

(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 2022/088863 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01Q 21/06 (2006.01) *H01Q 1/22* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/113438
- (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:
202011193933.9 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)。 赵超 (ZHAO, Chao); 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 (SCHEAD 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,

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

(54) 发明名称: 天线、天线模组和电子设备

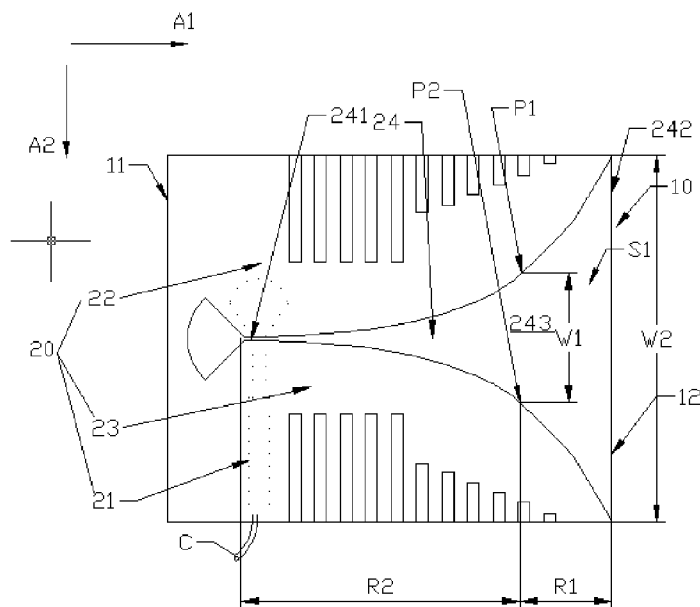


图 6

(57) Abstract: The present application provides an antenna, an antenna module, and an electronic device. The antenna comprises a tapered slot antenna and a dipole antenna having the same polarization. The tapered slot antenna comprises a feed structure, a first metal structure, and a second metal structure. A tapered slot is formed between the first and second metal structures. A narrow slot end and a broad slot end are respectively provided on both ends of the tapered slot. The feed structure is coupled to the narrow slot end for feeding the tapered slot antenna so as to excite the tapered slot antenna into a directional antenna. The dipole antenna intersects the



WO 2022/088863 A1

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, 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))。

tapered slot, and the dipole antenna is coupled and fed by the tapered slot at the intersection of the dipole antenna and the tapered slot so as to excitate the dipole antenna into an omnidirectional antenna. According to the present application, miniaturization is realized by integrating the tapered slot antenna with the dipole antenna, and the dipole antenna is fed by the tapered slot antenna, so that the radiation performance of the dipole antenna and the tapered slot antenna can be simultaneously met.

(57) 摘要: 本申请提供一种天线、天线模组和电子设备, 天线包括极化相同的渐变槽天线和偶极子天线。渐变槽天线包括馈电结构、第一金属结构和第二金属结构, 第一、第二金属结构之间形成渐变槽, 渐变槽的两端分别为窄缝端和宽口端, 馈电结构与窄缝端耦合对渐变槽天线馈电, 以激励渐变槽天线为定向天线。偶极子天线与渐变槽相交, 且在二者的相交位置处, 通过所述渐变槽为所述偶极子天线耦合馈电, 以激励所述偶极子天线为全向天线。本申请将渐变槽天线和偶极子天线集成在一起实现小型化, 且通过渐变槽天线为偶极子天线馈电, 可以同时满足偶极子天线和渐变槽天线的辐射性能。

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 202011193933.9、
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，特别是一种天线和具有该天线的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成为业界的研发的方向。

发明内容

本申请实施例提供一种天线和电子设备，通过将渐变槽天线和偶极子天线集成在一起实
20 现天线的小型化的同时，可以满足偶极子天线和渐变槽天线的辐射性能。

第一方面，本申请提供一种天线，包括极化相同的渐变槽天线和偶极子天线；所述渐变
槽天线包括馈电结构、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，所述渐变槽的两端分别为窄缝端和宽口端，所述馈电结构与所述窄缝端
耦合，以对所述渐变槽天线馈电，以激励所述渐变槽天线定向天线；所述偶极子天线与所述
25 渐变槽相交，且在二者的相交位置处，通过所述渐变槽为所述偶极子天线耦合馈电，以激励
所述偶极子天线为全向天线。本申请通过将极化相同的渐变槽天线的偶极子天线集成在一起，
通过同一个馈电结构同时激励渐变槽天线为定向天线及激励偶极子天线为全向天线，也可
理解为通过渐变槽天线激励偶极子天线，可以保证偶极子天线和渐变槽天线的辐射性能，有
利于天线的小型化配置，本申请有利于做差异化的 MIMO 天线设计，实现全向覆盖和定向增强
30 收益兼容。

一种可能的实施方式中，所述渐变槽天线的工作频率高于所述偶极子天线的工作频率。
可以理解的是，渐变槽天线的工作频率与偶极子天线的工作频率不同，使得本申请提供的天
线可以具有双频特性，通过不同频率承担不同的功能，而且在不同的频率下，WiFi 覆盖能力
利于做差异化 MIMO 天线设计的 实现全向覆盖与定向增强收益兼容。

一种可能的实施方式中，渐变槽的工作频率为 5G，偶极子天线的工作频率为 2G。本实施
方式可以为适用于需要天线来发射或接收电磁波信号的无线电领域，其工作频率可以根据需
要进行相应的缩比，从而实现最佳的匹配设计。

相比传统的内置双频小天线的单极化设计，本申请通过在传统高频定向天线基础上引入
具有全向辐射性能的低频模式，增强了单天线的适用性，能够较好的匹配 ONT 对于 WiFi 天线

设计的要求，迎合了家庭网络 Wi-Fi 天线设计的战略，打开了传统定向天线用于 ONT 天线设计的新思路。

一种可能的实施方式中，所述渐变槽包括位于所述窄缝端和所述宽口端之间中间位置，所述窄缝端和所述中间位置之间的部分为主要馈电区，所述中间位置和所述宽口端之间的部分为主要辐射区，所述偶极子天线和所述渐变槽天线的相交位置位于所述主要馈电区，所述偶极子天线的延伸方向与所述渐变槽的延伸方向之间形成夹角。可以理解为：主要辐射区是渐变槽天线中起到主要辐射的部分，意思是渐变槽天线的其它部分（例如主要馈电区及渐变槽天线的外围区域）也会具有辐射的功能，也能够对辐射信号产生影响，但大部分辐射功能集中在主要辐射区。主要馈电区主要作用是为主要辐射区馈电，主要馈电区也可能具有辐射信号的功能，所述窄缝端和所述中间位置之间的部分的尺寸、开口大小等参数均会影响电磁波信号的辐射。本实施方式通过将偶极子天线设置在主要馈电区，而且偶极子天线的工作频率与渐变槽天线的工作频率不同，即偶极子天线的工作频率位于渐变槽天线的工作频段之外，使得偶极子天线的设置不会影响到主要辐射区的辐射特性，即：本申请即能够通过渐变槽天线来激励偶极子天线的辐射，又可以保证渐变槽天线的辐射性能。

一种可能的实施方式中，所述偶极子天线的延伸方向与所述渐变槽的延伸方向相互垂直（即正交）。可以理解为，偶极子天线对称分布在渐变槽的两侧，使得偶极子天线的全向辐射性能更佳。

一种可能的实施方式中，所述偶极子天线包括第一辐射段、第二辐射段和电连接在所述第一辐射段和所述第二辐射段之间的开关结构，所述开关结构与所述渐变槽相交，所述开关结构与控制电路电连接，通过所述控制电路控制所述开关结构导通或断开，实现所述天线在第一工作状态和第二工作状态之间的切换，所述第一工作状态为单独执行所述渐变槽天线，所述第二工作状态为同时执行所述渐变槽天线和所述偶极子天线。本实施方式通过开关的设置，实现了天线的可重构的性能，可以根据具体的需求，去选择开关的导通或断开，使得天线具有多功能。

具体而言，开关结构为二极管。控制电路可以电连接至第一辐射段和第二辐射段，从而引入一路直流偏置电压实现对二极管导体和关断控制。一种实施方式中，控制电路电连接至第一辐射段，且使得第一辐射段接电压源正极，第二辐射段接地，实现二极管上正向偏置目的；另一种实施方式中，控制电路电连接至第二辐射段，且使得第二辐射段接电压源正极，第一辐射段接地，实现二极管上正向偏置目的。通过这种方式可以实现天线具有单独覆盖 5G 频段和 2G/5G 双频段的能力，同时低频段表现为偶极子的全向辐射特性，高频段维持定向辐射特性。

一种可能的实施方式中，所述第一辐射段和所述第二辐射段对称分布在所述开关结构的两侧。本实施方式提供的偶极子天线为对称的结构，可以满足偶极子天线的全向辐射特性。

一种可能的实施方式中，所述偶极子天线还包括第一贴片，第一贴片可以理解为金属片状结构，不但从偶极子天线的延伸方向上增加了辐射臂的长度，还同时增加辐射臂的宽度。所述第一贴片位于所述第一辐射段远离所述第二辐射段的一端，所述第一贴片与所述第一金属结构层叠设置，用于增加所述偶极子天线的容性耦合。本实施方式通过第一贴片的设置有利于在有限的尺寸范围内保证偶极子天线的电长度，有利于天线的小型化设计。

一种可能的实施方式中，所述偶极子天线还包括第二贴片，所述第二贴片位于所述第二辐射段远离所述第一辐射段的一端，所述第二贴片与所述第二金属结构相对设置，用于增加

所述偶极子天线的容性耦合。第二贴片和第一贴片的设计相似，有益效果也是一样的。本实施方式同时配置第一贴片和第二贴片，有利于偶极子天线的对称的结构布置，对天线的极化方向可以得到更好的控制。

一种可能的实施方式中，第一贴片和第一辐射段构成船桨形态，本申请通过将第一贴片
5 和第二贴片分别配置在第一辐射段的末端和第二辐射段的末端，即第一贴片和第二贴片的位置远离渐变槽，具体为，远离渐变槽的窄缝端，这样的架构，可以最大程度降低第一贴片和第二贴片对渐变槽天线的影
响，从而实现在保证渐变槽天线辐射性能的前提下激发偶极子天线的全向辐射模式，本申请实现了具有双频重构特性的天线架构。

具体而言，第一贴片和第二贴片的具体结构可以为如下的方案：以第一贴片为例进行说
10 明，例如，第一贴片包括第一部分和第二部分，第一部分连接至第一辐射段，第二部分连接至第一部分远离第一辐射段的一端，第一部分呈梯形，第一部分与第一辐射段连接的一端的尺寸小于第一部分与第二部分连接的一端的尺寸，第二部分外轮廓呈弧形。第二贴片的结构形态可以与第一贴片相同。

一种具体的实施方式中，第一贴片以第一辐射段的延长线为中心呈对称分布的架构。第
15 一贴片的形状还可以为：圆形、三角形、方形、多边形等其它形状。

一种可能的实施方式中，所述偶极子天线还包括延伸线，所述延伸线连接至所述第一辐射段和/或第二辐射段，所述延伸线用于增加所述偶极子天线的电长度。延伸线的具体的形状可以为蜿蜒状、蛇形、锯齿状、波浪状等。延伸线的线宽小于第一辐射段的线宽。

一种可能的实施方式中，所述偶极子天线包括辐射线和分别位于所述辐射线两端的第一
20 贴片和第二贴片，所述辐射线的中心位置为所述偶极子天线的馈电部，所述馈电部与所述渐变槽相交，所述第一贴片和所述第二贴片用于增加所述偶极子天线的容性耦合。

一种可能的实施方式中，所述偶极子天线包括带状辐射线及连接至所述带状辐射线的延伸线，所述延伸线用于增加所述带状辐射线的电长度。

一种可能的实施方式中，所述第一金属结构包括面对所述第二金属结构的第一边和背离
25 所述第二金属结构的第二边，所述第二金属结构包括面对所述第一金属结构的第三边和背离所述第一金属结构的第四边，所述第一边和所述第三边之间构成所述渐变槽，所述第二边设有沿着所述第一方向分布的多个等高的第一梳齿，所述第四边设有沿着所述第一方向分布的多个等高的第二梳齿，所述第一梳齿和所述第二梳齿用于提升所述渐变槽天线的增益（一般可以提升增益 0.5dB-1dB）。具体而言，由于天线在工作状态下，渐变槽天线主要通过渐变槽
30 边缘（即，第一金属结构的第一边和第二金属结构的第三边）进行馈电及辐射。然而，在第一金属结构和第二金属结构的外侧边缘（即第二边和第四边）可能会存在未被辐射的电磁波，也就是说，第一金属结构和第二金属结构的外侧边缘（即第二边和第四边）上可能会有电流分布。由于第一梳齿和第二梳齿的延伸方向为第二方向，且其电长度为渐变槽天线的中心频率对应的四分之一波长，电流可以在第一梳齿和第二梳齿上完成电磁波辐射，而且通过第一
35 梳齿和第二梳齿辐射的电磁波对渐变槽天线的中心频率产生增益的效果，即可以增强渐变槽天线的信号，使得渐变槽天线的定向辐射性能更好。

一种可能的实施方式中，所述第一梳齿的电长度和所述第二梳齿的电长度均为所述渐变槽天线的中心频率对应的四分之一波长，所述中心频率可以为渐变槽天线的最高工作频率和最低工作频率的中间值，所述渐变槽天线能够被激励工作一个高频带宽内，所述高频带宽包
40 括最高工作频率和最低工作频率，所述中心频率为所述最高工作频率和所述最低工作频率之

间的中间值。具体而言，本申请通过第一梳齿和第二梳齿电长度接近四分之一波长，具有类似单极子的辐射特性。

一种可能的实施方式中，所述第二边设有沿着所述第一方向分布的多个不等高的第三梳齿，所述第四边设有沿着所述第一方向分布的多个不等高的第四梳齿，沿所述第一方向，所述第三梳齿的电长度和所述第四梳齿的电长度均呈递减分布，靠近所述宽口端的所述第三梳齿和所述第四梳齿的电长度最小，所述第三梳齿和所述第四梳齿用于抑制所述渐变槽天线未辐射的能量在所述第二边和所述第四边上的驻波电流分布。通过第三梳齿和第四梳齿的设置能够减小第二边和第四边对渐变槽天线的辐射方向图造成纹波效应，这里的纹波特性主要是指方向图曲面不平滑，会形成波浪式的纹波特征，即通过第三梳齿和第四梳齿的设置能够保证渐变槽天线的辐射方向图趋向平滑，辐射方向图趋向平滑代表天线的辐射性能稳定。

一种具体的实施方式中，第三梳齿位于第一梳齿和宽口端之间，第四梳齿位于第二梳齿和宽口端之间。第三梳齿和第四梳齿亦对称分布在渐变槽的两侧。

一种可能的实施方式中，所述渐变槽包括位于所述窄缝端和所述宽口端之间耦合中间位置，所述窄缝端和所述中间位置之间的部分为主要馈电区，所述中间位置和所述宽口端之间的部分为主要辐射区，所述偶极子天线和所述渐变槽天线的相交位置位于所述主要馈电区，所述偶极子天线的延伸方向与所述渐变槽的延伸方向之间形成夹角（夹角可以为 90 度或接近 90 度），所述第一梳齿和所述第二梳齿对称分布在所述主要馈电区的两侧。

一种可能的实施方式中，所述第三梳齿和所述第四梳齿对称分布在所述主要辐射区的两侧。

一种可能的实施方式中，所述第一金属结构的外围设第一区域，所述第一区域位于所述第一金属结构上远离所述宽口端的边缘处，所述第一区域处设置第一附加天线。本申请在所述第一区域处设置第一附加天线，第一附加天线具有单独的馈电结构及辐射结构，由于第一附加天线布置在第一区域，不管第一附加天线的馈电结构及辐射结构的形态如何，都不会影响渐变槽天线和偶极子天线的辐射效能。

一种可能的实施方式中，所述第二金属结构的外围设第二区域，所述第二区域位于所述第二金属结构上远离所述宽口端的边缘处，所述第二区域处设置第二附加天线。

一种可能的实施方式中，第一附加天线包括第一辐射结构和第一馈电结构，第一辐射结构与渐变槽天线的馈电结构和偶极子天线位于介质板的同一层，为设置在介质板上的微带线结构。第二附加天线包括第二辐射结构和第二馈电结构，第二辐射结构与第一金属结构和第二金属结构位于介质板的同一层，亦为设置在介质板上的微带线结构。

一种实施方式中，第一附加天线 50 可以为 LOOP 天线，第一附加天线 50 的工作频率为 5G。第二附加天线为 IFA 天线，第二附加天线 60 的工作频率为 2G。

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。

5 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的第一面的示意图。

图 7 为本申请一种实施方式提供的天线的第二面的示意图。

图 8 为本申请一种实施方式提供的天线的侧面示意图。

图 9 为本申请一种实施方式提供的天线的另一侧面示意图。

10 图 10 为本申请一种实施方式提供的天线的一个表面的示意图。

图 11 为本申请一种实施方式提供的天线的一个面的示意图。

图 12 为本申请一种实施方式提供的天线的另一面的示意图。

图 13 为本申请一种实施方式提供的天线的一个侧面的示意图。

图 14 为本申请一种实施方式提供的天线的一个面的示意图。

15 图 15 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

图 16 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

图 17 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

图 18 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

图 19 为本申请一种实施方式提供的天线的剖面的示意图。

20 图 20 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

图 21 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

图 22 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

图 23 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

图 24 为本申请一种实施方式提供的天线的第一面的示意图。

25 图 25 为本申请一种实施方式提供的天线的阻抗带宽的 S 参数曲线示意图。

图 26 为本申请一种实施方式提供的天线的不同频率下的辐射方向图。

图 27A 为常规天线只包括渐变槽天线，不包括偶极子天线状态的电流分布图。

图 27B 为本申请一种实施方式提供的天线在偶极子天线工作频率状态下的电流分布图。

图 27C 为本申请一种实施方式提供的天线在渐变槽天线工作频率状态下的电流分布图。

30

具体实施方式

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。

40 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。

5 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
10 多输出系统(Single-Input Multi-Output, SIMO)和多输入单输出系统(Multiple-Input Single-Output, MISO)。

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。

15 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。

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。

20 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。

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
25 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
30 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。

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,
35 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。
40 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。

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 需要定位辐射，以保证信号强度。

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王IFI 信号需求，还可以实现垂直穿楼辐射，满足不同楼层的王IFI 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。

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 1004 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 布置在电子设置内的其它位置。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。

本申请通过将极化相同、工作频率不同的渐变槽天线（Tapered slot antenna, TSA）和偶极子天线（Dipole antenna 或 doublet）集成为一个天线，通过渐变槽天线为偶极子天线馈电，提升了天线的适用范围，使得天线可以实现偶极子天线的低频全向辐射，又能够实现渐变槽天线的高频定向辐射。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）。本申请提供的天线可以作为一个单频天线使用，也可以扩展成双频天线，或者具备升级频段的空间，或是可以实现大面积广覆盖和特定区域的高增益增强覆盖，实现广覆盖和高体验效果。本申请中的渐变槽天线和偶极子天线都是垂直极化（可以通过更换摆放角度，使得渐变槽天线和偶极子天线均成为水平极化），所述渐变槽天线为第一频率的定向天线，所述偶极子天线为第二频率的全向天线，所述第一频率高于所述第二频率。

一种实施方式中，参阅图 6、图 7、图 8 和图 9，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。图 6 为介质板 10 的第一面 S1 天线分布的示意图、图 7 为介质板 10 的第二面 S2 的天线分布的示意图，图 8 和图 9 为介质板 10 的两个侧面的示意图。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，其中的第一面 S1 和第二面 S2 可以为介质板 10 的表面，例如第一面 S1 为介质板 10 的正面，第二面 S2 为介质板 10 的背面；第一面 S1 和第二面 S2 也可以为介质板 10 的中间的某个层。

天线包括渐变槽天线 20 和偶极子天线 30。一种实施方式中，本申请提供的天线为形成在介质板上的微带天线架构，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。结合图 6 和图 7，渐变槽天线 20 包括馈电结构 21（图 6 中虚线表示的部分表示设置在第二面 S2 上的馈电结构 21）、第一金属结构 22 和第二金属结构 23。如图 7 所示，馈电结构 21 为设置在介质板的第二面 S2 上的微带传输线，可以电连接馈电电缆 C 以实现为渐变槽天线 20 馈电。所述第一金

属结构 22 和所述第二金属结构 23 为设置在介质板 10 的第一面 S1 上的接地层，馈电电缆 C（例如同轴线）的外导体焊接至第一金属结构 22 或第二金属结构 23，即馈电电缆 C 的外导体焊接至接地层，馈电电缆 C 的内导体电连接至馈电结构 21，以形成同轴线馈电架构。

其它实施方式中，渐变槽天线 20 也可以为金属板结构，可以理解为，不需要介质板设置渐变槽天线 20，而是将渐变槽天线 20 设计为金属板状结构，固定在电子设备中的壳体内，例如固定在支架上或者其它结构件的表面。

一种实施方式中，所述第一金属结构 22 和所述第二金属结构 23 之间形成渐变槽 24，所述渐变槽 24 包括窄缝端 241 和宽口端 242。具体而言，如图 6 所示，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 设置在第一面 S1 上，介质板 10 包括相对设置的第一边缘 11 和第二边缘 12，从第一边缘 11 向第二边缘 12 延伸的方向为第一方向 A1，窄缝端 241 靠近第一边缘 11（窄缝端 241 也可以位于第一边缘 11 的位置处），宽口端 242 位于第二边缘 12 或者靠近第二边缘 12 的位置处，可以理解为，从所述窄缝端 241 至所述宽口端 242 延伸的方向为第一方向 A1。其它实施方式中，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 也可以位于介质板的中间区域，这样窄缝端 241 和宽口端 242 均可以不设置在介质板 10 的边缘位置，但是，仍然可以将所述窄缝端 241 至所述宽口端 242 延伸的方向定义为第一方向 A1。

所述渐变槽 24 还包括位于所述窄缝端 241 和所述宽口端 242 之间中间位置 243，如图 6 所示，第一金属结构 22 的边缘的第一点 P1 和第二金属结构 23 的边缘的第二点 P2 之间的部分渐变槽 24 定义为中间位置 243，此处定义的“中间位置 243”指的是窄缝端 241 和宽口端 242 之间的某个位置，并不是限定窄缝端 241 和宽口端 242 之间的中点，根据渐变槽 24 的形态的不同，例如张角大小的不同，中间位置 243 距离窄缝端 241 和宽口端 242 的尺寸也会有变动，中间位置 243 距离窄缝端 241 的尺寸可以大于中间位置 243 距离宽口端 242 的尺寸，中间位置 243 距离窄缝端 241 的尺寸也可以小于中间位置 243 距离宽口端 242 的尺寸。

所述中间位置 243 和所述宽口端 242 之间的部分所述渐变槽 24 为所述渐变槽天线 20 的主要辐射区 R1，所述窄缝端 241 和所述中间位置 243 之间的部分为所述渐变槽天线 20 的主要馈电区 R2，主要馈电区 R2 用于为所述主要辐射区 R1 馈电，可以理解为：主要辐射区 R1 是渐变槽天线 20 中起到主要辐射的部分，意思是渐变槽天线 20 的其它部分（例如主要馈电区 R2 及渐变槽天线 20 的外围区域）也会具有辐射的功能，也能够对辐射信号产生影响，但大部分辐射功能集中在主要辐射区 R1。主要馈电区 R2 主要作用是为主要辐射区 R1 馈电，主要馈电区 R2 也可能具有辐射信号的功能，所述窄缝端 241 和所述中间位置 243 之间的部分的尺寸、开口大小等参数均会影响电磁波信号的辐射。

图 8 所示为第二方向 A2 上的侧面示意图，介质板 10 的第一面 S1 上显示的是第二金属结构 23，第一金属结构 22 因被第二金属结构 23 遮挡未显示在图 8 中，介质板的第二面 S2 上显示的是馈电结构 21 和偶极子天线 30。图 9 所示为第一方向 A1 上的侧面示意图，介质板 10 的第一面 S1 上显示了第一金属结构 22 和第二金属结构 23，介质板 10 的第二面 S2 上的馈电结构 21 和偶极子天线 30 部分重叠，其中馈电结构 21 的一端位于介质板 10 的左侧边缘，馈电结构 21 的另一端被偶极子天线 30 遮挡，显示为虚线。第一金属结构 22 和第二金属结构 23 之间的缝隙为第一金属结构 22 和所述第二金属结构 23 之间形成渐变槽 24 的窄缝端 241。

渐变槽天线 20 的工作频率能够被控制在最低工作频率和最高工作频率之间，例如：渐变槽天线 20 的工作频率可以在 5G-6.5G 之间，渐变槽天线 20 的最低工作频率为 5G，渐变槽天线 20 的最高工作频率为 6.5G。参阅图 6，在第一金属结构 22 所在的平面上，垂直于第一方

向 A1 被定义为第二方向 A2。渐变槽 24 在第二方向 A2 上的尺寸定义为渐变槽 24 的宽度，从窄缝端 241 至宽口端 242，不同的位置处的渐变槽 24 的宽度不同，一种可能的实施方式中，中间位置 243 处的渐变槽 24 的宽度 W1 为渐变槽天线 20 的最高工作频率的二分之一波长，在宽口端 242 处的渐变槽的宽度 W2 为渐变槽天线 20 的最低工作频率的二分之一波长。一种具体的实施例中，渐变槽天线 20 的工作频率可以在 5G-6G 之间，在宽口端处的渐变槽的宽度为 3cm，在中间位置处的渐变槽的宽度为 2.5cm，渐变槽天线 20 的工作频率跨度越大，中间位置 243 的渐变槽的宽度 W1 和宽口端 241 的渐变槽的宽度 W2 的差异越大。

在宽口端 242 处，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 之间连线的延伸方向可以为第二方向 A2（如图 6 所示），即第一金属结构 22 在宽口端 242 处的端点与第二金属结构 23 在宽口端 242 处的端点的连线可以垂直于第一方向 A1。其它实施方式中，参阅图 10，第一金属结构 22 在宽口端 242 处的端点 P3 与第二金属结构 23 在宽口端 242 处的端点 P4 的连线也可以与第一方向 A1 之间形成非 90 度的夹角（称为宽口端夹角 A0），同样可以实现渐变槽天线 20 的定向辐射，可以根据此宽口端夹角 A0 的大小来配置渐变槽天线 20 的极化方向。

参阅图 10 和图 11，第一金属结构 22 包括面对第二金属结构 23 的第一边 221 和背离第二金属结构 23 的第二边 222，第二金属结构 23 包括面对第一金属结构 22 的第三边 231 和背离第一金属结构 22 的第四边 232，第一边 221 和第三边 231 之间构成所述渐变槽 24。一种实施方式中，第一边 221 可以为从窄缝端 241 至宽口端 242 延伸的圆滑的曲线状结构，第一边 221 可以包括直线段和指数线，直线段和指数线圆滑过渡连接，其它实施方式中，第一边 221 也可以为从窄缝端 241 至宽口端 242 呈阶梯状延伸的架构。第三边 231 和第一边 221 的结构形态可以相同，也可以不完全相同。一种实施方式中，第二边 222 和第四边 232 可以呈直线状（如图 10 所示的实施方式），且均沿第一方向延伸，可以理解为：第二边 222 平行于第四边 231。一种实施方式中，如图 11 所示，可以通过在第二边 222 和第四边 232 上设置切槽的方式，在第一金属结构 22 和第二金属结构上 23 形成梳齿结构，梳齿结构的齿稍位于第二边 222 和第四边 232 上，梳齿结构的齿根位于第一金属结构 22 和第二金属结构 23 的内部且位于第一边 221 和第二边 222 之间以及第三边 231 和第四边 232 之间。

具体而言，所述第二边 222 设有沿着所述第一方向 A1 分布的多个等高的第一梳齿 223，所述第四边 232 设有沿着所述第一方向 A1 分布的多个等高的第二梳齿 233，所述第一梳齿 223 和所述第二梳齿 233 用于提升所述渐变槽天线 20 的增益。对于第一梳齿 223 而言，这里所述的“等高”是指各第一梳齿 223 的电长度相同，即在第二方向 A2 上的延伸的尺寸相同，第二梳齿 233 的等高也是同样的理解。所述第一梳齿 223 的电长度和所述第二梳齿 233 的电长度均为所述渐变槽天线 20 的中心频率对应的四分之一波长，所述中心频率可以为渐变槽天线的最高工作频率和最低工作频率的中间值。第一梳齿 223 和第二梳齿 233 对称分布在渐变槽 24 的两侧。

本申请提供的天线在工作状态下，渐变槽天线 20 主要通过渐变槽 24 边缘（即，第一金属结构 22 的第一边 221 和第二金属结构 23 的第三边 223）进行馈电及辐射。然而，在第一金属结构 22 和第二金属结构 23 的外侧边缘（即第二边 222 和第四边 232）可能会存在未被辐射的电磁波，也就是说，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 的外侧边缘（即第二边 222 和第四边 232）上可能会有电流分布。具体而言，对于渐变槽天线 20 而言，其主要馈电区 R2 靠近窄缝端，主要用于馈电，即传输电流，这部分的电流主要是沿着渐变槽 24 的边缘（即第一边和第三边）流动，但是也会有部分电流顺着第一金属结构朝向第二边缘的方向流至第二

边缘，及会有部分电流顺着第二金属结构朝向第四边缘的方向流向第四边缘，这样，在第二边和第四边上就会存在部分电流，第一梳齿 223 和第二梳齿 233 的设置，就可以将这部分电流进行辐射，提升渐变槽天线 20 的增益。

图 10 所示的实施方式中，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 的外侧边缘，即第二边 222 和第四边 232 为沿第一方向 A1 延伸的直线形态，无法参与电磁波辐射。而图 11 所示的实施方式中，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 的外侧边缘，即第二边 222 和第四边 232，采用第一梳齿 223 和第二梳齿 233 的设计，由于第一梳齿 223 和第二梳齿 233 的延伸方向为第二方向 A2，且其电长度为渐变槽天线 20 的中心频率对应的四分之一波长，电流可以在第一梳齿 223 和第二梳齿 233 上完成电磁波辐射，而且通过第一梳齿 223 和第二梳齿 233 辐射的电磁波对渐变槽天线 20 的中心频率产生增益的效果，即可以增强渐变槽天线 20 的信号，使得渐变槽天线 20 的定向辐射性能更好。因此，本实施方式通过第一金属结构 22 和第二金属结构 23 的外侧边缘，采用第一梳齿 223 和第二梳齿 233 的设计可以使得渐变槽天线的增益提升，一般可以提升增益 0.5-1dB。

参阅图 11，所述第二边 222 设有沿着所述第一方向 A1 分布的多个不等高的第三梳齿 224，所述第四边 232 设有沿着所述第一方向 A1 分布的多个不等高的第四梳齿 234。对第三梳齿 224 而言，此处所述的“不等高”指的是各第三梳齿 224 的电长度不等，即，各第三梳齿 224 在第二方向 A2 上延伸的尺寸不等，第四梳齿 234 的不等高也是同样的理解。对于第三梳齿 224 而言，越靠近宽口端 242 的第三梳齿 224 的电长度越小，第三梳齿 224 的电长度为第一方向 A1 上的第三梳齿 224 的尺寸，即沿着第一方向 A1，第三梳齿 224 的电长度逐渐变小，第四梳齿 234 也可以是同样的设置。第三梳齿 224 和第四梳齿 234 的结构相同，对称分布在渐变槽 24 的两侧。所述第三梳齿 224 和所述第四梳齿 234 用于抑制所述渐变槽天线 20 未辐射的能量在所述第二边 222 和所述第四边 232 上的驻波电流分布。通过第三梳齿 224 和第四梳齿 234 的设置能够减小第二边 222 和第四边 232 对渐变槽天线 20 的辐射方向图造成纹波效应，这里的纹波特性主要是指方向图曲面不平滑，会形成波浪式的纹波特征，即通过第三梳齿 224 和第四梳齿 234 的设置能够保证渐变槽天线 20 的辐射方向图趋向平滑，辐射方向图趋向平滑代表天线的辐射性能稳定。通过第三梳齿 224 和第四梳齿 234 抑制纹波效应的原理如下：相邻两个第三梳齿 224 之间的间隙中，电流沿着间隙对应的第三梳齿 224 的边缘分布，间隙两侧的两个第三梳齿 224 的相对边缘上的电流分布的方向是相反的，因此，相反的电相互抵消，从而实现抑制纹波效应的作用。

一种具体的实施方式中，第三梳齿 224 位于第一梳齿 223 和宽口端 242 之间，第四梳齿 234 位于第二梳齿 233 和宽口端之间。第三梳齿 224 和第四梳齿 234 亦对称分布在渐变槽 24 的两侧。

第二梳齿 233 的宽度可以与第一梳齿 223 的宽度相同。第四梳齿 234 的宽度可以与第三梳齿 224 的宽度相同。

一种实施方式中，第二边和第四边分别位于介质板的两个相对的边缘，渐变槽位于这两个相对的边缘之间的介质板的中间区域。

参阅图 11，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 之间还设有匹配槽 25，匹配槽 25 与渐变槽 24 连通且连接至窄缝端 241，匹配槽 25 位于窄缝端 241 背离宽口端 243 的一侧，匹配槽 25 的作用为主要起到渐变槽天线 20 馈电的阻抗匹配的作用。窄缝端 241 形成在第一金属结构 22 的第一段槽线 225 和第二金属结构 23 的第二段槽线 235 之间，第一段槽线 225 和第

二段槽线 235 可以理解为第一边 221 和第二边 231 上的部分线段。一种实施方式中，匹配槽 25 的形状为扇形，匹配槽 25 由两条直线 251，252 和一条弧形线 253 构成，两条直线 251，252 分别位于弧形线 253 的两端，且其中一条直线 251 连接在弧形线 253 和第一段槽线 225 之间，另一条直线 252 连接在弧形线 253 和第二段槽线 235 之间。第一段槽线 225 和第二段槽线 235 可以均为直线段形状，且延伸方向为第一方向 A1，第一段槽线 225 和第二段槽线 235 构成矩形缝状结构，匹配槽 25 以矩形缝状结构为中心呈对称分布，可以理解为：匹配槽 25 其中的一条直线 251 与第一段槽线 225 之间的夹角与另一条直线 252 与第二段槽线 235 之间的夹角相等。其它实施方式中，匹配槽 25 的形状也可以为圆形或其它形状。

参阅图 7，所述馈电结构 21 与所述窄缝端 241 耦合以对所述渐变槽天线 20 馈电。馈电结构 21 包括传输线 211 和匹配部 212，所述匹配部 212 连接在传输线 211 的一端，传输线 211 的另一端用于连接馈源，例如：传输线 211 与馈电线缆 C 连接，通过馈电线缆 C 连接至馈源，为了方便连接，一种实施方式中，传输线 211 与馈源连接的一端设置在介质板 10 的边缘位置，馈电线缆 C 的内导体焊接至传输线 211 上，馈电线缆 C 的外导体焊接至第一金属结构 22 或第二金属结构 23 上，第一金属结构 22 或第二金属结构 23 相当于渐变槽天线的地。匹配部 212 的单位面积大于传输线 21 的单位面积，可以理解为：传输线 211 呈线状延伸的金属部，而匹配部 212 为片状金属部，匹配部 212 的形状可以为扇形、圆形或其它的形状。传输线 211 的主要作用是传送电流，匹配部 212 的主要作用是与其背面的金属结构（即第一金属结构 22 或第二金属结构 23 的连接处）形成容性结构（电磁耦合结构），使得微带传递的馈电信号到槽缝高效率的耦合传输。窄缝端 241 与传输线 211 上邻近匹配部 212 的区域相对设置，通过传输线 211 与窄缝槽 241 之间的耦合对渐变槽天线 20 馈电。可以理解为，传输线 211 与窄缝槽 241 交叉设置，二者相交的区域为耦合馈电的位置，此交叉的位置可以为传输线 211 和匹配部 212 之间的连接位置，也可以为传输线 211 上的任意位置。

传输线 211 的形状可以为直线状（如图 7 所示），传输线 211 的形状也可以为具有弯折的微带线结构，如图 12 所示，传输线 211 包括第一段 2111 和第二段 2112，第二段 2112 连接在第一段 2111 和匹配部 212 之间，第二段 2112 的延伸方向为第二方向 A2，第一段 2111 连接在第二段 2112 和介质板 10 的一个边缘之间，第一段 2111 和第二段 2112 之间形成夹角，图 12 所示的实施方式中，此夹角大于 90 度，可以理解的是，可以根据天线的具体的架构布置传输线 211 的形态，第一段 2111 和第二段 2112 之间还可以设置其它传输线（可以为弧形线、直线段状）。传输线 211 的线宽可以理解为垂直于传输线 211 延伸方向的尺寸，传输线 211 的延伸方向为从传输线 211 的一端向另一端延伸的方向，即从馈源向匹配部 212 沿着传输线 211 延伸的方向。传输线 211 的宽度可以为单一的尺寸，传输线的不同的位置也可以具有不同的宽度。通过改变匹配部 212 的形状、尺寸，以及传输线 211 的宽度、长度等参数，可以调节渐变槽天线 20 的带宽、回波损耗等，可以提升渐变槽天线 20 的辐射性能。

本申请通过将偶极子天线 30 与渐变槽天线 20 集成在一个天线中，实现不同频段和不同极化方向的配置。一种具体的实施方式中，介质板 10 作为天线的载体，偶极子天线 30 和渐变槽天线 30 通过微带线的方式布置在介质板 10 上。如图 6 和图 7 所示，偶极子天线 30 与馈电结构 21 可以位于介质板 10 的同一层（例如位于第一面 S1 上），第一金属结构 22 和第二金属结构 23 位于介质板 10 的同一层（例如位于第二面 S2 上）。

参阅图 13、图 14、图 15 和图 16，图 13 为介质板 10 的侧面图，显示了介质板 10 包括两层基材层和三层功能层的架构，图 14、图 15 和图 16 分别为介质板 10 上的三层功能层的

布置。如图 13 所示，介质板 10 包括第一基材层 11 和第二基材层 12。第一基材层 11 背离第二基材层 12 的一侧为第一功能层，第一功能层包括馈电结构 21 和偶极子天线 30，图 14 所示为第一功能层所在的平面的架构。第一基材层 11 和第二基材层 12 之间为第二功能层，第二功能层包括第一金属结构 22，图 15 所示为第二功能层所在的平面的架构。第二基材层 12 背离第一基材层 11 的一侧为第三功能层，第三功能层包括第二金属结构 23，图 16 所示为第三功能层所在的平面的架构。概括而言，对于本申请提供的天线而言，其中的第一金属结构 22 和第二金属结构 23 可以分别布置在介质板 10 的不同的层上，偶极子天线 30 与馈电结构 21 也可以位于介质板的不同的层上。

第一金属结构 22 和第二金属结构 23 相当于天线的接地层。

参阅图 11，当第一金属结构 22 和第二金属结构 23 位于同一层时，部分第一金属结构 22 和部分第二金属结构 23 连接为一体，连接的位置位于匹配槽 25 背离窄缝端 241 的一侧。可以理解为，在制作过程中，在介质板 10 上设一层完整的铜层，通过蚀刻的方式在铜层上制作渐变槽 24 和匹配槽 25，但仍然保持蚀刻后的铜层为一体式的结构，通过渐变槽 24 和匹配槽 25 将蚀刻后的铜层划分为第一金属结构 22 和第二金属结构 23。

参阅图 17，图 17 表示了第一金属结构 22 和第二金属结构 23 位于介质板上不同的层，其中第一金属结构 22 用实线表示，第二金属结构 23 用虚线表示，可以理解为：第一金属结构 22 位于可见的表层，第二金属结构 23 位于介质板的中间层，被遮挡。当第一金属结构 22 和第二金属结构 23 位于不同层时，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 可以有部分重叠区域 S，图 17 所示的实施方式中，部分重叠区域 S 为呈矩形的区域。部分重叠区域 S 位于匹配槽 25 背离窄缝端 241 的一侧。重叠的区域 S 处，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 之间可以通过介质板 10 上的金属过孔 13 电连接。

其它实施方式中，参阅图 18，图 18 表示了第一金属结构 22 和第二金属结构 23 位于介质板上不同的层，其中第一金属结构 22 用实线表示，第二金属结构 23 用虚线表示，第一金属结构 22 和第二金属结构 23 之间没有重叠区域。第一金属结构 22 和第二金属结构 23 之间通过介质板 10 不同层之间的金属过孔 13 实现电连接，如图 19 所示，互相不重叠的第一金属结构 22 和第二金属结构 23 之间的金属过孔 13 可以是倾斜设置在介质板 10 的不同层间的，“倾斜设置”指的是金属过孔 13 与介质板 10 之间的关系不是垂直的，金属过孔 13 的一端位于第一金属结构 22 上，金属过孔 13 的另一端位于第二金属结构 23 上，在介质板 10 的基材层内，金属过孔 13 倾斜延伸。

参阅图 7 和图 12，偶极子天线 30 与渐变槽天线 20 的渐变槽 24 相交，且在二者的相交位置处，通过渐变槽 24 为偶极子天线 30 耦合馈电，以激励偶极子天线 30，偶极子天线 30 的工作频率为第二频率，偶极子天线 30 为全向天线。第二频率低于第一频率，例如，第二频率为 2G-3G 范围内的工作频率，第一频率为 5G-7G 范围内的工作频率。偶极子天线 30 和所述渐变槽 24 的相交位置位于渐变槽天线 20 的主要馈电区 R2，所述偶极子天线 30 的延伸方向与所述渐变槽 24 的延伸方向之间形成夹角。一种具体的实施方式中，所述偶极子天线 30 的延伸方向与所述渐变槽 24 的延伸方向相互垂直，即偶极子天线 30 的延伸方向为第二方向 A2，渐变槽 24 的延伸方向为第一方向 A1。其它实施方式中，偶极子天线 30 的延伸方向也可以相较于第二方向 A2 偏转，例如，偶极子天线 30 的延伸方向可以与第一方向 A1 之间形成预设夹角（此夹角的具体值不做限定，可以为 80 度、70 度、60 度，也可以为接近 90 度的某些角度，例如 83、89 度）。

本实施方式通过将偶极子天线设置在主要馈电区，而且偶极子天线的工作频率与渐变槽天线的工作频率不同，即偶极子天线的工作频率位于渐变槽天线的工作频段之外，使得偶极子天线的设置不会影响到主要辐射区的辐射特性，即：本申请即能够通过渐变槽天线来激励偶极子天线的辐射，又可以保证渐变槽天线的辐射性能。

5 参阅图 12，一种具体的实施方式中，所述偶极子天线 30 包括第一辐射段 31、第二辐射段 32 和电连接在所述第一辐射段 31 和所述第二辐射段 32 之间的开关结构 33，所述开关结构 33 与所述渐变槽 24 相交，所述开关结构 33 与控制电路 100 电连接，通过所述控制电路 100 控制所述开关结构 33 导通或断开，实现所述天线在第一工作状态和第二工作状态之间的切换，所述第一工作状态为所述开关结构 33 断开的状态，此状态下天线单独执行所述渐变槽
10 天线 20，所述第二工作状态为所述开关结构 33 导通的状态，此状态下天线同时执行所述渐变槽天线 20 和所述偶极子天线 30。

控制电路 100 可以为设置在电子设备内的电路板上的电路结构或独立的驱动器件，控制电路 100 也可以作为本申请提供的天线的一部分，集成在介质板上。

15 具体而言，开关结构 33 可以为二极管，控制电路 100 可以通过在第一辐射段 31 和第二辐射段 32 上引入一路直流偏置电压实现对开关结构 33 的导通和关断的控制，可以在第一辐射段 31 上接电压源正极，在第二辐射段 32 上接地，亦或是相反的配置，第一辐射段 31 接地，第二辐射段 32 接负电压，最终实现开关结构 33 上正向偏置目的。

20 所述第一辐射段 31 和所述第二辐射段 32 对称分布在所述开关结构 33 的两侧。开关结构 33 横跨窄缝端 241，开关结构 33 与第一辐射段 31 的连接处 P5 位于第一金属结构 22 的范围内，开关结构 33 与第二辐射段 32 的连接处 P6 位于第二金属结构 23 的范围内，这样的架构下，开关结构 33 与第一辐射段 31 和第二辐射体 32 的连接的位置与第一金属结构 22 和第二金属结构 23 重叠，不落在渐变槽 24 的范围内，不会影响渐变槽 24 的电流传输，能够保证渐变槽天线 20 的信号辐射的性能。

25 参阅图 20，一种具体的实施方式中，所述偶极子天线 30 还包括第一贴片 34 和第二贴片 35，第一贴片 34 和第二贴片 35 可以理解为金属片状结构，不但从偶极子天线 30 的延伸方向上增加了辐射臂的长度，还同时增加辐射臂的宽度。所述第一贴片 34 位于所述第一辐射段 31 远离所述第二辐射段 32 的一端，所述第一贴片 34 与所述第一金属结构 22 相对设置，用于增加所述偶极子天线 30 的容性耦合。所述第二贴片 35 位于所述第二辐射段 32 远离所述第一辐射段 31 的一端，所述第二贴片 35 与所述第二金属结构 23 相对设置，用于增加所述偶极子
30 天线 30 的容性耦合。第一贴片 34 和第二贴片 35 可以同时存在，也可以只设置其中的一个。本实施方式通过第一贴片 34 和第二贴片 35 的设置有利于在有限的尺寸范围内保证偶极子天线 30 的电长度，有利于天线的小型化设计。图 20 所示的实施方式中，偶极子天线 30 同时包括第一辐射段 31、第二辐射段 32、开关结构 33、第一贴片 34 和第二贴片 35。

35 第一贴片 34 设置在第一辐射段 31 的末端，第二贴片 35 设置在第二辐射段 32 的末端，通过末端容性耦合设计，实现偶极子天线 30 的小尺寸，可以理解为：第一贴片 34 和第二贴片 35 的作用在于产生偶极子天线 30 与渐变槽天线 20 的第一金属结构 22 和第二金属结构 23 之间的容性耦合，通过容性耦合的作用，可以保证偶极子天线 20 在小尺寸状态下仍然能实现其的工作频率。第一贴片以第一辐射段的延长线为中心呈对称分布的架构。第一贴片的形状还可以为：圆形、三角形、方形、多边形等其它形状。一种具体的实施方式中，第一贴片 34
40 和第一辐射段 31 构成船桨形态，本申请通过将第一贴片 34 和第二贴片 35 分别配置在第一辐

射段 31 的末端和第二辐射段 32 的末端,即第一贴片 34 和第二贴片 35 的位置远离渐变槽 24,具体为,远离渐变槽 24 的窄缝端 241,这样的架构,可以最大程度降低第一贴片 34 和第二贴片 35 对渐变槽天线 20 的影响,从而实现在保证渐变槽天线辐射性能的前提下激发偶极子天线的全向辐射模式,本申请实现了具有双频重构特性的天线架构。

5 如图 20 所示,具体而言,第一贴片 34 包括第一部分 341 和第二部分 342,第一部分 341 连接至第一辐射段 31,第二部分 342 连接至第一部分 341 远离第一辐射段 31 的一端,第一部分 341 呈梯形,第一部分 341 与第一辐射段 31 连接的一端的尺寸小于第一部分 341 与第二部分 342 连接的一端的尺寸,第二部分 342 外轮廓呈弧形。第二贴片 35 包括第一部分 351 和
10 第二部分 352,第二贴片 35 的第一部分 351 和第二部分 352 的具体结构与第一部分 341 的第一部分 341 和第二部分 342 相同,不再赘述。

其它实施方式中,偶极子天线 30 可以不包括开关结构 33,可以理解为,第一辐射段 31 直接连接至第二辐射段 32,如图 7 所示,偶极子天线 30 包括中间一条辐射线 310(相当于图 20 所示的实施方式中的第一辐射段 31 和第二辐射体段 32)及位于此辐射线 310 两端的第一
15 贴片 34 和第二贴片 35(相当于图 20 所示的实施方式中的第一贴片和第二贴片)。此种实施方式,只能同时启动渐变槽天线 20 和偶极子天线 30,无法实现单独激励渐变槽天线 20 的功能。

参阅图 21,在图 20 所示的实施方式的基础上,本实施方式中,所述偶极子天线 30 还包括延伸线 36、37,其中一个所述延伸线 36 连接至所述第一辐射段 31,另一个延伸线 37 连接
20 至第二辐射段 32,所述延伸线 36、37 用于增加所述偶极子天线 30 的电长度。延伸线 36、37 的具体的形状可以为蜿蜒状、蛇形、锯齿状、波浪状等。延伸线 36、37 的线宽小于第一辐射段 31 的线宽。偶极子天线 30 可以包括两个延伸线 36、37,即第一辐射段 31 和第二辐射段 32 均配置一个延伸线,可以理解的是,偶极子天线 30 也可以只包括一个延伸线,例如,只在第一辐射段 31 上设置一个延伸线 36,而第二辐射段 32 上不设置延伸线,这样也可以改变偶极子天线 30 的电长度。

25 参阅图 22,本实施方式中,所述偶极子天线 30 包括带状辐射线 38 及连接至所述带状辐射线的延伸线 39,延伸线 39 的数量可以为一个、两个或更多个,图 22 所示的实施方式中,偶极子天线 30 包括两个延伸线 39。延伸线 39 用于增加带状辐射线 38 的电长度。

综上所述,本申请提供的渐变槽天线 20 中的渐变槽 24 具有上下对称的形式,其窄缝端
30 241(馈电位置)为一条细长窄缝,从窄缝端 241 至宽口端 242 逐渐张开,行程类似喇叭的效果。所述窄缝端 241 和所述中间位置 243 之间的部分(可以理解为:靠近馈电端的窄缝)可以看成是一种能量传导部分,引导射频能量从馈电结构向宽口端 242 的部分传递能量。能量传导部分集中在主要馈电区 R2,完成能量从馈电结构到辐射缝隙的传导,随着张角的加大,当张角达到二分之一波长时,即开始对外辐射,形成主要辐射区 R1(主要位于渐变槽 24 的右半部分)。因此主要馈电区 R2 可以看成是主要辐射区 R1 的馈电网络,对主要馈电区 R2 进
35 行设计不会影响到主要辐射区 R1 的辐射特性,特别是当增加的设计部分处在右半部分辐射体的工作频段之外时。因此在主要馈电区 R2 的背面引入偶极子天线 30(例如一个上下结构对称的波长的船桨导体架构),偶极子天线 30 尺寸约等于 WiFi 低频 2G 对应工作频段的半波长,实现一个覆盖 WiFi 低频的垂直极化特征的偶极子天线,并通过渐变槽缝的耦合作用实现馈
40 电。

参阅图 23 和图 24,本申请提供的天线还包括第一附加天线 50 和第二附加天线 60,第一

附加天线 50 和第二附加天线 60 亦设置在介质板 10 上, 并且, 第一附加天线 50 设置在第一金属结构 22 的外围, 且位于第一金属结构 22 的远离宽口端 242 的边缘处, 即第一附加天线 50 所在的位置与第一金属结构 22 邻接。第二附加天线 60 设置在第二金属结构 23 的外围, 同样, 第二附加天线 60 也位于第二金属结构 23 的远离宽口端 242 的边缘处, 第二附加天线 50 与第二金属结构 23 邻接。可以理解的是, 一种实施方式中, 本申请提供的天线可以同时包括渐变槽天线 20、偶极子天线 30、第一附加天线 50 和第二附加天线 60, 其它的实施方式中, 本申请提供的天线可以包括渐变槽天线 20、偶极子天线 30 和第一附加天线 50 (或第二附加天线 60), 即可以只设置第一附加天线 50 和第二附加天线 60 中的一个。

具体而言, 介质板 10 上设有第一区域 R3, 第一区域 R3 位于所述第一金属结构 22 一个边角位置, 第一区域 R3 位于所述第一金属结构 22 远离所述宽口端 242 的边缘处, 可以理解为: 宽口端 242 位于介质板的第二边缘 12 处, 第一区域 R3 位于靠近介质板 10 的第一边缘 11 处, 第一边缘 11 和第二边缘 12 相对设置, 对于渐变槽天线 20 和偶极子天线 30 而言, 第一区域 R3 为电流分布较少, 或者没有电流分布的区域, 因此在第一区域 R3 中设置其它的天线, 不会影响渐变槽天线和偶极子天线的辐射效能。因此, 本申请在所述第一区域 R3 处设置第一附加天线 50, 第一附加天线 50 具有单独的馈电结构及辐射结构, 由于第一附加天线 50 布置在第一区域 R3, 不管第一附加天线 50 的馈电结构及辐射结构的形态如何, 都不会影响渐变槽天线 20 和偶极子天线 30 的辐射效能。同样, 在第二金属结构 23 的边角位置也存在第二区域 R4, 第二区域 R4 的位置与第一区域 R3 的位置相似, 也是位于第二金属结构 23 远离宽口端 242 的边缘位置, 渐变槽天线 20 和偶极子天线 30 工作状态下, 第二区域 R4 分布较少电流或没有电流分布。

如图 23 和图 24 所示, 第一区域 R3 位于介质板 10 的左上角的位置处, 第二区域 R4 位于介质板 10 的左下角的位置处。如图 24 所示, 第一附加天线 50 包括第一辐射结构 51 和第一馈电结构 52, 第一辐射结构 51 与渐变槽天线 20 的馈电结构 21 和偶极子天线 30 位于介质板 10 的同一层, 亦为设置在介质板 10 上的微带线结构。一种实施方式中, 第一附加天线 50 可以为 LOOP 天线, 第一附加天线 50 的工作频率为 5G。如图 23 所示, 第二附加天线 60 包括第二辐射结构 61 和第二馈电结构 62, 第二辐射结构 61 与第一金属结构 22 和第二金属结构 23 位于介质板 10 的同一层, 亦为设置在介质板 10 上的微带线结构。一种实施方式中, 第一二附加天线 60 为 IFA 天线, 第二附加天线 60 的工作频率为 2G。

图 25 所示为本申请一种实施方式提供的天线的阻抗带宽的 S 参数曲线示意图, 其中纵轴为回波损耗刻度, -10dB 为业界公认的衡量端口匹配好坏的门限, 横轴为频率, 1-2 标注了低频全向的具体频段范围, 3-4 标注为高频频段的工作范围。从图 25 可以看到, 本申请提供的天线结合了工作频率在 5G-6G 范围内的渐变槽天线及工作频率在 2G 至 3G 之间的偶极子天线, 能够同时满足渐变槽天线和偶极子天线的辐射性能。

图 26 所示为本申请一种实施方式提供的天线的不同频率下的辐射方向图, 左图为偶极子天线的辐射方向图, 右图为渐变槽天线的辐射方向图, 可以看出偶极子天线为全向天线, 渐变槽天线的定向天线。

图 27A 为本申请提供的天线只包括渐变槽天线, 不包括偶极子天线的状态下的电流分布图。此状态下, 只有渐变槽天线被激励, 工作频率为 5.5G, 电流主要分布在渐变槽边缘位置, 即第一金属结构和第二金属结构朝向渐变槽的边缘处。

图 27B 为本申请一种实施方式提供的天线在偶极子天线工作频率状态下的电流分布图。

此状态下，只有偶极子天线被激励，电流主要分布在偶极子天线上，工作频率为 2G。

图 27C 为本申请一种实施方式提供的天线在渐变槽天线工作频率状态下的电流分布图。此状态下，只有渐变槽天线被激励，工作频率为 5.5G，电流主要分布在渐变槽边缘位置。

5 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，包括极化相同的渐变槽天线和偶极子天线；

5 所述渐变槽天线包括馈电结构、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，所述渐变槽的两端分别为窄缝端和宽口端，所述馈电结构与所述窄缝端耦合，激励所述渐变槽天线为定向天线；

所述偶极子天线与所述渐变槽相交，且在二者的相交位置处，通过所述渐变槽为所述偶极子天线耦合馈电，激励所述偶极子天线为全向天线。

10 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高于所述偶极子天线的工作频率。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的天线，其特征在于，所述渐变槽包括位于所述窄缝端和所述宽口端之间中间位置，所述窄缝端和所述中间位置之间的部分为主要馈电区，所述中间位置和所述宽口端之间的部分为主要辐射区，所述偶极子天线和所述渐变槽天线的相交位置位于所述主要馈电区，所述偶极子天线的延伸方向与所述渐变槽的延伸方向之间相交。

4. 根据权利要求 3 所述的天线，其特征在于，所述偶极子天线的延伸方向与所述渐变槽的延伸方向正交。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的天线，其特征在于，所述偶极子天线包括第一辐射段、第二辐射段和电连接在所述第一辐射段和所述第二辐射段之间的开关结构，所述开关结构与所述渐变槽相交，所述开关结构与控制电路电连接，通过所述控制电路控制所述开关结构导通或断开，实现所述天线在第一工作状态和第二工作状态之间的切换，所述第一工作状态为单独执行所述渐变槽天线，所述第二工作状态为同时执行所述渐变槽天线和所述偶极子天线。

6. 根据权利要求 5 所述的天线，其特征在于，所述第一辐射段和所述第二辐射段对称分布在所述开关结构的两侧。

25 7. 根据权利要求 5 所述的天线，其特征在于，所述偶极子天线还包括第一贴片，所述第一贴片位于所述第一辐射段远离所述第二辐射段的一端，所述第一贴片与所述第一金属结构层叠设置。

8. 根据权利要求 7 所述的天线，其特征在于，所述偶极子天线还包括第二贴片，所述第二贴片位于所述第二辐射段远离所述第一辐射段的一端，所述第二贴片与所述第二金属结构层叠设置。

9. 根据权利要求 5 所述的天线，其特征在于，所述偶极子天线还包括延伸线，所述延伸线连接至所述第一辐射段和/或第二辐射段，所述延伸线用于增加所述偶极子天线的电长度。

10. 根据权利要求 1 或 3 所述的天线，其特征在于，所述偶极子天线包括辐射线和分别位于所述辐射线两端的第一贴片和第二贴片，所述辐射线的中心位置为所述偶极子天线的馈电部，所述馈电部与所述渐变槽相交，所述第一贴片和所述第二贴片用于增加所述偶极子天线的容性耦合。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的天线，其特征在于，所述偶极子天线包括带状辐射线及连接至所述带状辐射线的延伸线，所述延伸线用于增加所述带状辐射线的电长度。

40 12. 根据权利要求 1 或 2 所述的天线，其特征在于，所述第一金属结构包括面对所述第二金属结构的第一边和背离所述第二金属结构的第二边，所述第二金属结构包括面对所述第

一金属结构的第三边和背离所述第一金属结构的第四边，所述第一边和所述第三边之间构成所述渐变槽，所述第二边设有沿着所述第一方向分布的多个等高的第一梳齿，所述第四边设有沿着所述第一方向分布的多个等高的第二梳齿，所述第一梳齿和所述第二梳齿用于提升所述渐变槽天线的增益。

5 13. 根据权利要求 12 所述的天线，其特征在于，所述第一梳齿的电长度和所述第二梳齿的电长度均为所述渐变槽天线的中心频率对应的四分之一波长，所述渐变槽天线能够被激励工作一个高频带宽内，所述高频带宽包括最高工作频率和最低工作频率，所述中心频率为所述最高工作频率和所述最低工作频率之间的中间值。

10 14. 根据权利要求 12 所述的天线，其特征在于，所述第二边设有沿着所述第一方向分布的多个不等高的第三梳齿，所述第四边设有沿着所述第一方向分布的多个不等高的第四梳齿，沿所述第一方向，所述第三梳齿的电长度和所述第四梳齿的电长度均呈递减分布，靠近所述宽口端的所述第三梳齿和所述第四梳齿的电长度最小，所述第三梳齿和所述第四梳齿用于抑制所述渐变槽天线未辐射的能量在所述第二边和所述第四边上的驻波电流分布。

15 15. 根据权利要求 14 所述的天线，其特征在于，所述渐变槽包括位于所述窄缝端和所述宽口端之间的中间位置，所述窄缝端和所述中间位置之间的部分为主要馈电区，所述中间位置和所述宽口端之间的部分为主要辐射区，所述偶极子天线和所述渐变槽天线的相交位置位于所述主要馈电区，所述第一梳齿和所述第二梳齿对称分布在所述主要馈电区的两侧。

16. 根据权利要求 15 所述的天线，其特征在于，所述第三梳齿和所述第四梳齿对称分布在所述主要辐射区的两侧。

20 17. 根据权利要求 1 或 2 所述的天线，其特征在于，所述第一金属结构的外围设第一区域，所述第一区域位于所述第一金属结构上远离所述宽口端的边缘处，所述第一区域处设置第一附加天线。

25 18. 根据权利要求 17 所述的天线，其特征在于，所述第二金属结构的外围设第二区域，所述第二区域位于所述第二金属结构上远离所述宽口端的边缘处，所述第二区域处设置第二附加天线。

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

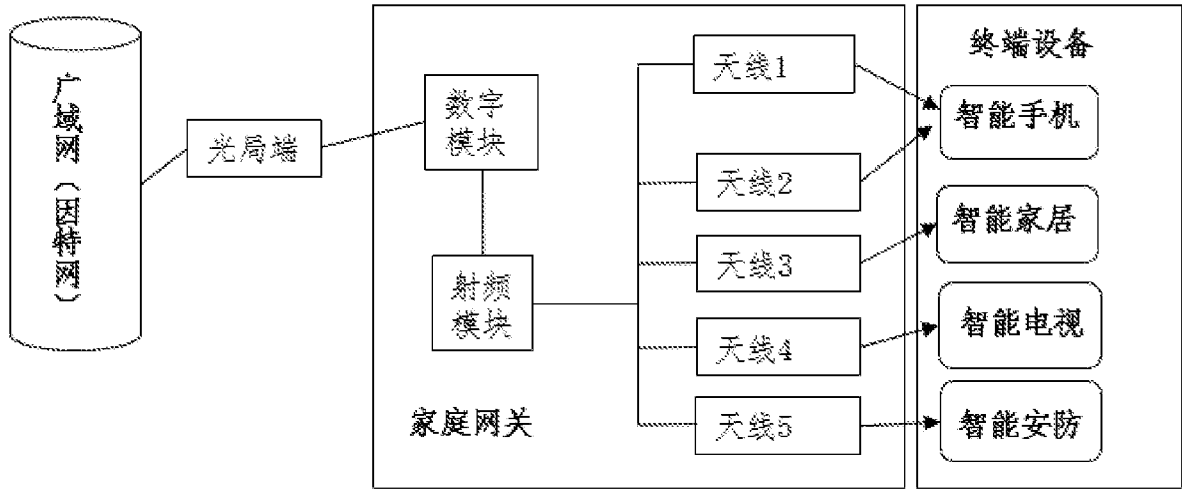


图 1

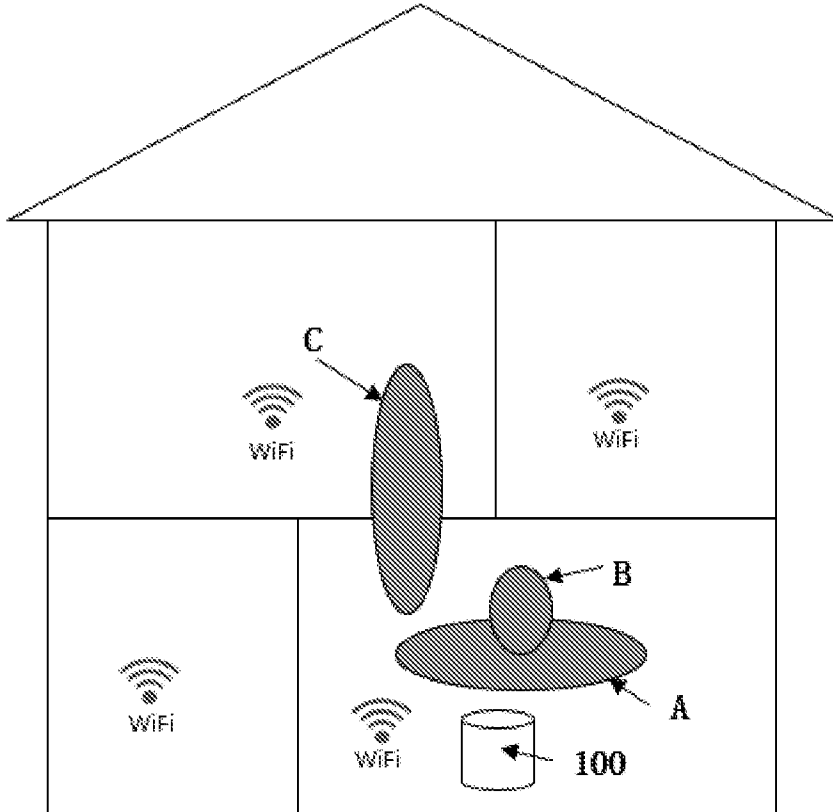


图 2

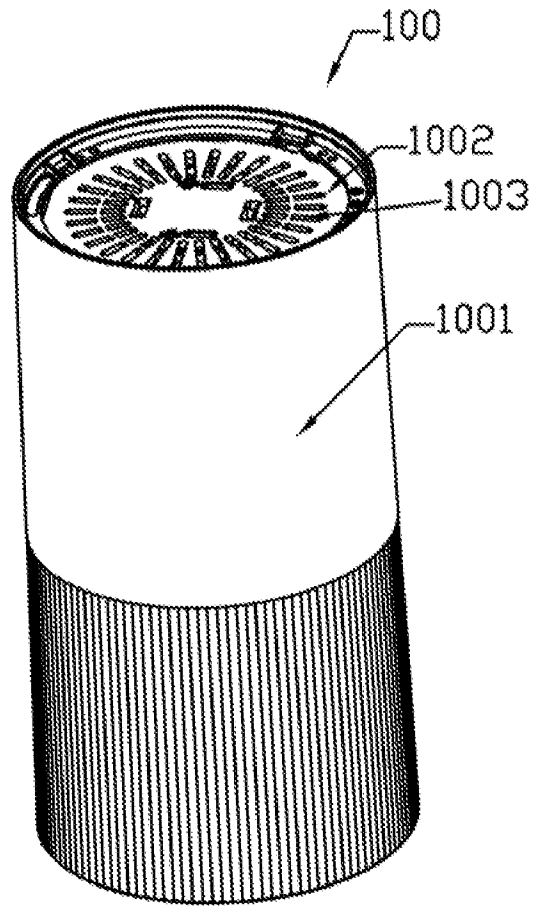


图 3

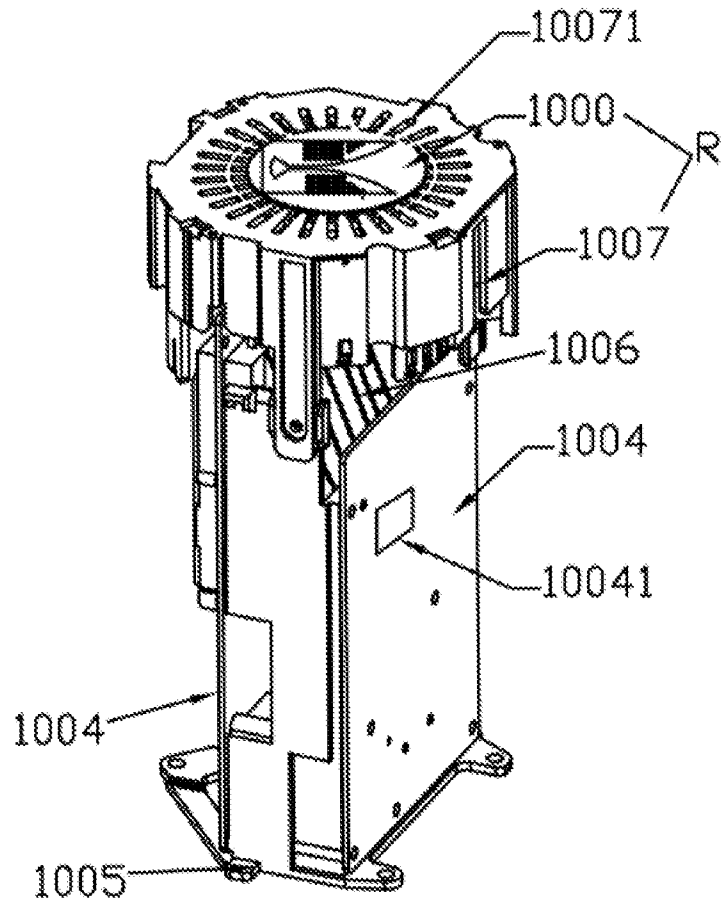


图 4

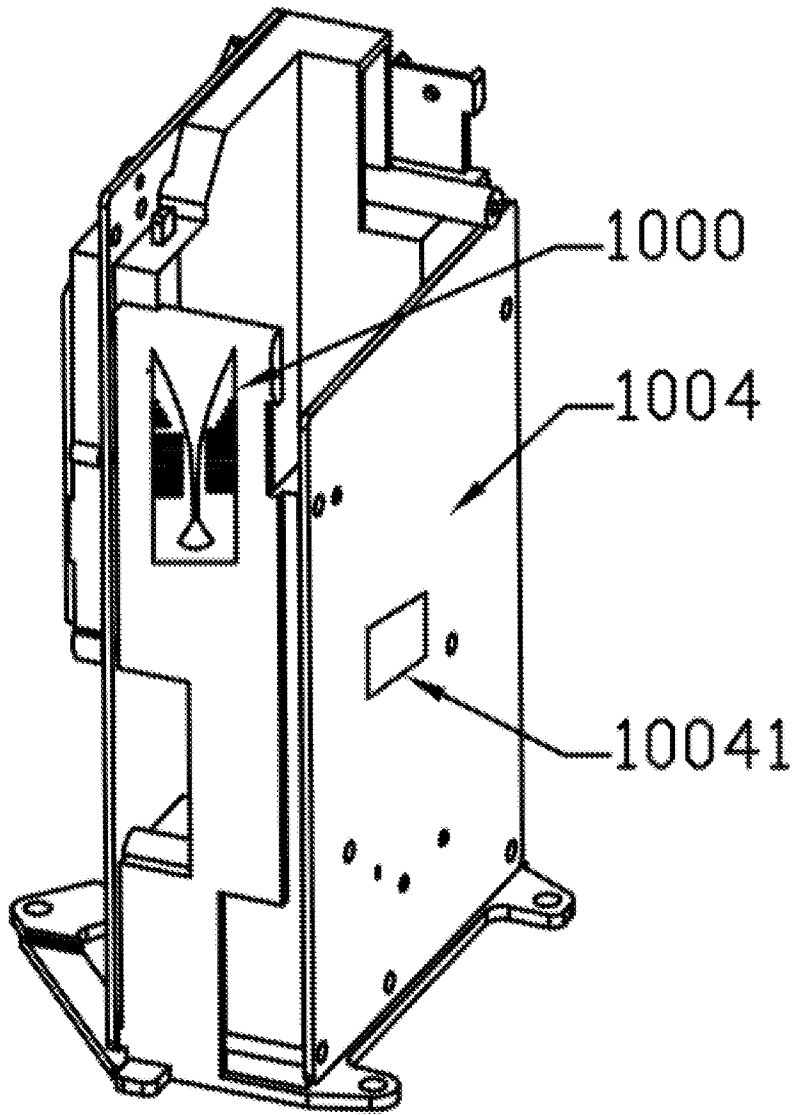


图 5

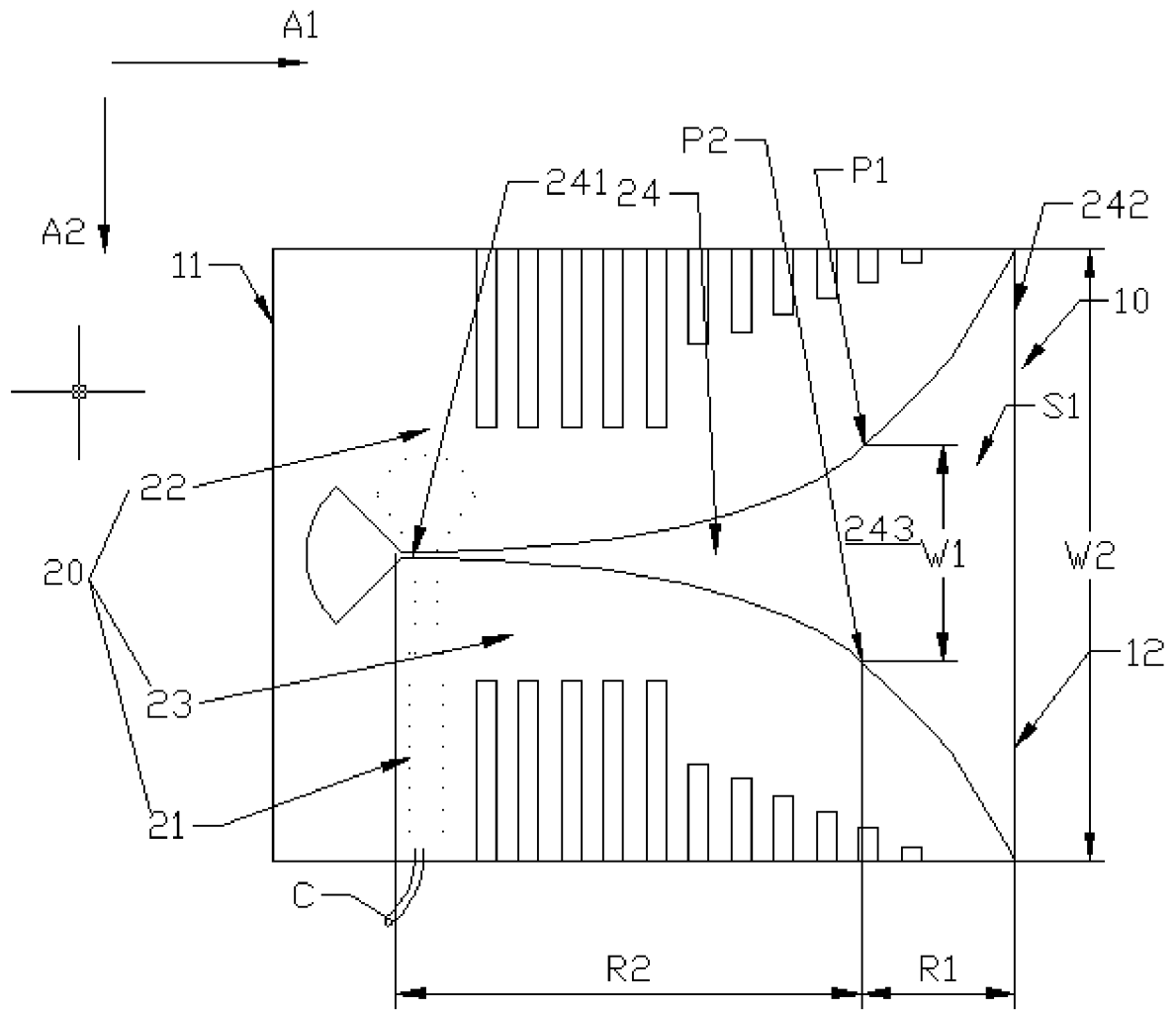


图 6

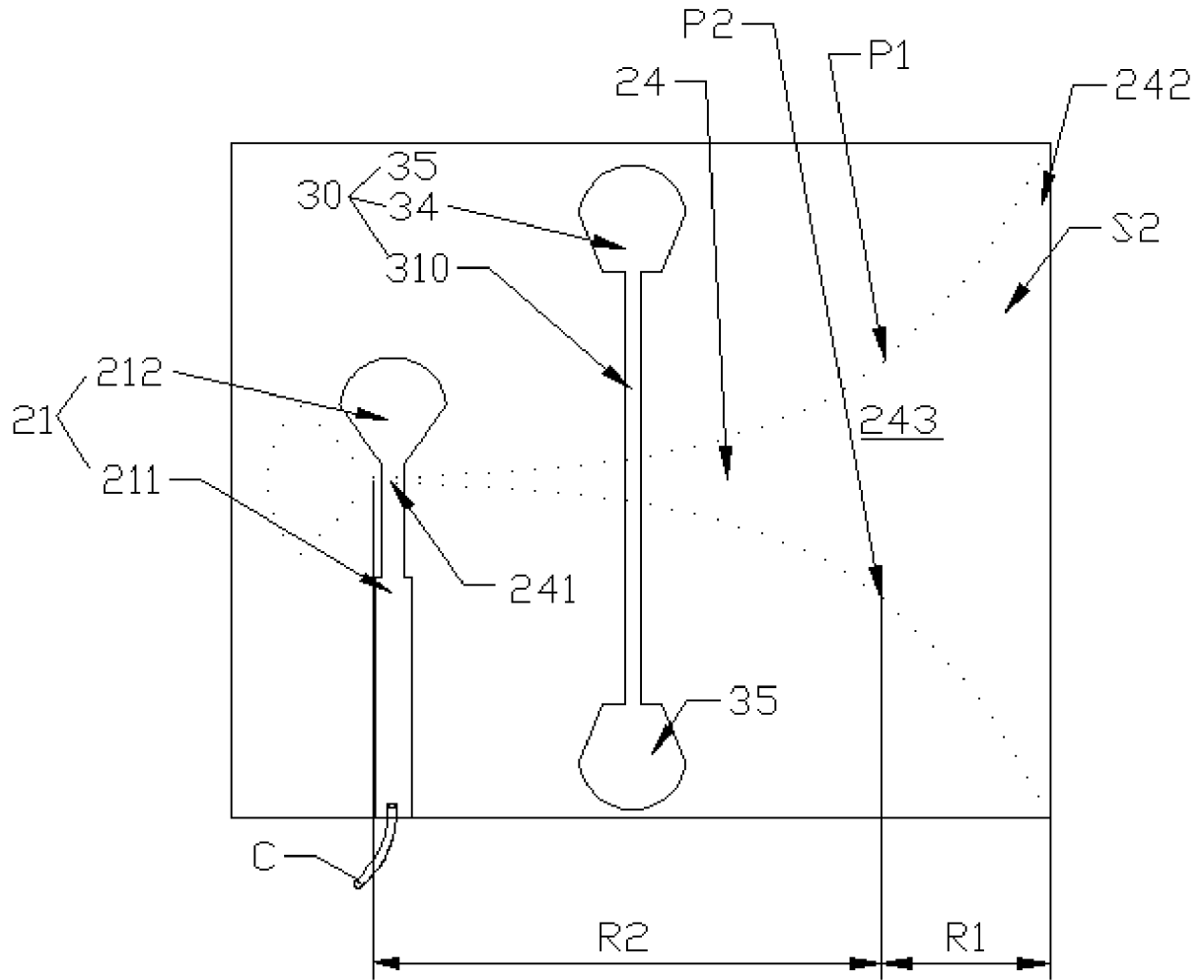


图 7

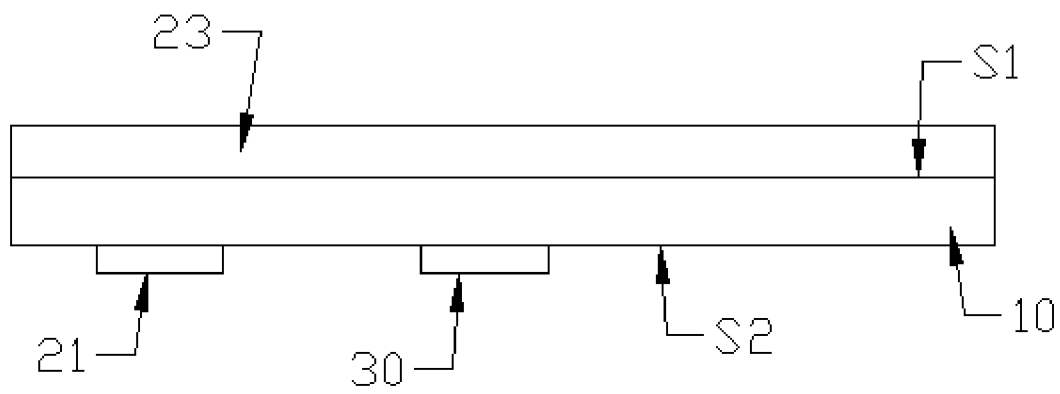


图 8

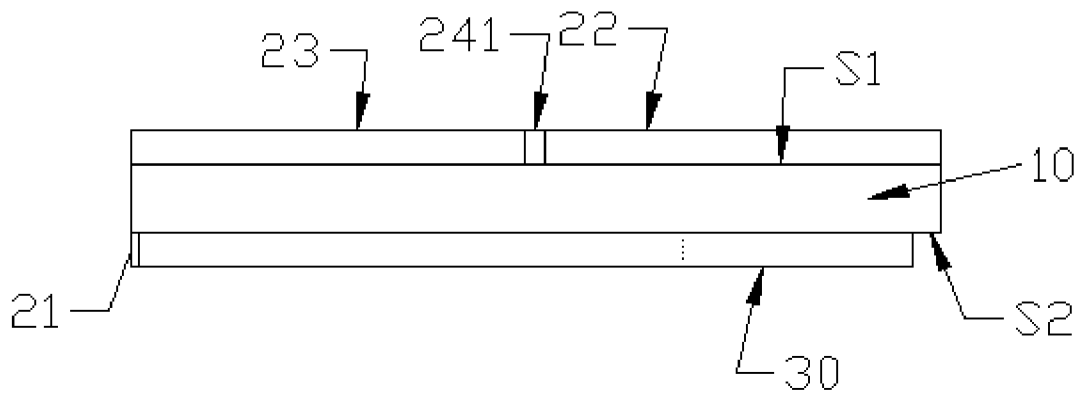


图 9

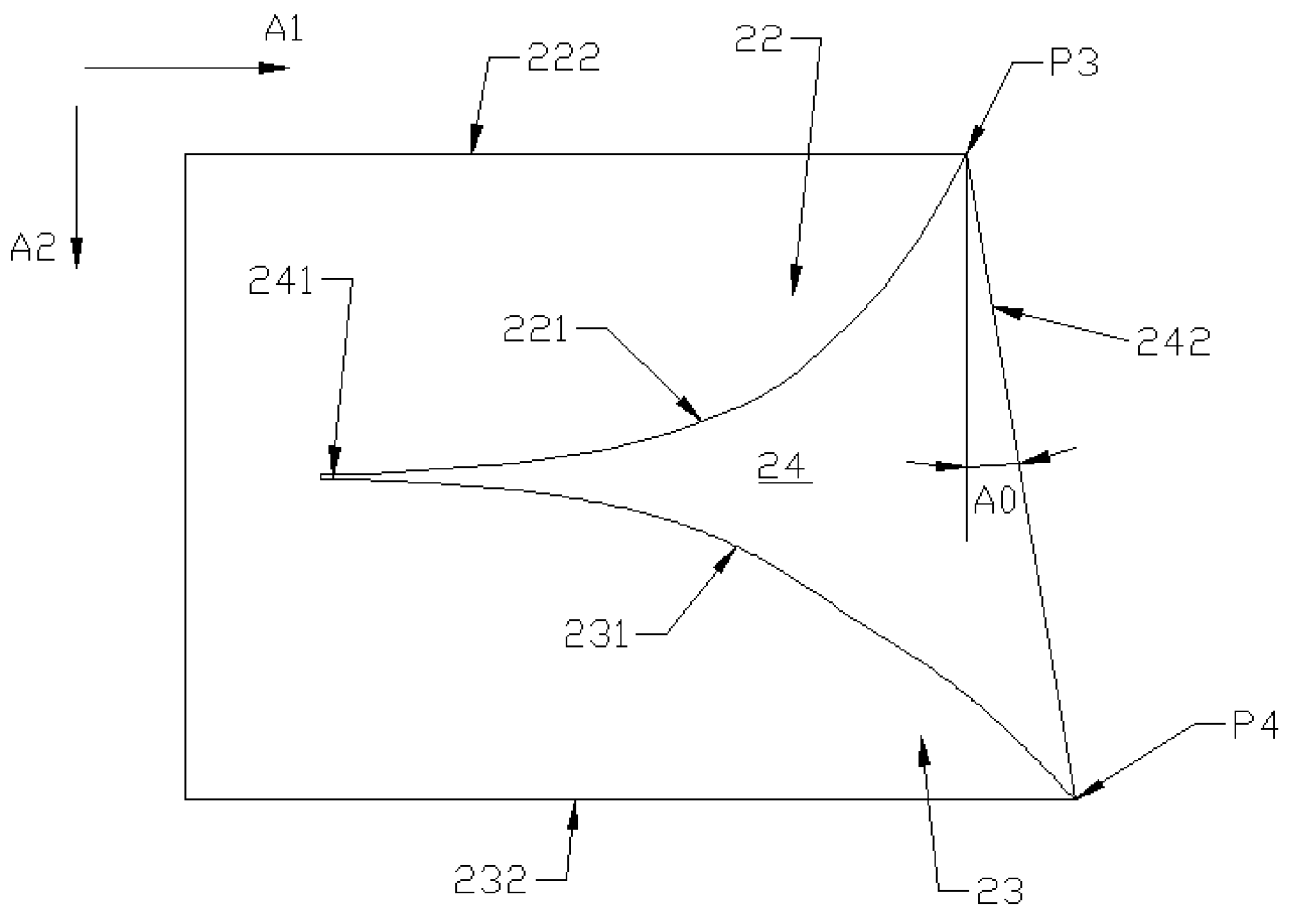


图 10

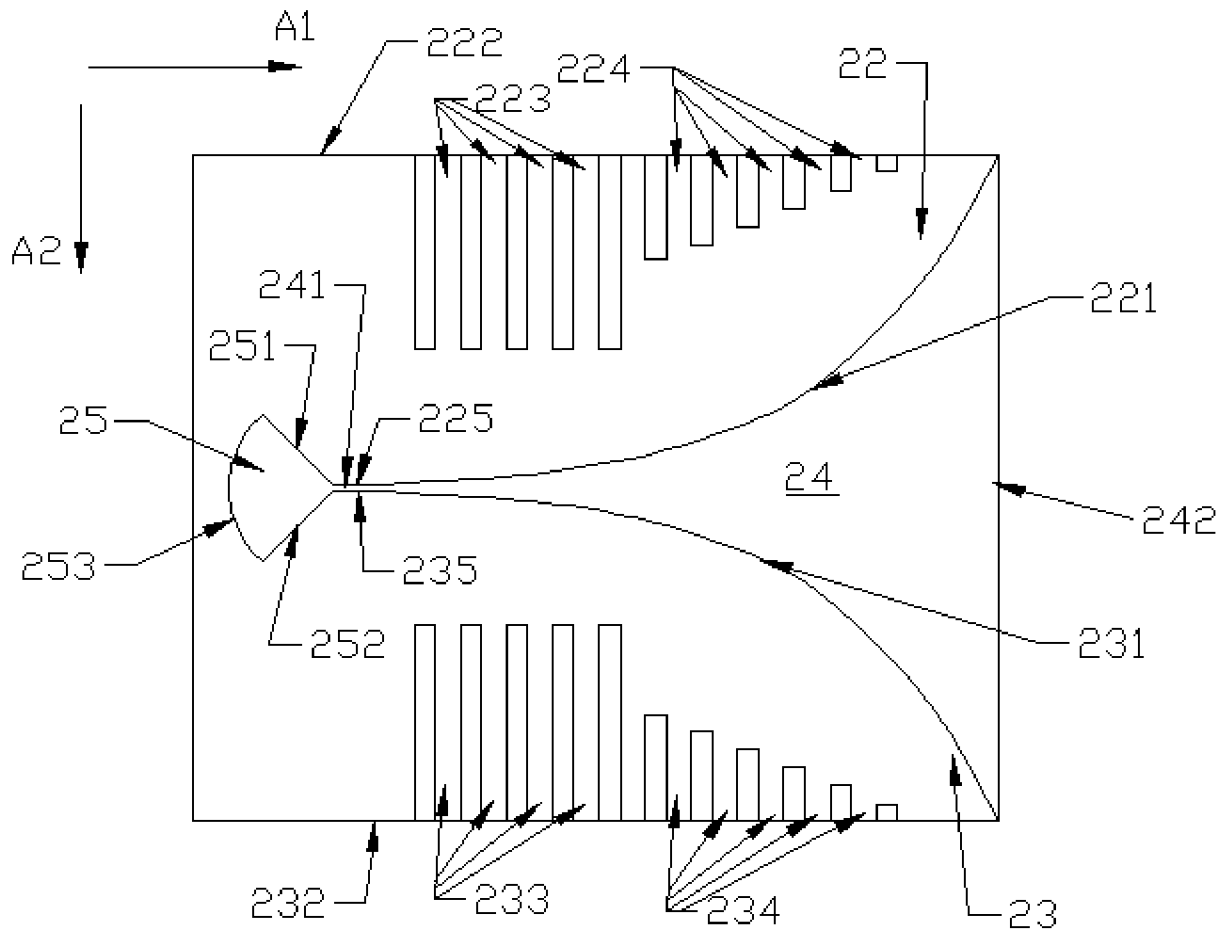


图 11

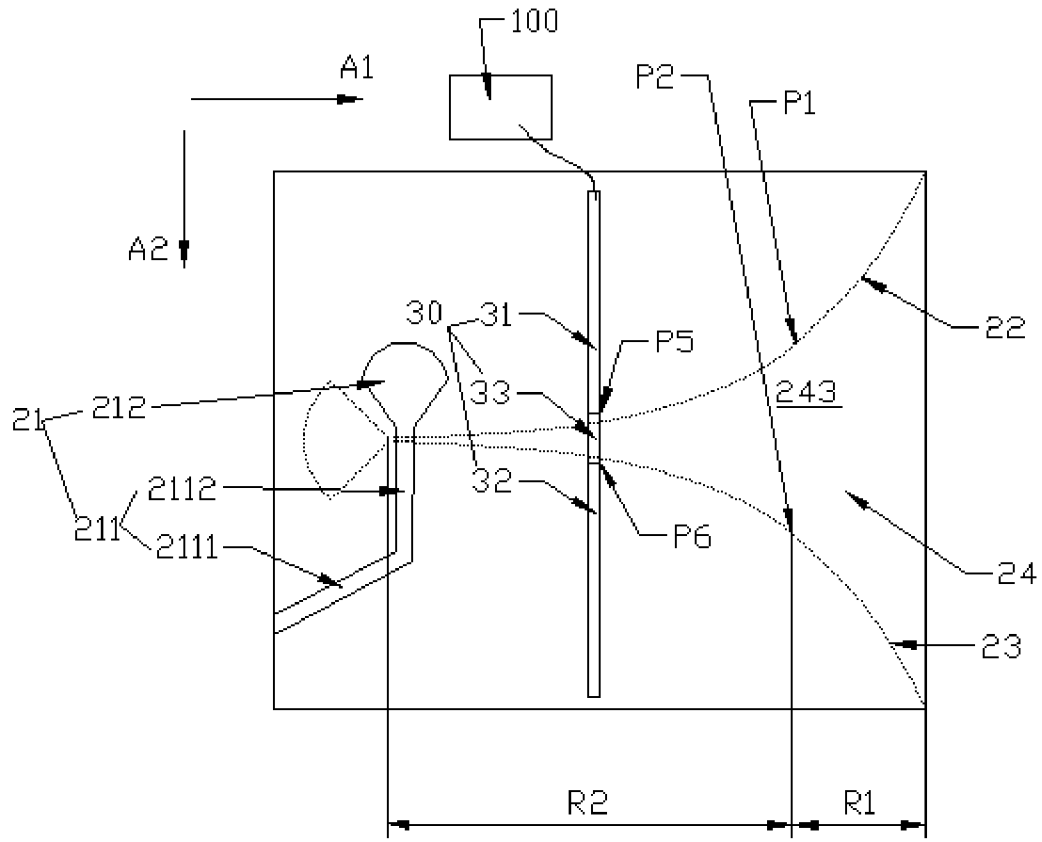


图 12

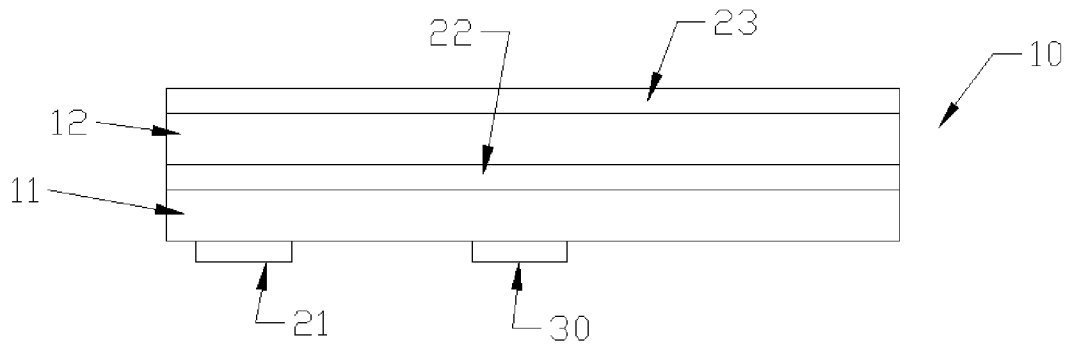


图 13

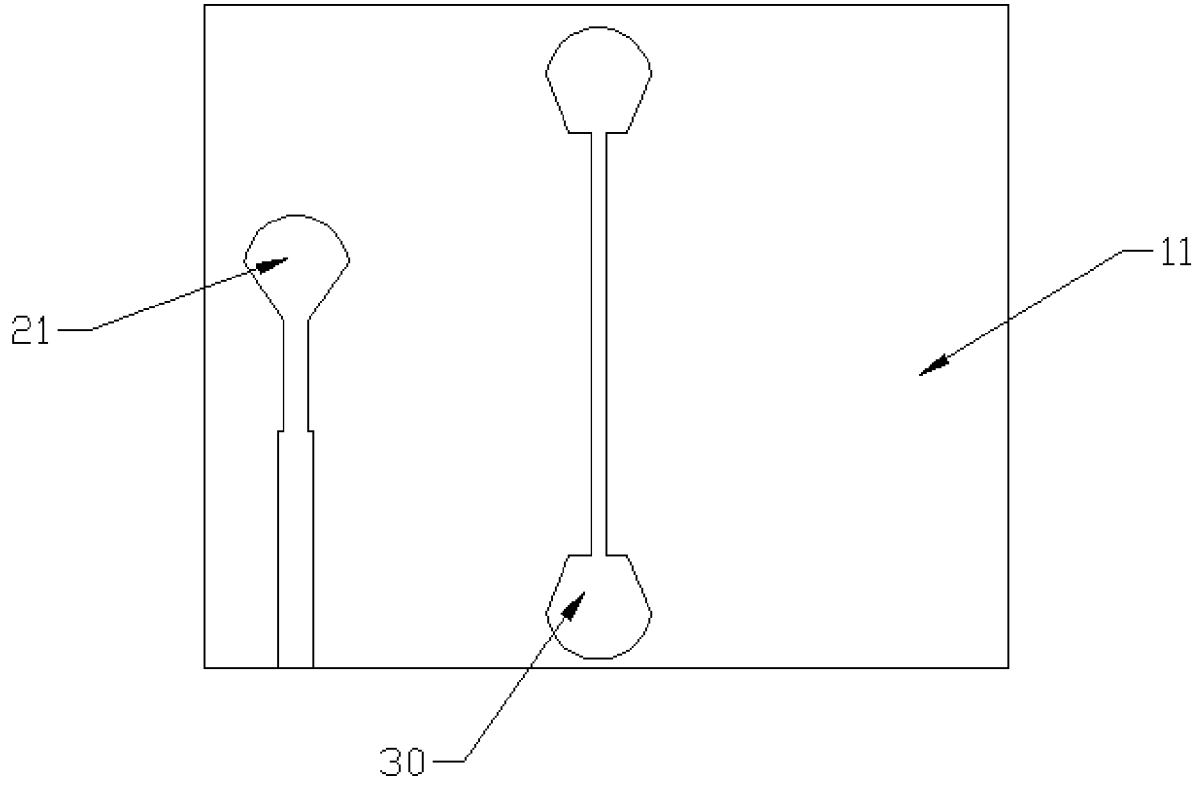


图 14

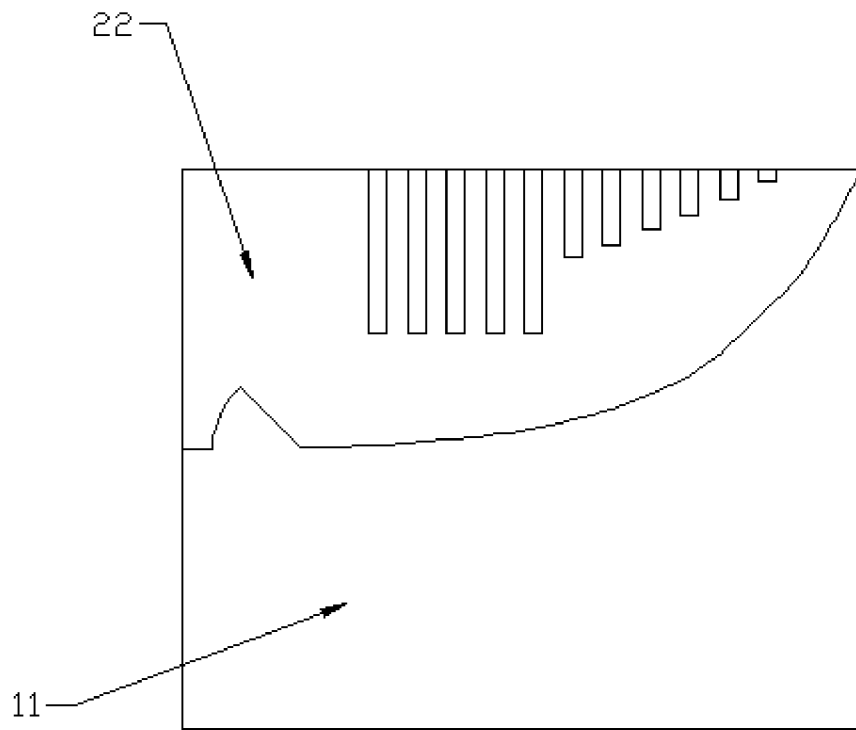


图 15

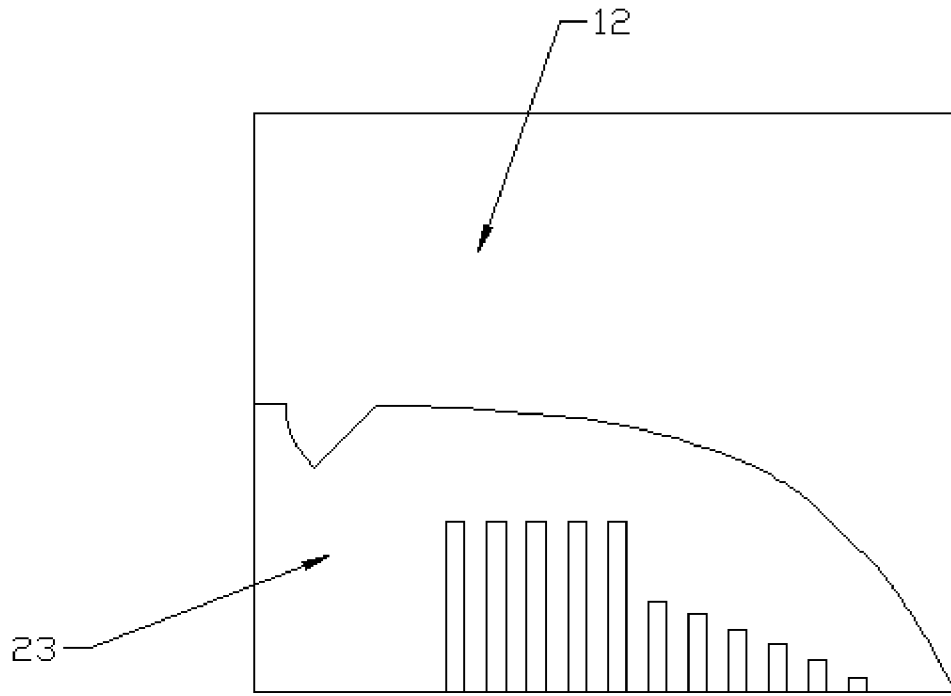


图 16

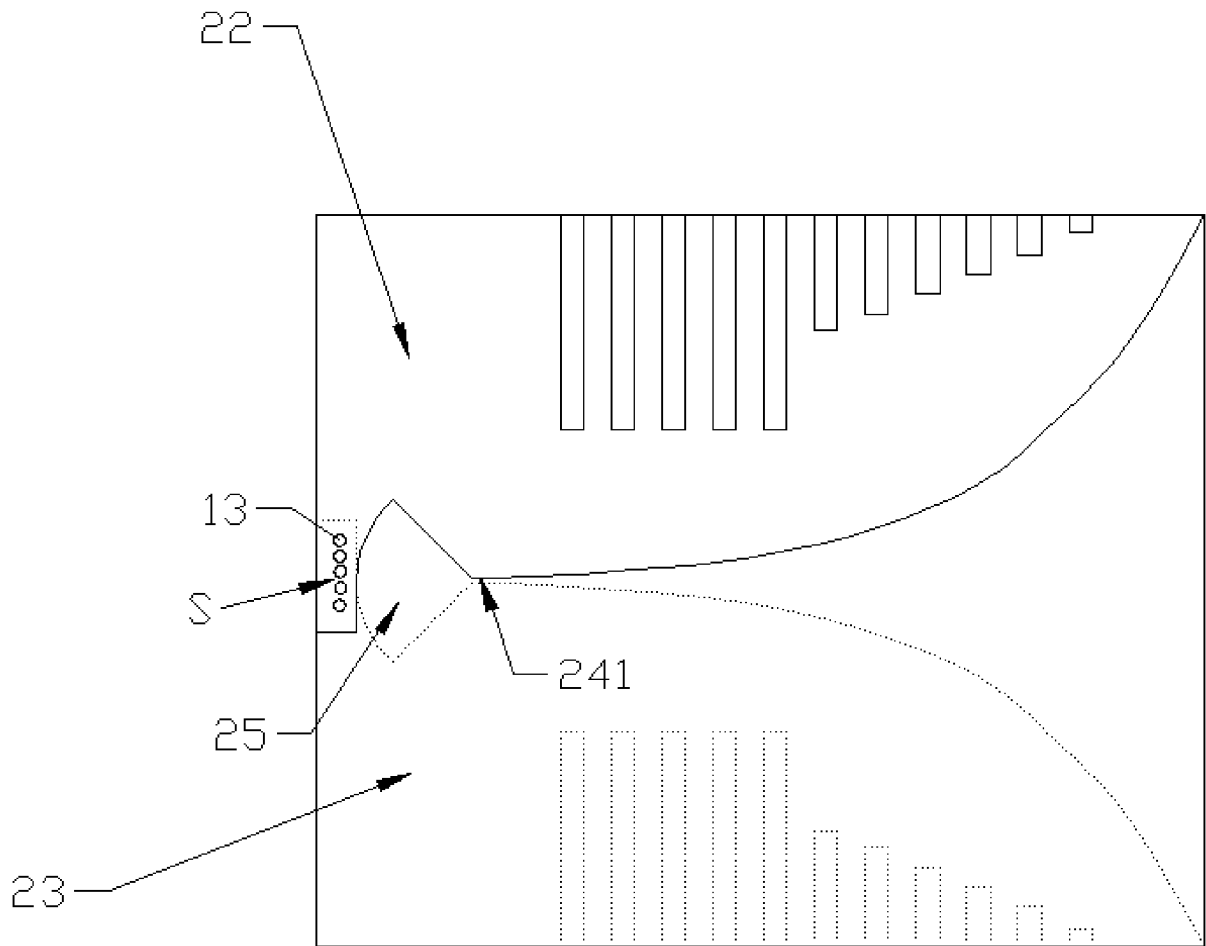


图 17

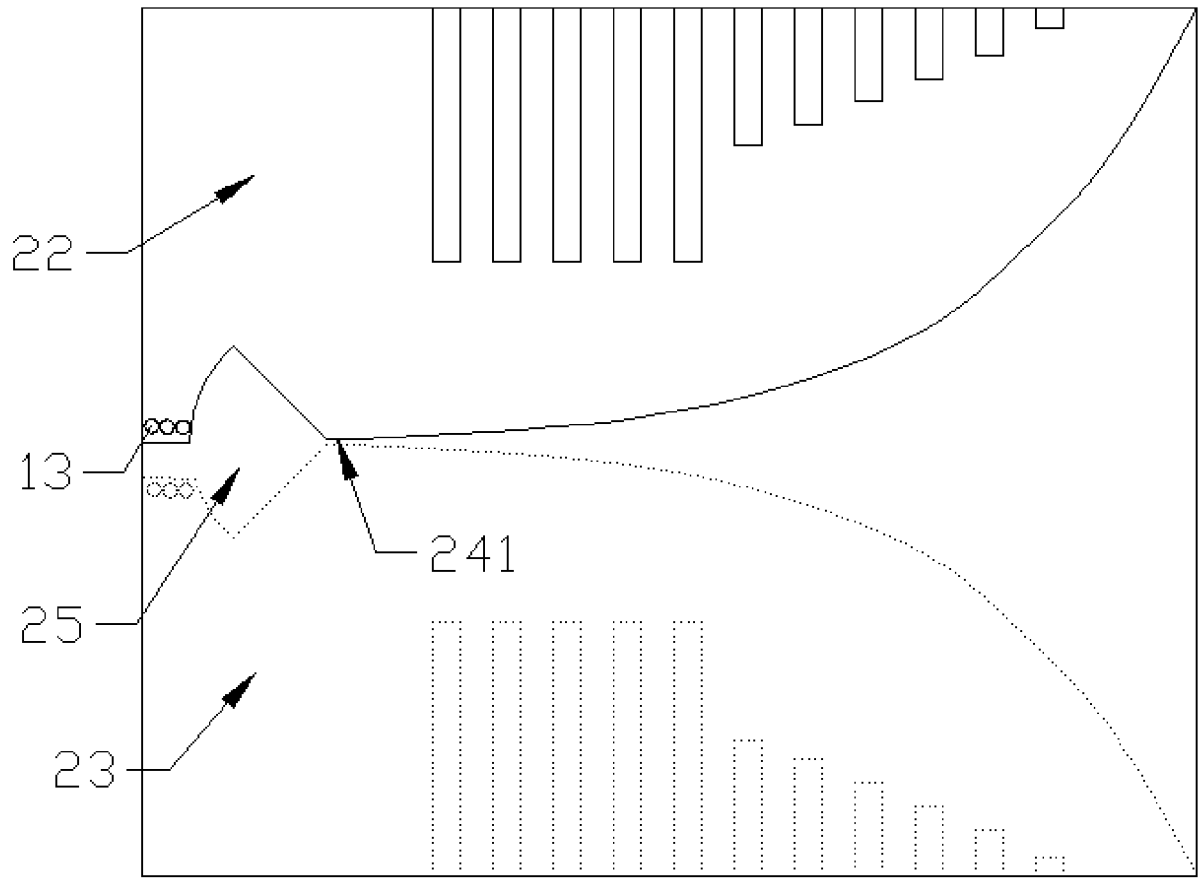


图 18

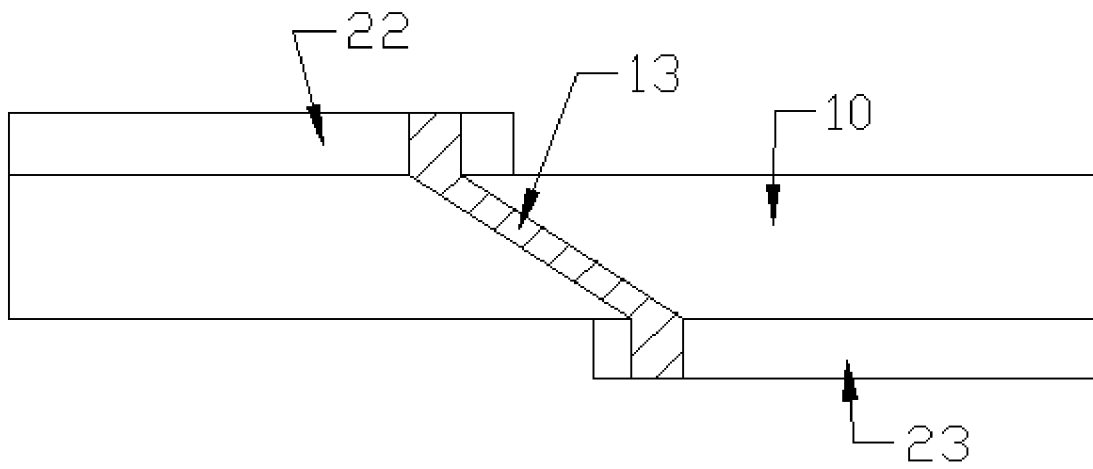


图 19

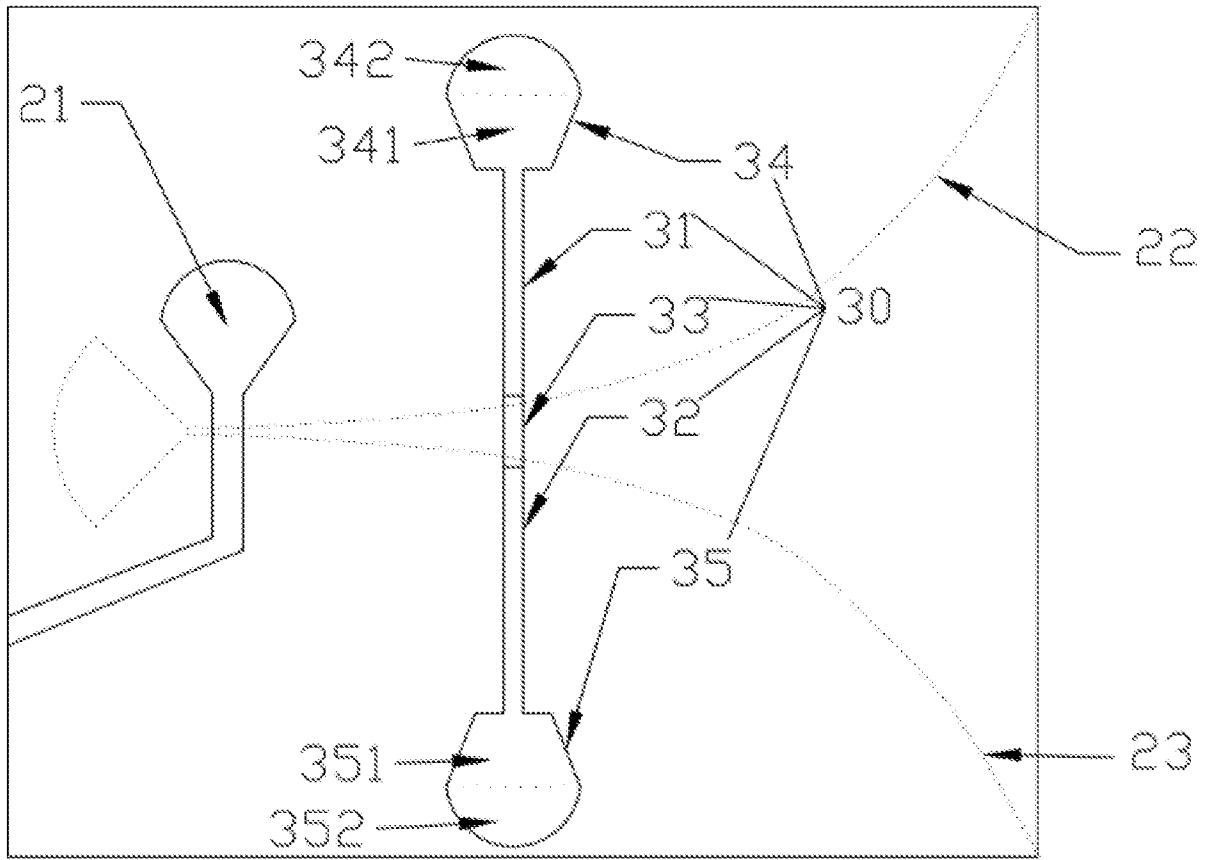


图 20

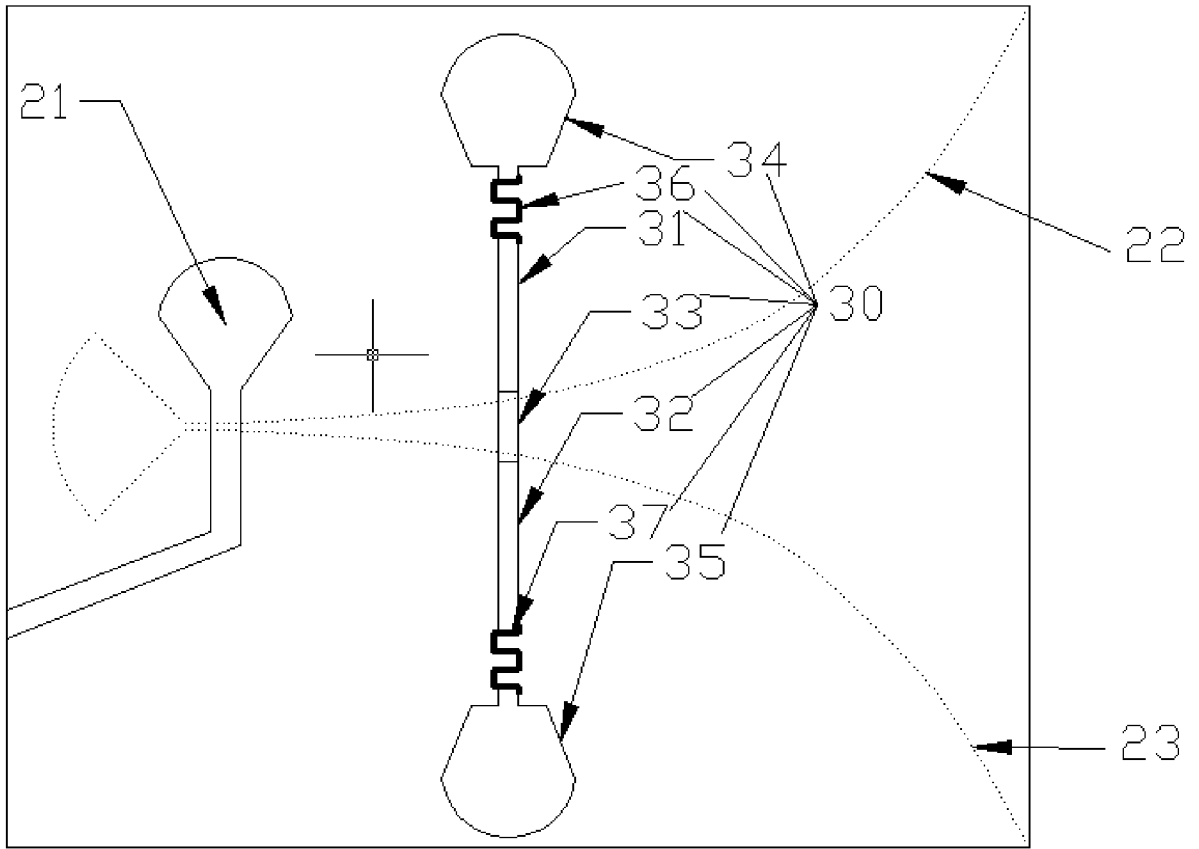


图 21

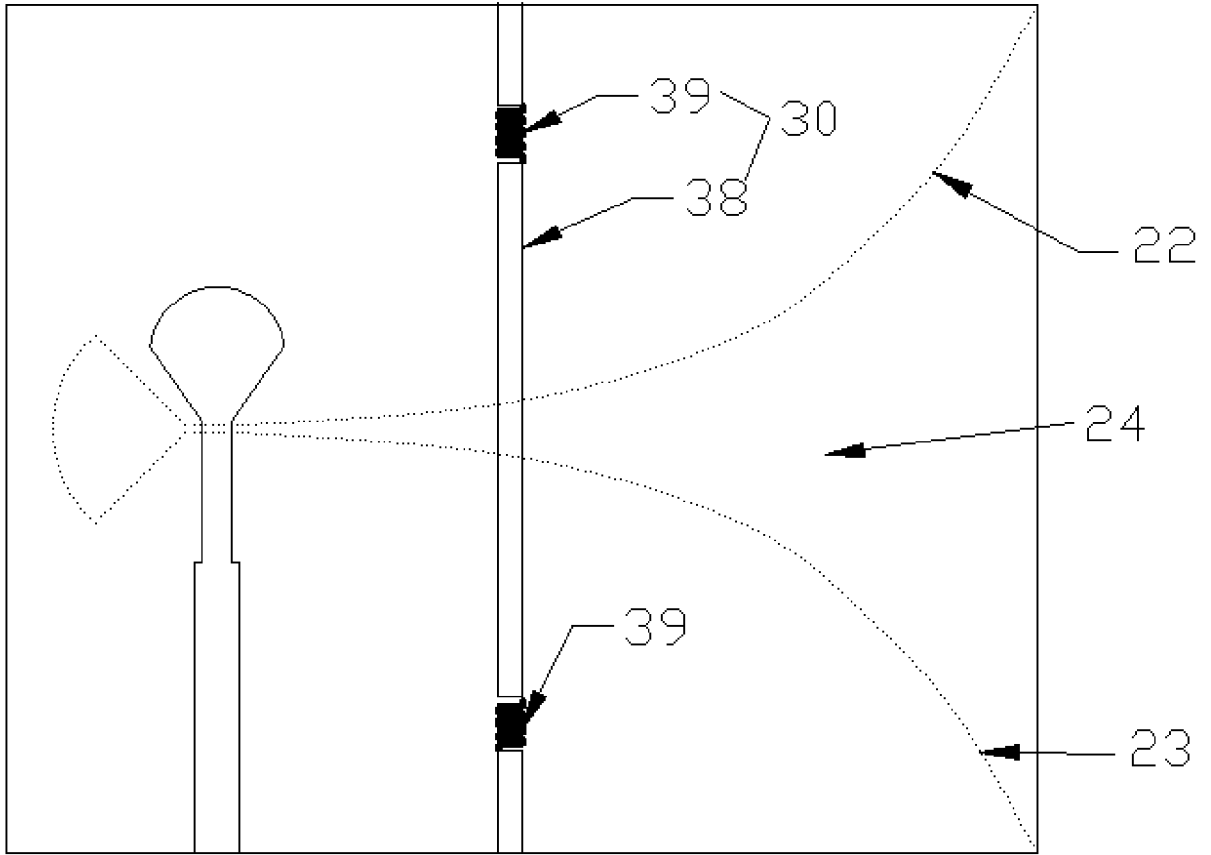


图 22

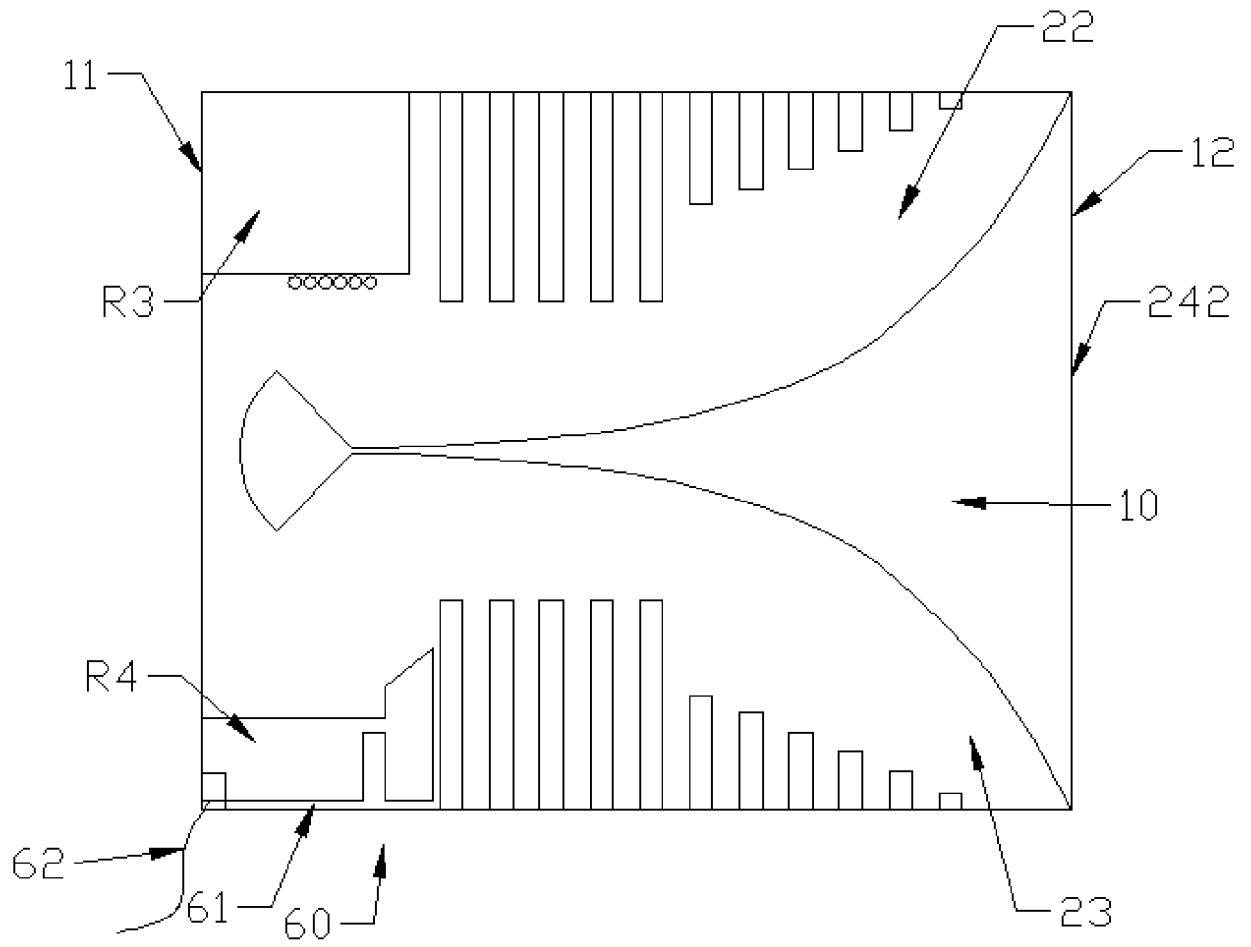


图 23

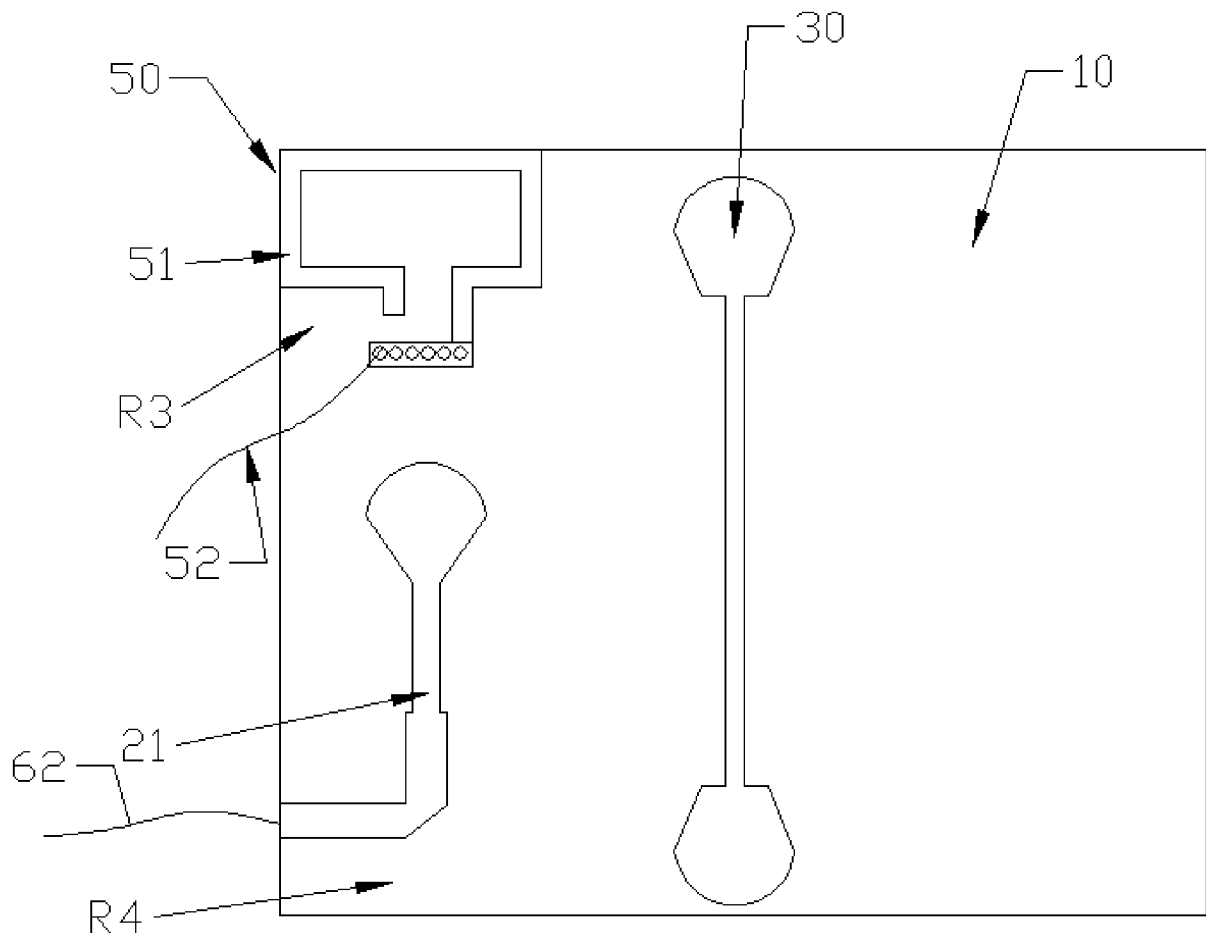


图 24

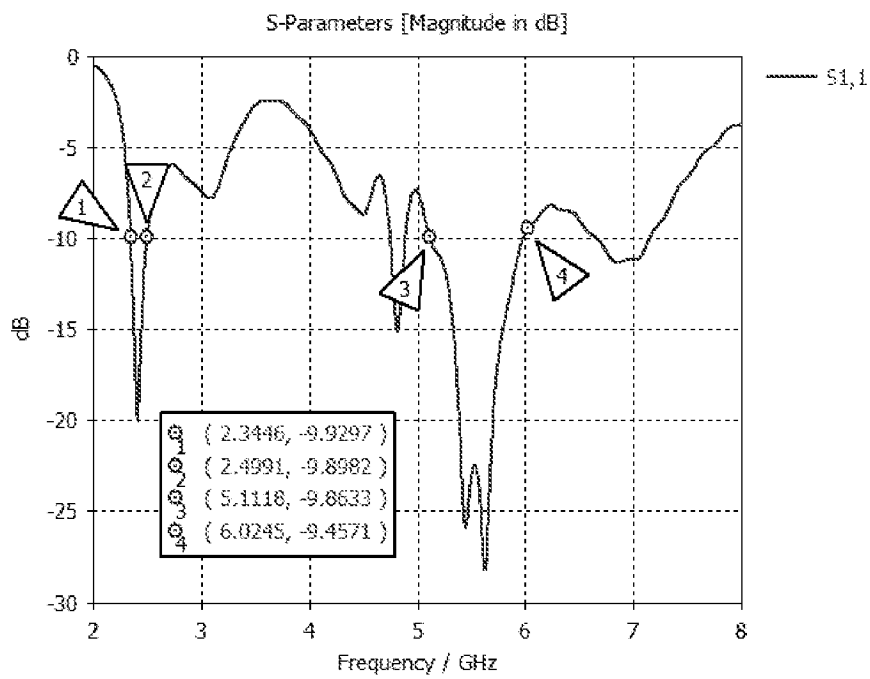


图 25

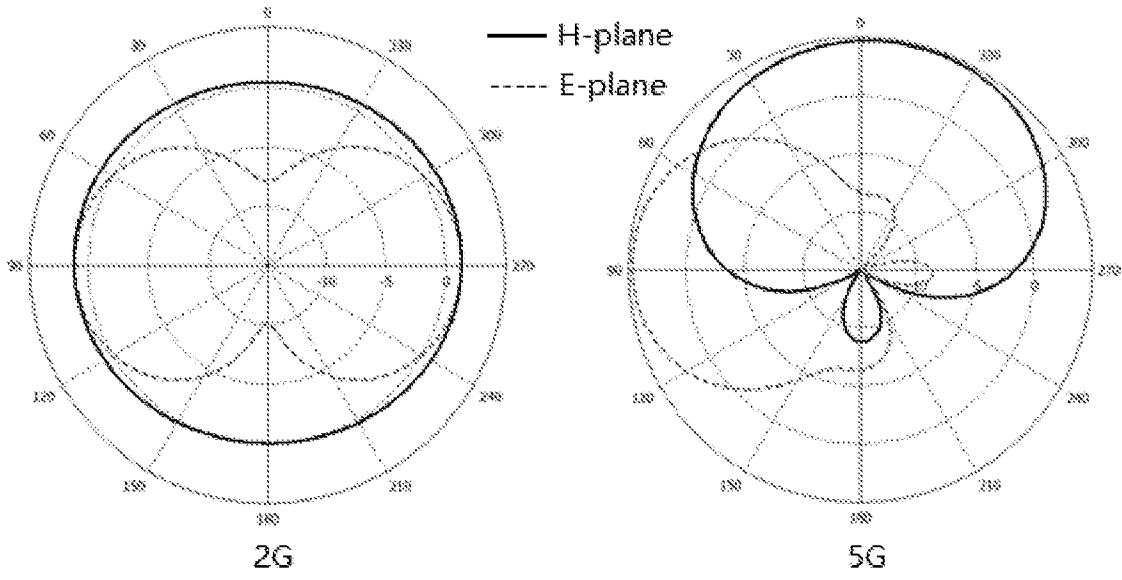


图 26

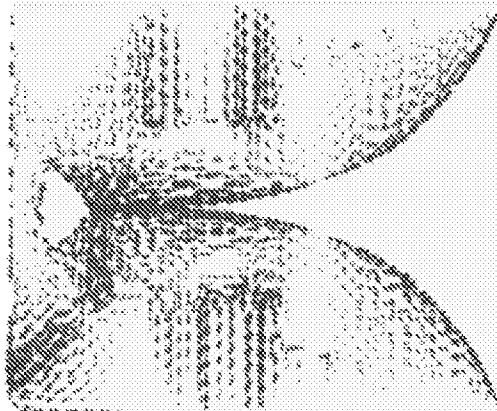


图 27A

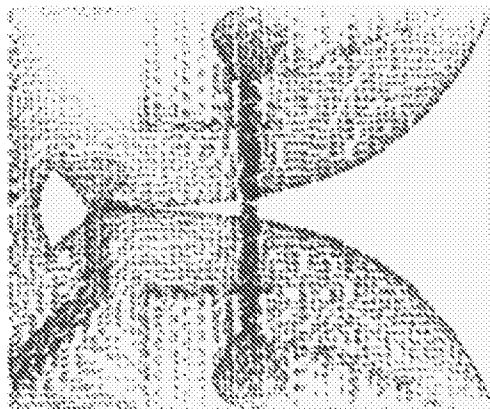


图 27B

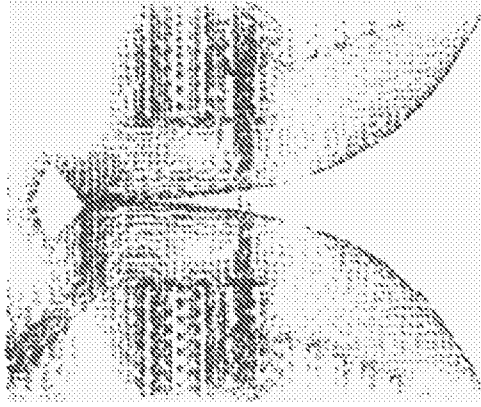


图 27C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/113438

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01Q 21/06(2006.01)i; H01Q 1/22(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)		
CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI; IEEE: 渐变, 锥形, 锥削, 维瓦尔第, 天线, 偶极, 半波振子, 蜿蜒线, 弯折线, 延伸线, 开关, 切换, 相交, 耦合, 切口, 开口, 缝, 槽, TSA, vivaldi, tapered slot, slit?, groove+, aperture?, opening+, meander+, dipole?, antenna?, aerial?, switch+, coup+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101901960 A (SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATION TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 01 December 2010 (2010-12-01) description, paragraphs [0015]-[0024], and figures 1 and 2	1-4, 17-20
X	Peng Zhang et al. "Gain Enhancement of Tapered Slot-line Antenna with Directive Grating" <i>《2008 Asia-Pacific Microwave Conference》</i> , 26 May 2009 (2009-05-26), pages 1-3, figures 1, 2	1-4, 17-20
Y	CN 101901960 A (SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATION TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 01 December 2010 (2010-12-01) description, paragraphs [0015]-[0024], and figures 1 and 2	10-16, 19, 20
Y	Peng Zhang et al. "Gain Enhancement of Tapered Slot-line Antenna with Directive Grating" <i>《2008 Asia-Pacific Microwave Conference》</i> , 26 May 2009 (2009-05-26), pages 1-3, figures 1, 2	10-16, 19, 20
Y	US 2006170605 A1 (Chia-Lun Tang et al.) 03 August 2006 (2006-08-03) description paragraphs [0023]-[0029], figures 2A, 8	10, 11, 19, 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
15 September 2021		27 September 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/CN2021/113438

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	V. Mikhnev et al. "A Tapered-slot Antenna with Emulated Continuous Resistive Loading" 《 <i>The Second European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2007</i> 》 , 26 February 2008 (2008-02-26), pages 1-3, figure 1	12-16, 19, 20
A	GB 2508428 A (EADS SINGAPORE PTE LTD.) 04 June 2014 (2014-06-04) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2021/113438

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101901960	A	01 December 2010	None			
US	2006170605	A1	03 August 2006	TW	200629654	A	16 August 2006
				US	7463209	B2	09 December 2008
				TW	I261387	B	01 September 2006
GB	2508428	A	04 June 2014	None			

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01Q 21/06 (2006.01)i; H01Q 1/22 (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>CNABS;CNTXT;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;CNKI;IEEE: 渐变, 锥形, 锥削, 维瓦尔第, 天线, 偶极, 半波振子, 蜿蜒线, 弯折线, 延伸线, 开关, 切换, 相交, 耦合, 切口, 开口, 缝, 槽, TSA, vivaldi, tapered slot, slit?, groov+, aperture?, opening+, meander+, dipole?, antenna?, aerial?, switch+, coupl+</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>X</td> <td>CN 101901960 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2010年 12月 1日 (2010 - 12 - 01) 说明书第[0015]-[0024]段, 附图1、2</td> <td>1-4、17-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Peng Zhang 等. "Gain Enhancement of Tapered Slot-line Antenna with Directive Grating" 《2008 Asia-Pacific Microwave Conference》, 2009年 5月 26日 (2009 - 05 - 26), 第1-3页, 图1、2</td> <td>1-4、17-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101901960 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2010年 12月 1日 (2010 - 12 - 01) 说明书第[0015]-[0024]段, 附图1、2</td> <td>10-16、19、20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>Peng Zhang 等. "Gain Enhancement of Tapered Slot-line Antenna with Directive Grating" 《2008 Asia-Pacific Microwave Conference》, 2009年 5月 26日 (2009 - 05 - 26), 第1-3页, 图1、2</td> <td>10-16、19、20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2006170605 A1 (Chia-Lun Tang 等) 2006年 8月 3日 (2006 - 08 - 03) 说明书第[0023]-[0029]段, 附图2A、8</td> <td>10、11、19、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	X	CN 101901960 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2010年 12月 1日 (2010 - 12 - 01) 说明书第[0015]-[0024]段, 附图1、2	1-4、17-20	X	Peng Zhang 等. "Gain Enhancement of Tapered Slot-line Antenna with Directive Grating" 《2008 Asia-Pacific Microwave Conference》, 2009年 5月 26日 (2009 - 05 - 26), 第1-3页, 图1、2	1-4、17-20	Y	CN 101901960 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2010年 12月 1日 (2010 - 12 - 01) 说明书第[0015]-[0024]段, 附图1、2	10-16、19、20	Y	Peng Zhang 等. "Gain Enhancement of Tapered Slot-line Antenna with Directive Grating" 《2008 Asia-Pacific Microwave Conference》, 2009年 5月 26日 (2009 - 05 - 26), 第1-3页, 图1、2	10-16、19、20	Y	US 2006170605 A1 (Chia-Lun Tang 等) 2006年 8月 3日 (2006 - 08 - 03) 说明书第[0023]-[0029]段, 附图2A、8	10、11、19、20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	CN 101901960 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2010年 12月 1日 (2010 - 12 - 01) 说明书第[0015]-[0024]段, 附图1、2	1-4、17-20																		
X	Peng Zhang 等. "Gain Enhancement of Tapered Slot-line Antenna with Directive Grating" 《2008 Asia-Pacific Microwave Conference》, 2009年 5月 26日 (2009 - 05 - 26), 第1-3页, 图1、2	1-4、17-20																		
Y	CN 101901960 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2010年 12月 1日 (2010 - 12 - 01) 说明书第[0015]-[0024]段, 附图1、2	10-16、19、20																		
Y	Peng Zhang 等. "Gain Enhancement of Tapered Slot-line Antenna with Directive Grating" 《2008 Asia-Pacific Microwave Conference》, 2009年 5月 26日 (2009 - 05 - 26), 第1-3页, 图1、2	10-16、19、20																		
Y	US 2006170605 A1 (Chia-Lun Tang 等) 2006年 8月 3日 (2006 - 08 - 03) 说明书第[0023]-[0029]段, 附图2A、8	10、11、19、20																		
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><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 9月 15日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 9月 27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>巫吟荷</p> <p>电话号码 (86-512)88996227</p>																		

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	V. Mikhnev 等. "A Tapered-slot Antenna with Emulated Continuous Resistive Loading" 《The Second European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2007》, 2008年 2月 26日 (2008 - 02 - 26), 第1-3页, 图1	12-16、19、20
A	GB 2508428 A (EADS SINGAPORE PTE LTD) 2014年 6月 4日 (2014 - 06 - 04) 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/113438

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	101901960	A	2010年 12月 1日	无			
US	2006170605	A1	2006年 8月 3日	TW	200629654	A	2006年 8月 16日
				US	7463209	B2	2008年 12月 9日
				TW	1261387	B	2006年 9月 1日
GB	2508428	A	2014年 6月 4日	无			