



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610010047.1

[45] 授权公告日 2009年12月2日

[11] 授权公告号 CN 100566015C

[22] 申请日 2006.5.17

[21] 申请号 200610010047.1

[73] 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

[72] 发明人 吴群 孟繁义 武明峰 傅佳辉
王海龙 金博识

[56] 参考文献

WO2006023195A 2006.3.2

CN1649208A 2005.8.3

US2005200540A 2005.9.15

高斯波束在异向介质棱镜中的折射. 陈红
胜, 皇甫江涛, 冉立新, 章献民, 陈抗生, 孔
金瓯. 浙江大学学报(工学版), 第38卷第12
期. 2004

一种新型人工异向介质结构的设计和仿真.
皇甫江涛, 冉立新, 陈抗生. 浙江大学学报(工
学版), 第39卷第4期. 2005

审查员 王可

[74] 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务
所

代理人 王吉东

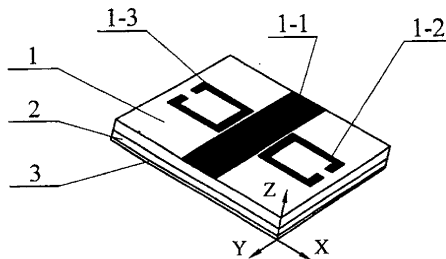
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

[54] 发明名称

一种宽频带双通带异向介质传输线

[57] 摘要

一种宽频带双通带异向介质传输线, 它涉及
及异向介质技术领域, 它解决了现有的异向介质传
输线电尺寸大、加工困难、成本高、带宽窄的问
题。本发明的异向介质传输线由多个异向介质单元
串联构成, 每个异向介质单元中第一层介质板(1)
的上表面的中间沿Y方向刻蚀有一个金属条带(1-
1), 第一方形开口金属环(1-3)和第二方形开口金
属环(1-2)以金属条带(1-1)为对称轴对称设置;
第二层介质板(2)的上表面的中间沿X方向刻蚀有
第三方形开口金属环(2-1)和第四方形开口金属环
(2-2); 底层金属箔(3)上设置有两个相同且相互
连通的方形通孔。本发明的异向介质传输线具有双
通频带特性, 单元体积小、加工容易、成本低廉,
且带宽宽、损耗小。



1、一种宽频带双通带异向介质传输线，其特征在于所述异向介质传输线由至少一个异向介质单元构成，每个异向介质单元是由第一层介质板(1)、第二层介质板(2)和底层金属箔(3)冲压在一起构成的；所述第一层介质板(1)的上表面的中间沿 Y 方向刻蚀有一个金属条带(1-1)，所述第一层介质板(1)的上表面的中间沿 X 方向刻蚀有第一方形开口金属环(1-3)和第二方形开口金属环(1-2)，所述第一方形开口金属环(1-3)和第二方形开口金属环(1-2)的形状均为一个方形金属环去掉一条边的一部分剩下的对称的形状，所述第一方形开口金属环(1-3)和所述第二方形开口金属环(1-2)以所述金属条带(1-1)为对称轴对称设置，且所述第一方形开口金属环(1-3)和第二方形开口金属环(1-2)的开口背向所述金属条带(1-1)，所述第一层介质板(1)的下表面与第二层介质板(2)的上表面相接触；所述第二层介质板(2)的上表面的中间沿 X 方向刻蚀有第三方形开口金属环(2-1)和第四方形开口金属环(2-2)，所述第三方形开口金属环(2-1)和第四方形开口金属环(2-2)的形状均为一个方形金属环去掉一条边的一部分剩下的对称的形状，所述第三方形开口金属环(2-1)位于所述第一方形开口金属环(1-3)的正下方，且第三方形开口金属环(2-1)与第一方形开口金属环(1-3)的开口方向相反，所述第四方形开口金属环(2-2)位于所述第二方形开口金属环(1-2)的正下方，且第四方形开口金属环(2-2)和第二方形开口金属环(1-2)的开口方向相反，所述第二层介质板(2)的下表面与所述底层金属箔(3)的上表面相接触；所述底层金属箔(3)上设置有两个大小相同且相互连通的方形通孔，所述底层金属箔(3)的两个方形通孔分别位于所述第三方形开口金属环(2-1)和第四方形开口金属环(2-2)的正下方，所述 X 方向与所述 Y 方向相互垂直。

2、根据权利要求 1 所述的一种宽频带双通带异向介质传输线，其特征在于当异向介质传输线由两个及两个以上异向介质单元构成时，多个异向介质单元沿金属条带(1-1)的长度方向相互串联在一起。

3、根据权利要求 1 所述的一种宽频带双通带异向介质传输线，其特征在于所述金属条带(1-1)为铜金属条带。

4、根据权利要求 1 所述的一种宽频带双通带异向介质传输线，其特征在于所述第一方形开口金属环(1-3)、第二方形开口金属环(1-2)、第三方形开口金属环(2-1)和第四方形开口金属环(2-2)都为铜金属方环。

5、根据权利要求 1 所述的一种宽频带双通带异向介质传输线，其特征在于所述第一方形开口金属环(1-3)、第二方形开口金属环(1-2)、第三方形开口金属环(2-1)和第四方形开口金属环(2-2)的大小相同。

6、根据权利要求1所述的一种宽频带双通带异向介质传输线，其特征在于所述第一层介质板(1)、第二层介质板(2)和底层金属箔(3)分别被XY平面所截成的三个截面为三个大小相同的正方形。

一种宽频带双通带异向介质传输线

技术领域

本发明涉及异向介质技术领域。

背景技术

异向介质是 20 世纪 90 年代末期出现的一种新型周期结构的人工电磁媒质，它同时具有负值的介电常数和负值的磁导率，导致在该媒质中传播的电磁波的电场 E ，磁场 H 以及波矢量 k 三者构成左手系，而不是遵循常规媒质的右手法则，故而其又被称为异向介质。异向介质的概念雏形需要追溯到 20 世纪 60 年代，前苏联物理学家 Veselago 首次从理论上对它进行了研究，并且预言了异向介质具有一系列超常规的电磁特性，包括：左手特性，负折射特性，逆多普勒效应，逆切伦科夫辐射效应等。由于自然界中并没有发现异向介质，所以异向介质理论在此后近三十年的时间里缺乏实验证实一直停留在理论的层面。2000 年 Smith 基于 Pendry 的研究结果通过将细导线阵列与开口方环阵列合理布局，历史上第一次制造出了异向介质，这一突破性成果使得该领域的研究进入了实质性阶段。然而上述的异向介质因其结构复杂、带宽窄、损耗大以及体积大的问题使其距离实际应用有较大的差距。

基于这种状况，很多学者在新型异向介质设计方面展开研究。到目前为止已经有多种新型结构的异向介质被设计、制造出来，其中包括传输线结构异向介质，结构单元为 Ω 形的异向介质，开口方环结构的异向介质，结构单元为 S 型、双 S 形的异向介质，结构单元为螺旋型的异向介质，由 CLSs 和 CLLs 相交替构成的异向介质等。虽然异向介质的新型结构层出不穷，但是它们可以归纳为两大类：一类是基于 Smith 教授的开口方环结构的改进或者衍生结构，另一类是基于传输线结构异向介质改进或衍生结构，尤其需要指出的是，传输线结构异向介质由于其更多地以一种具有异向介质电磁特性的传输线的形式被应用，因此其又被称为异向介质传输线。最初的异向介质的相对带宽很窄（约 0.5%），尺寸较大（约 0.2 个波长），而且不宜于加工，经过持续的改良和衍生之后性能已经有了很大的改善。例如由陈抗生等学者在 2005 年提出的结构单元为双 S 形的左手介质，其工作频带从 10~16 GHz，相对带宽达到 46%；Smith 等人在 2004 年通过优化 SRRs 和细导线尺寸，设计出了单元损耗小于 0.3 dB 的低损耗左手介质。然而遗憾的是这些结构单元在应用方面仍然

存在较大的限制，因为为了能够激发出单元结构的负介电常数和负磁导率，这些单元结构对电场和磁场的方向都有严格的要求，导致这些异向介质单元只有在腔体结构的应用场合容易获得激发条件，而对于微波或毫米波平面电路器件的应用场合则不如异向介质传输线方便，然而这种单元结构的电尺寸比较大，有的甚至接近 0.2 个波长。传统的异向介质传输线和早期的异向介质在本质上是一致的。因为在传输线结构的等效电路中，通常能够得到串联的等效电感和并联的等效电容，它们其实代表了传输线的有效磁导率和有效介电常数，因此只要能用传输线实现负值的等效电感和负值的等效电容即可，而负的电感本质上就是电容，负的电容本质上就是电感，因此只要能在传输线的等效电路中实现串联的电容和并联的电感就可以实现左手传输线。但是要获得串联的等效电容和并联的等效电感并不容易，目前有些异向介质传输线为了获得它们甚至借助 LTCC 等昂贵的技术手段。

发明内容

为了解决现有的异向介质传输线电尺寸大、加工困难、成本高、带宽窄的问题，本发明提供了一种宽频带双通带异向介质传输线。

本发明的宽频带双通带异向介质传输线由至少一个异向介质单元构成，每个异向介质单元是由第一层介质板、第二层介质板和底层金属箔冲压在一起构成的；所述第一层介质板的上表面的中间沿 Y 方向刻蚀有一个金属条带，所述第一层介质板的上表面的中间沿 X 方向刻蚀有第一方形开口金属环和第二方形开口金属环，所述第一方形开口金属环和第二方形开口金属环的形状均为一个方形金属环去掉一条边的一部分剩下的对称的形状，所述第一方形开口金属环和所述第二方形开口金属环以所述金属条带为对称轴对称设置，且所述第一方形开口金属环和第二方形开口金属环的开口背向所述金属条带，所述第一层介质板的下表面与第二层介质板的上表面相接触；所述第二层介质板的上表面的中间沿 X 方向刻蚀有第三方形开口金属环和第四方形开口金属环，所述第三方形开口金属环和第四方形开口金属环的形状均为一个方形金属环去掉一条边的一部分剩下的对称的形状，所述第三方形开口金属环位于所述第一方形开口金属环的正下方，且第三方形开口金属环与第一方形开口金属环的开口方向相反，所述第四方形开口金属环位于所述第二方形开口金属环的正下方，且第四方形开口金属环和第二方形开口金属环的开口方向相反，所述第二层介质板的下表面与所述底层金属箔的上表面相接触；所述底层金属箔上设置有两个大小相同且相互连通的方形通孔，所述底层金

属箔的两个方形通孔分别位于所述第三方形开口金属环和第四方形开口金属环的正下方，所述 X 方向与所述 Y 方向相互垂直。当异向介质传输线由两个及两个以上异向介质单元构成时，多个异向介质单元沿金属条带的长度方向相互串联在一起，即多个异向介质单元沿 Y 方向相互串联在一起。

本发明在空间结构上实现了开口谐振环结构，底层金属箔为非理想接地结构，是光子带隙结构的一种发展形式。本发明可以通过传统的 PCB 加工工艺来实现，完全适合大批量低成本生产。本发明的异向介质传输线具有双通频带特性，单元体积小、加工容易、成本低廉，且带宽宽、损耗小，其在微波毫米波电路器件上具有良好的应用前景。

附图说明

图 1 是本发明的异向介质单元侧面结构示意图，图 2 是本发明的异向介质单元立体结构示意图，图 3 是本发明的第一层介质板 1 的结构示意图，图 4 是本发明的第二层介质板 2 的结构示意图，图 5 是本发明的底层金属箔 3 的结构示意图。

具体实施方式

具体实施方式一：参见图 1 至图 5，本具体实施方式的宽频带双通带异向介质传输线由多个异向介质单元构成，每个异向介质单元是由第一层介质板 1、第二层介质板 2 和底层金属箔 3 冲压在一起构成的，如图 2 所示；如图 3 所示，所述第一层介质板 1 的上表面的中间沿 Y 方向刻蚀有一个金属条带 1-1，所述第一层介质板 1 的上表面的中间沿 X 方向刻蚀有第一方形开口金属环 1-3 和第二方形开口金属环 1-2，所述第一方形开口金属环 1-3 和第二方形开口金属环 1-2 的形状均为一个方形金属环去掉一条边的一部分剩下的对称的形状，所述第一方形开口金属环 1-3 和所述第二方形开口金属环 1-2 以所述金属条带 1-1 为对称轴对称设置，且所述第一方形开口金属环 1-3 和所述第二方形开口金属环 1-2 的开口背向所述金属条带 1-1，所述第一层介质板 1 的下表面与第二层介质板 2 的上表面相接触；如图 4 所示，所述第二层介质板 2 的上表面的中间沿 X 方向刻蚀有第三方形开口金属环 2-1 和第四方形开口金属环 2-2，所述第三方形开口金属环 2-1 和第四方形开口金属环 2-2 的形状均为一个方形金属环去掉一条边的一部分剩下的对称的形状，所述第三方形开口金属环 2-1 位于所述第一方形开口金属环 1-3 的正下方，且第三方形开口金属环 2-1 与第一方形开口金属环 1-3 的开口

方向相反,所述第四方形开口金属环 2-2 位于所述第二方形开口金属环 1-2 的正下方,且第四方形开口金属环 2-2 和第二方形开口金属环 1-2 的开口方向相反,所述第二层介质板 2 的下表面与所述底层金属箔 3 的上表面相接触;如图 5 所示,所述底层金属箔 3 上设置有两个大小相同且相互连通的方形通孔,所述底层金属箔 3 的两个方形通孔分别位于所述第三方形开口金属环 2-1 和第四方形开口金属环 2-2 的正下方,所述 X 方向与所述 Y 方向相互垂直;多个异向介质单元沿金属条带 1-1 的长度方向相互串联在一起,即多个异向介质单元沿 Y 方向相互串联在一起。所述金属条带 1-1 为铜金属条带;所述第一方形开口金属环 1-3、第二方形开口金属环 1-2、第三方形开口金属环 2-1 和第四方形开口金属环 2-2 都为铜金属方环。所述第一方形开口金属环 1-3、第二方形开口金属环 1-2、第三方形开口金属环 2-1 和第四方形开口金属环 2-2 的大小相同。所述第一层介质板 1、第二层介质板 2 和底层金属箔 3 分别被 XY 平面所截成的三个截面为三个大小相同的正方形。

在本具体实施方式中,所述第一层介质板 1 采用相对介电常数是 10.2 的 RT-Duroid 介质板;所述第二层介质板 2 采用相对介电常数是 2.54 的 Teflon(铁氟龙)介质板;所有方形开口金属环的带宽 $d_1=0.35\sim 0.45\text{mm}$ 、开口距离 $d_2=0.70\sim 0.80\text{mm}$ 、X 方向上的长度 $d_3=3.10\sim 3.20\text{mm}$;所述第一层介质板 1 和第二层介质板 2 沿 Z 方向的厚度分别为 $0.585\sim 0.685\text{mm}$ 和 $0.49\sim 0.59\text{mm}$;如图 5 所示,所述底层金属箔 3 上相连通方形通孔的尺寸为 $d_4=0.2\sim 0.3\text{mm}$ 、 $d_5=2.45\sim 2.55\text{mm}$ 、 $d_6=1.15\sim 1.25\text{mm}$ 。本具体实施方式的异向介质传输线具有两个通频带,其分别处于 $4.90\sim 5.9\text{GHz}$ 和 $6\sim 10\text{GHz}$,其相对带宽分别为 18.3%和 50%,在中心频率处其电尺寸为 0.09。

具体实施方式二:本具体实施方式与具体实施方式一的不同点是:如图 3 所示,所述第一方形开口金属环 1-3 和第二方形开口金属环 1-2 的开口背向所述金属条带 1-1;如图 4 所示,所述第三方形开口金属环 2-1 和第四方形开口金属环 2-2 的开口相对。其他组成和连接关系与具体实施方式一相同。

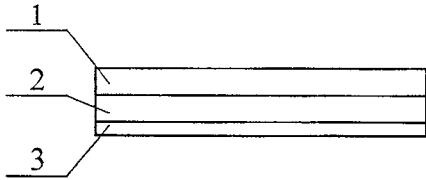


图 1

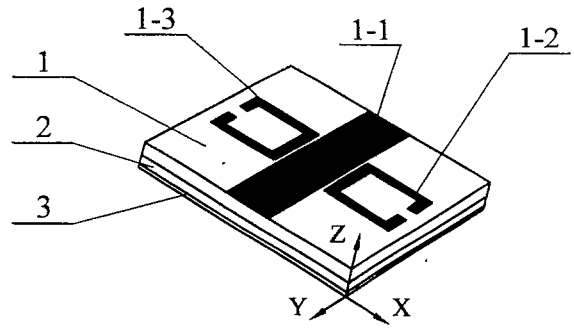


图 2

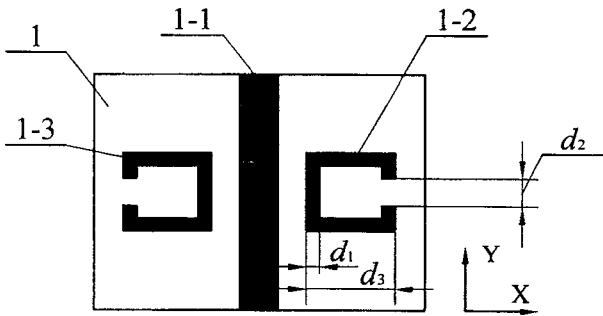


图 3

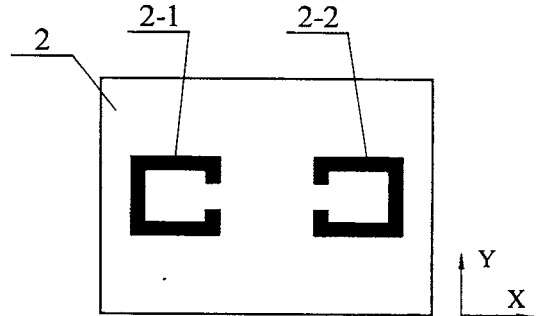


图 4

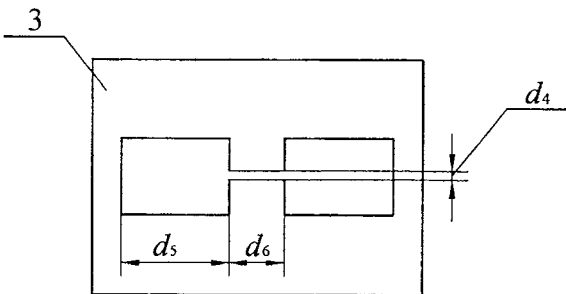


图 5