

### 特長

#### 高速動作

- -3dB帯域幅：190MHz (G=+1)
- スルーレート：100V/ $\mu$ s

#### 低歪み

- SFDR：120dBc @ 1MHz
- SFDR：80dBc @ 5MHz
- 入力クロスオーバーしきい値が選択可能

#### ローノイズ

- 4.3nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
- 1.6pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

#### 低オフセット電圧：最大900 $\mu$ V

#### 低消費電力

- 電源電流：6mA
- パワーダウン・ディスエーブル機能を装備

#### フェーズリバーサルなし

#### 広い電源電圧レンジ：2.7V~12V

#### 小型パッケージ：SOIC-8、SOT-23-6

### アプリケーション

- フィルタ
- ADCドライバ
- レベル・シフト
- バッファリング
- 業務用ビデオ
- 低電圧計装機器

### 概要説明

AD8027は、低電源電圧で動作するレールtoレールの入出力を持ち、高性能かつ広い信号ダイナミックレンジに最適化された高速アンプです。AD8027は、ローノイズ(4.3nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 、1.6pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ )かつ低歪みです。入力ダイナミックレンジの一部または全体を使い、かつ低歪みを必要とするアプリケーションでは、AD8027は最適です。

多くのレールtoレール入力アンプの入力段では、入力信号がクロスオーバーのしきい値を越えると、1つの差動ペアから別の差動ペアに切り替わりますが、これが歪み発生の原因になっています。AD8027は、SELECTピンを使って入力クロスオーバーしきい値電圧を選択できる独特な機能を持っています。この機能が、コンプリメンタリ・トランジスタ入力ペアが切り替わる電圧を制御しています。また、AD8027は本質的に低いクロスオーバー歪みも持っています。

#### 接続図

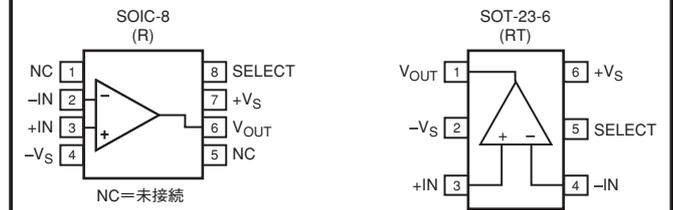


図1. 接続図(上面図)

AD8027アンプは広い電源電圧レンジ(2.7V~12V)と広い帯域幅(190MHz)を持ち、低電源電圧で速度と性能を求める様々なアプリケーションで使用されるようにデザインされています。AD8027の高性能は、わずか8.5mA(max)の静止電流で達成されています。また、この素子はパワーダウン・ディスエーブル機能も備えています。

AD8027はSOIC-8およびSOT-23-6パッケージを採用し、-40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ Cの工業温度レンジで動作する仕様になっています。

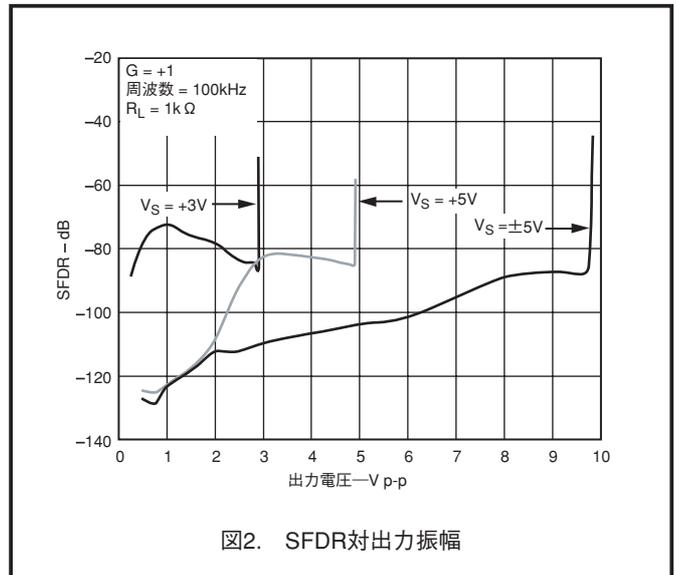


図2. SFDR対出力振幅

1 米国特許No. 6,486,737 B1およびNo. 6,518,842 B1により保護されています。

アナログ・デバイセズ社が提供する情報は正確で信頼できるものを期していますが、その情報の利用または引用したことにより引き起こされる第三者の特許または権利の侵害に関して、当社はいっさいの責任を負いません。さらに、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を許諾するものでもありません。  
\*日本語データシートは、REVISIONが古い場合があります。最新の内容については英語版をご参照ください。

# AD8027

## 目次

AD8027—仕様	3	PCBレイアウト	18
絶対最大定格	6	グラウンド	18
最大消費電力	6	電源のバイパス	18
代表的な性能特性	7	アプリケーション	19
動作原理	15	AD8027のSELECTピンの使い方	19
入力段	15	16ビットADCの駆動	19
クロスオーバー選択	15	バンドパス・フィルタ	20
出力段	16	デザイン・ツールおよびテクニカル・サポート	20
DC誤差	16	外形寸法	21
広帯域動作	17	オーダー・ガイド	21
回路の注意事項	18		
バランス入力インピーダンス	18		

## 改訂履歴

Revision 0：初版

# AD8027—仕様

表1.  $V_S = \pm 5V$  (特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $R_L = 1k\Omega$ にて電源電圧中点に接続、 $G = +1$ )

パラメータ	条件	Min	Typ	Max	単位
ダイナミック性能					
-3dB帯域幅	$G = +1$ , $V_O = 0.2V$ p-p	138	190		MHz
	$G = +1$ , $V_O = 2V$ p-p	20	32		MHz
平坦性0.1dBでの帯域幅	$G = +2$ , $V_O = 0.2V$ p-p		16		MHz
スルーレート	$G = +1$ , $V_O = 2V$ ステップ		90		V/ $\mu s$
	$G = -1$ , $V_O = 2V$ ステップ		100		V/ $\mu s$
0.1%へのセトリング・タイム	$G = +2$ , $V_O = 2V$ ステップ		35		ns
ノイズ/歪み性能					
スプリアス・フリー・ダイナミックレンジ(SFDR)	$f_C = 1MHz$ , $V_O = 2V$ p-p, $R_F = 24.9\Omega$		120		dBc
	$f_C = 5MHz$ , $V_O = 2V$ p-p, $R_F = 24.9\Omega$		80		dBc
入力電圧ノイズ	$f = 100kHz$		4.3		nV/ $\sqrt{Hz}$
入力電流ノイズ	$f = 100kHz$		1.6		pA/ $\sqrt{Hz}$
差動ゲイン(DG)誤差	NTSC, $G = +2$ , $R_L = 150\Omega$		0.10		%
差動位相(DP)誤差	NTSC, $G = +2$ , $R_L = 150\Omega$		0.20		度
DC性能					
入力オフセット電圧	SELECT=トライ・ステート またはオープン、PNPアクティブ		200	800	$\mu V$
	SELECT=ハイレベル、NPNアクティブ		240	900	$\mu V$
入力オフセット電圧ドリフト	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		1.50		$\mu V/^\circ C$
入力バイアス電流 <sup>1</sup>	$V_{CM} = 0V$ , NPNアクティブ		3.80	5.50	$\mu A$
	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		4		$\mu A$
入力バイアス電流 <sup>1</sup>	$V_{CM} = 0V$ , PNPアクティブ		-7.8	-10.5	$\mu A$
	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		-8		$\mu A$
入力オフセット電流			$\pm 0.1$	$\pm 0.9$	$\mu A$
オープン・ループ・ゲイン	$V_O = \pm 2.5V$		108		dB
入力特性					
入力インピーダンス			6		M $\Omega$
入力容量			2		pF
入力コモン・モード電圧レンジ			-5.2 ~ +5.2		V
コモン・モード除去比	$V_{CM} = \pm 2.5V$	90	105		dB
SELECTピン					
クロスオーバー・ロー選択入力電圧	トライ・ステート < $\pm 20\mu A$		-3.3 ~ +5		V
クロスオーバー・ハイ選択入力電圧			-3.9 ~ -3.3		V
ディスエーブル入力電圧			-5 ~ -3.9		V
ディスエーブル・スイッチング時間	入力の50%から最終 $V_O$ 値の10%以内まで		980		ns
イネーブル・スイッチング時間			45		ns
出力特性					
出力オーバードライブ復帰時間 (立ち上がり/立ち下がりエッジ)	$V_I = +6V \sim -6V$ , $G = -1$		40/45		ns
出力電圧振幅		$-V_S + 0.10$		$+V_S - 0.10$	V
出力短絡電流	シンク電流およびソース電流		120		mA
オフ時アイソレーション	$V_{IN} = 0.2V$ p-p, $f = 1MHz$ , SELECT=ローレベル		-49		dB
容量負荷の駆動	30%オーバーシュート		20		pF
電源					
動作レンジ		2.7		12	V
静止電流			6.5	8.5	mA
静止電流(ディスエーブル時)	SELECT=ローレベル		370	500	$\mu A$
電源変動除去比	$V_S \pm 1V$	90	107		dB

<sup>1</sup> 無符号または+符号はピンへの流入電流、-符号はピンからの流出電流。

# AD8027—仕様

表2.  $V_S=+5V$  (特に指定のない限り、 $T_A=25^\circ C$ 、 $R_L=1k\Omega$ にて電源電圧中点に接続)

パラメータ	条件	Min	Typ	Max	単位
ダイナミック性能					
-3dB帯域幅	$G=+1$ 、 $V_o=0.2V$ p-p	131	185		MHz
	$G=+1$ 、 $V_o=2V$ p-p	18	28		MHz
平坦性0.1dBでの帯域幅	$G=+2$ 、 $V_o=0.2V$ p-p		12		MHz
スルーレート	$G=+1$ 、 $V_o=2V$ ステップ		85		$V/\mu s$
	$G=-1$ 、 $V_o=2V$ ステップ		100		$V/\mu s$
0.1%へのセトリング・タイム	$G=+2$ 、 $V_o=2V$ ステップ		40		ns
ノイズ/歪み性能					
スプリアス・フリー・ダイナミックレンジ(SFDR)	$f_c=1MHz$ 、 $V_o=2V$ p-p、 $R_F=24.9\Omega$		90		dBc
	$f_c=5MHz$ 、 $V_o=2V$ p-p、 $R_F=24.9\Omega$		64		dBc
入力電圧ノイズ	$f=100kHz$		4.3		$nV/\sqrt{Hz}$
入力電流ノイズ	$f=100kHz$		1.6		$pA/\sqrt{Hz}$
差動ゲイン(DG)誤差	NTSC、 $G=+2$ 、 $R_L=150\Omega$		0.10		%
差動位相(DP)誤差	NTSC、 $G=+2$ 、 $R_L=150\Omega$		0.20		度
DC性能					
入力オフセット電圧	SELECT=トライ・ステートまたはオープン、PNPアクティブ		200	800	$\mu V$
	SELECT=ハイレベル、NPNアクティブ		240	900	$\mu V$
入力オフセット電圧ドリフト	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		1.5		$\mu V/^\circ C$
入力バイアス電流 <sup>1</sup>	$V_{CM}=2.5V$ 、NPNアクティブ		3.7	5.5	$\mu A$
	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		4		$\mu A$
入力バイアス電流 <sup>1</sup>	$V_{CM}=2.5V$ 、PNPアクティブ		-7.8	-10.5	$\mu A$
	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		-7.9		$\mu A$
入力オフセット電流			$\pm 0.1$	$\pm 0.9$	$\mu A$
オープン・ループ・ゲイン	$V_o=1V \sim 4V$		105		dB
入力特性					
入力インピーダンス			6		$M\Omega$
入力容量			2		pF
入力コモン・モード電圧レンジ			-0.2~+5.2		V
コモン・モード除去比	$V_{CM}=0V \sim 2.5V$	90	105		dB
SELECTピン					
クロスオーバー・ロー選択入力電圧	トライ・ステート $< \pm 20\mu A$		1.7~5		V
クロスオーバー・ハイ選択入力電圧			1.1~1.7		V
ディスエーブル入力電圧			0~1.1		V
ディスエーブル・スイッチング時間	入力の50%から最終 $V_o$ 値の10%以内まで		1100		ns
イネーブル・スイッチング時間			50		ns
出力特性					
オーバードライブ回復時間 (立ち上がり/立ち下がりエッジ)	$V_i=-1V \sim +6V$ 、 $G=-1$		50/50		ns
出力電圧振幅	$R_L=1k\Omega$	$-V_S+0.08$		$+V_S-0.08$	V
オフ時アイソレーション	$V_{IN}=0.2V$ p-p、 $f=1MHz$ 、 SELECT=ローレベル		-49		dB
出力短絡電流	シンク電流およびソース電流		105		mA
容量負荷の駆動	30%オーバーシュート		20		pF
電源					
動作レンジ		2.7		12	V
静止電流			6	8.5	mA
静止電流(ディスエーブル時)	SELECT=ローレベル		320		$\mu A$
電源変動除去比	$V_S \pm 1V$	90	107		dB

<sup>1</sup> 無符号または+符号はピンへの流入電流、-符号はピンからの流出電流。

# AD8027—仕様

表3.  $V_S=+3V$  (特に指定のない限り、 $T_A=25^\circ C$ 、 $R_L=1k\Omega$ にて電源電圧中点に接続)

パラメータ	条件	Min	Typ	Max	単位
ダイナミック性能					
-3dB帯域幅	$G=+1$ 、 $V_o=0.2V$ p-p	125	180		MHz
	$G=+1$ 、 $V_o=2V$ p-p	19	29		MHz
平坦性0.1dBでの帯域幅	$G=+2$ 、 $V_o=0.2V$ p-p		10		MHz
スルーレート	$G=+1$ 、 $V_o=2V$ ステップ		73		V/ $\mu$ s
	$G=-1$ 、 $V_o=2V$ ステップ		100		V/ $\mu$ s
0.1%へのセトリング・タイム	$G=+2$ 、 $V_o=2V$ ステップ		48		ns
ノイズ/歪み性能					
スプリアス・フリー・ダイナミックレンジ(SFDR)	$f_c=1MHz$ 、 $V_o=2V$ p-p、 $R_F=24.9\Omega$		85		dBc
	$f_c=5MHz$ 、 $V_o=2V$ p-p、 $R_F=24.9\Omega$		64		dBc
入力電圧ノイズ	$f=100kHz$		4.3		nV/ $\sqrt{Hz}$
入力電流ノイズ	$f=100kHz$		1.6		pA/ $\sqrt{Hz}$
差動ゲイン(DG)誤差	NTSC、 $G=+2$ 、 $R_L=150\Omega$		0.15		%
作動位相(DP)誤差	NTSC、 $G=+2$ 、 $R_L=150\Omega$		0.20		度
DC性能					
入力オフセット電圧	SELECT=トライ・ステートまたはオープン、PNPアクティブ		200	800	$\mu$ V
	SELECT=ハイレベル、NPNアクティブ		240	900	$\mu$ V
入力オフセット電圧ドリフト	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		1.5		$\mu$ V/ $^\circ C$
入力バイアス電流 <sup>1</sup>	$V_{CM}=1.5V$ 、NPNアクティブ		3.5	5.5	$\mu$ A
	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		3.8		$\mu$ A
入力バイアス電流 <sup>1</sup>	$V_{CM}=1.5V$ 、PNPアクティブ		-7.5	-10.5	$\mu$ A
	$T_{MIN} \sim T_{MAX}$		-7.7		$\mu$ A
入力オフセット電流			$\pm 0.1$	$\pm 0.9$	$\mu$ A
オープン・ループ・ゲイン	$V_o=1V \sim 2V$		100		dB
入力特性					
入力インピーダンス			6		M $\Omega$
入力容量			2		pF
入力コモン・モード電圧レンジ	$R_L=1k\Omega$		-0.2 $\sim$ +3.2		V
コモン・モード除去比	$V_{CM}=0V \sim 1.5V$	88	100		dB
SELECTピン					
クロスオーバー・ロー選択入力電圧	トライ・ステート $< \pm 20 \mu$ A		1.7 $\sim$ 3		V
クロスオーバー・ハイ選択入力電圧			1.1 $\sim$ 1.7		V
ディスエーブル入力電圧			0 $\sim$ 1.1		V
ディスエーブル・スイッチング時間	入力の50%から最終 $V_o$ 値の10%以内まで		1150		ns
イネーブル・スイッチング時間			50		ns
出力特性					
出力オーバードライブ復帰時間 (立ち上がり/立ち下がりエッジ)	$V_i=-1V \sim +4V$ 、 $G=-1$		55/55		ns
出力電圧振幅	$R_L=1k\Omega$	$-V_S+0.07$		$+V_S-0.07$	V
出力短絡電流	シンク電流およびソース電流		72		mA
オフ時アイソレーション	$V_{IN}=0.2V$ p-p、 $f=1MHz$ 、 SELECT=ローレベル		-49		dB
容量負荷の駆動	30%オーバーシュート		20		pF
電源					
動作レンジ		2.7		12	V
静止電流			6.0	8.0	mA
静止電流(ディスエーブル時)	SELECT=ローレベル		300	420	$\mu$ A
電源変動除去比	$V_S \pm 1V$	88	100		dB

<sup>1</sup> 無符号または+符号はピンへの流入電流、-符号はピンからの流出電流。

# AD8027

## 絶対最大定格

表4.

パラメータ	定格
電源電圧	12.6V
消費電力	図3参照
コモン・モード入力電圧	$\pm V_S \pm 0.5V$
差動入力電圧	$\pm 1.8V$
保存温度	$-65^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$
動作温度レンジ	$-40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$
端子温度(ハンダ処理、10秒)	300°C
内部ジャンクション温度	150°C

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、動作仕様書の項に記載された規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

## 最大消費電力

AD8027のパッケージでの安全な最大消費電力は、チップのジャンクション温度( $T_J$ )の上昇によって制限されます。チップをプラスチック封止すると、局所的に規定のジャンクション温度に到達します。ガラス遷移温度である約150°Cで、プラスチックの属性が変わります。この規定温度を一時的に超えた場合でも、パッケージからチップに加えられる応力が変化して、AD8027のパラメータ性能を永久的にシフトしてしまうことがあります。175°Cの接合温度を長時間超えると、シリコン・デバイス内に変化が発生して、故障の原因になることがあります。

パッケージとPCBの静止空気内での熱抵抗 ( $\theta_{JA}$ )、周囲温度( $T_A$ )、パッケージ( $P_D$ )内の合計消費電力によって、チップのジャンクション温度が決定されます。ジャンクション温度は次式で計算されます。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$$

パッケージ内の消費電力( $P_D$ )は、静止消費電力とすべての出力での負荷駆動に起因するパッケージ内の消費電力との和になります。静止電力は、電源ピン( $+V_S$ 、 $-V_S$ )間の電圧×静止時電流値として求められます。負荷( $R_L$ )を電源電圧の midpoint を基準とするものと仮定すると、合計駆動電力は  $\{(+V_S) - (-V_S)\} / 2 \times I_{OUT}$  になり、この電力がパッケージ内と負荷( $V_{OUT} \times I_{OUT}$ )で消費されます。合計駆動電力と負荷電力の差が、パッケージ内で消費される駆動電力です。

$$P_D = \text{静止電力} + (\text{合計駆動電力} - \text{負荷電力})$$

$$P_D = \left\{ (+V_S) - (-V_S) \right\} \times I_S + \left\{ \frac{(+V_S) - (-V_S)}{2} \right\} \times \frac{V_{OUT}}{R_L} - \frac{V_{OUT}^2}{R_L}$$

RMS出力電圧も検討する必要があります。単電源動作のように、 $R_L$ が $-V_S$ を基準とすると、合計駆動電力は $+V_S \times I_{OUT}$ になります。

rms信号レベルが未確定の場合は、電源電圧の midpoint を基準とする $R_L$ に対して $V_{OUT} = +V_S/4$ のワースト・ケースを検討します。

$$P_D = (+V_S \times I_S) + \frac{(+V_S/4)^2}{R_L}$$

$-V_S$ を基準とする $R_L$ を使う単電源動作では、ワースト・ケースは $V_{OUT} = +V_S/2$ になります。

空気の流れがあると放熱効果が良くなり $\theta_{JA}$ が小さくなります。また、メタル・パターン、スルー・ホール、グラウンド、電源プレーンからパッケージ・ピンへ直接接続される金属配線が増える場合にも、 $\theta_{JA}$ が小さくなります。「ボード・レイアウト」で説明するように、高速オペアンプの入力ピンでの寄生容量を小さくするように注意する必要があります。

図3に、パッケージでの安全な最大消費電力と周囲温度の関係を、JEDEC標準4層ボードに実装したSOIC-8 (125°C/W)パッケージとSOT-23-6 (170°C/W)パッケージについて示します。 $\theta_{JA}$ 値は近似値です。

## 出力の短絡

出力をグラウンドへ短絡した場合、またはAD8027に過大な電流を流した場合には、致命的な故障が発生することがあります。

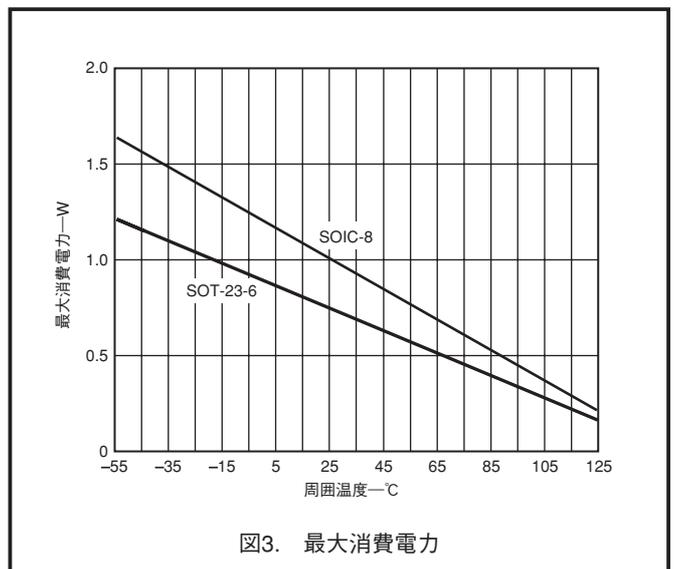


図3. 最大消費電力

# 代表的な性能特性—AD8027

デフォルト条件  $V_S = \pm 5V$  (特に指定のない限り、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $R_L = 1k\Omega$ )

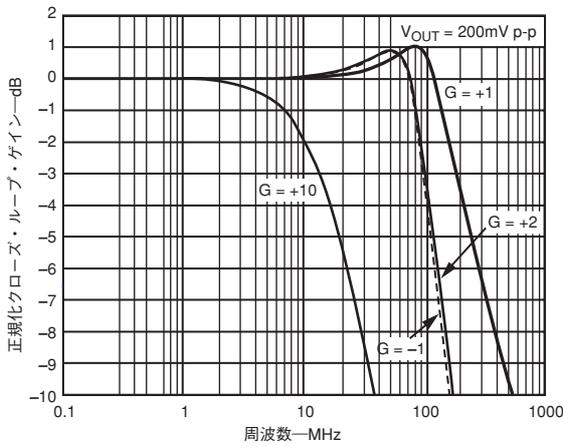


図4. ゲインに対する小信号周波数応答

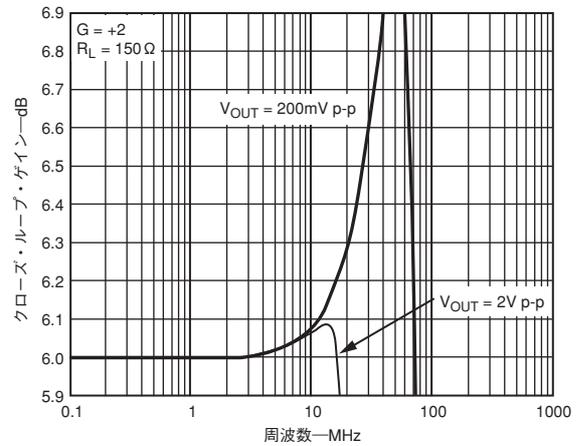


図7. 0.1dB平坦性の周波数応答

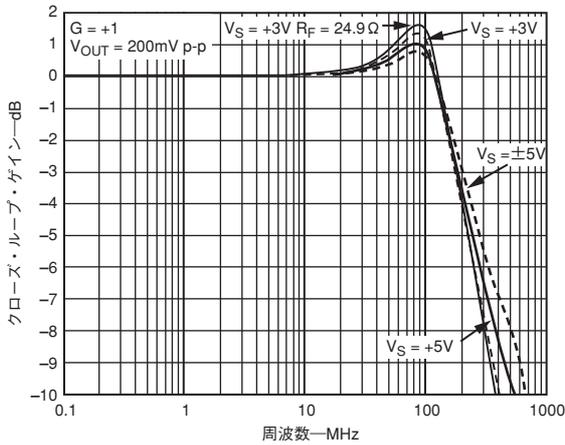


図5. 電源に対する小信号周波数応答

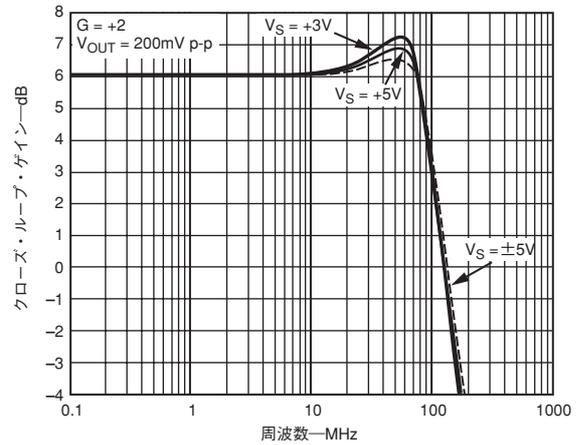


図8. 電源に対する小信号周波数応答

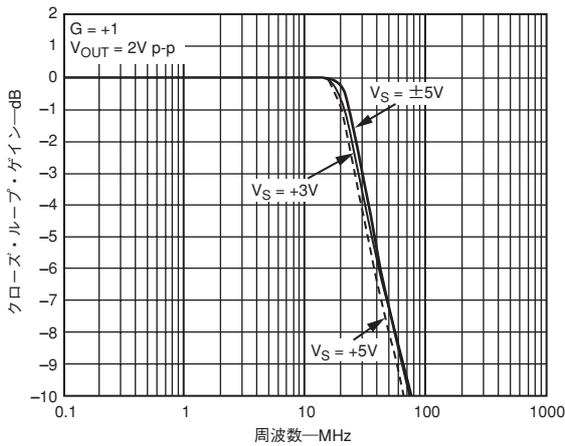


図6. 電源に対する大信号周波数応答

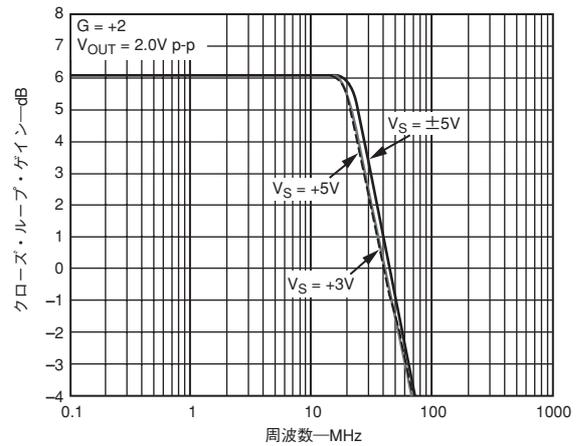


図9. 電源に対する大信号周波数応答

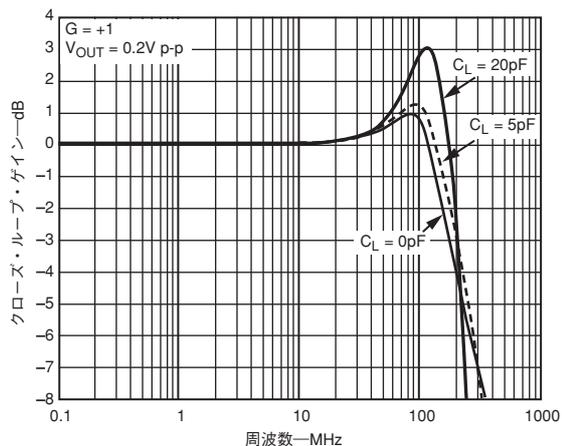


図10.  $C_{LOAD}$ に対する小信号周波数応答

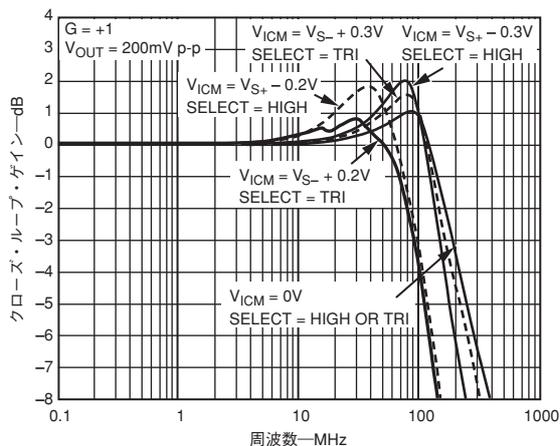


図13. 入力共通モード電圧に対する小信号周波数応答

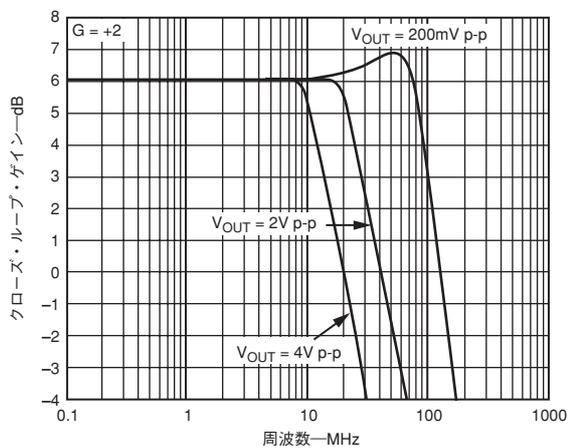


図11. 出力振幅に対する周波数応答

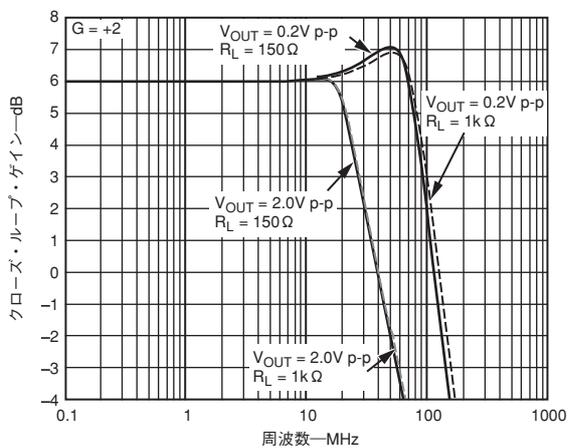


図14.  $R_{LOAD}$ 値に対する小信号周波数応答

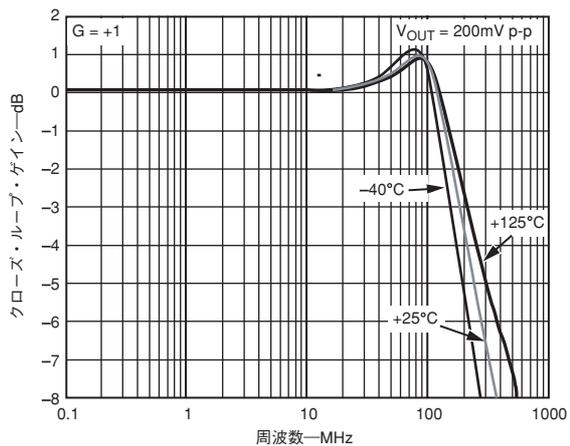


図12. 小信号周波数応答対温度

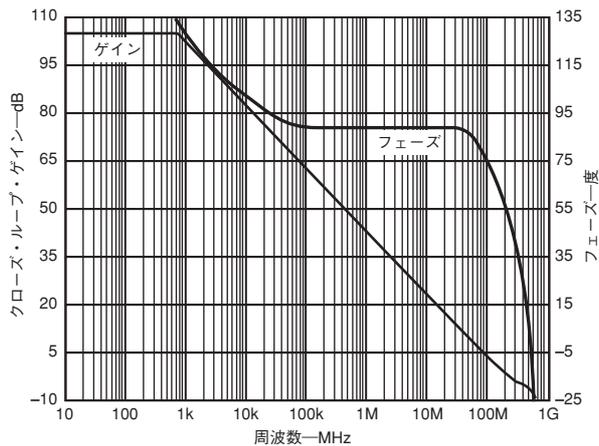


図15. オープン・ループ・ゲインおよびフェーズ対周波数

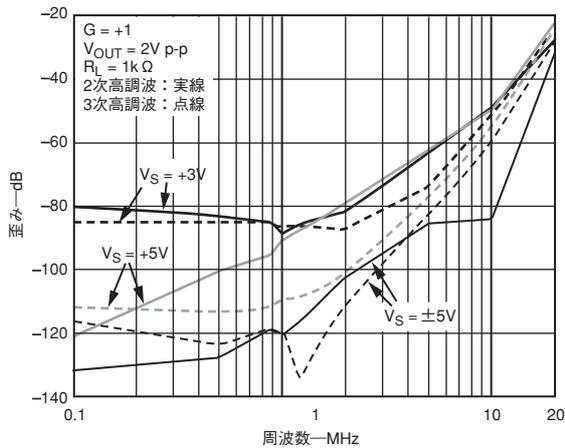


図16. 高調波歪み対周波数および電源電圧

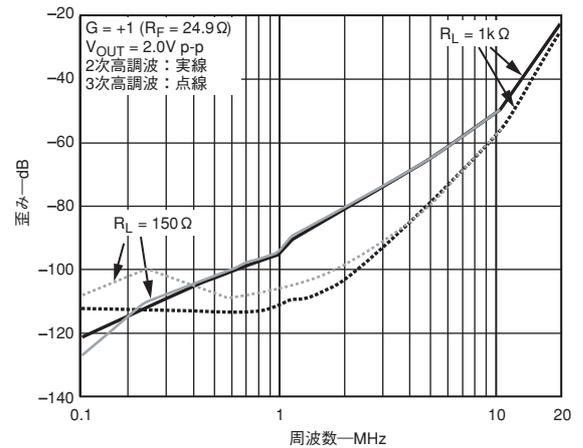


図19. 高調波歪み対周波数および負荷

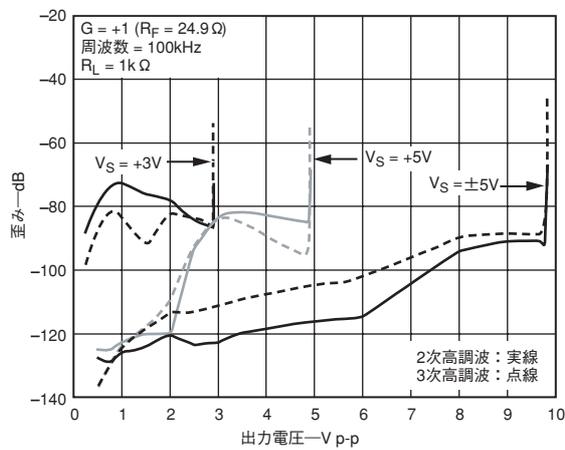


図17. 高調波歪み対出力振幅

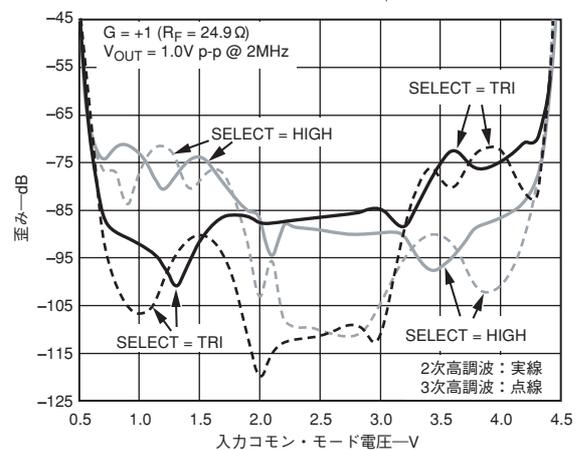


図20. 高調波歪み対入力コモン・モード電圧、 $V_S = +5V$

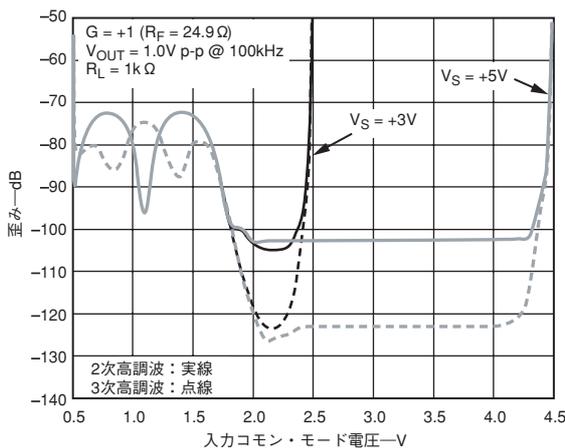


図18. 高調波歪み対入力コモン・モード電圧、  
SELECT=ハイレベル

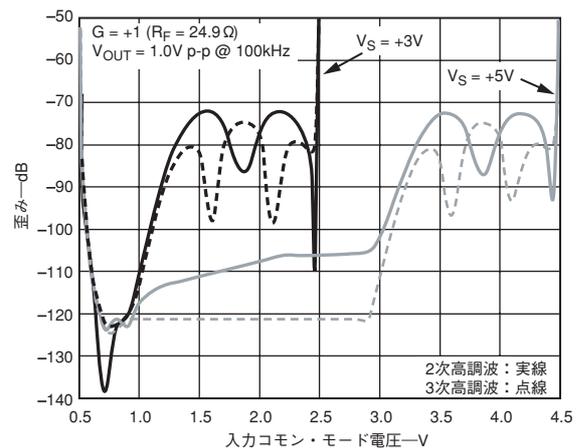


図21. 高調波歪み対入力コモン・モード電圧、  
SELECT=トライ・ステートまたはオープン

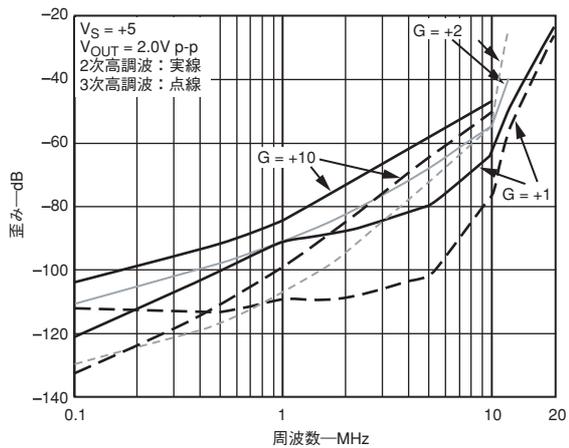


図22. 高調波歪み対周波数およびゲイン

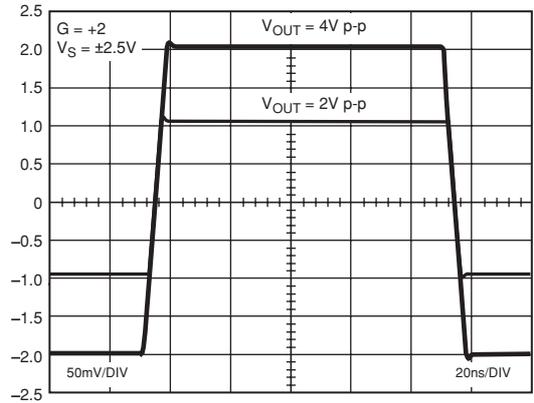


図25. 大信号過渡応答、G=+2

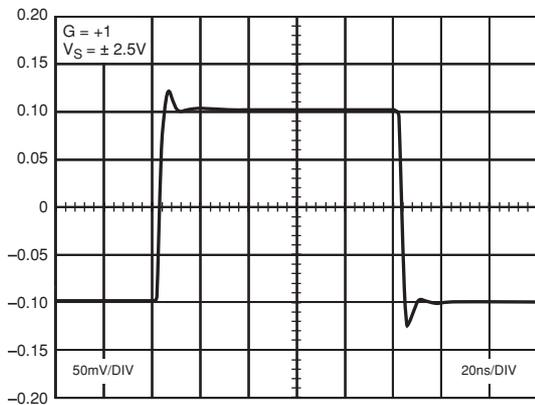


図23. 小信号過渡応答

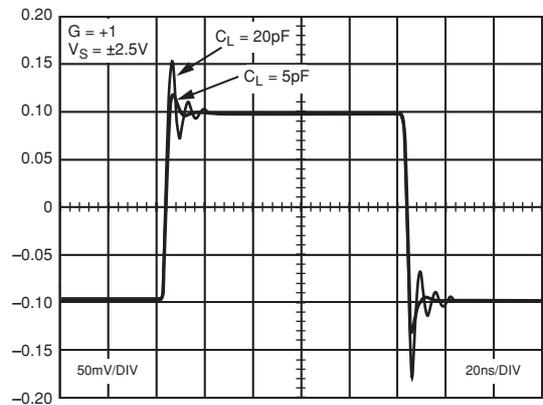


図26. 容量負荷での小信号過渡応答

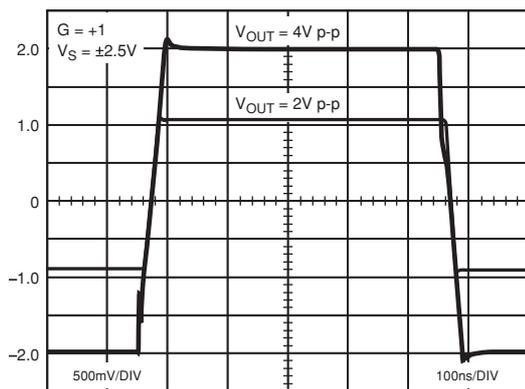


図24. 大信号過渡応答、G=+1

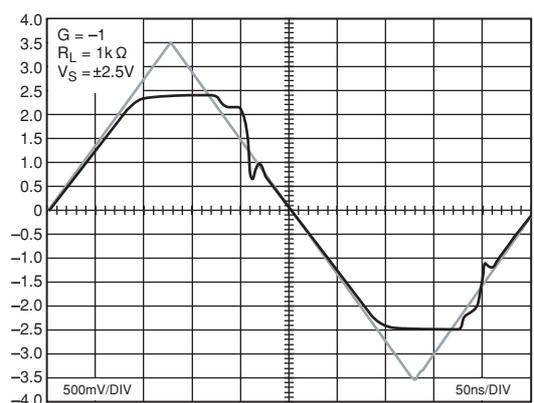


図27. 出力オーバードライブ特性

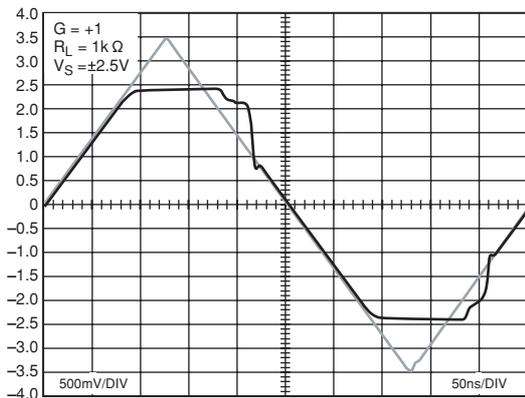


図28. 入力オーバードライブ特性

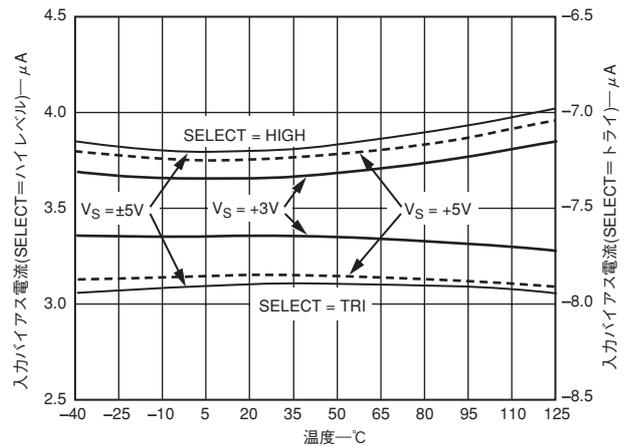


図31. 入力バイアス電流対温度

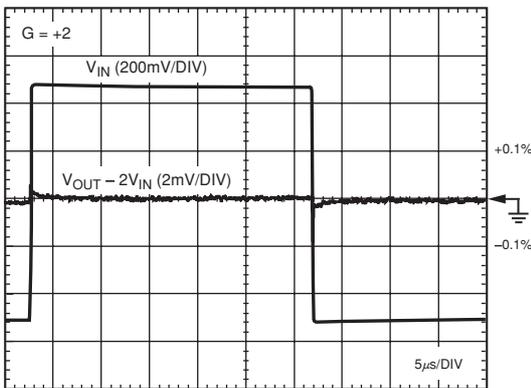


図29. 長時間セトリング

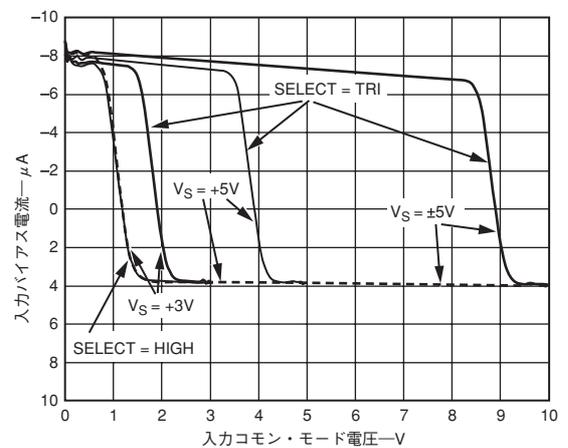


図32. 入力バイアス電流対入力コモン・モード電圧

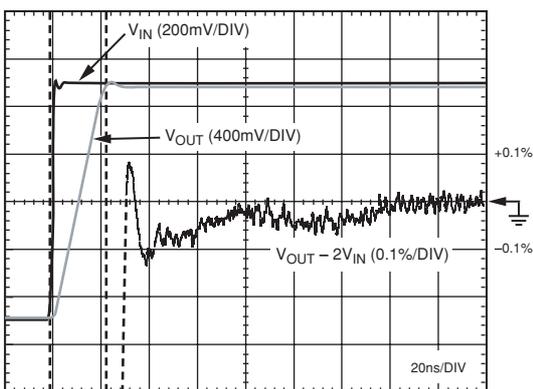


図30. 0.1%短時間セトリング

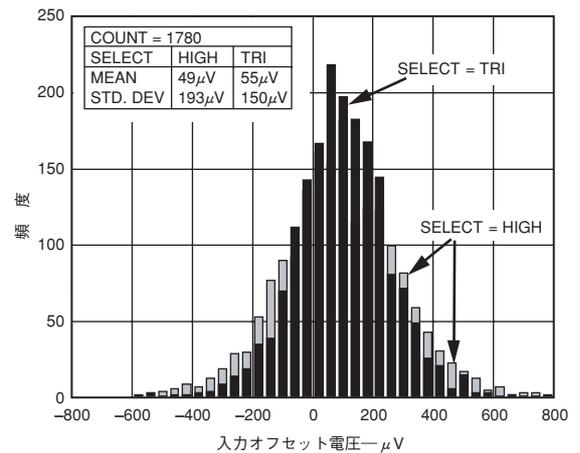


図33. 入力オフセット電圧分布

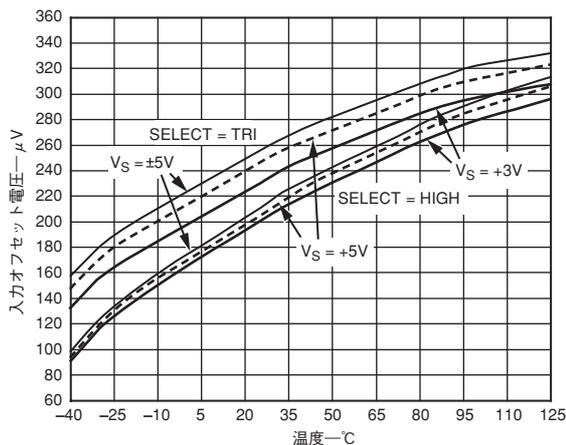


図34. 入力オフセット電圧対温度

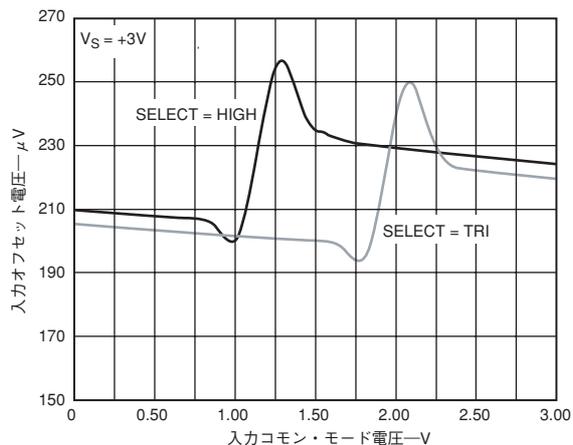


図37. 入力オフセット電圧対入力コモン・モード電圧、 $V_S = +3$

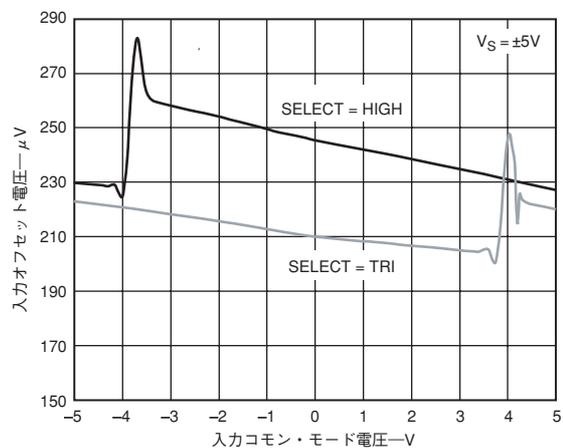


図35. 入力オフセット電圧対入力コモン・モード電圧、 $V_S = \pm 5$

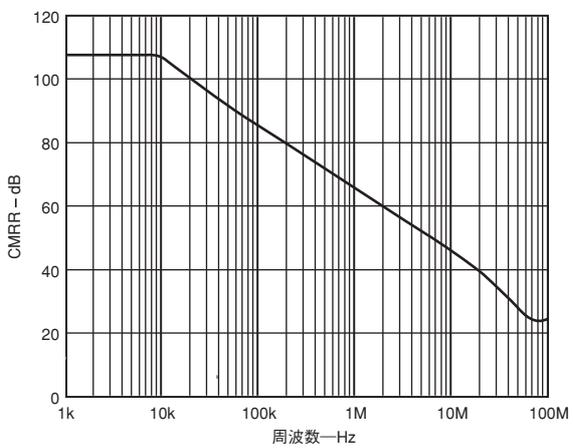


図38. CMRR対周波数

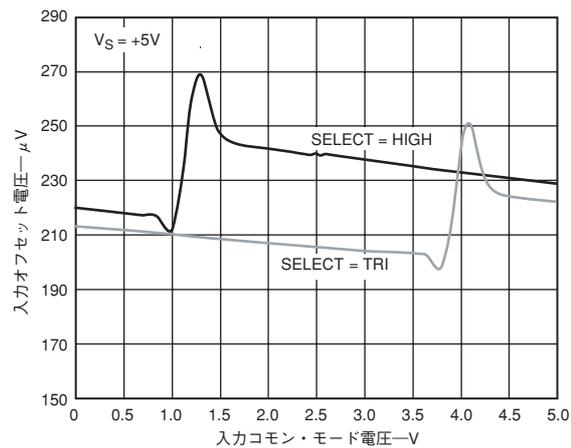


図36. 入力オフセット電圧対入力コモン・モード電圧、 $V_S = +5$

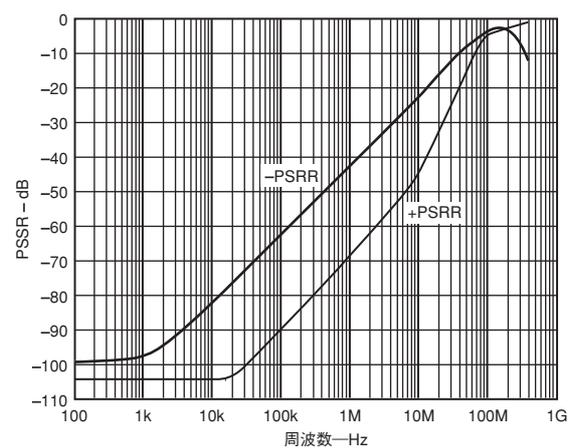


図39. PSRR対周波数

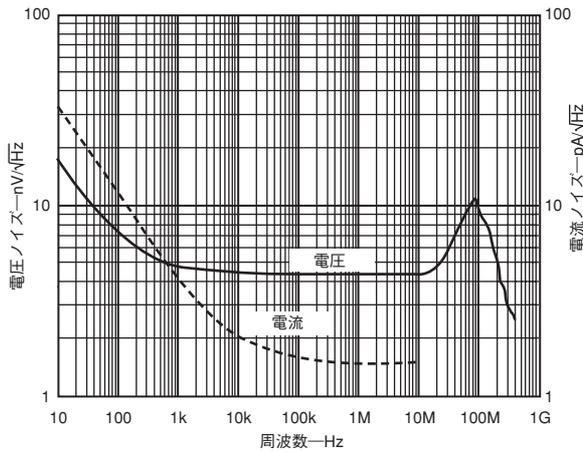


図40. 電圧および電流ノイズ対周波数

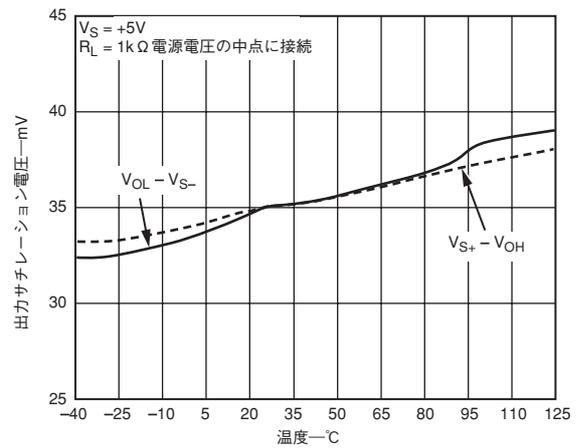


図43. 出力飽和電圧対温度

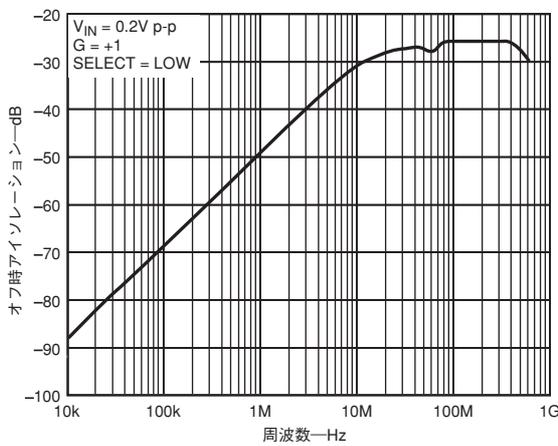


図41. オフ時アイソレーション対周波数

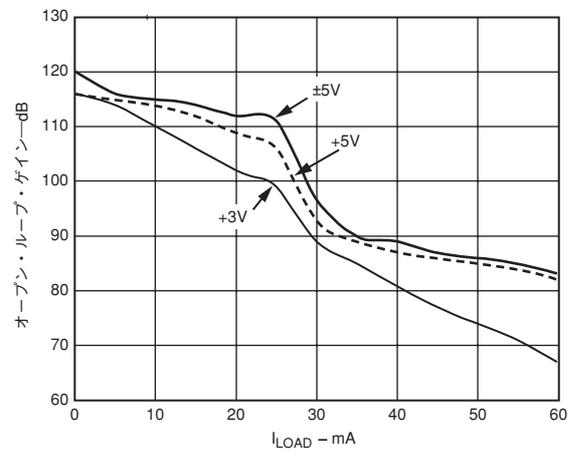


図44. オープン・ループ・ゲイン対負荷電流

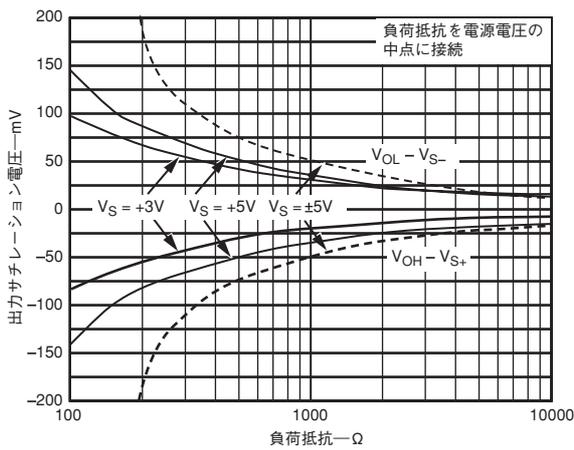


図42. 出力サチレーション電圧対出力負荷

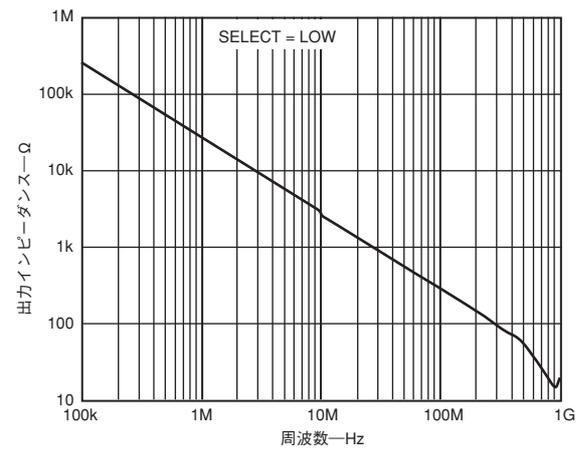
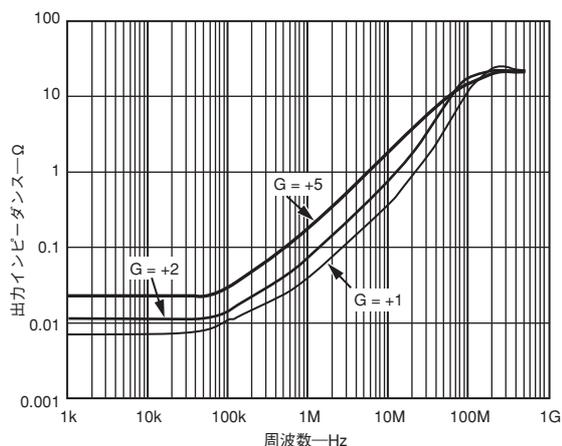


図45. 出力ディスエーブル時インピーダンス対周波数



特性46. 出力インピーダンス対周波数

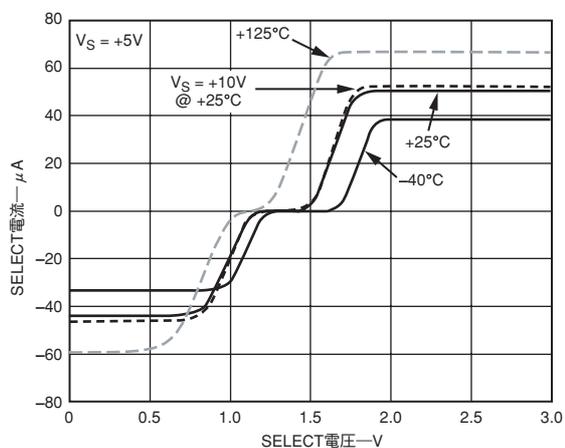


図47. SELECTピン電流対SELECTピン電圧および温度

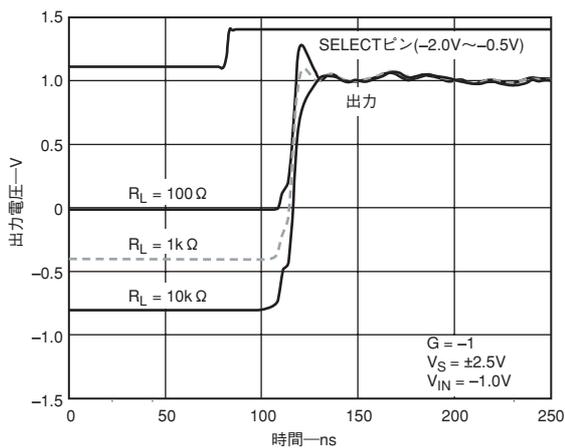


図48. イネーブル・ターンオン・タイミング

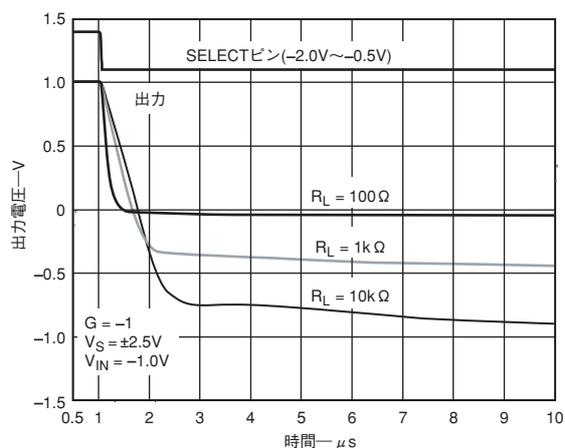


図49. ディスエーブル・ターンオフ・タイミング

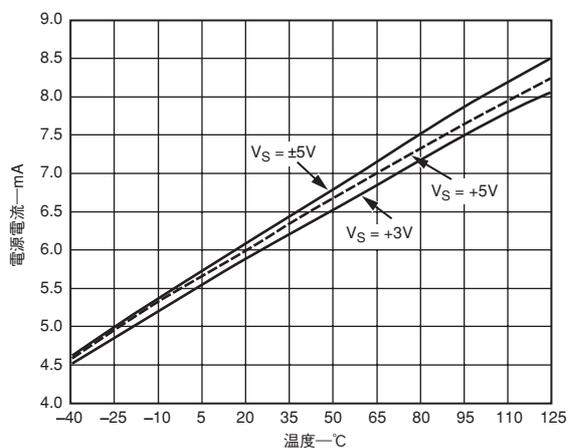


図50. 静止電源電流対電源電圧および温度

## 動作原理

AD8027はアナログ・デバイセズのXFCBプロセスでデザインされた、レールtoレール入出力アンプです。XFCBプロセスの採用により、AD8027は2.7V~12Vの電源で、帯域幅190MHzかつ100V/ $\mu$ sを超えるスルーレートで動作できます。AD8027の広帯域ノイズは4.3nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ で、10Hzでのノイズは17nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ です。この低ノイズ特性に加え900 $\mu$ V (max)未満の低オフセット性能と1.5 $\mu$ V/ $^{\circ}\text{C}$  (typ)の低ドリフト性能を持つAD8027は、高速で高精度のアプリケーションに最適です。さらに、入力段は電源レールを200mV超えて動作することができ、フェーズリバーサルは発生しません。入力段には過電圧保護機能があります。入力が電源レールを0.7V超えると、ESD保護ダイオードが導通して、余分な電流は差動入力ピンを通して流れます。入力電流を10mA未満に抑えるには直列の入力抵抗を接続する必要があります。

## 入力段

レールtoレール入力性能は、コンプリメンタリな差動入力ペアを動作させることで実現されています。オンになるペアは、差動入力信号のコモン・モード・レベルにより決定されます。図51に示す回路図で、テール電流( $I_{\text{TAIL}}$ )が、Q1とQ2で構成されるPNP差動入力構造を流れます。内部リファレンス電圧が、Q5のベースに接続されています。この電圧は常にコモン・モード入力電圧と比較されます。コモン・モード・レベルが内部リファレンス電圧を超えると、Q5がテール電流( $I_{\text{TAIL}}$ )をPNP入力ペアからQ3とQ4で構成されるNPN入力ペアにソース電流を与えるカレント・ミラーへ切替えます。これにより、NPN入力

ペアは正側レールより200mV上まで動作できるようになります。両差動ペアは、入力の4個のダイオードによって、差動入力信号が1.4Vより高くないように保護されています(図51参照)。差動入力信号が1.4Vを超えると、ダイオードが導通して、余分な電流を流します。入力電流を10mAまでに制限するには、直列の入力抵抗が必要です。

## クロスオーバー・セレクト

クロスオーバー・セレクトと呼ばれるAD8027の新機能を使うと、PNP/NPN差動ペア間でクロスオーバー・ポイントを選択することが可能になります。クロスオーバー領域が小さいのですが、出力信号にオフセットと歪みが引き起こされるので、この領域内での動作は避ける必要があります。クロスオーバー領域での動作を回避するために、AD8027ではSELECTピンを使って、予め定められた2つのクロスオーバー位置(電圧レベル)を選択することができます。図51に示す回路図では、クロスオーバー領域は約200mVで、Q5のベース電圧レベルで決定されます。内部で、各レールから約1.2Vで2つの電圧源が発生しています。SELECTピンに入力される電圧に基づいて、いずれか一方の電圧がQ5に接続されます。SELECTピンがオープンるときPNP対が動作し、SELECTピンがハイレベルのときNPN対が動作します。このピンをローレベルにすると、従来型のパワーダウン機能を動作させることもできます。この機能により、ハイサイドおよびローサイド信号アプリケーションに最適な精度とAC性能が実現可能です。SELECTピンの特性については、図45~図49を参照してください。

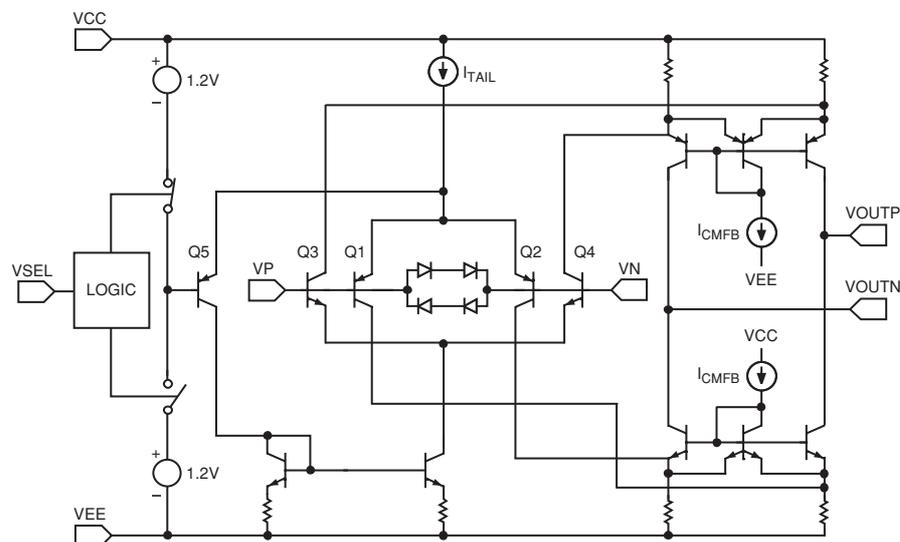


図51. 簡略化した入力段

# AD8027

クロスオーバー領域での動作を避けることができない場合は、全動作領域で相互コンダクタンスを一定にし、かつオフセットを最小に抑えるために、入力段に特別な注意を払う必要があります。動作領域は、PNP入力ペアがオン、NPN入力ペアがオン、両方が同時にオン(200mVのクロスオーバー領域で)の3つです。全領域で相互コンダクタンスを一定に維持すると、これらの領域間で切り替わるときに最適な広帯域歪み性能が得られます。AD8027ではこの技術を使って、±1.5V電源で2V p-p、1MHz、G=+1の信号に対して80dB以上のSFDR性能を達成しています。この歪みレベルを達成するためのもう1つの条件は、各ペアのオフセットをレーザー・トリムして、低周波数信号に対しても80dB以上のSFDRを達成することです。

## 出力段

AD8027では、コモン・エミッタ出力構造を使ってレールtoレールの出力能力を実現しています。この出力段は50mAのリニア出力電流を供給し、レールから200mV以内では40mAを、レールから35mV以内では2.5mAを供給できるようにデザインされています。帰還ネットワークなどを出力段に負荷として接続すると、アンプのオープン・ループ・ゲインが低下します。負荷接続時の動作については、図44を参照してください。容量負荷は、アンプのフェーズ・マージンを低下させます。AD8027はG=+1で最大20pFを駆動することができます(図10)。ゲイン=1で容量負荷が20pFを超える場合には、直列抵抗(R<sub>SNUB</sub>)を接続する必要があります。容量負荷が20pFを超えるときは、小さい直列出力抵抗(25Ω~50Ω)を付加することが適切です。クローズ・ループ・ゲインを大きくすると、直列抵抗を接続しないで駆動できる容量負荷が大きくなります。

## DC誤差

「入力段」で説明したように、AD8027はコンプリメンタリ入力段を使ってレールtoレール入力性能を実現しています。全コモン・モード・レンジでDC性能を要する時は、各ペアの入力バイアス電流と入力オフセット電圧を考慮する必要があります。

図52では、各ペアの出力オフセット電圧は次式で計算されます。

$$V_{OS,PNP,OUT} = V_{OS,PNP} \left( \frac{R_G + R_F}{R_G} \right),$$

$$V_{OS,NPN,OUT} = V_{OS,NPN} \left( \frac{R_G + R_F}{R_G} \right)$$

計算式が2種あるのは、クロスオーバー領域を通過する際に生じる不連続性に起因します。不連続性の大きさは次式で決定されます。

$$V_{DIS} = (V_{OS,PNP} - V_{OS,NPN}) \left( \frac{R_G + R_F}{R_G} \right)$$

AD8027のクロスオーバー・セレクト機能を使うと、この領域の回避に役立ちます。領域を回避できない場合は、値(V<sub>OS,PNP</sub> - V<sub>OS,NPN</sub>)を調節して、この影響を最小化します。

2対の入力ペアはコンプリメンタリなので、クロスオーバー領域を通過する際に入力バイアス電流の向きが変わります(図32)。両ペア間のオフセットは次式で表されます。

$$V_{OS,PNP} - V_{OS,NPN} = (I_{B,PNP} - I_{B,NPN}) \times \left[ R_S \left( \frac{R_G + R_F}{R_G} \right) - R_F \right]$$

I<sub>B,PNP</sub>はPNP入力ペアがアクティブのときの入力ひとつあたりのバイアス電流で、I<sub>B,NPN</sub>はNPNペアがアクティブのときの入力ひとつあたりのバイアス電流です。ゲイン倍したR<sub>S</sub>がR<sub>F</sub>に等しくなるようにR<sub>S</sub>を選択すると、この影響をなくすることができます。クロスオーバー領域を通過するとき、DC誤差と歪みを小さくするため、この方法でインピーダンスをバランスさせることが強く推奨されます。一例として、PNP入力ペアが6μAの入力バイアス電流を、NPN入力ペアが-2μAの入力バイアス電流を持つとすると、R<sub>F</sub>=0ΩかつR<sub>S</sub>=25Ωのとき、クロスオーバー領域を通過する際にオフセットが200μVシフトします。

両ペアの間での入力バイアス電流シフトに加えて、各入力ペアは、次のようにして全体オフセットに関与する入力バイアス電流オフセットを持ちます。

$$\Delta V_{OS} = I_{B+} R_S \left( \frac{R_G + R_F}{R_G} \right) - I_{B-} R_F$$

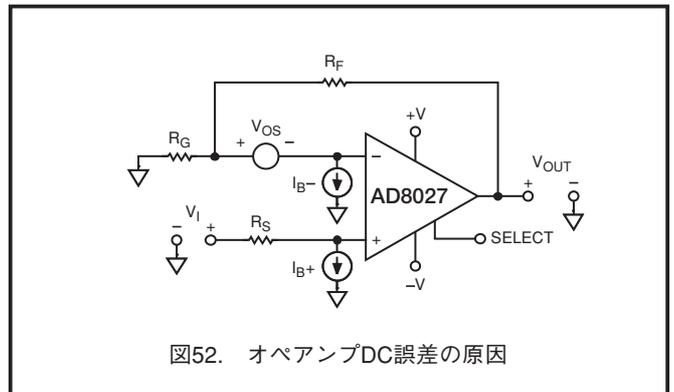


図52. オペアンプDC誤差の原因

## 広帯域動作

電圧帰還アンプでは、ゲインを設定する際に広範囲の抵抗値を使うことができます。アプリケーションの帰還ネットワークのデザインでは、次の問題について考慮する必要があります。

- ・アンプの入力容量とアンプ入力ピンから見える抵抗によって構成される極
- ・ソース・インピーダンス不一致の影響
- ・アプリケーションの電圧ノイズ特性への抵抗値の影響
- ・アンプ負荷の影響

AD8027の入力容量は2pFです。この入力容量はアンプの帰還ネットワークとともに極を構成して、ループを不安定にする可能性があります。このため、ある程度の容量が帰還ネットワークに含まれていない限り、一般にソース抵抗を500Ω以下に維持することが望まれます。同様に、ソース抵抗を小さく維持することは、AD8027の低い入力換算電圧ノイズ(4.3nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ )をうまく利用することにもなります。

AD8027は190MHzを超える広帯域幅を持っているため、多くのアプリケーションおよび構成が可能です。図53に示すAD8027は非反転アンプを構成しています。図54には反転構成を、表5にはゲイン、抵抗値、帯域幅、スルーレート、ノイズ性能のセレクション・テーブルを示します。

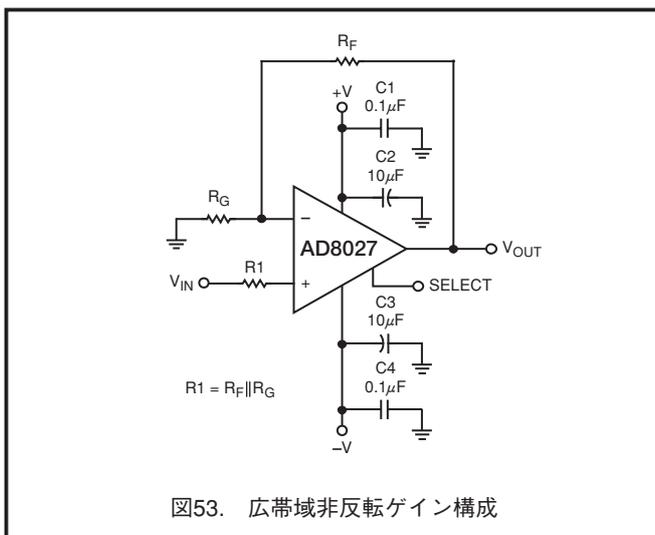


図53. 広帯域非反転ゲイン構成

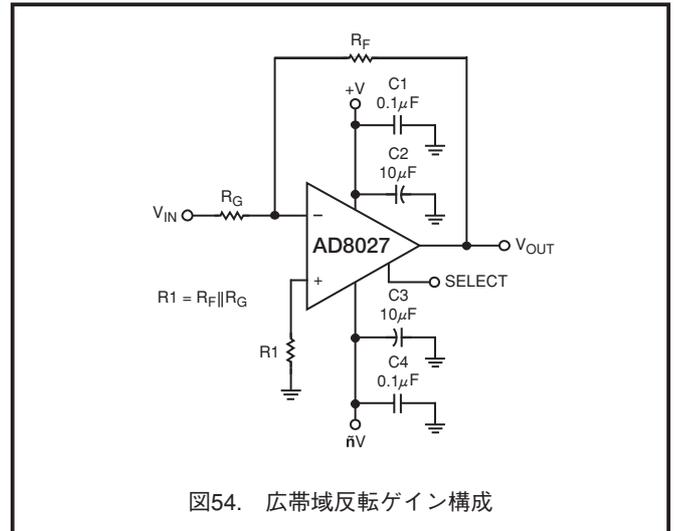


図54. 広帯域反転ゲイン構成

表5. 部品値、帯域幅、ノイズ性能( $V_S = \pm 2.5V$ )

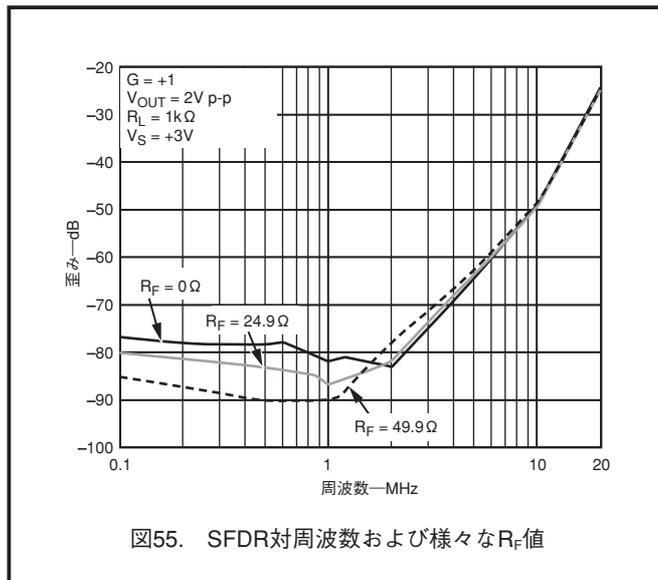
ノイズ・ゲイン (非反転)	$R_{SOURCE}$ ( $\Omega$ )	$R_F$ ( $\Omega$ )	$R_G$ ( $\Omega$ )	-3dB SS BW (MHz)	抵抗での 出力ノイズ (nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ )
1	50	0	—	190	4.4
2	50	499	499	95	10
10	50	499	54.9	13	45

# AD8027

## 回路の注意事項

### バランス入力インピーダンス

バランス入力インピーダンスにより、歪み性能を向上させることができます。アンプがPNPペアの動作からNPNペアの動作へ切り替わるとき、入力バイアス電流の振幅と向きが変わります。入力インピーダンスのアンバランスの倍数だけオフセットが変化します。この歪みを小さくするには、両入力で入力インピーダンスを平衡させることが必要です。図55は、50Ωのソースインピーダンスに対するバランスとアンバランス時の性能差を、歪み特性として表したものです。



### PCBレイアウト

すべての高速オペアンプと同様に、AD8027の最適性能を得るには、PCBのレイアウトに十分な注意を払う必要があります。バイパス・コンデンサのリード長を短くするように、特に注意が必要です。リード・インダクタンスが大きいと、周波数応答に影響を与え、さらに高周波発振が生ずることもあります。内部グラウンド・プレーンを持つ多層ボードを使用すると、グラウンド・ノイズが減るため、高密度なレイアウトが可能になります。

反転入力でのリード長を短くするには、帰還抵抗 $R_F$ をボードの真下に配置して、出力ピン6から入力ピン2までの最短距離にします。抵抗 $R_G$ のリターン・ノードは、ピン4に接続された負電源バイパス・コンデンサのリターン・ノードのできるだけ近くに配置します。

多層ボードでは、オペアンプの真下部分の全層は、寄生コンデンサ成分が構成されるのを防止するためメタルを配線してはいけません。これは、加算点(すなわち-入力)では特に必要です。加算点の容量が大きいと、周波数応答でピーキングが増加する原因になり、フェーズ・マージンが減少します。

### グラウンド

高速で部品が密集するボードでの寄生インダクタンスとグラウンド・ループを小さくするため、グラウンド・プレーン層は不可欠です。回路内のどこを電流が流れるかを理解することは、高速回路のデザインでは非常に重要です。電流パスの長さは寄生インダクタンスの大きさに直接比例し、したがって配線経路の高周波インピーダンスにも比例します。誘導性のグラウンド・リターンに高速な電流変化があると、不要なノイズとリンギングが発生します。

高周波数バイパス・コンデンサのパッドとパターンの長さも重要です。バイパス・グラウンディング内の寄生インダクタンスは、バイパス・コンデンサによって作られた低ACインピーダンスとは反対の働きをします。負荷電流は電源からもグラウンドからも流れるため、負荷はバイパス・コンデンサ・グラウンドと同じ場所に配置する必要があります。低周波用の大きな値のコンデンサの場合、電流リターンパスの長さの問題は、より小さくなります。

### 電源のバイパス

電源ピンは実際には入力であり、これらの入力にはクリーンなローノイズDC電圧源を接続するように注意する必要があります。バイパス・コンデンサには、次の2つの機能があります。

1. 不要周波数に対して電源入力からグラウンドへのロー・インピーダンス・パスを提供し、電源ラインに対するノイズの影響を減らします。
2. 高速スイッチング時に対応する十分な局所的電荷の蓄積場所として働き、電源ピンとアンプ出力での電圧降下を最小化します。これには通常、大きな電解コンデンサが使われます。

デカップリング方法は、全周波数でバイパス・インピーダンスを最小化するようにデザインします。これは、グラウンド接続した並列コンデンサの組み合わせにより実現されます。

高品質のセラミック・チップ・コンデンサを使用し、常にアンプ・パッケージのできるだけ近くに配置します。0.01μFのセラミック・コンデンサと10μFの電解コンデンサの並列組み合わせにより、広いレンジで不要ノイズを除去できます。10μFのコンデンサは高周波バイパスにほとんど影響せず、多くの場合、電源ラインに1個あれば十分です。

## アプリケーション

### AD8027のSELECTピンの使い方

AD8027は、2つの機能を持つSELECTピンを持っています。1つ目はパワーダウン機能で、AD8027を低消費電力モードにします。パワーダウン・モードでは、アンプには450  $\mu$  A (typ)の電源電流が流れます。

2つ目の機能では、「動作原理」で説明したように、クロスオーバー・ポイント(NPN/PNP入力差動ペアが、一方から他方に切り替わるポイント)を正電源レールまたは負電源レールの近くにシフトさせます。この選択可能なクロスオーバー・ポイントにより、入力信号と動作環境による歪みを小さくすることができます。デフォルト状態は正電源から1.2V低いところにあり、SELECTピンはフローティングまたはトライ・ステートです。

表6に、SELECTピンの電圧とモードを示します。

表6. SELECTピンのモード制御テーブル

モード	SELECTピンの電圧(V)		
	$V_S = \pm 5V$	$V_S = +5V$	$V_S = +3V$
ディスエーブル	-5 ~ -4.2	0 ~ 0.8	0 ~ 0.8
正電源から1.2Vを基準とするクロスオーバー	-4.2 ~ -3.3	0.8 ~ 1.7	0.8 ~ 1.7
負電源から1.2Vを基準とするクロスオーバー	-3.3 ~ +5	1.7 ~ 5.0	1.7 ~ 3.0

入力段が一方の入力差動ペアから他方の入力差動ペアに切り替わる時、出力波形にはほとんど変化はありません。

AD8027アンプのディスエーブル時間は負荷に依存します。表7に代表的なデータを示します。スイッチングの実測値については図48と図49を参照してください。

表7. ディスエーブルのスイッチング時間

	電源電圧( $R_L = 1k\Omega$ )		
	$\pm 5V$	+5V	+3V
$t_{ON}$	45ns	50ns	50ns
$t_{OFF}$	980ns	1100ns	1150ns

### 16ビットADCの駆動

AD8027は調整可能なクロスオーバー歪みセレクトポイントを持ち、かつローノイズなので、AD7677などの高分解能ADCに対する入力信号の駆動またはバッファリングに最適なアンプです。図56に、ADCを駆動する代表的な回路図を示します。AD7677を駆動しているAD8027は非レールtoレールのアンプに近い性能を提供するため、ADCで既に使用している5V単電源以外に電源を追加する必要はありません。このアプリケーションでは、SELECTピンがAD8027のクロスオーバー領域を回避するようにバイアスされているため、低歪み動作が可能です。

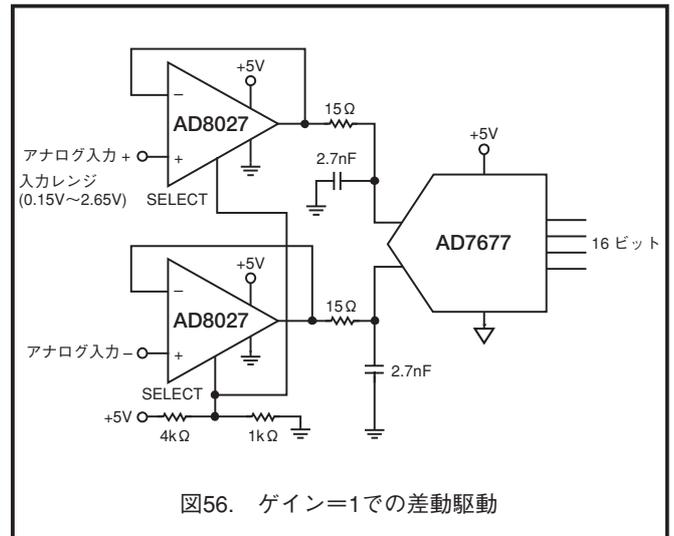


図56. ゲイン=1での差動駆動

図57に示すように、AD8027とAD7677の組み合わせは、優れた積分非直線性(INL)を提供します。図56の回路図に対するテスト・データの一覧を表8に示します。

表8. ADCドライバの性能、  
 $f_c = 100kHz$ ,  $V_{OUT} = 4.7V$  p-p

パラメータ	測定値
2次高調波歪み	-105dB
3次高調波歪み	-102dB
THD	-102dB
SFDR	105dBc

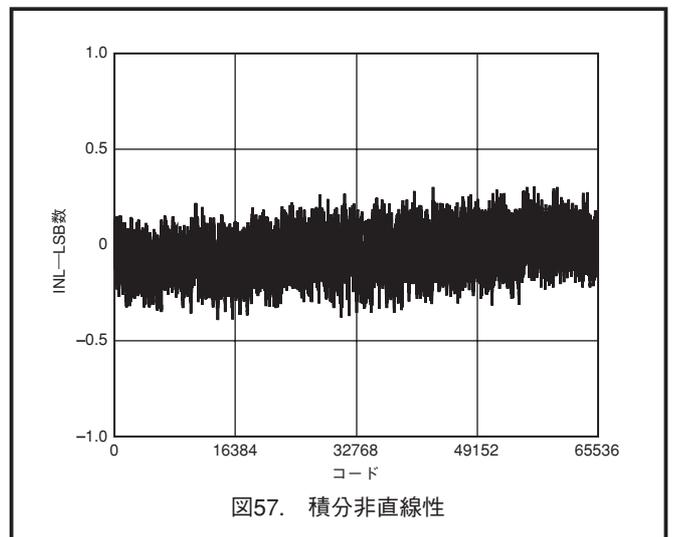


図57. 積分非直線性

# AD8027

## バンドパス・フィルタ

通信システムでは、信号処理にアクティブ・フィルタが広く使用されています。AD8027は、アクティブ・フィルタ・アプリケーションには優れた選択肢です。このフィルタを実現するには、アンプが中心周波数  $f_0$  の少なくとも10倍の大信号帯域幅を持つことが重要で、そうしないとアンプによりフェーズ・シフトが発生して、不安定と発振の原因になります。

図58に示す回路図で、AD8027は1MHzのバンドパス・フィルタを構成しています。目標の仕様は、 $f_0=1\text{MHz}$ 、かつ-3dB通過帯域=500kHzです。バンドパス・フィルタのデザインは、 $f_0$ 、 $Q$ 、 $C1$ 、 $R4$ の選択から開始する必要があります。次に、次式を使って残りの変数を計算します。

図59に示すテスト・データは、このデザインが中心周波数 $f_0=1\text{MHz}$ 、帯域幅=450kHzのフィルタ応答を持つことを示しています。

$$Q = \frac{f_0 \text{ (MHz)}}{\text{Pass Band (MHz)}}$$

$$k = 2\pi f_0 C1$$

$$C2 = 0.5C1$$

$$R1 = 2/k, R2 = 2/3k, R3 = 4/k$$

$$H = 1/3(6.5 - 1/Q)$$

$$R5 = R4/(H - 1)$$

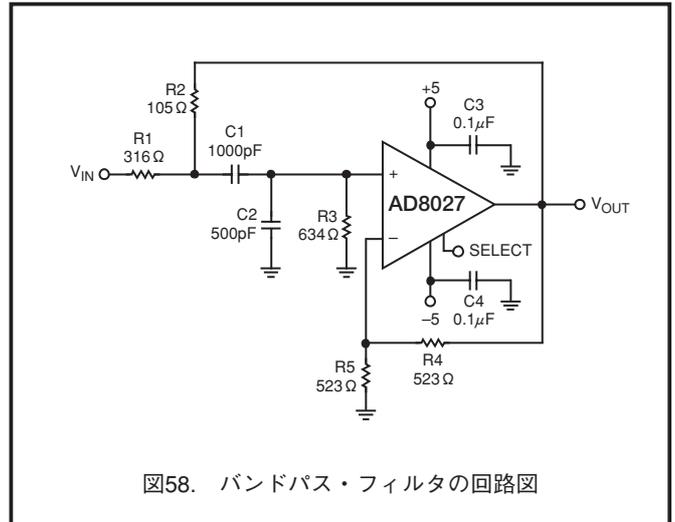


図58. バンドパス・フィルタの回路図

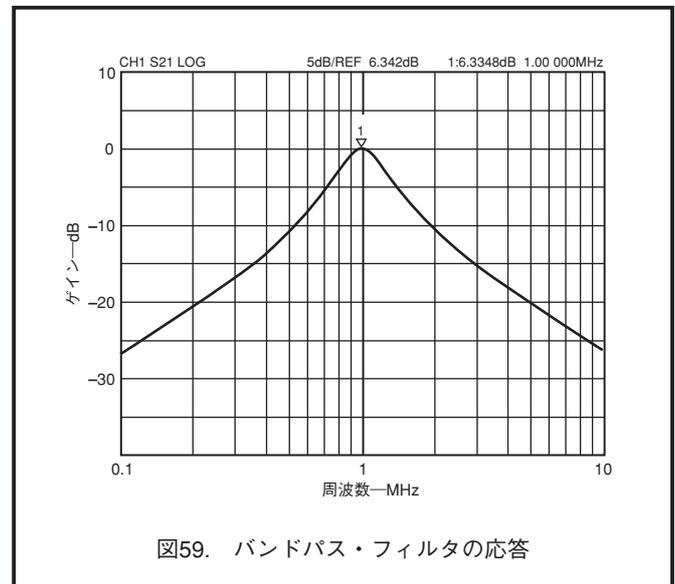
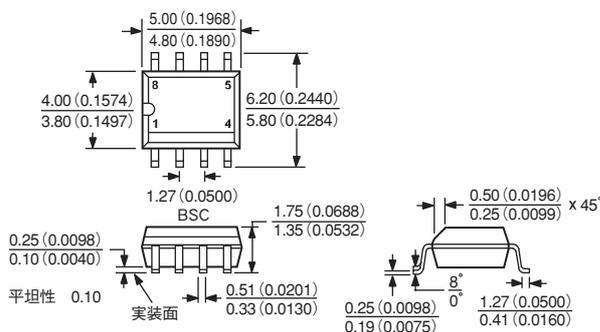


図59. バンドパス・フィルタの応答

## デザイン・ツールおよびテクニカル・サポート

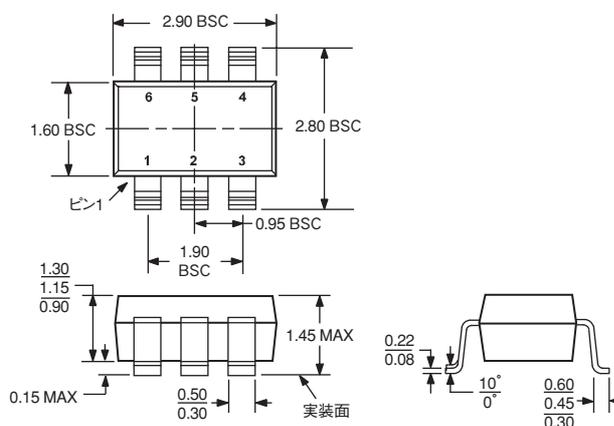
アナログ・デバイセズは、テクニカル・サポートとオンライン・デザイン・ツールを提供して、デザイン・プロセスの簡素化を助けています。www.analog.comから使用可能な無償の評価ボード、サンプルIC、対話型評価ツール、データシート、アプリケーション・ノート、電話サポート、emailサポートにより、テクニカル・サポートを提供しています。

## 外形寸法



JEDEC標準MS-012AAに準拠  
寸法管理はミリメートル。インチ寸法はミリメートルに丸め処理した参考用であり、デザインでの使用には適しません。

図60. 8ピン・スタンダードSOP、小型ボディ[SOIC] (RN-8) 一寸法はミリメートルおよび(インチ)で表示



JEDEC標準MO-178ABに準拠

図61. 6ピン・プラスチック表面実装パッケージ[SOT-23] (RT-6) 一寸法はミリメートル

### 注意

ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。4000Vにおよぶ高圧の静電気が人体やテスト装置に容易に帯電し、検知されることなく放電されることがあります。本製品には当社独自のESD保護回路を備えていますが、高エネルギーの静電放電を受けたデバイスには回復不可能な損傷が発生することがあります。このため、性能低下や機能喪失を回避するために、適切なESD防止措置をとるようお奨めします。



### オーダー・ガイド

AD8027製品	最小注文数量	温度レンジ	パッケージ	パッケージ外形	ブランド
AD8027AR	1	-40℃～+125℃	8ピンSOIC	RN-8	
AD8027AR-REEL	1,000	-40℃～+125℃	8ピンSOIC	RN-8	
AD8027AR-REEL7	400	-40℃～+125℃	8ピンSOIC	RN-8	
AD8027ART-R2	250	-40℃～+125℃	6ピンSOT-23	RT-6	H4B
AD8027ART-REEL	10,000	-40℃～+125℃	6ピンSOT-23	RT-6	H4B
AD8027ART-REEL7	3,000	-40℃～+125℃	6ピンSOT-23	RT-6	H4B

**AD8027**



# AD8027

TDS06/2003/500

PRINTED IN JAPAN



このデータシートはエコマーク認定の再生紙を使用しています。