

高精度、低ノイズ・オペアンプ

特 長

- 低ノイズ： $3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
- 広帯域幅：
 OPA227：8MHz、 $2.3\text{V}/\mu\text{s}$
 OPA228：33MHz、 $10\text{V}/\mu\text{s}$
- セトリングタイム： $5\mu\text{s}$
 (OP-27から大幅に改善)
- 高CMRR：138dB
- 高開ループ・ゲイン：160dB
- 低入力バイアス電流：10nA(最大)
- 低オフセット電圧： $75\mu\text{V}$ (最大)
- 広い電源電圧範囲： $\pm 2.5\text{V} \sim \pm 18\text{V}$
- OPA227はOP-27、LT1007、MAX427の代替
- OPA228はOP-37、LT1037、MAX437の代替
- シングル、デュアル、クワッド・タイプ

アプリケーション

- データ収集
- 通信機器
- 地球物理分析
- 振動分析
- 分光分析
- プロ用オーディオ
- アクティブ・フィルタ
- 電源制御

概 要

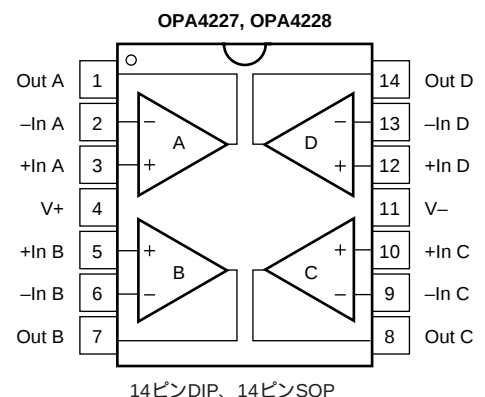
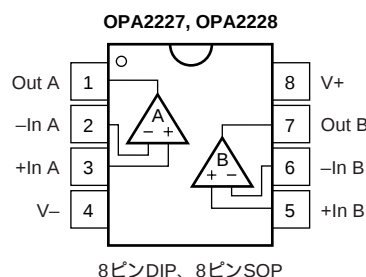
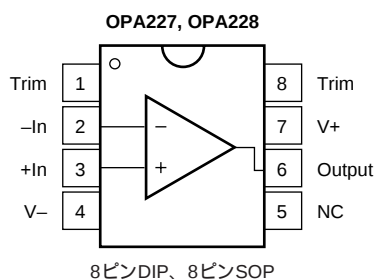
OPA227およびOPA228ファミリーは低ノイズと広帯域幅を兼ね備えた高精度オペアンプで、acおよび高精度dc性能が要求されるアプリケーションに最適です。

OPA227はユニティ・ゲインで安定しており、高スルーレート($2.3\text{V}/\mu\text{s}$)と広帯域幅(8MHz)を提供します。OPA228は5以上の閉ループ・ゲインに対して最適化されており、高スルーレート($10\text{V}/\mu\text{s}$)と広帯域幅(33MHz)による高速動作が可能です。

OPA227およびOPA228ファミリーのオペアンプはプロ用オーディオ機器にも適しています。また、無信号時電流が低く、低コストであるため、高精度を要求される携帯用機器にも理想的です。

OPA227およびOPA228ファミリーのオペアンプはピン互換で工業標準のOP-27およびOP-37と置き換えができ、ボード全体にわたって大きな改善がなされています。デュアルおよびクワッド・タイプは省スペースで、チャンネル毎のコストを抑えます。

パッケージはOPA227、OPA228、OPA2227、およびOPA2228が8ピンDIP、8ピンSOPで、OPA4227およびOPA4228が14ピンDIP、14ピンSOP(標準ピン配置)で供給されます。仕様動作温度範囲は -40 から $+85$ です。



仕様：V_S = ±5V ~ ±15V

OPA227ファミリー

特に記述のない限り、T_A = +25、R_L = 10kΩです。
太字で書かれた制限値は、仕様温度範囲のT_A = -40 ~ +85 について適用されます。

パラメータ	条件	OPA227P、U OPA2227P、U			OPA227PA、UA OPA2227PA、UA OPA4227PA、UA			単位
		最小	標準	最大	最小	標準	最大	
オフセット電圧 入力オフセット電圧 T _A = -40 ~ +85 対温度 対電源 T _A = -40 ~ +85 対時間 チャンネルセパレーション(デュアル、クワッド)	V _{OS} dV _{OS} /dT PSRR V _S = ±2.5V ~ ±18V dc f = 1kHz、R _L = 5kΩ		±5 ±0.1 ±0.5 0.2 0.2 110	±75 ±100 ±0.6 ±2 ±2		±10 ±0.3 * * * *	±200 ±200 ±2 * * *	μV μV μV/V μV/V μV/mo μV/V dB
入力バイアス電流 入力バイアス電流 T _A = -40 ~ +85 入力オフセット電流 T _A = -40 ~ +85	I _B I _{OS}		±2.5 ±2.5	±10 ±10 ±10 ±10		* * * *	* * * *	nA nA nA nA
ノイズ 入力電圧ノイズ、f = 0.1Hz ~ 10Hz 入力電圧ノイズ密度、f = 10Hz f = 100Hz f = 1kHz 電流ノイズ密度、f = 1kHz	 e _n i _n		90 15 3.5 3 3 0.4			* * * * * *		nVp-p nVrms nV/√Hz nV/√Hz nV/√Hz pA/√Hz
入力電圧範囲 同相モード電圧範囲 同相モード除去 T _A = -40 ~ +85	V _{CM} CMRR	(V-) +2 120 120	138	(V+) -2	* * *	* *	* *	V dB dB
入力インピーダンス 差動 同相モード	 V _{CM} = (V-) +2V ~ (V+) -2V		10 ⁷ 12 10 ⁹ 3			* *		Ω pF Ω pF
開ループ・ゲイン 開ループ電圧ゲイン T _A = -40 ~ +85 T _A = -40 ~ +85	A _{OL}	V _O = (V-) +2V ~ (V+) -2V、R _L = 10kΩ V _O = (V-) +3.5V ~ (V+) -3.5V、R _L = 600Ω	132 132 132 132	160 160	* * * *	* *		dB dB dB dB
周波数応答 ゲイン帯域幅積 スルーレート セトリングタイム、0.1% 0.01% 過負荷復帰時間 全高調波歪 + ノイズ	GBW SR THD + N	G = 1、10Vステップ、C _L = 100pF G = 1、10Vステップ、C _L = 100pF V _{IN} • G = V _S f = 1kHz、G = 1、V _O = 3.5Vrms	8 2.3 5 5.6 1.3 0.00005			* * * * * *		MHz V/μs μs μs μs %
出力 電圧出力 T _A = -40 ~ +85 T _A = -40 ~ +85 短絡電流 容量性負荷ドライブ	 I _{SC} C _{LOAD}	R _L = 10kΩ R _L = 10kΩ R _L = 600Ω R _L = 600Ω	(V-) +2 (V-) +2 (V-) +3.5 (V-) +3.5	(V+) -2 (V+) -2 (V+) -3.5 (V+) -3.5	* * * *	* * * *	* * * *	V V V V mA
電源 仕様電圧範囲 動作電圧範囲 無信号時電流(アンプ1個あたり) T _A = -40 ~ +85	V _S I _Q	I _O = 0 I _O = 0	±5 ±2.5	±15 ±18 ±3.8 ±4.2	* *	* *	* * *	V V mA mA
温度範囲 仕様温度範囲 動作温度範囲 保存温度範囲 熱抵抗 8ピンSOP 8ピンDIP 14ピンDIP 14ピンSOP	 θ _{JA}		-40 -55 -65	+85 +125 +150	* * *		* * *	/W /W /W /W

* 印仕様は、OPA227P、Uと同一であることを示します。

仕様：V_S = ±5V ~ ±15V

OPA228ファミリー

特に記述のない限り、T_A = +25、R_L = 10kΩです。
太字で書かれた制限値は、仕様温度範囲のT_A = -40 ~ +85 について適用されます。

パラメータ	条件	OPA228P、U OPA2228P、U			OPA228PA、UA OPA2228PA、UA OPA4228PA、UA			単位
		最小	標準	最大	最小	標準	最大	
オフセット電圧 入力オフセット電圧 V _{OS} T _A = -40 ~ +85 対温度 dV _{OS} /dT 対電源 PSRR T _A = -40 ~ +85 対時間 チャンネルセパレーション(デュアル、クワッド)	V _S = ±2.5V ~ ±18V dc f = 1kHz、R _L = 5kΩ		±5 ±0.1 ±0.5 0.2 0.2 110	±75 ±100 ±0.6 ±2 ±2		±10 ±0.3 * * * *	±200 ±200 ±2 * *	μV μV μV/ μV/V μV/V μV/mo μV/V dB
入力バイアス電流 入力バイアス電流 I _B T _A = -40 ~ +85 入力オフセット電流 I _{OS} T _A = -40 ~ +85			±2.5 ±2.5	±10 ±10 ±10 ±10		* * *	* * *	nA nA nA nA
ノイズ 入力電圧ノイズ、f = 0.1Hz ~ 10Hz 入力電圧ノイズ密度、f = 10Hz f = 100Hz f = 1kHz 電流ノイズ密度、f = 1kHz	e _n e _n i _n		90 15 3.5 3 3 0.4			* * * * * *		nVp-p nVrms nV/√Hz nV/√Hz nV/√Hz pA/√Hz
入力電圧範囲 同相モード電圧範囲 同相モード除去 T _A = -40 ~ +85	V _{CM} CMRR V _{CM} = (V-) +2V ~ (V+) -2V	(V-) +2 120 120	138	(V+) -2	* * *	* *	*	V dB dB
入力インピーダンス 差動 同相モード	V _{CM} = (V-) +2V ~ (V+) -2V		10 ⁷ 12 10 ⁹ 3			* *		Ω pF Ω pF
開ループ・ゲイン 開ループ電圧ゲイン A _{OL} T _A = -40 ~ +85 T _A = -40 ~ +85	V _O = (V-) +2V ~ (V+) -2V、R _L = 10kΩ V _O = (V-) +3.5V ~ (V+) -3.5V、R _L = 600Ω	132 132 132 132	160 160		* * * *	* *		dB dB dB dB
周波数応答 最小開ループ・ゲイン ゲイン帯域幅積 スルーレート セトリングタイム、0.1% 0.01% 過負荷復帰時間 全高調波歪 + ノイズ	GBW SR THD + N		5 33 11 1.5 2 0.6 0.00005			* * * * * * *		V/V MHz V/μs μs μs μs %
出力 電圧出力 T _A = -40 ~ +85 T _A = -40 ~ +85 短絡電流 I _{SC} 容量性負荷ドライブ C _{LOAD}	R _L = 10kΩ R _L = 10kΩ R _L = 600Ω R _L = 600Ω	(V-) +2 (V-) +2 (V-) +3.5 (V-) +3.5	±45 代表的性能曲線を参照	(V+) -2 (V+) -2 (V+) -3.5 (V+) -3.5	* * * *	* * * *	* * * *	V V V V mA
電源 仕様電圧範囲 動作電圧範囲 無信号時電流(アンプ1個あたり) T _A = -40 ~ +85	V _S I _Q I _Q = 0 I _Q = 0	±5 ±2.5	±3.7	±15 ±18 ±3.8 ±4.2	* *	* *	* * * *	V V mA mA
温度範囲 仕様温度範囲 動作温度範囲 保存温度範囲 熱抵抗 8ピンSOP 8ピンDIP 14ピンDIP 14ピンSOP	θ _{JA}	-40 -55 -65	150 100 80 100	+85 +125 +150	* * *	* * *	* * * *	/W /W /W /W

* 印仕様は、OPA228P、Uと同一であることを示します。

絶対最大定格⁽¹⁾

電源電圧	±18V
信号入力ターミナル、電圧	(V-) -0.7V ~ (V+) +0.7V
電流	20mA
出力短絡 ⁽²⁾	連続
動作温度	-55 ~ +125
保存温度	-65 ~ +150
接合部温度	150
リード温度 (10秒間の半田付け)	300

注：(1) 定格を超えるオーバ・ストレスは、デバイスに永久的な損傷を与えます。長時間にわたってデバイスを絶対安定定格の条件下に置くと、信頼性に悪影響を及ぼします。(2) 各パッケージのアンピ1個を対グラウンドに短絡。



静電気放電対策

この集積回路は静電気によって損傷を受ける場合があります。すべての集積回路の取り扱いには十分な注意を払ってください。適切な取り扱いや正しい設置手順の実行を怠った場合、損傷を与えるおそれがあります。

静電気放電はわずかな性能の低下から完全なデバイスの故障に至るまで、様々な損傷を与えます。高精度の集積回路は損傷に対して敏感であり、極めてわずかなパラメータの変化により、デバイスに規定された仕様に適合しなくなる場合があります。

パッケージ情報/ご発注の手引き

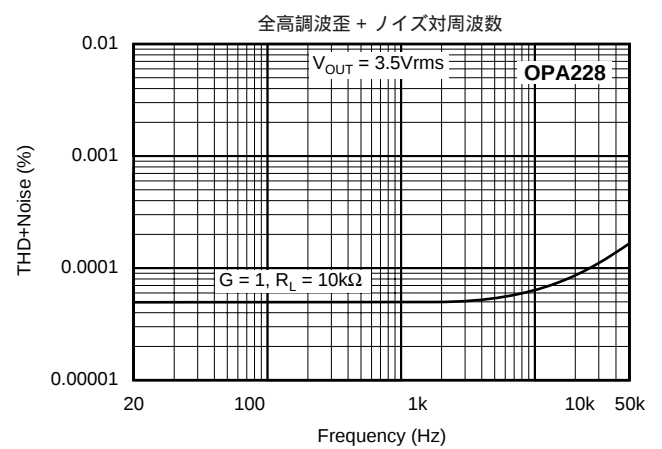
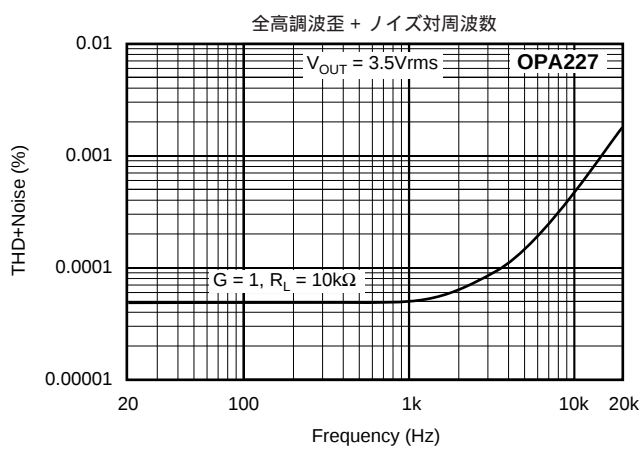
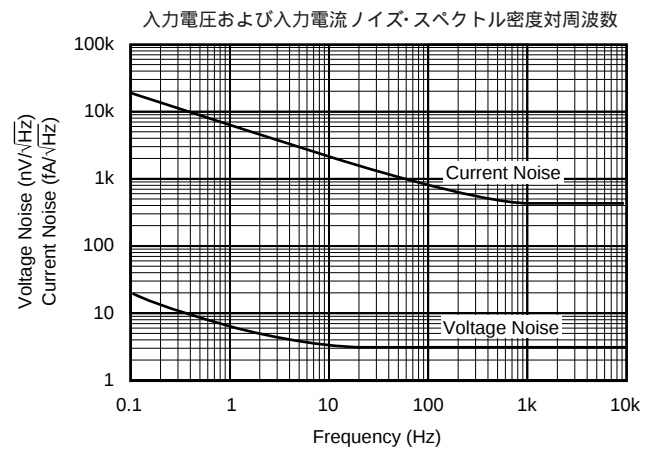
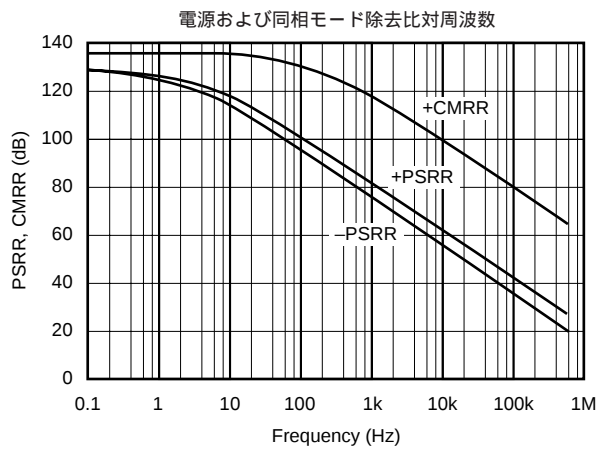
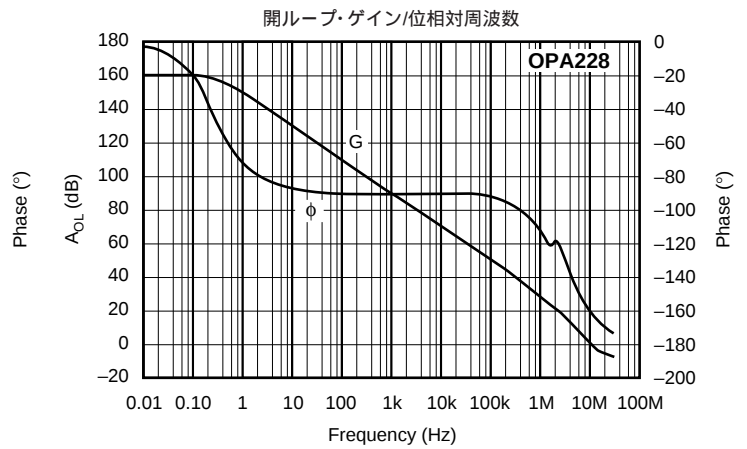
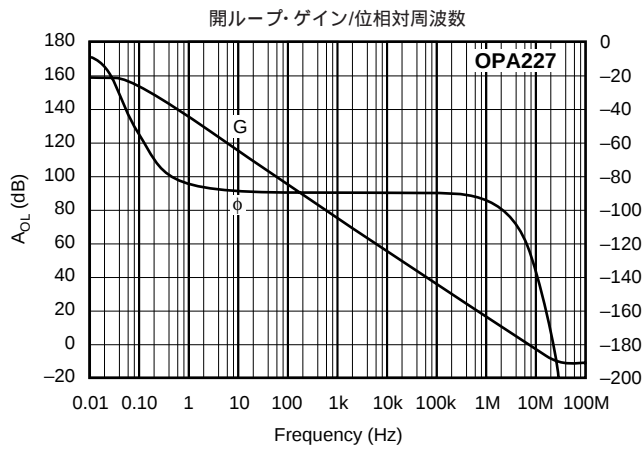
モデル	オフセット電圧 (最大、 μ V)	オフセット電圧 ドリフト (最大、 μ V/)	パッケージ	パッケージ図 番号 ⁽¹⁾	温度範囲	発注番号 ⁽²⁾	供給時の状態
OPA227ファミリー							
シングル							
OPA227PA	±200	±2	8ピンDIP	006	-40 ~ +85	OPA227PA	レール
OPA227P	±75	±0.6	8ピンDIP	006	-40 ~ +85	OPA227P	レール
OPA227UA	±200	±2	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA227UA	レール
OPA227UA	±200	±2	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA227UA/2K5	テーブリール
OPA227U	±75	±0.6	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA227U	レール
OPA227U	±75	±0.6	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA227U/2K5	テーブリール
デュアル							
OPA2227PA	±200	±2	8ピンDIP	006	-40 ~ +85	OPA2227PA	レール
OPA2227P	±75	±0.6	8ピンDIP	006	-40 ~ +85	OPA2227P	レール
OPA2227UA	±200	±2	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA2227UA	レール
OPA2227UA	±200	±2	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA2227UA/2K5	テーブリール
OPA2227U	±75	±0.6	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA2227U	レール
OPA2227U	±75	±0.6	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA2227U/2K5	テーブリール
クワッド							
OPA4227PA	±200	±2	14ピンDIP	010	-40 ~ +85	OPA4227PA	レール
OPA4227UA	±200	±2	14ピンSOP	235	-40 ~ +85	OPA4227UA	レール
OPA4227UA	±200	±2	14ピンSOP	235	-40 ~ +85	OPA4227UA/2K5	テーブリール
OPA228ファミリー							
シングル							
OPA228PA	±200	±2	8ピンDIP	006	-40 ~ +85	OPA228PA	レール
OPA228P	±75	±0.6	8ピンDIP	006	-40 ~ +85	OPA228P	レール
OPA228UA	±200	±2	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA228UA	レール
OPA228UA	±200	±2	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA228UA/2K5	テーブリール
OPA228U	±75	±0.6	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA228U	レール
OPA228U	±75	±0.6	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA228U/2K5	テーブリール
デュアル							
OPA2228PA	±200	±2	8ピンDIP	006	-40 ~ +85	OPA2228PA	レール
OPA2228P	±75	±0.6	8ピンDIP	006	-40 ~ +85	OPA2228P	レール
OPA2228UA	±200	±2	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA2228UA	レール
OPA2228UA	±200	±2	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA2228UA/2K5	テーブリール
OPA2228U	±75	±0.6	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA2228U	レール
OPA2228U	±75	±0.6	8ピンSOP	182	-40 ~ +85	OPA2228U/2K5	テーブリール
クワッド							
OPA4228PA	±200	±2	14ピンDIP	010	-40 ~ +85	OPA4228PA	レール
OPA4228UA	±200	±2	14ピンSOP	235	-40 ~ +85	OPA4228UA	レール
OPA4228UA	±200	±2	14ピンSOP	235	-40 ~ +85	OPA4228UA/2K5	テーブリール

注：(1) 詳細図および寸法表は、データシートの巻末を参照してください。(2) スラッシュ(/)の付いたモデルは、その後に示される数量を単位として、テーブリールでのみ供給されます(例えば、/2K5は2,500個で1リールであることを示します)。「OPA227UA/2K5」をご発注の場合、OPA227UAが2,500個入ったテーブリールが1本納入されます。

このデータシートに記載されている情報は、信頼しうるものと考えておりますが、不正確な情報や記載漏れ等に関して弊社は責任を負うものではありません。情報の使用について弊社は責任を負えませんので、各ユーザの責任において御使用下さい。価格や仕様は予告なしに変更される場合がありますのでご了承下さい。ここに記載されているいかなる回路についても工業所有権その他の権利またはその実施権を付与したり承諾したりするものではありません。弊社は弊社製品を生命維持に関する機器またはシステムに使用することを承認しまたは保証するものではありません。

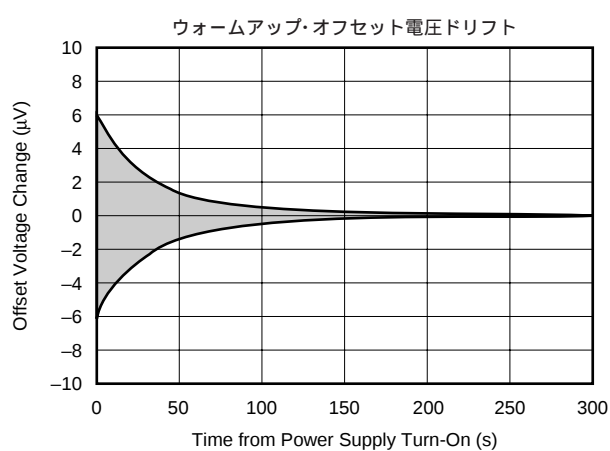
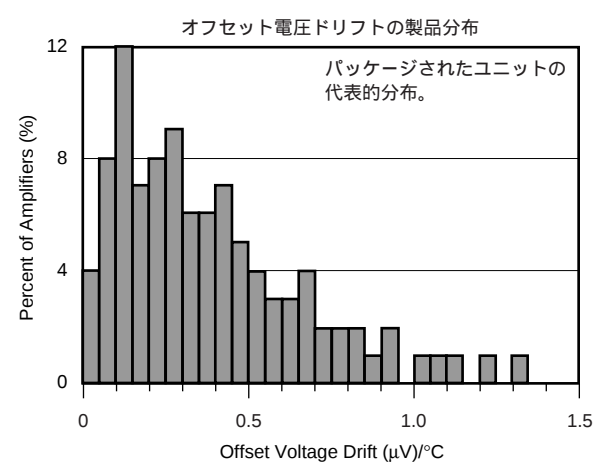
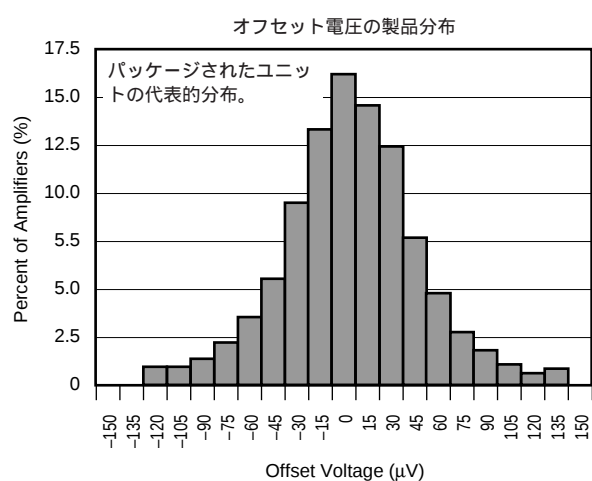
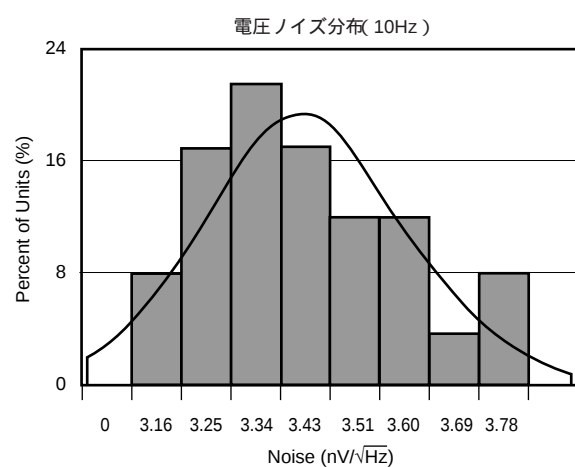
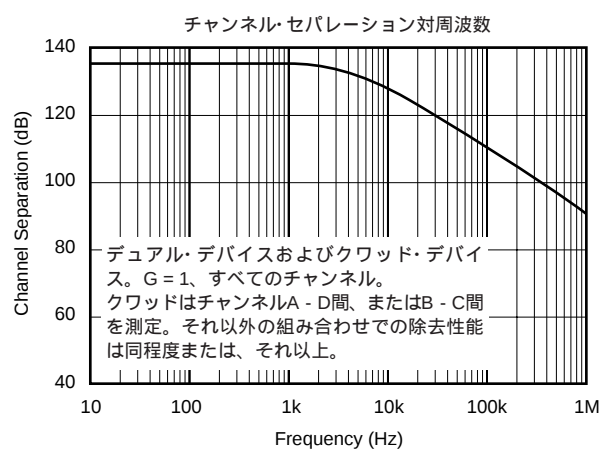
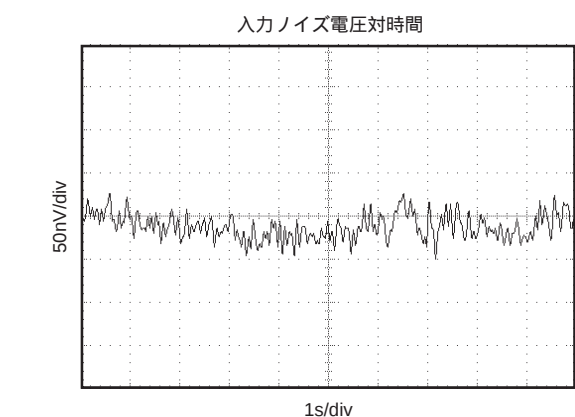
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $R_L = 10k\Omega$ 、 $V_S = \pm 15V$ です。



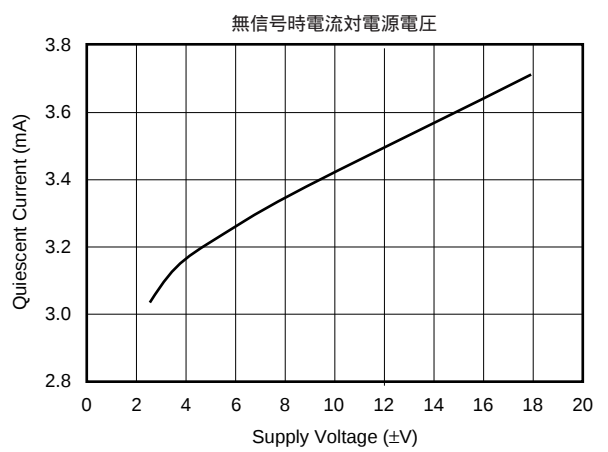
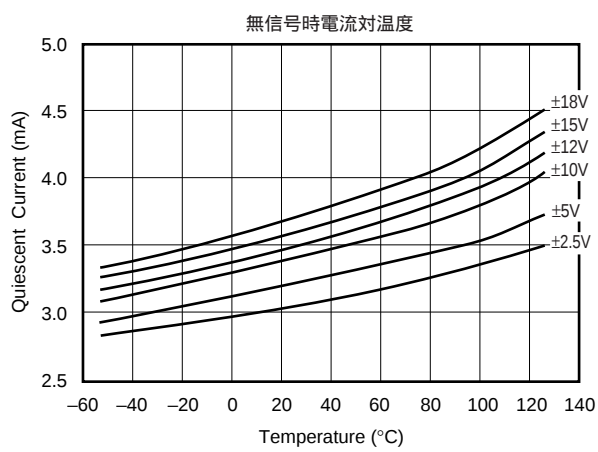
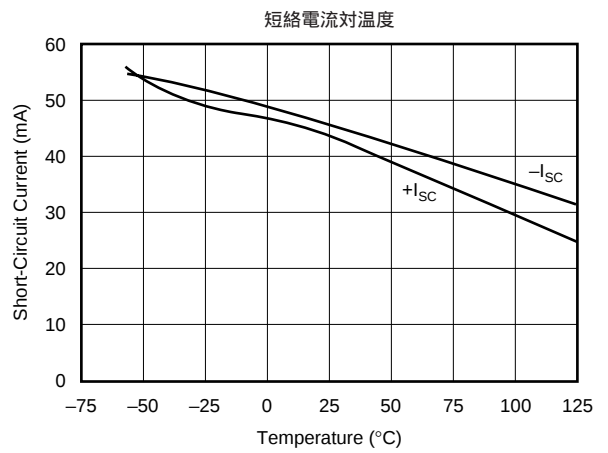
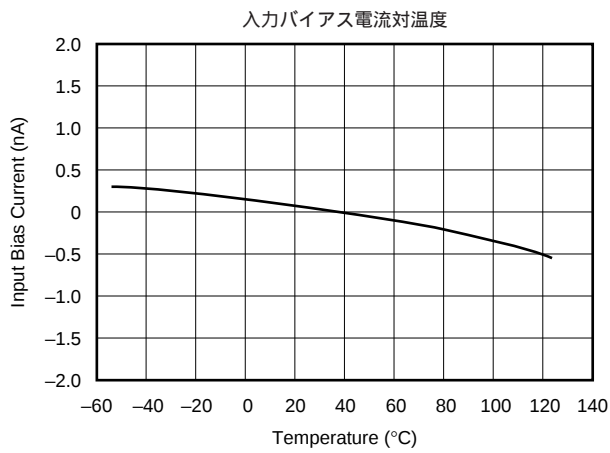
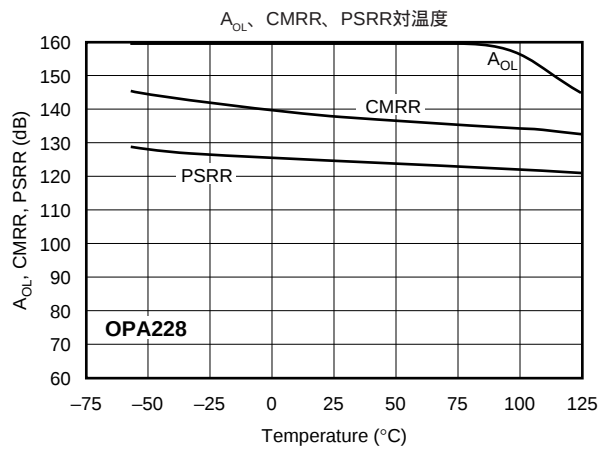
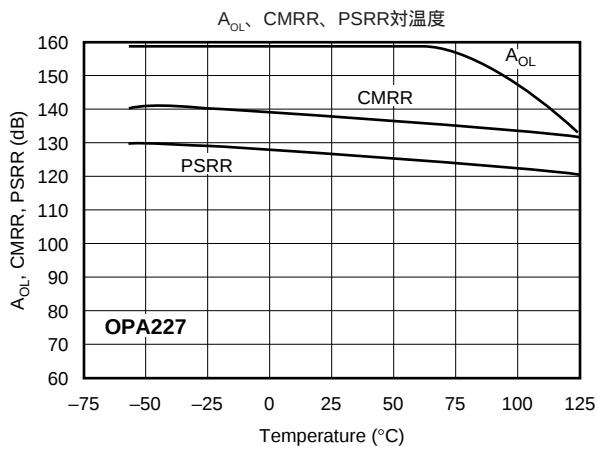
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $R_L = 10k\Omega$ 、 $V_S = \pm 15V$ です。



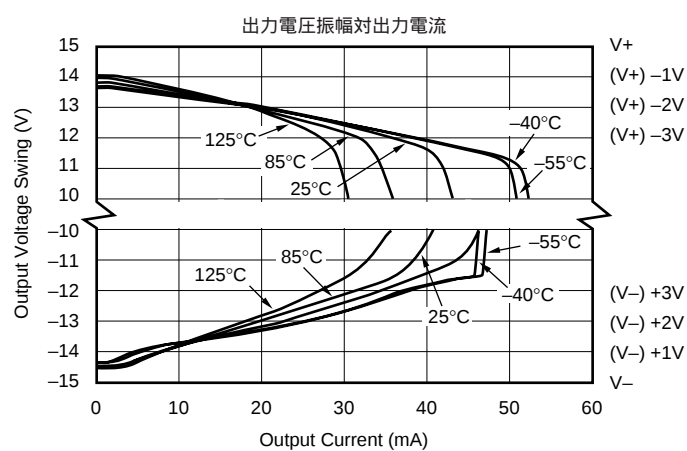
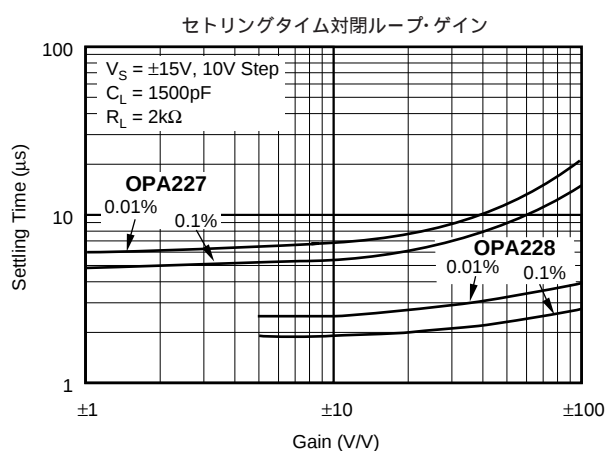
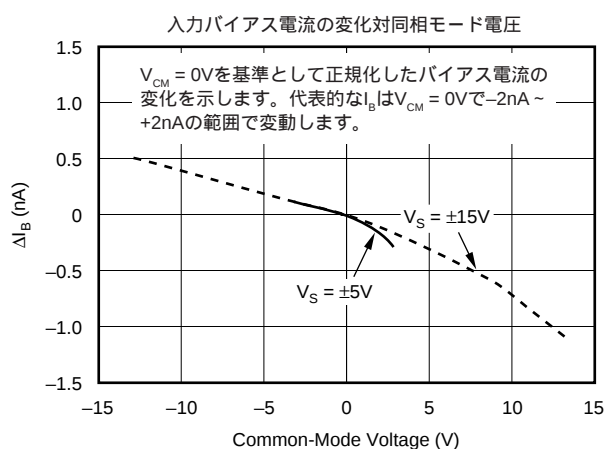
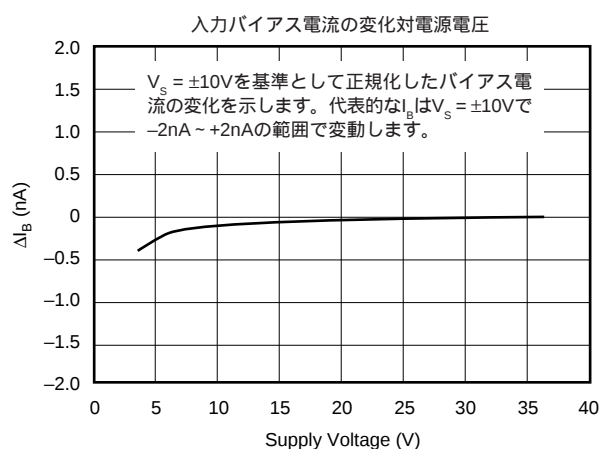
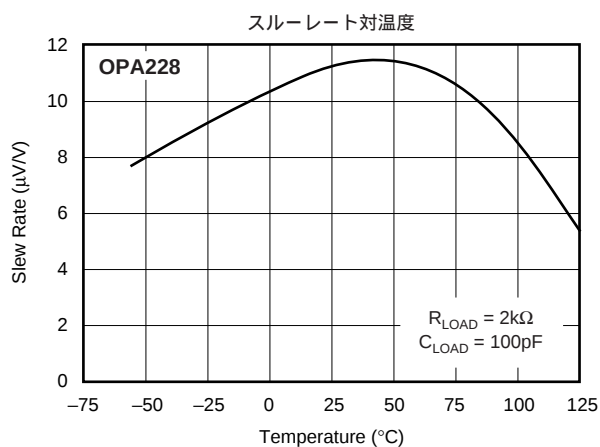
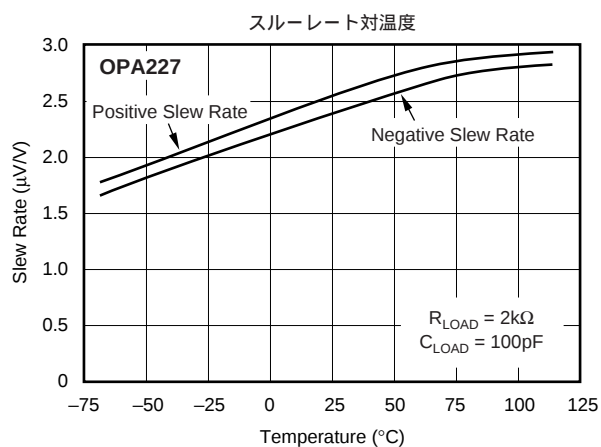
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $R_L = 10k\Omega$ 、 $V_S = \pm 15V$ です。



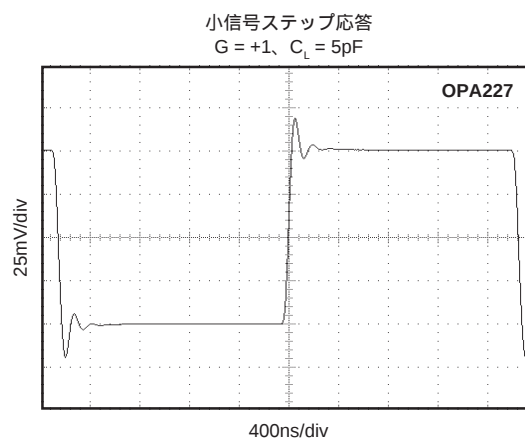
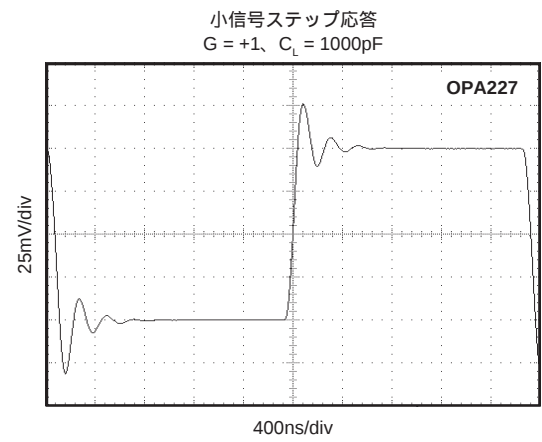
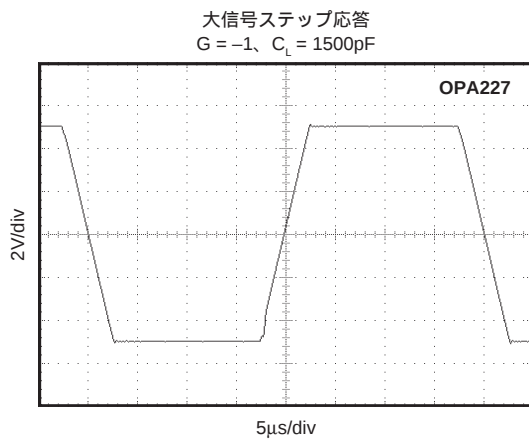
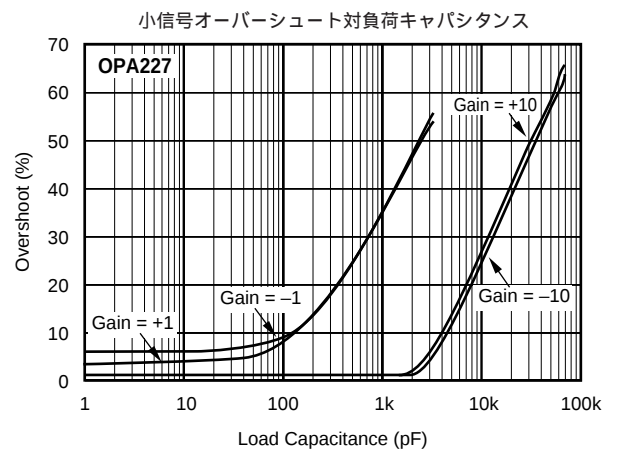
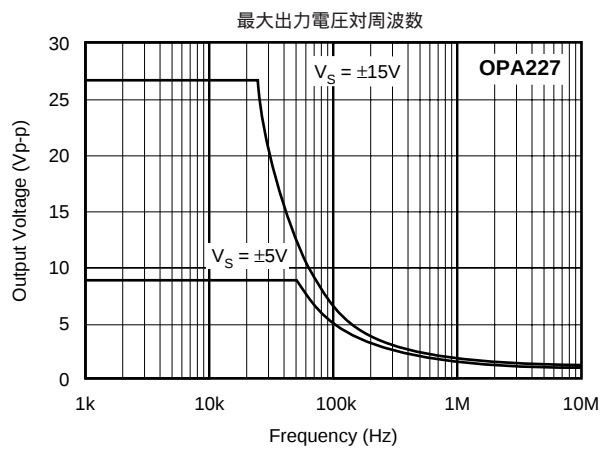
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ です。



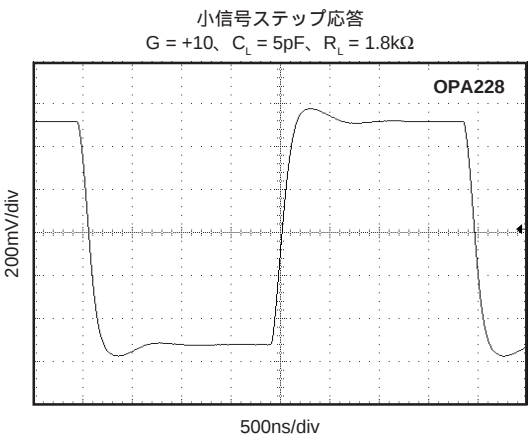
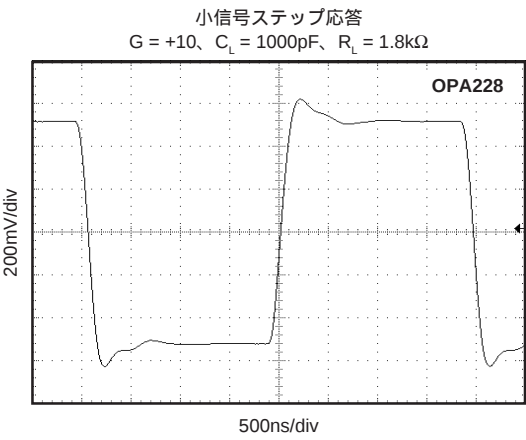
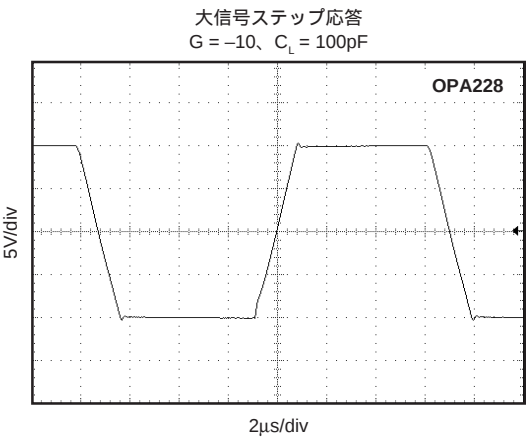
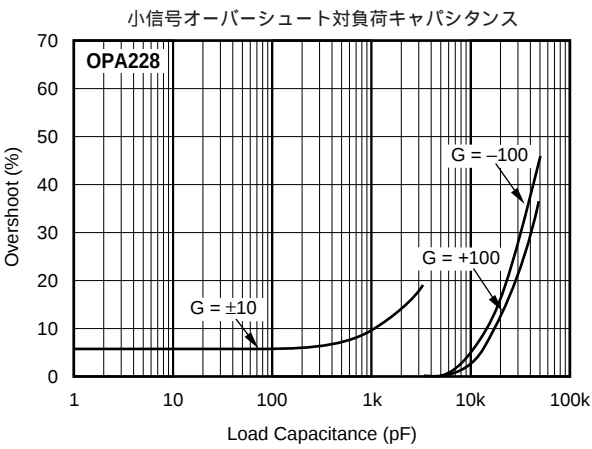
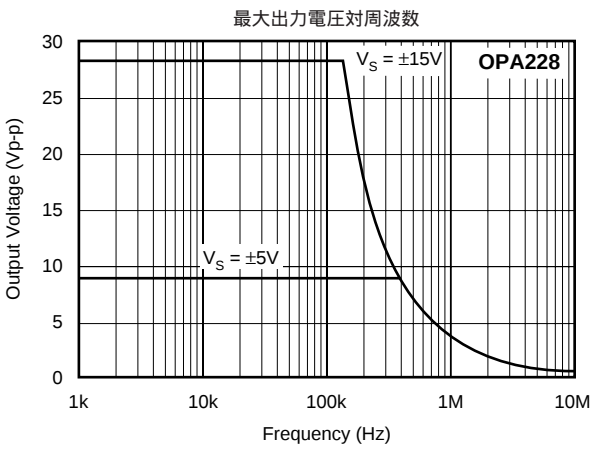
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $R_L = 10k\Omega$ 、 $V_S = \pm 15V$ です。



代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $R_L = 10k\Omega$ 、 $V_S = \pm 15V$ です。



使用上の注意

OPA227およびOPA228ファミリーは、低ノイズで高精度なオペアンプです。OPA227ファミリーはユニティ・ゲインで安定しており、 $2.3\text{V}/\mu\text{s}$ のスルーレートと 8MHz の帯域幅を提供します。OPA228ファミリーは5以上の閉ループ・ゲインを持つ高速アプリケーションに対して最適化されており、 $10\text{V}/\mu\text{s}$ のスルーレートと 33MHz の帯域幅を提供します。ノイズが多い、あるいはインピーダンスの高い電源を使用するアプリケーションでは、デバイス・ピンの近くにデカップリング・コンデンサが必要です。ほとんどの場合、 $0.1\mu\text{F}$ のコンデンサで十分です。

オフセット電圧およびドリフト

OPA227およびOPA228ファミリーは、オフセット電圧およびドリフトがきわめて低く、最高のdc精度を得るためには回路のレイアウトおよび機械的条件を最適化することが必要です。オフセット電圧およびドリフトの性能は、異種金属の接点でオペアンプ入力に発生する熱電的電位差によって低下します。この熱電的作用により、オペアンプの固有値を上回るドリフトが生じ、最終的な性能の低下につながります。このような熱電的電位差は、両方の入力端子でその大きさを一致させることによりキャンセルできます。

- 両方の入力端子の接点に加わる熱の量が同じになるように保ちます。
- 入力回路をできるだけ熱源から離れた位置に配置します。
- オペアンプおよび入力回路を冷却ファンなどの空気の流れから遮断します。

動作電圧

OPA227およびOPA228ファミリーのオペアンプは、 $\pm 2.5\text{V}$ から $\pm 18\text{V}$ の電源で優れた性能を発揮します。特定の電源電圧についてのみ仕様が規定されている多くのオペアンプと異なり、OPA227ファミリーでは実際のアプリケーションに対応できるように $\pm 5\text{V}$ から $\pm 15\text{V}$ の電源電圧範囲にわたり単一の制限値が適用されます。 $\pm 5\text{V}$ から $\pm 15\text{V}$ の電源で動作するアプリケーションについては、仕様の範囲内となります。アプリケーションによっては、正と負の出力電圧振幅を等しくする必要がない場合もあり、電源電圧は必ずしも正負同じでなくてもかまいません。OPA227およびOPA228ファミリーは、正と負の電源間の差がわずか 5V から最大 36V までの範囲で動作します。たとえば、正の電源が 25V で負の電源が -5V でもよいし、その逆にもできます。また、主要なパラメータは -40 から $+85$ の仕様温度範囲で保証されています。動作電圧または温度によって大きく変化するパラメータは、代表的性能曲線に示しています。

オフセット電圧の調整

OPA227およびOPA228ファミリーは、レーザ・トリムによりきわめて低いオフセット電圧およびドリフトを実現しているため、ほとんどの回路で外部調整を行う必要がありません。ただし、

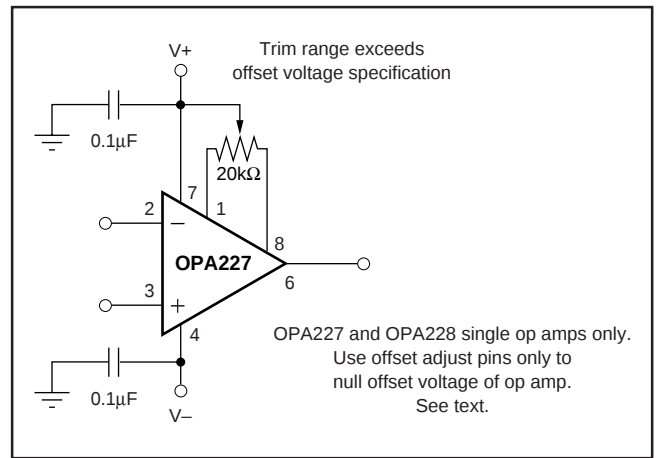


図1. OPA227のオフセット電圧トリム回路

OPA227およびOPA228(シングル・タイプ)ではピン1および8がオフセット電圧トリム端子になっており、図1に示すようにポテンショメータを接続してオフセット電圧を調整することができます。この調整は、オペアンプのオフセット調整にのみ使用し、システムの他の部分で発生するオフセットの調整には使用しないで下さい。オペアンプ以外のオフセット調整に使用すると、温度ドリフトが増大することがあります。

入力保護

OPA227およびOPA228の入力保護には双方向接続のダイオード・ペア(図2を参照)を使用しています。パルスなどによってこれらのダイオードの作動スレショルドを超えると、電流が入力保護ダイオードに流れることがあります。これは、アンプのスルーレートが有限であるためです。外部に電流制限抵抗を取り付けないと入力破壊されます。高入力電流のソースの場合、アンプに軽度の損傷が起こる可能性があります。装置の動作に問題がない場合でも、入力オフセット電圧、ドリフト、ノイズなどの重要なパラメータは変化しているおそれがあります。

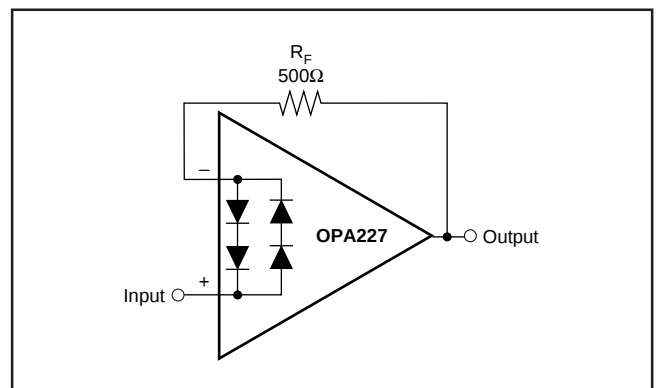


図2. パルス動作

OPA227をユニティ・ゲイン・バッファ(フォロウ)として使用する際には、入力電流を20mA以下にしなければなりません。そのためには、帰還抵抗を挿入するか、抵抗をソースに直列に接続してください。必要な抵抗の大きさは次のように計算します。

$$R_X = V_S / 20\text{mA} - R_{\text{SOURCE}}$$

(R_X はソースに直列に接続するか、またはフィードバック・パスに挿入します)たとえば、10Vパルス($V_S = 10\text{V}$)の場合、総ループ抵抗は500Ωになります。ソース・インピーダンスが電流を制限するのに十分な大きさである場合、抵抗を追加する必要はありません。外部抵抗はノイズを増大させるので、抵抗の大きさは慎重に選択しなければなりません。ノイズの計算の詳細については、本データシートの「ノイズ性能」の項を参照してください。図2は電流を制限する帰還抵抗の例を示しています。

入力バイアス電流のキャンセル

OPA227およびOPA228ファミリーの入力バイアス電流は、大きさが等しく逆方向のキャンセル電流で内部補償されています。結果の入力バイアス電流は、入力バイアス電流とキャンセル電流との差です。これは正または負になります。

この方法でバイアス電流をキャンセルすると、入力バイアス電流と入力オフセット電流の大きさがほぼ等しくなります。入力バ

イアス電流の影響をキャンセルするために抵抗を追加することもできますが、実際にはオフセットとノイズが増大することがあるので、お勧めできません(図3を参照)。

ノイズ性能

図4は、オペアンプをユニティ・ゲイン構成(帰還抵抗回路がないため、ノイズの増加に寄与する成分がない)にした場合に、ソース・インピーダンスによって回路全体のノイズの大きさがどのように変化するかを示しています。この図には、2つの異なるオペアンプについて回路全体のノイズの計算結果が示されています。OPA227は電圧ノイズが非常に低いため、ソース・インピーダンスが低い場合(20kΩ未満)に適しています。同程度の精度を持つOPA277は電圧ノイズがやや高いのですが、電流ノイズは低くなっています。このオペアンプは、中程度のソース・インピーダンス(10kΩから100kΩ)において、優れたノイズ性能を発揮します。100kΩを超える場合は、OPA132(超低電流ノイズ)などのFET入力オペアンプが優れた性能を提供します。回路全体のノイズの計算式は図中に示されています(注: e_n = 電圧ノイズ、 i_n = 電流ノイズ、 R_S = ソース・インピーダンス、 k = ボルツマン定数 = $1.38 \cdot 10^{-23}\text{J/K}$ 、 T = 絶対温度)。ノイズの計算の詳細については、「基本的なノイズの計算」を参照してください。

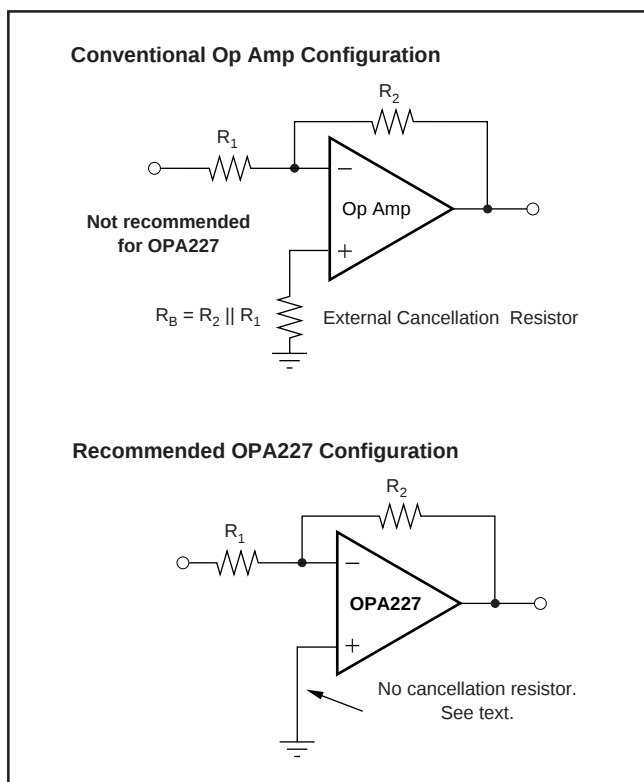


図3. 入力バイアス電流のキャンセル

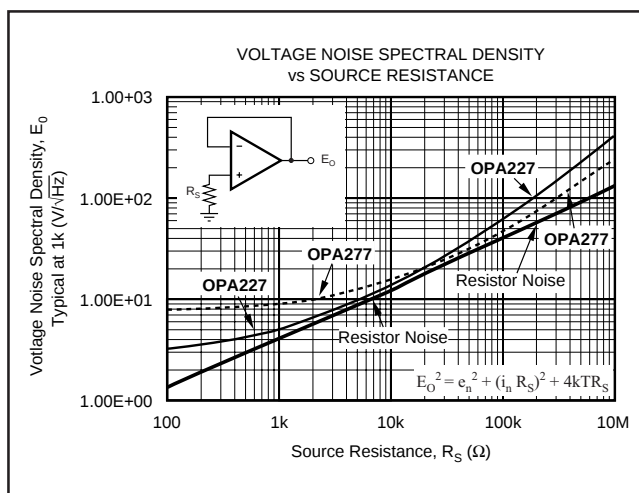


図4. ユニティ・ゲイン・バッファ構成におけるOPA227のノイズ性能

基本的なノイズの計算

低ノイズ・オペアンプ回路は、ノイズに寄与する可能性のあるさまざまな要素を十分に考慮して設計する必要があります。たとえば、信号ソースからのノイズ、オペアンプで発生するノイズ、帰還回路抵抗で発生するノイズなどです。回路全体の総ノイズは、すべてのノイズ成分の2乗和の平方根です。

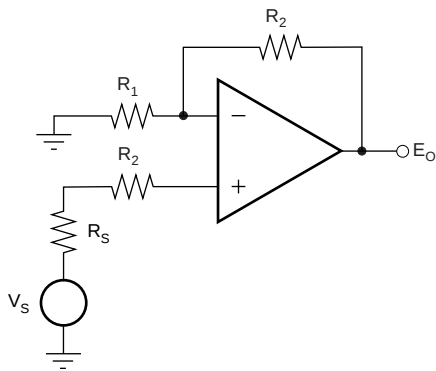
ソース・インピーダンスの抵抗性の部分からは、抵抗の平方根に比例する熱ノイズが発生します。この特性を示したのが図4のグラフです。ソース・インピーダンスは通常は一定なので、総ノイズへの寄与が最小になるようにオペアンプと帰還抵抗を選択します。

図4は、オペアンプをユニティ・ゲイン構成(帰還抵抗回路がないため、ノイズの増加に寄与する成分がない)にした場合に、ソース・インピーダンスによって回路全体のノイズの大きさがどのように変化するかを示しています。オペアンプ自体は、電圧ノイズ成分と電流ノイズ成分の両方に寄与します。電圧ノイズは、一般にオフセット電圧中の時間によって変化する

成分としてモデル化することができます。電流ノイズは、入力バイアス電流中の時間によって変化する成分としてモデル化され、ソース抵抗との相互作用によってノイズの電圧成分を生じさせます。その結果、あるアプリケーションに対して最もノイズの低いオペアンプは、ソース・インピーダンスによって決まることになります。ソース・インピーダンスが低い場合は電流ノイズは無視できるほど小さく、電圧ノイズが大半を占めます。ソース・インピーダンスが高い場合は、電流ノイズが大半を占めます。

図5は、ゲインを持つ反転および非反転オペアンプ回路構成を示しています。ゲインを持つ回路構成においては、帰還回路抵抗もノイズに寄与します。オペアンプの電流ノイズは帰還抵抗との相互作用によってノイズ成分を追加します。通常は、これらのノイズ・ソースが無視できる値になるように帰還抵抗の値を決定します。それぞれの構成の総ノイズを求める式が、図中に示されています。

Noise in Noninverting Gain Configuration



Noise at the Output:

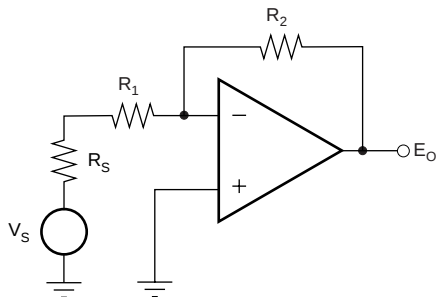
$$E_O^2 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)^2 e_n^2 + e_1^2 + e_2^2 + (i_n R_2)^2 + e_s^2 + (i_n R_S)^2 \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

Where $e_s = \sqrt{4kTR_S} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$ = thermal noise of R_S

$$e_1 = \sqrt{4kTR_1} \cdot \left(\frac{R_2}{R_1}\right) = \text{thermal noise of } R_1$$

$$e_2 = \sqrt{4kTR_2} = \text{thermal noise of } R_2$$

Noise in Inverting Gain Configuration



Noise at the Output:

$$E_O^2 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1 + R_S}\right)^2 e_n^2 + e_1^2 + e_2^2 + (i_n R_2)^2 + e_s^2$$

Where $e_s = \sqrt{4kTR_S} \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_S}\right)$ = thermal noise of R_S

$$e_1 = \sqrt{4kTR_1} \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_S}\right) = \text{thermal noise of } R_1$$

$$e_2 = \sqrt{4kTR_2} = \text{thermal noise of } R_2$$

For the OPA227 and OPA228 series op amps at 1kHz, $e_n = 3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ and $i_n = 0.4\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$.

図5. ゲイン構成におけるノイズの計算

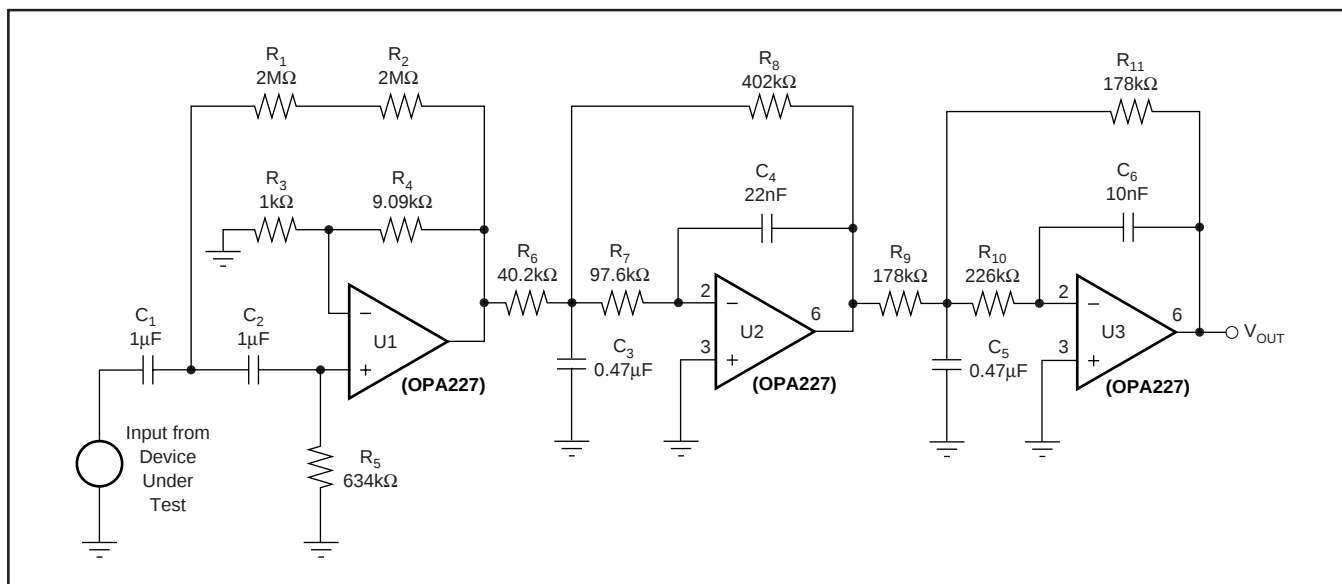


図6. OPA227およびOPA228ファミリーの広帯域雑音の試験に使われる0.1Hz – 10Hzのバンドパス・フィルタ

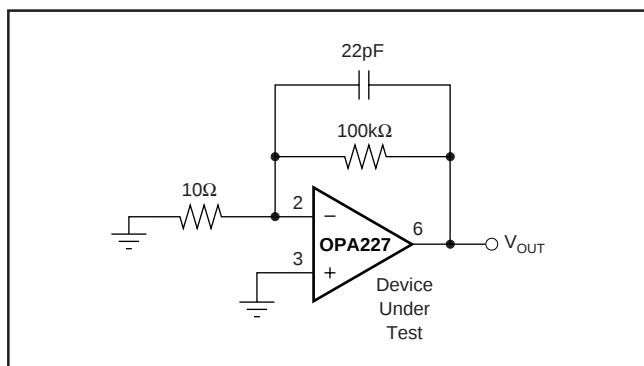


図7. ノイズ試験回路

図6は、OPA227およびOPA228の広帯域雑音の試験に使われる0.1Hz – 10Hzのバンドパス・フィルタを示しています。図7は、ノイズ試験のためのOPA227およびOPA228の構成を示しています。

低ゲインでOPA228を使用

OPA228ファミリーは5以上の信号ゲインを使用するアプリケーションに対して設計されていますが、それより小さいゲインでも高速動作が得られます。外部補償なしでも、OPA228は純粋な抵抗性負荷時にユニティ・ゲインで安定するための十分な位相マージンを備えています。しかし、負荷キャパシタンスが追加されると位相マージンは減少し、オペアンプが不安定になります。

OPA228用にさまざまな補償技術の評価を行ってきた結果として、帰還抵抗に並列にキャパシタ(C_F)を追加する構成を推奨します(図8、11)。回路の補償において、この帰還キャパシタには2つの意図があります。オペアンプの入力キャパシタンスと帰還抵抗は、相互作用によって位相を変化させ、オペアンプを不安定にします。 C_F は入力キャパシタンスを補償し、ピークを最小にします。さらに、高周波数においては、入力キャパシタンスと帰還キャパシタの比がアンプの閉ループ・ゲインに大きな影響を与えます。したがって、高速を維持しながら十分な安定性が得られるように C_F を選択することができます。

外部補償がない場合、OPA228のノイズ仕様は5以上のゲインではOPA227のノイズ仕様と等しくなります。追加の外部補償がある場合、OPA228の出力ノイズは高くなります。ノイズの値の増加は、 C_{IN}/C_F の比によって決定される高周波閉ループ・ゲインの増加と直接関係しています。

図8と図11は、それぞれ+2および-2のゲインにおいて推奨される回路を示しています。これらの図は、 C_F のおよその値を示しています。補償は回路設計、ボード・レイアウト、負荷条件によって大きく変わるため、試験を繰り返して最適な C_F を決定しなければなりません。図9、図10は、負荷キャパシタンスが100pFの場合の $G = +2$ 構成における大信号ステップ応答と小信号ステップ応答を示しています。図12と図13は、負荷キャパシタンスが100pFの場合の $G = -2$ 構成における大信号ステップ応答と小信号ステップ応答を示しています。

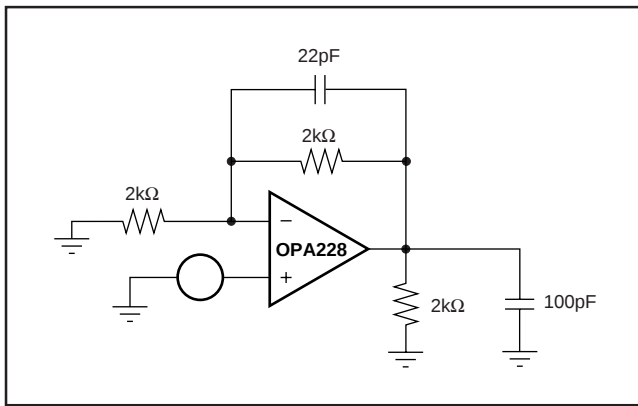


図8. $G = +2$ の場合のOPA228の補償

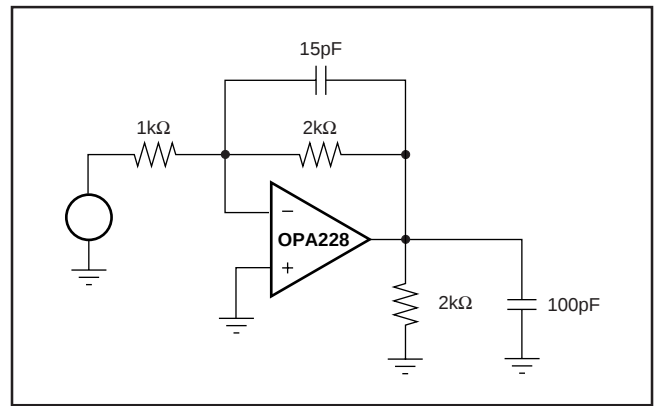


図11. $G = -2$ の場合のOPA228の補償

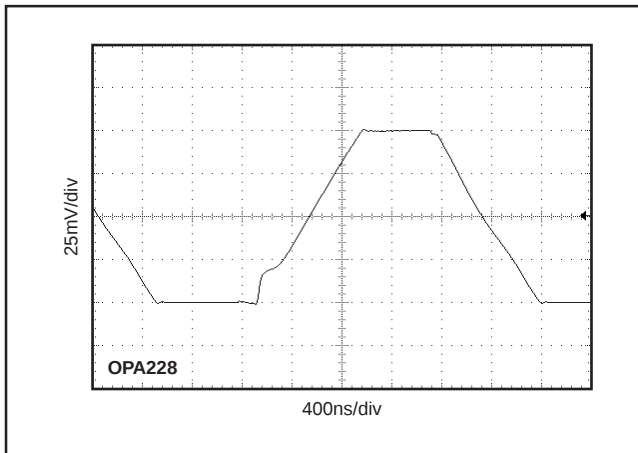


図9. 大信号ステップ応答、 $G = +2$ 、 $C_{\text{LOAD}} = 100\text{pF}$ 、入力信号 = 5Vp-p

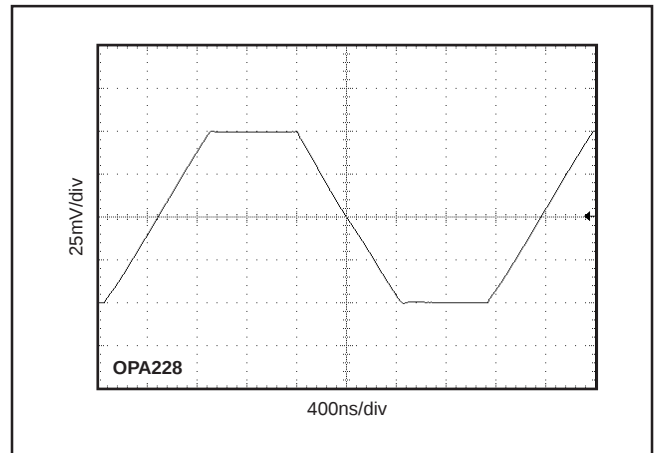


図12. 大信号ステップ応答、 $G = -2$ 、 $C_{\text{LOAD}} = 100\text{pF}$ 、入力信号 = 5Vp-p

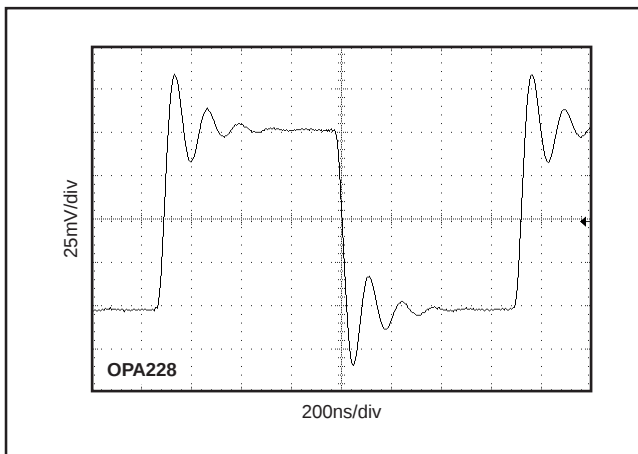


図10. 小信号ステップ応答、 $G = +2$ 、 $C_{\text{LOAD}} = 100\text{pF}$ 、入力信号 = 50mVp-p

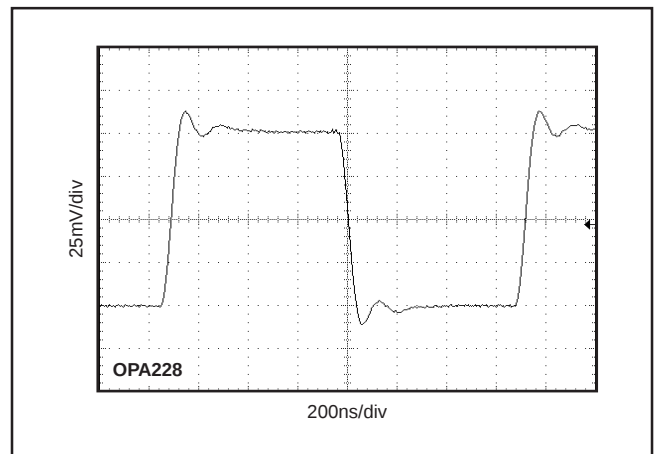


図13. 小信号ステップ応答、 $G = -2$ 、 $C_{\text{LOAD}} = 100\text{pF}$ 、入力信号 = 50mVp-p

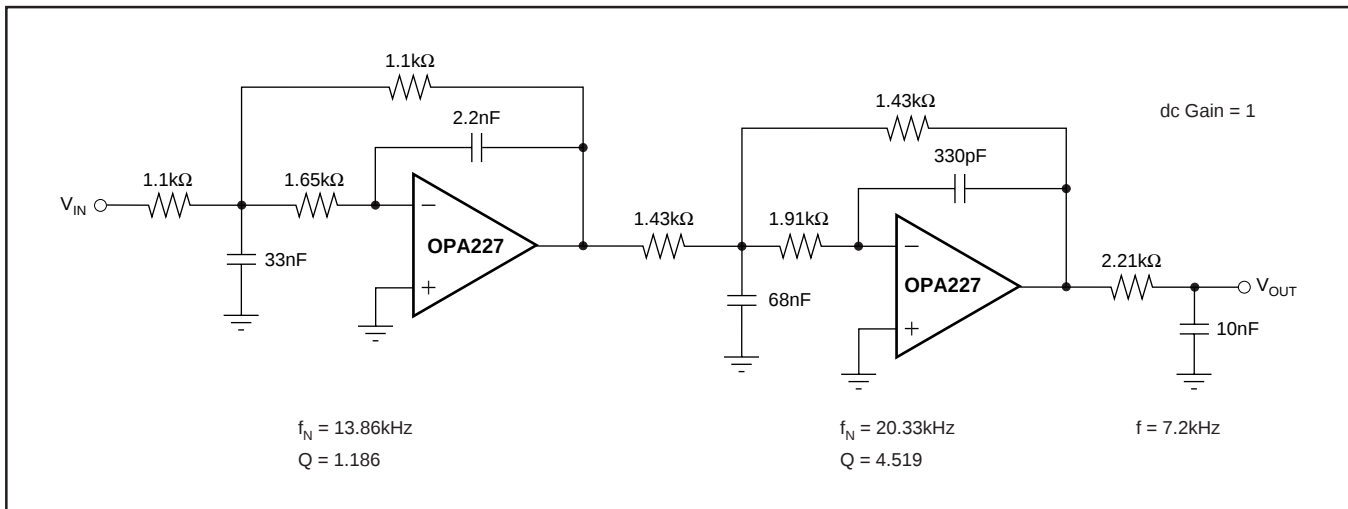


図14. 3極、20kHzローパス、0.5dBチェビシェフ・フィルタ

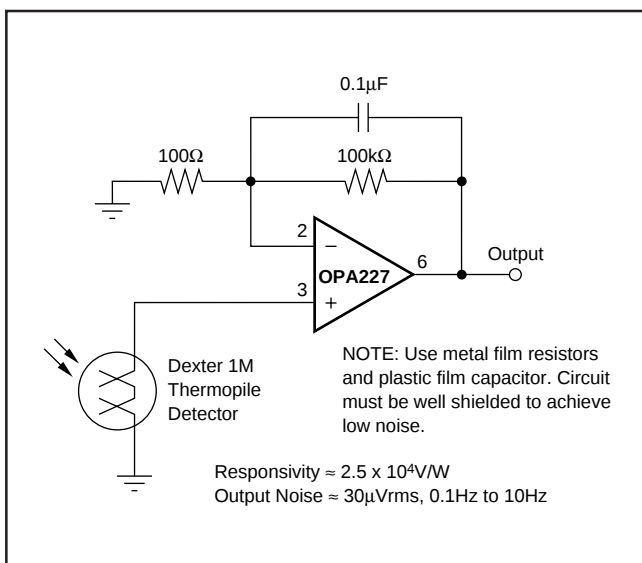


図15. 長波赤外線検出アンプ

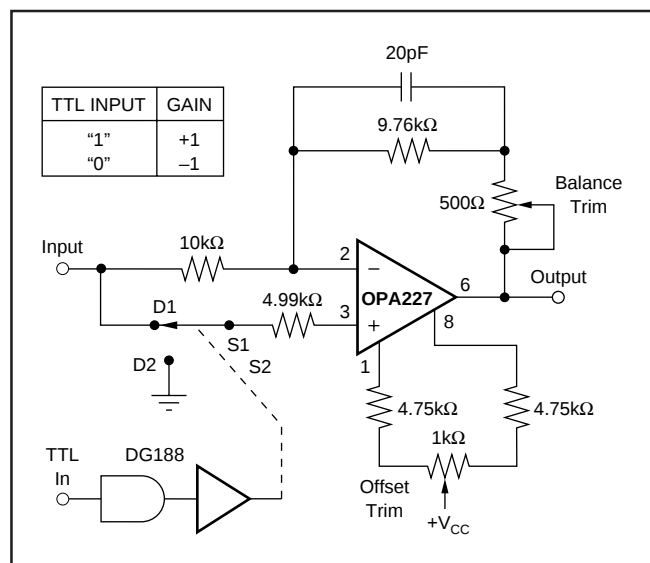


図16. 高性能同期型復調器

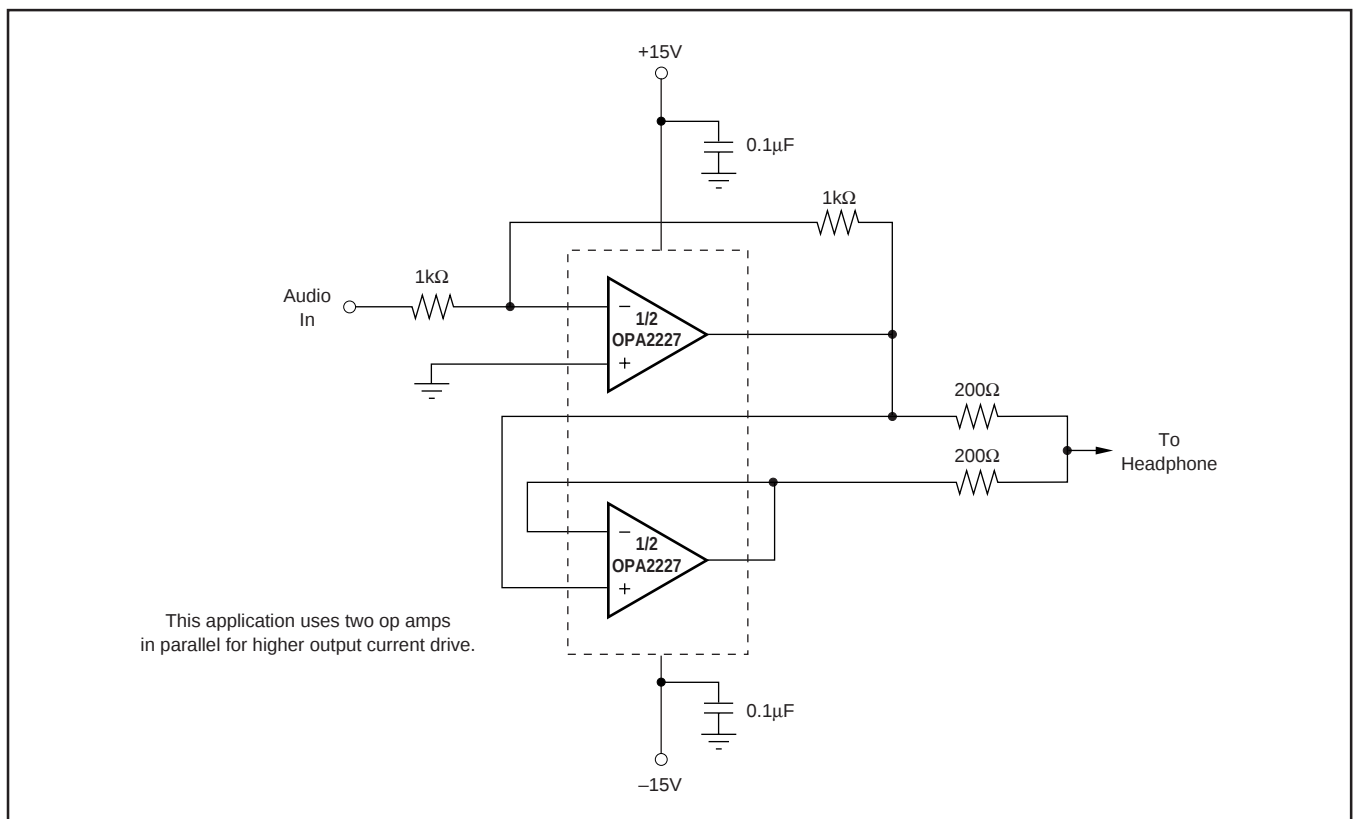


図17. ヘッドフォン・アンプ

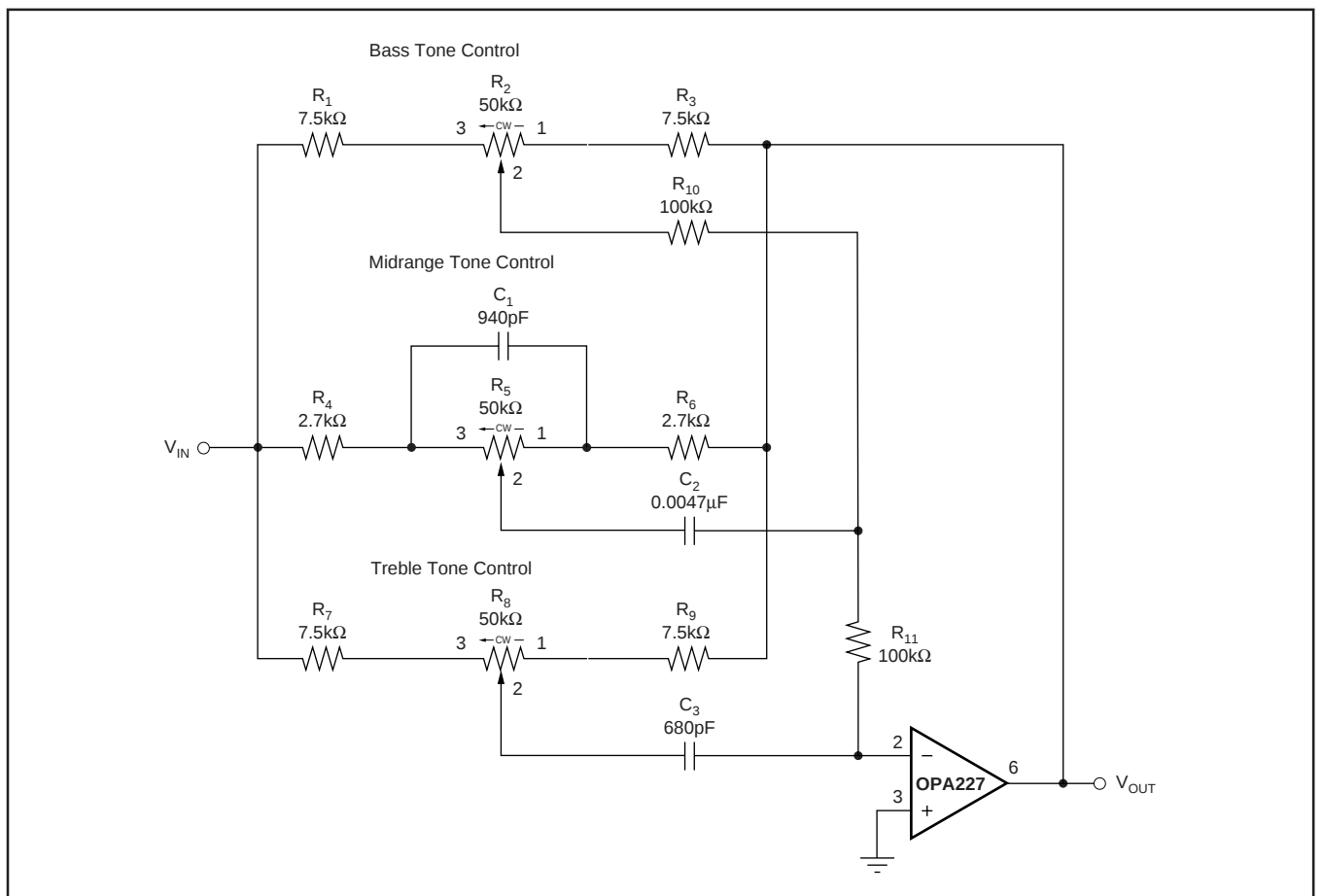
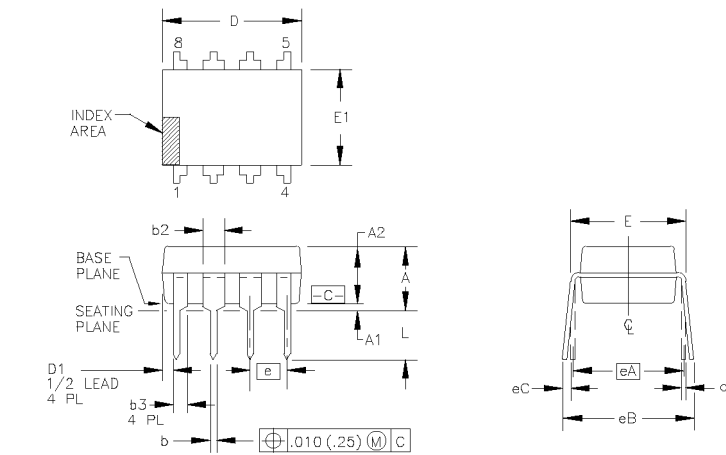


図18. 3バンド・アクティブトーン・コントロール(低音域、中音域、高音域)

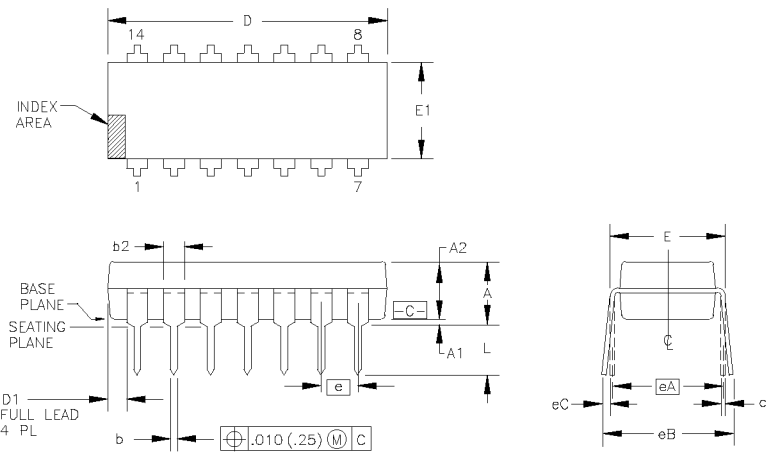
外觀

パッケージ番号006 - 8ピン・プラスチックDIP



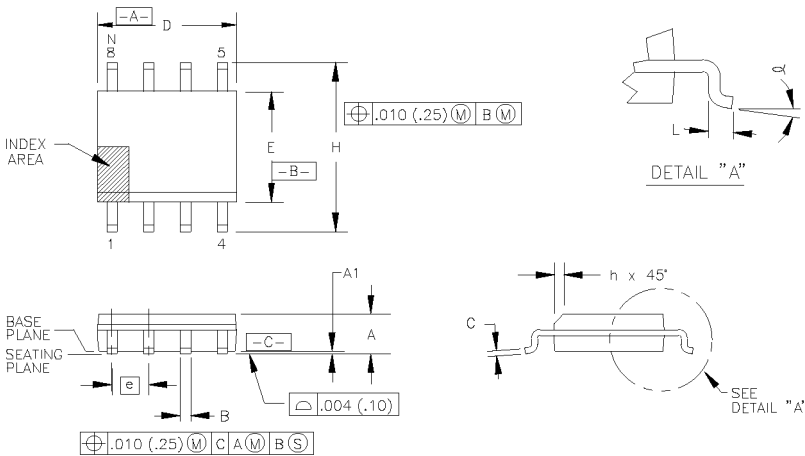
DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	—	.210	—	5.33
A1	.015	—	0.38	—
A2	.115	.195	2.92	4.95
b	.014	.022	0.36	0.56
b2	.045	.070	1.14	1.78
b3	.030	.045	0.76	1.14
c	.008	.014	0.20	0.36
D	.355	.400	9.02	10.16
D1	.005	—	0.13	—
E	.300	.325	7.62	8.26
E1	.240	.280	6.10	7.11
e	.100 BASIC	—	2.54 BASIC	—
eA	.300 BASIC	—	7.63 BASIC	—
eB	—	.430	—	10.92
eC	.000	.060	0.00	1.52
L	.115	.150	2.92	3.81
N	8		8	

パッケージ番号010 - 14ピン・プラスチックDIP



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	—	.210	—	5.33
A1	.015	—	0.38	—
A2	.115	.195	2.92	4.95
b	.014	.022	0.36	0.56
b2	.045	.070	1.14	1.78
c	.008	.014	0.20	0.36
D	.735	.775	18.67	19.69
D1	.005	—	0.13	—
E	.300	.325	7.62	8.26
E1	.240	.280	6.10	7.11
e	.100 BASIC	—	2.54 BASIC	—
eA	.300 BASIC	—	7.63 BASIC	—
eB	—	.430	—	10.92
eC	.000	.060	0.00	1.52
L	.115	.150	2.92	3.81
N	14		14	

パッケージ番号182 - 8ピンSOP



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.0532	.0688	1.35	1.75
A1	.004	.0098	0.10	0.23
B	.013	.020	0.33	0.51
C	.0075	.0098	0.20	0.25
D	.189	.1968	4.80	4.98
E	.1497	.1574	3.80	4.00
e	.050 BASIC	—	1.27 BASIC	—
H	.2284	.244	5.80	6.20
h	.0099	.0196	0.25	0.50
L	.016	.050	0.41	1.27
N	8		8	
∞	0°	8°	0°	8°

外観

