

特長

- 電源電圧範囲:
5V～100V、絶対最大定格は105V(LTC6101HV)
4V～60V、絶対最大定格は70V(LTC6101)
- 低いオフセット電圧:300 μ V(最大)
- 高速応答:1 μ sの応答時間(5Vの出力ステップで
0V～2.5V)
- 2本の抵抗で利得を設定可能
- 低い入力バイアス電流:170nA(最大)
- PSRR:118dB(最小)
- 最大出力電流:1mA
- 低消費電流:250 μ A、 $V_S = 12$ V
- 規定温度範囲:-40 $^{\circ}$ C～125 $^{\circ}$ C
- 動作温度範囲:-55 $^{\circ}$ C～125 $^{\circ}$ C
- 高さの低い(1mm)SOT-23(ThinSOT™)パッケージ

アプリケーション

- 電流シャント測定
- バッテリのモニタ
- リモート・センス
- パワー・マネージメント

LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

概要

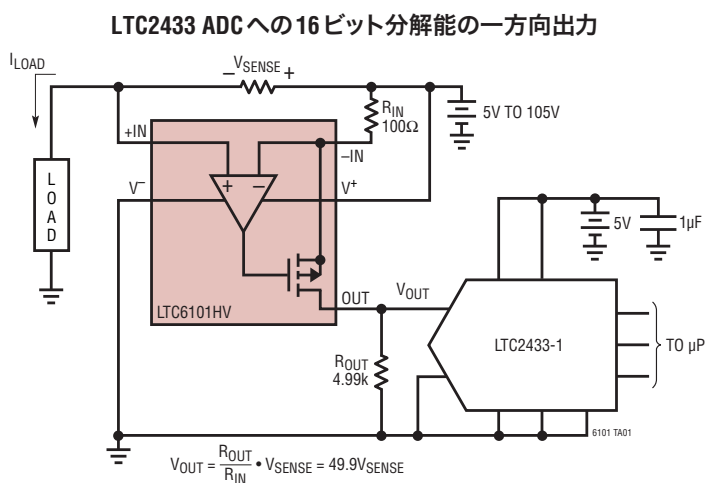
LTC®6101/LTC6101HVは、汎用性の高い、高電圧、ハイサイド電流センス・アンプで、最大300 μ Vのオフセットと60Vでわずか375 μ A(標準)の消費電流という優れたデバイス特性により、設計の柔軟性が得られます。LTC6101は4V～60Vの電源で動作し、LTC6101HVは5V～100Vの電源で動作します。

LTC6101/LTC6101HVは外付けセンス抵抗(シャント抵抗)の両端の電圧を介して電流をモニタします。内部回路によって入力電圧を出力電流に変換するので、高い同相電圧上の小さいセンス信号をグランド基準信号に変換することができます。DCオフセットが低いので、小型のシャント抵抗と大型の利得設定抵抗を使用できます。このため、シャントの電力損失が低減されます。

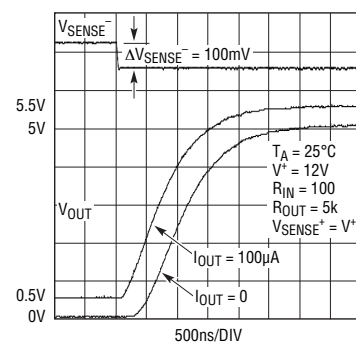
動作電源範囲が広く高精度のLTC6101は、車載から産業用に至る様々なアプリケーションやパワー・マネージメントに最適です。最大入力センス電圧が500mVなので、広範囲の電流をモニタできます。高速応答により、負荷電流警告やシャットオフ保護制御に最適です。また、消費電流が非常に低いので、低消費電力が要求されるアプリケーションに適しています。

LTC6101/LTC6101HVは5ピンSOT-23パッケージと8ピンMSOPパッケージで供給されます。

標準的応用例



ステップ応答



6101 TA01b

LTC6101/LTC6101HV

絶対最大定格

(Note 1)

全電源電圧 ($V^+ \sim V^-$)

LTC6101 70V

LTC6101HV 105V

最小入力電圧 (-IN ピン) ($V^+ - 4V$)

最大出力電圧 (Out ピン) 9V

入力電流 $\pm 10mA$

出力短絡時間 (V^- へ) 無期限

動作温度範囲

LTC6101C/LTC6101HVC $-40^\circ C \sim 85^\circ C$

LTC6101I/LTC6101HVI $-40^\circ C \sim 85^\circ C$

LTC6101H/LTC6101HVH $-55^\circ C \sim 125^\circ C$

規定温度範囲 (Note 2)

LTC6101C/LTC6101HVC $0^\circ C \sim 70^\circ C$

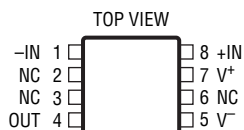
LTC6101I/LTC6101HVI $-40^\circ C \sim 85^\circ C$

LTC6101H/LTC6101HVH $-40^\circ C \sim 125^\circ C$

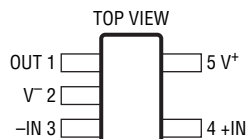
保存温度範囲 $-65^\circ C \sim 150^\circ C$

リード温度 (半田付け、10 秒) $300^\circ C$

ピン配置



MS8 PACKAGE
8-LEAD PLASTIC MSOP
 $T_{JMAX} = 150^\circ C, \theta_{JA} = 300^\circ C/W$



S5 PACKAGE
5-LEAD PLASTIC TSOT-23
 $T_{JMAX} = 150^\circ C, \theta_{JA} = 250^\circ C/W$

発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	規定温度範囲
LTC6101ACMS8#PBF	LTC6101ACMS8#TRPBF	LTBSB	8-Lead Plastic MSOP	$0^\circ C$ to $70^\circ C$
LTC6101AIMS8#PBF	LTC6101AIMS8#TRPBF	LTBSB	8-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $85^\circ C$
LTC6101AHMS8#PBF	LTC6101AHMS8#TRPBF	LTBSB	8-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $125^\circ C$
LTC6101HVACMS8#PBF	LTC6101HVACMS8#TRPBF	LTBSX	8-Lead Plastic MSOP	$0^\circ C$ to $70^\circ C$
LTC6101HVAIMS8#PBF	LTC6101HVAIMS8#TRPBF	LTBSX	8-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $85^\circ C$
LTC6101HVAHMS8#PBF	LTC6101HVAHMS8#TRPBF	LTBSX	8-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $125^\circ C$

発注情報

無鉛仕上げ

テープアンドリール(MINI)	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	規定温度範囲
LTC6101ACS5#TRMPBF	LTC6101ACS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC6101AIS5#TRMPBF	LTC6101AIS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC6101AHS5#TRMPBF	LTC6101AHS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C
LTC6101BCS5#TRMPBF	LTC6101BCS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC6101BIS5#TRMPBF	LTC6101BIS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC6101BHS5#TRMPBF	LTC6101BHS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C
LTC6101CCS5#TRMPBF	LTC6101CCS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC6101CIS5#TRMPBF	LTC6101CIS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC6101CHS5#TRMPBF	LTC6101CHS5#TRPBF	LTBND	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C
LTC6101HVACS5#TRMPBF	LTC6101HVACS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC6101HVAIS5#TRMPBF	LTC6101HVAIS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC6101HVAHS5#TRMPBF	LTC6101HVAHS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C
LTC6101HVBCS5#TRMPBF	LTC6101HVBCS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC6101HVBIS5#TRMPBF	LTC6101HVBIS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC6101HVBHS5#TRMPBF	LTC6101HVBHS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C
LTC6101HVCCS5#TRMPBF	LTC6101HVCCS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC6101HVCIS5#TRMPBF	LTC6101HVCIS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC6101HVCHS5#TRMPBF	LTC6101HVCHS5#TRPBF	LTBSZ	5-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C

TRM=500個 * 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

LTC6101/LTC6101HV

電気的特性 (LTC6101)

●は全規定温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $R_{IN} = 100\Omega$ 、 $R_{OUT} = 10k$ 、 $V_{SENSE}^* = V^*$ (詳細については図1を参照)、 $4V \leq V_S \leq 60V$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_S	Supply Voltage Range		4		60	V
V_{OS}	Input Offset Voltage	$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101A	●	± 85	± 300	μV
		$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101AC, LTC6101AI	●		± 450	μV
		$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101AH	●		± 535	μV
		$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101B	●	± 150	± 450 ± 810	μV μV
		$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101C	●	± 400	800 1200	μV μV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Input Offset Voltage Drift	$V_{SENSE} = 5mV$, LTC6101A	●	± 1		$\mu V/^\circ C$
		$V_{SENSE} = 5mV$, LTC6101B	●	± 3		$\mu V/^\circ C$
		$V_{SENSE} = 5mV$, LTC6101C	●	± 5		$\mu V/^\circ C$
I_B	Input Bias Current	$R_{IN} = 1M$	●	100	170 245	nA nA
I_{OS}	Input Offset Current	$R_{IN} = 1M$	●	± 2	± 15	nA
$V_{SENSE(MAX)}$	Input Sense Voltage Full Scale	V_{OS} within Specification, $R_{IN} = 1k$ (Note 3)	●	500		mV
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 6V$ to 60V, $V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100	●	118 115	140	dB dB
		$V_S = 4V$ to 60V, $V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100	●	110 105	133	dB dB
V_{OUT}	Maximum Output Voltage	$12V \leq V_S \leq 60V$, $V_{SENSE} = 88mV$	●	8		V
		$V_S = 6V$, $V_{SENSE} = 330mV$, $R_{IN} = 1k$, $R_{OUT} = 10k$	●	3		V
		$V_S = 4V$, $V_{SENSE} = 550mV$, $R_{IN} = 1k$, $R_{OUT} = 2k$	●	1		V
$V_{OUT(0)}$	Minimum Output Voltage	$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101A	●	0	30	mV
		$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101AC, LTC6101AI	●		45	mV
		$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101AH	●		53.5	mV
		$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101B	●	0	45 81	mV mV
		$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101C	●	0	150 250	mV mV
I_{OUT}	Maximum Output Current	$6V \leq V_S \leq 60V$, $R_{OUT} = 2k$, $V_{SENSE} = 110mV$, Gain = 20	●	1		mA
		$V_S = 4V$, $V_{SENSE} = 550mV$, Gain = 2, $R_{OUT} = 2k$	●	0.5		mA
t_r	Input Step Response (to 2.5V on a 5V Output Step)	$\Delta V_{SENSE} = 100mV$ Transient, $6V \leq V_S \leq 60V$, Gain = 50		1		μs
		$V_S = 4V$		1.5		μs
BW	Signal Bandwidth	$I_{OUT} = 200\mu A$, $R_{IN} = 100$, $R_{OUT} = 5k$		140		kHz
		$I_{OUT} = 1mA$, $R_{IN} = 100$, $R_{OUT} = 5k$		200		kHz
I_S	Supply Current	$V_S = 4V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$	●	220	450 475	μA μA
		$V_S = 6V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$	●	240	475 525	μA μA
		$V_S = 12V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$	●	250	500 590	μA μA
		$V_S = 60V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$ LTC6101AI, LTC6101AC, LTC6101BI, LTC6101BC, LTC6101CI, LTC6101CC LTC6101AH, LTC6101BH, LTC6101CH	● ●	375	640 690 720	μA μA μA

電气的特性 (LTC6101HV)

●は全規定温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $R_{IN} = 100\Omega$ 、 $R_{OUT} = 10k$ 、 $V_{SENSE^*} = V^*$ (詳細については図1を参照)、 $5V \leq V_S \leq 100V$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_S	Supply Voltage Range		●	5	100	V
V_{OS}	Input Offset Voltage	$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101HVA	●	±85	±300	μV
		$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101HVAC, LTC6101HVAI	●		±450	μV
		$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101HVAH	●		±535	μV
		$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101HVB	●	±150	±450 ±810	μV μV
		$V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100, LTC6101HVC	●	±400	800 1200	μV μV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Input Offset Voltage Drift	$V_{SENSE} = 5mV$, LTC6101HVA	●	±1		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		$V_{SENSE} = 5mV$, LTC6101HVB	●	±3		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		$V_{SENSE} = 5mV$, LTC6101HVC	●	±5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_B	Input Bias Current	$R_{IN} = 1M$	●	100	170 245	nA nA
I_{OS}	Input Offset Current	$R_{IN} = 1M$	●	±2	±15	nA
$V_{SENSE(MAX)}$	Input Sense Voltage Full Scale	V_{OS} within Specification, $R_{IN} = 1k$ (Note 3)	●	500		mV
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 6V$ to 100V, $V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100	●	118 115	140	dB dB
		$V_S = 5V$ to 100V, $V_{SENSE} = 5mV$, Gain = 100	●	110 105	133	dB dB
V_{OUT}	Maximum Output Voltage	$12V \leq V_S \leq 100V$, $V_{SENSE} = 88mV$	●	8		V
		$V_S = 5V$, $V_{SENSE} = 330mV$, $R_{IN} = 1k$, $R_{OUT} = 10k$	●	3		V
$V_{OUT(0)}$	Minimum Output Voltage	$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101HVA	●	0	30	mV
		$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101HVAC, LTC6101HVAI	●		45	mV
		$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101HVAH	●		53.5	mV
		$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101HVB	●	0	45 81	mV mV
		$V_{SENSE} = 0V$, Gain = 100, LTC6101HVC	●	0	150 250	mV mV
I_{OUT}	Maximum Output Current	$5V \leq V_S \leq 100V$, $R_{OUT} = 2k$, $V_{SENSE} = 110mV$, Gain = 20	●	1		mA
t_r	Input Step Response (to 2.5V on a 5V Output Step)	$\Delta V_{SENSE} = 100mV$ Transient, $6V \leq V_S \leq 100V$, Gain = 50 $V_S = 5V$		1 1.5		μs μs
BW	Signal Bandwidth	$I_{OUT} = 200\mu\text{A}$, $R_{IN} = 100$, $R_{OUT} = 5k$		140		kHz
		$I_{OUT} = 1mA$, $R_{IN} = 100$, $R_{OUT} = 5k$		200		kHz
I_S	Supply Current	$V_S = 5V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$	●	200	450 475	μA μA
		$V_S = 6V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$	●	220	475 525	μA μA
		$V_S = 12V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$	●	230	500 590	μA μA
		$V_S = 60V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$ LTC6101HVI, LTC6101HVC LTC6101HVH	● ●	350	640 690 720	μA μA μA
		$V_S = 100V$, $I_{OUT} = 0$, $R_{IN} = 1M$ LTC6101HVAI, LTC6101HVAC, LTC6101HVBI, LTC6101HVBC, LTC6101HVCI, LTC6101HVCC LTC6101HVAH, LTC6101HVBH, LTC6101HVCH	● ●	350	640 690 720	μA μA μA

LTC6101/LTC6101HV

電気的特性

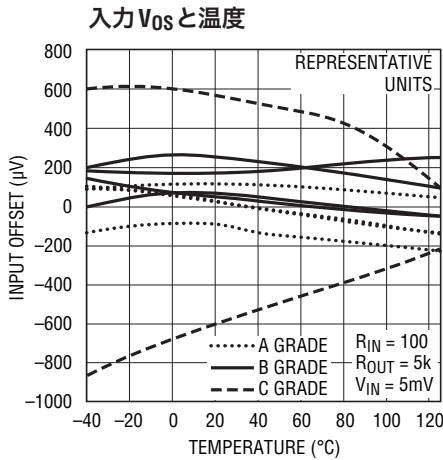
Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: LTC6101C/LTC6101HVCは0°C~70°Cの温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。LTC6101C/LTC6101HVCは-40°C~85°Cの温度範囲で性能仕様に適合するように

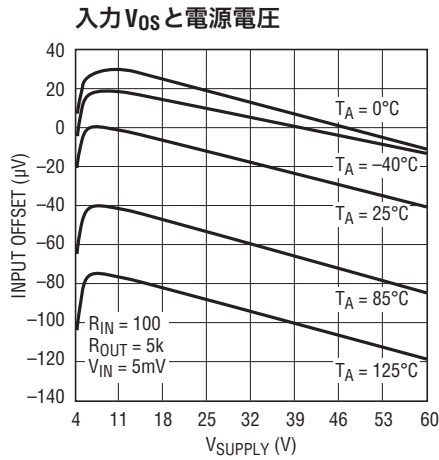
設計され、特性が評価されており、性能仕様に適合すると予想されるが、これらの温度ではテストされないし、QAサンプリングもおこなわれない。LTC6101/LTC6101HVIは-40°C~85°Cの温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。LTC6101H/LTC6101HVHは-40°C~125°Cの温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。

Note 3: 6V ≤ V_S ≤ 100Vでは、R_{OUT}=10k、V_S=4Vでは、R_{OUT}=2k。

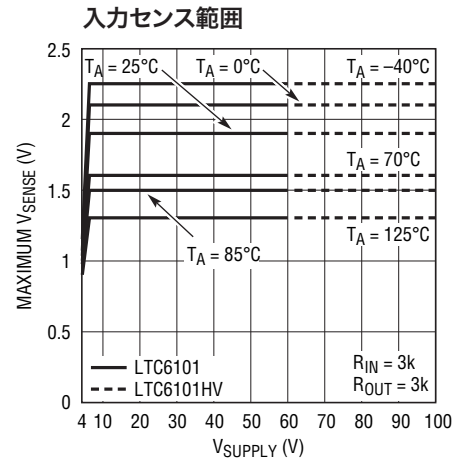
標準的性能特性



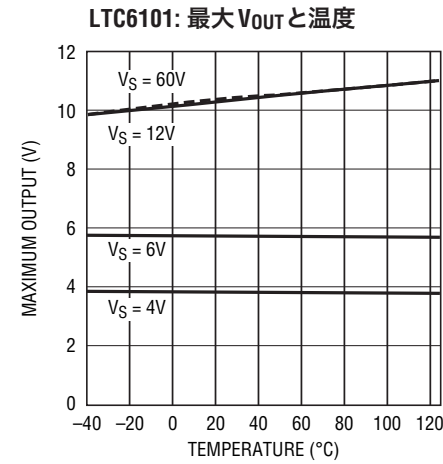
6101 G01



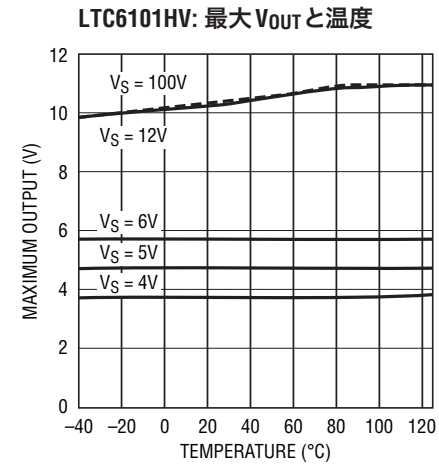
6101 G02



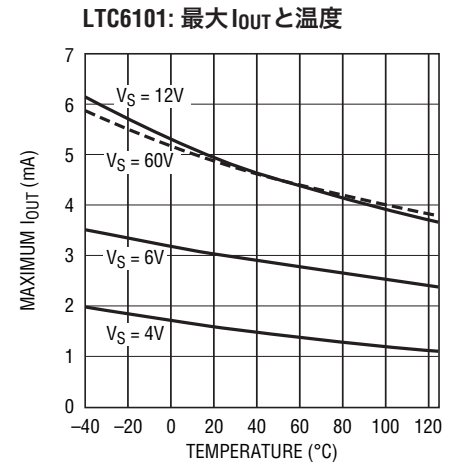
6101 G05



6101 G06



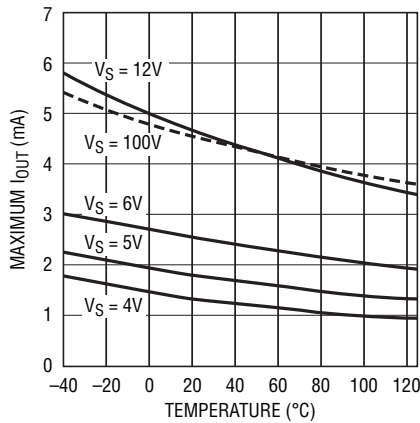
6101 G20



6101 G07

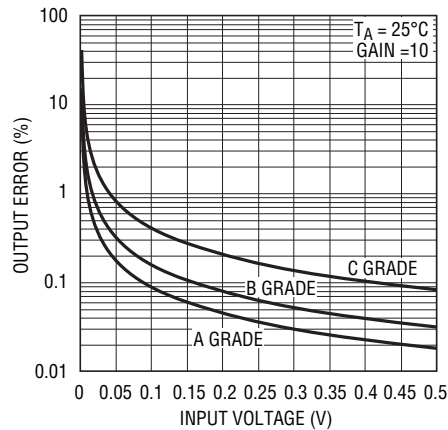
標準的性能特性

LTC6101HV: 最大 I_{OUT} と温度



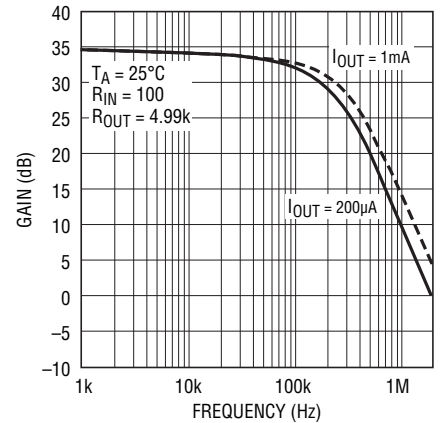
6101 G21

入力オフセットによる出力誤差と
入力電圧



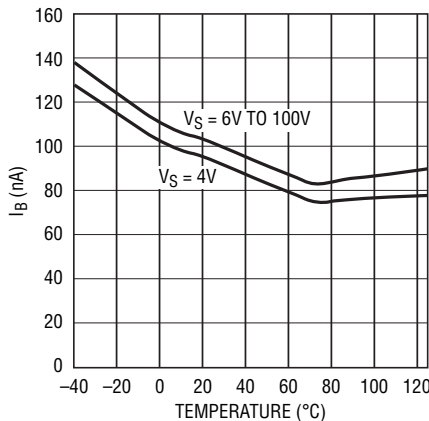
6101 G08

利得と周波数



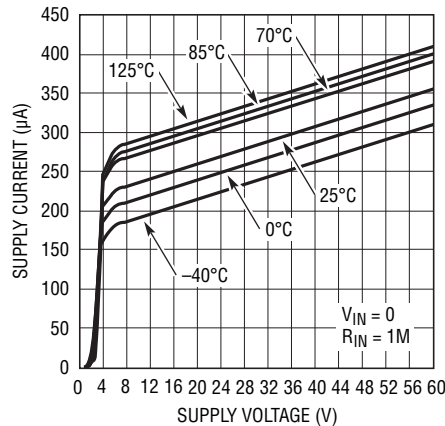
6101 G09

入力バイアス電流と温度



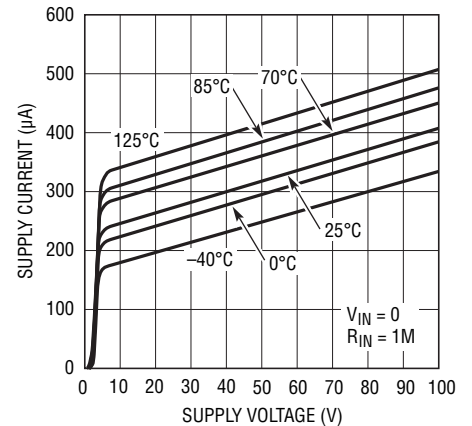
6101 G10

LTC6101: 電源電流と電源電圧



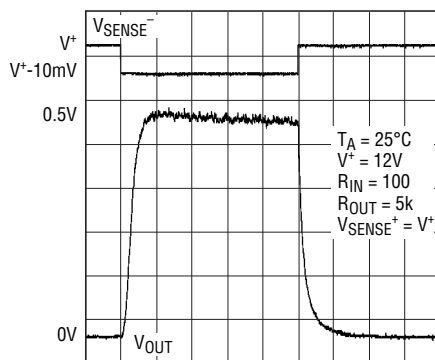
6101 G11

LTC6101HV: 電源電流と電源電圧



6101 G22

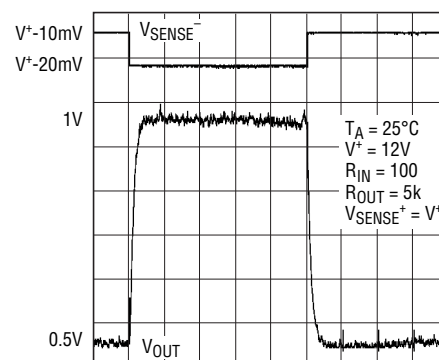
ステップ応答 0mVから10mV



TIME (10µs/DIV)

6101 G12

ステップ応答 10mVから20mV



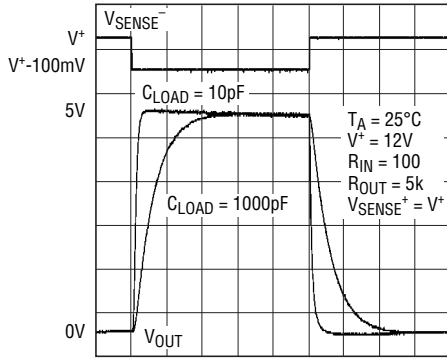
TIME (10µs/DIV)

6101 G13

LTC6101/LTC6101HV

標準的性能特性

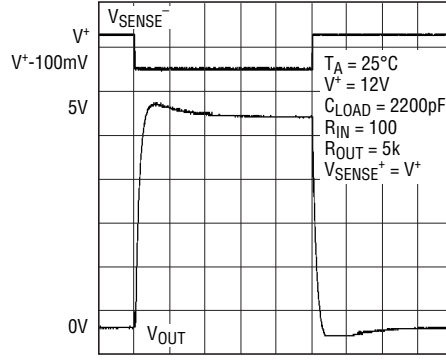
ステップ応答 100mV



TIME (10 μs /DIV)

6101 G14

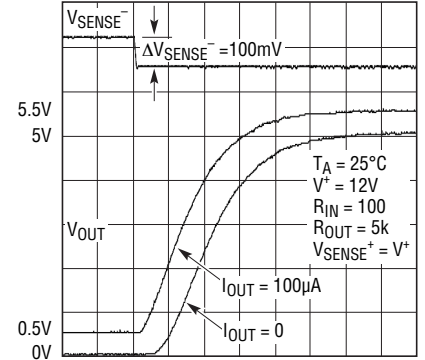
ステップ応答 100mV



TIME (100 μs /DIV)

6101 G15

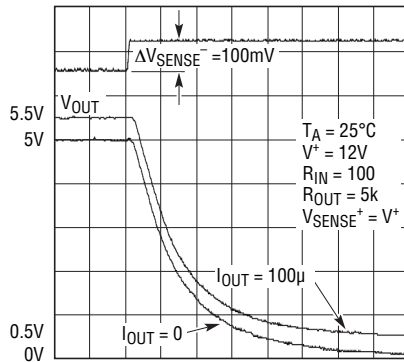
ステップ応答 立上りエッジ



TIME (500ns/DIV)

6101 G16

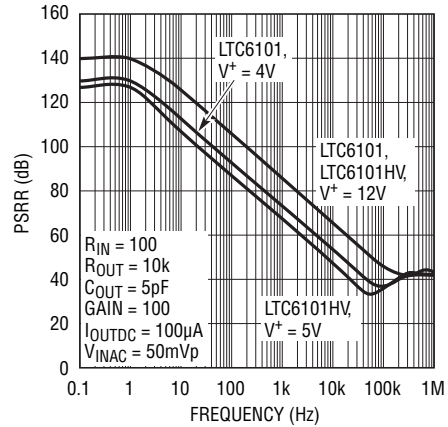
ステップ応答 立下りエッジ



TIME (500ns/DIV)

6101 G17

PSRRと周波数



6101 G19

ピン機能

OUT: 電流出力。OUTはセンス電圧に比例した電流を外部の抵抗にソースします。

V⁻: 負電源(または単電源動作のグラウンド)。

IN⁻: 内部のセンス・アンプはIN⁻をIN⁺と同じ電位にドライブします。V⁺からIN⁻に接続した抵抗(R_{IN})により出力電流I_{OUT} = V_{SENSE}/R_{IN}が設定されます。V_{SENSE}は外部のR_{SENSE}の両端に生じる電圧です(図1)。

IN⁺: センス抵抗のシステム負荷端に直接または抵抗を介して接続する必要があります。

V⁺: 正電源ピン。電源電流はこのピンを通して流れます。システムの負荷電流とともにLTC6101の電源電流をモニタする、またはモニタしないように回路を構成することができます。システム負荷電流だけをモニタするには、V⁺をセンス抵抗のよりプラスの側に接続します。LTC6101の電流を含む全電流をモニタするには、V⁺をセンス抵抗のよりマイナスの側に接続します。

ブロック図

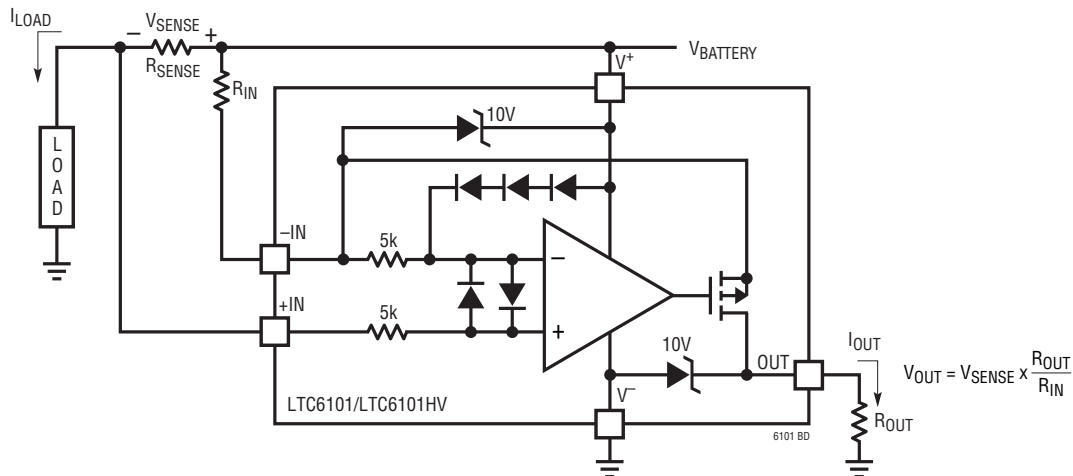


図1. LTC6101/LTC6101HVのブロック図と標準的接続

アプリケーション情報

LTC6101のハイサイド電流センス・アンプ(図1)はユーザーが選択したセンス抵抗を通して流れる電流を正確にモニタします。センス電圧はユーザーが選択した利得で増幅され、正電源からグラウンドを基準にした出力にレベルがシフトされます。出力信号はアナログで、そのまま使うか、または出力フィルタで処理して使うことができます。

動作原理

内部のセンス・アンプ・ループはIN⁻をIN⁺と同じ電位になるように強制します。外部抵抗(R_{IN})をIN⁻とV⁺のあいだに接続す

ると、R_{SENSE}両端のセンス電圧と同じ電圧をR_{IN}両端に強制します。対応する電流(V_{SENSE}/R_{IN})がR_{IN}に流れます。センス・アンプの高インピーダンス入力はこの入力電流を流さないなので、この電流は内部MOSFETを通して出力ピンに流れます。

OUTからV⁻に抵抗を追加することにより、この出力電流を電圧に変換することができます。出力電圧はV_O = V⁻ + I_{OUT} · R_{OUT}となります。

アプリケーション情報

一般的利得構成

Gain	R _{IN}	R _{OUT}	V _{SENSE} at V _{OUT} = 5V	I _{OUT} at V _{OUT} = 5V
20	499	10k	250mV	500μA
50	200	10k	100mV	500μA
100	100	10k	50mV	500μA

外部電流センス抵抗の選択

外部センス抵抗 (R_{SENSE}) は電流検出システムの機能に大きな影響を与えますので、注意して選択します。

最初に、抵抗の電力消費について検討します。システムの負荷電流により、R_{SENSE} で熱と電圧降下の両方が生じますので、測定に必要な入力ダイナミック・レンジを確保しながら、センス抵抗をできるだけ小さくします。入力ダイナミック・レンジは最大入力信号と精確に再現される最小信号の差であり、LTC6101 の内部アンプの入力DCオフセットによって主に制限されることに注意してください。さらに、ピーク負荷条件でも V_{SENSE} が LTC6101 で規定されている最大入力電圧を超えないように R_{SENSE} は十分小さくする必要があります。一例として、アプリケーションによっては最大センス電圧が 100mV でなければならないかもしれません。このアプリケーションではピーク負荷で 2A 流れると予想される場合、R_{SENSE} が 50mΩ を超さないようにします。

最大 R_{SENSE} の値が決まったら、最小センス抵抗の値は要求される分解能またはダイナミック・レンジによって設定されます。このセンス・アンプによって精確に表わすことができる最小信号は入力オフセットによって制限されます。一例として、LTC6101B の標準入力オフセットは 150μV です。したがって、このシステムで最小電流が 20mA であれば、7.5mΩ のセンス抵抗により V_{SENSE} は 150μV つまり入力オフセットと同じ値に設定されます。センス抵抗を大きくすると負荷電流に対するセンス電圧が増加するのでオフセットによる誤差が低下します。

50mΩ の R_{SENSE} を選択するとダイナミック・レンジが大きくなり、ピーク負荷 (2A) でセンス抵抗の両端に 100mV が生じるシステムとなり、入力オフセットはわずか 3mA の負荷電流に相当する誤差を生じるだけです。

ピーク電力消費は 200mW です。5mΩ のセンス抵抗を採用すると実効電流誤差は 30mA となり、2A でのピーク・センス電圧は 10mV に減少し、わずか 20mW を消費します。

LTC6101 はオフセットが小さく、それに対応してダイナミック・レンジが大きいので、その点では他のソリューションより柔軟性があります。標準オフセットが 150μV なので、最大 150mV に制限されているセンス電圧に対してダイナミック・レンジが 60dB となり、500mV の定格最大入力が許容されれば 70dB を超えるダイナミック・レンジになります。

センス抵抗の接続

非常に低電力のアプリケーションを除き、すべてのアプリケーションでケルビン接続を使って IN⁻ 入力と IN⁺ 入力をセンス抵抗に接続します。高電流が流れる半田接続や PC ボードの相互配線には比較的大きな抵抗があるので、大きな測定誤差を生じることがあります。1オンス銅の 10mm×10mm のトレースは約 0.5mΩ あります。この小さな相互配線を流れるわずか 2A の電流により 1mV の誤差が生じます。これにより 100mV の信号に 1% の誤差が生じます。同じ相互配線に 10A の負荷電流が流れると同じ 100mV の信号に 5% の誤差が生じます。センス・トレースを高電流経路から分離することにより、この誤差を何桁も減らすことができます。ケルビン・センス端子を内蔵したセンス抵抗により最良の結果が得られます。推奨する手法を図 2 に示します。

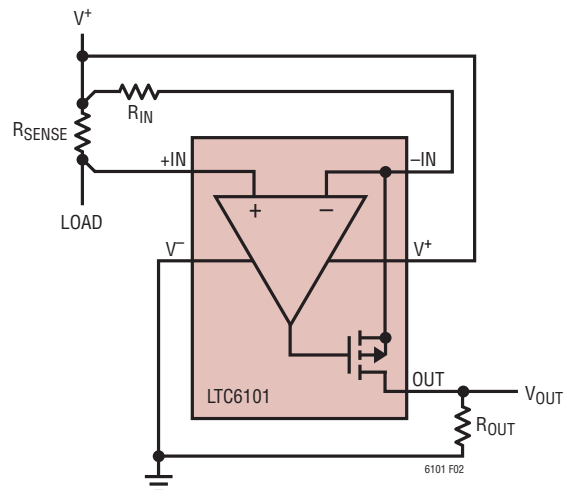


図 2. 大きな負荷電流に対するケルビン入力接続による精度の維持

アプリケーション情報

外部入力抵抗 (R_{IN}) の選択

外部入力抵抗 (R_{IN}) は電流センス回路のトランスコンダクタンスを支配します。 $I_{OUT} = V_{SENSE}/R_{IN}$ なので、トランスコンダクタンス $g_m = 1/R_{IN}$ です。たとえば、 $R_{IN} = 100$ ならば、 $I_{OUT} = V_{SENSE}/100$ なので、 $V_{SENSE} = 100mV$ のとき $I_{OUT} = 1mA$ となります。

出力電流を制限しながら要求される分解能が得られるように R_{IN} を選択します。低い電源電圧では、 I_{OUT} が $1mA$ になることがあります。予想される最大センス電圧で $I_{OUT} = 1mA$ になるように R_{IN} を選択することにより、最大の出力ダイナミック・レンジが利用可能になります。出力ダイナミック・レンジは、実際の最小出力信号とともに、最大許容出力電流と最大許容出力電圧の両方によって制限されます。要求されているダイナミック・レンジがもっと小さい場合、 R_{IN} をそれに従って大きくし、最大出力電流と電力消費を減らすことができます。ダイナミック・レンジが非常に広いシステムで低いセンス電流を正確に分解する必要がある場合、 R_{SENSE} 両端にシャントに接続されたショットキー・ダイオードなど (図 3a) 別の方法で最大電流が制限されていれば、最大電流の使用が許容するよりも小さな R_{IN} を使うことができます。これにより、結果が制限されるので高電流測定の精度が下がりますが、低電流測定の分解能が上がります。

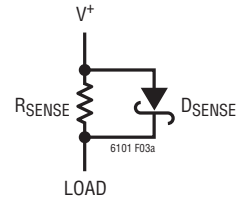


図 3a. シャント・ダイオードが最大入力電圧を制限するのでオーバーレンジを生ずることなく低い入力の分解能を向上させる

この手法は時々生じる大きなバースト電流を無視できる場合役立ちます。これは、低電流回路が高電流回路に追加されているマルチ・レンジの構成で使うこともできます (図 3b)。レンジの選択にコンパレータ (LTC1540) が使われており、トランジスタ M1 が $R_{SENSE LO}$ の両端の電圧を制限していることに注意してください。

R_{IN} の基板レイアウトをデザインするとき、特に小さな値の R_{IN} の場合注意してください。すべてのトレースと相互配線のインピーダンスにより R_{IN} の実効値が増加し、利得誤差が生じます。さらに、デバイス内部の約 0.2Ω の抵抗が R_{IN} に加わります。

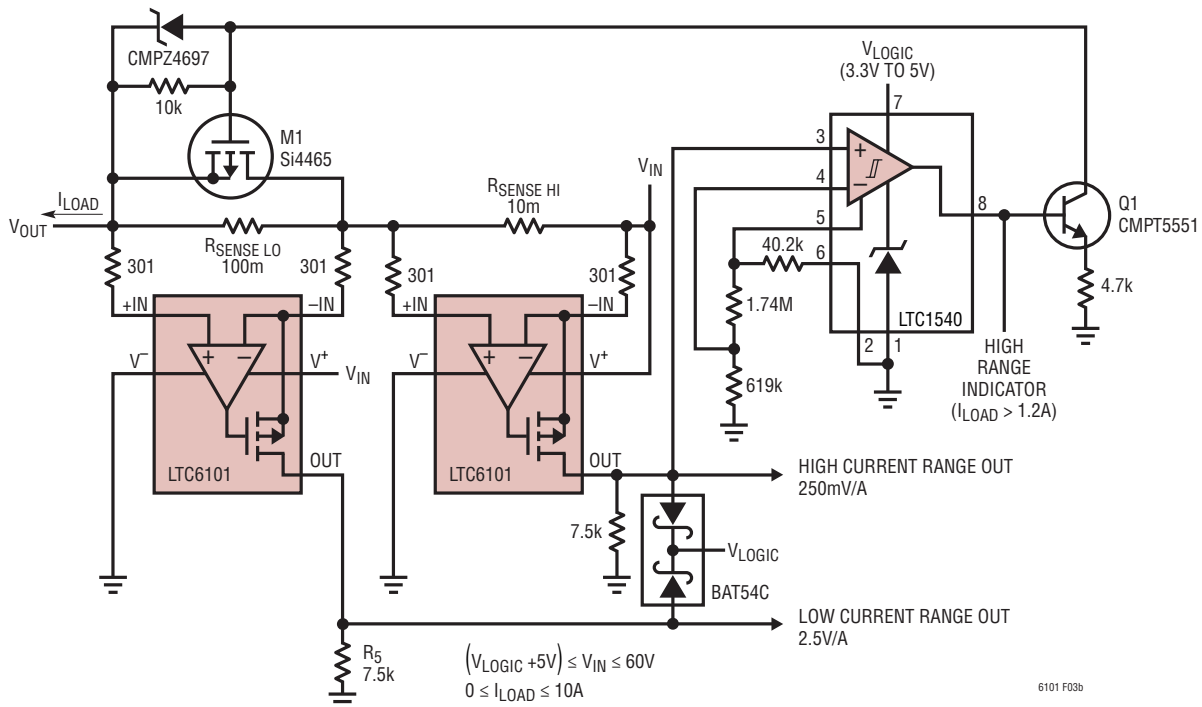


図 3b. 2個の LTC6101 により高/低の電流レンジが可能

アプリケーション情報

外部出力抵抗 (R_{OUT}) の選択

出力抵抗 (R_{OUT}) により、出力電流がどのように電圧に変換されるかが決まります。V_{OUT} は単純に I_{OUT} • R_{OUT} です。

出力抵抗を選択するには、最大出力電圧について最初に検討する必要があります。出力によってドライブされる回路が出力電圧を制限しない場合、最大出力電圧が LTC6101 の最大出力電圧定格を超えないように R_{OUT} を選択する必要があります。後続の回路が入力範囲の制限されたバッファまたは ADC であれば、I_{OUT(MAX)} • R_{OUT} がこの回路の最大許容入力範囲より小さくなるように R_{OUT} を選択する必要があります。

さらに、出力インピーダンスは R_{OUT} で決定されます。ドライブされる回路の入力インピーダンスが十分高ければ、ほとんど任意の有用な出力インピーダンスを許容できます。ただし、ドライブされる回路の入力インピーダンスが比較的低いか、または (ADC の場合 そうなることがあるように) 電流スパイクが流れる場合、出力の精度を維持するため、R_{OUT} の値を下げる必要があるかもしれません。一例として、ドライブされる回路の入力インピーダンスが R_{OUT} の 100 倍だとすると、V_{OUT} の精度は次のように 1% だけ低下します。

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= I_{OUT} \cdot \frac{R_{OUT} \cdot R_{IN(DRIVEN)}}{R_{OUT} + R_{IN(DRIVEN)}} \\ &= I_{OUT} \cdot R_{OUT} \cdot \frac{100}{101} = 0.99 \cdot I_{OUT} \cdot R_{OUT} \end{aligned}$$

誤差源

電流検出システムはアンプと抵抗を使って利得を適用し、結果をレベル・シフトします。したがって、出力は抵抗のマッチングとともに利得や入力オフセットなどのアンプの特性に依存します。

理想的には、回路の出力は次のようになります。

$$V_{OUT} = V_{SENSE} \cdot \frac{R_{OUT}}{R_{IN}}; V_{SENSE} = R_{SENSE} \cdot I_{SENSE}$$

この場合、唯一の誤差は抵抗のミスマッチに起因しますが、これは利得誤差だけを生じます。ただし、アンプのオフセット電圧、バイアス電流および有限の利得により、その他の誤差が生じます。

アンプの DC オフセット電圧 (V_{OS}) による出力誤差 (E_{OUT})

$$E_{OUT(VOS)} = V_{OS} \cdot (R_{OUT}/R_{IN})$$

アンプの DC オフセット電圧はセンス電圧 (V_{SENSE}) の値に直接加わります。これはシステムの支配的誤差で、利用可能なダイナミックレンジを制限します。「外部電流センス抵抗の選択」の箇所で詳細に説明されています。

バイアス電流 I_{B(+)} と I_{B(-)} による出力誤差 (E_{OUT})

バイアス電流 I_{B(+)} は内部オペアンプの正入力に流れ込みます。I_{B(-)} は負入力に流れ込みます。

$$E_{OUT(IBIAS)} = R_{OUT} \cdot (I_{B(+)} \cdot (R_{SENSE}/R_{IN}) - I_{B(-)})$$

I_{B(+)} ≈ I_{B(-)} = I_{BIAS} なので、R_{SENSE} << R_{IN} ならば次のようになります。

$$E_{OUT(IBIAS)} \approx -R_{OUT} \cdot I_{BIAS}$$

たとえば、I_{BIAS} が 100nA で R_{OUT} が 1kΩ だと、出力誤差は 0.1mV です。

R_{SENSE} ≈ R_{IN} であるアプリケーションでは、I_{B(+)} により I_{B(-)} に起因する誤差をキャンセルする電圧オフセットが R_{SENSE} に生じ、E_{OUT(IBIAS)} ≈ 0 となることに注意してください。R_{SENSE} < R_{IN} であるアプリケーションでは、下の図 4 に示されているように外部抵抗 R_{IN(+)} = (R_{IN} - R_{SENSE}) が接続されていると、バイアス電流誤差を同様に減らすことができます。両方の条件で次のようになります。

$$E_{OUT(IBIAS)} = \pm R_{OUT} \cdot I_{OS}; I_{OS} = I_{B(+)} - I_{B(-)}$$

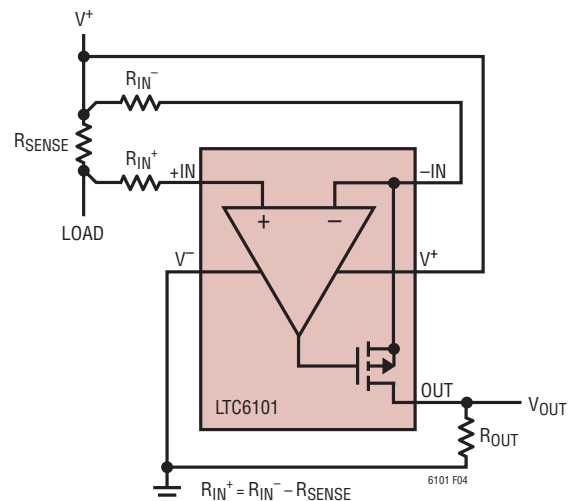


図 4. 2 番目の入力 R により入力バイアス電流による誤差が最小に抑えられる

アプリケーション情報

LTC6101 アンプのオフセット電流 (I_{OS}) が 2nA だと、上の 100 μ V の誤差は 2 μ V に減少します。上述のように R_{IN^+} を追加すると回路のダイナミック・レンジが大きくなります。それほど敏感でないデザインでは R_{IN^+} は不要です。

例:

I_{SENSE} の範囲 = (1A ~ 1mA) および $(V_{OUT}/I_{SENSE}) = 3V/1A$ とします。

すると、LTC6101 の「電気的特性」から $R_{SENSE} \approx V_{SENSE}(\max) / I_{SENSE}(\max) = 500mV/1A = 500m\Omega$ です。

利得 = $R_{OUT}/R_{IN} = V_{OUT}(\max) / V_{SENSE}(\max) = 3V/500mV = 6$

最大出力電流 (I_{OUT}) が 1mA に制限されていると、 R_{OUT} は $3V/1mA \approx 3.01k\Omega$ (1% 値) に等しく、 $R_{IN} = 3k\Omega/6 \approx 499\Omega$ (1% 値) となります。

DC オフセットによる出力誤差は $\pm 900\mu V$ (標準) で、オフセット電流による誤差 (I_{OS}) は $R_{IN^+} = R_{IN^-}$ ならば $3k \times 2nA = \pm 6\mu V$ (標準) です。

したがって、最大出力誤差は $\pm 906\mu V$ つまり出力のフルスケールの 0.03% (-70dB) に達することがあります。システムの入力のダイナミック・レンジが 60dB ($I_{SENSE} = 1mA \sim 1A$) であることを考えると、LTC6101 は 70dB の性能があるのでこのアプリケーションは実現可能になります。

LTC6101 アンプの有限の DC 開ループ利得 (A_{OL}) による出力誤差 (E_{out})

この誤差は LTC6101 の A_{OL} が非常に大きいので重大ではありません。

電力消費による出力電流の制限

LTC6101 は最大 1mA の電流を連続して出力ピンに供給することができます。この電流は R_{IN} を通って流れ、IN(-) ピンを介して電流センス・アンプに入ります。出力信号により LTC6101 内で消費される電力は以下のとおりです。

$$P_{OUT} = (V_{-IN} - V_{OUT}) \cdot I_{OUT}$$

$$V_{-IN} \approx V^+ \text{ なので、} P_{OUT} \approx (V^+ - V_{OUT}) \cdot I_{OUT}$$

静止電源電流による電力消費もあります。

$$P_Q = I_{DD} \cdot V^+$$

全電力消費は出力電力消費と静止電力消費の和です。

$$P_{TOTAL} = P_{OUT} + P_Q$$

最大電源電流と最大出力電流では、全電力消費は 100mW を超すことがあります。このため、LTC6101 のダイがかなり発熱します。LTC6101 への損傷を防ぐため、アプリケーションごとに最大予想電力消費を計算します。この数値に 2 頁のパッケージのセクションに記されている θ_{JA} の値を掛けて、最大予想ダイ温度を求めることができます。この温度が 150°C を超さないようにする必要があります。そうしないと性能が低下するおそれがあります。

一例として、S5 パッケージ内の LTC6101 が 55V \pm 5V の電源で動作し、80°C で出力電流が 1mA だとすると以下ようになります。

$$P_{Q(MAX)} = I_{DD(MAX)} \cdot V^+(MAX) = 41.4mW$$

$$P_{OUT(MAX)} = I_{OUT} \cdot V^+(MAX) = 60mW$$

$$T_{RISE} = \theta_{JA} \cdot P_{TOTAL(MAX)}$$

$$T_{MAX} = T_{AMBIENT} + T_{RISE}$$

T_{MAX} は < 150°C でなければならない

$P_{TOTAL(MAX)} \approx 96mW$ となり、最大ダイ温度は 104°C となる

この同じ回路を 125°C で動作させる必要がある場合、最大ダイ温度は 150°C に上昇します。(電源電流(したがって P_Q) は温度に比例することに注意してください。「標準的性能特性」のセクションを参照してください。) この状態では、最大出力電流を減らしてデバイスの損傷を防ぎます。MSOP パッケージの θ_{JA} は S5 より高いため、LTC6101A/LTC6101HVA を高温、高出力電流で動作させる場合はさらに注意が必要です。

LTC6101HV は最大 105V で使用できます。高い電圧で使用するには、あるレベルの電流に対してより多くの電力を必要とします。これにより、高い周囲温度での可能な出力電流がさらに制限されることになります。

LTC6101 は必要ならば少なくとも 1mA を出力に供給するように設計されており、条件によってはもっと多く供給できるように注意してください。適切なセンス抵抗と(入力フォールト状態が存在すれば)外部クランプを選択して、最大出力電流を制限するように注意する必要があります。

アプリケーション情報

出力のフィルタ処理

出力電圧 (V_{OUT}) は単純に $I_{OUT} \cdot Z_{OUT}$ です。このためフィルタ処理は簡単です。望みのフィルタ応答を得るため、要求される Z_{OUT} を発生する任意の回路を使うことができます。たとえば、 R_{OUT} に並列に接続したコンデンサによりローパス応答が得られます。このコンデンサは出力のノイズを減らし、マルチプレクサやADCなどスイッチング回路をドライブする場合、出力を安定に保つための蓄電装置としても役立ちます。出力抵抗に並列に接続されたこの出力コンデンサにより出力応答に次の周波数でポールが生じます。

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{OUT} \cdot C_{OUT}}$$

便利な式

入力電圧: $V_{SENSE} = I_{SENSE} \cdot R_{SENSE}$

電圧利得: $\frac{V_{OUT}}{V_{SENSE}} = \frac{R_{OUT}}{R_{IN}}$

電流利得: $\frac{I_{OUT}}{I_{SENSE}} = \frac{R_{SENSE}}{R_{IN}}$

トランスコンダクタンス: $\frac{I_{OUT}}{V_{SENSE}} = \frac{1}{R_{IN}}$

トランスインピーダンス: $\frac{V_{OUT}}{I_{SENSE}} = R_{SENSE} \cdot \frac{R_{OUT}}{R_{IN}}$

入力同相範囲

LTC6101 の入力は正電源より 1.5V 下から正電源より 0.5V 上まで機能することができます。これにより、 V_{SENSE} の範囲が広がるだけでなく、入力リファレンスを正電源と別にすることもできます (図5)。 V_{BATT} と V^+ の差は「電気的特性」の表に記載されている同相範囲を超してはならないことに注意してください。最大 V_{SENSE} が 500mV より小さいと、LTC6101 は負荷の電源電流とともに自己の電源電流をモニタすることができます (図6)。

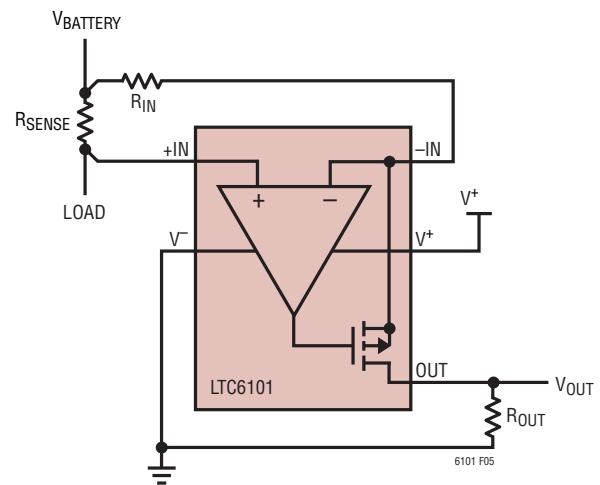


図5. 負荷電源 (V_{BATT}) とは別に電力を供給される V^+

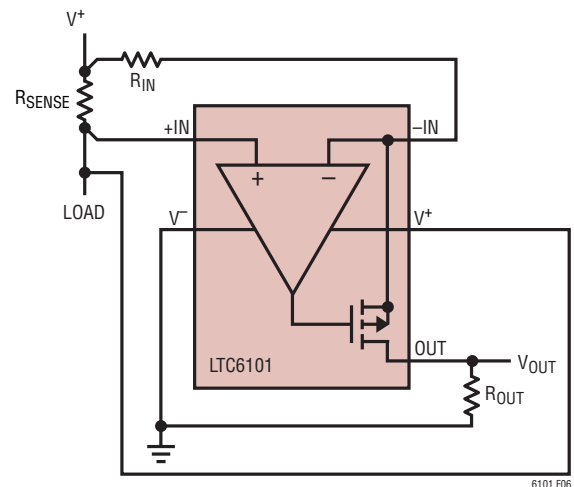


図6. 負荷と一緒にモニタされる LTC6101 の電源電流

アプリケーション情報

逆電源保護

アプリケーションによっては、動作時に逆電源のフォールトが予想されるため、逆極性の電源でテストされることがあります。LTC6101は電源の極性の外部での反転に対して内部では保護されていません。この状態で生じるおそれのある損傷を防ぐには、ショットキー・ダイオードをV⁻に直列に追加します(図7)。これにより、LTC6101を流れる逆電流が制限されます。このダイオードはデバイスへの電源電圧をV_Dだけ実効的に減らすので、LTC6101の低電圧性能が制限されることに注意してください。

さらに、LTC6101の出力が、逆電源状態で実効的にそれを高電圧に短絡するデバイスに配線される場合(ESD保護クランプを介する場合など)、LTC6101の出力を抵抗またはショットキー・ダイオードを介して接続します(図8)。

応答時間

LTC6101は回路の保護または信号の送信のため、高速で入力に反応するように設計されています。この応答時間は2つの形態(遅延とスルーレート)で外部回路による影響を受けます。

出力電流が非常に低くて入力過渡が生じると、出力電圧が変化し始めるまでに大きな遅延が生じる可能性があります。これは、R_{SENSE}を大きくするか、またはR_{IN}を小さくして、最小出力電流を増やすことにより改善することができます。増加した出力電流の影響が、このデータシートの「標準的性能特性」のセクションのステップ応答曲線に図示されています。これらの曲線には初期出力電流を基準にしてラベルが付けられていることに注意してください。

スルーレートも外部回路による影響を受けます。この場合、入力が非常に急速に変化すると、内部のアンプは内部ループを維持するため内蔵出力FET(図1)のゲートをスルーします。その結果、R_{IN}と内蔵FETに電流が流れます。この電流のスルーレートは入力抵抗(R_{IN})とともにアンプとFETの特性によって決まります。R_{IN}を小さくすると、出力電流がより急速に増加し、出力の応答時間は短くなります。これには最大出力電流を大きくする効果もあります。R_{OUT}を大きくすると、V_{OUT} = I_{OUT} • R_{OUT}なので、応答時間が短くなります。R_{IN}を小さくしても、R_{OUT}を大きくしても、両方とも回路の電圧利得を大きくする効果があります。

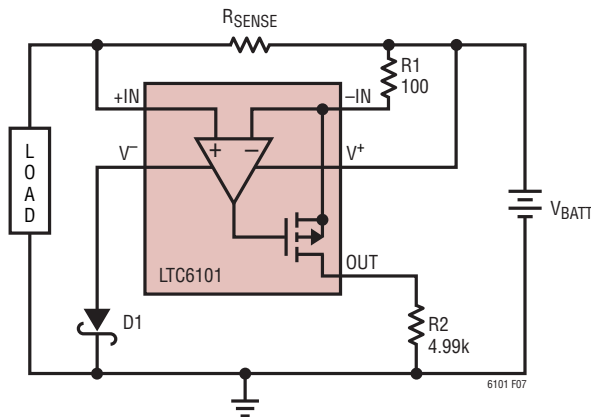


図7. ショットキー・ダイオードによる逆電源時の損傷の防止

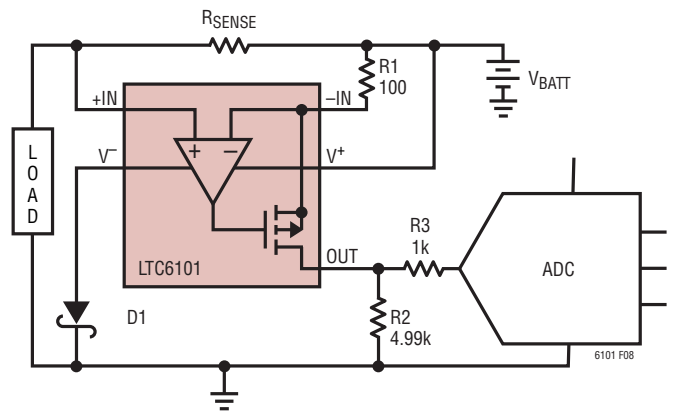
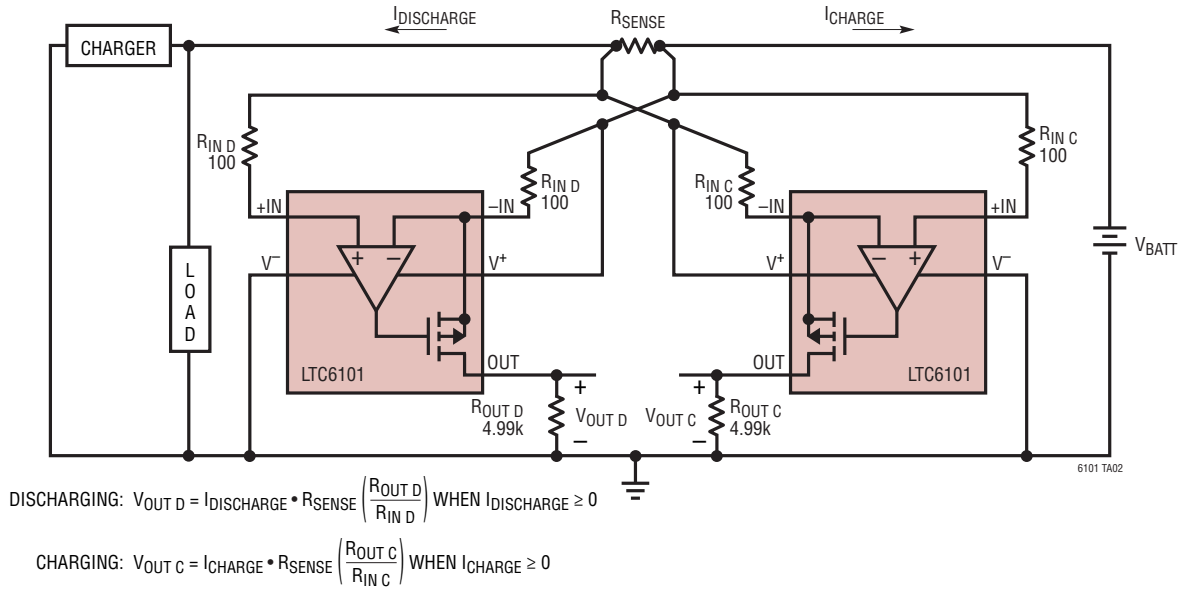


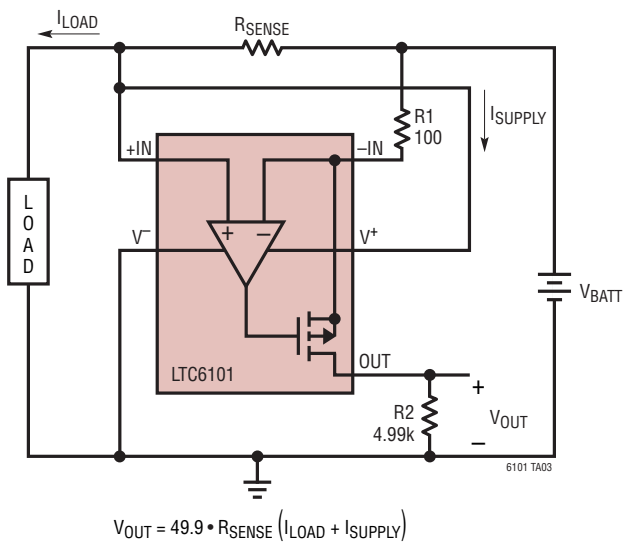
図8. 追加の抵抗 R3 による逆電源時の出力保護

標準的応用例

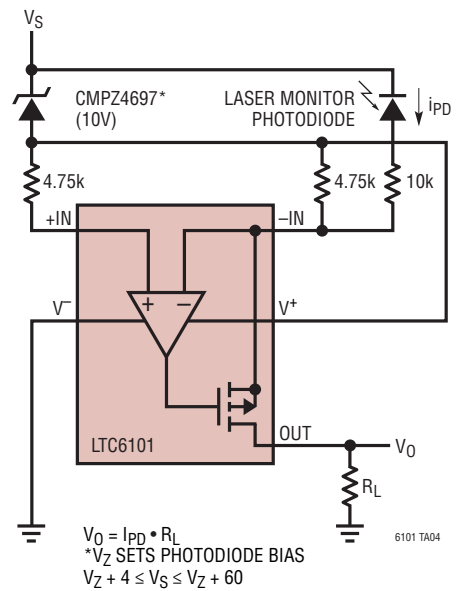
別個の充電出力/放電出力付き双方向電流センス回路



LTC6101 は自己の電源電流をモニタする

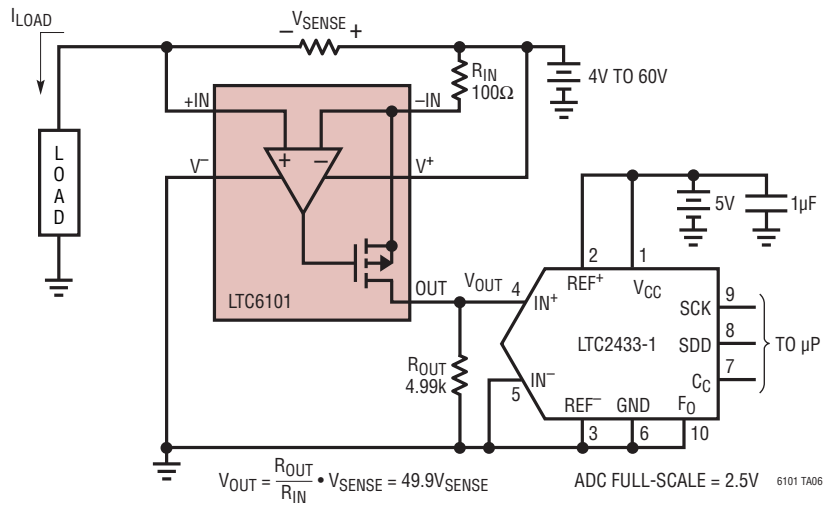


ハイサイド入力のトランスインピーダンス・アンプ

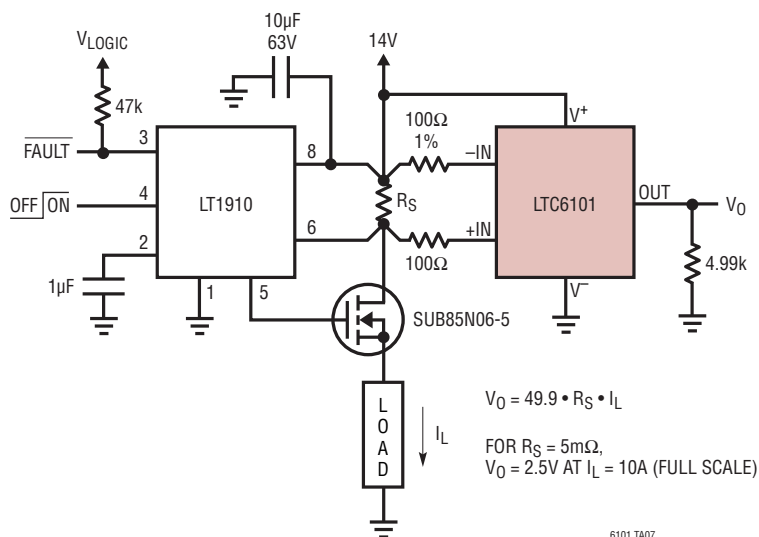


標準的応用例

LTC2433 ADC への16ビット分解能の一方方向出力

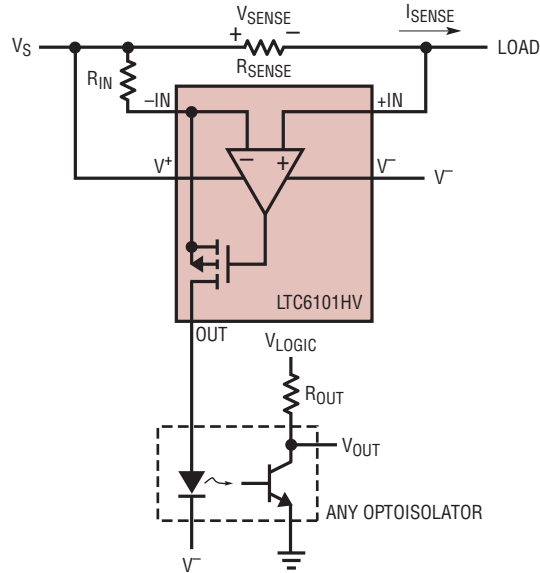


電流モニタ付きインテリジェント・ハイサイド・スイッチ



標準的応用例

独立した出力と105Vの耐電圧を備えた48V電源電流モニタ



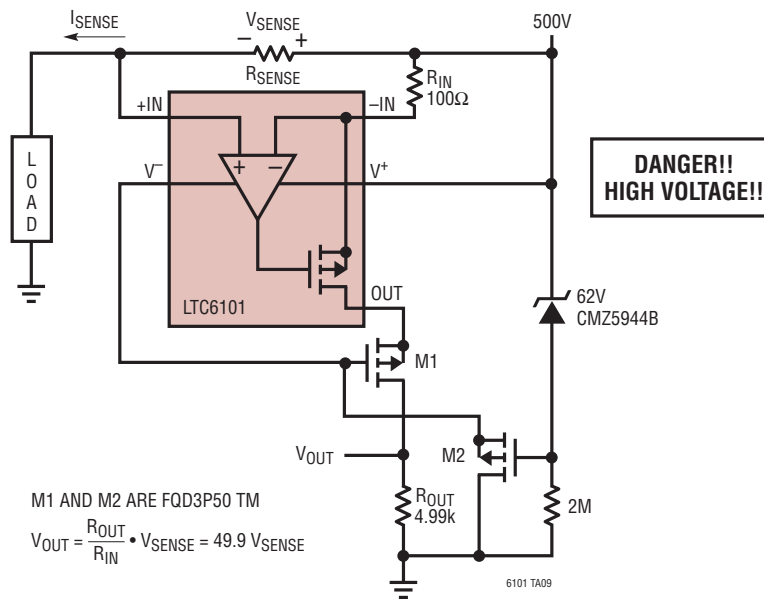
$N = \text{OPTOISOLATOR CURRENT GAIN}$

$$V_{OUT} = V_{LOGIC} - I_{SENSE} \cdot \frac{R_{SENSE}}{R_{IN}} \cdot N \cdot R_{OUT}$$

6101 TA08

シンプルな500V電流モニタ

危険! 致死電圧が存在し得るため要注意

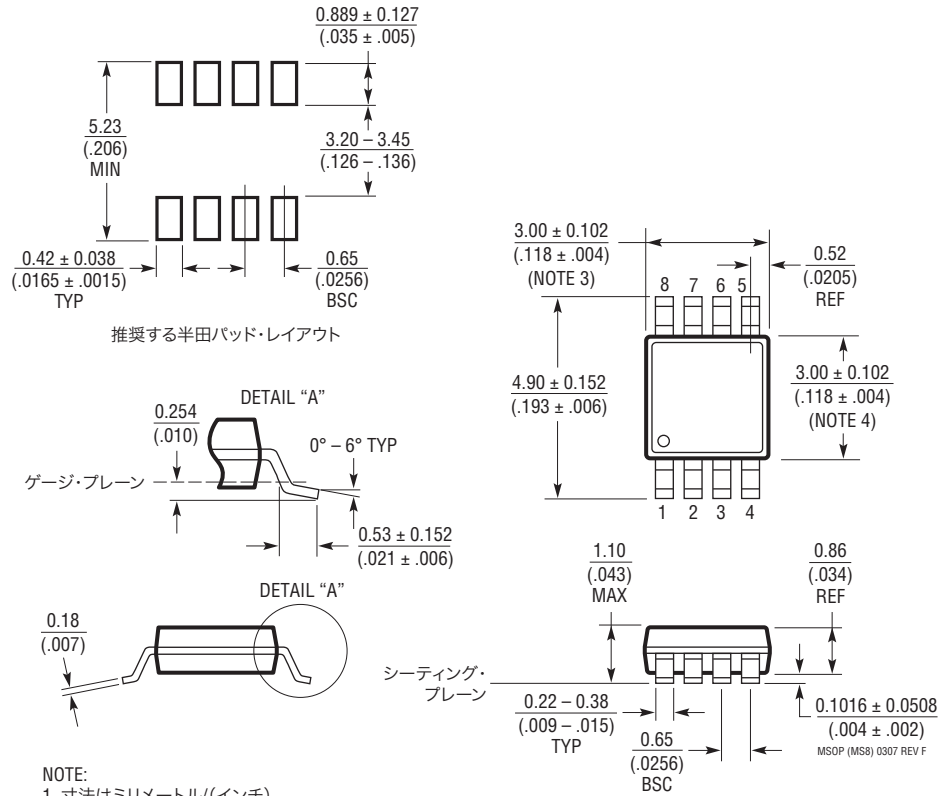


6101 TA09

パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> をご覧ください。

MS8 パッケージ 8ピン・プラスチックMSOP (Reference LTC DWG # 05-08-1660 Rev F)



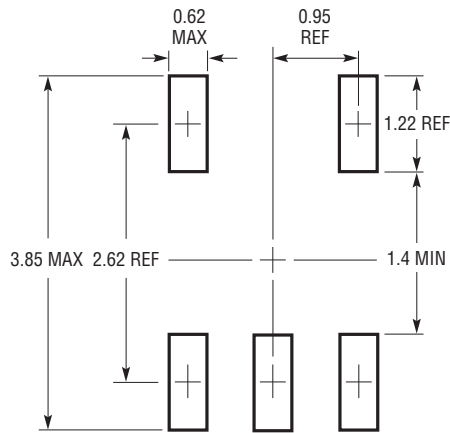
NOTE:

1. 寸法はミリメートル/(インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは各サイドで0.152mm(0.006")を超えないこと
4. 寸法にはリード間のバリまたは突出部を含まない
リード間のバリまたは突出部は、各サイドで0.152mm(0.006")を超えないこと
5. リードの平坦度(成形後のリードの底面)は最大0.102mm(0.004")であること

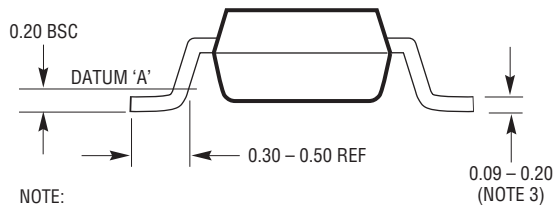
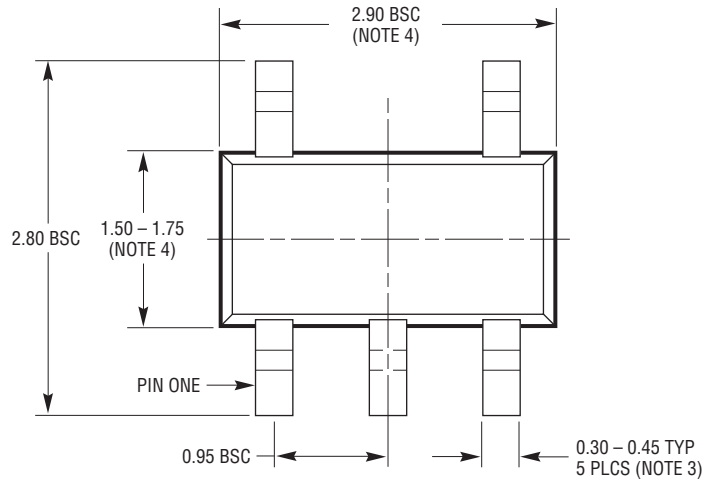
パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> をご覧ください。

S5 パッケージ 5ピン・プラスチックTSOT-23 (Reference LTC DWG # 05-08-1635)

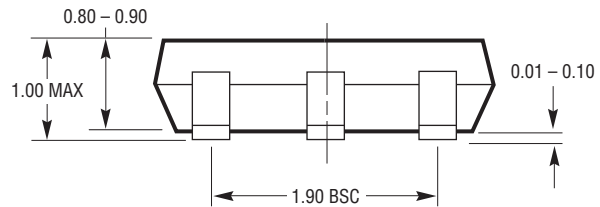


IPC CALCULATOR を使った
推奨半田パッド・レイアウト



NOTE:

1. 寸法はミリメートル
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法には半田を含む
4. 寸法にはモールドのバリやメタルのバリを含まない
5. モールドのバリは0.254mmを超えてはならない
6. JEDEC パッケージ参照番号は MO-193



S5 TSOT-23 0302 REV B

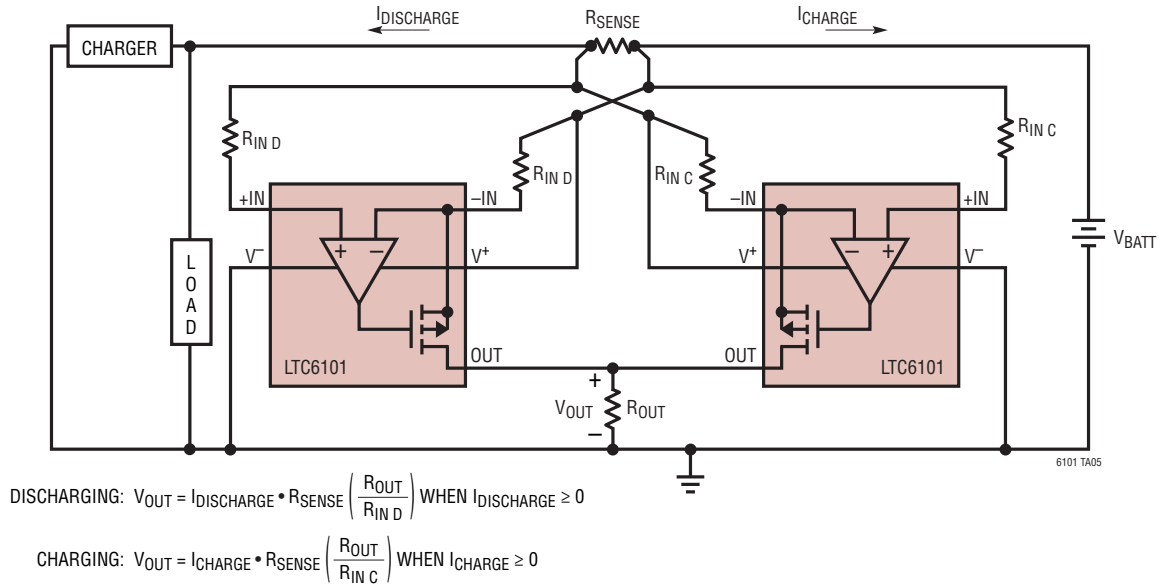
改訂履歴 (改訂履歴は Rev H から開始)

REV	日付	概要	ページ番号
H	03/12	特長を更新	1
		絶対最大定格を更新し、発注情報を変更	2
		電気的特性の表のヘッダを「動作温度範囲」から「規定温度範囲」に変更	4、5
		グラフ G02 の T_A の値を 45°C から 25°C に変更	6

LTC6101/LTC6101HV

標準的応用例

結合された充電出力/放電出力付き双方向電流センス回路



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1636	レール・トゥ・レール入出力マイクロパワー・オペアンプ	V_{CM} は V_{EE} を 44V 上回る、消費電流: 55 μ A、シャットダウン機能
LT1637/LT1638/ LT1639	シングル/デュアル/クアッド、レール・トゥ・レールマイクロパワー・オペアンプ	V_{CM} は V_{EE} を 44V 上回る、スルーレート: 0.4V/ μ s、帯域幅: > 1MHz、アンプ 1 個当たりの消費電流: < 250 μ A
LT1787/LT1787HV	高精度の双方向ハイサイド電流センス・アンプ	2.7V ~ 60V で動作、オフセット: 75 μ V、消費電流: 60 μ A
LTC1921	デュアル-48V 電源とヒューズ・モニタ	$\pm 200V$ 過渡保護、3 個の状態表示用オプトアイソレータをドライブ
LT1990	高電圧、利得を選択可能な差動アンプ	同窓電圧: $\pm 250V$ 、マイクロパワー、ピンで選択可能な利得 = 1、10
LT1991	利得を選択可能な高精度差動アンプ	2.7V ~ $\pm 18V$ 、マイクロパワー、ピンで選択可能な利得 = -13 ~ 14
LTC2050/LTC2051/ LTC2052	シングル/デュアル/クアッドのゼロドリフト・オペアンプ	オフセット: 3 μ V、ドリフト: 30nV/ $^{\circ}$ C、入力は V^- まで伸びる
LTC4150	クーロン・カウンタ/バッテリー・ガス・ケージ	電荷の量と極性を表示
LT6100	利得を選択可能なハイサイド電流センス・アンプ	4.1V ~ 48V で動作、ピンで選択可能な利得 = 10、12.5、20、25、40、50V/V

6101fh