



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106076793 B

(45)授权公告日 2019.02.05

(21)申请号 201610489676.0

审查员 刘梅

(22)申请日 2016.06.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106076793 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(73)专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72)发明人 芦小龙 胡俊辉

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 彭英

(51)Int.Cl.

B06B 1/06(2006.01)

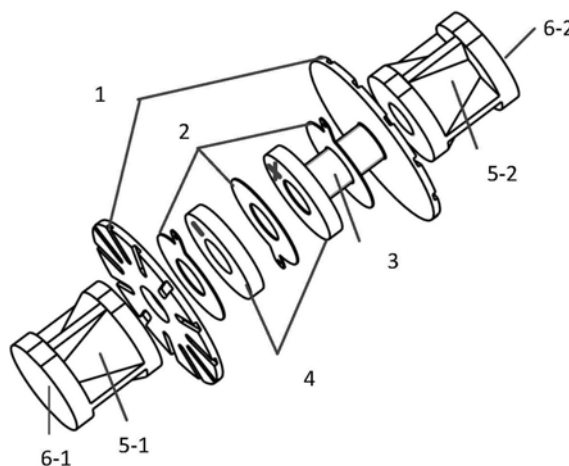
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

高效压电超声换能器及其端盖

(57)摘要

本发明公开了一种高效压电超声换能器及其端盖,端盖整体呈圆柱形结构设置,包括同轴设置的端盖前部、端盖中部以及端盖尾部;端盖前部具有输出端面;端盖尾部具有固定部;端盖中部为组合式镂空结构,包括横截面渐变段,该横截面渐变段呈圆台状或者正梯形台状;横截面渐变段的两端分别为面积较大的大端和面积较小的小端;横截面渐变段的大端与端盖尾部连接,横截面渐变段的小端则与端盖前部连接,且横截面渐变段的外壁通过若干周向均布的肋板支撑在端盖前部;由此可知,本发明通过合理的设计换能器端盖的质量分布,减少输出端面的质量负载,与传统的实心型端盖相比,这种布局在相同的输入功率下能增大输出端面的振幅,有助于提高输出效率。



1. 一种高效压电超声换能器的端盖,整体呈圆柱形结构设置,其特征在于,包括同轴设置的端盖前部、端盖中部以及端盖尾部;其中:

端盖前部,具有用于驱动负载的输出端面;

端盖尾部,在轴线位置处具有固定部;

端盖中部,为组合式镂空结构,包括处于中部位置的横截面渐变段,该横截面渐变段呈圆台状或者正梯形台状;横截面渐变段的两端分别为面积较大的大端和面积较小的小端;横截面渐变段的大端与端盖尾部连接,横截面渐变段的小端则与端盖前部连接,且横截面渐变段的外壁通过若干周向均布的肋板支撑在端盖前部。

2. 根据权利要求1所述高效压电超声换能器的端盖,其特征在于:所述肋板为直角三角形肋板,该直角三角形肋板的顶部与端盖尾部连接,直角三角形肋板的斜边与横截面渐变段的外壁连接,直角三角形肋板的一个直角边与端盖前部连接,直角三角形肋板的另一个直角边的两端分别与端盖前部外圆面、端盖尾部外圆面连接并齐平。

3. 根据权利要求1所述高效压电超声换能器的端盖,其特征在于:端盖尾部设置的固定部为螺孔。

4. 根据权利要求1所述高效压电超声换能器的端盖,其特征在于:所述肋板为4块。

5. 一种高效压电超声换能器,为夹心式压电振子结构,包括紧固螺栓以及依次安装在紧固螺栓上的前端盖、压电陶瓷组件以及后端盖;其特征在于:所述前端盖和/或后端盖的主体结构呈圆柱形,包括同轴设置的端盖前部、端盖中部以及端盖尾部;其中:

端盖前部,具有用于驱动负载的输出端面;

端盖尾部,与压电陶瓷组件相邻接,在轴线位置处具有与紧固螺栓配合的螺孔;

端盖中部,为组合式镂空结构,包括处于中部位置的横截面渐变段,该横截面渐变段呈圆台状或者正梯形台状;横截面渐变段的两端分别为面积较大的大端和面积较小的小端;横截面渐变段的大端与端盖尾部连接,横截面渐变段的小端则与端盖前部连接,且横截面渐变段的外壁通过若干周向均布的肋板支撑在端盖前部。

6. 根据权利要求5所述高效压电超声换能器,其特征在于:所述前端盖与压电陶瓷组件之间、后端盖与压电陶瓷组件之间均设置有散热盘。

7. 根据权利要求6所述高效压电超声换能器,其特征在于:所述散热盘为圆盘状结构,包括盘体,盘体中部具有与紧固螺栓配合的螺孔,且盘体在面向前端盖/后端盖的盘面均布有若干散热槽,各散热槽均沿着盘体的径向布置。

8. 根据权利要求7所述高效压电超声换能器,其特征在于:所述散热槽的外侧槽壁缺口设置,并与散热盘的外圆面齐平。

9. 根据权利要求5所述高效压电超声换能器,其特征在于:所述压电陶瓷组件为单分区激励结构,包括纵振压电陶瓷片以及电极片;所述纵振压电陶瓷片为偶数片,压电陶瓷片与电极片相间设置,各压电陶瓷片的极化边界同位设置。

10. 根据权利要求5所述高效压电超声换能器,其特征在于:压电陶瓷组件与正弦高频交流激励电源连接,在换能器的一阶纵向共振模态频率附近,激发换能器产生共振,输出端面向外辐射超声波。

高效压电超声换能器及其端盖

技术领域

[0001] 本发明涉及一种压电超声换能器的端盖,尤其是一种能够提高声压辐射面振幅但基本保持声压辐射面构型不变的端盖,适用于需要具有大声压辐射面的场合。

[0002] 本发明还涉及一种具有上述端盖的压电超声换能器。

背景技术

[0003] 压电超声换能器是利用压电陶瓷的逆压电效应激发超声振动,依靠金属端盖的辐射面向外输出超声波能量的器件。夹心式压电超声换能器(又称郎之万换能器)是压电作动器的一种典型结构,基于其构型设计的超声电机,超声刀具以及超声焊接部件等已经在精密驱动、生物医疗、电子工业以及航空航天等领域得到了广泛的应用。开展高效夹心式压电换能器的结构设计研究,将有助于提高包括超声电机等压电作动器的性能,具有显著的现实意义和实用价值。

[0004] 检索现有的压电超声换能器专利发现,申请号为201210306518.9公开的一种用于超声手术器械的高功率密度压电换能器,其特点是采用多组压电换能单元,配合喇叭形形变变换块,提高了超声波辐射的指向性。但是多组压电换能单元的引入增加了换能器的功率损耗,将导致换能器发热剧烈,使用寿命较短。申请号为201310146169.3公开的一种T型大功率超声波换能器,采用压电振子的纵向振动转换成金属圆盘的弯曲振动的方式,有效地增大了换能器的辐射面积,并且能辐射不同频率的超声波。但是圆盘的弯曲振动使得辐射面上的质点振动存在相位差,导致辐射面的声压分布不均匀。圆盘作为压电振子的负载,加大了驱动质量,相同的输入功率下,输出振幅降低,不易形成较高的声场强度。因此,合理地设计换能器结构,降低质量负载和增大散热面积,成为提高换能器输出能效的关键技术。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术的不足,目的在于提供一种压电超声换能器的端盖,通过合理的设计换能器圆柱形端盖的质量分布,减少输出端面的质量负载,使得端盖在保持声压辐射面不变的前提下,还能够提高声压幅值;因此,采用该端盖结构的压电换能器,相对于现有的常用圆柱形端盖而言,具有更大的端面振幅,具有输出能效高的特点,适合运行于大功率、长时间连续工作等场合。

[0006] 为实现以上的技术目的,本发明将采取以下的技术方案:

[0007] 一种高效压电超声换能器的端盖,整体呈圆柱形结构设置,包括同轴设置的端盖前部、端盖中部以及端盖尾部;其中:端盖前部,具有用于驱动负载的输出端面;端盖尾部,在轴线位置处具有固定部;端盖中部,为组合式镂空结构,包括处于中部位置的横截面渐变段,该横截面渐变段呈圆台状或者正梯形台状;横截面渐变段的两端分别为面积较大的大端和面积较小的小端;横截面渐变段的大端与端盖尾部连接,横截面渐变段的小端则与端盖前部连接,且横截面渐变段的外壁通过若干周向均布的肋板支撑在端盖前部。

[0008] 作为本发明的进一步改进,所述肋板为直角三角形肋板,该直角三角形肋板的顶

部与端盖尾部连接,直角三角形肋板的斜边与横截面渐变段的外壁连接,直角三角形肋板的一个直角边与端盖前部连接,直角三角形肋板的另一个直角边的两端分别与端盖前部外圆面、端盖尾部外圆面连接并齐平。

[0009] 作为本发明的进一步改进,端盖尾部设置的固定部为螺孔。

[0010] 作为本发明的进一步改进,所述肋板为4块。

[0011] 本发明的另一技术目的是提供一种高效压电超声换能器,为夹心式压电振子结构,包括紧固螺栓以及依次安装在紧固螺栓上的前端盖、压电陶瓷组件以及后端盖;所述前端盖和/或后端盖的主体结构呈圆柱形,包括同轴设置的端盖前部、端盖中部以及端盖尾部;其中:端盖前部,具有用于驱动负载的输出端面;端盖尾部,与压电陶瓷组件相邻接,在轴线位置处具有与紧固螺栓配合的螺孔;端盖中部,为组合式镂空结构,包括处于中部位置的横截面渐变段,该横截面渐变段呈圆台状或者正梯形台状;横截面渐变段的两端分别为面积较大的大端和面积较小的小端;横截面渐变段的大端与端盖尾部连接,横截面渐变段的小端则与端盖前部连接,且横截面渐变段的外壁通过若干周向均布的肋板支撑在端盖前部。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述前端盖与压电陶瓷组件之间、后端盖与压电陶瓷组件之间均设置有散热盘。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述散热盘为圆盘状结构,包括盘体,盘体中部具有与紧固螺栓配合的螺孔,且盘体在面向前端盖/后端盖的盘面均布有若干散热槽,各散热槽均沿着盘体的径向布置。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述散热槽的外侧槽壁缺口设置,并与散热盘的外圆面齐平。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述压电陶瓷组件为单分区激励结构,包括纵振压电陶瓷片以及电极片;所述纵振压电陶瓷片为偶数片,压电陶瓷片与电极片相间设置,各压电陶瓷片的极化边界同位设置。

[0016] 作为本发明的进一步改进,压电陶瓷组件与正弦高频交流激励电源连接,在换能器的一阶纵向共振模态频率附近,激发换能器产生共振,输出端面向外辐射超声波。

[0017] 根据以上的技术方案,可以实现以下的有益效果:

[0018] 1、端盖中部的中部位置采用横截面渐变段,直径较小的顶面与端盖前部相连,减小了换能器在输出端的质量负载,与传统的实心型端盖相比,这种布局在相同的输入功率下能增大输出端面的振幅,有助于提高输出效率;采用肋板作为端盖前部和尾部之间的支撑结构,有利于避免端盖前部发生的弯曲形变,提高输出端面振动的均匀性。

[0019] 2、基于质量分布优化的压电超声换能器的振动和发热情况:经多物理场耦合有限元计算,其一阶纵振模态频率与实心型压电超声换能器接近,谐波响应计算的振幅提高了一倍,显著提高了输出能量效率,温度场计算的温升降低了30%,改善了换能器的发热特性。

附图说明

[0020] 图1是本发明所述压电超声换能器端盖的立体结构示意图;

[0021] 图2-1为本发明所述端盖的正视图;

[0022] 图2-2为图2-1的剖视图；

[0023] 图中：1-1、输出端面；1-2、端盖前部；1-3、端盖中部；1-4、端盖尾部；1-5、横截面渐变段；1-6、肋板；

[0024] 图3-1为压电超声换能器的立体视图；

[0025] 图3-2为压电超声换能器的分解视图；

[0026] 图4-1为散热盘结构图；

[0027] 图4-2为图4-1的剖视图；

[0028] 图5为压电超声换能器的工作原理示意图。

[0029] 图中标号名称：1、散热盘；2、电极片；3、紧固螺栓；4、压电陶瓷片；5-1、前端盖；5-2、后端盖；6-1、前端盖的输出端面；6-2、后端盖的输出端面；7、散热槽；8、换能器的一阶纵向振动模态。

具体实施方式

[0030] 附图非限制性地公开了本发明所涉及优选实施例的结构示意图；以下将结合附图详细地说明本发明的技术方案。

[0031] 本发明为提高超声换能器的能效，从优化超声换能器圆柱形端盖的质量分布入手，概括而言，就是减少圆柱形端盖输出端面的质量负载，具体地，本发明所述超声换能器的端盖，具有如下结构：端盖整体呈圆柱形结构，但是分为三个部分，如图1、图2-1、2-2所示，分别为：端盖前部1-2、端盖中部1-3以及端盖尾部1-4；其中：端盖前部1-2，具有用于驱动负载的输出端面1-1，且用于向外辐射超声波的输出端面1-1位于端盖前部1-2的前端；端盖尾部1-4，在轴线位置处具有固定部，即用于安装紧固螺栓的螺纹孔（固定部）位于端盖尾部1-4的末端；端盖中部1-3，为组合式镂空结构，包括处于中部位置的横截面渐变段1-5，该横截面渐变段1-5呈圆台状；横截面渐变段1-5的两端分别为面积较大的大端和面积较小的小端；横截面渐变段1-5的大端与端盖尾部1-4连接，横截面渐变段1-5的小端则与端盖前部1-2连接，且横截面渐变段1-5的外壁通过若干周向均布的肋板1-6支撑在端盖前部1-2。端盖可采用电火花加工成形，也可采用激光堆积融化的增材制造方式一次成形。

[0032] 附图中：所述肋板1-6为4块，但不仅限于4个；每一块肋板1-6均为直角三角形肋板，该直角三角形肋板的顶部与端盖尾部1-4连接，直角三角形肋板的斜边与横截面渐变段的外壁连接，直角三角形肋板的一个直角边与端盖前部1-2连接，直角三角形肋板的另一个直角边的两端分别与端盖前部外圆面、端盖尾部外圆面连接并齐平。

[0033] 另外，本发明所述的横截面渐变段除了为附图所示的圆台状，还可以为正梯台式结构。

[0034] 如图3-1、图3-2所示，本发明所述高效压电超声换能器，主要由散热盘1、电极片2、紧固螺栓3、压电陶瓷4、前端盖5-1和后端盖5-2组成。电极片2与压电陶瓷片4间隔布置，组成压电陶瓷组件。压电陶瓷片的数目为偶数，相邻压电陶瓷片的极化边界同位布置。前端盖5-1在紧固螺栓3的预紧力作用下，依次将散热盘1、压电陶瓷组件和后端盖5-2连为一体。输出端面6-1和6-2布置在换能器的端部，两片散热盘1具有散热槽的一面布置在靠近端盖的一侧。

[0035] 另外，前端盖5-1和后端盖5-2的结构并不严格要求为一致，事实上，在工程实践

中,通常会根据使用需求进行配置。

[0036] 如图4-1、图4-2所示,本发明所述散热盘1为圆盘型结构,数目与端盖相一致,质量与端盖镂空部分去除的质量相近。所示散热盘1的直径为端盖直径的2倍,但不仅限于2倍。在散热盘1的一侧布置有多道散热槽7,用于增加散热盘与空气接触的表面积。图示散热槽数目为12个,但不仅限于12个,散热槽也不仅限于布置在散热盘1的一侧。

[0037] 图5所示的压电超声换能器长度为104mm,端盖部分直径为40mm,散热盘直径为80mm,压电陶瓷组件部分采用两片压电陶瓷片。采用有限元计算,该换能器的一阶纵向振动模态8对应的模态频率约为21kHz,与同尺寸实心型压电换能器的模态频率接近;40V峰-峰值交流信号激励下,振幅为1.6微米,是实心型压电换能器的2倍;计算得到的稳态温升为6℃,是实心型压电换能器的2/3。

[0038] 另外,申请人还需声明的是,上述的压电换能器,仅仅为本发明所述的一个优选实施例,事实上,所述的端盖,除了可以用于上述的杆型压电换能器,还可以应用于环形压电换能器;同时,所述的压电换能器中,除了选择使用纵振压电陶瓷片,还可以选用弯振、扭振压电陶瓷片。

[0039] 上面结合附图所描述的本发明优选具体实施例仅用于说明本发明的实施方式,而不是作为前述发明目的和所附权利要求内容和范围的限制,凡是依据本发明的技术实质以上实施例所做的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术和权力保护范畴。

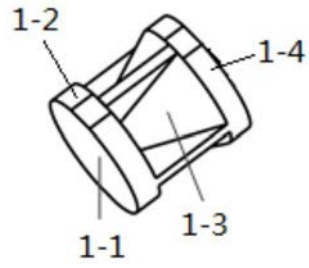


图1

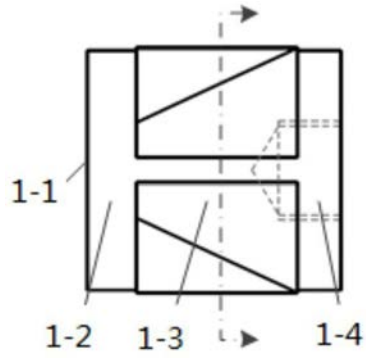


图2-1

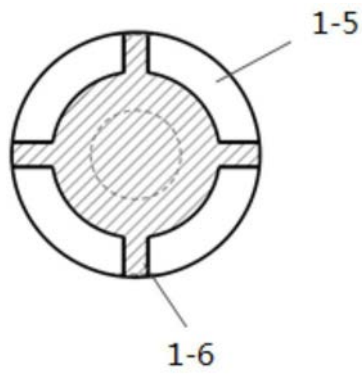


图2-2

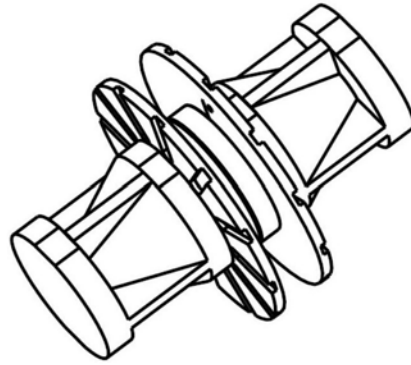


图3-1

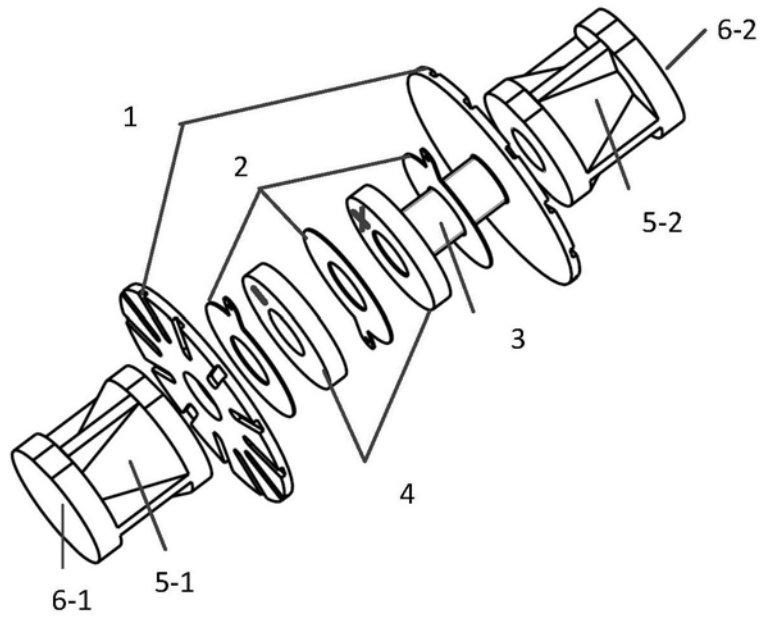


图3-2

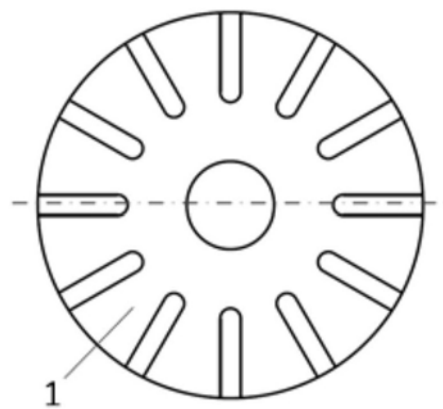


图4-1

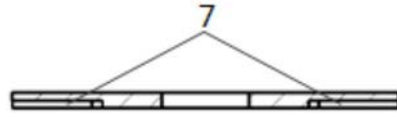


图4-2

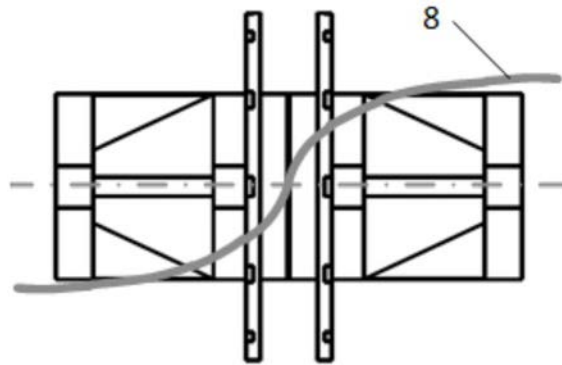


图5