



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114171911 A

(43) 申请公布日 2022.03.11

(21) 申请号 202111655386.6

(22) 申请日 2021.12.30

(71) 申请人 中国科学院微电子研究所
地址 100029 北京市朝阳区北土城西路3号

(72) 发明人 万伟康 郑宇翔 王启东

(74) 专利代理机构 北京知迪知识产权代理有限公司 11628

代理人 王胜利

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 5/25 (2015.01)

H01Q 9/04 (2006.01)

H01Q 15/14 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

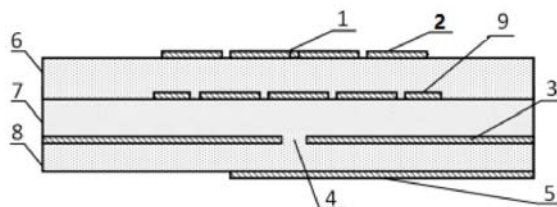
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种应用于毫米波通信的超材料天线及阵列

(57) 摘要

本发明公开一种应用于毫米波通信的超材料天线及阵列,涉及无线通信技术领域,以解决现阶段的应用于毫米波通信的超材料天线仍面临着无法兼具小型化、低剖面和高带宽的问题。所述应用于毫米波通信的超材料天线包括:第一介质层,位于第一介质层下表面的微带馈线,位于第一介质层中具有通孔的反射板,且反射板的上表面与第一介质层的上表面位于同一平面;形成在第一介质层和反射板上的第二介质层,位于第二介质层上的第一环形超材料结构;形成在第二介质层以及第一环形超材料结构上的第三介质层,位于第三介质层上表面的辐射贴片以及第二环形超材料结构,第二环形超材料结构位于辐射贴片的外围,第一环形超材料结构与第二环形超材料结构相对设置。



1. 一种应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,所述应用于毫米波通信的超材料天线包括:

第一介质层,位于所述第一介质层下表面的微带馈线,位于所述第一介质层中具有通孔的反射板;

形成在所述第一介质层和所述反射板上的第二介质层,位于所述第二介质层上的第一环形超材料结构;

形成在所述第二介质层以及所述第一环形超材料结构上的第三介质层,位于所述第三介质层上表面的辐射贴片以及第二环形超材料结构,所述第二环形超材料结构位于所述辐射贴片的外围,所述第一环形超材料结构与所述第二环形超材料结构相对设置。

2. 根据权利要求1所述的应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,所述第一环形超材料结构包括第一环形单元和第二环形单元,所述第一环形单元位于所述第二环形单元的外周,且所述第一环形单元与所述第二环形单元之间存在间隙;

所述第二环形超材料结构位于所述第一环形单元与所述第二环形单元的间隙上方。

3. 根据权利要求2所述的应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,所述第一环形单元包括多个第一超材料贴片,所述第二环形单元包括多个第二超材料贴片,所述第二环形超材料结构包括多个第三超材料贴片;

每个所述第三超材料贴片位于两个所述第一超材料贴片和两个所述第二超材料贴片形成的间隙上方。

4. 根据权利要求3所述的应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,所述多个第一超材料贴片之间电气隔离;所述多个第二超材料贴片之间电气隔离;所述多个第三超材料贴片之间电气隔离。

5. 根据权利要求3所述的应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,相邻两个所述第一超材料贴片之间具有第一间隙,相邻两个所述第二超材料贴片之间具有第二间隙,相邻两个所述第三超材料贴片之间具有第三间隙,所述第一超材料贴片与相邻所述第二超材料贴片之间具有第四间隙;

所述第一间隙、所述第二间隙、所述第三间隙以及所述第四间隙相等。

6. 根据权利要求3所述的应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,所述第一超材料贴片的宽度与所述第二超材料贴片的宽度相同;

所述第三超材料贴片的宽度为所述第一超材料贴片宽度的2倍。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,所述第二环形超材料结构的中心与所述辐射贴片的中心重合;

所述第二环形超材料结构与所述辐射贴片之间电气隔离。

8. 根据权利要求1-6任一项所述的应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,所述反射板中心开有矩形通孔,所述辐射贴片在所述反射板上的正投影的中心与所述矩形通孔的中心重合,所述微带馈线在所述反射板上的正投影与所述矩形通孔的中心轴线垂直,所述微带馈线通过所述矩形通孔与所述辐射贴片耦合馈电;

所述辐射贴片向所述第一环形超材料结构和所述第二环形超材料结构激励馈电。

9. 根据权利要求1-6任一项所述的应用于毫米波通信的超材料天线,其特征在于,所述微带馈线为终端开路的微带馈线;所述应用于毫米波通信的超材料天线还包括位于所述第

一介质层下表面的馈电端口,所述微带馈线的末端与所述馈电端口连接,向所述应用于毫米波通信的超材料天线馈电;

和/或,所述第一介质层、所述第二介质层和所述第三介质层均为高频低损耗介质板。

10.一种应用于毫米波通信的超材料天线阵列,其特征在于,所述应用于毫米波通信的超材料天线阵列包括多个如权利要求1~9任一项所述的应用于毫米波通信的超材料天线以及馈电网络层,所述馈电网络层包括多个微带馈线,任意两个所述应用于毫米波通信的超材料天线通过所述微带馈线连接。

一种应用于毫米波通信的超材料天线及阵列

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信技术领域,尤其涉及一种应用于毫米波通信的超材料天线及阵列。

背景技术

[0002] 随着5G无线通信技术的快速发展,微带应用于毫米波通信的超材料天线得到广泛应用。微带应用于毫米波通信的超材料天线具有结构简单、制造方便、成本低、剖面低等优点,是5G毫米波封装天线(Antenna-in-package, AiP)应用的良好选择。

[0003] 随着移动通信技术快速发展,5G无线通信系统对天线性能要求越来越高。相对于现阶段对5G毫米波无线通信系统小型化和高数据速率的需求,应用于毫米波通信的超材料天线的发展面临着许多需要迫切需要解决的问题。一方面,传统设计的应用于毫米波通信的超材料天线在小型化方面面临许多难题,尤其是纵向的小型化,应用于毫米波通信的超材料天线的剖面降低导致带宽等性能随之降低;另一方面,应用于毫米波通信的超材料天线在有限的剖面高度下提高带宽也面临许多困难。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种应用于毫米波通信的超材料天线及阵列,用于在提高带宽的同时保持应用于毫米波通信的超材料天线的低剖面和小型化的特性不变。

[0005] 第一方面,本发明提供一种应用于毫米波通信的超材料天线,包括:

[0006] 第一介质层,位于第一介质层下表面的微带馈线,位于第一介质层中具有通孔的反射板;

[0007] 形成在第一介质层和反射板上的第二介质层,位于第二介质层上的第一环形超材料结构;

[0008] 形成在第二介质层以及第一环形超材料结构上的第三介质层,位于第三介质层上表面的辐射贴片以及第二环形超材料结构,第二环形超材料结构位于辐射贴片的外围,第一环形超材料结构与第二环形超材料结构相对设置。

[0009] 采用上述技术方案的情况下,本发明中的应用于毫米波通信的超材料天线利用位于第一介质层下表面的微带馈线通过反射板的通孔向辐射贴片耦合馈电,进而辐射贴片激励第二环形超材料结构,第二环形超材料结构激励与其相对设置在第一环形超材料结构,由于本发明包括第一环形超材料结构和第二环形超材料结构,相对于现有技术,本发明增加了第一环形超材料结构,故利用第二环形超材料结构激励第一环形超材料结构时,可以获得额外的谐振,从而增加应用于毫米波通信的超材料天线的带宽,实现了本发明应用于毫米波通信的超材料天线的宽频带特性。此外,由于超材料结构的厚度相对波长来说可以忽略不计,故负载超材料结构的应用于毫米波通信的超材料天线无需增加额外的剖面高度或采用复杂的天线结构即可实现高带宽,保证了了应用于毫米波通信的超材料天线的低剖面特性。

[0010] 再者,本发明通过第一环形超材料结构和第二环形超材料结构形成的叠层超材料结构进行了超材料结构的小型化设计,在不改变介质材料与厚度的条件下实现了应用于毫米波通信的超材料天线的面积缩减,进而实现应用于毫米波通信的超材料天线的小型化。

[0011] 在一种可能的实现方式中,所述第一环形超材料结构包括第一环形单元和第二环形单元,所述第一环形单元位于所述第二环形单元的外周,且所述第一环形单元与所述第二环形单元之间存在间隙;

[0012] 所述第二环形超材料结构位于所述第一环形单元与所述第二环形单元形成的间隙上方。

[0013] 在一种可能的实现方式中,所述第一环形单元包括多个第一超材料贴片,所述第二环形单元包括多个第二超材料贴片,所述第二环形超材料结构包括多个第三超材料贴片;

[0014] 每个所述第三超材料贴片位于两个所述第一超材料贴片和两个所述第二超材料贴片形成的间隙上方。

[0015] 在一种可能的实现方式中,所述多个第一超材料贴片之间电气隔离;所述多个第二超材料贴片之间电气隔离;所述多个第三超材料贴片之间电气隔离。

[0016] 在一种可能的实现方式中,相邻两个所述第一超材料贴片之间具有第一间隙,相邻两个所述第二超材料贴片之间具有第二间隙,相邻两个所述第三超材料贴片之间具有第三间隙,所述第一超材料贴片与个所述第二超材料贴片之间具有第四间隙;

[0017] 所述第一间隙、所述第二间隙、所述第三间隙以及所述第四间隙相等。

[0018] 在一种可能的实现方式中,所述第一超材料贴片的宽度与所述第二超材料贴片的宽度相同;

[0019] 所述第三超材料贴片的宽度为所述第一超材料贴片宽度的2倍。

[0020] 在一种可能的实现方式中,所述第二环形超材料结构的中心与所述辐射贴片的中心重合;

[0021] 所述第二环形超材料结构与所述辐射贴片之间电气隔离。

[0022] 在一种可能的实现方式中,所述反射板中心开有矩形通孔,所述辐射贴片在所述反射板上的正投影的中心与所述矩形通孔的中心重合,所述微带馈线在所述反射板上的正投影与所述矩形通孔的中心轴线垂直,所述微带馈线通过所述矩形通孔与所述辐射贴片耦合馈电;

[0023] 所述辐射贴片向所述第一环形超材料结构和所述第二环形超材料结构激励馈电。

[0024] 在一种可能的实现方式中,所述微带馈线为终端开路的微带馈线;所述应用于毫米波通信的超材料天线还包括位于所述第一介质层下表面的馈电端口,所述微带馈线的末端与所述馈电端口连接,向所述应用于毫米波通信的超材料天线馈电;

[0025] 和/或,所述第一介质层、所述第二介质层和所述第三介质层均为高频低损耗介质板。

[0026] 第二方面,本发明还提供一种应用于毫米波通信的超材料天线阵列。应用于毫米波通信的超材料天线阵列包括多个如第一方面或第一方面任一可能的实现方式所描述的应用于毫米波通信的超材料天线以及馈电网络层。馈电网络层包括多个微带馈线,任意两个应用于毫米波通信的超材料天线通过微带馈线连接。

[0027] 与现有技术相比,本发明提供的应用于毫米波通信的超材料天线阵列的有益效果与第一方面或第一方面任一可能的实现方式描述的应用于毫米波通信的超材料天线的有益效果相同,此处不做赘述。

附图说明

[0028] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0029] 图1为本发明实施例提供的应用于毫米波通信的超材料天线的剖面图;

[0030] 图2为本发明实施例提供的一种的应用于毫米波通信的超材料天线的平面结构图;

[0031] 图3为本发明实施例原超材料天线与本发明实施例提供的应用于毫米波通信的超材料天线中超材料周期单元在相同周期时反射相位对比图

[0032] 图4为本发明实施例提供的实施例超材料应用于毫米波通信的超材料天线与原超材料天线性能对比图。

具体实施方式

[0033] 为了便于清楚描述本发明实施例的技术方案,在本发明的实施例中,采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。例如,第一阈值和第二阈值仅仅是为了区分不同的阈值,并不对其先后顺序进行限定。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定,并且“第一”、“第二”等字样也并不限定一定不同。

[0034] 需要说明的是,本发明中,“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本发明中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言,使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

[0035] 本发明中,“至少一个”是指一个或者多个,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B的情况,其中A,B可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达,是指的这些项中的任意组合,包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如,a,b或c中的至少一项(个),可以表示:a,b,c,a和b的结合,a和c的结合,b和c的结合,或a、b和c的结合,其中a,b,c可以是单个,也可以是多个。

[0036] 在本发明的描述中,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或两个元件的相互作用关系。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发明中的具体含义。

[0037] 近年来,电磁超表面(Electromagnetic Metasurface)对电磁波的调控研究与应用得到了快速的发展。电磁超表面是一种二维电磁超材料,在超薄尺寸上制造周期性或非

周期性排列的亚波长金属结构以此形成电磁超表面。与三维电磁超材料相比,电磁超表面大大降低了复杂制作工艺的要求,具有损耗低、重量轻、集成度高等优点,可以有效调控电磁波的相位、幅度、极化与辐射等特性,在天线工程应用中显示出巨大的潜力。

[0038] 随着移动通信技术快速发展,5G无线通信系统对天线性能要求越来越高。为了满足5G毫米波无线通信系统的小型化和高数据速率的需求,众多研究者在天线设计与研发上投入了大量的精力。但现阶段,应用于毫米波通信的超材料天线的发展仍面临着许多需要迫切解决的问题。一方面,传统设计的应用于毫米波通信的超材料天线在小型化方面面临许多难题,尤其是纵向的小型化,应用于毫米波通信的超材料天线的剖面降低导致带宽等性能随之降低;另一方面,应用于毫米波通信的超材料天线在有限的剖面高度下提高带宽也面临许多困难。

[0039] 目前,提高应用于毫米波通信的超材料天线带宽的技术主要包括空气腔,U型、L型和E型贴片以及贴片负载超材料等天线技术。但是,空气腔应用于毫米波通信的超材料天线面临着天线结构复杂,在毫米波高密度集成系统中工艺难度高等问题;利用L型、U型、E型等结构实现宽频带,但这一类不对称的贴片结构会引起高交叉极化的问题。

[0040] 现代天线工程中利用负载超材料的应用于毫米波通信的超材料天线也能一定程度上增加带宽,但多数设计性能提升有限且增加天线单元的面积,不利于天线阵列布局设计。同时,目前多数超材料天线在不高于0.06波长的低剖面时由于较大尺寸的超材料周期结构,在不改变介质材料与厚度的条件下很难实现小于半波长的天线尺寸,进而增加了多天线系统应用的难度。

[0041] 基于此,如图1和图2所示,本发明实施例提供一种应用于毫米波通信的超材料天线,包括:

[0042] 第一介质层8,位于第一介质层8下表面的微带馈线5,位于第一介质层8中具有通孔的反射板3。

[0043] 形成在第一介质层8和所述反射板3上的第二介质层7,位于第二介质层7上的第一环形超材料结构2。

[0044] 形成在第二介质层7以及第一环形超材料结构2上的第三介质层6,位于第三介质层6上表面的辐射贴片1以及第二环形超材料结构9,所述第二环形超材料结构9位于辐射贴片1的外围,第一环形超材料结构2与第二环形超材料结构9相对设置。

[0045] 本发明实施例中,上述反射板3的通孔可以为矩形通孔4,且该矩形通孔4位于反射板3的中心。辐射贴片1在所述反射板3上的正投影的中心与所述矩形通孔4的中心重合,且辐射贴片1的形状为矩形,微带馈线5在反射板3上的正投影与矩形通孔4的中心轴线垂直。基于此结构,微带馈线5通过上述矩形通孔4向辐射贴片1耦合馈电,由于辐射贴片1的形状也为矩形,故通过矩形通孔4向辐射贴片1馈电,能够提高矩形通孔4向矩形辐射贴片1耦合馈电的均匀性。进一步的,上述矩形凹槽处于天线中心位置。

[0046] 之后,辐射贴片1向第二环形超材料结构9激励馈电,第二环形超材料结构9再向下层的第一环形超材料结构2激励馈电,基于此,本发明实施例的应用于毫米波通信的超材料天线可以获得额外的谐振,从而增加了天线的带宽,实现了本发明应用于毫米波通信的超材料天线的宽频带特性。此外,由于超材料结构的厚度相对波长来说可以忽略不计,负载超材料结构的应用于毫米波通信的超材料天线无需增加额外的剖面高度或采用复杂的天线

结构即可实现高带宽,保证了应用于毫米波通信的超材料天线的低剖面特性。

[0047] 再者,本发明通过第一环形超材料结构2和第二环形超材料结构9形成的叠层超材料结构进行了超材料结构的小型化设计,在不改变介质材料与厚度的条件下实现了应用于毫米波通信的超材料天线的面积缩减,进而实现应用于毫米波通信的超材料天线的小型化。

[0048] 在本发明实施例中,矩形辐射贴片1和叠层超材料结构均作为辐射体分别设置在第一介质板和第二介质板上。且上述矩形辐射贴片1处于应用于毫米波通信的超材料天线中心位置。叠层超材料结构在应用于毫米波通信的超材料天线的垂直方向与辐射贴片1无重叠。

[0049] 进一步的,上述第一环形超材料结构2包括第一环形单元和第二环形单元,该第一环形单元位于第二环形单元的外周,且第一环形单元和第二环形单元之间存在间隙。第二环形超材料结构9位于第一环形单元与第二环形单元形成的间隙上方。应理解,本发明实施例提供的应用于毫米波通信的超材料天线中的第二环形超材料结构9与第一环形单元和第二环形单元之间存在间隙,故本发明实施例在第二环形超材料结构9与第一环形单元和第二环形单元之间增加了层间电容,由于第一环形单元与第二环形单元之间存在间隙,故本发明实施例在第一环形单元与第二环形单元之间增加了间隙电容,而增加的层间电容与间隙电容均与谐振频率成反比,因此,第一环形超材料结构2和第二环形超材料结构9形成的环型叠层超材料结构的谐振频率低于仅包括一层环形超材料结构的谐振频率,因此,本发明可以实现环型叠层超材料结构的小型化,进而,可以实现应用于毫米波通信的超材料天线的小型化。

[0050] 更进一步的,第一环形单元包括多个第一超材料贴片,第二环形单元包括多个第二超材料贴片,第二环形超材料结构9包括多个第三超材料贴片;

[0051] 每个第三超材料贴片位于两个第一超材料贴片和两个第二超材料贴片形成的间隙上方。

[0052] 在实际中,每个第三超材料贴片以及与第三超材料贴片对应设置的两个第一超材料贴片和两个第二超材料贴片形成一个超材料周期单元。基于与上述原理,每个第三超材料贴片与对应设置的两个第一超材料贴片和两个第二超材料贴片均存在层间电容,第一超材料贴片和第二超材料贴片之间存在间隙电容,故该超材料周期单元的谐振频率较低,因此,每个超材料周期单元都能进行小型化,进而,使得实现整个环型叠层超材料结构的小型化。

[0053] 在一种具体的实施例中,上述所述第二环形超材料结构9包括4乘4个第三超材料贴片,每个第三超材料贴片的下方对应设置有两个第一超材料贴片和两个第二超材料贴片。

[0054] 在一种可能的实现方式中,多个第一超材料贴片之间电气隔离;多个第二超材料贴片之间电气隔离;多个第三超材料贴片之间电气隔离。

[0055] 进一步的,为了使得辐射贴片1能够均匀的对每个超材料周期单元产生激励,相邻两个第一超材料贴片之间具有第一间隙,相邻两个第二超材料贴片之间具有第二间隙,相邻两个第三超材料贴片之间具有第三间隙,第一超材料贴片与所述第二超材料贴片之间具有第四间隙;所述第一间隙、所述第二间隙、所述第三间隙以及所述第四间隙相等。

[0056] 在一种可能的实现方式中,所述第一超材料贴片的宽度与所述第二超材料贴片的宽度相同;所述第三超材料贴片的宽度为所述第一超材料贴片宽度的2倍。基于此,可以使得每个第三超材料贴片在第一环形超材料结构2的投影位于相应两个第一超材料贴片和两个第二超材料贴片上,以使第三超材料贴片可以向相应两个第一超材料贴片和两个第二超材料贴片产生激励,以获得额外的谐振。

[0057] 作为一种具体的实施方式,第二环形超材料结构9的中心与辐射贴片1的中心重合,基于此,可以使辐射贴片1向第二环形超材料结构9的各个部分产生均匀的激励;第二环形超材料结构9与所述辐射贴片1之间电气隔离。

[0058] 具体的,所述反射板3中心开有矩形通孔4,所述辐射贴片1在所述反射板3上的正投影的中心与所述矩形通孔4的中心重合,所述微带馈线5在所述反射板3上的正投影与所述矩形通孔4的中心轴线垂直,所述微带馈线5通过所述矩形通孔4与所述辐射贴片1耦合馈电;所述辐射贴片1向所述第一环形超材料结构2和所述第二环形超材料结构9激励馈电。

[0059] 基于上述结构,微带馈线5的馈电端与矩形通孔4以及辐射贴片1相对设置,可以使得微带馈线5通过所述矩形通孔4与所述辐射贴片1耦合馈电;所述辐射贴片1向所述第一环形超材料结构2和所述第二环形超材料结构9激励馈电。

[0060] 在本发明实施例中,上述微带馈线5为终端开路的微带馈线5;进一步的,微带馈线5可以为终端开路的 50Ω 传输线。所述应用于毫米波通信的超材料天线还包括位于所述第一介质层8下表面的馈电端口,所述微带馈线5的末端与所述馈电端口连接,向所述应用于毫米波通信的超材料天线馈电;在实际中,该馈电端口与反射板3中心开设的矩形通孔4相对设置,以通过该矩形通孔4向辐射贴片1馈电。

[0061] 应理解,为了保证天线高频性能,且降低损耗,上述第一介质层8、第二介质层7和第三介质层6均为高频低损耗介质板。

[0062] 图3为本发明实施例原超材料天线与本发明实施例提供的应用于毫米波通信的超材料天线中叠层超材料结构在相同周期时反射相位对比图。在上层周期贴片宽度和间距相同且周期长度为 1.7mm 时,相比于原超材料天线中超材料周期单元,本发明实施例提供的应用于毫米波通信的超材料天线中叠层超材料结构的反射相位随频率的变化曲线明显移至更低的频率,以此推断在相同周期性单元排布的实际环形超材料结构中,所述叠层超材料结构的谐振频率也低于原超材料结构,因此可以实现超材料结构的小型化。

[0063] 进一步的,应用于毫米波通信的超材料天线的中心矩形辐射贴片1的边长为 $1.5\text{mm}\times 1.2\text{mm}$,叠层超材料结构的总边长为 $4\text{mm}\times 4\text{mm}$,相邻两个方形贴片单元之间的距离为 0.1mm 。相比于原超材料天线中环型超材料结构的总边长为 $5.6\text{mm}\times 5.6\text{mm}$,本发明实施例提供的应用于毫米波通信的超材料天线面积取得了49%的尺寸缩减。

[0064] 图4为本发明实施例本发明实施例超材料应用于毫米波通信的超材料天线与原超材料天线性能结果图。原超材料天线与本发明实施例提供的应用于毫米波通信的超材料天线在相同介质材料与厚度的条件下均实现了从 $30\text{GHz}-38\text{GHz}$ 的宽阻抗带宽,大于20%的相对带宽。

[0065] 发明实施例提供的应用于毫米波通信的超材料天线具有如下特点:

[0066] 1、本发明实施例利用应用于毫米波通信的超材料天线负载环型超材料结构,实现了宽带天线的低剖面,本发明原超材料天线与小型化超材料天线的金属地平面尺寸为 9mm

$\times 9\text{mm} \times 0.5\text{mm}$, 约为 $1\lambda_{34\text{GHz}} \times 1\lambda_{34\text{GHz}} \times 0.06\lambda_{34\text{GHz}}$ ($\lambda_{34\text{GHz}}$ 为自由空间中34GHz的波长)。

[0067] 2、本发明实施例利用中心矩形辐射贴片激励环型超材料结构并产生额外的谐振来增加带宽,有利于实现天线的宽频带特性,以此为基础的小型化超材料天线的工作带宽可覆盖30—38GHz (大于20%),涵盖34GHz的5G频段,可应用于5G毫米波通信。

[0068] 3、本发明实施例在原超材料天线基础上通过采用叠层超材料结构进行超材料单元小型化设计,进而实现原超材料天线的小型化,在不改变介质材料与厚度的条件下实现了天线49%的面积缩减。

[0069] 4、本发明实施例使用对称的天线结构与耦合馈电技术,实现天线低交叉极化性,同时无通孔设计,简化了天线的结构,可实现天线的低交叉极化性能。

[0070] 本发明实施例还提供一种应用于毫米波通信的超材料天线阵列,应用于毫米波通信的超材料天线阵列包括多个如第一方面或第一方面任一可能的实现方式所描述的应用于毫米波通信的超材料天线1以及馈电网络层。馈电网络层包括多个微带馈线,任意两个应用于毫米波通信的超材料天线通过微带馈线连接。在应用于毫米波通信的超材料天线1阵列中,超表面结构沿着微带馈线的延伸方向周期性排列。

[0071] 与现有技术相比,本发明提供的应用于毫米波通信的超材料天线阵列的有益效果与第一方面或第一方面任一可能的实现方式描述的应用于毫米波通信的超材料天线的有益效果相同,此处不做赘述。

[0072] 在上述实施方式的描述中,具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0073] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明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发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

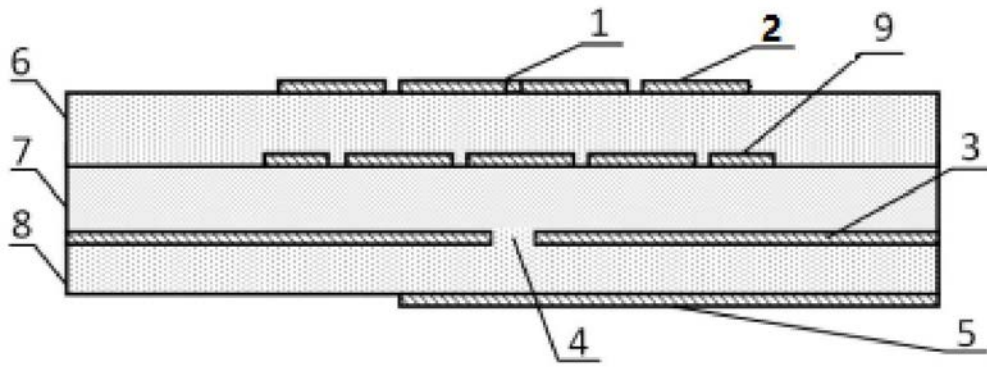


图1

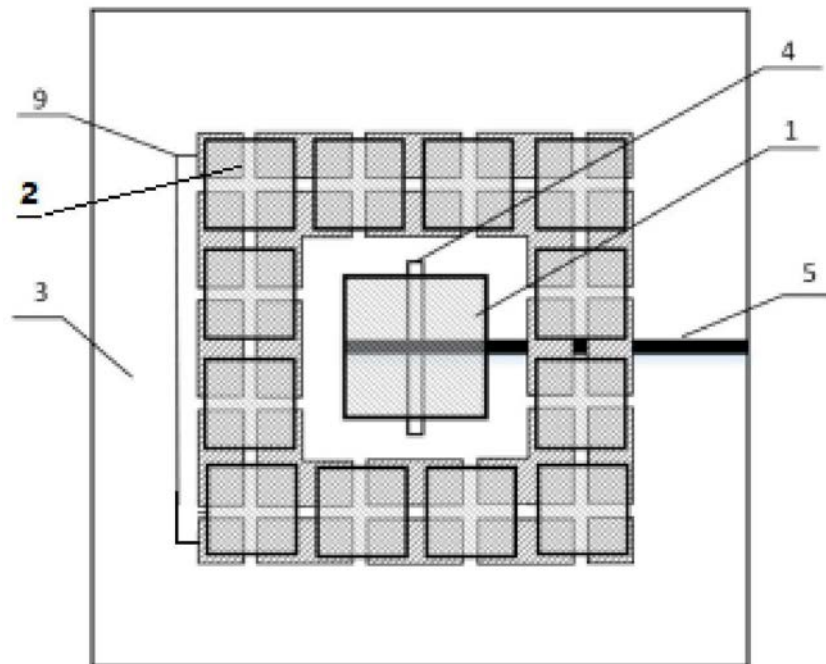


图2

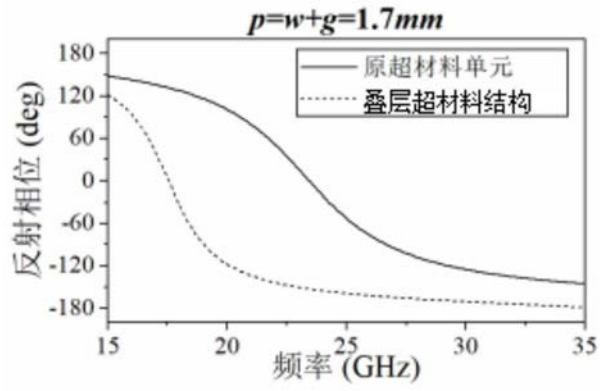


图3

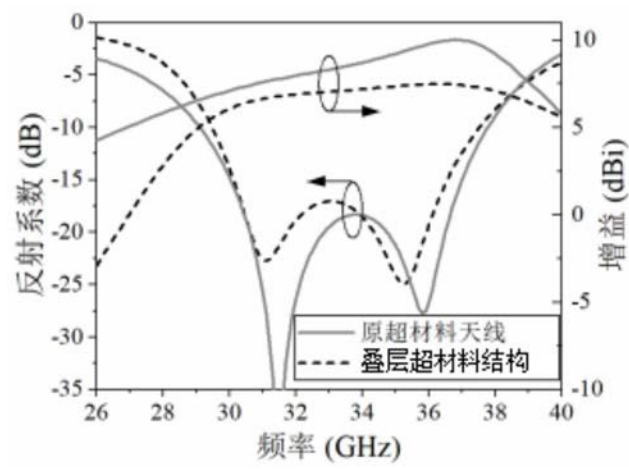


图4