19-2944; Rev 0; 8/03

MAXIM

# 450mA/500mA、電流制限スイッチ



## 概要

MAX4795～MAX4798のスイッチファミリは電流制限を内蔵し、負荷の障害状態によるホストデバイスの損傷を防止します。これらのアナログスイッチは0.2Ωの低オン抵抗を備え、2.0V～4.5Vの入力電圧範囲で動作します。これらのスイッチは450mAおよび500mAの保証電流制限値で利用可能であるため、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。

スイッチがオン状態で、負荷がポートに接続されている場合は、14msの保証ブランキング時間によって過渡電圧が安定化します。このブランキング時間の経過後に、負荷電流が電流制限値を超えた場合は、MAX4795およびMAX4797スイッチはオフにされ、マイクロプロセッサに$\overline{FLAG}$が送出されます。電源またはON入力をサイクルすると、スイッチを再びオンにすることができます。

MAX4796およびMAX4798は自動再試行機能を備え、この機能では、スイッチがオフになり、ブランキング時間の経過後に$\overline{FLAG}$がマイクロプロセッサに送出され、過負荷状態があるかどうか常時チェックされます。過負荷状態がなくなり、$\overline{FLAG}$がデアサートされると、スイッチはオン状態を維持します。

MAX4795～MAX4798は、小型、省スペースの5ピンSOT23および6ピンTDFN (3mm x 3mm)パッケージで提供されます。

## アプリケーション

SDIO

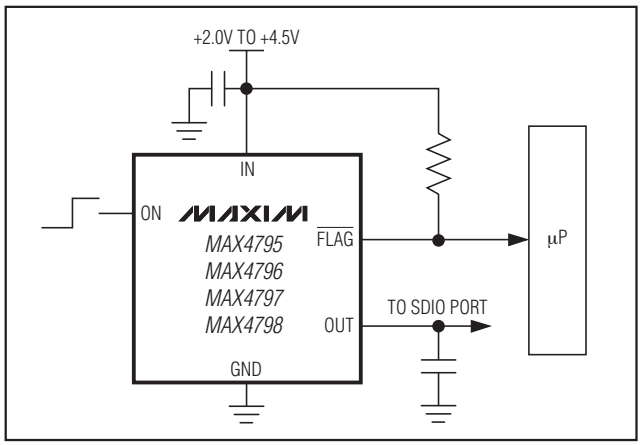
PDAおよびパームトップ機器

携帯電話

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：450mAおよび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
- ♦ 保証ブランキング時間：14ms
- ♦ $\overline{FLAG}$機能
- ♦ 自動再試行(MAX4796/MAX4798)
- ♦ 消費電流：80µA
- ♦ ラッチオフ電流：6µA (MAX4795/MAX4797)
- ♦ シャットダウン電流：0.01µA
- ♦ 電源電圧範囲：+2V～+4.5V
- ♦ 高速電流制限応答時間
- ♦ 小型SOT23およびTDFNパッケージ
- ♦ UL認証出願中

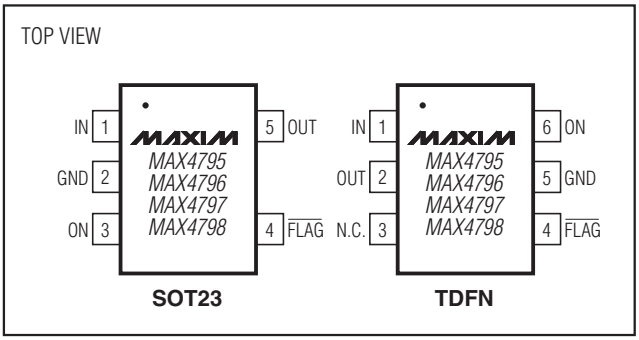
## 型番

| PART | TEMP RANGE | PIN-PACKAGE | TOP MARK |
|---|---|---|---|
| **MAX4795**EUK-T | -40°C to +85°C | 5 SOT23-5 | AEDI |
| MAX4795ETT* | 40°C to +85°C | 6 TDFN-EP** | — |
| **MAX4796**EUK-T | -40°C to +85°C | 5 SOT23-5 | AEDJ |
| MAX4796ETT* | -40°C to +85°C | 6 TDFN-EP** | — |
| **MAX4797**EUK-T | -40°C to +85°C | 5 SOT23-5 | AEDK |
| MAX4797ETT* | -40°C to +85°C | 6 TDFN-EP** | — |
| **MAX4798**EUK-T | -40°C to +85°C | 5 SOT23-5 | AEDL |
| MAX4798ETT* | -40°C to +85°C | 6 TDFN-EP** | — |

*開発中。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

**選択ガイドはデータシートの最後に記載されています。**

## ピン配置






本データシートに記載された内容はMaxim Integrated Productsの公式な英語版データシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについては責任を負いかねます。正確な内容の把握には英語版データシートをご参照ください。
**無料サンプル及び最新版データシートの入手には、マキシムのホームページをご利用ください。http://japan.maxim-ic.com**

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, ON, $\overline{FLAG}$, OUT to GND .....-0.3V to +6V
OUT Short Circuit to GND .....Internally Limited
Continuous Power Dissipation ($T_A$ = +70°C)
5-Pin SOT23 (derate 7.1mW/°C above +70°C).....571mW
6-Pin TDFN (derate 24.4mW/°C above +70°C) .....1951mW
Operating Temperature Range .....-40°C to +85°C
Junction Temperature .....+150°C
Storage Temperature Range .....-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s) .....+300°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

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

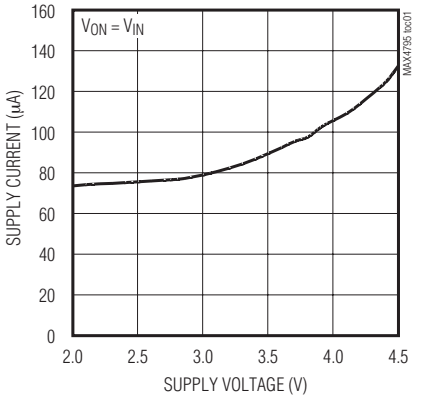
| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Operating Voltage | $V_{IN}$ | | | 2.0 | | 4.5 | V |
| Quiescent Current | $I_Q$ | $V_{ON}$ = $V_{IN}$, $I_{OUT}$ = 0, switch on | $V_{IN}$ = +3.3V | | 80 | 125 | µA |
| Latch-Off Current | $I_{LATCH}$ | $V_{ON}$ = $V_{IN}$, after an overcurrent fault (MAX4795/MAX4797) (Note 2) | $V_{IN}$ = +3.3V | | 6 | 10 | µA |
| Shutdown Current | $I_{SHDN}$ | $V_{ON}$ = 0V | | | 0.03 | 1 | µA |
| Forward Current Limit | | MAX4795/MAX4796, $V_{IN}$ = 3.3V, $V_{OUT}$ = GND | | 450 | | 720 | mA |
| | | MAX4797/MAX4798, $V_{IN}$ = 3.3V, $V_{OUT}$ = GND | | 500 | | 800 | |
| Reverse Current Limit | | MAX4795/MAX4796 | | | | 720 | mA |
| | | MAX4797/MAX4798 | | | | 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 |
| On-Resistance (Note 3) | $R_{ON}$ | MAX4795/MAX4796, $I_{LOAD}$ = 100mA | | | 0.2 | 0.4 | Ω |
| | | MAX4797/MAX4798, $I_{LOAD}$ = 100mA | | | 0.18 | 0.36 | |
| ON Input Logic High Voltage | $V_{IH}$ | $V_{IN}$ = +2V to +3.6V | | 1.4 | | | V |
| | | $V_{IN}$ > 3.6V | | 2 | | | |
| ON Input Logic Low Voltage | $V_{IL}$ | | | | | 0.5 | V |
| $\overline{FLAG}$ Output Logic Low Voltage | | $I_{SINK}$ = 1mA | | | | 0.4 | V |
| $\overline{FLAG}$ Output High Leakage Current | | $V_{IN}$ = $V_{\overline{FLAG}}$ = $V_{ON}$ = 4.5V | | | | 1 | µA |
| Thermal Shutdown | | | | | 150 | | °C |
| Thermal-Shutdown Hysteresis | | | | | 15 | | °C |
| **DYNAMIC** | | | | | | | |
| Turn-On Time | | $V_{ON}$ from low to high; $I_{OUT}$ = 10mA, $C_L$ = 0.1µF (Note 4) | | | 120 | | µs |
| Turn-Off Time | | $V_{ON}$ from high to low; $I_{OUT}$ = 10mA, $C_L$ = 0.1µF (Note 4) | | | 100 | | ns |
| Blanking Time | $t_{BLANK}$ | Overcurrent fault; Figures 2, 3 | | 14 | | 60 | ms |
| Short-Circuit Current-Limit Response Time | | $V_{ON}$ = $V_{IN}$, short circuit applied to OUT | | | 5 | | µs |
| Retry Time | $t_{RETRY}$ | MAX4796/MAX4798, Figure 2 (Note 5) | | 210 | | 900 | ms |

**Note 1:** All parts are 100% tested at +25°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 packages 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.

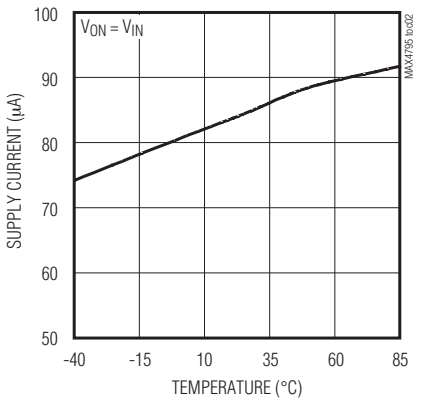
## 標準動作特性

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

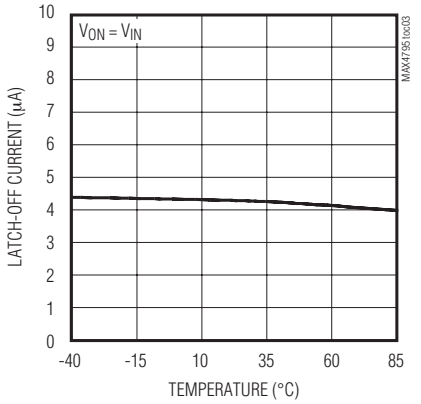
**QUIESCENT SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**



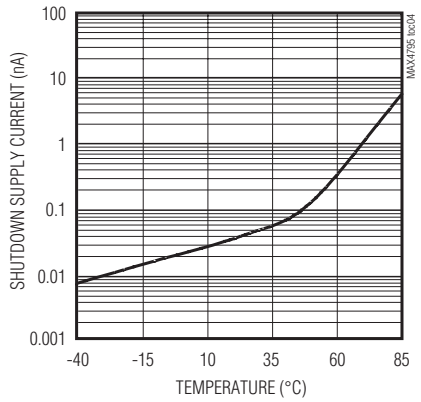

**SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE**



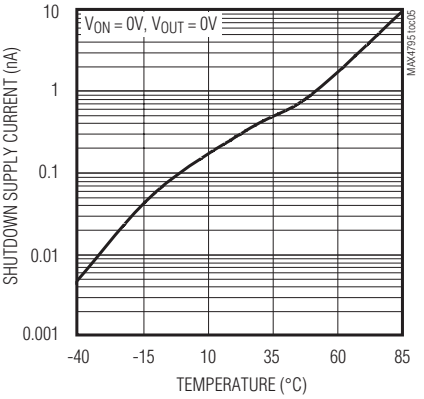

**LATCH-OFF CURRENT vs. TEMPERATURE**



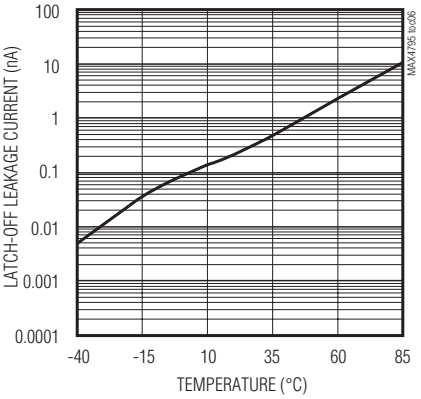

**SHUTDOWN SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE**



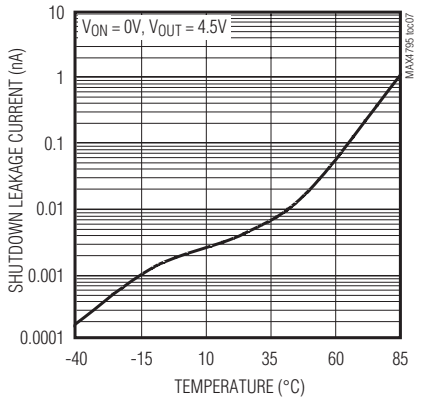

**SHUTDOWN LEAKAGE CURRENT vs. TEMPERATURE**



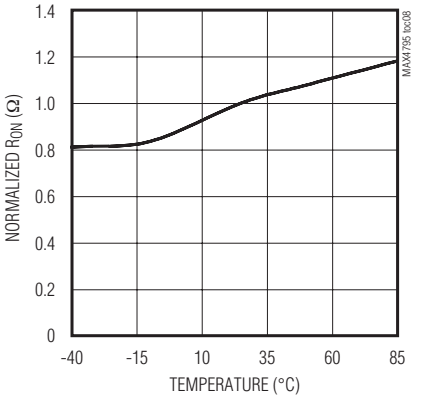

**LATCH-OFF LEAKAGE CURRENT vs. TEMPERATURE**



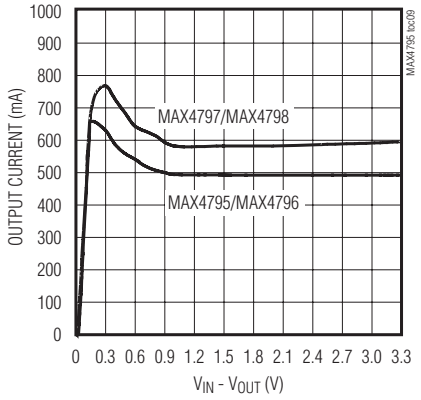

**SHUTDOWN REVERSE LEAKAGE CURRENT vs. TEMPERATURE**




**NORMALIZED ON-RESISTANCE vs. TEMPERATURE**



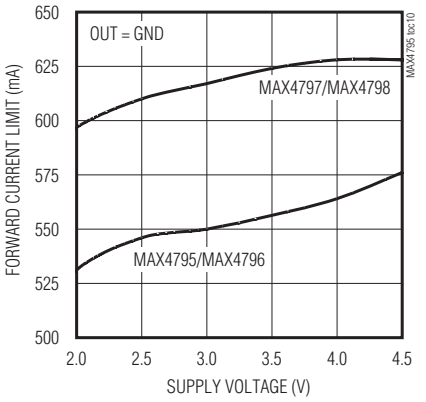

**OUTPUT CURRENT vs. OUTPUT VOLTAGE**



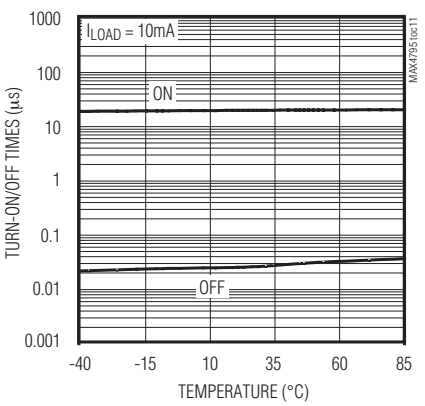
## 標準動作特性(続き)

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

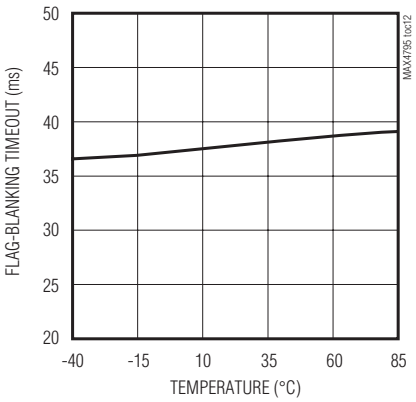
**FORWARD CURRENT LIMIT vs. SUPPLY VOLTAGE**



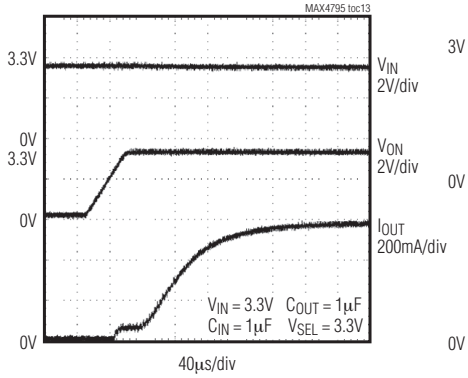

**SWITCH TURN-ON/OFF TIMES vs. TEMPERATURE**



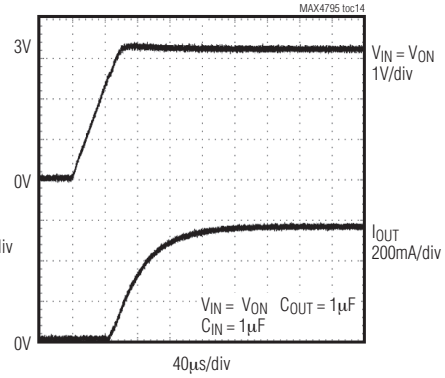

**FLAG-BLANKING TIMEOUT vs. TEMPERATURE**



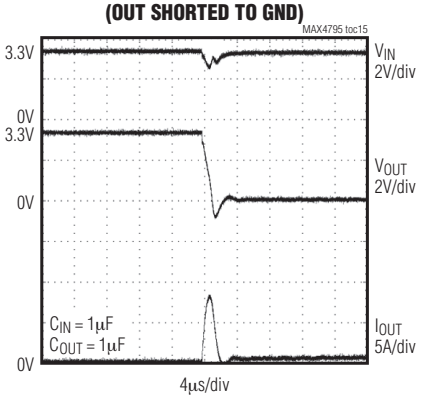

**MAX4797/MAX4798 CURRENT-LIMIT RESPONSE**



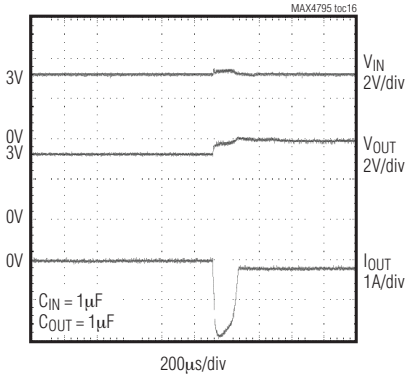

**MAX4797/MAX4798 CURRENT-LIMIT RESPONSE**



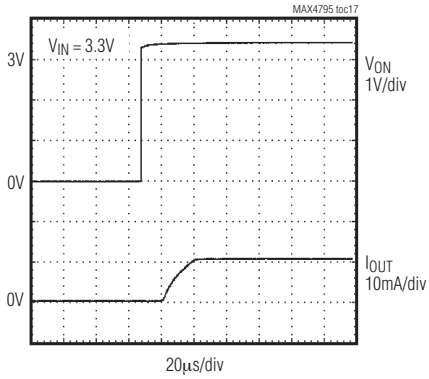

**CURRENT-LIMIT RESPONSE (OUT SHORTED TO GND)**




**MAX4797/MAX4798 REVERSE CURRENT LIMIT**



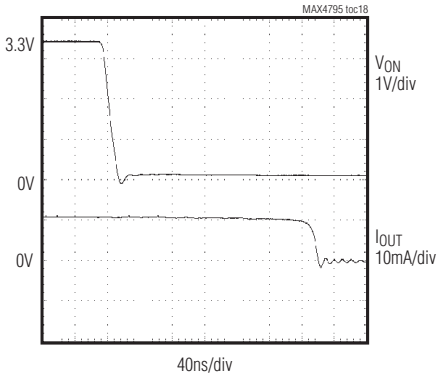

**SWITCH TURN-ON TIME RESPONSE**



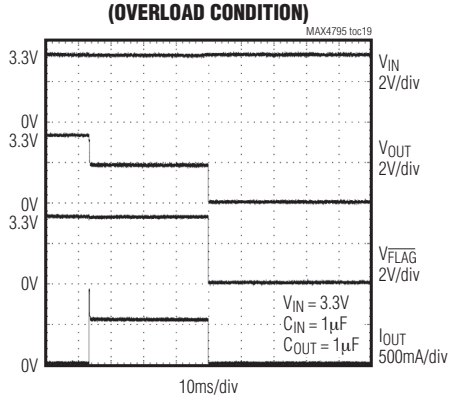
## 標準動作特性(続き)

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

**SWITCH TURN-OFF TIME RESPONSE**




**MAX4797/MAX4798**
**FLAG-BLANKING RESPONSE**
**(OVERLOAD CONDITION)**




## 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ンドにバイパスしてください。 |
| 2 | 5 | GND | グランド |
| 3 | 6 | ON | アクティブハイスイッチのオン入力。ロジックハイによって、スイッチがオンになります。 |
| 4 | 4 | $\overline{FLAG}$ | 障害出力。デバイスがブランキング時間を超える期間、順電流または逆電流制限状態を維持すると、オープンドレイン出力はローになります。障害がないか、またはONがローの場合は、$\overline{FLAG}$はハイインピーダンスです。 |
| 5 | 2 | OUT | スイッチ出力。0.1µFのセラミックコンデンサでグランドにバイパスしてください。 |
| — | 3 | N.C. | 接続なし。内部接続なし。 |

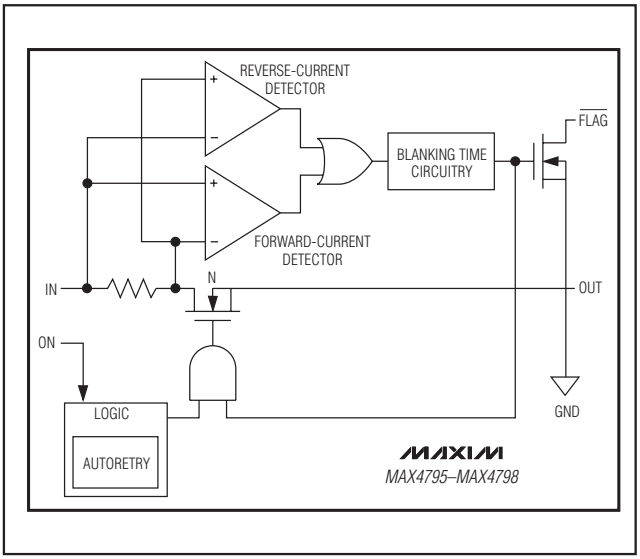



図1. ファンクションダイアグラム

## 詳細

MAX4795～MAX4798は順/逆電流制限スイッチであり、2V～4.5Vの入力電圧範囲で動作し、各オプション用に450mAおよび500mAの最低電流制限スレッショルドを保証しています。内蔵検出抵抗の両端の電圧降下は2つのリファレンス電圧と照合され、順電流または逆電流制限障害を通知します。負荷電流が障害ブランキング時間以上の間、プリセットされた電流制限値を超えると、スイッチが開きます。

MAX4796およびMAX4798は、内部再試行時間が経過した後にスイッチを再びオンにする自動再試行機能を備えています。障害負荷状態がブランキング時間経過後も発生している場合は、スイッチは再びオフにされ、このサイクルが繰り返されます。障害負荷状態がない場合は、スイッチはオン状態を維持します。

MAX4795およびMAX4797には自動再試行オプションがなく、ON端子または入力電源がハイからローにサイクルされ、再びハイになるまでスイッチはラッチオフモードを維持します。

### 逆電流保護

MAX4795～MAX4798は、逆電流($V_{OUT}$から$V_{IN}$へ)が最大$I_{REV}$値を超えないように制限します。逆電流制限状態がブランキング時間を超える期間、存続する場合は、スイッチはシャットオフされ、$\overline{FLAG}$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に流れるのを防止します。

### スイッチオン/オフ制御

電流制限スイッチをイネーブルするには、ONをハイにトグルします。障害がない場合は、スイッチはオン状態を維持します。順電流または逆電流障害があるか、またはダイが+150℃のサーマルシャットダウン温度を超えると、OUTはINから内部で切断され、消費電流は8μAまで低減します(ラッチオフ)。このとき、スイッチはオフ状態のいずれかで動作しています。また、ONをローで駆動する際にもスイッチオフ状態が発生するため、消費電流は0.01μAに低減します(シャットダウン)。表1は、MAX4795～MAX4798の電流制限スイッチのON/OFF状態を示しています。

### $\overline{FLAG}$インジケータ

MAX4795～MAX4798は、ラッチ付き出力を備えています($\overline{FLAG}$)。過電流状態が発生するごとに、MAX4795/MAX4797は$\overline{FLAG}$はローにラッチし、スイッチをオフにします。MAX4796/MAX4798は$\overline{FLAG}$をローにラッチし、過電流状態が解消されるまでローを維持します。この間に、スイッチは自動再試行モードでオン/オフをサイクルします。過電流状態が解消されると、$\overline{FLAG}$がデアサートされ、スイッチがオンになります(図2)。$\overline{FLAG}$はオープンドレイン出力トランジスタであり、$\overline{FLAG}$とINの間に外付けプルアップ抵抗が必要です。シャットダウン(ONがロー)の間に、$\overline{FLAG}$出力のプルダウンがリリースされて、電力消費が抑制されます。以下の状態のいずれかが発生すると、$\overline{FLAG}$はローになります。

- ダイ温度が、+150℃のサーマルシャットダウン温度制限値を超える。
- デバイスが障害ブランキング時間を超える期間、電流制限状態である。
- スイッチが自動再試行状態である。

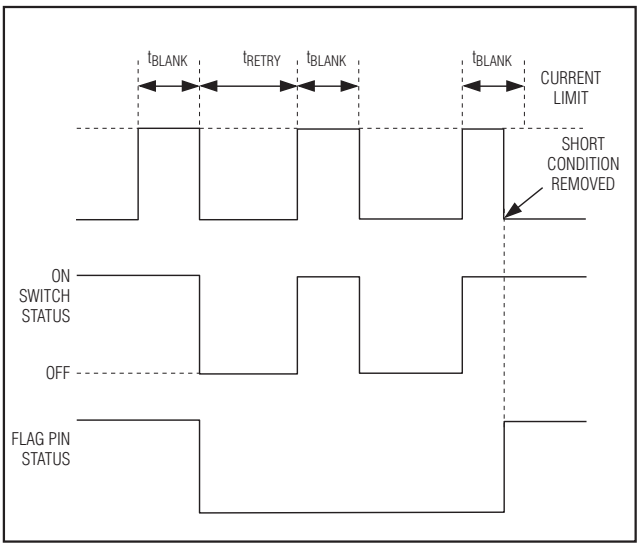



図2. MAX4796/MAX4798の自動再試行障害ブランキング図

## 表1. MAX4795～MAX4798スイッチの真理値表

| ON | FAULT | SWITCH ON/OFF | SUPPLY CURRENT MODE |
|---|---|---|---|
| Low | X | OFF | Shutdown |
| High | Thermal | OFF immediately ($t_{BLANK}$ period does not apply) | Latchoff |
| High | Current limit | OFF after $t_{BLANK}$ period has elapsed | Latchoff |
| | | ON during $t_{BLANK}$ period, OFF during $t_{RETRY}$ period for the MAX4796 and MAX4798; cycle repeats until fault is removed | See the *Autoretry* section |

### 自動再試行(MAX4796/MAX4798)

順電流または逆電流制限スレッショルドを超えると、$t_{BLANK}$タイマがカウントを開始します(図2)。$t_{BLANK}$が終了する前に過電流状態が解消すると、タイマがリセットされます。$t_{BLANK}$が終了した直後に再試行時間遅延の$t_{RETRY}$が始まり、その間にスイッチはラッチオフされ、$\overline{FLAG}$がアサートされます。$t_{RETRY}$の終了時に、スイッチは再びオンにされます。障害がまだ存続する場合は、このサイクルが繰り返されます。障害が解消された場合は、スイッチはオン状態を維持し、$\overline{FLAG}$はデアサートされます。

自動再試行機能は、過電流状態や短絡状態の場合にシステム電力を節減します。スイッチがオンの$t_{BLANK}$の間は、消費電流は電流制限状態にあります。スイッチがオフの$t_{RETRY}$の間は、スイッチに電流は流れません。全負荷電流を監視せずに、スイッチはデューティサイクル倍された等価負荷電流か、または、$I_{SUPPLY} = I_{LOAD} \times t_{BLANK} / (t_{BLANK} + t_{RETRY})$を監視します。標準の$t_{BLANK}$ = 37msおよび標準の$t_{RETRY}$ = 555msの場合、デューティサイクルは6%で、これによって継続してオン状態であるスイッチに対して94%の省電力が実現します。デューティサイクルは、プロセスとデバイス全体にわたって一定です。

### ラッチオフ(MAX4795/MAX4797)

順電流または逆電流制限スレッショルドを超えると、$t_{BLANK}$タイマがカウントを開始します。$t_{BLANK}$が終了する前に過電流状態が解消すると、タイマがリセットされます。過電流状態がブランキング時間の終了まで存続する場合は、スイッチがシャットオフされ、$\overline{FLAG}$がアサートされます。スイッチをリセットするには、ONをトグルするか(図3)、または入力電圧をサイクルします。

### 障害ブランキング

MAX4795～MAX4798は、14ms (min)の障害ブランキングを備えています。障害ブランキングによって、容量性負荷のホットスワッピング時に発生する瞬時的な短絡障害を含む電流制限障害が許容され、また電源投入時の障害が送出されなくなります。負荷過渡によってデバイスが電流制限に移行すると、内蔵カウンタが開始されます。負荷過渡障害が障害ブランキング時間を超えて存続している場合は、$\overline{FLAG}$はローをアサートします。$t_{BLANK}$時間以内の負荷過渡障害では、$\overline{FLAG}$出力はアサートされません。電流制限障害のみがブランクにされます。

熱障害によって、$\overline{FLAG}$は即時アサートされますが、ブランキング時間は適用されません。

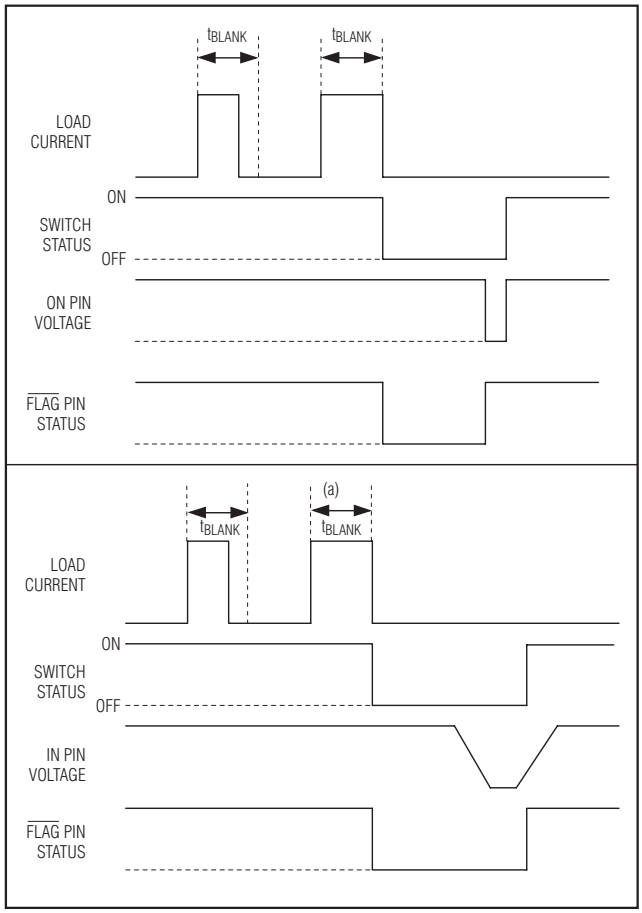



図3. MAX4795/MAX4797のラッチオフ障害ブランキング

### サーマルシャットダウン

MAX4795～MAX4798は、デバイスを過熱から保護する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+150℃を超えるとすぐに、スイッチはターンオフされ、$\overline{FLAG}$はローになります(障害ブランキングなし)。自動再試行付きのスイッチは、デバイス温度が約15℃低下すると再びオンになります。ラッチオフ付きのスイッチには、ONのサイクリングが必要です。

## アプリケーション情報

### 入力コンデンサ

瞬時的出力短絡状態時に入力電圧降下を抑制するには、コンデンサをINとGNDの間に接続してください。0.1µFのセラミックコンデンサは、大部分のアプリケーションに適しています。ただし、これより大きいコンデンサ値は入力の電圧降下をさらに抑制するため、低電圧のアプリケーションに推奨されます。

### 出力容量

0.1µFのコンデンサをOUTとGNDの間に接続してください。このコンデンサは寄生インダクタンスがオフ時にOUTを負にプルすることを防止するため、MAX4795～MAX4798が誤ってトリップされなくなります。負荷容量が大きすぎると、電流がコンデンサを充電するのに十分な時間がない場合には、負荷状態が発生しているとデバイスが誤認識します。OUTから駆動可能な最大容量性負荷の値は、次式から得られます。

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

### レイアウトおよび放熱

出力短絡状態に対するスイッチ応答時間を最適化するには、どの配線もできる限り短くして、有害な寄生インダクタンスの影響を低減することが極めて重要です。入力/出力コンデンサをデバイスにできる限り近接して(5mm以内に)配置してください。パワーバスへの短い配線によって、INおよびOUT端子を接続する必要があります。

## 選択ガイド

| PART | CURRENT LIMIT (mA) | AUTORETRY |
|---|---|---|
| MAX4795EUK-T | 450 | No |
| MAX4795ETT | 450 | No |
| MAX4796EUK-T | 450 | Yes |
| MAX4796ETT | 450 | Yes |
| MAX4797EUK-T | 500 | No |
| MAX4797ETT | 500 | No |
| MAX4798EUK-T | 500 | Yes |
| MAX4798ETT | 500 | Yes |

通常動作時には、電力損失は小さく、パッケージ温度の変動はほとんどありません。出力が最大電源電圧時にグランドに連続的に短絡されている場合は、以下のように短絡時の総損失電力はデューティサイクルで縮小されるため、自動再試行オプション付きのスイッチの動作によって問題は発生しません。

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

ここで、$V_{IN}$ = 4.5V、$I_{OUT}$ = 750mA、$t_{BLANK}$ = 14ms、および$t_{RETRY}$ = 210ms

ONをハイからローにトグルして、ラッチオフ状態を手動でリセットする必要があるMAX4795およびMAX4797には注意を払う必要があります。ラッチオフの持続時間が十分な長さでない場合は、デバイスはサーマルシャットダウンスレッショルドに達して、デバイスが冷却するまでデバイスをオンにすることができません。

## チップ情報

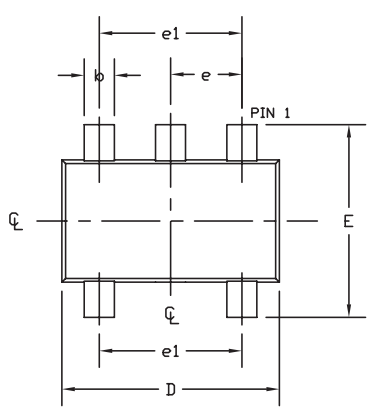
TRANSISTOR COUNT: 2539

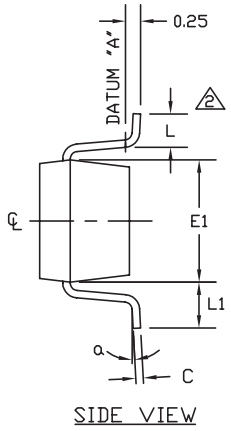
PROCESS: BiCMOS

## パッケージ

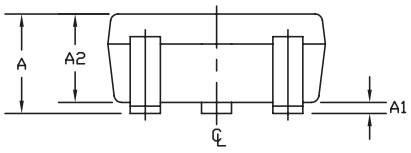
(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、**japan.maxim-ic.com/packages**をご参照下さい。)

SOT-23 5L .EPS




| SYMBOL | MIN | NOM | MAX |
|---|---|---|---|
| A | 0.90 | 1.25 | 1.45 |
| A1 | 0.00 | 0.05 | 0.15 |
| A2 | 0.90 | 1.10 | 1.30 |
| b | 0.35 | 0.40 | 0.50 |
| C | 0.08 | 0.15 | 0.20 |
| D | 2.80 | 2.90 | 3.00 |
| E | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| E1 | 1.50 | 1.625 | 1.75 |
| L | 0.35 | 0.45 | 0.60 |
| L1 | 0.60 REF | | |
| e | 0.95 BSC. | | |
| e1 | 1.90 BSC. | | |
| α | 0° | 2.5° | 8° |
| PKG CODES: U5-1, U5-2 | | | |




NOTES:
1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. FOOT LENGTH MEASURED AT INTERCEPT POINT BETWEEN DATUM A & LEAD SURFACE.
3. PACKAGE OUTLINE EXCLUSIVE OF MOLD FLASH & METAL BURR. MOLD FLASH, PROTRUSION OR METAL BURR SHOULD NOT EXCEED 0.25 MM.
4. PACKAGE OUTLINE INCLUSIVE OF SOLDER PLATING.
5. MEETS JEDEC MO178, VARIATION AA.
6. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN 0.10 mm.
7. SOLDER THICKNESS MEASURED AT FLAT SECTION OF LEAD BETWEEN 0.08mm AND 0.15mm FROM LEAD TIP.

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM
PROPRIETARY INFORMATION

TITLE: PACKAGE OUTLINE, SOT-23, 5L

| APPROVAL | DOCUMENT CONTROL NO. | REV. | |
|---|---|---|---|
| | 21-0057 | F | 1/1 |

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。



© 2003 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.