

ローノイズ高精度 *Difet*® オペアンプ

特 長

- 低ノイズ： $8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (10kHz) (最大)
100%テスト
- 低バイアス電流：1pA (最大)
- 低オフセット電圧：250 μV (最大)
- 低ドリフト：1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大)
- 高開ループ・ゲイン：120dB (最小)
- 高同相モード電圧除去比：100dB (最小)

アプリケーション

- 高精度計測
- データ収集
- テスト装置
- 光信号処理
- 医用装置—CATスキャナ
- 耐放射線特性が要求される装置

概 要

OPA111は高精度なモノリシック誘電体分離FET入力オペアンプ(*Difet*®)です。比類なき性能を有しているため、最も厳しい計測用アプリケーションに最適です。

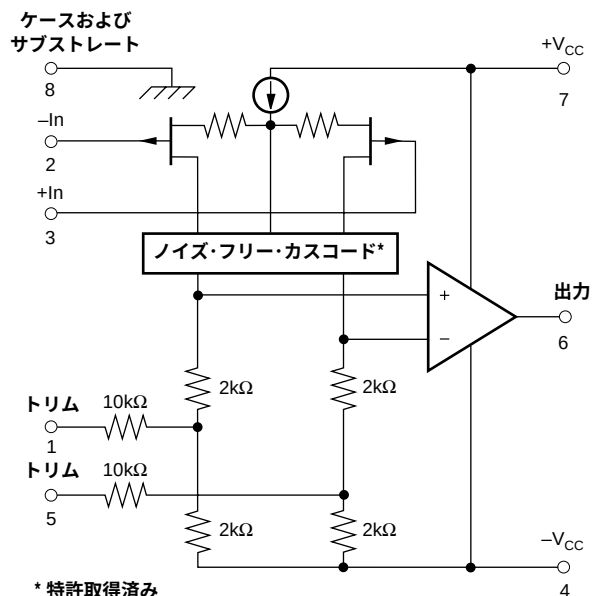
雑音、バイアス電流、オフセット電圧、ドリフト、開ループ・ゲイン、同相モード電圧除去比、電源電圧除去比等の諸仕様は、BIFET®アンプより優れています。

非常に低いバイアス電流は、チップ上でガーディングする誘電体分離プロセスにより達成されました。

レーザ・トリムされた薄膜抵抗により、低オフセットかつ低ドリフト性能が得られます。特許取得済み回路設計技術により、超低ノイズを達成しています。新しいカスコード設計により、高精度入力特性が得られるとともに、フリッカー・ノイズの影響を受けにくくなっています。

汎用741型オペアンプと同一ピンアウトなので、既存の設計のままで性能を向上できます。

BIFET® National Semiconductor Corp. *Difet*® Burr-Brown Corp.



電氣的仕様

特に記述のない限り、 $V_{CC} = \pm 15VDC$ 、 $T_A = +25^{\circ}C$ です。

パラメータ	条件	OPA111AM			OPA111BM			OPA111SM			単位
		最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	
入力											
雑音											
電圧	$f_o = 10Hz$	100%テスト済み	40	80		30	60		40	80	$nV/\sqrt{Hz}$
	$f_o = 100Hz$	100%テスト済み	15	40		11	30		15	40	$nV/\sqrt{Hz}$
	$f_o = 1kHz$	100%テスト済み	8	15		7	12		8	15	$nV/\sqrt{Hz}$
	$f_o = 10kHz$	100%テスト済み	6	8		6	8		6	8	$nV/\sqrt{Hz}$
	$f_B = 10Hz \sim 10kHz$	100%テスト済み	0.7	1.2		0.6	1		0.7	1.2	μV_{rms}
	$f_B = 0.1Hz \sim 10Hz$	(1)	1.6	3.3		1.2	2.5		1.6	3.3	μV_{p-p}
電流	$f_B = 0.1Hz \sim 10Hz$	(1)	9.5	15		7.5	12		9.5	15	fAp-p
	$f_o = 0.1Hz \sim 20kHz$	(1)	0.5	0.8		0.4	0.6		0.5	0.8	$fA/\sqrt{Hz}$
オフセット電圧 ⁽²⁾											
入力オフセット電圧	$V_{CM} = 0VDC$		± 100	± 500		± 50	± 250		± 100	± 500	μV
平均ドリフト	$T_A = T_{MIN} \sim T_{MAX}$		± 2	± 5		± 0.5	± 1		± 2	± 5	$\mu V/^{\circ}C$
電源電圧除去	$V_{CC} = \pm 10V \sim \pm 18V$	90	110	± 31	100	110	± 10	90	110	± 31	dB
			± 3			± 3			± 3		$\mu V/V$
バイアス電流 ⁽²⁾											
入力バイアス電流	$V_{CM} = 0VDC$		± 0.8	± 2		± 0.5	± 1		± 0.8	± 2	pA
オフセット電流 ⁽²⁾											
入力オフセット電流	$V_{CM} = 0VDC$		± 0.5	± 1.5		± 0.25	± 0.75		± 0.5	± 1.5	pA
インピーダンス											
差動			$10^{13} 1$			$10^{13} 1$			$10^{13} 1$		ΩpF
同相モード			$10^{14} 3$			$10^{14} 3$			$10^{14} 3$		ΩpF
電圧範囲											
同相モード入力範囲		± 10	± 11		± 10	± 11		± 10	± 11		V
同相モード除去	$V_{IN} = \pm 10VDC$	90	110		100	110		90	110		dB
開ループ・ゲイン、DC											
開ループ電圧ゲイン	$R_L \geq 2k\Omega$	114	125		120	125		114	125		dB
周波数応答											
ユニティ・ゲイン、小信号			2			2			2		MHz
フルパワー応答	$20V_{p-p}$ 、 $R_L = 2k\Omega$	16	32		16	32		16	32		kHz
スルーレート	$V_o = \pm 10V$ 、 $R_L = 2k\Omega$	1	2		1	2		1	2		V/ μs
セトリングタイム：0.1%	ゲイン = -1、 $R_L = 2k\Omega$		6			6			6		μs
0.01%	10Vステップ		10			10			10		μs
過負荷復帰、50%の過負荷 ⁽³⁾	ゲイン = -1		5			5			5		μs
定格出力											
電圧出力	$R_L = 2k\Omega$	± 11	± 12		± 11	± 12		± 11	± 12		V
電流出力	$V_o = \pm 10VDC$	± 5.5	± 10		± 5.5	± 10		± 5.5	± 10		mA
出力抵抗	DC、開ループ		100			100			100		Ω
耐容量性負荷安定性	ゲイン = +1		1000			1000			1000		pF
短絡電流		10	40		10	40		10	40		mA
電源仕様											
定格電圧		± 5	± 15		± 5	± 15		± 5	± 15		VDC
電圧範囲、ディレーティング性能				± 18		± 18				± 18	VDC
無信号時電流	$I_o = 0mADC$		2.5	3.5		2.5	3.5		2.5	3.5	mA
温度範囲											
仕様	周囲温度	-25		+85	-25		+85	-55		+125	$^{\circ}C$
動作	周囲温度	-55		+125	-55		+125	-55		+125	$^{\circ}C$
保存	周囲温度	-65		+150	-65		+150	-65		+150	$^{\circ}C$
熱抵抗、 θ_{JA}			200			200			200		$^{\circ}C/W$

注：(1) サンプルテストですが、このパラメータは保証されます。(2) オフセット電圧、オフセット電流およびバイアス電流は、完全にウォーム・アップ後の値です。(3) 過負荷復帰は、50%の過負荷入力 that 除かれた直後より、出力が飽和状態からリニア動作に復帰するまでの時間です。

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、各ユーザー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。

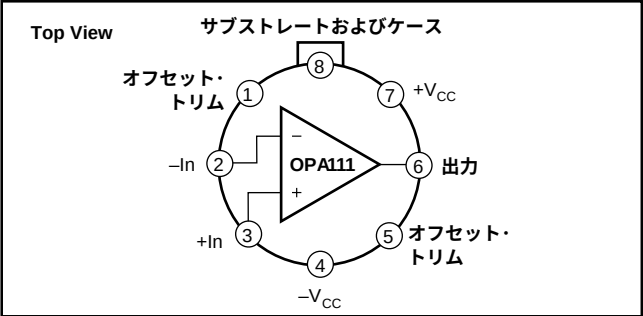
電氣的仕様(全温度範囲仕様)

特に記述のない限り、 $V_{CC} = \pm 15VDC$ 、 $T_A = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ です。

パラメータ	条件	OPA111AM			OPA111BM			OPA111SM			単位
		最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	
温度範囲											
仕様範囲	周囲温度	−25		+85	−25		+85	−55		+125	℃
入力											
オフセット電圧 ⁽¹⁾ 入力オフセット電圧 平均ドリフト 電源電圧除去	V _{CM} = 0VDC V _{CC} = ±10V ∼ ±18V	86	±220 ±2 100 ±10	±1000 ±5 ±50	90	±110 ±0.5 100 ±10	±500 ±1 ±32	86	±300 ±2 100 ±10	±1500 ±5 ±50	μV μV/℃ dB μV/V
バイアス電流 ⁽¹⁾ 入力バイアス電流	V _{CM} = 0VDC		±50	±250		±30	±130		±820	±4100	pA
オフセット電流 ⁽¹⁾ 入力オフセット電流	V _{CM} = 0VDC		±30	±200		±15	±100		±510	±3100	pA
電圧範囲 同相モード入力範囲 同相モード除去	V _{IN} = ±10VDC	±10 86	±11 100		±10 90	±11 100		±10 86	±11 100		V dB
開ループ・ゲイン、DC											
開ループ電圧ゲイン	R _L ≥ 2kΩ	110	120		114	120		110	120		dB
定格出力											
電圧出力 電流出力 短絡電流	R _L = 2kΩ V _O = ±10VDC V _O = 0VDC	±10.5 ±5.25 10	±11 ±10 40		±11 ±5.25 10	±11.5 ±10 40		±11 ±5.25 10	±11.5 ±10 40		V mA mA
電源											
無信号時電流	I _O = 0mADC		2.5	3.5		2.5	3.5		2.5	3.5	mA

注：(1) オフセット電圧、オフセット電流、およびバイアス電流は、完全にウォーム・アップ後の値です。

接続図



絶対最大定格

電源電圧	$\pm 18VDC$
内部消費電力 ⁽¹⁾	750mW
差動入力電圧 ⁽²⁾	$\pm 36VDC$
入力電圧範囲 ⁽²⁾	$\pm 18VDC$
保存温度範囲	$-65^\circ C \sim +150^\circ C$
動作温度範囲	$-55^\circ C \sim +125^\circ C$
リード温度 (10秒間の半田付け)	$+300^\circ C$
出力短絡時間 ⁽³⁾	連続
接合部温度	$+175^\circ C$

注：(1) パッケージは $\theta_{JC} = 150^\circ C/W$ または $\theta_{JA} = 300^\circ C/W$ に基づきディレーティングさせてください。
(2) $\pm 18VDC$ 以下の電圧に対する絶対最大入力電圧は、 $+18V > V_{IN} > -V_{CC} - 6V$ と等しくなります。図2を参照して下さい。
(3) 短絡回路は対グラウンドのみです。この定格は $+25^\circ C$ の周囲温度に適用されます。消費電力制限と T_J の項を参照してください。

パッケージ情報

モデル	パッケージ	パッケージ図番号 ⁽¹⁾
OPA111AM	TO-99	001
OPA111BM	TO-99	001
OPA111SM	TO-99	001

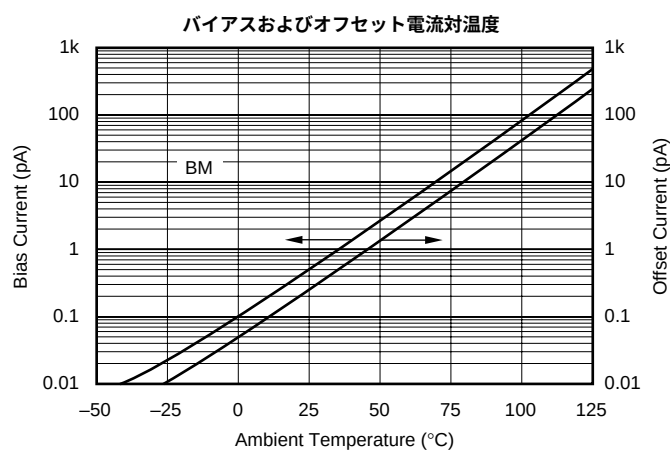
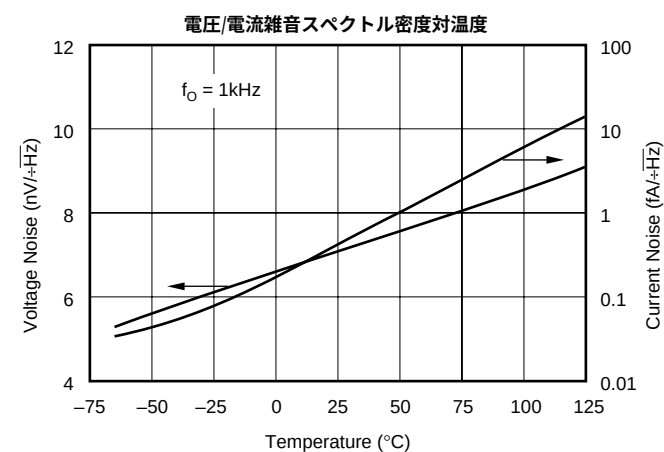
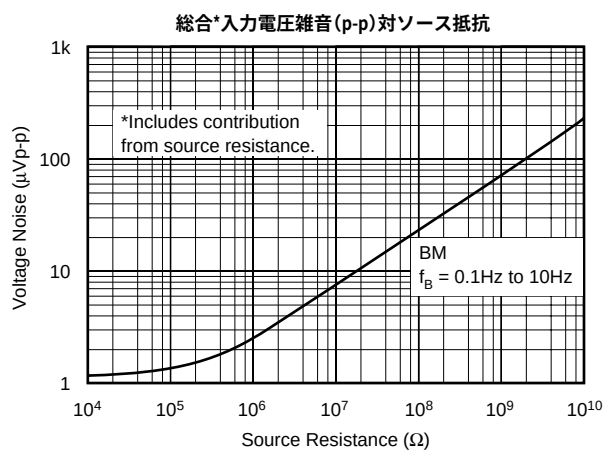
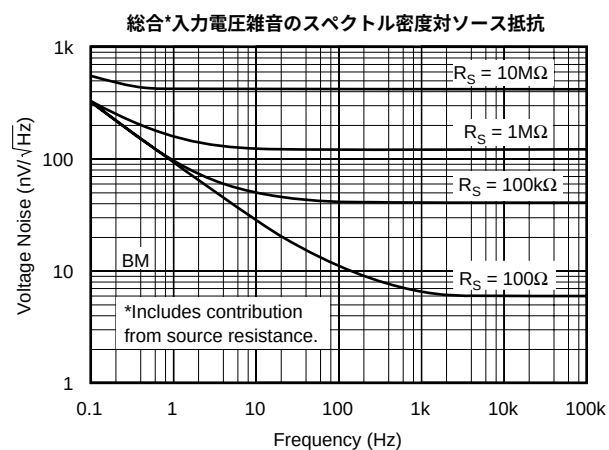
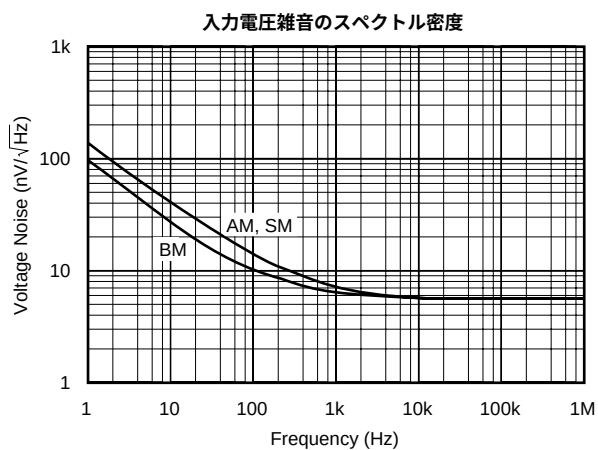
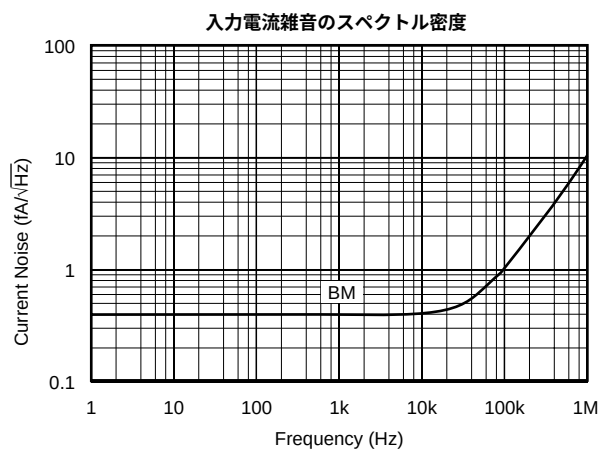
注：(1) 詳細図および寸法表は、データシートの巻末を参照して下さい。

ご発注の手引き

モデル	パッケージ	温度範囲	オフセット電圧、最大 (μV)
OPA111AM	TO-99	$-25^\circ C \sim +85^\circ C$	± 500
OPA111BM	TO-99	$-25^\circ C \sim +85^\circ C$	± 250
OPA111SM	TO-99	$-55^\circ C \sim +125^\circ C$	± 500

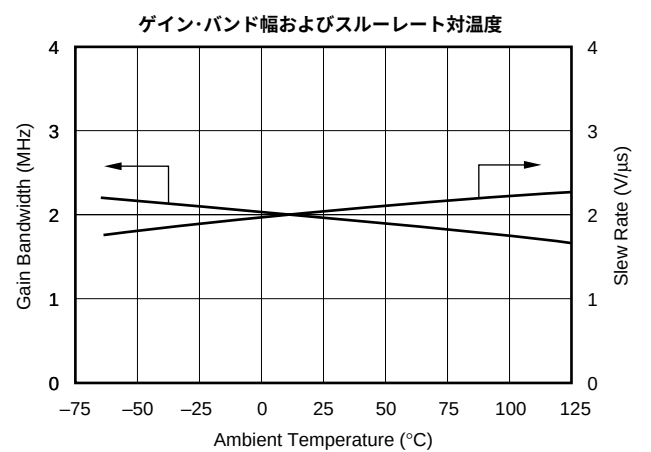
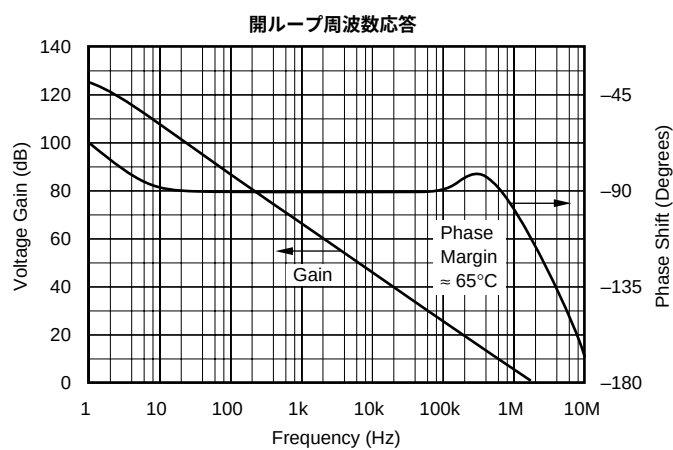
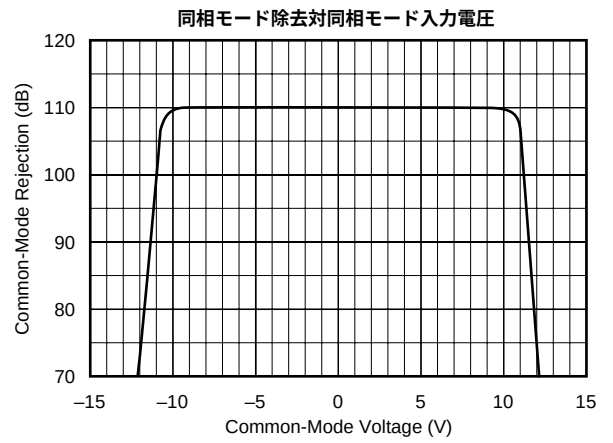
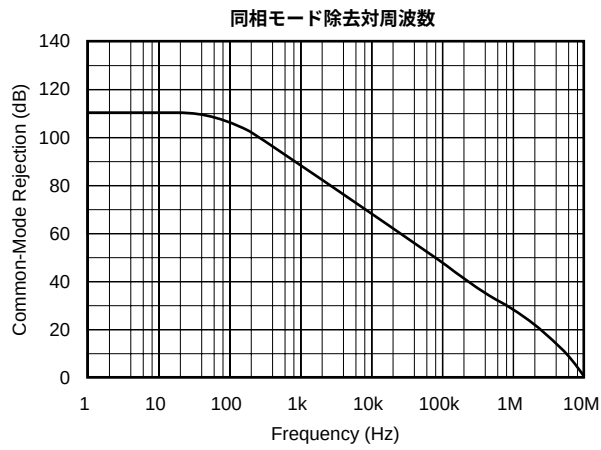
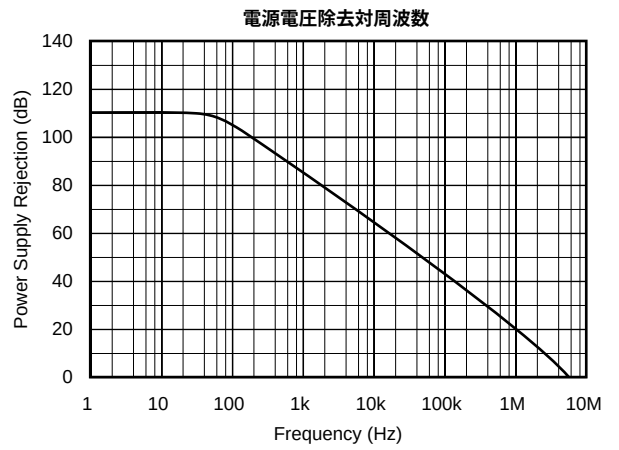
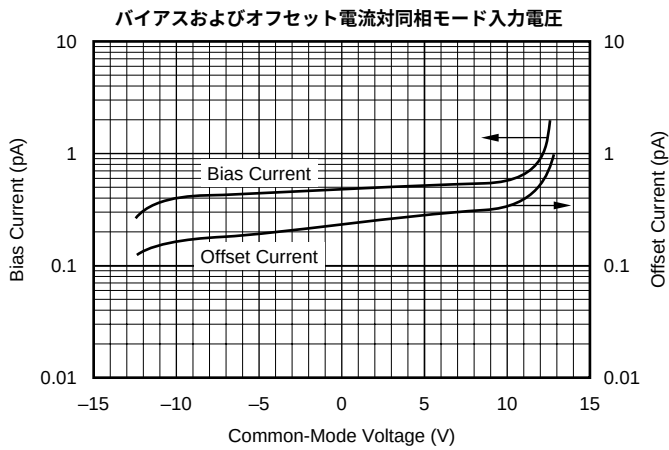
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = \pm 15\text{VDC}$ です。



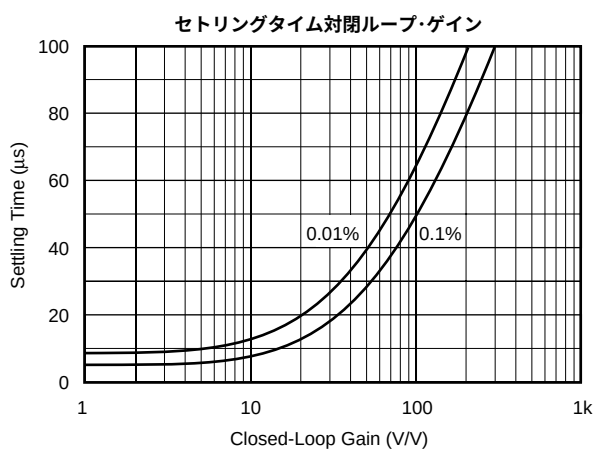
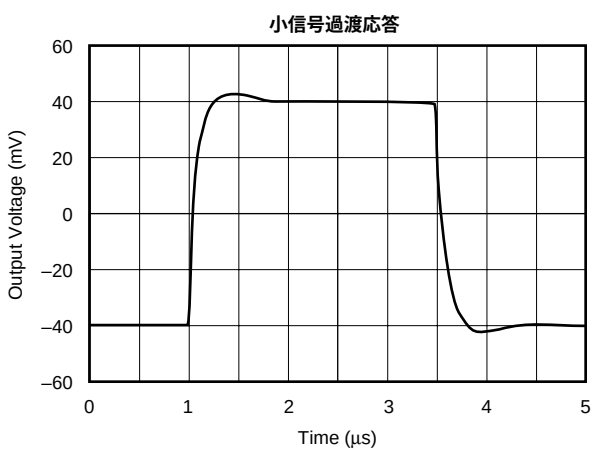
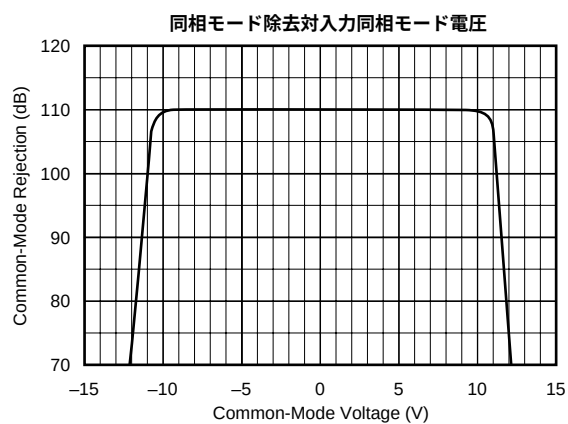
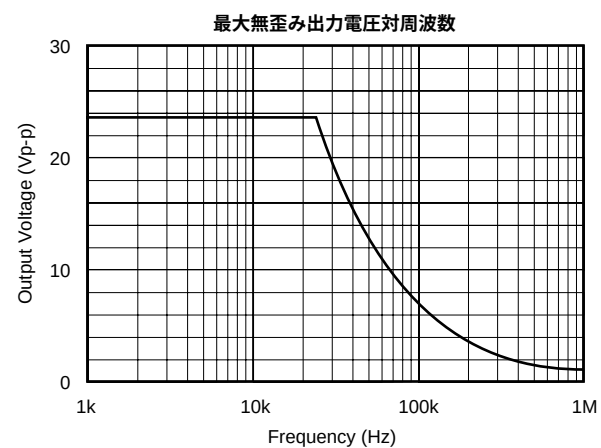
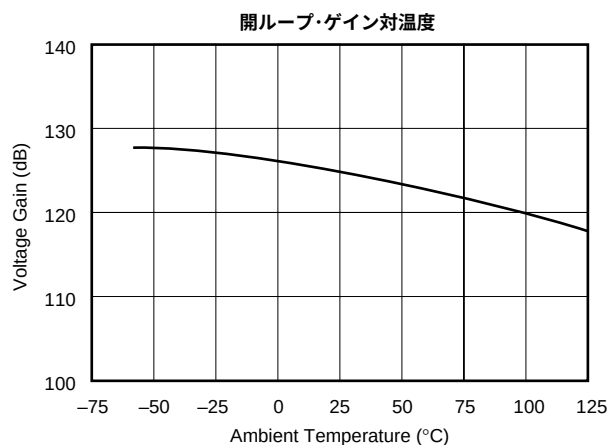
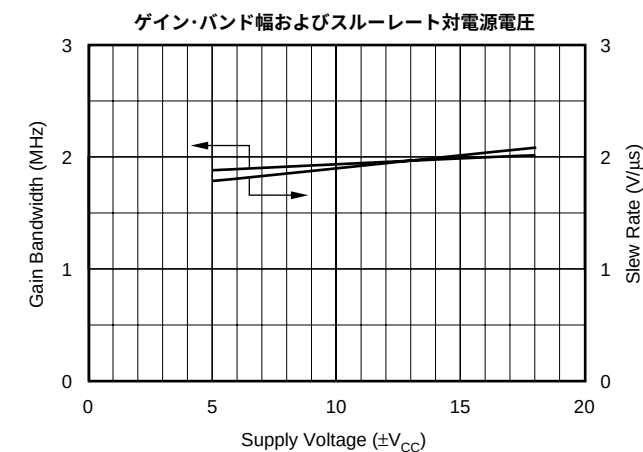
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = \pm 15\text{VDC}$ です。



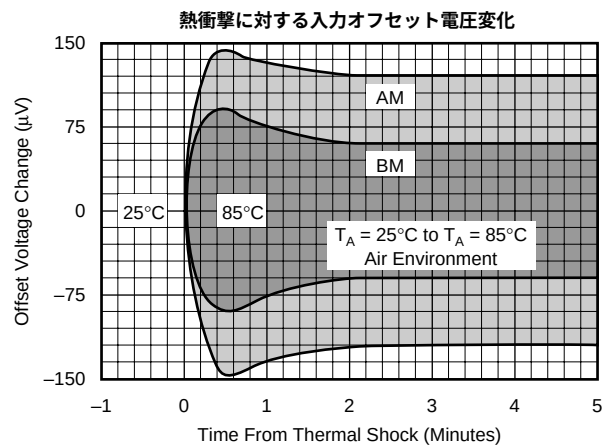
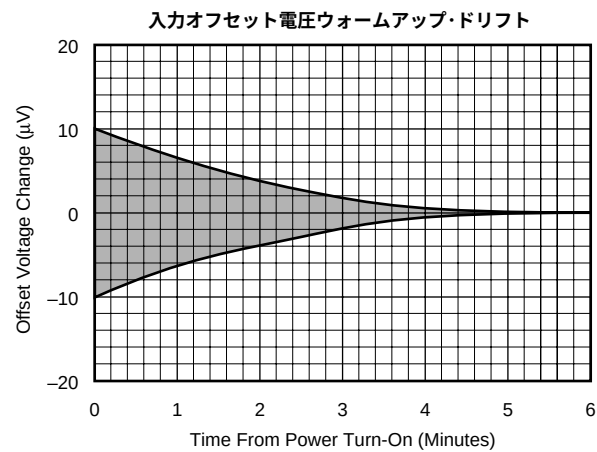
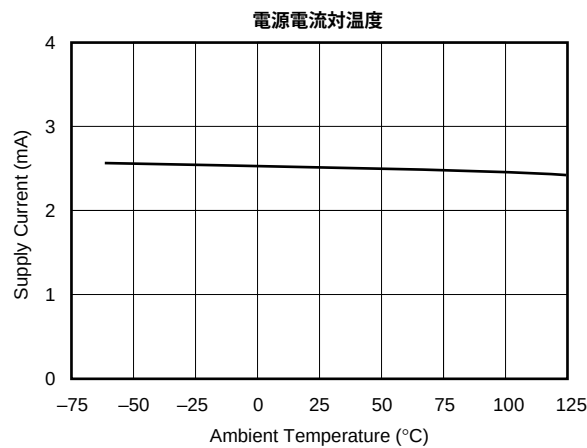
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = \pm 15\text{VDC}$ です。



代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{CC} = \pm 15\text{VDC}$ です。



使用上の注意

オフセット電圧調整

OPA111のオフセット電圧はレーザ・トリミングされており、ほとんどのアプリケーションではそれ以上調整する必要はありません。通常のオペアンプと同様、外部調整を行うと、100 μ Vのオフセット調整ごとに約0.3 μ V/°Cの割合でドリフト性能が変化します。図1に示すとおり、オフセット調整回路は741型およびAD547オペアンプの場合と似ている点に注目してください。オフセット調整回路を使用しなければ、OPA111はそのまま他のほとんどのアンプと置換できます。

入力保護

通常のモノリシックFETオペアンプでは、入力FETのゲートとサブストレート間のアイソレーション・ダイオードに順方向バイアスがか加わると破壊的な電流が流入するため、入力保護のために電流制限抵抗を外付けする必要があります。ほとんどのBIFETアンプは、 $-V_{CC}$ の供給が停止すると破壊する場合があります。

BIFETアンプとは異なり、OPA111は誘電体分離技術を使用しているため、入力電圧が $-V_{CC}$ より6V以上負になる場合にのみ、入力電流制限抵抗が必要になります。10k Ω の直列抵抗を接続すれば、 ± 15 Vの入力レベルまでは、仮に両方の電源の供給が停止した場合でも、入力電流を安全なレベルに制限します。

静電気により破壊までには至らないまでも、入力特性がわずかに変化することはあります。高精度オペアンプではバイポーラでもFET入力でも、オフセット電圧およびドリフトの目立つ劣化原因となり得ます。高精度ICオペアンプを取扱う際には、静電気防止策を徹底することが推奨されます。

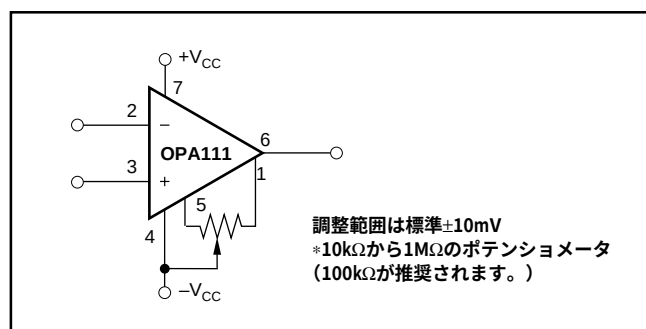


図1. オフセット電圧調整

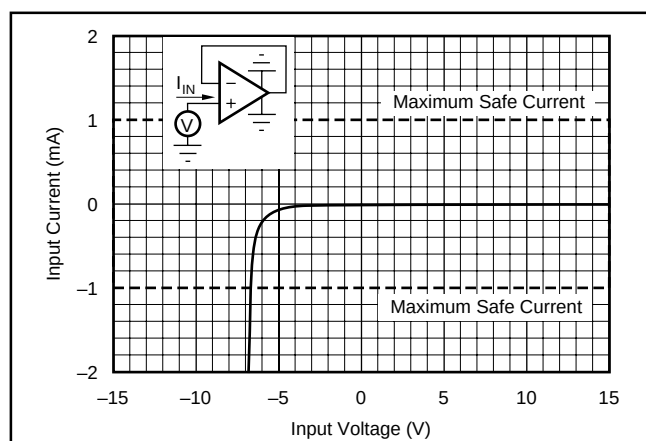


図2. $\pm V_{CC}$ ピンをグランドに接続した時の入力電流対入力電圧

ガーディングとシールドイング

高インピーダンスの信号処理を行う場合には、入力リードから「ハム」のピックアップを減らすためにシールドイングに注意してください。もし、高帰還抵抗を使用する場合には、抵抗も外部入力回路と一緒にシールドしてください。

プリント基板を通して流れるリーケージ電流は、OPA111のバイアス電流の値を容易に越えるので注意が必要です。この対策としては、OPA111の信号入力リードをテフロンスタンドオフに結線することが推奨されます。もし、OPA111をプリント基板に直接半田実装する場合には、ボードレイアウトに細心の注意を払ってください。高インピーダンスの入力ピンの周囲を「ガード」パターンで完全に包み、このガードパターンを低インピーダンスで、かつ入力ピンと同電位のポイントに接続します。

OPA111のケースは、入力シールドまたはガードのいずれかにピン8を通して必ず接続してください。この結果、アンプ自体は完全にガードポテンシャルで包まれるので、リーケージ電流と雑音ピックアップとを最小に保持できます(図3を参照)。ガードが必要ない場合は、ピン8(ケース)をグランドに接続しなければなりません。

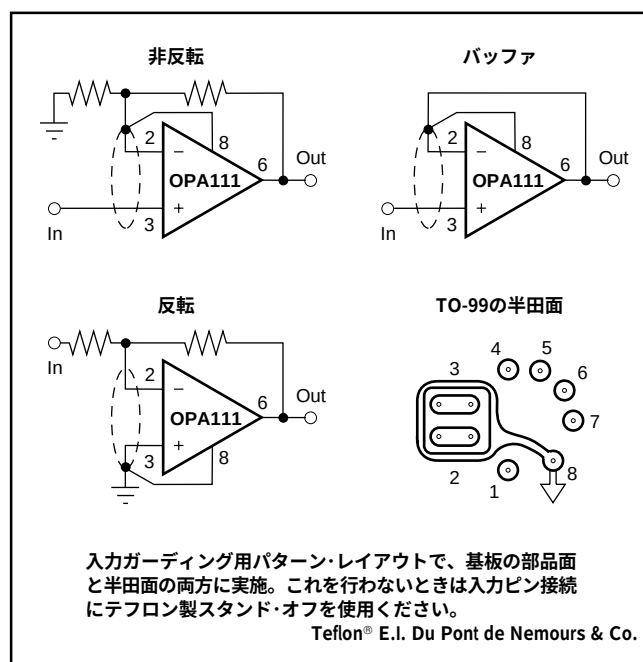


図3. 入力ガードの接続

雑音：FET対バイポーラ

低雑音回路の設計は、すべての雑音源を注意深く分析することが要求されます。オペアンプの雑音特性はほとんどの場合、外部のノイズ源が支配的であるため、信号源抵抗の影響について考慮する必要があります。信号源インピーダンスが低い場合は、電圧ノイズの小さいバイポーラ・オペアンプが最適であり、逆に信号源インピーダンスが高い場合、電流ノイズの大きいバイポーラ・オペアンプでは、大きなノイズ電圧が発生することになります。信号源抵抗が約15k Ω 以上の場合、OPA111の全雑音はOP-27よりも低くなります(図4を参照)。

バイアス電流変化対同相モード電圧

ほとんどのBIFETオペアンプの入力バイアス電流は、同相モード電圧の影響を受けます(図5を参照)。FETゲートドレイン間の電圧が高くなると、リーケージ電流と電離(バイアス)電流が増加します。一方、カスコード入力段により、OPA111の超低バイアス電流は、同相モード電圧の影響を受けません。

アプリケーション回路

図6から図18にOPA111のアプリケーション回路例を示します。

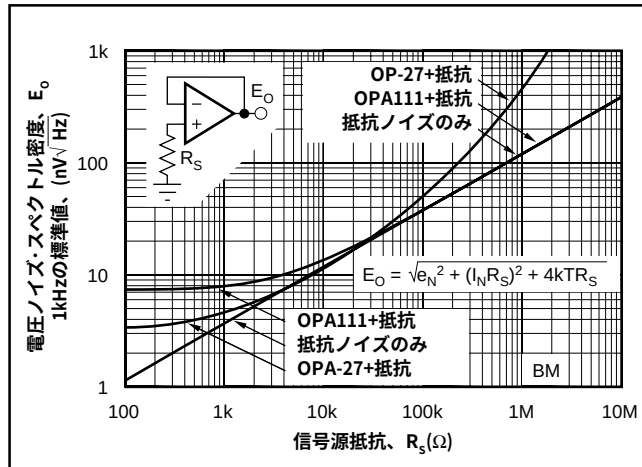


図4. 電圧雑音スペクトル密度対ソース抵抗

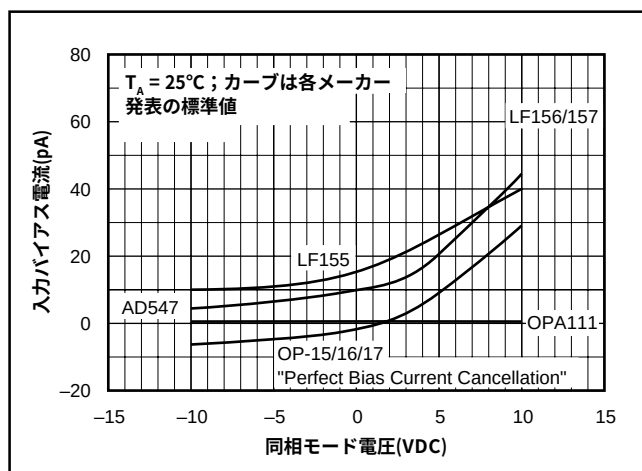


図5. 入力バイアス電流対同相モード電圧

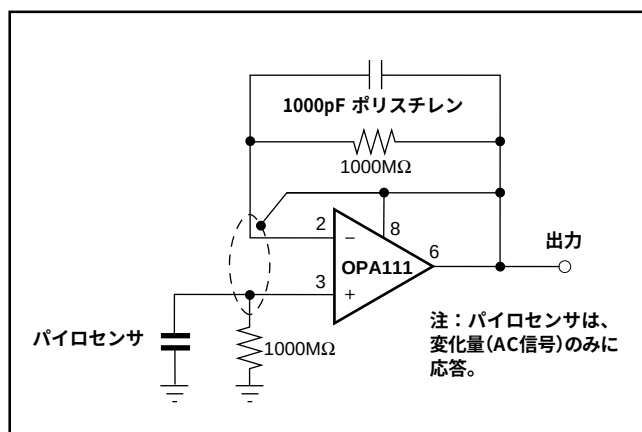


図6. パイロセンサによる赤外線検出

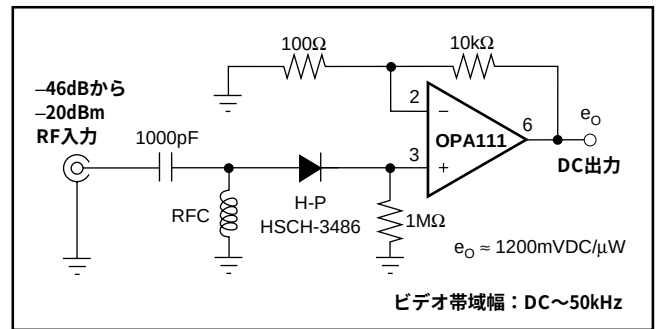


図7. ゼロ・バイアスのショットキ・ダイオードRF検波

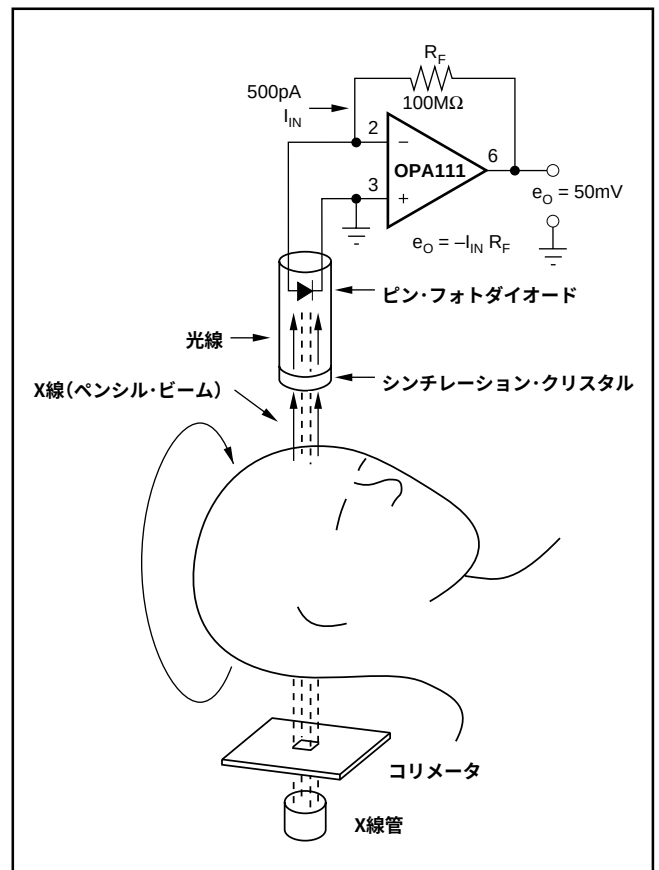


図8. CATスキャナ用アンプ

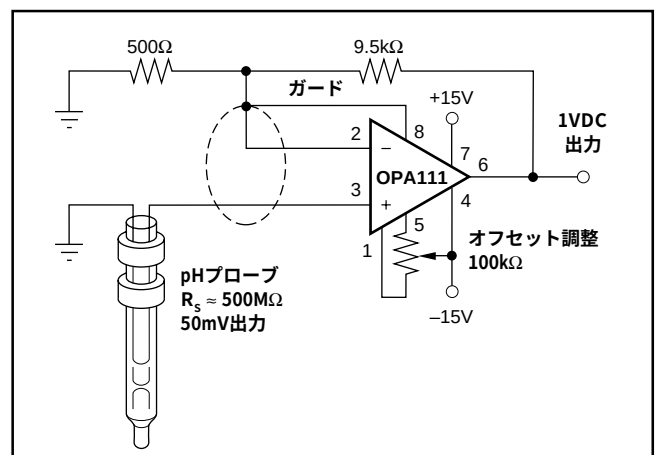


図9. 高インピーダンス($10^{14}\Omega$)アンプ

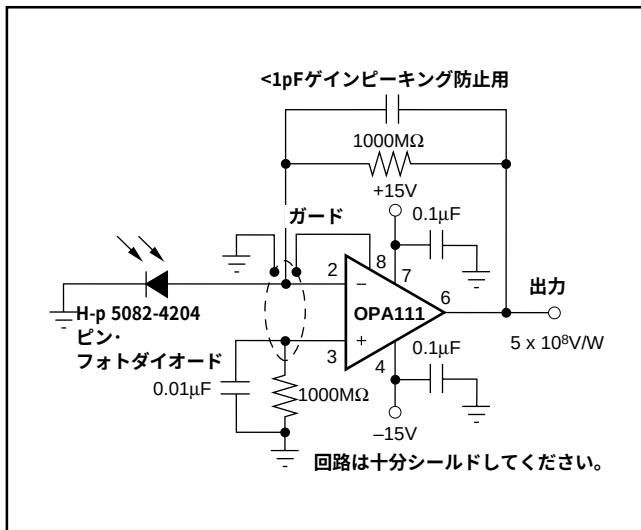


図10. 高感度フォトダイオード・アンプ

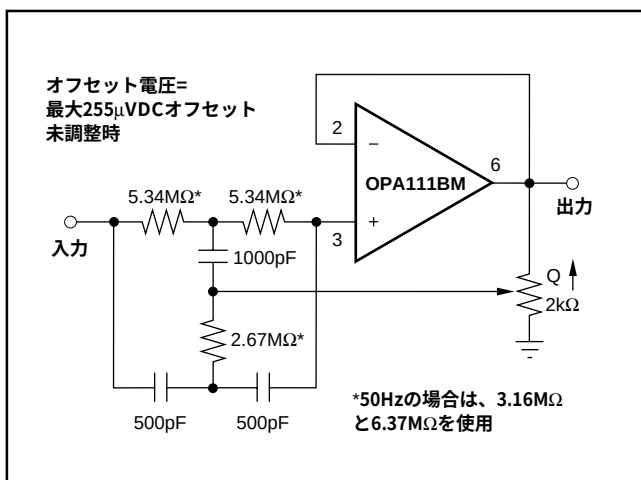


図11. 60Hz除去フィルタ

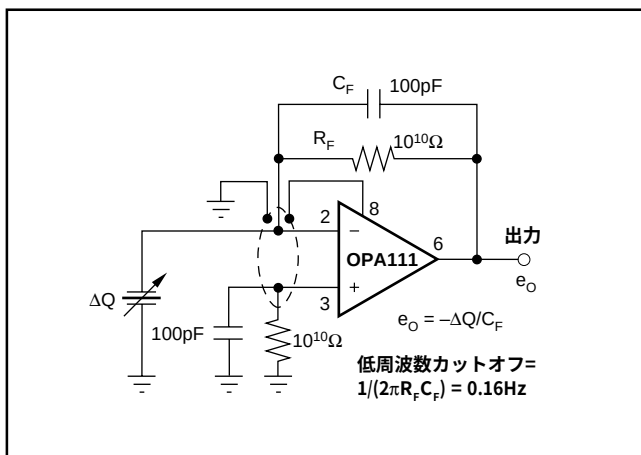


図12. 圧電トランスデューサ・チャージ・アンプ

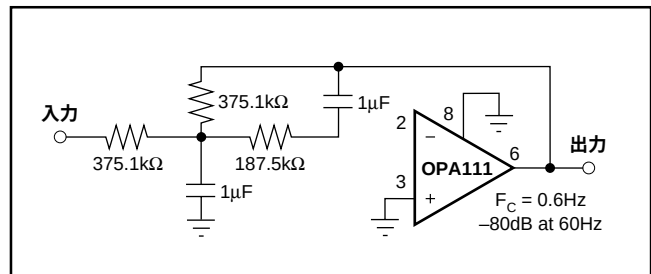


図13. 0.6Hzの二次ローパス・フィルタ

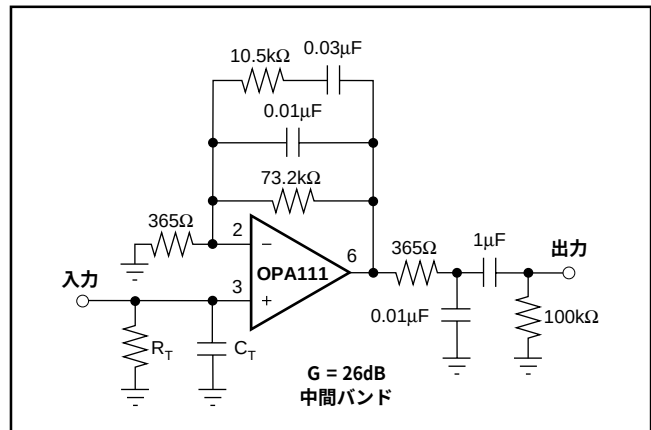


図14. RIAAイコライズド・フォノ・アンプ

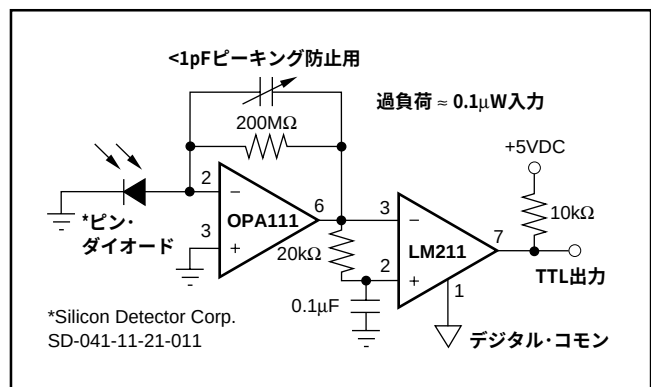


図15. 高感度(1nW以下)光ファイバ・レシーバ(9600ボー・マン
チェスタ・データ用)

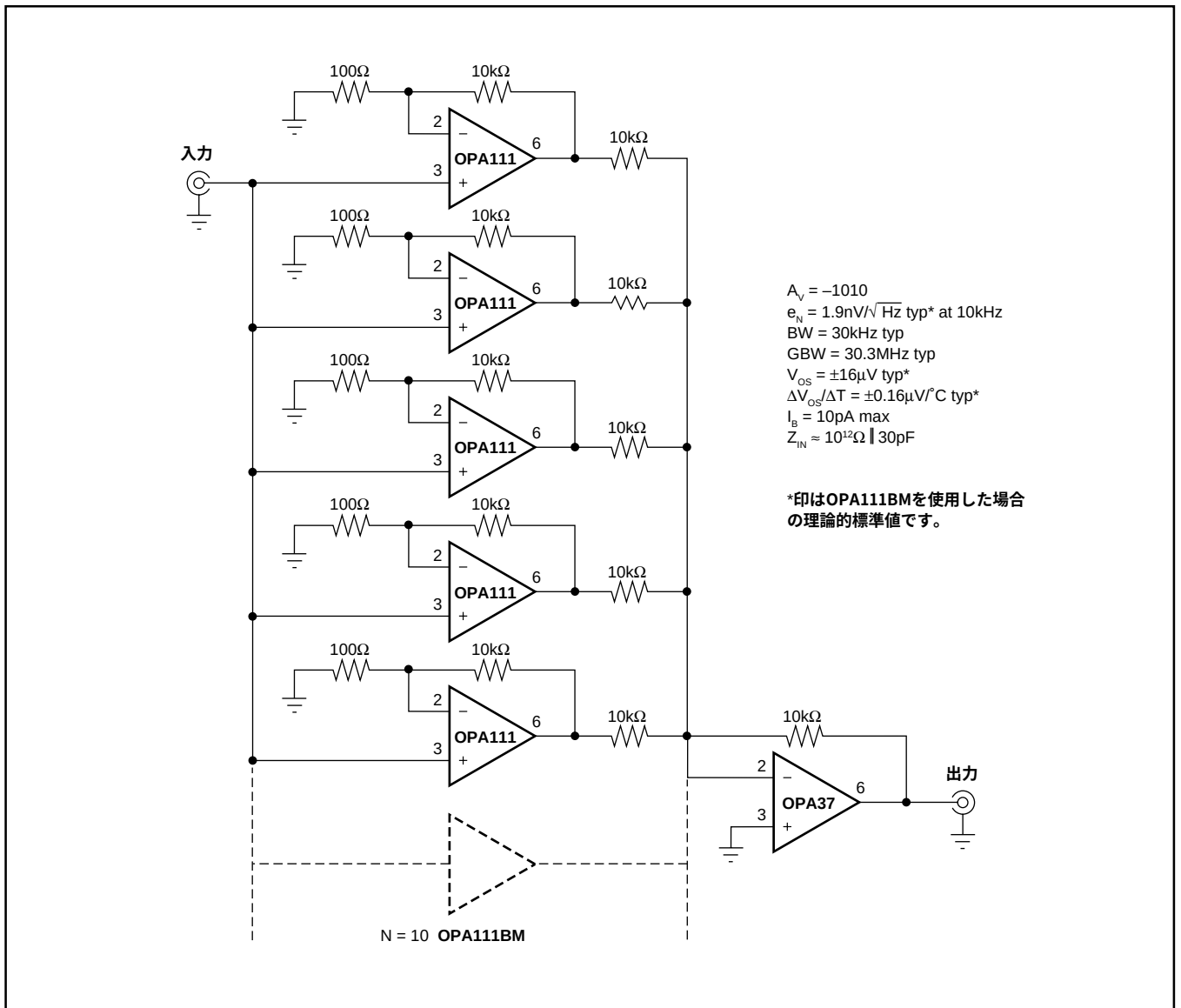


図16. 出力ノイズを低減するためのN段平行入力アンプ

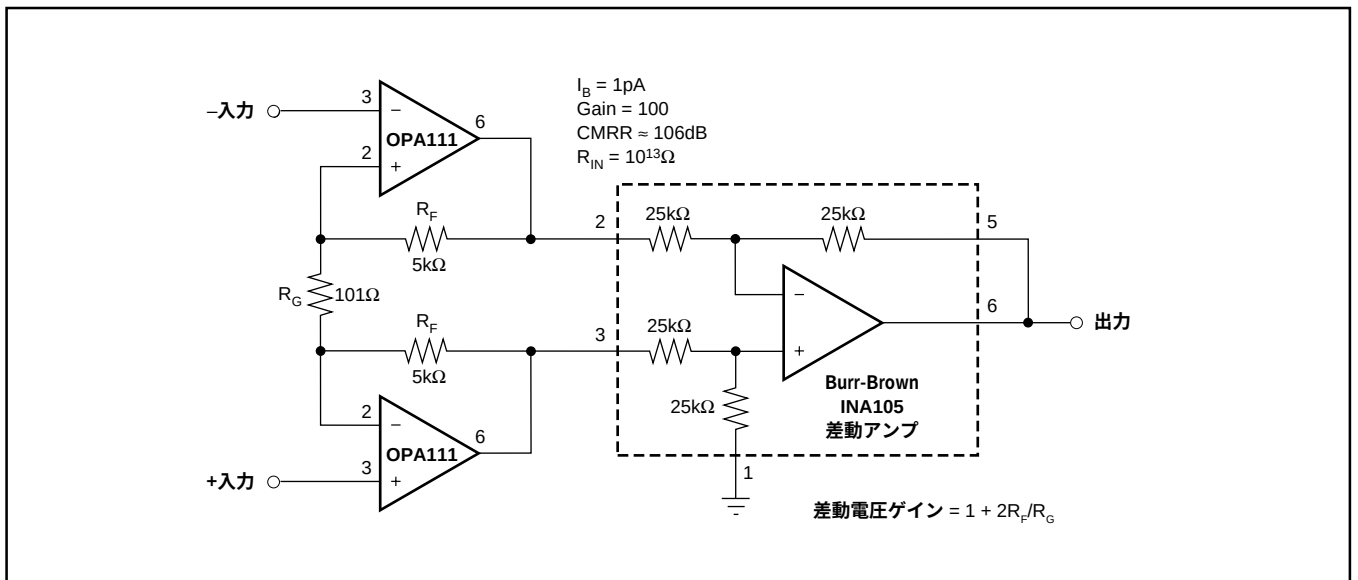


図17. FET入力計測アンプ

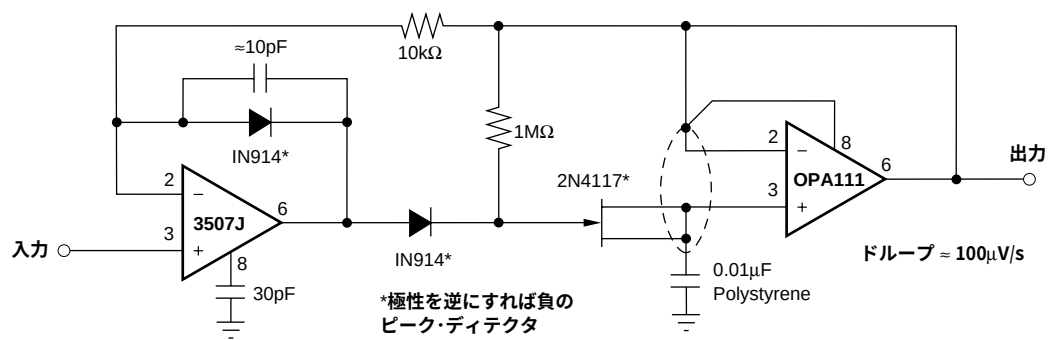
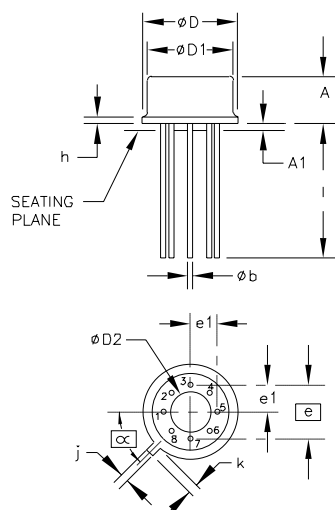


図18. 低ドレープの正ピーク・ディテクタ

外観

パッケージ番号001—メタルTO-99



	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.165	.185	4.19	4.70
A1	.010	.040	0.25	1.02
b	.016	.021	0.41	0.53
D	.335	.370	8.51	9.40
D1	.305	.335	7.75	8.51
D2	.140	.160	3.56	4.06
e	.200 BASIC		5.08 BASIC	
e1	.095	.105	2.41	2.67
h	—	.040	—	1.02
j	.028	.034	0.71	0.86
k	.029	.045	0.74	1.14
l	.500	—	12.70	—
N	8		8	
∞	45° BASIC		45° BASIC	