



(12) Patent for Innovation

(10) Published No. CN 106898344 A

(43) Published Date 06/27/2017

(21) **Application Number** 201710176978 .7

(22) **Application Date** 2017 .03 .22

(71) **Applicant** Ocean University of Chins

Address 266100 No.238 Songling Road, Laoshan District, Qingdao City,
Shandong Province

(82) **Inventor** Xiaoyu Niu, Kai Wu, Xin Zhang

(74) **Agency** Weifang Zhengxin Zhiyuan Intellectual Property Agency
Limited Company 37255

Agent JinLiang Yao

(51) **Int .Cl.**

G10K 11/36(2006.01)

G10K 11/18(2006.01)

G10K 11/28(2006.01)

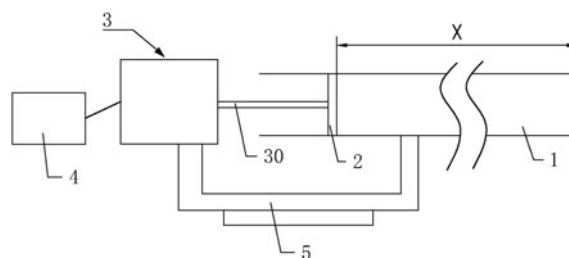
(54) **Name of Innovation**

Programmable Wave Front Control Device

(57) **Abstract**

The invention discloses a programmable wave front control device. The device includes a sound wave reflecting conduit with two open ends, the inner side of the sound wave reflecting conduit is provided with a movable plug.

And the movable plug is matched with the port of the sound wave reflecting conduit, so that the movable plug blocks an open tube of the sound wave reflecting conduit. Since the movable plug is connected with a reciprocating movement mechanism, under the driving of a driving component, the reciprocating movement mechanism takes the movable plug to move in the sound wave reflecting conduit in a reciprocating manner, so that the distance from the other end of the sound wave reflecting conduit to the movable plug changes. The programmable wave front control device provided by the invention can adjust the effective distance of wave transmission in the sound wave reflecting conduit, control reflection of reflected waves, and specifically enable the distance from the other end of the sound wave reflecting conduit to the movable plug and phase difference between incident waves and reflected waves to be directly proportional, so that a wave front is controllable, and thus the programmable wave front control device can be applied to various fields needing control of the wave front, thereby solving related problems of the fields.



1. 可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 包括两端开口的声波反射导管, 所述声波反射导管的内侧设有活动封堵, 所述活动封堵与所述声波反射导管的端口相适配; 还包括往复移动机构, 所述往复移动机构从所述声波反射导管一侧的开口端伸入所述声波反射导管与所述活动封堵连接, 所述往复移动机构还与驱动部件连接, 所述活动封堵与所述声波反射导管的另一端口之间的距离与所述声波反射导管内传输的入射波和反射波之间的相位差成正比。

2. 根据权利要求1所述的可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 所述活动封堵与所述声波反射导管另一端口之间的距离定义为 X , 所述声波反射导管内传输的入射波和反射波的相位差定义为 $\delta\pi$, 所述正比关系为 $\delta\pi=2KX$, 其中 K 为常数。

3. 根据权利要求1所述的可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 所述活动封堵为刚性壁。

4. 根据权利要求1所述的可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 所述往复移动机构包括推杆, 所述推杆的一端与所述活动封堵连接。

5. 根据权利要求4所述的可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 所述往复移动机构包括与所述驱动部件连接的动力部件, 所述动力部件与所述推杆的另一端连接。

6. 根据权利要求5所述的可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 所述动力部件为步进电机, 所述步进电机的输出轴与所述推杆的另一端连接。

7. 根据权利要求6所述的可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 还包括连接底座, 所述连接底座同时支撑着所述步进电机、所述推杆和所述声波反射导管。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 所述驱动部件包括控制器, 以及与所述控制器连接的电源和电机驱动器。

9. 根据权利要求1所述的可编程波阵面操控装置, 其特征在于, 所述声波反射导管为刚性材质制成。

可编程波阵面操控装置

技术领域

[0001] 发明涉及声波技术领域，尤其涉及一种可编程波阵面操控装置。

背景技术

[0002] 在声学研究中常会用到管道的传声问题。其中平面声波具有一个重要的特性，就是其振幅是不随距离变化的，但在实际的自由空间里利用一般声源往往获得的不是平面波，而是波阵面随距离逐渐减弱的球面波。而我们现在所研究的管道就是平面声波传播的一种良好环境，因此管道已成为目前声学的一个较为重要的研究环境。例如，吸声材料的声阻抗与吸声系数的测量，传声器灵敏度的校正以及对一些其他声学参量的测量与一些声学现象的研究观察。除此之外，管道消声问题也成为管道传声研究的一个重要课题。

[0003] 目前常用的声波导管主要有均截面管和变截面管。均匀截面声波导管的主要优点之一是当声波频率低于管的截止频率时能够获得良好的且没有几何损失的平面声波，因此其应用价值很高应用范围也很广；变截面声波导管是在均匀声波导管上的发展，可以通过改变截面面积之比，来实现对相关声学系数的影响，其中一个重要的应用就是利用变截面声波导管的滤波原理设计消声器。但目前存在的一个问题就是，声波导管的长度一旦确定就无法改变，只能通过固定长度的声波导管来研究相应频段的声波，或者通过其他措施比如上面提到的改变截面积来扩大它的应用范围。这不仅造成资源的浪费，同时也限制了声波导管的使用范围，对声波的研究造成了不便影响。

发明内容

[0004] 针对上述不足，发明所要解决的技术问题是：提供一种可编程波阵面操控装置，该装置可根据所需的入射波和反射波的相位差，调整声波反射导管的长度，从而操控波阵面。

[0005] 为解决上述技术问题，发明的技术方案是：

[0006] 一种可编程波阵面操控装置，包括两端开口的声波反射导管，所述声波反射导管的内侧设有活动封堵，所述活动封堵与所述声波反射导管的端口相适配；还包括往复移动机构，所述往复移动机构从所述声波反射导管一侧的开口端伸入所述声波反射导管与所述活动封堵连接，所述往复移动机构还与驱动部件连接，所述活动封堵与所述声波反射导管的另一端口之间的距离与所述声波反射导管内传输的入射波和反射波之间的相位差成正比。

[0007] 优选方式为，所述活动封堵与所述声波反射导管另一端口之间的距离定义为 X ，所述声波反射导管内传输的入射波和反射波的相位差定义为 $\delta\pi$ ，所述正比关系为 $\delta\pi=2KX$ ，其中 K 为常数。

[0008] 优选方式为，所述活动封堵为刚性壁。

[0009] 优选方式为，所述往复移动机构包括推杆，所述推杆的一端与所述活动封堵连接。

[0010] 优选方式为，所述往复移动机构包括与所述驱动部件连接的动力部件，所述动力部件与所述推杆的另一端连接。

[0011] 优选方式为，所述动力部件为步进电机，所述步进电机的输出轴与所述推杆的另一端连接。

[0012] 优选方式为，还包括连接底座，所述连接底座同时支撑着所述步进电机、所述推杆和所述声波反射导管。

[0013] 优选方式为，所述驱动部件包括控制器，以及与所述控制器连接的电源和电机驱动器。

[0014] 优选方式为，所述声波反射导管为刚性材质制成。

[0015] 采用上述技术方案后，发明的有益效果是：由于发明的可编程波阵面操控装置，包括两端开口的声波反射导管，该声波反射导管的内侧设有活动封堵，该活动封堵与声波反射导管的端口相适配。因活动封堵与往复移动机构连接，在驱动部件的驱动下，往复移动机构带着活动封堵在声波反射导管内往复移动，使声波反射导管另一端口到活动封堵之间的距离变化；让入射到声波反射导管内的入射波，随着声波反射导管长度变化调整反射波，反射波和入射波叠加产生驻波声场。此时反射波与入射波具有一定的相位差，本发明将相位差与声波反射导管的有效长度建立了正比关系，实现了波阵面的操控。可将本发明的可编程波阵面操控装置，应用到各种需要控制波阵面的领域，解决各领域的相关难题。

[0016] 由于活动封堵为刚性壁，利于入射波遇到活动封堵发生全反射。

[0017] 由于还包括连接底座，连接底座同时支撑着步进电机、推杆和声波反射导管；便于管理，便于安装使用。

[0018] 由于声波反射导管为刚性材质制成，降低对声波反射导管内传输的入射波和反射波的影响。

[0019] 综上所述，发明的可编程波阵面操控装置与现有技术相比，解决了现有技术中可编程波阵面操控装置因长度固定，使其内传输的反射波和入射波之间的相位差不能调整，使波阵面不可控制的技术问题；而发明的可编程波阵面操控装置，通过调整声波反射导管的长度，来获取所需的反射波和入射波之间的相位差，使波阵面可控。

附图说明

[0020] 图1是发明可编程波阵面操控装置的结构示意图；

[0021] 图2是本发明驱动部件的原理框图；

[0022] 图3是实施例中的原理示意图；

[0023] 图4是实施例的工作流程示意图；

[0024] 图中：1—声波反射导管、2—活动封堵、3—往复移动机构、30—推杆、4—驱动部件、5—连接底座。

具体实施方式

[0025] 为了使发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释发明，并不用于限定发明。

[0026] 如图1和图2所示，一种可编程波阵面操控装置，包括两端开口的声波反射导管1，声波反射导管1的内侧设有活动封堵2，活动封堵2与声波反射导管1的端口相适配；还包括

往复移动机构3，往复移动机构3从声波反射导管1一侧的开口端伸入声波反射导管1与活动封堵2连接，往复移动机构3还与驱动部件4驱动连接。本发明活动封堵2与声波反射导管1的另一端口之间的距离，与声波反射导管1内传输的入射波和反射波之间的相位差成正比。

[0027] 本实施例的活动封堵2为刚性壁，利于入射波遇到活动封堵发生全反射。

[0028] 如图1所示，本实施例中，活动封堵2与声波反射导管1另一端口之间的距离定义为X，声波反射导管1内传输的入射波和反射波的相位差定义为 $\delta\pi$ ，则正比具体关系为 $\delta\pi = 2KX$ ，其中K为常数， $K = 2\pi f/c$ ，f为声波的频率，c为声波传播的速度。

[0029] 如图1和图3所示，上述公式 $\delta\pi = 2KX$ 的理论依据是：

[0030] 声波反射导管1中入射波与反射波的声压形式分别为：

[0031] 入射波的 $P_i = P_{ar}e^{j(\omega t - kx)}$ ，反射波的 $P_r = P_{ar}e^{j(\omega t + kx)}$ ；

[0032] 反射波 P_{ar} 的产生是由管端的声学负载引起的，它同入射波 P_{ai} 之间不仅大小不同，

而且还可能存在相位差，一般可表示为 $\frac{P_{ar}}{P_{ai}} = r_p = |r_p| e^{j\sigma\pi}$

[0033] 这里的 r_p 称为声压反射系数， $|r_p|$ 表示它的绝对值， $(\sigma\pi)$ 表示反射波与入射波在界面处的相位差。将 P_i 与 P_r 相加可得管中总声压

[0034] $P = P_i + P_r = P_{ai} \left[e^{-jkx} + |r_p| e^{j(kx + \sigma\pi)} \right] e^{j\omega t} = |P_a| e^{j(\omega t + \psi)}$

[0035] 其中 $|P_a| = P_{ai} \sqrt{1 + |r_p|^2 + 2|r_p| \cos 2k(x + \sigma \frac{\lambda}{4})}$ 为总声压振幅， ψ 为引入的一个固定相位。当

$2k(x + \sigma \frac{\lambda}{4}) = \pm (2n+1)\pi$ ($n=0, 1, 2, \dots$) 时，总声压有极小值，当

$$2k(x + \sigma \frac{\lambda}{4}) = 2n\pi$$
 ($n=0, 1, 2, \dots$)

时，总声压有极大值。我们用G来表示声压极大值与极小值的比值，称为驻波比，可得

[0036] $G = \frac{|p_a|_{\max}}{|p_a|_{\min}} = \sqrt{\frac{1 + |r_p|^2 + 2|r_p|}{1 + |r_p|^2 - 2|r_p|}} = \frac{1 + r_p}{1 - r_p}$

[0037] 或写成如下形式

[0038] $|r_p| = \frac{G-1}{G+1}$

[0039] 可以通过对驻波比的测量来确定声负载的声压反射系数。我们还可以确定管中声压极小值的位置，由

[0040] $\cos 2k(x + \sigma \frac{\lambda}{4}) = -1$

[0041] 可得

[0042] $(-x) = [(2n+1) + \sigma] \frac{\lambda}{4}$ ($n=0, 1, 2, \dots$),

[0043] 这里x前面引入一负号，是因为我们坐标取在管的末端，随意管中的任意位置x都是负值，而(-x)就是取正值的意思。n=0对应着一个最靠近声负载处的极小值，我们称为第一个极小值，它等于

[0044] $(-x) = (1 + \sigma) \frac{\lambda}{4}$

[0045] 由此我们可以通过第一个极小值位置的测量，来求得管口端反射波与入射波的相位差($\sigma\pi$)。所以反射波与入射波的相位差 $\delta\pi = 2KX$ 会随着声波反射导管长度X的变化而变

化。从而实现声波相位差的控制，即可以实现声波波阵面的主动操控

[0046] 如图1所示，本实施例的往复移动机构3包括推杆30，推杆30的一端与活动封堵2连接。同时往复移动机构3包括步进电机，步进电机的输出轴与推杆30的另一端连接。当步进电机启动后，其输出轴带着推杆30在声波反射导管1内移动。本实施例让推杆30与活动封堵2的中心连接，这样推杆30可带动活动封堵2在声波反射导管1内沿着声波反射导管1的长度方向往复移动，而且使活动封堵2移动时均匀受力。

[0047] 为了便于管理、使用，本实施例将往复移动机构3和声波反射导管1安装在同一个连接底座5上，连接底座5可方便使推杆30与声波反射导管1的长度方向处于平行状态，使活动封堵2的移动更加可靠、稳定。当然往复移动机构3和声波反射导管1可以分设在两个或几个底座上，只要推杆30能够推动活动封堵2在声波反射导管1内往复移动即可。

[0048] 如图1和图2所示，本实施例所使用的驱动部件4包括控制器，以及与控制器连接的电源和电机驱动器，其中电机驱动器为步进电机驱动器。

[0049] 本发明的推杆30、步进电机、电机控制器和控制器可以有以下三种组装，推杆30和步进电机可选用集成为一体的步进电机推杆，第一种组装是：28步进电动步进电动推杆，五相驱动器和控制器，控制器可以选用包括单片机的控制器；第二种组装是：42丝杆步进电动步进电动推杆、并行步进电机驱动器和控制器，控制器可以选用包括单片机的控制器；第三种组装是：35步进电动步进电动推杆、SGRL—M323L/32细分和和控制器，控制器可以选用包括单片机的控制器。

[0050] 另外本发明的声波反射导管1，为了使入射波和反射波在声波反射导管1内传输时，不受影响，声波反射导管1选用刚性材质制成的管。

[0051] 如图1、图2和图4所示，本发明的可编程波阵面操控装置使用时，先将音频文件启动，使其发出声波产生入射波信号，入射波经过波导环境后从未设有活动封堵2的一端传入声波反射导管1，遇到活动封堵2后反射，在声波反射导管1内回传与入射波叠加。在音频文件被启动后，可在控制器上输入相关的所需的参数，比如声波频率、所需相位差等。参数被输入控制器后，控制器安装参数生成对应的数字信号，该数字信号被传输给步进电机驱动器，由步进电机驱动器转换成脉冲信号输入步进电机，使步进电机按照脉冲信号进行转动，使其输出轴连接的推杆30被带着在声波反射导管1内沿着声波反射导管1的长度方向移动，最终使活动封堵2在声波反射导管1内移动，去改变声波反射导管1的另一端口与活动封堵2之间的距离，使反射波得到调整，改变入射波和反射波的叠加，调整反射波和入射波之间的相位差。在推杆30为不停止时，活动封堵2和声波反射导管1另一端口之间的距离在不停调整，入射波和反射波之间的相位差不稳定也在不停变动，直到推杆30停止后，活动封堵2和声波反射导管1另一端口之间的距离稳定不变后，反射波和入射波之间的相位差才稳定不变，从而达到控制波阵面的目的。将本发明应用到各种需要控制波阵面的领域，解决各领域的相关难题。

[0052] 以上所述发明的较佳实施例而已，并不用以限制发明，凡在发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同一种可编程波阵面操控装置结构的改进等，均应包含在发明的保护范围之内。

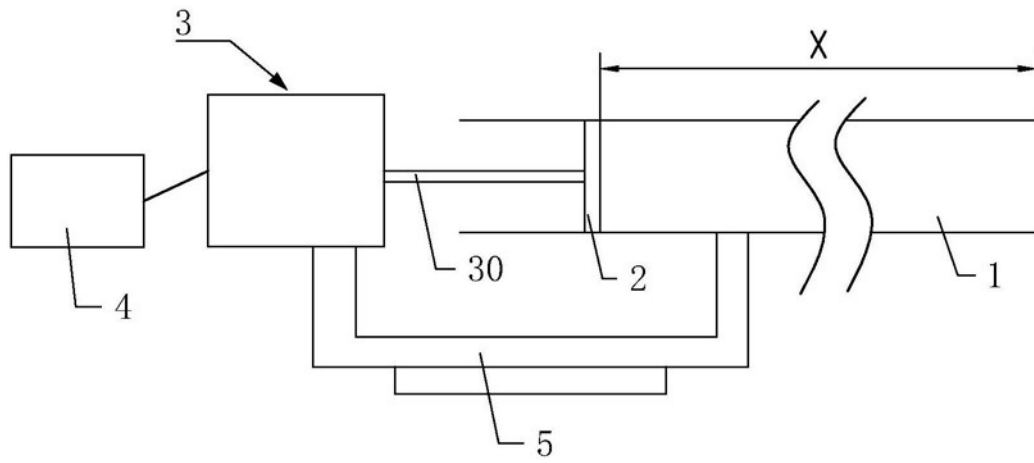


图1

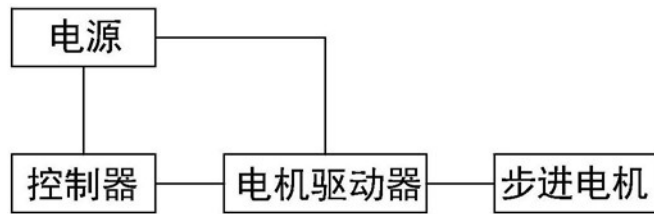


图2

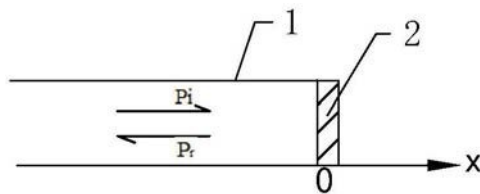


图3

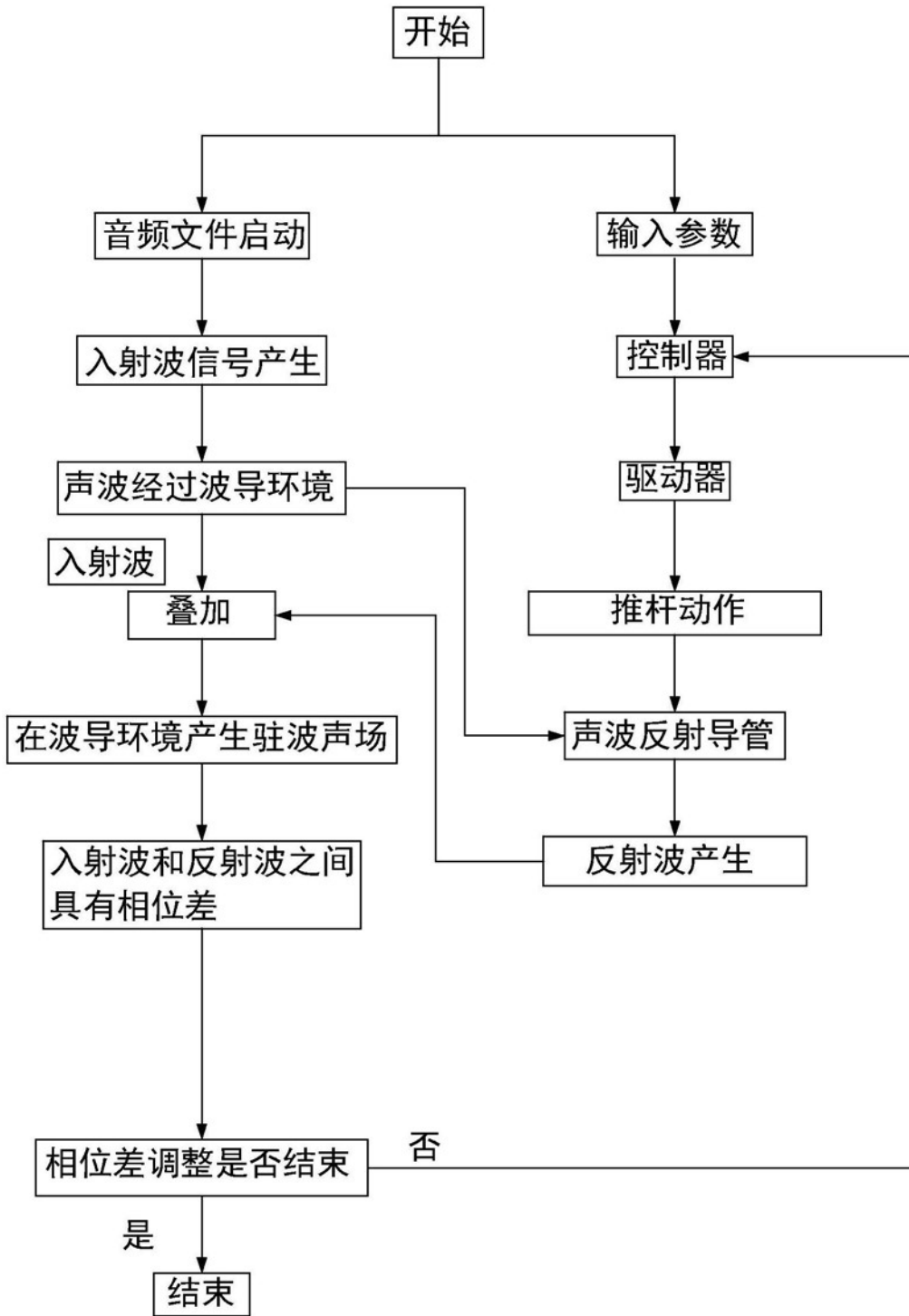


图4