

### 产品特性

完全工作频率低至 0 Hz/dc  
 驱动寿命: 10 亿周期 (最小值)  
 -3 dB 带宽  
 RF1、RF4 为 11 GHz (典型值)  
 RF2、RF3 为 14 GHz (典型值)  
 插入损耗: 0.26 dB (典型值, 2.5 GHz)  
 隔离: 24 dB (典型值, 2.5 GHz)  
 高线性度 IIP3: 69 dBm (典型值)  
 导通切换时间: 30  $\mu$ s (典型值)  
 射频 (RF) 功率额定值: 36 dBm (最大)  
 导通电阻: 1.6  $\Omega$  (典型值)  
 电源电压: 3.1 V 至 3.3 V (标称值)  
 密封开关触点  
 集成驱动器, 无需外部驱动器  
 CMOS/LVTTL 兼容  
 并行接口  
 $I_{DD}$  睡眠模式电流: 1  $\mu$ A (典型值)  
 24 引脚、5 mm  $\times$  4 mm  $\times$  0.95 mm LFCSP 封装

### 应用

继电器替代方案  
 自动测试设备 (ATE): RF/数字/混合信号  
 负载/探针板: RF/数字/混合信号  
 RF 测试仪表  
 可重复配置型滤波器/衰减器  
 高性能 RF 开关

### 概述

ADGM1304 是一款宽带、单刀四掷 (SP4T) 开关, 采用 ADI 公司的微型机电系统 (MEMS) 开关技术制造而成。利用该技术可实现小型、宽带宽、高线性、低插入损耗开关, 其工作频率可低至 0 Hz/DC, 是各种 RF 应用的理想开关解决方案。

通过互补金属氧化物半导体 (CMOS)/低压晶体管对晶体管逻辑 (LVTTL) 兼容型并行接口控制一个内部集成的控制芯片产生一个高压用于静电驱动该开关。所有四个开关都可单独进行控制。

ADGM1304 采用 24 引脚、5 mm  $\times$  4 mm  $\times$  0.95 mm 引线架构芯片级封装 (LFCSP)。

功能框图

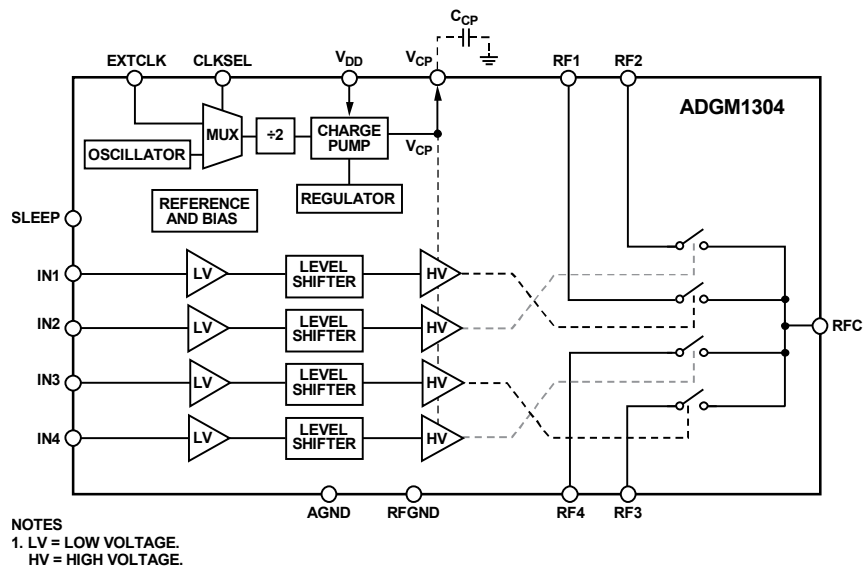


图1.

Rev. C

[Document Feedback](#)

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
 Tel: 781.329.4700 ©2016 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
[Technical Support](#) [www.analog.com](http://www.analog.com)

## 目录

产品特性.....	1	驱动器IC振荡器.....	15
应用.....	1	外部时钟 (EXTCLK).....	15
概述.....	1	典型工作电路.....	16
功能框图.....	1	应用信息.....	17
修订历史.....	2	避免浮空节点.....	17
技术规格.....	3	连续导通寿命.....	18
绝对最大额定值.....	5	建议应用电路.....	19
热阻.....	5	可切换RF衰减器.....	19
ESD警告.....	5	可重复配置RF滤波器.....	19
引脚配置和功能描述.....	6	搬运防范措施.....	20
典型性能参数.....	7	ESD防范措施.....	20
测试电路.....	10	电气过载 (EOS) 防范措施.....	20
术语.....	12	机械冲击防范措施.....	20
工作原理.....	14	外形尺寸.....	21
数字接口.....	14	订购指南.....	21
睡眠模式 (SLEEP).....	14		

## 修订历史

2016年10月—修订版C：初始版

## 技术规格

除非另有说明， $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ ， $AGND = 0\text{ V}$ ， $RFGND = 0\text{ V}$ ，所有规格均相对于 $T_{MIN}$ 至 $T_{MAX} = 0^{\circ}\text{C}$ 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 而言。

表1.

参数	符号	最小值	典型值 <sup>1</sup>	最大值	单位	测试条件/注释 <sup>2</sup>
<b>动态特性</b>						
-3 dB带宽 <sup>3</sup>	BW					
RF1、RF4		9.3	11		GHz	RF1至RFC和RF4至RFC通道
RF2、RF3		12	14		GHz	RF2至RFC和RF3至RFC通道
插入损耗 <sup>3</sup>	IL		0.26	0.55	dB	2.5 GHz时；RFC至RFx通道；25°C
			0.4	0.9	dB	6.0 GHz时；RFC至RFx通道；25°C
隔离 <sup>3</sup>	I <sub>SO</sub>	23	24		dB	2.5 GHz时；RFC至RFx通道
		17	19		dB	6.0 GHz时；RFC至RFx通道
串扰 <sup>3</sup>	C <sub>TK</sub>	27	30		dB	2.5 GHz时；RFx至RFx通道
		22	24		dB	6.0 GHz时；RFx至RFx通道
回波损耗 <sup>3</sup>	RL	13	18		dB	最高6.0 GHz
输入三阶交调截取点	IIP3		69		dBm	输入：900 MHz 和 901 MHz；输入功率 = 27 dBm
输入二阶交调截取点	IIP2		119		dBm	输入：900 MHz 和 901 MHz；输入功率 = 27 dBm
二次谐波	HD2		-90		dBc	输入：5.4 MHz；输入功率 = 0 dBm
	HD2		-85		dBc	输入：150 MHz 和 800 MHz；输入功率 = 36 dBm
三次谐波	HD3		-85		dBc	输入：150 MHz 和 800 MHz；输入功率 = 36 dBm
总谐波失真和噪声	THD + N		-110		dBc	$R_L = 300\ \Omega$ ， $f = 1\text{ kHz}$ ，RFx引脚 = 2.5 V p-p
RF功率额定值 <sup>3,4</sup>				36	dBm	50 $\Omega$ 端接
DC电压范围		-6		+6	V	开关接通直流电压工作范围
<b>时间</b>						
导通切换	t <sub>ON</sub>		30	75	$\mu\text{s}$	50% INx引脚至90% RFx引脚，50 $\Omega$ 端接
关断切换	t <sub>OFF</sub>		5	30	$\mu\text{s}$	50% INx引脚至10% RFx引脚，50 $\Omega$ 端接
建立						
上升沿 <sup>3</sup>			40		$\mu\text{s}$	50% INx引脚至0.05 dB最终IL值，50 $\Omega$ 端接
下降沿 <sup>3</sup>			8		$\mu\text{s}$	50% INx引脚至0.05 dB最终IL值，50 $\Omega$ 端接
唤醒			0.55	1.2	ms	C <sub>CP</sub> = 47 pF；50% INx引脚至90% RFx引脚
驱动频率 <sup>3</sup>				5	kHz	所有开关同时切换
视频馈通 <sup>3</sup>			16		mV峰值	1 M $\Omega$ 端接
内部振荡器频率		7.9		15	MHz	
内部振荡器馈通 <sup>3,5</sup>			-115		dBm	频谱分析仪分辨率带宽 (RBW) = 200 Hz；一个开关处于接通状态，所有其他开关断开，50 $\Omega$ 端接
<b>开关特性</b>						
导通电阻	R <sub>ON</sub>		1.6	3.6	$\Omega$	I <sub>DS</sub> = 50 mA，0 V至6 V
导通电阻稳定性 <sup>3</sup>	$\Delta R_{ON}$		1.4		$\Omega$	10 <sup>9</sup> 次驱动；全温度范围；1 kHz循环频率；切换之间的负载为220 mA
<b>RF端口</b>						
导通电容 <sup>3</sup>	C <sub>RF On</sub>		3.3		pF	1 MHz时
关断电容 <sup>3</sup>	C <sub>RF Off</sub>		1.6		pF	1 MHz时
导通泄漏				5	nA	RFx（通道关断）= 6 V；RFC/RFx（通道开启）= -6 V
关断泄漏				0.5	nA	RFx引脚 = 6 V；RFC = -6 V
连续导通寿命 <sup>3</sup>			7.2		年	平均失效前时间 <sup>6</sup> （50°C时）
驱动寿命 <sup>3</sup>		10 <sup>9</sup>			周期	冷切换；切换之间的负载为220 mA；85°C时测试

参数	符号	最小值	典型值 <sup>1</sup>	最大值	单位	测试条件/注释 <sup>2</sup>
EXTCLK特性						
EXTCLK输入范围		20		23	MHz	
EXTCLK输入高电压	$E_{VINH}$	1.5			V	
EXTCLK输入低电压	$E_{VINL}$			0.5	V	
EXTCLK输入电流	$E_{IINL}/E_{IINH}$			±10	μA	$E_{VIN} = E_{VINL}$ 或 $E_{VINH}$
数字输入						
输入高电压	$V_{INH}$	2			V	
输入低电压	$V_{INL}$			0.8	V	
输入电流	$I_{INL}/I_{INH}$		0.025	1	μA	$V_{IN} = V_{INL}$ 或 $V_{INH}$
电源要求						
电源电压	$V_{DD}$	3.1		3.3	V	
电源电流	$I_{DD}$		2.9	3.2	mA	$V_{DD} = 3.3$ V; 数字输入 = 0 V或3.3 V
$I_{DD}$ 睡眠模式电流			1		μA	

<sup>1</sup> 典型规格在25°C和 $V_{DD} = 3.3$  V的条件下测得。

<sup>2</sup> RFx代表RF1、RF2、RF3和RF4引脚，INx代表IN1、IN2、IN3和IN4引脚。

<sup>3</sup> 通过设计保证，但未经生产测试。

<sup>4</sup> 在开关的最大额定功率以下，未达到1 dB压缩点 (P1dB)。

<sup>5</sup> 禁用内部振荡器以消除馈通。参见“驱动器IC振荡器”和“外部时钟 (EXTCLK)”部分。

<sup>6</sup> 此值表示一个样本批次的50%失效所需的平均时间。

## 绝对最大额定值

除非另有说明， $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

**表2.**

参数	额定值
$V_{DD}$ 至AGND	-0.3 V至+6 V
数字输入 <sup>1</sup>	-0.3 V至 $V_{DD} + 0.3\text{ V}$ 或30 mA (以最先出现者为准)
直流电压额定值 <sup>2</sup>	$\pm 10\text{ V}$
电流额定值 <sup>2</sup>	250 mA
RF功率额定值	37 dBm
关态电压 <sup>3</sup>	100 V (RFC 引脚) 20 V (RFx 引脚)
热切换 <sup>4</sup>	0 V
EXTCLK输入电压	-0.3 V至 $V_{DD} + 0.3\text{ V}$ 或30 mA (以最先出现者为准)
工作温度范围	$0^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$
存储温度范围	$-65^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$
回流焊 (无铅)	
峰值温度	$260(+0/-5)^\circ\text{C}$
峰值温度时间	10 秒至 30 秒
ESD	
人体模型 (HBM) <sup>5</sup>	
RF1至RF4引脚和RFC引脚	100 V
所有其他引脚	2.5 kV
场感应充电器件模型 (FICDM) <sup>6</sup>	
所有引脚	500 V
D组	
机械冲击 <sup>7</sup>	1500 g, 0.5 ms脉冲
振动	20 Hz至2000 Hz加速度, 50 g
恒定加速度	30,000 g

<sup>1</sup> 内部二极管会箝位INx引脚的过压。电流以给出的最大额定值为限。

<sup>2</sup> 此额定值相对于处于接通位置且未施加任何RF信号的开关而言。

<sup>3</sup> 此额定值相对于处于断开位置的开关而言。

<sup>4</sup> 不建议进行热切换。

<sup>5</sup> 搬运期间应采取适当防范措施，参见“搬运防范措施”部分所述。

<sup>6</sup> 在此额定值水平通过实施行业标准ESD控制可实现安全的自动搬运和装配流程。

<sup>7</sup> 如果搬运期间有器件掉落，请勿使用掉落的器件。

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，器件能够正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

任何时候只能使用一个绝对最大额定值。

### 热阻

热性能与印刷电路板 (PCB) 设计和工作环境直接相关。必须慎重对待PCB散热设计。

**表3. 热阻**

封装类型	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	单位
CP-24-9 <sup>1</sup>	49.1	11.5	$^\circ\text{C}/\text{W}$

<sup>1</sup> 有关热阻优化 (3×3过孔PCB) 的更多信息，请参考JEDEC标准JESD51-2。

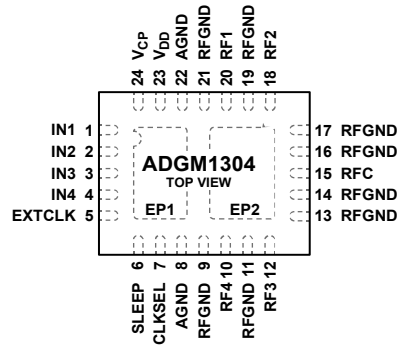
### ESD警告



#### ESD (静电放电) 敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

## 引脚配置和功能描述



## NOTES

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

12874-002

图2. 引脚配置

表4. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	IN1	数字控制输入1。施加于此引脚的电压控制MEMS开关RF1到RFC的栅极。若IN1为低电平，则RF1至RFC断开（关断）。若IN1为高电平，则RF1连接到RFC（接通）。
2	IN2	数字控制输入2。施加于此引脚的电压控制MEMS开关RF2到RFC的栅极。若IN2为低电平，则RF2至RFC断开（关断）。若IN2为高电平，则RF2连接到RFC（接通）。
3	IN3	数字控制输入3。施加于此引脚的电压控制MEMS开关RF3到RFC的栅极。若IN3为低电平，则RF3至RFC断开（关断）。若IN3为高电平，则RF3连接到RFC（接通）。
4	IN4	数字控制输入4。施加于此引脚的电压控制MEMS开关RF4到RFC的栅极。若IN4为低电平，则RF4至RFC断开（关断）。若IN4为高电平，则RF4连接到RFC（接通）。
5	EXTCLK	外部时钟输入。 <b>ADGM1304</b> 有内置振荡器来驱动内部驱动器升压电路。EXTCLK 引脚提供的外部时钟源可以禁用并取代此内部振荡器。要使能 EXTCLK 引脚，须将 CLKSEL 引脚设为高电平。关于 EXTCLK 引脚的容许输入范围，参见“技术规格”部分。正常工作期间，若不使用外部时钟源，必须将 EXTCLK 接地。
6	SLEEP	数字输入引脚。此特性可关断内部电路，从而使功耗降至最低水平。若SLEEP为低电平，则 <b>ADGM1304</b> 处于正常工作模式。若SLEEP为高电平，则 <b>ADGM1304</b> 处于关断模式，RFx引脚处于高阻态。
7	CLKSEL	内部振荡器控制。正常工作时，将CLKSEL设为低电平，使用内置振荡器为驱动器升压电路提供时钟。当CLKSEL为高电平时，EXTCLK引脚上的外部时钟源可以驱动升压电路。注意，将CLKSEL设为高电平且将EXTCLK设为低电平会禁用内部振荡器和驱动器升压电路。禁用内部振荡器可消除相关的噪声馈通，以免其进入开关。在该配置中，向V <sub>CP</sub> 引脚提供80 V电压以通过IN1至IN4引脚驱动开关。
8, 22	AGND	模拟地连接。
9, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 21	RFGND	RF 地连接。
10	RF4	RF4端口。该引脚可以是输入或输出。若不使用，应将该引脚连接到RFGND。
12	RF3	RF3端口。该引脚可以是输入或输出。若不使用，应将该引脚连接到RFGND。
15	RFC	公共RF端口。该引脚可以是输入或输出。
18	RF2	RF2端口。该引脚可以是输入或输出。若不使用，应将该引脚连接到RFGND。
20	RF1	RF1端口。该引脚可以是输入或输出。若不使用，应将该引脚连接到RFGND。
23	V <sub>DD</sub>	正电源输入。关于此芯片的推荐输入电压，参见“技术规格”部分。内部提升输入电压以产生接通MEMS开关所需的电压。
24	V <sub>CP</sub>	电荷泵电容引脚。推荐电容值为47 pF。若要禁用内部振荡器，请将CLKSEL引脚设为高电平且将EXTCLK引脚设为低电平。禁用内部振荡器可消除相关的噪声馈通，以免其进入开关。向V <sub>CP</sub> 引脚施加80 V电压以通过IN1至IN4引脚驱动开关。
	EP1	裸露焊盘1。EP1内部连接到AGND。建议将其同时连接到AGND和RFGND。
	EP2	裸露焊盘2。EP2内部连接到RFGND。建议将其同时连接到RFGND和AGND。

典型性能参数

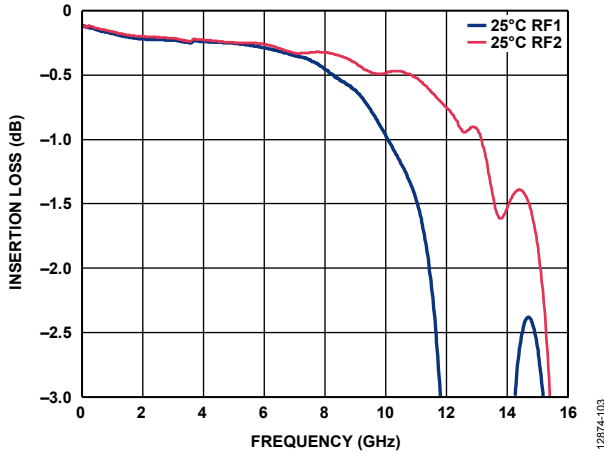


图3. 在线性坐标系插入损耗与频率的关系 ( $V_{DD} = 3.3 V$ )

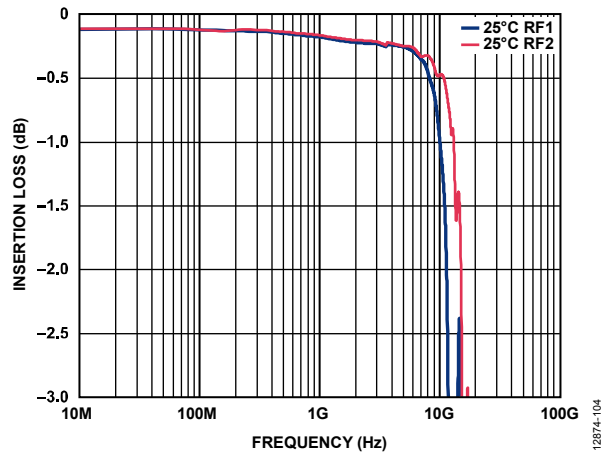


图4. 在对数坐标系插入损耗与频率的关系 ( $V_{DD} = 3.3 V$ )

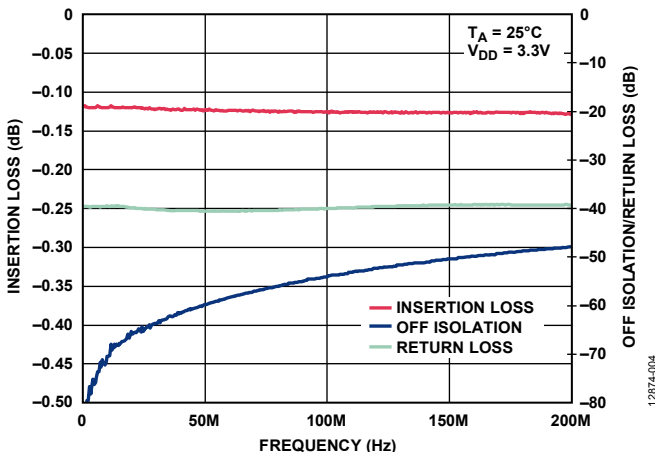


图5. 插入损耗和关断隔离/回波损耗与频率的关系 ( $V_{DD} = 3.3 V$ , RF1至RFC)

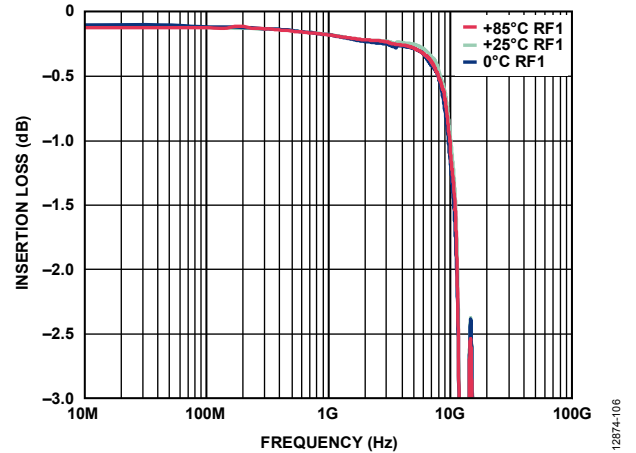


图6. 在对数坐标系插入损耗与频率随温度变化的关系 ( $V_{DD} = 3.3 V$ , RF1至RFC)

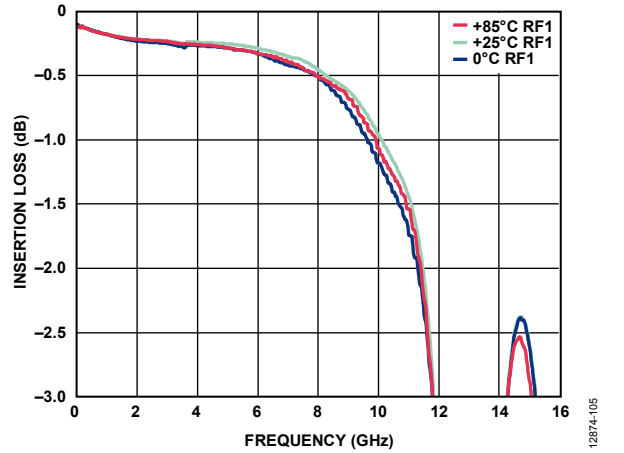


图7. 在线性坐标系不同温度下插入损耗与频率随温度变化的关系 ( $V_{DD} = 3.3 V$ , RF1至RFC)

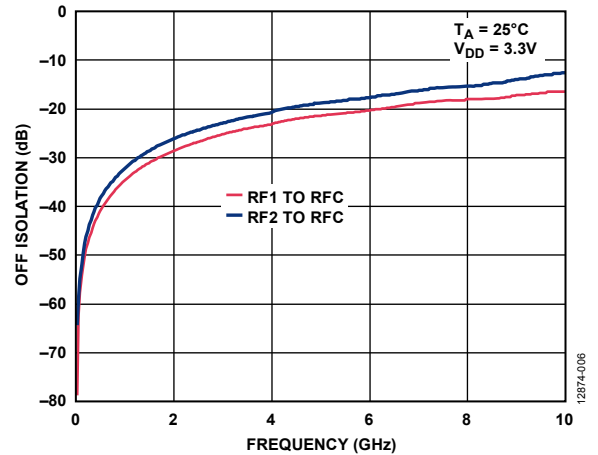


图8. 关断隔离与频率的关系 ( $V_{DD} = 3.3 V$ )

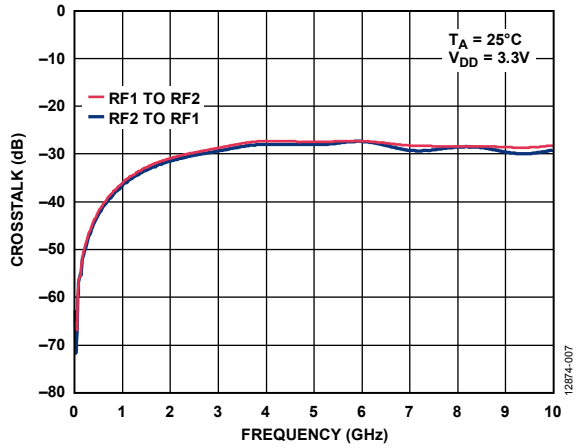


图9. 串扰与频率的关系 ( $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ )

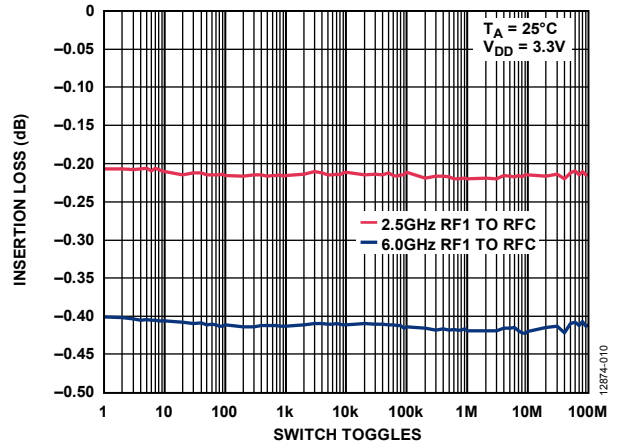


图12. 插入损耗与开关切换的关系 ( $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ )

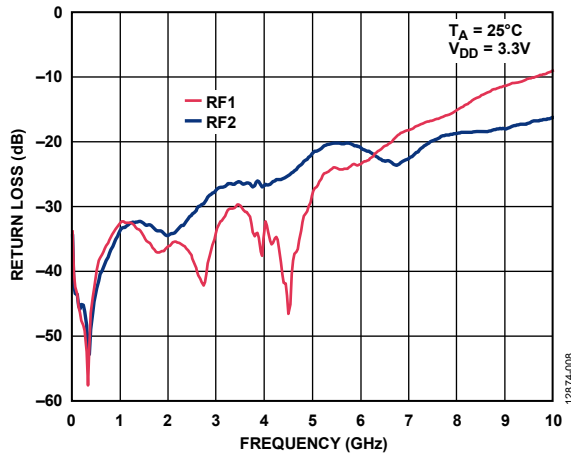


图10. 回波损耗与频率的关系 ( $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ )

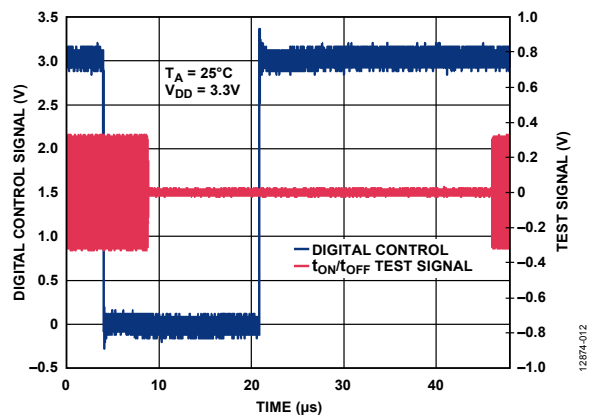


图13. 数字控制信号和测试信号与时间的关系 ( $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ )

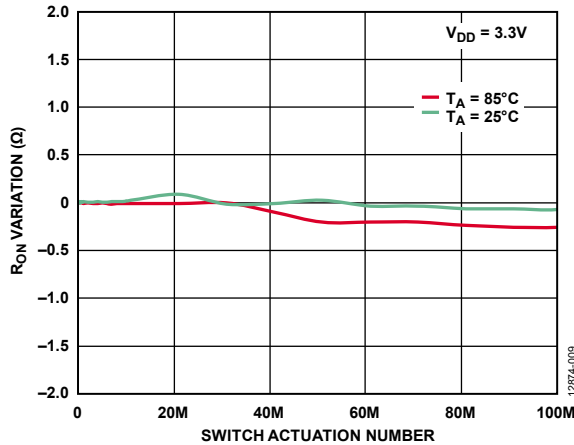


图11.  $R_{ON}$ 变化与开关驱动次数的关系 ( $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ , RF1至RFC)

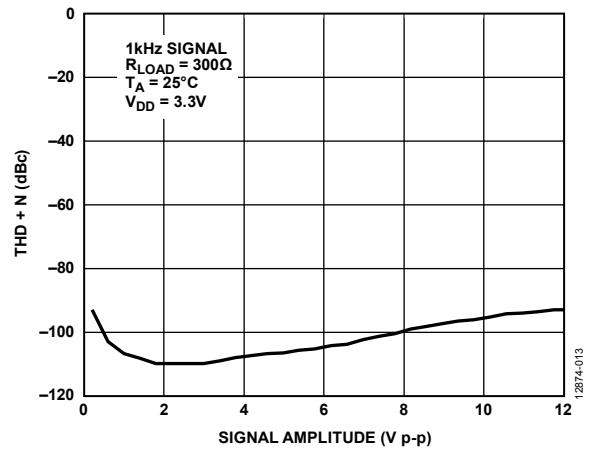


图14. 总谐波失真加噪声 (THD + N) 与信号幅度的关系 ( $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ )



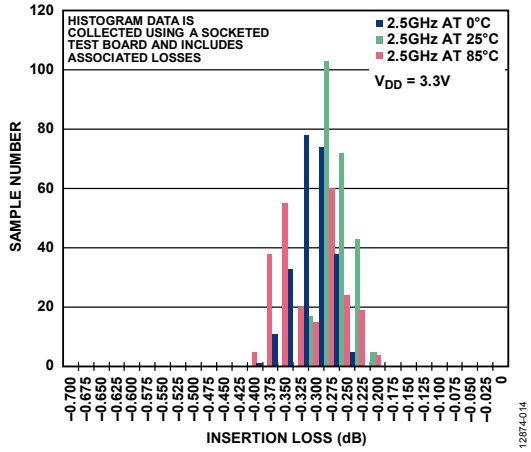


图15. 2.5 GHz插入损耗直方图与温度的关系 ( $V_{DD} = 3.3 V$ )

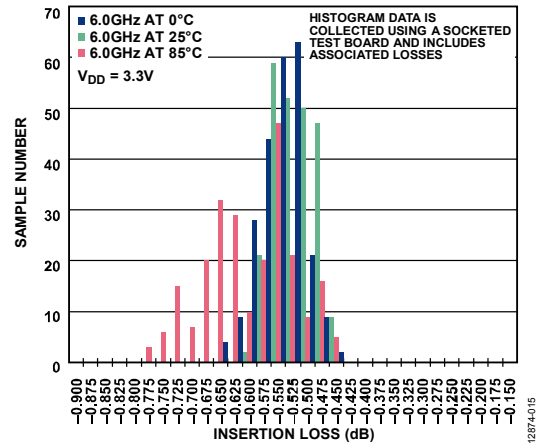


图16. 6.0 GHz插入损耗直方图与温度的关系 ( $V_{DD} = 3.3 V$ )

### 测试电路

测试电路适用于所有通道；为清楚起见略去了其它引脚。

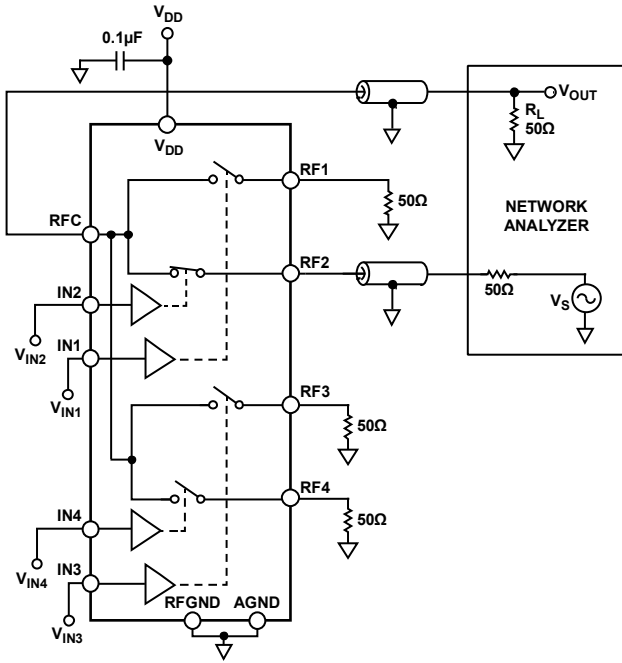


图17. 插入损耗/回波损耗

12874-016

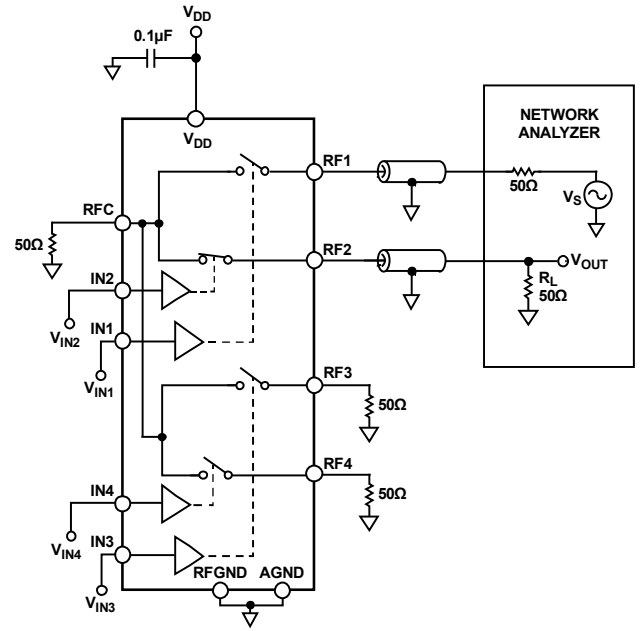


图19. 通道间串扰

12874-018

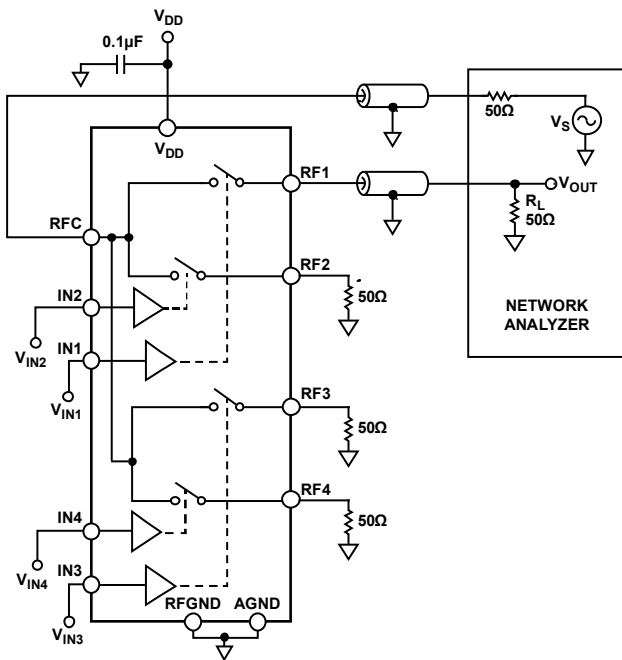


图18. 隔离

12874-017

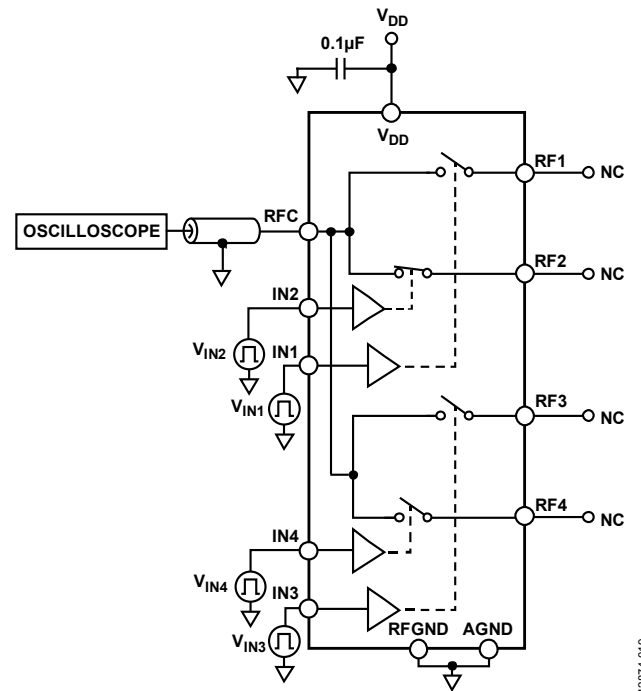


图20. 视频反馈

12874-019

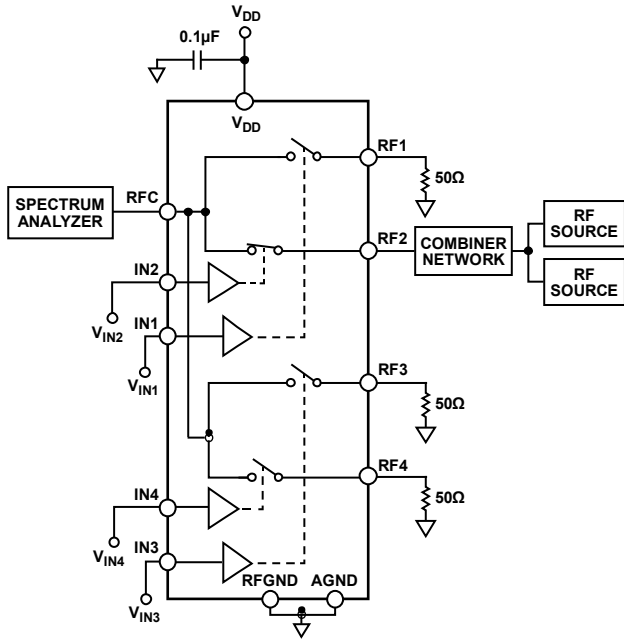


图21. 输入二阶交调截取点 (IP2) 和输入三阶交调截取点 (IIP3)

12874-020

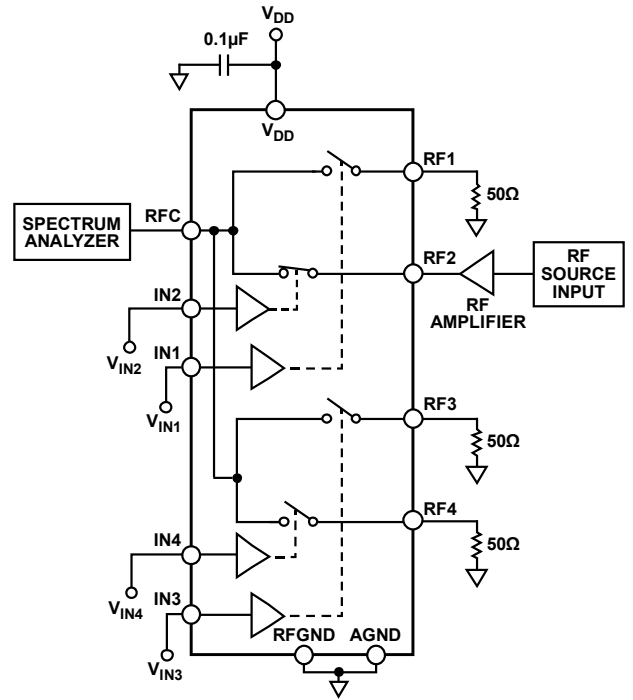


图23. 二次和三次谐波, RF功率

12874-023

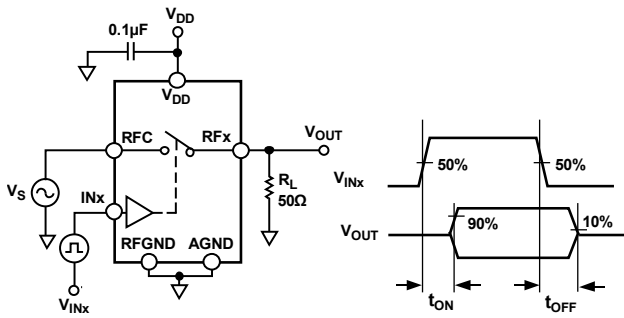


图22. 开关时间,  $t_{ON}$  和  $t_{OFF}$

12874-021

## 术语

### 插入损耗 (IL)

IL是在开关处于接通状态时,开关输入端口与输出端口之间的信号衰减量。插入损耗以分贝为单位,应该尽量小以提高功率传输。

下面是一个基于图17所示设置的插入损耗计算示例:

$$IL = -20\log_{10}|S_{RF2RFC}| \text{ [dB]}$$

其中 $S_{RF2RFC}$ 为RF2处于接通位置时从RF2到RFC测得的传输系数。所有不使用的开关均处于断开位置,并端接一个纯阻性50 Ω负载。

### 隔离 (ISO)

ISO是在开关处于断开状态时,开关输入端口与输出端口之间的信号衰减量。隔离以分贝为单位,应该尽可能大。

下面是一个基于图18所示设置的隔离计算示例:

$$ISO = -20\log_{10}|S_{RFCRF1}| \text{ [dB]}$$

其中 $S_{RFCRF1}$ 为RF1处于断开位置时从RFC到RF1测得的传输系数。所有不使用的开关均处于断开位置,并端接一个纯阻性50 Ω负载。

### 串扰 (CTK)

$C_{TK}$ 衡量寄生电容引起的从一个通道耦合到另一个通道的无用信号。

下面是一个基于图19所示设置的串扰计算示例:

$$C_{TK} = -20\log_{10}|S_{RF1RF2}| \text{ [dB]}$$

其中 $S_{RF1RF2}$ 为RF1处于断开位置且RF2处于接通位置时从RF1到RF2测得的传输系数。所有不使用的开关均处于断开位置,并端接一个纯阻性50 Ω负载。

### 回波损耗 (RL)

RL指反射系数的幅度(以分贝为单位),以及反射信号相对于入射信号的大小。较大的回波损耗值表示匹配较好。

下面是一个基于图17所示设置的回波损耗计算示例:

$$RL = -20\log_{10}|S_{i1}| \text{ [dB]}$$

其中 $S_{i1}$ 为被测端口的反射系数。

### 输入三阶交调截取点 (IIP3)

IIP3是双音测试的基波 $P_{OUT}$ 对 $P_{IN}$ 外推直线与三阶交调产物外推直线的交点。IIP3是表征开关线性度的质量因数。

### 输入二阶交调截取点 (IIP2)

IIP2是双音测试的基波 $P_{OUT}$ 对 $P_{IN}$ 外推直线与二阶交调产物外推直线的交点。IIP2是表征开关线性度的质量因数。

### 二次谐波 (HD2)

HD2是二次谐波的幅度。对于一个基波频率为 $f$ 的信号,二次谐波的频率为 $2f$ 。此测量为单音测试,以载波信号为基准来表示(dBc)。

### 三次谐波 (HD3)

HD3是三次谐波的幅度。对于一个基波频率为 $f$ 的信号,三次谐波的频率为 $3f$ 。此测量为单音测试,以载波信号为基准来表示(dBc)。

### RF功率额定值

RF功率额定值是指开关处于导通状态时通过开关而不会使其寿命缩短的最大RF功率水平。

### 导通切换时间 ( $t_{ON}$ )

$t_{ON}$ 指开关接通所需的时间。其测量范围是从控制信号( $IN_x$ )的50%到接通电平的90%。在此测试期间,不通过开关施加任何功率(冷切换)。开关端接50 Ω负载。

### 关断切换时间 ( $t_{OFF}$ )

$t_{OFF}$ 指开关断开所需的时间。其测量范围是从控制信号( $IN_x$ )的50%到接通电平的10%。在此测试期间,不通过开关施加任何功率(冷切换)。开关端接50 Ω负载。

### 建立时间上升沿

建立时间上升沿是指RF信号功率建立至最终稳态值的0.05 dB以内所需的时间。开关端接50 Ω负载。

### 建立时间下降沿

建立时间下降沿是指RF信号功率建立至最终稳态值的0.05 dB以内所需的时间。开关端接50 Ω负载。

### 驱动频率

驱动频率是指ADGM1304能以多快的速度进行开关操作。它取决于建立时间和接通到断开的切换时间。

### 唤醒时间

唤醒时间衡量器件退出睡眠模式后 $V_{CP}$ 上的电压达到典型电压80 V所需的时间。

### 视频馈通

视频馈通衡量控制电压从高电平变为低电平或从低电平变为高电平且没有RF信号时开关RF端口上存在的杂散信号。

### 内部振荡器频率

内部振荡器频率是驱动ADGM1304栅极控制芯片的片上振荡器的值。EXTCLK引脚上的时钟可取代振荡器频率。

### 内部振荡器馈通

内部振荡器馈通是指馈通至开关RF引脚的内部振荡器信号量。此信号表现为开关RFx和RFC引脚上的噪声杂散，其频率等于振荡器的工作频率及其谐波频率。

### 导通电阻 ( $R_{ON}$ )

$R_{ON}$ 是开关处于闭合/导通状态时封装引脚之间测得的电阻。用4线模式测量电阻以消除线缆或印刷电路板 (PCB) 的串联电阻。

### 导通电阻稳定性 ( $\Delta R_{ON}$ )

$\Delta R_{ON}$ 指开关导通电阻在开关寿命期间的变化。

### 连续导通寿命

连续导通寿命衡量开关能保持多长时间的连续导通状态。如果开关长期处于导通位置，其关断机制会受影响。

### 驱动寿命

驱动寿命是指在导通电阻不超过额定限值且不发生断开故障 (FTO) 或闭合故障 (FTC) 的情况下，开关能连续完成多少次开-闭-开循环。

### 冷切换

在冷切换工作模式下，当开关闭合时，源极和漏极之间无压差；当开关断开时，无电流从源极流向漏极。若使用冷切换，所有开关的寿命都会更长。

### 热切换

在热切换工作模式下，当开关闭合时，源极和漏极之间存在压差；当开关断开时，有电流从RFx通道流向RFC通道。热切换会缩短开关寿命，具体情况取决于源极和漏极间开路电压的幅度。

### EXTCLK输入范围

EXTCLK输入范围指利用外部振荡器驱动ADGM1304的栅极控制芯片时容许的输入频率范围。

### EXTCLK输入高电压 ( $E_{VINH}$ )

$E_{VINH}$ 指使用外部时钟时可识别为高电平的最小输入电压。

### EXTCLK输入低电压 ( $E_{VINL}$ )

$E_{VINL}$ 指使用外部时钟时可识别为低电平的最大输入电压。

### $I_{DD}$ 睡眠模式电流

$I_{DD}$ 睡眠模式电流衡量器件进入睡眠模式后芯片的静态电流。

### 输入高电压 ( $V_{INH}$ )

$V_{INH}$ 表示逻辑1的最小输入电压。

### 输入低电压 ( $V_{INL}$ )

$V_{INL}$ 表示逻辑0的最大输入电压。

## 工作原理

ADGM1304是一款宽带、单刀四掷 (SP4T) 开关，采用ADI公司的MEMS开关技术制造而成。此技术支持实现高要求RF应用所需的高功率、低损耗、低失真GHz开关。

图24为该开关的横截面示意图。它是一种三端子配置的静电驱动悬臂梁式开关。其在功能上类似于场效应晶体管 (FET)，端子可用作源极、栅极和漏极。

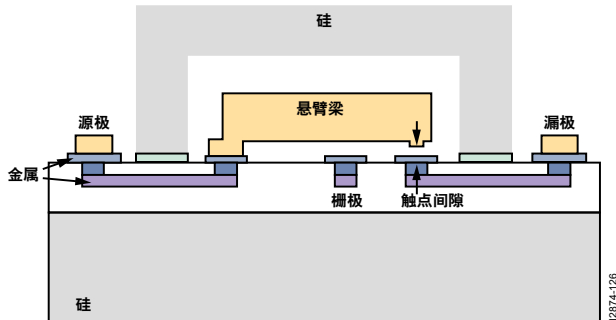


图24. MEMS开关设计的横截面，图中所示为悬臂开关梁 (不成比例)

将一个直流驱动电压作用于栅极和源极之间 (开关梁) 时，就会产生静电力，把梁吸向基板。另一个片上电荷泵IC产生偏置电压；80 V用于驱动开关。

当栅极和源极之间的偏置电压超过开关阈值电压 $V_{TH}$ 时，梁上的触点便接触漏极，源极和漏极之间的电路闭合，开关接通。移除偏置电压后，即栅极上为0 V时，悬臂梁像弹簧一样，产生足够大的恢复力，使源极和漏极之间的连接断开，从而电路开路，开关关断。

图25显示了LFCSP封装中的SP4T MEMS开关和控制器芯片。一些LFCSP模塑材料被移除，以使MEMS开关芯片 (右) 和控制器芯片 (左) 及相关焊线可见。右侧可以看到覆盖开关芯片的硅密封盖，其显示为一个黑色矩形。密封使开关处于受控环境中，可提高可靠性并延长寿命。开关触点不会因为干切换或低功率切换而寿命缩短。

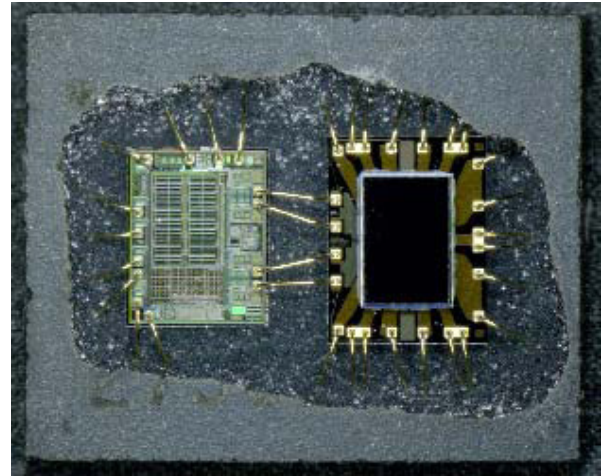


图25. ADGM1304 LFCSP封装，移除了部分模塑料以显示MEMS开关芯片 (右)、控制器芯片 (左) 和相关焊线

## 数字接口

通过一个并行接口控制ADGM1304。通过此接口施加的标准CMOS/LVTTL信号控制ADGM1304所有开关通道的驱动/释放。施加的栅极信号经升压后提供驱动MEMS开关所需的电压。

引脚IN1至引脚IN4控制ADGM1304的开关功能。将逻辑1施加于一个IN<sub>x</sub>引脚时，相应开关的栅极便驱动，该开关接通。相反，将逻辑0施加于上述任一引脚时，相应的开关断开。注意，一次可将多个RF<sub>x</sub>输入连接到RFC引脚。表5为ADGM1304的真值表。

## 睡眠模式 (SLEEP)

SLEEP引脚用于关断ADGM1304。该引脚接高电平会将器件置于低功耗静态状态，仅消耗1 μA电源电流。

低功耗状态主要用于便携式电子应用和其他依靠低功耗状态来实现所需工作寿命的应用。

表5. 真值表 (X表示任意逻辑状态)

IN1	IN2	IN3	IN4	SLEEP	RF1至RFC	RF2至RFC	RF3至RFC	RF4至RFC
0	0	0	0	0	关	关	关	关
0	0	0	1	0	关	关	关	关
0	0	1	0	0	关	关	开	关
0	0	1	1	0	关	关	开	关
0	1	0	0	0	关	开	关	关
0	1	0	1	0	关	开	关	关
0	1	1	0	0	关	开	开	关
0	1	1	1	0	关	开	开	关
1	0	0	0	0	开	关	关	关
1	0	0	1	0	开	关	关	关
1	0	1	0	0	开	关	开	关
1	0	1	1	0	开	关	开	关
1	1	0	0	0	开	开	关	关
1	1	0	1	0	开	开	关	关
1	1	1	0	0	开	开	开	关
1	1	1	1	0	开	开	开	关
X	X	X	X	1	关	关	关	关

### 驱动器IC振荡器

伴随驱动器 IC 驱动 MEMS 开关。此驱动器 IC 将电源电压转换为 80 V，其通过静电驱动开关，使其接通。驱动器 IC 包含一个控制逻辑接口、一个用来产生 80 V 电压的电荷泵和一个对 80 V 输出电压进行整形的斜坡驱动电路。

一个标称 11.5 MHz 的振荡器是电荷泵架构的一部分。虽然此振荡器的功耗非常低，但 11.5 MHz 信号会耦合到开关，表现为开关通道上的噪声杂散。此馈通噪声杂散的幅度参见表 1，当一个开关接通时其典型值为-115 dBm。当所有 4 个开关同时接通时，馈通噪声上升至-94 dBm。

注意， $V_{DD}$ 电平和温度变化会影响噪声杂散的频率。整个温度和电源电压范围内的最大和最小频率范围详见表 1。

### 外部时钟 (EXTCLK)

某些应用中,使用已知外部时钟源代替片上振荡器会更方便。ADGM1304 有一个 EXTCLK 引脚，允许用户提供一个时钟源来驱动器件的升压电路。CLKSEL 引脚设为高电平就会激活 EXTCLK 引脚。外部时钟源的容许频率范围为 20 MHz 至 23 MHz。

在系统噪底性能很重要的应用中,将 CLKSEL 引脚设为高电平且将 EXTCLK 引脚设为低电平即可禁用电荷泵和振荡器。此外,振荡器馈通为零。要在电荷泵禁用时驱动开关,须将外部 80 V 驱动电压施加于  $V_{CP}$  引脚,数字接口可以控制开关 (参见表 5)。

### 典型工作电路

图26所示为ADGM1304的典型工作电路。 $V_{CP}$ 引脚上需要一个47 pF外部电容，它是80 V栅极驱动电压的保持电容。 $V_{DD}$ 连接到3.3 V，但其工作电压范围为3.1 V至3.3 V。在器件内部，RFGND与AGND是分开的。

建议利用PCB上的一个较大焊盘将EP1短接到EP2，从而将

RFGND连接到AGND。在图26所示的配置中，ADGM1304利用内部振荡器作为器件控制电路的参考。SLEEP引脚接地，器件处于正常工作模式。

要禁用内部振荡器以消除所有振荡器馈通，须将CLKSEL引脚设为高电平，并将一个80 V直流电压直接施加于 $V_{CP}$ 引脚。然后通过逻辑控制接口IN1至IN4引脚，照常控制开关。

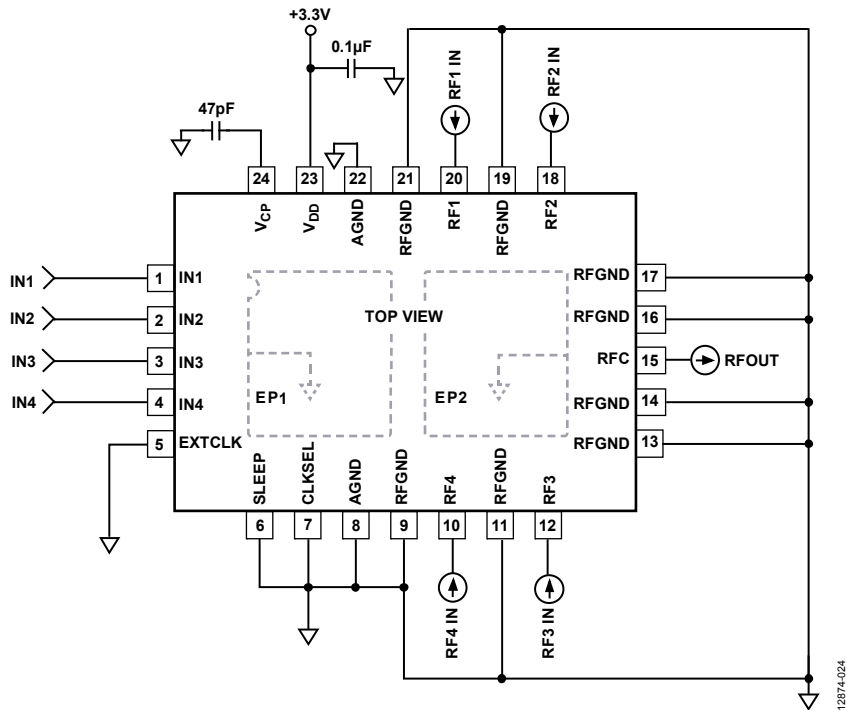


图26. 典型工作电路



## 应用信息

### 避免浮空节点

如“工作原理”部分所述，将80 V电压施加于开关梁下的栅极会产生一个静电吸引力，其将梁下拉以驱动开关。为确保开关正确驱动，请勿让开关梁浮空到未知电平。使用该开关时，在如下四种情况下可能会产生浮空节点(参见图27至图30)：

- RFX引脚保持开路
- 将一个串联电容直接连到开关
- 将两个开关的RFX引脚直接连在一起或将RFC连接到RFX

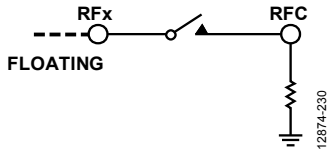


图27. RFX引脚保持开路

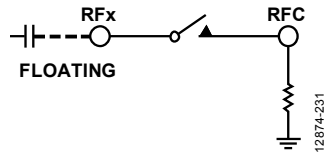


图28. 将一个串联电容直接连到开关

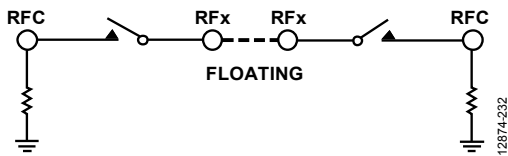


图29. 将两个开关的RFX引脚直接连在一起

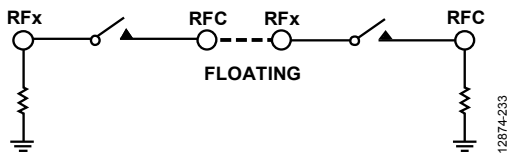


图30. RFC连接到RFX

向开关提供一个直流基准电压可确保栅极到梁具有正确的压差来驱动开关，并防止浮空节点和不可靠的驱动。在典型应用中，将50 Ω端接电阻连接到开关可提供一个恒定直流基准电压。大多数放大器和其他有源器件会内置直流基准电压源。因此，直接将这器件连接到开关便可提供直流基准电压，并且避免任何浮空节点问题。如果应用电路本身没有直流基准电压，必须在MEMS开关的源极（RFX）引脚上增加一个大分流电阻或电感以提供直流基准电压。图31显示了此类配置。

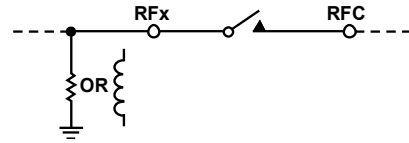


图31. 提供基准电压的开关配置

图32和图33显示了典型级联开关使用案例及相应的减轻浮空节点风险方案。

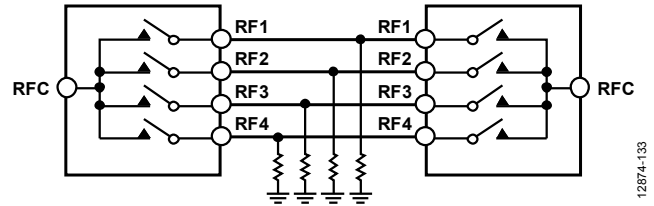


图32. 两个ADGM1304器件相连，利用分流电阻减轻浮空节点风险

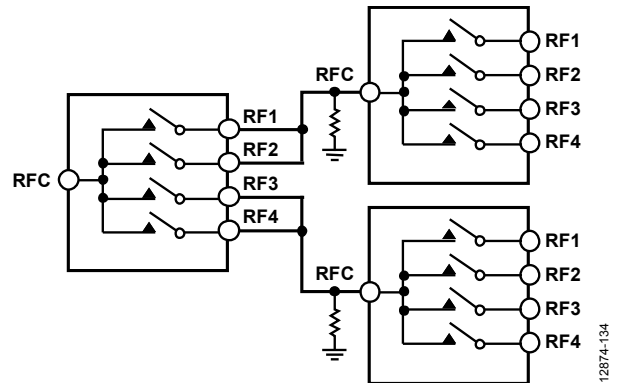


图33. 三个ADGM1304器件相连，利用分流电阻减轻浮空节点风险

两个开关之间的路径需要一个接地基准电压，否则该路径可能浮空到一个未知电压，进而可能引起不可靠的驱动，导致热切换事件或开关留在导通状态。

为避免热切换事件或开关留在导通状态，应将大值接地电阻增加到相互级联的MEMS开关上，如图32和图33所示。这些分流电阻产生一个直流基准电压。推荐使用10 MΩ或更小的值。增加分流电阻会使漏电流大于表1给出的值。

### 连续导通寿命

开关长时间导通会影响开关寿命。ADGM1304的连续导通寿命典型值为7.2年（参见表1）。当开关处于导通状态时，为了确保其能可靠地断开，连续导通时间不得超过此值。

图34显示了31个器件在50°C下测得的连续导通寿命可靠性数据，其中50%器件的预期失效时间约为7.2年。当温度升高到50°C以上时，连续导通寿命显著下降。当开关处于导通-关断周期工作模式时，其中不到50%的器件使用寿命得到显著延长。

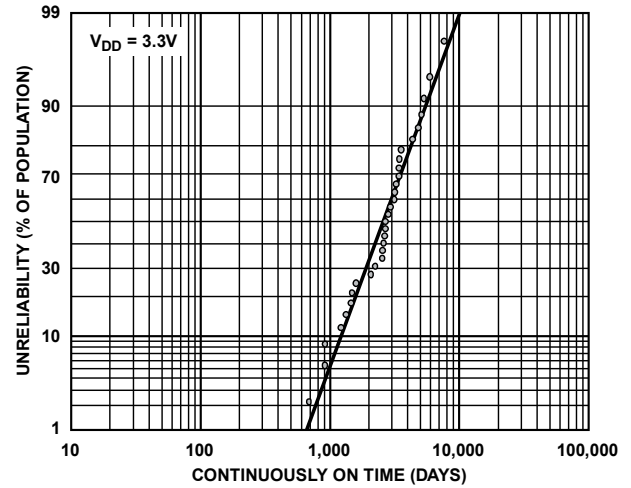


图34. 连续导通寿命,  $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 、 $50^{\circ}\text{C}$ 、  
样本含31个器件

## 建议应用电路

### 可切换RF衰减器

RF衰减器网络常用于RF仪器仪表设备，例如矢量网络分析仪、频谱分析仪和信号发生器。通过衰减器路由RF信号可以让设备接受更高功率信号，从而提高仪器的动态范围。在矢量网络分析仪、频谱分析仪、信号发生器之类的RF衰减应用中，在信号通过网络后维持其带宽至关重要。信号的降级会降低设备性能。因此，用于路由的开关的RF特性是衰减器网络的重要组成部分。

ADGM1304 MEMS开关具有很低且平坦的插入损耗、超宽RF带宽和高可靠性，适合用作可切换的RF衰减器。ADGM1304作为SP4T开关，还能带来额外的灵活性。图35显示了一个衰减器网络配置示例，其使用两个ADGM1304开关和三个不同的衰减器。开关的第四通道用于图35中的非衰减路由。

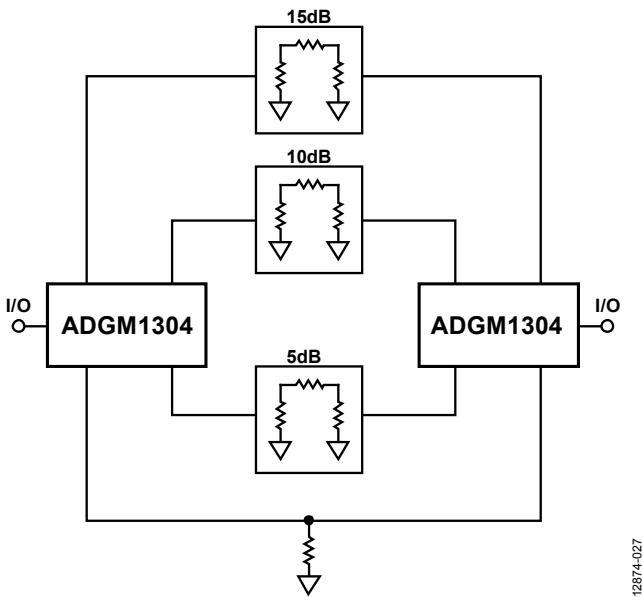


图35. 采用ADGM1304 MEMS开关的切换式RF衰减器

### 可重复配置RF滤波器

可重复配置的RF滤波器对很多RF前端应用非常有利。它能节省更多空间。随着应用的空间越来越受限，经济好用的可重复配置RF滤波器无疑要比多个频率相关的滤波器更有吸引力。

为了开启集总元件（电容、电感），需要ADGM1304 MEMS开关，其具有很低且平坦的插入损耗、超宽RF带宽、低寄生效应、低电容和高线性度，因此非常适合可重复配置滤波器应用。

在无线通信或移动无线电等应用中，频段和/或模式的数量不断增加。利用可重复配置RF滤波器，相同元件可以支持更多频段/模式。

图36所示为一个可重复配置带通滤波器示例。所示拓扑是一个一般化的两部分、感性耦合、单端带通滤波器，标称中心频率为400 MHz（UHF频段）。注意，MEMS开关与各分流电感串联。

开关的作用是将分流电感包括或排除于电路中。更改分流电感值会影响滤波器的带宽和中心频率。使用15 nH到30 nH的电感值会显著改变带宽和中心频率，使滤波器可动态配置以工作在超高频（UHF）或甚高频（VHF）波段，同时保留输入和输出端口的50 Ω匹配。MEMS开关的低 $R_{ON}$ 值和大带宽使其成为此类应用的理想之选。低 $R_{ON}$ 可降低串联电阻对分流电感质量因数的不利影响。大带宽支持实现更高频率的带通滤波器。

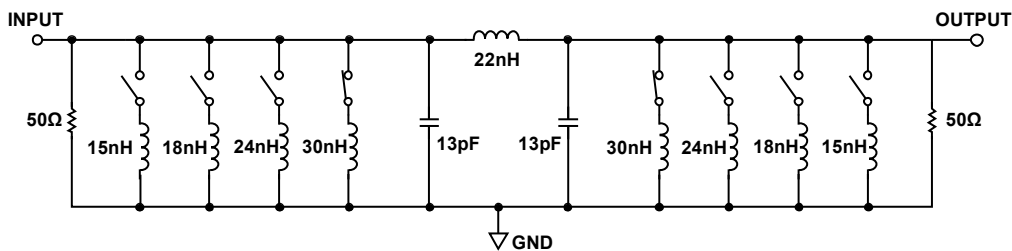


图36. 利用两个ADGM1304 MEMS开关实现的可重复配置带通滤波器

## 搬运防范措施

### ESD防范措施

ADGM1304的所有RFx引脚都达到以下ESD限制要求：

- 100 V, 0级人体模型 (HBM),  
ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2010
- 500 V, C2级场感应充电器件模型 (FICDM),  
JEDEC JESD22\_C101E

所有RFx引脚都达到500 V FICDM要求, 可以安全地应用于自动化处理和装配过程, 符合关于静电放电目标水平的工业理事会白皮书2——“降低元件级CDM ESD规格和要求的案例”的规定。更多信息请参见“绝对最大额定值”部分。

### 电气过载 (EOS) 防范措施

通过开关意外传导的储存电感可能会导致ADGM1304立即永久性损坏。因此, 应采取下列防范措施：

- 将ADGM1304视为静电敏感器件对待, 遵守所有常规搬运注意事项, 包括仅在静电耗散表面上工作、戴腕带或其他ESD控制装置、将未使用器件存放在导电泡沫中。
- 避免在自动调整量程模式下运行测量仪表 (例如数字万用表 (DMM))。某些仪表在切换量程时可能产生很大的瞬变顺从电压。
- 对于电阻测量, 应使用最高可行的DMM范围设置 (即最低分辨率), 以使顺从电压最小。
- 同轴电缆若直连开关, 可能会存储电荷并引起EOS。直连开关之前, 应让电缆放电。
- 避免较大端接电容直接连到开关。分流电容可能储存电荷, 使得在开关断开或闭合时可能引起热切换事件, 影响开关寿命。图37显示了哪些地方应避免连接较大端接电容。

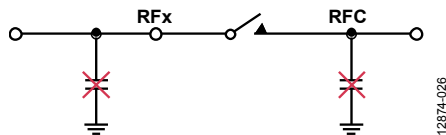


图37. 避免较大端接电容直接连到开关

### DC电压范围

开关的直流电压范围为 $\pm 6$  V (参见表1), 这是开关能够承载的额定直流信号范围。

### 关态电压限值

关态电压是指能够施加于开关的RFC漏极而不会对开关的性能或可靠性产生不利影响的最高电压。

开关RFC引脚的关态电压限值为100 V (参见表2)。

### 机械冲击防范措施

该器件通过了全面的机械冲击认证过程。表6总结了ADGM1304经受的机械冲击认证测试。这些测试验证器件耐受机械冲击的鲁棒性。

表6. 机械认证摘要

参数	认证
机械冲击	通电 (PMS) IEC 60068-2-27
随机掉落	AEC-Q100测试G5, 从0.6 m高处掉落5次
振动测试	MIL-STD-883, M2007.3, 条件B, 20 Hz至2000 Hz, 50 g
D组 Sub 4	机械冲击, 1500 g, 0.5 ms; 振动 50 g
MIL-STD-883, M5005	正弦扫描, 20 Hz至2000 Hz; 加速度 30,000 g

搬运器件应小心, 像机电继电器一样, 器件如掉落则勿使用, 确保器件在搬运和制造过程中受到的机械冲击尽可能小。

图38显示了器件处理不当的一些例子, 为了消除机械冲击和ESD风险, 应避免这样做。

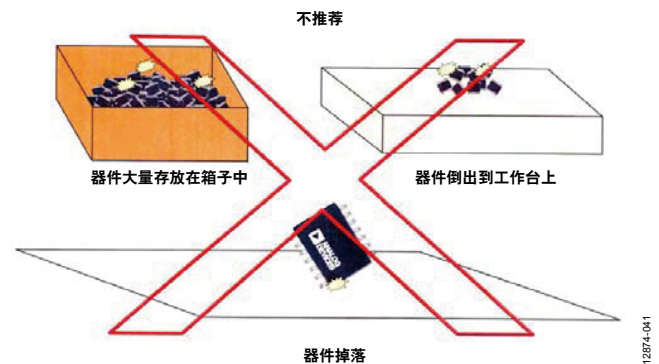
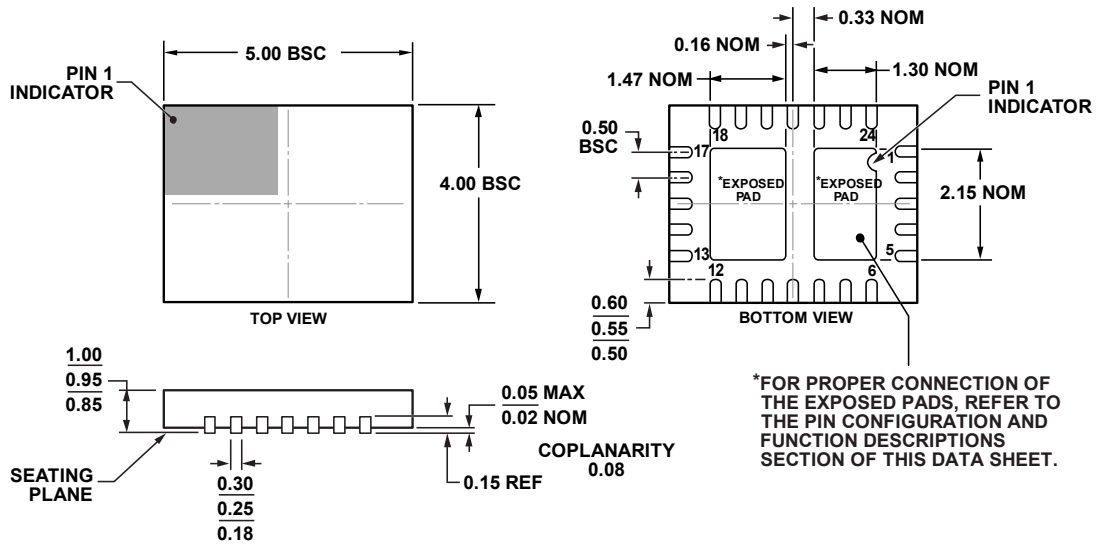


图38. 器件搬运防范措施

外形尺寸



09-21-2011-B

图39. 24引脚引线框芯片级封装 [LFCSP\_VQ]  
 5 mm × 4 mm, 超薄体  
 (CP-24-9)  
 图示尺寸单位: mm

订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度范围	封装描述	封装选项
ADGM1304JCPZ-RL7 EVAL-ADGM1304EBZ	0°C 至 +85°C	24引脚引线框芯片级封装 [LFCSP_VQ] 评估板	CP-24-9

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。