



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109314314 B

(45) 授权公告日 2021.08.27

(21) 申请号 201780036691.2
 (22) 申请日 2017.06.26
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 109314314 A
 (43) 申请公布日 2019.02.05
 (30) 优先权数据
 00825/16 2016.06.29 CH
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2018.12.13
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/EP2017/065620 2017.06.26
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02018/001921 EN 2018.01.04
 (73) 专利权人 胡贝尔和茹纳股份公司
 地址 瑞士黑里绍市

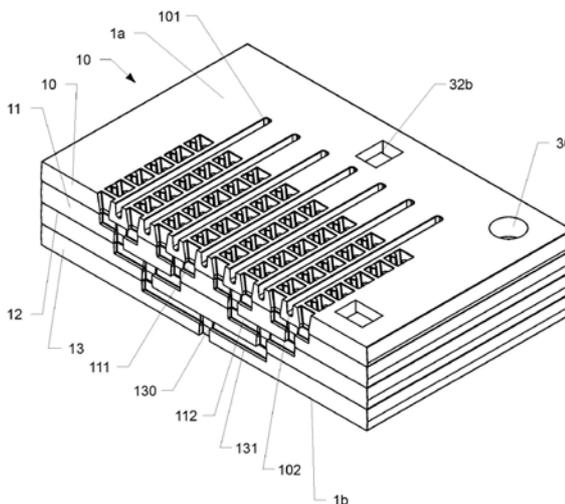
(72) 发明人 拉斐尔·格沃戈夫斯基
 (74) 专利代理机构 北京中安信知识产权代理事务所(普通合伙) 11248
 代理人 张小娟
 (51) Int.Cl.
 H01Q 1/52 (2006.01)
 H01Q 21/06 (2006.01)
 (56) 对比文件
 WO 9639730 A1,1996.12.12
 WO 9639730 A1,1996.12.12
 US 8467737 B2,2013.06.18
 CN 1897352 A,2007.01.17
 CN 205595462 U,2016.09.21
 审查员 李娣

权利要求书2页 说明书8页 附图10页

(54) 发明名称
 阵列天线

(57) 摘要

所公开为一种天线,特别是阵列天线。所述天线包含天线顶表面(1a)和天线底表面(1b)。所述天线进一步包含具有多个波导端分支(111)的波导通道结构。每一波导端分支(111)按一对一关系通往所述天线顶表面(1a)中的相关联的波导开口(100),其中所述波导开口(100)是按行与列的模式来布置。多个凹口(101)从所述天线顶表面(1a)朝向所述天线底表面(1b)延伸,所述多个凹口(101、101b)被布置使得凹口(101b)存在于同一行和/或列的相邻波导开口(100)对之间。



1. 一种天线,所述天线是阵列天线(1),所述天线包含天线顶表面(1a)和天线底表面(1b),其中所述天线包含具有多个波导端分支(111)的波导通道结构,其中每一波导端分支(111)以一对一关系通往所述天线顶表面(1a)中的相关联的波导开口(100),其中所述波导开口(100)按行与列的模式布置,且其中多个凹口(101、101b)自所述天线顶表面(1a)朝向所述天线底表面(1b)延伸,所述多个凹口(101、101b)被布置使得凹口(101、101b)存在于同一行和/或列的相邻波导开口(100)对之间;

其中所述波导通道结构通往所述天线底表面(1b)中的多个波导终端开口(130),且所述波导通道结构在所述天线顶表面(1a)与所述天线底表面(1b)之间延伸,所述波导通道结构连接所述波导开口(100)与所述波导终端开口(130);

其中波导终端开口(130)的数目对应于行数,且其中所述波导通道结构将每一波导终端开口(130)与对应行的所有波导开口(100)连接,且独立于其它行。

2. 根据权利要求1所述的天线,其中所述凹口是横越所述行和/或列延伸的细长通道(101)。

3. 根据权利要求2所述的天线,其中所述通道(101)延伸超出最外行和/或列。

4. 根据权利要求2或3所述的天线,其中通道深度沿着通道长度变化,特别是,周期性地变化。

5. 根据权利要求2或3所述的天线,其中通道宽度沿着所述通道长度变化,特别是,周期性地变化。

6. 根据权利要求1所述的天线,其中在相邻列之间的每一行中和/或在相邻行之间的每一列中提供单独的凹口(101b)。

7. 根据权利要求1或2所述的天线,其中凹口深度在处于所述天线的操作频率范围中的波长的1/8与3/8之间。

8. 根据权利要求1或2所述的天线,其中所述天线由堆叠的共面层(10、11、12、13)制成,其中所述天线顶表面(1a)属于顶部层(10),且所述天线底表面(1b)属于底部层(13)。

9. 根据权利要求1或2所述的天线,其中所述天线是由金属和/或金属化塑料和/或导电性塑料制成。

10. 一种天线,所述天线包含天线顶表面(1a)和天线底表面(1b),其中所述天线包含通往所述天线顶表面(1a)中的多个波导开口(100)的波导通道结构,所述波导开口(100)按行与列的模式布置,其中所述天线包含顶部层(10),其中所述天线顶表面(1a)属于所述顶部层(10),其中所述顶部层(10)由部分金属化的非导电性材料制成,且非金属化的区域存在于同一行和/或列的相邻波导开口(100)之间的所述天线顶表面(1a)上;

其中所述波导通道结构通往所述天线底表面(1b)中的多个波导终端开口(130),且所述波导通道结构在所述天线顶表面(1a)与所述天线底表面(1b)之间延伸,所述波导通道结构连接所述波导开口(100)与所述波导终端开口(130);

其中波导终端开口(130)的数目对应于行数,且其中所述波导通道结构将每一波导终端开口(130)与对应行的所有波导开口(100)连接,且独立于其它行。

11. 根据权利要求10所述的天线,其中在所述波导开口(100)周围的区域中将所述顶表面金属化,并且多个非金属化条带存在于所述天线顶表面(1a)上,使得非金属化条带在相邻行和/或列之间延伸。

12. 根据权利要求10所述的天线,其中所述天线顶表面(1a)在由所述波导开口(100)覆盖的整个区域上为非金属化的。

13. 根据前述任一权利要求所述的天线用于发射和/或接收射频电磁信号。

阵列天线

技术领域

[0001] 本发明属于高频和波导技术领域。更具体地说,其属于具有减小的互耦的阵列天线的领域。

背景技术

[0002] 在毫米波电子学领域中,通常已知使用波导而非有线或电连接。已知波导天线用于发射和接收在千兆赫兹 (GHz) 范围中的射频 (RF) 信号,且已知多种设计。在下文中,考虑所谓的阵列天线,其具有用于发射和/或接收RF信号的多个波导元件(波导开口)的布置。同样对于那些天线,已知多种设计。

发明内容

[0003] 对于阵列天线,天线阵列元件之间的互耦是导致RF效能降级的熟知现象。归因于互耦,天线阵列端口之间的隔离减小,并且这导致扫描盲区、交叉极化的增大和更高的回波损耗。

[0004] 增大有源元件(波导开口)之间的隔离的最常见方式是增大它们之间的距离。然而,这种对策受到限制,这是由于它也影响其它参数(例如,方向性),人们想要使所述参数处于控制之下,且所述参数可导致“光栅波瓣现象”,出于阵列的RF效能起见,应避免这种现象。

[0005] US4219820A建议通过在波导输出上放置薄的电介质片来使相互耦合最小化,其中一些印刷的金属化条带减少了相互耦合,从而导致较低的交叉极化。从一般RF效能的观点看来,归因于使用介电薄片和在电场最强处的辐射器开口的前部中的一些金属元件,这种解决方案导致额外损耗。其也可干扰辐射方向图(radiation patterns)。

[0006] US2014340271A1建议通过将天线阵列喇叭的外表面成形来使互耦合最小化。所述喇叭为单独的实体,并且其间存在自由空间。这种解决方案需要复杂的制造,这是由于每一喇叭为单独主体,并且还需要某一解决方案来将其安装并对准在一起。

[0007] W02015/172948A2建议一种天线,其中将通道布置于波导输出端之间。波导输出端耦合到在天线内部具有多个突出柱或指状物的共同空间。

[0008] 本发明的总体目的是改善关于互耦合的现有技术。有利地,具有减小的互耦合的天线紧凑且可按成本高效方式来制造。

[0009] 所述总体目的是通过独立权利要求的主题来实现。特别有利以及大体示例性的实施例由附属权利要求的主题以及本文件的总体公开内容来限定。本发明总体以及特定实施例的特定优势在下文在总体描述的上下文中论述。

[0010] 在一个方面,通过提供一种天线,特别是一种阵列天线来实现整体目标。所述天线包含天线顶表面和天线底表面。所述天线进一步包含具有多个波导端分支的波导通道结构。所述多个波导端分支中的每一个按一对一关系通往所述顶表面中的相关联的波导开口。所述波导开口是按行与列的模式(pattern)来布置。多个凹口从所述天线顶表面朝向所

述天线底表面延伸,所述多个凹口被布置使得一个凹口存在于同一行和/或列的相邻波导开口对之间。

[0011] 波导端分支是波导通道结构的端段。归因于波导端分支与波导开口之间的一对一关系,波导开口的数目对应于波导端分支的数目。

[0012] 顶表面通常是平的或平坦的。横越顶表面的凹口的延伸部被称作深度。在以下进一步更详细论述的特定实施例中,顶表面与底表面分别相互平行地共平面。

[0013] 波导开口用于天线与环境的电磁耦合,特别是射频耦合。经由波导开口,在操作中发射和/或接收射频信号。为此目的,波导通道结构通常包含与每一波导端分支相关联的喇叭形波导通道段。喇叭形波导通道段通往天线顶表面,由此形成波导开口。

[0014] 波导开口按 $m \times n$ 矩阵布置,其中 m 是行数,且 n 是列数。

[0015] 在无根据本公开存在的凹口的情况下,当辐射射频(RF)能量时作为辐射元件的波导开口在天线的金属表面上,特别是在波导开口之间,激发电流。该电流对波导元件之间的电互耦合有影响。根据本公开,借助于输电线阻抗变换,在凹口的底部处的电流“短路”被转换成在顶表面处的电流“开路”。以此方式,前面提到的激发电流被避免或至少显著减小,由此减小互耦合。如果天线接收RF能量,则以类似的方式同样适用。

[0016] 在一个实施例中,凹槽是细长通道,其横向延伸到行和/或列。

[0017] 对于通道只横向延伸到行的实施例,通道平行于列且在列之间延伸。像波导开口一样,通道通往顶表面,且朝向底表面延伸。每一通道在许多行上且通常在所有行上延伸。对于这种类型的实施例,针对 n 列,相应地存在 $(n-1)$ 个通道。所述通道通常沿着直线延伸,且具有通道长度 l 。横越通道的纵向或长度延伸且横越通道深度的在顶表面中或平行于顶表面的通道尺寸被称作通道宽度。所述通道也可被称作“凹槽”或“槽”。

[0018] 类似地,对于通道只横越列延伸的实施例,通道是平行于行且在行之间布置的。对于这种类型的实施例,针对 m 行,相应地存在 $(m-1)$ 个通道。

[0019] 对于另一类型的实施例,通道平行于行和列且在行与列之间延伸。这里,通道平行于每一对相邻列和每一对相邻行且在每一对相邻列与每一对相邻行之间延伸。对于波导开口的 m 个行,在所述行之间相应地存在 $(m-1)$ 个通道。同样地,对于波导开口的 n 个列,在所述列之间相应地存在 $(n-1)$ 。对于这类型的实施例,一共相应地存在 $(m-1) + (n-1)$ 个通道。

[0020] 为了简洁起见,以下描述主要参照通道横越行、平行于列且在列之间延伸的实施例。

[0021] 在凹口为通道的实施例中,通道延伸超出最外行和/或列。在潜在稍微较低效能的情况下,所述通道也可以结束于与最外的行以及列的外边缘齐平。最外行是行 1 和 m 。最外列被称作列 1 和 n 。

[0022] 在凹口为细长通道的实施例中,通道的横截面为实质上矩形,其中为了制造原因,宽度通常在顶表面处比在底部处稍宽。出于制造原因,特别是通过注射成型,通道的纵横比通常被选择为 $2:1$ 或更小,即,通道深度不大于通道宽度的双倍。

[0023] 在凹口为细长通道的实施例中,通道宽度和通道深度在整个通道长度上是恒定的。

[0024] 在凹口为细长通道的另一实施例中,通道深度沿着通道长度变化,特别是周期性地变化。通道宽度可在通道长度上恒定或变化。

[0025] 在凹口为细长通道的另一实施例中,通道宽度沿着通道长度变化,特别是,周期性地变化。通道深度可在通道长度上恒定。

[0026] 在一个实施例中,在相邻列之间的每一行中和/或在相邻行之间的每一列中提供单独的凹口。对于这种类型的实施例,凹口不具有细长通道的形状,而是为相对于彼此隔离的凹陷部。在此实施例中,像波导通道一样,凹口按矩阵且在波导通道之间布置。对于波导开口的 m 个行和 n 个列,凹口可按 $m \times (n-1)$ 矩阵布置。在每一行中, $n-1$ 个凹口有利地居中,分别与这一行的波导开口对准。替代地或另外,凹口可按 $(m-1) \times n$ 矩阵且在每一列中布置, $(m-1)$ 个凹口有利地居中,分别与这一列的波导开口对准。

[0027] 在一个实施例中,凹口深度在处于天线的操作频率范围中的波长的 $1/8$ 与 $3/8$ 之间。对于单个频率,从理论观点看来,将波长的 $1/4$ 的凹口深度视为理想的。对于实际用途且针对频率范围而非单个频率设计的天线,以上给定的范围大体适当。典型且示例性的频率范围是57GHz到66GHz。

[0028] 在一个实施例中,波导通道结构通往在天线底表面中的多个波导终端开口,且波导通道结构在天线顶表面与天线底表面之间延伸。波导通道结构耦合波导开口与波导终端开口。波导终端开口用于将天线耦合到RF电路,所述RF电路例如布置于印刷电路板上和/或具有波导输入端/输出端。

[0029] 波导通道结构的波导通道可部分或完全为脊形,亦即,呈单脊波导或双脊波导的形式,以便在天线的操作频率范围中实现所要的RF特性,特别是与例如印刷电路板(PCB)的波导结构的其它组件匹配的良好阻抗。在一个特定实施例中,波导通道结构的波导通道在通往波导终端开口的段中是双脊形,从而导致波导终端开口也是双脊形。

[0030] 在一个实施例中,波导终端开口的数目对应于行数,且波导通道结构将每一波导终端开口与对应行的所有波导开口耦合,且独立于其它行。对于一个典型的实施例,波导终端开口分别沿着直线,以及平行于波导开口的列布置。对于单个行独立的耦合尤其意味着不存在经由波导通道结构的耦合。归因于根据本公开的布置,在每一行内的波导开口的固有电磁耦合被避免或至少实质上减小。对于这种类型的实施例,馈入到特定波导终端开口内的射频信号因此被分布到对应行的所有波导开口。类似地,如果天线作为接收天线操作,那么电磁信号可从一行的所有波导开口收集,且馈入到对应的波导终端开口。

[0031] 在一些典型的天线设计中,为了在属于相邻行且同一列的波导开口之间提供凹口,不存在空间。这是由提供辐射的/接收的信号垂直极化的要求产生,如与行方向相比,垂直极化导致波导开口在列方向上较宽。不允许在属于相邻行且同一列的波导开口之间提供凹口的又一典型要求是波束扫描能力的实现,由于避免“光栅波瓣现象”的需求,其限制在行之间的可能的距离。然而,在另一实施例中,凹口可布置于属于相邻行且同一列的波导开口对之间。

[0032] 在一个典型实施例中,波导通道结构被设计使得馈入到波导终端开口内的信号到达具有共同相对相位的对应行的所有波导开口。在波导终端开口与对应行的相关联的波导开口之间,信号传播时间因此相等。在一个典型实施例中,进一步按照对于不同行的相同方式来设计波导通道结构。

[0033] 在一个实施例中,天线是从堆叠的共面层制成。天线顶表面属于顶部层,且天线底表面属于底部层。一个或多个中间层可夹在顶部层与底部层之间,且包含耦合通道结构,所

述耦合通道结构用于波导开口与波导终端开口之间的波导耦合,例如,以前面描述的方式。通常,所有层具有相同侧向尺寸(垂直于堆叠方向)且相互对准,从而导致天线的总体立方形或立方体形状。

[0034] 在一个实施例中,天线是由金属和/或金属化塑料和/或传导性塑料制成。对于如前面所解释的天线由许多堆叠层制成的实施例,个别层可由金属,例如黄铜和/或金属化塑料,制成。塑料通常在所有表面上涂有金属,特别是所有功能相关表面。这些功能相关表面特别包含各个层的顶表面和底表面,至少在波导通道结构的区域中,和在塑料内的波导通道结构的内表面。金属化还包括凹口的侧壁和底部,例如,通道,从而确保特别是凹口底部的导电耦合。金属化是通过如本领域公知的金属涂布或金属镀敷来实现的,从而在最初的非导电塑料上形成连续的导电层。在天线完全或部分由金属制成的实施例中,可使用机械加工用于产生所要的结构,特别是波导结构。使用金属而非塑料可为有利的,例如,在小型系列和测试设备应用中。作为金属和金属化塑料的替代或补充,可以使用导电塑料,特别是基于碳纤维复合材料的导电塑料。

[0035] 根据另一方面,总体目的通过另一天线实现。这种类型的天线包含天线顶表面和通往天线顶表面中的多个波导开口的波导通道结构。波导开口按行和列的模式来布置,其中天线包含顶部层,其中天线顶表面属于顶部层。顶部层是由部分金属化的非导电性材料制成,其中非金属化区域存在于同一行和/或列的相邻波导开口之间的天线顶表面上。

[0036] 对于前面描述的类型天线,避免/减小互耦合的目标通过在凹口的底部处的电“短路”来实现,所述电“短路”被变换成在顶表面处的电“开路”,如前面所解释。对于这里描述的另外的天线,通过提供相邻波导开口之间的非导电性区域来实现类似效应,由此通过消除波导开口之间的直接表面电流来减小互电耦合,从而也避免了分别减少相互电耦合。

[0037] 根据这种类型的天线的一个实施例,在波导开口周围的区域中将顶表面金属化,并且多个非金属化条带存在于天线顶表面上,使得非金属化条带在相邻行和/或列之间延伸。非金属化条带按实质上与前面描述的类型实施例的通道相同的方式布置,平行于列且在列之间延伸。非金属化条带可通过在表面金属化时保留相应的条带形表面区域或通过首先完全将表面金属化且随后去除金属化不需要的条带形区域中的金属化来实现。可按与前面描述的实施例的细长通道相同的方式来布置非金属化的条带。

[0038] 根据这种类型的天线的另一实施例,天线顶表面在由波导开口覆盖的整个区域上非金属化。特别是,可将天线顶表面完全非金属化。然而,天线开口保持金属化以便发射或接收高频信号。

[0039] 根据另一方面,总体目的是通过使用如前面和/或进一步在下文解释的天线用于发射和/或接收射频电磁信号来实现。

[0040] 等效地,总体目的是通过一种用于发射和/或接收射频电磁信号的方法来实现,包括经由一天线发射和/或接收RF信号的所述方法在前面和/或在下文进一步解释。

附图说明

[0041] 图1以示意性透视图示出示例性阵列天线;

[0042] 图2以分解图示出阵列天线;

[0043] 图3示出天线顶表面的俯视图;

- [0044] 图4示出天线底表面的仰视图；
- [0045] 图5以透视性切割图示出天线；
- [0046] 图6以顶视图(细节)示出阵列天线的另一实施例；
- [0047] 图7以顶视图(细节)示出阵列天线的另一实施例；
- [0048] 图8以顶视图(细节)示出阵列天线的另一实施例；
- [0049] 图9以顶视图(细节)示出阵列天线的另一实施例；
- [0050] 图10以横截面图(细节)示出阵列天线的另一实施例；
- [0051] 图11以横截面图(细节)示出阵列天线的另一实施例；
- [0052] 图12以横截面图(细节)示出阵列天线的另一实施例；
- [0053] 图13以天线顶表面的示意图示出阵列天线的另一实施例；
- [0054] 图14以天线顶表面的示意图示出阵列天线的另一实施例。

具体实施方式

[0055] 在示例性实施例的以下描述中,关于根据附图的观看方向参考诸如“顶部”,“底部”,“左侧”,“右侧”的方向术语,并且仅用于提高读者的理解。它们不涉及使用中的任何特定方向或定向。此外,跨越所示坐标系的x-y方向(垂直于z方向)的平面被称为“横向”。术语“覆盖区(footprint)”的使用是参考z方向作为观察方向。

[0056] 在下文中,首先参考图1,以透视图示出了根据本发明的示例性阵列天线1。

[0057] 举例来说,天线1自身是通过四个共面层10、11、12、13的堆叠来实现。另外举例来说,所有层10、11、12、13具有相同矩形覆盖区,并且在z方向上按一个在另一个上面以一致的方式布置,多个层表面垂直于z方向延伸。层13是底部层,层10是顶部层。层10、11、12、13通过注塑成型塑料示例性地实现并且在所有相关表面上金属化。即,顶表面和底表面至少在波导通道结构的区域中金属化。通常,顶表面和底表面在其整个区域上金属化。同样地,将波导通道结构的内壁金属化。金属化可由高导电性金属(例如,铜或银)制成。替代地,一些或所有层可由金属(例如,黄铜)制成。

[0058] 在天线1内部的波导通道结构(图1中不可见)通往在天线顶表面1a中的多个波导开口100。同时,天线顶表面1a为顶部层10的顶表面。波导开口100是按行与列的正则矩阵(regular matrix)来布置。如以下在图5的上下文中进一步更详细地解释,每一波导开口100按一对一关系与波导通道结构的端分支111(图1中不可见)相关联。

[0059] 在以下,另外参考图2,其以透视图示出天线组合件,其中单个层10、11、12、13沿着z方向相互间隔,且出于清晰起见,顶部层10进一步被旋转。

[0060] 以下,另外参考图3。图3示出天线顶表面1a的俯视图。举例来说,总共有64个波导开口100。波导开口100布置在示例性 $m=8$ 行并且 $n=8$ 列的正则矩阵中。行是垂直定向的(在y方向上延伸),其中最左边的行被称作行R1,且最右边的行被称作行R8。列是水平定向的(在x方向上延伸),其中最上部的行被称作列C8,且最下部的列被称作列C1。

[0061] 呈细长通道101形式的凹口存在于相邻列对之间。对于示例性的八列,相应地存在7个通道。

[0062] 通道101的长度和布置使得通道101分别对称地延伸超出最外侧行R 1、R 8中的波导开口100。

[0063] 以下,另外参考图4。图4示出天线底表面1b的仰视图,所述底表面1b同时是底部层13的底表面。在天线1内部的波导通道结构(图4中不可见)通往多个示例性双脊形波导终端开口130,所述波导终端开口130经由波导通道结构与波导开口100连接。波导终端开口130示例性地沿着单个列布置。在波导终端开口周围提供锡焊区域132,以便提供与另外组件的配合表面,这样建立与例如布置于印刷电路板上的RF电路的操作性耦合。这个脊可用作焊接其他组件的表面,或仅增大在天线波导终端开口周围的区域与其他组件之间的接触压力,从而在无焊料连接的情况下的更好电连接,例如,在天线与其他组件之间的螺纹拧紧。

[0064] 在示出的实例中,示例性立方体形对准突起31a、31b呈三角形配置由底部层13和中间层11、12的顶表面突出。两个对准突起31a沿着平行于一个边缘的行布置,且相互尽可能远地间隔开,以便使公差引起的对准误差最小化。在适当对准的状态中,对准突起31a啮合在堆叠中的下一个上部层的底表面中的对应的对准开口32a。对准突起31a和对准开口32a确保沿着第一方向(x方向)在天线层10、11、12、13之间的对准。对于沿着垂直于第一方向的第二方向(y方向)的对准,第三对准突起31b和对应的对准开口32b分别设置在顶部和底部表面上。示例性地,对准突起31a、31b和对准开口32a、32b各自形成等腰三角形。

[0065] 示例性地,在所有层的对角线中另外设置两个贯穿的对准孔30。在层的正确互对准的状态中,所有层的对准孔重合,因此形成两个通孔。在这个实例中,对准孔30用于在组装期间经由对准销(未示出)的工艺对准,随后去除对准销以便避免定位冗余。然而,替代地,对准孔和对准销也可用于永久对准,同时省略对准突起31a、31b和对准开口32a、32b。此实施例可尤其对于机械加工的金属层有利,这是由于对准突起31a、31b的机械加工耗时,且涉及切割大量材料。在另一变型中,省略对准孔30。对准孔30和/或成对的对准突起31a、31b和对准开口32a、32b也可以用于与其他组件对准,例如印刷电路板(PCB)。

[0066] 举例来说,借助于焊接,将层10、11、12、13安装且连接在一起。焊料层机械连接层10、11、12、13,并且通过金属或金属化的顶部和底部表面进一步确保相邻层的顶表面和底表面的电流耦合。作为对焊接层10、11、12、13的替代或补充,可使用夹钳、固定物等。此外,层之间的连接也可借助于用在塑料材料内部具有自切螺纹的螺钉螺纹拧紧或通过具有非自切螺纹(例如,机器螺纹)的螺钉来进行。

[0067] 举例来说,与另外组件的机械和电连接,特别是具有印刷电路板(PCB)的天线底表面1b,可经由具有切入层的自切螺纹的示例性四个螺钉(未展示)来实现。为此目的,在所述多个层中存在对应的孔500(对于在图2和图4中的底部层13,可见)。作为对螺钉的替代或补充,可使用夹钳、固定物等。此外,可使用具有非自切螺纹(例如,机器螺纹)的螺钉和额外螺帽。

[0068] 在以下,参考图5。图5示出天线1的透视性横截面图。可以看出,通道101从天线顶表面1a朝向天线底表面1b延伸。通道101完全在顶部层10内部延伸。顶部层10的厚度因此比如从天线顶表面1a到通道底部102测量的通道101的深度厚。通道101的深度有利地在天线的操作频率范围(其可例如为从57GHz到66GHz)的波长的1/8与3/8之间。在顶表面1a处的通道101的宽度大于在天线的操作频率范围的中频中的1/8波长,且有利地在通道底部102处稍小。如果顶部层10是由金属化的塑料制成,那么天线顶表面1a的金属化延伸到通道101内,使得内侧壁和通道底部102也被金属化。

[0069] 图5进一步针对单个行说明在天线1内部的波导通道结构。从波导终端开口130开

始,波导通道结构在底部层13中以对称方式分成两个分支131。在接着的第一中间层12中,分支130中的每一个以对称方式分成两个分支121,从而导致在第一中间层12的顶部处的一共四个分支。在接着的第二中间层11中,分支121中的每一个以对称方式分支成两个分支(波导端分支)111,从而导致在第二中间层11的顶表面处的一共八个分支(波导端分支)111,其对应于八个列的数目。所述布置使得在每一层的顶表面中的开口与在下一个接着的层的底表面中的层的对应的开口对准,因此确保平稳的信号过渡。对称性设计进一步确保在波导终端开口100与在对于相关联的行的所有列中的每一个波导开口100之间的恒定信号传播时间。如图5中展示的结构针对每一行独立地重复。

[0070] 在又一实施例中,通道101由在大体金属化的天线顶表面1a(与顶部层10的顶表面相同)上的非金属化条带替换。否则,所述设计特别是俯视图(图3)和仰视图(图4)可与在图1到图5的实施例中相同,其中参考101指示非金属化条带。

[0071] 在下文,进一步参考图6到图9,各以详细顶部表面图示出根据本公开的天线1的又一实施例。注意,如与图3、4相比,图6到图9的视图被旋转90度。即,行(由“R”指示)在图上水平延伸,且列(由“C”指示)垂直延伸。在没有不同地陈述的情况下,所述设计与图1到图4的实施例大体相同。在图6到图9中的每一者中,展示三个行和两个列。

[0072] 在图6到图8中的每一者中,通道101的宽度沿着通道长度变化。在图6中,通道宽度以不连续的阶梯在两个不同宽度之间周期性地变化。在图7中,通道宽度按正弦周期性地变化,而在图8中,其按对称性锯齿状线变化。示例性地,通道101的设计使得通道比波导开口100的多个行之间宽或者更宽,且比多个行的中心线窄或者最窄。然而,其他相对对准是可能的。

[0073] 图9的实施例与所有前面描述的实施例不同,这是就针对这个实施例凹口未提供为细长通道来说。取而代之,在每一行中且在相邻列之间的顶部层10中提供呈凹陷101b形式的单独凹口。在每一行中,凹陷101b与这一行的波导开口100对准。对于波导开口100的n行与m列的布置,因此在波导开口100之间存在总数 $n \times (m-1)$ 个凹陷101b。虽然在图9的详图中不可见,但可另外存在延伸超出最外行的其他稍微细长的凹陷。此类额外凹陷有利地增进互耦合的减小。

[0074] 在下文,另外参考图10到图12,各以沿着通道101的顶板10的横截面图示出根据本公开的天线1的又一实施例。图10到图6的实施例在多数方面类似于图1到图5的实施例,特别地,像图1到图5的实施例一样,具有在波导开口100的列之间且平行于相邻列的通道101。在图10到图12中的每一个中,与图1到图5的实施例不同,通道深度沿着通道长度变化,使得通道底部102沿着通道长度具有距天线顶表面1a的变化距离。

[0075] 在图10中,通道深度以不连续的阶梯在两个不同深度之间周期性地变化。在图11中,通道深度按正弦周期性地变化,而在图12中,其按对称性锯齿状线变化。注意,图10到图12的实施例类似于图6到图8的实施例,主要差异在于,在图6到图8中,通道宽度变化,而在图10到图12中,通道深度变化。

[0076] 在下文,另外参考图13,其以天线顶表面1a的示意图示出根据本公开的天线1的又一示例性实施例。在多数方面,图13的实施例类似于图1到图5的前面论述的实施例。特别地,细长通道101布置于相邻列对之间且平行于相邻列对。然而,在图13中,细长通道101另外布置于相邻行对之间且平行于相邻行对。对于n个行与m个列,通道101因此形成一个(m-

1) \times (n-1) 网格。

[0077] 在下文,另外参考图14,其以天线顶表面1a的示意图示出根据本公开的天线1的又一示例性实施例。在多数方面,图13的实施例类似于图1到图5的前面论述的实施例。然而,相比之下,所述天线顶表面1a(与顶部层10的顶表面相同)完全非金属化,且在波导开口100之间不存在凹口。

[0078] 参考符号

[0079] 1 阵列天线

[0080] 1a 天线顶表面

[0081] 1b 天线底表面

[0082] 10 顶部层

[0083] 11 (第二) 中间层

[0084] 12 (第一) 中间层

[0085] 13 底部层

[0086] 30 对准孔

[0087] 31A、31b 对准突起

[0088] 32A、32b 对准开口

[0089] 100 波导开口

[0090] 101 凹口(细长通道)

[0091] 101b 凹口(凹陷)

[0092] 111 波导通道结构的分支(波导端分支)

[0093] 102 通道底部

[0094] 121 波导通道结构的分支

[0095] 130 波导终端开口

[0096] 131 波导通道结构的分支

[0097] 132 锡焊区域

[0098] 500 螺钉孔

[0099] R1...R8 行

[0100] C1...C8 列

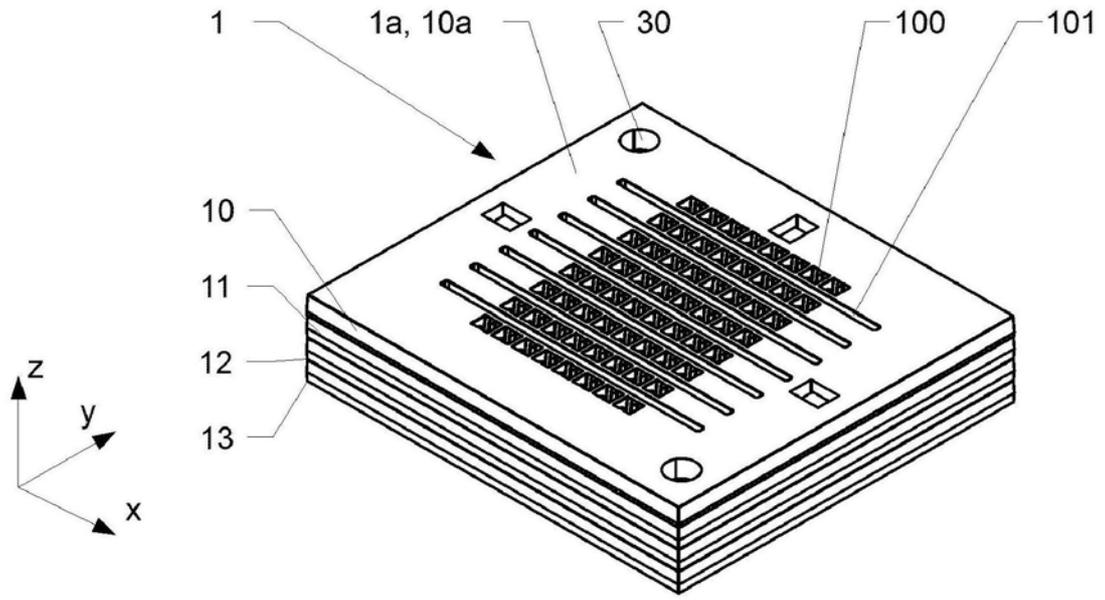


图1

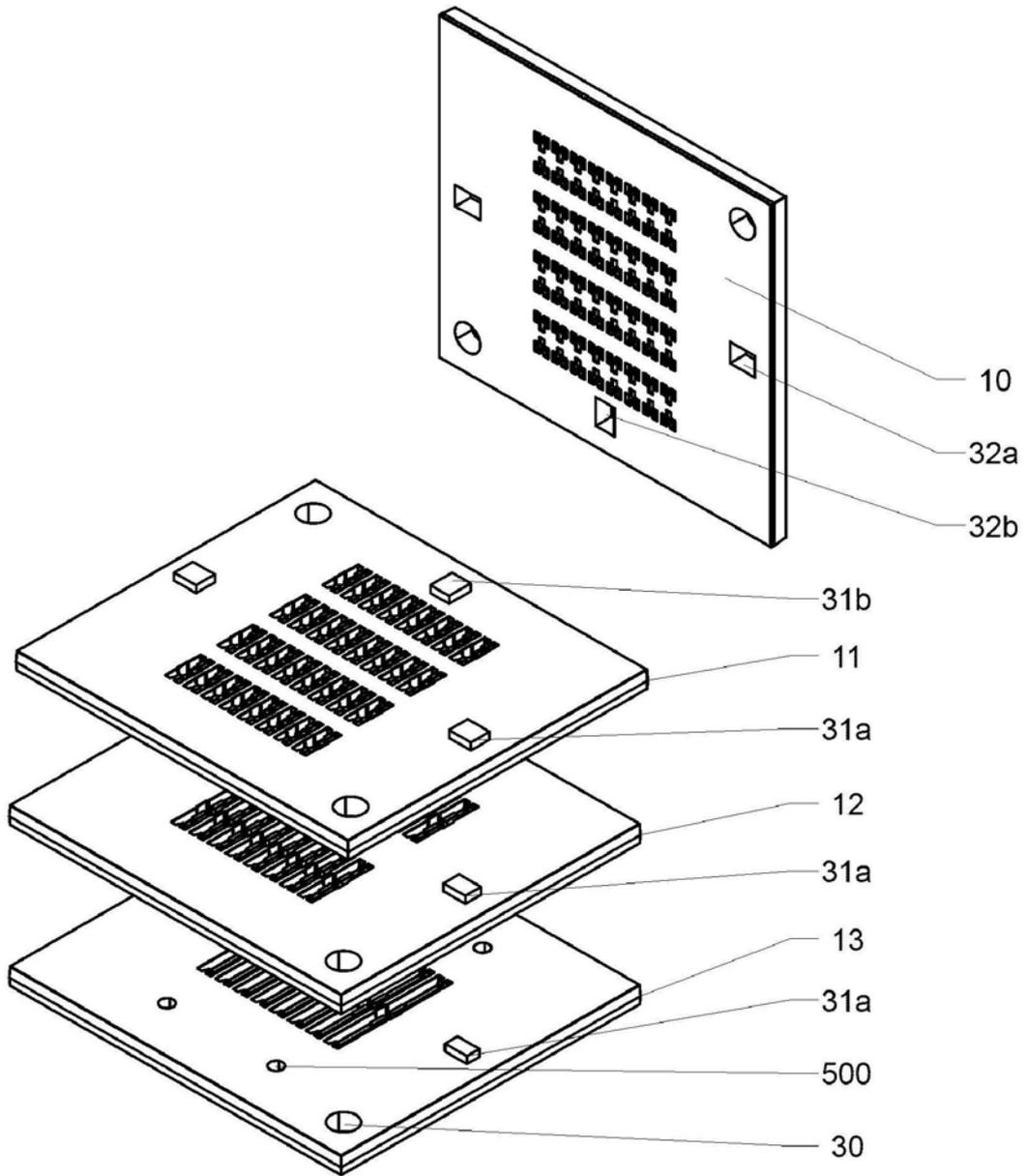


图2

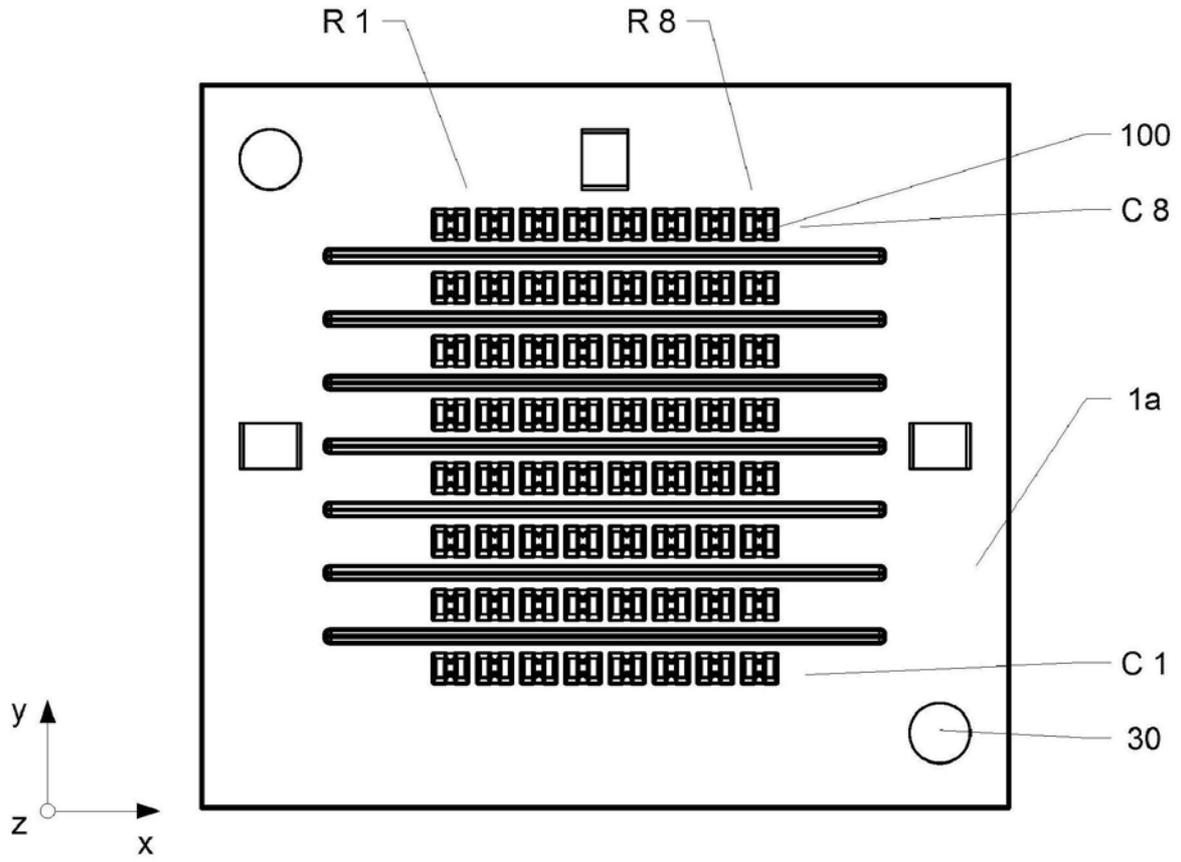


图3

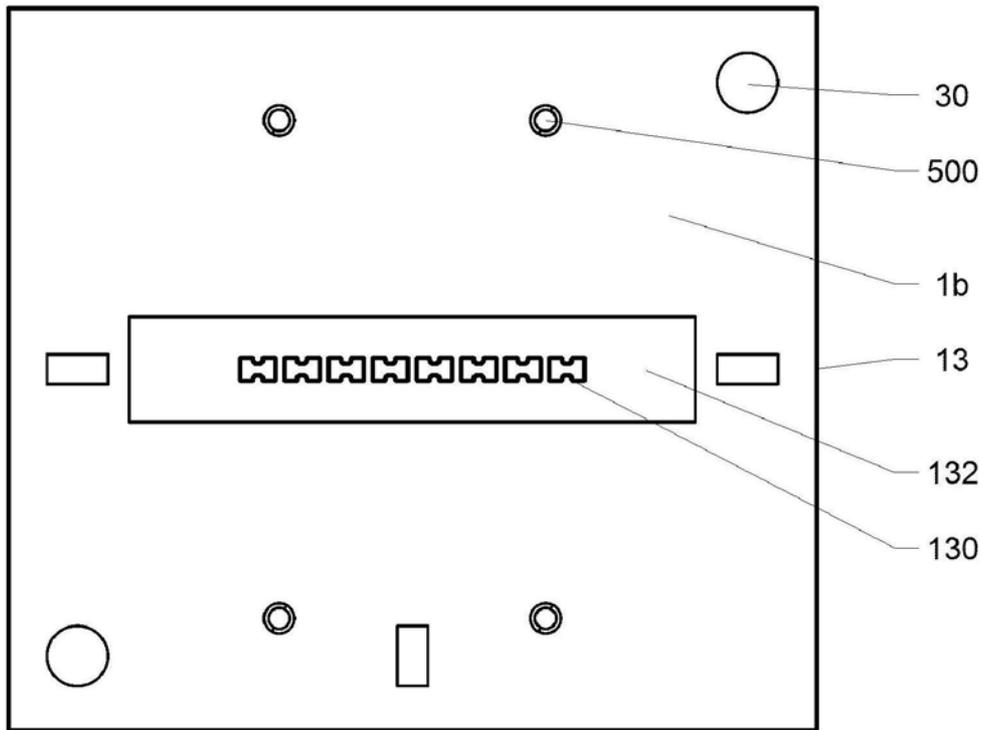


图4

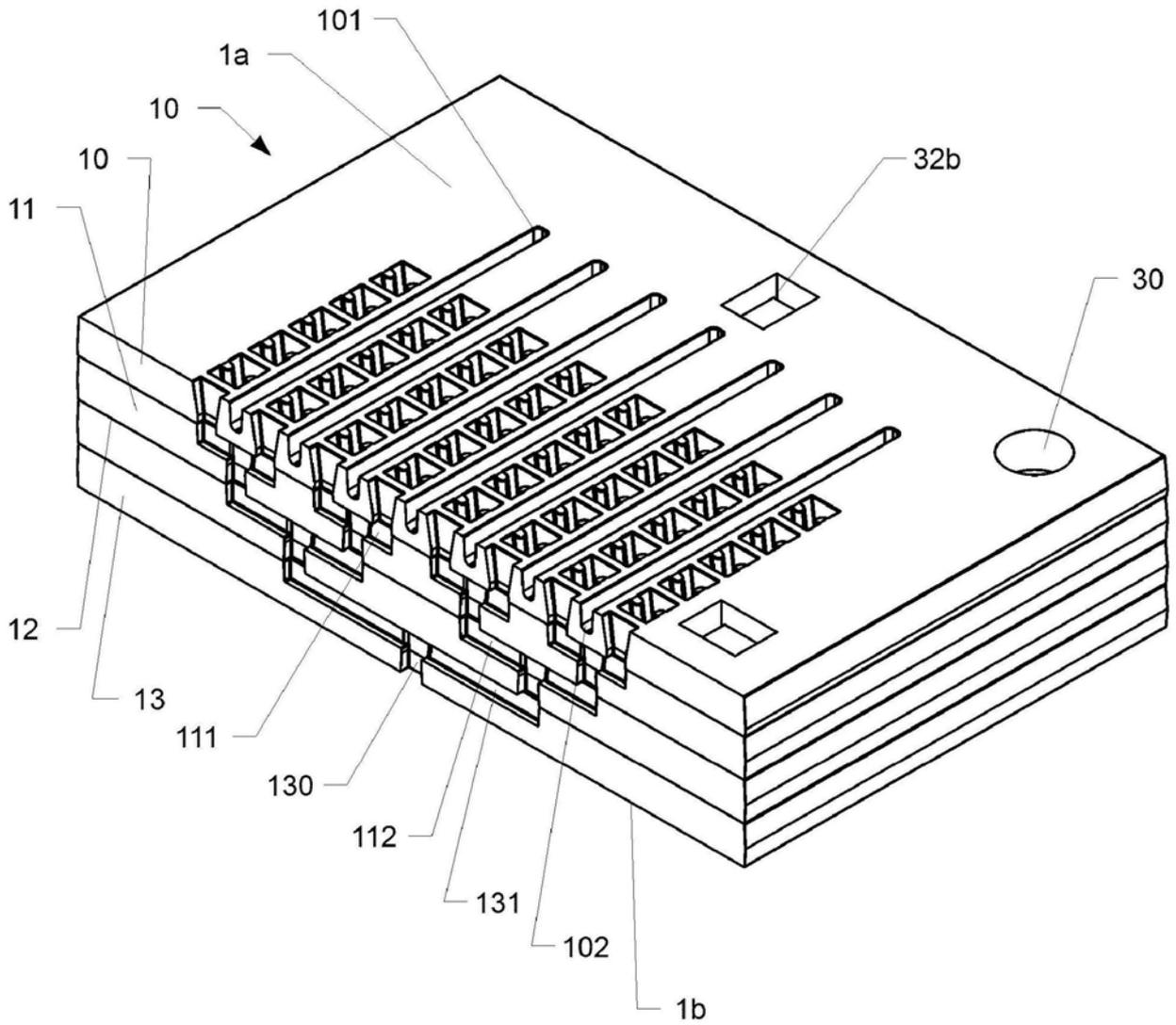


图5

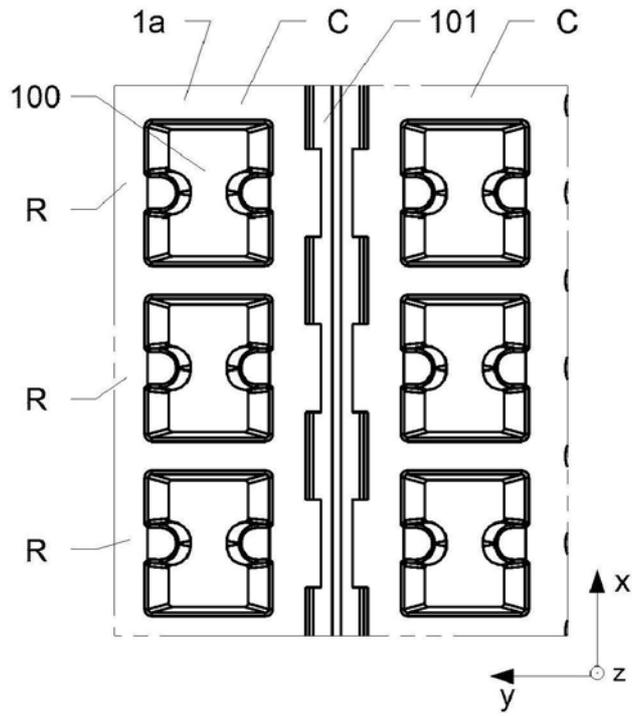


图6

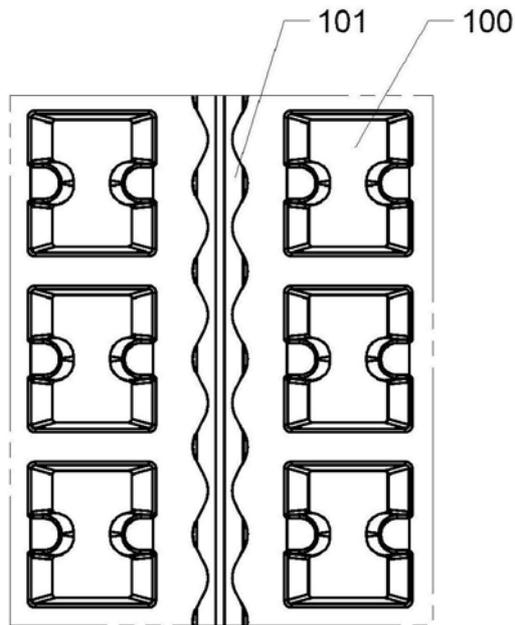


图7

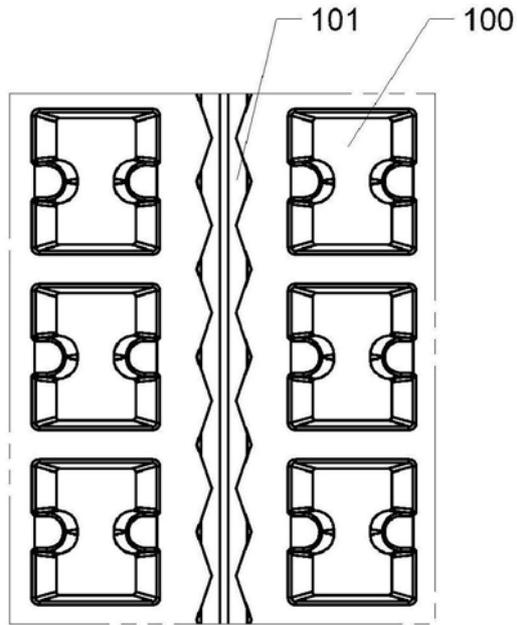


图8

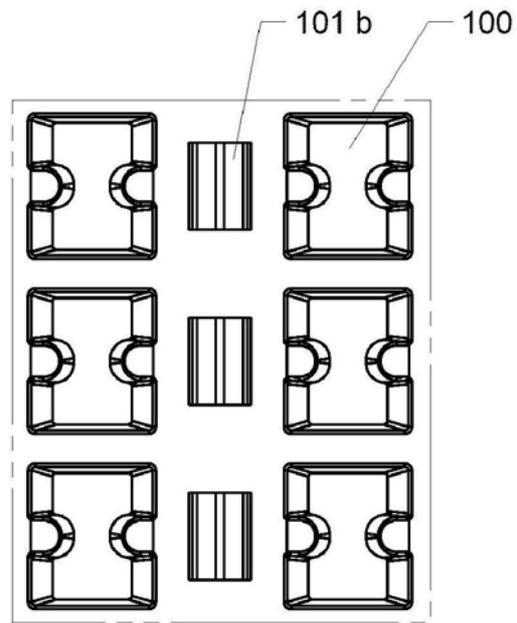


图9

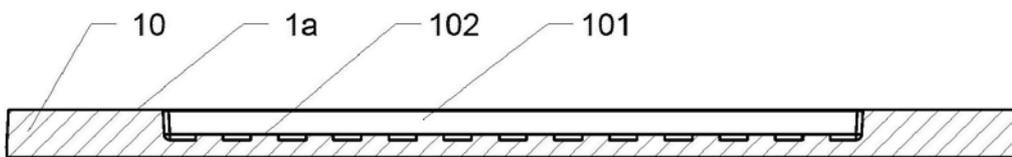


图10

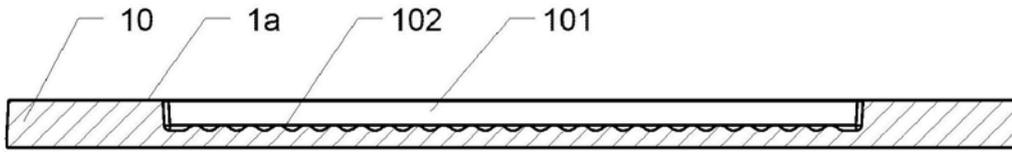


图11

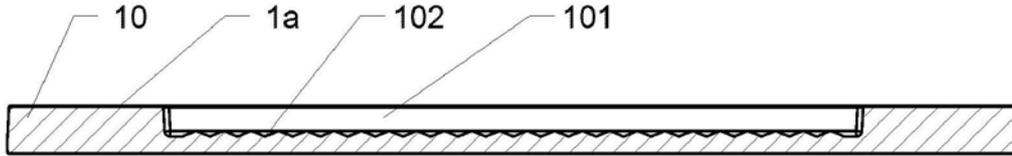


图12

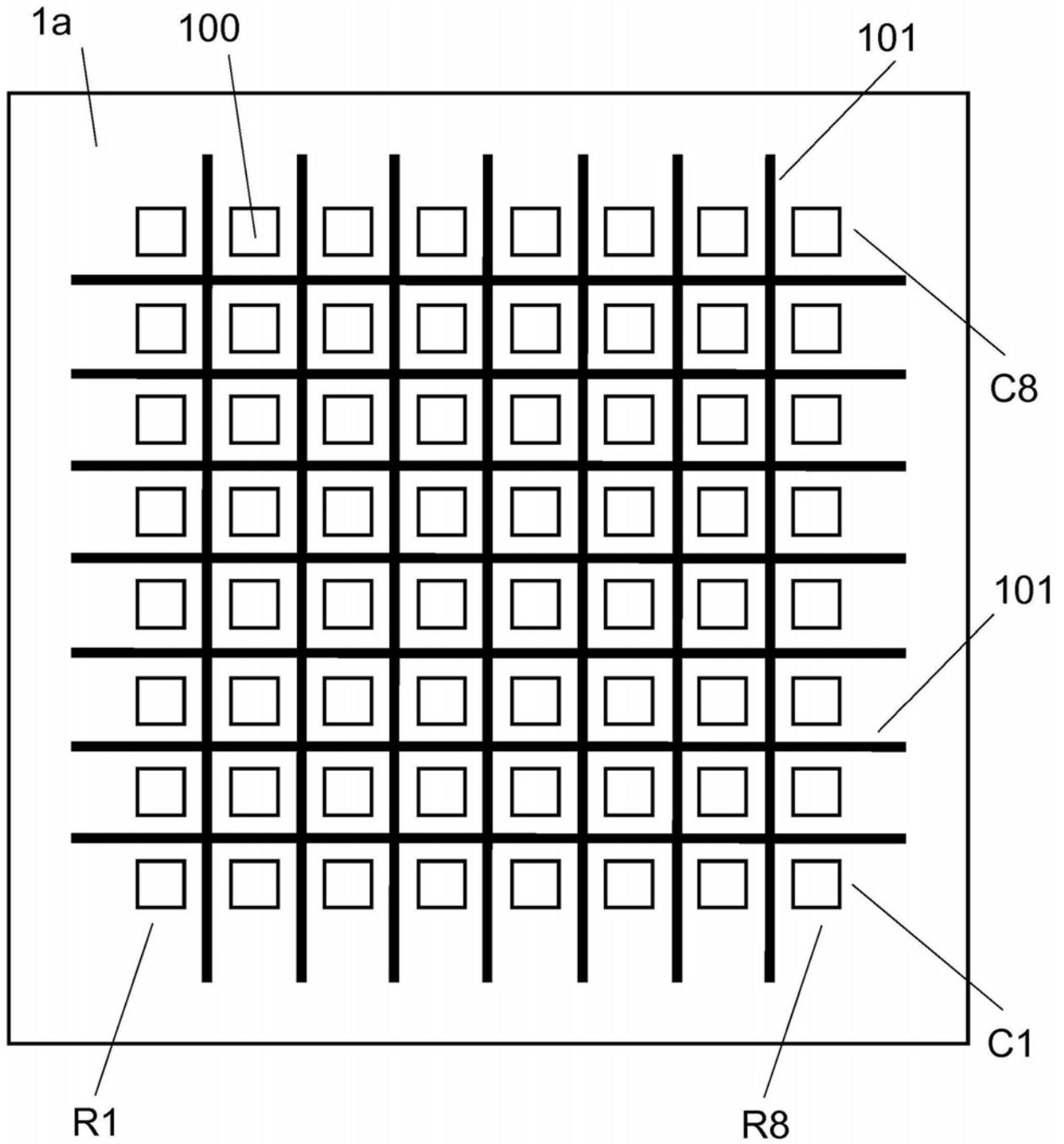


图13

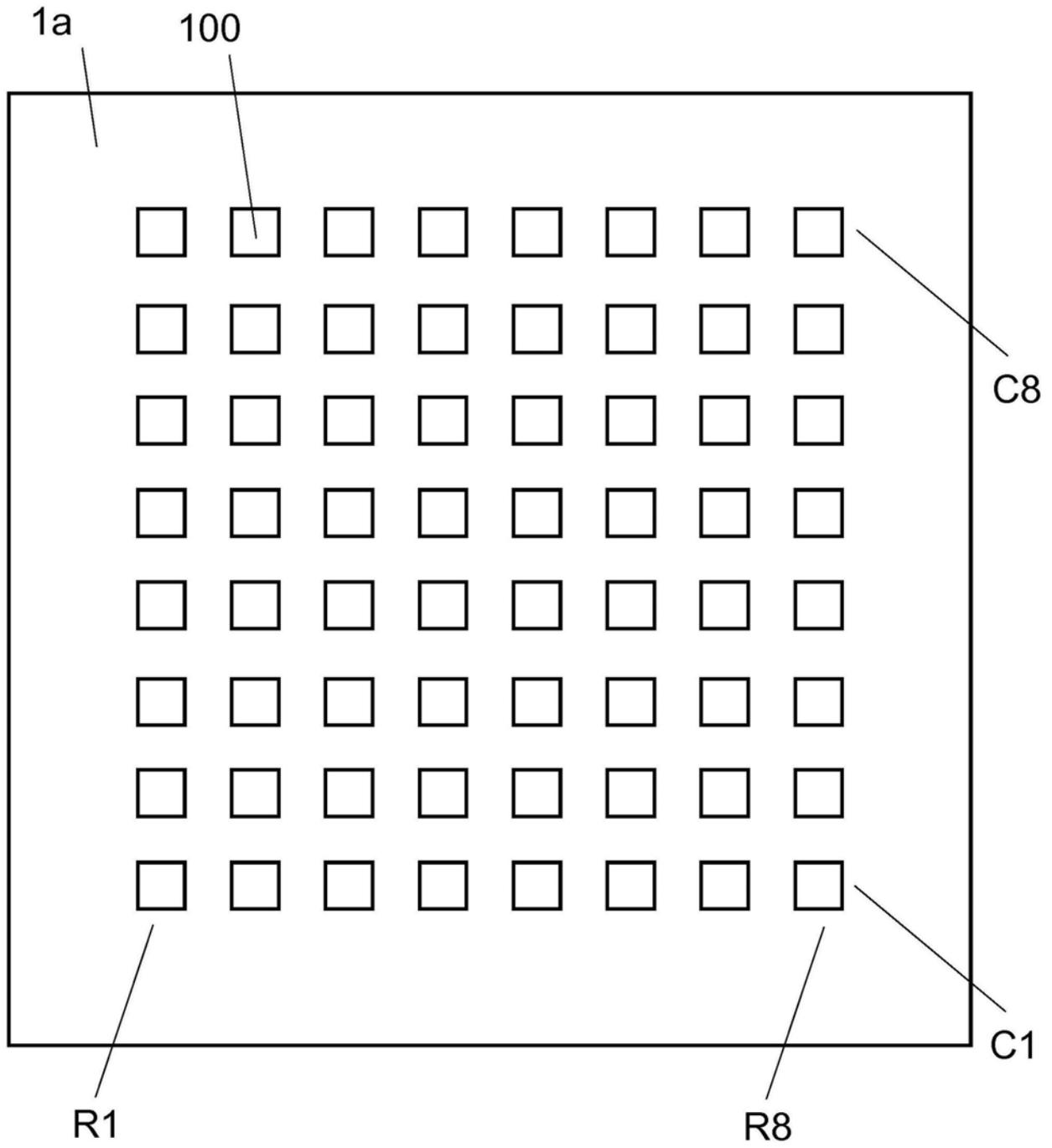


图14