# (19) 中华人民共和国国家知识产权局



# (12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 112072267 B (45) 授权公告日 2021.11.23

- (21)申请号 202010965272.0
- (22)申请日 2020.09.15
- (65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 112072267 A
- (43) 申请公布日 2020.12.11
- (73) 专利权人 华南理工大学
  地址 510640 广东省广州市天河区五山路
  381号
- (72)发明人 杨琬琛 张迎琪 车文荃 薛泉 李永正
- (74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 王东东

- (51) Int.Cl.
  - H01Q 1/00 (2006.01)
  - H01Q 1/50 (2006.01)
  - H01Q 1/22 (2006.01)
  - *H01Q* 1/24 (2006.01)
- (54) 发明名称

一种双极化宽阻带的滤波天线及通信设备

#### (57)摘要

本发明公开了一种双极化宽阻带的滤波天 线及通信设备,包括介质基板、金属地板、金属辐 射贴片、金属馈电臂、金属方环枝节、金属横枝节 及金属探针,所述介质基板为矩形腔体结构,所 述金属地板设置在介质基板的下表面,金属辐射 贴片设置在介质基板上表面的中间位置,所述金 属横枝节及金属方环枝节位于矩形腔体内,同层 且相连,所述金属馈电臂位于金属方环枝节与金 属辐射贴片之间,金属探针的一端与设置在金属 地板上的圆孔构成同轴馈电结构,另一端穿过金 属横枝节,与金属馈电臂的一端连接构成双极化 差分馈电结构,金属探针与金属横枝节连接。该 天线结构简单、可大大减少射频前端的体积且没 有额外的插入损耗。 (56) 对比文件 CN 110808458 A,2020.02.18

> CN 110808458 A,2020.02.18 CN 110635244 A,2019.12.31

- CN 109904607 A,2019.06.18
- CN 109728429 A,2019.05.07
- CN 108682939 A,2018.10.19
- CN 109494480 A,2019.03.19
- US 2007109198 A1,2007.05.17
- WO 2019054063 A1,2019.03.21

Wanchen Yang.Novel Compact High-Gain Differential-Fed Dual-Polarized Filtering Patch Antenna. (IEEE Transactions on Antennas and Propagation).2019,

何云红.具有滤波功能的蓝牙微带天线设 计.《中国计量学院学报》.2011,

审查员 孙佳敏

权利要求书1页 说明书5页 附图4页



CN 112072267

*H01Q 9/04* (2006.01)

1.一种双极化宽阻带的滤波天线,其特征在于,包括介质基板、金属地板、金属辐射贴 片、金属馈电臂、金属方环枝节、金属横枝节及金属探针,所述介质基板为矩形腔体结构,所 述金属地板设置在介质基板的下表面,金属辐射贴片设置在介质基板上表面的中间位置, 所述金属横枝节及金属方环枝节位于矩形腔体内,同层且相连,所述金属馈电臂位于金属 方环枝节与金属辐射贴片之间,金属探针的一端与设置在金属地板上的圆孔构成同轴馈电 结构,另一端穿过金属横枝节,与金属馈电臂的一端连接构成双极化差分馈电结构,金属探 针与金属横枝节连接;

所述金属馈电臂共四个,且分别垂直于金属辐射贴片的四条边,金属馈电臂的一端与 金属探针连接,另一端指向矩形腔体的竖向中间轴线;

所述金属横枝节共四个,其分别与金属方环枝节四条边平行设置,并分别与金属方环 枝节四个边的中点连接。

2. 根据权利要求1所述的滤波天线,其特征在于,所述金属探针垂直设置。

3.根据权利要求1所述的滤波天线,其特征在于,所述金属辐射贴片为方形,边长为0.2 λg<sub>0</sub>~0.7λg<sub>0</sub>,其中,λg<sub>0</sub>为天线中心频率对应的介质有效波长。

4.根据权利要求2所述的滤波天线,其特征在于,所述金属馈电臂的长度0.15 $\lambda_{g_0}$ ~0.4 $\lambda_{g_0}$ ,两个平行相为0.05 $\lambda_{g_0}$ ~0.5  $\lambda_{g_0}$ ,其中, $\lambda_{g_0}$ 为天线中心频率对应的介质有效波长。

5.根据权利要求1所述的滤波天线,其特征在于,所述金属横枝节及金属方环枝节与金 属地板之间的间隔为0.002λ~0.2λ;所述金属馈电臂与金属地板之间的间隔为0.004λ~0.4 λ,其中,λ为中心频率对应的自由空间波长。

6.根据权利要求1所述的滤波天线,其特征在于,所述金属横枝节的长度为0.2 $\lambda$ g<sub>1</sub>~0.7  $\lambda$ g<sub>1</sub>,且宽度为0.01 $\lambda$ g<sub>1</sub>~0.1  $\lambda$ g<sub>1</sub>,其中, $\lambda$ g<sub>1</sub>为天线通带上边频零点频率对应的介质有效波长。

7.根据权利要求1所述的滤波天线,其特征在于,所述圆孔为四个,分别位于金属馈电 臂一端的正下方,直径为0.002λ~0.1λ,其中,λ为中心频率对应的自由空间波长。

8.一种通信设备,其特征在于,包括权利要求1-7任一项所述的双极化宽阻带的滤波天线。

## 一种双极化宽阻带的滤波天线及通信设备

#### 技术领域

[0001] 本发明涉及天线领域,具体涉及一种双极化宽阻带的滤波天线及通信设备。

### 背景技术

[0002] 随着5G时代的到来,大规模多输入多输出天线技术(MIMO)的发展成为5G应用的关键。为了在有限的空间容纳更多的射频收发通道以覆盖宽频应用,通信系统的发展趋于小型化、低功耗和多功能。射频系统前端的天线与滤波器是必不可少的无源器件,性能设计尤为重要。滤波器的主要功能是滤除噪声和多余的杂波等,而天线是收发信号的终端器件。一般来说,天线与滤波器是分立工作的,这不仅增大了系统损耗、降低了总体效率,几何尺寸也相对较大。为了优化射频前端的整体性能,国内外研究人员提出了滤波天线(filtering antenna/filtenna)的概念及设计,即将二者的功能融合成一个无源器件,实现滤波、辐射两种功能。这样的设计不仅可以减小系统的几何尺寸,也可以减小插入损耗,提高系统的整体效率。因此,应用于不同通信系统的滤波天线的设计很有意义。

[0003] MIMO技术的5G基站设计中,阵间去耦与小型化是阵列设计的重大挑战。在有限空间内聚集了多个频段的通道,其互耦会严重影响天线阵列的效率、辐射方向图。传统的提高不同频天线子阵间隔离的方法例如加载双工器,或在阵列间加载去耦网络,但会加大设计难度,或导致阵间距增大,难以小型化。相比之下,采用滤波天线单元组成的阵列可以使不同频段的天线单元紧凑、嵌套排列,缩小多频天线阵列的体积;由于天线单元具有良好的带外抑制功能,不同频段工作的单元不会相互干扰、相邻天线单元间的耦合也大幅度被抑制。这样的设计既满足系统小型化的需求,又能减少额外器件、电路的插入损耗。

[0004] 在5G通信的毫米波频段,为了实现系统的多功能、小型化、低功耗,采用三维集成的垂直向封装技术集成多个系统模块已经成为发展趋势。天线本身是分布式器件,而滤波器在毫米波频段Q值太低,难以完全集成在芯片中,所以天线、滤波器都需经互联结构与后端的芯片连接。这样的设计损耗较大且体积难以再小型化,因此,可应用于毫米波及更高频段的"封装集成天线"的滤波天线设计可成为解决这一问题的方法之一。

#### 发明内容

[0005] 为了克服现有技术存在的缺点与不足,本发明首要目的是提供一种基于LTCC技术的毫米波双极化宽阻带的滤波天线。该天线能在毫米波频段实现较高的增益以及较好的滤波性能。

[0006] 本发明的次要目的是提供一种通信设备。

[0007] 本发明采用的技术方案如下:

[0008] 一种毫米波双极化宽阻带的滤波天线,包括介质基板、金属地板、金属辐射贴片、 金属馈电臂、金属方环枝节、金属横枝节及金属探针,所述介质基板为矩形腔体结构,所述 金属地板设置在介质基板的下表面,金属辐射贴片设置在介质基板上表面的中间位置,所 述金属横枝节及金属方环枝节位于矩形腔体内,同层且相连,所述金属馈电臂位于金属方

环枝节与金属辐射贴片之间,金属探针的一端与设置在金属地板上的圆孔构成同轴馈电结构,另一端穿过金属横枝节,与金属馈电臂的一端连接构成双极化差分馈电结构,金属探针与金属横枝节连接。

[0009] 所述金属横枝节共四个,分别与金属方环枝节四个边的中点连接。

[0010] 所述金属馈电臂共四个,其一端与金属探针连接,另一端指向矩形腔体的竖向中间轴线。

[0011] 所述金属探针垂直设置。

[0012] 所述金属辐射贴片为方形,边长为0.2\\g\_0~0.7\\g\_0,其中,\\g\_0为天线中心频率对应的介质有效波长。

[0013] 所述金属馈电臂的长度 $0.15 \sim 0.4 \lambda_{g_0}$ ,两个平行相为 $0.05 \sim 0.5 \lambda_{g_0}$ ,其中, $\lambda_{g_0}$ 为天 线中心频率对应的介质有效波长。

[0014] 所述金属横枝节及金属方环枝节与金属地板之间的间隔为0.002λ~0.2λ;所述金属馈电臂与金属地板之间的间隔为0.004λ~0.4λ,其中,λ为中心频率对应的自由空间波长。

[0015] 所述金属横枝节的长度为0.2~0.7\\state\_1,且宽度为0.01~0.1\\state\_1,其中,\\state\_1为天线 通带上边频零点频率对应的介质有效波长。

[0016] 所述圆孔为四个,分别位于金属馈电臂一端的正下方,直径为0.002λ~0.1λ,其 中,λ为中心频率对应的自由空间波长。

[0017] 一种通信设备,包括所述的双极化宽阻带的滤波天线。

[0018] 本发明的有益效果:

[0019] 1)本发明加载的结构包括金属方环支节、金属横支节,由于没有额外的滤波电路,可以有效减小射频前端的体积和额外的损耗,使天线具有紧凑的结构和较高的增益。

[0020] 2)本发明通过加载金属馈电臂的耦合结构、加载金属方环支节、金属横支节的滤 波结构,使天线在实现滤波性能的同时实现了较宽的带宽。

[0021] 3)本发明通过加载金属方环支节、金属横支节,使天线在馈电过程中在特定频段 产生谐振型阻带,从而形成传输零点,多个传输零点可以让阻带部分形成较好的抑制水平 与较宽的阻带带宽,其中,上阻带的上边频可达到1.45个中心频率处。

[0022] 4)本发明采用多层LTCC低温共烧陶瓷压合技术,结构集成,易于与后端通信系统 组件互联,课运用于5G大规模阵列的多功能融合设计。

#### 附图说明

[0023] 图1是本发明的立体结构示意图;

[0024] 图2是图1的分解俯视图,包括金属辐射贴片、介质基板、金属探针、金属馈电臂

[0025] 图3是图1的分解俯视图,包括金属横支节、金属方环枝节及金属地板;

[0026] 图4是本发明图1的侧视图;

[0027] 图5(a) 是本发明实施例的增益随频率变化的示意图;

[0028] 图5(b)是本发明实施例的S参数:反射系数、极化隔离随频率变化的示意图;

[0029] 图6(a) 是本发明实施例的在24.5GHz处的辐射方向图示意图;

[0030] 图6(b)是本发明实施例的在29.5GHz处的辐射方向图示意图。

#### 具体实施方式

[0031] 下面结合实施例及附图,对本发明作进一步地详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0032] 实施例1

[0033] 如图1-图4所示,一种双极化宽阻带的滤波天线,具体是基于LTCC技术,包括介质 基板1、金属地板2、金属辐射贴片3、金属探针4、金属馈电臂8、金属方环枝节7及金属横枝节 6,所述介质基板为矩形的LTCC结构,具体是一个矩形腔体,所述介质基板的下表面设置金 属地板,所述介质基板的上表面居中位置设置金属辐射贴片3,所述金属辐射贴片为方形, 所述金属横枝节及金属方环枝节位于矩形腔体内,且位于同层,并且金属横枝节的中点通 过一段金属与金属方环枝节的边长连接,也就是说位于上、下表面之间。

[0034] 如图1所示,所述金属辐射贴片及金属方环枝节的设置方向相同,金属方环支节7 一个,其方环中心位于原点且每个边长都与x、y轴有45度夹角。

[0035] 如图2、图3及图4所示,为了形成特定频段的谐振,产生天线的上边带、下边带零 点,实现滤波功能的一部分,所述金属横枝节为四个,尺寸结构均相同,分别与四条对应的 金属方环枝节的边平行,其中点位于+x,+y,-x,-y轴上、位置在原点与金属探针4之间并靠 近金属探针4,其支节方向分别垂直于+x,+y,-x,-y轴方向,且金属横支节6的中点与金属探 针4有一段金属连接,四个金属横枝节与金属方环枝节的四个边距离相等。

[0036] 为了产生电容效应,耦合馈电给贴片,拓宽工作带宽,所述金属馈电臂位于金属横 枝节及金属方环枝节所在层与金属辐射贴片之间,具体与金属横向枝节垂直,其一端与金 属探针连接,其另一端分别平行于+x,+y,-x,-y轴方向并指向原点。

[0037] 所述金属探针具体为四个,垂直设置在所述介质基板1中,其各圆心位置分别位于+x,+y,-x,-y轴上,且距原点距离相同,其探针一端与金属地板上设置的圆孔5共圆心组成同轴馈电结构,另一端穿过金属横支节6的中点连接,并与金属馈电臂8的一端连接,其目的 是构成双极化差分馈电结构,以实现+-45度双极化功能。

[0038] 所述圆孔为四个,与金属馈电臂的一端一一对应。

[0039] 进一步地,所述介质基板的介电常数ε<sub>r</sub>为2~7,厚度h<sub>3</sub>为0.05λ~0.8λ,其中,λ为中 心频率对应的自由空间波长。介质基板的厚度可根据天线的带宽要求、加工实现能力在上 述范围内自行选择,均可实现阻带抑制的滤波功能。

[0040] 进一步地,所述介质基板、金属地板为矩形且边长g均为0.2λ~1.5λ,其中,λ为中 心频率对应的自由空间波长。金属地板的两边边长可根据天线的尺寸要求在上述范围内自 行选择,均可实现阻带抑制的滤波功能。

[0041] 进一步地,所述金属横支节、金属方环支节与金属地板之间的间隔h<sub>1</sub>为0.002λ~0.2λ;所述金属馈电臂与金属地板之间的间隔h<sub>2</sub>为0.004λ~0.4λ其中,λ为中心频率对应的自由空间波长。介质基板与金属地板的间隔、金属馈电臂与金属地板之间的间隔可根据天线的带宽要求在上述范围内自行选择,均可实现阻带抑制的滤波功能。

[0042] 进一步地,所述金属辐射贴片的两个边长a为0.2\\xs\_0~0.7\\xs\_0,其中,\xs\_0为天线中 心频率对应的介质有效波长。辐射贴片的边长可以用于调节通带内阻抗匹配,辐射边长由 介质基板的厚度、介电常数及介质基板与金属地板的间距决定,在上述范围内均可实现阻 带抑制的滤波功能。

[0043] 进一步地,所述金属馈电臂的长度1f为0.15~0.4\g<sub>0</sub>,两个平行相指的金属馈电 臂之间的直线距离xp为0.05~0.5\g<sub>0</sub>,其中,\g<sub>0</sub>为天线中心频率对应的介质有效波长。金属 馈电臂的长度与位置用于调节天线通带的工作频率、通带内阻抗匹配。

[0044] 进一步地,所述金属横支节的长度pa<sub>2</sub>为0.2~0.7λg<sub>1</sub>且宽度wp<sub>2</sub>为0.01~0.1λg<sub>1</sub>, 所述金属横支节的中点与金属探针的连接处长度pa<sub>02</sub>为0.01~0.3λg<sub>1</sub>,其中,λg<sub>1</sub>为天线通 带上边频零点频率对应的介质有效波长。金属横支节的长度、宽度用于调整通带内阻抗匹 配、通带上边频零点频率和上阻带抑制性能。金属横支节相当于两对并联式1/4λg<sub>1</sub>开路短 截线阻带效应,产生天线的上边带零点。其长度主要由介质基板的厚度、介电常数及介质基 板与金属地板的间距决定,在上述范围内均可实现阻带抑制的滤波功能。

[0045] 进一步地,所述金属方环支节的边长pa<sub>1</sub>为0.1~0.5λg<sub>2</sub>且宽度wp<sub>1</sub>为0.01~0.05λ g<sub>2</sub>,所述金属方环支节的边长中点与金属横支节中点相连接处长度pa<sub>01</sub>为0.01~0.1λg<sub>2</sub>且 宽度wst为0.01~0.05λg<sub>2</sub>,其中,λg<sub>2</sub>为天线通带下边频零点频率对应的介质有效波长。金属 方环支节的边长、宽度用于调整通带内阻抗匹配、通带上边频零点频率和下阻带抑制性能。 金属横支节四条边长总长度相当于并联式1λg<sub>2</sub>阻带谐振器,产生天线的下边带零点。其长 度主要由介质基板的厚度、介电常数及介质基板与金属地板的间距决定,在上述范围内均 可实现阻带抑制的滤波功能。

[0046] 进一步地,所述金属探针的直径为0.001λ~0.05λ;所述圆孔的直径为0.002λ~ 0.1λ,其中,λ为中心频率对应的自由空间波长。圆孔与金属探针共圆心,圆孔的直径大于金 属探针的直径,两者形成同轴接口结构,其具体尺寸由所选的射频同轴接头的型号决定。

[0047] 本实施例中的具体尺寸如下:

[0048] 所述介质基板的介电常数 $\epsilon_r$ 为5.9,厚度h<sub>3</sub>=0.846nm;所述介质基板、金属地板为 矩形,两边边长为g=5.35nm,所述金属横支节、金属方环支节与金属地板之间的间隔h<sub>1</sub>为 0.094nm;所述金属馈电臂与金属地板之间的间隔h<sub>2</sub>为0.094nm。其中, \\D为中心频率对应的 自由空间波长, \\Solveg\_0, \\Solveg\_1, \\Solveg\_2分别为中心频率、通带下/上边频零点频率对应的介质有效波 长,本实施例中\\取值为11.16nm, \\Solveg\_0取值为4.6nm, \\Solveg\_1取值为3.85nm, \\Solveg\_2取值为6.67nm。

[0049] 所述金属辐射贴片3的边长a=14mm,所述金属馈电臂的长度1f为1.18mm,两个平行相指的金属馈电臂之间的直线距离xp为1.73mm。

[0050] 所述金属横支节的长度pa<sub>2</sub>为1.4mm且宽度wp<sub>2</sub>为0.12mm,所述金属横支节6的中心与金属探针的连接处长度pa<sub>02</sub>为0.25mm,所述金属方环支节的边长pa<sub>1</sub>为2.15mm且宽度wp<sub>1</sub>为0.13mm,所述金属方环支节的边长中点与金属横支节中点相连接处长度pa<sub>01</sub>为1.12mm且宽度wst为0.11mm。

[0051] 所述金属探针的直径为0.2mm;所述圆孔的直径为0.4mm。

[0052] 如图5(a)~5(b)所示,本实施例的宽阻带滤波贴片天线在工作频段内具有较高的 稳定增益,平均增益5.9dBi,最大增益6.3dBi,极化隔离极好,且在工作频段边缘具有良好 的频率选择性,带外具有较高的抑制,抑制大于20dB,其中,上阻带可抑制至1.45个中心频 率处。可以看出,天线在中心频率处匹配良好,且具有较宽的阻抗带宽,带宽为19.5%,完全 覆盖5G通信毫米波频段。

[0053] 如图6(a)~6(b)所示,本实施例的宽阻带滤波贴片天线在通带内的方向图对称性基本良好。

[0054] 本发明实施例提供的毫米波双极化宽阻带的滤波天线,金属探针在地板下方垂直 穿过金属地板和介质基板连接金属馈电臂,耦合馈电至辐射贴片。该天线加载金属横支节、 金属方环支节来产生传输零点和额外的通带内谐振点,以此实现具有滤波响应的宽带天 线。

[0055] 具体而言,本实施例的金属横支节相当于两对并联式1/4\g1开路短截线阻带效应,产生天线的上边带零点;金属横支节四条边长总长度相当于并联式1\g2阻带谐振器,产 生天线的下边带零点。天线边带具有较好的选择性,阻带抑制好,实现滤波响应。由于没有 额外的滤波器/谐振器或滤波电路,此设计可大大减少射频前端的体积,并且没有额外的插 入损耗;另外,滤波结构的引入加入了电容式、电感式的谐振,也会影响天线的阻抗,从而引 入了通带内的谐振点,拓宽了天线带宽,可以在紧凑高增益的结构下实现滤波性能。该天线 结构简单、可大大减少射频前端的体积且没有额外的插入损耗,可在集成的结构下实现差 分馈电的±45°双极化工作,并具有高选择性、宽阻带、高阻带抑制水平的滤波响应,适用于 5G毫米波基站天线的功能融合设计。

[0056] 实施例2

[0057] 一种通信设备,包括实施例1所述的双极化宽阻带的滤波天线。

[0058] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。







图2



图3



图4







图5(b)





图6 (b)