



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103717044 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201210371538. 4

(22) 申请日 2012. 09. 29

(71) 申请人 深圳光启创新技术有限公司  
地址 518034 广东省深圳市田区香梅路  
1061 号中投国际商务中心 A 栋 18B

(72) 发明人 刘若鹏 赵治亚 寇超锋

(51) Int. Cl.  
H05K 9/00 (2006. 01)

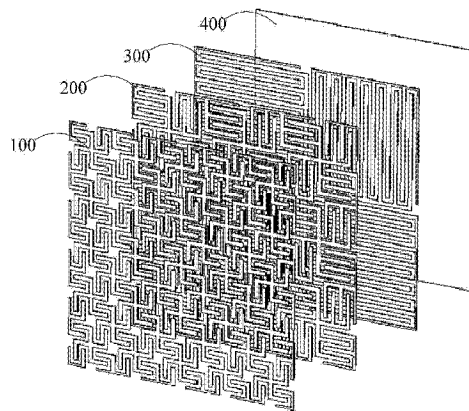
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种吸波材料

(57) 摘要

本发明公开一种吸波材料,其包括设置于目标物体前方的第一、第二、第三电容电阻混合层;第一电容电阻混合层上的第一单元结构包括第一、第二、第三、第四基本单元,第一基本单元包括第一分支以及从第一分支两端向上垂直延伸的第二分支和第三分支。将第一基本单元分别旋转 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ 后得到第二至第四基本单元。第二单元结构与第一单元结构不同之处在于,第二单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有一条第四分支。第三单元结构与第一单元结构的不同之处在于,第三单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有多条第四分支。本发明通过设置特殊结构的电容电阻混合层,可达到宽频、高效吸收电磁波的效果。



1. 一种吸波材料,其特征在于:包括设置于目标物体前方的第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层;所述第一电容电阻混合层由多个第一单元结构构成,所述第一单元结构包括第一、第二、第三、第四基本单元,第一基本单元包括第一分支以及从第一分支两端向上垂直延伸的第二分支和第三分支;将第一基本单元以第二分支为旋转轴顺时针旋转 $90^{\circ}$ 得到第二基本单元,将第二基本单元以第二单元第二分支为旋转轴顺时针旋转 $90^{\circ}$ 得到第三基本单元,将第三基本单元以第三基本单元第二分支为旋转轴顺时针旋转 $90^{\circ}$ 得到第四基本单元;将第一基本单元至第四基本单元组合成单元结构时,第一基本单元第二分支与第二基本单元第一分支重合,第二基本单元第二分支与第三基本单元第一分支重合,第三基本单元第二分支与第四基本单元第一分支重合,第四基本单元第二分支与第一基本单元第一分支重合;所述第二电容电阻混合层与第一电容电阻混合层的结构不同之处在于,构成第二电容电阻混合层的第二单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有一条第四分支;所述第三电容电阻混合层与第一电容电阻混合层的结构不同之处在于,构成第三电容电阻混合层的第三单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有多条第四分支。

2. 如权利要求1所述的吸波材料,其特征在于:所述多个第一单元结构、第二单元结构和第三单元结构通过如下方式组合成第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层:第一单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第一单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中,第一单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第一单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中;第二单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第二单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中,第二单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第二单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中;第三单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第三单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中,第三单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第三单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中。

3. 如权利要求2所述的吸波材料,其特征在于:所述第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层中,位于同一电容电阻混合层上的所有分支的长度、宽度和厚度均相等,相邻分支的间距均等于分支宽度。

4. 如权利要求3所述的吸波材料,其特征在于:所述第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层中所有分支厚度均为0.015至0.025毫米。

5. 如权利要求1所述的吸波材料,其特征在于:所述第一电容电阻混合层与第二电容电阻混合层的间距、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层的间距以及第三电容电阻混合层和目标物体的间距相等。

6. 如权利要求5所述的吸波材料,其特征在于:所述第一电容电阻混合层和第二电容电阻混合层的间距为1-3毫米。

7. 如权利要求5所述的吸波材料,其特征在于:所述第一电容电阻混合层与第二电容电阻混合层之间、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层之间以及第三电容电阻混合层与目标物体之间填充有空气或为真空。

8. 如权利要求5所述的吸波材料,其特征在于:所述第一电容电阻混合层的方块电阻值为90至120欧姆、所述第二电容电阻混合层的方块电阻值为30至50欧姆、所述第三电

容电阻混合层的方块电阻值为 10 至 15 欧姆。

9. 如权利要求 5 所述的吸波材料,其特征在于:所述第一电容电阻混合层的方块电阻值为 200 至 250 欧姆、所述第二电容电阻混合层的方块电阻值为 70 至 90 欧姆、所述第三电容电阻混合层的方块电阻值为 15 至 25 欧姆。

10. 如权利要求 1 所述的吸波材料,其特征在于:所述第三单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布六条第四分支。

## 一种吸波材料

### 技术领域

[0001] 本发明涉及材料技术领域,尤其涉及一种吸波材料。

### 背景技术

[0002] 随着科学技术发展的日新月异,以电磁波为媒介的各种技术和产品越来越多,电磁波辐射对环境的影响也日益增大。比如,无线电波可能对机场环境造成干扰,导致飞机航班无法正常起飞;移动电话可能会干扰各种精密电子医疗器械的工作;即使是普通的计算机,也会辐射携带信息的电磁波,它可能在几公里以外被接收和重现,造成国防、政治、经济、科技等方面情报的泄漏。因此,治理电磁污染,寻找一种能抵挡并削弱电磁波辐射的材料——吸波材料,已成为材料科学的一大课题。

[0003] 吸波材料是能吸收投射到它表面的电磁波能量的一类材料,其在包括军事以及其它方面也有广泛的应用,比如隐形机、隐形衣等。材料吸收电磁波的基本条件是:(1)电磁波入射到材料上时,它能最大限度地进入材料内部,即要求材料具有匹配特性;(2)进入材料内部的电磁波能迅速地几乎全部衰减掉,即衰减特性。

[0004] 现有的吸波材料利用各个材料自身对电磁波的吸收性能,通过设计不同材料的组分使得混合后的材料具备吸波特性,此类材料设计复杂且不具有大规模推广性,同时此类材料的机械性能受限于材料本身的机械性能,不能满足特殊场合的需求。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述不足,提出一种吸波频段较宽、吸波性能好的吸波材料。

[0006] 本发明解决其技术问题采用的技术方案是,提出一种吸波材料,其包括设置于目标物体前方的第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层;所述第一电容电阻混合层由多个第一单元结构构成,所述第一单元结构包括第一、第二、第三、第四基本单元,第一基本单元包括第一分支以及从第一分支两端向上垂直延伸的第二分支和第三分支,第二分支和第三分支之间等间距的排布有多条第四分支;将第一基本单元以第二分支为旋转轴顺时针旋转 $90^\circ$ 得到第二基本单元,将第二基本单元以第二单元第二分支为旋转轴顺时针旋转 $90^\circ$ 得到第三基本单元,将第三基本单元以第三基本单元第二分支为旋转轴顺时针旋转 $90^\circ$ 得到第四基本单元;将第一基本单元至第四基本单元组合成单元结构时,第一基本单元第二分支与第二基本单元第一分支重合,第二基本单元第二分支与第三基本单元第一分支重合,第三基本单元第二分支与第四基本单元第一分支重合,第四基本单元第二分支与第一基本单元第一分支重合;所述第二电容电阻混合层与第一电容电阻混合层的结构不同之处在于,构成第二电容电阻混合层的第二单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有一条第四分支;所述第三电容电阻混合层与第一电容电阻混合层的结构不同之处在于,构成第三电容电阻混合层的第三单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有多条第四分支。

[0007] 进一步地,所述多个第一单元结构、第二单元结构和第三单元结构通过如下方式组合成第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层:第一单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第一单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中,第一单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第一单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中;第二单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第二单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中,第二单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第二单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中;第三单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第三单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中,第三单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第三单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中。

[0008] 进一步地,所述第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层中,位于同一电容电阻混合层上的所有分支的长度、宽度和厚度均相等,相邻分支的间距均等于分支宽度。

[0009] 进一步地,所述第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层中所有分支厚度均为 0.015 至 0.025 毫米。

[0010] 进一步地,所述第一电容电阻混合层与第二电容电阻混合层的间距、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层的间距以及第三电容电阻混合层和目标物体的间距相等。

[0011] 进一步地,所述第一电容电阻混合层和第二电容电阻混合层的间距为 1-3 毫米。

[0012] 进一步地,所述第一电容电阻混合层与第二电容电阻混合层之间、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层之间以及第三电容电阻混合层与目标物体之间填充有空气或为真空。

[0013] 进一步地,所述第一电容电阻混合层的方块电阻值为 90 至 120 欧姆、所述第二电容电阻混合层的方块电阻值为 30 至 50 欧姆、所述第三电容电阻混合层的方块电阻值为 10 至 15 欧姆。

[0014] 进一步地,所述第一电容电阻混合层的方块电阻值为 200 至 250 欧姆、所述第二电容电阻混合层的方块电阻值为 70 至 90 欧姆、所述第三电容电阻混合层的方块电阻值为 15 至 25 欧姆。

[0015] 进一步地,所述第三单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布六条第四分支。

[0016] 本发明通过设置特殊结构的电容电阻混合层,可达到宽频、高效吸收电磁波的效果。本发明吸波材料结构简单、厚度较薄。

#### 附图说明

[0017] 图 1 为本发明吸波材料的结构示意图;

[0018] 图 2 第一电容电阻混合层上第一单元结构及其分解示意图;

[0019] 图 3 为多个图 2 所示单元结构排列形成第一电容电阻混合层的结构示意图;

[0020] 图 4 为第二电容电阻混合层上第二单元结构示意图;

[0021] 图 5 为多个图 4 所示单元结构排列形成第二电容电阻混合层的结构示意图;

[0022] 图 6 为第三电容电阻混合层上第三单元结构示意图;

- [0023] 图 7 为多个图 6 所述单元结构排列形成第三电容电阻混合层的结构示意图；
- [0024] 图 8 为本发明吸波材料第一较佳实施方式的仿真结构示意图；
- [0025] 图 9 为本发明吸波材料第二较佳实施方式的仿真结构示意图。

### 具体实施方式

[0026] 请参照图 1, 图 1 为本发明吸波材料的结构示意图。本发明通过在目标物体前设置第一电容电阻混合层 100、第二电容电阻混合层 200 和第三电容电阻混合层 300 从而实现宽频、高效吸收电磁波效果。图 1 中, 目标物体采用金属片 400 表示, 实际应用时, 目标物体可为各类具有金属表面的物体, 例如飞机、雷达等, 当实际应用时目标物体不具有金属表面时, 则可在目标物体表面贴附金属层。

[0027] 优选地, 第一电容电阻混合层 100 与第二电容电阻混合层 200 的间距、第二电容电阻混合层 200 与第三电容电阻混合层 300 以及第三电容电阻混合层 300 与目标物体 400 的间距相等。更优选地, 第一电容电阻混合层 100 和第二电容电阻混合层 200 的间距为 2-3 毫米。第一电容电阻混合层 100 与第二电容电阻混合层 200 之间、第二电容电阻混合层 200 与第三电容电阻混合层 300 之间以及第三电容电阻混合层 300 与目标物体 400 之间可填充空气, 也可为真空。

[0028] 请参照图 2、图 3。图 2 为第一电容电阻混合层 100 上第一单元结构及其分解示意图, 图 3 为多个图 2 所示第一单元结构排列形成第一电容电阻混合层的结构示意图。在图 2 和图 3 中, 第一电容电阻混合层自身的材料具有一定的电阻值, 第一电容电阻混合层中, 相邻的分支在电磁波的作用下可等效为电容, 从而构成了电容电阻混合层。第一电容电阻混合层 100、第二电容电阻混合层 200 以及第三电容电阻混合层 300 的设置满足传输线理论, 通过调整电容电阻混合层的方块电阻以及等效电容从而能够实现宽频、高效吸波效果。传输线理论可参考论文: Kazemzadeh and A. Karlsson, Multilayered Wideband Absorbers for Oblique Angle of Incidence, IEEE Trans. Antennas Propag., Vol 58, 3637-3646, (2010)。

[0029] 图 2 中, 第一单元结构包括第一、第二、第三、第四基本单元, 第一基本单元包括第一分支 10 以及从第一分支 10 两端向上垂直延伸的第二分支 11 和第三分支 12。第一基本单元中, 各条分支的长度、宽度和厚度均相等。

[0030] 将第一基本单元以第二分支 11 为旋转轴顺时针旋转  $90^\circ$  得到第二基本单元, 将第二基本单元以第二单元第二分支 11' 为旋转轴顺时针旋转  $90^\circ$  得到第三基本单元, 将第三基本单元以第三基本单元第二分支 11'' 为旋转轴顺时针旋转  $90^\circ$  得到第四基本单元。将第一基本单元至第四基本单元组合成第一电容电阻混合层单元结构时, 第一基本单元第二分支 11 与第二基本单元第一分支 10' 重合, 第二基本单元第二分支 11' 与第三基本单元第一分支 10'' 重合, 第三基本单元第二分支 11'' 与第四基本单元第一分支 10''' 重合, 第四基本单元第二分支 11''' 与第一基本单元第一分支 10 重合。

[0031] 图 3 中, 多个图 2 所示的单元结构通过如下方式组合: 第一单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第一单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中, 第一单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第一单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中。优选地, 在第一电容电阻混合层上, 相邻的分支之间间距相等, 相邻的

分支之间的间距与分支宽度相同。本实施例中,各分支的宽度为 0.05 至 0.15 毫米,各分支厚度为 0.015 至 0.025 毫米。

[0032] 请参照图 4,图 4 为第二电容电阻混合层上第二单元结构示意图。第二单元结构与第一单元结构的不同之处在于:第二单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有一条第四分支 13。第二单元结构中各分支的长度、宽度和厚度均相等。第二单元结构中各分支厚度为 0.015 至 0.025 毫米。图 5 为多个图 4 所示单元结构组合形成第二电容电阻混合层的结构示意图,图 5 中,第二单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第二单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中,第二单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第二单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中。

[0033] 请参照图 6,图 6 为第三电容电阻混合层上第三单元结构示意图。第三单元结构与第一单元结构的不同之处在于:第三单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有多条第四分支 13。优选地,第三单元结构的第二分支和第三分支之间等间距的排布有六条第四分支 13。第三单元结构中各分支的长度、宽度和厚度均相等。第三单元结构中各分支厚度为 0.015 至 0.025 毫米。图 7 为多个图 6 所示单元结构组合形成第三电容电阻混合层的结构示意图,图 7 中,第三单元结构的第一基本单元的分支不接触地插入相邻的第三单元结构的第三基本单元相邻分支形成的间隙中,第三单元结构的第二基本单元的分支不接触地插入相邻的第三单元结构的第四基本单元相邻分支形成的间隙中。

[0034] 在第一、第二、第三电容电阻混合层的结构已经确定的情况下,即等效电容已经确定的情况下,改变第一电容电阻混合层、第二电容电阻混合层以及第三电容电阻混合层的方块电阻值能改变本发明吸波材料对电磁波的响应效果。下面通过两个较佳实施方式说明本发明对电磁波的吸收效果

[0035] 在第一较佳实施方式中,第一电容电阻混合层与第二电容电阻混合层的间距、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层的间距以及第三电容电阻混合层和目标物体的间距均为 2-3 毫米,吸波材料总厚度仅为约 6-9 毫米;第一电容电阻混合层的方块电阻值为 90 至 120 欧姆、第二电容电阻混合层的方块电阻值为 30 至 50 欧姆、第三电容电阻混合层的方块电阻值为 10 至 15 欧姆。在此条件下,吸波材料的仿真结果示意图如图 8 所示。从图 8 可知,吸波材料在 4.65 至 29.45 的频宽下,S11 参数值均在 -15dB 以下。

[0036] 在第二较佳实施方式中,第一电容电阻混合层与第二电容电阻混合层的间距、第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层的间距以及第三电容电阻混合层和目标物体的间距均为 2-3 毫米,吸波材料总厚度仅为约 6-9 毫米;第一电容电阻混合层的方块电阻值为 200 至 250 欧姆、第二电容电阻混合层的方块电阻值为 70 至 90 欧姆、第三电容电阻混合层的方块电阻值为 15 至 25 欧姆。在此条件下,吸波材料的仿真结果示意图如图 9 所示。从图 9 可知,吸波材料在 6.85 至 31GHz 的频宽下,S11 参数值均在 -15dB 以下。

[0037] 另外,本发明还可以通过改变第一电容电阻混合层与第二电容电阻混合层的间距或第二电容电阻混合层和第三电容电阻混合层的间距或第三电容电阻混合层和目标物体的间距以改变本发明吸波材料对电磁波的响应。

[0038] 本发明通过设置多层电容电阻混合层,使得每一电容电阻混合层吸收电磁波频率不同但相近,从而扩宽吸波材料的吸波频宽。

[0039] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体

实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,这些均属于本发明的保护之内。



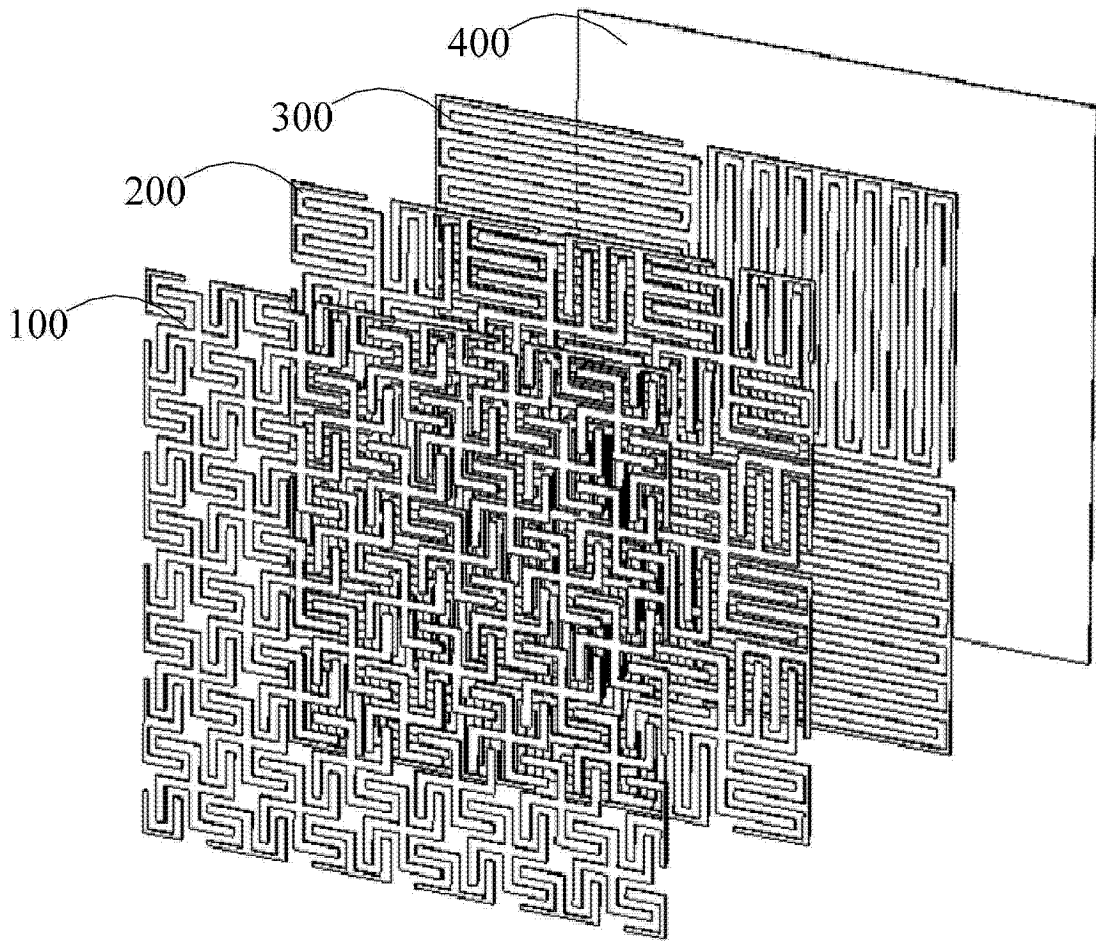


图 1

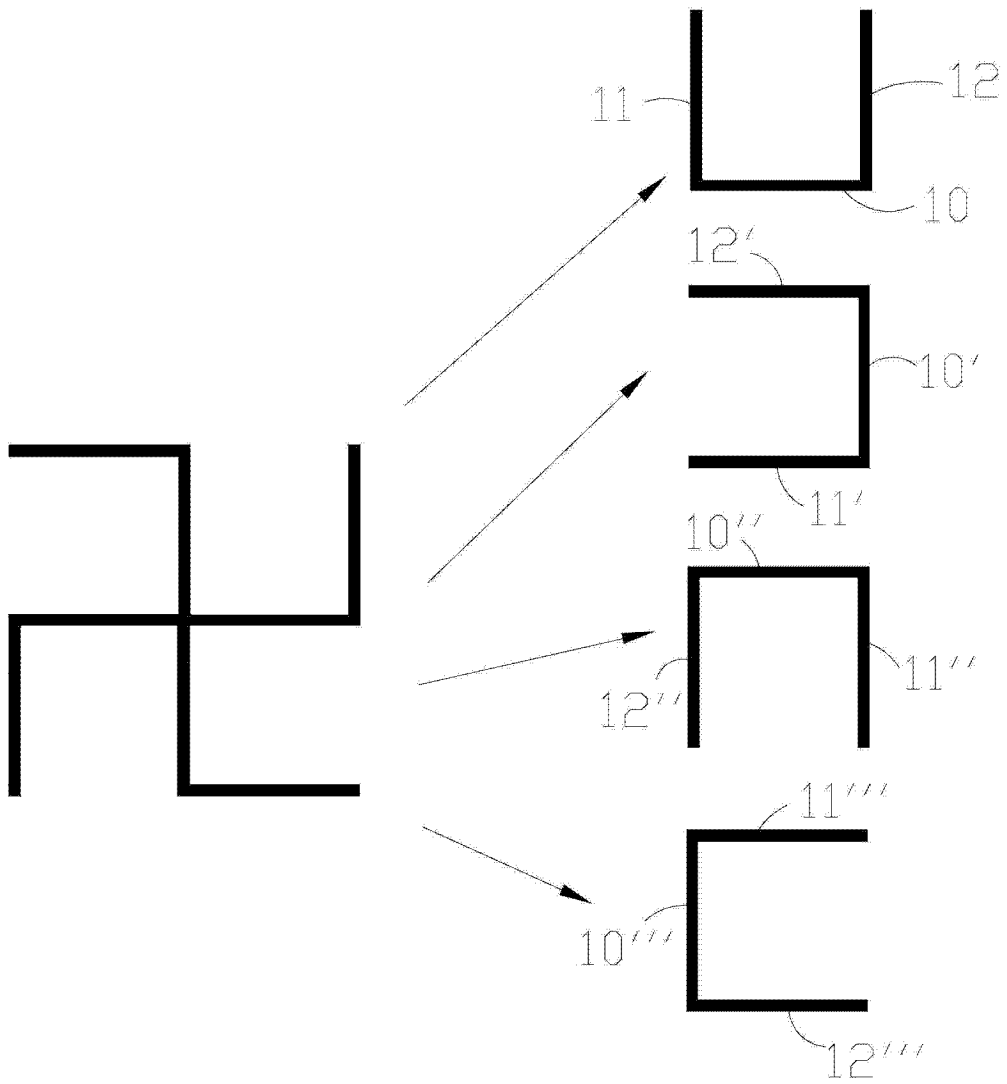


图 2

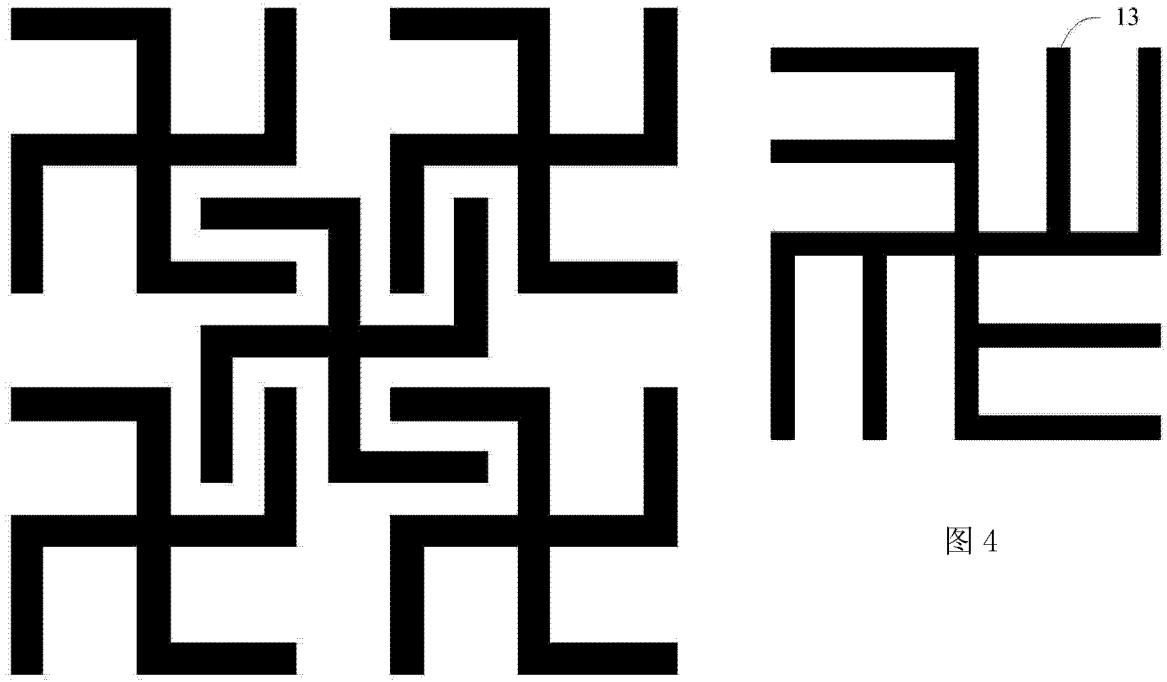


图 4

图 3

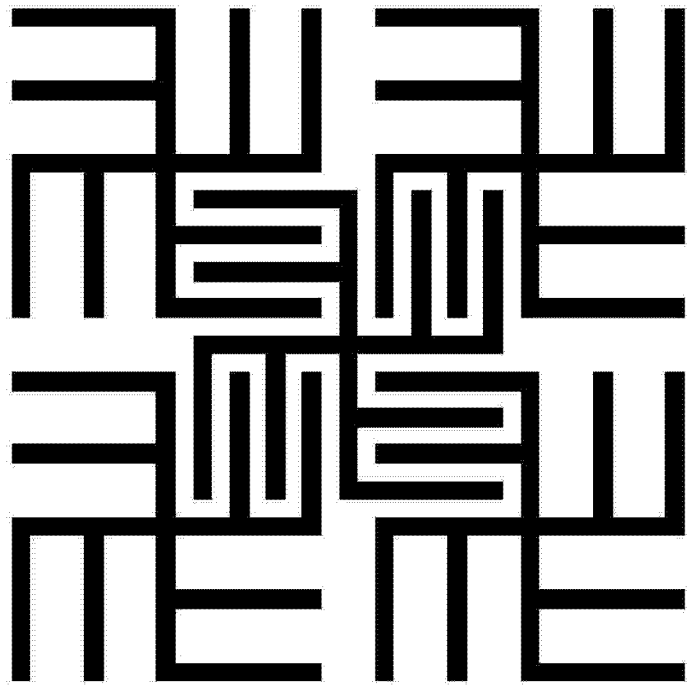


图 5

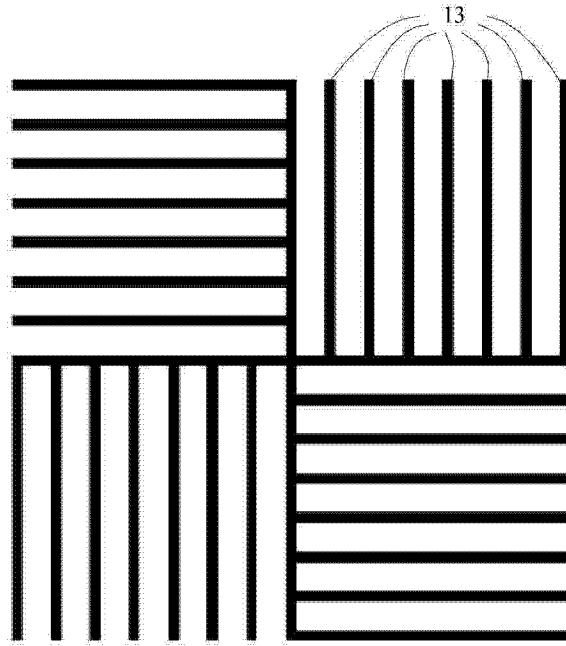


图 6

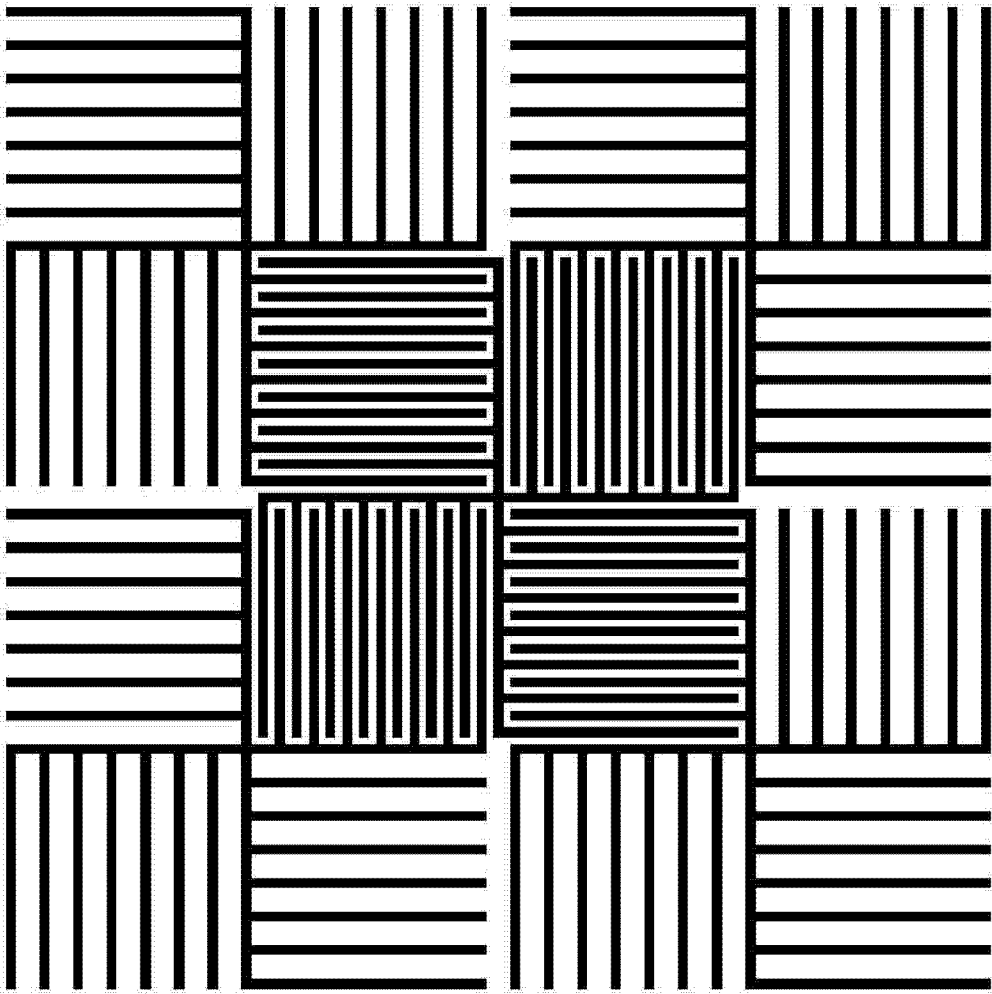


图 7

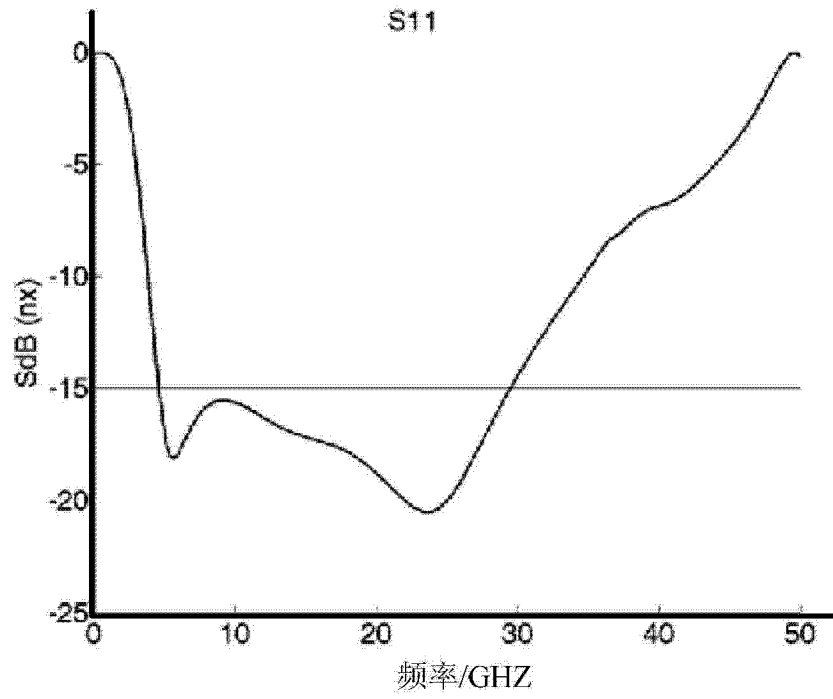


图 8

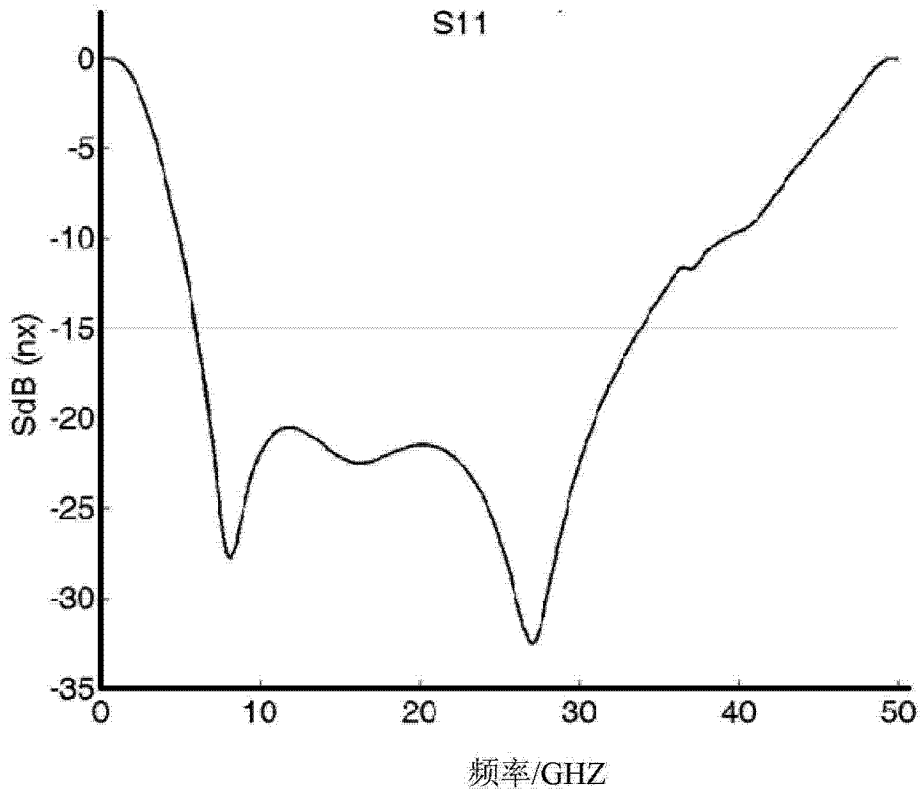


图 9