

特長

- 電圧ノイズ
 - 1.1nV/√Hz (MAX) @1kHz
 - 0.85nV/√Hz (TYP) @1kHz
 - 1.0nV/√Hz (TYP) @10Hz
 - 35nV (P-P) (TYP) (0.1Hzから10Hz)
- 電圧および電流ノイズは100%テスト
- 利得帯域幅積
 - LT1028: 50MHz (MIN)
 - LT1128: 13MHz (MIN)
- スルーレート
 - LT1028: 11V/μs (MIN)
 - LT1128: 5V/μs (MIN)
- オフセット電圧: 40μV (MAX)
- 温度によるドリフト: 0.8μV/°C (MAX)
- 電圧利得: 7,000,000 (MIN)
- 8ピンSOパッケージで供給

アプリケーション

- 低ノイズ周波数分析器
- 高性能オーディオ
- 赤外線検出器
- 加速度計およびジャイロ・アンプ
- 350Ωブリッジ信号調整器
- 磁気探査コイル・アンプ
- ハイドロホン・アンプ

概要

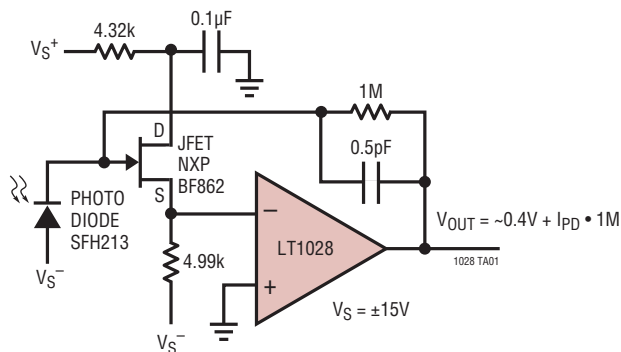
LT[®]1028 (利得-1で安定) / LT1128 (利得+1で安定) では、0.85nV/√Hz (1kHz) および 1.0nV/√Hz (10Hz) など新しいノイズ性能の規格が得られます。この超低ノイズとともに優れた高速仕様 (利得・帯域幅積がLT1028では75MHz、LT1128では20MHz)、無歪み出力、および高精度パラメータ (0.1μV/°Cのドリフト、10μVのオフセット電圧、30,000,000の電圧利得) が得られます。LT1028/LT1128の入力段はほぼ1mAのコレクタ電流動作によって低電圧ノイズを達成していますが、入力バイアス電流はわずか25nAです。

LT1028/LT1128の電圧ノイズは50Ω抵抗のノイズ以下です。したがって、低ソース・インピーダンスのトランスジューサまたはオーディオ・アンプのアプリケーションでは全システムのノイズに対するLT1028/LT1128の影響は無視できます。

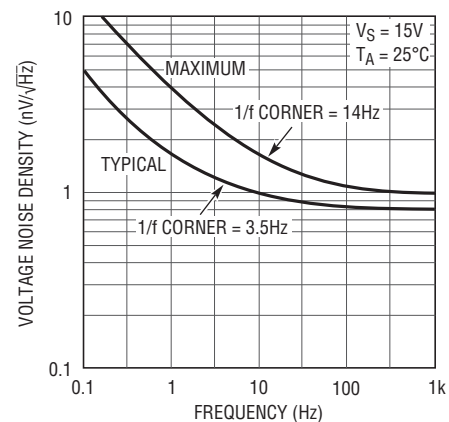
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

超低ノイズ1M TIA フォトダイオード・アンプ



電圧ノイズと周波数



1028 TA02

1028fc

LT1028/LT1128

絶対最大定格 (Note 1)

電源電圧

-55°C ~ 105°C	±22V
105°C ~ 125°C	±16V

差動入力電流 (Note 9) ±25mA

入力電圧 電源電圧に等しい

出力短絡時間 無期限

動作温度範囲

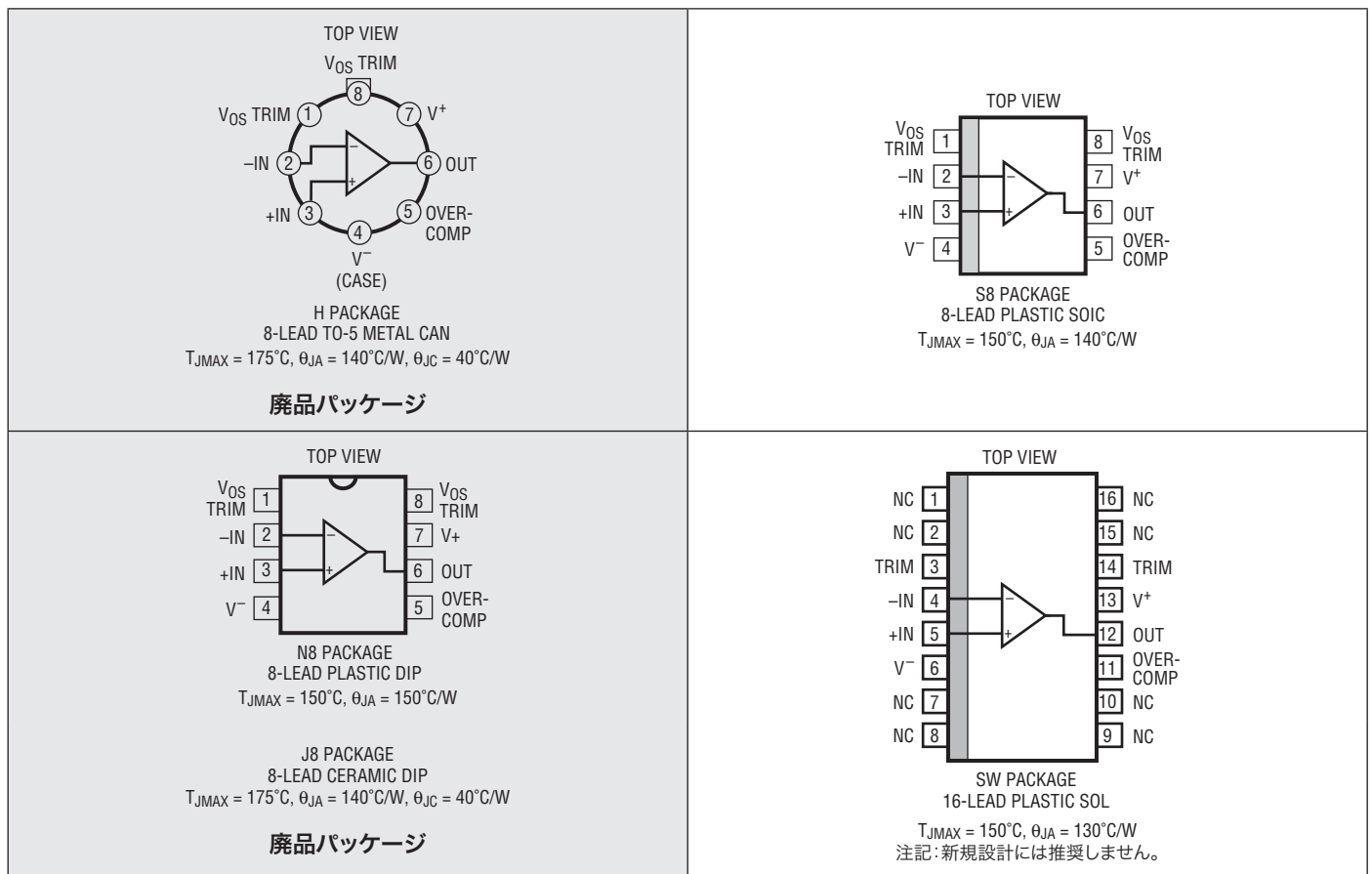
LT1028/LT1128AM、M (廃品)	-55°C ~ 125°C
LT1028/LT1128AC、C (Note 11)	-40°C ~ 85°C

保存温度範囲

全てのデバイス -65°C ~ 150°C

リード温度 (半田付け、10秒) 300°C

ピン配置



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
LT1028ACN8#PBF	N/A	LT1028ACN8	8-Lead PDIP	0°C to 70°C
LT1028CN8#PBF	N/A	LT1028CN8	8-Lead PDIP	0°C to 70°C
LT1128ACN8#PBF	N/A	LT1128ACN8	8-Lead PDIP	0°C to 70°C
LT1128CN8#PBF	N/A	LT1128CN8	8-Lead PDIP	0°C to 70°C
LT1028CS8#PBF	LT1028CS8#TRPBF	1028	8-Lead Plastic Small Outline	0°C to 70°C
LT1128CS8#PBF	LT1128CS8#TRPBF	1128	8-Lead Plastic Small Outline	0°C to 70°C
LT1028CSW#PBF	LT1028CSW#TRPBF	LT1028CSW	16-Lead Plastic SOIC (Wide)	0°C to 70°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。

非標準の鉛ベース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。

電気的特性 注記がない限り、 $V_S = \pm 15V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LT1028AM/AC LT1128AM/AC			LT1028M/C LT1128M/C			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_{OS}	Input Offset Voltage	(Note 2)		10	40		20	80	μV
$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta Time}$	Long Term Input Offset Voltage Stability	(Note 3)		0.3			0.3		$\mu V/Mo$
I_{OS}	Input Offset Current	$V_{CM} = 0V$		12	50		18	100	nA
I_B	Input Bias Current	$V_{CM} = 0V$		± 25	± 90		± 30	± 180	nA
e_n	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz (Note 4)		35	75		35	90	nV _{P-P}
	Input Noise Voltage Density	$f_0 = 10Hz$ (Note 5) $f_0 = 1000Hz$, 100% Tested		1.00 0.85	1.7 1.1		1.0 0.9	1.9 1.2	nV/\sqrt{Hz} nV/\sqrt{Hz}
I_n	Input Noise Current Density	$f_0 = 10Hz$ (Notes 4 and 6) $f_0 = 1000Hz$, 100% Tested		4.7 1.0	10.0 1.6		4.7 1.0	12.0 1.8	pA/\sqrt{Hz} pA/\sqrt{Hz}
	Input Resistance Common Mode Differential Mode			300 20			300 20		$M\Omega$ $k\Omega$
	Input Capacitance			5			5		pF
	Input Voltage Range			± 11.0	± 12.2		± 11.0	± 12.2	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = \pm 11V$		114	126		110	126	dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = \pm 4V$ to $\pm 18V$		117	133		110	132	dB
A_{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$R_L \geq 2k$, $V_O = \pm 12V$ $R_L \geq 1k$, $V_O = \pm 10V$ $R_L \geq 600\Omega$, $V_O = \pm 10V$		7.0 5.0 3.0	30.0 20.0 15.0		5.0 3.5 2.0	30.0 20.0 15.0	$V/\mu V$ $V/\mu V$ $V/\mu V$
V_{OUT}	Maximum Output Voltage Swing	$R_L \geq 2k$ $R_L \geq 600\Omega$		± 12.3 ± 11.0	± 13.0 ± 12.2		± 12.0 ± 10.5	± 13.0 ± 12.2	V V
SR	Slew Rate	$A_{VCL} = -1$ $A_{VCL} = -1$	LT1028 LT1128	11.0 5.0	15.0 6.0		11.0 4.5	15.0 6.0	$V/\mu s$ $V/\mu s$
GBW	Gain-Bandwidth Product	$f_0 = 20kHz$ (Note 7) $f_0 = 200kHz$ (Note 7)	LT1028 LT1128	50 13	75 20		50 11	75 20	MHz MHz
Z_O	Open-Loop Output Impedance	$V_O = 0$, $I_O = 0$		80			80		Ω
I_S	Supply Current			7.4	9.5		7.6	10.5	mA

LT1028/LT1128

電気的特性 ●は全動作温度範囲 $-55^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$ での規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		LT1028AM LT1128AM			LT1028M LT1128M			UNITS
				MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_{OS}	Input Offset Voltage	(Note 2)	●		30	120		45	180	μV
$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta \text{Temp}}$	Average Input Offset Drift	(Note 8)	●		0.2	0.8		0.25	1.0	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
I_{OS}	Input Offset Current	$V_{CM} = 0\text{V}$	●		25	90		30	180	nA
I_B	Input Bias Current	$V_{CM} = 0\text{V}$	●		± 40	± 150		± 50	± 300	nA
	Input Voltage Range		●	± 10.3	± 11.7		± 10.3	± 11.7		V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = \pm 10.3\text{V}$	●	106	122		100	120		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = \pm 4.5\text{V}$ to $\pm 16\text{V}$	●	110	130		104	130		dB
A_{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$R_L \geq 2\text{k}$, $V_O = \pm 10\text{V}$ $R_L \geq 1\text{k}$, $V_O = \pm 10\text{V}$	●	3.0 2.0	14.0 10.0		2.0 1.5	14.0 10.0		$\text{V}/\mu\text{V}$ $\text{V}/\mu\text{V}$
V_{OUT}	Maximum Output Voltage Swing	$R_L \geq 2\text{k}$	●	± 10.3	± 11.6		± 10.3	± 11.6		V
I_S	Supply Current		●		8.7	11.5		9.0	13.0	mA

●は全動作温度範囲 $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$ の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		LT1028AC LT1128AC			LT1028C LT1128C			UNITS
				MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_{OS}	Input Offset Voltage	(Note 2)	●		15	80		30	125	μV
$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta \text{Temp}}$	Average Input Offset Drift	(Note 8)	●		0.1	0.8		0.2	1.0	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
I_{OS}	Input Offset Current	$V_{CM} = 0\text{V}$	●		15	65		22	130	nA
I_B	Input Bias Current	$V_{CM} = 0\text{V}$	●		± 30	± 120		± 40	± 240	nA
	Input Voltage Range		●	± 10.5	± 12.0		± 10.5	± 12.0		V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = \pm 10.5\text{V}$	●	110	124		106	124		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = \pm 4.5\text{V}$ to $\pm 18\text{V}$	●	114	132		107	132		dB
A_{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$R_L \geq 2\text{k}$, $V_O = \pm 10\text{V}$ $R_L \geq 1\text{k}$, $V_O = \pm 10\text{V}$	●	5.0 4.0	25.0 18.0		3.0 2.5	25.0 18.0		$\text{V}/\mu\text{V}$ $\text{V}/\mu\text{V}$
V_{OUT}	Maximum Output Voltage Swing	$R_L \geq 2\text{k}$ $R_L \geq 600\Omega$ (Note 10)	●	± 11.5 ± 9.5	± 12.7 ± 11.0		± 11.5 ± 9.0	± 12.7 ± 10.5		V V
I_S	Supply Current		●		8.0	10.5		8.2	11.5	mA

電気的特性 ●は全動作温度範囲 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$ での規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 。(Note 11)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		LT1028AC LT1128AC			LT1028C LT1128C			UNITS
				MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_{OS}	Input Offset Voltage		●	20	95		35	150	μV	
$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta \text{Temp}}$	Average Input Offset Drift	(Note 8)	●	0.2	0.8		0.25	1.0	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	
I_{OS}	Input Offset Current	$V_{CM} = 0\text{V}$	●	20	80		28	160	nA	
I_B	Input Bias Current	$V_{CM} = 0\text{V}$	●		± 35	± 140		± 45	± 280	nA
	Input Voltage Range		●	± 10.4	± 11.8		± 10.4	± 11.8	V	
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = \pm 10.5\text{V}$	●	108	123		102	123	dB	
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = \pm 4.5\text{V to } \pm 18\text{V}$	●	112	131		106	131	dB	
A_{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$R_L \geq 2\text{k}, V_O = \pm 10\text{V}$ $R_L \geq 1\text{k}, V_O = \pm 10\text{V}$	●	4.0 3.0	20.0 14.0		2.5 2.0	20.0 14.0	$\text{V}/\mu\text{V}$ $\text{V}/\mu\text{V}$	
V_{OUT}	Maximum Output Voltage Swing	$R_L \geq 2\text{k}$	●	± 11.0	± 12.5		± 11.0	± 12.5	V	
I_S	Supply Current		●	8.5	11.0		8.7	12.5	mA	

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: 入力オフセット電圧の測定は、電力投入からおよそ0.5秒後に自動テスト装置によって行なわれる。更に、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ でのオフセット電圧は、デバイスが完全にウォームアップされたときのチップの温度上昇を考慮に入れるために、およそ 55°C に加熱したチップを使用して測定する。

Note 3: 入力オフセット電圧の長期安定性は、動作開始から最初の30日を超えて延長された期間にわたって測定された、オフセット電圧の平均傾向線と時間の関係を表している。初期動作期間を除いて、最初の30日間の V_{OS} の変化は標準 $2.5\mu\text{V}$ である。

Note 4: このパラメータはサンプルベースでのみテストされる。

Note 5: 10Hzノイズ電圧密度は、S8およびS16パッケージを除いてロットごとにサンプリングでテストされる。要求があれば、10Hzでの全数テストも可能。

Note 6: 電流ノイズは、平衡状態のソース抵抗を使用して定義され、測定される。(抵抗ノイズをRMSベースで差し引いた後の)結果の電圧ノイズを、2つのソース抵抗の和で割ると、電流ノイズが得られる。10Hzでの最大電流ノイズは、1kHzでの全数テストから推測することができる。

Note 7: 利得帯域幅積はテストされない。利得帯域幅積は設計によって保証されており、スルーレートの測定値からの推測によっても保証されている。

Note 8: このパラメータに対しては全数テストは実施されない。

Note 9: 入力はバック・トゥ・バック・ダイオードで保護されている。低ノイズを達成するために、電流制限抵抗は使用されない。差動入力電圧が $\pm 1.8\text{V}$ を超える場合、入力電流は25mAに制限する必要がある。

Note 10: このパラメータは、 $T_A = 70^{\circ}\text{C}$ で完全にウォームアップされた状態で設計によって保証されている。これには電源電流と負荷電流に起因するチップ温度の上昇が含まれる。

Note 11: LT1028/LT1128はこれらの拡張温度範囲に適合するように設計され、特性が定められ、適合することが見込まれているが、 -40°C および 85°C ではテストされない。保証されたグレードの製品が供給される。弊社にご相談ください。

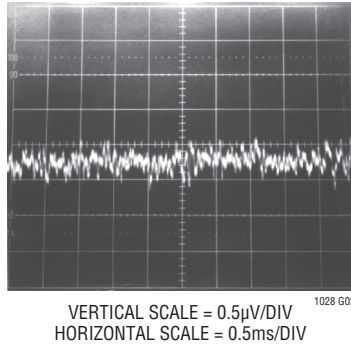
標準的性能特性

10Hz 電圧ノイズの分布



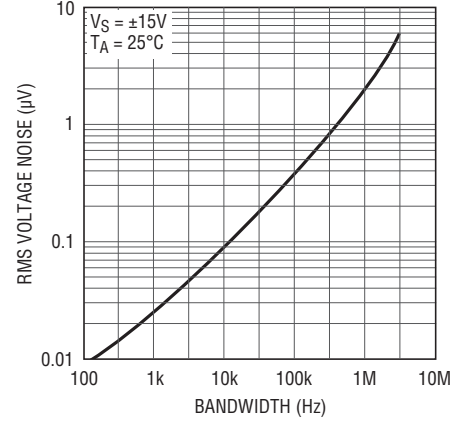
1028 G01

広帯域ノイズ (DC ~ 20kHz)



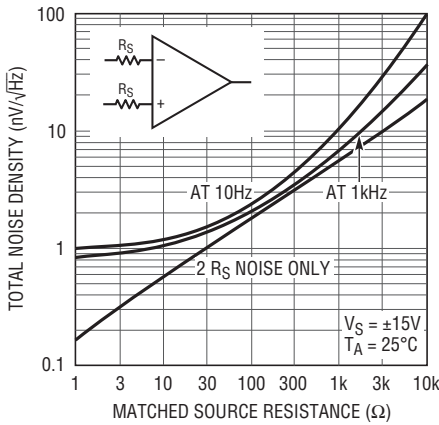
1028 G02

広帯域電圧ノイズ (0.1Hz ~ 指定された周波数)



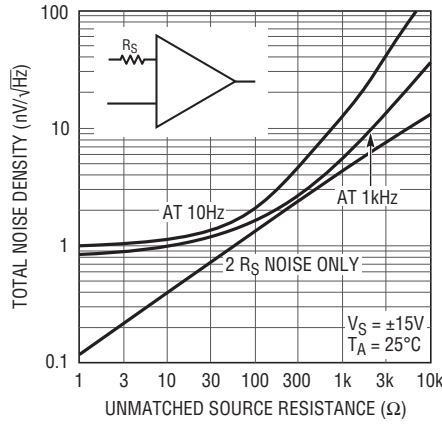
1028 G03

全ノイズと等価なソース抵抗



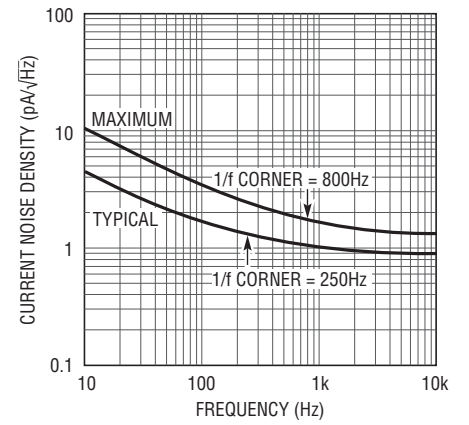
1028 G04

全ノイズと等価でないソース抵抗



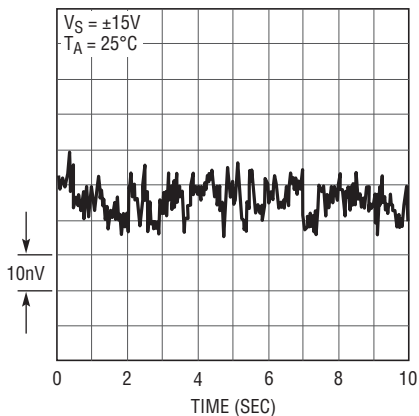
1028 G05

電流ノイズ・スペクトラム



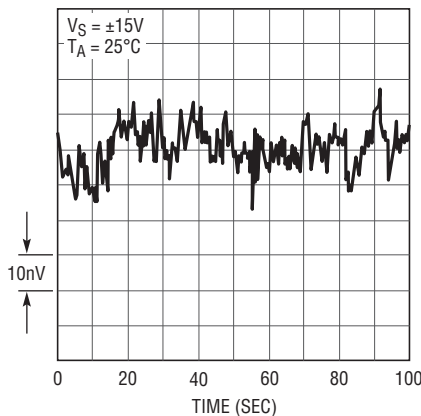
1028 G06

0.1Hz ~ 10Hz 電圧ノイズ



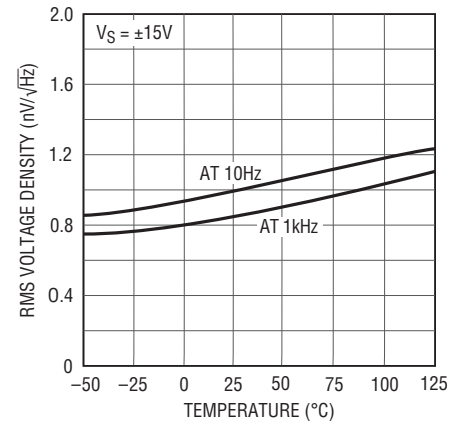
1028 G07

0.01Hz ~ 1Hz 電圧ノイズ



1028 G08

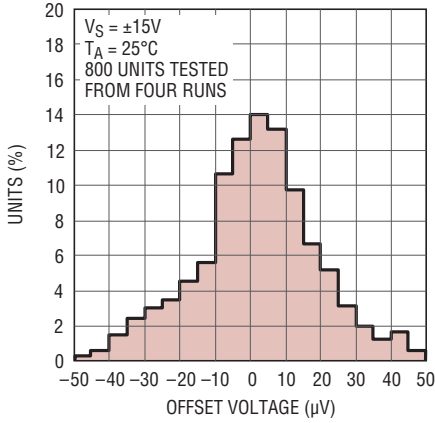
電圧ノイズと温度



1028 G09

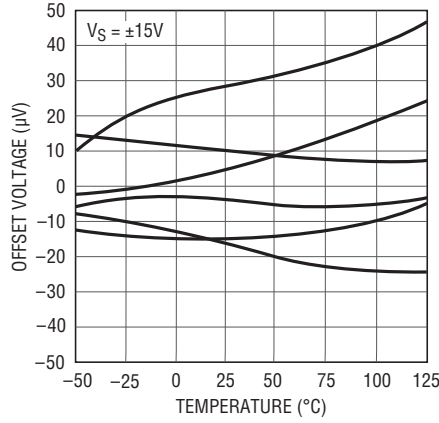
標準的性能特性

入力オフセット電圧の分布



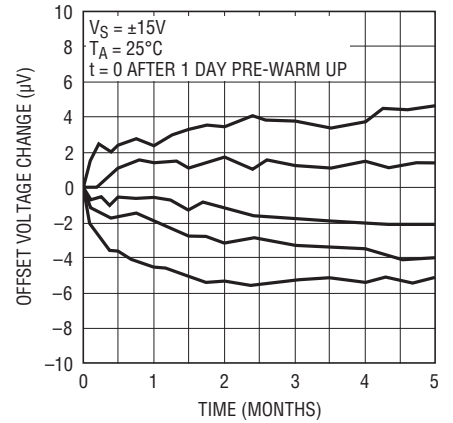
1028 G10

代表的なユニットの温度によるオフセット電圧ドリフト



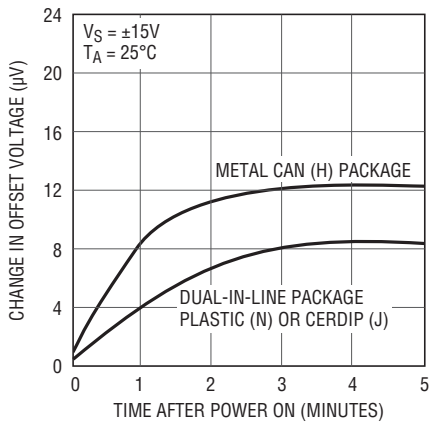
1028 G11

5つの代表的なユニットの長期的安定性



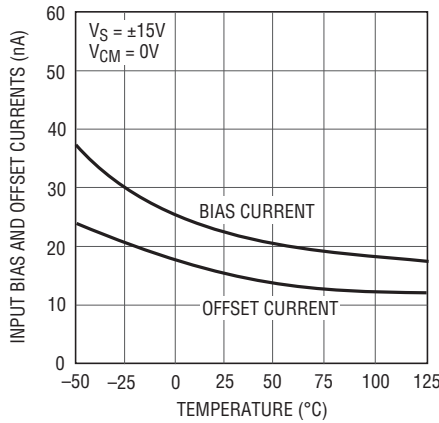
1028 G12

ウォームアップ・ドリフト



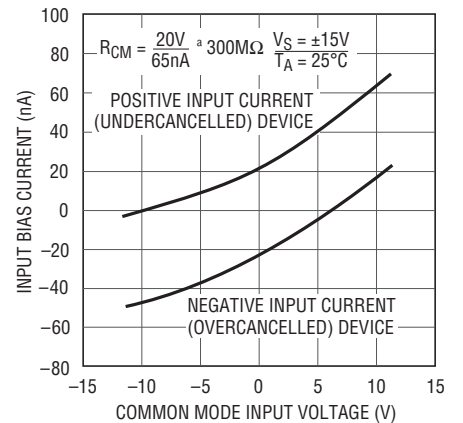
1028 G13

入力バイアスおよびオフセット電流と温度



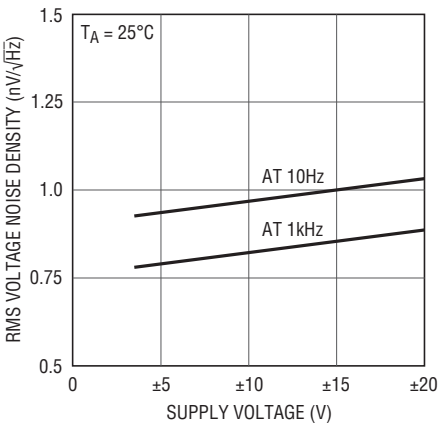
1028 G14

バイアス電流と同相範囲



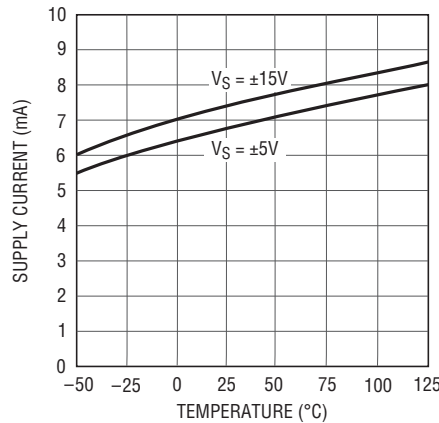
1028 G15

電圧ノイズと電源電圧



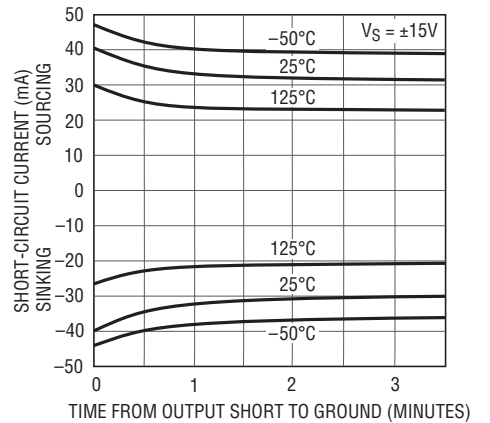
1028 G16

電源電流と温度



1028 G17

出力短絡電流と時間

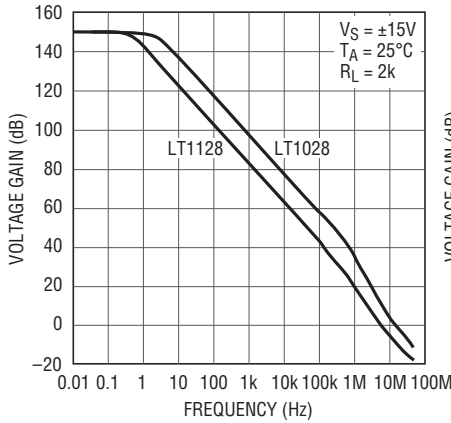


1028 G18

LT1028/LT1128

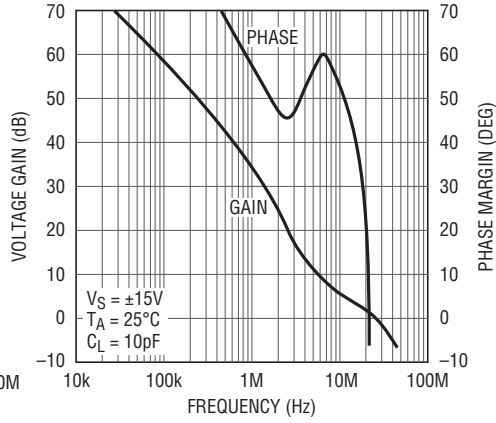
標準的性能特性

電圧利得と周波数



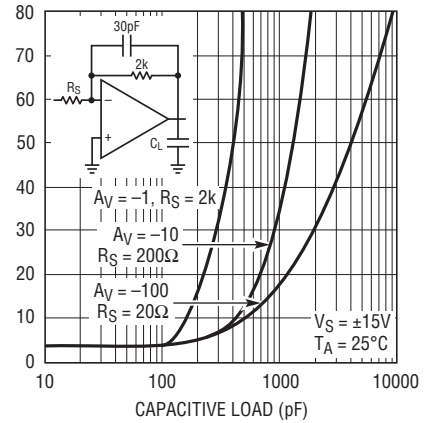
1028 G19

LT1028
利得、位相と周波数



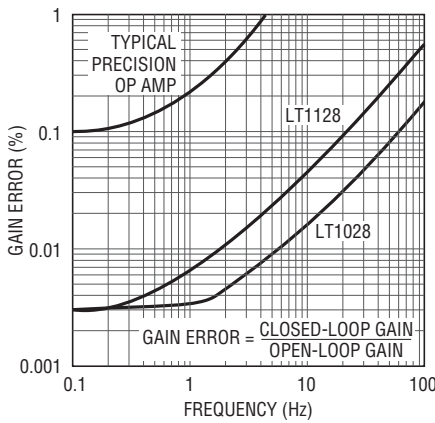
1028 G20

LT1028
容量性負荷処理



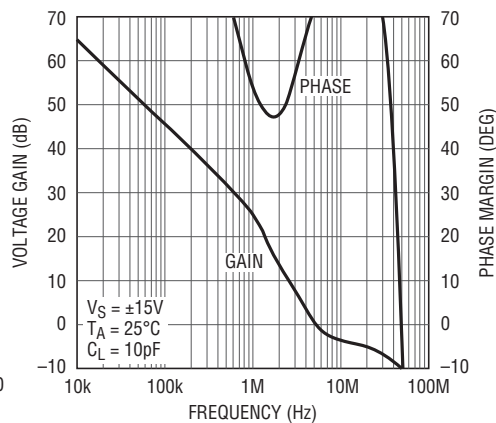
1028 G21

利得誤差と周波数
閉ループ利得 = 1000



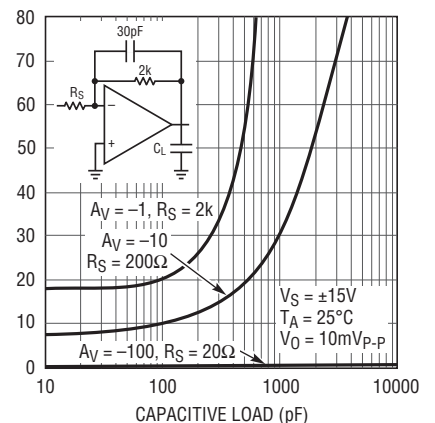
1028 G22

LT1128
利得位相と周波数



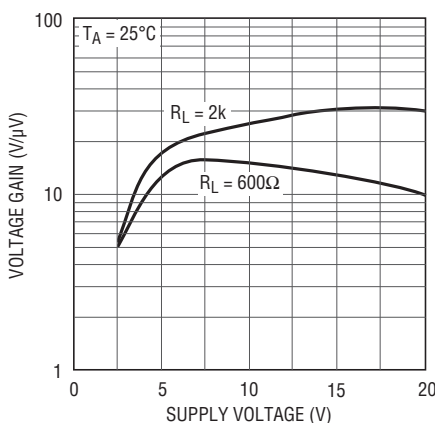
1028 G23

LT1128
容量性負荷処理



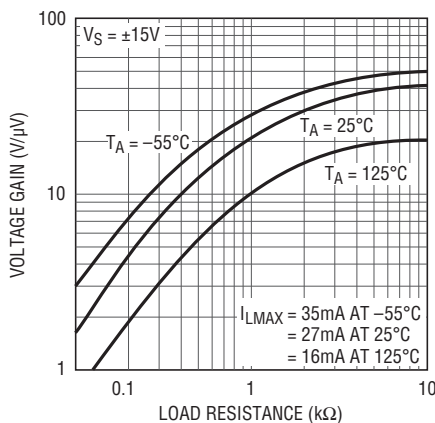
1028 G24

電圧利得と電源電圧



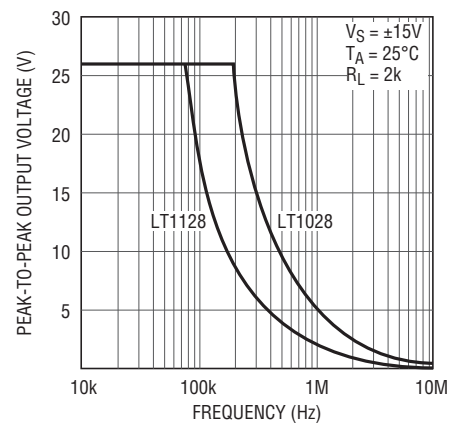
1028 G25

電圧利得と負荷抵抗



1028 G26

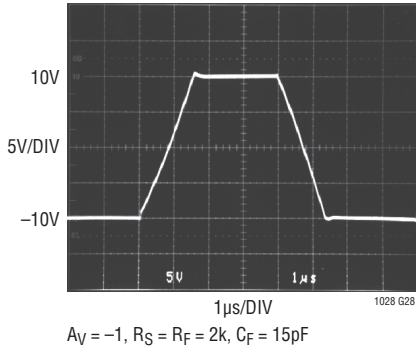
最大無歪み出力と周波数



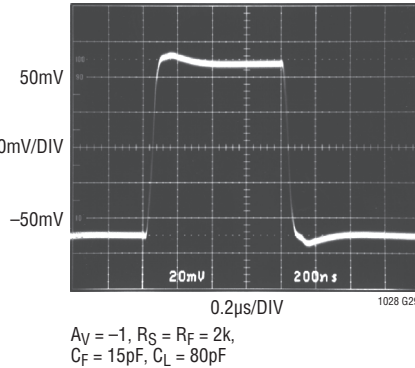
1028 G27

標準的性能特性

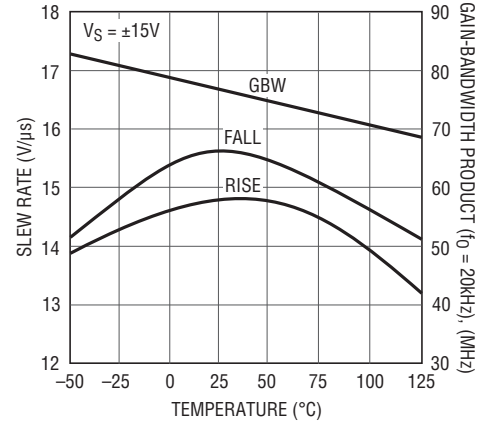
LT1028
大信号過渡応答



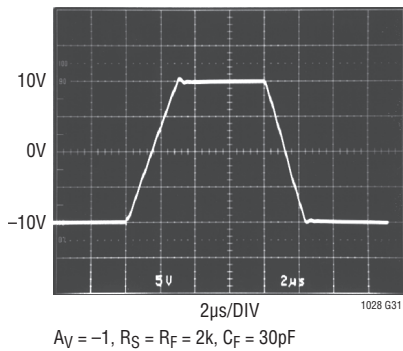
LT1028
小信号過渡応答



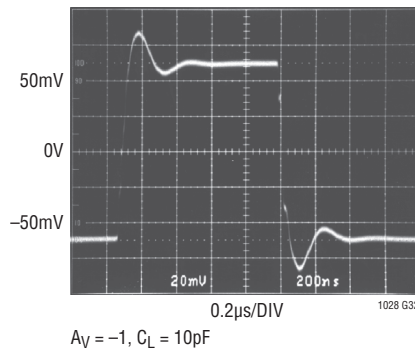
LT1028
スルーレート、利得帯域幅積と
温度



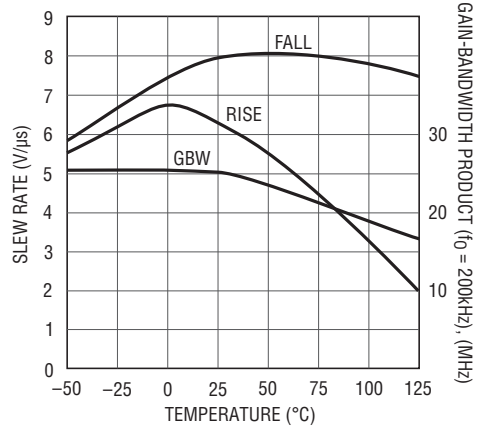
LT1128
大信号過渡応答



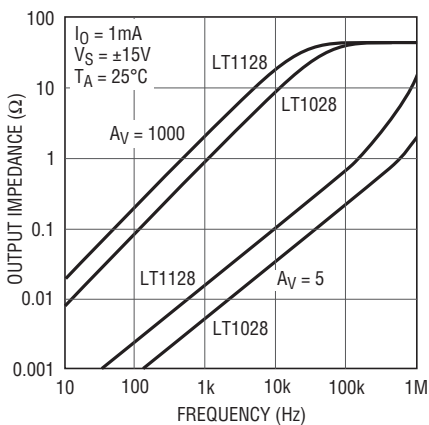
LT1128
小信号過渡応答



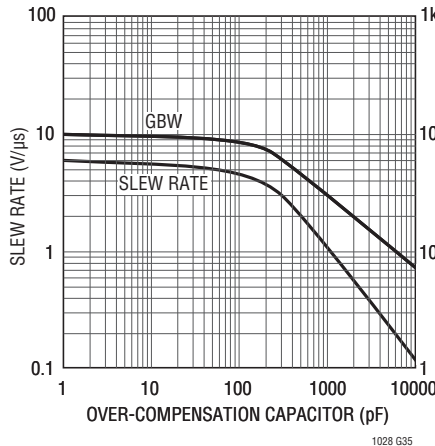
LT1128
スルーレート、利得帯域幅積と
温度



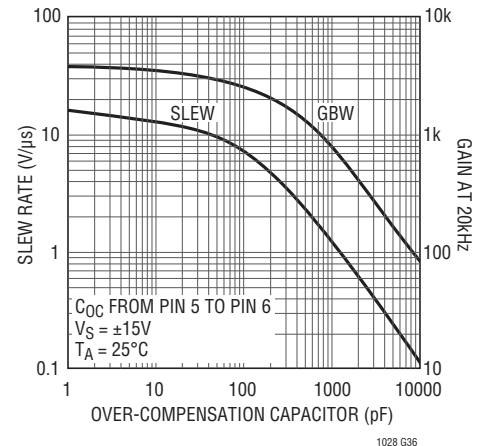
閉ループ出力インピーダンス



LT1128
スルーレート、利得帯域幅積と
過補償コンデンサ



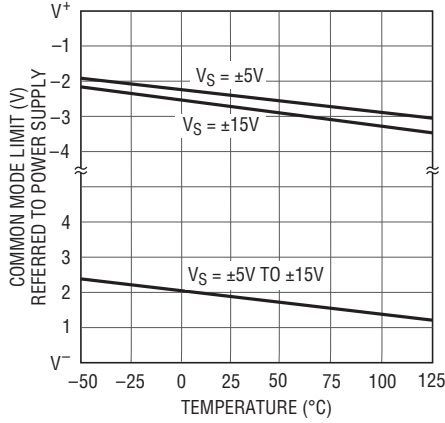
LT1028
スルーレート、利得帯域幅積と
過補償コンデンサ



LT1028/LT1128

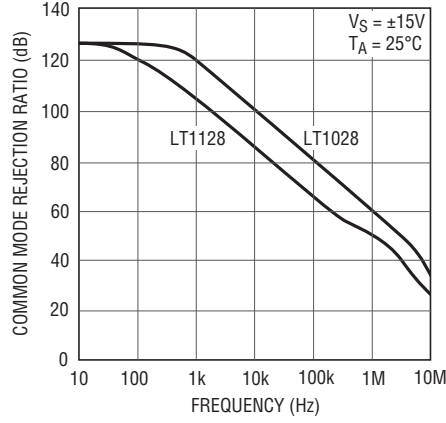
標準的性能特性

同相限界値と温度



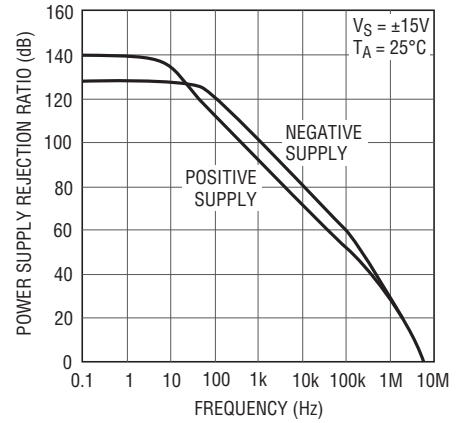
1028 G37

同相除去比 (CMRR) と周波数



1028 G38

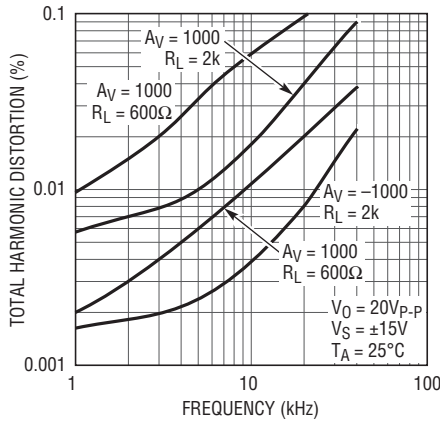
電源電圧変動除去比と周波数



1028 G39

LT1028

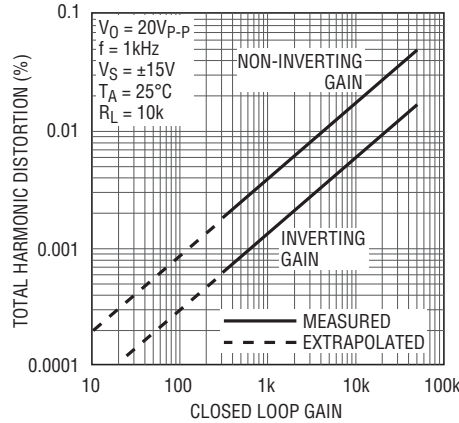
全高調波歪みと周波数および負荷抵抗



1028 G40

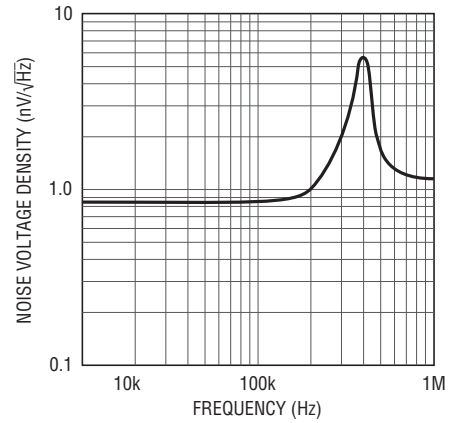
LT1028

全高調波歪みと閉ループ利得



1028 G41

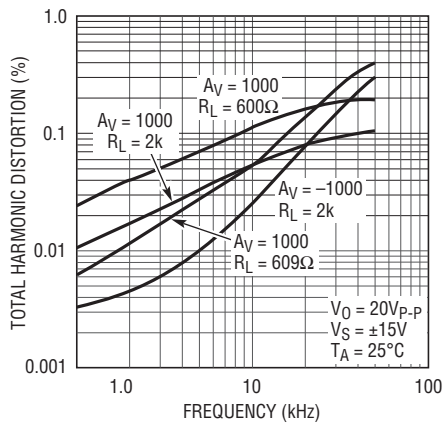
高周波数電圧ノイズと周波数



1028 G42

LT1128

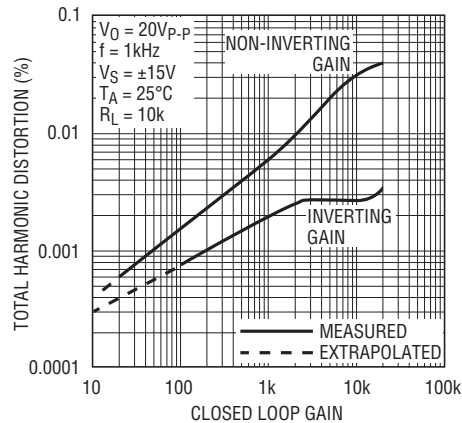
全高調波歪みと周波数および負荷抵抗



1028 G43

LT1128

全高調波歪みと閉ループ利得



1028 G44

1028fc

アプリケーション情報 - ノイズ

電圧ノイズと電流ノイズ

LT1028/LT1128の電圧ノイズは $1\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 以下であり、従来利用可能な(LT1007/1037の)最小電圧ノイズのわずか1/3です。電圧ノイズはコレクタ電流の平方根に反比例するため、低電圧ノイズの必要条件として、入力トランジスタをほぼ 1mA のコレクタ電流で動作させています。一方、電流ノイズはコレクタ電流の平方根に正比例します。その結果、LT1028/LT1128の電流ノイズは、大半のモノリシック・オペアンプよりかなり高くなっています。

したがって、真の低ノイズ性能を実現するには、電圧ノイズ(e_n)、電流ノイズ(I_n)、抵抗ノイズ(r_n)間の相互作用を理解することが重要です。

全ノイズとソース抵抗

オペアンプの全入力換算ノイズは、以下の式で与えられます。

$$e_t = [e_n^2 + r_n^2 + (I_n R_{eq})^2]^{1/2}$$

ここで、 R_{eq} は2つの入力の全等価ソース抵抗であり、以下の式が成り立ちます。

$$r_n = \sqrt{4kTR_{eq}} = 0.13 \sqrt{R_{eq}} \text{ (nV}/\sqrt{\text{Hz}}\text{ @ }25^\circ\text{C)}$$

数値の例として、図1の利得1000のアンプの 1kHz での全ノイズを考えます。

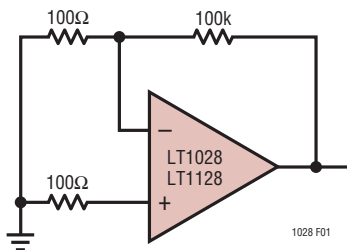


図1

$$\begin{aligned} R_{eq} &= 100\Omega + 100\Omega \parallel 100k \approx 200\Omega \\ r_n &= 0.13 \sqrt{200} = 1.84\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}} \\ e_n &= 0.85\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}} \\ I_n &= 1.0\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}} \end{aligned}$$

$$e_t = [0.85^2 + 1.84^2 + (1.0 \times 0.2)^2]^{1/2} = 2.04\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$$

$$\text{出力ノイズ} = 1000 e_t = 2.04\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$$

非常に小さいソース抵抗($R_{eq} < 40\Omega$)では、電圧ノイズが支配的になります。 R_{eq} が増加すると、上の例のように抵抗ノイズ

が最も重要になり、LT1028/LT1128の電圧ノイズを無視できるようになります。 R_{eq} を更に大きくすると、電流ノイズが重要になります。 1kHz で R_{eq} が $20k$ を超えると、電流ノイズ成分が抵抗ノイズより大きくなります。「全ノイズと等価なソース抵抗」のグラフは、上記の計算を示しています。

このグラフは、 10Hz などの低周波数帯では電流ノイズが支配的であることも示しています。これは、抵抗ノイズは周波数に対してフラットですが、電流ノイズの $1/f$ コーナーは標準で 250Hz であるためです。 10Hz で $R_{eq} > 1k$ のときは、電流ノイズの影響が抵抗ノイズより大きくなります。

ソース抵抗が等価でないときは、「全ノイズと等価でないソース抵抗」のグラフを参照してください。なお、ソース抵抗が $1k$ より小さいときは、抵抗ノイズの影響が小さいため、全ノイズは低くなります。しかし、 $R_S > 1k$ のときは、全ノイズは改善されません。これは、バイアス電流打ち消し回路を使用して入力バイアス電流を低減しているためです。打ち消し回路は、相関性のある2つの電流ノイズ成分を2つの入力に注入します。等価なソース抵抗を使用すると、注入された電流ノイズによって同相電圧ノイズが発生し、アンプによって除去されます。1つの入力にのみソース抵抗を使用すると、打ち消しノイズがアンプの内部ノイズに追加されます。

要するに、LT1028/LT1128は、ソース抵抗が低めに維持されている場合は、ノイズ性能に関して最適なアンプです。ソース抵抗がLT1028/LT1128に適したレベルを超えて増加する場合、ノイズを最小限に抑えるための推奨リニアテクノロジー製オペアンプを以下の表に示します。

表1. ソース抵抗に対して全ノイズの抑制に最適なオペアンプ

ソース抵抗 (Ω) (Note 1)	最適なオペアンプ	
	低周波数帯 (10Hz)	広帯域帯 (1kHz)
0 to 400	LT1028/LT1128	LT1028/LT1128
400 to 4k	LT1007/1037	LT1028/LT1128
4k to 40k	LT1001	LT1007/LT1037
40k to 500k	LT1012	LT1001
500k to 5M	LT1012 or LT1055	LT1012
>5M	LT1055	LT1055

Note 1: ソース抵抗は、等価な抵抗または等価でない抵抗として定義されます。例えば、 $R_S = 1k$ は、各入力に $1k$ 、あるいは1つの入力に $1k$ でもう1つの入力に 0Ω という意味です。

アプリケーション情報 - ノイズ

ノイズ・テスト - 電圧ノイズ

LT1028/LT1128のRMS電圧ノイズ密度は、Quan Tech ノイズ・アナライザ (Model 5173) または同等のノイズ・テストによって正確に測定できます。ただし、使用するソース抵抗のノイズを差し引くように注意する必要があります。Model 5173用の組み立て済みテスト・カードは、60Ωソース抵抗と1.8kの帰還抵抗を使用して閉ループ利得31で被測定デバイスを設定します。この抵抗の組み合わせのノイズは、 $0.13\sqrt{58} = 1.0\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ になります。ノイズが $0.85\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ のLT1028/LT1128は、 $(0.85^2 + 1.0^2)^{1/2} = 1.31\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ の測定値を示します。分解能を上げるには、抵抗を10Ωソース抵抗と300Ω帰還抵抗に置き換えます。10Ω抵抗を使用しても、見かけ上のノイズは実際より8%~10%高くなります。

LT1028/LT1128の0.1Hz~10Hzでのピーク・トゥ・ピーク・ノイズは、図2に示されるテスト回路で測定されます。このノイズ・テストの周波数応答は、0.1Hzのコーナーは1つのゼロ点のみによって定義されていることを示しています。0.1Hz~10Hzノイズを測定するためのテスト時間は10秒以下とする必要があります。なぜなら、この時間制限はゼロ点を追加するように働き、0.1Hz以下の周波数帯からのノイズの寄与分を除去するからです。

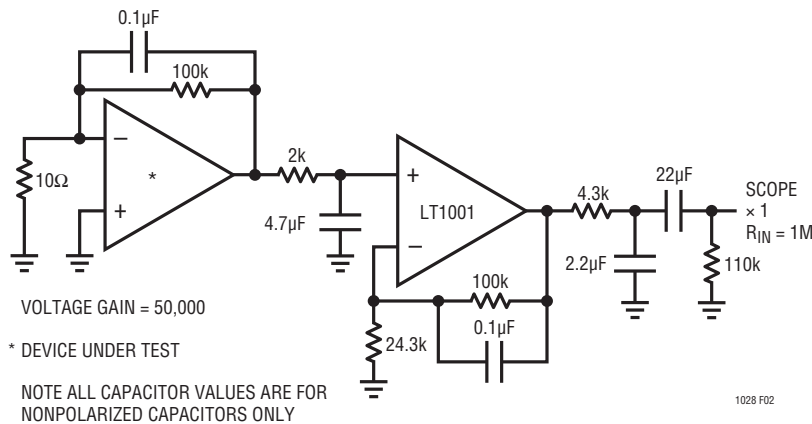


図2. 0.1Hz~10Hzノイズ・テスト回路

LT1028/LT1128の標準35nVのピーク・トゥ・ピーク・ノイズ性能を測定するには、特別な注意事項が必要です。

- (a) デバイスは、少なくとも5分以上はウォームアップします。オペアンプがウォームアップされるにつれて、電源がオンした時点からチップ温度が30°C~40°C上昇するので、オフセット電圧が標準で10μV変化します。10秒間の測定時間内に、これらの温度の影響によるオフセット電圧の変化分は簡単に数十ナボルトを超えることがあります。
- (b) 同様の理由により、デバイスを気流から十分遮蔽して、測定を無効にする数ナボルトを超える熱電効果の可能性をなくす必要があります。
- (c) デバイスの近くでの突然の動きが「フィードスルー」して、測定されるノイズが増加することもあります。

多数のユニットでノイズを測定する際は、ノイズ電圧密度のテストを行うことを推奨します。10Hzノイズ電圧密度は、0.1Hz~10Hzピーク・トゥ・ピーク・ノイズの測定結果と相関性があります。なぜなら両方の結果とも、白色ノイズと1/fコーナー周波数によって決定されるからです。

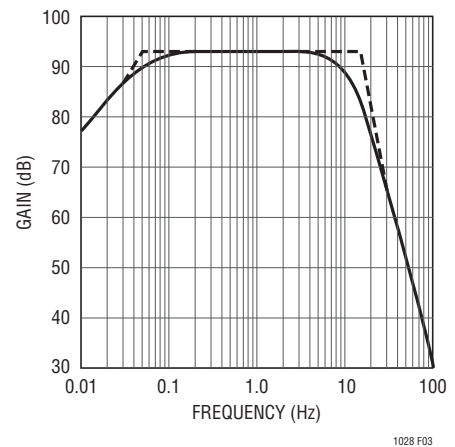


図3. 0.1Hz~10Hzピーク・トゥ・ピーク・ノイズ・テストの周波数応答

アプリケーション情報 - ノイズ

ノイズ・テスト - 電流ノイズ

電流ノイズ密度 (I_n) は次の式で定義され、図4の回路で測定することができます。

$$I_n = \frac{\left[e_{no}^2 - (31 \cdot 18.4 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}})^2 \right]^{1/2}}{20 \text{ k} \cdot 31}$$

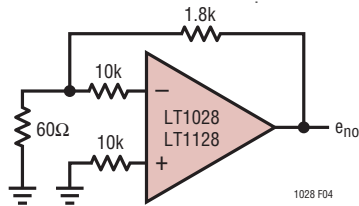


図4

Quan Tech Model 5173を使用した場合、ノイズの測定値は入力換算になります。したがって、結果を31で割る必要はありません。抵抗ノイズに31を掛ける必要はありません。

100%ノイズ・テスト

LT1028/LT1128では、1kHzでの電圧ノイズと電流ノイズは自動テストの一環として100%テストされ、フィルタのおおよその周波数応答が示されます。自動テストの限界値は、Quan Tech Model 5173で測定されるユニット上での広範囲にわたる相関関係テストによって確立されます。

10Hzでの電圧ノイズ密度は、ロットごとにサンプリングでテストされます。要求があれば、追加料金により10Hzでの全数テストも可能です。

10Hzでの電流ノイズはロットごとにテストされませんが、1kHzでの100%テストから推測することができます。このことは、電流ノイズ・スペクトラムのグラフを見ればわかります。10Hzでの電流ノイズが保証された限界値を超える可能性があるのは、1/fコーナが800Hzより高いか、ホワイトノイズが大きいか、あるいはその両方の場合に限られます。この場合は、1kHzでのテストはエラーになります。

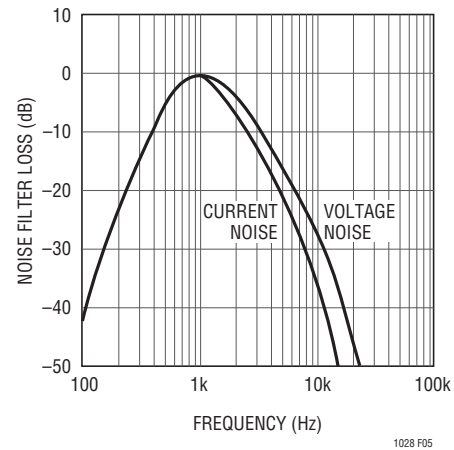


図5. 自動テスト・ノイズ・フィルタ

LT1028/LT1128

アプリケーション情報

共通

LT1028/LT1128シリーズのデバイスは外付けのヌリング部品の有無にかかわらず、OP-07、OP-27、OP-37、LT1007、およびLT1037のソケットに直接挿入することができます。更に、LT1028/LT1128は外付け補償部品を除去した形で5534のソケットに挿入することも可能です。

オフセット電圧の調整

LT1028/LT1128の入力オフセット電圧とその温度ドリフトは、ウェハー・テスト時に永久的なトリミングが施され、低レベルに抑えられています。しかし、 V_{OS} を更に調整する必要がある場合は、1kのヌリング・ポテンショメータを使用することにより温度ドリフト特性の劣化を抑えることも可能です。ゼロ以外の値にトリミングすると、 $(V_{OS}/300)\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ のドリフトが生じます。例えば、 V_{OS} が $300\mu\text{V}$ に調整された場合、ドリフトの変化は $1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ になります。

1kのポテンショメータを使用した場合の調整範囲はおおよそ $\pm 1.1\text{mV}$ です。

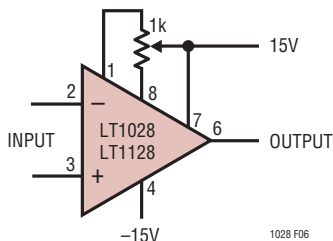


図6

オフセット電圧とドリフト

入力端子での異種金属の接触点で生じる、温度勾配に起因する熱電対効果は、適切な処置を講じないと、アンプの本質的なドリフトを超える大きなドリフトを発生することがあります。 airflowを最小限に抑え、パッケージのリードを短くし、2つの入力リードを互いに近づけて、同じ温度に保つことが必要です。

図7のオフセット電圧測定回路は、LT1028/LT1128のバーンイン・テストの際にも使用されます。

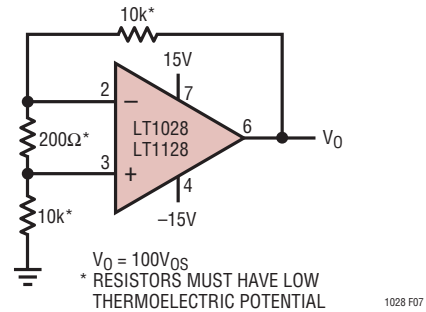


図7. オフセット電圧および
オフセット電圧温度ドリフトのテスト回路

ユニティ・ゲイン・バッファのアプリケーション (LT1128のみ)

$R_F \leq 100\Omega$ で、入力が高速の大信号パルス($>1\text{V}$)でドライブされる場合は、出力波形は図8のパルス動作図で示されるような形となります。

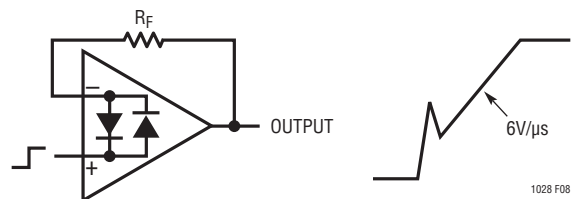


図8

出力波形が高速フィードスルー状の部分にある間、入力保護ダイオードが実効的に出力を入力に短絡させており、出力短絡回路保護によってのみ制限される電流が信号発生器に流れます。 $R_F \geq 500\Omega$ では、出力が電流要件($I_L \leq 20\text{mA}@10\text{V}$)を処理することができ、アンプはアクティブ・モードを維持し、出力を滑らかに遷移させることができます。

$R_F > 2\text{k}$ の場合、全てのオペアンプと同様に、 R_F とアンプの入力容量によってポールが生成され、追加の位相シフトが生じて位相マージンが減少します。この問題は、 R_F と並列に小容量のコンデンサ($20\text{pF} \sim 50\text{pF}$)を接続することによって解決できます。

アプリケーション情報

周波数応答

LT1028の「利得、位相と周波数」のグラフは、6dBの開ループ利得では位相マージンはおよそ50°であるため、LT1028は+2または-1より大きい閉ループ利得内で安定することを示しています。電圧フォロワ構成では、位相マージンが不十分なように思われます。出力が反転入力に対して短絡され、非反転入力が50Ωのソース・インピーダンスからドライブされる場合は、たしかに位相マージンは不十分です。しかし、フィードバックが並列R-Cネットワークを通る場合は($C_F < 68\text{pF}$ とする)、入力抵抗および容量と帰還ネットワークの間の相互作用のため、LT1028は安定します。非反転入力に大きなソース抵抗を接続すると、同様の効果が得られます。以下の電圧フォロワ構成は安定します。

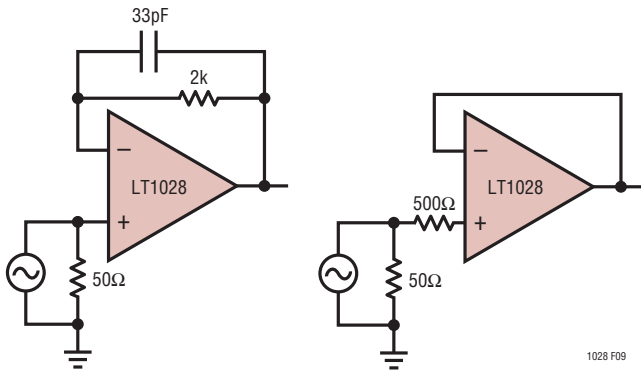


図9

ユニティ・ゲイン安定を要求するもう1つの構成を以下に示します。 C_F が十分に大きく、15MHzで入力に対して出力を実質的に短絡する場合、振動が発生します。 $R_{S2} \geq 500\Omega$ を挿入すると、LT1028の振動を防止できます。 $R_{S1} \geq 500\Omega$ の場合、 R_{S2} があるために発生する追加ノイズの影響は最小限に抑えられます。 $R_{S1} \leq 100\Omega$ の場合は、 R_{S1} は C_F 短絡を介して出力に重い負荷をかけるため、 R_{S2} は不要です。 $100\Omega < R_{S1} < 500\Omega$ の場合は、 R_{S2} を R_{S1} に一致させる必要があります。例えば、 $R_{S1} = R_{S2} = 300\Omega$ では安定します。 R_{S2} に起因するノイズの増加は40%です。

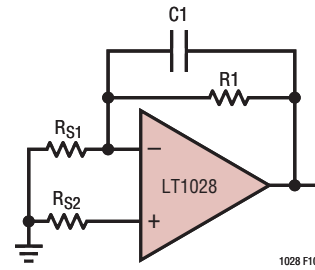


図10

C_F のみを使用してノイズ帯域幅をカットする場合は、過補償端子を使用して同様の効果を達成することができます。

「利得、位相と周波数」のグラフは、利得が10 (20dB)での位相マージンはおよそ45°であることも示しています。以下の構成では、帰還抵抗(入力容量ポール)に起因する追加の位相シフトのために、10pFコンデンサを使用しない場合は大きな(ほぼ70%)オーバーシュートが発生します。10pFコンデンサがあるため、このポールが打ち消され、オーバーシュートは5%に減少します。

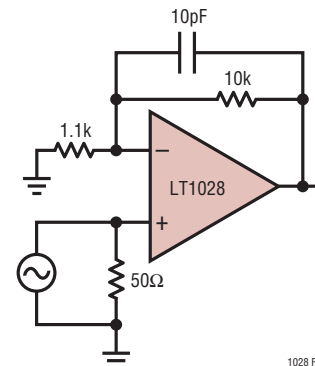


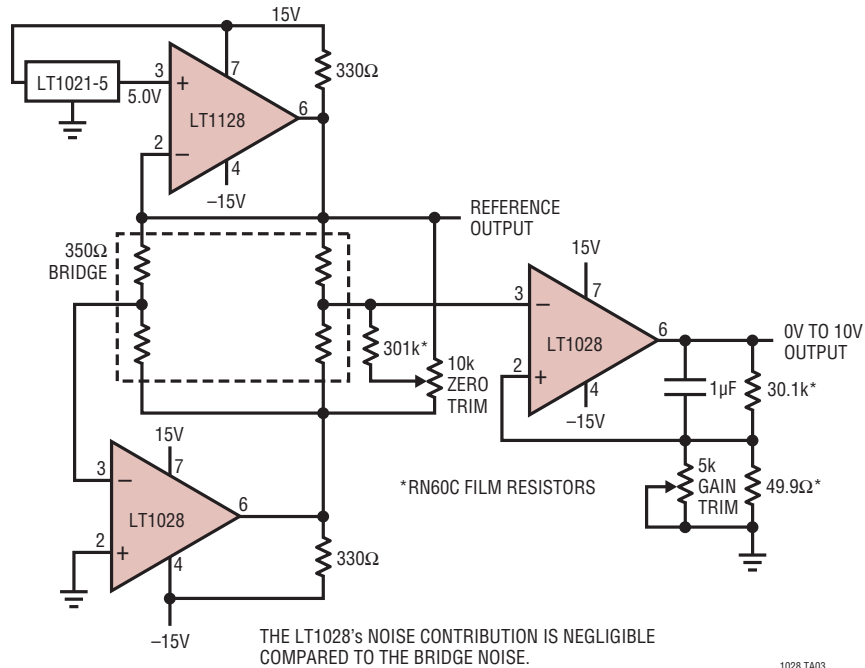
図11

過補償

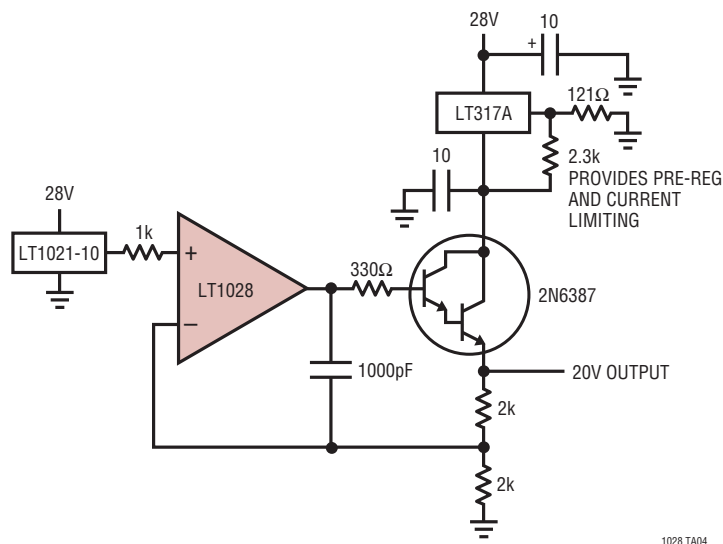
LT1028/LT1128は、周波数過補償端子(ピン5)を搭載しています。ピン5と出力の間にコンデンサを接続すると、ノイズ帯域幅が小さくなります。詳細については、「スルーレート、利得帯域幅積と過補償コンデンサ」のグラフを参照してください。これ以外に、容量性負荷処理能力の向上というメリットもあります。

標準的応用例

ブリッジ励起付きストレイン・ゲージ・シグナル・コンディショナ

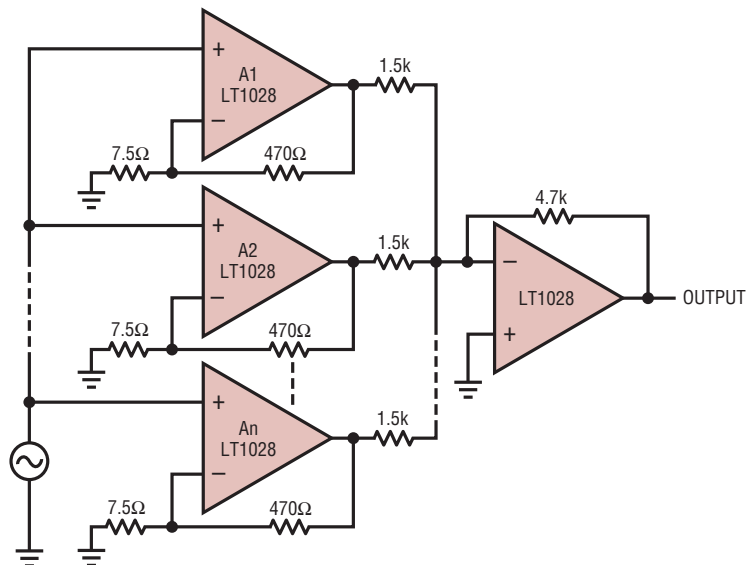


低ノイズ電圧レギュレータ



標準的応用例

アンプの並列接続による電圧ノイズの低減

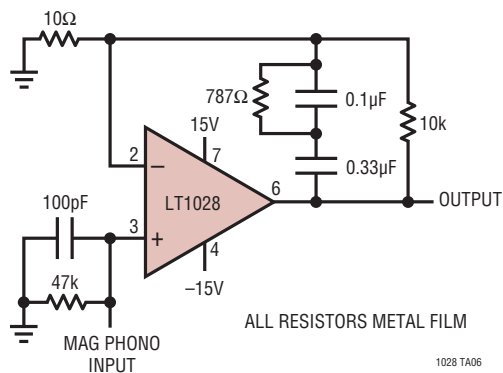


1. ASSUME VOLTAGE NOISE OF LT1028 AND 7.5Ω SOURCE RESISTOR = $0.9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$.
2. GAIN WITH n LT1028s IN PARALLEL = $n \cdot 200$.
3. OUTPUT NOISE = $\sqrt{n} \cdot 200 \cdot 0.9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$.
4. INPUT REFERRED NOISE = $\frac{\text{OUTPUT NOISE}}{n \cdot 200} = \frac{0.9}{\sqrt{n}} \text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$.
5. NOISE CURRENT AT INPUT INCREASES \sqrt{n} TIMES.
6. IF n = 5, GAIN = 1000, BANDWIDTH = 1MHz, RMS NOISE, DC TO 1MHz = $\frac{2\mu\text{V}}{\sqrt{5}} = 0.9\mu\text{V}$.

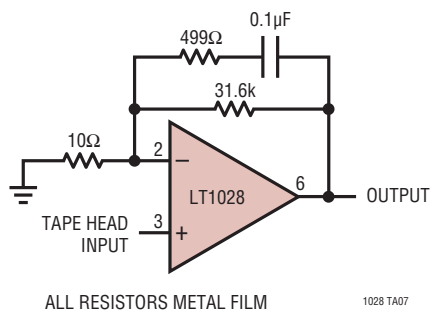
1028 TA05

標準的応用例

フォノ・プリアンプ

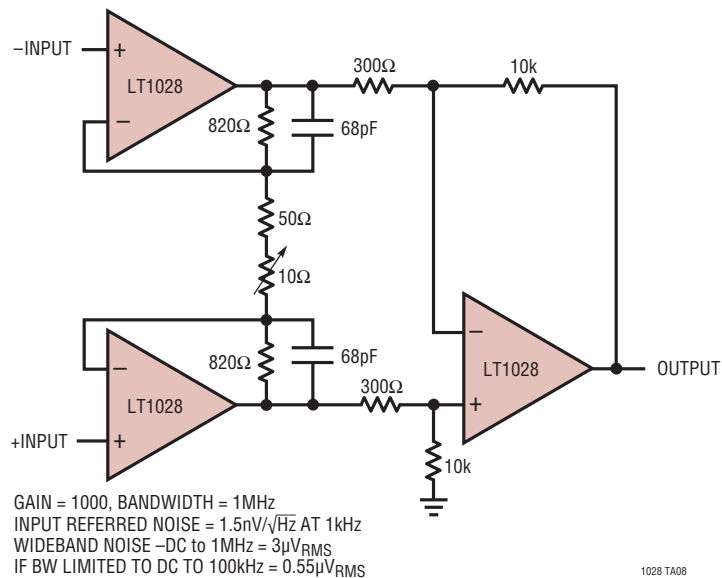


テープ・ヘッド・アンプ

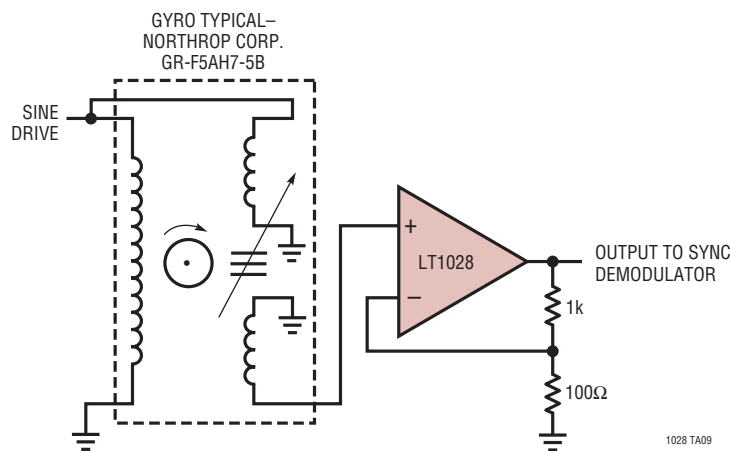


標準的応用例

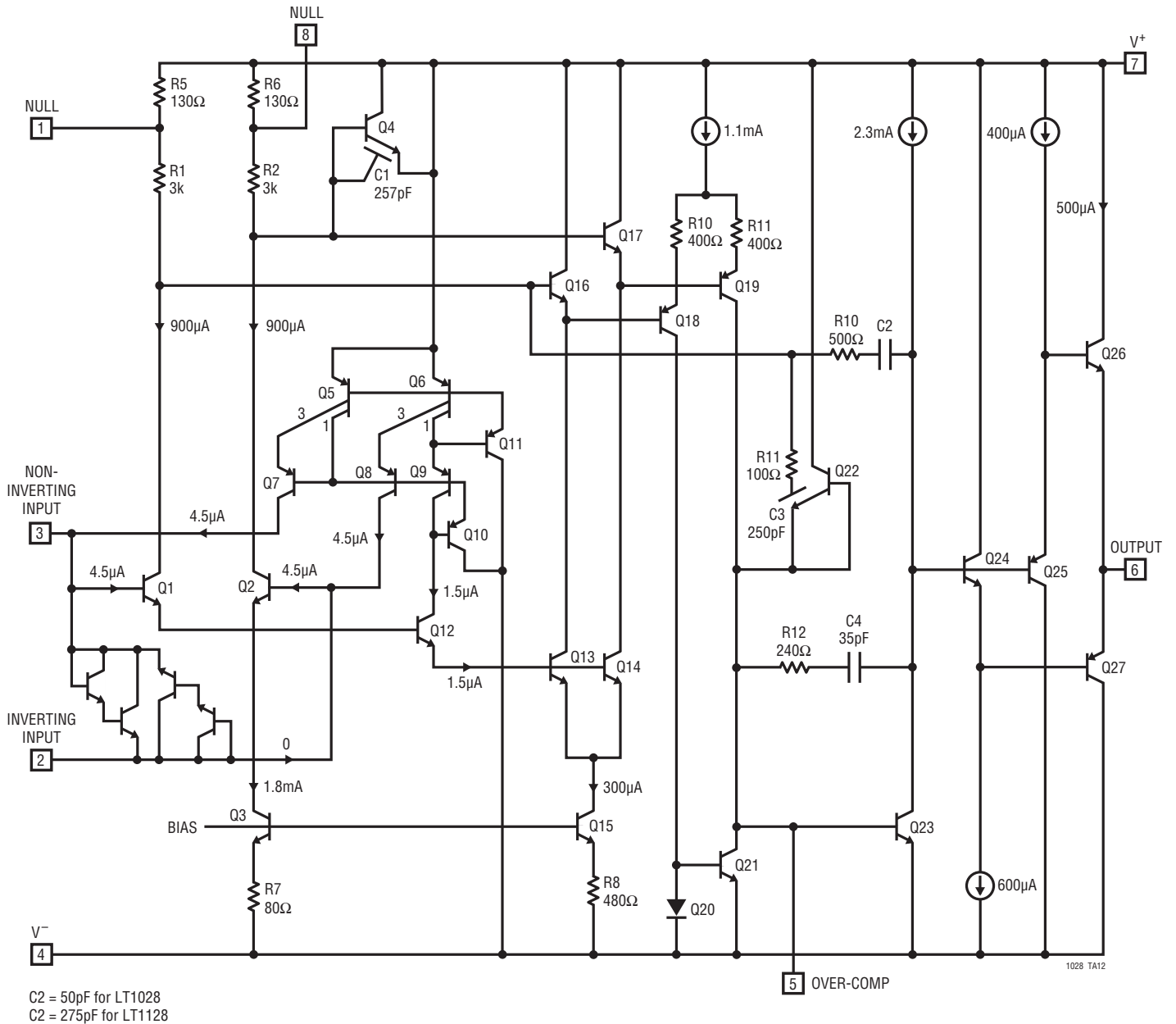
低ノイズ、広帯域幅計装アンプ



ジャイロ・ピックアップ・アンプ

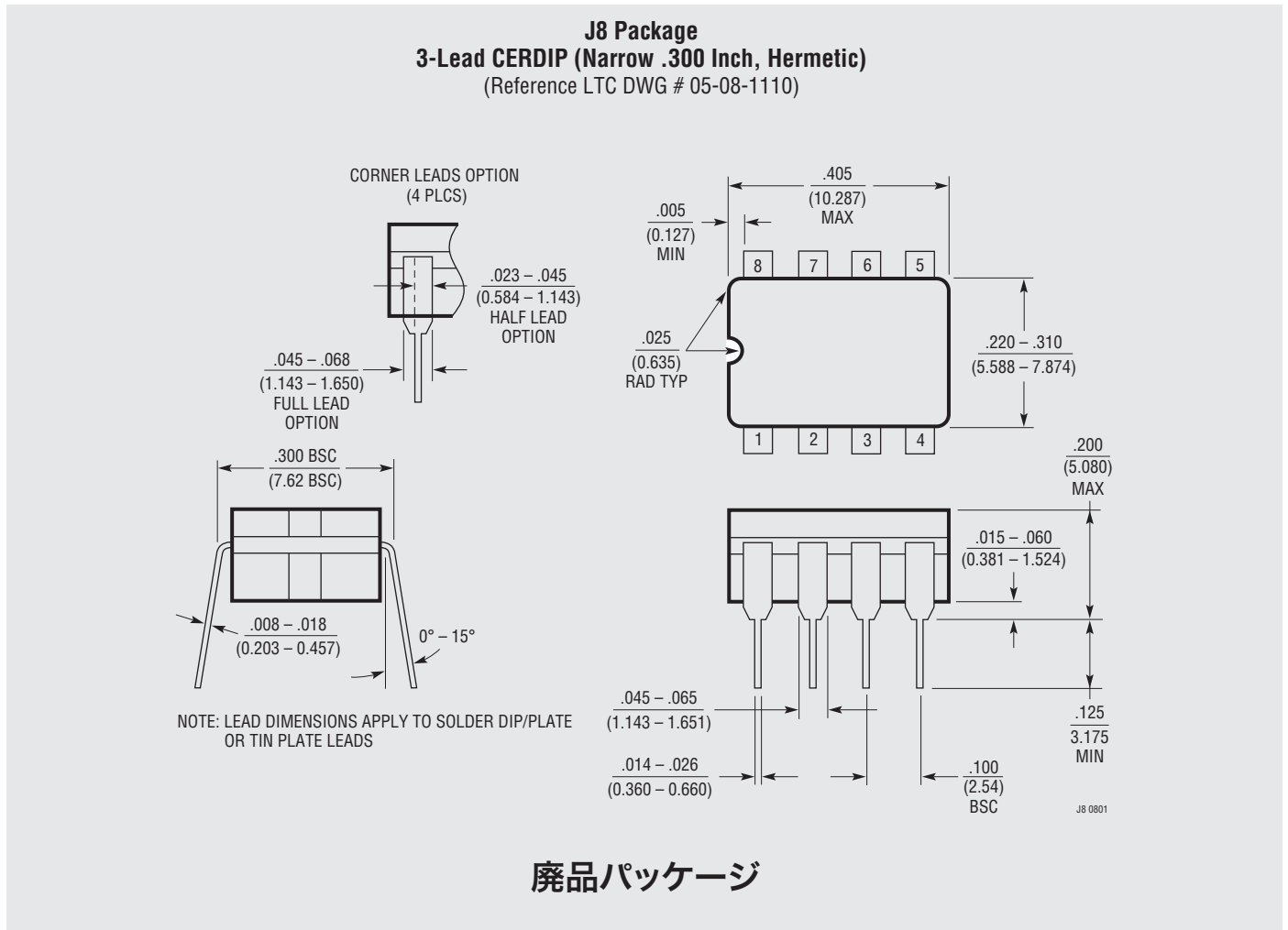


回路図



パッケージ

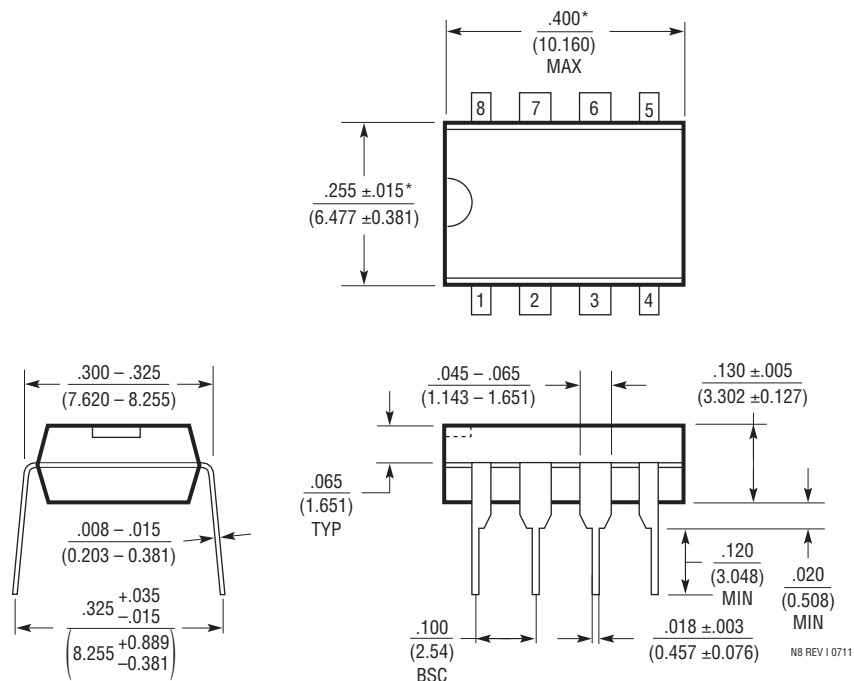
最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。



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/>を参照してください。

N Package
8-Lead PDIP (Narrow .300 Inch)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1510 Rev I)



NOTE :
 1. 寸法は $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$

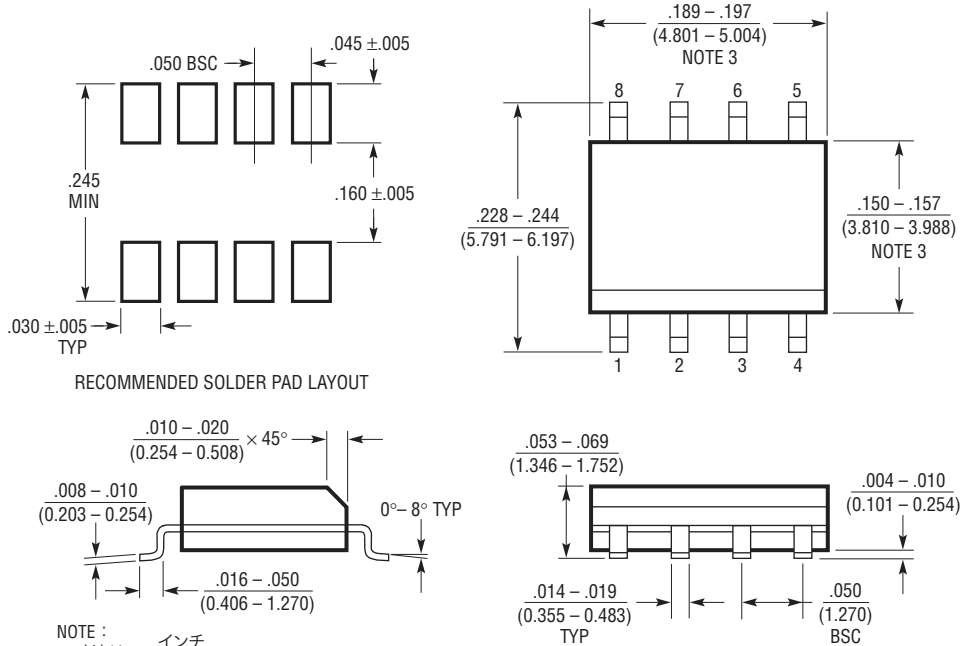
* これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない。
 モールドのバリまたは突出部は 0.010" (0.254mm) を超えないこと

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/> を参照してください。

S8 Package 8-Lead Plastic Small Outline (Narrow .150 Inch)

(Reference LTC DWG # 05-08-1610 Rev G)



RECOMMENDED SOLDER PAD LAYOUT

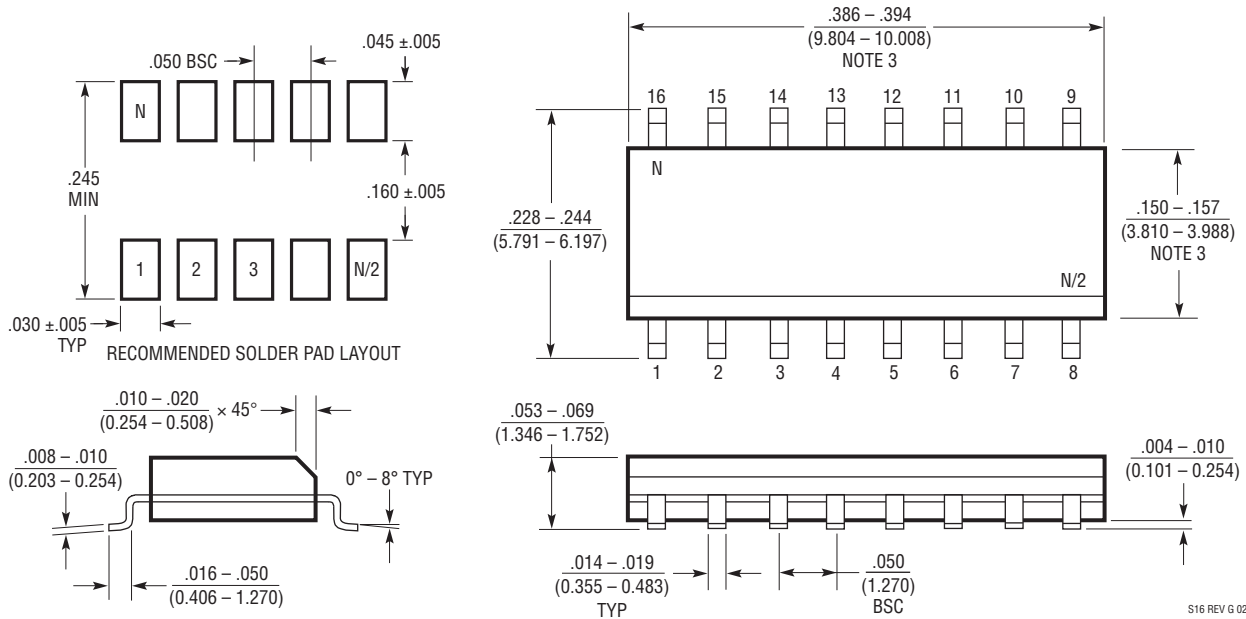
- NOTE :
1. 寸法は $\frac{\text{インチ}}{\text{(ミリメートル)}}$
 2. 図は実寸とは異なる
 3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない
モールドのバリまたは突出部は 0.006" (0.15mm) を超えないこと
 4. ピン 1 は斜めのエッジかへこみのいずれか

S08 REV G 0212

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/>を参照してください。

S Package
16-Lead Plastic Small Outline (Narrow .150 Inch)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1610 Rev G)



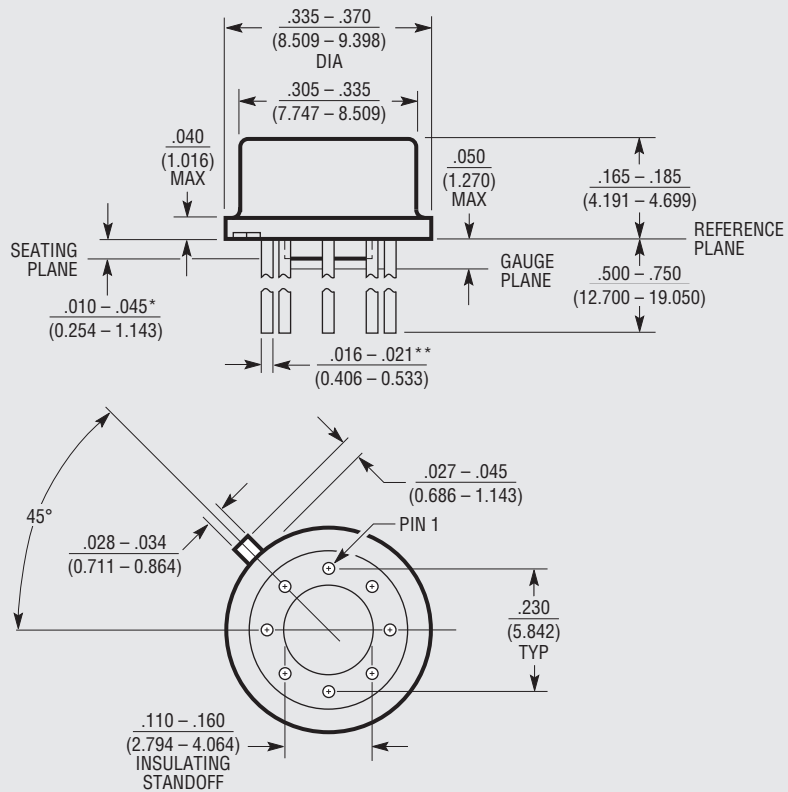
- NOTE :
1. 寸法は $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$
 2. 図は実寸とは異なる
 3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない
モールドのバリまたは突出部は $0.006'' (0.15\text{mm})$ を超えないこと
 4. PIN 1 はエッジを傾斜させたり、くぼみにしたりできます

S16 REV G 0212

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/>を参照してください。

H Package 8-Lead TO-5 Metal Can (.230 Inch PCD) (Reference LTC DWG # 05-08-1321)



* LEAD DIAMETER IS UNCONTROLLED BETWEEN THE REFERENCE PLANE AND THE SEATING PLANE

** FOR SOLDER DIP LEAD FINISH, LEAD DIAMETER IS $.016 - .024$ (0.406 - 0.610) H8 (TO-5) 0.230 PCD 0204

廃品パッケージ

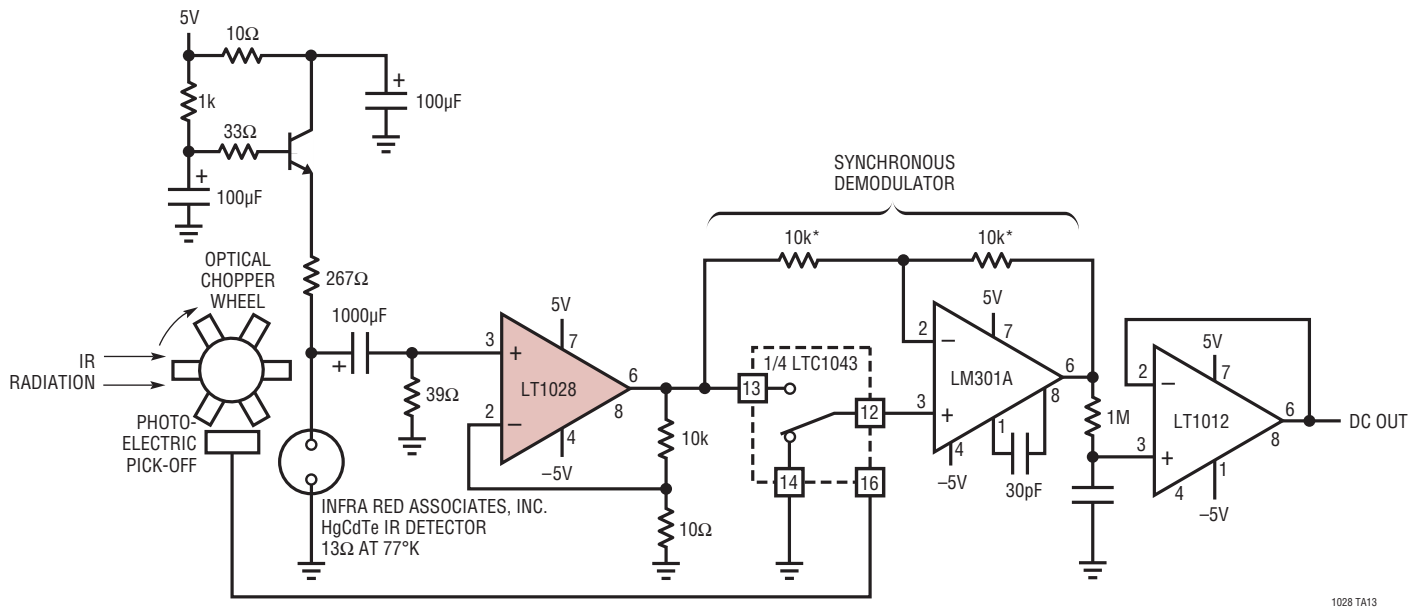
改訂履歴 (改訂履歴は Rev B から開始)

REV	日付	概要	ページ番号
B	10/12	「標準的応用例」を差し替え。	1
C	10/14	N8 パッケージが廃品ではないことを示すように、図を修正。	2
		S8 パッケージと SW パッケージの T_{JMAX} を 150°C に変更。	2
		非 A スペックを示すように、「電気的特性」の右側の欄を修正。	3
		LM301A と LT1012 の入力極性を訂正。	28

LT1028/LT1128

標準的応用例

低ノイズ赤外線検出器



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1806/LT1807	325MHz、 $3.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ シングル/デュアル・オペアンプ	スルーレート = $140\text{V}/\mu\text{s}$ 、低歪み @ 5MHz: -80dBc