

特性

完全工作频率低至0 Hz/dc

导通电阻: 1.8 Ω (典型值)

关断泄漏: 0.5 nA (最大值)

-3 dB带宽

RF2、RF3为13 GHz (典型值)

RF1、RF4为10.8 GHz (典型值)

RF性能特性

插入损耗: 0.45 dB (典型值, 2.5 GHz)

隔离: 24 dB (典型值, 2.5 GHz)

IIP3: 67 dBm (典型值)

射频 (RF) 功率: 32 dBm (最大值)

驱动寿命: 10亿周期 (最小值)

密封开关触点

开关导通时间: 30 μs (典型值)

静电放电 (ESD) 人体模型 (HBM) 额定值

5 kV (对于RF1至RF4和RFC引脚)

2.5 kV (对于所有其他引脚)

集成驱动器, 无需外部驱动器

电源电压: 3.1 V至3.3 V

CMOS/LVTTL兼容

并行接口

独立控制开关

5 mm × 4 mm × 1.45 mm、24引脚LFCSP

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

射频 (RF) 测试仪器仪表

可重复配置型滤波器/衰减器

高性能RF开关

概述

ADGM1004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RF带宽、高线性、低插入损耗开关, 其工作频率可低至0 Hz/DC, 是满足各种RF和精密设备开关需求的理想解决方案。

通过互补金属氧化物半导体 (CMOS)/低压晶体管-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。

该器件采用24引脚、5 mm × 4 mm × 1.45 mm引脚架构芯片级封装 (LFCSP)。

功能框图

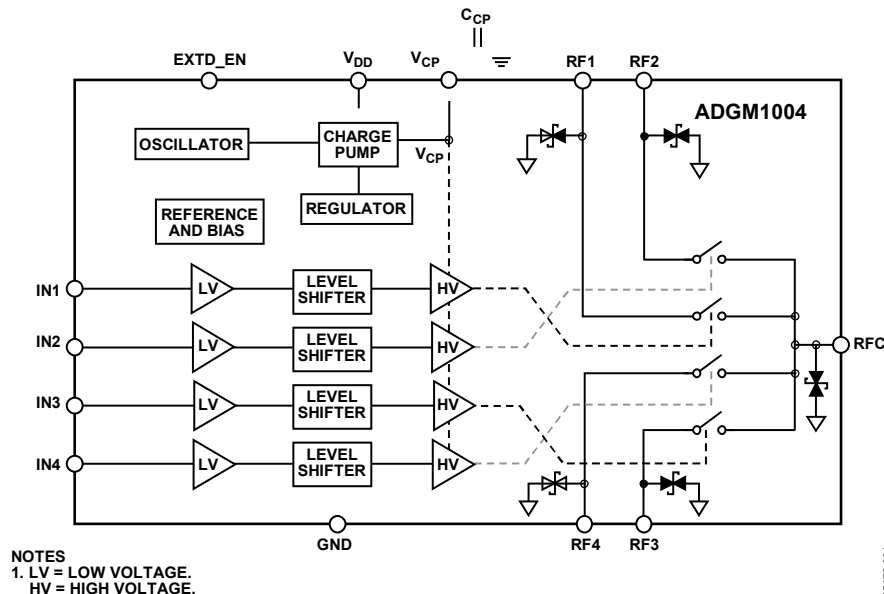


图1.

Rev. A

[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

©2017 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

[Technical Support](#)

www.analog.com

ADGM1004*产品页面快速链接

内容最后更新日期：2017/2/23

类似器件

查看类似器件的参数搜索。

评估套件

- ADGM1004评估板

文档

数据手册

- ADGM1004: 带集成驱动器的0 Hz/DC至13 GHz、2.5 kV HBM ESD SP4T MEMS开关数据手册

用户指南

- UG-1078: 评估带集成驱动器的ADGM1004 0 Hz/DC至13 GHz、2.5 kV HBM ESD SP4T MEMS开关用户手册

工具和仿真

- ADGM1004 S-参数

参考资料

新闻

- ADI公司将MEMS开关技术真正投入商用

技术文章

- ADI公司的革命性MEMS开关技术基本原理

设计资源

- ADGM1004材料声明
- PCN-PDN信息
- 质量和可靠性
- 标识和管脚排布

讨论

查看在线技术支持论坛上关于ADGM1004的所有讨论。

申请样片与购买

访问产品页面以查看定价。

技术支持

提交技术问题或查找所在区域的技术支持电话号码。

文档反馈

提交有关该数据手册的反馈。

此页由ADI公司动态产生并插入本数据手册。此页内容的动态变更不会触发产品数据手册版本号或内容的变更。此动态页面可能会经常更改。

目录

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

修订历史

2017年2月—修订版0至修订版A

更改“产品特性”部分	1
更改表1的导通参数	3
更改表2	5
更改图13和图14	8
更新“外形尺寸”	20

2017年1月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明， $V_{DD} = 3.1\text{ V}$ 至 3.3 V ， $GND = 0$ ；所有规格均相对于 $T = 25^\circ\text{C}$ 而言。

表1.

参数	符号	最小值	典型值 ¹	最大值	单位	测试条件/注释 ²
动态特性						
-3 dB带宽	BW					
RF1、RF4		9.5	10.8		GHz	RF1至RFC和RF4至RFC通道
RF2、RF3		11.5	13		GHz	RF2至RFC和RF3至RFC通道
插入损耗 ³	IL		0.45	0.6	dB	2.5 GHz时；RFC至RFx
			0.63	0.95	dB	6.0 GHz时；RFC至RFx
隔离 ³	I _{SO}	22	24		dB	2.5 GHz时；RFC至RFx
		16	19		dB	6.0 GHz时；RFC至RFx
串扰 ³	C _{TK}	27	30		dB	2.5 GHz时；RFx至RFx
		22	24		dB	6.0 GHz时；RFx至RFx
回波损耗 ³	RL	14	17		dB	DC至6.0 GHz
三阶交调截取点 ³	IIP3		67		dBm	输入：900 MHz和901 MHz；输入功率 = 27 dBm
二阶交调截取点 ³	IIP2		95		dBm	输入：900 MHz和901 MHz；输入功率 = 27 dBm
二次谐波 ³	HD2		-90		dBc	输入：5.4 MHz；输入功率 = 0 dBm
			-74		dBc	输入：150 MHz和800 MHz；输入功率 = 27 dBm
三次谐波 ³	HD3		-80		dBc	输入：150 MHz和800 MHz；输入功率 = 27 dBm
总谐波失真 ³	THD + N		-102		dBc	R _L = 300 Ω，f = 1 kHz，RFx = 2.5 V p-p
最大RF功率 ³				32	dBm	开关导通状态，50 Ω端接，0°C至85°C
DC电压范围		-6		+6	V	开关接通直流电压工作范围，0°C至85°C
开关导通时间	t _{ON}		30	75	μs	50% I _{Nx} 至90% RFx，50 Ω端接，0°C至85°C
开关断开时间	t _{OFF}		5	30	μs	50% I _{Nx} 至10% RFx，50 Ω端接，0°C至85°C
建立时间						
上升沿			40		μs	50% I _{Nx} 至0.05 dB最终IL值，50 Ω端接
下降沿			10		μs	50% I _{Nx} 至0.05 dB最终IL值，50 Ω端接
驱动频率 ³				5	kHz	所有开关同时切换；0°C至85°C
上电时间			0.55		ms	C _{CP} = 47 pF；95% V _{DD} 至90% RFx；0°C至85°C
视频馈通 ³			16		mV峰值	1 MΩ端接
内部振荡器频率		6		16	MHz	0°C至85°C
内部振荡器馈通 ^{3,4}			-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 Ω端接
开关特性						
导通电阻	R _{ON}		1.8	3.5	Ω	I _{DS} ⁵ = 50 mA，0 V输入偏置，驱动后1 ms，最大值规格适用温度范围为0°C至85°C
导通电阻变化 过驱动	ΔR _{ON}		1.4		Ω	10 ⁹ 次驱动；0°C至85°C；1 kHz循环频率；切换之间的负载为220 mA

参数	符号	最小值	典型值 ¹	最大值	单位	测试条件/注释 ²
通道间	$\Delta R_{ON\ CH_CH}$		0.25	1	Ω	最大值测定温度范围为0°C至85°C
超时	$\Delta R_{ON\ TIME}$		-0.11	-0.32	Ω	驱动后, R_{ON} 从1 ms变为100 ms; 最大值测定温度范围为0°C至85°C
导通电阻可重复性	$\Delta R_{ON\ REP}$		0.01		Ω	1 导通/关断/导通驱动周期
导通电阻输入电压偏置	$\Delta R_{ON\ VBIAS}$		0.17		Ω	$I_{DS} = 50\text{ mA}$, 输入偏置为-6 V至+6 V
RF端口						
导通电容 ³	$C_{RF\ ON}$		3		pF	1 MHz时
关断电容 ³	$C_{RF\ OFF}$		1.5		pF	1 MHz时
导通泄漏				5	nA	R_{Fx} (通道关断) = 6 V; R_{FC}/R_{Fx} (导通通道) = -6 V; 最大值规格测定温度范围为0°C至85°C
关断泄漏				0.5	nA	$R_{Fx} = 6\text{ V}$; $R_{FC} = -6\text{ V}$; 最大值规格测定温度范围为0°C至85°C
连续导通寿命 ³			7.2		年	平均失效前时间 ⁶ (50°C时)
驱动寿命 ³		10^9			周期	冷切换; 切换之间的负载为220 mA; 85°C时测试
数字输入						最小值和最大值测定温度范围为0°C至85°C
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						最小值和最大值测定温度范围为0°C至85°C
电压	V_{DD}	3.1		3.3	V	
电流	I_{DD}		3	4	mA	$V_{DD} = 3.3\text{ V}$; 数字输入 = 0 V或 V_{DD}

¹ 典型规格在25°C和 $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 的条件下测得。

² R_{Fx} 为RF1、RF2、RF3和RF4。 I_{Nx} 为IN1、IN2、IN3和IN4。

³ 通过设计保证, 但未经生产测试。

⁴ 禁用内部振荡器以消除馈通。

⁵ I_{DS} 为漏源电流。

⁶ 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GND	-0.3 V至+6 V
数字输入 ¹	-0.3 V至 $V_{DD} + 0.3$ V或30 mA (以最先出现者为准)
直流电压额定值 ²	± 10 V
电流额定值 ²	250 mA
Rf功率额定值 ³	33 dBm
工作温度范围	0°C 至 $+85^\circ\text{C}$
存储温度范围	-65°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	
RF1至RF4和RFC引脚	5 kV
所有其他引脚	2.5 kV
场感应充电器件	
型号 ⁴	
所有引脚	1.25 kV
D组	
机械冲击 ⁵	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

¹ 内部二极管会箝位INx的过压。电流以给出的最大额定值为限。

² 此额定值相对于处于接通位置且未施加任何射频信号的开关而言。

³ 此额定值相对于处于接通位置且端接电阻为50 Ω 的开关而言。当开关未端接时，额定值为27 dBm。

⁴ 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。

⁵ 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。

θ_{JA} 是自然对流下的结至环境热阻，在1立方英尺的密封外罩中测量。

θ_{JC} 是指结至外壳热阻。

表3. 热阻

封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
CP-24-4 ¹	60	75	$^\circ\text{C}/\text{W}$

¹ 仿真 θ_{JA} 数用封装的最大结温以及封装在工作条件下的总功耗估算。对于 25°C 下的热性能计算，每个开关可以使用113 mW的功耗。该值用1.8 Ω 的典型 R_{ON} 值和250 mA的绝对最大额定电流计算。

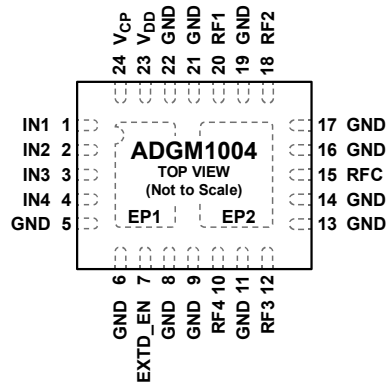
ESD警告



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

1. EXPOSED PAD 1. EP1 IS INTERNALLY CONNECTED TO EP2 AND MUST BE CONNECTED TO GND.
2. EXPOSED PAD 2. EP2 IS INTERNALLY CONNECTED TO EP1 AND MUST BE CONNECTED TO GND.

15173-002

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, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22	GND	接地连接。
7	EXTD_EN	外部电压驱动使能。正常工作时，将EXTD_EN设为低电平，使能内置的11.5 Mhz振荡器，从而使能内部驱动器IC升压电路。将EXTD_EN设为高电压，禁用内部11.5 Mhz振荡器和驱动器升压电路。禁用内部振荡器可消除相关的11.5 Mhz噪声馈通，以免其进入开关。振荡器被禁用时，仍然可以通过逻辑接口引脚（IN1至IN4）控制开关，但必须用外部电压源以80 V dc的电流驱动V _{CP} 引脚。
10	RF4	RF4端口。该引脚可以是输入或输出。若未使用，该引脚必须连接到GND。
12	RF3	RF3端口。该引脚可以是输入或输出。若未使用，该引脚必须连接到GND。
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。若未使用，该引脚必须连接到GND。
20	RF1	RF1端口。该引脚可以是输入或输出。若未使用，该引脚必须连接到GND。
23	V _{DD}	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。然后，内部提升该电压以产生接通MEMS开关所需的电压。
24	V _{CP}	电荷泵电容引脚。推荐的分流电容至地值为47 pF。若引脚7为高电平，则必须将80 V dc驱动电压输入V _{CP} ，以驱动开关。
	EP1	裸露焊盘1。EP1内部连接至EP2，且必须连接至GND。
	EP2	裸露焊盘2。EP2内部连接至EP1，且必须连接至GND。

典型性能参数

在图12、图13和图14中，T50表示50%的样本发生故障所需的周期数。

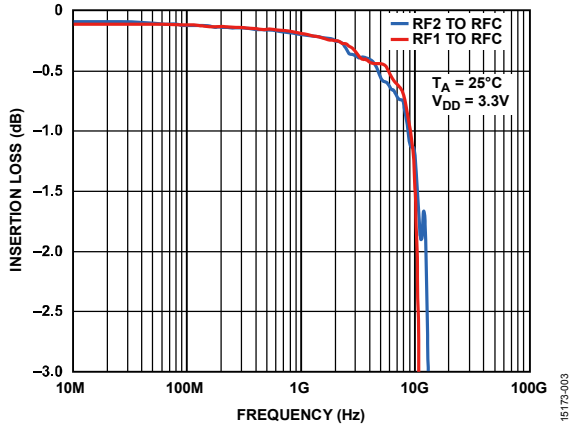


图3. 插入损耗与频率的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$)

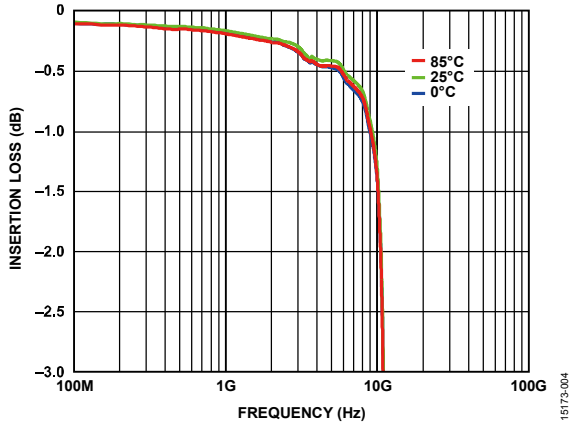


图4. 插入损耗与频率随温度变化的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$, RF1至RFC)

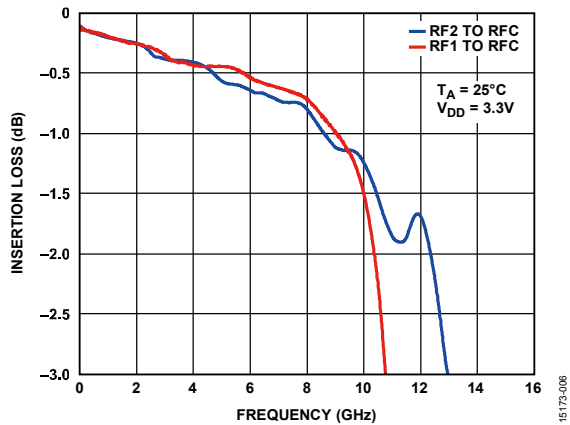


图5. 线性坐标系下插入损耗与频率的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$)

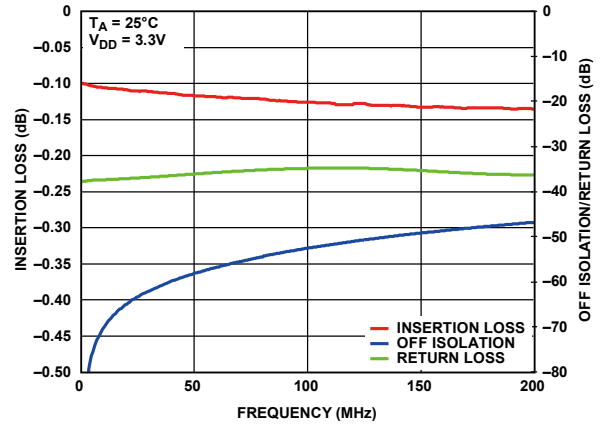


图6. 低频插入损耗和关断隔离/回波损耗与频率的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$, RF1至RFC)

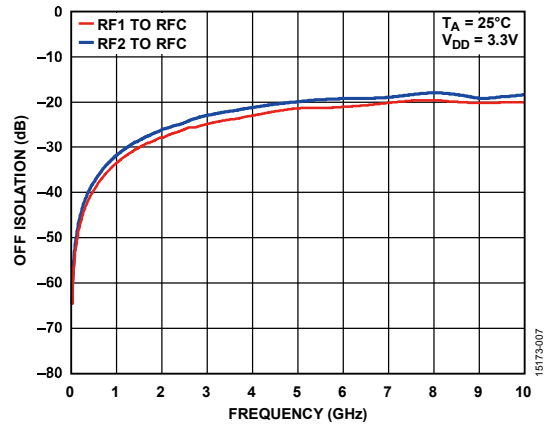


图7. 关断隔离与频率的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$)

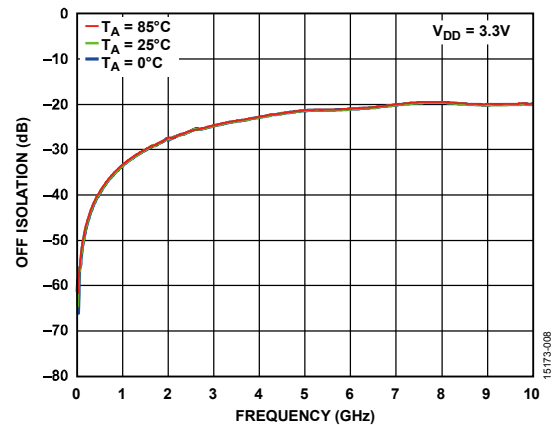


图8. 关断隔离与频率随温度变化的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$, RF1至RFC)

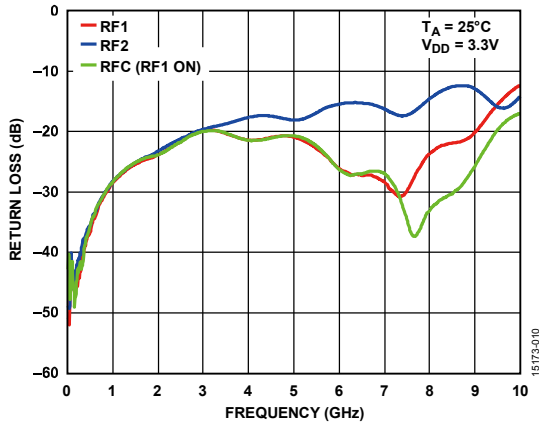


图9. 回波损耗与频率的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$)

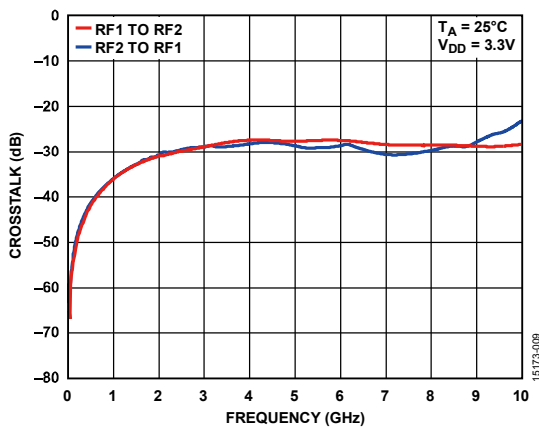


图10. 串扰与频率的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$)

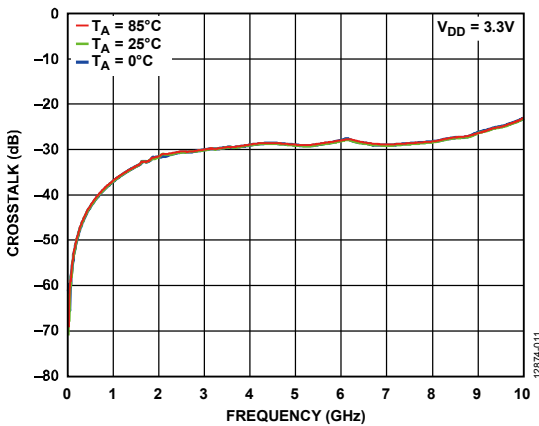


图11. 串扰与频率随温度变化的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$, RF2至RF1)

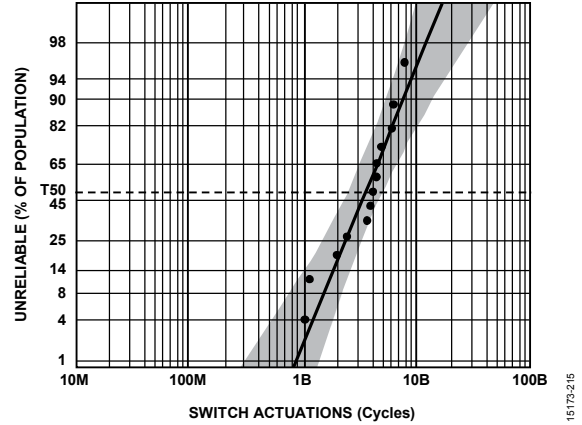


图12. 95%置信区间 (CI) 下的对数正态故障概率显示热切换条件下, 10 dBm的连续波 (CW) 端接至50 Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 3.3\text{ V}$

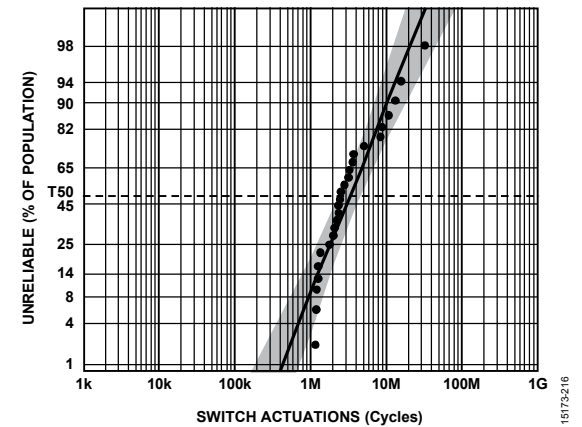


图13. 95% CI下的对数正态故障概率显示热切换条件下, 15 dBm的CW端接至50 Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 3.3\text{ V}$

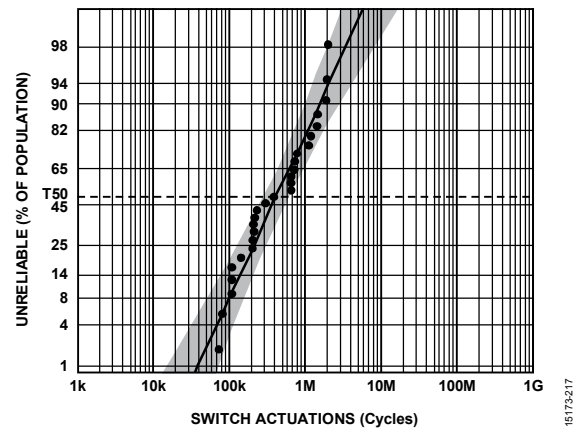


图14. 95% CI下的对数正态故障概率显示热切换条件下, 20 dBm的CW端接至50 Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 3.3\text{ V}$

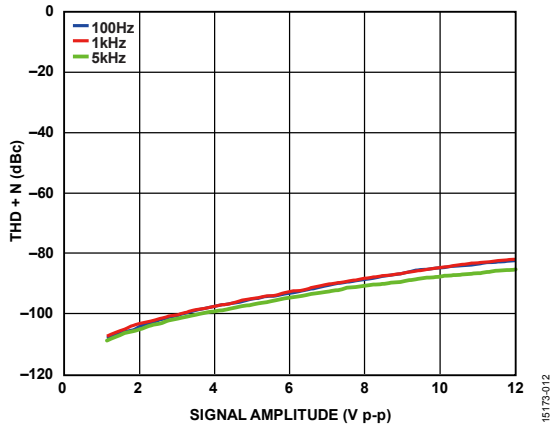


图15. T总谐波失真加噪声 (THD + N) 与信号幅度的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$, $R_{LOAD} = 300\ \Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

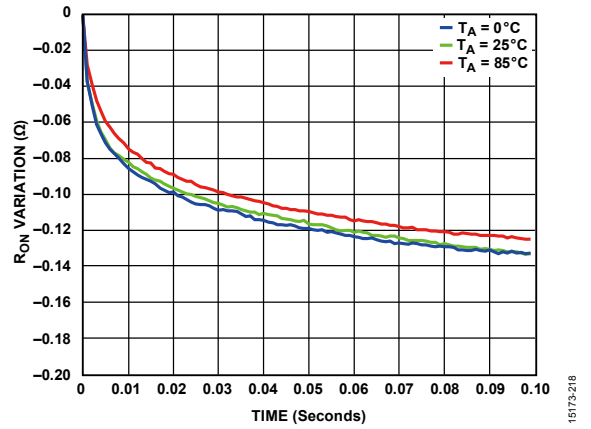


图17. R_{ON} 变化与时间 (1 ms至100 ms) 随温度而变化的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$, RF2至RFC)

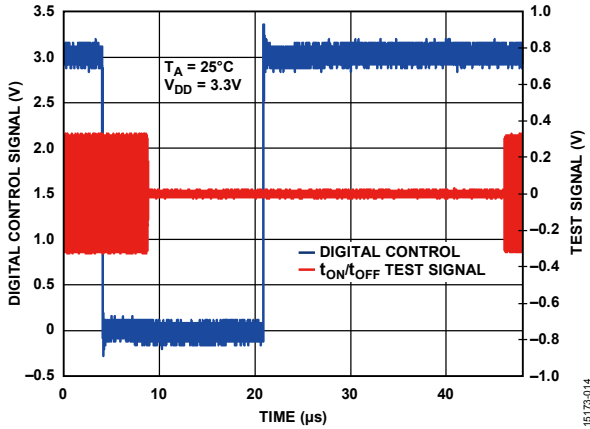


图16. 数字控制信号和测试信号与时间的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$)

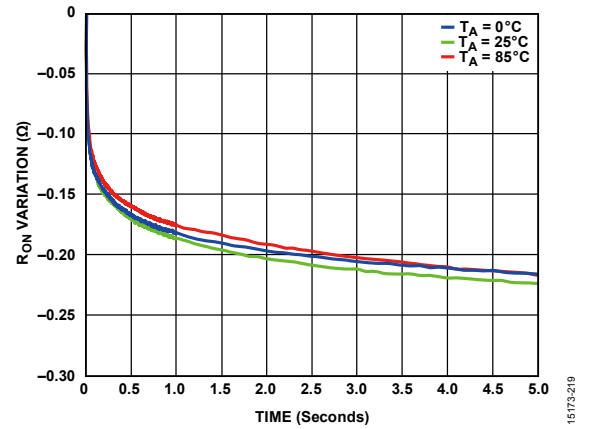


图18. R_{ON} 变化与时间 (1 ms至5 s) 随温度而变化的关系 ($V_{DD} = 3.3\text{ V}$, RF2至RFC)

测试电路

测试电路适用于所有通道；为清楚起见略去了其他引脚。

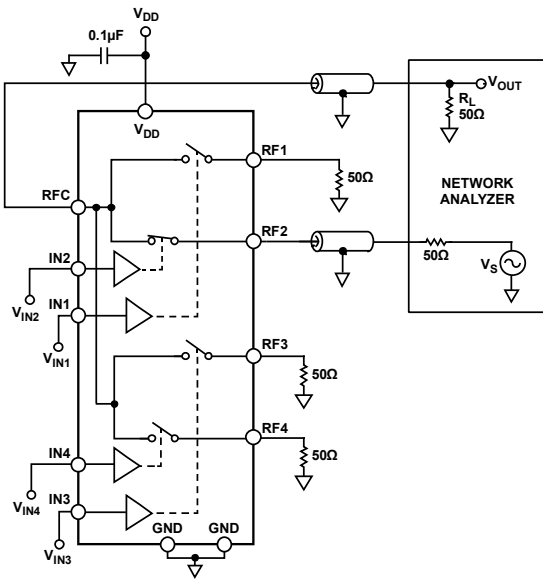


图19. 插入损耗/回波损耗

15173-015

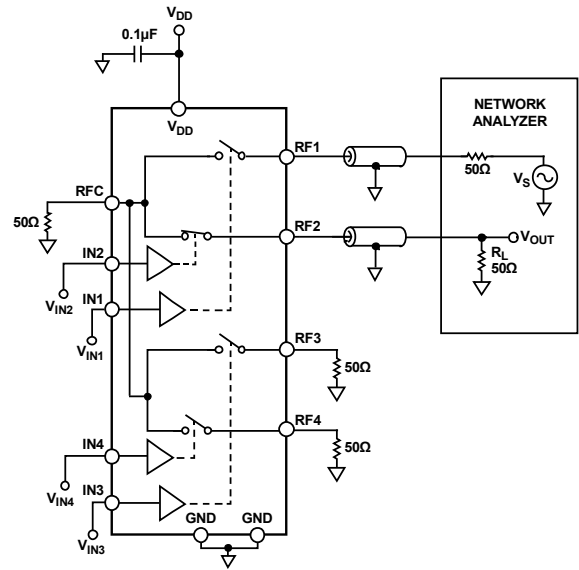


图21. 串扰

15173-017

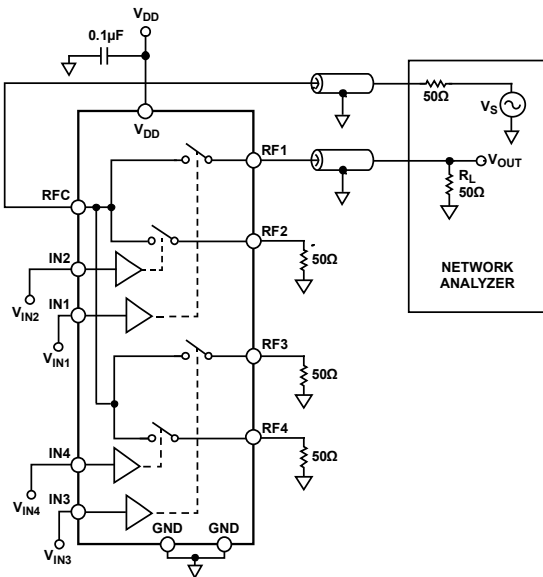


图20. 隔离

15173-016

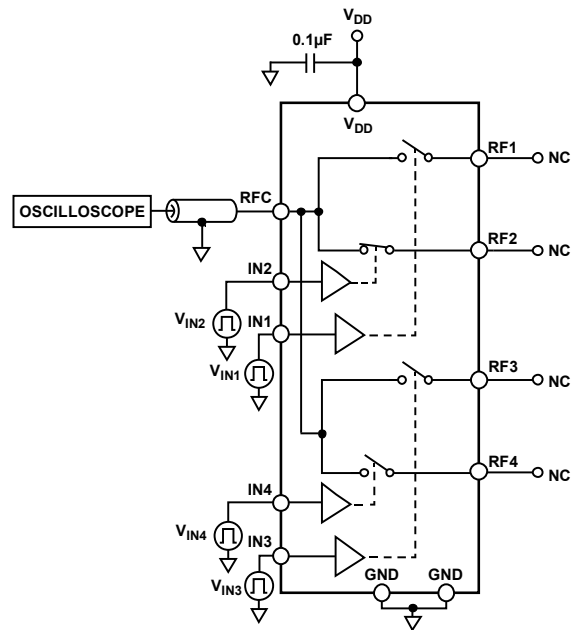


图22. 视频反馈

15173-018

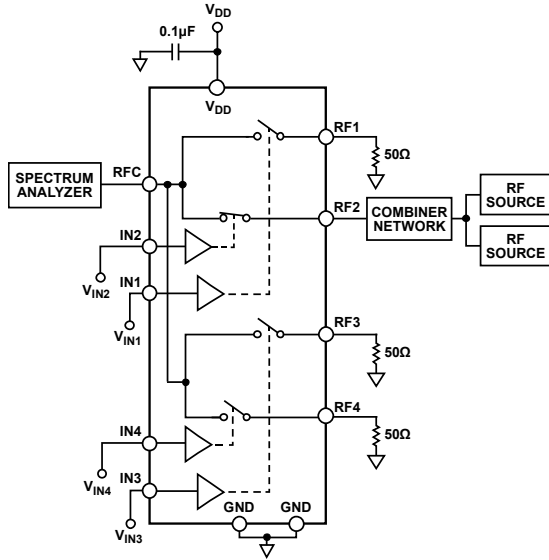


图23. IIP2和IIP3

15173-019

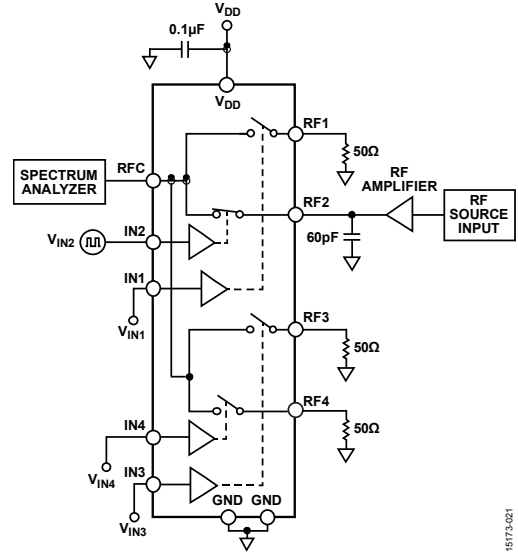


图25. 热切换评估设置, 2 GHz RF源, 50% 占空比, 5 kHz 切换驱动速率

15173-021

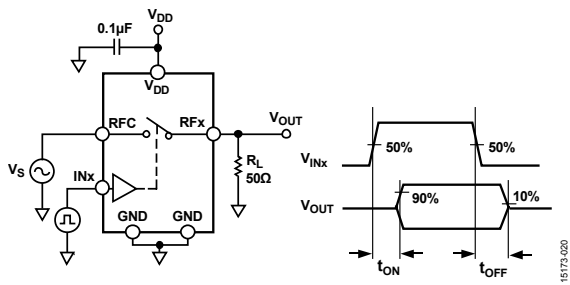


图24. 开关时间 t_{ON} 和 t_{OFF}

15173-020

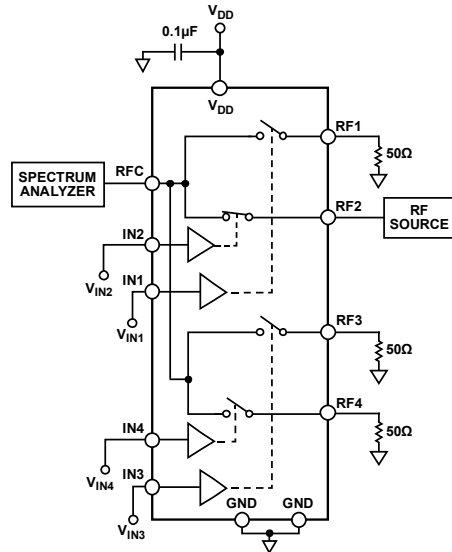


图26. 二次和三次谐波, RF功率

15173-022

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19所示设置的插入损耗计算示例：

$$IL \text{ (dB)} = -20\log_{10}|S_{RF2RFC}|$$

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20所示设置的隔离计算示例：

$$I_{SO} \text{ (dB)} = -20\log_{10}|S_{RFCRF1}|$$

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)

CTK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21所示设置的串扰计算示例：

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

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。

下面是一个基于图19所示设置的回波损耗计算示例：

$$RL \text{ (dB)} = -20\log_{10}|S_{11}|$$

其中 S_{11} 为被测端口的反射系数。

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。

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)。

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。

开关断开时间 (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信号功率建立至其最终稳态值的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信号功率建立至其最终稳态值的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ADGM1004能以多快的速度进行开关操作。驱动频率取决于建立时间和接通/断开的切换时间。

上电时间

上电时间是衡量器件上电并在 V_{DD} 达到95%之后开始通过90%的RF输入信号所需的时间。

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_x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ADGM1004栅极控制芯片的片上振荡器的值。

内部振荡器馈通

内部振荡器馈通是指馈通至RFx和RFC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PCB的串联电阻。

导通电阻变化

导通电阻变化是开关在表1规定的标准范围内的导通电阻变化。

连续导通寿命

连续导通寿命参数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流向RFC。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。

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

该ADGM1004是一款宽带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。

MEMS开关的一个关键优势是它同时实现了首屈一指的高频RF性能和0 Hz/dc精密性能。加上卓越的可靠性和微型可表贴尺寸,这些优势使MEMS开关成为能满足所有RF和精密信号仪器仪表需求的理想开关解决方案。

图27为该开关的横截面示意图。该开关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。

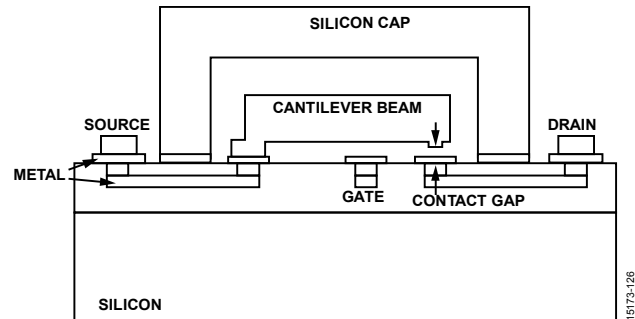


图27. MEMS开关设计的横截面，图中所示为悬臂开关梁（不成比例）

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。

覆盖开关芯片的硅盖如图27所示。硅盖将开关密封起来，结果提高了可靠性。开关触点不会因为干切换或低功率切换而寿命缩短。

数字接口

ADGM1004通过一个并行接口控制。通过此接口施加的标准CMOS/LVTTL信号控制ADGM1004所有开关通道的驱动或释放。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1至引脚4（IN1至IN4）控制ADGM1004的开关功能。将逻辑1施加于这些引脚中的一个时，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RFx输入连接到RFC。表5为ADGM1004的真值表。

表5. 真值表

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

内部振荡器/EXTD_EN

ADGM1004有一个内部振荡器，额定工作频率为11.5 MHz。该振荡器驱动电荷泵电路，后者为各个开关栅极电极提供驱动电压。虽然此振荡器的功耗非常低，但11.5 Mhz信号会耦合到开关，可视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。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见表1。

将EXTD_EN引脚设为高电压，禁用内部振荡器和驱动器升压电路。驱动器升压电路被禁用时，将一个80 V的外部dc施加到V_{CP}引脚，就能通过数字接口驱动开关，如表4所示。禁用升压电路并用一个80 V的外部dc源来驱动它，就可以完全消除在某些应用中可能构成问题的振荡器馈通。

典型工作电路

图28显示了ADGM1004的典型工作电路，与EVAL-ADGM1004EBZ评估板中所用相同。V_{CP}引脚上需要一个47 pF外部电容，该电容是80 V dc栅极驱动电压的保持电容。由于该器件集成了产生80 V dc所需的升压电路，所以，该升压电路可以减少需要的外部器件数量，从而减少使用该器件时需要的电路板空间。

在图28所示电路中，V_{DD} 连接至3.3 V。EP1在内部连接至EP2。一般地，在PCB上用一个大GND焊盘使EP1和EP2短路。在图28中，ADGM1004被配置为将内部振荡器用作驱动器IC控制电路的参考时钟。也可以将引脚7设为高电平，并将80 V dc直接施加至引脚24，以禁用内部振荡器并消除所有振荡器馈通。然后就可以如正常情况一样通过逻辑控制接口（引脚1至引脚4）控制这些开关。

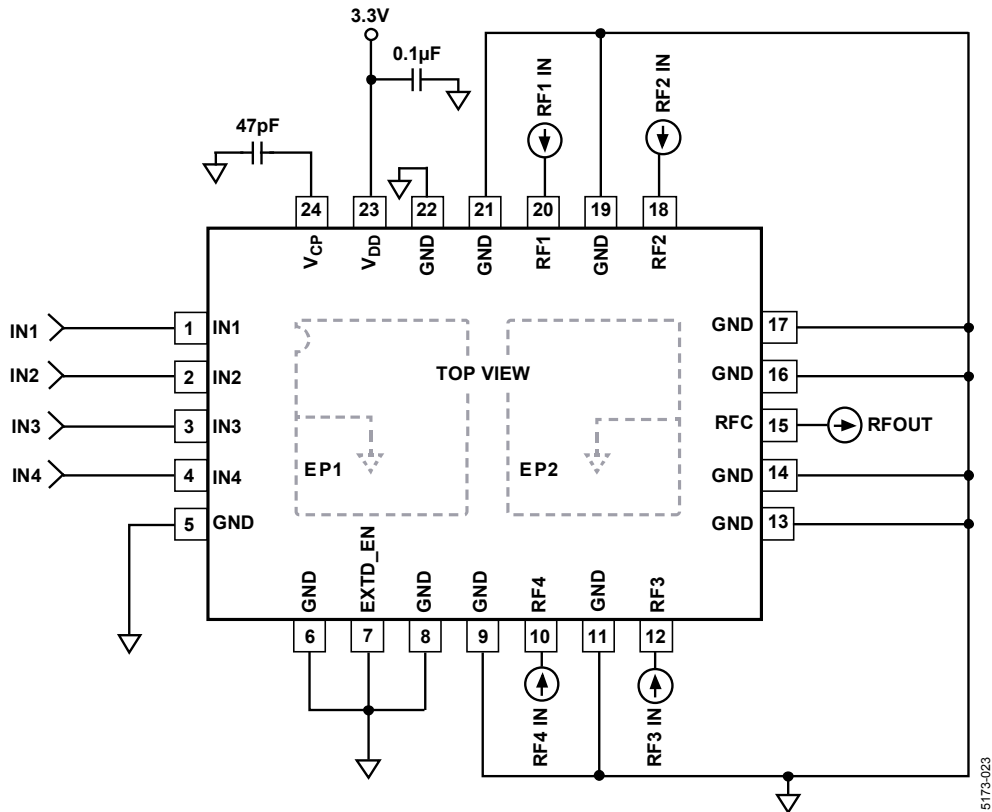


图28. 典型工作电路

应用信息

避免浮空节点

如工作原理部分所述，为了驱动开关，在ADGM1004器件内部产生80 V dc，并将其施加到一个栅极电极上，该电极形成静电力，从而驱动开关。如果dc基准电压源无外部阻抗，则开关引脚上的电荷会增加，导致电压浮动至未知水平，结果可能导致不可靠的驱动行为，有可能会损坏开关。为了确保开关驱动正确、可靠，要保证所有开关节点都有dc基准电压源，比如，用一个内部基准电压源连接至另一个有源器件或者阻抗接地。图29至图32以具体示例展示了在使用开关时避免出现浮空节点的四种情况。其中包括：

- Rfx 引脚不能开路
- 将一个串联电容直接连接至开关可能导致浮空节点条件
- 将两个开关的Rfx引脚直接连在一起或将RFC连接到Rfx可能导致浮空节点条件

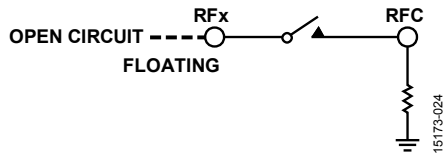


图29. Rfx保持开路

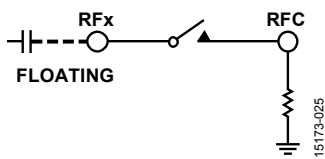


图30. 将串联电容直接连接至开关可能导致浮空节点条件

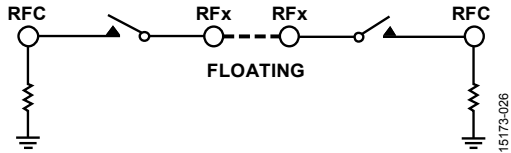


图31. 将两个开关的Rfx引脚直接连在一起可能导致浮空节点条件

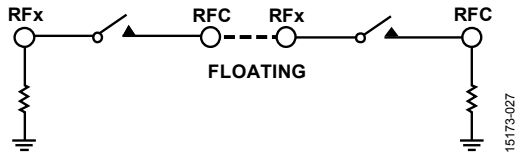


图32. 将RFC连接至Rfx可能导致浮空节点条件

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也会内置直流基准电压源；因此，当将它们直接连接至开关时，它们可以提供dc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源，必须在MEMS开关的源极（Rfx）引脚上增加一个10 MΩ的分流电阻或电感以提供基准电压。增加外部分流电阻会使漏电流大于表1给出的值。图33显示了此类基准电压配置。

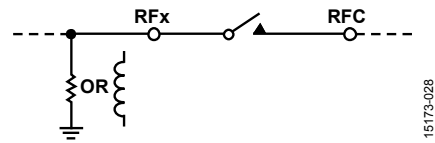


图33. 提供基准电压的开关配置

图34和图35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的方案。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。用10 MΩ分流电阻提供基准电压源。

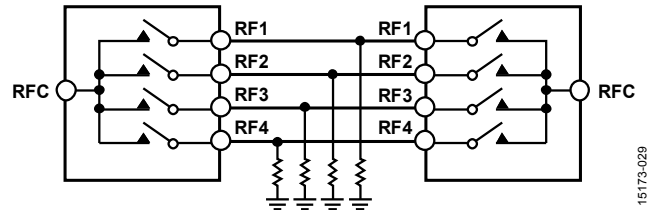


图34. 两个ADGM1004器件相连，利用分流电阻减轻浮空节点风险

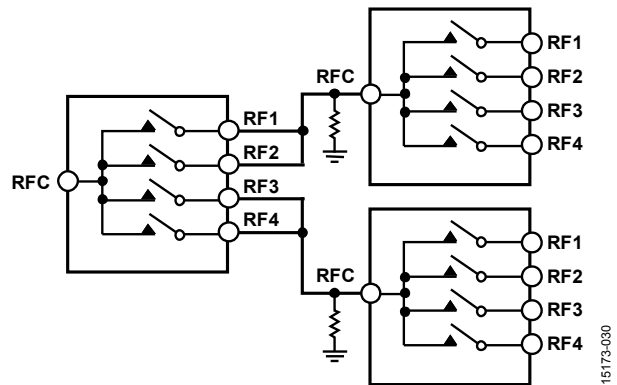


图35. 三个ADGM1004器件相连，利用分流电阻减轻浮空节点风险

连续导通寿命

如果开关通道长时间处于导通状态（超过7年），则开关可能因机械退化效应而无法开启。连续导通寿命与占空比有关；在低占空比周期的应用中（如10%导通，90%关断），则不存在寿命缩短问题。

ADGM1004在50°C条件下，额定连续导通寿命典型值为7.2年；见表1。

图36所示为，31个开关的外推故障时间，所有这些开关均在50°C条件下保持导通状态，直到发生故障为止。寿命会受到温度的影响。当温度升高到50°C以上时，连续导通寿命显著下降。然而，温度较低时，寿命会延长。

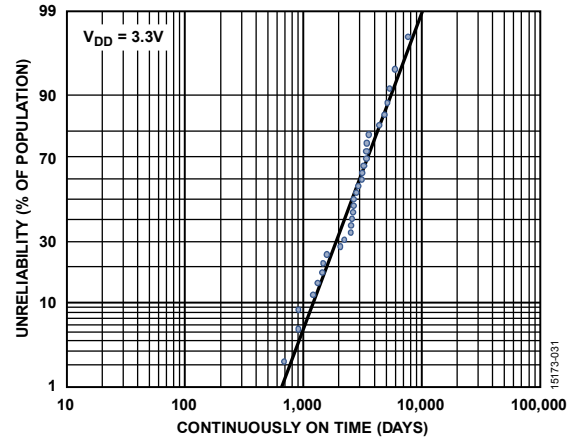


图36. 连续导通寿命, $V_{DD} = 3.3\text{ V}$, 50°C , 样本大小 = 31个器件

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。

ADGM1004 MEMS开关具有很低且平坦的插入损耗、宽RF带宽和高可靠性，适合用作可切换的RF衰减器。ADGM1004作为SP4T开关，还能带来额外的灵活性。图37显示了一个衰减器网络配置示例，其使用两个ADGM1004开关和三个不同的衰减器。开关的第四通道用于图37中的非衰减路由。

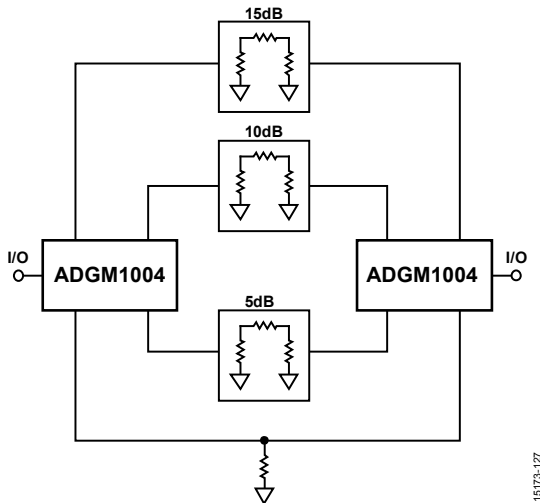


图37. 采用ADGM1004开关的切换式RF衰减器

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ADGM1004 MEMS开关，其具有很低且平坦的插入损耗、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38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（超高频（UHF）波段）。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} 值和宽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。

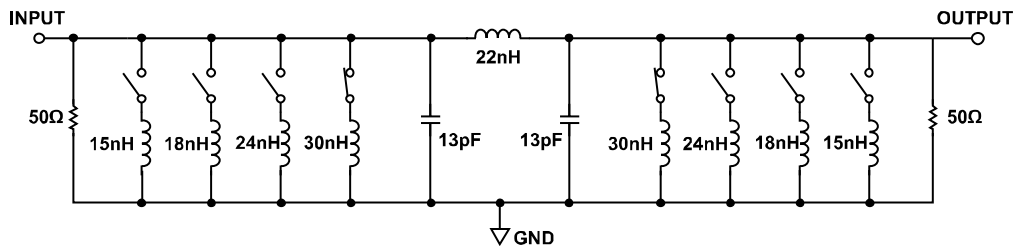


图38. 利用两个ADGM1004 MEMS开关实现的可重复配置带通滤波器

搬运指南

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ADGM1004立即永久性损坏。因此，应采取下列防范措施：

- 将ADGM1004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39显示了哪些地方应避免连接较大端接电容。

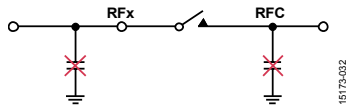


图39. 避免较大端接电容直接连到开关

DC电压范围

开关DC电压范围（即开关额定携带的dc信号范围）为±6 V（见表1）

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ADGM1004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. 机械冲击认证摘要

参数	认证
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
MIL-STD-883, M5005	50 g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40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,须避免这样做。

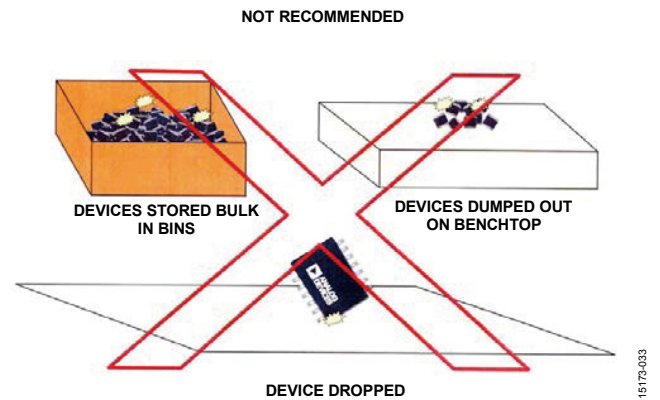


图40. 器件搬运防范措施

外形尺寸

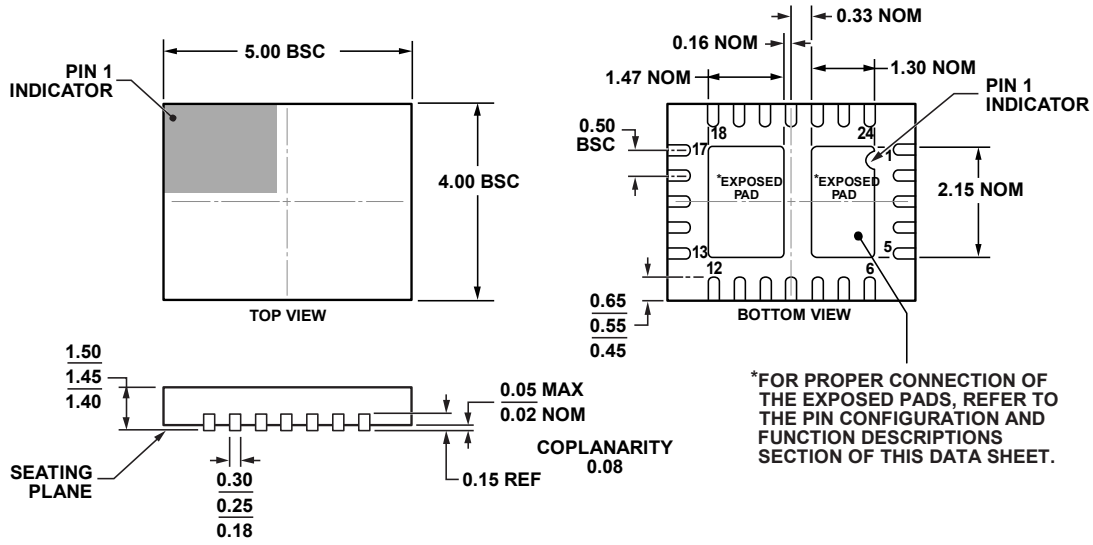


图41. 24引脚引线框芯片级封装 [LFCSP]
 5 mm × 4 mm 本体、1.45 mm 封装高度
 (CP-24-4)
 图示尺寸单位: mm

040109-A

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项
ADGM1004JCPZ-R2	0°C至85°C	24引脚引线框芯片级封装 [LFCSP]	CP-24-4
ADGM1004JCPZ-RL7	0°C至85°C	24引脚引线框芯片级封装 [LFCSP]	CP-24-4
EVAL-ADGM1004EBZ		评估板	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。