



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101840735 A

(43) 申请公布日 2010.09.22

(21) 申请号 200910021581.6

(22) 申请日 2009.03.17

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

(72) 发明人 赵晓鹏 保石 张燕萍 罗春荣

(51) Int. Cl.

G12B 17/02 (2006.01)

B32B 15/04 (2006.01)

B32B 17/04 (2006.01)

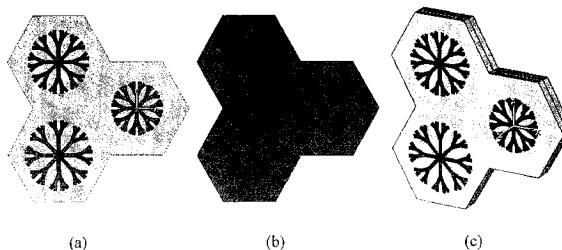
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种基于树枝结构的超材料宽带微波吸收器

(57) 摘要

本发明涉及一种基于树枝结构的超材料宽带微波吸收器。该超材料吸收器采用夹层结构,由按六边形密集排布的金属树枝阵列单元、双层介质基板和金属薄膜组成。合理地设计金属树枝单元的几何参数,六边形边长以及晶格周期,产生电磁谐振。由于采用夹层结构,层与层间都存在一定的电磁耦合作用,从而对垂直入射到超材料表面的微波实现高吸收特性。这种超材料吸收器具有吸收效率高,结构简单,体积小,二维各向同性及吸收带宽较宽等优点,可以作为高效的电磁加热装置,也可以应用于电磁波的收集和探测装置,如辐射热测量仪。



1. 一种基于树枝结构的超材料宽带微波吸收器,组成包括:金属树枝阵列、介质基板和金属薄膜,其主要特征是采用夹层结构,并改变金属树枝的几何尺寸以及六边形边长,使其在 X 波段出现宽的吸收带。

2. 权利要求 1 所述的一种基于树枝结构的超材料宽带微波吸收器,其特征是采用夹层结构,该结构是在两层环氧玻璃布介质基板的顶层和中间层刻蚀出六边形密集排布的树枝结构单元阵列,再在底层镀一层金属铜膜,并采用电路板轧合技术将两层板紧密轧合起来。

3. 权利要求 1 所述的一种基于树枝结构的超材料宽带微波吸收器,其特征是所刻蚀的三种不同尺寸的金属树枝是按六边形密集排布的,六边形边长为 $r = 4 \sim 4.6\text{mm}$,线宽为 $w = 0.3\text{mm}$,介质基板的厚度为 $h = 0.8\text{mm}$ 。

4. 权利要求 1 所述的一种基于树枝结构的超材料宽带微波吸收器,其特征是所刻蚀的三种不同树枝的几何参数,从中心向周围各级分支长度均为一级分支长度 $a = 1.1 \sim 1.3\text{mm}$,二级分支长度 $b = 0.7 \sim 0.8\text{mm}$,三级分支长度 $c = 0.5 \sim 0.6\text{mm}$,分支间夹角为 $\theta = 45^\circ$ 。

一种基于树枝结构的超材料宽带微波吸收器

[0001] 技术领域 本发明涉及一种基于树枝结构超材料宽带微波吸收器。特别是涉及一种基于树枝结构的六边形密集排布的的双层超材料吸收器,从而在不降低吸收率的基础上增加带宽。

[0002] 背景技术 超材料 (Metamaterial) 是一种新型人工结构材料,可以实现一系列诸如负折射、完美透镜等奇异的电磁特性。由于谐振的本性,超材料在特定频率的电磁场作用下会产生强烈的局域共振,感应出很强的表面电流,并且在局部范围电场强度急剧增大。因此,超材料在谐振频率附近都具有较大的金属欧姆损耗以及介电损耗。之前的研究一般都试图尽量减小超材料的损耗,更好地体现其负磁导率或负折射率特性。但是,超材料中的损耗也具有很多潜在的应用。合理的设计材料的几何形状以及结构参数,对于入射到超材料表面的电磁波可以确保既不反射也不透射,达到电磁波完全吸收的科学标准。这种超材料吸收器具有吸收效率高,结构简单,体积小等优点,可以作为高效的电磁加热装置,也可以应用于电磁波的收集和探测装置,如辐射热测量仪。

[0003] 发明内容 本发明的目的是设计一种基于树枝结构的超材料宽带微波吸收器。该超材料宽带微波吸收器采用夹层结构:在双层环氧玻璃布介质基板的顶层和中间层刻蚀出六边形密集排布的树枝结构单元阵列,并在底层镀一层金属铜膜。当电磁波垂直入射到超材料表面时,金属树枝阵列会对电场感应产生电谐振,同时,金属树枝与金属薄膜在磁场作用下会感应出反平行电流,产生磁谐振,又由于不同结构单元间以及层与层间都存在一定的电磁耦合作用,因而通过合理地设计超材料的结构参数,可以使电谐振和磁谐振在给定的频率重叠,分别吸收入射电磁波的电场和磁场能量,从而,在 X 波段实现高吸收率宽带超材料吸收器。

附图说明

[0004] 图 1 所发明 X 波段宽带超材料吸收器基本结构单元图:(a) 单层基本结构单元图(正面), (b) 单层基本结构单元图(背面), (c) 双层基本结构单元图。

[0005] 图 2 所发明 X 波段宽带超材料吸收器的结构示意图。

[0006] 图 3 所发明 X 波段宽带超材料吸收器 BZ-1 的反射幅值 (S_{11}) 及吸收 (Absorption) 曲线。

[0007] 图 4 所发明 X 波段宽带超材料吸收器 BZ-2 的反射幅值 (S_{11}) 及吸收 (Absorption) 曲线。

[0008] 图 5 所发明 X 波段宽带超材料吸收器 BZ-3 的反射幅值 (S_{11}) 及吸收 (Absorption) 曲线。

[0009] 具体实施方式 式采用电路板刻蚀技术,分别在两层厚度均为 0.8mm 的环氧酚醛玻璃纤维 PCB 基板的顶层和中间层上刻蚀出六边形密集排布的金属树枝阵列单元,并且在底层镀一层金属薄膜,然后采用电路板轧合技术,将两层板紧密轧合起来,如图 2 所示。金属树枝的三级分支长度分别为 a、b、c,线宽 $w = 0.3\text{mm}$,夹角 $\theta = 45^\circ$,六边形边长为 r(图 1-c)。金属树枝和金属薄膜的表面做了镀锡处理以减缓氧化,处理后的金属覆层厚度均约

为 0.03mm。通过德国商用电磁仿真软件 CST Microwave Studio 反复优化确定结构参数。通过改变金属树枝的三级分支长度 a、b、c 以及六边形边长 r, 得到工作于 X 波段的宽带超材料吸收器。

[0010] 本发明的实现过程和材料性能由实施例和附图说明：

[0011] 实施例一：

[0012] 采用电路板刻蚀技术, 分别在两层厚度均为 0.8mm 的环氧酚醛玻璃纤维 PCB 基板的顶层和中间层上刻蚀出六边形密集排布的金属树枝阵列单元, 并且在底层镀一层金属薄膜。实验设计了三种树枝状结构单元, 三级分支长度分别为 $a_1 = 1.2\text{mm}$ 、 $b_1 = 0.7\text{mm}$ 、 $c_1 = 0.5\text{mm}$; $a_2 = 1.1\text{mm}$ 、 $b_2 = 0.7\text{mm}$ 、 $c_2 = 0.5\text{mm}$; $a_3 = 1.1\text{mm}$ 、 $b_3 = 0.7\text{mm}$ 、 $c_3 = 0.6\text{mm}$, 线宽 $w = 0.3\text{mm}$; 树枝以及金属薄膜的厚度均为 0.03mm, 单元之间采用六边形排布, 边长为 $r = 4.0\text{mm}$ 。将刻蚀后的 PCB 板切成大小为 $156\text{mm} \times 146\text{mm}$, 完成所设计超材料吸收器 BZ-1 的制作。超材料吸收器 BZ-1 的反射以及吸收的归一化曲线如图 3 所示。由于三种结构单元之间以及层与层之间存在电磁耦合的原因, 从图中可以看出, 反射曲线从 9.778GHz 到 10.966GHz 附近, 出现了反射率小于 10% 较宽吸收带, 透射曲线恒等于 0。则吸收率大于 90% 的带宽为 1.398GHz。并从 10.438GHz 到 10.966GHz 的吸收率达到了 99% 实现了完美吸收。

[0013] 实施例二：

[0014] 如实例一所示, 采用电路板刻蚀技术, 采用电路板刻蚀技术, 分别在两层厚度为 0.8mm 的环氧酚醛玻璃纤维 PCB 基板的顶层和中间层上刻蚀出六边形密集排布的金属树枝阵列单元, 并且在底层镀一层金属薄膜。实验设计了三种树枝状结构单元, 三级分支长度分别为 $a_1 = 1.2\text{mm}$ 、 $b_1 = 0.7\text{mm}$ 、 $c_1 = 0.5\text{mm}$; $a_2 = 1.1\text{mm}$ 、 $b_2 = 0.7\text{mm}$ 、 $c_2 = 0.5\text{mm}$; $a_3 = 1.2\text{mm}$ 、 $b_3 = 0.8\text{mm}$ 、 $c_3 = 0.5\text{mm}$, 线宽 $w = 0.3\text{mm}$; 树枝以及金属薄膜的厚度均为 0.03mm, 单元之间采用六边形排布, 边长为 $r = 4.6\text{mm}$ 。将刻蚀后的 PCB 板切成大小为 $156\text{mm} \times 146\text{mm}$, 完成所设计超材料吸收器 BZ-2 的制作。超材料吸收器 BZ-2 的反射以及吸收的归一化曲线如图 3 所示。由于三种结构单元之间以及层与层之间存在电磁耦合的原因, 从图中可以看出, 反射曲线从 10.07GHz 到 11.76GHz 附近, 出现了反射率小于 20% 较宽吸收带, 透射曲线恒等于 0。则吸收率大于 80% 的带宽为 1.69GHz。

[0015] 实施例三：

[0016] 如实例一所示, 采用电路板刻蚀技术, 分别在两层厚度为 0.8mm 的环氧酚醛玻璃纤维 PCB 基板的顶层和中间层上刻蚀出六边形密集排布的金属树枝阵列单元, 并且在底层镀一层金属薄膜。实验设计了三种树枝状结构单元, 三级分支长度分别为 $a_1 = 1.2\text{mm}$ 、 $b_1 = 0.7\text{mm}$ 、 $c_1 = 0.6\text{mm}$; $a_2 = 1.3\text{mm}$ 、 $b_2 = 0.7\text{mm}$ 、 $c_2 = 0.6\text{mm}$; $a_3 = 1.1\text{mm}$ 、 $b_3 = 0.7\text{mm}$ 、 $c_3 = 0.6\text{mm}$, 线宽 $w = 0.3\text{mm}$; 树枝以及金属薄膜的厚度均为 0.02mm, 单元之间采用六边形排布, 边长为 $r = 4.6\text{mm}$ 。将刻蚀后的 PCB 板切成大小为 $180\text{mm} \times 178\text{mm}$, 完成所设计超材料吸收器 BZ-3 的制作。超材料吸收器 BZ-3 的反射以及吸收的归一化曲线如图 5 所示。由于三种结构单元之间以及层与层之间存在电磁耦合的原因, 从图中可以看出, 反射曲线从 9.16GHz 到 11.35GHz 附近, 出现了反射率小于 10% 较宽吸收带, 透射曲线恒等于 0。则吸收率大于 90% 的带宽为 2.19GHz。

[0017] 综上所述, 本发明中借助于谐振原理设计的基于树枝结构的六边形密集排布双层

超材料宽带微波吸收器,对于特定频率的电磁波垂直入射到树枝平面既不反射也不透射,在 X 波段表现出了很好、很宽的吸收性能。以上所述仅为本发明的优选实施例而已,当不能以此限定本发明实施的范围,即大凡依本发明权利要求及发明说明书内容所作的简单的等效变化与修饰,皆应仍属本发明专利覆盖的范围内。

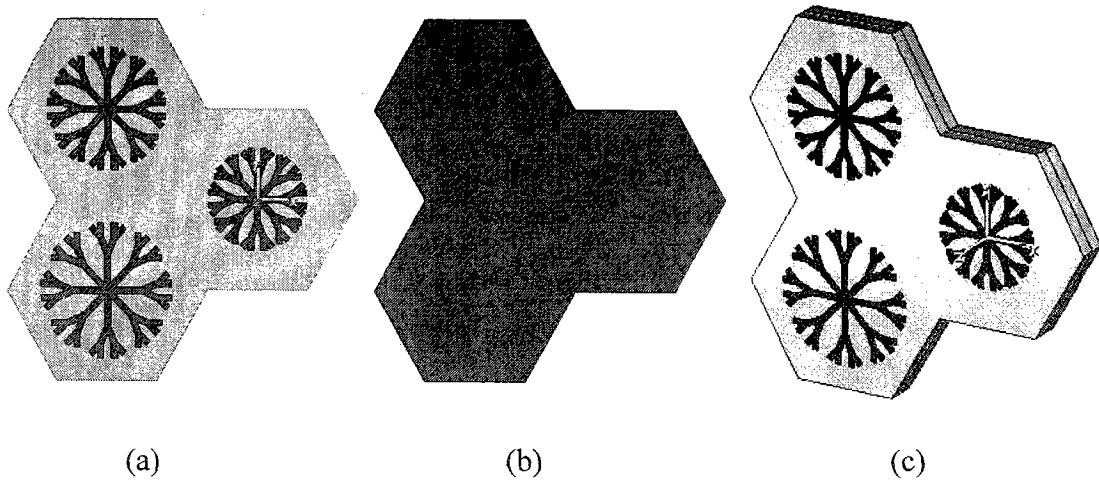


图 1

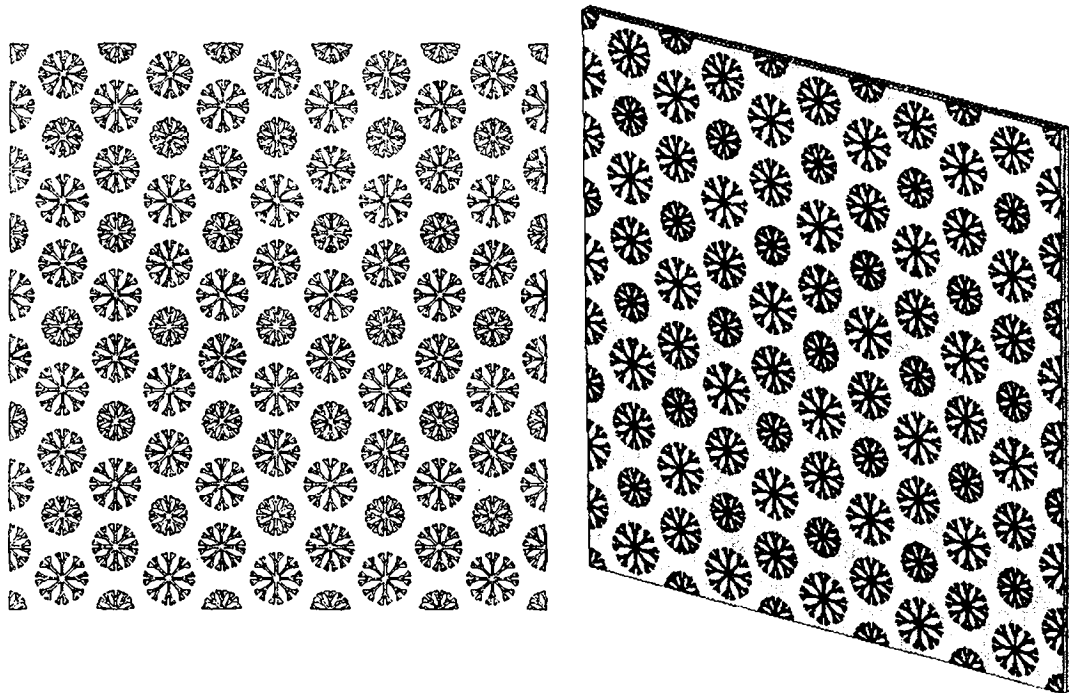


图 2

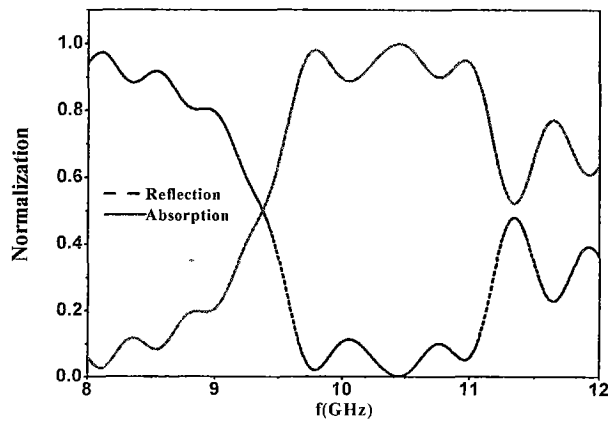


图 3

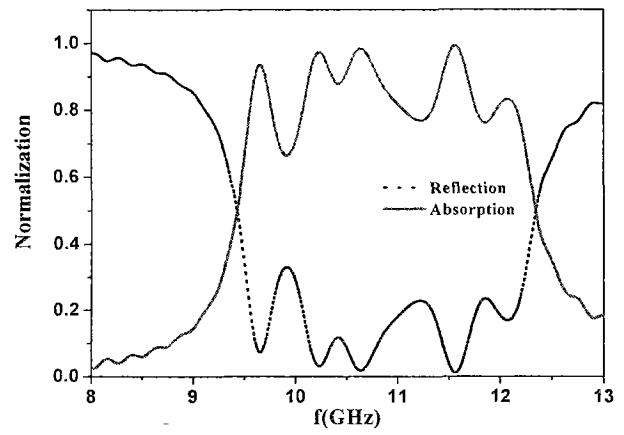


图 4

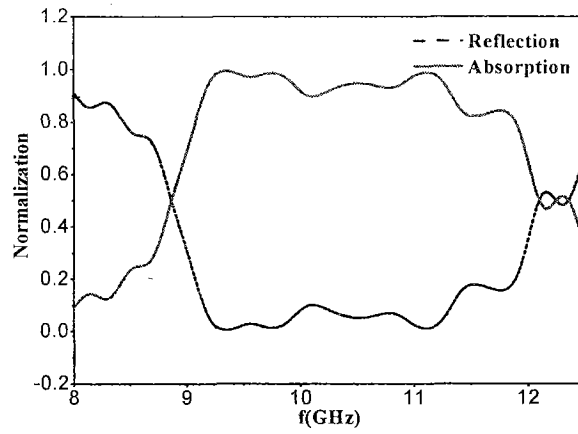


图 5