



AD8212

機能ブロック図

動作溫度範圍: -40~+125℃

リモート・センシング

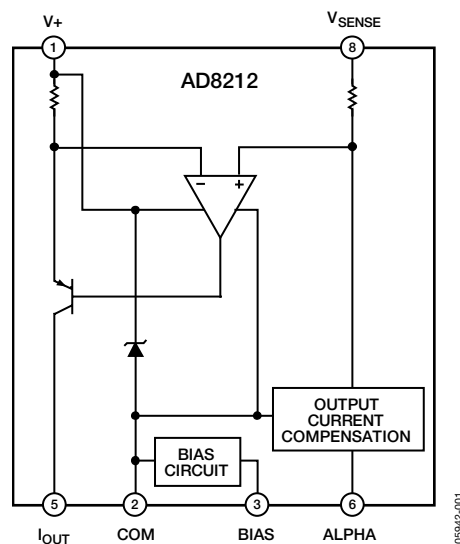


图1

AD8212は、高電圧動作モード用の出力ベース電流補償回路（特許取得済み）を持っています。そのため、外付けトランジスタで電流損失が生じることがなく、同相電圧や温度に関係なく優れた出力精度を維持します。

アナログ・デバイスズ株式会社

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
電話03(5402)8200

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
電話06(6350)6868

AD8212

目次

特長	1	通常動作（電源範囲（V+）：7～65V）	9
アプリケーション	1	外付けPNPトランジスタを使用した高電圧動作	10
機能ブロック図	1	出力電流補償回路	10
概要	1	アプリケーション情報	11
改訂履歴	2	一般的なハイサイドの電流検出	11
仕様	3	モータ制御	11
絶対最大定格	4	500V電流モニタ	11
ESDに関する注意	4	双方向電流の検出	12
ピン配置とピン機能の説明	5	外形寸法	13
代表的な性能特性	6	オーダー・ガイド	13
動作原理	9		

改訂履歴

11/07—Rev. 0 to Rev. A

Increased Operating Temperature Range

Universal

5/07—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定のない限り、 $V_S = 15V$ 、 $T_{OPR} = -40 \sim +125^{\circ}C$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$ 。

表1

Parameter	Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
SUPPLY VOLTAGE (V+)	No external pass transistor	7		65	V
	With external PNP transistor ¹	7		>500	V
SUPPLY CURRENT ²	($I_{SUPPLY} = I_{OUT} + I_{BIAS}$)				
	V+ = 7 V to 65 V	220		720	μA
	High voltage operation, using external PNP	200		1500	μA
VOLTAGE OFFSET					
Offset Voltage (RTI)	T_A			± 2	mV
Over Temperature (RTI)	T_{OPR}			± 3	mV
Offset Drift	T_{OPR}			± 10	$\mu V/^{\circ}C$
INPUT					
Input Impedance					
Differential			2		k Ω
Common Mode (V_{CM})	V+ = 7 V to 65 V		5		M Ω
Voltage Range					
Differential	Maximum voltage between V+ and V_{SENSE}			500	mV
V_{SENSE} (Pin 8) Current ³	V+ = 7 V to 65 V, T_{OPR}		100	200	nA
OUTPUT					
Transconductance			1000		$\mu A/V$
Current Range (I_{OUT})	7 V $\leq$ V+ $\leq$ 65 V, 0 mV to 500 mV differential input			500	μA
Gain Error for T_{OPR}	7 V $\leq$ V+ $\leq$ 65 V, with respect to 500 μA full scale			± 1	%
Impedance			20		M Ω
Voltage Range		0		V+ - 5	V
REGULATOR					
Nominal Value	7 V $\leq$ V+ $\leq$ 65 V	4.80	5	5.20	V
PSRR	7 V $\leq$ V+ $\leq$ 65 V	80			dB
Bias Current (I_{BIAS})	T_{OPR} , 7 V $\leq$ V+ $\leq$ 65 V		185	200	μA
	T_{OPR} , high voltage operation	200		1000	μA
DYNAMIC RESPONSE					
Small Signal -3 dB Bandwidth	Gain = 10		1000		kHz
	Gain = 20		500		kHz
	Gain = 50		100		kHz
Settling Time	Within 0.1% of the true output, gain = 20		2		μs
ALPHA PIN INPUT CURRENT				25	μA
NOISE					
0.1 Hz to 10 Hz, RTI			1.1		μV p-p
Spectral Density, 1 kHz, RTI			40		nV/ $\sqrt{Hz}$
TEMPERATURE RANGE					
For Specified Performance (T_{OPR})		-40		+125	$^{\circ}C$

¹ この範囲は、トランジスタのブレイクダウン電圧 V_{CE} によって決まります。

² 通常電圧動作時 (V+ = 7 ~ 65V) のAD8212の電源電流は、出力電流 (I_{OUT}) にバイアス電流 (I_{BIAS}) を加えたものです。出力電流は0 ~ 500 μA で、入力差動電圧によって変化します。この動作モードの I_{BIAS} は代表値が185 μA 、最大値が200 μA です。高電圧動作モードについては、「外付けPNPトランジスタを使用した高電圧動作」を参照してください。

³ V_{SENSE} (8番ピン) に入力されるアンプの電流は、高電圧動作モード時に増加します。詳細については、「外付けPNPトランジスタを使用した高電圧動作」を参照してください。

絶対最大定格

特に指定のない限り、 $T_{OPR} = -40 \sim +125^{\circ}\text{C}$ 。

表2

Parameter	Rating
Supply Voltage	65 V
Continuous Input Voltage	68 V
Reverse Supply Voltage	0.3 V
Operating Temperature Range	-40°C to $+125^{\circ}\text{C}$
Storage Temperature Range	-40°C to $+150^{\circ}\text{C}$
Output Short-Circuit Duration	Indefinite

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みを指定するものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

ESDに関する注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検出されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術であるESD保護回路を内蔵してはいますが、デバイスで高エネルギーの静電放電が発生した場合、損傷を生じる可能性があります。性能劣化や機能低下を防止するため、ESDに対して適切な予防措置をとることが推奨されます。

ピン配置とピン機能の説明

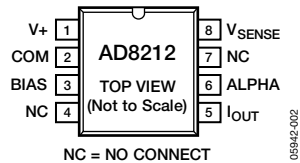


図2. ピン配置

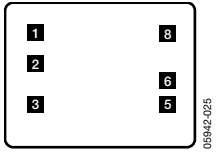


図3. メタライゼーション図

表3. ピン機能の説明

ピン番号	記号	X座標	Y座標	説明
1	V+	-393	+219	電源電圧（反転アンプ入力）
2	COM	-392	+67	レギュレータのローサイド
3	BIAS	-392	-145	バイアス回路のローサイド
4	NC	-	-	接続なし
5	I _{OUT}	+386	-82	出力電流
6	ALPHA	+386	+23	電流補償回路の入力
7	NC	+386	+118	接続なし
8	V _{SENSE}	+386	+210	非反転アンプ入力

代表的な性能特性

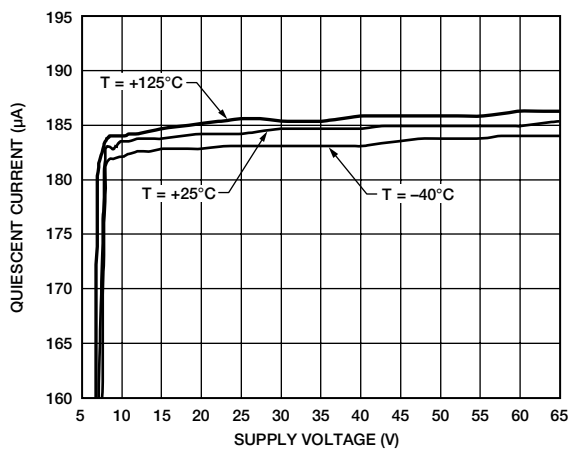


図4. 電源 (V+ピン) 対 電源電流 ($I_{OUT}=0mA$)

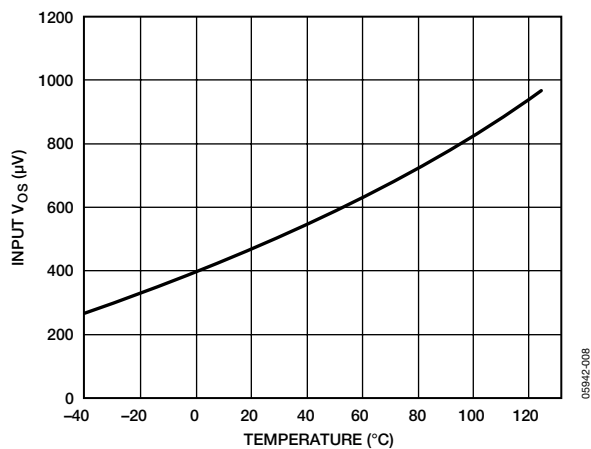


図7. 入力オフセット電圧の温度特性

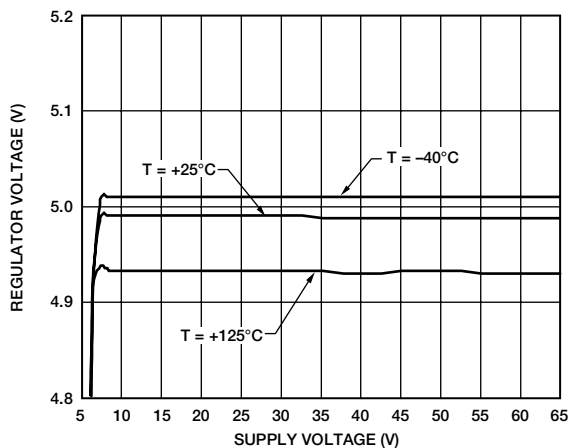


図5. 電源 (V+ピン) 対 レギュレータ電圧

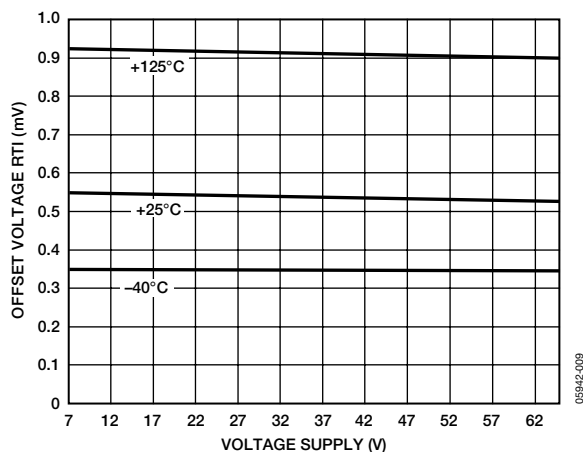


図8. 電源 (V+ピン) 対 入力オフセット電圧

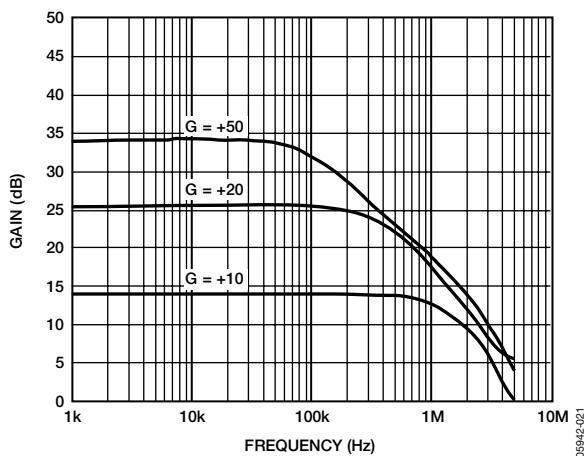


図6. ゲインの周波数特性

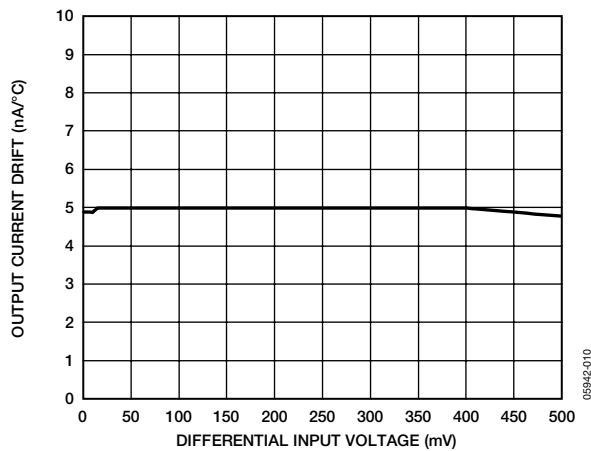


図9. 差動入力電圧 対 出力電流ドリフト

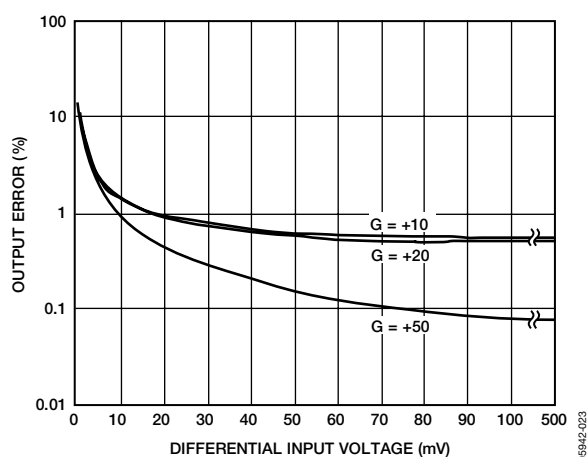


図10. 差動入力電圧 対 入力オフセットに起因する全出力誤差

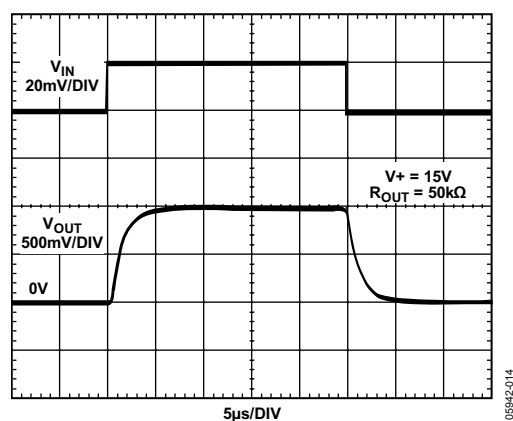


図13. ステップ応答 (ゲイン=50)

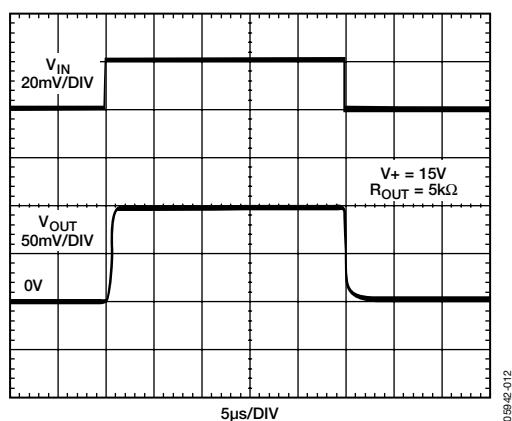


図11. ステップ応答 (ゲイン=5)

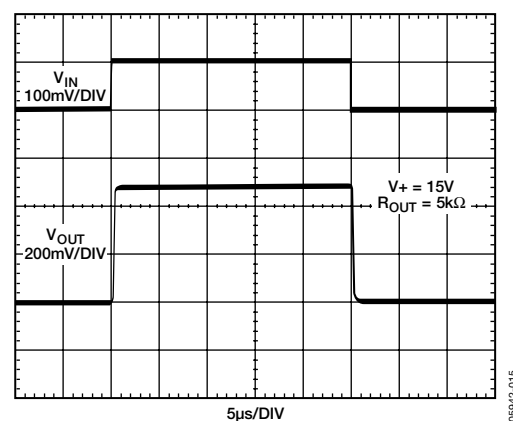


図14. ステップ応答 (ゲイン=5)

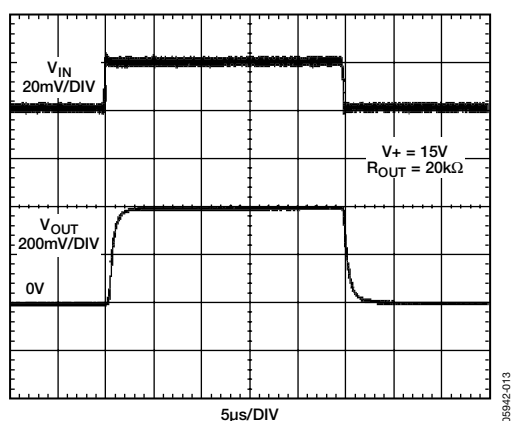


図12. ステップ応答 (ゲイン=20)

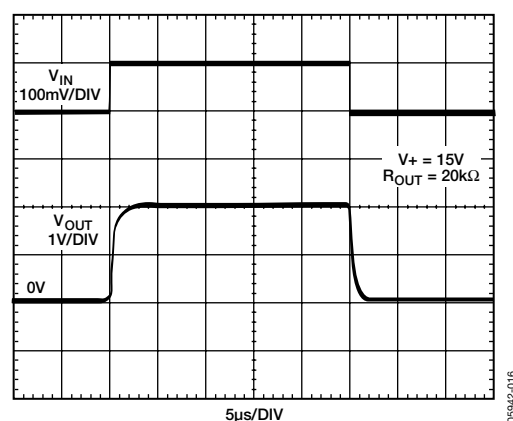


図15. ステップ応答 (ゲイン=20)

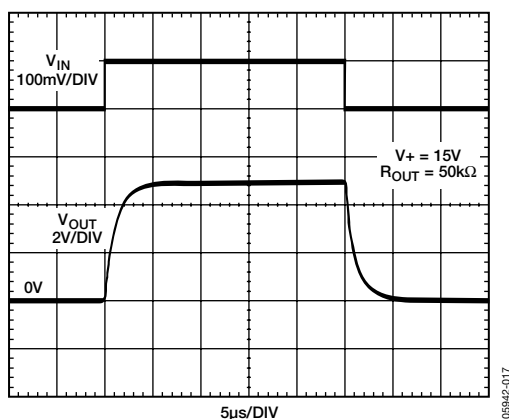


図16. ステップ応答 (ゲイン=50)

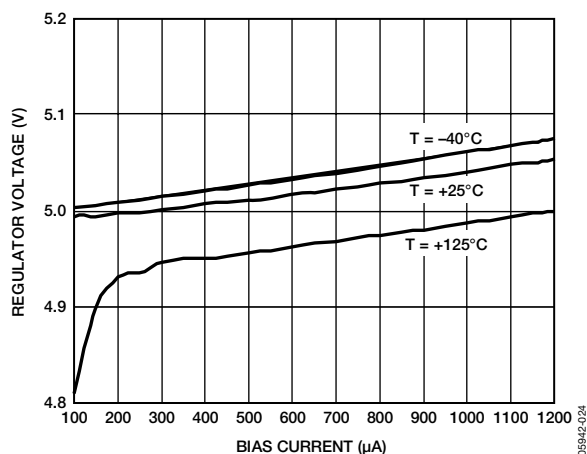


図19. バイアス電流 対 レギュレータ電圧高電圧モード ($I_{OUT}=0\text{mA}$)

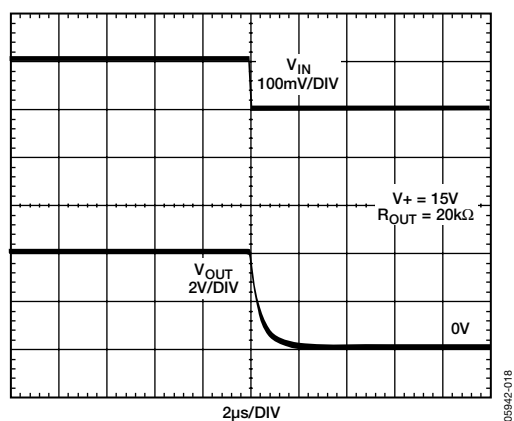


図17. 立下がりステップ応答

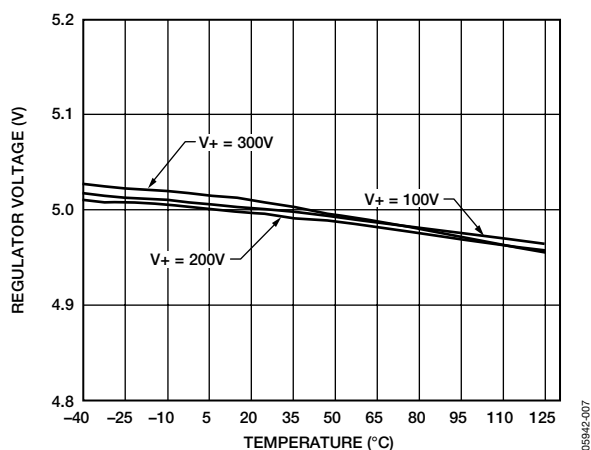


図20. レギュレータ電圧の温度特性 (高電圧動作)

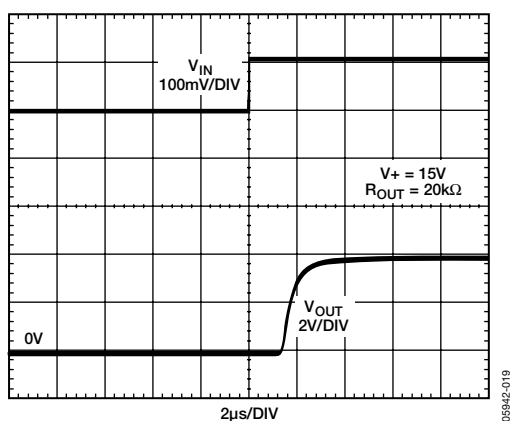


図18. 立上がりステップ応答

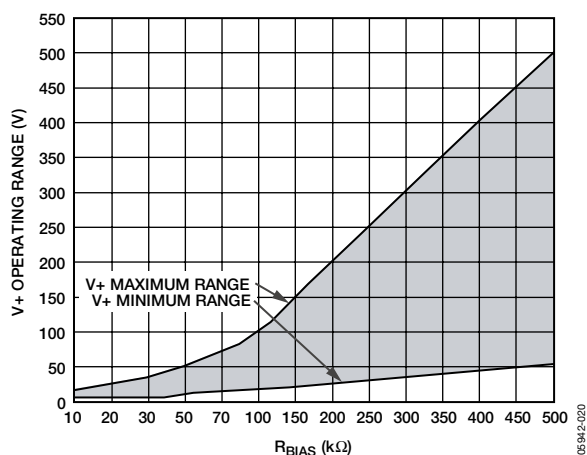


図21. バイアス抵抗値 対 電源範囲 (V_+) (高電圧動作)

動作原理

通常動作（電源範囲（V+）：7～65V）

AD8212は、通常、シャント抵抗を流れる負荷電流によって発生された小さい差動入力電圧を測定するために使用します。

シャント抵抗（ R_{SHUNT} ）の両端にオペアンプ（A1）を接続し、反転入力（-）はバッテリー／電源側、非反転入力（+）はシステムの負荷側に接続します。内部直列レギュレータ（図22ではツェナー・ダイオード）を介してアンプA1を駆動します。このレギュレータは、AD8212のバッテリー／電源端子と内部回路の最小共通ポイントとなるCOM（2番ピン）との間で5Vの定電圧を維持します。

外付けシャント抵抗を流れる負荷電流によって、AD8212の入力端子の電圧が発生します。アンプA1は、トランジスタQ1によって抵抗R1を流れる必要な電流を調整し、アンプの反転入力と非反転入力の電位を等しくします。

トランジスタQ1（ I_{OUT} ）のエミッタを流れる電流は入力電圧（ V_{SENSE} ）に比例するため、シャント抵抗（ R_{SHUNT} ）を流れる負荷電流（ I_{LOAD} ）にも比例します。外付け抵抗を使って、出力電流（ I_{OUT} ）を電圧に変換します。抵抗の値は、アプリケーションに必要な入出力ゲインの式によって決まります。

AD8212の伝達関数は次のとおりです。

$$I_{OUT} = (g_m \times V_{SENSE})$$

$$V_{SENSE} = I_{LOAD} \times R_{SHUNT}$$

$$V_{OUT} = I_{OUT} \times R_{OUT}$$

$$V_{OUT} = (V_{SENSE} \times R_{OUT}) / 1000$$

ここで、

$$g_m = 1000 \mu A/V$$

通常の電圧動作モードでは、図22に示すようにバイアス回路はGNDに接続します。このモードでは、 I_{BIAS} は7～65V（V+）の範囲で185 μA （typ）となります。

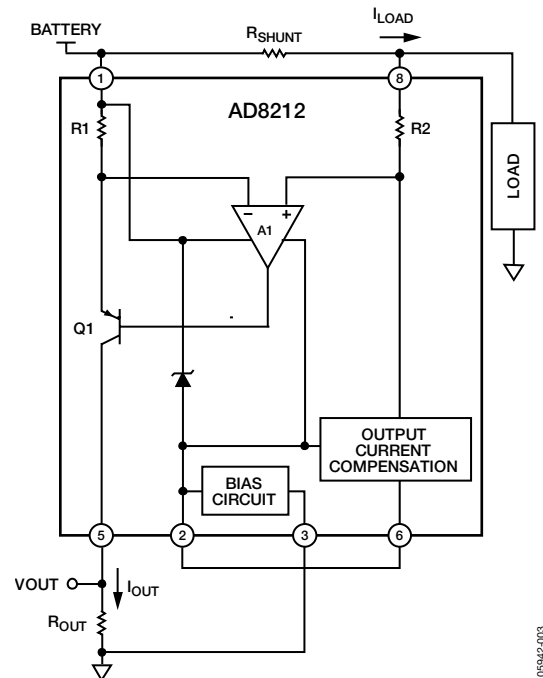


図22. 代表的な接続（7～65Vの電源範囲（V+ピン））

ここで述べるようにAD8212を使用する場合は、システムのバッテリー／電源電圧の範囲を7～65Vとします。内部レギュレータ（図22のツェナー・ダイオード）を駆動するときは、最小7Vの電源電圧が必要です。この電圧調整によって、電源電圧（V+）に関係なく5Vの定電圧が維持されます。この動作モードの最大電圧は、AD8212の製造プロセスによるブレイクダウン電圧制限により65Vとなります。

通常、1%抵抗を使用して出力電流を電圧に変換できます。表4に R_{OUT} の推奨値を示します。

表4. R_{OUT} の推奨値

Gain (V/V)	R_{OUT} (k Ω)
1	1
10	10
20	20
50	49.9
100	100

AD8212

外付けPNPトランジスタを使用した高電圧動作

AD8212は、65Vを上回る同相電圧環境下で電流を簡単に測定できます。そのためには、図23に示すようにAD8212の出力に外付けのPNPトランジスタを接続します。このトランジスタのブレイクダウン電圧 V_{CE} が、AD8212動作時の同相電圧範囲になります。ブレイクダウン電圧が300Vを超えるPNPトランジスタは安価で入手しやすく、小型パッケージの製品が販売されています。

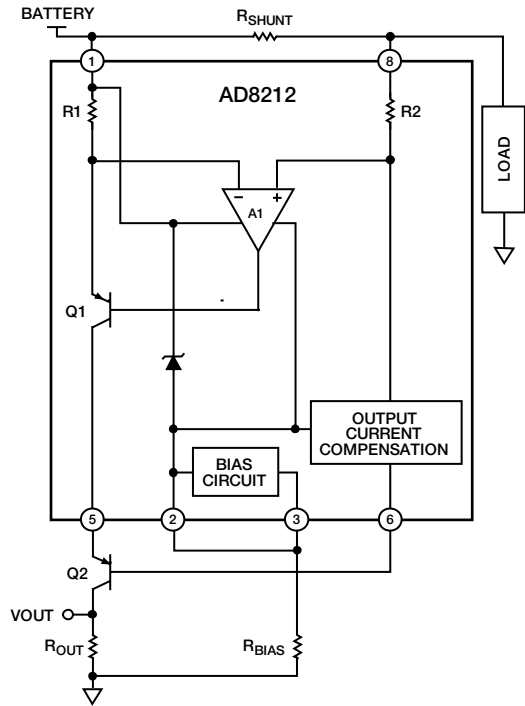


図23. 外付けPNPを使用した高電圧動作

AD8212は5V直列レギュレータを内蔵しています。このレギュレータは、全端子の中で最も低い電位のCOM（2番ピン）が常に電源電圧（ $V+$ ）より5V低い電圧となるようにします。たとえば、バッテリー電圧（ $V+$ ）が100Vであれば、COM（2番ピン）の電圧は次式のようにになります。

$$(V+) - 5V = 95V$$

また、トランジスタQ2のベース・エミッタ・ジャンクションと内部トランジスタの V_{be} により、トランジスタQ1のコレクタ電圧は、次のようにほぼ96.2Vとなります。

$$95V + 2(V_{be(Q2)}) = 95V + 1.2V = 96.2V$$

この電圧は外付けトランジスタQ2に現れます。トランジスタQ1の電圧は次式で表されます。

$$100V - 96.2V = 3.8V$$

このように、トランジスタQ2が95.6Vの電圧に耐えるのに対し、内部トランジスタQ1に入力されるのはブレイクダウン電圧を大幅に下回る電圧のみになります。

この動作モードでは、AD8212回路の電源電流（ I_{BIAS} ）は電源範囲と選択した R_{BIAS} 抵抗に基づいて増加します。

たとえば、次の場合：

$$V+ = 500V \text{ および } R_{BIAS} = 500k\Omega$$

$$I_{BIAS} = (V+ - 5V) / R_{BIAS}$$

したがって、

$$I_{BIAS} = (500 - 5) / 500k\Omega = 990\mu A$$

高電圧動作では、 I_{BIAS} を200 μA ～1mA以内に維持することを推奨します。このようにすることで、バイアス回路をオンにして、デバイスを予想どおりに動作させることができます。同時に、バイアス回路／レギュレータを流れる電流が1mAに制限されます。高電圧構成でAD8212を使用する場合の I_{BIAS} と $V+$ については、図19と図21を参照してください。

図23のようにAD8212を動作させるときは、トランジスタQ2にFETまたはバイポーラPNPトランジスタを使用できます。バイポーラPNPのほうが価格は安くなりますが、PNPのベースで電流が消費されるぶん出力抵抗（ R_{OUT} ）に流れる電流（ I_{OUT} ）が減少します。その結果、出力電圧値に誤差が生じます。

AD8212には、外付けPNPトランジスタのベースで消費される出力電流を補償する特許取得済み回路が備わっています。これにより、アンプの正しいトランスコンダクタンスが維持され、FETの代わりに安価なバイポーラPNPを選択しても同等の精度が得られます。

出力電流補償回路

外付けPNP（Q2）のベースは、AD8212のALPHA（6番ピン）に接続します。この経路を流れる電流は電流補償回路内でミラーリングされ、抵抗R1と同じ値の抵抗R2に出力されます。抵抗R2間の電流によって発生された電圧は、アンプA1の非反転入力に一定量だけ変化させます。これに対して、アンプA1はトランジスタQ1のベースを駆動して抵抗R1に同じような電圧変化を与え、 I_{OUT} を大きくします。

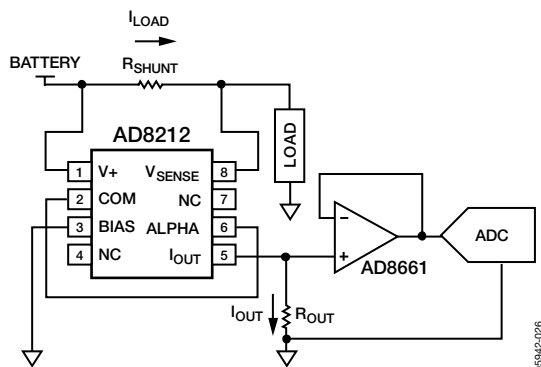
出力補償回路で発生された電流はトランジスタQ2のベース電流と等しく、抵抗R1と抵抗R2の変化で電流が等しくなるため、出力電流に加わる電流増分はトランジスタQ2のベース電流と等しくなります。このように、内蔵の出力電流補正回路によって I_{OUT} を補正することで、トランジスタQ2で消費したベース電流によって誤差が生じないようにします。

AD8212のこの機能によって I_{OUT} の精度が大幅に向上するため、安価なバイポーラPNP（低 β ）を使って高電圧環境下（通常、数百ボルト）で電流を監視できます。

アプリケーション情報

一般的なハイサイドの電流検出

AD8212の出力は、高インピーダンス・ノードの駆動に使用します。したがって、コンバータとの接続では、 R_{OUT} の出力電圧をバッファしてAD8212のゲインが影響を受けないようにすることを推奨します。



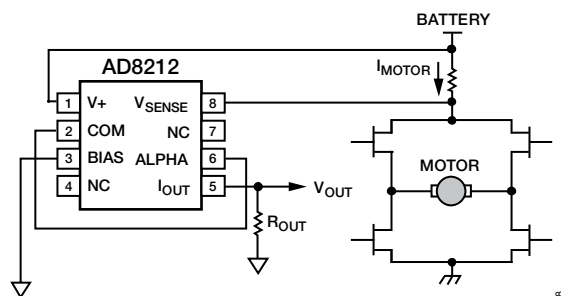
NOTES
1. NC = NO CONNECT.

図24. 通常の電圧範囲の動作

ゲイン抵抗を選択するときは、コンバータの入力電圧範囲を超えないように慎重に計算してください。AD8212の出力電圧は最大 $(V+) - 5V$ です。ただし、真の最大出力電圧は、差動入力電圧と最大 $500\mu A$ （ $500mV$ の最大入力差動電圧に基づく）の R_{OUT} の出力電流によって変動します。

モータ制御

AD8212は、モータ制御アプリケーションのハイサイド電流検出向けの実用的なソリューションです。図25に示すように、バッテリーを基準とするシャント抵抗を使用し、電流が片方向に流れる場合は、電源ピンを追加せずに電流を監視できます。



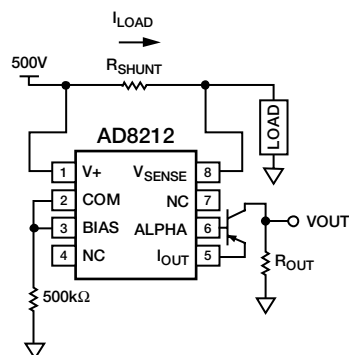
NOTES
1. NC = NO CONNECT.

図25. モータ制御用のハイサイド電流検出

500V電流モニタ

「外付けPNPトランジスタを使用した高電圧動作」で述べたように、AD8212の同相電圧範囲は外付けPNPトランジスタを使用することで拡張できます。電流出力を備えたさまざまなアンプで、この動作モードが可能です。ただし、一般にはFETデバイスと共に外付けのツェナー・レギュレータを追加し、同相電圧に対する耐性を持たせ、出力電流精度を維持します。

AD8212は、ツェナー・レギュレータとして動作するレギュレータを内蔵しています。この出力電流補償により、どのようなPNPトランジスタを使っても優れた出力電流精度を維持できます。使用する部品数が減少すると、それだけ信頼性も高くなります。一番重要なことは、出力電流精度が高いことです。これによって、安価なPNPトランジスタを選んでも高い同相電圧に耐えることができます。



NOTES
1. TRANSISTOR V_{CE} BREAKDOWN VOLTAGE MUST BE 500V.
2. NC = NO CONNECT.

図26. 外付けPNPを使用した高電圧動作

AD8212

双方向電流の検出

AD8212は片方向電流検出デバイスです。したがって、充電電流と負荷電流の両方を監視するパワー・マネジメント・アプリケーションの場合は2つのデバイスを使用して、図27のように接続できます。この場合、 I_{LOAD} がシャント抵抗を流れると、

V_{OUT1} が増加します。また、 I_{CHARGE} が入力シャント抵抗を流れると、 V_{OUT2} が増加します。

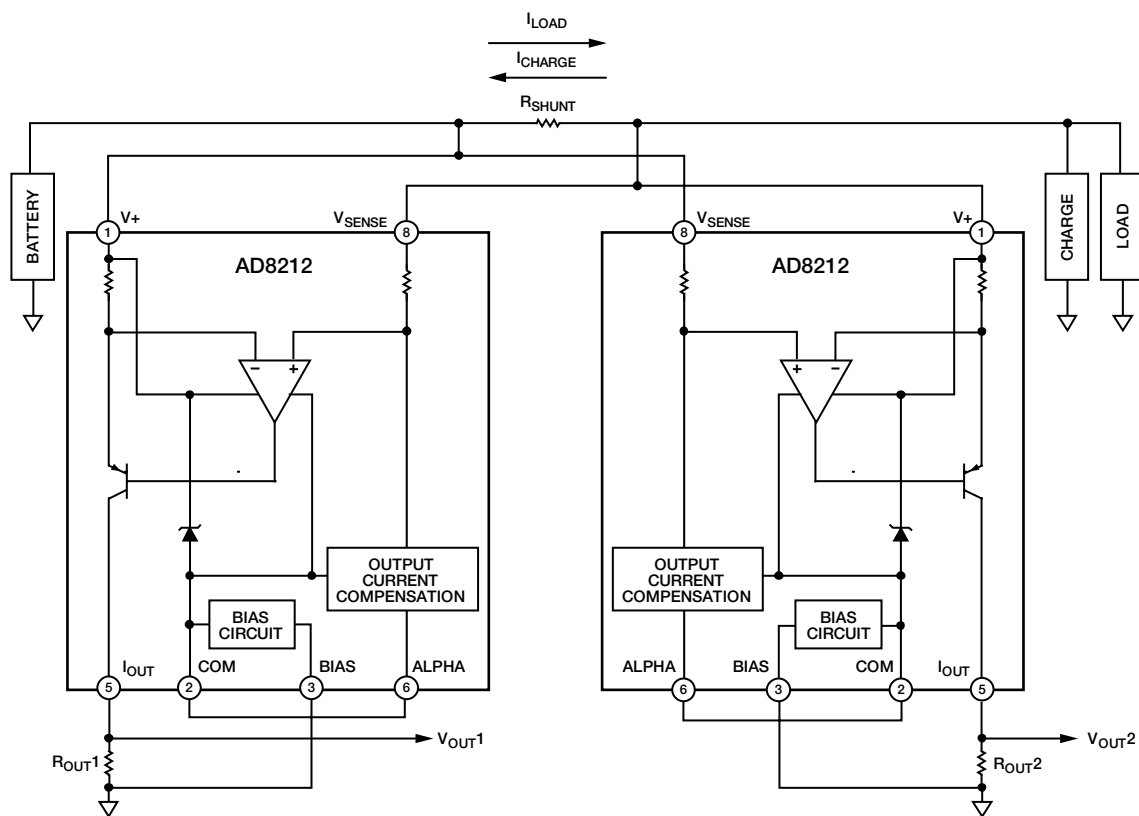
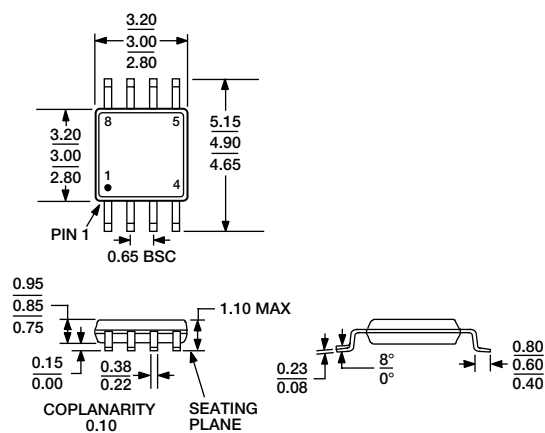


図27. 双方向の電流検出

05942-011

外形寸法



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

図28. 8ピン・ミニ・スモール・アウトライン・パッケージ [MSOP]

(RM-8)

寸法単位：mm

オーダー・ガイド

Model	Temperature Range	Package Description	Package Option	Branding
AD8212YRMZ ¹	−40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	Y04
AD8212YRMZ-RL ¹	−40°C to +125°C	8-Lead MSOP, 13" Tape and Reel	RM-8	Y04
AD8212YRMZ-R7 ¹	−40°C to +125°C	8-Lead MSOP, 7" Tape and Reel	RM-8	Y04

¹ Z=RoHS準拠製品