



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116085414 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 09

(21) 申请号 202211501994.6

(22) 申请日 2022.11.28

(71) 申请人 中国舰船研究设计中心

地址 430064 湖北省武汉市武昌区张之洞路268号

(72) 发明人 闫晓丰 田华安 张大海 王宗

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

专利代理师 胡建平 郑梦阁

(51) Int. Cl.

F16F 7/12 (2006.01)

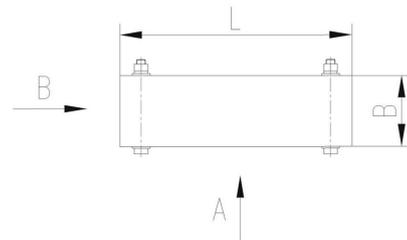
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

基座用声子晶体复合减振装置及其制备方法和减震系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基座用声子晶体复合减振装置及其制备方法和减震系统。本基座用声子晶体复合减振装置,包括上面板、下面板以及连接上面板和下面板之间的多孔复合结构,其中,多孔复合结构由多孔金属材料与阻尼材料复合构成,上面板的内部设置有空腔,空腔中填充有金属颗粒。本发明提出的基座用声子晶体复合减振装置,采用多孔金属与阻尼材料复合结构的阻尼特性,同时附加颗粒阻尼减振技术,通过进行结构设计,可形成用于基座减振使用的声子晶体复合减振装置,其与传统基座减振设计使用的钢质实心阻振方钢相比,可提高基座的减振效果并降低基座重量。



1. 一种基座用声子晶体复合减振装置,其特征在于,包括上面板、下面板以及连接上面板和下面板之间的多孔复合结构,其中,

所述多孔复合结构由多孔金属材料与阻尼材料复合构成,上面板的内部设置有空腔,空腔中填充有金属颗粒。

2. 如权利要求1所述的基座用声子晶体复合减振装置,其特征在于,所述空腔中金属颗粒的体积占空腔总体积的体积比为30%~70%;多孔金属材料的孔隙率为40%~90%。

3. 如权利要求1所述的基座用声子晶体复合减振装置,其特征在于,所述上面板的底端面和下面板的顶端面之间设置有间隙。

4. 如权利要求1所述的基座用声子晶体复合减振装置,其特征在于,所述上面板和下面板上均设有紧固件以使其与多孔复合结构连接。

5. 如权利要求1至4中任意一项所述的基座用声子晶体复合减振装置,其特征在于,所述上面板包括上框架以及位于上框架底部的两支撑板,上框架内部中空设置以填充金属颗粒,两支撑板和上框架的底端面形成一凹槽结构以包容于多孔复合结构的外部。

6. 如权利要求5所述的基座用声子晶体复合减振装置,其特征在于,所述下面板包括两侧板以及连接两侧板底部的底面板,两侧板和底面板共同形成一凹槽结构以包容于多孔复合结构的外部,侧板顶端面与支撑板底端面之间设置有间隙。

7. 如权利要求6所述的基座用声子晶体复合减振装置,其特征在于,所述两支撑板之间距离与两底板之间距离相等;支撑板和侧板厚度均不小于3mm。

8. 如权利要求1至7中任意一项所述的基座用声子晶体复合减振装置,其特征在于,所述金属颗粒为钢质合金材料,所述阻尼材料为聚氨酯阻尼材料。

9. 一种基于权利要求1至8中任意一项所述的基座用声子晶体复合减振装置的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

分别制作上面板、下面板和多孔复合结构,其中,上面板采用多块金属板焊接制成,焊接之间向上面板的空腔中填充金属颗粒,通过加热常压渗透或真空辅助渗透,将阻尼材料渗透进入多孔金属结构内部的孔洞形成多孔复合结构;

在上面板、下面板和多孔复合结构上加工安装孔;

将紧固件穿过上面板、下面板和多孔复合结构上安装孔,从而将上面板和下面板均与多孔复合结构连接。

10. 一种减震系统,其特征在于,包括如权利要求1至8中任意一项所述的基座用声子晶体复合减振装置,还包括基座,基座的腹板和肘板分别与基座用声子晶体复合减振装置的上面板和下面板焊接连接,上面板和下面板与基座采用相同材质制成。

## 基座用声子晶体复合减振装置及其制备方法和减震系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及船舶减振降噪领域,尤其涉及一种基座用声子晶体复合减振装置及其制备方法和减震系统。

### 背景技术

[0002] 基座作为船上声源设备的安装平台,是声源设备振动向船体结构传递的重要途径。对基座开展减振设计是降低声源设备振动能量传递,控制船体结构振动及其水下辐射噪声的重要环节。

[0003] 目前,水面船舶常用的基座减振措施之一是在基座底部设置钢质实心阻振方钢,这种方式能够获得一定的减振效果,但整体减振效果有限,且大范围使用后容易占用较多的重量资源。

### 发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种基座用声子晶体复合减振装置及其制备方法和减震系统,旨在提高船舶基座的减振效果。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供一种基座用声子晶体复合减振装置,包括上面板、下面板以及连接上面板和下面板之间的多孔复合结构,其中,

[0006] 所述多孔复合结构由多孔金属材料与阻尼材料复合构成,上面板的内部设置有空腔,空腔中填充有金属颗粒。

[0007] 优选地,所述空腔中金属颗粒的体积占空腔总体积的体积比为30%~70%。

[0008] 优选地,所述上面板的底端面 and 下面板的顶端面之间设置有间隙。

[0009] 优选地,所述上面板和下面板上均穿设有紧固件以使其与多孔复合结构连接。

[0010] 优选地,所述上面板包括上框架以及位于上框架底部的两支撑板,上框架内部中空设置以填充金属颗粒,两支撑板和上框架的底端面形成一凹槽结构以包容于多孔复合结构的外部。

[0011] 优选地,所述下面板包括两侧板以及连接两侧板底部的底面板,两侧板和底面板共同形成一凹槽结构以包容于多孔复合结构的外部,侧板顶端面与支撑板底端面之间设置有间隙。

[0012] 优选地,所述两支撑板之间距离与两底板之间距离相等。

[0013] 优选地,支撑板和侧板厚度均不小于3mm。

[0014] 本发明进一步提出一种基于上述基座用声子晶体复合减振装置的制备方法,包括以下步骤:

[0015] 分别制作上面板、下面板和多孔复合结构,其中,上面板采用多块金属板焊接制成,焊接之间向上面板的空腔中填充金属颗粒,通过加热常压渗透或真空辅助渗透,将阻尼材料渗透进入多孔金属结构内部的孔洞形成多孔复合结构;

[0016] 在上面板、下面板和多孔复合结构上加工安装孔;

[0017] 将紧固件穿过上面板、下面板和多孔复合结构上安装孔,从而将上面板和下面板均与多孔复合结构连接。

[0018] 本发明进一步还提出一种减震系统,包括上述的基座用声子晶体复合减振装置,还包括基座,基座的腹板和肘板分别与基座用声子晶体复合减振装置的上面板和下面板焊接连接,上面板和下面板与基座采用相同材质制成。

[0019] 本发明提出的基座用声子晶体复合减振装置,采用多孔金属与阻尼材料复合结构的阻尼特性,同时附加颗粒阻尼减振技术,通过进行结构设计,可形成用于基座减振使用的声子晶体复合减振装置,其与传统基座减振设计使用的钢质实心阻振方钢相比,可提高基座的减振效果并降低基座重量。以孔隙率约70%的铝质多孔金属制备的声子晶体复合减振模块为例,其重量仅约为同尺寸规格钢质实心阻振方钢的65%,可提高基座减振效果2dB以上。另外,本基座用声子晶体复合减振装置具有结构简单、容易实现以及减振效果好的优点。

## 附图说明

[0020] 图1a为本发明基座用声子晶体复合减振装置的俯视结构示意图;

[0021] 图1b为图1a所示A向的结构示意图;

[0022] 图1c为图1a所示B向的结构示意图;

[0023] 图2为本发明基座用声子晶体复合减振装置中上面板的结构示意图;

[0024] 图3为本发明基座用声子晶体复合减振装置中下面板的结构示意图;

[0025] 图4为本发明减震系统的结构示意图;

[0026] 图5为图4所示减震系统的A向结构示意图;

[0027] 图6为图4所示减震系统的B向结构示意图。

[0028] 图中,1—上面板,2—金属颗粒,3—多孔复合结构,4—紧固件,5—下面板,6—声子晶体复合减振装置。

[0029] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

## 具体实施方式

[0030] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0031] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“横向”、“纵向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,并不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0032] 本发明提出一种基座用声子晶体复合减振装置。

[0033] 参照图1a至图3,本优选实施例中,一种基座用声子晶体复合减振装置,包括上面板1、下面板5以及连接上面板1和下面板5之间的多孔复合结构3,其中,

[0034] 多孔复合结构3由多孔金属材料与阻尼材料复合构成,上面板1的内部设置有空腔,空腔中填充有金属颗粒2。

[0035] 进一步地,空腔中金属颗粒2的体积占空腔总体积的体积比为30%~70%。采用这

种体积比范围,可有效发挥金属颗粒之间的碰撞冲击,耗散振动能量。

[0036] 多孔金属材料的孔隙率为40%~90%,孔隙率控制在此范围,可有效发挥多孔金属结构的阻尼减振性能。

[0037] 进一步地,参照图1b,上面板1的底端面 and 下面板5的顶端面之间设置有间隙。也就是说,声子晶体复合减振模块的高度尺寸(H) > (上面板1高度h1+下面板5高度h2),以避免上面板1与下面板5直接接触形成声短路。

[0038] 进一步地,上面板1和下面板5上均设有紧固件4以使其与多孔复合结构3连接。紧固件4包括螺栓、平垫圈、弹簧垫圈、螺母,用于将多孔复合结构3分别与上面板1和下面板5连接。同一面板在长度方向相邻的两组紧固件4的间距(a)不大于220mm。

[0039] 具体地,本实施例中,参照图2,上面板1包括上框架以及位于上框架底部的两支撑板,上框架内部中空设置以填充金属颗粒2,两支撑板和上框架的底端面形成一凹槽结构以包容于多孔复合结构3的外部。

[0040] 本实施例中,参照图3,下面板5包括两侧板以及连接两侧板底部的底面板,两侧板和底面板共同形成一凹槽结构以包容于多孔复合结构3的外部,侧板顶端面与支撑板底端面之间设置有间隙。

[0041] 具体地,上面板1高度尺寸(h1)约为宽度尺寸(B)的1/2,下面板5高度尺寸(h2)与宽度尺寸(B)一致,上面板1和下面板5的长度尺寸(L)根据基座设计尺寸确定。

[0042] 进一步地,支撑板和侧板厚度均不小于3mm。两支撑板之间距离与两底板之间距离相等。

[0043] 在声子晶体复合减振装置安装时,声子晶体复合减振装置与设备安装基座串联安装,安装位置灵活,可安装于基座面板下方,或安装于基座腹板和肘板中部,或安装于基座与船体结构之间,采用焊接连接,不改变基座与设备、船体结构原有的接口尺寸和连接方式。

[0044] 多孔金属是一种内部聚集大量三维网状孔洞的功能结构材料,工业上已实现采用铸造法、烧结法等成熟工艺制备。多孔金属具有良好的阻尼性能,其阻尼机制来源于多孔金属内部孔洞周围因制备时产生的应力集中和模式转换,孔洞及金属物质界面处存在动力学模量差异,由此引发孔洞不均匀膨胀或畸变进而使外加应变能耗散并转化为热能。多孔金属具有高孔隙率的特点,使其具有独特的多功能复合特性,主要包括低密度、高强韧、耐撞击、减振降噪等作用。

[0045] 通过加热常压渗透或真空辅助渗透等工艺,使聚氨酯等阻尼材料充分渗透进入多孔金属的内部的孔洞,可构成局域共振型声子晶体结构。当发生弯曲振动时,在结构内部同时存在着拉压变形和剪切变形的耗能作用。金属骨架使结构内部的局域共振单元之间相互耦合,具备更多的本征模态,可以对不同频率的弹性波起作用,使其呈现出宽频阻尼特性。

[0046] 颗粒阻尼减振技术是通过在空腔结构中填充一定直径与体积比的颗粒物质,利用颗粒物质之间的碰撞冲击,耗散振动能量。

[0047] 本基座用声子晶体复合减振装置其制作过程如下:

[0048] 步骤1:组件制备。

[0049] 上面板1的截面为“A”形,可根据截面尺寸利用金属板焊接方式制备,上面板1两端通过金属板焊接密封,且在密封前提前放置一定体积比的预制金属颗粒2;下面板5的截面

为“U”形,可根据截面尺寸利用金属板焊接方式制备;

[0050] 多孔复合结构3为孔隙内部灌装聚氨酯阻尼材料的多孔铝金属结构。其中,多孔铝金属结构在工业上采用铸造法、烧结法等成熟工艺制备。通过加热常压渗透或真空辅助渗透等工艺,使聚氨酯阻尼材料充分渗透进入多孔铝金属结构内部的孔洞,构成多孔复合结构3。

[0051] 金属颗粒2通过机加工制备;

[0052] 紧固件4包括螺栓、平垫圈、弹簧垫圈、螺母。

[0053] 上面板1、下面板5、多孔复合结构3制备完成后,通过机加工方式制作安装孔(用于供紧固件穿过)。

[0054] 步骤2:组件安装。

[0055] 各组件制备完成后,根据声子晶体复合减振模块结构形式进行各组件之间的安装。上面板1、多孔复合结构3和下面板5之间通过紧固件4连接。

[0056] 本实施例提出的基座用声子晶体复合减振装置,采用多孔金属与阻尼材料复合结构的阻尼特性,同时附加颗粒阻尼减振技术,通过进行结构设计,可形成用于基座减振使用的声子晶体复合减振装置,其与传统基座减振设计使用的钢质实心阻振方钢相比,可提高基座的减振效果并降低基座重量。以孔隙率约70%的铝质多孔金属制备的声子晶体复合减振模块为例,其重量仅约为同尺寸规格钢质实心阻振方钢的65%,可提高基座减振效果2dB以上。另外,本基座用声子晶体复合减振装置具有结构简单、容易实现以及减振效果好的优点。

[0057] 本发明进一步提出一种基座用声子晶体复合减振装置的制备方法。

[0058] 本优选实施例中,一种基于上述的基座用声子晶体复合减振装置的制备方法,包括以下步骤:

[0059] 分别制作上面板、下面板和多孔复合结构,其中,上面板采用多块金属板焊接制成,焊接之间向上面板的空腔中填充金属颗粒,通过加热常压渗透或真空辅助渗透,将阻尼材料渗透进入多孔金属结构内部的孔洞形成多孔复合结构;

[0060] 在上面板、下面板和多孔复合结构上加工安装孔;

[0061] 将紧固件穿过上面板、下面板和多孔复合结构上安装孔,从而将上面板和下面板均与多孔复合结构连接。

[0062] 本发明进一步提出一种减震系统。

[0063] 本优选实施例中,参照图4至图6,一种减震系统,包括基座用声子晶体复合减振装置,还包括基座,基座的腹板和肘板分别与基座用声子晶体复合减振装置的上面板1和下面板5焊接连接,上面板1和下面板5与基座采用相同材质制成。基座用声子晶体复合减振装置的具体结构以及有益效果参照上述实施例,在此不再赘述。

[0064] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

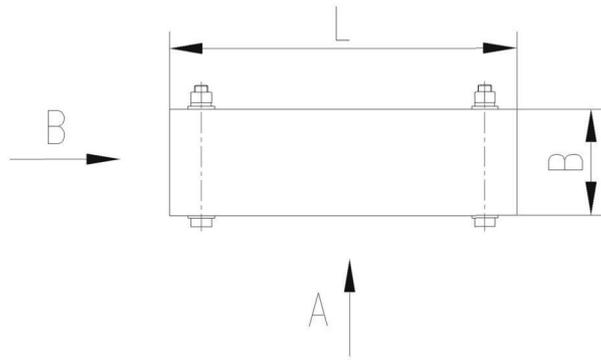


图1a

A向

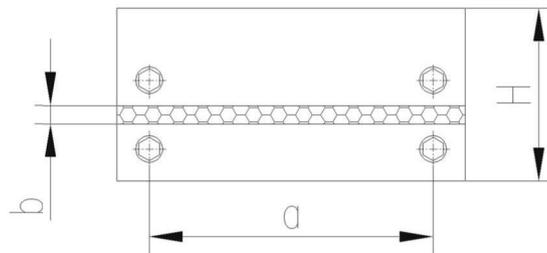


图1b

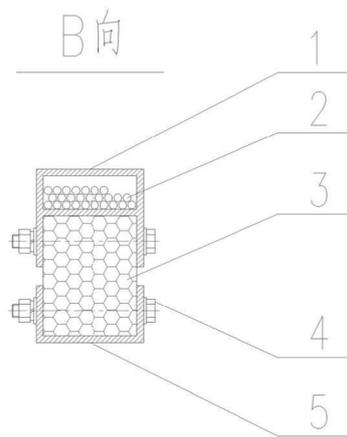


图1c

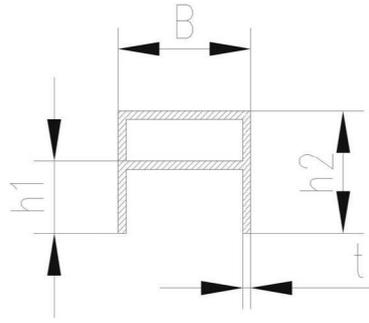


图2

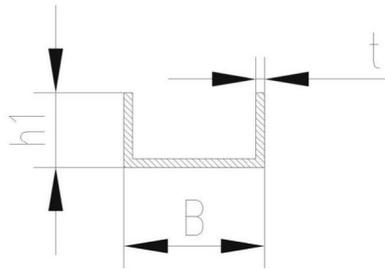


图3

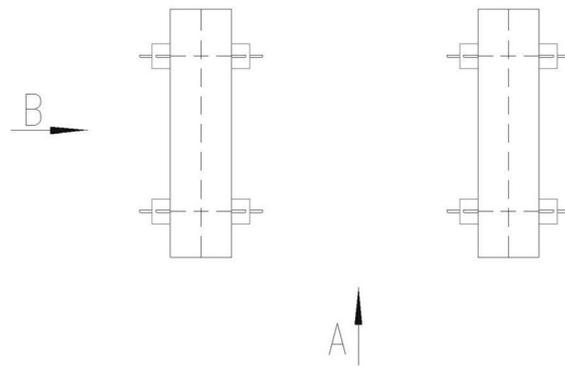


图4

A向

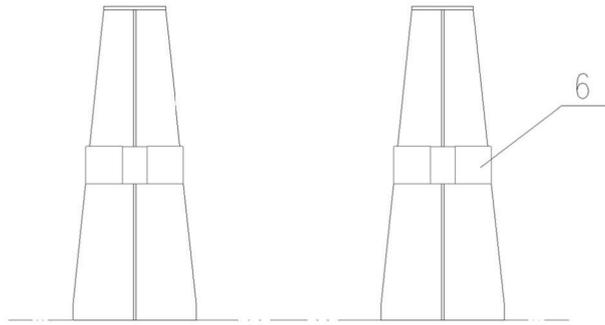


图5

B向

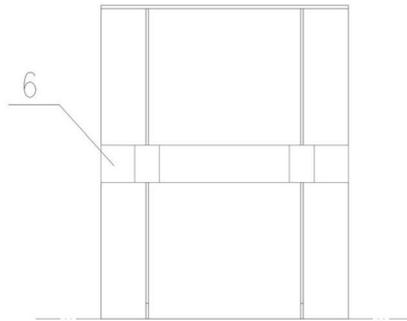


图6