

特長

- 2チャンネル、256ポジション
- エンド・ツー・エンド抵抗：2.5kΩ、10kΩ、50kΩ、100kΩ
- 小型のMSOP-10 (3mm×4.9mm) パッケージ
- 高速セトリング・タイム：パワーアップ時の $t_s=5\mu s$ (typ)
- ワイパー・レジスタのフル読み出し/書き込み
- ミッドスケールへのパワーオン・プリセット
- チャンネル・セレクト用アドレスA0はデータ・ワードに内包
- ファクトリー・プログラミング・アプリケーションでマイクロ
コントローラの代わりにコンピュータ・ソフトウェアを使用
- 単電源：2.7~5.5V
- 低温度係数：35ppm/°C
- 低消費電力： $I_{DD}=6\mu A$ (max)
- 広い動作温度：-40~+125°C
- 評価用ボード

アプリケーション

- システム・キャリブレーション
- 電子機器のレベル設定
- 新たな設計でMechanical Trimmers®に代替
- 生産時のPCB調整の固定設定
- 圧力センサー、温度センサー、位置センサー、化学センサー、
光センサーのトランスデューサ調整
- RFアンプのバイアス
- カー・エレクトロニクスの調整
- ゲイン制御とオフセット調整

概要

AD5162は、256ポジションのトリム用素子が2つ、コンパクトな3mm×4.9mmのパッケージに入った製品です。デバイスには、3端子機械式ポテンシオメータと同じ電子調整機能があります。4種類のエンド・ツー・エンド抵抗値 (2.5kΩ、10kΩ、50kΩ、100kΩ) があるこの低温度係数デバイスは、安定性が優れた高精度可変抵抗調整に最適です。SPIデジタル・インターフェースを通して、ワイパー設定を制御できます。ワイパーと固定抵抗の片側ピンとの間の抵抗は、RDAC¹ラッチに転送されたデジタル・コードに比例して変化します。

¹ デジタル・ポテンシオメータ、VR、RDACの用語は、同じ意味で使用されています。

機能ブロック図

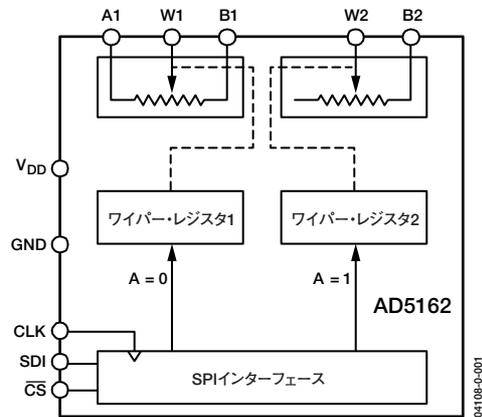


図1

AD5162は、2.7~5.5Vの電源で動作し、消費電流は6μA未満であるため、携帯型バッテリー駆動アプリケーションで使用できます。

工場ではAD5162をプログラムするアプリケーションのために、アナログ・デバイスでは、Windows® NT/2000/XPオペレーティング・システムで動作するデバイス・プログラミング・ソフトウェアを提供しています。外付けSPIコントローラの代わりにこのソフトウェアを使用することによって、システムを製品化する時間が短縮します。AD5162には評価用キットと評価用ソフトウェアがあります。このキットには、ケーブルと取扱説明書が添付されています。

アナログ・デバイス社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイス社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。
※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。
© 2003 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

AD5162

目次

電気的特性—2.5k Ω バージョン.....	3	ポテンショメータ・ディバイダのプログラミング.....	14
電気的特性—10k Ω 、50k Ω 、100k Ω バージョン.....	4	ESD保護.....	14
タイミング特性—すべてのバージョン.....	5	端子電圧の動作範囲.....	14
絶対最大定格.....	6	パワーアップ・シーケンス.....	14
ESDに関する注意.....	6	レイアウトと電源のバイパス.....	15
ピン配置とピン機能の説明.....	7	抵抗設定値を保持するための一定バイアス.....	15
ピン配置.....	7	評価用ボード.....	15
ピン機能の説明.....	7	SPIインターフェース.....	16
代表的な性能特性.....	8	SPI互換の3線式シリアル・バス.....	16
テスト回路.....	12	外形寸法.....	17
動作原理.....	13	オーダー・ガイド.....	17
可変抵抗と電圧のプログラミング.....	13		

改訂履歴

03/11 Rev.0からRev.Aに変更：

電気的特性の変更.....3ページ

03/11 リビジョン0：初版

電气的特性—2.5kΩバージョン

表1. 特に指定のない限り、 $V_{DD}=5V\pm 10\%$ または $3V\pm 10\%$ 、 $V_A=+V_{DD}$ 、 $V_B=0V$ 、 $-40^\circ C < T_A < +125^\circ C$

パラメータ	記号	条件	Min	Typ ¹	Max	単位
DC特性—可変抵抗器モード						
抵抗値の微分非直線性 ²	R-DNL	R_{WB} 、 V_A =接続なし	-2	± 0.1	+2	LSB
抵抗値の積分非直線性 ²	R-INL	R_{WB} 、 V_A =接続なし	-6	± 0.75	+6	LSB
公称抵抗公差 ³	ΔR_{AB}	$T_A=25^\circ C$	-20		+55	%
抵抗温度係数	$(\Delta R_{AB}/R_{AB}) \Delta T$	$V_{AB}=V_{DD}$ 、ワイパー=接続なし		35		ppm/ $^\circ C$
R_{WB} (ワイパー抵抗)	R_{WB}	コード=00h、 $V_{DD}=5V$		160	200	Ω
DC特性—ポテンシオメータ・デバイダ・モード (仕様はすべてのVRに適用されます)						
微分非直線性 ⁴	DNL		-1.5	± 0.1	+1.5	LSB
積分非直線性	INL		-2	± 0.6	+2	LSB
分圧器温度係数	$(\Delta V_W/V_W) \Delta T$	コード=80h		15		ppm/ $^\circ C$
フルスケール誤差	V_{WFSE}	コード=FFh	-10	-2.5	0	LSB
ゼロスケール誤差	V_{WZSE}	コード=00h	0	2	10	LSB
抵抗端子						
電圧範囲 ⁵	$V_{A,B,W}$		GND		V_{DD}	V
容量 ⁶ A、B	$C_{A,B}$	$f=1MHz$ 、GNDに対して測定、 コード=80h		45		pF
容量 ⁶ W	C_W	$f=1MHz$ 、GNDに対して測定、 コード=80h		60		pF
コモン・モード・リーク電流	I_{CM}	$V_A=V_B=V_{DD}/2$		1		nA
デジタル入/出力						
入力ロジック・ハイレベル	V_{IH}	$V_{DD}=5V$	2.4			V
入力ロジック・ローレベル	V_{IL}	$V_{DD}=5V$			0.8	V
入力ロジック・ハイレベル	V_{IH}	$V_{DD}=3V$	2.1			V
入力ロジック・ローレベル	V_{IL}	$V_{DD}=3V$			0.6	V
入力電流	I_{IL}	$V_{IN}=0V$ または $5V$			± 1	μA
入力容量 ⁶	C_{IL}			5		pF
電源						
電源電圧範囲	$V_{DD\ RANGE}$		2.7		5.5	V
電源電流	I_{DD}	$V_{IH}=5V$ または $V_{IL}=0V$		3.5	6	μA
消費電力 ⁷	P_{DISS}	$V_{IH}=5V$ または $V_{IL}=0V$ 、 $V_{DD}=5V$			30	μW
電源電圧感度	PSS	$V_{DD}=5V\pm 10\%$ 、 コード=ミッドスケール		± 0.02	± 0.08	%/%
ダイナミック特性⁸						
帯域幅-3dB	BW_2.5K	コード=80h		4.8		MHz
全高調波歪み	THD _W	$V_A=1V_{rms}$ 、 $V_B=0V$ 、 $f=1kHz$		0.1		%
V_W セトリング・タイム	t_s	$V_A=5V$ 、 $V_B=0V$ 、 $\pm 1LSB$ 誤差帯域		1		μs
抵抗ノイズ電圧密度	e_{N_WB}	$R_{WB}=1.25k\Omega$ 、 $R_S=0$		3.2		nV/\sqrt{Hz}

このセクションの最後の注を参照。

AD5162

電気的特性—10kΩ、50kΩ、100kΩバージョン

表2. 特に指定のない限り、 $V_{DD}=5V\pm 10\%$ または $3V\pm 10\%$ 、 $V_A=V_{DD}$ 、 $V_B=0V$ 、 $-40^\circ C < T_A < 125^\circ C$

パラメータ	記号	条件	Min	Typ ¹	Max	単位
DC特性—可変抵抗器モード						
抵抗値の微分非直線性 ²	R-DNL	R_{WB} 、 V_A =接続なし	-1	± 0.1	+1	LSB
抵抗値の積分非直線性 ²	R-INL	R_{WB} 、 V_A =接続なし	-2.5	± 0.25	+2.5	LSB
公称抵抗公差 ³	ΔR_{AB}	$T_A=25^\circ C$	-20		+20	%
抵抗温度係数	$(\Delta R_{AB}/R_{AB}) \Delta T$	$V_{AB}=V_{DD}$ 、ワイパー=接続なし		35		ppm/ $^\circ C$
R_{WB} (ワイパー抵抗)	R_{WB}	コード=00h、 $V_{DD}=5V$		160	200	Ω
DC特性—ポテンシオメータ・ディバイダ・モード (仕様はすべてのVRに適用されます)						
微分非直線性 ⁴	DNL		-1	± 0.1	+1	LSB
積分非直線性 ⁴	INL		-1	± 0.3	+1	LSB
分圧器温度係数	$(\Delta V_W/V_W) \Delta T$	コード=80h		15		ppm/ $^\circ C$
フルスケール誤差	V_{WFSE}	コード=FFh	-2.5	-1	0	LSB
ゼロスケール誤差	V_{WZSE}	コード=00h	0	1	2.5	LSB
抵抗端子						
電圧範囲 ⁵	$V_{A,B,W}$		GND		V_{DD}	V
容量 ⁶ A、B	$C_{A,B}$	$f=1MHz$ 、GNDに対して測定、 コード=80h		45		pF
容量 ⁶ W	C_W	$f=1MHz$ 、GNDに対して測定、 コード=80h		60		pF
コモン・モード・リーク電流	I_{CM}	$V_A=V_B=V_{DD}/2$		1		nA
デジタル入/出力						
入力ロジック・ハイレベル	V_{IH}	$V_{DD}=5V$	2.4			V
入力ロジック・ローレベル	V_{IL}	$V_{DD}=5V$			0.8	V
入力ロジック・ハイレベル	V_{IH}	$V_{DD}=3V$	2.1			V
入力ロジック・ローレベル	V_{IL}	$V_{DD}=3V$			0.6	V
入力電流	I_{IL}	$V_{IN}=0V$ または $5V$			± 1	μA
入力容量	C_{IL}			5		pF
電源						
電源電圧範囲	$V_{DD\ RANGE}$		2.7		5.5	V
電源電流	I_{DD}	$V_{IH}=5V$ または $V_{IL}=0V$		3.5	6	μA
消費電力	P_{DISS}	$V_{IH}=5V$ または $V_{IL}=0V$ 、 $V_{DD}=5V$			30	μW
電源電圧感度	PSS	$V_{DD}=5V\pm 10\%$ 、 コード=ミッドスケール		± 0.02	± 0.08	%/%
ダイナミック特性						
帯域幅—3dB	BW	$R_{AB}=10k\Omega/50k\Omega/100k\Omega$ 、 コード=80h		600/100/40		kHz
全高調波歪み	THD _W	$V_A=1V_{rms}$ 、 $V_B=0V$ 、 $f=1kHz$ 、 $R_{AB}=10k\Omega$		0.1		%
V_W セトリング・タイム (10kΩ/50kΩ/100kΩ)	t_s	$V_A=5V$ 、 $V_B=0V$ 、 $\pm 1LSB$ 誤差帯域		2		μs
抵抗ノイズ電圧密度	e_{N_WB}	$R_{WB}=5k\Omega$ 、 $R_S=0$		9		nV/ \sqrt{Hz}

このセクションの最後の注を参照。

タイミング特性—すべてのバージョン

表3. 特に指定のない限り、 $V_{DD}=+5V\pm 10\%$ または $+3V\pm 10\%$ 、 $V_A=V_{DD}$ 、 $V_B=0V$ 、 $-40^\circ\text{C}<T_A<+125^\circ\text{C}$

パラメータ	記号	条件	Min	Typ ¹	Max	単位
SPIインターフェースのタイミング特性 ⁹ (仕様はすべてのデバイスに適用されます)						
クロック周波数	f_{CLK}			25		MHz
入力クロック・パルス幅	t_{CH} 、 t_{CL}	クロック・レベルのハイまたはロー	20			ns
データ・セットアップ・タイム	t_{DS}		5			ns
データ・ホールド・タイム	t_{DH}		5			ns
$\overline{\text{CS}}$ セットアップ・タイム	t_{CSS}		15			ns
$\overline{\text{CS}}$ ハイレベル・パルス幅	t_{CSW}		40			ns
CLK立ち下がり $\sim\overline{\text{CS}}$ 立ち下がり のホールド・タイム	t_{CSH0}		0			ns
CLK立ち下がり $\sim\overline{\text{CS}}$ 立ち上がり のホールド・タイム	t_{CSH1}		0			ns
$\overline{\text{CS}}$ 立ち上がり \sim クロック立ち 上がりのセットアップ	t_{CS1}		10			ns

このセクションの最後の注を参照。

注

¹ 仕様のtyp値は、 25°C と $V_{DD}=5V$ での平均測定値です。

² 抵抗ポジション非直線性誤差R-INLは、最大抵抗ワイパー・ポジションと最小抵抗ワイパー・ポジションの間の理想値と測定値の偏差です。R-DNLは、連続タップ・ポジション間での理想値からの相対的ステップ変化を表します。デバイスは単調性が保証されています。

³ $V_{AB}=V_{DD}$ 、ワイパー (VW) =接続なし

⁴ INLとDNLは、RDACを電圧出力D/Aコンバータと同様のポテンショメータ・ディバイダとして構成して V_w で測定。 $V_A=V_{DD}$ かつ $V_B=0V$ 。最大 $\pm 1\text{LSB}$ のDNL仕様限界値が、保証されている単調性動作の条件になります。

⁵ 抵抗端子A、B、Wの極性は相互に制約がありません。

⁶ 設計によって保証されており、出荷テストは実施していません。

⁷ P_{DISS} は $(I_{\text{DD}}\times V_{\text{DD}})$ から計算します。CMOSロジック・レベル入力によって、消費電力が最小になります。

⁸ すべてのダイナミック特性で $V_{DD}=5V$ を使用します。

⁹ 測定場所についてはタイミング図を参照してください。

AD5162

絶対最大定格

表4. 特に指定のない限り、 $T_A=25^\circ\text{C}$

パラメータ	値
GNDに対する V_{DD}	$-0.3\sim+7\text{V}$
GNDに対する V_A 、 V_B 、 V_W	V_{DD}
端子電流、 $A_x\sim B_x$ 、 $A_x\sim W_x$ 、 $B_x\sim W_x$ ¹	
断続	$\pm 20\text{mA}$
連続	$\pm 5\text{mA}$
GNDに対するデジタル入/出力電圧	$0\sim+7\text{V}$
動作温度範囲	$-40\sim+125^\circ\text{C}$
最大ジャンクション温度 (T_{JMAX})	150°C
保存温度	$-65\sim+150^\circ\text{C}$
リードピン温度 (ハンダ処理、10秒)	300°C
熱抵抗 ² θ_{JA} : MSOP-10	230°C/W

¹ 最大端子電流は、スイッチの最大処理電流、パッケージの最大消費電力、Aピン、Bピン、Wピンのうちの任意の2ピン間の設定された抵抗における最大入力電圧によって制約されます。

² パッケージ消費電力= $(T_{JMAX}-T_A)/\theta_{JA}$

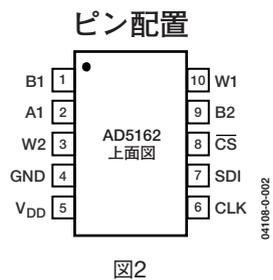
注意

ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。人体や試験機器には4000Vもの高圧の静電気が容易に蓄積され、検知されないまま放電されることがあります。本製品は当社独自のESD保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、回復不能の損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESDに対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。



左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、この仕様の動作に関するセクションに記載されてい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。長時間デバイスを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。

ピン配置とピン機能の説明



ピン機能の説明

表5

ピン番号	記号	説明
1	B1	B1端子
2	A1	A1端子
3	W2	W2端子
4	GND	デジタル・グラウンド
5	V _{DD}	正電源
6	CLK	シリアル・クロック入力。 立ち上がりエッジ・トリガー
7	SDI	シリアル・データ入力
8	CS	チップ・セレクト入力、アクティブ・ロー。 CSがハイレベルに復帰すると、データが DACレジスタにロードされます。
9	B2	B2端子
10	W1	W1端子

AD5162

代表的な性能特性

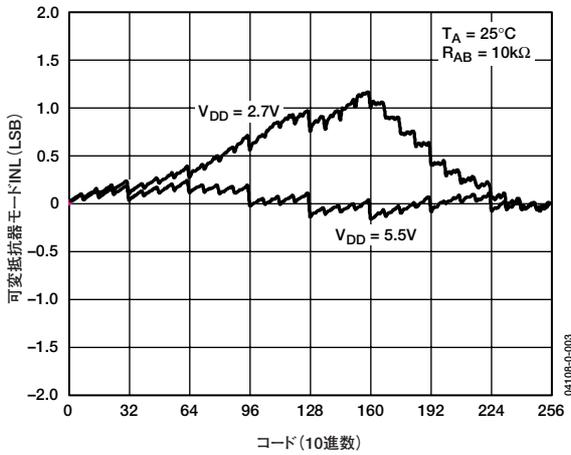


図3. R-INL 対 コード 対 電源電圧

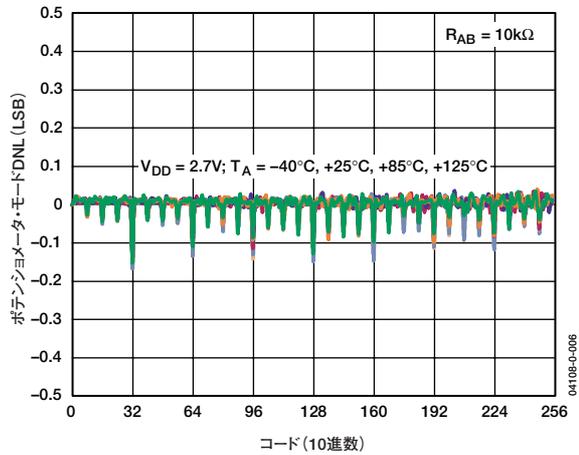


図6. DNL 対 コード 対 温度

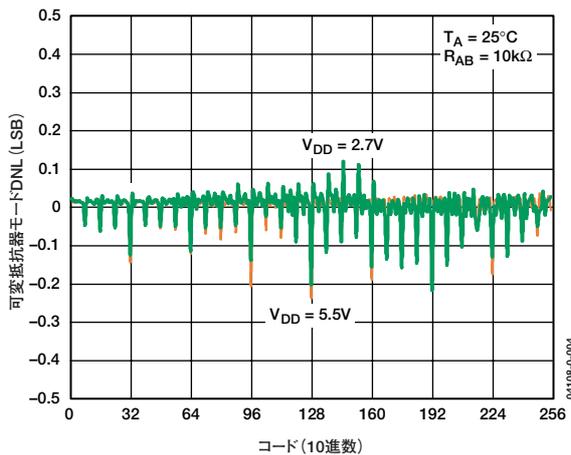


図4. R-DNL 対 コード 対 電源電圧

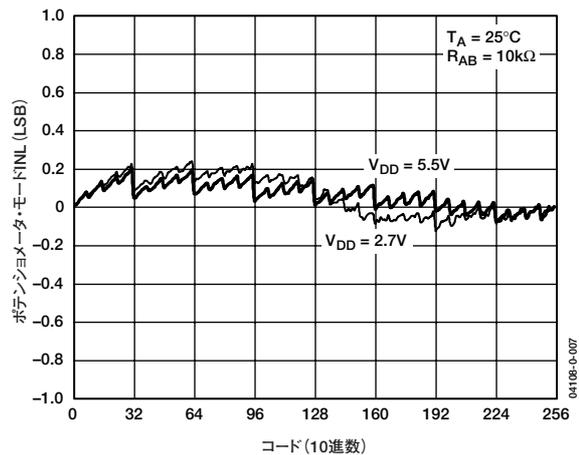


図7. INL 対 コード 対 電源電圧

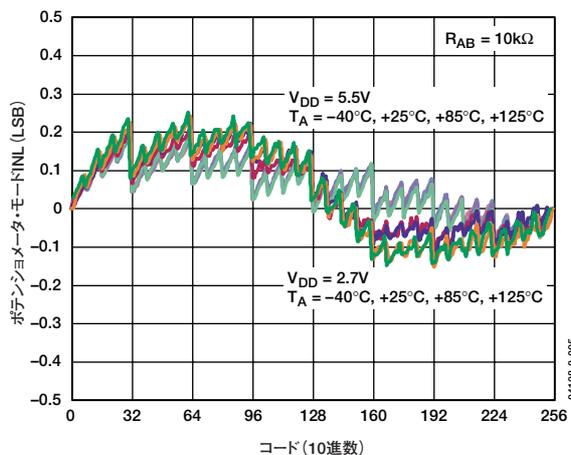


図5. INL 対 コード 対 温度

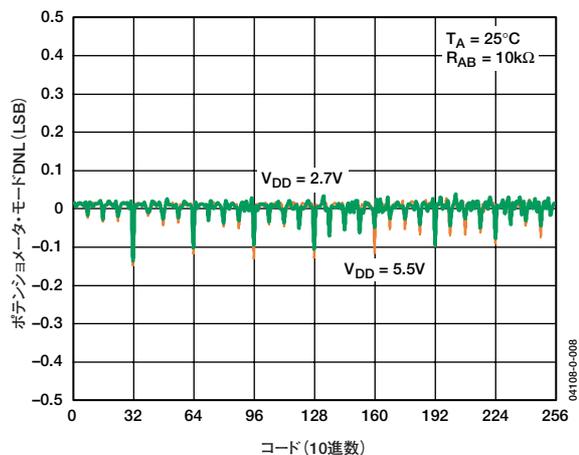


図8. DNL 対 コード 対 電源電圧

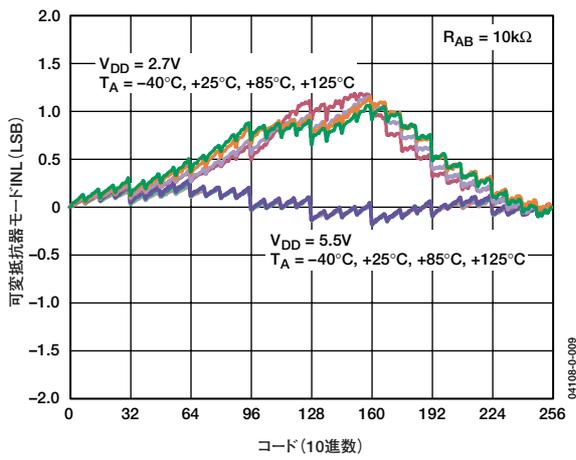


図9. R-INL 対 コード 対 温度

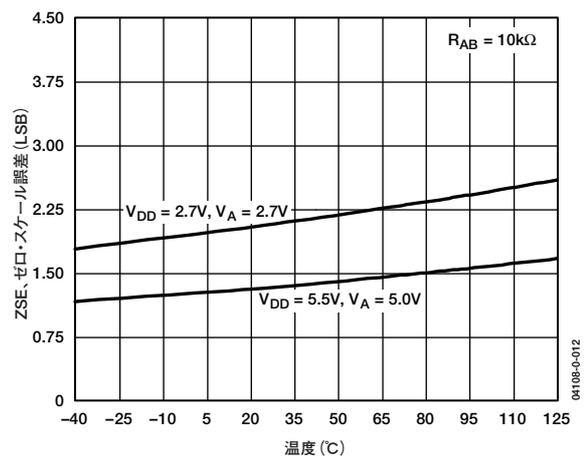


図12. ゼロスケール誤差 対 温度

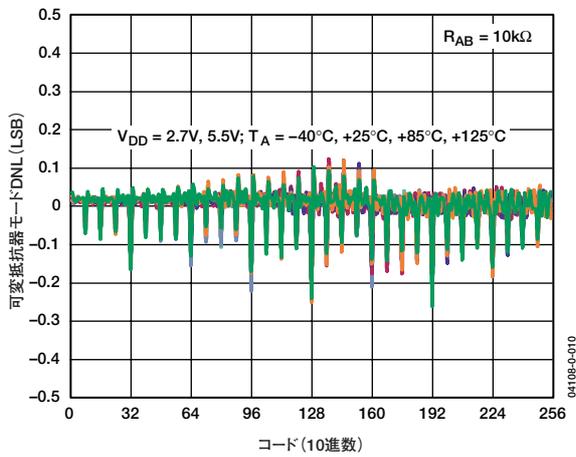


図10. R-DNL 対 コード 対 温度

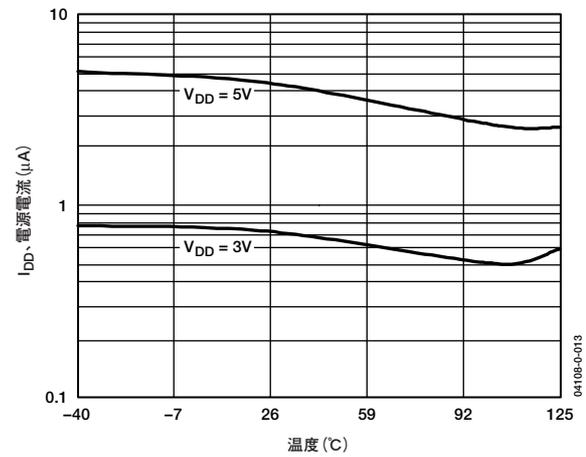


図13. 電源電流 対 温度

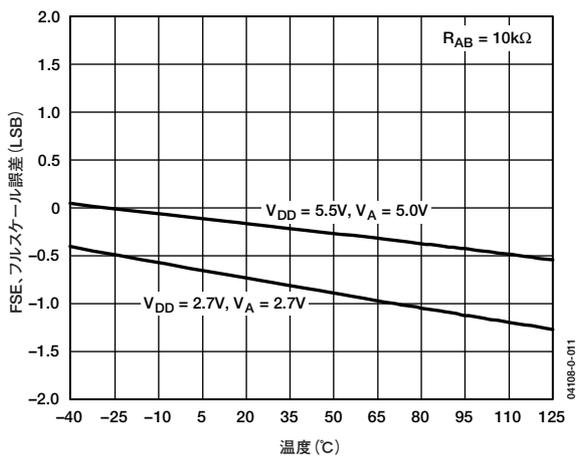


図11. フルスケール誤差 対 温度

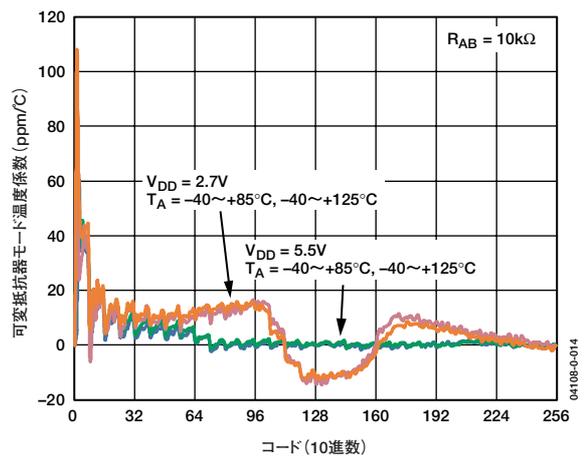


図14. 可変抵抗器モード温度係数 $\Delta R_{WB}/\Delta T$ 対 コード

AD5162

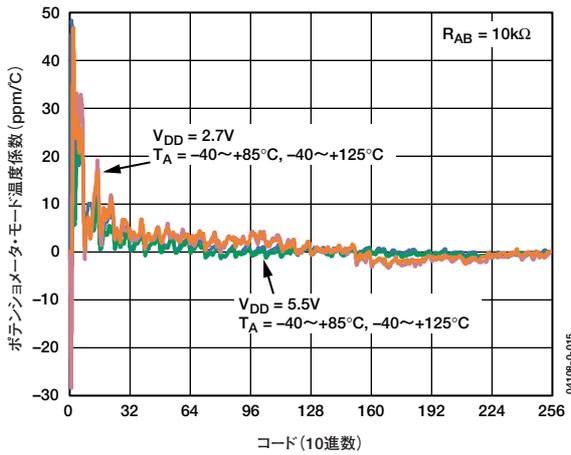


図15. ポテンショメータ・モード温度係数 $\Delta V_{WB}/\Delta T$ 対コード

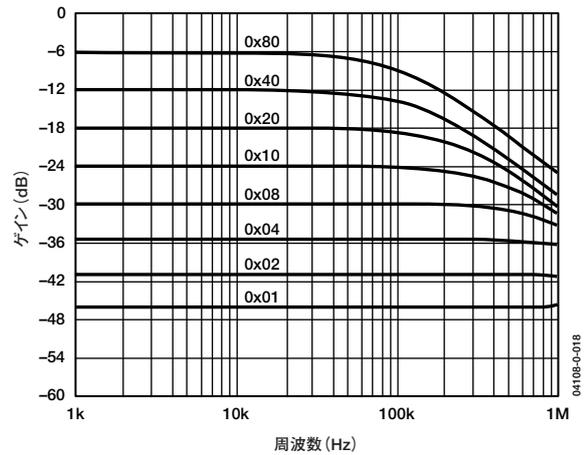


図18. ゲイン 対 周波数 対 コード ($R_{AB}=50k\Omega$)

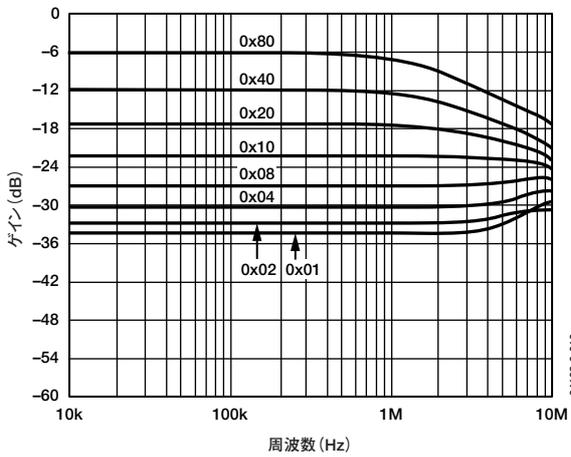


図16. ゲイン 対 周波数 対 コード ($R_{AB}=2.5k\Omega$)

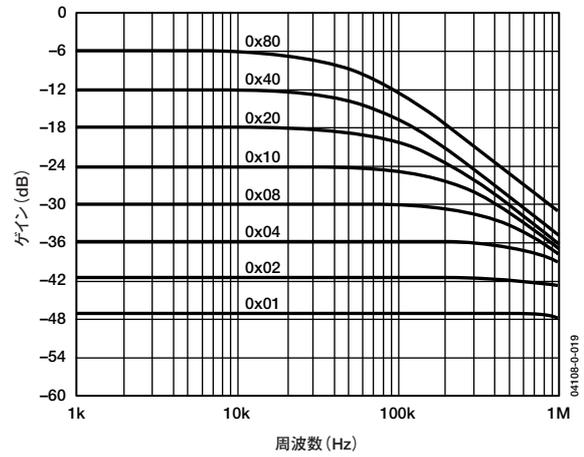


図19. ゲイン 対 周波数 対 コード ($R_{AB}=100k\Omega$)

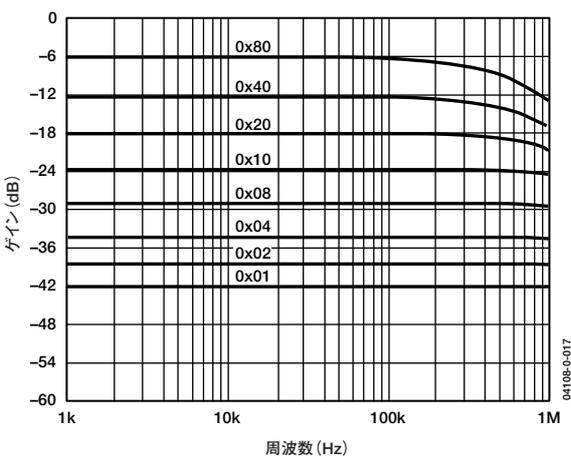


図17. ゲイン 対 周波数 対 コード ($R_{AB}=10k\Omega$)

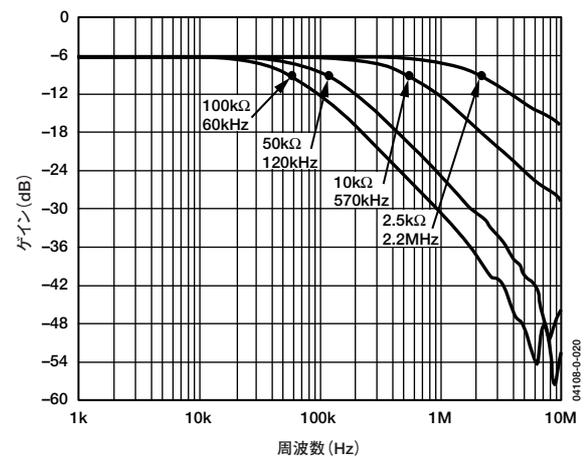


図20. -3dB帯域幅、コード=0x80

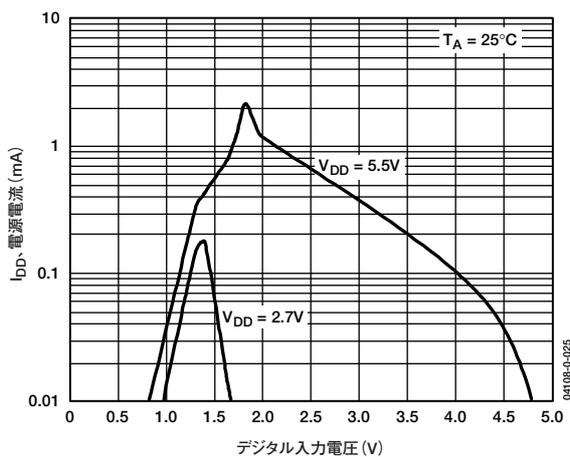


図21. I_{DD} 対入力電圧

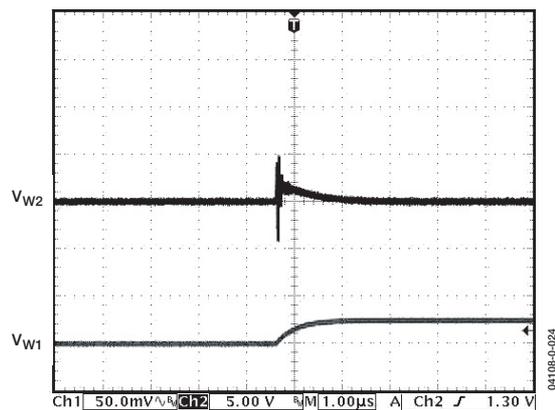


図24. アナログ・クロストーク

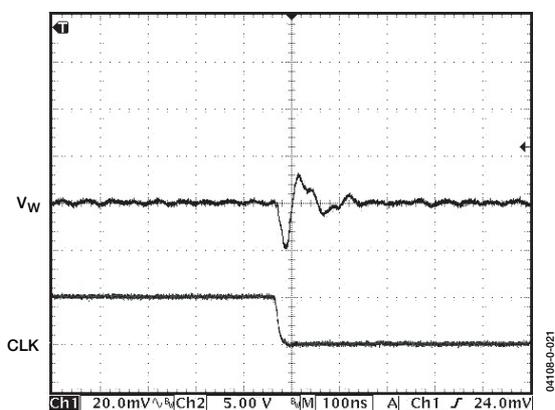


図22. デジタル・フィードスルー

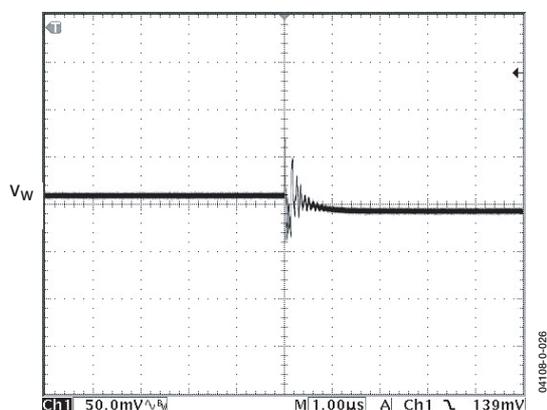


図25. ミッドスケール・グリッチ、
コード80h~7Fh

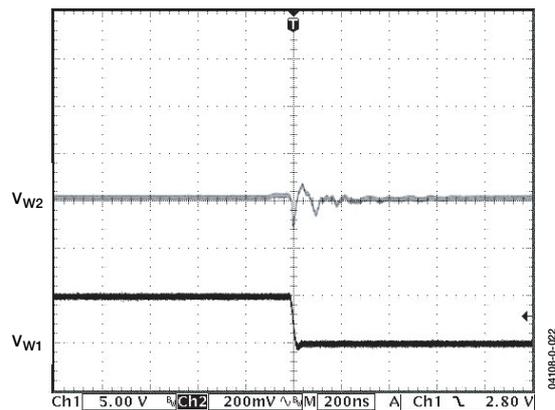


図23. デジタル・クロストーク

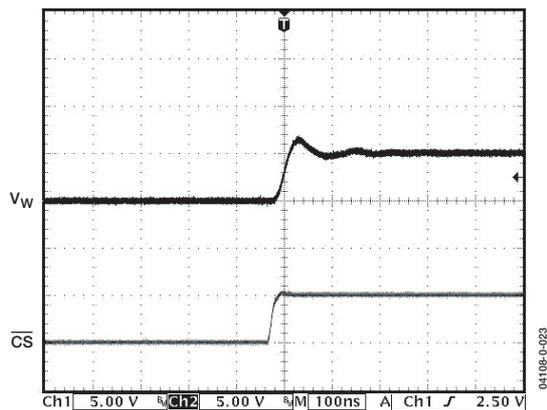


図26. 大信号セトリング・タイム

AD5162

テスト回路

図27～図32には、製品仕様表で使用したテスト条件を示すテスト回路を示します。

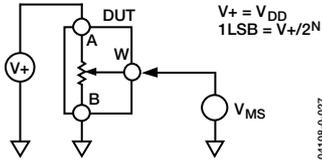


図27. ポテンショメータ・ディバイダ非直線性誤差 (INL、DNL) 計測用のテスト回路

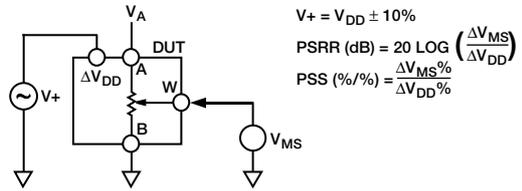


図30. 電源変動感度 (PSS、PSRR) 計測用のテスト回路

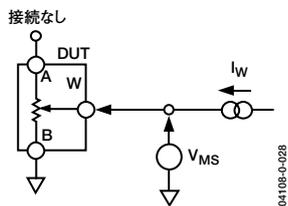


図28. 抵抗ポジション非直線性誤差 (可変抵抗器動作; R-INL、R-DNL) 計測用のテスト回路

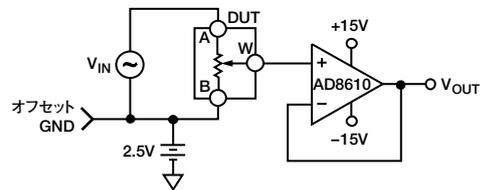


図31. ゲイン 対 周波数計測用のテスト回路

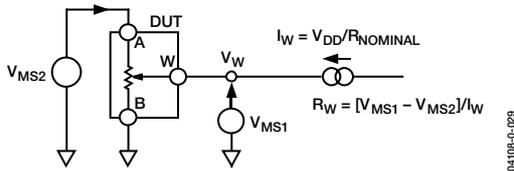


図29. ワイパー抵抗計測用のテスト回路

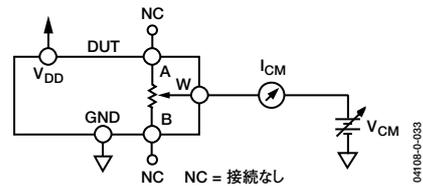


図32. コモン・モード・リーク電流計測用のテスト回路

動作原理

AD5162は、デジタル制御の256ポジション可変抵抗器（VR）デバイスです。

内部パワーオン・プリセットによってパワーオンの際にワイパーがミッドスケールに置かれるため、パワーアップ時にフォールト状態からの回復が簡単にできます。

可変抵抗と電圧のプログラミング

可変抵抗器動作

端子Aと端子Bの間のRDACの公称抵抗は、2.5kΩ、10kΩ、50kΩ、100kΩです。VRの公称抵抗（ R_{AB} ）には、ワイパー端子でアクセスできる256個の接点のほか、B端子接点もあります。RDACラッチ内の8ビット・データをデコードして、256の可能な設定値の中から1つを選択します。

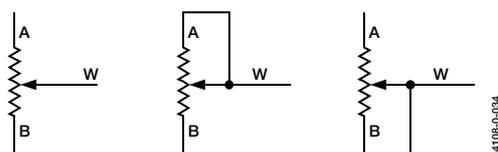


図33. 可変抵抗器モードの設定

10kΩのデバイスを使用する場合、ワイパーの最初の接続はデータ00hのB端子から始まります。50Ωのワイパー接触抵抗があるため、この接続によって、端子Wと端子Bの間に最小100Ω（ $2 \times 50\Omega$ ）の抵抗が生じます。2番目の接続はデータ01hの139Ω（ $R_{WB} = R_{AB}/256 + 2 \times R_W = 39\Omega + 2 \times 50\Omega$ ）に対応する最初のタップ・ポイントになり、3番目の接続はデータ02hの178Ω（ $2 \times 39\Omega + 2 \times 50\Omega$ ）を示す次のタップ・ポイントになります。以下同様に続き、LSBデータ値の増加ごとにワイパーが抵抗ラダーを上に移動し、10,100Ω（ $R_{AB} + 2 \times R_W$ ）で最後のタップ・ポイントになります。

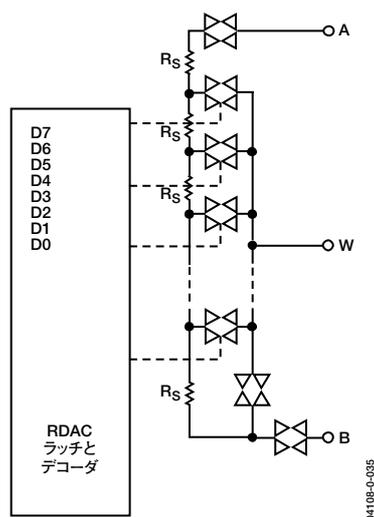


図34. AD5162の等価RDAC回路

デジタル設定されるWとBの間の出力抵抗は、次の一般式によって得られます。

$$R_{WB}(D) = \frac{D}{256} \times R_{AB} + 2 \times R_W \quad (1)$$

ここで、

Dは、8ビットRDACレジスタにロードする2進コードを10進値に直したコードです。

R_{AB} はエンド・ツー・エンド抵抗です。

R_W は、内部スイッチのON抵抗によるワイパー抵抗です。

したがって、 $R_{AB} = 10k\Omega$ でA端子がオープン・サーキットの場合、以下のRDACラッチ・コードに対して次の出力抵抗値 R_{WB} が設定されることになります。

表6. コードおよび対応する R_{WB} 抵抗値

D (Dec)	R_{WB} (Ω)	出力状態
255	9,961	フルスケール ($R_{AB} - 1LSB + R_W$)
128	5,060	ミッドスケール
1	139	1LSB
0	100	ゼロスケール (ワイパー接触抵抗)

なお、ゼロスケール状態では、100Ωという有限のワイパー抵抗が存在します。この状態では、WとBの間に流れる電流を20mAの最大パルス電流までに抑えてください。この値を超えると、内部スイッチ接点が悪化したり破損することがあります。

機械式ポテンシオメータと同様に、ワイパーWと端子Aの間のRDAC抵抗によって、デジタルに制御できる分割された反対側の抵抗 R_{WA} が生じます。これらの端子を使用するとき、B端子をオープンにできます。 R_{WA} の抵抗値の設定は抵抗の最大値から始まり、ラッチにロードされるデータの値が増加するにつれて抵抗値が減少します。この動作の一般式は次のとおりです。

$$R_{WA}(D) = \frac{256 - D}{256} \times R_{AB} + 2 \times R_W \quad (2)$$

$R_{AB} = 10k\Omega$ でB端子がオープン・サーキットの場合、以下のRDACラッチ・コードに対して次の出力抵抗 R_{WA} が設定されます。

表7. コードおよび対応する R_{WA} 抵抗

D (Dec)	R_{WB} (Ω)	出力状態
255	139	フルスケール
128	5,060	ミッドスケール
1	9,961	1LSB
0	10,060	ゼロスケール

代表的なデバイス間マッチングは、プロセス・ロットに依存し、±30%までの変動が生じます。抵抗素子は薄膜技術で処理されるため、温度による R_{AB} の変化は35ppm/℃というきわめて低い温度係数になります。

AD5162

ポテンシオメータ・ディバイダのプログラミング

電圧出力動作

デジタル・ポテンシオメータは、A/Bの入力電圧に比例して、ワイパー/B間とワイパー/A間で簡単に分圧器を作ることができます。V_{DD}/GNDの極性は正でなければなりません、A/B、W/A、W/B間の電圧はどちらの電圧が高くても可能です。

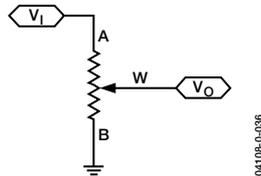


図35. ポテンシオメータ・モード設定

近似のためにワイパー抵抗の効果を無視すれば、A端子を5Vに接続し、B端子をグラウンドに接続することによって、ワイパー/B間に0V～(5V-1LSB)の出力電圧が生じます。電圧の各LSBは、端子A/B間に印加した電圧をポテンシオメータ・ディバイダの256ポジションで除算した値になります。端子Aと端子Bに印加される有効な入力電圧のグラウンドを基準にして、V_wでの出力電圧を求める一般式は次のようになります。

$$V_w(D) = \frac{D}{256} V_A + \frac{256-D}{256} V_B \quad (3)$$

ワイパー抵抗V_wの影響も考慮に入れた正確な計算をする場合は、次の式になります。

$$V_w(D) = \frac{R_{WB}(D)}{R_{AB}} V_A + \frac{R_{WA}(D)}{R_{AB}} V_B \quad (4)$$

ディバイダ・モードでデジタル・ポテンシオメータを動作させると、温度変化に対してより正確な動作が得られます。可変抵抗器モードの場合と異なり、出力電圧は、主に内部抵抗R_{WA}とR_{WB}の比率に依存し、絶対値には依存しません。このため、温度ドリフトは15ppm/°Cに減少します。

ESD保護

図36に示すように、すべてのデジタル入力 (SDI、CLK、CS) は、直列入力抵抗と並列ツェナーESD構造によって保護されています。図37は抵抗端子のESD保護です。

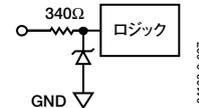


図36. デジタル・ピンのESD保護

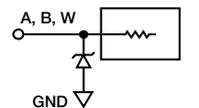


図37. 抵抗端子のESD保護

端子電圧の動作範囲

AD5162のV_{DD}およびGND電源によって、3端子デジタル・ポテンシオメータが正しく動作するための境界条件が決まります。端子A、B、W上に存在する電源信号がV_{DD}またはGNDを超える場合は、順方向バイアスがかけられた内部ダイオードによってクランプされます (図38を参照)。

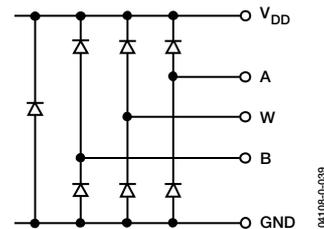


図38. V_{DD}とGNDによって設定される最大端子電圧

パワーアップ・シーケンス

ESD保護ダイオードによって端子A、B、Wの電圧コンプライアンスが制限されるため (図38を参照)、端子A、B、Wに電圧を印加する前にV_{DD}/GNDに電力を供給することが大切です。そうしないと、ダイオードに順方向バイアスがかけられることによって、V_{DD}に不用意に電力が供給され、ユーザーの他の回路に影響を与えることがあります。理想的なパワーアップ・シーケンスは、GND、V_{DD}、デジタル入力、そしてV_A、V_B、V_Wという順番です。V_A、V_B、V_W、デジタル入力の電力を供給する順番は、V_{DD}/GNDの後になっていなければなりません。

レイアウトと電源のバイパス

最小リード長のコンパクトなレイアウト設計を採用することを推奨します。入力へのリード線は、最小の導体長で可能な限り短くしてください。グラウンド・バスは、低抵抗、低インダクタンスにします。

同様に、最善の安定性を得るために、高品質のコンデンサで電源をバイパスすることを推奨します。デバイスへの電源リード線は、0.01~0.1 μ Fのディスクまたはチップ・セラミック・コンデンサでバイパスしてください。電源には1~10 μ Fの低ESRタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサを使用して、過渡電流による誤動作を最小限に抑えて低周波数リップルを除去します(図39を参照)。なお、グラウンド・バウンスを抑えるために、デジタル・グラウンドもアナログ・グラウンドに1箇所ですべてリモート結合してください。

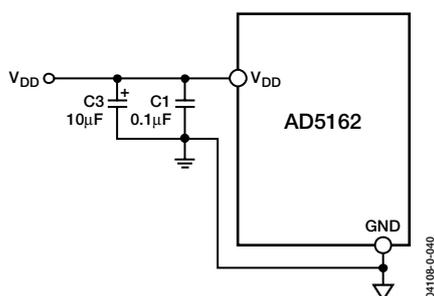


図39. 電源のバイパス

抵抗設定値を保持するための一定バイアス

不揮発性は欲しいが、EEMEM（不揮発性メモリー）を使ってコストを高くしたくないユーザーの場合、一定バイアスを維持してワイパー設定を保持することによって、AD5162を低価格の代替手段として利用できます。AD5162は、特に低消費電力を念頭に置いて設計されているため、バッテリー駆動システムにおいても低消費電力を実現できます。図40に、AD5162に3.4V 450mAhのLi-Ion携帯電話バッテリーを接続する場合の消費電力を示します。経時測定によれば、デバイスは約1.3 μ Aを使用し、ごくわずかしか電力を消費しないことが明らかです。30日間でバッテリーの消耗は2%に満たず、しかもその大部分はバッテリー自体の固有リーク電流によるものです。

このことから、ポテンショメータにバイアスをかけ続けることも非現実的な方法でないことがわかります。多くのポータブル機器で、充電のためにバッテリーを取り外す必要はありません。バッテリーの交換が必要な場合はAD5162の抵抗設定が失われますが、このようなことはめったに起きないため、それよりもAD5162から得られる低価格や小型化のメリットの方が大きいこととなります。万一完全に電力が失われた場合は、ユーザーの方で適切に設定を調整するための手段が必要になります。

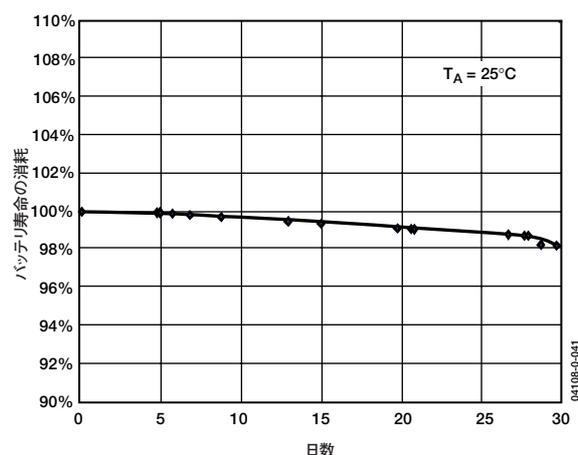


図40. バッテリー動作寿命の消耗

評価用ボード

評価用ボードと専用のソフトウェアを使用すれば、Windows 98/2000/XPで動作するPCからAD5162をプログラムすることができます。図41に示すように、グラフィカル・ユーザー・インターフェースは、単純明快で使いやすい設計になっています。詳細については、ボードに付属のユーザー・マニュアルを参照してください。

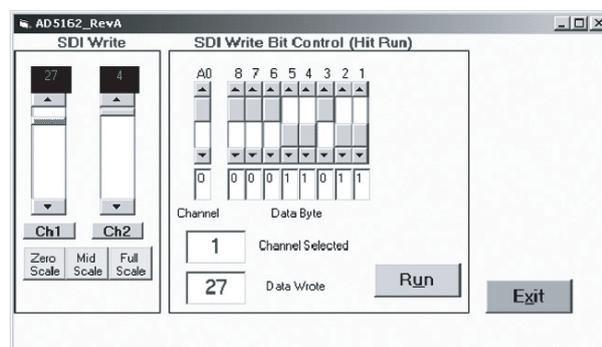


図41. AD5162の評価用ボード・ソフトウェア

AD5162は、パワーアップ時にミッドスケールからスタートします。抵抗を増減するには、左側のスクロールバーを移動させます。特定の値を書き込むには、画面上部のビット・パターンを使用して [Run] ボタンをクリックします。デバイスにデータを書き込むためのフォーマットを表8に示します。

AD5162

SPIインターフェース

SPI互換の3線式シリアル・バス

AD5162は、3線式SPI互換のデジタル・インターフェース (SDI、 \overline{CS} 、CLK) を内蔵しています。9ビットのシリアル・ワードは、MSBファーストでロードする必要があります。ワードのフォーマットを表8に示します。

立ち上がりエッジを検出するCLK入力では、不要なデータをシリアル入力レジスタに入力してしまわないようにクリーンなクロック変化が必要です。これは標準のロジック・ファミリーで可能です。製品評価で機械的スイッチを使用する場合、フリップフロップやその他の適切な方法を使ってバウンスを防止する必要があります。 \overline{CS} がローレベルのとき、クロックの各立ち上がりエッジでデータがシリアル・レジスタにロードされます (図42を参照)。

仕様表のデータ・セットアップ・タイムとデータ・ホールド・タイムによって、有効なタイミング条件が決まります。AD5162は9ビットのシリアル入力データ・レジスタ・ワードを使用し、 \overline{CS} ラインがロジック・ハイに復帰したときに内部RDACレジスタに転送します。設定データではないMSBビットは無視されます。

表8. シリアル・データ・ワードのフォーマット

B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
MSB								LSB
2^8	2^7							2^0

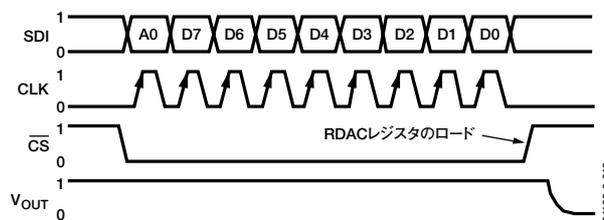


図42. SPIインターフェースのタイミング図 ($V_A=5V$ 、 $V_B=0V$ 、 $V_W=V_{OUT}$)

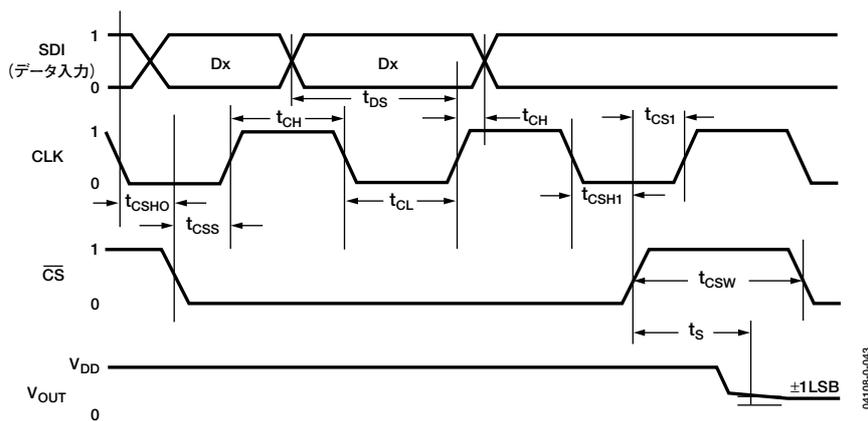


図43. SPIインターフェースの詳細なタイミング図 ($V_A=5V$ 、 $V_B=0V$ 、 $V_W=V_{OUT}$)

外形寸法

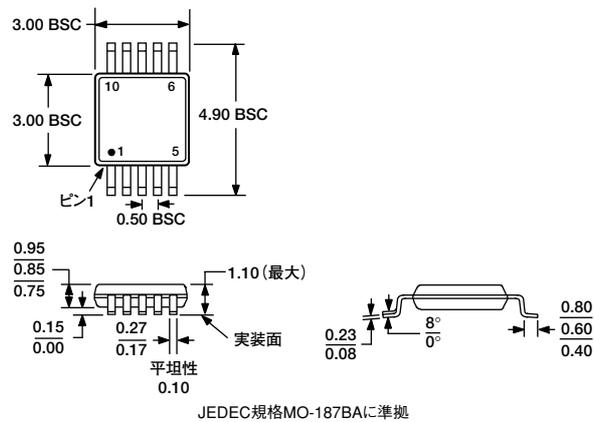


図44. 10ピン・ミニSOP [MSOP]
(RM-10)

寸法単位：mm

オーダー・ガイド

モデル	R_{AB} (Ω)	温度	パッケージ	パッケージ・オプション	ブランド
AD5162BRM2.5	2.5k	-40~+125℃	MSOP-10	RM-10	D0Q
AD5162BRM2.5-RL7	2.5k	-40~+125℃	MSOP-10	RM-10	D0Q
AD5162BRM10	10k	-40~+125℃	MSOP-10	RM-10	D0R
AD5162BRM10-RL7	10k	-40~+125℃	MSOP-10	RM-10	D0R
AD5162BRM50	50k	-40~+125℃	MSOP-10	RM-10	D0S
AD5162BRM50-RL7	50k	-40~+125℃	MSOP-10	RM-10	D0S
AD5162BRM100	100k	-40~+125℃	MSOP-10	RM-10	D0T
AD5162BRM100-RL7	100k	-40~+125℃	MSOP-10	RM-10	D0T
AD5162EVAL	注1を参照		評価用ボード		

¹ 評価用ボードは10k Ω の R_{AB} 抵抗オプションを付けた状態で出荷していますが、使用できるあらゆる抵抗値オプションに対応します。

AD5162

AD5162

C04108-0-11/03(A)-J