

### 特長

高コモン・モード入力電圧レンジ:  $\pm 120V$  ( $V_S = \pm 15V$ 時)

ゲインレンジ:  $+0.01 \sim +100$

動作温度レンジ:  $-40^\circ C \sim +85^\circ C$

電源電圧レンジ

デュアル電源:  $\pm 2.25V \sim \pm 18V$

単電源:  $+4.5V \sim +36V$

優れたACおよびDC性能

オフセット温度安定性RTI:  $10 \mu V/^\circ C$  (最大値)

オフセット:  $\pm 1.5mV$  (最大値)

CMRR RTI: 75dB (最小値)、DC $\sim 500Hz$ 、 $G = 1$

### アプリケーション

高電圧電流シャント・センシング

プログラマブル・ロジック・コントローラ

アナログ入力フロントエンド信号処理:  $+5V$ 、 $+10V$ 、 $\pm 5V$ 、

$\pm 10V$ および $4mA \sim 20mA$

センサー信号調整

電源モニタリング

電気油圧制御

モータ制御

### 概要説明

AD628は優れたDC性能と幅広い周波数レンジでの高いコモン・モード除去性能を兼ね備えた、高精度の計装アンプです。高電圧のスケールリングに使用すると、単電源動作のA/Dコンバータ用プリアンプとして、標準の制御電圧または電流を簡単に変換できます。広帯域フィードバック・ループが採用されているので、 $\Sigma$ - $\Delta$ 型A/Dコンバータのコンデンサの充電によって発生する歪みの影響が最小限に抑えられます。

リファレンス・ピン ( $V_{REF}$ ) は、バイポーラ信号をシフトしたユニポーラ信号に変換するのに必要なDCオフセットをかけます。AD628は $+5V$ 、 $+10V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 10V$ および $4mA \sim 20mA$ の入力信号を、単電源動作のA/Dコンバータの入力レンジ内のシングルエンド出力に変換します。

AD628は、 $\pm 120V$ の入力コモン・モードおよび差動モードの動作レンジに対応します。このデバイスはコモン・モード入力インピーダンスが高いので、シャント抵抗にかかる高電圧の測定に最適です。バッファアンプの反転入力を利用して、リモート・ケルビン接続を行うことができます。

高精度の $10k\Omega$ 抵抗を外部ピンに接続すると、ローパス・フィルタが形

機能ブロック図

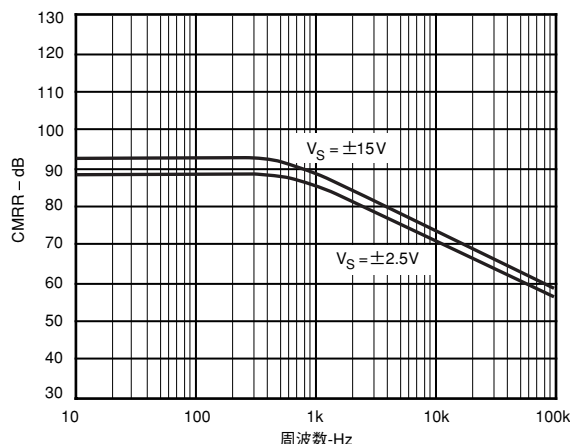
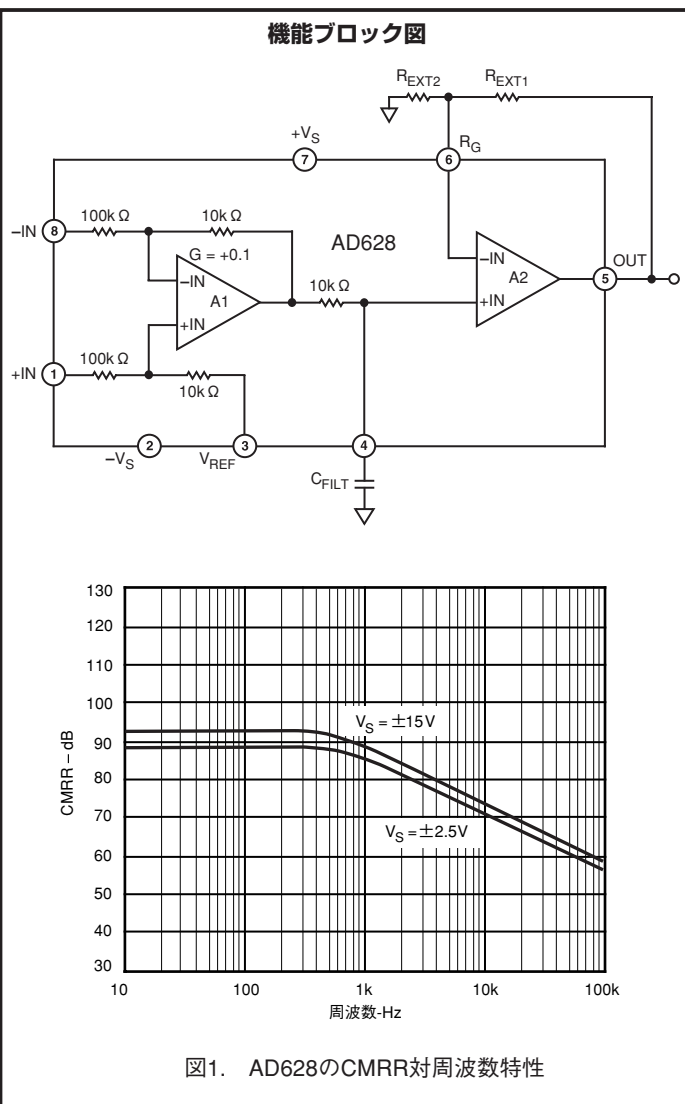


図1. AD628のCMRR対周波数特性

成されるか、または大きな差動入力信号を分圧減衰させることができます。また、1個のコンデンサを付加するだけで、ローパス・フィルタが構成されます。

AD628は単電源およびデュアル電源で動作し、8ピンSOICパッケージが用意されています。MSOPパッケージについては、弊社までお問い合わせください。このデバイスは、 $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ の標準的な産業温度レンジで動作します。

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

# AD628—仕様

(特に注記のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 2\text{k}\Omega$ 、 $R_{EXT1} = 10\text{k}\Omega$ 、 $R_{EXT2} = \infty$ )

パラメータ	条件	Min	Typ	Max	単位
計装アンプ + 出力アンプ ゲイン計算式 ゲイン・レンジ ゲイン・ドリフト オフセット電圧 対温度ドリフト CMRR 対温度ドリフト(RTI) PSRR (RTI) 入力電圧レンジ コモン・モード 差動 ダイナミック応答特性 −3dB小信号帯域幅 フルパワー帯域幅 セトリング時間 スルーレート ノイズ(RTI) スペクトル密度	$G = 0.1[R_{EXT4}/(R_{EXT4} + 10\text{k}\Omega)] (1 + R_{EXT1}/R_{EXT2})$ 図4参照  500Hz  $V_S = \pm 10\text{V} \sim \pm 18\text{V}$  $G = 0.1$  $G = 0.1, 0.01\%$ まで、100Vステップ  1kHz 0.1Hz ~ 10Hz	0.01*  −1.5  75 75 77	   4 1 94  600 5  0.3  300 15	  +1.5 8 4 4    40          ±120 ±120	V/V V/V ppm/°C mV $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ dB dB $(\mu\text{V}/\text{V})/^\circ\text{C}$ dB V V kHz kHz $\mu\text{s}$ $\text{V}/\mu\text{s}$ nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ $\mu\text{Vp-p}$
計装アンプ ゲイン 誤差 対温度ドリフト 非直線性 対温度ドリフト オフセット電圧(RTI) 対温度ドリフト 入力インピーダンス 差動 コモン・モード CMRR (RTI) 対温度ドリフト 出力抵抗値 誤差	全温度範囲に対して 500Hz	−0.1   −1.5    75 75  −0.1	0.1 +0.01  3  220 55 1 10	+0.1 5 5 10 +1.5 8  4  +0.1	V/V % ppm/°C ppm ppm mV $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ k $\Omega$ k $\Omega$ dB $(\mu\text{V}/\text{V})/^\circ\text{C}$ dB k $\Omega$ %
出力アンプ ゲイン計算式 非直線性 オフセット電圧 対温度ドリフト 出力電圧スイング  バイアス電流 オフセット電流 CMRR オープン・ループ・ゲイン	$G = 1, V_{OUT} = \pm 10\text{V}$  $R_L = 2\text{k}\Omega$ $R_L = 10\text{k}\Omega$  $V_{CM} = \pm 13\text{V}$ $V_{OUT} = \pm 13\text{V}$	$G = (1 + R_{EXT1}/R_{EXT2})$ −0.15 −13.8 −14.2  130 130	   1.5 0.2    3 0.5	0.5 +0.15 0.6 +13.6 +14.1  3 0.5	V/V ppm mV $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ V V nA nA dB dB
電源 動作レンジ 無負荷時電源電流		±2.25		±18 1.6	V mA
温度範囲		−40		+85	°C

仕様は予告なく変更されることがあります。

仕様 (特に注記のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $R_L = 2\text{k}\Omega$ 、 $R_{\text{EXT}1} = 10\text{k}\Omega$ 、 $R_{\text{EXT}2} = \infty$ )

パラメータ	条件	Min	Typ	Max	単位
計装アンプ + 出力アンプ					
ゲイン計算式	$G = 0.1[R_{\text{EXT}4}/(R_{\text{EXT}4} + 10\text{k}\Omega)](1 + R_{\text{EXT}1}/R_{\text{EXT}2})$				V/V
ゲイン・レンジ	図4参照	0.01*		100	V/V
オフセット電圧	$V_{\text{OCM}} = 2.25\text{V}$	-3.0		+3.0	mV
対温度ドリフト			6	15	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
CMRR		75			dB
対温度ドリフト(RTI)	500Hz	75			dB
PSRR (RTI)	$V_S = 4.5\text{V} \sim 10\text{V}$		1	4	$(\mu\text{V}/\text{V})/^\circ\text{C}$
入力電圧レンジ	$V_{\text{REF}} = 2.5\text{V}$	77	94		dB
コモン・モード*		-12		+17	V
差動			$\pm 15$		V
ダイナミック応答特性					
-3dB小信号帯域幅	$G = 0.1$		440		kHz
フルパワー帯域幅			30		kHz
セトリング時間	$G = 0.1, 0.01\%$ まで、30Vステップ		15		$\mu\text{s}$
スルーレート			0.3		$\text{V}/\mu\text{s}$
ノイズ(RTI)					
スペクトル密度	1kHz		350		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	0.1Hz~10Hz		15		$\mu\text{Vp-p}$
計装アンプ					
ゲイン			0.1		V/V
誤差		-0.1	+0.01	+0.1	%
非直線性				3	ppm
対温度			3	10	ppm
オフセット電圧(RTI)				2.5	mV
対温度				10	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
入力インピーダンス					
差動			220		$\text{k}\Omega$
コモン・モード			55		$\text{k}\Omega$
CMRR (RTI)		75			dB
対温度ドリフト	全温度範囲に対して		1	4	$(\mu\text{V}/\text{V})/^\circ\text{C}$
	500Hz	75			dB
出力抵抗値			10		$\text{k}\Omega$
誤差		-0.1		+0.1	%
出力アンプ					
ゲイン計算式			$G = (1 + R_{\text{EXT}1}/R_{\text{EXT}2})$		V/V
非直線性	$G = 1, V_{\text{OUT}} = 1\text{V} \sim 4\text{V}$			0.5	ppm
オフセット電圧				0.15	mV
対温度ドリフト				0.6	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
出力電圧スイング	$R_L = 2\text{k}\Omega$	1		4	V
	$R_L = 10\text{k}\Omega$	0.9		4.1	V
バイアス電流			1.5	3	nA
オフセット電流			0.2	0.5	nA
CMRR	$V_{\text{CM}} = 1\text{V} \sim 4\text{V}$	130			dB
オープン・ループ・ゲイン	$V_{\text{OUT}} = 1\text{V} \sim 4\text{V}$	130			dB
電源					
動作レンジ		$\pm 2.25$		+36	V
無負荷時電源電流				1.6	mA
温度範囲		-40		+85	$^\circ\text{C}$

\*  $V_{\text{REF}}$ 値の増減に応じて、この電圧値をもっと大きくすることが可能です。

仕様は予告なく変更される場合があります。

# AD628

## 絶対最大定格\*

電源電圧	±18V
内部電力損失	図2を参照
入力電圧（コモン・モード）	±120V
差動入力電圧	±120V
出力短絡持続時間	無制限
保管温度範囲	-65°C ~ +125°C
動作温度範囲	-40°C ~ +85°C
リード端子温度範囲（10秒のハンダ付け）	300°C

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

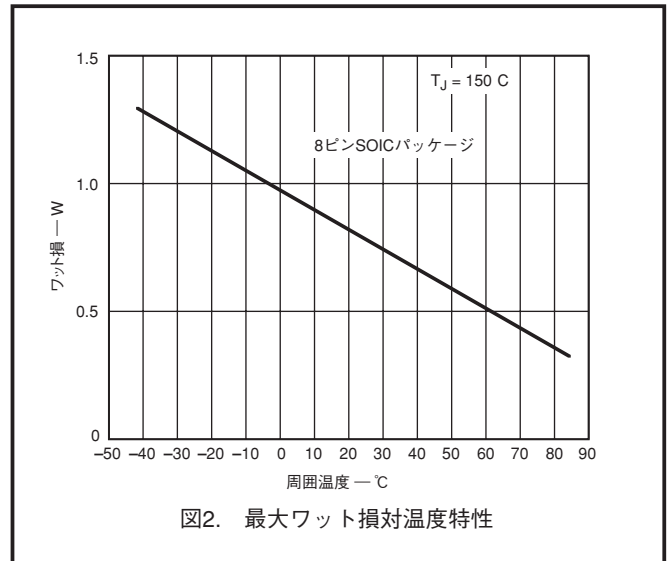


図2. 最大ワット損対温度特性

## オーダー・ガイド

モデル	温度レンジ	パッケージ	パッケージ・オプション
AD628ARN	-40°C ~ +85°C	8ピンSOIC	RN-8
AD628ARM	-40°C ~ +85°C	8ピンMSOP	RM-8
(弊社にお問い合わせください。)			
AD628AR-EVAL		評価用ボード	

## 注意

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

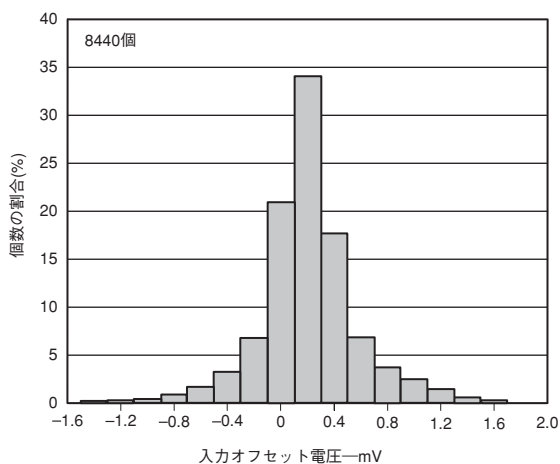


## ピン配置

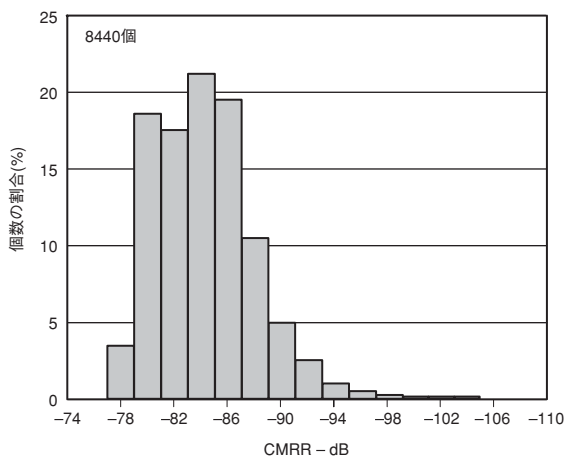


## ピン機能説明

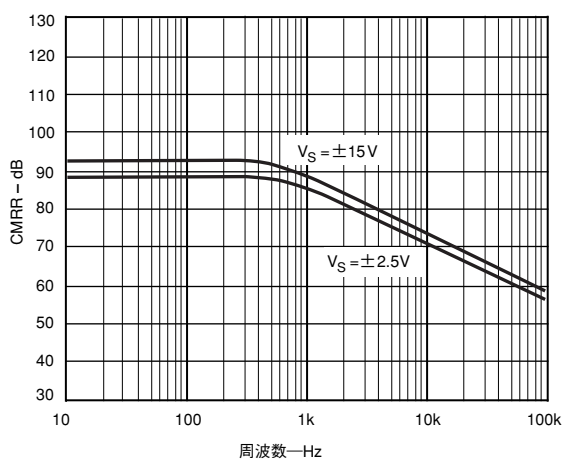
ピン番号	記号	機能
1	+IN	非反転入力
2	-Vs	負電源電圧
3	VREF	リファレンス電圧入力
4	C <sub>FILT</sub>	フィルタ・コンデンサ接続ピン
5	OUT	アンプ出力
6	R <sub>G</sub>	出力アンプの反転入力
7	+Vs	正電源電圧
8	-IN	反転入力



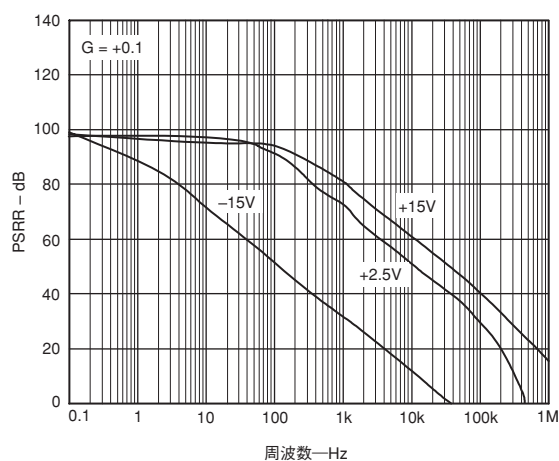
TPC 1. 入力オフセット電圧の代表的な分布、 $V_S = \pm 15V$ 、SOICパッケージ



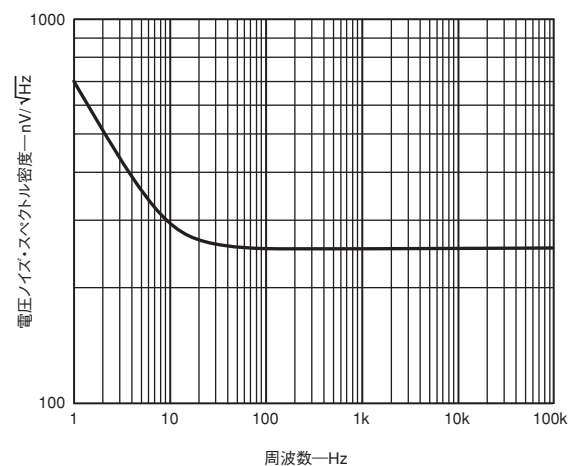
TPC 2. コモン・モード除去比の代表的な分布、SOICパッケージ



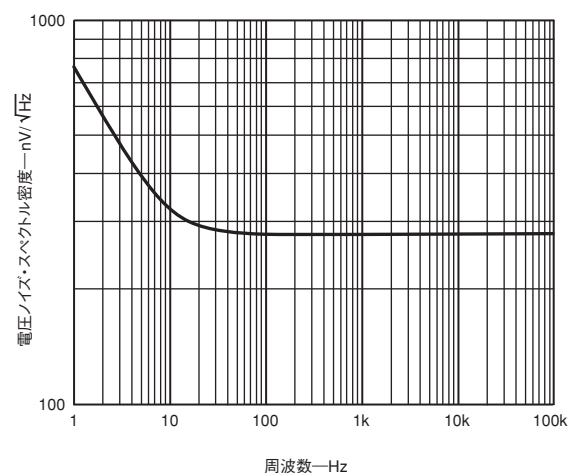
TPC 3. CMRR対周波数特性



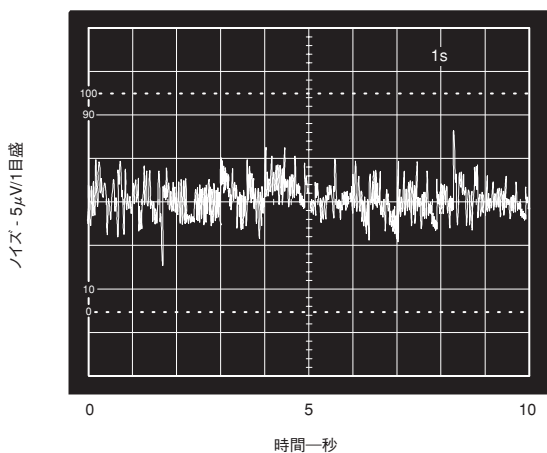
TPC 4. PSRR対周波数特性、単電源およびデュアル電源



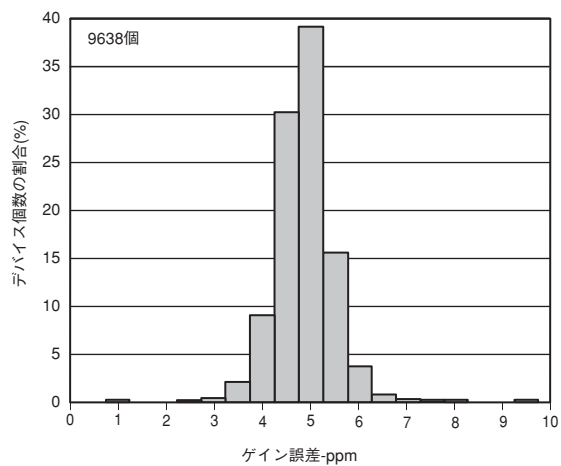
TPC 5. 電圧ノイズ・スペクトル密度、RTI、 $V_S = \pm 15V$



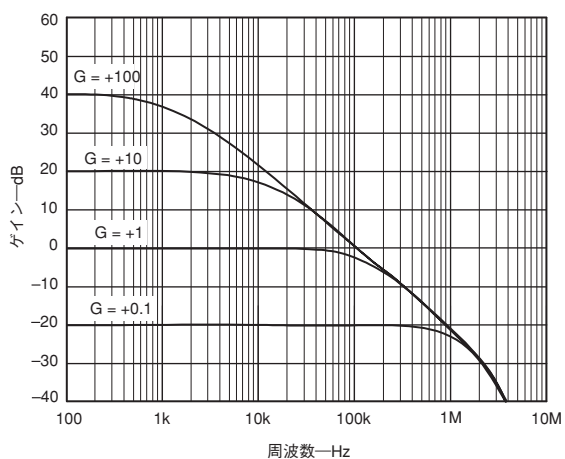
TPC 6. 電圧ノイズ・スペクトル密度、RTI、 $V_S = \pm 2.5V$



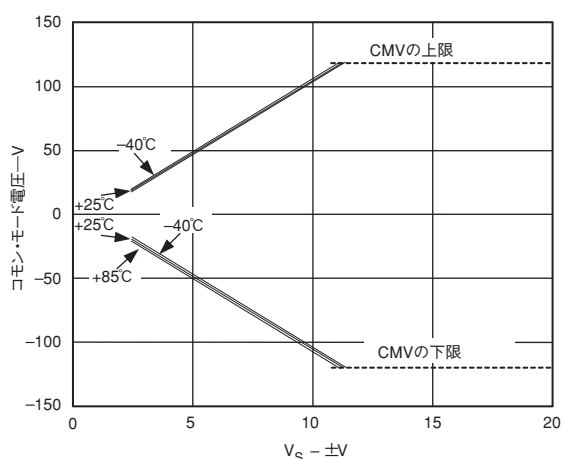
TPC 7. 0.1Hz~10Hz電圧ノイズ、RTI



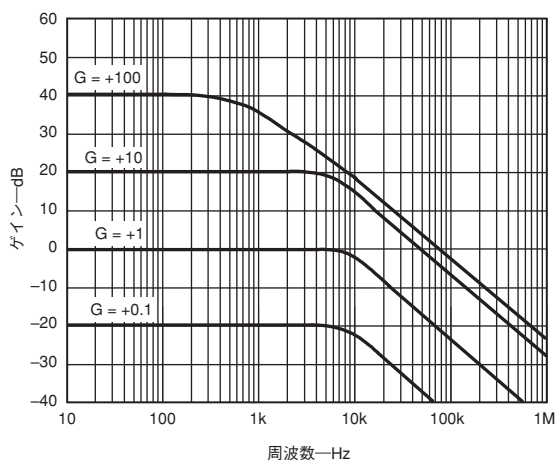
TPC 10. +1ゲイン誤差の代表的な分布



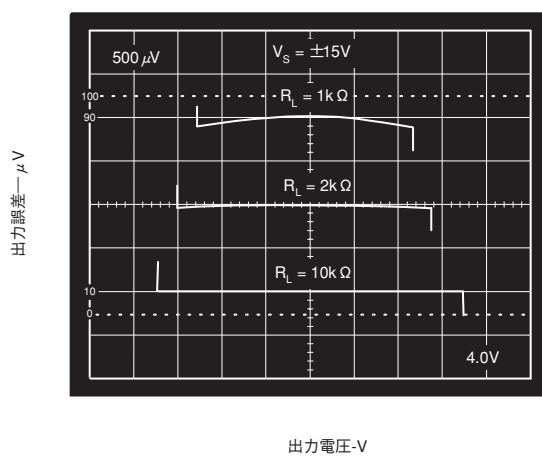
TPC 8. 小信号周波数応答特性、 $V_{OUT} = 200\text{mVp-p}$ 、 $G = +0.1, +1, +10$ および $+100$



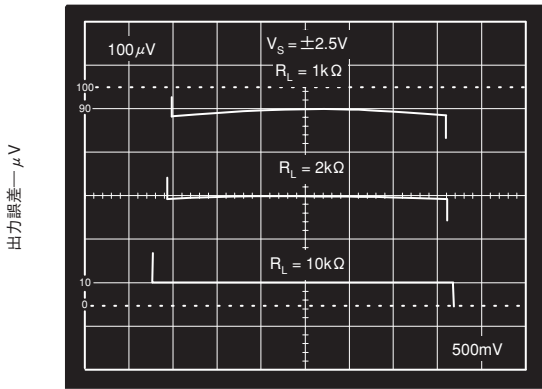
TPC 11. 3点の温度別のコモン・モード動作電圧レンジ対電源電圧特性



TPC 9. 大信号周波数応答性、 $V_{OUT} = 20\text{Vp-p}$ 、 $G = +0.1, +1, +10$ および $+100$

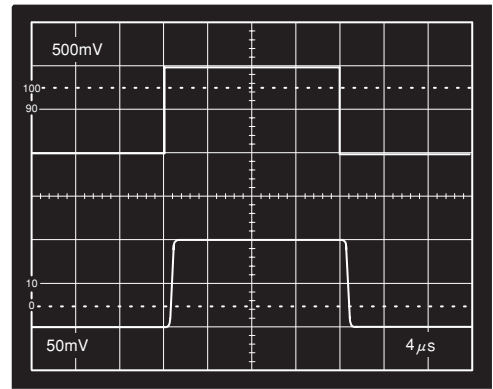


TPC 12. 正規化ゲイン誤差対 $V_{OUT}$ 特性、 $V_S = \pm 15\text{V}$

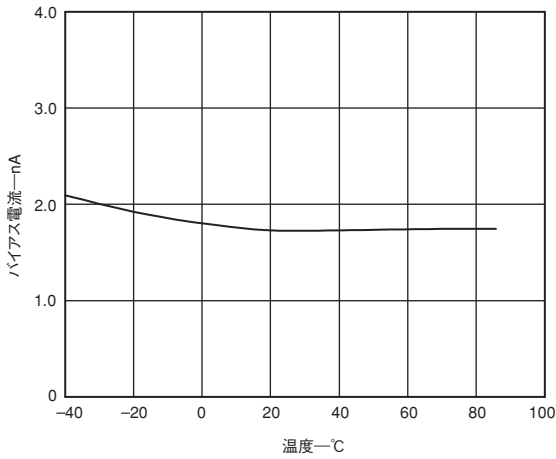


出力電圧—V

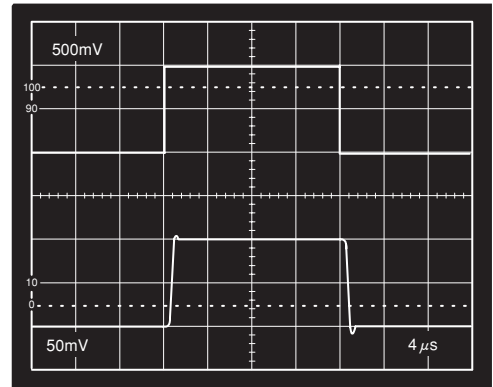
TPC 13. 正規化ゲイン誤差対 $V_{\text{OUT}}$ 特性、 $V_S = \pm 2.5\text{V}$



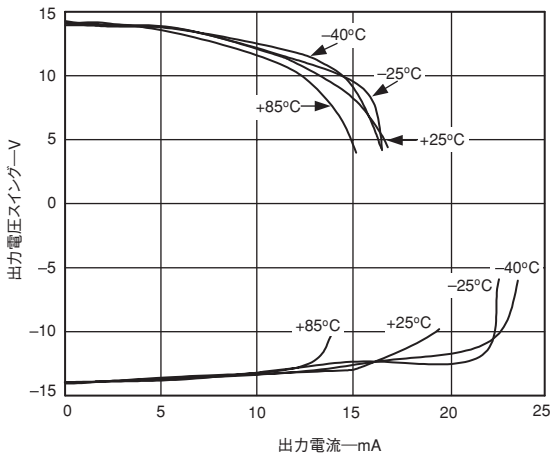
TPC 16. 小信号パルス応答特性、 $R_L = 2\text{k}\Omega$ 、 $C_L = 0\text{pF}$ 、  
上：入力、下：出力



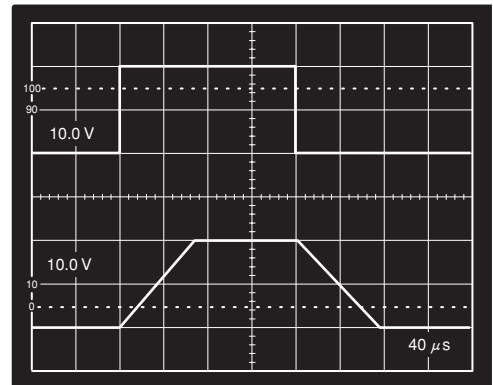
TPC 14. バイアス電流対温度特性、バッファ



TPC 17. 小信号パルス応答特性、 $R_L = 2\text{k}\Omega$ 、 $C_L = 1000\text{pF}$ 、  
上：入力、下：出力

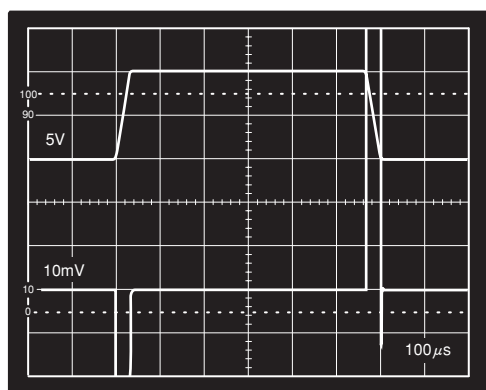


TPC 15. 出力電圧動作レンジ対出力電流特性

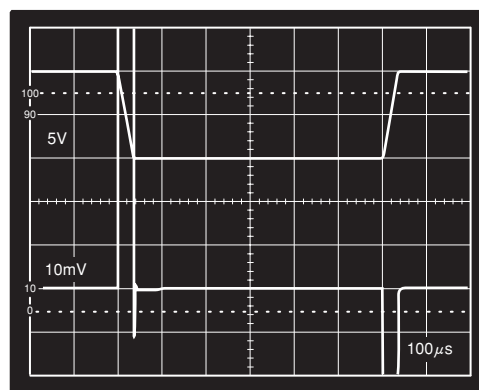


TPC 18. 大信号パルス応答特性、 $R_L = 2\text{k}\Omega$ 、 $C_L = 1000\text{pF}$ 、  
上：入力、下：出力

# AD628



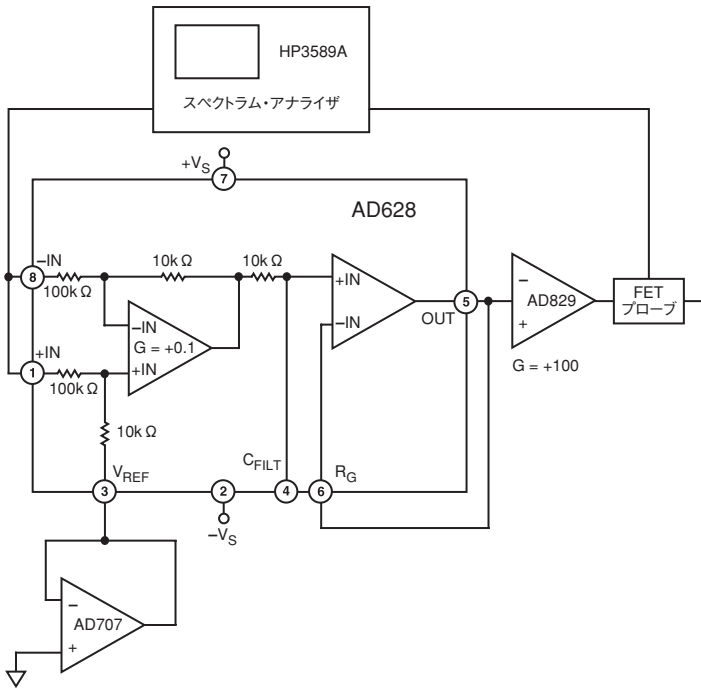
TPC 19. 0.01%までのセトリング時間、0V~10Vステップ



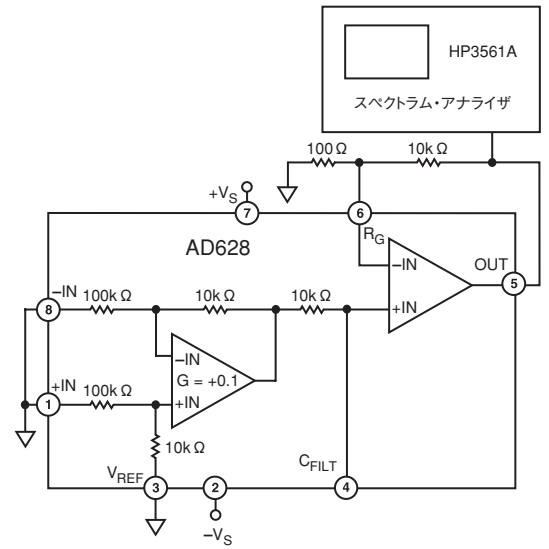
TPC 20. 0.01%までのセトリング時間、0V~10Vステップ



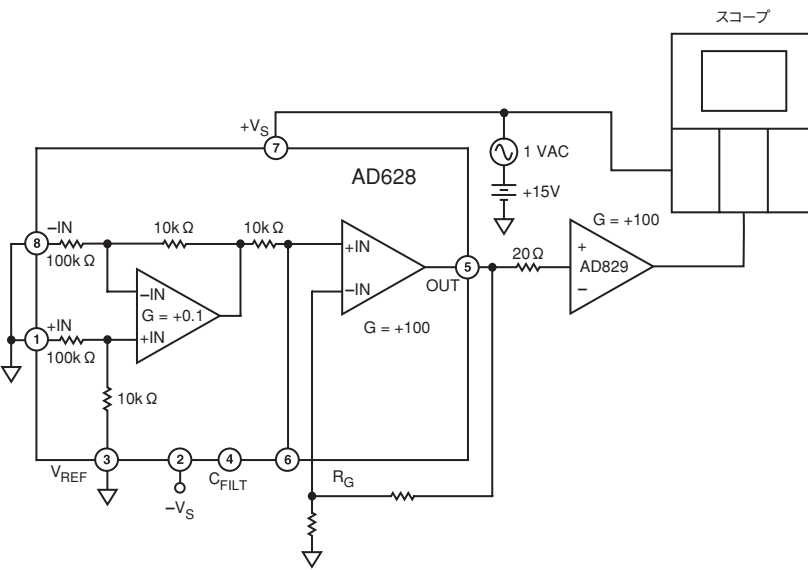
## テスト回路



テスト回路1. CMRR対周波数特性



テスト回路3. ノイズ・テスト



テスト回路2. PSRR対周波数特性

# AD628

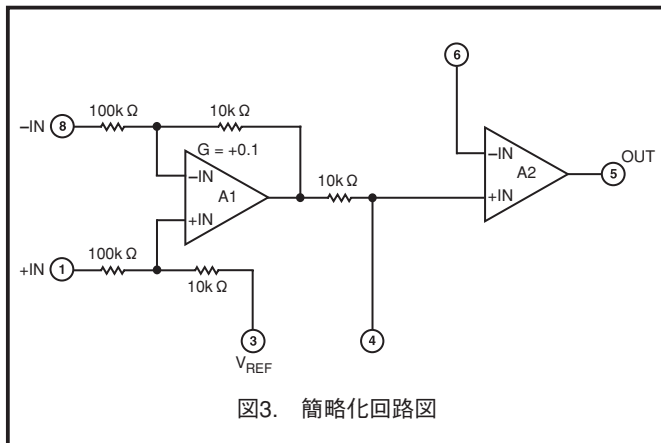


図3. 簡略化回路図

## 動作理論

AD628はユーザー設定が可能な出力アンプを備えた、高コモン・モード電圧の計装アンプです(図3、4参照)。入力に構成される高精度な11:1分圧器によって、150Vを超える差動モード電圧が正確にスケールされます。3番ピンでリファレンス電圧入力が可能です。計装アンプの出力コモン・モード電圧は、リファレンス・ピンに加えられる任意の電圧となります。特定用途向けに設定されていないアンプをゲイン用に構成する場合には、3番ピンを外部ゲイン抵抗の一端に接続すると、5番ピンから出力されるコモン・モード電圧が設定されます。

計装アンプの出力は、±0.1%以上の絶対精度にトリミングされている10 kΩ抵抗に内部接続されます。この抵抗は出力アンプの非反転入力に接続されており、4番ピンからアクセスできます。コンデンサを接続してローパス・フィルタを構成するか、抵抗を接続して出力電圧をさらに低減するか、あるいはクランプ回路を構成して出力スイングを制限することが可能です。

汎用用途に使える出力アンプは、高いオープン・ループ・ゲイン、ロー・オフセット、ロー・ドリフトのオペアンプで、その非反転入力には内部の10kΩ抵抗に接続されています。両方の入力に外部からアクセスできます。

慎重な回路レイアウトによって、高い周波数で非常に優れたコモン・モード除去比性能が達成されています。電源ピンである2番ピンと7番ピンに隣接する1番ピンと8番ピンに入力が接続されます。電源ピンはACグラウンド電位に維持されるので、周波数が高くなっても入力インピーダンスの平衡、つまりコモン・モード除去比性能が保持されます。

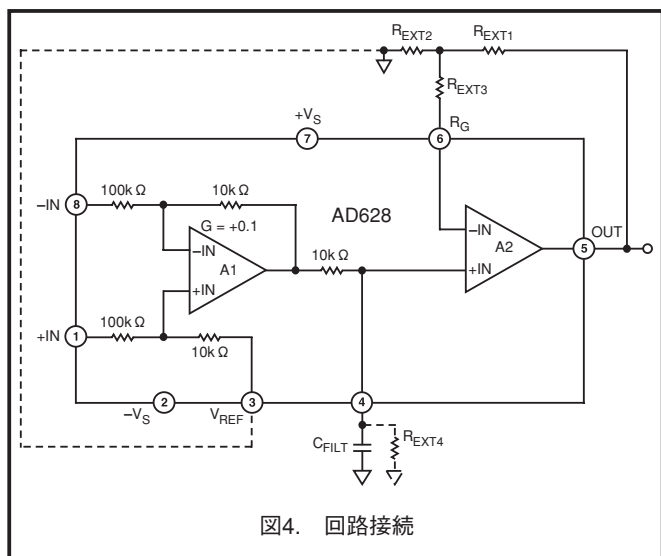


図4. 回路接続

## アプリケーション

### ゲイン調整

AD628のシステム・ゲインは、2個のアンプで構成されるアーキテクチャで設定されます。入力段のゲインは0.1固定ですが、出力バッファのゲインは以下のように変更可能です。

$$G = 1 + \frac{R_{EXT1}}{R_{EXT2}}$$

したがって、システム・ゲインは以下の式から求められます。

$$G = 0.1 \times \left( 1 + \frac{R_{EXT1}}{R_{EXT2}} \right)$$

バッファアンプの入力バイアス電流は、最大値が2nAという非常に低い値であり、バイアス電流によってバッファアンプに生じるオフセット電圧は無視できるレベルです(2nA×10kΩ = 20μV)。ただし、バイアス電流の影響を最小限に抑えるために、R<sub>EXT1</sub>とR<sub>EXT2</sub>は並列接続抵抗値が10 kΩとなるような値を選択してください。実際にR<sub>EXT1</sub>とR<sub>EXT2</sub>の並列接続に使用する抵抗値が10kΩより小さくなる場合には、その差を補償するために直列抵抗(R<sub>EXT3</sub>)を追加することができます。表1には、ゲイン設定値と対応する抵抗値を記載しています。

表1. 各ゲイン設定の為に1%標準抵抗値で最も近い値(図3を参照)

トータル・ゲイン (V/V)	A2のゲイン (V/V)	R <sub>EXT1</sub> (Ω)	R <sub>EXT2</sub> (Ω)	R <sub>EXT3</sub> (Ω)	R <sub>EXT4</sub> (Ω)
0.01	0.1	1k	∞	0	1.1k
0.02	0.2	2k	∞	0	249k
0.05	0.5	4.99k	∞	0	10k
0.1	1	10	∞	0	∞
0.2	2	20k	20k	0	∞
0.25	2.5	25.9k	18.7k	0	∞
0.5	5	49.9k	12.4k	0	∞
1	10	100k	11k	0	∞
2	20	200k	10.5k	0	∞
5	50	499k	10.2k	0	∞
10	100	1M	10.2k	0	∞

### 電圧レベル変換

産業用の信号処理および制御アプリケーションでは一般的に、リモート・センサーまたはアンプと中央の制御モジュール間の適切な接続が必要です。シグナル・コンディショナは最大±10Vフルスケールまでの出力電圧を供給しますが、3.3V~5Vロジック単電源で動作するA/Dコンバータまたはマイクロプロセッサの使用が一般的になってきました。このため、コントローラでも電圧の振幅とリファレンス電圧をさらに低減することが必要になります。

これに加えて、各実装場所間の電位の共通性を保持することが困難で、電源ラインのピークおよびサージが起因して、ユーティリティ・グリッド間で破壊的なエネルギーが発生する可能性もあります。AD628は、この両方の問題を解決する理想的なデバイスです。このアンプは信号電圧の破壊的なピークおよびサージを1/10まで減衰し、差動入力信号を目的の出力電圧にレベルシフトします。

電圧ドライブシステムまたは電流ループ・システムからの変換は、図5に示す回路を利用して容易に実現できます。この図では、各種の極性および振幅の入力を単電源動作のA/Dコンバータの入力に変換する回路を示しています。

3番ピンと10kΩ抵抗の下端を接続することによって、出力コモン・モード電圧を目的の電圧に調整できる点に注目してください。出力コモン・モード電圧は、リファレンス電圧と同じになります。

このようなアプリケーションの設計は、以下の簡単なステップで実行できます。

1. 必要とするゲインを決定します。たとえば、入力電圧を±10Vから0V～+5Vに変換する必要がある場合には、ゲインは5/20、つまり0.25になります。
2. 回路のコモン・モード電圧の変更が必要であるかどうかを決定します。この例として、A/DコンバータのAD7715-5を取り上げています。5V電源動作時には、AD7715のコモン・モード電圧は電源電圧の1/2、すなわち2.5Vになります。AD628のリファレンス・ピンと10kΩ抵抗の下側の端子を2.5Vの電圧源に接続すると、出力コモン・モード電圧は2.5Vになります。ここでのコモンモード電圧とは、AD入力信号の動作の midpoint 電位と考えて下さい。

表IIには、一般的な単電源動作A/Dコンバータの電源電圧に対応する抵抗およびリファレンスの値を記載しています。

**表 II. 電圧レベル変換アプリケーション用として標準に最も近い1%抵抗値**

入力電圧 (V)	ADCの電源電圧 (V)	目的の出力電圧 (V)	V <sub>REF</sub> (V)	R <sub>EXT1</sub> (kΩ)
±10	5	2.5	2.5	15
±5	5	2.5	2.5	40
+10	5	2.5	2.5	40
+5	5	2.5	2.5	90
±10	3	1.25	1.25	
±5	3	1.25	1.25	
+10	3	1.25	1.25	
+5	3	1.25	1.25	

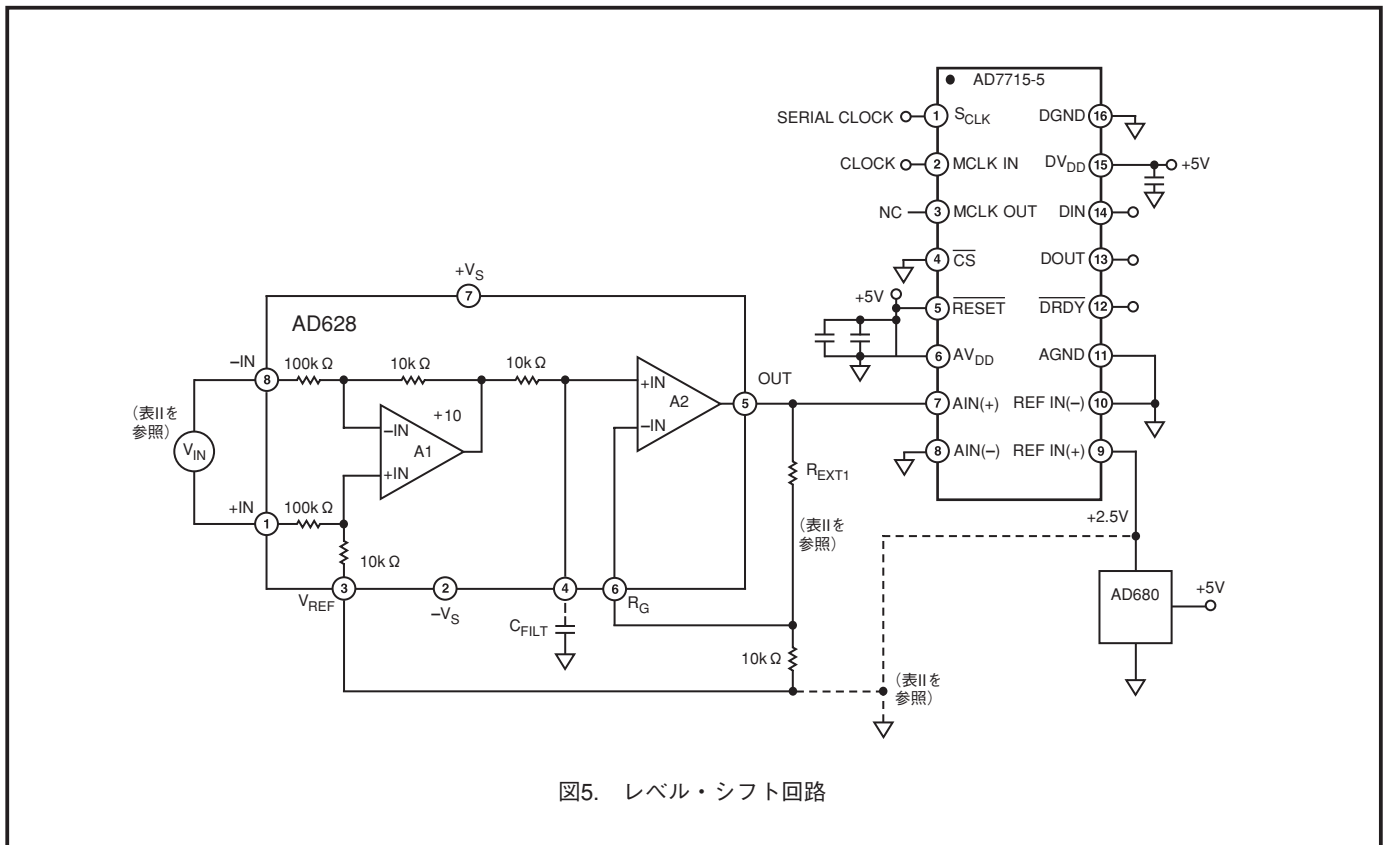


図5. レベル・シフト回路

# AD628

## 電流ループ・レシーバ

図6に示すレシーバ回路を利用すると、4mA~20mAの電流ループで送信されるアナログ・データを検出することが可能です。このアプリケーションでは、ループを安定化させるうえで十分なコンプライアンス電圧を使用して電流ループを駆動し、しかも最終的に生成されるコモン・モード電圧が、

一般的に使用される電源電圧を上回る場合があるので、AD628はこのような機能に最適なアンプです。大きな値のシャント抵抗を使用する場合には、非反転入力で発生する誤差を補償するために、値の等しい抵抗を反転入力と直列に接続することが必要である点に注意してください。

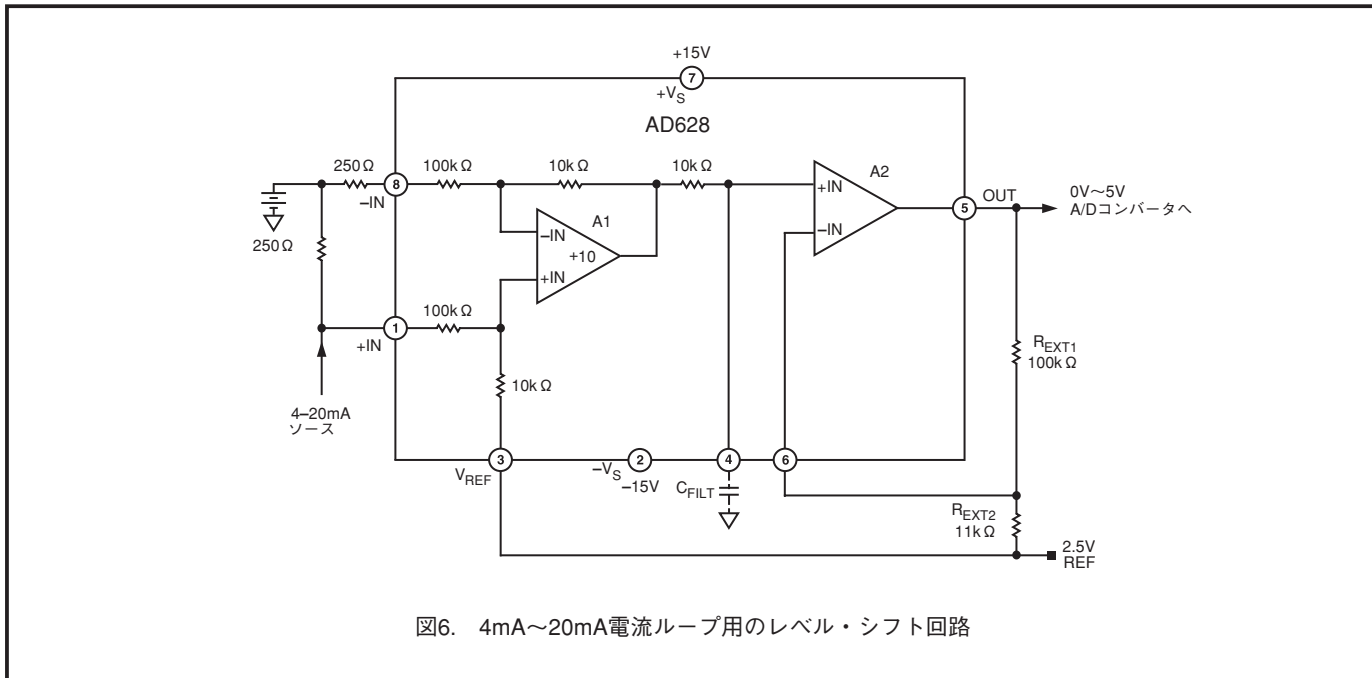


図6. 4mA~20mA電流ループ用のレベル・シフト回路

## バッテリー電圧のモニタリング

図7には、AD628を使用してバッテリー充電器をモニターする方法を示しています。損傷無しに、電源電圧の約8倍の電圧を入力に印加することが可能です。

抵抗分圧器の動作は、バッテリー充電器やそれと同様な装置で見られるような、多くの電源の測定アプリケーションに非常に適しています。

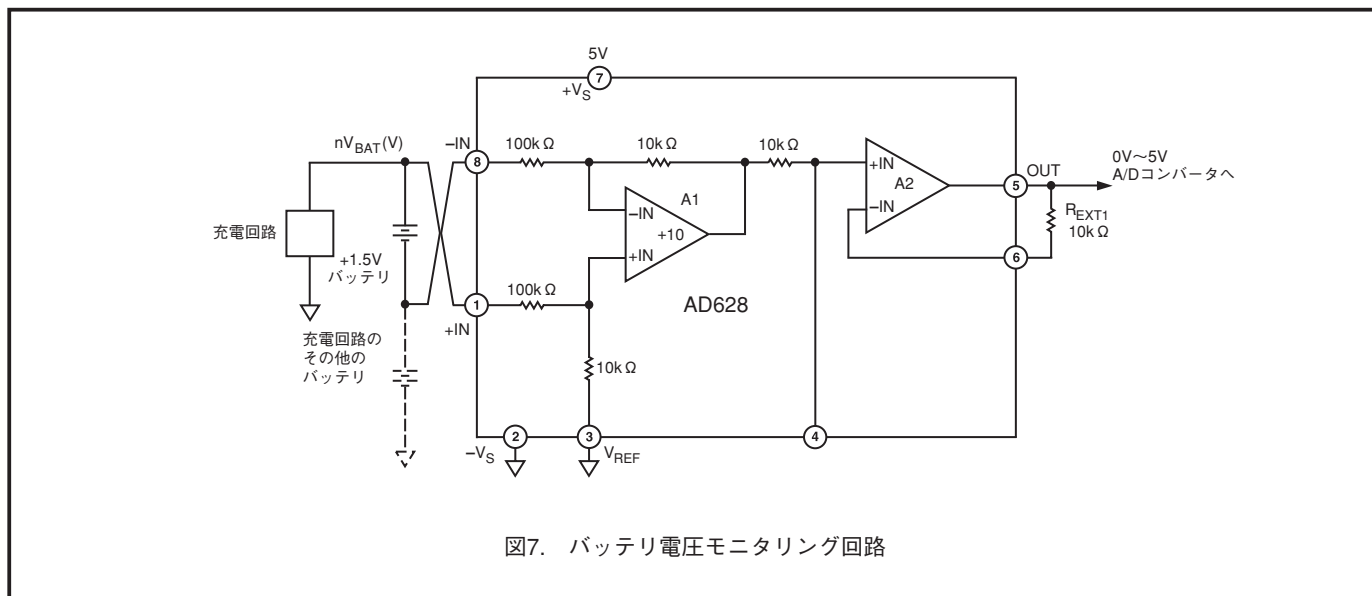


図7. バッテリー電圧モニタリング回路

## フィルタ・コンデンサの値

コンデンサを4番ピンに接続して、ローパス・フィルタを構成することが可能です。コンデンサの値は、以下の式に従って決定します。

$$C = 15.9 / f_t (\mu\text{F})$$

ここで、 $f_t$ は目的の3dBカットオフ周波数です。

表IIIには、いくつかのフィルタ周波数と、これに必要な最も近い標準コンデンサ値を記載しています。

表 III. フィルタ周波数に対応するコンデンサ値

周波数(Hz)	コンデンサ値( $\mu\text{F}$ )
10	1.5
50	0.33
60	0.27
100	0.15
400	0.039
1k	0.015
5k	0.0033
10k	0.0015

## ケルビン接続

ある特定のアプリケーションでは、アンプの反転入力を離れた場所の基準ポイントに接続することが望ましい場合があります。この方法によって、相互接続配線での回路損失の原因となる誤差が除去されます。AD628は、このようなタイプの接続に特に適しています(図8を参照)。

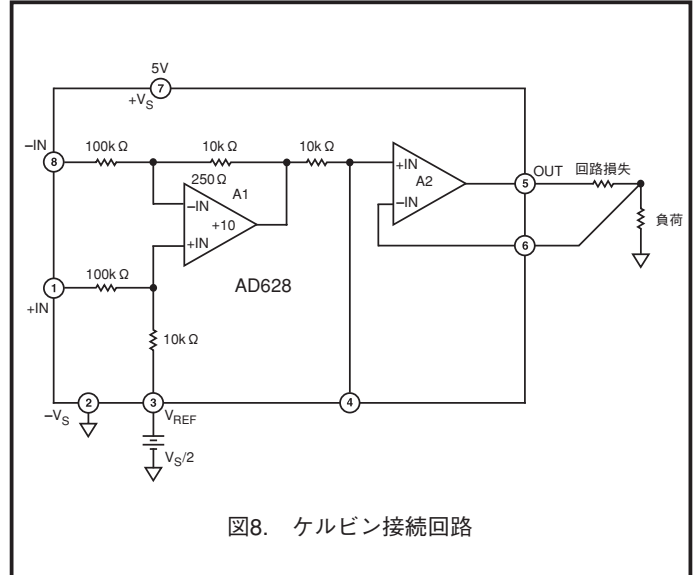
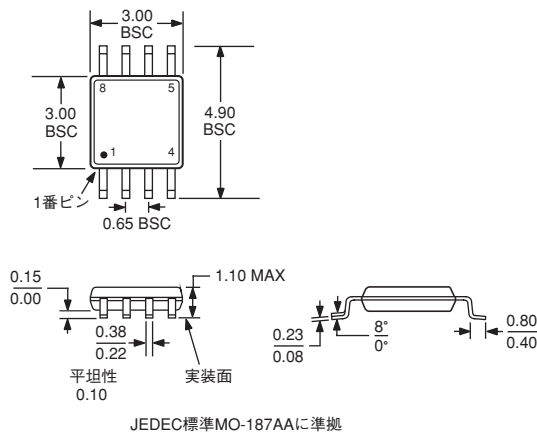


図8. ケルビン接続回路

## 外形寸法

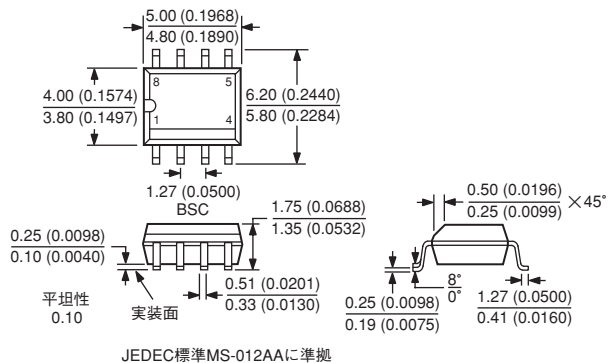
### 8ピンMSOPパッケージ[MSOP] (RM-8)

寸法はミリメートルで示します。



### 8ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ[SOIC] ナロー・ボディー (RN-8)

寸法はミリメートルと（インチ）で示します。



管理寸法はミリメートル単位です。インチ単位の寸法（括弧内）は、参考のためにミリメートル値を換算した値であり、設計には適していません。



# AD628

TDS:12/2003/700

PRINTED IN JAPAN



このデータシートはエコマーク認定の再生紙を使用しています。