



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107946774 B

(45)授权公告日 2018.11.13

(21)申请号 201711009402.8

(22)申请日 2017.10.25

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107946774 A

(43)申请公布日 2018.04.20

(66)本国优先权数据  
201710714427.1 2017.08.18 CN

(73)专利权人 西安肖氏天线科技有限公司  
地址 710000 陕西省西安市高新区科技路  
海星城市广场商住楼12907室

(72)发明人 肖良勇 王建青 任玉文 焦西斌  
王亚

(74)专利代理机构 北京精金石知识产权代理有  
限公司 11470

代理人 黄福伟

(51)Int.Cl.

H01Q 15/08(2006.01)

H01Q 19/06(2006.01)

H01Q 21/06(2006.01)

H01Q 21/24(2006.01)

(56)对比文件

DE 4430832 A1,1995.11.30,

CN 1303528 A,2001.07.11,

CN 105470659 A,2016.04.06,

张金栋.单介质透镜多波束天线与单通道  
DBF多波束天线研究.《中国博士学位论文全文数  
据库 信息科技辑》.2013,第1136-2页.

审查员 吴晓明

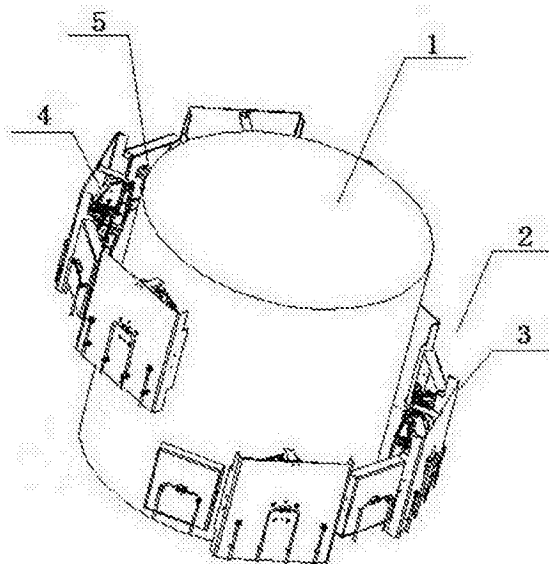
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

基于人工介质圆柱透镜全向多波束天线

(57)摘要

本发明提供了一种基于人工介质圆柱透镜的全向多波束天线,以人工介质圆柱透镜为载体高度集成多个天线单元构成。该天线包括圆柱透镜1,天线单元组2和金属底板3,所述圆柱透镜1由人工介质材料制成;所述多波束天线包括两个相同的天线单元组2,每个天线单元组2包括多个独立的天线单元;该天线单元固定在所述金属底板3上成为一个整体,所述两个天线单元组2沿所述圆柱透镜1的半圆周面均匀排列上下两行,两行相对错开180°。该天线在水平面内能够实现360°全覆盖,每个波束的垂直方向实测图较传统电调天线宽2-3倍,可省去电调机构。能够有效避免传统天线易出现的“塔下黑”现象,特别适用于密集用户及大数据流量业务区。



1. 一种基于人工介质圆柱透镜全向多波束天线,包括圆柱透镜,天线单元组和金属底板,其特征在于:

所述多波束天线包括两个相同的天线单元组,所述每个天线单元组包括多个天线单元;

所述两个天线单元组沿所述圆柱透镜侧面的半个圆周均匀排列上下两行,两行相对错开 $180^{\circ}$ ;

所述每个天线单元组包括 $n$ 个独立的天线单元,具体包括若干个双频双极化天线单元和若干个单高频双极化天线单元;

所述每个天线单元组中双频双极化天线单元与单高频双极化天线单元交叉间隔排列,所述双频双极化天线单元为嵌套式,通过在一个低频天线单元内嵌套一个高频天线单元构成;

所述天线单元为独立个体,固定在所述金属底板上,成为一个整体;

所述圆柱透镜由人工介质材料制成,其外形为圆柱形,包括多个介电常数不同的同心层,中心圆柱层表示为第1层,围绕中心圆柱层依次向外套叠排列其余各层,各同心层被装配成一个多层圆柱体,所述人工介质多层圆柱透镜的多个同心层介电常数由内向外逐层降低,具体在2.05- 1.05间变化;

所述多个同心层在制备过程中,由低介电常数的基材添加高介电常数、低比重的材料制成;

所述基材选自聚苯乙烯、聚氯乙烯或聚乙烯;

所述高介电常数、低比重的材料选自陶瓷粉、铝银粉、金属丝中的一种或几种。

2. 如权利要求1所述的多波束天线,其特征在于,沿所述圆柱透镜圆周面 $1/2$ 高度处标记一周形成一周圆弧线,所述两个天线单元组分别设置于所述圆周弧线上方和下方,所述两个天线单元组水平中心线间距为25-35 cm。

3. 如权利要求1所述的多波束天线,其特征在于, $n$ 的具体数值根据所述圆柱透镜的直径和所述多波束天线的具体参数设计确定。

4. 如权利要求1所述的多波束天线,其特征在于,所述每个天线单元组中相邻天线单元间隔为1-2cm,所述天线单元与圆柱透镜之间的焦距取值范围为4-8cm。

5. 如权利要求1所述的多波束天线,其特征在于,所述单高频双极化天线单元含有一对 $\pm 45^{\circ}$ 偶极子天线,

所述低频天线单元含有一对 $\pm 45^{\circ}$ 偶极子天线,

所述高频天线单元含有一对 $\pm 45^{\circ}$ 偶极子天线。

6. 如权利要求1所述的多波束天线,其特征在于,所述圆柱透镜高度为40-70cm,直径为30-70cm。

7. 如权利要求1-6中任一项所述的多波束天线,其特征在于,所述各天线单元辐射最大方向通过所述圆柱透镜的中轴线。

8. 如权利要求1-6中任一项所述的多波束天线,其特征在于,所述多波束天线还包括电子开关,构成电子切换多波束电扫描天线。

## 基于人工介质圆柱透镜全向多波束天线

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线电天线领域,更具体地,本发明涉及一种用于移动通信基站的高增益多波束天线,该天线能够在 $360^\circ$ 范围内实现水平面全覆盖。

### 背景技术

[0002] 随着移动通信4G、5G、MIMO、卫星通信、雷达、电子战等无线领域市场的需求迅速扩张,对作为无线出入口的天线也提出了新的技术要求。在满足高增益、低副瓣、窄波束、波束覆盖范围广等要求的同时还要兼顾扫描速度、成本、环境等需要。其中最重要的是天线既要能承载超大信息容量,又不能增加其数量和站址。

[0003] 传统无线通讯系统中想要实现扇区覆盖多采用半功率波瓣宽度为 $65^\circ$ 的扇区天线覆盖 $120^\circ$ 扇区。如果要增大用户容量,一般是增多频点,但受频率资源限制。只有再加装扇区天线,这又受站点限制。为增大容量,通常采用的技术是所谓“劈裂天线”,它将每个扇区分成两个扇区,即2波束/ $120^\circ$ 覆盖。更多波束则用传统阵列天线理论及电子波束赋形方法,但上述方法均非常复杂,将大幅度提升天线能耗、成本、重量等参数,难于大规模应用。

[0004] 近年发展的多波束天线是一种解决方案。传统的多波束天线是用多波束形成网络(BFN)激励辐射单元平面阵列、或用多级巴特勒矩阵等做成。然而,由于存在不对称波束、隔离度、网络损耗导致增益损失、频带窄等问题,使其难以大规模应用。龙伯透镜天线是一种透过电介质将电磁波聚焦至焦点的透镜天线,只需沿着透镜表面简单地移动馈源位置,或放置多个馈源,就可以同时接收多个信号而不需改变透镜天线的位置,其具有承载多天线、多波束潜力。龙伯透镜天线主要通过龙伯球介质来实现其功能,传统龙伯球是一个具有多层介电常数不同材料的球体,各层介电常数材料理论上在2到1之间渐变,自然界不存在这种介质,因此通常采用人工合成的手段制得。但实际上龙伯透镜的介电常数很难达到这种理想状态,通常会模拟近似的变化状态来制成龙伯球。此外现有龙伯透镜存在的最大问题是质量太重。传统的龙伯透镜天线主要通过通过在基材上打孔或通过发泡方式制作。发泡法只能做到介电常数小于1.4,打孔法制造工艺及其复杂,且制备出的透镜介电常数与理想变化曲线差距较大,导致透镜的辐射效率低且质量过大。因此,长期以来龙伯透镜只能应用于厘米波雷达无源目标探测、机场跑道盲降等方面,难以进入民用领域。

[0005] 为了减轻龙伯球的重量,研究人员进行了几十年的努力,最近在市场上已见到应用于移动通信领域的多波束龙伯球透镜天线(2017年美国特朗普总统就职典的百万群众集会上,见US20110003131A1)。但支撑龙伯球透镜天线的结构过于庞大复杂。且与传统移动通信基站天线一样,由于垂直面波束宽度窄的缘故,也必须配有复杂的垂直波束下倾机构,这增加了应用的操作难度、复杂性和成本。

[0006] 航天特种材料及工艺技术研究所申请了一系列龙伯透镜天线相关专利,包括球形和半球形龙伯透镜,结构和制造方法较为类似。以中国实用新型专利(201520112560.6:一种半球龙伯透镜天线)为例,其公开了一种半球龙伯透镜天线,该透镜使用增材制造(通常称3D打印)的方式制作,使用该方法制备透镜虽然不需要模具,各层介电常数可以得到较为

精确的控制,但是,使用增材制造方式来制作透镜在材料的选择上有一定限制,无法使用密度非常低的泡沫类材料。制作的透镜重量还是很难有大的突破性的降低。应用于民用领域中时质量上仍不占优势。

[0007] 中国发明专利(201480057832.5:带透镜基站天线)公开了一种带透镜基站的天线,其核心是用一种均匀介电常数的介质圆柱棒作为透镜,但其介质体的介电常数为统一值,该天线的辐射效果很难媲美龙伯人工介质多层透镜。且在该透镜的 $120^\circ$ 外围由3面10单元基站天线激励(照射),形成3波束 $120^\circ$ 覆盖。该天线的波束增益只有1dB,且该天线只能产生高频波束,无法实现低频覆盖。另外,该天线结构较为复杂,共使用了30个单元天线,结构庞大,安装复杂,制作和安装成本都较高。

### 发明内容

[0008] 为解决现有技术中存在的问题,本发明提供了一种基于人工介质圆柱透镜全向多波束天线,包括圆柱透镜,天线单元组和金属底板,所述圆柱透镜由人工介质材料制成;所述多波束天线包括两个相同的天线单元组,所述每个天线单元组包括多个天线单元;所述天线单元为独立个体,固定在所述金属底板上,成为一个整体;所述两个天线单元组沿所述圆柱透镜的半圆周面均匀排列上下两行,两行相对错开 $180^\circ$ 。

[0009] 优选地,沿所述圆柱透镜圆周面 $1/2$ 高度处标记一周形成一圆周弧线,所述两个天线单元组分别设置于所述圆周弧线上方和下方,所述两个天线单元组水平中心线间距为25-35cm。

[0010] 优选地,所述每个天线单元组包括n个独立的天线单元,具体包括若干个双频双极化天线单元和若干个单高频双极化天线单元。

[0011] 优选地,n的具体数值根据所述圆柱透镜的直径和所述多波束天线的具体参数设计确定;

[0012] 更优选地,所述n的取值为6,包括3个双频双极化天线单元和3个单高频双极化天线单元;

[0013] 优选地,所述每个天线单元组中双频双极化天线单元与单高频双极化天线单元交叉间隔排列;

[0014] 优选地,所述双频双极化天线单元为嵌套式,通过在一个低频天线单元内嵌套一个高频天线单元构成。

[0015] 优选地,所述每个天线单元组中相邻天线单元间隔为1-2cm;

[0016] 所述天线单元与圆柱透镜之间的焦距取值范围为4-8cm。

[0017] 优选地,每个单高频双极化天线单元含有一对 $\pm 45^\circ$ 偶极子天线;

[0018] 所述低频天线单元含有一对 $\pm 45^\circ$ 偶极子天线;

[0019] 所述高频天线单元含有一对 $\pm 45^\circ$ 偶极子天线。

[0020] 优选地,所述各天线单元辐射最大方向通过所述圆柱透镜的中轴线。

[0021] 优选地,所述圆柱透镜高度为40-70cm;

[0022] 优选地,所述圆柱透镜高度为50-65cm;

[0023] 优选地,所述圆柱透镜高度为50-60cm;

[0024] 优选地,所述圆柱透镜直径为30-70cm;

[0025] 优选地,所述圆柱透镜直径为50-65cm;

[0026] 优选地,所述圆柱透镜直径为60-65cm;

[0027] 优选地,所述多波束天线还可以安装电子开关,可构成电子切换多波束电扫描天线。

[0028] 优选地,所述圆柱透镜外形为圆柱体,包括多个介电常数不同的同心层,中心圆柱层表示为第1层,围绕中心圆柱层依次向外套叠排列其余各层,各同心层被装配成一个多层圆柱体,所述人工介质多层圆柱透镜的多个同心层介电常数由内向外逐层降低,具体在2.05-1.05间变化。

[0029] 优选地,所述多个同心层由低介电常数的基材添加高介电常数、低比重的材料制成,所述低介电常数的基材为轻型发泡介质材料,具体为密度 $0.02-0.03\text{g}/\text{cm}^3$ 的材料。

[0030] 优选地,所述轻型发泡介质材料为聚苯乙烯、聚氯乙烯或聚乙烯,所述高介电常数、低比重的材料包括陶瓷粉、铝银粉、金属丝中的一种或几种。

[0031] 本发明中所称天线焦距为天线单元内侧与圆柱透镜外表面的距离。

[0032] 各天线单元应具备优良电性能,所述人工介质圆柱透镜能在超宽频率下工作,应满足低频单元工作频率为806-960MHz,高频单元工作频率为1710-2690MHz,增益 $>8\text{dBi}$ ,驻波比 $<1.4$ ,隔离度 $>28\text{dB}$ ,三阶互调 $<-150\text{dBc}$ 。

[0033] 特别地,天线的波束数可以根据应用场合设计,波束数为天线单元数。

[0034] 特别地,天线增益由可以根据应用场合设计,由单元的增益、波束数和人工介质圆柱透镜的尺寸决定,波束越多增益越高,各波束的增益值相同。

[0035] 本发明所标称增益均为波束增益。

[0036] 两种双极化天线单元沿圆柱透镜外侧交错排列,其间隔应根据两相邻波束在中间频率相交 $-10\text{dB}$ 左右决定。

[0037] 可选地,通过调整天线单元表面与介质圆柱面间距来获得最大天线增益。

[0038] 应注意,本发明所述 $\text{dBi}$ 是相对无方向性天线辐射功率密度高的倍数取对数的值; $\text{dB}$ 是两种天线增益相对比较的增益,即 $\text{dB} = \text{dBi}(1\#) - \text{dBi}(2\#)$ 。

[0039] 与现有技术相对比,本发明产生的有益效果是:

[0040] (1) 本发明提供的基于人工介质圆柱透镜全向多波束天线能够在 $360^\circ$ 范围内实现水平全向覆盖,其核心在于,用人工介质多层圆柱透镜作为载体,将多个独立的单元天线(注意,不是阵列天线),沿介质圆柱体外侧排列,能够达到优于传统多波束阵列天线的效果,结构却简单得多。装配时,不需要以电磁理论为基础的阵列天线理论,只需一般工人装配即能生产,适合大规模生产。

[0041] (2) 本发明提供的多波束天线采用人工介质多层圆柱透镜作为载体,与传统多波束天线以及现有球形或半球形龙伯透镜天线相比,在垂直面辐射波瓣宽度要宽2-3倍,无需俯仰面扫描即可得到更宽的覆盖面积,因此能省去复杂的电调机构,能够将传统天线的二维扫描简化为一维扫描,无论在移动通信基站天线、相控阵天线、室外WiFi覆盖、Mmimo以及5G上都有很大的潜力。能够有效避免传统天线易出现的“塔下黑”现象。特别适用于密集用户及大数据流量业务区。

[0042] (3) 本发明提供的多波束天线更是高度集成化的,它可将数以10计的单天线集成在一个不足半立方米的占空体积内,能产生多达数以10计的波束,可根据需要进行覆盖范

围调整,只需一个站点,能够大幅度节省占地面积和租金,有很高的性价比。

[0043] (4)本发明提供的多波束天线采用人工介质多层圆柱透镜作为载体,所用人工介质圆柱透镜总表观密度 $0.08-0.09\text{g}/\text{cm}^3$ ,质量比聚氯乙烯天然介质约轻11倍,较传统透镜质量轻,体积小,可大大扩展该天线的应用范围。

[0044] (5)本发明提供的多波束天线由于它的多波束高增益,加之垂直面宽的特性,在所服务小区的大部分地点,其信号更强,信干比要高于同增益的电调天线。本发明的垂直面实测波瓣宽度要比电调天线的垂直面天线方向图宽2-3倍。因此本发明无需电调机构,且信干比要高于同增益的电调天线。根据香农定理,网速将更快,系统容量更大,特别适用于密集用户及大数据流量业务区。

## 附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[0046] 以下所有附图是本发明提供的一种18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线相关附图,具体附图编号如下:

[0047] 附图中标记的具体含义如下:

[0048] 图1是本发明提供的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线的立体图;

[0049] 图2是本发明提供的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线的俯视图;

[0050] 图3是本发明提供的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线的主视图;

[0051] 图4是本发明提供的双频双极化天线单元结构图;

[0052] 图5是本发明提供的单高频双极化天线单元结构图;

[0053] 图6是本发明提供的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线与传统电调天线的高频垂直面天线实测方向比较图;

[0054] 图7是本发明提供的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线的低频6波束水平面天线实测方向图;

[0055] 图8是本发明提供的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线的高频12波束水平面天线实测方向图;

[0056] 图9是本发明提供的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线的低频+高频18波束水平面天线实测方向图。

[0057] 附图中标记的具体含义如下:

[0058] 1:圆柱透镜;2:天线单元组;3:金属底板;4:双频双极化天线单元;5:单高频双极化天线单元;6:高频天线单元;7:低频天线单元;8:低频天线单元+ $45^\circ$ 极化偶极子;9:高频天线单元+ $45^\circ$ 极化偶极子;10:高频天线单元- $45^\circ$ 极化偶极子;11:低频天线单元- $45^\circ$ 极化偶极子;12:单高频双极化天线单元+ $45^\circ$ 极化偶极子;13:单高频双极化天线单元- $45^\circ$ 极化偶极子;14:传统电调天线的高频垂直面天线实测方向图;15:本发明提供的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线的高频垂直面天线实测方向图。

## 具体实施方式

[0059] 本发明提供了一种基于人工介质圆柱透镜全向多波束天线,包括圆柱透镜1,天线单元组2和金属底板3,其特征在于:所述圆柱透镜1由人工介质材料制成;所述天线单元组2包括独立的天线单元,所述每个天线单元固定在所述金属底板3上;所述多波束天线包括两个相同的天线单元组2,沿所述圆柱透镜1的圆周面均匀排列为上下两行,两行相对错开 $180^{\circ}$ 。

[0060] 关于本发明所用圆柱透镜的详细资料可参考中国发明专利201710713195.8:一种人工介质多层圆柱透镜。

[0061] 其中圆柱透镜1由人工介质材料制成,外形为圆柱形,包括多个介电常数不同的同心层,中心圆柱层表示为第1层,围绕中心圆柱层依次向外套叠排列其余各层,各同心层被装配成一个多层圆柱体,所述人工介质多层圆柱透镜的多个同心层介电常数由内向外逐层降低,具体在2.05-1.05间变化。多个同心层在制备过程中,由低介电常数的基材添加高介电常数、低比重的材料制成。

[0062] 本发明中用以制造圆柱透镜1的低介电常数的基材通常选用轻型发泡介质材料。对具体材料没有特别限制,但一般应选用密度较低的发泡材料,例如可以选用密度为 $0.02-0.03\text{g}/\text{cm}^3$ 的材料。在一些优选的实施例中,制作圆柱透镜1的基材可以选自聚苯乙烯、聚氯乙烯或聚乙烯。更优选的是,所用基材为聚苯乙烯。

[0063] 本发明所用圆柱透镜1在制备过程中,向基材中添加的材料通常选用介电常数较高,同时比重较低的材料,以保证制备出的圆柱透镜1密度更低,质量更轻。对于此材料的选择没有特别的限制,可以是一种也可以是多种材料的混合。在一些优选的实施例中,该材料可以选自陶瓷粉、铝银粉、金属丝中的一种或几种。上述材料均为已知材料,可以商业购买得到。

[0064] 本发明所用圆柱透镜1的层数、高度、直径,以及天线单元的个数,在圆柱透镜1外的排列方式等均可以根据天线的实际需要选择或制作,没有特别限制,本领域技术人员均可以通过对天线性能的实际需要来设计或选择以上参数。

[0065] 例如圆柱透镜1的层数可以为大于1(不含)的所有整数。通常情况下,圆柱透镜1层数越多,其介电常数变化更接近理想的变化趋势,圆柱透镜1性能越好。但是随着层数的增多,各层之间在装配时可能会出现空隙量就越大,空气的存在会使得圆柱透镜1的性能大大折扣。因此,在根据实际情况设计选择圆柱透镜1层数时,也应该考虑到装配时可能出现的空隙。

[0066] 另外,圆柱透镜1的高度和直径可以根据实际需要选择,但不宜过大。考虑到本发明提供的透镜辐射效果更好,质量更轻,所需体积也不需要太大就能实现传统天线复杂机构所能实现的效果。因此,在一些优选的实施例中,本发明所用圆柱透镜1的高度为40-70cm,更优选50-65cm,进一步优选50-60cm;直径优选为30-70cm,更优选为50-65cm,进一步优选60-65cm。

[0067] 本发明中所用天线单元为独立个体,与金属底板固定在一起,排列于圆柱透镜1的圆周面上。所用天线单元可以根据具体需要选择,例如可以选用双频双极化天线单元、单频双极化天线单元、单频单极化天线单元中的一种或几种。其排列方式也可以根据具体需要

设置,但应保证各个天线单元的辐射最大方向通过圆柱透镜1中轴线。本发明提供的多波束天线中,两个天线单元组沿圆柱透镜1外侧排列上下两行,同时两个天线单元组2相对排列,即从俯仰面看,两行天线单元错开排列,彼此不会被遮盖。天线单元的个数可以根据实际需要选择,具体根据天线参数设计选择,例如可根据圆柱透镜1的直径选择。具体排列时,两个行天线单元组2的水平中心线间距可以根据实际需要选择。

[0068] 本发明提供的多波束天线中,天线单元在圆柱透镜1外排列时,两种双极化天线单元沿圆柱透镜1外侧交错排列,其间隔应根据两相邻波束在中间频率相交-10dB左右决定。各天线单元内侧与圆柱透镜柱面外侧之间的距离,即通常所说的天线焦距,应根据天线具体性能需要调整以获得最大增益。

[0069] 本发明提供的多波束天线中,天线单元的具体排列方式和间距应根据具体需要确定。在本发明的一个实施例中,圆柱透镜1高度优选50-60cm时,天线单元沿圆柱透镜的圆周面排列时上下两个天线单元组2的水平中心线应平行,两行水平中心线间距优选为25-35cm,每个天线单元组2中相邻天线单元间隙优选为1-2cm,天线焦距优选为4-8cm。

[0070] 利用人工介质圆柱透镜多波束对辐射信号的放大功能(可将辐射元的增益提高10dB以上),以人工介质圆柱透镜作为载体,将n个单元天线布置在圆柱透镜的焦线上,形成多波束天线。天线单元与介质体圆柱透镜1组合之后,低频天线增益可达14dBi左右,高频天线增益可达20dBi左右,构成多波束高增益天线。

[0071] 应注意,本发明中构成嵌套式双频双极化天线单元4的高频天线单元6和低频天线单元7都是双极化天线单元,之所以未在命名时写明“双极化”是为了在权利要求中表述时与单高频双极化天线单元5区别开来。但本质上,用于嵌套的高频天线单元6与单独作用的单高频双极化天线单元5是相同的,他们也都含有一对 $\pm 45^\circ$ 偶极子天线,二者区别仅仅在于高频天线单元6参与嵌套形成双频双极化天线单元4了,不再是一个独立的天线单元。也因此,本发明中所称每个天线单元组2所含有的n个独立的天线单元中,n是指双频双极化天线单元4和单高频双极化天线单元5的总个数,不包括高频天线单元6和低频天线单元7。

[0072] 实施例:

[0073] 下面结合附图和具体实施例,对本发明提供的多波束天线的具体实施方式作详细说明。

[0074] 如附图1所示的18波束全频 $360^\circ$ 水平覆盖天线立体图,该天线包括圆柱透镜1,天线单元组2和金属底板3,该圆柱透镜1由人工介质材料制成,天线单元组2包括多个独立的天线单元,每个天线单元固定在金属底板3上。该18波束天线包括两个相同的天线单元组2,两个天线单元组沿圆柱透镜1的圆周面均匀排列为上下两行,两行相对错开 $180^\circ$ 。本实施例中每个天线单元组2所包括的n个独立的天线单元中,n的取值为6。该多波束天线共包括六个带反射板的双频双极化天线单元4(其中每个双频双极化天线单元4由一个高频天线单元6嵌套于一个低频天线单元7中央构成),以及六个带反射板的单高频双极化天线单元。每个天线单元含有一对 $\pm 45^\circ$ 偶极子天线。六个双频双极化天线单元4和六个单高频双极化天线单元5一共构成十二个独立的天线单元,将产生十八个波束(包括低频波束六个,高频波束十二个),可形成全向 $360^\circ$ 水平覆盖。

[0075] 该18波束天线包括使用人造介质材料制成的圆柱透镜1,该圆柱透镜1包括多个介电常数不同的同心层,中心圆柱层表示为第一层,其他各层围绕中心圆柱层依次向外套叠



排列,各同心层被装配成一个多层圆柱体,其介电常数由第一层向外逐渐降低,具体在2.05-1.05间变化。圆柱透镜高度为60cm,直径为65cm。

[0076] 附图2为本发明提供的18波束全频360°水平覆盖天线俯视图,可以看出,该18波束天线中包括两个天线单元组2,每组包括三个双频双极化天线单元4和三个单高频双极化天线单元5。两个天线单元组2相对错开180°排列。每个天线单元组2中相邻天线单元间隙平均为1.3cm,调节各天线单元平面,使其平均距离圆柱透镜1外表面6cm(调节天线焦距)。

[0077] 如附图3所示的18波束全频360°水平覆盖天线主视图,在圆柱透镜1的1/2高度处标记一圈形成一个圆周弧线,两个天线单元组2分别排布在该圆周弧线上方和下方,两个天线单元组2的水平中心线平行,中心线间隔28cm。装配时应保证各天线单元辐射最大方向通过圆柱透镜1的中轴线。随后将金属底板3固定在金属支架上,圆柱透镜1也固定在金属支架上。将上排全部9个正负极化偶极子与18个同轴头连接在天线罩底板上。同样的,下排全部9个正负极化偶极子与18个同轴头连接在天线罩底板上。整个天线共计36个射频同轴头,安装在天线罩的底座上;将两个天线单元组2与圆柱透镜1及天线罩固定成一体,构成本实施例的18波束全频360°水平覆盖天线。

[0078] 根据天线要求低频段双极化天线单元4工作频率为806-960MHz,高频段双极化天线单元4工作频率为1710-2690MHz,全部高低频单元驻波比小于1.4,全部高低频单元增益大于8.0dBi,各单元之间隔离度大于28dB,根据天线要求,全部高低频单元三阶互调小于-150dBc。

[0079] 附图4所示为本实施例提供的双频双极化天线单元结构图,通过在一个低频天线单元7内嵌套一个高频天线单元6构成,嵌套后的天线单元固定于金属底板3上,成为一个整体。

[0080] 附图5所示为本实施例提供的单高频双极化天线单元结构图。该单高频双极化天线单元5安装于金属底板3上,二者成为一个整体。

[0081] 附图6为本实施例提供的全频18波束360°水平覆盖天线与传统电调天线的高频垂直面天线实测方向比较图,图中,线14为传统电调天线的高频垂直面天线实测方向图,线15为本发明提供的全频18波束360°水平覆盖天线的高频垂直面天线实测方向图。比较可看出,本发明提供的天线垂直面波瓣宽度为14.74°,电调天线的波瓣宽度为5.56°,本发明提供的天线瓣宽是传统电调天线的3倍左右,因此本发明提供的天线无需安装电调机构。由图5仔细对比可见在基站辐射下倾角0°-90°的大部分地点场强,本发明比电调天线平均约高10-15dB,即信干比要高于同增益的电调天线。根据香农定理,网速将更快,系统容量更大。特别适用于密集用户及大数据流量业务区。

[0082] 附图7为本实施例中的18波束全频360°水平覆盖天线的低频6波束水平面天线实测方向图,从图中可以看出6个低频双极化天线单元在低频880MHz下能够达到13.3dBi的增益。

[0083] 附图8为本实施例中的18波束全频360°水平覆盖天线的高频12波束水平面天线实测方向图,图中为12个高频双极化天线单元在高频1990MHz下的天线方向图,天线增益能达到20.0dBi。

[0084] 图9为本实施例中的18波束全频360°水平覆盖天线的低频+高频18波束水平面天线实测方向图。

[0085] 另外,还可以将电子切换开关用于上述18波束全频360°水平覆盖天线,构成电子切换18波束全频360°水平全覆盖的电扫描天线。

[0086] 本实施例提供的基于人工介质圆柱透镜的多波束天线只占一个站点共集成6个低频、12个高频双极化天线单元、36个射频端口(即36个偶极子天线),生成18个波束(如按照正负偶极子计算实际上是36个波束),在水平面内能够实现360°全覆盖。多波束天线可成倍地提升容量,可适应当前和未来信息传输大爆发的需求。另外,本发明提供的天线每个波束的垂直平面方向图较传统电调天线的宽2-3倍,覆盖的大部分区域内场强占优,因此无需电调机构,能够有效避免传统天线易出现的“塔下黑”现象,应用领域更广,特别适用于密集用户及大数据流量业务区,这是本发明的最大亮点。

[0087] 上文所述的一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,它们并不是用以限制本发明的保护范围,在所述技术领域普通技术人员所具备的知识范围内,在不脱离本发明宗旨的前提下作出的各种变化均属于本发明的保护范围。

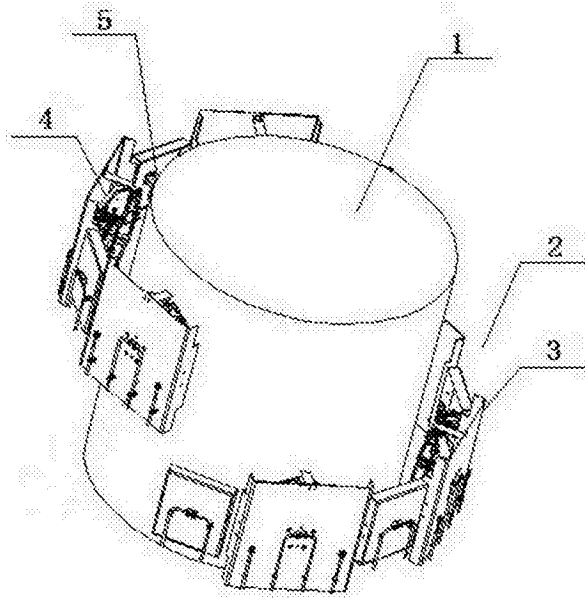


图1

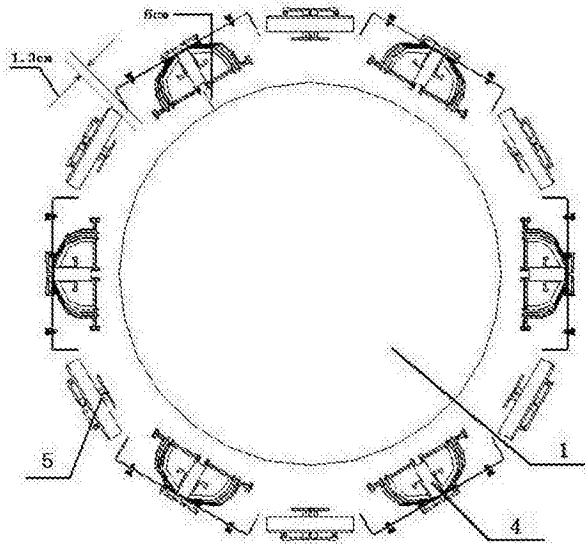


图2

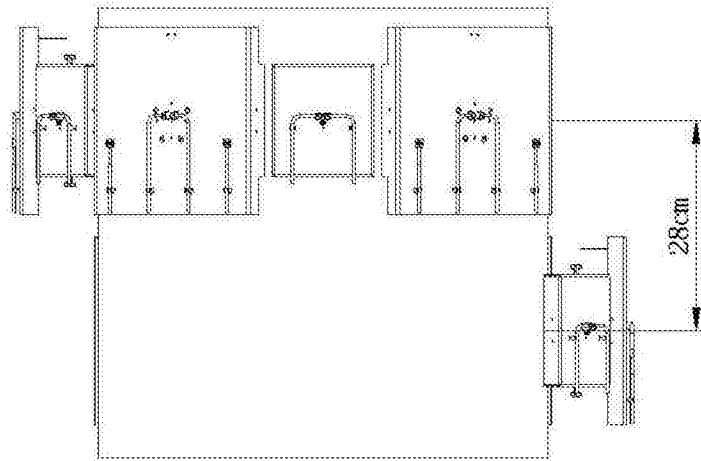


图3

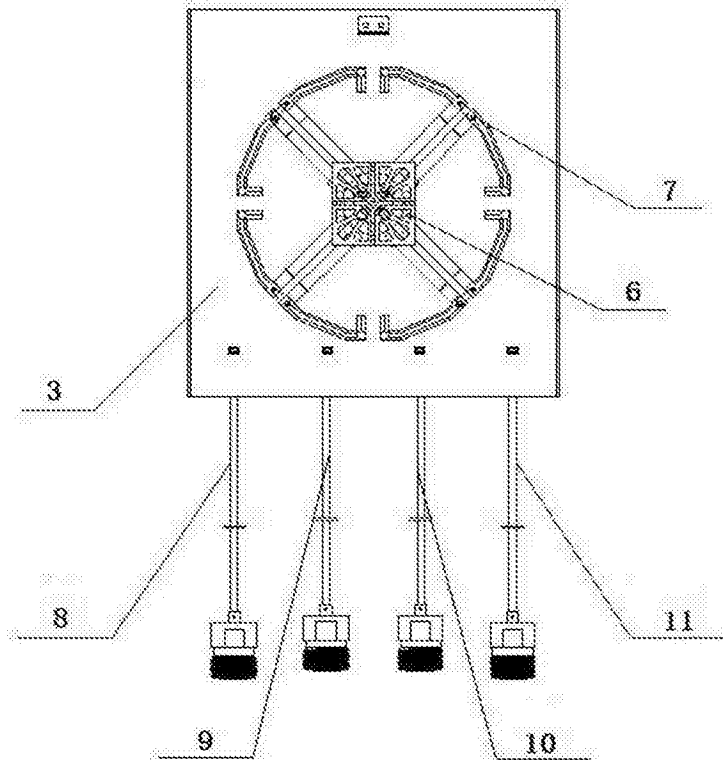


图4

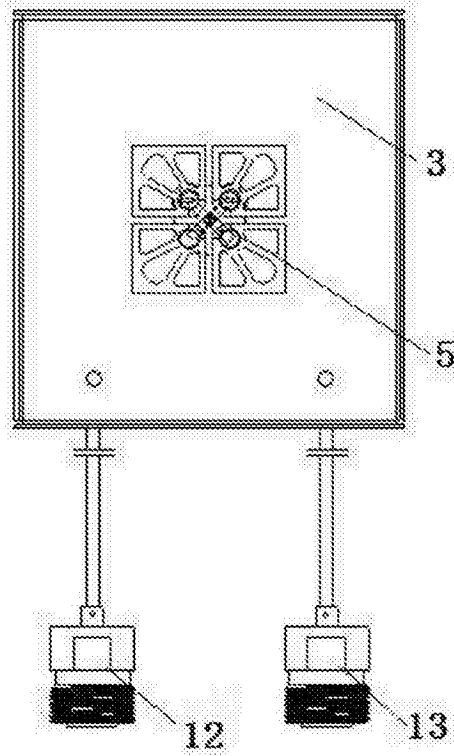


图5

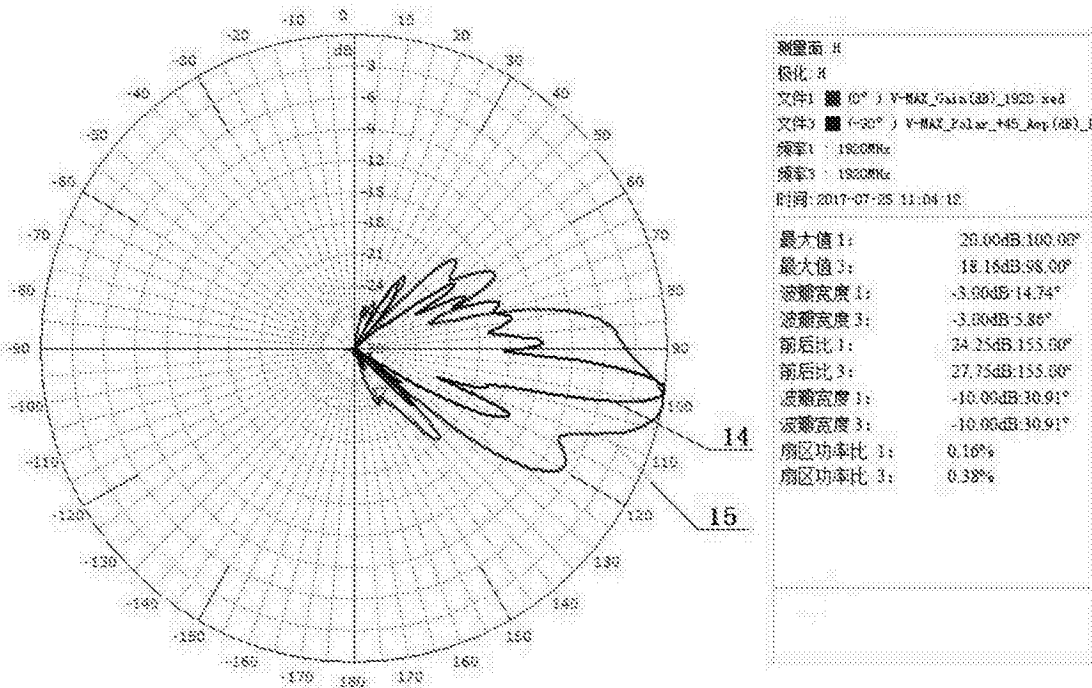


图6

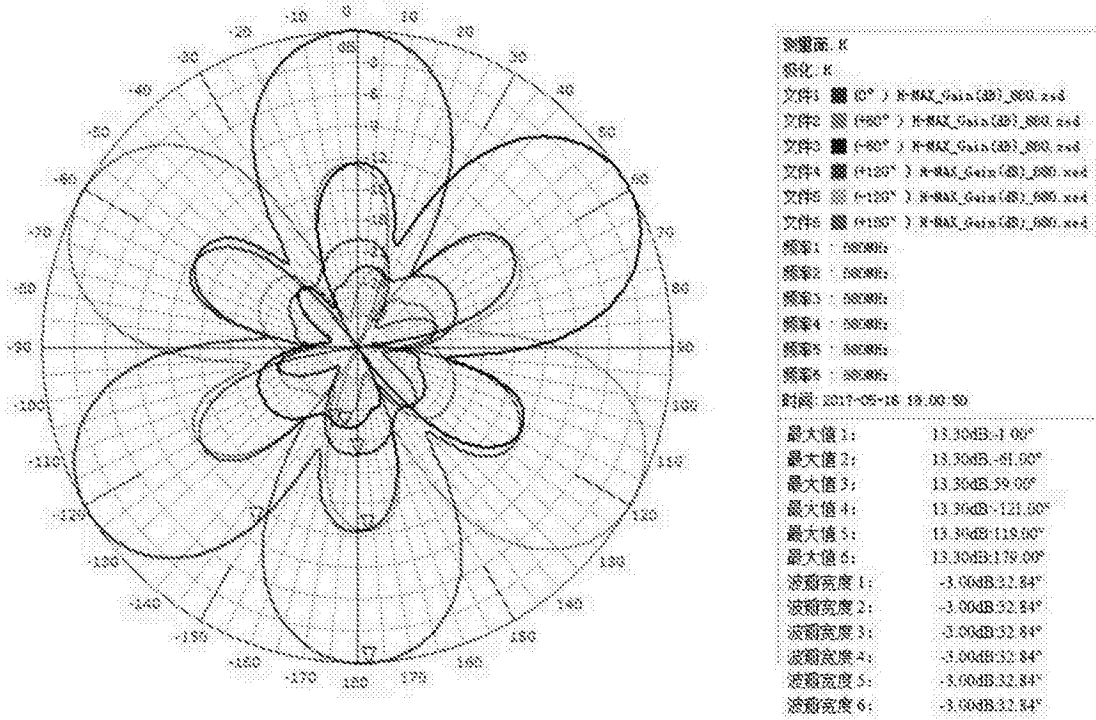


图7

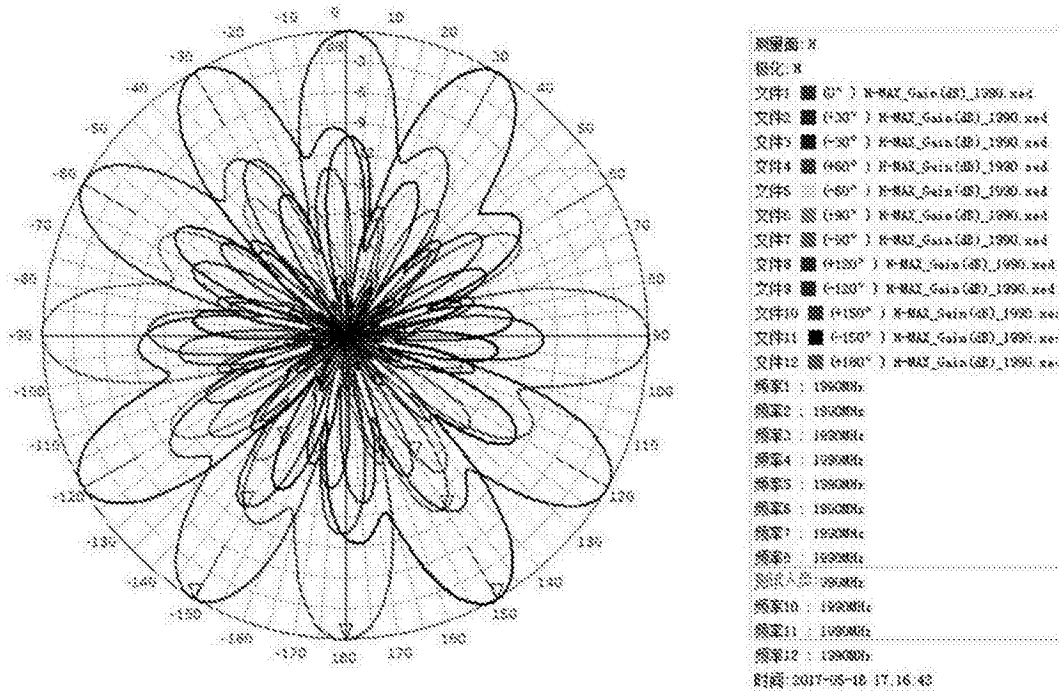


图8

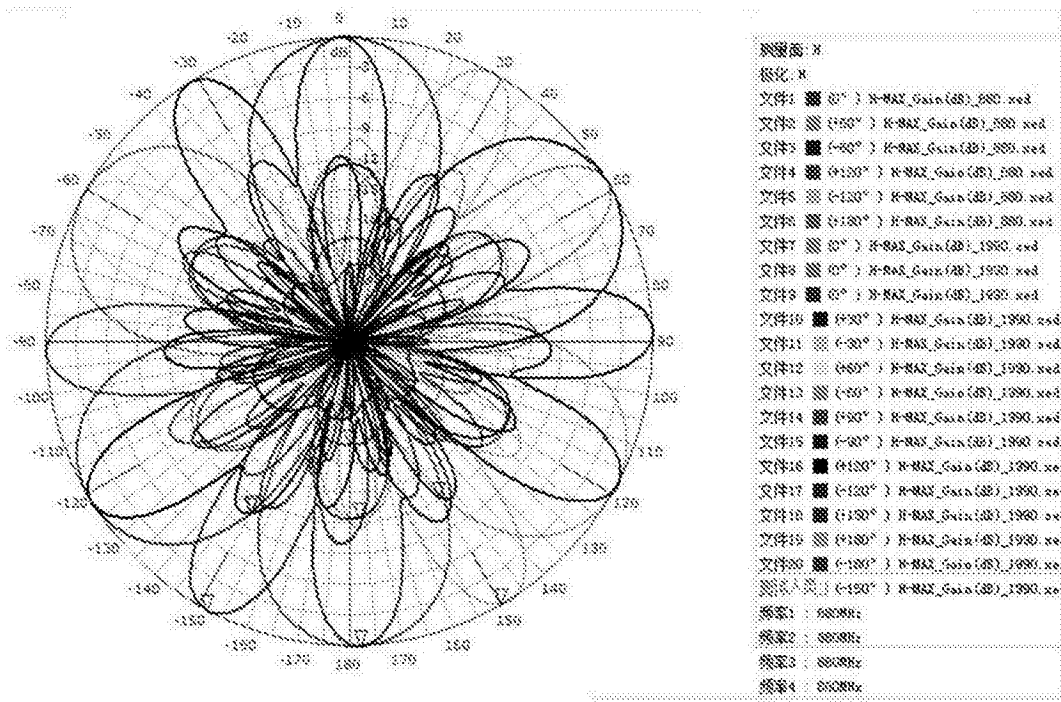


图9