

0Hz/DC~18GHzで動作するSP4T MEMSスイッチ

特長

- ▶ DC~18GHz (代表値) の範囲で正常に動作
- ▶ RF性能特性
 - ▶ 挿入損失: 16GHzで-1.7dB (代表値)
 - ▶ アイソレーション: 6GHzで-18.5dB (代表値)
 - ▶ IIP3: 73dBm (代表値)
 - ▶ RF電力: 33dBm (最大値)
 - ▶ オン抵抗: 1.9Ω (代表値)
- ▶ DC電流処理能力: 200mA
- ▶ 作動寿命: 2億サイクル (最小値)
- ▶ オンへの切替え時間: 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インターフェースを使用して簡単に制御可能
- ▶ 個別に制御可能なスイッチ
- ▶ 省スペースに貢献するパッシブ・コンポーネント内蔵
 - ▶ スイッチのフロート・ノードを排除
- ▶ 5mm × 4mm × 1.0mm、24端子ランド・グリッド・アレイ・パッケージ
- ▶ 温度範囲: -40°C~+85°C
- ▶ 電源電圧が印加されていない場合、スイッチの位置は不定

アプリケーション

- ▶ 自動試験装置 (ATE) の負荷およびプローブ・ボード
- ▶ 高速デジタル試験時のDC
- ▶ リレーの代替
- ▶ RF試験用計測器
- ▶ ATE: RF、デジタル、ミックスド・シグナル
- ▶ RFワイヤレス通信
- ▶ 高性能RFスイッチング

概要

ADGM1144は、アナログ・デバイセズのMEMS (microelectromechanical system) スイッチ技術を使用して製造された、広帯域の単極四投 (SP4T) スイッチです。この技術により、フォーム・ファクタが小さい、RF帯域幅が広い、直線性が高い、挿入損失が少ない、といった特長を持つ、最低0Hz/DCの周波数で動作するスイッチが実現します。このスイッチは、広帯域で高精度なRF装置において切替えが必要な場合に理想的なソリューションになっています。

内蔵されたドライバ・チップは、静電的に作動するスイッチ向けに高電圧を生成します。これは、パラレル・インターフェースおよびシリアル・ペリフェラル・インターフェース (SPI) で制御できます。4つのスイッチは独立して制御できます。

デバイスは、5mm × 4mm × 1.0mmの24端子ランド・グリッド・アレイ・パッケージ (LGA) を採用しています。

ADGM1144は、ノードがフロート状態になるのを防止するために必要な10MΩの抵抗を複数内蔵しています。これらの内蔵10MΩ抵抗により、基板面積を節約すると共に、スイッチのフロート・ノードをなくすことができます。ADGM1144の最適な動作条件を確保するため、**重要な動作条件**のセクションを参照してください。

このデータシートでは、IN1/MCLKなどの多機能ピンについてはピン名全体を表記しますが、特定の機能のみが該当するような説明箇所では、IN1のように1つのピン機能だけを表記しています。

関連製品

- ▶ クラウドPMU: [AD5522](#)
- ▶ MEMSスイッチ: [ADGM1304](#)、[ADGM1004](#)、[ADGM1001](#)、[ADGM1002](#)、[ADGM1003](#)
- ▶ 低ノイズ、LDO: [ADP7142](#)、[LT1962](#)、[LT3045-1](#)

機能ブロック図

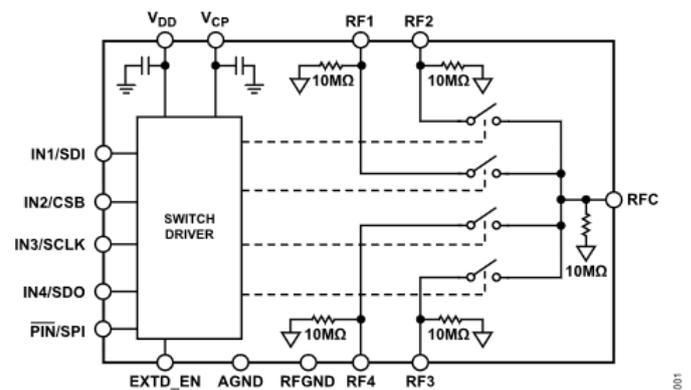


図 1.

Rev. 0

文書に関するご意見

テクニカルサポート

アナログ・デバイセズ社の提供する情報は、「そのまま」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、あるいはその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は一切の責任を負いません。仕様は予告なく変更される場合があります。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。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。

目次

特長.....	1	代表的な動作回路.....	20
アプリケーション.....	1	アプリケーション情報.....	21
概要.....	1	電源レール.....	21
関連製品.....	1	電源の推奨事項.....	21
機能ブロック図.....	1	高速デジタル・ループバック.....	21
仕様.....	3	切替え可能なRF減衰器.....	21
タイミング特性.....	5	重要な動作条件.....	23
絶対最大定格.....	8	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.....	23
熱抵抗.....	8	作動後の温度衝撃によるオン抵抗変化.....	23
静電放電 (ESD) 定格.....	8	ホット・スイッチング.....	23
ESDに関する注意.....	8	取り扱い上の注意事項.....	24
ピン配置およびピン機能の説明.....	9	ハンダ・ステンシルに関する推奨事項.....	25
代表的な性能特性.....	11	レジスタの一覧.....	26
動作原理.....	18	レジスタの詳細.....	27
スイッチの設計.....	18	スイッチ・データ・レジスタ.....	27
パラレル・デジタル・インターフェース.....	18	外形寸法.....	28
SPIデジタル・インターフェース.....	19	オーダー・ガイド.....	28
内部発振器のフィードスルー.....	20	評価用ボード.....	28
内部発振器のフィードスルーの低減.....	20		
低消費電力モード.....	20		

改訂履歴

2022年9月 Revision 0: 初版

仕様

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

表 1.

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}		1.9	3	Ω	ドレイン-ソース間電流 (I_{DS}) = 50mA、入カバイアス0V、最初の作動後1ms経過時、最大仕様値は $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ でのもの
On-Resistance Match Between Channels	$\Delta R_{ON_CH_CH}$			0.8	Ω	最大仕様値のテストは時刻0 (T0) において $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ で実施
On-Resistance Drift						
Over Time	ΔR_{ON_TIME}			-0.32	Ω	最初の作動後1msから100msまでの R_{ON} の変化、最大値は $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ でのもの
Over Actuations	ΔR_{ON}		0.2	0.3	Ω	10 ⁶ 回の作動後の絶対変化、スイッチは $25^{\circ}C$ で作動、 R_{ON} は $25^{\circ}C$ で測定
			± 0.7		Ω	100 x 10 ⁶ 回の作動寿命後の絶対変化、スイッチは $25^{\circ}C$ で作動、 R_{ON} は $25^{\circ}C$ で測定
				2	Ω	100 x 10 ⁶ 回の作動後の絶対変化、スイッチは $85^{\circ}C$ で作動、 R_{ON} は $25^{\circ}C$ で測定、作動周波数 = 289Hz
RELIABILITY PROPERTIES						
Continuously On Lifetime			10		Years	$85^{\circ}C$ 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、試験温度は $85^{\circ}C$
RF Hot Switched						
7 dBm			500×10^9		Actuations	RF電力 = 連続波、50 Ω 終端、故障発生率50%となる時点 (T50)
10 dBm			150×10^6		Actuations	
13 dBm			30×10^6		Actuations	
20 dBm			20×10^3		Actuations	
DC Hot Switched						
0.5 V or 9 mA			500×10^6		Actuations	50 Ω に終端、RFx負荷容量 = 10 μ F、故障発生率50%となる時点 (T50)
1 V or 18 mA			500×10^6		Actuations	
2.5 V or 46 mA			35×10^6		Actuations	
3.5 V or 65 mA			6.5×10^3		Actuations	
5 V or 93 mA			2×10^3		Actuations	
DYNAMIC CHARACTERISTICS						
Operational Frequency Range		DC	18		GHz	RFx~RFC (-3dB)
Insertion Loss						
	IL		-0.34		dB	DC~2.5GHz、RFC~RFx
			-0.5		dB	2.5GHz~6GHz、RFC~RFx
			-0.74		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			-1.7		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx
Isolation						
RFx to RFC (All Off)	ISO		-26		dB	DC~2.5GHz、RFC~RFx (全チャンネルがオフ)
			-18.5		dB	2.5GHz~6GHz、RFC~RFx (全チャンネルがオフ)
			-14		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx (全チャンネルがオフ)
			-13		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx (全チャンネルがオフ)

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
RFx to RFC (One Channel On)			-31		dB	DC~2.5GHz、RFC~RFx (1チャンネルがオン)
			-24		dB	2.5GHz~6GHz、RFC~RFx (1チャンネルがオン)
			-19		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx (1チャンネルがオン)
			-16		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx (1チャンネルがオン)
Crosstalk	CTK		-29.5		dB	DC~2.5GHz、RFC~RFx
			-23		dB	2.5GHz~6GHz、RFC~RFx
			-18		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			-14.5		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx
Return Loss	RL		-26.5		dB	DC~2.5GHz、RFC~RFx
			-24.5		dB	2.5GHz~6GHz、RFC~RFx
			-24		dB	6GHz~10GHz、RFC~RFx
			-14.5		dB	10GHz~16GHz、RFC~RFx
Third-Order Intermodulation Intercept	IIP3		73		dBm	入力 : 2110MHz~2170MHz、3510MHz~3570 MHz、 $P_{IN} = 30\text{dBm}$
Second Harmonic	HD2		-99		dBc	入力 : 5MHz、入力電力 = 0dBm
			-88		dBc	入力 : 150MHz~800MHz、 $P_{IN} = 33\text{dBm}$
Third Harmonic	HD3		-88		dBc	入力 : 150MHz~800MHz、 $P_{IN} = 33\text{dBm}$
Total Harmonic Distortion	THD		-105		dBc	$R_L = 300\Omega$ 、 $f = 1\text{kHz}$ 、 $RFx = 2.5\text{V p-p}$
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD + N		-104		dBc	$R_L = 300\Omega$ 、 $f = 1\text{kHz}$ 、 $RFx = 2.5\text{V p-p}$
Maximum RF Power				33	dBm	50 Ω 終端
DC Signal Range		-6		6	V	オン・スイッチのDC入力電圧範囲、 -40°C~+85°C
Standoff 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 の位置になる場合に該当する
Maximum DC Current				200	mA	-40°C~+85°C
On Switching Time ⁴	t_{ON}			200	μs	50% INx~90% (最終IL値が0.05dB) RFx、50 Ω 終端、-40°C~+85°C、詳細につ いては図5を参照
Off Switching Time ⁵	t_{OFF}			200	μs	50% INx~10% (最終IL値が0.05dB) RFx、50 Ω 終端、-40°C~+85°C、詳細に ついては図5を参照
Power-Up Time			4	5	ms	VCPコンデンサ = 100pF、-40°C~+85°C
Video Feedthrough			10		mV peak	RFx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 ^{6,7}			-123		dBm	
			-146		dBm/Hz	この値は計算によって得られたものであ る
CAPACITANCE PROPERTIES						1MHz時。LGAパッケージの容量を含む
On Switch Channel Capacitance	C_{ON}		2.3		pF	
Off Switch Channel Capacitance	C_{OFF}		1.4		pF	
LEAKAGE PROPERTIES ⁸						
On Leakage		0.7	1.11	1.39	μA	RFx (オフ・チャンネル) = +6V、 RFC/RFx (オン・チャンネル) = -6V、 -40°C~+85°Cでテストした最大値
Off Leakage		0.35	0.56	0.71	μA	RFx = +6V、RFC = -6V、-40°C~+85°C でテストした最大値
Internal Shunt Resistor		8.4	11	14.7	M Ω	温度係数の代表値 = 27.5 k Ω /°C、最大値 と最小値は25°Cでテスト
DIGITAL INPUTS						-40°C~+85°Cでの最小値および最大値

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
Input High Voltage	V _{INH}	2			V	
Input Low Voltage	V _{INL}			0.8	V	
Input Current	I _{INL/INH}		0.025	1	μA	入力電圧 (V _{IN}) = V _{INL} またはV _{INH}
Capacitance			5		pF	
DIGITAL OUTPUTS						
Output Low Voltage	V _{OL}			0.4	V _{MAX}	-40°C~+85°Cでの最小値および最大値 I _{SINK} = 1mA I _{SOURCE} = 1mA
Output High Voltage	V _{OH}	V _{DD} - 0.4			V _{MIN}	
Capacitance			5		pF	
POWER REQUIREMENTS						
Supply Voltage	V _{DD}	3	3.3	3.6	V	-40°C~+85°Cでの最小値および最大値 デジタル入力 = 0VまたはV _{DD} , SPIモード時SDOはフロート状態
Supply Current	I _{DD}		2	2.5	mA	
Low Power Mode Current ⁹	I _{DD_EXT_VCP}			50	μA	この値は低消費電力モード時のI _{DD} である
External Drive Voltage ¹⁰	V _{CP_EXT}	79.2	80	80.8		
External Drive Current	I _{CP_EXT_VCP}			5	μA	

- 1 代表的な仕様は、25°C、V_{DD} = 3.3Vでテストされています。
- 2 RFxはRF1、RF2、RF3、RF4です。INxはIN1、IN2、IN3、IN4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。
- 4 スイッチは200μs後にセトリングします。0μsから200μsの間はRF電力を印加しないでください。
- 5 スイッチをオフにする50μs前にRF電力を除去または5dBm未満にする必要があります。
- 6 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。
- 7 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。
- 8 オン・リークおよびオフ・リークの仕様はスイッチ・ノードに印加されるDC電圧レベルによって異なります。例えば、1VをRF1からRFCに印加した場合、オン・リークの仕様値は0.2μA、オフ・リークの仕様値は0.1μAとなります。スイッチのリーク仕様は、主として、フロート状態のノードをなくすためにすべてのRFノードでグラウンドに接続された10MΩの内蔵抵抗によって決まります。
- 9 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。
- 10 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。

タイミング特性

特に指定のない限り、V_{DD} = 3.0V~3.6V、AGND、RFGND = 0V、すべての仕様はT_{MIN}~T_{MAX}での値。

表 2.

パラメータ	T _{MIN} の制限値	T _{MAX} の制限値	単位	条件/コメント
t ₁	100		ns	SCLKの周期
t ₂	45		ns	SCLKのハイ・パルス幅
t ₃	45		ns	SCLKのロー・パルス幅
t ₄	25		ns	\overline{CS} の立下がりエッジからSCLKのアクティブ・エッジまでの時間
t ₅	20		ns	データ・セットアップ時間
t ₆	20		ns	データ・ホールド時間
t ₇	25		ns	SCLKのアクティブ・エッジから \overline{CS} の立下がりエッジまでの時間
t ₈		20	ns	\overline{CS} の立下がりエッジからSDOデータが利用可能になるまでの時間

パラメータ	T _{MIN} の制限値	T _{MAX} の制限値	単位	条件/コメント
t ₉		40	ns	SCLKの下上がりエッジからのSDOデータが利用可能になるまでの時間20pFの負荷容量を接続して測定。SDOを使用する場合の最大SCLK周波数はt ₉ で決まります。
t ₁₀		25	ns	\overline{CS} 立上がりエッジからSDOが高インピーダンスに戻るまでの時間
t ₁₁	100		ns	SPIコマンド間の \overline{CS} ハイ時間
t ₁₂	25		ns	SCLKエッジ除去から \overline{CS} 立下りエッジまでの時間
t ₁₃	25		ns	\overline{CS} 立上がりエッジからSCLKエッジ除去までの時間

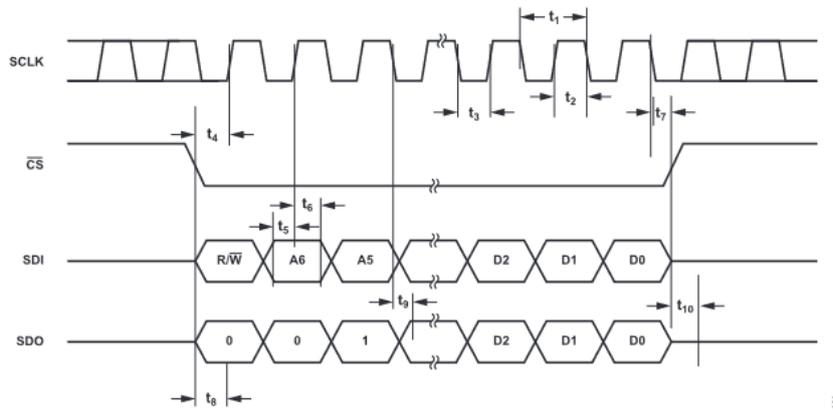


図 2. アドレス・モードのタイミング図

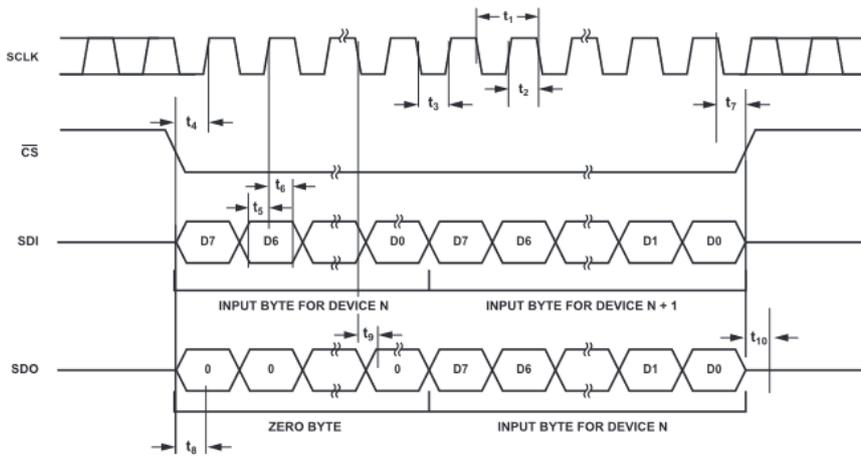


図 3. デイジーチェーンのタイミング図

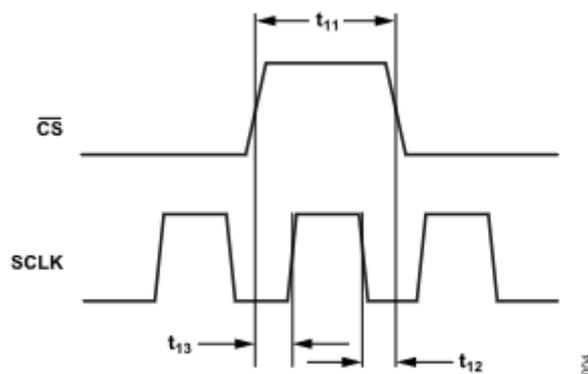


図 4. SCLK/ \overline{CS} のタイミング関係



図 5. スイッチ負荷プロファイル

絶対最大定格

特に指定のない限り $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 3. 絶対最大定格

パラメータ	定格
V_{DD} to AGND	-0.3V~+6V
Digital Inputs ¹	-0.3V~ $V_{DD} + 0.3\text{ V}$ または30mA (いずれか最初に生じた方)
Switch DC Rating ²	
Voltage	$\pm 7\text{V}$
Current	220mA
$V_{CP_{EXT}}$	82V
Stand Off Voltage ³	$\pm 10\text{V}$
RF Power Rating ⁴	34dBm
Operating Temperature Range	$-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$-65^\circ\text{C} \sim +150^\circ\text{C}$
Reflow Soldering (Pb-Free)	
Peak Temperature	260(+0/-5) $^\circ\text{C}$
Time at Peak Temperature	10秒~30秒
Group D	
Mechanical Shock ⁵	1500g (0.5ms/パルス)
Vibration	20Hz~2000Hz (加速度は50g)
Constant Acceleration	30,000g

- 1 電流は、仕様規定された最大定格に制限してください。
- 2 この定格は、RF信号が印加されないオン位置のスイッチを基準にしています。
- 3 この定格は、RF信号が印加されないオフ位置のスイッチを基準にしています。
- 4 この定格は、オン位置で50 Ω に終端処理されるスイッチを基準にしています。
- 5 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。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

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、自然対流下でのジャンクションから周囲への熱抵抗です。 θ_{JCT} は、ジャンクションからケース上部への熱抵抗です。 θ_{JCB} は、ジャンクションからケース底部への熱抵抗です。

表 4. 熱抵抗

Package Type	θ_{JA}	θ_{JCT}	θ_{JCB}	Unit
CC-24-11	104.3	134	66.2	$^\circ\text{C/W}$

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ものです。対象はESD保護区域内だけに限られます。

ANSI/ESDA/JEDDEC JS-001準拠の人体モデル (HBM)。

ANSI/ESDA/JEDEC JS-002に準拠した電場誘起デバイス帯電モデル (FICDM)。

ADGM1144のESD定格

表 5. ADGM1144、24端子LGA

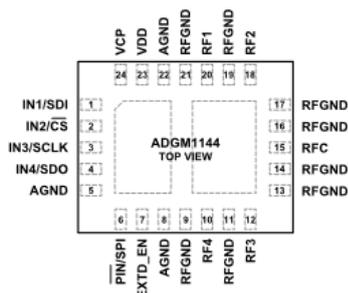
ESD Model	Withstand Voltage (V)	Class
HBM	150 V for the RF1, RF2, RF3, RF4 and RFC pins 2 kV for all other pin	0
FICDM	500 V	C2a

ESDに関する注意



ESD (静電気放電) に敏感なデバイスです。帯電したデバイスおよび回路基板は、放電しても検出されないことがあります。この製品は特許取得済みまたは独自の保護回路を備えています。高エネルギーESDにさらされるとデバイスに損傷が生じる可能性があります。したがって、性能低下や機能低下を避けるために、適切なESD予防措置を講じる必要があります。

ピン配置およびピン機能の説明



- NOTES
1. EXPOSED PAD1. EP1 IS INTERNALLY CONNECTED TO AGND. IT IS RECOMMENDED TO CONNECT TO BOTH AGND AND RFGND.
 2. EXPOSED PAD 2. EP2 IS INTERNALLY CONNECTED TO RFGND. IT IS RECOMMENDED TO CONNECT TO BOTH RFGND AND AGND.

図 6. ピン配置

表 6. 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)。この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。
2	IN2/ \overline{CS}	シリアル・データ入力 (SDI)。SPIモードの場合、このピンはシリアル・データ入力ピンになります。
3	IN3/SCLK	パラレル・ロジック・デジタル制御入力2 (IN2)。この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。
4	IN4/SDO	チップ・セレクト (\overline{CS})。SPIモードの場合、このピンはチップ・セレクト・ピンになります。
5, 8, 22	AGND	アナログ・グラウンド接続。AGNDとRFGNDグラウンドを互いに接続することを推奨します。
6	\overline{PIN}/SPI	パラレル・モード・イネーブル (\overline{PIN})。このピンがローの場合、パラレル・インターフェース (IN1、IN2、IN3、IN4) が有効になります。
7	EXTD_EN	SPIモード・イネーブル (SPI)。このピンがハイの場合、SPIインターフェースが有効になります。
9, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 21	RFGND	外部電圧駆動イネーブル。通常動作では、EXTD_ENをロー・レベルに設定して、内蔵の10MHz発振器をイネーブルします。これにより、内部ドライバICの電圧昇圧回路がイネーブルされます。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。発振器をディスエーブルしても、ロジック・インターフェース・ピン (IN1~IN4) またはSPIインターフェースからスイッチを制御できませんが、VCPピンを外部電圧源から80V DCで駆動する必要があります。発振器がディスエーブルの場合、ADGM1144が消費する最大電源電流はわずか50 μ Aです。内部発振器をディスエーブルすると、関連するスイッチからの10MHzのノイズ・フィードスルーがなくなります。
10	RF4	RFグラウンド接続。AGNDとRFGNDグラウンドを互いに接続することを推奨します。
12	RF3	RF4ポート。このピンは、入力または出力に設定できます。不要な場合は、このピンをRFGNDに接続するか、RFGNDに接続された50 Ω の抵抗で終端する必要があります。
15	RFC	RF3ポート。このピンは、入力または出力に設定できます。不要な場合は、このピンをRFGNDに接続するか、RFGNDに接続された50 Ω の抵抗で終端する必要があります。
18	RF2	共通のRFポートこのピンは、入力または出力に設定できます。
20	RF1	RF2ポート。このピンは、入力または出力に設定できます。不要な場合は、このピンをRFGNDに接続するか、RFGNDに接続された50 Ω の抵抗で終端する必要があります。
23	VDD	RF1ポート。このピンは、入力または出力に設定できます。不要な場合は、このピンをRFGNDに接続するか、RFGNDに接続された50 Ω の抵抗で終端する必要があります。
24	VCP	正側電源入力。推奨動作条件については、表1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ため、これを外付けする必要はありません。
		ドライバIC入出力。通常動作モードでは、このピンは80V DCを出力します。また、パッケージ内に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ため、外部負荷はかけないでください。ピン7がハイ・レベルの場合、内部電圧昇圧回路がディスエーブルされるため、80V DCの電圧をVCPに入力し、ロジック・インターフェースを使用してスイッチを駆動する必要があります。

ピン番号	記号	説明
	EP1	露出パッド1。EP1は内部でAGNDに接続されています。EP1をAGNDとRFGNDの両方に接続することを推奨します。
	EP2	露出パッド2。EP2は内部でRFGNDに接続されています。EP2をRFGNDとAGNDの両方に接続することを推奨します。

代表的な性能特性

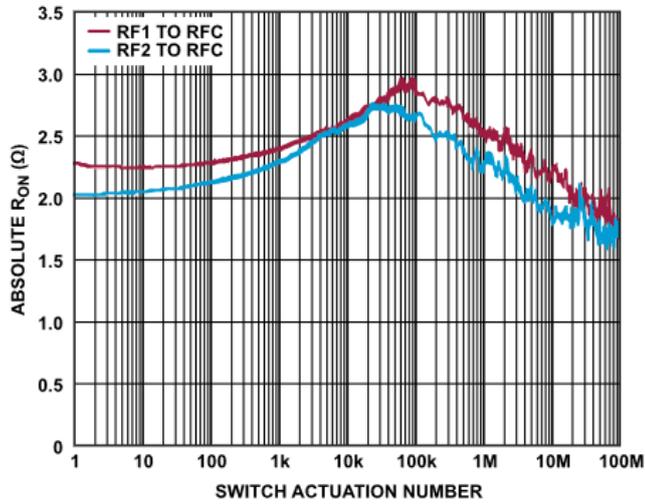


図 7. R_{ON} の絶対値とスイッチ作動数の関係、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、作動時の負荷 = 50mA

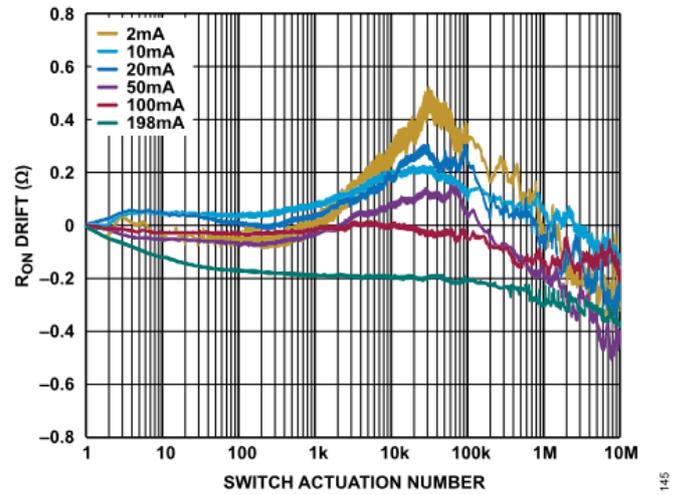


図 10. 作動時の異なる印加電流における R_{ON} のドリフトとスイッチ作動数の関係、0で正規化 ($T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$)

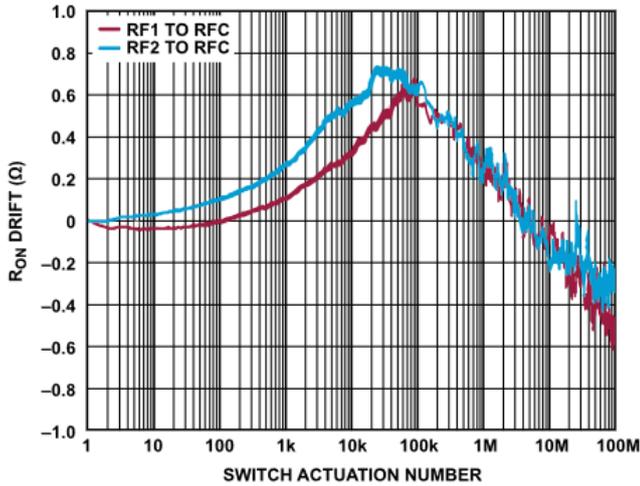


図 8. R_{ON} のドリフトとスイッチ作動数の関係、0で正規化、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、作動時の負荷 = 50mA

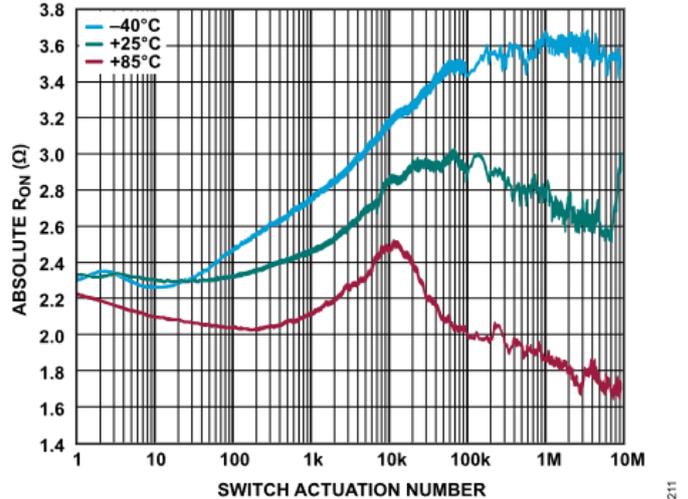


図 11. 異なる温度における R_{ON} の絶対値とスイッチ作動数の関係 (作動時の電流 = 50mA、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$)

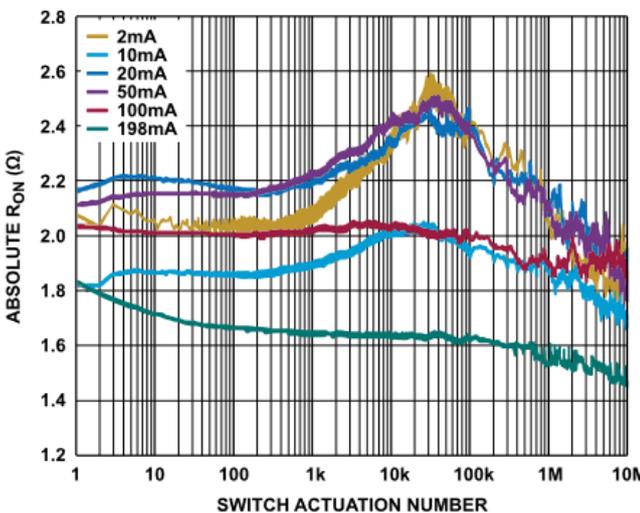


図 9. 作動時の異なる印加電流における R_{ON} の絶対値とスイッチ作動数の関係 ($T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$)

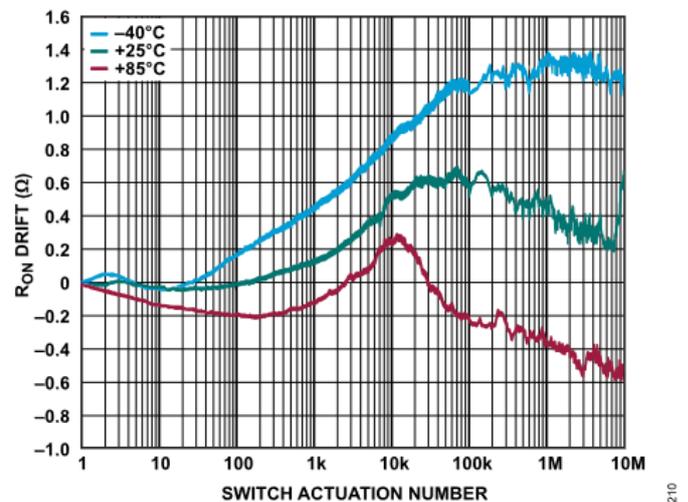


図 12. 異なる温度における R_{ON} のドリフトとスイッチ作動数の関係、0で正規化 (作動時の電流 = 50mA、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$)

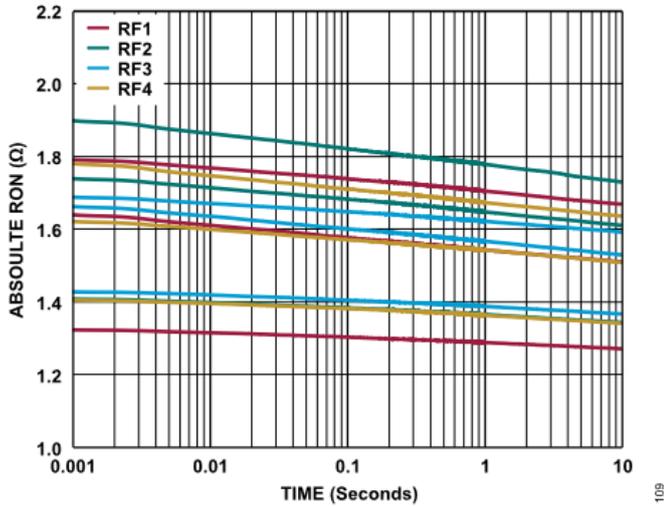


図 13. 各チャンネルにおける R_{ON} の絶対値と時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、電流 = 50mA

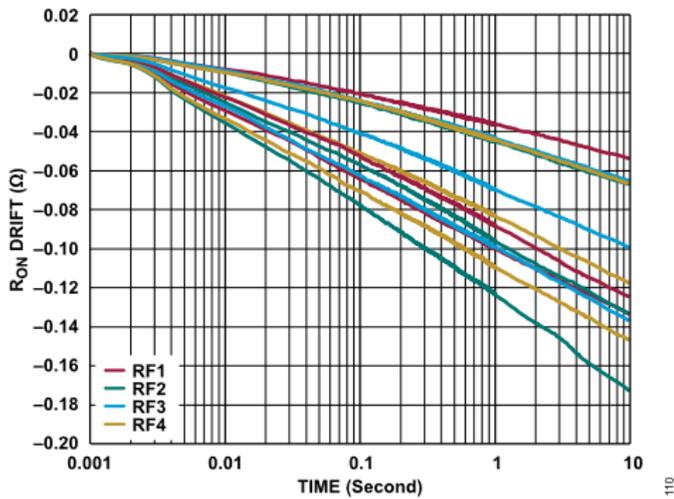


図 14. 各チャンネルにおける R_{ON} のドリフトと時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、0で正規化、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、電流 = 50mA

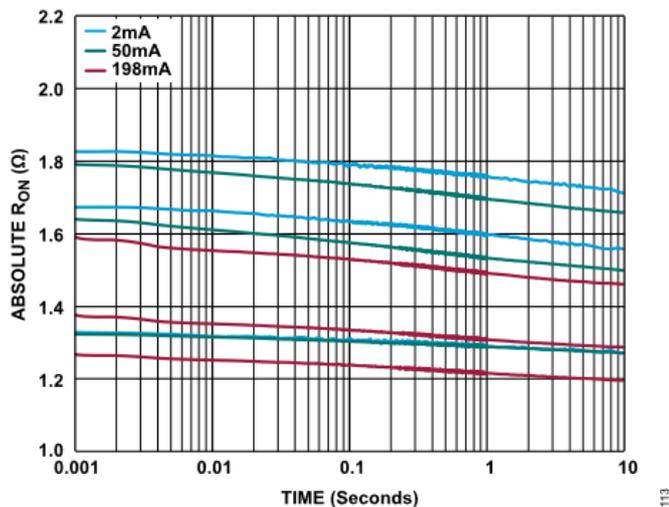


図 15. 異なる電流レベルにおける R_{ON} の絶対値と時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、RF1~RFC

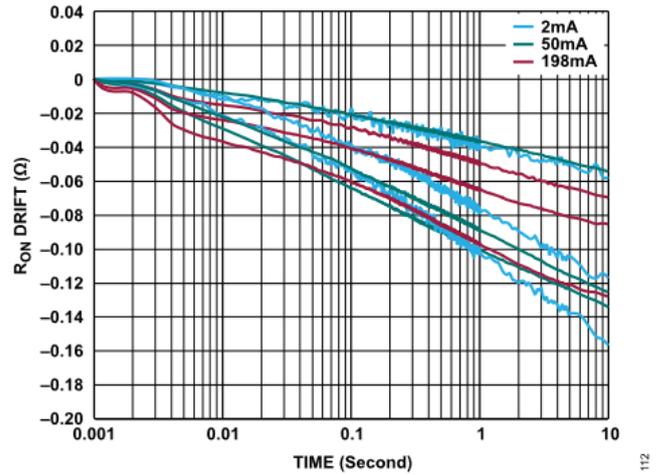


図 16. 異なる電流レベルにおける R_{ON} のドリフトと時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、0で正規化、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、RF1~RFC

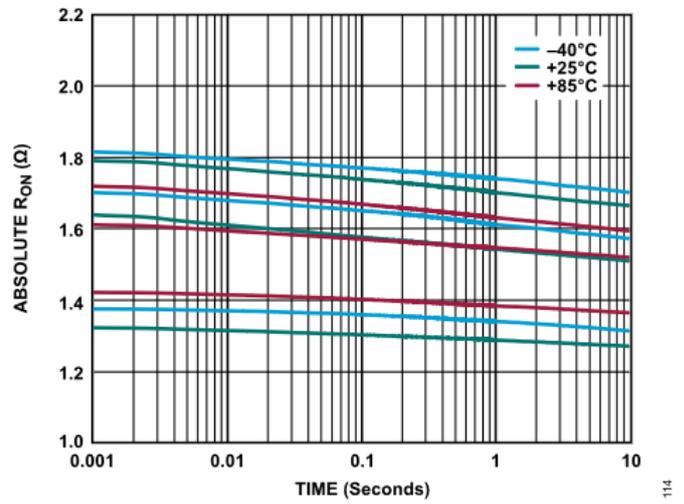


図 17. 異なる温度における R_{ON} の絶対値と時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、電流 = 50mA、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、RF1~RFC

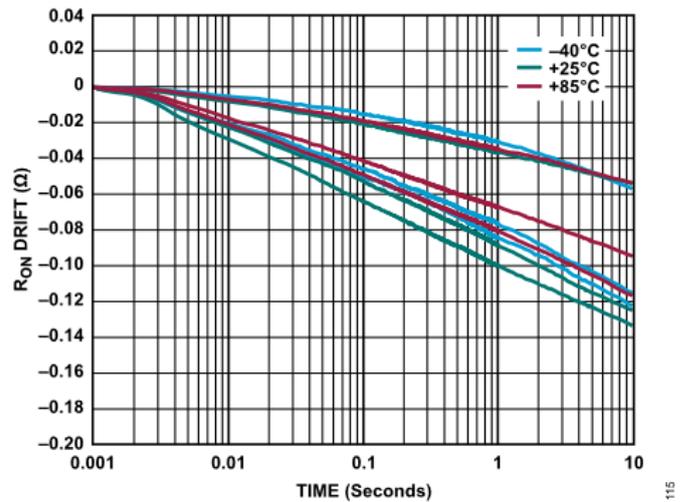


図 18. 異なる温度における R_{ON} のドリフトと時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、0で正規化、電流 = 50mA、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、RF1~RFC

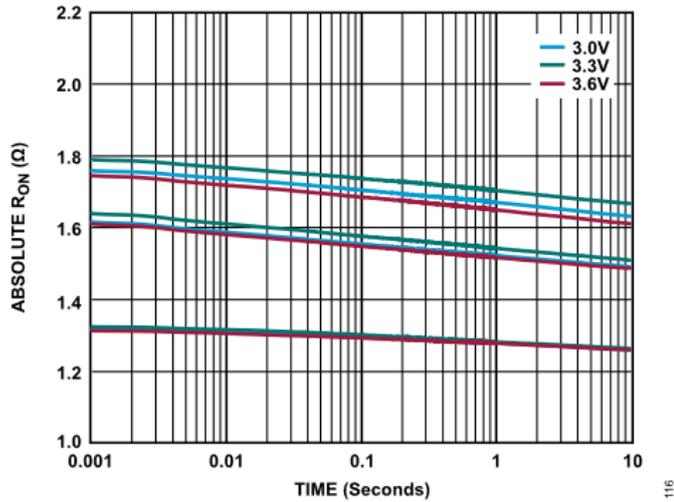


図 19. 異なる電源におけるRONの絶対値と時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、電流 = 50mA、V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC

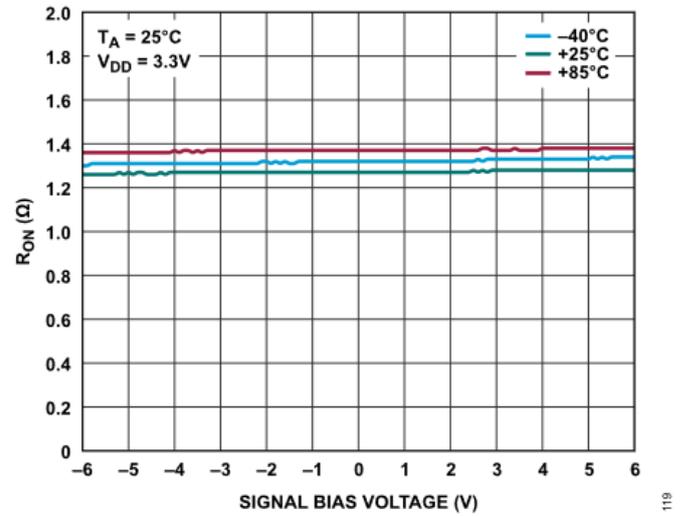


図 22. 異なる温度におけるRONと信号バイアス電圧の関係 (RF1~RFCオン、50mA)

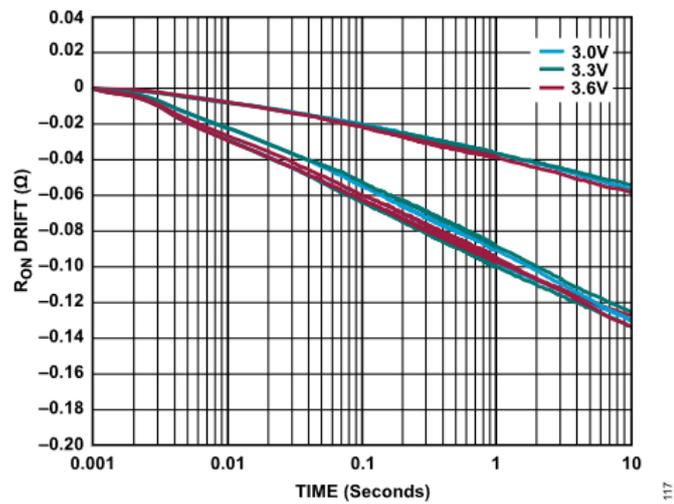


図 20. 異なる電源におけるRONのドリフトと時間 (1ms~10sec) の関係、複数デバイス、0で正規化、電流 = 50mA、V_{DD} = 3.3V、RF1~RFC

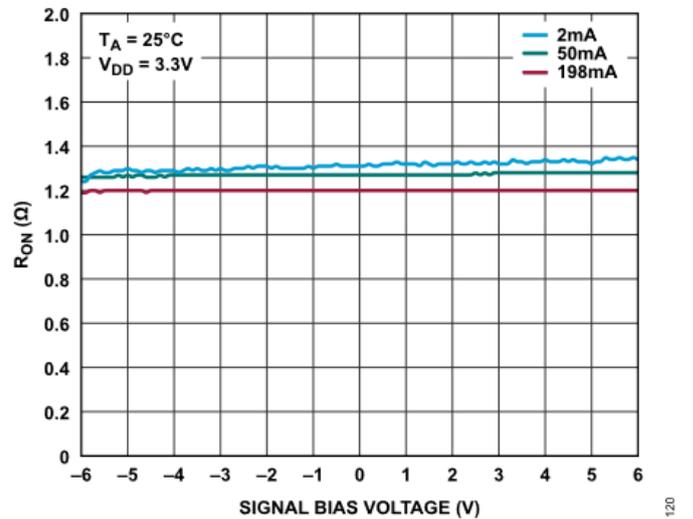


図 23. 異なる電流レベルにおけるRONと信号バイアス電圧の関係、(RF1~RFCオン)

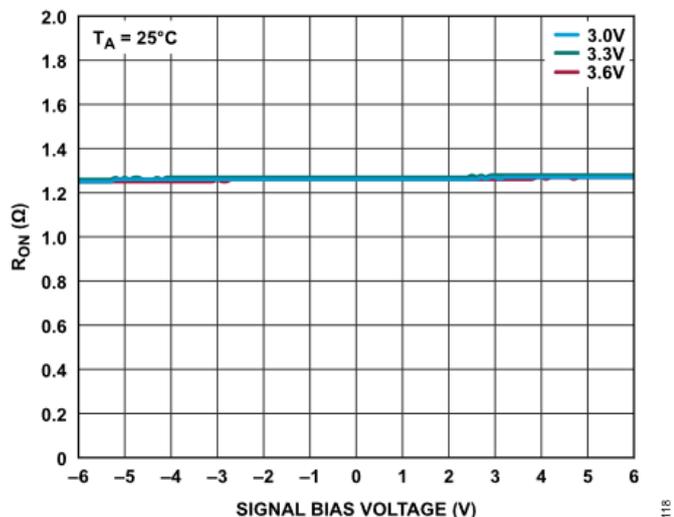


図 21. 異なる電源電圧におけるRONと信号バイアス電圧の関係 (RF1~RFCオン、50mA)

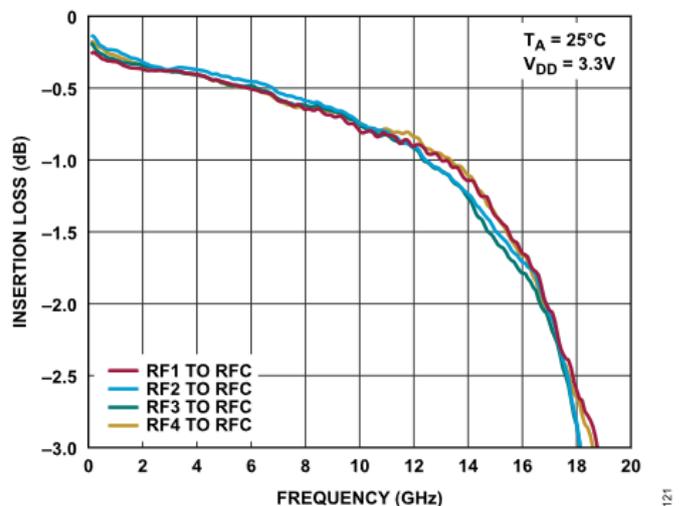


図 24. 挿入損失と周波数の関係、リニア・スケール

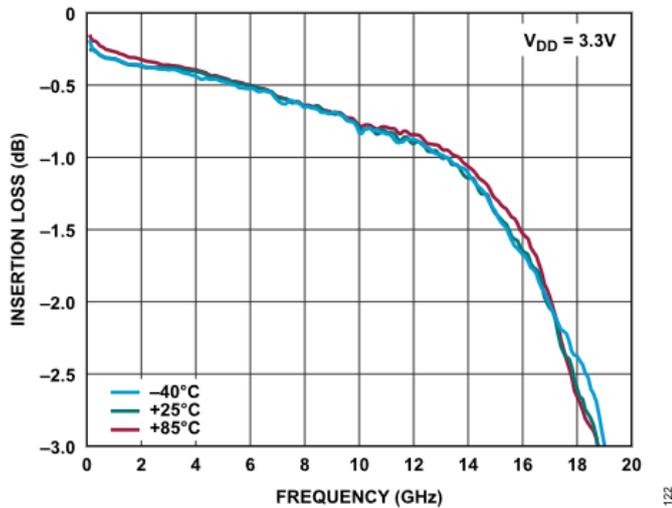


図 25. 異なる温度における挿入損失と周波数の関係 (RF1~RFC)

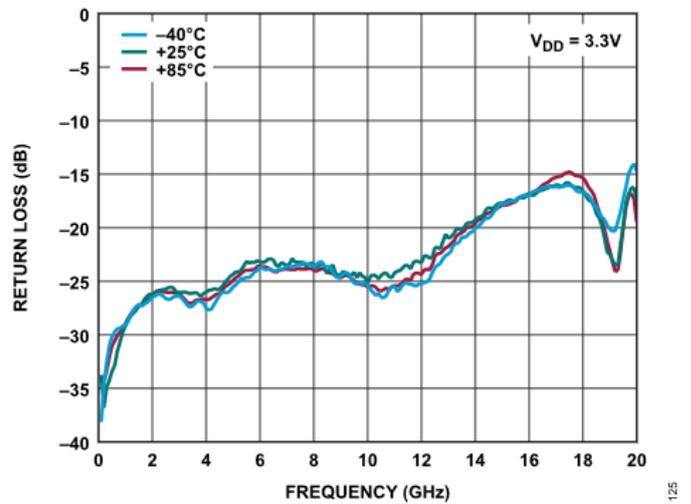


図 28. 異なる温度におけるリターン損失と周波数の関係 (RF1~RFC)

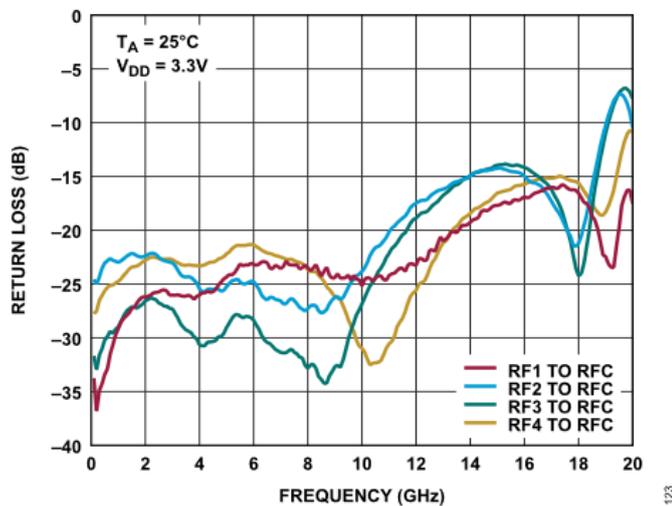


図 26. リターン損失と周波数の関係 (RFx~RFC)

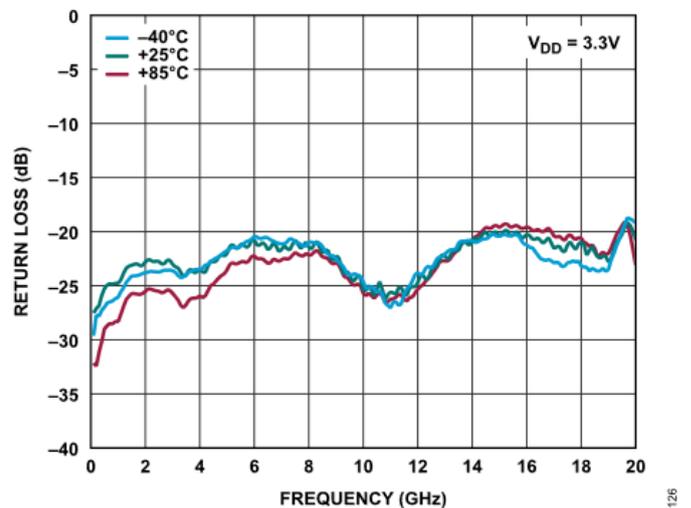


図 29. 異なる温度におけるリターン損失と周波数の関係 (RFC~RF1)

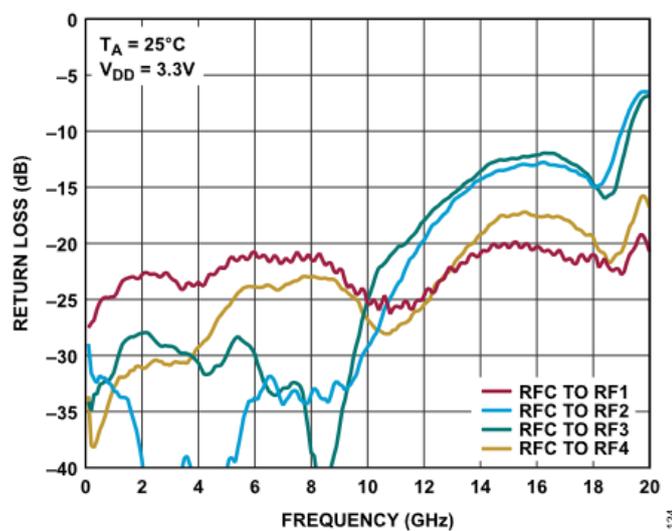


図 27. リターン損失と周波数の関係 (RFC~RFx)

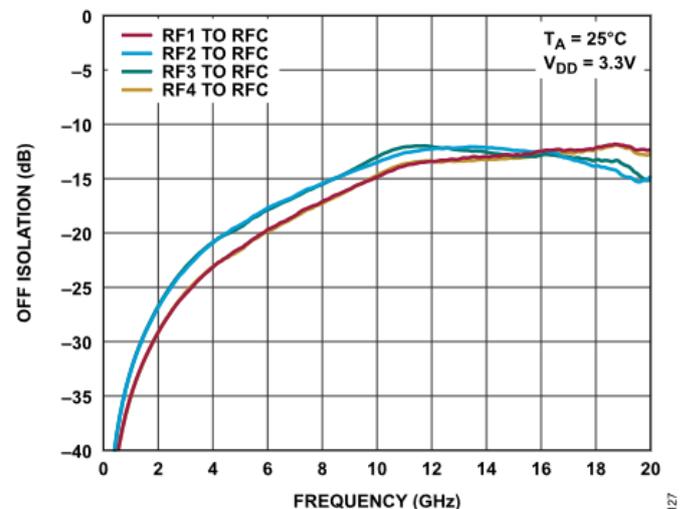


図 30. オフ・アイソレーションと周波数の関係、全チャンネルがオフ、(RFx~RFC)

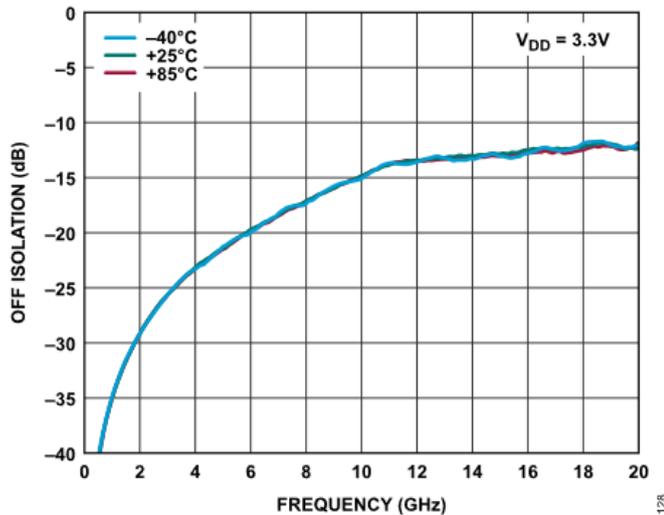


図 31. 異なる温度におけるオフ・アイソレーションと周波数の関係、全チャンネルがオフ (RF1~RFC)

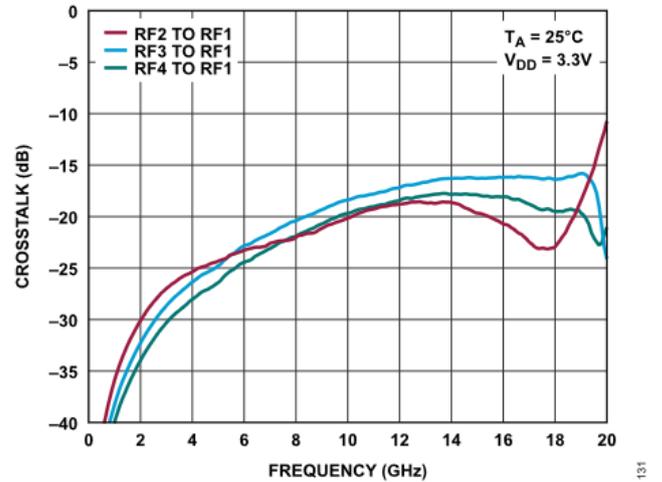


図 34. クロストークと周波数の関係 (RFx~RF1)

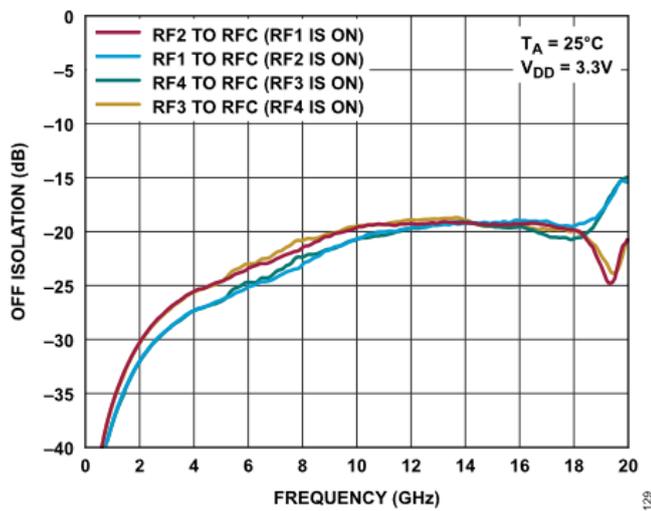


図 32. オフ・アイソレーションと周波数の関係、1チャンネルがオン

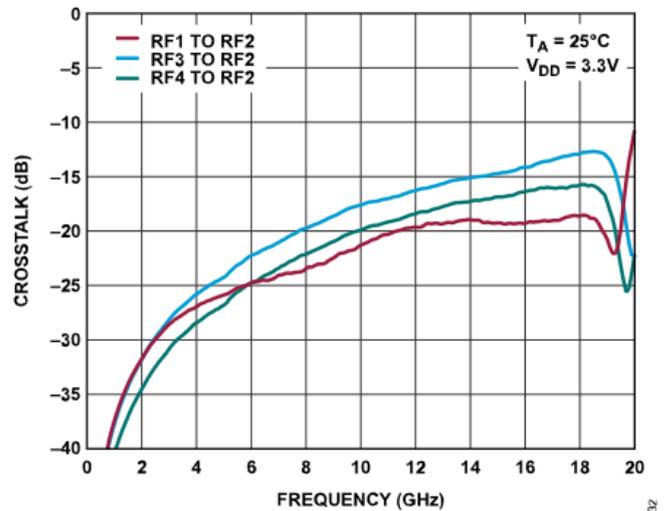


図 35. クロストークと周波数の関係 (RFx~RF2)

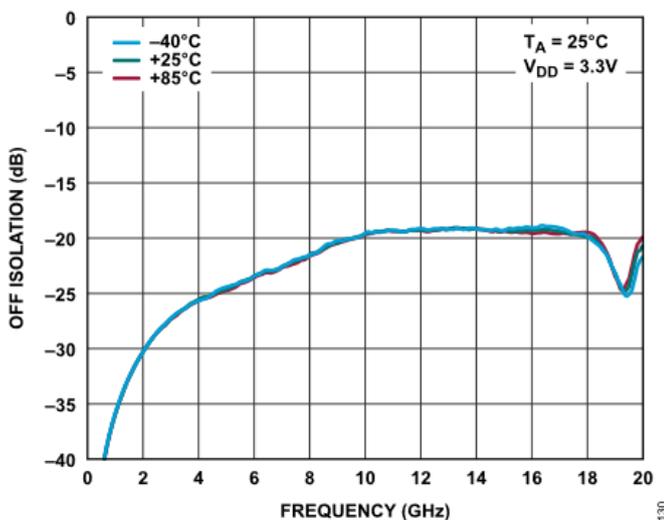


図 33. 異なる温度におけるオフ・アイソレーションと周波数の関係、RF1~RFCオン

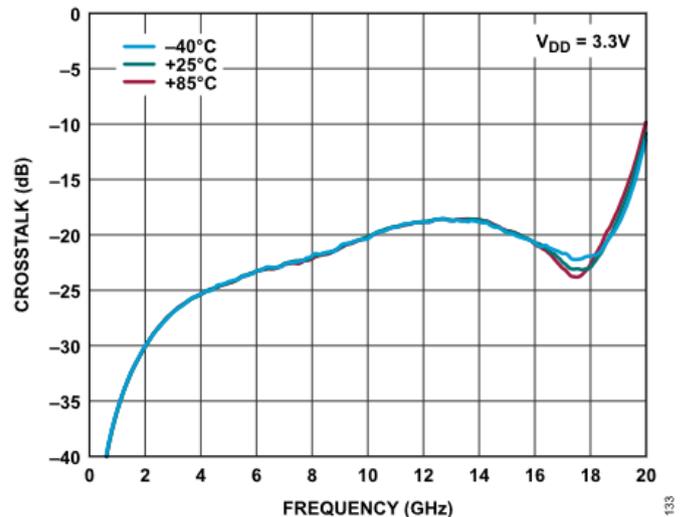


図 36. 異なる温度におけるクロストークと周波数の関係 (RF2~RF1)

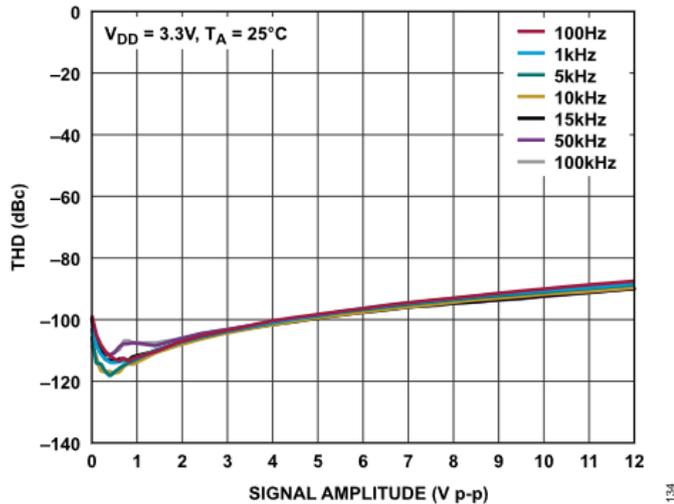


図 37. THDと信号振幅の関係 ($R_L = 300\Omega$ 、信号源インピーダンス = 20Ω)

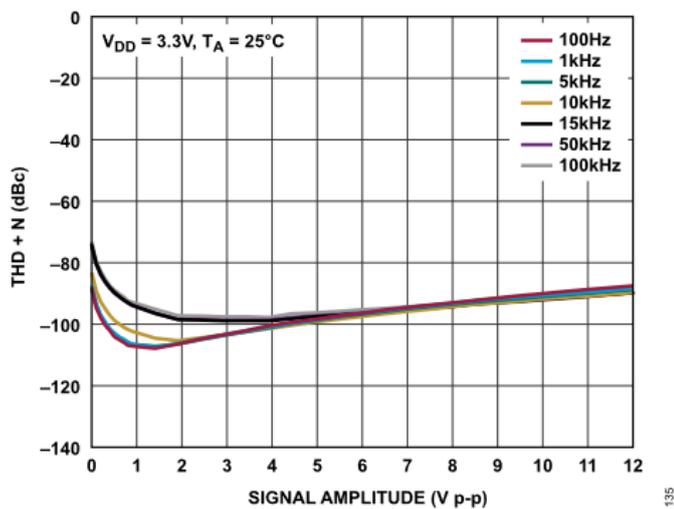


図 38. THD + Nと信号振幅の関係 ($R_L = 300\Omega$ 、信号源インピーダンス = 20Ω)

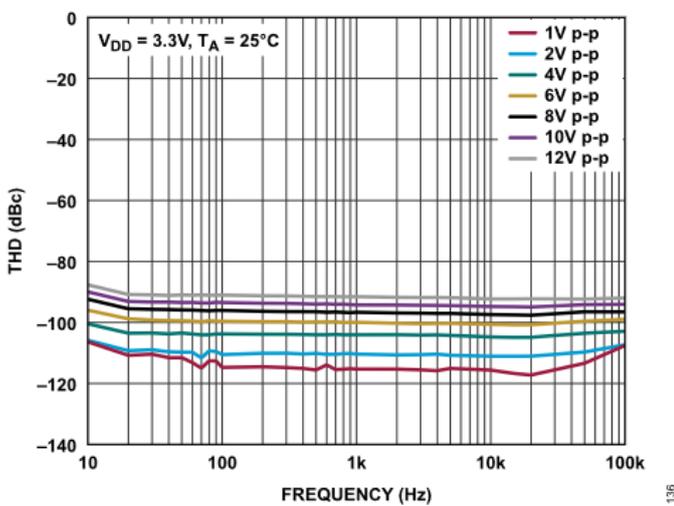


図 39. THDと周波数の関係 ($R_L = 300\Omega$ 、信号源インピーダンス = 20Ω)

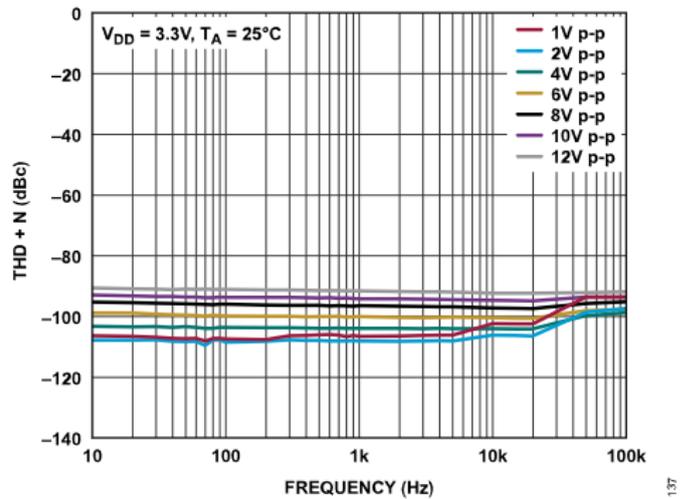


図 40. THD + Nと周波数の関係 ($R_L = 300\Omega$ 、信号源インピーダンス = 20Ω)

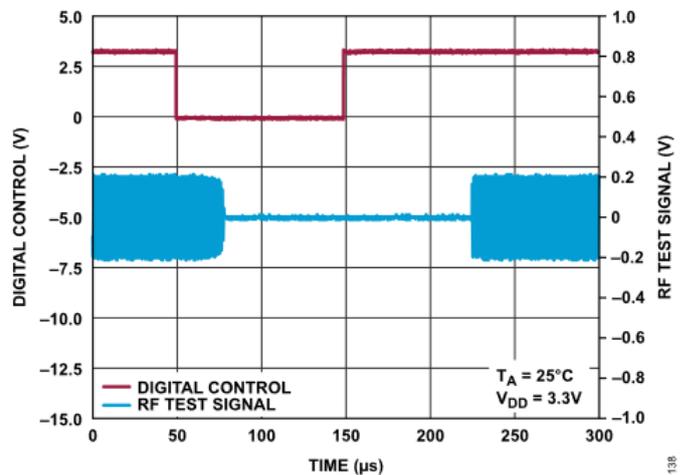


図 41. デジタル制御およびRFテスト信号と時間の関係 ($V_{DD} = 3.3V$)

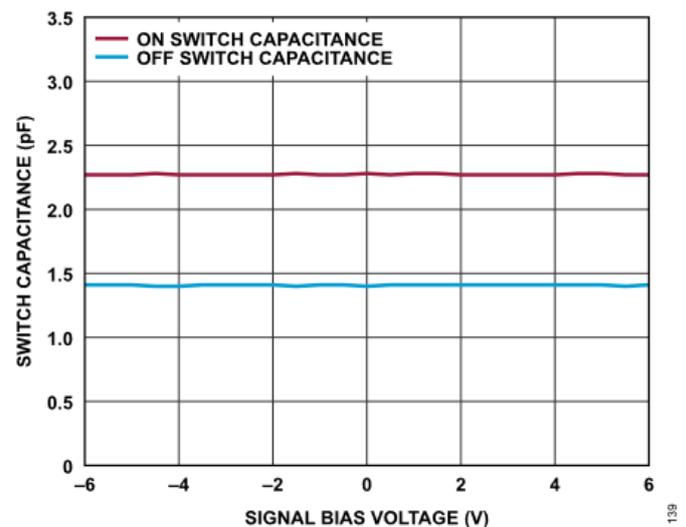


図 42. スイッチの容量と信号バイアス電圧の関係 ($V_{DD} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$)

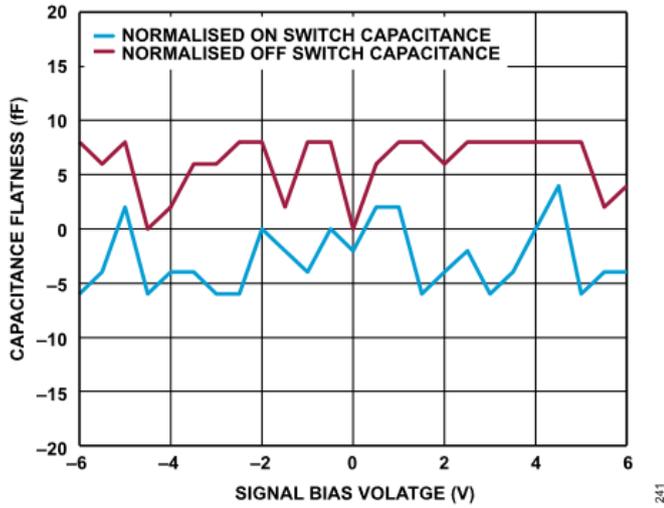


図 43. 容量の平坦性と信号バイアス電圧の関係 ($V_{DD} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$)

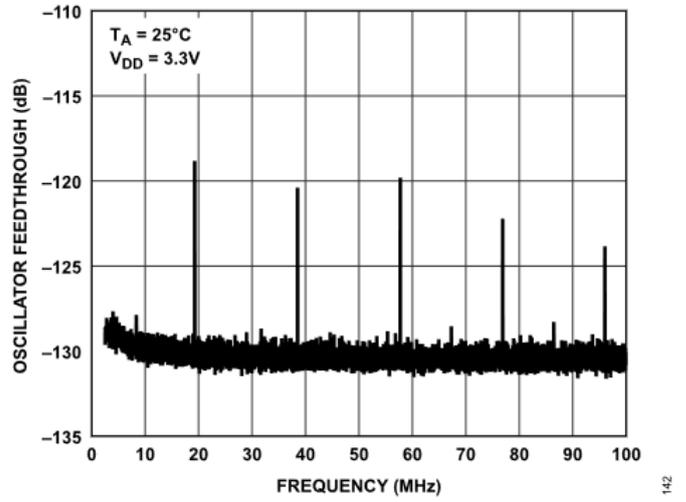


図 46. 発振器フィードスルーと周波数の関係、広帯域幅 ($V_{DD} = 3.3V$)

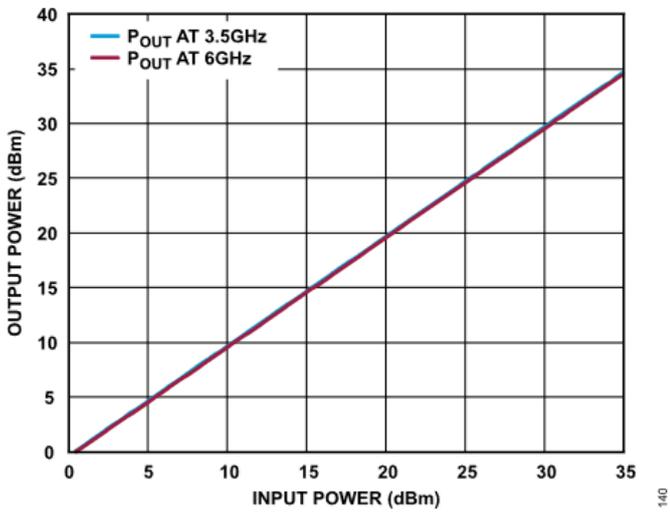


図 44. 出力電力 (P_{OUT}) と入力電力 (P_{IN}) の関係 ($V_{DD} = 3.3V$)

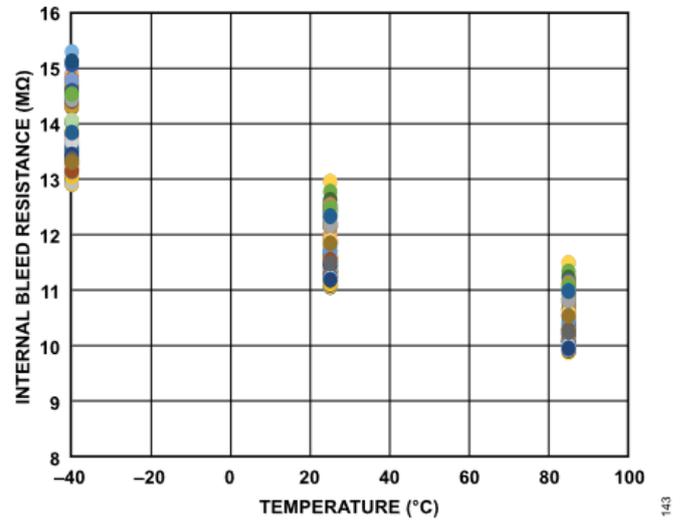


図 47. 内蔵ブリード抵抗の分布と温度の関係

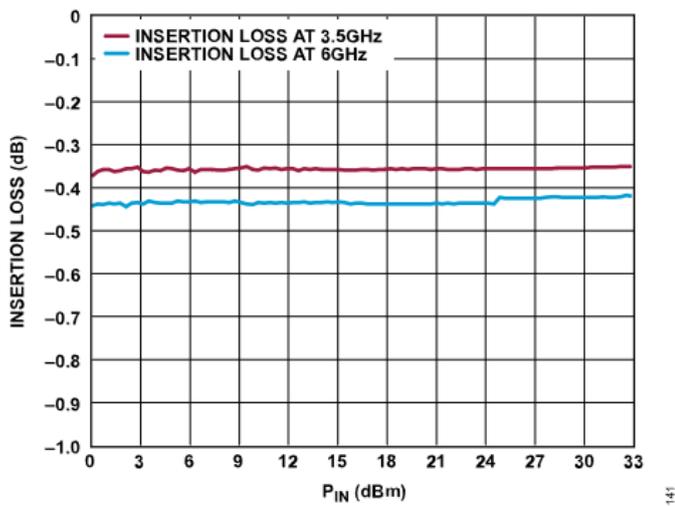


図 45. 挿入損失と P_{IN} の関係

動作原理

スイッチの設計

ADGM1144は、アナログ・デバイセズのMEMSスイッチ技術を使用して製造された、広帯域SP4T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、低歪みのギガヘルツ・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0Hz/DCの高精度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。

スイッチは、静電的に作動されるMEMS構造となっています。内蔵されたチャージ・ポンプにより、スイッチの作動に用いられるバイアス電圧（80V）を内部で生成します。

パラレル・デジタル・インターフェース

ADGM1144は、パラレル・インターフェースで制御されます。このインターフェースを通じて印加される標準的なCMOS/低電圧トランジスタ・トランジスタ・ロジック（LVTTTL）信号が、ADGM1144のすべてのスイッチ・チャンネルの作動および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、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、ピン2、ピン3、ピン4（IN1、IN2、IN3、IN4）は、ADGM1144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を適用すると、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を適用すると、対応するスイッチがオフになります。SP4Tモードでは、RFCには複数のRFx入力を一度に接続できます。真理値表については表7を参照してください。

ピン23（VDD）に電源電圧が印加されない場合、すべてのスイッチが中間状態になります。

表 7. パラレル・デジタル・インターフェース・モードの真理値表

IN1	IN2	IN3	IN4	RF1 to RFC	RF2 to RFC	RF3 to RFC	RF4 to RFC
0	0	0	0	Off	Off	Off	Off
0	0	0	1	Off	Off	Off	On
0	0	1	0	Off	Off	On	Off
0	0	1	1	Off	Off	On	On
0	1	0	0	Off	On	Off	Off
0	1	0	1	Off	On	Off	On
0	1	1	0	Off	On	On	Off
0	1	1	1	Off	On	On	On
1	0	0	0	On	Off	Off	Off
1	0	0	1	On	Off	Off	On
1	0	1	0	On	Off	On	Off
1	0	1	1	On	Off	On	On
1	1	0	0	On	On	Off	Off
1	1	0	1	On	On	Off	On
1	1	1	0	On	On	On	Off
1	1	1	1	On	On	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、ADGM1144はSPIデジタル・インターフェースで制御できます。ADGM1144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インターフェース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、ADGM1144のレジスタは、 $\overline{\text{CS}}$ の状態によって指定される16ビットのSPIコマンドで読書きされます。また、ADGM1144は、デジチェーン・モードでも動作します。

ADGM1144のSPIインターフェース・ピンは、 $\overline{\text{CS}}$ 、SCLK、SDI、およびSDOです。SPIインターフェースを使用する場合は、 $\overline{\text{CS}}$ をローに保持します。SDIのデータはSCLKの立上がりエッジで取得され、データはSCLKの立下がりエッジでSDOから伝搬されます。SDOはプッシュプル出力ドライバ・アーキテクチャとなっており、プルアップ抵抗は不要です。SDOは、ADGM1144によってローにされない場合、高インピーダンス状態になります。使用可能なSPI動作モードは、アドレス指定モードとデジチェーン・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、ADGM1144の電源投入時のデフォルト・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 $\overline{\text{CS}}$ 立上がりエッジの間にあるのは1つのSPIフレームのみです。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を図48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ヘデータを提供します。読出しコマンド実行中には、最後の8ビットは無視されます。これは、これらのクロック・サイクルでは、SDOがアドレス指定されたレジスタに格納されるデータを伝搬するためです。

モード0の場合、どのSPIコマンドの実行中でもSDOは $\overline{\text{CS}}$ 立下りエッジと最初の7個のSCLK立下りエッジで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立下りエッジが無視されます。図49参照）。SDOで観察されるアライメント・ビットは0x25です。

スイッチ・データ・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。スイッチ・データ・レジスタは、SPIの読出し中に8~15番目のSCLK立下りエッジで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立上がりエッジで発生します。

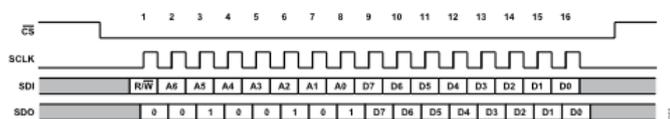


図 48. アドレス指定モードのタイミング図 (モード0)

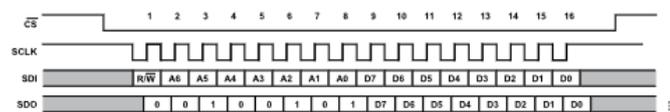


図 49. アドレス指定モードのタイミング図 (モード3)

デジチェーン・モード

デジチェーン構成では、複数のADGM1144デバイスを接続できます。すべてのデバイスが同じ $\overline{\text{CS}}$ 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、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。

ADGM1144は、16ビットのSPIコマンド0x2500 (図50参照) を送信した場合のみ、アドレス指定モードからデジチェーン・モードに移行できます。ADGM1144がこのコマンドを受信すると、ADGM1144デバイスのSDOが同じコマンドを送出します。これは、SDOのアライメント・ビットが0x25であるためです。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51を参照してください。 $\overline{\text{CS}}$ がハイになると、デバイス1はコマンド0[7:0]をスイッチ・データ・レジスタに書き込みます。デバイス2はコマンド1[7:0]をスイッチに書き込みます。残りのデバイスも同様です。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・モードに移行した後、SDOによって送られる最初の8ビットは0x00です。 $\overline{\text{CS}}$ 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からデータが読み取られます。一方、SCLKの立下りエッジでは、SDOからデータが伝搬されます。 $\overline{\text{CS}}$ がハイになるまでSCLKサイクルが発生する回数は、8の倍数になるはずですが、そうでない場合、SPIインターフェースは受信した最後の8ビットをスイッチ・データ・レジスタに送信します。

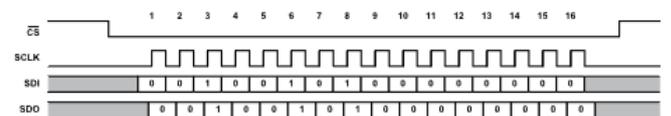


図 50. デジチェーン・モードに移行するSPIコマンド

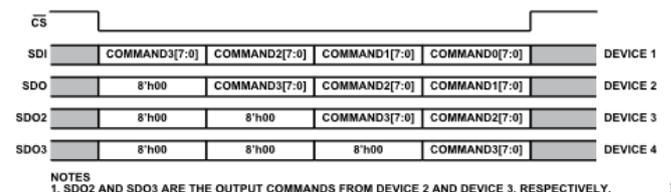


図 51. 3個のADGM1144デバイスがデジチェーン・モードで接続されている場合のSPIフレームの例

ハードウェア・リセット

ADGM1144のデジタル回路は、 V_{DD} の電源投入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} の入力を繰り返しオン・オフします。電源投入またはハードウェア・リセットの後、少なくとも10 μs 経過してからSPIコマンドを発行するようにしてください。10 μs の初期化フェーズでは、 V_{DD} がドロップアウトしないよう注意してください。ドロップアウトすると、ADGM1144が異常な動作をする可能性があるためです。

内部エラー・ステータス

デバイスの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[7:6]にフラグが立ちます。内部エラー・ステータスは、電源投入時のデバイス設定でエラーがあった場合に生じます。

内部発振器のフィードスルー

ADGM1144は、公称10MHzで動作する発振器を内蔵しています。この内部発振器は、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1で仕様規定されています。1つのスイッチがオンの場合、-123dBm（代表値）になります。VDD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せん。温度および電源電圧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1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、RFポートを通じて結合するノイズ源となります。このフィードスルー・ノイズ・スプリアスの大きさは、表1で仕様規定されています。1つのスイッチがオンの場合、-123dBm（代表値）になります。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スイッチを動作させるには、表6に示すように、VCPピン（ピン24）を外部電圧源の80V DC（VCP_{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・ピンで制御できます。

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。ADGM1144は低消費電力静止状態に入り、最大電源電流はわずか50μAになります。

代表的な動作回路

EVAL-ADGM1144SDZで使用する場合のADGM1144の代表的な動作回路を図52に示します。VDDピンは3.3Vに接続します。このVDDピン（ピン23）にはデカップリング・コンデンサは不要です。VDDピンには、パッケージ内でグラウンドに接続されるデカップリング・コンデンサが内蔵されています。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は内部では接続されていません。図52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に構成したADGM1144を示します。代わりに、ピン7（EXTD_EN）をハイ・レベルに設定して、80V DCを直接ピン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除去することもできます。これで、IN1～IN4（ピン1～ピン4）のロジック制御インターフェースから通常どおりスイッチを制御できます。

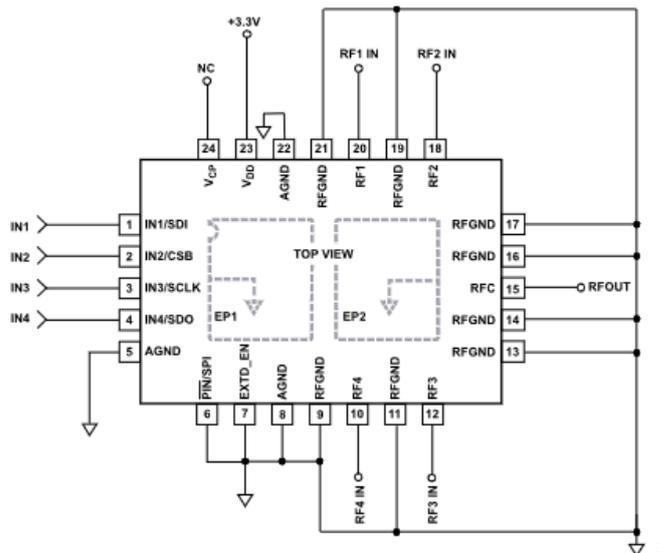


図 52. ADGM1144の平行・デジタル・インターフェース・モードでの代表的な動作回路

アプリケーション情報

電源レール

ADGM1144は、3.0V~3.6Vのユニポーラ電源で動作できます。デバイスは3.3Vアナログ電源ですべて仕様規定されています。

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。ADGM1144のユニポーラ電源ソリューションの一例を図53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11 μ V rms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ADGM1144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。

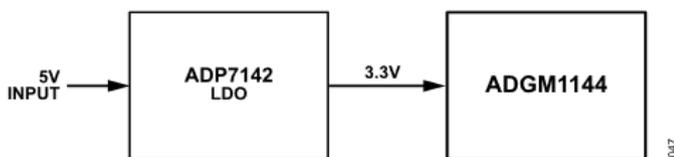


図 53. ユニポーラ電源ソリューション

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 8. 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, ultra-low noise, ultra-high PSRR linear regulator with voltage for input to output control (VI OC)

高速デジタル・ループバック

PCIe 4.0 (Peripheral Component Interconnect express 4.0) やPCIe 5.0などの高速入出力 (HSIO) を大量生産の環境で試験することは、困難を伴う課題です。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、一般的に、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、入出力ピンのDC測定を行うDC機器にDUTの入出力ピンを直接接続する必要があります。

ADGM1144は、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 x 4.00mm x 1.0mmの小型LGAパッケージ内に高い密度で備えています (図54参照)。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。ADGM1144はDD~16GHzで優れた性能を発揮するため、スイッチは最大32Gbpsまでの高速信号と高精度DC信号の両方を処理できます。

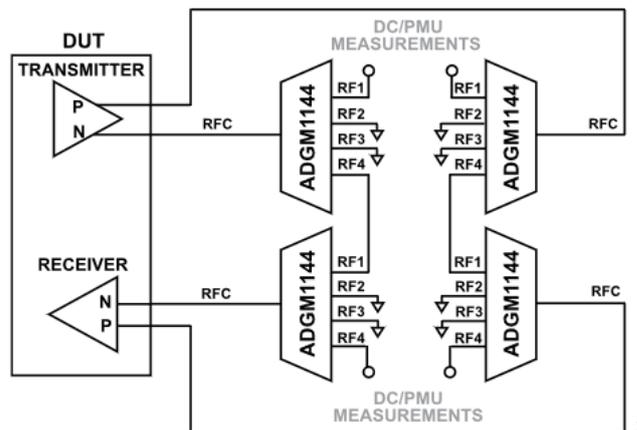


図 54. 高速デジタル試験とDC試験の両方を可能にするADGM1144

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。

ADGM1144 MEMSスイッチは、低くフラットな挿入損失、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。ADGM1144はSP4Tスイッチなので、柔軟性も高くなります。図55に、2つのADGM1144スイッチと3種類の減衰器を使用した減衰器ネットワーク構成の例を示します。スイッチの4番目のチャンネルは、非減衰の経路として使用されます。

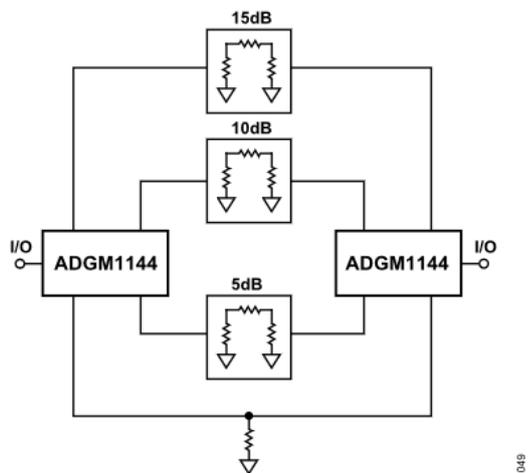


図 55. ADGM1144 MEMSスイッチを使用したRF減衰器の切替え

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

ADGM1144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、スイッチ作動でのオン抵抗のドリフト (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56に、50Ωシステムで負荷に接続されたADGM1144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。ADGM1144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ADGM1144のオン抵抗ドリフト、 R_L は負荷インピーダンスです。

ADGM1144のオン抵抗ドリフトは、挿入損失にも影響するため、デバイスの使用時にはこれを考慮することが必要です。挿入損失へのオン抵抗の影響を計算するには、次式を用います。

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

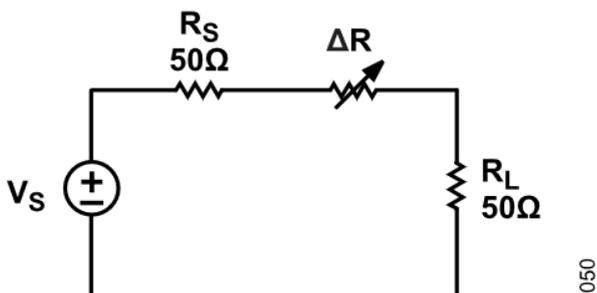


図 56. ADGM1144を負荷に接続する50Ωシステムの代表例

表 9. ADGM1144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)
0.7	1.4	0.06
2	4	0.17

時間経過に伴うオン抵抗ドリフトの様子は、図13～図20に示すように、100ms後に測定した場合-0.32Ω (最大値) です。これらのグラフによると、時間に伴うオン抵抗ドリフトは、100ms後で-0.06Ω (代表値) です。ADGM1144のオン抵抗は、1桁ごとに-0.04Ω (代表値) だけドリフトします。例えば、100ms後のオン抵抗のドリフトは-0.06Ωです。1秒後のオン抵抗のドリフトは-0.1Ω、10秒後では-0.14Ωとなります。したがって、1000秒後では、ドリフト量は-0.22Ω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、スイッチには大きな変動が生じます。図57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、スイッチは85°Cで作動し、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、ADGM1144の作動に伴うRONドリフトにとっては最も厳しい条件です。

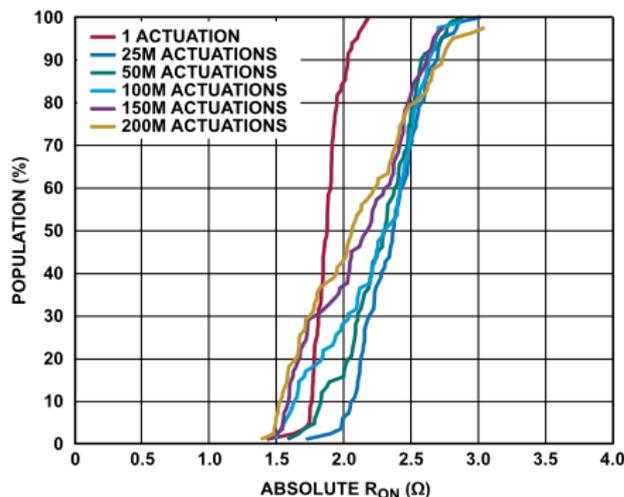
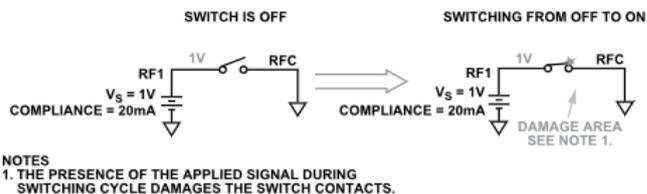


図 57. デバイスの割合とRON絶対値の関係、スイッチは85°Cで作動、RONは25°Cで測定、作動周波数 = 289Hz、 $V_{DD} = 3.3V$

ホット・スイッチング

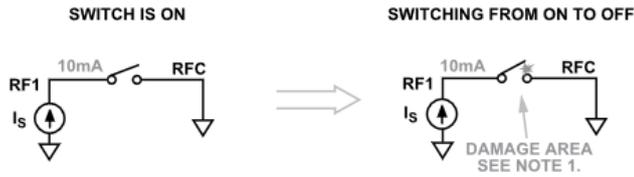
ホット・スイッチングは、スイッチに過剰な電圧または電流を印加した状態でスイッチのオンまたはオフを繰り返すことで発生します。スイッチング・サイクルの間に印加信号があると、スイッチの接点に損傷を与えます。ホット・スイッチングによる損傷は、電流または電圧のレベルによって異なります。ホット・スイッチングは、図61および図63に示すように、スイッチのサイクル寿命を著しく減少させる原因となります。図58に、スイッチング時にスイッチ端子に1Vが印加された状態でスイッチがオンになるホット・スイッチング状態を示します。オフ・スイッチに電圧がある場合、接点またはスイッチが閉じる際に損傷が生じる可能性があります。



NOTES
1. THE PRESENCE OF THE APPLIED SIGNAL DURING SWITCHING CYCLE DAMAGES THE SWITCH CONTACTS.

図 58. 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59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・スイッチに電流が流れている場合、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。



NOTES
1. THE PRESENCE OF THE APPLIED SIGNAL DURING SWITCHING CYCLE DAMAGES THE SWITCH CONTACTS.

図 59. 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

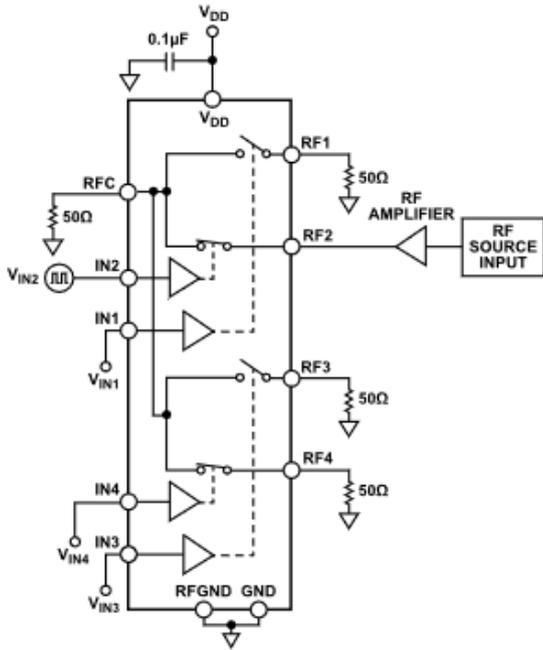


図 60. RFホット・スイッチングのセットアップ

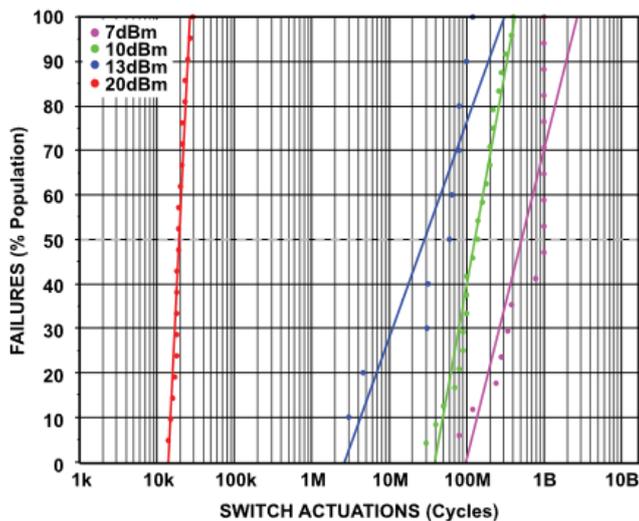


図 61. RFホット・スイッチング確率分布の片対数表記 (RF電力 = 連続波、50Ωに終端、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$)

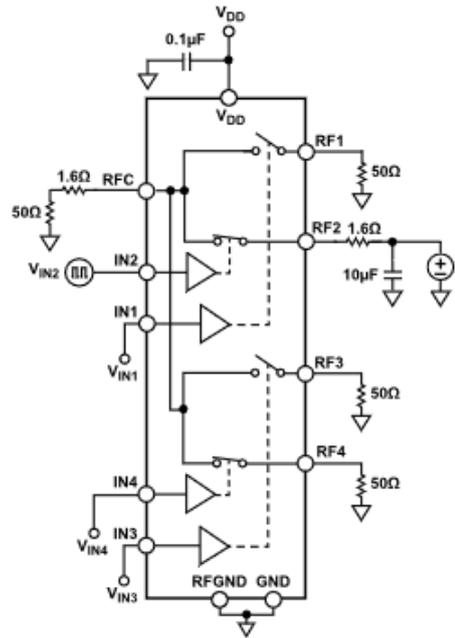


図 62. DCホット・スイッチングのセットアップ

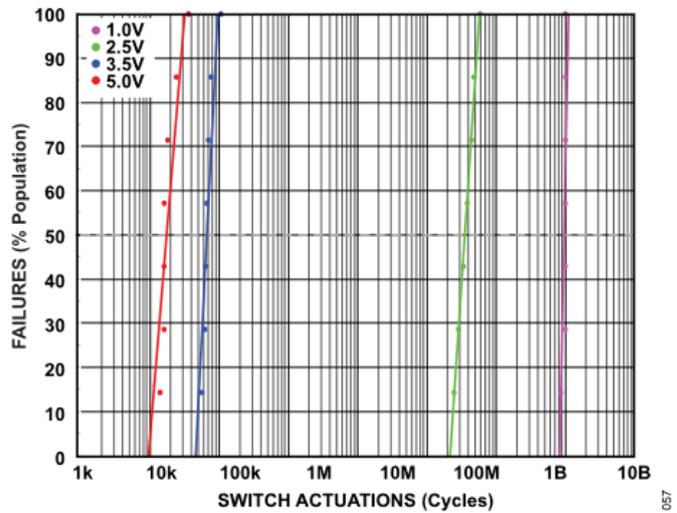


図 63. DCホット・スイッチング確率分布の片対数表記 (50Ωに終端、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$)

取り扱い上の注意事項

ESDに関する注意事項

ADGM1144のすべてのRFピン (RF1、RF2、RF3、RF4、RFC) は以下のESD制限に合格しています。

- ▶ 150V、クラス0 HBM、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2010
- ▶ 500V FICDM

すべてのRFxピンの定格は500 V 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。

ADGM1144のRF1、RF2、RF3、RF4、RFCピンに対する150V HBM定格は、人体の接触によるESG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。

電氣的過負荷 (EOS) に関する注意事項

ADGM1144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。

- ▶ ADGM1144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64参照)。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。

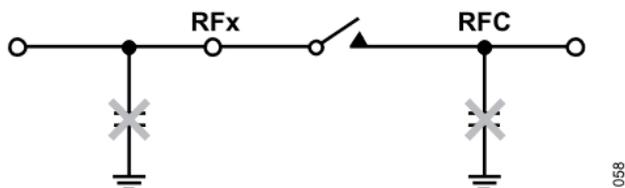


図 64. 大きなコンデンサを直接スイッチに接続することは避ける

機械的衝撃に関する注意事項

ADGM1144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65に示すように、不安定な状態でのデバイスの取り扱いはしないようにしてください。



図 65. 取り扱い時に避けるべき事項

ハンダ・ステンシルに関する推奨事項

ADGM1144の下にハンダのボイドが生じるのを避けるため、ナノ・コーティングが施された0.0767mm (3mil) 厚のハンダ・ステンシルを使用することを推奨します。ハンダ・ステンシルの開口サイズは1:1とし、ペースト・マスクは複数のパッドで分割します (図66参照)。ハンダ処理が不十分な場合、ADGM1144のRF性能に影響する可能性があります。

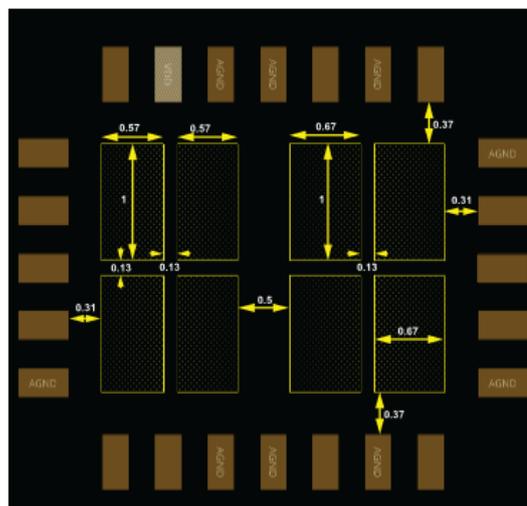


図 66. ADGM1144に推奨されるハンダ・ステンシル (寸法 : mm)

レジスタの一覧

表 10. 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				SWITCH_DATA			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、ADGM1144の2つのスイッチのステータスを制御します。

表 11. 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		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。 00 エラー不検出。 01 エラー検出。 10 エラー検出。 11 エラー検出。	0x0	R
[5:4]	RESERVED		これらのビットは予備で、0に設定します。	0x0	R
3	SW4_EN		スイッチ4のイネーブル・ビット。 0 スイッチ4オープン。 1 スイッチ4クローズ。	0x0	R/W
2	SW3_EN		スイッチ3のイネーブル・ビット。 0 スイッチ3オープン。 1 スイッチ3クローズ。	0x0	R/W
1	SW2_EN		スイッチ2のイネーブル・ビット。 0 スイッチ2オープン。 1 スイッチ2クローズ。	0x0	R/W
0	SW1_EN		スイッチ1のイネーブル・ビット。 0 スイッチ1オープン。 1 スイッチ1クローズ。	0x0	R/W

外形寸法

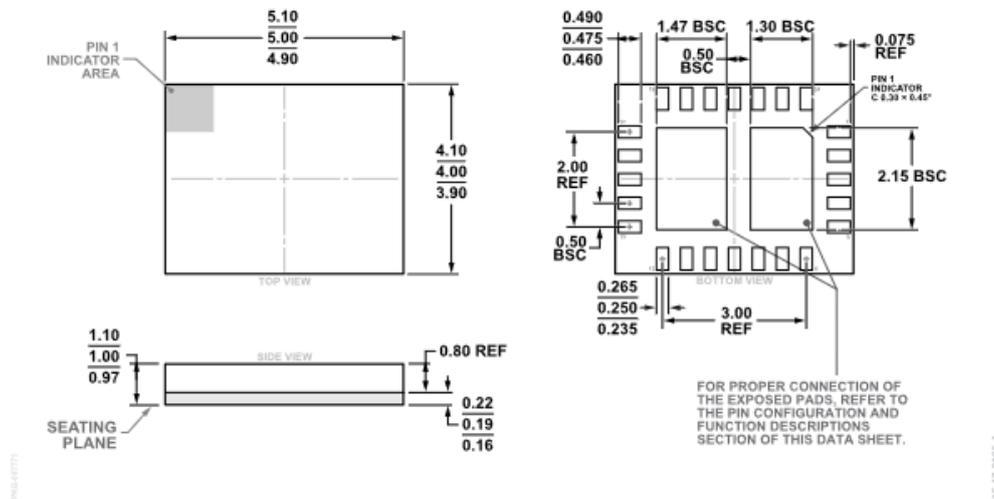


図 67. 24端子ランド・グリッド・アレイ、[LGA] 5mm × 4mmボディ、1.0mmパッケージ高 (CC-24-11)、寸法 : mm

更新 : 2022年8月31日

オーダー・ガイド

モデル ¹	温度範囲	パッケージの説明	梱包量	パッケージ・オプション
ADGM1144BCCZ-RL7	-40°C~+85°C	LGA/CASON/CH ARRAY SO NO LD	Reel、1500	CC-24-11

1 Z = RoHS準拠製品。

評価用ボード

モデル ¹	説明
EVAL-ADGM1144SDZ	評価用ボード

1 Z = RoHS準拠製品。