(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
2024 年 7 月 18 日 (18.07.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/149154 A1

(51) 国际专利分类号:
H01Q 15/14 (2006.01) *H01Q 15/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/070658

(22) 国际申请日: 2024 年 1 月 4 日 (04.01.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310074667.5 2023年1月12日 (12.01.2023) CN

(71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (**ZTE CORPORATION**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人:尹卫爽 (**YIN, Weishuang**); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 吴建军 (**WU, Jianjun**); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 崔亦军 (**CUI, Yijun**); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 钟坤静 (**ZHONG, Kunjing**); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市世纪恒程知识产权代理事务所 (**CENFO INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY**); 中国广东省深圳市南山区西丽街道松坪山社区松坪山路3号奥特迅电力大厦201, Guangdong 518052 (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,

(54) **Title:** METASURFACE UNIT AND METASURFACE SYSTEM

(54) 发明名称: 超表面单元以及超表面系统

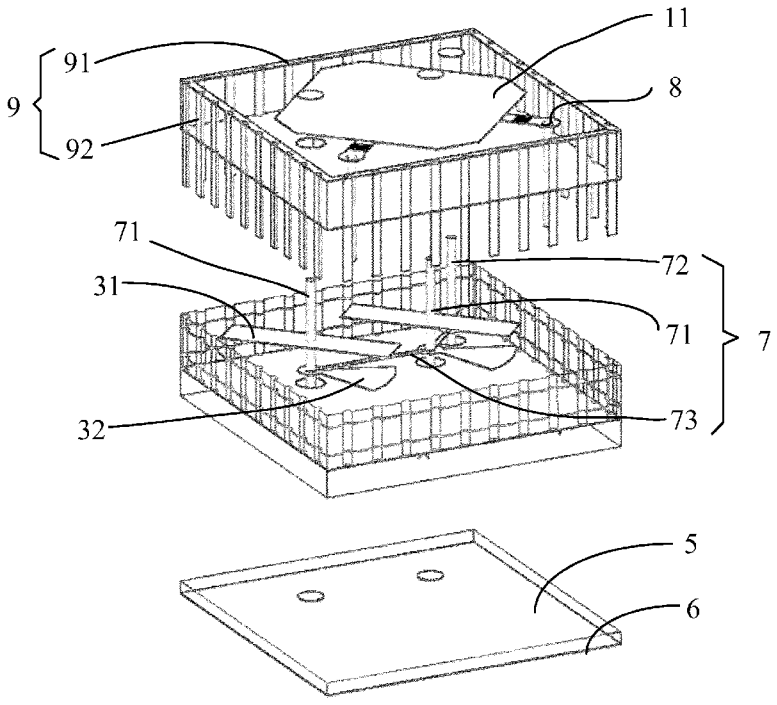


图 7

(57) **Abstract:** The present application discloses a metasurface unit and a metasurface system. The metasurface unit comprises a dual-polarized metasurface radiation structure, a first-layer ground structure, an isolation structure, a second-layer ground structure, and a control structure which are sequentially arranged in different layers, wherein the dual-polarized metasurface radiation structure comprises a radiation patch; the control structure is connected to the radiation patch by means of a connecting path structure; the connecting path structure comprises two connecting pieces arranged in parallel; the two connecting pieces extend to the radiation patch

WO 2024/149154 A1

[见续页]

CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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))。

from the layer where the isolation structure is located; the isolation structure comprises an isolation piece conductively connected in correspondence to each of the connecting pieces; and the isolation piece is used for reflecting radio frequency waves.

(57) 摘要: 本申请公开了一种超表面单元以及超表面系统，其中，超表面单元包括依次分层设置的双极化超表面辐射结构、第一层地结构、隔离结构、第二层地结构以及控制结构，其中，所述双极化超表面辐射结构包括辐射贴片，所述控制结构与所述辐射贴片之间通过连接通路结构连接，所述连接通路结构包括两个并联设置的连接件，所述两个连接件自所述隔离结构所在层延伸至所述辐射贴片，所述隔离结构包括对应于每一所述连接件导接的隔离片，所述隔离片用以反射射频波。

超表面单元以及超表面系统

相关申请

本申请要求于2023年1月12号申请的、申请号为202310074667.5的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通讯技术领域，特别涉及一种超表面单元以及超表面系统。

背景技术

超表面因其高效低成本调控空间电磁波的能力得到了广泛的研究，超表面在由单极化过渡到双极化超表面时，会存在极化串扰、交直流隔离和表面波的问题，因而现有的研究大多集中在单比特单极化的情形下。

目前在解决双极化超表面间极化串扰问题时，一般采用对称设计，但是这样会使得可调器件的数量增加一倍，在解决交直流隔离时，一般选择振子场最弱的点加偏压，但是这样限制了设计的灵活度；而在解决表面波串扰时一般采用通孔组成腔体，但是在很多情况下效果不佳。

申请内容

本申请的主要目的是提出一种超表面单元以及超表面系统，旨在能够解决极化串扰的问题，并且能够实现交直流隔离。

根据本申请实施例的第一方面，提出了一种超表面单元，包括依次分层设置的双极化超表面辐射结构、第一层地结构、隔离结构、第二层地结构以及控制结构，其中，

所述双极化超表面辐射结构包括辐射贴片；

所述控制结构与所述辐射贴片之间通过连接通路结构连接，所述连接通路结构包括两个并联设置的连接件，所述两个连接件至少自所述隔离结构所在层延伸至所述辐射贴片；

所述隔离结构包括对应与每一所述连接件导接的隔离片，所述隔离片用以反射射频波。

根据本申请实施例的第二方面，还提出了一种超表面系统，包括多个超表面单元，所述超表面单元包括依次分层设置的双极化超表面辐射结构、第一层地结构、隔离结构、第二层地结构以及控制结构，其中，

所述双极化超表面辐射结构包括辐射贴片；

所述控制结构与所述辐射贴片之间通过连接通路结构连接，所述连接通路结构包括两个并联设置的连接件，所述两个连接件自所述隔离结构所在层延伸至所述辐射贴片；

所述隔离结构包括对应与每一所述连接件导接的隔离片，所述隔离片用以反射射频波。

附图说明

为了更清楚地说明本申请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申请的一些实施例，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。

图 1 为本申请提供的超表面系统的一实施例的示意图；

图 2 为本申请提供的超表面单元的一实施例的侧视示意图；

图 3 为图 2 的超表面单元的逻辑拓扑图；

图 4 为本申请提供的超表面单元的另一实施例的侧视示意图；

图 5 为本申请提供的超表面单元的又一实施例的立体示意图；

图 6 为图 5 的超表面单元的侧视结构图；

图 7 为图 5 的立体分解示意图；

图 8 为图 5 中超表面单元的俯视结构图；

图 9 为图 5 中超表面单元的隔离结构和连接通路结构的示意图；

图 10 为图 5 的超表面单元的辐射贴片和模式调节结构的结构示意图；

图 11 为图 5 的超表面单元的极化隔离曲线。

附图标号说明：

标号	名称	标号	名称
100	超表面系统	7	连接通路结构
100a	超表面单元	70	主路
1	双极化超表面辐射结构	71	连接件
11	辐射贴片	72	转接件
2	第一层地结构	73	连接枝节
3	隔离结构	8	模式调节结构
30	隔离片	81	第一枝节
31	第一隔离片	82	第二枝节
32	第二隔离片	83	通断器件
4	第二层地结构	9	背腔结构
5	控制结构	91	金属框
6	第三层地结构	92	导接柱

本申请目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

下面将结合本实用新型实施例中的附图，对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本实用新型的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本实用新型保护的范围。

需要说明，若本实用新型实施例中有涉及方向性指示（诸如上、下、左、右、前、后……），则该方向性指示仅用于解释在某一特定姿态（如附图所示）下各部件之间的相对位置关系、运动情况等，如果该特定姿态发生改变时，则该方向性指示也相应地随之改变。

另外，若本实用新型实施例中有涉及“第一”、“第二”等的描述，则该“第

一”、“第二”等的描述仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外，全文中出现的“和/或”的含义，包括三个并列的方案，以“A和/或B”为例，包括A方案、或B方案、或A和B同时满足的方案。另外，各个实施例之间的技术方案可以相互结合，但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础，当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在，也不在本实用新型要求的保护范围之内。

超表面因其高效低成本调控空间电磁波的能力得到了广泛的研究，超表面在由单极化过渡到双极化超表面时，会存在极化串扰、交直流隔离和表面波的问题，因而现有的研究大多集中在单比特单极化的情形下。为了改善双极化串扰的问题，本申请提供了一种超表面单元和超表面系统。图 1 为本申请提供的一种超表面系统的一实施例，图 2 至图 8 为本申请提供的一种超表面单元的一实施例。

请参阅图 1，本申请提出的一种超表面系统 100，其中，所述超表面系统 100 包括多个超表面单元 100a，在本申请的一实施例中，所述多个超表面单元 100a 呈矩阵式排布，显然本设计不限于此，所述多个超表面单元 100a 的具体排布方式可以视实际需要而进行设计，并且所述多个超表面单元 100a 的具体数量也不做限制。

请参阅图 2，图 2 提供了超表面单元的一实施例的侧视示意图，所述超表面单元 100a 包括依次分层设置的双极化超表面辐射结构 1、第一层地结构 2、隔离结构 3、第二层地结构 4 以及控制结构 5。

所述双极化超表面辐射结构 1 包括辐射贴片 11，所述控制结构 5 与所述辐射贴片 11 之间通过连接通路结构 7 连接，所述连接通路结构 7 包括两个并联设置的连接件 71，所述两个连接件 71 至少自所述隔离结构 3 所在层延伸至所述辐射贴片 11。所述隔离结构 3 包括对应与每一所述连接件 71 导接的隔离片 30，所述隔离片 30 用以反射射频波。

在本申请的技术方案中，连接通路结构 7 在隔离结构 3 与辐射贴片 11 之间分为并联的两个连接件 71，并且所述隔离结构 3 对应每一所述连接件 71 设置有隔离片 30，如此，自控制结构 5 输入至双极化超表面辐射结构 1 的数字

信号，能够分别自两个连接件 71 进入至辐射贴片 11，而自辐射贴片 11 来了双极化的射频信号，会在两个连接件 71 处分开，且分别经过隔离片 30 反射至所述辐射贴片 11，而避免两者之间相互影响，并且避免射频信号传导至控制结构 5 而影响控制结构 5 工作，如此可以实现交直流隔离即数字信号与射频信号的隔离，且能够解决双极化超表面的极化串扰的问题。

请进一步参阅图 2 所示，在本申请的实施例中，所述连接通路结构 7 还包括一主路 70，所述主路 70 的一端连接所述控制结构 5，另一端与所述两个连接件 71 连接，也即所述控制结构 5 上可以设置一个端口，通过一个端口来控制两个极化，如此可以减少端口设置的数量。

请进一步参阅图 3，图 3 为图 2 提供的超表面单元的逻辑拓扑图，在该示意图中，可以示出，本申请的实施例中的超表面单元 100a 的控制方式采用总（控制结构 5）-分（两个连接件 71）-总（辐射贴片 11）的形式。

显然，所述连接通路结构 7 不必设置主路 70，在本申请的另一实施例中，如图 4，所示，在该实施例中，所述两个连接件 4 一端延伸至控制结构 5，以与所述控制结构 5 直接连接。

图 5 至图 11 为本申请提供的超表面单元又一实施例。

请参阅图 5，在本申请的实施例中，所述隔离结构 3 分为两层，以实现两层的隔离，具体见后续部分有相关介绍，显然本设计不限于此，所述隔离结构 3 可以为一层和两层以上。在该实施例中，所述控制结构 5 背向所述第二层地结构的一侧设置有第三层地结构 6，所述控制结构 5 与所述第三层地结构 6 电连接，以实现对所述控制结构 5 所在层的接地保护。

在一实施方式中，参阅图 6，图 6 为图 5 的侧视图，在图 6 中进一步可以示出双极化超表面辐射结构 1、第一层地结构 2、隔离结构 3、第二层地结构 4、控制结构 5 以及第三层地结构 6 的分层情况，其中，隔离结构 3 分为两层，两层所述隔离结构 3 分别对应设置有第一隔离片 31 和第二隔离片 32，具体见后续部分有介绍。

请参阅图 7，在本申请的实施例中，所述隔离结构 3 包括分层设置的第一隔离片 31 和第二隔离片 32，所述第一隔离片 31 和所述第二隔离片 32 用以分别反射射频波，所述第一隔离片 31 和所述第二隔离片 32 可以反射同一频段的射频波，也可以是反射不同波段的射频波，每一所述连接件 71 连接一所述

第一隔离片 31 和一所述第二隔离片 32，通过设置多层（2 层）隔离片 30，可以更好地实现对射频波的反射，以更好地实现交直流隔离。

具体地，在本申请的实施例中，所述第一隔离片 31 呈矩形设置，所述第二隔离片 32 呈弧形设置，显然本申请不限于此，所述第一隔离片 31 和所述第二隔离片 32 的形状还可以是其他形成，例如多边形等等，其形状的差异和面积的差异，反射的频段也会存在差异，具体根据设计的需要可以进行调整。

请参阅图 8 和 9，且一并参阅图 7，在本申请的一实施例中，所述连接通路结构 7 还包括偏离所述两个连接件 71 设置的转接件 72，所述转接件 72 的一端与所述控制结构 5 连接，所述转接件 72 的另一端通过连接枝节 73 与所述两个连接件 71 连接，如此，在所述控制结构 5 与两个所述连接件 71 之间通过所述转接件 72 连接，如此能够延长控制结构 5 到隔离结构 3 之间的路径，进而可以进一步减少自辐射贴片 11 的射频信号经过隔离结构 3 之后的剩余射频信号，传导至控制结构 5。

请参阅图 10，在本申请的实施例中，所述辐射贴片 11 的两侧边设置有对应控制两个极化的两个模式调节结构 8，每一所述模式调节结构 8 包括与所述辐射贴片 11 的周侧连接的第一枝节 81、与所述第一层地结构 2 连接的第二枝节 82、以及连接所述第一枝节 81 和所述第二枝节 82 的通断器件 83，通过控制通断器件 83 的双极化超表面辐射结构 1 的工作模式，从而调整其电磁响应，使其反射的电磁波能够产生相位差，例如，在本申请的实施例中，所述相位差为 180° 的相差。所述通断器件 83 的具体结构不限，可以是 PIN 管、变容管、开关、MEMS 管和非易失性器件中的一种。

请参阅图 5 和图 7，在本申请的实施例中，所述第一层地结构 2 与所述第二层地结构 3 通过多个导电结构导接，以在两者之间限定出一隔离腔，所述隔离结构 3 设置在所述隔离腔中，如此能够抑制单元之间的耦合和（对于超表面系统 100 存在多个阵列式排布的超表面单元 100a 的情况下）阵列中的波导模式。

请参阅图 5 和图 7，在本申请的实施例中，所述超表面单元 100a 还包括背腔结构 9，所述背腔结构 9 设于所述双极化超表面辐射结构 1 的一侧，所述背腔结构 9 与所述第一层地结构 2 导接，以与所述第一层地结构 2 限定出一背腔，如此能够抑制单元之间的耦合和（对于超表面系统 100 存在多个阵列

式排布的超表面单元 100a 的情况下）阵列中的波导模式。

在本申请的一实施例中，所述背腔结构 9 包括金属框 91 和多个导电柱 92，所述多个导电柱 92 对应连接所述金属框 91、第一层地结构 2 和所述第二层地结构 4，以使得所述金属框 91 和所述第一层地结构 2 之间限定出所述背腔，所述第一层地结构 2 与所述第二层接结构 4 之间限定出隔离腔，所述背腔和所述隔离腔均能够抑制单元之间的耦合和（对于超表面系统 100 存在多个阵列式排布的超表面单元 100a 的情况下）阵列中的波导模式，并且，所述多个导电柱 92 同时将所述第一层地结构 2 和所述第二层地结构 4 连接，而不是分别设置导电柱将所述金属框 91 和第一层地结构 2 连接，将所述第一层地结构 2 和所述第二层地结构 4 连接，本申请的实施例采用共用导电柱 92 的方式，结构更为简单且易于制造。

请参阅图 11，在本申请的实施例中，图 11 为两个极化之间的隔离曲线图，单元在 26-28GHz 整个频段内的隔离度均高于-15dB。

以上所述仅为本申请的可选实施例，并非因此限制本申请的专利范围，凡是在本申请的申请构思下，利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构变换，或直接/间接运用在其他相关的技术领域均包括在本申请的专利保护范围内。

权 利 要 求 书

1、一种超表面单元，包括依次分层设置的双极化超表面辐射结构、第一层地结构、隔离结构、第二层地结构以及控制结构，其中，

所述双极化超表面辐射结构包括辐射贴片；

所述控制结构与所述辐射贴片之间通过连接通路结构连接，所述连接通路结构包括两个并联设置的连接件，所述两个连接件至少自所述隔离结构所在层延伸至所述辐射贴片；

所述隔离结构包括对应与每一所述连接件导接的隔离片，所述隔离片用以反射射频波。

2、如权利要求 1 所述的超表面单元，其中，所述隔离结构包括分层设置的第一隔离片和第二隔离片，所述第一隔离片和所述第二隔离片用以分别反射射频波；

每一所述连接件连接一所述第一隔离片和一所述第二隔离片。

3、如权利要求 1 所述的超表面单元，其中，所述连接通路结构还包括偏离所述两个连接件设置的转接件，所述转接件的一端与所述控制结构连接，所述转接件的另一端通过连接枝节与所述两个连接件连接。

4、如权利要求 1 所述的超表面单元，其中，所述辐射贴片的两侧边设置有对应控制两个极化的两个模式调节结构，每一所述模式调节结构包括与所述辐射贴片的周侧连接的第一枝节、与所述第一层地结构连接的第二枝节、以及连接所述第一枝节和所述第二枝节的通断器件。

5、如权利要求 1 所述的超表面单元，其中，所述连接通路结构还包括一主路，所述主路的一端连接所述控制结构，另一端与所述两个连接件连接。

6、如权利要求 1 所述的超表面单元，其中，所述第一层地结构与所述第二层地结构通过多个导电结构导接，以在两者之间限定出一隔离腔。

7、如权利要求 1 所述的超表面单元，其中，所述超表面单元还包括背腔结构，所述背腔结构设于所述双极化超表面辐射结构的一侧，所述背腔结构与所述第一层地结构导接，以与所述第一层地结构限定出一背腔。

8、如权利要求 7 所述的超表面单元，其中，所述背腔结构包括：

金属框；以及，

多个导电柱，对应连接所述金属框、第一层地结构和所述第二层地结构，以使得所述金属框和所述第一层地结构之间限定出所述背腔，所述第一层地结构与所述第二层接结构之间限定出隔离腔。

9、如权利要求 1 所述的超表面单元，其中，所述超表面单元还包括第三层地结构，所述第三层地结构设置在所述控制结构背对所述第二层地结构的一侧。

10、一种超表面系统，包括多个如权利要求 1 至 9 任意一项所述的超表面单元。

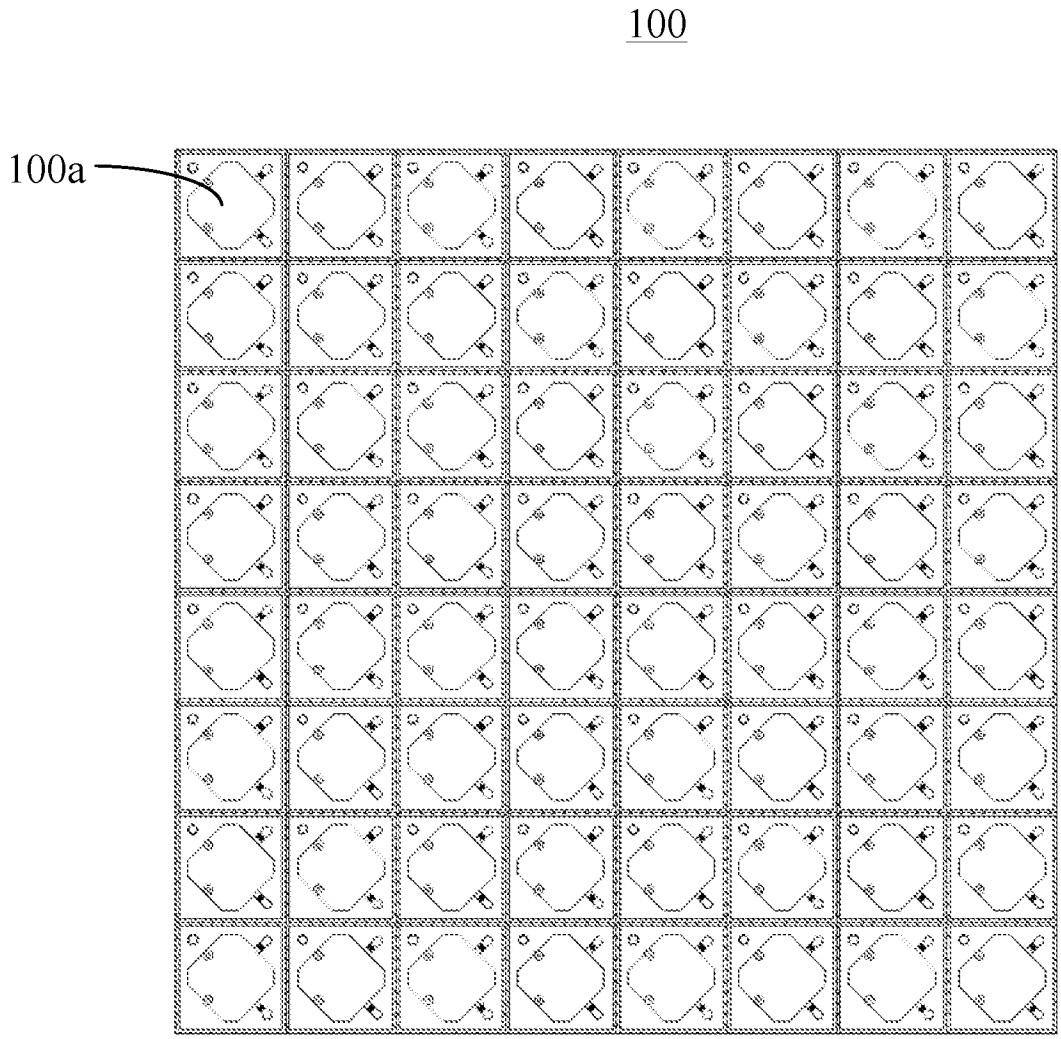


图 1

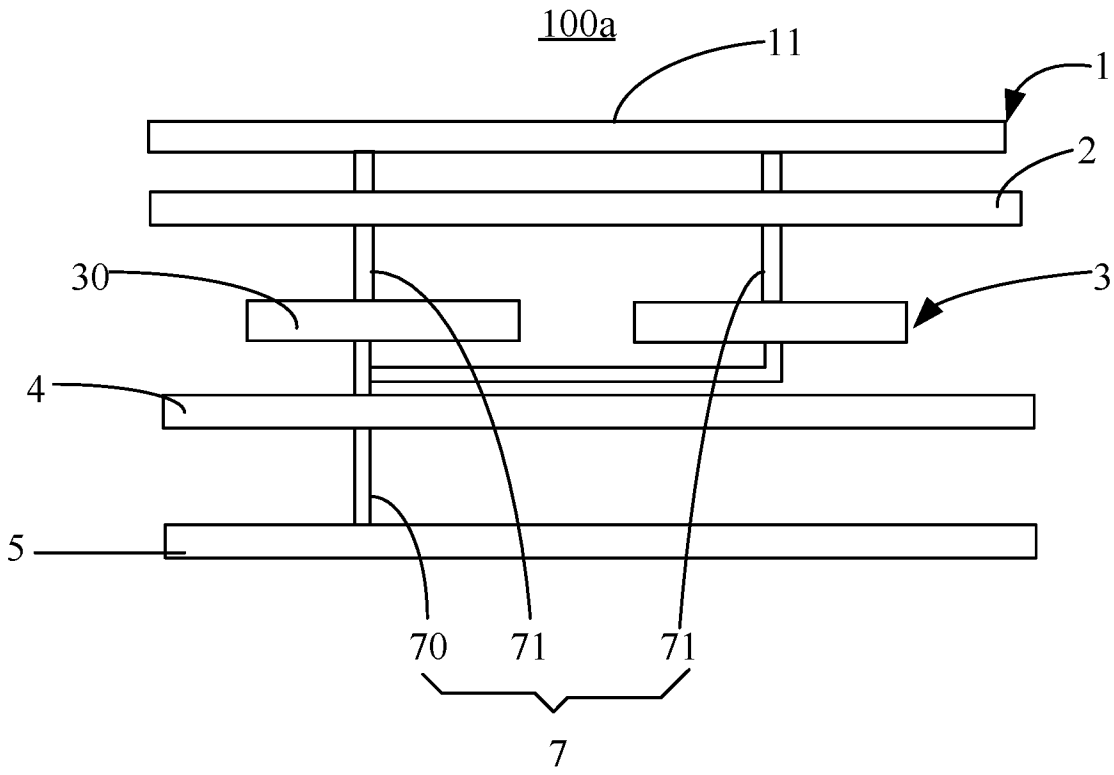


图 2

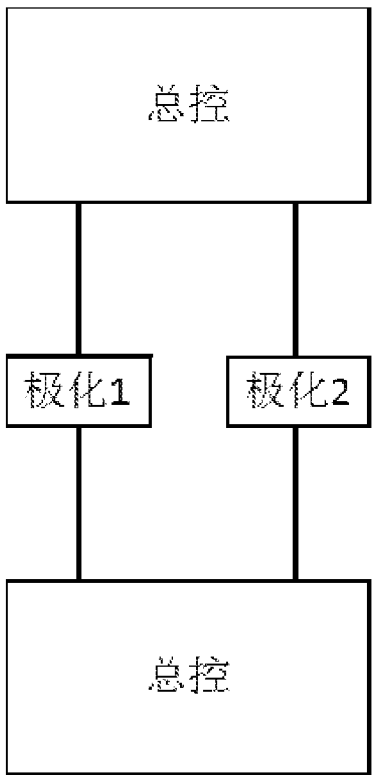


图 3

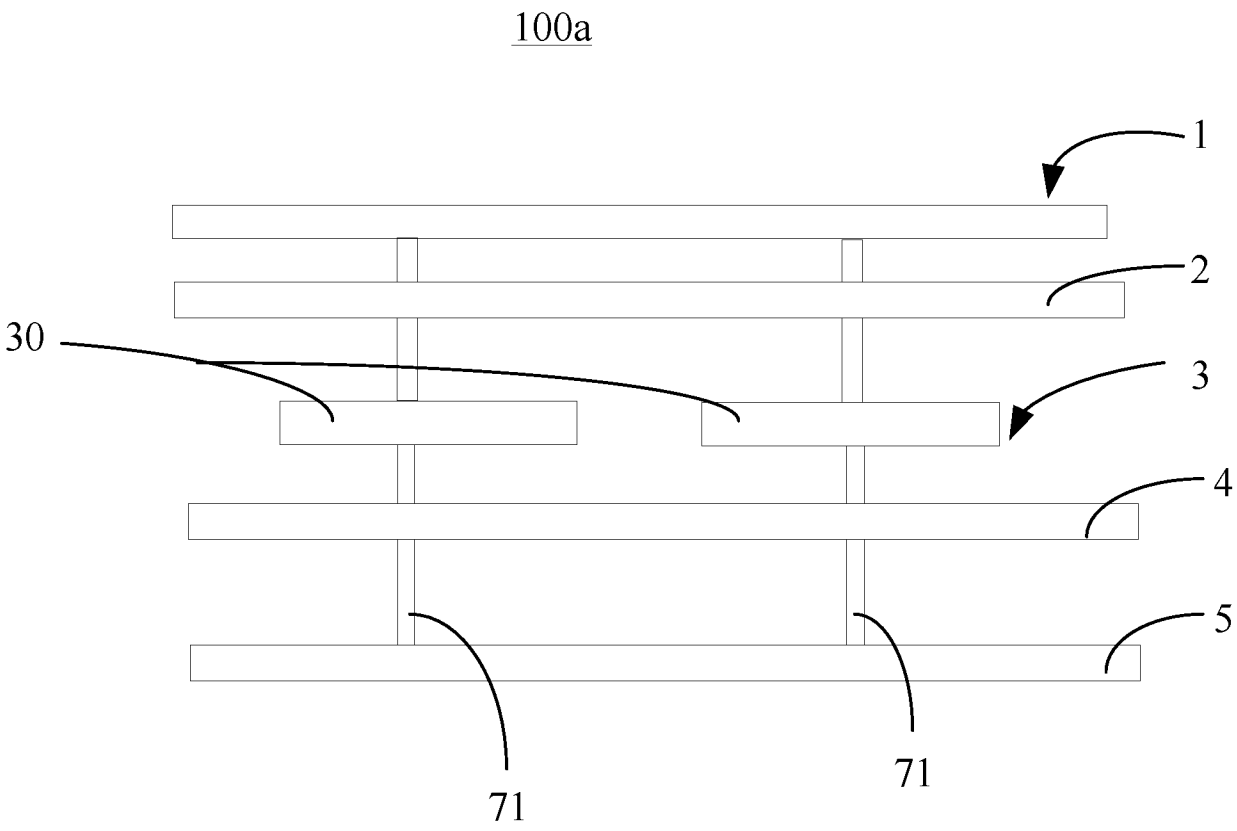


图 4

100a

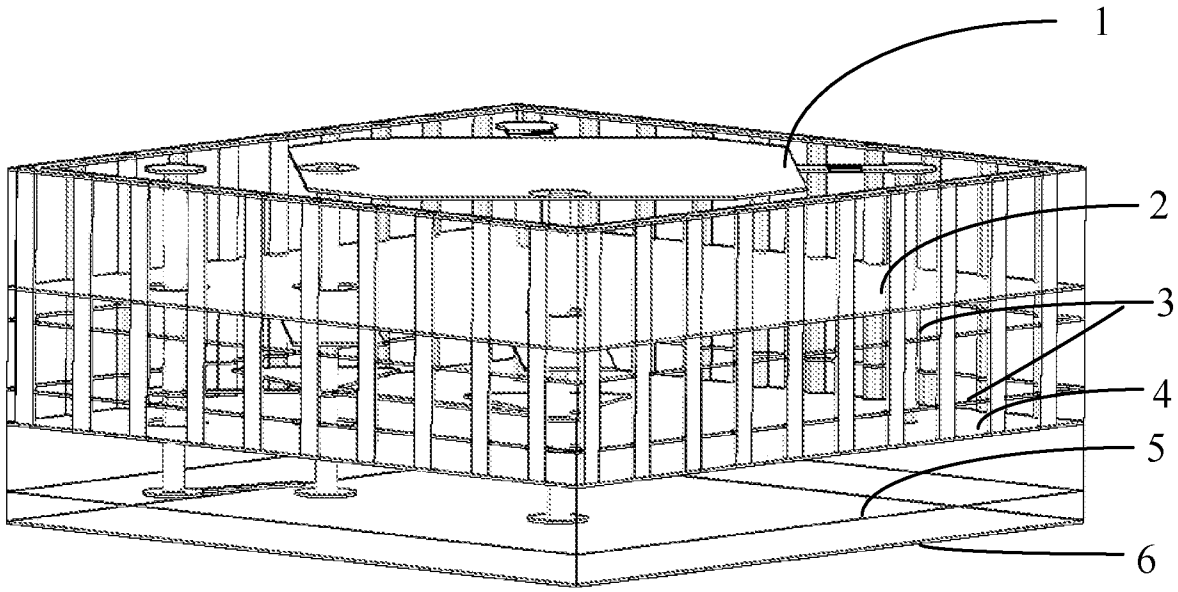


图 5

100a

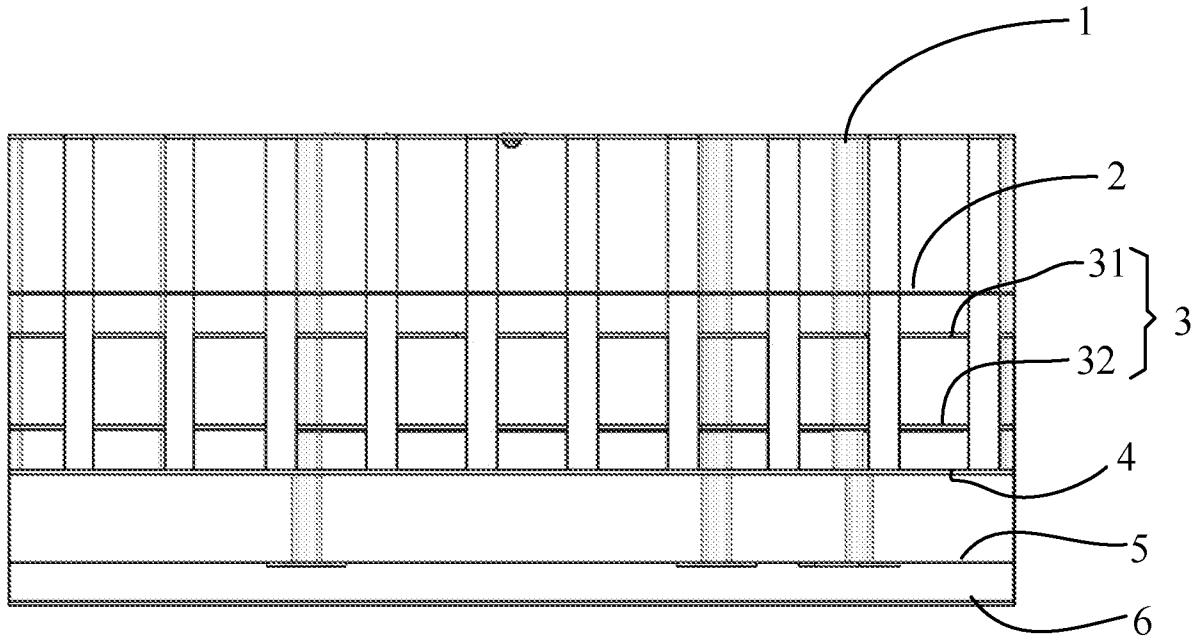


图 6

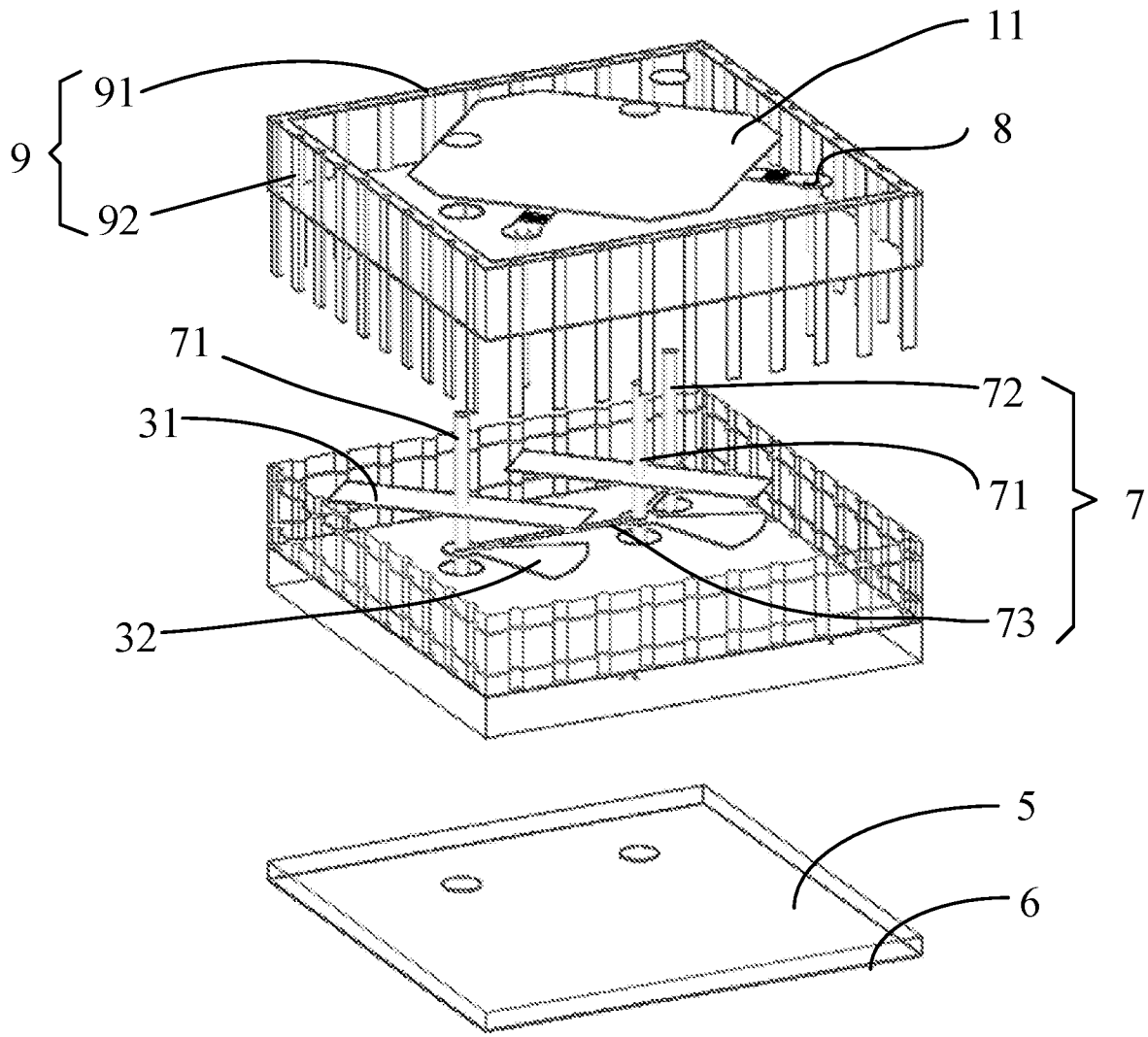


图 7

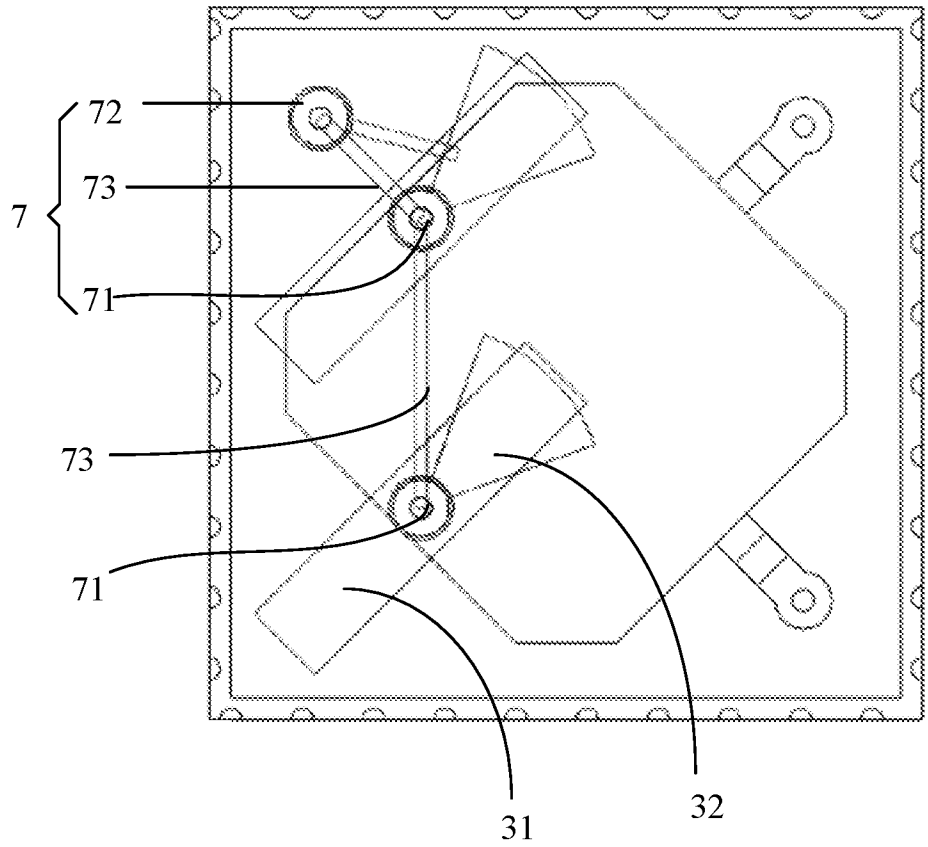


图 8

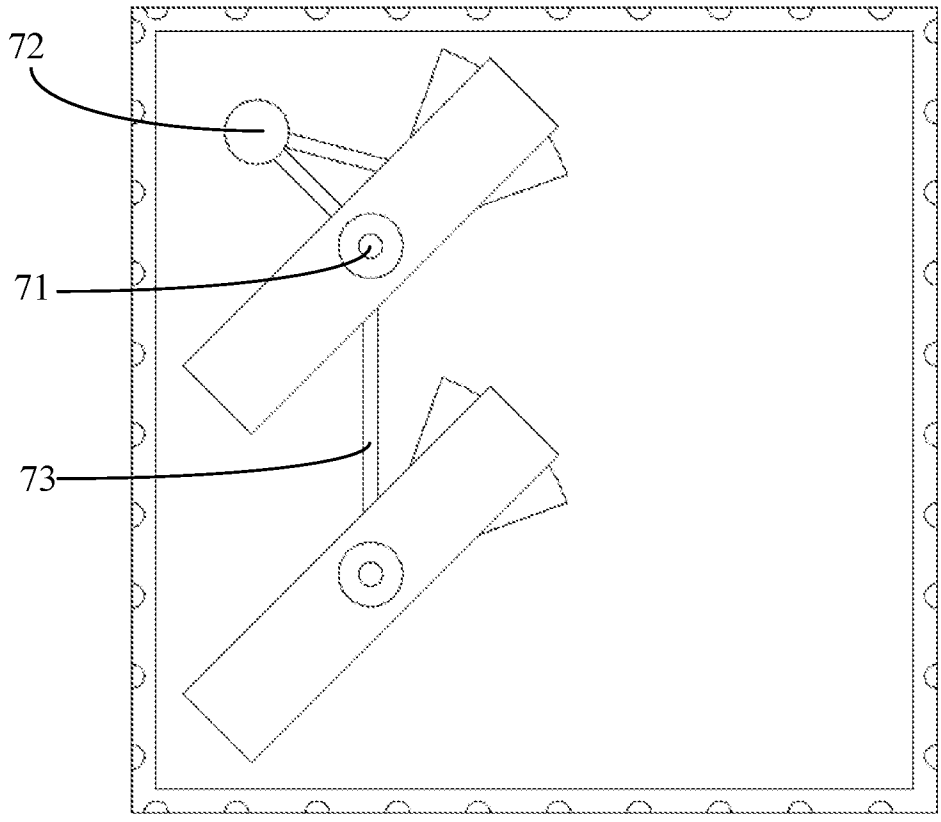


图 9

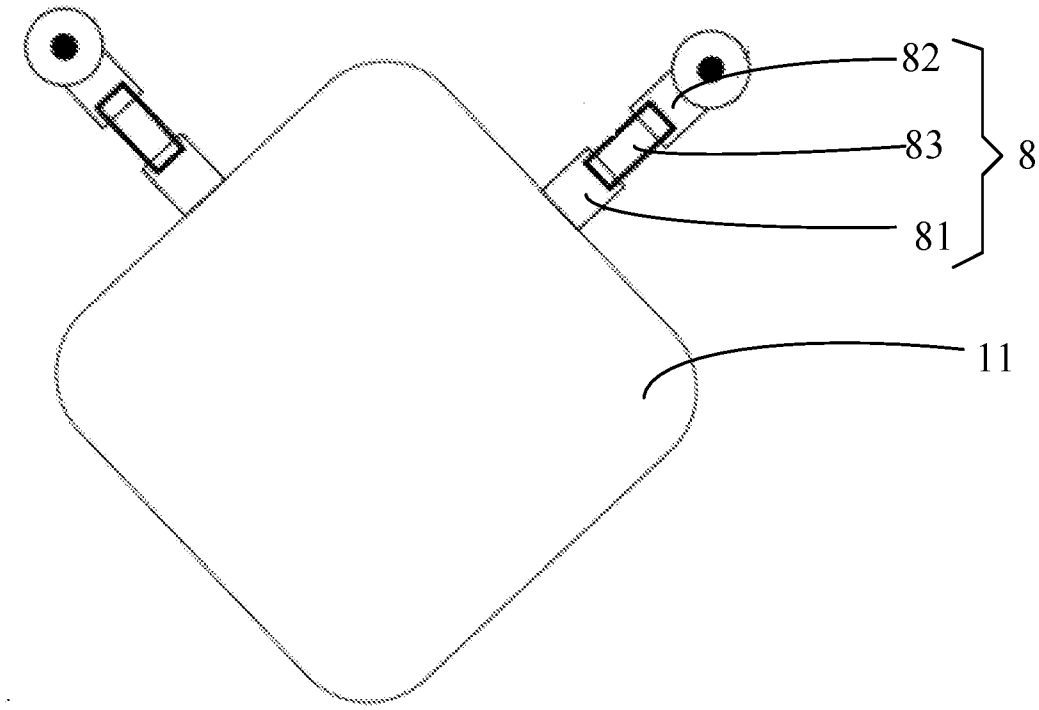


图 10

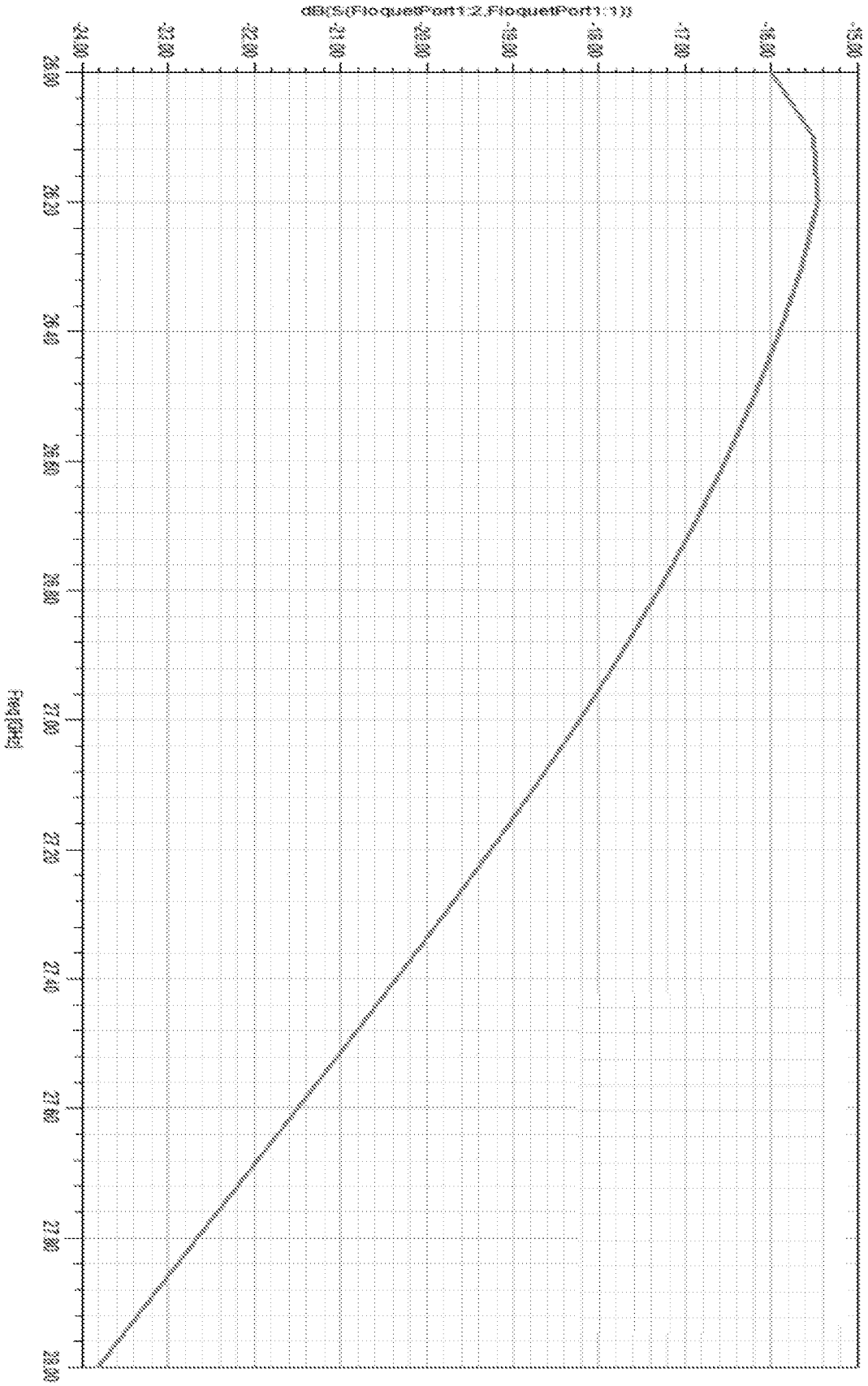

dB(S(FloquetPort1:2,FloquetPort1:1))
-2.400
-2.200
-2.000
-1.800
-1.600
-1.400
-1.200
-1.000
-0.800
-0.600
26.400
26.600
26.800
27.000
27.200
27.400
27.600
27.800
28.000
Freq [GHz]

图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/070658

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q15/14(2006.01)i; H01Q15/00(2006.01)i

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

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, CNTXT, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, IEEE, 百度学术, BAIDU SCHOLAR: 超表面, 超材料, 人工电磁, 透镜, 地板, 金属地, 接地, 馈, 偏置, 扇形, 反射, 隔离, 去耦, 极化, 枝节, 天线, 可重构, metasurface, metamaterial, artificial electromagnetic, lens, ground, feed, bias , sector, reflect, isolate, decouple, polarization, branch, antenna, reconfigurable

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 111129723 A (BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF TELEMETRY et al.) 08 May 2020 (2020-05-08) description, paragraphs [0004]-[0036], and figures 1-2	1-7, 9-10
Y	CN 115360524 A (YANGTZE RIVER DELTA RESEARCH INSTITUTE, UESTC (HUZHOU)) 18 November 2022 (2022-11-18) description, paragraphs [0004]-[0043], and figures 1-6	1-7, 9-10
Y	CN 111916894 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 10 November 2020 (2020-11-10) description, paragraphs [0005]-[0051], and figures 1-12	1-7, 9-10
A	CN 217903449 U (ZTE CORP.) 25 November 2022 (2022-11-25) entire document	1-10
A	CN 112949032 A (COMMUNICATION UNIVERSITY OF CHINA) 11 June 2021 (2021-06-11) entire document	1-10

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 March 2024	**02 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 214898878 U (GUANGZHOU PANOCOM COMMUNICATION SYSTEM CO., LTD.) 26 November 2021 (2021-11-26) entire document	1-10
A	KR 20160104585 A (LS MTRON LTD.) 05 September 2016 (2016-09-05) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/070658

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 111129723 A	08 May 2020	CN 111129723 B	08 April 2022
CN 115360524 A	18 November 2022	None	
CN 111916894 A	10 November 2020	CN 212380559 U	19 January 2021
CN 217903449 U	25 November 2022	CN 117293557 A	26 December 2023
CN 112949032 A	11 June 2021	None	
CN 214898878 U	26 November 2021	CN 112968288 A	15 June 2021
KR 20160104585 A	05 September 2016	KR 20200098469 A	20 August 2020
		KR 102181319 B1	20 November 2020
		KR 102147490 B1	24 August 2020

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/070658

A. 主题的分类

H01Q15/14(2006.01)i；H01Q15/00(2006.01)i

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

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））

CNABS,CNTXT,VEN,USTXT,WOTXT,EPTXT,IEEE,百度学术:超表面，超材料，人工电磁，透镜，地板，金属地，接地，馈，偏置，扇形，反射，隔离，去耦，极化，枝节，天线，可重构，metasurface,metamaterial,artificial electromagnetic,lens,ground,feed,bias ， sector,reflect,isolate,decouple,polarization,branch,antenna,reconfigurable

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
Y	CN 111129723 A (北京遥测技术研究所等) 2020年5月8日 (2020 - 05 - 08) 说明书第[0004]-[0036]段，附图1-2	1-7、9-10
Y	CN 115360524 A (电子科技大学长三角研究院（湖州）) 2022年11月18日 (2022 - 11 - 18) 说明书第[0004]-[0043]段，附图1-6	1-7、9-10
Y	CN 111916894 A (华南理工大学) 2020年11月10日 (2020 - 11 - 10) 说明书第[0005]-[0051]段，附图1-12	1-7、9-10
A	CN 217903449 U (中兴通讯股份有限公司) 2022年11月25日 (2022 - 11 - 25) 全文	1-10
A	CN 112949032 A (中国传媒大学) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 全文	1-10
A	CN 214898878 U (广州智讯通信系统有限公司) 2021年11月26日 (2021 - 11 - 26) 全文	1-10
A	KR 20160104585 A (LS MTRON LTD) 2016年9月5日 (2016 - 09 - 05) 全文	1-10

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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	国际检索报告邮寄日期
2024年3月31日	2024年4月2日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 黄晓东 电话号码 (+86) 020-28950753

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/070658

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111129723	A	2020年5月8日	CN	111129723	B	2022年4月8日
CN	115360524	A	2022年11月18日		无		
CN	111916894	A	2020年11月10日	CN	212380559	U	2021年1月19日
CN	217903449	U	2022年11月25日	CN	117293557	A	2023年12月26日
CN	112949032	A	2021年6月11日		无		
CN	214898878	U	2021年11月26日	CN	112968288	A	2021年6月15日
KR	20160104585	A	2016年9月5日	KR	20200098469	A	2020年8月20日
				KR	102181319	B1	2020年11月20日
				KR	102147490	B1	2020年8月24日