

(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
2014 年 1 月 9 日 (09.01.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/005521 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01Q 15/00 (2006.01) H01Q 15/16 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/078758
- (22) 国际申请日: 2013 年 7 月 3 日 (03.07.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210226480.4 2012 年 7 月 3 日 (03.07.2012) CN
- (71) 申请人: 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: 刘若鹏 (LIU, Ruopeng); 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)。季春霖 (JI, Chunlin); 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)。岳玉涛 (YUE, Yutao); 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)。刘豫青 (LIU, Yuqing); 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)。

(74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (CN)。

(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, BN, 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, 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, PA, 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。

[见续页]

(54) Title: ANTENNA REFLECTOR PHASE CORRECTION FILM AND REFLECTOR ANTENNA

(54) 发明名称: 一种天线反射面相位校正贴膜及反射面天线

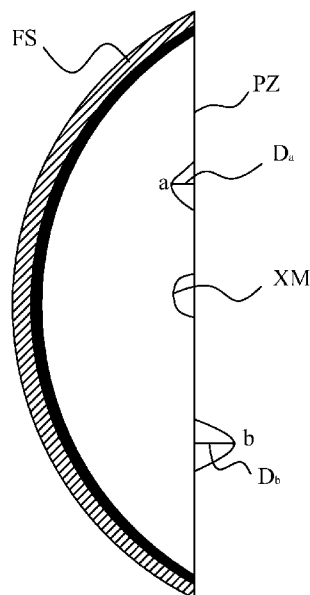


图 8 / Fig. 8

(57) Abstract: An antenna reflector phase correction film. The antenna reflector phase correction film comprises a first substrate, a second substrate, and multiple artificial microstructures arranged between the first substrate and the second substrate. The artificial microstructures are filaments made of an electrically-conductive material. The first substrate and the second substrate are soft substrates. A reasonable design of the refractive rate distribution of the antenna reflector phase correction film allows an electromagnetic wave emitted to have a flat equiphase surface when the electromagnetic wave is reflected by an antenna reflector having affixed thereto the antenna reflector phase correction film. The antenna reflector phase correction film is provided therein with a specific refractive rate distribution, allows simply by being affixed onto a conventional reflector for correction of the surface emission phase of the reflector, and is capable of improving on phase errors caused by installation or processing, thus acquiring a flat emission equiphase surface, and thereby improving the far-field performance of an antenna.

(57) 摘要: 一种天线反射面相位校正贴膜, 所述天线反射面相位校正贴膜包括第一基板、第二基板及设置在第一基板与第二基板之间的多个人造微结构, 所述人造微结构为由导电材料制成的丝线, 所述第一基板及第二基板为柔性基板, 合理设计天线反射面相位校正贴膜的折射率分布, 使得电磁波经过贴附有该天线反射面相位校正贴膜的反射面反射后, 出射的电磁波具有平整的等相位面; 该天线反射面相位校正贴膜, 内部具有特定的折射率分布, 使得贴附在传统的反射面上即可校正反射面表面出射相位, 可以改善由安装或者是加工带来的相位误差, 从而得到一个平整的出射等相位面, 进而可以改进天线的远场性能。

WO 2014/005521 A1



(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, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种天线反射面相位校正贴膜及反射面天线

技术领域

本发明涉及超材料领域，更具体地说，涉及一种天线反射面相位校正贴膜及反射面天线。

5 背景技术

抛物反射面天线是雷达、通信等电子设备的重要组成部分，天线反射面表面精度是影响天线增益等电性能的主要因素。目前，随着天线口径的增大，工作频率的提高，对天线反射面精度要求也越来越高。大型抛物面天线的反射面往往由几十、甚至几百个反射面拼装而成，故天线面板的安装调整水平成为影响天线反射面精度的主要因素之一。过去传统的方法是装配人员根据面板实测数据凭经验对天线面板的位置进行调整。这种方式导致天线面板安装定位时，调整次数较多，效率和精度较低。特别当天线面板较多，精度要求较高的情况下，上述问题更加突出。

其次，天线抛物面设计往往按照理想抛物面来，馈源非点源也会造成电磁波出射表面相位误差。

15 发明内容

本发明要解决的技术问题是，针对现有的反射面天线容易造成电磁波出射表面相位误差的缺陷，提供一种能够校正反射面表面出射相位的天线反射面相位校正贴膜。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：一种天线反射面相位校正贴膜，
20 天线反射面相位校正贴膜包括第一基板、第二基板及设置在第一基板与第二基板之间的多个人造微结构，人造微结构为由导电材料制成的丝线，第一基板及第二基板为柔性基板，合理设计天线反射面相位校正贴膜的折射率分布，使得电磁波经过贴附有该天线反射面相位校正贴膜的天线反射面反射后，出射的电磁波具有平整的等相位面。

25 进一步地，定义由天线反射面直接反射后得到的等相位面为原始等相位面，定义原始等相位面上任一点到理想的等相位面的垂直距离为 D_m ，出射的电磁波在 D_m 这一距离上所经过的相位为 X_m ，则有，

$$X_m = \pm \frac{\omega D_m}{c};$$

当原始等相位面上的点处于理想等相位面的左侧时， X_m 取正值；

当原始等相位面上的点处于理想等相位面的右侧时， X_m 取负值；

等相位面上的点的大小与单个人造微结构大小相当；

5 其中， ω 为电磁波的角频率；

c 为光速。

进一步地，天线反射面相位校正贴膜对应于 X_m 等于零的部分其折射率为一定值 n_1 ，天线反射面相位校正贴膜对应于 X_m 不等于零的部分其折射率为 n_m ，且有

$$10 \quad n_m = n_1 - \frac{X_m \times c}{\omega \times 2d};$$

其中， ω 为电磁波的角频率；

d 为天线反射面相位校正贴膜的厚度；

c 为光速。

进一步地，所述人造微结构具有相交的第一主线和第二主线，所述第一主线及
15 所述第二主线相互垂直平分，所述第一主线与所述第二主线的长度相同。

进一步地，所述人造微结构分别以所述第一主线和所述第二主线为对称轴成轴对称结构。

进一步地，所述第一主线两端连接有两个第一折角线，所述两个第一折角线的拐角为 90 度，所述第一主线与所述第一折角线的拐角的角平分线重合。

20 进一步地，所述第二主线两端连接有两个第二折角线，所述两个第二折角线的拐角为 90 度，所述第二主线与所述第二折角线的拐角的角平分线重合。

进一步地，所述第一折角线具有第一拐角点，所述第一主线两端分别连接在两个所述第一折角线的两个第一拐角点上，所述第一折角线具有相同长度的第一水平

角边及第一竖直角边。

进一步地，所述第二折角线具有第二拐角点，所述第二主线两端分别连接在两个所述第二折角线的两个第二拐角点上，所述第二折角线具有相同长度的第二水平角边及第二竖直角边。

- 5 进一步地，所述第一主线两端连接在相同长度的两个第一支线的中点上，所述第二主线两端连接在相同长度的两个第二支线的中点上。

进一步地，每一所述第一支线的两端向里弯折延伸出两个第一折线，每一所述第二支线的两端向里弯折延伸出两个第二折线。

- 10 进一步地，人造微结构具有相交的第一主线及第二主线，第一主线两端连接有两个第一折角线，第二主线两端连接有两个第二折角线，第一主线及第二主线相互垂直平分，第一主线与第二主线的长度相同，第一折角线具有第一拐角点，第一主线两端分别连接在两个第一折角线的两个第一拐角点上，第二折角线具有第二拐角点，第二主线两端分别连接在两个第二折角线的两个第二拐角点上。

- 15 进一步地，两个第一折角线的拐角为 90 度，第一主线与第一折角线的拐角的角平分线重合，两个第二折角线的拐角为 90 度，第二主线与第二折角线的拐角的角平分线重合，第一折角线具有相同长度的第一水平角边及第一竖直角边，第二折角线具有相同长度的第二水平角边及第二竖直角边，第一折角线与第二折角线具有相同的尺寸。

- 20 进一步地，人造微结构各处的厚度相同，其厚度为 H_2 ， $0.01\text{ mm} \leq H_2 \leq 0.5\text{ mm}$ ；

人造微结构各处的线宽相同，其线宽为 W ， $0.08\text{ mm} \leq W \leq 0.3\text{ mm}$ ；

第一折角线与其相邻的第二折角线的距离为 d_1 ， $0.08\text{ mm} \leq d_1 \leq 1\text{ mm}$ ；

并且，相邻两个人造微结构之间的间隔为 WL ， $0.08\text{ mm} \leq WL \leq 1\text{ mm}$ ；

相邻两个人造微结构之间的距离为 L ， $1\text{ mm} \leq L \leq 30\text{ mm}$ 。

- 25 进一步地，第一基板与第二基板厚度相同，其厚度为 H_1 ， $0.1\text{ mm} \leq H_1 \leq 1\text{ mm}$ 。

进一步地，第一基板与第二基板的介电常数相同，其介电常数取值范围为 2.5-2.8。

进一步地，第一基板及第二基板由陶瓷材料、F4B 复合材料、FR-4 复合材料或聚苯乙烯制成。

进一步地，人造微结构由铜线或者银线制成，第一基板上的多个人造微结构通过蚀刻、电镀、钻刻、光刻、电子刻或离子刻的方法得到。

5 进一步地，柔性基板为聚酰亚胺或聚脂薄膜。

进一步地，所述天线反射面相位校正贴膜设有缝隙。

进一步地，所述天线反射面相位校正贴膜还包括保护层和/或封边。

进一步地，所述天线反射面相位校正贴膜局部或全部地覆盖待贴附的物体表面上。

10 进一步地，所述天线反射面相位校正贴膜通过粘接、紧固件固定、扣合和卡接方式中的一种或多种而连接到待贴附的物体表面上。

本发明的天线反射面相位校正贴膜，内部具有特定的折射率分布，使得贴附在传统的反射面上即可校正反射面表面出射相位，可以改善由安装或者是加工带来的相位误差，从而得到一个平整的出射等相位面，进而可以改进天线的远场性能（例如更高的增益）。

15

另外本发明还提供一种贴附有上述的天线反射面相位校正贴膜的反射面天线。

附图说明

下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

图 1 是贴附有本发明的天线反射面相位校正贴膜的一种反射面天线；

20 图 2 是本发明的天线反射面相位校正贴膜的结构示意图（透视）；

图 3 是图 2 所示的天线反射面相位校正贴膜去掉第二基板后的正视图；

图 4 是单个人造微结构的结构示意图；

图 5 是本发明另一种形式的人造微结构的结构示意图；

图 6 是本发明另一种形式的人造微结构的结构示意图；

图 7 是图 2 所示实施例的天线反射面相位校正贴膜的折射率相对于频率的电磁响应仿真曲线示意图；

图 8 是本发明的天线反射面相位校正贴膜的设计方法示意图。

具体实施方式

5 本发明的天线反射面相位校正贴膜包括第一基板、第二基板及设置在第一基板与第二基板之间的至少一个导电几何结构，第一基板及第二基板为柔性基板，电磁波经过贴附有该天线反射面相位校正贴膜的天线反射面反射后，出射的电磁波具有等相位面。

10 其中，导电几何结构优选地为人造微结构。人造微结构优选地具有相交的第一主线和第二主线，以及具有分别对称设置于第一主线两端的两个第一辅助线结构和分别对称设置于第二主线两端的两个第二辅助线结构。进一步优选地是，第一辅助线结构和第二辅助线结构的大小和结构相同。另外优选地是，第一主线和第二主线的大小和结构相同，第一主线和第二主线垂直相交于各自的中点。还优选地是，人造微结构相对于第一主线和第二主线均为轴对称结构。

15 本发明的天线反射面相位校正贴膜，内部由于具有导电几何结构而具有特定的折射率分布，使得贴附在传统的天线反射面上即可校正反射面表面出射相位，可以改善由安装或者是加工带来的相位误差，从而得到一个平整的出射等相位面，进而可以改进天线的远场性能（例如更高的增益）。

20 其中，天线反射面相位校正贴膜摊平时，优选其边缘具有一定的缝隙，使得其包覆表面为曲面或不规则形状的天线反射面等待贴附物体时，能够通过缝隙的拼合从而与天线反射面的表面刚好吻合。

另外，天线反射面相位校正贴膜还可以包括保护层和/或封边。设置保护层和/或封边，有利于天线反射面相位校正贴膜抵御外界环境的压力。

25 而且，天线反射面相位校正贴膜还包括设置于第二基板一侧的至少一个第三基板，第二基板和第三基板之间以及每两个相邻的第三基板之间均设置至少一个导电几何结构。也就是说，天线反射面相位校正贴膜的以人造微结构为代表的导电几何结构可以是多层的。

本发明还提供反射面天线，反射面天线的天线反射面上贴附有本发明的天线反射面相位校正贴膜。

在待贴附的物体表面例如反射面天线的天线反射面的整个表面上可以完整地贴附有一块的天线反射面相位校正贴膜。但是，也可以是两层以上的天线反射面相位校正贴膜贴附于反射面天线的天线反射面上的局部或全部表面上。

进一步地，所述天线反射面相位校正贴膜通过粘接、紧固件固定、扣合和卡接方式中的一种或多种而连接到待贴附的物体表面上。粘接方式可以是粘接剂，紧固件可以是螺栓、螺钉、销钉等，卡接可以是开缝后插入的方式，扣合则可能涉及利用塑料或金属的弹性变形来实现。

以下将结合图 1 至图 8 对本发明的优选实施例进行具体说明。

如图 1 至 2 所示，根据本发明实施例的天线反射面相位校正贴膜 TM 包括第一基板 1、第二基板 2 及设置在第一基板 1 与第二基板 2 之间的多个人造微结构 3，所述人造微结构 3 为由导电材料制成的丝线，所述第一基板 1 及第二基板 2 为柔性基板，合理设计天线反射面相位校正贴膜 TM 的折射率分布，使得电磁波经过贴附有该天线反射面相位校正贴膜 TM 的天线反射面 FS 反射后，出射的电磁波具有平整的等相位面。

本发明实施例的柔性基板即为传统的柔性线路板（FPC）所使用的聚酰亚胺或聚酯薄膜。人造微结构可以是金属微结构，其印刷方式可以与传统的 FPC 工艺类似。只是相对于金属线路，本发明的人造微结构是根据折射率的分布设计出来的。

图 1 中的天线反射面 FS 为抛物面反射面，因为本发明实施例的天线反射面相位校正贴膜 TM 是柔性的，所以可以很好的贴合抛物面反射面，当然生产得到的天线反射面相位校正贴膜 TM 则是平面的，可以通过适当的剪裁使得更好地紧密贴附在天线反射面 FS 的表面。

本发明实施例的人造微结构可以是如图 4 所示的人造微结构，如图 4 所示，所述人造微结构 3 具有相互垂直平分的第一主线 31 及第二主线 32，所述第一主线 31 与第二主线 32 的长度相同，所述第一折角线 ZJX1 具有第一拐角点 J1，所述第一主线 31 两端分别连接在两个第一折角线 ZJX1 的两个第一拐角点 J1 上，所述第二折角线 ZJX2 具有第二拐角点 J2，所述第二主线 32 两端分别连接在两个第二折角线 ZJX2 的两个第二拐角点 J2 上。所述两个第一折角线 ZJX1 的拐角为 90 度，第一主线 31 与第一折角线 ZJX1 的拐角的角平分线重合，所述两个第二折角线 ZJX2 的拐角为 90 度，第二主线 32 与第二折角线 ZJX2 的拐角的角平分线重合，所述第一折角线 ZJX1 具有相同长度的第一水平角边 SP1 及第一竖直角边 SZ1，第一水平角边 SP1 及第一竖直角边 SZ1 所成的夹角即为第一折角线 ZJX1 的拐角，所述第二折角

线 ZJX2 具有相同长度的第二水平角边 SP2 及第二竖直角边 SZ2, 第二水平角边 SP2 及第二竖直角边 SZ2 所成的夹角即为第二折角线 ZJX2 的拐角。另外, 所述第一折角线 ZJX1 与第二折角线 ZJX2 具有相同的尺寸。

当然本发明的人造微结构还可以是图 5 及图 6 所示形态的人造微结构。

- 5 图 5 所示为平面雪花状的人造微结构, 所述的雪花状的人造微结构具有相互垂直平分的第一金属线 J1 及第二金属线 J2, 所述第一金属线 J1 与第二金属线 J2 的长度相同, 所述第一金属线 J1 两端连接有相同长度的两个第一金属分支 F1, 所述第一金属线 J1 两端连接在两个第一金属分支 F1 的中点上, 所述第二金属线 J2 两端连接有相同长度的两个第二金属分支 F2, 所述第二金属线 J2 两端连接在两个第二金属分支 F2 的中点上, 所述第一金属分支 F1 与第二金属分支 F2 的长度相等。
- 10

- 图 6 为图 5 的一种变形形式, 所述人造微结构 3 具有相互垂直平分的第一主线 31 及第二主线 32, 所述第一主线 31 与第二主线 32 的长度相同, 所述第一主线 31 两端连接有相同长度的两个第一支线 Z1, 所述第一主线 31 两端连接在两个第一支线 Z1 的中点上, 所述第二主线 32 两端连接有相同长度的两个第二支线 Z2, 所述第二主线 32 两端连接在两个第二支线 Z2 的中点上, 所述第一支线 Z1 与第二支线 Z2 的长度相等, 每一所述第一支线 Z1 的两端向里弯折延伸出两个第一折线 ZX1, 每一所述第二支线 Z2 的两端向里弯折延伸出两个第二折线 ZX2。本实施例中, 所述第一折线 ZX1 与第一支线 Z1 所成的夹角为 θ_1 , 所述第二折线 ZX2 与第二支线 Z2 所成的夹角为 θ_2 , 且有,
- 15

20
$$\theta_1 = \theta_2 ; \quad \theta_1 \leq 45^\circ。$$

优选地, 所述第一折线 ZX1 与第一支线 Z1 所成的夹角 θ_1 及所述第二折线 ZX2 与第二支线 Z2 所成的夹角 θ_2 均为 45 度。即相邻的第一折线 ZX1 与第二折线 ZX2 平行。

图 2 为透视图, 即假定第一基板 1 与第二基板 2 透明, 人造微结构 3 不透明。

- 25 本发明例中, 如图 3 及图 4 所示, 所述人造微结构 3 各处的厚度相同, 其厚度为 H_2 , $0.01\text{ mm} \leq H_2 \leq 0.5\text{ mm}$;

所述人造微结构 3 各处的线宽相同, 其线宽为 W , $0.08\text{ mm} \leq W \leq 0.3\text{ mm}$;

所述第一折角线 ZJX1 与其相邻的第二折角线 ZJX2 的距离为 d_1 ,

$$0.08\text{ mm} \leq d_1 \leq 1\text{ mm} ;$$

并且, 相邻两个人造微结构 3 之间的间隔为 WL , $0.08\text{ mm} \leq WL \leq 1\text{ mm}$; 如图 3 所示, WL 即为其中一个人造微结构 3 的第一拐角点 J1 与另一个人造微结构 3 的与该第一拐角点 J1 相邻的第二拐角点 J2 的距离。

5 相邻两个人造微结构 3 之间的距离为 L , $1\text{ mm} \leq L \leq 30\text{ mm}$; 如图 3 所示, L 即为相邻两个人造微结构 3 中心点之间的距离, 此处的中心点即为第一主线 31 与第二主线 32 的交点。 L 的长度与入射电磁波有关, 通常 L 的长度小于入射电磁波的波长, 例如 L 可以是入射电磁波的五分之一或十分之一, 这样可以对入射电磁波产生连续的响应。

10 本发明实施例中, 所述人造微结构 3 为由导电材料制成的丝线。例如铜线、银线及其它金属线, 采用金属材料制成的人造微结构 3, 可以通过蚀刻、电镀、钻刻、光刻、电子刻或离子刻的方法得到。例如, 可以在第一基板 1 上覆上一定厚度的铜膜或银膜, 再利用蚀刻的方法去掉多个人造微结构 3 以外的部分铜膜或银膜 (利用化学溶液溶解腐蚀), 即能得到附着在第一基板 1 上的多个人造微结构 3。

15 另外, 人造微结构 3 还可以由其它非金属的导电材料制成, 例如, 铟锡氧化物、碳纳米管或者石墨等。

本发明实施例中, 所述第一基板 1 与第二基板 2 厚度相同, 其厚度为 H_1 , $0.1\text{ mm} \leq H_1 \leq 1\text{ mm}$ 。并且, 所述第一基板 1 与第二基板 2 的介电常数相同, 其介电常数取值范围为 2.5-2.8。

20 本发明实施例中, 第一基板 1 及第二基板 2 可以由任意的介电材料制成, 例如陶瓷材料、高分子材料、铁电材料、铁氧材料或铁磁材料。高分子材料, 例如可以有 F4B 复合材料、FR-4 复合材料或聚苯乙烯 (PS) 等。

本发明实施例中, 采用具有如下参数的天线反射面相位校正贴膜进行仿真, 仿真软件为 CST;

25 第一基板 1 与第二基板 2 的厚度为 1mm; 第一基板 1 与第二基板 2 为介电常数为 2.7 的 PS 塑料板, 损耗正切为 0.0002。

相邻两个人造微结构 3 之间的距离 L 为 2.7mm;

人造微结构 3 的厚度 H_2 为 0.018mm;

人造微结构 3 的线宽 W 为 0.14mm;

第一折角线 Z1 与第二折角线 Z2 的距离 d_1 为 0.14mm;

相邻两个人造微结构 3 之间的间隔 WL 为 0.14mm;

对具有上述参数的天线反射面相位校正贴膜 TM 进行仿真, 即测试该天线反射面相位校正贴膜 TM 在不同频率下的折射率, 得到折射率相对于频率的电磁响应曲线如图 7 所示。由图 7 可知, 所述天线反射面相位校正贴膜 TM 能在非常宽的一段频率上 (0~10GHz) 有很好的低色散性能 (即折射变化稳定)。同时, 该天线反射面相位校正贴膜 TM 还具有很低的电磁损耗, 不会对原来的反射面天线的辐射性能产生影响。

10 本发明实施例的天线反射面相位校正贴膜根据需要设计, 例如可通过以下方法设计,

如图 8 所示, 首先, 定义由天线反射面 FS 直接反射后得到的等相位面为原始等相位面 XM, 定义原始等相位面 XM 上任一点 (例如图中的 a 点及 b 点) 到理想的等相位面 PZ 的垂直距离为 D_m , 出射的电磁波在 D_m 这一距离上所经过的相位为 X_m , 则有,

$$X_m = \pm \frac{\omega D_m}{c} \quad (1);$$

其中, ω 为电磁波的角频率;

c 为光速。

当原始等相位面上的点处于理想等相位面 PZ 的左侧时, X_m 取正值,

20 当原始等相位面上的点处于理想等相位面 PZ 的右侧时, X_m 取负值;

例如图中的 a 点, 其在理想等相位面 PZ 的左侧, 则有该点在 D_a 这一距离上所经过的相位为 X_a ; 其中, $X_a = \frac{\omega D_a}{c}$;

再例如图中的 b 点, 其在理想等相位面 PZ 的右侧, 则有该点在 D_b 这一距离上所经过的相位为 X_b ; 其中, $X_b = -\frac{\omega D_b}{c}$;

本发明实施例中，理想等相位面 PZ 即为上述的平整的等相位面。等相位面上的点的大小与单个人造微结构大小相当。

其次，设计所述天线反射面相位校正贴膜对应于 X_m 等于零的部分其折射率为一定值 n_1 ，即 $X_0=0$ ；设计所述天线反射面相位校正贴膜对应于 X_m 不等于零的部分其折射率为 n_m ，且有，

$$n_m = n_1 - \frac{X_m \times c}{\omega \times 2d} \quad (2);$$

其中， ω 为电磁波的角频率；

d 为天线反射面相位校正贴膜的厚度；

c 为光速。

10 当原始等相位面上的点处于理想等相位面 PZ 的左侧时， X_m 取正值，将公式式（1）代入公式（2）中，简化公式，得到：

$$n_m = n_1 - \frac{D_m}{2d} \quad (3);$$

即处于原始等相位面上左侧的点其在天线反射面相位校正贴膜 TM 上的投影点的折射率小于 n_1 。且该些点的折射率的设计值只与原始等相位面上任一点到理想的等相位面 PZ 的垂直距离为 D_m 以及天线反射面相位校正贴膜的厚度 d 相关。原始等相位面可通过激光扫描的方式获得。

当原始等相位面上的点处于理想等相位面 PZ 的右侧时， X_m 取负值，将公式式（1）代入公式（2）中，简化公式，得到：

$$n_m = n_1 + \frac{D_m}{2d} \quad (4);$$

20 即处于原始等相位面上左侧的点其在天线反射面相位校正贴膜 TM 上的投影点的折射率大于 n_1 。

以 a 点及 b 点为例，对应于 a 点，则有：

$$n_a = n_1 - \frac{D_a}{2d};$$

对应于 b 点, 则有:

$$n_b = n_1 + \frac{D_b}{2d};$$

- 因此, 知道了 D_a 、 D_b (通过激光扫描获得), 以及确定了 n_1 及 d 值, 就可以设计出 n_a 、 n_b , 以使得 a 点及 b 点通过校正后的两个点会处于理想等相位面 PZ 上。依此类推, 可以校正整个原始等相位面, 使得最终的等相位面与理想的等相位面 PZ 重合, 即完成了对特定反射面天线的相位校正。

另外本发明还提供一种贴附有上述的天线反射面相位校正贴膜 TM 的反射面天线。所述天线还可以包括馈源, 馈源设置在反射面天线的焦点上。

- 10 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 书

1、一种天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述天线反射面相位校正贴膜包括第一基板、第二基板及设置在所述第一基板与所述第二基板之间的至少一个导电几何结构，电磁波经过贴附有该天线反射面相位校正贴膜的5 天线反射面反射后，出射的电磁波具有等相位面。

2、根据权利要求1所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述导电几何结构为人造微结构。

3、一种天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述天线反射面相位校正贴膜包括第一基板、第二基板及设置在所述第一基板与所述第二基板之间的多个10 人造微结构，所述人造微结构为由导电材料制成的丝线，所述第一基板及所述第二基板为柔性基板，合理设计天线反射面相位校正贴膜的折射率分布，使得电磁波经过贴附有该天线反射面相位校正贴膜的5 天线反射面反射后，出射的电磁波具有平整的等相位面。

4、根据权利要求3所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，定义由天线15 反射面直接反射后得到的等相位面为原始等相位面，定义所述原始等相位面上任一点到理想的等相位面的垂直距离为 D_m ，出射的电磁波在 D_m 这一距离上所经过的相位为 X_m ，则有，

$$X_m = \pm \frac{\omega D_m}{c} ;$$

20 当所述原始等相位面上的点处于所述理想等相位面的左侧时， X_m 取正值；

当所述原始等相位面上的点处于所述理想等相位面的右侧时， X_m 取负值；

等相位面上的点的大小与单个人造微结构大小相当；

其中， ω 为电磁波的角频率；

25 c 为光速。

5、根据权利要求4所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述天线反20 射面相位校正贴膜对应于 X_m 等于零的部分其折射率为一定值 n_1 ，所述天线

反射面相位校正贴膜对应于 X_m 不等于零的部分其折射率为 n_m ，且有，

$$n_m = n_1 - \frac{X_m \times c}{\omega \times 2d} ;$$

其中， ω 为电磁波的角频率；

d 为天线反射面相位校正贴膜的厚度；

c 为光速。

5

6、根据权利要求 4 或 5 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述人造微结构具有相交的第一主线和第二主线，所述第一主线及所述第二主线相互垂直平分，所述第一主线与所述第二主线的长度相同。

10

7、根据权利要求 6 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述人造微结构分别以所述第一主线和所述第二主线为对称轴成轴对称结构。

8、根据权利要求 6 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第一主线两端连接有两个第一折角线，所述两个第一折角线的拐角为 90 度，所述第一主线与所述第一折角线的拐角的角平分线重合。

15

9、根据权利要求 8 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第二主线两端连接有两个第二折角线，所述两个第二折角线的拐角为 90 度，所述第二主线与所述第二折角线的拐角的角平分线重合。

20

10、根据权利要求 9 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第一折角线具有第一拐角点，所述第一主线两端分别连接在两个所述第一折角线的两个第一拐角点上，所述第一折角线具有相同长度的第一水平角边及第一竖直直角边。

11、根据权利要求 10 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第二折角线具有第二拐角点，所述第二主线两端分别连接在两个所述第二折角线的两个第二拐角点上，所述第二折角线具有相同长度的第二水平角边及第二竖直直角边。

25

12、根据权利要求 6 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第一主线两端连接在具有相同长度的两个第一支线的中点上，所述第二主线两端连接在具有相同长度的两个第二支线的中点上。

- 13、 根据权利要求 12 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，每一所述第一支线的两端向里弯折延伸出两个第一折线，每一所述第二支线的两端向里弯折延伸出两个第二折线。
- 14、 根据权利要求 11 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述人造微结构各处的厚度相同，其厚度为 H_2 ， $0.01\text{ mm} \leq H_2 \leq 0.5\text{ mm}$ ；
- 5 所述人造微结构各处的线宽相同，其线宽为 W ， $0.08\text{ mm} \leq W \leq 0.3\text{ mm}$ ；
- 所述第一折角线与其相邻的第二折角线的距离为 d_1 ， $0.08\text{ mm} \leq d_1 \leq 1\text{ mm}$ ；
- 10 并且，相邻两个人造微结构之间的间隔为 WL ， $0.08\text{ mm} \leq WL \leq 1\text{ mm}$ ；
- 相邻两个人造微结构之间的距离为 L ， $1\text{ mm} \leq L \leq 30\text{ mm}$ 。
- 15、 根据权利要求 11 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第一基板与所述第二基板厚度相同，其厚度为 H_1 ， $0.1\text{ mm} \leq H_1 \leq 1\text{ mm}$ 。
- 16、 根据权利要求 14 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第一基板与所述第二基板的介电常数相同，其介电常数取值范围为 2.5-2.8。
- 15 17、 根据权利要求 16 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第一基板及所述第二基板由陶瓷材料、F4B 复合材料、FR-4 复合材料或聚苯乙烯制成。
- 18、 根据权利要求 13 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述第一折线与第一支线所成的夹角为 θ_1 ，所述第二折线与第二支线所成的夹角为 θ_2 ，且有，
- 20 $\theta_1 = \theta_2$ ； $\theta_1 \leq 45^\circ$ 。
- 19、 根据权利要求 3 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述人造微结构由铜线或者银线制成，所述第一基板上的多个人造微结构通过蚀刻、电镀、钻刻、光刻、电子刻或离子刻的方法得到。
- 25 20、 根据权利要求 3 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述柔性基板为聚酰亚胺或聚脂薄膜。

- 21、 根据权利要求 3 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述天线反射面相位校正贴膜设有缝隙。
- 22、 根据权利要求 3 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述天线反射面相位校正贴膜还包括保护层和/或封边。
- 5 23、 根据权利要求 3 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述天线反射面相位校正贴膜局部或全部地覆盖待贴附的物体表面上。
- 24、 根据权利要求 3 所述的天线反射面相位校正贴膜，其特征在于，所述天线反射面相位校正贴膜通过粘接、紧固件固定、扣合和卡接方式中的一种或多种而连接到待贴附的物体表面上。
- 10 25、 一种反射面天线，其特征在于，所述反射面天线的天线反射面上贴附有权利要求 1 至 24 中任意一项所述的天线反射面相位校正贴膜。

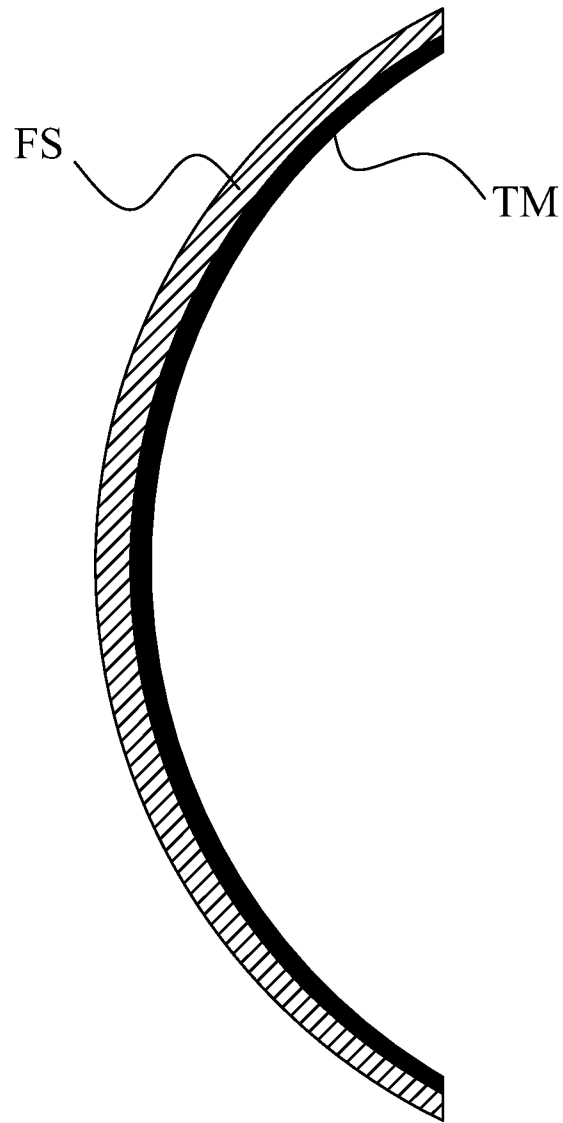


图 1

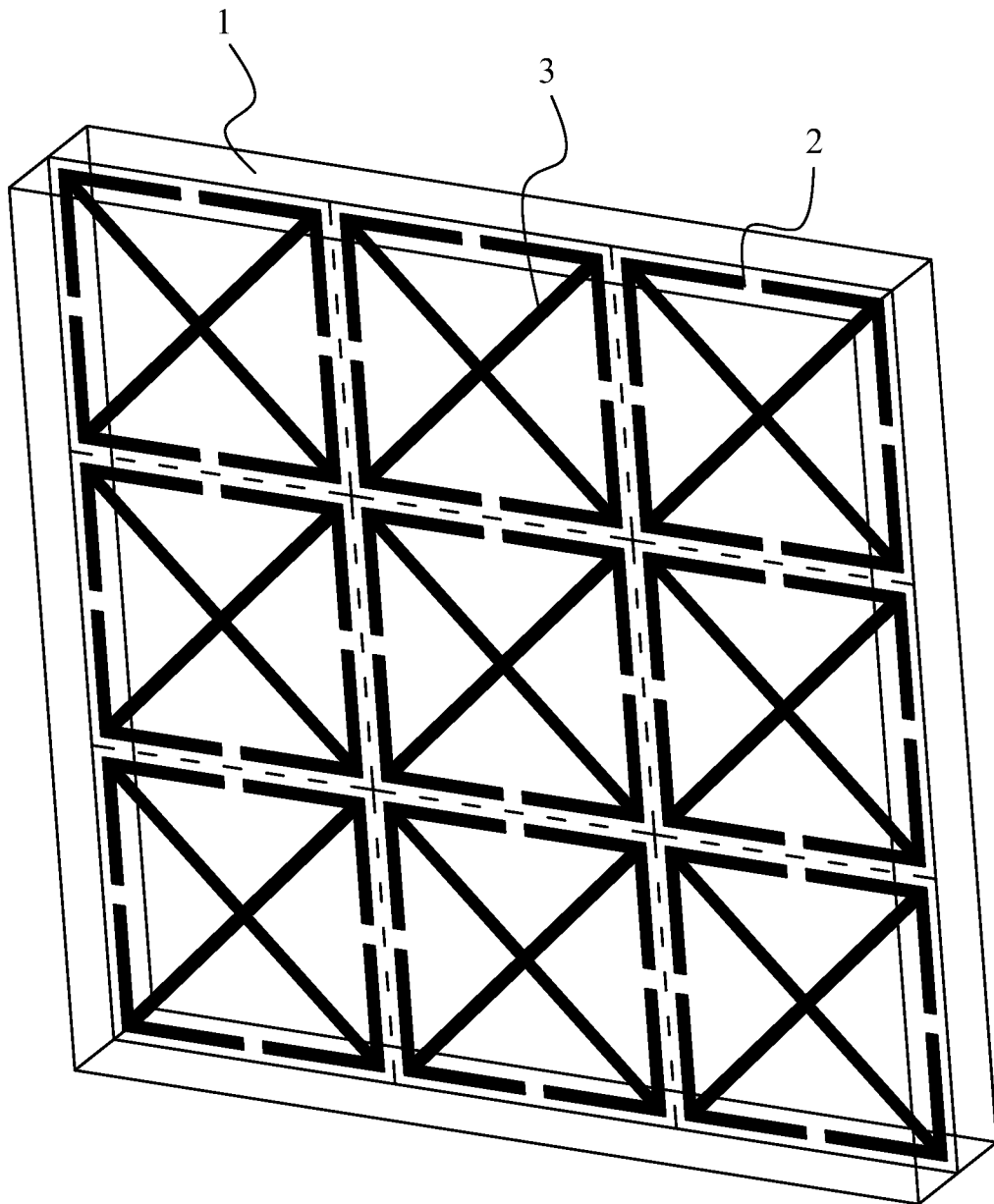


图 2

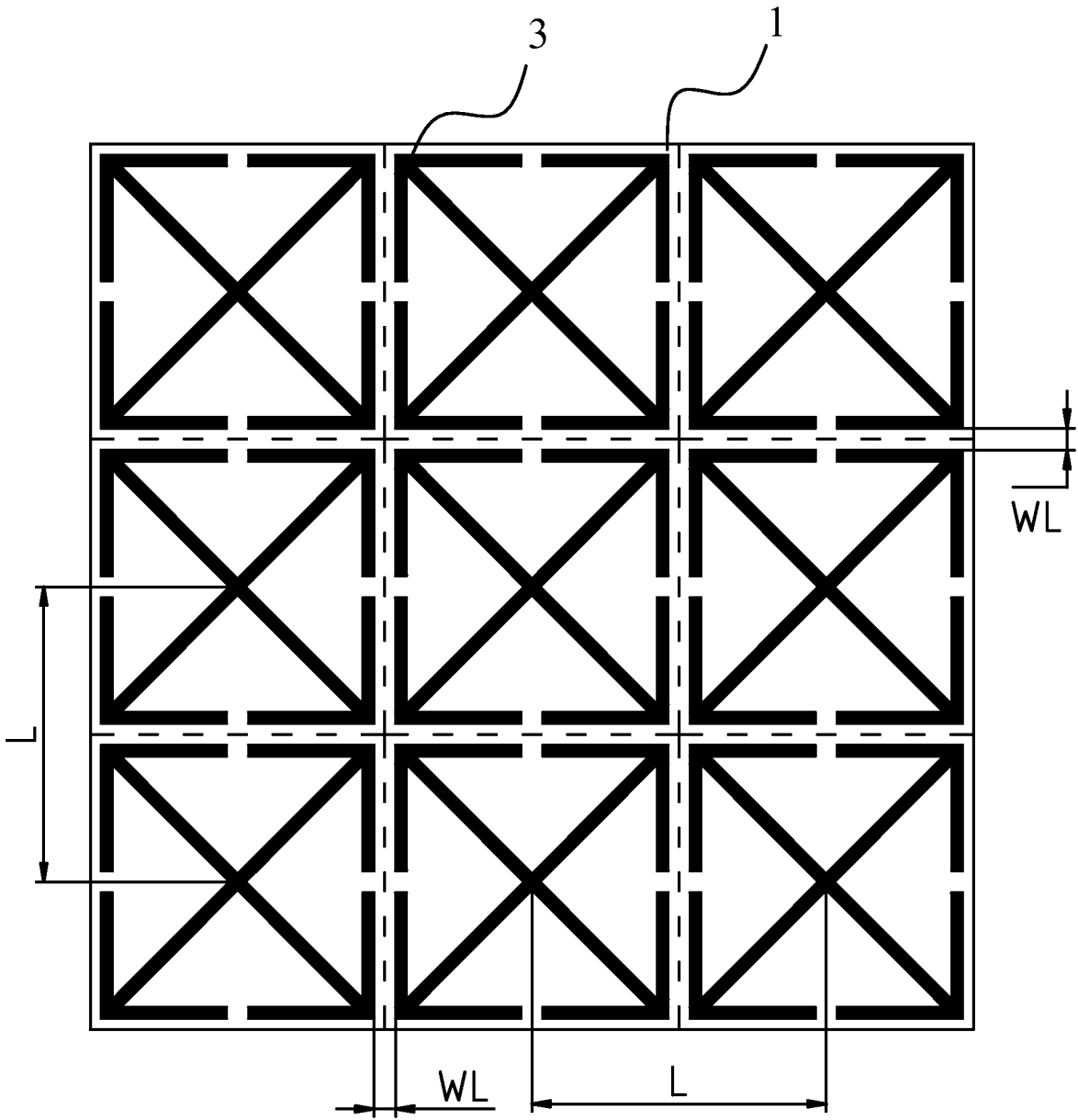


图 3

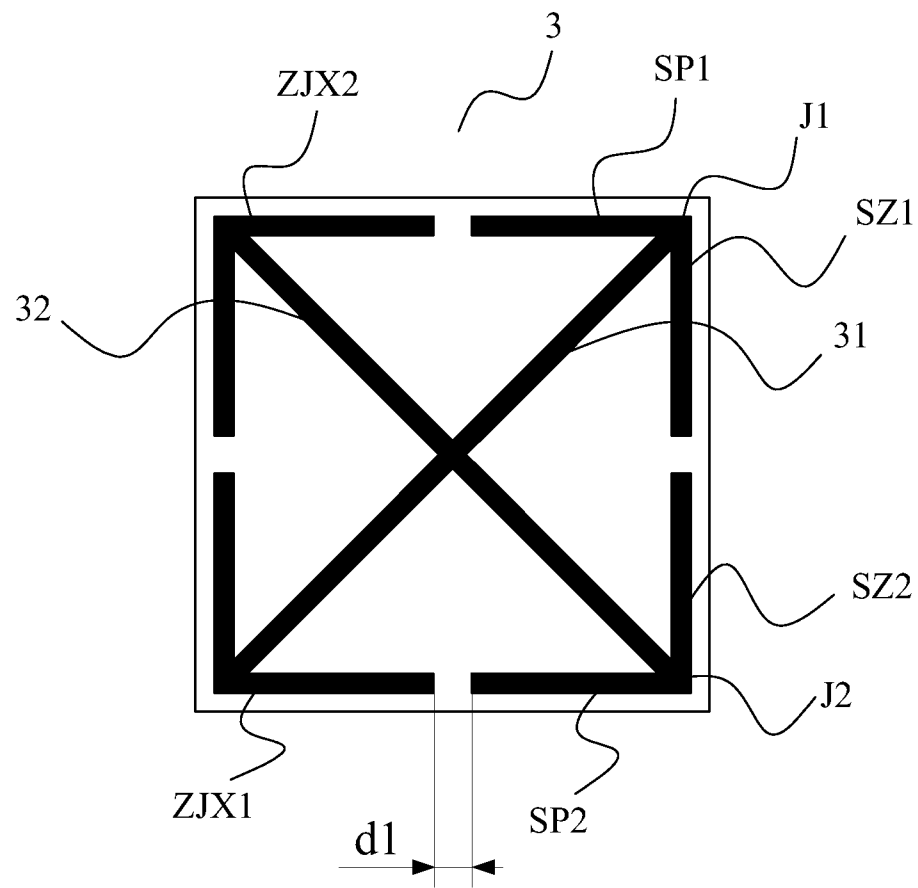


图 4

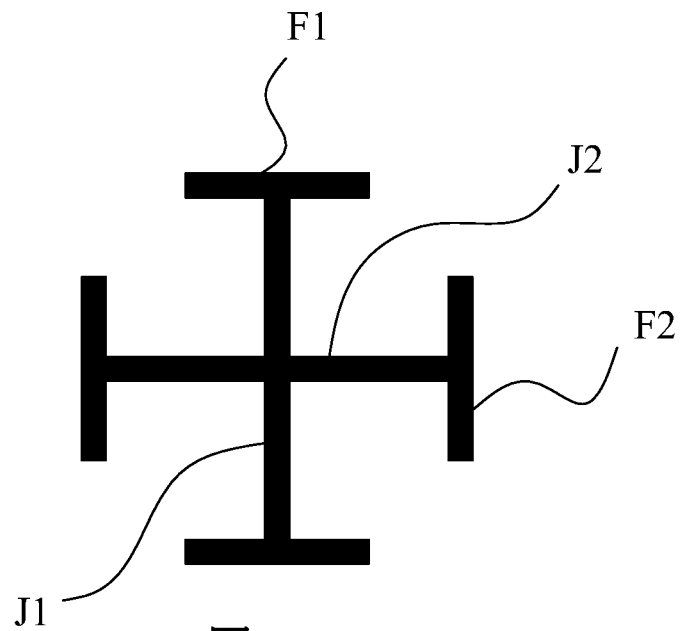


图 5

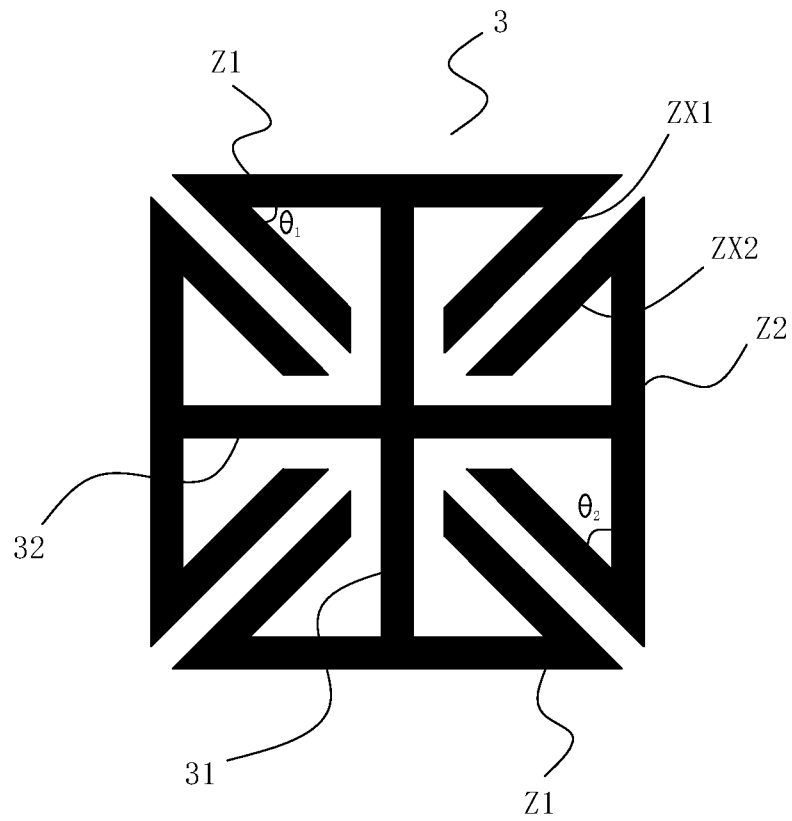


图 6

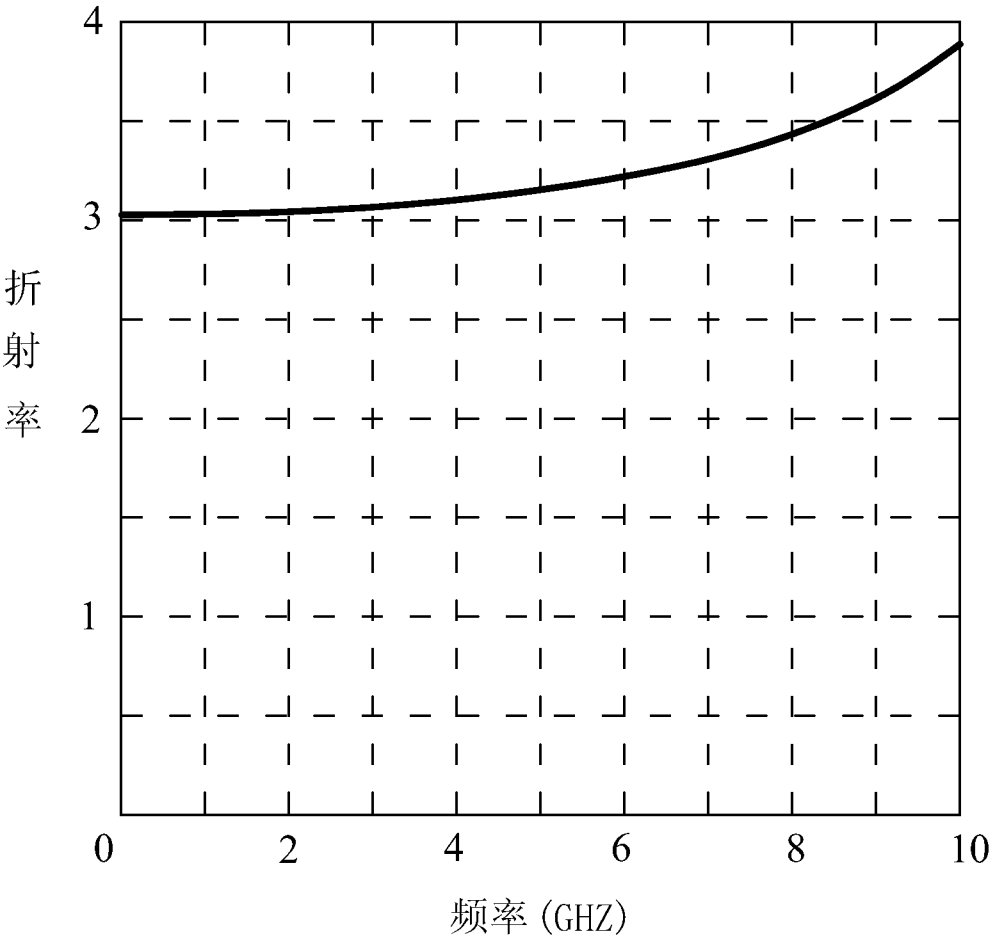


图 7

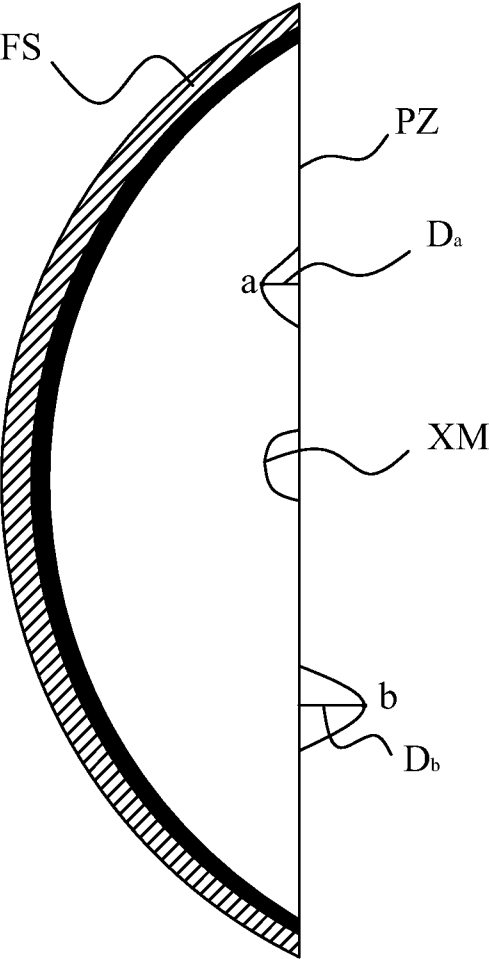


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/078758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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 15/-

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)

CNPAT, CNKI, CNTXT, WPI, EPODOC, CA, ISI web of knowledge, Elsevier Science Direct, Wanfang: isophase, film pasting, antenna?, Phase, correction, film?, membrane?

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 102820544 A (KUANG-CHI INNOVATION TECHNOLOGY LTD.), 12 December 2012 (12.12.2012), claims 1-6	1-25
X	CN 102480056 A (KUANG-CHI INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY), 30 May 2012 (30.05.2012), description, paragraphs 43 and 48	1-25
A	EP 0270294 A2 (MOORE, B.H.), 08 June 1988 (08.06.1988), abstract	1-25
A	EP 0055324 A2 (BALL CORPORATION), 07 July 1982 (07.07.1982), abstract	1-25
A	US 2007/0287634 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA), 13 December 2007 (13.12.2007), abstract	1-25
A	US 2003/0112184 A1 (JENABI, M. et al.), 19 June 2003 (19.06.2003), abstract	1-25

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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 17 September 2013 (17.09.2013)	Date of mailing of the international search report 10 October 2013 (10.10.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 SHI, Yanwei Telephone No.: (86-10) 82245730

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/078758

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102820544 A	12.12.2012	None	
CN 102480056 A	30.05.2012	None	
EP 0270294 A2	08.06.1988	US 4825223 A	25.04.1989
EP 0055324 A2	07.07.1982	EP 0055324 B1	29.08.1990
		DE 3177230 D1	06.12.1990
		US 4442590 A	17.04.1984
		JPS 57128057 A	09.08.1982
		DE 3177208 D1	04.10.1990
US 2007/0287634 A1	13.12.2007	US 7728701 B2	01.06.2010
US 2003/0112184 A1	19.06.2003	US 7046195 B2	16.05.2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/078758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 15/00 (2006.01) i

H01Q 15/16 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/078758

A. 主题的分类		
参见附加页		
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		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: H01Q 15/-		
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))		
CNPAT,CNKI, CNTXT,WPI,EPODOC,CA,ISI web of knowledge, Elsevier Science Direct, 万方 天线, 校正, 等相, 贴膜, antenna?, Phase, correction, film?, membrane?		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN102820544A (深圳光启创新技术有限公司) 12.12 月 2012 (12.12.2012) 权利要求 1-6	1-25
X	CN102480056A (深圳光启高等理工研究院) 30.5 月 2012 (30.05.2012) 说明书第 43、48 段	1-25
A	EP0270294A2 (MOORE, Brain H.) 08.6 月 1988(08.06.1988) 说明书摘要	1-25
A	EP0055324A2 (BALL CORPORATION) 07.7 月 1982 (07.07.1982) 说明书摘要	1-25
A	US2007/0287634A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 13.12 月 2007(13.12.2007)说明书摘要	1-25
A	US2003/0112184A1 (JENABI, Masud et al.) 19.6 月 2003 (19.06.2003) 说明书摘要	1-25
☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 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 17.9 月 2013(17.09.2013)		国际检索报告邮寄日期 10.10 月 2013 (10.10.2013)
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		授权官员 时彦卫 电话号码: (86-10) 82245730

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/078758

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102820544A	12.12.2012	无	
CN102480056A	30.05.2012	无	
EP0270294A2	08.06.1988	US4825223A	25.04.1989
EP0055324A2	07.07.1982	EP0055324B1	29.08.1990
		DE3177230D1	06.12.1990
		US4442590A	17.04.1984
		JPS57128057A	09.08.1982
		DE3177208D1	04.10.1990
US2007/0287634A1	13.12.2007	US7728701B2	01.06.2010
US2003/0112184A1	19.06.2003	US7046195B2	16.05.2006

A. 主题的分类

H01Q 15/00 (2006.01) i

H01Q 15/16 (2006.01) i