



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112751211 A

(43) 申请公布日 2021.05.04

(21) 申请号 201911351453.8

H01Q 1/36 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.25

H01Q 1/24 (2006.01)

(66) 本国优先权数据

201911056960.9 2019.10.31 CN

201921861244.3 2019.10.31 CN

(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 吴利刚 杨磊 闻杭生

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

代理人 田菁

(51) Int. Cl.

H01Q 21/30 (2006.01)

H01Q 21/08 (2006.01)

H01Q 9/16 (2006.01)

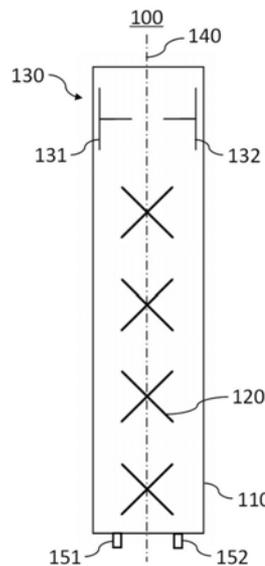
权利要求书2页 说明书16页 附图14页

(54) 发明名称

基站天线和多频带基站天线

(57) 摘要

本发明涉及基站天线,包括被配置为发出第一频带内的电磁辐射以形成第一天线波束的第一阵列,所述第一阵列包括大致沿所述基站天线的第一纵向轴线被布置的第一列辐射元件,所述第一列包括第一辐射元件和第二辐射元件对,其中,所述第一辐射元件为交叉偶极子辐射元件;以及所述第二辐射元件对包括彼此面对地被布置在所述第一纵向轴线两侧的一对第二辐射元件,其中每个第二辐射元件包括大致沿所述第一纵向轴线分别向相反方向延伸的第一和第二辐射臂、以及大致垂直于所述第一和第二辐射臂朝向所述第一纵向轴线延伸的第三辐射臂。本发明还涉及多频带基站天线。



1. 一种基站天线,包括被配置为发出第一频带内的电磁辐射以形成第一天线波束的第一阵列,所述第一阵列包括大致沿所述基站天线的第一纵向轴线被布置的第一列辐射元件,所述第一列包括第一辐射元件和第二辐射元件对,其中,

所述第一辐射元件为交叉偶极子辐射元件;以及

所述第二辐射元件对包括彼此面对地被布置在所述第一纵向轴线两侧的一对第二辐射元件,其中每个第二辐射元件包括大致沿所述第一纵向轴线分别向相反方向延伸的第一和第二辐射臂、以及大致垂直于所述第一和第二辐射臂朝向所述第一纵向轴线延伸的第三辐射臂。

2. 根据权利要求1所述的基站天线,其特征在于,所述第二辐射元件对被定位在所述第一阵列沿所述第一纵向轴线的端部。

3. 根据权利要求1所述的基站天线,其特征在于,所述第一列包括至少两个所述第一辐射元件,所述第二辐射元件对被定位在两个所述第一辐射元件之间。

4. 根据权利要求1所述的基站天线,其特征在于,所述第一列包括至少两个所述第二辐射元件对。

5. 根据权利要求4所述的基站天线,其特征在于,两个所述第二辐射元件对被分别定位在所述第一阵列沿所述第一纵向轴线的两个端部。

6. 一种多频带基站天线,包括:

辐射元件的第一阵列,被配置为工作在较低的第一频带,所述第一阵列包括三极子辐射元件,所述三极子辐射元件包括分别与所述基站天线的主表面基本平行地延伸的第一至第三辐射臂,其中各辐射臂被定向为第一和第二辐射臂的延伸方向之间、以及第二和第三辐射臂的延伸方向之间均大致呈直角;以及

辐射元件的第二阵列,被配置为工作在较高的第二频带,所述第二阵列包括第一辐射元件,其中,

所述第一至第三辐射臂中的至少一个辐射臂被配置为在所述第二频带中减少所述至少一个辐射臂上被激励出的电流,所述至少一个辐射臂大致沿平行于或垂直于所述基站天线的纵向轴线的方向延伸。

7. 一种多频带基站天线,包括:

第一阵列,包括被配置为工作在较高频带的第一辐射元件;

第二阵列,包括被配置为工作在较低频带的三极子辐射元件,所述三极子辐射元件包括分别与所述基站天线的主表面基本平行地延伸的第一至第三辐射臂,其中各辐射臂被定向为第一和第二辐射臂的延伸方向之间、以及第二和第三辐射臂的延伸方向之间均大致呈直角,并且第一至第三辐射臂中的至少一个大致沿平行于所述基站天线的纵向轴线的方向延伸;以及

第三阵列,包括被配置为工作在较低频带的交叉偶极子辐射元件,

其中,所述交叉偶极子辐射元件的至少一个偶极子臂被配置为在所述较高频带中减少在所述至少一个偶极子臂上被激励出的电流。

8. 一种基站天线,包括:

第一射频端口;

第二射频端口;以及

辐射元件的第一阵列,被配置为工作在第一频带,所述第一阵列包括第一辐射元件和第二辐射元件,其中,

所述第一辐射元件被配置为在所述第一频带中的阻抗低于在第二频带中的阻抗,其中所述第二频带内的至少部分频率高于所述第一频带内的频率;

所述第二辐射元件被配置为在所述第一频带中的阻抗不低于在所述第二频带中的阻抗;以及

所述第一和第二辐射元件中的每个耦接到所述第一和第二射频端口两者。

9. 一种基站天线,包括:

第一射频端口;

第二射频端口;

垂直延伸的辐射元件阵列,其中该阵列中的每个辐射元件耦接到第一射频端口和第二射频端口,该阵列包括至少一个交叉偶极子辐射元件、和具有垂直延伸的偶极子臂或水平延伸的偶极子臂的至少一个辐射元件。

10. 一种基站天线,包括:

第一射频端口;

第二射频端口;

垂直延伸的辐射元件第一阵列,其中所述第一阵列中的每个辐射元件都耦接到第一射频端口和第二射频端口,所述第一阵列包括第一辐射元件和第二辐射元件,所述第一辐射元件包括倾斜-45度的偶极子臂和倾斜+45度的偶极子臂,所述第二辐射元件包括垂直偶极子臂和水平偶极子臂。

基站天线和多频带基站天线

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,更具体地,涉及基站天线和多频带基站天线。

背景技术

[0002] 蜂窝通信系统中的每个小区拥有为了向在地理上位于给定小区内的移动用户提供双向无线/射频(RF)通信而配置的一个或多个基站天线。通常使用多个基站天线并且每个基站天线配置成向小区的一个扇区提供服务。在具有常规3扇区配置的蜂窝基站中,每个扇区天线通常被期望具有大约 65° 的波束宽度(本文中当提及“波束宽度”,除非特别指明,均是指方位角平面(azimuth plane)半功率(-3dB)波束宽度)。

[0003] 图9是常规的基站60的结构示意图。基站60包括可以安装在凸起结构30上的基站天线50。凸起结构30可以是天线塔。但应当理解,可以使用多种安装位置,包括例如,电线杆、建筑物、水塔等。基站60还包括基站设备,例如基带单元40和无线电设备42。为了简化附图,图9中示出了单个基带单元40和单个无线电设备42。但是应该理解,可以提供多于一个的基带单元40和/或无线电设备42。另外,虽然无线电设备42被示为与凸起结构30的底部处的基带单元40共同定位,但是应当理解,在其他情况下,无线电设备42可以是安装在凸起结构30上的邻近天线的远程无线电头。基带单元40可以从另一个源(例如,回程网络(未示出))接收数据,并且可以处理该数据并向无线电设备42提供数据流。无线电设备42可以生成包括在其中编码的数据的RF信号以及可以放大并将这些RF信号传送到基站天线50,以便通过电缆连接44进行传输。还应该理解,图9的基站60通常可以包括各种其他设备(未示出),例如电源、备用电池、电源总线、天线接口信号组(AISG)控制器等。

[0004] 现有技术中已知一种三极子辐射元件,如图10A所示。三极子辐射元件10具有三个辐射臂(例如可以是偶极子臂):两个侧臂11、12和中心臂13。每个臂的长度可以为操作频带的大约 $1/4$ 波长。侧臂11、12分别与用于馈电的同轴线16、17的中心导体连接。中心臂13与同轴线16和17的外导体连接。同轴线16和17的外导体与反射器20连接,反射器20与侧臂11、12及中心臂13间隔开大约 $1/4$ 波长的距离。在图10A所示的实例中,同轴线16和17被用来对三极子辐射元件馈电。但是,其他类型的传输线(例如,微带传输线、带状传输线、共面波导传输线等)也可以用于对三极子辐射元件馈电。

[0005] 三极子辐射元件10可以看作是2个偶极子辐射元件的组合,每个偶极子辐射元件被弯折以使得其两个辐射臂之间夹角大致为 90° 。参照图10B,示出了每个辐射臂上的电流以及辐射场的极化矢量(+45和-45斜极化)。需注意的是,+45°倾斜和-45°倾斜是相对于侧臂11和12的。因而,侧臂11和12可以相对于反射器20的纵向轴线水平或垂直地取向以获得 $\pm 45^\circ$ 极化。这与交叉偶极子辐射元件形成对比。在交叉偶极子辐射元件中,每个偶极子的辐射场相对于偶极子臂倾斜 0° ,因此每个偶极子必须被定向为与反射器20的纵向轴线成 $\pm 45^\circ$ 以获得 $\pm 45^\circ$ 的倾斜极化。这使得具有 $\pm 45^\circ$ 的倾斜极化的三极子辐射元件的尺寸小于具有 $\pm 45^\circ$ 的倾斜极化的交叉偶极子辐射元件的尺寸。例如,三极子辐射元件的宽度(在平行于反射器20的平面上沿与纵向轴线垂直的方向的尺寸)可以为大约 0.25 波长(约为中心

臂的长度),交叉偶极子辐射元件的宽度为大约0.35波长。

[0006] 三极子辐射元件的这个特征对于多频带天线的应用是友好的。为了射频(RF)信号的高效发送和接收,辐射元件的尺寸典型地与预定的操作频带的波长匹配。例如,上述三极子辐射元件可以被设计为操作在617MHz~960MHz频带内的至少一部分。多频带天线还可以包括具有较高操作频带的辐射元件,例如被设计为操作在1695MHz~2690MHz频带内的至少一部分。具有较高操作频带的辐射元件从平板状反射器向前延伸的长度小于具有较低操作频带的辐射元件从反射器(例如平板状反射器)向前延伸的长度。在多频带天线的一个实例中,不同操作频带的辐射元件相互邻近地被布置在平板状反射器上,这使得具有较低操作频带的辐射元件可能引起具有较高操作频带的辐射元件的辐射信号散射(scatter)。

发明内容

[0007] 本发明的目的之一是提供基站天线和多频带基站天线。

[0008] 根据本发明的第一方面,提供了一种基站天线,包括被配置为发出第一频带内的电磁辐射以形成第一天线波束的第一阵列,所述第一阵列包括大致沿所述基站天线的第一纵向轴线被布置的第一列辐射元件,所述第一列包括第一辐射元件和第二辐射元件对,其中,所述第一辐射元件为交叉偶极子辐射元件;以及所述第二辐射元件对包括彼此面对地被布置在所述第一纵向轴线两侧的一对第二辐射元件,其中每个第二辐射元件包括大致沿所述第一纵向轴线分别向相反方向延伸的第一和第二辐射臂、以及大致垂直于所述第一和第二辐射臂朝向所述第一纵向轴线延伸的第三辐射臂。

[0009] 根据本发明的第二方面,提供了一种多频带基站天线,包括:辐射元件的第一阵列,被配置为工作在较低的第一频带,包括三极子辐射元件,所述三极子辐射元件包括分别与所述基站天线的主表面基本平行地延伸的第一至第三辐射臂,其中各辐射臂被定向为第一和第二辐射臂的延伸方向之间、以及第二和第三辐射臂的延伸方向之间均大致呈直角;以及辐射元件的第二阵列,被配置为工作在较高的第二频带,包括第一辐射元件,其中,所述第一至第三辐射臂中的至少一个辐射臂被配置为在所述第二频带中减少被激励到所述至少一个辐射臂上的电流,所述至少一个辐射臂大致沿平行于或垂直于所述基站天线的纵向轴线的方向延伸。

[0010] 根据本发明的第三方面,提供了一种多频带基站天线,包括:第一阵列,包括被配置为工作在较高频带的第一辐射元件;第二阵列,包括被配置为工作在较低频带的三极子辐射元件,所述三极子辐射元件包括分别与所述基站天线的主表面基本平行地延伸的第一至第三辐射臂,其中各辐射臂被定向为第一和第二辐射臂的延伸方向之间、以及第二和第三辐射臂的延伸方向之间均大致呈直角,并且第一至第三辐射臂中的至少一个大致沿平行于或垂直于所述基站天线的纵向轴线的方向延伸;以及第三阵列,包括被配置为工作在较低频带的交叉偶极子辐射元件,其中,所述交叉偶极子辐射元件的至少一个偶极子臂被配置为在所述较高频带中减少被激励到所述至少一个偶极子臂上的电流。

[0011] 根据本发明的第四方面,提供了一种基站天线,包括:第一射频端口;第二射频端口;以及辐射元件的第一阵列,被配置为工作在第一频带,所述第一阵列包括第一辐射元件和第二辐射元件,其中,所述第一辐射元件被配置为在所述第一频带中的阻抗低于在第二频带中的阻抗,所述第二频带内的至少部分频率高于所述第一频带内的频率;所述第二辐

射元件被配置为在所述第一频带中的阻抗不低于在所述第二频带中的阻抗;以及所述第一和第二辐射元件中的每个耦接到所述第一和第二射频频端口两者。

[0012] 根据本发明的第五方面,提供了一种基站天线,包括:第一射频频端口;第二射频频端口;垂直延伸的辐射元件阵列,其中该阵列中的每个辐射元件耦接到第一射频频端口和第二射频频端口,该阵列包括至少一个交叉偶极子辐射元件、和具有垂直延伸的偶极子臂或水平延伸的偶极子臂的至少一个辐射元件。

[0013] 根据本发明的第六方面,提供了一种基站天线,包括:第一射频频端口;第二射频频端口;垂直延伸的辐射元件阵列,其中所述阵列中的每个辐射元件都耦接到第一射频频端口和第二射频频端口,所述阵列包括第一辐射元件和第二辐射元件,所述第一辐射元件包括倾斜-45度的偶极子臂和倾斜+45度的偶极子臂,所述第二辐射元件包括垂直偶极子臂和水平偶极子臂。

[0014] 通过以下参照附图对本发明的示例性实施例的详细描述,本发明的其它特征及其优点将会变得清楚。

附图说明

[0015] 构成说明书的一部分的附图描述了本发明的实施例,并且连同说明书一起用于解释本发明的原理。

[0016] 图1A至1C分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0017] 图2A和2B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0018] 图3A和3B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0019] 图4是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0020] 图5A至5C分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0021] 图6是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0022] 图7是用于示出具有隐身特性的辐射元件的一个辐射臂的图示。

[0023] 图8A和8B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线中的三极子辐射元件的结构的前视图。

[0024] 图9是示意性地示出蜂窝通信系统中常规的基站的简化示意图。

[0025] 图10A是示意性地示出现有技术的基站天线中的三极子辐射元件的结构示意图。

[0026] 图10B示意性地示出图10A中的三极子辐射元件产生的电磁场。

[0027] 图11A和11B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0028] 图12A和12B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0029] 图13A和13B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0030] 图14A和14B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线的结构的前视图。

[0031] 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。

[0032] 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,本发明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

[0033] 以下将参照附图描述本发明,其中的附图示出了本发明的若干实施例。然而应当理解的是,本发明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发明的公开更为完整,并向本领域技术人员充分说明本发明的保护范围。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。

[0034] 应当理解的是,本文中的用语仅用于描述特定的实施例,并不旨在限定本发明的范围。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。

[0035] 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。

[0036] 在本文中,可能提及了被“耦接”在一起的元件或节点或特征。除非另外明确说明,“耦接”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,“耦接”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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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,本发明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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 图1A至1C分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线100(以及100'、100'')的结构的前视图。如图1A所示,基站天线100包括由多个交叉偶极子辐射元件120大致沿基站天线的纵向轴线140被布置成一系列而形成的线性阵列、三极子辐射元件对130、以及反射器110。交叉偶极子辐射元件120和三极子辐射元件对130中的三极子辐射元件131、132从反射器110向前延伸。

[0044] 基站天线的纵向轴线140指沿基站天线100的长度方向(本文也称为垂直方向)延伸的虚拟轴线(无需存在用作轴的物理结构)。需要说明的是,为简明起见,一些附图中并未示出纵向轴线,但应理解在这些附图所描绘的实施例中也存在这样的虚拟轴线。虽然图1A所示的纵向轴线140位于基站天线100的中心,本领域技术人员应理解,本文所称的纵向轴线并不限定为中心轴线。虽然图示的线性阵列中被布置成一系列的各交叉偶极子辐射元件120沿纵向轴线140是对齐的,本领域技术人员应理解,至少一些交叉偶极子辐射元件120可以以已知的方式左右交错地(staggered)沿纵向轴线140布置,以便收窄线性阵列产生的天线波束的方位角波束宽度。此外,虽然图示的线性阵列包括多个交叉偶极子辐射元件120,本领域技术人员应理解,线性阵列可以仅包括一个交叉偶极子辐射元件120。

[0045] 三极子辐射元件对130包括彼此面对地被布置在纵向轴线140两侧的一对三极子辐射元件131和132。每个三极子辐射元件131和132的结构可以类似于图9所示的三极子辐射元件或其变形体。两个三极子辐射元件131和132被定向为使得每个三极子辐射元件131和132的两个侧臂沿与纵向轴线140大致平行的方向分别向上和向下延伸,以及使得一个三极子辐射元件的中心臂沿与纵向轴线140大致垂直的方向向着另一三极子辐射元件延伸。在一个实施例中,三极子辐射元件对130中的两个三极子辐射元件131和132的相位中心之间的距离可以是0.5~1个中心操作频点的波长。虽然图示的两个彼此面对的三极子辐射元件131和132在纵向上的位置是对齐的,本领域技术人员应理解,这两个三极子辐射元件131和132在纵向上的位置可以是错开的。

[0046] 交叉偶极子辐射元件120被配置为在第一操作频带中操作,三极子辐射元件131、132被配置为在第二操作频带中操作,其中,第一操作频带与第二操作频带至少部分重合。在一个实施例中,第一操作频带与第二操作频带完全重合。例如,交叉偶极子辐射元件120和三极子辐射元件131、132均被配置为在617MHz~960MHz频带内的至少一部分中操作。交叉偶极子辐射元件120的线性阵列和三极子辐射元件对130组成的整个阵列可以产生合成的天线波束。

[0047] 基站天线100还包括射频端口151和152,分别用于提供具有两个不同极化的信号

(例如,通过从图9所示的无线电单元42接收信号)。例如,每个三极子辐射元件131、132的一个侧臂可以耦接到射频端口151以接收具有+45度极化的信号,另一个侧臂可以耦接到射频端口152以接收具有-45度极化的信号。每个交叉偶极子辐射元件120的一个偶极子臂耦接到射频端口151以接收具有+45度极化的信号,每个交叉偶极子辐射元件120的另一个偶极子臂耦接到射频端口152以接收具有-45度极化的信号。本领域技术人员应理解,本发明涉及的任一个辐射元件(包括交叉偶极子和三极子辐射元件)均可以用任何已知的方式来耦接到射频端口。需要说明的是,为简明起见,一些附图中并未示出射频端口,但应理解在这些附图所描绘的实施例中也存在射频端口。

[0048] 包括交叉偶极子辐射元件120和三极子辐射元件131、132的线性阵列所产生的天线波束的波束宽度取决于多个因素,包括交叉偶极子辐射元件120的高度(从反射板向前延伸的尺寸,通常为大约1/4的其操作频带内的中心频点所对应的波长)、辐射臂的构造、以及反射器110的尺寸等。例如,在一个具体的实例中,反射器110的宽度可以为300mm,交叉偶极子辐射元件120的线性阵列在617MHz~960MHz频带(或者可以是694MHz~960MHz频带)内的波束宽度可以是在 $63^{\circ}\sim 79^{\circ}$ (平均大约 71°)的范围内。如前文所述,期望线性阵列具有大约 65° 的波束宽度,例如 $65\pm 5^{\circ}$ 。为了在不明显增加天线的宽度(例如,不使用两个线性阵列、或不使用明显更宽的反射器)的情况下得到更窄的波束宽度,可以将三极子辐射元件对130加入到线性阵列中。一方面,如前文所述,具有相似操作频带和特性的三极子辐射元件和交叉偶极子辐射元件相比,三极子辐射元件具有更小的尺寸。另一方面,一对并排布置的辐射元件(或一对并排布置的辐射元件的列),相比于单个辐射元件(或单列辐射元件),可以获得更窄的波束宽度。又一方面,由于一对三极子辐射元件131和132各自被定向为位于外侧的臂沿与纵向轴线140大致平行的方向延伸,每个三极子辐射元件131和132可以被定位在使其外侧的臂相当靠近反射器110的边部之处,从而,即使反射器的宽度较窄也可以使得两个三极子辐射元件131和132的相位中心之间的距离相对较远。如此,在不增大反射器110宽度的情况下,相比于并排放置的两个交叉偶极子辐射元件,三极子辐射元件对130可以获得尽可能大的两个辐射元件之间的水平距离(本文所称水平方向指基站天线的宽度方向),这有助于减小线性阵列产生的天线波束的方位角波束宽度。因此,交叉偶极子辐射元件120的线性阵列和三极子辐射元件对130所形成的整个阵列的合成的天线波束的方位角波束宽度,小于交叉偶极子辐射元件120的线性阵列的波束宽度,从而基站天线100可以获得所期望的较窄的波束宽度,例如 $65\pm 5^{\circ}$ 。

[0049] 在一个实施例中,如图1A所示,三极子辐射元件对130沿纵向轴线被定位在线性阵列之上和/或之下(未示出)。例如,三极子辐射元件对130到最邻近的交叉偶极子辐射元件120之间的距离可以是0.8个中心操作频点的波长。在一个实施例中,如图1C所示,三极子辐射元件对130被定位在线性阵列中的两个交叉偶极子辐射元件120之间。在一个实施例中,如图1B所示,三极子辐射元件对130被定位在线性阵列的沿纵向轴线的中部。对于交叉偶极子辐射元件120的线性阵列和三极子辐射元件对130形成的整个阵列,通常更靠近整个阵列中部的辐射元件被馈送的RF信号子分量的能量高于更靠近整个阵列上端或下端的辐射元件被馈送的RF信号子分量的能量,以便于在垂直面(elevation plane)整形天线波束。因此,图1B所示的实施例中三极子辐射元件对130被馈送的RF信号子分量的能量可能高于图1C所示的实施例中三极子辐射元件对130被馈送的RF信号子分量的能量,并且图1C所示的

实施例中三极子辐射元件对130被馈送的RF信号子分量的能量可能高于图1A所示的实施例中三极子辐射元件对130被馈送的RF信号子分量的能量。本领域技术人员应理解,三极子辐射元件对130被馈送的RF信号子分量的能量越高(指相对于线性阵列中的交叉偶极子辐射元件120被馈送的RF信号子分量的能量越高),三极子辐射元件131和132对整个阵列的合成的天线波束的影响(对方位角波束宽度的收窄效果)就越大。因此,可以根据对基站天线的辐射图等的性能要求来布置三极子辐射元件对130在整个阵列中的位置。

[0050] 在一些实施例中,例如在一个三极子辐射元件对对整个阵列的合成的天线波束的收窄效果不能满足要求的情况下,基站天线可以包括两个或更多个三极子辐射元件对。每个三极子辐射元件对均与前文所述类似地包括面向彼此地被布置在纵向轴线两侧的一对三极子辐射元件。图2A和2B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线200(200')的结构的前视图。在一个实施例中,如图2A所示,两个三极子辐射元件对231、232被分别沿纵向轴线定位在交叉偶极子辐射元件220的线性阵列之上和之下。在一个实施例中,如图2B所示,三极子辐射元件对231被定位在交叉偶极子辐射元件220的线性阵列的沿纵向轴线的中部,三极子辐射元件对232沿纵向轴线被定位在线性阵列之上(未示出)或之下。在一个实施例中,尽管未图示,两个三极子辐射元件对中的每个三极子辐射元件对被定位在线性阵列中的两个交叉偶极子辐射元件之间。

[0051] 图3A和3B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线300(300')的结构的前视图。基站天线300为多频带天线。基站天线300包括由具有较低操作频带(例如617MHz~960MHz频带中的至少部分)的交叉偶极子辐射元件320组成的线性阵列、具有较低操作频带的三极子辐射元件对330、由具有较高操作频带(例如1695MHz~2690MHz频带中的至少部分)的交叉偶极子辐射元件340组成的阵列、以及反射器310。交叉偶极子辐射元件320、340、以及三极子辐射元件对330中的三极子辐射元件从反射器310向前延伸。由于辐射元件从反射器310向前延伸的长度与其操作频带的波长匹配,因此,交叉偶极子辐射元件340从反射器310向前延伸的长度小于交叉偶极子辐射元件320和三极子辐射元件中任一者从反射器310向前延伸的长度。三极子辐射元件对330的结构和取向与前文所述类似,此处不再描述。尽管本发明附图中所示的具有较高操作频带的辐射元件340为交叉偶极子辐射元件,本领域技术人员应理解,其可以为其他的辐射元件。

[0052] 线性阵列中的每个交叉偶极子辐射元件320包括四个辐射臂(也称为“偶极子臂”),每个辐射臂被配置为减少辐射元件340的电磁辐射在该辐射臂上激励出的电流(本文简称激励电流),即在较高操作频带中减少激励电流。辐射臂的这种特性在下文或被称为隐身(cloaked)特性。在本发明的附图中,使用如图7所示的图示来表示能够减少激励电流的电路结构。例如在图3A中,每个交叉偶极子辐射元件320的每个偶极子臂被构造为这种结构。尽管图7所示的结构中包括两个容性元件和一个感性元件,本领域技术人员应理解,图7所示的图示仅仅是示意性的,并不限定容性元件和感性元件的个数。

[0053] 由于交叉偶极子辐射元件320具有在较高操作频带中减少激励电流的偶极子臂,可以减少或避免具有较低频带的交叉偶极子辐射元件320引起的具有较高操作频带的交叉偶极子辐射元件340的辐射的信号散射。如此,交叉偶极子辐射元件320可以被布置在交叉偶极子辐射元件340的附近,例如上方,从而交叉偶极子辐射元件320被定位,使得至少一些交叉偶极子辐射元件320的至少一个臂在基站天线的前视图(即沿着垂直于基站天线的

主表面的轴延伸的前视图)中与一个或多个交叉偶极子辐射元件340的辐射器部分重叠。在本文中,基站天线的主表面是指反射器的用于安装辐射元件的表面,例如,图3A中可见的反射器310的这个表面。尽管未在附图中示出,基站天线可以包括具有多个用于安装辐射元件的表面的反射器。在这种情况下,基站天线可以具有多个主表面。

[0054] 对于不具有隐身特性的三极子辐射元件对330的辐射元件,可以适当地安排三极子辐射元件对330的位置以便于减少或避免引起具有较高操作频带的交叉偶极子辐射元件340的辐射信号的散射。在一个实施例中,如图3A所示,三极子辐射元件对330沿纵向轴线被定位在交叉偶极子辐射元件340的阵列之上或之下。处于对垂直面天线波束的整形的考虑,处于阵列的上下两端的交叉偶极子辐射元件340被馈送的RF信号子分量的能量较小(相对于其他位置的交叉偶极子辐射元件340的RF信号子分量的能量),因此,将三极子辐射元件布置在阵列中被馈送的能量较小的位置处,能够减小三极子辐射元件对330对交叉偶极子辐射元件340的整个阵列的辐射的影响。此外,将三极子辐射元件对330布置为较远离辐射元件340阵列,也能够降低对辐射元件340的辐射的影响。例如,在图3A所示的实施例中,具有隐身特性的辐射元件320位于较为靠近辐射元件340处,将不具有隐身特性的辐射元件330定位在较为远离辐射元件340处,使得辐射元件340发出的电磁辐射在到达三极子辐射元件330附近时其强度较小,以降低对辐射元件340的辐射的影响。在一个实施例中,如图3B所示,三极子辐射元件对330被定位为使得每个三极子辐射元件的两个侧臂和中心臂在前视图中不与辐射元件340的辐射器重叠。如此,三极子辐射元件对330的辐射臂在辐射元件340的辐射口径上进行位置避让,能够降低对辐射元件340的辐射的影响。在如图3A和3B所示的实施例中,具有较高操作频带的交叉偶极子辐射元件340的偶极子臂的延伸方向为相对于纵向轴线倾斜 ± 45 度,具有较低操作频带的三极子辐射元件对330中的各三极子辐射元件331、332的辐射臂为平行或垂直与纵向轴线,这使得非常容易将三极子辐射元件331、332的辐射臂定位在交叉偶极子辐射元件340的列与列之间和/或行与行之间的空隙处(在前视图上),即避开交叉偶极子辐射元件340的辐射口径的位置,如图3B和5C所示,从而降低对辐射元件340的辐射的影响。

[0055] 图4是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线400的结构的前视图。基站天线400的部分组件410、420、440分别与基站天线3A中的组件310、320、340类似,此处不再描述。基站天线400所包括的三极子辐射元件对430中的每个三极子辐射元件的辐射臂被配置为减少辐射元件440的电磁辐射在该辐射臂上的激励电流,即在较高操作频带中减少激励电流。如此,三极子辐射元件对430可以被定位为在较高操作频带中减少激励电流的辐射臂在前视图中与辐射元件440的辐射器至少部分重叠。虽然图中示出的三极子辐射元件对430中的每个三极子辐射元件的辐射臂均被构造为隐身,但本领域技术人员应理解,只要至少有一个三极子辐射元件的至少一个辐射臂被如此构造就可以实现本发明的效果。需要说明的是,虽然在本发明的附图中用如图4中431所标记的图示来表示具有隐身特性的三极子辐射元件,但本领域技术人员应理解,该图示仅是示意性的,并不限定三极子辐射元件的每个辐射臂均具有在较高操作频带中减少激励电流的结构,例如,431所标记的图示也可以用来指代如图8A、8B所示的三极子辐射元件等。

[0056] 在一个实施例中,三极子辐射元件的被配置为在较高操作频带中减少激励电流的辐射臂包括感性元件和容性元件串联耦接形成的谐振电路,该谐振电路被配置为使得在该

辐射臂上传递的电流在较高操作频带中至少部分衰减并且在较低操作频带中通过,从而使得该辐射臂在较高操作频带中减少激励电流。例如,该谐振电路可以被配置为在800MHz附近谐振,在617MHz~960MHz频带中使在该辐射臂上传递的电流通过并且在1695MHz~2690MHz的至少部分频带内使在该辐射臂上传递的电流有比较明显的衰减,从而使得三极子辐射元件的辐射臂被配置为减少辐射元件440的电磁辐射在该辐射臂上的激励电流。在一个实施例中,每个三极子辐射元件的辐射臂包括至少一个感性元件,该感性元件被配置为在较高操作频带中具有较高的阻抗并且在较低操作频带中具有较低的阻抗,从而在较高操作频带中减少激励电流。

[0057] 图5A至5C分别是示意性地示出根据本发明的实施例的多频带基站天线500(500'、500'')的结构的前视图。多频带基站天线500包括由具有较高操作频带的辐射元件510组成的第一阵列、以及由具有较低操作频带的三极子辐射元件520、530组成的第二阵列。每个三极子辐射元件520的至少一个辐射臂被配置为减少辐射元件510的电磁辐射在该辐射臂上的激励电流,即在较高操作频带中减少激励电流,从而减轻辐射元件520对辐射元件510的电磁辐射的影响。该至少一个辐射臂的结构可以如前文参照图4所描述的。该至少一个辐射臂可以是大致沿平行于基站天线的纵向轴线的方向延伸的侧臂,也可以是大致沿垂直于基站天线的纵向轴线的方向延伸的中心臂。三极子辐射元件520可以被定位为使得其至少一个辐射臂在基站天线的前视图中与辐射元件510的辐射器部分重叠。三极子辐射元件530的辐射臂可以具有不同于三极子辐射元件520的这种配置,即不具备被配置为在较高操作频带中不具备隐身特性。在一个实施例中,如图5A所示,三极子辐射元件530沿纵向轴线被定位在第一阵列之上和/或之下。在该实施例中,三极子辐射元件520、530沿纵向布置形成第二阵列。在一个实施例中,如图5B、5C所示,三极子辐射元件530被定位为使得三极子辐射元件530的各辐射臂在前视图中不与辐射元件510的辐射器重叠。在图5B所示的实施例中,两个三极子辐射元件530面向彼此形成三极子辐射元件对,与三极子辐射元件520沿纵向布置形成第二阵列。在图5C所示的实施例中,两个三极子辐射元件520面向彼此形成三极子辐射元件对,与三极子辐射元件530沿纵向布置形成第二阵列。

[0058] 图6是示意性地示出根据本发明的实施例的多频带基站天线600的结构的前视图。多频带基站天线600包括由具有较高操作频带的辐射元件610组成的第一阵列、以及由具有较低操作频带的三极子辐射元件620组成的第二阵列。两个三极子辐射元件620面向彼此形成三极子辐射元件对,该三极子辐射元件对与另一个三极子辐射元件620沿纵向布置形成第二阵列。每个三极子辐射元件620的至少一个辐射臂被配置为减少辐射元件610的电磁辐射在该辐射臂上的激励电流,即在较高操作频带中减少激励电流,从而减轻辐射元件620对辐射元件610的电磁辐射的影响。该至少一个辐射臂的结构可以如前文参照图4所描述的。该至少一个辐射臂可以是大致沿平行于基站天线的纵向轴线的方向延伸的侧臂,也可以是大致沿垂直于基站天线的纵向轴线的方向延伸的中心臂。三极子辐射元件620被定位为使得其至少一个辐射臂在前视图中与辐射元件610的辐射器至少部分重叠。

[0059] 图11A和11B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线700(700')的结构的前视图。基站天线700包括由多个交叉偶极子辐射元件720和一个三极子辐射元件730大致沿纵向轴线740共同被布置成一列而形成的阵列。各辐射元件从反射器710向前延伸。基站天线700还包括射频端口751和752,分别用于提供具有+45度和-45度极化的信号。每个

交叉偶极子辐射元件720包括倾斜+45度的偶极子臂和倾斜-45度的偶极子臂,这两个偶极子臂各自分别耦接到射频端口751和752。图11A所示的实施例中的三极子辐射元件730包括两个垂直偶极子臂和一个水平偶极子臂,两个垂直偶极子臂各自分别耦接到射频端口751和752。图11B所示的实施例中的三极子辐射元件730包括一个垂直偶极子臂和两个水平偶极子臂,两个水平偶极子臂各自分别耦接到射频端口751和752。三极子辐射元件730的方位角半功率波束宽度通常大于交叉偶极子辐射元件720的方位角半功率波束宽度,但基站天线700的这种阵列配置是有用的。首先,与交叉偶极子辐射元件相比,三极子辐射元件少一个偶极子臂,这使得使用三极子辐射元件可以降低成本和简化馈电。其次,三极子辐射元件尺寸较小,例如图11A中三极子辐射元件730的左侧空间被节省,可以根据需要布置天线的元件(例如操作在较高频带的辐射元件),有利于天线的紧凑设计。再次,三极子和交叉偶极子辐射元件在辐射方向图上可以互相弥补各自辐射元件的缺点,改善整个阵列的方向图。

[0060] 图12A和12B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线800(800')的结构的前视图。基站天线800包括被配置为工作在较低频带的辐射元件820、830组成的第一阵列、以及被配置为工作在较高频带的辐射元件810组成的第二阵列。辐射元件820具有图7所示的能够减少激励电流的电路结构,辐射元件830为不具有图7所示电路结构的辐射元件。第二阵列中的至少一个辐射元件810被定位为靠近辐射元件820并远离辐射元件830。在图12A所示的实施例中,辐射元件820为交叉偶极子辐射元件,辐射元件830为三极子辐射元件。在图12B所示的实施例中,辐射元件830为交叉偶极子辐射元件,辐射元件820为三极子辐射元件。如上文所述,基站天线800还可以包括两个射频端口,各辐射元件820、830中的每个均耦接到两个射频端口。本领域技术人员应理解,第一阵列可以包括沿多个沿纵向延伸的线性阵列,其中任一个线性阵列可以仅包括辐射元件820、830中的一种、也可以如图12A、12B所示地包括这两种。

[0061] 在以上示出的各实施例中,具有较低操作频率的辐射元件的阵列只被示出为一个沿纵向布置的线性阵列。本领域技术人员应理解,根据本发明实施例的基站天线可以包括多个线性阵列,多个线性阵列横向和/或纵向彼此邻近地被定位,并且多个线性阵列中至少有一个线性阵列具有上文各实施例中所描述的结构。

[0062] 图13A和13B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线900(900')的结构的前视图。基站天线900包括2个类似于图2A、2B中的线性阵列,其中第一和第二线性阵列被定位为在水平方向彼此邻近。第一线性阵列由交叉偶极子辐射元件921和三极子辐射元件对931、932大致沿纵向轴线941被布置成一行而形成,交叉偶极子辐射元件921和三极子辐射元件对931、932操作在第一频带。第二线性阵列由交叉偶极子辐射元件922和三极子辐射元件对933、934大致沿纵向轴线942被布置成一行而形成,交叉偶极子辐射元件922和三极子辐射元件对933、934操作在第二频带。第一频带和第二频带至少部分重合。基站天线900还包括射频端口951至954,第一线性阵列中的每个交叉偶极子辐射元件921、和三极子辐射元件对931、932中的每个三极子辐射元件均各自耦接到射频端口951和952两者,第二线性阵列中的每个交叉偶极子辐射元件922、和三极子辐射元件对933、934中的每个三极子辐射元件均各自耦接到射频端口953和954两者。基站天线900可以用在例如使用MIMO技术的通信系统中,以提高信道容量。在阵列被配置为操作在更多频带的情况下,天线还可以包括更多对的射频端口。例如,在第一线性阵列被配置为还操作在第三频带的情况下,基站天

线900还可以包括另一对射频端口以提供第三频带内的信号。每个交叉偶极子辐射元件921、和三极子辐射元件对931、932中的每个三极子辐射元件均各自耦接到一对射频端口951和952、以及耦接到上述另一对射频端口。在一个实施例中,如图13A所示,第一和第二线性阵列中三极子辐射元件对的纵向位置相同,例如都被定位在第一和第四行。这种阵列样式可以用于天线宽度足够的情况。在一个实施例中,如图13B所示,第一和第二线性阵列中三极子辐射元件对的纵向位置不同,例如三极子辐射元件对在第一线性阵列中被定位在第一和第四行、在第二线性阵列中被定位在第三和第七行。这种阵列样式可以用于减小天线宽度。

[0063] 图14A和14B分别是示意性地示出根据本发明的实施例的基站天线1000(1000')的结构的前视图。与基站天线900相比,基站天线1000还包括操作在较高频带的辐射元件阵列(高频阵列)。在天线1000中,操作在较低频带的辐射元件(其组成低频阵列)具有针对高频阵列的隐身特性(与上文描述的隐身特性类似,此处不再描述)。低频阵列包括由辐射元件1021、1022和辐射元件对1031至1034布置而成的第一和第二线性阵列,其与基站天线900中的第一和第二线性阵列的结构相似,此处不再描述。在一个实施例中,当第一和第二线性阵列之间的空间较大时,可以在第一和第二线性阵列之间布置多于一列的操作在较高频带的辐射元件。如图14A所示,操作在较高频带的辐射元件的阵列包括第一至第四列1041至1044,其中两列1042和1043被布置在第一和第二线性阵列之间,两列1041和1043沿天线的侧边被布置。应当理解,在一些实施例中,即使第一和第二线性阵列之间的空间较大,也可以在第一和第二线性阵列之间仅布置一列、或者不布置任何操作在较高频带的辐射元件。在一个实施例中,当第一和第二线性阵列之间的空间较小时,可以在第一和第二线性阵列之间仅布置一列的操作在较高频带的辐射元件。如图14B所示,操作在较高频带的辐射元件的阵列包括第一至第三列1045至1047,其中一列1046被布置在第一和第二线性阵列之间,两列1045和1047沿天线的相应的侧边被布置。应当理解,在一些实施例中,即使第一和第二线性阵列之间的空间较小,也可以在第一和第二线性阵列之间布置多于一列的、或者不布置任何操作在较高频带的辐射元件。应当理解,在一些实施例中,在低频阵列的两侧可以仅布置一列、布置多于一列的、或者不布置任何操作在较高频带的辐射元件。为简明起见,图14A和14B中未示出射频端口,但应当理解,在使用MIMO技术的通信系统中,基站天线1000中的任一列辐射元件均可以耦接到一对或多对射频端口。

[0064] 另外,本公开的实施方式还可以包括以下示例:

[0065] 1. 一种基站天线,包括被配置为发出第一频带内的电磁辐射以形成第一天线波束的第一阵列,所述第一阵列包括大致沿所述基站天线的第一纵向轴线被布置的第一列辐射元件,所述第一列包括第一辐射元件和第二辐射元件对,其中,

[0066] 所述第一辐射元件为交叉偶极子辐射元件;以及

[0067] 所述第二辐射元件对包括彼此面对地被布置在所述第一纵向轴线两侧的一对第二辐射元件,其中每个第二辐射元件包括大致沿所述第一纵向轴线分别向相反方向延伸的第一和第二辐射臂、以及大致垂直于所述第一和第二辐射臂朝向所述第一纵向轴线延伸的第三辐射臂。

[0068] 2. 根据1所述的基站天线,其特征在于,所述第二辐射元件对被定位在所述第一阵列沿所述第一纵向轴线的端部。

[0069] 3. 根据1所述的基站天线,其特征在于,所述第一列包括至少两个所述第一辐射元件,所述第二辐射元件对被定位在两个所述第一辐射元件之间。

[0070] 4. 根据1所述的基站天线,其特征在于,所述第一列包括至少两个所述第二辐射元件对。

[0071] 5. 根据4所述的基站天线,其特征在于,两个所述第二辐射元件对被分别定位在所述第一阵列沿所述第一纵向轴线的两个端部。

[0072] 6. 根据4所述的基站天线,其特征在于,两个所述第二辐射元件对中的一对被定位在所述第一阵列沿所述第一纵向轴线的中部,另一对被定位在所述第一阵列沿所述第一纵向轴线的端部。

[0073] 7. 根据4所述的基站天线,其特征在于,所述第一列包括至少两个所述第一辐射元件,两个所述第二辐射元件对中的至少一对被定位在两个所述第一辐射元件之间。

[0074] 8. 根据1所述的基站天线,还包括被配置为工作在第二频带的第三辐射元件的第二阵列,所述第二频带内的至少部分频率高于所述第一频带内的频率,

[0075] 其中,所述第一辐射元件的至少一个偶极子臂被配置为使所述第二频带中的电流至少部分衰减。

[0076] 9. 根据8所述的基站天线,其特征在于,所述第二辐射元件对被定位在所述第二阵列沿所述第一纵向轴线的上方或下方。

[0077] 10. 根据8所述的基站天线,其特征在于,所述第二辐射元件对被定位为使得每个第二辐射元件的第一至第三辐射臂在所述基站天线的前视图中不与所述第三辐射元件重叠。

[0078] 11. 根据1所述的基站天线,还包括被配置为工作在第二频带的第三辐射元件的第二阵列,所述第二频带内的至少部分频率高于所述第一频带内的频率,

[0079] 其中,至少一个第二辐射元件的至少一个辐射臂被配置为使所述第二频带中的电流至少部分衰减。

[0080] 12. 根据11所述的基站天线,其特征在于,所述第二辐射元件对被定位为使得所述至少一个辐射臂在所述基站天线的前视图中与所述第三辐射元件至少部分重叠。

[0081] 13. 根据11所述的基站天线,其特征在于,所述至少一个辐射臂包括感性元件和容性元件串联耦接形成的谐振电路,所述谐振电路被配置为使所述至少一个辐射臂使所述第二频带中的电流至少部分衰减并且使所述第一频带中的电流通过。

[0082] 14. 根据11所述的基站天线,其特征在于,所述至少一个辐射臂包括至少一个感性元件,所述感性元件被配置为在所述第二频带中具有较高的阻抗并且在所述第一频带中具有较低的阻抗。

[0083] 15. 根据11所述的基站天线,其特征在于,所述至少一个辐射臂包括所述第三辐射臂。

[0084] 16. 根据1所述的基站天线,其特征在于,还包括被配置为发出第三频带内的电磁辐射以形成第二天线波束的第二阵列,所述第二阵列包括大致沿所述基站天线的第二纵向轴线被布置的第二列辐射元件,所述第二列包括第四辐射元件和第五辐射元件对,其中,

[0085] 所述第四辐射元件为交叉偶极子辐射元件;以及

[0086] 所述第五辐射元件对包括彼此面对地被布置在所述第二纵向轴线两侧的一对第

五辐射元件,其中每个第五辐射元件包括大致沿所述第二纵向轴线分别向相反方向延伸的第四和第五辐射臂、以及大致垂直于所述第四和第五辐射臂朝向所述第二纵向轴线延伸的第六辐射臂。

[0087] 17. 根据16所述的基站天线,其特征在于,所述第一列和第二列彼此相邻,所述第二辐射元件对和第五辐射元件对被定位在不同的纵向位置。

[0088] 18. 根据16所述的基站天线,其特征在于,所述第三频带和所述第一频带至少部分重合。

[0089] 19. 一种多频带基站天线,包括:

[0090] 辐射元件的第一阵列,被配置为工作在较低的第一频带,所述第一阵列包括三极子辐射元件,所述三极子辐射元件包括分别与所述基站天线的主表面基本平行地延伸的第一至第三辐射臂,其中各辐射臂被定向为第一和第二辐射臂的延伸方向之间、以及第二和第三辐射臂的延伸方向之间均大致呈直角;以及

[0091] 辐射元件的第二阵列,被配置为工作在较高的第二频带,所述第二阵列包括第一辐射元件,其中,

[0092] 所述第一至第三辐射臂中的至少一个辐射臂被配置为在所述第二频带中减少所述至少一个辐射臂上被激励出的电流,所述至少一个辐射臂大致沿平行于或垂直于所述基站天线的纵向轴线的方向延伸。

[0093] 20. 根据19所述的基站天线,其特征在于,所述至少一个辐射臂包括感性元件和容性元件串联耦接形成的谐振电路,所述谐振电路被配置为在所述第二频带中减少被激励到所述至少一个辐射臂上的电流。

[0094] 21. 根据19所述的基站天线,其特征在于,所述至少一个辐射臂包括至少一个感性元件,所述感性元件被配置为在所述第二频带中具有较高的阻抗并且在所述第一频带中具有较低的阻抗。

[0095] 22. 根据19所述的基站天线,其特征在于,所述三极子辐射元件被定位为使得所述至少一个辐射臂在所述基站天线的前视图中与所述第一辐射元件至少部分重叠。

[0096] 23. 根据19所述的基站天线,其特征在于,所述第一阵列还包括不具备被配置为在所述第二频带中减少激励电流的辐射臂的第二辐射元件。

[0097] 24. 根据23所述的基站天线,其特征在于,所述第二辐射元件被定位在所述第二阵列沿所述纵向轴线的上方或下方。

[0098] 25. 根据23所述的基站天线,其特征在于,所述第二辐射元件被定位为使得所述第二辐射元件的各辐射臂在所述基站天线的前视图中不与所述第一辐射元件重叠。

[0099] 26. 根据23所述的基站天线,其特征在于,所述第二辐射元件为三极子辐射元件和/或交叉偶极子辐射元件。

[0100] 27. 根据19所述的基站天线,其特征在于,所述第一和第二阵列中的每个包括一个或多个列,每列包括基本沿所述纵向轴线布置的一个或多个辐射元件。

[0101] 28. 一种多频带基站天线,包括:

[0102] 第一阵列,包括被配置为工作在较高频带的第一辐射元件;

[0103] 第二阵列,包括被配置为工作在较低频带的三极子辐射元件,所述三极子辐射元件包括分别与所述基站天线的主表面基本平行地延伸的第一至第三辐射臂,其中各辐射臂

被定向为第一和第二辐射臂的延伸方向之间、以及第二和第三辐射臂的延伸方向之间均大致呈直角,并且第一至第三辐射臂中的至少一个大致沿平行于所述基站天线的纵向轴线的方向延伸;以及

[0104] 第三阵列,包括被配置为工作在较低频带的交叉偶极子辐射元件,

[0105] 其中,所述交叉偶极子辐射元件的至少一个偶极子臂被配置为在所述较高频带中减少在所述至少一个偶极子臂上被激励出的电流。

[0106] 29. 根据28所述的基站天线,其特征在于,所述交叉偶极子辐射元件被定位为使得所述至少一个偶极子臂在所述基站天线的前视图中与所述第一辐射元件至少部分重叠。

[0107] 30. 根据28所述的基站天线,其特征在于,所述三极子辐射元件被定位在所述第一阵列沿所述纵向轴线的上方或下方。

[0108] 31. 根据28所述的基站天线,其特征在于,所述三极子辐射元件被定位为使得所述第一至第三辐射臂在所述基站天线的前视图中不与所述第一辐射元件重叠。

[0109] 32. 根据28所述的基站天线,其特征在于,所述第一至第三辐射臂中的至少一个辐射臂被配置为在所述较高频带中减少在所述至少一个辐射臂上被激励出的电流。

[0110] 33. 根据32所述的基站天线,其特征在于,所述至少一个辐射臂包括感性元件和容性元件串联耦接形成的谐振电路,所述谐振电路被配置为在所述较高频带中减少在所述至少一个辐射臂上被激励出的电流。

[0111] 34. 根据32所述的基站天线,其特征在于,所述至少一个辐射臂包括至少一个感性元件,所述感性元件被配置为在所述较高频带中具有较高的阻抗并且在所述较低频带中具有较低的阻抗。

[0112] 35. 根据32所述的基站天线,其特征在于,所述三极子辐射元件被定位为使得所述至少一个辐射臂在所述基站天线的前视图中与所述第一辐射元件至少部分重叠。

[0113] 36. 根据28所述的基站天线,其特征在于,所述第一辐射元件为交叉偶极子辐射元件。

[0114] 37. 根据28所述的基站天线,其特征在于,所述第一至第三阵列中的每个包括一个或多个列,每列包括基本沿所述纵向轴线布置的一个或多个辐射元件。

[0115] 38. 一种基站天线,包括:

[0116] 第一射频端口;

[0117] 第二射频端口;以及

[0118] 辐射元件的第一阵列,被配置为工作在第一频带,所述第一阵列包括第一辐射元件和第二辐射元件,其中,

[0119] 所述第一辐射元件被配置为在所述第一频带中的阻抗低于在第二频带中的阻抗,其中所述第二频带内的至少部分频率高于所述第一频带内的频率;

[0120] 所述第二辐射元件被配置为在所述第一频带中的阻抗不低于在所述第二频带中的阻抗;以及

[0121] 所述第一和第二辐射元件中的每个耦接到所述第一和第二射频端口两者。

[0122] 39. 根据38所述的基站天线,还包括辐射元件的第二阵列,被配置为工作在所述第二频带,其中所述第二阵列中的至少一个辐射元件被定位为靠近所述第一辐射元件并远离所述第二辐射元件。

[0123] 40. 根据38所述的基站天线,其特征在于,所述第一辐射元件包括分别与所述基站天线的主表面基本平行地延伸的第一至第三辐射臂,其中各辐射臂被定向为第一和第二辐射臂的延伸方向之间、以及第二和第三辐射臂的延伸方向之间均大致呈直角。

[0124] 41. 一种基站天线,包括:

[0125] 第一射频端口;

[0126] 第二射频端口;

[0127] 垂直延伸的辐射元件阵列,其中该阵列中的每个辐射元件耦接到第一射频端口和第二射频端口,该阵列包括至少一个交叉偶极子辐射元件、和具有垂直延伸的偶极子臂或水平延伸的偶极子臂的至少一个辐射元件。

[0128] 42. 根据41所述的基站天线,其特征在于,具有垂直延伸的偶极子臂或水平延伸的偶极子臂的至少一个辐射元件包括垂直延伸的偶极子臂和水平延伸的偶极子臂两者。

[0129] 43. 根据41所述的基站天线,其特征在于,具有垂直延伸的偶极子臂或水平延伸的偶极子臂的至少一个辐射元件包括至少一对三极子辐射元件,每个所述三极子辐射元件包括垂直延伸的第一和第二偶极子臂、以及水平延伸的偶极子臂。

[0130] 44. 根据41所述的基站天线,其特征在于,所述垂直延伸的阵列被配置为在617MHz-960MHz的操作频带的至少一部分中操作。

[0131] 45. 根据41所述的基站天线,其特征在于,所述基站天线还包括至少一个另外的垂直延伸的辐射元件阵列,其中,所述至少一个另外的垂直延伸的辐射元件阵列被定位为邻近所述至少一个交叉偶极子辐射元件,并且与具有垂直延伸的偶极子臂或水平延伸的偶极子臂的至少一个辐射元件间隔开。

[0132] 46. 根据41所述的基站天线,其特征在于,具有垂直延伸的偶极子臂或水平延伸的偶极子臂的至少一个辐射元件的方位角半功率波束宽度大于所述至少一个交叉偶极子辐射元件的方位角半功率波束宽度。

[0133] 47. 一种基站天线,包括:

[0134] 第一射频端口;

[0135] 第二射频端口;

[0136] 垂直延伸的辐射元件第一阵列,其中所述第一阵列中的每个辐射元件都耦接到第一射频端口和第二射频端口,所述第一阵列包括第一辐射元件和第二辐射元件,所述第一辐射元件包括倾斜-45度的偶极子臂和倾斜+45度的偶极子臂,所述第二辐射元件包括垂直偶极子臂和水平偶极子臂。

[0137] 48. 根据47所述的基站天线,其特征在于,

[0138] 所述第一射频端口被配置为接收具有第一极化的射频信号,

[0139] 所述第二射频端口被配置为接收具有第二极化的射频信号,

[0140] 所述第一辐射元件的倾斜-45度和倾斜+45度的两个偶极子臂各自分别耦接到所述第一和第二射频端口,

[0141] 所述第二辐射元件的垂直偶极子臂为两个、水平偶极子臂为一个,其中两个垂直偶极子臂各自分别耦接到所述第一和第二射频端口。

[0142] 49. 根据47所述的基站天线,其特征在于,

[0143] 所述第一射频端口被配置为接收具有第一极化的射频信号,

[0144] 所述第二射频端口被配置为接收具有第二极化的射频信号，

[0145] 所述第一辐射元件的倾斜-45度和倾斜+45度的两个偶极子臂各自分别耦接到所述第一和第二射频端口，

[0146] 所述第二辐射元件的垂直偶极子臂为一个、水平偶极子臂为两个，其中两个水平偶极子臂各自分别耦接到所述第一和第二射频端口。

[0147] 50. 根据47所述的基站天线，其特征在于，还包括：

[0148] 第三射频端口；

[0149] 第四射频端口；

[0150] 垂直延伸并定位在所述第一阵列的一侧的辐射元件第二阵列，其中所述第二阵列中的每个辐射元件都耦接到第三射频端口和第四射频端口，所述第二阵列包括第三辐射元件和第四辐射元件，所述第三辐射元件包括倾斜-45度的偶极子臂和倾斜+45度的偶极子臂，所述第四辐射元件包括垂直偶极子臂和水平偶极子臂。

[0151] 虽然已经通过示例对本发明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，而不是为了限制本发明的范围。在此公开的各实施例可以任意组合，而不脱离本发明的精神和范围。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发明的范围和精神。本发明的范围由所附权利要求来限定。

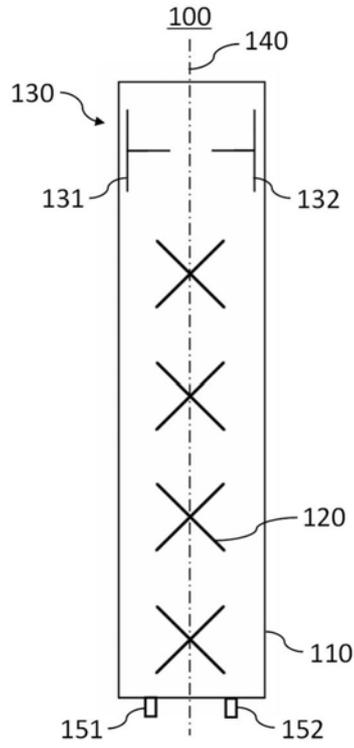


图1A

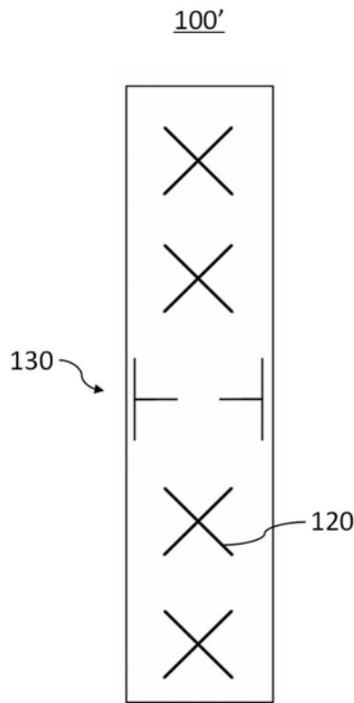


图1B

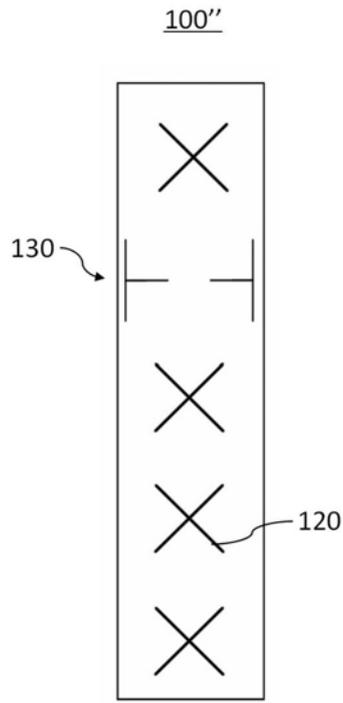


图1C

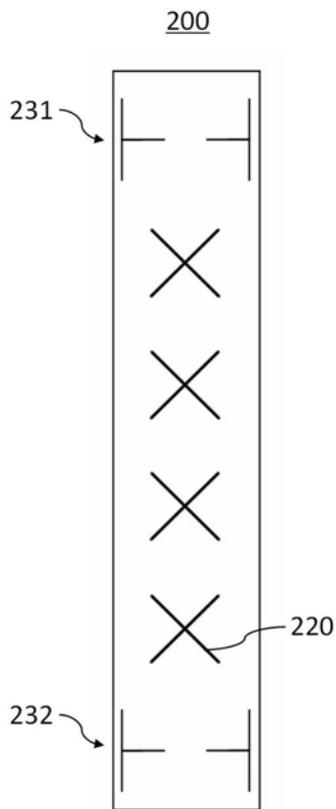


图2A

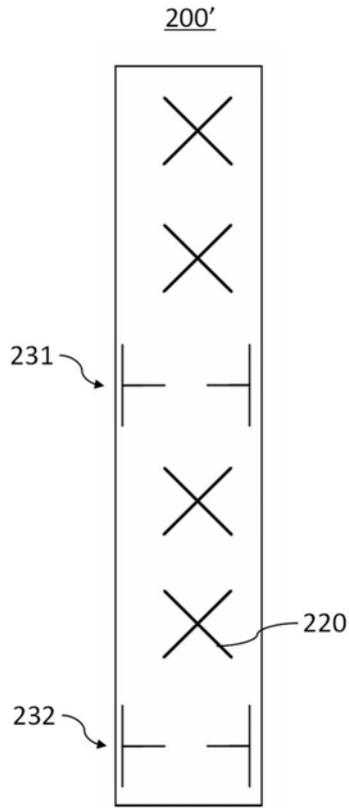


图2B

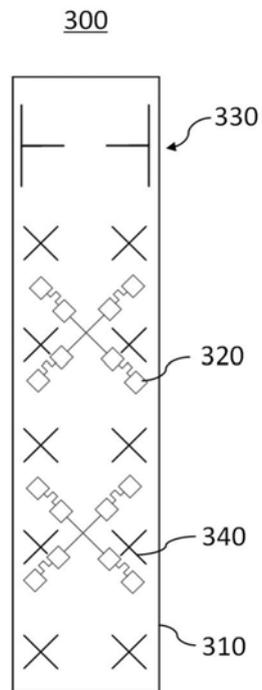


图3A

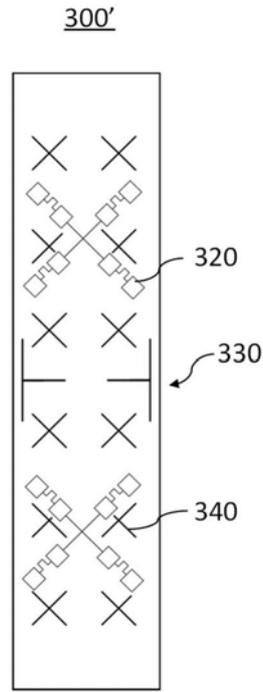


图3B

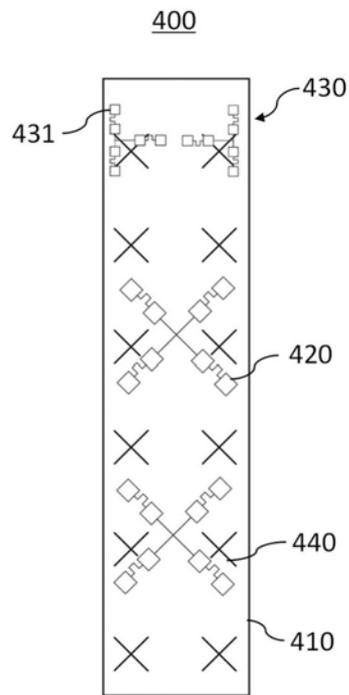


图4

500

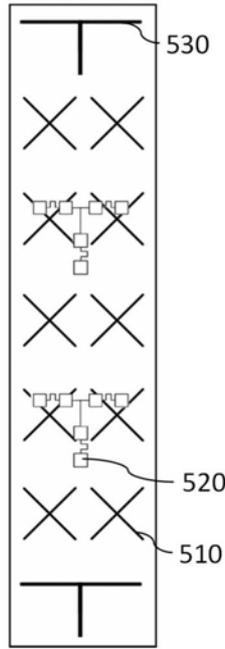


图5A

500'

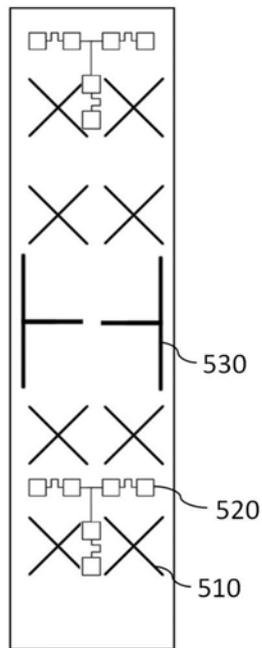


图5B

500''

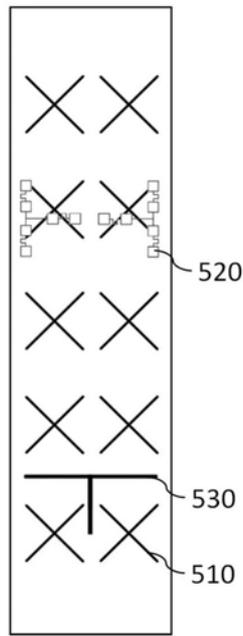


图5C

600

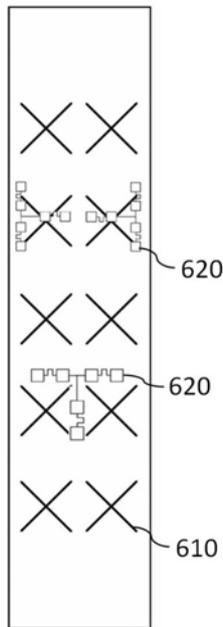


图6



图7

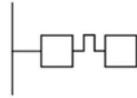


图8A

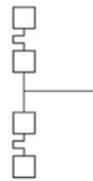


图8B

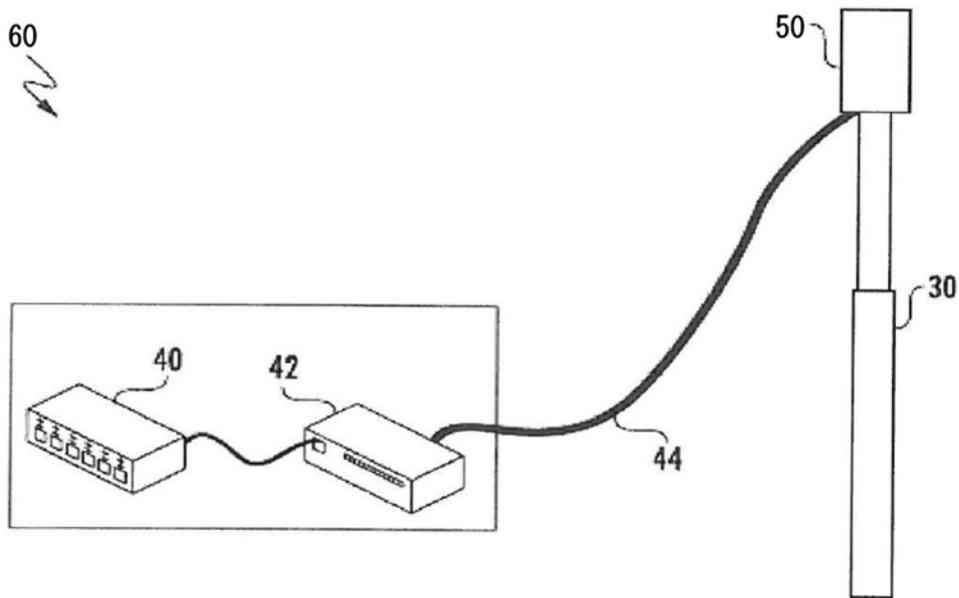


图9

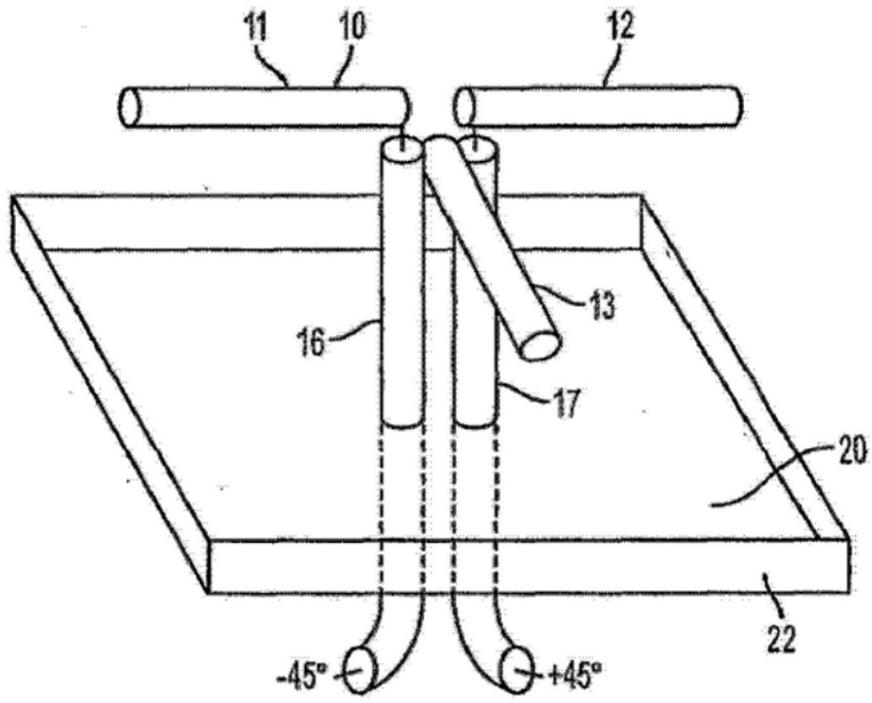


图10A

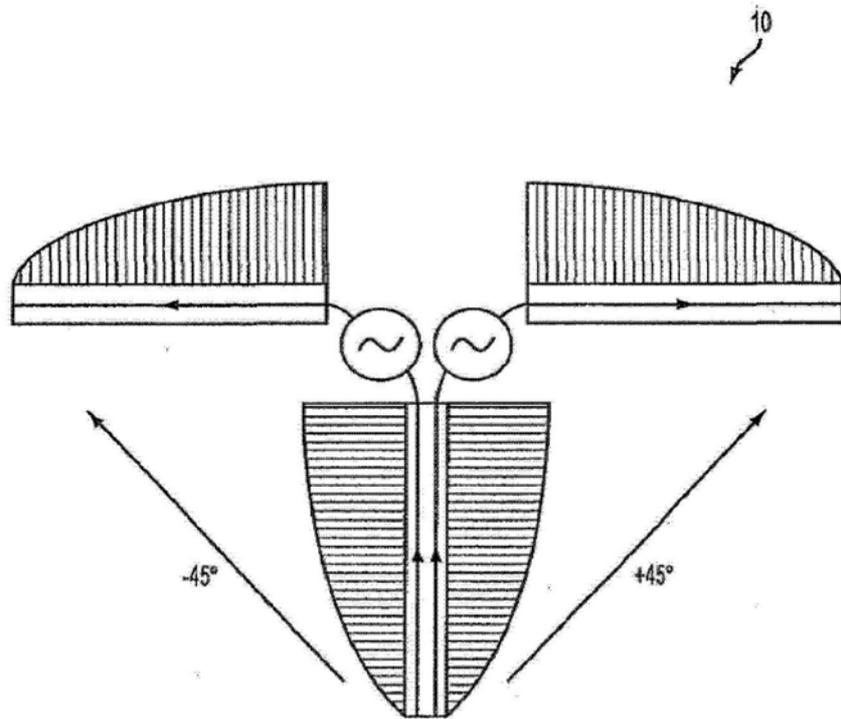


图10B

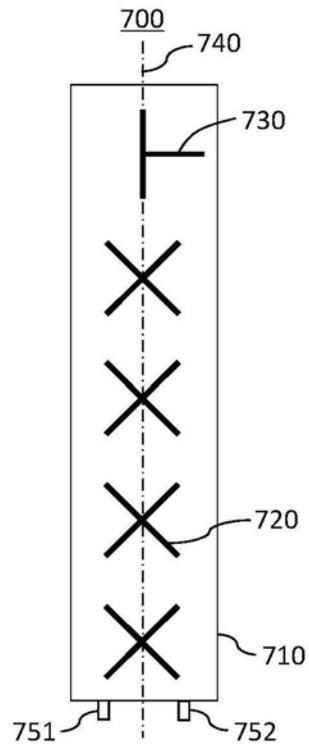


图11A

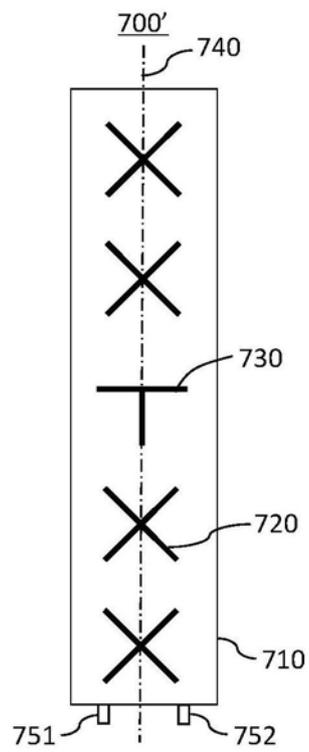


图11B

800

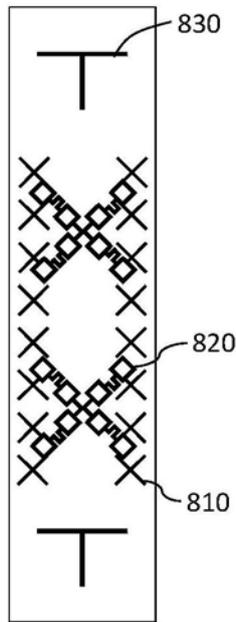


图12A

800'

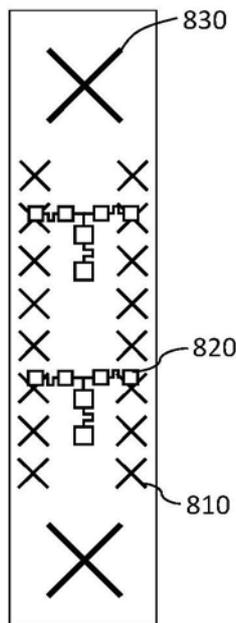


图12B

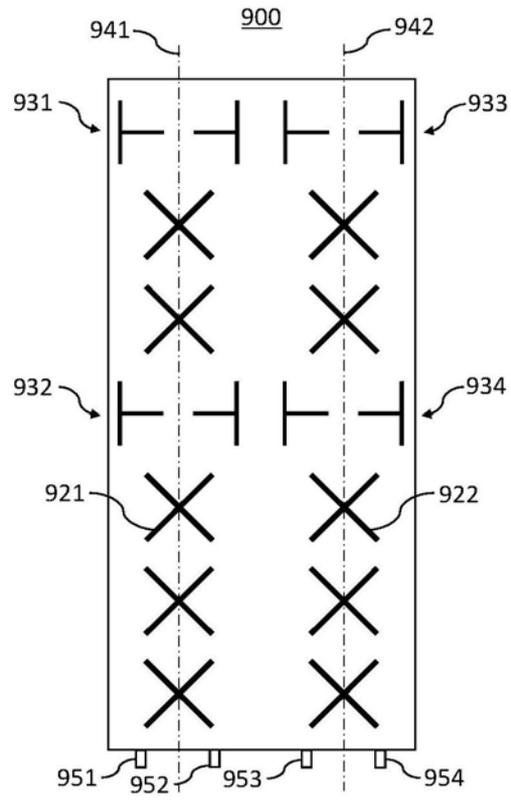


图13A

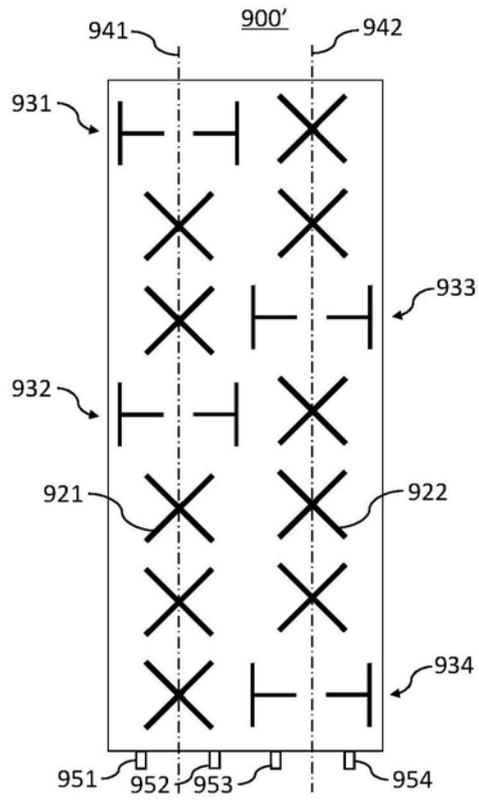


图13B

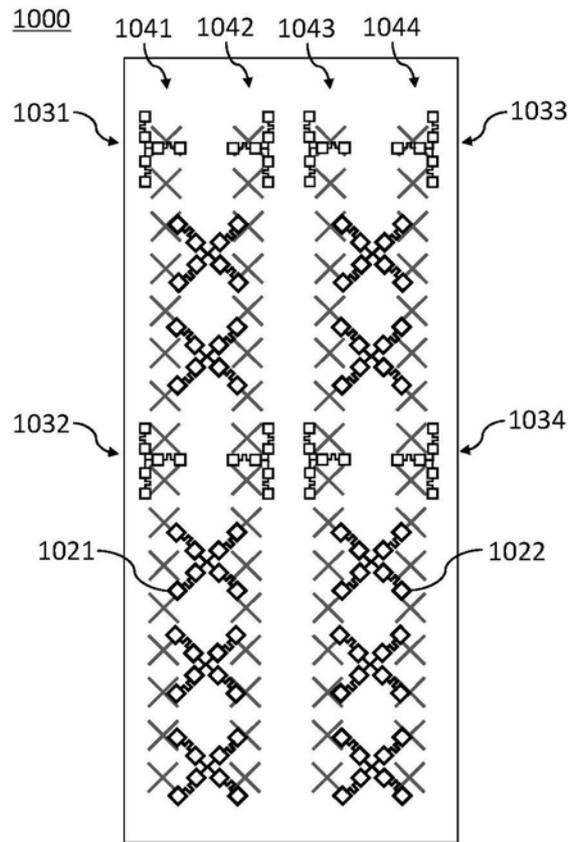


图14A

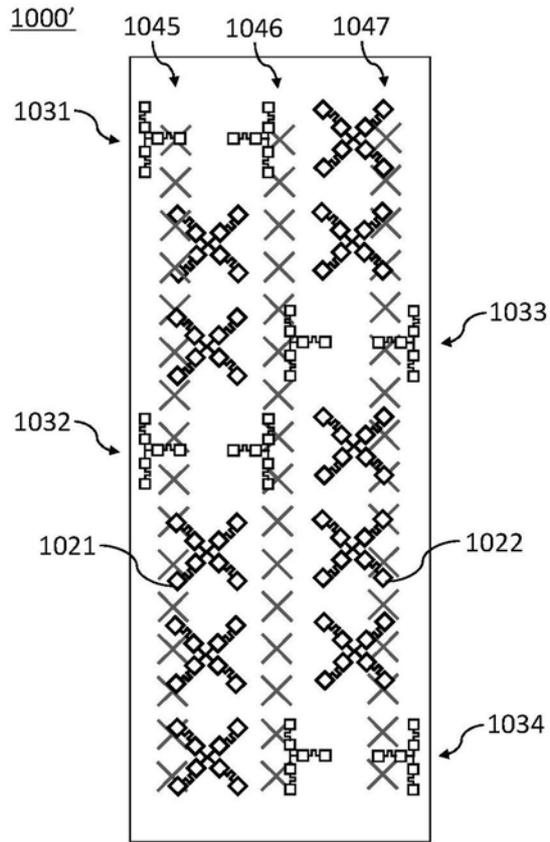


图14B