



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114914665 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 16

(21) 申请号 202110172915.0

(22) 申请日 2021.02.08

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 张晓璐 张琛 李肖峰 秦江弘

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

专利代理师 潘平

(51) Int. Cl.

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 1/48 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

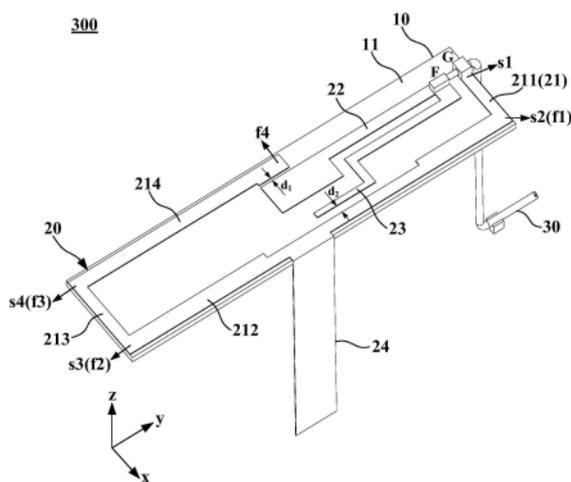
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

(54) 发明名称

一种天线及终端设备

(57) 摘要

本申请提供了一种天线及终端设备,以拓宽终端设备的工作频段。天线包括介质基板、辐射体、馈电端和接地端,辐射体设置于介质基板上,辐射体包括第一枝节、第二枝节、第三枝节及第四枝节,其中:第一枝节呈开口环形,第一枝节的首端与接地端电性连接;第二枝节的首端与馈电端电性连接,第二枝节的末端与第一枝节的末端耦合连接;第三枝节的首端与馈电端电性连接,第三枝节的末端与第一枝节耦合连接;第四枝节的首端与第一枝节连接,第四枝节的末端接地设置。



1. 一种天线,其特征在于,包括介质基板、辐射体、馈电端和接地端,所述辐射体设置于所述介质基板上,所述辐射体包括第一枝节、第二枝节、第三枝节及第四枝节,其中:

所述第一枝节呈开口环形,所述第一枝节的首端与所述接地端电性连接;

所述第二枝节的首端与所述馈电端电性连接,所述第二枝节的末端与所述第一枝节的末端耦合连接;

所述第三枝节的首端与所述馈电端电性连接,所述第三枝节的末端与所述第一枝节耦合连接;

所述第四枝节的首端与所述第一枝节连接,所述第四枝节的末端接地设置。

2. 如权利要求1所述的天线,其特征在于,所述第一枝节包括依次连接的第一连接部、第二连接部、第三连接部及第四连接部,所述第一连接部的端部与所述第四连接部的端部间隔设置形成所述开口环的开口,所述第一连接部的端部为所述第一枝节的首端,所述第四连接部的端部为所述第一枝节的末端。

3. 如权利要求2所述的天线,其特征在于,所述第一连接部与所述第三连接部平行设置,且所述第一连接部与所述第三连接部分别沿第一方向延伸;所述第二连接部与所述第四连接部平行设置,且所述第二连接部与所述第四连接部分别沿第二方向延伸,所述第二方向不同于所述第一方向。

4. 如权利要求3所述的天线,其特征在于,所述第二枝节沿所述第二方向延伸,所述第二枝节的末端一段与所述第四连接部的末端一段相对设置且具有第一间隙。

5. 如权利要求4所述的天线,其特征在于,所述第四连接部的末端一段设置有第一凸出部,所述第一凸出部位于所述第四连接部朝向所述第二枝节的一侧。

6. 如权利要求4或5所述的天线,其特征在于,所述第二枝节的末端一段设置有第二凸出部,所述第二凸出部位于所述第二枝节背向所述第四连接部的一侧。

7. 如权利要求3~6任一项所述的天线,其特征在于,所述第三枝节包括依次连接的第一分支、第二分支、第三分支及第四分支,所述第一分支沿所述第一方向设置,且所述第一分支位于所述第二枝节靠近所述第二连接部的一侧;所述第二分支沿所述第二方向延伸;所述第三分支沿所述第一方向延伸,且所述第三分支位于所述第二分支靠近所述第二连接部的一侧;所述第四分支沿所述第二方向延伸,且所述第四分支与所述第二连接部之间具有第二间隙。

8. 如权利要求7所述的天线,其特征在于,所述第四分支的中点在所述第二连接部朝向所述第四连接部的一面具有投影点,所述投影点与所述第一连接部之间的电长度为所述第一枝节的电长度的1/3。

9. 如权利要求1~8任一项所述的天线,其特征在于,所述第一枝节、所述第二枝节及所述第三枝节设置于所述介质基板的第一面。

10. 如权利要求1~9任一项所述的天线,其特征在于,所述第四枝节沿所述介质基板的厚度方向延伸设置。

11. 如权利要求1~10任一项所述的天线,其特征在于,所述天线通过所述第一枝节与所述第二枝节产生第一谐振频率;

所述天线通过所述第四枝节与所述第一枝节产生第二谐振频率;

所述天线通过所述第三枝节与所述第一枝节产生第三谐振频率;

所述天线通过所述第一枝节与所述第二枝节产生第四谐振频率。

12. 如权利要求11所述的天线,其特征在于,所述第一谐振频率为0.6GHz~0.7GHz,所述第二谐振频率为0.7GHz~0.8GHz,所述第三谐振频率为0.8GHz~0.96GHz,所述第四谐振频率为1.427GHz-1.517GHz。

13. 一种终端设备,其特征在于,包括电路板、馈电传输线以及如权利要求1~12任一项所述的天线,所述电路板设置有射频收发电路,所述馈电传输线的一端与所述射频收发电路连接,另一端与所述馈电端连接。

14. 如权利要求13所述的终端设备,其特征在于,所述电路板包括地层,所述第四枝节的末端与所述地层连接。

一种天线及终端设备

技术领域

[0001] 本申请涉及终端设备技术领域,尤其涉及到一种天线及终端设备。

背景技术

[0002] 客户终端设备(customer premise equipment,CPE)作为一种无线宽带接入设备,可以将基站发出的信号转换成智能手机、平板电脑、笔记本电脑等移动终端通用的WiFi信号,并可以同时支持多个移动终端上网。目前,随着5G技术的发展,CPE产品新增0.6GHz频段的覆盖需求,然而现有Sub-3G天线方案只支持0.7GHz~0.9GHz频段,无法满足产品的频段覆盖需求。基于此,如何拓宽CPE产品的工作频段,是目前亟待解决的技术问题。

发明内容

[0003] 本申请提供了一种天线及终端设备,用以拓宽终端设备的工作频段,提高终端设备的工作性能。

[0004] 第一方面,本申请提供了一种天线,该天线可包括介质基板、辐射体、馈电端及接地端,辐射体可设置在介质基板上,辐射体可通过馈电端接收及发送射频电流信号。具体设置时,辐射体可包括第一枝节、第二枝节、第三枝节及第四枝节,其中,第一枝节可呈开口环形,第一枝节的首端与接地端电性连接;第二枝节的首端可与馈电端电性连接,第二枝节的末端与第一枝节的末端可通过电容结构耦合连接,以使第二枝节上的电流信号能够耦合至第一枝节;第三枝节的首端与馈电端电性连接,第三枝节的末端与第一枝节也可通过电容结构耦合连接,从而实现第一枝节的耦合馈电;第四枝节的首端与第一枝节电性连接,第四枝节的末端则接地设置。

[0005] 本申请提供的天线通过将第一枝节与接地端连接,在第二枝节与第三枝节的首端进行馈电,并在第一枝节上连接接地设置的第四枝节,可以产生四个工作模式,分别为第一枝节的末端与第二枝节的末端相互耦合形成的左右手复合天线模式,由第四枝节到第一枝节的末端的 $1/4\lambda$ 模式,第三枝节给第一枝节馈电激励起的第一枝节的 $3/4$ 波长模式,以及第一枝节与第二枝节的形成的环形天线模式。通过该四个工作模式,天线可以实现在0.6GHz~0.96GHz频段、以及1.427GHz-1.517GHz频段内的连续覆盖,从而可以拓宽终端设备的工作频段,提高终端设备的工作性能。

[0006] 其中,辐射体可以通过印刷、光刻等方式形成在介质基板上,这样可以简化天线的制作工艺。或者,辐射体也可以采用冲压、切割等工艺成型后,再粘接固定于介质基板上。另外,介质基板可以为硬质基板,也可以为软质基板,或者还可以为软硬结合基板。

[0007] 在一些可能的实施方式中,第一枝节的开口环的形状可以为矩形、圆形、长圆形或者其它一些规则或者不规则的形状,具体可以根据介质基板的形状进行设置,本申请对此不作限制。

[0008] 以第一枝节为矩形开口环为例,第一枝节可以包括依次连接的第一连接部、第二连接部、第三连接部及第四连接部,第一连接部的端部与第四连接部的端部间隔设置形成

开口环的开口,此时,第一连接部的端部可形成第一枝节的首端,第四连接部的端部可形成第一枝节的末端。此时,第一连接部与第三连接部平行设置,且第一连接部与第三连接部可分别沿第一方向延伸;第二连接部与第四连接部平行设置,且第二连接部与第四连接部可分别沿第二方向延伸,应当理解的是,第二方向不同于第一方向。采用这种设计,第一枝节的形状较为规整,有利于提高天线的结构紧凑性。

[0009] 在一个具体的实施方式中,第二枝节可以沿第二方向延伸,第二枝节的末端可以位于第四连接部与第二连接部之间,这样可以使天线的结构更加紧凑。第二枝节的末端一段与第四连接部的末端一段可以平行设置且具有第一间隙,这样,第二枝节上的电流信号即可以通过第一间隙耦合至第一枝节。

[0010] 在另一个具体的实施方式中,第二枝节的末端也可以位于第四连接部背离第二连接部的一侧,此时,第二枝节的末端一段与第四连接部的末端一段也可以平行设置并形成有一定的间隙,以使第二枝节上的电流信号即可以通过该间隙耦合至第一枝节。

[0011] 在一些可能的实施方式中,第四连接部的末端一段可以设置有第一凸出部,该第一凸出部可位于第四连接部朝向第二枝节的一侧。第一凸出部可以调节天线的阻抗匹配,有利于使天线获得更高的增益。

[0012] 在一些可能的实施方式中,第二枝节的末端一段可以设置有第二凸出部,该第二凸出部可位于第二枝节背向第四连接部的一侧。类似地,第二凸出部也可以调节天线的阻抗匹配,有利于使天线获得更高的增益。

[0013] 在一些可能的实施方式中,第三枝节可以设置于第二枝节与第二连接部之间,这样可以使得天线的结构更加紧凑,有利于减小天线在终端设备内的占用空间。

[0014] 具体设计时,第三枝节可包括依次连接的第一分支、第二分支、第三分支及第四分支,其中,第一分支沿第一方向设置,且第一分支位于第二枝节靠近第二连接部的一侧;第二分支沿第二方向延伸;第三分支沿第一方向延伸,第三分支位于第二分支靠近第二连接部的一侧;第四分支沿第二方向延伸,第四分支与第二连接部之间具有第二间隙,第四分支与第二连接部之间可通过第二间隙形成分布式电容耦合结构,从而使第三枝节上的电流信号能够通过第二间隙耦合至第一枝节。

[0015] 在一些可能的实施方式中,第四分支的中点在第二连接部朝向第四连接部的一面具有投影点,该投影点与第一连接部之间的电长度为第一枝节的电长度的 $1/3$ 。采用这种设计,馈电端在第三枝节的首端为天线馈入射频电流信号,第三枝节的末端在投影点附近给第一枝节耦合馈电,从而激励起第一枝节的 $3/4\lambda$ 模式。

[0016] 在一些可能的实施方式中,第一枝节、第二枝节、第三枝节均可以设置于介质基板的第一面,这样有利于降低各个枝节在介质基板上的定位难度,简化天线的制作工艺。

[0017] 在一些可能的实施方式中,第四枝节可以沿介质基板的厚度方向延伸设置,以减小天线在垂直于介质基板的厚度方向的横截面积,便于天线在终端设备内部的安装。

[0018] 在一些可能的实施方式中,天线通过所述第一枝节与所述第二枝节产生第一谐振频率;天线通过所述第四枝节与所述第一枝节产生第二谐振频率;天线通过所述第三枝节与所述第一枝节产生第三谐振频率;天线通过所述第一枝节与所述第二枝节产生第四谐振频率。

[0019] 在一个具体的实施方式中,天线在第一枝节与第二枝节相互耦合的左右手复合模

式下产生第一谐振频率,天线在第四枝节到第一枝节的末端的1/4波长模式下产生第二谐振频率,天线在第三枝节耦合馈电激励起的第一枝节的3/4波长模式下产生第三谐振频率,天线在第一枝节与第二枝节形成的环形天线模式下产生第四谐振频率。

[0020] 其中,第一谐振频率大致为0.6GHz~0.7GHz,第二谐振频率大致为0.7GHz~0.8GHz,第三谐振频率大致为0.8GHz~0.96GHz,第四谐振频率大致为1.427GHz-1.517GHz。可以看出,通过前三个谐振模式,天线可以实现在0.6GHz~0.96GHz频段内的连续覆盖,通过第四个谐振模式,天线可以实现在1.427GHz-1.517GHz频段的覆盖,继而可以拓宽终端设备的工作频段,提高终端设备的工作性能。

[0021] 第二方面,本申请还提供了一种终端设备,该终端设备包括电路板、馈电传输线以及前述任一可能的实施方案中的天线,其中,电路板上设置有射频收发电路,辐射体可通过馈电传输线与射频收发电路电性连接,以将射频收发电路经馈电传输线馈入天线的电流能量转化为电磁能量辐射出去,以及将天线接收的电磁能量转化为电流能量经馈电传输线传送到射频收发电路,使终端设备实现信号收发功能。该终端设备可以在相对较宽的工作频段内进行信号收发,可以适用于多用应用场景。

[0022] 在一些可能的实施方式中,电路板可以为多层板,在电路板的多层结构中,可以包括一个或多个地层,天线的第四枝节具体可以通过与地层连接实现接地,这时,天线可以通过第四枝节支撑在电路板上,从而既能实现天线在终端设备内部的固定,又能方便地实现第四枝节的接地方案。

附图说明

[0023] 图1为本申请实施例提供的终端设备的局部结构示意图;

[0024] 图2为本申请实施例提供的天线的结构示意图;

[0025] 图3a为右手传输线的等效电路图;

[0026] 图3b为左手传输线的等效电路图;

[0027] 图3c为左右手复合传输线的等效电路图;

[0028] 图4为天线在第一工作模式下辐射体上的电流分布情况示意图;

[0029] 图5为图4中A处的局部放大图;

[0030] 图6为天线在第二工作模式下辐射体上的电流分布情况示意图;

[0031] 图7为天线在第三工作模式下辐射体上的电流分布情况示意图;

[0032] 图8为图7中B处的局部放大图;

[0033] 图9为天线在第四工作模式下辐射体上的电流分布情况示意图;

[0034] 图10为本申请实施例提供的天线的S参数曲线图;

[0035] 图11为本申请实施例提供的天线的天线效率曲线图;

[0036] 图12为本申请实施例提供的天线调试后的S参数曲线图;

[0037] 图13为本申请实施例提供的天线调试后的天线效率曲线图。

[0038] 附图标记:

[0039] 1-终端设备;100-壳体;200-电路板;300-天线;10-介质基板;20-辐射体;

[0040] 30-馈点传输线;21-第一枝节;22-第二枝节;23-第三枝节;24-第四枝节;

[0041] 211-第一连接部;212-第二连接部;213-第三连接部;214-第四连接部;2141-第一

凸出部；

[0042] 221-第二凸出部；231-第一分支；232-第二分支；233-第三分支；234-第四分支。

具体实施方式

[0043] 为了方便理解本申请实施例提供的天线，下面首先说明一下其应用场景。本申请实施例提供的天线可应用于终端设备中，用于使终端设备实现信号收发功能。其中，终端设备可以为CPE、路由器、长期演进(long term evolution, LTE)设备或全球微波接入互操作性(world interoperability for microwave access, WiMAX)设备等。以CPE为例，CPE是位于终端用户驻地的通信设备，可以是移动台(mobile station, MS)或用户站(subscriber station, SS)。CPE可以将LTE、宽带码分多址(wideband code division multiple access, W-CDMA)、全球移动通信系统(global system for mobile communications, GSM)、5G移动网络(5G new radio, 5G NR)等蜂窝信号，转换成以太网或者智能手机、平板电脑、笔记本电脑等移动终端通用的WiFi信号，并可以同时支持多个移动终端上网。

[0044] 现阶段，随着5G技术的发展，NR频带进一步拓宽，CPE产品新增0.6GHz频段覆盖需求，然而现有的产品Sub-3G天线方案只支持0.7GHz~0.9GHz，无法满足产品的频段覆盖需求。基于此，本申请提供了一种天线以及应用该天线的终端设备，该天线可以产生四个工作模式，能够实现在0.6GHz~0.96GHz频段、以及1.427GHz-1.517GHz频段内的连续覆盖，从而可以拓宽终端设备的工作频段，提高终端设备的工作性能。参考图1所示，图1为本申请实施例提供的终端设备1的局部结构示意图。终端设备1包括壳体100以及设置在壳体100内的电路板200及天线300。其中，电路板200上设有射频芯片(图中未示出)以及射频收发电路，射频芯片可通过晶元级封装或者倒片封装等方式设置在电路板200上，射频收发电路与射频芯片的射频端口连接。天线300包括介质基板10以及辐射体20，介质基板10可用于支撑并固定辐射体20，辐射体20设置在介质基板10上，辐射体20可通过馈电传输线30与射频收发电路电性连接，以将射频收发电路经馈电传输线30馈入天线300的电流能量转化为电磁能量辐射出去，以及将天线300接收的电磁能量转化为电流能量经馈电传输线30传送到射频收发电路，使终端设备1实现信号收发功能。应理解，本申请实施例所述的电性连接包括直接连接和耦合连接。需要说明的是，图1以及下文相关附图仅示意性的示出了终端设备1包括的一些部件，这些部件的实际形状、实际大小、实际位置和实际构造不受图1以及下文各附图限定。

[0045] 在本实施例中，电路板200可以为硬质电路板，也可以为柔性电路板，也可以为软硬结合电路板。电路板200可以采用FR-4介质板，也可以采用罗杰斯(Rogers)介质板，也可以采用FR-4和Rogers的混合介质板，等等。这里，FR-4是一种耐燃材料等级的代号，Rogers介质板为一种高频板。在一些实施方式中，电路板200可以为多层板，射频芯片具体可设置在电路板200的顶层板或者底层板上。另外，在电路板200的多层结构中，还可以包括一个或多个地层。电路板200在垂直于其厚度方向的横截面形状不仅限于图1中所示的矩形，在其它一些实施方式中，电路板200的横截面还可以为圆形、长圆形或者其它规则或不规则的形状，本申请对此不做限制。当电路板200的横截面形状为矩形时，电路板200的横截面尺寸可以大致为90mm*145mm。需要说明的是，本申请实施例的终端设备所采用的“顶”“底”等方位用词主要依据终端设备于附图1中的展示方位进行阐述，并不形成对终端设备于实际应用

场景中的方位的限定。

[0046] 类似地,介质基板10可以为硬质基板,也可以为柔性基板,也可以为软硬结合基板。可以理解的是,当介质基板10为柔性基板或者软硬结合基板时,介质基板10远离辐射体20的一面可设置补强板,以实现辐射体20的可靠支撑。介质基板10可以采用FR-4介质板,也可以采用Rogers介质板,也可以采用FR-4和Rogers的混合介质板,等等。另外,介质基板10的横截面形状也不仅限于图1中所示的矩形,在其它一些实施方式中,介质基板10的横截面还可以为圆形、长圆形或者其它规则或不规则的形状,本申请对此不做限制。

[0047] 在一些实施例中,馈电传输线30可以为同轴线,馈电传输线30包括内导体及包覆于内导体外侧的外导体,其中,馈电传输线的内导体可用于馈电,外导体则用于接地,内导体与外导体之间通过绝缘介质层间隔。具体设置时,馈电传输线30的内导体的一端与射频收发电路电性连接,另一端与辐射体20电性连接;馈电传输线30的外导体一端与终端设备1的接地构件电性连接,另一端与辐射体20电性连接。在一些实施方式中,接地构件可以为电路板200的地层,此时,馈电传输线30的外导体与电路板200的地层连接实现接地。在另外一些实施方式中,接地构件还可以为终端设备1的散热器等其它金属部件,馈电传输线30的外导体通过与这些金属部件连接也可实现接地。

[0048] 参考图2所示,图2为本申请实施例提供的天线的结构示意图。在本申请实施例中,辐射体20可以通过印刷工艺、光刻工艺等形成在介质基板10上,或者也可以采用冲压、切割等工艺成型后,再通过粘接或其它固定方式固定于介质基板10上。本申请对辐射体的具体成型方式不做限制。辐射体20可包括四个枝节,分别为第一枝节21、第二枝节22、第三枝节23和第四枝节24,下面结合图2所示对各个枝节的结构及设置方式进行具体说明。

[0049] 第一枝节21可以包括第一连接部211、第二连接部212、第三连接部213及第四连接部214,具体设置时,第一连接部211的首端为天线300的接地端,第一连接部211的首端s1与馈电传输线30的外导体连接,第一连接部211的末端f1与第二连接部212的首端s2连接,第二连接部212的末端f2与第三连接部213的首端s3连接,第三连接部213的末端f3与第四连接部214的首端s4连接,第四连接部214的末端f4与所述第一连接部211的首端s1相间隔。需要说明的是,第一枝节21的各个连接部的“首端”、“末端”可根据其顺序连接的方向(例如图2中的顺时针方向)确定,沿该连接方向,各个连接部的上游一端可定义为“首端”,下游一端可定义为“末端”。可以理解的,第一连接部211的首端s1也即为第一枝节21的首端,第四连接部214的末端f4也即为第一枝节21的末端。

[0050] 在一些实施方式中,各个连接部可以设置于介质基板10的同一面。例如,在图2所示的实施例中,各个连接部均设置在介质基板10的第一面11,相邻的两个连接部的首端与末端之间可以直接连接,此时,第一枝节21可以为一个整体结构,有利于简化天线300的制作工艺。

[0051] 在另外一些实施方式中,各个连接部也可以分设于介质基板10的相对的两面。例如,第一连接部211和第二连接部212可以设置于介质基板10的第一面11,第三连接部213和第四连接部214可以设置于介质基板10的第二面(图中未示出),此时,第二连接部212的末端与第三连接部213的首端可以通过过孔实现电连接。或者,第一连接部211和第三连接部213可以设置于介质基板10的第一面11,第二连接部212和第四连接部214可以设置于介质基板10的第二面,此时,第一连接部211的末端与第二连接部212的首端、第二连接部212的

末端与第三连接部213的首端、第三连接部213的末端与第四连接部214的首端之间均可以通过过孔实现电连接。应当说明的是,各个连接部的具体设置位置不限于上述列举的两种,具体实施时可以根据实际需求进行设计,只要保证各个连接部之间能够实现顺序连接即可,此处不再过多赘述。

[0052] 可以理解的,当各个连接部设置于介质基板10的同一面时,第一连接部211、第二连接部212、第三连接部213及第四连接部214依次连接,可形成类似开口环的结构,此时,开口环的开口即为第四连接部214的末端与第一连接部211的首端之间的间距。当各个连接部分设于介质基板10的第一面11与第二面时,第一连接部211、第二连接部212、第三连接部213及第四连接部214在介质基板10的第一面11的投影依次连接,也可形成类似开口环的结构,此时,开口环的开口为第四连接部214的末端与第一连接部211的首端在第一面11的投影之间的间距。

[0053] 在一些实施例中,第一连接部211与第三连接部213可以分别沿第一方向(即x轴方向)设置,第二连接部212与第四连接部214可以分别沿第二方向(即y轴方向)设置。当介质基板10的横截面为矩形时,第一方向可以为介质基板10的宽度方向,第二方向可以为介质基板10的长度方向,此时,第一连接部211与第三连接部213相对设置,第二连接部212与第四连接部214相对设置,第一枝节大致呈矩形开口环结构。第二连接部212的长度可以在75mm~76mm之间,示例性地,第二连接部212的长度可以为75mm,75.5mm,76mm,等等。第三连接部213的长度可以在16.5mm~17.5mm之间,示例性地,第三连接部213的长度可以为16.5mm,17mm,17.5mm等等。第一连接部211的长度可以略小于第三连接部213的长度,此时,第一连接部211的首端在第一投影面的投影位于第三连接部213的首端与末端之间,其中,第一投影面可以理解为第三连接部213朝向第一连接部211的一面所在的平面。第四连接部214的长度小于第二连接部212的长度,第四连接部214的末端在第二投影面的投影位于第二连接部212的首端与末端之间,其中,第二投影面可以理解为第二连接部212朝向第四连接部214的一面所在的平面。示例性地,第四连接部214的末端在第二投影面的投影可以靠近第二连接部212的中心区域设置。

[0054] 在另外一些实施例中,第一枝节21还可以为其它形状的开口环,例如圆形、长圆形或者其它规则或者不规则的形状,具体可以基板的形状以及终端设备的内部空间情况进行设置,此处不再进行赘述。

[0055] 第二枝节22可设置于第一枝节21所构成的开口环的开口处,且第二枝节22沿y轴方向设置。第二枝节22可以设置于介质基板10的第一面11,也可以设置于介质基板10的第二面,本申请对此不作限制。以第二枝节22与第一枝节21均设置于介质基板10的第一面11为例,第二枝节22位于第一连接部211与第三连接部213之间,第二枝节22的首端靠近第一连接部211的首端设置,且与第一连接部211的首端之间相间隔,第二枝节22的首端与馈电传输线30的内导体连接,第二枝节22的首端即形成为天线300的馈电端;第二枝节22的末端位于第四连接部214与第二连接部212之间,也即,第二枝节22位于第一枝节21所构成的开口环的内侧,这种设置方式可以使天线300的结构更加紧凑;第二枝节22的末端一段与第四连接部214的末端一段平行设置,且第二枝节22的末端一段与第四连接部的末端一段之间具有第一间隙 d_1 ,可以理解的,第一间隙 d_1 的宽度方向为x轴方向。

[0056] 在其它实施例中,第二枝节22的末端还可以位于第四连接部214背离第二连接部

212的一侧,也即,第二枝节22位于第一枝节21所构成的开口环的外侧。此时,第二枝节22的末端一段与第四连接部214的末端一段同样可平行设置并形成有一定的间隙,该间隙的宽度方向也为x轴方向。

[0057] 在其它实施例中,第二枝节22与第四连接部214还可以位于同一直线上,第二枝节22的末端与第四连接部214的末端间隔设置,此时,第二枝节22的末端与第四连接部214的末端之间的间隙的宽度方向为y轴方向。

[0058] 可以理解的,当第二枝节22与第一枝节21分设于介质基板10的不同面时,可使得第二枝节22与第一枝节21在介质基板10的第一面11的投影满足上述位置关系。

[0059] 第三枝节23可以设置于介质基板10的第一面11,也可以设置于介质基板10的第二面,本申请对此不作限制。以第一枝节21、第二枝节22、第三枝节23均设置于介质基板10的第一面11为例,第三枝节23可以位于第二枝节22与第二连接部212之间,且第三枝节23也大致沿y轴方向设置,这样可以使得天线300的结构更加紧凑,有利于减小天线300在终端设备内的占用空间。第三枝节23的首端与第二枝节22的首端连接,也即,第三枝节23的首端也与馈电传输线30的内导体电性连接。在一些实施例中,第三枝节23的末端与第二连接部212电性连接。可选的,第三枝节23的末端与第二连接部212之间具有第二间隙 d_2 。

[0060] 类似地,当第三枝节23与第一枝节21或第二枝节22分设于介质基板10的不同面时,可使得第三枝节23与第一枝节21或第二枝节22在介质基板10的第一面11的投影满足上述位置关系,第三枝节23的首端与第二枝节22的首端可通过过孔实现电连接。

[0061] 第四枝节24可以连接于第二连接部212的外侧,第四枝节24的延伸方向可以与介质基板10的第一面11呈一定夹角,也可以与介质基板10的第一面11平行,本申请对此不作限制。例如在图2所示的实施例中,第四枝节24朝向背离介质基板10的第一面11的方向延伸,也即,第四枝节24的延伸方向与介质基板10的第一面11垂直。第四枝节的长度可以在39.5mm~40.5mm之间,示例性地,第四枝节的长度可以为39.5mm,40.2mm,40.5mm,等等。第四枝节24的首端与第二连接部212连接,第四枝节24的末端与终端设备的接地构件连接。示例性地,第四枝节24的末端可以与电路板200的地层连接实现接地,此时,天线300可通过第四枝节24支撑在电路板200的一侧。或者,第四枝节24的末端也可以与终端设备的散热器等金属部件连接实现接地。

[0062] 在另外一些实施例中,第四枝节24也可以连接于第二连接部212的内侧,此时,第四枝节24的延伸方向也可以与介质基板10的第一面11呈一定夹角设置,或者与介质基板10的第一面11平行设置,本申请对此不作限制。

[0063] 另外,本实施例中第四枝节24的数量还可以为多个,多个第四枝节24可以间隔设置。具体实施时,多个第四枝节24可以全部连接于第二连接部212的内侧,或者可以全部连接于第二连接部212的外侧,或者也可以部分连接于第二连接部212的内侧,另外部分连接于第二连接部212的外侧。

[0064] 本申请实施例提供的天线300采用馈电传输线30馈电,馈电传输线30的外导体与第一枝节连接,馈电传输线30的内导体给第二枝节22与第三枝节23馈电,并且在第一枝节21上连接接地设置的第四枝节24,可以产生四个工作模式,该四个工作模式分别为:1)第一枝节21的末端与第二枝节22的末端相互耦合,形成的左右手复合天线模式,在该模式下,天线300可产生第一谐振频率;2)第四枝节24经第一枝节21与第四枝节24的连接位置至第一

枝节21的末端的 $1/4\lambda$ 模式,在该模式下,天线300可产生第二谐振频率;3)第三枝节23给第一枝节21耦合馈电,激励起第一枝节21的 $3/4\lambda$ 模式,在该模式下,天线300可产生第三谐振频率;4)第一枝节21与第二枝节22的耦合环,产生类环形(Loop)天线的 1λ 模式,在该模式下,天线300可产生第四谐振频率。通过前三个工作模式,天线可以满足在 $0.6\text{GHz}\sim 0.96\text{GHz}$ 频段的高效率宽带覆盖,通过第四工作模式,天线可以满足在 $1.4\text{GHz}\sim 1.6\text{GHz}$ 频段的高效率覆盖。

[0065] 需要说明的是,左右手复合传输线可以理解为在右手传输线上,应用串电容、并电感,以实现左手的工作模式。一并参考图3a、图3b和图3c所示,图3a为右手传输线的等效电路图,图3b为左手传输线的等效电路图,图3c为左右手复合传输线的等效电路图。右手传输线模型可表示为串联电感 L_R 和并联电容 C_R 的结合。左手材料的实现方式是通过在常规的右手传输线中加载串联电容 C_L 和并联电感 L_L 来实现的,由于常规传输线中不可避免的存在寄生串联电感和并联电容,因此这种材料不是纯左手材料,而是一种左右手复合材料,即左右手复合传输线,左右手复合传输线模型可表示为由一个电感 L_R 串联一个电容 C_L ,一个电容 C_R 并联一个电感 L_L 组合而成,以实现左手的工作模式。

[0066] 下面以第一枝节21、第二枝节22及第三枝节23均设置于介质基板10的第一面11为例,对天线300的四个工作模式进行具体说明。

[0067] 一并参考图4和图5所示,图4为天线在第一工作模式下辐射体上的电流分布情况示意图,图5为图4中A处的局部放大图。在第一工作模式下,馈电传输线通30过第二枝节22的首端为天线300馈入射频电流信号,第二枝节22的末端一段与第一枝节21的末端一段(即第四连接部214的末端一段)之间通过第一间隙 d_1 形成分布式电容耦合结构,第二枝节22上的电流信号可通过第一间隙 d_1 耦合至第一枝节21,电流在第二枝节22与第一枝节21形成的近似环形枝节上流动(图4中实线箭头所示),形成左右手复合天线模式,此时,第一枝节21的末端与第二枝节22的末端之间可等效为串联电容,整个第一枝节21可等效为并联电感,从而实现左右手复合天线模式,实现天线的小型化。可以看出,从第一枝节21到第二枝节22上电流始终同向,且除枝节末端外,电流幅度没有明显变化。另外,在该模式下,第四枝节24上电流较弱,第四枝节24可以起到分布式电感的作用,其并不影响该模式的产生。

[0068] 继续参考图4和图5,在本实施例中,天线在左右手复合天线模式的谐振频率可由 $f=c/\lambda$,以及 $f=1/2\pi\sqrt{LC}$ 两个公式确定,其中, f 为谐振频率, c 为信号波速, λ 为波长, L 为左右手复合天线的等效电感, C 为左右手复合天线的等效电容。可以理解的是,波长 λ 与第二枝节22及第一枝节21形成的近似环形枝节的长度相关,等效电容 C 与第一枝节21和第二枝节22的耦合量相关,由此可以看出,左右手复合天线模式下的谐振频率 f 主要由第一枝节21与第二枝节22形成的近似环形枝节的长度、以及第一枝节21与第二枝节22的耦合量决定,因此通过改变环形枝节的长度以及第一枝节21与第二枝节22的耦合量就能实现对谐振频率的调整。

[0069] 其中,环形枝节的长度大致为第一枝节21的长度与第二枝节22的长度之和,因此,根据 $f=c/\lambda$,增加第一枝节21的长度,或者增加第二枝节22的长度,或者一并增加第一枝节21与第二枝节22的长度,可以使左右手复合天线模式下的谐振频率 f 向低频偏;相反,减小第一枝节21的长度,或者减小第二枝节22的长度,或者一并减小第一枝节21与第二枝节22的长度,可以使左右手复合天线模式下的谐振频率 f 向高频偏。需要说明的是,在增加或减

小第一枝节21的长度时,可以通过调整第一连接部211、第二连接部212、第三连接部213及第四连接部214中的一个或多个的长度来实现。

[0070] 第一枝节21与第二枝节22的耦合量可由耦合长度及耦合间隙表征,可以理解的是,耦合长度越大,等效电容 C 越大,耦合长度越小,等效电容 C 越小;耦合间隙越大,等效电容 C 越小,耦合间隙越小,等效电容 C 越大。根据 $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$,增加第四连接部214的末端一段与第二枝节22的末端一段的相对长度 l_1 ,即耦合长度,可以使左右手复合天线模式的谐振频率 f 向低频偏;相反,减小第四连接部214的末端一段与第二枝节22的末端一段的相对长度 l_1 ,可以使左右手复合天线模式的谐振频率 f 向高频偏。以及,增加第四连接部214的末端一段与第二枝节22的末端一段之间的第一间隙 d_1 ,即耦合间隙,可以使左右手复合天线模式的谐振频率 f 向高频偏;相反,减小第四连接部214的末端一段与第二枝节22的末端一段之间的第一间隙 d_1 ,可以使左右手复合天线模式的谐振频率 f 向低频偏。

[0071] 在一些实施例中,将第四连接部214朝向靠近第二枝节22的方向偏移,或者将第二枝节22朝向靠近第四连接部214的方向偏移,或者将第四连接部214与第二枝节22一并偏移,可以减小第四连接部214的末端与第二枝节22的末端之间的第一间隙 d_1 ;将第四连接部214朝向远离第二枝节22的方向偏移,或者将第二枝节22朝向远离第四连接部214的方向偏移,或者将第四连接部214与第二枝节22一并偏移,可以增加第四连接部214的末端与第二枝节22的末端之间的第一间隙 d_1 。

[0072] 在另外一些实施例中,第四连接部214的末端一段还可以设置有第一凸出部2141,该第一凸出部2141位于第四连接部214朝向第二枝节22的一侧,可用于调节天线300的阻抗匹配,有利于使天线300获得更高的增益。此外,采用这种结构,在设计阶段通过增大或减小第一凸出部2141沿 x 轴方向的宽度,即可调整第四连接部214的末端一段与第二枝节22的末端一段之间的第一间隙 d_1 ,从而可以减小天线的设计难度。

[0073] 在一些实施例中,第二枝节22的末端一段可以设置第二凸出部221,第二凸出部221位于第二枝节22背向第四连接部214的一侧。类似地,该第二凸出部221也可用于调节天线300的阻抗匹配,从而使天线300获得更高的增益,且在具体设置时,第二凸出部221沿 y 轴方向的长度可以大于第一枝节21与第二枝节22的相对长度 l_1 。

[0074] 经过测试,天线300在第一工作模式(左右手复合天线模式)下的第一谐振频率可大致调试为0.7GHz~0.8GHz。

[0075] 参考图6所示,图6为天线在第二工作模式下辐射体上的电流分布情况示意图。在第二工作模式下,电流在第四枝节24以及第一枝节21与第四枝节24的连接位置 m 至第一枝节21的末端之间流动,形成从第四枝节24经过连接位置 m 到第一枝节21的末端的 $1/4\lambda$ 模式。可以理解的,第四枝节24的长度与连接位置 m 到第一枝节21的末端的电长度为该模式的信号波长的四分之一。图6中的实线箭头的粗细用以表征电流的大小,由图6可以看出,第四枝节24上电流较大,到第一枝节21的末端电流最弱,符合 $1/4\lambda$ 模式的电流分布。

[0076] 需要说明的是,电长度可以理解为传输线的物理长度与所传输的信号波长之比,具体到本申请实施例中,传输线的物理长度即为第四枝节24的长度与连接位置 m 到第一枝节21的末端的长度之和。

[0077] 在本实施例中,天线300在上述 $1/4\lambda$ 模式的谐振频率可由 $f = c/\lambda$ 确定。其中,波长 λ 与第四枝节24的长度以及连接位置 m 至第一枝节21的末端的长度相关,因此,增加第四枝节

24的长度,或者增加连接位置m至第一枝节21的末端的长度,或者一并增加这两部分的长度,可以使 $1/4\lambda$ 模式下的谐振频率f向低频偏;相反,减小第四枝节24的长度,或者减小连接位置m至第一枝节21的末端的长度,或者一并减小这两部分的长度,可以使 $1/4\lambda$ 模式下的谐振频率f向高频偏。

[0078] 在其它一些实施例中,将第四枝节24向靠近第一枝节21的方向移动,也即将连接位置m向靠近第一枝节21的方向移动,也可以增加连接位置m至第一枝节21的末端的长度,从而可以使 $1/4\lambda$ 模式下的谐振频率f向低频偏;相反地,将第四枝节24向靠近第三枝节23的方向移动,也即将连接位置m向靠近第三枝节23的方向移动,可以减小连接位置m至第一枝节21的末端的长度,从而可以使 $1/4\lambda$ 模式下的谐振频率f向高频偏。

[0079] 经过测试,天线300在第二工作模式(第四枝节经第一枝节与第四枝节的连接位置m至第一枝节的末端的 $1/4\lambda$ 模式)下的第二谐振频率可大致调为0.7GHz~0.8GHz。

[0080] 一并参考图7和图8所示,图7为天线在第三工作模式下辐射体上的电流分布情况示意图,图8为图7中B处的局部放大图。在第三工作模式下,馈电传输线30通过第三枝节23的首端为天线300馈入射频电流信号,第三枝节23的末端在位置n附近给第一枝节21耦合馈电,激励起第一枝节21的 $3/4\lambda$ 模式。可以理解的,第一枝节21的电长度大致为该模式的信号波长 λ 的四分之三。具体设计时,位置n与第一枝节21的首端之间的电长度大致为第一枝节21整体电长度的三分之一,第一枝节21的首端为电流大点,经过 $1/4\lambda$ 到达电流小点(即位置n),再经过 $1/4\lambda$ 又到达一个电流大点(第三连接部上的位置o),最后又经过 $1/4\lambda$ 到达电流小点(即第一枝节的末端),符合 $3/4\lambda$ 模式的电流分布。

[0081] 本申请实施例中,第三枝节23可包括第一分支231、第二分支232、第三分支233及第四分支234,具体设置时,第一分支231可沿第一方向设置,第一分支231位于第二枝节22朝向第一枝节21的第二连接部212的一侧,第一分支231的首端与第二枝节22的首端及馈电传输线30的内导体连接,第一分支231的末端与第二分支232的首端连接;第二分支232可沿第二方向设置,且第二分支232分别与第二枝节22及第一枝节21的第二连接部212间隔设置,具体设置时,第二分支232与第二连接部212之间的间距可不小于 0.025λ ;第三分支233沿第一方向设置,第三分支233位于第二分支232靠近第一枝节21的第二连接部212的一侧,第三分支233的首端与第二分支232的末端连接,第三分支233的末端与第四分支234的首端连接;第四分支234沿第二方向设置,第四分支234与第一枝节21的第二连接部212之间具有第二间隙 d_2 ,第四分支234与第二连接部之间通过第二间隙 d_2 形成分布式电容耦合结构,第三枝节23上的电流信号可通过第二间隙 d_2 耦合至第一枝节21,从而激励起第一枝节21的 $3/4\lambda$ 模式。

[0082] 在一些实施例中,为了实现较好的耦合效果,第四分支234的中点n'与位置n相对设置,也就是说,第四分支的中点n'在第二投影面的投影与位置n重合,或者可以理解为,位置n即为第四分支的中点n'在第二投影面的投影点。

[0083] 继续参考图7和图8,在本实施例中,天线在上述 $3/4\lambda$ 模式的谐振频率可由 $f=c/\lambda$,以及 $f=1/2\pi\sqrt{LC}$ 两个公式确定。其中,波长 λ 与第一枝节21的长度相关,L为天线300在 $3/4\lambda$ 模式工作时的等效电感,C为天线在 $3/4\lambda$ 模式工作时的等效电容,可以理解的是,等效电容C与第一枝节21和第三枝节23的耦合量相关。由此可以看出,天线300在 $3/4\lambda$ 模式下的谐振频率主要由第一枝节21的长度以及第一枝节21与第三枝节23的耦合量决定。

[0084] 具体设计时,根据 $f=c/\lambda$,增加第一枝节21的长度,可以使 $3/4\lambda$ 模式下的谐振频率 f 向低频偏;相反,减小第一枝节21的长度,可以使 $3/4\lambda$ 模式下的谐振频率 f 向高频偏。

[0085] 第一枝节21与第三枝节23的耦合量可由耦合长度及耦合间隙表征,其中,耦合长度即为第三枝节23的第四分支234的长度,耦合间隙即为第三枝节23的第四分支234与第一枝节21的第二连接部212之间的第二间隙 d_2 。根据 $f=1/2\pi\sqrt{LC}$,增加第四分支234的长度 l_2 ,可以使 $3/4\lambda$ 模式下的谐振频率 f 向低频偏;相反,减小第四分支234的长度,可以使 $3/4\lambda$ 模式下的谐振频率 f 向高频偏。以及,增加第四分支234与第二连接部212之间的第二间隙 d_2 ,可以使 $3/4\lambda$ 模式下的谐振频率 f 向高频偏;相反,减小第四分支234与第二连接部212之间的第二间隙 d_2 ,可以使 $3/4\lambda$ 模式下的谐振频率 f 向低频偏。

[0086] 具体设计时,增加第三枝节23的第一分支231或者第三分支233的长度,可以使第四分支234朝向靠近第二连接部212的方向偏移,减小第四分支234与第二连接部212之间的第三间隙 d_2 ;减小第三枝节23的第一分支231或者第三分支233的长度,可以使第四分支234朝向远离第二连接部212的方向偏移,增加第四分支234与第二连接部212之间的第二间隙 d_2 。

[0087] 在一些实施例中,第四分支234与第二连接部212之间的第二间隙 d_2 可以在 $0.001\lambda\sim 0.025\lambda$ 之间,示例性地,第二间隙 d_2 可以为 $0.001\lambda, 0.005\lambda, 0.01\lambda, 0.015\lambda, 0.02\lambda, 0.025\lambda$,等等。

[0088] 经过测试,天线300在第三工作模式(第一枝节的 $3/4\lambda$ 模式)下的第三谐振频率可大致调试为 $0.8\text{GHz}\sim 0.96\text{GHz}$ 。

[0089] 参考图9所示,图9为天线在第四工作模式下辐射体上的电流分布情况示意图。在第四工作模式下,电流在第二枝节22与第一枝节21形成的近似环形枝节上流动,形成类Loop天线的 1λ 模式。可以理解的,第一枝节21的长度与第二枝节22的长度之和大致等于该模式的信号波长 λ 。可以看出,第一枝节21的首端附近有一个电流大点,经过 $1/4\lambda$ 到达电流小点(第二连接部上的位置p),电流在该位置反向,之后经过 $1/4\lambda$ 又到达一个电流大点(第三连接部213上的位置q),再经过 $1/4\lambda$ 到达一个电流小点(第四连接部214上的位置r),电流在该位置再次反向,基于第一枝节21末端与第二枝节22末端的耦合连接关系,电流流动至第二枝节22上,并大致经过 $1/4\lambda$ 后到达第二枝节22的首端。也即,环形枝节上存在两处电流大点和两处电流小点,相邻的电流大点与电流小点之间相隔 $1/4\lambda$,符合 1λ 模式的电流分布。

[0090] 在本实施例中,天线300在上述环形枝节的 1λ 模式的谐振频率可由 $f=c/\lambda$ 确定。其中,波长 λ 与第一枝节21的长度及第二枝节22的长度相关,因此,增加第一枝节21的长度,或者增加第二枝节22的长度,或者一并增加第一枝节21与第二枝节22的长度,可以使 1λ 模式下的谐振频率 f 向低频偏;相反,减小第一枝节21的长度,或者减小第二枝节22的长度,或者一并减小第一枝节21与第二枝节22的长度,可以使 1λ 模式下的谐振频率 f 向高频偏。

[0091] 经过测试,天线300在第四工作模式(第一枝节与第二枝节的耦合环产生的类Loop天线的 1λ 模式)下的第四谐振频率可大致调试为 $1.427\text{GHz}-1.517\text{GHz}$ 。

[0092] 参考图10所示,图10为本申请实施例提供的天线的S参数曲线图。需要说明的是,S参数是散射参数, S_{11} 为输入反射系数,也就是输入回波损耗,表示有多少能量被反射回源端。本申请实施例提供的天线,可同时产生左右手复合天线模式、第四枝节经第一枝节与第四枝节的连接位置至第一枝节的末端的 $1/4\lambda$ 模式、第一枝节的 $3/4\lambda$ 模式,由图10可以看出,

通过这三个模式,该天线可以产生谐振1(谐振频率0.61GHz)、谐振2(谐振频率0.77GHz)、谐振3(谐振频率0.96GHz)三个谐振,从而实现在0.6GHz~0.96GHz频段内的连续覆盖,继而可以拓宽终端设备的工作频段,提高终端设备的工作性能。此外,该天线还具有第一枝节与第二枝节的耦合环产生的类Loop天线的 1λ 模式,在该模式下天线可以产生谐振4(谐振频率1.48GHz),并实现在1.427GHz-1.517GHz频段的覆盖,从而使天线在该频段也可以进行信号收发,有利于拓宽终端设备的应用场景。

[0093] 一并参考图11所示,图11为本申请实施例提供的天线的天线效率曲线图。可以看出,在0.6GHz~0.7GHz频段,天线效率高于-4dB;在0.7GHz~0.96GHz频段,天线效率高于-3dB;在1.427GHz-1.517GHz频段,天线效率高于-3dB。

[0094] 参考图12,图12为本申请实施例提供的天线调试后的S参数曲线图。本申请实施例的天线在前三个工作模式下,结合前述实施例中各个模式谐振频率的调试方法,可以在0.6GHz~1.3GHz频段内满足 $S_{11} < -6\text{dB}$,相对带宽(即信号带宽与中心频率之比)达到73.6%。结合图13所示,图13为本申请实施例提供的天线调试后的天线效率曲线图,可以看出,在0.6GHz~0.7GHz频段,天线效率高于-4dB;在0.7GHz~1.3GHz频段,天线效率高于-3dB。

[0095] 以上,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权利要求的保护范围为准。

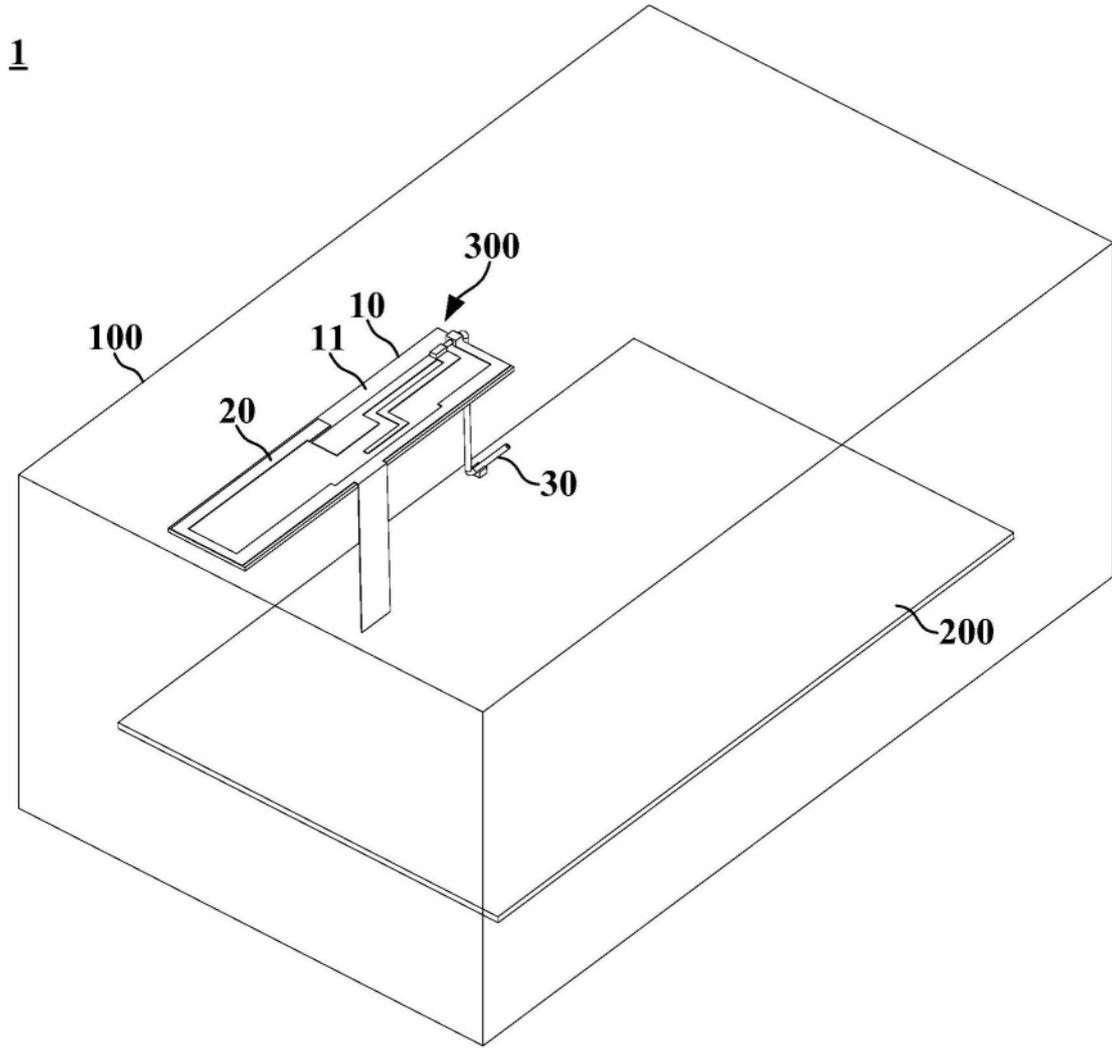


图1

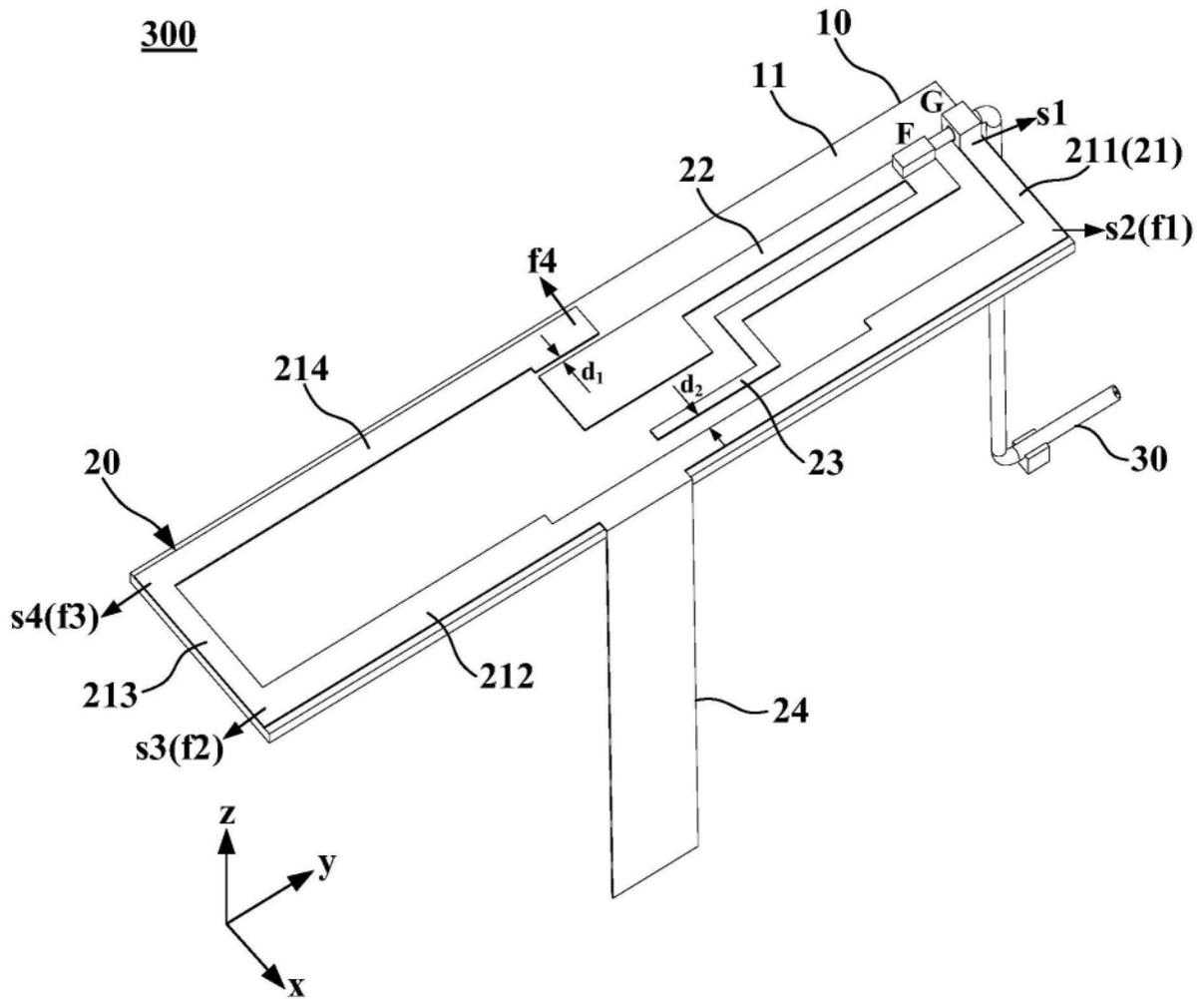


图2

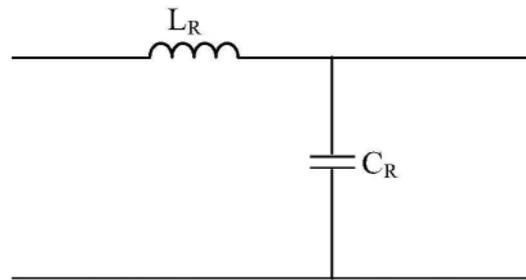


图3a

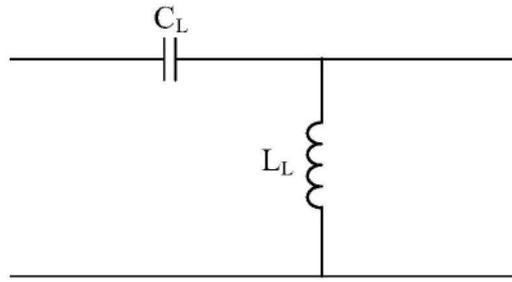


图3b

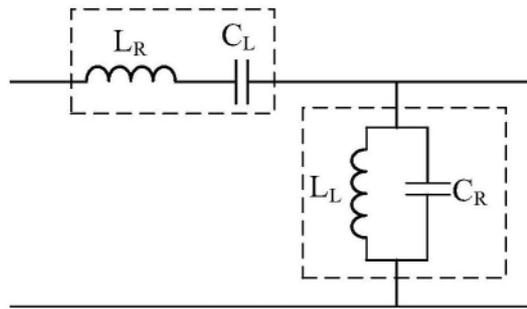


图3c

300

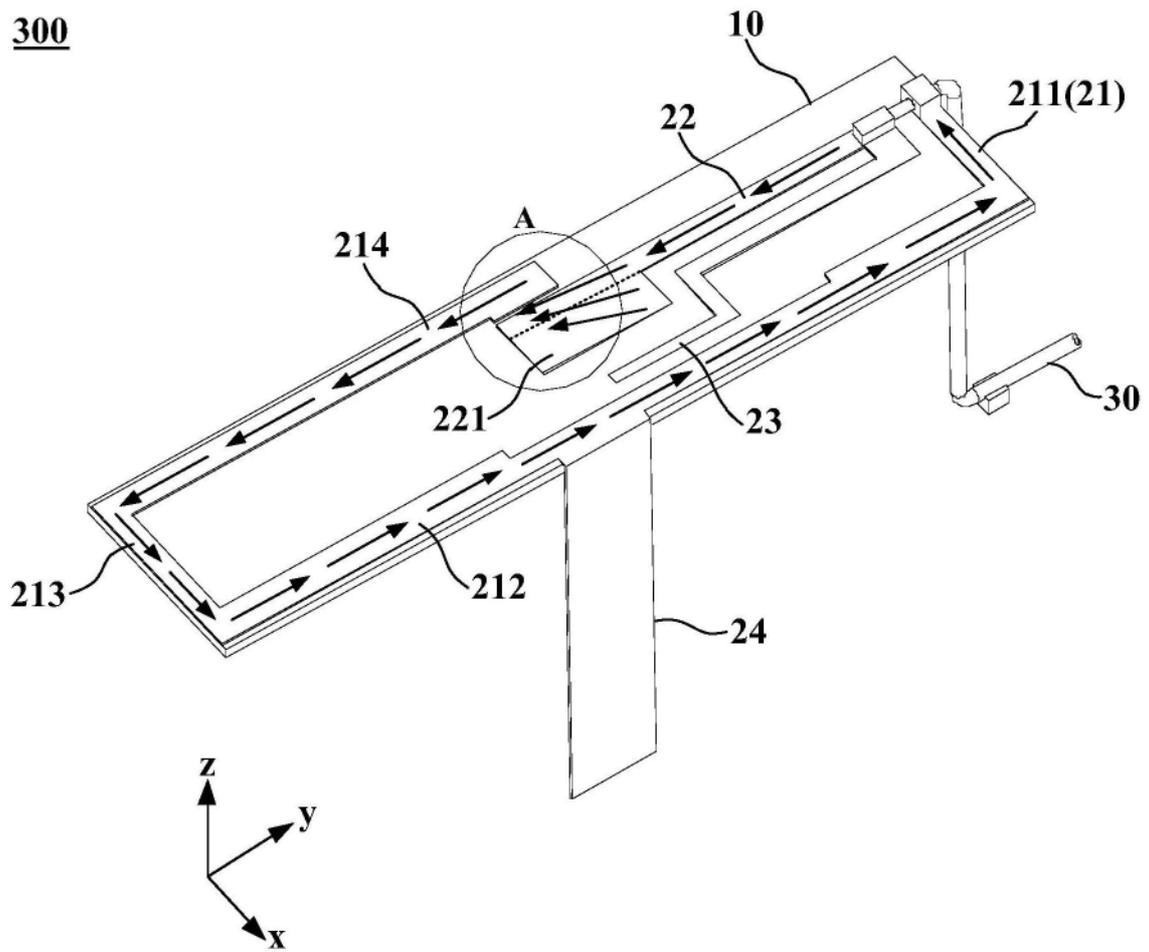


图4

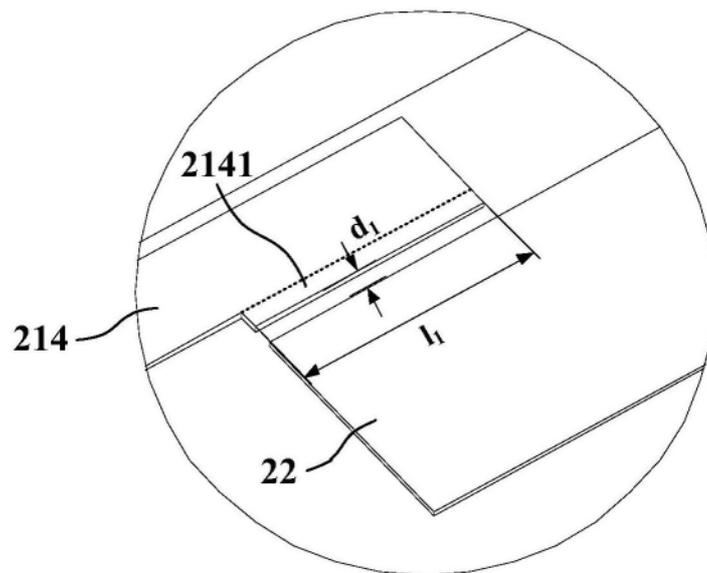


图5

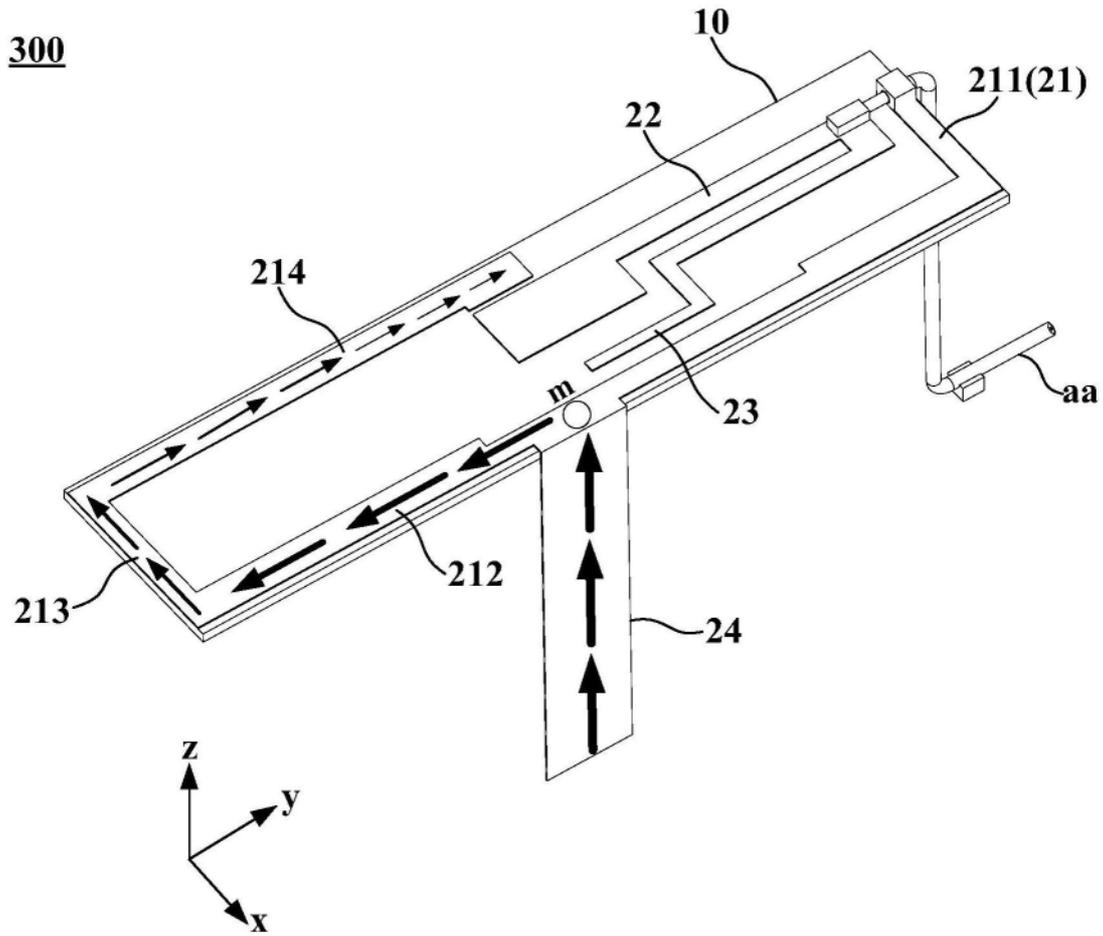


图6

300

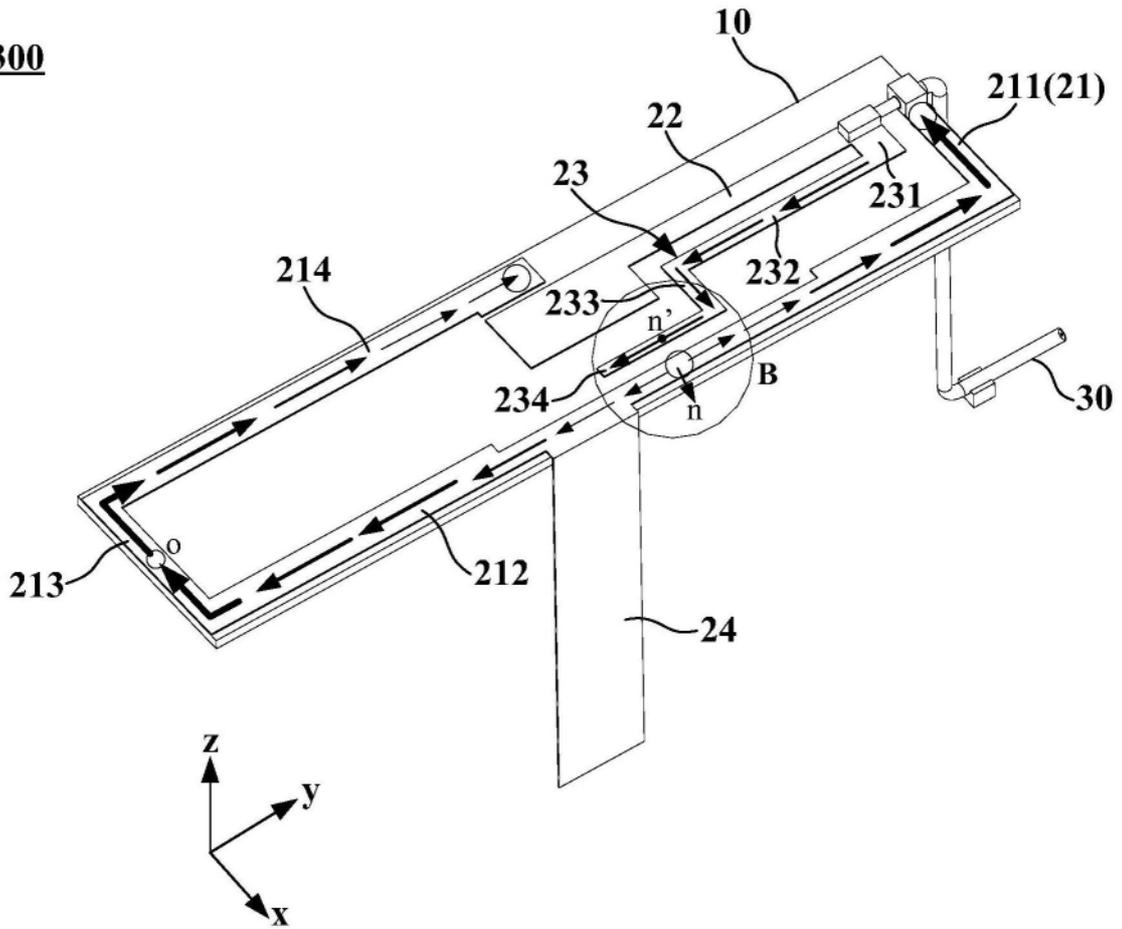


图7

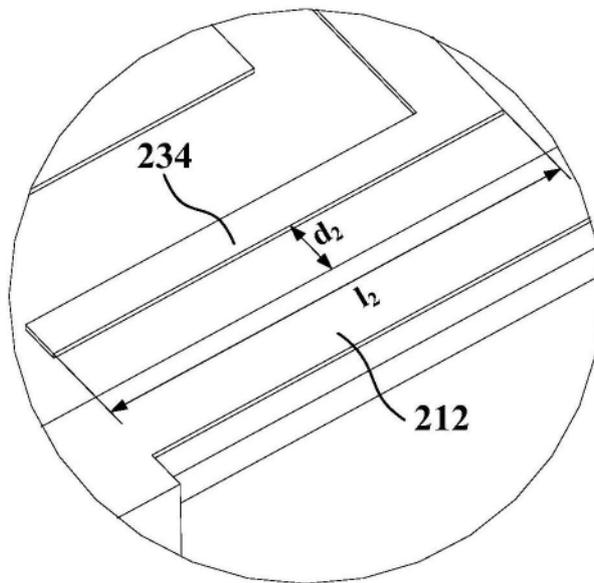


图8

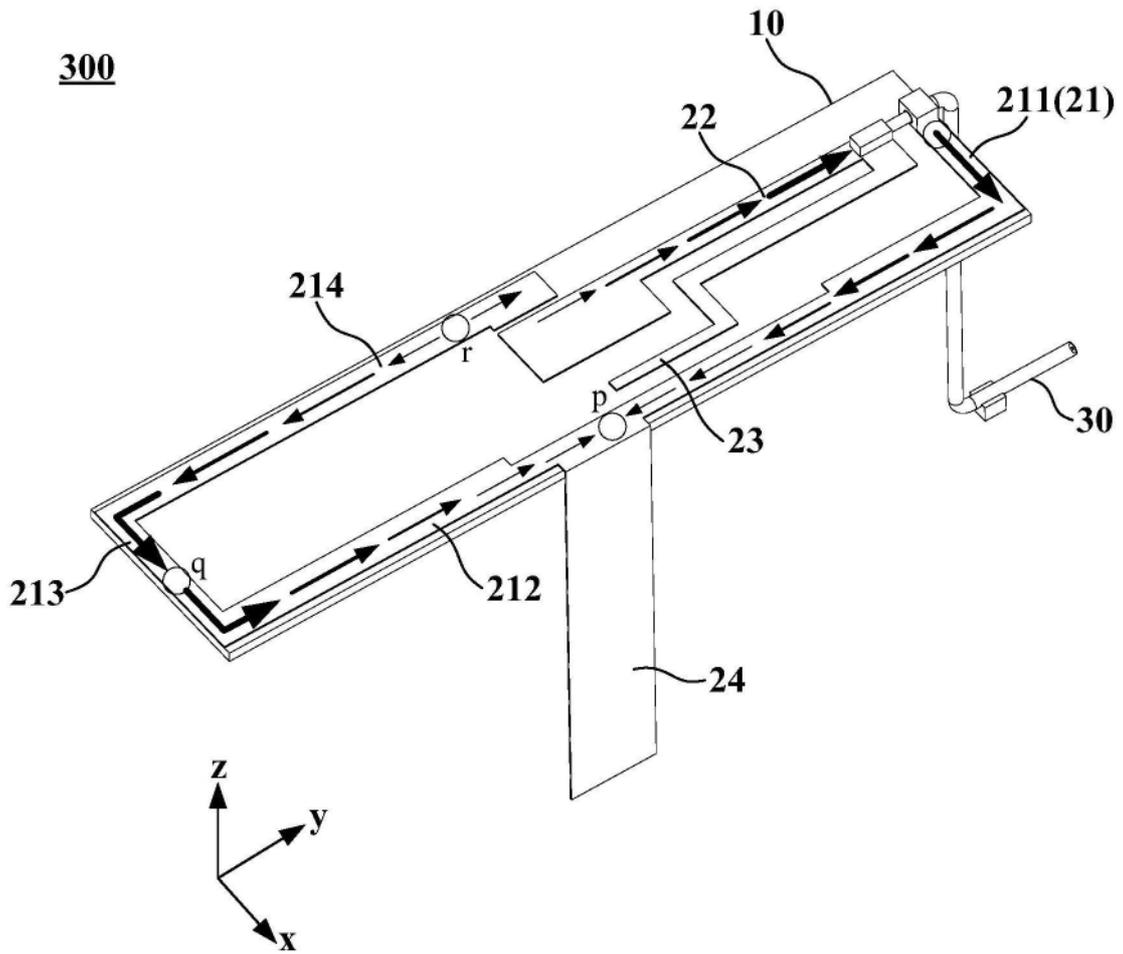


图9

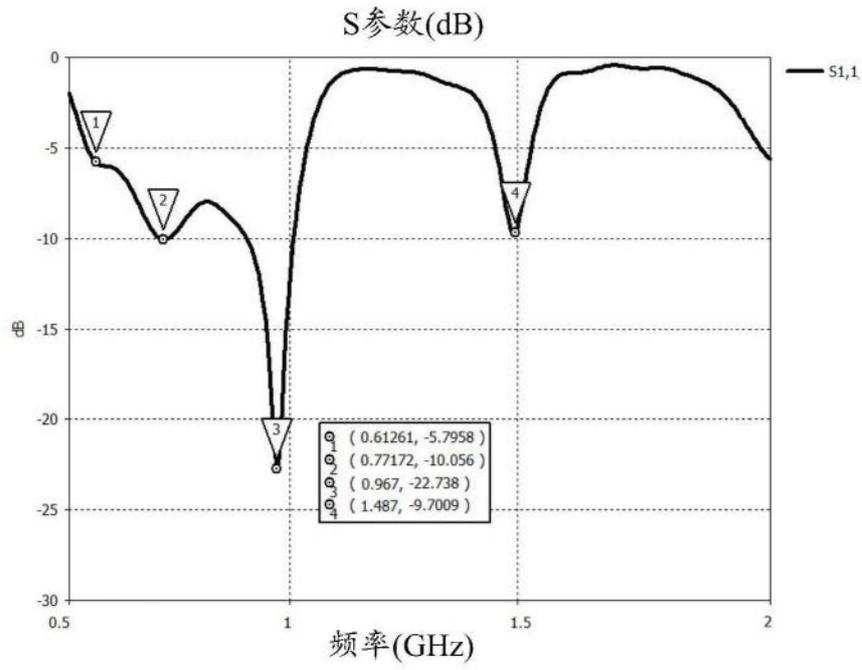


图10

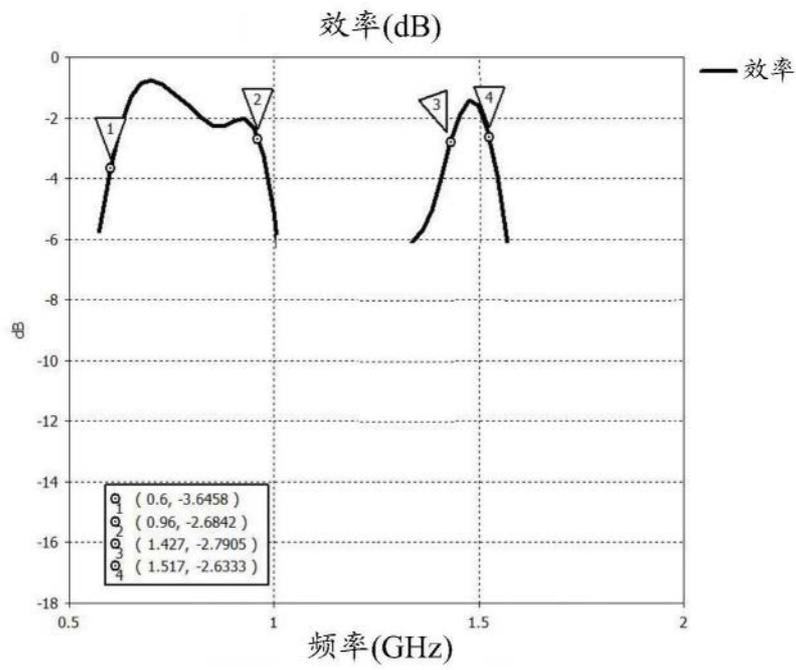


图11

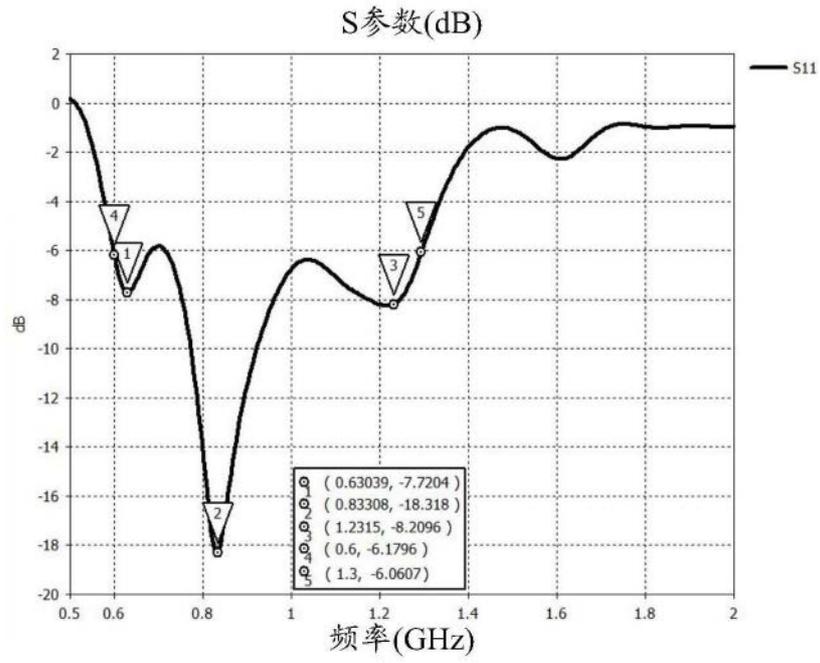


图12

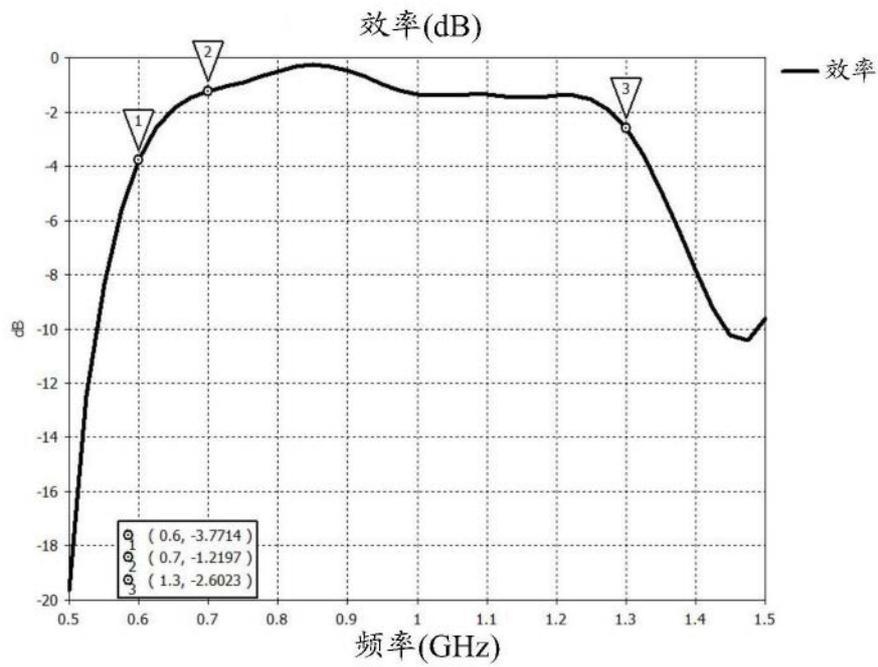


图13