

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2013年1月31日 (31.01.2013)



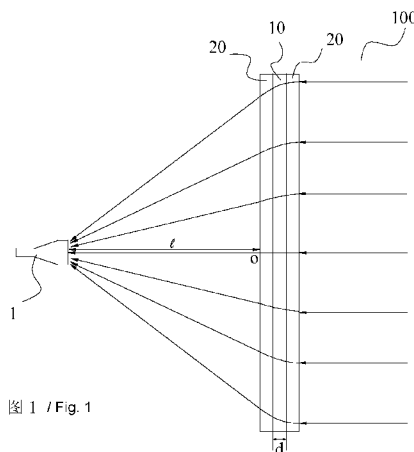
(10) 国际公布号
WO 2013/013453 A1

- (51) 国际专利分类号: *H01Q 15/02* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/082323
- (22) 国际申请日: 2011年11月17日 (17.11.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
 - 201110210274.X 2011年7月26日 (26.07.2011) CN
 - 201110210202.5 2011年7月26日 (26.07.2011) CN
 - 201110242555.3 2011年8月23日 (23.08.2011) CN
 - 201110242683.8 2011年8月23日 (23.08.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **深圳光启高等理工研究院 (KUANG-CHI INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区中区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。 **深圳光启创新技术有限公司 (KUANG-CHI INNOVATIVE TECHNOLOGY LTD.)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区香梅路1061号中投国际商务中心A栋18B, Guangdong 518034 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **刘若鹏 (LIU, Ruopeng)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区中区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。 **季春霖 (JI, Chunlin)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区中区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。 **岳玉涛 (YUE, Yutao)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区中区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。 **王今金 (WANG, Jinjin)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区中区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。 **洪运南 (HONG, Yunnan)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区中区高新中一道9号软件大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: **深圳市威世博知识产权代理事务所 (普通合伙) (CHINA WISPRO INTELLECTUAL PROPERTY LLP.)**; 中国广东省深圳市南山区科技园南区中地大楼A806, Guangdong 518057 (CN)。

[见续页]

(54) Title: CASSEGRAIN SATELLITE TELEVISION ANTENNA AND SATELLITE TELEVISION RECEIVER SYSTEM THEREOF

(54) 发明名称: 后馈式卫星电视天线及其卫星电视接收系统



(57) Abstract: Disclosed is a Cassegrain satellite television antenna comprising a metamaterial panel. The metamaterial panel comprises a core layer. The core layer comprises a core layer lamella. The core layer lamella comprises a circular area and multiple annular areas distributed around the circular area. Within the circular area and the annular areas, refractive indexes are identical at a same radius, and within the respective areas of the circular area and of the annular areas, the refractive indexes decrease gradually as the radius increases. The minimum value of the refractive index of the circular area is less than the maximum value of the refractive index of the annular area adjacent thereto. For two adjacent annular areas, the minimum value of the refractive indexes of the annular area at the inner side is less than the maximum value of the refractive indexes of the annular area at the outer side. In the Cassegrain satellite television antenna of the present invention, conventional parabolic antenna is replaced by the sheet-shaped metamaterial panel, thus facilitating manufacturing and processing, and further reducing costs. In addition, the present invention also provides a satellite television receiver system having the Cassegrain satellite television antenna.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2013/013453 A1



(81) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,

AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(iii))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明公开了一种后馈式卫星电视天线, 包括超材料面板, 超材料面板包括核心层, 核心层包括核心层片层, 核心层片层包括圆形区域及分布在圆形区域周围的多个环形区域, 圆形区域及环形区域内相同半径处的折射率相同, 且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大折射率逐渐减小, 圆形区域的折射率的最小值小于与其相邻的环形区域的折射率的最大值, 相邻两个环形区域, 处于内侧的环形区域的折射率的最小值小于处于外侧的环形区域的折射率的最大值。根据本发明的后馈式卫星电视天线, 由片状的超材料面板代替了传统的抛物面天线, 制造加工更加容易, 成本更加低廉。另外, 本发明还提供了一种具有上述后馈式卫星电视天线的卫星电视接收系统。

后馈式卫星电视天线及其卫星电视接收系统

【技术领域】

本发明涉及通信领域，更具体地说，涉及一种后馈式卫星电视天线及其卫星电视接收系统。

【背景技术】

传统的卫星电视接收系统是由抛物面天线、馈源、高频头、卫星接收机组成的卫星地面接收站。抛物面天线负责将卫星信号反射到位于焦点处的馈源和高频头内。馈源是在抛物面天线的焦点处设置的一个用于收集卫星信号的喇叭，又称波纹喇叭。其主要功能有两个：一是将天线接收的电磁波信号收集起来，转换成信号电压，供给高频头。二是对接收的电磁波进行极化转换。高频头 LNB（亦称降频器）是将馈源送来的卫星信号进行降频和信号放大然后传送至卫星接收机。一般可分为 C 波段频率 LNB(3.7GHz-4.2GHz、18-21V)和 Ku 波段频率 LNB(10.7GHz-12.75GHz、12-14V)。LNB 的工作流程就是先将卫星高频讯号放大至数十万倍后再利用本地振荡电路将高频讯号转换至中频 950MHz-2050MHz，以利于同轴电缆的传输及卫星接收机的解调和工作。卫星接收机是将高频头输送来的卫星信号进行解调，解调出卫星电视图像或数字信号和伴音信号。

接收卫星信号时，平行的电磁波通过抛物面天线反射后，汇聚到馈源上。通常，抛物面天线对应的馈源是一个喇叭天线。

但是由于抛物面天线的反射面的曲面加工难度大，精度要求也高，因此，制造麻烦，且成本较高。

【发明内容】

本发明所要解决的技术问题是，针对现有的卫星电视天线加工不易、成本高的缺陷，提供一种加工简单、制造成本低的后馈式卫星电视天线。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：一种后馈式卫星电视天线，所述后馈式卫星电视天线包括设置在馈源前方的超材料面板，所述超材料面板

包括核心层，所述核心层包括至少一个核心层片层，所述核心层片层包括片状的基材以及设置在基材上的多个人造微结构或孔结构，所述核心层片层按照折射率分布可划分为位于中间位置的圆形区域以及分布在圆形区域周围且与所述圆形区域共圆心的多个环形区域，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的折射率相同，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大折射率逐渐减小，所述圆形区域的折射率的最小值小于与其相邻的环形区域的折射率的最大值，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域的折射率的最小值小于处于外侧的环形区域的折射率的最大值。

进一步地，所述核心层片层还包括覆盖人造微结构的填充层。

进一步地，所述核心层包括多个折射率分布相同且相互平行的核心层片层。

进一步地，所述超材料面板还包括设置在核心层两侧的匹配层，以实现从空气到核心层的折射率匹配。

进一步地，所述圆心为核心层片层的中心，所述圆形区域以及多个环形区域的折射率变化范围相同，所述核心层片层的折射率 $n(r)$ 分布满足如下公式：

$$n(r) = n_{\max} - \frac{\sqrt{l^2 + r^2} - l - k\lambda}{d} ;$$

其中， $n(r)$ 表示核心层片层上半径为 r 处的折射率值；

l 为馈源到与其靠近的匹配层的距离，或 l 为馈源到核心层的距离；

$$d \text{ 为核心层的厚度， } d = \frac{\lambda}{n_{\max} - n_{\min}} ;$$

n_{\max} 表示核心层片层上的折射率最大值；

n_{\min} 表示核心层片层上的折射率最小值；

$$k = \text{floor}\left(\frac{\sqrt{l^2 + r^2} - l}{\lambda}\right), \text{ floor 表示向下取整数。}$$

进一步地，所述匹配层包括多个匹配层片层，每一匹配层片层具有单一的折射率，核心层两侧的匹配层的多个匹配层片层的折射率均满足以下公式：

$$n(i) = ((n_{\max} + n_{\min}) / 2)^{\frac{i}{m}} ;$$

其中， m 表示匹配层的总层数， i 表示匹配层片层的编号，其中，靠近核心层的匹配层片层的编号为 m 。

进一步地，所述每一匹配层片层包括材料相同的第一基板及第二基板，所述第一基板与第二基板之间填充空气。

进一步地，所述核心层的每一核心层片层的多个人造微结构形状相同，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的多个人造微结构具有相同的几何尺寸，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大人造微结构的几何尺寸逐渐减小，所述圆形区域内几何尺寸最小的人造微结构的几何尺寸小于与其相邻的环形区域内几何尺寸最大的人造微结构的几何尺寸，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域内几何尺寸最小的人造微结构的几何尺寸小于处于外侧的环形区域内几何尺寸最大的人造微结构的几何尺寸。

进一步地，所述核心层的每一核心层片层的多个人造孔结构形状相同，所述多个人造孔结构中填充有折射率大于基材的介质，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的多个人造孔结构具有相同的体积，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大人造孔结构的体积逐渐减小，所述圆形区域内体积最小的人造孔结构的体积小于与其相邻的环形区域内体积最大的人造孔结构的体积，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域内体积最小的人造孔结构的体积小于处于外侧的环形区域内体积最大的人造孔结构的体积。

进一步地，所述核心层的每一核心层片层的多个人造孔结构形状相同，所述多个人造孔结构中填充有折射率小于基材的介质，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的多个人造孔结构具有相同的体积，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大人造孔结构的体积逐渐增大，所述圆形区域内体积最大的人造孔结构的体积大于与其相邻的环形区域内体积最小的人造孔结构的体积，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域内体积最大的人造孔结构的体积大于处于外侧的环形区域内体积最小的人造孔结构的体积。

进一步地，所述人造微结构为平面雪花状的金属微结构。

进一步的，所述人造孔结构为圆柱孔。

进一步的，包括一设置在馈源前方的具有电磁波发散功能的发散元件，所

述超材料面板设置在发散元件的前方。所述发散元件为凹透镜或者为发散超材料面板，所述发散超材料面板包括至少一个发散片层，所述发散片层的折射率以其中心为圆心呈圆形分布，且相同半径处的折射率相同，随着半径的增大折射率逐渐减小。

根据本发明的后馈式卫星电视天线，由片状的超材料面板代替了传统的抛物面天线，制造加工更加容易，成本更加低廉。

本发明还提供了一种卫星电视接收系统，包括馈源、高频头及卫星接收机，所述卫星电视接收系统还包括上述的后馈式卫星电视天线，所述后馈式卫星电视天线设置在馈源的前方。

【附图说明】

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例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获得其他的附图。其中：

图 1 是本发明第一实施例的后馈式卫星电视天线的结构示意图；

图 2a-2b 是本发明第一实施例的两种结构的超材料单元的透视示意图；

图 3 是本发明第一实施例的核心层片层的折射率分布示意图；

图 4 是本发明第一实施例的一种形式的核心层片层的结构示意图；

图 5 是本发明第一实施例的另一种形式的核心层的结构示意图；

图 6 是本发明第一实施例的又一种形式的核心层的结构示意图；

图 7 是本发明第一实施例的匹配层的结构示意图；

图 8 是本发明第二实施例的后馈式卫星电视天线的结构示意图；

图 9 是本发明第二实施例中的发散片层的折射率分布示意图；

图 10 是本发明第二实施例中一种形式的发散片层的结构示意图；

图 11 是图 10 去掉基材后的正视图；

图 12 是具有多个如图 10 所示的发散片层的发散超材料面板的结构示意图；

图 13 是本发明第二实施例中另一种形式的发散片层的结构示意图；

图 14 是具有多个如图 13 所示的发散片层的发散超材料面板的结构示意图。

【具体实施方式】

以下结合说明书附图详细介绍本发明的具体内容。

如图 1 至图 7 所示，根据本发明第一实施例后馈式卫星电视天线包括设置在馈源 1 前方的超材料面板 100，所述超材料面板 100 包括核心层 10，所述核心层 10 包括至少一个核心层片层 11，所述核心层片层包括片状的基材 13 以及设置在基材 13 上的多个人造微结构 12（参见图 2a），所述核心层片层 11 按照折射率分布可划分为位于中间位置的圆形区域 Y 以及分布在圆形区域 Y 周围且与所述圆形区域共圆心的多个环形区域（图中分别用 H1, H2, H3, H4, H5 表示），所述圆形区域 Y 及环形区域内相同半径处的折射率相同，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大折射率逐渐减小，所述圆形区域的折射率的最小值小于与其相邻的环形区域的折射率的最大值，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域的折射率的最小值小于处于外侧的环形区域的折射率的最大值。核心层片层 11 按照折射率划分为圆形区域与多个环形区域是为了更好的描述本发明，并不意味着本发明的核心层片层 11 具有此种实际结构。本发明中，馈源 1 设置在超材料面板的中轴线上，即馈源与核心层片层 11 的中心的连线与超材料面板的中轴线重合。馈源 1 与超材料面板 100 均有支架支撑，图中并未出支架，其不是本发明的核心，采用传统的支撑方式即可。另外馈源优选为喇叭天线。此处的环形，既包括图 3 中完整的环形区域，也包括图 3 中不完整的环形区域。图中的核心层片层 11 呈方形，当然，也可以是其它形状，例如圆柱形，当其为圆柱形时，所有环形区域都可以是完整的环形区域。另外，图 3 中，也可以没有环形区域 H4 及 H5，此时的 H4 及 H5 可以是均匀的折射率分布（即 H4 及 H5 的位置上不设置人造微结构）。

如图 1 至图 4 所示，所述核心层 10 包括多个折射率分布相同且相互平行的

核心层片层 11。多个核心层片层 11 紧密贴合，相互之间可以通过双面胶粘接，或者通过螺栓等固定连接。另外，所述核心层片层 11 还包括覆盖人造微结构 12 的填充层 15，填充层 15 可以是空气，也可以是其它介质板，优选为与基材 13 相同的材料制成的板状件。每一核心层片层 11 可以划分为多个相同超材料单元 D，每一超材料单元 D 由一个人造微结构 12、单元基材 V 及单元填充层 W 构成，每一核心层片层 11 在厚度方向上只有一个超材料单元 D。每一超材料单元 D 可以是完全相同的方块，可以是立方体，也可以是长方体，每一超材料单元 D 的长、宽、高几何尺寸不大于入射电磁波波长的五分之一（通常为入射电磁波波长的十分之一），以使得整个核心层对电磁波具有连续的电场和/或磁场响应。优选情况下，所述超材料单元 D 为边长是入射电磁波波长十分之一的立方体。当然，填充层的厚度是可以调节的，其最小值可以至 0，也就是说不需要填充层，此种情况下，基材与人造微结构组成超材料单元，即此时超材料单元 D 的厚度等于单元基材 V 的厚度加上人造微结构的厚度，但是此时，超材料单元 D 的厚度也要满足十分之一波长的要求，因此，实际上，在超材料单元 D 的厚度选定在十分之一波长的情况下，单元基材 V 的厚度越大，则单元填充层 W 的厚度越小，当然最优的情况下，即是如图 2a 所示的情况，即单元基材 V 的厚度等于单元填充层 W 的厚度，且单元基材 V 的材料与填充层 W 的相同。

该人造微结构 12 优选为金属微结构，所述金属微结构由一条或多条金属线组成。金属线本身具有一定的宽度及厚度。本发明的金属微结构优选为具有各向同性的电磁参数的金属微结构，如图 2a 所述的平面雪花状的金属微结构。

对于具有平面结构的人造微结构，各向同性，是指对于在该二维平面上以任一角度入射的任一电磁波，上述人造微结构在该平面上的电场响应和磁场响应均相同，也即介电常数和磁导率相同；对于具有三维结构的人造微结构，各向同性是指对于在三维空间的任一方向上入射的电磁波，每个上述人造微结构在三维空间上的电场响应和磁场响应均相同。当人造微结构为 90 度旋转对称结构时，人造微结构即具有各向同性的特征。

对于二维平面结构，90 度旋转对称是指其在该平面上绕一垂直于该平面且过其对称中心的旋转轴任意旋转 90 度后与原结构重合；对于三维结构，如果具有两两垂直且共交点（交点为旋转中心）的 3 条旋转轴，使得该结构绕任一旋转轴旋转 90 度后均与原结构重合或者与原结构以一分界面对称，则该结构为 90 度旋转对称结构。

图 2a 所示的平面雪花状的金属微结构即为各向同性的人造微结构的一种形式，所述的雪花状的金属微结构具有相互垂直平分的第一金属线 121 及第二金属线 122，所述第一金属线 121 两端连接有相同长度的两个第一金属分支 1211，所述第一金属线 121 两端连接在两个第一金属分支 1211 的中点上，所述第二金属线 122 两端连接有相同长度的两个第二金属分支 1221，所述第二金属线 122 两端连接在两个第二金属分支 1221 的中点上。已知折射率 $n = \sqrt{\mu\varepsilon}$ ，其中 μ 为相对磁导率， ε 为相对介电常数， μ 与 ε 合称为电磁参数。实验证明，电磁波通过折射率非均匀的介质材料时，会向折射率大的方向偏折（向折射率大的超材料单元偏折）。因此本发明的核心层对电磁波具有汇聚作用，合理设计核心层的折射率分布，可以使得卫星发出的电磁波通过核心层后汇聚到馈源上。在基材的材料以及填充层的材料选定的情况下，可以通过设计人造微结构的形状、几何尺寸和/或人造微结构在基材上的排布获得超材料内部的电磁参数分布，从而设计出每一超材料单元的折射率。首先从超材料所需要的效果出发计算出超材料内部的电磁参数空间分布（即每一超材料单元的电磁参数），根据电磁参数的空间分布来选择每一超材料单元上的人造微结构的形状、几何尺寸（计算机中事先存放有多种人造微结构数据），对每一超材料单元的设计可以用穷举法，例如先选定一个具有特定形状的人造微结构，计算电磁参数，将得到的结果和我们想要的对比，循环多次，一直到找到我们想要的电磁参数为止，若找到了，则完成了人造微结构的设计参数选择；若没找到，则换一种形状的人造微结构，重复上面的循环，一直到找到我们想要的电磁参数为止。如果还是未找到，则上述过程也不会停止。也就是说只有找到了我们需要的电磁参数的人造微结构，

程序才会停止。由于这个过程都是由计算机完成的，因此，看似复杂，其实很快就能完成。

所述金属微结构 12 为铜线或银线等金属线。上述的金属线可以通过蚀刻、电镀、钻刻、光刻、电子刻或离子刻的方法附着在基材上。当然，也可以采用三维的激光加工工艺。

如图 1 所示，为本发明第一实施例的超材料面板的结构示意图，在本实施例中，所述超材料面板还包括设置在核心层两侧的匹配层 20，以实现从空气到核心层 10 的折射率匹配。我们知道，介质之间的折射率相差越大，则电磁波从一介质入射到另一介质时，反射越大，反射大，意味着能量的损失，这时候就需要折射率的匹配，已知折射率 $n = \sqrt{\mu\epsilon}$ ，其中 μ 为相对磁导率， ϵ 为相对介电常数， μ 与 ϵ 合称为电磁参数。我们知道空气的折射率为 1，因此，在设计匹配层时，电磁波入射侧的匹配层这样设计，即靠近空气的一侧的折射率与空气基本相同，靠近核心层的一侧的折射率与其相接的核心层片层折射率基本相同即可；而电磁波出射侧的匹配层设计则相对核心层对称过来即可。这样，就实现了核心层的折射率匹配，减小了反射，即能量损失可以大大的降低，这样电磁波可以传输的更远。

本实施例中，如图 1 及图 3 所示，所述圆形区域 Y 的圆心为核心层片层 11 的中心 O，所述圆形区域 Y 以及多个环形区域的折射率变化范围相同，所述核心层片层 11 的折射率 $n(r)$ 分布满足如下公式：

$$n(r) = n_{\max} - \frac{\sqrt{l^2 + r^2} - l - k\lambda}{d} \quad (1);$$

其中， $n(r)$ 表示核心层片层上半径为 r 处的折射率值；也即核心层片层上半径为 r 的超材料单元的折射率；此处半径指的是每一单元基材 V 的中点到核心层片层的中心 O（圆心）的距离，此处的单元基材 V 的中点，指的是单元基材 V 与中点 O 同一平面的一表面的中点。

l 为馈源 1 到与其靠近的匹配层 20 的距离；

$$d \text{ 为核心层的厚度, } d = \frac{\lambda}{n_{\max} - n_{\min}} \quad (2);$$

n_{\max} 表示核心层片层 11 上的折射率最大值;

n_{\min} 表示核心层片层 11 上的折射率最小值;

所述圆形区域 Y 以及多个环形区域的折射率变化范围相同, 是指圆形区域 Y, 及多个环形区域折射率均是由里向外由 n_{\max} 连续减小到 n_{\min} 。作为一示例, n_{\max} 可以取值 6, n_{\min} 取值 1, 即, 圆形区域 Y, 及多个环形区域折射率均是由里向外由 6 连续减小到 1。

$$k = \text{floor}\left(\frac{\sqrt{l^2 + r^2} - l}{\lambda}\right) \quad (3),$$

floor 表示向下取整数; k 可以用来表示圆形区域及环形区域的编号, 当 k=0, 表示圆形区域, 当 k=1 时, 表示与圆形区域相邻的第一个环形区域; 当 k=2 时, 表示第一个环形区域相邻的第二个环形区域; 依此类推。即 r 的最大值确定了有多少个环形区域。每一核心层片层的厚度通常是一定的 (通常是入射电磁波波长的十分之一), 这样, 在核心层形状选定的情况下 (可以是圆柱形或方形), 核心层片层的尺寸就可以得到确定。

由公式 (1)、公式 (2)、公式 (3) 所确定的核心层 10, 能够保证卫星发出的电磁波汇聚到馈源上。这个通过计算机模拟仿真, 或者利用光学原理可以得到 (即利用光程相等计算)。

本实施例中, 核心层片层 11 的厚度是一定的, 通常在入射电磁波波长 λ 的五分之一以下, 优选是入射电磁波波长 λ 的十分之一。这样, 在设计时, 如果选定了核心层片层 11 的层数, 则核心层的厚度 d 就已经确定了, 因此, 对于不同频率的后馈式卫星电视天线 (波长不同), 由公式 (2) 我们知道, 通过合理设计 ($n_{\max} - n_{\min}$) 的值, 就可以得到任意我们想要的频率的后馈式卫星电视天线。例如, C 波段和 Ku 波段。C 波段的频率范围是 3400MHz~4200MHz。Ku 波段的频率 10.7~12.75GHz, 其中可分为 10.7~11.7GHz、11.7~12.2GHz、12.2~12.75GHz 等频段。

如图 1 所示, 本实施例中, 所述匹配层 20 包括多个匹配层片层 21, 每一匹配层片层 21 具有单一的折射率, 核心层两侧的匹配层的多个匹配层片层的折射率均满足以下公式:

$$n(i) = ((n_{\max} + n_{\min}) / 2)^{\frac{i}{m}} \quad (4);$$

其中, m 表示匹配层的总层数, i 表示匹配层片层的编号, 其中, 靠近核心层的匹配层片层的编号为 m 。从公式 (4) 我们可以看出, 核心层 10 一侧的多个匹配层片层的折射率与核心层 10 一侧的多个匹配层片层的折射率相对核心层对称设置。匹配层的设置(总层数 m)与核心层的最大折射率 n_{\max} 与最小折射率 n_{\min} 有直接关系; 当 $i=1$ 时, 表示第 1 层的折射率, 由于其要基本等于空气的折射率 1, 因此, 只要 n_{\max} 与 n_{\min} 确定, 则可以确定总层数 m 。

匹配层 20 可以是由自然界中存在的多个具有单一折射率的材料制成, 也可用如图 7 所示的匹配层, 其包括多个匹配层片层 21, 每一匹配层片层 21 包括材料相同的第一基板 22 及第二基板 23, 所述第一基板 21 与第二基板 22 之间填充空气。通过控制空气的体积与匹配层片层 21 的体积的比例, 可以实现折射率从 1 (空气的折射率) 到第一基板的折射率的变化, 从而可以合理设计每一匹配层片层的折射率, 实现从空气到核心层的折射率匹配。

图 4 为一种形式的核心层片层 11, 所述核心层的每一核心层片层 11 的多个个人造微结构 12 形状相同, 均为平面雪花状的金属微结构, 且金属微结构的中心点与单元基材 V 的中点重合, 所述圆形区域及环形区域内相同半径处的多个个人造微结构具有相同的几何尺寸, 且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大人造微结构 12 的几何尺寸逐渐减小, 所述圆形区域内几何尺寸最小的人造微结构的几何尺寸小于与其相邻的环形区域内几何尺寸最大的人造微结构的几何尺寸, 相邻两个环形区域, 处于内侧的环形区域内几何尺寸最小的人造微结构的几何尺寸小于处于外侧的环形区域内几何尺寸最大的人造微结构的几何尺寸。由于每一超材料单元的折射率是随着金属微结构的尺寸减小而逐渐减小的, 因此人造微结构几何尺寸越大, 则其对应的折射率越大, 因此, 通过此方式可以实现核心层片层的折射率分布按公式 (1) 的分布。

根据不同的需要（不同的电磁波），以及不同的设计需要，核心层 10 可以包括不同层数的如图 4 所示的核心层片层 11。

参阅图 2b，作为本发明第一实施例的一种替代结构，上述设置在基材 13 上的微结构 12 被替代为多个人造孔结构 12'，所述核心层片层 11 按照折射率分布可划分为位于中间位置的圆形区域 Y 以及分布在圆形区域 Y 周围且与所述圆形区域共圆心的多个环形区域（图中分别用 H1, H2, H3, H4, H5 表示），所述圆形区域 Y 及环形区域内相同半径处的折射率相同，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大折射率逐渐减小，所述圆形区域的折射率的最小值小于与其相邻的环形区域的折射率的最大值，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域的折射率的最小值小于处于外侧的环形区域的折射率的最大值。

所述人造孔结构 12' 可以通过高温烧结、注塑、冲压或数控打孔的方式形成在基材上。当然对于不同材料的基材，人造孔结构 12' 的生成方式也会有所不同，例如，当选用陶瓷材料作为基材时，优选采用高温烧结的形式在基材上生成人造孔结构 12'。当选用高分子材料作为基材时，例如聚四氟乙烯、环氧树脂，则优选采用注塑或冲压的形式在基材上生成人造孔结构 12'。

所述人造孔结构 12' 可以是圆柱孔、圆锥孔、圆台孔、梯形孔或方形孔一种或组合。当然也可以是其它形式的孔。每一超材料单元 D 上的人造孔结构 12' 的形状根据不同的需要，可以相同，也可以不同。当然，为了更加容易加工制造，整个超材料，优选情况下，采用同一种形状的孔。

请参阅图 5，为本发明第一实施例的又一种核心层结构，该核心层 10 包括多个折射率分布相同且相互平行的核心层片层 11。多个核心层片层 11 紧密贴合，相互之间可以通过双面胶粘接，或者通过螺栓等固定连接。另外相邻的两个核心层片层 11 之间还可以有间隔，间隔中填充空气或其它介质，以改善核心层的性能。每一核心层片层 11 的基材 13 可以划分为多个相同的基材单元 V，每一个基材单元 V 上设置有人造孔结构 12'，每一个基材单元 V 与其对应的人造孔结构 12' 构成一个超材料单元 D，每一核心层片层 11 在厚度方向上只有一个超

材料单元 D。每一基材单元 D 可以是完全相同的方块，可以是立方体，也可是长方体，每一基材单元 V 的长、宽、高体积不大于入射电磁波波长的五分之一（通常为入射电磁波波长的十分之一），以使得整个核心层对电磁波具有连续的电场和/或磁场响应。优选情况下，所述基材单元 V 为边长是入射电磁波波长十分之一的立方体。

已知折射率 $n = \sqrt{\mu\epsilon}$ ，其中 μ 为相对磁导率， ϵ 为相对介电常数， μ 与 ϵ 合称为电磁参数。实验证明，电磁波通过折射率非均匀的介质材料时，会向折射率大的方向偏折（向折射率大的超材料单元偏折）。因此本发明的核心层对电磁波具有汇聚作用，合理设计核心层的折射率分布，可以使得卫星发出的电磁波通过核心层后汇聚到馈源上。在基材的材料以及填充介质的材料选定的情况下，可以通过设计人造孔结构 12' 的形状、体积和/或人造孔结构 12' 在基材上的排布获得超材料内部的电磁参数分布，从而设计出每一超材料单元的折射率。首先从超材料所需要的效果出发计算出超材料内部的电磁参数空间分布（即每一超材料单元的电磁参数），根据电磁参数的空间分布来选择每一超材料单元上的人造孔结构 12' 的形状、体积（计算机中事先存放有多种人造孔结构数据），对每一超材料单元的设计可以用穷举法，例如先选定一个具有特定形状的人造孔结构，计算电磁参数，将得到的结果和我们想要的对比，循环多次，一直到找到我们想要的电磁参数为止，若找到了，则完成了人造孔结构 12' 的设计参数选择；若没找到，则换一种形状的人造孔结构 12'，重复上面的循环，一直到找到我们想要的电磁参数为止。如果还是未找到，则上述过程也不会停止。也就是说只有找到了我们需要的电磁参数的人造孔结构 12'，程序才会停止。由于这个过程都是由计算机完成的，因此，看似复杂，其实很快就能完成。

请参阅图 6，为本发明第一实施例的又一种形式的核心层 10，所述核心层的每一核心层片层 11 的多个人造孔结构 12 形状相同，所述多个人造孔结构 12' 中填充有折射率小于基材 13 的介质，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的多个人造孔结构 12' 具有相同的体积，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随

着半径的增大人造孔结构 12' 的体积逐渐增大, 所述圆形区域内体积最大的人造孔结构 12' 的体积大于与其相邻的环形区域内体积最小的人造孔结构 12' 的体积, 相邻两个环形区域, 处于内侧的环形区域内体积最大的人造孔结构 12' 的体积大于处于外侧的环形区域内体积最小的人造孔结构 12' 的体积。由于人造孔结构 12' 中填充有折射率小于基材的介质, 因此人造孔结构 12' 体积越大, 则填充的介质越多, 其对应的折射率反而越小, 因此, 通过此方式也可以实现核心层片层的折射率分布按公式 (1) 的分布。

图 5 与图 6 从外观上看完全相同, 折射率分布也相同, 只是其实现上述折射率分布的方式有所不同 (填充介质不同), 图 5 与图 6 中的核心层 10 均为四层的结构, 这里只是示意性的, 根据不同的需要 (不同的入射电磁波), 以及不同的设计需要, 可以有不同的层数。

当然, 核心层片层 11 并不限于上述两种形式, 例如, 每个人造孔结构 12' 可以分成若干个体积相同的单元孔, 通过每个基材单元 V 上的单元孔的数量来控制每一超材料单元 D 上的人造孔结构 12' 的体积也可以实现相同的目的。再例如, 核心层片层 11 可以是如下的形式, 即, 同一核心层片层所有的人造孔结构体积相同, 但是其填充的介质的折射率对应于公式 (1)。

作为替代, 本发明第一实施例中: 核心层片层 11 的折射率 $n(r)$ 分布公式中的 l 表示馈源到核心层的距离 (第一实施例中 l 表示馈源到与其靠近的匹配层的距离)。所述核心层的基材由陶瓷材料、高分子材料、铁电材料、铁氧材料或铁磁材料等制得。高分子材料可选用的有聚四氟乙烯、环氧树脂、F4B 复合材料、FR-4 复合材料等。例如, 聚四氟乙烯的电绝缘性非常好, 因此不会对电磁波的电场产生干扰, 并且具有优良的化学稳定性、耐腐蚀性, 使用寿命长。

请参阅图 8-14, 本发明第二实施例的后馈式卫星电视天线, 其在上述第一实施例结构的基础上, 进一步设置有一具有电磁波发散功能的发散元件 200 在馈源 1 的前方, 位于馈源和超材料面板 100 之间。

所述发散元件 200 可以是凹透镜也可是图 12 或图 14 所示的发散超材料面

板 300, 所述发散超材料面板 300 包括至少一个发散片层 301, 所述发散片层 301 的折射率如图 9 所示, 所述发散片层 301 的折射率以其中心 O3 为圆心呈圆形分布, 且相同半径处的折射率相同, 随着半径的增大折射率逐渐减小。超材料面板与馈源之间设置的具有电磁波发散功能的发散元件, 具有如下效果: 即, 在馈源接收电磁波的范围一定的情况下 (即超材料面板的接收电磁波辐射的范围一定的情况下), 相较于不加发散元件, 馈源与超材料面板之间的距离减小, 从而可以大大缩小天线的体积。

发散片层 301 上的折射率分布规律可以为线性变化, 即 $n_R = n_{\min} + KR$, K 为常数, R 为半径 (以发散片层 301 的中心 O3 为圆心), n_{\min} 为发散片层 301 上的折射率最小值, 也即发散片层 301 的中心 O3 处的折射率。另外, 发散片层 301 上的折射率分布规律亦可为平方率变化, 即 $n_R = n_{\min} + KR^2$; 或为立方率变化即 $n_R = n_{\min} + KR^3$; 或为幂函数变化, 即 $n_R = n_{\min} * K^R$ 等。

图 10 是实现图 9 所示的折射率分布的一种形式的发散片层 400, 如图 11 及图 10 所示, 所述发散片层 400 包括片状的基材 401、附着在基材 401 上的金属微结构 402 及覆盖金属微结构 402 的支撑层 403, 发散片层 400 可划分为多个相同的第一发散单元 404, 每一第一发散单元包括一金属微结构 402 以及其所占据的基材单元 405 及支撑层单元 406, 每一发散片层 400 在厚度方向上只有一个第一发散单元 404, 每一第一发散单元 404 可以是完全相同的方块, 可以是立方体, 也可是长方体, 每一第一发散单元 404 的长、宽、高体积不大于入射电磁波波长的五分之一 (通常为入射电磁波波长的十分之一), 以使得整个发散片层对电磁波具有连续的电场和/或磁场响应。优选情况下, 所述第一发散单元 404 为边长是入射电磁波波长十分之一的立方体。优选情况下, 本发明的所述第一发散单元 404 的结构形式与图 2 所示的超材料单元 D 相同。

图 11 所示为图 10 去掉基材后的正视图, 从图 11 中可以清楚地看出多个金属微结构 402 的空间排布, 以发散片层 400 中心 O3 为圆心 (此处的 O3 在最中间的金属微结构的中点上), 相同半径上的金属微结构 402 具有相同的几何尺寸,

并且随着半径的增大金属微结构 402 的几何尺寸逐渐减小。此处的半径，是指每一金属微结构 402 的中心到发散片层 400 中心 O3 的距离。

所述发散片层 400 的基材 401 由陶瓷材料、高分子材料、铁电材料、铁氧材料或铁磁材料等制得。高分子材料可选用的有聚四氟乙烯、环氧树脂、F4B 复合材料、FR-4 复合材料等。例如，聚四氟乙烯的电绝缘性非常好，因此不会对电磁波的电场产生干扰，并且具有优良的化学稳定性、耐腐蚀性，使用寿命长。

所述金属微结构 402 为铜线或银线等金属线。上述的金属线可以通过蚀刻、电镀、钻刻、光刻、电子刻或离子刻的方法附着在基材上。当然，也可以采用三维的激光加工工艺。所述金属微结构 402 可以采用如图 11 所示的平面雪花状的金属微结构。当然也可是平面雪花状的金属微结构的衍生结构。还可以是“工”字形、“十”字形等金属线。

图 12 所示为利用多个图 10 所示的发散片层 400 所形成的发散超材料面板 300。图中有三层，当然根据不同需要，发散超材料面板 300 可以是由其它层数的发散片层 400 构成。所述的多个发散片层 400 紧密贴合，相互之间可以通过双面胶粘接，或者通过螺栓等固定连接。另外，在图 12 所示的发散超材料面板 300 的两侧还要以设置如图 7 所示的匹配层，以实现折射率的匹配，降低电磁波的反射，增强信号接收。

图 13 是实现图 9 所示的折射率分布的另一种形式的发散片层 500，所述发散片层 500 包括片状的基材 501 及设置在基材 501 上的人造孔结构 502，发散片层 500 可划分为多个相同的第二发散单元 504，每一第二发散单元 504 包括一人造孔结构 502 以及其所占据的基材单元 505，每一发散片层 500 在厚度方向上只有一个第二发散单元 504，每一第二发散单元 504 可以是完全相同的方块，可以是立方体，也可是长方体，每一第二发散单元 504 的长、宽、高体积不大于入射电磁波波长的五分之一（通常为入射电磁波波长的十分之一），以使得整个发散片层对电磁波具有连续的电场和/或磁场响应。优选情况下，所述第二发散单元 504 为边长是入射电磁波波长十分之一的立方体。

如图 13 所示, 所述发散片层 500 上的人造孔结构均为圆柱孔, 以发散片层 500 中心 O3 为圆心 (此处的 O3 在最中间的人造孔结构的中轴线上), 相同半径上的人造孔结构 502 具有相同的体积, 并且随着半径的增大人造孔结构 402 的体积逐渐减小。此处的半径, 是指每一人造孔结构 502 的中心轴线到发散片层 500 最中间的人造孔结构的中轴线的垂直距离。因此, 当每一圆柱孔中填充折射率小于基材的介质材料 (例如空气), 即可实现图 9 所示的折射率分布。当然, 如果以发散片层 500 中心 O3 为圆心, 相同半径上的人造孔结构 502 具有相同的体积, 并且随着半径的增大人造孔结构 402 的体积逐渐增大, 则需要在每一圆柱孔中填充折射率大于基材的介质材料, 才能实现图 9 所示的折射率分布。

当然, 发散片层并不限于上述此种形式, 例如, 每个人造孔结构可以分成若干个体积相同的单元孔, 通过每个基材单元上的单元孔的数量来控制每一第二发散单元上的人造孔结构的体积也可以实现相同的目的。再例如, 发散片层还可以是如下的形式, 即, 同一发散片层所有的人造孔结构体积相同, 但是其填充的介质的折射率满足图 9 所示的分布, 即相同半径上填充的介质材料折射率相同, 并且随着半径的增大填充的介质材料折射率逐渐减小。

所述发散片层 500 的基材 501 由陶瓷材料、高分子材料、铁电材料、铁氧材料或铁磁材料等制得。高分子材料可选用的有聚四氟乙烯、环氧树脂、F4B 复合材料、FR-4 复合材料等。例如, 聚四氟乙烯的电绝缘性非常好, 因此不会对电磁波的电场产生干扰, 并且具有优良的化学稳定性、耐腐蚀性, 使用寿命长。

所述人造孔结构 502 可以通过高温烧结、注塑、冲压或数控打孔的方式形成在基材上。当然对于不同材料的基材, 人造孔结构的生成方式也会有所不同, 例如, 当选用陶瓷材料作为基材时, 优选采用高温烧结的形式在基材上生成人造孔结构。当选用高分子材料作为基材时, 例如聚四氟乙烯、环氧树脂, 则优选采用注塑或冲压的形式在基材上生成人造孔结构。

上述的人造孔结构 502 可以是圆柱孔、圆锥孔、圆台孔、梯形孔或方形孔一种或组合。当然也可以是其它形式的孔。每一第二发散单元上的人造孔结构

的形状根据不同的需要，可以相同，也可以不同。当然，为了更加容易加工制造，整个超材料，优选情况下，采用同一种形状的孔。

图 14 所示为利用多个图 13 所示的发散片层 500 所形成的发散超材料面板 300。图中有三层，当然根据不同需要，发散超材料面板 300 可以由其它层数的发散片层 500 构成。所述的多个发散片层 500 紧密贴合，相互之间可以通过双面胶粘接，或者通过螺栓等固定连接。另外，在图 14 所示的发散超材料面板 300 的两侧还要以设置如图 7 所示的匹配层，以实现折射率的匹配，降低电磁波的反射，增强信号接收。

另外，本发明还提供本发明还提供了一种卫星电视接收系统，包括馈源、高频头及卫星接收机，所述卫星电视接收系统还包括上述的后馈式卫星电视天线，所述后馈式卫星电视天线设置在馈源的前方。

馈源、高频头及卫星接收机均为现有的技术，此处不再述说。

上面结合附图对本发明的实施例进行了描述，但是本发明并不局限于上述的具体实施方式，上述的具体实施方式仅仅是示意性的，而不是限制性的，本领域的普通技术人员在本发明的启示下，在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下，还可做出很多形式，这些均属于本发明的保护之内。

权 利 要 求

1、一种后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述后馈式卫星电视天线包括设置在馈源前方的超材料面板，所述超材料面板包括核心层，所述核心层包括至少一个核心层片层，所述核心层片层包括片状的基材以及设置在基材上的多个人造微结构或孔结构，所述核心层片层按照折射率分布可划分为位于中间位置的圆形区域以及分布在圆形区域周围且与所述圆形区域共圆心的多个环形区域，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的折射率相同，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大折射率逐渐减小，所述圆形区域的折射率的最小值小于与其相邻的环形区域的折射率的最大值，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域的折射率的最小值小于处于外侧的环形区域的折射率的最大值。

2、根据权利要求 1 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述核心层片层还包括覆盖人造微结构的填充层。

3、根据权利要求 2 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述核心层包括多个折射率分布相同且相互平行的核心层片层。

4、根据权利要求 3 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述超材料面板还包括设置在核心层两侧的匹配层，以实现从空气到核心层的折射率匹配。

5、根据权利要求 4 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述圆心为核心层片层的中心，所述圆形区域以及多个环形区域的折射率变化范围相同，所述核心层片层的折射率 $n(r)$ 分布满足如下公式：

$$n(r) = n_{\max} - \frac{\sqrt{l^2 + r^2} - l - k\lambda}{d} ;$$

其中， $n(r)$ 表示核心层片层上半径为 r 处的折射率值；

l 为馈源到与其靠近的匹配层的距离，或 l 为馈源到核心层的距离；

其中， d 为核心层的厚度， $d = \frac{\lambda}{n_{\max} - n_{\min}}$ ；

n_{\max} 表示核心层片层上的折射率最大值；

n_{\min} 表示核心层片层上的折射率最小值；

$k = \text{floor}\left(\frac{\sqrt{l^2 + r^2} - l}{\lambda}\right)$ ， floor 表示向下取整数。

6、根据权利要求 5 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述匹配层包括多个匹配层片层，每一匹配层片层具有单一的折射率，核心层两侧的匹配层的多个匹配层片层的折射率均满足以下公式：

$$n(i) = ((n_{\max} + n_{\min})/2)^{\frac{i}{m}};$$

其中， m 表示匹配层的总层数， i 表示匹配层片层的编号，其中，靠近核心层的匹配层片层的编号为 m 。

7、根据权利要求 6 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述每一匹配层片层包括材料相同的第一基板及第二基板，所述第一基板与第二基板之间填充空气。

8、根据权利要求 2 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述核心层的每一核心层片层的多个人造微结构形状相同，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的多个人造微结构具有相同的几何尺寸，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大人造微结构的几何尺寸逐渐减小，所述圆形区域内几何尺寸最小的人造微结构的几何尺寸小于与其相邻的环形区域内几何尺寸最大的人造微结构的几何尺寸，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域内几何尺寸最小的人造微结构的几何尺寸小于处于外侧的环形区域内几何尺寸最大的人造微结构的几何尺寸。

9、根据权利要求 1 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述核心层的每一核心层片层的多个人造孔结构形状相同，所述多个人造孔结构中填充有折射率大于基材的介质，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的多个人造孔结构具有相同的体积，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大

人造孔结构的体积逐渐减小，所述圆形区域内体积最小的人造孔结构的体积小于与其相邻的环形区域内体积最大的人造孔结构的体积，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域内体积最小的人造孔结构的体积小于处于外侧的环形区域内体积最大的人造孔结构的体积。

10、根据权利要求 1 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述核心层的每一核心层片层的多个人造孔结构形状相同，所述多个人造孔结构中填充有折射率小于基材的介质，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的多个人造孔结构具有相同的体积，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大人造孔结构的体积逐渐增大，所述圆形区域内体积最大的人造孔结构的体积大于与其相邻的环形区域内体积最小的人造孔结构的体积，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域内体积最大的人造孔结构的体积大于处于外侧的环形区域内体积最小的人造孔结构的体积。

11、根据权利要求 1 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述人造微结构为平面雪花状的金属微结构。

12、根据权利要求 1 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述人造孔结构为圆柱孔。

13、根据权利要求 1 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，进一步包括一设置在馈源前方的具有电磁波发散功能的发散元件，所述超材料面板设置在发散元件的前方。

14、根据权利要求 13 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述发散元件为凹透镜。

15、根据权利要求 13 所述的后馈式卫星电视天线，其特征在于，所述发散元件为发散超材料面板，所述发散超材料面板包括至少一个发散片层，所述发散片层的折射率以其中心为圆心呈圆形分布，且相同半径处的折射率相同，随着半径的增大折射率逐渐减小。

16、一种卫星电视接收系统，包括馈源、高频头及卫星接收机，其特征在

于，所述卫星电视接收系统还包括一后馈式卫星电视天线，所述后馈式卫星电视天线设置在馈源的前方，包括：设置在馈源前方的超材料面板，所述超材料面板包括核心层，所述核心层包括至少一个核心层片层，所述核心层片层包括片状的基材以及设置在基材上的多个人造微结构或孔结构，所述核心层片层按照折射率分布可划分为位于中间位置的圆形区域以及分布在圆形区域周围且与所述圆形区域共圆心的多个环形区域，所述圆形区域及环形区域内相同半径处的折射率相同，且在圆形区域及环形区域各自的区域内随着半径的增大折射率逐渐减小，所述圆形区域的折射率的最小值小于与其相邻的环形区域的折射率的最大值，相邻两个环形区域，处于内侧的环形区域的折射率的最小值小于处于外侧的环形区域的折射率的最大值。

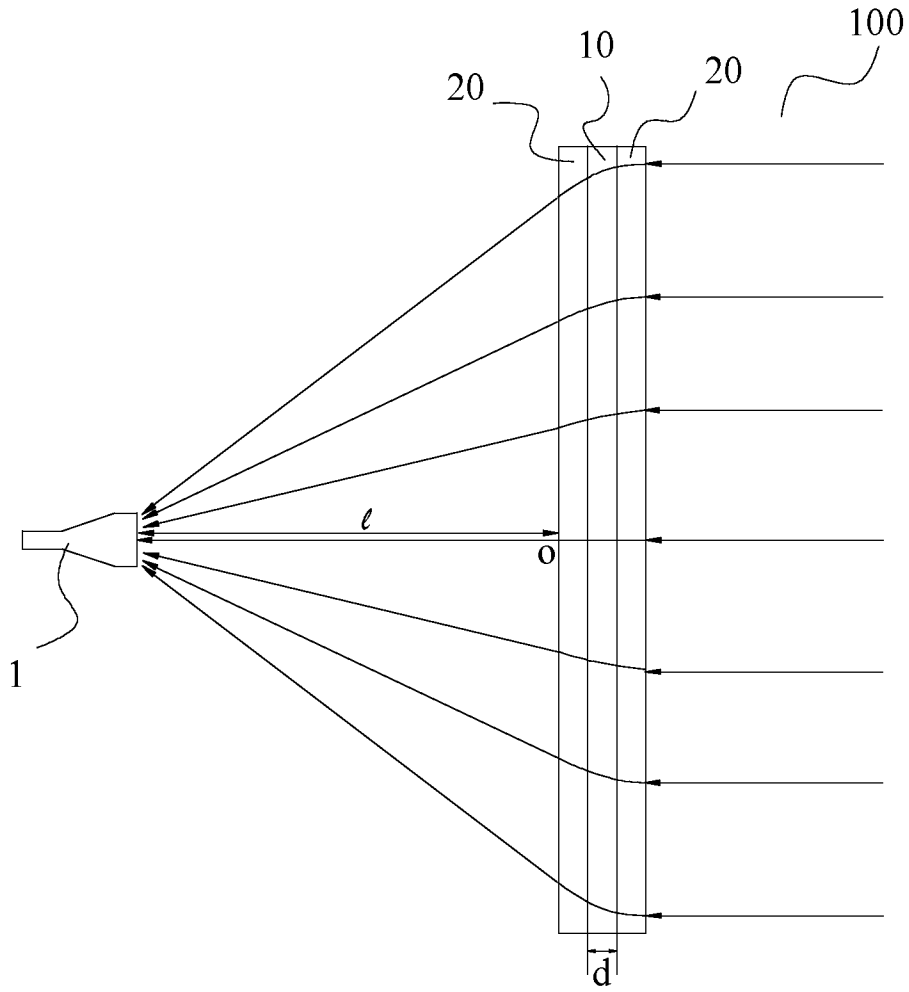


图 1

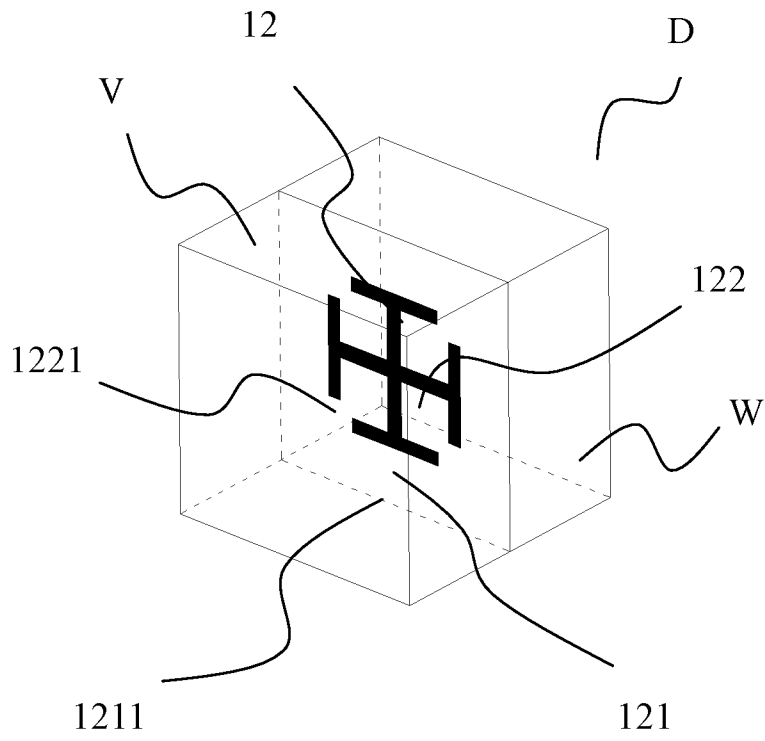


图 2a

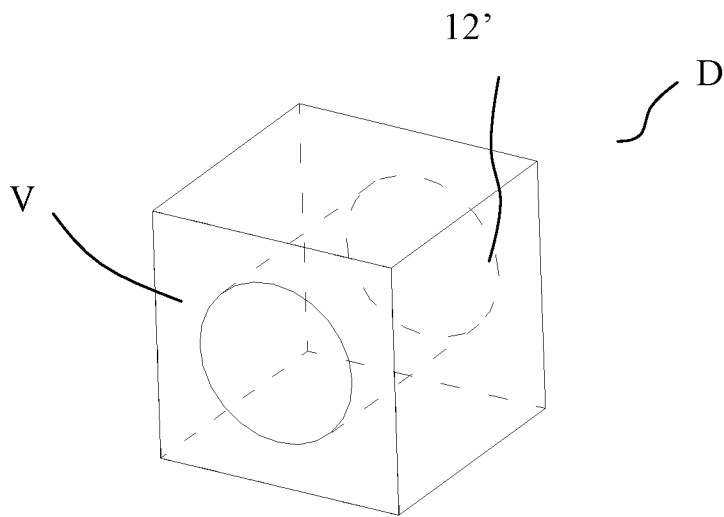


图 2b

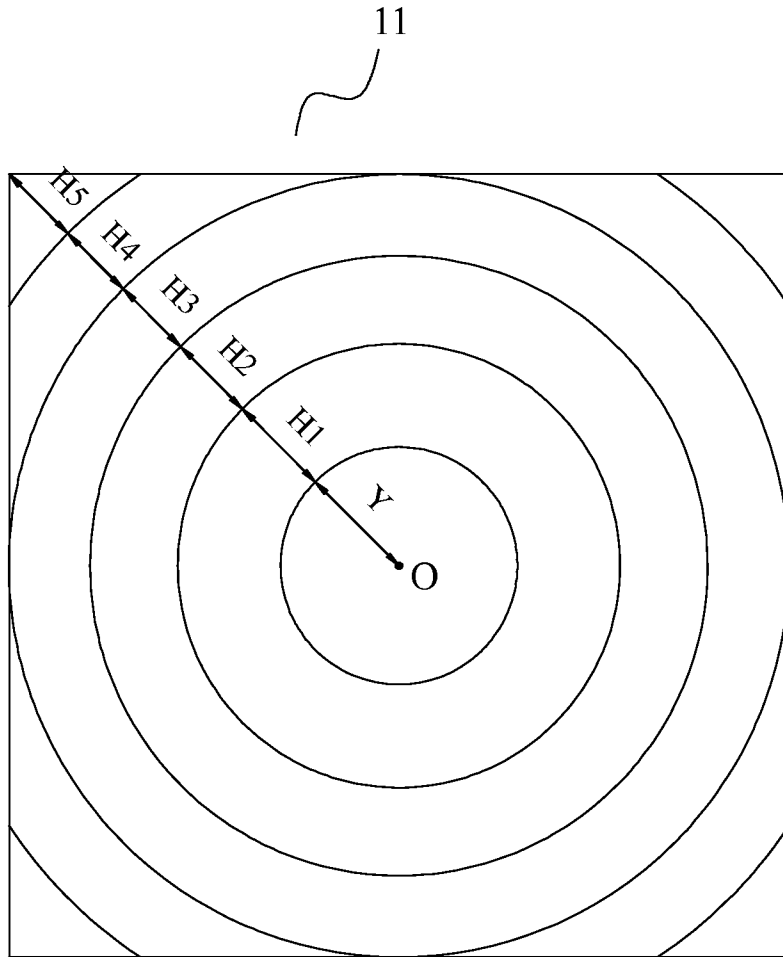


图 3

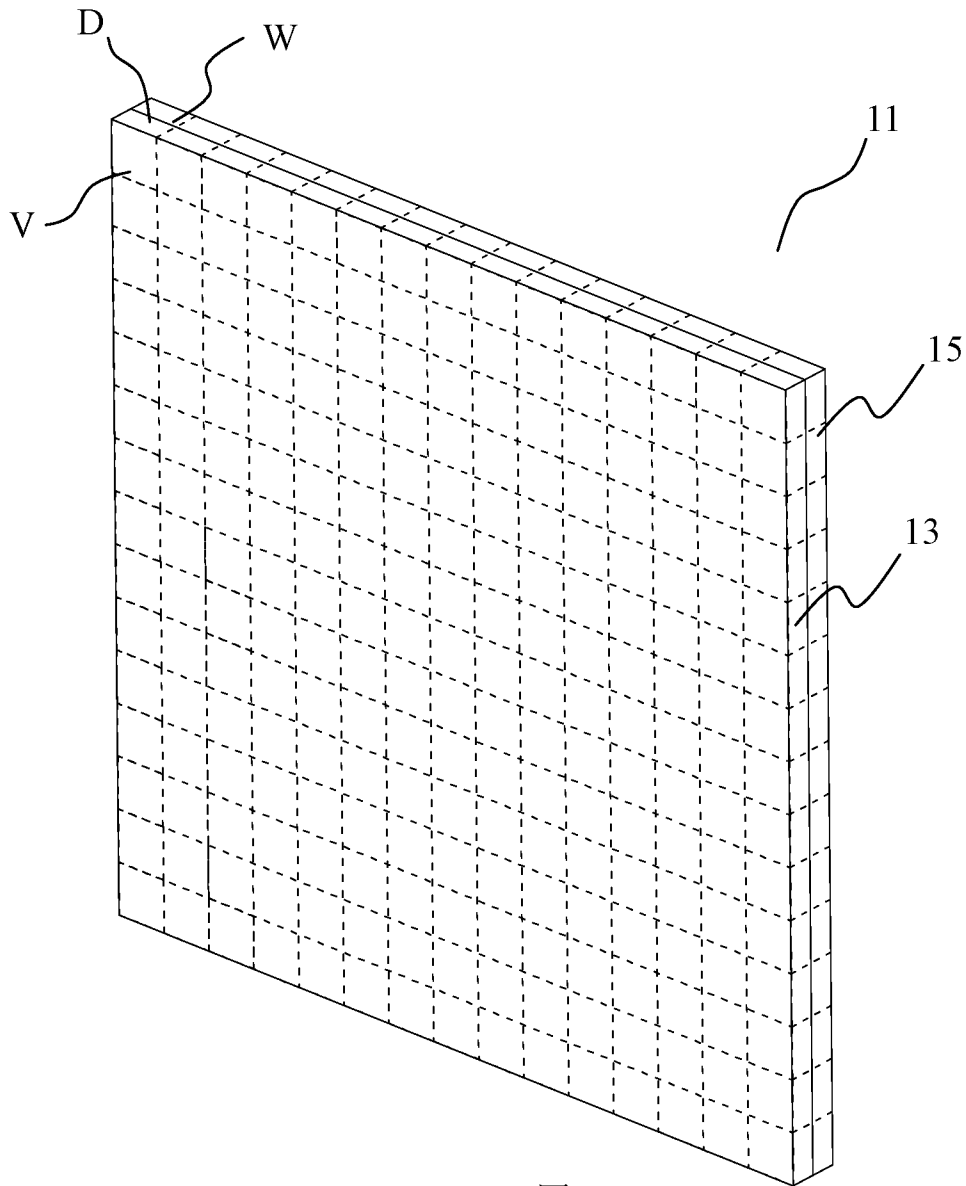


图 4

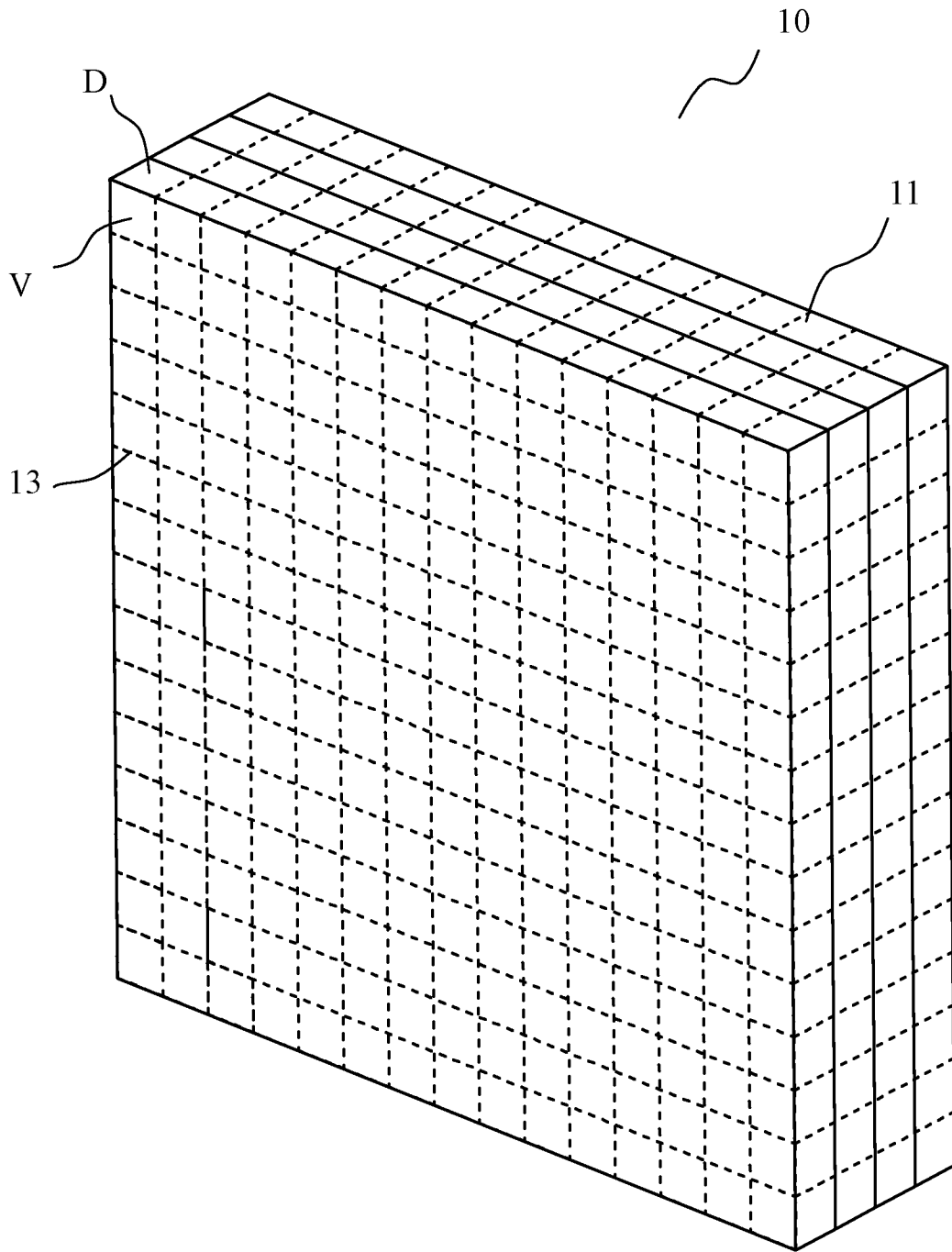
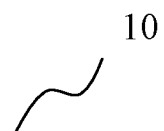


图 5

D



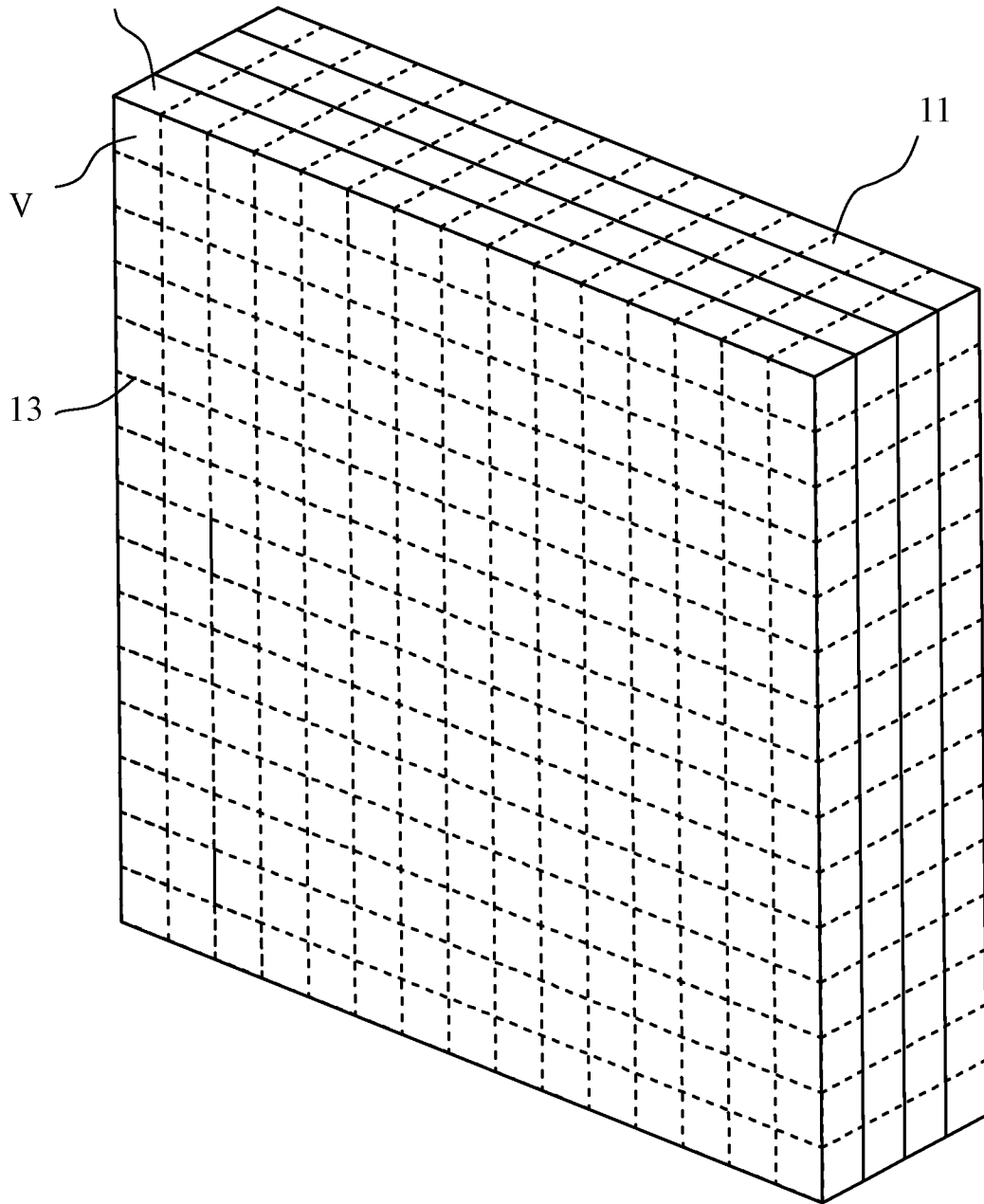


图 6

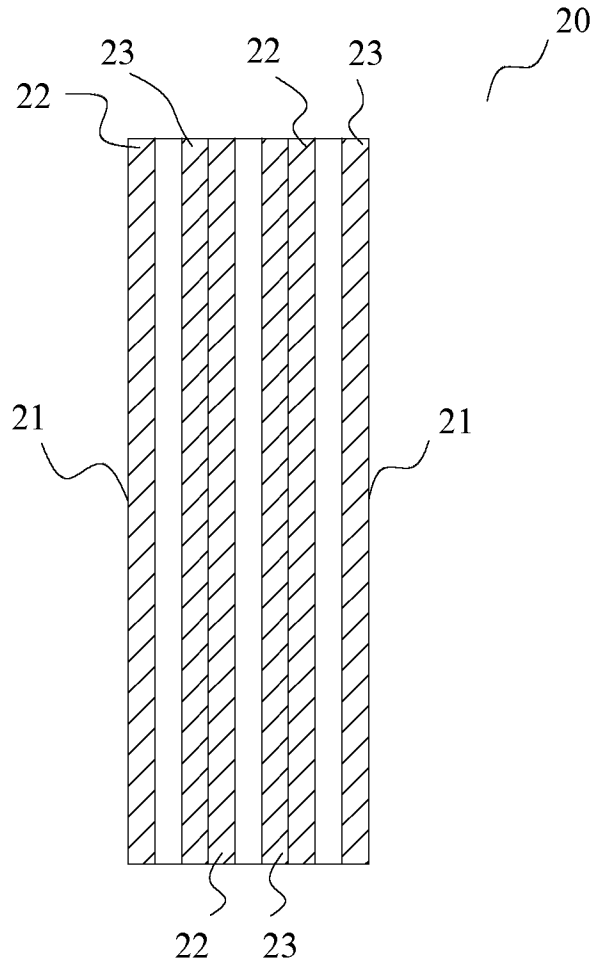


图 7

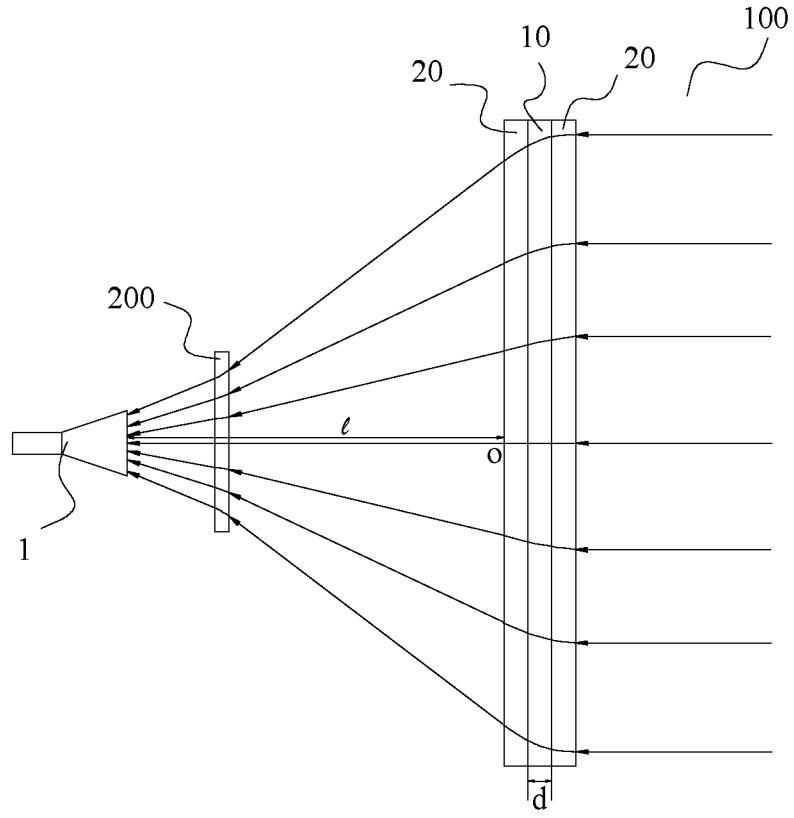


图 8

301

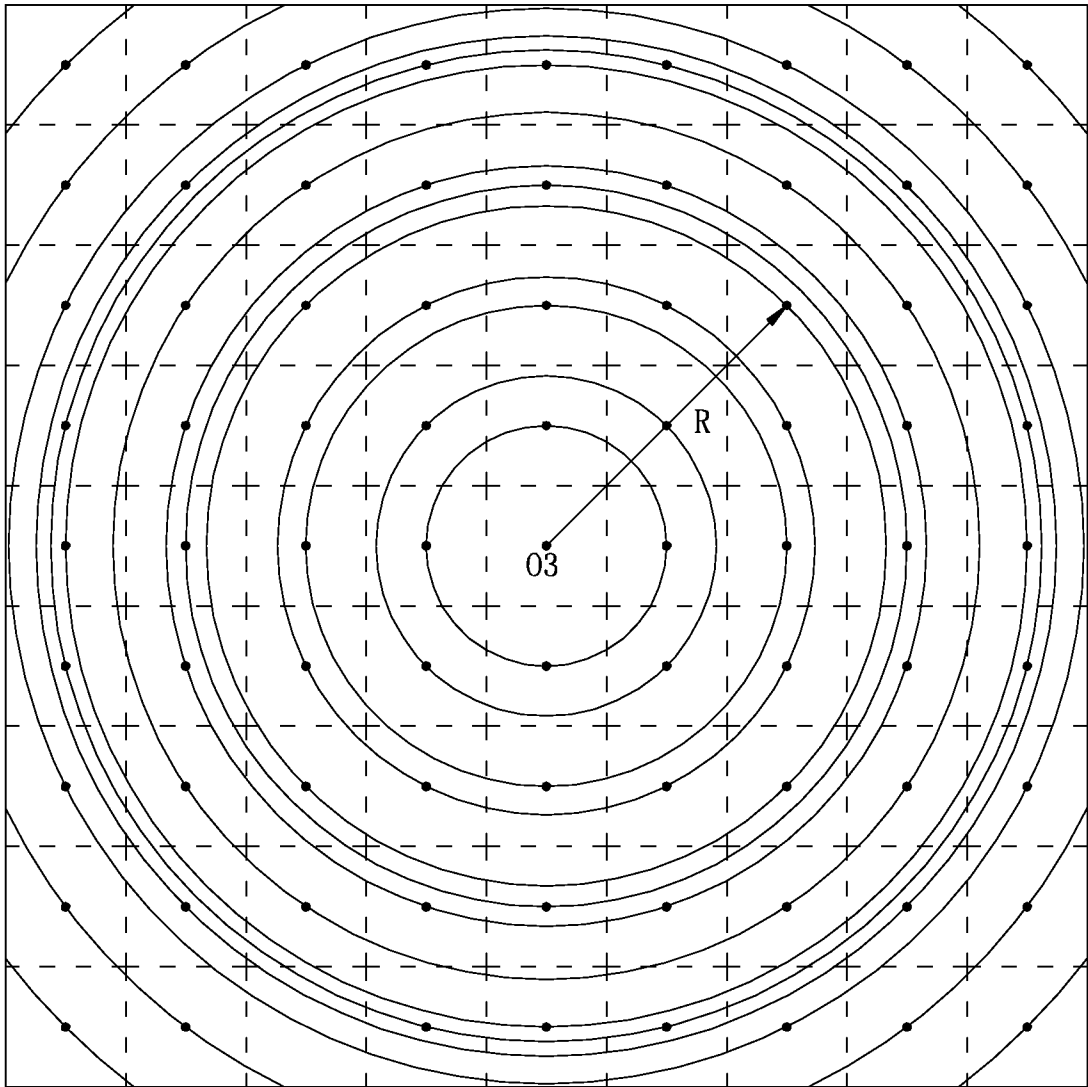


图 9

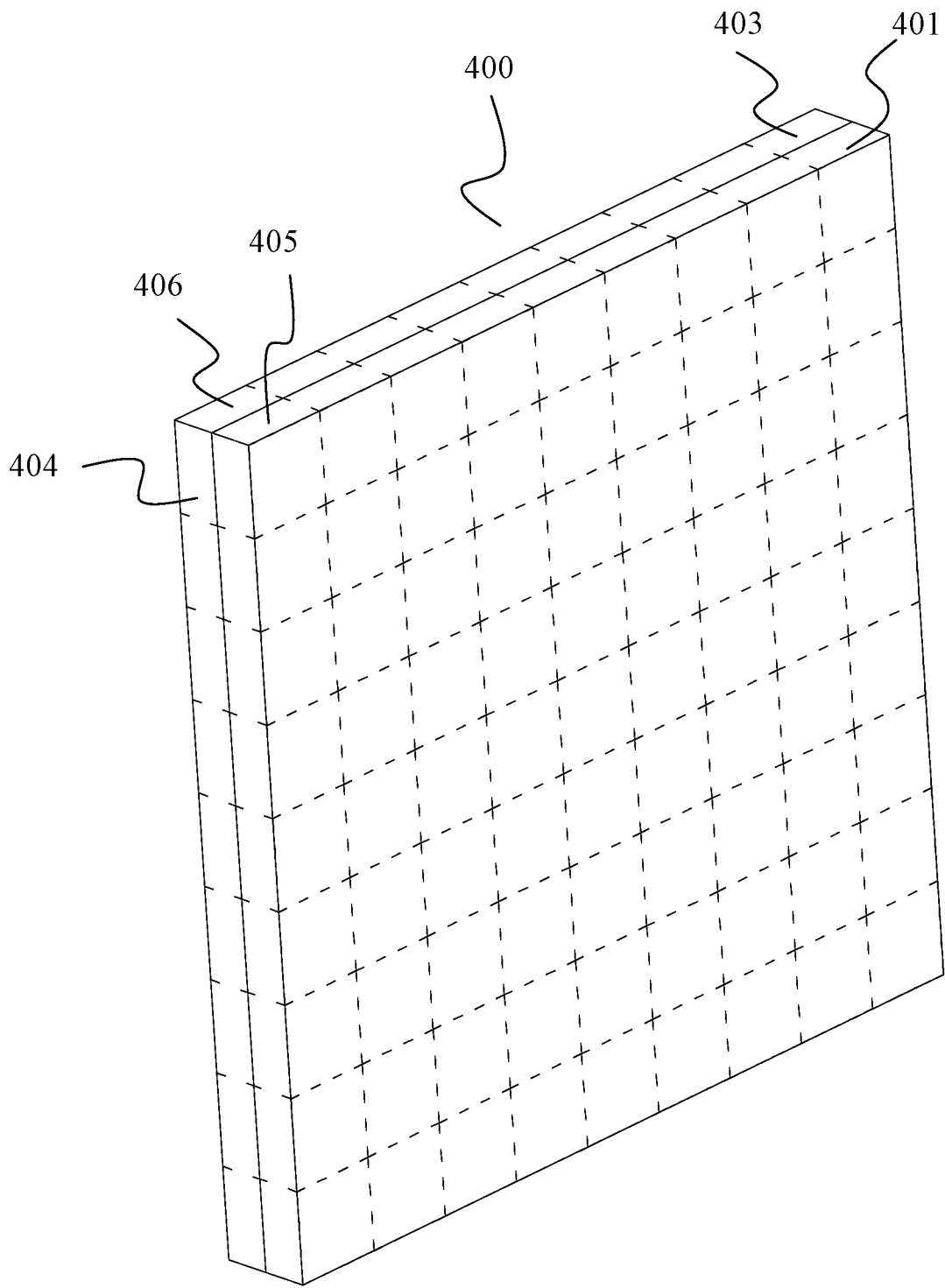


图 10

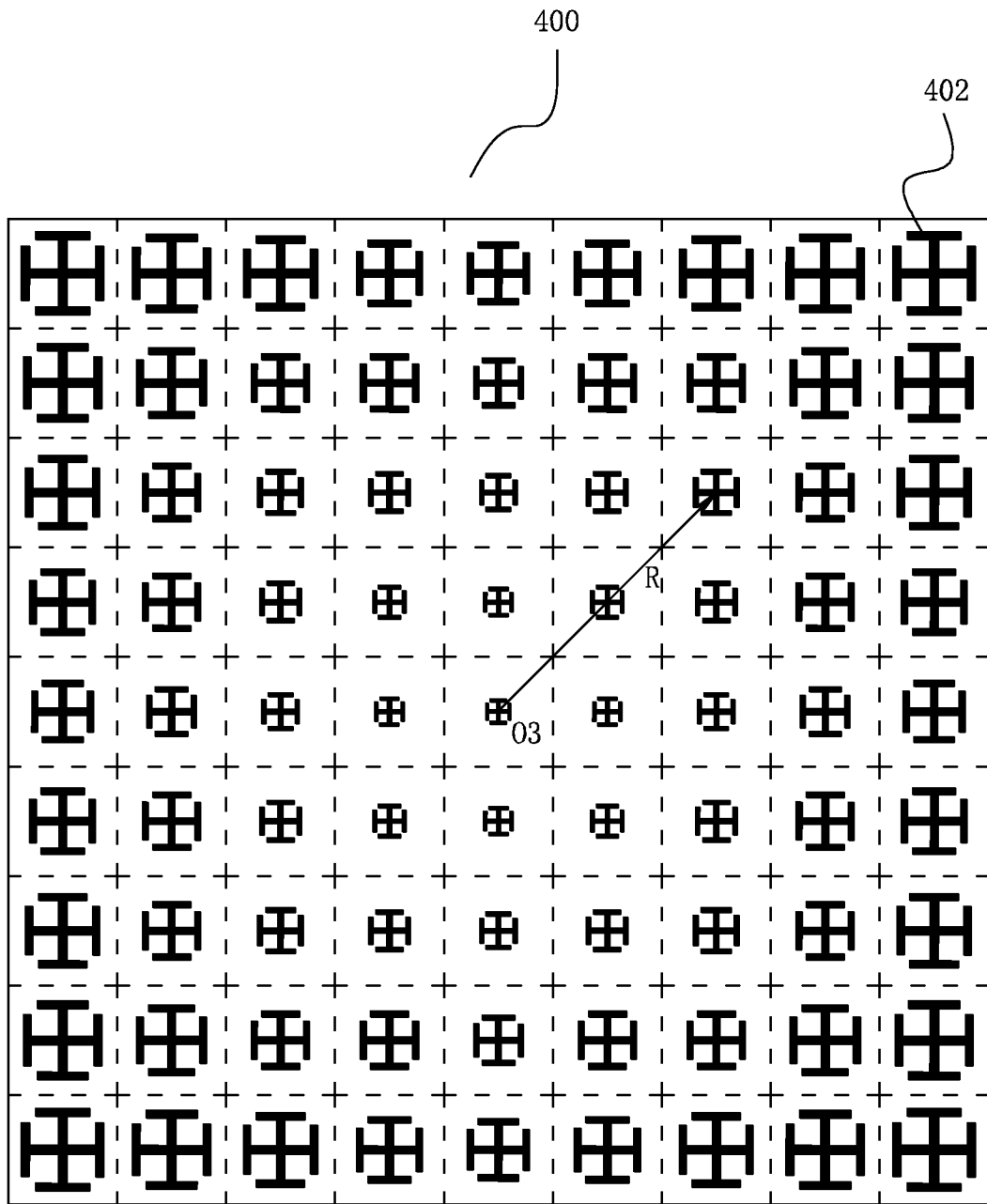


图 11

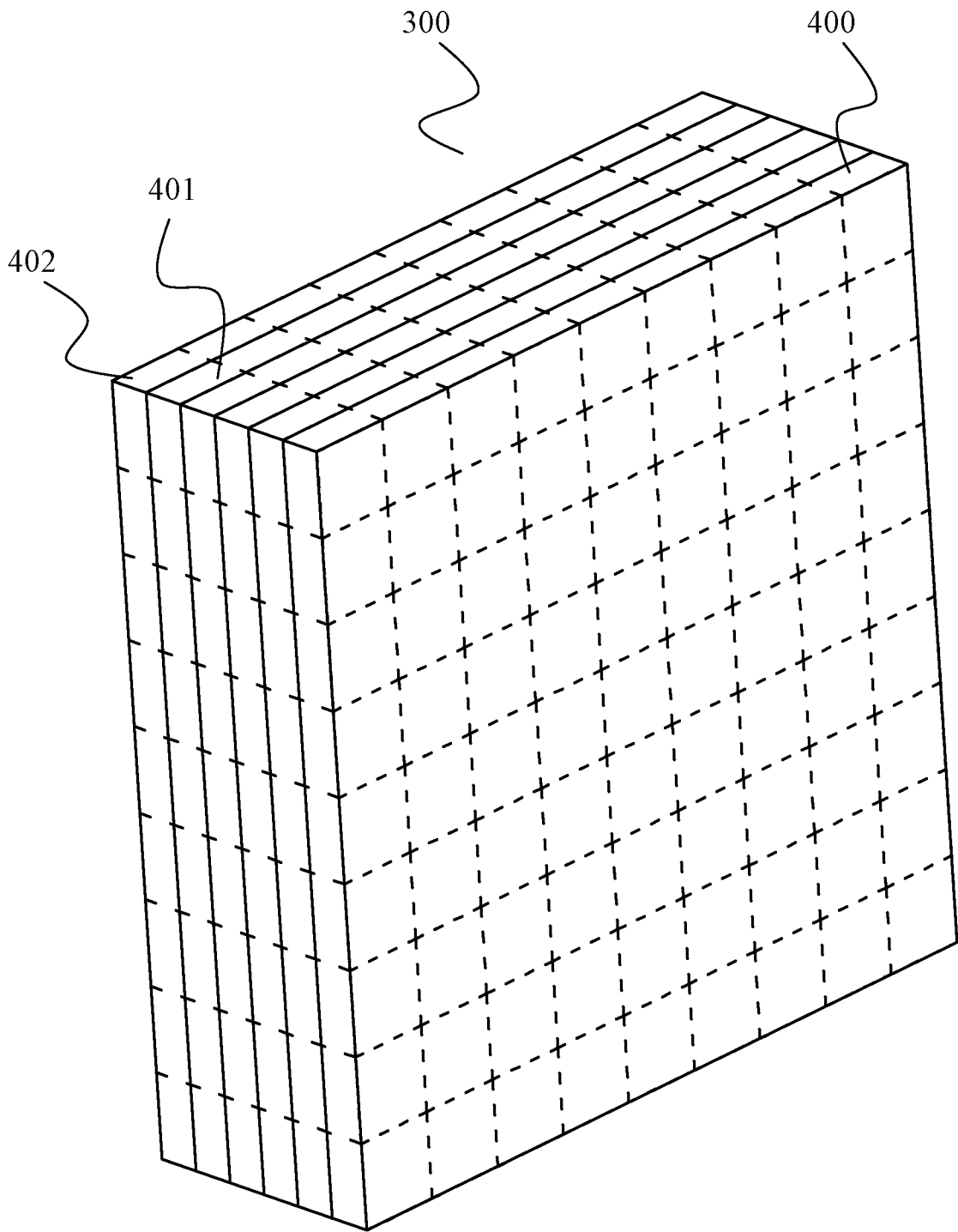


图 12

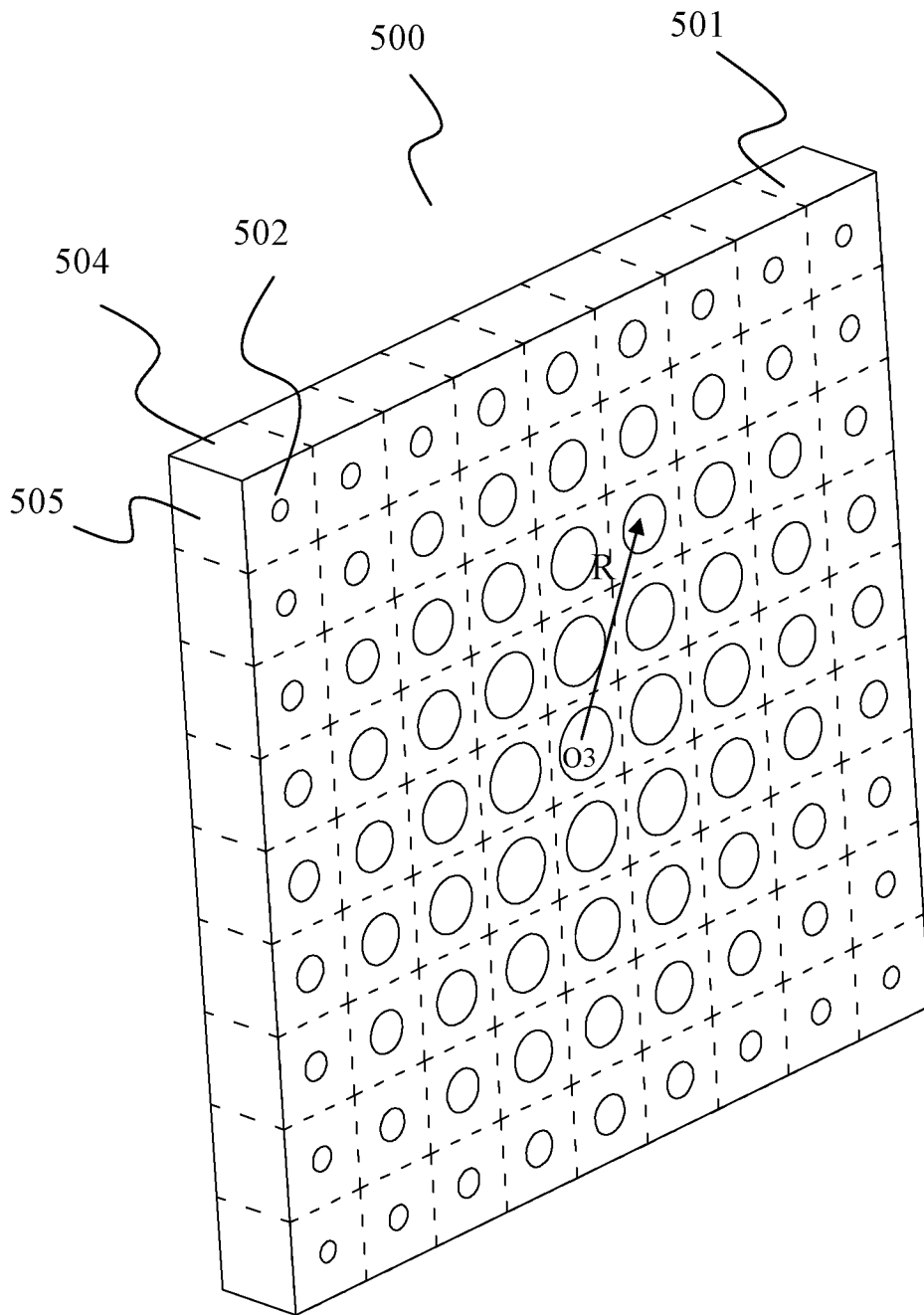


图 13

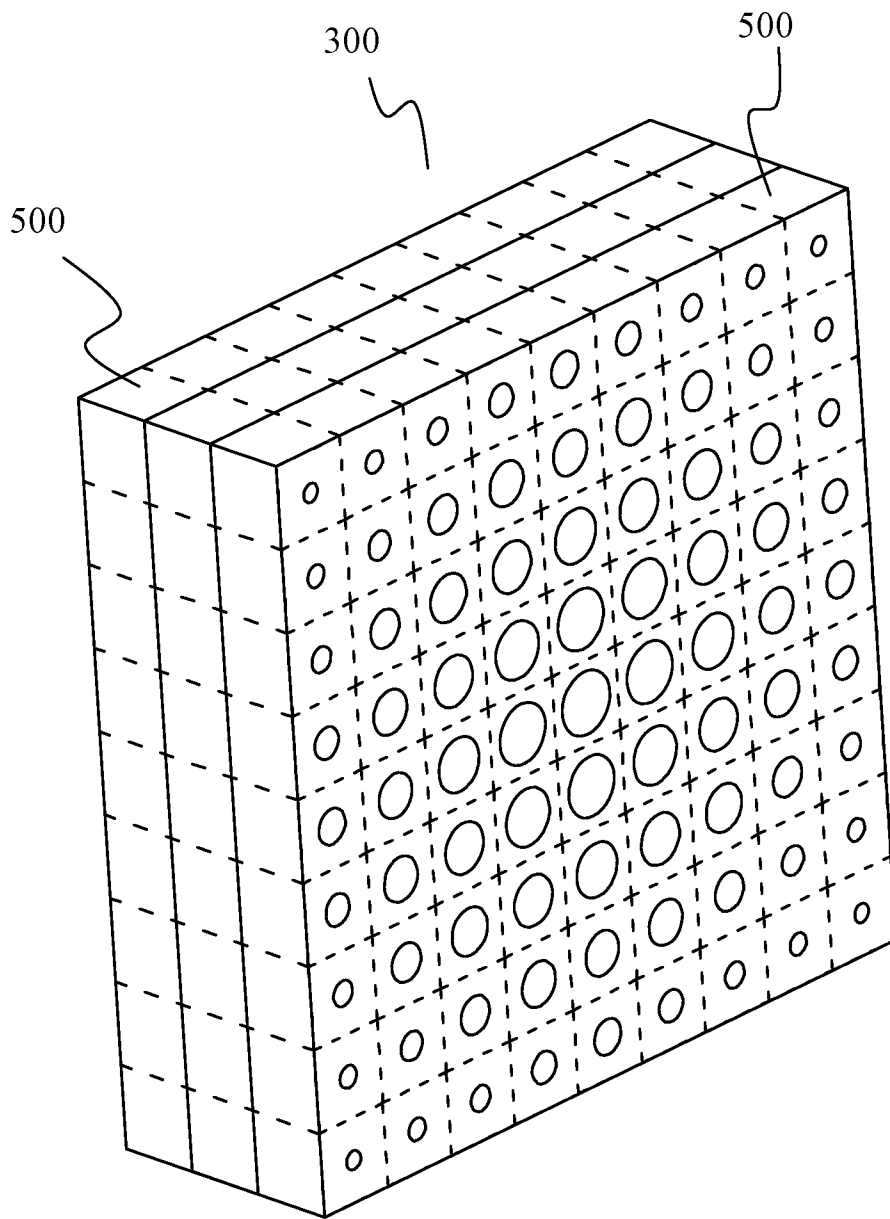


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2011/082323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01Q15/02(2006.01)j		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: H01Q; H01P; G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNABS, CNKI, VEN: metamaterial, meta-material, layer, laminate, refract, permittivity, dielectric constant, permeability, ring, circle		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN201450116U (UNIV SOUTHEAST) 05 May 2010(05.05.2010) the whole document	1-16
A	CN101587990A (UNIV SOUTHEAST) 25 Nov. 2009(25.11.2009) the whole document	1-16
A	US20110069377A1 (Wu et al.) 24 Mar. 2011(24.03.2011) the whole document	1-16
A	JP2011112942A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 09 Jun. 2011(09.06.2011) the whole document	1-16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family	
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
10 Apr. 2012 (10.04.2012)	03 May 2012 (03.05.2012)	
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451	Authorized officer WANG, Tingting Telephone No. (86-10) 62412161	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/082323

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN201450116U	05.05.2010	None	
CN101587990A	25.11.2009	None	
US20110069377A1	24.03.2011	WO2011035230A2	24.03.2011
		WO2011035230A3	30.06.2011
JP2011112942A	09.06.2011	None	

A. 主题的分类 <p style="text-align: center;">H01Q15/02(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类</p>																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) <p style="text-align: center;">IPC: H01Q; H01P; G02B</p>																	
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 																	
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) <p style="text-align: center;">CNABS,CNKI: 后馈, 天线, 超材料, 超介质, 特异材料, 人工电磁, 人造电磁, 带隙, 微结构, 子结构, 周期结构, 人造结构, 人工结构, 折射率, 介电常数, 磁导率, 导磁系数, 圆, 环, 圈, 大, 小, 变, 梯度</p> <p style="text-align: center;">VEN: metamaterial, meta-material, layer, laminate, refract, permittivity, dielectric constant, permeability, ring, circle</p>																	
C. 相关文件																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">类 型*</th> <th style="width: 70%;">引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th style="width: 20%;">相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>CN201450116U (东南大学) 05.5 月 2010(05.05.2010) 全文</td> <td style="text-align: center;">1-16</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>CN101587990A (东南大学) 25.11 月 2009(25.11.2009) 全文</td> <td style="text-align: center;">1-16</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US20110069377A1 (Wu 等) 24.3 月 2011(24.03.2011) 全文</td> <td style="text-align: center;">1-16</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP2011112942A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 09.6 月 2011(09.06.2011) 全文</td> <td style="text-align: center;">1-16</td> </tr> </tbody> </table>	类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN201450116U (东南大学) 05.5 月 2010(05.05.2010) 全文	1-16	A	CN101587990A (东南大学) 25.11 月 2009(25.11.2009) 全文	1-16	A	US20110069377A1 (Wu 等) 24.3 月 2011(24.03.2011) 全文	1-16	A	JP2011112942A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 09.6 月 2011(09.06.2011) 全文	1-16	<input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。	
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN201450116U (东南大学) 05.5 月 2010(05.05.2010) 全文	1-16															
A	CN101587990A (东南大学) 25.11 月 2009(25.11.2009) 全文	1-16															
A	US20110069377A1 (Wu 等) 24.3 月 2011(24.03.2011) 全文	1-16															
A	JP2011112942A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 09.6 月 2011(09.06.2011) 全文	1-16															
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件													
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																
国际检索实际完成的日期 <p style="text-align: center;">10.4 月 2012(10.04.2012)</p>	国际检索报告邮寄日期 <p style="text-align: center;">03.5 月 2012 (03.05.2012)</p>																
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	受权官员 <p style="text-align: center;">王婷婷</p> 电话号码: (86-10) 62412161																

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/082323

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN201450116U	05.05.2010	无	
CN101587990A	25.11.2009	无	
US20110069377A1	24.03.2011	WO2011035230A2	24.03.2011
		WO2011035230A3	30.06.2011
JP2011112942A	09.06.2011	无	