



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117167116 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 05

(21) 申请号 202311062837.4

(22) 申请日 2023.08.22

(71) 申请人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122号

(72) 发明人 章桥新 何文强 邓稼源

(74) 专利代理机构 武汉智嘉联合知识产权代理
事务所(普通合伙) 42231

专利代理师 李平丽

(51) Int. Cl.

F01N 1/10 (2006.01)

G10K 11/162 (2006.01)

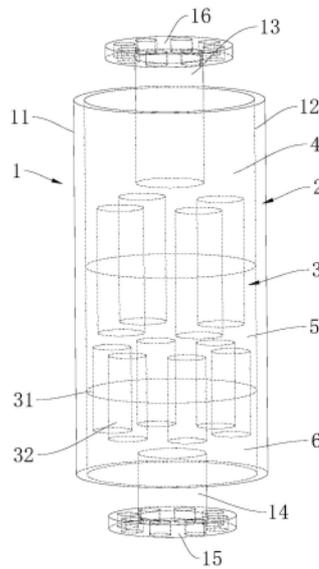
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种多频降噪的阻抗复合式消声器

(57) 摘要

本发明公开了一种多频降噪的阻抗复合式消声器,属于消声器技术领域,包括消声器本体、吸声结构以及至少两个阻隔结构,包括外层以及内层,外层套设于内层上,外层与内层之间形成一夹层腔,内层的内部形成一消音腔,内层上均匀设置有若干通孔,以供夹层腔通过通孔与消音腔连通,消声器本体的两端分别设有均与消音腔连通的进气管及出气管;吸声结构填充在夹层腔的内部,吸声结构具有若干层在夹层腔内依次层叠设置的吸声材料;各阻隔结构沿内层的长度方向依次布置在消音腔的内部,以供将消音腔分隔形成多个腔室,阻隔结构上设置有用于连通相邻两腔室的内插管;该受超结构启发的多频降噪的阻抗复合式消声器;本发明具有更轻的重量、更高的宽频消声性能和更好的空气动力性能。



1. 一种多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,包括:

消声器本体,所述消声器本体包括外层以及内层,所述外层套设于所述内层上,所述外层与所述内层之间形成一夹层腔,所述内层的内部形成一消音腔,所述内层上均匀设置有若干通孔,以供所述夹层腔通过所述通孔与所述消音腔连通,所述消声器本体的两端分别设有均与所述消音腔连通的进气管及出气管;

吸声结构,所述吸声结构填充在所述夹层腔的内部,所述吸声结构具有若干层在所述夹层腔内依次层叠设置的吸声材料;以及

至少两个阻隔结构,各所述阻隔结构沿所述内层的长度方向依次布置在所述消音腔的内部,以供将所述消音腔分隔形成多个腔室,所述阻隔结构上设置有用于连通相邻两腔室的内插管。

2. 根据权利要求1所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,所述内层包括穿孔板,所述穿孔板的穿孔率为30%~40%,穿孔孔径为4mm~6mm。

3. 根据权利要求1所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,所述夹层腔内各处厚度均相同。

4. 根据权利要求3所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,所述外层以及所述内层均为圆柱体结构,且两者同轴心布置。

5. 根据权利要求1所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,所述吸声结构包括从内到外依次设置的吸声层、缓冲层及隔振层,所述吸声层设于所述内层的外侧壁上,用于吸音降噪,所述隔振层设于所述外层的内侧壁上,用以缓冲气流撞击产生的振动,且所述隔振层与所述吸声层间隔设置以形成所述缓冲层。

6. 根据权利要求5所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,所述吸声层包括离心玻璃棉、第一玻璃布以及第二玻璃布,所述第一玻璃布及所述第二玻璃布分别设于所述离心玻璃棉的两侧,所述第一玻璃布设于所述内层的外侧壁上;

所述缓冲层包括弹性橡胶,所述弹性橡胶设于所述外层的内侧壁上。

7. 根据权利要求1所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,所述阻隔结构设置有两个,每个所述阻隔结构均包括隔板,两个所述隔板并列布置在所述消音腔的内部,以供将所述消音腔由靠近所述进气管的一端至另一端依次分隔分别形成第一腔室、第二腔室以及第三腔室。

8. 根据权利要求7所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,连接所述第一腔室与所述第二腔室的内插管的长度为200mm~300mm,连接所述第二腔室与第三腔室的内插管的长度为100mm~200mm。

9. 根据权利要求7所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,连接所述第一腔室与所述第二腔室的内插管的数量为3~5根,连接所述第二腔室与第三腔室的内插管的数量为4~6根,且两个所述阻隔结构上设置的内插管呈错开设置。

10. 根据权利要求1所述的多频降噪的阻抗复合式消声器,其特征在于,所述进气管和出气管位于消声器本体的中心线位置上。

一种多频降噪的阻抗复合式消声器

技术领域

[0001] 本发明涉及消声器技术领域,尤其是涉及一种多频降噪的阻抗复合式消声器。

背景技术

[0002] 消声器性能主要由声学性能、空气动力性能和结构性能来评价。声学性能是指消声器在要求的噪声频率范围内具有足够大的消声量;空气动力性能是指消声器对气流的阻力要尽量小,安装消声器后的压力损失要控制在柴油发动机允许的范围内;结构性能是指消声器在长期使用过程中的稳定性和耐久性。当提高消声器的消声性能时,一般会引起消声器内的压力损失,如果压力损失过大,则会导致柴油发动机的油耗增加,输出功率减少,甚至影响柴油发动机的工作寿命。

[0003] 排气噪声是柴油发动机的主要噪声源,要想获得良好的消声性能,需要依托于消声器的结构和柴油发动机的匹配性。现有的消声器主要分为阻性消声器、抗性消声器和阻抗复合式消声器三种类型。阻性消声器是通过在气流流动的管道内层上安装多孔吸声材料来吸收噪声,其能够有效的控制中高频噪声,但对低频噪声控制效果较差。抗性消声器是通过管道截面突然变大、减小或改变消声器本体旁接的共振腔的阻抗使声波产生反射、干涉,进而降低管道中的噪声。阻抗复合式消声器是指把阻性单元结构和抗性单元结构根据消声量的需求进行组合以获得更宽消声频带的消声器。由于电源车所用的柴油发动机功率较大,消声器不仅需要具有较高的宽频带消声性能,还需要具备良好的空气动力性能,保证排气通畅。目前电源车柴油发动机所用的排气消声器主要是抗性消声器,例如公开号为CN204126706U提供的一种消声器,包括包体、设置于所述包体内的进气管、排气管、回气管、第一隔板及第二隔板,第一隔板及第二隔板平行设置,将包体分隔成三个相对封闭的腔,即第一扩容腔、共振腔和第二扩容腔,进气管、排气管及回气管相互平行设置在包体内,其主要通过管道截面突然变大、减小或改变消声器本体旁接的共振腔的阻抗使声波产生反射、干涉,进而降低管道中的噪声,但现有的消声器消声频带较窄,难以控制高频噪声,并且存在较大的压力损失,致使柴油发动机存在较大的功率损耗。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述技术不足,提出一种多频降噪的阻抗复合式消声器,解决现有技术中的消声器的消声频带较窄,难以控制高频噪声,并且存在较大的压力损失,致使柴油发动机存在较大的功率损耗的技术问题。

[0005] 为达到上述技术目的,本发明的技术方案提供一种多频降噪的阻抗复合式消声器,包括消声器本体、吸声结构以及至少两个阻隔结构,消声器本体包括外层以及内层,外层套设于内层上,外层与内层之间形成一夹层腔,内层的内部形成一消音腔,内层上均匀设置有若干通孔,以供夹层腔通过通孔与消音腔连通,消声器本体的两端分别设有均与消音腔连通的进气管及出气管;吸声结构填充在夹层腔的内部,吸声结构具有若干层在夹层腔内依次层叠设置的吸声材料;各阻隔结构沿内层的长度方向依次布置在消音腔的内部,以

供将消音腔分隔形成多个腔室,阻隔结构上设置有用于连通相邻两腔室的内插管。

[0006] 在一些实施例中,内层包括穿孔板,穿孔板的穿孔率为30%~40%,穿孔孔径为4mm~6mm,夹层腔内各处厚度均相同,外层以及内层均为圆柱体结构,且两者同轴心布置,能够保证一定的气流能够通过通孔进入夹层腔内,实现噪声的逐步减弱,同时,利于噪音在夹层腔内进行摩擦消耗。

[0007] 在一些实施例中,吸声结构包括从内到外依次设置的吸声层、缓冲层及隔振层,吸声层设于内层的外侧壁上,用于吸音降噪,隔振层设于外层的内侧壁上,用以缓冲气流撞击产生的振动,且隔振层与吸声层间隔设置以形成缓冲层,可极大改善中低频的吸声性能,吸声层包括离心玻璃棉、第一玻璃布以及第二玻璃布,第一玻璃布及第二玻璃布分别设于离心玻璃棉的两侧,第一玻璃布设于内层的外侧壁上,起防潮和保护作用;缓冲层包括弹性橡胶,弹性橡胶设于外层的内侧壁上,能够起到减振作用。

[0008] 在一些实施例中,阻隔结构设置有两个,每个阻隔结构均包括隔板,两个隔板并列布置在消音腔的内部,利用隔板增加声波与吸声材料的接触时间,可以增大消声量,以供将消音腔由靠近进气管的一端至另一端依次分隔分别形成第一腔室、第二腔室以及第三腔室,连接第一腔室与第二腔室的内插管的长度为200mm~300mm,连接第二腔室与第三腔室的内插管的长度为100mm~200mm,连接第一腔室与第二腔室的内插管的数量为3~5根,连接第二腔室与第三腔室的内插管的数量为4~6根,且两个阻隔结构上设置的内插管呈错开设置。

[0009] 在一些实施例中,进气管和出气管位于消声器本体的中心线位置上。

[0010] 与现有技术相比,本发明的有益效果包括:通过将进气管、出气管、阻隔结构贯通地设置于消声器本体,形成了膨胀和收缩的突变气流流道,导致气流的流速和压力都发生变化,在管道内发生反射、干涉和折射现象,从而有效的降低了中、低频的噪声;采用多根内插管连接腔室,有利于气流流动顺畅,降低压力损失。由于消声器本体的腔壁采用双层结构,双层腔壁内填充有多层吸声材料,多层结构能够使声波在不同层之间产生反射、折射和透射,从而分散和吸收声波的能量,并且内层上设有通孔,使内层和夹层腔中的吸声材料构成阻性结构,当噪声流经阻性结构时,声波在吸声材料的空隙中来回震荡并与材料的壁面不断地摩擦产生热能,热能沿着外层逐渐扩散掉,噪声则在消音腔内随着传播距离的增加而不断衰减,从而具有良好的中、高频消声效果;同时在消声器内设置有阻隔结构,进一步强化了对声波的反射和干扰,并增加了声波与吸声材料的接触时间,使更多的声能被转化成热能而耗散,进一步提高了消声器的降噪性能。

[0011] 本发明具有以下优点:可以在多个频率范围内工作,包括低频噪声;吸声性能受温度和湿度等环境因素的影响较小,具有良好的稳定性;体积较小,适合在空间受限的环境中应用;设计和制造灵活性高,可以根据不同噪声源的特点进行调整。

附图说明

[0012] 图1是本发明提供的多频降噪的阻抗复合式消声器一实施例的立体结构示意图;

[0013] 图2是图1中的多频降噪的阻抗复合式消声器的吸声结构的剖面结构示意图;

[0014] 图3是本发明提供的多频降噪的阻抗复合式消声器的传递损失图。

[0015] 图中:

[0016] 1、消声器本体;11、外层;12、内层;13、进气管;14、出气管;15、出气法兰;16、进气法兰;

[0017] 2、吸声结构;21、吸声层;211、离心玻璃棉;212、第一玻璃布;213、第二玻璃布;22、缓冲层;23、隔振层;231、弹性橡胶;

[0018] 3、阻隔结构;31、隔板;32、内插管;

[0019] 4、第一腔室;5、第二腔室;6、第三腔室。

具体实施方式

[0020] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0021] 如图1、图2所示,本发明提供了一种多频降噪的阻抗复合式消声器,包括消声器本体1、吸声结构2以及至少两个阻隔结构3。

[0022] 消声器本体1采用双层结构,包括外层11以及内层12,外层11套设于内层12上,外层11与内层12之间形成一夹层腔,内层12的内部形成一消音腔,内层12由穿孔板制成,穿孔板上开设有若干通孔,以供夹层腔通过通孔与消音腔连通,消声器本体1的两端分别设有均与消音腔连通的进气管13及出气管14,进气管13和出气管14位于消声器本体1的中心线位置上,进气管13的直径和出气管14的直径相等。

[0023] 吸声结构2填充在夹层腔的内部,吸声结构2具有若干层在夹层腔内依次层叠设置的吸声材料。

[0024] 各阻隔结构3沿内层12的长度方向依次布置在消音腔的内部,以供将消音腔分隔形成多个腔室,阻隔结构3上设置有用于连通相邻两腔室的内插管32。

[0025] 本装置中,气流通过进气管13流出进入到消音腔内,由于阻隔结构3贯通的置于消音腔内,使其将消音腔分隔成多个腔室,气流依次通过多个腔室,最后从出气管14排放,气流在经过多个腔室时,由于设置有夹层腔及吸声结构2,使声波能够在吸声材料的空隙中来回震荡并与材料的壁面不断地摩擦产生热能,热能沿着外层逐渐扩散掉,噪声则在消音腔内随着传播距离的增加而不断衰减,以达到降噪的目的。

[0026] 其中,本发明主要有三个特点:一是吸声结构2由多层材料组成,每一层的声学阻抗都不同,并且这些层之间通过特定的几何结构和连接方式相互耦合,形成一个整体的声学阻抗,多层结构能够使声波在不同层之间产生反射、折射和透射,从而分散和吸收声波的能量;二是采用了阻抗复合结构,不同层之间的阻抗复合可以有效地降低声波的反射和透射,使得声波在材料界面处的反射系数为零,从而提高消声器的吸声性能;三是消声器本体1的侧壁具有较复杂的几何结构,例如穿孔板、棱角等,本实施例中的内层12为穿孔板或其他具有通孔的结构,这些几何结构可以通过反射、折射、散射和吸收声波的方式来实现吸声效果。

[0027] 进一步的,穿孔板的穿孔率在30%~40%范围内,穿孔孔径为4mm~6mm。在本实施例中,穿孔板的穿孔率为30%,穿孔孔径为5mm,能够保证一定的气流能够通过通孔进入夹层腔内,实现噪声的逐步减弱,同时,利于噪音在夹层腔内进行摩擦消耗。

[0028] 在一些实施例中,夹层腔内各处厚度均相同,外层11以及内层12均为圆柱体结构,且两者同轴心布置并固定相连。

[0029] 当然,在其他实施例中,外层11以及内层12还能够设置成方形管体等结构。

[0030] 如图1所示,在一些实施例中,阻隔结构3设置有两个,每个阻隔结构3均包括隔板31,内插管32垂直于隔板31并贯穿隔板31与隔板31固定相连,两个隔板31沿内层12的长度方向依次并列布置在消音腔的内部,隔板31的周侧与内层12的内壁固定连接,供以将消音腔由靠近进气管13的一端至另一端依次分隔分别形成第一腔室4、第二腔室5以及第三腔室6。

[0031] 在一些实施例中,连接第一腔室4与第二腔室5的内插管32的数量优选在3~5之间,长度优选在200mm~300mm之间;连接第二腔室5与第三腔室6的内插管32的数量设置在4~6之间,长度设置在100mm~200mm之间,在本实施例中,第一腔室4与第二腔室5之间由4根长度为300mm的内插管32连接,第二腔室5与第三腔室6之间由6根长度为200mm的内插管32连接,实现对各个腔室的连通,各个隔板31上设置的插管呈错开设置,各个内插管32的相邻端部之间、内插管32与进气管13以及内插管32与出气管14的相邻端部之间预留有空隙。

[0032] 通过设置的隔板31以及将隔板31横设在消音腔内,增加了声波与吸声材料的接触时间,可以增大消声量,设置的内插管32可以改变噪声的通过频率,并且内插管32的数量和长度对消声器的声学性能具有重要影响。在噪声的中低频段范围内,随着第一腔室4与第二腔室5之间的内插管32数量的增加,传递损失先增大后减小,在内插管32数量为4时传递损失达到最大;在噪声的高频段范围内,随着第一腔室4、第二腔室5、第三腔室6之间的内插管32数量的增加,传递损失缓慢增大,并且两个隔板31上不同数量的内插管32的组合在特定频率范围内都具有较宽的消声频段。本发明中第一腔室4、第二腔室5及第三腔室6之间的内插管32的数量及长度是使传递损失达到电源车应用要求的一种组合,在其他应用场景中内插管32的数量与长度不限于此,可以根据噪声控制需求和压力损失限值进行合理选择。

[0033] 当然,上述中阻隔结构3还可设置为两个以上,其设置两个以上时,阻隔结构3由靠近进气管13的一端至另一端依次呈并列设置,通过对阻隔结构3的个数的增加或减少,来控制消声过程中的压力损失;每个隔板31上内插管32的位置可以在隔板31上沿隔板31的周侧均匀布置,也可以采用呈矩形阵列的方式布置内插管32。

[0034] 运用COMSOL Mu l t i p h y s i c s对该消声器的声学性能和空气动力性能进行数值模拟分析。如图3所示,可见,消声频段可以覆盖噪声的全频段,并且在200Hz到5000Hz之间的传递损失基本处于25dB以上,具有优异的消声性能;其压力损失约为350Pa,具有良好的空气动力性能。

[0035] 在一些实施例中,进气管13的外伸端安装有进气法兰16,出气管14的外伸端安装有出气法兰15,用于实现进气管13与应急电源车一级排气消声器的出气管道的连接。

[0036] 如图2所示,在一些实施例中,吸声结构2包括从内到外依次设置的吸声层21、缓冲层22及隔振层23,吸声层21设于内层12的外侧壁上,隔振层23设于外层11的内侧壁上,气流通过通孔进入夹层腔时,通过吸声层21吸收进入的气流中的水分及进行吸音降噪,且隔振层23与吸声层21间隔设置以形成缓冲层22,声波在产生反射、折射和透射时通过设置的隔振层23进行减振,在吸声层21后设置空气层吸声层21与隔振层23之间留有一定距离,可极大改善中低频的吸声性能。

[0037] 其中,吸声层21由离心玻璃棉211、第一玻璃布212以及第二玻璃布213组成,第一玻璃布212及第二玻璃布213分别设于离心玻璃棉211的两侧,第一玻璃布212设于内层12的外侧壁上,起防潮和保护作用,通过玻璃布与离心玻璃棉211的结合使用,能够有效保护离心玻璃棉211,有利于防止腐蚀,减轻自重,延长使用寿命;缓冲层22为弹性橡胶231,弹性橡胶231设于外层11的内侧壁上,能够起到减振作用,弹性橡胶231与第二玻璃布213间隔设置,形成上述的缓冲层22。

[0038] 本发明中设置的具有多层吸声材料的吸声结构2在噪声不同频率范围内都具有较好的降噪效果,使消声器能够实现更广泛的频率响应和更高的吸声性能。其中,每一层吸声材料可以采用不同的类型、容重、厚度等,以满足不同的声学性能要求。其中,在第二玻璃纤维棉后设置缓冲层22的吸声性能要优于设置相同厚度无缓冲层22的玻璃纤维棉,尤其针对中低频的消声,效果会有较大的提高。

[0039] 进一步的,第一玻璃布212与第二玻璃布213采用的材料及厚度均相同,均为用玻璃纤维(见无机纤维)织成的织物。在其他实施例中,吸声层21中的离心玻璃棉211既可以是岩棉、毛毡等常用的吸声材料,也可以是其他新型的吸声材料,在此不做限定。

[0040] 工作原理:气流通过进气管13流出进入到第一腔室4,在第一腔室4内使部分气流通过内层12进入到夹层腔内,夹层腔内设置有吸声结构2,使声波在夹层腔之间产生反射、折射和透射,从而分散和吸收声波的能量,另一部分气流则通过内插管32进入到第二腔室5,通过与第二腔室5对应的吸声结构2进一步减小噪音,气流再通过另一阻隔结构3的内插管32进入第三腔室6,通过吸声结构2使得噪音再一步减弱,最后气流通过出气管14排放。

[0041] 本发明由于进气管13、出气管14、阻隔结构3贯通地设置于消声器本体1,形成了膨胀和收缩的突变气流流道,导致气流的流速和压力都发生变化,在管道内发生反射、干涉和折射现象,从而有效的降低了中、低频的噪声;采用多根内插管32连接腔室,有利于气流流动顺畅,降低压力损失。由于消声器本体1的腔壁采用双层结构,双层腔壁内填充有多层吸声材料,多层结构能够使声波在不同层之间产生反射、折射和透射,从而分散和吸收声波的能量,并且内层12为穿孔板,使穿孔板和吸声材料构成阻性结构,当噪声流经阻性结构时,声波在吸声材料的空隙中来回震荡并与材料的壁面不断地摩擦产生热能,热能沿着外层逐渐扩散掉,噪声则在消音腔内随着传播距离的增加而不断衰减,从而具有良好的中、高频消声效果;同时在消声器内设置有两块隔板31,进一步强化了对声波的反射和干扰,并增加了声波与吸声材料的接触时间,使更多的声能被转化成热能而耗散,进一步提高了消声器的降噪性能;本发明在保证较高的宽频消声性能的同时具有较小的压力损失。

[0042] 本发明具有以下优点:可以在多个频率范围内工作,包括低频噪声;吸声性能受温度和湿度等环境因素的影响较小,具有良好的稳定性;体积较小,适合在空间受限的环境中应用;设计和制造灵活性高,可以根据不同噪声源的特点进行调整。

[0043] 以上所述本发明的具体实施方式,并不构成对本发明保护范围的限定。任何根据本发明的技术构思所做出的各种其他相应的改变与变形,均应包含在本发明权利要求的保护范围内。

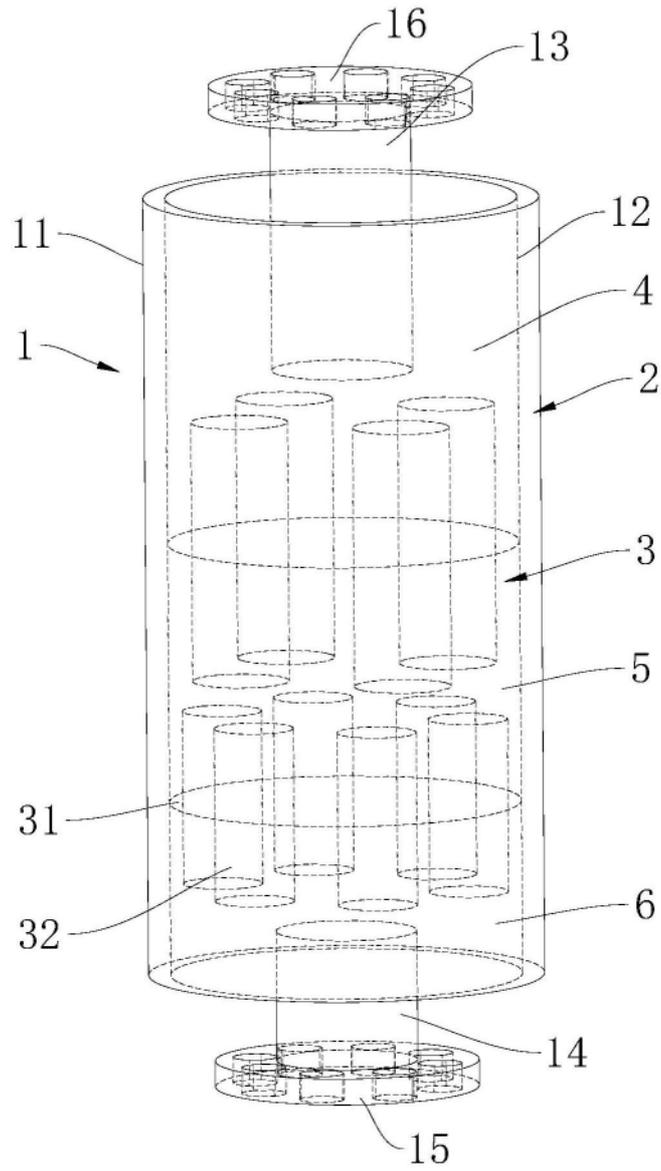


图1

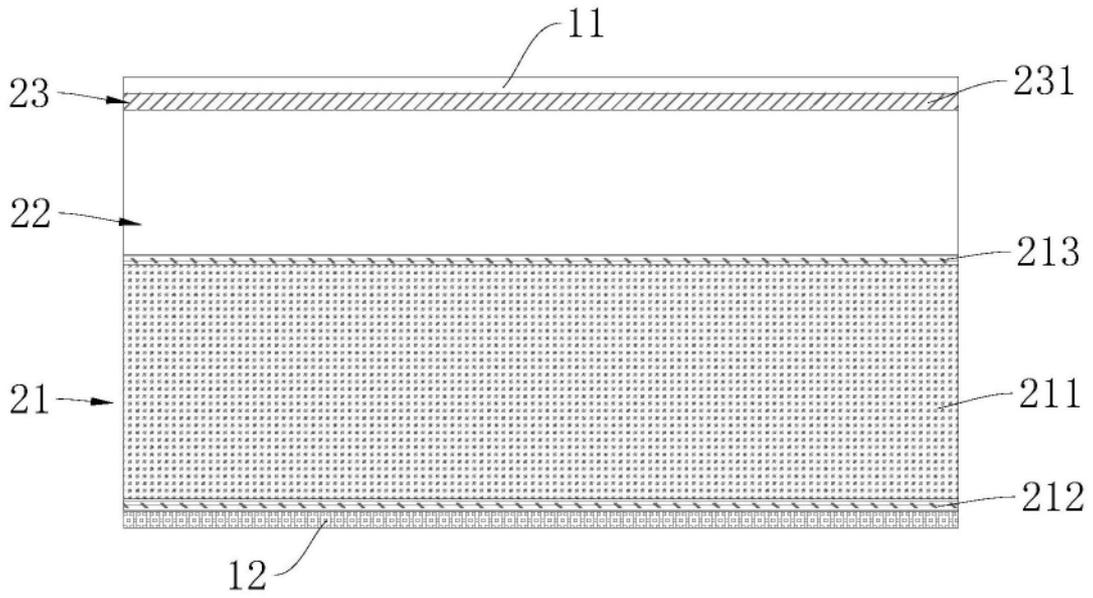


图2

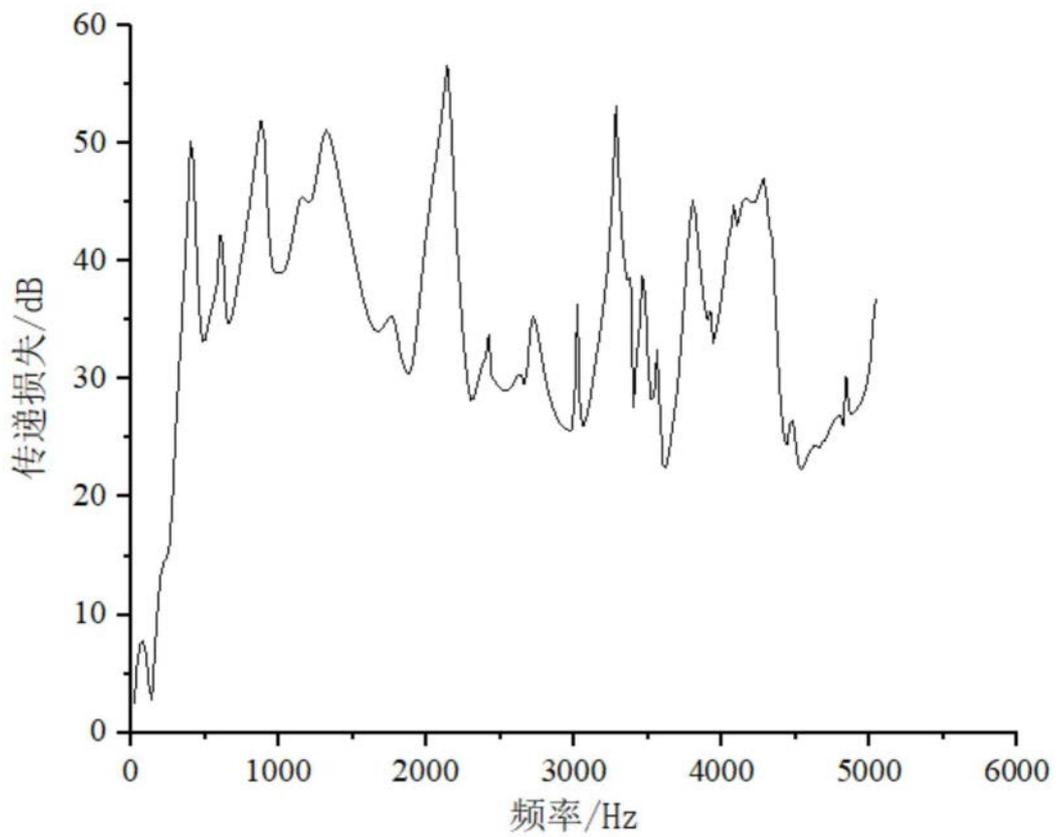


图3