(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108370102 A
(43)申请公布日 2018.08.03

(21)申请号 201780004287.7

(22)申请日 2017.02.21

(30)优先权数据
62/305,881 2016.03.09 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.05.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/018644 2017.02.21

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/155683 EN 2017.09.14

(71)申请人 康普技术有限责任公司
地址 美国北卡罗来纳州

(72)发明人 I·T·雷尼尔松 C·比安科托 D·J·沃克

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 秦振

(51)Int.Cl.
H01Q 21/06(2006.01)
H01Q 21/00(2006.01)

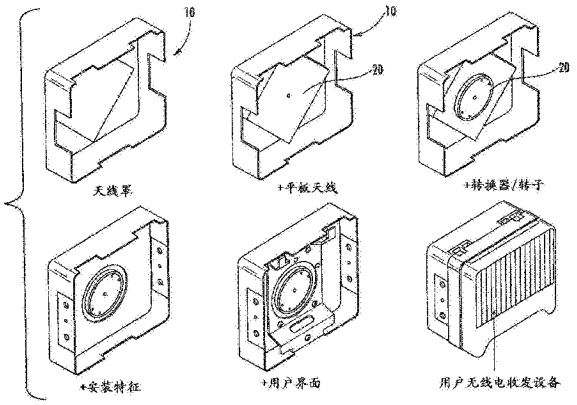
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

用于形成平板阵列天线的3D打印工艺

(57)摘要

一种形成平板阵列天线的方法，包括以下步骤：(a)提供用于平板阵列的数字化设计，所述平板阵列包括在沿着所述平板阵列的厚度维度的区域中变化的多个几何形状特征部；(b)将所述数字化设计分成在所述厚度维度上堆叠的多个薄片层；(c)形成对应于所述多个薄片层中的一个薄片层的材料薄层；(d)固定所述材料薄层；和(e)重复步骤(c)和(d)以形成平板阵列。



CN 108370102 A

1.一种形成平板阵列天线的方法,包括以下步骤:

(a)提供用于平板阵列的数字化设计,所述平板阵列包括在沿着所述平板阵列的厚度维度的区域中变化的多个几何形状特征部;

(b)将所述数字化设计分成在所述厚度维度上堆叠的多个薄片层;

(c)形成对应于所述多个薄片层中的一个薄片层的材料薄层;

(d)固定所述材料薄层;和

(e)重复步骤(c)和(d)以形成平板阵列。

2.根据权利要求1所述的方法,其中所述几何形状特征部包括孔、槽和底切部中的至少一者。

3.根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述材料薄层包括金属材料。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中步骤(d)包括加热所述材料薄层。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的方法,进一步包括在基片上执行步骤(c)。

6.根据权利要求5所述的方法,其中所述基片配置成用作所述平板阵列的背板。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中所述平板阵列包括多个不同的平板阵列层。

8.根据权利要求7所述的方法,其中所述平板阵列层包括输入层、中间层、槽层和输出层中的至少一者。

9.根据权利要求7或8所述的方法,其中所述平板阵列层包括槽、耦合腔、功率分配器和辐射喇叭中的一者或多者。

10.一种根据权利要求1的方法形成的平板阵列。

11.根据权利要求10所述的平板阵列,其中所述几何形状特征部包括孔、槽和底切部中的至少一者。

12.根据权利要求10或11所述的平板阵列,其中所述材料薄层包括金属材料。

13.根据权利要求10至12中任一项所述的平板阵列,其形成于基片上。

14.根据权利要求13所述的平板阵列,其中所述基片配置成用作所述平板阵列的背板。

15.根据权利要求10至14种任一项所述的平板阵列,其中所述平板阵列包括多个不同的平板阵列层。

16.根据权利要求15所述的平板阵列,其中所述平板阵列层包括输入层、中间层、槽层和输出层中的至少一者。

17.根据权利要求15或16所述的平板阵列,其中所述平板阵列层包括槽、耦合腔、功率分配器和辐射喇叭中的一者或多者。

用于形成平板阵列天线的3D打印工艺

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求享有2016年3月9日提交的美国临时专利申请No.62/305,881的权益，该申请的全部内容被援引加入本文。

技术领域

[0003] 本申请总体上涉及天线，并且更特别地涉及平板天线(flat panel antenna)。

背景技术

[0004] 平板阵列天线技术尚未广泛地应用于许可的商业微波点对点或点对多点的市场中，在该市场中，与高效的频谱管理一致的严格的电磁辐射包络特性是常见的。源自传统的反射器天线构造(诸如主要聚焦馈送的轴对称几何形状)的天线解决方案以相对较低的成本提供高等级的天线指向性和增益。然而，反射器盘和相关联的馈源的外延式结构可能要求显著增强的支撑结构以承受风载荷，这可能增加总体成本。此外，所要求的反射器天线组件和支撑结构的增加的尺寸可能被视为视觉妨害。

[0005] 阵列天线典型地使用印刷电路技术或波导技术。与自由空间交互的阵列部件(称为元件)典型地使用微带几何形状，诸如贴片、偶极子或槽、或诸如喇叭或槽的波导部件。各种元件通过馈送网络互连，从而致使获得的天线的电磁辐射特性符合期望的特性，诸如天线波束指向方向、方向性和旁瓣分布。

[0006] 平板阵列可以例如使用波导或印刷槽阵列以共振或行波构造来形成。共振构造典型地不能够在使用于地面点对点市场板块中的整个带宽中实现所需的电磁特性，而行波阵列典型地提供角位置随频率运动的主波束辐射图案。由于地面点对点通信一般使用正在使用的频带的不同区间上的Go/Return信道进行操作，所以主波束相对于频率的运动可以防止链路与两个信道同时有效对准。

[0007] 授权给Thompson等人的美国专利No.8,558,746讨论了构造成一系列不同层的平板阵列天线。其中示出了包括输入层、中间层和输出层的平板阵列，其中一些实施例包括一个或多个槽层和一个或多个附加中间层。这些层分别地进行制造(典型地通过机加工或铸造)并且被堆叠以形成整体的馈送网络。该专利的公开通过援引加入被全文并入本文。

发明内容

[0008] 作为第一方面，本发明的实施例涉及一种形成平板阵列天线的方法，包括以下步骤：(a)提供用于平板阵列的数字化设计，平板阵列包括在沿着平板阵列的厚度维度的区域中变化的多个几何形状特征部；(b)将所述数字化设计分成在厚度维度上堆叠的多个薄片层(strata)；(c)对应于所述薄片层中的一层形成一个材料薄层；(d)固定所述材料薄层；和(e)重复步骤(c)和(d)以形成平板阵列。

[0009] 作为第二方面，本发明的实施例涉及由上述过程形成的平板阵列天线。

附图说明

[0010] 图1A为平板阵列天线的透视图。

[0011] 图1B为示出了平板阵列天线的构造的一系列透视图。

[0012] 图2为图1的平板阵列天线的分解透视图，且示出了馈送网络的不同层。

[0013] 图3为图2的平板阵列天线的各层的元件的放大分解透视图。

[0014] 图4和图5为与图2和图3的平板阵列天线相关联的RF空气模型。

具体实施方式

[0015] 本发明将在下文中更全面地进行描述，在下文中示出了本发明的实施例。然而，本发明可以以不同形式实施并且不应被理解为限制于本文中所陈述的实施例。而是，这些实施例被提供是为了使本公开为全面和完整的，并且将完整地将本发明的范围传达至本领域的技术人员。在附图中，类似的附图标记在全文中指的是类似的元件。为了清楚起见，一些部件的厚度和尺寸可能被夸大。

[0016] 除非另外限定，本文中使用的所有术语(包括技术术语和科技术语)的含义与本发明所属的技术领域中的一位普通技术人员所通常理解的相同。将进一步理解，诸如限定于常用字典中的那些术语应被解释为具有与它们在相关领域的语境中的含义相一致的含义，并且将不被解释为理想化的或过于正式化的含义，除非在本文中明确地这样限定。

[0017] 本文中所使用的术语目的仅在于描述特定的实施例，且不意在于限定本发明。如本文中所使用的那样，除非上下文另外清楚地指出，否则单数形式“一”、“一个”和“该”意在于也包括复数形式。将进一步理解到，当在本说明书中使用术语“包括”和/或“包含有”时，指定所陈述特征、整体、步骤、操作、元件和/或部件的出现，但不排除一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、部件和/或其组合的出现或添加。如本文中所使用的那样，表述“和/或”包括一个或多个相关联的所列项目的任意的和所有的组合。

[0018] 此外，空间相关的术语，诸如“在……下”、“在……下方”、“下部”、“在……之上”、“上部”等可在本文中使用以便于描述，从而描述一个元件或特征与另一个元件(多个元件)或特征(多个特征)的如图中所示的关系。将理解到，空间相关的术语意在于涵盖在使用或运行中的装置的除了示出于图中的朝向以外的不同朝向。装置可以以另外的方式定向(旋转90度或在其他朝向上)并且本文中所使用的空间相关的描述符被相应地解释。

[0019] 为了简要和/或清楚起见，可能不对为人所熟知的功能或构造进行详细描述。

[0020] 现在参考附图，在图1A和图1B中示出了总体标示为10的天线组件。天线组件10非排他地包括如前文所述的平板阵列20。如前所述，典型地，平板阵列天线20通过机加工或铸造形成为多层。然而，这些技术可能会出现性能问题以及高的制造和部件成本。机加工典型地用于原型部件和小体积部件。复杂的部件由传统的机加工技术形成，而较简单的层可以使用冲压板形成。铸造典型地被用于更大体积的部件，但要求对工具进行大量的投资。

[0021] 机加工和铸造还可能出现其他问题。例如，经机加工的部件典型地具有锋利的角部并且缺少用于孔、边缘等的“拔模”角度。相对地，铸造部件典型地具有更多圆弧形的角部并且包括一些拔模角度，所述圆弧形的角部和拔模角度两者均能够有助于将部件从铸造模具移除。由于经机加工和铸造的部件的构造略有不同，因此它们可能具有在一定程度上不

同的性能特性。因此，当使用机加工部件对平板阵列进行原型制造时，该平板阵列可能与通过铸造大批量生产的相同平板阵列在性能上略有不同。

[0022] 此外，铸造部件将包括当材料流动进入模具并围绕模具特征部以形成孔、槽等(在很多平板阵列层中有许多)时形成的分模线或熔接线。分模线的存在可能导致天线中的损耗和能量泄漏，这可能影响辐射图案并且对邻近装置产生干扰。

[0023] 此外，不同尺寸和/或频率的天线可能具有不同的平板阵列层。因此，可能需要不同的铸造工具(其为昂贵的)以用于生产的每种天线。

[0024] 这些问题中的许多问题可以通过使用三维(3D)打印工艺制造平板阵列来解决。通过该技术，基片(即具有其所有层的整个平板阵列)的三维结构通过计算机辅助的实体建模等技术被数字化。随后将限定基片的坐标转移至使用数字化数据来建造基片的装置。典型地，一处理器将基片的三维几何形状分割成薄的“切片”或层。基于这些分割物，打印机或其他应用装置随后按次序地施加材料的薄层以建造基片的三维构造。有些方法将材料熔融或软化，随后将材料硬化以生产层，而其他方法使用不同的方法固化液体材料以形成层，并且随后将层固定就位。3D打印技术对于在沿着厚度维度(即，垂直于薄“切片”的维度)的区域中有变化的物品特别有用。

[0025] 一种这样的技术涉及选择性激光的使用，其可以使用选择性激光烧结(SLS)或选择性激光熔融(SLM)。如其他3D打印方法一样，由SLS/SLM机器形成的物体始于一计算机辅助设计(CAD)文件。CAD文件被转换成数据格式(例如，.stl格式)，该格式可以被3D打印设备理解。粉末状材料(诸如金属或聚合物)以薄层形式被分散在SLS机器内部的建造平台上。由CAD数据引导的激光向下脉冲辐射到平台上，从而在粉末上勾画出物体的横截面。激光将粉末加热至刚好低于其沸点(烧结)或高于其熔点(熔融)，并使得粉末中的颗粒熔合到一起成为固体形式。一旦初始层形成，SLS机器的平台下降——通常小于0.1mm——将一层新的粉末暴露以供激光勾画以及将粉末熔合到一起。此过程一遍接着一遍地持续，直到形成整个物体。当物体被完全形成时，该物体被留在机器中冷却，然后被移除。

[0026] 另一种3D打印技术为多喷嘴式建模(MJM)。通过此技术，多个打印头施加结构材料层以形成基片。通常，支撑材料层也被施加于没有材料的区域中以用作支撑结构。结构材料被固化，随后支撑材料被移除。作为示例，结构材料可以包括可固化的聚合树脂或可熔融的金属，且支撑材料可以包括能够被容易地熔融和移除的石蜡。

[0027] 另一种这样的技术为熔融沉积建模(FDM)。与MJM相似，该技术也基于“加法”原理通过铺设一层层材料而工作。塑料细丝或金属丝从线圈上退绕并且将材料供给至挤出喷嘴，该挤出喷嘴的流动可以打开或关闭。喷嘴被加热以熔融材料，并且可以通过由计算机辅助制造(CAM)软件包直接控制的数字控制机构在水平和竖直两个方向上运动。通过挤出小的材料滴形成层来生产模型或部件；典型地，材料在从喷嘴被挤出之后立即硬化，从而不采用支撑结构。

[0028] 其他的“加法”制造工艺技术包括光固化快速成型(stereolithography)(采用了可光固化的材料和精密的光源)、层压物体制造、金属电弧焊接、线材进给添加制造、粘合剂喷射、电子束熔融、吹塑粉末(以及金属和粘合剂)、焊接和其他新兴的技术。

[0029] 无论采用哪种3D打印技术，对于平板阵列生产来说都存在多个潜在优势。首先，平板阵列的内部馈送网络和复杂RF输出层轮廓(包括底切部))可以形成为一体，而不是分离

的层，这减少了时间并且消除了多个工具的成本。第二，在从初始原型/小批量生产至大批量生产的开发期间生产的部件应该具有相同的RF轮廓，而不是基于经机加工的部件和铸造部件之间的差异的略微不同的轮廓。因此，该开发过程可以被减少至仅为机械问题，诸如平面度、对准和夹紧，而不会有由经机加工和铸造的面板的差异而产生的电气问题。这些机械问题对于每个频率来说典型地为相同的，因此用于将全范围的天线从原型/小批量生产转换至大批量生产的开发时间、工作量、成本可以大大降低。

[0030] 再一次参考附图，图2和图3示出了示例性平板阵列120。示例性平板阵列120包括四个叠置的层122、124、126、128，所述层中的每个层均具有独特的几何形状。层122、124、126、128设计成当组合到一起时形成馈送网络以用于分配来自中央输出的RF信号；作为示例，层122、124、126、128可以包括作为整体的平板阵列120的几何形状的一部分的诸如孔、槽、脊、倾斜表面等的特征部。这些特征部倾向于沿着平板阵列120的厚度维度变化。例如，这些层可以包括具有功率分配器123的输入层122、具有耦合腔125的中间层124、具有槽127的槽层126和具有喇叭辐射器129的输出层128(见图2和图3)。这些层也被示出于与示出于图4和图5中的平板阵列120相关联的空气模型(air model)中。本领域的那些技术人员将理解到，可以根据期望而存在其他类型的特征部(一些这样的特征部在上文所述的美国专利No.8,558,746中进行了描述)。

[0031] 如本领域的那些技术人员将理解的那样，包括各种层122、124、126、128的平板阵列120可以通过上文讨论的一种或多种3D打印技术在单次操作中形成。如上所述，3D打印通过“每次一片的方式”形成结构的薄片层或“切片”来建造结构直到完成整个结构。在平板阵列120的情况下，不同的层122、124、126、128可以在单次连续的操作中形成，所述操作包括在整体结构中形成空隙、中空部、闭合通道、脊、底切部等特征部，而这些在利用机加工或铸造操作形成时是不可能的。

[0032] 本领域中的那些技术人员将理解到，平板阵列120的构造仅为示例性的。其他构造也为可能的，包括比本文中示出的四个层122、124、126、128具有更多或更少层的平板阵列，和/或与本文中示出的那些轮廓和特征部具有不同的轮廓和特征部的平板阵列。

[0033] 此外，一些层可以通过其他技术形成。例如，可以通过在基片上进行几何形状简单的打印来执行3D打印，所述基片随后形成天线的结构背板，而不是采用如上文所述的建造平台。该基片可以由经机加工的板(用于原型/小批量生产)或铸造板(用于大批量生产)形成，由于背板的简化的几何形状，这些操作更具有成本效益。

[0034] 作为又一个示例，包括喇叭辐射器129的输出层128可以通过3D打印形成，且剩余的层122、124、126通过铸造形成。该构造利用了3D打印对于输出层128的益处，而使得铸造操作(其能够生产较少“有损耗”的表面)能够被用于其他的层——对于其他的层，表面最终处理可能为更重要的。

[0035] 也考虑到，尽管金属的3D打印已成为上文很多讨论的焦点，也可以采用具有随后被金属化的表面的3D打印塑料部件。

[0036] 本领域中的那些技术人员将进一步理解到，3D打印还可以被用以形成能够用于提高天线的RF性能的外部形状，诸如后瓣和旁瓣EM抑制装置(参见例如，美国专利公布Nos.2015/0116184和2013/0082896，其公开的所有内容被援引加入本文)。3D打印还可以被采用以形成用于天线中的其他部件，诸如如图1B中所示出的转换器和偏振器、正交式传感

器、耦合器、双工器、滤波器等。

[0037] 上文为对本发明的说明，并且不应被理解为限制本发明。尽管已经描述了本发明的示例性实施例，但是本领域中的那些技术人员将容易理解，可以在示例性实施例中作出许多修改而不实质性地偏离本发明的新颖教导和优势。本发明由以下权利要求限定，并且包括权利要求的等同物。

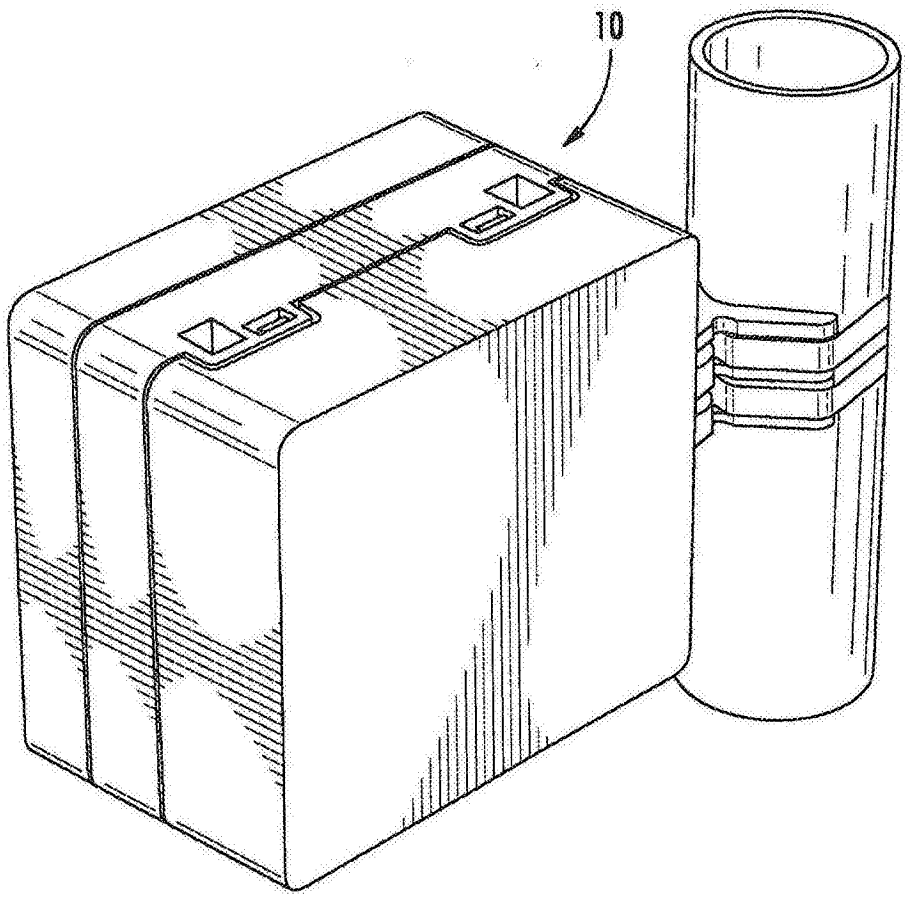


图1A

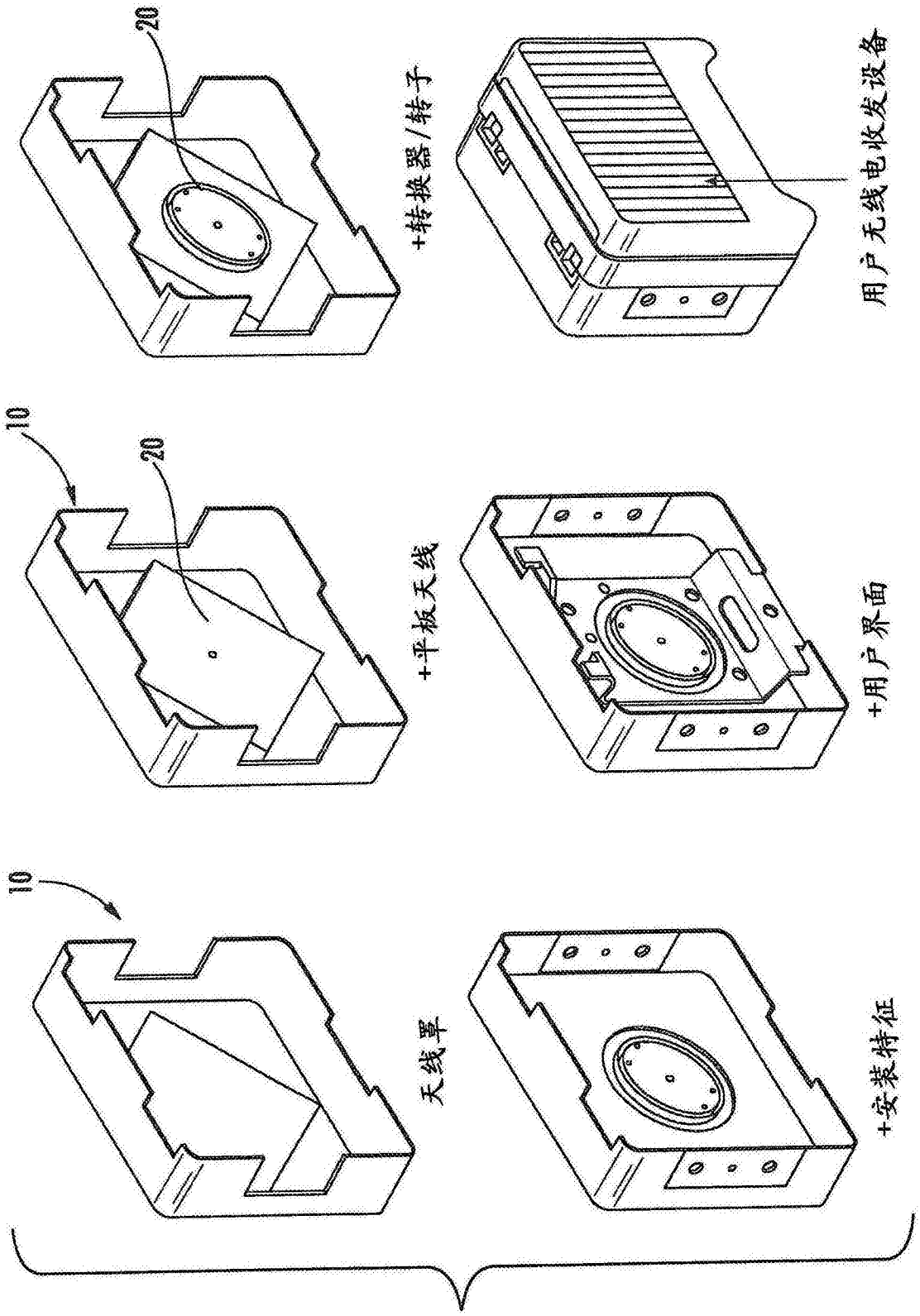


图1B

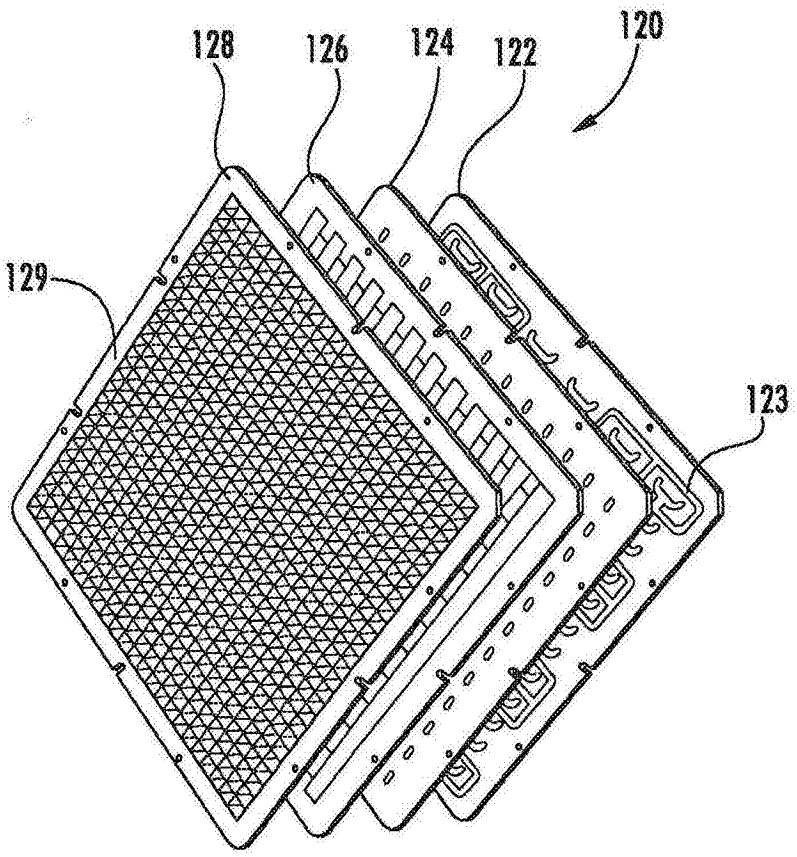


图2

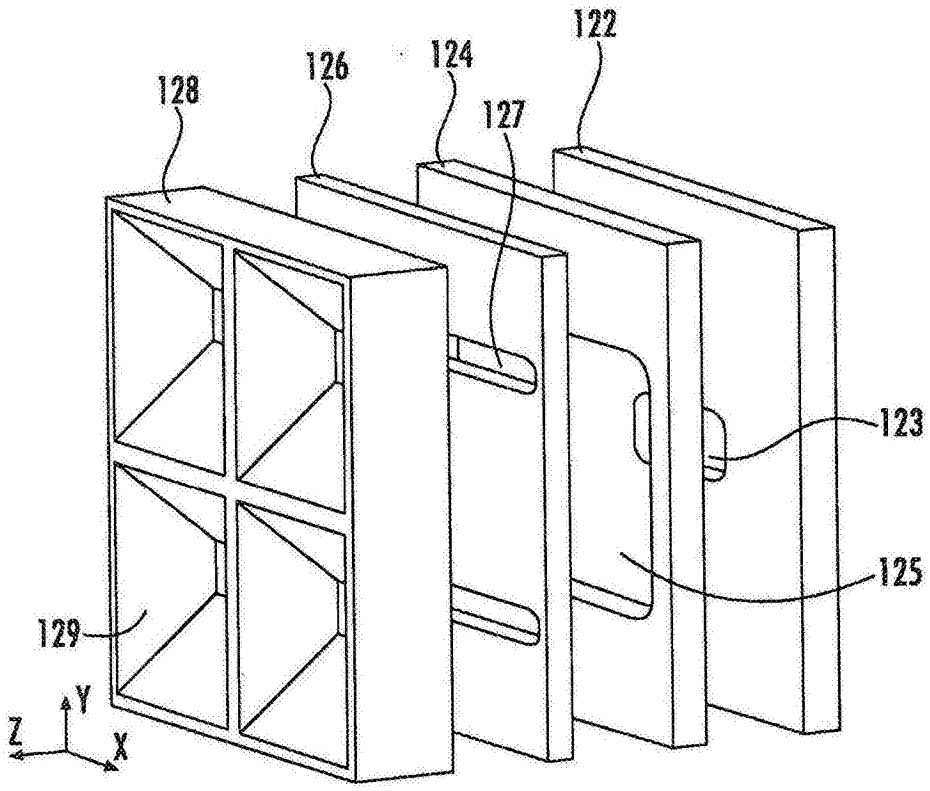


图3

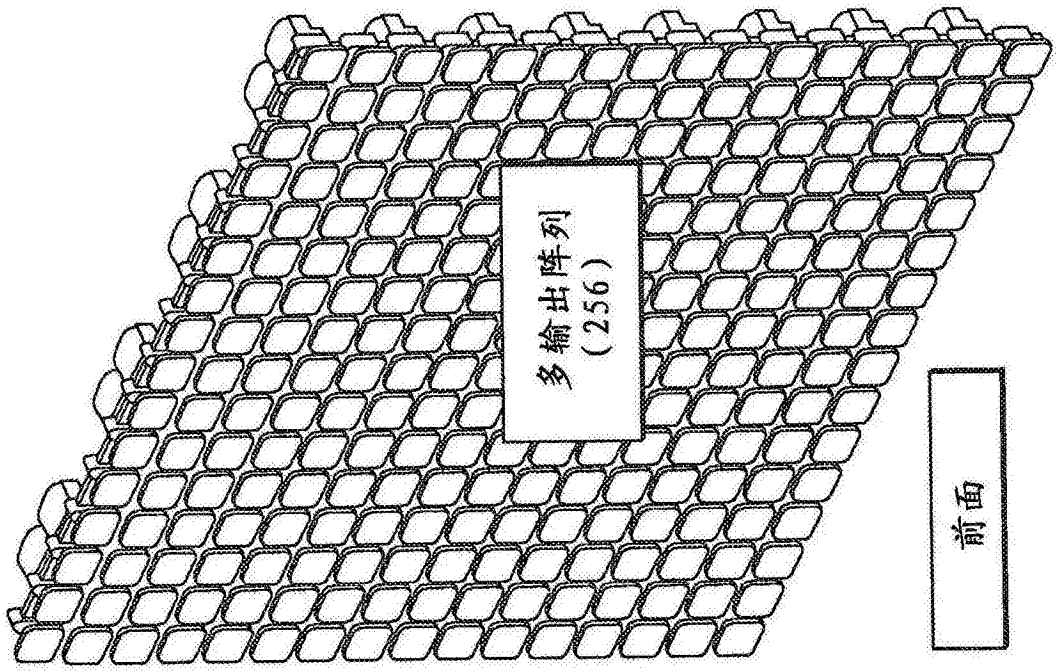


图4

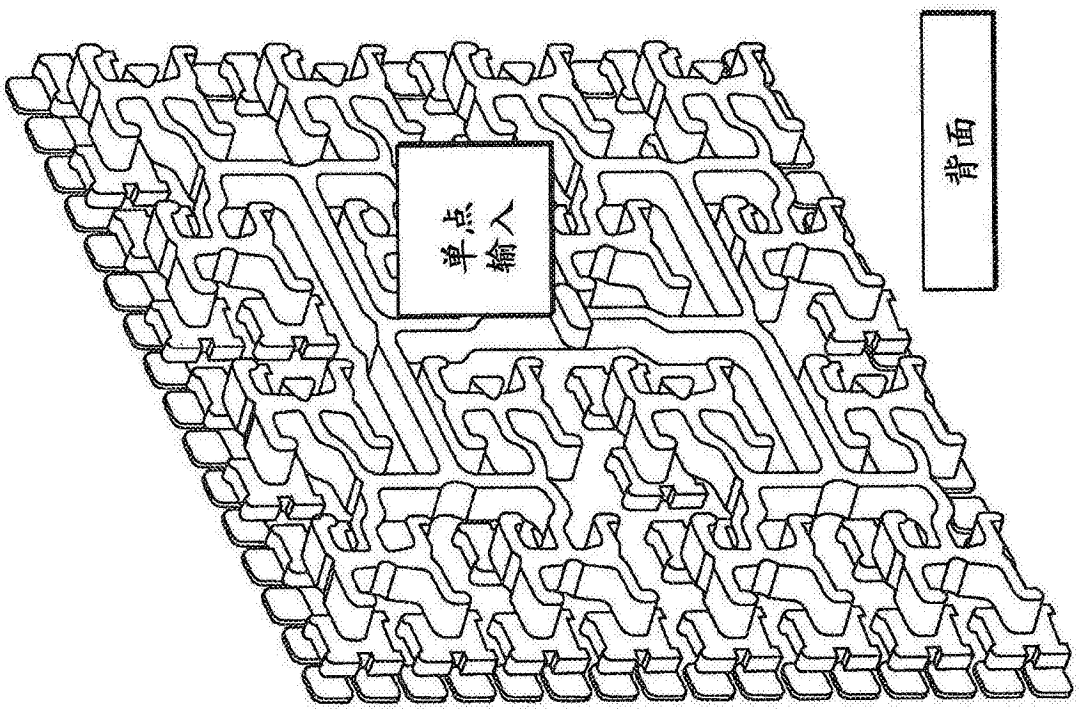


图5