

第 7 章

計装アンプ回路と最新 ADC とのマッチング

ADC 要件の算出

市販のADCの分解能はビットで規定されます。ADCで有効な分解能は $(2^n) - 1$ になります (n はビット数)。たとえば、8ビット・コンバータの分解能は $(2^8) - 1$ 、すなわち255になります。この場合、コンバータのフルスケール入力範囲を255で割った値が、コンバータで処理できる最も小さな信号値となります。たとえば、フルスケール入力範囲が5Vの8ビットADCの限界分解能は19.6mVになります。

用途に合ったADCを選択する場合、測定分解能よりも細かい分解能のデバイスを見つける必要がありますが、経済的観点から、過剰な性能のデバイスを使う必要はありません。

表7-1は、計装アンプのプリアンプを用いる場合と用いない場合のADCの入力分解能とフルスケール入力範囲を示しています。規定されているシステム分解能は、計装アンプのプリアンプ(使用している場合)とともにコンバータが提供する分解能です。また、低レベル測定では、低ノイズの半導体デバイスが必要であることはもちろん、部品の配置、グラウンドの配線、電源のバイパス処理、またほとんどの場合、平衡シールド入力の使用にも十分な配慮が必要です。

多くのアプリケーションでは、8ビットまたは10ビット・コンバータが適しています。高分解能コンバータだけを使用するか、あ

るいは低分解能コンバータの前段にゲイン段を使用するか判断は、部品コスト、部品点数、組立て工数によって決まります。

システム全体の分解能を向上させる非常に効果的な方法の1つは、最初に信号を増幅し、ADCのダイナミック・レンジを最大限に利用できるようにするという方法です。ただし、コンバータの前段にゲインを追加するというこの方法では、同時にノイズも増加することになります。このため、ほとんどの場合、計装アンプ(または他のゲイン段)とコンバータの入力との間にローパス・フィルタを追加することが効果的です。また多くの場合、システム帯域幅は、対象とする信号の正確な測定に必要な帯域幅以上に設定する必要はありません。経験則として、ローパス・フィルタの-3dBコーナー周波数を測定対象の最大周波数の10～20倍に設定するのが良いとされています。

ADCの前に増幅段を追加することは、回路のフルスケール入力範囲を低減することにもなりますが、これはADCの分解能要件(結果としてコスト)を下げることになります(図7-1を参照)。

たとえば、ゲイン10の計装アンプを8ビット5VフルスケールADCの前段に使用すると、回路の分解能は19.5mV (5V/256)から1.95mVに向上します。同時に、回路のフルスケール入力範囲は500mV (5V/10)に低減します。

表7-1. 代表的なシステム分解能に対するコンバータの分解能とプリアンプ(計装アンプ)のゲイン

コンバータのタイプ	$(2^n) - 1$	コンバータ 分解能 mV/ ビット ($5V / ((2^n) - 1)$)	計装アンプの ゲイン	フルスケール 入力範囲 (Vp-p)	システム 分解能 (mVp-p)
10 ビット	1023	4.9mV	1	5	4.9
10 ビット	1023	4.9mV	2	2.5	2.45
10 ビット	1023	4.9mV	5	1	0.98
10 ビット	1023	4.9mV	10	0.5	0.49
12 ビット	4095	1.2mV	1	5	1.2
12 ビット	4095	1.2mV	2	2.5	0.6
12 ビット	4095	1.2mV	5	1	0.24
12 ビット	4095	1.2mV	10	0.5	0.12
14 ビット	16,383	0.305mV	1	5	0.305
14 ビット	16,383	0.305mV	2	2.5	0.153
14 ビット	16,383	0.305mV	5	1	0.061
14 ビット	16,383	0.305mV	10	0.5	0.031
16 ビット	65,535	0.076mV	1	5	0.076
16 ビット	65,535	0.076mV	2	2.5	0.038
16 ビット	65,535	0.076mV	5	1	0.015
16 ビット	65,535	0.076mV	10	0.5	0.008

アナログ・デバイセズの計装アンプと ADC とのマッチング

表 7-2 は、最新世代の計装アンプと推奨 ADC を示します。

表 7-2. アナログ・デバイセズの計装アンプと推奨 ADC

アナログ・デバイセズの計装アンプ AD8221AR		アナログ・デバイセズの計装アンプ AD620AR	
小信号帯域幅:	562kHz	小信号帯域幅:	800kHz
ノイズ (e_{ni}):	$8nV/\sqrt{Hz}$	ノイズ (e_{ni}):	$9nV/\sqrt{Hz}$
V_{os} :	60 μ V (max)	V_{os} :	125 μ V (max)
計装アンプのゲイン:	10	計装アンプのゲイン:	10
最大出力電圧振幅:	$\pm 3.9V$	最大出力電圧振幅:	$\pm 3.9V$
CMR:	90dB (DC ~ 60Hz)	CMR:	73dB (DC ~ 60Hz)
非直線性:	10ppm (max)	非直線性:	40ppm (max)
電源電圧:	$\pm 5V$	電源電圧:	$\pm 5V$
電源電流:	1mA (max)	電源電流:	1.3mA (max)
0.01%セトリング時間 (5V ステップ):	5 μ s	0.01%セトリング時間 (5V ステップ):	7 μ s
0.001%セトリング時間 (5V ステップ):	6 μ s		
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7685、AD7687 分解能: 16 ビット 入力範囲: 0 ~ 5V サンプルング・レート: 最大 250kSPS 単/両電源: 3V または 5V 電力: 1.7mW (2.5V 時) および 6mW (typ、5V 時) 備考: 同パッケージの AD7685 は単純な RC を介して AD8221 から直接駆動可能。ADC の範囲に収まるように REF ピンを駆動可能		アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7610、AD7663 分解能: 16 ビット 入力範囲: 複数 ($\pm 10V$ 、 $\pm 5V$ など) サンプルング・レート: 最大 250kSPS 単/両電源: 5V 電力: 2.7mA (100kSPS 時) 備考: より多くの大きな入力範囲が可能	
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7453/AD7457 分解能: 12 ビット 入力範囲: 0 ~ V_{DD} サンプルング・レート: 555kSPS/100kSPS 単/両電源: 3V または 5V 電力: 0.3mA (100kSPS 時) 備考: 単一チャンネル、疑似差動入力 (SOT-23 パッケージ)		アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7895 分解能: 12 ビット 入力範囲: 複数 ($\pm 10V$ 、 $\pm 2.5V$ 、0 ~ 2.5V など) サンプルング・レート: 200kSPS 単/両電源: 5V 電力: 2.2mA (100kSPS 時) 備考: 単電源で、バイポーラまたはユニポーラが可能	

表7-2. アナログ・デバイセズの計装アンプと推奨ADC (続き)

アナログ・デバイセズの計装アンプ AD8225 (固定ゲイン 5)	
小信号帯域幅:	900kHz
ノイズ (e_{ni}):	$8nV/\sqrt{Hz}$
V_{os} :	125 μ V (max)
計装アンプのゲイン:	5
最大出力電圧振幅:	$\pm 4V$
CMR:	90dB (DC ~ 60Hz)
非直線性:	10ppm (max)
電源電圧:	$\pm 5V$
電源電流:	1.2mA (max)
0.01%セトリング時間 (5V ステップ):	3.2 μ s
0.001%セトリング時間 (5V ステップ):	4 μ s
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7661	
分解能:	16 ビット
入力範囲:	0 ~ 2.5V
サンプリング・レート:	最大 100kSPS
単/両電源:	5V
電力:	8mA (100kSPS 時、 リファレンス付き)
備考:	リファレンス電圧を供給
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7940	
分解能:	14 ビット
入力範囲:	0 ~ V_{DD}
サンプリング・レート:	100kSPS
単/両電源:	3V または 5V
電力:	0.83mA (100kSPS 時)
備考:	単一チャンネル (SOT-23)
アナログ・デバイセズの計装アンプ AD623AR	
小信号帯域幅:	100kHz
ノイズ (e_{ni}):	$35nV/\sqrt{Hz}$
V_{os} :	200 μ V (max)
計装アンプのゲイン:	10
最大出力電圧振幅:	$\pm 4.5V$
CMR:	90dB (DC ~ 60Hz)
非直線性:	50ppm (typ)
電源電圧:	$\pm 5V$
電源電流:	0.55mA (max)
0.01%セトリング時間 (5V ステップ):	20 μ s
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7866	
分解能:	12 ビット
入力範囲:	0V ~ $V_{REF}V$ 、または 0V ~ $2 \times V_{REF}V$
サンプリング・レート:	1MSPS (両 ADC について)
単/両電源:	単電源、2.7 ~ 5.25V
電力:	24mW (max, 1MSPS、 5V 電源時)、11.4mW (max, 1MSPS、3V 電源時)
備考:	デュアル、2 チャンネル、 同時サンプリング ADC (シリアル・インターフェース付き)
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7862/AD7864	
分解能:	12 ビット
入力範囲:	0 ~ +2.5V、0 ~ +5V、 $\pm 2.5V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 10V$
サンプリング・レート:	600kSPS (1 チャンネルについて)
単/両電源:	単電源、5V
電力:	90mW (typ)
備考:	4 チャンネル、同時サンプリング ADC (パラレル・インターフェー ス付き)
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#3 AD7863/AD7865	
分解能:	14 ビット
入力範囲:	0 ~ +2.5V、0 ~ +5V、 $\pm 2.5V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 10V$
サンプリング・レート:	175kSPS (AD7863、 両チャンネル) / 360kSPS (AD7865、1 チャンネル)
単/両電源:	単電源、5V
電力:	70mW (AD7863、typ) / 115mW (AD7865、typ)
備考:	2 チャンネル (AD7863) / 4 チャンネル (AD7865)、 同時サンプリング ADC (パラレル・インターフェース付き)
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#4 AD7890/AD7891/AD7892	
分解能:	12 ビット
入力範囲:	0 ~ +2.5V、0 ~ +4.096V、 0 ~ +5V、 $\pm 2.5V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 10V$
サンプリング・レート:	117kSPS (AD7890) / 500kSPS (AD7891) / 600kSPS (AD7892)
単/両電源:	単電源 5V
電力:	30mW (AD7890、typ) / 85mW (AD7891、typ) / 60mW (AD7892、typ)
備考:	8 チャンネル (AD7890) / 8 チャンネル (AD7891) / 1 チャンネル (AD7892)

表7-2. アナログ・デバイセズの計装アンプと推奨ADC (続き)

アナログ・デバイセズの計装アンプ AD627AR		アナログ・デバイセズの計装アンプ JFET 計装アンプ AD8220AR	
小信号帯域幅:	30kHz	小信号帯域幅:	1000kHz
ノイズ (e_{NI}):	$38\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	ノイズ (e_{NI}):	$15\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
V_{OS} :	$200\mu\text{V}$ (max)	V_{OS} :	1mV (max)
計装アンプのゲイン:	10	計装アンプのゲイン:	10
最大出力電圧振幅:	$\pm 4.9\text{V}$	最大出力電圧振幅:	$\pm 4.8\text{V}$
CMR:	77dB (DC ~ 60Hz)	CMRR:	110dB (DC ~ 60Hz)
非直線性:	100ppm (max)	非直線性:	10ppm (max)
電源電圧:	$\pm 5\text{V}$	電源電圧:	両電源、 $\pm 5\text{V}$
電源電流:	$85\mu\text{A}$ (max)	電源電流:	1mA (max)
0.01%セトリング時間 (5V ステップ):	135 μs	0.01%セトリング時間 (5V ステップ):	5ms
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7923/AD7927		アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7610/AD7663	
分解能:	12 ビット	分解能:	16 ビット
入力範囲:	$0\text{V} \sim V_{REF}$ 、または $0\text{V} \sim 2 \times V_{REF}$	入力範囲:	$\pm 2.5\text{V}$ 、 $\pm 5\text{V}$ 、 $\pm 10\text{V}$
サンプリング・レート:	200kSPS	サンプリング・レート:	250kSPS (両 ADC とも)
単/両電源:	単電源、2.7 ~ 5.25V	単/両電源:	$\pm 5 \sim \pm 15\text{V}$ および 5V
電力:	3.6mW (max、3V 電源、 200kSPS 時)	アナログ・デバイセズの推奨 #2 AD7321、AD7323、AD7327	
備考:	8 チャンネル (AD7923) / 4 チャンネル (AD7927)、 シリアル・インターフェースと チャンネル・シーケンサ付き	分解能:	13 ビット
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7920		入力範囲:	$\pm 2.5\text{V}$ 、 $\pm 5\text{V}$ 、 $\pm 10\text{V}$
分解能:	12 ビット	サンプリング・レート:	500kSPS
入力範囲:	$0\text{V} \sim V_{DD}$	単/両電源:	$\pm 5 \sim \pm 15\text{V}$ および +5V
サンプリング・レート:	250kSPS	電力:	17mW (max、 $\pm 15\text{V}$ および 5V 電源、0.5MSPS 時)
単/両電源:	2.35V または 5.25V	アナログ・デバイセズの推奨 ADC#3 AD7898-3	
電力:	3mW (typ、3V 電源、 250kSPS 時)	分解能:	12 ビット
備考:	単一チャンネル、シリアル ADC (6 ピン SC70)	入力範囲:	$\pm 2.5\text{V}$
		サンプリング・レート:	220kSPS
		単/両電源:	5V
		電力:	22.5mW (max、5V 電源、 220kSPS 時)

表7-2. アナログ・デバイセズの計装アンプと推奨ADC (続き)

アナログ・デバイセズの計装アンプ ゼロ・ドリフト計装アンプ AD8230RZ	アナログ・デバイセズの計装アンプ 高速プログラマブル・ゲイン計装アンプ AD8250/AD8251
小信号帯域幅: 2kHz ノイズ (e_{NI}): $240\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ V_{OS} : 10mV (max) 計装アンプのゲイン: 10 最大出力電圧振幅: $\pm 4.7\text{V}$ CMRR: 120dB (DC ~ 60Hz) 非直線性: 20ppm (max) 電源電圧: $\pm 5\text{V}$ 電源電流: 3.5mA (max)	小信号帯域幅: 10MHz ノイズ (e_{NI}): $13\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ V_{OS} : 100mV 計装アンプのゲイン: 10 最大出力電圧振幅: $V_{CC} - 1.2\text{V}, V_{CC} + 1.2\text{V}$ CMRR: 100dB (DC ~ 60Hz) 非直線性: 40ppm (max) 電源電圧: 両電源、 $\pm 5 \sim \pm 12\text{V}$ 電源電流: 3mA (typ) 0.01%セトリング時間 (5V ステップ): $0.5\mu\text{s}$
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7942 分解能: 14 ビット 入力範囲: 5V サンプリング・レート: 250kSPS 単/両電源: $2.7 \sim 5.25\text{V}$ 電力: 1.25mW (2.5V 電源時)	アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7685、AD7687 分解能: 16 ビット 入力範囲: 5V サンプリング・レート: 250kSPS 単/両電源: 単電源、 $2.5 \sim 5\text{V}$ 電力: $4\text{mW (5V 電源、0.1kSPS 時)}$
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7321 分解能: 13 ビット 入力範囲: $\pm 2.5\text{V}$ サンプリング・レート: 500kSPS 単/両電源: $\pm 5 \sim \pm 15\text{V}, 2.7 \sim 5.25\text{V}$ 電力: $17\text{mW (max, } \pm 15\text{V, } 5\text{V 電源、} 500\text{kSPS 時)}$	アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7327、AD7323、AD7321 分解能: 13 ビット / 12 ビット 入力範囲: $\pm 2.5\text{V}$ サンプリング・レート: 0.5MSPS 単/両電源: $\pm 5 \sim \pm 15\text{V}$ 、単電源 5V 電力: $17\text{mW (max, } \pm 15\text{V, } 5\text{V 電源、} 500\text{kSPS 時)}$

注：仕様は暫定です。www.analog.com/jp をご覧ください。

表7-2. アナログ・デバイセズの計装アンプと推奨ADC (続き)

アナログ・デバイセズの計装アンプ ゼロ・ドリフト計装アンプ AD8553RM	
小信号帯域幅:	1kHz
ノイズ (e_{NI}):	$150\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
V_{OS} :	50mV (max)
計装アンプのゲイン:	10
最大出力電圧振幅:	0.075 ~ 4.925V
CMRR:	120dB (DC ~ 60Hz)
非直線性:	600ppm (max)
電源電圧:	単電源、5V
電源電流:	1.3mA (max)
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7476	
分解能:	12 ビット
入力範囲:	0 ~ V_{DD}
サンプリング・レート:	1MSPS
単/両電源:	2.35 ~ 5.25V
電力:	3.6mW (max、3V 電源、 1MSPS 時)、 15mW (max、5V 電源、 1MSPS 時)
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7466	
分解能:	12 ビット
入力範囲:	0 ~ V_{DD}
サンプリング・レート:	100kSPS
単/両電源:	1.6 ~ 3.6V
電力:	0.62mW (max、3V 電源、 100kSPS 時)、 0.12mW (max、1.6V 電源、 100kSPS 時)

アナログ・デバイセズの計装アンプ ゼロ・ドリフト計装アンプ AD8555AR/AD8556ARZ	
小信号帯域幅:	150kHz
ノイズ (e_{NI}):	$32\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
V_{OS} :	10mV (max)
計装アンプのゲイン:	10
最大出力電圧振幅:	30m ~ 4.94V
CMRR:	100dB ($G = 70$ 、 DC ~ 200Hz)
非直線性:	1000ppm (typ)
電源電圧:	単電源、5V
電源電流:	2.5mA (max)
0.1%セトリング時間 (4V ステップ):	8ms
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#1 AD7685	
分解能:	16 ビット
入力範囲:	5V
サンプリング・レート:	250kSPS
単/両電源:	単電源、2.5 ~ 5V
電力:	4mW (5V 電源、0.1kSPS 時)
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#2 AD7476	
分解能:	12 ビット
入力範囲:	0 ~ V_{DD}
サンプリング・レート:	1MSPS
単/両電源:	2.35 ~ 5.25V
電力:	3.6mW (max、3V 電源、 1MSPS 時)、 15mW (max、5V 電源、 1MSPS 時)
アナログ・デバイセズの推奨 ADC#3 AD7476A	
分解能:	12 ビット
入力範囲:	0 ~ V_{DD}
サンプリング・レート:	1MSPS
単/両電源:	2.7 ~ 5.25V
電力:	3.6mW (max、3V 電源、 1MSPS 時)、 12.5mW (max、5V 電源、 1MSPS 時)

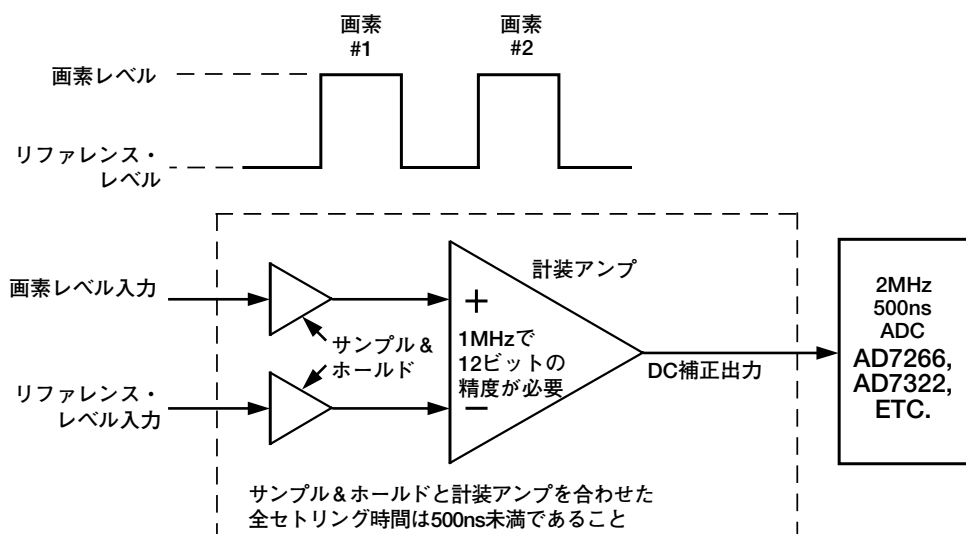


図 7-1. 計装アンプが ADC をバッファリングして DC 補正を実施

高速データ・アキュイジション

最新のデータ・アキュイジション・システムの速度と精度が向上したことにより、高帯域幅の計装アンプに対する需要が高まっています。特にオフセット補正と入力バッファリングが要求される、CCD 撮像装置の分野で顕著です。この分野では、CCD 撮像装置のオフセット補正のために相関二重サンプリング (CDS) 手法がよく使用されます。図 7-1 に示すように、2つのサンプル&ホールド・アンプが画素とリファレンスのレベルを監視し、そのアンプの信号を計装アンプに入力することで、DC 補正出力を供給しています。

図 7-2 は、複数の低速な非多重化バッファの代わりに、単一の高帯域幅の多重化計装アンプを使用した例を示します。このシステムにより、同相ノイズの低減とそれに伴う計装アンプによるダイナミック・レンジの拡大という利点が得られます。

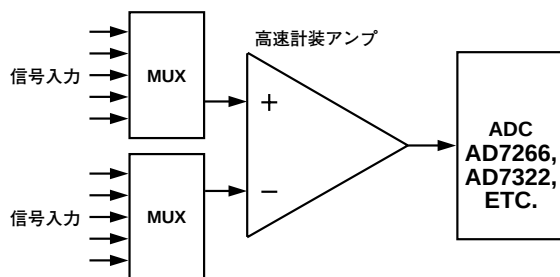


図 7-2. 単一の高速計装アンプとマルチプレクサにより、複数の低速バッファを置き換え

従来、市販の計装アンプは帯域幅が低く、また 50Ω 負荷を駆動できなかったため、通常、1MHz 未満の低周波数アプリケーションに用途が限られていました。帯域幅の高いアンプも存在しましたが、抵抗内蔵の固定ゲイン・タイプのものでした。これらのアンプでは、反転および非反転の端子を利用することはできませんでした。現在では、最新のオペアンプを使用し、かつ相補型バイポーラ (CB) プロセスを採用することで、高帯域幅と優れた DC 仕様の兼ね備えたビデオ帯域幅の計装アンプを構築できるようになっています。同相ノイズ除去は、トリミングにより、または低価格の抵抗アレイを使用することにより、最適化が可能です。

ADCをバッファリングする計装アンプやその前段のサンプル&ホールド機能に要求される帯域幅とセトリング時間の要件は、非常に厳しいことがあります。ADCが次のデータをサンプリングする前に信号が完全に安定するよう、入力バッファは、十分に速く信号を通過させる必要があります。ADCが確実に入力信号を処理するには、少なくとも2サンプル/秒が必要となります(FS/2)。これをナイキスト基準と呼びます。したがって、AD7266やAD7322などの2MHz ADCでは、前段の入力バッファ/サンプル&ホールドのセクションに、1MHz帯域幅で12ビットの精度が必要となります。セトリング時間も同様に重要です。ADCのサンプリング・レートはサンプリング周波数の逆数なので、2MHz ADCのサンプリング・レートは500nsとなります。つまり、1μs未満の全スループット・レートを得るためには、同じ入力バッファ/サンプル&ホールドのセクションに合計で500ns未満のセトリング時間が要求されるということになります。

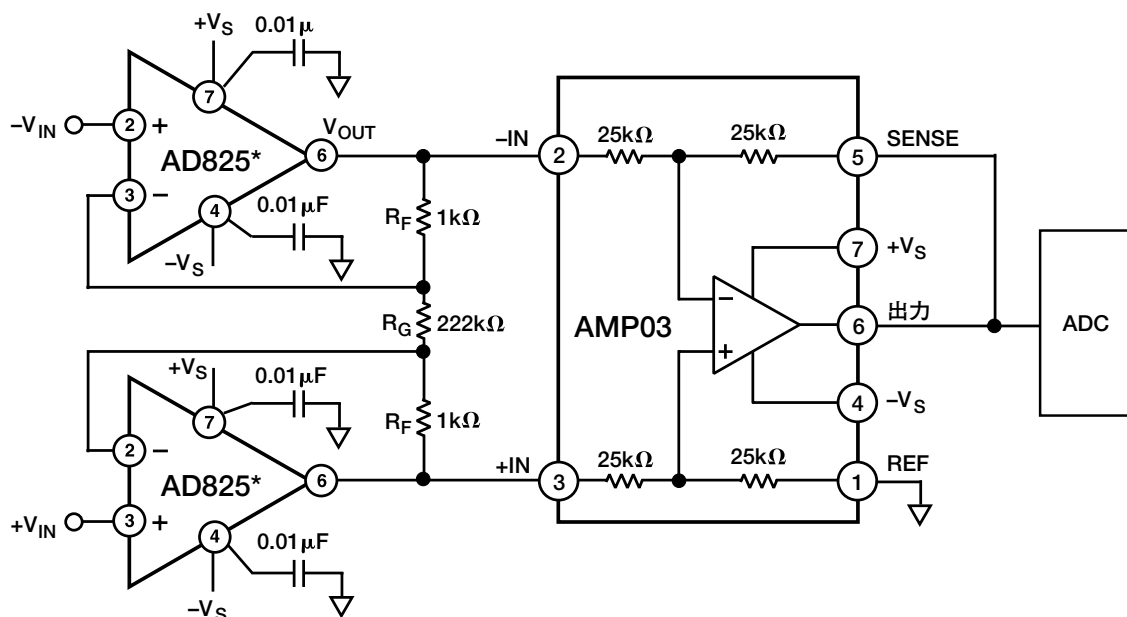
データ・アキュイジションのための高速計装アンプ回路

図7-3は、2つのAD825オペアンプと1つのAMP03差動アンプ(減算器)を使用したディスクリートの計装アンプ回路です。この設計では、中程度のゲインで高い性能と高速性を両立して

います。回路ゲインは抵抗 R_G で設定され、 $\text{ゲイン} = 1 + 2R_F/R_G$ となります。抵抗 R_F は、最大帯域幅を確保するために約1kΩに保つ必要があります。ゲイン10で動作するとき(R_G に222kΩの抵抗を使用)、この回路の-3dB帯域幅は約3.4MHzとなります。AC同相ノイズ除去比は(ゲイン10で、1Vp-pの同相信号が入力に加えられた場合)、1Hz~200kHzで60dBおよび2MHzで43dBです。また、4MHz~7MHzでは46dBを超えるCMRRを実現します。このアンプのRFI除去特性も優れており、DCオフセット電圧の変動対同相周波数は、1Hz~15MHzで80dBを超えます。この回路の静止電源電流は15mAです。

低入力電流のデバイスを必要とする低速アプリケーションでは、AD825の代わりにFET入力オペアンプAD823を使用できます。

この回路を使用して、AD871またはAD9240などの最新の高速ADCを駆動して、超高速データ・アキュイジションを実現できます。また、AD830も多く的高速アプリケーションで使用できます。



*最新のオペアンプ製品とその仕様については、アナログ・デバイセズのウェブサイトwww.analog.com/jpをご覧ください。

図 7-3. 高性能で高速の計装アンプ回路

計装アンプの仕様

どのような電子部品でも、正しく利用するにはその仕様が完全に理解することが必要です。つまり、各仕様の意味をしっかりと理解していなければ、データシートに記載された数値はほとんど価値がないということです。

ここでは、標準的なモノリシック計装アンプのデータシートについて詳しく検討します。一部の重要な仕様については、その測

定方法や、回路の全体性能に影響を及ぼす仕様の誤差という観点から考察を加えています。

表 A-1 は、アナログ・デバイス **AD8221** 計装アンプのデータシートの一部を示しています。

表 A-1. AD8221 の仕様¹

表 A-1. AD8221 の仕様 ¹⁾												
	パラメータ	条件	AR グレード			BR グレード			ARM グレード			
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	単位
B	同相ノイズ除去比 (CMRR)	V _{CM} = −10 ∼ +10V										
	CMRR (DC ∼ 60Hz、 1kΩ 信号源不平衡時)											
	G = 1		80			90			80			dB
	G = 10		100			110			100			dB
	G = 100		120			130			120			dB
C	CMRR (10kHz 時)	V _{CM} = −10 ∼ +10V										
	G = 1		130			140			130			dB
	G = 10											
	G = 100											
	G = 1000											
	ノイズ	RTI ノイズ = $\sqrt{e_{NI}^2 + (e_{NO}/G)^2}$										
	電圧ノイズ (1kHz)											
	入力電圧ノイズ (e _{NI})	V _{IN+} 、V _{IN−} 、V _{REF} = 0			8			8			8	nV/√Hz
	出力電圧ノイズ (e _{NO})				75			75			75	nV/√Hz
	RTI	f = 0.1 ∼ 10Hz										
	G = 1		2			2			2			μV p-p
	G = 10		0.5			0.5			0.5			μV p-p
	G = 100 ∼ 1000		0.25			0.25			0.25			μV p-p
	電流ノイズ	f = 1kHz		40			40			40		fA/√Hz
		f = 0.1 ∼ 10Hz		6			6			6		pA p-p
D	電圧オフセット ²⁾											
	入力オフセット (V _{OSI})	V _S = ±5 ∼ ±15V			60			25			70	μV
	温度特性	T = −40 ∼ +85℃			86			45			135	μV
	平均 TC				0.4			0.3			0.9	μV/℃
	出力オフセット (V _{OSO})	V _S = ±5 ∼ ±15V			300			200			600	μV
	温度特性	T = −40 ∼ +85℃			0.66			0.45			1.00	mV
	平均 TC				6			5			9	μV/℃
	オフセット RTI 対電源 (PSR)	V _S = ±2.3 ∼ ±18V										
	G = 1		90	110		94	110		90	100		dB
	G = 10		110	120		114	130		100	120		dB
E	入力電流											
	入力バイアス電流			0.5	1.5		0.2	0.4		0.5	2	nA
	温度特性	T = −40 ∼ +85℃			2.0			1			3	nA
	平均 TC			1			1			3		pA/℃
	入力オフセット電流			0.2	0.6		0.1	0.4		0.3	1	nA
	温度特性	T = −40 ∼ +85℃			0.8			0.6			1.5	nA
	平均 TC			1			1			3		pA/℃

F
G

H

H

I
J
K

L

M

N

パラメータ	条件	AR グレード			BR グレード			ARM グレード			単位
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
リファレンス入力 R_{IN} I_{IN} 電圧範囲 出力に対するゲイン	$V_{IN+}, V_{IN-}, V_{REF} = 0$		20 50 60 $-V_S$ 1 ± 0.0001			20 50 60 $-V_S$ 1 ± 0.0001			20 50 60 $-V_S$ 1 ± 0.0001		$k\Omega$ μA V V/V
電源 動作範囲 静止電流 温度特性	$V_S = \pm 2.3 \sim \pm 18V$ $T = -40 \sim +85^\circ C$	± 2.3 0.9 1	± 18 1 1.2		± 2.3 0.9 1	± 18 1 1.2		± 2.3 0.9 1	± 18 1 1.2		V mA mA
ダイナミック応答 小信号、 $-3dB$ 帯域幅 $G = 1$ $G = 10$ $G = 100$ $G = 1000$ セトリング時間 0.01% $G = 1 \sim 100$ $G = 1000$ セトリング時間 0.001% $G = 1 \sim 100$ $G = 1000$ スルーレート	10V step 10V step $G = 1$ $G = 5 \sim 100$		825 562 100 14.7 10 80 13 110 1.5 2			825 562 100 14.7 10 80 13 110 1.5 2			825 562 100 14.7 10 80 13 110 1.5 2		kHz kHz kHz kHz μs μs μs μs V/ μs V/ μs
ゲイン ゲインの範囲 ゲインの誤差 $G = 1$ $G = 10$ $G = 100$ $G = 1000$ ゲインの非直線性 $G = 1 \sim 10$ $G = 100$ $G = 1000$ $G = 1 \sim 100$ ゲインの温度特性 $G = 1$ $G > 1^3$	$G = 1 + (49.4k\Omega/R_G)$ $V_{OUT} \pm 10V$ $V_{OUT} = -10 \sim +10V$ $R_L = 10k\Omega$ $R_L = 10k\Omega$ $R_L = 10k\Omega$ $R_L = 2k\Omega$	1	1000 0.03 0.3 0.3 0.3 3 5 10 10 3 -50		1	1000 0.02 0.15 0.15 0.15 3 5 10 10 2 -50		1	1000 0.1 0.3 0.3 0.3 5 7 10 15 3 10 -50		V/V % % % % ppm ppm ppm ppm ppm/ $^\circ C$ ppm/ $^\circ C$
入力 入力インピーダンス 差動 同相 入力動作電圧範囲 ⁴ 温度特性 入力動作電圧範囲 温度特性	$V_S = \pm 2.3 \sim \pm 5V$ $T = -40 \sim +85^\circ C$ $V_S = \pm 5 \sim \pm 18V$ $T = -40 \sim +85^\circ C$		100 2 100 2			100 2 100 2			100 2 100 2		$G\Omega pF$ $G\Omega pF$ V V V V
出力 出力振幅 温度特性 出力振幅 温度特性 短絡電流	$R_L = 10k\Omega$ $V_S = \pm 2.3 \sim \pm 5V$ $T = -40 \sim +85^\circ C$ $V_S = \pm 5 \sim \pm 18V$ $T = -40 \sim +85^\circ C$	$-V_S + 1.1$ $-V_S + 1.4$ $-V_S + 1.2$ $-V_S + 1.6$ 18	$+V_S - 1.2$ $+V_S - 1.3$ $+V_S - 1.4$ $+V_S - 1.5$		$-V_S + 1.1$ $-V_S + 1.4$ $-V_S + 1.2$ $-V_S + 1.6$ 18	$+V_S - 1.2$ $+V_S - 1.3$ $+V_S - 1.4$ $+V_S - 1.5$		$-V_S + 1.1$ $-V_S + 1.4$ $-V_S + 1.2$ $-V_S + 1.6$ 18	$+V_S - 1.2$ $+V_S - 1.3$ $+V_S - 1.4$ $+V_S - 1.5$		V V V V mA
温度特性 仕様性能 動作範囲 ⁴		-40 -40	+85 +125		-40 -40	+85 +125		-40 -40	+85 +125		$^\circ C$ $^\circ C$

注

¹ 特に指定のない限り、 $V_S = \pm 15V$ 、 $V_{REF} = 0V$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $G = 1$ 、 $R_L = 2k\Omega$

² 合計 $RTI\ V_{OS} = (V_{OS1}) + (V_{OS0}/G)$

³ 外付け抵抗 R_G の影響は含まれません。

⁴ 一方の入力をグラウンドに接続。 $G = 1$

(A) 仕様 (条件)

データシートの一番上には、ここに記載された仕様が、特に指定のない限り $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ における代表値であるという記述があります。これは、これらの条件がデバイスのテストに適用される通常の動作条件であることを示しています。これらの条件から逸脱すると、性能が劣化（または改善）する場合があります。「通常」の条件からの逸脱が大きな影響を及ぼすおそれがあるときには（温度の変動など）、通常は仕様に明記されます。上記の記述は、特に指定のない限り、数値はすべて代表値であることも指摘しています。「代表値」とは、この数値がICメーカーの特性評価プロセスでの平均値であることを意味しますが、個々のデバイスによって異なる場合があります。

真のレール to レールで動作するように設計された計装アンプには、いくつかの重要な仕様があり、これらは慎重に検討する必要があります。計装アンプの入力電圧範囲は、電源電圧またはグラウンドに近い入力信号レベルを許容する必要があります。出力振幅は、電源ラインまたはグラウンドから 0.1V 以内になければなりません。一方で、一般的な両電源計装アンプは、電源またはグラウンドから 2V 以下の振幅しかとることができません。5V単電源のデータ・アキュイジション・システムでは、ADCの全入力範囲を使用して高分解能を実現するため、アンプの出力振幅の拡大が不可欠です。

(B) 同相ノイズ除去

同相ノイズ除去は、両方の入力に同じ電圧が加わった場合の出力電圧の変化を示す尺度です。CMRは通常、入力として規定され、計装アンプのゲインを考慮に入れます。ゲインが大きくなると、同じ同相入力電圧に対する出力電圧が高くなります。これらの仕様は、フルレンジの入力電圧変化か、または特定の信号源不平衡 (Ω) の状態に対して規定されます。

同相ノイズ除去比は比を表し、同相ノイズ除去はその比の対数を表します。どちらの仕様も通常、出力換算 (RTO) です。

すなわち、

$$\text{CMRR} = \frac{\text{出力電圧の変化}}{\text{同相入力電圧の変化}}$$

一方、

$$\text{CMR} = 20\log_{10} \text{CMRR}$$

たとえば、10,000のCMRRは80dBのCMRに相当します。多くの計装アンプでは、CMRはゲインとともに増大します。大半の設計では、同相信号を除去すると同時に差動（つまり信号）電圧を増幅するようにフロントエンドを構成しているからです。

同相ノイズ除去は通常、ある周波数、および特定の信号源不平衡インピーダンス（たとえば、60Hz時に $1\text{k}\Omega$ の信号源不平衡）における、フルレンジ同相電圧変化として規定されます。

(C) AC 同相ノイズ除去

予想されるとおり、計装アンプの同相ノイズ除去は周波数とともに変動します。通常、CMRはDCまたは非常に低い入力周波数で規定されます。より大きなゲインでは、計装アンプの帯域幅が減少し、そのゲインが低下し、入力段に位相シフトが加わります。

差動入力段の位相シフトに何らかの不平衡があれば、同相誤差が現れるため、ACのCMRRは通常、周波数とともに減少します。図A-1は、AD8221のCMRの周波数特性を示しています。

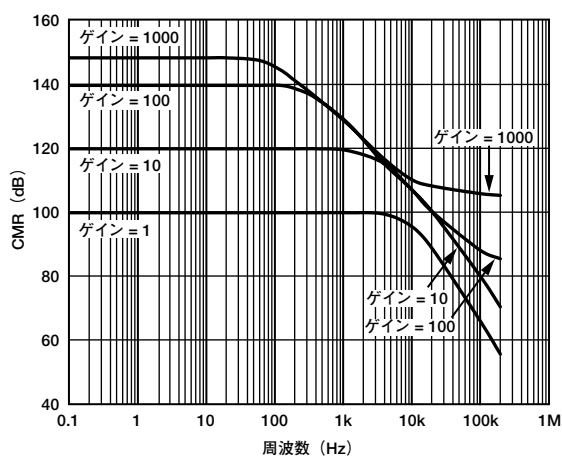


図 A-1. AD8221 の CMR の周波数特性

(D) 電圧オフセット

電圧オフセットの仕様は、計装アンプの長所を表すものと考えられることがよくあります。初期オフセットはいずれも、ハードウェアまたはソフトウェアによってゼロに調整できますが、温度変動によるオフセット電圧の変化は補正がより難しくなります。マイクロプロセッサを使用したインテリジェント・システムであれば、温度リファレンスや校正データを使用して補正できますが、多くの小信号、高ゲインのアプリケーションは補正機能を備えていません。

電圧オフセットとドリフトは、4つの独立した誤差の定義からなります。室温 (25℃)、入力と出力、オフセット、入力換算と出力換算のオフセット・ドリフトの温度特性です。

計装アンプは、入力段と出力段の両方を備えた2段アンプと考えることができます。各セクションにはそれぞれ固有の誤差源が存在します。出力段の誤差は固定ゲイン (通常2) 倍されるため、このセクションが、回路ゲインが低いときに主要な誤差源となる傾向にあります。計装アンプが高いゲインで動作するときには、入力段のゲインが増大します。ゲインが大きくなるにつれて、入力セクションが寄与する誤差は増倍されますが、出力誤差は増大しません。このように、高ゲインでは入力段の誤差が主要な誤差源となります。

入力誤差とは入力段のみによる誤差で、出力誤差は出力段による誤差です。一般に、入力関連の仕様はひとまとめにして入力換算 (RTI) 誤差として分類され、出力関連のすべての仕様は出力換算 (RTO) 誤差と見なされます。これらの2つの仕様はほとんどの場合、異なる値を示しますが、いずれの誤差の項も、異なる方法で総誤差を定義したものであり、正しい値であることを理解することが大切です。

あるゲインに対する、計装アンプの入力誤差と出力誤差は、次式を用いて算出できます。

総誤差 (RTI) = 入力誤差 + (出力誤差 / ゲイン)

総誤差 (RTO) = (ゲイン × 入力誤差) + 出力誤差

仕様ページには、特定のゲインに対する誤差の項がRTIまたはRTOとして記載されている場合がありますが、それ以外は、所望のゲインに対する誤差を算出する必要があります。

例として、**AD620A** 計装アンプがゲイン10で動作しているときの電圧オフセットの総誤差は、仕様ページに記載されている個々の誤差から求められます。**AD620**の (標準) 入力オフセット (V_{OSI}) は30μV、アンプの出力オフセット (V_{OSO}) は400μVと記載されています。入力換算 (RTI) の総電圧オフセットは、次式から求められます。

$$RTI \text{ 総誤差} = V_{OSI} + (V_{OSO}/G) = 30\mu V + (400\mu V/10) = 30\mu V + 40\mu V = 70\mu V$$

出力換算 (RTO) の総電圧オフセットは、次式から求められます。

$$RTO \text{ 総誤差} = (G \cdot V_{OSI}) + V_{OSO} = (10 \cdot 30\mu V) + 400\mu V = 700\mu V$$

RTO誤差はRTI誤差の値の10倍になります。ゲインが10なので、計装アンプの出力での誤差は、必然的に入力での誤差の10倍になります。

(E) 入力バイアス電流とオフセット電流

入力バイアス電流とは、計装アンプの入力端子に流入する、または入力端子から流出する電流のことです。FET入力段を使用した計装アンプは、バイポーラ製品に比べて室温バイアス電流が小さくなりますが、FET入力電流は11℃上昇することに約2倍に増加します。入力バイアス電流は、電圧オフセット誤差の原因と見なすことができます (信号源抵抗を流れる入力電流が電圧オフセットを生じるため)。一般に、バイアス電流の大きさよりも、バイアス電流の変動の方が大きな問題となります。

入力オフセット電流は、2つの入力バイアス電流の差です。2つの入力端子の信号源抵抗値が等しくないときに、計装アンプのオフセット誤差が生じます。

計装アンプには差動入力がありますが、そのバイアス電流がコモン (グラウンド) に流れ込むためのリターン経路が必要です。

このリターン経路が設けられていない場合、入力デバイスのベース (またはゲート) はフローティング状態となり (無接続状態)、計装アンプの出力は即座にコモン電位または電源電位にドリフトします。

したがって、トランス (センター・タップ・グラウンド接続のないもの)、接地されていない熱電対、AC結合入力信号源など、フロートのままの入力信号源を増幅するときには、各入力からグラウンドへのDC経路が必要です。通常は1M~10MΩという値の大きな抵抗を各入力とグラウンド間に接続するだけで、この状況を解消できます。

(F) 動作電圧範囲

単電源計装アンプは、単電源または両電源のいずれを使用する場合でも、動作電圧の全体範囲が同じでなければなりません。つまり、±1~±18Vの両電源電圧で動作するよう規定されている単電源計装アンプは、単電源で2~36Vの範囲にわたって動作するはずですが、必ずしもそうとは限りません。実際、**AD623**など一部の計装アンプは、単電源モードにおいて、両電源モードよりも低い等価電圧レベルでも動作します。必ずデータシートの仕様を確認することを推奨します。

(G) 静止電源電流

この項目は、特定の動作電圧範囲内で、計装アンプが消費する静止 (すなわち無信号の) 電源電流を規定しています。

バッテリー駆動アプリケーションが増加するとともに、デバイスの電力消費が重要な設計要素となっています。**AD627**などの製品は、わずか60μAというきわめて低い静止電流であり、これは5V時にはわずか0.3mWになります。この消費電力レベルを、**AD526**などの旧式の両電源製品と比べてみましょう。このデバイスでは±15V電源 (合計で30V) で14mAも流れ、420mW、つまり**AD627**の1400倍もの莫大な電力を消費し、バッテリー寿命に劇的な影響を与えます。

AD627などの製品を導入することで、電源電流の消費はマイクロアンペア・レベルとなり、全体的に非常に優れた性能を達成できます。当然、通常は何らかのトレードオフが必要で、マイクロパワー計装アンプはフルパワー・デバイスと比較して一般に帯域幅が低く、ノイズも高くなります。単電源電圧でレール to レールの動作が可能であるという点が、あらゆるマイクロパワー計装アンプの基本的な特長となります。

(H) セトリング時間

セトリング時間とは、出力電圧がその最終値に近づき、一定の許容誤差の範囲内におさまるまでに必要な時間として定義されます。通常、これは高速のフルスケール入力ステップに対して規定され、出力スルー時間が含まれます。セトリング時間全体にはいくつかの要素が影響するため、0.1%への高速セトリングが0.01%に対して必ずしも比例的に高速セトリングするわけではありません。また、セトリング時間は必ずしもゲインの関数になるわけではありません。セトリング時間が長くなる要因としては、スルーレート制限、アンダーダンピング（リングング）、熱勾配（リングテール）などがあります。

(I) ゲイン

この仕様は、デバイスの伝達関数に関係します。製品のゲイン式は通常、仕様ページの最初に記載されています。

AD8221のゲイン式を次式で表すことができます。

$$\text{ゲイン} = \frac{49,400\Omega}{R_G} + 1$$

あるゲインに対する R_G を選択するには、次式から R_G を求めます。

$$R_G = \frac{49,400\Omega}{G - 1}$$

以下に、一般的ないくつかのゲインについて計算した抵抗値の例を示します。

$G = 1 : R_G = \infty$ （開放回路）

$G = 9.998 : R_G = 5.49\text{k}\Omega$

$G = 100 : R_G = 499\Omega$

$G = 991 : R_G = 49.9\Omega$

標準抵抗の値がこれらの計算値と異なる場合、ゲイン誤差が生じます。また、使用する抵抗の許容誤差（金属皮膜で通常1%）も精度に影響します。さらに、標準抵抗を使用した場合、一般に50～100ppm/℃のゲイン・ドリフトも存在します。当然、正確にゲイン1を実現するためには、非常にクリーンな（低リークの）回路基板を用意する必要があります。200MΩのリーク抵抗値であっても0.2%のゲイン誤差を生じるからです。

通常の金属皮膜抵抗は、規定した値の1%以内の精度になりますが、このことは2つの抵抗間に互いに2%もの抵抗値の差が生じることを意味します。モノリシック集積回路内の薄膜抵抗の絶対許容誤差はわずか20%ですが、同一チップ上の抵抗間のマッチングは標準で0.1%よりも優れた性能を示し、また同一チップ上の抵抗は温度的に互いに追従するため、温度に対するゲイン・ドリフトは大幅に低減されます。

(J) ゲイン範囲

通常のゲイン範囲は1～1000の範囲で規定されていますが、多くの計装アンプは、ほとんどの場合1000を超えるゲインで動作します。ただし、メーカーは特定の性能レベルを保証していません。

(K) ゲイン誤差

実際には、ゲイン抵抗を小さくするに従って、ICパッケージ内部のメタル配線やボンド・ワイヤの抵抗値による誤差が大きくなってきます。これらの誤差、およびノイズやドリフトの増加のために、ゲインを上げることが現実的ではない場合があります。

3オペアンプ構成の計装アンプ設計では、外付け抵抗がIC内蔵の抵抗と厳密に比率マッチングがとれないため、ゲイン精度とゲイン・ドリフトの両方が悪化することがあります。さらに、選択する抵抗は通常、計算値とは異なり、これに最も近い市販の1%精度の金属皮膜抵抗の値になります。したがって、さらにゲイン誤差は大きくなります。計装アンプの中には、AD8230のように2つの抵抗を使用してゲインを設定するものもあります。ゲインがこれらICに内蔵された2つの抵抗の比だけによって決まるものであると仮定すれば、ゲイン精度とドリフトの両方で大幅な改善が得られるものと思われれます。最大の性能が得られる方法は、すべての抵抗がICに内蔵されたモノリシック計装アンプ（AD621など）を使用することです。

この仕様の数値は、ゲイン式からの最大偏差を表します。AD8221などのモノリシック計装アンプは、工場ですべて低いゲイン誤差にトリミングされています。外部に接続されたゲイン・ネットワークによって、ゲインを正確に設定できますが、これらの外付け抵抗の温度係数や、ネットワーク内の各抵抗間の温度差はすべて、回路の全体的なゲイン誤差に影響を与えます。

データが最終的にデジタル信号に変換され、「インテリジェント・システム」(マイクロプロセッサなど)に送られる場合、既知のリファレンス電圧を測定して定数を乗ずることで、ゲイン誤差を補正できます。

(L) 非直線性

非直線性は、計装アンプの出力電圧対入力電圧をプロットしたグラフの直線からの偏差と定義されます。図A-2は、極端な非直線性を備えたデバイスの伝達関数を示しています。

この誤差の大きさは、次式から求められます。

$$\text{非直線性} = \frac{\text{出力の実測値} - \text{出力の計算値}}{\text{定格フルスケール出力範囲}}$$

この偏差は、任意の直線を基準として規定することもできれば、特定の直線に対して規定することもできます。デバイスの性能を基準として理想的な直線を規定する方法として、一般に2つの方法があります。

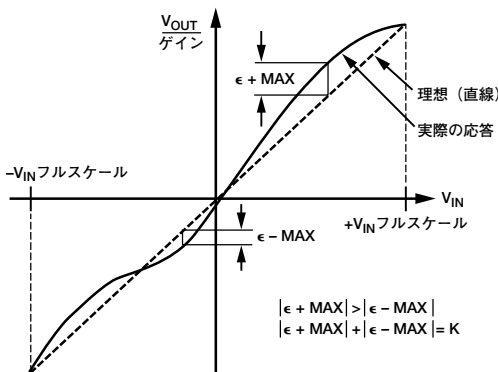


図 A-2. 非直線性を誇張した伝達関数

非直線性を規定する「最適直線 (ベスト・ストレーツ・ライン) 法」では、正の最大偏差と負の最大偏差を測定し、次にこれらの正と負の最大誤差が等しくなるように計装アンプのゲインとオフセットを調整します。モノリシック計装アンプでは、通常、薄膜抵抗のレーザ・トリミングやその他の手法でこの調整を実現できます。最適直線法は優れた仕様を規定できますが、正と負の最大偏差を確定するにはトリミングの前に出力信号範囲全体を調べなければならないという点で、実際の利用には困難を伴います。

非直線性を規定する「エンドポイント法」では、出力範囲の上限および下限値でオフセットとゲイン、またはどちらかを校正することが必要です。通常、オフセットは、非常に低い出力レベルでトリミングされますが、スケール係数は最大出力レベル近傍でトリミングされます。

この方法によればトリミングの実行は容易になりますが、最適直線手法を使用した場合の最大2倍もの非直線性誤差を生じるおそれがあります。この最悪の場合の誤差は、伝達関数曲線が片方向にのみ傾いているときに発生します。

計装アンプなどの大半のリニア・デバイスは、最適直線での直線性で仕様規定されます。アプリケーションで誤差見積りの評価を行う際には、この点を考慮に入れる必要があります。

非直線性の規定にどの方式を利用するかに関係なく、生じた誤差は低減できません。すなわち、これらの誤差は一定でもなければ、入力または出力電圧にも比例しません。さらに、調整によって低く抑えることもできません。

(M) ゲインの温度特性

これらの数値は、ゲイン式からの最大偏差と標準偏差を温度の関数として表したものです。ゲイン誤差の項 (K) で説明したとおり、外付けゲイン抵抗のTCは、ICパッケージ内の他の抵抗と厳密にマッチングをとることはできません。したがって、一般に温度に対する最良の性能は、計装アンプに内蔵ゲイン抵抗のみを使用した場合に達成されます。ゲイン・ドリフト誤差は、温度リファレンスと校正データを使用し、ソフトウェアによって減算できます。

(N) 単電源計装アンプのための重要な仕様

単電源 (つまりレール to レール) 計装アンプ製品に対して適用される仕様がいくつかあります。これらは、低電圧の単電源電圧から計装アンプに電力を供給する必要のある設計者にとって非常に重要です。

入力および出力の電圧振幅

単電源計装アンプは、電源とグラウンドにきわめて近い入力電圧を処理することが必要となります。代表的な両電源計装アンプでは、入力 (および出力) の電圧範囲は、電源またはグラウンドから約2V以内です。これはデバイスに5V電源が供給されているときには切実な問題となり、また最新の3.3Vの規格を使用したときには、特に難しくなります。5V単電源ラインで動作している標準的な計装アンプでは、わずか約1Vのヘッドルームを残すのみで、3.3V電源ではヘッドルームはほとんどありません。

幸いにも、AD627などの優れた単電源計装アンプは、電源およびグラウンドから100mV以内の出力振幅が得られます。入力レベルは若干小さく、グラウンドから100mV以内、電源レールからは1V以内となります。重要なアプリケーションでは、計装アンプのリファレンス端子を中心から移動することで、入力電圧の範囲を対称にできます。

付録 B

計装アンプ一覧表

製品番号	説明	電源	電源電圧 (Min ~ Max)	ゲイン設定の 方法	ゲイン範囲 (Min ~ Max)
AD522	計装アンプ	両電源	$\pm 5 \sim \pm 18$	抵抗	1 ~ 1000
AD524	高精度計装アンプ	両電源	$\pm 6 \sim \pm 18$	ピン・セレクト	1 ~ 1000
AD526	ソフトウェア・プログラマブル・アンプ	両電源	$\pm 4.5 \sim \pm 16.5$	ソフトウェア	1 ~ 16
AD620	汎用計装アンプ	両電源	$\pm 2.3 \sim \pm 18$	抵抗	1 ~ 10,000
AD621	高精度計装アンプ	両電源	$\pm 2.3 \sim \pm 18$	ピン・セレクト	10 および 100
AD622	低価格計装アンプ	両電源	$\pm 2.6 \sim \pm 18$	抵抗	1 ~ 1000
AD623	単電源、レール to レール計装アンプ	単／両電源	2.7 ~ 12	抵抗	1 ~ 1000
AD624	高精度計装アンプ	両電源	$\pm 6 \sim \pm 18$	ピン・セレクト	1 ~ 1000
AD625	プログラマブル・ゲイン計装アンプ	両電源	$\pm 6 \sim \pm 18$	3 抵抗	1 ~ 10,000
AD626	ディファレンス・アンプ	単／両電源	2.4 ~ 12	ピン・セレクト	10 および 100
AD627	マイクロパワー計装アンプ	単／両電源	2.2 ~ 36	抵抗	5 ~ 1000
AD628	高同相電圧ディファレンス・アンプ	単／両電源	4.5 ~ 36	ピン／抵抗	0.1 ~ 100
AD629	高同相電圧ディファレンス・アンプ	両電源	$\pm 2.5 \sim \pm 18$	固定	G = 1
AD8202	高同相電圧ディファレンス・アンプ	単電源	3.5 ~ 12	固定	G = 20
AD8203	高同相電圧ディファレンス・アンプ	単電源	3.5 ~ 13	固定	G = 14
AD8205	単電源ディファレンス・アンプ	単電源	4.5 ~ 5.5	固定	G = 50
AD8206	単電源ディファレンス・アンプ	単電源	4.5 ~ 5.5	固定	G = 20
AD8210	ディファレンス・アンプ	単電源	4.5 ~ 5.5	固定	G = 20
AD8212	電流検出アンプ	単電源	7 ~ 65	抵抗	調整可能
AD8213	デュアル電流検出アンプ	両電源	4.5 ~ 5.5	固定	ゲイン = 20
AD8220	レール to レール JFET 計装アンプ	両電源	$\pm 2.3 \sim \pm 18$	抵抗	1 ~ 1000
AD8221	高性能計装アンプ	両電源	$\pm 2.3 \sim \pm 18$	抵抗	1 ~ 1000
AD8221	BR グレード仕様	両電源	$\pm 2.3 \sim \pm 18$	抵抗	1 ~ 1000
AD8222	高性能計装アンプ	両電源	$\pm 2.3 \sim \pm 18$	抵抗	1 ~ 1000
AD8225	固定 G = 5 の計装アンプ	両電源	$\pm 1.7 \sim \pm 18$	固定	G = 5
AD8230	ゼロ・ドリフト計装アンプ	単／両電源	8 ~ 16	抵抗	2 ~ 1000
AD8250	ソフトウェア・プログラマブル、10MHz	両電源	$\pm 5 \sim \pm 15$	ソフトウェア	G = 1, 2, 5, 10
AD8251	ソフトウェア・プログラマブル、10MHz	両電源	$\pm 5 \sim \pm 15$	ソフトウェア	G = 1, 2, 4, 8
AD8553	ゼロ・ドリフト計装アンプ	単電源	1.8 ~ 5.5	抵抗	0.1 ~ 10,000
AD8555	センサ・アンプ	単電源	2.7 ~ 5.5	ソフトウェア	70 ~ 1280
AD8556	センサ／フィルタ・アンプ	単電源	2.7 ~ 5.5	ソフトウェア	70 ~ 1280
AMP03	高精度ディファレンス・アンプ	両電源	$\pm 6 \sim \pm 18$	固定	G = 1

計装アンプ一覧表 (続き)

製品番号	CMRR (60Hz 時) G = 1、G = 1000 (Min)	帯域幅 G = 10 (typ)	V _{NOISE} p-p (RTI)、 1 ~ 10Hz、G = 100 (typ)	入力オフセット 電圧	温度範囲 (°C)
AD522	75dB ¹ 、100dB ²	3kHz ³	4μV	400μV	-55 ~ + 125
AD524	70dB、110dB	400kHz	0.3μV	250μV	-55 ~ + 125
AD526	該当せず ⁴	350kHz ⁴	3μV	1500μV	-40 ~ + 85
AD620	73dB、110dB	800kHz	0.28μV	125μV	-55 ~ + 125
AD621	93dB、110dB ⁵	800kHz	0.28μV	125μV ⁶	-55 ~ + 125
AD622	66dB、103dB	800kHz	0.3μV	125μV	-40 ~ + 85
AD623	70dB、105dB	100kHz	2μV	200μV	-40 ~ + 85
AD624	70dB、110dB ⁷	400kHz	0.3μV	200μV	-55 ~ + 125
AD625	70dB、110dB	400kHz	0.3μV	200μV	-40 ~ + 85
AD626	55dB ⁵	100kHz	2μV	2500μV	-40 ~ + 85
AD627	77dB ⁸	30kHz	1.2μV ⁸	200μV	-40 ~ + 85
AD628	75dB	600kHz	15μV	1500μV	-40 ~ + 85
AD629	77dB	500kHz	15μV	1000μV	-40 ~ + 85
AD8202	82dB ⁹	50kHz ⁹	10μV ⁹	1000μV	-40 ~ + 125
AD8203	82dB ¹⁰	60kHz ¹⁰	10μV ¹⁰	1000μV	-40 ~ + 125
AD8205	78dB ^{11、12}	50kHz ¹²	15μV ¹²	2000μV	-40 ~ + 125
AD8206	76dB ^{9、11}	100kHz ⁹	15μV ¹²	2000μV	-40 ~ + 125
AD8210	100dB ⁹	500kHz ⁹	8μV	1000μV	-40 ~ + 150
AD8212	90dB ¹³	450kHz ⁹	15μV ¹²	1000μV	-40 ~ + 125
AD8213	90dB ¹³	450kHz ⁹	10μV ¹²	2000μV	-40 ~ + 125
AD8220	90dB ¹³ 、116dB ¹³	1 MHz	0.8μV	0.8μV	-40 ~ + 85
AD8221	80dB、130dB	562kHz	0.25μV	60μV	-40 ~ + 125
AD8221	90dB、140dB	562kHz	0.25μV	25μV	-40 ~ + 125
AD8222	80dB、130dB	750kHz	0.25μV	120μV	-40 ~ + 85
AD8225	86dB ⁸	900kHz ⁸	1.5μV ⁸	325μV	-40 ~ + 85
AD8230	110dB ¹⁴	2kHz	3μV	10μV	-40 ~ + 125
AD8250	80dB、100dB	10,000kHz	0.4μV	100μV	-40 ~ + 125
AD8251	80dB、100dB	10,000kHz	0.4μV	100μV	-40 ~ + 125
AD8553	100dB、120dB ¹⁵	1kHz	0.7μV	20μV	-40 ~ + 85
AD8555	80dB ¹⁶ 、96dB ¹⁷	700kHz ¹⁶	0.5μV	10μV	-40 ~ + 125
AD8556	80dB ¹⁶ 、94dB ¹⁷	700kHz ¹⁶	0.5μV	10μV	-40 ~ + 140
AMP03	85dB ¹⁸	3000kHz ¹⁸	2μV ¹⁸	400μV ¹⁸	-40 ~ + 85

注

¹ DC ~ 30Hz² DC ~ 1Hz³ 最小帯域幅 (G = 100)⁴ 標準帯域幅 (G = 16)⁵ CMRR (ゲイン 10 および 100)⁶ 総オフセット電圧 RTI (G = 100)⁷ ゲイン = 500⁸ ゲイン = 5⁹ ゲイン = 20¹⁰ ゲイン = 14¹¹ DC ~ 20kHz¹² ゲイン = 50¹³ 標準¹⁴ ゲイン 10 ~ 1000¹⁵ ゲイン = 100¹⁶ ゲイン = 70¹⁷ ゲイン = 1280¹⁸ ゲイン = 1

索引

数字

2 オペアンプ構成の計装アンプ:

アーキテクチャ 2-5

回路図 2-4

制限:

高 CMR 2-6

出力振幅 2-5

設計上の考慮 2-4

伝達関数 2-4

同相設計 2-5

3 オペアンプ構成の計装アンプ 2-2, 2-3

CMR トリミング回路 5-23

CMV 範囲の低減、回路図 2-3

回路図 2-2

帰還抵抗、ゲイン誤差、回路 5-10

設計上の考慮 2-3

アルファベット

A

AC 同相ノイズ対周波数 [表] 5-20

AC 入力結合 5-2

AD620:

CMR の周波数特性 3-4

EKG モニタ・トランスデューサ 6-23

簡略回路図 3-4

業界標準 3-2, 3-3

クローズド・ループ・ゲインの周波数特性 3-4

ゲインの非直線性 3-5

サーミスタ・トランスデューサ 6-23

小信号パルス応答 3-5

測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23

低電力計装アンプ 6-20

入力回路 5-6

熱電対トランスデューサ 6-23

ピン配置 3-3

フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23

ホール・センサ・トランスデューサ 6-23

モノリシック計装アンプ 5-10

ロードセル・トランスデューサ 6-23

AD620 シリーズ:

RFI 回路 5-15

入力回路図 5-6

AD621:

AD620 に比べてはるかに優れた固有の精度 3-6

CMR の周波数特性 3-7

EKG モニタ・トランスデューサ 6-23

簡略回路図 3-6

クローズド・ループ・ゲインの周波数特性 3-7

ゲインの非直線性 3-7

サーミスタ・トランスデューサ 6-23

小信号パルス応答 3-7

測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23

熱電対トランスデューサ 6-23

フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23

ホール・センサ・トランスデューサ 6-23

モノリシック計装アンプ 5-11

ロードセル・トランスデューサ 6-23

AD622:

低価格の計装アンプ:

CMR の周波数特性 3-5

クローズド・ループ・ゲインの周波数特性

3-5, 3-6

ゲインの非直線性 3-5

フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23

ホール・センサ・トランスデューサ 6-23

AD623:

3 オペアンプ構成の計装アンプを基本 3-17

CMR の周波数特性 3-18

EKG モニタ・トランスデューサ 6-23

RFI 低減回路 5-16

RFI フィルタ 5-16

簡略回路図 3-17

クローズド・ループ・ゲインの周波数特性 3-18

ゲイン非直線性 3-18

サーミスタ・トランスデューサ 6-23

小信号パルス応答 3-18

測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23

単電源データ回路 6-20

入力アーキテクチャ 5-6

入力回路 5-6

熱電対トランスデューサ 6-23

フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23

複合:

ADC を直接駆動、回路 6-5

CMR 6-4

回路 6-4

回路図 6-5

ホール・センサ・トランスデューサ 6-23

レール to レール 5-1

AD626:

ディファレンス・アンプ:

単電源または両電源 4-7

CMR 比 4-8

簡略回路図 4-8

ゲイン 4-8

信号パルス応答 4-8

電流検知 (シャント) トランスデューサ 6-23

レベル・センサ・トランスデューサ 6-23

AD627:

CMR の周波数特性 2-6, 3-19

EKG モニタ・トランスデューサ 6-23

RFI 低減回路 5-15

簡略回路図 3-19

帰還ループ 3-19

クローズド・ループ・ゲインの周波数特性 3-20

ゲイン非直線性 3-20

サーミスタ・トランスデューサ 6-23

- 式、ゲイン 3-19
- 従来型のブリッジ回路 6-19
- 小信号パルス応答 3-20
- 測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23
- 低電力 6-25, 6-26
- 入力回路 5-6
- 熱電対トランスデューサ 6-23
- フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23
- ホール・センサ・トランスデューサ 6-23
- モノリシック 2 オペアンプ構成 2-5, 2-6
- AD628:**
 - 高精度ゲイン・ブロック:
 - 回路 6-6
 - ゲインー 10、回路 6-10
 - ゲイン+ 10、回路 6-9
 - ゲイン+ 11、回路 6-10
 - ゲイン+ 1、回路 6-11
 - 高 CMR 6-6
 - 外付け部品を使用しない 6-9
 - 高同相電圧ディファレンス・アンプ 4-6
 - CMRR の周波数特性 4-7
 - 回路接続図 4-6
 - 簡略回路図 4-6
 - ゲイン調整 4-6
 - 小信号周波数応答 4-7
 - 大信号周波数応答 4-7
 - 帯域幅ゲイン・ブロック 6-11
 - 低ゲイン、回路 6-7
 - ディファレンス・アンプ 6-13
 - ディファレンス/スケーリング・アンプ 6-6
 - 電流検知 (シャント) トランスデューサ 6-23
 - ブロック図 1-5
 - レベル・センサ・トランスデューサ 6-23
- AD629:**
 - 高電圧測定 6-2
 - 回路接続図 6-2
 - サーミスタ・トランスデューサ 6-23
 - ディファレンス・アンプ 1-5, 1-8, 6-16
 - 高同相電圧 6-17
 - 同相電圧範囲が非常に高い 6-12
 - 電流検知 (シャント) トランスデューサ 6-23
 - モノリシック・ディファレンス・アンプ 2-1
 - ユニティ・ゲインのディファレンス・アンプ 4-8
 - CMR の周波数特性 4-9
 - 結線図 4-9
 - レベル・センサ・トランスデューサ 6-23
- AD8130:**
 - 加算回路:
 - 周波数応答 6-16
 - 性能グラフ 6-16
 - 高周波差動レシーバ/アンプ:
 - CMR の周波数特性 4-9, 4-10
 - 電源電圧 対 周波数応答 4-10
 - ブロック図 4-9
- AD8200** ファミリー、電流検出ディファレンス・アンプ 4-2
- AD8202:**
 - 電流検出ディファレンス・アンプ:
 - 2 段システム・アーキテクチャ 4-3
 - 簡略回路図 4-2
 - 内部結線図 4-2
 - 電流検知 (シャント) トランスデューサ 6-23
 - ハイサイド電流の測定 6-18
- AD8203:**
 - 電流検出ディファレンス・アンプ:
 - 2 段システム・アーキテクチャ 4-3
 - ゲイン 14 4-2
- AD8205:**
 - ディファレンス・アンプ:
 - 単電源 4-3, 4-4
 - CMRR 4-3
 - 簡略回路図 4-3
 - 電流検出ディファレンス・アンプ、ゲイン 50 4-2
 - 電流検知 (シャント) トランスデューサ 6-23
- AD8206**、ディファレンス・アンプ、ゲインと消費電力 4-4
- AD8210:**
 - ディファレンス・アンプ:
 - CMRR と周波数および温度の関係 4-5
 - 電流シャント・モニタ IC、ブロック図 4-4
 - 電流シャント・アンプ、高同相入力 4-1
 - モータ制御のアプリケーション 6-19
- AD822**、ユニティ・ゲインのインバータ 6-20
- AD8220:**
 - CMRR の周波数特性 3-8
 - EKG モニタ・トランスデューサ 6-23
 - FET 入力のゲイン・プログラマブル 3-8
 - JFET 計装アンプ、入力回路 5-7
 - JFET 入力回路 5-7
 - 内部結線図 3-8
 - フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23
- AD8221:**
 - CMRR A-1
 - CMRR の仕様 3-3
 - CMR の周波数特性 3-3, A-3
 - EKG モニタ・トランスデューサ 6-23
 - 温度特性 A-2
 - 簡略回路図 3-2
 - クローズド・ループ・ゲインの周波数特性 3-3
 - ゲイン A-2
 - ゲイン帯域幅 3-2
 - ゲインの計算式 A-5
 - サーミスタ・トランスデューサ 6-23
 - 出力 A-2
 - 仕様 A-1
 - 表 A-1 ~ A-2
 - 測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23
 - ダイナミック応答 A-2
 - 超低ノイズ・デバイス 5-5
 - 電圧オフセット A-1
 - 電源 A-2
 - 特性 3-2 ~ 3-3
 - 入力 A-2

- 入力回路 5-5
- 入力電流 A-1
- 熱電対トランスデューサ 6-23
- ノイズ A-1
- ピン配置 3-3
- フィルタ回路 5-13, 5-16, 5-19
- フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23
- ブリッジ回路 1-1
- ホール・センサ・トランスデューサ 6-23
- 歪みゲージ、高 CMRR 6-5
- リファレンス入力 A-2
- ロードセル・トランスデューサ 6-23
- AD8222:
 - EKG モニタ・トランスデューサ 6-23
 - 真の差動出力の計装アンプ 6-1
 - デュアル計装アンプ:
 - 差動出力 3-3
 - 内部結線図 3-3
 - 入力回路 5-5
 - 熱電対トランスデューサ 6-23
 - フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23
 - ホール・センサ・トランスデューサ 6-23
 - ロードセル・トランスデューサ 6-23
- AD8225:
 - EKG モニタ・トランスデューサ 6-23
 - RFI フィルタ回路 5-16
 - サーミスタ・トランスデューサ 6-23
 - 測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23
 - 入力回路 5-5
 - モノリシック 3-16, 5-11
 - CMR の周波数特性 3-16
 - 簡略回路図 3-16
 - ゲイン非直線性 3-16
 - レベル・センサ・トランスデューサ 6-23
 - ロードセル・トランスデューサ 6-23
- AD8230:
 - オートゼロ機能 3-8 ~ 3-15
 - CMR 3-12
 - ゲイン設定 3-12
 - ゲインの周波数特性 3-12
 - 信号サンプリング・レート 3-9
 - 内部結線図 3-8
 - 内部動作 3-9 ~ 3-12
 - ゼロ・ドリフト、入力回路 5-6
 - 測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23
 - 入力回路 5-6
 - 熱電対トランスデューサ 6-23
 - ホール・センサ・トランスデューサ 6-23
 - ロードセル・トランスデューサ 6-23
- AD8250:
 - ゲインプログラマブル 3-20
 - 医療アプリケーション 3-20
 - 回路図 3-20
 - データ・アキュイジション 3-20
 - 測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23
 - 入力回路 5-7
 - ホール・センサ・トランスデューサ 6-23
- AD8251:
 - ゲインプログラマブル 3-20
 - 医療アプリケーション 3-20
 - 回路図 3-20
 - データ・アキュイジション 3-20
 - 測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23
 - ホール・センサ・トランスデューサ 6-23
- AD8553:
 - EKG モニタ・トランスデューサ 6-23
 - オートゼロ機能:
 - 回路図 3-13
 - 電流モード 3-12, 3-13
 - ピン・アサイン図 3-13
 - 高精度の電流源:
 - 回路 6-3
 - 積分器 6-3
 - 低周波の差動入力 6-3
 - ゼロ・ドリフト、入力回路 5-7
 - チョップパ型 3-13
 - レベル・センサ・トランスデューサ 6-23
- AD8555:
 - RFI フィルタ回路 5-17
 - オートゼロ機能/チョップパ 3-13
 - CMRR の周波数特性 3-15
 - 回路図 3-14
 - クローズド・ループ・ゲインの周波数特性 3-15
 - ゼロ・ドリフト:
 - センサ・アプリケーション 5-8
 - 入力回路 5-8
 - ゼロ・ドリフト、センサ信号用アンプ 3-13 ~ 3-15
 - ピン・アサイン図 3-13
 - センサ・アンプ 5-17
 - 測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23
 - フォトダイオード・センサ・トランスデューサ 6-23
 - ロードセル・トランスデューサ 6-23
- AD8556:
 - オンチップ EMI/RFI フィルタ:
 - DC オフセット・シフト 5-18
 - DC 入力オフセット値 5-18
 - 差動モード RFI/EMI、テスト回路 5-18
 - 同相 RFI/EMI 信号、テスト回路 5-18
 - ブロック図 5-17
 - ゼロ・ドリフトセンサの信号用アンプ 3-13
 - EMI/RFI フィルタ 3-15
 - ブロック図 3-15
 - センサ・アプリケーション 5-8
 - 測温抵抗体 (RTD) トランスデューサ 6-23
 - 入力回路 5-8
 - ロードセル・トランスデューサ 6-23
- ADC:
 - インターフェース回路:
 - 単電源 6-13 ~ 6-14
 - SNR 6-14
 - 同相入力 6-14
 - 計装アンプ回路とのマッチング 7-1 ~ 7-8

計装アンプとの使用を推奨 [表] 7-2 ~ 7-6

高レベルインターフェース 6-13, 6-14

システム分解能に対するコンバータの分解能とプリアンプのゲイン [表] 7-1

要件、算出 7-1

ADuC812、12 ビット ADC、マイク ロコントローラ内蔵 6-26

AMP03:

差動アンプ 7-8

モノリシック、ユニティ・ゲイン、ディファレンス・アンプ:

CMRR の周波数特性 4-5

機能ブロック図 4-5

クロズド・ループ・ゲインの周波数特性 4-5

高 CMRR の周波数および温度の関係 4-5

小信号パルス応答 4-6

C

CCD 撮像 7-7

撮像装置 1-6

CMR 1-1 ~ 1-5, 1-7, A-3

AC A-3

計装アンプ A-3

DC 値 1-3

オペアンプと計装アンプの比較 1-3, 1-4

計装アンプ 1-7, A-3

信号増幅 1-1 ~ 1-3

同相電圧 1-2

トリミング 5-23

CMRR A-3

回路、低下 2-1

計装アンプ A-3

ゲインと正比例して増大 2-3

式 1-2

定義 1-2

CMV 1-2

D

DC リターン経路、回路図 5-2

Digi-Key 社、製品番号 PS1H102G-ND 5-14

E

ECG:

回路図 6-22

モニタ・トランスデューサ、特性 [表] 6-23

EKG、ECG を参照

ESD:

過負荷保護 5-7

入力の保護 5-5

I

IR 社のタイプ SD101 シリーズ 5-9

J

JohansonDielectrics 社、X2Y コンデンサ 5-19

J タイプ熱電対 6-26

O

OP177、積分器 6-16

OP27、トランスミッタの性能 6-13

P

PID ループ、積分器 6-3

PulseEngineering、同相チョーク 5-20

R

RC カップリング部品、選択とマッチング 5-3

RFI:

回路 [図] 5-13

整流誤差、低減 5-12 ~ 5-20

入力フィルタ部品値、選択 5-14

RFI 減衰量、X2Y と従来の同相フィルタ 5-19

RFI 整流:

誤差低減、計装回路 5-12

誤差低減、フィルタ回路 5-13

RFI 低減、同相 RF チョーク使用 5-20

RFI のテスト 5-21

RFI フィルタ 5-16 ~ 5-18

計装アンプ用 5-17

設計 5-12 ~ 5-20

帯域幅 5-13

RTI、計装アンプ A-4

RTI 誤差 5-11, 5-12

RTO、計装アンプ A-4

RTO 誤差 5-11, 5-12

S

SSM2019、オーディオ・プリアンプ 6-26

SSM2141、差動ライン・レシーバ 6-26

SSM2143、差動ライン・レシーバ 6-26

X

X2Y コンデンサ 5-19

静電氣的モデル 5-19

かな

い

医療用 ECG モニタ回路 6-22

医療用計装機器 1-6

インピーダンス、高入力 1-8

え

遠隔負荷の検出、回路 6-24

お

オートゼロ機能付き計装アンプ 3-8 ~ 3-15

オフセット誤差 5-12

オフセット電流 A-4

オフセット電流誤差 1-8

オペアンプ:

CMR 1-3

計装アンプとの比較 1-1 ~ 1-5

減算器、計装アンプとして 2-1

ディファレンス・アンプ、ブロック図 2-1

温度勾配、誤算の原因 5-11

か

外部 CMR、性能 5-23

回路図：

ブリッジ・プリアンプ 1-1

ブリッジ：

3 オペアンプ構成の計装アンプ、CMR 1-4

3 オペアンプの CMR 1-4

加算アンプ：

回路 6-15

高入力インピーダンス 6-15

高速非回転 6-15 ～ 6-16

過渡電圧、過負荷保護 5-9

過負荷：

過渡状態 5-5

定常状態 5-5

監視 1-6

け

計装アンプ：

2 オペアンプ 2-4 ～ 2-6

3 オペアンプ 2-2 ～ 2-4

CMR トリミング回路 5-23

帰還抵抗、設計 5-10

3 オペアンプのブリッジ回路、CMR 1-4

AC 結合回路 5-2

AC 入力結合、部品の推奨値 [表] 5-4

CMR 1-7

DC 精度、設計上の課題 5-9

RFI 除去測定、回路図 5-21

アプリケーション 5-1 ～ 5-23

アプリケーション回路 6-1 ～ 6-26

安定化 5-1

一覧 [表] 3-1

一覧表 B-1, B-2

オートゼロ機能 3-8 ～ 3-15

オペアンプとの比較 3-1

相違点 1-1 ～ 1-4

回路：

ADC とのマッチング 7-1 ～ 7-8

CMR 6-4

基礎 1-1 ～ 1-9

機能ブロック図 1-6

高性能 3-2 ～ 3-5

高速、高性能回路 7-8

高品質、定義 1-7 ～ 1-9

固定ゲイン、DC 性能 5-11

差動出力回路 6-1

差動入力信号と同相入力信号、回路 1-6

出力 5-3

バッファ、低インピーダンス 5-4

仕様 A-1 ～ A-6

外付け抵抗 1-7

外付け保護ダイオード 5-9

多重化 7-7

単電源：

重要な仕様 A-6

入力および出力振幅 5-1

単電源動作 5-1

直列保護抵抗の値 [表] 5-8

定義 1-1

低消費電力、単電源 3-19 ～ 3-20

低電力、出力バッファリング 6-25

低ノイズ 1-8

電源バイパス [図] 5-1

動作ゲイン [表] 2-4

特性 1-7 ～ 1-9

トランスデューサ・インターフェース・アプリケーション 6-21

内部特性 2-1 ～ 2-6

入力グラウンド・リターン 5-2

入力特性 1-2

入力保護の基本 5-5 ～ 5-9

バイポーラ入力段、高 CMR 2-3

バッファ ADC、DC 補正 7-7

複合、回路 6-4

ホイトストン・ブリッジ 6-19

マイクロパワー、RFI 回路 5-15

モノリシック 3-1 ～ 3-20

設計 3-2 ～ 3-8

単電源動作 3-17

利点 3-1

モノリシック・ディファレンス 4-1 ～ 4-10

用途 1-5 ～ 1-6

利点 1-7

リファレンス入力：

CMR 誤差 5-4

駆動 5-4

両電源動作 5-1

レール to レール出力振幅 [図] 5-1

計装回路、入力バッファ、CMR 1-4

ゲイン 1-8

バッファ方式の減算器回路 2-2

ゲイン誤差 A-5, A-6

入力信号レベルの差 5-10

ゲイン抵抗：

誤差の原因 5-11

必要な値 [表] 3-18

ゲイン・ドリフトを最小限に抑える 5-9

ゲインの温度特性 A-6

ゲイン範囲 A-5

ケーブル、シールド 6-24

ケーブル終端 5-5

減算器アンプ 4-1 ～ 4-10

減算器回路：

入力バッファリング、回路図 2-1

バッファ方式、回路図 2-2

こ

高周波差動レシーバ／アンプ 4-9

高精度の 48V バス・モニタ：

回路 6-17

高精度の 49V バス・モニタ:

 入力直線性対出力 6-18

高精度の 50V バス・モニタ:

 リモート電圧測定、回路 6-17

高精度の 51V バス・モニタ:

 温度ドリフト 6-18

高精度の電圧／電流コンバータ 6-24, 6-25

高速ショットキ・バリア整流器 5-9

高速信号調整 1-6

高速データ・アクイジション 7-7

高電圧:

 測定:

 新しいシステム:

 回路 6-2

 クロスプロット 6-2

 性能 6-2

 非直線性誤差 6-2

 方法、回路 6-1

高電圧モニタ、回路 6-16

誤差、算出 5-12

さ

サーマル・タイプ・センサ・トランスデューサ、特性 [表]
6-23

サーミスタ・トランスデューサ、特性 [表] 6-23

差動出力、回路 6-1

差動信号電圧 1-1

差動入力回路:

 2 極ローパス・フィルタ 6-8

 単極ローパス・フィルタ 6-6

し

従来型のブリッジ回路 6-19

重量測定トランスデューサ、特性 [表] 6-23

出力換算、RTO を参照

出力振幅 1-9

出力バッファ、低電力計装アンプ 6-25

仕様、計装 A-3

ショットキ・ダイオード 5-8, 5-9

ジョンソン・ノイズ 5-5

シリコン・ダイオード 5-8

信号電圧、オペアンプ回路で 1-3

す

スイッチ:

 ハイサイド 6-19

 ローサイド 6-18

スルーレート、計装アンプ 1-9

せ

制御 1-6

 計装アンプ 1-6

静止電源電流 A-4, A-5

静電破壊、ESD を参照

セトリグ時間 5-23

 計装アンプ A-5

ゼロ・ドリフト計装アンプ 7-5, 7-6

そ

総オフセット誤差 A-4

総合ノイズ 5-12

総誤差 A-4

測温抵抗体トランスデューサ、特性 [表] 6-23

外付けゲイン抵抗、温度勾配、誤差の原因 5-11

外付け保護ダイオード 5-8

ソフトウェアでプログラム、計装アンプ 1-6

た

帯域幅 1-8, 1-9

ダイオード、リーク電流 5-8

単電源／ブリッジ構成トランスデューサ、特性 [表]
6-23

単電源レシーバ、回路 6-26

ち

チェビシェフ・フィルタ、値 5-22

直線性、最適直線法 A-6

チョッパ型の計装アンプ 3-13

つ

ツェナー・ダイオード 6-17

て

抵抗値:

 各ゲインについて [表] 4-7

 計装アンプ用 [表] 5-8

ディファレンス・アンプ 6-16

 IC 1-5

 アプリケーション回路 6-1 ~ 6-26

 一覧表 B-1

 回路図 1-5

 高電圧測定 6-1 ~ 6-5

 対非直線性 6-17

 ブロック図 1-5

 モノリシック 4-1 ~ 4-10

 表 4-1

 用途 1-5 ~ 1-6

データ・アクイジション 1-5

デカップリング 5-1

電圧:

 オフセット 1-7

 差動信号 1-1

 同相 1-1

電圧オフセット A-3, A-4

電圧／電流コンバータ 6-25

電圧ドリフト、最小限のオフセット、設計 5-9

電源デカップリング 5-1

電源バイパス 5-1

伝達関数、非直線性 A-6

電流検知トランスデューサ、特性 [表] 6-23

電流センサ・インターフェース 6-24, 6-25

電流トランスミッタ、回路 6-12

電力 1-9

電力対帯域幅 1-9

と

動作電圧範囲 A-4

同相 RF チョーク、計装アンプの RFI フィルタの代わり
5-20

同相ゲイン 1-2

同相電圧 1-1, 1-2

オペアンプ回路 1-3

同相ノイズ除去、CMR を参照

同相ノイズ除去比、CMRR を参照

同相フィルタ：

X2Y コンデンサを使用 5-19

従来の 5-19

トランス結合入力、DC リターン経路 [図] 5-2

トランスデューサ、特性 [表] 6-23

な

ナイキスト基準 7-8

に

入力および出力電圧振幅 A-6

入力換算、RTI を参照

入力ノイズ 5-12

入力バイアス 1-8, A-4

ね

熱 EMF 5-10

熱電対アンプ、単電源計装 6-26

熱電対効果 5-10

熱電対トランスデューサ、特性 [表] 6-23

の

ノイズ 1-9

グラウンド 6-12, 6-13

低ノイズ 1-8

ノイズ誤差 5-12

は

ハイサイド電流の検出 6-19

バイポーラ・ブリッジ、低ドロップアウト、ドライバ
6-20

パワース・フィルタ、値 5-22

パワー制御 1-6

ひ

非直線性 A-6

低い 1-8

ビデオ・アプリケーション 1-6

比例／積分／微分、PID を参照

ふ

フィルタ：

2 極ローパス、周波数応答 6-8

RFI 5-13, 5-16 ～ 5-18

差動：

基本回路 5-13

帯域幅 5-13, 5-14

同相、X2Y コンデンサを使用 5-19

同相帯域幅 5-14

部品の値、コーナー周波数 [表] 6-9

ローパス、S/N 比の改善 5-21, 5-22

フォトダイオード・センサ・トランスデューサ、特性 [表]
6-23

複合計装アンプ：

回路 6-4

CMR 6-4

ゲイン 100 における CMR 6-4

ゲイン 2 における CMR 6-4

複合計装アンプ回路：

高周波数 CMR 6-3 ～ 6-5

AC 励起を使用 6-5

さまざまなゲイン、各種回路 6-4

ブリッジ：

アプリケーション 6-19

ブリッジ回路 5-13

フロート・センサ・トランスデューサ、特性 [表] 6-23

へ

ベッセル・フィルタ、値 5-22

変換、差動-シングルエンド 1-9

ほ

ホール・センサ・トランスデューサ、特性 [表] 6-23

ま

マイクロパワー計装アンプ、RFI 回路 5-15

も

モノリシックディファレンス・アンプ 4-1 ～ 4-10

アプリケーション 4-1

ゆ

歪みゲージ、測定、AC 励起を使用 6-5

歪みゲージ・ブリッジ・トランスデューサ、特性 [表]
6-23

れ

レール to レール入力 1-9

レシーバ回路 6-26

レベル・センサ・トランスデューサ、特性 [表] 6-23

ろ

ロードセル・トランスデューサ、特性 [表] 6-23

ローパス・フィルタ：

4 極：

値 5-22

推奨される部品値 [表] 5-22

デバイスの索引

製品	ページ
2N2222	6-17
AD520	3-2
AD522	B-1, B-2
AD524	3-3, B-1, B-2
AD526	A-4, B-1, B-2
AD580	2-5
AD584	2-5
AD589	6-20
AD620	3-1 to 3-6, 3-17, 5-6, 5-8, 5-10, 5-12, 5-15, 5-20, 6-20, 6-23 to 6-25, A-4, B-1, B-2
AD620 series	3-2, 5-6, 5-15
AD620A	5-12, A-4
AD620AR	7-2
AD621	1-8, 3-1, 3-6, 3-7, 5-6, 5-8, 5-11, 6-23, A-5, B-1, B-2
AD622	3-1, 3-5, 3-6, 5-6, 5-8, 6-23, B-1, B-2
AD623	3-1, 3-17, 3-18, 5-1, 5-6, 5-8, 5-16, 6-4, 6-5, 6-20, 6-23, 6-24, A-4, B-1, B-2
AD623AR	7-3
AD624	B-1, B-2
AD625	B-1, B-2
AD626	4-1, 4-7, 4-8, 6-23, 6-24, 6-25, B-1, B-2
AD627	2-5, 2-6, 3-1, 3-19, 3-20, 5-6, 5-8, 5-15, 5-16, 6-19, 6-20, 6-23 to 6-26, A-4 to A-6, B-1, B-2
AD627AR	7-4
AD628	1-5, 4-1, 4-6, 4-7, 6-6 to 6-11, 6-13, 6-14, 6-23, B-1, B-2
AD629	1-5, 1-8, 2-1, 4-1, 4-8, 4-9, 6-2, 6-12, 6-16, 6-17, 6-23, B-1, B-2
AD630	6-5
AD630AR	6-5
AD704	5-22
AD705	6-24, 6-25
AD706	5-22
AD820	6-25
AD822	6-20
AD823	7-8
AD825	7-8
AD830	7-8
AD871	7-8
AD7266	7-7, 7-8
AD7321	7-4, 7-5
AD7322	7-7, 7-8
AD7323	7-4, 7-5
AD7327	7-4, 7-5

製品	ページ
AD7450	6-13, 6-14
AD7453/AD7457	7-2
AD7466	7-6
AD7476	6-17, 7-6
AD7476A	7-6
AD7610	7-2, 7-4
AD7661	7-3
AD7663	7-2, 7-4
AD7685	6-22, 7-2, 7-5, 7-6
AD7687	7-2, 7-5
AD7776	6-20
AD7862/AD7864	7-3
AD7863/AD7865	7-3
AD7866	7-3
AD7890/AD7891/AD7892	7-3
AD7895	7-2
AD7898-3	7-4
AD7920	7-4
AD7923/AD7927	7-4
AD7940	7-3
AD7942	7-5
AD8130	4-1, 4-9, 4-10, 6-15
AD8130 series	4-9
AD8200 family	4-1, 4-2
AD8202	4-1 to 4-3, 6-18, 6-19, 6-23, B-1, B-2
AD8203	4-1 to 4-3, B-1, B-2
AD8205	4-1 to 4-4, 6-23, B-1, B-2
AD8206	4-1, 4-4, B-1, B-2
AD8210	4-1, 4-4, 4-5, 6-19, B-1, B-2
AD8212	4-1, B-1, B-2
AD8213	4-1, B-1, B-2
AD8220	3-1, 3-8, 5-7, 5-8, 5-13, 6-21 to 6-23, B-1, B-2
AD8220AR	7-4
AD8221	1-1, 3-1 to 3-3, 5-5, 5-6, 5-8, 5-13, 5-15, 5-16, 5-19, 6-3, 6-5, 6-23, 6-24, A-1 to A-3, A-5, B-1, B-2
AD8221AR	7-2
AD8222	3-1, 3-3, 5-5, 5-8, 5-13, 6-1, 6-23, B-1, B-2
AD8225	3-1, 3-16, 5-5, 5-8, 5-11, 5-16, 6-3, 6-23, 7-3, B-1, B-2
AD8230	3-1, 3-8 to 3-12, 5-6, 5-8, 6-23, A-5, B-1, B-2
AD8230RZ	7-5
AD8250	3-1, 3-20, 5-7, 5-8, 6-23, 7-5, B-1, B-2
AD8251	3-1, 3-20, 5-8, 6-23, 7-5, B-1, B-2

AD8553	3-1, 3-12, 3-13, 5-7, 5-8, 6-3, 6-23, B-1, B-2
AD8553RM	7-6
AD8555	3-1, 3-13 to 3-15, 5-8, 5-17, 6-23, B-1, B-2
AD8555AR/AD8556ARZ	7-6
AD8556	3-1, 3-13, 3-15, 5-8, 5-17, 5-18, 6-23, B-1, B-2
AD8618	6-21, 6-22
AD8641	6-24
AD8642	6-24
AD8643	6-24
AD8698	2-1, 2-2, 2-4
AD9240	7-8
ADR425	6-17
ADR431	6-13, 6-14
ADR435	6-22
ADuC812	6-26
AMP01	6-24
AMP03	4-1, 4-5, 4-6, 6-24, 7-8, B-1, B-2
OP27	6-12, 6-13
OP177	6-16
OP297	5-22
OP497	5-22
OP777AR	6-17
OP1177	2-1, 2-2, 6-5
OP2177	2-1, 2-2, 2-4, 6-21, 6-22
SSM2019	6-26
SSM2141	6-26
SSM2143	6-26



©2006 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
商標および登録商標はそれぞれの会社の所有です。
G02678j-0-3/08(B)



アナログ・デバイセズ株式会社

本 社 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル
大阪営業所 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪 MT ビル 2 号

お問い合わせは…

www.analog.com/jp/contact フリーダイヤル ☎0120-390769 サンキューアナログ

www.analog.com/jp/inamps