

EVALUATION KIT  
AVAILABLE

MAXIM

1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23  
高精度電流検出アンプ

MAX9634

## 概要

ハイサイド電流検出アンプのMAX9634は250 $\mu$ V (max)以下の $V_{OS}$ と0.5% (max)以下の利得誤差の極めて高精度の仕様を提供します。自己消費電流は超低の1 $\mu$ Aです。MAX9634は小型、1mm x 1mmのUCSP™パッケージサイズまたは5ピンSOT23パッケージに収容され、このデバイスは精度、低自己消費電流、および小型サイズが重要となるノートブックコンピュータ、携帯電話、PDA、およびリチウムイオンバッテリーで動作するすべての携帯機器でのアプリケーションに最適です。

MAX9634は1.6V~28Vの入力コモンモード電圧範囲を備えています。これらの電流検出アンプは電圧出力を備え、4種の利得バージョン：25V/V (MAX9634T)、50V/V (MAX9634F)、100V/V (MAX9634H)、および200V/V (MAX9634W)で提供されます。

4種の利得選択は外付けの電流検出抵抗の選択が可能な柔軟性を備えています。入力オフセット電圧が250 $\mu$ V (max)と非常に小さく、最大電流測定時に非常に小さい電圧降下となるため、25mV~50mVフルスケールの小さい $V_{SENSE}$ 電圧が可能です。

MAX9634は小型4ピンUCSP (1mm x 1mm x 0.6mmの実装面積)および5ピンSOT23パッケージで提供され、-40 $^{\circ}$ C~+85 $^{\circ}$ 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

PDA

電源マネージメントシステム

携帯/バッテリー給電システム

ノートブックコンピュータ

## 特長

- ◆ 超低電源電流：1 $\mu$ A (max)
- ◆ 低入力オフセット電圧：250 $\mu$ V (max)
- ◆ 低利得誤差：< 0.5% (max)
- ◆ 入力コモンモード：+1.6V~+28V
- ◆ 電圧出力
- ◆ 4種の利得バージョンを利用可能
  - 25V/V (MAX9634T)
  - 50V/V (MAX9634F)
  - 100V/V (MAX9634H)
  - 200V/V (MAX9634W)
- ◆ 小型1mm x 1mm x 0.6mm、4ピンUCSPまたは5ピンSOT23パッケージ

## 型番

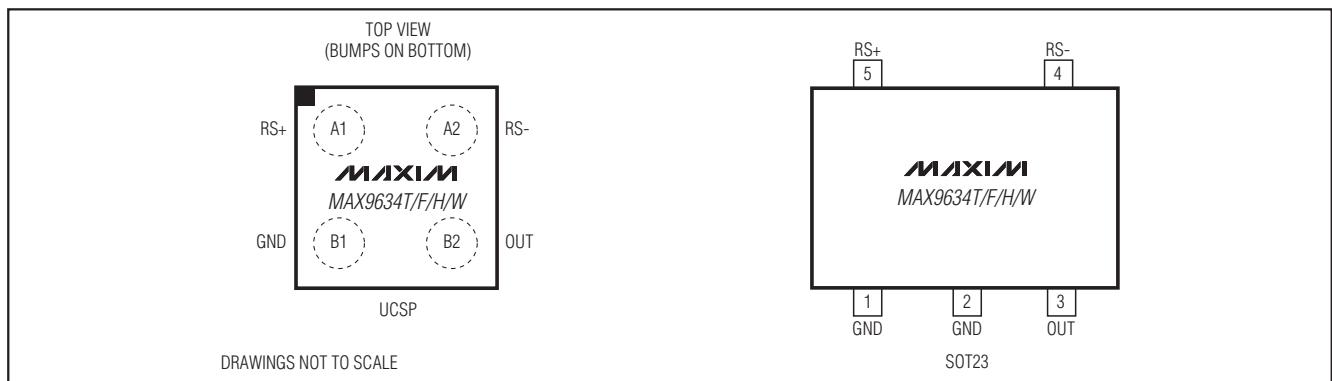
PART	PIN-PACKAGE	GAIN (V/V)	TOP MARK
MAX9634TERS+	4 UCSP	25	+ABX
MAX9634FERS+	4 UCSP	50	+ABY
MAX9634HERS+	4 UCSP	100	+ABZ
MAX9634WERS+	4 UCSP	200	+ACA
MAX9634TEUK+	5 SOT23	25	+AFHG
MAX9634FEUK+	5 SOT23	50	+AFHH
MAX9634HEUK+	5 SOT23	100	+AFHI
MAX9634WEUK+	5 SOT23	200	+AFHJ

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。

注：すべてのデバイスは-40 $^{\circ}$ C~+85 $^{\circ}$ Cの拡張温度範囲での動作が保証されています。

UCSPはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

## ピン配置



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本データシートは日本語翻訳であり、相違及び誤りのある可能性があります。設計の際は英語版データシートを参照してください。

価格、納期、発注情報についてはMaxim Direct (0120-551056)にお問い合わせいただくか、Maximのウェブサイト (japan.maxim-ic.com)をご覧ください。

# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

MAX9634

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

RS+, RS- to GND	-0.3V to +30V
OUT to GND	-0.3V to +6V
RS+ to RS-	$\pm 30V$
Short-Circuit Duration: OUT to GND	Continuous
Continuous Input Current (any pin)	$\pm 20mA$
Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ C$ )	
4-Bump UCSP (derate 3.0mW/ $^\circ C$ above +70 $^\circ C$ )	238mW
5-Pin SOT23 (derate 3.9mW/ $^\circ C$ above +70 $^\circ C$ )	312mW

Operating Temperature Range	-40 $^\circ C$ to +85 $^\circ C$
Junction Temperature	+150 $^\circ C$
Storage Temperature Range	-65 $^\circ C$ to +150 $^\circ C$
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300 $^\circ C$
Soldering Temperature (reflow)	+260 $^\circ C$

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

( $V_{RS+} = V_{RS-} = 3.6V$ ,  $V_{SENSE} = (V_{RS+} - V_{RS-}) = 0V$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to +85 $^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current (Note 2)	$I_{CC}$	$V_{RS+} = 5V$ , $T_A = +25^\circ C$		0.5	0.85	$\mu A$
		$V_{RS+} = 5V$ , $-40^\circ C < T_A < +85^\circ C$			1.1	
		$V_{RS+} = 28V$ , $T_A = +25^\circ C$		1.1	1.8	
		$V_{RS+} = 28V$ , $-40^\circ C < T_A < +85^\circ C$			2.5	
Common-Mode Input Range	$V_{CM}$	Guaranteed by CMRR, $-40^\circ C < T_A < +85^\circ C$	1.6		28	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$1.6V < V_{RS+} < 28V$ , $-40^\circ C < T_A < +85^\circ C$	94	130		dB
Input Offset Voltage (Note 3)	$V_{OS}$	MAX9634T/MAX9634F/ MAX9634H	$T_A = +25^\circ C$	100	250	$\mu V$
			$-40^\circ C < T_A < +85^\circ C$			
		MAX9634W	$T_A = +25^\circ C$	100	250	
			$-40^\circ C < T_A < +85^\circ C$			
Gain	G	MAX9634T		25		V/V
		MAX9634F		50		
		MAX9634H		100		
		MAX9634W		200		
Gain Error (Note 4)	GE	MAX9634T/MAX9634F/ MAX9634H	$T_A = +25^\circ C$	$\pm 0.1$	$\pm 0.5$	%
			$-40^\circ C < T_A < +85^\circ C$			
		MAX9634W	$T_A = +25^\circ C$	$\pm 0.1$	$\pm 0.7$	
			$-40^\circ C < T_A < +85^\circ C$			
Output Resistance (Note 5)	$R_{OUT}$	MAX9634T/MAX9634F/MAX9634H	7.0	10	13.2	k $\Omega$
		MAX9634W	14.0	20	26.4	
OUT Low Voltage	$V_{OL}$	Gain = 25		1.5	7.5	mV
		Gain = 50		3	15	
		Gain = 100		6	30	
		Gain = 200		12	85	

# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

MAX9634

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{RS+} = V_{RS-} = 3.6V$ ,  $V_{SENSE} = (V_{RS+} - V_{RS-}) = 0V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OUT High Voltage	$V_{OH}$	$V_{OH} = V_{RS-} - V_{OUT}$ (Note 6)		0.1	0.2	V
Small-Signal Bandwidth (Note 5)	BW	$V_{SENSE} = 50mV$ , gain = 25		125		kHz
		$V_{SENSE} = 50mV$ , gain = 50		60		
		$V_{SENSE} = 50mV$ , gain = 100		30		
		$V_{SENSE} = 50mV$ , gain = 200		15		
Output Settling Time	$t_S$	1% final value, $V_{SENSE} = 50mV$		100		$\mu s$

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

**Note 2:**  $V_{OUT} = 0$ .  $I_{CC}$  is the total current into  $RS+$  plus  $RS-$  pins.

**Note 3:**  $V_{OS}$  is extrapolated from measurements for the gain-error test.

**Note 4:** Gain error is calculated by applying two values of  $V_{SENSE}$  and calculating the error of the slope vs. the ideal:

Gain = 25,  $V_{SENSE}$  is 20mV and 120mV.

Gain = 50,  $V_{SENSE}$  is 10mV and 60mV.

Gain = 100,  $V_{SENSE}$  is 5mV and 30mV.

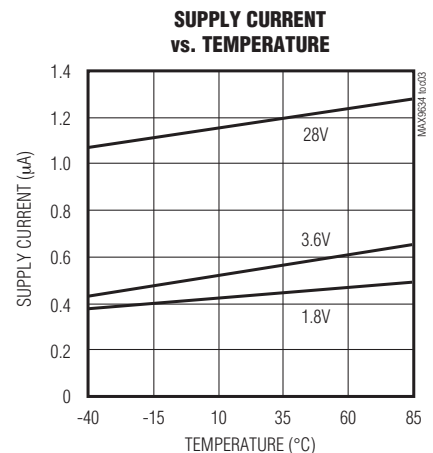
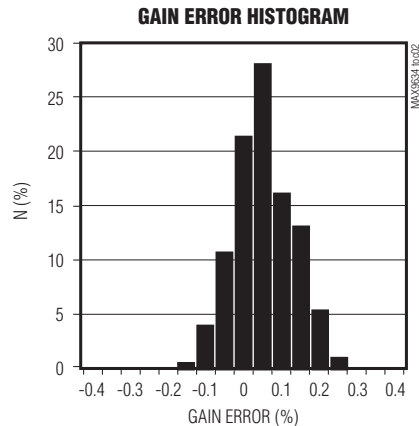
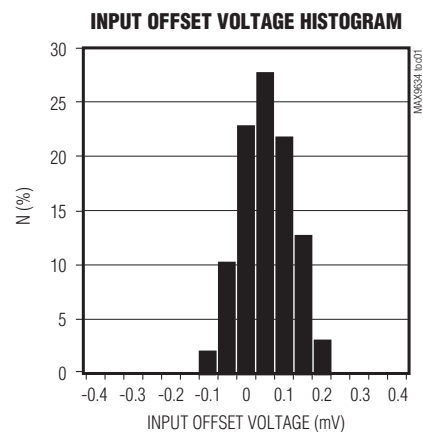
Gain = 200,  $V_{SENSE}$  is 2.5mV and 15mV.

**Note 5:** The device is stable for any external capacitance value.

**Note 6:**  $V_{OH}$  is the voltage from  $V_{RS-}$  to  $V_{OUT}$  with  $V_{SENSE} = 3.6V/gain$ .

## 標準動作特性

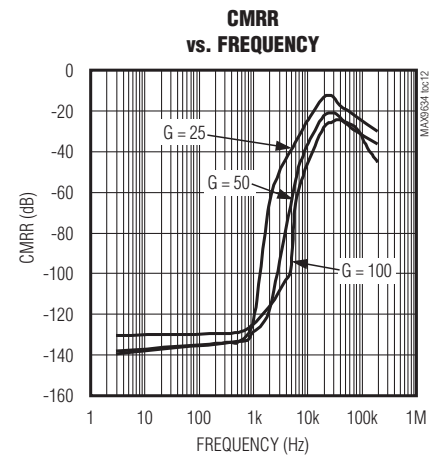
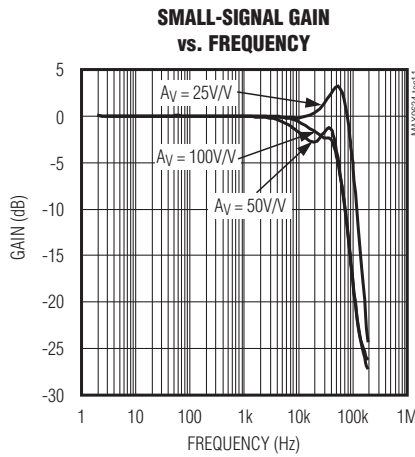
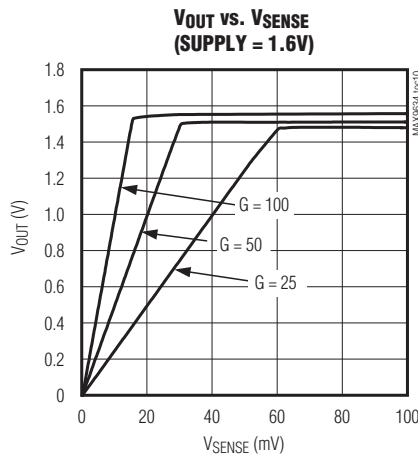
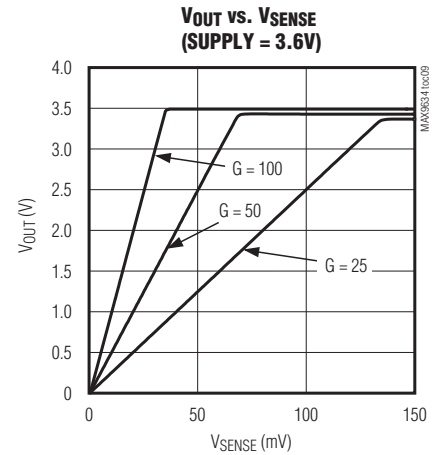
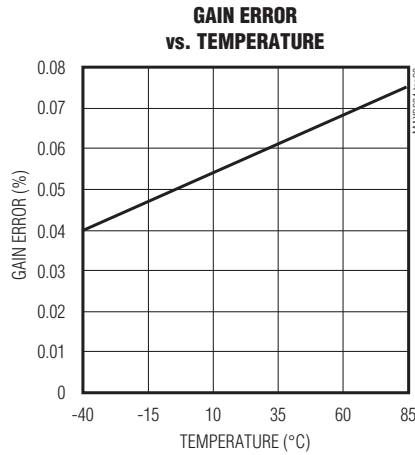
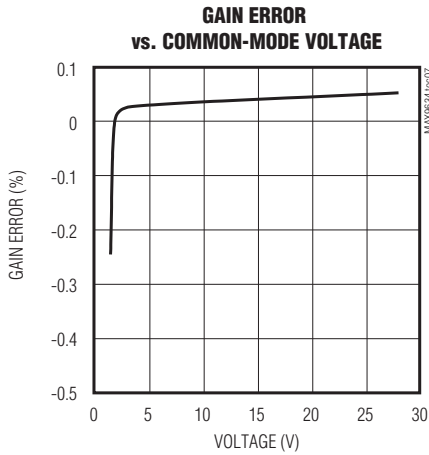
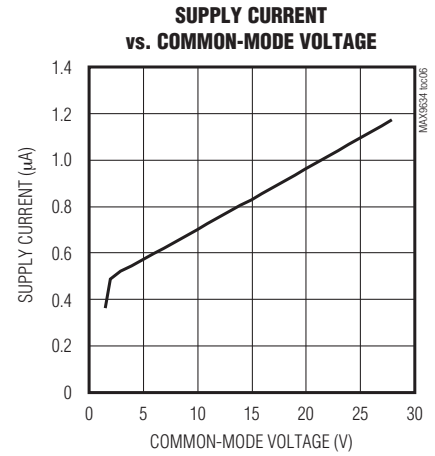
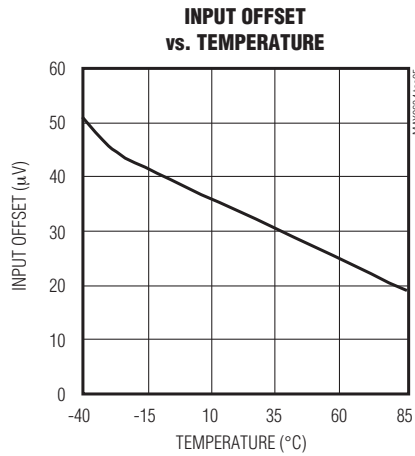
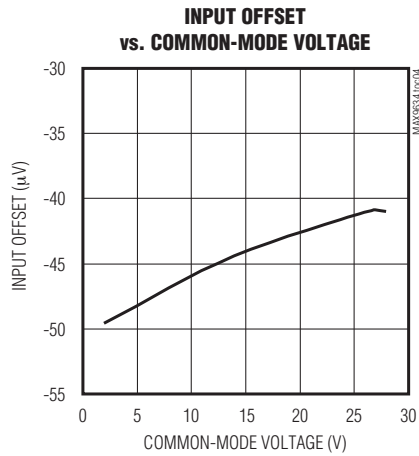
( $V_{RS+} = V_{RS-} = 3.6V$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)



# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

## 標準動作特性(続き)

( $V_{RS+} = V_{RS-} = 3.6V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

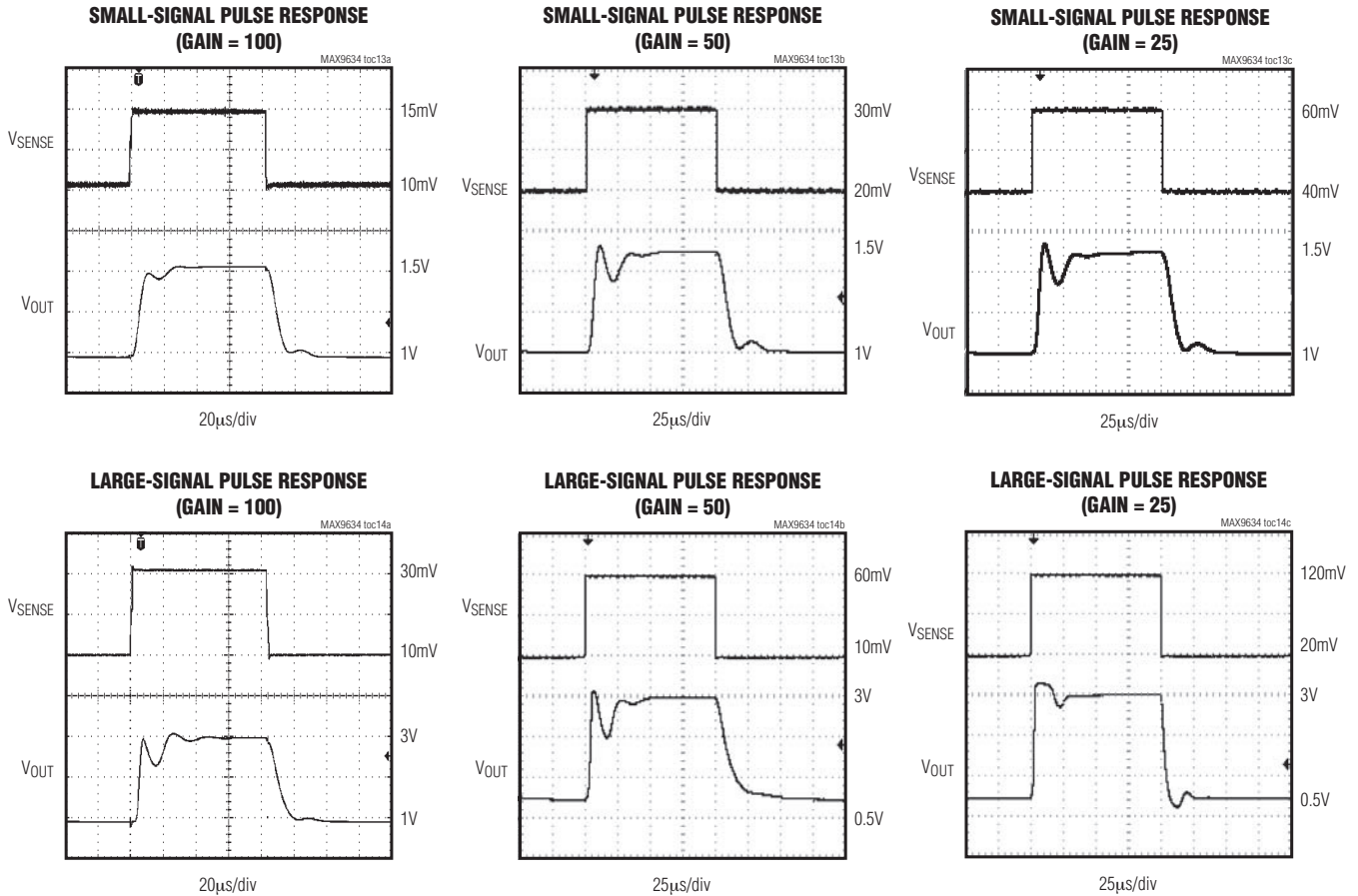


# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

MAX9634

## 標準動作特性(続き)

( $V_{RS+} = V_{RS-} = 3.6V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

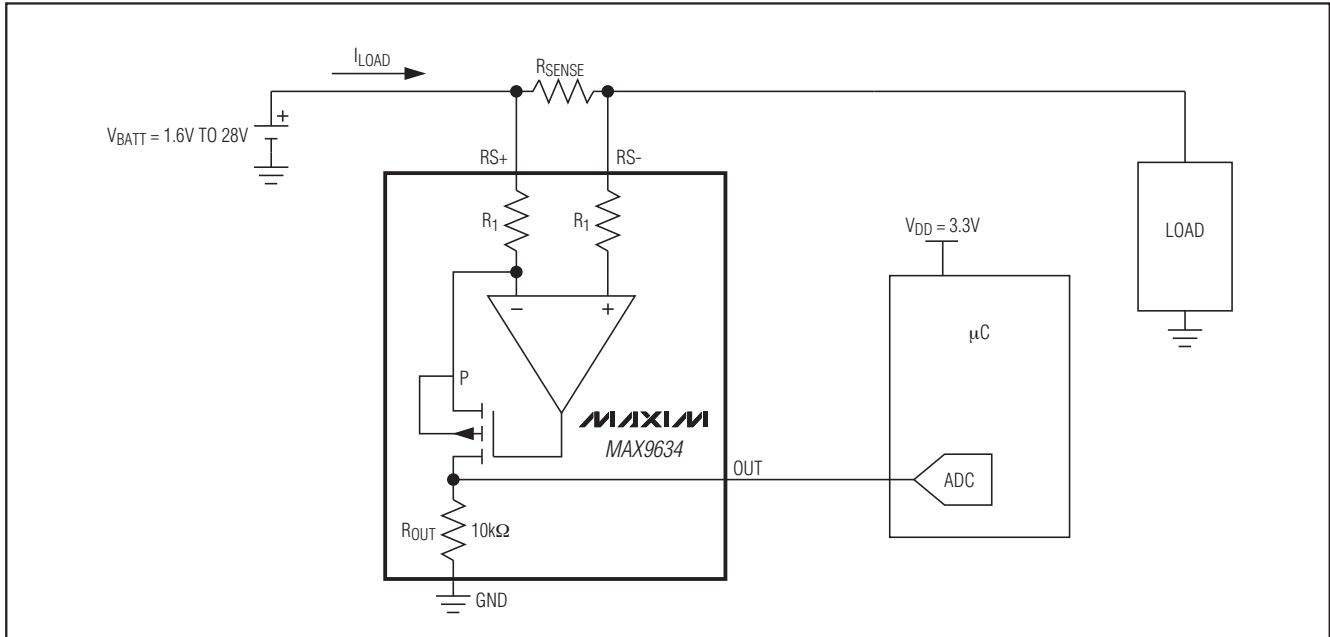


## 端子説明

端子		名称	機能
UCSP	SOT23		
A1	5	RS+	外部検出抵抗への電源側接続
A2	4	RS-	外部検出抵抗への負荷側接続
B1	1, 2	GND	グラウンド
B2	3	OUT	出力電圧。 $V_{OUT}$ は $V_{SENSE} = V_{RS+} - V_{RS-}$ に比例します。

# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

## 標準動作回路



## 詳細

単方向ハイサイド、電流検出アンプのMAX9634は1.6V～28Vの入力コモンモード範囲を備えています。この機能によって1.6Vという低い電圧のバッテリーからの出力電流の監視が可能です。MAX9634は電流検出抵抗によって電流を監視して、その抵抗の両端間の電圧を増幅します。

MAX9634は十分に確立された歴史を持つ単方向の電流検出アンプです。R<sub>1</sub>の値を持つRS+の内部利得抵抗を通して電流が強制的に流れるようにオペアンプが使用されるため、その電圧降下は外部の検出抵抗のR<sub>SENSE</sub>の両端間の電圧降下に等しくなります。RS-にはR<sub>1</sub>と同じ値の内部抵抗があり、オフセット電圧を最小にし

ます。R<sub>1</sub>を流れる電流はハイサイドpチャンネルFETによって供給されます。そのソース電流は2番目の利得抵抗R<sub>OUT</sub>を通して流れるそのドレイン電流と同じです。このことによって、その大きさがI<sub>LOAD</sub> × R<sub>SENSE</sub> × R<sub>OUT</sub>/R<sub>1</sub>に等しい出力電圧V<sub>OUT</sub>を生成します。利得精度は2つの利得抵抗R<sub>1</sub>とR<sub>OUT</sub>のマッチングに基づきます(表1を参照)。総利得はMAX9634Tでは25V/V、MAX9634Fでは50V/V、MAX9634Hでは100V/V、MAX9634Wでは200V/Vです。出力は7mA (typ)の出力電流制限回路および6Vのクランプ保護回路の使用によって、入力のオーバドライブから保護されます。

## アプリケーション情報

### 検出抵抗の選択

R<sub>SENSE</sub>は次の判定基準に従って選択してください。

### 電圧損失

R<sub>SENSE</sub>の値が大きいとIR損失による電源電圧の降下が生じます。最小の電圧損失とするためには、最小のR<sub>SENSE</sub>の値にしてください。

表1. 内部利得設定抵抗(標準値)

GAIN (V/V)	R <sub>1</sub> (Ω)	R <sub>OUT</sub> (kΩ)
200	100	20
100	100	10
50	200	10
25	400	10

# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

MAX9634

## OUT振幅 対 $V_{RS+}$ および $V_{SENSE}$

MAX9634は電源電圧が入力コモンモード電圧( $RS+$ と $RS-$ の平均電圧)であるためユニークです。 $V_{CC}$ 電圧ピンは独立して存在しません。したがって、OUTの電圧振幅は $RS+$ の最小電圧によって制限されます。

$V_{OUT}(\max) = V_{RS+}(\min) - V_{SENSE}(\max) - V_{OH}$   
および：

$$R_{SENSE} = \frac{V_{OUT}(\max)}{G \times I_{LOAD}(\max)}$$

$V_{SENSE}$ のフルスケールは $RS+$ 電圧が最小の場合、 $V_{OUT}/GAIN$ よりも小さくしてください。3.6V電源で最良の性能を得るためには、各アプリケーションのフルスケール電流に対する検出電圧がおよそ120mV (25V/Vの利得)、60mV (50V/Vの利得)、30mV (100V/Vの利得)、または15mV (200V/Vの利得)となるように $R_{SENSE}$ を選択してください。最小入力電圧を大きくすると、これらの検出電圧を大きくすることが可能です。

## 精度

線形領域( $V_{OUT} < V_{OUT}(\max)$ )では、精度に関して2つの成分があります。入力オフセット電圧( $V_{OS}$ )と利得誤差(GE)です。MAX9634では $V_{OS} = 250\mu V(\max)$ で利得誤差は0.5% (max)です。総合誤差の計算は次の線形式を使用します。

$$V_{OUT} = (\text{利得} \pm GE) \times V_{SENSE} \pm (\text{利得} \times V_{OS})$$

$R_{SENSE}$ の値が大きいと、小さい電流をより正確に測定することが可能です。それは検出電圧が大きいくらいほど、オフセットが重要ではなくなるからです。

## 効率と電力消費

電流レベルが高いと、 $R_{SENSE}$ の $I^2R$ 損失が大きくなります。抵抗の値とその電力消費(ワット)定格を選択する場合はこのことを考慮してください。また、検出抵抗の値は、それが過剰に発熱した場合には、ドリフトする可能性があります。MAX9634の高精度の $V_{OS}$ では小さい検出抵抗の値の使用が可能で、電力消費を低減し、ホットスポットを低減します。

## ケルビン接続

$R_{SENSE}$ には大電流が流れるために、寄生トレース抵抗によって検出電圧に誤差が生じることがないようにしてください。4端子電流検出抵抗またはケルビン(印加および検出)のPCBレイアウト技術を使用してください。

## オプションの出力フィルタコンデンサ

ADCにサンプルホールド段を使用するシステムを設計する場合、サンプリングコンデンサが瞬間的にOUTの負荷となり、出力電圧が低下する原因となります。サンプリング時間が非常に短い(1 $\mu$ s以下)場合、OUTとGND間にセラミックコンデンサを使用してサンプリングの間、 $V_{OUT}$ を一定に保持してください。このことによって、電流検出アンプの小信号帯域幅が狭くなり、OUTのノイズが減少します。

# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

MAX9634

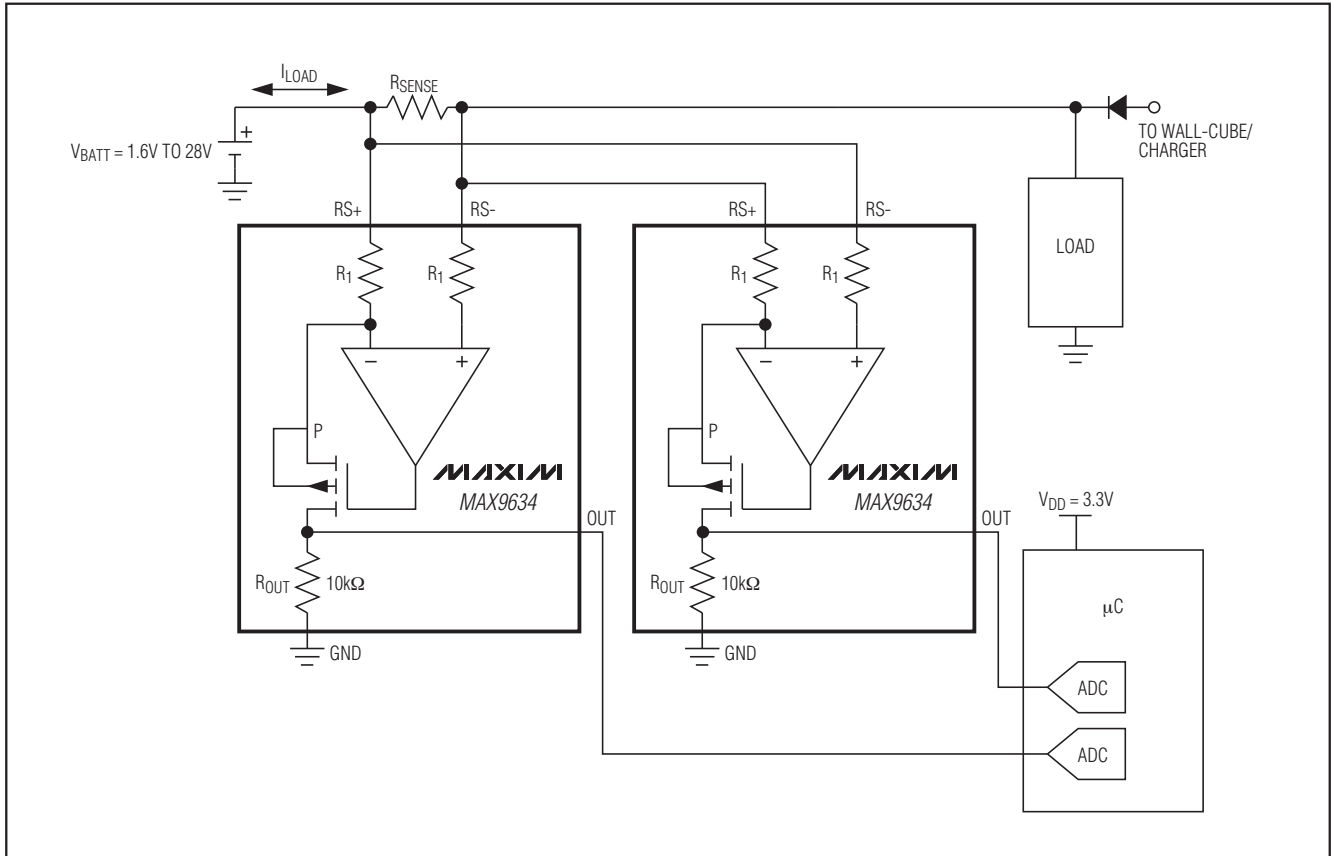


図1. 両方向性のアプリケーション

## 両方向性のアプリケーション

バッテリー給電システムがバッテリーの充電および放電電流を正確に監視するためには、正確な両方向性の電流検出アンプを必要とする場合があります。GND基準の2つの独立した出力の測定によってそれぞれ充電および放電電流を正確に測定することができます(図1)。

## UCSPアプリケーション情報

UCSPの構造、外形寸法、テープキャリア情報、PCB技術、ピンパッドレイアウト、および推奨リフロー温度プロファイルに関する最新のアプリケーションの詳細、さらに信頼性試験結果に関する最新情報に関しては、アプリケーションノート1891「ウェハレベルパッケージ(WLP)とその応用」を参照してください。

## チップ情報

PROCESS: BiCMOS

# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

MAX9634

## 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](http://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に注意してください。

パッケージタイプ	パッケージコード	アウトラインNo.	ランドパターンNo.
2 x 2 UCSP	R41A1+1	<b>21-0242</b>	—
5 SOT23	U5-2	<b>21-0057</b>	<b>90-0174</b>

TOP VIEW

COMMON DIMENSIONS	
A	0.64±0.05
A1	0.24±0.03
b	∅0.31 REF
D1	0.50 BASIC
E1	0.50 BASIC
e	0.50 BASIC
SD	0.25 BASIC
SE	0.25 BASIC

PKG. CODE	VARIABLE DIMENSIONS		DEPOPULATED BUMPS
	E	D	
R41A1+1	1.00±0.05	1.00±0.05	NONE
R41B1+1	1.05±0.05	1.05±0.05	NONE
R41C1+1	1.10±0.05	1.10±0.05	NONE

SIDE VIEW

BOTTOM VIEW

NOTES:

- Terminal pitch is defined by terminal center to center value.
- Outer dimension (D & E) is defined by center lines between scribe lines.
- All dimensions in millimeters.
- Marking shown is for package orientation reference only.
- Tolerance is ± 0.02mm unless specified otherwise.
- All dimensions apply to PbFree (+) package codes only.

TITLE:  
Package Outline, 4 bumps,  
2x2 array, UCSP (R) pkg. 0.5mm pitch

APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0242	REV. A	1/1
----------	---------------------------------	-----------	-----

-DRAWING NOT TO SCALE-

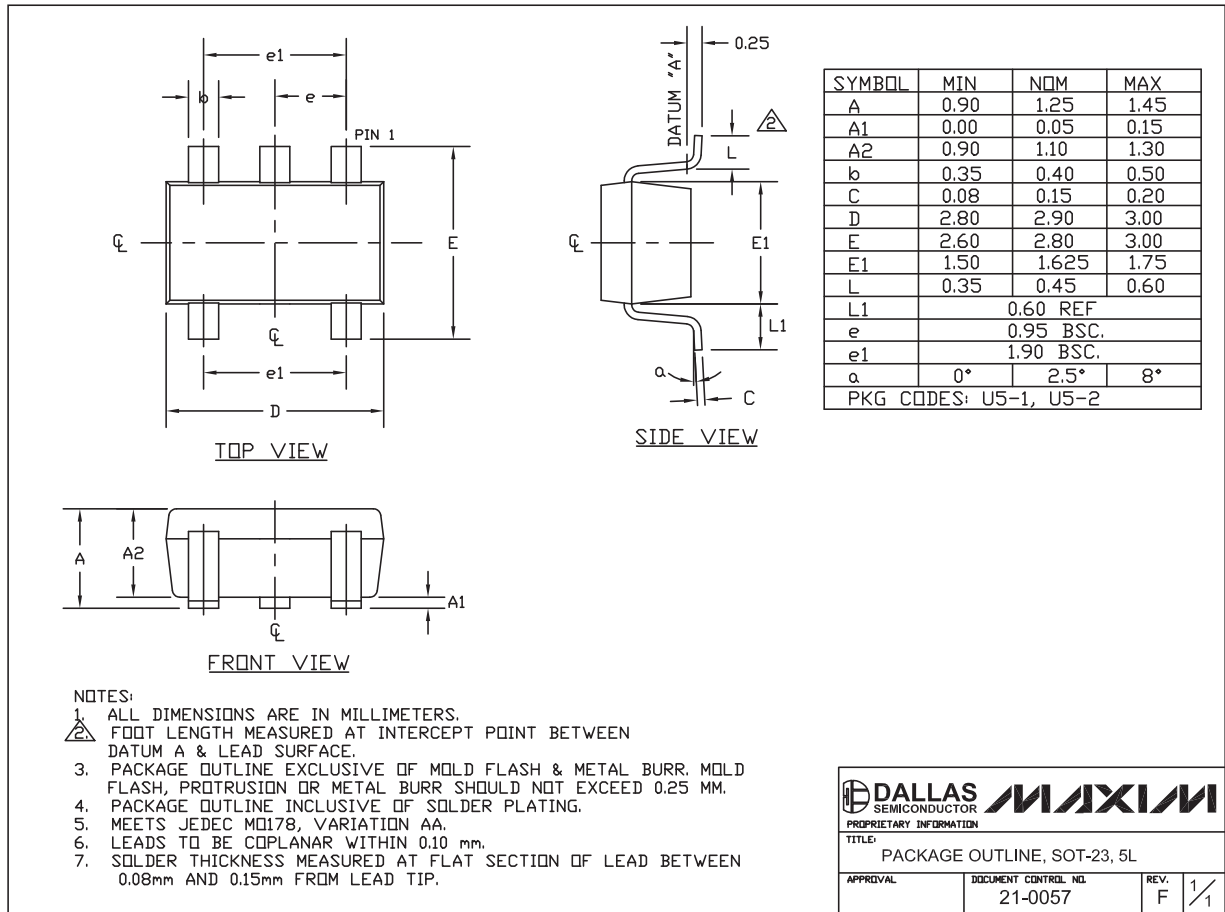
2x2 UCSP-EPS

# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

MAX9634

## パッケージ(続き)

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](http://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に注意してください。



SOT-23 5L .EPS

# 1 $\mu$ A、4ピンUCSP/SOT23 高精度電流検出アンプ

MAX9634

## 改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	10/09	初版	—
1	2/10	「Electrical Characteristics (電気的特性)」の表中の利得誤差のリミット値を訂正	2
2	8/10	立上り時間のパラメータを削除	3

マキシム・ジャパン株式会社 〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ 4号館 20F TEL: 03-6893-6600

Maximは完全にMaxim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。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。

**Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600** \_\_\_\_\_ 11