



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117134121 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 28

(21) 申请号 202210552123.0

H01Q 1/36 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.19

H01Q 1/24 (2006.01)

(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 陈长富 郭鹏斐

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 楼震炎

(51) Int. Cl.

H01Q 15/00 (2006.01)

H01Q 15/23 (2006.01)

H01Q 19/08 (2006.01)

H01Q 19/10 (2006.01)

H01Q 5/30 (2015.01)

H01Q 3/46 (2006.01)

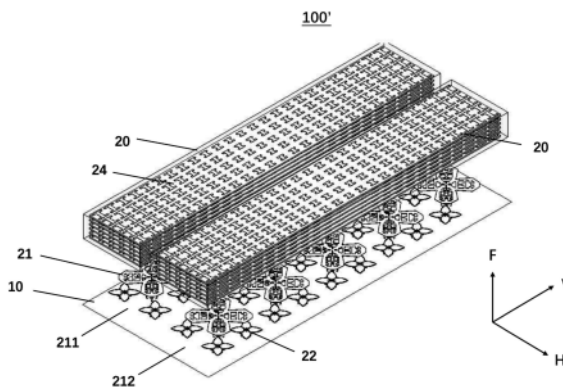
权利要求书4页 说明书11页 附图20页

(54) 发明名称

具有超表面透镜的天线

(57) 摘要

本公开涉及一种天线,包括:反射板;安装成从反射板向前延伸的第一辐射元件列,被配置为发出第一频带内的第一电磁辐射;安装在第一辐射元件列前方的超表面透镜,所述超表面透镜被配置为覆盖第一辐射元件列中的至少一些第一辐射元件,并且被配置为调节第一电磁辐射的辐射方向图。



1. 天线, 包括:

反射板;

安装成从反射板向前延伸的第一辐射元件列, 被配置为发出第一频带内的第一电磁辐射;

安装在第一辐射元件列前方的超表面透镜, 所述超表面透镜被配置为覆盖第一辐射元件列中的至少一些第一辐射元件, 并且被配置为调节第一电磁辐射的辐射方向图。

2. 根据权利要求1所述的天线, 其特征在于, 所述超表面透镜被配置为调节第一电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度。

3. 根据权利要求2所述的天线, 其特征在于, 所述超表面透镜被配置为缩窄第一电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度。

4. 根据权利要求1所述的天线, 其特征在于, 所述超表面透镜被配置为沿着天线纵向伸长的透镜。

5. 根据权利要求1所述的天线, 其特征在于, 所述超表面透镜被配置为覆盖第一辐射元件列中的60%以上的第一辐射元件。

6. 根据权利要求5所述的天线, 其特征在于, 所述超表面透镜被配置为覆盖第一辐射元件列中的80%以上的第一辐射元件。

7. 根据权利要求1至6之一所述的天线, 其特征在于, 所述超表面透镜的具有金属图案的主表面基本上平行于反射板; 和/或

所述金属图案包括至少一列图案单元; 和/或

超表面透镜的折射特性通过改变各图案单元的形状、数量和/或排列方式来调节; 和/或

每列图案单元包括针对第一电磁辐射呈现不同折射特性的多个图案单元; 和/或

每列图案单元包括处于超表面透镜的端部区域的第一图案单元和处于超表面透镜的中间区域的第二图案单元, 所述第一图案单元针对第一电磁辐射的折射率大于所述第二图案单元针对第一电磁辐射的折射率; 和/或

每列图案单元中各图案单元针对第一电磁辐射的折射率被配置为: 从超表面透镜的端部区域朝向中间区域阶梯式地或连续地递减; 和/或

所述超表面透镜构成为印刷电路板透镜, 所述印刷电路板透镜包括介质基板, 在介质基板的第一主表面和/或第二主表面上印制有金属图案; 和/或

所述超表面透镜包括具有金属图案的冲压金属板透镜; 和/或

所述天线包括在前向上彼此叠置的多层超表面透镜; 和/或

多层超表面透镜中的沿着前向方向从后往前所涉及的多个图案单元具有针对第一电磁辐射的不同折射特性; 和/或

所述天线包括第一超表面透镜和处于第一超表面透镜前方的第二超表面透镜, 沿着前向方向从后往前涉及第一超表面透镜的第三图案单元和第二超表面透镜的第四图案单元, 所述第三图案单元针对第一电磁辐射的折射率大于所述第四图案单元针对第一电磁辐射的折射率; 和/或

所述多个图案单元针对第一电磁辐射的折射率被配置为: 沿着前向方向从后往前阶梯式地或连续地递减; 和/或

所述金属图案具有多行图案单元,每行图案单元包括在水平方向上彼此并排的多个图案单元;和/或

每行图案单元中的各图案单元被配置为基本上相同的;和/或

所述多层超表面透镜被实现成一块多层印刷电路板;和/或

所述多层超表面透镜在前向方向上彼此间隔开距离;和/或

所述天线包括介质支承结构,多层超表面透镜借助于所述介质支承结构被安装在第一辐射元件列的前方;和/或

所述介质支承结构构造成天线罩支架;和/或

所述天线包括多个第一辐射元件列,并且针对每个第一辐射元件列具有单独的超表面透镜;和/或

所述天线包括多个第一辐射元件列,并且针对所述多个第一辐射元件列具有共同的超表面透镜;和/或

所述天线包括安装成从反射板向前延伸的第二辐射元件列,被配置为发出第二频带内的第二电磁辐射;和/或

所述超表面透镜针对第一电磁辐射的折射率大于设定折射率,而所述超表面透镜针对第二电磁辐射的折射率小于设定折射率;和/或

所述设定折射率为1.2、1.3、1.4、1.5、1.6或1.8;和/或

在所述超表面透镜上形成有谐振结构,所述第二频带处于谐振结构的阻带内,使得超表面透镜被配置为对于第二电磁辐射基本上隐身。

8. 天线,包括:

反射板;

安装成从反射板向前延伸的辐射元件阵列,被配置为发出第一频带内的辐射方向图;

安装在辐射元件阵列前方的超表面透镜,所述超表面透镜被配置为覆盖辐射元件阵列中的至少一些辐射元件,并且被配置为调节所述辐射方向图;和/或

所述超表面透镜被配置为覆盖至少一列辐射元件中的至少一些辐射元件,并且被配置为缩窄所述辐射方向图的俯仰角宽度;和/或

所述超表面透镜被配置为覆盖水平排列的多行辐射元件,并且被配置为缩窄所述辐射方向图的方位角宽度;和/或

所述超表面透镜被配置为沿着天线纵向伸长的透镜;和/或

所述超表面透镜的带有金属图案的主表面基本上平行于反射板;和/或

所述金属图案包括至少一列图案单元,每列图案单元包括针对第一波束呈现不同折射特性的多个图案单元;和/或

所述天线包括朝前彼此叠置的多层超表面透镜;和/或

多层超表面透镜中的沿着前向方向从后往前所涉及的多个图案单元具有针对第一电磁辐射的不同折射特性。

9. 多频带天线,包括:

反射板;

安装成从反射板向前延伸的第一辐射元件列,被配置为发出第一频带内的第一电磁辐射;

安装成从反射板向前延伸的第二辐射元件列,被配置为发出第二频带内的第二电磁辐射;

安装在第一辐射元件列前方的超表面透镜,所述超表面透镜被配置为覆盖第一辐射元件列中的至少一些第一辐射元件,并且被配置为调节第一电磁辐射的辐射方向图;和/或

第一辐射元件比第二辐射元件更远地从反射板向前延伸;和/或

第一辐射元件是低频带辐射元件,其运行频带是617-960MHz频带中的至少一部分频带,并且第二辐射元件是中频带辐射元件,其运行频带是1427-2690MHz频带中的至少一部分频带;和/或

第一辐射元件与第二辐射元件在前向方向上至少部分地重叠,所述第一辐射元件被配置为对于第二辐射元件具有隐身功能,所述隐身功能通过集成在第一辐射元件的辐射臂上的谐振结构产生;和/或

第二辐射元件比第一辐射元件更远地从反射板向前延伸,并且超表面透镜被安装在第二辐射元件列之后;和/或

第一辐射元件是中频带辐射元件,其运行频带是1427-2690MHz频带中的至少一部分频带,并且第二辐射元件是低频带辐射元件,其运行频带是617-960MHz频带中的至少一部分频带;和/或

第一辐射元件与第二辐射元件在前向方向上至少部分地重叠,所述第二辐射元件被配置为对于第一辐射元件具有隐身功能,所述隐身功能通过集成在第二辐射元件的辐射臂上的谐振结构产生;和/或

所述超表面透镜被配置为缩窄第一电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度;和/或

所述超表面透镜针对第一电磁辐射的折射率大于设定折射率,而所述超表面透镜针对第二电磁辐射的折射率小于设定折射率;和/或

在所述超表面透镜上形成有谐振结构,所述第二频带处于谐振结构的阻带内,使得超表面透镜被配置为对于第二电磁辐射基本上隐身。

10. 天线,包括:

反射板;

安装成从反射板向前延伸的第一列辐射元件;

安装成从反射板向前延伸的第二列辐射元件;

安装在第一列和第二列辐射元件前方的至少一个超表面透镜,所述至少一个超表面透镜被配置为覆盖第一列和第二列辐射元件中的60%以上的辐射元件;和/或

第一列辐射元件和第二列辐射元件被独立地馈电;和/或

所述至少一个超表面透镜被配置为覆盖第一列和第二列辐射元件中的80%以上的辐射元件;和/或

所述至少一个超表面透镜被配置为完全覆盖第一列和第二列辐射元件;和/或

各辐射元件是低频带辐射元件,其运行频带是617-960MHz频带中的至少一部分频带;和/或

第一列辐射元件和第二列辐射元件沿着天线的纵向并排;和/或

第一列辐射元件和第二列辐射元件沿着天线的水平方向并排;和/或

所述至少一个超表面透镜被配置为缩窄由第一列辐射元件产生的第一电磁辐射和由

第二列辐射元件产生的第二电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度;和/或

集成式天线,其特征在于,所述集成式天线包括无源天线和有源天线,所述无源天线构成为根据上述权利要求之一所述的天线,或者所述无源天线构成为根据上述权利要求之一所述的多频带天线。

## 具有超表面透镜的天线

### 技术领域

[0001] 本公开涉及通信系统,更具体地,涉及一种具有超表面透镜的天线、例如多频带天线。

### 背景技术

[0002] 蜂窝通信系统在本领域中是公知的。在蜂窝通信系统中,地理区域被分成一系列区域,这些区域被称为由各个基站服务的“小区”。基站可以包括一个或多个基站天线,其被配置为提供与由基站服务的小区内的移动订户的双向射频(“RF”)通信。

[0003] 在许多情况下,每个基站被划分为各“扇区”。在最常见的配置中,六角形小区分为三个120°扇区,每个扇区由一个或多个产生辐射图案或者说“天线波束”的基站天线提供服务,其方位半功率波束宽度(HPBW)约为65°。通常,基站天线安装在塔架结构上,其中由基站天线产生的天线波束向外指向。基站天线通常实现为辐射元件的线性或平面相控阵列。

[0004] 为了适应日益增长的蜂窝通信量,蜂窝运营商已经在各种新的频带中增加了蜂窝服务。虽然在一些情况下,有可能使用所谓的“宽带”或“超宽带”辐射元件的线性阵列来在多个频带中提供服务,但在其它情况下,需要使用不同的辐射元件的线性阵列或平面阵列来支持不同频带中的服务。

[0005] 随着频带数量的增加,扇区化的增加变得越来越普遍(例如,将小区划分成六个、九个或者甚至十二个扇区),并且在典型的基站处部署的基站天线的数量显著增加。然而,由于本地分区条例和/或天线塔的重量以及风力载荷限制等原因,对于可以在给定基站处部署的基站天线的数量经常存在限制。为了在不进一步增加基站天线数量的情况下增加容量,已经引入了所谓的多频带天线,其中辐射元件的多个阵列被包括在单个天线中。一种常见的多频带天线包括用于在617-960MHz频带中的一些或全部中提供服务的“低频带”辐射元件的多个线性阵列,以及用于在1427-2690MHz频带中的一些或全部中提供服务的“中频带”辐射元件的多个线性阵列。这些低频带和中频带辐射元件的线性阵列典型地以并排方式安装。

[0006] 为了以商业上可接受的方式实现这类多频带天线,这些低频带和中频带辐射元件的线性阵列在其各自的运行频带内的辐射方向图的一些参数(例如俯仰角宽度、方位角宽度、方向性和/或增益)应符合预定要求。

[0007] 此外,为了以商业上可接受的方式实现这类多频带天线,除了辐射方向图的一些参数应符合预定要求之外,由于本地分区条例和/或天线塔的重量以及风力载荷限制等原因,天线的尺寸也受到限制。通常紧凑的天线尺寸是希望的。

### 发明内容

[0008] 本公开的目的在于提供一种能够克服现有技术中至少一个缺陷的具有超表面透镜的天线、例如多频带天线。

[0009] 根据本公开的第一方面,提供了一种天线,包括:

- [0010] 反射板；
- [0011] 安装成从反射板向前延伸的第一辐射元件列，被配置为发出第一频带内的第一电磁辐射；
- [0012] 安装在第一辐射元件列前方的超表面透镜，所述超表面透镜被配置为覆盖第一辐射元件列中的至少一些第一辐射元件，并且被配置为调节第一电磁辐射的辐射方向图。
- [0013] 根据本公开的第二方面，提供了一种天线，包括：
- [0014] 反射板；
- [0015] 安装成从反射板向前延伸的辐射元件阵列，被配置为发出第一频带内的辐射方向图；
- [0016] 安装在辐射元件阵列前方的超表面透镜，所述超表面透镜被配置为覆盖辐射元件阵列中的至少一些辐射元件，并且被配置为调节所述辐射方向图。
- [0017] 根据本公开的第三方面，提供了一种多频带天线，包括：
- [0018] 反射板；
- [0019] 安装成从反射板向前延伸的第一辐射元件列，被配置为发出第一频带内的第一电磁辐射；
- [0020] 安装成从反射板向前延伸的第二辐射元件列，被配置为发出第二频带内的第二电磁辐射；
- [0021] 安装在第一辐射元件列前方的超表面透镜，所述超表面透镜被配置为覆盖第一辐射元件列中的至少一些第一辐射元件，并且被配置为调节第一电磁辐射的辐射方向图。
- [0022] 根据本公开的第四方面，提供了一种天线，包括：
- [0023] 反射板；
- [0024] 安装成从反射板向前延伸的第一列辐射元件；
- [0025] 安装成从反射板向前延伸的第二列辐射元件；
- [0026] 安装在第一列和第二列辐射元件前方的至少一个超表面透镜，所述至少一个超表面透镜被配置为覆盖第一列和第二列辐射元件中的60%以上的辐射元件。
- [0027] 根据本公开的第五方面，提供了一种集成式天线，其特征在于，所述集成式天线包括无源天线和有源天线，所述无源天线构成为根据本公开所述的天线，或者所述无源天线构成为根据本公开所述的多频带天线。
- [0028] 通过以下参照附图对本公开的示例性实施例的详细描述，本公开的其它特征及其优点将会变得清楚。

#### 附图说明

- [0029] 构成说明书的一部分的附图描述了本公开的实施例，并且连同说明书一起用于解释本公开的原理。
- [0030] 图1是根据本公开一些实施例的天线的示意性简化端视图。
- [0031] 图2是图1的天线的一种示例性应用场景的示意图。
- [0032] 图3是图1的天线的另一种示例性应用场景的示意图。
- [0033] 图4是根据本公开一些实施例的多频带天线的示例性立体图，其中天线罩被移除。
- [0034] 图5是图4的多频带天线的示意性正视图。

- [0035] 图6是图4的多频带天线的示意性端视图。
- [0036] 图7是图4的多频带天线的示意性立体图,其中超表面透镜被移除。
- [0037] 图8是图7的多频带天线的示意性正视图。
- [0038] 图9是图7的多频带天线的示意性端视图。
- [0039] 图10是根据本公开一些实施例的多频带天线的多层超表面透镜的示意性立体图。
- [0040] 图11是图10中的多层超表面透镜中的一层超表面透镜的示意性正视图。
- [0041] 图12是图10中的多层超表面透镜中的沿着前向方向从后往前所涉及的多个图案单元的示意透视图。
- [0042] 图13是超表面透镜的图案单元的设计参数d与折射率的示意性特性曲线。
- [0043] 图14A、14B、14C和14D是超表面透镜的图案单元的多种示意性的变型方案。
- [0044] 图15是根据本公开一些实施例的多频带天线的第一变型方案的示意性立体图。
- [0045] 图16是图15的多频带天线的示意性正视图。
- [0046] 图17是图15的多频带天线的示意性端视图。
- [0047] 图18是根据本公开一些实施例的多频带天线的第二变型方案的示意性立体图。
- [0048] 图19是图18的多频带天线的示意性正视图。
- [0049] 图20是图18的多频带天线的示意性端视图。
- [0050] 注意,在以下说明的实施方式中,有时在不同的附图之间共同使用同一附图标记来表示相同部分或具有相同功能的部分,而省略其重复说明。在一些情况中,使用相似的标号和字母表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。
- [0051] 为了便于理解,在附图等中所示的各结构的位置、尺寸及范围等有时不表示实际的位置、尺寸及范围等。因此,本公开并不限于附图等所公开的位置、尺寸及范围等。

### 具体实施方式

[0052] 以下将参照附图描述本公开,其中的附图示出了本公开的若干实施例。然而应当理解的是,本公开可以以多种不同的方式呈现出来,并不局限于下文描述的实施例;事实上,下文描述的实施例旨在使本公开的公开更为完整,并向本领域技术人员充分说明本公开的保护范围。还应当理解的是,本文公开的实施例能够以各种方式进行组合,从而提供更多额外的实施例。

[0053] 应当理解的是,本文中的用语仅用于描述特定的实施例,并不旨在限定本公开的范围。本文使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)除非另外定义,均具有本领域技术人员通常理解的含义。为简明和/或清楚起见,公知的功能或结构可以不再详细说明。

[0054] 在本文中,称一个元件位于另一元件“上”、“附接”至另一元件、“连接”至另一元件、“耦合”至另一元件、或“接触”另一元件等时,该元件可以直接位于另一元件上、附接至另一元件、连接至另一元件、联接至另一元件或接触另一元件,或者可以存在中间元件。相对照的是,称一个元件“直接”位于另一元件“上”、“直接附接”至另一元件、“直接连接”至另一元件、“直接耦合”至另一元件或、或“直接接触”另一元件时,将不存在中间元件。在本文中,一个特征布置成与另一特征“相邻”,可以指一个特征具有与相邻特征重叠的部分或者位于相邻特征上方或下方的部分。



[0055] 在本文中,可能提及了被“连接”在一起的元件或节点或特征。除非另外明确说明,“连接”意指一个元件/节点/特征可以与另一元件/节点/特征以直接的或间接的方式在机械上、电学上、逻辑上或以其它方式连结以允许相互作用,即使这两个特征可能并没有直接连接也是如此。也就是说,“连接”意图包含元件或其它特征的直接连结和间接连结,包括利用一个或多个中间元件的连接。

[0056] 在本文中,诸如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”、“高”、“低”等的空间关系用语可以说明一个特征与另一特征在附图中的关系。应当理解的是,空间关系用语除了包含附图所示的方位之外,还包含装置在使用或操作中的不同方位。例如,在附图中的装置倒转时,原先描述为在其它特征“下方”的特征,此时可以描述为在其它特征的“上方”。装置还可以以其它方式定向(旋转90度或在其它方位),此时将相应地解释相对空间关系。

[0057] 在本文中,用语“A或B”包括“A和B”以及“A或B”,而不是排他地仅包括“A”或者仅包括“B”,除非另有特别说明。

[0058] 在本文中,用语“示例性的”意指“用作示例、实例或说明”,而不是作为将被精确复制的“模型”。在此示例性描述的任意实现方式并不一定要被解释为比其它实现方式优选的或有利的。而且,本公开不受在上述技术领域、背景技术、发明内容或具体实施方式中所给出的任何所表述的或所暗示的理论所限定。

[0059] 在本文中,用语“基本上”意指包含由设计或制造的缺陷、器件或元件的容差、环境影响和/或其它因素所致的任意微小的变化。用语“基本上”还允许由寄生效应、噪声以及可能存在于实际的实现方式中的其它实际考虑因素所致的与完美的或理想的情形之间的差异。

[0060] 另外,仅仅为了参考的目的,还可以在本文中使用“第一”、“第二”等类似术语,并且因而并非意图限定。例如,除非上下文明确指出,否则涉及结构或元件的词语“第一”、“第二”和其它此类数字词语并没有暗示顺序或次序。

[0061] 还应理解,“包括/包含”一词在本文中使用,说明存在所指出的特征、步骤、操作、单元和/或组件,但是并不排除存在或增加一个或多个其它特征、步骤、操作、单元和/或组件以及/或者它们的组合。

[0062] 本公开涉及一种具有超表面透镜的天线,所述天线可以包括辐射元件阵列和安装在辐射元件阵列前方的至少一个超表面透镜(或多层超表面透镜)。所述超表面透镜可以被配置为调节(例如聚焦focus)由辐射元件阵列生成的电磁辐射方向图、例如其方位角宽度和/或俯仰角宽度,进而改善辐射方向图的方向性和/或增益。

[0063] 本公开的“超表面透镜”可以理解为一种基于超表面的具有透镜功能(即电磁辐射缩窄功能或扩宽功能)的装置。超表面是指一种厚度小于波长的人工层状超材料。超表面可实现对电磁波传播模式、偏振、振幅、相位等特性进行调节。

[0064] 相比于传统的介质透镜,超表面透镜可以具有一个或多个如下优点:结构紧凑、设计灵活、重量低、成本低、制造高效等。

[0065] 在本公开中,超表面透镜可以对入射到超表面透镜上的电磁辐射进行调节。在一些实施例中,本公开的超表面透镜可以被配置为对入射到超表面透镜上的电磁辐射进行聚焦,以便缩窄辐射方向图的方位角宽度和/或俯仰角宽度。在其他实施例中,本公开的超表面透镜可以被配置为对入射到超表面透镜上的电磁辐射进行发散,以便扩宽辐射方向图的

方位角宽度和/或俯仰角宽度。

[0066] 在一些实施例中,所述超表面透镜可以被配置为覆盖至少一列辐射元件中的至少一些辐射元件、例如60%、70%、80%、90%以上的辐射元件,以用于调节、例如缩窄辐射方向图的俯仰角宽度,进而改善辐射方向图的方向性和/或增益。

[0067] 在其他实施例中,所述超表面透镜可以被配置为覆盖多行辐射元件(即,在水平方向上彼此并排的多个辐射元件),以用于调节、例如缩窄辐射方向图的方位角宽度,进而改善辐射方向图的方向性和/或增益。

[0068] 图1是根据本公开一些实施例的天线100的示意性简化端视图。所述天线100可以包括:反射板10、安装成从反射板10向前F延伸的辐射元件列12、以及安装在该辐射元件列12前方的超表面透镜20。如图1所示,辐射元件列12可以沿着天线纵向V排列。超表面透镜20(在图1中为多层超表面透镜,关于超表面透镜会在下文中详细描述)也可以构造成沿着天线纵向V伸长的透镜,并且在纵向V上(附加地在水平方向上)覆盖整个辐射元件列12、甚至在纵向V上(附加地在水平方向上)延伸超过辐射元件列。如图1中通过汇聚的线束表示地,超表面透镜20可以被配置为缩窄由辐射元件列12生成的电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度,进而改善辐射方向图的方向性和/或增益。在此,如果垂直于反射板的安装有辐射元件的主反射表面延伸的轴线与辐射元件和超表面透镜两者相交,则超表面透镜“覆盖”辐射元件。

[0069] 参考图2和3,示例性地介绍图1的天线100的两种示例性应用场景。

[0070] 如图2所示,示出了图1的天线100的第一种示例性应用场景。该天线100可以构成紧凑型天线,即针对天线的宽度和/或长度具有严格限制的天线。

[0071] 在左侧的传统的布置方式中,两列辐射元件12-1、12-2在水平方向上并排布置。这两列辐射元件12-1、12-2可以被配置成彼此独立馈电。然而,在一些情况下,例如当辐射元件是低频带辐射元件(其运行频带可以是617-960MHz频带中的至少一部分频带)时,这两列辐射元件12-1、12-2需要占据较宽的尺寸。在一些应用场景中,对天线100的宽度尺寸具有严格限制(例如小于0.8、0.6、0.5、0.4、0.3m),从而导致这种布置方式无法满足设定要求。

[0072] 在右侧的布置方式中,两列辐射元件12-1、12-2在纵向上并排布置。这两列辐射元件12-1、12-2可以被配置成彼此独立馈电。纵向并排的两列辐射元件12-1、12-2可以有效地减小天线100的宽度尺寸。然而,这两列辐射元件12-1、12-2需要占据较长的尺寸。一些应用场景中,对天线100的长度尺寸具有严格限制(例如小于1.5、1.2、1.0、0.8m),从而导致这种布置方式无法满足设定要求。

[0073] 此外,在右侧的布置方式中,每列辐射元件12-1、12-2中的辐射元件数量相较于左侧的布置方式被减小、例如减小50%。虽然辐射元件数量的减小可以减小天线100的长度尺寸,但是当每列辐射元件12-1、12-2中的辐射元件数量减小时,辐射方向图的俯仰角宽度、方向性和/或增益可能无法满足设定要求。

[0074] 为了改善由辐射元件列12-1、12-2生成的电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度、方向性和/或增益,在右侧的布置方式中,可以为两列辐射元件12-1、12-2提供至少一个超表面透镜(图2中未示出,可参考图1)。所述至少一个超表面透镜可以被安装在两列辐射元件12-1、12-2前方。所述至少一个超表面透镜20可以被配置成覆盖两列辐射元件12-1、12-2中的至少一些辐射元件,以用于缩窄由两列辐射元件12-1、12-2产生的电磁辐射的辐射方

向图的俯仰角宽度。由此,在保持紧凑的尺寸的前提下改善辐射方向图的一些参数、例如俯仰角宽度、方向性和/或增益。

[0075] 如图3所示,示出了图1的天线100的第二种示例性应用场景。图3示出了一种集成式天线100,其包括无源天线101和有源天线102。

[0076] 无源天线101可以包括辐射元件的一个或多个阵列(在图3中未示出),这些阵列安装成从无源天线101的反射板向前延伸,并且这些阵列可以包括在第二代(2G)、第三代(3G)或第四代(4G)蜂窝网络标准下操作的阵列。

[0077] 有源天线102可以包括辐射元件的一个或多个阵列(在图3中未示出),这些阵列安装成从有源天线102的反射板向前延伸,并且这些阵列可以包括在第五代或更高代(5G或6G)蜂窝网络标准下操作的阵列。在第五代移动通信中,通信的频率范围包括主用频段(为450MHz~6GHz范围的特定部分)和扩展频段(24GHz~73GHz,即毫米波频段,以28GHz、39GHz、60GHz和73GHz为主)。

[0078] 在集成式天线100的设计中,有源天线102可以安装在集成式天线100的纵向顶侧(如图3所示)。在一些实施例中,无源天线101和有源天线102可以在纵向上彼此并排地布置。在另一些实施例中,有源天线102可以安装到无源天线101的后方。无论采取哪种布置方式,都会导致无源天线101的辐射元件阵列的纵向尺寸被减小,从而负面地影响无源天线101的辐射元件阵列的辐射方向图的一些参数、例如俯仰角宽度、方向性和/或增益。

[0079] 为了改善无源天线101的辐射元件阵列的辐射方向图的特定参数,可以为无源天线101的辐射元件阵列提供至少一个超表面透镜(未示出)。所述至少一个超表面透镜可以被安装在相应的辐射元件阵列前方。所述至少一个超表面透镜可以被配置成覆盖辐射元件阵列中的至少一部分辐射元件,以用于缩窄由辐射元件阵列生成的电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度。

[0080] 接下去,参考附图进一步详细地描述根据本公开一些实施例的多频带天线100'。

[0081] 图4是根据本公开一些实施例的多频带天线100'的示例性立体图,其中天线罩被移除。图5是图4的多频带天线100'的示意性正视图。

[0082] 图6是图4的多频带天线100'的示意性端视图。图7是图4的多频带天线100'的示例性立体图,其中超表面透镜20被移除。图8是图7的多频带天线100'的示意性正视图。图9是图7的多频带天线100'的示意性端视图。

[0083] 应注意,实际的天线可能还存在其它部件,而为了避免模糊本公开的要点,附图没有示出且本文也不去讨论其它部件。

[0084] 在图7至9中可以清楚地看到,多频带天线100'可以包括一个或多个第一辐射元件21阵列和一个或多个第二辐射元件22阵列。第一辐射元件21和第二辐射元件22从反射板10朝前延伸。第一辐射元件21阵列可以包括至少一列第一辐射元件21(图中示例性地为两列)。第二辐射元件22阵列可以包括至少一列第二辐射元件22(图中示例性地为四列)。

[0085] 每列第一辐射元件21可以包括沿纵向V排列的、被配置用于在第一运行频带中运行的多个第一辐射元件。每列第二辐射元件22可以包括沿纵向V排列的、被配置用于在第二运行频带中运行的多个第二辐射元件。纵向V可以是多频带天线100'的纵轴线的方向或者与纵轴线平行。该纵向V垂直于水平方向H和前向方向F。各辐射元件被安装成从反射板10向前(沿着前向方向F)延伸。反射板10可以用作各辐射元件的接地平面结构。

[0086] 如图9所示,第一辐射元件21可以比第二辐射元件22更远地从反射板10向前延伸。在一些实施例中,第一辐射元件21可以例如是低频带辐射元件,其运行频带可以是617-960MHz频带中的至少一部分频带。第二辐射元件22可以例如是中频带辐射元件,其运行频带可以是1427-2690MHz频带中的至少一部分。应理解的是,第一辐射元件21和/或第二辐射元件22还可以构成为能在其他频带内运行的辐射元件,并不局限于当前实施例。附加地或备选地,多频带天线100'还可以包括高频带辐射元件,其运行频带可以是3500-5000MHz频带中的至少一部分频带。

[0087] 为了实现紧凑的结构,第一辐射元件21可以至少部分地覆盖第二辐射元件22,使得垂直于反射板10的轴线与第一辐射元件21与第二辐射元件22相交(即,第一辐射元件21和第二辐射元件22在前向方向F上至少部分地重叠。为了降低第一辐射元件21对由第二辐射元件22产生的辐射方向图的散射影响,第一辐射元件21被配置为对于第二辐射元件22具有隐身功能,所述隐身功能可以通过集成在第一辐射元件21的辐射臂201上的谐振结构产生。例如,第一辐射元件21的辐射臂可以设计成隐身(Cloaked)辐射臂,其可以分别包括窄区段和宽区段。由所述窄区段和宽区段可以形成至少一个谐振结构,所述谐振结构被配置成,至少部分地衰减否则可能在自身辐射臂上感应出的在中频带的至少部分频率范围上的电流。

[0088] 继续参考图4至6,多频带天线100'可以包括用于第一辐射元件21阵列的超表面透镜20。所述超表面透镜20可以安装在第一辐射元件21阵列前方。所述超表面透镜20的具有金属图案24的主表面可以基本上平行于反射板10延伸。所述超表面透镜20可以被配置为调节、例如缩窄由第一辐射元件21阵列生成的电磁辐射的辐射方向图、例如俯仰角宽度。应理解的是,在其他可能的实施例中,超表面透镜20也可以相对于反射板10具有倾斜角度、例如具有小于30度、15度、5度的倾斜角度。

[0089] 如图4和6所示,多频带天线100'可以包括在前向上彼此叠置的且安装在第一列211第一辐射元件21前方的多层超表面透镜20和在前向上彼此叠置的且安装在第二列212第一辐射元件21前方的多层超表面透镜20。也就是说,在多频带天线100'中,可以针对每个第一辐射元件列211、212提供单独的超表面透镜20。

[0090] 在一些实施例中,多层超表面透镜20可以通过在前向上彼此间隔开距离的多块印刷电路板来实现(如图6所示)。各层超表面透镜20上的金属图案24可以被分别印制在相应的印刷电路板上。多层超表面透镜20的这种实现方式在成本上是有利的。

[0091] 在一些实施例中,多层超表面透镜20可以通过多层印刷电路板来实现。各层超表面透镜20上的金属图案24可以被印制在多层印刷电路板的相应的金属层中。通过多层印刷电路板构成的多层超表面透镜20可以有利于多层超表面透镜20之间的折射特性的连续过渡,从而改善多层超表面透镜20针对电磁辐射的缩窄效果。

[0092] 本公开的多层超表面透镜20可以借助于介质支承结构(未示出)被安装在反射板10前方。在一些实施例中,多层超表面透镜20可以借助于天线罩支架被安装在第一辐射元件列211、212的前方。在一些实施例中,相应的多层超表面透镜20可以被固定在一个介质壳体内,这不仅方便多层超表面透镜20的装配而且可以保护多层超表面透镜20。

[0093] 应理解的是,超表面透镜20可以被实现为冲压金属板透镜,在所述冲压金属板透镜上可以成型相应的金属图案24。可能的是,相应的冲压金属板透镜可以借助于介质基板

被固定。

[0094] 应理解的是,多层超表面透镜20中超表面透镜的数量可以根据实际应用场景灵活调整。在一些实施例中,也可以仅针对特定区域(例如一系列辐射元件的中间区域或端侧区域)采用多层超表面透镜20,而针对一系列辐射元件的其他区域的前方仅设置一层超表面透镜20。

[0095] 超表面透镜20可以被配置为沿着天线纵向V伸长的透镜,并且基本上在纵向(附加地在水平方向H)上覆盖相应的辐射元件列211、212的大部分。在图示实施例中,每个超表面透镜20可以被配置为基本上在纵向和水平方向上完全覆盖、甚至覆盖超过相应的辐射元件列211、212。

[0096] 应理解的是,超表面透镜20的尺寸参数和/或布置方式可以是灵活调整的。在一些实施例中,超表面透镜20可以被配置为在纵向V(附加地在水平方向H)上覆盖相应的辐射元件列211、212的大部分辐射元件、例如60%、70%、80%、90%以上的辐射元件。在一些实施例中,当超表面透镜20会干涉到天线100'内的其他装置、例如天线罩、调试结构和/或机械支撑结构时,也可以使得相应的超表面透镜20在特定位置处缩窄、空缺或绕行。也就是说,相应的超表面透镜20的宽度也可以是不恒定的,而是沿着纵向存在变化的。在一些实施例中,也可以仅针对辐射元件列211、212中被分配有较高的射频信号子分量的那些辐射元件(通常处于列的中间区域的那些辐射元件)提供相应的超表面透镜20。

[0097] 附加地或备选地,尽管在图中未示出,第二辐射元件22阵列也可以被提供有相应的超表面透镜,所述超表面透镜可以被配置为缩窄由第二辐射元件22阵列生成的电磁辐射的辐射方向图、例如其俯仰角宽度。在一些情况下,超表面透镜可以被配置为使得在第二辐射元件22阵列的运行频带内的辐射方向图的俯仰角宽度被稳定在预定范围内。

[0098] 接下去,参考附图10至14进一步详细地描述根据本公开一些实施例的超表面透镜20。图10示出了彼此叠置的多层超表面透镜20(图10中示例性地为三层,在图4至6中示例性地为六层)的立体图。图11示出了其中一层超表面透镜20的示意性正视图。

[0099] 在图10和11的实施例中,超表面透镜20可以被实现为印刷电路板透镜,所述印刷电路板透镜可以包括介质基板,在介质基板的第一主表面和/或第二主表面上可以印制有金属图案24。应理解的是,在其他实施例中,超表面透镜20可以被实现为冲压金属板透镜,在所述冲压金属板透镜上可以成型有金属图案24。

[0100] 超表面透镜20的金属图案24可以包括多列周期性排列的图案单元25。在图示实施例中,各图案单元25可以构成为工型(如图14A所示)。图14B、14C和14D分别示出了超表面透镜20的图案单元25的其他可能的示例性的变型方案。

[0101] 应理解的是,超表面透镜20上的金属图案24的设计形式可以是多种多样的,并非局限于在此列举的具体实施例。通过改变超表面透镜20上的各图案单元25的形状(包括尺寸)、数量和/或排列方式可以调节超表面透镜20的缩窄效果,即折射率-频率特性。如图13所示,超表面透镜20针对特定频率的电磁辐射的折射率可以随着图案单元25的设计参数的变化而变化。超表面透镜20针对特定频率的电磁辐射的折射率可以随着工型图案的尺寸参数d(见图13)的变化而变化。随着工型图案的尺寸参数d的增加,超表面透镜20针对特定频率的电磁辐射的折射率也可以随之增加。应理解的是,影响超表面透镜20的折射率性能的设计参数还可以其他参数,例如宽度参数L、w1、w2(见图13)等。

[0102] 如图11所示,超表面透镜20的金属图案24可以包括沿着天线纵向V排列的多列图案单元25。每列图案单元25可以包括针对(由第一辐射元件列211、212生成的)第一电磁辐射呈现不同折射特性的多个图案单元25,以便有效地对第一电磁辐射进行缩窄。

[0103] 在一些实施例中,每列图案单元25可以包括处于超表面透镜20的端部区域的第一图案单元25-1和处于超表面透镜20的中间区域的第二图案单元25-2,第一图案单元25-1针对第一电磁辐射的折射率可以大于第二图案单元25-2针对第一电磁辐射的折射率。在一些实施例中,超表面透镜20可以针对第一电磁辐射具有大于1.2、1.3、1.4、1.5、1.6或2的折射率,以便实现不同的缩窄效果。有利地,每列图案单元25中各图案单元25针对第一电磁辐射的折射率可以被配置为:从超表面透镜20的端部区域朝向中间区域阶梯式地或连续地递减。超表面透镜20的这种渐变的折射特性可以实现改善的电磁辐射缩窄功能。

[0104] 在一些实施例中,多层超表面透镜20中的一部分或全部超表面透镜20可以具有针对第一电磁辐射的不同折射特性。如图10所示,所述多层超表面透镜20可以包括第一超表面透镜20-1、处于第一超表面透镜20-1前方的第二超表面透镜20-2和处于第二超表面透镜20-2前方的第三超表面透镜20-3。有利地,第一超表面透镜20-1可以针对第一电磁辐射至少局部地具有比第二超表面透镜20-2更大的折射率,并且第二超表面透镜20-2可以针对第一电磁辐射至少局部地具有比第三超表面透镜20-3更大的折射率。也就是说,所述多层超表面透镜20针对第一电磁辐射的折射率可以被配置为:沿着前向方向F从后往前阶梯式地或连续地递减。多层超表面透镜20的这种渐变的折射特性可以实现改善的电磁辐射缩窄功能。

[0105] 参考图12示出了多层超表面透镜20中的沿着前向方向F从后往前所涉及的多个图案单元25。在一些实施例中,所述多个图案单元25可以具有针对第一电磁辐射的不同折射特性。有利地,所述多个图案单元25针对第一电磁辐射的折射率可以被配置为:沿着前向方向F从后往前阶梯式地或连续地递减。

[0106] 在一些实施例中,超表面透镜20的金属图案24可以形成多行图案单元25,每行图案单元25可以包括在水平方向上彼此并排的多个图案单元25。如图11所示,每行图案单元25中的各图案单元25可以被配置为基本上相同的,从而可以有效地减小超表面透镜20对第一电磁辐射的辐射方向图的方位角宽度的缩窄。应理解的是,在其他实施例中,多行图案单元25中的各个图案单元25也可以具有针对第一电磁辐射的不同折射特性,从而有效地调节、例如缩窄方位角宽度。

[0107] 应理解的是,超表面透镜20可以被配置为频率选择性的。也就是说,超表面透镜20可以针对不同的运行频带或其子频带具有不同的调节效果。在一些实施例中,超表面透镜20可以针对不同的运行频带或其子频带具有不同程度的电磁辐射缩窄效果。在一些实施例中,超表面透镜20可以针对不同的运行频带或其子频带具有不同程度的电磁辐射扩宽效果。在一些实施例中,超表面透镜20可以针对一个频带具有电磁辐射缩窄效果,而针对另一频带具有电磁辐射扩宽效果。

[0108] 在一些情况下,由于第一辐射元件21在其运行频带的第一子频带内的俯仰角宽度超过预定范围,使得第一辐射元件21在第一子频带内的方向性和/或增益无法满足预定要求。为了改善第一辐射元件21在第一子频带内的方向性和/或增益,超表面透镜20可以被配置为缩窄第一辐射元件21的在第一子频带内的辐射方向图的俯仰角宽度,以用于提高方向

性和/或增益。

[0109] 在一些实施例中,超表面透镜20可以被配置为:针对第一子频带内的电磁辐射的缩窄效果强于针对第二子频带内的电磁辐射的缩窄效果。在一些实施例中,超表面透镜20可以被配置为:仅针对第一子频带内的电磁辐射具有缩窄效果,而针对第二子频带内的电磁辐射基本上不具有缩窄效果。

[0110] 在如图4至9所示的多频带天线100'中,为了避免超表面透镜20对由第二辐射元件22阵列生成的第二电磁辐射产生不期望的干扰。在一些实施例中,超表面透镜20针对由第一辐射元件21阵列生成的第一电磁辐射的折射率可以大于设定折射率、例如大于1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.8或2,从而形成明显的缩窄效果。而所述超表面透镜20针对由第二辐射元件22阵列生成的第二电磁辐射的折射率可以小于设定折射率、例如小于1.1、1.2、1.3、1.4或1.5,从而使得所述超表面透镜20对第二电磁辐射具有较小、甚至可忽略的缩窄效果。在一些实施例中,参见图13,通过金属图案24的设计,超表面透镜20针对第二电磁辐射的折射率可以被设定在折射率特性曲线的低缓区段(如d小于10mm的区段),而超表面透镜20针对第一电磁辐射的折射率可以被设定在折射率特性曲线的高陡区段(如d大于10mm的区段)。

[0111] 附加地或备选地,在多频带天线100'中,用于第一辐射元件21的超表面透镜20可能会对相邻的第二辐射元件22产生不期望的干扰、例如散射效应。为了尽可能降低这种干扰,超表面透镜20可以被配置为对于第二辐射元件22基本上隐身。在所述超表面透镜20上可以形成有谐振结构,第二辐射元件22的运行频带可以处于谐振结构的阻带内,使得超表面透镜20被配置为对于第二电磁辐射基本上隐身。该谐振结构被配置为至少部分地衰减否则可能在超表面透镜20上感应出的在第二辐射元件22的运行频带的至少部分频率范围上的电流,从而降低超表面透镜20对第二辐射元件22的散射效应。在一些实施例中,谐振结构可以包括由窄区段形成的感性区段和由宽区段形成的容性区段。应理解的是,超表面透镜20可以形成多个谐振结构,以便实现良好的滤波效果。

[0112] 接下去,参考图15至17,介绍根据本公开一些实施例的多频带天线100''的第一变型方案。图15示出了多频带天线100''的第一变型方案的示例性立体图。图16是图15的多频带天线100''的示意性正视图。图17是图15的多频带天线100''的示意性端视图。为了简化起见,以下仅重点描述与上面提及的实施例的不同之处。应理解的是,以上关于天线100、100'、辐射元件21、22连同超表面透镜20的描述—除非相矛盾—可以适用于图15至17的实施例,在此不再赘述。

[0113] 如图15和17所示,多频带天线100''可以包括用于第一列211第一辐射元件21和第二列212第一辐射元件21的朝前彼此叠置的多层超表面透镜20。也就是说,在多频带天线100''中,可以针对多个第一辐射元件列211、212提供共同的超表面透镜20。该多层超表面透镜20可以构造成沿着天线纵向V伸长的透镜,并且在纵向V上(附加地在水平方向H上)覆盖多列第一辐射元件211、212。所述多层超表面透镜20可以有效地缩窄由多列第一辐射元件211、212生成的电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度,进而改善辐射方向图的方向性和/或增益。

[0114] 接下去,参考图18至20,介绍根据本公开一些实施例的多频带天线100'''的第二变型方案。图18示出了多频带天线100'''的第二变型方案的示例性立体图。图19是图18的多频带天线100'''的示意性正视图。图20是图18的多频带天线100'''的示意性端视图。为了简化

起见,以下仅重点描述与上面提及的实施例的不同之处。应理解的是,以上关于天线100、100'、100''、辐射元件21、22连同超表面透镜20的描述—除非相矛盾—可以适用于图18至20的实施例,在此不再赘述。

[0115] 多频带天线100'''可以包括用于第一列221第二辐射元件22的朝前彼此叠置的多层超表面透镜20、用于第二列222第二辐射元件22的朝前彼此叠置的多层超表面透镜20、用于第三列223第二辐射元件22的朝前彼此叠置的多层超表面透镜20、用于第四列224第二辐射元件22的朝前彼此叠置的多层超表面透镜20。也就是说,在多频带天线100'''中,可以针对每个第二辐射元件列221、222、223、224提供单独的超表面透镜20。相应的多层超表面透镜20可以被安装在第二辐射元件列221、222、223、224前方且第一辐射元件列211、212后方。

[0116] 相应的多层超表面透镜20可以构造成沿着天线纵向伸长的透镜,并且在纵向上(附加地在水平方向上)覆盖相应的第二辐射元件列。所述多层超表面透镜可以有效地缩窄由相应的第二辐射元件列生成的电磁辐射的辐射方向图的俯仰角宽度,进而改善辐射方向图的方向性和/或增益。

[0117] 虽然已经通过示例对本公开的一些特定实施例进行了详细说明,但是本领域的技术人员应该理解,以上示例仅是为了进行说明,而不是为了限制本公开的范围。在此公开的各实施例可以任意组合,而不脱离本公开的精神和范围。本领域的技术人员还应理解,可以对实施例进行多种修改而不脱离本公开的范围和精神。本公开的范围由所附权利要求来限定。



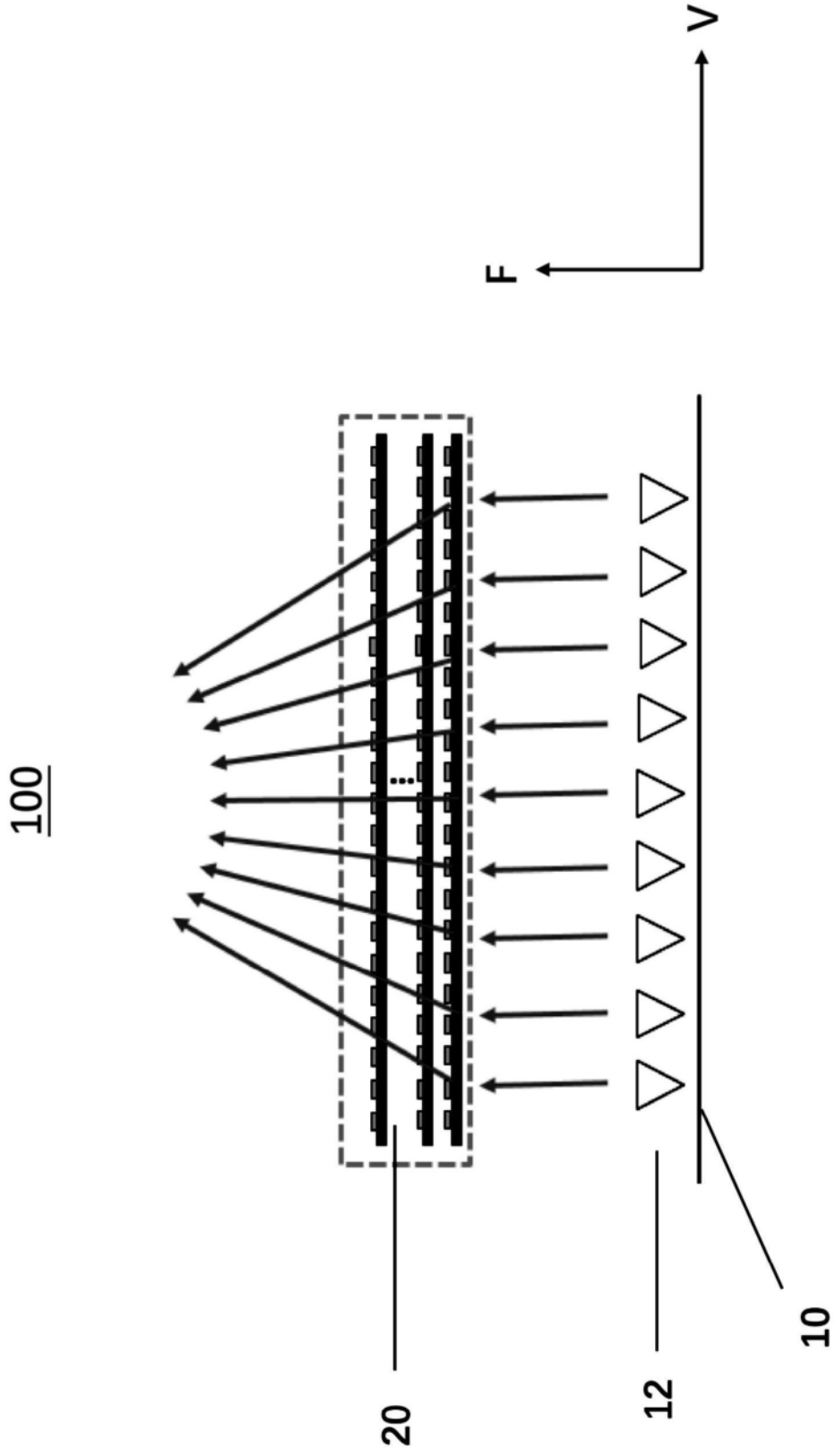


图1

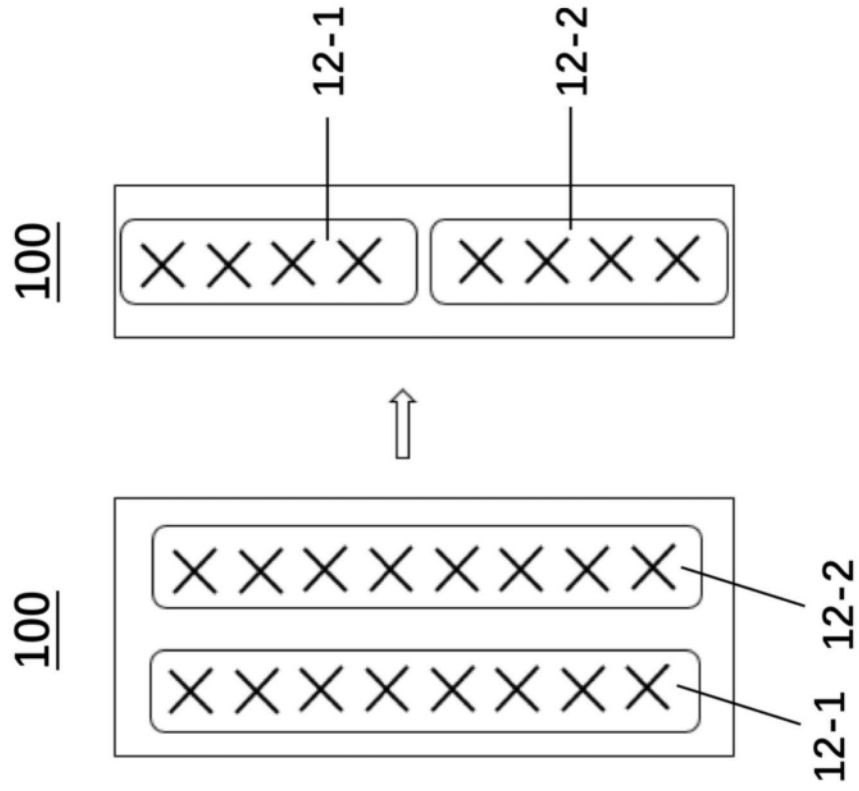


图2



图3

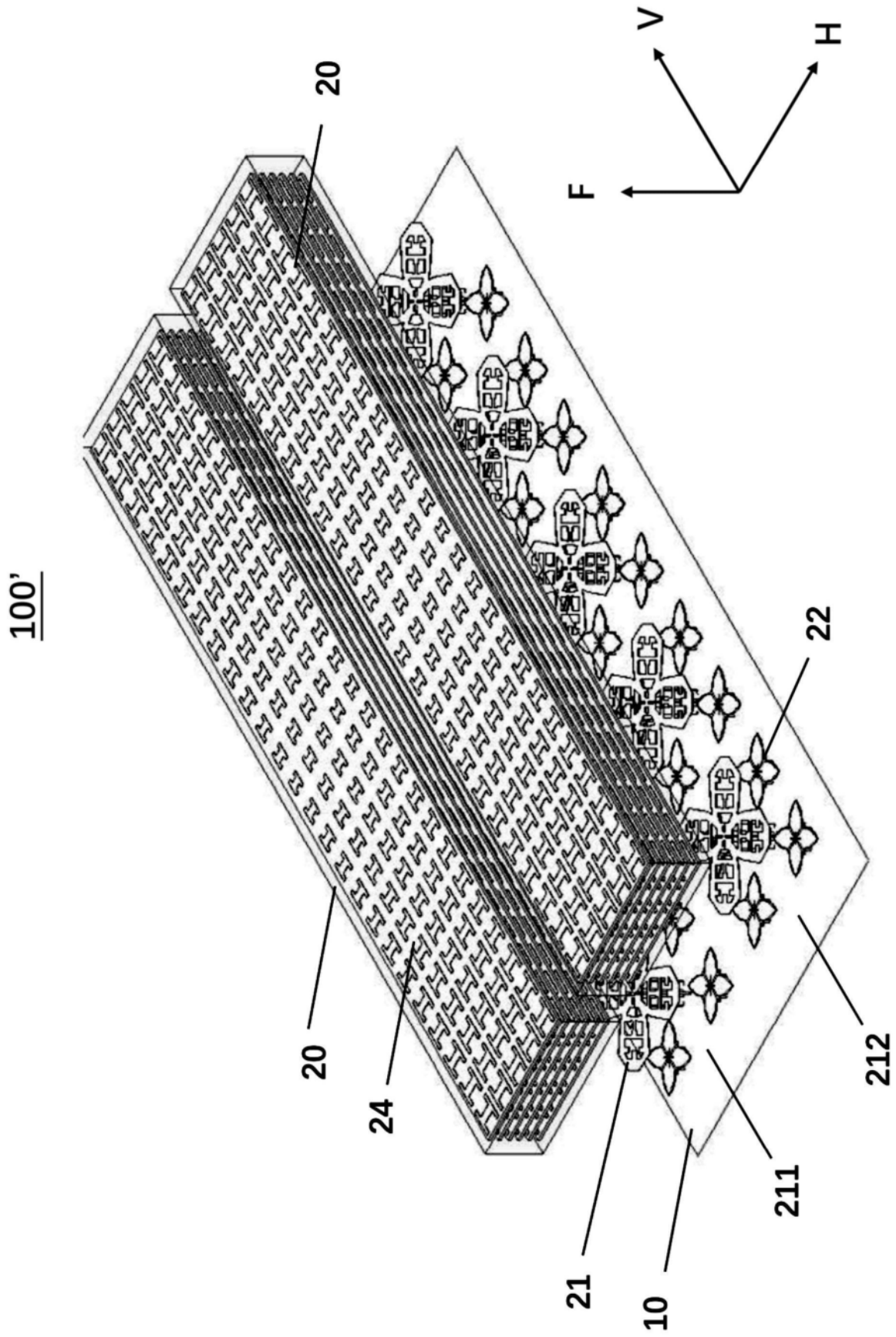


图4

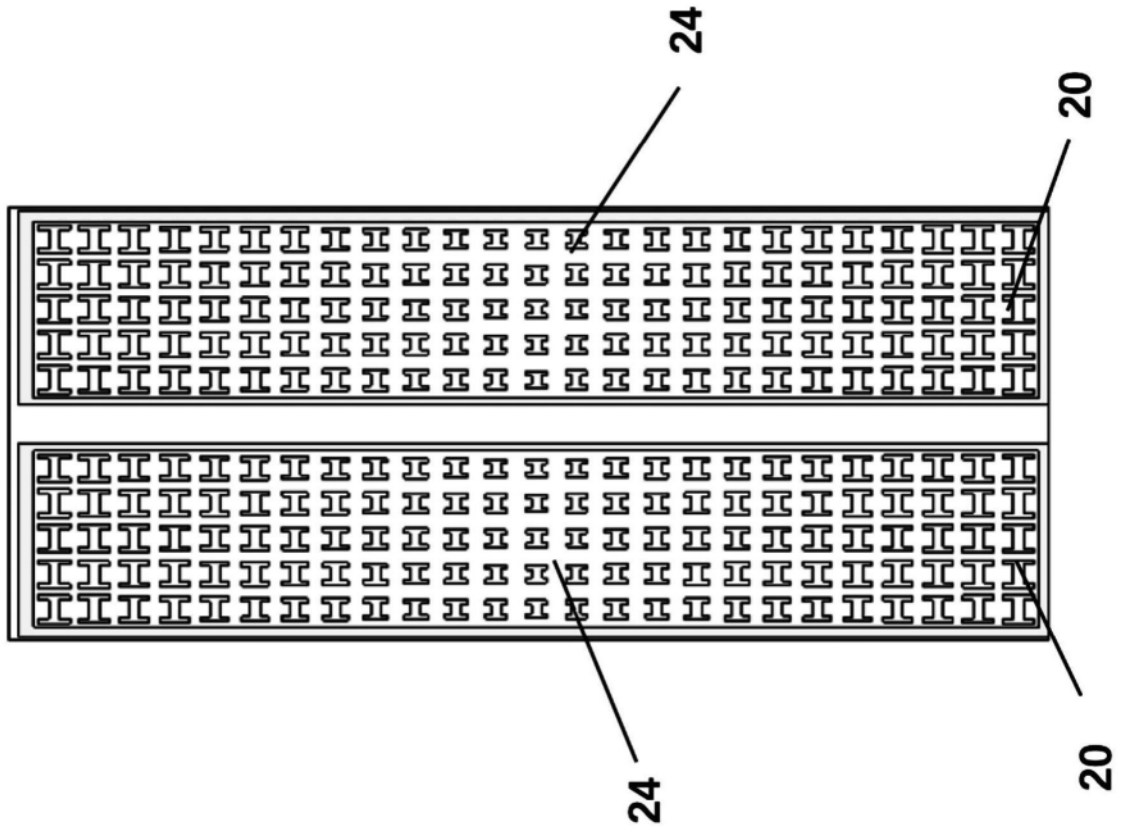


图5

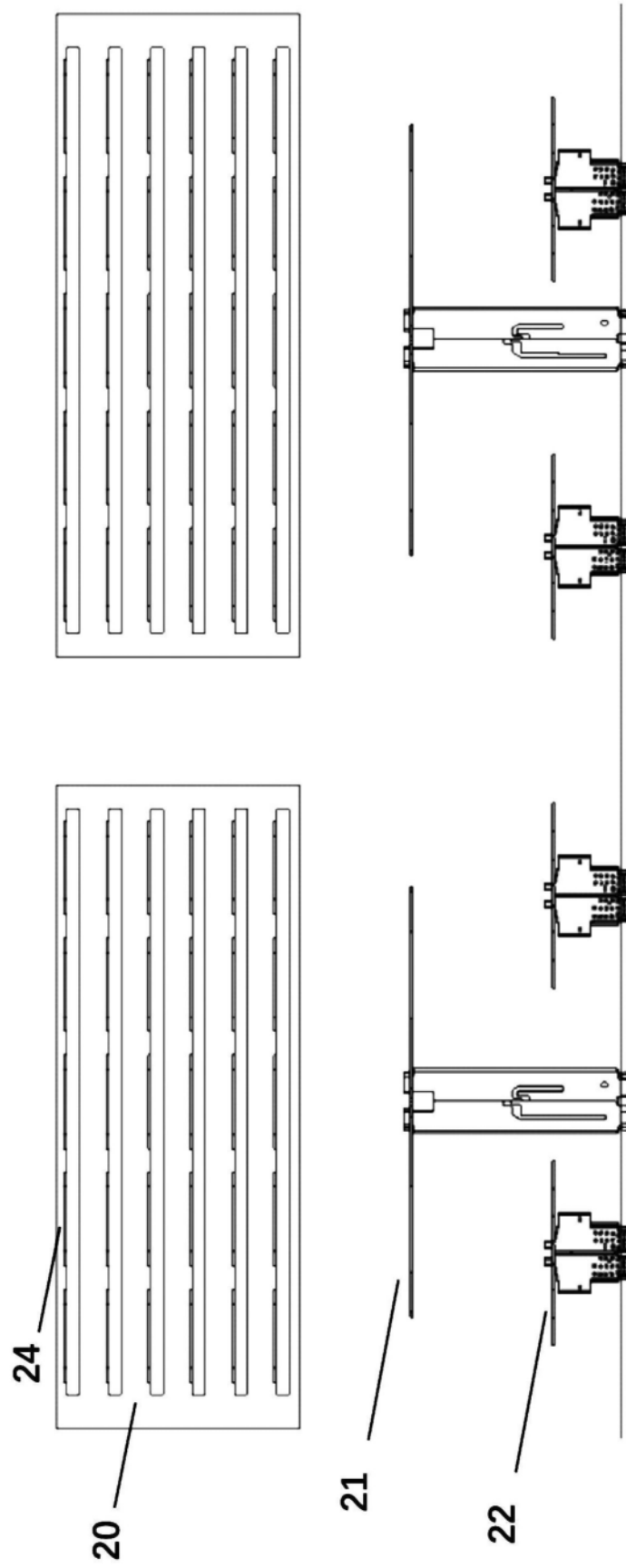


图6

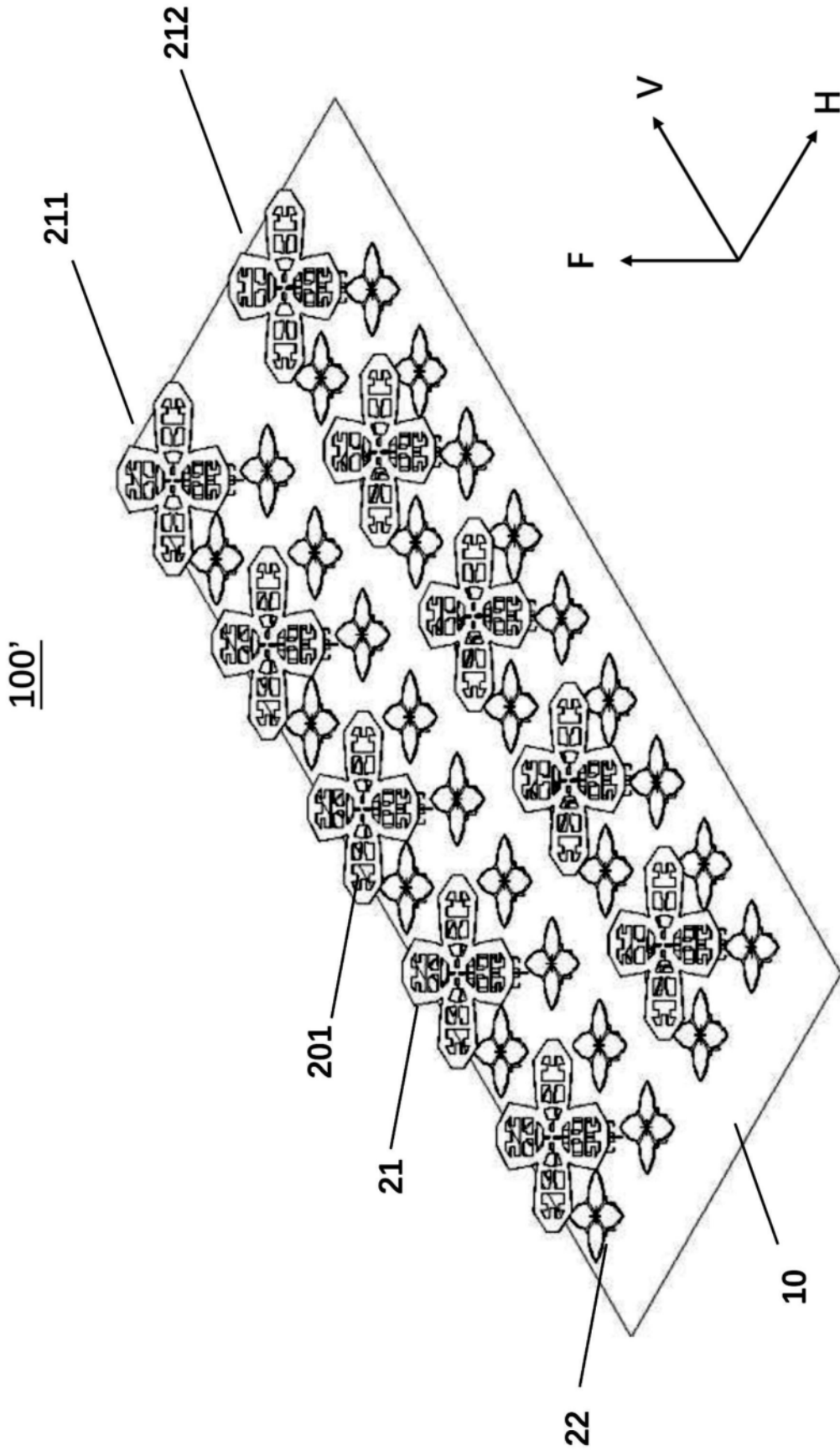


图7

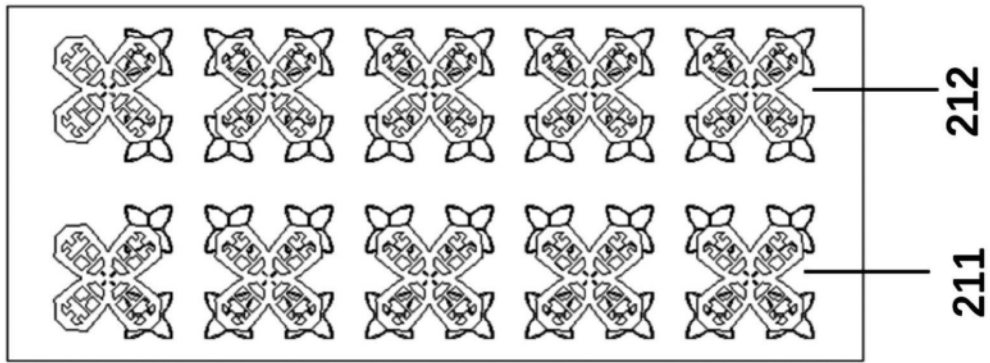


图8



图9



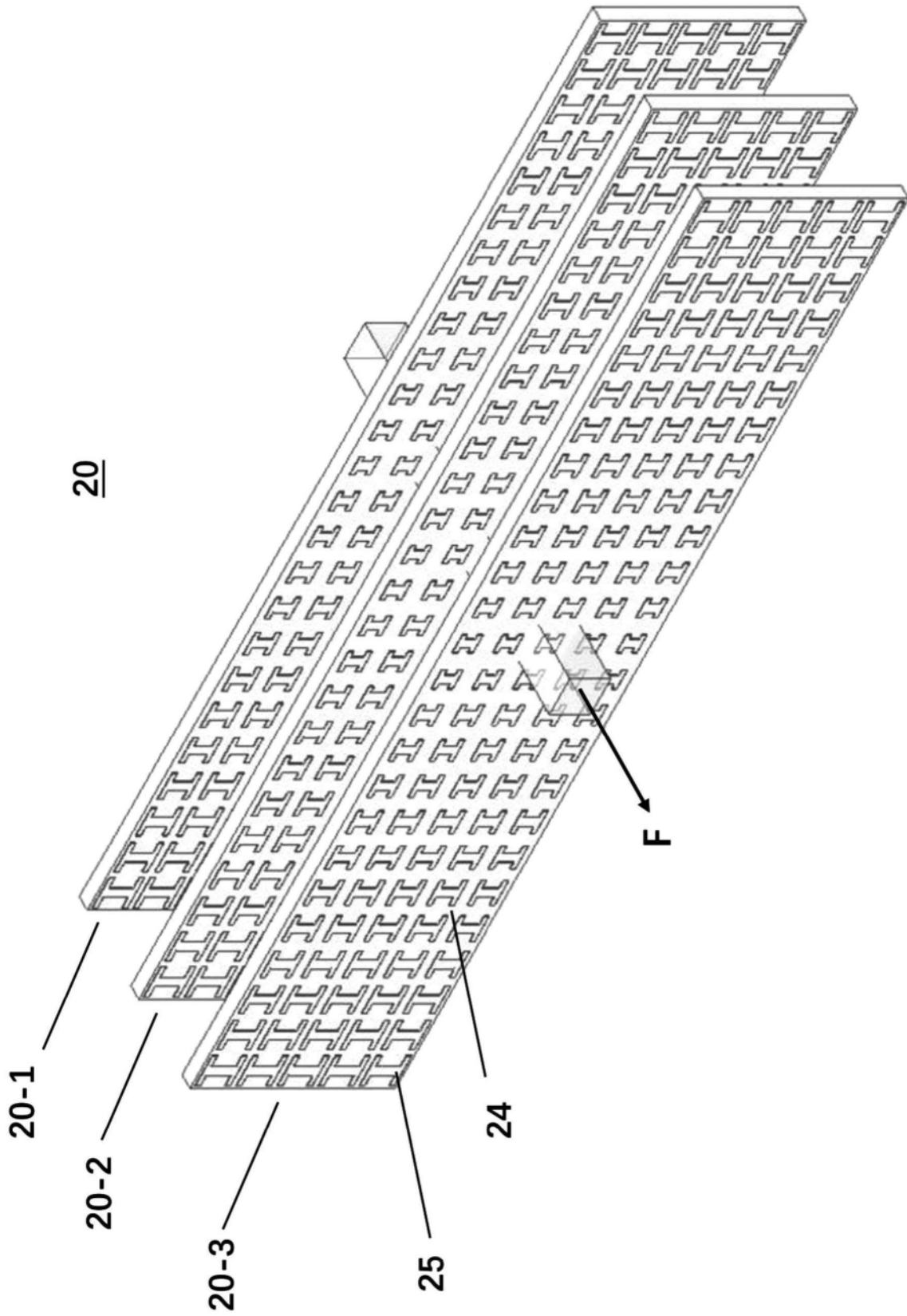


图10

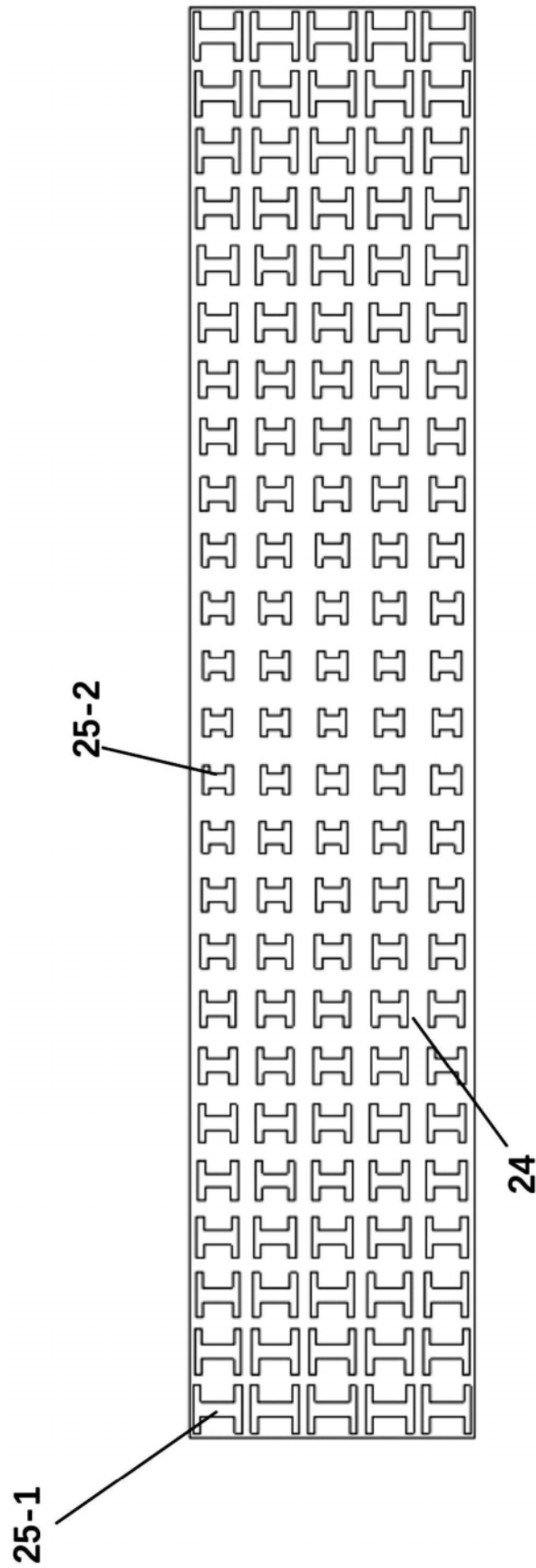


图11

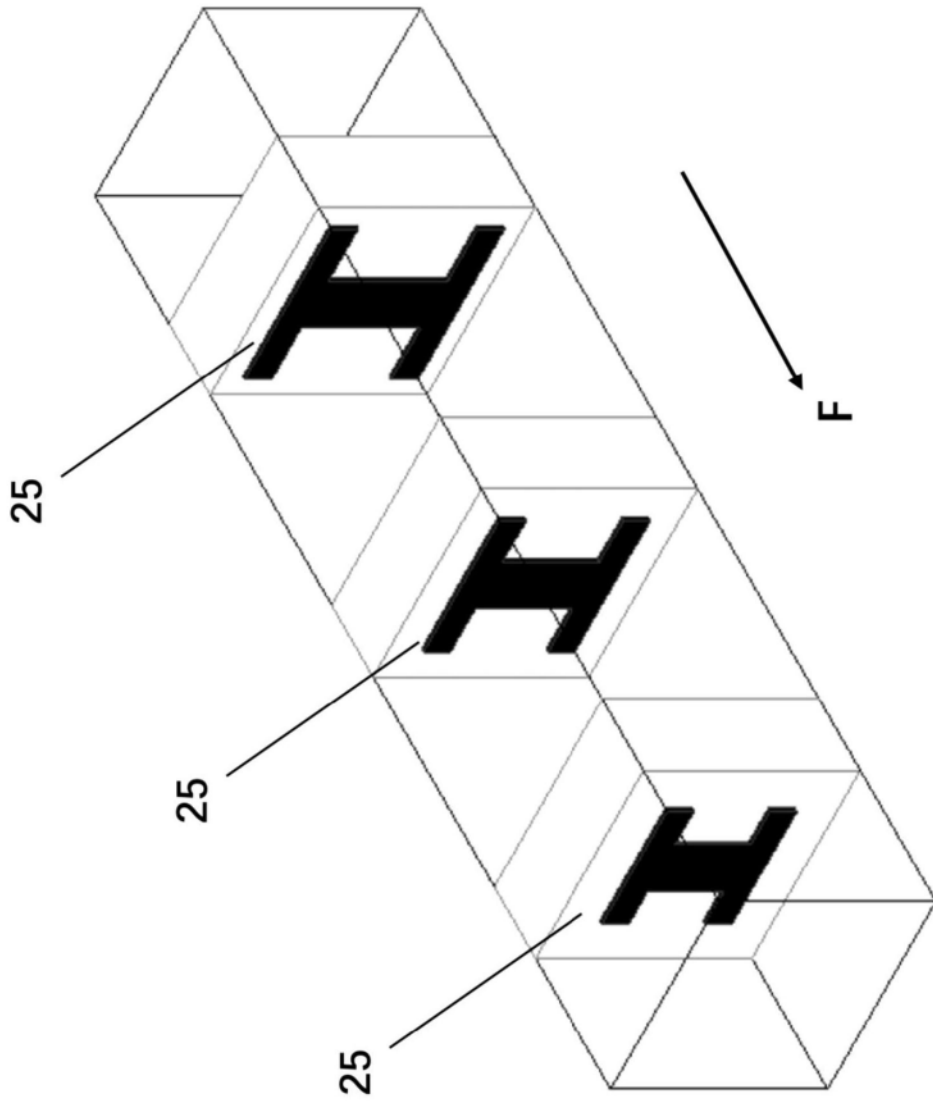


图12

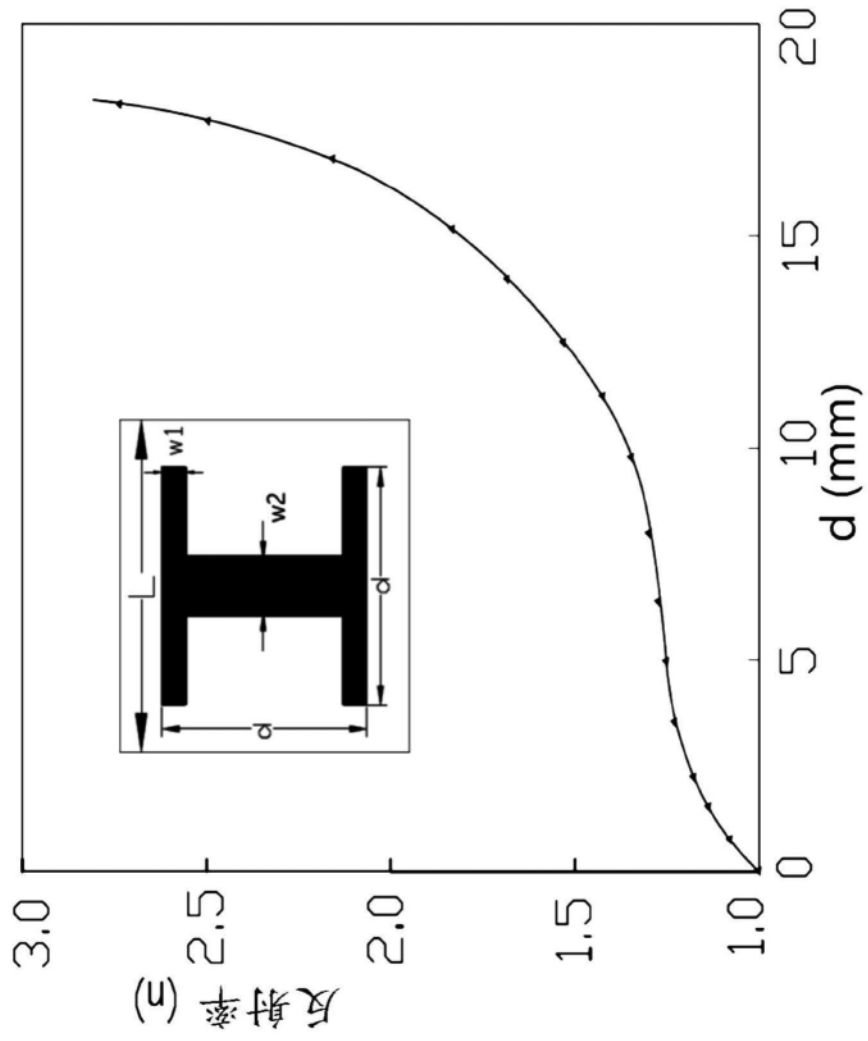


图13

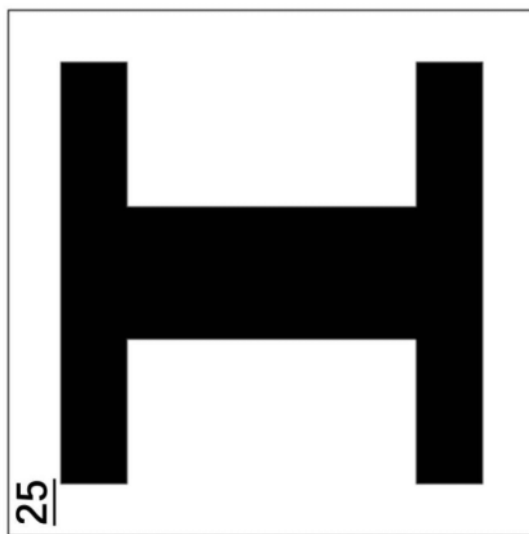


图14A

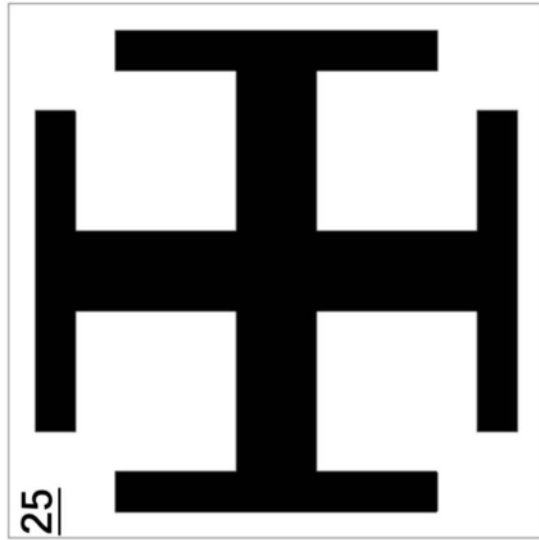


图14B

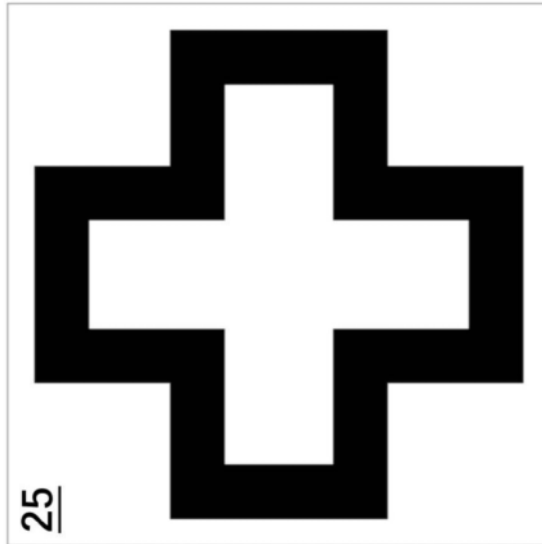


图14C

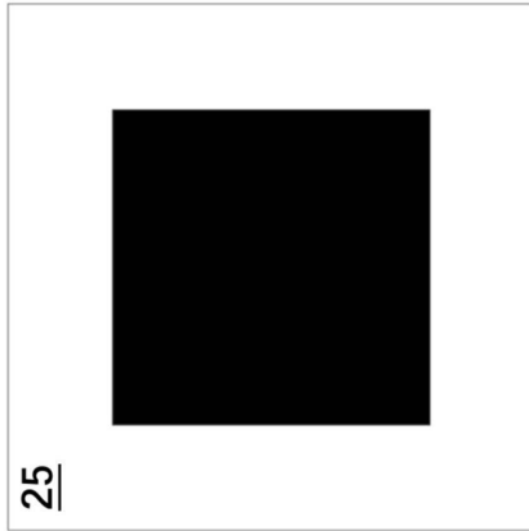


图14D

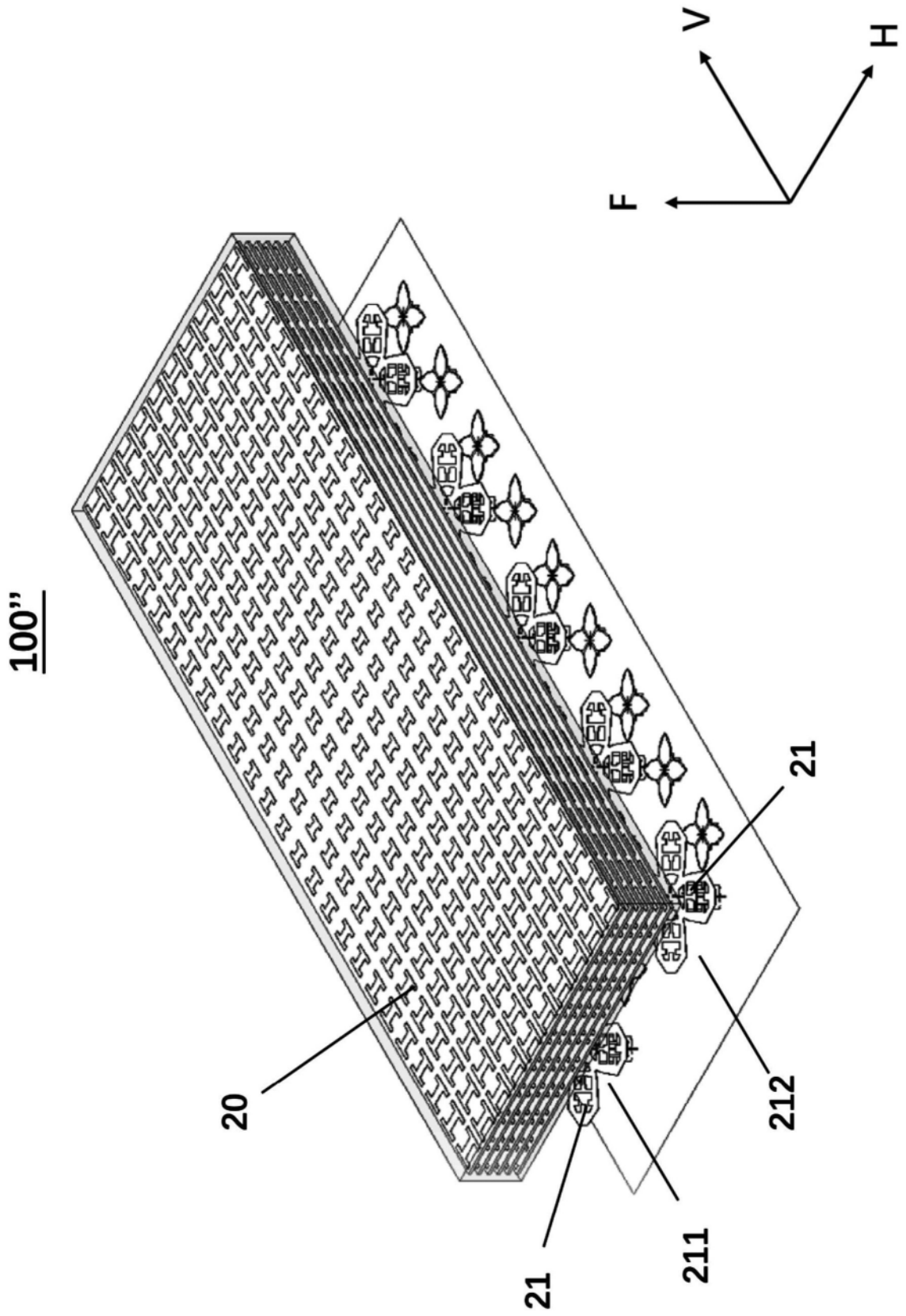
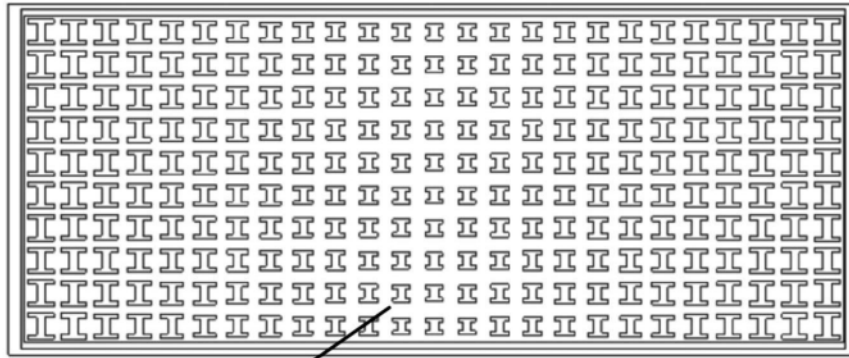


图15



20

图16



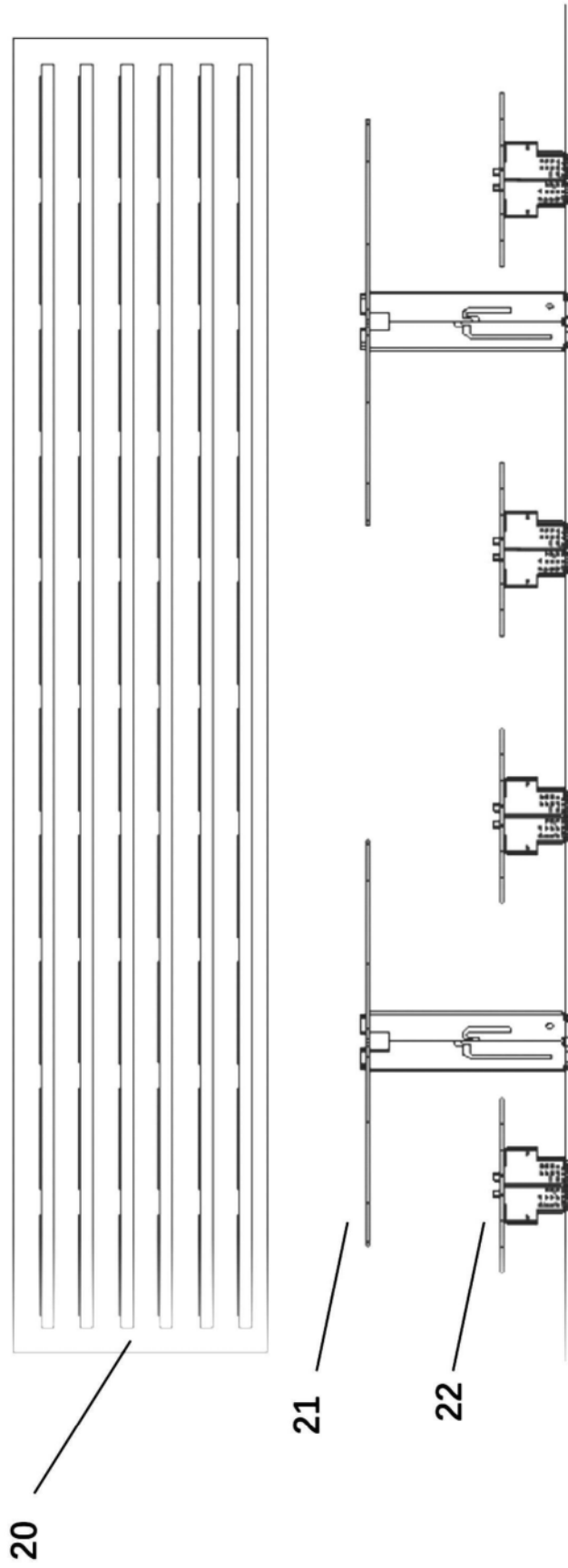


图17

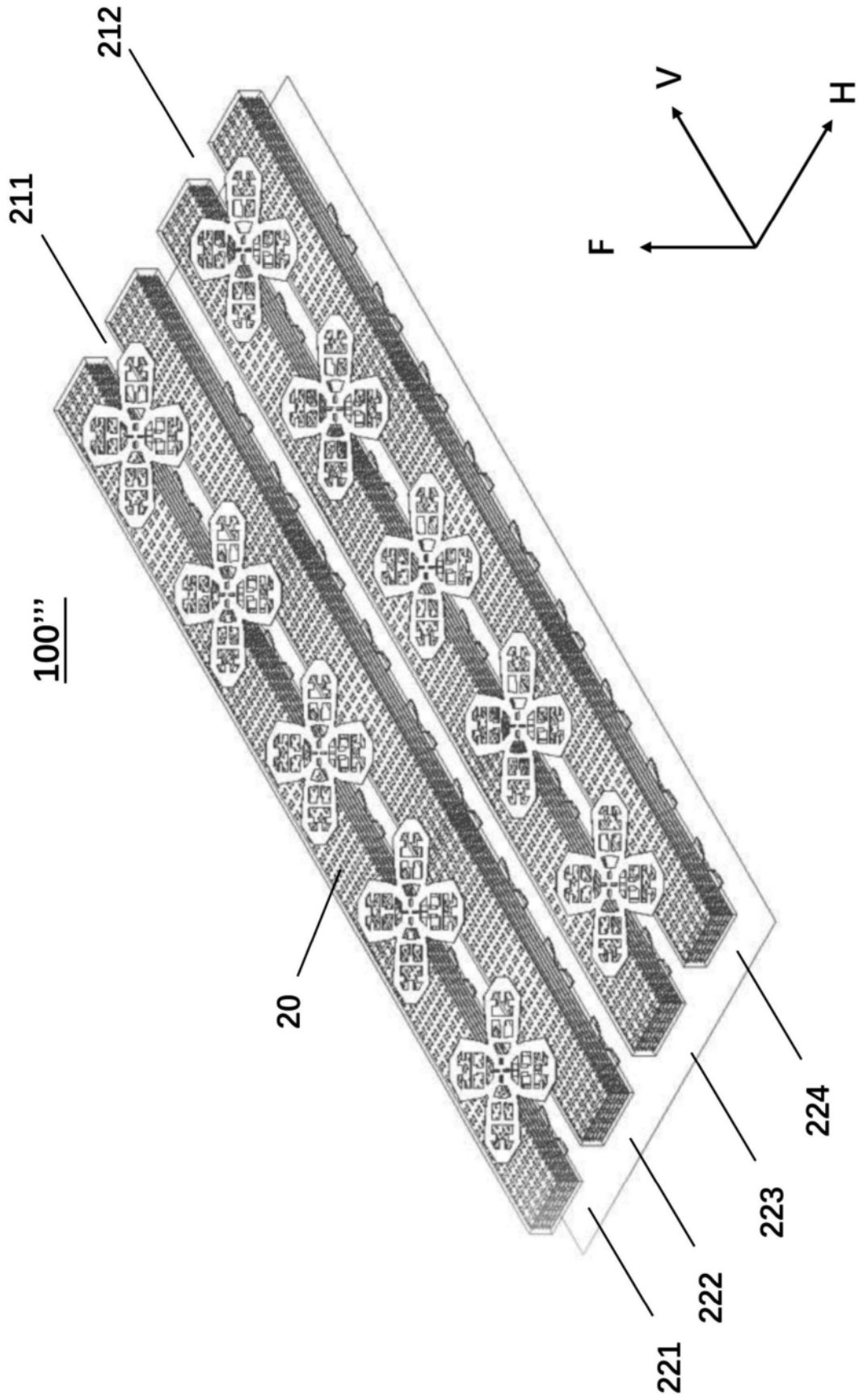


图18

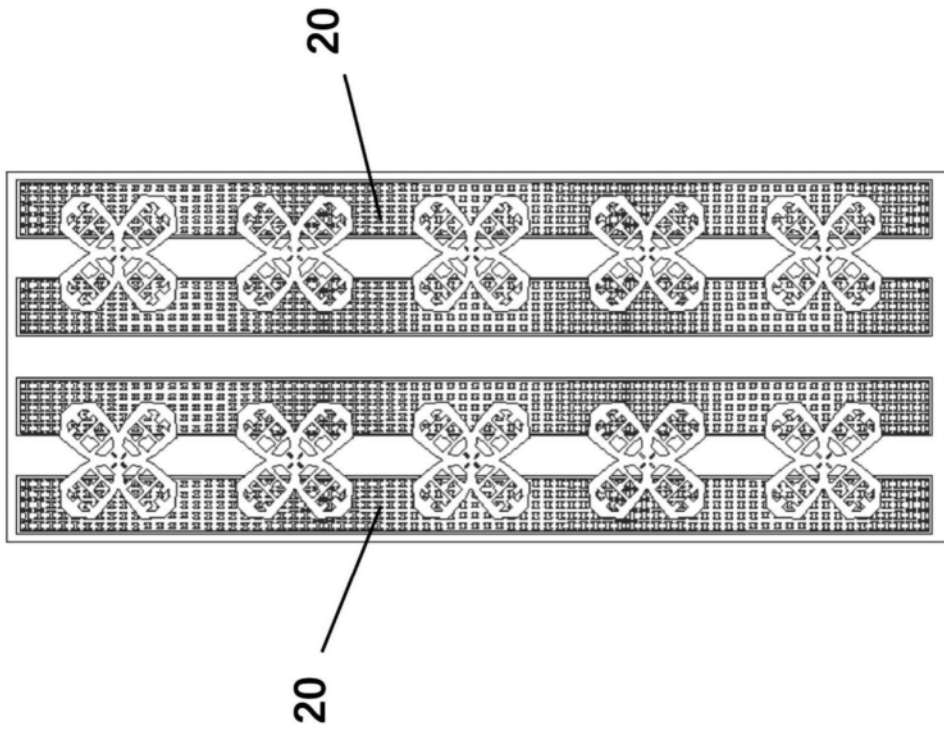


图19

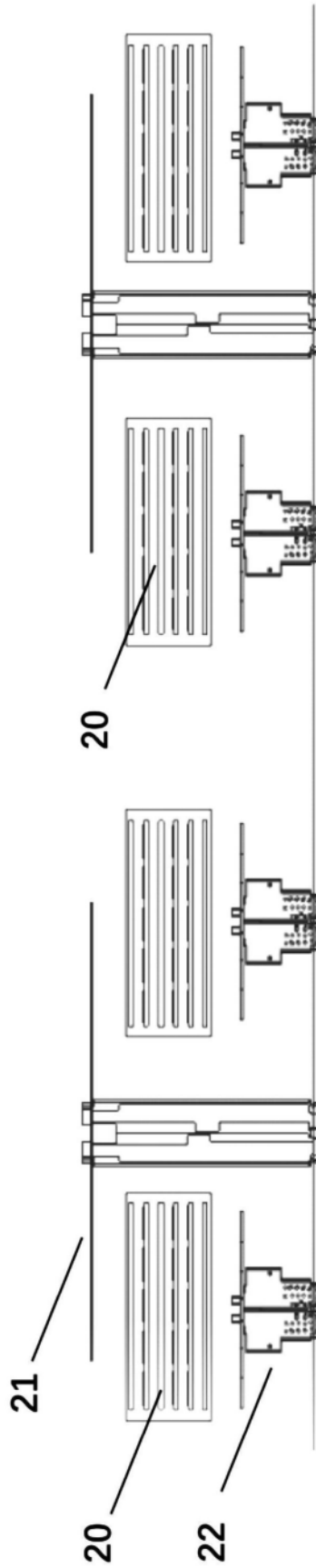


图20