

低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

概要

MAX4173は、低コスト、高精度のハイサイド電流検出アンプで、超小型6ピンSOT23パッケージに収められています。利得設定抵抗を必要としない電圧出力を備えているため、ノートブックコンピュータ、携帯電話、その他の電流監視を必要とする機器に最適です。ハイサイドでの電源ライン監視はバッテリー充電器のグランド経路に干渉しないため、バッテリー駆動機器で特に有用です。入力同相電圧範囲は0V~+28Vで、電源電圧には影響されません。このため、消耗したバッテリーに接続した場合でも電流検出フィードバックが有効です。MAX4173は帯域幅が1.7MHzと広いため、バッテリー充電器制御ループ内での使用に適しています。

3つの利得バージョンとユーザ選択の外部検出抵抗により、フルスケールの電流読取り設定が可能です。高度な集積化により、シンプルでコンパクトな電流検出解決法となっています。

MAX4173は+3V~+28V単一電源で動作し、消費電流は拡張工業用(-40°C~+85°C)温度範囲において僅か420 μ Aです。省スペースの6ピンSOT23パッケージで供給されています。

アプリケーション

- ノートブックコンピュータ
- ポータブル/バッテリー駆動機器
- スマートバッテリーパック/充電器
- 携帯電話
- 電源管理機器
- システム全体/ボードレベルの電流監視
- PAバイアス制御
- 高精度電流ソース

型番

PART	GAIN (V/V)	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	SOT TOP MARK
MAX4173TEUT-T	20	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AABN
MAX4173TESA	20	-40°C to +85°C	8 SO	—
MAX4173FEUT-T	50	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AABO
MAX4173FESA	50	-40°C to +85°C	8 SO	—
MAX4173HEUT-T	100	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AABP
MAX4173HESA	100	-40°C to +85°C	8 SO	—

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

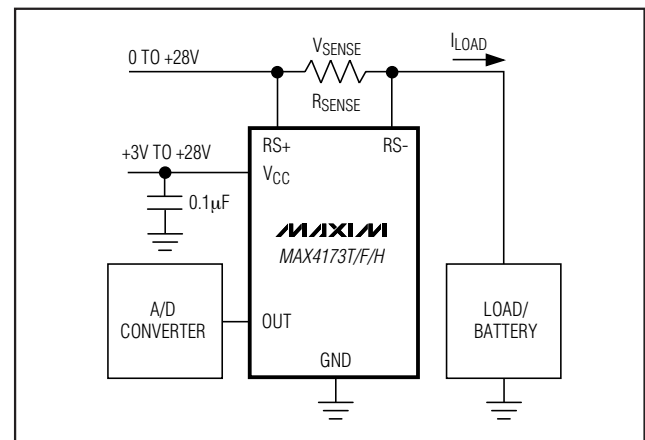
本データシートに記載された内容はMaxim Integrated Productsの公式な英語版データシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについては責任を負いかねます。正確な内容の把握には英語版データシートをご参照ください。

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>

特長

- ◆ 低コスト、コンパクト電流検出解決法
- ◆ 広い同相電圧範囲：0V~+28V(電源電圧に無関係)
- ◆ 3つの利得バージョン：
 - +20V/V(MAX4173T)
 - +50V/V(MAX4173F)
 - +100V/V(MAX4173H)
- ◆ フルスケール精度： $\pm 0.5\%$
- ◆ 入力オフセット電圧： $\pm 0.3\text{mV}$ (MAX4173T)
- ◆ 消費電流：420 μ A
- ◆ 広帯域幅：1.7MHz(MAX4173T)
- ◆ 電源電圧：+3V~+28V
- ◆ パッケージ：省スペース6ピンSOT23

標準動作回路



低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

MAX4173T/F/H

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC}, RS+, RS- to GND -0.3V to +30V
 OUT to GND -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
 Output Short-Circuit to V_{CC} or GND Continuous
 Differential Input Voltage (V_{RS+} - V_{RS-}) ±0.3V
 Current into Any Pin ±20mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C)..... 471mW
 SOT23-6 (derate 8.7mW/°C above +70°C)..... 696mW
 Operating Temperature Range -40°C to +85°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_{RS+} = 0 to +28V, V_{CC} = +3V to +28V, V_{SENSE} = 0V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, R_{LOAD} = ∞ unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range	V _{CC}	Guaranteed by PSR test	3		28	V
Common-Mode Input Range	V _{CMR}	(Note 2)	0		28	V
Common-Mode Rejection	CMR	V _{RS+} > +2.0V		90		dB
Supply Current	I _{CC}	V _{RS+} > +2.0V, V _{CC} > 12V		0.42	1.0	mA
Leakage Current	I _{RS+} , I _{RS-}	V _{CC} = 0		0.3	3	μA
Input Bias Current	I _{RS+}	V _{RS+} > +2.0V	0		50	μA
		V _{RS+} ≤ +2.0V	-350		50	
	I _{RS-}	V _{RS+} > +2.0V	0		100	
		V _{RS+} ≤ +2.0V	-700		100	
Full-Scale Sense Voltage	V _{SENSE}	V _{SENSE} = V _{RS+} - V _{RS-}		150		mV
Total OUT Voltage Error (Note 3)		V _{SENSE} = +100mV, V _{CC} = +12V, V _{RS+} = +12V		±0.5	5.75	%
		V _{SENSE} = +100mV, V _{CC} = +12V, V _{RS+} = +12V, T _A = +25°C		0.5	3.25	
		V _{SENSE} = +100mV, V _{CC} = +28V, V _{RS+} = +28V		0.5	5.75	
		V _{SENSE} = +100mV, V _{CC} = +12V, V _{RS+} = +0.1V		-9	±24	
		V _{CC} = +12V, V _{RS+} = +12V, V _{SENSE} = +6.25mV (Note 4)		±7.5		
Out High Voltage (Note 5)	(V _{CC} - V _{OH})	MAX4173T, V _{CC} = +3.0V		0.8	1.2	V
		MAX4173F, V _{CC} = +7.5V		0.8	1.2	
		MAX4173H, V _{CC} = +15V		0.8	1.2	
OUT Low Voltage	V _{OL}	MAX4173TEUT, V _{CC} = +5V, V _{RS+} = 0.89V, V _{SENSE} = 0mV	T _A = +25°C	1.2	5	mV
			T _A = -40°C to +85°C			

低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

MAX4173T/F/H

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{RS+} = 0$ to $+28V$, $V_{CC} = +3V$ to $+28V$, $V_{SENSE} = 0V$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , $R_{LOAD} = \infty$ unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Bandwidth	BW	$V_{RS+} = +12V$, $V_{CC} = +12V$, $C_{LOAD} = 5pF$	MAX4173T, $V_{SENSE} = +100mV$		1.7		MHz
			MAX4173F, $V_{SENSE} = +100mV$		1.4		
			MAX4173H, $V_{SENSE} = +100mV$		1.2		
			$V_{SENSE} = +6.25mV$ (Note 4)		0.6		
Gain	A_V	MAX4173T			20		V/V
		MAX4173F			50		
		MAX4173H			100		
Gain Accuracy	ΔA_V	MAX4173T/F $V_{SENSE} = +10mV$ to $+150mV$, $V_{CC} = V_{RS+} = 12V$	$T_A = +25^{\circ}C$		0.5	± 2.5	%
			$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$			4.0	
		MAX4173H $V_{SENSE} = +10mV$ to $+100mV$, $V_{CC} = V_{RS+} = 12V$	$T_A = +25^{\circ}C$		0.5	± 2.5	
			$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$			4.0	
Input Offset Voltage (Note 6)	V_{OS}	MAX4173TEUT	$T_A = +25^{\circ}C$		0.3	± 3	mV
			$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$			± 5	
OUT Settling Time to 1% of Final Value		$V_{CC} = +12V$, $V_{RS+} = 12V$, $C_{LOAD} = 5pF$	$V_{SENSE} = +6.25mV$ to $+100mV$		400		ns
			$V_{SENSE} = +100mV$ to $+6.25mV$		800		
OUT Output Resistance	R_{OUT}				12		k Ω
Power-Supply Rejection	PSR	MAX4173T, $V_{SENSE} = 80mV$, $V_{RS+} \geq +2V$		60	84		dB
		MAX4173F, $V_{SENSE} = 32mV$, $V_{RS+} \geq +2V$		60	91		
		MAX4173H, $V_{SENSE} = 16mV$, $V_{RS+} \geq +2V$		60	95		
Power-Up Time to 1% of Final Value		$V_{SENSE} = +100mV$, $C_{LOAD} = 5pF$			10		μs
Saturation Recovery Time		$V_{CC} = +12V$, $V_{RS+} = 12V$ (Note 7)			10		μs

Note 1: All devices are 100% production tested at $T_A = +25^{\circ}C$. All temperature limits are guaranteed by design.

Note 2: Guaranteed by Total Output Voltage Error Test.

Note 3: Total OUT Voltage Error is the sum of gain and offset voltage errors.

Note 4: $+6.25mV = 1/16$ of $+100mV$ full-scale voltage.

Note 5: V_{SENSE} such that output stage is in saturation.

Note 6: V_{OS} is extrapolated from the Gain Accuracy tests.

Note 7: The device does not experience phase reversal when overdriven.

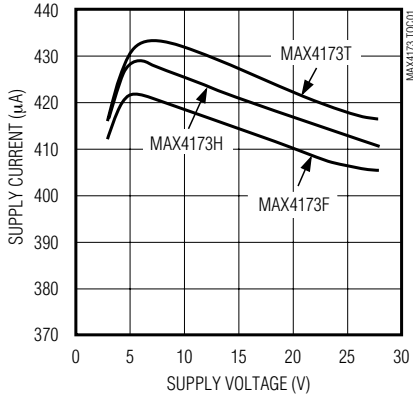
低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

MAX4173T/F/H

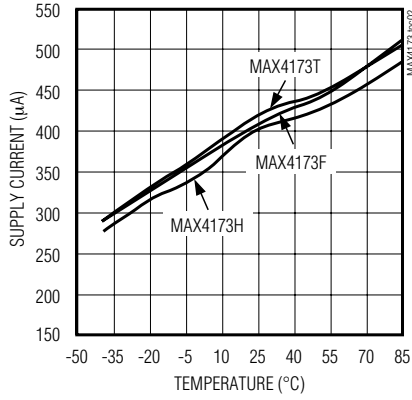
標準動作特性

($V_{CC} = +12V$, $V_{RS+} = +12V$, $V_{SENSE} = +100mV$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

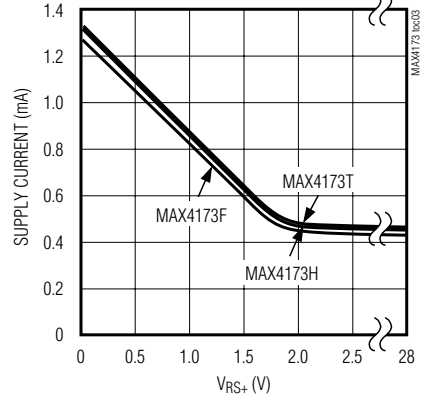
SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE



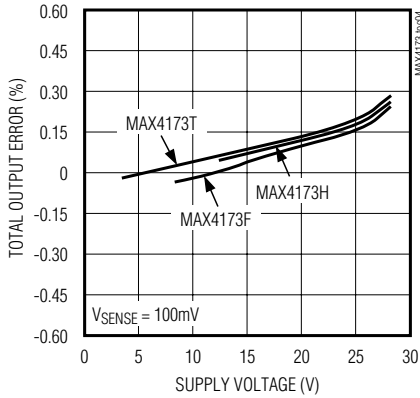
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



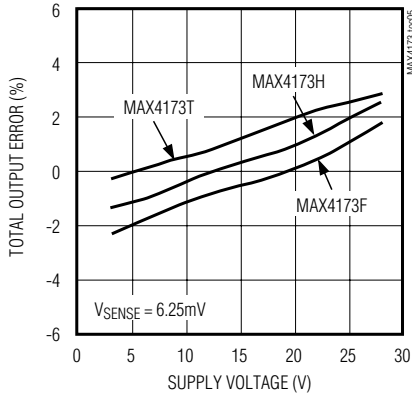
SUPPLY CURRENT vs. RS+ VOLTAGE



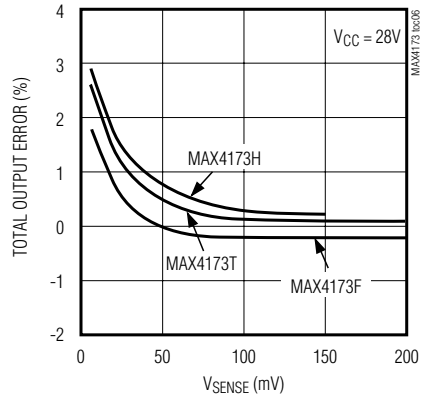
TOTAL OUTPUT ERROR vs. SUPPLY VOLTAGE



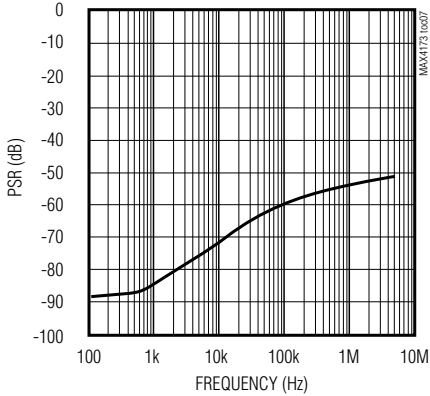
TOTAL OUTPUT ERROR vs. SUPPLY VOLTAGE



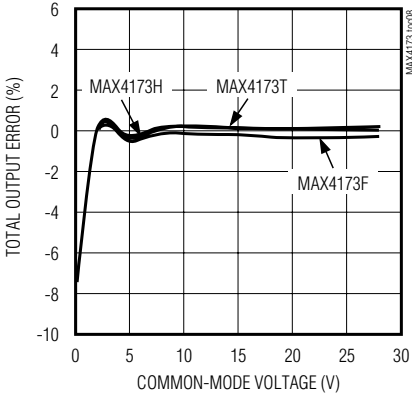
TOTAL OUTPUT ERROR vs. FULL-SCALE SENSE VOLTAGE



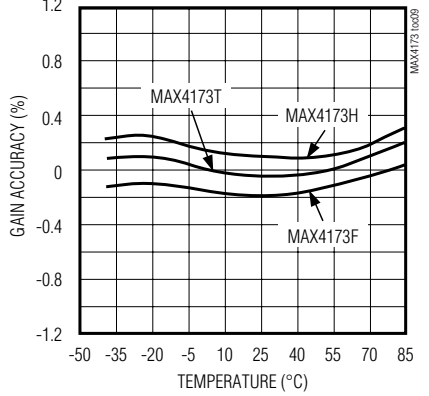
POWER-SUPPLY REJECTION vs. FREQUENCY



TOTAL OUTPUT ERROR vs. COMMON-MODE VOLTAGE



GAIN ACCURACY vs. TEMPERATURE

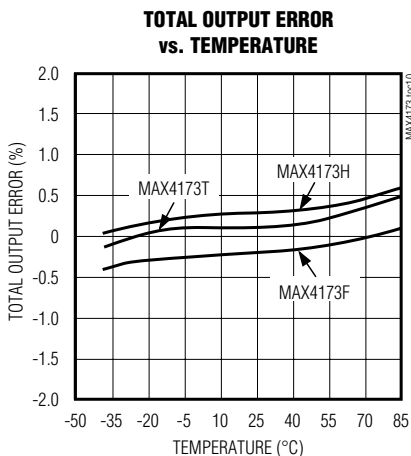


低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

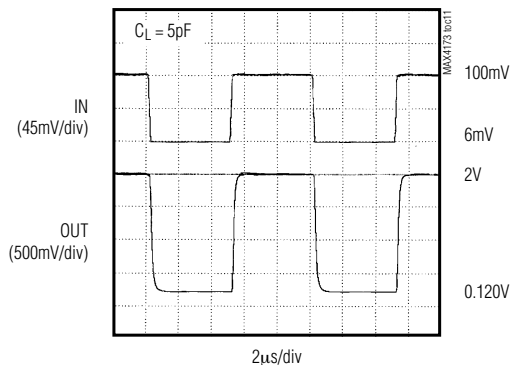
MAX4173T/F/H

標準動作特性(続き)

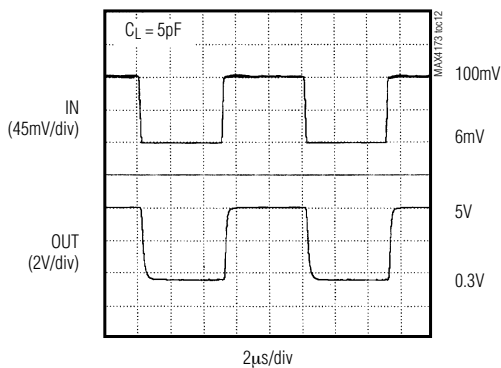
($V_{CC} = +12V$, $V_{RS+} = +12V$, $V_{SENSE} = +100mV$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



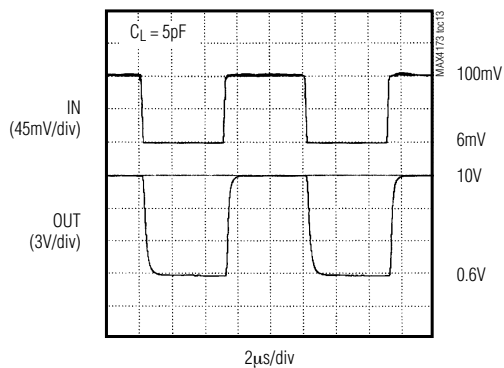
**MAX4173T
LARGE-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE
($V_{SENSE} = 6mV$ TO $100mV$)**



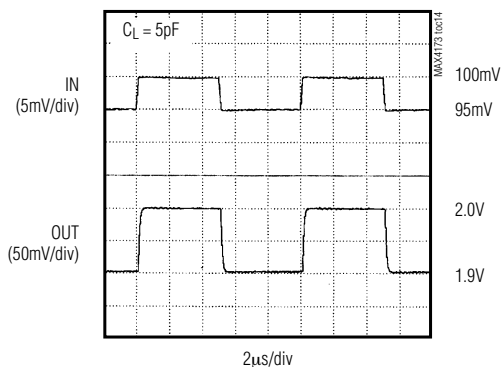
**MAX4173F
LARGE-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE
($V_{SENSE} = 6mV$ TO $100mV$)**



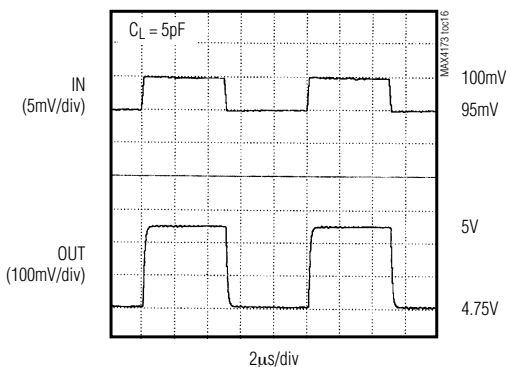
**MAX4173H
LARGE-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE
($V_{SENSE} = 6mV$ TO $100mV$)**



**MAX4173T
SMALL-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE
($V_{SENSE} = 95mV$ TO $100mV$)**



**MAX4173F
SMALL-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE
($V_{SENSE} = 95mV$ TO $100mV$)**

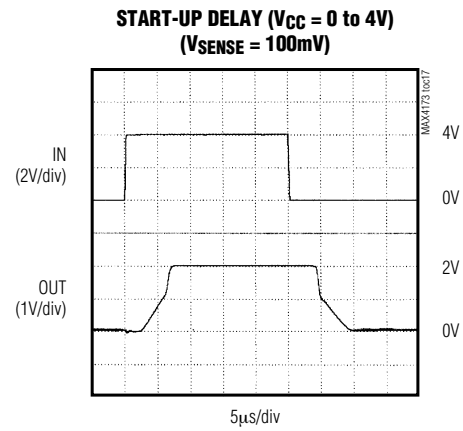
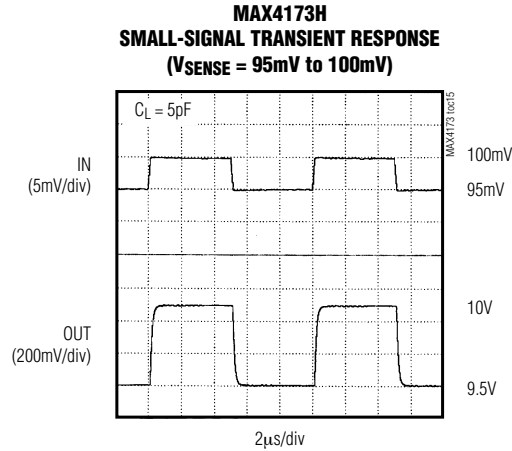


低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

MAX4173T/F/H

標準動作特性(続き)

($V_{CC} = +12V$, $V_{RS+} = +12V$, $V_{SENSE} = +100mV$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子		名称	機能
SOT23-6	SO		
1, 2	3	GND	グランド
3	1	VCC	電源電圧入力。0.1 μ FコンデンサでGNDにバイパスして下さい。
4	8	RS+	外付検出抵抗の電源側接続点。
5	6	RS-	外付検出抵抗の負荷側接続点。
6	4	OUT	電圧出力。 V_{OUT} は検出電圧($V_{RS+} - V_{RS-}$)に比例します。出カインピーダンスは約12k Ω です。
-	2, 5, 7	N.C.	無接続。内部接続されていません。

低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

詳細

MAX4173は、入力同相電圧範囲(0~+28V)が電源電圧に依存しないハイサイド電流検出アンプです。この機能により、消耗しきったバッテリーからの電流を監視できるだけでなく、電源電圧(V_{CC})よりも大幅に高い電圧でのハイサイド電流検出も可能になっています。

MAX4173の動作は次の通りです。ソースからの電流はR_{SENSE}を通じて負荷に流れます(図1)。内部検出アンプの反転入力はいんピーダンスであることから、RG2には(入力バイアス電流を無視すれば)電流は殆ど流れません。このため、検出アンプの反転入力電圧はV_{SOURCE}-(I_{LOAD})(R_{SENSE})になります。アンプのオープンループ利得の働きにより、非反転入力はいんピーダンスと実質的に同じ電圧レベルになります。このため、RG1の両端の電圧降下は(I_{LOAD})(R_{SENSE})に等しくなります。また、I_{RG1}はRG1を流れるため、I_{RG1}=(I_{LOAD})(R_{SENSE})/RG1となります。内部電流ミラーはIRG1を電流利得係数(β)だけ増倍してI_{RGD}=β・IRG1とします。これを解くとI_{RGD}=β・(I_{LOAD})(R_{SENSE})/RG1となります。出力インピーダンスが無限であると仮定すると、V_{OUT}=(I_{RGD})(RGD)。I_{RGD}の式を代入して移項すると、V_{OUT}=β・(RGD/RG1)(R_{SENSE}・I_{LOAD})。デバイスの利得はβ・RGD/RG1に等しくなります。従って、V_{OUT}=(GAIN)(R_{SENSE})(I_{LOAD})となります。ここでMAX4173Tの場合は利得=20、MAX4173Fの場合は利得=50、MAX4173Hの場合は利得=100です。

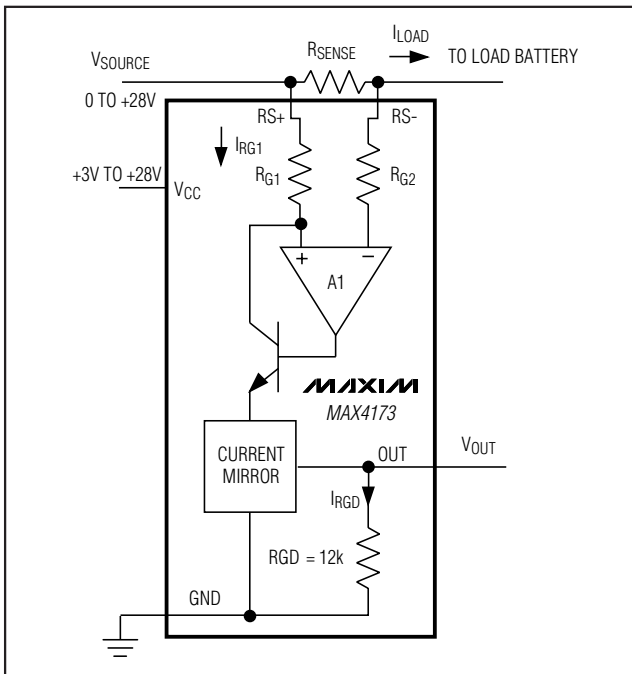


図1. ファンクションダイアグラム

フルスケール出力電圧範囲はR_{SENSE}抵抗及びMAX4173の利得バージョンから、最適なものを選択することによって設定できます。

アプリケーション情報

推奨部品定数

MAX4173は、様々な値の検出抵抗を使用することによって広範囲の電流を検出できます。表1にMAX4173の標準動作用の一般的な抵抗値が記載されています。

R_{SENSE}の選択

小さな電流を高精度で測定したい場合は、R_{SENSE}の値を大きくして下さい。値を大きくすれば検出電圧が大きくなり、内部オペアンプのオフセット電圧誤差が減少します。

非常に大きな電流を監視するアプリケーションにおいては、R_{SENSE}がI²R損失を放熱できなければなりません。抵抗の定格電力消費を超えると、抵抗値がドリフトしたり、あるいは完全に故障して、端子間に絶対最大定格を超える差動電圧を発生することがあります。

I_{SENSE}の高周波成分が大きい場合は、R_{SENSE}のインダクタンスを小さくして下さい。巻線抵抗はインダクタンスが最も大きく、金属皮膜抵抗はそれよりも多少良好です。こうしたアプリケーションにおいては低インダクタンス金属膜抵抗が最適です。

PCBの配線をR_{SENSE}として使用する方法

R_{SENSE}のコストが問題になり、しかも精度が重要でない場合は、図2に示す別法が使えます。この解決法では銅のプリント基板(PCB)の配線を使用して検出抵抗を形成します。幅0.1インチ(0.25cm)の2オンス(70ミクロン厚)銅の抵抗率は、30mΩ/フィートです。また、銅抵抗の温度係数はかなり大きい(約0.4%/℃)、温度変動の大きなシステムにおいてはこの影響を補償する必要があります。また、銅の配線の最大電力消費を超えてはなりません。

例えば、MAX4173Tで最大負荷電流を10A、R_{SENSE}を5mΩとした場合、フルスケールV_{SENSE}は50mVとなり、最大V_{OUT}は1Vとなります。この場合のR_{SENSE}としては、幅0.1インチ(2.5mm)の銅の配線を約5cm必要とします。

低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

MAX4173T/F/H

表1. 推奨部品定数

FULL-SCALE LOAD CURRENT I_{LOAD} (A)	CURRENT-SENSE RESISTOR R_{SENSE} (m Ω)	GAIN	FULL-SCALE OUTPUT VOLTAGE (FULL-SCALE $V_{SENSE} = 100\text{mV}$) V_{OUT} (V)
0.1	1000	20	2.0
		50	5.0
		100	10.0
1	100	20	2.0
		50	5.0
		100	10.0
5	20	20	2.0
		50	5.0
		100	10.0
10	10	20	2.0
		50	5.0
		100	10.0

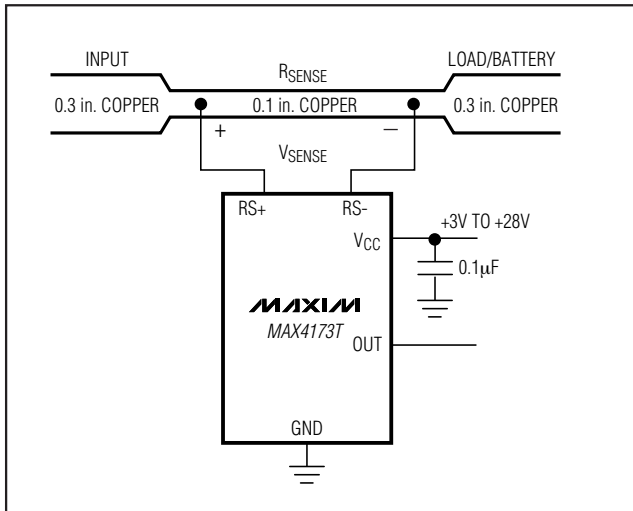


図2. プリント基板を使った場合のMAX4173の接続

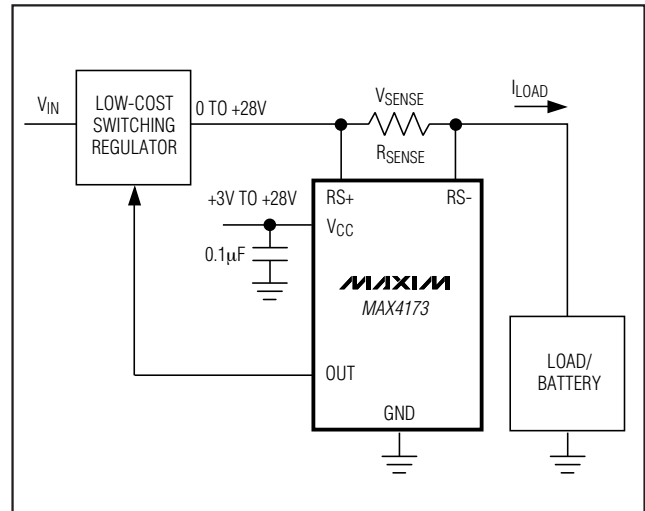


図3. 電流ソース

出力インピーダンス

MAX4173の出力は12k Ω の抵抗を駆動する電流ソースです。OUTに抵抗性負荷を追加するとMAX4173の出力利得が減少します。殆どのアプリケーションにおいては、出力誤差を最小限に抑えるためにOUTをハイインピーダンス入力段に接続して下さい。出力バッファが必要な場合は、単一電源動作時に入力同相範囲と出力電圧スイングがグランドを含むオペアンプを使用して下さい。オペアンプの電源電圧範囲はシステムに予想される電圧をカバーしている必要があります。

出力負荷によって生じるパーセント誤差は次式で表されます。

$$\%ERROR = 100 \left(\frac{R_{LOAD}}{12\text{k}\Omega + R_{LOAD}} - 1 \right)$$

ここで、 R_{LOAD} はOUTにかかる外部負荷です。

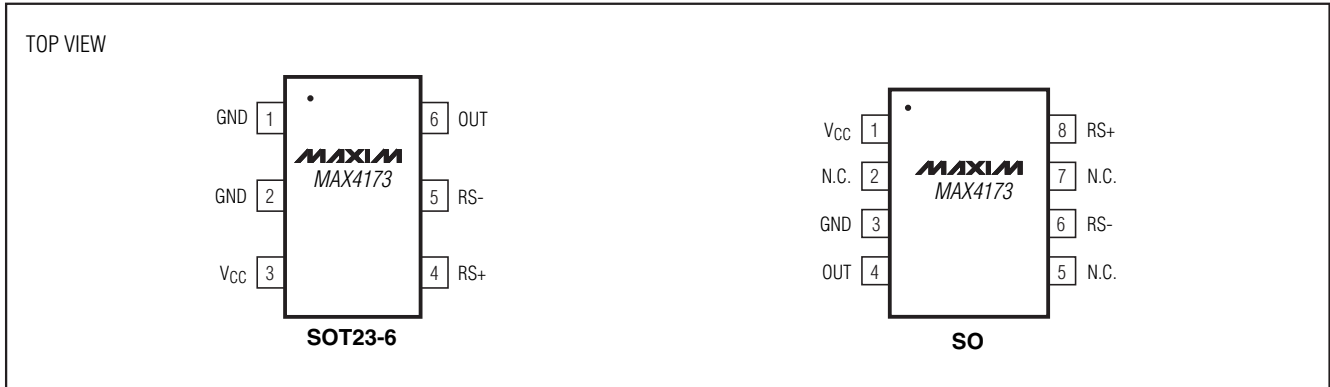
電流ソース回路

図3にMAX4173とスイッチングレギュレータを使った電流ソースのブロック図を示します。

低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

MAX4173T/F/H

ピン配置



チップ情報

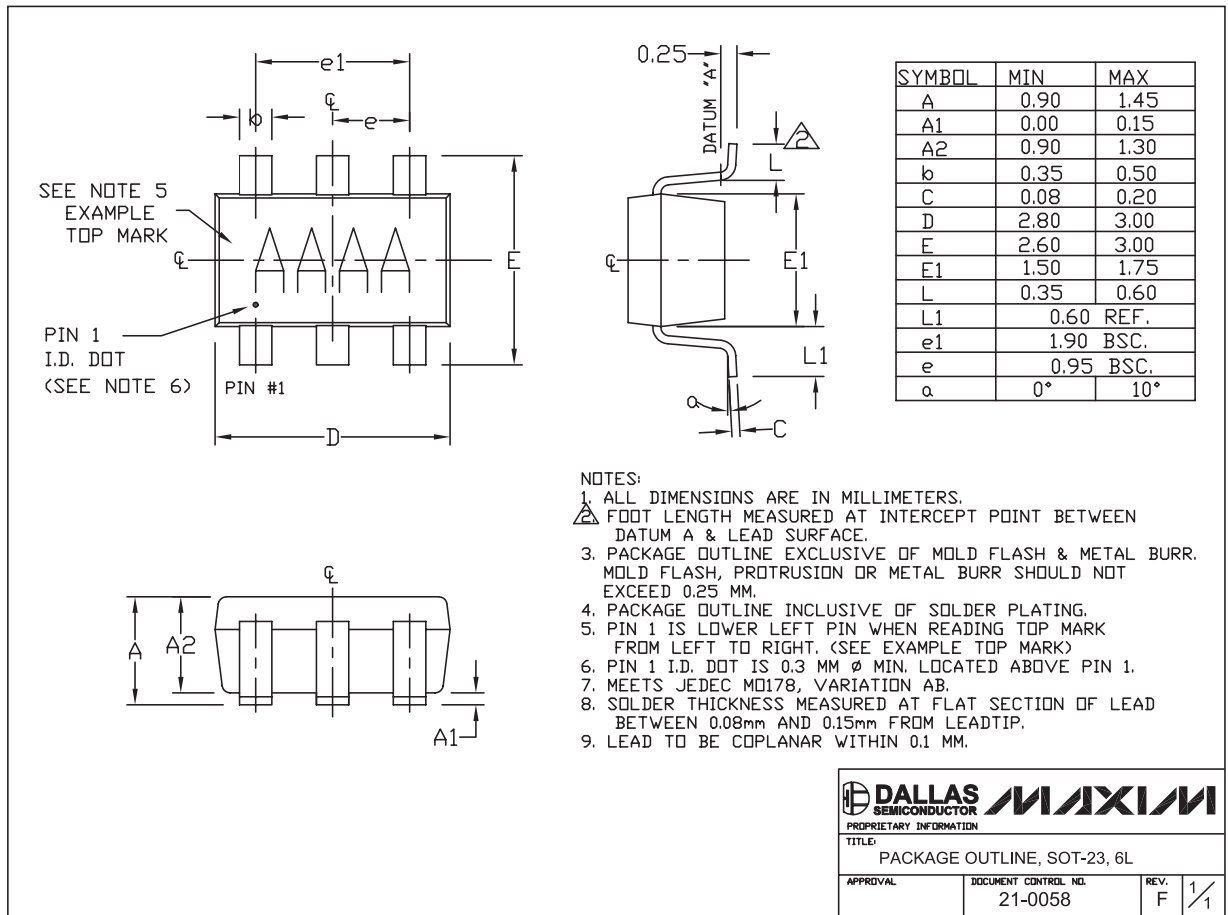
TRANSISTOR COUNT: 187

低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

MAX4173T/F/H

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。)



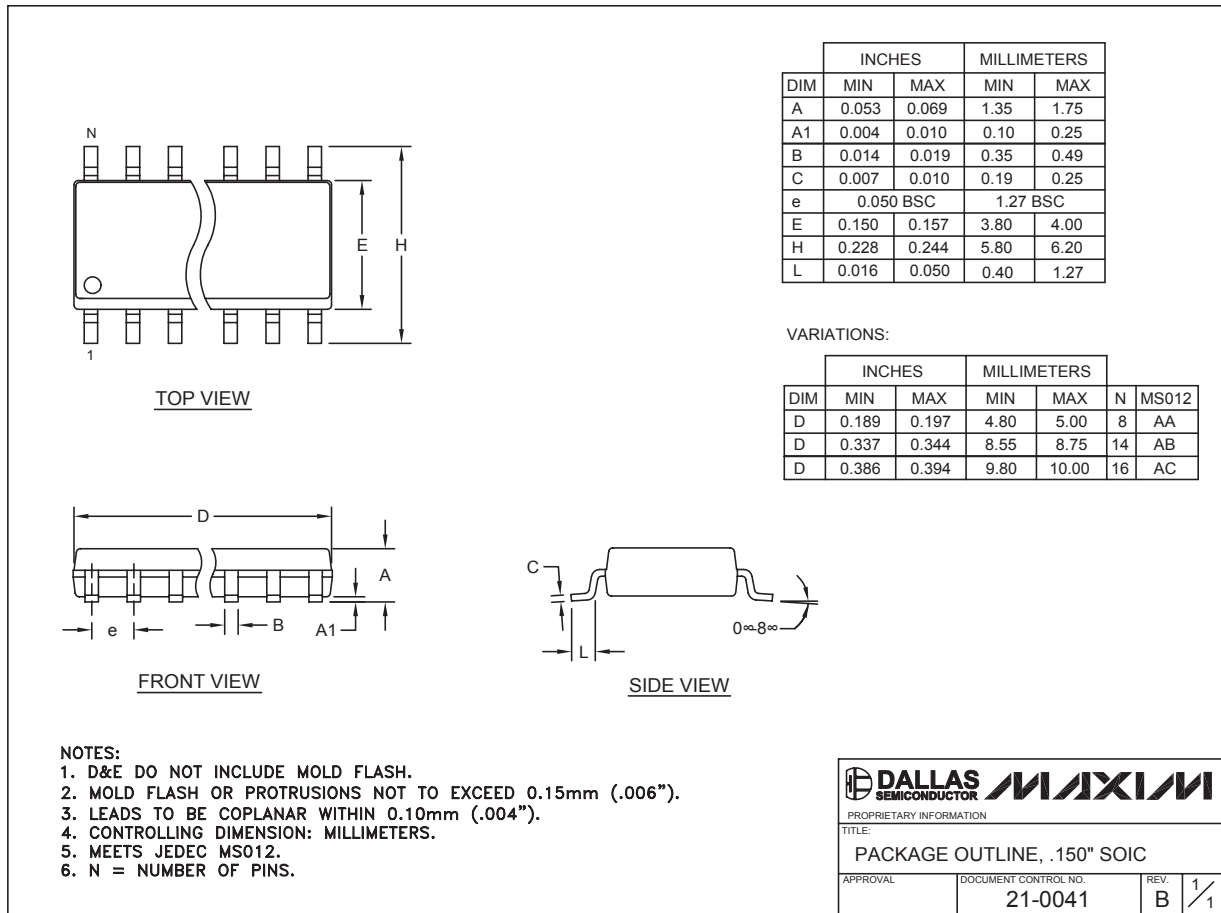
6LSOT.EPS

低コスト、SOT23、電圧出力 ハイサイド電流検出アンプ

MAX4173T/F/H

パッケージ(続き)

(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。)



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 11