



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116435793 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 14

(21) 申请号 202310709691.1

H05K 3/12 (2006.01)

(22) 申请日 2023.06.15

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510641 广东省广州市天河区五山路
381号

申请人 深圳麦赫科技有限公司

(72) 发明人 薛泉 董政 周献庭

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

专利代理师 林玉杰

(51) Int. Cl.

H01Q 15/08 (2006.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 19/06 (2006.01)

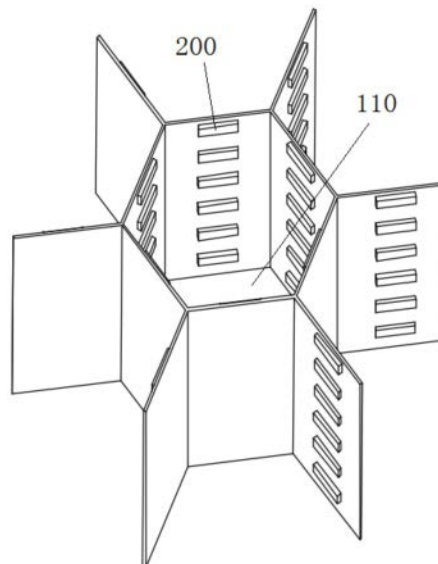
权利要求书1页 说明书8页 附图10页

(54) 发明名称

一种人工介质材料及透镜单元、制造方法和透镜天线

(57) 摘要

本发明公开了一种人工介质材料及透镜单元、制造方法和透镜天线,人工介质材料包括基材和导电材料,基材设置为多孔结构并具有多个微孔室;导电材料设置在微孔室的侧壁上,调节微孔室的形状和/或导电材料的形状、大小、密度的至少之一,以得到不同的等效介电常数。本申请所提出的人工介质材料的结构稳定,长期使用不变形,且耐酸、防水、阻燃,并具有小于 30kg/m^3 的密度;导电材料不脱落,且导电材料间相对位置是固定的,不会产生接触并影响到基站天线的互调指标。所以,本发明提出的人工介质材料及其制造方法,为透镜单元和透镜天线的设计提供了更高的自由度。



1. 一种人工介质材料,其特征在于,包括:
基材,设置为多孔结构并具有多个微孔室;
导电材料,设置在所述微孔室的侧壁上,调节所述微孔室的形状和/或所述导电材料的形状、大小、密度的至少之一,以得到不同的等效介电常数。
2. 根据权利要求1所述的人工介质材料,其特征在于:各所述微孔室的形状均为六边形蜂窝状,以使所述基材设置为蜂窝结构,所述基材由芳纶纸制备而成。
3. 根据权利要求1所述的人工介质材料,其特征在于:所述导电材料设置为多个金属图形,调节所述金属图形的形状、朝向或相邻所述金属图形之间的间距的至少之一,以得到不同的等效介电常数。
4. 根据权利要求3所述的人工介质材料,其特征在于:所述金属图形为长方形、正方形、圆形、椭圆形或不规则二维形状的金属片,或所述金属图形为球体、长方体、正方体、椭圆柱体、圆柱体或不规则三维形状金属体;
和/或各所述金属图形均匀分布,或所述金属图形不均匀分布;
和/或各所述金属图形的长边方向与极化振子的极化方向相同,或至少一个所述金属图形的长边方向与极化振子的极化方向呈预设角度的夹角设置;
和/或至少两个所述金属图形的形状相同,或者各不相同。
5. 根据权利要求1所述的人工介质材料,其特征在于:所述基材由工程塑料或软性电路板制备而成;
和/或所述微孔室的形状为多边形、圆形、椭圆形或不规则二维形状,且至少两个所述微孔室的形状相同,或者各所述微孔室的形状均不相同。
6. 一种透镜单元,其特征在于,包括:如权利要求1至5任一项所述的人工介质材料。
7. 一种如权利要求6所述的透镜单元的制造方法,其特征在于,包括以下步骤:
提供基材,按照合适尺寸进行裁剪;
将导电材料设置在所述基材上,设置时根据透镜设计要求来调整成型形状、大小和分布密度,等效出不同的有效介电常数;
通过蜂窝制备工艺将所述基材制成多孔结构,所述导电材料位于所述微孔室的侧壁上;
将所述基材加工成透镜单元。
8. 根据权利要求7所述的透镜单元的制造方法,其特征在于:所述导电材料通过印刷工艺形成金属图形并附着在所述微孔室的侧壁上。
9. 一种透镜天线,其特征在于,包括:
如权利要求6所述的透镜单元;
馈电单元,与所述透镜单元空间位置相对固定。
10. 根据权利要求9所述的透镜天线,其特征在于:所述馈电单元的极化方式为正交双极化;
和/或所述透镜单元位于所述馈电单元的正上方,且所述透镜单元与所述馈电单元相互无缝紧贴;
和/或所述透镜单元为圆柱形、椭圆柱形或球形。

一种人工介质材料及透镜单元、制造方法和透镜天线

技术领域

[0001] 本发明涉及天线技术领域,特别涉及一种人工介质材料及透镜单元、制造方法和透镜天线。

背景技术

[0002] 对于高铁、高速路、河道和隧道等狭长区域的信号覆盖,一直是比较难解决的问题。因为这种场景纵向很长,但是对横向要求又不高。传统的基站天线水平面波束宽度和垂直波束宽度一般都是 65° 和 10° 左右,这样的波形在进行信号覆盖时,与狭长地形无法很好的匹配。所以,即使采用再高增益的线阵基站天线,也很难得到满意的覆盖效果,容量更是无法保障。

透镜天线可以通过改变空间电磁波的波程差,实现对馈源方向图的二次波束汇聚,实现高增益等性能。这种聚波作用,可以对垂直和水平面波束同时有效,有效的解决了线阵天线方向图的缺陷。这种天线还适用于大型运动场馆、人群密集居住区、海面区域等场景的信号覆盖。

[0003] CN111262042B-一种人工介质多层柱状透镜制造方法,描述了一种通过随机撒播的导电材料粘附在轻质介电材料上形成人工介质,并将其卷成椭圆柱状结构的透镜单元。由于金属材料是随机分布的,很难形成绝对均匀的人造介质材料。这种随机撒播的金属导电材料,虽然可以形成各向同性的人工介质,但是要求的金属材料数量很大。而且这种金属导电材料也是通过机器切割带有绝缘护套的金属细丝而制成的,这么大数量的导电材料需要专门的机器进行长时间的切割。因此,此种透镜成本昂贵,重量也大。

[0004] CN113875090A-人工电磁材料及由其制成的聚焦透镜,描述了一种利用被切割成毫米级长度的小段的薄壁金属导电管,镶嵌在预先通过激光设备掏出缝隙的轻质介质圆盘上,进而层层堆叠这种带有金属导电管的介质圆盘和不带金属导电管而带有透气孔的介质圆盘形成圆柱形的透镜单元。这种分层的人造介质材料,需要大量的人工或者专门的自动化设备,对金属材料进行切割以及将大量薄壁金属圆管定点放置在介质圆盘缝隙中,所以,也不适合大批量生产。

[0005] 以上人工介质材料,密度都较大;都需要对金属材料本身或者金属材料间,设置绝缘材料,否则会引起金属导电微单元之间的接触,对互调指标造成恶化,这本身就增加了制造成本和难度。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明提出一种人工介质材料,能够方便地进行等效介电常数的精确设计,且易于保证金属微单元间不接触。

[0007] 本发明还提出一种包括上述人工介质材料的透镜单元,人工介质材料及透镜单元易于实现各向同性和各项异性。

[0008] 本发明还提出一种上述透镜单元的制造方法,成本低、易于批量制造。

[0009] 本发明还提出一种包括上述透镜单元的透镜天线,外观尺寸和重量都较小,更适合在实际建网中的工程安装。

[0010] 根据本发明第一方面实施例的人工介质材料,包括:

基材,设置为多孔结构并具有多个微孔室;

导电材料,设置在所述微孔室的侧壁上,调节所述微孔室的形状和/或所述导电材料的形状、大小、密度的至少之一,以得到不同的等效介电常数。

[0011] 根据本发明的第一方面实施例的人工介质材料,至少具有如下有益效果:本申请提出的人工介质材料的结构稳定,长期使用不变形,且耐酸、防水、阻燃,并具有小于 $30\text{kg}/\text{m}^3$ 的密度;导电材料不脱落,且导电材料间相对位置是固定的,不会产生接触并影响到基站天线的互调指标。同时,通过改变附着在微孔室侧壁上的金属物质形状、大小和密度,可以得到想要的不同的等效介电常数,进而设计出想要的透镜单元,提供了更高的设计自由度。

[0012] 根据本发明的第一方面实施例所述的人工介质材料,各所述微孔室的形状均为六边形蜂窝状,以使所述基材设置为蜂窝结构,所述基材由芳纶纸制备而成。

[0013] 根据本发明的第一方面实施例所述的人工介质材料,所述导电材料设置为多个金属图形,调节所述金属图形的形状、朝向或相邻所述金属图形之间的间距的至少之一,以得到不同的等效介电常数。

[0014] 根据本发明的第一方面实施例所述的人工介质材料,所述金属图形为长方形、正方形、圆形、椭圆形或不规则二维形状的金属片,或所述金属图形为球体、长方体、正方体、椭圆体、圆柱体或不规则三维形状金属体;

和/或各所述金属图形均匀分布,或所述金属图形不均匀分布;

和/或各所述金属图形的长边方向与极化振子的极化方向相同,或至少一个所述金属图形的长边方向与极化振子的极化方向呈预设角度的夹角设置;

和/或至少两个所述金属图形的形状相同,或者各不相同。

[0015] 根据本发明的第一方面实施例所述的人工介质材料,所述基材由工程塑料或软性电路板制备而成;

和/或所述微孔室的形状为多边形、圆形、椭圆形或不规则二维形状,且至少两个所述微孔室的形状相同或者各所述微孔室的形状均不相同。

[0016] 根据本发明第二方面实施例的透镜单元,包括:如本发明的第一方面实施例所述的人工介质材料。

[0017] 根据本发明第三方面实施例的透镜单元的制造方法,包括以下步骤:

提供基材,按照合适尺寸进行裁剪;

将导电材料设置在所述基材上,设置时根据透镜设计要求来调整成型形状和分布密度,等效出不同的有效介电常数;

通过蜂窝制备工艺将所述基材制成蜂窝结构,所述导电材料位于所述微孔室的侧壁上;

将所述基材加工成透镜单元。

[0018] 根据本发明的第二方面实施例所述的透镜单元的制造方法,所述导电材料通过印刷工艺形成金属图形并附着在所述微孔室的侧壁上。

[0019] 根据本发明第四方面实施例的透镜天线,包括:
如本发明的第二方面实施例所述的透镜单元;
馈电单元,与所述透镜空间位置相对固定。

[0020] 根据本发明的第四方面实施例所述的透镜天线,所述馈电单元的极化方式为正交双线极化;

和/或所述透镜单元位于所述馈电单元的正上方,且所述透镜单元与所述馈电单元相互无缝紧贴;

和/或所述透镜单元为圆柱形、椭圆柱形或球形。

[0021] 不难理解,本发明第二方面实施例中的透镜单元、本发明第三方面实施例中的透镜单元的制造方法和本发明第四方面实施例中的透镜天线,均具有如前所述第一方面实施例中的人工介质材料的技术属性或效果,因而不再赘述。

[0022] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明进一步地说明;

图1为本发明实施例中球形透镜单元沿蜂窝结构轴心方向的俯视图;

图2为本发明实施例中蜂窝结构中的金属条带的细节图;

图3为图2中蜂窝微结构的侧视图;

图4为本发明实施例中金属图形长边平行于蜂窝轴线方向,并沿着蜂窝轴线方向均匀排列的示意图;

图5为本发明实施例中双极化的馈源振子,一个极化沿着蜂窝轴线,另外一个极化垂直蜂窝轴线的示意图;

图6为本发明实施例中双极化的馈源振子,其中沿着蜂窝轴线的极化,在有无附加透镜时,仿真方向图的对比图;

图7为本发明实施例中双极化的馈源振子,其中垂直蜂窝轴线的极化,在有无附加透镜时,仿真方向图的对比图;

图8为本发明实施例中双极化的馈源振子,两个极化与蜂窝轴线成 $\pm 45^\circ$ 角时的示意图;

图9为本发明实施例中为双极化的馈源振子,其中与蜂窝轴线成 $+45^\circ$ 角的极化,在有无附加透镜时,仿真方向图的对比图;

图10为本发明实施例中金属条带长边垂直于蜂窝轴线方向,并沿着蜂窝轴线方向均匀排列的示意图;

图11为本发明实施例中金属条带长边,与蜂窝轴线方向垂直和横向交错排列,并沿着蜂窝轴线方向均匀排列的示意图;

图12为本发明实施例中金属条带长边,与蜂窝轴线方向成 $+45^\circ$ 斜角,并沿着蜂窝轴线方向均匀排列的示意图;

图13为本发明实施例中金属条带长边,与蜂窝轴线方向成 -45° 斜角,并沿着蜂窝轴线方向均匀排列的示意图;

图14为本发明实施例中金属条带长边,与蜂窝轴线方向交错成 $\pm 45^\circ$ 斜角,并沿着蜂窝轴线方向均匀排列的示意图;

图15为本发明实施例中金属条带长边,与蜂窝轴线方向任意角度,并沿着蜂窝轴线方向任意间距随机排列的示意图。

[0024] 图16为本发明实施例中不同形状的金属图形。

[0025] 图17为本发明实施例中金属条带为图4分布时,正交双极化馈源振子平行于金属条带和垂直于金属条带的两个极化,在1.7-2.7GHz工作范围内,加载30cm直径透镜前后的实测垂直面方向图的对比图;

图18为本发明实施例中金属条带为图4分布时,正交双极化馈源振子平行于金属条带和垂直于金属条带的两个极化,在1.7-2.7GHz工作范围内,加载30cm直径透镜前后的实测水平面方向图的对比图。

[0026] 附图标记:

透镜单元100、微孔室110、金属图形200、馈电单元300。

具体实施方式

[0027] 下面详细描述本申请的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。

[0028] 在本申请的描述中,需要理解的是,涉及到方位描述,例如上、下、前、后、左、右等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0029] 在本申请的描述中,若干的含义是一个或者多个,多个的含义是至少两个,大于、小于、超过等理解为不包括本数,以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

[0030] 本申请的描述中,除非另有明确的限定,设置、安装、连接等词语应做广义理解,所属技术领域技术人员可以在结合技术方案的具体内容后,合理确定上述词语在本申请中的具体含义。

[0031] 参照图1至图18,本申请第一方面实施例的人工介质材料,应用于透镜单元100,人工介质材料包括基材和导电材料。

[0032] 参照图1至图3,其中基材设置为多孔结构并具有多个微孔室110;导电材料设置在微孔室110的侧壁上,调节微孔室110的形状和/或导电材料的形状、大小、密度的至少之一,以得到不同的等效介电常数。

[0033] 可以理解的是,大量的附着在微孔室110侧壁上的导电材料,可以根据透镜设计要求来调整大小,调整分布密度,调整成型的形状,调整与振子极化之间的相对朝向关系等,等效出不同的有效介电常数,进而获得期望的空间方向图性能,从而解决现有人工介质材料设计自由度低的问题。

[0034] 参照图1至图18,本申请第一方面实施例的人工介质材料,是具有微孔室110的多

孔结构,稳定可靠,长期使用不变形,且耐酸、防水、阻燃,并具有小于 $30\text{kg}/\text{m}^3$ 的密度;导电材料不脱落,且导电材料间相对位置是固定的,不会产生接触并影响到基站天线的互调指标。并且这种设计通过蜂窝工艺和印刷工艺,完全可以批量化生产,从而解决现有人工介质材料可制造性差的问题。

[0035] 在本申请的一些实施例中,参照图1至图3,各微孔室110的形状均为六边形蜂窝状,以使基材设置为蜂窝结构,在另一些实施例中,微孔室110的形状为多边形、圆形、椭圆形或不规则二维形状,在另一些实施例中,至少两个微孔室110的形状相同或者各微孔室110的形状均不相同。

[0036] 在本申请的一些实施例中,基材由芳纶纸制备而成。可以理解的是,人工介质材料的基材是芳纶纸,芳纶纸是一种轻质阻燃材料,符合基站天线产品对原材料防火等级的要求。该原材料不仅仅轻质和阻燃,而且防潮,承力强度大,还具备较强的耐候性,完全可以满足基站天线对原材料的耐候性要求,可保证室外 $-55\sim+75\text{℃}$ 环境下正常使用10年以上。在另一些实施例中,基材由工程塑料或软性电路板(FPC)制备而成。

[0037] 在本申请的一些实施例中,导电材料设置为多个金属图形200,调节金属图形200的大小、形状、朝向或相邻金属图形200之间的间距的至少之一,以得到不同的等效介电常数。一些实施例中,蜂窝微结构上印刷大量的矩形金属条带,附着在蜂窝壁上的金属条带的数量,是可以根据要求的有效介电常数,进行调整的。

[0038] 在本申请的一些实施例中,参照图4,各金属图形200均匀分布,另一些实施例中,金属图形200不均匀分布;可以理解的是,大量的附着在蜂窝微结构侧壁上的金属条带,是均匀分布的,也可以是不均匀分布的。

[0039] 在本申请的一些实施例中,参照图4,各金属图形200的长边方向与极化振子的极化方向相同,另一些实施例中,至少一个金属图形200的长边方向与极化振子的极化方向呈预设角度的夹角设置。可以理解的是,参照图10至图15,大量的附着在蜂窝结构侧壁上的金属条带的长边指向与基站天线线极化振子的极化方向,可以是全部一致的,或者是部分一致的,甚至可以是完全任意角度的。

[0040] 在本申请的一些实施例中,导电材料为银浆。可以理解的是,附着在蜂窝结构壁上的金属图形200通过印刷工艺固定,金属条带的原材料是银浆。在另一些实施例中,印刷工艺也可以用其它金属化工艺替代,金属条带的原材料也可以是其它导电材料。

[0041] 参照图1至图18,本申请第二方面实施例的透镜单元100,包括本申请第一方面实施例的人工介质材料。

[0042] 在本申请的一些实施例中,透镜单元100设置为三维形状结构,优选的,透镜单元100其结构上呈现为球体,具体的,球的直径一般选择 $5\sim 100\text{cm}$;也可以是符合透镜天线设计目标的任意尺寸。在另一些实施例中,透镜单元100也可以是长方体、正方体、椭圆体、圆柱体,或任意不规则三维形状。

[0043] 参照图1至图18,本申请第三方面实施例的透镜单元100的制造方法,透镜单元100的制造方法可以是本申请第二方面实施例的透镜单元100的制造方法,包括以下步骤:

提供基材,按照合适尺寸进行裁剪;

将导电材料设置在基材上,设置时根据透镜设计要求来调整成型形状和分布密度等,等效出不同的有效介电常数;

通过蜂窝制备工艺将基材制成蜂窝结构,导电材料位于微孔室110的侧壁上;
将基材加工成透镜单元100。

[0044] 可以理解的是,将芳纶纸按照合适的尺寸先裁剪好,然后印刷上一定数量的金属条带,再经过一系列的蜂窝工艺生产过程,制成蜂窝结构原材料,供机械设备二次加工成特定的三维形状透镜单元100来使用。

[0045] 可以理解的是,基于人工介质的等效理论,通过在一定空间区域内,分布一定密度的金属条带等,等效自然介质的介电常数。具体的,是通过纸基的六边形微结构,在这些微结构的侧壁上,通过印刷等工艺,附着一定密度的金属条带,进而得到想要的等效介电常数。根据射线跟踪法,以及想要得到的方向图的增益和波束宽度等,确定具有一定介电常数的球形透镜的尺寸;以上工作可以通过电磁模拟仿真软件,进行模拟仿真;根据理论和仿真结果,使用蜂窝芳纶纸的制造工艺,进行实物加工,进而测试验证仿真数据的准确性。

[0046] 在本申请的一些实施例中,导电材料通过印刷工艺形成金属图形200并附着在微孔室110的侧壁上。可以理解的是,附着在蜂窝微结构侧壁上的一定数量的金属图形200为厚度是5~10um的长方形薄片金属条带,也可以是根据实际要求进行设计的其他厚度尺寸;金属条带的形状也可以是正方形、圆形、椭圆形,甚至可以是任意形状;金属条带的厚度也可以加大,进而可以是正方体、长方体、球体、椭圆体或者任意形状的三维金属体。

[0047] 参照图1至图18,本申请第四方面实施例的透镜天线,透镜天线可以是透镜基站天线,透镜天线包括本申请第二方面实施例的透镜单元100和馈电单元300,馈电单元300与透镜单元100空间位置相对固定。

[0048] 可以理解的是,具体参照图5和图8,透镜天线包括蜂窝结构的纸基人工介质球形透镜单元100、基站天线振子馈电单元300及其它一些连接辅助零件,蜂窝结构的纸基人工介质球形透镜单元100是由具有六边形蜂窝状微结构的纸基人工介质材料制成的,外观呈球形,基站天线振子馈电单元300通过其它一些连接辅助零件,与球形的透镜单元100形成一个结构整体。具体的,馈电单元300通过连接辅助零件固定在透镜单元100的边沿。

[0049] 在本申请的一些实施例中,馈电单元300的极化方式为正交双线极化;另一些实施例中,其极化方式也可以是椭圆或者圆极化等其它极化方式。

[0050] 在本申请的一些实施例中,人工介质透镜的波束为单波束,馈源为单频段。馈源与纸基的透镜单元100的相对位置可以变化,得到不同的方向图。进一步的,馈源不仅仅可以在透镜外部,也可以放置于透镜内部,进而获得特定的方向图。进一步的,馈源的数量可以多于1个,也可以是多个。

[0051] 需要说明的是,随着移动通信商用网络的持续建设,各类信号覆盖场景对覆盖和大容量同时提出要求。同时,3G、4G和5G的信号并存,将会在相当一段时间成为常态,电磁波频率主要是698~960MHz、1710~2690MHz、3.3~3.8GHz、4.8~5.0GHz,这四个频段。因此,本申请的馈电单元300的工作频率是1710~2690MHz,馈源也可以是工作在698~960MHz、3.3~3.8GHz、4.8~5.0GHz等不同的通信频段的。根据所期望的空间方向图功率最大指向,其位置可以沿着透镜结构边沿,360°范围内任意移动。

[0052] 在本申请的一些实施例中,透镜单元100设置为球形,为了使整个天线体积最小,透镜单元100位于馈电单元300的正上方,且透镜单元100与馈电单元300相互无缝紧贴。另一些实施例中,透镜单元100也可以远离或者包裹振子馈源,来形成期望的各种空间方向

图。

[0053] 可以理解的是,与传统的线阵基站天线相比,本发明所提出的透镜基站天线,参照图6和图7,图9,图17和图18,不需要多个阵列单元和复杂的馈电网络,就可以获得具有更高增益的空间方向图;而且方向图的垂直面可以设计的相对较宽,用于远距离的长条状等区域的通信信号的均匀覆盖;由于纸基蜂窝结构的密度小,而且整个天线只有一个透镜单元100和一个馈电振子单元,所以,本发明所提出的基站天线外观尺寸和重量都较小,更适合在实际建网中的工程安装;简洁紧凑的结构,也更适合工业界进行大规模的生产。

[0054] 具体参照图1,为本发明提出的人工介电材料所制成的球形透镜,沿着蜂窝微单元的轴线方向俯视所观察到的图形,所有的微结构都呈现为蜂窝状。

[0055] 具体参照图2和图3,为蜂窝状人工介质透镜结构的子单元。条带状金属附着在结构壁上。由于条带状金属具有长边和短边,所以有一个长边的取向方向。

[0056] 具体参照图4至图7,提供了一种实施例。馈源使用1.7-2.7GHz的双极化偶极子单元,透镜使用10cm直径的一个单元,并给出在2.2GHz频点相应的仿真结果。

[0057] 具体参照图4,为蜂窝结构其中一个侧壁上,金属条带的分布示意图。具体参照图5,为双极化馈源与蜂窝状人工介质透镜球的相对结构示意图。在此示例中,双极化馈源其中一个极化与金属条带的长边朝向相一致。而另外一个极化,与金属条带的长边朝向相垂直。具体参照图6,为极化方向与金属条带朝向一致的振子,在有无加载透镜时,垂直面方向图的变化。虚线是单独振子的情况,实线是加载透镜的结果,垂直面方向图变窄,增益明显提升。具体参照图7,为极化方向与金属条带朝向垂直的振子,在有无加载透镜时,垂直面方向图的变化。虚线是单独振子的情况,实线是加载透镜的结果,垂直面方向图变窄,增益略有提升。从图6和图7可以看出,当极化方向与金属长边朝向一致时,能够获得更大的增益收益。

[0058] 具体参照图8,是双极化馈源与蜂窝轴线成 45° 角的情形;同样可以获得增益收益。具体参照图9,为双极化馈源中的一个极化,在有无透镜时的方向图对比图。虚线是单独振子的情况,实线是加载透镜的结果,垂直面方向图变窄,增益有一定提升。

[0059] 以上几种情况,在2.2GHz在这个频点,具体增益对比如下表:

序号	馈源极化方向和金属条带的朝向方向的关系	增益 (dBi)	水平面波束宽度 ($^\circ$)	垂直面波束宽度 ($^\circ$)
0	原始馈源 (无金属条带)	9.63	55.7	68.8
1	一致	11.00	50.7	59.2
2	45° 夹角	10.38	52.2	64.9
3	相互垂直	10	54.2	66.7

从表中可以看出,以上1-3三种透镜加载情况,都可以获得增益的提升;最高的是极化方向和透镜金属条带朝向相同时,最高可以提高1.37dBi;更大的透镜直径以及合理的附带金属设计,可以获得常规线阵基站天线15dBi及以上的增益水平。

[0060] 进一步的,图10至图15提供了另外6种实施例。

[0061] 具体参照图10,在本实施例中,人工介质透镜中的金属条带方向,与蜂窝轴线的方向垂直。

[0062] 具体参照图11,在本实施例中,人工介质透镜中的金属条带有两个取向,方别平行

或垂直于蜂窝轴线方向。

[0063] 具体参照图12,在本实施例中,人工介质透镜中的金属条带取向,与蜂窝轴线成 $+45^\circ$ 角,且方向统一。

[0064] 具体参照图13,在本实施例中,人工介质透镜中的金属条带取向,与蜂窝轴线成 -45° 角,且方向统一。

[0065] 具体参照图14,在本实施例中,人工介质透镜中的金属条带取向,交错与蜂窝轴线成 $+45^\circ$ 和 -45° 角。

[0066] 具体参照图15,在本实施例中,人工介质透镜中的金属条带取向,与蜂窝轴线方向成任意角度,条带间距也随机取值。

[0067] 进一步的,具体参照图16示出了不同的金属形状,除了采用长方形,还可以是圆形、椭圆形等,都可以在人工介质材料中采用。

[0068] 进一步的,图17-18提供一种具体实施例。

[0069] 具体参照图17和18,当馈源仍然为1.7-2.7GHz的双极化偶极子,而增益典型值要求为15dBi时,采用30cm直径的透镜单元100,所测得的2.5GHz频点的垂直极化和水平极化偶极子的垂直面和水平面方向图的对比图。相对于没有透镜加载的情况,水平极化偶极子的增益被提高约1dBi;垂直极化偶极子的增益被提高约6dBi。

[0070] 综上所述,本申请具体的属于第5代(5G)移动通信网络用基站天线领域,该专利所提出的透镜天线技术,也同时兼容2G、3G和4G移动通信商用频段,并且也可以向第6代(6G)高频段兼容,比如毫米波(mmWave)工作频段。本申请技术与现有的技术相比,具有如下优点:

第一,本申请的蜂窝结构的纸基人工介电材料,结构稳定,长期使用不变形,金属不脱落;

第二,本申请的蜂窝结构的纸基人工介电材料,Dk值通过印刷工艺获得,设计灵活。

[0071] 第三,本申请的蜂窝结构的纸基人工介电材料,金属微粒间相对位置时固定的,不会产生接触,影响到基站天线的互调指标。

[0072] 第四,本申请的纸基材料,是耐热的,可以承受大功率的基站天线信号的长时间辐射。

[0073] 第五,本申请的透镜单元100重量轻,便于工程施工。

[0074] 第六,本申请的透镜单元100,对较宽频带范围内的馈源均适用。

[0075] 第七,本申请的透镜单元100,防潮阻燃,适合于10~30年室外长期使用。

[0076] 第八,本申请的透镜单元100,易于制造,更适合于大批量工业生产。

[0077] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0078] 上面结合附图对本申请实施例作了详细说明,但是本申请不限于上述实施例,在所述技术领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本申请宗旨的前提下作出各种变化。

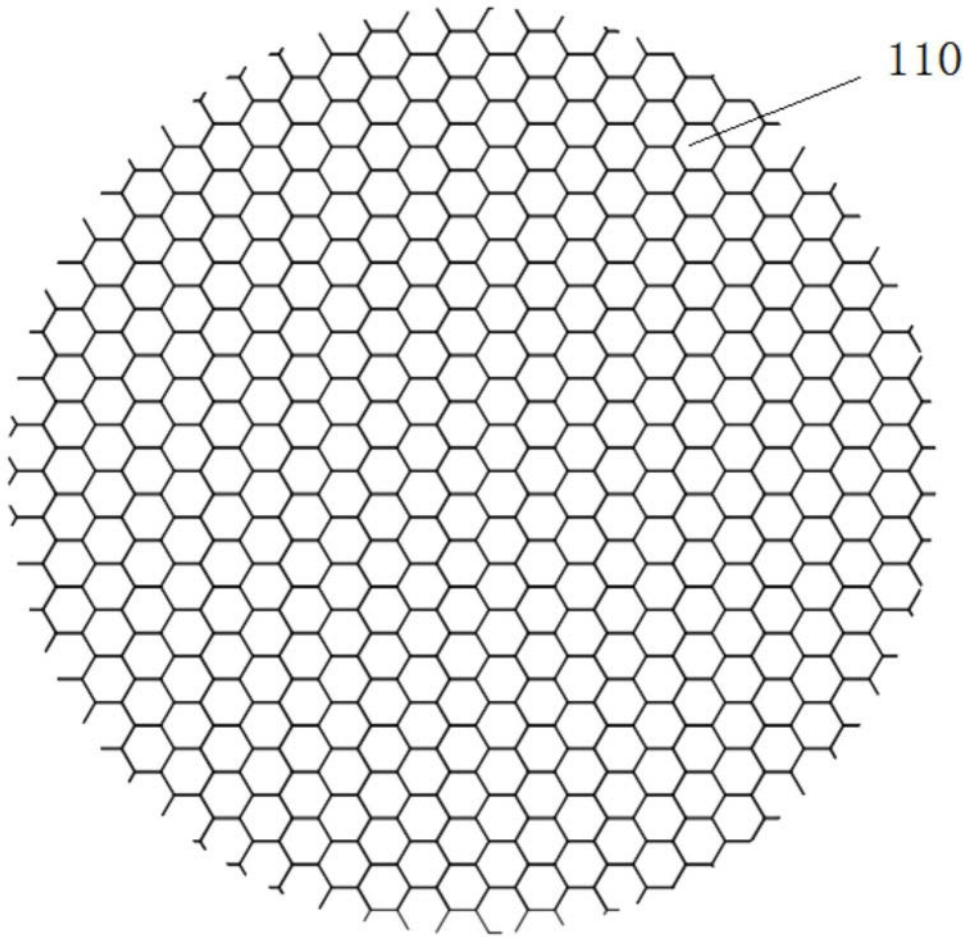


图1

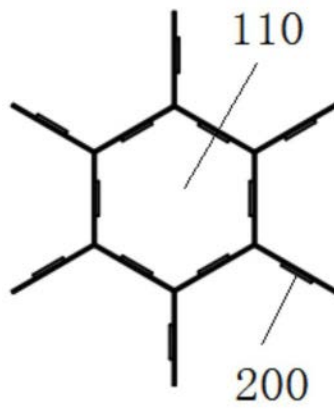


图2

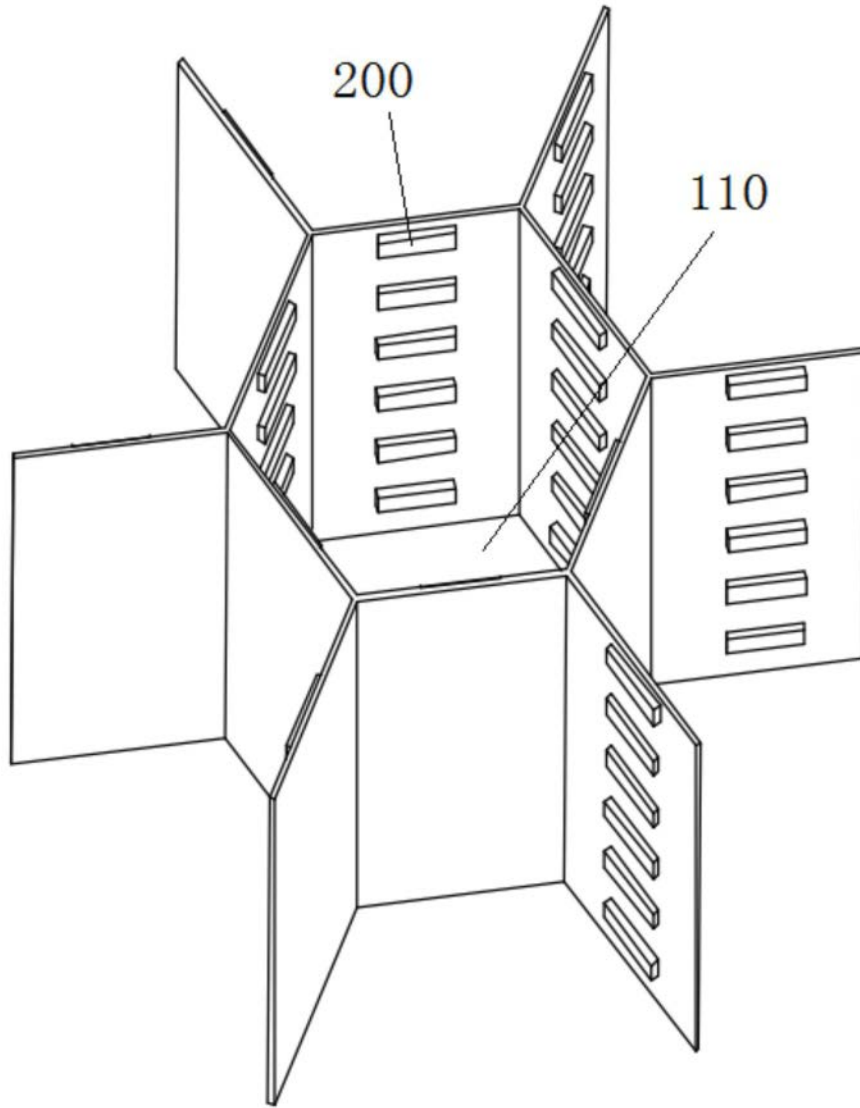


图3

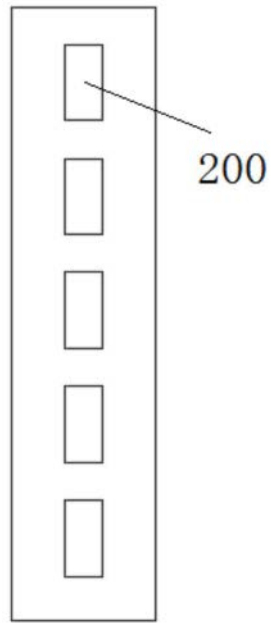


图4

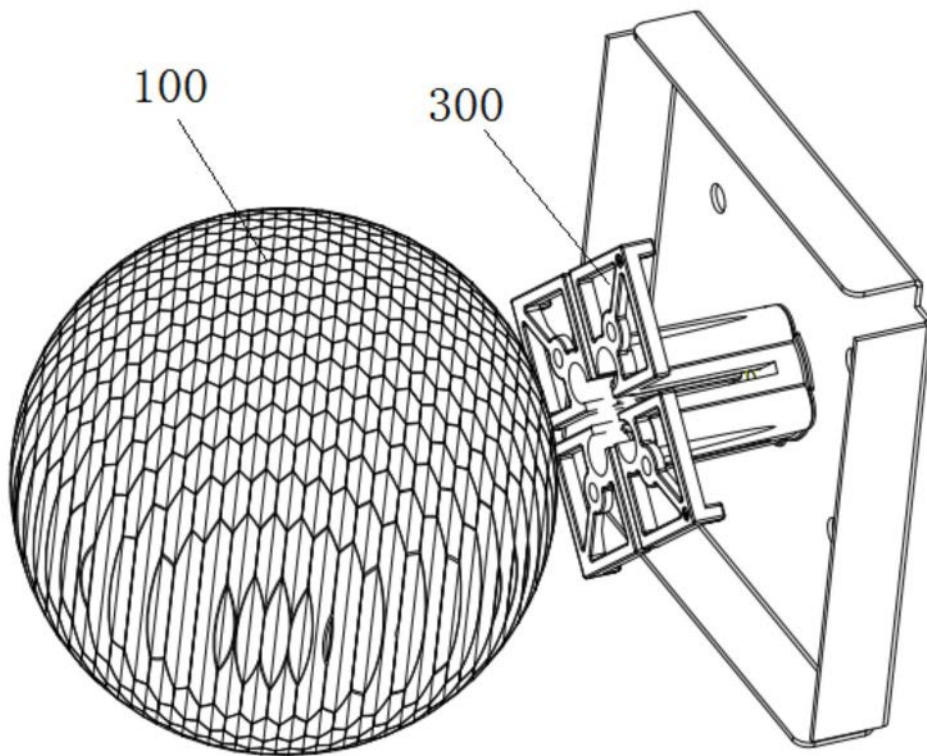


图5

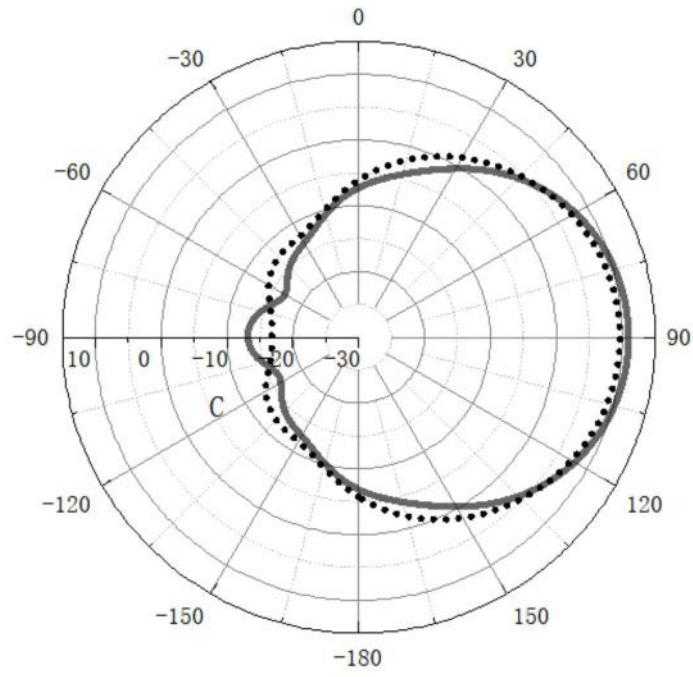


图6

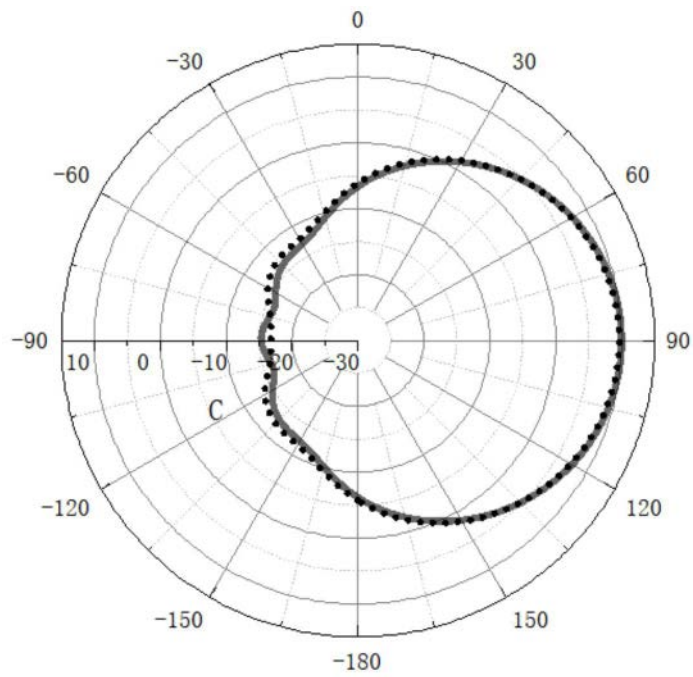


图7

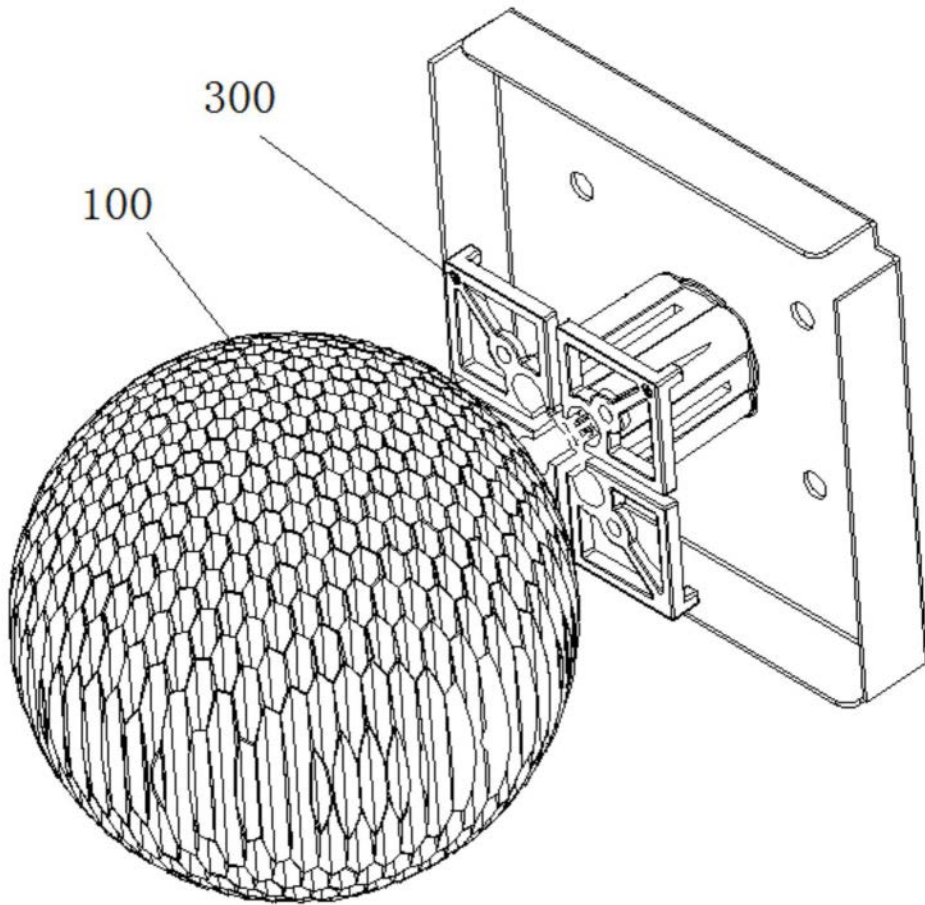


图8

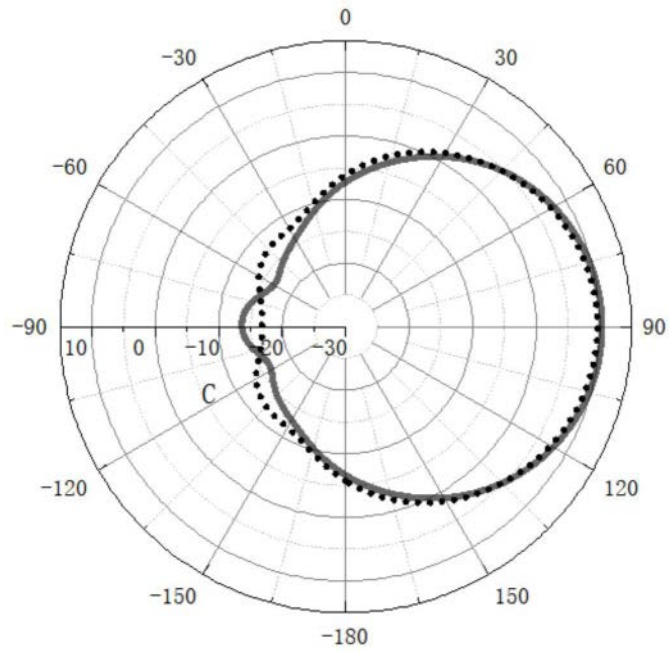


图9

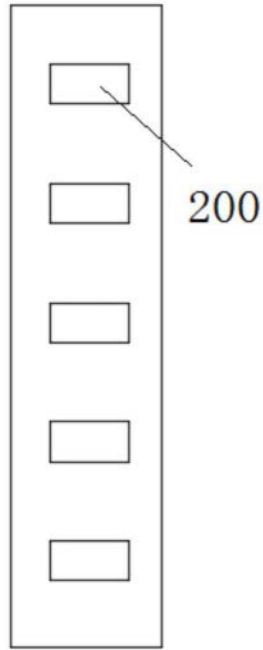


图10

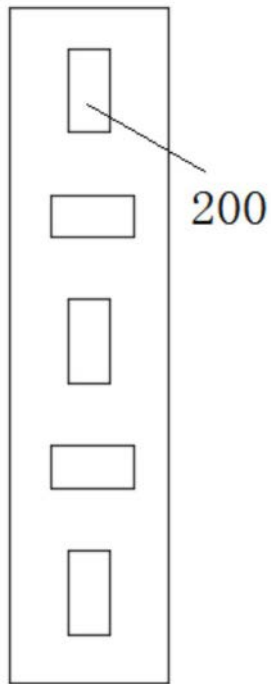


图11

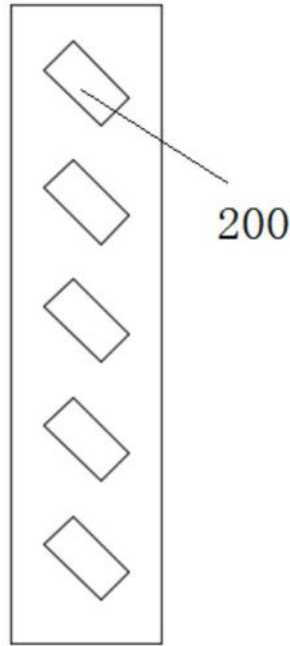


图12

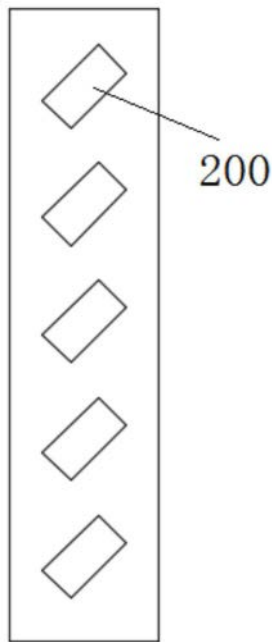


图13

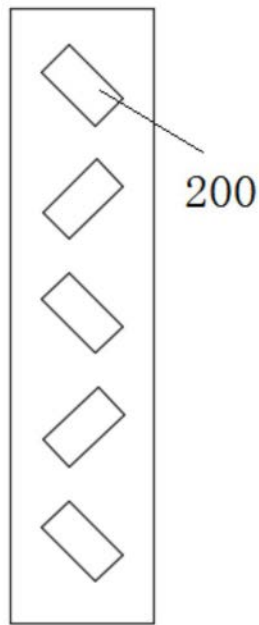


图14

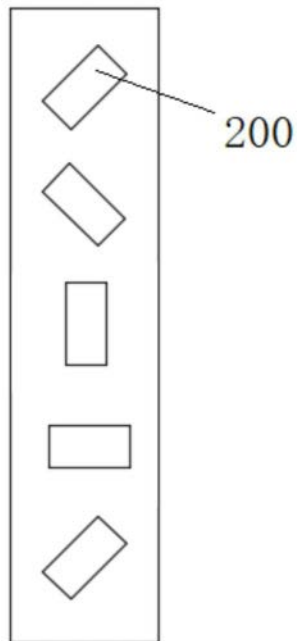


图15



图16

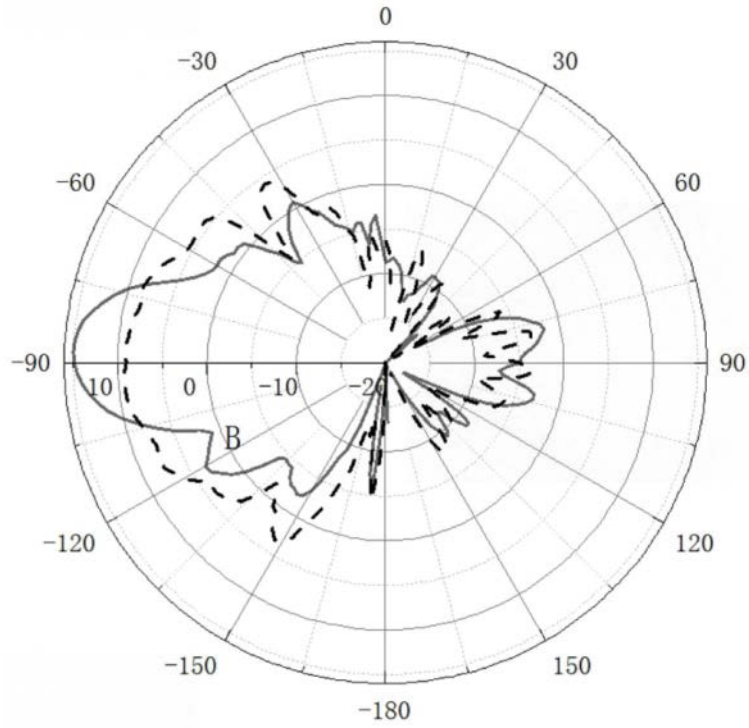


图17

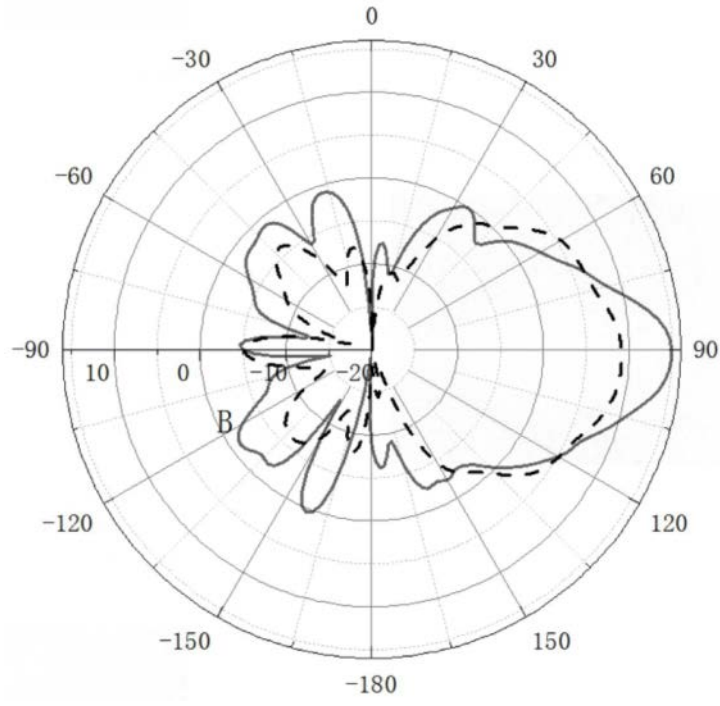


图18