

36V、低ノイズの ゼロドリフト・オペアンプ

特長

- 電源電圧範囲: 4.75V~36V
- オフセット電圧: 5 μ V(最大)
- オフセット電圧のドリフト: 0.025 μ V/ $^{\circ}$ C (最大, -40 $^{\circ}$ C~125 $^{\circ}$ C)
- 入力ノイズ電圧
 - 200nV_{p-p}, DC~10Hz(代表値)
 - 9nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$, 1kHz(代表値)
- 入力コモン・モード電圧範囲: $V^- - 0.1V \sim V^+ - 1.5V$
- レールtoレール出力
- ユニティ・ゲインで安定
- ゲイン帯域幅積 (GB積): 2.5MHz(代表値)
- スルー・レート: 1.6V/ μ s(代表値)
- A_{VOL} : 150dB(代表値)
- PSRR: 150dB(代表値)
- CMRR: 150dB(代表値)
- シャットダウン・モード

アプリケーション

- 高分解能のデータ・アキュイジション
- リファレンス・バッファ
- テストおよび測定
- 電子はかり
- 熱電対アンプ
- ストレイン・ゲージ
- ローサイド電流検出
- 自動車用モニタ機器および制御機器

概要

LTC[®]2058は、4.75V~36Vの広い電源電圧範囲で高精度のDC性能を発揮するデュアル、低ノイズ、ゼロドリフト・オペアンプです。オフセット電圧と1/fノイズが抑えられているので、このアンプは5 μ Vの最大オフセット電圧と200nV_{p-p}(代表値)の入力ノイズ電圧(DC~10Hz)を実現できます。LTC2058は、セルフキャリブレーション回路により、オフセット電圧の温度ドリフトが0.025 μ V/ $^{\circ}$ C(最大)と小さく、経時ドリフトは実質的にゼロです。また、このアンプには150dBと優れた電源電圧変動除去比(PSRR)や150dB(代表値)の同相ノイズ除去比(CMRR)という特長もあります。

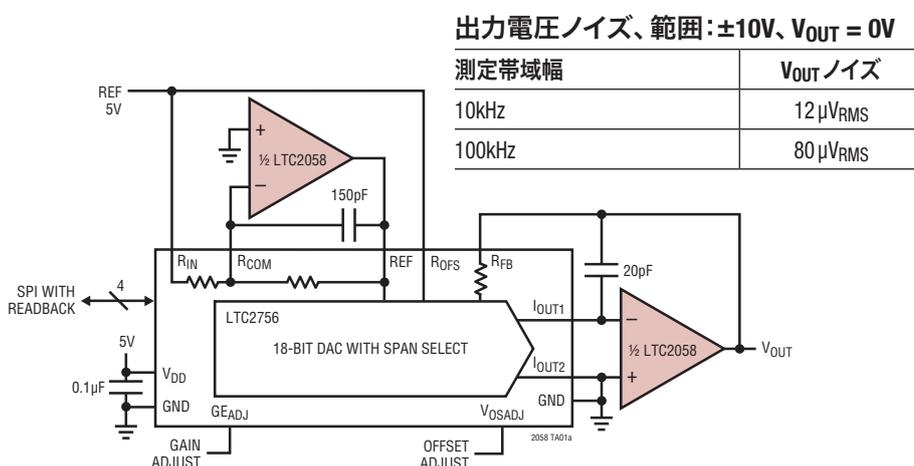
LTC2058はレールtoレールの出力振幅と、 V^- レールを含む入力コモン・モード電圧範囲を備えています。低オフセットおよび低ノイズの他に、このアンプは2.5MHz(代表値)のゲイン帯域幅積(GB積)と1.6V/ μ s(代表値)のスルー・レートを特長としています。

LTC2058は、電源電圧範囲が広い上に、低ノイズ、低オフセット、優れたPSRRおよびCMRRを兼ね備えているので、ダイナミック・レンジの広いテスト・システム、測定システム、計測器に最適です。

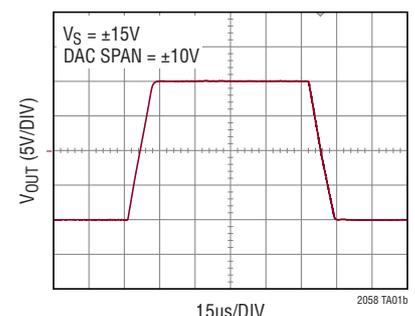
全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

代表的なアプリケーション

範囲をソフトウェアで選択可能な18ビット電圧出力DAC



DAC I/V変換の20Vのステップ応答



LTC2058

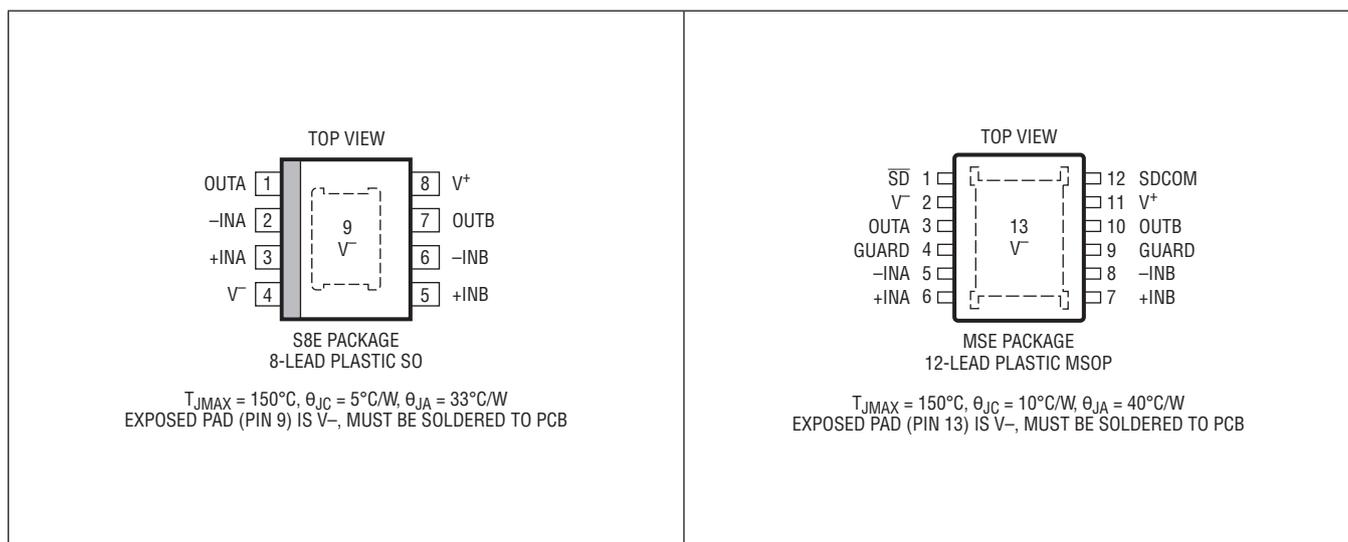
絶対最大定格

(Note 1)

全電源電圧 ($V^+ \sim V^-$)	40V
入力電圧	
-IN, +IN	$V^- - 0.3V \sim V^+ + 0.3V$
\overline{SD} , SDCOM	$V^- - 0.3V \sim V^+ + 0.3V$
入力電流	
-IN, +IN	$\pm 10mA$
\overline{SD} , SDCOM	$\pm 10mA$

差動入力電圧	
+IN \sim -IN間	$\pm 6V$
$\overline{SD} \sim$ SDCOM間	$-0.3V \sim 5.3V$
出力短絡時間	無期限
動作温度範囲 (Note 2)	
LTC2058I	$-40^\circ C \sim 85^\circ C$
LTC2058H	$-40^\circ C \sim 125^\circ C$
保存温度範囲	$-65^\circ C \sim 150^\circ C$
ピン温度 (ハンダ処理、10秒)	$300^\circ C$

ピン配置



発注情報 <http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC2058#orderinfo>

チューブ	テープ&リール	製品マーキング*	パッケージ	規定温度範囲
LTC2058IMSE#PBF	LTC2058IMSE#TRPBF	2058	12-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $85^\circ C$
LTC2058HMSE#PBF	LTC2058HMSE#TRPBF	2058	12-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $125^\circ C$
LTC2058IS8E#PBF	LTC2058IS8E#TRPBF	2058	8-Lead Plastic Small Outline	$-40^\circ C$ to $85^\circ C$
LTC2058HS8E#PBF	LTC2058HS8E#TRPBF	2058	8-Lead Plastic Small Outline	$-40^\circ C$ to $125^\circ C$

更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。*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。製品名の末尾がPBFのデバイスはRoHSおよびWEEEに準拠しています。

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

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

一部のパッケージは、#TRMPBF 接尾部の付いた指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

電氣的特性

●は全動作温度範囲で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、 $V_S = \pm 2.5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 3)			0.5	5	μV
$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta T}$	Average Input Offset Voltage Drift (Note 3)	-40°C to 125°C	●		0.025	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_B	Input Bias Current (Notes 4, 5)	-40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ●	30	100 200 4.5	pA pA nA
I_{OS}	Input Offset Current (Notes 4, 5)	-40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ●	60	200 200 300	pA pA pA
i_n	Input Noise Current Spectral Density (Note 8)	1kHz, $C_{EXT} = 0\text{pF}$		0.5		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
e_n	Input Noise Voltage Spectral Density	1kHz		9		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$e_{n\text{P-P}}$	Input Noise Voltage	DC~10Hz		200		$\text{nV}_{\text{P-P}}$
Z_{IN}	Differential Input Impedance Common Mode Input Impedance			225k 8 10 ¹² 20		Ω pF Ω pF
CMRR	Common Mode Rejection Ratio (Note 6)	$V_{CM} = V^- - 0.1\text{V}$ to $V^+ - 1.5\text{V}$ -40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ●	123 121 118	150	dB dB dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio (Note 6)	$V_S = 4.75\text{V}$ to 36V -40°C to 125°C	●	140 140	150	dB dB
A_{VOL}	Open Loop Voltage Gain (Note 6)	$V_{OUT} = V^- + 0.5\text{V}$ to $V^+ - 0.3\text{V}$, $R_L = 1\text{k}\Omega$ -40°C to 125°C	●	124 120	150	dB dB
$V_{OL} - V^-$	Output Voltage Swing Low	No Load -40°C to 125°C $I_{SINK} = 1\text{mA}$ -40°C to 125°C $I_{SINK} = 5\text{mA}$ -40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ● ● ● ●	5 55 260	15 20 150 200 470 750 750	mV mV mV mV mV mV mV
$V^+ - V_{OH}$	Output Voltage Swing High	No Load -40°C to 125°C $I_{SOURCE} = 1\text{mA}$ -40°C to 125°C $I_{SOURCE} = 5\text{mA}$ -40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ● ● ● ●	5.5 50 235	16 20 75 95 315 365 400	mV mV mV mV mV mV mV
I_{SC}	Short-Circuit Current	Sourcing/Sinking		20/19	31/30	mA
SR_{RISE}	Rising Slew Rate	$A_V = -1$, $R_L = 10\text{k}\Omega$		1.6		$\text{V}/\mu\text{s}$
SR_{FALL}	Falling Slew Rate	$A_V = -1$, $R_L = 10\text{k}\Omega$		1.7		$\text{V}/\mu\text{s}$
GBW	Gain Bandwidth Product			2.5		MHz
f_C	Internal Chopping Frequency			100		kHz
I_S	Supply Current Per Amplifier	No Load -40°C to 85°C -40°C to 125°C In Shutdown Mode -40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ● ● ● ●	0.95 3	1.15 1.4 1.55 4.25 5	mA mA mA μA μA μA
V_{SDL}	Shutdown Threshold (\overline{SD} – SDCOM) Low (Note 7)	-40°C to 125°C	●		0.8	V
V_{SDH}	Shutdown Threshold (\overline{SD} – SDCOM) High (Note 7)	-40°C to 125°C	●	2		V
	SDCOM Voltage Range (Note 7)	-40°C to 125°C	●	V^-	$V^+ - 2\text{V}$	V
$I_{\overline{SD}}$	\overline{SD} Pin Current (Note 7)	-40°C to 125°C , $V_{\overline{SD}} - V_{SDCOM} = 0$	●	-1	-0.5	μA
I_{SDCOM}	SDCOM Pin Current (Note 7)	-40°C to 125°C , $V_{\overline{SD}} - V_{SDCOM} = 0$	●	0.75	1.5	μA

電氣的特性

●は全動作温度範囲で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、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 3)			0.5	5	μV
$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta T}$	Average Input Offset Voltage Drift (Note 3)	-40°C to 125°C	●		0.025	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_B	Input Bias Current (Note 4, 5)	-40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ●	30	100 200 4.5	pA pA nA
I_{OS}	Input Offset Current (Note 4, 5)	-40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ●	60	200 200 300	pA pA pA
i_n	Input Noise Current Spectral Density (Note 8)	1kHz, $C_{EXT} = 0\text{pF}$ 1kHz, $C_{EXT} = 22\text{pF}$		1 0.5		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
e_n	Input Noise Voltage Spectral Density	1kHz		9		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$e_{n\text{-P-P}}$	Input Noise Voltage	DC~10Hz		200		$\text{nV}_{\text{P-P}}$
Z_{IN}	Differential Input Impedance Common Mode Input Impedance			225k 13 10^{12} 16		Ω pF Ω pF
CMRR	Common Mode Rejection Ratio (Note 6)	$V_{CM} = V^- - 0.1\text{V}$ to $V^+ - 1.5\text{V}$ -40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ● ●	138 137 135	150	dB dB dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio (Note 6)	$V_S = 4.75\text{V}$ to 36V -40°C to 125°C	●	140 140	150	dB dB
A_{VOL}	Open Loop Voltage Gain (Note 6)	$V_{OUT} = V^- + 0.4\text{V}$ to $V^+ - 0.25\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ -40°C to 125°C	●	137 133	150	dB dB
$V_{OL} - V^-$	Output Voltage Swing Low	No Load -40°C to 125°C $I_{SINK} = 1\text{mA}$ -40°C to 125°C $I_{SINK} = 5\text{mA}$ -40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ● ● ● ●	5 55 270	15 20 150 200 470 750 750	mV mV mV mV mV mV mV
$V^+ - V_{OH}$	Output Voltage Swing High	No Load -40°C to 125°C $I_{SOURCE} = 1\text{mA}$ -40°C to 125°C $I_{SOURCE} = 5\text{mA}$ -40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ● ● ● ●	7 50 235	18 22 75 90 315 365 400	mV mV mV mV mV mV mV
I_{SC}	Short-Circuit Current	Sourcing/Sinking		20/25	31/36	mA
SR_{RISE}	Rising Slew Rate	$A_V = -1$, $R_L = 10\text{k}\Omega$		1.6		$\text{V}/\mu\text{s}$
SR_{FALL}	Falling Slew Rate	$A_V = -1$, $R_L = 10\text{k}\Omega$		1.7		$\text{V}/\mu\text{s}$
GBW	Gain Bandwidth Product			2.5		MHz
f_C	Internal Chopping Frequency			100		kHz
I_S	Supply Current Per Amplifier	No Load -40°C to 85°C -40°C to 125°C In Shutdown Mode -40°C to 85°C -40°C to 125°C	● ● ● ● ●	1 5	1.2 1.45 1.6 7.5 9	mA mA mA μA μA μA

電氣的特性

●は全動作温度範囲で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、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{SDL}	Shutdown Threshold (\overline{SD} – SDCOM) Low (Note 7)	-40°C to 125°C	●			0.8	V
V_{SDH}	Shutdown Threshold (\overline{SD} – SDCOM) High (Note 7)	-40°C to 125°C	●	2			V
	SDCOM Voltage Range (Note 7)	-40°C to 125°C	●	V^-		$V^+ - 2\text{V}$	V
$I_{\overline{SD}}$	\overline{SD} Pin Current (Note 7)	-40°C to 125°C , $V_{\overline{SD}} - V_{SDCOM} = 0$	●	-1	-0.5		μA
I_{SDCOM}	SDCOM Pin Current (Note 7)	-40°C to 125°C , $V_{\overline{SD}} - V_{SDCOM} = 0$	●		0.75	1.5	μA

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。また、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恐れがある。

Note 2: LTC2058I は -40°C ~ 85°C で性能仕様に適合することが確認されている。LTC2058H は -40°C ~ 125°C で性能仕様に適合することが確認されている。

Note 3: これらのパラメータは設計によって確認されている。熱電対の影響により、これらの電圧レベルを自動テスト中に測定することはできない。 V_{OS} はテスト装置の能力によって決まる限界まで測定される。

Note 4: これらの仕様は自動テスト・システムの能力によって制限される。もれ電流と熱電対の影響により、テスト精度は低下する。より厳しい仕様の確認が必要な場合は、弊社へお問い合わせください。

Note 5: 入力バイアス電流は $100\text{M}\Omega \parallel 51\text{pF}$ と等価な信号源インピーダンスを使用して測定される。

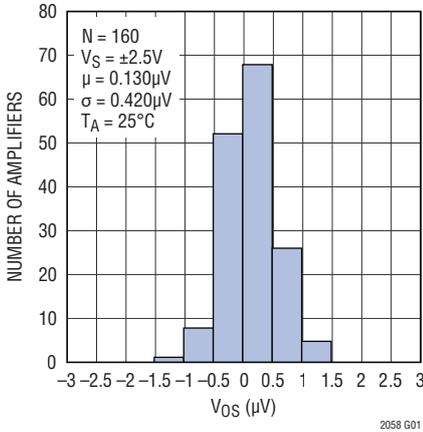
Note 6: これらのパラメータの最小規格値は自動テスト・システムの能力によって制限される。テスト・システムの精度は V_{OS} 測定の場合、約 $10\mu\text{V}$ である。参考までに、 $30\text{V}/1\mu\text{V}$ は 150dB の電圧比。

Note 7: MSE パッケージのみ。

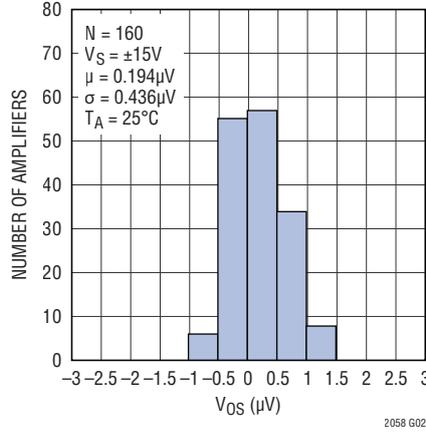
Note 8: 詳細についてはアプリケーション情報のセクションを参照。

代表的な性能特性

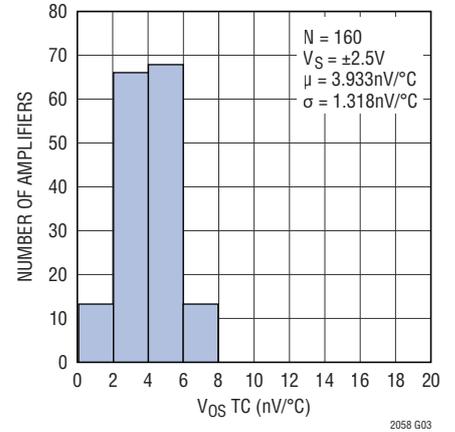
入力オフセット電圧の分布



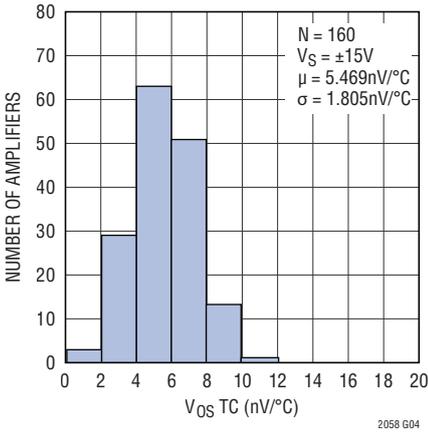
入力オフセット電圧の分布



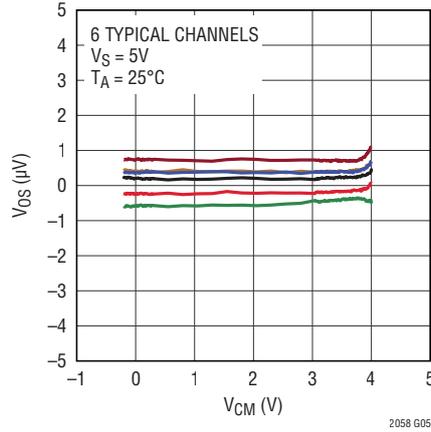
入力オフセット電圧ドリフトの分布



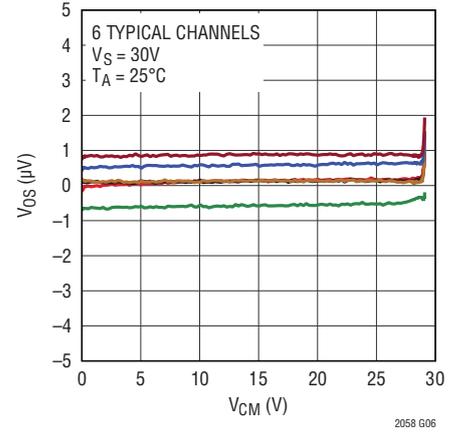
入力オフセット電圧ドリフトの分布



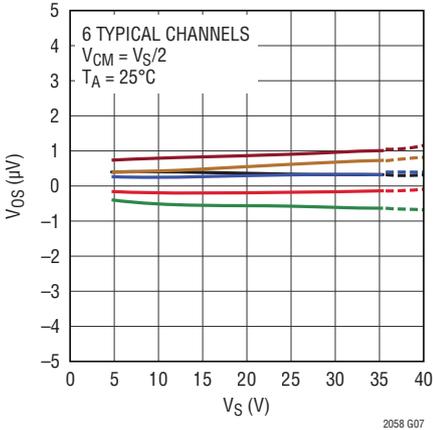
入力オフセット電圧と入力コモン・モード電圧



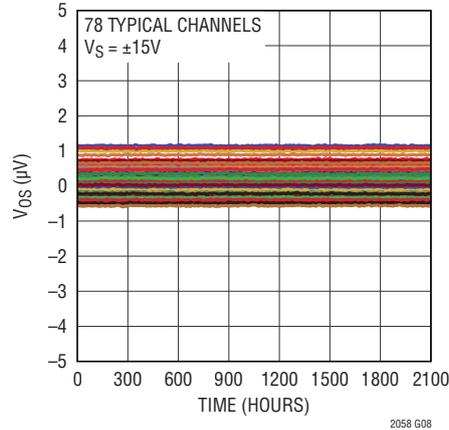
入力オフセット電圧と入力コモン・モード電圧



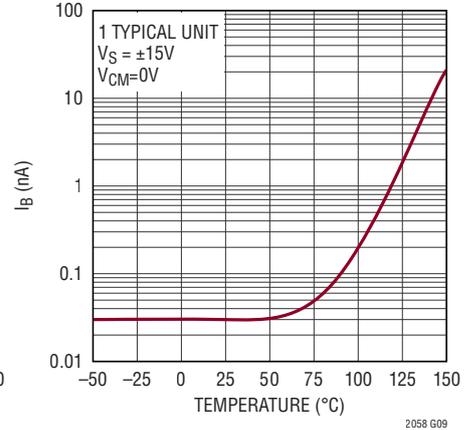
入力オフセット電圧と電源電圧



入力オフセット電圧の長期ドリフト

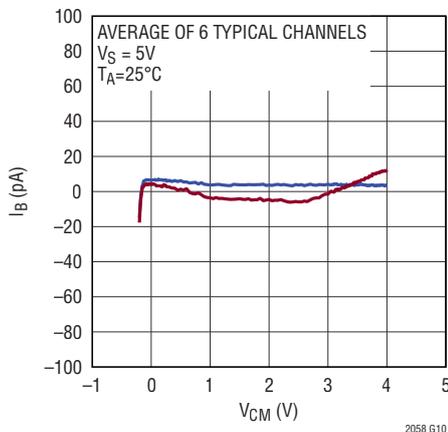


入力バイアス電流と温度

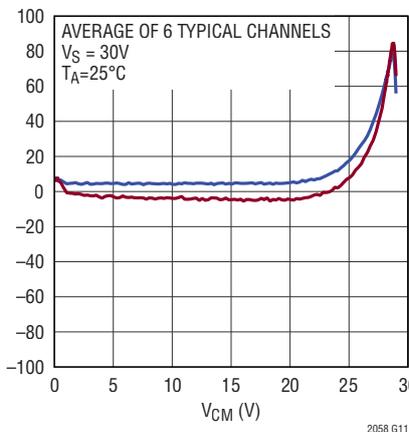


代表的な性能特性

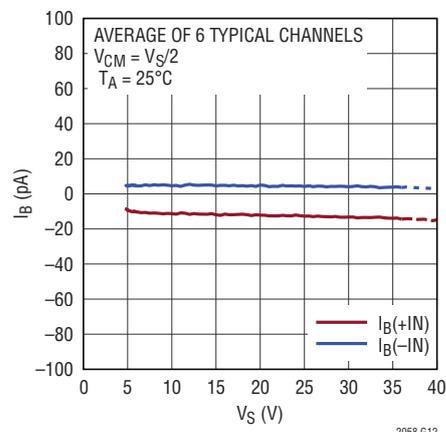
入力バイアス電流と
入力コモン・モード電圧



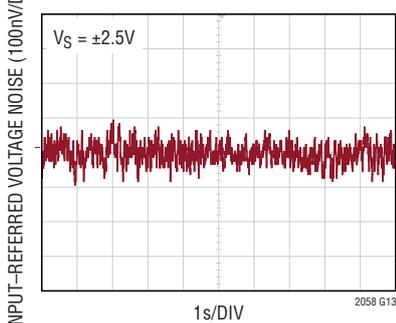
入力バイアス電流と
入力コモン・モード電圧



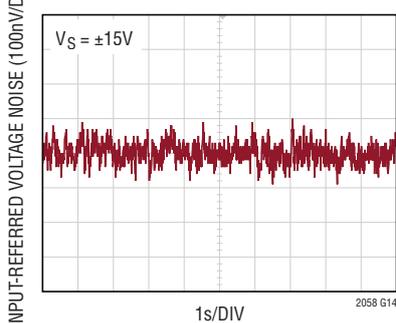
入力バイアス電流と電源電圧



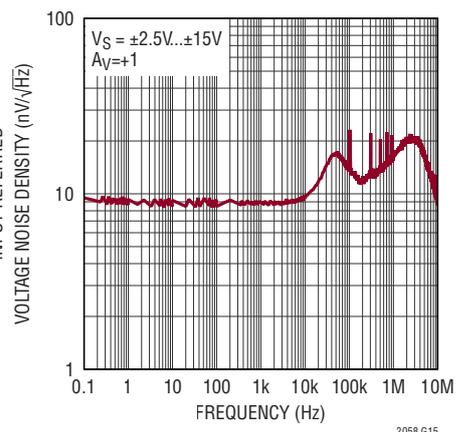
DC~10Hzでの電圧ノイズ



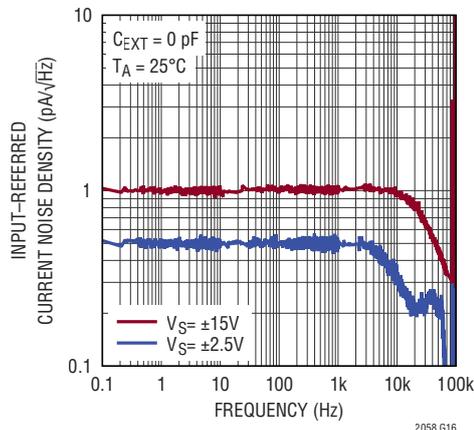
DC~10Hzでの電圧ノイズ



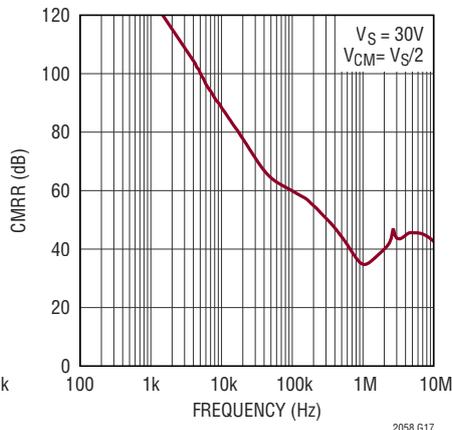
入力電圧ノイズのスペクトラム



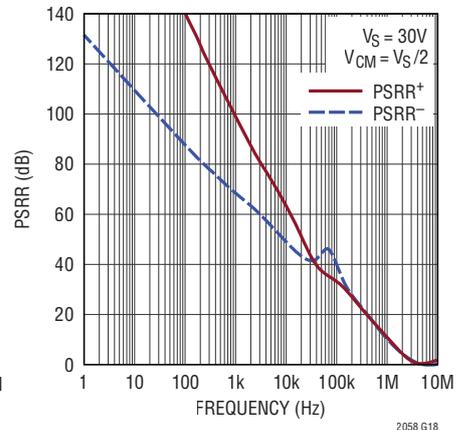
入力電流ノイズのスペクトラム



同相ノイズ除去比と周波数

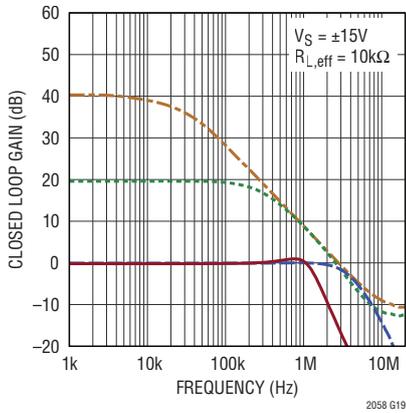


電源電圧変動除去比 (PSRR) と
周波数

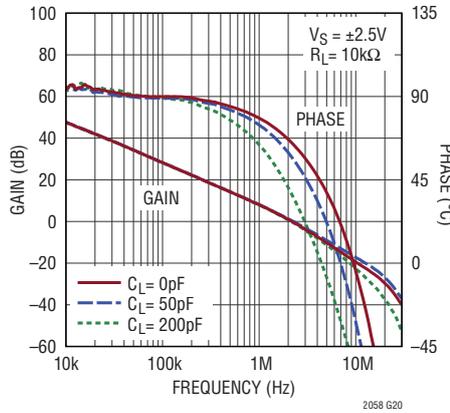


代表的な性能特性

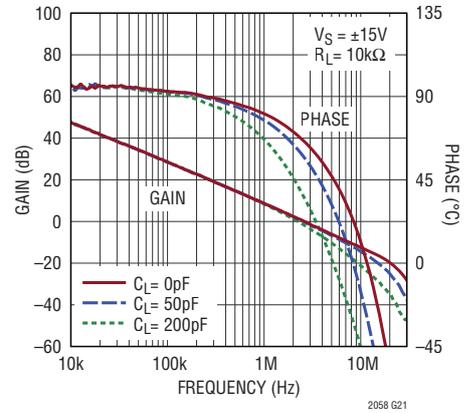
クローズドループ・ゲインと周波数



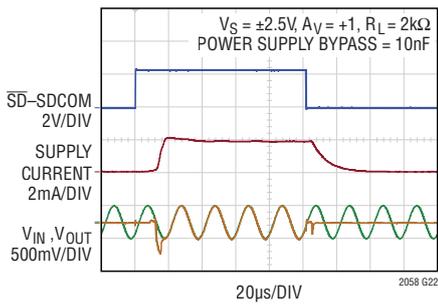
オープンループ・ゲインと周波数



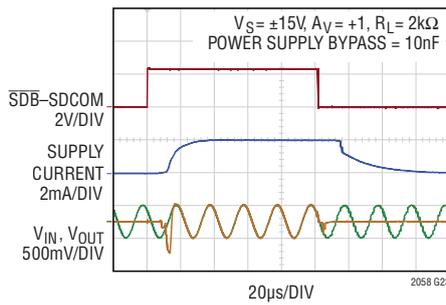
オープンループ・ゲインと周波数



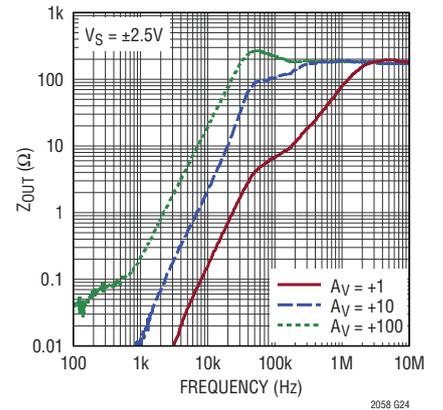
正弦波を入力した場合のシャットダウン・トランジェント



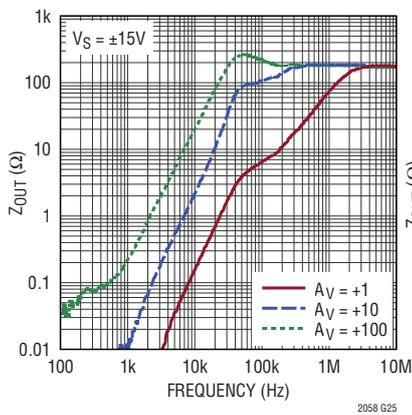
正弦波を入力した場合のシャットダウン・トランジェント



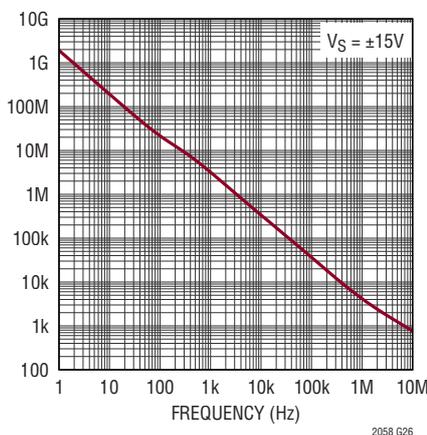
クローズドループ 出力インピーダンスと周波数



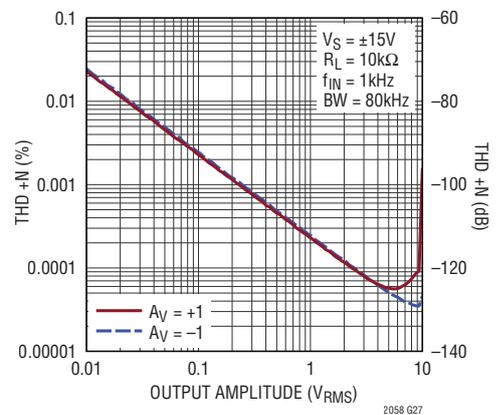
クローズドループ 出力インピーダンスと周波数



シャットダウン時の出力インピーダンスと周波数

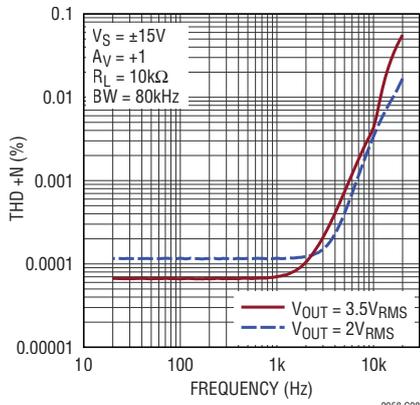


THD+Nと振幅



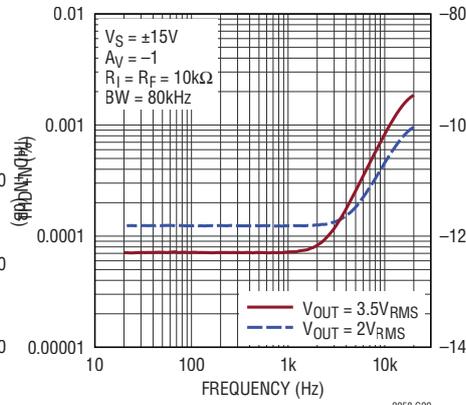
代表的な性能特性

THD+Nと周波数



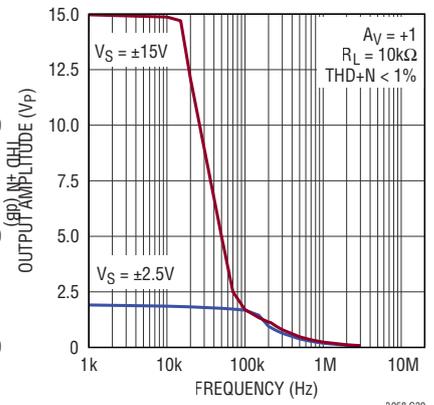
2058 G28

THD+Nと周波数



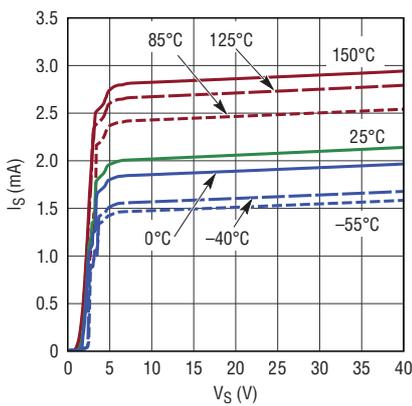
2058 G29

歪みのない最大出力振幅と周波数



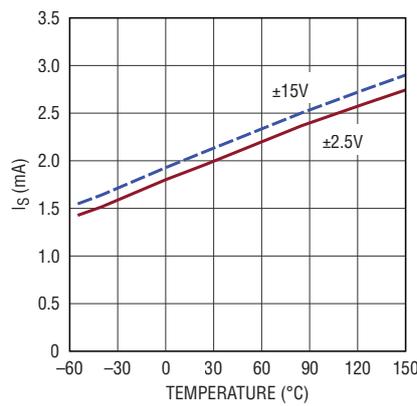
2058 G30

電源電流と電源電圧



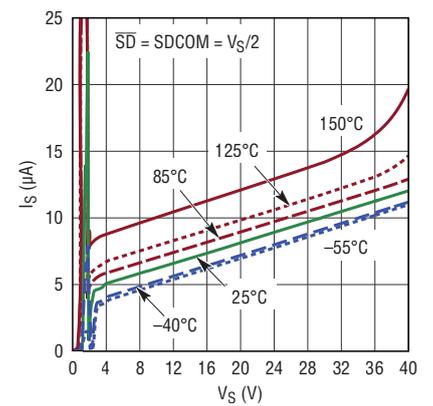
2058 G31

電源電流と温度



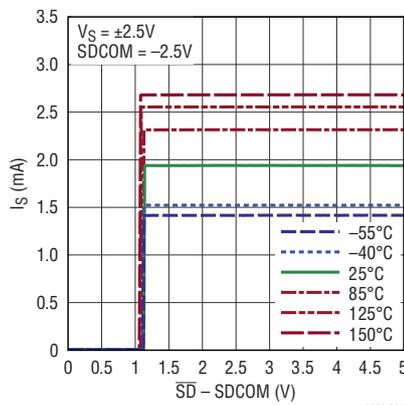
2058 G32

シャットダウン時の電源電流と電源電圧



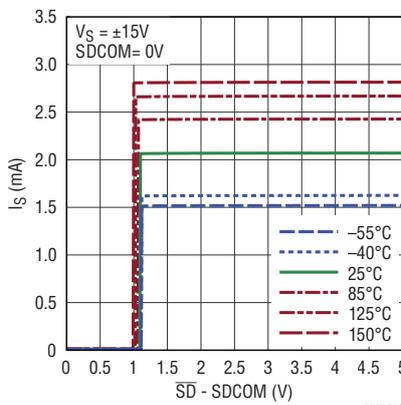
2058 G33

電源電流とシャットダウン制御電圧



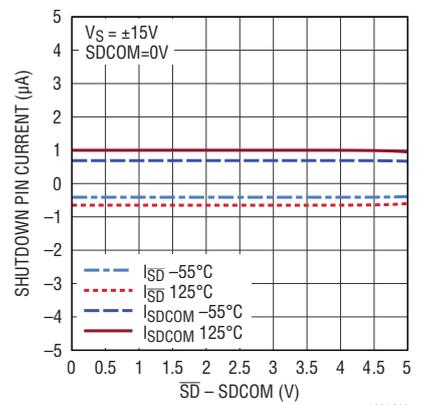
2058 G34

電源電流とシャットダウン制御電圧



2058 G35

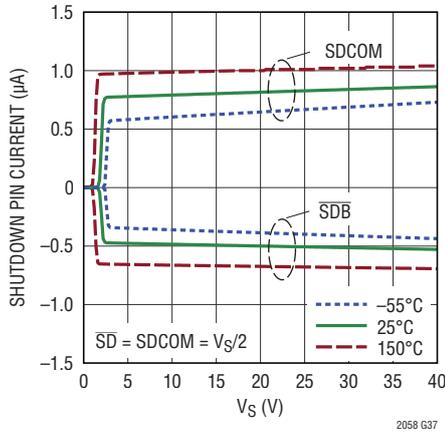
シャットダウン・ピンの電流とシャットダウン・ピンの電圧



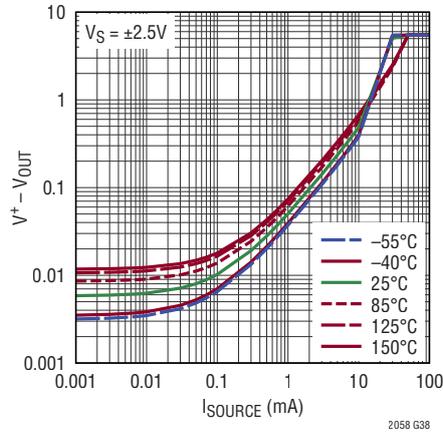
2058 G36

代表的な性能特性

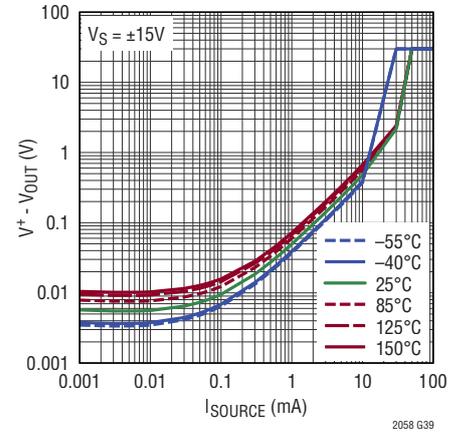
シャットダウン・ピンの電流と電源電圧



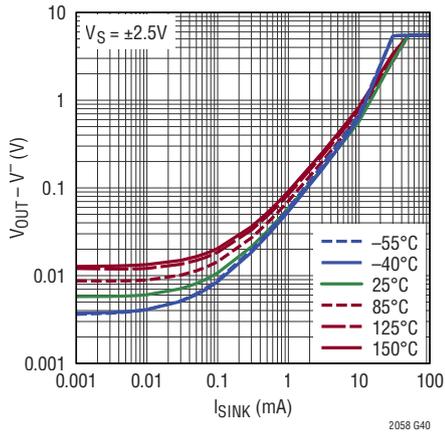
出力電圧振幅のハイ側と負荷電流



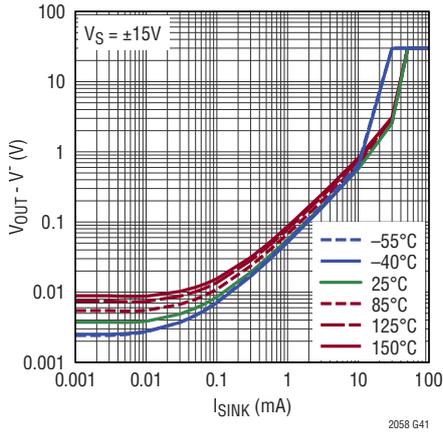
出力電圧振幅のハイ側と負荷電流



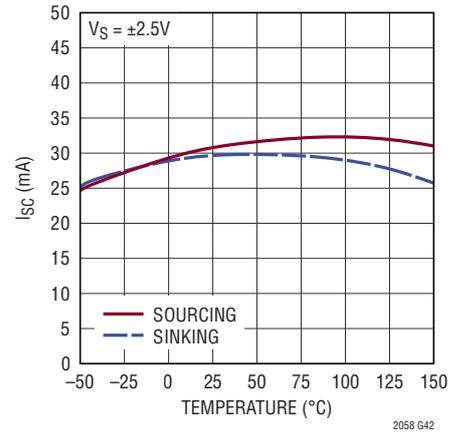
出力電圧振幅のロー側と負荷電流



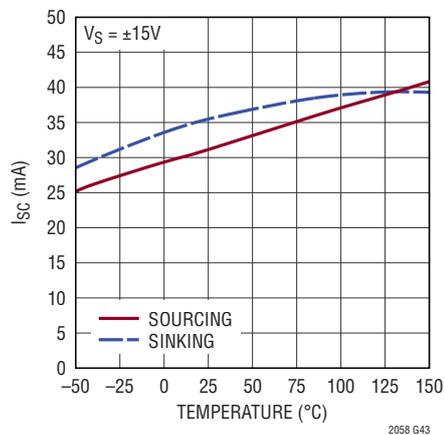
出力電圧振幅のロー側と負荷電流



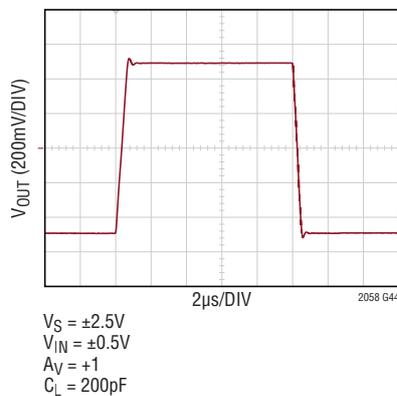
短絡電流と温度



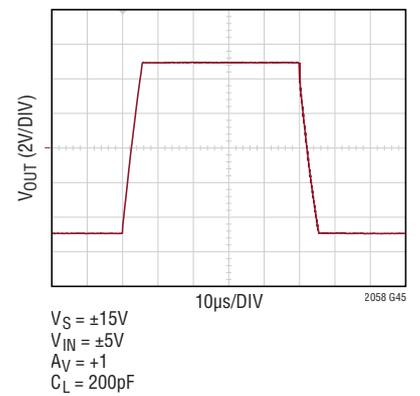
短絡電流と温度



大信号応答

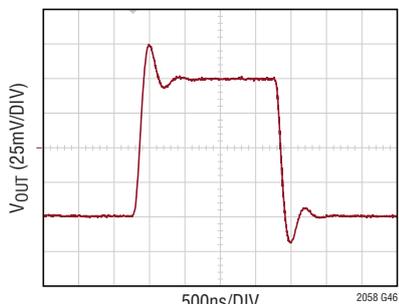


大信号応答



代表的な性能特性

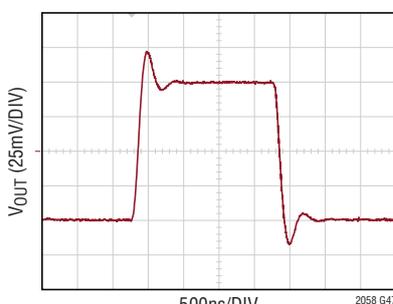
小信号応答



$V_S = \pm 2.5V$
 $V_{IN} = \pm 50mV$
 $A_V = +1$
 $C_L = 200pF$

2058 G46

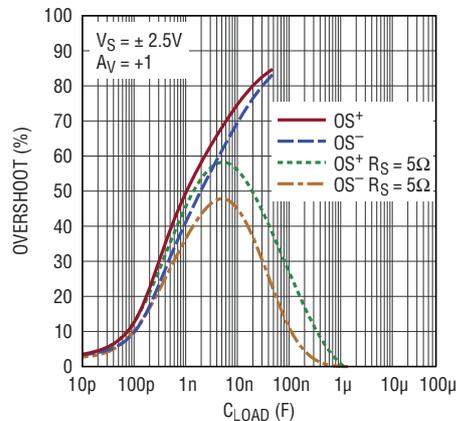
小信号応答



$V_S = \pm 15V$
 $V_{IN} = \pm 50mV$
 $A_V = +1$
 $C_L = 200pF$

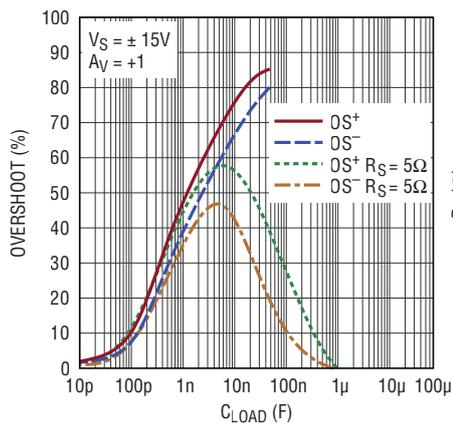
2058 G47

小信号のオーバーシュートと容量性負荷



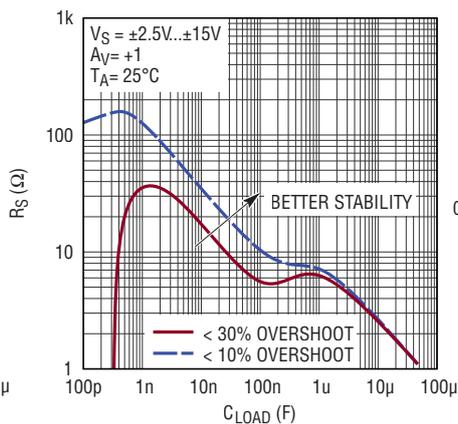
2058 G48

小信号のオーバーシュートと容量性負荷



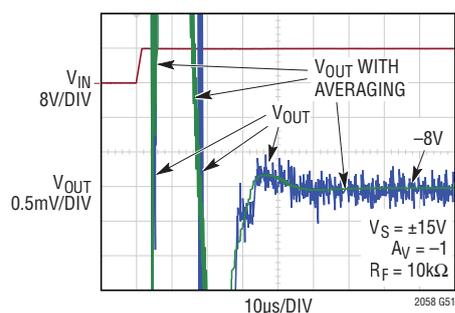
2058 G49

出力直列抵抗とCLOADおよびオーバーシュート



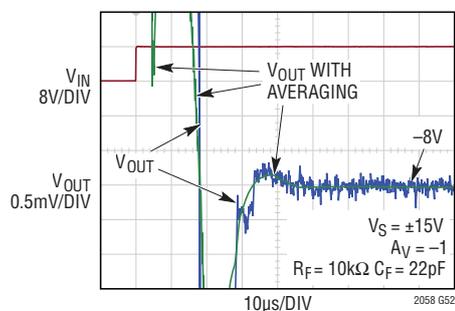
2058 G50

大信号のセtring時トランジェント



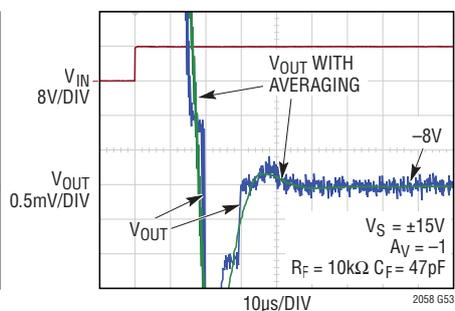
2058 G51

大信号のセtring時トランジェント



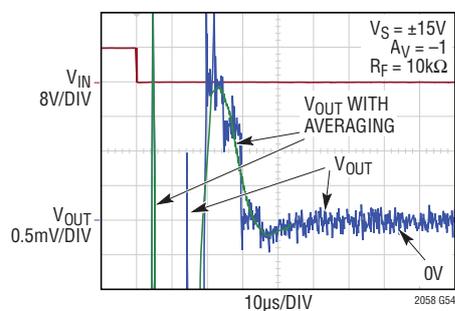
2058 G52

大信号のセtring時トランジェント



2058 G53

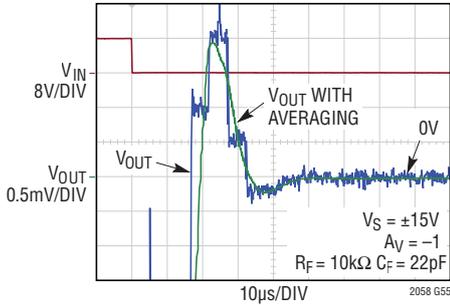
大信号のセtring時トランジェント



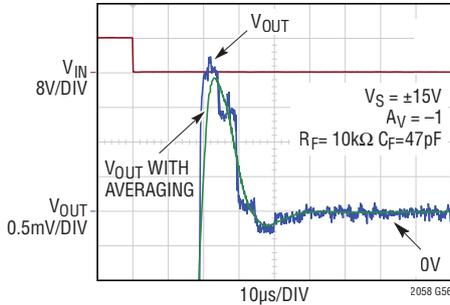
2058 G54

代表的な性能特性

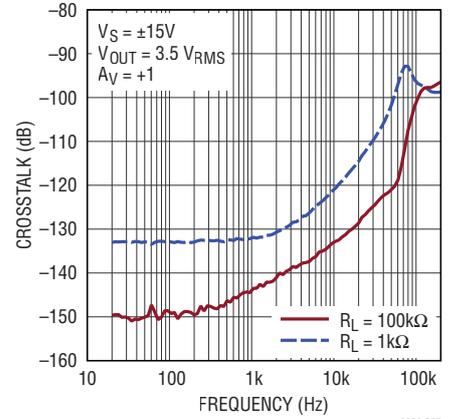
大信号のセリング時
トランジェント



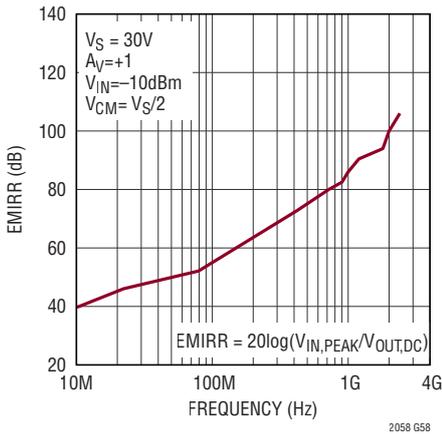
大信号のセリング時
トランジェント



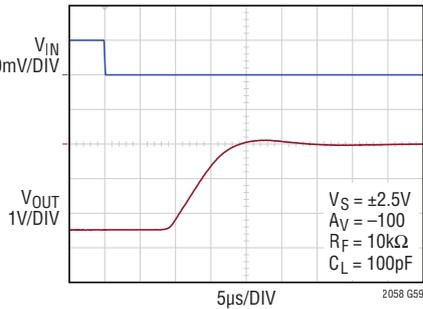
クロストーク



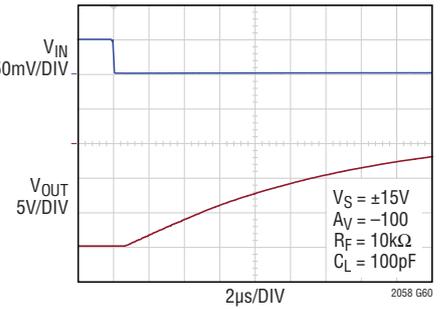
EMIRR IN+ と周波数



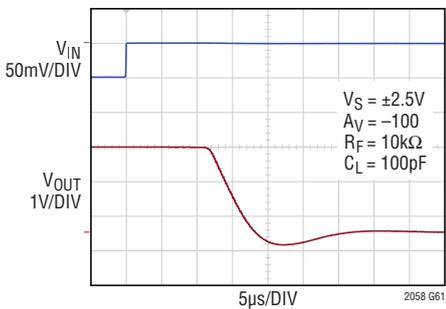
出力過負荷時の回復特性



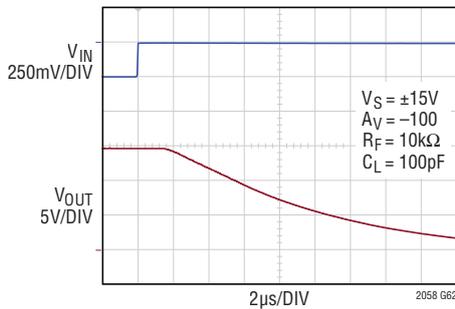
出力過負荷時の回復特性



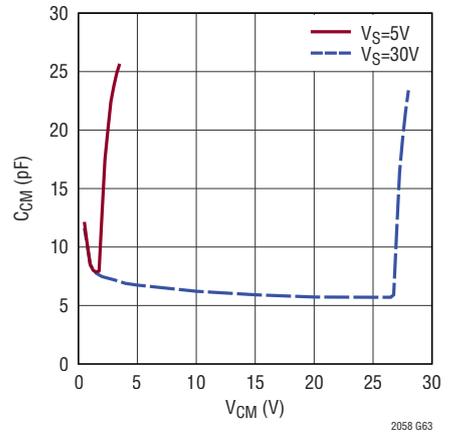
出力過負荷時の回復特性



出力過負荷時の回復特性



入力コモン・モード容量と
入力コモン・モード電圧



ピン機能

S8E

OUTA (ピン1): アンプ A の出力。

-INA (ピン2): アンプ A の反転入力。

+INA (ピン3): アンプ A の非反転入力。

V⁻ (ピン4): 負電源。

+INB (ピン5): アンプ B の非反転入力。

-INB (ピン6): アンプ B の反転入力。

OUTB (ピン7): アンプ B の出力。

V⁺ (ピン8): 正電源。

露出パッド (ピン9): V⁻ に接続する必要があります。

MSE12

$\overline{\text{SD}}$ (ピン1): シャットダウン制御ピン。

V⁻ (ピン2): 負電源。

OUTA (ピン3): アンプ A の出力。

GUARD (ピン4): ガード・リング。内部接続なし (アプリケーション情報を参照)。

-INA (ピン5): アンプ A の反転入力。

+INA (ピン6): アンプ A の非反転入力。

+INB (ピン7): アンプ B の非反転入力。

-INB (ピン8): アンプ B の反転入力。

GUARD/NC (ピン9): ガード・リング。内部接続なし (アプリケーション情報を参照)。

OUTB (ピン10): アンプ B の出力。

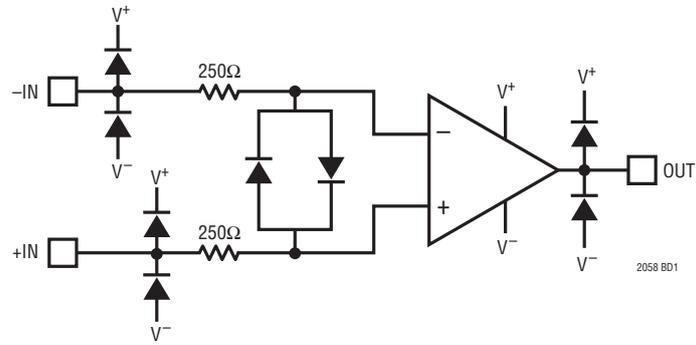
V⁺ (ピン11): 正電源。

SDCOM (ピン12): $\overline{\text{SD}}$ のリファレンス電圧。

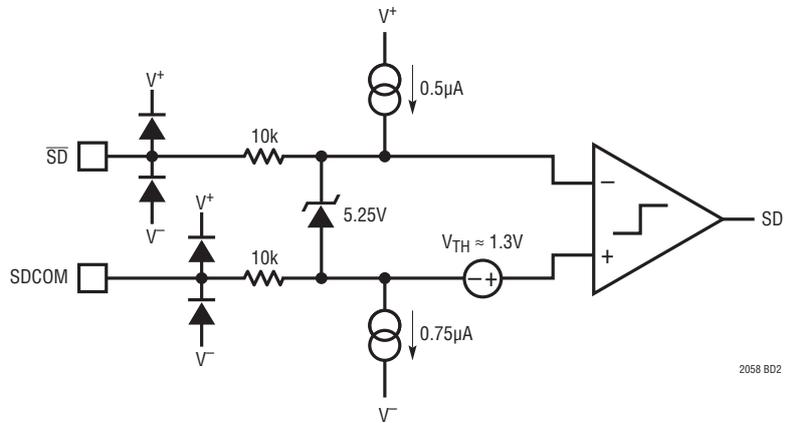
露出パッド (ピン13): V⁻ に接続する必要があります。

ブロック図

アンプ(各チャンネル)



シャットダウン回路(MSE12パッケージのみ)



アプリケーション情報

入力電圧ノイズ

LTC2058のようなチョッパ安定化アンプは、DCオフセットとフリッカ・ノイズをヘテロダイン処理で混合してより高い周波数にすることで、低オフセット電圧と低1/fノイズを実現します。従来のチョッパ安定化アンプでは、この処理を行うと、チョッピング周波数とその奇数倍の高調波のときにアイドル・トーンが生じます。

LTC2058は、これらのスプリアス・ノイズをオフセット電圧より十分に低い値まで抑える回路を使用します。100kHzでの標準的なリップルの大きさは、 $1\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ より大幅に小さい値です。

LTC2058の電圧ノイズ・スペクトラムを図1に示します。ノイズを更に低減することが要求される場合は、代表的なアプリケーションのセクションに記載のチョッパ・アンプの並列接続によるノイズの改善の回路を検討します。

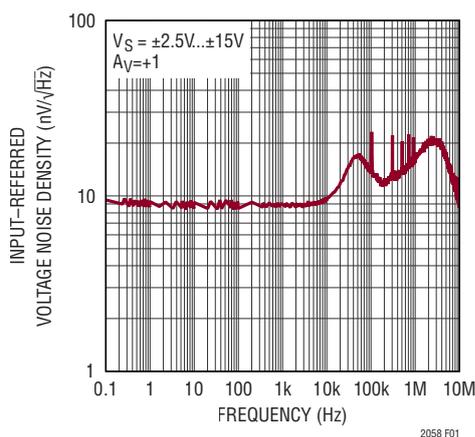


図1. 入力電圧ノイズのスペクトラム

入力電流ノイズ

信号源インピーダンスが高いアプリケーションでは、入力電流ノイズが全出力ノイズに大きく影響することがあります。このため、アンプの入力に配置された回路素子とノイズ電流との相互作用を検討することが重要です。

LTC2058の電流ノイズ・スペクトラムを図2に示します。この特性曲線は1/fノイズの挙動がないことを示しています。全てのゼロドリフト・アンプと同様に、オフセットがゼロになる周波数では顕著な電流ノイズが発生します。この現象については、入力バイアス電流のセクションで説明します。

電流ノイズは $\sqrt{2qI_B} A/\sqrt{\text{Hz}}$ と等しくないことに注目することが重要です。この式はバイポーラ・トランジスタのベース電流やダイオードの電流と関係がありますが、切替え入力を備えたほとんどのチョッパ・アンプやオートゼロ・アンプで

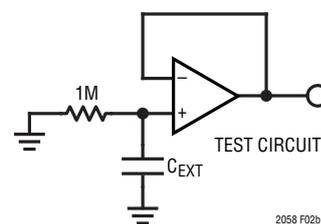
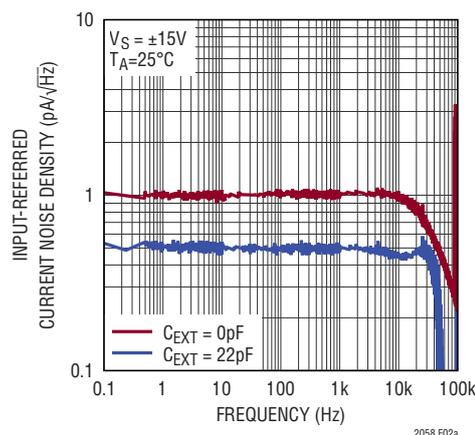


図2. 入力電流ノイズのスペクトラム

は、電流ノイズの主要メカニズムはショット・ノイズではありません。

入力バイアス電流

LTC2058の入力バイアス電流を構成するのは、ダイオードのもれ電流とチャージ・インジェクションという全く異なる2つの構成要素です。もれ電流は温度と共に増加しますが、切替え入力からのチャージ・インジェクションは、温度に対して比較的一定に保たれます。これら2種類の電流の合成値を全温度範囲にわたって図3に示します。

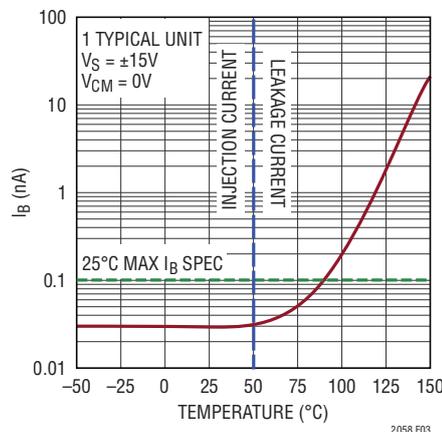


図3. 入力バイアス電流と温度

アプリケーション情報

異なる入力バイアス電流の挙動と誤差に与える影響は、信号源インピーダンスの性質によって決まります。電気的特性の表に規定されている入力バイアス電流の場合、信号源インピーダンスはシャント・フィルタ容量によってバイパスされた値の大きな抵抗です。図4に、入力換算電流誤差(出力DC電圧誤差をゲインで割り、更に信号源抵抗で割った値)としての実効DC誤差をフィルタ容量の関数として示します。実効DC誤差は容量が増加するにつれて減少することに注意してください。また、図2に示すように、外付け容量(C_{EXT})を追加すると入力電流ノイズは減少します。

入力容量のもう1つの機能は、チャージ・インジェクションの影響を低減することです。チャージ・インジェクション・ベースの電流には、チョッピング周波数と高調波に周波数成分があります。時間領域では、これらの周波数成分が電流パルスとして現れます(チョッピング周波数に関係した一定の間隔で現れます)。これらの小電流パルスが信号源インピーダンスまたはゲイン設定抵抗と互いに影響し合うと、発生する電圧スパイクはクローズドループ・ゲインにより増幅されます。信号源インピーダンスが高い場合は、これが原因で

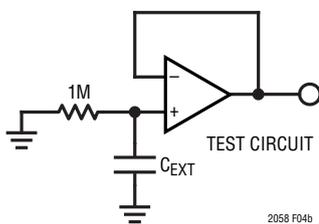
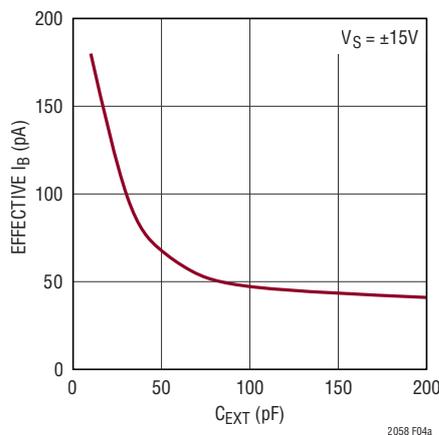


図4.入力バイアス電流と入力容量

100kHzのチョッピング周波数が出力スペクトラム上に見えるようになります。これはクロック・フィードスルーとして知られる現象です。過剰なクロック・フィードスルーを防ぐには、ゲイン設定抵抗と信号源インピーダンスをできるだけ低く抑えます。高抵抗のDC信号源インピーダンスが必要な場合は、信号源インピーダンスの両端にコンデンサを接続すると、ACインピーダンスが減少して、入力電圧スパイクの振幅が減少します。クロック・インジェクションの影響を低減するもう1つの方法は、オペアンプの出力後に帯域幅を制限することです。

2つの入力からのインジェクション電流は、大きさは同じですが方向が異なります。したがって、インジェクション電流による入力バイアス電流の影響は、両方の入力でインピーダンスを一致させても相殺できません。

50°Cより高い温度では、ESD保護ダイオードのもれ電流が入力バイアス電流の主な要因になり始め、高温では指数関数的に増加し続けます。インジェクション電流とは異なり、もれ電流の方向は両入力とも同じです。したがって、もれ電流に起因する出力誤差は、2つの入力で観測される信号源インピーダンスを一致させることによって軽減できます。信号源インピーダンス・マッチング技術を使用してもれ電流の影響を相殺した場合、50°Cより低い温度では、チャージ・インジェクション電流によって $2I_B \times R$ のオフセット電圧誤差が存在するので注意してください。 $I_B = 100\text{pA}$ および $R = 10\text{k}$ の場合、誤差は $2\mu\text{V}$ です。

熱電対の影響

μV レベルの精度を実現するには、熱電対の影響を検討する必要があります。異種金属を接続すると熱電接点が発生され、温度に依存する微小な電圧が発生します。ゼーベック効果の別名でも知られるこれらの熱起電力は、低ドリフト回路での主な誤差原因になります。

コネクタ、スイッチ、リレー接点、ソケット、抵抗、およびハンダは、いずれも大きな熱起電力発生候補となります。メーカーが異なると銅線の接点であっても $200\text{nV}/^\circ\text{C}$ の熱起電力が発生することがあります。これはLTC2058の最大ドリフト規格値の8倍です。これらの電圧の潜在的な大きさとその温度に対する感度を図5および図6に示します。

アプリケーション情報

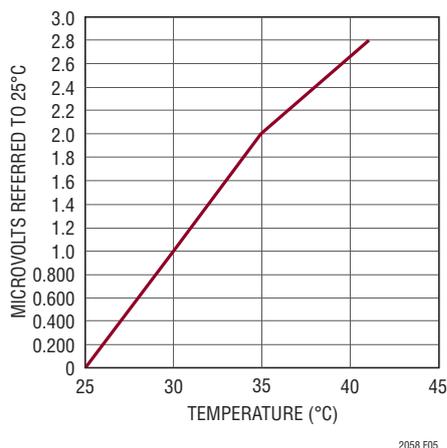


図5.メーカーの異なる2本の銅線によって発生した熱起電力

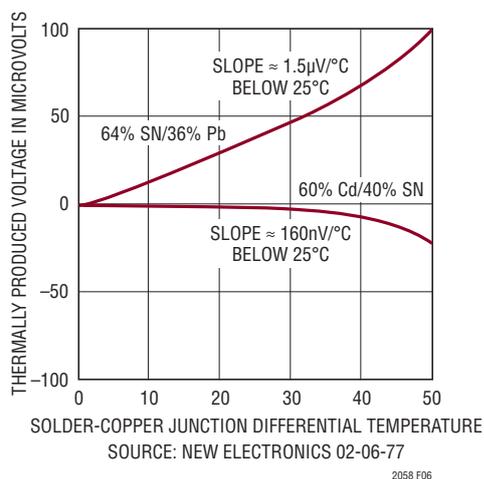


図6.ハンダと銅の接点で生じる熱起電力

熱電対に起因する誤差を最小限に抑えるため、回路基板レイアウトと部品の選択には注意を払う必要があります。アンプの入力信号経路内の接点の数を最小限に抑え、コネクタ、ソケット、スイッチ、リレーの使用を可能な限り避けることを推奨します。そうした部品が必要な場合は、低熱起電力特性のものを選択するようにしてください。更に、回路基板上の熱勾配について両方の入力接点の数、種類、レイアウトを一致させる必要があります。それには、避けられない接点によって生じる誤差を相殺するために、ダミーの接点を意図的に設ける場合もあります。

気流も熱勾配を招き、測定系で大きなノイズを発生することがあります。影響を受けやすい複数の回路にまたがる気流が流れないようにすることが重要です。こうすると、多くの場合は熱電対ノイズが大幅に減少します。

手法のまとめを図7に示します。

もれ電流の影響

もれ電流が高インピーダンス信号ノードに流れ込むと、サブnAレベルの信号の測定精度は容易に低下します。高電圧や高温のアプリケーションでは、こうした問題に特に影響を受けやすくなります。高品質の絶縁体材料を使用し、絶縁表面を清浄にしてフラックスなどの残留物を取り除くようにしてください。湿度の高い環境では、表面をコーティングして防湿層を形成することが必要な場合があります。

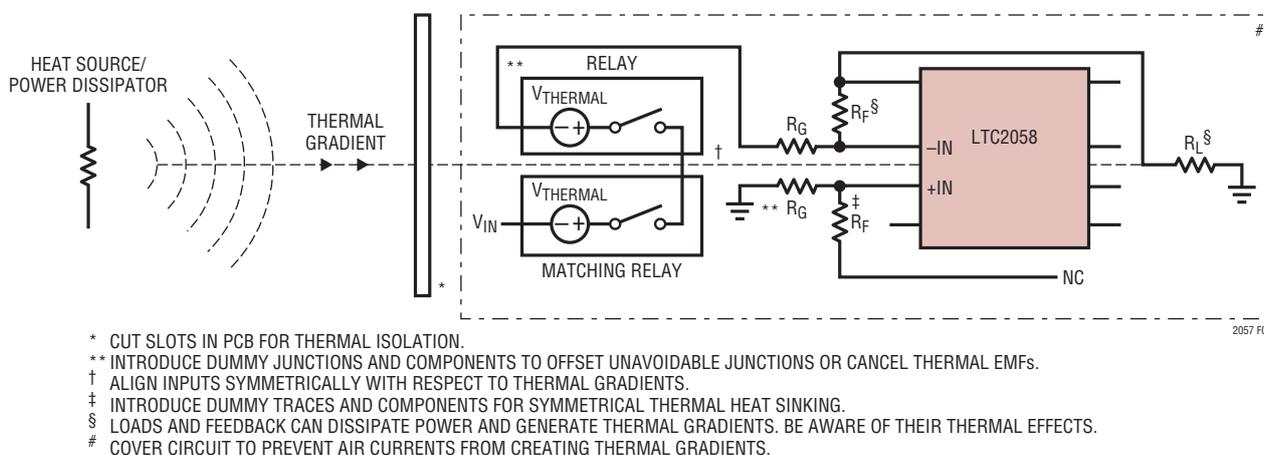
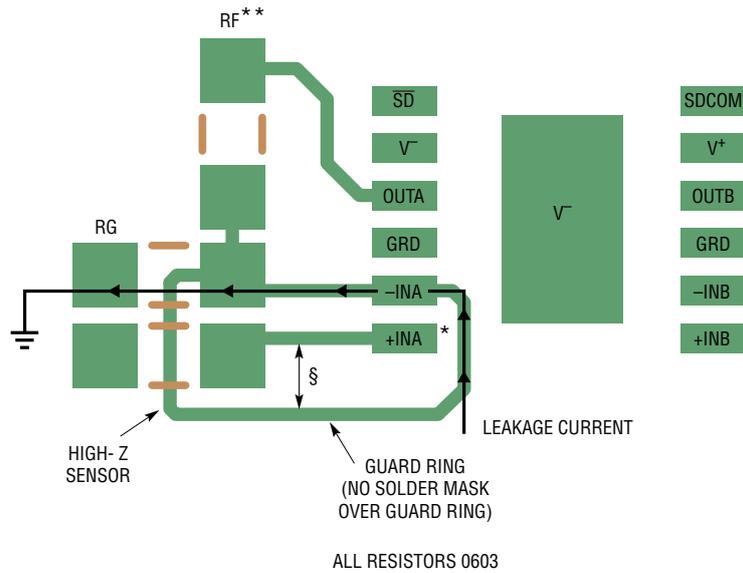


図7.熱電対に起因する誤差を最小限に抑えるための手法

アプリケーション情報

基板のもれ電流は、入力電位に非常に近い電位で動作するガード・リングで入力接続点を囲むことによって最小限に抑えることができます。ガード・リングは低インピーダンス・ノードと接続する必要があります。反転構成の場合は、ガード・リングを正入力(+IN)の電位に接続してください。非反転構成の場合は、ガード・リングを負入力(-IN)の電位に接

続してください。この手法を効果的なものにするため、ガード・リングを半田マスクで覆うことは絶対にしないでください。プリント基板の両側にガード・リングを設けることが必要な場合があります。適切なレイアウトの例については、図8aおよび図8bを参照してください。



* MINIMIZE SPACING TO MAXIMIZE THE CLEARANCE BETWEEN THE EXPOSED GUARD RING AND THE EXPOSED PAD

** $V_{ERROR} = I_{LEAK} R_G$; $R_G \ll Z_{SENSOR}$

§ NO LEAKAGE CURRENT, $V_{+IN} = V_{GRD}$

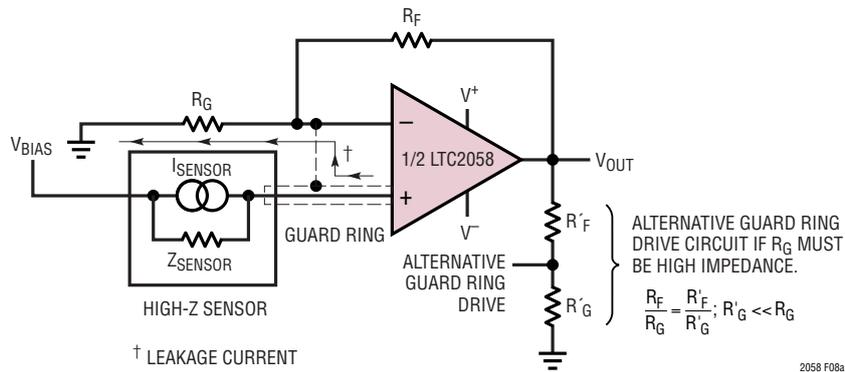


図8a.もれ電流のガード・リングを設けた非反転アンプのレイアウト例(チャンネルAを表示)

2058 F08a

アプリケーション情報

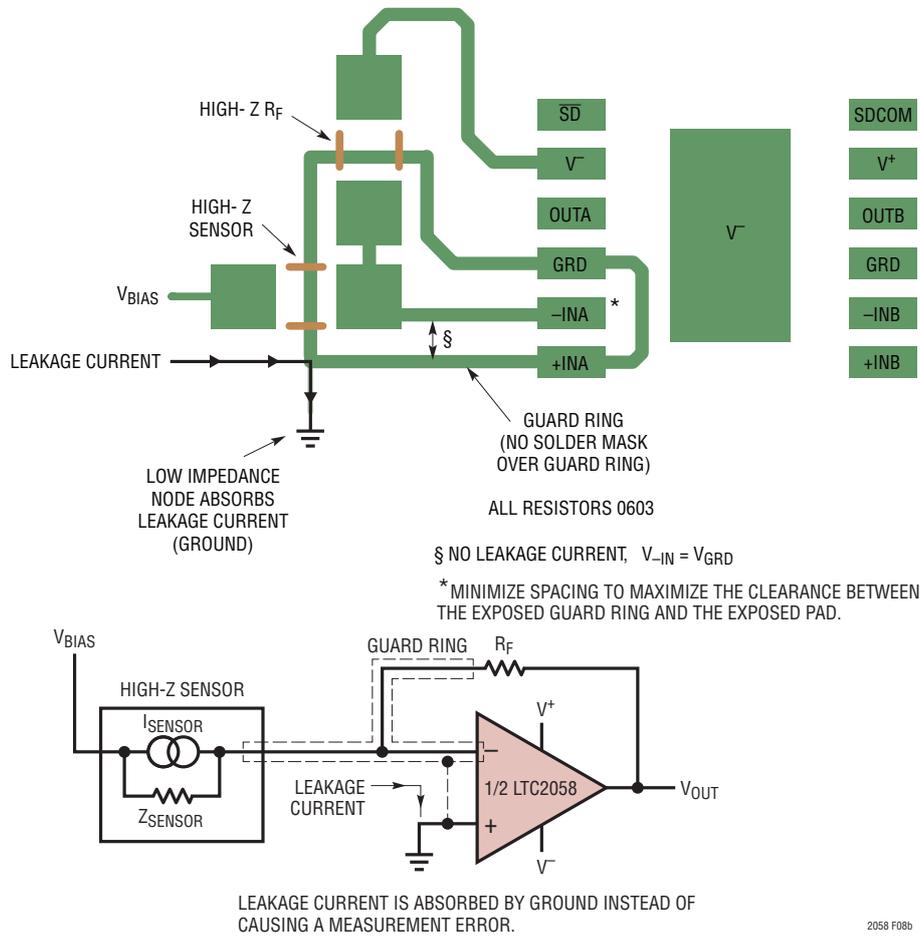


図 8b. もれ電流のガード・リングを設けた反転アンプのレイアウト例 (チャンネル A を表示)

アプリケーション情報

LTC2058は、低もれ電流のアプリケーション向けに、ガード・リング構造のレイアウトがしやすい特殊なピン配列のMSE12パッケージで供給されています。入力に隣接するピンには内部接続がないので、それらのピンを介してガード・リングを配線できます。

消費電力

LTC2058は全電源電圧が36Vでの動作が可能なので、アンプ内部での消費電力については注意が必要です。高電圧で重負荷を駆動する場合は、パッケージの θ_{JA} を使用して、駆動によって生じるダイ温度の上昇を概算し、駆動時のジャンクション温度が規定のリミットを超えないよう対策を講じてください。消費電力が大きくなるのが予想される場合は、プリント基板の金属被覆と放熱も検討する必要があります。LTC2058は、熱特性を向上したS8EおよびMSE12パッケージに収容されます。これらのパッケージは、標準的なパッケージと比較してパッケージの熱抵抗が低く、放熱を促進する露出パッドを備えています。底面の露出パッドはプリント基板にハンダ付けする必要があります。また、露出パッドは内部でV⁻と接続しているので、露出パッドとV⁻を接続することが必要です。放熱の効率を高めるため、露出パッドは、十分な広さのプリント基板金属面に接続することを推奨します。パッケージの熱に関する全ての情報は、ピン配置のセクションに記載してあります。

電氣的過剰ストレスと入力保護

絶対最大定格は決して超えないようにしてください。入力ピンと出力ピンの電圧がレールの電圧を超えないようにしてください。特に、電源電圧が40Vに近づいている場合に注意してください。LTC2058の入力はESDダイオードによって内部で保護されています(ブロック図のセクションを参照)。下側ダイオードのアノードはサブストレートなので、入力をレールより低い電圧で駆動すると、望ましくない寄生動作を引き起こすことがあります。過電圧条件を防止できない場合は、該当ピンと直列に抵抗を接続して異常電流を制限し、電圧が絶対最大定格より低くなるようにして、デバイスが損傷する可能性を低くすることができます。この手法を図9に示します。

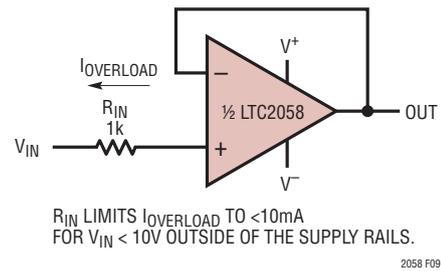


図9. 抵抗を使用して入力電流を制限

電流制限抵抗は、入力バイアス電流との相互作用によってノイズ電圧や誤差電圧が増加しないように、あまり高い値にはしないでください。2kまでの抵抗であれば、ノイズと精度にあまり大きな影響は生じません。図10および図11(内部ESDダイオードのI-V特性)を使用して、適切な抵抗値を求めてください。

過酷な環境では、図12に示すような保護回路を接続して、信頼性を更に向上できます。この回路では、低もれ電流のダイオード(NexperiaのBAV199)を使用して入力を保護しています。R2は外付けダイオードを保護しており、R1が追加されているのは内部ダイオードに達する電流を制限するためです。この回路では、印加される電圧が外付け保護ダイオードによって既に低減されているので、R1を小さくすることができます。

内部ESDダイオードのもれ電流が入力バイアス電流の大半を占める高温のアプリケーションの場合、この回路は帰還経路に入力バイアス相殺抵抗を追加するのが得策です(代表的なアプリケーションのセクションの入力バイアス電流を参照)。

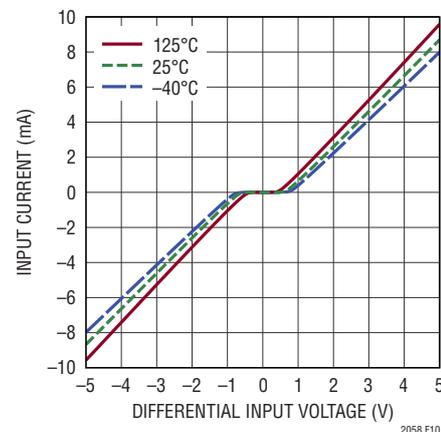


図10. 差動入力電圧と電流

アプリケーション情報

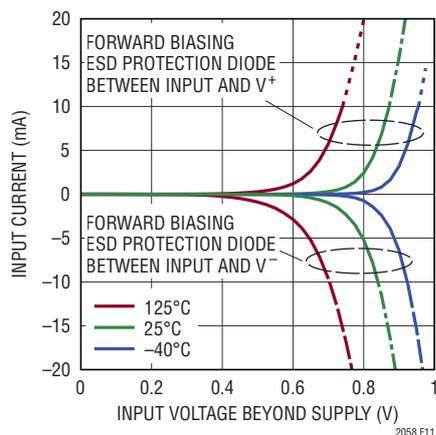


図 11. ESD 保護ダイオードの順方向バイアス電圧と電流

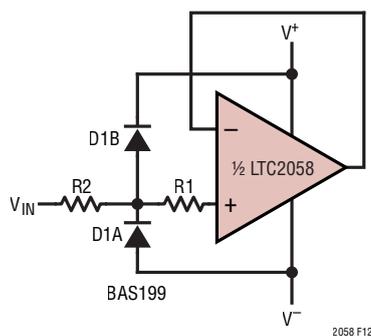


図 12. 外付けダイオードを使用した入力保護回路

シャットダウン・モード

MSE12 パッケージの LTC2058 は、低消費電力アプリケーション向けにシャットダウン・モードを備えています。オフ状態では、2つのアンプは両方とも電源が遮断されており、1つのアンプに流れる電源電流は9 μ A 未満です。また、オフ状態では、両方の出力が外部回路に対して高インピーダンスになります。

オフ状態のときは、アンプの出力が高インピーダンスになっている場合でも、入力差動クランプ回路と帰還抵抗を介して、出力を入力信号によって引き続き調整できることに注意してください。(差動クランプ回路の位置についてはブロック図を参照)。また、抵抗値によっては、入力信号源から大量の電流が流れ出すことがあります。

シャットダウン制御を遂行するには、独立したロジック・リファレンス入力(SDCOM)とシャットダウン・ピン(\overline{SD})を使用します。この方法では、低電圧のデジタル・コントロール・ロジックをアンプの高電圧電源レールとは関係なく動作させることができます。コントロール・ロジックと動作範囲の要約を表1と表2に示します。

表 1. シャットダウン制御ロジック

シャットダウン・ピンの条件	アンプの状態
$\overline{SD} = \text{Float}, \text{SDCOM} = \text{Float}$	ON
$\overline{SD} - \text{SDCOM} \geq 2\text{V}$	ON
$\overline{SD} - \text{SDCOM} \leq 0.8\text{V}$	OFF

表 2. シャットダウン・ピンの動作電圧範囲

	MIN	MAX
$\overline{SD} - \text{SDCOM}$	-0.2V	5.2V
SDCOM	V^-	$V^+ - 2\text{V}$
\overline{SD}	V^-	V^+

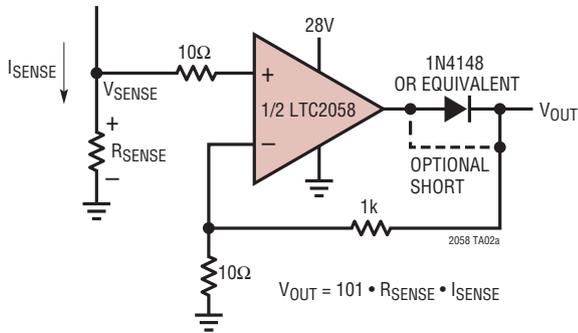
シャットダウン機能が必要ない場合は、 \overline{SD} とSDCOMをフロート状態のままにしておいてかまいません。内部回路により、アンプは自動的にオン状態に維持されます。

ノイズの多い環境では、 \overline{SD} とSDCOMの間にコンデンサを接続して、シャットダウン状態の変化によってノイズが発生しないようにすることを推奨します。

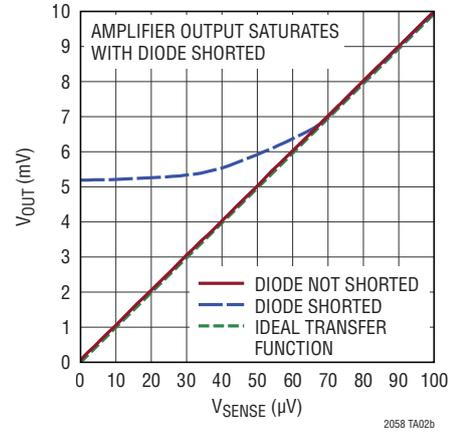
\overline{SD} とSDCOMの電圧が電源レールより高くなる危険性がある場合は、シャットダウン・ピンと直列に抵抗を接続して、電流を制限することを推奨します。

代表的なアプリケーション

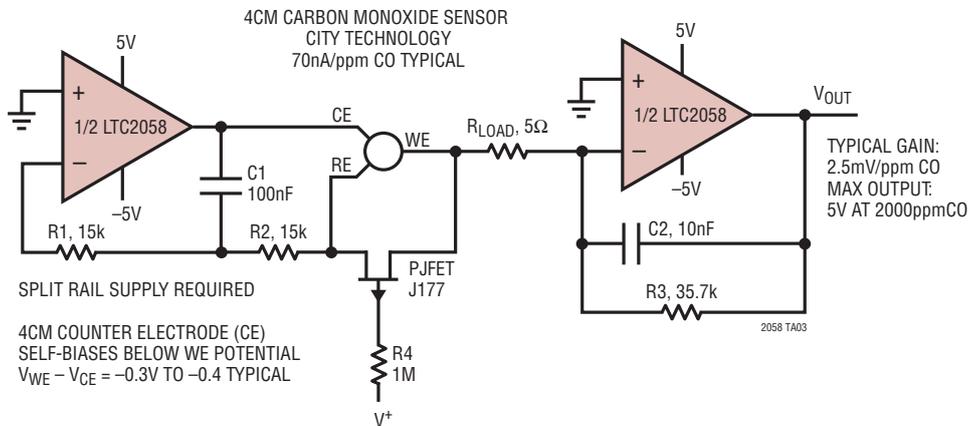
ローサイド電流検出アンプ



ローサイド電流検出アンプの伝達関数

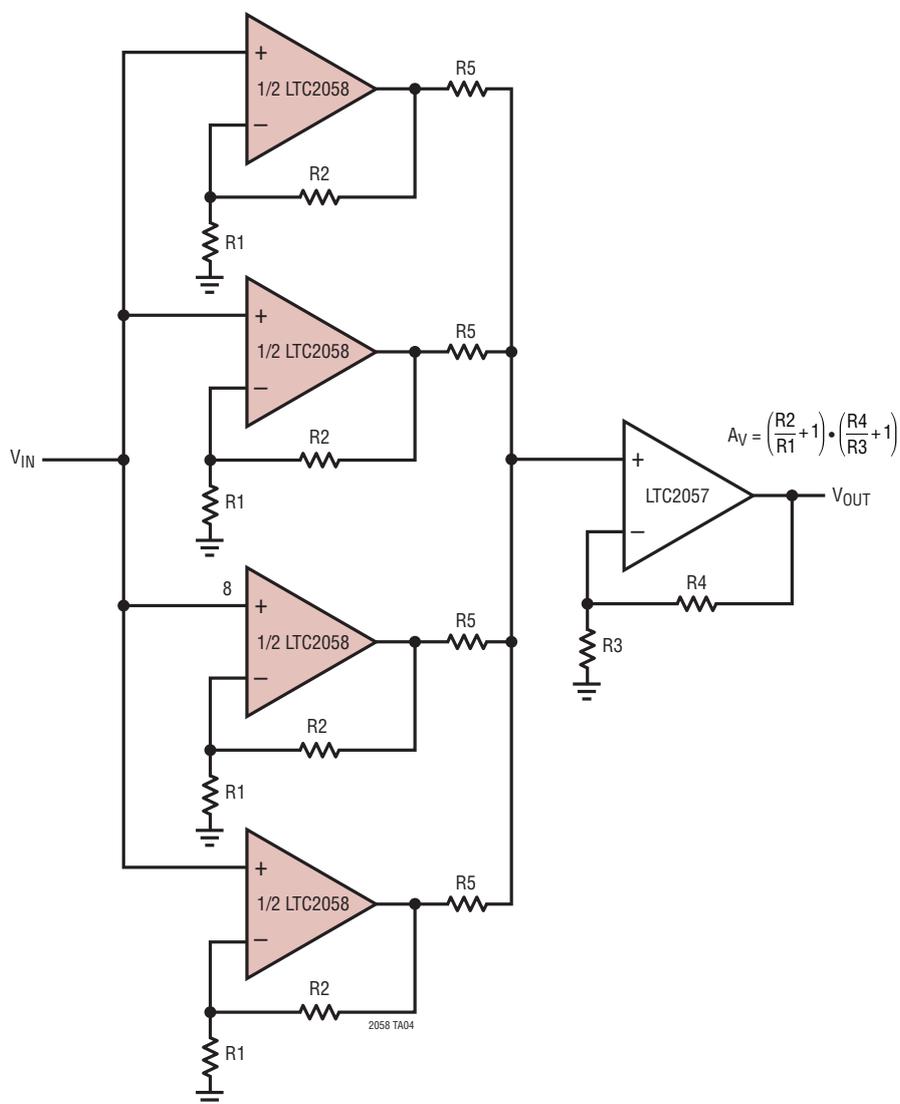


一酸化炭素センサー



代表的なアプリケーション

チョッパー・アンプの並列接続によるノイズの改善



$$\text{DC TO 10Hz NOISE} = \frac{200\text{nV}_{\text{p-p}}}{\sqrt{N}}, e_n = \frac{9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}}{\sqrt{N}}, i_n = \sqrt{N} \cdot 1\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}, I_B < N \cdot 100\text{pA (MAX)}$$

WHERE N IS THE NUMBER OF PARALLELED INPUT AMPLIFIERS.

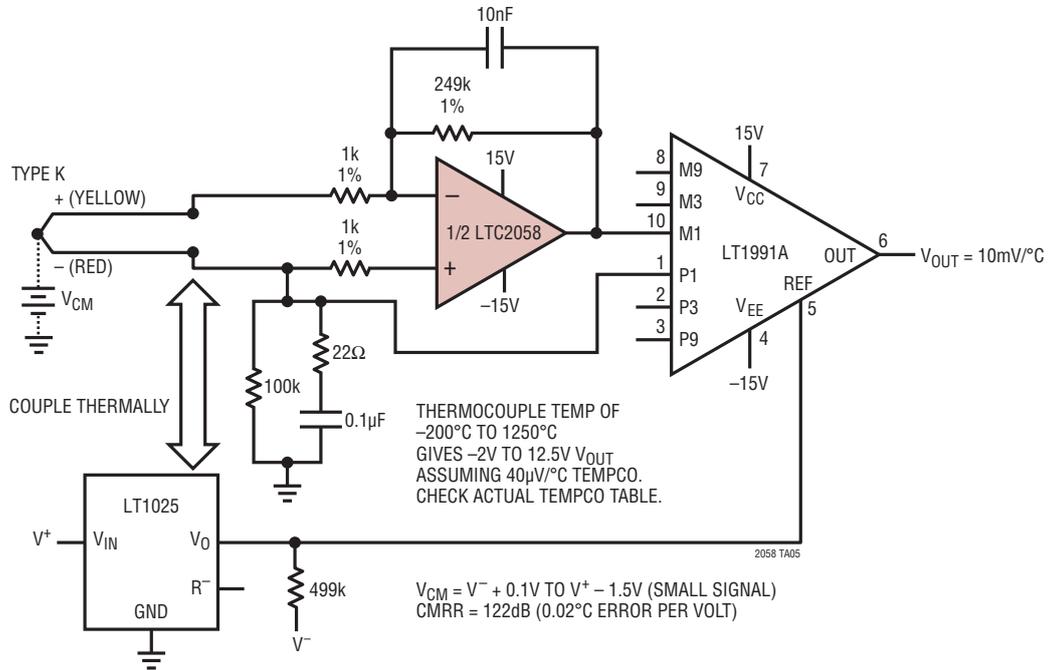
FOR N = 4, DC TO 10Hz NOISE = 100nV_{p-p}, $e_n = 4.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $i_n = 2\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$, $I_B < 100\text{pA (MAX)}$.

R₅ SHOULD BE A FEW HUNDRED OHMS TO ISOLATE AMPLIFIER OUTPUTS WITHOUT CONTRIBUTING SIGNIFICANTLY TO NOISE OR I_B-INDUCED ERROR.

$$\left(\frac{R_2}{R_1} + 1\right) \gg \sqrt{N} \text{ FOR OUTPUT AMPLIFIER NOISE TO BE INSIGNIFICANT.}$$

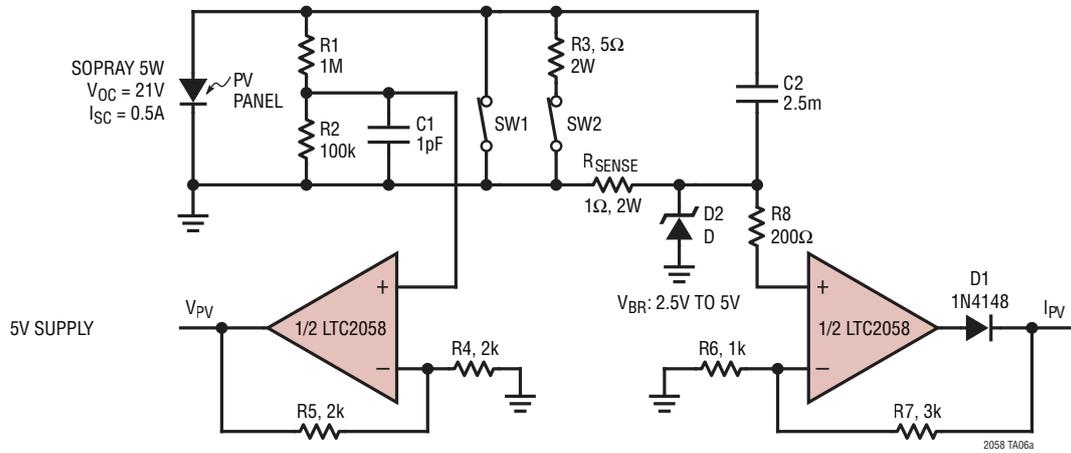
代表的なアプリケーション

差動熱電対アンプ

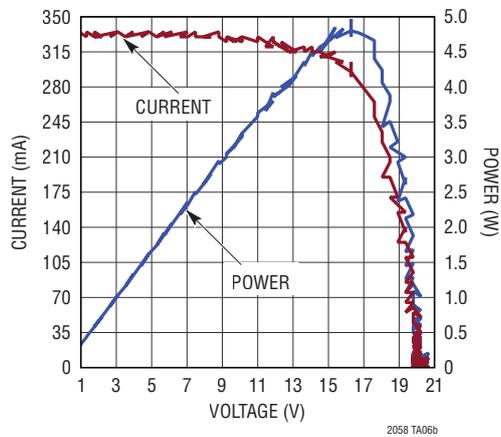


代表的なアプリケーション

太陽電池モジュールの掃引測定



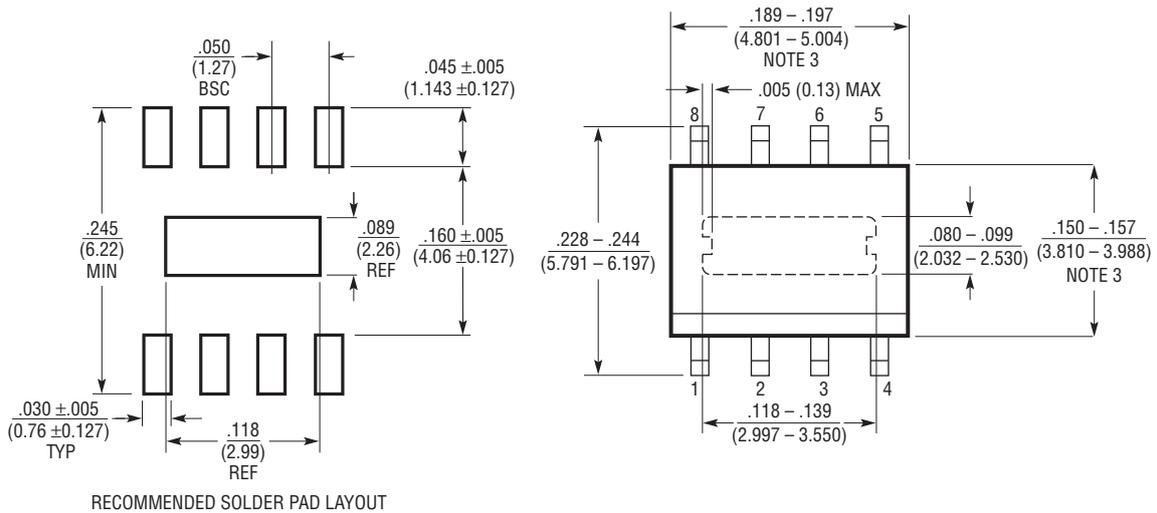
I-V 曲線と P-V 曲線



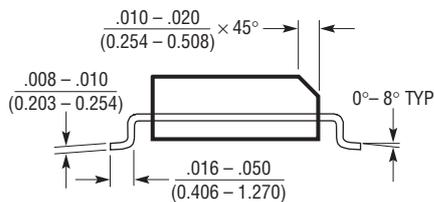
パッケージ

最新のパッケージ図は、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC2058#packaging> を参照してください。

S8E Package 8-Lead Plastic SOIC (Narrow .150 Inch) Exposed Pad (Reference LTC DWG # 05-08-1857 Rev C)



RECOMMENDED SOLDER PAD LAYOUT



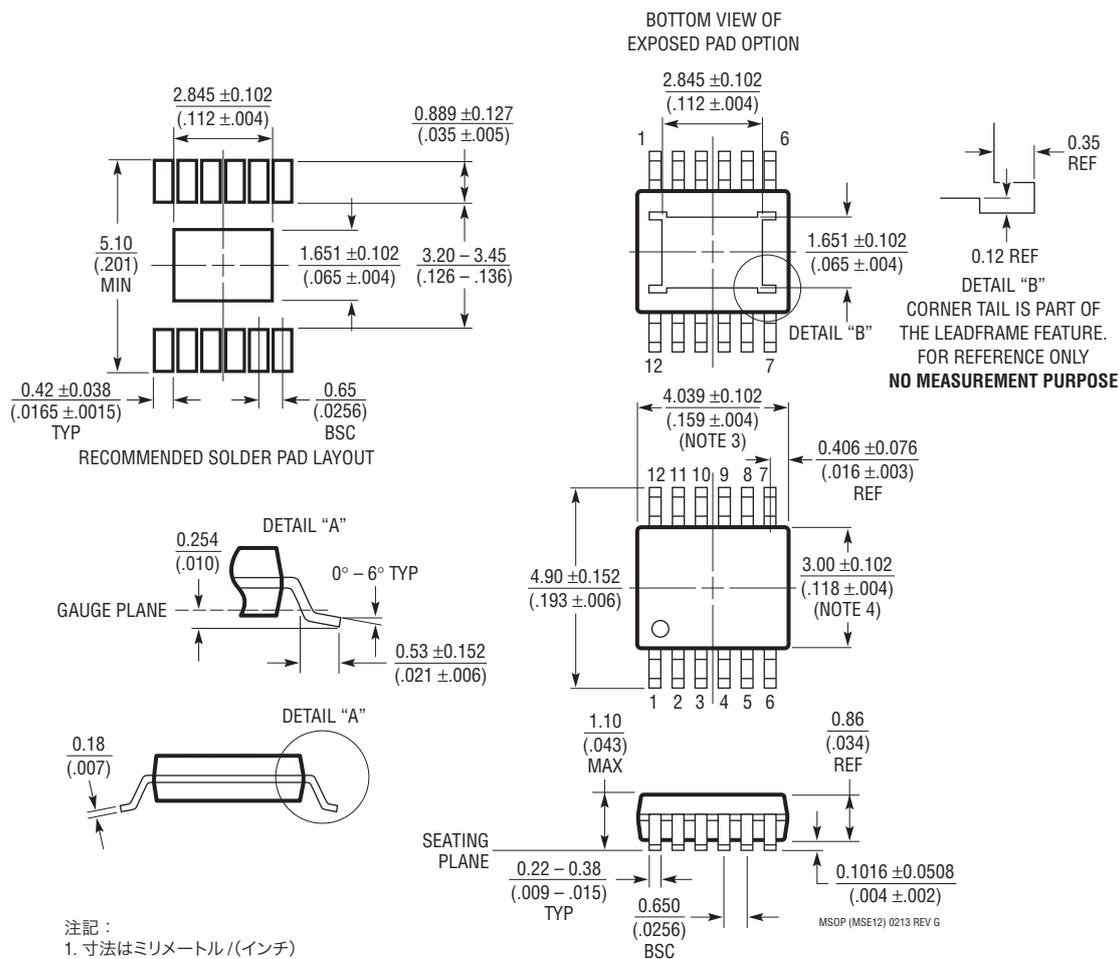
- 注記：
 1. 寸法は $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$
 2. 図は実寸とは異なる
 3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない。
 モールドのバリまたは突出部は $0.010''$ (0.254mm) を超えないこと

4. 標準ストップ部 4mils - 10mils (デートコード 542 前)
 5. 下方ストップ部 0mils - 5mils (デートコード 542 後)

パッケージ

最新のパッケージ図は、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC2058#packaging> を参照してください。

MSE Package
12-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad
 (Reference LTC DWG # 05-08-1666 Rev G)

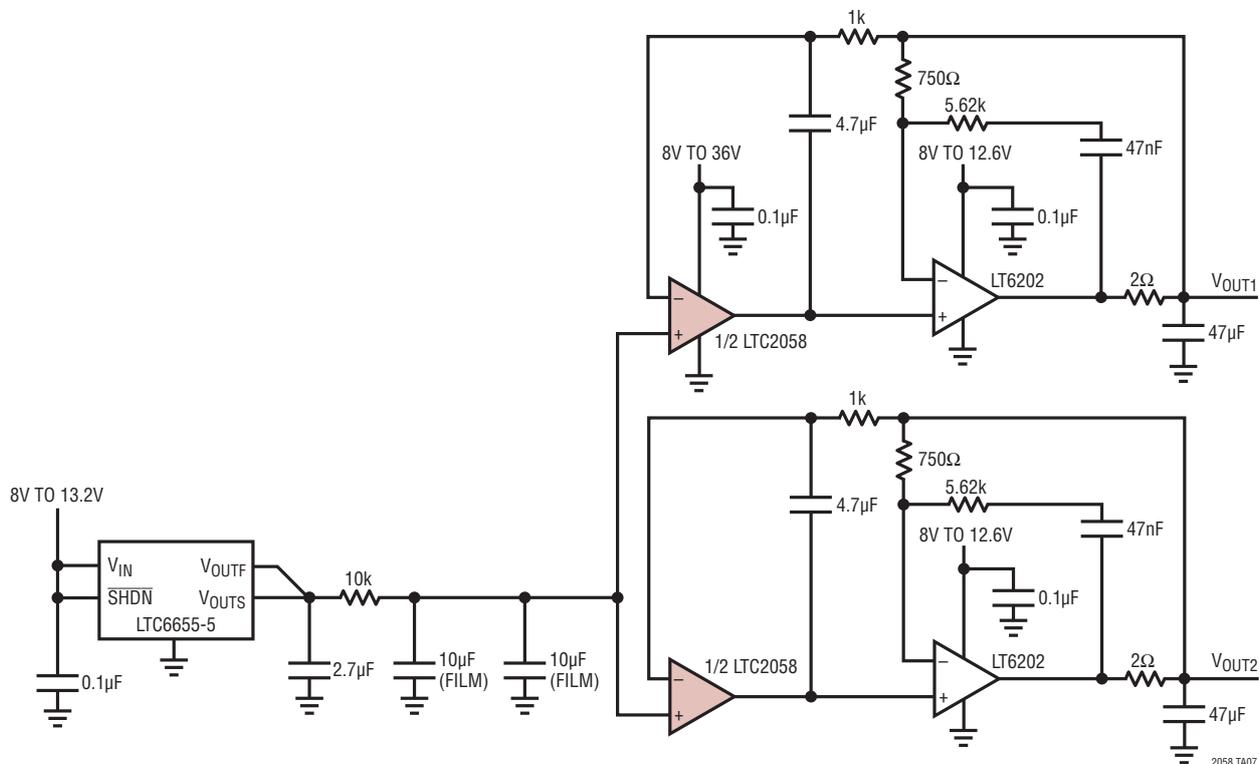


注記:

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、ピン間のバリまたは突出部を含まない。
ピン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. ピンの平坦度(整形後のピンの底面)は最大 0.102mm (0.004") であること
6. 露出パッドの寸法には、モールドのバリを含む。
E-PAD 上のモールドのバリは、各サイドで 0.254mm (0.010") を超えないこと。

代表的なアプリケーション

高精度フィルタ電圧リファレンス分配バッファ



関連製品

製品番号	概要	注釈
LTC2057/ LTC2057HV	高電圧、低ノイズのゼロドリフト・アンプ	$V_{OS}: 4\mu V$, $V_S: 4.75V \sim 60V$, $I_S: 1mA$, RR 出力
LTC2050HV	ゼロドリフト・オペアンプ	$V_{OS}: 3\mu V$, $V_S: 2.7V \sim 12V$, $I_S: 1.5mA$, RR 出力
LTC2051/ LTC2052	デュアル/クワッド、ゼロドリフト・オペアンプ	$V_{OS}: 3\mu V$, $V_S: 2.7V \sim 12V$, $I_S: 1.5mA$, RR 出力
LTC2053	抵抗でプログラマブルな高精度レール to レールのゼロドリフト計装アンプ	$V_{OS}: 10\mu V$, $V_S: 2.7V \sim 11V$, $I_S: 1.3mA$, RR 入出力
LTC2054/ LTC2055	シングル/デュアル・マイクロパワー・ゼロドリフト・オペアンプ	$V_{OS}: 5\mu V$, $V_S: 2.7V \sim 12V$, $I_S: 0.2mA$, RR 入出力
LTC6652	高精度、低ドリフト、低ノイズのバッファ付きリファレンス	$5ppm/^\circ C$, 初期精度: 0.05%, ノイズ: 2.1ppmp-p
LT6654	電源電圧範囲が広く、出力駆動電流の大きい低ノイズ高精度リファレンス	$10ppm/^\circ C$, 初期精度: 0.05%, ノイズ: 1.6ppmp-p
LTC6655	ノイズが 0.25ppm の低ドリフト、高精度バッファ付きリファレンスファミリ	$2ppm/^\circ C$, 初期精度: 0.025%, ノイズ: 0.25ppmp-p
LT6016/LT6017	76V、Over-The-Top® 入力のデュアル/クワッド・オペアンプ	$V_{OS}: 50\mu V$, $V_S: 3V \sim 50V$, $I_S: 0.335mA$, RR 入出力
LTC6090	140V オペアンプ	$I_B: 50pA$, $V_{OS}: 1.6mV$, $V_S: 9.5V \sim 140V$, $I_S: 4.5mA$, RR 出力
LT5400	統合したクワッド抵抗ネットワーク	マッチング特性: $\pm 0.01\%$, $\pm 0.2ppm/^\circ C$