



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102938487 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201110233289. 8

JP 2008147737 A, 2008. 06. 26,

(22) 申请日 2011. 08. 16

审查员 曹乾

(73) 专利权人 深圳光启高等理工研究院

地址 518000 广东省深圳市南山区高新区中  
区高新中一道 9 号软件大厦

专利权人 深圳光启创新技术有限公司

(72) 发明人 刘若鹏 栾琳 刘京京 苏翠

付少丽 许宁

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所

44237

代理人 张全文

(51) Int. Cl.

H01P 7/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101499549 A, 2009. 08. 05,

CN 202434684 U, 2012. 09. 12,

US 2003080921 A1, 2003. 05. 01,

CN 101026257 A, 2007. 08. 29,

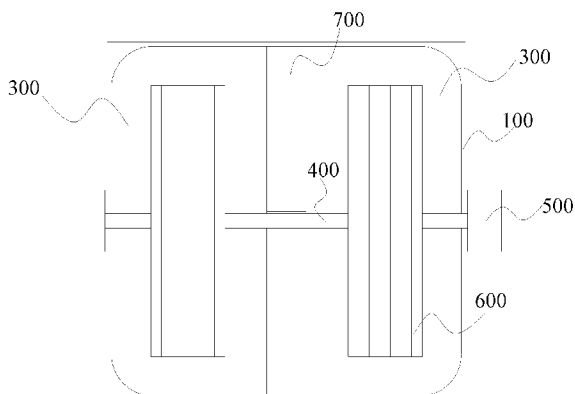
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种谐振腔

(57) 摘要

本发明涉及一种谐振腔,包括腔体、装在所述腔体内部将所述腔体分隔成两个封闭腔室的金属板、分别装在所述腔体的两侧壁上从而分别伸入所述两个腔室内的输入端和输出端,所述输入端和输出端相向设置,所述两个腔室内各放置有超材料板,所述超材料板包括非金属制成的基板和附着在基板上的至少一个人造微结构,每个人造微结构为导电材料的丝线组成的具有几何图形的平面或立体结构。采用本发明的结构,能够利用单个的谐振腔,即可实现小型带通滤波器的功能。



1. 一种谐振腔,包括腔体、装在所述腔体内部将所述腔体分隔成两个封闭腔室的金属板、分别装在所述腔体的两侧壁上从而分别伸入所述两个腔室内的输入端和输出端,所述输入端和输出端相向设置,所述金属板的横截面与所述腔体的横截面相同;其特征在于,所述两个腔室内各放置有超材料板,所述超材料板包括非金属制成的基板和附着在基板上的至少一个人造微结构,每个人造微结构为导电材料的丝线组成的具有几何图形的平面或立体结构;所述金属板上穿插有一根金属的连接杆,所述连接杆的轴线与所述输入端和输出端的连线共线设置,且其两端分别伸入两个腔室内;每个超材料板分别夹在输入端或输出端与对应的连接杆端部之间从而被架空,或者每个超材料板的底部垫有透波材料的支座被支撑起来。

2. 根据权利要求 1 所述的谐振腔,其特征在于,所述超材料板包括至少一个超材料片层,每个超材料片层包括基板和周期性排布在所述基板上的人造微结构。

3. 根据权利要求 2 所述的谐振腔,其特征在于,所述基板由陶瓷、聚四氟乙烯、FR-4 材料、铁电材料、铁磁材料或  $\text{SiO}_2$  制成。

4. 根据权利要求 2 所述的谐振腔,其特征在于,所述超材料板包括多个超材料片层,相邻两超材料片层之间通过机械或粘接方式连接在一起或者通过在两超材料片层之间浇入液态基板材料后凝固而将二者融合到一起。

5. 根据权利要求 2 所述的谐振腔,其特征在于,所述人造微结构为丝线组成的工字形或十字形的衍生形。

6. 根据权利要求 5 所述的谐振腔,其特征在于,所述十字形的衍生形具有四个相同的支路,任一支路以十字形的中心点为旋转中心依次旋转 90 度、180 度、270 度后分别与其他三个支路重合。

7. 根据权利要求 6 所述的谐振腔,其特征在于,每个支路一端与其他三个支路共端点连接,另一端为自由端,两端之间设置有至少一个弯折部。

8. 根据权利要求 2 所述的谐振腔,其特征在于,所述人造微结构为丝线绕成螺旋形的结构。

## 一种谐振腔

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电磁通信,更具体地说,涉及一种谐振腔。

### 背景技术

[0002] 在微波器件中,腔体滤波器是很重要的一种器件。腔体滤波器是由几个微波谐振腔组成的,每个谐振腔具有一个任意形状的由导电壁(或导磁壁)包围的腔体。通常,一个谐振腔具有固定的谐振频率,通过将具有不同谐振频率的多个谐振腔连在一起组成一个滤波器,使其具有一定宽度的带宽。这样就使得滤波器要实现一定带宽的带通或带阻,就需要具备多个谐振腔,造成体积大的缺陷。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述多个谐振腔才能实现滤波器功能的缺陷,提供一种单个谐振腔就能实现滤波器功能的谐振腔。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种谐振腔,包括腔体、装在所述腔体内部将所述腔体分隔成两个封闭腔室的金属板、分别装在所述腔体的两侧壁上从而分别伸入所述两个腔室内的输入端和输出端,所述输入端和输出端相向设置,所述两个腔室内各放置有超材料板,所述超材料板包括非金属制成的基板和附着在基板上的至少一个人造微结构,每个人造微结构为导电材料的丝线组成的具有几何图形的平面或立体结构。

[0005] 在本发明所述的谐振腔中,所述超材料板包括至少一个超材料片层,每个超材料片层包括基板和周期性排布在所述基板上的人造微结构。

[0006] 在本发明所述的谐振腔中,所述基板由陶瓷、聚四氟乙烯、FR-4 材料、铁电材料、铁磁材料或  $\text{SiO}_2$  制成。

[0007] 在本发明所述的谐振腔中,所述超材料板包括多个超材料片层,相邻两超材料片层之间通过机械或粘接方式连接在一起或者通过在两超材料片层之间浇入液态基板材料后凝固而将二者融合到一起。

[0008] 在本发明所述的谐振腔中,所述金属板上穿插有一根金属的连接杆,所述连接杆的轴线与所述输入端的输出端的连线共线设置,且其两端分别伸入两个腔室内。

[0009] 在本发明所述的谐振腔中,每个超材料块分别夹在输入端或输出端与对应的连接杆端部之间从而被架空。

[0010] 在本发明所述的谐振腔中,每个超材料板的底部垫有透波材料的支座被支撑起来。

[0011] 在本发明所述的谐振腔中,所述人造微结构为丝线组成的工字形或十字形的衍生形。

[0012] 在本发明所述的谐振腔中,所述十字形的衍生形具有四个相同的支路,任一支路以一点为旋转中心依次旋转 90 度、180 度、270 度后分别与其他三个支路重合。

[0013] 在本发明所述的谐振腔中,每个支路一端与其他三个支路共端点连接,另一端为

自由端,两端之间设置有至少一个弯折部。

[0014] 在本发明所述的谐振腔中,所述人造微结构为丝线绕成螺旋形的结构。

[0015] 实施本发明的谐振腔,具有以下有益效果:采用本发明的结构,能够利用单个的谐振腔,即可实现小型带通滤波器的功能。

### 附图说明

[0016] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0017] 图 1 是本发明的谐振腔没有设置超材料板之前的结构示意图;

[0018] 图 2 是图 1 所示谐振腔增设超材料板后的结构示意图;

[0019] 图 3 是图 2 所示谐振腔中超材料板的其中一个超材料片层的结构示意图;

[0020] 图 4 是图 1 所示谐振腔的仿真示意图;

[0021] 图 5 是图 2 所示谐振腔的方寸示意图;

[0022] 图 6 是人造微结构为工字形的衍生形时的结构示意图;

[0023] 图 7 是人造微结构为十字形的衍生形时的结构示意图;

[0024] 图 8 是人造微结构为另一种十字形的衍生形时的结构示意图;

[0025] 图 9 至图 11 是人造微结构为螺旋形的三种实施例的结构示意图。

### 具体实施方式

[0026] 本发明涉及一种谐振腔,如图 1 所示,包括腔体 100、金属板 700、输入端 510 和输出端 500。其中,金属板 700 装在腔体 100 内部,将腔体 100 的内部空间分隔成两个封闭的腔室 300。金属板 700 优选铜板。金属板 700 的横截面与腔体 100 的横截面相同,使得两个腔室 300 完全隔绝开,例如腔体 100 的尺寸为  $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ ,金属板 700 的尺寸为  $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 4\text{mm}$ 。输入端 510 和输出端 500 分别装在腔体 100 的两侧侧壁上,且分别伸入两个腔室 300 内部。输入端 510 和输出端 500 相向设置,共一条中心轴线。

[0027] 金属板 700 中间穿过有一连接杆 400,连接杆 400 与金属板 700 之间通过绝缘套筒等隔绝开,使得连接杆 400 与金属板 700 之间绝缘。连接杆 400 的轴线与输入端 510、输出端 500 的中心轴线共线。如图 1 所示,连接杆 400 的两端分别伸入两个腔室 300 内。连接杆 400 为铜杆,同时输入端 510 和输出端 500 伸入腔室 300 内的部分也优选采用铜杆。当然,连接杆 400 和输入端 510、输出端 500 端部也可采用其他金属材料制成。

[0028] 本发明的创新点在于,在两个腔室 300 内分别设置有一个超材料板 600,每个超材料板 600 分别夹在输入端 510 或输出端 500 与对应的连接杆 400 端部之间从而被架空。或者,为了加强牢固性,也可以在每个超材料板 600 底部垫有透波材料例如泡沫制成的支座来起支撑作用。

[0029] 超材料 (metamaterial),又称人工电磁材料,是一种对电磁波有特殊响应的材料,是由介质基板和周期性排布在介质基板表面上的人造微结构形成的,人造微结构通常为金属等导电材料制成。通过对人造微结构的几何图形、尺寸和排布进行设计,可以使超材料整体体现出特殊的、甚至自然界中很难达到的特性,例如较高的介电常数、负磁导率、负折射率等特性。本发明的超材料板即采用了这种技术,以使本发明的谐振腔具有谐振带宽的效果。

[0030] 如图 2 所示,超材料板包括至少一个超材料片层,图中显示每个超材料板包括 7 个超材料片层。

[0031] 每个超材料片层如图 3 所示,包括基板 3 和附着在基板 3 上的多个人造微结构 2。其中,基板 3 通常由非金属材料制成,例如 FR-4、聚四氟乙烯、环氧树脂、陶瓷等。人造微结构 2 为导电材料的丝线组成的具有几何图形的平面或立体结构,这里的导电材料通常为金属例如铜、银等,也可以是其他非金属的导电材料例如 ITO、导电塑料等。当超材料片层有多个时,相邻两超材料片层之间通过机械或粘接方式连接在一起或者通过在两超材料片层之间浇入液态基板材料后凝固而将二者融合到一起。

[0032] 人造微结构 2 在基板 3 表面上通常为周期性排布例如矩形阵列排布,每个人造微结构 2 均相同;也可以多个人造微结构 2 其形状、大小互不相同,例如可以按照一定的递增或递减规律逐渐减小其尺寸或者旋转其方位,这些特征都是可以根据不同的实际需求例如折射率分布的需求、磁导率分布需求等进行点对点的设计的。本发明中两个超材料板均相同,各自包括数量相同的超材料片层,每个超材料片层上具有多个相同的人造微结构且成矩形阵列排布。

[0033] 本发明中,优选能够实现高介电常数的人造微结构,这样的结构有很多种,下面将详细说明。

[0034] 人造微结构 2 可以为工字形,其包括成直线的第一金属线和连接在第一金属线两端且被第一金属线垂直平分的两根第二金属线;这样的工字形人造微结构 2 还可以进一步衍生,得到工字形的衍生形,如图 6 所示,其除了第一金属线 201、第二金属线 202 外,还包括分别连接在每根第二金属线 202 两端且被第二金属线 202 垂直平分的第三金属线 203、分别连接在每根第三金属线 203 两端且被第三金属线 203 垂直平分的第四金属线 204,依此类推,继续衍生。

[0035] 同样,本发明的人造微结构 2 还可以是十字形的衍生形,其包括两根垂直且互相平分构成十字形的第一金属线 201,还包括分别连接在每根第一金属线 201 两端且被第一金属线 201 垂直平分的第二金属线 202,构成的衍生形如图 3 所示;进一步地,如图 7 所示,当人造微结构除第一、第二金属线外,还可包括分别连接在每根第二金属线 202 两端且被第二金属线 202 垂直平分的第三金属线 203,以及分别连接在每根第三金属线 203 两端且被每根第三金属线 203 垂直平分的第四金属线 204。还可以依此类推,得到其他衍生结构。

[0036] 在其他十字形的衍生形的实施例中,如图 8 所示,人造微结构 2 包括四个相同的支路 210,任一支路 210 以一点为旋转中心依次旋转 90 度、180 度、270 度后依次分别于其他三个支路 210 重合。本示例中,每个支路 210 一端与其他三个支路 210 共端点连接,另一端为自由端,两端之间设置有至少一个弯折部。这里的弯折部可以为直角弯折,也可以是尖角弯折或圆角弯折。自由端的外部还可连接有直线段或者其他曲线。这样的人造微结构 2 为各向同性结构,其在所在的平面的各个方向上对电磁波的响应特征均相同,上述如图 3、图 7 的十字形的衍生形人造微结构也具有这样的特性。谐振腔中,优先选用具有各向同性人造微结构的超材料板。

[0037] 当人造微结构 2 为螺旋形时,也能达到高介电常数的特性,其结构如图 9、图 10 和图 11 所示。图 9 是一根丝线的两端分别顺时针、逆时针螺旋,图 10 是一根丝线对折后同步螺旋,图 11 是四根相同的螺旋线共一外端点而连成的结构。这样的螺旋结构都能使第一超

材料块具有较高的介电常数,从而起到降低频点的作用。

[0038] 为了验证本发明的优越性,对图 1 所示的空腔和图 2 所示的在图 1 所示空腔中加入超材料板后的谐振腔进行仿真。其中,谐振腔的内部尺寸为腔体的尺寸为  $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ ,金属板的尺寸为  $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 4\text{mm}$ ,金属板为铜板;输入端、输出端为铜杆,直径  $1\text{mm}$ ,分别向各自的腔室内伸入  $2.6\text{mm}$ ;连接杆为铜杆,直径  $1.1\text{mm}$ ,其两端也分别向两腔室内伸入  $2.6\text{mm}$ 。

[0039] 对这样的空腔进行 S 参数仿真,其结果如图 4 所示。由图 4 可知,这样的谐振腔并没有产生谐振。

[0040] 在图 1 所示的空腔中放入超材料板,如图 2 所示,每个超材料板有 7 个超材料片层,每个超材料片层的基板为 FR-4,厚  $0.4\text{mm}$ ,人造微结构在基板上以  $1.4\text{mm}$  的行偏移、 $1.4\text{mm}$  的列偏移成矩形阵列排布,每个人造微结构的尺寸为  $1.2\text{mm} \times 1.2\text{mm}$ ,线宽为  $0.1\text{mm}$ ,几何形状如图 3 所示。

[0041] 对加入超材料板后的谐振腔进行仿真,其结果如图 5 所示。由图 5 可知,这种结构的谐振腔近似于一个小型带通滤波器,频宽大约为  $400 \sim 450\text{MHz}$ ,谐振频率  $(F_L-F_H) = 6.1 \sim 6.6\text{GHz}$ ,而且  $S_{11} = -30\text{dB}$ ,  $S_{21} = -0.00544358\text{dB}$ 。

[0042] 由上述可知,采用本发明的结构,能够利用单个的谐振腔,即可实现小型带通滤波器的功能,这是由于输入端、输出端作为激励端口,使得超材料板的各个人造微结构发生谐振,实现交叉耦合,并且谐振频率同步,达到储能降频的效果。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。

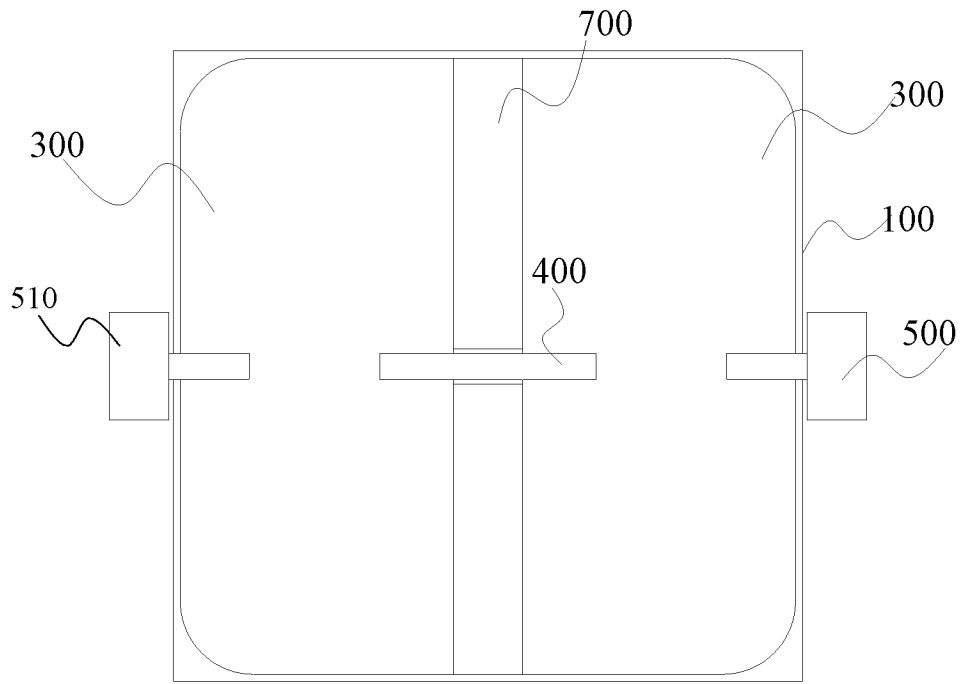


图 1

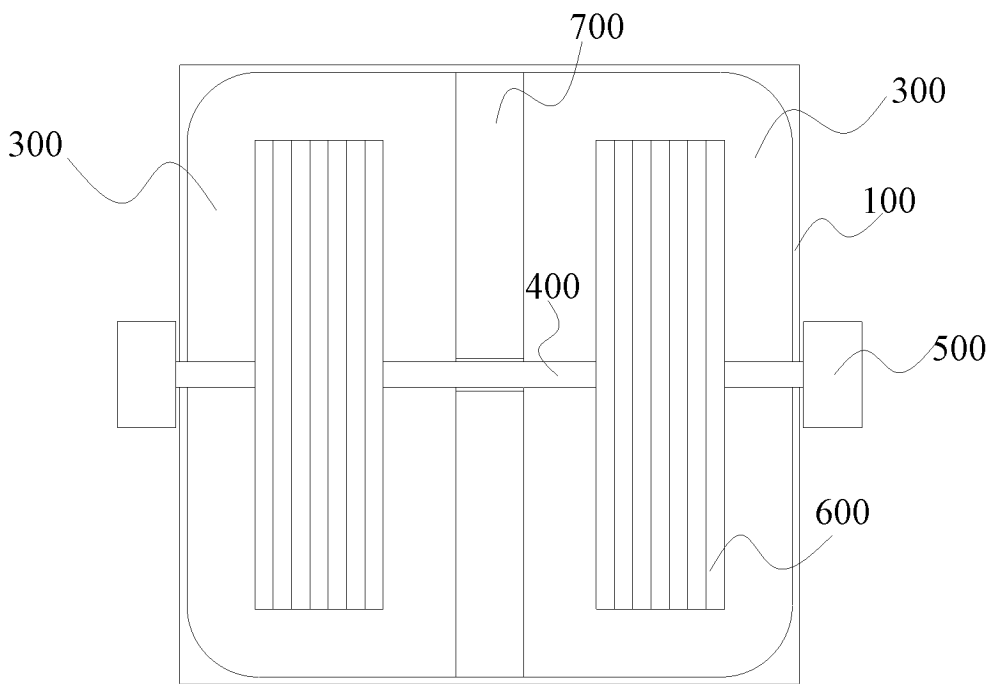


图 2

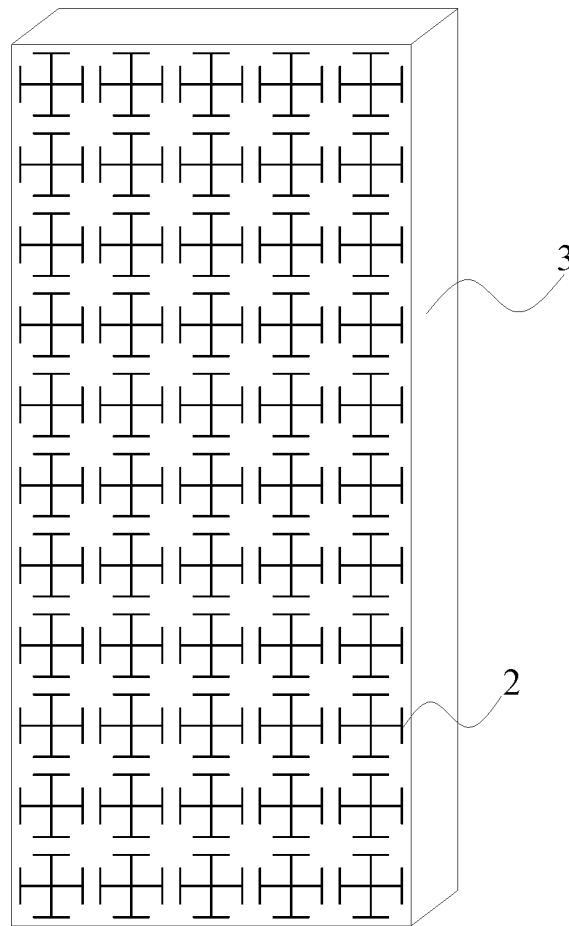


图 3

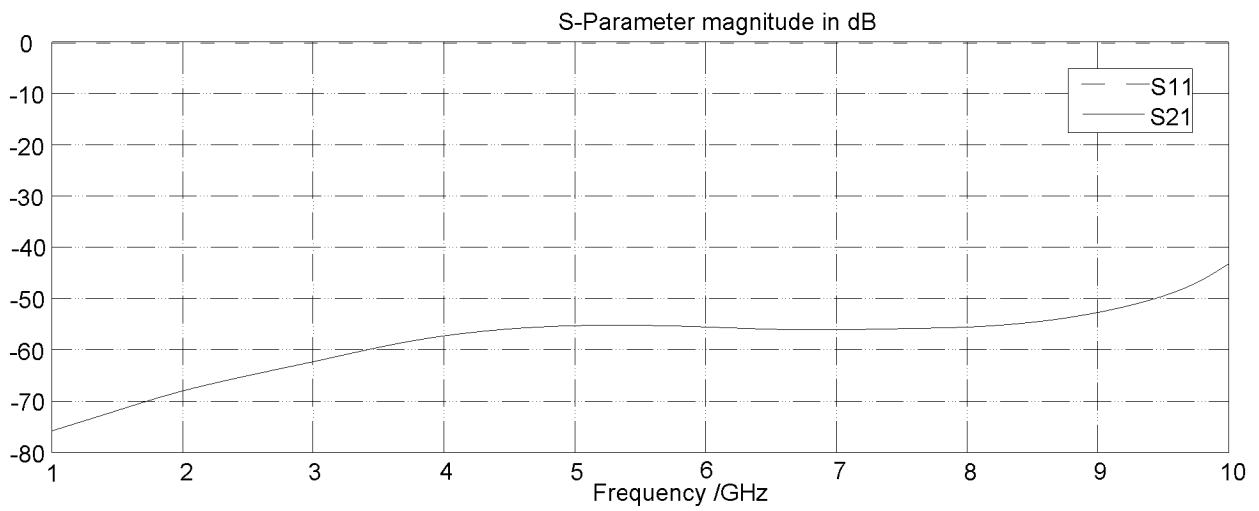


图 4



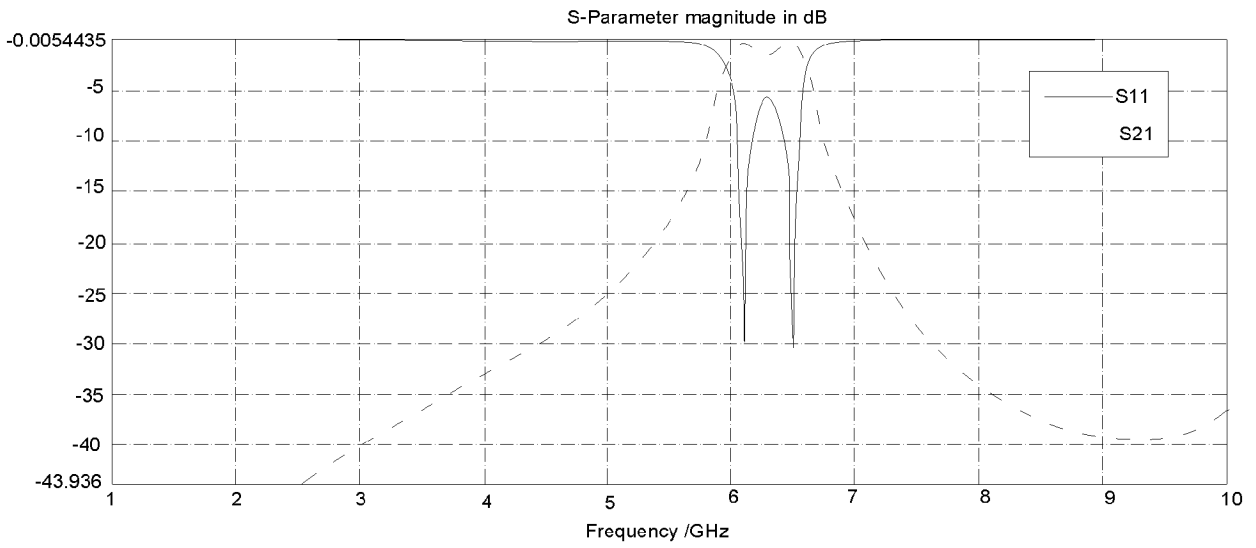


图 5

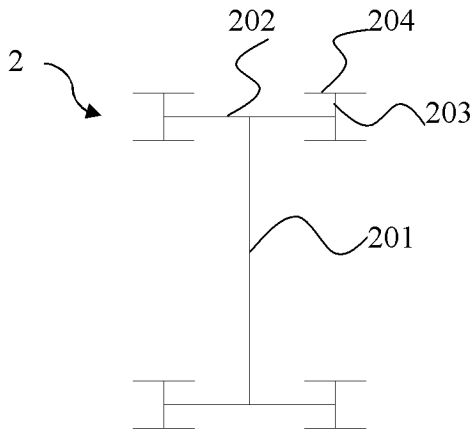


图 6

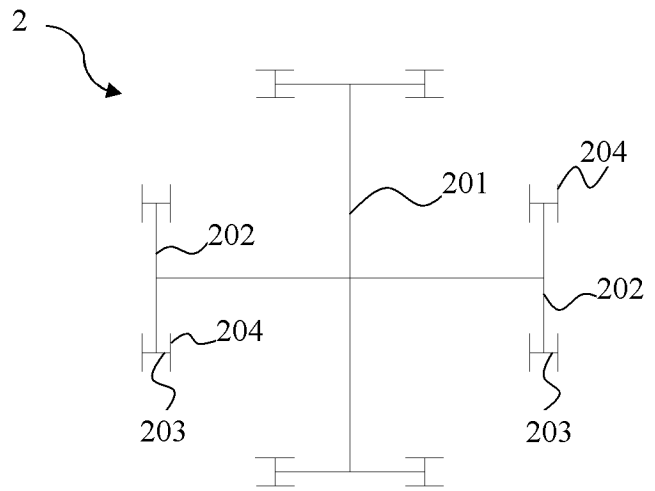


图 7

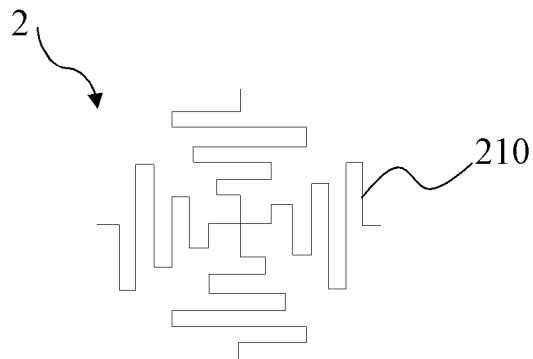


图 8

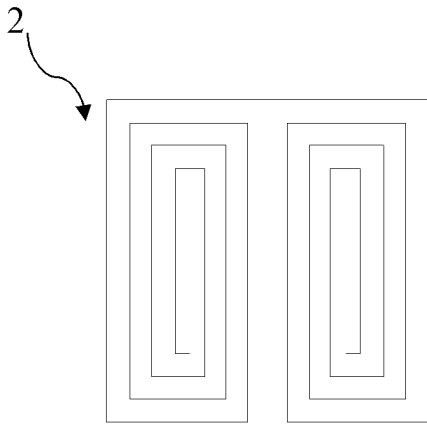


图 9

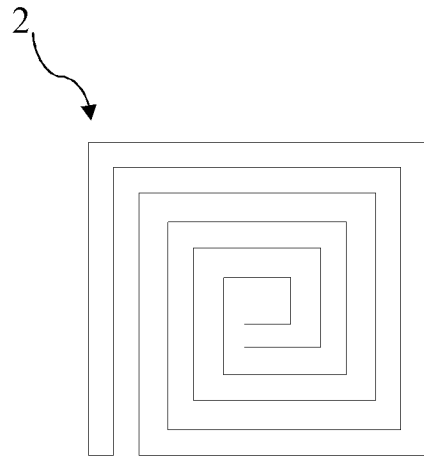


图 10

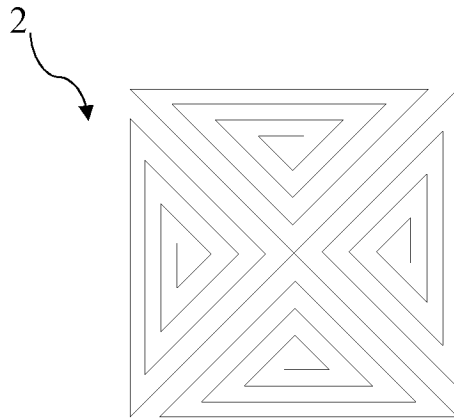


图 11