

特長

128ポジション、2チャンネル

ポテンシオメータの置換部品

10k、50k、100k、1M

超低消費電力：40 μ A Max

両電源： ± 2.7 V動作

単電源：+2.7 ~ +5.5V動作

インクリメント / デクリメント・カウント制御

アプリケーション

ステレオ・チャンネル・オーディオ・レベル制御

機械式ポテンシオメータの置換部品

リモート・インクリメンタル調整アプリケーション

計装：ゲイン、オフセット調整

プログラマブルな電圧 / 電流変換

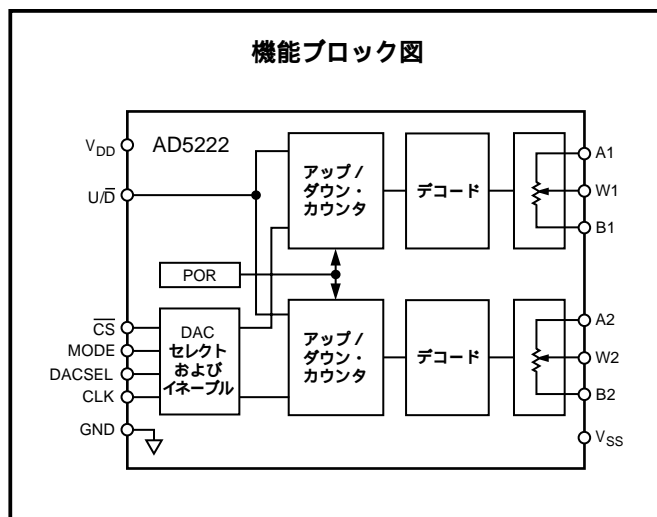
ライン・インピーダンス・マッチング

概要

AD5222はデュアル・チャンネル、128ポジション、デジタル制御の可変抵抗 (VR) デバイスを構成できるデジタル・ポテンシオメータです。ポテンシオメータや可変抵抗と同様な調整機能を、電子的に実現します。AD5222は、計装機器やテスト装置のプッシュボタン・アプリケーションに最適化されています。ピン間の抵抗値が幅広く選択できるため、帯域幅や消費電力を選択できます。

AD5222は、デジタル制御されたアップ / ダウン・カウンタが決定した点に固定された抵抗の値にタップを設定するワイパーを持つ固定抵抗を2つ備えています。ワイパーと固定抵抗の両端子の間の抵抗により、端子間抵抗値をポジション数で割った数値に等しい一定の抵抗値ステップの値が得られます (例: RSTEP = 10k / 128 = 78)。可変抵抗によって、端子Aとワイパー間、または端子Bとワイパー間の抵抗の正しい調整値が得られます。A/B端子間の固定抵抗値10k、50k、100k、1Mの公称温度係数は -35ppm/ となっています。

チップ・セレクトCS、カウントCLK、U/D方向制御入力、可変抵抗のポジションを設定します。MODEによって、2つのVRを両方インクリメントするか、独立してインクリメントするかを決定します。MODEのロジックがゼロのときは、両ワイパーは、ワイパー間の相対的な設定を変更することなく、インクリメントUPまたはDOWNとなります。また、ワイパー間の相対比は、どちらかのワイパーが抵抗アレイの終点に達する場合にも保持されます。独立MODE (ロジック1) ではDACSELピンにより決定されたVRのみが変更されます。DACSEL (ロジック0) はRDAC 1を変更します。内部アッ



プ / ダウン・カウンタを制御するこれらの入力、機械式またはプッシュボタンのスイッチ (あるいはその他の接点閉鎖デバイス) で容易に生成できます。この単純なデジタル・インターフェースにより、フロント・パネルのインターフェース設計におけるマイクロコントローラが不要となります。

AD5222は表面実装型 (SO-14) パッケージで入手できます。超小型ソリューション用には、薄型14ピンTSSOPパッケージもあります。全部品は -40 ~ +85 の工業温度範囲で動作が保証されています。3線式、SPIコンパチブル・インターフェース・アプリケーションの場合は、AD5203/AD5204/AD5206、AD7376、AD8400/AD8402/AD8403の資料を参照してください。

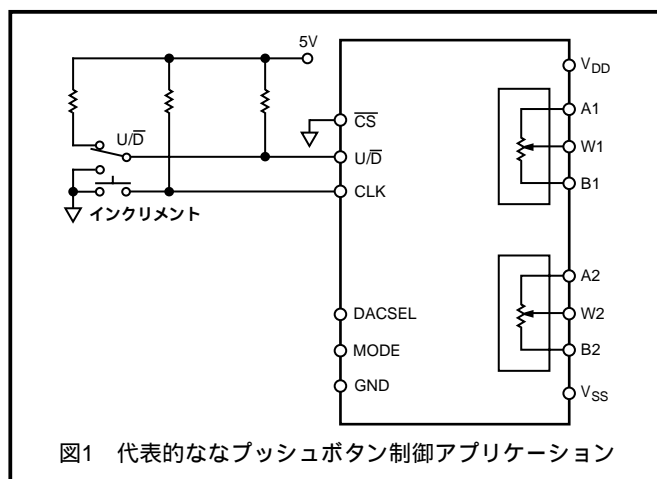


図1 代表的なプッシュボタン制御アプリケーション

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利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。

AD5222 - 仕様

(特に指示のない限り、 $V_{DD} = 3V \pm 10\%$ 、 $5V \pm 10\%$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $V_A = +V_{DD}$ 、 $V_B = 0V$ 、 $-40 < T_A < +85$)

パラメータ	記号	条件	Min	Typ ¹	Max	単位
加減抵抗モードのDC特性 (全VRに適用される)						
抵抗値微分誤差NL ²	R-DNL	R_{WB} 、 $V_A = NC$	-1	$\pm 1/4$	+1	LSB
抵抗値非直線性誤差 ²	R-INL	R_{WB} 、 $V_A = NC$	-1	± 0.4	+1	LSB
公称抵抗値許容誤差	R	$V_{AB} = V_{DD}$ 、ワイパー = 無接続、 $T_A = 25$	-30		+30	%
抵抗値温度係数	R_{AB}/T	$V_{AB} = V_{DD}$ 、ワイパー = 無接続		-35		ppm/
ワイパー抵抗値 ³	R_W	$I_W = V_{DD}/R$ 、 $V_{DD} = 3V$ 、 $5V$		45	100	
公称抵抗値マッチ	R/R_O	CH1 ~ 2、 $V_{AB} = V_{DD}$ 、 $T_A = 25$		0.2	1	%
ポテンショメータ・ディバイダ・モードのDC特性 (全VRに適用)						
分解能	N			7		ビット
積分非直線性 ⁴	INL	$R_{AB} = 10k$ 、 $50k$ 、 $100k$	-1	$\pm 1/4$	+1	LSB
	INL	$R_{AB} = 1M$	-2	$\pm 1/2$	+2	LSB
微分非直線性 ⁴	DNL		-1	$\pm 1/4$	+1	LSB
分圧器温度係数	V_W/T	Code = 40_H		20		ppm/
フルスケール誤差	V_{WFSE}	Code = $7F_H$	-1	-0.5	+0	LSB
ゼロスケール誤差	V_{WZSE}	Code = 00_H	0	0.5	1	LSB
抵抗端子						
電圧範囲 ⁵	$V_{A,B,W}$		V_{SS}		V_{DD}	V
容量 ⁶ A,B	$C_{A,B}$	$f = 1MHz$ 、GNDに対して測定、Code = 40_H		45		pF
容量 ⁶ W	CW	$f = 1MHz$ 、GNDに対して測定、Code = 40_H		60		pF
コモン・モード・リーク電流	I_{CM}	$V_A = V_B = V_W$		1		nA
デジタル入/出力						
入力ロジック・ハイ	V_{IH}	$V_{DD} = 5V/3V$	2.4/2.1			V
入力ロジック・ロー	V_{IL}	$V_{DD} = 5V/3V$			0.8/0.6	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						
単電源範囲	$V_{DD\ RANGE}$	$V_{SS} = 0V$	2.7		5.5	V
両電源範囲	$V_{DD/SS\ RANGE}$		± 2.3		± 2.7	V
正電源電流	I_{DD}	$V_{IH} = 5V$ または $V_{IL} = 0V$		15	40	μA
負電源電流	I_{SS}	$V_{SS} = -2.5V$ 、 $V_{DD} = +2.7V$		15	40	μA
消費電力 ⁷	P_{DISS}	$V_{IH} = 5V$ または $V_{IL} = 0V$ 、 $V_{DD} = 5V$		150	400	μW
電源感度	PSS		0.002	0.05		%/%
ダイナミック特性 ^{6,8,9}						
-3dB帯域幅	BW_10K	$R_{AB} = 10k$ 、Code = 40_H		1000		kHz
	BW_50K	$R_{AB} = 50k$ 、Code = 40_H		180		kHz
	BW_100K	$R_{AB} = 100k$ 、Code = 40_H		78		kHz
	BW_1M	$R_{AB} = 500k$ 、Code = 40_H		7		kHz
総高調波歪み	THD _W	$V_A = 1V_{rms} + 2V_{dc}$ 、 $V_B = 2V_{dc}$ 、 $f = 1kHz$		0.005		%
V_W セトリング・タイム	t_s	$R_{AB} = 10k$ 、 $\pm 1LSB$ 誤差帯域		2		μs
抵抗ノイズ電圧	e_{N_WB}	$R_{WB} = 5k$ 、 $f = 1kHz$		14		nV/\sqrt{Hz}
インターフェース・タイミング特性 (全部品に適用) ^{6,10}						
入力クロック・パルス幅	t_{CH} 、 t_{CL}	クロック・レベル・ハイまたはロー	30			ns
\overline{CS} ~ CLKのセットアップ・タイム	t_{CSS}				ns	
\overline{CS} 立上がり ~ CLKのホールド・タイム	t_{CSH}				ns	
U/\overline{D} ~ クロックの立下りセットアップ・タイム	t_{UDS}				ns	
U/\overline{D} ~ クロックの立下りホールド・タイム	t_{UDH}				ns	
DACSEL ~ クロックの立下りセットアップ・タイム	t_{DSS}				ns	
DACSEL ~ クロックの立下りホールド・タイム	t_{DSH}				ns	
MODE ~ クロックの立下りセットアップ・タイム	t_{MDS}				ns	
MODE ~ クロックの立下りホールド・タイム	t_{MDH}				ns	

注記

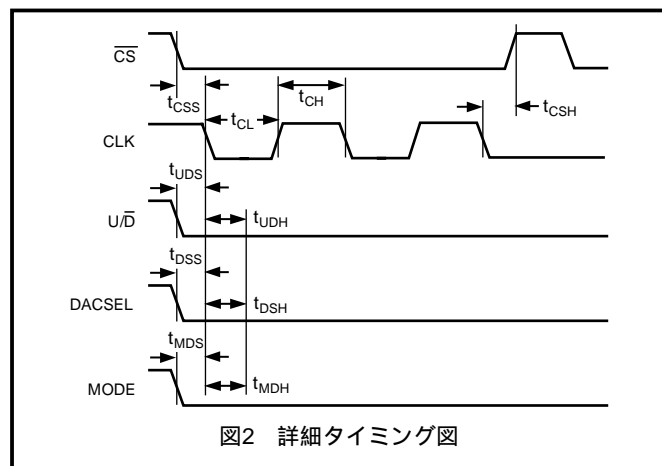
- Typ値は+25°Cで $V_{DD} = 5V$ の場合の平均的読み出し値を表します。
- 抵抗ポジションの非直線性誤差R-INLは、最大/最小抵抗間のワイパーのポジション間で計測した場合の理想値からの偏差を表します。R-DNLは連続するタップのポジション間における理想値からの相対的なステップの変化を計測したものです。各部品について単調性が保証されています。図22テスト回路を参照。
- ワイパー抵抗値は $R_{AB} = 1M$ のモデルでは計測されていません。
- INLおよびDNLは、RDACを電圧出力D/Aコンバータのようなポテンショメータによる分圧器として設定し、 V_W において測定したものです。 $V_A = V_{DD}$ 、 $V_B = 0V$ です。DNL仕様の最大 $\pm 1LSB$ の制限は、動作条件の単調性を保証します。図21テスト回路を参照。
- 抵抗端子A、B、Wは相互の関係において、極性の制約がありません。
- 設計上保証されていますが、製造テストは行いません。
- P_{DISS} は($I_{DD} \times V_{DD}$)で算出されます。CMOSのロジック・レベル入力によって消費電力を最小限に抑えられます。
- 帯域、ノイズ、セトリング・タイムは選択された端子の抵抗値に依存します。抵抗値RをMinにすると、最速セトリング・タイムと最大帯域が得られます。抵抗値RをMaxにすると、全体の電力消費が最小限に抑えられます。
- ダイナミック特性はすべて $V_{DD} = 5V$ での値です。
- 測定値に対応する信号については、タイミング図を参照。すべての入力制御電圧は、 $t_r = t_f = 2.5ns$ (+3Vの10~90%)に対して設定されており、1.5Vの電圧レベルから時間設定されたものです。スイッチング特性は、 $V_{DD} = 5V$ と $V_{DD} = 3V$ の両方で計測されています。

仕様は予告なく変更されることがあります。

絶対最大定格

(特に指定のない限り $T_A = 25$)

$V_{DD} \sim GND$	- 0.3V、 + 7V
$V_{SS} \sim GND$	0V、 - 5V
$V_{DD} \sim V_{SS}$	7V
$V_A、V_B、V_W \sim GND$	0V、 V_{DD}
$Ax - Bx、Ax - Wx、Bx - Wx$	$\pm 20mA$
デジタル入力電圧 $\sim GND$	0V、 $V_{DD} + 0.3V$
動作温度範囲	- 40 \sim + 85
最大接合温度 (T_{JMAX})	150
保管温度	- 65 \sim + 150
ピン温度 (ハンダ付け、10秒)	300
パッケージワット損	($T_{JMAX} - T_A$) / J_A
熱抵抗 J_A	
SOIC (SO-14)	158 W/W
14ピンTSSOP	206 W/W



真理値表

\overline{CS}	CLK	U/\overline{D}	動作
L		H	端子Aに向かうワイパー・インクリメント
L		L	端子Bに向かうワイパー・デクリメント
H	X	X	ワイパーのポジション固定

共通モード (MODE = 0) では、ワイパー間の相対距離を変化させることなく、両方のワイパーをUPまたはDOWNのどちらかの方向に、抵抗アレイ上を移動させます。また、両ワイパー間の距離は、どちらかがアレイの終点に到達した場合にも一定に保たれます。独立モード (MODE = 1) のときは、ユーザーが各RDACを個々に制御できます (DACSEL = 0でRDAC1を、DACSEL = 1でRDAC2を設定)。

注意

ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。4000Vもの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予防措置をとるようお奨めします。

オーダー・ガイド

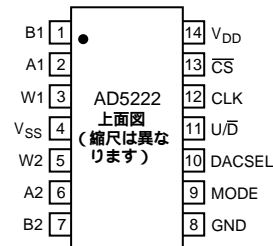
モデル	k	温度範囲	パッケージ	パッケージ・オプション
AD5222BR10	10	- 40 \sim + 85	14ピンSO	R-14
AD5222BRU10	10	- 40 \sim + 85	14ピンTSSOP	RU-14
AD5222BR50	50	- 40 \sim + 85	14ピンSO	R-14
AD5222BRU50	50	- 40 \sim + 85	14ピンTSSOP	RU-14
AD5222BR100	100	- 40 \sim + 85	14ピンSO	R-14
AD5222BRU100	100	- 40 \sim + 85	14ピンTSSOP	RU-14
AD5222BR1M	1,000	- 40 \sim + 85	14ピンSO	R-14
AD5222BRU1M	1,000	- 40 \sim + 85	14ピンTSSOP	RU-14

AD5222のダイサイズは56mil x 60mil、3360平方mil、つまり、1.4224mm x 1.524mm、2.1677mm²です。1503個のトランジスタで構成されています。特許番号は5495245 (米国) です。

ピン機能説明

ピン番号	記号	機能
1	B1	B端子RDAC#1
2	A1	A端子RDAC#1
3	W1	ワイパーRDAC#1、DACSEL = 0
4	V_{SS}	負電源。0Vと2.7Vの両方での動作が可能です。($ V_{DDL} + V_{SSL} < 5.5V$)
5	W2	ワイパーRDAC#2、DACSEL = 1
6	A2	A端子RDAC#2
7	B2	B端子RDAC#2
8	GND	グラウンド
9	MODE	共通: MODE = 0、独立: MODE = 1
10	DACSEL	DAC SELECTはどちらのワイパーが独立MODE = 1でインクリメントされるのかを決定します。DACSEL = 0はRDAC1を、DACSEL = 1はRDAC2を設定します。
11	U/\overline{D}	UP/DOWN方向制御
12	CLK	負のエッジでトリガされるシリアル・クロック入力
13	\overline{CS}	アクティブ・ローのチップ・セレクト入力。 \overline{CS} がハイのときはUP/DOWNカウンタがディスエーブルになります。
14	V_{DD}	正電源。+3Vと+5Vの両方での動作が可能です。($ V_{DDL} + V_{SSL} < 5.5V$)

ピン配置



AD5222 - 代表的な性能特性

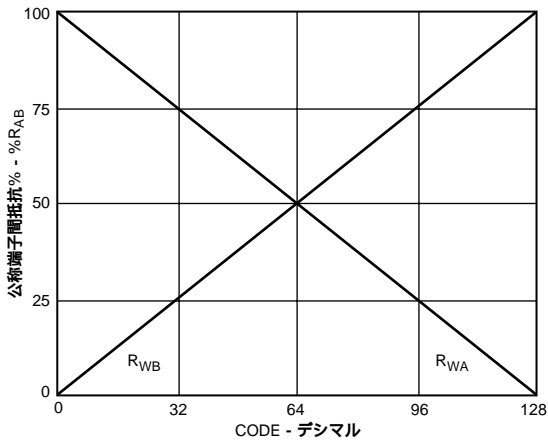


図3 ワイパー端子間抵抗値 対 Code

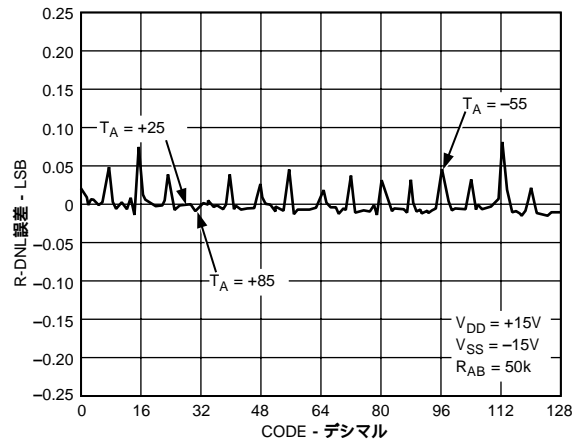


図6 R-DNLの相対的抵抗ステップ・ポジション変化 対 Code

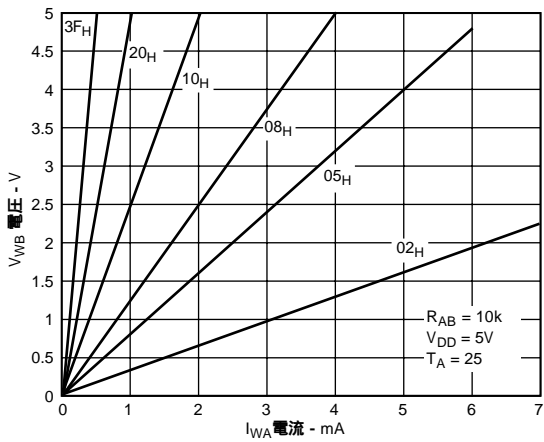


図4 抵抗値直線性 対 伝導電流

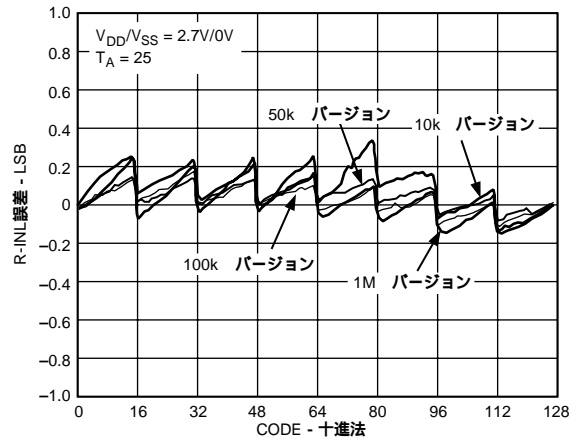


図7 R-INLの抵抗値非直線性誤差 対 Code

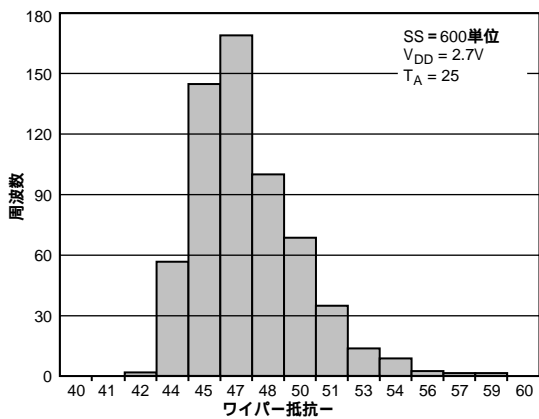


図5 ワイパー接点抵抗値

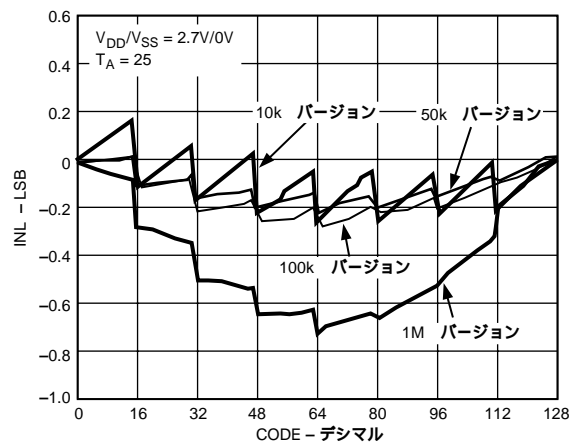


図8 ポテンシオメータ分圧器のINL誤差 対 Code

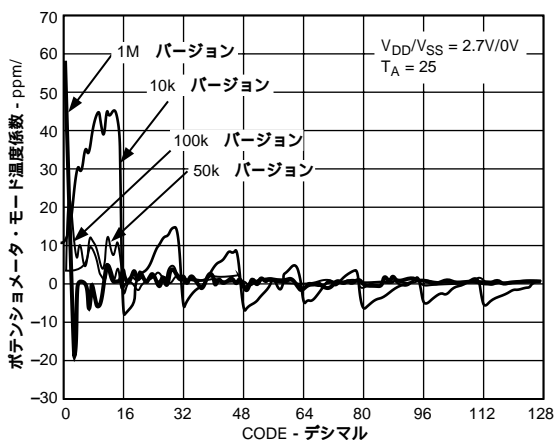


図9 V_{WB}/T ポテンシオメータ・モード温度係数

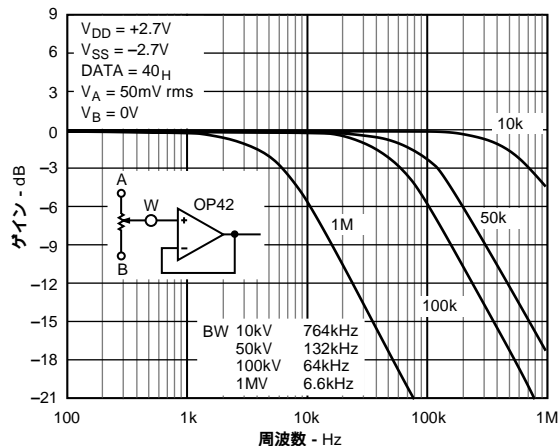


図12 ゲイン 対 周波数 対 R_{AB}

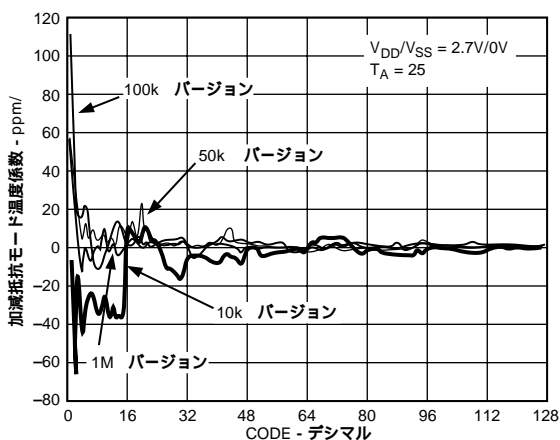


図10 R_{WB}/T 加減抵抗モード温度係数

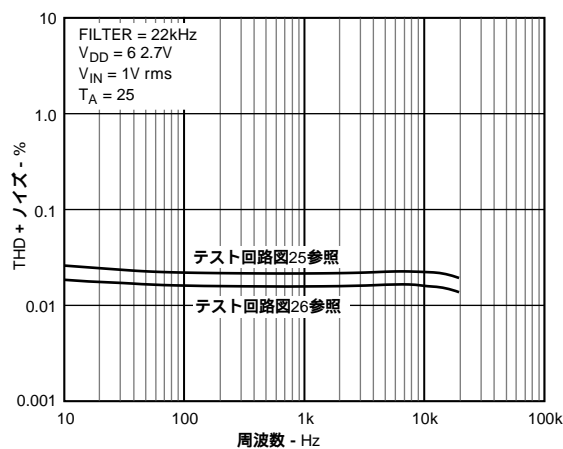


図13 総高調波歪み + ノイズ 対 周波数

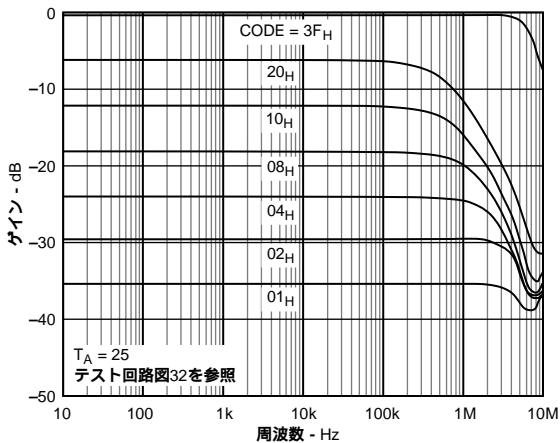


図11 10k ゲイン 対 周波数 対 Code

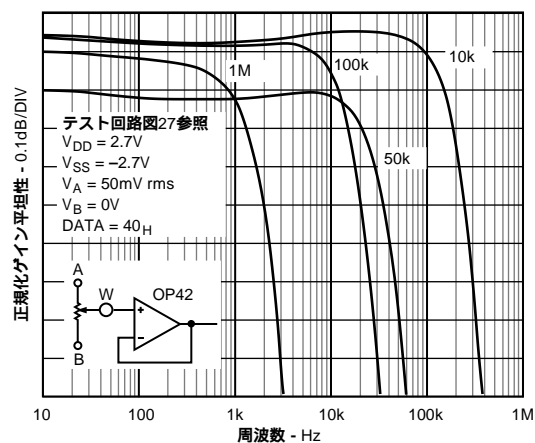


図14 正規化したゲイン平坦性 対 周波数

AD5222

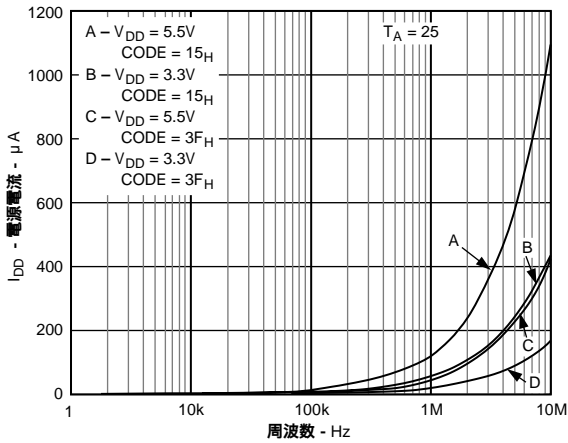


図15 I_{DD} 、 I_{SS} 電源電流 対 クロック周波数

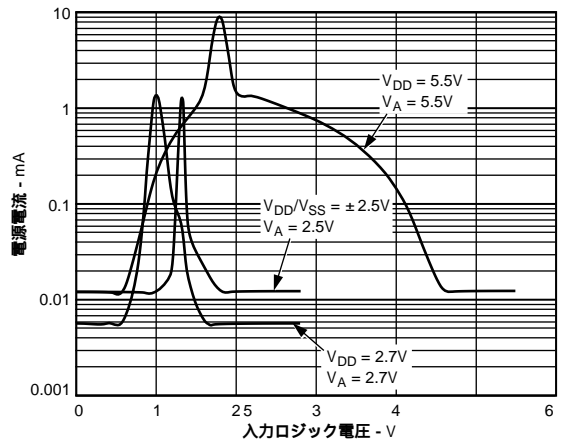


図18 電源電流 対 入力ロジック電圧

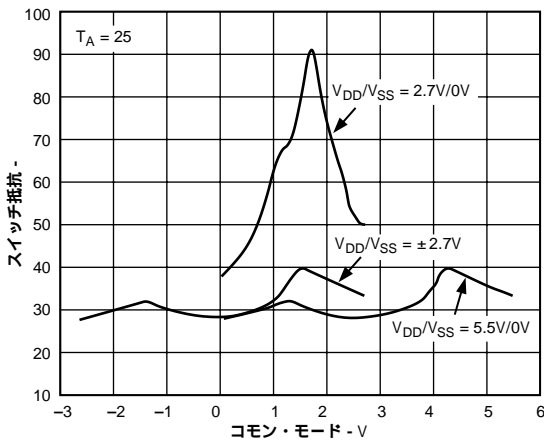


図16 インクリメンタル・ワイパー接触抵抗 対 V_{DD}/V_{SS}

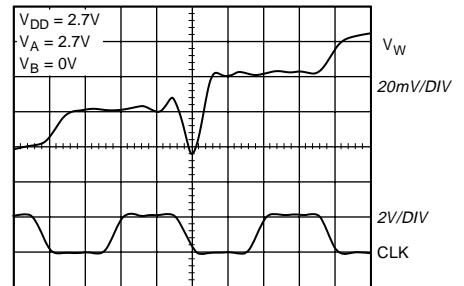


図19 3FH ~ 40Hのミッドスケール遷移

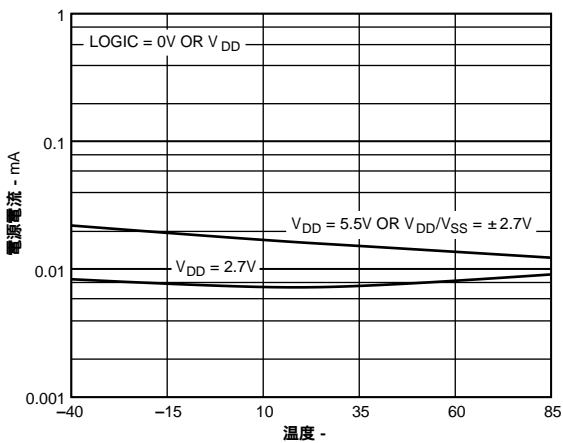


図17 電源電流 対 温度

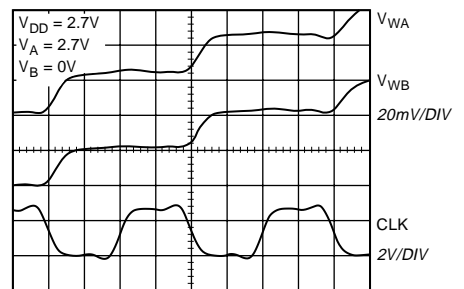


図20 ステレオ・ステップ遷移 (Mode=0)

AD5222 - パラメータ・テスト回路

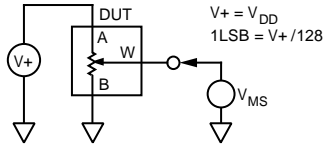


図21 ポテンショメータ分圧器の非直線性誤差テスト回路 (INL、DNL)

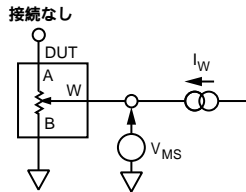


図22 抵抗ポジションの非直線性誤差 (加減抵抗動作、R-INL、R-DNL)

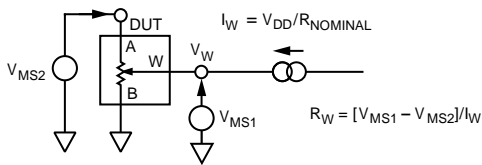


図23 ワイパー抵抗テスト回路

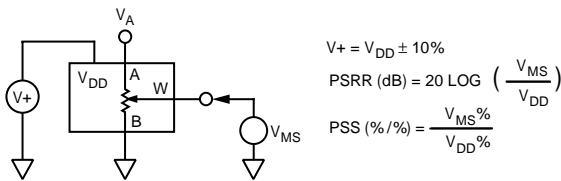


図24 電源感度テスト回路 (PSS、PSRR)

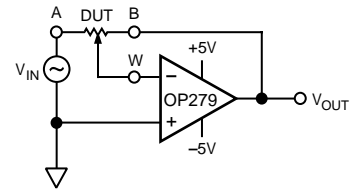


図25 反転型プログラマブル・ゲインのテスト回路

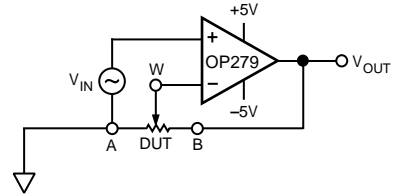


図26 非反転型プログラマブル・ゲインのテスト回路

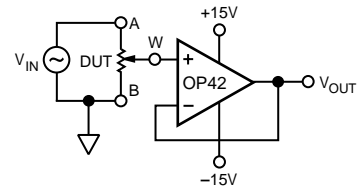


図27 ゲイン 対 周波数テスト回路

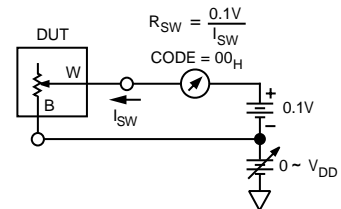


図28 インクリメンタルON抵抗テスト回路

AD5222

動作

AD5222は、128ポジション・デジタル制御の可変抵抗 (VR) を実現する製品です。VRの設定は、 \overline{CS} がアクティブ・ローの状態のときCLKピンにパルス入力することで変更できます。U/D (UP/DOWN) 制御入力ピンがインクリメントの方向を制御します。ワイパーが抵抗の端 (端子A、B) に到達すると、その後のCLKパルスはワイパー設定を変更しません。ワイパー・ポジションは、ワイパー・デコード・ロジックにより即座にデコードされて、ワイパーの抵抗値が変化します。プッシュボタン・スイッチをカウント・シーケンスやカウントの方向の制御に使用するとき、適切なディバウンス防止回路が必要です。正確なタイミングは図2を参照してください。AD5222は、 R_{WA} と R_{WB} がほぼ等しい抵抗値を示す中心のワイパー・ポジションで電源ONになります。

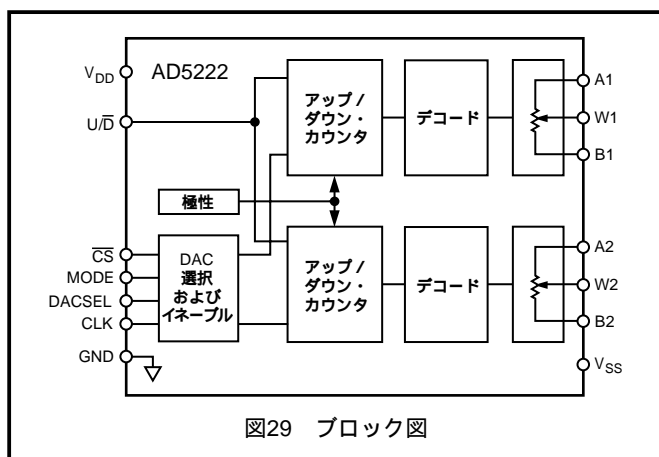


図29 ブロック図

デジタル・インターフェース動作

AD5222はプッシュボタン制御が可能なインターフェースを備えています。アクティブな入力、クロック (CLK)、 \overline{CS} 、アップ・ダウン (U/D) です。MODEの際、DACSELピンが共通モード、または独立モードのアップデートを制御します。負エッジで駆動されるCLK入力には、複数のパルスが内部UP/DOWNカウンタ・レジスタにクロック入力されるのを防ぐために、整った波形入力が必要です (図30参照)。標準のロジック・ファミリーで良好な動作が得られます。機械式スイッチを製品の評価に使用する場合は、フリップ・フロップやその他の適切な手段でバウンスを防止する必要があります。 \overline{CS} がアクティブ・ローのときは、U/D制御ピンの状態に応じて、クロックが内部UP/DOWNカウンタをインクリメント/デクリメントし始めます。UP/DOWNカウンタの値 (D) はシステム電源ONの時点で、 40_H からスタートします。U/Dピンがロジック・ハイ状態である限り、フルスケール値 $7F_H$ になるまで、新しいCLKパルスが加えられる毎に1LSBずつ内部カウンタの値を増加させます。U/Dピンがロジック・ローの場合は、カウンタは減少していき、コード 00_H (ゼロ・スケール) で停止します。ワイパーが 00_H ポジションまたは $7F_H$ ポジションになった後のCLKピンのクロック・パルスは無視されます。詳細なデジタル・ロジック・インターフェース回路を図30に示します。

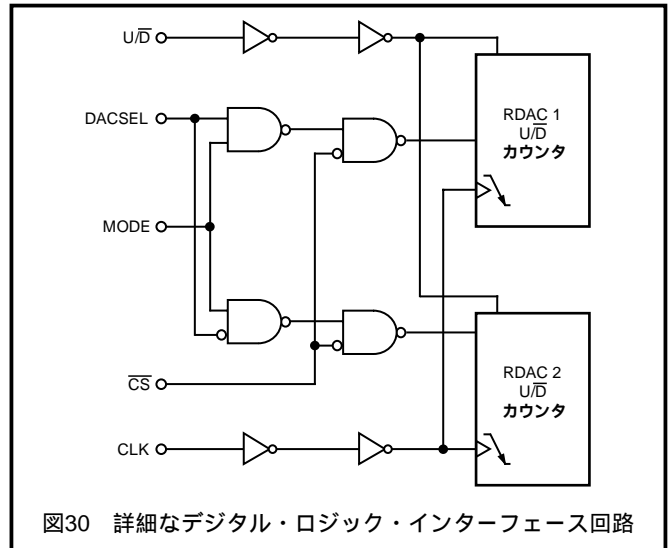


図30 詳細なデジタル・ロジック・インターフェース回路

全デジタル入力 (\overline{CS} 、U/D、CLK、MODE、DACSEL) は、直列の入力抵抗と図31に示す並列のツェナーESD構造で保護されています。図32に示すように、全ポテンショメータ端子ピン (A、B、W) はESDから保護されます。

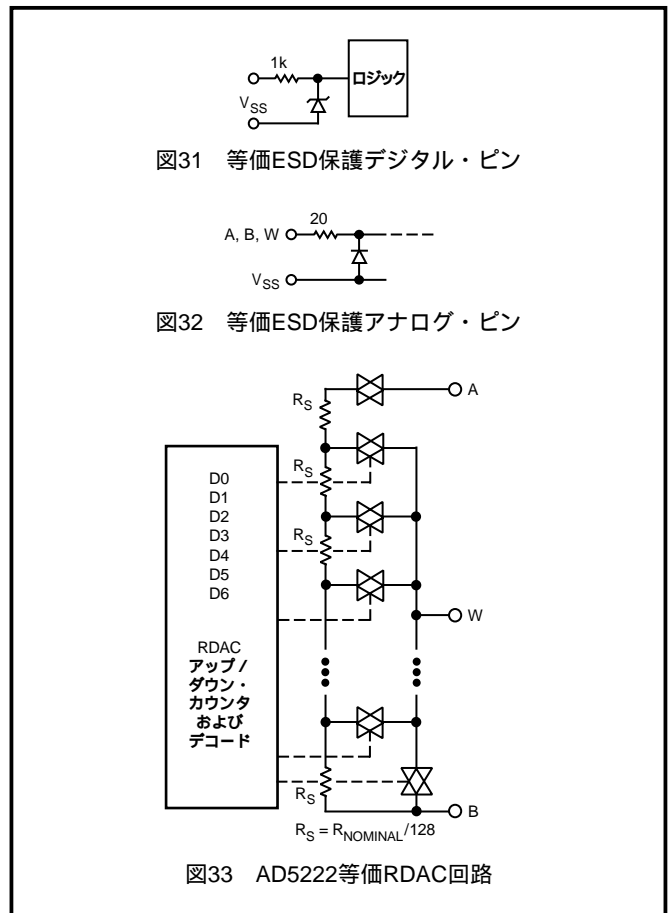


図33 AD5222等価RDAC回路

可変抵抗のプログラミング

加減抵抗動作

端子AB間のRDACの公称抵抗値は、10k、50k、100k、1M が用意されています。型番の最後の3文字がこの公称抵抗値を表し、例えば10k = 10、50k = 50、100k = 100、1M = 1Mとなっています。VRの公称抵抗値 (R_{AB}) には、ワイパー端子によってアクセスできる128の接点とB端子の接点があります。電源ONの時点では、ワイパーと両端子A、Bの抵抗値はほぼ同じです。CLKピンにパルスを入力すると、図33に示すように、ワイパーWから端子Bの抵抗値が R_s の抵抗値ずつ増加します。抵抗値 R_{WB} はクロック・ピンに加えられたパルスの数によって決まります。内部抵抗のストリングの各部分は $R_s = R_{AB}/128$ の公称抵抗値を備え、つまり10k のAD5222BR10の場合78 になります。電流はWとBの間を直接接続した状態 ($R_{WBCode} = 0$) で最大値20mAに制限し、内部スイッチの接点の劣化や損傷を避けるように注意する必要があります。

RDACが置換部品となる機械式ポテンシオメータのように、抵抗値は完全に対称です(図3参照)。ワイパーWと端子Aの間の抵抗も、デジタル制御により抵抗値 R_{WA} を生成します。これらの端子を使用する場合には、B端子をワイパーに接続する必要があります。

R_{AB} の部品間分布のTyp値は製造ロットによって異なり、 $\pm 30\%$ の偏差があります。 R_{BA} 変化の温度係数は - 35ppm/ です。

R_{BA} の温度係数は、温度係数0.5%/ のワイパー接点スイッ

チ抵抗が大きなパーセンテージで影響するため、ワイパーがB端子近くにプログラムされるにつれ増加します。図9、図10はコード設定の関数としてのワイパー接点抵抗の影響を示しています。

ポテンシオメータ分圧器のプログラミング

電圧出力動作

デジタル・ポテンシオメータは、任意の端子に印加された入力電圧に比例する出力電圧が、簡単に得られます。例えばA端子を5Vに、B端子をグラウンドに接続した場合、ワイパーにおける出力電圧を、0Vから5Vより1LSB低い電圧の範囲で、任意の値に変化させることができます。各LSBに対応する電圧は、ポテンシオメータの分圧器の端子AB間に印加した電圧をポジション数128で割った値に等しくなります。端子AB間に印加される任意の入力電圧について、グラウンドに対する出力電圧を算出する一般的な計算式は、以下ようになります。

$$V_W(D) = D/128 \times V_{AB} + V_B \quad (1)$$

Dは内部UP/DOWNカウンタの設定値を表します。

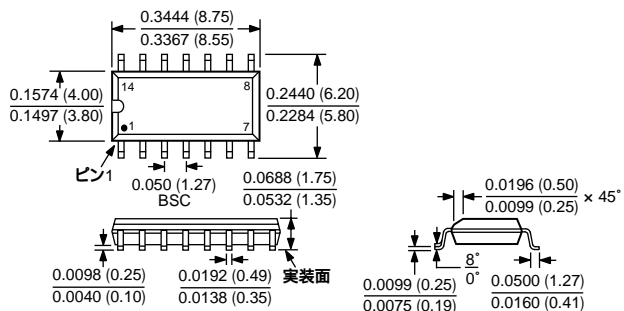
デジタル・ポテンシオメータを分圧器モードで動作させると、温度変化に対する精度がさらに向上します。ここで出力電圧は内部抵抗器の絶対値でなく比に依存するため、ドリフトが20ppm/ まで改善できます。

AD5222

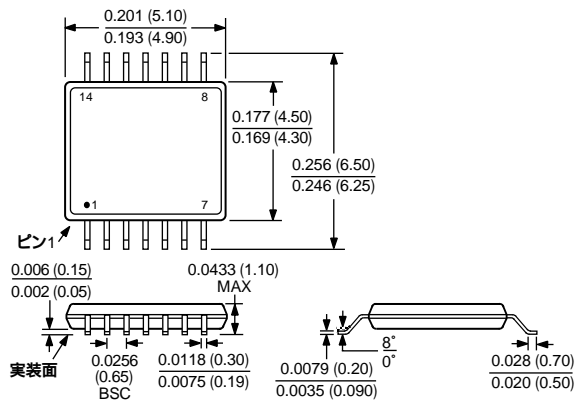
外形寸法

サイズはインチと (mm) で示します。

14ピン狭体SOIC (R-14)



14ピンTSSOP (RU-14)



AD5222

D1137-2.7-12/99,1A

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。