

(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
2022年5月5日 (05.05.2022)

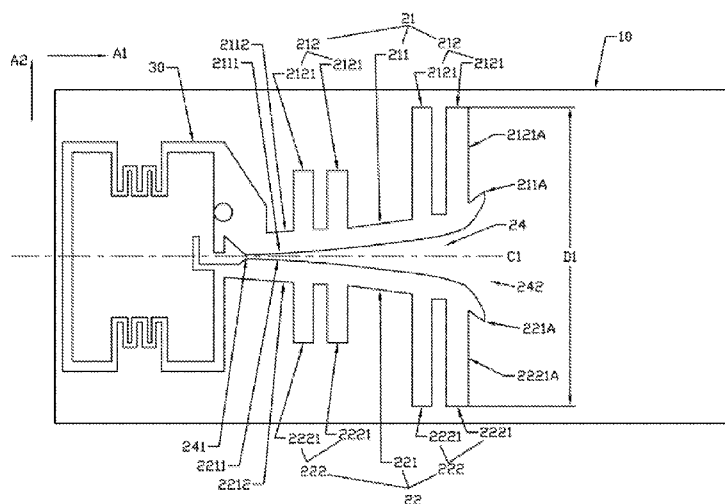


(10) 国际公布号
WO 2022/088866 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01Q 1/38 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/113630
- (22) 国际申请日: 2021年8月19日 (19.08.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202011193934.3 2020年10月30日 (30.10.2020) CN
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 邵金进 (SHAO, Jinjin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 石操 (SHI, Cao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 武东伟 (WU, Dongwei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市越秀区先烈中路80号汇华商贸大厦1508室, Guangdong 510070 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

(54) Title: ANTENNA, ANTENNA MODULE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 天线、天线模组和电子设备



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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))。

the first branch and the second branch, and conveys electrical currents to both the tapered slot antenna and the folded dipole antenna elements, so as to excite the tapered slot antenna to serve as a directional antenna, and to excite the folded dipole antenna elements to serve as an omnidirectional antenna. The present application achieves a compact two-antenna configuration.

(57) 摘要: 本申请提供一种天线、天线模组和电子设备, 天线包括渐变槽天线、折合振子和馈电结构, 渐变槽天线包括构成渐变槽的第一金属结构和第二金属结构, 渐变槽的两端分别为窄缝端和宽口端。折合振子的延伸方向与渐变槽的延伸方向相交, 折合振子包括相对设置的主振子和寄生振子, 主振子位于寄生振子和窄缝端之间, 主振子包括电连接至所述第一金属结构的第一枝节和连接至所述第二金属结构的第二枝节, 主振子和寄生振子之间的区域构成渐变槽天线的谐振槽。所述馈电结构电连接在所述第一枝节和第二枝节之间, 同时为所述折合振子和所述渐变槽天线馈电, 以激励所述渐变槽天线定向天线, 及激励所述折合振子为全向天线。本申请具有双天线小型化的优势。

天线、天线模组和电子设备

本申请要求于 2020 年 10 月 30 日提交中国国家知识产权局、申请号为 202011193934.3、
申请名称为“天线、天线模组和电子设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用
5 结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及天线技术领域，特别是一种天线、天线模组和电子设备。

10 背景技术

随着 WiFi 协议演进，空间流数不断增加，目前最大规格已能支持 16 流，意味着内置产
品最多需要 16 组高性能天线，且要求各天线之间彼此影响小，满足其辐射性能。现有 ONT
(Optical network terminal, 光网络终端) 内置产品在外观、竞争力以及家居场景使用习惯等
因素下，其尺寸和 ID 在朝着小型化的方向演进，意味着在产品功能和性能提高的条件下，
15 MIMO 天线的设计空间实际上越来越紧张。

如何设计可以将定向天线和全向天线集成在一起实现小型化为业界研发的方向。

发明内容

本申请实施例提供一种天线和电子设备，所述天线通过将渐变槽天线和折合振子集成在
20 一起，共同一个馈电，并折合振子构成渐变槽天线的谐振槽，实现天线的小型化。

第一方面，本申请实施方式提供的天线，包括渐变槽天线、折合振子和馈电结构；

所述渐变槽天线包括第一金属结构和第二金属结构，所述第一金属结构和所述第二金属
结构之间形成渐变槽，所述渐变槽的延伸方向为第一方向，所述渐变槽的两端分别为窄缝端
和宽口端；

25 所述折合振子的延伸方向为第二方向，所述第二方向与所述第一方向相交，所述折合振
子包括相对设置的主振子和寄生振子，所述主振子和所述寄生振子之间的区域构成所述折合
振子的内部空间，所述主振子位于所述寄生振子和所述窄缝端之间，所述主振子包括在所述
第二方向上间隔排列的第一枝节和第二枝节，所述第一枝节电连接至所述第一金属结构，所
述第二枝节电连接至所述第二金属结构，以使所述折合振子的内部空间构成所述渐变槽天线
30 的谐振槽；折合振子的延伸方向为第二方向可以理解为折合振子的主要辐射部分的延伸方向
是在第二方向，若折合振子中的主振子和寄生振子均为直条形，主振子和寄生振子的延伸方
向为第二方向，二者可以视为平行或接近平行。折合振子中的主振子和寄生振子也可以设置
为两端弯折的样式，二者之间设置蛇形线。可以减小尺寸，虽然弯折部分不是第二方向，但
折合振子作为一个整体，其延伸方向可视为第二方向。

35 所述馈电结构电连接在所述第一枝节和第二枝节之间，同时为所述折合振子和所述渐变
槽天线馈电，以激励所述渐变槽天线定向天线，及激励所述折合振子为全向天线。

本申请通过将折合振子和渐变槽天线集成在一起，共用一个馈电，执行双天线的功能，
可以实现天线小型化，而且，不但可以分别实现折合振子和渐变槽天线的辐射性能，这两个
天线之间还具有互补的功能，例如：折合振子作为渐变槽天线的谐振槽，有利于渐变槽天线

的调谐。

一种可能的实现方式中，所述渐变槽天线的工作频率低于所述折合振子的工作频率。所述折合振子的工作频率的范围为：6 G -7.125G；所述渐变槽天线的工作频率的范围为：5.1 G -5.9G。本实施方式提供的天线中的渐变槽天线和折合振子的工作频率范围不同，辐射不同的信号，提升了天线的适用范围，更突显其小型化的优势。

渐变槽可以为轴对称结构，即渐变槽以一中心轴为中心呈对称分布，第一金属结构和第二金属结构也可以对称分布在此中心轴的两侧，这个对称轴的延伸方向就可以理解为第一方向。当然渐变槽也可以为非对称的结构，总体来说，从渐变槽的窄口端的中心位置向宽口端的中心位置延伸的方向为第一方向。所述第一方向和所述第二方向可以正交。第一方向和第二方向之间的夹角也可以为小于90度的某个角度。本申请提供的天线总体而言，呈对称分布，其对称中心可以为渐变槽的中心轴，这样的对称架构的天线能够匹配更好的带宽。

一种可能的实现方式中，在第一方向上，第一枝节和第二枝节之间的间隙正对渐变槽的窄缝端，可以理解为，间隙的中间位置与窄缝端的中间位置的连线的延伸方向为第一方向。对于间隙和窄缝端而言，它们在第二方向上的尺寸为宽度，间隙的宽度可以大于窄缝端的宽度。

一种可能的实现方式中，间隙的内壁和窄缝端的内壁之间的连线呈平滑过度状态，可以呈喇叭状开放延伸，这样的从窄缝端至间隙，再到折合振子内部空间，尺寸呈渐变变化，这样的设计有利于折合振子作为谐振槽对渐变槽天线进行馈电调谐。

所述第一枝节和所述第一金属结构共同形成具有第一开口的第一间隔区，所述第一开口位于所述第一间隔区的背离所述渐变槽的一端；所述第二枝节与所述第二金属结构共同形成具有第二开口的第二间隔区，所述第二开口位于所述第二间隔区背离所述渐变槽的一端，第一间隔区的尺寸小于第二间隔区的尺寸，是因为第一枝节在第一方向上的延伸的尺寸大于第二枝节在第一方向上的延伸尺寸，即第一枝节部分区域较宽，此较宽的区域是为了配置馈电结构预留出来的。

一种可能的实现方式中，所述第一枝节包括第一连接部，所述第一连接部与所述第一金属结构连接，所述第二枝节包括第二连接部，所述第二连接部与所述第二金属结构连接，在所述第一方向上，所述第一连接部延伸的尺寸大于所述第二连接部延伸的尺寸。本申请通过第一连接部的尺寸设计，可以在第一连接部上安装馈电结构。

一种可能的实现方式中，所述第一连接部设有通孔，所述馈电结构包括内导体和外导体，所述馈电结构穿过所述通孔，所述外导体电连接至所述第一连接部，所述内导体电连接至所述第二枝节。馈电结构为馈电电缆，本申请提供的馈电方式简单易行。本申请不需要微带线的方式馈电，微带线对折合振子和渐变槽天线的辐射尺寸多少会有一些影响的，而且会占用载板面积，馈电电缆与第一连接部的连接方式馈电，不会影响折合振子和渐变槽天线的辐射性能。

一种可能的实现方式中，所述第一金属结构包括第一微带线和第一齿组，所述第一微带线包括面对所述渐变槽的第一边缘和背离所述渐变槽的第二边缘，所述第一齿组连接至所述第二边缘，且从所述第二边缘向远离所述第一边缘的方向延伸，所述第一齿组的电长度为所述渐变槽天线的工作频率的四分之一波长。第一齿组的电长度可以理解为：在第二方向上，第一齿组远离所述第二边缘的一端至所述渐变槽的中轴线的位置之间的距离，第二方向垂直于渐变槽的中轴线。本申请提供的天线中的渐变槽天线的第一金属结构区别于传统的渐变槽

天线的大面积的金属结构，采用微带线和第一齿组结合的方式，构成离散疏齿镂空架构，不但可以保证渐变槽天线的辐射性能，还有利于提高天线本体（指的是渐变槽天线）的电磁波穿透性，使得折合振子的辐射性能也等到保证。

一种可能的实现方式中，所述第二金属结构包括第二微带线和第二齿组，所述第二微带线包括面对所述渐变槽的第三边缘和背离所述渐变槽的第四边缘，所述第二齿组连接至所述第四边缘，且从所述第四边缘向远离所述第三边缘的方向延伸，所述第二齿组的电长度为所述渐变槽天线的工作频率的四分之一波长；第二齿组的电长度可以理解为：在第二方向上，第二齿组远离第四边缘的一端至渐变槽的中轴线的位置之间的距离，第二方向垂直于渐变槽的中轴线。所述第一齿组和所述第二齿组对称分布在所述渐变槽的两侧。本实施方式通过第一齿组和第二齿组的对称分布，使得天线的性能得到优化。

一种可能的实现方式中，所述第一齿组的数量和所述第二齿组的数量均为至少两个，至少两个所述第一齿组不等长且间隔设置，距离所述宽口端越近的所述第一齿组的长度越大，至少两个所述第二齿组不等长且间隔设置，距离所述宽口端越近的所述第二齿组的长度越大。本实施方式提供的天线架构中，通过尺寸渐变的离散疏齿镂空架构，实现对电磁波信号的穿透作用，同时减小天线本体的有效散射面积，提供电磁波传输的平稳性和多天线间相互影响。

一种可能的实现方式中，所述渐变槽天线能够被激励工作在一个高频带宽内，所述高频带宽包括最高工作频率和最低工作频率，其中邻近所述窄缝端的所述第一齿组的电长度为所述渐变槽天线的所述最高工作频率的四分之一波长，邻近所述宽口端的所述第一齿组的电长度为所述渐变槽天线的所述最低工作频率的四分之一波长。四分之一波长的电长度的第一齿组具有类似单极子的辐射特性，可以提升渐变槽天线的增益。

一种可能的实现方式中，所述第一齿组包括位于所述宽口端位置的第一梳齿，所述第二齿组包括位于所述宽口端位置的第二梳齿，所述第一梳齿背离所述第一微带线的端部与所述第二梳齿背离所述第二微带线的端部之间的距离为所述渐变槽天线工作频率的二分之一波长。本实施方式中，第一微带线在宽口端处的尺寸不足二分之一波长，无法实现渐变槽天线的功能，但是第一梳齿和第二梳齿与微带线结合起来，就构成了渐变槽天线的基本架构，所述第一梳齿背离所述第一微带线的端部与所述第二梳齿背离所述第二微带线的端部之间的距离为所述渐变槽天线工作频率的二分之一波长的设计，能够满足渐变槽天线的辐射要求。第一梳齿和第二梳齿一方面构成渐变槽天线的主要辐射部分，另一方面作为齿状结构，可以构成类似单极子架构，可以提升渐变槽天线的增益。

一种可能的实现方式中，所述主振子包括第一主体和分别位于所述第一主体两端的第一弯折段和第二弯折段，所述第一主体包括所述第一枝节和所述第二枝节，所述寄生振子包括第二主体和分别位于所述第二主体两端的第三弯折段和第四弯折段，所述折合振子还包括连接在所述第一弯折段和所述第三弯折段之间的第一蜿蜒线及连接在所述第二弯折段和所述第四弯折段之间的第二蜿蜒线，所述第一蜿蜒线和所述第二蜿蜒线相对设置。本实施方式的目的在于实现折合振子的小型化，一方面，通过位于所述第一主体两端的第一弯折段和第二弯折段的结构可以减少主振子的第二方向的尺寸，同样，分别位于所述第二主体两端的第三弯折段和第四弯折段可以减少寄生振子的第二方向的尺寸。另一方面，所述第一蜿蜒线和所述第二蜿蜒线用于形成无辐射感性加载，以减少所述折合振子的尺寸。

一种可能的实现方式中，所述第一弯折段和所述第三弯折段之间形成第一间隔，所述第二弯折段和所述第四弯折段之间形成第二间隔，所述第一蜿蜒线和所述第二蜿蜒线位于所述

第一间隔和所述第二间隔之间。即第一蜿蜒线和所述第二蜿蜒线在所述第一主体上的垂直投影位于所述第一主体的内部。此种架构有利于折合振子小尺寸的设计。

一种可能的实现方式中，在所述第二方向上，所述折合振子的最大尺寸小于等于所述渐变槽天线的最大尺寸。本申请将天线在第二方向的最大尺寸限定为折合振子在第二方向上的延伸尺寸，将渐变槽天线设置在折合振子在第二方向上限定的尺寸范围内，有利于实现天线的小型化。

一种可能的实现方式中，所述天线还包括寄生单元，所述寄生单元位于所述渐变槽天线远离所述折合振子的一侧，用于提升所述渐变槽天线的增益。具体而言，所述寄生单元呈直条状，可以理解为寄生单元的长度尺寸接近对应工作频率上的偶极子天线，所述寄生单元的延伸方向为所述第二方向。所述渐变槽天线能够被激励工作在一个高频带宽内，所述高频带宽包括高频段和低频段，当所述渐变槽天线工作在所述低频段工作条件下时，所述寄生单元用于对渐变槽天线在所述低频段上的辐射电磁波进行增强，当所述渐变槽天线工作在所述高频段工作条件下时，所述寄生单元用于对渐变槽天线在所述高频段上的辐射电磁波进行反射。本申请提供的渐变槽天线为具有宽带、高增益特性定向天线，增强高频段上天线辐射能力，例如，渐变槽天线可以在 5G 频段做覆盖，也可以在 Sub7G 频段做级联回传（级联回传主要是指设备间组网使用，一个设备到另一个设备的数据或者视频流量通过无线的方式传递给下一级网关）。

具体而言，寄生单元呈直线状在第二方向上延伸，第二方向垂直于第一方向。寄生单元以渐变槽的中轴线为中心呈对称结构，寄生单元在渐变槽天线的开口端的垂直投影位于开口端的范围内，即寄生单元的两端至渐变槽的中轴线的垂直距离均小于开口端的两端与渐变槽的中轴线之间的垂直距离。

一种可能的实现方式中，所述高频带宽包括最高工作频率和最低工作频率，所述寄生单元的电长度小于等于所述渐变槽天线在所述最低工作频率上的辐射的电磁波的波长的二分之一，且大于所述渐变槽天线在所述最高工作频率上的辐射的电磁波的波长的二分之一。

一种可能的实现方式中，所述寄生单元与所述宽口端之间的间距为所述寄生单元对所述渐变槽天线的有效作用频段上的电磁波的波长的四分之一。

一种可能的实现方式中，所述寄生单元的数量为至少两个，且沿着所述第一方向依次间隔布置，相邻的所述寄生单元之间的间距为所述寄生单元对所述渐变槽天线的有效作用频段上的电磁波的波长的四分之一。

本申请为了实现对渐变槽天线在特定频段上的增益增强，使得能力辐射具有更好的指向性，在第一方向上，增加寄生单元，且通过对寄生单元的电长度的设置，即其长度略小于特定频率所对应的半波长，从而达到电磁波的引向增强作用。具体而言，本申请主要按照低频增强增益设计，因此寄生单元的长度和间距均参照渐变槽天线在低频段范围对应的工作波长。可以理解的是，在保持相同间距递进的条件下，当寄生单元数量设置为多个时，引向作用可以增强。在高频段范围，由于寄生单元电长度过长而充当反射寄生单元，从而使得单波束辐射变成在反方向下的多波束特征，最终使得整个渐变槽天线在宽频带上高低频两个子频带上呈现不同的辐射效果，这个特性很好地匹配了目前 WIFI 频段对不同频谱的差异化应用需求。

一种可能的实现方式中，所述天线包括用于承载所述渐变槽天线和所述折合振子的介质板，所述渐变槽天线和所述折合振子共面设置。本实施方式中，将折合振子和渐变槽天线的所述的金属部分均设置在介质板的同一个面上，这个面可以是介质板的表面，也可以为介质

板中间的某一层。

一种实施方式中，渐变槽天线和折合振子设置在介质板的正面，馈电结构从介质板背面的一侧穿过介质板，其外导体与第一枝节电连接，例如以焊接的方式电连接，内导体与第二枝节电连接，具体而言，第一枝节和第一金属结构互连为一体成为天线的地板，馈电结构的外导体通过电连接至第一枝节实现接地。第二枝节和第二金属结构互连为一体，内导体电连接至第二枝节，第一枝节和第二枝节的连接处形成馈电共面波导结构，通过馈电结构对此馈电共面波导结构馈电。

一种可能的实现方式中，所述天线包括用于承载所述渐变槽天线和所述折合振子的介质板，所述天线分布在所述介质板的不同的面上。举例如下：以天线分布在介质板的两个面上为例，介质板包括层叠设置的第一面和第二面，至少可以包括如下几种具体的实施方式：

一种可能的实现方式中，第二金属结构、第二枝节、第二蜿蜒线、部分寄生振子和寄生单元位于第一面上，第一金属结构、第一枝节、第一蜿蜒线及部分寄生振子位于第二面上，位于第一面上的寄生振子和位于第二面上的寄生振子之间通过介质板上的金属过孔电连接。

一种可能的实现方式中，寄生振子位于第一面上，主振子（包括第一枝节和第二枝节）、第一金属结构和第二金属结构及寄生单元位于第二面上，寄生振子和主振子之间通过介质板上的金属过孔电连接。

一种可能的实现方式中，折合振子和渐变槽天线位于第一面上，寄生单元位于第二面上，本实施方式中，第一面和第二面之间无需电连接。

本申请还可以包括如下具体实施方式：例如：所述渐变槽天线位于第一面，所述折合振子位于第二面。可以理解的是，渐变槽天线和折合振子也可以分布在三层或更多层上。不共面的折合振子及渐变槽天线之间，若需要电连接，可以通过介质基板之间的金属过孔实现电连接。

第二方面，本申请提供一种电子设备，包括射频电路和第一方向任意一种实施方式所述的天线，所述天线的所述馈电结构电连接至所述射频电路。

第三方面，本申请还提供一种天线模组，包括支架和连接至所述支架的天线，此天线为第一方面任意一种实施方式提供的天线。

附图说明

图 1 为包括本申请提供的天线的电子设备作为家庭网关，在家庭网关系统中的应用示意图。

图 2 为本申请提供的电子设备（为家庭网关）的一种具体的应用场景示意图。

图 3 为本申请一种实施方式提供的电子设备的立体图。

图 4 为图 3 所示的电子设备去除外壳的状态的示意图。

图 5 为图 4 所示的电子设备去除用于安装天线的支架的示意图，主要表达天线与电子设备内的单板的位置关系。

图 6 为本申请一种实施方式提供的天线分布在介质板的一个面上的示意图。

图 7 和图 8 分别为介质板两个方向的侧面示意图。

图 9 为本申请一种实施方式提供的天线的示意图。

图 10 为本申请一种实施方式提供的天线的示意图。

图 11 为本申请一种实施方式提供的天线的示意图。

图 12 为本申请一种实施方式提供的天线的示意图。

图 13 为本申请一种实施方式提供的天线的示意图。

图 14 为本申请一种实施方式提供的天线的示意图。

图 15 为本申请一种实施方式提供的天线的示意图。

5 图 16 和图 17 为本申请一种实施方式提供的天线在介质板的两个面上的分布情况示意图。

图 18 和图 19 为本申请另一种实施方式提供的天线在介质板的两个面上的分布情况示意图。

图 20 和图 21 为本申请另一种实施方式提供的天线在介质板的两个面上的分布情况示意图。

10 图 22 为本申请一种实施方式提供的天线的 S 参数曲线图。

图 23 示意性地表达了本申请一种实施方式提供的天线在四个不同的工作频率（分别为 5.5G、5.9G、6.5G 和 7G）状态下的辐射方向图。

具体实施方式

15 为方便理解，下面对本申请实施例所涉及的相关技术术语进行解释和描述。

家庭网关：是位于现代家庭内部的一个网络设备，它的作用是使家庭用户连接到 Internet，使位于家庭中的多种智能设备都能得到 Internet 的服务，或者使这些智能设备相互之间实现通信。简单的说，家庭网关是使家庭内部多种智能设备之间实现联网，以及从家庭内部到外部网络实现互联的一座桥梁。从技术角度说，家庭网关在家庭内部以及从内部到外部实现桥接/路由、协议转换、地址管理和转换，承担防火墙的职责，并提供可能的 VoIP/Video over IP 等业务。

25 无线 AP：（AP，Access Point，无线访问节点、会话点或存取桥接器）是一个包含很广的名称，它不仅包含单纯性无线接入点（无线 AP），也同样是无线路由器（含无线网关、无线网桥）等类设备的统称。无线 AP 接入点支持 2.4GHz 频率的无线应用，敏感度符合 802.11n 标准，并采用双路射频输出，每一路最大输出 600 毫瓦，可通过无线分布系统（点对点 and 点对多点桥接）在大面积的区域部署无线覆盖，是酒店宾馆发展无线网络必备的无线 AP 设备。

30 多输入多输出系统（Multi-input Multi-output；MIMO）是一种用来描述多天线无线通信系统的抽象数学模型，能利用发射端的多个天线各自独立发送信号，同时在接收端用多个天线接收并恢复原信息。该技术最早是由马可尼于 1908 年提出的，他利用多天线来抑制信道衰落（fading）。根据收发两端天线数量，相对于普通的单输入单输出系统（Single-Input Single-Output, SISO），MIMO 此类多天线技术尚包含早期所谓的“智能天线”，亦即单输入多输出系统（Single-Input Multi-Output, SIMO）和多输入单输出系统（Multiple-Input Single-Output, MISO）。

35 全向天线，即在水平方向图上表现为 360° 都均匀辐射，也就是平常所说的无方向性，在垂直方向图上表现为有一定宽度的波束，一般情况下波瓣宽度越小，增益越大。全向天线在移动通信系统中一般应用于郊区大区制的站型，覆盖范围大。

水平极化，是指电磁波的振动方向是水平方向。凡是极化面与大地法线面垂直的极化波称为水平极化波。其电场方向与大地相平行。

40 垂直极化，是指电场矢量在一个固定的平面内沿一个固定的方向振动，则称该电磁波是偏振的，包含电场矢量 E 的平面称为偏振面。偏振在微波遥感中称为极化，极化有水平极化

和垂直极化两种方式。当电磁波的电场矢量平行于波束入射面时，称为垂直极化，用 V 表示。

下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

5 图 1 所示为包括本申请提供的天线的电子设备作为家庭网关，在家庭网关系统中的应用示意图。图 1 所示的实施方式中，本申请提供的电子设备为家庭网关，家庭网关连接在光局端和终端设备之间，光局端连接至广域网（因特网），光局端从广域网（因特网）获取信号，并将此信号传送至家庭网关，再由设置在家庭网关中的天线将信号传送至各终端设备。家庭网关包括数字模块、射频模块和天线，数字模块连接在光局端和射频模块之间，射频模块用于发送射频信号给天线。随着家庭智能化的发展，各种智能化终端设备被配置在家庭中，需要在家庭网关内的配置更多的天线，以为各种终端设备提供信号。例如，天线可以包括天线 1、天线 2、天线 3、天线 4 和天线 5，天线 1 可以为低频天线，例如低频天线可以为 2G 天线或 3G 天线，天线 2、天线 3、天线 4 和天线 5 可以为高频天线，例如高频天线可以为 5G 天线或 6G 天线。其它实施方式中天线可以有其它的配置，例如包括低频天线的数量可以为两个或三个以上，高频天线的数量也可以为一个或两个或更多个。

15 一种实施方式中，终端设备可以包括智能手机、智能家居（例如空调、电风扇、洗衣机、电冰箱等）、智能电视、智能安防（例如摄像机）。智能手机可以使用在低频频率范围，也可以使用在高频频率范围，例如智能手机可以支持 2G 和 5G 两种频率的信号。因此如图 1 所示的，天线 1 和天线 2 均为智能手机提供信号。天线 3 为智能家居提供信号，对于智能家居而言，通过智能家庭网关系统平台，用户可以通过手机和 PC 端等方式对远程智能家电、照明系统、电源系统等进行状态查看和控制。天线 4 为智能电视提供信号，用户也可以通过终端设备远程操控智能电视，智能电视可以具网络电视的功能，也可以具有视频会议的功能。天线 5 为智能安防提供信号，智能视安防系统可以包括防火、防盗、防泄漏和远程监控等功能。用户可以利用手机、Internet 远程查看和设置家庭安防系统，同时还可远程监视家庭内部情况，如果检测到异常状况，安防系统可以通过打电话、发短信、发邮件等方式通知用户。

25 本申请可以将不同工作频率的天线集成在一起，且能够实现低频天线的全向辐射，同时实现高频天线的定向增益。例如，天线 1 和天线 4 集成在一起，天线 1 为智能手机的低频的工作频率提供信号，智能手机可能会出现在家庭中的任意位置，天线 1 需要全向辐射，天线 4 需要为智能电视提供信号，通常智能电视会固定在家庭中的某个位置，天线 4 需要定向辐射，以保证信号强度。

30 图 2 所示为本申请提供的电子设备 100（为家庭网关）的一种具体的应用场景示意图，如图 2 所示，具体的家庭场景中，同一楼层中的不同的房间均需要 WIFI 信号，不同的楼层也有 WIFI 信号的需求，家庭网关 100 内包括不同的天线，不但可以实现之间水平全向辐射，即可以辐射至同一楼层不同房间，满足同一楼层不同房间的 WIFI 信号需求，还可以实现垂直穿楼辐射，满足不同楼层的 WIFI 信号需求。图 2 中标示为 A 的椭圆形代表天线具有水平极化的全向辐射的能力，图 2 中标为 B 的椭圆形代表天线具有水平极化的定向辐射的能力，图 2 中标示为 C 椭圆形代表天线具有垂直极化辐射能力，能够实现垂直穿楼辐射信号的能力。

本申请提供的天线能够集成两个天线，在同一个极化方向上，实现全向辐射及定向增益，也可以实现多个天线的集成，即可保证同一个极化方向上的全向辐射及定向增益，又可以实现另一个极化方向上的辐射，例如垂直极化的全向辐射和定向增益，及水平极化的辐射。

40 图 3、图 4 和图 5 所示为本申请一种实施方式提供的电子设备 100 的示意图。电子设备

100 可以为家庭网关, 也可以为其它的电子设备, 例如: 无线 AP、家庭热点、CPE (Customer Premise Equipment, 客户终端设备) 等。

参阅图 3, 以电子设备 100 为家庭网关为例, 电子设备 100 包括外壳 1001, 外壳 1001 可以呈桶状, 也可以为其它的形状, 例如方形盒状或圆形盒状等。本实施方式中, 桶状外壳 1001 的顶部设有顶盖 1002, 顶盖 1002 为非屏蔽材料, 例如塑料, 顶盖 1002 的内部为天线, 顶盖 1002 设有多个通孔 1003, 通孔 1003 的设置有利于电子设备 100 内的天线的信号辐射及电子设备 100 内部的通风散热。

结合图 3 和图 4, 图 4 为在图 3 的基础上, 本申请提供的电子设备 100 去掉外壳 1001 的示意图。电子设备 100 内设单板 1004, 本申请一种实施方式提供的天线 1000 设置在单板 1004 的一侧, 单板 1004 上可以设置射频电路 10041, 射频电路 10041 电连接至天线 1000 的馈电部, 射频电路 10041 通过天线 1000 收发信号。单板 1004 和天线 1000 设置在外壳 1001 内部。为方便单板 1004 的散热, 将单板 1004 设为立式, 外壳 1001 内设用于固定单板 1004 的基座 1005, 单板 1004 连接至基座 1005, 基座 1005 上也可以设置用于为单板 1004 提供导热散热的结构 1006, 例如金属散热器、均热板、热管及其它导热结构, 也可以将不同类型的导热结构组合使用。本实施方式中, 电子设备 100 内设两块单板 1004, 基座 1005 位于电子设备 100 的底部, 导热散热的结构 1006 直立在基座 1005 上, 两块单板 1004 分别位于导热散热的结构 1006 的相对的两侧, 即导热散热的结构 1006 夹设在两块单板 1004 之间, 这样, 导热散热的结构 1006 可以同时为两块单板 1004 散热, 而且保证单板靠近外壳 1001, 更利于单板 1004 的散热。

为了保证天线 1000 的辐射性能, 可以将天线 1000 设置在单板 1004 的顶部。具体而言, 如图 4 所示, 可以将天线 1000 安装在支架 1007 上, 以构成天线模组 R, 再将天线模组 R 组装在外壳 1001 内部, 支架 1007 上还可以设置其它的天线或电子器件。支架 1007 上设有通风道 10071, 此通风道 10071 与顶盖 1002 上的通孔 1003 相通, 以实现通风散热的作用。天线模组 R 位于单板 1004 和导热散热的结构 1006 的顶部, 即靠近外壳 1001 的顶部区域, 位于顶盖 1002 的内侧, 通风道 10071 和通孔 1003 用于使得导热散热的结构 1006 与电子设备 100 外部之间通风, 提升散热效果。图 4 所示的实施方式中, 天线 1000 (具有渐变线天线架构) 所在的介质板接近水平放置, 天线产生水平极化, 若具体的使用场景需要垂直极化的天线, 可以将电子设备 100 由立式变为卧式, 将天线的渐变线天线的渐变槽的开口设置为: 竖直方向的向上设置。其它实施方式中, 也可以将天线 1000 布置在电子设备内的其它位置。如图 5 所示, 电子设备内设立式的支架, 即位于两个单板 1004 之间的部分, 天线 1000 设置在此支架上, 天线的渐变槽的开口设置为: 竖直方向的向上设置。

外壳 1001 可以整体为塑料材质, 或者部分外壳 1001 为金属材质, 部分外壳 1001 为塑料材质 (或非屏蔽材料), 外壳 1001 的金属部分为设置在单板 1004 外围的部分外壳, 金属材质的部分外壳具有导热性能好的优势, 单板 1004 上设有功率器件或其它发热元件, 单板 1004 工作的情况下, 可以通过导热结构将热传导至外壳 1001, 通过外壳 1001 辅助散热, 这样可以提升散热, 保证电子设备 100 的使用寿命。外壳 1001 的塑料 (或非屏蔽材料) 部分为设置在天线 1000 外围的部分外壳, 塑料材质不会对天线 1000 形成信号干扰和屏蔽, 有利于保证天线 1000 辐射性能。

本申请通过将渐变槽天线 (Tapered slot antenna, TSA) 和折合振子集成为一个天线, 渐变槽天线和折合振子共同一个馈电, 也可以理解为通过折合振子为渐变槽天线馈电, 提升了

天线的适用范围，使得天线可以实现折合振子全向辐射，又能够实现渐变槽天线定向辐射。本申请提供的天线能够较好的匹配 ONT (Optical network terminal, 光网络终端) 对于 WiFi 天线设计的要求 (例如：在有限的空间内布置更多的天线，可以覆盖更多的区域)，迎合了家庭网络 WiFi 天线设计的战略 (即：不同频率下高性能的 WiFi 覆盖能力)。一种实施方式中，
5 本申请中的渐变槽天线和折合振子极化相同，例如：二者可以都是垂直极化 (可以通过更换摆放角度，使得渐变槽天线和折合振子均成为水平极化)。所述渐变槽天线可以为第一频率的定向天线，所述折合振子可以为第二频率的全向天线，所述第一频率低于所述第二频率。所述折合振子的工作频率的范围为：6G-7.125G；所述渐变槽天线的工作频率的范围为：5.1G-5.9G。本实施方式提供的天线中的渐变槽天线和折合振子的工作频率范围不同，辐射不同的信号，提升了天线的适用范围，更突显其小型化的优势。
10

一种实施方式中，参阅图 6、图 7 和图 8，本申请提供的天线设置在介质板 10 上，介质板 10 也可以视为天线的一部分，即可以理解为天线包括介质板 10。介质板 10 可以为陶瓷基板、PCB 等任何绝缘基板，介质板 10 可以为单一材质的板材，也可以为复合板材，例如通过
15 两种不同材质的板材压合而成。介质板 10 可以为单层板结构，也可以为两层板或多层板结构。本申请提供的天线为形成在介质板上的微带天线架构的好处在于：具有剖面薄、重量轻、可与载体 (指的介质板) 共形、以及易与有源器件 (例如射频电路、滤波电路、信号放大电路等) 集成的特点。

图 6 所示为本申请一种实施方式提供的天线分布在介质板 10 的一个面上的示意图，图 7
20 和图 8 分别为介质板两个方向的侧面示意图。天线包括渐变槽天线 20、折合振子 30 和馈电结构 40。渐变槽天线相对的两端分别为辐射端和馈电端，如图 6 所示，渐变槽天线 20 的辐射方向向右，其右端为辐射端，相应地，左端为馈电端。折合振子 30 连接在渐变槽天线 20 的馈电端且可以作为渐变槽天线 20 的谐振槽。馈电结构 40 为折合振子 30 馈电，同时激励渐变槽天线 20。本申请通过将折合振子 30 和渐变槽天线 20 集成在一起，共用一个馈电，执行
25 双天线的功能，可以实现天线小型化，而且，不但可以分别实现折合振子 30 和渐变槽天线 20 的辐射性能，这两个天线之间还具有互补的功能，例如：本申请在渐变槽天线 20 的馈电端设置折合振子 30，折合振子 30 不但可以执行其自身的辐射功能，还可以构成渐变槽天线 20 的谐振槽，对渐变槽天线 20 的辐射性能具有调谐作用，本申请拓展了折合振子 30 的功能，使其具有双重功能 (即执行自身的辐射及成为渐变槽天线的谐振结构两种功能)。

渐变槽天线 20 的基本架构为：渐变槽天线 20 包括第一金属结构 21 和第二金属结构 22，
30 所述第一金属结构 21 和所述第二金属结构 22 之间形成渐变槽 24，所述渐变槽 24 的延伸方向为第一方向 A1，所述渐变槽 24 的两端分别为窄缝端 241 和宽口端 242，折合振子 30 连接至窄缝端 241 且位于窄缝端 241 背离宽口端 242 的一侧。本实施方式中，渐变槽 24 可以为轴对称结构，即渐变槽 24 以一中心轴 C1 为中心呈对称分布，第一金属结构 21 和第二金属结构 22 也可以对称分布在此中心轴 C1 的两侧，这个对称轴 C1 的延伸方向为第一方向 A1。当然渐变槽 24 也可以为非对称的结构，例如第一金属结构 21 和第二金属结构 22 的形状不同或尺寸不同，总体来说，从渐变槽 24 的窄口端 241 的中心位置向宽口端 242 的中心位置延伸的方向为第一方向 A1。介质板 10 大致呈长方形，介质板 10 的长边的方向为第一方向 A1。

第一金属结构 21 和第二金属结构 22 的具体结构可以有多种不同的形态，例如：图 6、
40 图 9、图 10、图 11 和图 12 示意性地描述了几种不同的第一金属结构 21 和第二金属结构 22

的实施方式。

如图 6 所示, 所述第一金属结构 21 包括第一微带线 211 和第一齿组 212, 所述第一微带线 211 包括面对所述渐变槽 24 的第一边缘 2111 和背离所述渐变槽的第二边缘 2112。第一微带线 211 可以为弧形线的形状, 或者第一微带线 211 由直形线和弧形线构成, 第一微带线 211 的线宽为第一边缘 2111 和第二边缘 2112 之间的垂直距离, 本申请中, 第一微带线 211 的线宽的设置可以为: 从窄缝端 241 至宽口端 242 的各个位置处的线宽均相同; 或者, 从窄缝端 241 至宽口端 242, 线宽呈渐变的变化趋势; 或者, 从窄缝端 241 至宽口端 242, 部分第一微带线的线宽是相同的, 部分第一微带线的线宽呈渐变的变化趋势, 本申请不对第一微带线 211 的具体的形状做限定。所述第一齿组 212 连接至所述第二边缘 2112, 且从所述第二边缘 2112 向远离所述第一边缘 2111 的方向延伸, 第一齿组 212 的延伸的方向为第二方向, 第二方向可以与第一方向之间垂直, 也可以相较第二方向形成小于 90 度的夹角, 图 6 所示的第一齿组 212 的延伸方向为垂直于第一方向 A1 的状态, 可以理解的是, 图 6 所示的实施方式中, 第一齿组 212 可以向左或向右倾斜一定的角度。

图 6 所示的实施方式中, 第一齿组 212 的数量为两个, 这两个第一齿组 212 分别靠近窄缝端 241 和宽口端 242。其它实施方式中, 第一齿组 212 的数量也可以为一个、三个或更多个。每个第一齿组 212 包括两个第一梳齿 2121, 可以理解的是, 各第一齿组 212 中的第一梳齿的数量也可以为一个、三个或更多个, 本申请不做限定。图 6 所示的实施方式中, 两个第一齿组 212 的延伸方向是相同的, 都是第二方向 A2, 且垂直于第一方向 A1, 此种架构从制作工作的角度, 具有易于制作的好处, 从天线的调谐、带宽配置及方向图控制的角度, 具有容易调节天线的物理参数的好处。其它实施方式中, 不同的第一齿组 212 的延伸方向可以不同, 例如可以将图 6 所示的实施方式中的其中一个第一齿组 212 向左或向右倾斜一定的角度。

图 6 所示的实施方式中, 各第一梳齿 2121 呈直线形状, 可以理解的是, 其它实施方式中, 各第一梳齿 2121 也可以呈曲线形, 例如 C 形、S 形等。

本申请提供的天线中的渐变槽天线 20 的第一金属结构 21 区别于传统的渐变槽天线的大面积的金属结构, 采用第一微带线 211 和第一齿组 212 结合的方式, 也可以是理解是将传统的大面积的金属结构去除部分材料, 形成镂空结构, 即构成离散疏齿镂空架构, 不但可以保证渐变槽天线 20 的辐射性能, 还有利于提高天线本体(指的是渐变槽天线)的电磁波穿透性, 使得折合振子 30 的辐射性能也等到保证。所述第一齿组 212 的电长度为所述渐变槽天线 20 的工作频率的四分之一波长。第一齿组 212 的电长度可以理解为: 在第二方向 A2 上, 第一齿组 212 远离所述第二边缘 2112 的一端至所述渐变槽 24 的中轴线 C1 的位置之间的距离, 第二方向 A2 垂直于渐变槽 24 的中轴线 C1。四分之一波长的第一齿组 212 的电长度的配置, 使得第一齿组 212 可以构成单极子天线架构, 辐射渐变槽天线 20 的多余的能量, 这样可以提升渐变槽天线的辐射性能。可以理解为, 渐变槽天线 20 主要通过其渐变槽 24 的边缘的位置进行辐射电磁波, 然而, 不可避免地, 部分电流顺着第一金属结构 21 向外扩散, 即部分电流会流到第一齿组上, 本申请将第一齿组且设计为渐变槽天线的工作频率的四分之一波长的电长度, 使得第一齿组可以将这部分电流辐射出去, 增强了渐变槽天线的信号辐射能力。

图 6 所示的实施方式中, 第二金属结构 22 的结构与第一金属结构 21 的结构相同。所述第二金属结构 22 包括第二微带线 221 和第二齿组 222, 所述第二微带线 221 包括面对所述渐变槽 24 的第三边缘 2211 和背离所述渐变槽 24 的第四边缘 2212, 所述第二齿组 222 连接至所述第四边缘 2212, 且从所述第四边缘 2212 向远离所述第三边缘 2211 的方向延伸, 所述第

二齿组 222 的电长度为所述渐变槽天线 20 的工作频率的四分之一波长；第二齿组 222 的电长度可以理解为：在第二方向上，第二齿组 222 远离第四边缘 2212 的一端至渐变槽 24 的中轴线 C1 的位置之间的距离，第二方向 A2 垂直于渐变槽 24 的中轴线 C1。各第二齿组 222 均包括第二梳齿 2221，且各第二齿组 222 中的第二梳齿 2221 的数量可以为一个、两个或多个。

5 第二齿组 222 的具体结构与第一齿组 221 的具体结构可以相同，具体的细节参照前述对第一齿组 221 的描述，不再赘述。

本申请提供的天线大体上呈对称的分布架构，对称中心可以看作为渐变槽 24 的中轴线 C1，即渐变槽天线 20 可以为以此中轴线 C1 为中心的对称分布架构，对于折合振子 30 而言，其馈电结构的部分为非对称架构。所述第一齿组 221 和所述第二齿组 222 对称分布在所述渐变槽 24 的两侧。本实施方式通过第一齿组 221 和第二齿组 222 的对称分布，有利于优化天线的性能。

参阅图 6 所示的实现方式，所述第一齿组的数量和所述第二齿组的数量均为至少两个的情况下，至少两个所述第一齿组不等长且间隔设置，距离所述宽口端越近的所述第一齿组的长度越大，同样地，至少两个所述第二齿组不等长且间隔设置，距离所述宽口端越近的所述第二齿组的长度越大。图 6 示意性地表示了分别靠近窄缝端和宽口端的两个第一齿组和两个第二齿组，可以理解的是，在这两个第一齿组之间可以设置至少一个电长度不同的第一齿组，同样，在这两个第二齿组之间也可以设置至少一个电长度不同的第二齿组。本实施方式提供的天线架构中，通过尺寸渐变的离散疏齿镂空架构，实现对电磁波信号的穿透作用，提供电磁波传输的平稳性。所述渐变槽天线能够被激励工作在一个高频带宽内，所述高频带宽包括最高工作频率和最低工作频率，其中邻近所述窄缝端的所述第一齿组的电长度为所述渐变槽天线的所述最高工作频率的四分之一波长，邻近所述宽口端的所述第一齿组的电长度为所述渐变槽天线的所述最低工作频率的四分之一波长。四分之一波长的电长度的第一齿组具有类似单极子的辐射特性，可以提升渐变槽天线的增益。本实施方式通过不同尺寸的第一齿组和第二齿组的设置，能够满足针对渐变槽天线在不同的工作频率下的增益。

25 一种可能的实现方式中，所述第一齿组 212 包括位于所述宽口端 242 位置的第一梳齿 2121A，所述第二齿组 222 包括位于所述宽口端 242 位置的第二梳齿 2221A，所述第一梳齿 2121A 背离所述第一微带线 211 的端部与所述第二梳齿 2221A 背离所述第二微带线 221 的端部之间的距离 D1 为所述渐变槽天线 20 工作频率的二分之一波长。本实施方式中，第一微带线和第二微带线在宽口端处的尺寸不足二分之一波长，如图 6 所示，在宽口端处，第一微带线的端部对应设置于第一梳齿 2121A 的齿根的位置，第二微带线的端部对应设置于第二梳齿 2221A 的齿根的位置，第一微带线 211 的端部 211A 和第二微带线 221 的端部 221A 之间的距离不足渐变槽天线 20 的工作频率的二分之一波长，无法实现渐变槽天线 20 的功能，但是第一梳齿 2121A 和第二梳齿 2221A 与第一微带线 211 和第二微带线 221 结合起来，就构成了渐变槽天线 20 的基本架构，即，所述第一梳齿 2121A 背离所述第一微带线 211 的端部与第二梳齿 2221A 背离所述第二微带线 221 的端部之间的距离为所述渐变槽天线 20 工作频率的二分之一波长的设计，能够满足渐变槽天线 20 的辐射要求。位于所述宽口端 242 位置的第一梳齿 2121A 和位于所述宽口端 242 位置的第二梳齿 2221A 一方面构成渐变槽天线 20 的主要辐射部分，另一方面作为齿状结构，可以构成类似单极子架构，可以提升渐变槽天线 20 的增益。

40 图 6 所示的实施方式中，第一微带线 211 的端部 211A 位于第一梳齿 2121A 背离折合振

子 30 的一侧，可以理解为：第一梳齿 2121A 的齿根对应连接在第一微带线 211 的位置与端部 211A 之间间隔一定的距离。同样，第二微带线 221 的端部 221A 位于第二梳齿 2221A 背离折合振子 30 的一侧，第二梳齿 2221A 的齿根对应连接在第二微带线 221 的位置与端部 221A 之间间隔一定的距离。本实施方式通过第一微带线 211 的端部 211A 相较第一梳齿 2121A 突出延伸，以及第二微带线 221 的端部 221A 相较第二梳齿 2221A 突出延伸的设计，可以实现调节开口端的电流分布，改善渐变槽天线的辐射效率。

图 9 示意性地描述了本申请一种实施方式提供的天线，其中的第一金属结构 21 和第二金属结构 22 的具体结构不同于图 6 所示的实施方式，具体表现为：第一微带线 211 的端部 211A 和第二微带线 221 的端部 221A 的位置不同。图 9 所示的实施方式中，第一微带线 211 的端部 211A 连接至第一梳齿 2121A 的齿根的位置，第一微带线 211 的端部 211A 在第一梳齿 2121A 的齿根的位置处形成圆滑过度的连接。同样，第二微带线 221 的端部 221A 连接至第二梳齿 2221A 的齿根的位置，第二微带线 221 的端部 221A 在第二梳齿 2221A 的齿根的位置处形成圆滑过度的连接。本实施方式中，在第一微带线 211 的端部 211A 的位置沿第二方向延伸形成第一梳齿 2121A，在第二微带线 221 的端部 221A 的位置沿第二方向延伸形成第二梳齿 2221A，第一梳齿 2121A 和第二梳齿 2221A 的延伸方向相反且共线，形成对称分布的架构。

图 10 示意性地描述了本申请一种实施方式提供的天线，其中的第一金属结构 21 和第二金属结构 22 的具体结构不同于图 6 所示的实施方式，具体表现为：第一齿组 212 和第二齿组 222 的数量不同。图 10 所示的实施方式中，第一金属结构 21 包括一个第一齿组 212，且此第一齿组 212 靠近宽口端 242 设置，第二金属结构 22 包括一个第二齿组 222，且此第二齿组 222 靠近宽口端 242 设置。

图 11 示意性地描述了本申请一种实施方式提供的天线，其中第一金属结构 21 和第二金属结构 22 的具体结构不同于图 6 所示的实施方式，图 11 所述的实施方式中，第一金属结构 21 只包括第一微带线 211，不包括第一齿组，第二金属结构 22 只包括第二微带线 221，不包括第二齿组。第一微带线 211 和第二微带线 221 的结构不同于图 6 所示的实施方式的第一微带线和第二微带线，本实施方式中，在开口端 242 的位置处，第一微带线 211 的端部和第二微带线 221 的端部之间的距离 $D1$ 为渐变槽天线 20 的工作频率的二分之一波长。可以理解为，本申请提供的天线中，渐变槽天线的第一金属结构和第二金属结构可以由单一的微带线构成，不设置梳齿结构，亦可以保证渐变槽天线的辐射性能，及折合振子的辐射性能。

图 12 示意性地描述了本申请一种实施方式提供的天线，其中第一金属结构 21 和第二金属结构 22 的具体结构不同于图 6 所示的实施方式，图 12 所述的实施方式中，第一金属结构 21 和第二金属结构 22 不是微带线的结构，而是较大面积的金属贴片的结构。第一金属结构 21 包括相对设置的内边缘 213 和外边缘 214，第二金属结构 22 包括相对设置的内边缘 223 和外边缘 224，第一金属结构 21 的内边缘 213 和第二金属结构 22 的内边缘 223 之间构成渐变槽 24。第一金属结构 21 包括与折合振子 30 连接的第一端 215 和远离折合振子 30 的第二端 216，第二金属结构 22 包括与折合振子 30 连接的第一端 225 和远离折合振子 30 的第二端 226，第一金属结构 21 的第一端 215 的第二方向延伸的尺寸小于其第二端 216 的第二方向延伸尺寸，类似地，第二金属结构 22 的第一端 225 的第二方向延伸的尺寸也小于其第二端 226 的第二方向延伸的尺寸。第一金属结构 21 的第一端 215 和第二金属结构 22 的第一端 225 之间构成渐变槽 24 的窄缝端 241，第一金属结构 21 的第二端 216 和第二金属结构 22 的第二端 226 之间构成渐变槽 24 的宽口端 242。第一金属结构 21 和折合振子 30 之间形成第一间隔空间

R1, 第二金属结构 22 和折合振子 30 之间形成第二间隔空间 R2, 第一间隔空间 R1 和第二间隔空间 R2 的设置有利于保证折合振子 30 的结构形态及辐射性能, 同时可以作为渐变槽天线和折合振子 30 之间的镂空区, 能够保证折合振子 30 辐射的电磁波信号可以穿过渐变槽天线 20, 形成全向辐射。

5 图 6、图 9-图 12 所示的各实施方式中, 天线中的折合振子 30 具有相同的架构, 接下来以图 12 所示的实施方式为例, 对折合振子 30 的结构进行详细的描述。

参阅图 12, 折合振子 30 的延伸方向为第二方向 A2, 所述第二方向 A2 与所述第一方向 A1 相交 (二者可以正交也可以形成小于 90 度的夹角)。折合振子 30 的延伸方向为第二方向可以理解为折合振子的主要辐射部分的延伸方向是在第二方向, 若折合振子中的主振子和寄生振子均为直条形, 主振子和寄生振子的延伸方向为第二方向, 二者可以视为平行或接近平行。折合振子中的主振子和寄生振子也可以设置为两端弯折的样式, 二者之间设置蛇形线。可以减小尺寸, 虽然弯折部分不是第二方向, 但折合振子作为一个整体, 其延伸方向可视为第二方向。

所述折合振子 30 包括相对设置的主振子 31 和寄生振子 32, 所述主振子 31 和所述寄生振子 32 之间的区域构成所述折合振子 30 的内部空间, 所述主振子 31 位于所述寄生振子 32 和所述窄缝端 241 之间。所述主振子 31 包括第一主体 311 和分别位于所述第一主体 311 两端的第一弯折段 312 和第二弯折段 313, 所述第一主体 311 包括第一枝节 3111 和第二枝节 3112, 第一枝节 3111 和第二枝节 3112 在所述第二方向上间隔排列且二者之间构成间隙。所述寄生振子 32 包括第二主体 321 和分别位于所述第二主体 321 两端的第三弯折段 322 和第四弯折段 323。所述折合振子 30 还包括连接在所述第一弯折段 312 和所述第三弯折段 322 之间的第一蜿蜒线 33 及连接在所述第二弯折段 313 和所述第四弯折段 323 之间的第二蜿蜒线 34, 所述第一蜿蜒线 33 和所述第二蜿蜒线 34 相对设置。本实施方式通过将主振子 31 和寄生振子 32 的两端弯折, 能够实现折合振子 30 的小型化, 一方面, 通过位于所述第一主体 311 两端的第一弯折段 312 和第二弯折段 313 的结构可以减少主振子 31 的第二方向 A2 上的尺寸, 同样, 分别位于所述第二主体 321 两端的第三弯折段 322 和第四弯折段 323 可以减少寄生振子 32 的第二方向 A2 上的尺寸。另一方面, 所述第一蜿蜒线 33 和所述第二蜿蜒线 34 用于形成无辐射感性加载, 以减少所述折合振子 30 的尺寸。

所述第一弯折段 312 和所述第三弯折段 322 之间形成第一间隔 35, 所述第二弯折段 313 和所述第四弯折段 323 之间形成第二间隔 36, 所述第一蜿蜒线 33 和所述第二蜿蜒线 34 位于所述第一间隔 35 和所述第二间隔 36 之间。即第一蜿蜒线 33 和所述第二蜿蜒线 34 在所述第一主体 311 上的垂直投影位于所述第一主体 311 的内部。此种架构下, 第一蜿蜒部线 33 和第二蜿蜒线 34 构成内凹的架构, 有利于折合振子 30 小尺寸的设计。可以理解的是, 在第二方向 A2 上尺寸允许的情况下, 第一蜿蜒部线 33 和/或第二蜿蜒线 34 也可以构成外凸的架构, 具体为: 第一蜿蜒部线 33 和第一主体 211 分别位于第一弯折段 312 的两侧 (图 12 所示的实施方式中, 第一蜿蜒部线 33 和第一主体 211 位于第一弯折段 312 的同侧)。

参阅图 12, 所述第一枝节 3111 电连接至所述第一金属结构 21, 所述第二枝节 3112 电连接至所述第二金属结构 22, 以使所述折合振子 30 的内部空间构成所述渐变槽天线 20 的谐振槽。在第一方向 A1 上, 第一枝节 3111 和第二枝节 3112 之间的间隙 37 正对渐变槽 24 的窄缝端 241, 可以理解为, 间隙 37 的中间位置与窄缝端 241 的中间位置的连线的延伸方向为第一方向 A1。对于间隙 37 和窄缝端 241 而言, 它们在第二方向 A2 上的尺寸为宽度, 间隙 37 的

宽度可以大于窄缝端 241 的宽度。一种可能的实现方式中，间隙 37 的内壁和窄缝端 241 的内壁之间的连线呈平滑过度状态，可以呈喇叭状开放延伸，这样的从窄缝端 241 至间隙 37，再到折合振子 30 内部空间，尺寸呈渐变变化，这样的设计有利于折合振子 30 作为谐振槽对渐变槽天线 20 进行馈电调谐。

5 一种可能的实现方式中，所述第一枝节 3111 包括第一连接部 38，所述第一连接部 38 与所述第一金属结构 21 连接，所述第二枝节 3112 包括第二连接部 39，所述第二连接部 39 与所述第二金属结构 22 连接，第一连接部 38 和第二连接部 39 均邻近窄缝端 241，在所述第一方向 A1 上，所述第一连接部 38 延伸的尺寸大于所述第二连接部 39 延伸的尺寸。这样，所述
10 所述第一枝节 3111 和所述第一金属结构 21 共同形成具有第一开口的第一间隔区 R1，所述第一开口位于所述第一间隔区 R1 的背离所述渐变槽 24 的一端；所述第二枝节 3112 与所述第二金属结构 22 共同形成具有第二开口的第二间隔区 R2，所述第二开口位于所述第二间隔区 R2 背离所述渐变槽 24 的一端，第一间隔区 R1 的尺寸小于第二间隔区 R2 的尺寸。本实施方式中，第一枝节 3111 部分区域做了加宽设置，比较宽的区域是为了配置馈电结构预留出来的，即通过第一连接部 38 的尺寸设计，可以在第一连接部 38 上安装馈电结构。

15 参阅图 12、图 7 和图 8，一种可能的实现方式中，所述第一连接部 38 设有通孔 381，所述馈电结构 40 包括内导体 41 和外导体 42，所述馈电结构 40 穿过所述通孔 381（具体为外导体 42 穿过通孔 381），所述外导体 42 穿过通孔 381 后电连接至第一枝节 3111（具体为电连接至所述第一连接部 38），所述内导体 41 跨过间隙 37 电连接至所述第二枝节 3112。馈电结构 40 可以为馈电电缆，本申请提供的馈电方式简单易行。本申请不需要微带线的方式馈电，微
20 带线对折合振子 30 和渐变槽天线 20 的辐射尺寸多少会有一些影响的，而且会占用载板面积，馈电电缆与第一连接部的连接方式馈电，不会影响折合振子 30 和渐变槽天线 20 的辐射性能。馈电结构 40 的外导体 42 用于接地，内导体 41 用于传输信号，对于渐变槽天线 30 而言，第一金属结构 21 为本申请天线的地，第二金属结构 22 和第一金属结构 21 的电位不同，第二金属结构 22 电连接内导体 42。对于折合振子 30 而言，第一枝节 3111 与馈电结构 40 的外导体
25 42 电连接，第一枝节 3111 接地，第二枝节 3112 与内导体 41 电连接，因此，本申请提供的天线的折合振子 30 中，第二枝节 3112 和第一枝节 3111 的电位不同。

其它实施方式中，在第二方向 A2 上尺寸允许的情况下，也可以将主振子 31 和寄生振子 32 设置为直条形，即不对它们的两端进行弯折，这样可以节约第一方向 A1 上的折合振子 30 的尺寸。对应地，折合振子 30 中的第一蜿蜒线 33 和所述第二蜿蜒线 34 也可以用直线状的传输线代替，如图 13 所示，图 13 所示的实施方式中的折合振子 30 的形态更简单，整体呈矩形
30 架构，由直条形微带线连接构成。

本申请通过所述馈电结构 40 电连接在所述第一枝节 3111 和第二枝节 3112 之间，同时为所述折合振子 30 和所述渐变槽天线 20 馈电，以激励所述渐变槽天线 30 定向天线，及激励所述折合振子 30 为全向天线。

35 一种可能的实现方式中，所述渐变槽天线 20 的工作频率低于所述折合振子 30 的工作频率。所述折合振子 30 的工作频率的范围为：6G-7.125G；所述渐变槽天线 20 的工作频率的范围为：5.1G-5.9G。本实施方式提供的天线中的渐变槽天线 20 和折合振子 30 的工作频率范围不同，辐射不同的信号，提升了天线的适用范围，更突显其小型化的优势。

图 6 及图 9-图 13 所示的各实施方式中，在所述第二方向 A2 上，所述折合振子 30 的最大尺寸小于等于所述渐变槽天线 20 的最大尺寸。本申请将天线在第二方向 A2 的最大尺寸限
40

定为折合振子 30 在第二方向 A2 上的延伸尺寸，将渐变槽天线 20 设置在折合振子 30 在第二方向 A2 上限定的尺寸范围内，有利于实现天线的小型化。

参阅图 14，一种可能的实现方式中，所述天线还包括寄生单元 50，所述寄生单元 50 位于所述渐变槽天线 20 远离所述折合振子 30 的一侧，用于提升所述渐变槽天线 20 的增益。具体而言，所述寄生单元 50 为偶极子天线，所述寄生单元 50 的延伸方向为所述第二方向 A2。具体而言，寄生单元 50 呈直线状在第二方向 A2 上延伸，第二方向 A2 垂直于第一方向 A1。寄生单元 50 以渐变槽 24 的中轴线 C1 为中心呈对称结构，寄生单元 50 的电长度小于宽口端 242 的电长度，可以理解为：寄生单元 50 在渐变槽天线 20 的开口端 242 的垂直投影位于开口端 242 的范围内，即寄生单元 50 的两端至渐变槽 24 的中轴线 C1 的垂直距离均小于开口端 242 的两端与渐变槽 24 的中轴线 C1 之间的垂直距离。

所述渐变槽天线 20 能够被激励工作在一个高频带宽内，所述高频带宽包括高频段和低频段，所述寄生单元 50 用于对渐变槽天线 20 在所述低频段上的辐射电磁波进行增强，且所述寄生单元 50 用于对渐变槽天线 20 在所述高频段上的辐射电磁波进行反射。所述高频带宽包括最高工作频率和最低工作频率，所述寄生单元 50 的电长度小于等于所述渐变槽天线 20 在所述最低工作频率上的辐射的电磁波的波长的二分之一，且大于所述渐变槽天线 20 在所述最高工作频率上的辐射的电磁波的波长的二分之一，所述寄生单元 50 与所述宽口端 242 之间的间距为所述寄生单元 50 对所述渐变槽天线 20 的有效作用频段上的电磁波的波长的四分之一。

参阅图 15，一种可能的实现方式中，所述寄生单元 50 的数量为至少两个（图 15 所示的实施方式包括三个寄生单元 50），至少两个寄生单元 50 且沿着所述第一方向 A1 依次间隔布置，距离宽口端 242 最近的所述寄生单元 50 与所述宽口端 242 之间的间距 D2 为所述寄生单元 50 对所述渐变槽天线 20 的有效作用频段上的电磁波的波长的四分之一，相邻的所述寄生单元 50 之间的间距也可以为 D2，即相邻的所述寄生单元 50 之间的间距也可以为所述寄生单元 50 对所述渐变槽天线 20 的有效作用频段上的电磁波的波长的四分之一。

本申请为了实现对渐变槽天线 20 在特定频段上的增益增强，使得渐变槽天线 20 的能量辐射具有更好的指向性，在第一方向 A1 上，增加寄生单元 50，且通过对寄生单元 50 的电长度的设置，即其长度略小于特定频率所对应的半波长，从而达到电磁波的引向增强作用。具体而言，本申请主要按照低频增强增益设计，因此寄生单元 50 的长度和间距均参照渐变槽天线在低频段范围对应的工作波长。可以理解的是，在保持相同间距递进的情况下，当寄生单元 50 数量设置为多个时，引向作用可以增强。在高频段范围，由于寄生单元 50 电长度过长而充当反射寄生单元，从而使得单波束辐射变成在反方向下的多波束特征，最终使得整个渐变槽天线 20 在宽频带上高低频两个子频带上呈现不同的辐射效果，这个特性很好地匹配了目前 WIFI 频段对不同频谱的差异化应用需求。

概括而言，本申请提供的天线可以设置在介质板 10 的一个面上，如图 6 和图 9-图 15 所示的各实施方式，渐变槽天线、折合振子及寄生单元均位于介质板 10 的同一面上。例如：渐变槽天线 20 和折合振子 30 设置在介质板 10 的正面，馈电结构 40 从介质板 10 背面的一侧穿过介质板 10，其外导体 42 与第一枝节 3111 电连接，例如以焊接的方式电连接，内导体 41 与第二枝节 3112 电连接，具体而言，第一枝节 3111 和第一金属结构 21 互连为一体成为天线的地板，馈电结构 40 的外导体 42 通过电连接至第一枝节 3111 实现接地。第二枝节 3112 和第二金属结构 22 互连为一体，内导体 41 电连接至第二枝节 3112，第一枝节 3111 和第二枝节 3112 的连接处形成馈电共面波导结构，通过馈电结构 40 对此馈电共面波导结构馈电。

其它可能的实现方式中，所述天线可以分布在所述介质板 10 的不同的面上。举例如下：以天线分布在介质板 10 的两个面上为例，参阅图 16-图 17、图 18-图 19 及图 20-图 21，介质板 10 包括层叠设置的第一面 S1 和第二面 S2。

如图 16 和图 17 所示，第二金属结构 22、第二枝节 3112、第二蜿蜒线 34、部分寄生振子 32 和寄生单元 50 位于第一面 S1 上，第一金属结构 21、第一枝节 3111、第一蜿蜒线 33 及部分寄生振子 32 位于第二面 S2 上，位于第一面 S1 上的寄生振子 32 和位于第二面 S2 上的寄生振子 32 之间通过介质板 10 上的金属过孔电连接。

如图 18 和图 19 所示，寄生振子 32 位于第一面 S1 上，主振子 31（包括第一枝节 3111 和第二枝节 3112）、第一金属结构 21 和第二金属结构 22 及寄生单元 50 位于第二面 S2 上，寄生振子 32 和主振子 31 之间通过介质板 10 上的金属过孔电连接。

如图 20 和图 21 所示，折合振子 30 和渐变槽天线 20 位于第一面 S1 上，寄生单元 50 位于第二面 S2 上，本实施方式中，第一面 S1 和第二面 S2 之间无需电连接。

本申请还可以包括如下具体实施方式：例如：所述渐变槽天线位于第一面，所述折合振子位于第二面。可以理解的是，渐变槽天线和折合振子也可以分布在三层或更多层上。不共面的折合振子及渐变槽天线之间，若需要电连接，可以通过介质基板之间的金属过孔实现电连接。

本申请提供的渐变槽天线为具有宽带、高增益特性定向天线，增强高频段上天线辐射能力，例如，渐变槽天线可以在 5G 频段做覆盖，也可以在 Sub7G 频段做级联回传（级联回传主要是指设备间组网使用，一个设备到另一个设备的数据或者视频流量通过无线的方式传递给下一级网关）。图 22 为本申请一种实施方式提供的天线的 S 参数曲线图，从这个图可以看到本申请提供的天线有效带宽范围为：5.3G-7G。

图 23 示意性地表达了本申请一种实施方式提供的天线在四个不同的工作频率（分别为 5.5G、5.9G、6.5G 和 7G）状态下的辐射方向图，其中用实线和虚线分别表达不同极化的辐射方向图，实线对应的方向图代表 E 平面方向图，虚线对应的方向图代表 H 平面方向图，E 面是电场矢量方向与最大传播方向所在的平面，H 面是磁场矢量方向与最大传播方向所在的平面，例如：E 面 XOZ 面，H 面是 YOZ 面。其中 5.5G 和 5.9G 两个频率状态下的辐射方向图代表渐变槽天线的辐射方向图，从辐射方向图可以看到在这两个频率的工作状态下，天线的定向增益效果较好。其中 6.5G 和 7G 两个频率的状态的辐射方向图代表折合振子、渐变槽天线以及具有反射电磁波作用的寄生单元共体作用下的辐射方向图，从辐射方向图可以看到，这两个频率的工作状态下，能实现宽角多波束特性，且与低频段上的辐射方向相反，能够实现向上向下无缝级联，本申请可以实现用高频大带宽模式做级联组网及回传。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1.一种天线，其特征在于，包括渐变槽天线、折合振子和馈电结构；

5 所述渐变槽天线包括第一金属结构和第二金属结构，所述第一金属结构和所述第二金属结构之间形成渐变槽，所述渐变槽的延伸方向为第一方向，所述渐变槽的两端分别为窄缝端和宽口端；

10 所述折合振子的延伸方向为第二方向，所述第二方向与所述第一方向相交，所述折合振子包括相对设置的主振子和寄生振子，所述主振子和所述寄生振子之间的区域构成所述折合振子的内部空间，所述主振子位于所述寄生振子和所述窄缝端之间，所述主振子包括在所述第二方向上间隔排列的第一枝节和第二枝节，所述第一枝节电连接至所述第一金属结构，所述第二枝节电连接至所述第二金属结构，以使所述折合振子的内部空间构成所述渐变槽天线的谐振槽；

15 所述馈电结构电连接在所述第一枝节和第二枝节之间，同时为所述折合振子和所述渐变槽天线馈电，以激励所述渐变槽天线定向天线，及激励所述折合振子为全向天线。

2. 根据权利要求1所述的天线，其特征在于，所述渐变槽天线的工作频率低于所述折合振子的工作频率。

20 3. 根据权利要求2所述的天线，其特征在于，所述第一枝节包括第一连接部，所述第一连接部与所述第一金属结构连接，所述第二枝节包括第二连接部，所述第二连接部与所述第二金属结构连接，在所述第一方向上，所述第一连接部延伸的尺寸大于所述第二连接部延伸的尺寸。

4. 根据权利要求3所述的天线，其特征在于，所述第一连接部设有通孔，所述馈电结构包括内导体和外导体，所述馈电结构穿过所述通孔，所述外导体电连接至所述第一连接部，所述内导体电连接至所述第二枝节。

25 5. 根据权利要求1所述的天线，其特征在于，所述第一金属结构包括第一微带线和第一齿组，所述第一微带线包括面对所述渐变槽的第一边缘和背离所述渐变槽的第二边缘，所述第一齿组连接至所述第二边缘，且从所述第二边缘向远离所述第一边缘的方向延伸，所述第一齿组的电长度为所述渐变槽天线的工作频率的四分之一波长。

30 6. 根据权利要求5所述的天线，其特征在于，所述第二金属结构包括第二微带线和第二齿组，所述第二微带线包括面对所述渐变槽的第三边缘和背离所述渐变槽的第四边缘，所述第二齿组连接至所述第四边缘，且从所述第四边缘向远离所述第三边缘的方向延伸，所述第二齿组的电长度为所述渐变槽天线的工作频率的四分之一波长；所述第一齿组和所述第二齿组对称分布在所述渐变槽的两侧。

35 7. 根据权利要求6所述的天线，其特征在于，所述第一齿组的数量和所述第二齿组的数量均为至少两个，至少两个所述第一齿组不等长且间隔设置，距离所述宽口端越近的所述第一齿组的长度越大，至少两个所述第二齿组不等长且间隔设置，距离所述宽口端越近的所述第二齿组的长度越大。

40 8. 根据权利要求7所述的天线，其特征在于，所述渐变槽天线能够被激励工作在一个高频带宽内，所述高频带宽包括最高工作频率和最低工作频率，其中邻近所述窄缝端的所述第一齿组的电长度为所述渐变槽天线的所述最高工作频率的四分之一波长，邻近所述宽口端的

所述第一齿组的电长度为所述渐变槽天线的所述最低工作频率的四分之一波长。

9. 根据权利要求 6 所述的天线，其特征在于，所述第一齿组包括位于所述宽口端位置的第一梳齿，所述第二齿组包括位于所述宽口端位置的第二梳齿，所述第一梳齿背离所述第一微带线的端部与所述第二梳齿背离所述第二微带线的端部之间的距离为所述渐变槽天线工作频率的二分之一波长。

10. 根据权利要求 1 所述的天线，其特征在于，所述主振子包括第一主体和分别位于所述第一主体两端的第一弯折段和第二弯折段，所述第一主体包括所述第一枝节和所述第二枝节，所述寄生振子包括第二主体和分别位于所述第二主体两端的第三弯折段和第四弯折段，所述折合振子还包括连接在所述第一弯折段和所述第三弯折段之间的第一蜿蜒线及连接在所述第二弯折段和所述第四弯折段之间的第二蜿蜒线，所述第一蜿蜒线和所述第二蜿蜒线相对设置。

11. 根据权利要求 10 所述的天线，其特征在于，在所述第二方向上，所述折合振子的最大尺寸小于等于所述渐变槽天线的最大尺寸。

12. 根据权利要求 1 所述的天线，其特征在于，所述天线还包括寄生单元，所述寄生单元位于所述渐变槽天线远离所述折合振子的一侧，用于提升所述渐变槽天线的增益。

13. 根据权利要求 12 所述的天线，其特征在于，所述寄生单元呈直条状，且延伸方向为第二方向。

14. 根据权利要求 12 所述的天线，其特征在于，所述渐变槽天线能够被激励工作在一个高频带宽内，所述高频带宽包括高频段和低频段，所述渐变槽天线工作在所述低频段状态时，所述寄生单元用于对渐变槽天线在所述低频段上的辐射电磁波进行增强；所述渐变槽天线工作在所述高频段状态时，所述寄生单元将对渐变槽天线在所述高频段上的辐射电磁波进行反射。

15. 根据权利要求 14 所述的天线，其特征在于，所述高频带宽包括最高工作频率和最低工作频率，所述寄生单元的电长度小于等于所述渐变槽天线在所述最低工作频率上的辐射的电磁波的波长的二分之一，且大于所述渐变槽天线在所述最高工作频率上的辐射的电磁波的波长的二分之一。

16. 根据权利要求 15 所述的天线，其特征在于，所述寄生单元与所述宽口端之间的间距为所述寄生单元对所述渐变槽天线的有效作用频段上的电磁波的波长的四分之一。

17. 根据权利要求 16 所述的天线，其特征在于，所述寄生单元的数量为至少两个，且沿着所述第一方向依次间隔布置，相邻的所述寄生单元之间的间距为所述寄生单元对所述渐变槽天线的有效作用频段上的电磁波的波长的四分之一。

18. 根据权利要求 1 所述的天线，其特征在于，所述天线包括用于承载所述渐变槽天线和所述折合振子的介质板，所述天线分布在所述介质板的同一层上；或者，所述天线分布在所述介质板的不同层上。

19. 一种电子设备，其特征在于，包括射频电路和权利要求 1-18 任一项所述的天线，所述天线的所述馈电结构电连接至所述射频电路。

20. 一种天线模组，其特征在于，包括支架和连接至所述支架的如权利要求 1-18 任一项所述的天线。

说明书附图

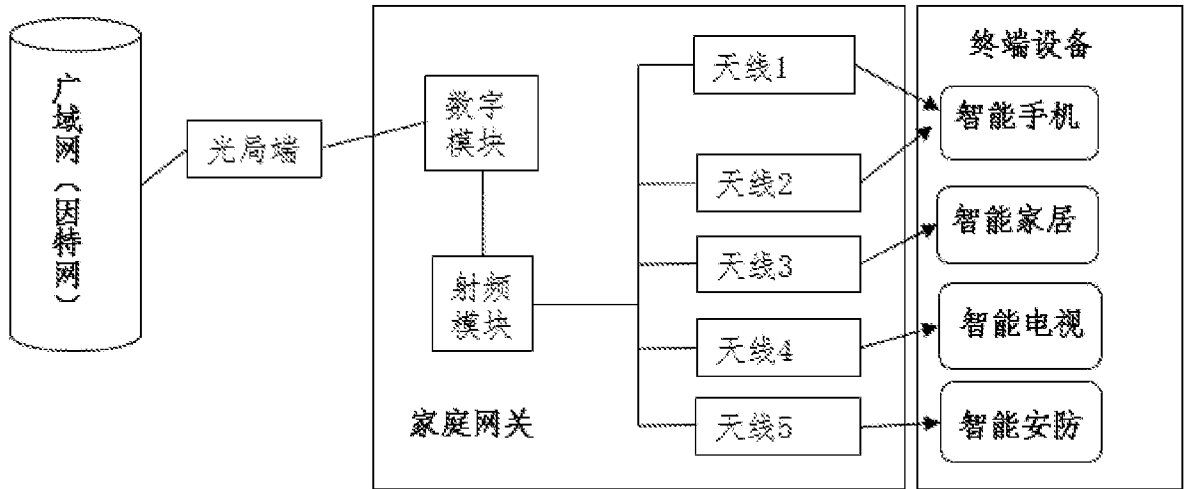


图 1

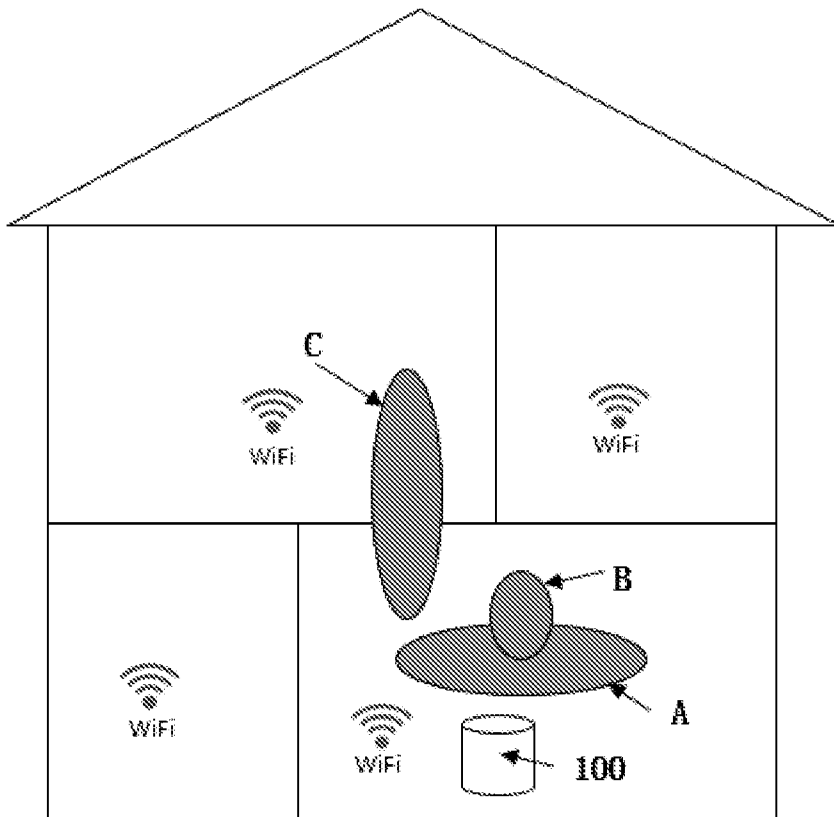


图 2

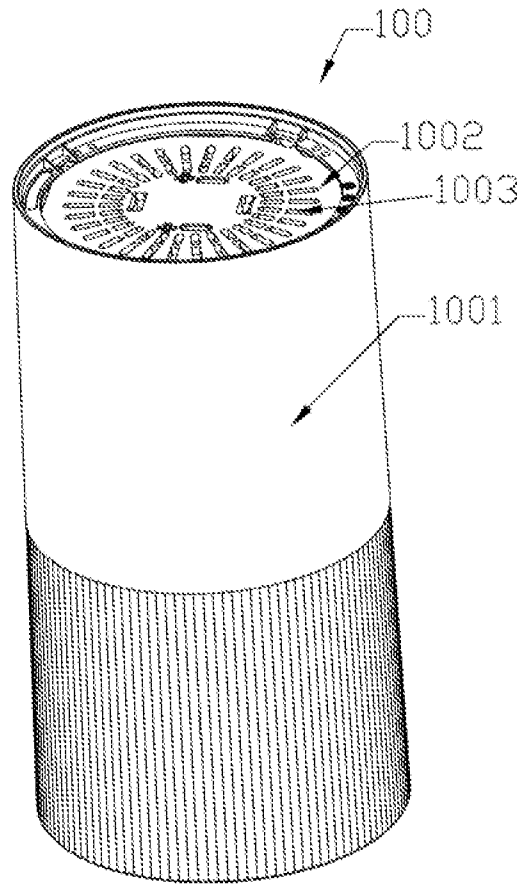


图 3

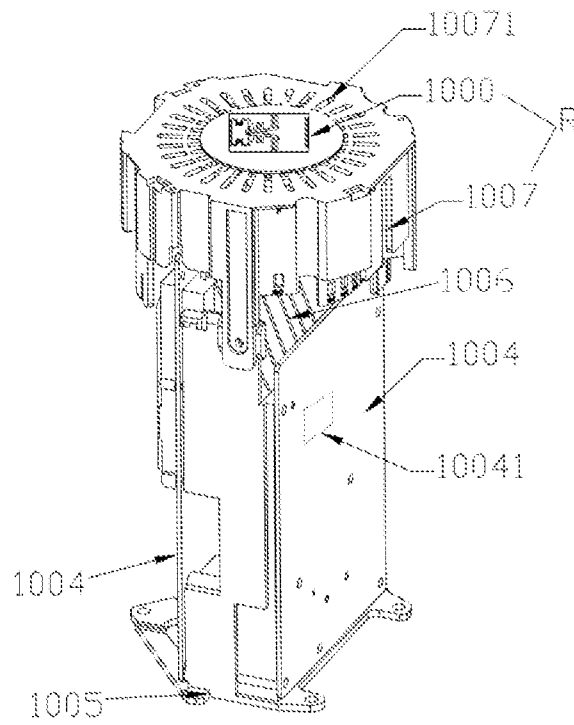


图 4

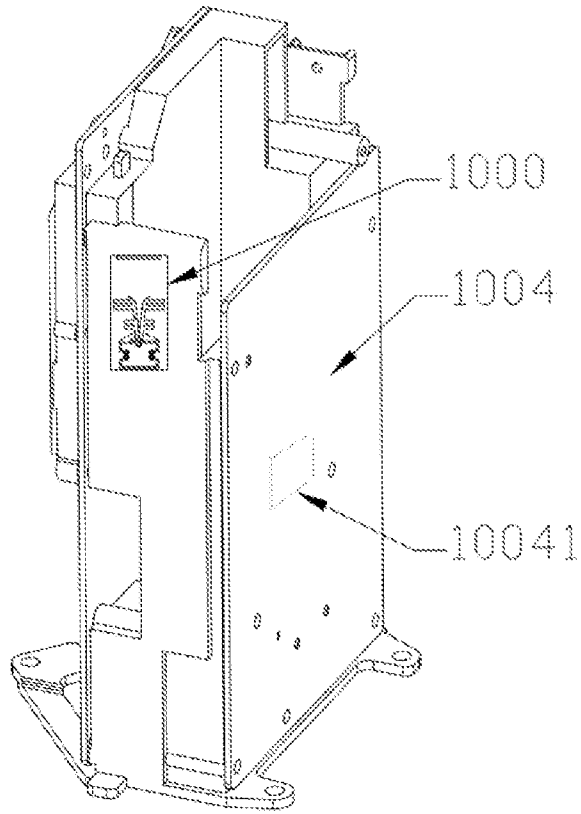


图 5

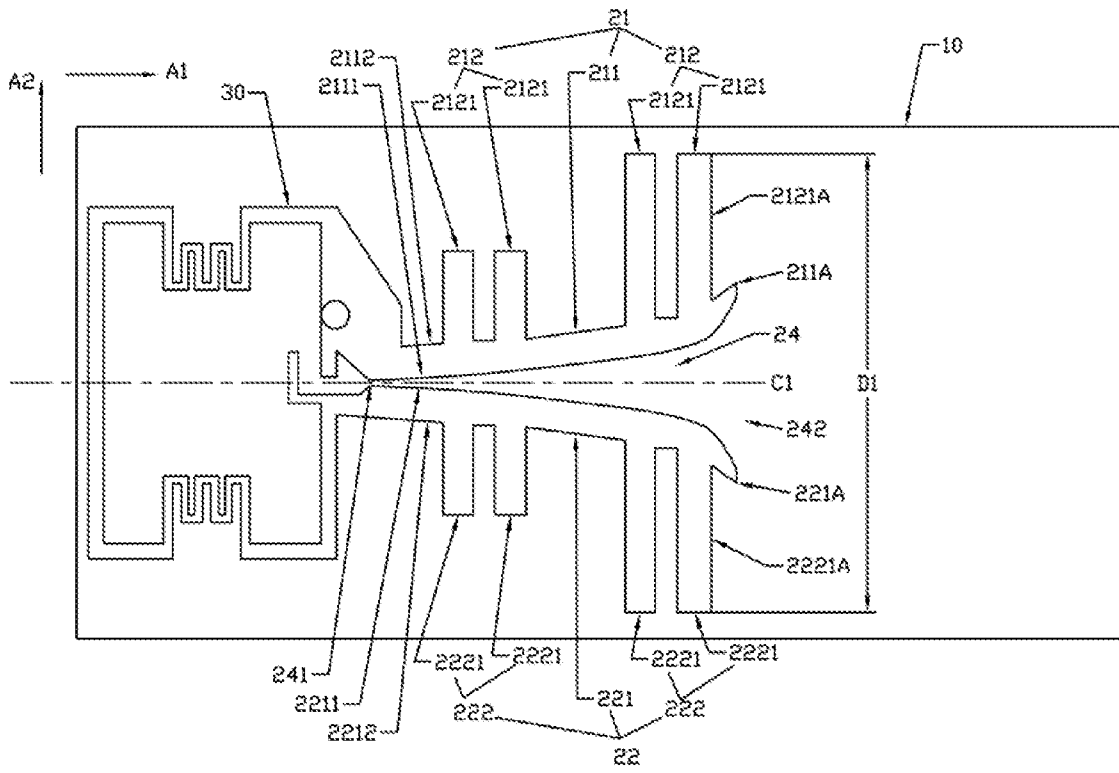


图 6

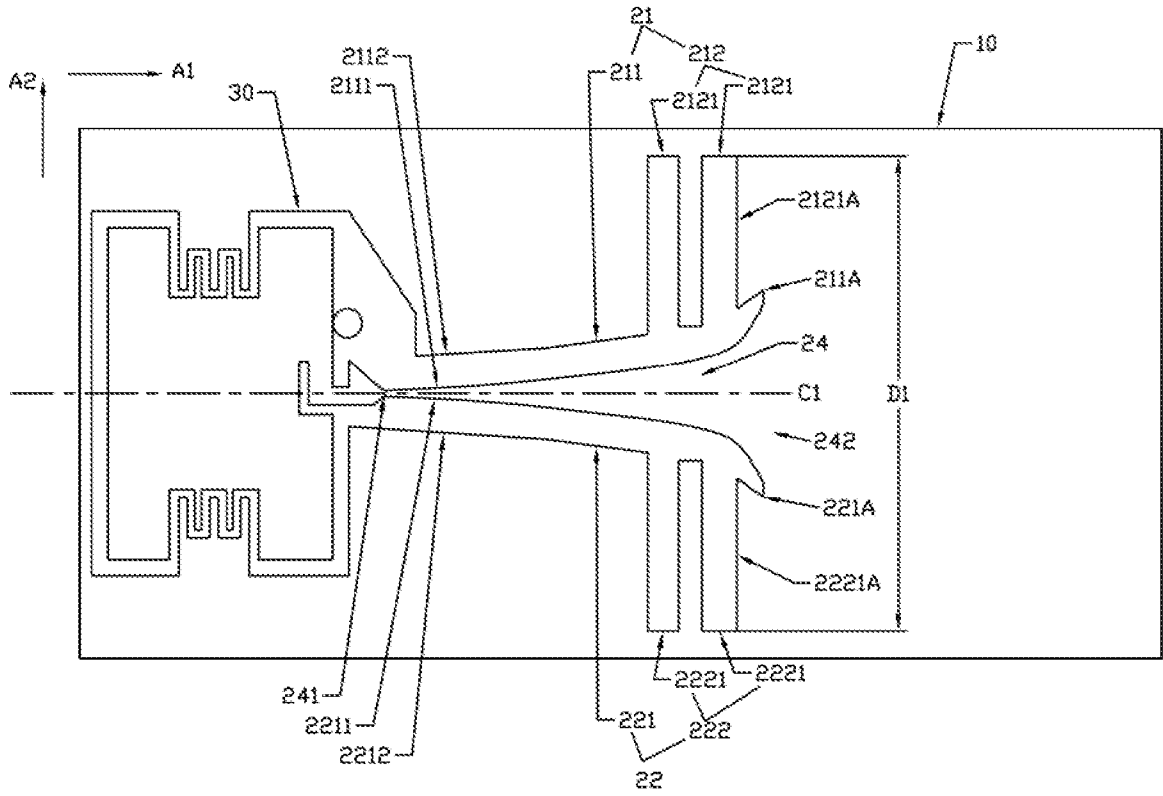


图 10

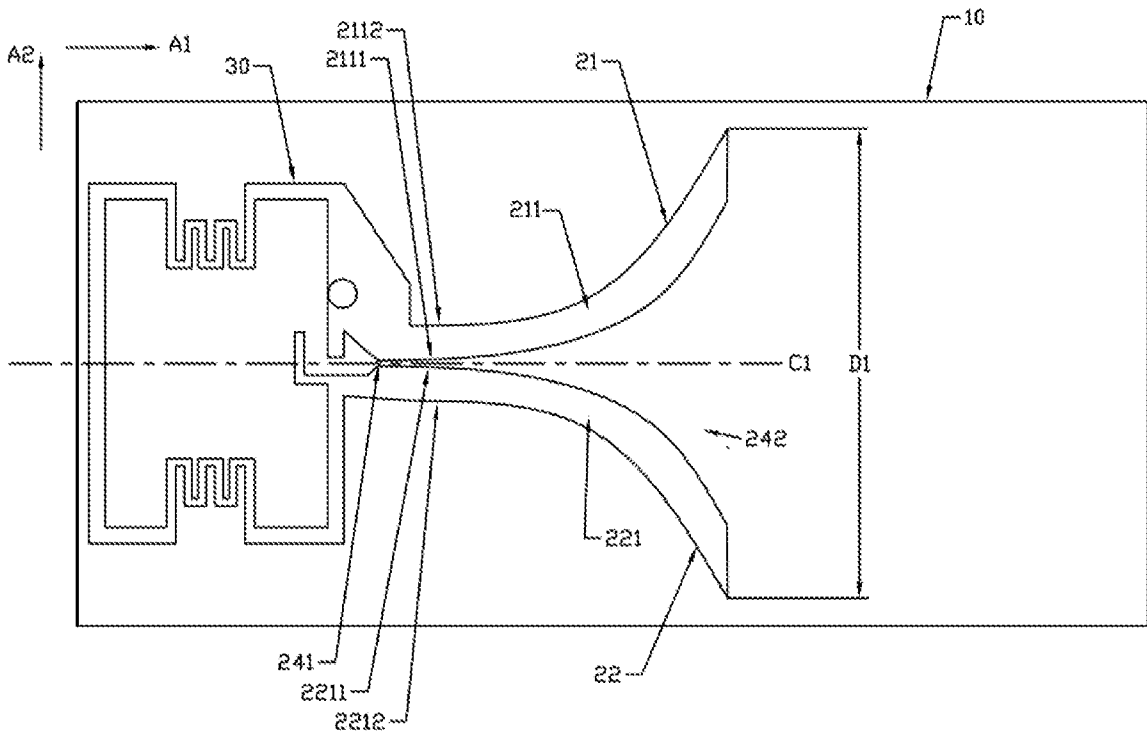


图 11

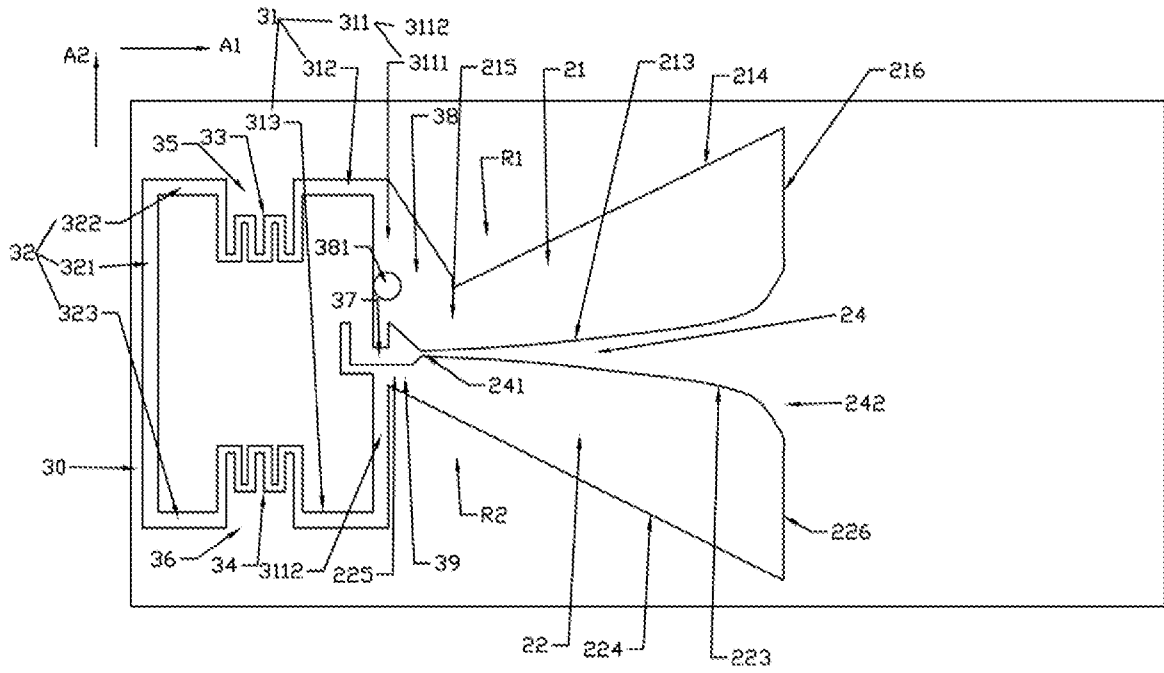


图 12

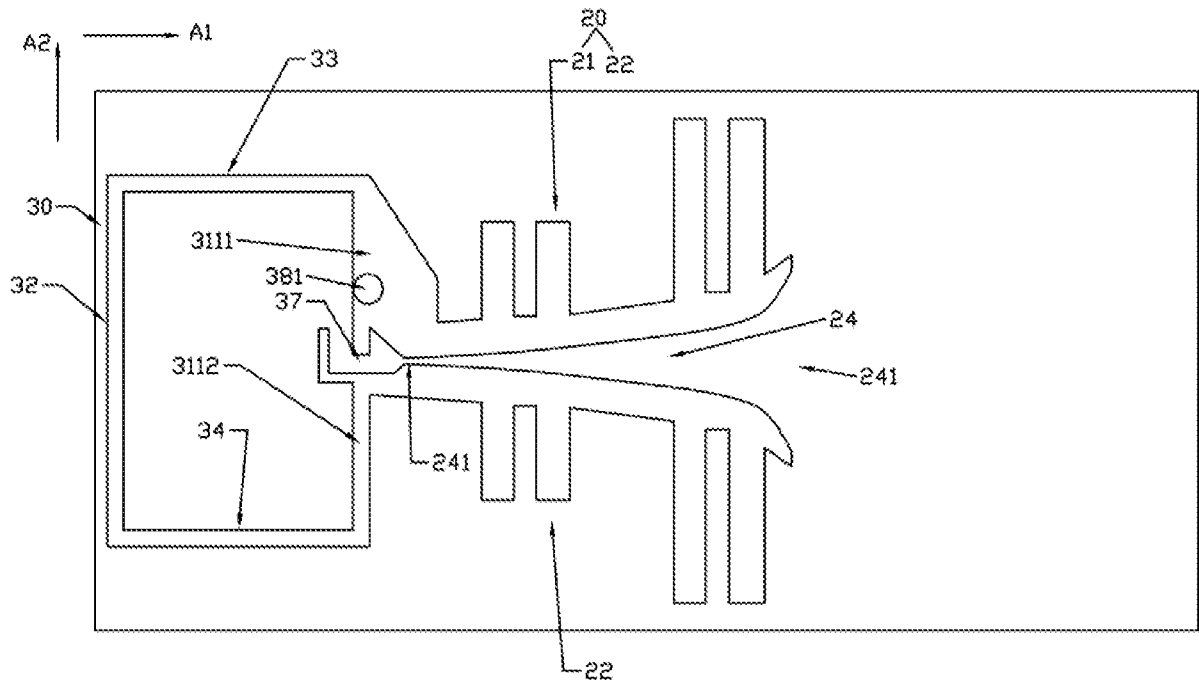


图 13

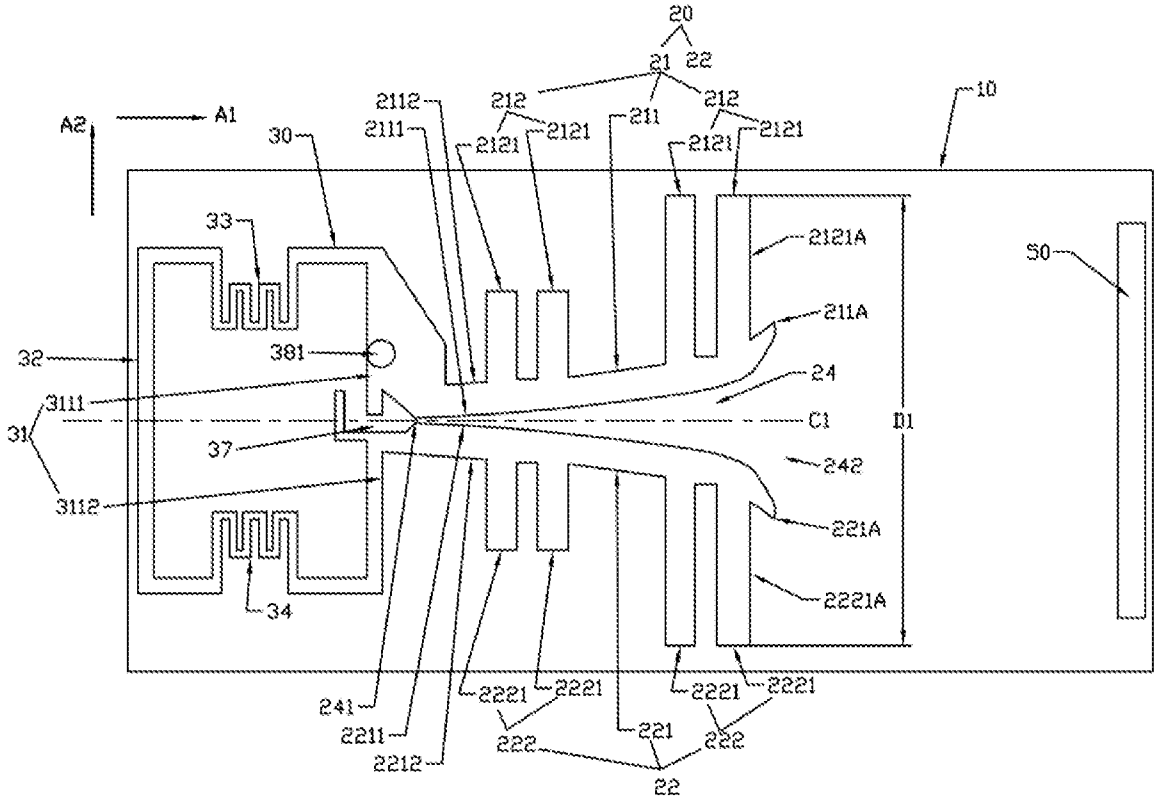


图 14

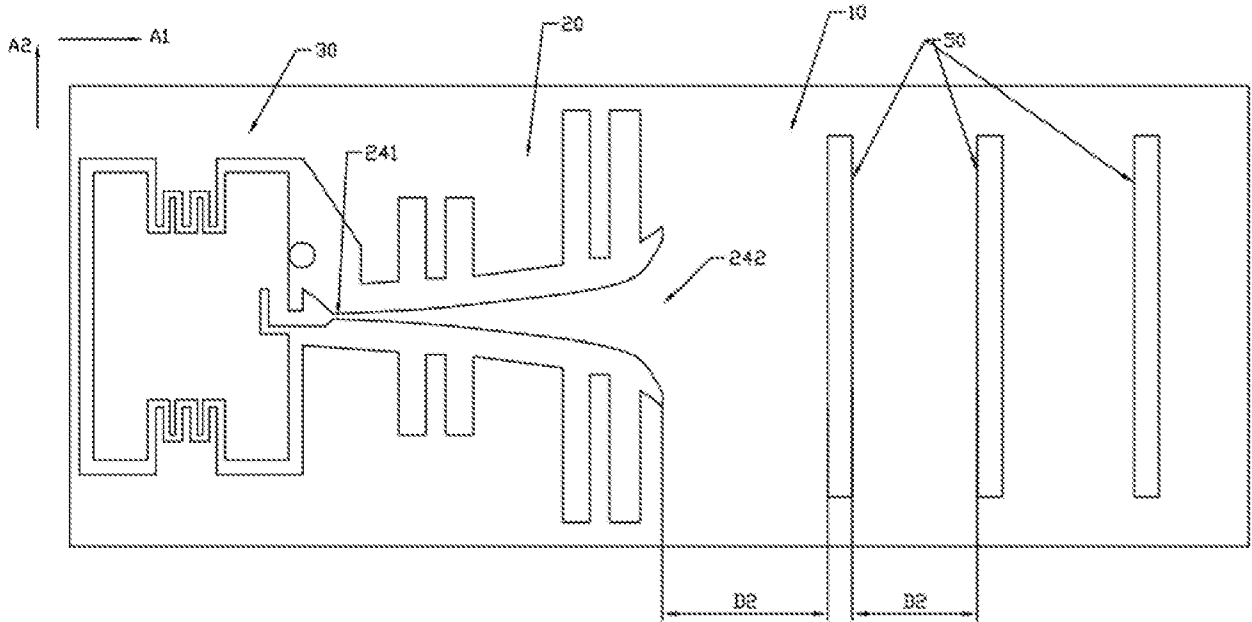


图 15

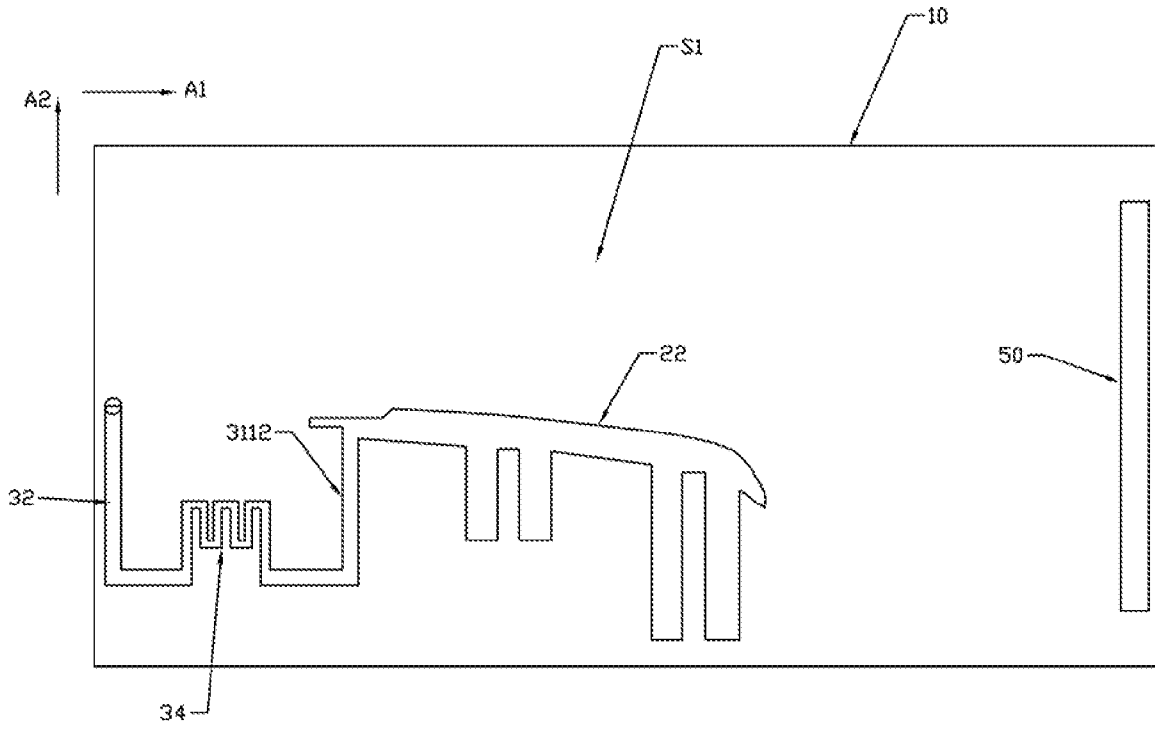


图 16

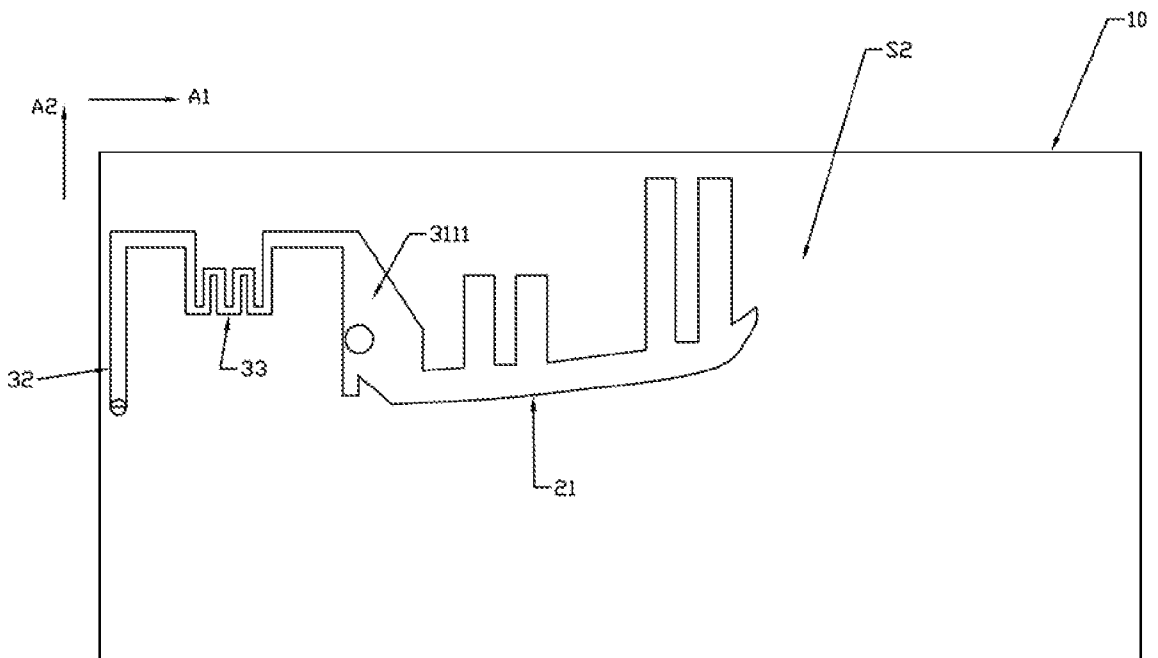


图 17

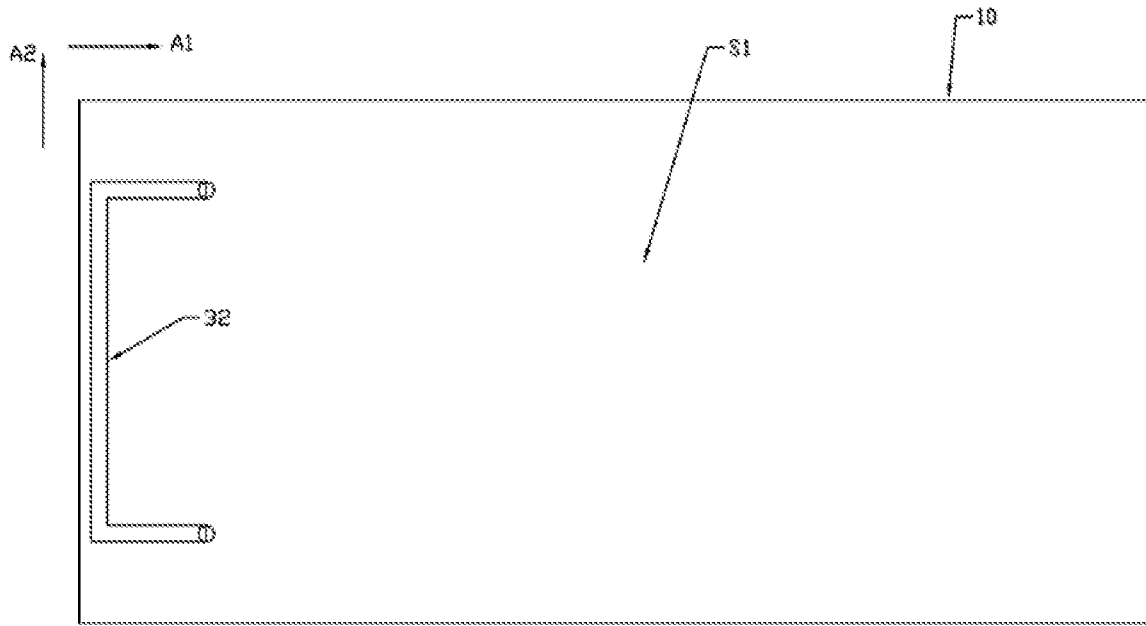


图 18

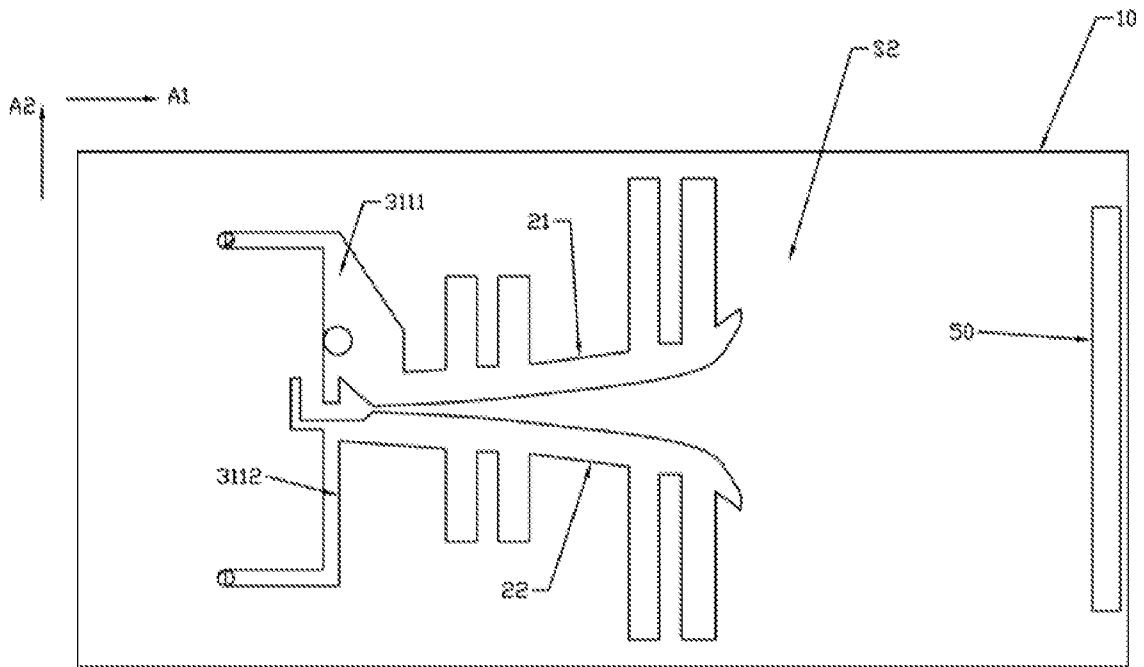


图 19

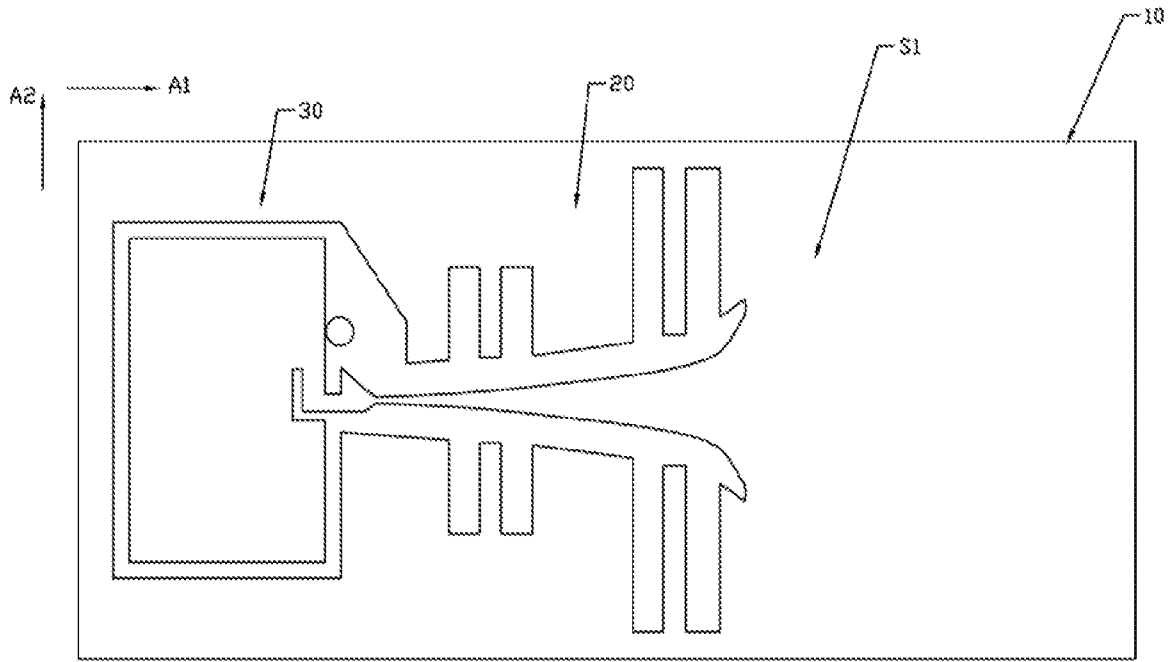


图 20

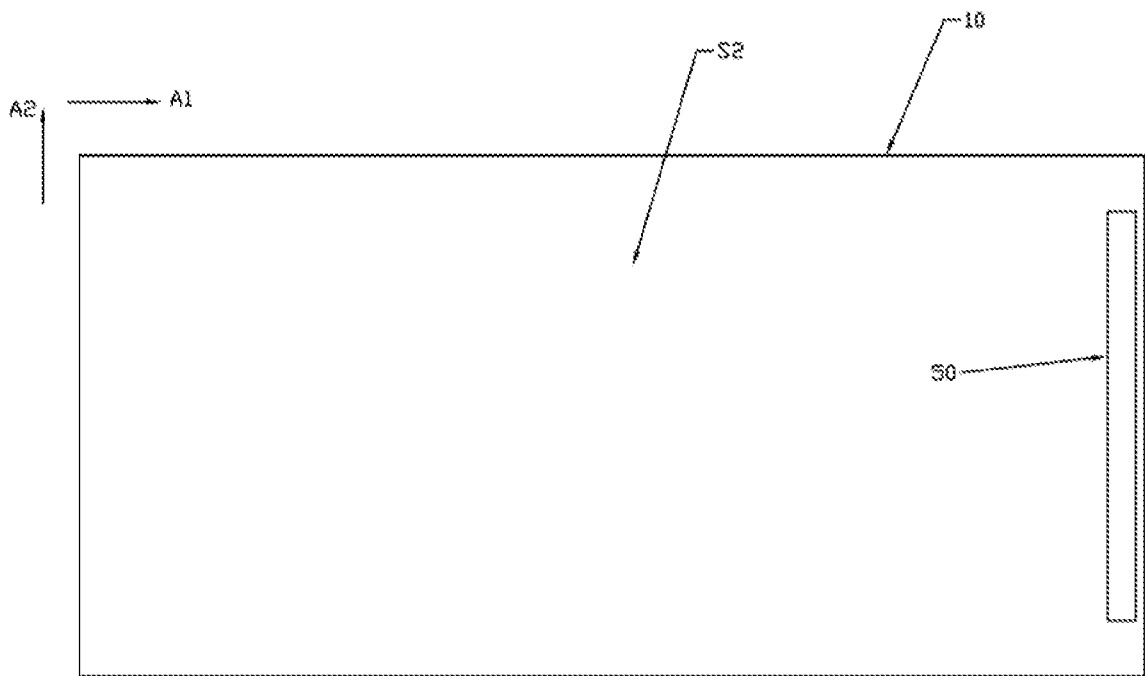


图 21

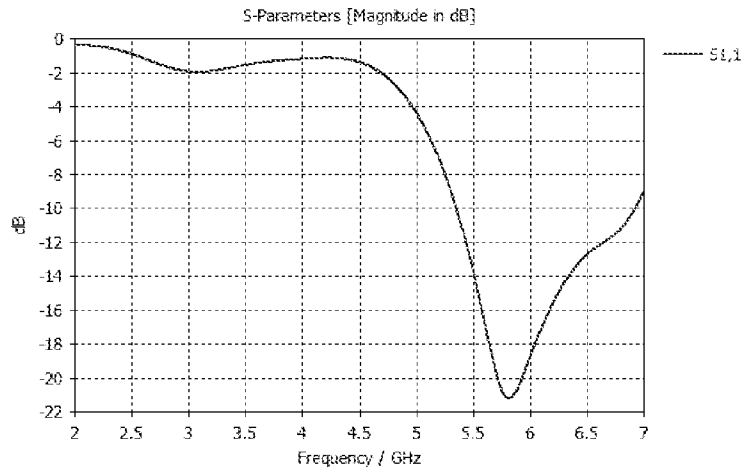


图 22

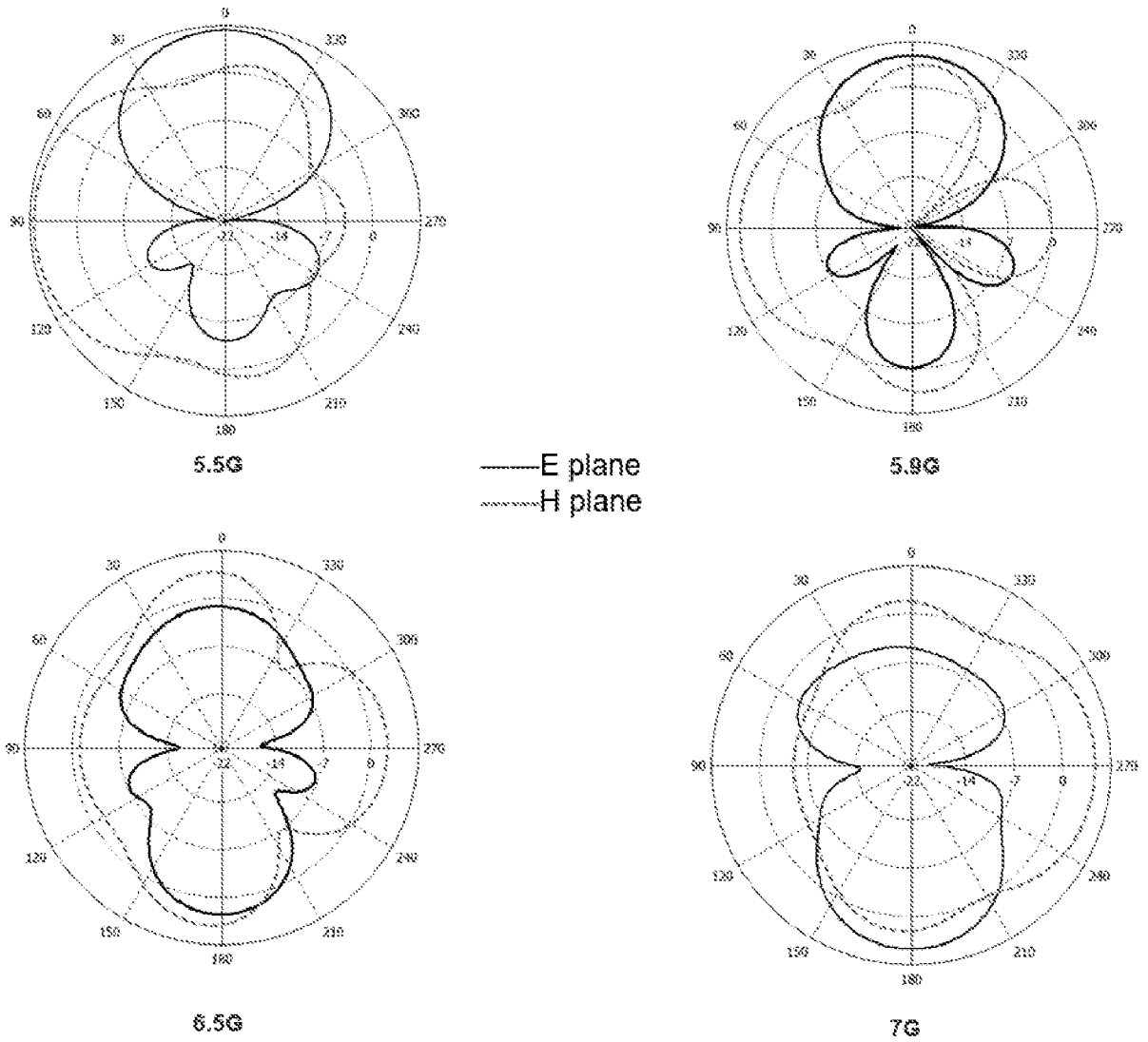


图 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/113630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01Q 1/38(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)		
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)		
CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 天线, 渐变, 槽, 折合, 曲折, 弯折, 振子, 谐振, 馈电, antenna, TSA, tapered slot antenna, tapered notch antenna, flared slot antenna, vivaldi, meander, element, resonance, feed+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005078043 A1 (APOSTOLOS, John T.) 14 April 2005 (2005-04-14) description, paragraphs [0086]-[0094] and figure 2	1-20
A	US 2013038495 A1 (LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY, L.L.C.) 14 February 2013 (2013-02-14) entire document	1-20
A	CN 101895009 A (NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 24 November 2010 (2010-11-24) entire document	1-20
A	CN 206370494 U (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 01 August 2017 (2017-08-01) entire document	1-20
A	ZHANG, Feng. "A Novel Compact Double Exponentially Tapered Slot Antenna (DE TSA) for GPR Applications" <i>IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS</i> , Vol. 10, 07 March 2011 (2011-03-07), entire document	1-20
<input checked="" 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: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "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
02 November 2021		18 November 2021
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/113630

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	王友成 等 (WANG, Youcheng et al.). "渐变槽天线端射特性优化设计 (Design of Tapered-slot Antenna with Optimized End-fire Characteristics)" <i>电子与信息学报 (Journal of Electronics & Information Technology)</i> , Vol. 39, No. 1, 31 January 2017 (2017-01-31), entire document	1-20
.....		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/113630

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2005078043	A1	14 April 2005	None			
US	2013038495	A1	14 February 2013	US	2017207546	A1	20 July 2017
CN	101895009	A	24 November 2010	None			
CN	206370494	U	01 August 2017	None			

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01Q 1/38(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>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01Q</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC, IEEE: 天线, 渐变, 槽, 折合, 曲折, 弯折, 振子, 谐振, 馈电, antenna, TSA, tapered slot antenna, tapered notch antenna, flared slot antenna, vivaldi, meander, element, resonance, feed+</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US 2005078043 A1 (APOSTOLOU, John T.) 2005年 4月 14日 (2005 - 04 - 14) 说明书第[0086]-[0094]段以及图2</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2013038495 A1 (LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY, LLC.) 2013年 2月 14日 (2013 - 02 - 14) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101895009 A (南京邮电大学) 2010年 11月 24日 (2010 - 11 - 24) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 206370494 U (西安交通大学) 2017年 8月 1日 (2017 - 08 - 01) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>ZHANG, Feng. "A Novel Compact Double Exponentially Tapered Slot Antenna (DE-TSA) for GPR Applications" IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, 第10卷, 2011年 3月 7日 (2011 - 03 - 07), 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>王友成等. "渐变槽天线端射特性优化设计" 电子与信息学报, 第39卷, 第1期, 2017年 1月 31日 (2017 - 01 - 31), 全文</td> <td>1-20</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	US 2005078043 A1 (APOSTOLOU, John T.) 2005年 4月 14日 (2005 - 04 - 14) 说明书第[0086]-[0094]段以及图2	1-20	A	US 2013038495 A1 (LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY, LLC.) 2013年 2月 14日 (2013 - 02 - 14) 全文	1-20	A	CN 101895009 A (南京邮电大学) 2010年 11月 24日 (2010 - 11 - 24) 全文	1-20	A	CN 206370494 U (西安交通大学) 2017年 8月 1日 (2017 - 08 - 01) 全文	1-20	A	ZHANG, Feng. "A Novel Compact Double Exponentially Tapered Slot Antenna (DE-TSA) for GPR Applications" IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, 第10卷, 2011年 3月 7日 (2011 - 03 - 07), 全文	1-20	A	王友成等. "渐变槽天线端射特性优化设计" 电子与信息学报, 第39卷, 第1期, 2017年 1月 31日 (2017 - 01 - 31), 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	US 2005078043 A1 (APOSTOLOU, John T.) 2005年 4月 14日 (2005 - 04 - 14) 说明书第[0086]-[0094]段以及图2	1-20																					
A	US 2013038495 A1 (LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY, LLC.) 2013年 2月 14日 (2013 - 02 - 14) 全文	1-20																					
A	CN 101895009 A (南京邮电大学) 2010年 11月 24日 (2010 - 11 - 24) 全文	1-20																					
A	CN 206370494 U (西安交通大学) 2017年 8月 1日 (2017 - 08 - 01) 全文	1-20																					
A	ZHANG, Feng. "A Novel Compact Double Exponentially Tapered Slot Antenna (DE-TSA) for GPR Applications" IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, 第10卷, 2011年 3月 7日 (2011 - 03 - 07), 全文	1-20																					
A	王友成等. "渐变槽天线端射特性优化设计" 电子与信息学报, 第39卷, 第1期, 2017年 1月 31日 (2017 - 01 - 31), 全文	1-20																					
<p><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。</p>																							
<p>* 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</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 11月 2日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 11月 18日</p>																						
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451</p>	<p>授权官员</p> <p>韩雪莲</p> <p>电话号码 86-(10)-53961800</p>																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/113630

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)
US	2005078043	A1	2005年 4月 14日	无	
US	2013038495	A1	2013年 2月 14日	US 2017207546	A1 2017年 7月 20日
CN	101895009	A	2010年 11月 24日	无	
CN	206370494	U	2017年 8月 1日	无	