



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107316632 B

(45)授权公告日 2020.08.18

(21)申请号 201710448424.8

(22)申请日 2017.06.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107316632 A

(43)申请公布日 2017.11.03

(73)专利权人 中国农业大学
地址 100193 北京市海淀区圆明园西路2号

(72)发明人 常正 朱剑威 黄灿 陈林俐

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 王莹 吴欢燕

(51)Int.Cl.

G10K 11/172(2006.01)

(56)对比文件

DE 202008007381 U1,2008.11.20

JP 平4-137898 A,1992.05.12

Yan Liu et al..Stable Band-Gaps in
Phononic Crystals by Harnessing
Hyperelastic Transformation Media.
《arXiv》.2016,全文.

审查员 李召卿

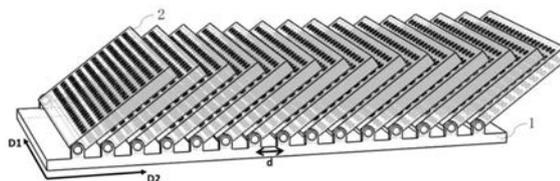
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种吸声装置和吸声方法

(57)摘要

本发明根据夜蛾翅膀、鳞片及其上超微结构构成的非常精巧而复杂的多尺度分级结构,提出一种吸声装置和吸声方法,其包括:背板和用于吸声的谐振单元,所述谐振单元为扁平、且具中空内腔的立方体,所述立方体的两最大表面均采用具有开孔的微穿孔吸声板、侧面均采用无穿孔板,所述谐振单元的一个侧面铰接于背板上,所述谐振单元至少有两个、且相互平行设置。本发明涉及的一种吸声装置和吸声方法,能够有效的拓宽吸声频段,增强吸声效果。



1. 一种吸声装置,其特征在於,其包括:背板(1)和用於吸声的多个谐振单元(2),每个所述谐振单元(2)均为扁平、且具中空内腔的立方体,扁平立方体长度、宽度围成的两个较大表面採用具有开孔的微穿孔吸声板,其余四个表面採用无穿孔板,所述谐振单元(2)靠近长度、厚度围成的一个表面一侧可转动地铰接于背板(1)上,所述谐振单元(2)与背板(1)之间的夹角的角度可调,定义D1方向为与所述谐振单元的长度方向平行的方向,D2方向为在背板平面上与D1方向垂直的方向;相邻所述谐振单元(2)相互间隔设置,依次沿D2方向相互平行设置。

2. 如权利要求1所述的吸声装置,其特征在於:沿D1方向设置一个或多个所述谐振单元(2),且沿D2方向,互相平行的谐振单元(2)阵列排布。

3. 如权利要求1所述的吸声装置,其特征在於:所述谐振单元(2)能够在背板(1)上沿D2方向滑动。

4. 如权利要求1所述的吸声装置,其特征在於,还包括以下特征的至少一个:

1) 背板(1)採用具有隔音效果的平板;

2) 所述立方体的中空内腔内填充或不填充多孔吸声材料;

3) 所述谐振单元(2)与背板(1)之间的夹角的角度范围为相邻谐振单元(2)相互搭接时的角度 a° ,到 $(180-a)^\circ$ 。

5. 如权利要求2所述的吸声装置,其特征在於:相邻谐振单元(2)沿D2方向之间的间距d小于所述立方体的宽度。

6. 如权利要求1所述的吸声装置,其特征在於,还包括用於控制所述谐振单元(2)的状态参数发生变化的控制模块,所述状态参数包括谐振单元(2)与背板(1)的角度,和/或谐振单元(2)之间的距离。

7. 如权利要求6所述的吸声装置,其特征在於:所述控制模块包括控制所述谐振单元(2)转动和/或滑动的传动装置。

8. 如权利要求7所述的一种吸声装置,其特征在於,所述控制模块还包括:声传感器和计算模块,所述声传感器将环境声信号转换为电信号,所述计算模块根据所述电信号计算并输出控制所述谐振单元(2)发生位置变化的信号。

9. 如权利要求8所述的一种吸声装置,其特征在於,所述计算模块预存谐振单元(2)的状态参数与吸收系数、吸声频段的关系数据,当声传感器接收到环境声信号,计算模块根据该信号进行频谱分析,获得频谱特征信息,并根据期望的吸声效果,将获得的频谱特征信息与预存的关系数据进行对比,得到适当的谐振单元(2)的状态参数信息,以控制谐振单元(2)满足该状态参数。

10. 一种利用如权利要求1-9任一项所述的吸声装置进行主动吸声的方法,包括如下步骤:

1) 声传感器检测环境声信号,并输入至计算模块;

2) 计算模块通过计算得到适当的谐振单元(2)状态参数,所述状态参数包括谐振单元(2)与背板(1)的角度,和/或谐振单元(2)之间的距离,根据计算结果控制传动装置,调整谐振单元(2)的状态参数。

一种吸声装置和吸声方法

技术领域

[0001] 本发明涉及吸声技术领域,更具体地,涉及一种吸声装置和利用该装置的吸声方法。

背景技术

[0002] 声学是研究媒质中机械波的产生、传播、接收和效应的科学。声学技术的应用涉及生产、生活的各个领域。利用声学材料和装置控制噪声、减少噪声对人体健康的影响或提高声舒适性是声学技术应用的重要方面。

[0003] 在采用吸声的方式以进行降噪处理时,常用的吸声材料按吸声原理可以分为多孔吸声材料和共振吸声材料;其设置结构可分为单层或多层。多孔吸声材料主要有玻璃棉、岩棉、泡沫等多孔材料构成。当声波入射到多孔材料上时,声波沿着孔隙进入材料内部,引起孔隙中空气分子的振动。由于空气的粘滞阻力、空气分子与孔隙壁的摩擦,使声能转化为热能,从而实现吸声。但是,多孔吸声材料对低频声源的吸声性能较差。

[0004] 共振吸声材料的典型结构是微穿孔吸声板。微穿孔吸声板是一类穿有大量微小通孔的薄板。用作吸声结构时,需与结构物(如墙壁、车辆内壁等)保持一定的距离进行安装,使得微穿孔吸声板背后留有空腔,形成共振腔式吸声结构。当声波入射到微穿孔吸声板之后,微孔和空腔中的空气分子就会产生振动摩擦,消耗部分声能。当声波频率达到空腔的共振频率时,剧烈的共振现象使声波克服微孔内表面的摩擦阻力做功,令大量声能转变为热能耗散掉,从而实现吸声。但是,共振吸声材料对高频声源的吸声性能较差,并且,其吸声频段窄。

[0005] 此外,不管是采用多孔吸声材料还是共振吸声材料,一旦材料或结构加工成型,吸声性能和吸声频段也完全确定,无法调节。

发明内容

[0006] 本发明提供一种克服上述问题或者至少部分地解决上述问题的吸声装置和利用该装置的吸声方法,以解决吸声频段窄、吸声效果差、吸声频段不可调的技术问题。

[0007] 前人对我国东北地区常见的夜蛾翅膀表面形态、超微结构的观测结果表明,夜蛾翅膀、鳞片及其上超微结构构成了非常精巧而复杂的多尺度分级结构,如图1所示。而这样的显微结构,极有可能是夜蛾在其天敌——蝙蝠回声定位能力的强烈“自然选择”压力下进化得到的。Zeng等人利用微混响室分别对两种飞蛾和两种蝴蝶大翅的吸声系数进行测量时发现,飞蛾翅膀可以对40-55kHz的超声波具有良好的吸收特性,在其吸收峰的超声吸收系数约为0.5,而蝴蝶翅膀则并不具备这一性能。此外,飞蛾翅膀的超声吸收频段,恰好是其天敌——蝙蝠的回声定位工作频段。将飞蛾翅膀鳞片处理掉,并对无覆鳞的翅膜质的吸声系数进行测试发现,其吸声功能消失,吸声系数下降至与蝴蝶翅膀相近的水平。这一系列结果,直接表明飞蛾翅膀的超声吸收性能与其多尺度分级结构密切相关。

[0008] 基于以上发现,提出一种吸声装置,包括:背板和用于吸声的谐振单元,所述谐振

单元为扁平、且具中空内腔的立方体，扁平立方体长度、宽度围成的两个较大表面采用具有开孔的微穿孔吸声板，其余四个表面采用无穿孔板，所述谐振单元靠近长度、厚度围成的一个表面一侧铰接于背板上，定义D1方向为与所述谐振单元的长度方向平行的方向，D2方向为在背板平面上与D1方向垂直的方向，所述谐振单元至少有两个、且沿D2方向相互平行设置。

[0009] 进一步地，沿D1方向设置一个或多个所述谐振单元，且沿D2方向，互相平行的谐振单元阵列排布。

[0010] 进一步地，所述谐振单元能够在背板上沿D2方向滑动。

[0011] 进一步地，还包括以下特征的至少一个：

[0012] 1) 背板采用具有隔音效果的平板；

[0013] 2) 所述立方体的中空内腔内填充或不填充多孔吸声材料；

[0014] 3) 所述谐振单元与所述背板之间的夹角的角度可调，且保持相互平行设置，所述角度范围为相邻谐振单元相互搭接时的角度 a° ，到 $(180-a)^\circ$ 。

[0015] 进一步地，相邻谐振单元沿D2方向之间的间距d小于所述立方体的宽度。

[0016] 进一步地，还包括用于控制所述谐振单元的状态参数发生变化的控制模块，所述状态参数包括谐振单元与背板的角度，和/或谐振单元之间的距离。

[0017] 进一步地，所述控制模块包括控制所述谐振单元转动和/或滑动的传动装置。

[0018] 进一步地，所述控制模块还包括：声传感器和计算模块，所述声传感器将环境声信号转换为电信号，所述计算模块根据所述电信号计算并输出控制所述谐振单元发生位置变化的信号。

[0019] 进一步地，所述计算模块预存谐振单元的状态参数与吸收系数、吸声频段的关系数据，当声传感器接收到环境声信号，计算模块根据该信号进行频谱分析，获得频谱特征信息，并根据期望的吸声效果，将获得的频谱特征信息与预存的关系数据进行对比，得到适当的谐振单元的状态参数信息，以控制谐振单元满足该状态参数。

[0020] 本发明还提出一种根据上述吸声装置进行主动吸声的方法，包括如下步骤：

[0021] 1) 声传感器检测环境声信号，并输入至计算模块；

[0022] 2) 计算模块通过计算得到适当的谐振单元状态参数，所述状态参数包括谐振单元与背板的角度，和/或谐振单元之间的距离，根据计算结果控制传动装置，调整谐振单元的状态参数。

[0023] 本发明的有益效果主要如下：

[0024] (1) 多个谐振单元铰接于背板上，通过调节谐振单元的转角大小，实现了对吸声频段和吸声效果的可调控性，有效的拓宽了吸声频段，并且，其调节方式灵活、简便；

[0025] (2) 采用平行设置的谐振单元，使谐振单元之间能够形成层叠的空腔结构，这些层叠的谐振单元和之间的空腔结构，协同作用增强了吸声效果；

[0026] (3) 谐振单元间的间距可调，以能够进一步调整吸声主体的吸声效果和效率；

[0027] (4) 结合声传感器的控制模块可根据声源的声频特性，主动控制谐振单元的转角和/或间距，控制方式简单、可靠。

附图说明

- [0028] 图1为夜蛾翅膀分级结构示意图；
- [0029] 图2为根据本发明实施例的一种吸声装置的吸声主体的结构示意图；
- [0030] 图3为根据本发明实施例的一种吸声装置的谐振单元的结构示意图；
- [0031] 图4为根据本发明实施例的一种吸声装置的结构模块示意图；
- [0032] 图5为根据本发明实施例1的吸声性能曲线图；
- [0033] 图6为根据本发明实施例2的吸声性能曲线图；
- [0034] 图7为根据本发明实施例3的吸声性能曲线图；
- [0035] 图8为根据本发明实施例2和实施例3中的谐振单元转角为 20° 时的吸声性能曲线图；
- [0036] 图9为根据本发明实施例4的吸声性能曲线图；
- [0037] 图10为根据本发明实施例5中的声场入射角为 $\pm 20^{\circ}$ 和 $\pm 70^{\circ}$ 时的吸声性能曲线图；
- [0038] 图11为根据本发明实施例5中的谐振单元转角为 0° 、 20° 、 40° 、 60° 和 80° 时的吸声性能曲线图；
- [0039] 图12为根据本发明实施例3和对比例1-3中的谐振单元转角为 20° 时的吸声性能曲线图。

具体实施方式

[0040] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0041] 参见图2所示,一种吸声结构,其包括吸声主体,吸声主体包括背板1和谐振单元2。谐振单元2的一端铰接于背板1上,且谐振单元2能够相对于背板1发生旋转。背板1上安装的谐振单元2至少有两个,且谐振单元2之间均平行设置。

[0042] 谐振单元2为扁平的立方体结构,且具有中空的内腔。谐振单元的长、宽围成的两个较大表面采用具有开孔的微穿孔吸声板,而其另外四个侧面均采用无穿孔板。声波以一定角度由谐振单元2的微穿孔吸声板进入谐振单元2时,在谐振单元2中空的内腔中由于振动摩擦而损耗能量,以减弱声音的强度,达到吸声的目的。

[0043] 参见图3所示,扁平的立方体的长和宽围成两个较大的表面S1、S2;立方体的长度、厚度围成的表面S3、S4;立方体的宽度、厚度围成的表面S5、S6。表面S1、S2由微穿孔吸声板形成,谐振单元2两个较大表面S1、S2所涉及的微穿孔吸声板为穿有大量微小通孔的薄板,孔可均匀分布或随机分布;其余四个表面S3、S4、S5和S6均采用无穿孔板。

[0044] 立方体靠近S3的一端铰接在背板1上,多个呈扁平立方体的谐振单元2与背板1呈一定角度放置。将谐振单元2的表面S1与背板1的夹角定义为谐振单元2的转角。定义D1方向为与上述谐振单元2的长度方向平行的方向,D2方向为在背板1平面上与D1方向垂直的方向。沿D1方向设置一个或数个紧密连接的谐振单元2,且沿D2方向阵列排布。D2方向上,多个谐振单元2之间相互平行,且相邻谐振单元2之间沿D2方向的间距一定距离d。

[0045] 谐振单元2能够相对于背板1转动以改变转角角度大小,从而改变谐振单元2相对于声源的角度,以及相邻谐振单元2之间腔体的大小,进而改变吸声装置对噪声的吸收频

段,达到更好的吸声效果。针对不同频段的声源,只需改变谐振单元2的转角大小,以针对性地增强装置整体的吸声效果,拓宽了吸声频段,调控方式简便、结构设置简单。

[0046] 在一个具体的实施例中,转角的角范围度为 $a^{\circ} \sim (180-a)^{\circ}$,其中 a 为相邻谐振单元2相互搭接时与背板1的夹角。

[0047] 在另一个具体的实施例中,背板1采用具有隔音效果的平板,该平板优选为隔音板。以更进一步增强隔音吸声的效果。

[0048] 在另一个具体的实施例中,背板1原则上使用具有较好隔声效果的平板,如果安装于墙壁,墙体即可作为背板。

[0049] 谐振单元2可以为大型结构,也可以为微型结构。谐振单元2的长度尺寸和数量依应用的领域、具体工况,如墙面面积,任意选择。当吸声主体应用于大型场所时,谐振单元2可以相应有较大的体积,即谐振单元2的立方体结构的两最大表面的面积大,立方体的厚度也相对较大;当吸声主体应用于比较小的场景时,谐振单元2的体积较小,即谐振单元2的立方体的两最大表面的面积小,立方体的厚度也较小。可以理解的是,谐振单元2根据应用场所的不同,能够相应的设置立方体的外形尺寸。

[0050] 在一个具体的实施例中,在谐振单元2的中空内腔内填充多孔吸声材料。具体地,多孔吸声材料可为有机纤维材料、麻棉毛毡、无机纤维材料、玻璃棉、岩棉、矿棉,脲醛泡沫塑料,氨基甲酸酯泡沫塑料等。在中空内腔内填充吸声材料,能够增加声波在谐振单元2内部振动摩擦而耗损的能量,尤其在微穿孔板孔径较大时,可达到增强吸声效果的目的。

[0051] 在另一个具体的实施例中,相邻谐振单元2之间沿D2方向的间距小于谐振单元2的宽度,以保证在谐振单元2在其转角达到最小值 a° 的情况下相互层叠、相互搭接,即在此情况下存在背板1法线方向穿过至少两个谐振单元2的情况。

[0052] 当谐振单元2相对于背板1的角度一定时,相邻谐振单元2之间形成的空腔的大小也会影响到吸声的频段和/或效果。因此,合理的设置相邻谐振单元2之间的间距,能够有效的提高吸声的效果。

[0053] 由于相邻的谐振单元2之间沿D2方向的间距小于谐振单元2的宽度,当谐振单元2相对于背板1转动一定角度时,除了吸声主体端部处的第一个谐振单元2或最后一个谐振单元2,吸声主体中的谐振单元2上还可以形成层叠的结构,以与谐振单元2协同作用,增强声波能量的耗损,有效的增强吸声的效果。

[0054] 更进一步地,谐振单元2能够相对于背板1转动的同时,还能够相对于背板1沿D2方向滑动位置。谐振单元2在背板1上滑动,以调整谐振单元2两两之间的间距。通过调整相邻的谐振单元2之间的间距,以改变谐振单元2之间层叠而形成的空腔的大小,或者调整谐振的单元2之间层叠的数量,从而调整谐振单元2吸声的频段和效果。

[0055] 根据声源的特点或吸声的要求,适当的调整相邻谐振单元2之间的间距,以使谐振单元2之间形成的空腔的不同,或者,谐振单元2之间形成层叠的数量不同,以改变吸声主体的吸声效果。

[0056] 在另一个具体的实施例中,还包括用于控制所述谐振单元的状态参数发生变化的控制模块,所述状态参数包括谐振单元2与背板1的角度,和/或谐振单元2之间的距离。参见图2所示,控制模块包括可通过电子控制移动的传动装置,传动装置布置于背板1和谐振单元2之间,以使谐振单元2的转角和/或谐振单元2之间的间距进行一定范围内精准的调节。

[0057] 谐振单元2既能够相对于背板1发生转动,也能够相对于背板1发生水平方向的滑动。驱动谐振单元2运动的传动装置可采用本领域常用的机构或电动装置。其中,可采用手动旋钮,或推杆电机带动内部连接杆,或电动铰链实现谐振单元2的转动。另一方面,可以使用电动滑轨控制谐振单元的滑动。此外,电动滑轨还可以具有齿轮定位系统,以精确控制相邻谐振单元2之间的距离。增加谐振单元2的间距后,背板1外围多余的谐振单元2可布置于吸声主体的任意位置,如垂直紧密排列于结构平面外围。

[0058] 在对谐振单元2进行调节的过程中,还可以采用自动控制的方式,以根据声场的特点,自动对谐振单元2进行调控。参见图4所示,用于自动控制谐振单元2的控制模块还包括声传感器和计算模块。声传感器与吸声主体设置于声场中的适当位置,其直接接收声场的声音信号,将该声音信号转换为电信号,并将该电信号输出至计算模块,计算模块根据该电信号控制谐振单元2的转动或滑动。

[0059] 在计算模块中预存谐振单元2的状态参数与吸收系数、吸声频段的关系数据,当声传感器感应到环境声信号,计算模块根据该信号进行频谱分析,获得频谱特征信息,并根据期望的吸声效果,将获得的频谱特征信息与预存的关系数据进行对比,得到适当的谐振单元2的状态参数信息,以控制谐振单元2转动至相应的角度和/或滑动位置,以使谐振单元2处于合适的位置,实现主动控制吸声的目的,达到更好的吸声效果。上述期望的吸声效果由用户认为指定,可以是在某一频段内的达到特定吸声系数,也可以是在某种状态下具备或不具备吸声效果。

[0060] 在一个具体的实施例中,计算模块采用微处理器。

[0061] 本发明还提供一种吸声方法,该吸声方法基于上述吸声装置得以实现,其包括:

[0062] 1) 声传感器检测环境声信号,并输入至计算模块;

[0063] 2) 计算模块通过计算得到适当的谐振单元2的状态参数,所述状态参数包括谐振单元2与背板1的角度,和/或谐振单元2之间的距离,根据计算结果控制传动装置,调整谐振单元2的状态参数。

[0064] 声传感器获取环境声场的声音信号后,将该声音信号转换为电信号后,输送至计算模块。计算模块根据所获取的电信号,计算得到谐振单元2的状态参数。控制模块根据计算得到的状态参数,控制传动装置以调控谐振单元2相对于背板1的转角的大小,以及谐振单元2之间的间距的大小,使吸声主体相对于目前的环境声场以及吸声需求,其吸声效果/状态为最佳。

[0065] 在一个具体的实施例中,所述计算模块基于所述声音信号进行频谱分析以获取频谱特征信息,将所述频谱特征信息与所述计算模块中预存的关系数据进行对比,以获取所述谐振单元2的状态参数;所述关系数据为谐振单元2的历史状态参数与吸收系数、吸声频段的最优对应关系。

[0066] 在计算模块中预存不同吸收系数、吸声频段对应的优化的谐振单元2的历史状态参数。当声传感器感应到环境声场的声音信号,其将该声音信号转换为电信号并输送至计算模块。

[0067] 计算模块根据该电信号进行频谱分析,获得频谱特征信息,并根据期望的吸声效果,将获得的频谱特征信息与预存的关系数据进行对比,得到适当的谐振单元2的状态参数信息。

[0068] 控制模块根据该状态参数信息调控传动装置,以控制谐振单元2转动至相应的角度和/或滑动位置,以使谐振单元2处于合适的位置,实现主动控制吸声的目的,达到更好的吸声效果。上述期望的吸声效果由用户人为指定,可以是在某一频段内达到特定吸声系数,也可以是在某种状态下具备或不具备吸声效果。

[0069] 为具体说明不同转角、相邻谐振单元间的间距,及谐振单元规格对吸声效果的影响,根据具体数据进行说明。

[0070] 实施例1

[0071] 形成谐振单元2的立方体的宽度为0.15m,且沿该宽度一侧的侧面安装于背板1上,理论证明,在标准的测试环境下,立方体的长度与吸声效果无关。因此立方体的长度可根据工作环境任意选取。立方体厚度为0.03m。微穿孔吸声板板厚0.005m,表面上分布有孔径为 2×10^{-4} m的圆孔,孔隙率为0.05。谐振单元之间的间距为0.1m。

[0072] 参见图5所示,当声场以垂直于背板1的方向入射时,由谐振单元2的转角分别为 90° 、 55° 和 20° 时的吸声系数可知,随着谐振单元转角减小,0Hz—1000Hz的第一吸收峰的吸声系数逐渐增大,而1000Hz—2000Hz的第二吸收峰则随着该转角的减小而降低,说明通过改变谐振单元2的转角,能够在较宽频带内对结构的吸声能力进行调节。

[0073] 实施例2

[0074] 相比实施例1增大了微穿孔吸声板的孔径,并且在谐振单元2的腔体内部填充多孔材料。与实施例1的不同之处在于增大了微穿孔吸声板的孔径,并且在谐振单元2的腔体内部填充多孔材料。微穿孔吸声板表面上分布的圆孔的孔径为0.001m,且立方体的中空内腔内设置有多孔吸声材料,多孔吸声材料的流阻率为 $4896\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ 。

[0075] 当声场以垂直于背板1的方向入射时,谐振单元2转角分别为 90° 、 55° 和 20° 时的吸声系数如图6所示。与实施例1相比,谐振单元2转角仍然具有明显的调节作用。增大微穿孔板孔径同时在谐振单元2腔体内部添加多孔材料后,第一吸收峰的峰值和频域有一定的提高和拓宽。

[0076] 实施例3

[0077] 在实施例2的基础上,调整谐振单元2的几何尺寸和排布。与实施例2的不同之处在于:立方体的宽度为0.1m,立方体厚度为0.01m,谐振单元2间距为0.05m。

[0078] 参见图7所示,当声场以垂直于背板1的方向入射时,由谐振单元2的转角分别为 90° 、 55° 和 20° 时的吸声系数可知,谐振单元2相对于背板1转动的角度对于吸声频段的影响依然非常明显。同时,参见图8所示,相比于实施例2,将立方体宽度和厚度都相对减小,而其他条件不变时,吸声频段向高频方向移动。

[0079] 实施例4

[0080] 将谐振单元2的规格缩小,具体地,立方体的宽度为0.01m,且沿该宽度一侧的侧面安装于背板1上,立方体的长度为立方体的长度可根据工作环境任意选取。立方体厚度为0.002m。微穿孔吸声板板厚0.001m,表面上分布有孔径为0.0001m的圆孔,孔隙率为0.05。谐振单元之间的间距为0.005m,谐振单元内部腔体内填充的多孔材料的流阻率为 $4896\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ 。

[0081] 参见图9所示,当声场以垂直于背板1的方向入射时,由谐振单元2的转角分别为 90° 、 55° 和 20° 时的吸声系数可知,当谐振单元2的规格尺寸缩小后,不仅在高频具有良好的

吸声效果,并且吸声系数大小仍然可以通过调整转角大小进行调整。该结果反应了本发明的吸声结构不仅可以在宏观尺度的建筑声学和环境声学等方面应用,在小尺度的吸声问题中也具有应用价值。

[0082] 实施例5

[0083] 采用与实施例3相同的吸声结构(谐振单元2转角为 20°),改变声场入射角度。在此实施例中,考虑声场的波矢量方向限制在D2方向直线与背板1法线方向构成的平面内。与实施例3的不同之处在于:仅改变生产入射角度。参见图10所示,声场入射角度(入射声场方向与背板法线夹角)为 -20° 和 20° 的吸声曲线相同;声场入射角度为 -70° 和 70° 的吸声曲线也相同,即声场相对于背板1的入射角度大小有关,而与入射的方向无关。

[0084] 参见图11所示,声场入射角以 0° 、 20° 、 40° 、 60° 和 80° 时的吸声系数可知,对于各入射角的声场均有良好的吸声性能,且声场入射角较大时,吸声性能更优。

[0085] 为进一步说明谐振单元2的吸声效果,将吸声主体与目前的常规设置方式进行比较。

[0086] 对比例1

[0087] 第一种对照结构为多孔吸声材料阵列。该结构相当于在实施例3对应的几何结构中不使用谐振单元,而使用与谐振单元2相同体积的立方体多孔材料代替。立方体多孔材料的流阻率同样为 $4896\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$,排布方式与实施例3中的谐振单元2相同。

[0088] 如图12所示,该结构的吸声频率集中在高频,与普通的多孔吸声材料类似。

[0089] 对比例2

[0090] 第二种典型结构为微穿孔板吸声结构。为便于对比,采用实施例3中谐振单元2所采用的微穿孔板。将单层微穿孔板平行于背板1,并高于背板1一定距离处设置。该距离等于实施例3中结构在谐振单元2转角为 20° 时所占据背板1上方的高度。在微穿孔板与背板1之间的空间填充实施例3中采用的流阻率为 $4896\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 的多孔吸声材料。

[0091] 如图12所示,该结构吸声频带宽,但是吸声略差,并且在穿孔板加工完成后吸声系数就被锁定,无法进行调节。

[0092] 对比例3

[0093] 第三种典型结构为多层微穿孔板吸声结构。为便于对比,采用实施例3中谐振单元2所采用的微穿孔板。将四层微孔板以相同的间距布置于背板1上方,使结构整体高度与对比例2中的结构相同。在微穿孔板与背板1之间的空间以及微穿孔板之间的空间填充实施例3中采用的流阻率为 $4896\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 的多孔吸声材料。

[0094] 如图12所示,该结构在第一吸收峰的吸声效果与实施例3接近,但不存在第二吸收峰,同时该结构无法进行吸声系数和吸声频带的调节。

[0095] 实施例3所述结构(谐振单元转角为 20°)与对比例1-3本领域典型吸声结构在环境声场的入射角为 0° 时的吸声系数对比如图12所示。结果表明了本发明在与其他类似吸声结构的对比中,吸声效果在高、低频均具有一定优势,并且该吸声结构还可以通过控制谐振单元2转角和间距调整吸声系数,更具灵活性。

[0096] 本发明的一种基于夜蛾翅膀的仿生吸声结构,包括背板1和安装于背板1上的多个谐振单元2,谐振单元2能够相对于背板1转动,也能够于背板1上滑动,以调节谐振单元2之间的间距。谐振单元2采用可转动和可滑动的方式,使吸声主体对于声场的吸声频段更宽、

吸声效果更好。

[0097] 更进一步,为便于对吸声主体的自动控制,还设置有包括传动装置、声传感器和计算模块的控制模块,根据声场的位置和声音频段,自动调节谐振单元2的转角和/或谐振单元2之间的间距。

[0098] 本发明的一种吸声方法,基于上述吸声装置得以实现,其由声传感器获取环境声场的声音信号,并将该声音信号转换为电信号以输送至控制模块的计算模块,由计算模块基于该电信号计算得到谐振单元2的状态参数,并基于该状态参数调控传动装置,以调控谐振单元2的状态,即调控谐振单元2相对于背板1的转角的大小,以及谐振单元2之间的间距的大小,以达到更好地预期效果。

[0099] 最后,本发明的方法仅为较佳的实施方案,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

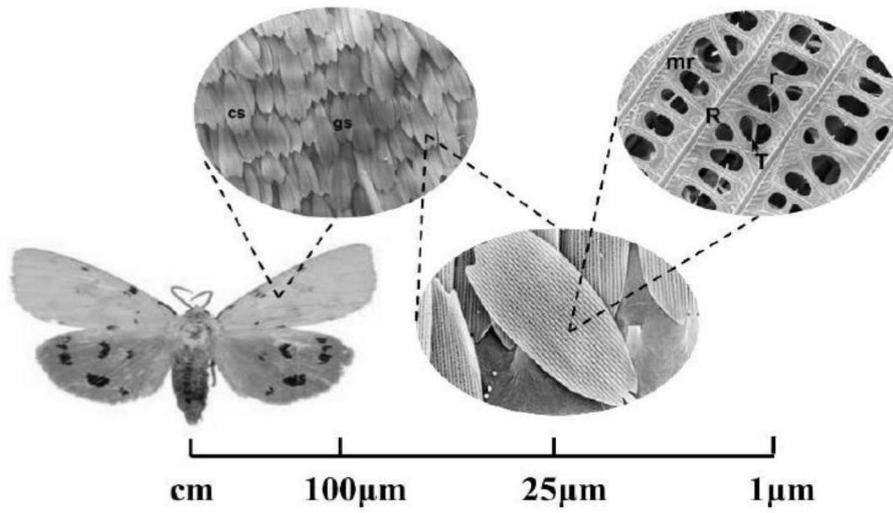


图1

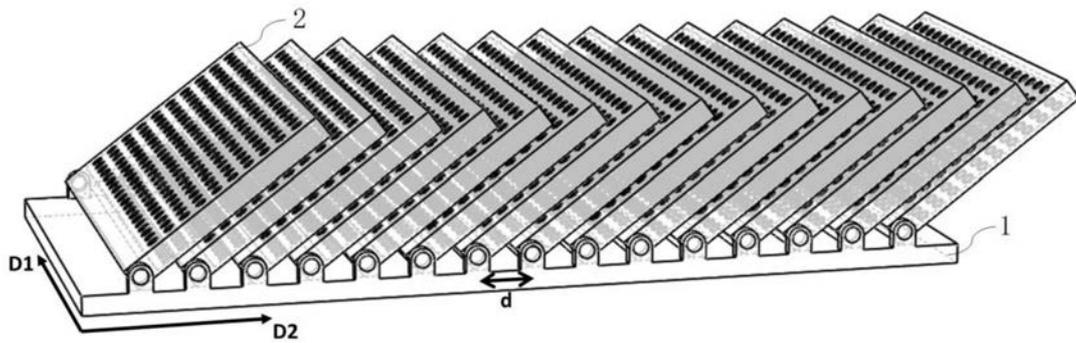


图2

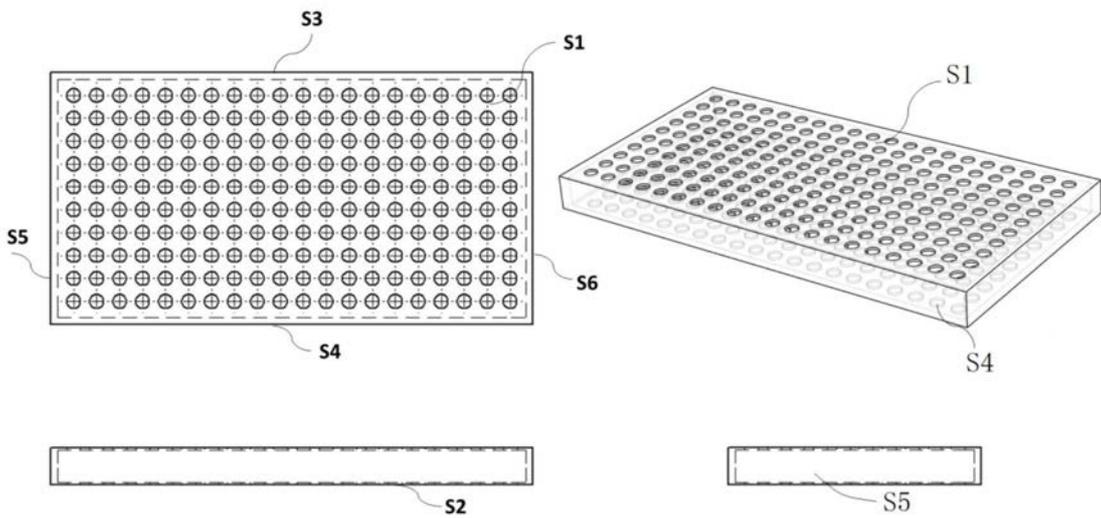


图3

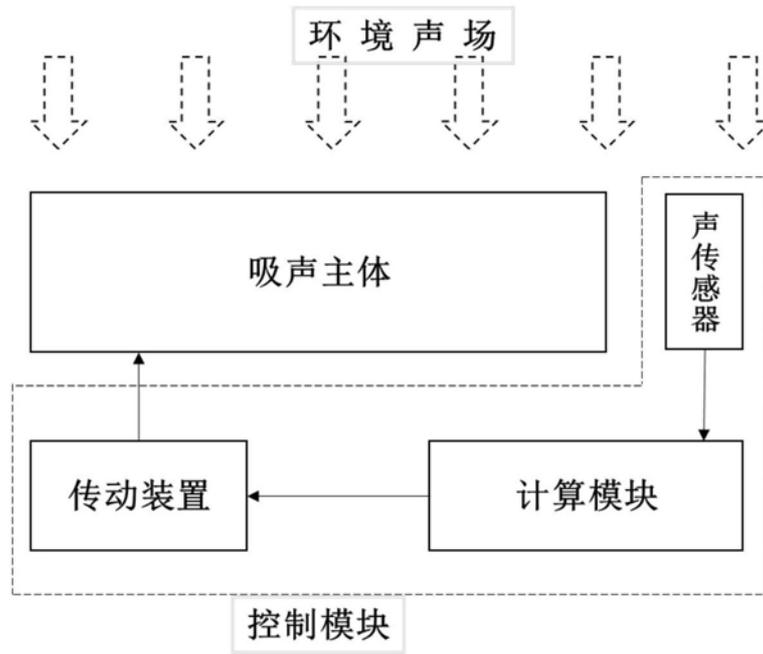


图4

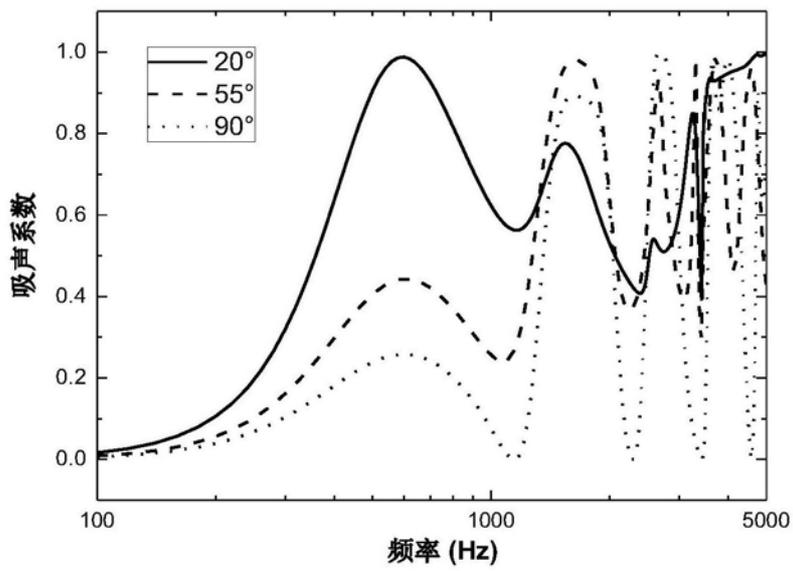


图5

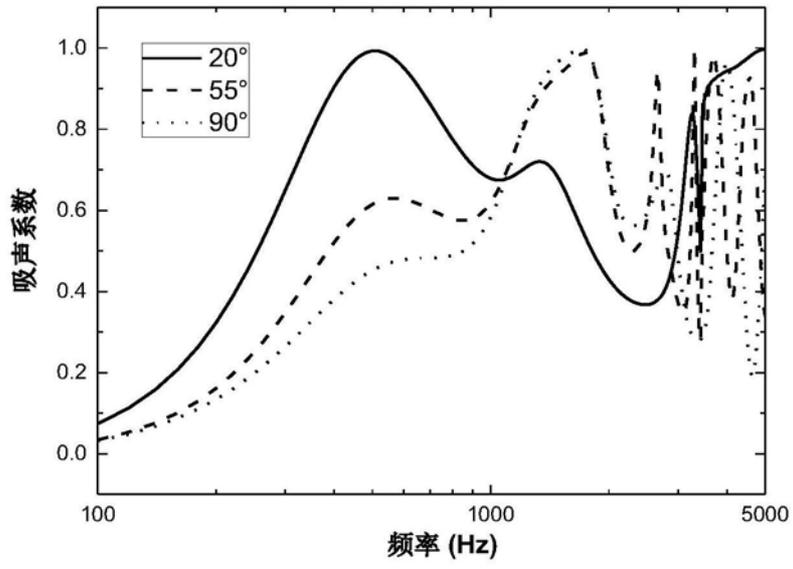


图6

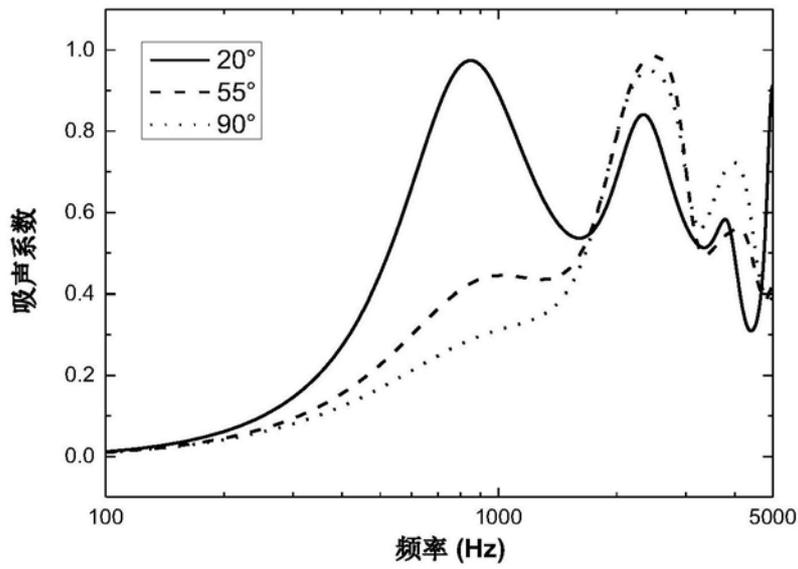


图7

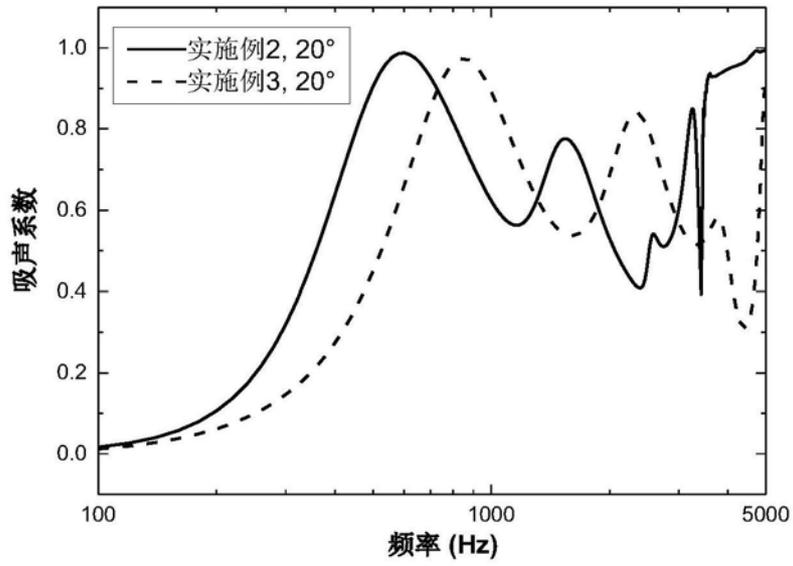


图8

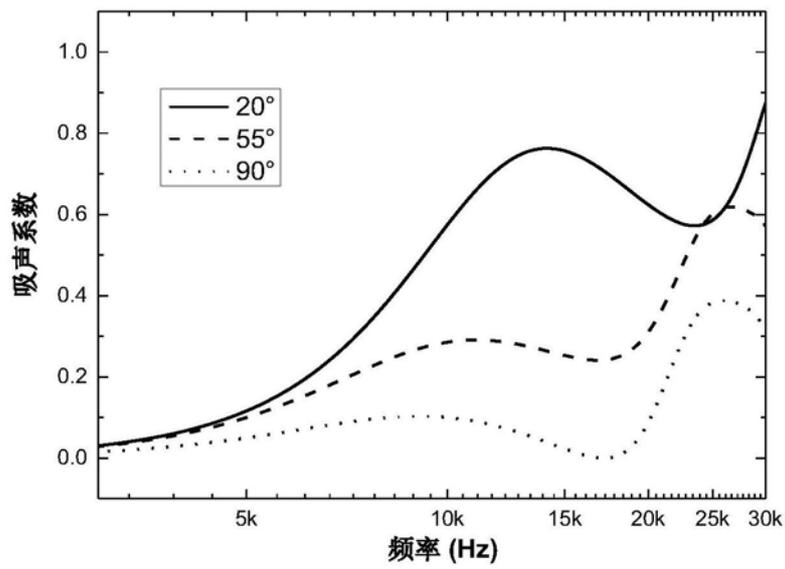


图9

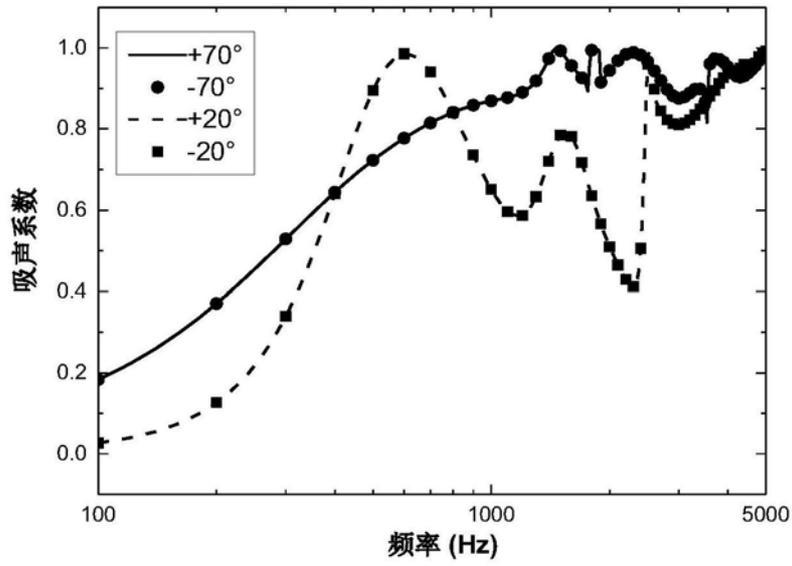


图10

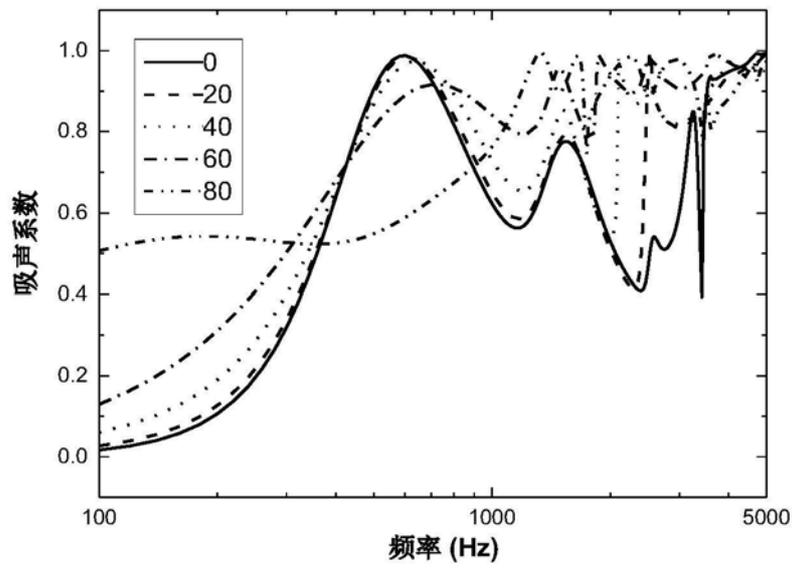


图11

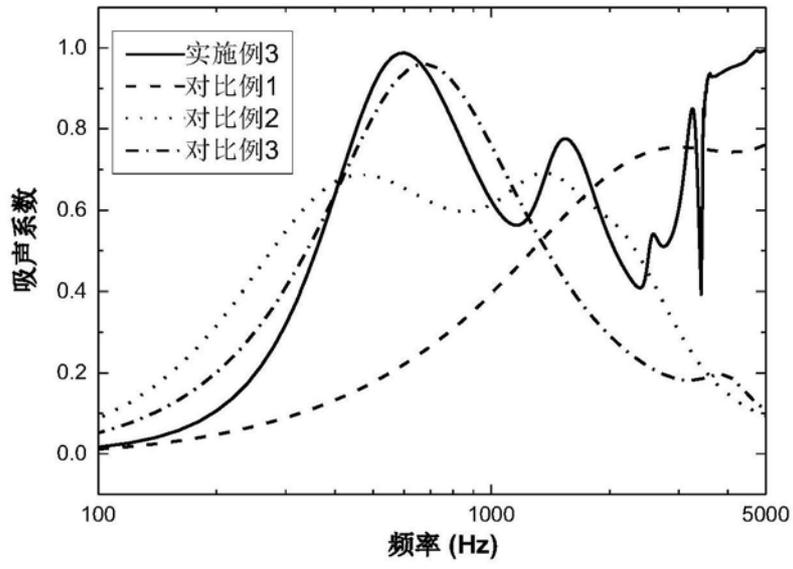


图12