

# (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  
2023年2月16日 (16.02.2023)



(10) 国际公布号  
**WO 2023/016313 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**H01Q 1/52** (2006.01)     **H01Q 13/10** (2006.01)  
**H01Q 1/36** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/109988

(22) 国际申请日: 2022年8月3日 (03.08.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202110919516.6     2021年8月11日 (11.08.2021)     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: 薛亮 (**XUE, Liang**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 侯猛 (**HOU, Meng**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 王汉阳 (**WANG, Hanyang**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 吴鹏飞 (**WU, Pengfei**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部

办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 师传波 (**SHI, Chuanbo**); 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: 上海音科专利商标代理有限公司 (**YINKE PATENT & TRADEMARK AGENT (SHANGHAI) LTD.**); 中国上海市长乐路989号27楼, Shanghai 200031 (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, 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, 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,

(54) **Title:** ANTENNA SYSTEM AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 天线系统及电子设备

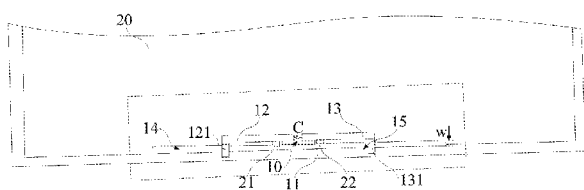


图 2a

(57) **Abstract:** Provided in the embodiments of the present application are an antenna system and an electronic device. The antenna system comprises a first antenna and a second antenna. The first antenna comprises a first radiator and a second radiator. The second antenna comprises a first radiator and a third radiator. Two ends of the first radiator are respectively electrically connected to the floor; a first end of the second radiator is relatively far away from a first end of the third radiator, and the two first ends are respectively connected or coupled to the first radiator; and a second end of the second radiator is arranged opposite a second end of the third radiator, and a gap is formed therebetween. The antenna system feeds the first antenna by means of a first feed connection point on the second radiator, and feeds the second antenna by means of a second feed connection point on the third radiator, such that a brand new antenna system is constructed, which can realize a high degree of isolation between the first antenna and the second antenna, and can also realize miniaturization and a low SAR value of an aperture of the antenna.



WO 2023/016313 A1

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))。

---

**(57) 摘要：**本申请实施例提供了一种天线系统与电子设备，其中，天线系统包括第一天线和第二天线，第一天线包括第一辐射体和第二辐射体，第二天线包括第一辐射体和第三辐射体；第一辐射体的两端分别电连接到地板，第二辐射体的第一端与第三辐射体的第一端相对远离，并分别连接或耦合于第一辐射体，第二辐射体的第二端与第三辐射体的第二端相对设置，且形成间隙，天线系统通过第二辐射体上的第一馈电连接点为第一天线馈电，通过第三辐射体上的第二馈电连接点为第二天线馈电，构造了一种全新的天线系统，能够实现第一天线与第二天线之间的高隔离度，同时还能够实现天线口径的小型化与低SAR值。

## 天线系统及电子设备

本申请要求于 2021 年 08 月 11 日提交中国专利局、申请号为 CN202110919516.6、申请名称为“天线系统及电子设备”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。

### 5 技术领域

本申请涉及天线领域，尤其是涉及一种天线系统及电子设备。

### 背景技术

随着 5G 技术的逐渐发展与普及，越来越多的天线需要集成在终端设备中，多个天线在工作时，若  
10 天线间的隔离度不佳，天线间会发生相互耦合，从而导致终端设备的数据吞吐受限，影响用户体验，甚至，当大功率发射信号耦合进入其他收发机通道是时还会引起通路阻塞或器件损坏，因此，多个天线间的相互耦合影响成为了业界亟待解决的难题。

现有技术中，可通过正交模式解耦技术或模式相消解耦技术对多个天线间的相互耦合进行解耦，进而提高天线之间的隔离度。

15 然而，正交模式解耦技术需要天线存在两个或两个以上正交的特征模式，并且结合不同的馈电设计才能实现解耦，模式相消解耦技术则需要牺牲一半的天线口径进行天线之间的解耦，这样会使得单个天线的效率较低，从而，在保证各天线效率的情况下，难以实现天线口径的小型化。

可见，现有技术中，针对单一特征模式的天线，难以同时兼顾天线的高隔离度与天线口径的小型化。

### 20 发明内容

本申请的目的在于解决现有技术中，针对单一特征模式的天线，难以同时兼顾天线的高隔离度与天线口径小型化的问题，因此，本申请提供了一种天线系统及电子设备，使第一天线与第二天线在各自的射频源两端（接地端与射频端）产生较高的隔离度，进而，实现了第一天线与第二天线之间的高隔离度（或可理解为第一天线与第二天线的解耦）。

25 本申请实施例提供了一种天线系统，

第一天线、第二天线和地板，第一天线包括第一辐射体和第二辐射体，第二天线包括第一辐射体和第三辐射体；

第一辐射体的两端分别电连接到地板；

30 第二辐射体的第一端与第三辐射体的第一端相对远离，并分别连接或耦合于第一辐射体，第二辐射体的第二端与第三辐射体的第二端相对设置，且形成间隙；

其中，第二辐射体包括第一馈电连接点，天线系统通过第一馈电连接点为第一天线馈电，第三辐射体包括第二馈电连接点，天线系统通过第二馈电连接点为第二天线馈电。

35 其中，第一辐射体与地板围合形成一闭合槽；第一辐射体、第二辐射体、第三辐射体和间隙围合形成一非闭合槽。第二辐射体的第一馈电连接点连接于电子设备的第一射频源的馈电端，以接收第一射频源输出的射频信号，使得第一天线向外辐射，第一射频源的接地端连接地板；第三辐射体的第二馈电连接点连接于电子设备的第二射频源的馈电端，以接收第二射频源输出的射频信号，使得第二天线向外辐

射，第二射频源的接地端连接地板。

在本申请实施例中，通过分别连接于第一辐射体的第二辐射体与第三辐射体，以及；连接于第二辐射体与地板间的第一射频源、连接于第三辐射体与地板间的第二射频源，构造了一种全新的天线系统，基于该结构的天线，能够使得：当第一射频源做激励时，在第一天线上连接第一射频源的馈电端位置处产生的电流与地板上连接第一射频源的接地端位置处产生的电流为同向模式，同时，第二天线上连接第二射频源的馈电端位置处产生的电流与地板上连接第二射频源的接地端位置处产生的电流为对流模式。同样的，当第二射频源做激励时，在第一天线上连接第一射频源的馈电端位置处产生的电流与地板上连接第一射频源的接地端位置处产生的电流为对流模式，同时，在第二天线上连接第二射频源的馈电端位置处产生的电流与地板上连接第二射频源的接地端位置处产生的电流为同向模式。

由于同向模式与对流模式形成模式正交，即：当第一射频源做激励时，第一天线上连接第一射频源两端（接地端与馈电端）位置处产生的电流模式与第二天线上连接第二射频源两端（接地端与馈电端）位置处产生的电流模式形成了模式正交，同理，当第二射频源做激励时，第一天线上连接第一射频源两端（接地端与馈电端）位置处产生的电流模式与第二天线上连接第二射频源两端（接地端与馈电端）位置处产生的电流模式也形成了模式正交，因而，本申请实施例能够利用该结构实现：在同时激励第一天线和第二天线时，通过使第一天线与第二天线在各自的射频源两端（接地端与馈电端）产生较高的隔离度，进而使第一天线与第二天线之间产生较高的隔离度，即实现了第一天线与第二天线的解耦。

进一步的，本申请实施例中，由于第一天线与第二天线共用了第一辐射体，因而能够在与传统闭合槽天线同等口径的条件下构造出两个天线，使天线的带宽效率增加至少一倍，换言之，在带宽效率相同的条件下，本申请实施例的天线系统相较于传统的闭合槽天线，天线口径可缩小至少一半，因而，本实施例相较于传统的闭合槽天线能够实现天线口径的小型化。

在一些可能的实施例中，沿闭合槽的宽度方向，非闭合槽位于第一辐射体靠近闭合槽的一侧。

在一些可能的实施例中，沿闭合槽的宽度方向，非闭合槽位于第一辐射体远离闭合槽的一侧。

在一些可能的实施例中，沿闭合槽的厚度方向，非闭合槽与第一辐射体部分重叠，并位于第一辐射体远离地板的一侧。

在一些实施例中，天线系统还包括调节器件，调节器件的一端连接于第一辐射体，调节器件的另一端连接于地板；调节器件为电容和/或电感。

在本实施例中，通过设于第一辐射体与地板之间的电容或电感，能够调节闭合槽上电流的方向，具体的，通过选择与天线口径匹配的电容或电感，能够调节闭合槽上电流的流向，进而能够在第一射频源做激励时或第二射频源做激励时，均满足第一天线连接第一射频源两端（即馈电端与接地端）位置处的电流模式与第二天线连接第二射频源两端（即馈电端与接地端）位置处的电流模式形成模式正交，即第一天线与第二天线之间具有较高隔离度，同时，使天线的口径（或可理解为闭合槽的长度）具有较为广泛的选择范围，为本实施例天线系统在不同应用场景下的应用提供基础。

在一些实施例中，第一辐射体、第二辐射体、第三辐射以和间隙形成一非闭合槽，沿非闭合槽的长度方向，调节器件与第一辐射体连接形成的连接点位于第一馈电连接点和第二馈电连接点之间。

在一些可能的实施例中，调节器件与地板连接形成的接地点位于第一射频源的接地端与地板连接形成的第一馈电接地点、和第二射频源的接地端与地板连接形成的第二馈电接地点之间。

在一些可能的实施例中，调节器件与地板连接形成的接地点位于地板上与间隙相对的地板区域，调节器件与第一辐射体连接形成的连接点位于第一辐射体上与间隙相对的辐射体段。

在一些实施例中，间隙处设有电容，电容的两端分别连接于第二辐射体的第二端与第三辐射体的第

二端。

在一些实施例中，第二辐射体和第三辐射体均呈 L 形。

在一些实施例中，第二辐射体上开设有一个或多个第一缝隙，和/或，第三辐射体上开设有一个或多个第二缝隙。

5 在一些可能的实施例中，第二辐射体和第三辐射体中的一个辐射体呈 L 形，另一个辐射体包括 L 形辐射体段和至少一个悬浮辐射体段，其中，L 形辐射体段远离至少一个悬浮辐射体段的一端构成另一个辐射体的第一端，至少一个悬浮辐射体段远离 L 形辐射体段的一端构成另一个辐射体的第二端；

另一个辐射体通过 L 形辐射体段或者至少一个悬浮辐射体段中的任一悬浮辐射体段接收射频信号；或者：

10 第二辐射体和第三辐射体均包括 L 形辐射体段和至少一个悬浮辐射体段，其中，在第二辐射体中，L 形辐射体段远离至少一个悬浮辐射体段的一端构成第二辐射体的第一端，至少一个悬浮辐射体段远离 L 形辐射体段的一端构成第二辐射体的第二端，第一馈电连接点设于第二辐射体中的 L 形辐射体或者至少一个悬浮辐射体段中的任一悬浮辐射体段；

15 在第三辐射体中，L 形辐射体段远离至少一个悬浮辐射体段的一端构成第三辐射体的第一端，至少一个悬浮辐射体段远离 L 形辐射体段的一端构成第三辐射体的第二端，第二馈电连接点设于第三辐射体中的 L 形辐射体或者至少一个悬浮辐射体段中的任一悬浮辐射体段。

在一些实施例中，第一缝隙和第二缝隙中的至少一个缝隙处设有电容。

在一些可能的实施例中，每个第一缝隙和每个第二缝隙处均设有电容。

20 在一些可能的实施例中，L 形辐射体段通过电容连接于至少一个悬浮辐射体段靠近 L 形辐射体段的一端；

当至少一个悬浮辐射体段为多个悬浮辐射体段时，每个悬浮辐射体段均通过电容连接于相邻的悬浮辐射体段。

25 本申请实施例利用 L 形辐射体段与至少一个悬浮辐射体段，同时各辐射段之间通过电容连接后形成第二辐射体和/或第三辐射体，这样的结构能够进一步有助于天线口径的小型化，同时有助于降低天线系统的 SAR 值（Specific Absorption Ratio，比吸收率）。

在一些实施例中，闭合槽的长度大于或等于第一天线或第二天线的  $1/2$  倍波长且小于第一天线或第二天线的一倍波长。

30 在一些可能的实施例中，第一射频源的接地端与地板连接形成的第一馈电接地点、以及第一射频源的馈电端与第二辐射体连接形成的第一馈电连接点均位于间隙的一侧，第二射频源的接地端与地板连接形成的第二馈电接地点、以及第二射频源的馈电端与第三辐射体连接形成的第二馈电连接点位于间隙的另一侧；并且，第一射频源的接地端与地板连接形成的第一馈电接地点、以及第二射频源的接地端与地板连接形成的第二馈电接地点均位于闭合槽内。

35 在一些可能的实施例中，第一射频源的接地端与地板连接形成的第一馈电接地点以及第一射频源的馈电端与第二辐射体连接形成的第一馈电连接点沿闭合槽的宽度方向对齐，第二射频源的接地端与地板连接形成的第二馈电接地点以及第二射频源的馈电端与第三辐射体连接形成的第二馈电连接点沿闭合槽的宽度方向对齐。

在一些实施例中，第一射频源与第二射频源为不同的射频源或同一射频源。

本申请实施例提供了一种电子设备，包括以上任一实施例或任意可能的实施例中所提供的天线系统。

在一些实施例中，第一辐射体由电子设备的金属边框或嵌设于金属边框内的内嵌金属结构件形成，第二辐射体和第三辐射体均由电子设备的金属结构件形成，或，均通过激光直接成型工艺形成于电子设备的支架上。

5 在一些实施例中，第一辐射体由电子设备的金属边框形成，第二辐射体和第三辐射体均由电子设备中嵌设于金属边框内的内嵌金属结构件形成。

在一些实施例中，第一辐射体由电子设备的金属电池盖或电子设备的金属中框形成；第二辐射体和第三辐射体均由电子设备的金属边框形成，或均由嵌设于金属边框内的内嵌金属结构件形成，或均通过激光直接成型工艺形成于电子设备的支架上。

## 10 附图说明

图 1 为本申请实施例的天线系统的原理结构示意图；

图 2a 为本申请实施例的电子设备中天线系统的立体结构示意图；其中，第二辐射体与第三辐射体均呈 L 形，且沿闭合槽的宽度方向，非闭合槽位于第一辐射体靠近闭合槽的一侧；

图 2b 为图 2a 中天线系统的局部放大示意图；

15 图 3 为一种参考设计的闭合槽单天线的结构示意图；

图 4a 和图 4b 为分别对一种参考设计的闭合槽单天线与本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试时获得的 S 参数效果对比曲线图、天线效率对比曲线图；

图 5 为本申请实施例的天线系统的原理结构示意图；其中，第一辐射体与地板之间设有调节器件，第二辐射体与第三辐射体之间设有电容；

20 图 6a 为本申请实施例的电子设备中天线系统的立体结构示意图；

图 6b 为图 6a 中天线系统的局部放大结构示意图；

图 7 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试时获得的 S 参数效果曲线图；

图 8 为对本申请实施例的天线系统在不同闭合槽长度下进行仿真效果测试时获得的效率对比曲线图；

25 图 9a、图 9b、图 9c 为对采用一种参考设计的闭合槽单天线的电子设备、采用本申请实施例在不同闭合槽长度下的天线系统的电子设备分别进行仿真效果测试获得的 SAR 值数据表；

图 10a 和图 10b 为本申请实施例的天线系统的第一种原理结构示意图和立体结构示意图，其中，悬浮辐射体段的数量为 1 个；

图 10c 为本申请实施例的天线系统的第二种原理结构示意图；

30 图 11a 为本申请实施例的天线系统的第三种原理结构示意图；

图 11b、图 11c 均为本申请实施例的天线系统的第三种立体结构图；

图 12 和图 13 为本申请实施例的天线系统分别在悬浮辐射体段为 1 个和悬浮辐射体段为 2 个时进行仿真效果测试时获得的 S 参数效果对比曲线图、天线效率对比曲线图；

35 图 14a、图 14b 分别为对采用本申请实施例在悬浮辐射体段为 1 个的天线系统的电子设备、悬浮辐射体段为 2 个的天线系统的电子设备进行仿真效果测试获得的 SAR 值数据表；

图 15 为一种参考设计的开口槽双天线的立体结构图；

图 16a、图 16b 均为本申请实施例的天线系统的立体结构图；其中，第二辐射体与第三辐射体均呈 L 形，且沿闭合槽的厚度方向，非闭合槽位于第一辐射体远离地板的一侧；

图 17 和图 18 为分别对一种参考设计的开口槽单天线(即 case1)、一种参考设计的开口槽双天线(即

case2)、本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的 S 参数效果对比曲线图、天线效率对比曲线图;

图 19a、图 19b 分别为对采用一种参考设计的开口槽单天线 (即 case1) 的电子设备、采用本申请实施例的天线系统的电子设备进行仿真效果测试获得的 SAR 值数据表;

5 图 20 为本申请实施例的天线系统的立体结构图; 其中, 悬浮辐射段的数量为 2 个;

图 21 和图 22 为分别对本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的 S 参数效果对比曲线图、天线效率对比曲线图;

图 23a、图 23b 分别为对采用本申请实施例的天线系统的电子设备进行仿真效果测试获得的 SAR 值数据表;

10 图 24a 和图 24b 为本申请实施例的天线系统的原理结构示意图和立体结构示意图; 其中, 沿闭合槽的宽度方向, 非闭合槽位于第一辐射体远离闭合槽的一侧, 且第一辐射体与第二辐射体均为 L 形;

图 25a 和图 25b 为本申请实施例的天线系统的两种原理结构示意图; 其中, 悬浮辐射体段为 2 个;

图 26 和图 27 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果模拟获得的 S 参数效果曲线图、天线效率曲线图;

15 图 28a 为本申请实施例的天线系统的立体结构示意图;

图 28b、图 28c 分别为本申请实施例的天线系统的开关电路 SW1、开关电路 SW2 的原理结构示意图;

图 29 为对本申请实施例的天线系统分别在开关电路 SW1 均处于第一连接状态、开关电路 SW2 均处于第二连接状态时进行仿真效果模拟获得的 S 参数效果曲线图;

20 图 30 为分别对本申请实施例的天线系统的开关电路 SW1 与开关电路 SW2 均处于第一连接状态时、均处于第二连接状态时进行仿真效果测试获得的天线效率对比曲线图;

图 31 为本申请实施例的天线系统的立体结构示意图;

图 32 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的 S 参数效果曲线图;

图 33 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的天线效率对比曲线图;

25 图 34 为本申请实施例的天线系统的原理结构示意图;

图 35、图 36 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果模拟获得的 S 参数效果曲线图、天线效率曲线图。

附图标记说明:

1: 天线系统;

30 10: 间隙;

11: 第一辐射体; 111、112: 辐射枝节; 12: 第二辐射体; 121: 连接件; 122: L 形辐射体段; 13: 第三辐射体; 131: 连接件; 132: L 形辐射体段; 14: 闭合槽; 15: 非闭合槽; 16: 调节器件; 17: 悬浮辐射体段; 18: 开缝;

20: PCB 板; 21: 射频源连接件; 22: 射频源连接件; 23: 双工器;

35 RF: 射频源; RF1: 第一射频源; RF2: 第二射频源; C: 电容; C1: 电容; C2: 电容; L、L<sub>A</sub>、L<sub>B</sub>、L<sub>C</sub>、L<sub>D</sub>: 电感;

A1: 第一馈电连接点; A2: 第二馈电连接点; A3: 连接点; B1: 第一馈电接地点; B2: 第二馈电接地点; B3: 接地点; B4: 接地点; B5: 接地点;

SW1: 开关电路; SW2: 开关电路;

K1: 开关; K2: 开关;

L1: 闭合槽的长度; L2: 非闭合槽的长度; L3: 间隙的长度; L4、L5、L6、L7: 长度;

w: 闭合槽的宽度; n: 非闭合槽的宽度; x: 宽度。

## 5 具体实施方式

以下由特定的具体实施例说明本申请的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭示的内容轻易地了解本申请的其他优点及功效。虽然本申请的描述将结合一些实施例一起介绍,但这并不代表此申请的特征仅限于该实施方式。恰恰相反,结合实施方式作申请介绍的目的是为了覆盖基于本申请的权利要求而有可能延伸出的其它选择或改造。为了提供对本申请的深度了解,以下描述中将包含许多具体的细节。本申请也可以不使用这些细节实施。此外,为了避免混乱或模糊本申请的重点,有些具体细节将在描述中被省略。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

应注意的是,在本说明书中,相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

在本申请的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本申请的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

在本申请的描述中,应理解,在本申请中“电连接”可理解为元器件物理接触并电导通;也可理解为线路构造中不同元器件之间通过印制电路板 (printed circuit board, PCB) 铜箔或导线等可传输电信号的实体线路进行连接的形式。“通过...耦合”可理解为通过间接耦合的方式隔空电导通。间接耦合可以理解为无接触的耦合,其中,本领域人员可以理解的是,耦合现象即指两个或两个以上的电路元件或电网络的输入与输出之间存在紧密配合与相互影响,并通过相互作用从一侧向另一侧传输能量的现象。为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本申请的实施方式作进一步地详细描述。

请参见图 1,图 1 为本申请实施例的天线系统的结构示意图。

如图 1 所示,本申请实施例提供了一种天线系统,其包括第一天线和第二天线,第一天线包括第一辐射体 11 和第二辐射体 12,第二天线包括第一辐射体 11 和第三辐射体 13。也就是说,第一辐射体 11 为第一天线与第二天线的共用辐射体。

第一辐射体 11 的两端分别连接于地板,并在地板上形成了接地点 B3 与接地点 B4,其中,第一辐射体 11 的两端可以是直接连接地板的,也可以是通过连接件,例如导体、导线等间接连接地板的,并且第一辐射体 11 与地板围合形成一闭合槽 14 (即如图 2a 所示的闭合槽 14)。该闭合槽可理解为四周闭合的通槽。

一种实施方式中,请参见图 1,并结合图 2a 与图 2b 理解,图 2a 为本申请实施例的电子设备中天线系统的立体结构示意图,图 2b 为本申请实施例的电子设备中天线系统的局部放大示意图。第二辐射

体 12 的第一端与第三辐射体 13 的第一端相对远离，并分别连接于第一辐射体 11，第二辐射体 12 的第二端与第三辐射体 13 的第二端端对端相对间隔设置，且形成间隙 10。第一辐射体 11、第二辐射体 12、第三辐射体 13 和间隙 10 围合形成一非闭合槽 15（即如图 2a 所示的非闭合槽 15）。该非闭合槽可理解为具有开口的通槽，其中，开口由间隙 10 形成。

5 其它实施方式中，第二辐射体 12 的第一端与第三辐射体 13 的第一端也可以是耦合于第一辐射体的，即：第二辐射体 12 的第一端未直接连接于第一辐射体 11，与第一辐射体 11 之间形成一缝隙，通过该缝隙进行辐射能量的耦合，第三辐射体 13 的第一端也未直接连接于第一辐射体 11，与第一辐射体 11 之间形成一缝隙，通过该缝隙进行辐射能量的耦合。

该缝隙可以是沿平行于闭合槽的宽度方向形成的，也可以是沿平行于闭合槽的厚度方向上形成的。

10 需要说明的是：一端或第一端、第二端不仅限于辐射体的端面，还可以是包括端面的一段辐射体，例如距离端面 1~2mm 以内的辐射体段。

进一步的，第二辐射体 12 还可以是通过位于第二辐射体 12 与第一辐射体 11 之间的缝隙的耦合枝节进行耦合的，该耦合枝节可以是连接于第一辐射体 11 的，也可以是未连接于第一辐射体 11 的，第三辐射体 13 还可以是通过位于第三辐射体 13 与第一辐射体 11 之间的缝隙的耦合枝节进行耦合的，该耦合枝节可以是连接于第一辐射体 11 的，也可以是未连接于第一辐射体 11 的。其中，上述缝隙、耦合枝节的尺寸不限，只要是能够满足能量耦合需要的尺寸，就不脱离本申请的范围。

其中，第二辐射体 12 包括第一馈电连接点 A1，天线系统 1 通过第一馈电连接点 A1 为第一天线馈电，第三辐射体 13 包括第二馈电连接点 A2，天线系统 1 通过第二馈电连接点 A2 为第二天线馈电。

具体的，第二辐射体 12 的第一馈电连接点 A1 连接于电子设备的第一射频源 RF1 的馈电端，以接收第一射频源 RF1 输出的射频信号，使得第一天线向外辐射，第一射频源 RF1 的接地端连接地板。第三辐射体 13 的第二馈电连接点 A2 连接于电子设备的第二射频源 RF2 的馈电端，以接收第二射频源 RF2 输出的射频信号，使得第二天线向外辐射，第二射频源 RF2 的接地端连接地板。其中，第二辐射体 12 可以是直接连接于电子设备的第一射频源 RF1 的馈电端的，也可以是通过射频源连接件 21（如图 2a 中所示），例如弹脚、导线等连接于第一射频源 RF1 的馈电端的，同样的，第三辐射体 13 可以是直接连接于电子设备的第二射频源 RF2 的馈电端的，也可以是通过射频源连接件 22（如图 2a 中所示），例如弹脚、导线等连接于第二射频源 RF2 的馈电端的。

本实施例中，第二辐射体 12 可以通过同轴线连接于第一射频源 RF1 的，具体可通过同轴线的内芯连接于第一射频源 RF1 的馈电端。第三辐射体 13 也可以通过同轴线连接于第二射频源 RF2 的，具体可通过同轴线的内芯连接于第二射频源 RF2 的馈电端。当然，本领域技术人员可以理解的是，馈电端也可以是其它可替代的方案，在此并不对本申请的保护范围产生限定作用。

需要说明的是，本实施例中，第一射频源 RF1 与第二射频源 RF2 为不同的射频源。

进一步的，第二辐射体 12 与第三辐射体 13 之间设有电容 C；电容 C 用于调节电流流经各辐射体与地板时产生的反向点（可参照后文提及的反向点理解）的位置，进而能够使第一天线上连接第一射频源两端（接地端与馈电端）位置处产生的电流模式与第二天线上连接第二射频源两端（接地端与馈电端）位置处产生的电流模式形成模式正交，进而使第一天线与第二天线之间形成高隔离。当然，本领域技术人员可以理解的是，第二辐射体 12 与第三辐射体 13 之间也可以不设置电容，只需要在设计时保证上述电流模式正交，进而使第一天线与第二天线之间形成高隔离即可。

本实施例的天线系统可应用于多种具有信号传输功能的电子设备中，例如手表、手机、可穿戴智能设备、智能家居设备等电子设备。天线系统的类型不限，比如可以是 5G 移动通讯天线（MIMO），例

如主 LTE 收发天线、副 LTE 收发天线，也可以是短距通讯天线，例如 V2X-1 收发天线、WiFi/BLE 天线等，还可以是收音天线等。并且，本实施例的天线系统中，第一天线与第二天线可以工作在同频段，例如 6GHz 以内的任意频段，也可以工作在不同的频段，例如第一天线与第二天线在工作频段的中心频率可以相差 1GHz。具体的，第一天线与第二天线可分别工作于频率范围为 724-788MHz 的子频段、频率范围为 791-860MHz 的子频段、频率范围为 824-894MHz 的子频段；频率范围为 880-960MHz 的子频段等等。

进一步的，如图 2a 与图 2b 所示，电子设备以手机为例，本实施方式中的第一辐射体 11 可以由手机的金属边框形成，例如手机的外金属边框，也可以是由手机中的嵌设于金属边框内的内嵌金属结构件形成的。第二辐射体 12 与第三辐射体 13 可以由手机的金属结构件形成，例如金属片等，也可以是通过激光直接成型工艺形成于手机的支架上的，还可以是通过 FPC 工艺贴设于天线附近的结构件，例如手机的支架上或电池盖上的。第二辐射体 12 与第三辐射体 13 可以是直接连接于第一辐射体 11 的，也可以是分别通过连接件 121、连接件 131 间接连接于第一辐射体 11 的，连接件 121 构成了第二辐射体 12 的一部分，连接件 131 构成了第三辐射体 13 的一部分。连接件 121、连接件 131 可例如是弹脚、电焊、导电泡棉、金属结构件等。其中，地板可以是电子设备中任何接地结构的至少部分或组合的至少部分，例如，地板可以由手机中的 PCB 板 20 形成，其它举例中，也可以是导电片、电子设备的中框底板、显示屏的铜层等等。

进一步的，本实施例各部件的加工工艺不限，例如第一辐射体 11 可以是焊接于 PCB 板 20 上的，也可以是通过在 PCB 板上加工出一个四周封闭的通槽，形成闭合槽 14 后，进而在 PCB 板 20 上直接形成的。当然，本领域技术人员可以理解的是，也可以是其它可替代的方案，在此并不对本申请的保护范围产生限定作用。

具体的工作过程中，请参见图 1，图 1 中实线箭头表征了第一射频源 RF1 做激励时，在各辐射体及地板上形成的电流，图 1 中虚线箭头表征了第二射频源 RF2 做激励时，在各辐射体及地板上形成的电流，图中的圆圈示出了电流在流经辐射体及地板时的反向点。当第一射频源 RF1 做激励时，在第一天线的第一馈电连接点 A1（即连接第一射频源的馈电端位置处）产生的电流如图 1 中最靠近第一馈电连接点 A1 处的实线箭头所示，在第一天线的第一馈电接地点 B1（即地板上连接第一射频源的接地端位置处）产生的电流如图 1 中最靠近第一馈电接地点 B1 处的实线箭头所示，可见，电流自第一馈电连接点 A1 经过地板流向第一馈电接地点 B1，即第一天线的第一馈电连接点 A1 与第一馈电接地点 B1 的电流模式为同向模式。同时，在第二天线的第二馈电连接点 A2（即连接第二射频源的馈电端位置处）产生的电流如图 1 中最靠近第二馈电连接点 A2 处的实线箭头所示，在第二天线的第二馈电接地点 B2（即地板上连接第二射频源的接地端位置处）产生的电流如图 1 中最靠近第二馈电接地点 B2 处的实线箭头所示，可见，第二馈电连接点 A2 处的电流与第二馈电接地点 B2 处的电流流向相反，即第二天线的第二馈电连接点 A2 与第二馈电接地点 B2 的电流模式为对流模式。

当第二射频源 RF2 做激励时，在第一天线的第一馈电连接点 A1（即连接第一射频源的馈电端位置处）产生的电流如图 1 中最靠近第一馈电连接点 A1 处的虚线箭头所示，在第一天线的第一馈电接地点 B1（即地板上连接第一射频源的接地端位置处）产生的电流如图 1 中最靠近第一馈电接地点 B1 处的虚线箭头所示，可见，第一馈电连接点 A1 的电流与第一馈电接地点 B1 的电流方向相反，即第一天线的第一馈电连接点 A1 与第一馈电接地点 B1 的电流模式为对流模式。同时，在第二天线的第二馈电连接点 A2（即连接第二射频源的馈电端位置处）产生的电流如图 1 中最靠近第二馈电连接点 A2 处的虚线箭头所示，在第二天线的第二馈电接地点 B2（即地板上连接第二射频源的接地端位置处）产生的电流

如图 1 中最靠近第二馈电接地点 B2 处的虚线箭头所示, 可见, 电流自第二馈电接地点 B2 流入第二馈电连接点 A2, 即第二天线的第二馈电连接点 A2 与第二馈电接地点 B2 的电流模式为同向模式。

因而, 无论是第一射频源 RF1 做激励时还是第二射频源 RF2 做激励时, 第一天线在第一射频源 RF1 两端 (第一馈电连接点 A1 与第一馈电接地点 B1) 的电流模式与第二天线在第二射频源 RF2 两端 (第二馈电连接点 A2 与第二馈电接地点 B2) 的电流模式始终能够形成模式正交, 进而产生较高的隔离度。

在本申请实施例中, 通过分别连接于第一辐射体的第二辐射体与第三辐射体, 以及, 连接于第二辐射体与地板间的第一射频源、连接于第三辐射体与地板间的第二射频源, 构造了一种全新的天线系统, 基于该结构的的天线系统, 能够使得:

当第一射频源做激励时, 在第一天线上连接第一射频源的馈电端位置处 (即第一馈电连接点 A1 处) 产生的电流与地板上连接第一射频源的接地端位置处 (即第一馈电接地点 B1 处) 产生的电流为同向模式, 同时, 第二天线上连接第二射频源的馈电端位置处 (即第二馈电连接点 A2 处) 产生的电流与地板上连接第二射频源的接地端位置处 (即第二馈电接地点 B2 处) 产生的电流为对流模式。

同样的, 当第二射频源做激励时, 在第一天线上连接第一射频源的馈电端位置处 (即第一馈电连接点 A1 处) 产生的电流与地板上连接第一射频源的接地端位置处 (即第一馈电接地点 B1 处) 产生的电流为对流模式; 同时, 在第二天线上连接第二射频源的馈电端位置处 (即第二馈电连接点 A2 处) 产生的电流与地板上连接第二射频源的接地端位置处 (即第二馈电接地点 B2 处) 产生的电流为同向模式。

进一步的, 由于同向模式与对流模式形成模式正交, 即: 当第一射频源做激励时, 第一天线上连接第一射频源两端 (接地端与馈电端) 位置处产生的电流模式与第二天线上连接第二射频源两端 (接地端与馈电端) 位置处产生的电流模式形成了模式正交, 同理, 当第二射频源做激励时, 第一天线上连接第一射频源两端 (接地端与馈电端) 位置处产生的电流模式与第二天线上连接第二射频源两端 (接地端与馈电端) 位置处产生的电流模式也形成了模式正交, 因而, 本申请实施例能够利用该结构实现: 在同时激励第一天线和第二天线时, 通过使第一天线与第二天线在各自的射频源两端产生较高的隔离度, 进而使第一天线与第二天线之间形成高隔离, 以实现第一天线与第二天线的解耦。

其中, 上文提及的反向点可理解为, 流经反向点两侧的电流, 电流方向相反, 从图 1 中可以看出, 第一辐射体 11 上具有一个反向点, 地板上具有一个反向点, 且第一辐射体 11 上的反向点与地板上的反向点沿闭合槽的 14 的长度方向是错位的, 因而能够使第一天线上连接第一射频源两端 (接地端与馈电端) 位置处产生的电流模式与第二天线上连接第二射频源两端 (接地端与馈电端) 位置处产生的电流模式形成模式正交, 进而使第一天线与第二天线之间形成高隔离。

更进一步的, 本申请实施例中, 由于第一天线与第二天线共用了第一辐射体, 因而能够在与传统闭合槽单天线同等口径的条件下构造出两个天线, 使天线的带宽效率增加至少一倍, 换言之, 在带宽效率相同的条件下, 本申请实施例的天线系统相较于传统的闭合槽单天线, 天线口径可缩小至少一半, 因而, 本实施例相较于传统的闭合槽单天线能够实现天线口径的小型化。

此外, 本申请实施例采用不对称馈电, 无需设计复杂的馈电网络, 例如反对称馈电, 具有馈电结构简单, 对复杂环境敏感度低的优点。

本申请实施例还提供了一种电子设备, 包括上述任一实施方式涉及的天线系统 1。

进一步的, 本实施方式中, 第一射频源 RF1 的第一馈电连接点 A1 与第一馈电接地点 B1 均位于间隙 10 的一侧, 第二射频源 RF2 的第二馈电连接点 A2 与第二馈电接地点 B2 均位于间隙 10 的另一侧, 并且, 第一射频源 RF1 的第一馈电接地点 B1 与第二射频源 RF2 的第二馈电接地点 B2 均位于闭合槽 14 内, 具体的, 可位于接地点 B3 与接地点 B4 之间。部分方案中, 第一射频源 RF1 的第一馈电连接点 A1

与第二射频源 RF2 的第二馈电连接点 A2 可以是关于间隙 10 对称的, 另部分方案中, 也可以是不对称的。

更进一步的, 请参见图 1, 本实施例中, 第一射频源 RF1 的第一馈电连接点 A1 与第一馈电接地点 B1, 以及: 第二射频源 RF2 的第二馈电连接点 A2 与第二馈电接地点 B2 在闭合槽的宽度方向 w 上对齐, 本领域技术人员可以理解的是, 对齐也包括完全对齐的方案, 也包括大致对齐的方案, 当然, 在可替代的其他实施方式中, 也可以采用不对齐的方案。

进一步的, 本实施方式中, 请参见图 1, 并结合图 2a 与图 2b 理解, 第二辐射体 12 与第三辐射体 13 均呈 L 形, 沿闭合槽的宽度方向 w, 非闭合槽 15 位于第一辐射体 11 靠近闭合槽 14 的一侧, 或可理解为: 第二辐射体 12 与第三辐射体 13 是平行于 PCB 板 20 设置的, 且第二辐射体 12 与第三辐射体 13 形成的间隙位于第一辐射体 11 靠近 PCB 板 20 的一侧。本领域技术人员可以理解的是, L 形也包括类似 L 形的方案。

进一步的, 闭合槽的长度 L1 大于非闭合槽的长度 L2, 例如可以是非闭合槽的长度的 1~2.5 倍, 也可以是非闭合槽长度的 1.3~2 倍。

更进一步的, 闭合槽的长度 L1 大于或等于第一天线或第二天线的 1/2 倍波长且小于第一天线或第二天线的一倍波长, 请参见图 2b, 本实施方式中, 闭合槽的长度 L1 为 40mm, 当然, 本领域技术人员可以理解的是, 闭合槽的长度 L1 也可以是满足不同 ID (即电子设备的序列号) 或不同架构的其他尺寸。

可见, 本实施方式的天线系统能够利用天线 1/2 倍波长的天线口径 (即闭合槽的长度等于第一天线或第二天线的 1/2 倍波长) 实现两个天线, 相较于闭合槽单天线, 如图 3 所示, 图 3 为一种参考设计的闭合槽单天线的结构示意图, 该单天线利用 1/2 倍天线波长的天线口径仅实现了一个天线, 本实施方式的天线系统在保证天线口径与上述单天线相同的条件下, 可将带宽增加至少一倍, 在保证天线带宽与上述单天线相同的条件下, 可将天线口径缩小一半。

采用仿真软件对一种参考设计的闭合槽单天线与本实施例提供的天线系统进行仿真分析并获得了如图 4a~图 4b 所示的效果曲线图。

获取图 4a~图 4b 所示的曲线图的仿真效果如下表 1 所示 (请结合图 2b、图 3 予以理解):

表 1

参数	本实施例	闭合槽单天线
闭合槽的长度 L1 (mm)	40	40
闭合槽的宽度 w (mm)	1	1
非闭合槽的长度 L2 (mm)	24	/
非闭合槽的宽度 n (mm)	1	/
间隙 10 的长度 L3 (mm)	1	/
谐振频率 (GHz)	1.9	1.9
电容 C (pF)	0.2	/

请参见图 4a~图 4b, 图 4a 为分别对一种参考设计的闭合槽单天线与本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试时获得的 S 参数效果对比曲线图, 图 4b 为分别对一种参考设计的闭合槽单天线与本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试时获得的的天线效率对比曲线图。

5 在图 4a 中, 横坐标表示频率, 单位为 GHz, 纵坐标表示 S 参数, 其中, 虚线表示 S21 幅度值, 单位为 dB。S21 是 S 参数中的一种, 能够表征天线的隔离度, S21 的参数越小, 表示天线之间的隔离度越大, 天线互耦程度越小。隔离度用 S21 的绝对值表示。实线表示 S11 幅度值, 单位为 dB。S11 属于 S 参数中的一种。S11 表示反射系数, 此参数能够表征天线发射效率的优劣, 具体的, S11 值越小, 表征天线回波损耗越小, 天线本身反射回来的能量越小, 也就是代表实际上进入天线的能量就越多。

10 从图 4a 中可以看出, 在工作频段 1.5-2.8GHz 范围内, 闭合槽单天线的 S11 值约为-7dB~0dB, 本实施方式的天线系统的 S11 值约为-9dB~-0dB, 可见, 本实施方式的天线系统中各天线的 S11 参数优于闭合槽单天线的 S11 参数。从图 4a 中还可以看出, 在工作频段 1.5-2.8GHz 范围内, 本实施方式的天线系统的 S21 参数约小于-17dB, 即天线系统中第一天线和第二天线之间的隔离度几乎能达到 17dB 以上, 并且在 1.9GHz~1.95GHz 以及 2GHz~2.75GHz 频段内, S21 参数约小于-20dB, 即隔离度能达到 20dB 以上, 由此可知, 本实施方式的天线系统具有较高的隔离度。

15 在图 4b 中, 横坐标表示频率, 单位为 GHz, 纵坐标表示天线的辐射效率与系统效率, 其中, 虚线表示辐射效率, 实线表示系统效率, 辐射效率是衡量天线辐射能力的值, 金属损耗、介质损耗均是辐射效率的影响因素。系统效率是考虑天线端口匹配后的实际效率, 即天线的系统效率为天线的实际效率(即效率)。本领域技术人员可以理解, 效率一般是用百分比来表示, 其与 dB 之间存在相应的换算关系, 效率越接近 0dB, 表征该天线的效率越优。

20 从图 4b 中可以看出, 在工作频段 1.83-1.98GHz 范围内, 天线系统中第一天线的系统效率约为-10dB~-5.5dB, 辐射效率约为-6dB~-4.9dB, 闭合槽单天线的系统效率约为-10dB~-6.5dB, 辐射效率约为-5.3dB~-4.2dB。需要说明的是, 由于第二天线的效率曲线与第一天线的效率曲线相类似, 因而图 4b 中只示出了第一天线的天线效率曲线。由此可见, 本实施方式的天线系统中的第一天线与第二天线的系统效率与辐射效率均优于闭合槽单天线。

25 请参见图 5~图 6b, 图 5 为本申请实施例的天线系统的原理结构示意图; 图 6a 为本申请实施例的电子设备中天线系统的立体结构示意图; 图 6b 为图 6a 中天线系统的局部放大结构示意图。

请参见图 5, 本实施例的天线系统的结构基本与图 1 所示的天线系统的结构相同, 其不同之处在于, 第一辐射体与地板之间设有调节器件 16。调节器件 16 可以是电容, 也可以是电感 L, 只要是能够调节电流流经各辐射体与地板时产生的反向点的位置的器件, 就不脱离本申请的范围, 本实施方式中, 调节器件 16 采用电感 L。应可理解, 图 5 和图 1 的方案可以结合。

调节器件 16 用于调节电流流经各辐射体与地板时产生的反向点的位置, 进而能够使第一天线上连接第一射频源两端(接地端与馈电端)位置处产生的电流模式与第二天线上连接第二射频源两端(接地端与馈电端)位置处产生的电流模式形成模式正交, 进而使第一天线与第二天线之间形成高隔离。

35 进一步的, 调节器件 16 与第一辐射体 11 连接形成的连接点 A3 位于第一馈电连接点 A1 和第二馈电连接点 A2 之间。

更进一步的, 调节器件 16 与地板连接形成的接地点 B5 位于第一射频源 RF1 的第一馈电接地点 B1 与第二射频源 RF2 的第二馈电接地点 B2 之间。

更进一步的, 调节器件 16 与地板连接形成的接地点 B5 位于地板上与间隙 10 相对的地板区域, 调

节器件 16 与第一辐射体 11 连接形成的连接点 A3 位于第一辐射体 11 上与间隙 10 相对的辐射体段。

需要说明的是，部分实施方式中，第二辐射体 12 与第三辐射体 13 之间也可以不设有电容 C，仅采用第一辐射体 11 与地板之间的调节器件 16，例如电感调节反向点的位置，另部分实施方式中，也可以不设置调节器件 16，仅通过第二辐射体 12 与第三辐射体 13 之间的电容 C 调节反向点的位置，或者电容 C、调节器件 16 均不设置。

另外，在本实施方式中，闭合槽的长度 L1 为 72mm（如图 6a 所示），约为第一天线或第二天线波长的 7/8。

采用仿真软件对本实施例提供的天线系统在不同闭合槽长度下进行仿真分析并获得了如图 7~图 8 所示的效果曲线图。

10 获取图 7~图 8 所示的曲线图的仿真效果参数如下表 2 所示（请结合图 6a 与图 6b 予以理解）：

表 2

参数	数值	数值
闭合槽的长度 L1 (mm)	40	72
闭合槽的宽度 w (mm)	1	1
非闭合槽的长度 L2 (mm)	37	37
非闭合槽的宽度 n (mm)	1	1
间隙 10 的长度 L3 (mm)	1	1
电容 C 的电容值 (F)	断	断
调节器件 16 (电感) 的电感值 (nH)	断	1.4
谐振频率 (GHz)	2	2

需要说明的是，上表中的“断”，可理解为未使用或未设置对应的器件（例如电容 C、电感 L）。

15 请参见图 7~图 8，图 7 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试时获得的 S 参数效果曲线图，图 8 为对本申请实施例的天线系统在不同闭合槽长度下进行仿真效果测试时获得的的天线效率对比曲线图。

从图 7 中可以看出，在工作频段 1.8GHz~2.3GHz 范围内，本实施方式的天线系统的 S11 值约为 -12dB~-0.01dB，本实施方式的天线系统的 S21 参数约为 -37dB~-25dB，小于 -25dB，即隔离度能达到 25dB 以上，可见，本实施方式的天线系统具有较高的隔离度。

20 从图 8 中可以看出，在工作频段 1.85GHz~2.3GHz 范围内，本实施方式天线系统在闭合槽长度为 40mm 时，第一天线的系统效率约为 -10dB~-4.15dB，辐射效率约为 -4.5dB~-3.8dB，在闭合槽长度为 72mm 时，第一天线的系统效率约为 -10dB~-3.27dB，辐射效率约为 -3.9dB~-2.5dB。需要说明的是，由于第二天线的效率曲线与第一天线的效率曲线相类似，因而图 8 中只示出了第一天线的天线效率曲线。由此可见，本实施方式中，闭合槽长度为 72mm 时的天线系统的系统效率与辐射效率均优于闭合槽长度为 40mm

时的天线系统。

采用仿真软件对采用一种参考设计的闭合槽天线的电子设备、采用本实施例在不同的闭合槽长度下天线系统的电子设备进行仿真分析并获得了如图 9a~图 9c 所示的 SAR 值数据表。

5 获取图 9a~图 9c 所示的 SAR 值数据表的仿真效果参数如下表 3 所示（请结合图 3、图 6a 与图 6b 予以理解）：

表 3

参数	闭合槽单天线	本实施例的一种闭合槽长度下	本实施例的另一种闭合槽长度下
闭合槽的长度 L1 (mm)	40	40	72
闭合槽的宽度 w (mm)	1	1	1
非闭合槽的长度 L2 (mm)	/	37	37
非闭合槽的宽度 n (mm)	/	1	1
间隙 10 的长度 L3 (mm)	/	1	1
电容 C 的电容值 (F)	/	断	断
调节器件 16 (电感) 的电感值 (nH)	/	断	1.4
谐振频率 (GHz)	2	2	2

10 在图 9a~图 9c 中，SAR（比吸收率，英文全称“Specific Absorption Rate”）指的是单位质量的人体组织所吸收的电磁功率，单位为 W/kg。国际上通常使用 SAR 值来衡量电子设备辐射的热效应。归一化 SAR 值表示天线的效率归一化值-5dB（即表中所示归一化效率）时测得的 SAR 值。其中，“Back -5mm”表示电子设备的背面距离身体 5mm 的场景，“Bottom -5mm”表示电子设备的底部距离身体 5mm 的场景。

15 从图 9a 中可以看出，在输出功率为 24dBm，谐振频率为 2GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得的闭合槽单天线的 SAR 值为 1.4W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得的闭合槽单天线的 SAR 值为 0.51W/kg。

从图 9b 中可以看出，本实施例在闭合槽长度为 40mm，输出功率为 24dBm，谐振频率为 2GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得的 SAR 值为 1.37W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得的 SAR 值为 1.1W/kg。

20 从图 9c 中可以看出，本实施例在闭合槽长度为 72mm，输出功率为 24dBm，谐振频率为 2GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得的 SAR 值为 0.95W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得的 SAR 值为 0.57W/kg。

由此可知，本实施例相较于闭合槽单天线，还能够有效降低天线的 SAR 值。

综合图 7~图 9c 的仿真数据可知，本实施例相较于闭合槽单天线，不仅能够实现第一天线与第二天

线之间的高隔离以及天线口径的小型化，还能够有效降低天线的 SAR 值。尤其的，当闭合槽的长度为 72mm 时，甚至可以将 SAR 值从 1.4W/kg 降低至 0.95W/kg，降低了约 32%。

请参见图 10a，本实施例的天线系统的结构基本与图 5 所示的天线系统的结构相同，其不同之处在于：第二辐射体 12 上开设有一个或多个第一缝隙，和/或，第三辐射体 13 上开设有一个或多个第二缝隙，或可理解为：第二辐射体 12 与第三辐射体 13 中的至少之一包括 L 形辐射体段和悬浮辐射体段，第一射频频源 RF1 的馈电端可以连接第二辐射体 12 的 L 形辐射体段或者悬浮辐射体段，第二射频频源 RF2 的馈电端可以连接第三辐射体 13 的 L 形辐射体段或者悬浮辐射体段。应可理解，图 10a 的方案可以与上述各实施例的方案结合。

请参见图 10a 和图 10b，图 10a 和图 10b 为本申请实施例的天线系统的的第一种原理结构示意图和 10 立体结构示意图，其中，悬浮辐射体段的数量为 1 个。

第三辐射体 13 呈 L 形，第二辐射体 12 包括 L 形辐射体段 122 一个悬浮辐射体段 17，悬浮辐射体段 17 与 L 形辐射体段 122 端对端相对间隔设置，L 形辐射体段 122 远离悬浮辐射体段 17 的一端构成第二辐射体 12 的第一端，悬浮辐射体段 17 远离 L 形辐射体段 122 的一端构成第二辐射体 12 的第二端。

第二辐射体 12 通过 L 形辐射体段 122 接收射频信号；也就是说，第一射频频源 RF1 的馈电端连接于 15 L 形辐射体段 122。

当然，本领域技术人员可以理解的是，在其他可替代的实施方式中，也可以是第二辐射体 12 呈 L 形，第三辐射体 13 包括 L 形辐射体段一个悬浮辐射体段 17，L 形辐射体段远离悬浮辐射体段 17 的一端构成第三辐射体 13 的第一端，悬浮辐射体段 17 远离 L 形辐射体段的一端构成第三辐射体 13 的第二端；相应的，第三辐射体 13 通过 L 形辐射体段接收射频信号；也就是说，第二射频频源 RF2 的馈电端连 20 接于 L 形辐射体段。

进一步的，悬浮辐射体段 17 可以通过电容连接于 L 形辐射体段 122，例如电容 C1，其中，电容的形式不限，可以是分布式耦合电容，也可以是集总式电容等。

请参见图 10c，图 10c 为本申请实施例的天线系统的第二种原理结构示意图，第二种结构与第一种结构基本相同，其不同之处在于，第一缝隙和第二缝隙中的至少一个缝隙处设有电容，本实施方式中， 25 每个第一缝隙和每个第二缝隙处均设有电容，具体的，悬浮辐射体段的数量为 2 个，悬浮辐射体段之间通过电容 C 连接，第二辐射体 12 包括 L 形辐射体段 122 与一个悬浮辐射体段 17（即图 10c 中位于左侧的悬浮辐射体段 17），第二辐射体 12 的悬浮辐射体段 17 通过电容 C1 连接于第二辐射体 12 的 L 形辐射体段 122。第三辐射体 13 包括 L 形辐射体段 132 与一个悬浮辐射体段 17（即图 10c 中位于右侧的悬浮辐射体段 17），第三辐射体 13 的悬浮辐射体段 17 通过电容 C2 连接于第三辐射体 13 的 L 形辐射体段 30 132。第一射频频源 RF1 的馈电端连接于 L 形辐射体段 122，第二射频频源 RF2 的馈电端连接于第三辐射体 13 的悬浮辐射体段 17。其中，第二辐射体 12 的悬浮辐射体段 17 既可以作为第一天线的辐射体向外辐射，也可以作为第二天线的辐射体向外辐射（此时，第二辐射体 12 的悬浮辐射体段 17 作为第二天线中不属于第三辐射体的其它辐射体）。

请参见图 11a~图 11c，图 11a 为本申请实施例的天线系统的第三种原理结构示意图；图 11b、图 11c 均为本申请实施例的天线系统的第三种立体结构图；第三种结构与第二种结构基本相同，其不同之处在于：第一射频频源 RF1 的馈电端连接于第二辐射体 12 的悬浮辐射体段 17，第二射频频源 RF2 的馈电端连 35 接于第三辐射体 13 的悬浮辐射体段 17。

当然，本领域技术人员可以理解的是，第二辐射体 12 或第三辐射体 13 中，悬浮辐射体均可以是多个，以第二辐射体 12 为例，当第二辐射体 12 包括多个悬浮辐射体段时，L 形辐射体段 122 与多个悬浮

辐射体段 17 依次端对端间隔设置，此时，多个悬浮辐射体段中的最后一个悬浮辐射体段远离 L 形辐射体段的一端构成了第二辐射体 12 的第二端。第一射频源 RF1 的馈电端可以连接于 L 形辐射体段 122 或者多个悬浮辐射体段中的任一悬浮辐射体段 17，进一步的，每个悬浮辐射体段 17 与相邻的悬浮辐射体段之间通过电容连接，第一个悬浮辐射体段 17 通过电容连接于 L 形辐射体段，最后一个悬浮辐射体段通过电容 C 连接于第三辐射体 13 的第二端。

第三辐射体中的连接关系与第二辐射体中相类似，在此不再赘述。

采用仿真软件对本实施例的天线系统在悬浮辐射体段为 1 个和悬浮辐射体段为 2 个时进行仿真分析并获得了如图 12~图 13 所示的效果曲线图。

获取图 12~图 13 所示的曲线图的仿真效果参数如下表 4 所示（请参见图 10b、图 11b 予以理解）：

10

表 4

参数	悬浮辐射体段为 1 个	悬浮辐射体段为 2 个
第一射频源馈电端的位置	第二辐射体的 L 形辐射体段	第二辐射体的 L 形辐射体段
第二射频源馈电端的位置	第三辐射体的 L 形辐射体段	第三辐射体的 L 形辐射体段
闭合槽的长度 L1 (mm)	72	64
闭合槽的宽度 w (mm)	1	1
非闭合槽的长度 L2 (mm)	51	50
非闭合槽的宽度 n (mm)	1	1
间隙 10 的长度 L3 (mm)	1	1
电容的电容值 (pF)	C=C1=0.4	C1=C2=0.75 C=0.1
调节器件 16 (电感) 的电感值 (nH)	4.8	1.7
谐振频率 (GHz)	1.95	2

请参见图 12~图 13，图 12 为本申请实施例的天线系统分别在悬浮辐射体段为 1 个和悬浮辐射体段为 2 个时进行仿真效果测试时获得的 S 参数效果对比曲线图；图 13 为本申请实施例的天线系统分别在悬浮辐射体段为 1 个和悬浮辐射体段为 2 个时进行仿真效果测试时获得的效率对比曲线图；

15

从图 12 中可以看出，在工作频段 1.8GHz~2.1GHz 范围内，本实施方式的天线系统在悬浮辐射体段为 1 个时的 S11 值约为-14dB~-1dB，本实施方式的天线系统在悬浮辐射体段为 2 个时的 S11 值约为

-13.5dB~-0.5dB，本实施方式的天线系统在悬浮辐射体段为 1 个时的 S21 值约为-54dB~-26dB，小于-25dB，即隔离度能达到 25dB 以上。本实施方式的天线系统在悬浮辐射体段为 2 个时的 S21 值约为-24dB~-19dB，小于-20dB，即隔离度能达到 20dB 以上。可见，本实施方式的天线系统具有较高的隔离度。

5 从图 13 中可以看出，在工作频段 1.9GHz~2.1GHz 范围内，本实施方式天线系统在悬浮辐射体段为 1 个时，第一天线的系统效率约为-4dB~-2.7dB，辐射效率约为-2.5dB~-2.4dB，在悬浮辐射体段为 2 个时，第一天线的系统效率约为-7dB~-2.7dB，辐射效率约为-3dB~-2.5dB。需要说明的是，由于第二天线的效率曲线与第一天线的效率曲线相类似，因而图 13 中只示出了第一天线的天线效率曲线。

采用仿真软件对采用本实施例在悬浮辐射体段为 1 个时的天线系统的电子设备、悬浮辐射体段为 2 10 个时的天线系统的电子设备进行仿真分析并获得了如图 14a~图 14b 所示的 SAR 值数据表。

获取图 14a~图 14b 所示的 SAR 值数据表的仿真效果参数如下表 5 所示（请参见图 10b、图 11b 予以理解）：

表 5

参数	悬浮辐射体段为 1 个	悬浮辐射体段为 2 个
闭合槽的长度 L1 (mm)	72	64
闭合槽的宽度 w (mm)	1	1
非闭合槽的长度 L2 (mm)	51	50
非闭合槽的宽度 n (mm)	1	1
间隙 10 的长度 L3 (mm)	1	1
电容 C 的电容值 (pF)	C=C1=0.4	C1=C2=0.75 C=0.1
调节器件 16 (电感) 的电感值 (nH)	4.8	1.7
谐振频率 (GHz)	1.95	2

15 从图 14a 中可以看出，悬浮辐射体段为 1 个时，在输出功率为 24dBm，谐振频率为 1.95GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得天线的 SAR 值为 0.86W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得天线的 SAR 值为 0.53W/kg。

20 从图 14b 中可以看出，悬浮辐射体段为 2 个时，在输出功率为 24dBm，谐振频率为 2GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得的天线的 SAR 值为 0.89W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得的天线的 SAR 值为 0.55W/kg。

由此可知，悬浮辐射体段为 1 个时的天线系统相较于悬浮辐射体段为 2 个时的天线系统 SAR 值更

低。

请参见图 16a 与图 16b，图 16a、图 16b 均为本申请实施例的天线系统的立体结构图；本实施例与图 1 所示天线系统的结构基本相同，其不同之处在于：

第二辐射体 12 与第三辐射体 13 均呈 L 形，沿闭合槽的厚度方向（即图 16a 中垂直与 PCB 板 20 的方向），非闭合槽 15 与第一辐射体 11 部分重叠，并位于第一辐射体 11 远离地板（例如图 16a 中所示 PCB 板 20）的一侧。或可理解为：相对于图 1 所示的天线系统，本实施例的第二辐射体 12 与第三辐射体 13 在图 1 所示的天线系统的基础上绕第一辐射体 11 向背离 PCB 板 20 的方向旋转了 90°。应可理解，图 16a 的方案可以与上述各实施例的方案结合。

本申请还提供了一种电子设备，包括上述任一实施方式涉及的天线系统 1。

进一步的，如图 16a 与图 16b 所示，电子设备以手机为例，本实施方式中的第一辐射体 11 可以由手机的金属外边框形成，第二辐射体 12 与第三辐射体 13 可以由手机的嵌设于金属边框内的内嵌金属结构件，例如金属片等形成。本领域技术人员可以理解的是，内嵌金属结构件包覆于手机的内部，并不影响手机的外观。

图 15 为一种参考设计的开口槽天线，对其进行单天线设计可得到一种开口槽单天线，即 case1，对其进行双天线设计可得到开口槽双天线，即 case2。

采用仿真软件对一种参考设计的开口槽单天线（即 case1）、一种参考设计的开口槽双天线（即 case2）、本实施例的天线系统进行仿真分析并获得了如图 17~图 28 所示的效果曲线图。

获取图 17~图 18 所示的曲线图的仿真效果参数如下表 6 所示（请参见图 15、图 16a、图 16b 予以理解）：

表 6

参数	Case1	Case2	本实施例
闭合槽的长度 L1 (mm)	/	/	58
闭合槽的宽度 w (mm)	/	/	1
非闭合槽的长度 L2 (mm)	38	38	38
非闭合槽的宽度 n (mm)	1.4	1.4	1.4
间隙 10 的长度 L3 (mm)	1	1	1
电容 C 的电容值 (pF)	/	/	0.1
调节器件 16 (电感) 的电感值 (nH)	/	/	16
谐振频率 (GHz)	1.85	2	1.9

请参见图 17~图 18，图 17 为对一种参考设计的开口槽单天线（即 case1）、一种参考设计的开口槽双天线（即 case2）、本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的 S 参数效果对比曲线图，图 18

为对一种参考设计的开口槽单天线（即 case1）、一种参考设计的开口槽双天线（即 case2）、本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的天线效率对比曲线图。

从图 17 中可以看出，在工作频段 1.8GHz~2.1GHz 范围内，开口槽单天线（即 case1）的 S11 值约为 -5dB~-4.8dB，开口槽双天线（即 case2）的 S11 值约为 -6.5dB~-1.5dB，本实施方式的天线系统的 S11 值约为 -11.5dB~-2.5dB，开口槽双天线（即 case2）的 S21 值约为 -21dB~-13dB，本实施方式的天线系统的 S21 值约为 -22dB~-15.5dB，即隔离度能达到 20dB 以上。可见，本实施方式的天线系统具有较高的隔离度。

从图 18 中可以看出，在工作频段 1.875GHz~1.95GHz 范围内，开口槽单天线（即 case1）的系统效率为 -3.5dB~-3.4dB，辐射效率为 -1.8dB~-1.7dB 开口槽双天线（即 case2）的系统效率为 -7.8dB~-4.8dB，辐射效率为 -3.5dB~-3.4dB，本实施方式的天线系统系统效率为 -3.4dB~-3dB，辐射效率为 -3.8dB~-2.5dB。需要说明的是，由于本实施方式天线系统的第二天线的效率曲线与第一天线的效率曲线相类似，因而图 18 中只示出了第一天线的天线效率曲线。

采用仿真软件对一种参考设计的开口槽单天线（即 case1）的电子设备、采用本申请实施例的天线系统的电子设备进行仿真分析并获得了如图 19a~图 19b 所示的 SAR 值数据表。

获取图 19a~图 19b 所示的 SAR 值数据表的仿真效果参数如下表 7 所示（请参见图 15、图 16a 予以理解）：

表 7

参数	开口槽单天线	本实施例
闭合槽的长度 L1 (mm)	/	58
闭合槽的宽度 w (mm)	/	1
非闭合槽的长度 L2 (mm)	38	38
非闭合槽的宽度 n (mm)	1.4	1.4
间隙 10 的长度 L3 (mm)	1	1
电容 C 的电容值 (pF)	/	0.1
调节器件 16 (电感) 的电感值 (nH)	/	16
谐振频率 (GHz)	1.85	1.9

从图 19a 中可以看出，在输出功率为 24dBm，谐振频率为 1.85GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得的开口槽单天线的 SAR 值为 0.85W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得的开口槽单天线的 SAR 值为 1.31W/kg。

从图 19b 中可以看出，本实施例的输出功率为 24dBm，谐振频率为 1.9GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得的 SAR 值为 0.82W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得的 SAR 值为 0.93W/kg。

由此可知，相较于开口槽单天线（case1），本实施例的天线系统 SAR 值更低。

请参见图 20，图 20 为本申请实施例的天线系统的立体结构图；其中，悬浮辐射段的数量为 2 个；本实施例与图 16a 所示的天线系统的结构基本相同，其不同之处在于，天线系统还包括 2 个悬浮辐射体段。悬浮辐射体段之间通过电容 C 连接。第二辐射体 12 包括 L 形辐射体段 122 与一个悬浮辐射体段 17（即图 20 中位于左侧的悬浮辐射体段 17），第三辐射体 13 包括 L 形辐射体段 132 与一个悬浮辐射体段 17（即图 20 中位于右侧的悬浮辐射体段 17），第一射频源 RF1 的馈电端连接于 L 形辐射体段 122，第二射频源 RF2 的馈电端连接于 L 形辐射体段 132。应可理解，图 20 的方案可以与上述各实施例的方案结合。

采用仿真软件对本申请实施例的天线系统仿真分析并获得了如图 21~图 22 所示的效果曲线图。

10 获取图 21~图 22 所示的曲线图的仿真效果参数如下表 8 所示（请参见图 16a、图 20 予以理解）：

表 8

参数	一种实施方式	另一种实施方式
悬浮辐射体段的个数（个）	0	2
闭合槽的长度 L1（mm）	58	70
闭合槽的宽度 w（mm）	1	1
非闭合槽的长度 L2（mm）	38	56
非闭合槽的宽度 n（mm）	1.4	1.4
间隙 10 的长度 L3（mm）	1	1
电容 C 的电容值（pF）	/	C1=C2=1.1 C=0.1
调节器件 16（电感）的电感值（nH）	/	2.5
谐振频率（GHz）	1.9	1.95

请参见图 21~图 22，图 21 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的 S 参数效果对比曲线图，图 22 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的的天线效率对比曲线图。

15 在图 21 中，曲线 A1 与曲线 A2 分别表示本实施例一种实施方式中天线系统的 S11 值和 S21 值，曲线 B1 与曲线 B2 分别表示本实施例另一种实施方式中天线系统的 S11 值和 S21 值，从图 21 中可以看出，在工作频段 1.8GHz~2GHz 范围内，一种实施方式中，本实施例天线系统的 S11 值约为-10.5dB~-2.5dB，本实施例天线系统的 S21 值约为-19dB~-15dB，另一种实施方式中，本实施例天线系统的 S11 值约为-10.5dB~-2.5dB，本实施例天线系统的 S21 值约为-19dB~-14dB。

20 在图 22 中，曲线 A1 与曲线 A2 分别表示本实施例一种实施方式中天线系统的系统效率和辐射效率，曲线 B1 与曲线 B2 分别表示本实施例另一种实施方式中天线系统的系统效率和辐射效率，从图 22 中可以看出，在工作频段 1.825GHz~1.95GHz 范围内，一种实施方式中，本实施例的系统效率为-5dB~-3dB，

辐射效率为-2.7dB~-2.4dB，另一种实施方式中，本实施例天线系统的系统效率为-4dB~-2.2dB，辐射效率为-1.85dB~-1.8dB。需要说明的是，由于本实施方式天线系统的第二天线的效率曲线与第一天线的效率曲线相类似，因而图 22 中只示出了第一天线的天线效率曲线。

采用仿真软件对采用实施例的天线系统的电子设备进行仿真分析并获得了如图 23a~图 23b 所示的 SAR 值数据表。

获取图 23a~图 23b 所示的 SAR 值数据表的仿真效果参数如下表 9 所示（请参见图 16a、图 20 予以理解）：

表 9

参数	一种实施方式	另一种实施方式
悬浮辐射体段的个数（个）	0	2
闭合槽的长度 L1（mm）	58	70
闭合槽的宽度 w（mm）	1	1
非闭合槽的长度 L2（mm）	38	56
非闭合槽的宽度 n（mm）	1.4	1.4
间隙 10 的长度 L3（mm）	1	1
电容 C 的电容值（pF）	0.1	C1=C2=1.1 C=0.1
调节器件 16（电感）的电感值（nH）	16	2.5
谐振频率（GHz）	1.9	1.95

从图 23a 中可以看出，一种实施方式中，在输出功率为 24dBm，谐振频率为 1.9GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得的本实施例的 SAR 值为 0.82W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得的本实施例天线系统的 SAR 值为 0.93W/kg。

从图 23b 中可以看出，另一种实施方式中，在输出功率为 24dBm，谐振频率为 1.95GHz 且电子设备的背面距离身体-5mm 的场景下测得的本实施例的 SAR 值为 0.66W/kg，在电子设备的底部距离身体-5mm 的场景下测得的本实施例天线系统的 SAR 值为 0.57W/kg。

由此可知，相较于本实施例一种实施方式中的天线系统，本实施例另一种实施方式中的天线系统的 SAR 值更低。

请参见图 24a~图 24b，图 24a 为本申请实施例的天线系统的原理结构示意图，图 24b 为本申请实施例的天线系统的立体结构示意图。

其中，第二辐射体 12 与第三辐射体 13 均呈 L 形，沿闭合槽的宽度 w 方向，非闭合槽 15 位于第一辐射体 11 远离闭合槽 14 的一侧。或可理解为：相对于图 5 所示的天线系统，本实施例的第二辐射体

12与第三辐射体13在图5所示的天线系统的基础上绕第一辐射体11向背离PCB板20的方向旋转了90°。

本申请还提供了一种电子设备，包括上述任一实施方式涉及的天线系统1。

进一步的，如图20所示，电子设备以手机为例，本实施例中的第一辐射体11可以是由手机中金属电池盖、或PCB板、或结构件中框、或FPC板、或铜箔形成，例如在金属电池盖或PCB板上直接加工出闭合槽，进而在金属电池盖或PCB板上形成第一辐射体11。第二辐射体12与第三辐射体13可以是由手机的金属边框、或嵌设于金属边框内的内嵌金属结构件形成，也可以是通过激光直接成型工艺形成于电子设备的支架上的，还可以是通过FPC工艺贴设于天线附近的结构件，例如手机的支架上或电池盖上的。

10 进一步的，请参考图图25a~图25b，图25a为本申请实施例的天线系统的一种原理结构示意图；图25b为本申请实施例天线系统的另一种原理结构示意图；

本实施例与图24a所示的天线系统的结构基本相同，其不同之处在于，天线系统还包括2个悬浮辐射体段。悬浮辐射体段之间通过电容C连接。第二辐射体12包括L形辐射体段122与一个悬浮辐射体段17（即图25a中位于左侧的悬浮辐射体段17），第二辐射体12的悬浮辐射体段17通过电容C1连接于第二辐射体12的L形辐射体段122，第三辐射体13包括L形辐射体段132与一个悬浮辐射体段17（即图25a中位于右侧的悬浮辐射体段17），第三辐射体13的悬浮辐射体段17通过电容C2连接于第三辐射体13的L形辐射体段132，第一种结构中，如图25a所示，第一射频源RF1的馈电端连接于第二辐射体12的悬浮辐射体段17，第二射频源RF2的馈电端连接于第三辐射体13的悬浮辐射体段17。第二种结构中，如图25b所示，第一射频源RF1的馈电端连接于第二辐射体12的悬浮辐射体段17，第二射频源RF2的馈电端连接于第三辐射体13的L形辐射体段132。应可理解，图24a的方案可以与上述各实施例的方案结合。

本申请还提供了一种电子设备，包括上述任一实施方式所涉及的天线系统1。

采用仿真软件对本实施例的天线系统进行仿真分析并获得了如图26~图27所示的效果曲线图。

获取图26~图27所示的曲线图的仿真效果如下表10所示（请结合图24b予以理解）：

25

表 10

参数	数值
闭合槽的长度 L1 (mm)	62
闭合槽的宽度 w (mm)	1
非闭合槽的长度 L2 (mm)	31
非闭合槽的宽度 n (mm)	1.4
间隙 10 的长度 L3 (mm)	1
谐振频率 (GHz)	2
电容 C 的电容值 (pF)	0.7
调节器件 16 (电感) 的电感值 (nH)	0.2

请参见图 26~图 27，图 26 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果模拟获得的 S 参数效果曲线图，图 27 为分别对本申请实施例的天线系统进行仿真效果模拟获得的效率对比曲线图。

从图 26 中可以看出，在工作频段 1.9GHz~2GHz 范围内，本实施例天线系统的 S11 值约为 -3.6dB~-14.2dB，S21 值约为 -14dB~-12dB。

5 从图 27 中可以看出，在工作频段 1.9GHz~2GHz 范围内，本实施例天线系统的系统效率为 -4dB~-2.5dB，辐射效率为 -2.5dB~-2.3dB。需要说明的是，由于本实施例天线系统的第二天线的效率曲线与第一天线的效率曲线相类似，因而图 27 中只示出了第一天线的效率曲线。

请参见图 28a~图 28b，图 28a 为本申请实施例的天线系统的立体结构示意图。本实施例与图 1 所示天线系统的结构基本相同，其不同之处在于：

10 天线系统 1 还包括设于第一辐射体 11 两端的辐射枝节 111 与辐射枝节 112，辐射枝节 111 与辐射枝节 112 均朝背离第一辐射体 11 的方向延伸，辐射枝节 111 与辐射枝节 112 背离第一辐射体 11 的一端均为自由端。

辐射枝节 111 与辐射枝节 112 分别与 PCB 板 20 之间形成开缝，具体的，辐射枝节 111 与 PCB 板 20 之间形成如图 28a 左侧的开缝 18，辐射枝节 112 与 PCB 板 20 之间形成如图 28a 右侧的开缝 18。应  
15 可理解，图 28a 的方案可以与上述各实施例的方案结合。

进一步的，本实施例中，辐射枝节 111 与辐射枝节 112 的形状均为 L 形，其中，辐射枝节 111 的水平部分以及辐射枝节 112 的水平部分均与第一辐射体 11 位于同一侧，辐射枝节 111 的竖直部分位于与第一辐射体 11 不同侧的第一侧，辐射枝节 112 的竖直部分位于与第一辐射体 11 不同侧的第二侧。

进一步的，请参考图 28b 与图 28c，图 28b、图 28c 分别为本申请实施例的天线系统中开关电路 SW1、  
20 开关电路 SW2 的原理结构示意图；本实施例的天线系统 1 还包括连接于辐射枝节 111 与 PCB 板 20 之间的开关电路 SW1 以及连接于辐射枝节 112 与 PCB 板 20 之间的开关电路 SW2。

开关电路 SW1 包括开关 K1、电感 LA 与电感 LB，开关 K1 的一端连接于辐射枝节 111，电感 LA 的一端与电感 LB 的一端连接于 PCB 板 20，开关 K1 能够在第一位置与第二位置之间切换，当开关 K1 处于第一位置时，开关 K1 的另一端连接于电感 LA 的另一端，此时，电感 LA 电连接于 PCB 板 20 与辐射  
25 枝节 111 之间，开关电路 SW1 处于第一连接状态；当开关 K1 处于第二位置时，开关 K1 的另一端连接于电感 LB 的另一端，此时，电感 LB 电连接于 PCB 板 20 与辐射枝节 111 之间，开关电路 SW1 处于第二连接状态。

开关电路 SW2 的工作原理与开关电路 SW1 相类似，可参照上文及图 28c 理解，在此不再赘述，其中，当电感 LC 电连接于 PCB 板 20 与辐射枝节 112 之间时，开关电路 SW2 处于第一连接状态，当电感  
30 LD 电连接于 PCB 板 20 与辐射枝节 112 之间时，开关电路 SW2 处于第二连接状态。

本申请还提供了一种电子设备，包括上述任一实施方式涉及的天线系统 1。

采用仿真软件对本实施例的天线系统分别在开关电路 SW1 与开关电路 SW2 均处于第一连接状态时、均处于第二连接状态时进行仿真分析并获得了如图 29 所示的效果曲线图。

获取图 29 所示的曲线图的仿真效果参数如下表 11 所示（请结合图 28a~图 28c 理解），其中，天线  
35 系统中闭合槽的长度、宽度，非闭合槽的长度、宽度以及间隙的长度、电容的参数均与本申请图 1 所示结构相同，因而具体数值请参考前文表 1：

表 11

参数	开关电路 SW1、	开关电路 SW1、
----	-----------	-----------

	SW2 均处于第一 连接状态	SW2 均处于第二 连接状态
电感 $L_A$ 、 $L_C$ (nH)	5	/
电感 $L_B$ 、 $L_D$ (nH)	/	10
开缝 18 水平部分的长度 $L_4$ 、 $L_5$ (mm)	$L_4=L_5=20$	$L_4=L_5=20$
开缝 18 竖直部分的长度 $L_6$ 、 $L_7$ (mm)	$L_6=L_7=10$	$L_6=L_7=10$
开缝 18 的宽度 $x$ (mm)	1	1

请参见图 29~图 30，图 29 为本申请实施例的天线系统分别在开关电路 SW1 与开关电路 SW2 均处于第一连接状态时、均处于第二连接状态时进行仿真效果模拟获得的 S 参数效果曲线图，图 30 为分别对本申请图 1 所示天线系统、本申请实施例的天线系统开关电路 SW1 与开关电路 SW2 均处于第一连接状态时、均处于第二连接状态时进行仿真效果测试获得的的天线效率对比曲线图。其中，图 1 所示天线系统的仿真参数请参照前文表 1。

从图 29 中可以看出，本实施例提供的图 1 所示天线系统，不论开关电路 SW1、SW2 均处于第一连接状态还是均处于第二连接状态，天线系统中的各天线均能够产生两个谐振（即双谐振），当开关电路 SW1、SW2 均处于第一连接状态时，两个谐振的谐振频率分别为 1.785GHz、2.215GHz，其中，谐振频率为 1.785GHz 的谐振为主谐振，并且，从图 29 中还可以看出，当天线系统在主谐振的谐振频率（1.785GHz）工作时，天线之间的隔离度优于在另一谐振频率（2.215GHz）工作时天线之间的隔离度。当开关电路 SW1、SW2 均处于第二连接状态时，两个谐振的谐振频率分别为 1.875GHz、2.05GHz，其中，谐振频率为 1.875GHz 的谐振为主谐振，并且，从图 29 可以看出，当天线系统在主谐振的谐振频率（1.875GHz）工作时，天线之间的隔离度优于在另一谐振频率（2.05GHz）工作时的隔离度。

从图 29 中还可以看出，当开关电路 SW1、SW2 均处于第一连接状态时，在 1.85GHz~1.91GHz 范围内，本实施例的天线系统的 S11 值约小于 -6dB，当开关电路 SW1、SW2 均处于第二连接状态时，在 1.82GHz~1.95GHz 以及 2GHz~2.08GHz 范围内，本实施例的天线系统的 S11 值约小于 -6dB。

需要说明的是：工程上一般以 S11 值为 -6dB 作为标准，当天线的 S11 值小于 -6dB 时，可以认为该天线可正常工作，或可认为该天线的发射效率较好。

图 30 中，曲线 A1 表示本申请图 1 所示的天线系统中各天线的系统效率，曲线 A2 表示本申请图 1 所示的天线系统中各天线的辐射效率，从图 30 中可以看出，在 1.85GHz~2GHz 范围内，本实施例的天线系统当开关电路 SW1、开关电路 SW2 均处于第一连接状态时，天线系统中各天线的系统效率约为 -4.5dB~-5dB，辐射效率约为 -3.4dB~-2.7dB；本实施例的天线系统当开关电路 SW1、开关电路 SW2 均处于第二连接状态时，天线系统中各天线的系统效率约为 -3dB~-3.2dB，辐射效率约为 -2dB~-2.6dB。

图 1 所示的天线系统中各天线的系统效率约为 -7dB~-5.2dB，辐射效率约为 -4.9dB~-4dB。

可见，在 1.85GHz~2GHz 范围内，本实施例提供的天线系统的天线效率优于本申请图 1 所示的天线系统，进一步的，本实施例中开关电路 SW1、SW2 均处于第二连接状态时的天线效率优于处于第一连接状态时的天线效率。

请参见图 31，图 31 为本实施例的天线系统的立体结构示意图。本实施例与图 28a 所示天线系统结

构基本相同，其不同之处在于：

辐射枝节 111 与辐射枝节均沿平行于第一辐射体 11 的方向延伸，且辐射枝节 111、辐射枝节 112 均与第一辐射体 11 处于同一侧。并且，第一辐射体 11 与 PCB 板之间未设开关电路。

当然，本领域技术人员可以理解的是，在其他可替代的实施方式中，也可在第一辐射体 11 与 PCB 板之间设置开关电路。

其他实施方式中，辐射枝节 111 与辐射枝节 112 中的一个呈 L 形，另一个沿平行于第一辐射体 11 的方向延伸，其中，呈 L 形的辐射枝节，其水平部分与第一辐射体 12 处于同一侧，其竖直部分位于与第一辐射体相邻的一侧。另一辐射枝节与第一辐射体 12 处于同一侧。应可理解，图 31 的方案可以和上述各实施例的方案结合。

10 本申请还提供了一种电子设备，包括上述任一实施方式涉及的天线系统 1。

采用仿真软件对本实施例的天线系统进行仿真分析并获得了如图 32 和图 33 所示的效果曲线图。

获取图 32 和图 33 所示的曲线图的仿真效果参数如下表 12 所示（请结合图 31 理解），其中，天线系统中闭合槽的长度、宽度，非闭合槽的长度、宽度以及间隙的长度、电容的参数均与本申请图 1 所示的天线系统结构相同，因而具体数值请参考前文表 1。

15 表 12

参数	数值
开缝 18 长度 L4、L5 (mm)	L4=L5=17
开缝 18 的宽度 x (mm)	1

请参见图 32 与图 33，图 32 为对本申请实施例的天线系统进行仿真效果测试获得的 S 参数效果曲线图；图 33 为对本申请图 1 所示天线系统结构、本实施例的天线系统分别进行仿真效果测试获得的天线效率对比曲线图。

从图 32 中可以看出，本实施例提供的天线系统，天线系统中的各天线均能够产生两个谐振（即双谐振），两个谐振的谐振频率分别为 1.75GHz、2.415GHz，其中，谐振频率为 1.75GHz 的谐振为主谐振，并且，从图 32 中还可以看出，当天线系统在主谐振的谐振频率（1.75GHz）工作时，天线之间的隔离度优于在另一谐振频率（2.415GHz）工作时的隔离度。在 1.85GHz~1.91GHz 范围内，本实施例的天线系统的 S11 值约小于 -6dB。

图 33 中，曲线 A1 表示本申请图 1 所示天线系统的系统效率，曲线 A2 表示本申请图 1 所示天线系统的辐射效率。从图 33 中可以看出，在 1.8GHz~1.9GHz 范围内，本实施例的天线系统的天线效率约为 -8.8dB~-5dB，本实施例的天线系统的辐射效率约为 -4.6dB~-3.8dB，并且，在 1.8GHz~1.9GHz 范围内，本实施例提供的天线系统的辐射效率和天线效率均优于本申请图 1 所示的天线系统。

请参见图 34，图 34 为本申请实施例的天线的原理结构示意图。本实施例与本申请图 1 所示天线系统的结构基本相同，其不同之处在于：

30 第二辐射体 12、第三辐射体 13 分别通过双工器 23 连接于同一射频源 RF。第二辐射体 12 通过双工器 23 接收射频源 RF 输出的第一射频信号，第三辐射体 13 通过双工器 23 接收射频源 RF 输出的第二射频信号。在可替代的其它实施方式中，双工器 23 也可以是合路器，在此并不对本申请的保护范围产生限定作用。应可理解，图 34 的方案可以和上述各实施例的方案结合。

本申请还提供了一种电子设备，包括上述任一实施方式涉及的天线系统。

采用仿真软件对本实施例的天线系统进行仿真分析并获得了如图 35 和图 36 所示的效果曲线图。

获取图 35 和图 36 所示的曲线图的仿真效果参数请参考前文中表 1 所示（请结合图 34 理解）。

5 请参见图 35，图 35 为对本实施例的天线系统进行仿真效果模拟获得的 S 参数效果曲线图，图 36 为对本实施例的天线进行仿真效果模拟获得的天线效率曲线图。从图 35 中可以看出，当射频源 RF 激励第二辐射体时，本实施例的天线能够在 1.8GHz 频率产生一个谐振，在该频率工作时，天线的 S21 值为-29dB，当射频源 RF 激励第三辐射体时，本实施例的天线能够在 1.845GHz 产生一个谐振，在该频率工作时，天线的 S21 值为-35dB，可见，本实施例的天线能够在保证高隔离度的同时，使天线产生两个谐振（即双谐振）。并且，从图 35 还可以看出，在 1.785GHz~1.825GHz 以及 1.85GHz~1.925GHz 范围内，本实施例天线的 S11 值小于-6dB。

10 从图 36 可以看出，在 1.75GHz~1.85GHz 范围内，当射频源 RF 激励第二辐射体时，本实施例天线的系统效率约为-6.2dB~-5.5dB，天线的辐射效率约为-4.9dB~-4.5dB，在 1.8GHz~1.95GHz 范围内，当射频源 RF 激励第三辐射体时，本实施例天线的系统效率约为-9.5dB~-5dB，天线的辐射效率约为-4.9dB~-4dB。进一步的，还可以看出，在 1.79GHz~1.825GHz 以及 1.85GHz~1.9GHz 范围内，本实施例的天线的系统效率均大于-6dB，可见，本实施例提供的天线能够实现较好的天线效率带宽。

15 显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变形而不脱离本申请的精神和范围。这样，倘若本申请的这些修改和变形属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变形在内。

## 权利要求书

1.一种天线系统,包括第一天线、第二天线和地板,其特征在于,所述第一天线包括第一辐射体和第二辐射体,所述第二天线包括所述第一辐射体和第三辐射体;

所述第一辐射体的两端分别电连接到所述地板;

所述第二辐射体的第一端与所述第三辐射体的第一端相对远离,并分别连接或耦合于所述第一辐射体,所述第二辐射体的第二端与所述第三辐射体的第二端相对设置,且形成间隙;

其中,所述第二辐射体包括第一馈电连接点,所述天线系统通过所述第一馈电连接点为所述第一天线馈电,所述第三辐射体包括第二馈电连接点,所述天线系统通过所述第二馈电连接点为所述第二天线馈电。

2.如权利要求1所述的天线系统,其特征在于,所述天线系统还包括调节器件,所述调节器件的一端连接于所述第一辐射体,所述调节器件的另一端连接于所述地板;

所述调节器件为电容和/或电感。

3.如权利要求2所述的天线系统,其特征在于,所述第一辐射体、所述第二辐射体、所述第三辐射体和所述间隙形成一非闭合槽,沿所述非闭合槽的长度方向,所述调节器件与所述第一辐射体连接形成的连接点位于所述第一馈电连接点和所述第二馈电连接点之间。

4.如权利要求1~3中任一项所述的天线系统,其特征在于,所述间隙处设有电容,所述电容的两端分别连接于所述第二辐射体的第二端与所述第三辐射体的第二端。

5.如权利要求1~4中任一项所述的天线系统,其特征在于,所述第二辐射体和所述第三辐射体均呈L形。

6.如权利要求1~5中任一项所述的天线系统,其特征在于,所述第二辐射体上开设有一个或多个第一缝隙;和/或所述第三辐射体上开设有一个或多个第二缝隙。

7.如权利要求6所述的天线系统,其特征在于,所述第一缝隙和所述第二缝隙中的至少一个缝隙处设有电容。

8.如权利要求1~7中任一项所述的天线系统,其特征在于,所述第一辐射体与所述地板围合形成一闭合槽,所述闭合槽的长度大于或等于所述第一天线或所述第二天线的 $1/2$ 倍波长且小于所述第一天线或所述第二天线的一倍波长。

9.一种电子设备,其特征在于,包括权利要求1~8中任一项所述的天线系统。

10.如权利要求9所述的电子设备,其特征在于:

所述第一辐射体由所述电子设备的金属边框或嵌设于金属边框内的内嵌金属结构件形成;以及所述第二辐射体和所述第三辐射体均由所述电子设备的金属结构件形成,或,均通过激光直接成型工艺形成于所述电子设备的支架上。

11.如权利要求9所述的电子设备,其特征在于,

所述第一辐射体由所述电子设备的金属边框形成,所述第二辐射体和所述第三辐射体均由所述电子设备中嵌设于所述金属边框内的内嵌金属结构件形成。

12.如权利要求9所述的电子设备,其特征在于,

所述第一辐射体由所述电子设备的金属电池盖或所述电子设备的金属中框形成;以及所述第二辐射体和所述第三辐射体均由所述电子设备的金属边框形成,或均由嵌设于金属边框内的内嵌金属结构件形成,或均通过激光直接成型工艺形成于所述电子设备的支架上。

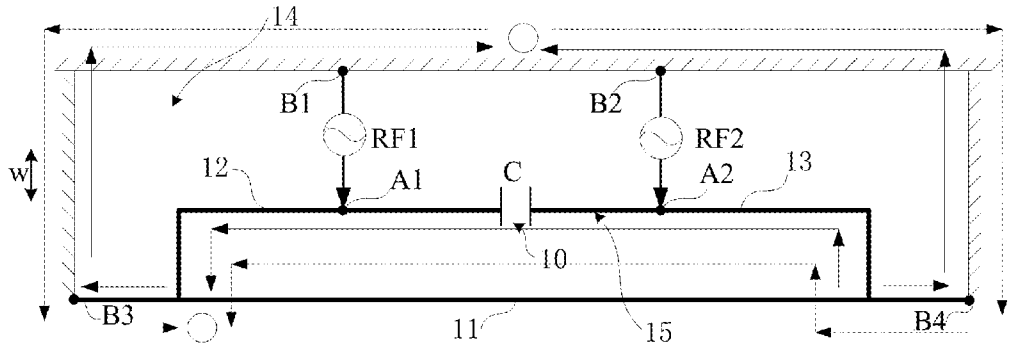


图 1

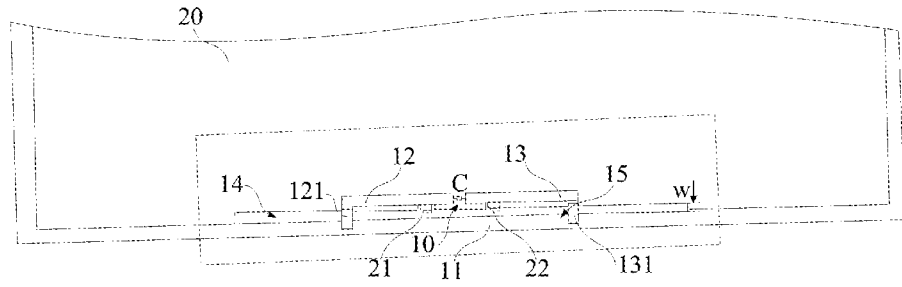


图 2a

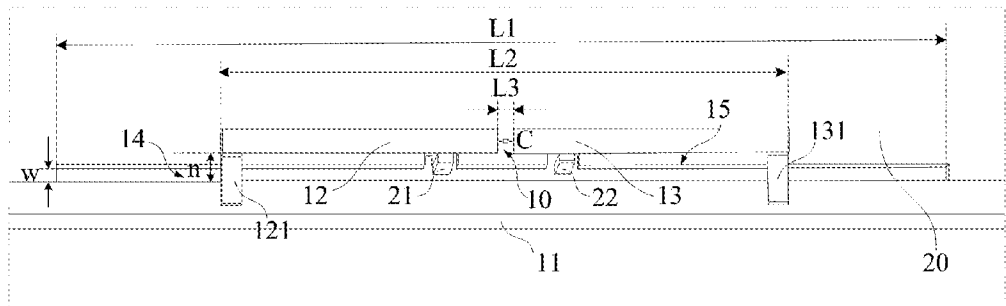


图 2b

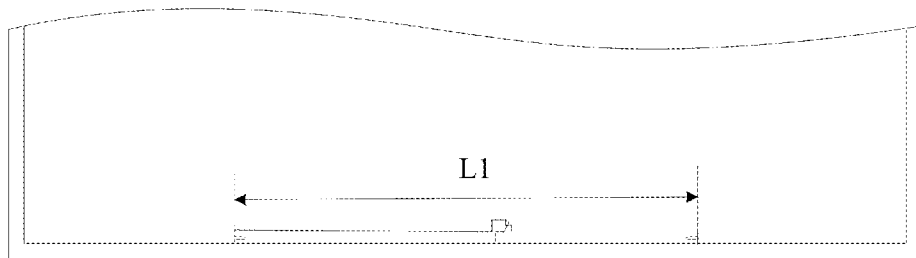


图 3

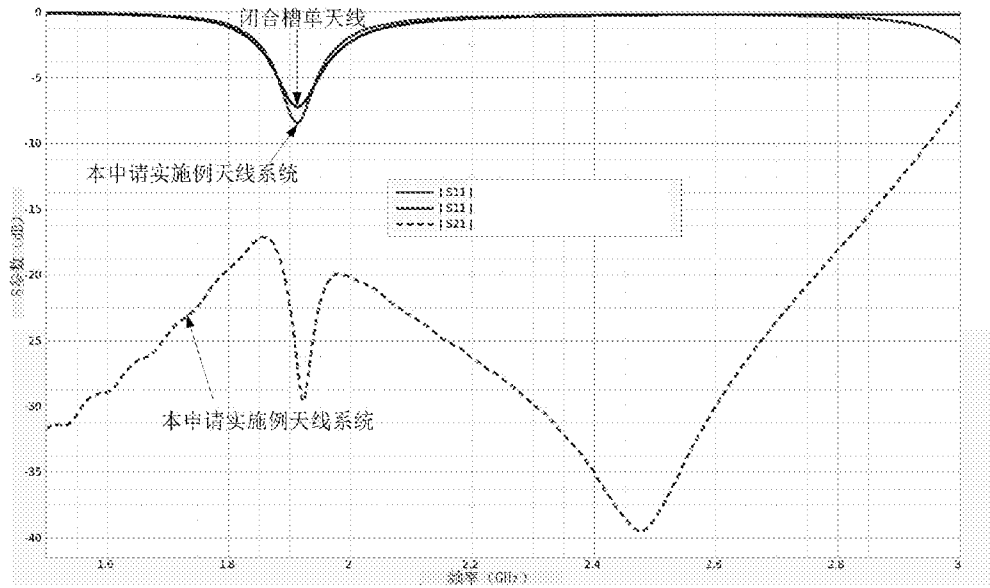


图 4a

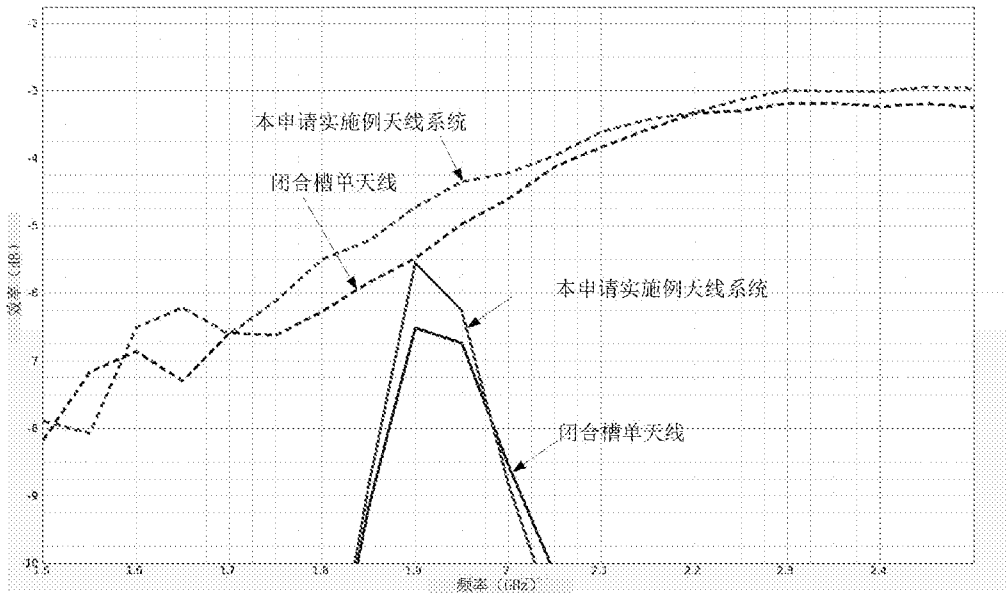


图 4b

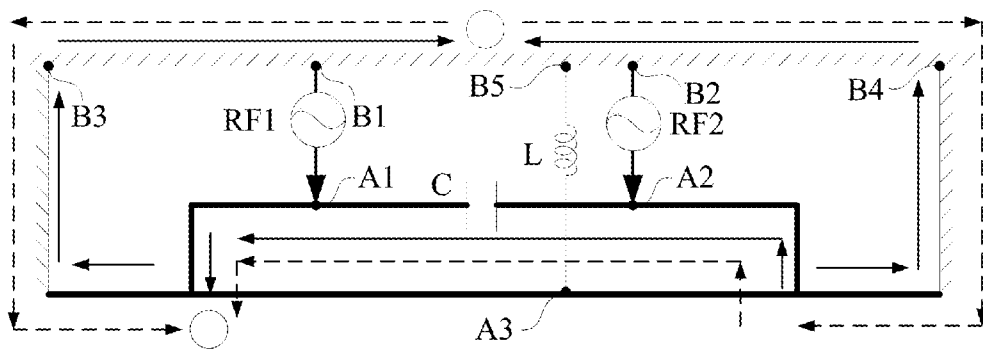


图 5

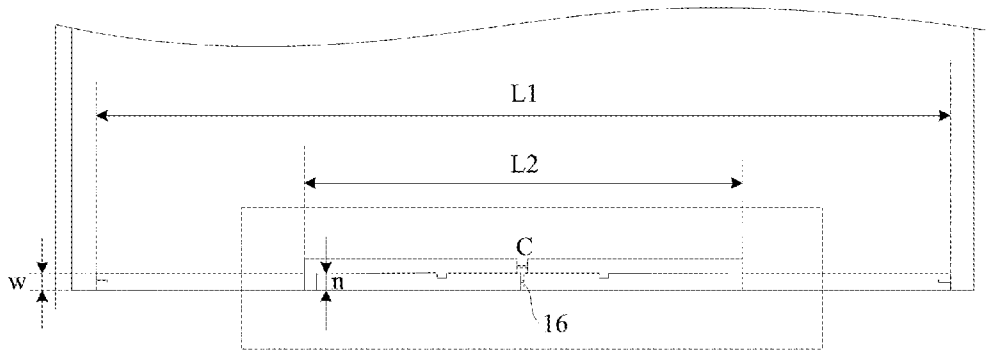


图 6a

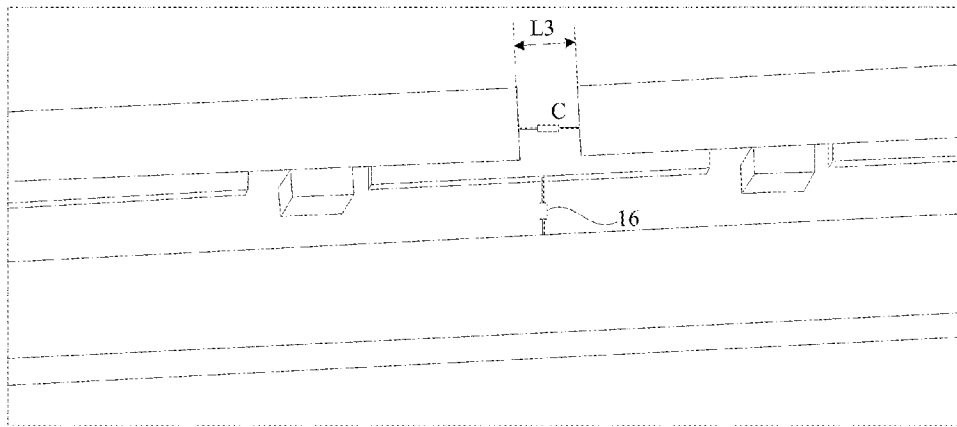


图 6b

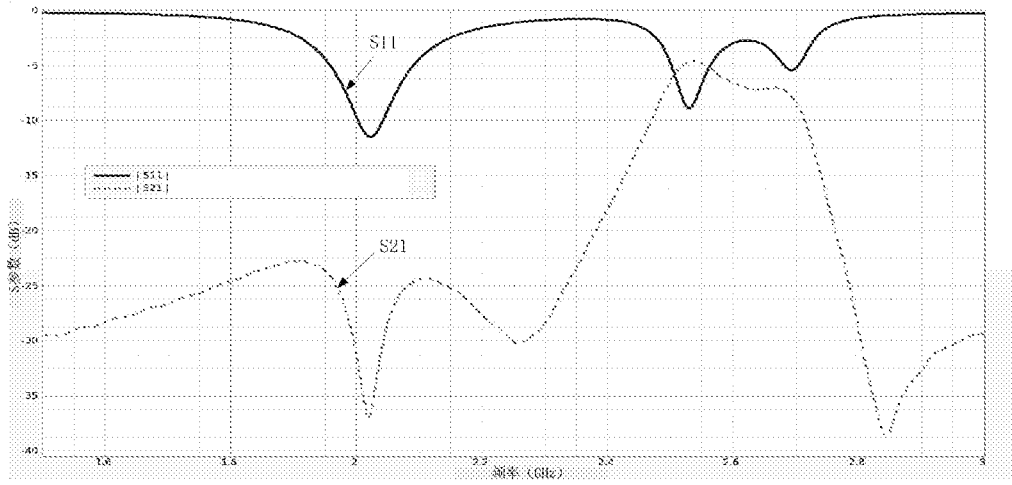


图 7

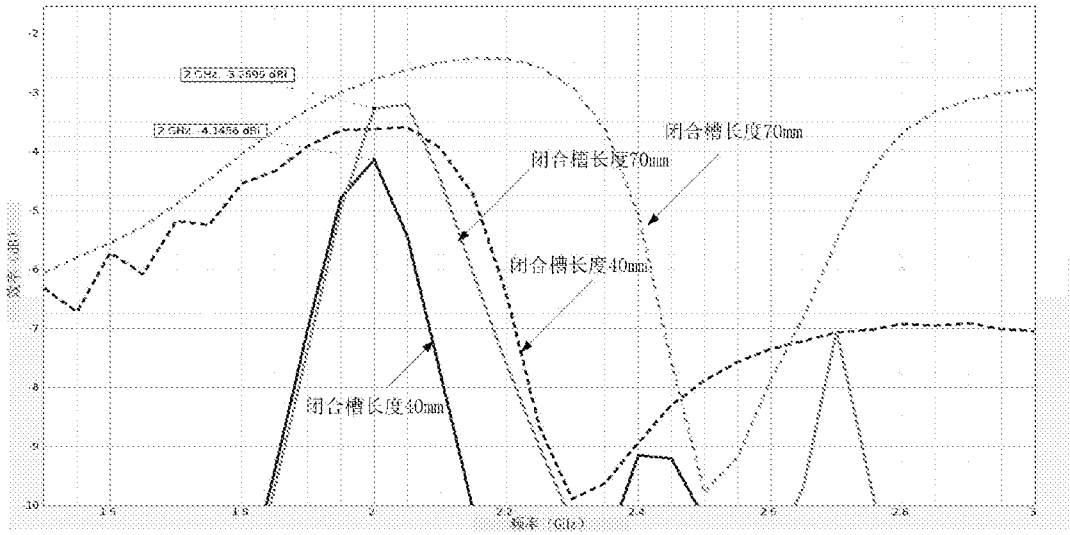


图 8

一种参考设计的闭合槽单天线			本申请实施例天线系统, 闭合槽长度为40mm			本申请实施例天线系统, 闭合槽长度为70mm		
输入功率14dBm	谐振频率	2 GHz	输入功率14dBm	谐振频率=2 GHz	ANT1	输入功率14dBm	谐振频率	2 GHz
归一化效率	FS归一	-5	归一化效率	FS归一	-5	归一化效率	FS归一	-5
归一化SAR值	Back-5mm	1.40	归一化SAR值	Back-5mm	1.37	归一化SAR值	Back-5mm	0.65
	Bottom-5mm	0.51		Bottom-5mm	1.10		Bottom-5mm	0.57

图 9a

图 9b

图 9c

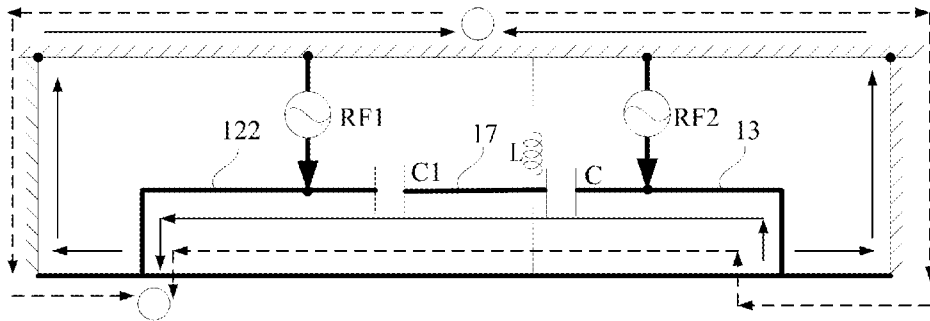


图 10a

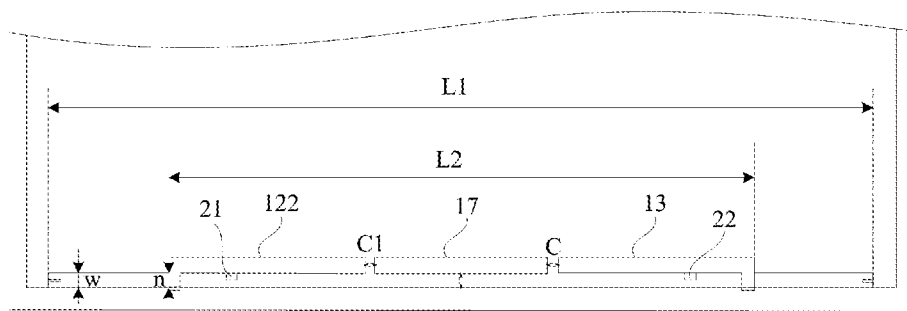


图 10b

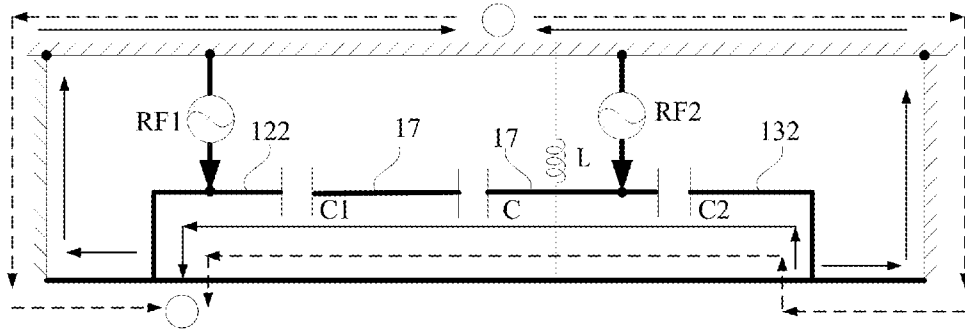


图 10c

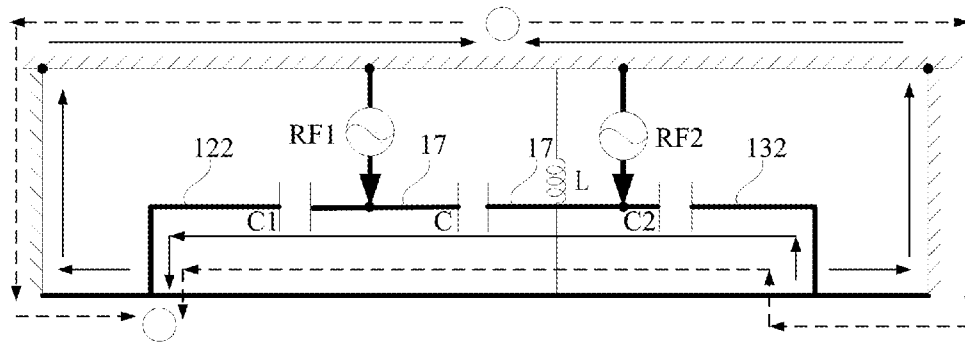


图 11a

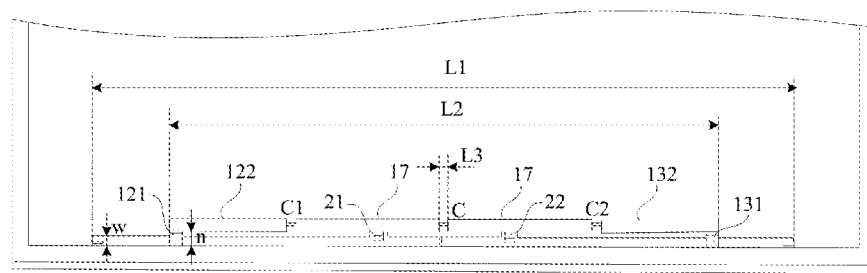


图 11b

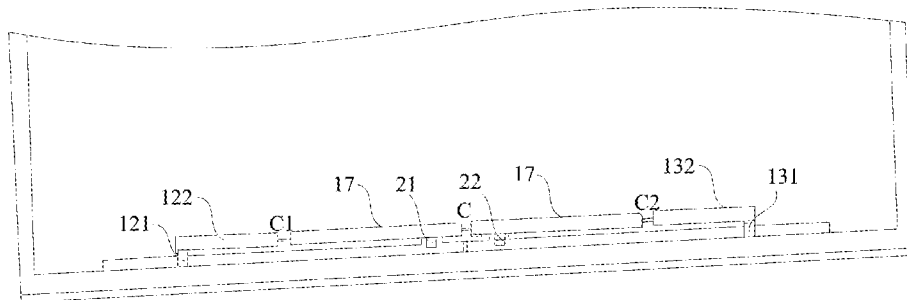


图 11c

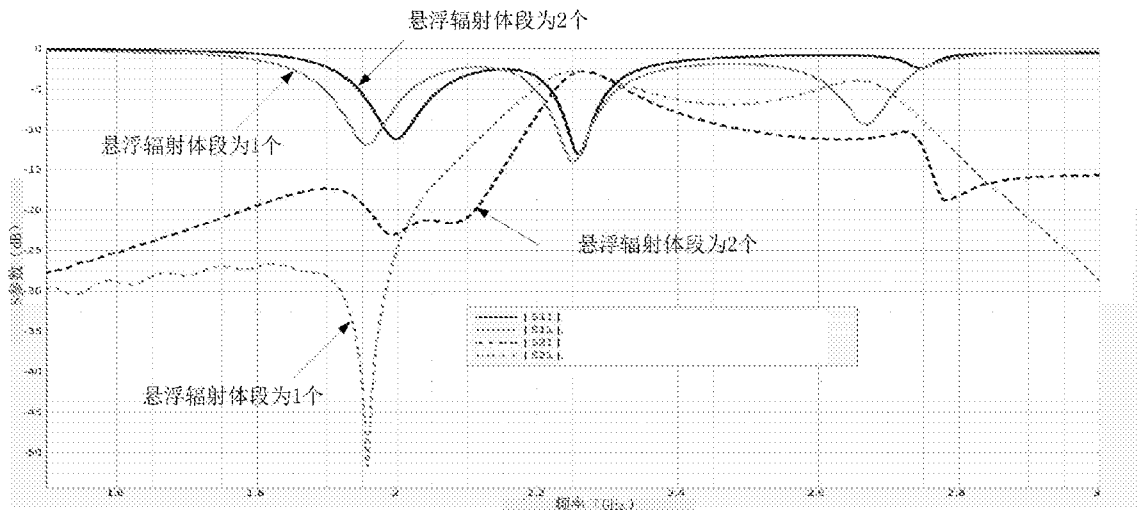


图 12

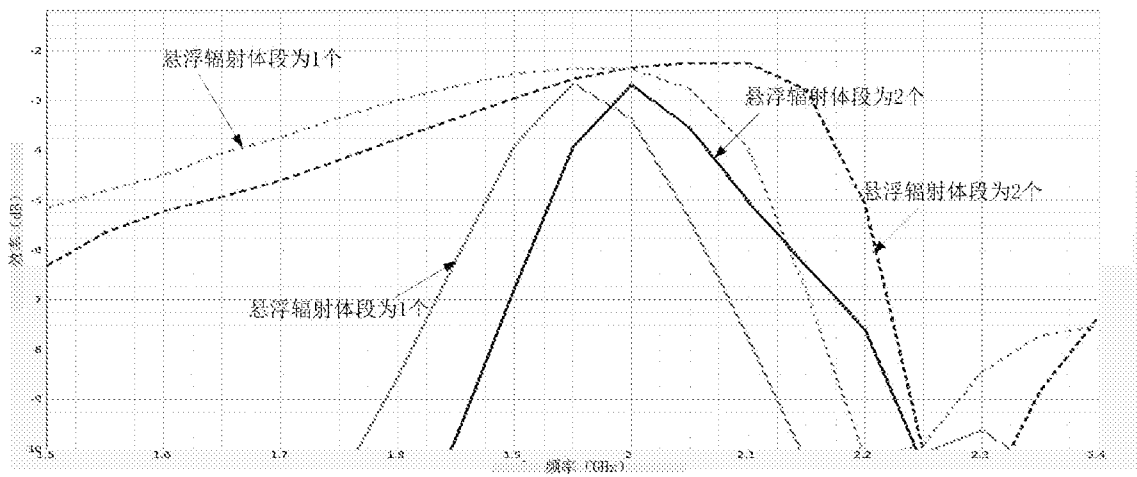


图 13

本申请实施例天线系统（悬浮辐射体段为1个）

输入功率24dBm	馈线频率	1.95 GHz
归一化效率	FS归一	.5
归一化SAR值	Back-5mm	0.56
	Bottom-5mm	0.51

图 14a

本申请实施例天线系统（悬浮辐射体段为2个）

输入功率24dBm	馈线频率	2 GHz	ANT1
归一化效率	FS归一	.5	.5
归一化SAR值	Back-5mm	0.59	
	Bottom-5mm	0.55	

图 14b

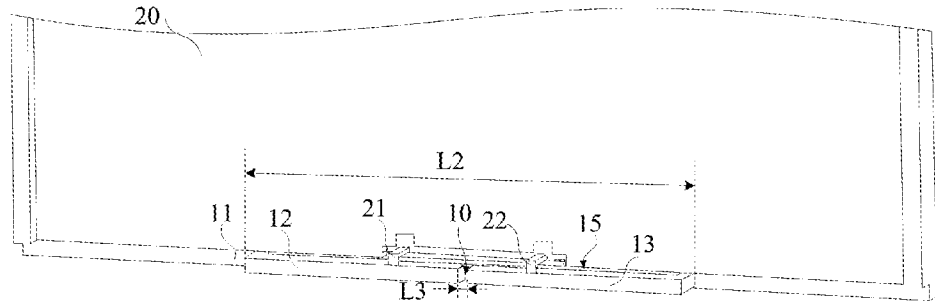


图 15

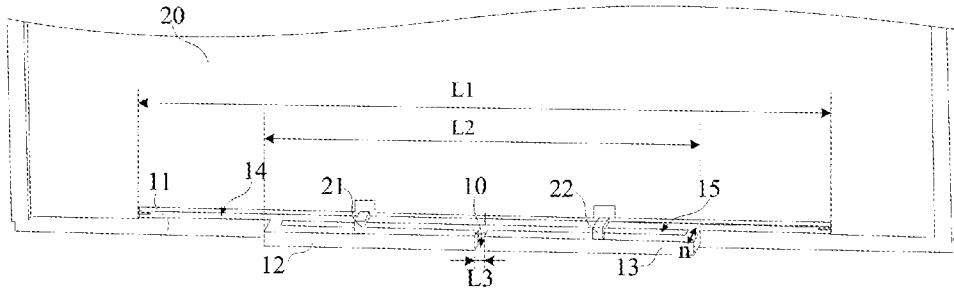


图 16a

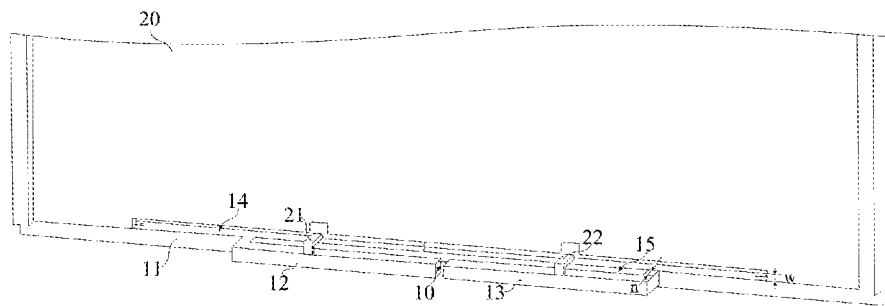


图 16b

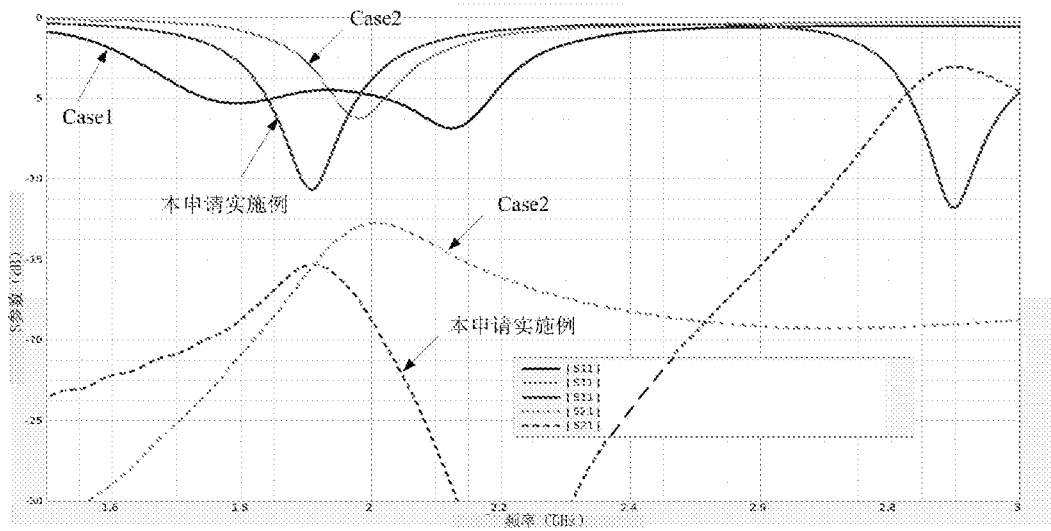


图 17

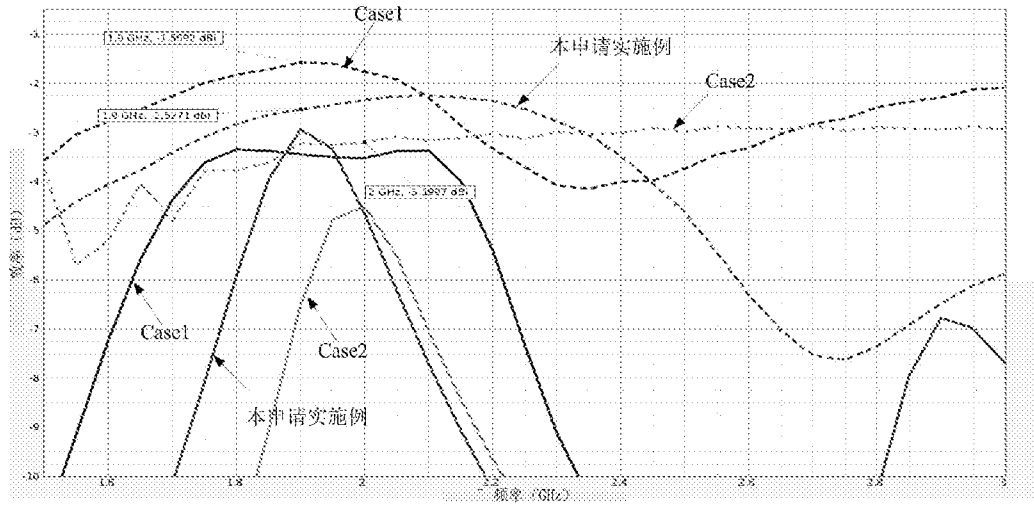


图 18

一种参考设计的开口槽天线形成的单天线 (case1)

输入功率24dBm	谐振频率=1.85 GHz	ANTI
归一化效率	FS归一	.5
归一化SAR值	Back-5mm	0.97
	Bottom-5mm	1.31

图 19a

本申请实施例

输入功率24dBm	谐振频率=1.9 GHz	ANTI
归一化效率	FS归一	.5
归一化SAR值	Back-5mm	0.82
	Bottom-5mm	0.93

图 19b

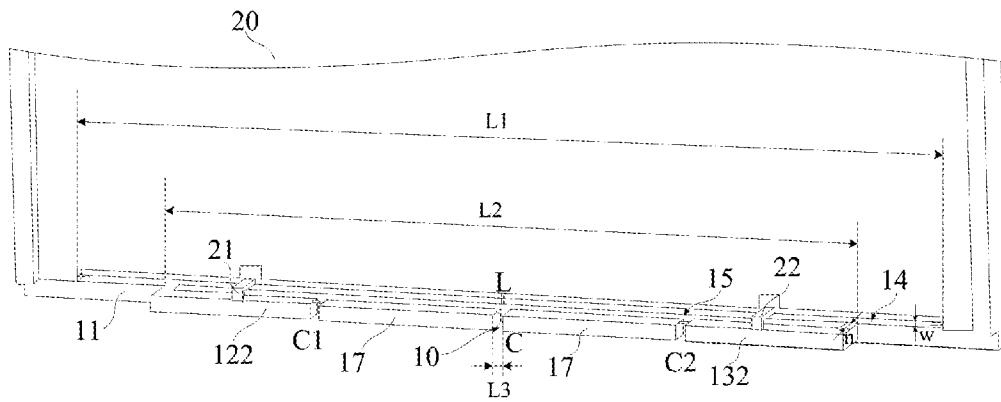


图 20

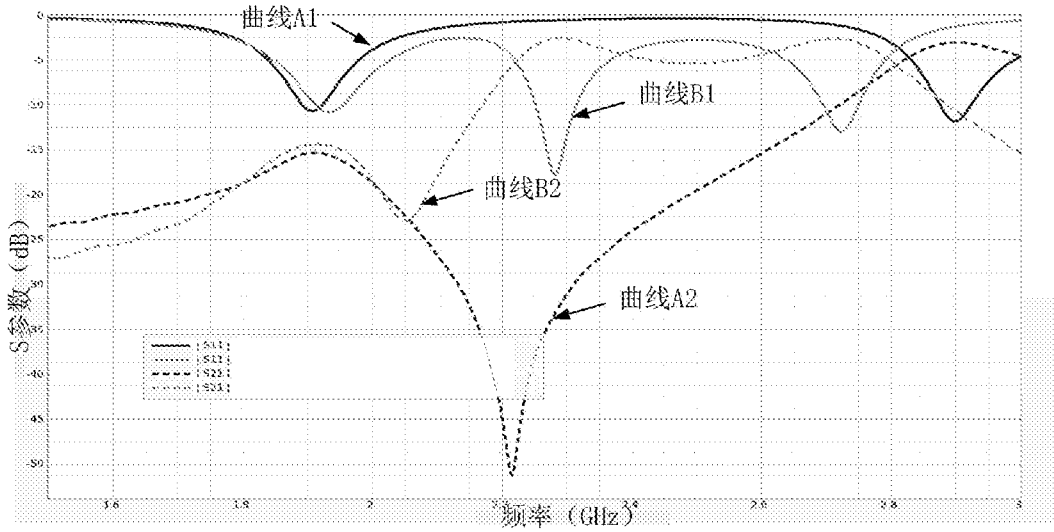


图 21

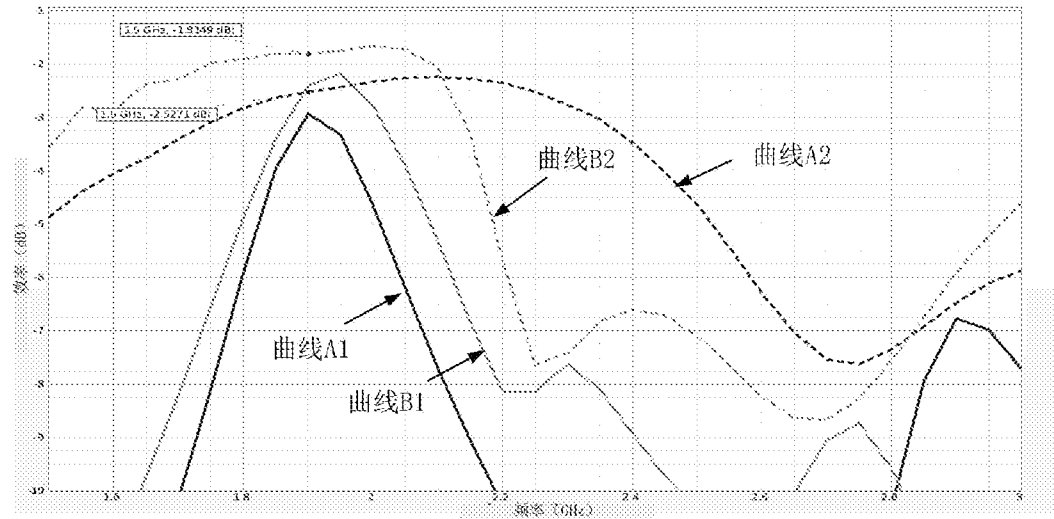


图 22

本申请实施例		
输入功率24dBm	谐振频率=1.9 GHz	ANT1
耦合效率	FS耦合	5
耦合SAR值	Back-5mm	0.52
	Bottom-5mm	0.93

图 23a

本申请实施例		
输入功率24dBm	谐振频率=1.95 GHz	ANT1
耦合效率	FS耦合	5
耦合SAR值	Back-5mm	0.66
	Bottom-5mm	0.57

图 23b

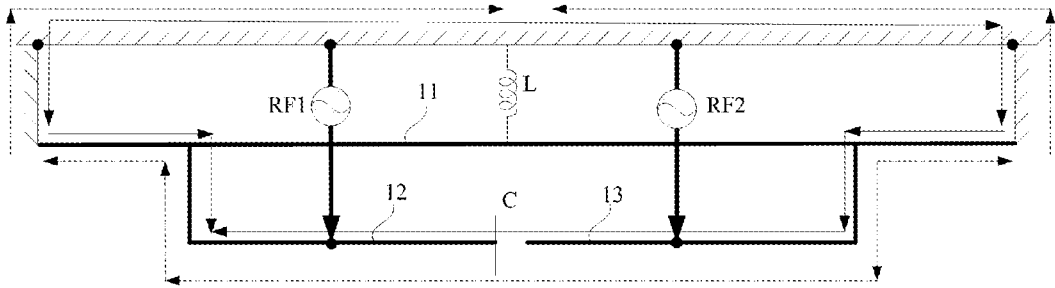


图 24a

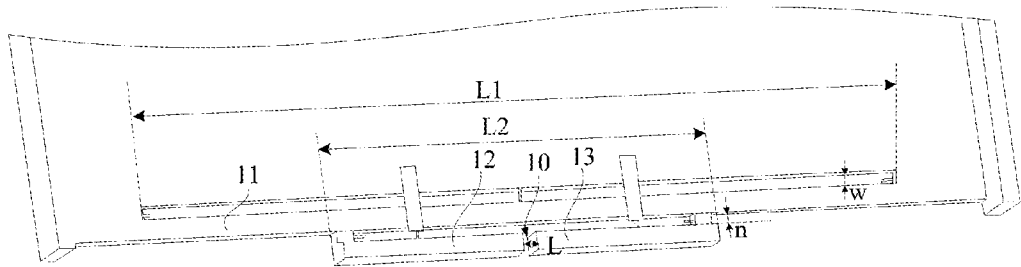


图 24b

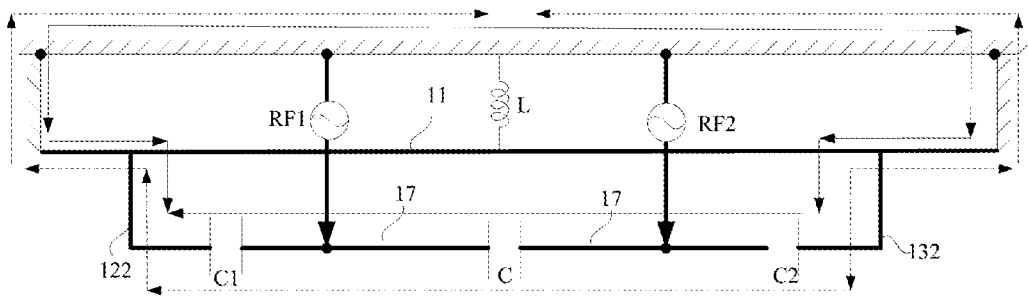


图 25a

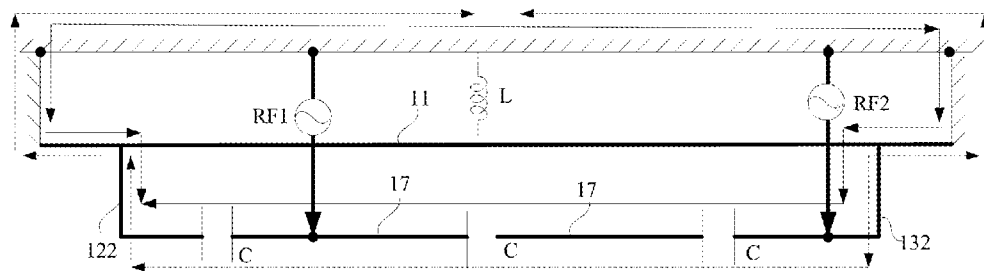


图 25b

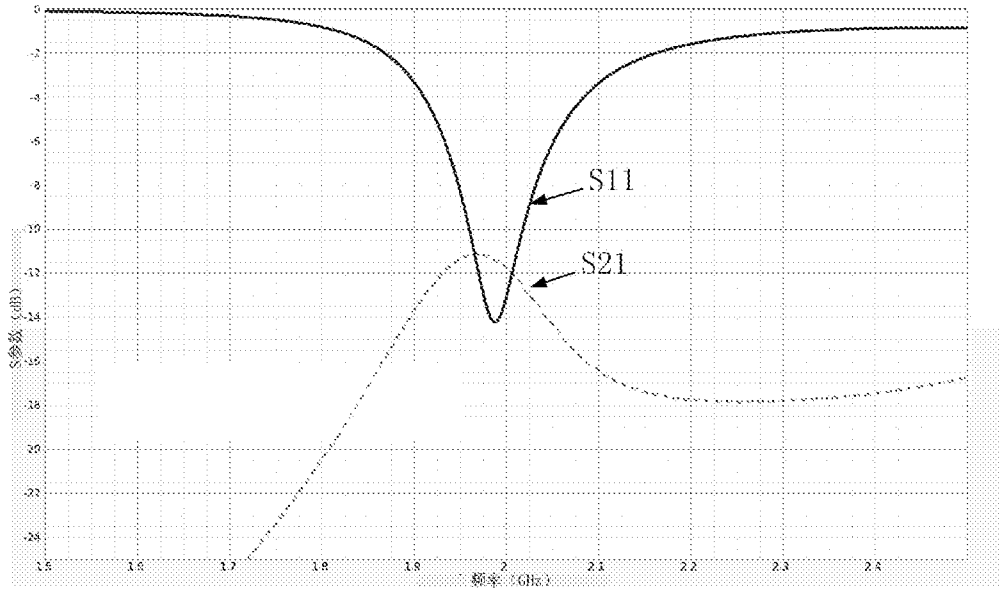


图 26

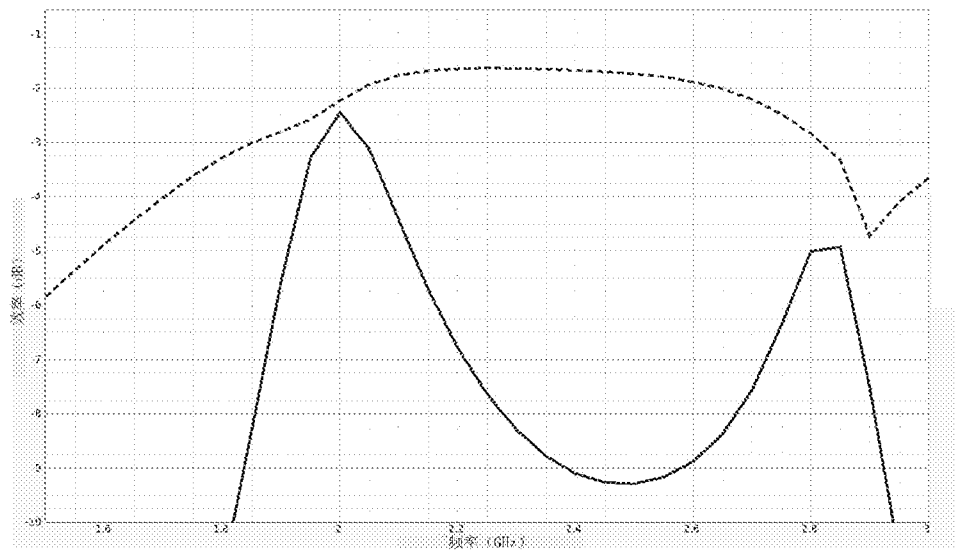


图 27

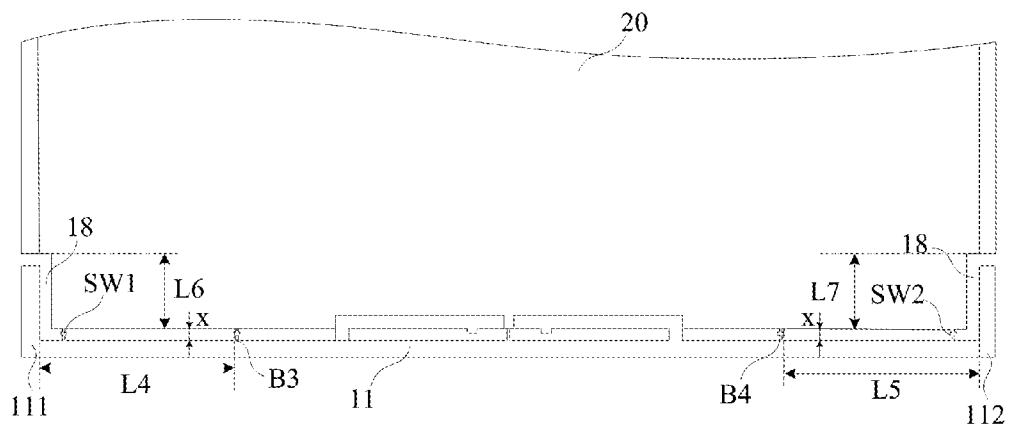


图 28a

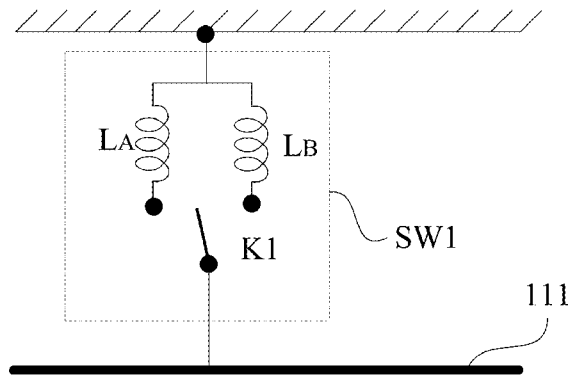


图 28b

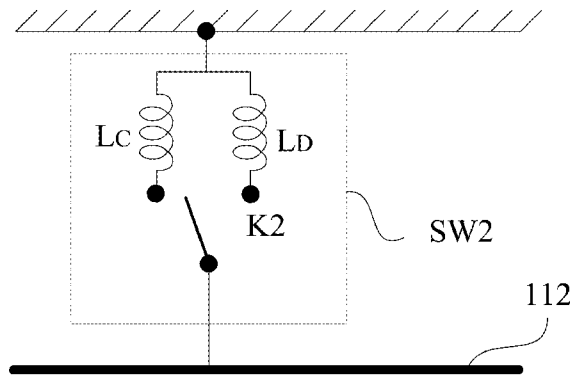


图 28c

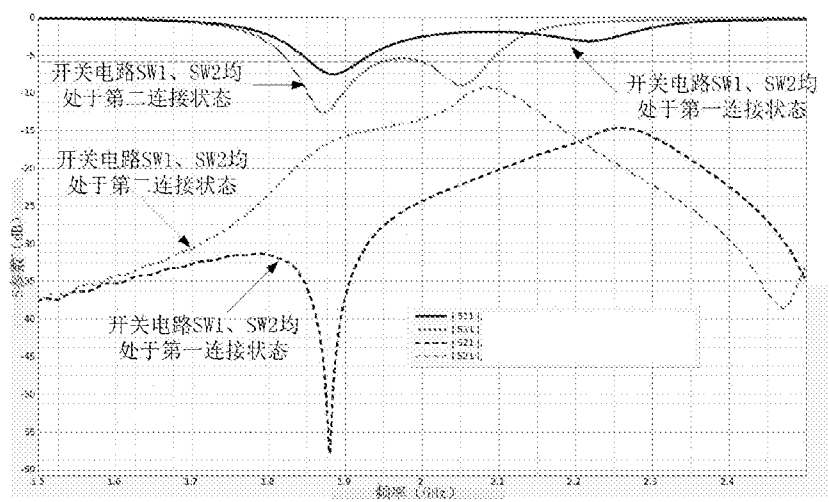


图 29

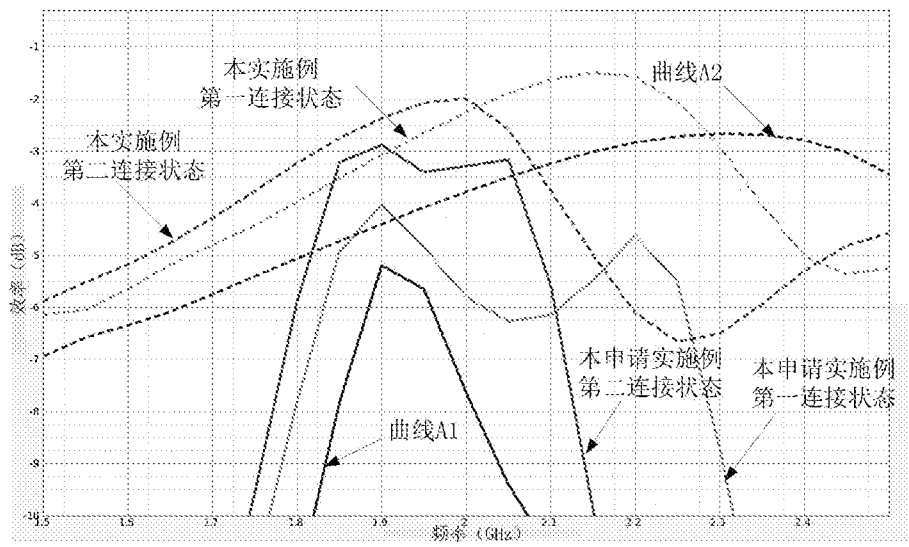


图 30

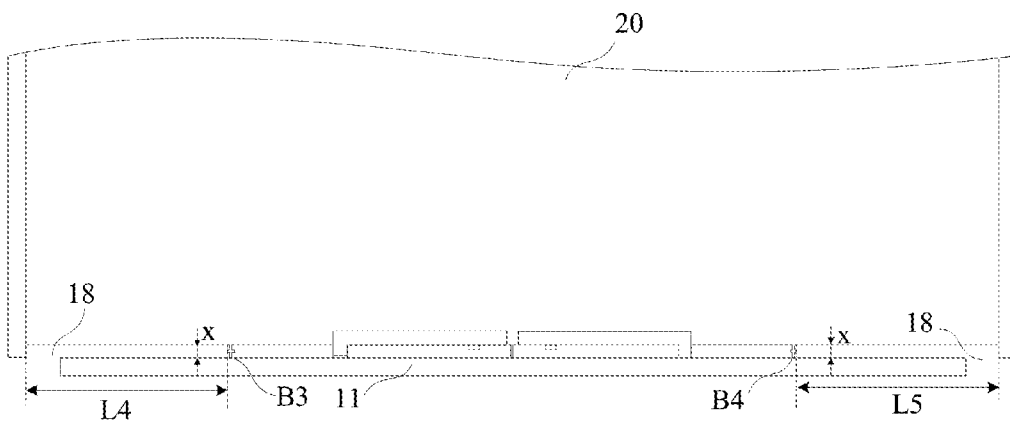


图 31

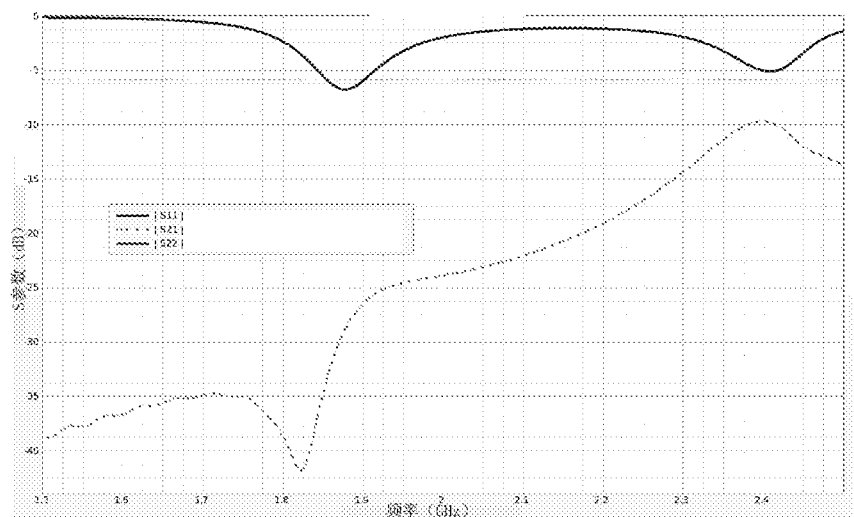


图 32

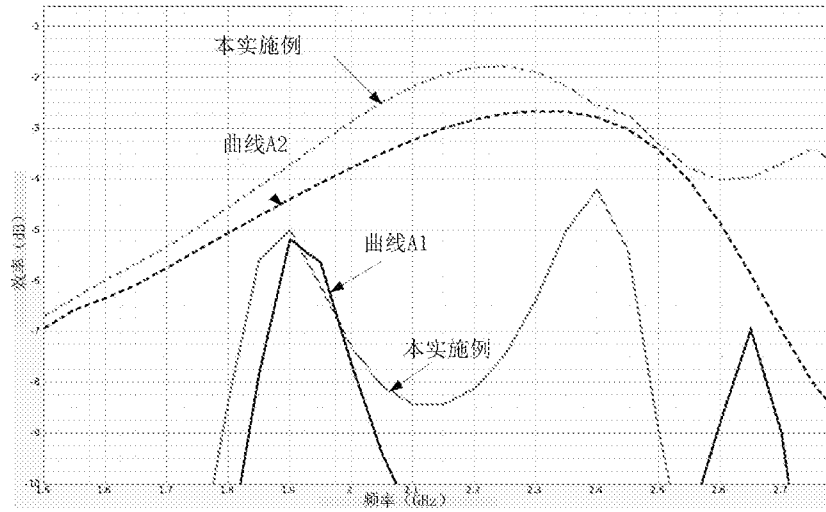


图 33

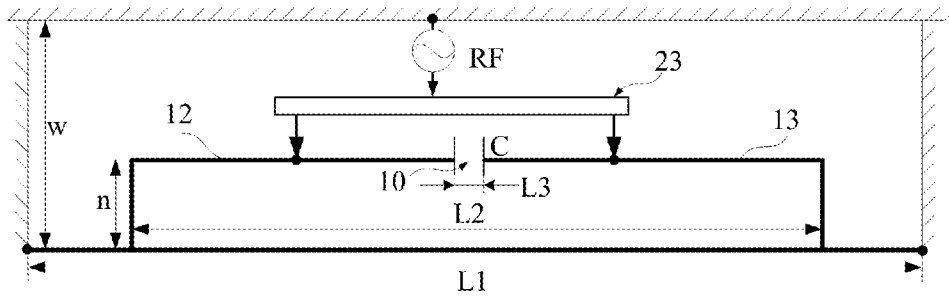


图 34

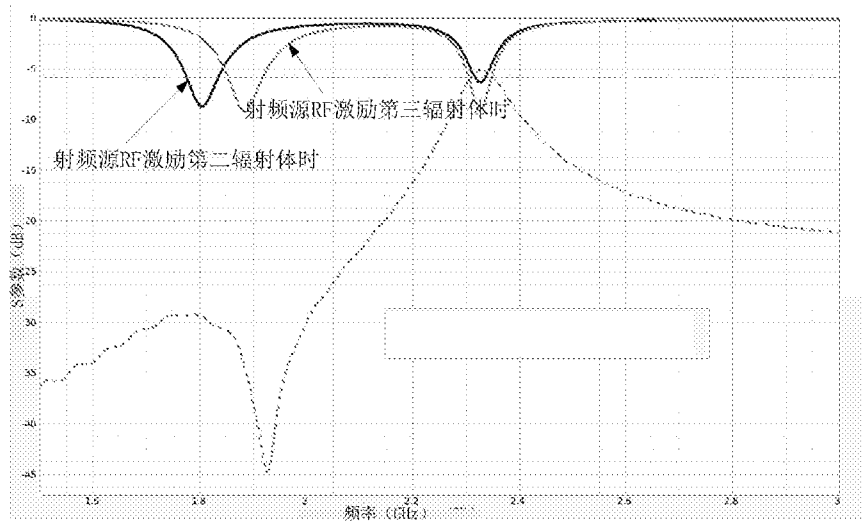


图 35

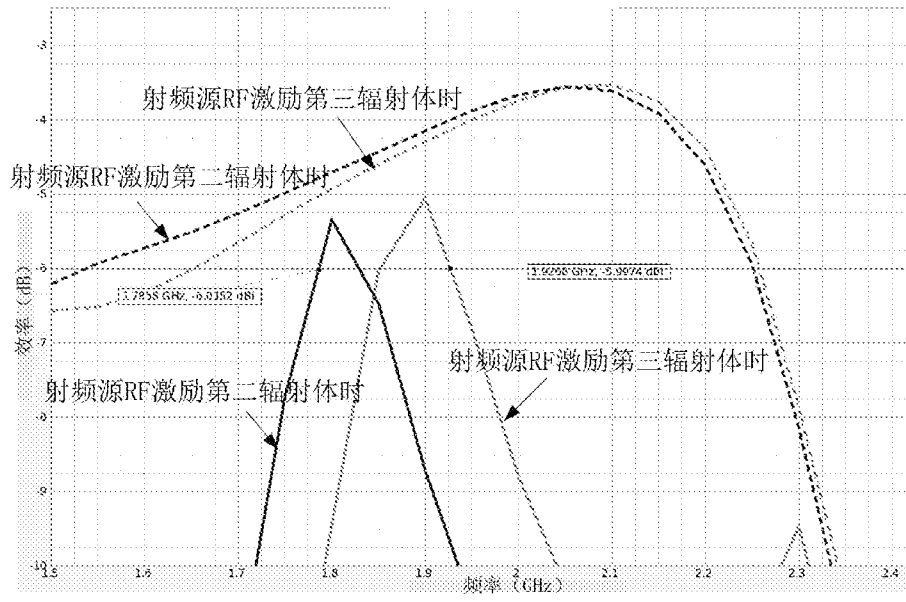


图 36

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/109988

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H01Q 1/52(2006.01)i; H01Q 1/36(2006.01)i; H01Q 13/10(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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, EPODOC, WPI: 天线, 地板, 辐射体, 远离, 间隙, 馈电, 连接点, 调节, 电容, 电感, 闭合槽, 缝隙; antenna, ground, floor, radiator, far, gap, interval, slot, feed, connection point, adjust, capacitance, inductance, closed		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111628298 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 04 September 2020 (2020-09-04) description, paragraphs 0048-0077	1-12
A	CN 111987416 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 November 2020 (2020-11-24) entire document	1-12
A	CN 112086753 A (OPPO GUANGDONG MOBILE TELECOMMUNICATIONS CO., LTD.) 15 December 2020 (2020-12-15) entire document	1-12
A	CN 113224503 A (HONOR TERMINAL CO., LTD.) 06 August 2021 (2021-08-06) entire document	1-12
A	US 2014240190 A1 (WISTRON NEWEB CORP.) 28 August 2014 (2014-08-28) entire document	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "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
14 October 2022		28 October 2022
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**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2022/109988**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111628298	A	04 September 2020	WO	2020173294	A1	03 September 2020
				EP	3916917	A1	04 September 2020
				US	2022140471	A1	05 May 2022
<hr/>							
CN	111987416	A	24 November 2020	None			
<hr/>							
CN	112086753	A	15 December 2020	CN	212277399	U	01 January 2021
				WO	2022068373	A1	07 April 2022
<hr/>							
CN	113224503	A	06 August 2021	WO	2021147666	A1	29 July 2021
<hr/>							
US	2014240190	A1	28 August 2014	TW	201434206	A	01 September 2014
<hr/>							

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H01Q 1/52(2006.01)i; H01Q 1/36(2006.01)i; H01Q 13/10(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>B. 检索领域</b></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, EPODOC, WPI: 天线, 地板, 辐射体, 远离, 间隙, 馈电, 连接点, 调节, 电容, 电感, 闭合槽, 缝隙; antenna, ground, floor, radiator, far, gap, interval, slot, feed, connection point, adjust, capacitance, inductance, closed</p>																				
<p><b>C. 相关文件</b></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>CN 111628298 A (华为技术有限公司) 2020年9月4日 (2020 - 09 - 04) 说明书第0048-0077段</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111987416 A (维沃移动通信有限公司) 2020年11月24日 (2020 - 11 - 24) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112086753 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2020年12月15日 (2020 - 12 - 15) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 113224503 A (荣耀终端有限公司) 2021年8月6日 (2021 - 08 - 06) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014240190 A1 (WISTRON NEWEB CORPORATION) 2014年8月28日 (2014 - 08 - 28) 全文</td> <td>1-12</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	CN 111628298 A (华为技术有限公司) 2020年9月4日 (2020 - 09 - 04) 说明书第0048-0077段	1-12	A	CN 111987416 A (维沃移动通信有限公司) 2020年11月24日 (2020 - 11 - 24) 全文	1-12	A	CN 112086753 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2020年12月15日 (2020 - 12 - 15) 全文	1-12	A	CN 113224503 A (荣耀终端有限公司) 2021年8月6日 (2021 - 08 - 06) 全文	1-12	A	US 2014240190 A1 (WISTRON NEWEB CORPORATION) 2014年8月28日 (2014 - 08 - 28) 全文	1-12
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 111628298 A (华为技术有限公司) 2020年9月4日 (2020 - 09 - 04) 说明书第0048-0077段	1-12																		
A	CN 111987416 A (维沃移动通信有限公司) 2020年11月24日 (2020 - 11 - 24) 全文	1-12																		
A	CN 112086753 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2020年12月15日 (2020 - 12 - 15) 全文	1-12																		
A	CN 113224503 A (荣耀终端有限公司) 2021年8月6日 (2021 - 08 - 06) 全文	1-12																		
A	US 2014240190 A1 (WISTRON NEWEB CORPORATION) 2014年8月28日 (2014 - 08 - 28) 全文	1-12																		
<p><input 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:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年10月14日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年10月28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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>彭亮</p> <p>电话号码 86-10-53961652</p>																		

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/109988

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	111628298	A	2020年9月4日	WO	2020173294	A1	2020年9月3日
				EP	3916917	A1	2020年9月4日
				US	2022140471	A1	2022年5月5日
-----							
CN	111987416	A	2020年11月24日	无			
-----							
CN	112086753	A	2020年12月15日	CN	212277399	U	2021年1月1日
				WO	2022068373	A1	2022年4月7日
-----							
CN	113224503	A	2021年8月6日	WO	2021147666	A1	2021年7月29日
-----							
US	2014240190	A1	2014年8月28日	TW	201434206	A	2014年9月1日
-----							