



高精度、レール・ツー・レール I/O 計測アンプ

特長

- 高精度
 - 低オフセット：100 μ V (Max)
 - 低オフセット・ドリフト：0.4 μ V/ $^{\circ}$ C (Max)
 - 優れた長期安定性
 - 超低 1/f 雑音
- レール・ツー・レール I/O
 - 同相入力電圧範囲：
 - 負電源電圧より-20mV ~ 正電源電圧+100mV
 - 広電圧出力スイング：電源の電圧から10mV以内
 - 電源電圧：単電源、+2.7V ~ +5.5V
- 小型
 - microPACKAGE：MSOP-8、MSOP-10
- 低コスト

アプリケーション

- ブリッジ、ロードセル、および熱電対などの低電圧レベル・トランスデューサ用アンプ
- 広ダイナミック・レンジのセンサ測定
- 高分解能テスト・システム
- 重量計
- マルチチャンネル・データ収集システム
- 医療機器
- 汎用

概要

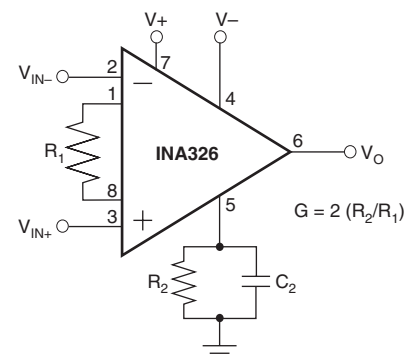
INA326およびINA327(シャットダウン機能付)は、高性能、低コスト、高精度の計測アンプで、レール・ツー・レールの入力と出力を実現しています。これらの製品は単電源で動作の計測アンプで、非常に低いDC誤差を達成し、同相入力電圧範囲は正負電源の電圧を上回ります。このような特長により、これらの製品は汎用から高精度まで広い範囲のアプリケーションに適しています。

優れた長期安定性と非常に低い1/f 雑音特性により、低オフセット電圧と低ドリフトを長期間にわたり維持します。

INA326(シャットダウン機能なし)は、MSOP-8パッケージです。INA327(シャットダウン機能付)は、MSOP-10パッケージです。ともに工業用温度範囲である-40 $^{\circ}$ C ~ +85 $^{\circ}$ Cで仕様が規定され、-40 $^{\circ}$ C ~ +125 $^{\circ}$ Cの範囲で動作します。

INA326およびINA327の関連製品

製品名	特長
INA337	高精度、0.4 μ V/ $^{\circ}$ Cのドリフト、-40 $^{\circ}$ C ~ +125 $^{\circ}$ Cの規定温度範囲
INA114	50 μ V V_{OS} 、0.5nA I_B 、115dB CMR、3mA I_Q 、0.25 μ V/ $^{\circ}$ Cのドリフト
INA118	50 μ V V_{OS} 、1nA I_B 、120dB CMR、385 μ A I_Q 、0.5 μ V/ $^{\circ}$ Cのドリフト
INA122	250 μ V V_{OS} 、-10nA I_B 、85 μ A I_Q 、レール・ツー・レール出力、3 μ V/ $^{\circ}$ Cのドリフト
INA128	50 μ V V_{OS} 、2nA I_B 、125dB CMR、750 μ A I_Q 、0.5 μ V/ $^{\circ}$ Cのドリフト
INA321	500 μ V V_{OS} 、0.5pA I_B 、94dB CMRR、60 μ A I_Q 、レール・ツー・レール出力



すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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。



静電気放電対策

これらのデバイスは、限定的な ESD (静電破壊) 保護機能を内蔵しています。保存時または取り扱い時は、MOS ゲートに対する静電破壊を防止するために、リード線どうしを短絡しておくか、デバイスを伝導性のフォームに入れる必要があります。

製品情報⁽¹⁾

製品名	パッケージ	パッケージコード	規定温度範囲	パッケージ捺印	製品型番	出荷形態、数量
INA326	MSOP-8	DGK	-40°C ~ +85°C	B26	INA326EA/250	テープ・リール250
					INA326EA/2K5	テープ・リール2500
INA327	MSOP-10	DGS	-40°C ~ +85°C	B27	INA327EA/250	テープ・リール250
					INA327EA/2K5	テープ・リール2500

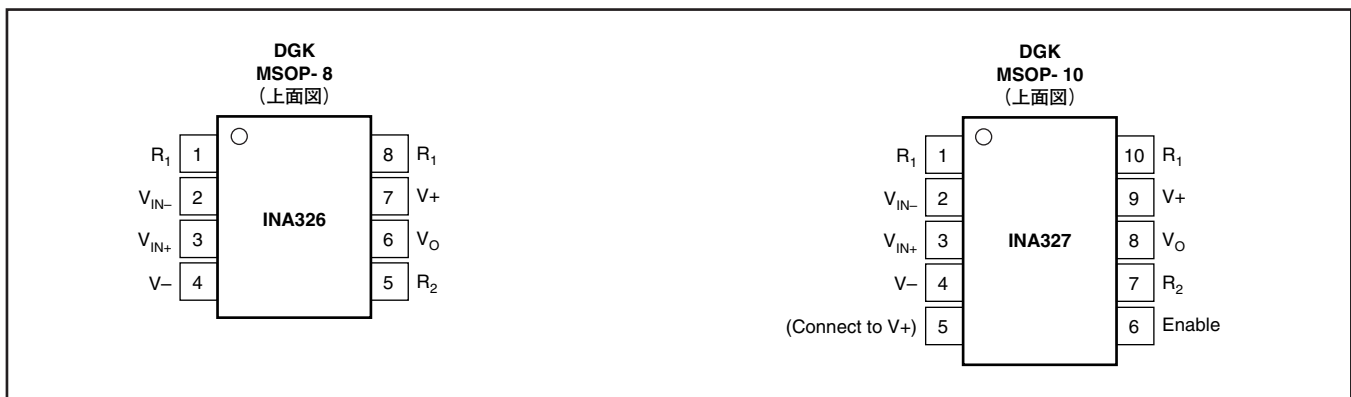
(1) 最新のパッケージ情報と発注情報については、このデータシートの末尾にある「付録：パッケージ・オプション」を参照するか、www.ti.com または www.tij.co.jpにあるTIのWebサイトを参照してください。

絶対最大定格⁽¹⁾

	規定値	単位
電源電圧	+5.5	V
信号入力端子	電圧 ⁽²⁾	-0.5 ~ (V+) +0.5
	電流 ⁽²⁾	±10
出力短絡	連続	
動作温度範囲	-40 ~ +125	°C
保存温度範囲	-65 ~ +150	°C
ジャンクション温度	+150	°C
端子温度 (半田付け、10秒)	+300	°C

- (1) 絶対最大定格を超えるストレスは、デバイスに永久的な損傷を与えます。絶対最大定格の状態では長時間動作させると、デバイスの信頼性が低下します。これはストレスの定格のみについて示してあり、規定された値で、またはこれらの値を越える状態での本製品の機能動作を意味するものではありません。
- (2) 入力端子は、電源に対してダイオード・クランプされています。電源電圧に対し、入力信号の振幅が0.5Vを上回る可能性がある場合は、電流を10mA以下に制限する必要があります。

ピン配置



電気的特性：V_S = +2.7V ~ +5.5V

太字は、T_A = -40°C ~ +85°C にわたって適用されることを意味します。

T_A = +25°C、R_L = 10kΩ、G = 100 (R₁ = 2kΩ、R₂ = 100kΩ)、これらの抵抗は外部ゲイン設定抵抗、および I_{A,COMMON} = V_S/2、コーナー周波数1kHzの外部フィルタ。(特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	INA326EA、INA327EA			単位
		MIN	TYP	MAX	
入力 オフセット電圧、RTI T _A = -40°C ~ +85°C 対温度 対電源電圧 長期安定性 入力インピーダンス 差動 同相 入力電圧範囲 安全入力電圧 同相除去 T _A = -40°C ~ +85°C	V _{OS} dV _{OS} /dT PSR CMR	V _S = +5V, V _{CM} = V _S /2 V _S = +2.7V ~ +5.5V, V _{CM} = V _S /2 V _S = +5V, V _{CM} = (V-) - 0.02V ~ (V+) + 0.1V	±20 ±0.1 ±3 (1)参照 10 ¹⁰ 2 10 ¹⁰ 14	±100 ±124 ±0.4 (V+) + 0.1 (V+) + 0.5	μV μV μV/°C μV/V Ω pF Ω pF V V dB dB
入力バイアス電流 バイアス電流 対温度 オフセット電流	I _B I _{OS}	V _{CM} = V _S /2 V _S = +5V V _S = +5V	±0.2 ±0.2	±2 ±2	nA nA
ノイズ 電圧ノイズ、RTI f = 10Hz f = 100Hz f = 1kHz f = 0.01Hz ~ 10Hz 電圧ノイズ、RTI f = 10Hz f = 100Hz f = 1kHz f = 0.01Hz ~ 10Hz 電流ノイズ、RTI f = 1kHz f = 0.01Hz ~ 10Hz 出力リップル、V _O フィルタ後 ⁽²⁾	R _S = 0Ω, G = 100, R ₁ = 2kΩ, R ₂ = 100kΩ R _S = 0Ω, G = 10, R ₁ = 20kΩ, R ₂ = 100kΩ	33 33 33 0.8 120 97 97 4 0.15 4.2	代表的特性参照 代表的特性参照 アプリケーション情報参照	nV/√Hz nV/√Hz nV/√Hz μV _{p-p} nV/√Hz nV/√Hz nV/√Hz μV _{p-p} pA/√Hz pA _{p-p}	
ゲイン ゲインの式 ゲイン範囲 ゲイン誤差 ⁽³⁾ 対温度 非直線性	G = 10, 100, V _S = +5V, V _O = 0.075V ~ 4.925V G = 10, 100, V _S = +5V, V _O = 0.075V ~ 4.925V G = 10, 100, V _S = +5V, V _O = 0.075V ~ 4.925V	< 0.1 ±0.08 ±6 ±0.004	G = 2(R ₂ /R ₁) ±0.08 ±6 ±0.004	> 10000 ±0.2 ±25 ±0.01	V/V % ppm/°C % of FS
出力 レールに対する電圧出力スイング T _A = -40°C ~ +85°C 容量性負荷駆動能力 短絡電流	I _{SC}	R _L = 100kΩ R _L = 10kΩ, V _S = +5V	75 75	5 10 500 ±25	mV mV mV pF mA
内蔵オシレータ 自動補正周波数 精度			90 ±20		kHz %
周波数特性 帯域幅 ⁽⁴⁾ 、-3dB スルーレート ⁽⁴⁾ セトリング・タイム ⁽⁴⁾ 0.1% 0.01% 0.1% 0.01% 過負荷からの回復 ⁽⁴⁾	BW SR t _s	G = 1 ~ 1k V _S = +5V、すべてのゲイン設定、C _L = 100pF 1kHzフィルタ、G = 1 ~ 1k、V _O = 2Vステップ、C _L = 100pF 10kHzフィルタ、G = 1 ~ 1k、V _O = 2Vステップ、C _L = 100pF 1kHzフィルタ、50%出力過負荷、G = 1 ~ 1k 10kHzフィルタ、50%出力過負荷、G = 1 ~ 1k	1 フィルタに依存 0.95 1.3 130 160 30 5		kHz ms ms μs μs μs μs

(1) 150°Cでの1,000時間寿命テスト後における測定の結果、変動範囲は約10μVに収まりました。

(2) このシーケンスの詳細については、アプリケーション情報セクション、および図23、図25を参照。

(3) 外部ゲイン設定抵抗の誤差とTCRを含まない値。

(4) ダイナミック特性は、フィルタリングによって制限されます。フィルタを調整することによって、より高い帯域幅を達成することもできます。

電気的特性：V_S = +2.7V ~ +5.5V

太字は、T_A = -40°C ~ +85°C にわたって適用されることを意味します。

T_A = +25°C、R_L = 10kΩ、G = 100 (R₁ = 2kΩ、R₂ = 100kΩ)、これらの抵抗は外部ゲイン設定抵抗、および I_{A,COMMON} = V_S/2、コーナー周波数1kHzの外部フィルタ。(特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	INA326EA、INA327EA			単位
		MIN	TYP	MAX	
電源 仕様電圧範囲 静止電流 T _A = -40°C ~ +85°C	I _Q I _O = 0, Diff V _{IN} = 0V, V _S = +5V	+2.7	2.4	+5.5 3.4 3.7	V mA mA
シャットダウン ディスエーブル(ロジック“LOW”のスレッシュホールド) イネーブル(ロジック“HIGH”のスレッシュホールド) イネーブル時間 ⁽⁵⁾ ディスエーブル時間 シャットダウン電流とイネーブル・ピンの電流	V _S = +5V、ディスエーブル時	1.6	75 100 2	0.25 5	V V μs μs μA
温度範囲 規定 動作 保存 熱抵抗	θ _{JA} MSOP-8、MSOP-10 表面実装	-40 -40 -65	150	+85 +125 +150	°C °C °C °C/W

(5) 代表的特性である「入力オフセット電圧対ウォームアップ時間」(図8を参照)。

代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = +5\text{V}$ 、ゲイン = 100、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、コーナー周波数1kHz相当の外部フィルタ。(特に記述のない限り)

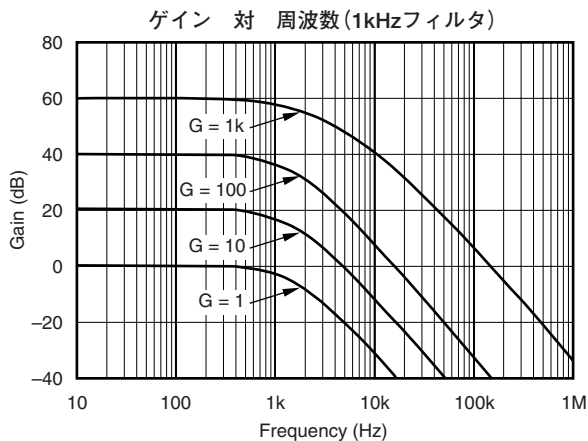


図1

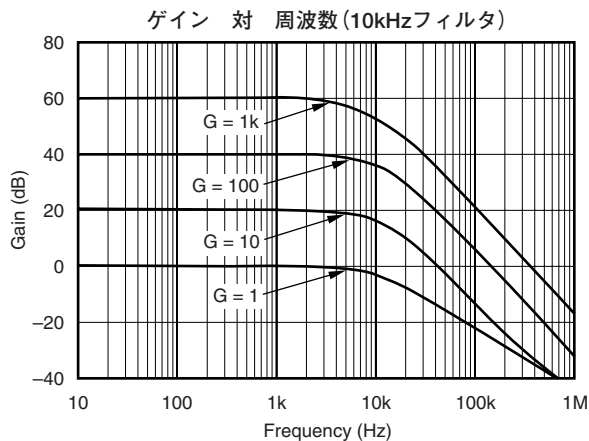


図2

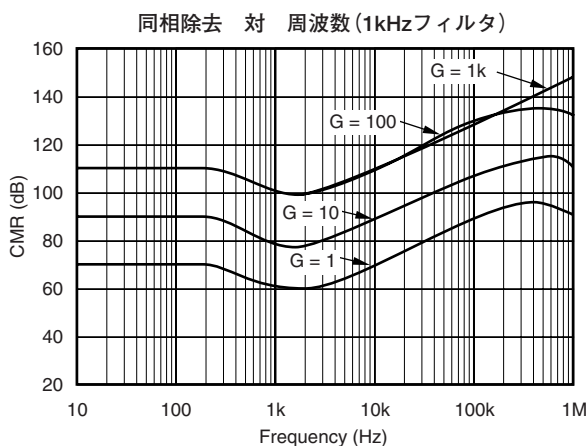


図3

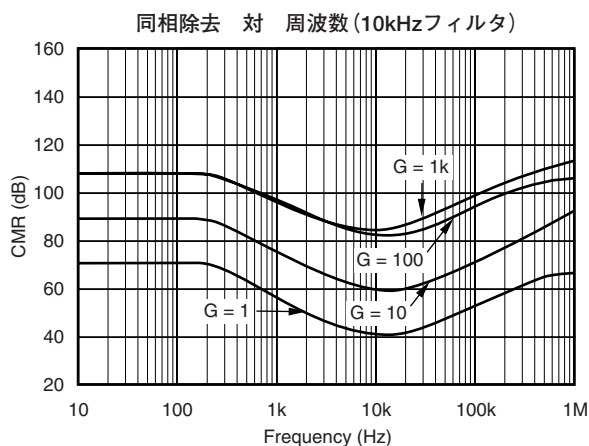


図4

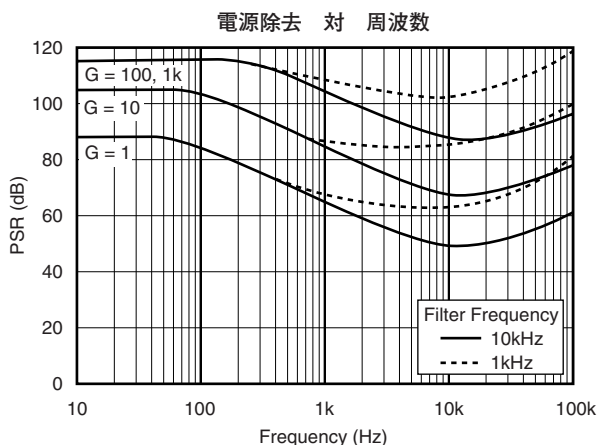


図5

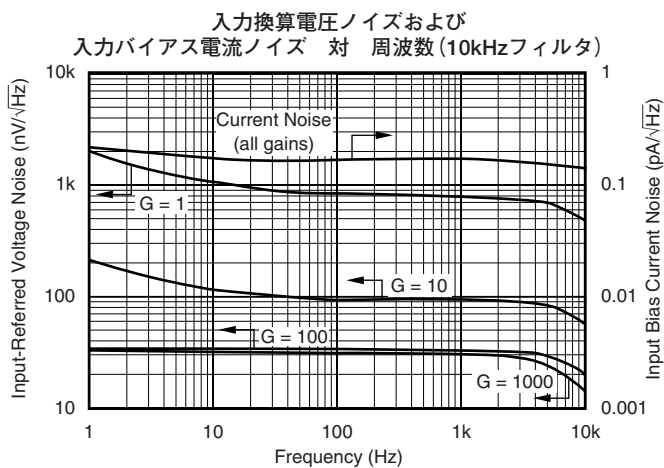


図6

代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = +5\text{V}$ 、ゲイン = 100、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、コーナー周波数1kHz相当の外部フィルタ。(特に記述のない限り)

入力オフセット電圧 対 ターンオン時間
(1kHzフィルタ、 $G = 100$)

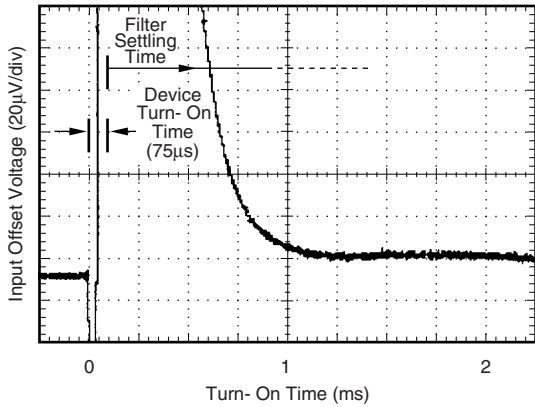


図7

入力オフセット電圧 対 ウォームアップ時間
(10kHzフィルタ、 $G = 100$)

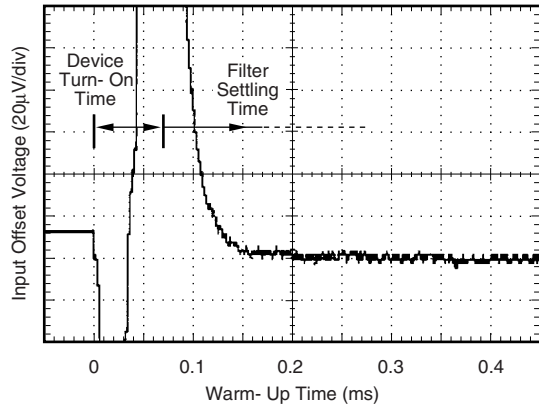


図8

小信号応答 $G = 1$ 、10、および100

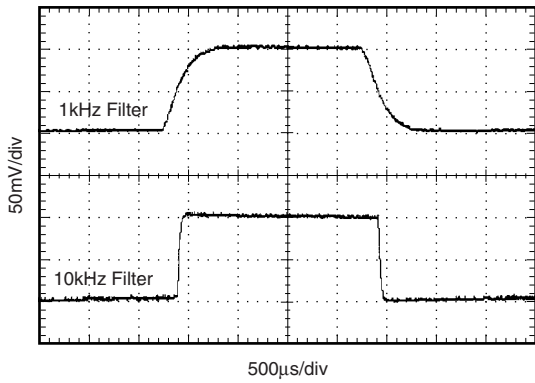


図9

小信号ステップ応答 $G = 1000$

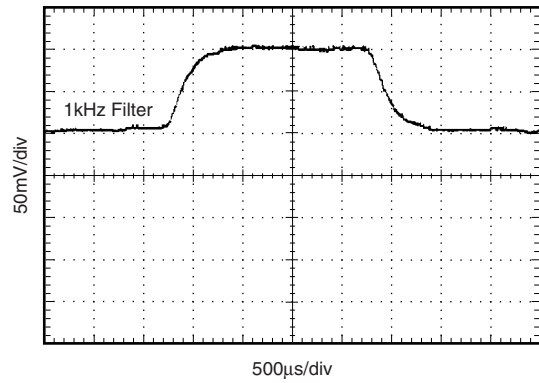


図10

大信号応答 $G = 1 \sim 1,000$

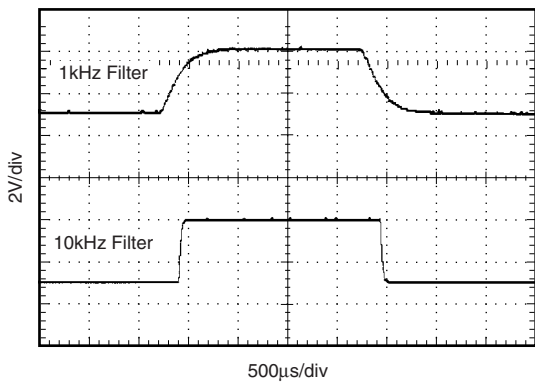


図11

0.01Hz - 10Hz電圧ノイズ

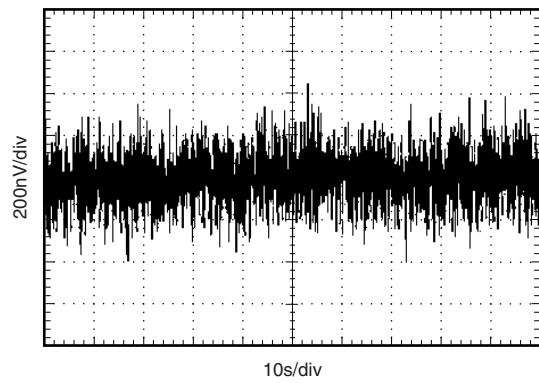


図12

代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = +5\text{V}$ 、ゲイン = 100、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、コーナー周波数1kHz相当の外部フィルタ。(特に記述のない限り)

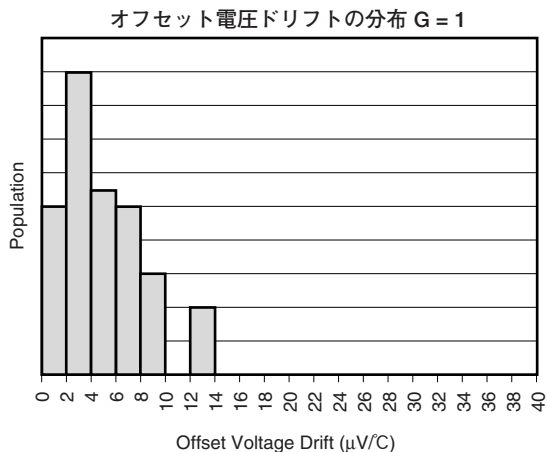


図13

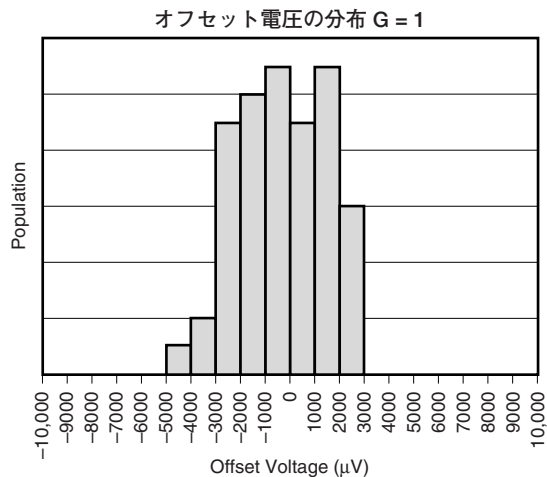


図14

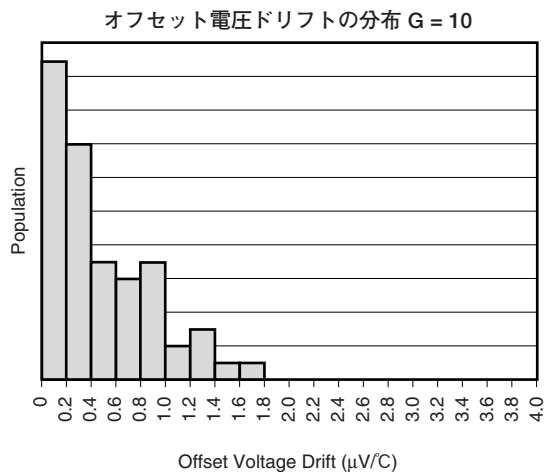


図15

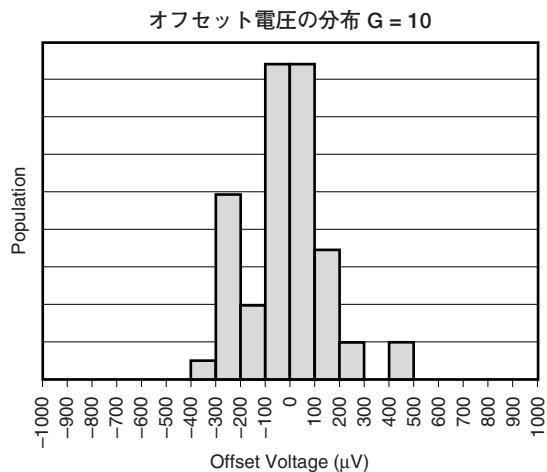


図16

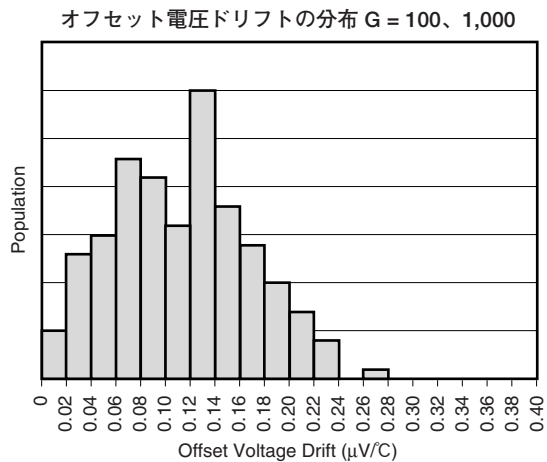


図17

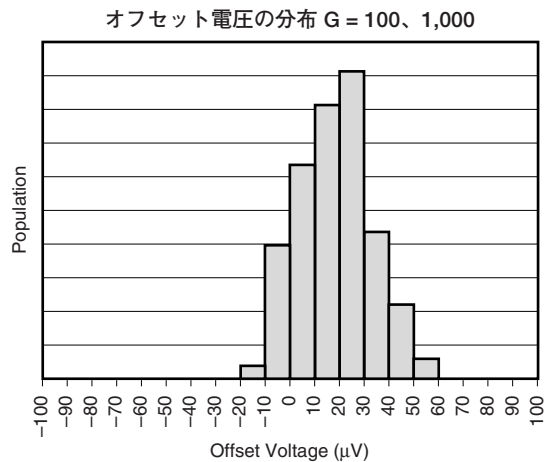


図18

代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = +5\text{V}$ 、ゲイン = 100、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、コーナー周波数1kHz相当の外部フィルタ。(特に記述のない限り)

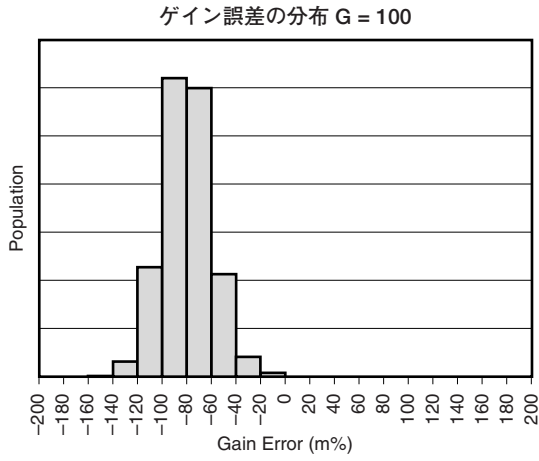


図19

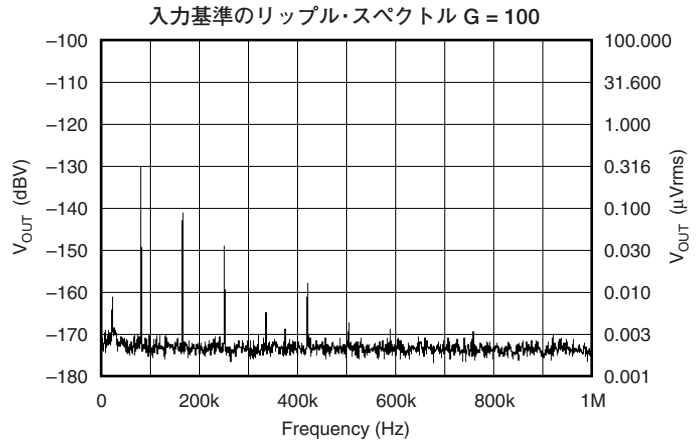


図20

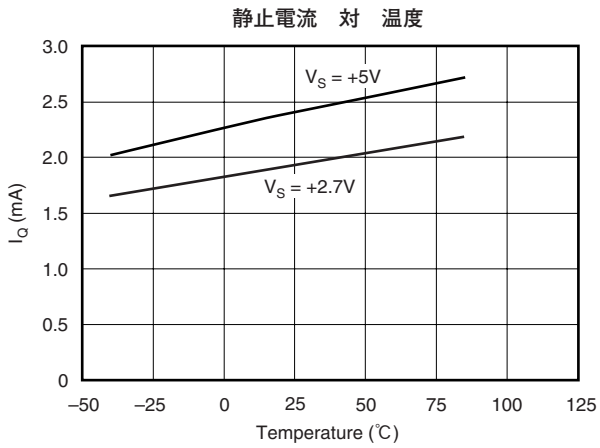


図21

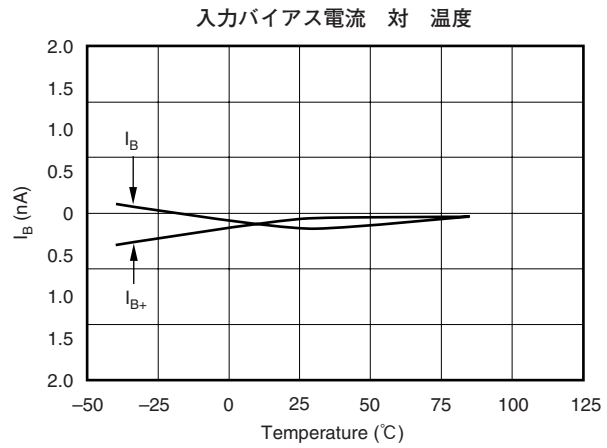


図22

アプリケーション情報

図23に、INA326を動作させるために必要な基本的な接続を示します。最高の精度を達成するために、電源ピン間に 0.1μF のコンデンサを電源ピン直近に配置されることを強くお勧めします。R₀C₀は自動補正回路のノイズを最小限に抑制する出力フィルタです。この出力フィルタは、ADコンバータの前に置かれるアンチエイリアシングフィルタの役割を果たすこともできます。必要とする精度に基づいて、このフィルタを付加することもできます。

出力のリファレンス端子(出力のもう一方の相手端子)は、R₂の低電圧側となります (IA_{COMMON})。すなわち、出力はV_OとR₂の低電圧側とから取ります。

INA326は、独自の内部回路を採用して、優れた同相除去 (CMR) を達成しています。従来型の計測アンプとは異なり、CMRは内部リファレンスの為、今までのリファレンスで起きた接続やソケットの接触抵抗による影響を受けません。詳細については、「INA326の内部 (図27)」を参照してください。高周波で最良のCMRを達成するには、ピン1とピン8の容量を最小限に抑えてください。

ゲインの設定

INA326は2段のアンプであり、各段のゲインはそれぞれR₁とR₂によって設定されます (詳細については、図27「INA326の内部」を参照)。全体のゲインは、次の式で表されます。

$$G = 2 \frac{R_2}{R_1} \tag{1}$$

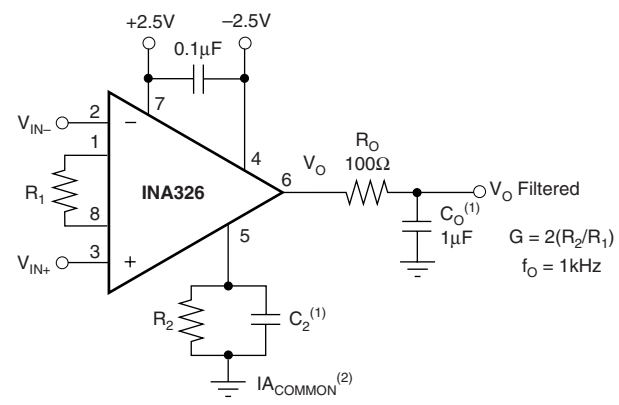
外部ゲイン設定抵抗の安定性と温度ドリフトは、ゲインの式 (1) から直接推定されるゲイン値に影響を与えます。

一般的に使用されるゲインに対応する抵抗値を図23に示します。最善の性能を達成するためのゲイン設定抵抗の値は、+5V単電源の場合と、2.5Vデュアル電源の場合では異なります。R₁の最適な値は、次の式で計算できます。

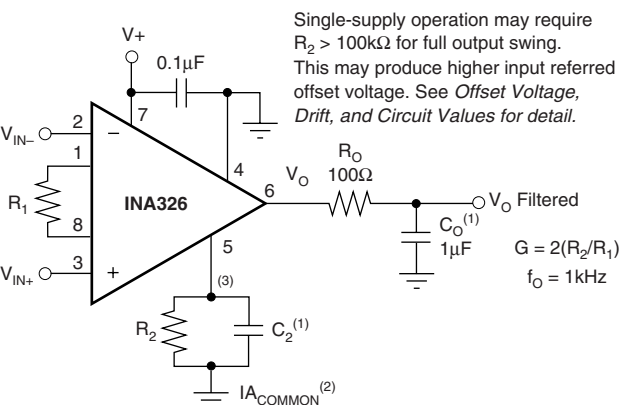
$$R_1 = V_{IN, MAX} / 12.5\mu A \tag{2}$$

ここで、R₁は 2kΩ以上とする必要があります。

DESIRED GAIN	R ₁ (Ω)	R ₂ C ₂ (Ω nF)
0.1	400k	20k 5
0.2	400k	40k 2.5
0.5	400k	100k 1
1	200k	100k 1
2	100k	100k 1
5	40k	100k 1
10	20k	100k 1
20	10k	100k 1
50	4k	100k 1
100	2k	100k 1
200	2k	200k 0.5
500	2k	500k 0.2
1000	2k	1M 0.1
2000	2k	2M 0.05
5000	2k	5M 0.02
10000	2k	10M 0.01



DESIRED GAIN	R ₁ (Ω)	R ₂ C ₂ (Ω nF)
0.1	400k	20k 5
0.2	400k	40k 2.5
0.5	400k	100k 1
1	400k	200k 0.5
2	200k	200k 0.5
5	80k	200k 0.5
10	40k	200k 0.5
20	20k	200k 0.5
50	8k	200k 0.5
100	4k	200k 0.5
200	2k	200k 0.5
500	2k	500k 0.2
1000	2k	1M 0.1
2000	2k	2M 0.05
5000	2k	5M 0.02
10000	2k	10M 0.01



注：(1) C₂とC₀の組み合わせは、1kHz / -3dB特性を示し、それぞれ1.5kHzに2つのポールがあります。(2) 出力電圧は、IA_{COMMON}を基準としています。(3) 計測に要求される出力オフセット電圧は、ほぼゼロです (図28 を参照)。

注：INA327の場合は、接続ピンが異なります。詳細については、「ピン配置」を参照してください。

図23. 基本的な接続

以上の手順で導き出した R_1 により最良の精度と最小のノイズを達成するのに適した、実現可能な範囲での最大の入力段ゲインが得られます。

回路のレイアウトと電源のバイパスは性能に影響を及ぼす可能性があります。ピン1とピン8の浮遊容量を最小限に抑えてください。デュアル電源(スプリット電源)を使用する場合も含め、電源には推奨されているバイパスコンデンサを付加してください。ピン7とピン4($V_+ \sim V_-$)間にはコンデンサを直接接続してください(図23を参照)。

オフセット電圧、ドリフト、および回路定数

他の多段計測アンプと同様、入力オフセット電圧はゲインおよび回路定数によって異なります。仕様のオフセットとドリフトの特性は、 $R_1 = 2k\Omega$ 、 $R_2 = 100k\Omega$ 、および $V_S = \pm 2.5V$ の条件下のもので、他の回路定数に対応するオフセット電圧とドリフトは、次の式から推定できます。

$$V_{OS} = 10\mu V + (50nA)(R_2)/G \quad (3)$$

$$dV_{OS}/dT = 0.12\mu V/^\circ C + (0.16nA/^\circ C)(R_2)/G \quad (4)$$

これらの式から、 R_2 の値を、図23に示されている値より非常に小さくすることにより、オフセットとドリフトを最小限に抑えられると考えられます。ただし、これらの値は、 R_2 に流入する出力電流を $\pm 25\mu A$ 以下に保ち、同時に R_1 の値を $2k\Omega$ 以上に維持することを目的で選択されたものです。出力電圧スイング範囲が限定されているか、電源電圧が低い特定のアプリケーションでは、これより小さい値の R_2 を許容できることがあります。その場合は、より低い入力オフセット電圧とオフセット電圧ドリフトを達成できます。

一方、 R_2 をグラウンドに接続する単電源の動作では、 R_2 の値をこれより大きくして、電流が $25\mu A$ 未満になることを確保する必要があります。これは、入力オフセット電圧とオフセット電圧ドリフトを大きくする結果になります。

R_2 に流入する電流が $25\mu A$ を上回る回路条件は、デバイスの損傷を発生させることはありませんが、直線性を悪化させます。

INA327のイネーブル機能

INA327はINA326にイネーブル/シャットダウン機能を追加したものです。そのピン配置はINA326とは異なります。詳細については、「ピン配置」を参照してください。

Enableピンを“High”にすることにより、INA327をイネーブルにできます。一方、“Low”にすると、アンプはディスエーブルになり、電源電流は $2.4mA$ から $2\mu A$ (typ)に減少します。バッテリー駆動のアプリケーションでは、この機能を使用することによって平均電流を大幅に低下させ、バッテリー駆動時間を延長することができます。このピンは、オープンのままにせず、“High”電圧か“Low”電圧に接続するか、または適切に駆動する必要があります。Enableピンは、図24に示されているようにCMOSの入力ゲートとなります。

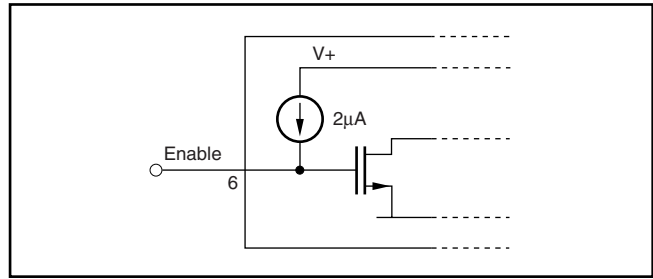


図24. Enableピンのモデル

シャットダウン後の電源立ち上げ時のイネーブル時間は、 $75\mu s$ にフィルタに起因するセトリング・タイムを加えた長さです(代表的特性「入力オフセット電圧 対 ウォームアップ時間」を参照)。ディスエーブル時間は、 $100\mu s$ です。この結果INA327をゲートアンプとして動作させること、または複数の出力を一つのコモン出力バスにマルチプレクスすることができます。ディスエーブル状態のとき出力はハイ・インピーダンス状態です。

INA327のピン5

INA327のピン5は、適切に動作させるために、 V_+ に接続する必要があります。

ダイナミック特性

代表的「ゲイン 対 周波数」特性ではINA326がゲインにかかわらず、ほぼ一定の帯域幅を保っていることを示しています。これは、推奨されるフィルタの帯域幅制限によるものです。

ノイズ特性

内蔵の自動補正回路により、ゲインが100以上の場合は、事実上すべての $1/f$ ノイズ(低周波数で増加するノイズ)が除去されます。ノイズ特性は、ゲイン設定抵抗の値によって影響を受けます。最良の性能を達成するには、「ゲインの設定」セクションで紹介した方法に従ってください。

すべてのノイズは、入力段のノイズと出力段のノイズの組み合わせです。入力を基準とした場合は中間帯域のすべてのノイズは次のようになります。

$$V_N = 33nV / \sqrt{Hz} + \frac{800nV / \sqrt{Hz}}{G} \quad (5)$$

出力ノイズには、ある程度の $1/f$ 成分があります。これは、ゲインが10未満の場合に特性に影響を及ぼします。代表的特性の「入力換算電圧ノイズおよび入力バイアス電流ノイズ 対 周波数」を参照してください。

高周波ノイズは、内蔵の自動補正回路によって生成されるものであり、選択したフィルタの特性によって大きく異なります。これはオシロスコープで観測した時のノイズの主な発生源と考えられます。低いカットオフ周波数のフィルタを使用するとノイズを最小限に抑えることができます。図25に、カットオフ周波数の関数として、代表的なノイズ特性を示します。

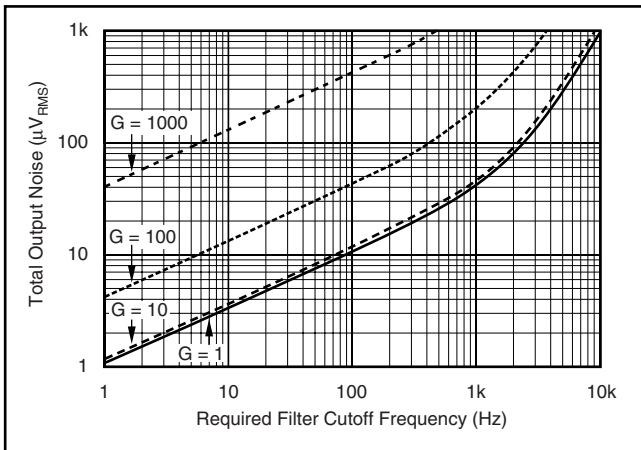


図25. 全出力ノイズ - 必要なフィルタ・カットオフ周波数

高周波ノイズのスペクトル特性に敏感なアプリケーションでは、内蔵のクロック回路によって生成されるスプリアス周波数を考慮する必要があります。スプリアスは、90kHz付近、およびその高調波で発生します(代表的特性「入力基準のリップル・スペクトル」を参照)。1kHz未満のフィルタの追加により、これを低減できることがあります。

ピン5に対するフィルタリングが不十分な場合は、出力電圧のスイングが大きい(電源電圧に非常に近いスイング)状況で、非直線性歪が発生することがあります。ピン5でフィルタを使用してノイズを十分に除去する必要があります。その結果、ノイズのピークがレールに達することはなく、ノイズのピークによって信号の平均値が変化することもなくなります。図25にフィルタ・カットオフ周波数のガイドラインを示します。

高周波ノイズ

C_2 と C_0 はフィルタを形成し、自動補正回路によって内部で生成されたノイズを低減します。図25に示されるフィルタのカット・オフ周波数は、アプリケーションにおけるノイズと周波数特性のトレードオフを最適化するように選択します。フィルタのカットオフ周波数は一般的に、同じ周波数に設定します。図25に、4種のゲインに対する代表的な出力ノイズを、各フィルタ特性の-3dBカットオフ周波数に対する関数として示します。小信号の場合は、自動補正回路によって内部で生成されたノイズが、出力に加算されることがあります。このノイズは、広帯域ノイズとともに、広帯域幅フィルタのゲインが高くなったとき最も顕著になります。

入力バイアス電流のリターン・パス

INA326の入力インピーダンスは非常に大きい値で、約 $10^{10}\Omega$ です。しかし、両方の入力に対して入力バイアス電流のリターン・パスを用意する必要があります。この入力バイアス電流は、約 $\pm 0.2\text{nA}$ です。大きい入力インピーダンスは、入力電圧が変化した場合でも入力バイアス電流の変化がごくわずかであることを意味します。

正常な動作を実現するために、入力回路はこの入力バイアス電流に対してリターン・パスを用意する必要があります。図26に、熱電対アプリケーションにおける入力バイアス電流の供給方法を示します。仮にバイアス電流のリターン・パスが存在しない場合は、入力は未定義の電圧レベルでフローティングし、出力電圧は有効な値にならない可能性があります。

入力同相範囲

一般的な計測アンプは、たとえレール・ツー・レールのオペアンプを使用した場合でも、電源電圧付近の同相信号に対して直線的にตอบสนองしません。一方INA326は独自の回路を採用し、レール・ツー・レールの入力動作を実現しています(図27「INA326の内部」を参照)。各入力端子の直線性入力電圧範囲は、負の電源電圧より20mV低い値、および正の電源電圧より100mV高い値に達します。

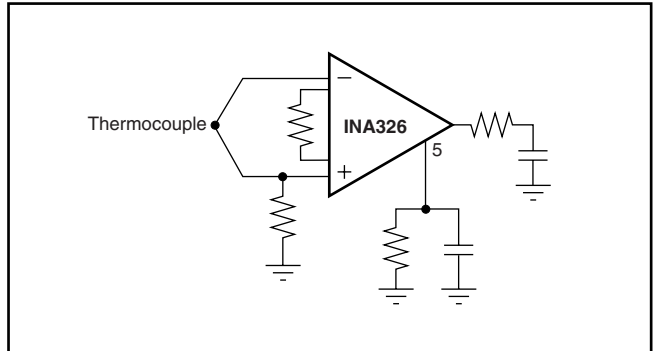


図26. 入力バイアス電流のリターン・パスの用意

入力保護

INA326の入力は電源電位に接続された内蔵ダイオードによって保護されます。これらのダイオードは、入力信号をクランプし、入力回路の破損を防止します。入力信号の電圧が電源電圧を0.5V以上上回る可能性がある場合、入力信号の電流は、内蔵クランプ・ダイオードを保護するために10mA未満として下さい。一般的にこれは直列入力抵抗によって実現されます。一部の信号ソース(供給源)で電流制限機能を独自に内蔵しているものは制限用の抵抗を必要としません。

フィルタ処理

R_2C_2 と R_0C_0 の選択によって、ノイズと帯域幅に関するトレードオフを満たすように、フィルタ特性を調整することもできます。これらの成分の調整は、自動補正回路に起因するリップルを増大もしくは減少させ広帯域のノイズにも影響を及ぼします。フィルタ処理は、スルー・レート、セトリング・タイム、および出力過負荷の復帰時間を制約します。

それ以降の段の負荷によってDCゲイン誤差が生成されることを防止するために、 R_0 の抵抗値を比較的小さい値にするのは一般的に望ましいことです。これによって、希望のフィルタ特性を実現するための C_0 の値が比較的大きくなる場合があります。負荷インピーダンスが非常に大きい場合は、コンデンサの値を小さくするために、 R_0C_0 インピーダンスを大きい値にスケール化することもできます。

特定のタイプのコンデンサで値が $0.1\mu\text{F}$ より大きい場合は、誘電吸収効果をもたらす可能性があります。これは、高精度アプリケーション(0.01%までセトリング)ではセトリング・タイムを大幅に長くすることがあります。ポリプロピレン、ポリスチレン、およびポリカーボネートの各タイプのコンデンサは、一般的に良好です。特定の高誘電率セラミック・コンデンサは、長いセトリングとなる可能性があります。一般的に、高誘電率セラミック・コンデンサを使用する場合、0.1%に達するまでのセトリング・タイムには影響を受けません。電解型コンデンサは、 C_2 と C_0 のどちらにも推奨されていません。

INA326 の内部

INA326は新しい独自の内部回路方式を採用し、完全なレール・ツー・レール入力を実現しました。他の計測アンプとは異なり、負の電源電圧より20mV低い入力、および正の電源電圧より100mV高い入力を直線的に処理できます。従来型の計測アンプの回路は、たとえレール・ツー・レールのオペアンプを使用する場合であっても、このような特性を実現できません。

信号に対する同相除去能力は、ほとんどの計測アンプではアンプのCMRと精密にマッチングされた複数の抵抗の比率により達成されています。一方、INA326は入力電圧を電流に変換します。電流モードの信号処理により、抵抗のマッチング精度に依存せずに、同相入力電圧と電源電圧による変動を除去できます。

図27の簡略化した回路図に基本的な回路機能を示します。差動入力電圧 (V_{IN+}) - (V_{IN-}) が、 R_1 に印加されます。 R_1 を流れる信号から生成された電流は、A1とA2の出力段に到達します。A2は、 R_1 からの電流と、A1の電流を複製(ミラー)した電流と

を結合(合算)します。その結果A2の出力を複製したカレント・ミラーから得られる電流は、 R_1 の電流の2倍に相当します。この電流はピン5から R_2 に流入(または流出)します。このときのゲインの式は次の通りです。

$$G = 2 \frac{R_2}{R_1} \quad (6)$$

アンプA1とA2および関連するミラー回路は、内蔵のチャージ・ポンプから電力を供給されます。このチャージ・ポンプは、正と負それぞれの電源電圧を上回る電圧を供給します。その結果、 R_2 で発生する電圧は、負の電源電圧を20mV下回ること、または正の電源電圧を100mV上回ることができます。A3は、 R_2 の電圧をバッファ出力します。A3の入力段も、完全なレール・ツー・レール動作を実現するためにチャージ・ポンプから電源を供給されます。

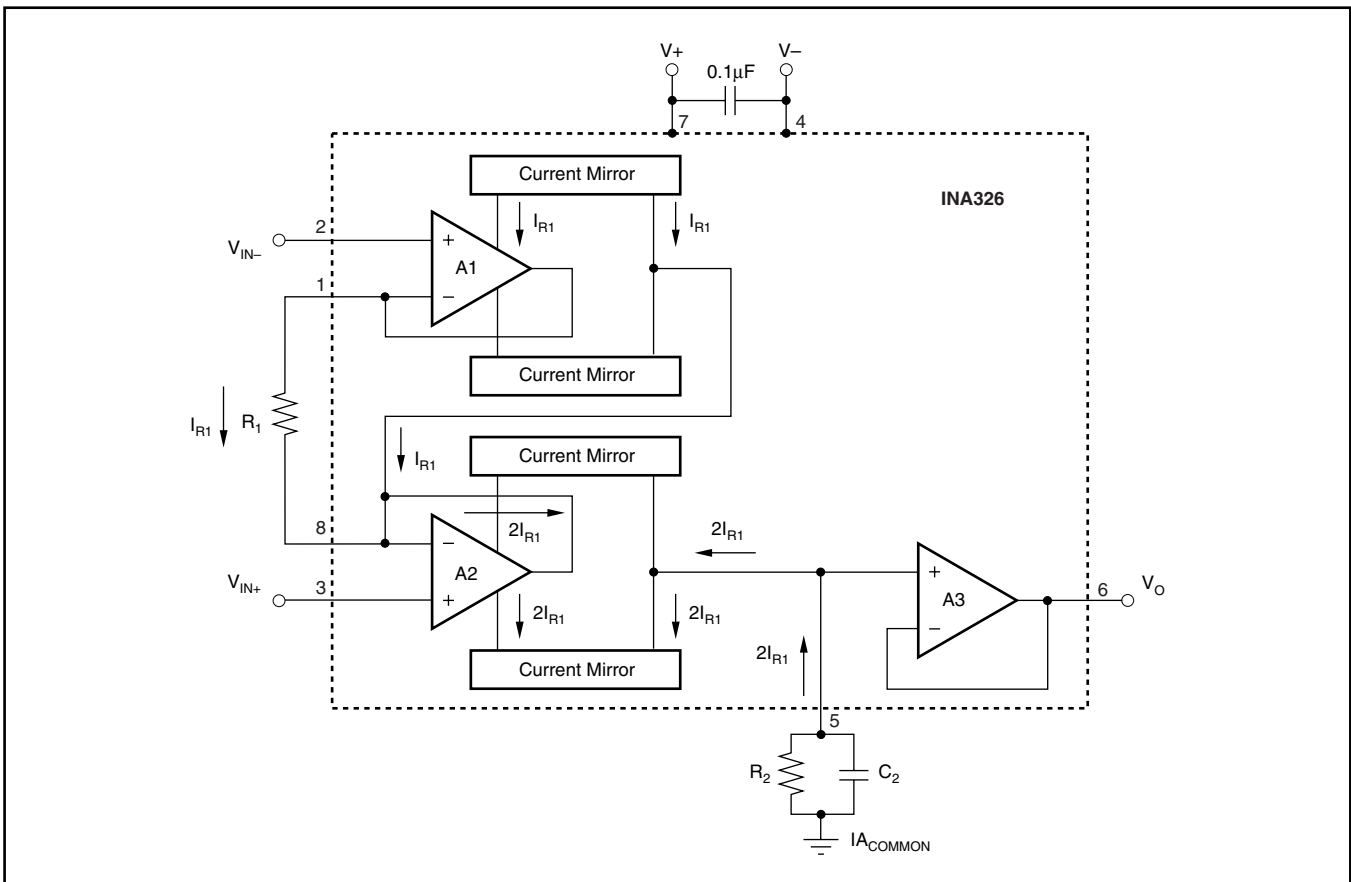


図27. 簡略化した回路図

APPLICATION CIRCUITS

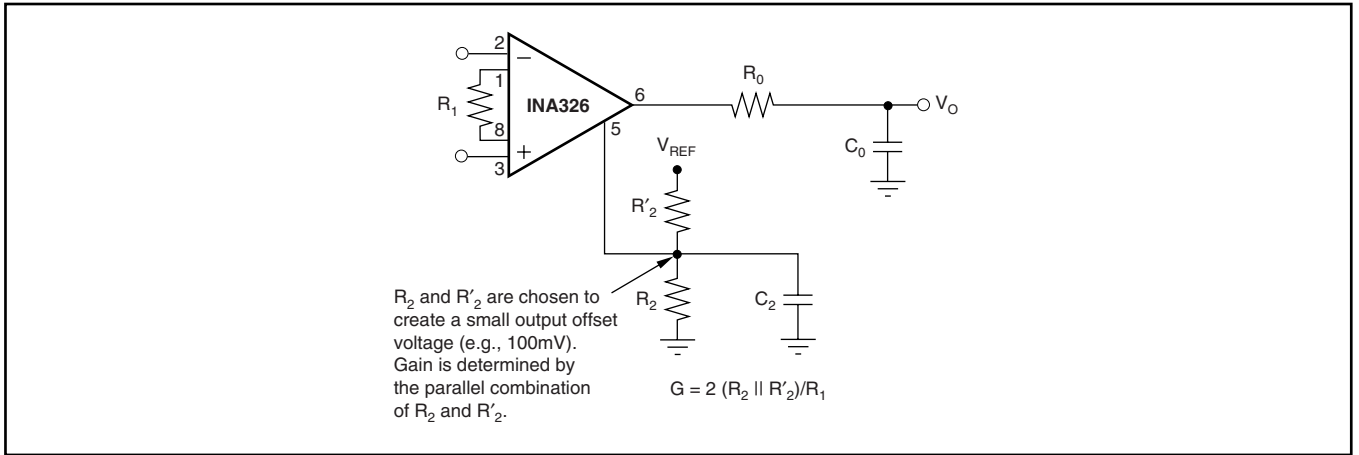


図28. 出力オフセット電圧の生成

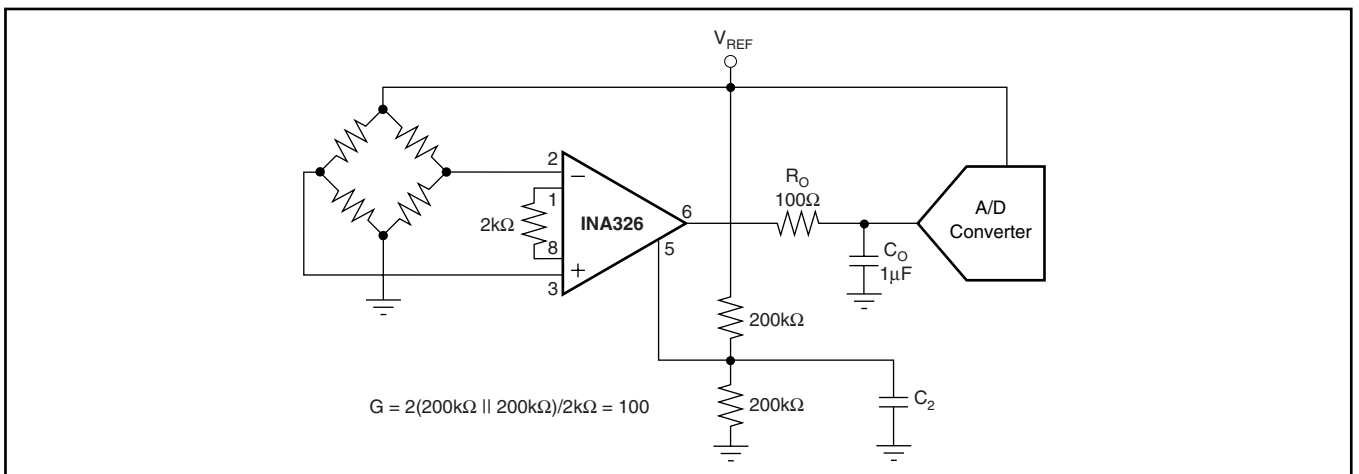


図29. $V_{REF}/2$ を基準とした出力

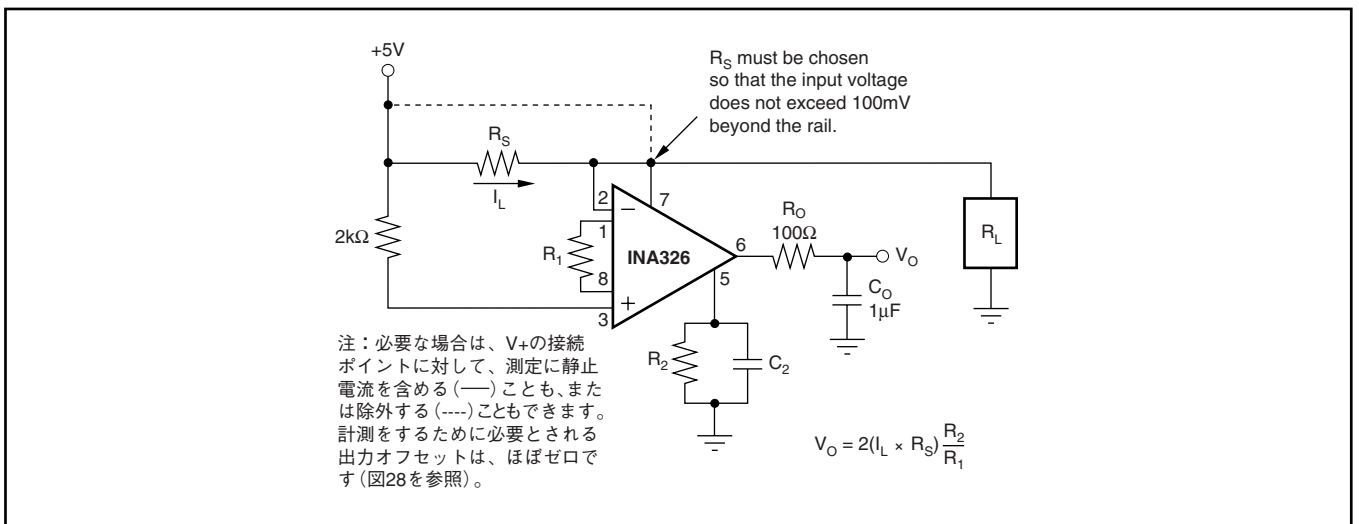


図30. ハイサイド電流シャント測定

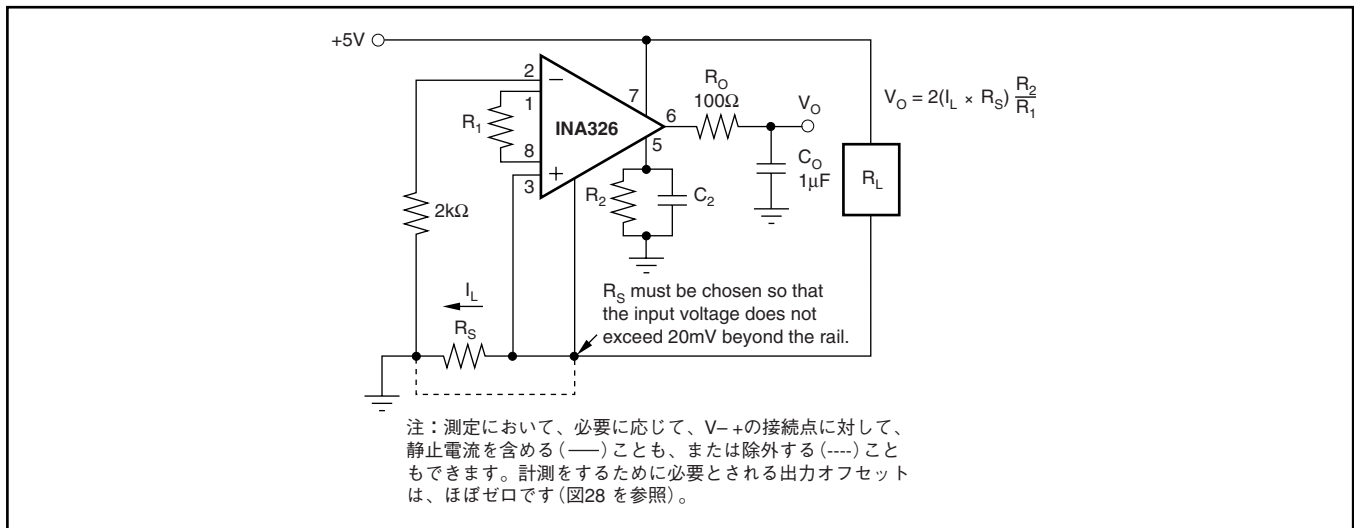


図31. ローサイド電流シャント測定

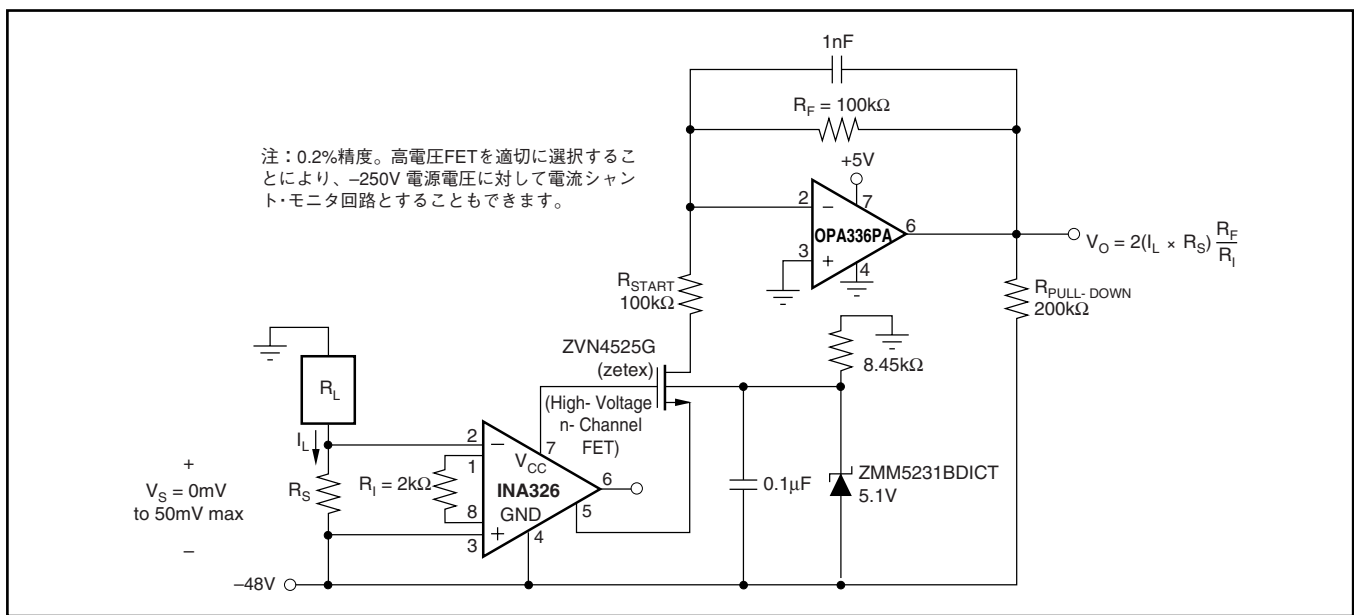


図32. ローサイド-48V電流シャント・モニタ

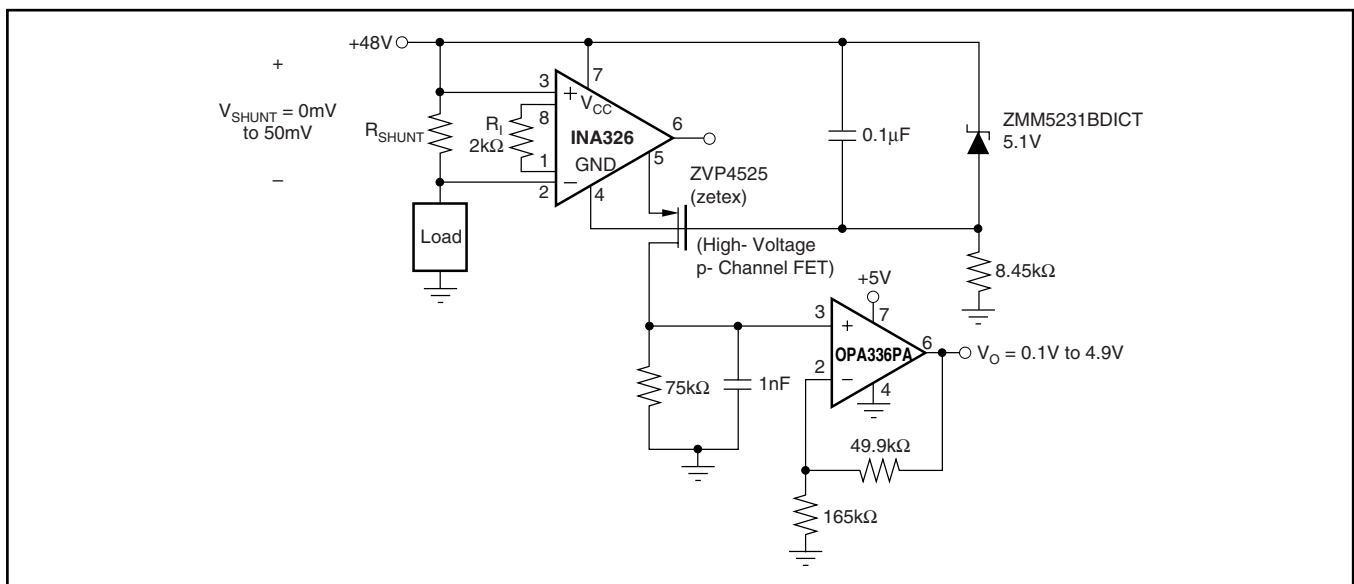


図33. ハイサイド+48V電流シャント・モニタ

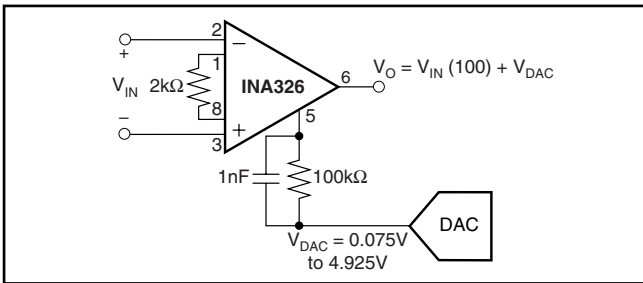
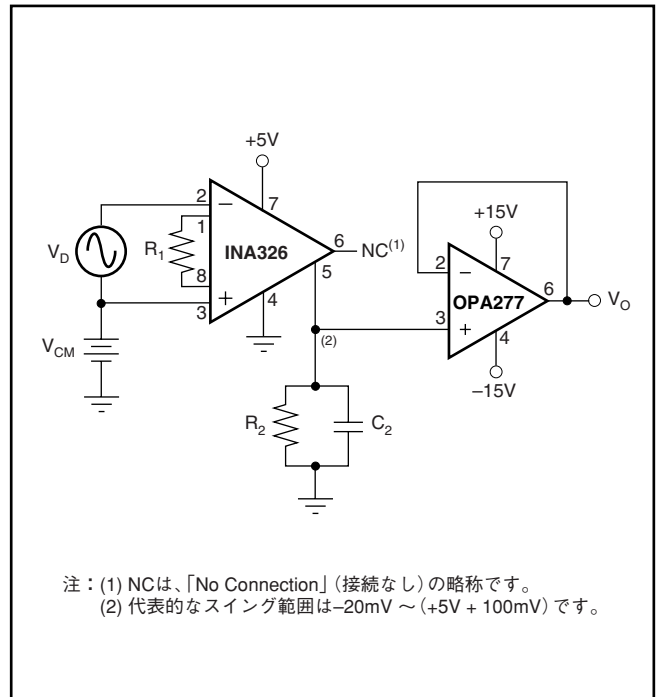
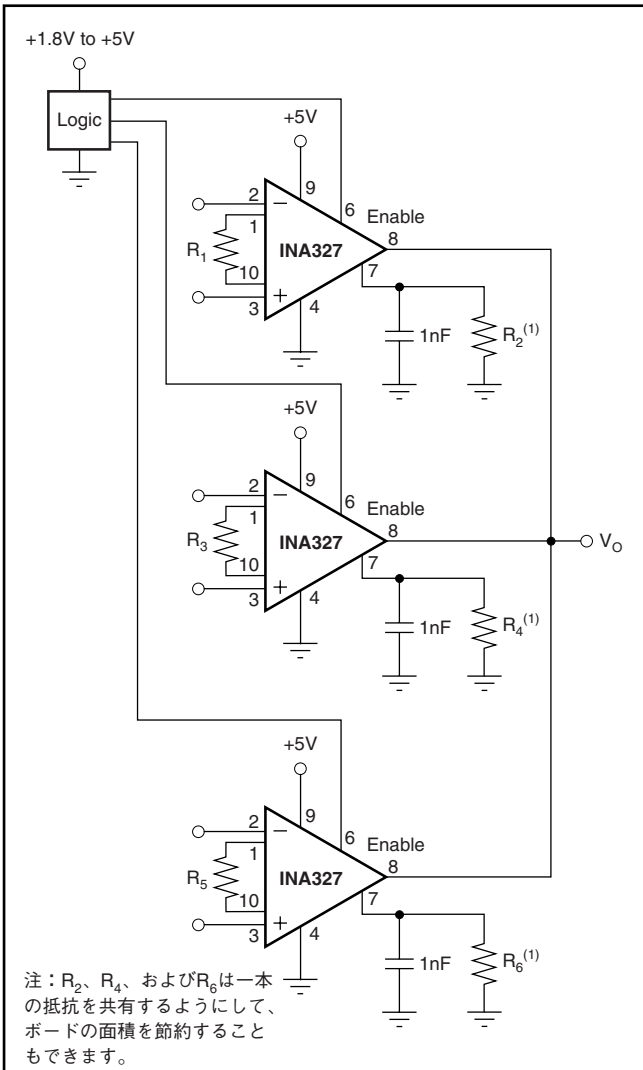


図34. 出力オフセットの調整



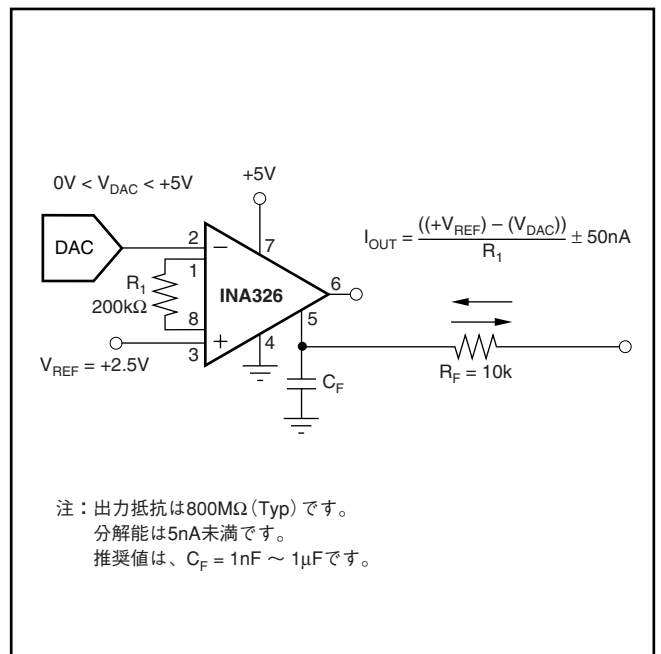
注：(1) NCは、「No Connection」(接続なし)の略称です。
 (2) 代表的なスイング範囲は-20mV ~ (+5V + 100mV)です。

図36. ピン5からの出力は、電源電圧を上回るスイングを許容



注：R₂、R₄、およびR₆は一本の抵抗を共有するようにして、ボードの面積を節約することもできます。

図35. マルチプレクス出力



$$I_{OUT} = \frac{((+V_{REF}) - (V_{DAC}))}{R_1} \pm 50nA$$

注：出力抵抗は800MΩ (Typ)です。
 分解能は5nA未満です。
 推奨値は、C_F = 1nF ~ 1μFです。

図37. 大きい出力抵抗を持つプログラブル±25μA電流ソース

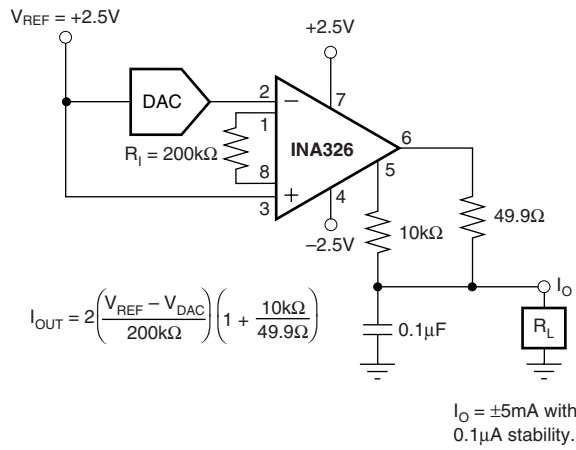
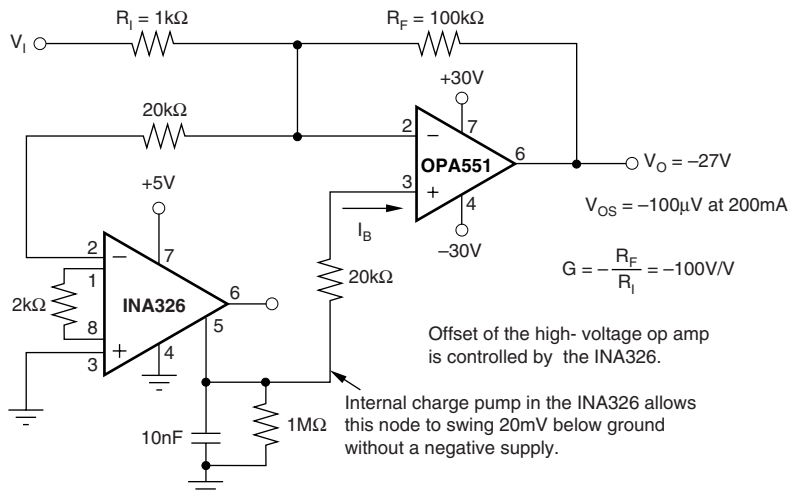


図38. プログラマブルな±5mA電流ソース



- 注：(1) OPA551 は、60Vオペアンプです。
 (2) INA326 では、高電圧オペアンプからの負の V_{OS} 値を補正するために負の電源電圧を供給する必要はありません。
 (3) I_B (OPA551) による電圧オフセットは、 $100pA \cdot 2k\Omega = 0.2\mu V$ です。

図39. ±27V、200mAの出力、オフセットは100μV

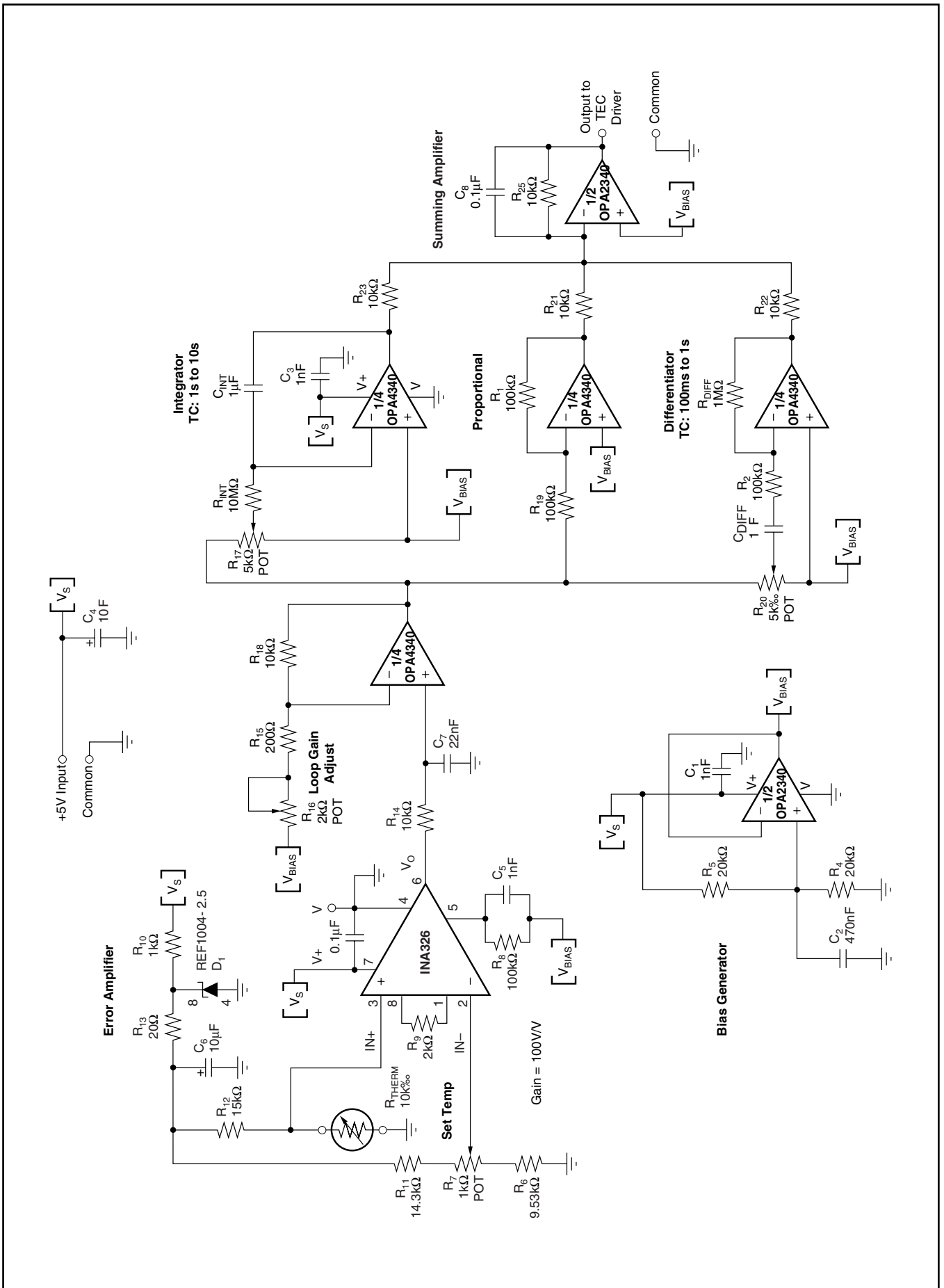


図40. 単電源のPID温度管理ループ

パッケージ情報

Orderable Device	Status ⁽¹⁾	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan ⁽²⁾	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp ⁽³⁾
INA326EA/250	ACTIVE	MSOP	DGK	8	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
INA326EA/250G4	ACTIVE	MSOP	DGK	8	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
INA326EA/2K5	ACTIVE	MSOP	DGK	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
INA326EA/2K5G4	ACTIVE	MSOP	DGK	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
INA327EA/250	ACTIVE	MSOP	DGS	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
INA327EA/250G4	ACTIVE	MSOP	DGS	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
INA327EA/2K5	ACTIVE	MSOP	DGS	10	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
INA327EA/2K5G4	ACTIVE	MSOP	DGS	10	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR

(1) マーケティング・ステータスは次のように定義されています。

ACTIVE：製品デバイスが新規設計用に推奨されています。

LIFEBUY：TIによりデバイスの生産中止予定が発表され、ライフタイム購入期間が有効です。

NRND：新規設計用に推奨されていません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、TIでは新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。

PREVIEW：デバイスは発表済みですが、まだ生産が開始されていません。サンプルが提供される場合と、提供されない場合があります。

OBSOLETE：TIによりデバイスの生産が中止されました。

(2) エコ・プラン - 環境に配慮した製品分類プランであり、Pb-Free (RoHS)、Pb-Free (RoHS Expert) およびGreen (RoHS & no Sb/Br) があります。最新情報および製品内容の詳細については、<http://www.ti.com/productcontent> でご確認ください。

TBD：Pb-Free/Green変換プランが策定されていません。

Pb-Free (RoHS)：TIにおける“Lead-Free”または“Pb-Free”(鉛フリー)は、6つの物質すべてに対して現在のRoHS要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が0.1%を超えないという要件も含まれます。高温で半田付けするように設計されている場合、TIの鉛フリー製品は指定された鉛フリー・プロセスでの使用に適しています。

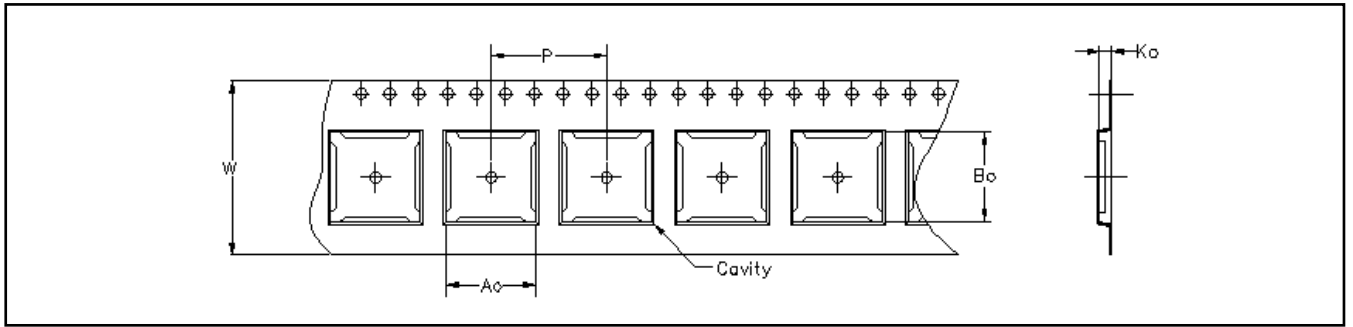
Pb-Free (RoHS Exempt)：この部品は、1) ダイとパッケージの間に鉛ベースの半田バンプ使用、または 2) ダイとリードフレーム間に鉛ベースの接着剤を使用、が除外されています。それ以外は上記の様にPb-Free (RoHS) と考えられます。

Green (RoHS & no Sb/Br)：TIにおける“Green”は、“Pb-Free”(RoHS互換)に加えて、臭素 (Br) およびアンチモン (Sb) をベースとした難燃材を含まない(均質な材質中のBrまたはSb重量が0.1%を超えない)ことを意味しています。

(3) MSL、ピーク温度 -- JEDEC業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

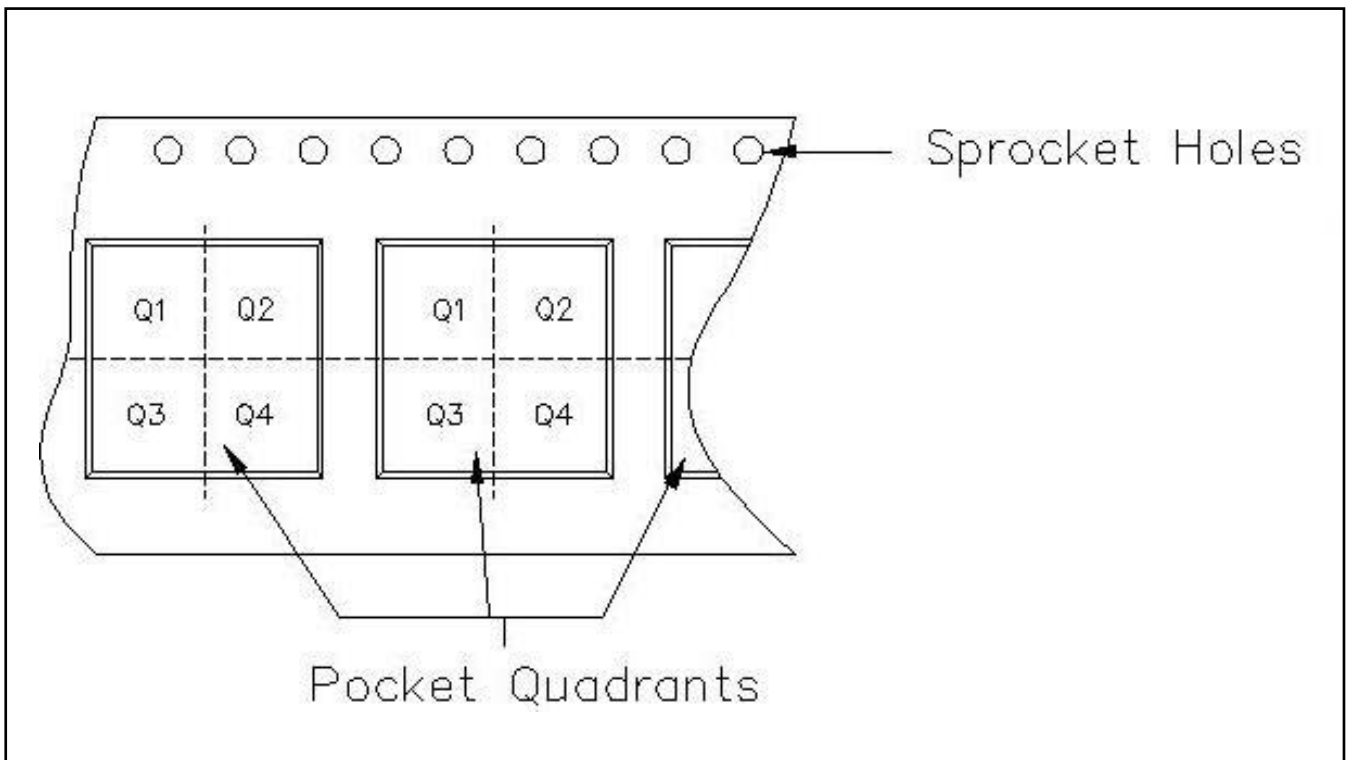
重要な情報および免責事項：このページに記載された情報は、記載された日付時点でのTIの知識および見解を表しています。TIの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。TIでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。TIおよびTI製品の供給者は、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

パッケージ材料情報



キャリア・テープの設計は、主に部品の長さ、幅、厚みによって決まります。

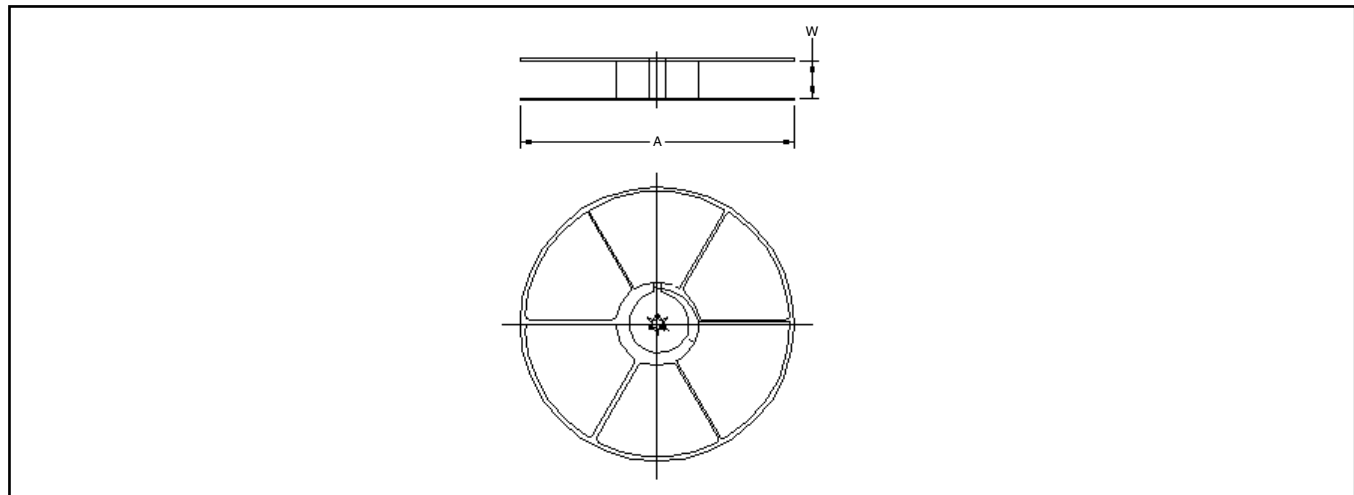
A_0 = Dimension designed to accommodate the component width.
B_0 = Dimension designed to accommodate the component length.
K_0 = Dimension designed to accommodate the component thickness.
W = Overall width of the carrier tape.
P = Pitch between successive cavity centers.



パッケージ材料情報

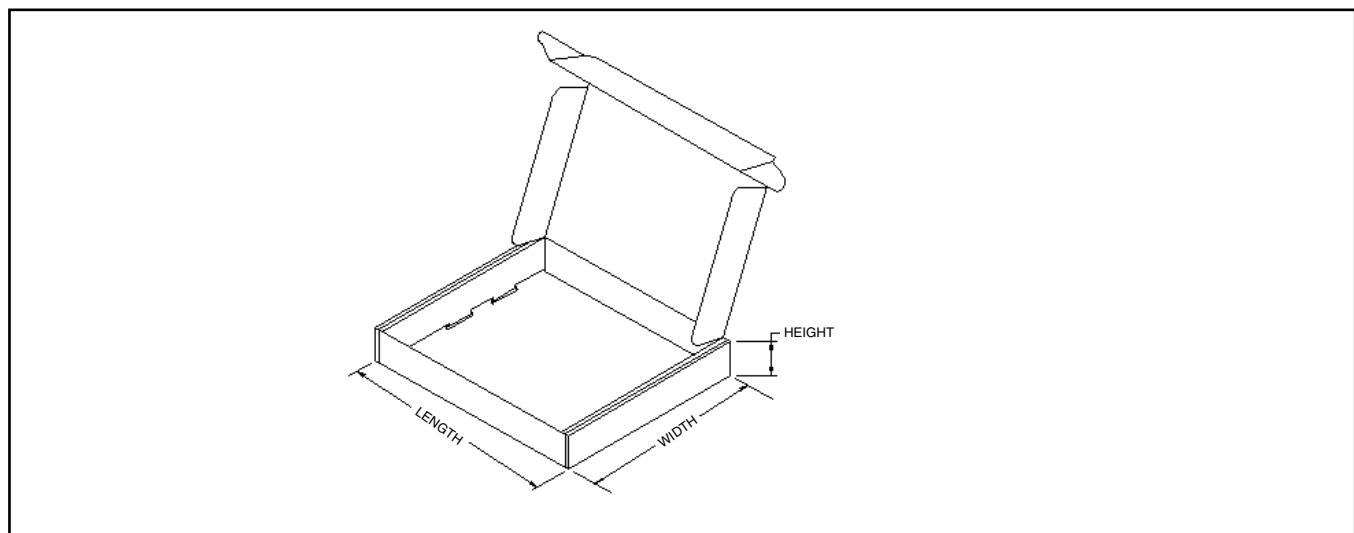
テープ/リール情報

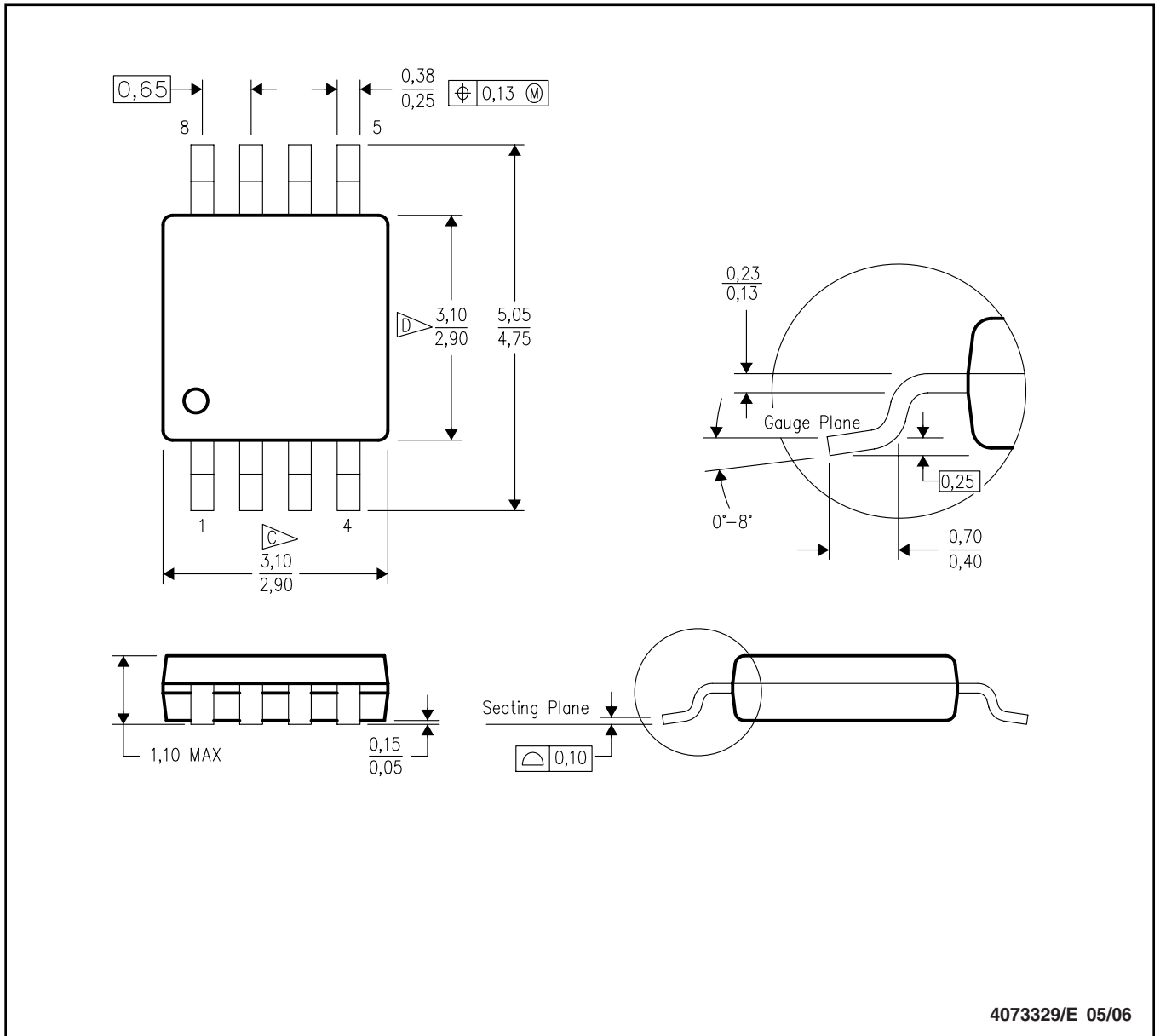
Device	Package	Pins	Site	Reel Diameter (mm)	Reel Width (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
INA326EA/250	DGK	8	MLA	180	12	5.2	3.3	1.6	12	12	Q1
INA326EA/2K5	DGK	8	MLA	330	12	5.2	3.3	1.6	12	12	Q1
INA327EA/250	DGS	10	TUA	177	12	5.3	3.4	1.4	8	12	NONE
INA327EA/2K5	DGS	10	TUA	330	12	5.3	3.4	1.4	8	12	NONE



テープ/リール・ボックス情報

Device	Package	Pins	Site	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
INA326EA/250	DGK	8	MLA	0.0	0.0	0.0
INA326EA/2K5	DGK	8	MLA	346.0	346.0	29.0
INA327EA/250	DGS	10	TUA	187.0	187.0	25.6
INA327EA/2K5	DGS	10	TUA	375.0	340.0	57.0



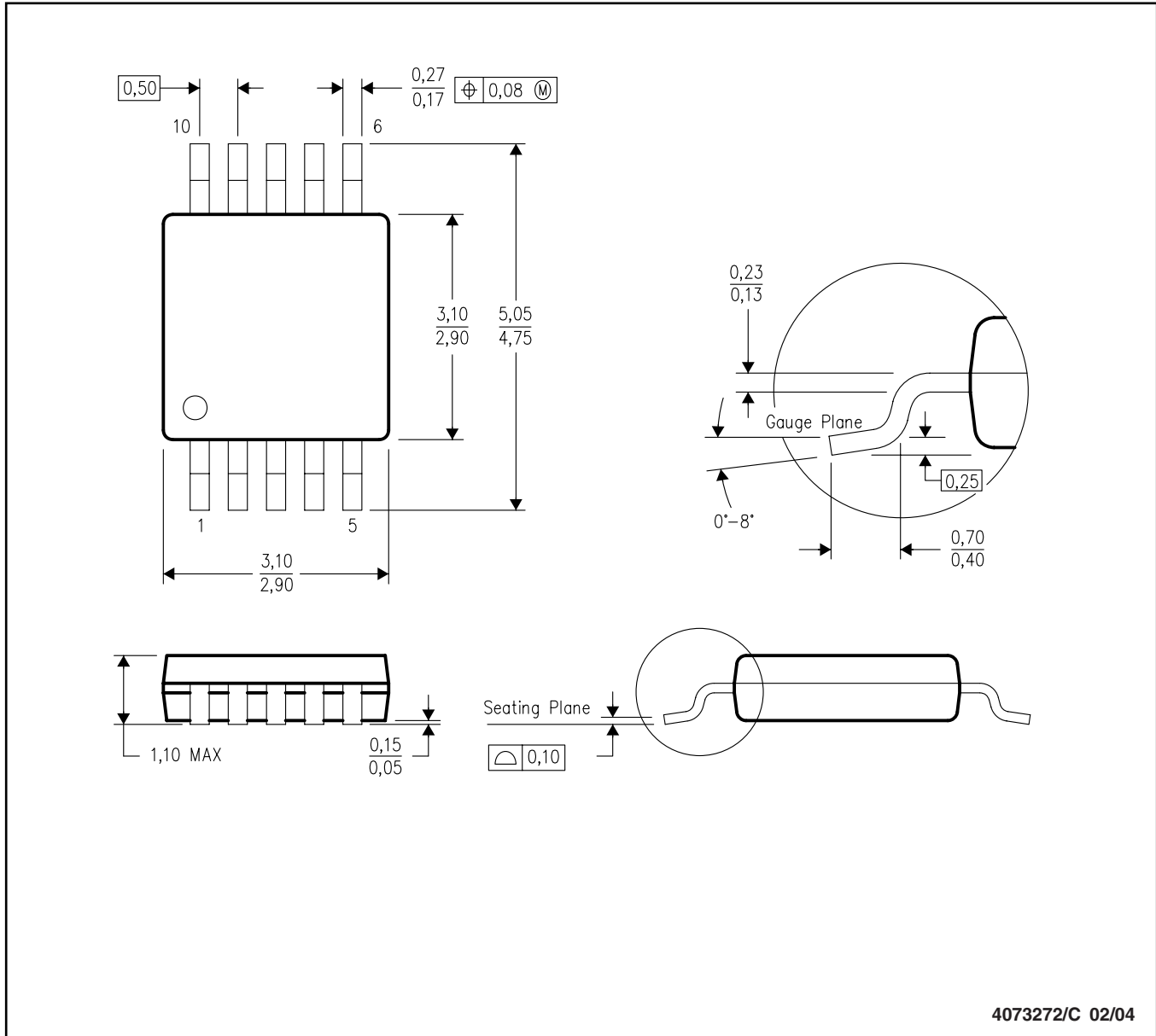


4073329/E 05/06

- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Body length does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 per end.
 - D. Body width does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.50 per side.
 - E. Falls within JEDEC MO-187 variation AA, except interlead flash.

DGS (S-PDSO-G10)

PLASTIC SMALL - OUTLINE PACKAGE



4073272/C 02/04

- 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 BA.

(SBOS222D)

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。

TIJ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。TIJ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TIJ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、導電性のものを使用すること。

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 °C、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 °C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