



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108152606 B

(45)授权公告日 2020.04.07

(21)申请号 201711461887.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.12.28

G01R 29/14(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 韦斌

申请公布号 CN 108152606 A

(43)申请公布日 2018.06.12

(73)专利权人 中国电子产品可靠性与环境试验研究所

地址 510610 广东省广州市天河区东莞庄路110号

(72)发明人 邵伟恒 王磊 邵鄂 郭远东 方文啸 贺致远 张鹏南 恩云飞 黄云 骆成阳

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

代理人 陈金普

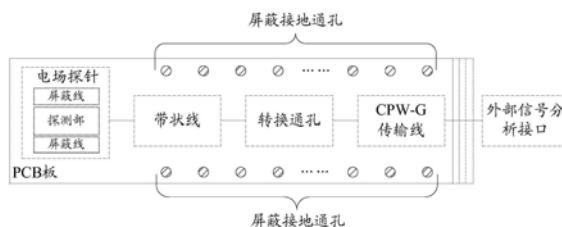
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

电场无源探头

(57)摘要

本发明涉及一种电场无源探头,包括设有若干屏蔽接地通孔的PCB板;该PCB板包括电场探针、带状线、CPW-G传输线,以及用于匹配带状线的传输阻抗与CPW-G传输线的传输阻抗的转换通孔;电场探针包括间隔设置的两根屏蔽线以及设于两根屏蔽线之间的探测部;电场探针对电场进行探测,根据电场线的变化形成射频信号,经带状线、转换通孔以及CPW-G传输线的传输结构设计,将低损耗,低反射的射频信号传输出去;该探头保证传输阻抗匹配,并抑制信号衰减以及传输谐振,具有较高的探测带宽,能够保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量,可对待测电路板(包括板上的集成电路)局部的高带宽、高精度的电场分布进行测量。



1. 一种电场无源探头,其特征在于,包括设有若干屏蔽接地通孔的PCB板;
所述PCB板包括在相应布线层布线的电场探针、带状线、CPW-G传输线,以及用于匹配所述带状线的传输阻抗与所述CPW-G传输线的传输阻抗的转换通孔;
所述电场探针包括间隔设置的两根屏蔽线以及设于所述两根屏蔽线之间的探测部;所述带状线的第一端连接所述探测部,第二端通过所述转换通孔的导电孔壁连接所述CPW-G传输线的第一端;所述CPW-G传输线的第二端连接外部信号分析接口;
其中,所述转换通孔还用于通过导电孔壁实现所述带状线的导体带与所述CPW-G传输线的中心导体带之间的导通。
2. 根据权利要求1所述的电场无源探头,其特征在于,
所述转换通孔包括中心通孔以及若干个以预设距离环绕所述中心通孔、用于屏蔽信号干扰的环绕通孔;
所述带状线的第二端通过所述中心通孔的导电孔壁连接所述CPW-G传输线的第一端。
3. 根据权利要求2所述的电场无源探头,其特征在于,
各所述布线层分别为依次堆叠的第一接地层、附加层、信号层以及第二接地层。
4. 根据权利要求3所述的电场无源探头,其特征在于,
所述屏蔽线包括布线在所述附加层的第一层屏蔽线和布线在所述信号层的第二层屏蔽线;
所述第一层屏蔽线通过所述屏蔽接地通孔的导电孔壁连接所述第二层屏蔽线。
5. 根据权利要求4所述的电场无源探头,其特征在于,
所述探测部包括布线在所述信号层、平行于所述屏蔽线的连接线,以及测量线;
所述测量线包括布线在所述附加层的第一层测量线、布线在所述信号层的第二层测量线以及用于连接所述第一层测量线与所述第二层测量线的埋孔;
所述第二层测量线包括中间段以及设于所述中间段两端的端点;
所述连接线的第一端连接所述带状线的第一端,第二端以预设夹角连接所述中间段。
6. 根据权利要求5所述的电场无源探头,其特征在于,
所述预设夹角为 90° 。
7. 根据权利要求6所述的电场无源探头,其特征在于,
所述带状线的导体带布线在所述信号层,第一接地金属带布线在所述第一接地层,第二接地金属带布线在所述第二接地层。
8. 根据权利要求7所述的电场无源探头,其特征在于,
所述CPW-G传输线的中心导体带、接地导体带布线在所述第一接地层,金属接地层布线在所述附加层。
9. 根据权利要求1至8任意一项所述的电场无源探头,其特征在于,
所述PCB板为FR4基板材料的电路板;
或
所述PCB板为碳氢化合物陶瓷基板材料的电路板。
10. 根据权利要求1至8任意一项所述的电场无源探头,其特征在于,
所述PCB板为LTCC工艺制备的电路板。

电场无源探头

技术领域

[0001] 本发明涉及电磁检测技术领域,特别是涉及一种电场无源探头。

背景技术

[0002] 随着科技的发展,电子设备变得更加小型化、高频化和高密度,导致产品的电磁可靠性问题变得更加严重。基于近场测量的干扰图像重构是现今处理EMC (Electro Magnetic Compatibility,电磁兼容性)设计问题最有效的方法。

[0003] 在实现过程中,发明人发现传统技术中至少存在如下问题:在电子产品工作时,辐射源发出的电磁干扰一般具有较宽的频谱范围;传统探头对电场分布进行探测时,其空间分辨率差、精度低。

发明内容

[0004] 基于此,有必要针对传统探头探测电场分布的空间分辨率差、精度低的问题,提供一种电场无源探头。

[0005] 为了实现上述目的,本发明实施例提供了一种电场无源探头,包括设有若干屏蔽接地通孔的PCB板(Printed Circuit Board,印制电路板);

[0006] PCB板包括在相应布线层布线的电场探针、带状线、CPW-G(Coplanar Waveguide Ground,接地共面波导)传输线,以及用于匹配带状线的传输阻抗与CPW-G传输线的传输阻抗的转换通孔;

[0007] 电场探针包括间隔设置的两根屏蔽线以及设于两根屏蔽线之间的探测部;带状线的第一端连接探测部,第二端通过转换通孔的导电孔壁连接CPW-G传输线的第一端;CPW-G传输线的第二端连接外部信号分析接口。

[0008] 在其中一个实施例中,转换通孔包括中心通孔以及若干个以预设距离环绕中心通孔、用于屏蔽信号干扰的环绕通孔;

[0009] 带状线的第二端通过中心通孔的导电孔壁连接CPW-G传输线的第一端。

[0010] 在其中一个实施例中,各布线层分别为依次堆叠的第一接地层、附加层、信号层以及第二接地层。

[0011] 在其中一个实施例中,屏蔽线包括布线在附加层的第一层屏蔽线和布线在信号层的第二层屏蔽线;

[0012] 第一层屏蔽线通过屏蔽接地通孔的导电孔壁连接第二层屏蔽线。

[0013] 在其中一个实施例中,探测部包括布线在信号层、平行于屏蔽线的连接线,以及测量线;

[0014] 测量线包括布线在附加层的第一层测量线、布线在信号层的第二层测量线以及用于连接第一层测量线与第二层测量线的埋孔;

[0015] 第二层测量线包括中间段以及设于中间段两端的端点;

[0016] 连接线的第一端连接带状线的第一端,第二端以预设夹角连接中间段。

- [0017] 在其中一个实施例中,预设夹角为 90° 。
- [0018] 在其中一个实施例中,带状线的导体带布线在信号层,第一接地金属带布线在第一接地层,第二接地金属带布线在第二接地层。
- [0019] 在其中一个实施例中,CPW-G传输线的中心导体带、接地导带布线在第一接地层,金属接地层布线在附加层。
- [0020] 在其中一个实施例中,PCB板为FR4基板材料的电路板;
- [0021] 或
- [0022] PCB板为碳氢化合物陶瓷基板材料的电路板。
- [0023] 在其中一个实施例中,PCB板为LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic,低温共烧陶瓷) 工艺制备的电路板。
- [0024] 上述技术方案中的一个技术方案具有如下优点和有益效果:
- [0025] 探测部两侧设置有屏蔽线的电场探针对电场进行探测,根据电场线的变化形成射频信号,经带状线、转换通孔以及CPW-G传输线的传输结构设计,将低损耗,低反射的射频信号传输出去;本发明实施例电场无源探头,能够抑制信号干扰、匹配传输阻抗、保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量,可对待测电路板(包括板上的集成电路)局部的高带宽、高精度的电场分布进行测量。

附图说明

- [0026] 通过附图中所示的本发明的优选实施例的更具体说明,本发明的上述及其它目的、特征和优势将变得更加清晰。在全部附图中相同的附图标记指示相同的部分,且并未刻意按实际尺寸等比例缩放绘制附图,重点在于示出本发明的主旨。
- [0027] 图1为本发明电场无源探头实施例1的结构示意图;
- [0028] 图2为本发明电场无源探头实施例的带状线的结构示意图;
- [0029] 图3为本发明电场无源探头实施例的CPW-G传输线的结构示意图;
- [0030] 图4为本发明电场无源探头实施例的转换通孔的结构示意图;
- [0031] 图5为本发明电场无源探头实施例的第一接地层的结构示意图;
- [0032] 图6为本发明电场无源探头实施例的附加层的结构示意图;
- [0033] 图7为本发明电场无源探头实施例的信号层的结构示意图;
- [0034] 图8为本发明电场无源探头实施例的第二接地层的结构示意图;
- [0035] 图9为本发明电场无源探头实施例的电场探针在信号层的结构示意图;
- [0036] 图10为本发明电场无源探头实施例的安装孔的结构示意图;
- [0037] 图11为本发明电场无源探头的示例的厚度方向结构示意图。

具体实施方式

- [0038] 为了便于理解本发明,下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的首选实施例。但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容更加透彻全面。
- [0039] 需要说明的是,当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件并与其结合为一体,或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“布线”、“第

一端”、“第二端”以及类似的表述只是为了说明的目的。

[0040] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0041] 随着科技的发展,电子设备变得更加小型化、高频化和高密度,导致产品的电磁可靠性问题变得更加严重。基于近场测量的干扰图像重构是现今处理EMC设计问题最有效的方法。在电子产品工作时,辐射源发出的电磁干扰一般具有较宽的频谱范围,因此,宽带近场探头是近场扫描的关键,同时也是解决电磁可靠性问题必不可少的工具之一。

[0042] 目前,传统探头探测电场分布的空间分辨率差、精度低,而良好的探测结构和传输结构是解决此类问题的关键。

[0043] 为此,本发明实施例提供了一种电场无源探头,如图1所示,图1为本发明电场无源探头实施例1的结构示意图,包括设有若干屏蔽接地通孔的PCB板;

[0044] PCB板包括在相应布线层布线的电场探针、带状线、CPW-G传输线,以及用于匹配带状线的传输阻抗与CPW-G传输线的传输阻抗的转换通孔;

[0045] 电场探针包括间隔设置的两根屏蔽线以及设于两根屏蔽线之间的探测部;带状线的第一端连接探测部,第二端通过转换通孔的导电孔壁连接CPW-G传输线的第一端;CPW-G传输线的第二端连接外部信号分析接口。

[0046] 具体而言,探测部设置于两根屏蔽线之间的电场探针可对电场进行近场探测,根据电场线的变化形成射频信号;由带状线、转换通孔、CPW-G传输线形成的信号传输结构可将射频信号以50欧阻抗的形式传输出去,保证传输过程中信号的低损耗、低反射,可实现高带宽的电场测量,保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量;利用该高分辨率的电场无源探头进行射频电场测量时,可将该探头通过外部信号分析接口(如微波高频连接器)连接到频谱分析仪的输入端,进行射频信号的测量;

[0047] 需要说明的是,电场探针的探测部可对电场进行探测,根据电场线的变化形成射频信号,再通过信号传输结构将信号传输至外部分析仪器;屏蔽线设置于探测部的两侧,可用于屏蔽信号干扰,保证电场分布探测的空间分辨率,提高探测精度;

[0048] 具体的,屏蔽线可包括在相应布线层布线的第一层屏蔽线和第二层屏蔽线;第一层屏蔽线通过屏蔽接地通孔的导电孔壁连接第二层屏蔽线;屏蔽线的双层结构设计可增强对干扰信号的抑制,提高电场探测的空间分辨率和精度;

[0049] 探测部可包括平行第二层屏蔽线的连接线,以及垂直连接线的测量线;测量线可包括在相应布线层布线的第一层测量线、第二层测量线以及用于连接第一层测量线与第二层测量线的埋孔;埋孔的导电孔壁可用于实现第一层测量线与第二层测量线的导通;测量线的双层结构设计可有效提高电场探测的空间分辨率和精度;第二层测量线可包括中间段以及设于中间段两端的端点;连接线的一端连接带状线的第一端,另一端以预设夹角连接第二层测量线的中间段,可形成T型的探测结构;两侧设置有双层屏蔽线的T型结构的探测部可有效地抑制信号干扰、根据电场线的变化形成射频信号,保证探测信号的精度。

[0050] 参见图2,图2为本发明电场无源探头实施例的带状线的结构示意图,带状线可由两块接地金属带与中间一块宽度 ω 、厚度 t 的矩形截面导体带构成;由于两边都有接地金属

带,因此,其阻抗容易控制,同时屏蔽较好,可保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量。

[0051] CPW-G传输线可由介质基片、介质基片上表面的三条导带和介质基片下表面的金属接地层组成;其结构可如图3所示,图3为本发明电场无源探头实施例的CPW-G传输线的结构示意图,中间为薄的中心导体带,两侧平行中心导体带且与中心导体带距离很近的为接地导带;中心导体带与接地导带之间的小间距可实现电路的低阻抗,且通过调节该间距可以改变CPW-G的传输阻抗;接地导带的金属面是半无限的,但在实际加工中其面积都是有限的;介质基片上表面的接地导带通过金属填充过孔和介质基片下表面的金属接地层相连接,实现一致的接地性能;由于增强的接地结构,可以降低接地平面的阻抗,有助于CPW-G的阻抗设计和射频信号的传输,可将将射频信号以50欧阻抗的形式传输出去,能够保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量。

[0052] 外部信号分析接口可用于连接外部信号分析仪器;优选的,可焊接SMA (Small A Type,微波高频连接器)连接器;具体的,信号分析仪器可包括示波器、频谱分析仪器等;采集的信号经过数据处理后,可进行干扰图像重构。

[0053] 本发明实施例提及的通孔是穿过整个印制电路板的孔,可用于实现内部互连或作为元件的安装定位孔;其孔壁圆柱面上可用化学沉积的方法镀上一层金属,用以连通中间各层需要连通的铜箔,可以起到电气连接、固定或定位器件的作用;屏蔽接地通孔连接接地层,可用于抑制干扰,具体的,可连接PCB板顶层与底层的接地层;转换通孔,可用于将带状线传输结构转换为CPW-G传输线结构,通过导电孔壁实现带状线的导体带与CPW-G传输线的中心导体带之间的导通,并保证传输阻抗匹配,抑制信号衰减、传输谐振,可保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量。

[0054] 本发明实施例提供的电场无源探头可包括探测射频电场的近场探测部分以及信号传输部分;近场探测部分可包括电场探针,该电场探针对电场进行探测,根据电场线的变化形成射频信号;信号传输部分可包括带状线、转换通孔以及传输线(如CPW-G传输线),通过合理的结构设计,可将射频信号以50欧阻抗的形式传输出去,传输过程保证信号的低损耗,低反射;该高分辨率的电场无源探头保证传输阻抗匹配、并抑制信号衰减、降低传输谐振,具有较高的探测带宽,可保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量,能够实现待测电路板(包括板上的集成电路)局部的高带宽、高精度的电场分布测量;通过合理的结构设计以及PCB板介质层材料的选择,该电场无源探头的应用频率范围可为1MHz(兆赫)-20GHz(吉赫);

[0055] 具体的,该探头的PCB板的介质层可采用高频基板材料;优选的,介质层可采用FR4材料、碳氢化合物陶瓷材料(如Rogers 4350B)等,或采用LTCC工艺制备该PCB板;

[0056] 进一步的,该探头的结构可采用不同的尺寸,其外接连接器可采用不同的类型;通过该探头可得到电场强度 E_z ,通过计算和校准可以得到电场信号大小;通过扫描已知微带线的宽度,可标定该探头的空间分辨率;

[0057] 具体的,可用网络分析仪和微带线搭建电场无源探头校准系统;校准用的微带线可被认为是一个可用来发射标准场的外部标准件;该标准件可产生一定的射频电场,探头对该标准件进行扫描,可以得到空间分辨率;具体的扫描方法包括:用探头在不同的位置进行探测,探测出场强大小,绘制不同位置场强大小随位置的关系图,进而得出空间分辨率;通过该校准系统及扫描方法,可对电场无源探头的测量结果进行探测校准。

[0058] 在一个具体的实施例中,参见图4,图4为本发明电场无源探头实施例的转换通孔的结构示意图,转换通孔包括中心通孔以及若干个以预设距离环绕中心通孔、用于屏蔽信号干扰的环绕通孔;

[0059] 带状线的第二端通过中心通孔的导电孔壁连接CPW-G传输线的第一端。

[0060] 具体而言,中心通孔可用于将带状线传输结构转换为CPW-G传输线结构、保证传输阻抗匹配、抑制传输谐振;而环绕通孔可用于抑制信号衰减;

[0061] 需要说明的是,中心通孔通过导电孔壁实现带状线的导体带与CPW-G传输线的中心导体带之间的导通;

[0062] 环绕通孔环绕中心通孔,位于中心通孔的预设距离内,连接PCB板的接地层,可保证传输阻抗匹配,抑制传输谐振;环绕通孔的个数以及中心通孔的预设距离可根据探头的结构、传输结构的尺寸、基板的介质层厚度等参数进行调整;

[0063] 通过转换通孔的合理结构设计,本发明实施例的电场无源探头可将射频信号以50欧阻抗的形式传输出去,传输过程保证信号的低损耗,低反射;该转换通孔的结构保证探头的传输阻抗匹配、并抑制信号衰减以及传输谐振,使探头具有较高的探测带宽并保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量,可实现待测电路板(包括板上的集成电路)局部的高带宽、高精度的电场分布测量。

[0064] 优选的,如图4所示,环绕通孔的数量可为六个;六个环绕通孔位于中心通孔的预设距离内,可补偿中心通孔引起的阻抗失配,保证传输阻抗是50欧,提高探头的传输效率,使探头具有较高的探测带宽并保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量。

[0065] 在一个具体的实施例中,各布线层分别为依次堆叠的第一接地层、附加层、信号层以及第二接地层。

[0066] 参见图5至8,图5为本发明电场无源探头实施例的第一接地层的结构示意图,图6为本发明电场无源探头实施例的附加层的结构示意图,图7为本发明电场无源探头实施例的信号层的结构示意图,图8为本发明电场无源探头实施例的第二接地层的结构示意图;

[0067] 具体而言,PCB板可包括依次堆叠的第一布线层、第二布线层、第三布线层以及第四布线层;第一布线层(如图5中的阴影部分所示)和第四布线层(如图8中的阴影部分所示)为接地层,第二布线层为附加层(如图6中的阴影部分所示),第三布线层为信号层;

[0068] 需要说明的是,接地层可用于屏蔽干扰;附加层可用于组成CPW-G结构;信号层可用于信号传输;

[0069] 具体的,本发明实施例可采用四层PCB板或多层PCB板。

[0070] 在一个具体的实施例中,参见图6、7,屏蔽线包括布线在附加层的第一层屏蔽线和布线在信号层的第二层屏蔽线;

[0071] 第一层屏蔽线通过屏蔽接地通孔的导电孔壁连接第二层屏蔽线。

[0072] 具体而言,屏蔽线可包括在相应布线层布线的的第一层屏蔽线和第二层屏蔽线;第一层屏蔽线通过屏蔽接地通孔的导电孔壁连接第二层屏蔽线;

[0073] 需要说明的是,屏蔽线的双层结构设计可增强对干扰信号的抑制,保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量。

[0074] 在一个具体的实施例中,如图6、7、9所示,图9为本发明电场无源探头实施例的电场探针在信号层的结构示意图,探测部包括布线在信号层、平行于屏蔽线的连接线,以及测

量线;

[0075] 测量线包括布线在附加层的第一层测量线、布线在信号层的第二层测量线以及用于连接第一层测量线与第二层测量线的埋孔;

[0076] 第二层测量线包括中间段以及设于中间段两端的端点;

[0077] 连接线的第一端连接带状线的第一端,第二端以预设夹角连接中间段。

[0078] 具体而言,探测部可包括平行第二层屏蔽线的连接线,以及垂直连接线的测量线;测量线包括在相应布线层布线的的第一层测量线、第二层测量线以及用于连接第一层测量线与第二层测量线的埋孔;埋孔的导电孔壁可用于实现第一层测量线与第二层测量线的导通;第二层测量线包括中间段以及设于中间段两端的端点;连接线的一端连接带状线的第一端,另一端以预设夹角连接第二层测量线的中间段;

[0079] 需要说明的是,测量线的双层结构设计可有效提高电场探测的空间分辨率和精度;两侧设置有双层屏蔽线的探测部可有效地抑制信号干扰、根据电场线的变化形成射频信号,保证探测信号的精度;

[0080] 预设夹角可为连接线与第二层测量线的中间段形成的夹角,可根据电场无源探头的实际需要进行设置;

[0081] 优选的,连接线可与第二层测量线的中间段垂直连接,形成 90° 的预设夹角。

[0082] 在一个具体的实施例中,如图7、9所示,预设夹角为 90° 。

[0083] 具体而言,连接线可与第二层测量线的中间段垂直连接,形成T型的探测结构;该T型结构的探测结构可根据电场线的变化形成射频信号,保证探测信号的精度,并降低加工成本,方便探头的生成制备。

[0084] 在一个具体的实施例中,参见图5、7、8,带状线的导体带布线在信号层,第一接地金属带布线在第一接地层,第二接地金属带布线在第二接地层。

[0085] 具体而言,带状线可由两块接地金属带与中间一块导体带构成;具体的,带状线的导体带布线在PCB板的信号层上,可用于传输信号;带状线的接地金属带分别位于PCB板的第一接地层、第二接地层,可用于屏蔽干扰、控制带状线导体带的传输阻抗;

[0086] 需要说明的是,带状线的第一端连接电场探针,第二端可通过转换通孔连接CPW-G传输线,该传输结构可保证传输阻抗匹配、并抑制信号衰减以及传输谐振,使高分辨率的电场无源探头具有较高的探测带宽并保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量,可实现待测电路板(包括板上的集成电路)局部的高带宽、高精度的电场分布测量。

[0087] 在一个具体的实施例中,参见图3、5、6,CPW-G传输线的中心导体带、接地导带布线在第一接地层,金属接地层布线在附加层。

[0088] 具体而言,CPW-G传输线可由介质基片、介质基片上表面的三条导带和介质基片下表面的金属接地层组成;具体的,CPW-G传输线的中心导体带及位于该中心导体带两侧的接地导带可布线在第一接地层,金属接地层可布线在与第一接地层相邻的附加层,用于增强的接地结构,使CPW-G传输线可具有更宽的有效带宽和更大的阻抗范围,可保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量;

[0089] 需要说明的是,CPW-G传输线的中心导体带为薄的中心导体带,两侧平行于中心导体带且与中心导体带距离很近的为接地导带;中心导体带与接地导带之间的小间距可实现电路的低阻抗,且通过调节该间距可以改变电路的阻抗;接地导带的金属面是半无限的,但

在实际加工中其面积都是有限的；第一接地层的接地导带通过金属填充过孔和附加层的金属接地层相连接，实现一致的接地性能。

[0090] 在一个具体的实施例中，如图10所示，图10为本发明电场无源探头实施例的安装孔的结构示意图，PCB板还包括用于连接外部三维联动探测设备的安装孔。

[0091] 具体而言，电场无源探头的PCB板还设有安装孔，可用于将探头安装在外部三维联动探测设备上；电场无源探头可通过三维联动探测设备的控制，对待测电路板进行准确地测量，可实现待测电路板（包括板上的集成电路）局部的高带宽、高精度的电场分布测量。

[0092] 为实现电场无源探头的高探测带宽，其PCB板可采用高频基板材料；

[0093] 优选的，在一个具体的实施例中PCB板为FR4基板材料的电路板；

[0094] 或

[0095] 参见图10，PCB板为碳氢化合物陶瓷基板材料的电路板。

[0096] 具体而言，对于高频电场探测，可采用FR4基板材料（如，玻璃纤维环氧树脂覆铜板）的电路板；具体的，FR4基板材料其耐热可到300℃左右，工作频率可达到几个GHz，介电常数可为4.3左右；

[0097] 可选的，高带宽的电场无源探头还可以采用碳氢化合物陶瓷基板材料（如Rogers 4350B）的电路板；具体的，如，Rogers 4系列的基板材料，其介电常数可为3.5左右，耗散因数可小于0.004；

[0098] 需要说明的是，高频基板材料的基板特性可包括：介电常数必须小而且相对稳定；其介质损耗必须小，由于介质损耗影响到信号传输的品质，介质损耗越小，信号损耗也越小；吸水性要低、吸水性高就会在受潮时影响介电常数与介质损耗；耐热性、抗化学性、冲击强度、剥离强度等亦必须良好；使用高频基板材料的PCB板，可保证传输阻抗匹配、并抑制信号衰减以及传输谐振，使具探头有较高的探测带宽并保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量。

[0099] 在一个具体的实施例中，PCB板为LTCC工艺制备的电路板。

[0100] 具体而言，电场无源探头可采用LTCC工艺制备的电路板；

[0101] 需要说明的是，LTCC的特点包括：陶瓷材料具有优良的高频、高速传输以及宽通带的特性；根据配料的不同，LTCC材料的介电常数可以在很大范围内变动，配合使用高电导率的金属材料作为导体材料，可提高电路系统的品质因数，增加了电路设计的灵活性；比普通PCB电路基板更优良的热传导性，极大地优化了电子设备的散热设计，可靠性高；与其他多层布线技术具有良好的兼容性，例如将LTCC与薄膜布线技术结合可实现更高组装密度和更好性能的混合多层基板；

[0102] 采用LTCC工艺制备的电路板，可保证传输阻抗匹配、并抑制信号衰减以及传输谐振，使具探头有较高的探测带宽并保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量。

[0103] 为便于理解本发明电场无源探头的结构设计，下面以Rogers 4350B基板材料制备的一个探头作为示例进行说明，如图10、11所示，图11为本发明电场无源探头的示例的厚度方向结构示意图，其中，其中第一层铜（对应上述第一布线层、第一接地层）的厚度可为35μm（微米）；第一介质基片厚度可为16.6mil（毫英寸）；第二层铜（对应上述第二布线层、附加层）的厚度可为35μm；绝缘薄片厚度为4mil；第三层铜（对应上述第三布线层、信号层）的厚度可为35μm；第二介质基片厚度可为10mil；第四铜层（对应上述第四布线层、第二接地层）

厚度可为 $35\mu\text{m}$;处于第三铜层的带状线的导体带长度可为 79.9mm (毫米),宽度可为 12.5mil ,厚度可为 $35\mu\text{m}$;处于第一铜层的CPW-G传输线的中心导体带的长度可为 6.35mm ,宽度可为 0.72mm ,厚度可为 $35\mu\text{m}$;处于第二铜层的CPW-G传输线的金属接地层的厚度可为 $35\mu\text{m}$;CPW-G传输线的介质基片可为第一介质基片,厚度可为 16.6mil ;电场探头包括间隔设置的两根屏蔽线以及设于两根屏蔽线之间的T型探测部。

[0104] 本发明实施例提供了一种电场无源探头,包括设有若干屏蔽接地通孔的PCB板;该PCB板包括电场探针、带状线、CPW-G传输线,以及用于匹配带状线的传输阻抗与CPW-G传输线的传输阻抗的转换通孔;电场探针包括间隔设置的两根屏蔽线以及设于两根屏蔽线之间的探测部;电场探针对电场进行探测,根据电场线的变化形成射频信号,经带状线、转换通孔以及CPW-G传输线的传输结构设计,将低损耗,低反射的射频信号传输出去;该探头保证传输阻抗匹配,并抑制信号衰减以及传输谐振,具有较高的探测带宽,能够保证高空间分辨率、高精度的电场分布测量,可对待测电路板(包括板上的集成电路)局部的高带宽、高精度的电场分布进行测量;

[0105] 通过合理的结构设计,可将射频信号以 50Ω 阻抗的形式传输出去,传输过程保证信号的低损耗,低反射;通过合理的结构设计以及PCB板介质层材料的选择,该电场无源探头的应用频率范围可为 $1\text{MHz}-20\text{GHz}$ 。

[0106] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0107] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

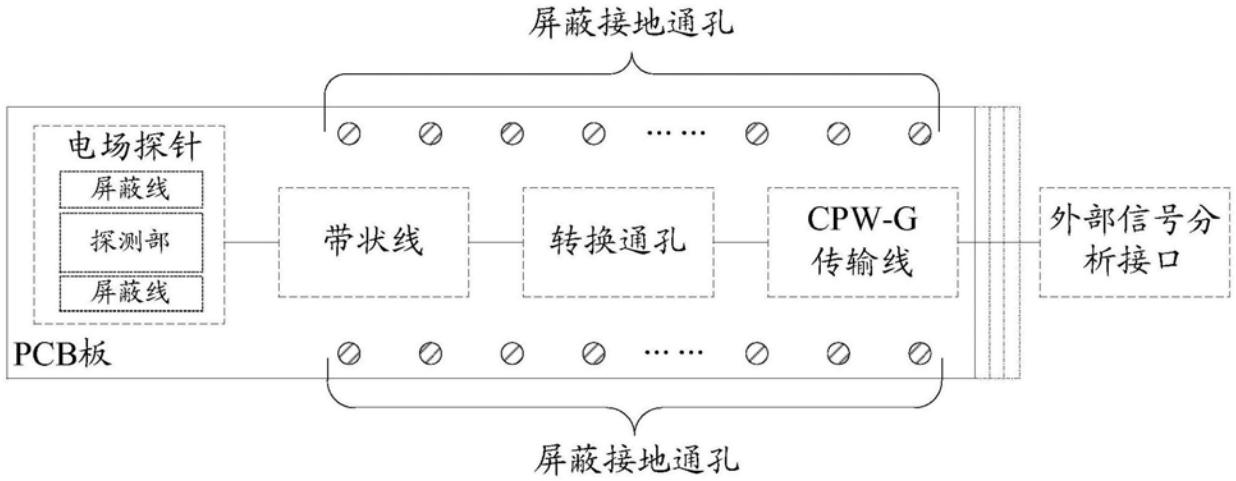


图1

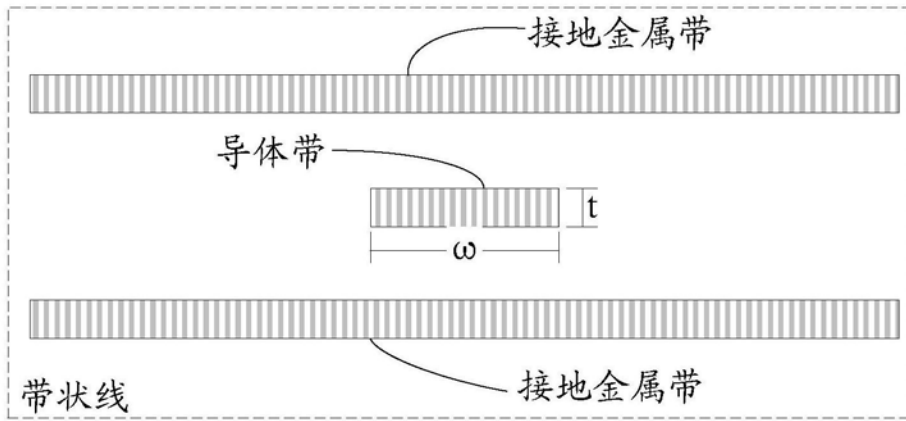


图2

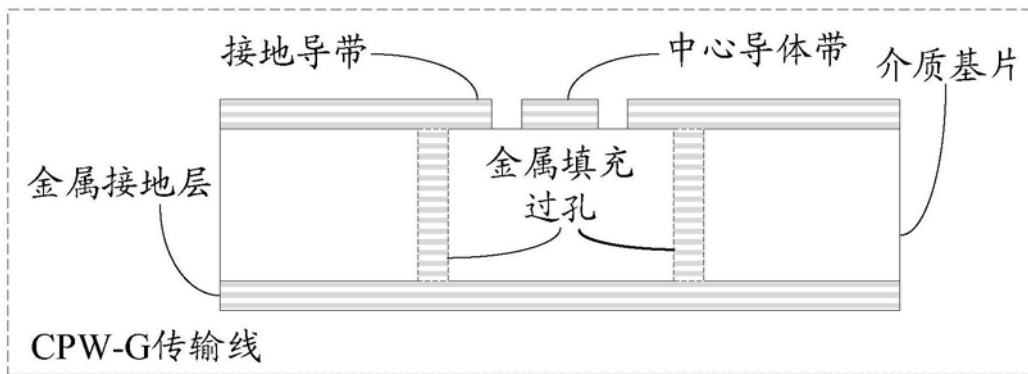


图3

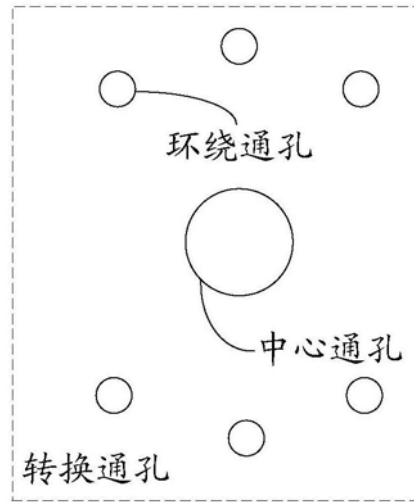


图4

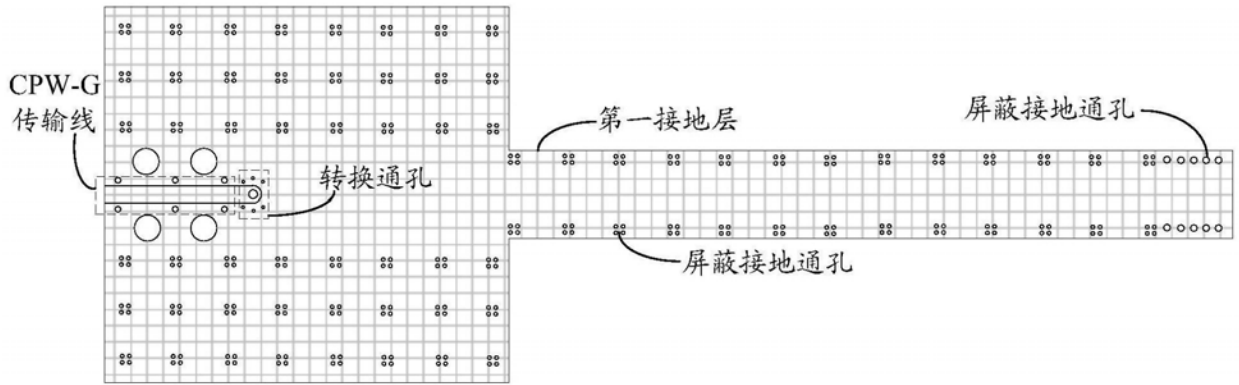


图5

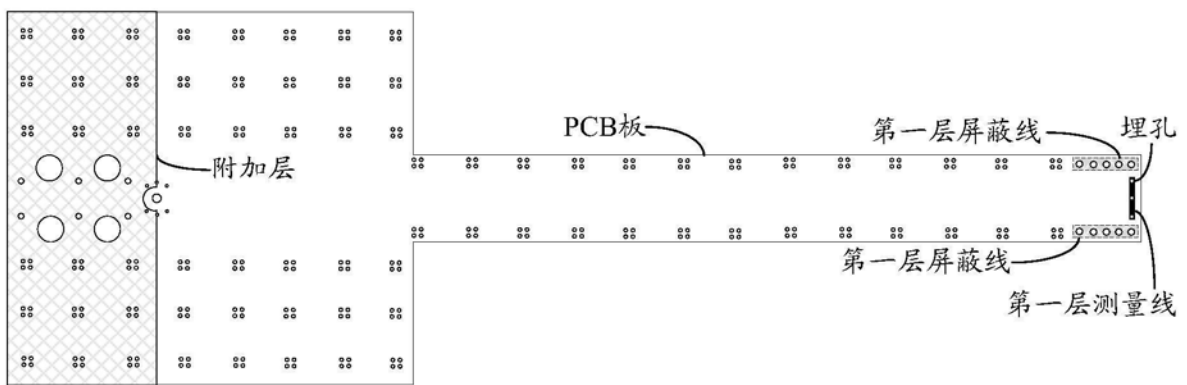


图6

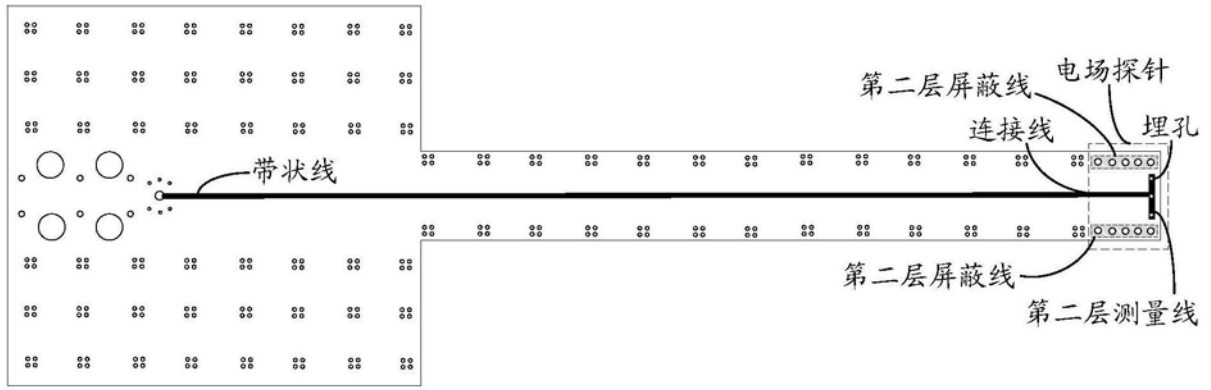


图7

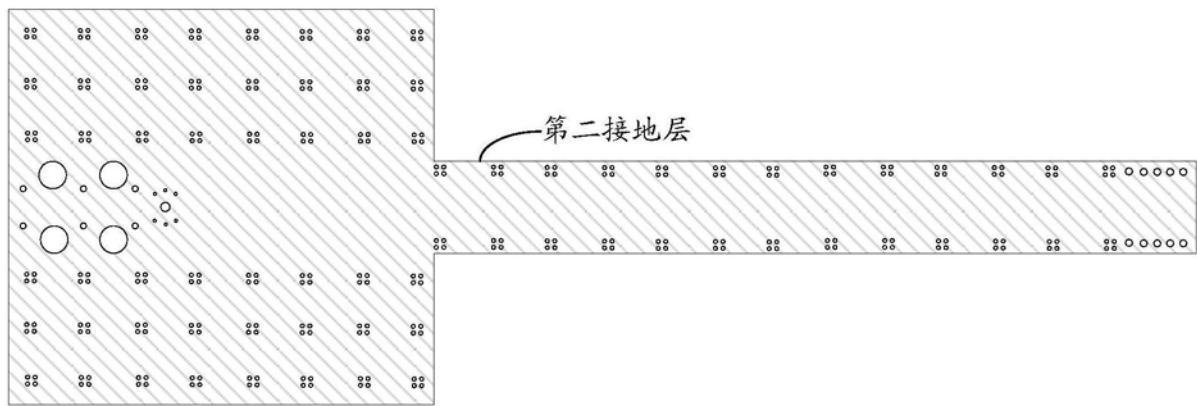


图8

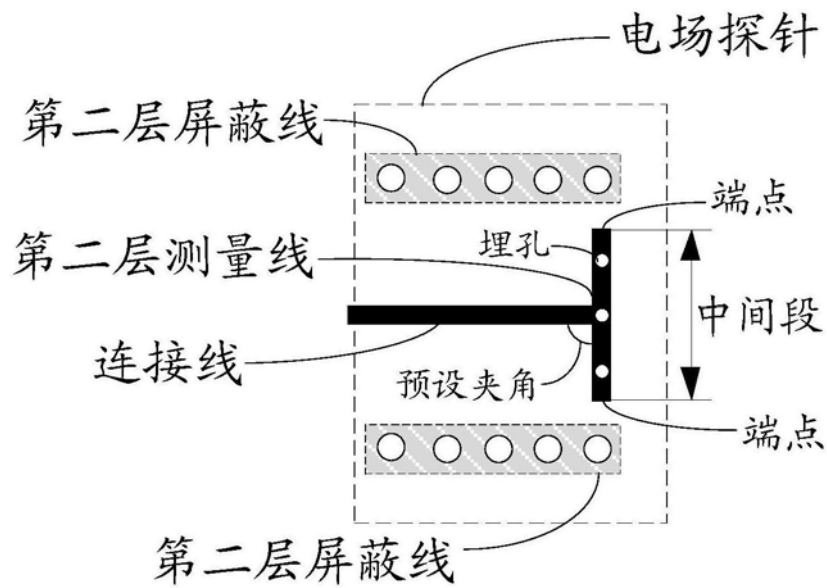


图9



安装孔

图10

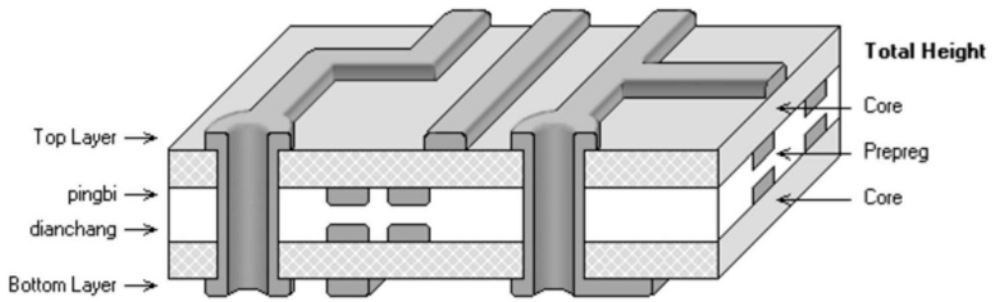


图11