



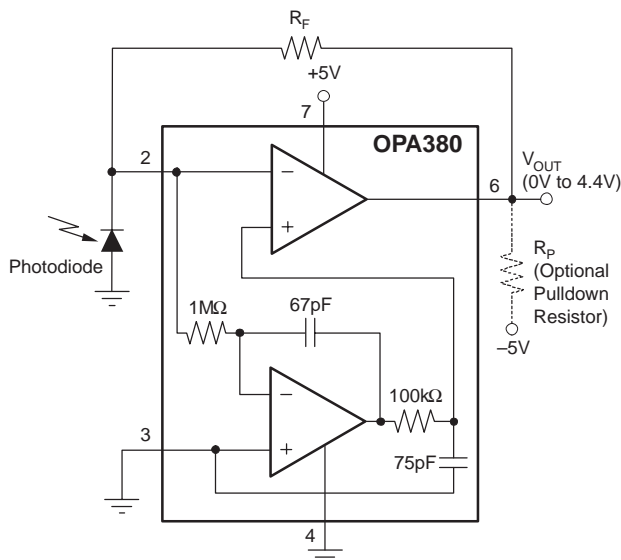
## 高精度、高速 トランスインピーダンス・アンプ

### 特長

- トランスインピーダンス帯域幅 > 1MHz
- 優れた長時間 $V_{OS}$ 安定性
- バイアス電流：50pA(最大)
- オフセット電圧：25 $\mu$ V(最大)
- 入力電流範囲：10nAから1mA
- 温度ドリフト：0.1 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C(最大)
- 帯域幅：90MHz
- 消費電流：6.5mA
- 電源電圧範囲：2.7Vから5.5V
- シングルおよびデュアル版
- MicroSizeパッケージ：MSOP-8

### アプリケーション

- フォトダイオードのモニタリング
- 高精度のI/V変換
- 光アンプ
- CATスキャナのフロントエンド



### 解説

トランスインピーダンス・アンプのOPA380ファミリーは、高精度、長時間安定性、極めて低い $1/f$ ノイズとともに高速動作(90MHzゲイン帯域幅[GBW])を提供します。まさに高速フォトダイオードのアプリケーションに最適です。OPA380は25 $\mu$ Vのオフセット電圧、0.1 $\mu$ V/ $^{\circ}$ Cのオフセット電圧の温度ドリフト、および50pAの入力バイアス電流を特長とします。OPA380はオフセット、ドリフトおよびノイズ特性において、従来のJFETオペアンプをはるかに凌駕します。

トランスインピーダンス・アンプの信号帯域幅は、帰還抵抗とともにアンプのGBWとフォトダイオードの寄生容量に大きく依存します。帯域幅が90MHzのOPA380は、ほとんどの回路構成においてトランスインピーダンス帯域幅 > 1MHzを実現します。OPA380は、光ファイバーのパワーレベルでの高速制御ループに理想的です。

OPA380は、その高精度および低ノイズの2特性によって、5ディケードのダイナミックレンジを実現します。そのため、1段のI/V変換で10nAから1mAまでのオーダーの電流測定が可能です。ログアンプとは対照的に、OPA380は全ダイナミックレンジにおいて非常に広帯域幅を提供します。また、-5Vに接続した外部プルダウン抵抗を使用すると、出力電圧範囲を0Vまで拡張できます。

OPA380(シングル版)は、MSOP-8およびSO-8パッケージで提供しています。またOPA2380(デュアル版)は、小型のMSOP-8パッケージで提供する予定です。全製品とも-40 $^{\circ}$ Cから+125 $^{\circ}$ Cの温度範囲で規定されています。

### OPA380 RELATED DEVICES

PRODUCT	FEATURES
OPA300	150MHz CMOS, 2.7V to 5.5V Supply
OPA350	500V V <sub>OS</sub> , 38MHz, 2.5V to 5V Supply
OPA335	10V V <sub>OS</sub> , Zero-Drift, 2.5V to 5V Supply
OPA132	16MHz GBW, Precision FET Op Amp, $\pm$ 15V
OPA656/7	230MHz, Precision FET, $\pm$ 5V
LOG112	LOG amp, 7.5 decades, $\pm$ 4.5V to $\pm$ 18V Supply
LOG114	LOG amp, 7.5 decades, $\pm$ 2.25V to $\pm$ 5.5V Supply
IVC102	Precision Switched Integrator

SWIFT、PowerPAD、SpActおよびBurr-Brownは、テキサス・インスツルメンツの商標です。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ(日本TI)が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (1)

Voltage Supply .....	+7V
Signal Input Terminals <sup>(2)</sup> , Voltage .....	-0.5V to (V+) + 0.5V
Current .....	±10mA
Short-Circuit Current <sup>(3)</sup> .....	Continuous
Operating Temperature Range .....	-40°C to +125°C
Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
Junction Temperature .....	+150°C
Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300°C
ESD Rating (Human Body Model) .....	2000V

- (1) これらの定格以上のストレスは、デバイスの永久破壊を生じることがあります。絶対最大定格の条件下にデバイスを長期間置くと、その信頼性を劣化させることがあります。これらはストレスのみに関する定格であり、推奨動作条件を超える条件でのデバイスの機能動作を含むものではありません。
- (2) 入力ピンはダイオードで電源およびグランドにクランプしています。電源およびグランドを0.5V以上超える入力信号は、その電流を10mA以下に制限する必要があります。
- (3) グランドへの短絡電流であり、1パッケージあたり1アンペアとします。



## 静電気放電対策

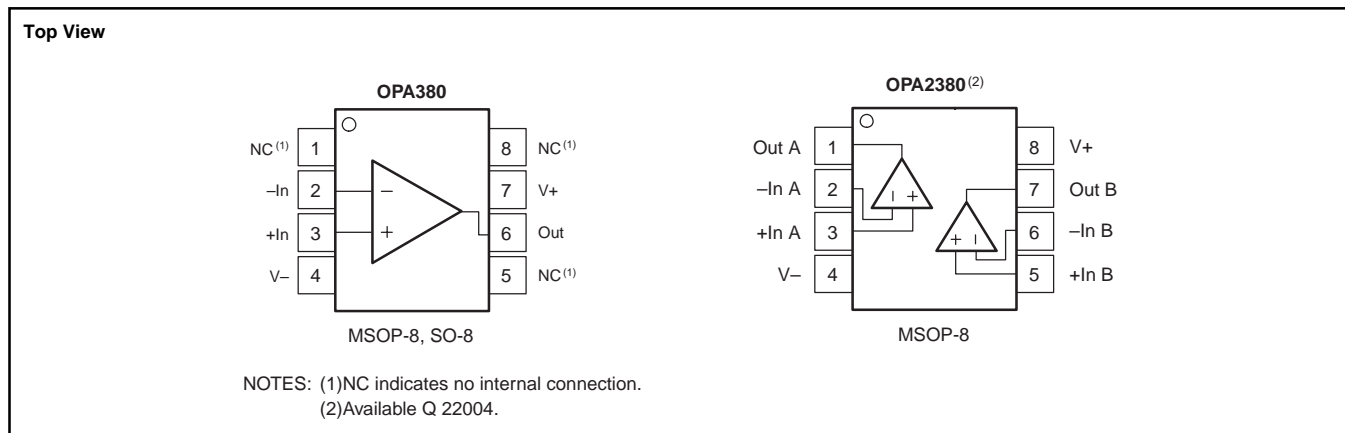
静電気放電はわずかな性能の低下から完全なデバイスの故障に至るまで、様々な損傷を与えます。すべての集積回路は、適切なESD保護方法を用いて、取扱いと保存を行うようにして下さい。高精度の集積回路は、損傷に対して敏感であり、極めてわずかなパラメータの変化により、デバイスに規定された仕様に適合しなくなる場合があります。

## PACKAGE/ORDERING INFORMATION

PRODUCT	PACKAGE-LEAD	PACKAGE DESIGNATOR <sup>(1)</sup>	SPECIFIED TEMPERATURE RANGE	PACKAGE MARKING	ORDERING NUMBER	TRANSPORT MEDIA, QUANTITY
OPA380	MSOP-8	DGK	-40°C to +125°C	AUN	OPA380AIDGKT	Tape and Reel, 250
					OPA380AIDGKR	Tape and Reel, 2500
OPA380	SO-8	D	-40°C to +125°C	OPA380A	OPA380AID	Rails, 100
					OPA380AIDR	Tape and Reel, 2500
OPA2380 <sup>(2)</sup>	MSOP-8	DGK	-40°C to +125°C	BBX	OPA2380AIDGKT	Rails, 250
					OPA2380AIDGKR	Tape and Reel, 2500

- (1) 最新の仕様およびパッケージに関する情報は、弊社ウェブサイトの[www.ti.com](http://www.ti.com)を参照願います。
- (2) 2004年の第2四半期に入手可能です。

## PIN ASSIGNMENTS



## ELECTRICAL CHARACTERISTICS: $V_S = 2.7V$ to $5.5V$

Boldface limits apply over the temperature range,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+125^\circ C$ .

All specifications at  $T_A = +25^\circ C$ ,  $R_L = 2k\Omega$  connected to  $V_S/2$ , and  $V_{OUT} = V_S/2$ , unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITION	OPA380, OPA2380			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
<b>OFFSET VOLTAGE</b>					
Input Offset Voltage $V_{OS}$	$V_S = +5V, V_{CM} = 0V$		4	25	$\mu V$
<b>Drift</b> vs Power Supply <b>Over Temperature</b> Long-Term Stability <sup>(1)</sup>	$dV_{OS}/dT$ PSRR $V_S = +2.7V$ to $+5.5V, V_{CM} = 0V$ <b><math>V_S = +2.7V</math> to <math>+5.5V, V_{CM} = 0V</math></b>		<b>0.03</b> 2.4	<b>0.1</b> 10	$\mu V/^\circ C$ $\mu V/V$ $\mu V/V$
Channel Separation, dc			See Note <sup>(1)</sup> 1		$\mu V/V$
<b>INPUT BIAS CURRENT</b>					
Input Bias Current $I_B$	$V_{CM} = V_S/2$		3	$\pm 50$	pA
<b>Over Temperature</b>			Typical Characteristics		
Input Offset Current $I_{OS}$	$V_{CM} = V_S/2$		6	$\pm 100$	pA
<b>NOISE</b>					
Input Voltage Noise, $f = 0.1Hz$ to $10Hz$	$V_S = +5V, V_{CM} = 0V$		3		$\mu V_{PP}$
Input Voltage Noise Density, $f = 10kHz$	$V_S = +5V, V_{CM} = 0V$		67		$nV/\sqrt{Hz}$
Input Voltage Noise Density, $f > 1MHz$	$V_S = +5V, V_{CM} = 0V$		5.8		$nV/\sqrt{Hz}$
Input Current Noise Density, $f = 10kHz$	$V_S = +5V, V_{CM} = 0V$		10		$fA/\sqrt{Hz}$
<b>INPUT VOLTAGE RANGE</b>					
Common-Mode Voltage Range $V_{CM}$		$V^-$		$(V^+) - 1.8V$	V
<b>Common-Mode Rejection Ratio</b> <b>CMRR</b>	$(V^-) < V_{CM} < (V^+) - 1.8V$	<b>100</b>	<b>110</b>		<b>dB</b>
<b>INPUT IMPEDANCE</b>					
Differential Capacitance			1.1		pF
Common-Mode Resistance and Inverting Input Capacitance			$10^{13} \parallel 3$		$\Omega \parallel pF$
<b>OPEN-LOOP GAIN</b>					
<b>Open-Loop Voltage Gain</b> $A_{OL}$	<b><math>0.1V &lt; V_O &lt; (V^+) - 0.7, V_{CM} = V_S/2</math></b>	<b>110</b>	<b>130</b>		<b>dB</b>
	$0.1V < V_O < (V^+) - 0.6, V_{CM} = V_S/2,$ $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$	110	130		dB
	<b><math>0V &lt; V_O &lt; (V^+) - 0.7V, V_{CM} = 0V,</math></b> <b><math>R_P = 2k\Omega</math> to <math>-5V^{(2)}</math></b>	<b>106</b>	<b>120</b>		<b>dB</b>
	$0V < V_O < (V^+) - 0.6V, V_{CM} = 0V,$ $R_P = 2k\Omega$ to $-5V^{(2)}, T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$	106	120		dB
<b>FREQUENCY RESPONSE</b>					
Gain-Bandwidth Product $GBW$	$C_L = 50pF$		90		MHz
Slew Rate $SR$	$G = +1$		80		$V/\mu s$
Settling Time, 0.015% <sup>(3)</sup> $t_S$	$V_S = +5V, 4V$ Step, $G = +1$		2		$\mu s$
Overload Recovery Time <sup>(4), (5)</sup>	$V_{IN} \cdot G = > V_S$		100		ns
<b>OUTPUT</b>					
<b>Voltage Output Swing from Positive Rail</b>	$R_L = 2k\Omega$		<b>400</b>	<b>600</b>	<b>mV</b>
<b>Voltage Output Swing from Negative Rail</b>	$R_L = 2k\Omega$		<b>60</b>	<b>100</b>	<b>mV</b>
<b>Voltage Output Swing from Positive Rail</b>	$R_P = 2k\Omega$ to $-5V^{(2)}$		<b>400</b>	<b>600</b>	<b>mV</b>
<b>Voltage Output Swing from Negative Rail</b>	$R_P = 2k\Omega$ to $-5V^{(2)}$		<b>-20</b>	<b>0</b>	<b>mV</b>
Output Current $I_{OUT}$		See Typical Characteristics			
Short-Circuit Current $I_{SC}$			150		mA
Capacitive Load Drive $C_{LOAD}$		See Typical Characteristics			
Open-Loop Output (resistance)	$f = 1MHz, I_O = 0V$		60		$\Omega$

(1)  $150^\circ C$ , 300時間の寿命試験では、測定再現性のある約 $1\mu V$ のランダムに分布する変動を示しました。

(2) 図5に示すように、 $V_{OUT}$ と $-5V$ 間に接続したプルダウン抵抗 $R_P$ だけを負荷とする出力でテストしました。アプリケーション節の「グランド・レベルの出力振幅の実現」も参照願います。

(3)  $1MHz$ のトランスインピーダンス周波数。

(4) リニア動作の回復に要する時間。

(5) 正電源電圧から回復する時間。

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS: $V_S = 2.7V$ to $5.5V$ (continued)

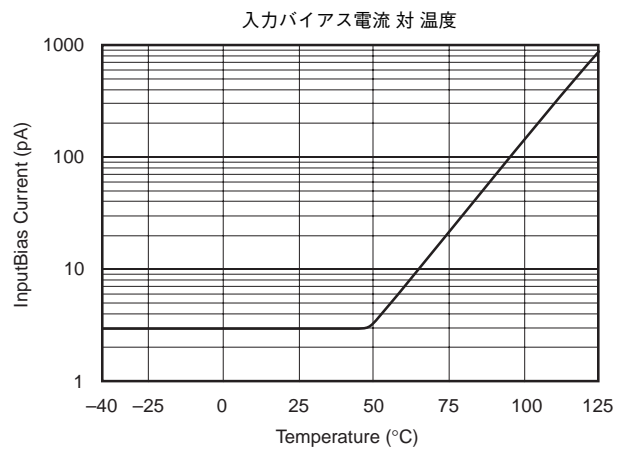
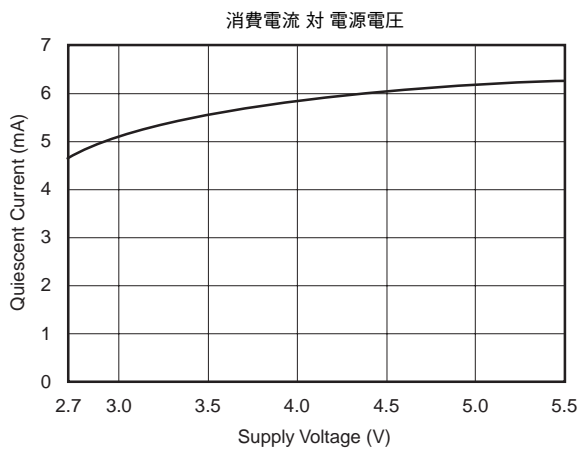
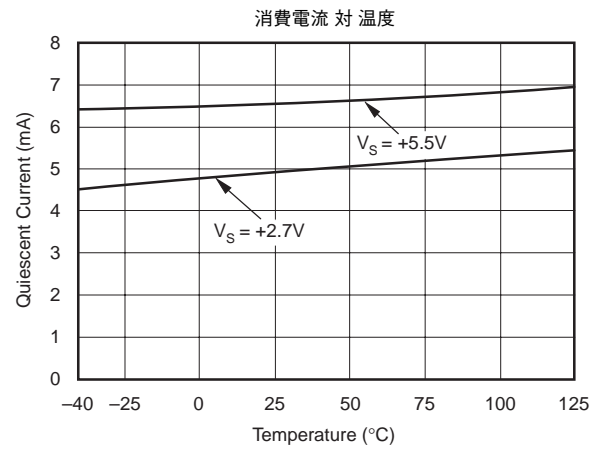
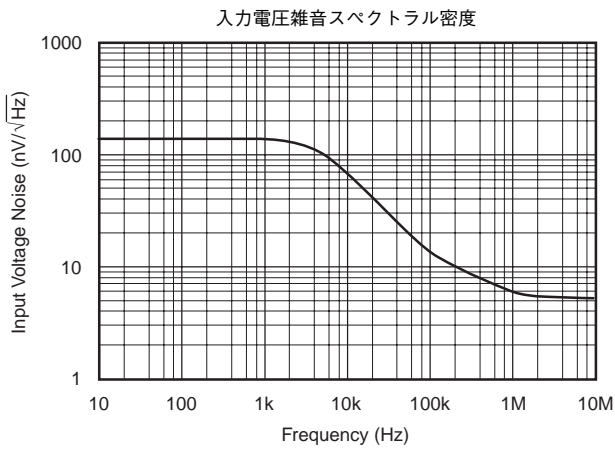
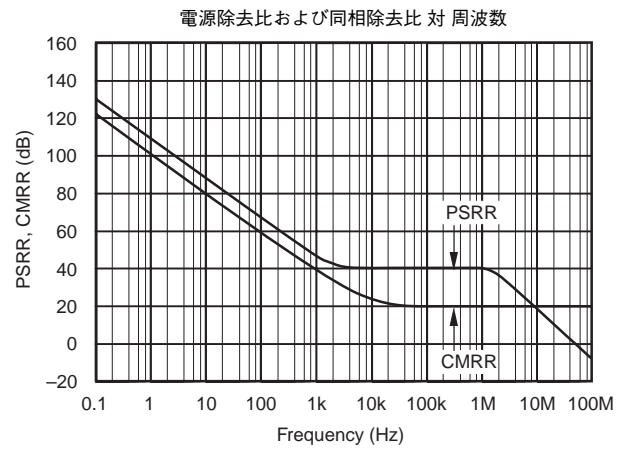
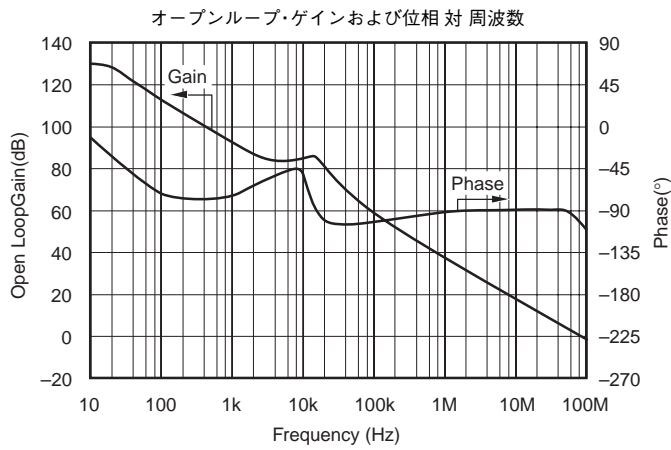
**Boldface** limits apply over the temperature range,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$ .

All specifications at  $T_A = +25^{\circ}C$ ,  $R_L = 2k\Omega$  connected to  $V_S/2$ , and  $V_{OUT} = V_S/2$ , unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITION	OPA380, OPA2380			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
<b>POWER SUPPLY</b>					
Specified Voltage Range	$V_S$	2.7		5.5	V
Quiescent Current (per amplifier)	$I_Q$		6.5	8.3	mA
<b>Over Temperature</b>				<b>8.8</b>	<b>mA</b>
<b>TEMPERATURE RANGE</b>					
Specified Range		-40		+125	$^{\circ}C$
Operating Range		-40		+125	$^{\circ}C$
Storage Range		-65		+150	$^{\circ}C$
Thermal Resistance	$\theta_{JA}$				
MSOP-8			150		$^{\circ}C/W$
SO-8			150		$^{\circ}C/W$

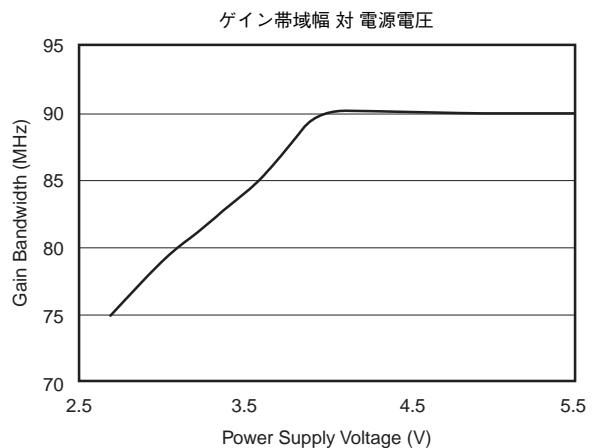
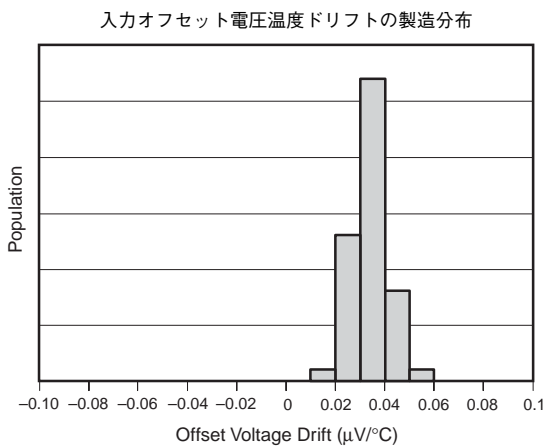
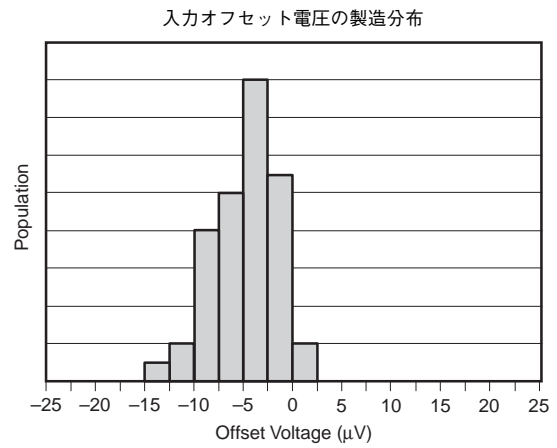
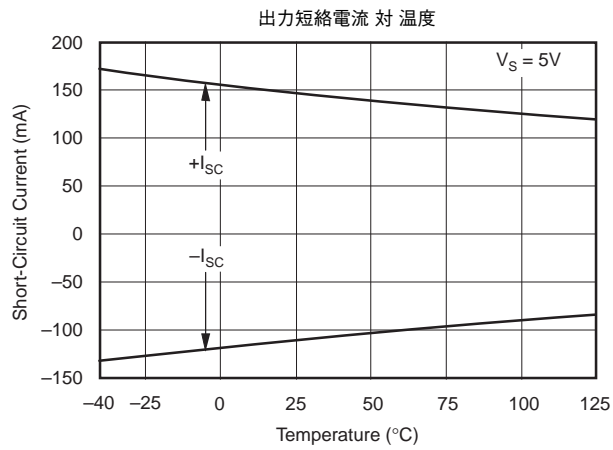
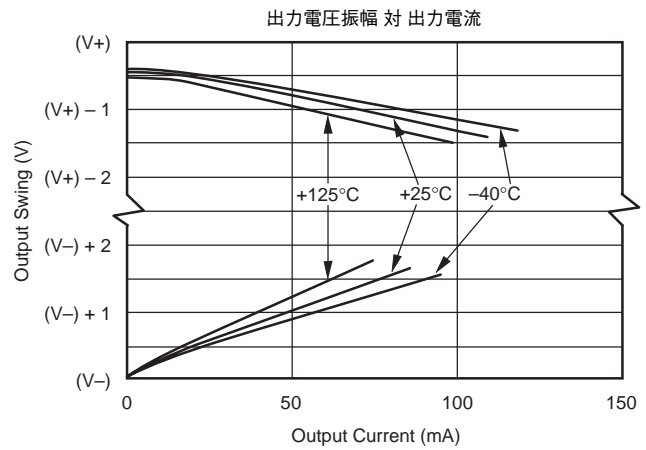
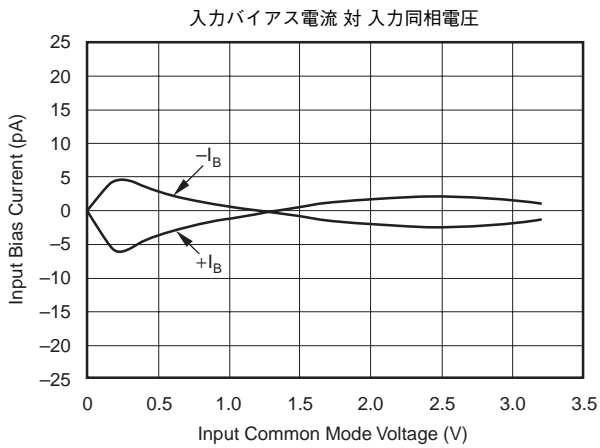
代表的特性:  $V_S = +2.7V$  to  $+5.5V$

All specifications at  $T_A = +25^\circ C$ ,  $R_L = 2k\Omega$  connected to  $V_S/2$ , and  $V_{OUT} = V_S/2$ , unless otherwise noted.



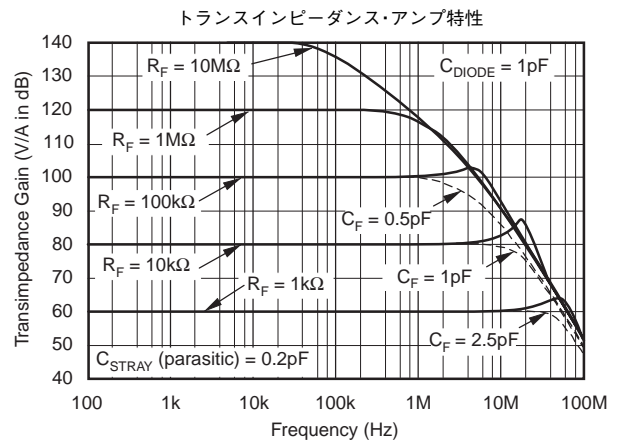
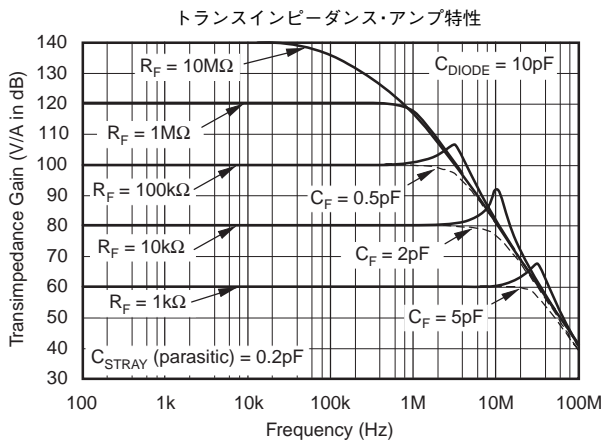
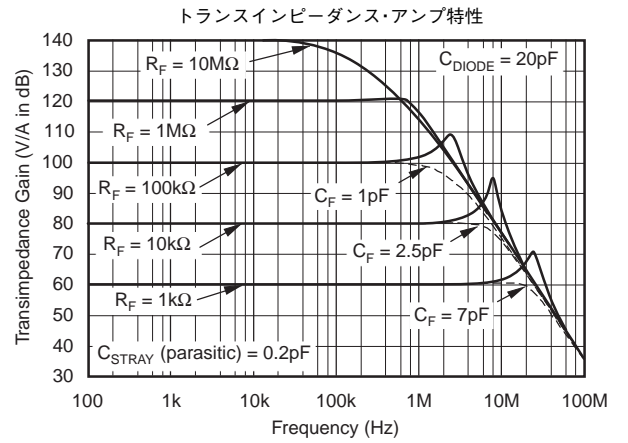
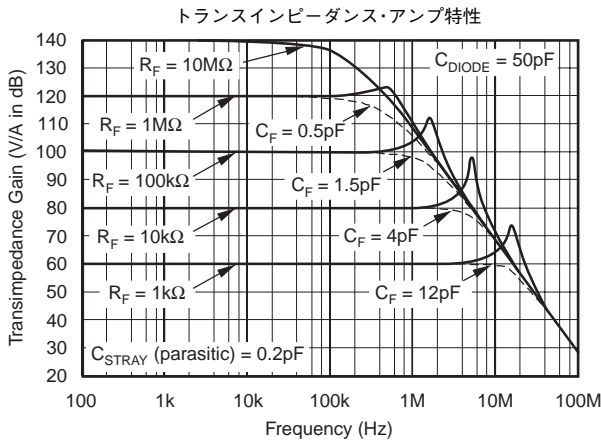
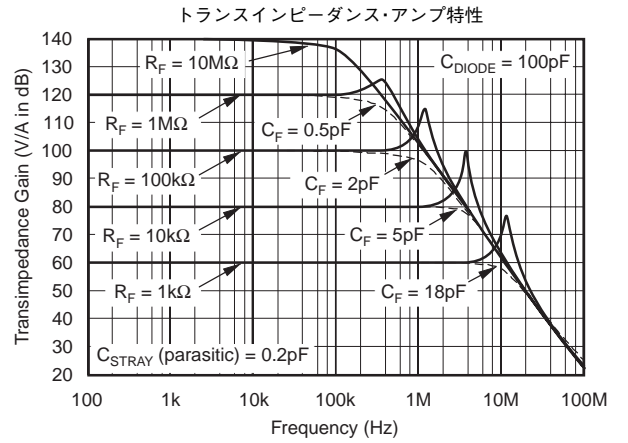
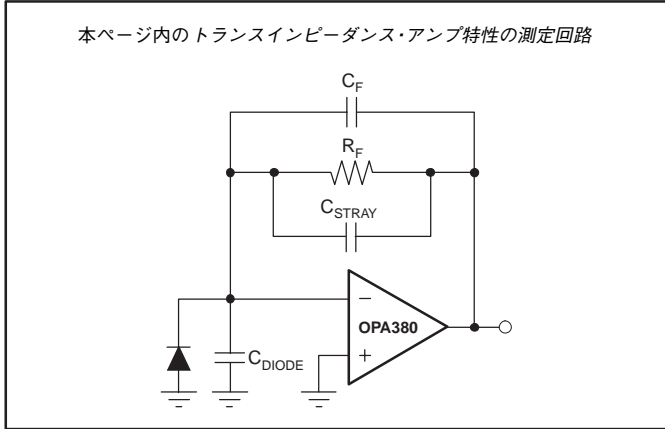
代表的特性:  $V_S = +2.7V$  to  $+5.5V$  (continued)

All specifications at  $T_A = +25^\circ C$ ,  $R_L = 2k\Omega$  connected to  $V_S/2$ , and  $V_{OUT} = V_S/2$ , unless otherwise noted.



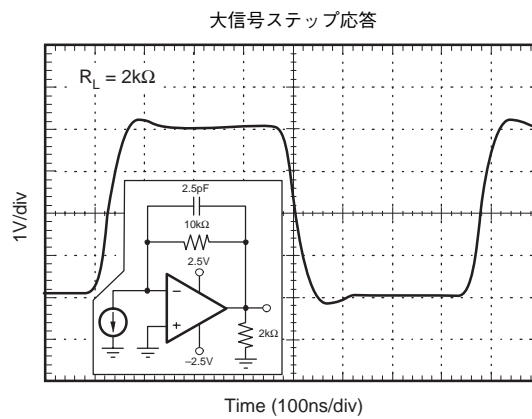
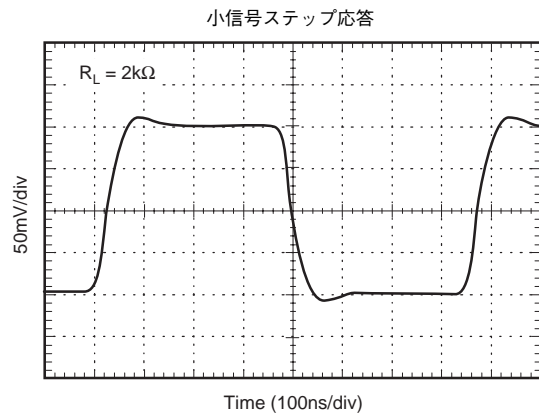
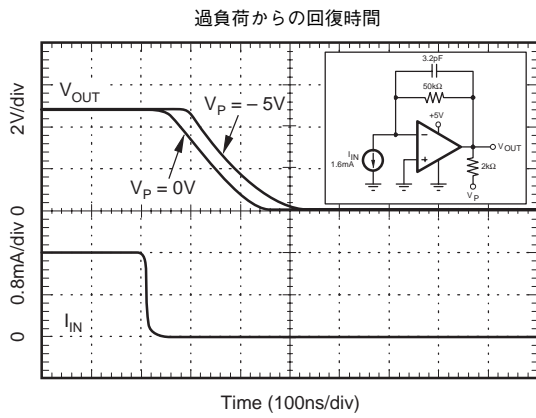
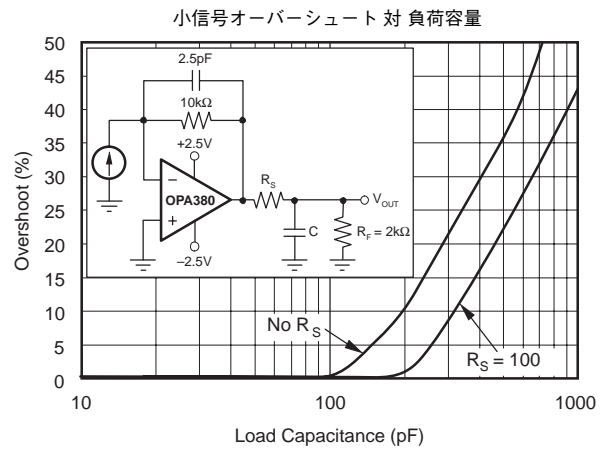
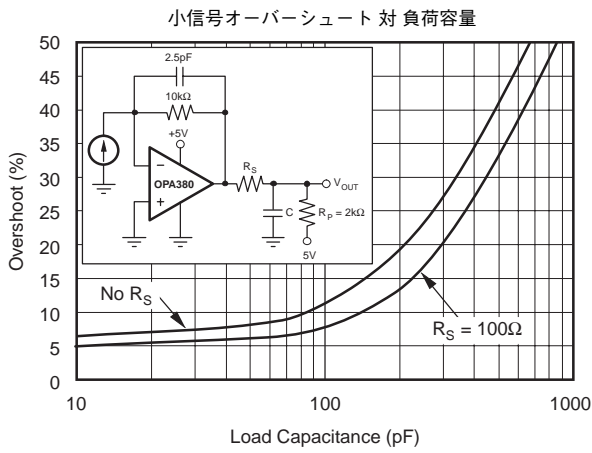
代表的特性:  $V_S = +2.7V$  to  $+5.5V$  (continued)

All specifications at  $T_A = +25^\circ C$ ,  $R_L = 2k\Omega$  connected to  $V_S/2$ , and  $V_{OUT} = V_S/2$ , unless otherwise noted.



代表的特性:  $V_S = +2.7V$  to  $+5.5V$  (continued)

All specifications at  $T_A = +25^\circ C$ ,  $R_L = 2k\Omega$  connected to  $V_S/2$ , and  $V_{OUT} = V_S/2$ , unless otherwise noted.





# アプリケーション情報

## 基本動作

OPA380は1/fノイズが非常に低い高性能トランスインピーダンス・アンプです。そのユニークなアーキテクチャーにより、OPA380の長時間入力オフセット電圧安定性は150°C、300時間の試験でもわずか1 $\mu$ V程度の変動です。

OPA380の特性は、内部のオートゼロ・アンプと高速アンプの組み合わせにより得られています。従来の複合的アプローチに比べ過負荷回復時間およびセットリング・タイムを改善するように設計しました。また、特に0V動作が可能な回路オプション(図3参照)に対応した設計も本デバイスの特長です。

OPA380は反転アンプの構成で使用し、非反転入力には固定バイアス点として使用します。図1に代表的なOPA380の回路構成を示します。電源ピンには1 $\mu$ Fのセラミックあるいはタンタル・コンデンサでバイパスします。電解コンデンサはお奨めできません。

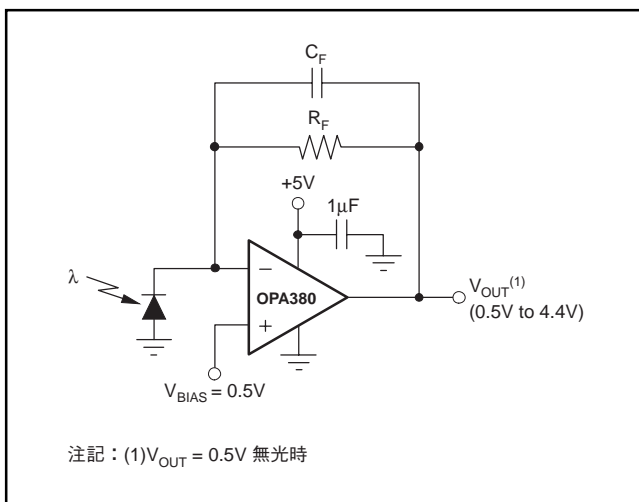


図1. OPA380の代表的回路構成

## 電源電圧

OPA380シリーズのオペアンプは、-40°Cから+125°Cの温度範囲において、2.7Vから5.5Vの電源電圧で規定されています。電源電圧と温度によって著しく変化するパラメータは、「代表的特性グラフ」に示してあります。

## 内部オフセット補正

OPA380はその信号路中に、タイム・コンティニューアス(連続時間)な90MHzのオペアンプによるオートゼロ回路を使用しています。本アンプは独自の技術によって100 $\mu$ sごとにゼロ補正をしています。電源投入時では、本アンプはV<sub>OS</sub>を仕様内の精度に合わせるために、約400 $\mu$ sのオート・ゼロ・サイクルを1回必要とします。この時間が経過するまでは、アンプの機能は適正ですが、入力オフセット電圧は規定できません。

本デバイスのエイリアシングとノイズは特筆すべき小さい値です。ゼロ補正は10kHzのレートで実施されますが、その周波数における基本ノイズはほとんどありません。すべての用途に対して、本デバイスのあらゆるグリッチノイズは20MHz以上にあり、必要ならば容易にフィルタで除去できますが、ほとんどのアプリケーションはそのような高周波ノイズに敏感ではなく、フィルタをする必要がありません。

## 入力電圧

OPA380シリーズの入力同相電圧範囲は、V<sub>-</sub>から(V<sub>+</sub>) -1.8Vです。この同相範囲外の入力信号に対しては、本アンプは適正な出力値になりませんが、ラッチや反転をすることはありません。

## 入力過電圧保護

本デバイスの入力にはESDダイオードで保護されており、入力電圧が電源電圧を約500mV以上超えると、このESDダイオードが導通します。電源電圧を500mV以上超える瞬間的な入力電圧は、その電流が10mAに制限されれば許容できます。OPA380シリーズは、入力が電源電圧を超えても、その電流が制限されていれば位相反転しないことを特長としています。

## 出力範囲

OPA380は、正電源から最小600mVおよび負電源から最小100mVの振幅で2k $\Omega$ 負荷時に優れたリニアリティを示します。リニアリティを保ちながらの負電源への振幅は、0ボルトまで拡張することができます。これについては、「グラウンド・レベルの出力振幅の実現」の節を参照願います。また、代表的特性の「出力電圧振幅 対 出力電流」も参照願います。

OPA380の出力振幅は、正電源への仕様値よりもわずかに正電源側へ接近できます。しかし、その場合リニアリティが損なわれます。また、高速過負荷回復クランプが出力電圧振幅の正電源への接近可能な範囲を制限します(図2参照)。

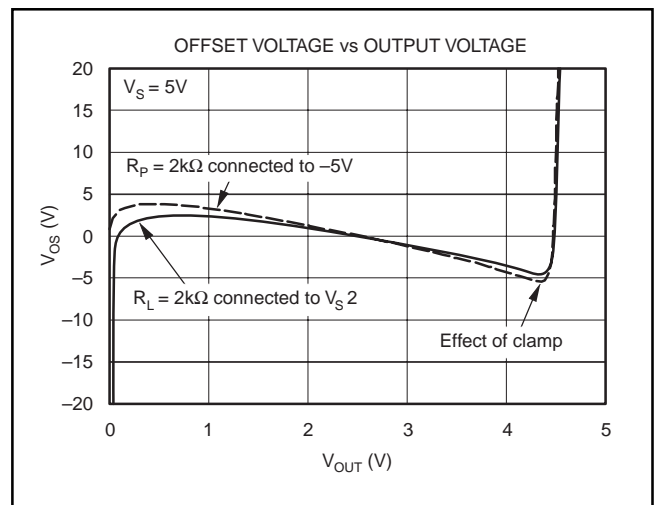


図2. 高速過負荷回復クランプによる出力電圧への影響

## 過負荷回復時間

OPA380は出力の飽和を防止するように設計されています。正電源へオーバードライブされた後、リニア動作に戻るのに要する時間はわずか100ns(代表値)です。負電源への過負荷回復に要する時間は、「グラウンド・レベルの出力振幅の実現」を用いないかぎり、もっと長い時間になります。

## 出力振幅のオペアンプ負電源までの到達

アプリケーションによっては、0Vから正のフルスケール電圧(例えば+4.096V)までの出力電圧振幅が優れた精度で必要になります。ほとんどの単電源オペアンプでは、出力が0Vすなわち出力振幅の下限に接近すると問題が発生します。良くできた単電源のオペアンプは、単電源のグラウンド近くまで振幅が得られるかもしれませんが、グラウンドには達しません。OPA380およびOPA2380の出力振幅は、単電源でもグラウンドあるいはそのわずか下まで達するようにできます。そのためには、別の抵抗および本アンプの負電源より低い別の負電源が必要になります。図3に示すように1個のプルダウン抵抗を出力と別の負電源間に接続すると、出力をその値以下まで引き下げることができます。

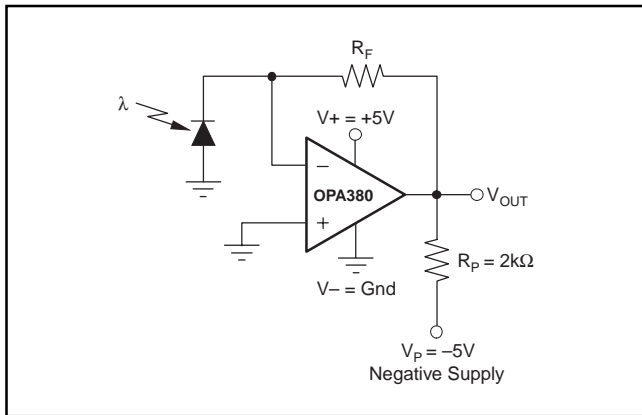


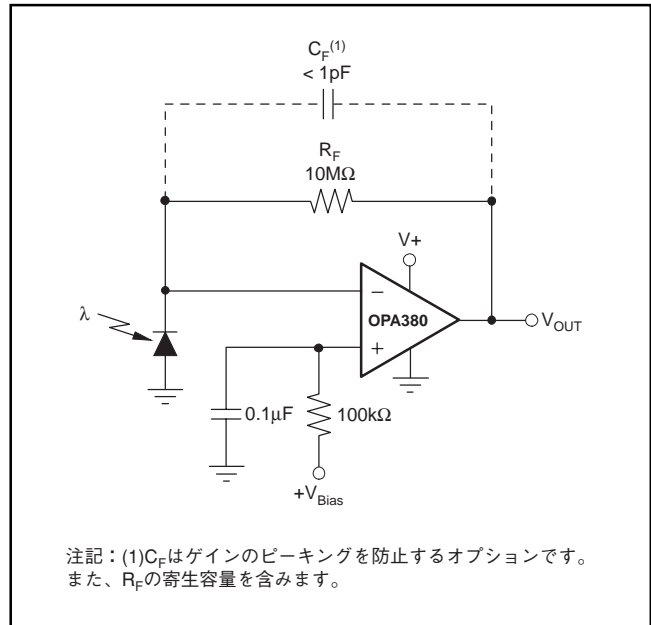
図3. オプションのプルダウン抵抗を用いて $V_{OUT}=0V$ を得たアンプ

## グラウンド・レベルの出力振幅の実現

OPA380には、この手法で出力電圧を負電源まで下げられる出力段があります。しかし、この手法はある種の出力段のみに可能です。OPA380は、この手法が十分機能するように設計されています。信頼性の高い動作が0Vまで、仕様の温度範囲内で保証されています。

## 単電源回路におけるフォトダイオードのバイアス

+IN入力は正のDC電圧をバイアスして、出力電圧にオフセットを与えます。また、そのバイアスによりアンプ出力は、フォトダイオードに光を与えない場合におけるフォトダイオード測定の真のゼロ値を示します。さらに、負電源から戻るための遅れ時間を防止します。このバイアス電圧はフォトダイオードの両端に印加され、高速動作のための逆バイアスになります。このバイアス点に接続するRCフィルタは、ノイズを低減します(図4参照)。また、このバイアス電圧は、グラウンド・レベルを含まないADCのオフセット・バイアス点としての役割もできます。



注記：(1) $C_F$ はゲインのピーキングを防止するオプションです。また、 $R_F$ の寄生容量を含みます。

図4. フィルタした逆バイアス電圧

## トランスインピーダンス・アンプ

広帯域幅、低入力バイアス電流、低入力電圧・電流ノイズにより、OPA380は理想的な広帯域フォトダイオード用トランスインピーダンス・アンプです。フォトダイオード容量が回路の実効雑音ゲインを高周波時に増加させるため、アンプの電圧ノイズが低いことは重要です。

トランスインピーダンス設計に関するキーとなる要素は図5に示してあり、

- 全入力容量( $C_{TOT}$ )。これは、フォトダイオード容量( $C_{DIODE}$ )と寄生の同相および差動モード入力容量の和(OPA380の場合、 $3pF+1.1pF$ )；
- 所要のトランスインピーダンスのゲイン( $R_F$ )；
- OPA380のゲイン帯域幅積( $GBW$ , 90MHz)

になります。

これら3変数のセットにより、帰還容量値( $C_F$ )は周波数応答を制御するように設定できます。 $C_{STRAY}$ は $R_F$ の寄生容量であり、代表的な表面実装型の抵抗で0.2pFです。

最大限に平坦な2次のパワース周波数応答を得るには、帰還ポールを次のように設定します：

$$\frac{1}{2\pi R_F (C_F + C_{STRAY})} = \sqrt{\frac{GBW}{4\pi R_F C_{TOT}}} \quad (1)$$

帯域幅は次のように計算され：

$$f_{-3dB} = \sqrt{\frac{GBW}{2\pi R_F C_{TOT}}} \text{ Hz} \quad (2)$$

この2式により、最大トランスインピーダンス帯域幅が求められます。より高いトランスインピーダンス帯域幅には、高速CMOSのOPA300(180MHzのGBW)あるいはOPA656(230MHzのGBW)が使用できます。

より詳細な情報は、Application Bulletin AB-050(SBOA055)の「Compensate Transimpedance Amplifiers Intuitively」を参照願います。これはwww.ti.comからダウンロードして入手できます。

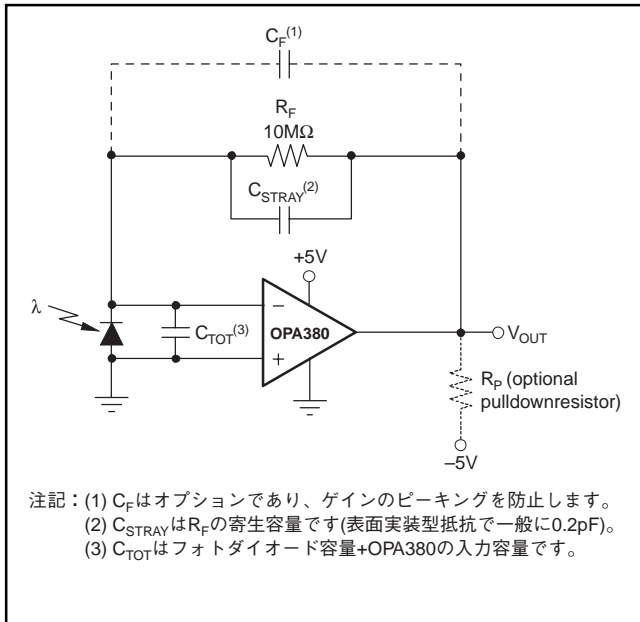


図5. トランスインピーダンス・アンプ

### トランスインピーダンス帯域幅とノイズ

$R_F$ によって設定されるゲインを制限すると、トランスインピーダンス回路の出力におけるノイズを低減できます。しかし、必要なゲインはトランスインピーダンス段で得るべきです。トランスインピーダンス・アンプ以降でゲインを得ると、一般にノイズ特性が悪化するからです。信号はリニアに増加しますが、 $R_F$ により発生する雑音スペクトル密度は $R_F$ の平方根に比例します。したがって、トランスインピーダンス段で必要な全ゲインを得れば、SN比は改善されます。

全ノイズは帯域幅の増加とともに増加します。したがって、回路の帯域幅を所要の値のみに制限します。容量 $C_F$ を帰還抵抗 $R_F$ に並列に接続し、帯域幅を制限します。安定性に問題がなくても、全出力雑音が問題の場合はこのようにします。

図6 aは帰還容量のないトランスインピーダンス回路を示します。この回路のトランスインピーダンス・ゲインを図7に示します。その-3dBポイントは約10MHzです。これに16pFの帰還容量(図6 b)を付けると帯域幅を制限し、-3dBポイントが約1MHzになります(図7参照)。出力ノイズは、第2ポールを生ずるフィルタ(図6 cの $R_{FILTER}$ および $C_{FILTER}$ )の付加により、さらに低減されます。この第2ポールは帰還ループ内に配置し、アンプの低出力インピーダンスを保ちます。(もし、このポールを帰還ループ外に配置すると、別のバッファを必要とし、ノイズとDC誤差が増加するでしょう。)

ダイオードの等価抵抗を表す $R_{DIODE}$ と、等価ダイオード容量+OPA380の入力容量を $C_{TOT}$ として両者を用いると、ノイズのゼロの周波数 $f_z$ は次のように計算されます。

$$f_z = \frac{(R_{DIODE} + R_F)}{2\pi R_{DIODE} R_F (C_{TOT} + C_F)} \quad (3)$$

これらの回路構成による出力ノイズへの影響を図8に、積分出力ノイズへの影響を図9に示します。次式を用いてフィルタ定数を選択すると、2ポールのパワース・フィルタ(平坦な通過域が

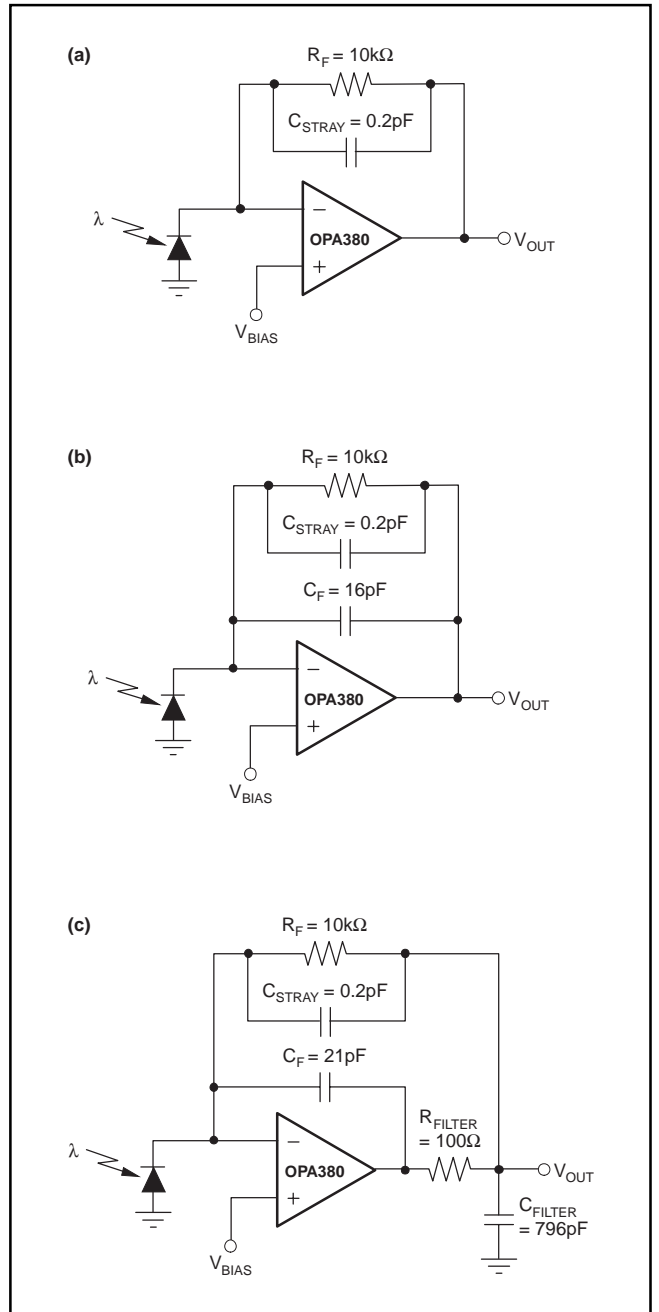


図6. 全ノイズおよび積分ノイズ・ゲインを変化したトランスインピーダンス回路

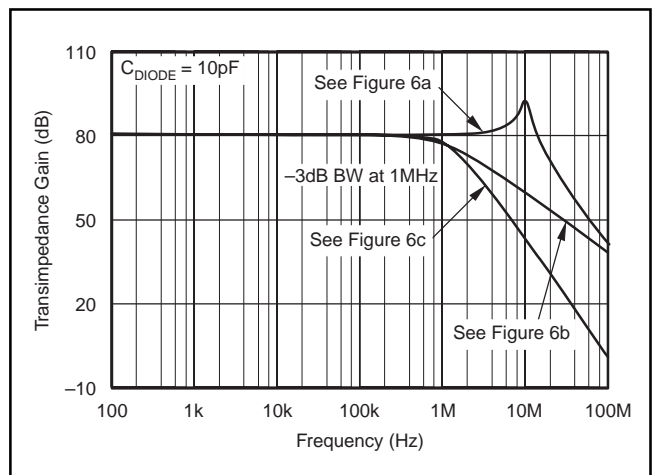


図7. トランスインピーダンス・ゲイン(図6の回路)

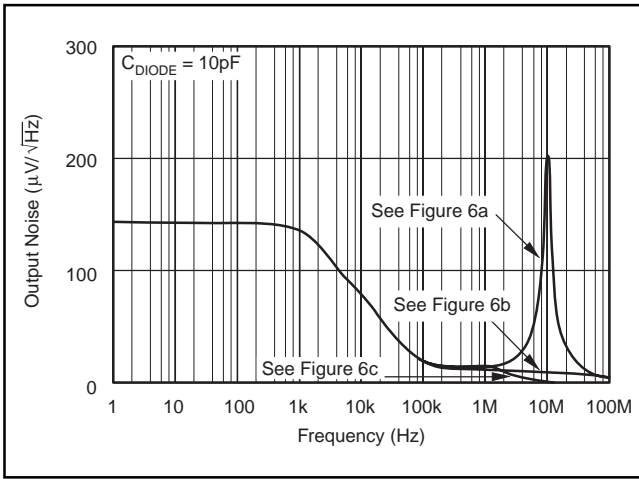


図8. 出力ノイズ(図6の回路)

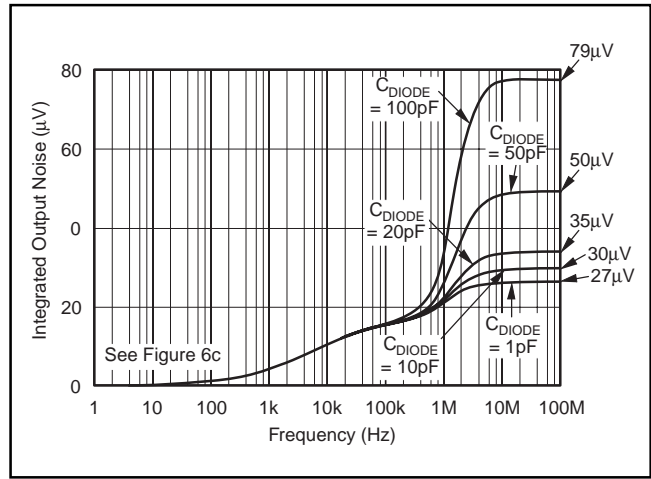


図10. いろいろな値のC<sub>DIODE</sub>についての積分出力ノイズ(図6cの回路)

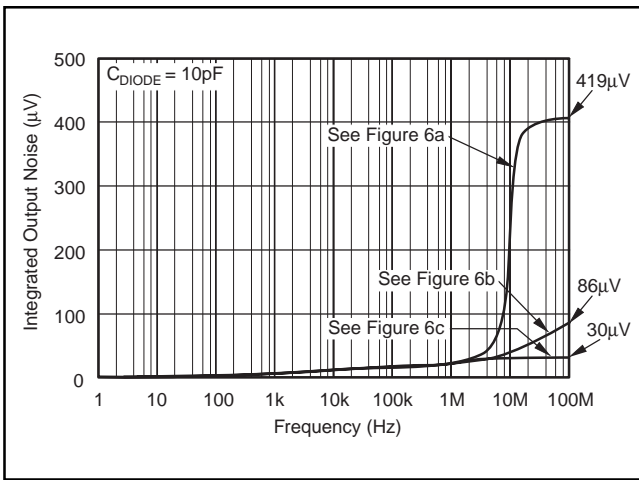


図9. 積分出力ノイズ(図6の回路)

最大になる)が得られます。

$$C_F R_F = 2C_{\text{FILTER}} R_{\text{FILTER}} \quad (4)$$

また、

$$f_{-3\text{dB}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_F R_{\text{FILTER}} C_F C_{\text{FILTER}}}} \quad (5)$$

図6 bの回路は20dB/decadeで減衰します。別のフィルタを加えた図6 cの回路は40dB/decadeで減衰し、その結果ノイズ特性を改善します。

図10は、図6 cの回路におけるダイオード容量の積分出力ノイズへの影響を示します。

さらなる情報は、「FET Transimpedance Amplifiers(SBOA060)」および「Noise Analysis for High Speed Op Amps(SBOA066)」を参照願います。これらはTIウェブサイトからダウンロードして入手できます。

## 基板レイアウト

フォトダイオード容量と加算点(反転入力)の寄生容量を最小化します。これらの容量は、オペアンプの電圧ノイズを増幅する原因になります(高周波における増幅を高めます)。低ノイズの電圧源でフォトダイオードに逆バイアスをかけると、その容量を著しく低減できます。小さなフォトダイオードほど、その容量は小さくなります。小さなフォトダイオードに光を集中する光学部品を使用します。

回路基板のリーク電流は、本来よく設計されているアンプでも、その特性を劣化させます。回路基板は注意深くきれいにします。回路基板のアンプ入力を取り囲むガード・リングを等電位でドライブすると、リーク電流の制御に役立ちます。これについては図11を参照願います。

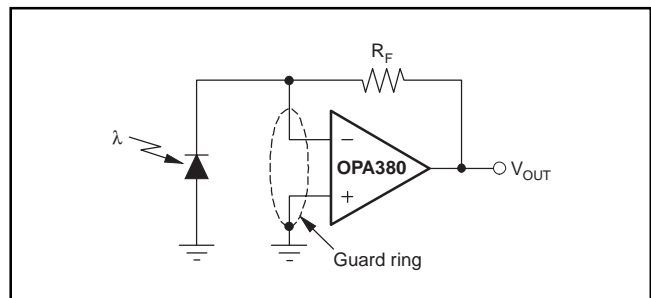


図11. 入力ガードの配線

## 他の微小電流測定方法

ログアンプを用いて、非常に広いダイナミックレンジの入力電流をより狭い範囲に圧縮します。8ディケードすなわち100pAから10mAまでの広い入力ダイナミックレンジは、12ビットADCへの入力に対処できます。(対象製品: LOG101, LOG102, LOG104, LOG112)

極度に微小な電流は、コンデンサーの積分電流で正確に測定できます。(対象製品：IVC102)

入手可能な製品の範囲に関する詳細な情報は、上記に指定した製品名あるいは、transimpedanceおよびlogarithmicをキーワードにして、www.ti.comで検索願います。

### 容量性負荷および安定性

OPA380シリーズのオペアンプは、最大500pFまでの純容量性負荷をドライブできます。ゲインを高めると、アンプの大容量性負荷へのドライブ能力が強化されます。(代表的特性の「小信号オーバーシュート 対 負荷容量」の曲線を参照願います。)

ユニティ・ゲイン(ボルテージ・フォロウ)構成での容量性負荷ドライブを改善する1つの方法は、負荷と直列に10Ωから20Ωの抵抗を挿入することです。これはDC精度を保ちつつ、大容量性負荷によるリングングを低減します。

### 高速16ビットADC(アナログ-デジタル変換器)のドライブ

OPA380シリーズは、ADS8411のような高速16ビットADCのドライブに最適です。OPA380オペアンプはADCの入力容量をバッファし、信号ゲインを与える一方で電荷注入を行います。図12はシングルエンドでADS8411(16ビット、2MSPS, ADC)をインターフェイスするOPA380を示します。詳細な情報については、ADS8411のデータシートを参照願います。

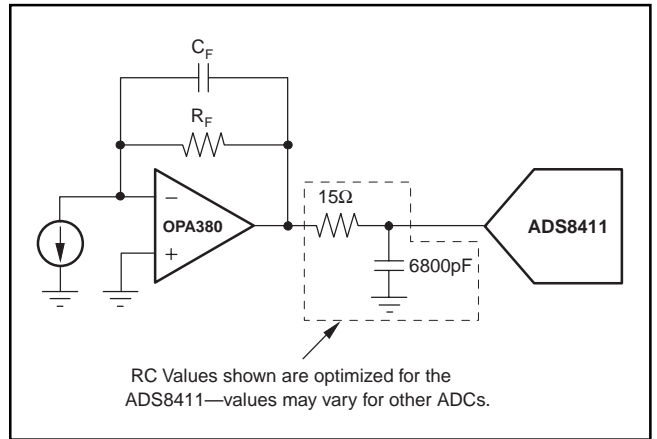


図12. 16ビットADCのドライブ

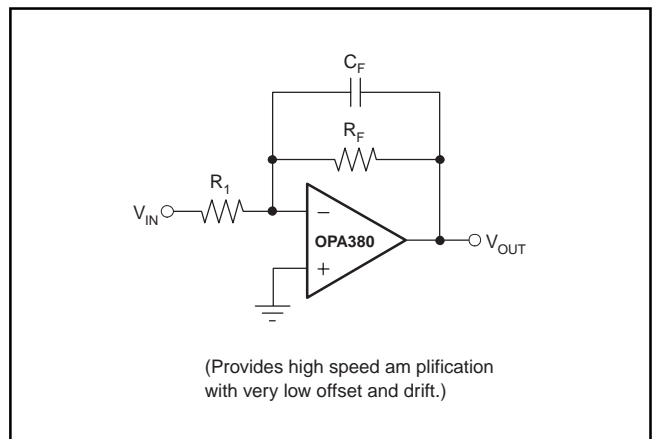
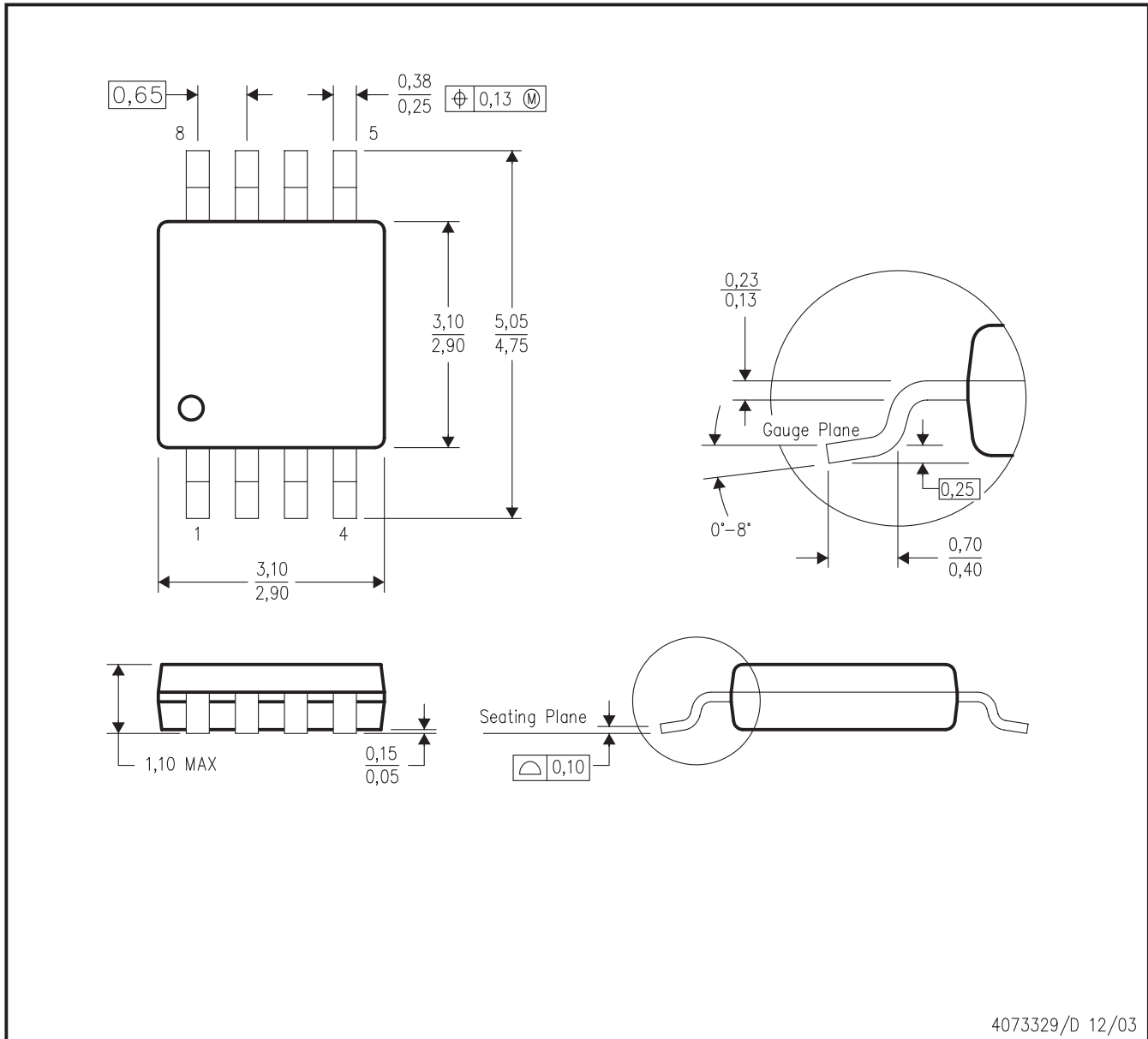


図13. OPA380の反転アンプ回路



4073329/D 12/03

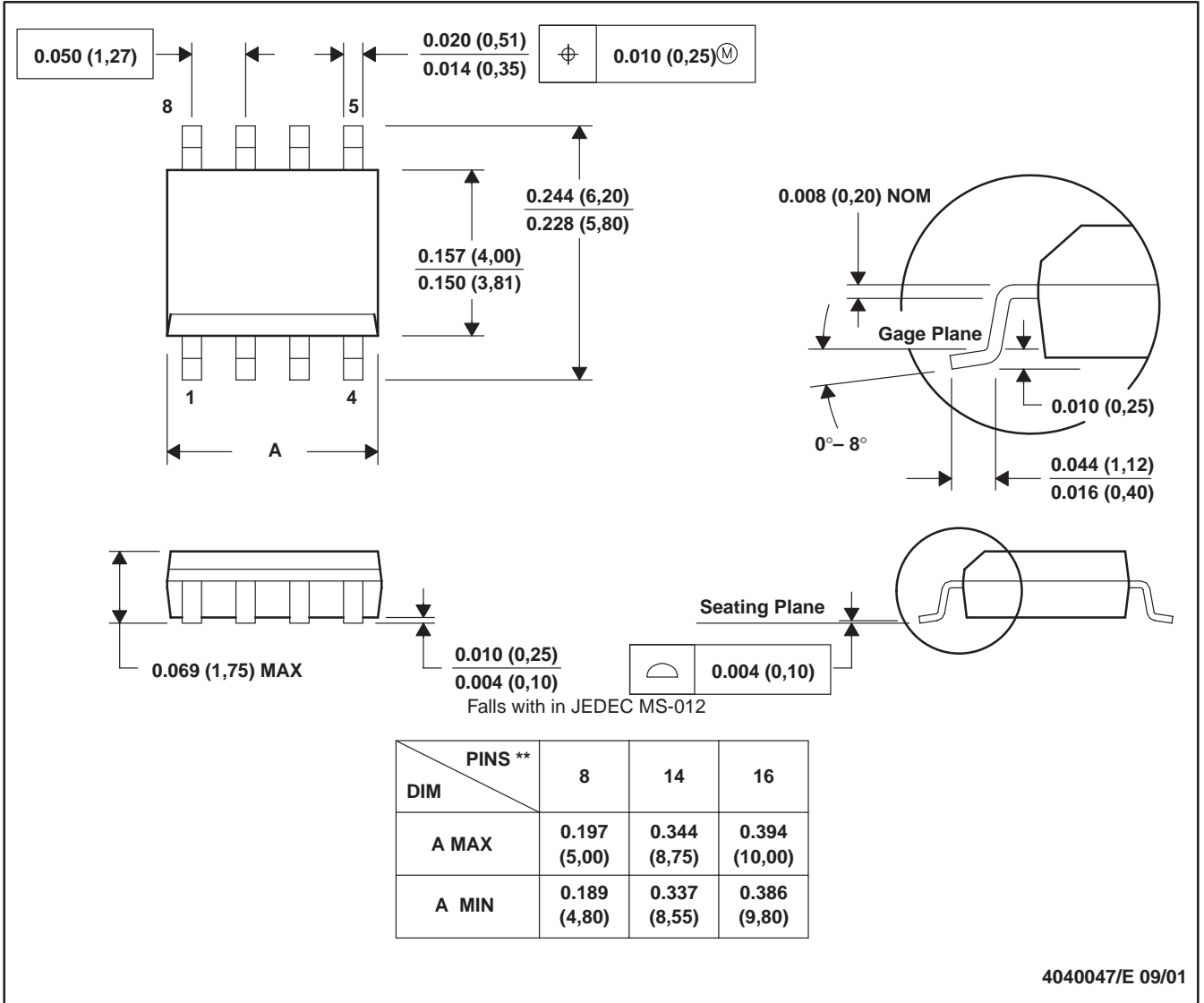
- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion.
  - D. Falls within JEDEC MO-187 variation AA.

外觀

D (R-PDSO-G\*\*)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

8 PINS SHOWN



- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).  
 B. This drawing is subject to change without notice.  
 C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion, not to exceed 0.006 (0,15).  
 D. Falls within JEDEC MS-012



# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといたします)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIJといたします)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIJは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメータに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIJは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIJは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認をすることを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIJにより示された数値、特性、条件その他のパラメータと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIJは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIJがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2009, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

温度: 0~40、相対湿度: 40~85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

### 3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

### 4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

### 5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

### 6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上