(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 111883913 B (45) 授权公告日 2021.09.21

- (21)申请号 202010595957.0
- (22)申请日 2020.06.28
- (65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 111883913 A
- (43) 申请公布日 2020.11.03
- (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 张文海 薛泉 廖绍伟 车文荃
- (74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限 公司 44102

代理人 何淑珍 陈伟斌

(51) Int.Cl.

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

(54) 发明名称

一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线

(57)摘要

本发明公开了一种枝节加载的低剖面宽带 宽波束天线,所述天线包括磁偶极子、介质基板 和馈电同轴;所述磁偶极子包括磁偶极子上表面 和磁偶极子下表面,所述磁偶极子下表面和磁偶 极子上表面分别印刷在介质基板的上下表面;所 述磁偶极子上表面设置在介质基板表面上;所述 磁偶极子下表面通过短路钉与磁偶极子上表面 连接,形成矩形方框,其中矩形方框有一个侧面 被短路钉短接,三个侧面开口,+X方向的开口处 作为天线的主要辐射口径处;所述磁偶极子天线 上表面远离短路钉的侧面引入寄生条带,寄生条 带位于磁偶极子上表面侧边的中部,馈电同轴位 于靠近寄生条带的开口处。 $\textit{H01Q} \ \textit{1/50} \ (2006.01)$

(56)对比文件

- CN 105977646 A,2016.09.28
- CN 106654554 A,2017.05.10
- CN 107026321 A,2017.08.08
- CN 107611593 A,2018.01.19
- US 2016226156 A1,2016.08.04
- US 2007080878 A1,2007.04.12
- US 2008174505 A1,2008.07.24
- US 6025811 A,2000.02.15

审查员 马玉芳

权利要求书1页 说明书5页 附图13页



CN 111883913 B

1.一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线,其特征在于,所述天线包括磁偶极子(11)、 介质基板和馈电同轴(14);所述磁偶极子(11)包括磁偶极子上表面(111)和磁偶极子下表 面(112),所述磁偶极子下表面(112)和磁偶极子上表面(111)分别印刷在介质基板的上下 表面;所述磁偶极子上表面(111)设置在介质基板(15)表面上;所述磁偶极子下表面(112) 通过短路钉(113)或短路壁(33)与磁偶极子上表面(111)连接,形成矩形方框,其中矩形方 框有一个侧面被短路钉(113)短接,其他三个侧面开口;所述介质基板远离短路钉(113)的 侧面引入寄生条带(12),寄生条带(12)位于磁偶极子下表面(112)并与短路钉(113)垂直, 馈电同轴(14)位于寄生条带(12)所在侧面附近;所述寄生条带(12)上设置有与短路钉 (113)或短路壁(33)平行的加载枝节(13);所述加载枝节(13)的长度范围为15mm至21mm,宽 度范围为2mm至6mm。

2.根据权利要求1所述的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线,其特征在于,所述介质基板的介电常数为范围为2-20。

3.根据权利要求2所述的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线,其特征在于,所述天 线还包括渐变部分(25),所述渐变部分(25)包括渐变部分的上表面(251)、渐变部分的下表 面(252);所述渐变部分(25)设置在天线的口径处,渐变部分的上表面(251)和渐变部分的 下表面(252)分别印刷介质基板的上下表面;所述矩形方框有三个侧面被短路钉(113)短 接,一个侧面开口,形成半封闭的矩形方框,开口处作为天线的口径处。

4.根据权利要求3所述的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线,其特征在于,所述渐 变部分(25)为等腰梯形结构,等腰梯形结构关于寄生条带(12)对称。

5.根据权利要求4所述的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线,其特征在于,所述渐 变部分(25)为阶梯形的渐变结构。

6.根据权利要求1所述的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线,其特征在于,当所述 天线扩展到毫米波宽波束天线时,所述介质基板介电常数范围为2-10。

一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线

技术领域

[0001] 本发明涉及电子通信技术的天线领域,提供一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线。

背景技术

[0002] 在现有通信技术当中,宽波束天线能够实现更宽的覆盖和扫描范围,从而受到广 泛的关注。在目前的展宽波束技术中,通常是以牺牲天线结构的剖面高度来换取宽波束的 辐射特性,而对于在低剖面的应用场景下,实现宽波束特性的研究方法较少。此外,磁偶极 子天线由于其低剖面的结构特性,造成阻抗匹配困难,工作带宽窄。为了解决上述问题,现 有技术一种利用寄生条带实现宽波束的扇形磁偶极子天线(Cheng Shen, Wen-Jun Lu, and Lei Zhu, "Planar Self-Balanced Magnetic Dipole Antenna with Wide Beamwidth Characteristics",*IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 67, no. 7, pp. 4860-4865, July 2019.)中,其结构采用单层的空气介质,厚度为6mm(即0.049个波导波 长),为了有效地利用下层金属的外表面电流,该方案在+X方向上引入矩形寄生条带。一方 面,改善了天线的阻抗匹配特性,实现了20%的阻抗带宽;另一方面,通过磁流源和电流源的 方向图叠加原理,使其边射方向(+Z方向)的半功率波束宽度超过100°。该结构能够在保持 较低剖面的情况下,实现宽带和宽波束特性。

[0003] 现有技术存在的缺点:

[0004] 1、在现有技术方案中,空气介质的高度对于天线的阻抗特性影响很大。然而,在极低剖面的情况下现有技术方案很难维持宽的工作带宽。

[0005] 2、现有技术方案更适合于具有低介电常数的材料,比如空气介质。在其他介质材料的情况下,该结构很难实现良好的阻抗匹配。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题在极低剖面情况下,依然保持宽带宽波束特性;在非空 气介质中,进一步展宽宽波束天线的工作带宽;

[0007] 本发明至少通过如下技术方案之一实现。

[0008] 一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线,所述天线包括磁偶极子、介质基板和馈 电同轴;所述磁偶极子包括磁偶极子上表面和磁偶极子下表面,所述磁偶极子下表面和磁 偶极子上表面分别印刷在介质基板的上下表面;所述磁偶极子上表面设置在介质基板表面 上;所述磁偶极子下表面通过短路钉或短路壁与磁偶极子上表面连接,形成矩形方框,其中 矩形方框有一个侧面被短路钉短接,其他三个侧面开口;所述介质基板远离短路钉的侧面 引入寄生条带,寄生条带位于磁偶极子下表面并与短路钉垂直,馈电同轴位于寄生条带所 在侧面附近。

[0009] 进一步地,所述寄生条带上设置有与短路钉或短路壁平行的加载枝节。

[0010] 进一步地,所述加载枝节的长度范围为15mm至21mm,宽度范围为2mm至6mm。

[0011] 进一步地,所述介质基板的介电常数为范围为2-20。

[0012] 进一步地,所述天线还包括渐变部分,所述渐变部分包括渐变部分的上表面、渐变部分的下表面;所述渐变部分设置在天线的口径处,渐变部分的上表面和渐变部分的下表面分别印刷介质基板的上下表面;所述矩形方框有三个侧面被短路钉短接,一个侧面开口, 形成半封闭的矩形方框,开口处作为天线的口径处。

[0013] 进一步地,所述渐变部分为等腰梯形结构,等腰梯形结构关于寄生条带对称。

[0014] 进一步地,所述渐变部分为阶梯形的渐变结构。

[0015] 进一步地,当所述天线扩展到毫米波宽波束天线时,所述介质基板介电常数范围为2-20。

[0016] 相比现有技术,本发明的有益效果包括:

[0017] 通过在寄生条带上引入加载枝节,大幅度改善天线的阻抗匹配,其中本发明天线 能够在极低的剖面下实现14.5%的工作频带范围,而现有技术的带宽仅为7.4%左右。在此基 础上,进一步在辐射口径处引入渐变的等腰梯形结构,阻抗带宽达到30%左右,而现有技术 的相对带宽为20%。总的来说,本发明的优点在于通过引入加载枝节和渐变结构增加了宽波 束天线的设计自由度,从而实现了一种新型宽带宽波束天线,其结构简单,易于加工,制作 成本低,同时还适用于毫米波技术。

附图说明

[0018] 图1a是本实施的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线立体结构示意图;

[0019] 图1b是本实施的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线的俯视图;

[0020] 图1c是本实施的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线的仰视图;

[0021] 图2是本实施的宽波束天线的结构演进图;

[0022] 图3是本实施的寄生条带长度对方向图波束宽度的影响;

[0023] 图4是本实施的枝节对反射系数特性的影响;

[0024] 图5a是本实施具有渐变结构的宽波束天线立体结构示意图;

[0025] 图5b是本实施具有渐变结构的宽波束天线的俯视图;

[0026] 图5c是本实施具有渐变结构的宽波束天线的仰视图;

[0027] 图6是本实施的渐变结构角度对反射系数特性的影响;

[0028] 图7是本实施的渐变结构的宽波束天线反射系数特性曲线;

[0029] 图8是本实施的微波段天线的反射系数特性曲线;

[0030] 图9a是本实施的微波段天线在2.32GHz的归一化方向yz平面图;

[0031] 图9b是本实施的微波段天线在2.32GHz的归一化方向xz平面图;

[0032] 图10a是本实施的微波段天线在2.48GHz的归一化方向yz平面图;

[0033] 图10b是本实施的微波段天线在2.48GHz的归一化方向xz平面图;

[0034] 图11是本实施的微波段天线的增益和效率特性;

[0035] 图12a是本实施的毫米波枝节加载天线的立体结构示意图;

[0036] 图12b是本实施的毫米波枝节加载天线的俯视图;

[0037] 图12c是本实施的毫米波枝节加载天线的仰视图;

[0038] 图13是本实施的毫米波枝节加载天线的阻抗特性曲线;

[0039] 图14a是本实施的毫米波天线在26.5GHz的归一化方向yz平面图; [0040] 图14b是本实施的毫米波天线在26.5GHz的归一化方向xz平面图; [0041] 图15a是本实施的毫米波天线在31.6GHz的归一化方向yz平面图;

[0042] 图15b是本实施的毫米波天线在31.6GHz的归一化方向xz平面图;

[0043] 图16是本实施的毫米波天线的增益特性。

具体实施方式

[0044] 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。

[0045] 实施例一将以介质基板材料介电常数为2.65,厚度为2mm,损耗正切小于0.0015 的天线模型为例子进行阐述,但是同样适用于其他介电常数的材料。

[0046] 如图1a、图1b、图1c所示,本实施例的一种枝节加载的低剖面宽带宽波束天线,包括矩形的磁偶极子11、介质基板15;

[0047] 所述磁偶极子11包括磁偶极子上表面111和磁偶极子下表面112,所述磁偶极子下 表面112和磁偶极子上表面111分别印刷在介质基板15的上下表面;所述磁偶极子上表面 111设置在介质基板15表面上;所述磁偶极子下表面112通过短路钉113与磁偶极子上表面 111连接,形成矩形方框,其中矩形方框有一个侧面被短路钉113短接,三个侧面开口。所述 磁偶极子天线上表面111和磁偶极子下表面112均采用普通的金属铜材料。

[0048] 图1b中,参数D表示馈电点到短路钉113的距离;参数G表示介质基板15的长度;图 1c中,参数d_s表示加载枝节13到辐射口径处之间的距离;参数W_s表示加载枝节13的宽度;参 数L_s表示加载枝节13的长度;参数W_s表示寄生条带的宽度。

[0049] 为了使最大辐射能量朝+Y轴方向辐射,使用短路钉113将磁偶极子11在-Y轴方向的边短路。矩形磁偶极子11的长度L设置为一个波长左右,宽度W为四分之一个波长。

[0050] 设有磁偶极子下表面112的介质基板15上远离短路钉113的侧面引入矩形的寄生 条带12,寄生条带12位于磁偶极子下表面111并与短路钉113垂直,靠近寄生条带12且远离 短路钉113的一端设有所述馈电同轴14。未引入寄生条带12的情况下,磁偶极子天线11在YZ 平面的半功率波束宽度较窄,一般为70°左右。为了展宽天线在边射方向上的波束宽度,在 辐射口径处的下表面引入矩形的寄生条带12,如图2所示。此时,引入的寄生条带12和磁偶 极子11共同作用于天线的辐射方向图,实现正交电偶极子和磁偶极子的波束叠加。其YZ面 的半功率波束宽度变化趋势如图3所示,当改变寄生条带12的长度L_m从10 mm 延长至20 mm, YZ平面的波束宽度从70°展宽到136°。

[0051] 所述寄生条带12上设置有与短路钉113平行的矩形加载枝节13,尽管寄生条带12 有效地展宽了天线的波束宽度,然而在极低剖面的情况下,天线的容抗特性高,从而造成匹 配困难,工作带宽窄。为了解决这个问题,在寄生条带12上引入矩形的加载枝节13来调节阻 抗匹配特性,如图4所示。从图4中可以看出,加载枝节13的引入使得天线在2.25 GHz附近产 生了一个额外的低频谐振点,从而可以大幅度展宽现有的工作带宽。该低频谐振点的产生 主要是由于电偶极子和磁偶极子具有互补电抗特性的结果。在极低剖面的情况下,加载的 枝节大幅度改善了该谐振点的阻抗特性。矩形的加载枝节13的长度大约为八分之一个波 长,长宽比可设置为3左右。

[0052] 为了进一步展宽天线的工作带宽,在天线的辐射口径处(磁偶极子上表面111和磁 偶极子下表面112)引入渐变部分25,所述渐变部分25包括渐变部分的上表面251、渐变部分 的下表面252;渐变部分的上表面251和下表面252均为金属铜材料;所述渐变部分的上表面 251和渐变部分的下表面252分别印刷在介质基板15的上下表面,所述介质基板15的厚度为 2mm,即0.054个波导波长,中心频率为5GHz左右。最终的实验结果图7表明,该渐变结构25的 宽波束天线具有接近30%的工作带宽。除此之外,该天线同样具有很宽的波束特性,在两个 主要平面内半功率波束宽度均超过90°。

[0053] 本实施例的渐变部分25为等腰梯形结构,如图5a、图5b、图5c所示。该等腰梯形结构关于寄生条带12对称,等腰梯形结构印刷在介质基板15的上下表面。如图6所示,当渐变结构的角度a从11.8°到15.3°,天线的阻抗特性得到了大幅度的改善。当a=15.3°时,天线的工作频率范围几乎可以覆盖4.4GHz至6.0GHz。需要注意的是,本实施例以等腰梯形的渐变结构为例进行阐述,其它类型的结构同样适用于改善天线的阻抗特性,比如其他多边形结构和阶梯形的渐变结构。图5c中,参数W。表示加载枝节13到辐射口径处之间的距离。

[0054] 所述磁偶极子下表面112通过短路钉113与磁偶极子上表面111连接,形成矩形方框,其中矩形方框有三个侧面被短路钉113短接,一个侧面开口,形成半封闭的矩形方框,开口处作为天线的口径处;

[0055] 图8给出了枝节加载宽波束天线的实测和仿真数据,该天线样品加工在2mm的介质 基板上,即0.027个波导波长,中心频率设置在2.4GHz,能够覆盖14.5%的工作带宽。同时,将 现有技术的技术方案进行了对比,取空气介质的厚度为3mm,即0.025个波导波长,从图中可 以看出,该技术方案在极低的剖面高度下阻抗带宽仅为7.4%。

[0056] 图9a、图9b、图10a和图10b给出了2.32GHz和2.48GHz的实测和仿真方向图,从图中可以看出,该发明天线在两个主要平面内具有很宽的半功率波束宽度。在XZ平面,工作频率为2.32GHz时,实测的半功率波束宽度为99°;工作频率为2.48GHz时,实测的半功率波束宽度为95°。在YZ平面,工作频率为2.32GHz时,实测的半功率波束宽度为180°;工作频率为2.48GHz时,实测的半功率波束宽度为167°。如图11所示,在工作频段范围内,该天线实测的辐射效率超过85%,实测的增益在3.21dB至3.63dB之间。

[0057] 实施例二:

[0058] 需要注意的是,本发明的技术方案同样适用于毫米波工作频段。如图12a、12b、12c 所示,与上述实施例不同的是,该毫米波天线样品加工于RT/duroid 5880板材,介电常数 2.2,厚度0.508mm的介质基板35上,且磁偶极子上表面111和磁偶极子下表面112采用短路 壁33短接。从图13中可以看出,该毫米波天线能够覆盖24.68GHz至34.74GHz频段,相对带宽 33.9%。同样地,该毫米波天线在整个工作频段范围内具有稳定的增益和宽波束特性。

[0059] 图14a、图14b、图15a和图15b给出了26.5GHz和31.6GHz的仿真方向图,从图中可以 看出,该发明毫米波天线在两个主要平面内具有很宽的半功率波束宽度。在XZ平面,工作频 率为26.5GHz时,半功率波束宽度为94°;工作频率为31.6GHz时,半功率波束宽度为201°。在 YZ平面,工作频率为26.5GHz时,半功率波束宽度为92°;工作频率为31.6GHz时,半功率波束 宽度为188°。如图16所示,在工作频段范围内,该毫米波天线的增益在3.72dB至4.01dB之 间。

[0060] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳的方案,并非对本发明作任何形式上的

限制,在不超出权利要求所记载的技术方案的前提下还有其它的变体及改型。



图1a



图1b















图4



图5a



图5b



图5c



图6



图7



图8



图9a



图9b



图10a



图10b



图11



图12a







图12c



图13



图14a



图14b



图15a



图15b



图16