



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115668644 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 31

(21) 申请号 202180038516.3

(22) 申请日 2021.04.27

(30) 优先权数据

63/016,699 2020.04.28 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.11.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/029356 2021.04.27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/222217 EN 2021.11.04

(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 M·V·瓦奴斯法德拉尼

A·卡斯塔 何凡 刘能斌

唐普亮 苏瑞鑫

(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 冯雯

(51) Int.Cl.

H01Q 15/14 (2006.01)

H01Q 15/16 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

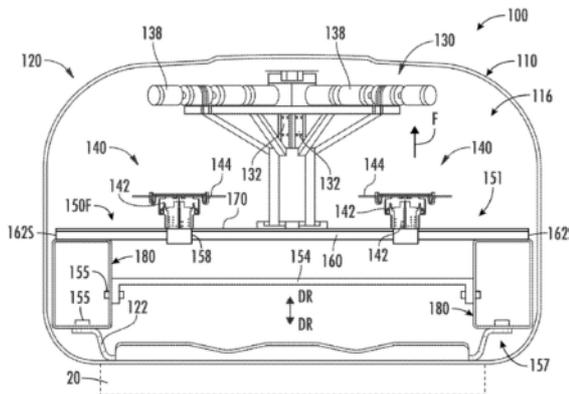
权利要求书3页 说明书18页 附图23页

(54) 发明名称

具有包括在其上具有金属层的非金属衬底的反射器组件的基站天线

(57) 摘要

本发明提供包括反射器组件和辐射元件的基站天线。所述反射器组件包括反射器。所述辐射元件从所述反射器向前延伸。所述反射器包括非金属衬底和安装在所述衬底上的金属层。



1. 一种基站天线,包括:
包括反射器的反射器组件;以及
从所述反射器向前延伸的辐射天线元件;
其中所述反射器包括:
非金属衬底;以及
所述衬底上的金属层。
2. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述衬底由聚合物材料形成。
3. 根据权利要求2所述的基站天线,其中所述金属层直接集成到所述衬底。
4. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述金属层具有在约0.004mm到0.5mm的范围内的厚度。
5. 根据权利要求3所述的基站天线,其中所述反射器组件包括固定到所述衬底以支撑所述反射器的至少一个支撑构件。
6. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述金属层由选自铜、铝、银、锡、镍及其组合的金属形成。
7. 根据权利要求1所述的基站天线,还包括延伸穿过所述金属层和衬底的多个纵向和横向间隔开的通孔。
8. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述反射器组件包括固定到所述衬底以支撑所述反射器的至少一个支撑构件。
9. 根据权利要求8所述的基站天线,其中所述至少一个支撑构件包括固定到所述衬底以支撑所述反射器的一对相对的支撑构件。
10. 根据权利要求9所述的基站天线,其中所述支撑构件中的每一个限定纵向通道或管状通路。
11. 根据权利要求9所述的基站天线,其中所述支撑构件中的每一个包括限定在其中的切口。
12. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述金属层形成为在所述衬底上或所述衬底中的模内装饰。
13. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述衬底包括整体加强特征。
14. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述金属层用导电贴片至少部分地图案化并且限定频率选择表面和/或衬底。
15. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述衬底包括向前突出的整体加强特征,并且其中所述辐射元件在所述整体加强特征前方延伸。
16. 根据权利要求15所述的基站天线,其中所述加强特征作为多个肋提供,所述多个肋包括横向间隔开且纵向延伸的肋和跨过所述基站天线横向延伸、垂直于所述纵向延伸肋中的至少一些至少一个横向延伸肋,任选地其中多个安装孔穿过所述肋中的至少一些延伸。
17. 根据权利要求16所述的基站天线,其中所述纵向延伸肋的至少一个主表面正交于所述反射器的主表面,并且包括金属层,由此提供在辐射天线元件的不同线性阵列的相邻辐射元件之间延伸的隔离栅。
18. 根据权利要求1所述的基站天线,还包括:

第一辐射元件的多个列,所述多个列提供所述辐射元件并且被构造成在第一操作频带中操作,第一辐射元件的每一列包括布置在所述基站天线的纵向方向上的多个第一辐射元件,其中所述非金属衬底和所述金属层协作以限定至少一个频率选择表面,所述至少一个频率选择表面被构造成使得所述第一操作频带内的电磁波基本被所述反射器阻挡。

19. 根据权利要求18所述的基站天线,其中所述频率选择表面被构造成反射在所述第一操作频带内的电磁波。

20. 根据权利要求18所述的基站天线,还包括被构造成在第二操作频带中操作的至少一个第二辐射元件,所述第二操作频带不同于所述第一操作频带并且与所述第一操作频带不重叠,其中所述至少一个频率选择表面还被构造成使得所述第二操作频带内的电磁波能够通过所述反射器传播。

21. 根据权利要求20所述的基站天线,其中所述第二操作频带高于所述第一操作频带。

22. 根据权利要求18所述的基站天线,其中所述非金属衬底和所述金属层由多层印刷电路板提供。

23. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述非金属衬底包括介电板,所述介电板具有相对的第一侧和第二侧,所述第一侧和所述第二侧面向所述辐射元件和所述基站天线的前部,其中,所述金属层形成有在所述第一侧和所述第二侧中的至少一个上的周期性导电结构,并且其中,所述周期性导电结构形成频率选择表面。

24. 根据权利要求23所述的基站天线,其中所述金属层作为所述介电板的第一侧上的第一周期性导电结构和所述介电板的第二侧上的第二周期性导电结构提供,并且其中所述介电板的第二侧上的周期性导电结构不同于所述介电板的第一侧上的周期性结构。

25. 根据权利要求23所述的基站天线,其中所述周期性导电结构包括金属元素的多边形贴片的重复图案。

26. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述非金属衬底和所述金属层实施为多层印刷电路板,所述多层印刷电路板的一层或多层形成有频率选择表面,所述频率选择表面被构造成使得第一频率范围内的电磁波能够通过所述反射器传播,并且其中所述多层印刷电路板的一层或多层反射不同的操作频带中的电磁波。

27. 根据权利要求1所述的基站天线,其中所述金属层包括导电贴片阵列,所述导电贴片阵列合并到具有全金属区域的右外周边侧和左外周边侧。

28. 根据权利要求24所述的基站天线,还包括馈电板,所述馈电板垂直于所述反射器定向并且纵向延伸并位于所述反射器的右侧和左侧上。

29. 根据权利要求24所述的基站天线,还包括在所述反射器的右侧周边上的至少一个馈电板和在所述反射器的左侧周边上的至少一个馈电板,至少一个馈电板中的每一个位于所述反射器附近、所述反射器后方或前方。

30. 根据权利要求29所述的基站天线,还包括馈电柄,所述馈电柄在所述反射器前方延伸,在所述反射器前方面向天线罩将辐射元件定位在所述馈电柄上。

31. 一种形成用于基站天线的反射器的方法,包括:

提供注塑成型衬底;以及

使所述注塑成型衬底的主表面金属化,从而限定所述反射器。

32. 根据权利要求31所述的方法,其中所述金属化通过将金属膜电喷射到所述衬底的

主表面上来进行。

33. 根据权利要求32所述的方法,其中在所述金属化之前,所述方法还包括使所述注塑成型衬底的主表面粗糙化。

34. 根据权利要求31所述的方法,还包括加热所述注塑成型衬底,然后在所述金属化之前清洁所述注塑成型衬底的主表面。

35. 根据权利要求31所述的方法,其中进行所述金属化以将金属层以在约0.004mm到约0.5mm的范围内的厚度沉积到所述衬底的主表面上。

36. 根据权利要求31所述的方法,其中所述金属化使用模内装饰进行。

37. 根据权利要求31所述的方法,其中所述注塑成型衬底包括向前突出肋的十字图案,在所述向前突出肋之间限定矩形平面区域,由此提供用于在所述矩形平面区域中安装辐射元件的空间。

具有包括在其上具有金属层的非金属衬底的反射器组件的基站天线

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享有2020年4月28日提交的美国临时专利申请号63/016,699的权益和优先权,其全部公开内容通过引用并入本文中。

背景技术

[0003] 本发明大体上涉及无线电通信,且更具体地涉及用于蜂窝通信系统的基站天线。

[0004] 蜂窝通信系统是本领域中众所周知的。在蜂窝通信系统中,一个地理区域被划分成由相应的宏小区基站提供服务的一系列区域或“小区”。每个宏小区基站可包括一个或多个基站天线,这些基站天线被构造成提供与由基站提供服务的小区内的用户的双向射频(“RF”)通信。在许多情况下,每个基站都被划分为“扇区”。在一种常见的配置中,六角形形状的小区在方位角平面中被划分成三个 120° 扇区,并且每个扇区由一个或多个宏小区基站天线提供服务,这些基站天线具有近似 65° 的方位角半功率束宽(HPBW)。所谓的小区基站可用于在小区各部分内的高流量区域中提供服务。通常,基站天线安装在塔架或其它升高的结构上,并且辐射方向图由向外指向的基站天线生成。

[0005] 大多数宏小区基站天线包括安装在平板反射器组件上的辐射元件的一个或多个线性或平面阵列。反射器组件可充当辐射元件的接地平面,并且还可以反射由辐射元件在前向方向上向后发射的RF能量。图1A和1B分别是用于基站天线的常规反射器组件10的透视图和横截面视图。反射器组件10具有前部12、后部14以及第一和第二侧16。如图1A-1B中可见,常规反射器组件10可包括金属片,例如铝,且其前部12可充当反射RF能量的主反射表面20。金属片的顶部、底部和侧边缘可各自以例如 90° 角的角度向后弯曲。因此,反射器组件10的每一侧16可具有L形横截面,如图1B中最佳示出。多个开口22可设置在主反射表面20中。包括反射器组件10的基站天线的各种元件,例如辐射元件、馈电板、解耦结构、隔离结构和/或结构支撑件可安装在开口22中。开口22中的其它开口可包括可用于将各种元件/结构附接到反射表面20的附接结构(例如,螺钉、铆钉等)。开口22中的另外其它开口可以允许元件(例如,同轴电缆或其它RF传输线或结构)在反射器10的后表面与前表面之间通过。

[0006] 最近,引入了具有反射器组件的基站天线,所述反射器组件包括集成RF扼流圈。图2A和2B分别是包括此类集成RF扼流圈的常规反射器组件30的透视图和横截面视图。反射器组件30具有前部32、后部34以及第一和第二侧36。反射器组件30可包括金属片,例如铝,使得反射器组件30的前部32充当反射RF能量的主反射表面40。多个开口42可以设置在主反射表面40中,并且可以起到与上文论述的开口22相同的功能。如图2A-2B中所示,反射器组件30不同于反射器组件10之处在于,与反射器组件10的侧面16的L形横截面相反,反射器组件30的每一侧36具有U形横截面(参见图2B)。反射器组件30的U形侧36形成沿着天线长度并充当RF扼流圈44的U形通道。RF扼流圈是电路元件,其允许一些电流通过,但被设计成阻塞或“扼制”在某些频带中电流。包括反射器组件30的天线将具有辐射元件的一个或多个线性阵列。每个RF扼流圈44(即,U形通道)可具有电路路径长度(即,U形形状的每一侧的长度和底部

的长度之和),所述电路长度对应于在频带的中心频率处的 180° 相移,在所述中心频率处,天线的辐射元件的线性阵列中的一个线性阵列辐射RF能量。RF扼流圈44可以减少沿着反射器组件30横向行进的RF能量的量,并且因此可以改进基站天线的前后比性能。

发明内容

[0007] 根据本发明的实施例,提供基站天线,其包括反射器组件和辐射元件。所述反射器组件包括反射器。所述辐射元件从所述反射器向前延伸。所述反射器包括非金属衬底和安装在所述衬底上的金属层。

[0008] 在一些实施例中,所述衬底由聚合物材料形成。在一些实施例中,所述金属层直接粘结到所述衬底。

[0009] 根据一些实施例,所述金属层具有在约4微米到25微米的范围内的厚度。

[0010] 所述反射器组件可包括固定到所述衬底以支撑所述反射器的至少一个支撑构件。

[0011] 根据一些实施例,所述金属层由选自铜、铝、银、锡、镍及其组合的金属形成。

[0012] 根据一些实施例,所述金属层具有在约0.004mm到约0.5mm的范围内的厚度。

[0013] 在一些实施例中,所述反射器组件包括固定到所述衬底以支撑所述反射器的至少一个支撑构件。

[0014] 根据一些实施例,所述至少一个支撑构件包括固定到所述衬底以支撑所述反射器的一对相对支撑构件。

[0015] 在一些实施例中,每个支撑构件限定纵向通道或管状通路。

[0016] 在一些实施例中,每个支撑构件包括其中限定的切口。

[0017] 根据一些实施例,所述金属层直接联接到所述衬底。

[0018] 根据一些实施例,所述衬底包括整体加强特征。

[0019] 所述金属层可以至少部分地图案化为贴片,并且可以被构造成限定频率选择表面和/或衬底。

[0020] 所述基站天线可包括第一辐射元件的多个列,所述多个列提供所述辐射元件且被构造成在第一操作频带中操作,第一辐射元件的每一列包括布置在所述基站天线的纵向方向上的多个第一辐射元件。所述非金属衬底和所述金属层可协作以限定至少一个频率选择表面,所述至少一个频率选择表面被构造成使得所述第一操作频带内的电磁波基本被所述反射器阻挡。

[0021] 所述频率选择表面可以被构造成反射在所述第一操作频带内的电磁波。

[0022] 所述基站天线还可包括被构造成在第二操作频带中操作的至少一个第二辐射元件,所述第二操作频带不同于所述第一操作频带并且与所述第一操作频带不重叠。所述至少一个频率选择表面还可被构造成使得所述第二操作频带内的电磁波能够通过所述反射器传播。

[0023] 所述第二操作频带可以高于所述第一操作频带。

[0024] 所述非金属衬底和所述金属层由多层印刷电路板提供。

[0025] 所述非金属衬底可包括具有相对的第一侧和第二侧的介电板,所述第一和所述第二侧面向所述辐射元件和所述基站天线的前部。所述金属层可形成有在所述第一侧和所述第二侧中的至少一个上的周期性导电结构。所述周期性导电结构可形成频率选择表面。

[0026] 所述金属层可作为所述介电板的第一侧上的第一周期性导电结构提供,并且作为所述介电板的第二侧上的第二周期性导电结构提供。所述介电板的第二侧上的周期性导电结构可不同于所述介电板的第一侧上的周期性结构。

[0027] 所述周期性导电结构可具有金属元素的多边形贴片的重复图案。

[0028] 所述非金属衬底和所述金属层可实施为多层印刷电路板,所述多层印刷电路板的一层或多层可形成有频率选择表面,所述频率选择表面被构造成使得第一频率范围内的电磁波通过所述反射器传播。所述多层印刷电路板的一层或多层可反射不同的操作频带中的电磁波。

[0029] 所述金属层可具有导电贴片阵列,所述导电贴片阵列合并到具有全金属区域的右外周边侧和左外周边侧。

[0030] 所述基站天线还可以具有馈电板,所述馈电板可垂直于所述反射器定向并且纵向延伸并位于所述反射器的右侧和左侧上。

[0031] 所述基站天线还可包括在所述反射器的右侧周边上的至少一个馈电板和在所述反射器的左侧周边上的至少一个馈电板,至少一个馈电板中的每一个可位于所述反射器附近、所述反射器后方或前方。

[0032] 所述基站天线还可包括馈电柄,所述馈电柄在所述反射器前方延伸,在所述反射器前方面向天线罩将辐射元件定位在所述馈电柄上。

[0033] 所述金属层可形成为所述衬底上或所述衬底中的模内装饰。

[0034] 所述衬底可包括向前突出的整体加强特征。所述辐射元件可以在所述整体加强特征前方延伸。

[0035] 所述加强特征可以作为多个横向间隔开且纵向延伸肋提供。所述至少一个横向延伸肋可以与所述纵向延伸肋中的至少一些相交。

[0036] 多个安装孔可以延伸穿过所述肋中的至少一些(在前后方向上)。

[0037] 正交于所述反射器的主表面的纵向延伸肋的至少一个主表面可包括金属层,由此提供在辐射天线元件的不同线性阵列的相邻辐射元件之间延伸的隔离栅。

[0038] 一些实施例涉及形成用于基站天线的反射器的方法。所述方法包括提供注塑成型衬底,以及使所述注塑成型衬底的主表面金属化,从而限定所述反射器。

[0039] 所述金属化可以通过将金属膜电喷射到所述衬底的主表面上来进行。

[0040] 在所述金属化之前,所述方法还可包括使所述注塑成型衬底的主表面粗糙化。

[0041] 所述方法还可包括加热所述注塑成型衬底,然后在所述金属化之前清洁所述注塑成型衬底的主表面。

[0042] 可以进行所述金属化以将金属层以在约0.004mm到约0.5mm的范围内的厚度沉积到所述衬底的主表面上。

[0043] 所述金属化可使用模内装饰进行。

[0044] 所述注塑成型衬底可具有向前突出肋的十字图案。所述肋可在其之间限定矩形平面区域,由此提供用于在所述矩形平面区域中安装辐射元件的空间。

附图说明

[0045] 图1A是用于基站天线的常规反射器组件的透视图。

- [0046] 图1B是沿着图1A的反射器组件的线1B—1B截取的横截面视图。
- [0047] 图2A是用于包括集成RF扼流圈的基站天线的另一常规反射器组件的透视图。
- [0048] 图2B是沿着图2A的反射器组件的线2B—2B截取的横截面视图。
- [0049] 图3是根据本发明的一些实施例的基站天线的透视图。
- [0050] 图4是形成图3的基站天线的一部分的天线组件的前透视图。
- [0051] 图5是图4的天线组件的放大、不完整透视图。
- [0052] 图6是沿着图3的线6-6截取的图3的基站天线的横截面视图。
- [0053] 图7是形成图4的天线组件的一部分的反射器组件的前透视图。
- [0054] 图8是图7的反射器组件的分解后透视图。
- [0055] 图9是沿着图7的线9-9截取的图7的反射器组件的放大、不完整横截面视图。
- [0056] 图10是根据另外的实施例的反射器组件的放大、不完整透视图。
- [0057] 图11是根据另外的实施例的反射器组件的放大、不完整透视图。
- [0058] 图12是根据另外的实施例的反射器组件的放大、不完整透视图。
- [0059] 图13是根据另外的实施例的反射器组件的前视图。
- [0060] 图14是图13中示出的反射器组件的示例性反射器的前视图。
- [0061] 图15A是图13中示出的反射器组件的另一示例性反射器的极大放大部分前视图。
- [0062] 图15B是图15A中示出的示例性反射器的放大侧面透视部分视图。
- [0063] 图15C是图13中示出的反射器组件的另一示例性反射器的前视图。
- [0064] 图15D是图15C中示出的反射器的端视图。
- [0065] 图16A是根据另外的实施例的示例性反射器和天线元件的侧面透视图。
- [0066] 图16B根据另外的实施例的与另一反射器结合的图16A中示出的示例性反射器的放大侧面透视图。
- [0067] 图17A是图13中示出的反射器组件的侧面透视图。
- [0068] 图17B是图17A中示出的天线组件的顶部部分的放大侧面透视图。
- [0069] 图17C是图17A中示出的反射器组件的顶部透视部分视图。
- [0070] 图17D是图17C中示出的反射器组件的顶部部分的前视图。
- [0071] 图17E是图17A中示出的反射器组件的示例性反射器的前视图。
- [0072] 图17F是图17A中示出的反射器组件的顶部侧面透视部分分解图。
- [0073] 图17G是图17A或图13中示出的反射器组件的反射器的另一实施例的部分侧面透视图。
- [0074] 图17H是图17A或图13中示出的反射器组件的馈电板和反射器构造的部分侧面透视图。
- [0075] 图18是根据本发明的实施例的反射器组件的又一实施例的前部侧面透视图。
- [0076] 图19A和19B是根据本发明的实施例的类似于图18示出的反射器组件的反射器但具有不同的加强特征构造的示例性反射器的前示意图。
- [0077] 图20是根据本发明的实施例的图18中示出的加强特征的一部分的极大放大图。
- [0078] 图21A-21C是根据本发明实施例的用于在非金属衬底上形成金属层的示例性动作序列的放大示意图。

具体实施方式

[0079] 对蜂窝通信容量的需求以高速度增长。因此,近年来基站天线的数量激增。基站天线相对较大且较重,并且如上所述,通常安装在天线塔上。由于天线上的风荷载以及天线和相关联的无线电装置、电缆等的重量,必须建造天线塔以支撑重大负荷。这增加了天线塔的成本。

[0080] 典型的基站天线的反射器组件和天线罩可以占大约基站天线总重量的40-50%。如果可以减小反射器组件的重量,则可以将更多基站天线安装在给定天线塔上和/或建立具有较低结构负载要求的新天线塔。

[0081] 根据本发明的实施例,提供了包括反射器组件的基站天线,所述反射器组件具有复合或多层反射器。复合反射器包括由介电材料形成的衬底,以及由安装在衬底上的金属形成的RF电磁反射器层。介电衬底为金属层提供结构支撑,同时与完全由金属(例如,弯曲的金属片)形成的反射器相比减少总重量。

[0082] 现在将参考附图更详细地讨论本发明的实施例。

[0083] 参考图3-9,其中示出了根据一些实施例的基站天线100。基站天线100包括天线罩110和设置在天线罩110中的天线组件120。天线组件120包括反射器组件151和辐射元件130、140。反射器组件151是根据本发明的一些实施例构造的,并且包括反射器150和支撑构件180。反射器150包括介电非金属衬底160和金属层170(其充当RF电磁反射器层,如下文更详细地论述)。为了更好地说明基站天线100的内部结构,在图4中省略了天线罩110和天线罩支撑件,并且在图5中省略了天线罩110。

[0084] 在下面的描述中,使用以下术语描述基站天线100和其部件,这些术语假设安装基站天线100以在塔上使用,其中,天线100的纵向轴线LA-LA沿竖直(或接近竖直)轴线延伸,并且天线100的前表面安装成与指向天线100的覆盖区域的塔相对,即使图3-6没有示出以此构造安装的天线100。此处,纵向方向是指垂直于由地平线限定的平面的方向,并且横向方向是指平行于地平线并且从描述的天线的主反射表面的中心朝向其侧面延伸的方向。

[0085] 如图3中所示,基站天线100是细长结构并且可具有大体上矩形的形状。天线100包括天线罩110、顶端盖115A、底端盖115B和天线支撑件112。天线罩110限定接收天线组件120的内腔或腔室116。天线罩110可包括具有底部开口的中空大体矩形管,并且可具有常规设计。底端盖115B可以覆盖天线罩110的底部开口。天线罩110可以由例如玻璃纤维形成。在一些实施例中,天线罩110和顶端盖115A可以包括单个整体单元,这可以有助于天线100的防水。一个或多个安装托架114设置在天线100的后侧上,该安装托架可用于将天线100安装到例如天线塔上的天线安装架(未示出)上。底端盖115B可包括安装在其内的多个连接器117,所述连接器接收在基站天线100与一个或多个相关联无线电装置之间携带RF信号的电缆。天线100通常以竖直构造安装(即,天线100的长侧相对于地平线沿竖直轴线延伸)。

[0086] 图4为天线组件120的前视图(即,基站天线100的天线罩110和天线罩支撑件112被移除)。虽然在图4中省略以更好地说明辐射元件,但应了解,天线组件120还包括多个天线罩支撑件,例如图3D中所示的天线罩支撑件112。天线组件120可以通过其底部开口可滑动地插入到天线罩110中。

[0087] 参考图4,天线组件120包括反射器组件151、多个低频带辐射元件130和多个高频带辐射元件140。各种机械和电子部件,例如,移相器、远程电子倾斜(“RET”)单元、机械连

杆、双工器等(未示出)可以安装在反射器组件151后面。

[0088] 参考图6-9,反射器组件151包括反射器主体或反射器150、一对相对支撑构件180和多个间隔开的支撑托架或十字托架154(在图6中只其中的一个可见)。反射器组件151具有纵向轴线LR-LR(图7),垂直于纵向轴线LR-LR延伸的横向或宽度方向轴线WR-WR,以及垂直于纵向轴线LR-LR和宽度方向轴线WR-WR延伸的第二横向或深度方向轴线DR-DR(图6)。纵向轴线LR-LR可基本上平行于天线纵向轴线LA-LA延伸。

[0089] 反射器150具有前侧150F。反射器150包括非金属衬底160和金属层170。反射器150还可包括限定在其中且延伸穿过非金属衬底160和金属层170中的每一个的安装孔或开口158。

[0090] 衬底160具有由相对的横向侧边缘162S和相对的端边缘162E(图8)界定的前表面162F和相对的后表面162R(图9)。在一些实施例中,前表面162F是基本上平面的。

[0091] 开口164(图9)通过衬底160在深度方向延伸,并且每个形成相应反射器开口158的一部分。

[0092] 在一些实施例中,衬底160具有在约1.6mm到3mm的范围内的厚度T1(图9)。

[0093] 衬底160由非金属介电材料形成。在一些实施例中,衬底160由塑料或聚合物材料形成。在一些实施例中,衬底160由热塑性塑料形成。在一些实施例中,衬底160由玻璃纤维增强热塑性复合物形成。合适的热塑性塑料可包括玻璃纤维增强塑料(例如,40-50%的玻璃纤维含量)、玻璃纤维增强尼龙(软质)或丙烯腈苯乙烯丙烯酸酯(ASA)塑料。在一些实施例中,衬底160由片状模塑化合物(SMC)纤维玻璃形成。

[0094] 在一些实施例中,衬底160由具有在约40到60MPa范围内的拉伸强度的热塑性塑料形成。

[0095] 在一些实施例中,衬底160由热塑性塑料形成,所述热塑性塑料具有在约 1.59×10^{-8} 到 1.09×10^{-7} ohm-m($\Omega \cdot m$)范围内的表面电阻率。

[0096] 在一些实施例中,衬底160是整体的。在一些实施例中,衬底160是单件的。

[0097] 衬底160可以使用任何合适的技术形成。在一些实施例中,衬底160是模制的(例如,注塑成型)。在一些实施例中,衬底160被挤出或以其它方式形成为薄片(其可具有形成于其中的肋或其它非平面结构,如下文论述),接着切割成一定长度或形状。

[0098] 金属层170具有由相对的横向侧边缘172S和相对的端边缘172E界定的前表面172F和相对的后表面172R。在一些实施例中,前表面172F是基本上平面的。

[0099] 开口174(图9)通过金属层170在深度方向上延伸,并且每个开口形成相应反射器开口158的一部分。

[0100] 在一些实施例中,金属层170具有小于25微米且在一些实施例中小于10微米的厚度T2(图9)。在一些实施例中,厚度T2在约4微米到25微米的范围内。在一些实施例中,金属层170的厚度T2在由边缘172S、172E界定的整个区域中基本上均匀(开口174除外)。

[0101] 在一些实施例中,厚度T2可以在约0.004mm到约0.5的范围内,例如约0.1mm。

[0102] 金属层170由金属形成。在一些实施例中,金属层170由铝或铝合金形成。在一些实施例中,金属层170由铜、铝、银、锡、镍或其组合或合金中的一种或多种形成。

[0103] 在一些实施例中,金属层170由具有在约 9×10^6 到 6.3×10^7 西门子/米(S/m)范围内的电导率的金属形成。

[0104] 在一些实施例中,金属层170是整体的。在一些实施例中,金属层170是单件的。

[0105] 金属层170固定到衬底160。在一些实施例中,金属层170粘结到衬底160。特别地,在一些实施例中,后表面172R粘结到衬底160的前表面162F。在一些实施例中,后表面172R不用介入粘合剂(例如,使用热粘结)直接粘结到衬底160的前表面162F。在一些实施例中,后表面172R通过介入粘合剂直接粘结到衬底160的前表面162F。在一些实施例中,金属层170是衬底160上的涂层。

[0106] 可以使用任何合适的技术形成金属层170并将其固定到衬底160。在一些实施例中,衬底160预成形,金属层170随后被施加且粘结到衬底160。用于将金属层170施加到衬底160的合适方法可包括例如通过喷涂、浸渍、涂抹、电镀或溢流来用金属170涂布衬底160。将金属层170施加到衬底160的合适方法还可包括将金属170层压到衬底160上。在一些实施例中,金属层170与衬底160共层压、共挤出或共模制(例如,插入模制或热成型)。在一些实施例中,层160、170组合在较大或延伸面板或网中,并且从其切割单个的反射器150。

[0107] 在一些实施例中,衬底160的宽度W1(图7)与金属层170的宽度W2基本上相同,衬底160的长度L1(图7)与金属层170的长度L2基本上相同,使得前表面162F和172F基本上共延伸。

[0108] 在一些实施例中,金属层170的宽度W2在约300mm到650mm的范围内。在一些实施例中,金属层170的长度L2在约1400mm到3000mm的范围内。

[0109] 在一些实施例中,金属层170的前表面172F的表面面积在约 0.4m^2 到 2m^2 的范围内。

[0110] 每个支撑构件180是细长的并且包括前区段或壁184。在一些实施例中,每个支撑构件180限定纵向通道或通路182。在一些实施例中,每个支撑构件180是管状的。

[0111] 支撑构件180可以由任何合适的材料形成。在一些实施例中,支撑构件180由金属例如铝形成。

[0112] 可以使用任何合适的技术形成支撑构件180。在一些实施例中,每个支撑构件180是挤出的。例如,在一些实施例中,每个支撑构件180被挤出为直的管状构件或块,其接着可切割成一定长度。在一些实施例中,每个支撑构件180是整体的。在一些实施例中,每个支撑构件180是单件的。

[0113] 每个支撑构件180沿着或邻近侧边缘162S中的相应一个固定到衬底160的后侧162R。在一些实施例中,每个支撑构件180由紧固件156(例如,螺钉、螺栓或螺母和螺栓)固定到衬底160;然而,可以使用其它技术。

[0114] 十字托架154连接或固定在支撑构件180(例如,紧固件155;图6)的任一端处,并跨越支撑构件180之间的侧向距离。支撑构件180和十字托架154共同形成框架157。

[0115] 十字托架154可以由任何合适的材料形成。在一些实施例中,十字托架154由金属例如铝形成。在一些实施例中,十字托架154由塑料形成。

[0116] 框架157由支撑托架122连接到天线罩110。在一些实施例中,支撑托架122固定到支撑构件180(例如,由紧固件155;图6)。

[0117] 如图4中还所示,辐射元件130、140安装成从反射器组件151向前延伸。在一些实施例中,在开口158中或使用开口将辐射元件130和/或辐射元件140安装到反射器组件151。各种其它元件也可使用开口158附接到反射器150,例如,馈电板(辐射元件可安装在其上)、解耦结构、隔离结构和/或结构支撑件可安装在开口158中。附接结构(例如,螺钉、铆钉等)可

用于将各种元件/结构附接到反射器150。

[0118] 低频带辐射元件130沿着第一垂直轴线(例如,基本上平行于轴线LR-LR)安装以形成低频带辐射元件130的线性阵列131。高频带辐射元件140可以分为两组,所述两组沿着相应的第二和第三垂直轴线安装以形成高频带辐射元件170的一对线性阵列141、143。低频带辐射元件130的线性阵列131在高频带辐射元件140的两个线性阵列141、143之间延伸。低频带辐射元件130可被构造成在第一频带中发射和接收信号。在一些实施例中,第一频带可以是694-960MHz频带或其一部分。在其它实施例中,第一频带可以是555-960MHz频带或其一部分。在其它实施例中,第一频带可以是575-960MHz频带、617-960MHz频带、694-960MHz频带或任何一个的部分。高频带辐射元件140可被构造成在第二频带中发射和接收信号。在一些实施例中,第二频带可以是1.695-2.690GHz频率范围或其一部分。

[0119] 图5和图6更详细地说明辐射元件130、140的设计。如图5和图6中所示,每个低频带辐射元件130包括一对馈电柄印刷电路板132、偶极子支撑件134和形成一对交叉偶极子辐射器136的四个偶极子臂138。每个馈电柄印刷电路板132可包括RF传输线,所述RF传输线是每个偶极子辐射器136与无线电装置的相应端口之间的传输路径的一部分。每个偶极子臂138可包括细长中心导体137,所述细长中心导体具有安装在其上的一系列同轴扼流圈137A。每个同轴扼流圈137A可包括中空金属管,所述中空金属管具有开口端和接地到中心导体137的封闭端。每个偶极子臂138的长度可以是例如 $3/8$ 至 $1/2$ 的波长,其中“波长”是指对应于低频带的中心频率的波长。偶极子臂138可布置为两对共同馈电的共线偶极子臂138。第一对的偶极子臂138通常从馈电柄印刷电路板132中的第一个馈电以形成第一偶极子辐射器136,所述第一偶极子辐射器被构造成发射和接收具有+45度极化的RF信号。另一对共线偶极子臂138通常从馈电柄印刷电路板152中的第二个馈电以形成第二偶极子辐射器156,所述第二偶极子辐射器被构造成发射和接收具有-45度极化的RF信号。偶极子辐射器136可由馈电柄印刷电路板132安装在主反射表面172F前方的大约四分之一波长处。偶极子支撑件134可包括例如有助于将偶极子臂138保持在其适当位置的塑料支撑件。

[0120] 还如图4-6中所示,每个高频带辐射元件140包括一对馈电柄印刷电路板142和偶极子印刷电路板144,所述偶极子印刷电路板在其上形成四个偶极子臂148,所述偶极子臂形成一对交叉偶极子辐射器146。每个馈电柄印刷电路板142可包括RF传输线,所述RF传输线是每个偶极子辐射器146与无线电装置的相应端口之间的传输路径的一部分。每个偶极子臂148可包括偶极子印刷电路板144上的大体叶形导电区。第一对偶极子臂148通常从馈电柄印刷电路板142中的第一个馈电以形成第一偶极子辐射器146,所述第一偶极子辐射器被构造成发射和接收具有+45度极化的RF信号。其余两个偶极子臂148通常从馈电柄印刷电路板172中的第二个馈电以形成第二偶极子辐射器146,所述第二偶极子辐射器被构造成发射和接收具有-45度极化的RF信号。偶极子辐射器146可由馈电柄142安装在反射表面172F的前方大约四分之一波长处,其中“波长”是指对应于高频带的中心频率的波长。

[0121] 如图5和图6中最佳示出,低频带辐射元件130和低频带辐射元件140安装在反射器组件151上并且从其向前延伸。图5还示出了当天线组件120安装在天线罩110内时邻接天线罩110的内表面的塑料天线罩支撑件112。应当理解,可以使用其它类型的辐射元件,天线中可以包括更多或更少的线性阵列,每个阵列的辐射元件的数量可以变化,并且在其他实施例中可以使用平面阵列或交错线性阵列代替附图中所示的“直”线性阵列。

[0122] 在使用中,基站天线100可以安装在合适的支撑件上,例如杆或其它支撑结构,例如如图3和图6所示的支撑结构20。在一些实施例中,支撑托架122固定到支撑结构20,并且反射器组件151由此固定到支撑结构20。天线100安装在支撑结构20上,使得金属层前表面172F和反射器150的前侧150F面向前向方向F(图6)。

[0123] 反射器150的金属层170是电磁反射性的。在使用中,金属层170用于在前向方向上(例如,以与常规弯曲金属板反射器相同或类似的方式)从辐射元件130、140反射RF能量。金属层170还可充当辐射元件130、140的接地平面。

[0124] 衬底160为反射器150和金属层170提供结构刚度和支撑。此外,衬底160和框架157(即,支撑构件180和十字托架154)协作以向反射器150和整个反射器组件151提供结构刚度和支撑。具体地说,衬底160、支撑构件180和十字托架154可为反射器组件151提供良好的扭转稳定性。在反射器组件151的支撑构件180之间延伸的十字托架154提供机械支撑。这种结构强度使得反射器150能够有效地充当其它部件,例如辐射元件130、140的支撑件或载体。

[0125] 衬底160可由相对薄的塑料而不是作为重金属结构形成,因为框架157和衬底160的几何形状提供前述强度和刚度。

[0126] 反射器150可经由支撑构件180安装在例如金属杆的支撑件上。当支撑构件180由金属(例如,钢)形成时,它们可以减少或防止否则可由磁极的热膨胀率与衬底160的热膨胀率之间的差引起的问题。

[0127] 因为主要或仅依赖金属层170提供电性能(例如,RF反射和/或接地平面)而非支撑,所以金属层170可形成为相对薄的层或涂层。与常规弯曲金属反射器相比,这可以减少反射器组件151的总重量。与常规弯曲金属反射器相比,使用薄金属层或涂层还可以降低反射器组件151的制造成本。

[0128] 金属层170可以使用直接电连接连接到电接地。替代地,金属层170可以使用通过衬底160到金属层170的电容电连接来连接到电接地。

[0129] 参考图10,其中示出根据另外的实施例的反射器组件251。反射器组件251可以按照与反射器组件151相同的方式构造和使用。反射器组件251包括分别对应于衬底160、金属层170和支撑构件180的衬底260、金属层270和支撑构件280。

[0130] 反射器组件251与反射器组件151的不同之处在于衬底260还设置有整体几何加强结构或特征266。例如,加强特征266可以采用整体、直立肋或波纹的形式。在一些实施例中,加强特征266从衬底260的后侧突出,使得衬底260的前表面保持基本平坦。在一些实施例中,包括加强特征266的衬底260是单件的。

[0131] 参考图11,其中示出根据另外的实施例的反射器组件351。反射器组件351可以按照与反射器组件151相同的方式构造和使用。反射器组件351包括分别对应于衬底160、金属层170和支撑构件180的衬底360、金属层370和支撑构件380。

[0132] 反射器组件351包括对应于支撑构件180的支撑构件380,但如下所述的除外。每个支撑构件380的横截面轮廓为U形或J形。该几何形状可以为反射器组件351提供足够的硬度,同时进一步降低重量和成本。

[0133] 参考图12,其中示出根据另外的实施例的反射器组件451。反射器组件451可以按照与反射器组件151相同的方式构造和使用。反射器组件451包括分别对应于衬底160、金属层170和支撑构件180的衬底460、金属层470和支撑构件480。

[0134] 反射器组件451包括对应于支撑构件180的支撑构件480,但如下所述的除外。每个支撑构件480在其侧壁485中包括侧切口487。该几何形状可以为反射器组件451提供足够的硬度,同时进一步降低重量和成本。

[0135] 参考图13和图14,其中示出根据另外的实施例的反射器组件551。反射器组件551可以按与反射器组件151相同或类似的方式构造和使用。反射器组件551包括由衬底560和至少一个金属层570提供的反射器550。相应地,衬底560可以类似于衬底160,并且至少一个金属层570可以类似于金属层170。反射器组件551不同于反射器组件151,因为提供至少一个金属层570以限定频率选择表面(“FSS”)550F。参见例如,Ben A. Munk, 频率选择表面:理论与设计, ISBN:978-0-471-37047-5; DOI:10.1002/0471723770; 2000年4月, 版权所有 ©2000 John Wiley&Sons, Inc., 其内容在此以引用方式并入本文,如同在本文中全文叙述一样。

[0136] 参考图13、14、15A和15B,至少一个金属层570可包括金属贴片1502的图案1500p。至少一个金属层570与非金属衬底560协作,并且可以是沉积或以其它方式形成于非金属衬底560的一个或多个表面上的一个或多个金属层。因此,基站天线可被构造成具有相应的反射器组件551,所述反射器组件具有非金属衬底560,所述非金属衬底具有联接到和/或安装在其上的至少一个金属层570,所述金属层部分地或完全地图案化为具有提供频率选择性特性的FSS 550F。

[0137] 参考图16A、16B,反射器550可位于至少一些第一天线元件130后方和其它天线元件1140前方。第一天线元件可被构造成在一个频带中操作,并且另一天线元件1140可被构造成在与第一天线元件130(图16B)不同的频带中操作。反射器550可以选择性地拒绝一个或多个频带的RF能量,并且通过包括频率选择表面和/或衬底来允许另一频带或另外若干频带中的RF能量穿过其中以作为“空间滤波器”的类型操作。

[0138] 至少一个金属层570可包括元材料。术语“元材料”是指复合电磁(EM)材料。元材料可以包括子波长周期性微观结构。

[0139] 参考图15C和15D,至少一个金属层570可设置为一个或多个协作金属层570₁、570₂。

[0140] FSS 550F的介电衬底560可具有在约2-4范围内(例如约3.7)的介电常数和约5密耳的厚度以及在介电衬底中或介电衬底上形成的金属图案。厚度可以变化,但较薄的材料可以提供较低的损耗。

[0141] 参考图13、14、15A和15B,贴片1502的图案1500p可由至少一个金属层570提供,并且可在FSS 550F的整个区域提供,或仅在非金属(例如,介电)衬底560的子区段或子区域上提供以允许一些限定频率从位于反射器550后方的天线元件穿过反射器550,并且反射与位于FSS 550F前方的天线元件130相关联的一些其它频率。图案1500p可在至少一个金属层570的不同区域中具有不同大小和/或形状的贴片1502。例如,在一些区域中,可以不存在图案、部分图案或全金属区段570m。

[0142] 图13示出了全金属段570m可以位于FSS 550F下方,并且可以在无源天线组件120'后方。全金属段570m可以由金属片或金属化层提供,并且充当无源天线组件120'的反射器。FSS 550F可以定位在全金属区段570m上方。在一些实施例中,全金属段570m可具有大于由FSS 550F形成的反射器550的长度。

[0143] 参考图13、17A-17F, FSS 550F可以例如位于天线元件130的两个线性阵列(列)

131-1、131-2后方。天线元件130可以是低频带天线元件。FSS 550F可以位于其它天线元件1140前方(图16B),例如大规模MIMO或波束成形阵列的天线元件或其它较高频带天线元件前方。一些较高频带天线元件1140可位于FSS 550F后方且位于另一内部反射器1172前方(图16B),所述内部反射器例如是可以可释放地接合基站天线100的有源天线模块的反射器。上文讨论的其它天线元件140也可以位于FSS 550F前方。一些天线元件140'(图13)可以例如作为中频带阵列提供,并且也可以位于全金属段570m前方。

[0144] 图案1500p可以由一个金属层570或由不同金属层 570_1 、 570_2 (图15C-15D)提供,所述不同层协作以提供频率选择特性,该频率选择特性可基本上防止第一操作频带内的电磁波穿过反射器550,同时允许第二操作频带内的电磁波穿过反射器550。

[0145] 可以通过蚀刻在非金属衬底560上形成的铜层来形成贴片1502。

[0146] 参考图14、15A、15B和15C,贴片1502的图案1500p可以设置为紧密间隔开的几何形状金属贴片1502的阵列。金属贴片1502的图案1500p可以许多合适的几何形状提供,例如,在相邻贴片1502中的每一个之间具有间隙1503的六边形、圆形、矩形或正方形形状的贴片。金属网格1530(图14、15A、15B)可以围绕金属贴片1502的图案1500p提供。术语“网格”意指开放单元或晶格类型结构。

[0147] 在一些实施例中,反射器550的FSS 550F可以被构造成充当高通滤波器,其基本上允许低频带能量(即低频带频率范围内的RF信号)完全反射(FSS 550F可充当金属片),同时允许较高频带能量(即,例如约3.5GHz或更高的高频带频率范围中的RF信号)基本通过FSS 550F。因此,FSS 550F对于较高频带能量是透明的或不可见的,并且可以从FSS实现合适的带外排斥响应。FSS 550F可以允许减少滤波器,或者甚至消除回顾有源天线模块的无线电装置的滤波器需求。

[0148] 图案1500p可以被构造成使得例如存在分隔相邻贴片 1502_1 、 1502_2 (图15B)的周边间隙空间1503。间隙空间1503可包括介电衬底560的不沉积金属的区域。网格1530可具有围绕每个金属贴片1502的网格元件1530e。网格1530可以提供为金属网格,所述金属网格定位在贴片1502之间的间隙空间1503内部。如在图15A和15B中最佳示出,网格1530可以将间隙空间1503细分成围绕每个贴片1502的介电材料的“岛”。网格1530可以提供为细网格。术语“细网格”意指网格具有在约0.01mm到0.5mm的范围内,例如为约0.1mm的厚度(例如,横向维度上的宽度和/或在基站天线100的壳体的前后方向上的深度)。

[0149] 如图所示,大的贴片是金属(例如铜),并且相邻区域是间隙1503,该间隙可由暴露的衬底限定。网格元件1530e通过网格元件1530e与相邻贴片1502间隔开。贴片1502是金属,且细网格1530也是金属,通常是相同金属,但可以使用不同金属。贴片1502与网格元件1530e之间的区域是间隙1503,并且相邻贴片1502之间的间隙1503的区域可具有小于贴片1502的区域且大于网格元件1530e的横向跨度。

[0150] 在一些实施例中,可以通过在印刷电路板,任选地柔性电路板上形成一个或多个金属层570来实现反射器550。在一些实施例中,例如,反射器550可以实施为多层印刷电路板1500c(图15D),其一个或多个金属层570与至少金属贴片1502的图案1500p一起形成以提供FSS 550F。FSS 550F可以被构造成使得预定频率范围内的电磁波不能通过反射器550传播,并且允许与多层印刷电路板1500c的一个或多个金属层570相关联的一个或多个其它预定频率范围从其中通过。

[0151] 参考图15C, FSS 550F可包括具有多个配合金属层的非金属衬底560, 所述多个配合金属层显示为金属层 570_1 、 570_2 , 以向至少一个金属层570提供贴片1502的部分或全图案1500p。非金属衬底560可以是介电材料。至少一个金属层570可包括由贴片1502和金属网格1530组成的金属图案1500p。图案1500p可以被构造允许一些频率穿过反射器550并且一些频率被反射。图案1500p在相应区域或子区域和/或不同层上在贴片1502的大小和/或形状上可以相同或不同。

[0152] 仍参考图15C, 贴片1502的形状和围绕相应贴片1502的金属网格1530的元件1530e的形状可以相同, 例如, 多边形、六边形、圆形、矩形或正方形贴片1502可以由金属形成, 其中, 相应的金属网格元件1530e围绕相应的贴片1502。

[0153] FSS 550F可以包括印刷在非金属衬底560的相同侧或相对侧(相对主表面) 1510、1512上的两个金属结构。一个结构可以是多边形(例如, 正方形或六边形) 贴片1502的图案1500p, 另一个结构可以是看起来像蜂窝结构的金属网或网格1530。

[0154] 参考图15C、15D, 金属网格1530可以蚀刻、印刷或以其它方式设置在非金属衬底560的第一主表面1510上, 在与贴片1502相对的非金属衬底560的一侧1512上, 并且不需要在与提供贴片1502的至少一个金属层570所在的非金属衬底560的同一侧/主表面上。

[0155] 在使用时, 金属网格1530可以任选地定位在提供贴片1502的图案1500p的一个或多个相邻层前方、后方或之间。当使用金属网格1530时, 该网格可以放置或形成在非金属衬底560的顶层或底层上和/或在最后方贴片1502(最靠近基站天线的壳体的后部) 后面或在最前方贴片1502(最靠近基站天线的前部) 前面。

[0156] 参考图15D, 反射器550可包括印刷电路板1500c。在一些实施例中, 与多层印刷电路板的一层或多层相关联的预定频率范围可以彼此不重叠。在一些实施例中, 与多层印刷电路板的一层或多层相关联的预定频率范围可以至少部分地彼此重叠。在此类实施例中, 形成有频率选择表面的多层印刷电路板中的每个层等同于“空间滤波器”, 并且整个多层印刷电路板等效地包括多个级联的“空间滤波器”, 其中每个“空间滤波器”被构造允许或阻止(即, 通过或基本上减弱和/或反射) 第一操作频带的一部分, 从而共同地基本上允许或防止相应限定的操作频带内的电磁波穿过反射器或由反射器阻挡/反射。因此, 可以简化多层印刷电路板1500c的每一层的频率选择表面的设计, 同时确保限定的一个或多个操作频带内的电磁波被反射器550反射/基本上阻挡或被允许穿过反射器550。

[0157] 在一些实施例中, 参考图15C和15D, 反射器550可包括作为非金属衬底560的介电板, 该介电板具有相对的第一主表面1510和第二主表面1512, 所述相对的第一主表面和第二主表面均就位在第一辐射元件131-1、131-2(图13)的相应列的辐射器后方, 其中主表面1510、1512中的一者或两者可包括形成频率选择表面的周期性导电结构。周期性导电结构 $1500p_1$ 、 $1500p_2$ 可以位于相对对应的第一主表面1510和第二主表面1512上以形成FSS 550F。

[0158] 在一些实施例中, FSS 550F可包括周期性布置的多个反射器单元, 其中每个单元可包括在介电板的第一主表面上形成周期性导电结构的第一单元结构和在介电板的第二主表面上形成周期性导电结构的第二单元结构。第一单元结构的位置可对应于第二单元结构的位置。在一些实施例中, 如从垂直于第一主表面和第二主表面的方向观察的, 每个第一单元结构的中心与对应第二单元结构的中心重合。

[0159] 在一些实施例中, 第一单元结构可以等同于电感器(L), 第二单元结构可以等同于

电容器(C),因此包括第一单元结构和对应设置的第二单元结构的反射器单元可以等同于LC谐振电路。在一些实施例中,反射器单元可以被构造成等同于并联LC谐振电路。通过设计第一单元结构的等效电感和第二单元结构的等效电容,可以将频率选择表面允许通过其的频率范围调节到期望频率范围。

[0160] 在一些实施例中,穿过FSS 550F的行进射频波可以遇到分流LC谐振器和传输线。衬底具有取决于其厚度的阻抗 Z_0 。每个单元的电容可以由跨过网格1530与贴片1502之间的间隙1503的耦合形成。电感器可以由网格1530的金属细线限定/制成。

[0161] 网/网格可以限定高通滤波器,并且贴片可以限定低通滤波器,两者共同限定带通滤波器。多层印刷电路板可用于更强烈的滤波器响应。

[0162] 在一些实施例中,介电板的第一主表面上的周期性导电结构包括网格(阵列结构)1530,第一单元结构包括用作网格阵列结构1530中的重复单元的网格元件1530e,介电板的第二主表面上的周期性导电结构包括贴片阵列图案和/或结构1500p,第二单元结构包括用作贴片阵列结构1500p中的重复单元的贴片1502。例如,第一单元结构的网格元件1530e可以具有例如正方形的规则多边形的环形形状,第二单元结构的贴片1502可以具有例如正方形的规则多边形的形状。

[0163] 例如,如图15C中所示,反射器550可包括一组反射器单元1500u。相应反射器单元1500u可以被构造成在第一主表面1510上具有周期性(导电)和/或单元结构,且在第二主表面1512上具有周期性(导电)和/或单元结构。第一主表面1510上的单元结构可以是金属网格1530的网格元件1530e,并且第二主表面1512上的单元结构可以是金属贴片1502。相应反射器单元1500u的对齐的单元结构对的形状和大小可以相同或不同,显示为相同大小和形状。例如,反射器单元1500u可具有提供正方形网格元件1530e的正方形网格和在介电板的两侧/主表面1510、1512上的对应位置处的正方形贴片1502(第二单元结构)。从垂直于第一主表面1510和第二主表面1512的方向观察的,正方形网格1530的中心与正方形贴片1502的中心重合。此类反射器单元1500u可以被构造成等同于由电感器(正方形网格)和电容器(正方形贴片)形成的并联谐振电路。等效并联谐振电路的电感器的电感和电容器的电容的量值可以基于频率选择表面的期望频率选择性来确定,然后可以相应地确定网格元件1530e的大小和贴片1502的大小。在图15C的实例中,反射器材料1500示出为包括三行和八列反射器单元1500u,然而,应了解,这是非限制性实例,可基于单元结构的设计大小来确定反射器单元的布置。

[0164] 在图15C所示的示例性图案中,导电材料存在于黑线(金属网络1530)和黑贴片(块)1502的位置处,并且不存在于白色位置处。导电材料可沉积在介电板的两侧处,且接着可通过诸如光刻或FIB研磨等蚀刻技术形成相应的图案,由此形成周期性导电结构以实现频率选择表面。本领域中目前已知或稍后开发的任何其它合适的方法可用于在介电板上形成所需的周期性导电结构。周期性导电结构可以使用任何合适的导电材料,通常使用诸如铜、银、铝等金属形成。非金属衬底560可包括介电板,并且可采用例如印刷电路板。介电板的厚度、介电常数、磁渗透性和其它参数可影响在所需操作频率下的反射或传输特性。

[0165] 图16A示出了具有偶极子臂的示例性的低频带天线元件130,其位于由非金属衬底560和至少一个金属层570提供的FSS 550F前方。图16B示出了示例性的高频带天线元件1140,其位于具有FSS 550F的反射器550后方和另一反射器1172前方。反射器550可以比反

射器1172更靠近基站天线的前部100F定位。天线元件1140可以是反射器1172前方的较高频带/高频带有源天线1140(例如,HB/3.5GHz),并且可以通过FSS 550F发射RF能量。

[0166] 在一些实施例中,反射器550可以位于低频带偶极子天线元件130后方的操作波长的 $1/8$ 波长至 $1/4$ 波长的范围内的距离处。术语“操作波长”是指对应于辐射元件(例如低频带辐射元件130)的操作频带的中心频率的波长。天线元件130的馈电柄130f(图17C)可被构造从反射器550向外延伸。图17E和17F说明反射器550可构造有切口或通道2170,所述切口或通道允许反射器550滑动到位或以其他方式组装到基站天线100。应了解,图17F是分解视图,其中反射器550被描绘为在辐射元件130后方。应当理解,反射器550可以设置在此位置,或者可以比图17F中所示的更靠前定位,使得反射器位于天线元件130的偶极子臂后方,但位于天线元件130的馈电柄的后部前方。

[0167] 参考图17A,反射器550可与设置为全金属层和/或金属片570m的主反射器214共面。

[0168] 参考图17A-17G,示出了基站天线100的一部分,其中天线组件120'包括主反射器214和反射器550。天线组件120'可以作为无源天线组件提供。天线组件120'的主反射器214可以被构造具有上部延伸部,该上部延伸部形成可耦合到包括至少一个金属层570的反射器550的金属反射器侧区段1570s。可提供在侧区段1570s的前方延伸某一距离并且可以连接到辐射元件130(例如,低频带元件)的馈电柄130f的馈电板1200。馈电柄130f可以是向外和横向向内突出的成角度的馈电柄,以比后端更靠近反射器550的横向中心定位馈电柄130f的前端。馈电板1200可以连接到反射器550和/或金属侧区段1570s。如图所示,馈电板1200可以平行于反射器550,并且横向地定位在其每一侧上。

[0169] 在一些实施例中,反射器550可构造有金属图案1500p,所述金属图案合并到全金属570f的侧区段或区域中,所述侧区段或区域可成形为具有完全金属化的前表面和/或后表面的横向延伸的金属突片。全金属570f的区域可以耦合(例如电容耦合)到就在在基站天线的右侧和左侧上的无源(主)反射器214的侧区段1570s。

[0170] 在一些实施例中,如图17H中所示,馈电板1200可以与反射器550正交或基本上正交(+/-15度)。在此取向上,馈电板1200可邻近和平行于或基本上平行于(+/-30度)连接前天线罩和基站天线的后部的基站天线的侧壁定位。天线元件130可以在反射器550上方向内延伸。此构造可以减少高扫描角度处的高频带能量的阻挡。可使用FFS反射器550的横向宽,例如,全宽,使得反射器550横向向外延伸对应于基站天线的横向宽度的距离。

[0171] 还应注意,不需要馈电板1200,且可使用具有电缆的小型或微型功率分配器代替馈电板。

[0172] 馈电板1200可定位成位于反射器550后方。馈电板1200可定位成位于反射器550前方。馈电板1200可以电耦合到反射器550和/或主反射器214。反射器550可位于主反射器214的前面或后面,并且可选地可电容耦合到主反射器214。

[0173] 图17E和17F说明反射器550可具有外周边2150,其中纵向延伸侧具有横向和纵向延伸通道(或切口)2170,一些通道或切口2170具有比其它更长的长度尺寸。通道或切口2170可被构造允许通常来自馈电板1200的连接器和/或电缆穿过其中延伸。在一些实施例中,例如,当在馈电板1200的前方时,通道或切口2170可被构造允许天线元件130的馈电柄130f从馈电板1200向外通过通道2170朝向基站天线100的前方延伸。

[0174] 如上文论述的,基站天线100可包括低频带辐射元件130的一个或多个阵列131-1、131-2,中频带辐射元件222的一个或多个阵列(图13、17B)和低频带辐射元件140、140'、1140的一个或多个阵列。辐射元件可以各自是双极化辐射元件。辐射元件的进一步细节可以在共同待决的W02019/236203和W02020/072880中找到,其内容在此以引用的方式并入,如同在本文中全文叙述一样。

[0175] 低频带辐射元件130可构造成在第一频带中发射和接收信号。在一些实施例中,第一频带可以包括617-960MHz频率范围或其一部分(例如,617-896MHz频带、696-960MHz频带等)。低频带线性阵列131-1、131-2可以或不构造为在第一频带的相同部分中发射和接收信号。例如,在一些实施例中,第一线性阵列中的低频带辐射元件130可以被构造成发射和接收700MHz频带中的信号,并且第二线性阵列中的低频带辐射元件可以被构造成发射和接收800MHz频带中的信号。在其它实施例中,第一线性阵列和第二线性阵列两者中的低频带辐射元件130可以被构造成发射和接收700MHz(或800MHz)频带中的信号。

[0176] 其它天线元件1140可以是高频带辐射元件,所述高频带辐射元件可以以列通常安装在天线100的上部内侧或中心部分中,以形成高频带辐射元件的大规模MIMO阵列。高频带辐射元件可构造成在第三频带中发射和接收信号。在一些实施例中,第三频带可以包括3300-4200MHz频率范围或其一部分。

[0177] 应当理解,对基站天线的重量和成本削减的需求在增加。通常,基站天线的重量的大约80%或更多来自反射器和天线罩。参考图18、19A、19B和20,本发明的实施例提供具有反射器650的反射器组件651,所述反射器具有非金属衬底660和金属层670,所述金属层被构造成提供相对低重量的反射器组件651而不损害反射器650的电性能。反射器组件651与反射器组件151或反射器组件550不同之处在于,衬底660还设置有整体的几何加强结构或特征666,其中相应的加强特征666被构造成围绕至少一些辐射元件1600。辐射元件1600可以是低频带、中频带或高频带辐射元件。

[0178] 非金属衬底660上的金属层670的厚度可以在约0.004mm到约0.5mm的范围内,例如约25微米或例如约0.1mm。反射器650上的金属层670被设置成具有金属(导电)特性的表面,所述表面用于从辐射元件1600反射信号且用于为辐射元件1600提供接地平面。

[0179] 例如,加强特征666可以采用整体(在所示的取向上直立)肋666r的形式。加强特征666可设置为如图所示的一系列相交行666t和列666c的十字图案。在一些实施例中,加强特征666从衬底660的前侧突出。在一些实施例中,包括加强特征666的衬底660是单件的。

[0180] 在一些实施例中,如图20中所示,加强特征666可从衬底660的前侧660f和后侧660r两者突出。加强特征666可以向前突出大于对应加强特征666向后突出的距离。

[0181] 加强特征666可以设置为向前突出肋666r,所述向前突出肋以十字图案延伸,用于增加非金属衬底660的强度,且因此用于反射器650。非金属衬底660的后向表面可以是平面的并且没有加强特征。图18示出作为一系列纵向间隔开且横向延伸的行666t提供的加强特征666,所述加强特征与一系列横向或侧向间隔开的纵向延伸的列666c相交。图19A示出了加强特征666,其设置为一系列纵向间隔开的列666c以及在反射器组件651的顶部部分处的第一行666t和在反射器组件的底部部分处的第二行666t,不需要加强特征666的连续行666t。图19B示出了加强特征666,其设置为一系列纵向间隔开的列666c以及在反射器组件651的顶部部分处的第一行666t、在反射器组件的底部部分处的第二行666t和在顶部部分

与底部部分之间的可在纵向方向上中间定位的第三行666t。可以使用加强特征666的行和列的其它图案和/或数字和构造。十字图案可限定矩形平面区域690以用于在矩形平面区域中安装辐射元件1600。如图所示,多个(例如,两个)辐射元件1600可以位于每个矩形平面区域690内。

[0182] 参考图18和图20,例如,加强特征666还可包括在相应加强特征666的至少一个主表面666p上的至少一个金属层680。因此,具有至少一个金属层660的加强特征可限定用于辐射元件1600的纵向延伸的隔离壁或栅667,由此可偏转来自相应壁或栅667的任一侧上的辐射元件1600的相邻列的辐射。金属层680可以仅设置在加强特征666的纵向延伸列660c的主表面666p中的一者或两者上。加强特征666的主表面666p可以与非金属衬底660和/或反射器650的主表面660p正交。在例如肋666r的相应加强特征666上的金属层680在使用时,可以仅设置在纵向延伸的加强特征666c上,并且在横向延伸的行666t上不需要,但可以设置在其上。

[0183] 在非金属衬底660中,加强结构或特征666以及安装孔658可直接在衬底660中制造。在一些实施例中,包括加强特征666和限定安装孔658的壁的衬底660是单件的。安装孔658可以设置在加强特征666中。因此,可以避免由常规金属反射器的冲压过程产生的反射器的不合需要的变形。安装孔658可以沿着一些或所有列666c和一些或所有行666t布置。

[0184] 如上文所论述,金属层670可通过非金属衬底660的金属化来提供。金属化可以设置为毗邻表面层,或设置在上文关于图13-17对于反射器的FSS论述的周期性导电贴片中。

[0185] 反射器650可以通过电镀、喷涂、IMD(模内装饰)等产生。非金属衬底660可通过注塑成型产生,且用于衬底660的材料可为聚合物、共聚物或其它具有良好强度的工程塑料材料,例如聚碳酸酯(PC)、热塑性聚合物例如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)等。替代地,衬底660可以通过SMC(片状模塑化合物)产生。

[0186] 参考图21A-21C,示出了用于使衬底660金属化的示例性电镀序列。电镀过程可以在非金属衬底660上一体地施加金属化,使得反射器650具有导电和电信号反射功能/配置以组合衬底660和金属层670的优点。电镀过程可包括提供清洁的主表面660p或清洁衬底660的主表面660p(其可包括整体加强特征666),用溶剂处理主表面660p以使表面660s粗糙(图21B,没有示出加强特征666),并且通过电镀来涂布主表面660p(图21C,没有示出加强特征)以在衬底660上限定具有金属层670的反射器650。

[0187] 用于金属化的(电喷雾)涂布过程可通过引导例如气流的气体通过喷涂装置的喷嘴来进行。可流动的漆可以通过由气体/气流产生的真空夹带在气体/气流中,然后作为可沉积在非金属衬底660上的漆雾喷射为均匀的平滑漆(金属)膜。

[0188] 在一些实施例中,喷涂过程可包括以下步骤:(a)将非金属衬底660回火,由此将衬底660加热到低于热变形温度的温度,并在此温度下保持限定时间段,通常在10分钟至10小时之间,更通常在至少一个小时至最多几个小时;(b)通过使用清洁剂清洁所述表面以去除表面油,然后通过使用纯或无菌或基本上无菌的液体诸如水来冲洗/清洁主表面660p,然后通过被动或主动干燥,例如通过空气干燥或通过加热干燥器来干燥清洁后的衬底660;(c)使用高压电离空气去除静电和尘埃颗粒;和(d)喷射涂层以在衬底660上形成膜,其可在1-30m的范围内,通常约20 m,然后通过空气干燥或通过加热被动地或主动地干燥衬底上的涂层。喷涂过程可以重复几次,并且空气或强制热可以用于干燥每个连续的喷涂动作。然后,

当施加期望的金属厚度时,可以在喷涂过程之后将反射器650放置在烘箱中。厚度可以在约0.004mm到约0.5mm的范围中。

[0189] 在一些实施例中,用于将金属图形转移到注塑成型(IMD技术)的模内装饰(IMD)可用于将金属层670的金属化提供到衬底660上。例如,非金属衬底660可以通过SMC工艺产生,并且金属(导电)层670可以层压或注塑成型或以其它方式集成到非金属衬底660的外主表面660p中或外主表面上。金属层670可以是导电层,例如导电膜、导电织物等或导电膜和织物的组合。

[0190] 还将认识到,低频带、中频带和低频带辐射元件的线性阵列的数目可以与图中所示的不同。例如,每种类型的辐射元件的线性阵列的数目可以与所示不同,可以省略一些类型的线性阵列和/或可以增加其它类型的阵列,每个阵列的辐射元件的数目可以与所示不同,和/或阵列可以不同地布置。

[0191] 上文已经参考附图描述了本发明的实施例,在附图中示出了本发明的实施例。然而,本发明可以许多不同的形式体现,且不应解读为限于本文陈述的实施例。而是,提供这些实施例以使得本公开将是透彻和完整的,并且这些实施例将向本领域技术人员充分传达本发明的范围。贯穿全文,相同的数字表示相同的元件。

[0192] 在以上论述中,参考了通常包括在基站天线中的辐射元件的线性阵列。应了解,在本文中,术语“线性阵列”广泛地用于涵盖包括被构造成传输RF信号的子分量的辐射元件的单列的辐射元件的阵列以及被构造成传输RF信号的子分量的辐射元件的二维阵列(即,多个线性阵列)两者。还应了解,在一些情况下,辐射元件可不沿着单条线设置。例如,在一些情况下,辐射元件的线性阵列可包括从辐射元件的剩余部分对齐的线偏移的一个或多个辐射元件。可以进行辐射元件的这种“交错”以将阵列设计成具有期望的方位角波束宽度。被构造成传输RF信号的子分量的辐射元件的此交错阵列被如本文中使用的术语“线性阵列”涵盖。

[0193] 如本文所用,“单件”意指由无接头或接缝的材料形成或构成的单个整体件的对象。

[0194] 将理解尽管本文中可以使用术语第一、第二等来描述各个元件,但这些元件不应由这些术语限制。这些术语仅用以将一个元件与另一元件区分开来。例如,在不偏离本发明的范围的情况下,第一元件可称作第二元件,并且类似地,第二元件可称作第一元件。如本文所使用,术语“和/或”包括相关联所列项目中的一个或多个的任何和所有组合。

[0195] 将理解,当一个元件被描述为在另一个元件“上”时,该元件可以直接在另一个元件上,或者也可以存在中间元件。相反,当一个元件被描述为“直接在”另一个元件上时,则不存在任何中间元件。还将理解,当一个元件被描述为“连接”或“耦合”到另一个元件时,该元件可以直接连接或耦合到另一个元件,或者可以存在中间元件。相反,当一个元件被描述为“直接连接”或“直接耦合”到另一个元件时,则不存在任何中间元件。用来描述元件之间的关系的其他词语应以类似方式解读(即,“在……之间”相对“直接在……之间”,“相邻”相对“直接相邻”等)。

[0196] 关于数字,术语“约”意指所述数字可以变化 $\pm 20\%$ 。

[0197] 相对术语,例如“下方”或“上方”或“上部”或“下部”或“水平”或“竖直”在本文中可用于描述一个元件、层或区域与另一个元件、层或区域的关系,如附图中所示。要理解,这

些术语旨在涵盖除附图中所描绘的取向之外装置的不同取向。

[0198] 本文所使用的术语仅出于描述特定实施例的目的,并不旨在限制本发明。如本文所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”也意图包括复数形式,除非上下文另外明确指出。还将理解,术语“包括”、“包含”和/或“具有”在本文中使用时,指存在所述的特征、操作、元件和/或部件,但不排除存在或添加一个或多个其它特征、操作、元件、部件和/或其分组。

[0199] 上文公开的所有实施例的方面和元件可以任何方式组合和/或与其它实施例的方面或元件组合,以提供多个附加实施例。

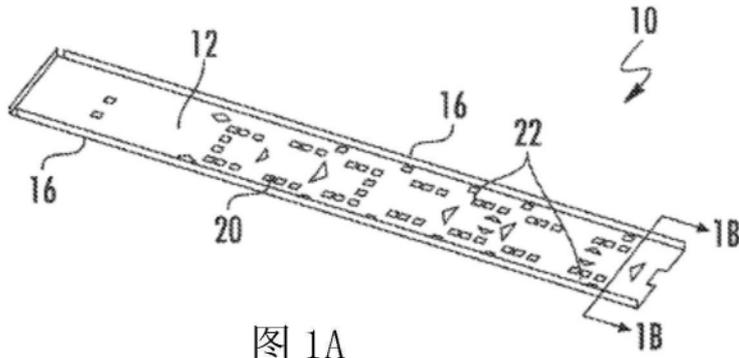


图 1A
现有技术

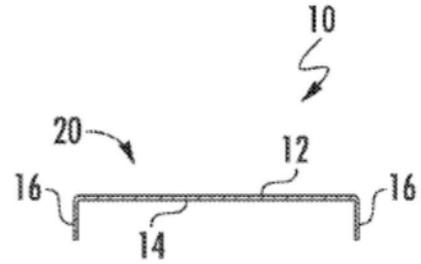


图 1B
现有技术

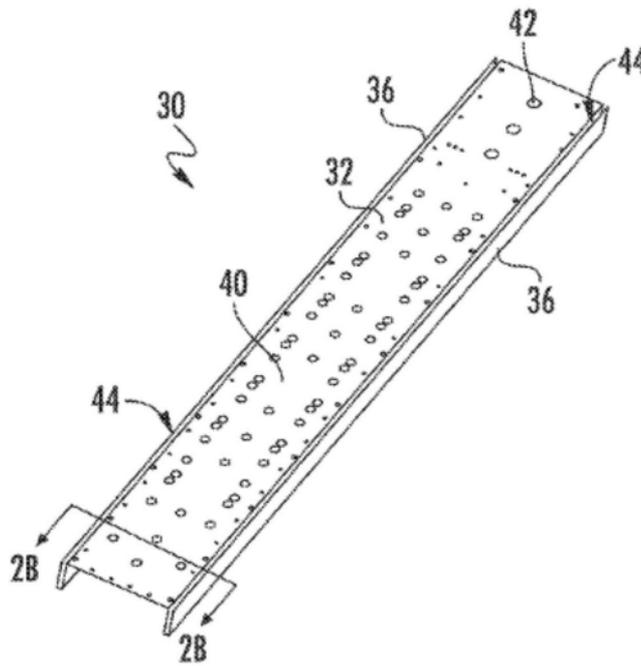


图2A现有技术

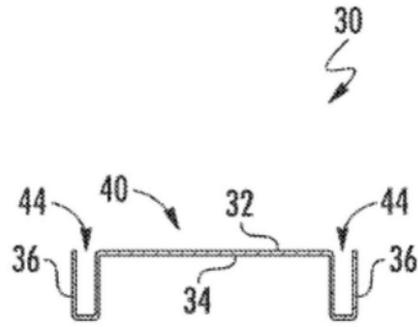


图2B现有技术

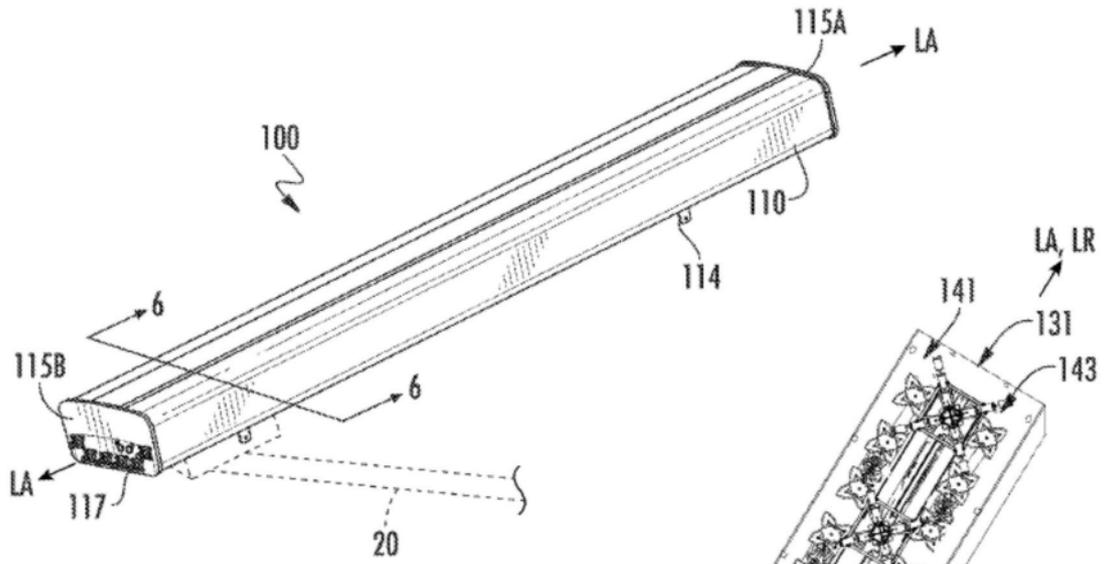


图 3

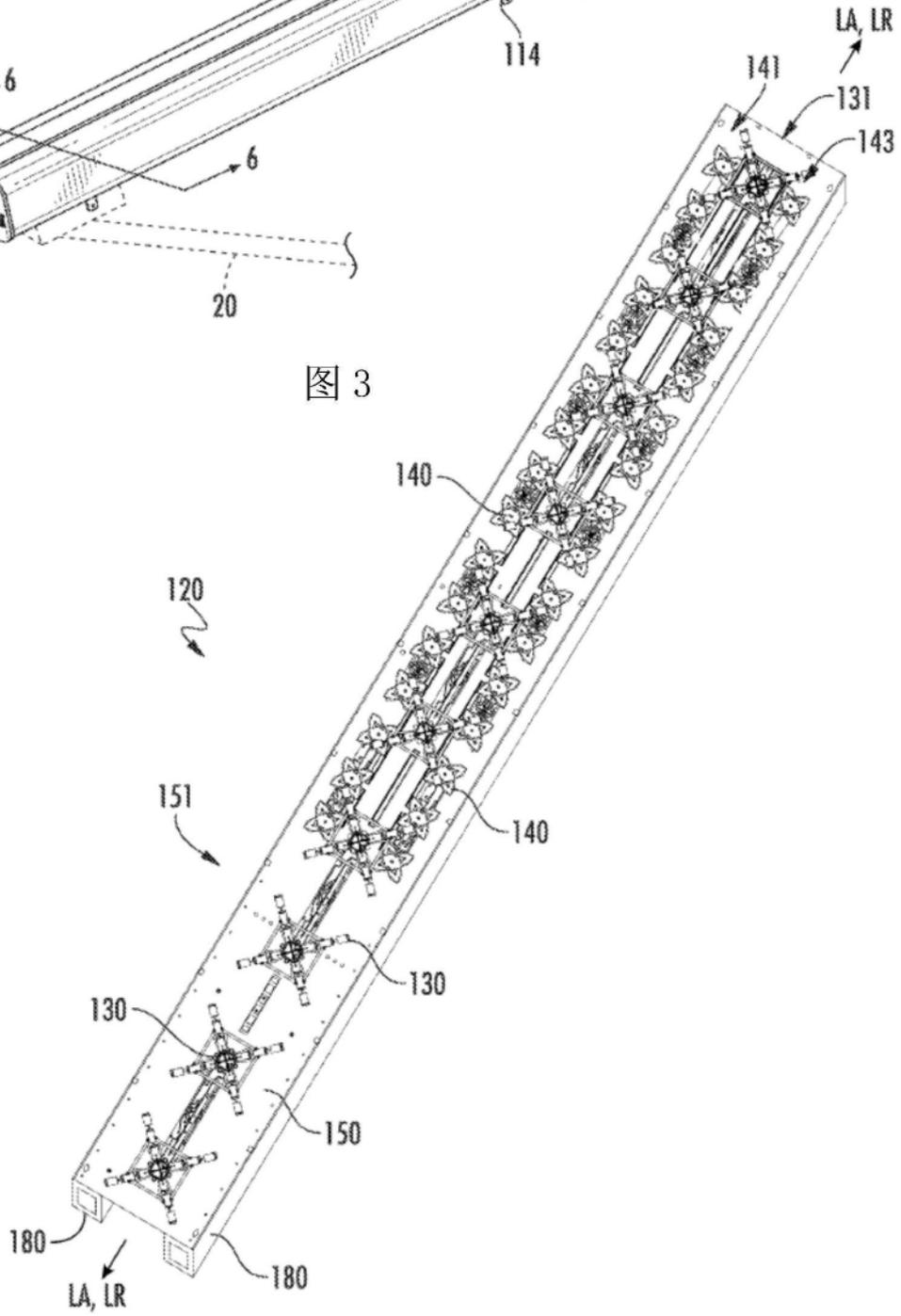


图 4

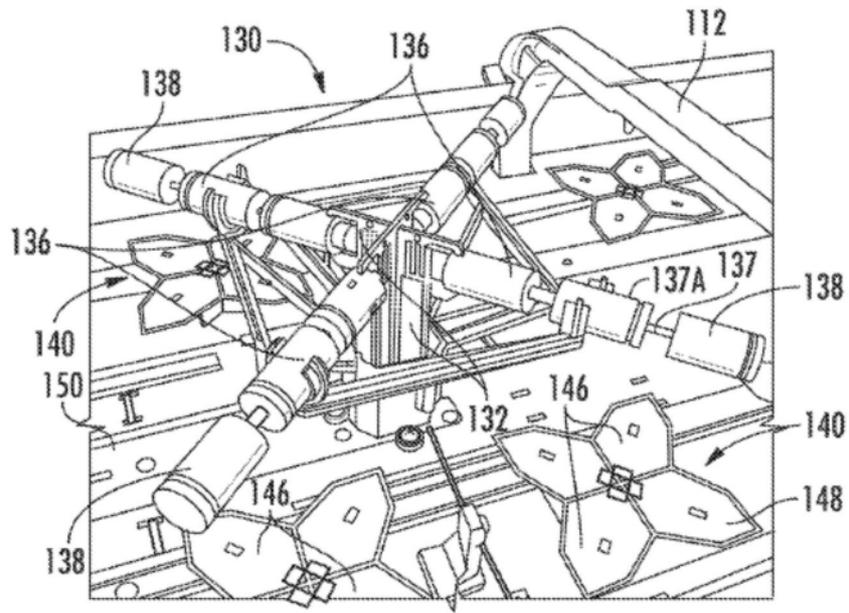


图5

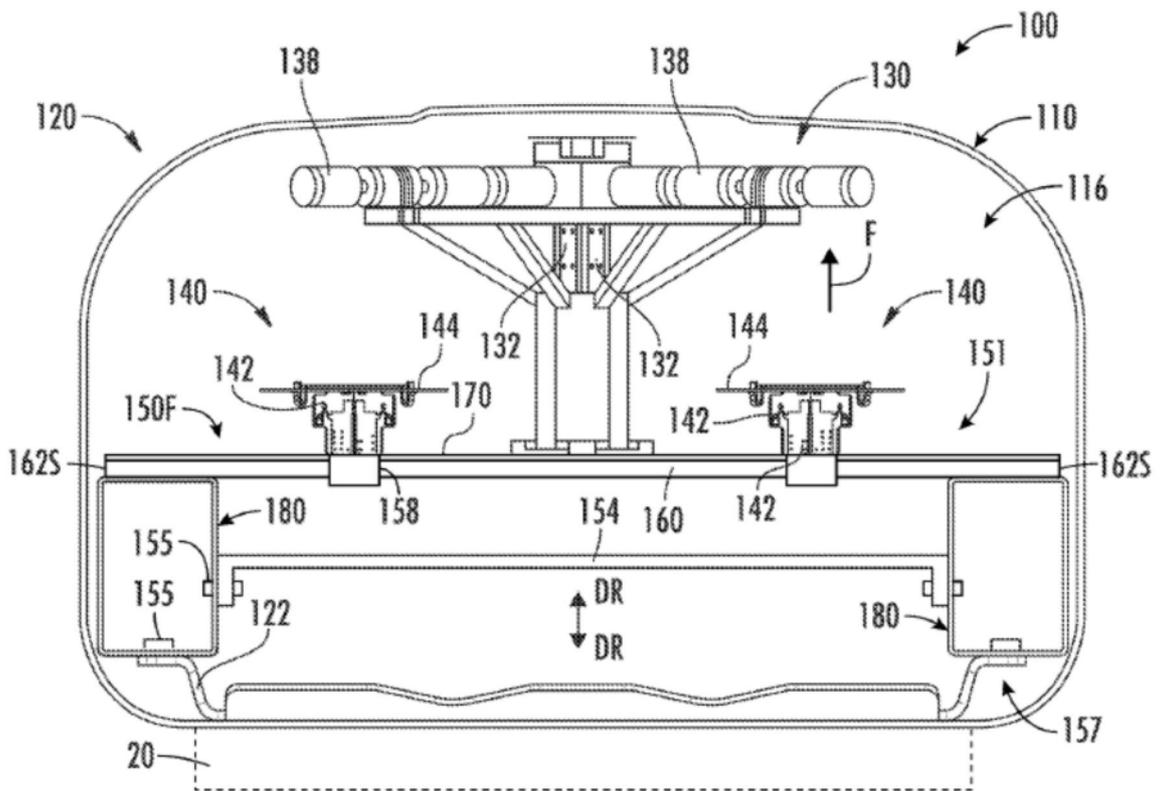


图6

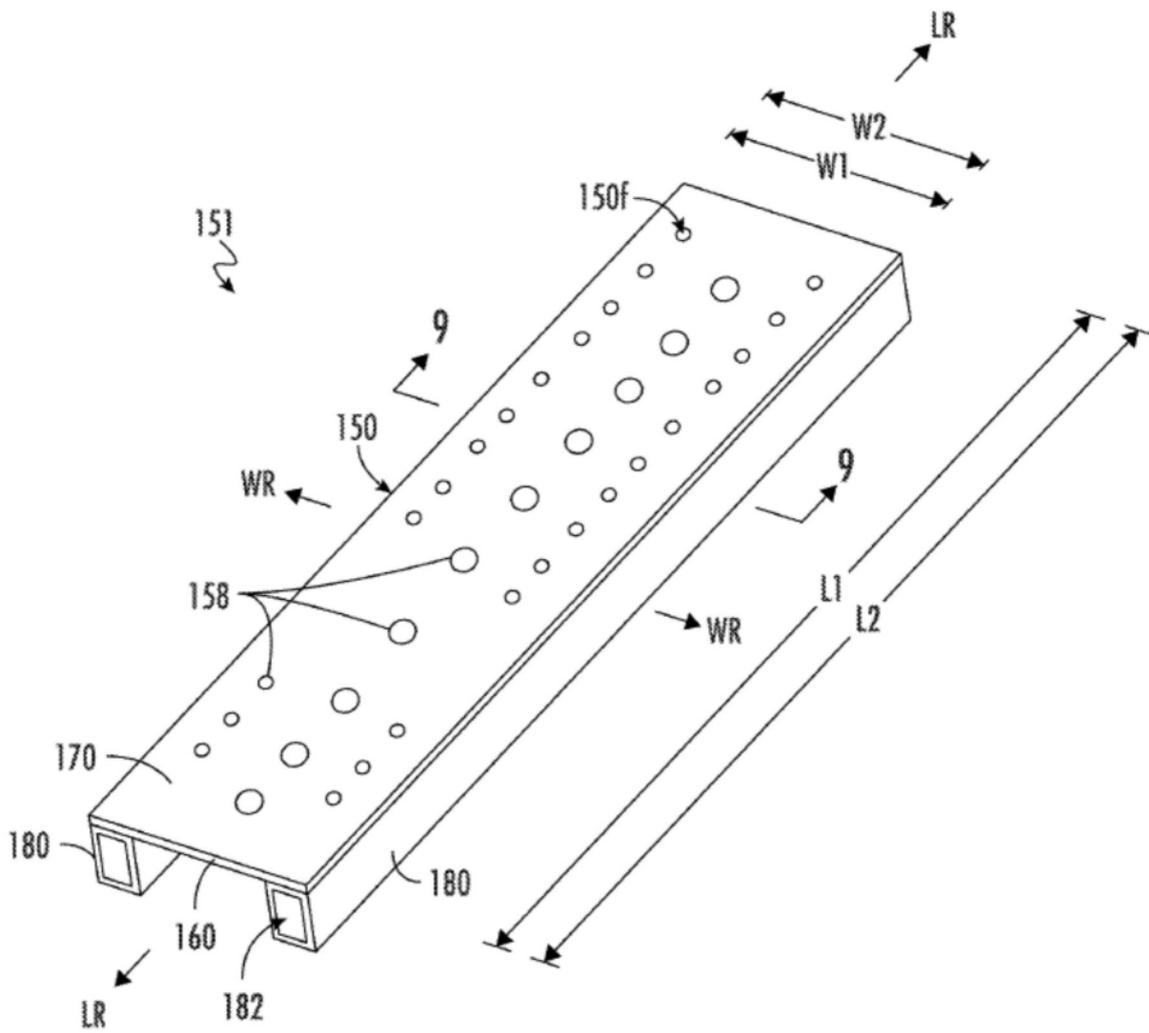


图7

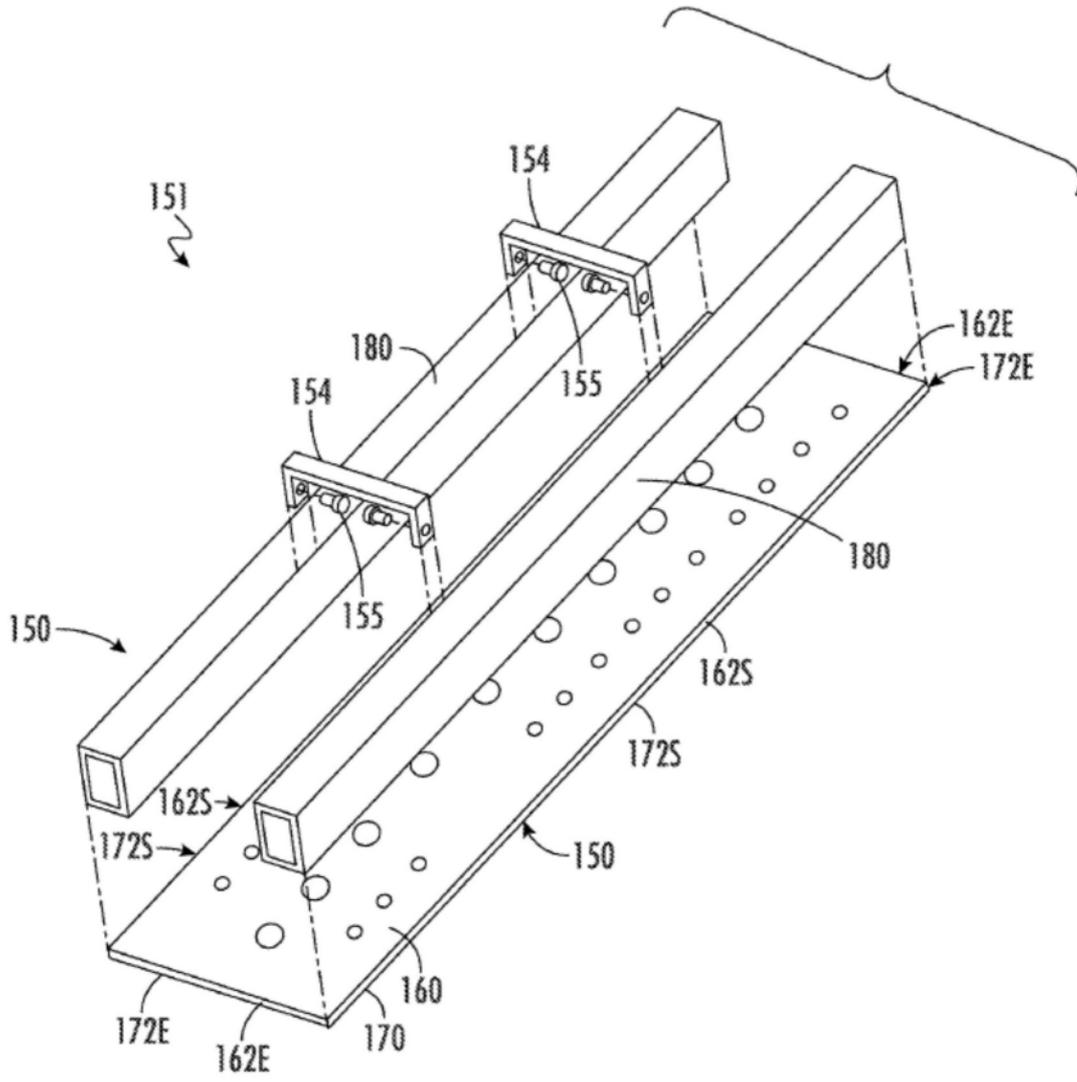


图8

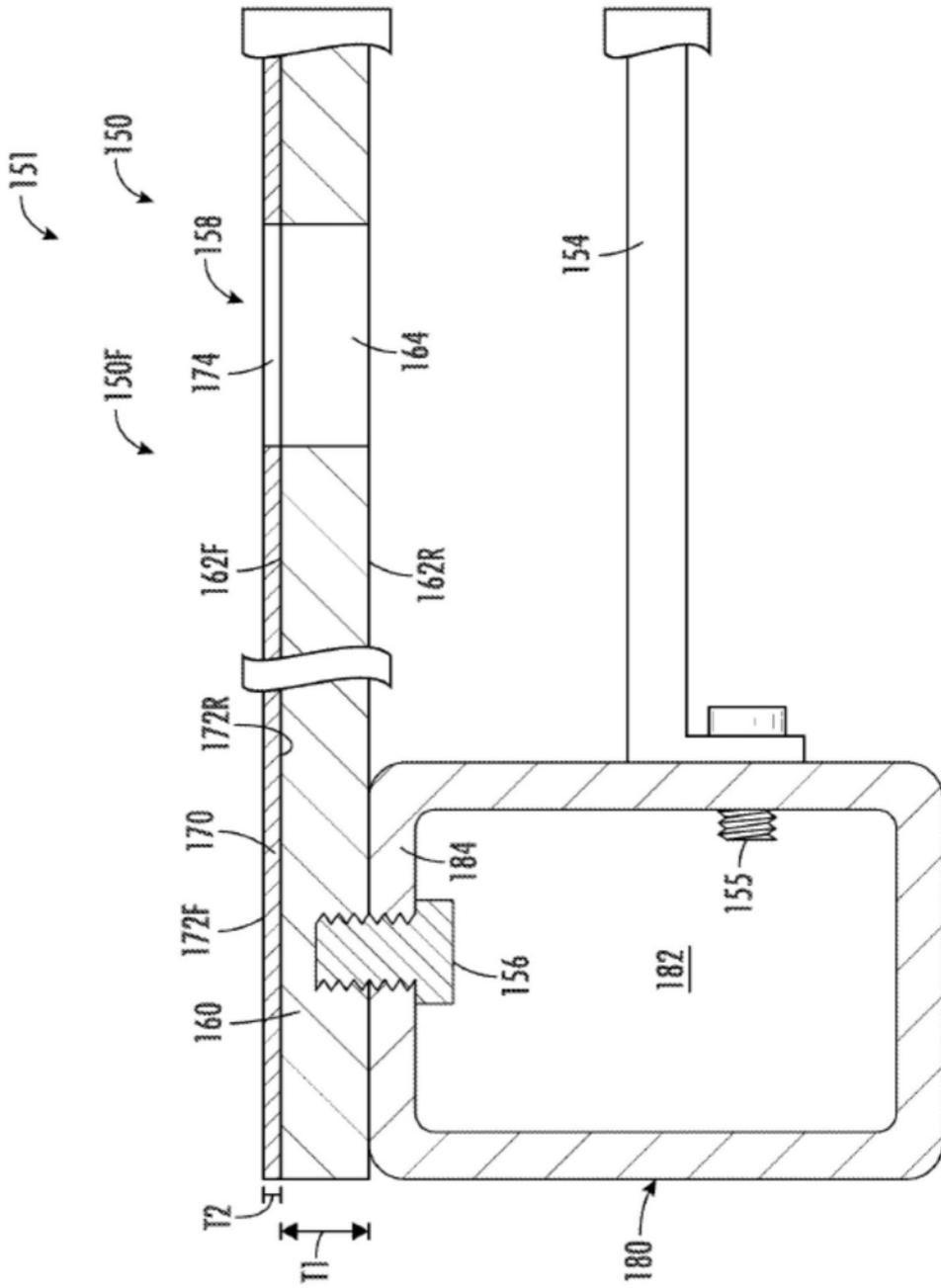


图9

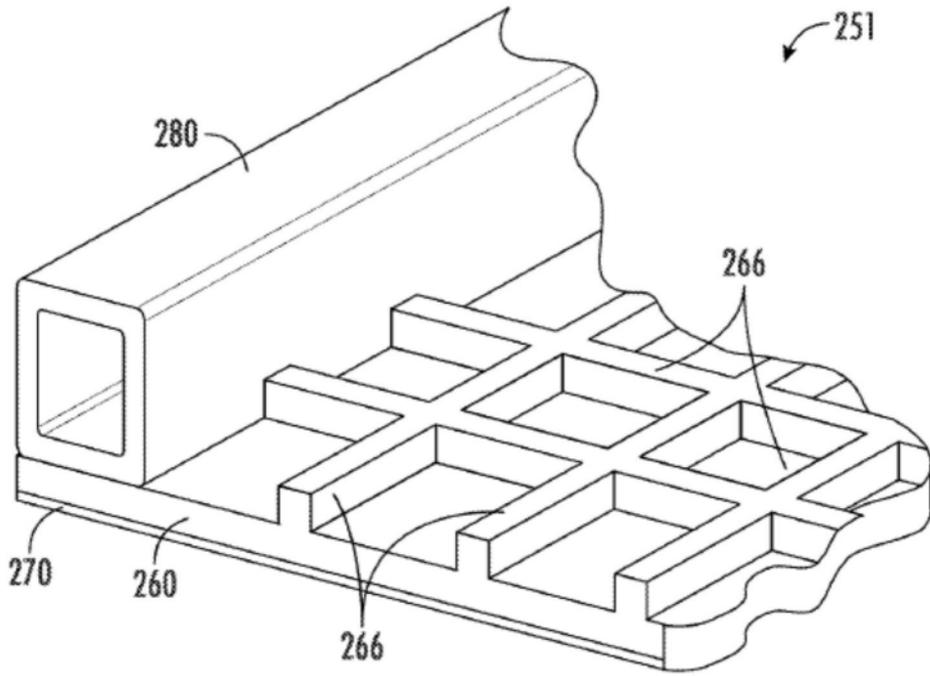


图10

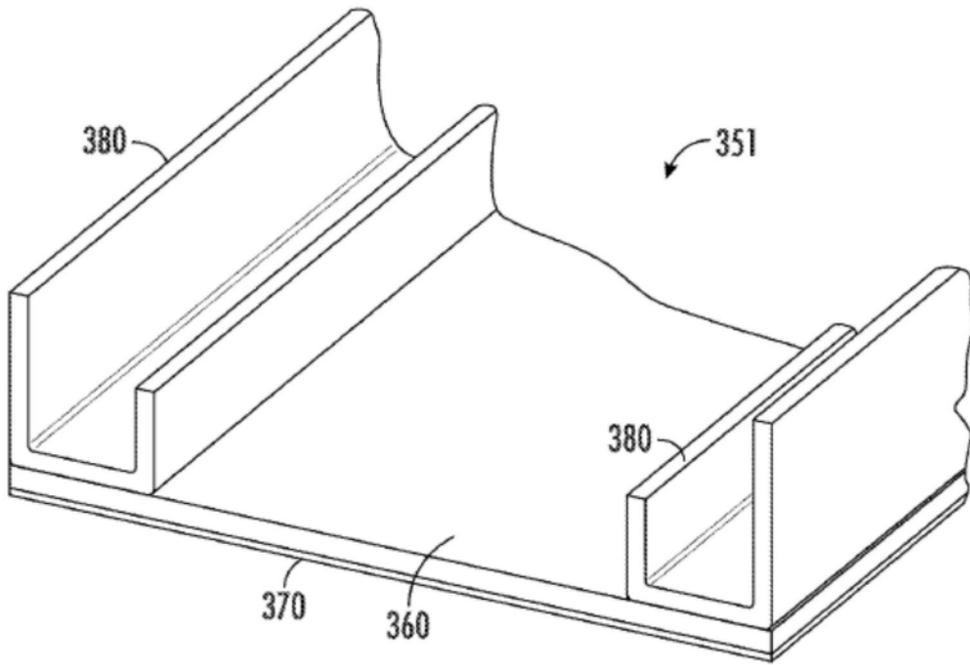


图11

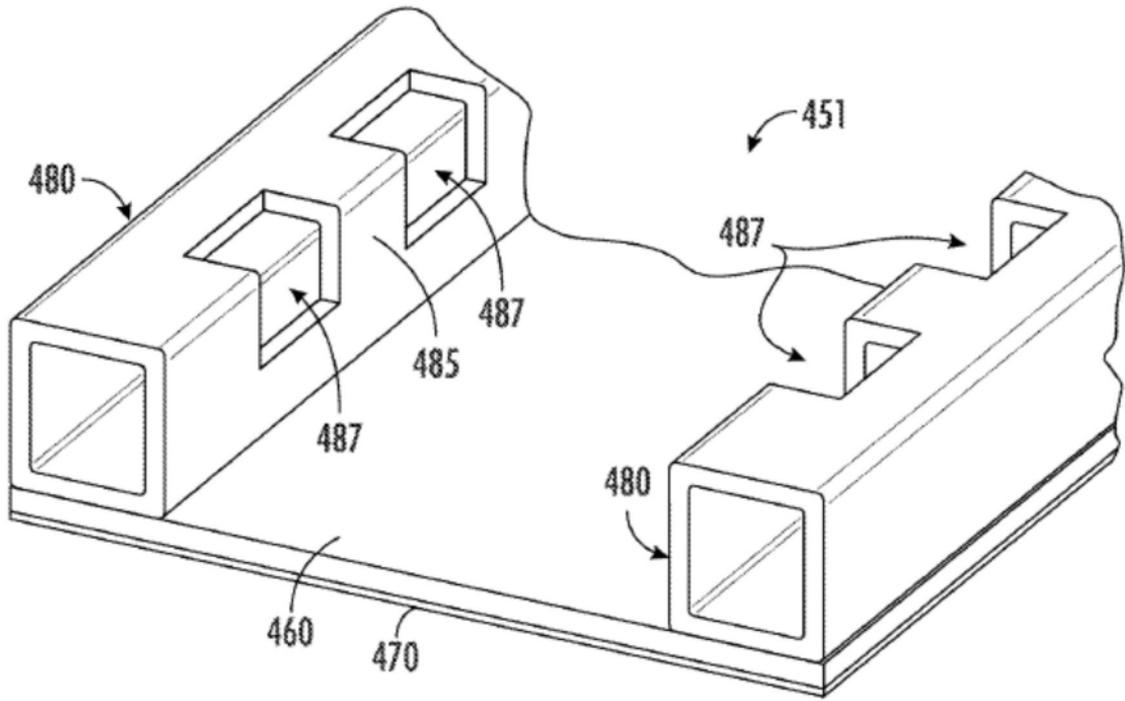


图12

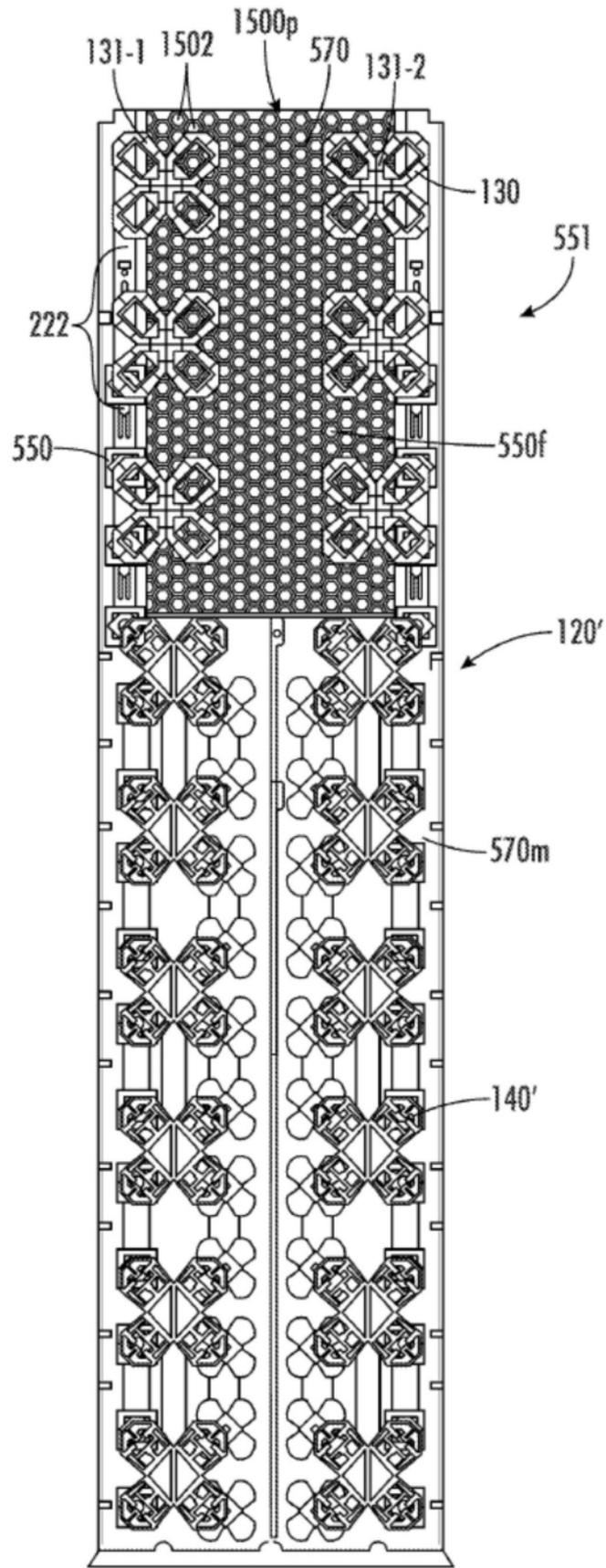


图13

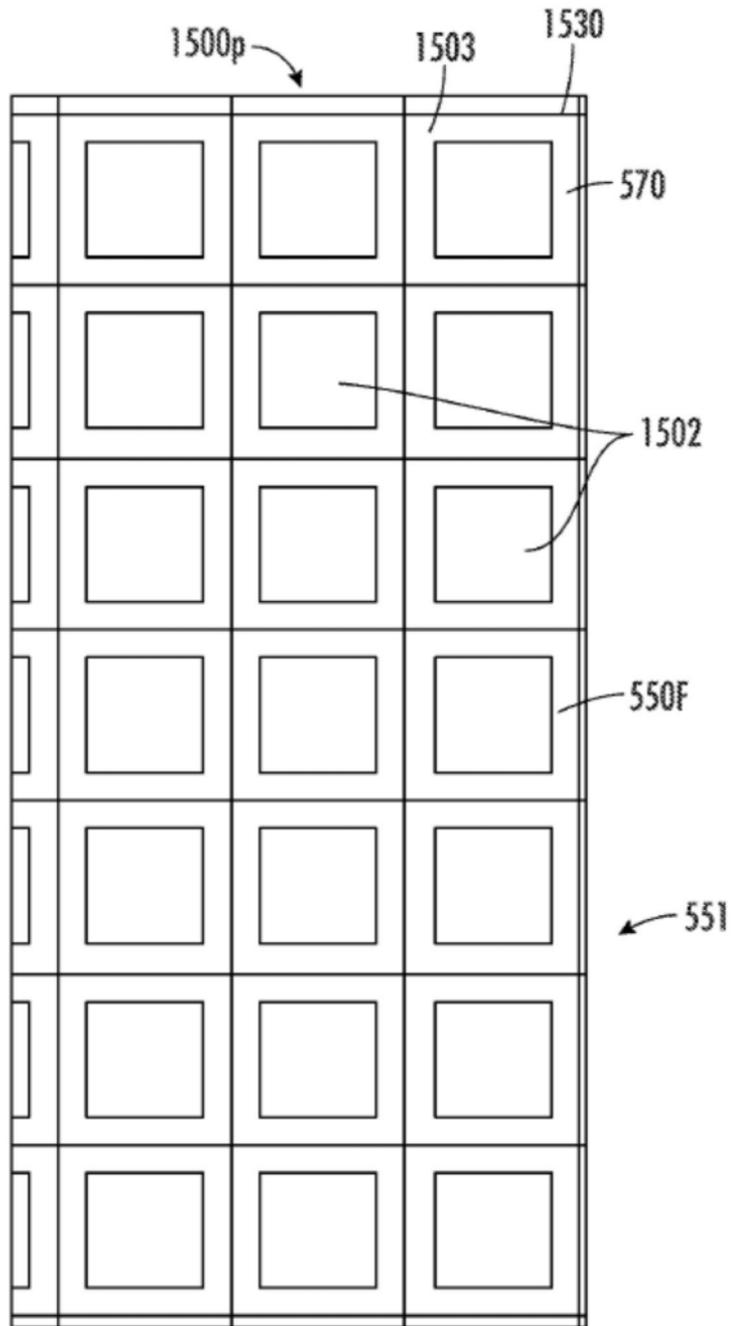


图14

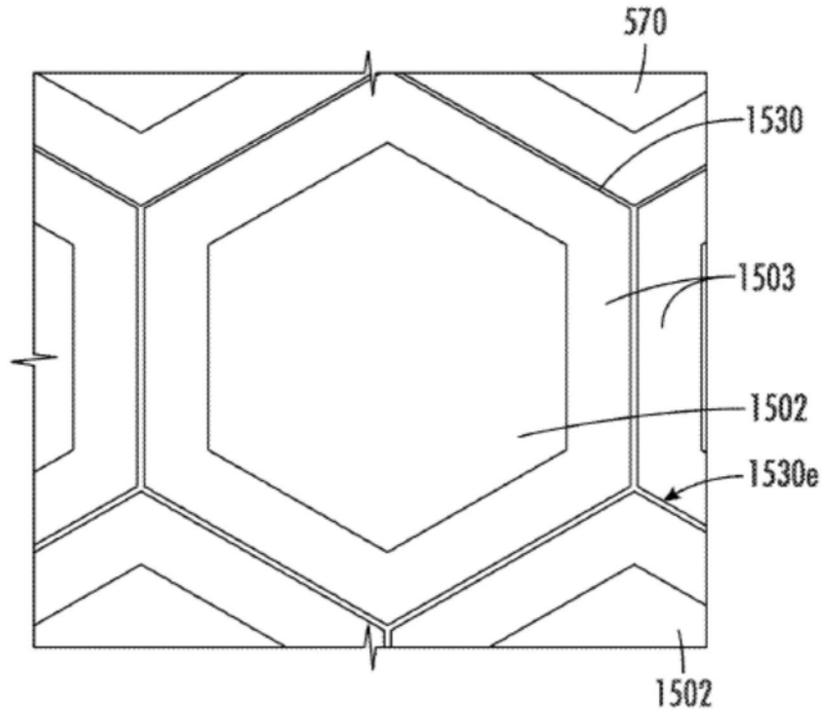


图15A

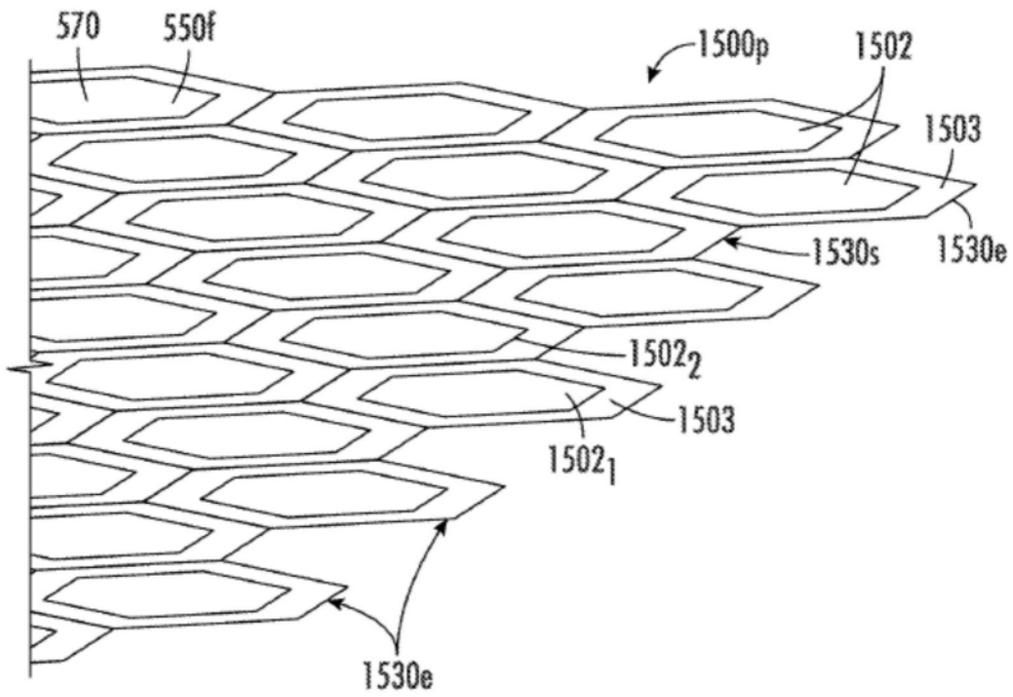


图15B

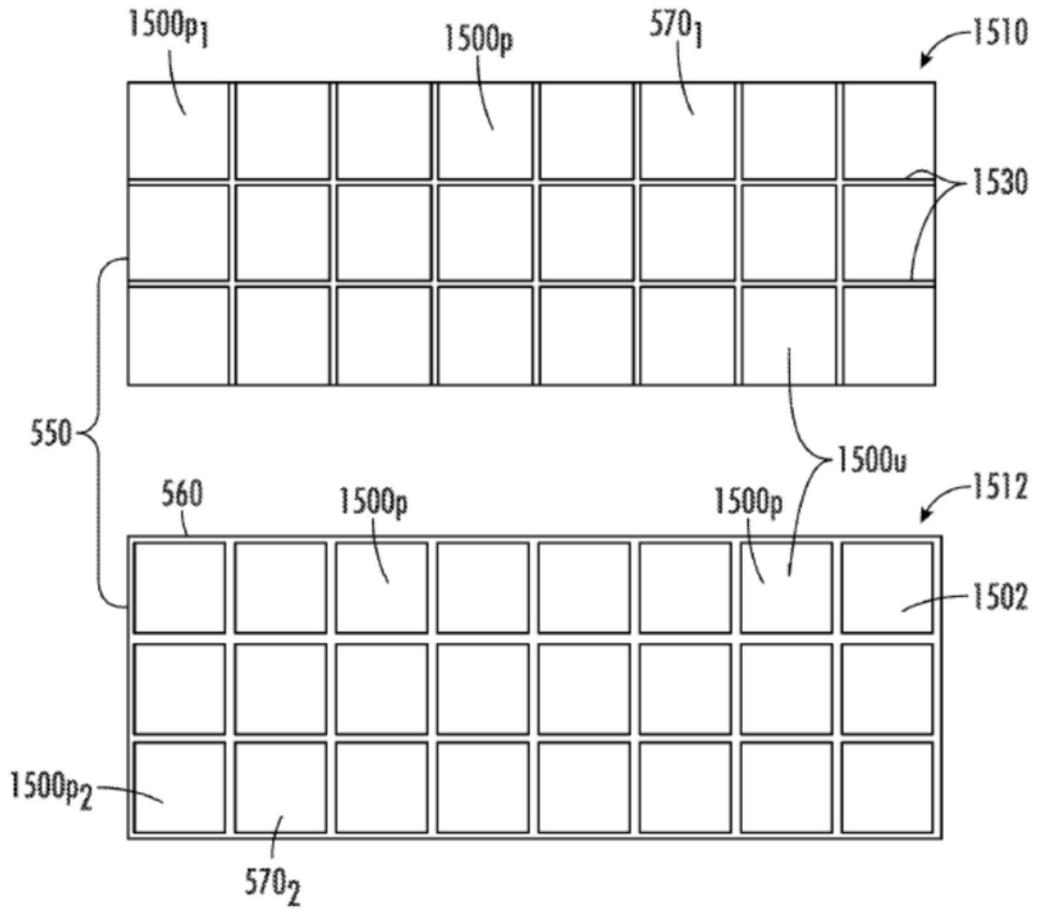


图15C

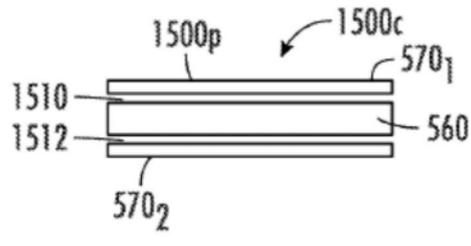


图15D

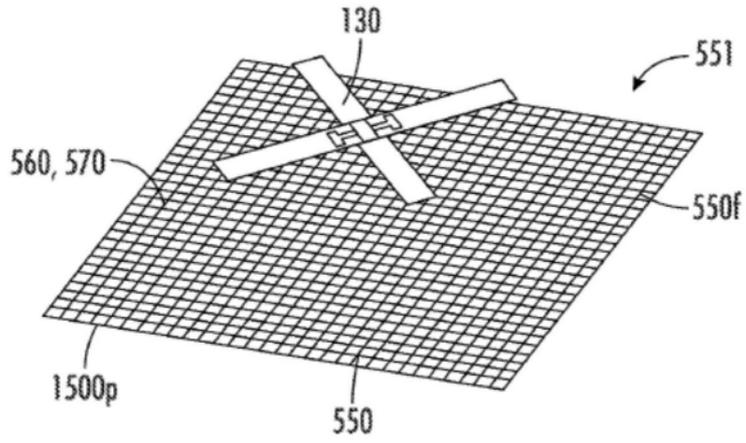


图16A

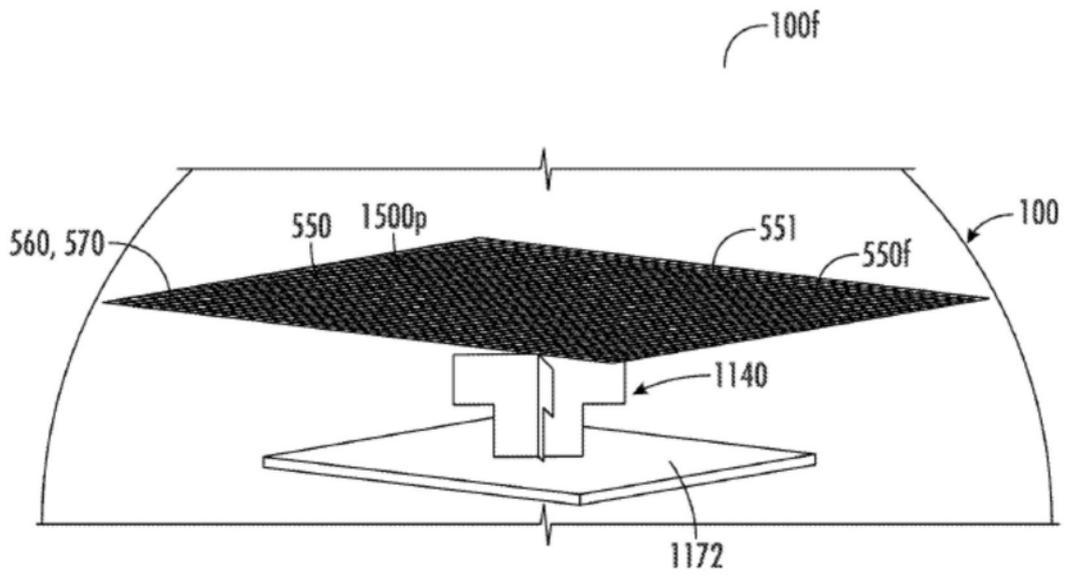


图16B

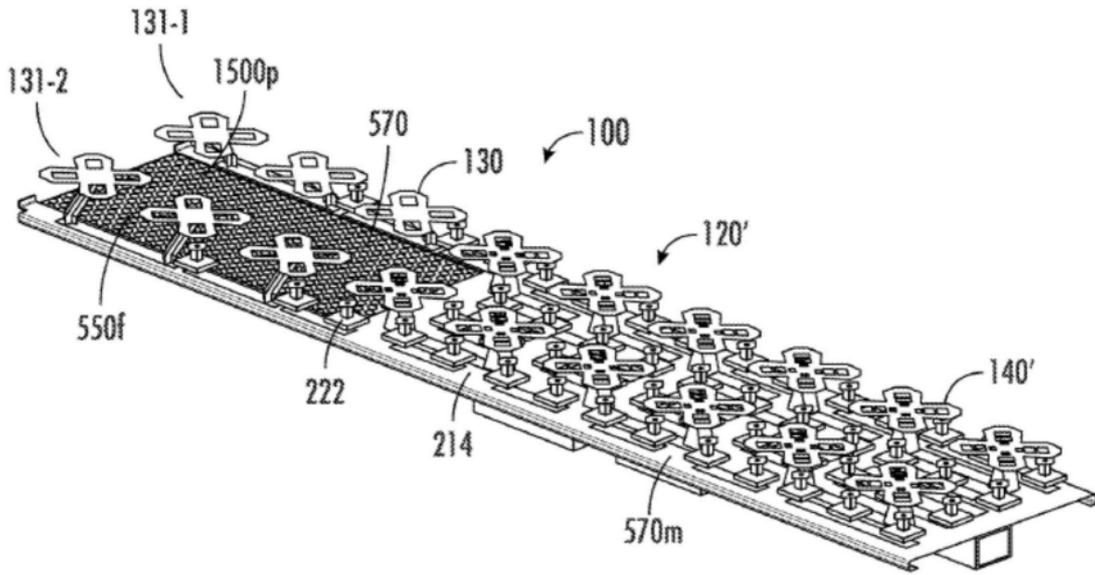


图17A

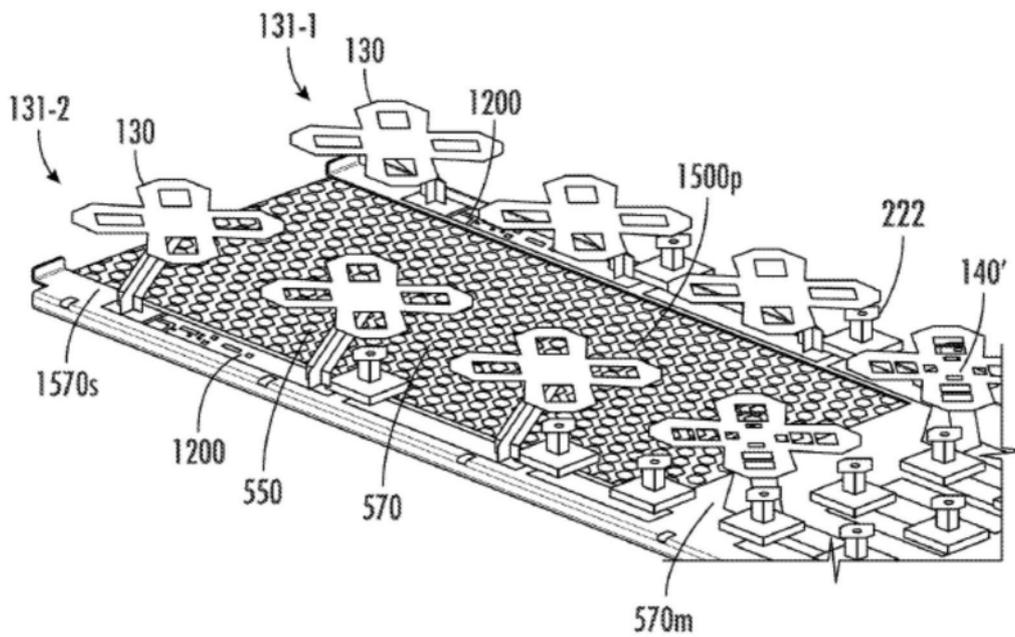


图17B

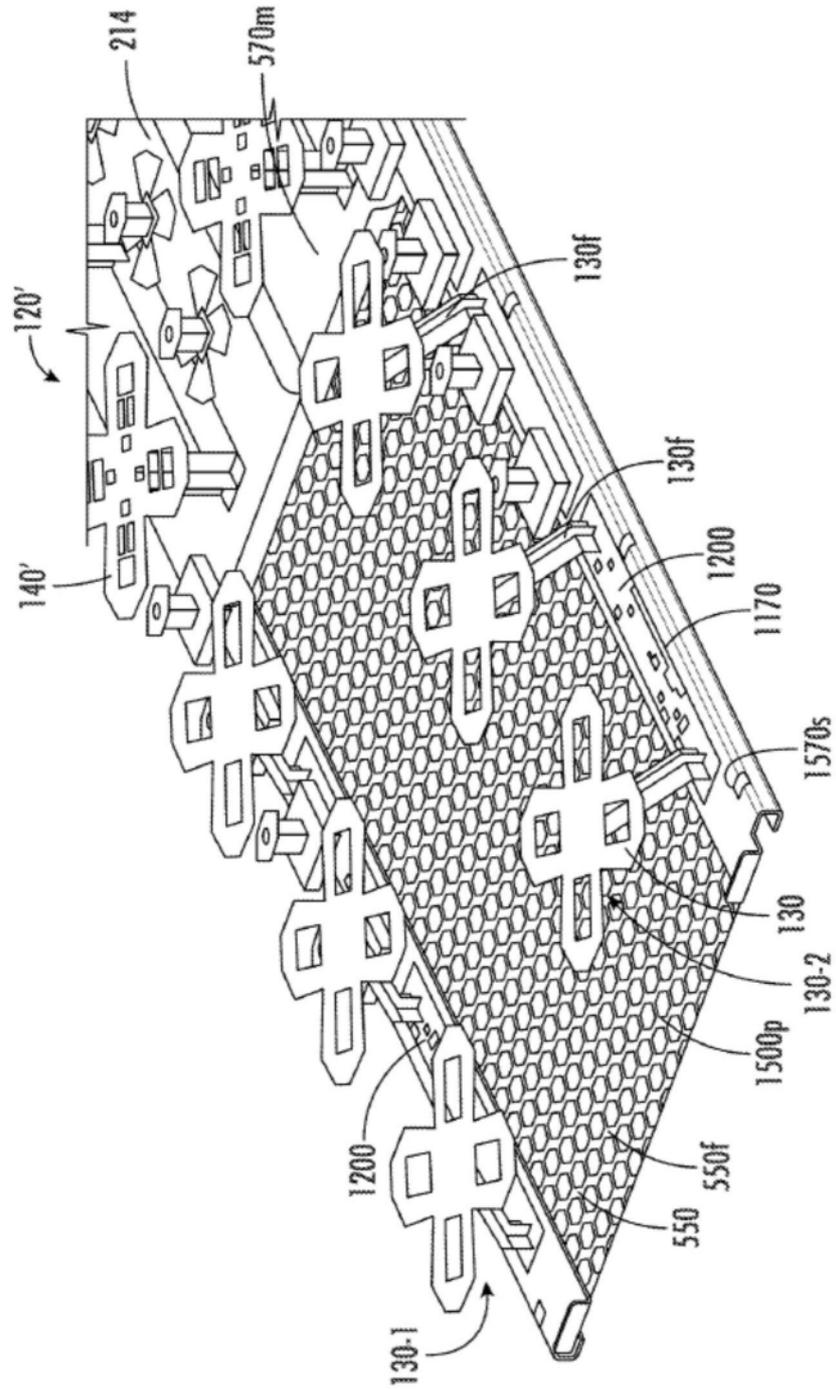


图17C

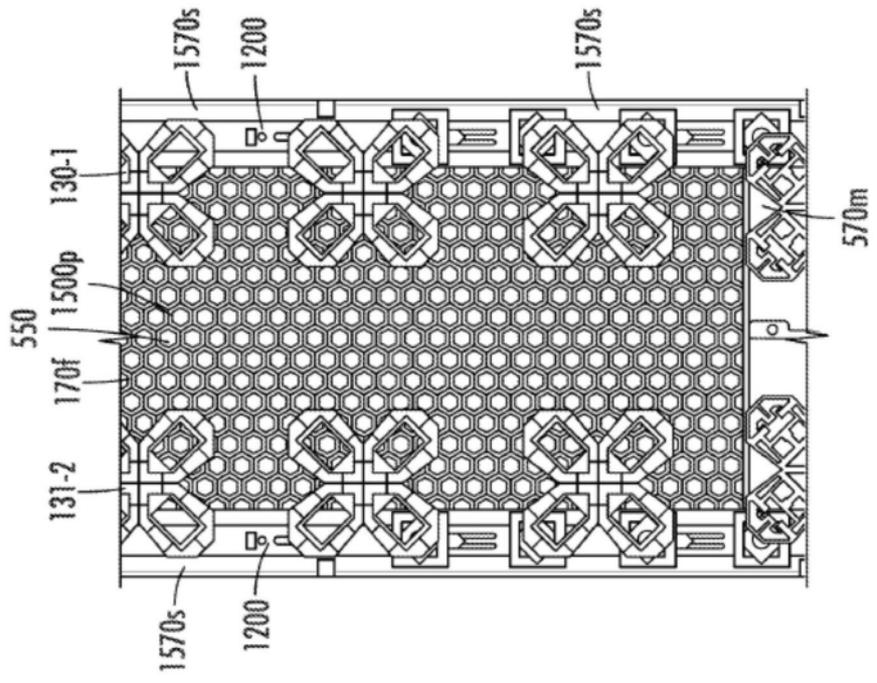


图17D

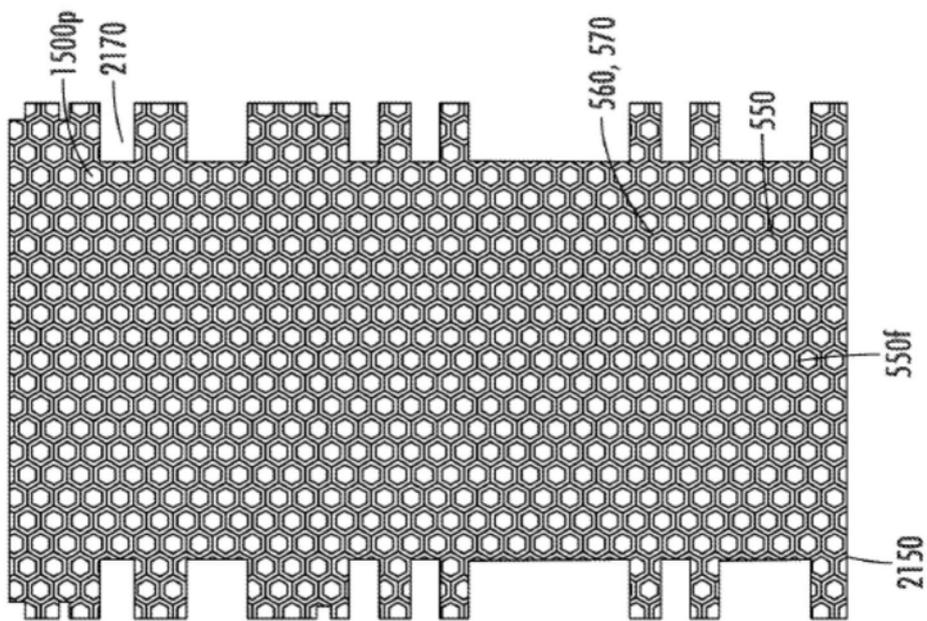


图17E

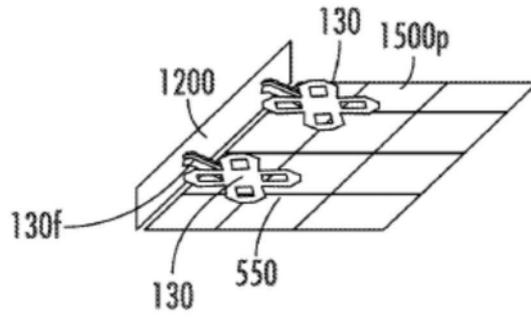


图17H

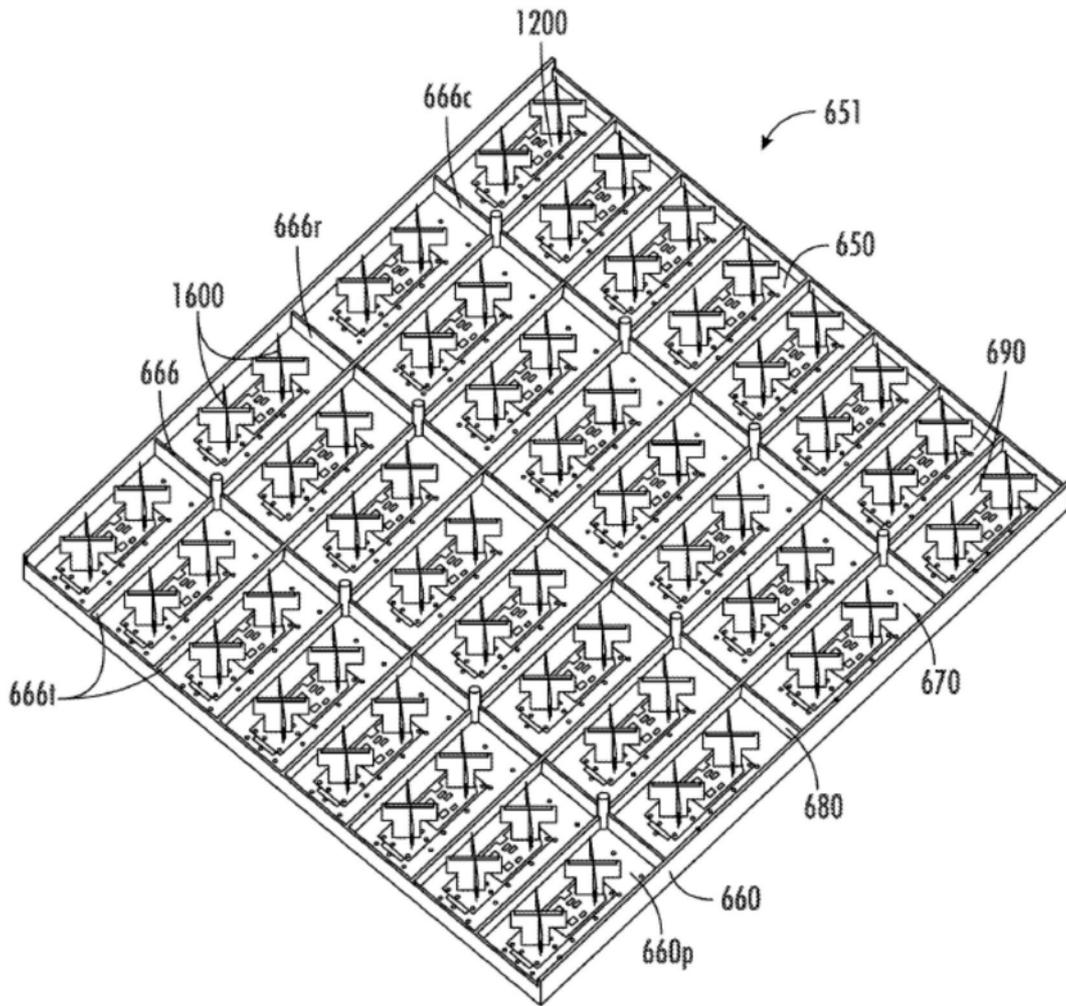


图18

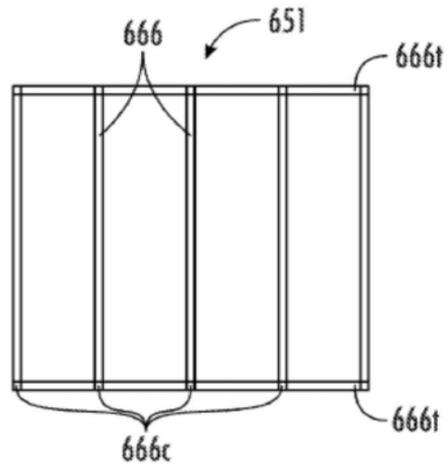


图19A

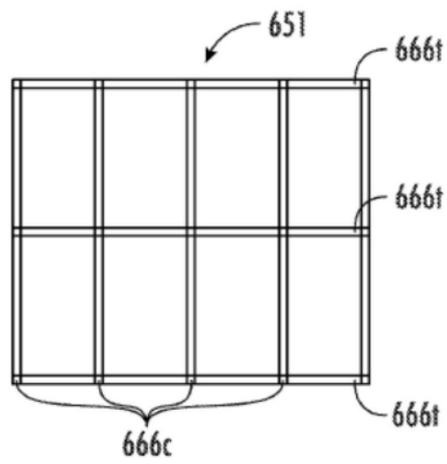


图19B

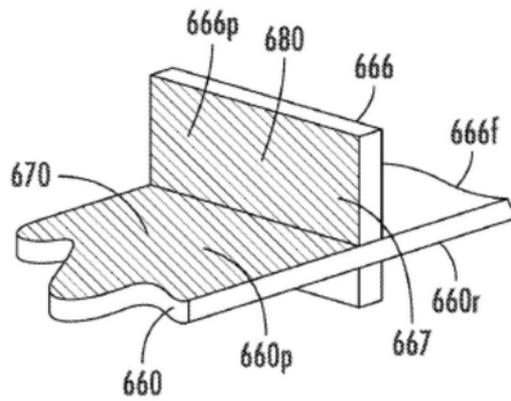


图20

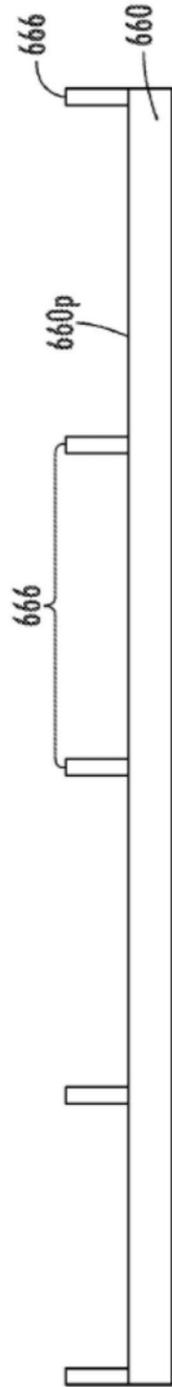


图21A

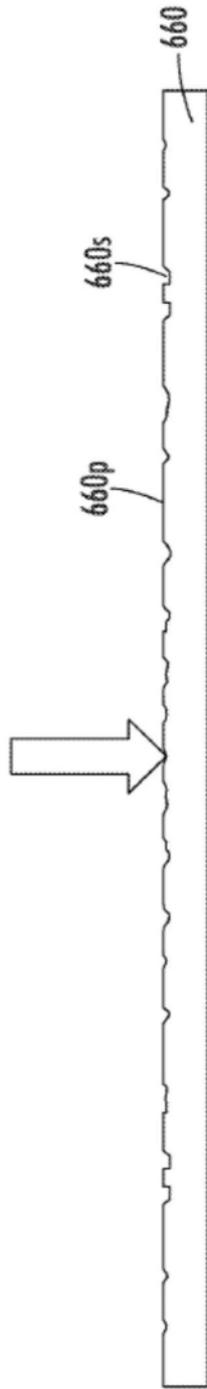


图21B

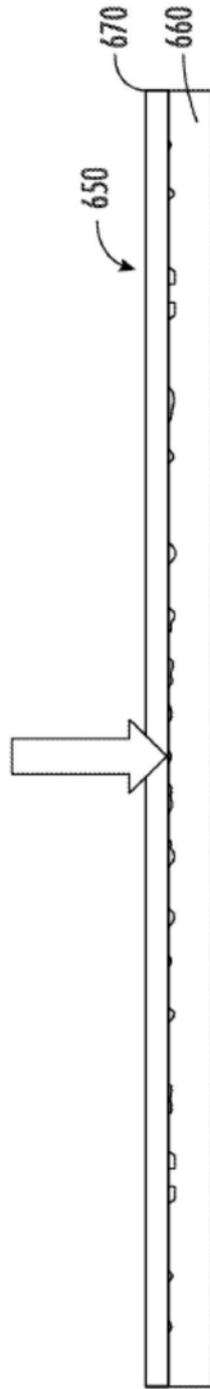


图21C