

0Hz/DC～34GHzで動作するSPDT MEMSスイッチ

特長

- ▶ ADGM1001 : DC～34GHz
- ▶ ADGM1002 : DC～20GHz
- ▶ ADGM1003 : DC～16GHz
- ▶ 挿入損失 (ADGM1001) :
 - ▶ 18GHzで0.8dB (代表値)
 - ▶ 34GHzで1.5dB (代表値)
- ▶ IIP3 : 76dBm (代表値) (ADGM1001)
- ▶ 最大RF電力 : 33dBm (ADGM1001)
- ▶ オン抵抗 : 3.4Ω (代表値)
- ▶ 最大DC電流 : 200mA (ADGM1001)
- ▶ 作動寿命 : 1億サイクル (最小値)
- ▶ オン切替え時間 (tON) : 200μs (代表値)
- ▶ 3.3Vドライバ内蔵により、パラレル・インターフェースやSPIで簡単に制御可能
- ▶ 個別に制御可能なスイッチ
- ▶ 受動部品内蔵による小型化
- ▶ **5.00mm × 4.00mm × 0.90mmの小型24ピンLGAパッケージ**
- ▶ 温度範囲 : -40°C～+85°C

アプリケーション

- ▶ ATEの負荷およびプローブ・ボード
- ▶ DCおよび高速ループ・バック試験
- ▶ リレーの代替
- ▶ 構成変更可能なフィルタ/減衰器
- ▶ 防衛用無線とマイクロ波無線
- ▶ セルラー・インフラストラクチャ : 5Gミリ波
- ▶ 対応デジタル規格 : PCIe Gen4/Gen5/Gen6、USB 3とUSB 4、およびPAM 4

機能ブロック図

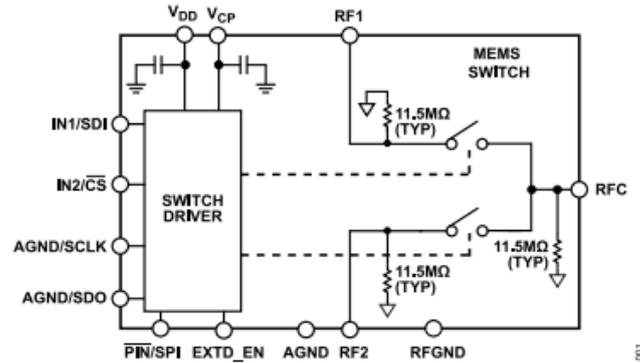


図 1.

概要

ADGM1001は、アナログ・デバイセズのMEMS（微小電子機械システム）スイッチ技術を使って製造された、広帯域の単極双投（SP2T）スイッチです。この技術により、小さいフォーム・ファクタ、広いRF帯域幅、高い直線性、小さい挿入損失を備え、最小0Hz/DCで動作するスイッチが実現します。このスイッチは、広いRF範囲と高精度の装置切替えが求められる場合に理想的なソリューションとなります。このデバイスは、**24ピン、5.00mm × 4.00mm × 0.90mmのランド・グリッド・アレイ（LGA）パッケージ**を採用しています。

内蔵された制御チップでは、相補型金属酸化膜半導体（CMOS）/低電圧トランジスタ-トランジスタ-ロジック（LVTTL）互換のパラレル・インターフェースによって、スイッチを静電駆動するのに必要な高電圧が生成されます。すべてのスイッチは独立して制御できます。

多機能ピンの名称は、該当する機能のみで表示されることがあります。

表 1. ADGM1001/ADGM1002/ADGM1003の主な仕様

Model	Bandwidth	Maximum RF Power (dBm)	DC Signal Range (V)	Maximum DC Current (mA)
ADGM1001	DC to 34 GHz	33	±6	200
ADGM1002	DC to 20 GHz	30	±5	150
ADGM1003	DC to 16 GHz	27	±3	75

関連製品

- ▶ クワッドPMU : [AD5522](#)
- ▶ SP4TMEMSスイッチ : [ADGM1304](#)、[ADGM1004](#)
- ▶ 低ノイズLDOレギュレータ : [ADP7142](#)、[LT1962](#)、[LT3045-1](#)

Rev. A

文書に関するご意見

テクニカルサポート

アナログ・デバイセズ社は、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・デバイセズ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。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。
※日本語版資料は 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。

目次

特長.....	1	内部発振器のフィードスルー.....	24
アプリケーション.....	1	内部発振器のフィードスルーの低減.....	24
機能ブロック図.....	1	低消費電力モード.....	24
概要.....	1	代表的な動作回路.....	24
関連製品.....	1	アプリケーション情報.....	26
仕様.....	3	電源レール.....	26
ADGM1001の仕様.....	4	電源の推奨事項.....	26
ADGM1002の仕様.....	6	高速デジタル・ループバック.....	26
ADGM1003の仕様.....	7	切替え可能なRF減衰器.....	26
タイミング特性.....	9	重要な動作条件.....	27
タイミング図.....	9	オン抵抗のドリフトによるシステム誤差に関する考慮事項.....	27
絶対最大定格.....	11	作動後の温度衝撃によるオン抵抗変化.....	27
熱抵抗.....	11	ホット・スイッチング.....	27
静電放電 (ESD) 定格.....	11	取り扱い上の注意.....	28
ESDに関する注意.....	11	ハンダ・ステンシルに関する推奨事項.....	30
ピン配置およびピン機能の説明.....	12	レジスタの一覧.....	31
代表的な性能特性.....	13	レジスタの詳細.....	32
ADGM1001/ADGM1002の代表的な性能特性.....	13	スイッチ・データ・レジスタ.....	32
ADGM1003の代表的な性能特性.....	19	外形寸法.....	33
動作原理.....	21	オーダー・ガイド.....	33
スイッチの設計.....	21	評価用ボード.....	33
パラレル・デジタル・インターフェース.....	21		
SPIデジタル・インターフェース.....	21		

改訂履歴

2/2023—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Table 2.....	3
Deleted Input Second-Order Intermodulation Intercept Parameter; Table 3.....	5
Deleted Input Second-Order Intermodulation Intercept Parameter; Table 4.....	7
Changes to Table 10.....	12
Change to High Speed Digital Loopback Section.....	26
Change to Figure 68.....	28
Changes to Ordering Guide.....	33

3/2022—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定のない限り、 $V_{DD} = 3.0V \sim 3.6V$ 、 $AGND$ および $RFGND = 0V$ 、すべての仕様は $T_A = 25^\circ C$ での値。

表 2. ADGM1001/ADGM1002/ADGM1003

パラメータ	記号	最小値	代表値 ¹	最大値	単位	テスト条件/コメント ²
DYNAMIC CHARACTERISTICS						
On Switching Time ³	t_{ON}			200	μs	50% $IN_x \sim 90\%$ (最終挿入損失値が0.05dB) RF_x 、50 Ω 終端、 $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ 、詳細は図5を参照。
Off Switching Time ^{3,4}	t_{OFF}			200	μs	50% $IN_x \sim 10\%$ (最終挿入損失値が0.05dB) RF_x 、50 Ω 終端、 $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ 、詳細は図5を参照。
Power-Up Time			4	5	ms	V_{CP} コンデンサ = 100pF、 $-40^\circ C \sim +85^\circ C$
Video Feedthrough			16		mV peak	RF_x で1M Ω 終端、RFCで50 Ω 終端
Actuation Frequency				2	kHz	両スイッチを同時に切替え
Internal Oscillator Frequency		8.6	10	11	MHz	
Internal Oscillator Feedthrough ⁵			-123		dBm	測定セットアップの詳細 ⁶
			-146		dBm/Hz	
CAPACITANCE PROPERTIES						
On Switch Channel Capacitance	C_{ON}		3.3		pF	1MHzではLGAパッケージの容量を含み、グラウンド基準で容量を測定。
Off Switch Channel Capacitance	C_{OFF}		1.6		pF	
LEAKAGE PROPERTIES						
On Leakage		0.68	1.07	1.35	μA	RF_x (オフ・チャンネル) = +6V、RFC/ RF_x (オン・チャンネル) = -6V、最大値は $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ でテスト
Off Leakage		0.34	0.54	0.69	μA	$RF_x = +6V$ 、RFC = -6V、最大値は $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ でテスト
Internal Shunt Resistor		8.7	11.5	15.2	M Ω	温度係数代表値 = 27.5 k $\Omega/^\circ C$ 、最大値と最小値は25 $^\circ C$ でテスト
DIGITAL INPUTS						
Input High Voltage	V_{INH}	2			V	$-40^\circ C \sim +85^\circ C$ での最小値および最大値
Input Low Voltage	V_{INL}			0.8	V	
Input High and Low Current	I_{INL}/I_{INH}		0.025	1	μA	
Capacitance			5		pF	
DIGITAL OUTPUTS						
Output Low Voltage	V_{OL}			0.4	V_{MAX}	$-40^\circ C \sim +85^\circ C$ での最小値および最大値 シンク電流 (I_{SINK}) = 1mA ソース電流 (I_{SOURCE}) = 1mA
Output High Voltage	V_{OH}	$V_{DD} - 0.4$			V_{MIN}	
Capacitance			5		pF	
POWER REQUIREMENTS						
Supply Voltage	V_{DD}	3.0	3.3	3.6	V	$-40^\circ C \sim +85^\circ C$ での最小値および最大値
Supply Current	I_{DD}		2	2.5	mA	
Low Power Mode Current ⁷	$I_{DD\ EXT\ VCP}$			50	μA	
External Drive Voltage ⁸	$V_{CP\ EXT}$	79.2	80	80.8	V	
External Drive Current	$I_{CP\ EXT\ VCP}$			5	μA	

1 代表値の仕様は、25 $^\circ C$ 、 $V_{DD} = 3.3V$ でテストされています。

2 RF_x は $RF1$ または $RF2$ です。 IN_x は $IN1$ または $IN2$ です。

3 スイッチは200 μs 後にセトリングします。 0 μs から200 μs までの間はRF電力を印加しないでください。

4 スイッチをオフにする50 μs 前にRF電力を除去するか5dBm未満にする必要があります。

仕様

- 5 内部発振器をディスエーブルしてフィードスルーを除去します。
- 6 スペクトラム・アナライザのセットアップ：分解能帯域幅 (RBW) = 200Hz、ビデオ帯域幅 (VBW) = 2Hz、スパン = 100kHz、入力アッテネータ = 0dB、検出器タイプ = ピーク、最大値ホールド = オフ。測定は、1つのスイッチのオン/オフ・スイッチ・ポートを50Ωに終端した状態で実施。基本波フィードスルー・ノイズまたはそれによる高調波ノイズ (いずれか最も高いノイズ) をテスト。
- 7 詳細については、[低消費電力モード](#)のセクションを参照してください。
- 8 詳細については、[内部発振器のフィードスルーの低減](#)のセクションを参照してください。

ADGM1001の仕様

表 3. ADGM1001

パラメータ	記号	最小値	代表値 ¹	最大値	単位	テスト条件/コメント ²
ON-RESISTANCE PROPERTIES						
Initial On-Resistance						
Properties On Resistance	R _{ON}		3.4	6.5	Ω	ドレイン-ソース間電流 (I _{DS}) = 50mA、最初の作動後1ms経過時の入力バイアスが0V、最大仕様値は-40°C~85°Cでの値
On-Resistance Match Between Channels	ΔR _{ON} CH_CH			1.1	Ω	最大値のテストは時刻0 (T0) において-40°C~85°Cで実施
On-Resistance Drift						
Over Time	ΔR _{ON} TIME			-0.46	Ω	最初の作動後1msから100msまでのR _{ON} の変化、最大値は25°C~85°Cでテスト
Over Actuations	ΔR _{ON}		-0.7		Ω	106回の作動後、スイッチは25°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定
			-1		Ω	100 × 106回の作動後、スイッチは25°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定
				-2.3	Ω	7 × 106回の作動後、スイッチは85°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定、作動周波数 = 1Hz
				3	Ω	100 × 106回の作動後、スイッチは85°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定、作動周波数 = 289Hz
LIFETIME PROPERTIES						
Continuously On Lifetime			10		Years	85°Cにおける故障発生までの時間 ³
Actuation Lifetime						
Cold Switched		100 × 10 ⁶	500 × 10 ⁶		Actuations	切替え間の負荷は220mA、85°Cでテスト
RF Hot Switched						RF電力 = 連続波、50Ω終端、故障発生率50%となる時点 (T50)
7 dBm			1 × 10 ⁹		Actuations	
10 dBm			60 × 10 ⁶		Actuations	
15 dBm			4 × 10 ⁶		Actuations	
20 dBm			23 × 10 ³		Actuations	
DC Hot Switched						50Ωに終端、RFx負荷容量 = 10μF、故障発生率50%となる時点 (T50)
0.5 V or 9 mA			1 × 10 ⁹		Actuations	
1 V or 18 mA			650 × 10 ⁶		Actuations	
2.5 V or 46 mA			55 × 10 ³		Actuations	
3.5 V or 65 mA			6.5 × 10 ³		Actuations	
5 V or 93 mA			2.5 × 10 ³		Actuations	

仕様

表 3. ADGM1001

パラメータ	記号	最小値	代表値 ¹	最大値	単位	テスト条件/コメント ²
DYNAMIC CHARACTERISTICS						
-3 dB Frequency			39		GHz	
Operational Frequency Range		0		34	GHz	RFx~RFC
Insertion Loss			0.5		dB	DC~6GHz, RFC~RFx
			0.8		dB	6GHz~18GHz, RFC~RFx
			1.4		dB	18GHz~30GHz, RFC~RFx
			1.5		dB	30GHz~34GHz, RFC~RFx
			32		dB	DC~6GHz, RFC~RFx
Isolation			23		dB	6GHz~18GHz, RFC~RFx
			21		dB	18GHz~30GHz, RFC~RFx
			19		dB	30GHz~34GHz, RFC~RFx
Crosstalk			33		dB	DC~6GHz, RFC~RFx
			25		dB	6GHz~18GHz, RFC~RFx
			19		dB	18GHz~30GHz, RFC~RFx
Return Loss			18		dB	30GHz~34GHz, RFC~RFx
			19		dB	DC~6GHz, RFC~RFx
			18		dB	6GHz~18GHz, RFC~RFx
Input Third-Order Intermodulation Intercept	IIP3		65.5		dBm	入力: 900MHzと901MHz、入力電力 (P _{IN}) = 27dBm
			76		dBm	入力: 2110MHzと2170MHz、3510MHzと3570 MHz、P _{IN} = 30dBm
			-92		dBc	入力: 5MHz、P _{IN} = 0dBm
Second Harmonic Distortion	HD2		-88		dBc	入力: 150MHz、800MHz、P _{IN} = 33dBm
Third Harmonic Distortion	HD3		-83		dBc	入力: 150MHz、800MHz、P _{IN} = 33dBm
Total Harmonic Distortion	THD		-114		dBc	負荷抵抗 (R _L) = 300Ω、周波数 = 1kHz、RFx = 2.5Vp-p
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD + N		-111		dBc	R _L = 300Ω、周波数 = 1kHz、RFx = 2.5Vp-p
Maximum RF Power				33	dBm	50Ω終端
DC Signal Range		-6		+6	V	オン・スイッチのDC入力バイアス電圧信号範囲、-40°C~+85°C
Stand Off Voltage		-6		+6	V	-40°C~+85°C、この仕様はRF信号が印加されていない状態でスイッチがオフ位置にあるときに適用
Maximum DC Current				200	mA	-40°C~+85°C

1 代表値の仕様は、25°C、V_{DD} = 3.3Vでテストされています。

2 RFxはRF1またはRF2です。INxはIN1またはIN2です。

3 この値は、サンプル・ロットの1%が不合格になるまでの時間を示します。

仕様

ADGM1002の仕様

表 4. ADGM1002

パラメータ	記号	最小値	代表値 ¹	最大値	単位	テスト条件/コメント ²
ON-RESISTANCE PROPERTIES						
Initial On-Resistance Properties						
On Resistance	R _{ON}		3.4	6.5	Ω	I _{DS} = 50mA、最初の作動後1ms経過時の入力バイアスが0V、最大仕様値は-40°C ~ 85°Cでの値
On-Resistance Match Between Channels	ΔR _{ON} CH_CH			1.1	Ω	最大値のテストはT0において-40°C ~ 85°Cで実施
On-Resistance Drift Over Time	ΔR _{ON} TIME			-0.46	Ω	最初の作動後1msから100msまでのR _{ON} の変化、最大値は25°C ~ 85°Cでテスト
Over Actuations	ΔR _{ON}		-0.7		Ω	10 ⁶ 回の作動後、スイッチは25°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定
			-1		Ω	100 × 10 ⁶ 回の作動後、スイッチは25°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定
				-2.3	Ω	7 × 10 ⁶ 回の作動後、スイッチは85°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定、作動周波数 = 1Hz
				3	Ω	100 × 10 ⁶ 回の作動後、スイッチは85°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定、作動周波数 = 289Hz
LIFETIME PROPERTIES						
Continuously On Lifetime			10		Years	85°Cにおける故障発生までの時間 ³
Actuation Lifetime						
Cold Switched		100 × 10 ⁶	500 × 10 ⁶		Actuations	切替え間の負荷は150mA、85°Cでテスト
RF Hot Switched						RF電力 = 連続波、50Ω終端、故障発生率50%となる時点 (T50)
7 dBm			1 × 10 ⁹		Actuations	
10 dBm			60 × 10 ⁶		Actuations	
15 dBm			4 × 10 ⁶		Actuations	
20 dBm			23 × 10 ³		Actuations	
DC Hot Switched						50Ωに終端、RFx負荷容量 = 10μF、故障発生率50%となる時点 (T50)
0.5 V or 9 mA			1 × 10 ⁹		Actuations	
1 V or 18 mA			650 × 10 ⁶		Actuations	
2.5 V or 46 mA			55 × 10 ³		Actuations	
3.5 V or 65 mA			6.5 × 10 ³		Actuations	
5 V or 93 mA			2.5 × 10 ³		Actuations	
DYNAMIC CHARACTERISTICS						
Frequency Range		0		20	GHz	RFx ~ RFC
Insertion Loss			0.5		dB	DC ~ 6GHz、RFC ~ RFx
			0.6		dB	6GHz ~ 10GHz、RFC ~ RFx
			0.9		dB	10GHz ~ 20GHz、RFC ~ RFx
			32		dB	DC ~ 6GHz、RFC ~ RFx
Isolation			28		dB	6GHz ~ 10GHz、RFC ~ RFx
			23		dB	10GHz ~ 20GHz、RFC ~ RFx

仕様

表 4. ADGM1002

パラメータ	記号	最小値	代表値 ¹	最大値	単位	テスト条件/コメント ²
Crosstalk			33		dB	DC~6GHz、RFC~RFx
			29		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			24		dB	10GHz~20GHz、RFC~RFx
Return Loss			19		dB	DC~6GHz、RFC~RFx
			18		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			18		dB	10GHz~20GHz、RFC~RFx
Input Third-Order Intermodulation Intercept	IIP3		65.5		dBm	入力：900MHzと901MHz、P _{IN} = 27dBm
			76		dBm	入力：2110MHzと2170MHz、3510MHzと3570MHz、P _{IN} = 30dBm
Second Harmonic Distortion	HD2		-92		dBc	入力：5MHz、P _{IN} = 0dBm
			-88		dBc	入力：150MHzと800MHz、P _{IN} = 30dBm
Third Harmonic Distortion	HD3		-83		dBc	入力：150MHzと800MHz、P _{IN} = 30dBm
Total Harmonic Distortion	THD		-114		dBc	R _L = 300Ω、周波数 = 1kHz、RFx = 2.5Vp-p
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD + N		-111		dBc	R _L = 300Ω、周波数 = 1kHz、RFx = 2.5Vp-p
Maximum RF Power				30	dBm	50Ω終端
DC Signal Range		-5		+5	V	オン・スイッチのDC入力バイアス電圧信号範囲、-40°C~+85°C
Stand Off Voltage		-5		+5	V	-40°C~+85°C、この仕様はRF信号が印加されていない状態でスイッチがオフ位置にあるときに適用
Maximum DC Current				150	mA	-40°C~+85°C

1 代表値の仕様は、25°C、V_{DD} = 3.3Vでテストされています。

2 RFxはRF1またはRF2です。INxはIN1またはIN2です。

3 この値は、サンプル・ロットの1%が不合格になるまでの時間を示します。

ADGM1003の仕様

表 5. ADGM1002

パラメータ	記号	最小値	代表値 ¹	最大値	単位	テスト条件/コメント ²
ON-RESISTANCE PROPERTIES						
Initial On-Resistance Properties						
On Resistance	R _{ON}		3.4		Ω	I _{DS} = 50mA、最初の作動後1ms経過時の入力バイアスが0V、最大仕様値は-40°C~85°Cでの値
On-Resistance Match Between Channels	ΔR _{ON} CH_CH			1.1	Ω	最大仕様値のテストはT0において-40°C~85°Cで実施
On-Resistance Drift						
Over Time	ΔR _{ON} TIME		-0.15		Ω	最初の作動後1msから100msまでのR _{ON} の変化、最大値は-40°C~85°Cでテスト
Over Actuations	ΔR _{ON}		-0.7		Ω	10 ⁶ 回の作動後、スイッチは25°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定
			-1		Ω	100 × 10 ⁶ 回の作動後、スイッチは25°Cで作動、R _{ON} は25°Cで測定

仕様

表 5. ADGM1002

パラメータ	記号	最小値	代表値 ¹	最大値	単位	テスト条件/コメント ²
RELIABILITY PROPERTIES						
Continuously On Lifetime			10		Years	85°Cにおける故障発生までの時間 ³
Actuation Lifetime						
Cold Switched			100 × 10 ⁶		Actuations	切替え間の負荷は75mA、85°Cでテスト
Hot Switched			0		dBm	
DYNAMIC CHARACTERISTICS						
Frequency Range		0		16	GHz	RFx~RFC
Insertion Loss			0.5		dB	DC~6GHz、RFC~RFx
			0.6		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			0.7		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx
Isolation			32		dB	DC~6GHz、RFC~RFx
			28		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			24		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx
Crosstalk			33		dB	DC~6GHz、RFC~RFx
			29		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			25		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx
Return Loss			19		dB	DC~6GHz、RFC~RFx
			18		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			18		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx
Total Harmonic Distortion	THD		-114		dBc	R _L = 300Ω、周波数 = 1kHz、RFx = 2.5Vp-p
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD + N		-111		dBc	R _L = 300Ω、周波数 = 1kHz、RFx = 2.5Vp-p
Maximum RF Power				27	dBm	50Ω終端
DC Signal Range		-3		+3	V	オン・スイッチのDC入力バイアス電圧 信号範囲、-40°C~+85°C
Stand Off Voltage		-3		+3	V	-40°C~+85°C、この仕様はRF信号が印 加されていない状態でスイッチがオフ位 置にあるときに適用
Maximum DC Current				75	mA	-40°C~+85°C

1 代表値の仕様は、25°C、V_{DD} = 3.3Vでテストされています。

2 RFxはRF1またはRF2です。INxはIN1またはIN2です。

3 この値は、サンプル・ロットの1%が不合格になるまでの時間を示します。

仕様

タイミング特性

特に指定のない限り、 $V_{DD} = 3.0V \sim 3.6V$ 、AGNDとRFGND = 0V、すべての仕様は $T_{MIN} \sim T_{MAX}$ での値。設計と特性評価により性能は確認されていますが、出荷テストは行われていません。

表 6.

Parameter	Limit at TMIN or TMAX	Unit	Description
t_1	100	ns min	SCLK period
t_2	45	ns min	SCLK high pulse width
t_3	45	ns min	SCLK low pulse width
t_4	25	ns min	\overline{CS} falling edge to SCLK active edge
t_5	20	ns min	Data setup time
t_6	20	ns min	Data hold time
t_7	25	ns min	SCLK active edge to \overline{CS} rising edge
t_8	20	ns max	\overline{CS} falling edge to SDO data available
t_{91}	40	ns max	SCLK falling edge to SDO data available
t_{10}	25	ns max	\overline{CS} rising edge to SDO returns to high impedance
t_{11}	100	ns min	\overline{CS} high time between SPI commands
t_{12}	25	ns min	SCLK edge rejection to \overline{CS} falling edge
t_{13}	25	ns min	\overline{CS} rising edge to SCLK edge rejection

1 20pFの負荷を接続して測定。SDO使用時の最大SCLK周波数は9で決まります。

タイミング図

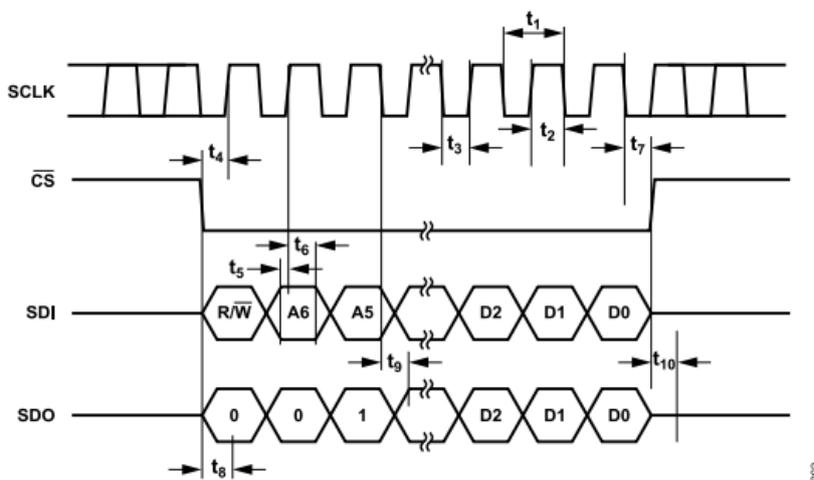


図 2. アドレス指定モードのタイミング図

仕様

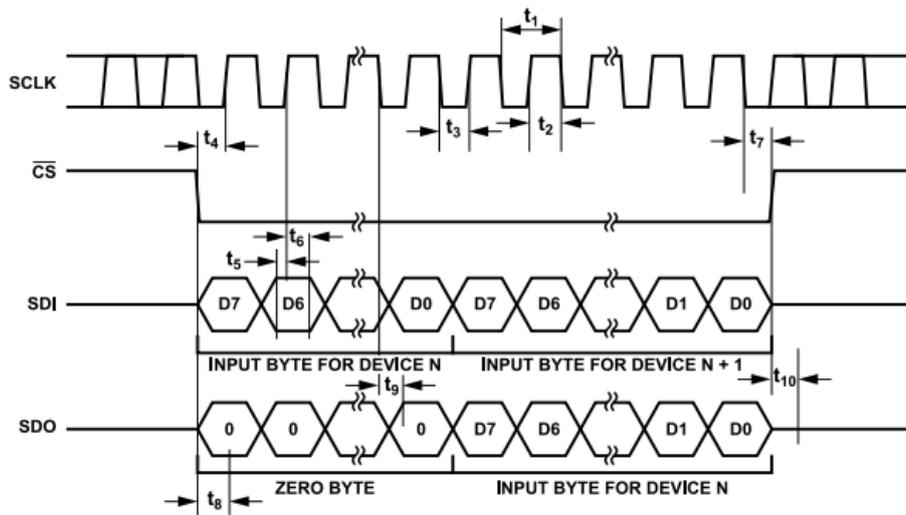


図 3. デイジーチェーンのタイミング図

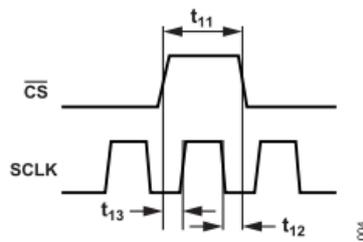


図 4. SCLKとCSのタイミング関係

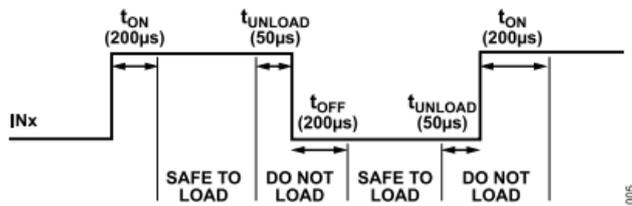


図 5. スイッチ負荷プロファイル

絶対最大定格

表 7.

Parameter	Rating
VDD to AGND	-0.3 V to +6 V
Digital Inputs ¹	-0.3 V to V _{DD} + 0.3 V or 30 mA (whichever occurs first)
Switch DC Rating ²	
ADGM1001 Voltage	±7 V
ADGM1002 Voltage	±7 V
ADGM1003 Voltage	±4 V
ADGM1001 Current	220 mA
ADGM1002 Current	175 mA
ADGM1003 Current	100 mA
VCP _{EXT}	82 V
Stand Off Voltage ³	
ADGM1001	±10 V
ADGM1002	±8 V
ADGM1003	±6 V
RF Power Rating ⁴	
ADGM1001	34 dBm
ADGM1002	31 dBm
ADGM1003	28 dBm
Group D	
Mechanical Shock ⁵	1500 g with 0.5 ms pulse
Vibration	20 Hz to 2000 Hz acceleration at 50 g
Constant Acceleration	30,000 g
Temperature	
Operating Range	-40°C to +85°C
Storage Range	-65°C to +150°C
Reflow Soldering (Pb-Free)	
Peak	+260(+0/-5)°C
Time at Peak Temperature	10 sec to 30 sec

- 内部ダイオードによるINxでのクランプ過電圧。電流は仕様規定された最大定格に制限してください。
- この定格は、RF信号が印加されていない状態でオン位置にあるスイッチに適用されます。
- この定格は、RF信号が印加されていない状態でオフ位置にあるスイッチを基準にしています。
- この定格は、オン位置で50Ωに終端処理されたスイッチを基準にしています。
- 取り扱い中に落下したデバイスは使用しないでください。

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。これはストレス定格のみを定めたものであり、本規格の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを示唆するものではありません。長時間にわたり最大動作条件を超えて動作させると、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

同時に複数の絶対最大定格を適用することはできません。

熱抵抗

熱性能は、プリント回路基板（PCB）の設計と動作環境に直接関連しています。PCBの熱設計には、細心の注意を払う必要があります。

θ_{JA} は、1立方フィートの密封容器内で測定された、自然対流下におけるジャンクションと周囲温度の間の熱抵抗です。

θ_{JCT} はジャンクションとケース上面の間の熱抵抗です。

θ_{JCB} はジャンクションとケース底面の間の熱抵抗です。

表 8. 熱抵抗

Package Type	θ_{JA}	θ_{JCT}	θ_{JCB}	Unit
24-Lead LGA	161.54	155.81	123.5	°C/W

静電放電（ESD）定格

以下のESD情報は、ESDに敏感なデバイスを取り扱うために示したのですが、対象はESD保護区域内だけに限られます。

ANSI/ESDA/JEDEC JS-001準拠の人体モデル（HBM）。

ANSI/ESDA/JEDEC JS-002準拠の電界誘起帯電デバイス・モデル（FICDM）。

ADGM1001/ADGM1002/ADGM1003のESD定格

表 9. ADGM1001/ADGM1002/ADGM1003、24ピンLGA

Package Type	Unit
HBM ¹	150 V 150 V for the RF1, RF2, and RFC pins 2 kV for all other pins
FICDM ²	500 V

- 取り扱い時は**取り扱い上の注意**のセクションに示す概要に従い、十分に注意してください。
- 業界標準のESD制御を実装することによって、この定格レベルの範囲内で安全な取り扱いと組み立て工程の自動化を実現することができます。

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、検知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、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、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。

ピン配置およびピン機能の説明

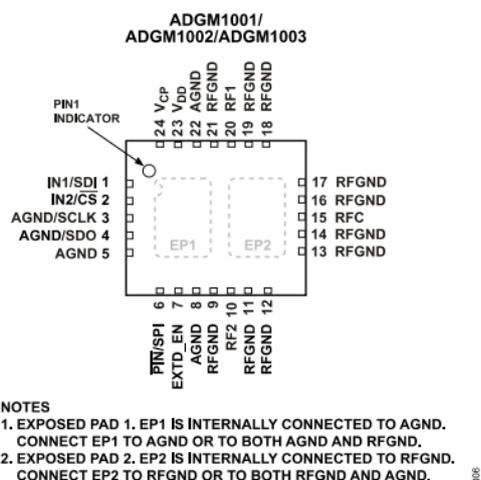


図 6. ピン配置

表 10. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	IN1/SDI	パラレル・ロジック・デジタル制御入力1。IN1ピンに印加される電圧は、RF1～RFCのMEMSスイッチのゲートを制御します。SPIモードでは、このピンはシリアル・データ入力ピン（SDI）になります。
2	IN2/CS	パラレル・ロジック・デジタル制御入力2。IN2ピンに印加される電圧は、RF2～RFCのMEMSスイッチのゲートを制御します。SPIモードでは、このピンはチップ・セレクト・ピン（CS）になります。
3	AGND/SCLK	パラレル・ロジック制御モードでは、AGNDピンをグラウンドに接続する必要があります。SPIモードでは、このピンはシリアル・クロック入力ピン（SCLK）になります。
4	AGND/SDO	パラレル・ロジック制御モードでは、AGNDピンをグラウンドに接続する必要があります。SPIモードでは、このピンはシリアル・データ出力ピン（SDO）になります。
5, 8, 22	AGND	アナログ・グラウンド接続（AGNDとRFGNDをまとめて接続することを推奨します）。
6	PIN/SPI	パラレルまたはシリアル制御イネーブル・ピン（PIN）。このピンがハイのときはSPIがイネーブルされ、このピンがローのときはパラレル（IN1とIN2）インターフェースがイネーブルされます。
7	XTD_EN	外部電圧ドライブのイネーブル。通常動作では、EXTD_ENをロー・レベルに設定し、内蔵の10MHz発振器をイネーブルにして、内部ドライバICの昇圧回路をイネーブルにします。EXTD_ENをハイ・レベルに設定すると、内蔵の10MHz発振器とドライバ昇圧回路がディスエーブルされます。内部発振器をディスエーブルすると、関連するすべてのノイズ・フィードスルーがなくなります。発振器をディスエーブルにしても、ロジック・インターフェース・ピン（IN1とIN2）からスイッチを制御できますが、VCPピンを外部電圧電源から80V DCで駆動する必要があります。
9, 11 to 14, 16 to 19, 21	RFGND	RFグラウンド接続（AGNDとRFGNDをまとめて接続することを推奨します）。
10	RF2	RF2ポート。RF2ピンは、入力または出力に設定できます。使用しない場合はRF2ピンをRFGNDに接続するか、RFGNDに接続された50Ωの抵抗でRF2ピンを終端する必要があります。
15	RFC	共通RFポートRFCピンは入力または出力に設定できます。
20	RF1	RF1ポート。RF1ピンは、入力または出力に設定できます。使用しない場合はRF1ピンをRFGNDに接続するか、RFGNDに接続された50Ωの抵抗でRF1ピンを終端する必要があります。
23	VDD	正の電源入力。推奨入力電圧については、表3を参照してください。ACデカップリング・コンデンサはパッケージに組み込まれているので、外付けする必要はありません。電源入力に電源電圧が印加されていない場合は、すべてのスイッチが不定状態になります。
24	VCP	ドライバIC入出力。通常動作モードでは、VCPは80V DCを出力します。パッケージ内にはグラウンドに接続されたデカップリング・コンデンサが内蔵されているので、このピンには外部負荷はかけないでください。EXTD_ENピンがハイの場合は内部昇圧回路がディスエーブルされるので、ロジック・インターフェースを介してスイッチを駆動するには80V DCの電圧をVCPに入力する必要があります。
	EP1	露出パッド1。EP1は内部でAGNDに接続されています。EP1はAGNDに接続するか、AGNDとRFGNDの両方に接続します。
	EP2	露出パッド2。EP2は内部でRFGNDに接続されています。EP2はRFGNDに接続するか、RFGNDとAGNDの両方に接続します。

代表的な性能特性

ADGM1001/ADGM1002の代表的な性能特性

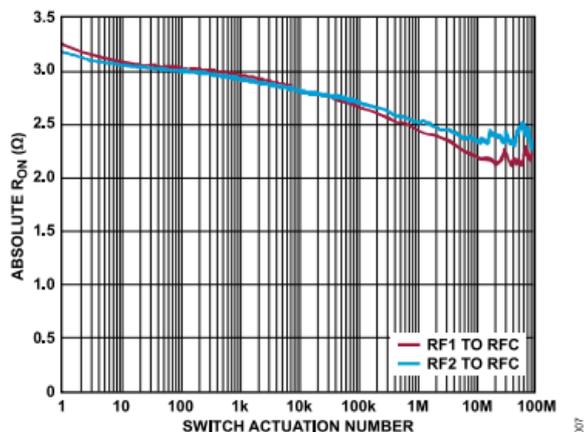


図 7. R_{ON} の絶対値とスイッチ作動回数の関係、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、作動時の負荷 = 50mA

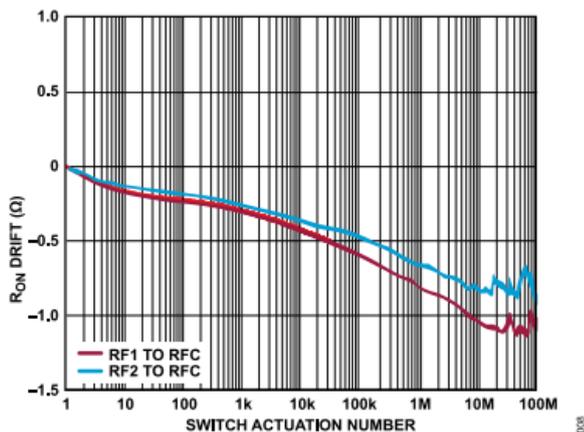


図 8. R_{ON} ドリフトとスイッチ作動回数の関係、0で正規化、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、作動時の負荷 = 50mA

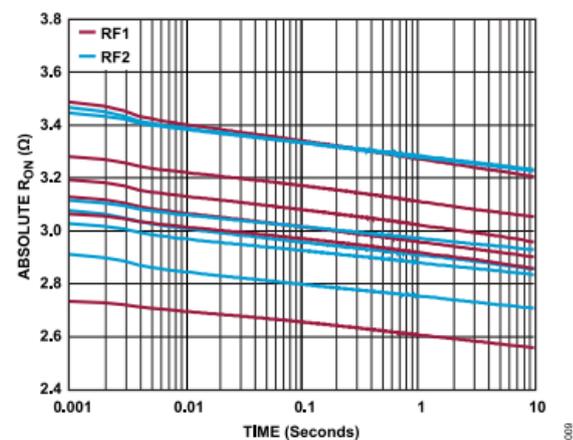


図 9. 各チャンネルにおける R_{ON} の絶対値と時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、電流 = 50mA

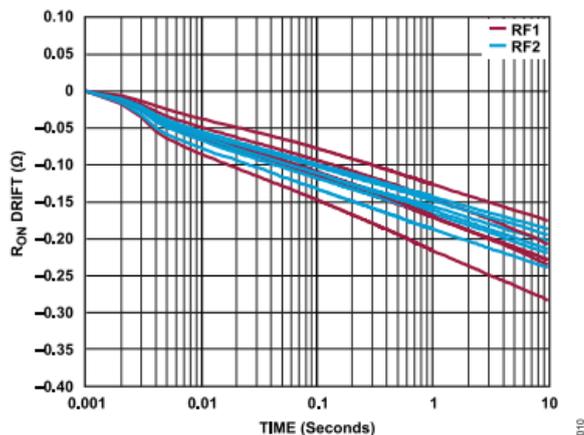


図 10. 各チャンネルにおける R_{ON} のドリフトと時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、0で正規化、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、電流 = 50mA

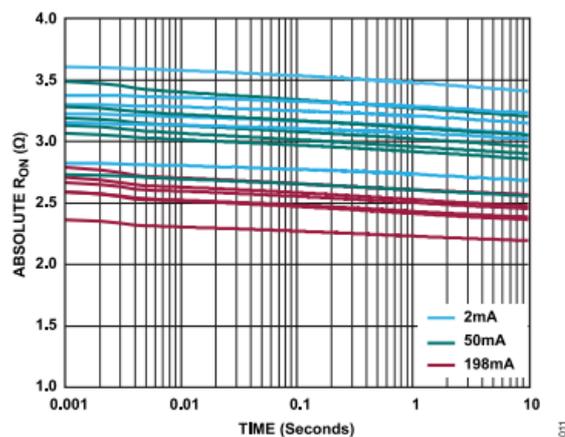


図 11. ADGM1001の異なる電流レベルにおける R_{ON} の絶対値と時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、RF1~RFC

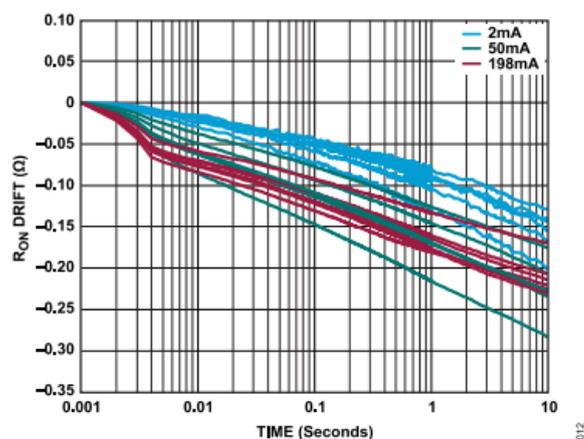


図 12. ADGM1001の異なる電流レベルにおける R_{ON} ドリフトと時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、0で正規化、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、RF1~RFC

代表的な性能特性

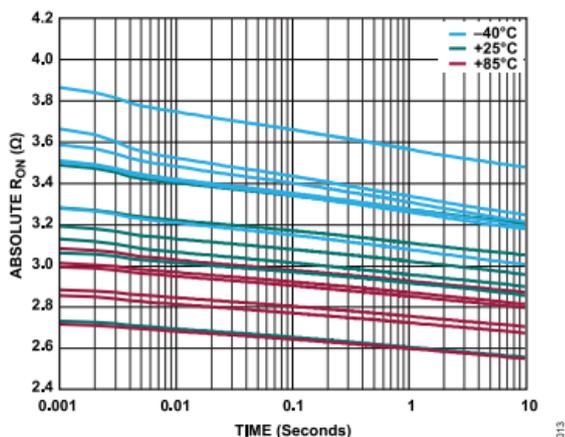


図 13. 異なる温度におけるRONの絶対値と時間（1ms~10sec）の関係、複数デバイス、電流 = 50mA、V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC

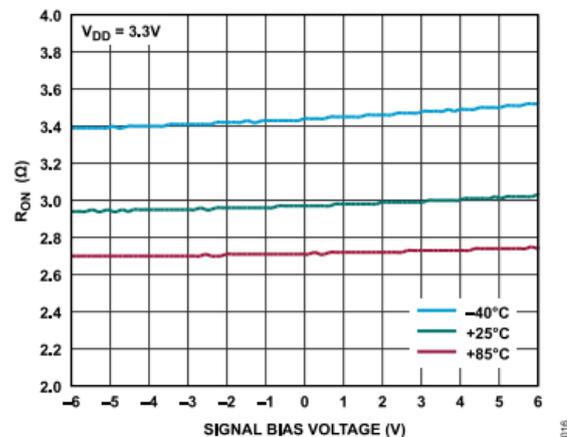


図 16. ADGM1001の異なる温度におけるRONと信号バイアス電圧の関係、RF1~RFCオン

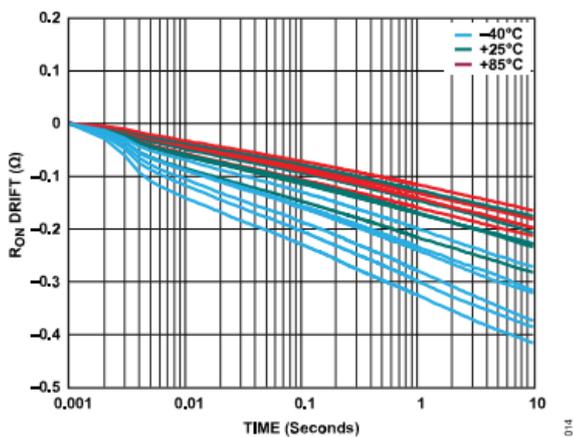


図 14. 異なる温度におけるRONドリフトと時間（1ms~10sec）の関係、複数デバイス、0で正規化、電流 = 50mA、V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC

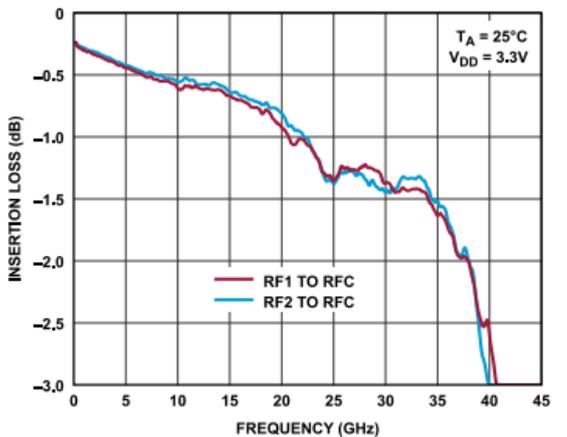


図 17. ADGM1001の挿入損失の周波数特性、線形スケール（V_{DD} = 3.3V）

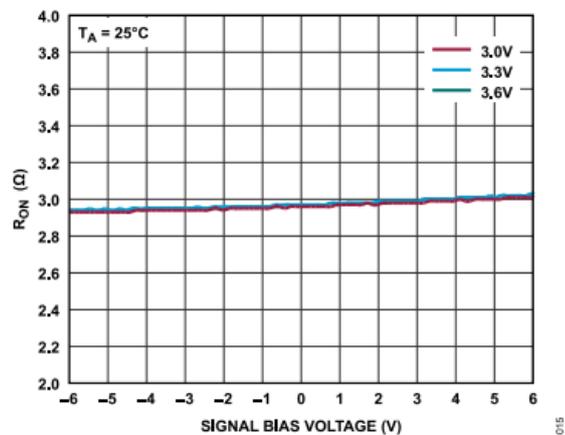


図 15. ADGM1001の異なる電源電圧におけるRONと信号バイアス電圧の関係、RF1~RFCオン

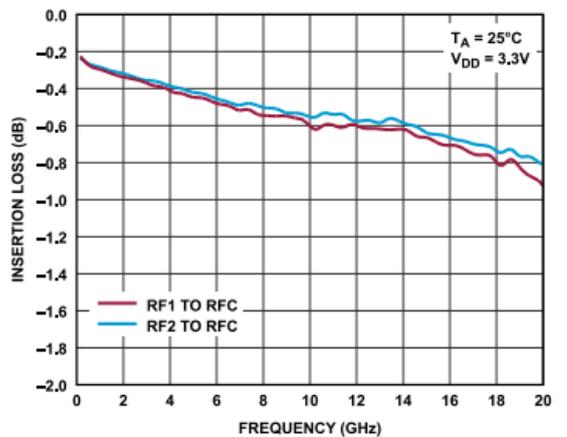


図 18. ADGM1002の挿入損失の周波数特性、線形スケール（V_{DD} = 3.3V）

代表的な性能特性

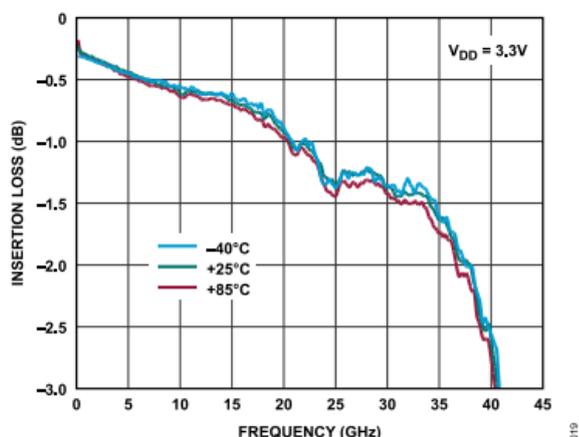


図 19. ADGM1001の異なる温度における挿入損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC)

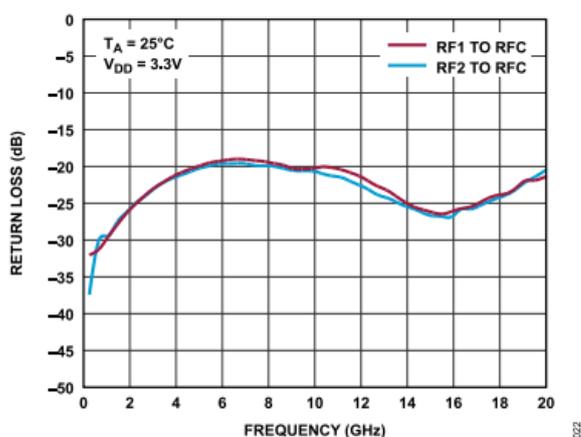


図 22. ADGM1002のリターン損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V)

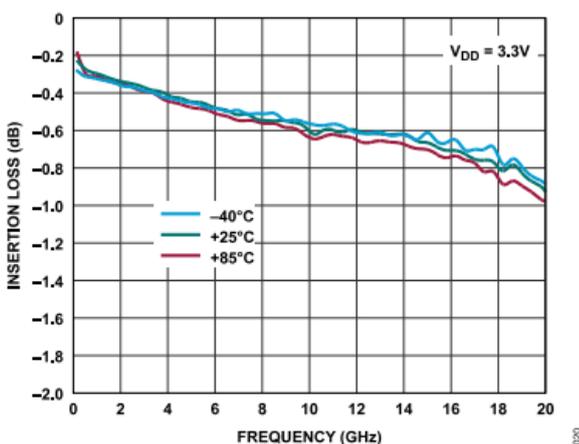


図 20. ADGM1002の異なる温度における挿入損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC)

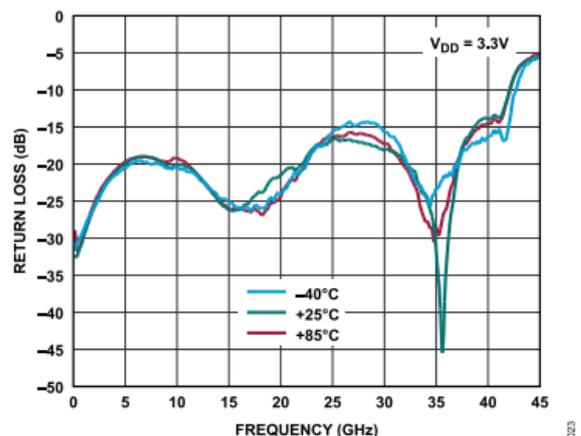


図 23. ADGM1001の異なる温度における挿入損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC)

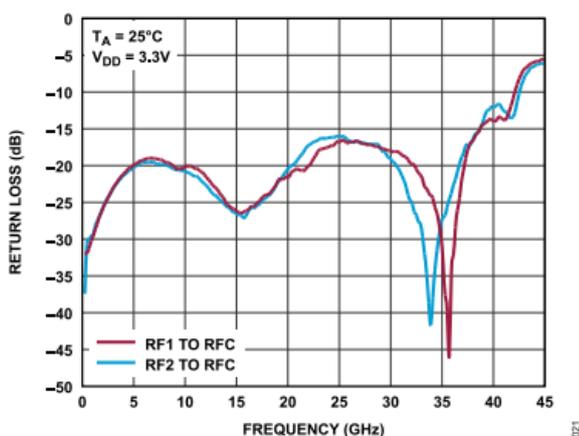


図 21. ADGM1001のリターン損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V)

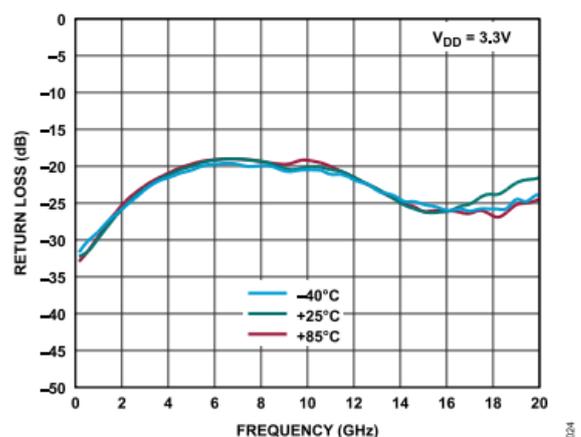


図 24. ADGM1002の異なる温度における挿入損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC)

代表的な性能特性

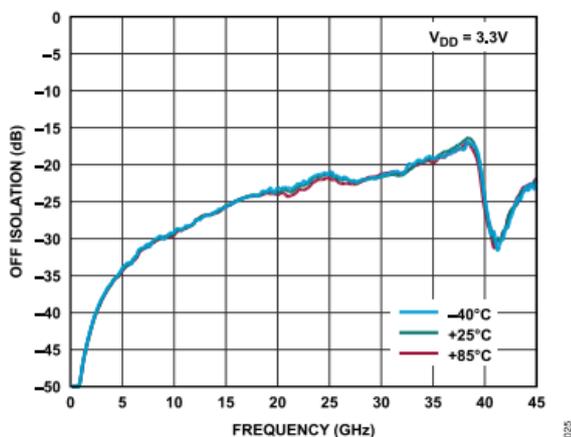


図 25. ADGM1001の異なる温度におけるオフ・アイソレーションの周波数特性、全チャンネルがオフ ($V_{DD} = 3.3V$, RFx~RFC)

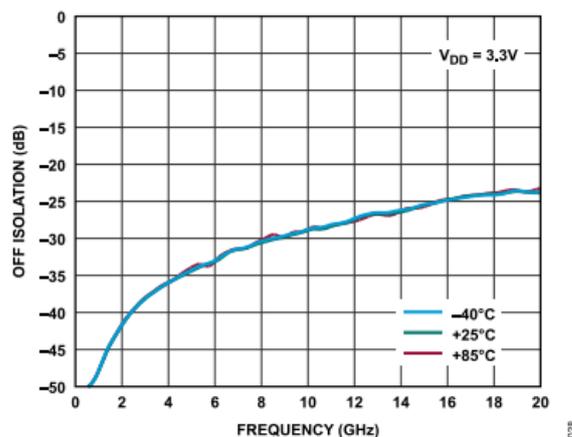


図 28. ADGM1002の異なる温度におけるオフ・アイソレーションの周波数特性、RF1~RFCオン ($V_{DD} = 3.3V$)

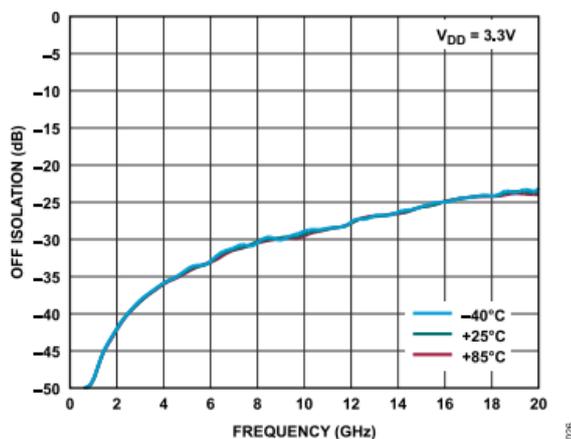


図 26. ADGM1002の異なる温度におけるオフ・アイソレーションの周波数特性、全チャンネルがオフ ($V_{DD} = 3.3V$, RFx~RFC)

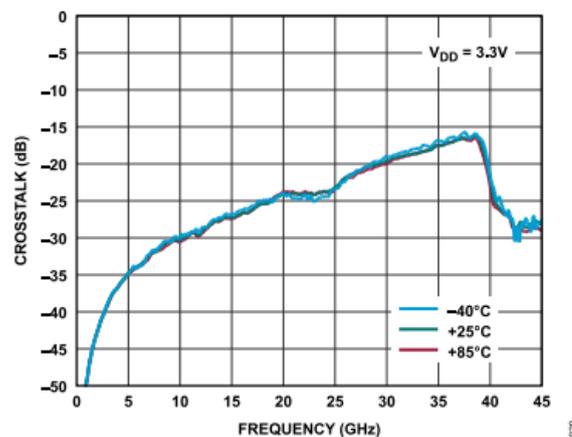


図 29. ADGM1001の異なる温度におけるクロストークの周波数特性 ($V_{DD} = 3.3V$, RFx~RFx)

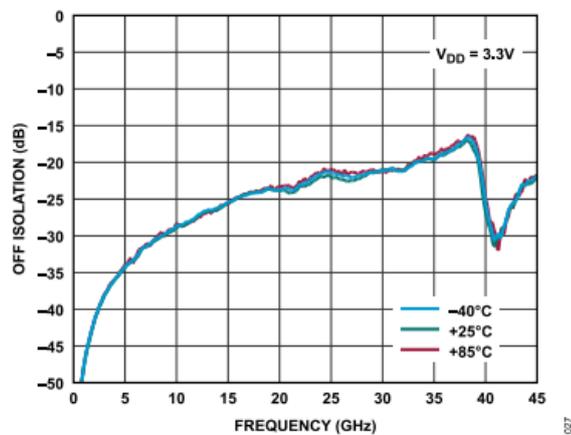


図 27. ADGM1001の異なる温度におけるオフ・アイソレーションの周波数特性、RF1~RFCオン ($V_{DD} = 3.3V$)

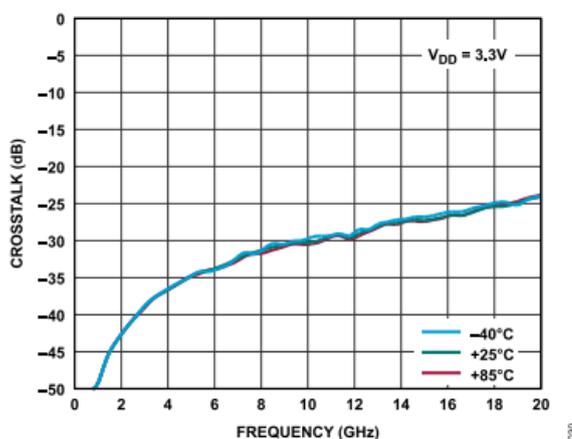


図 30. ADGM1002の異なる温度におけるクロストークの周波数特性 ($V_{DD} = 3.3V$, RFx~RFx)

代表的な性能特性

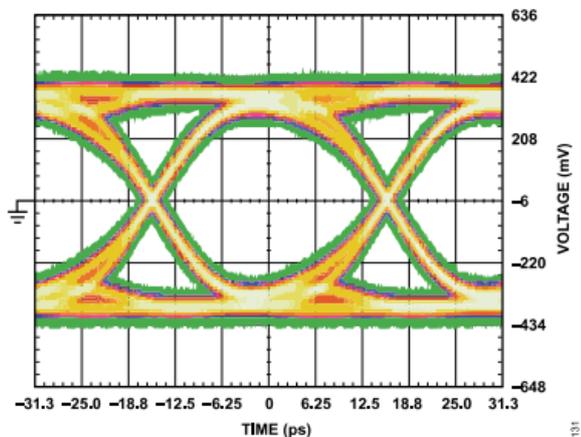


図 31. 32Gbpsでのリファレンス・パターンアイ・ダイアグラム (2¹⁵-1の疑似ランダム・バイナリ・シーケンス (PRBS) 使用時の形状)

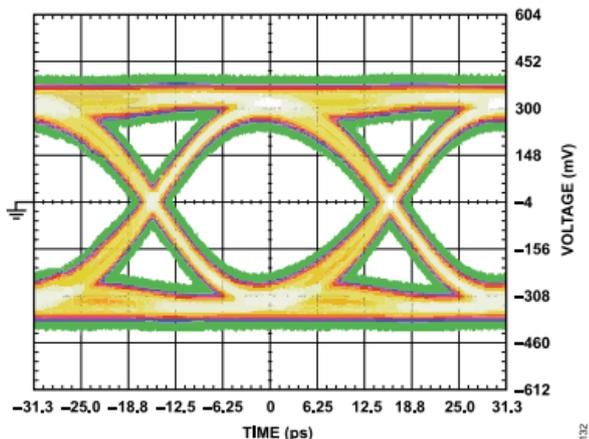


図 32. ADGM1001の32Gbpsでのアイ・ダイアグラム (リファレンス・パターンでのRF1~RFC、2¹⁵-1のPRBS使用時の形状)

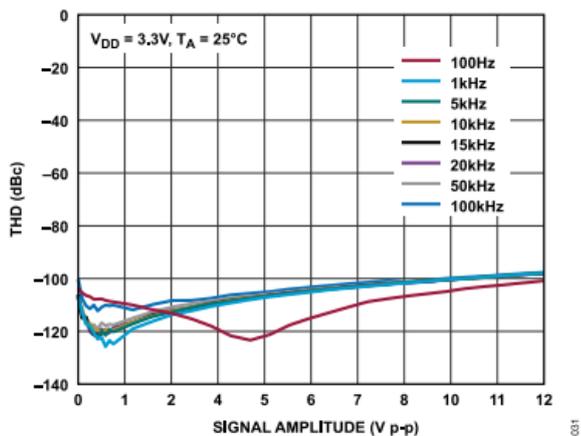


図 33. ADGM1001のTHDと信号振幅の関係 (V_{DD} = 3.3V、R_L = 300Ω、T_A = 25°C、信号源インピーダンス = 20Ω)

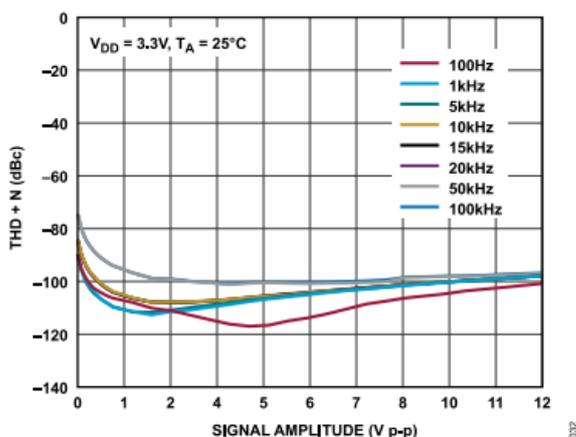


図 34. ADGM1001のTHD + Nと信号振幅の関係 (V_{DD} = 3.3V、R_L = 300Ω、T_A = 25°C、信号源インピーダンス = 20Ω)

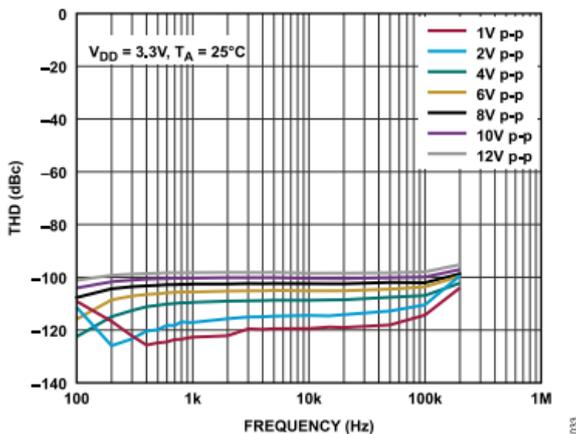


図 35. ADGM1001のTHDの周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、R_L = 300Ω、T_A = 25°C、信号源インピーダンス = 20Ω)

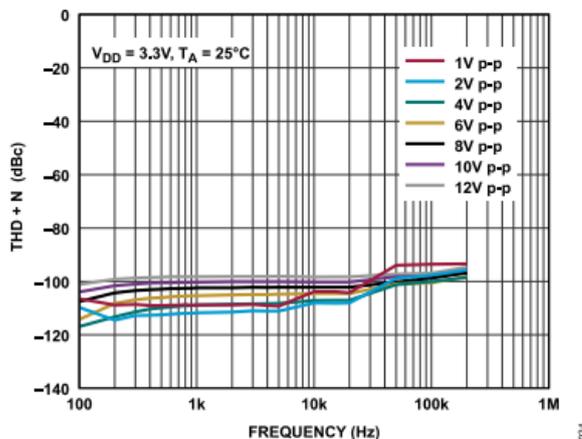


図 36. ADGM1001のTHD + Nの周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、R_L = 300Ω、T_A = 25°C、信号源インピーダンス = 20Ω)

代表的な性能特性

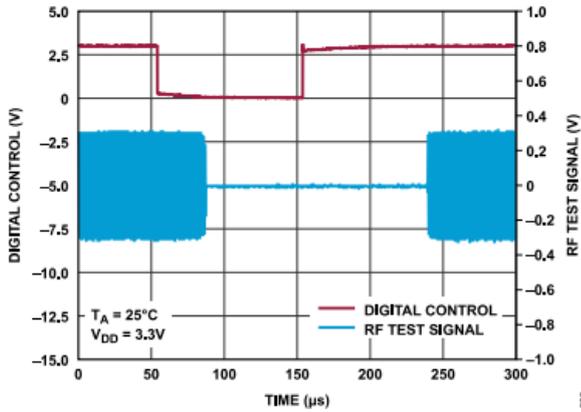


図 37. デジタル制御およびテスト信号と時間の関係 ($V_{DD} = 3.3V$)

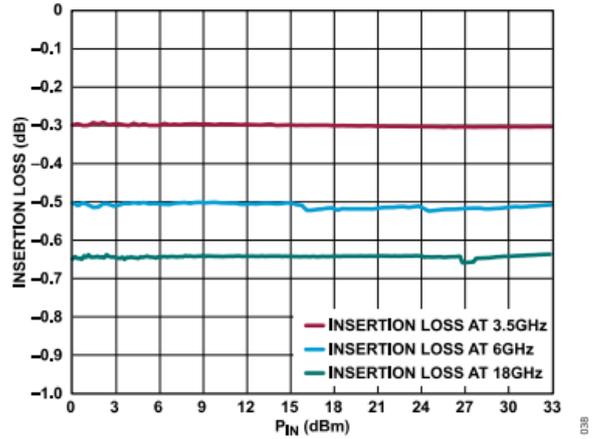


図 40. ADGM1001の挿入損失と P_{IN} の関係

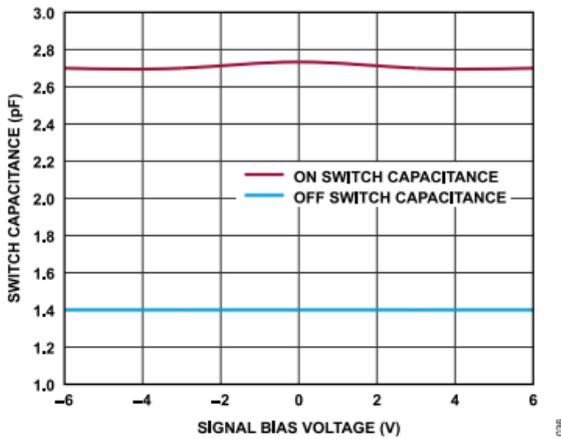


図 38. スイッチ容量と信号バイアス電圧の関係

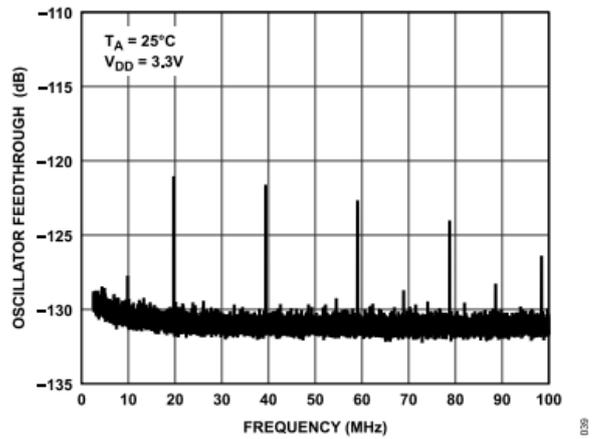


図 41. 発振器フィードスルーの周波数特性、広帯域幅 ($V_{DD} = 3.3V$)

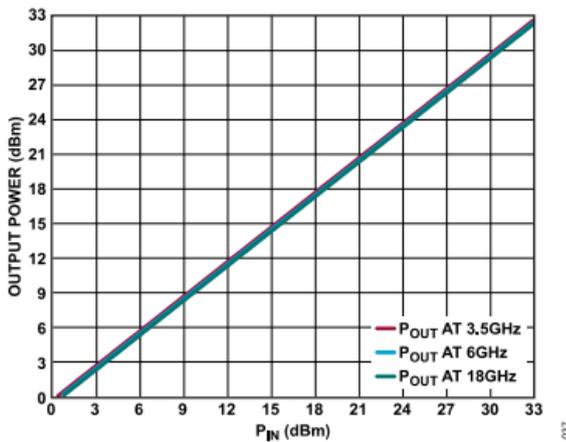


図 39. ADGM1001の出力電力 (P_{OUT}) と P_{IN} の関係 ($V_{DD} = 3.3V$)

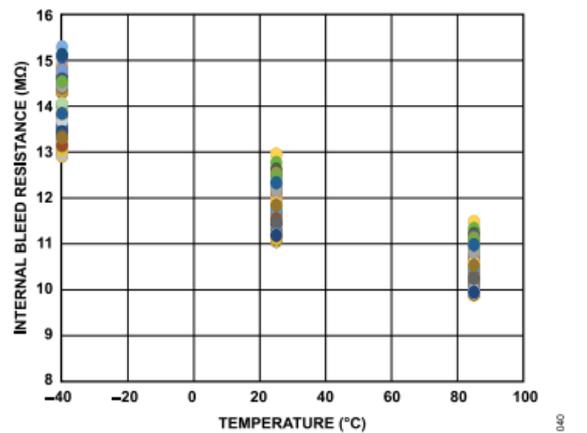


図 42. 内蔵ブリード抵抗の分布と温度の関係

代表的な性能特性

ADGM1003の代表的な性能特性

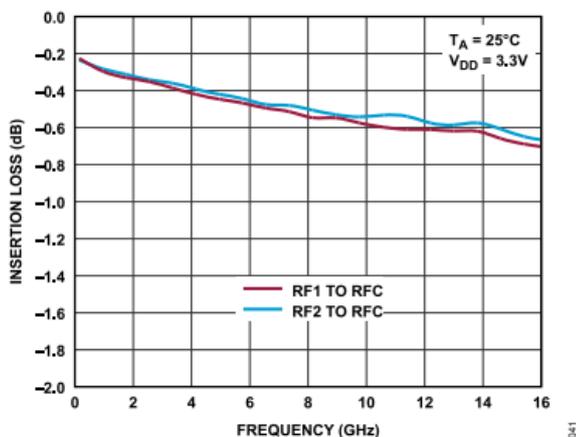


図 43. 挿入損失の周波数特性、線形スケール (V_{DD} = 3.3V)

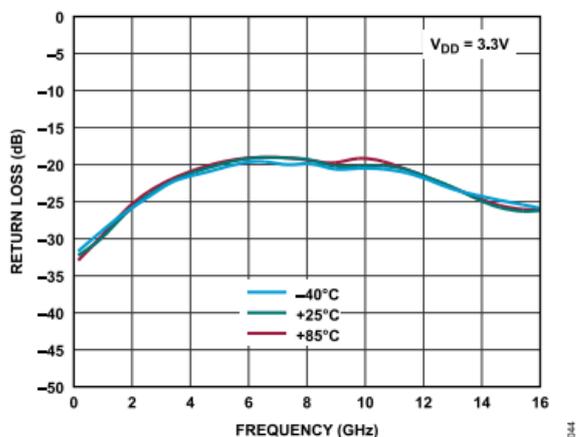


図 46. 異なる温度におけるリターン損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC)

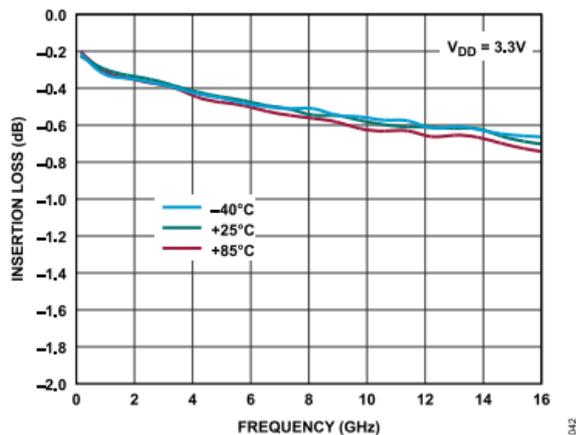


図 44. 異なる温度における挿入損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC)

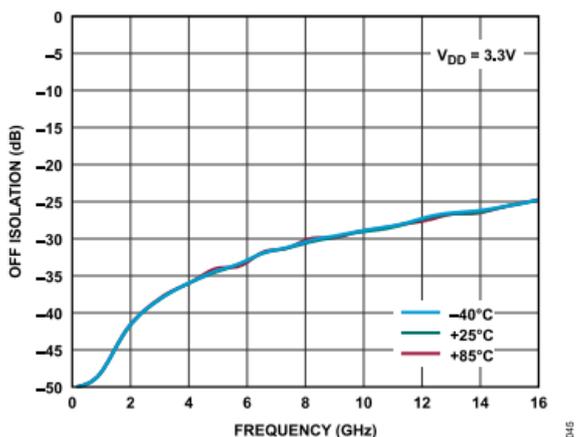


図 47. 異なる温度におけるオフ・アイソレーションの周波数特性、全チャンネルがオフ (V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC)

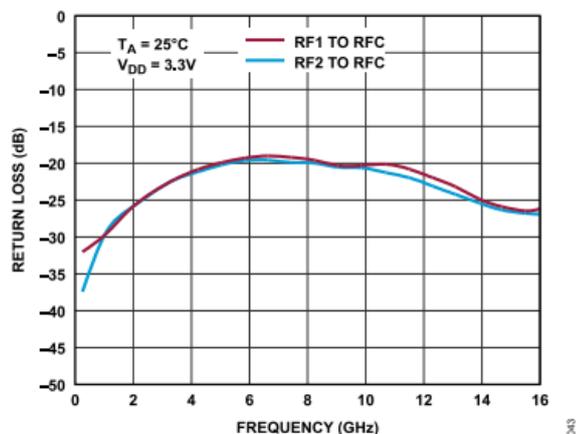


図 45. リターン損失の周波数特性 (V_{DD} = 3.3V)

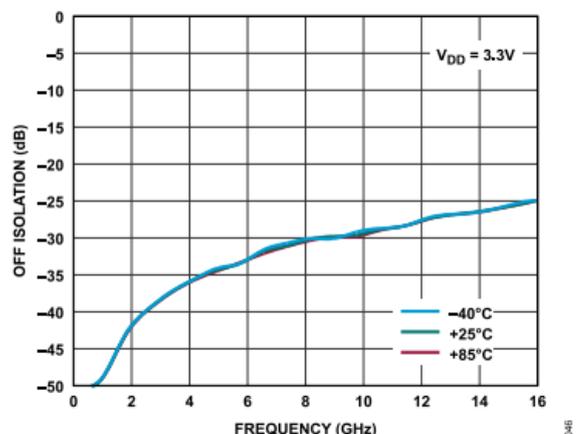


図 48. 異なる温度におけるオフ・アイソレーションの周波数特性、RF1~RFCオン (V_{DD} = 3.3V、RF2~RFC)

代表的な性能特性

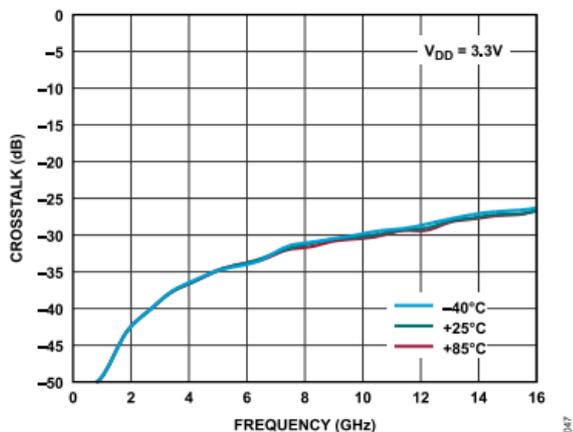


図 49. 異なる温度におけるクロストークの周波数特性 (V_{DD} = 3.3V、RF2~RF1)

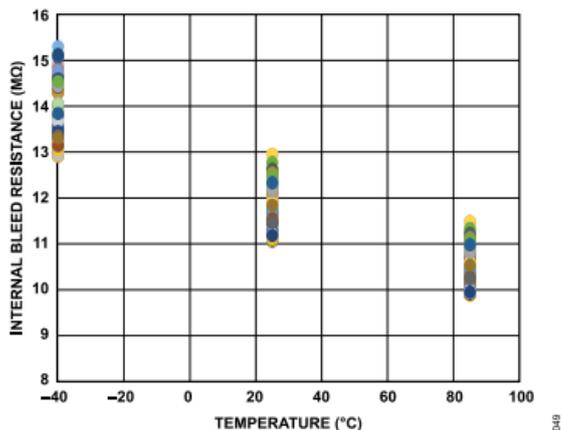


図 51. 内蔵ブリード抵抗値の分布と温度の関係

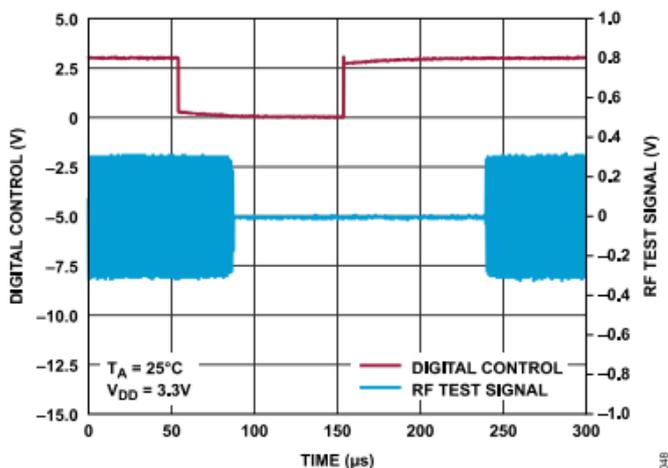


図 50. デジタル制御およびテスト信号と時間の関係 (V_{DD} = 3.3V)

動作原理

スイッチの設計

ADGM1001は、アナログ・デバイゼズのMEMSスイッチ技術を使用して製造された広帯域SP2Tスイッチです。この技術により、RFアプリケーションで必要とされる高電力、低損失、低歪み、広帯域幅（GHz範囲）のスイッチが実現します。

クラス最高レベルの高周波RF性能と高精度なDC性能を同時に発揮することが、このMEMSスイッチの長所です。高信頼性および表面実装可能な小フォーム・ファクタとこの長所を組み合わせることで、すべての高精度RF信号計測器のニーズに適合する最適なソリューションが実現します。

パラレル・デジタル・インターフェース

ADGM1001は、パラレル・インターフェースを介して制御できます。このインターフェースから印加される標準的なCMOS/LVTTL信号は、ADGM1001のすべてのスイッチ・チャンネルの作動と解除を個別に制御します。

ピン6 ($\overline{\text{PIN}}/\text{SPI}$) をローに設定すると、2線SP2Tモードのパラレル制御インターフェースがイネーブルされます。ピン1とピン2 (IN1とIN2) は、ADGM1001のスイッチング機能を制御します。これらのピンのいずれかにロジック1が入力されると、対応するスイッチがオンになります。逆に、これらのピンのいずれかにロジック0が入力されると、スイッチがオフになります。SP2Tモードでは、RFCに複数のRFx入力を一度に接続できます。真理値表については表11を参照してください。

パラレル制御モードでは、ピン3 (AGND/SCLK) とピン4 (AGND/SDO) をグラウンドに接続する必要があります。

ピン23 (V_{DD}) に電源電圧が印加されていない場合は、すべてのスイッチが不定状態になります。

表 11. パラレル・デジタル・インターフェース・モード (SP2T) の真理値表

Pin1 (IN1)	Pin 2 (IN2)	RF1 to RFC	RF2 to RFC
0	0	Off	Off
0	1	Off	On
1	0	On	Off
1	1	On	On

SPIデジタル・インターフェース

ピン6 ($\overline{\text{PIN}}/\text{SPI}$) をハイにすると、ADGM1001はSPIデジタル・インターフェースを介して制御できます。ADGM1001ではSPIモード0またはSPIモード3が使用可能で、デバイスは最大10MHzのSCLK周波数で動作します。SPIがアクティブな場合のデフォルト・モードはアドレス指定モードで、デバイスのレジスタへのアクセスは、 $\overline{\text{CS}}$ ピンの状態によって指定される16ビットのSPIコマンドによって行われます。ADGM1001は、デジジェーション・モードでも動作します。

ADGM1001のSPIピンは、 $\overline{\text{CS}}$ 、SCLK、SDI、およびSDOです。SPIを使用する場合は $\overline{\text{CS}}$ をローにします。SDIのデータはSCLKの立上がりエッジでキャプチャされ、SCLKの立下がりエッジでSDOに出力され伝搬されます。SDOはプッシュプル出力ドライバ・アーキテクチャを採用しているため、プルアップ抵抗は不要です。使用可能なSPI動作モードは、アドレス指定モードとデジジェーション・モードの2つです。

アドレス指定モード

アドレス指定モードは、ADGM1001パワーアップ時のデフォルト・モードです。アドレス指定モードでは、 $\overline{\text{CS}}$ 立下がりエッジと後続の $\overline{\text{CS}}$ 立上がりエッジによって単一のSPIフレームが指定されます。これは16個のSCLKサイクルで構成されます。SPIモード0のアドレス指定モードのタイミング図を図52に示します。

最初のSDIビットは、SPIコマンドが読出しコマンドまたは書込みコマンドのどちらであるかを示します。次の7ビットはターゲット・レジスタのアドレスを決定します。残りの8ビットは、アドレス指定されたレジスタへ提供するデータです。読出しコマンド実行中のクロック・サイクルでは、SDOがアドレス指定されたレジスタに含まれるデータを伝搬するため、最後の8ビットは無視されます。

モード0でSPIコマンドが実行されると、SDOは $\overline{\text{CS}}$ 立下がりエッジと最初の7個のSCLK立下がりエッジで8個のアライメント・ビットを送出します（モード3では最初のSCLK立下がりエッジが無視されます。図53参照）。SDOから出力されるアライメント・ビットは0x25です。

SPIコマンドのターゲット・レジスタのアドレスは、8番目のSCLK立上がりエッジで決定されます。このレジスタのデータは、SPIの読出し中に8~15番目のSCLK立下がりエッジでSDOに伝搬されます。レジスタへの書込みは、SPIの書込み中に16番目のSCLK立上がりエッジで行われます。

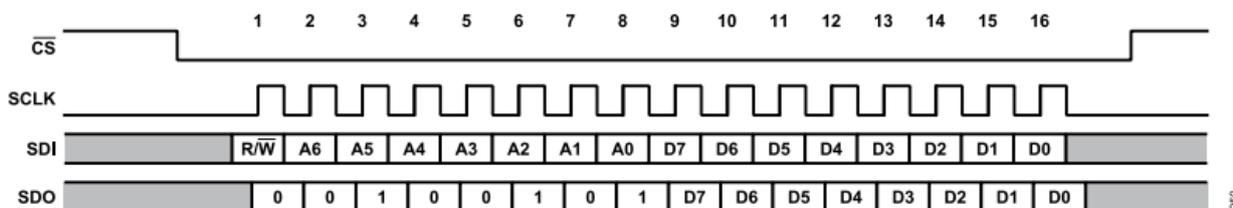


図 52. アドレス指定モードのタイミング図 (モード0)

動作原理

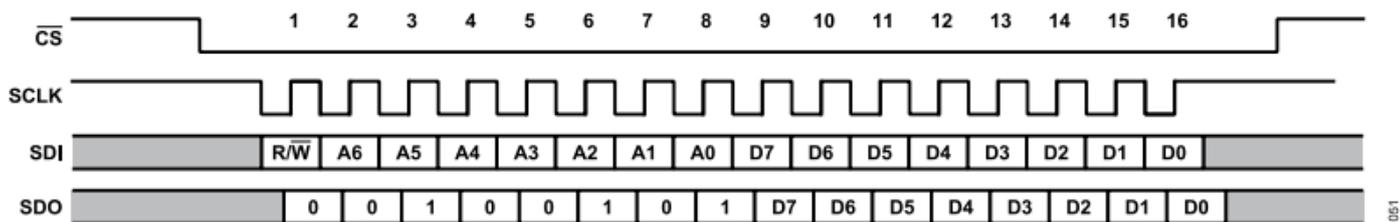


図 53. アドレス指定モードのタイミング図 (モード3)

051

動作原理

デジチェーン・モード

デジチェーン構成では複数のADGM1001デバイスを接続できます。すべてのデバイスが同じCSとSCLKラインを共有し、デバイスのSDOは次のデバイスのSDIに接続されてシフト・レジスタが作成されます。デジチェーン・モードでは、SDOはSDIの8サイクル遅延したバージョンになります。

ADGM1001は、アドレス指定モードで16ビットのSPIコマンド0x2500を送信した場合にのみ、アドレス指定モードからデジチェーン・モードへ移行できます。この信号の例を図54に示します。SDOにおけるアライメント・ビットが0x25なので、ADGM1001がこのコマンドを受信するとデバイスのSDOが同じコマンドを送出します。これらのアライメント・ビットにより、デジ接続された複数のデバイスが1つのSPIフレームでデジチェーン・モードに移行できます。デジチェーン・モードを終了するには、ハードウェア・リセットが必要です。

代表的なデジチェーンSPIフレームのタイミング図については、図55を参照してください。CSがハイになると、デバイス1はコマンド0、ビット [7:0] をスイッチ・データ・レジスタに書き込み、デバイス2はコマンド1、ビット [7:0] をスイッチに書き込みます。残りのデバイスも同様にコマンドを実行します。SPIブロックでは、SDIから受信した最後の8ビットを使用してスイッチが更新されます。デジチェーン・モードへの移行後に、SDOによって最初に送出される8ビットは0x00です。CSがハイになっても、内部シフト・レジスタ値は0にリセットされません。

SCLKの立上がりエッジではSDIからデータが読み込まれ、SCLKの立下がりエッジではSDOからデータが出力されて伝搬されます。CSがハイになるまでのSCLKのサイクル数は、8の倍数でなければなりません。そうでない場合、SPIは、最後に受信した8ビットをスイッチ・データ・レジスタへ送ります。

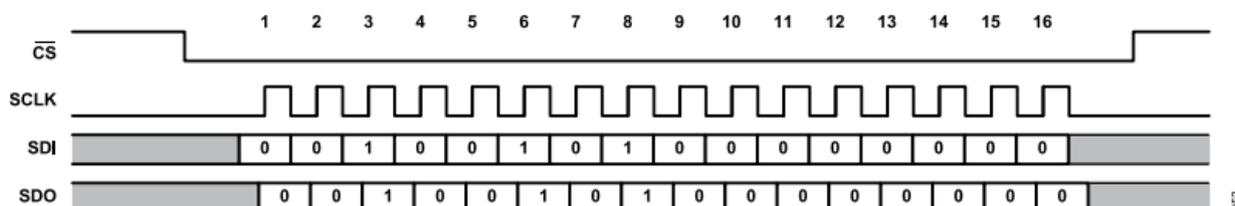
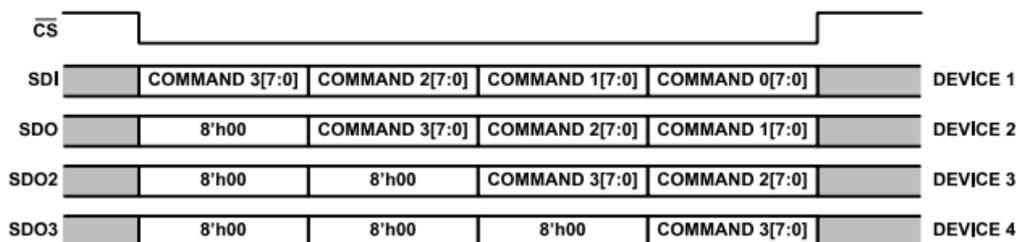


図 54. デジチェーン・モードに移行するSPIコマンド



NOTES
1. SDO2 AND SDO3 ARE THE OUTPUT COMMANDS FROM DEVICE 2 AND DEVICE 3, RESPECTIVELY.

図 55. 3個のADGM1001をデジチェーン・モードで接続した場合のSPIフレームの例

動作原理

ハードウェア・リセット

ADGM1001のデジタル・セクションは、V_{DD}のパワーアップ時に初期化フェーズを実行します。デバイスをハードウェア・リセットするには、V_{DD}の入力を一度オフにしてから改めてオンにします。パワーアップまたはハードウェア・リセットの後は、パワーアップまたはリセットから少なくとも10 μ s経過してからSPIコマンドを送出するようにしてください。10 μ sの初期化フェーズでは、V_{DD}が低下しないよう注意してください。低下すると、ADGM1001が異常な動作をする可能性があります。

内部エラー・ステータス

ADGM1001で内部エラーが検出されると、SWITCH_DATAレジスタの内部エラー・ステータス・ビット (INTERNAL_ERROR、ビット[7:6]) にフラグがセットされます。内部エラーは、パワーアップ時のデバイス設定にエラーがあった場合に発生します。

内部発振器のフィードスルー

ADGM1001は、公称10MHzで動作する内部発振器を内蔵しています。この発振器は、各スイッチ・ゲート電極に作動電圧を供給するチャージ・ポンプ回路を駆動します。この発振器は非常に低消費電力ですが、10MHzの信号がスイッチに結合されるので、スイッチ・チャンネルでのノイズ・スプリアスを考慮する必要があります。このフィードスルー・ノイズ・スプリアスの大きさは表2に仕様規定されており、1つのスイッチがオンの場合は-123dBm (代表値) です。V_{DD}レベルと温度の変動は、ノイズ・スプリアスの周波数に影響します。温度および電圧電源の全範囲にわたる周波数の最大値と最小値については、表2を参照してください。

内部発振器のフィードスルーの低減

通常動作時は、80Vの作動電圧がドライバICから供給されます。EXTD_ENピン (ピン7) をローにすると、内蔵の10MHz発振器がイネーブルされます。この設定により、MEMSスイッチの作動に必要な80Vを生成するチャージ・ポンプ回路がイネーブルされます。内部発振器はノイズ源となり、このノイズはRFポートまでの

デバイス内で結合されます。このフィードスルー・ノイズ・スプリアスの大きさは表2に仕様規定されており、1つのスイッチがオンの場合は-123dBm (代表値) です。内部発振器のフィードスルーは、EXTD_ENピンをハイに設定することで除去できます。この設定では内部発振器とチャージ・ポンプ回路がディスエーブルされます。内部発振器とチャージ・ポンプ回路がディスエーブルされた場合、MEMSスイッチを作動させるには、表10に示すように、V_{CP}ピン (ピン24) を外部電圧源の80V DC (V_{CP}EXT) で駆動する必要があります。スイッチは引き続きデジタル・ロジック・インターフェース・ピンを介して制御できます。

低消費電力モード

EXTD_ENピンをハイにすると内部発振器は停止します。ADGM1001は低消費電力静止状態に入り、最大電源電流はわずか50 μ Aになります。

代表的な動作回路

図56に、EV-ADGM1001SDZ評価用ボードで使用されるADGM1001の代表的な動作回路を示します。V_{DD}は3.3Vに接続します。V_{DD}ピン (ピン23) にデカップリング・コンデンサは不要です。V_{DD}ピンには、パッケージ内でグラウンドに接続された内部デカップリング・コンデンサが接続されています。RFGNDはデバイス内部でAGNDと分離されています。

PCB上でEP1とEP2を短絡させる1つの大きなパッドを使用してRFGNDとAGNDを接続することを推奨します。EP1とEP2は内部で接続されていません。図56に、内部発振器をドライバIC制御回路へのリファレンス・クロックとして使用するよう構成したADGM1001を示します。これとは別に、EXTD_ENピン (ピン7) をハイ・レベルに設定して80V DCを直接V_{CP}ピン (ピン24) に印加することで内部発振器をディスエーブルし、発振器のフィードスルーをすべてなくすこともできます。これで、IN1ピンとIN2 (ピン1とピン2) のロジック制御インターフェースを介して通常どおりスイッチを制御できます。

動作原理

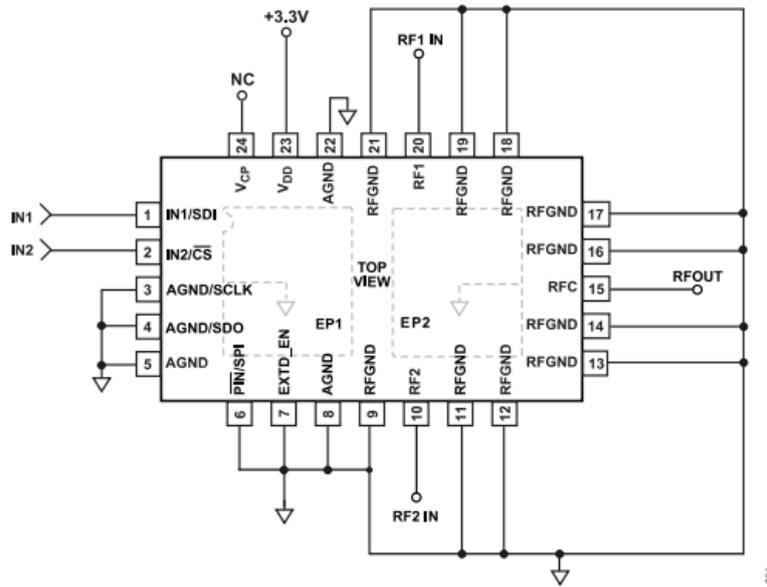


図 56. ADGM1001の平行・デジタル・インターフェース・モードでの代表的な動作回路

アプリケーション情報

電源レール

ADGM1001は3.0V~3.6Vのユニポーラ電源で動作できます。

このデバイスは3.3Vアナログ電源ですべての仕様が規定されています。

電源の推奨事項

アナログ・デバイスでは、ほとんどの高性能シグナル・チェーンの条件を満たす広範なパワー・マネージメント製品を提供しています。

ADGM1001のユニポーラ電源ソリューションの一例を図57に示します。ADP7142は、2.7V~40Vの範囲で動作する低ドロップアウト・リニア電圧レギュレータで、39Vから1.2Vのレールで動作する高性能のアナログ回路やミックスド・シグナル回路のレギュレーションに最適です。ADP7142には、出力電圧に関係なく11μVrmsの出力ノイズがあります。ADP7142を用いることで、シグナル・チェーンのADGM1001やマイクロコントローラなどのデバイスに電源レールを供給できます。

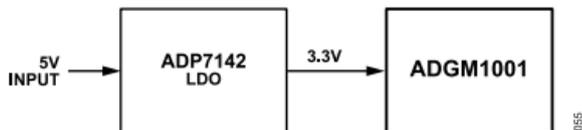


図 57. ユニポーラ電源ソリューション

電源の低ノイズ性能が必要な場合、ADP7142をLT1962やLT3045-1に置き換えることができます。

表 12. 推奨されるパワー・マネージメント・デバイス

Product	Description
ADP7142	40 V, 200 mA, low noise, CMOS LDO linear regulator
LT1962	300 mA, low noise, micropower, LDO regulator
LT3045-1	20 V, 500 mA, ultralow noise, ultrahigh PSRR linear regulator with VIOC control

高速デジタル・ループバック

PCIe Gen4インターフェースやPCIe Gen5インターフェースなどの高速入出力 (HSIO) を大量生産の環境で試験するのは困難な課題です。HSIOインターフェースを検証するための一般的な手法は、高速ループバック試験法を実行することです。これは、1つの構成に高速とDCの2つの試験方法が組み込まれたものです。

高速ループバック試験を実行するには、一般に疑似ランダム・ビット・シーケンス (PRBS) がトランスミッタから高速で送信され、負荷ボードまたは試験ボード上でループバックされてからレシーバー側で受信されます。レシーバー側ではこのシーケンスが分析され、ビット・エラー・レート (BER) が計算されます。

入出力ピンでは、デバイス機能を確認するために、導通試験やリーク試験などのDCパラメトリック試験が行われます。これらの試験を実行するには、ピンをDC計測するDC計測器に直接ピンを接続する必要があります。

ADGM1001は、図58に示すように、高速デジタル信号とDC信号の両方の試験を行う機能を、5.00mm × 4.00mm × 0.90mmの小型LGAパッケージに高密度で搭載しています。MEMSスイッチは、テストからテスト対象デバイス (DUT) への通信も可能にします。ADGM1001はDC~34GHzで優れた性能を発揮するため、スイッチは最大64Gbpsまでの高速信号と高精度DC信号の両方を処理することができます。

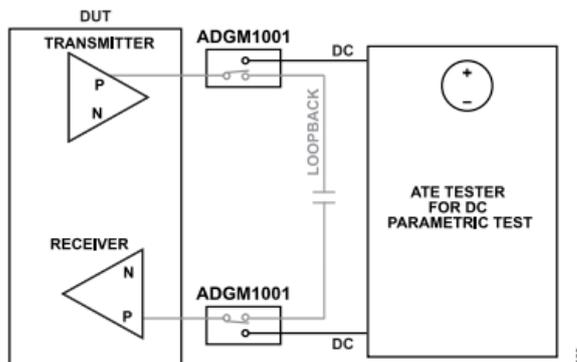


図 58. 高速デジタル試験とDC試験の両方を可能にするADGM1001 (Pチャンネルだけに注目)

切替え可能なRF減衰器

通常、RF減衰器ネットワークは、ベクトル・ネットワーク・アナライザ、スペクトラム・アナライザ、信号発生器などのRF計測器で使用されます。RF信号を減衰器にルーティングさせると、機器が高電力の信号を受信できるようになるので、計測器のダイナミック・レンジを広げることができます。ベクトル・ネットワーク・アナライザ、スペクトラム・アナライザ、信号発生器などのRF減衰器アプリケーションでは、ネットワークを通過した後で信号の帯域幅を維持することが重要です。信号が劣化すると、機器の性能も低下します。そのため、ルーティングに使用されるスイッチのRF特性は、減衰器ネットワークの品質にとって非常に重要になります。

ADGM1001 MEMSスイッチは、小さく平坦な挿入損失、広いRF帯域幅、高い信頼性といった特長があるため、切替え可能なRF減衰器として使用するのに最適です。ADGM1001はSPDTスイッチなので、高い柔軟性も備えています。図59に、2個のADGM1001スイッチを使用した減衰回路構成の例を示します。この回路では1つのスイッチ・チャンネルを減衰経路に使用し、もう1つのスイッチ・チャンネルを非減衰経路に使用しています。

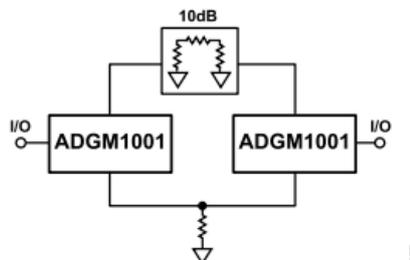


図 59. ADGM1001 MEMSスイッチを使用したRF減衰器の切替え

重要な動作条件

オン抵抗のドリフトによるシステム誤差に関する考慮事項

ADGM1001のRON性能は、デバイスごとのばらつき、チャンネルごとのばらつき、サイクル作動、ターン・オン後のセトリング時間、バイアス電圧、温度変化などの影響を受けます。

50Ωシステムでは、スイッチ作動時のオン抵抗ドリフト (ΔR_{ON}) がシステムの不正確さの原因となる場合があります。図60に、50Ωシステムで負荷に接続されたADGM1001を示します。ここで、 R_S はソース・インピーダンス、 V_S は電圧源です。ADGM1001のオン抵抗ドリフトによるシステム誤差を計算するには、次式を使用します。

$$\text{システム誤差 (\%)} = \Delta R/R_L$$

ここで、

ΔR はADGM1001のオン抵抗ドリフト、 R_L は負荷インピーダンスです。

ADGM1001のオン抵抗ドリフトは挿入損失にも影響するので、デバイスの使用時にはこれを考慮する必要があります。挿入損失へのオン抵抗の影響を計算するには、次式を使用します。

$$\text{挿入損失} = 10 \log(1 + (\Delta R/R_L))$$

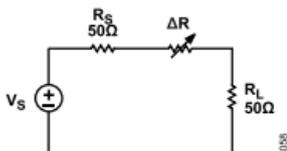


図 60. ADGM1001を負荷に接続する50Ωシステムの代表例

表 13. ADGM1001のRONドリフトによるシステム誤差と挿入損失誤差

On-Resistance Drift	System Error (%)	Insertion Loss Error (dB)
1	2	0.08
3	6	0.25

時間経過に伴うオン抵抗ドリフトの仕様値は、図9～図14に示すように、100ms後に測定した場合で -0.46Ω (最大値)です。これらのグラフによると、時間経過に伴うオン抵抗ドリフトは、100ms後で -0.12Ω (代表値)です。ADGM1001のオン抵抗は、1桁ごとに -0.05Ω (代表値)だけドリフトします。例えば、100ms後のオン抵抗ドリフトは -0.12Ω です。

1秒後のオン抵抗ドリフトは -0.17Ω 、10秒後には -0.22Ω となります。したがって、1000秒後のオン抵抗ドリフトは -0.32Ω になると予想されます。

作動後の温度衝撃によるオン抵抗変化

ある温度でスイッチが複数回作動し、この温度が突然変化した場合、スイッチのRONには大きな変動が生じます。図61と図62に、異なる作動周波数における絶対RON性能のデバイス割合を示します。この測定では、スイッチを85°Cで作動させ、スイッチのRONは25°Cで測定されています。

85°Cでスイッチを作動させて25°CでRONを測定することは、ADGM1001の作動時のRONドリフトにとって最も厳しい条件です。

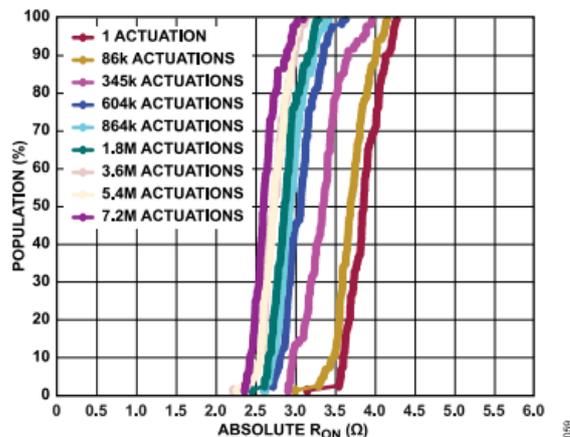


図 61. デバイスの割合とRON絶対値の関係、スイッチは85°Cで作動、RONは25°Cで測定、作動周波数 = 1Hz、 $V_{DD} = 3.3V$

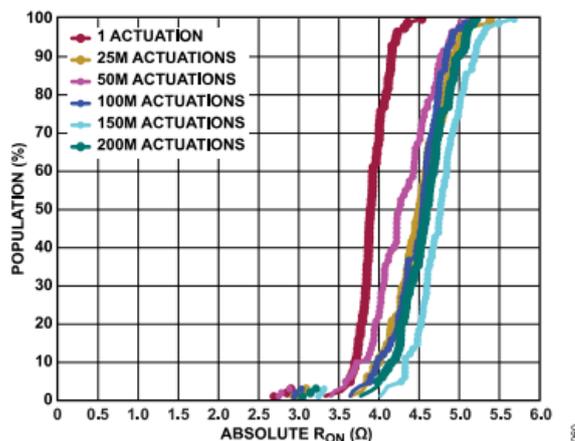


図 62. デバイスの割合とRON絶対値の関係、スイッチは85°Cで作動、RONは25°Cで測定、作動周波数 = 289Hz、 $V_{DD} = 3.3V$

ホット・スイッチング

ホット・スイッチングは、スイッチに過剰な電圧または電流を印加した状態でスイッチのオンまたはオフを繰り返すことで発生します。スイッチング・サイクルの間に印加信号があると、スイッチの接点が損傷します。ホット・スイッチングによる損傷は、電流または電圧のレベルによって異なります。ホット・スイッチングは、図66および図68に示すように、スイッチのサイクル寿命を著しく減少させる原因となります。図63に、スイッチング時にスイッチ端子に1Vが印加された状態でスイッチがオンになるホット・スイッチング状態を示します。オフ状態のスイッチに電圧がかかっている場合は、接点またはスイッチが閉じる際に損傷が生じる可能性があります。

重要な動作条件

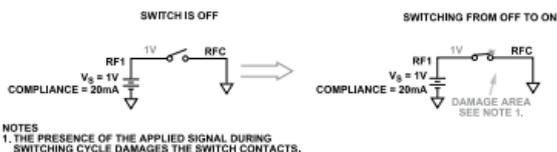


図 63. スイッチがオフ状態からオン状態に切り替わる際のホット・スイッチング状態

図64に、スイッチング時にスイッチを通じて10mAが流れている状態でスイッチがオフになるホット・スイッチング状態を示します。オン状態のスイッチに電流が流れている場合は、接点またはスイッチが開く際に損傷が生じる可能性があります。

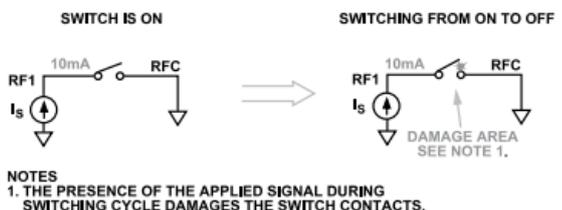


図 64. スイッチがオン状態からオフ状態に切り替わる際のホット・スイッチング状態

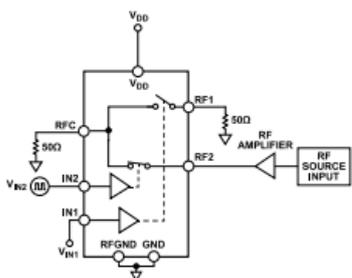


図 65. RFホット・スイッチングのセットアップ

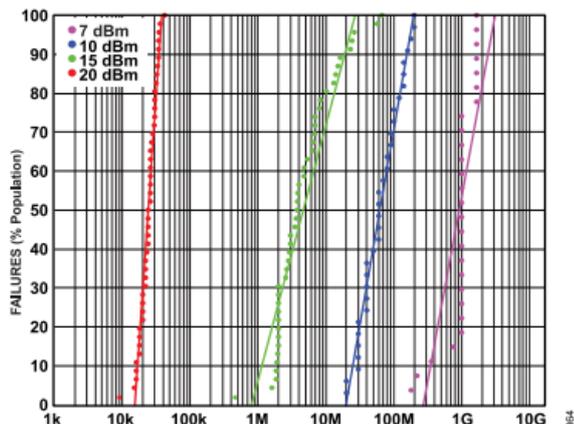


図 66. RFホット・スイッチング確率分布の片対数表記 (RF電力 = 連続波、50Ωに終端、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$)

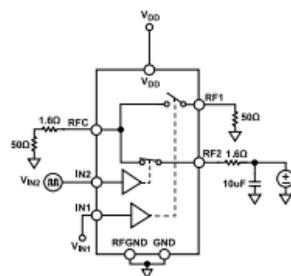


図 67. DCホット・スイッチングのセットアップ

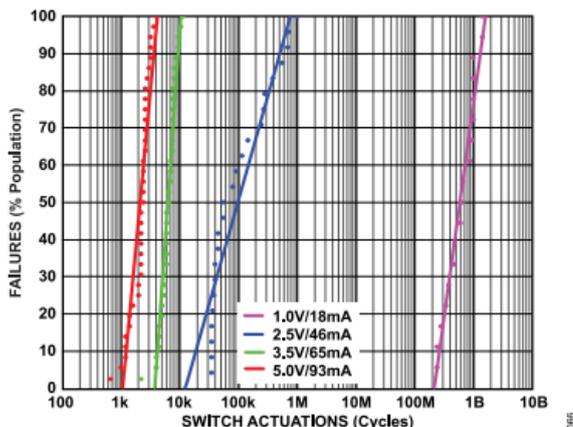


図 68. DCホット・スイッチング確率分布の片対数表記 (50Ωに終端、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$)

取り扱い上の注意

ESDに関する注意事項

ADGM1001のすべてのRFピン (RF1、RF2、RFC) は以下のESD制限に合格しています。

- ▶ 100V、クラス0 HBM、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2010
- ▶ 500V FICDM

すべてのRFxピンの定格は500V FICDMで、自動化された処理やアセンブリ工程に対しデバイスの安全が確保されています。製造時にはESDに関する標準的な注意事項に従ってください。

ADGM1001のRF1、RF2、およびRFCピンに対する100V HBM定格は、人体の接触によるESDサージの影響を受けます。人体との接触が予想される場合は、ESD保護を追加してください。

重要な動作条件

電氣的過負荷 (EOS) に関する注意事項

ADGM1001ピンはEOSに敏感です。そのため、次の注意事項を守ってください。

- ▶ ADGM1001は静電気の影響を受けやすいデバイスです。そのため、静電気散逸面でのみ作業する、リスト・ストラップやその他のESD制御デバイスを着用する、使用しないデバイスは導電性フォームに保存するなど、通常の取り扱いに関する注意事項をすべて守ってください。
- ▶ デジタル・マルチメータ (DMM) などの測定装置は自動レンジ・モードでは使用しないでください。一部の装置は、レンジの切替え時に大きなトランジェント・コンプライアンス電圧を発生する場合があります。
- ▶ 抵抗測定を行う場合は、実用上最大のDMMレンジ設定 (最小分解能) を用い、切替え時には特にコンプライアンス電圧を最小限に抑えてください。
- ▶ 同軸ケーブルは電荷を蓄え、スイッチに直接接続した場合、EOSの原因となる可能性があります。ケーブルを放電してからスイッチに直接接続してください。
- ▶ 容量性の終端を直接スイッチに接続することは避けてください (図69参照)。シャント・コンデンサに電荷が保存されると、スイッチのオープン時またはクローズ時にホット・スイッチング・イベントが発生し、スイッチの寿命に影響を与えることがあります。

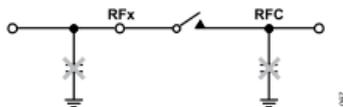


図 69. 大きなコンデンサを直接スイッチに接続することは避ける

機械的衝撃に関する注意事項

ADGM1001はグループDの機械的衝撃試験に合格しています。詳細については、絶対最大定格のセクションを参照してください。デバイスを落下させた場合は使用しないでください。過剰な機械的衝撃やESDイベントをなくすため、図70に示すような不安定な状態でデバイスを取り扱うことはしないでください。



図 70. 取り扱い時に避けるべき事項

レジスタの一覧

表 14. レジスタの一覧

Register (Hex)	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Default	R/W
0x20	SWITCH_DATA	INTERNAL_ERROR				RESERVED		SW2_EN	SW1_EN	0x00	R/W

レジスタの詳細

スイッチ・データ・レジスタ

アドレス : 0x20、リセット : 0x00、レジスタ名 : SWITCH_DATA

スイッチ・データ・レジスタは、ADGM1001の2つのスイッチのステータスを制御します。

表 15. SWITCH_DATAのビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	読書き
[7:6]	INTERNAL_ERROR	00 01 10 11	このビットは、内部エラーが発生したかどうかを示します。 エラー不検出。 エラー検出。 エラー検出。 エラー検出。	0x0	R
[5:2]	RESERVED		これらのビットは予備で、0に設定します。	0x0	R
1	SW2_EN	0 1	スイッチ2のイネーブル・ビット。 スイッチ2オープン。 スイッチ2クローズ。	0x0	R/W
0	SW1_EN	0 1	スイッチ1のイネーブル・ビット。 スイッチ1オープン。 スイッチ1クローズ。	0x0	R/W

外形寸法

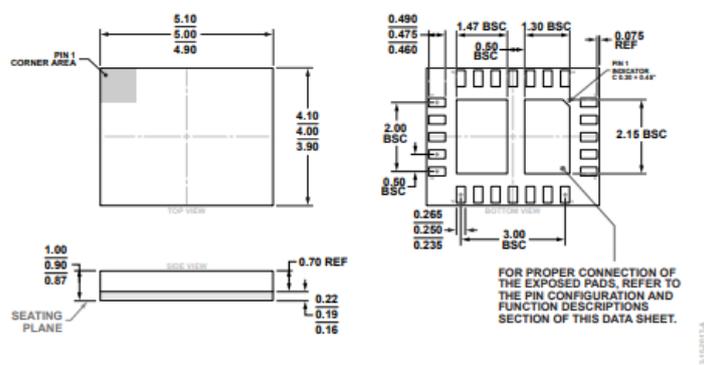


図 72. 24-ピン・ランド・グリッド・アレイ [LGA]
(CC-24-9)
寸法 : mm

更新 : 2023年1月27日

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	Package Description	Packing Quantity	Package Option
ADGM1001BCCZ	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]		CC-24-9
ADGM1001BCCZ-R2	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]	Reel, 250	CC-24-9
ADGM1001BCCZ-RL7	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]	Reel, 1500	CC-24-9
ADGM1002BCCZ	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]		CC-24-9
ADGM1002BCCZ-R2	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]	Reel, 250	CC-24-9
ADGM1002BCCZ-RL7	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]	Reel, 1500	CC-24-9
ADGM1003BCCZ	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]		CC-24-9
ADGM1003BCCZ-R2	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]	Reel, 250	CC-24-9
ADGM1003BCCZ-RL7	-40°C to +85°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]	Reel, 1500	CC-24-9

¹ Z = RoHS準拠製品。

評価用ボード

Model ¹	Description
EVAL-ADGM1001SDZ	Evaluation Board

¹ Z = RoHS準拠製品。