

EVM User's Guide: TRF1108EVM

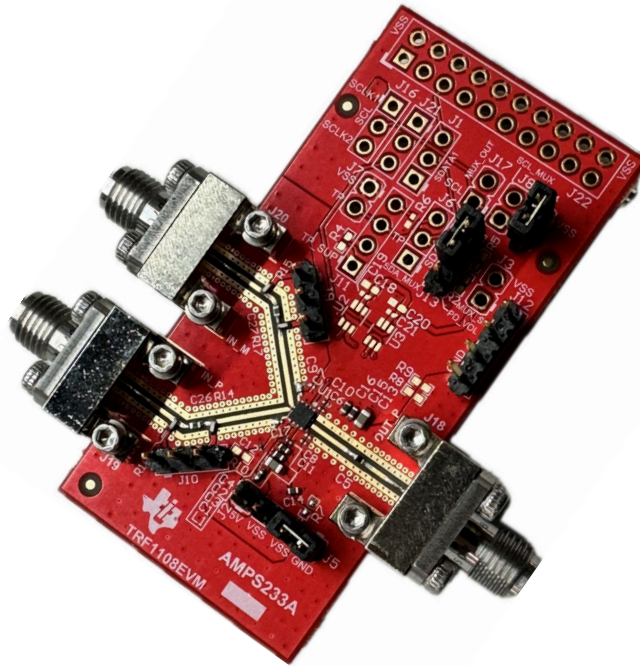
TRF1108 评估模块**说明**

TRF1108 评估模块 (EVM) 用于评估 TRF1108 器件，该器件是一款差分输入转单端输出 (D2S) 射频放大器，适用于由数模转换器 (DAC) 驱动时需要 D2S 转换的应用。

该电路板专门针对 100Ω 差分输入匹配进行设置。该放大器具有低输出阻抗。电路板的输入和输出端具有交流耦合电容器。此 EVM 可随时连接到 +5V 电源、信号源和测试仪表进行测量。

特性

- 由 +5V 单电源供电
- 默认情况下为交流耦合，也可实现直流耦合 (需更改物料清单)
- 专为 100Ω 差分输入匹配而设计
- 可通过板载 SMA 连接器轻松连接到输入端和输出端
- 借助跳线连接器，电路板可提供断电选项



TRF1108EVM (顶视图)

1 评估模块概述

1.1 引言

本文档介绍了确保 TRF1108 EVM 正确运行和快速设置所需的基本步骤和功能。本文档还概述了原理图、物料清单 (BOM)、印刷电路板 (PCB) 布局和测试方框图。除非特别说明，否则本文档中的缩写词 *EVM*、*TRF1108 EVM* 以及术语 *评估模块* 均代表 TRF1108-EVM。



1.2 套件内容

项目	数量
TRF1108EVM	1

1.3 规格

连接器	参数	值
J2	J2.1 VDD J2.2 VSS	VDD = 5V VSS = GND
J5	J5.1 VSS J5.2 GND	短路
J13	PD2 选择	短接 1、2 (V_PD) 以禁用通道 2 短接 2、3 (GND) 以启用通道 2
J18	RF 输出	
J19	射频输入 INP	20dBm 最大值
J20	射频输入 INP	20dBm 最大值

1.4 器件信息

TRF1108 是一款超高性能、差分转单端 (D2S) 射频放大器，工作带宽从真直流到 12GHz。当由高性能 [DAC39RF10](#) 或 [AFE7950](#) 等数模转换器 (DAC) 驱动时，该器件非常适合需要 D2S 转换的应用。片上匹配元件可对印刷电路板 (PCB) 实现方案进行简化，并在可用带宽内提供超高性能。此器件采用德州仪器 (TI) 先进的互补 BiCMOS 工艺制造，并采用节省空间的 WQFN-FCRLF 2mm x 2mm 封装。

TRF1108 由一个具有内部设定共模电压的 5V 单电源供电，用于交流耦合应用。具有外部设定输入共模电压的双电源支持直流耦合应用。断电功能还有助于实现节能。

2 硬件

2.1 一般使用信息

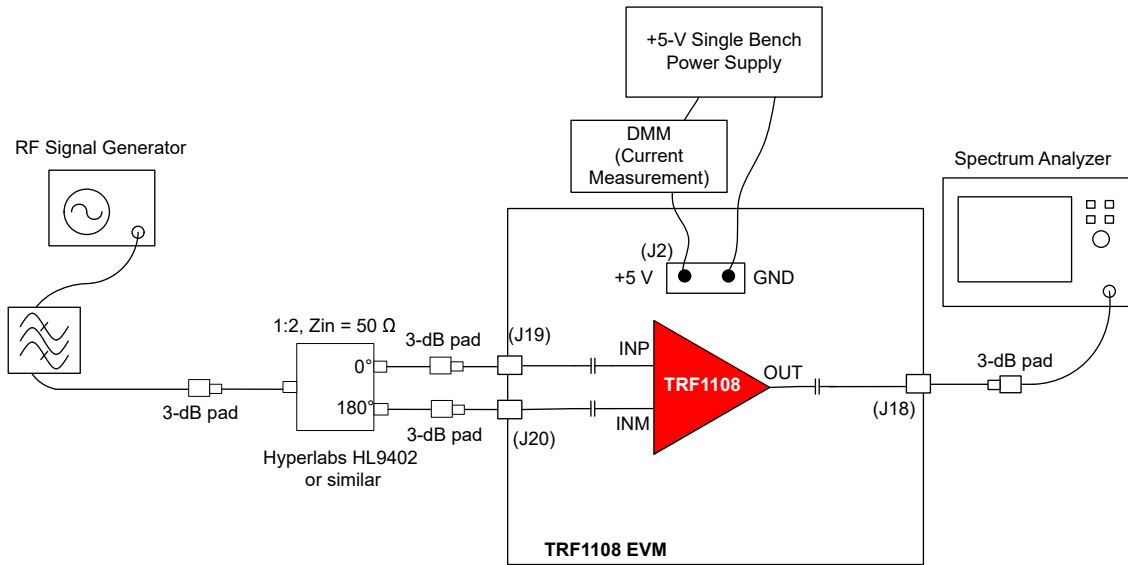


图 2-1. 增益和输出 P1dB 的单音设置

本节提供 TRF1108 EVM 的一般使用信息。请参阅常规单音设置图，作为以下说明的参考（为清晰起见，省略了某些元件，如电源旁路电容器）：

1. 建议的加电序列：

- 在将电源电缆连接到 EVM 之前，将直流输出电源设置为 +5V。
- 将直流输出电源的电流限制设置为 300mA。
- 确保关闭电源，将电源电缆连接到 EVM 的 J2 连接器。
- 现在，打开 VCC = +5V 的直流电源。从电源汲取的电源电流 (I_Q) 约为 175mA。
- 如果电源电流较低，请验证器件是否通过 PD 引脚禁用。

2. 断电选项：

- 连接 PD 引脚上的 +1.8V（逻辑 1）可将芯片断电。使用 J13 将 PD 引脚接地以启用芯片。

3. 单音测量设置建议：

- J19 和 J20 SMA 连接器处的 EVM 输入为全差分（或 180° 异相）输入。必须使用外部无源平衡-非平衡变压器将来自射频信号发生器的单端信号转换为差分信号，并连接到输入 SMA 连接器 J19、J20，如图 2-1 所示。测量单音失真时，请使用射频带通滤波器，如图 2-1 所示。
- 要测试 TRF1108 EVM，使用的射频信号发生器必须支持高达 12GHz 的信号频率。
- TRF1108 器件输入在通带内为 100Ω 差分输入。为了尽可能减少阻抗不匹配导致的信号反射，TI 建议在无源平衡-非平衡变压器的三个端子上使用约为 3dB 至 6dB 的衰减器垫。
- J18 SMA 连接器处的 EVM 输出为单端输出。TRF1108 器件在直流和低频下具有低输出阻抗。
- EVM 输出的单端信号连接到频谱分析仪，如图所示。建议在输出端使用约 3dB 至 6dB 的衰减器垫，以尽可能减少反射。
- 最后，TI 建议正确表征和补偿射频同轴电缆、衰减器垫和无源平衡-非平衡变压器的插入损耗，以便准确测量器件的增益和功率等级。

4. 匹配注意事项：

- a. TRF1108 是一款宽带放大器，该器件在其高达约 12GHz 的工作带宽上需要 100Ω 的输入匹配。用于驱动此 EVM 的信号发生器或噪声源在宽带上具有 50Ω 的阻抗。但如果此 EVM 由非 50Ω 匹配的窄带驱动器或源驱动，则放大器可能会出现不稳定问题。为了避免此类问题，可能需要在输入端进行额外的匹配。有关更多信息，请参阅 [TRF1108 直流至 12GHz 带宽、差分转单端射频放大器](#) 数据表。
- b. 如前所述，TRF1108 器件具有低输出阻抗。在将 EVM 输出连接到频谱分析仪时，TI 建议使用衰减器垫来尽可能减少反射。

3 实现结果

3.1 测试设置图

本节包含测量 TRF1108 EVM 时有关 S 参数、噪声系数和双音 OIP3 设置的一般建议。

3.1.1 S 参数测试设置

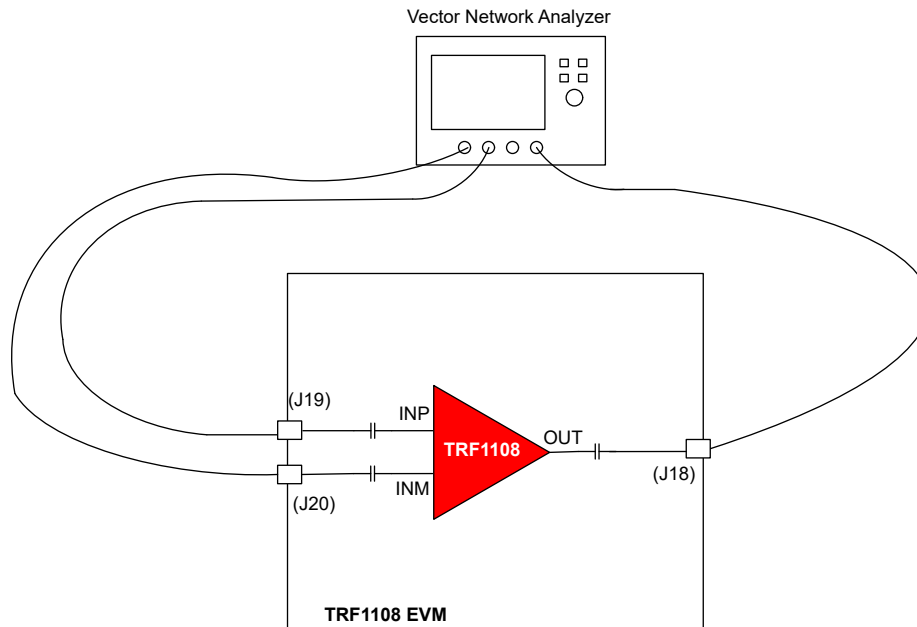


图 3-1. S 参数测试设置

请按照以下指南进行 S 参数测量：

1. 如图 3-1 所示，通常会使用矢量网络分析器 (VNA) 进行 S 参数测量。要测量 TRF1108 EVM，建议使用 3 端口 VNA，它可以分别在 EVM 的输入和输出端口产生差分信号和接收单端信号。
2. 在将射频同轴电缆连接到 EVM 之前，必须使用校准套件校准 VNA 以及电缆。
3. 确保将 VNA 的频率扫描和输出功率级别设置在 TRF1108 器件的线性工作范围内。可以调整 VNA 的分辨率带宽 (RBW) 和动态范围，以便为测量提供最佳扫描时间。
4. 在增益测量期间，在器件的输入和输出侧补偿电路板布线损耗。图 3-2 给出了在 EVM 上测量的典型输入和输出布线损耗。

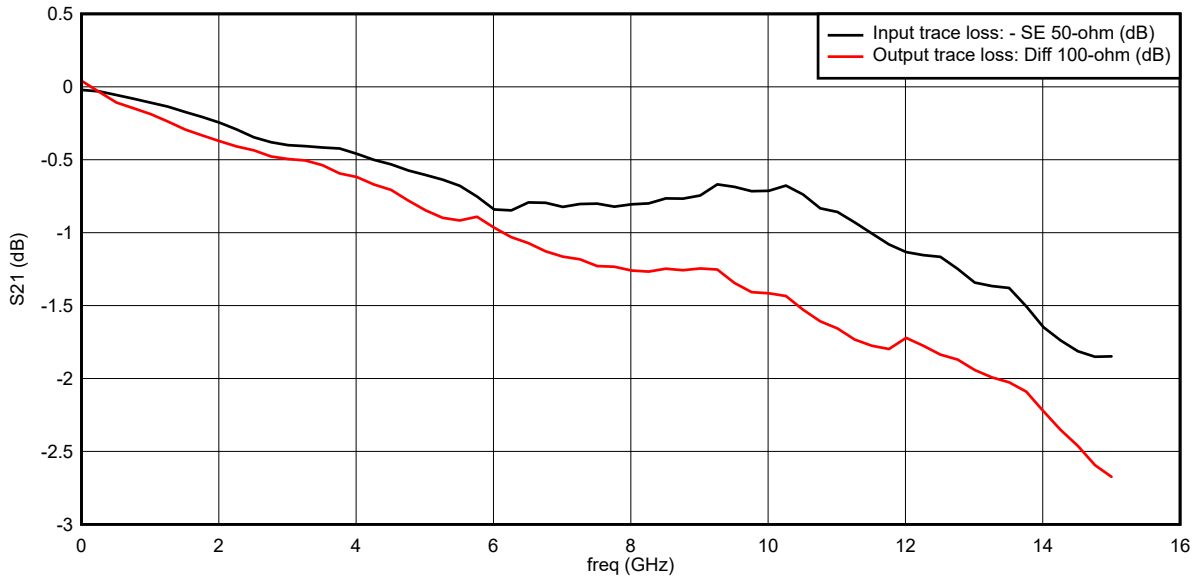


图 3-2. PCB 布线损耗与频率的关系

3.1.2 噪声系数测试设置

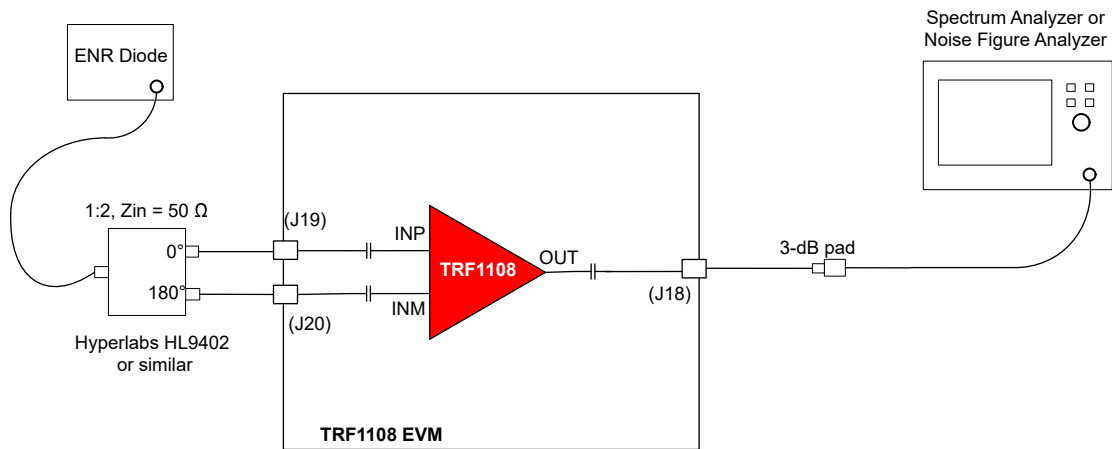


图 3-3. 噪声系数测试设置

请按照以下指南进行噪声系数 (NF) 测量：

1. 如图 3-3 所示，可以使用噪声二极管和频谱分析仪（或噪声系数分析仪），利用传统 Y 系数法进行 NF 测量。
2. 在进行测量时，请考虑到 EVM 板的任何射频电缆损耗。为了匹配而添加的任何外部输入衰减器会导致 NF 按比例下降，必须在测量中进行校准。
3. 此外，NF 测量中必须包含器件输入引脚处输入布线的板载损耗。
4. 如果器件输出端之后的损耗比较显著，请注意将输出损耗包含到 NF 测量中。使用 Friis 公式，通过测量的总 NF 计算器件的噪声系数。

3.1.3 双音 OIP3 测试设置

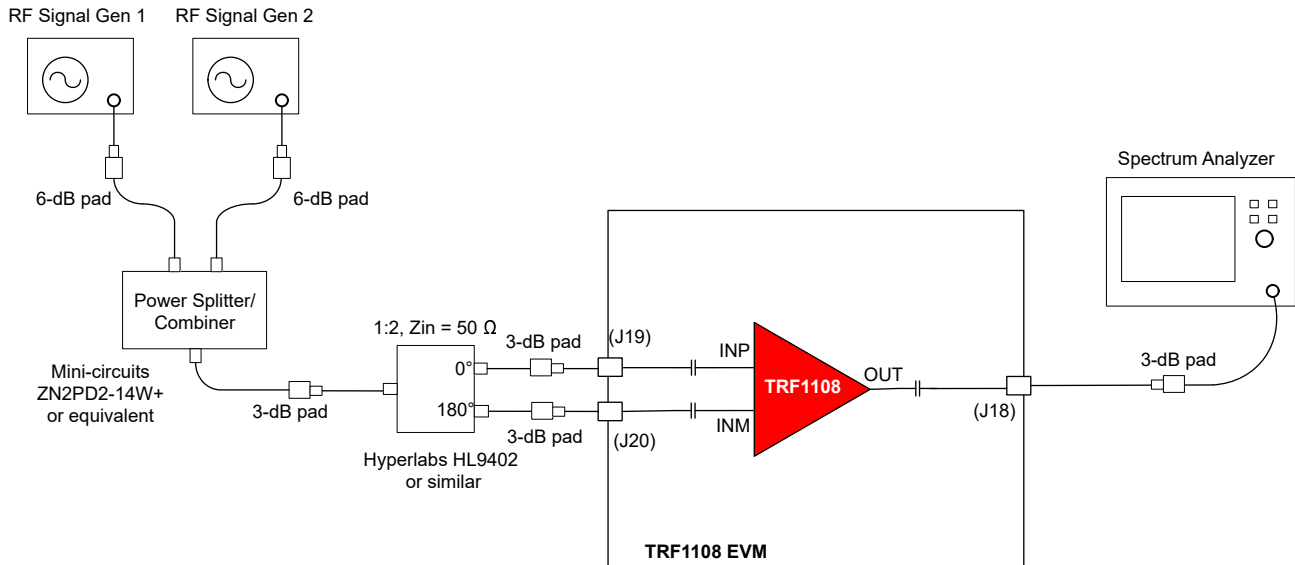


图 3-4. OIP3 测试设置

请按照以下指南进行双音 OIP3 测量：

1. 如图 3-4 所示，使用同相功率分离器和组合器合并两个信号发生器输出。建议对信号发生器输出使用 6dB 衰减器，以防发生器相互通信，并导致信号发生器 IMD3 杂散。
2. 将两个信号发生器输出设置为适当的功率级别和频率间隔，以便信号发生器在器件上产生所需的输出功率 (P_{OUT})。
3. TI 建议输出功率级别处于 TRF1108 器件的线性工作范围内。例如，如果在器件上所需的总输出功率为 8dBm，则相应地设置信号发生器，使每个基波输出功率的结果是 2dBm/子载波。一般情况下，TI 建议将总输出功率级别保持在比 1dB 压缩点低约 6dB 至 8dB。有关此器件支持的输出功率级别，请参阅器件数据表。
4. 对于 OIP3 测试，两个音调可以间隔指定的频率。
5. 相应地设定频谱分析仪衰减设置，使频谱分析仪非线性度不影响测量。
6. 使频谱分析仪 RBW 和 VBW 设置对主音和 IM3 产物保持相同。
7. 对于输出 IP3 计算，请考虑到 TRF1108 器件输出与频谱分析仪输入之间所需频带下的合并损耗。合并功率损耗是由于 PCB 输出布线、射频同轴电缆、0/180° 无源平衡-非平衡变压器以及出于外部匹配目的而使用的任何衰减器垫导致的。方程式给出了计算的 OIP3。

$$\text{Output IP3} = (P_{IN_SA} - \text{IMD3}) / 2 + P_{IN_SA} + P_{LOSS}$$

其中，

- P_{IN_SA} = 频谱分析仪的子载波输入功率
 - P_{LOSS} = 器件输出至频谱分析仪输入之间的功率损耗
 - IMD3 = 在 $2f_1 - f_2$ 或 $2f_2 - f_1$ 处记录的两个互调失真产物的较高功率
8. 在方程式中， $P_{IN_SA} + P_{LOSS} = P_{OUT}$ 是放大器子载波输出功率。

4 硬件设计文件

4.1 原理图

图 4-1 展示了 TRF1108 EVM 原理图。

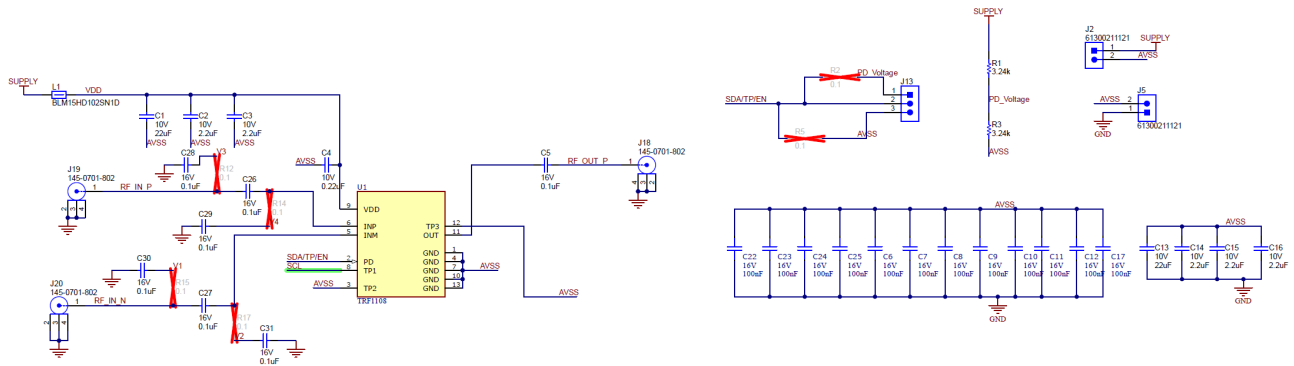


图 4-1. TRF1108 EVM 原理图

4.2 PCB 板层

图 4-2 至图 4-5 显示了此 EVM 的 PCB 板层。

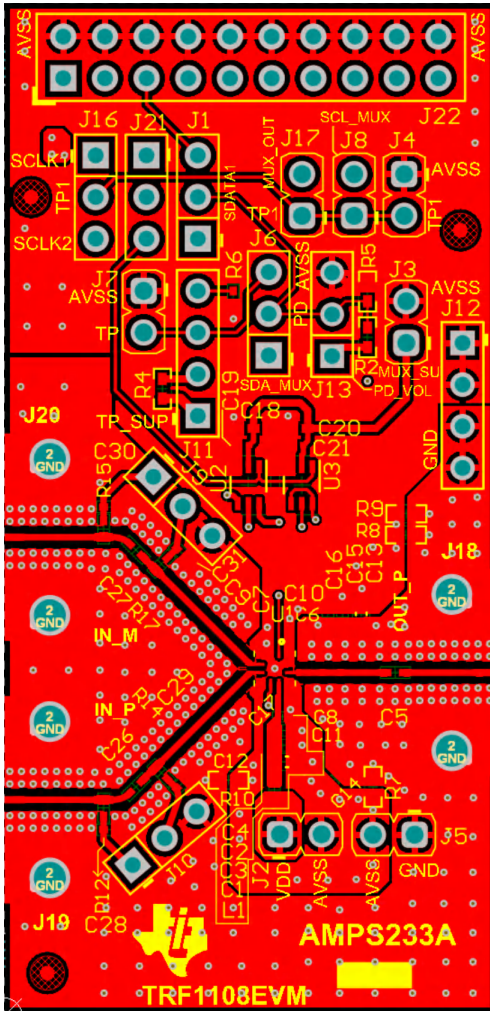


图 4-2. 顶层

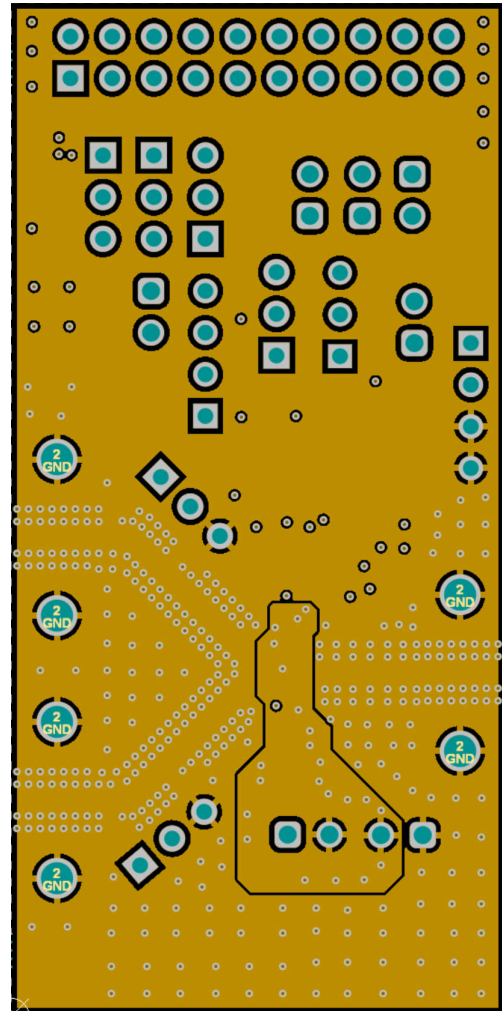


图 4-3. 第 2 层

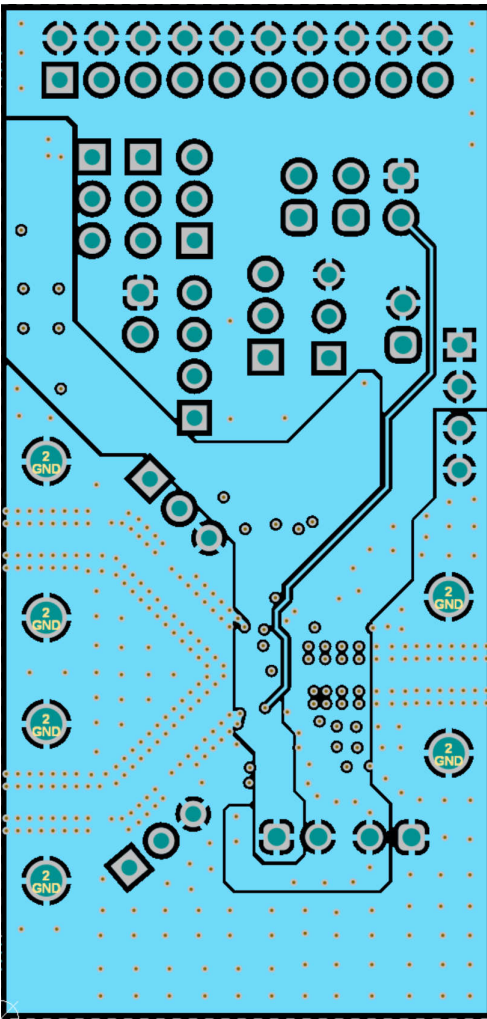


图 4-4. 第 3 层

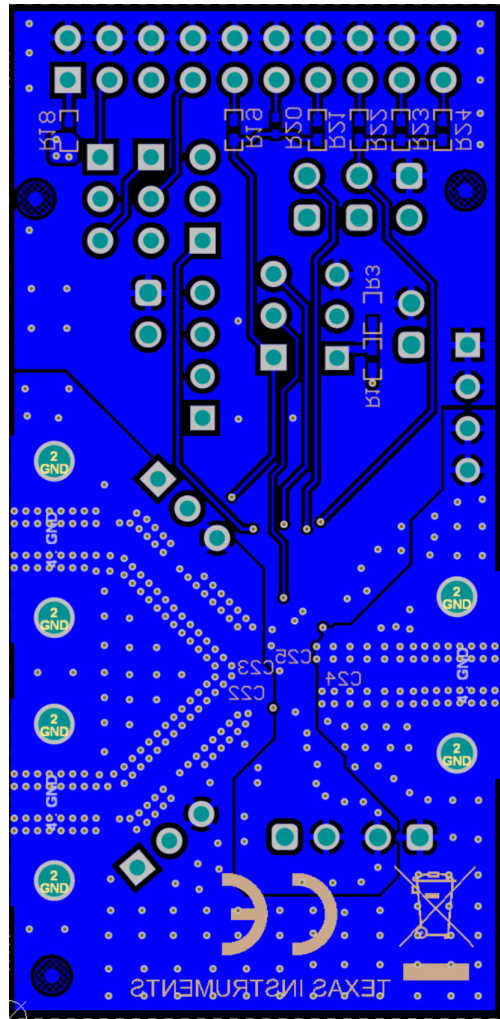


图 4-5. 底层

4.2.1 堆叠和材料

TRF1108 EVM 是一款 67mil 4 层电路板，材料类型为 Isola® 370HR。顶层是电源布线、接地布线以及 SMA 连接器与器件之间的信号布线。第二层是参考射频接地层。信号布线阻抗目标为 50 Ω。底部 3 层是接地层。

Layer	Stack up	Supplier	Supplier Description	Description	Base Thickness	Processed Thickness	εr
1		GOULD	COPPER FOIL	12+35 m	1.850	2.559	
		ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320
2		ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320
		ISOLA	185HR	1.00 1.0/1.0	1.378	1.378	4.420
3		ISOLA	185HR	1.00 1.0/1.0	39.370	39.370	4.420
		ISOLA	185HR	#2116	1.378	1.378	4.320
4		ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320
		ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320
4		GOULD	COPPER FOIL	12+35 m	1.850	2.559	

图 4-6. TRF1108 EVM 堆叠 (以 mil 为单位)

4.3 TRF1108 EVM 物料清单

表 4-1. TRF1108 EVM 物料清单

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考	已安装
C1, C13	2	22 μ F	电容, 陶瓷, 22 μ F, 10V, +/-20%, X5R, 0603	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	0603	已安装
C2、C3、C14、C15、C16	5	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 10V, +/-10%, X7S, 0402	C1005X7S1A225K050BC	TDK	0402	已安装
C4	1	0.22 μ F	电容, 陶瓷, 0.22 μ F, 10V, +/-20%, X5R, 0201	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	0201	已安装
C5、C26、C27、C28、C29、C30、C31	7	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0402	ATC530L104KT16T	AT Ceramics	0402	已安装
C6、C7、C8、C9、C10、C11、C12、C17、C22、C23、C24、C25	12	100nF	0.1 μ F \pm 20% 16V 陶瓷电容 0201 (公制 0603)	560Z104MTT	KYOCERA AVX	0201	已安装
J2、J4、J5	3		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	61300211121	Würth Elektronik	接头, 2.54mm, 2x1, TH	已安装
J9、J10	2		接头, 100mil, 3x1, 镀金, TH	PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions	PBC03SAAN	已安装
J12	1		接头, 2.54mm, 4x1, 金, TH	PBC04SAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 2.54mm, 4x1, TH	已安装
J13	1		接头, 100mil 3x1, 锡, TH	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 3 引脚, 100mil, 锡	已安装
J18、J19、J20	3		50 Ω 插孔, SMT	145-0701-802	Cinch Connectivity	50 Ω 插孔, SMT	已安装
L1	1	1000 Ω	铁氧体磁珠, 1000 Ω (100MHz 时), 0.25A, 0402	BLM15HD102SN1D	MuRata	0402	已安装
R1、R3	2	3.24k	电阻, 3.24k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW04023K24FKED	Vishay-Dale	0402	已安装
SH-J1、SH-J2	2	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec	分流器	已安装
U1	1		10MHz 至 12GHz 3dB 带宽, 差分转单端放大器	TRF1108RPVT	德州仪器 (TI)	WQFN-FCRLF12	已安装

表 4-1. TRF1108 EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考	已安装
C18、C20	0	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-20%, X5R, 0402	CL05A106MP8NUB8	Samsung Electro-Mechanics	0402	未安装
C19、C21	0	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, +/-10%, X5R, 0201	GRM033C71C104KE14D	MuRata	0201	未安装
FID1、FID2、 FID3、FID4、 FID5、FID6	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用	不适用	未安装
J1、J6、J16、J21	0		接头, 100mil, 3x1, 镀金, TH	PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions	PBC03SAAN	未安装
J3、J7、J8、J17	0		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	61300211121	Würth Elektronik	接头, 2.54mm, 2x1, TH	未安装
J11	0		接头, 2.54mm, 4x1, 金, TH	PBC04SAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 2.54mm, 4x1, TH	未安装
J22	0		插座, 100mil, 10x2, 金, TH	PPPC102LFBN-RC	Sullins Connector Solutions	10x2 插座	未安装
R2、R5、R7、R8、 R9、R10、R12、 R14、R15、R17、 R18、R19	0	0.1	电阻, 0.1, 1%, 0.25W, 0402	ERJ2BWFR100X	Panasonic	0402	未安装
R4、R6、R20	0	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.063W, 0402	RC0402FR-0710KL	Yageo America	0402	未安装
R21	0	20.0k	电阻, 20.0k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW040220K0FKED	Vishay-Dale	0402	未安装
R22	0	2.20k	电阻, 2.20k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	RMCF0402FT2K20	Stackpole Electronics Inc	0402	未安装
R23	0	4.70k	电阻, 4.70k, 1%, 0.0625W, 0402	RC0402FR-074K7L	Yageo America	0402	未安装
R24	0	4.99k	电阻, 4.99k, 1%, 0.063W, 0402	RC0402FR-074K99L	Yageo America	0402	未安装

5 其他信息

5.1 商标

Isola® is a registered trademark of Isola USA Corporation.

所有商标均为其各自所有者的财产。

6 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI) , [TRF1108 直流至 12GHz 带宽、差分转单端射频放大器数据表](#)

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司