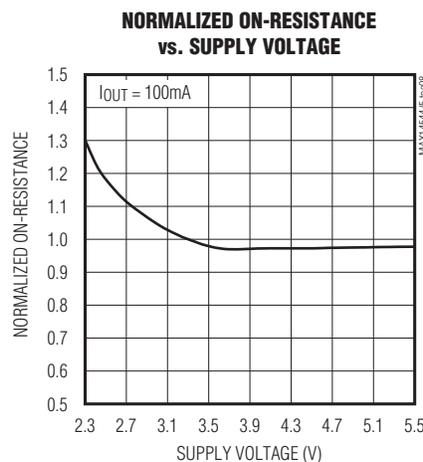
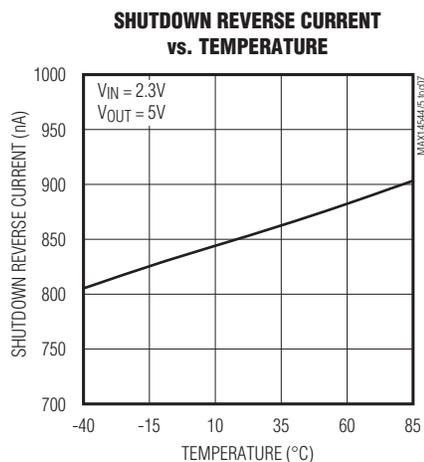
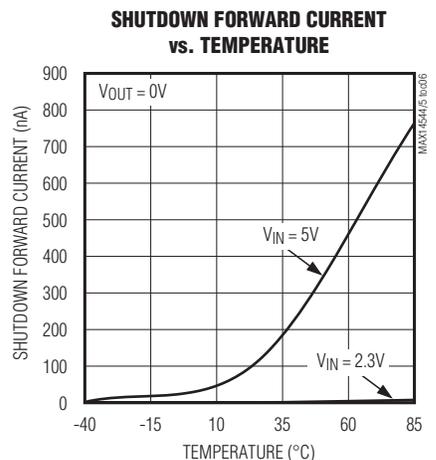
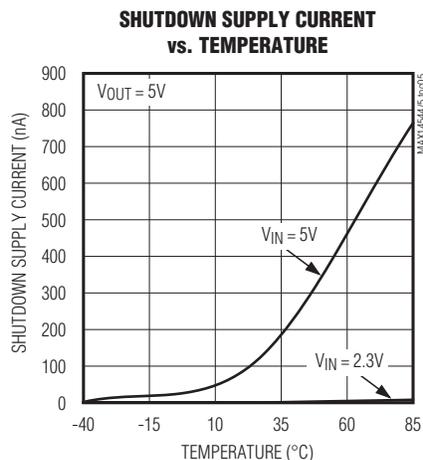
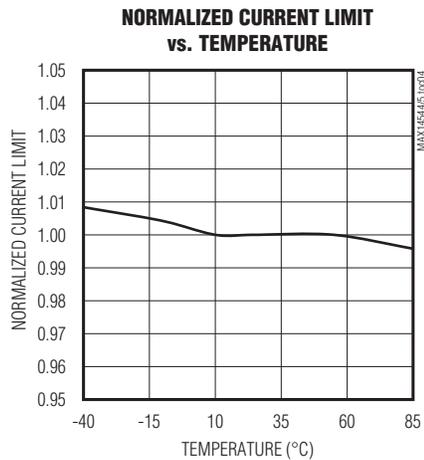
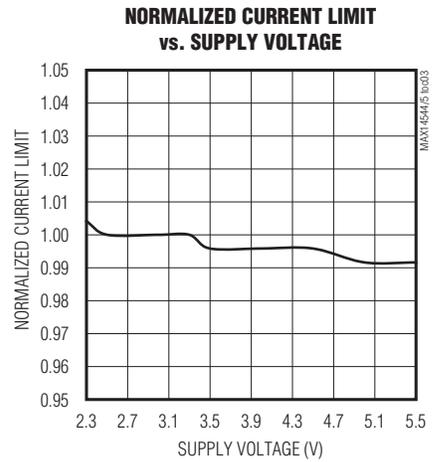
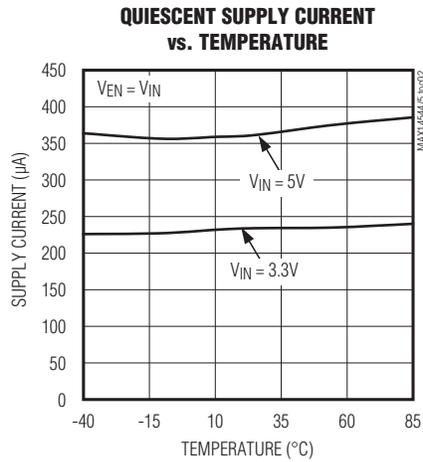
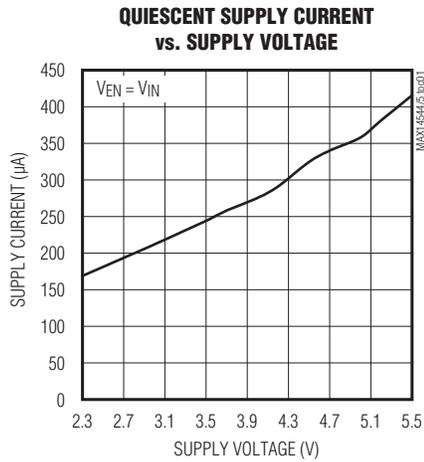
図2. MAX14545のタイミング図(波形は実時間ではありません)

28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

MAX14544/MAX14545

標準動作特性

($V_{IN} = +3.3V$, $C_{IN} = 10\mu F$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



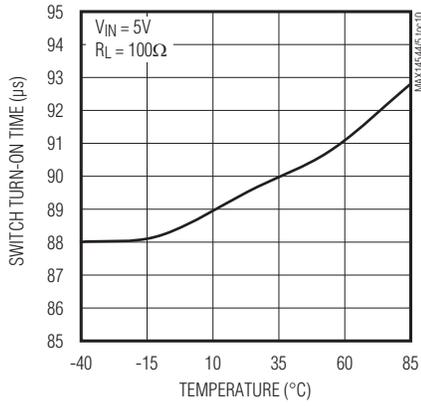
28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

MAX14544/MAX14545

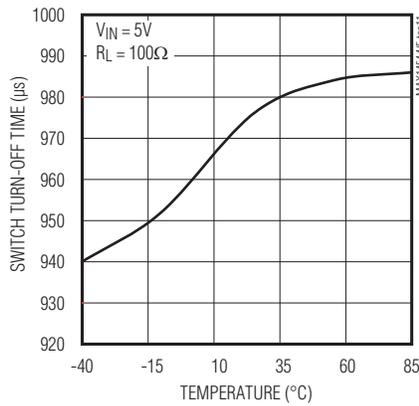
標準動作特性(続き)

($V_{IN} = +3.3V$, $C_{IN} = 10\mu F$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

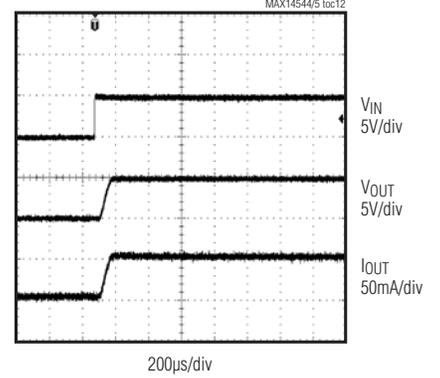
SWITCH TURN-ON TIME vs. TEMPERATURE



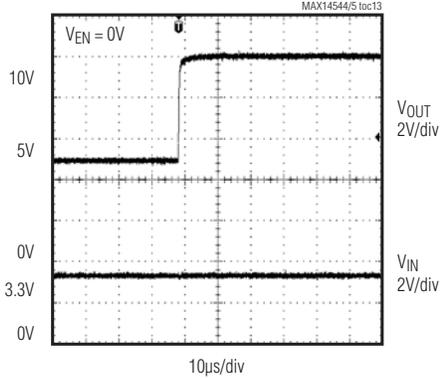
SWITCH TURN-OFF TIME vs. TEMPERATURE



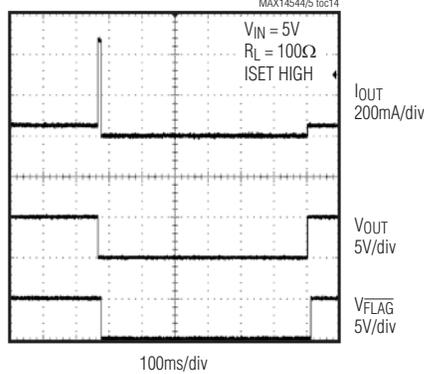
POWER-UP RESPONSE



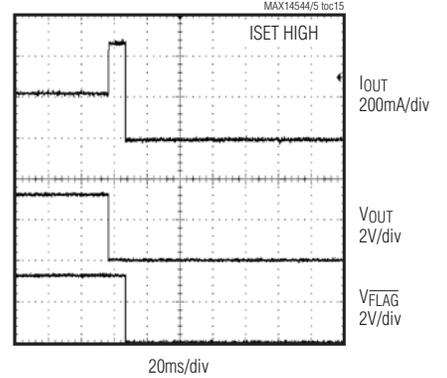
REVERSE OVERVOLTAGE PROTECTION



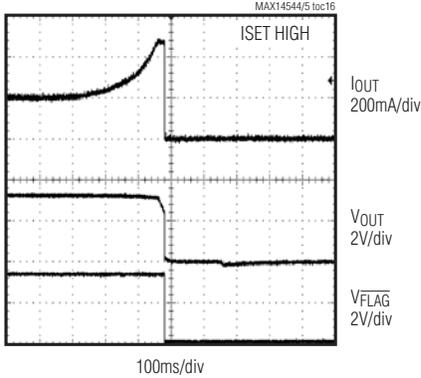
FLAG RESPONSE



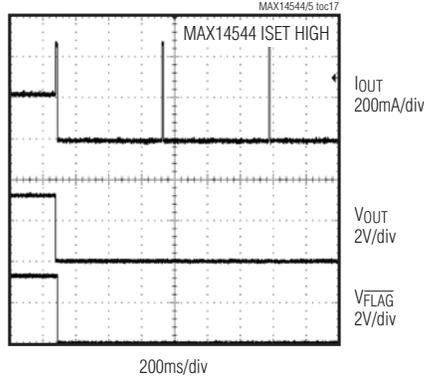
CURRENT LIMIT RESPONSE



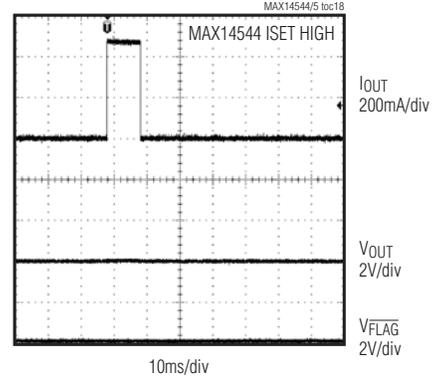
CURRENT LIMIT RESPONSE



OVERCURRENT DURATION TIME



BLANKING TIME



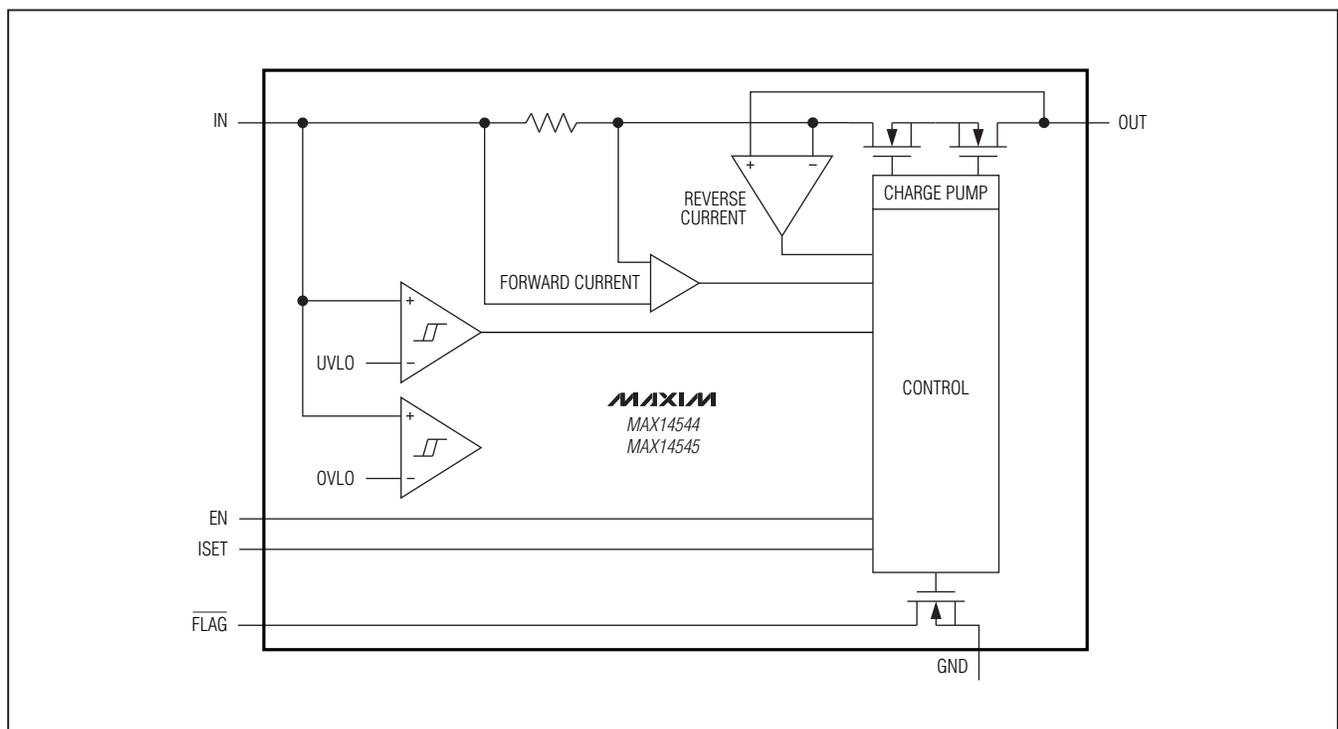
28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

MAX14544/MAX14545

端子説明

端子	名称	機能
1, 2	IN	入力電圧。IN端子の1と2を相互に接続して、デバイスのできる限り近くに取り付けた10 μ FのセラミックコンデンサでINをGNDにバイパスしてください。
3	ISET	電流制限の設定。電流制限を200mAにするにはISETをローに駆動してください。電流制限を400mAにするにはISETをハイに駆動してください。
4	GND	グランド
5	FLAG	アクティブローでオープンレインの障害出力。ブランキング時間よりも長い間順方向の出力電流制限を超えたとき、逆電流制限を超えたとき、IN上でOVPのスレッシュホールドに達したとき、またはデバイスがサーマルシャットダウンの状態になったときにFLAGがローになります。ENがローのときまたは障害が存在しないときには、FLAGはハイインピーダンスになります。
6	EN	アクティブハイのスイッチイネーブル入力。デバイスをオンにするにはENをハイに駆動し、デバイスをオフにするにはENをローに駆動してください。
7, 8	OUT	出力電圧。OUT端子7と8を相互に接続して、デバイスのできる限り近くに取り付けた1 μ FのセラミックコンデンサでOUTをGNDにバイパスしてください。
—	EP	エクスポーズパッド。EPはGNDに接続してください。熱放散を向上するためにEPを広い銅グランド領域に接続してください。EPを唯一のグランド接続として使用しないでください。

ファンクションダイアグラム



28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

詳細

MAX14544/MAX14545は、不良の負荷状態によってホストデバイスが損傷することを防ぐ過電流検出スイッチです。過電流検出スイッチは、電流がブランキング時間よりも長い間電流制限を超えた場合、あるいは逆電流状態が検出された場合に開きます。また、このスイッチは、 V_{IN} がOVLOを超えた場合、 V_{IN} がUVLO以下に低下した場合、サーマルシャットダウンが発生した場合、あるいはENがローに駆動された場合に切断されます。電流制限は200mAまたは400mAのいずれかに設定することができます。スイッチが開いているときには、出力(OUT)は最大28Vに耐えることができます。

スイッチがオンで負荷がポートに接続されているとき、10.5msのブランキング時間によって突入電流を抑えます。このブランキング時間の経過後にスイッチ両端の電圧がFLAGアサート電圧を超えた場合、スイッチはオフになってFLAGがマイクロプロセッサに送出されます。再試行時間の経過後、ブランキング時間の間だけMAX14544のスイッチを閉じ、負荷電流が電流制限を超えていないかどうかを確認します。MAX14545のスイッチを再びオンにするには、MAX14545のスイッチまたはEN入力を入れ直します。

電流制限スレッシュホールド

MAX14544/MAX14545のISETロジック入力によって、所望の最小電流制限スレッシュホールドを200mAまたは400mAに設定します。200mAの電流制限の場合はISETをローに、400mAの電流制限の場合はハイに接続します。400mAの電流制限を選択した場合、ISETをENに接続することでシャットダウン時の入力消費電流を軽減することができます。これは、ISET = ローのモードの方がISET = ハイのモードよりもデバイスの消費電流が少ないためです。

逆電流保護

MAX14544/MAX14545は、 I_{DET} の最大値を超えないように逆電流(V_{OUT} から V_{IN} へ)を監視します。逆電流の検出スレッシュホールドを超えた場合はスイッチがオフになって、 t_{BLANK} の経過を待たずにFLAGがアサートされます。この機能によって過度の逆電流がデバイスを流れることを防ぎます。

FLAGインジケータ

MAX14544/MAX14545は障害出力(FLAG)を備えています。MAX14544は、 $V_{IN} - V_{OUT} > V_{FA}$ のときは必ず、ブランキング時間の経過後にFLAGをローにアサートし、この状態が取り除かれるまでローを維持します。この時間の間、スイッチは自動再試行モードでオンとオフを繰り返します。この状態が取り除かれるとFLAGはデアサートされ、スイッチはオンになります(図1)。MAX14545は、ブランキング時間の経過後にFLAGをローにアサートし、FLAGのアサート電圧を超えるとスイッチをオフにします(図2)。

FLAGはオープンドレイン出力で、外付けのプルアップ抵抗が必要です。シャットダウンの間(ENがロー)、FLAG出力上のプルダウンが解放されて消費電力を制限します。以下のいずれかが発生するとFLAGはローになります。

- 1) 温度が+150°C (typ)のサーマルシャットダウン温度を超える
- 2) フォルトブランキング期間を超えてデバイスが電流制限状態にある
- 3) スwitchが自動再試行状態にある
- 4) 逆電流制限を超えている
- 5) 入力OVLOを超えている

自動再試行(MAX14544)

FLAGアサート電圧を超えると、 t_{BLANK} タイマーがカウントを開始します(図1)。 t_{BLANK} が経過する前に状態が消滅した場合はタイマーがリセットされます。 t_{BLANK} が経過した直後に再試行時間遅延(t_{RETRY})が開始され、その期間の間スイッチはオフになってFLAGがアサートされます。 t_{RETRY} が終了するとデバイスが再びオンになります。障害がまだ存在する場合はこのサイクルが繰り返されます。障害が取り除かれた場合、デバイスはオンを維持してFLAGをデアサートします。

過電流状態や短絡状態が続く場合、自動再試行機能によってシステムの電力が節約されます。 t_{BLANK} 中にスイッチがオンになると消費電流は電流制限状態になります。 t_{RETRY} 中にスイッチがオフになるとスイッチを流れる電流はゼロになります。デバイスは、全負荷電流を監視する代わりに、等価負荷電流とデューティサイクルの積(すなわち次式により)を監視します。

$$I_{SUPPLY} = I_{LOAD} \times t_{BLANK} / (t_{BLANK} + t_{RETRY})$$

標準の t_{BLANK} は10.5msで、標準の t_{RETRY} が661.5msの場合にはデューティサイクルは1.6%となり、常時スイッチをオンにする場合に比べて電力を98.4%節減することができます。

ラッチオフ(MAX14545)

FLAGアサート電圧を超えると t_{BLANK} タイマーがカウントを開始します。ブランキング時間の経過後にデバイスがオフになります。ブランキング時間の終了前に状態が取り除かれた場合、タイマーがリセットされます。ENを入れ直すことでデバイスをリセットします(図2)。

フォルトブランキング

MAX14544/MAX14545は、10.5ms (typ)のフォルトブランキング機能を備えています。フォルトブランキングによって、容量性負荷に接続するときに発生する瞬間的な短絡障害などの電流制限障害が許容されるとともに、パワーアップ中に障害が発生することがなくなります。負荷過渡

28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

MAX14544/MAX14545

によってデバイスが電流制限に移行すると内蔵カウンタが始動します。フォルトブランキングのタイムアウトよりも長い間負荷過渡障害が続くと、 \overline{FLAG} がローにアサートされます。負荷過渡障害が t_{BLANK} よりも短い期間の場合 \overline{FLAG} はアサートされません。フォルトブランキング時間は順方向電流制限の障害にのみ適用されます。

逆電流制限障害、熱障害、またはOVP障害が生じると、ブランキング時間を待つことなく直ちに \overline{FLAG} がアサートされます。

サーマルシャットダウン

MAX14544/MAX14545はサーマルシャットダウン機能を備えており、デバイスを過熱から守ります。ジャンクション温度が+150°Cを超えると、直ちに(フォルトブランキングなしで)デバイスはオフになって \overline{FLAG} はローになります。デバイス温度が約15°C低下するとMAX14544/MAX14545はオンに戻ります。

OVLOとUVLO

MAX14544/MAX14545は過電圧保護機能を備えています。INが V_{OVLO} (6.0V max)を超えるとスイッチはオフになり、 \overline{FLAG} はフォルトブランキング時間なしで直ちにローになります。INが V_{UVLO} (1.8V min)以下になるとスイッチはオフになりますが、 \overline{FLAG} はハイのままです。INが動作範囲にあるとMAX14544/MAX14545はオンに戻ります。

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における入力電圧降下を抑えるため、INとGND間にコンデンサを接続してください。ほとんどのアプリケーションでは10 μ Fのセラミックコンデンサで十分ですが、より値の大きなコンデンサは入力端での電圧降下を低減するため、低電圧アプリケーションに推奨されます。

出力コンデンサ

OUTとGND間に1 μ Fのセラミックコンデンサを接続してください。このコンデンサによってターンオフ時に寄生インダクタンスがOUTを負にプルダウンしないようにし、したがってMAX14544/MAX14545が誤作動しないようにし

ます。負荷の容量が大きすぎると電流がその容量を充電するのに時間を要するため、デバイスは負荷の不良状態が発生していると見なします。OUTから駆動することができる容量性負荷の最大値は次式で得られます。

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

レイアウトと熱放散

出力短絡状態に対するスイッチの応答時間を最適化するためには、すべての配線パターンをできるだけ短くし、不要な寄生インダクタンスの影響を抑えることが重要です。デバイスのできるだけ近くに入力コンデンサと出力コンデンサを配置してください。INとOUTは短い配線パターンで電源系に接続する必要があります。

通常動作では電力消費は小さくてパッケージの温度変化も微小です。最大電源電圧において出力がグランドに連続的に短絡した場合、短絡時の全電力消費が次式に示すデューティサイクルによって調整されるため、自動再試行機能を備えたスイッチは問題なく動作します。

$$P_{MAX} = \frac{V_{IN_MAX} \times I_{OUT_MAX} \times t_{BLANK}}{t_{RETRY} + t_{BLANK}} = 51.6mW$$

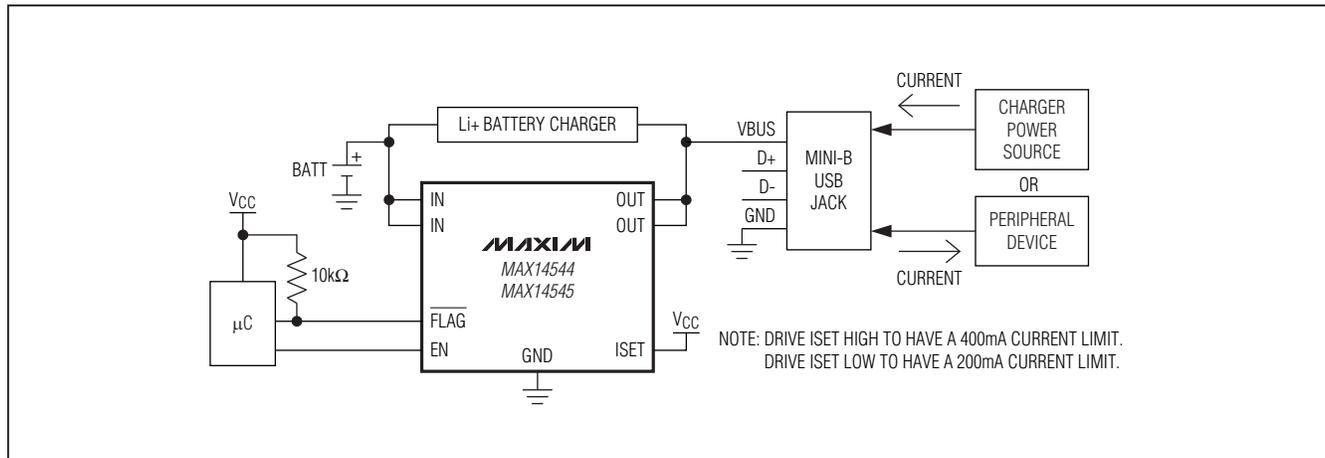
ここで、 $V_{IN_MAX} = 5.5V$ 、 $I_{OUT_MAX} = 600mA$ 、 $t_{BLANK} = 10.5ms$ 、および $t_{RETRY} = 661.5ms$ です。

ENをハイからローに切り替えることによってラッチオフ状態を手動でリセットすることができるMAX14545には注意が必要です。ラッチオフ時間が十分でなければ、デバイスの温度がサーマルシャットダウンのスレッシュホールドに達する可能性があり、デバイスが冷却されるまでデバイスをオンにすることができなくなります。

28V対応、 I_{LIM} V_{BUS} アクセサリスイッチ

MAX14544/MAX14545

標準動作回路



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を注意してください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
8 TDFN-EP	T822+2	21-0168

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。

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

© 2010 Maxim Integrated Products

Maxim is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.