



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 118922883 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 08

(21) 申请号 202380028672.0

(22) 申请日 2023.02.09

(30) 优先权数据

2022/003002 2022.03.01 TR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/TR2023/050120 2023.02.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/167649 EN 2023.09.07

(71) 申请人 梅塔迪纳工程工贸股份公司

地址 土耳其伊兹密尔

(72) 发明人 T·拜古恩

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 张亚静 党晓林

(51) Int.Cl.

G10K 11/04 (2006.01)

G10K 11/172 (2006.01)

权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

超构单元和包括至少一个声学超构单元的
声学超构材料面板

(57) 摘要

本发明涉及超构单元和多功能声学超构材料面板的开发,所述超构单元可以表现出被动材料和超构性质(即,混合性质)两者,所述多功能声学超构材料面板包括至少一个混合超构单元,以便在期望的窄或宽频带中减少声波的传输和/或衰减声波。

1. 多个超构单元 (11), 所述多个超构单元适用于许多领域, 诸如汽车、航空、工业机械、白色家电、家用电器行业、空调和通风系统、防御行业、建造和建筑领域; 所述多个超构单元优选是能够经由混合声学单体或声学体积通道 (1.201) 彼此连接的任何几何形式的圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任意 (随机、任何) 形式 (形状),

- 所述多个超构单元包括至少一个层, 所述至少一个层用于在非常宽的频率范围内停止由噪声源产生的声音/噪声波的传输和/或吸收, 并且其特征在于, 所述至少一个层包括:

- 任何几何形式和物理特征的至少一个第一层 (1.1) (或前层或入口层),

- 任何几何形式和物理特征的至少一个第二层 (1.2) (或中间层),

- 任何几何形式和物理特征的至少一个第三层 (1.3) (或出口层或后层),

- 至少一个内部框 (1.21), 所述至少一个内部框具有与该至少一个内部框自身成一体的任何物理特征或与该至少一个内部框相关联的任何几何形式, 并且包括在该至少一个内部框中形成不同数量的通道 (或缝隙) 的结构,

- 具有任何几何形式和物理性质的至少一个内部声学体积 (1.210), 所述至少一个内部声学体积填充所述内部框 (1.21) 到与所述内部框的内部体积一样多, 并且符合所述内部框 (1.21) 的所述几何形式, 其中:

- 具有任何几何形状的所述内部被定位在距所述框 (1.21) 预定距离处并且处于所述内框 (1.21) 的外区域中, 以便在所述内部与所述内框 (1.21) 之间形成通道, 所述内部包括任何形式和物理性质的至少一个外声学体积通道 (1.201) 和任何几何形式和物理性质的至少一个外框 (1.20), 其中, 所述外部声学体积通道 (1.201) 和所述内部声学体积 (1.210) 根据目的通过将所述第二层 (1.2) 与所述第一层 (1.1) 组合以完全或部分地覆盖所述第二层 (1.2) 的一个表面, 并且与所述第三层 (1.3) 组合以完全或部分地覆盖另一个表面, 由于所有层的几何形式和物理性质, 所述第一层 (1.1) 和所述第三层 (1.3) 中的每一者的至少一个第一部分 (B1) 和至少两个单独部分中的至少一个部分处于预定厚度; 所述第二层 (1.2) 具有预定厚度, 使得所述第二层能够充当第二部分 (B2), 并且包括其中, 所述第一层 (1.1)、第二层 (1.2) 和第三层 (1.3) 以预定距离定位。

2. 根据权利要求1所述的超构单元 (1), 其特征在于, 所述第一层 (1.1) 和所述第三层 (1.3) 是膜和/或板。

3. 根据权利要求2所述的超构单元 (1), 其特征在于, 能够以任何形式和重量和位置将质量添加到所述第一层 (1.1) 和所述第三层 (1.3) 的任何部分上。

4. 根据权利要求3所述的超构单元 (1), 其特征在于, 所述内部声学体积 (1.210) 和所述外部声学体积通道 (1.201) 呈任何几何形式, 优选是圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任何任意 (随机、任何) 形式 (形状)。

5. 根据权利要求4所述的超构单元 (1), 其特征在于, 所述第一层 (1.1) 和所述第三层 (1.3) 包括用于所述波进入的至少一个入口孔 (1.10) 和用于所述波离开的至少一个出口孔 (1.30), 其中所述孔的尺寸按照所述孔不破坏所述膜 (板) 特征的方式确定, 所述孔允许所述声波进入和/或离开所述单元, 因此利用预定的几何形式、尺寸和定位增加有效长度 (路径) ($L_{\text{effective}}$)。

6. 根据权利要求5所述的超构单元 (1), 其特征在于, 根据所述单元 (1) 的特性, 至少一个入口孔 (1.10) 和/或至少一个出口孔 (1.30) 能够呈各种几何形式 (圆形、三角形、正方形、

矩形、多边形或任意)、尺寸,并且能够定位在它们所在的层上的任何位置。

7.根据权利要求6所述的超构单元(1),其特征在于,至少一个第二层(1.2)包括连接所述外部声学体积通道(1.201)和所述内部声学体积(1.210)的至少一个口部(A)(或开口)。

8.根据权利要求7所述的超构单元(1),其特征在于,所述超构单元包括所述第一层(1.1)、所述第二层(1.2)和所述第三层(1.3),所述第一层(1.1)、所述第二层(1.2)和所述第三层(1.3)能够并排地和/或背对背地和/或直线地和/或对角线地和/或任意地和/或周期性地和/或随机地添加到彼此。

9.一种面板,其特征在于,所述面板包括至少一个根据上述权利要求中任一项所述的混合超构材料单元,其中,相同和/或不同的单元能够并排地和/或背对背地和/或直线地和/或对角线地和/或任意地和/或周期性地和/或随机地互连。

10.一种根据上述权利要求中任一项所述的产品,其特征在于,混合超构单元和/或面板能够通过胶合和/或卡扣和/或装配和/或通过任何紧固/胶合/联接/附接的方法附接到彼此或附接到任何元件,和/或能够部分地或完全地一体形成。

11.根据权利要求10所述的产品,其特征在于,根据相同或不同的单元(1)厚度,具有圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任意形式的所述单元和/或面板能够具有不同的厚度,所述单元和/或面板能够通过将该单元和/或面板并排地和/或背对背地和/或直线地和/或对角线地和/或任意地、周期性地和/或随机地组合而形成。

12.根据权利要求10或11所述的产品,其特征在于,所述单元和/或面板包括与所述第一层(1.1)和/或所述第三层(1.3)形成空间的至少一个附加保护层(t)(板或层或覆盖物)。

超构单元和包括至少一个声学超构单元的声学超构材料面板

技术领域

[0001] 本发明涉及可以表现出被动材料和超构性质(即,混合性质)两者的超构单元(meta cell)以及包括至少一个混合超构单元的多功能声学超构材料面板的开发,以便在期望的窄频带或宽频带中减少声波的传输和/或衰减声波。

背景技术

[0002] 声音或噪声隔音/降低/控制基本上通过两种技术实现:主动和被动。此外,这种降低或控制通常以两种不同的方式执行:声音吸收(sound absorption)和声音传输损失(sound transmission loss)。在声音吸收方面,主动隔音和被动隔音可以被描述为:

[0003] 主动隔音:通常,是利用与期望减少的源声波相互干扰的控制声波来执行的,而无需应用隔音材料。控制声波被调整为与期望被抑制的声波相位相反且频率相同。该方法非常昂贵。此外,由于其需要受控的体积,因此在实践中其应用范围有限。在该方法中,控制声波可以使用声源在外部产生,或者可以在没有声源的情况下借助于被称为谐振器的各种元件产生。然而,这种类型的控制通常可以在窄频带(也称为音调)中操作,并且仍然需要受控的体积。需要更多的谐振器来加宽频带。这意味着可以放置谐振器的区域增加。为了吸收较低频率,需要较大体积或长度的谐振器。

[0004] 被动隔音:是通过将隔音元件(诸如海绵、毡、玻璃棉、岩棉、纺织废料等)放置在噪声源与接收器之间来实现的。被动隔音材料由于其内部空间、不连续性、物理和化学结构而通过粘性和热效应提供声音吸收。除此之外,它们可以增加声音通过材料的传播路径(也称为曲折度),从而减少遵循较长路径的声波的能量。这些可以通过将声能转换成热能而吸收的材料不足以吸收其中声波具有大波长的低频噪声。因为为了使这些类型的材料有效地起作用,材料特征厚度必须是要控制的声音/噪声的波长的至少四分之一。例如,为了吸收100Hz的声波(声速:343m/s),需要使用特征厚度为 $343/100/4 \approx 86\text{cm}$ 的隔音材料。由于这在实践中在物理上和经济上都是不可能的,因此这使得常规材料在低频下不能高效使用。此外,这些材料在诸如需要空气循环、食品和卫生设备、易燃和热环境的区域的系统中的使用是相当有限的。

[0005] 在声音传输降低/损失方面,主动隔音本质上在声音吸收或声音传输之间不存在差异。然而,声音传输损失可以通过增加具有各种基于声学体积的几何不连续性(即,膨胀室)的反射来实现。同样,在低频下,对较大体积的需求持续存在。

[0006] 当在被动控制的上下文中评估声音传输损失时,其取决于材料质量和频率(称为质量-频率法则)而发生。因此,随着材料的质量增加,声音传输损失增加。同样,随着频率增加,声音传输损失增加。因此,为了实现较低频率下的较高声音传输损失,必须使用较大重量的隔音材料。为此,通常优选诸如石棉或玻璃棉增强混凝土和砖等材料。

[0007] 尤其是在过去的15年中,已经密集开发了人造隔音材料(被称为声学超构材料(acoustic metamaterial)),代替用于低中频区域的传统材料。声学超构材料主要在物理和工程技术领域具有广泛的用途,涉及汽车、航空航天、工业机械、白色家电、家用电器、空

调和通风系统、防御行业、建筑和建筑部门等众多领域。利用声学超构材料,通过不遵守质量-频率法则,可以在某些单一低频下通过负有效质量、负有效体积模量或两者实现高声音吸收和/或声音传输损失。单元通常通过周期性地并排排列或连续排列来形成。在这些材料中,虽然材料厚度是重要的参数,但是主要技术是设计和适当地定位通常具有小尺寸(具有小于声音波长的特性长度,即,亚波长)的谐振单元。然而,也在现有技术中的声学超构材料在窄频带中吸收,并且在特定区域(在频带中)中提供传输损失,这取决于单元的谐振频率。因此,有必要开发声学超构材料,以便提供期望的广谱吸收和声音损失。通常使用多个调谐和周期性排列的单元的组合来加宽频带。

[0008] 在现有技术中,文献号为CN112728275的专利中提到一种特别适用于非单一低频噪声吸收、具有超开放通风和可调节的声音吸收性能的声音吸收单元。在此单元设计中,频率是可调节的,其允许空气通过,并且旨在通过将声波捕获在迷宫式死胡同中进行声音吸收。所讨论的文献中提到的单元旨在增加低频的声音路径,使得其可以吸收腔谐振。在该上下文中指定的单元可以仅在单一但可调整的频率上具有局部负体积模量。此外,内部的移动部件可以提供频率调谐(调谐)过程。通过这种方式,其通过设计具有更大的厚度。然而,它不具有可以进行声音传输减少的单元功能,即具有负质量效应。

[0009] 在另一项已知现有技术中,文献号为CN11883093(A)的专利中提到了3层单元,包括1-微穿孔板、2-双螺旋盘绕结构、3-背板。在这种单元类型中,第一板包括两个微尺寸孔。在这些孔的正后方,有两个螺旋形式的通道以增加曲折度。利用这两个通道,旨在同时在两个不同频率下提供吸收。利用后面的板,旨在根据质量法则切断传输。前面和后面的这两个板没有示出超构特征。通过微穿孔的前面板和被动包括的双通道来实现声音衰减。同样,其仅在音调频率下用作声音吸收器。尽管路径被设计为螺旋形以便增加曲折度,但是在所提及的文献中描述的组合和超构材料技术是已知技术。

[0010] 在另一项已知现有技术中,编号为W02017093690 A1提到了声学超构材料的单位单元。该单元在法布里珀罗(Fabry Perot)频率下提供高声音传输,其中多次添加典型的赫姆霍兹(Helmholtz)谐振单元。换言之,它并非为减少由噪声源产生的声波传输并吸收声波而开发的单元。

[0011] 在另一项已知现有技术中,编号为US2021237394(A1)的专利文献保留了另一种声学超构材料。这种超构材料:具有包括膜的经典几何形式的单元由后部刚性腔或质量块组成。这是经典的偶极型超构材料。经典超构材料停止声音传输,直到其膜的固有频率。所讨论的超构材料根据膜的材料性质提供少量的声音吸收。因此,根据目的,在现有技术中考虑的所述单元中的一些单元执行声音抑制,并且一些单元执行声音吸收。

[0012] 有必要开发将现有技术中列出的缺点变成优点的声学超构单元。

发明内容

[0013] 本发明包括至少一个部件,其既是被动材料又是超构特征(混合),以独特的几何形式开发以通过调谐到期望的窄或宽频带来停止和/或吸收声波的传输,本发明的目的在于,实现一种多功能声学超构材料面板,其包括至少一个声学混合超构单元和所述至少一个混合超构单元。

[0014] 本发明的另一个目的在于,开发可以根据所应用的领域或地点成形或形成的声学

隔音面板,包括上述混合声学超构单元的面板可以在期望的窄带和/或某个宽频带中操作,可以提供高声音吸收和高声音传输损失,并且它们可以是非常薄的、柔性的或刚性的(非柔性的、实心的)。

[0015] 所开发的单元和包括这些单元的面板可以表现出被动隔音材料性质以及声学超构材料性质。为此,它被称为混合声学超构单元和声学混合超构隔音面板/板。

[0016] 此外,单元还具有可以在中高频下用作谐振器的形式。因此,获得了可以包括超构、被动材料两者和谐振器的组合单元。在现有技术中,这些特征不以这种方式一起存在。这些面板可以在广泛领域中用作声音(声学、噪声)隔音材料。

[0017] 另外,由于隔音板可以是穿孔形式,因此本发明创建了允许空气循环但不允许声音/噪声传输的创新隔音系统。

[0018] 本发明的单元利用具有亚波长的膜或板示出了负质量性质,以及利用腔和通道示出了负体积模量(像具有亚波长的特殊谐振器一样工作)。这些负性质意味着产生异质行为(exotic behaviours)的超构材料效应,从而导致较高的声音传输损失和声音吸收。此外,通道的几何形状、厚度和长度提供了高粘热和曲折度效应。这些效应意指被动材料行为。这种混合组合与现有技术中提到的系统完全不同。与现有技术相比,由于这些特征,它可以采取非常薄的形式。利用包括膜/板两者的几何形状参数以及腔、通道和缝隙的形式的计算来执行频率调谐。

[0019] 本发明是任何几何形式(优选是圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任意)的混合声学单体单元,其可用于许多领域,例如汽车、航空、工业机械、白色家电、家用电器行业、空调和通风系统、防御行业、建造和建筑领域。这些单元可以通过声学体积通道将单体单元彼此连接来创建多单元。这些单元被设计为对噪声源产生的声波在非常宽的频率范围内停止传输或提供声音吸收,其中至少一个第一层(或前层或入口层)具有任何几何形式和物理特征,至少一个第二层(或中间层)具有任何几何形式和物理特征,至少一个第三层(或输出层或后层)具有任何几何形式和物理性质。这些单元具有任何几何形式和物理性质的至少一个内框,以及至少一个内部声学体积,该内部声学体积填充所述内框到与内体积一样多并且符合内框的几何形式或任何几何形式和物理性质。它还包括与声学体积一起的至少一个外部声学体积通道,该至少一个外部声学体积通道具有任何几何形状和物理特征,相对于所述内框定位在预定距离处,并且位于内框的外部区域中。另外,单元中的任何几何形式和物理性质的至少一个外框完全或部分地覆盖所述外部声学体积通道的表面和所述内部声学体积的所述第二层。由于通过将所述第一层和所述第三层与所述第二层组合(其完全或部分地覆盖另一表面)而形成的几何形式和物理特征,所以在单元中以预定厚度针对第一层和第三层中的每一者形成两个单独的部分:第一部分和第二部分。每个部分根据其固有频率表现出不同的物理性质。

附图说明

[0020] 图1。它是超构材料单元包括的第一层、第二层和第三层的代表性侧视图。

[0021] 图2。它是本发明主题的超构材料单元中包括的第一层、第二层和第三层的组装三维透视表示。

[0022] 图3。它是本发明的实施方式中的第二层的代表性表示。

[0023] 图4。在图3中的本发明的实施方式中,它是通过将第一层和第三层放置在第二层的前面和后面来组合第一层和第三层而自发形成的部分的代表性呈现。

[0024] 图5。在本发明的另一实施方式中,它是超构材料单元包括的(a)第一层、(b)第二层、(c)第三层的分解表示。

[0025] 图6。它是根据本发明的实施方式的具有不同几何形式(geometric form)的第二层的单体单元结构的代表性视图。

[0026] 图7。它是第二层的二元单元结构的代表性视图,其在本发明的一个实施方式中以两种不同的形式结合在一起。

[0027] 图8。它是根据本发明的实施方式的具有不同几何形式的第一层和第三层的单体单元结构的代表性视图。

[0028] 图9。在本发明的实施方式中,第二层的外部声学体积通道中的“e”路径的表示和作为内部声学体积的表示的“h”部分的表示是象征性表示。

[0029] 图10。它是包括附加保护层(t)的面板的象征性视图,该附加保护层与第一层和/或第三层产生间隙。

[0030] 图11。它是H1和H4单元结构的声音传输损失根据频率的变化的曲线图。

[0031] 附图中的标记说明

[0032] 为了更好地理解本发明,下面给出附图中的对应标号:

[0033] 1. 单元

[0034] 1.1 第一层

[0035] 1.10 入口孔

[0036] 1.2 第二层

[0037] 1.20 外框

[0038] 1.201 外部声学体积通道

[0039] 1.21 内框

[0040] 1.210 内部声学体积

[0041] 1.3 第三层

[0042] 1.30 出口孔

[0043] A口部(开口)

[0044] B1 第一部分

[0045] B2 第二部分

[0046] t 保护层

具体实施方式

[0047] 为了停止传输和/或吸收宽频率范围内的声波,作为本发明的主题的混合单体声学超构声元(1)包括:具有任何几何形式和物理性质的至少一个第一层(1.1)(或前层或入口层),以便成为特性尺寸小于声音的波长(即,亚波长尺度)的谐振单元;具有任何几何形式和物理性质的至少一个第二层(1.2)(或中间层);以及具有任何几何形式和物理性质的至少一个第三层(1.3)(或输出层或后层)(图1和图2)。所述混合性由所述三个层的组合产生的技术特征提供。换言之,本发明的单元(1)的混合结构是通过对被动材料性质和超构材

料性质两者进行组合获得的。总之,被动材料性质:当内部形成的通道比材料厚度长得多(即,高曲折度)并且形成窄通道以提供粘热效应;超构材料特征:通过根据较低波长处的频率调整内部产生的体积通道和膜(或板)来实现声学体积,以获得有效负质量和有效负体积模量。此外,它还具有声学蜂窝空间的形式,其可以使用A孔径作为颈部在中频和高频下用作谐振器。因此,获得了具有所有这些特性的混合单元。混合单元(1)的全部或任何部分可以由任何材料制成。通过组合上述三个层,形成复合单元(1)结构。单体单元(1)可以是任何几何形式、圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任何任意(随机、任何)形式(形状)。超构单元(1)是可以一起、相同和/或不同、并排地和/或背对背地和/或直线地和/或对角线地和/或任意地和/或周期性地和/或随机地添加的第一层。

[0048] 为了实现本发明的另一目的,通过将至少一个混合超构材料单元(1)在顶部和/或背对背地和/或背靠背地和/或并排地和/或以任何任意方式定位来形成声学混合超构材料隔音面板。因此,隔音面板包括至少一个混合超构材料单元(1),其根据需要定位并且具有不同或相同的几何形式。单元之间的声学信道可以根据期望的频率设定彼此连接。这里,术语隔音包括声音传输停止或声音吸收特征或两者。

[0049] 第二层(1.2)具有预定厚度,外框(1.20)具有任何几何形式(圆形、正方形、矩形或任意),并且在所述外框(1.20)内,与外框(1.20)的几何形式一致地或任何几何形式地包括定位在外框(1.20)内并且距外框(1.20)预定距离的任何几何形式的至少一个内框(1.21)(图3)。由于第二层(1.2)的几何形式,第一层(1.1)和第三层(1.3)各自用作两个单独的部分(B1和B2)。通过将第一层(1.1)和第三层(1.3)放置在第二层(1.2)的前面和后面而将它们组合以自发地形成隔板。这些独立的部分将被称为第一部分(或外围膜)(B1)和第二部分(或中间膜)(B2)(图4)。第一部分(B1)和第二部分(B2)的形成在本发明的所有实施方式中是有效的。部分B1和B2也可以根据内框和外框的形式以及它们如何连接来细分。这些部分中的每一者都是超构单元(1)的元件,其根据它们的固有频率分别用作吸收和传导部分。

[0050] 在该单元形式(图5)的示例实施方式中,如果外框(1.20)形式是正方形的,则内框(1.21)形式也可以是正方形的,但是在实践中不应当被认为限于此。如上所述,两个框交织并定位成在它们之间形成彼此相距预定距离的通道。因此,在本发明的所有实施方式中,外框(1.20)包括位于其自身与内框(1.21)之间的区域中的至少一个外部声学体积通道(1.201)(即,声学通道保持在第一层和第三层的第一部分(B1)之间)。在本申请中,通过移除内框(1.21)上的任何期望部分中的预定高度(长度)和宽度件来获得A缝隙(开口、开口、颈部、颈部)。利用该缝隙,内部声学体积(1.210)自动形成赫姆霍兹谐振器类型的单独的亚波长内部超构单元(1)。这里,可以改变A孔径的位置和颈部长度,并且可以通过创建声学体积(1.210)(用作赫姆霍兹谐振器)的颈部,根据期望的频率调谐A孔径的宽度和长度。内部声学体积(1.210)和外部声学体积通道(1.201)可以是任何几何形式,优选圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任意(随机、任何)形式(形状),但应用不限于此。然而,内框(1.21)可以包括以任何形式在内框(1.21)内形成不同数量的通道和/或单个或多个缝隙(口部)的结构,以与其自身成一体或与内框(1.21)相关联(图6)。利用这些结构,由内框(1.21)包括的内部声学体积(1.210)可以是各种几何形式。

[0051] 在本发明的不同实施方式中,各个相同或不同的超构单元(1)可以通过声学体积通道(1.201)彼此连接,以形成具有双重、三重或多重且不同的声学特性的新超构单元(1)。

作为本发明的该应用的示例,两个具有不同口部开口形式和位置的超构单元(1)经由声学体积通道彼此连接(图7)。

[0052] 根据本发明的实施方式的用于声波(或空气)的入口的第一层(1.1)和第三层(1.3)可以分别包括:预定尺寸、数量、各种几何形式(圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任意)的至少一个入口孔(1.10),这取决于单元特性;和/或,预定尺寸、数量、各种几何形式(圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任意)的至少一个出口孔(1.30),这取决于单元特性(图8)。如果单元(1)中存在两个孔,即,如果第一层(1.1)和第三层(1.3)都包括孔,则单元(1)允许空气进入和离开。因此,利用本发明获得了可以停止(捕获)声音传输并提供通风的混合超构单元(1)。

[0053] 第一层(1.1)、第二层(1.2)和第三层(1.3)具有预定厚度,并且可以是相同或不同的厚度。第一层(1.1)和第三层(1.3)可以各自是根据本发明实施方式的膜和/或板。

[0054] 在第一层(1.1)和第三层(1.3)上,可以将任何形式和重量的单个、多个或分散的一个质量或多个质量添加到任何部分。可以通过改变在第一层(1.1)、第二层(1.2)和第三层(1.3)上产生的质量的值和位置以及几何尺寸、材料、几何形状来改变有效的频率区域。

[0055] 如果对单元的一般工作原理进行技术总结,则专门设计的第二层(1.2)通过利用其包括的通道型空间增加曲折度来提供高吸收,从而允许相比于厚度声音消耗更多的能量。这种情况在图9中显示为“e”通道。此外,由于该“e”通道的狭窄,通过摩擦和热交换损失提供了附加的声音降低,其被表示为粘热能损失。被定义为“h”部分的赫姆霍兹单元将通过以下方法根据其体积在音调频率下产生附加的声音吸收:发射相反相位的声波,从而通过创建腔谐振与已经通过“e”降低其能量的声波谐振。如图6所示,该第二层(1.2)可以以不同的形式重新形成,以便在期望的频带和期望的隔音量中提供上述技术特征。

[0056] 单体单元(1):由于内框(1.21)和外框(1.20)以及在这些框之间并由两侧上的膜界定的小内部声学体积(1.210),其表现出双极性*性质并且在单元(1)的固有频率和体积下提供超过50%的声音。(*注意:不包括小的封闭体积或包括长体积的腔是单极性的,并且提供最大50%的吸收。)

[0057] 通过改变内框(1.21)、外框(1.20)、内部声学体积(1.210)、外部声学体积通道(1.201)、第一部分(B1)(外围膜)和第二部分(B2)(中间膜)的几何形状、材料、形状和物理性质,可以在同一频率区域中同时提供负有效质量和负有效体积模量。以这种方式,可以在期望的频带中获得双负超构材料。当它们被声波振动时,其取决于质量而在特定频率区域中停止声音传播,如果在这些材料上没有质量,则可以停止直到它们的固有频率的声音传播,如果在这些材料上有质量,则它停止声音的传播(它停止传输、产生带隙、进行声音过滤)。同时,由于膜的弹性性质,发生被动声音吸收。

[0058] 位于第一层(1.1)中的入口孔(1.10)(或波入口孔)允许声波进入单元并行进通过声学体积通道(1.210)。在第三层(1.3)中不是必需具有出口孔,这由单元的期望特性来确定。随着路径($L_{\text{effective}}$)变得更长,沿着路径的声音的能量降低。因此,获得了大量的声音吸收。因此,单元中的吸收增加。为此,有必要具有至少一个入口孔(1.10),以便提供阻抗匹配。然而,出口孔(1.30)并不总是必需的。如果期望需要通风或不阻塞空气进入和离开的材料,则应当存在入口孔(1.10)和出口孔(1.30)。例如,在需要空气进入和离开的应用中,例如压缩机或发电机,具有带入口孔(1.10)和出口孔(1.30)的单元的超构材料可用于过滤声

音(声音传输停止)。单元(1)的传输和吸收谱可以根据包括在作为本发明的主题的单位单元(1)中的每个技术单元(诸如入口孔(1.10)、颈部、内部声学体积(1.210).....)是否处于单元(1)中来改变。例如,入口孔(1.10)的几何形式(圆形、正方形或矩形等)或者甚至所述形式是否存在于或位于层上可以完全改变单元(1)的行为。如上所述,第一层(1.1)和第三层(1.3)可以是至少一个,并且由预定厚度的膜和/或板或任何材料制成。

[0059] 作为本发明的主题的单位单元(1)由于其结构而用作声音吸收器和声音传输停止器两者。也就是说,第一层(1.1)或第二层(1.2)或第三层(1.3)不能独自表现出这些特征。然而,上述特征(吸收和传输部分)只有在第一层(1.1)、第二层(1.2)和第三层(1.3)结合在一起以形成组合结构时,才能利用本发明的主题的单位单元(1)来实现。

[0060] 本发明的目的是获得执行更好的声音吸收和声音传输损失的单元(1)结构。为了更好地吸收,应减小表面阻抗。必须在第一层(1.1)中钻出至少一个孔以减小阻抗。在这样做时,入口孔(1.10)和/或出口孔(1.30)应当以不干扰层本身的性质的方式开口。如果入口孔(1.10)和/或出口孔(1.30)在单元(1)的中部开口,几乎与单元的体积一样大,则膜不显示期望的振动特征。入口孔(1.10)和/或出口孔(1.30)的尺寸以使得它们不干扰膜(板)特征的方式制成。此外,所提及的孔允许声波进入和/或离开单元,并且利用预定的几何形式、尺寸和定位,声音的路径($L_{\text{effective}}$)增加。另外,按照使得声音从其进入的孔到其离开的孔行进最远路径的方式定位孔。因此,产生了大的有效长度($L_{\text{effective}}$)。因此,单元(1)的中部像另一个膜一样起作用,并且其周围像另一个膜一样起作用。当声音或空气从入口孔(1.10)进入时,单元(1)显示负有效质量特征。随着声音前进,超构材料开始变换成负体积模量。利用作为本发明的主题的单位单元(1)的设计,通过孔进入的空气在外部声学体积通道(1.201)内行进,并且材料的厚度在一次应用中至少沿着声音采用的路径延伸了5倍。换言之,在不需要材料非常厚的情况下,本发明提供了降低声音能量所需的条件。在口部开口的情况下,内部声学体积(1.210)像赫姆霍兹谐振器一样工作。因此,单元(1)的几何形状通过通过在单一频率上显示与声音相反的波效应来减弱声音,并且可以停止直到该频率区域的声音传播。因此,由于波在同一频率下的相位差(相反相位(180°)),波可以被吸收。当波的一部分未通过时,发生声音传输损失。然而,当声音进入单元并且声音暴露于单元的指定几何形状时(当声音通过窄通道时摩擦增加),声音的能量也由于摩擦(热交换)而减小。考虑到被动材料由于粘热效应而提供吸收,作为本发明的主题的单位单元(1)具有这种几何形式,并且单元(1)开始表现得像被动材料。因此,如上所述,通过组合被动材料和超构材料来形成混合材料。

[0061] 根据入口孔(1.10)是否位于第二层(1.2)中的口部(A)和第一层(1.1)上(即,在形式层中)并且出口孔(1.30)是否位于第三层(1.30)上,以及颈部是否连接到口部(A),超构单元的基于声学体积的特性具有多功能特征。因此,根据是否仅存在孔/颈部/口部来获得特性可以容易地改变的不同超构单元(1),这取决于应用区域。在表1中可以看到示出这些超构单元(1)的基于声学体积的声音传输损失的一些组合。

[0062]

单元 (1) 类型	口部 (A)	入口孔 (1.10)	出口孔 (1.30)	超构单元的基于声学体积的声音传输损失 特性
H1	否	是	是	膨胀室
H2	否	是	是	四分之一波谐振器
H3	是	是	否	四分之一波谐振器+赫姆霍兹谐振器
H4	是	是	是	膨胀室+赫姆霍兹谐振器

[0063] 表1: 示例性超构单元 (1)

[0064] 表1的示例描述:

[0065] 在本发明的应用中, 如果在单元1包括的第一层 (1.1) 和第三层 (1.3) 中存在孔, 即, 如果入口孔 (1.10) 和出口孔 (1.30) 位于两个层中 (H1), 则整个声学空间将具有膨胀室的特性。当仅存在入口孔 (1.10) 时, 但是超构单元 (1) 变成四分之一波谐振器 (H2)。当存在入口 (A) 时, 在单元 (1) 中形成附加的赫姆霍兹谐振器 (H3和H4)。

[0066] 在图11中, 给定H1和H4单元的行为作为示例。通过改变内部声学体积 (1.210) 和入口开口 (A) 的宽度、长度、高度和尺寸, 可以通过声学体积 (6) 的频率来调整H1中发生最小传输损失的频率 (因为体积像赫姆霍兹谐振器一样工作), 从而在该频率下实现高传输损失:

[0067] $f_{HR} = c / (2L_{\text{effective}})$ (c: 声速, $L_{\text{effective}}$: 有效路径 (长度))

[0068] 总之, 长且窄的外部声学体积通道 (1.201): 通过提供高曲折度, 其在较低频率下提供较高吸收。然而, 从入口孔 (1.10) 进入的声波行进比通道厚度更长的距离, 并且当其在单元 (1) 内部行进时暴露于更高的粘热效应。这允许声波消耗其更多的能量, 因此单元具有更高的声音吸收能力。该特征使超构单元成为混合单元。随着粘性吸收度增加, 频带变得更宽。通过使用多个且不同的单元, 面板包括具有可以在更宽带中提供吸收的特征的混合单元。

[0069] 除了已经描述的之外, 相同或不同的单体单元 (1) 可以根据目的以双重、三重、四重和多重、并排、背对背或背靠背或任何其他布置彼此连接。因此, 在较低频率下获得较高吸收。所有单个单元 (1) 是二元的 (例如, 图7), 并且多个单元 (1) 可以具有圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任意形状。在二元和多个单元 (1) 中, 获得单体单元 (1) 中获得的性质和特性的附加行为。通过借助于两个或更多个声学体积和入口 (A) 创建两个或更多个赫姆霍兹谐振器, 提供了双谐振单元或多谐振单元 (1)。因此, 在双音调频率和多音调频率中获得声音吸收和声音传输损失。同样, 如在单体单元 (1) 中, 根据入口 (A) 的打开和关闭组合获得不同的声音吸收和传输损失特性。在双单元和多单元 (1) 中, 单元间路径彼此连接以获得更长的有效路径 ($L_{\text{effective}}$)。这导致较低频率下的较高声能吸收。

[0070] 第一层 (1.1)、第二层 (1.2) 和第三层 (1.3) 通过任何可用的接合方法彼此联接, 从而形成单个或多个单元 (1)。所有单元层可以通过任何制造方法生产, 例如单件式或复合结构。

[0071] 另一方面,以各种频率进行吸收的面板可以通过将这些相同或不同的单元(1)中的至少一者并排放置(或通过顺序排序)或彼此上下放置,或根据目的以任何布置来形成。为了形成面板,以相同或不同的几何形式和物理性质提及的至少一个单元(1)可以定位在所述面板上。因此,可以获得由本发明主题的超构单元(1)组成的面板。由于面板包括至少一个超构单元(1)并且每个单元(1)将以吸收相同或不同频率的声音的方式放置在面板上,因此将在音调和宽带两者中实现声音吸收。

[0072] 从作为本发明主题的超构单元(1)获得的面板的特征如下:

[0073] 1-面板可以根据期望目的通过将相同和/或不同的、单个或多个混合单元(1)彼此并排地和/或背对背地和/或直线地和/或对角线地和/或任意地和/或周期性地和/或随机地和/或以不同顺序进行添加来构造。

[0074] 2-通过使一个或更多个单元(1)并排地和/或背对背地和/或直线地和/或对角线地和/或任意地和/或周期性地和/或随机地和/或根据期望目的,以不同排列方式彼此组合以创建任何二维或三维形式的产品,从而形成相同或不同的面板。

[0075] 3-由面板和/或混合超构单元(1)形成的隔音产品,通过胶合和/或附接和/或扣合和/或任何粘合/黏合/联接/附着到彼此或任何元件上,可以部分或完全以集成方式构建。

[0076] 4-根据所使用的材料,面板可以是刚性的、硬质的、软质的或柔性的,并且可以给定任意形式。因此,由面板生产的产品同样可以是刚性的、硬质的、软质的或柔性的,并且可以给定任意形式。

[0077] 5-这些声学超构材料面板的主要材料可以由根据待施用的系统及其目的选择的最合适的材料(诸如金属、木材、塑料、泡沫、有机玻璃、PVC等)的组合来生产。也就是说,面板具有的单元(1)的层可以通过选择最适于该目的的材料由相同或任何不同的材料制造。构成面板的单元(1)可以以多种方式单独生产或作为单件式生产。在本发明的优选应用中,面板由适于任何可燃性和/或任何安全等级的任何增材或纯净材料制造。

[0078] 6-根据单元(1)的厚度,面板可以具有不同的厚度。

[0079] 7-面板和/或单元(1)可以具有圆形、三角形、正方形、矩形、多边形或任意形式。

[0080] 8-面板和/或单元(1)可以包括与第一层(1.1)和/或第三层(1.3)产生间隙的至少一个附加保护层(t)(板或层或覆盖物)(图10)。这些层允许部分(膜/板)通过在将面板施加(粘附、结合)到任何表面期间切断第一部分(B1)和第二部分(B2)与施加表面的直接接触而自由振动。此外,第一部分(B1)和第二部分(B2)保护单元(1)免受灰尘、污垢、穿透和切割尖端、热、化学反应、腐蚀、雨、水分、生物以及可能发生并防止劣化的所有内部和外部因素的影响。因此,不仅当面板附接到表面时,而且由于所提及的因素,面板可以利用一个层来保护。

[0081] 9-虽然将面板设计为分层复合结构可以简化生产,但由于其非常薄的结构,它在应用领域将不会占用太多空间。然而,在生产方面,可以利用任何生产方法将面板作为单件式生产。所讨论的面板可以根据高性能、易于生产和低成本的标准进行特殊设计。

[0082] 总之,根据声学超构材料理论来设计作为本发明的主题的由超构单元(1)形成的隔音面板。声学超构材料仅仅是通过将一种或更多种基础材料转换成亚波长谐振单元来组合它们而形成的一种单层或多层的人造复合结构。以计划方式将空间和/或振动薄板和/或小重量放置在该结构的第一层(1.1)和第三层(1.3)中。另一方面,第二层(1.2)的几何形

状、形式和尺寸根据要降低的噪声的频率特性来特别设计。当噪声的声波撞击该三层结构时,其与该特别调谐的三层结构一起振动和谐振。谐振的第一层(1.1)、第二层(1.2)和第三层(1.3)以及由它们的组合形成的特殊结构将表现出负质量和/或体积模量效应,直到它们的谐振频率,这将停止该区域中的声音传播并吸收声能,从而将声级降低到一定量。以这种方式,利用作为本发明的主题的单元(1)实现噪声吸收和/或噪声传输停止。可以理解,这种结构的工作机理与被动隔音材料完全不同。虽然被动隔音材料通过将声能转换成热能来提供吸收,但是这些结构通过在较低波长下利用单元防止和操纵声音的传播来减少声能。

[0083] 除了示出声学超构材料性质之外,所获得的面板通过利用被动材料的性质在较宽的频带中同时执行声音传输和声音吸收两者。这就是为什么它被称为混合。专门设计并利用研发(R&D)活动达到最佳状态的面板单元(1)将在50Hz至20000Hz的宽频带中以最高效率运行。

[0084] 本发明的工业实用性

[0085] 本发明是包括至少一个单元(1)的超构材料面板,其被开发用于许多领域,例如汽车、航空航天、工业机械、白色家电、家用电器行业、空调和通风系统、防御行业、建筑和建筑行业,并且具有工业实用性。

[0086] 本发明不限于上述示例性实施方式,本领域技术人员可以易于证明本发明的不同实施方式。这些应当被认为在本发明的权利要求所要求保护的保护范围内。

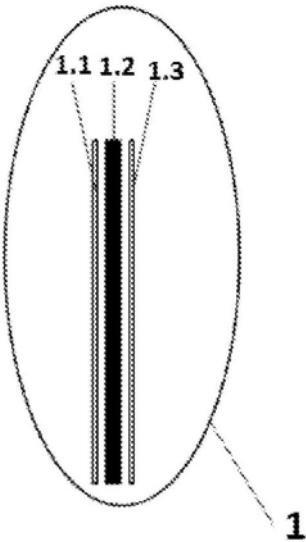


图1

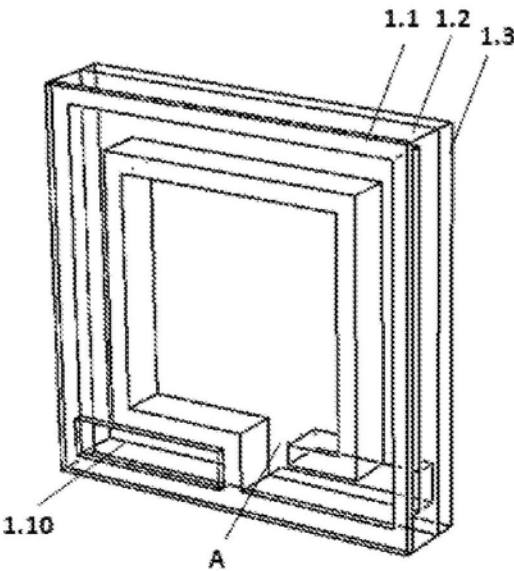


图2

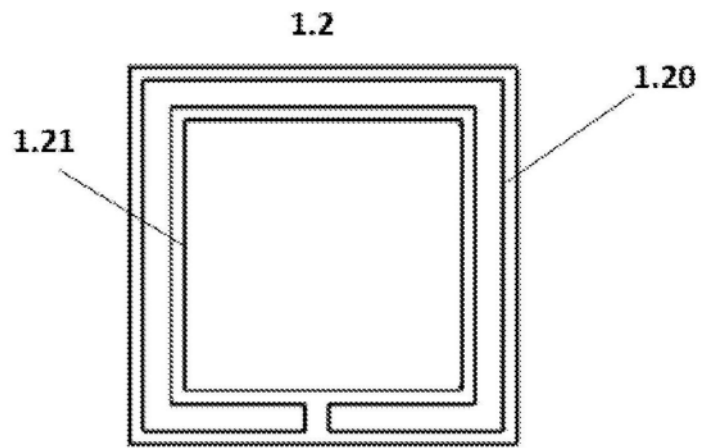


图3

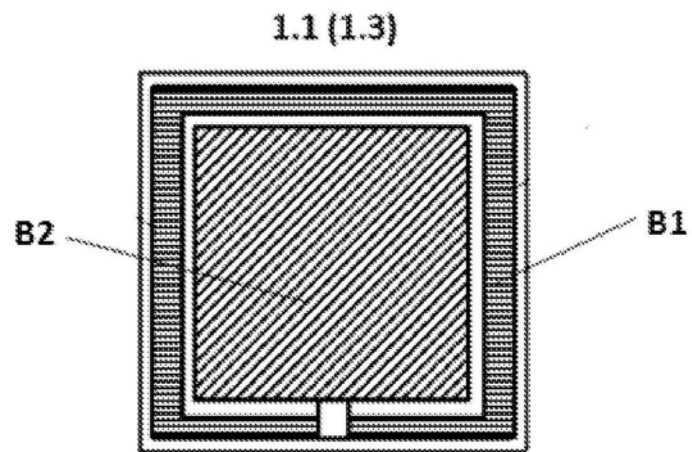


图4

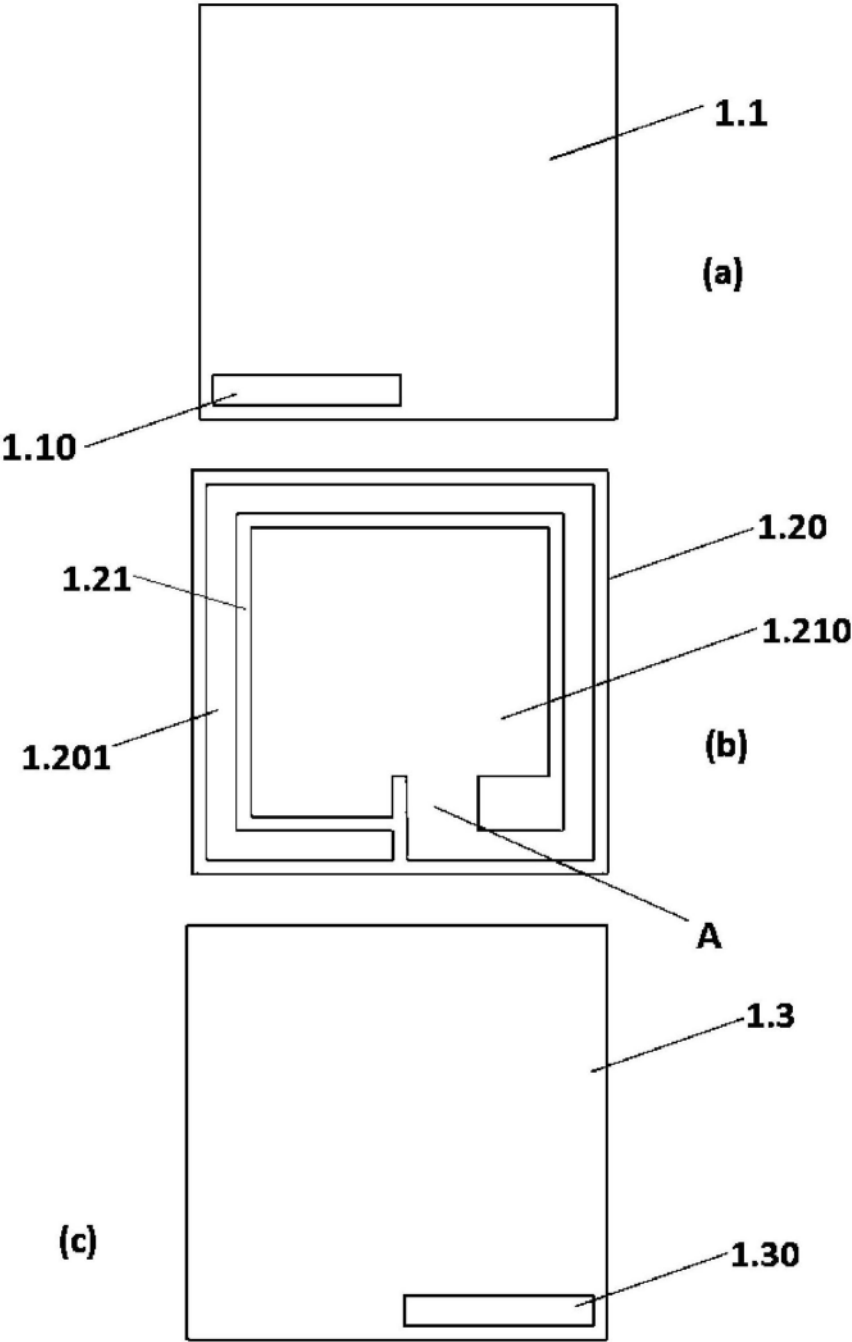


图5

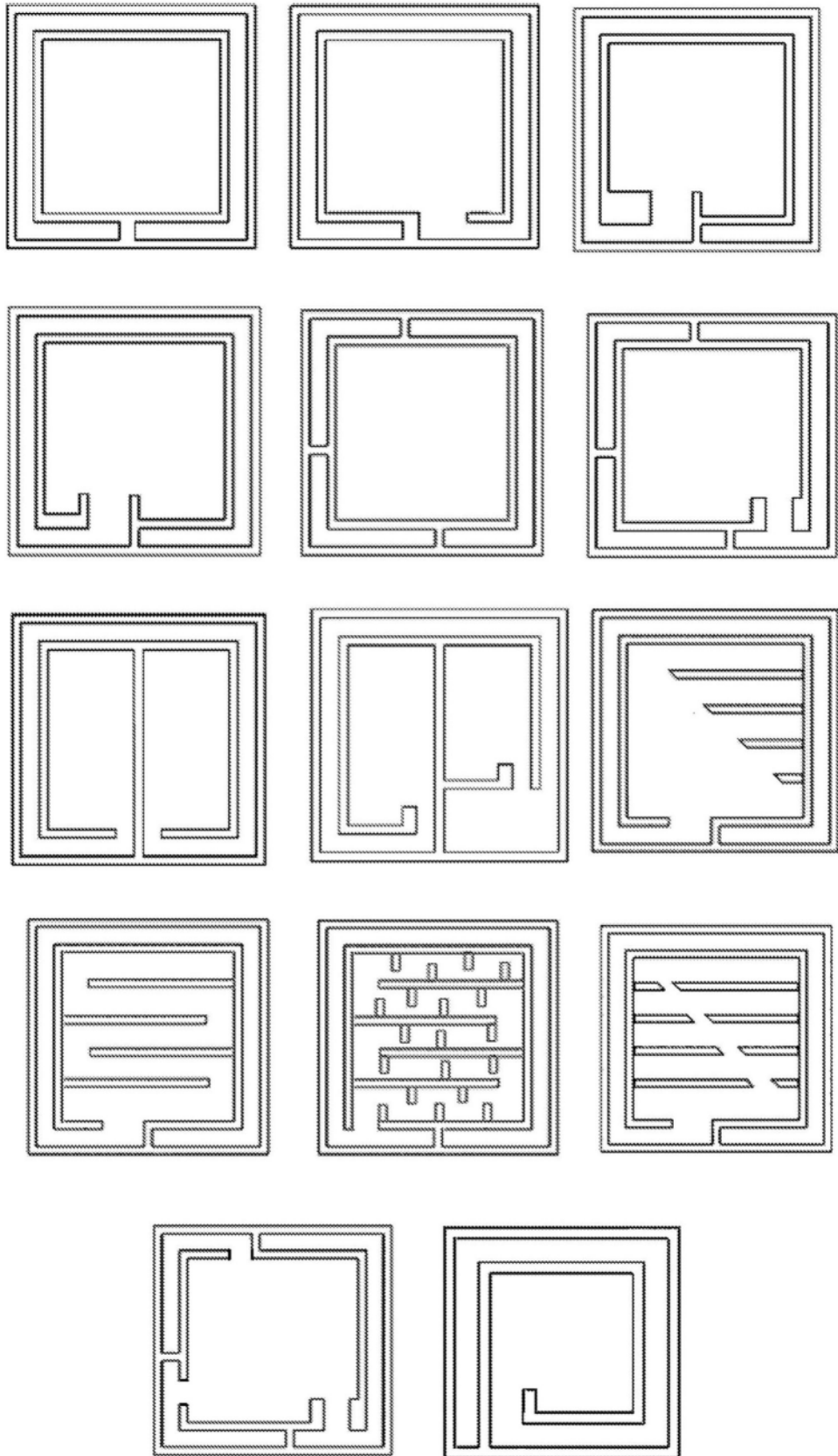


图6

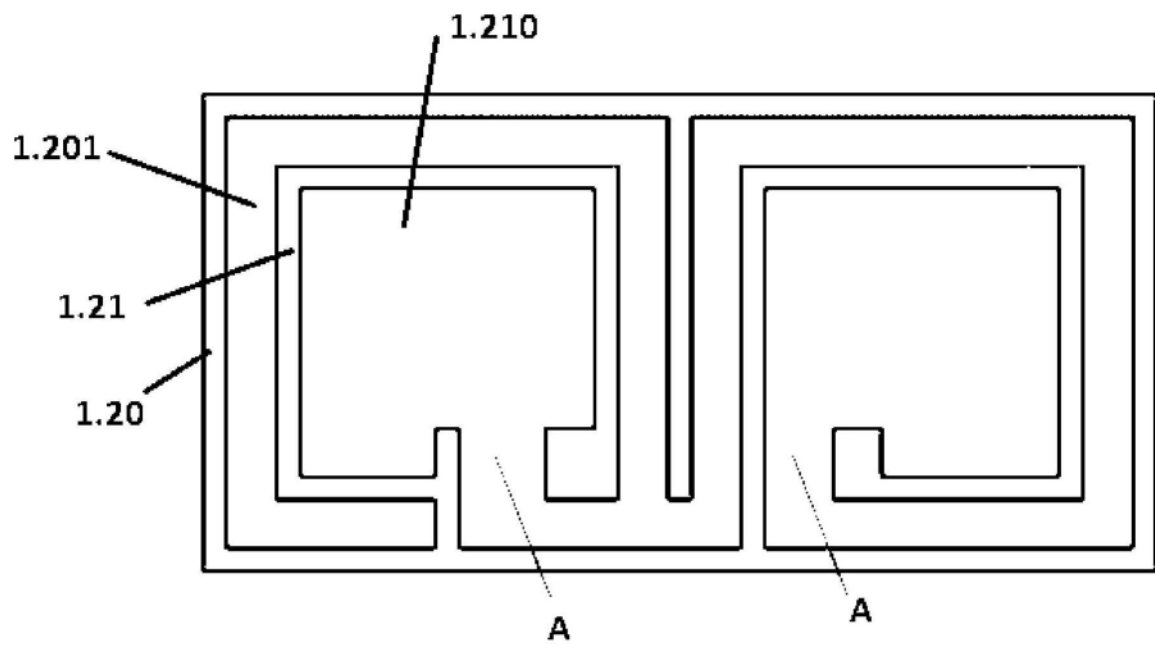
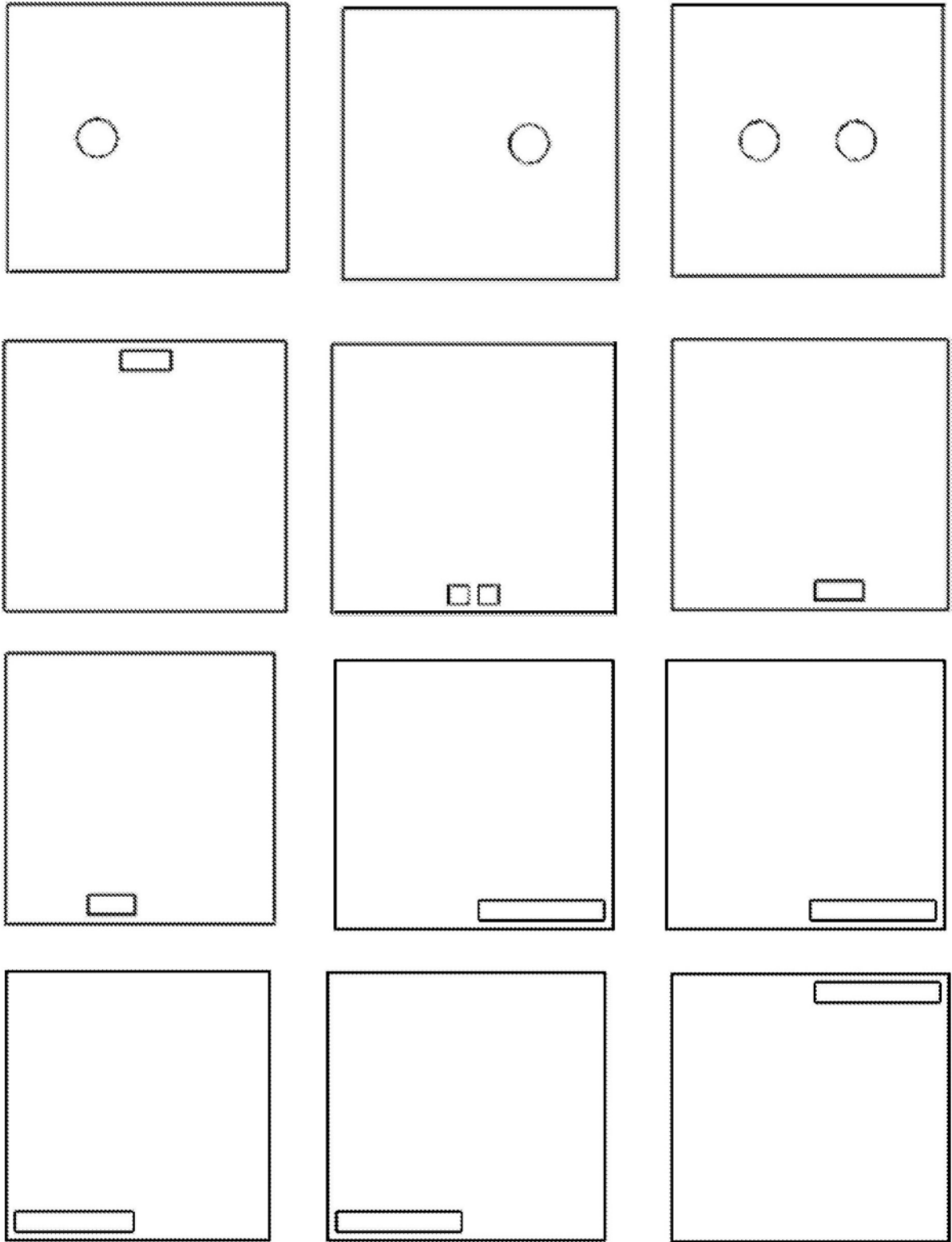


图7



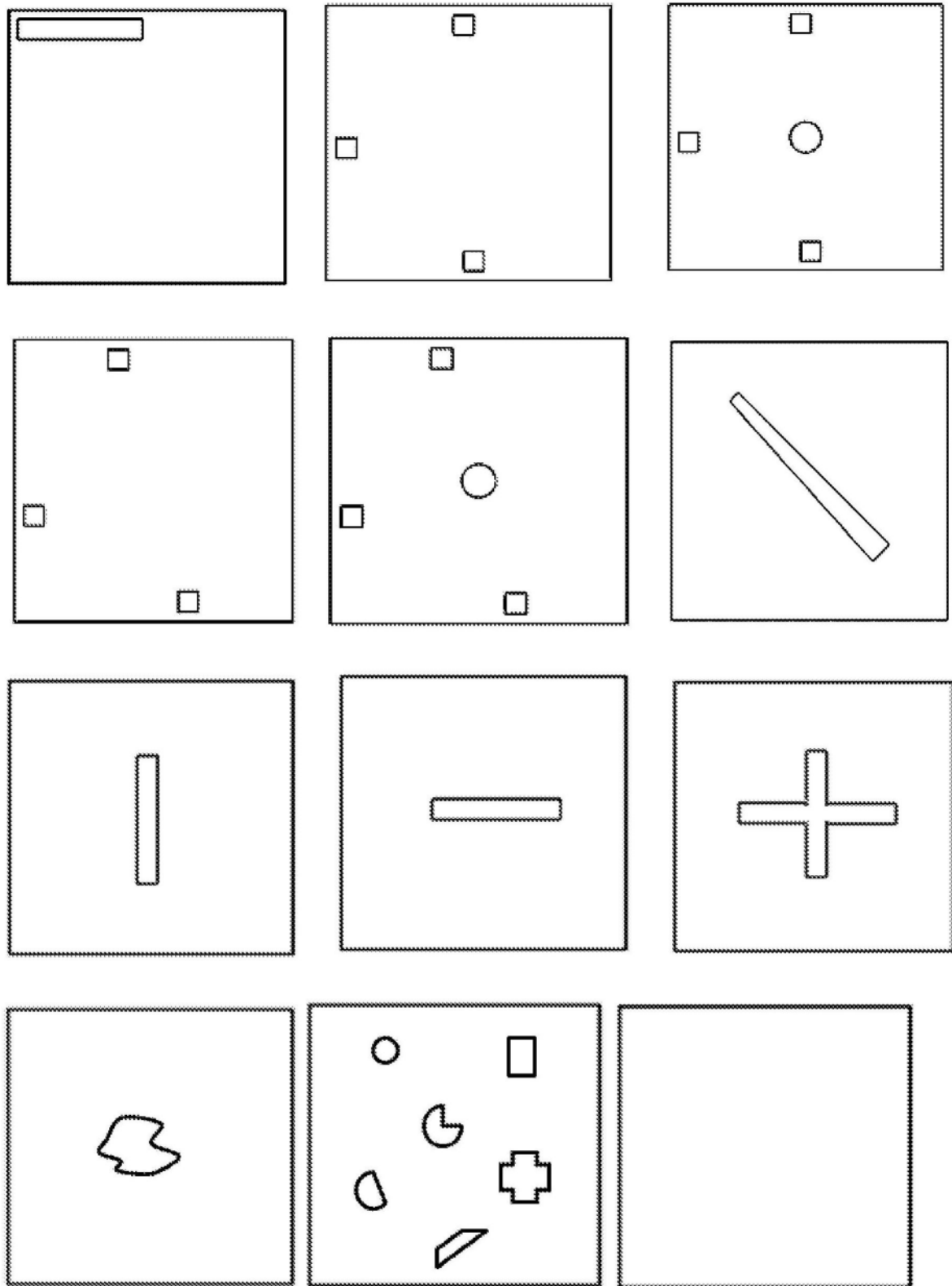


图8

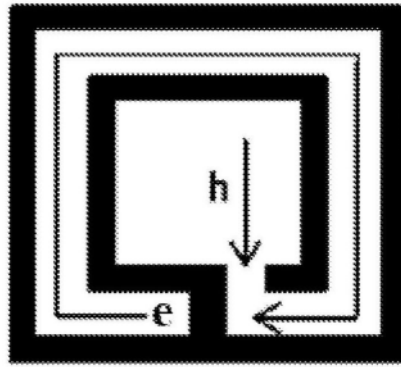


图9

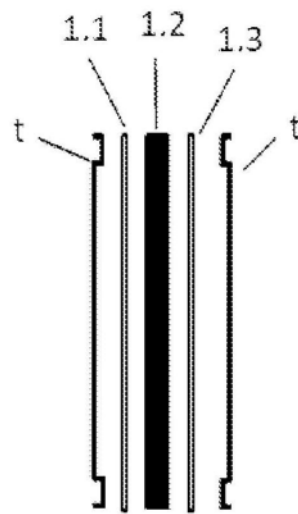


图10

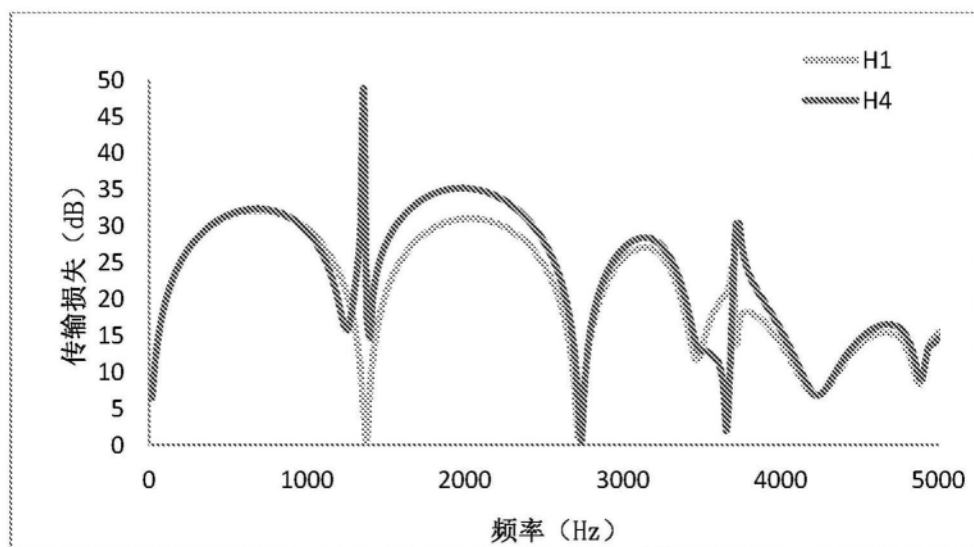


图11