



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109963243 A

(43)申请公布日 2019.07.02

(21)申请号 201910194962.8

(22)申请日 2019.03.14

(71)申请人 歌尔股份有限公司

地址 261031 山东省潍坊市高新技术开发区东方路268号

(72)发明人 惠冰 潘泉泉 凌风光 李春  
赵国栋 刘春发

(74)专利代理机构 北京博雅睿泉专利代理事务  
所(特殊普通合伙) 11442

代理人 王昭智

(51)Int.Cl.

H04R 9/06(2006.01)

H04R 9/02(2006.01)

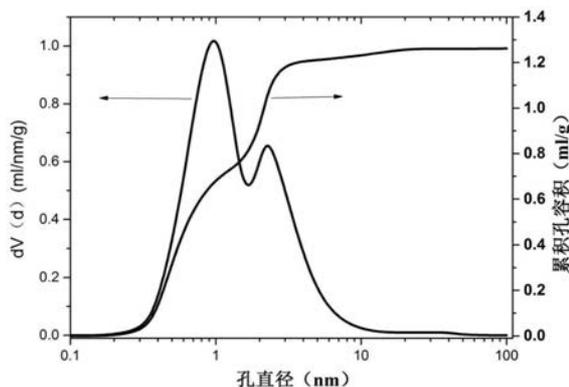
权利要求书1页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

用于降低发声装置谐振频率的活性炭吸音颗粒和发声装置

(57)摘要

本发明公开了一种用于降低发声装置谐振频率的活性炭吸音颗粒和发声装置。所述活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述活性炭吸音颗粒包括碳、氢、氧三种元素,所述活性炭吸音颗粒含有由二维石墨层结构和/或三维石墨微晶的分子碎片无规则的堆积形成的乱层结构,所述活性炭吸音颗粒中具有疏松的孔道结构,所述活性炭吸音颗粒的粒径范围为30-1000微米,所述活性炭吸音颗粒的累积孔容积范围为0.3-4cm<sup>3</sup>/g。本发明将吸音颗粒的粒径范围控制在一定范围内,通过碳化工艺调节吸音材料间的共价键的含量,进一步将活性炭吸音颗粒的累积孔容积、堆积密度、比表面积等参数控制在较佳的范围内,从而使活性炭吸音材料用于发声装置中降低谐振频率效果更佳。



1. 一种用于降低发声装置谐振频率的活性炭吸音颗粒和发声装置,其特征在于,所述活性炭吸音颗粒包括碳、氢、氧三种元素,其中碳元素质量占比大于或等于60wt%,所述活性炭吸音颗粒是通过共价键形成的结构,所述活性炭吸音颗粒中具有疏松的孔道结构,所述孔道结构包括纳米级的微孔和介孔,所述活性炭吸音颗粒的粒径范围为30-1000微米,所述活性炭吸音颗粒的累积孔容积范围为 $0.3-4\text{cm}^3/\text{g}$ 。

2. 根据权利要求1所述的活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述活性炭吸音颗粒的累积孔容积范围为 $0.3-2.5\text{cm}^3/\text{g}$ 。

3. 根据权利要求1所述的活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述微孔的累积孔容积与所述介孔的累积孔容积的比值范围为0.1-20。

4. 根据权利要求3所述的活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述微孔的孔径小于2纳米,所述介孔的孔径大于20纳米。

5. 根据权利要求1所述的活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述活性炭吸音颗粒的比表面积范围为 $500-3000\text{m}^2/\text{g}$ 。

6. 根据权利要求5所述的活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述活性炭吸音颗粒的比表面积范围为 $800-3000\text{m}^2/\text{g}$ 。

7. 根据权利要求1所述的活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述活性炭吸音颗粒的堆积密度为 $0.05-1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

8. 根据权利要求1所述的活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述活性炭吸音颗粒中碳氧质量比大于3。

9. 根据权利要求1所述的活性炭吸音颗粒,其特征在于,所述活性炭吸音颗粒中碳氢质量比大于11。

10. 一种发声装置,其特征在于,包括:

壳体,所述壳体中形成有容纳腔;

振动组件,所述振动组件设置在所述壳体中;

所述容纳腔中设置有权利要求1-9任意之一所述的活性炭吸音颗粒。

## 用于降低发声装置谐振频率的活性炭吸音颗粒和发声装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及声学技术领域,具体地,本发明涉及一种用于降低发声装置谐振频率的活性炭吸音颗粒和发声装置。

### 背景技术

[0002] 发声装置是电子产品中重要的声学器件,其用于将电信号转换成声音信号。发声装置的谐振频率是重要的声学性能指标,降低发声装置的谐振频率有助于提高发声装置的声学效果。

[0003] 谐振频率指发声装置从低音域逐渐升高振动频率,振动强度达到最强振动时,或者,测量发声装置的阻抗特性,阻抗值第一次达到最大值时,所对应的振动频率称为该扬声器单元的谐振频率或共振频率,即 $f_0$ 。

[0004] 发声装置通常采用填装吸音材料来降低谐振频率,吸音材料多由填充在发声装置后腔中的活性炭吸音颗粒构成。活性炭吸音颗粒中含有的微晶分子是以无规则、紊乱的形式堆叠而成,同时各个微晶的形状、大小不同。因而活性炭吸音颗粒上形成了发达的孔道结构,如介孔和微孔,这些孔道结构决定着活性炭吸音颗粒的吸附性能。其中,微孔用于储存气体,介孔是气体传输的通道。由于活性炭吸音颗粒的粒径尺寸、碳化温度影响着微孔和介孔的数量、尺寸,而微孔和介孔的尺寸与活性炭吸引颗粒的累积孔容积、堆积密度、比表面积等参数相关。本领域技术人员利用上述参数来评价活性炭吸音颗粒对空气的吸附脱附能力,即在发声装置中降低谐振频率的能力。

[0005] 本发明人发现,现有技术中同样质量的活性炭吸音颗粒对降低发声装置谐振频率的效果不佳。因此,如何降低发声装置的谐振频率以提高声学性能,成本领域技术人员的一个主要研究方向。

### 发明内容

[0006] 本发明的一个目的是提供一种用于降低发声装置的谐振频率的活性炭吸音颗粒的新技术方案。

[0007] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于降低发声装置谐振频率的活性炭吸音颗粒和发声装置,所述活性炭吸音颗粒包括碳、氢、氧三种元素,其中碳元素质量占比大于或等于60wt%,所述活性炭吸音颗粒是通过共价键形成的结构,所述活性炭吸音颗粒中具有疏松的孔道结构,所述孔道结构包括纳米级的微孔和介孔,所述活性炭吸音颗粒的粒径范围为30-1000微米,所述活性炭吸音颗粒的累积孔容积范围为 $0.3-4\text{cm}^3/\text{g}$ 。

[0008] 可选地,所述活性炭吸音颗粒的累积孔容积范围为 $0.3-2.5\text{cm}^3/\text{g}$ 。

[0009] 可选地,所述微孔的累积孔容积与所述介孔的累积孔容积的比值范围为0.1-20。

[0010] 可选地,所述微孔的孔径小于2纳米,所述介孔的孔径大于20纳米。

[0011] 可选地,所述活性炭吸音颗粒的比表面积范围为 $500-3000\text{m}^2/\text{g}$ 。

[0012] 可选地,所述活性炭吸音颗粒的比表面积范围为 $800-3000\text{m}^2/\text{g}$ 。

- [0013] 可选地,所述活性炭吸音颗粒的堆积密度为 $0.05-1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。
- [0014] 可选地,所述活性炭吸音颗粒中碳氧质量比大于3。
- [0015] 可选地,所述活性炭吸音颗粒中碳氢质量比大于11。
- [0016] 根据本发明的第二方面,还提供了一种发声装置,该发声装置包括:
- [0017] 壳体,所述壳体中形成有容纳腔;
- [0018] 振动组件,所述振动组件设置在所述壳体中;
- [0019] 所述容纳腔中设置有上述的活性炭吸音颗粒。
- [0020] 本发明的一个技术效果在于,在一定粒径范围下的活性炭吸音颗粒中碳-氢、碳-氧共价键的数量与吸音颗粒累积孔容积、堆积密度、比表面积等参数均存在一定的相关性。通过活性炭吸音材料的碳化工艺,将活性炭吸音颗粒的累积孔容积、堆积密度、比表面积等参数控制在较佳的范围内,从而使活性炭吸音材料用于发声装置中降低谐振频率效果更佳。
- [0021] 通过以下参照附图对本发明的示例性实施例的详细描述,本发明的其它特征及其优点将会变得清楚。

### 附图说明

- [0022] 被结合在说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例,并且连同其说明一起用于解释本发明的原理。
- [0023] 图1是本发明提供的活性炭吸音材料的碳氧比与结构特征以及谐振频率降低效果的对比表;
- [0024] 图2是本发明提供的不同碳氧比的活性炭吸音材料的振动频率与电阻抗的曲线图;
- [0025] 图3是本发明提供的不同碳氢比的活性炭吸音材料的振动频率与电阻抗的曲线图;
- [0026] 图4是本发明提供的活性炭吸音材料的碳氧比为20时累积孔容积的曲线图;
- [0027] 图5是本发明提供的活性炭吸音颗粒的粒径与谐振频率降低效果的对比表;
- [0028] 图6是本发明提供的活性炭吸音颗粒中微孔的累积孔容积和介孔的累积孔容积的比值与谐振频率降低效果的对比表;
- [0029] 图7是本发明提供的活性炭吸音材料应用场景的示意图。

### 具体实施方式

- [0030] 现在将参照附图来详细描述本发明的各种示例性实施例。应注意到:除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。
- [0031] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。
- [0032] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。
- [0033] 在这里示出和讨论的所有例子中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不

是作为限制。因此,示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

[0034] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0035] 图1是本发明提供的活性炭吸音材料的碳氧比与结构特征以及谐振频率降低效果的对比表,图2是本发明提供的不同碳氧比的活性炭吸音材料的振动频率与电阻抗的曲线图,图3是本发明提供的不同碳氢比的活性炭吸音材料的振动频率与电阻抗的曲线图,图4是本发明提供的活性炭吸音材料的碳氧比为20时累积孔容积的曲线图,图5是本发明提供的活性炭吸音颗粒的粒径与谐振频率降低效果的对比表,图6是本发明提供的活性炭吸音颗粒中微孔的累积孔容积和介孔的累积孔容积的比值与谐振频率降低效果的对比表,图7是本发明提供的活性炭吸音材料应用场景的示意图。上述附图是基于同种基材的活性炭材料所测得的实验数据,现在以图1至图7为例,对本发明的用于降低发声装置谐振频率的活性炭吸音材料的原理进行详细的说明。

[0036] 本发明提供了一种用于降低发声装置谐振频率的活性炭吸音材料,所述活性炭吸音材料由松散的活性炭吸音颗粒堆积而成。为了降低发声装置的谐振频率,以实现更好的声学性能,通常将活性炭吸音颗粒填装在发声装置的后腔中。如图7所示,发声装置包括前腔1和后腔2,活性炭吸音颗粒填充在发声装置4的后腔2中,具体位于填充区3。当发声装置工作时,呈松散堆积状的活性炭吸音颗粒会随着后腔内压强的规律性变化而实现对气体的吸附、释放作用,从而达到增大后腔体积,降低谐振频率的效果。

[0037] 所述活性炭吸音材料含有二维石墨层和/或三维石墨微晶,由石墨层和微晶堆积形成的活性炭吸音材料内部具有疏松的孔道结构。所述孔道结构包括纳米级的微孔和介孔。所述介孔的孔径大于微孔的孔径。活性炭吸音材料中的孔道结构能够使活性炭吸音材料对空气产生快速吸收和释放的作用。其中的碳元素用于提供支撑,进而形成框架、孔道结构。

[0038] 经过本发明的验证,将活性炭吸音材料放入发声装置的箱体中,其通过对空气的吸收释放作用,能够等效于扩大箱体的容积,使腔室的容积扩大a倍,a大于1。

[0039] 发声装置单元的谐振频率 $f_0$ 可以用以下方程式表示:

$$[0040] \quad f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{M_{ms} C_{ms}}}$$

[0041] 在以上方程式中, $M_{ms}$ 是发声装置单元的质量, $C_{ms}$ 是发声装置单元的等效声顺性。

[0042] 在将发声装置单元装配于发声装置的箱体中后,发声装置的谐振频率 $f_{01}$ 可以用以下方程式表示:

$$[0043] \quad f_{01} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{M_{ms} \left( \frac{C_{ms} C_{ma}}{C_{ms} + C_{ma}} \right)}}$$

[0044] 在以上方程式中, $C_{ms}$ 是发声装置的箱体容积的空气声顺性。

[0045] 而在将活性炭吸音颗粒放入发声装置的箱体中后,此时发声装置的谐振频率 $f_{02}$ 用以下方程式表示:

$$[0046] \quad f_{02} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{M_{ms} \left( \frac{C_{ms} a C_{ma}}{C_{ms} + a C_{ma}} \right)}}$$

[0047] 如上所述,箱体的容积被活性炭吸音材料等效扩大了a倍 ( $a > 1$ ),可见 $f_{02}$ 小于 $f_{01}$ 。

[0048] 在发声装置的箱体中,粒子的受迫振动会消耗掉声波的能量,这种效果等效于箱体的容积中的空气声顺性增加,从而降低了谐振频率 $f_{02}$ 。

[0049] 本发明提供的活性炭吸音材料可以用于耳机、听筒、扬声器、音箱等发声装置中。例如,将活性炭吸音材料放入发声装置的后声腔中,虚拟扩大后声腔的体积,从而降低发声装置的谐振频率。进而达到改善发声装置的声学性能的效果。

[0050] 本发明提供一种活性炭吸音材料,活性炭是以含炭为主的物质经高温碳化和活化而成的多孔性吸附材料,它具有良好的吸附性能。该吸音材料包括碳、氢、氧三种元素,所述吸音材料是由活性炭吸音颗粒堆积形成,活性炭中存在着大量的氧和氢在碳化过程中分别与碳原子相结合形成位于活性炭表面的共价键,即所述活性炭吸音颗粒是通过共价键形成的结构。该活性炭吸音颗粒可直接填装到发声装置的后腔中,活性炭吸音颗粒通过碳-碳共价键、碳-氧共价键或者碳-氢共价键结合在一起后,多个活性炭吸音颗粒之间形成的微米级的孔道,进一步提高了活性炭吸音颗粒对空气的吸收、释放能力。

[0051] 可选地,所述活性炭吸音颗粒自身的粒径范围为30-1000微米。活性炭吸音颗粒自身的粒径对颗粒的堆积密度会产生影响,进而影响到降低谐振频率 $f_0$ 的效果。

[0052] 若活性炭吸音颗粒的粒径小于30微米时,活性炭吸音颗粒自身的强度相对下降。将其应用于发声装置的箱体中后,空气的振动、气压的变化变得更容易引起活性炭吸音颗粒起粉、破碎。这种问题会严重影响颗粒降低谐振频率的效果,而且有可能对发声装置的可靠性造成影响。

[0053] 而如果活性炭吸音颗粒的粒径大于1000微米时,颗粒的体积相对较大,颗粒与颗粒之间的间隙明显增大。将这种活性炭吸音颗粒放置于发声装置的箱体中时,颗粒的堆积密度明显降低。相应地,在箱体的单位体积内,能够填充的活性炭吸音颗粒的量相对下降。因此,能够产生虚拟扩容效果的物质减少,降低谐振频率 $f_0$ 的效果被削弱。同时,过大的粒径尺寸容易导致颗粒在碳化过程中受热不均匀、形成的孔道结构不完善,累积孔容积变小,活性炭吸音颗粒对气体的吸附能力、等效扩容能力均有不同程度的降低,降低谐振频率的效果较差。

[0054] 另外,现有技术中受工艺条件的限制,加工形成的活性炭粒子的粒径尺寸较小。通过筛网分选出一定尺寸范围内的粒子,采用粘接的方式,将高分子聚合物粘接剂与活性炭粒子粘接,被粘合在一起的活性炭粒子形成粒径尺寸更大的颗粒,能够满足填装到发声装置后腔中的要求。但这种加工方式容易导致相邻粒子之间的微孔和介孔被粘接剂堵塞,一方面,使用粘接剂降低了孔道结构的完整性、对空气的吸附性能;另一方面,由于粒子本身可以呈球形、棒形等多种不规则的形状,形状各异的粒子粘接形成的颗粒结构稳定性较差,容易对发声装置的声学性能造成不利影响。本发明通过筛选,将颗粒的粒径控制在30-1000微米,粒径尺寸分布在较小的区间内,降低了制备的难度,且易控制,便于规模化的机械化生产。

[0055] 因此,活性炭吸音颗粒自身的粒径范围保持在30-1000微米范围内,在基本达到降低谐振频率 $f_0$ 的性能要求的基础上也满足了填装了要求。同时,该粒径范围内,颗粒内部碳原子排列的紧密使其强度高、耐磨性好,灰分量低。即活性炭吸音材料在后腔内连续工作不易磨损,稳定性好。

[0056] 如图5所示,示出了活性炭吸音颗粒粒径分别为20、30、80、300、1000以及1500微米时谐振频率降低效果与粒径尺寸的关系。当活性炭颗粒的粒径为20和1500微米时,谐振频率 $f_0$ 降低值为156Hz和86Hz,效果较差。活性炭吸音颗粒的粒径在30-1000微米内,对谐振频率 $f_0$ 的降低效果较好。优选地,活性炭吸音颗粒的粒径范围为80-300微米之间。例如粒径为200、250微米。在上述优选范围内,降低谐振频率 $f_0$ 的性能达到最优水平。通过对粒径的控制,能够达到最佳的堆积密度和降低谐振频率的效果。

[0057] 本实施例中,活性炭吸音颗粒的粒径范围为30-1000微米,活性炭吸音颗粒的粒径会影响到其自身的堆积密度,堆积密度的大小则会影响到吸收空气的性能的发挥。堆积密度是指颗粒在自然、松散状态下,按一定方法装入容器的容积,包括颗粒体积和颗粒之间空隙的体积。也就是说,在单位体积内,堆积密度决定着填装活性炭吸音颗粒的多少,填装颗粒的多少与吸附性能有关。

[0058] 如果活性炭吸音颗粒的粒径过小,则会造成堆积密度明显增大。在一定的体积下,所能填充的活性炭吸音颗粒的质量相对减小,造成了降低谐振频率的性能减弱。而如果活性炭吸音颗粒的粒径过大,则会造成堆积密度明显降低。在一定的体积下,过大的堆积密度会导致空间中的颗粒受迫振动时消耗的声波的能量减少,等效于发声装置的箱体容积中空气声顺性( $C_{ma}$ )减小,也会造成降低谐振频率的性能减弱。

[0059] 例如,所述活性炭吸音颗粒的粒径范围为80-300微米,在这一范围内,所制成的活性炭吸音颗粒能够表现出良好的降低谐振频率 $f_0$ 的效果。

[0060] 相应地,活性炭吸音颗粒的堆积密度可选范围为 $0.05-1.5\text{g}/\text{cm}^3$ ,优选地,所述堆积密度为 $0.15-0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。堆积密度的大小还可以通过活性炭吸音颗粒的形状、碳含量等因素进行调节。

[0061] 图5示出了活性炭吸音颗粒的粒径分别为20、30、80、300、1000以及1500微米时,堆积密度以及谐振频率 $f_0$ 的降低程度。当活性炭吸音颗粒的粒径为20和30微米时,其堆积密度表现为 $0.55\text{g}/\text{cm}^3$ 和 $0.47\text{g}/\text{cm}^3$ ,同时表现出的谐振频率 $f_0$ 降低的程度为156Hz和169Hz。随着颗粒尺寸增大,其对 $f_0$ 的降低效果呈现先增大后降低的趋势。可见,当粒径过大或过小时,谐振频率 $f_0$ 降低的程度都相应降低。

[0062] 活性炭碳化过程直接影响着活性炭材料的性能。根据碳化工艺的不同,活性炭吸音材料内部残留的原材料的比重也不同。相应地,材料内部的孔道结构越完善,孔道结构的累积孔容积越大,对空气的吸附能力越好。碳化时随着温度的升高,活性炭吸音材料表面的碳-氢、碳-氧共价键会持续分解为 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}$ 及 $\text{CO}_2$ ,碳化越完全,碳氢、碳氧的质量比越小。

[0063] 若活性炭吸音颗粒含有的碳-氢、碳-氧共价键较多时,说明颗粒的孔道结构不完善,对气体的吸附性能、等效扩容的倍率都较差。在实际应用中,颗粒还易吸收空气中的水汽,导致堵塞孔道,进一步使降低谐振频率的效果变差。同时,位于活性炭吸音颗粒表面的碳-氢、碳-氧共价键越多,其分子间作用力越大,导致颗粒之间的间隙变小,堆积密度增大。

[0064] 在一种可选的实施方式中,所述活性炭吸音材料中的碳元素质量占比大于或等于

60wt%。所述活性炭吸音材料中的碳氧质量比大于或等于3。碳元素在活性炭吸音材料中起到形成框架、构筑孔道结构的作用。本发明的发明人经过研制,优选将碳氧质量比配置为大于3。如果碳氧质量比过低,会造成活性炭吸音材料中形成的孔道结构过于稀松,进而造成孔道结构的孔径变大。孔道结构的孔径变大后会造成活性炭吸音材料的累积孔容积变小,吸收、空气的能力降低。这种现象会造成活性炭吸音材料对发声装置的箱体的等效容积的扩大倍率降低,进而造成降低谐振频率 $f_0$ 的效果减弱。因此,优选的碳氧质量比大于3。

[0065] 所述碳氧质量比优选大于5。当碳氧质量比符合上述范围时,降低谐振频率的效果最好。此时,所述孔道结构的孔道直径更小,更有利于实现空气的快速吸收和释放作用。

[0066] 具体的,碳氧质量比为3、5、18和50的活性炭吸音材料,其累积孔容积分别为 $0.39\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.86\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.19\text{g}/\text{cm}^3$ 和 $1.50\text{g}/\text{cm}^3$ 。可以看出,随着碳氧质量比的增加,其谐振频率 $f_0$ 逐渐减小。

[0067] 参见图1,示出了碳氧质量比分别3、5、18以及50时活性炭吸音材料中微孔和介孔的范围。当碳氧的质量比大于等于5时,所述微孔的孔径范围为0.4-2纳米,所述介孔的孔径范围为2-10纳米。随着碳氧质量比的增加,其谐振频率 $f_0$ 的逐渐减小,表明其具有更好的谐振频率降低效果。

[0068] 在另一种可选的实施方式中,所述活性炭吸音材料中的碳元素质量占比大于或等于60wt%。所述活性炭吸音材料中的碳氢质量比大于11。可选地,所述活性炭吸音材料通过对矿物类材料、植物类材料、合成材料等在高温下碳化而成。根据碳化工艺的不同,活性炭吸音材料内部残留的原材料的比重不同。而碳氢质量比越小,残留的原材料的其它杂质的百分质量越小。可以理解的,材料的介孔的孔容积和累积孔容积过小、微孔的孔容积与介孔的孔容积比值过小,对空气的吸附、脱附能力较差,对于降低谐振频率效果不佳。相应地,材料内部的孔道结构越完善,孔道结构的累积孔容积越大,对空气的吸附能力越好。

[0069] 优选地,所述碳氢比大于13。在上述范围内,活性炭吸音材料表现出的降低谐振频率的效果最优。参见图3,示出了碳氢质量比分别为10、11、13和20的活性炭吸音材料,其累积孔容积分别为 $0.25\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.56\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.78\text{g}/\text{cm}^3$ 和 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$ ,随着碳氢质量比的增大,颗粒的微孔尺寸逐渐变小,累积孔容积逐渐增大,谐振频率 $f_0$ 的降低效果变好。

[0070] 特别地,所述当碳氧的质量比大于5或者碳氢的质量比大于13时,所述活性炭吸音颗粒的累积孔容积大于等于 $0.78\text{g}/\text{cm}^3$ 。即提高碳氧或碳氢的质量比,在一定范围内都有助于提高累积孔容积,提高降低谐振频率的效果。

[0071] 对于所述孔道结构,所述微孔主要用于吸收、容纳空气分子,而介孔除了能够容纳空气分子,还起到了能够让空气分子快速进出于微孔的作用,从而使得活性炭吸音材料具有良好的气压变化响应能力。图1和图2以不同的碳氧质量比为变量因素,示出了微孔、介孔、累积孔容积、谐振频率 $f_0$ 的降低效果的变化情况。由图2可见,随着振动频率增加,阻抗先增大再降低,阻抗达到最大值时的频率即为谐振频率( $f_0$ )。随着碳氧质量比的增加,其谐振频率 $f_0$ 逐渐减小,表明碳氧质量比越高,活性炭吸音材料具有更好的降低谐振频率的效果。图4为碳氧质量比为20时,累积孔容积的曲线图。如左侧实线所示,其微孔孔径主要分布于0.4-1.3nm的范围之间,且其孔径在2nm之下的微孔累积孔容积为 $0.64\text{ml}/\text{g}$ ,其介孔孔径主要分布于2-10nm的范围间,并且其总累积孔容积为 $1.26\text{ml}/\text{g}$ 。

[0072] 优选地,孔径在2-10nm范围内的介孔占总介孔含量的60-65%。当大量介孔的孔径

集中在较窄的范围内时,介孔的孔道完善程度越高,其累积孔容积呈现上升的趋势,对空气的吸附-脱附效果更好。由此,活性炭吸音材料能够体现出更优的等效扩容效果。在优选的实施方式中,孔径在2-10nm的介孔为总介孔量的60-65%,进而达到上述提升吸附脱附性能的效果。如果大量介孔的孔径集中在大于5nm的孔径范围中,则由于介孔与微孔之间的孔径相差较大,造成介孔与微孔之间的连通不平滑。进而造成空气分子进出微孔并在介孔中快速流动时受到的阻力增大,影响活性炭吸音材料的声学性能。

[0073] 优选地,所述活性炭吸音颗粒被配置为对氮气的吸附量大于或等于0.05mmol/g。从而保证活性炭吸音材料对空气有足够的吸附和脱附性能,以满足等效扩容腔体空间的需要。

[0074] 对于活性炭材料中含有的二维石墨层和/或三维石墨微晶两种结构,其主要影响材料中所形成的孔道结构。上述两种结构在材料中的含量越多,材料经过碳化工序后,形成的孔道结构越均匀、孔道结构的孔径越小,进而使得活性炭吸音材料能够产生良好的降低谐振频率的效果。

[0075] 可选地,所述活性炭吸音材料可以采用无定型活性炭颗粒制成。无定型活性炭颗粒含有由二维石墨层和/或三维石墨微晶的分子碎片以无规则的形式堆积形成的乱层结构。二维石墨层结构和三维石墨微晶的边缘上存在大量不规则的键。不规则的键能够在二维石墨层结构和三维石墨微晶之间形成紧密连接,交织形成孔道结构。碳的价电子具有 $sp^2$ 杂化轨道和 $sp^3$ 杂化轨道,进而形成六角碳网平面。以这种无规则的形式堆积形成的活性炭吸音颗粒能够形成细密的、丰富的孔道结构,以满足活性炭吸音材料对孔道结构的结构要求。

[0076] 二维石墨层和三维石墨微晶无规则堆积后能够更好的形成均匀、细密的孔道结构。一方面更有利于活性炭吸音材料发挥吸收、释放空气的性能。另一方面,能够提高活性炭吸音颗粒的结构均一性和稳定性,提高活性炭吸音材料所制成的产品的结构强度。

[0077] 可选地,所述活性炭吸音颗粒自身可以呈球形、类球形、片形、棒形结构中的一种或多种。例如,采用球形的活性炭吸音颗粒后,碳粒子之间能够形成更均匀、更细密的孔道结构,进而提高活性炭吸音颗粒的声学性能。采用片形碳粒子能够提高活性炭吸音颗粒的结构稳定性,降低起粉、破损的风险。同时由于片形活性炭吸音颗粒碳化工序简便,成本较低,因此从工业应用角度优选片形活性炭吸音颗粒。

[0078] 特别地,对于活性炭吸音颗粒中具有的、包括微孔和介孔的孔道结构,所述微孔的孔径范围为0.5-2纳米,所述介孔的孔径范围为2-20纳米。

[0079] 在活性炭吸音颗粒中,将微孔的孔径限制在较小的尺寸,使得粒子中能够包含充分、大量的微孔,一方面增加粒子的总体累积孔容积,另一方面可以提高粒子对空气分子的吸附能力。大量孔径细小的微孔能够吸附大量空气分子,提高所制成的活性炭吸音颗粒的声学性能。而将介孔的孔径范围限制在上述范围内,是为了在空气分子需要快速吸入微孔或者快速从微孔中释放时,介孔给空气分子提供足够的流动空间,使空气分子能够快速移动,降低空气阻塞与微孔中的情况。另一方面,如果介孔的孔径过大,会降低无定型活性炭粒子的累积孔容积,造成粒子整体的吸收空气的性能下降。

[0080] 优选地,所述活性炭吸音颗粒的累积孔容积的范围为0.3-5 $cm^3/g$ 。活性炭吸音颗粒的累积孔容积显著影响吸音颗粒降低谐振频率的效果。

[0081] 活性炭颗粒的粒径尺寸、累积孔容积与比表面积是相关的。当颗粒粒径尺寸较大时,颗粒在碳化过程中受热不均匀,形成的孔道结构不完善,因而造成空气分子无法在孔道结构中顺畅的进出,其累积孔容积变小,比表面积也随之下降,过小的颗粒尺寸强度低、结构疏松、易破碎。

[0082] 例如,在累积孔容积小于 $0.3\text{cm}^3/\text{g}$ 时,活性炭吸音颗粒对空气分子的吸附、脱附能力明显降低。较低的孔容积造成空气分子无法顺畅的进出活性炭吸音颗粒,颗粒也无法大量吸收空气分子。而当累积孔容积升高至 $0.7\text{cm}^3/\text{g}$ 后,介孔的含量上升,使得颗粒满足了是空气分子快速进出的需要。对空气分子进行吸附、脱附的响应速度明显上升,对于发声装置的箱体的等效扩容倍率明显上升。累积孔容积继续升高后,微孔的含量也相应上升,颗粒吸附空气分子的量也显著上升。由此能够更好的起到降低谐振频率的作用。

[0083] 优选地,活性炭吸音颗粒的累积孔容积范围为 $0.3-2.5\text{cm}^3/\text{g}$ 。在这一范围内,活性炭吸音颗粒能够起到良好的声学性能,并且不会出现结构可靠性降低、活性炭吸音颗粒含量降低等问题。

[0084] 在活性炭吸音颗粒中,由于介孔和微孔之间是相互贯通的,二者保证了气体的传输、储存和对流。因而颗粒微孔和介孔的累积孔容积的比值也可以在一定程度上反应活性炭材料的吸附、脱附效果。

[0085] 进一步地,所述微孔的累积孔容积与所述介孔的累积孔容积的比值范围为 $0.1-20$ 。优选地,两者的比值范围为 $1-20$ ,本申请的发明人经过试验测定发现,在相同质量下,微孔的累积孔容积与介孔的累积孔容积的比值越大,空气中氮气分子的吸附、脱附能力,等效扩容倍率更大。

[0086] 例如,上述比值可选为 $1$ 或 $2$ 。对于具有相同质量的不同活性炭吸音颗粒,微孔累积孔容积与介孔累积孔容积的比值越高,空气分子的吸附、脱附性能越强。这一性能特点主要体现在微孔能够提供更大的体积,用于对空气分子进行吸收,使其对于发声装置的箱体的等效扩容倍率越大。降低谐振频率的效果越好。

[0087] 但是,在本发明的技术方案中,上述两者的比值不超过 $20$ ,比值超过 $20$ 后活性炭吸音颗粒降低谐振频率的效果急剧下降。如图6所示,示出了微孔和介孔的累积孔容比在 $0.05-25$ 范围内多个比值点降低谐振频率的数值。当比值小于 $0.1$ 时,降低谐振频率的效果较差;比值在 $0.1-20$ 这个范围内,降低谐振频率的效果较好;当比值超过 $20$ 时,降低谐振频率的效果显著降低。其原因在于,上述比值过大体现出微孔含量过高,活性炭吸音颗粒中大部分的孔道结构的尺寸过小,从而阻碍了空气的对流、阻碍了空气分子在活性炭吸音颗粒中进出。进而影响了声波的传播,其对 $f_0$ 的降低效果急剧减小。

[0088] 活性炭吸音颗粒的比表面积是评价吸音材料吸附、脱附性能的又一重要参数。比表面积对活性炭吸音颗粒降低谐振频率的效果与累积孔容积、颗粒尺寸以及碳-碳共价键等多重因素的影响。在一定范围内,颗粒比表面积越大,对空气分子的吸附能力越强,降低谐振频率的效果越好,但颗粒的真密度较小、骨架疏松、结构强度较低,增加了使用中破损的风险。

[0089] 可选地,所述活性炭吸音颗粒的比表面积范围为 $500-3000\text{m}^2/\text{g}$ 。优选地,所述活性炭吸音颗粒的比表面积范围为 $800-3000\text{m}^2/\text{g}$ 。在一定范围内,活性炭吸音颗粒的比表面积与其累积孔容积具有正相关性。比表面积越大,累积孔容积越大。在适当的范围内,累计

孔容积越大,无定型活性炭粒子对空气吸附能力越大,对 $f_0$ 的降低效果越好。

[0090] 优选地,所述活性炭吸音颗粒包括疏水性无定型活性炭颗粒。疏水性活性炭颗粒的表面不含有亲水性的羧基、羟基、氨基等基团。采用具有疏水性的无定型活性炭颗粒,一方面能够降低活性炭吸音颗粒中的杂质含量,另一方面,其疏水性能够降低颗粒吸收空气中的水汽的情况,避免液体对活性炭吸音颗粒的孔道结构造成堵塞等问题,降低了活性炭吸音颗粒在长期使用过程中,因吸附水而出现失效的风险。

[0091] 在发声装置中,在近似一个大气压的环境下,本发明的活性炭吸音颗粒具有对氮气分子以及其它空气分子的高吸收能力和吸收系数。将本发明提供的活性炭吸音颗粒放入微型扬声器的后声腔中,可以有效降低微型扬声器的中低频谐振频率 $f_0$ ,其降低效果在0.5-15Hz/mg范围之内。所述活性炭吸音颗粒能够改变被包含在大致封闭的后声腔中的气体的声顺性。

[0092] 本发明提供的所述活性炭吸音颗粒适于调节基本封闭的腔体的谐振频率。活性炭吸音颗粒填入发声装置的箱体,能够等效于增大发声装置的阻尼,从而减小共振强度。进而降低所述发声装置的电阻抗峰值。

[0093] 另一方面,本发明提供的活性炭吸音材料对空气分子的吸附、脱附作用能够反复执行,不会因反复吸附脱附空气分子而出现性能降低的现象。所述活性炭吸音材料可以反复长期使用。

[0094] 在一定粒径范围下的活性炭吸音颗粒中碳-氢、碳-氧共价键的数量与吸音颗粒累积孔容积、堆积密度、比表面积等参数均存在一定的相关性。本发明通过活性炭吸音材料的碳化工艺,将活性炭吸音颗粒的累积孔容积、堆积密度、比表面积等参数控制在较佳的范围内,从而使活性炭吸音材料用于发声装置中降低谐振频率效果更佳。

[0095] 本发明还提供了一种发声装置。该发声装置包括壳体、振动组件和上述活性炭吸音颗粒。所述壳体中形成有容纳腔,所述振动组件设置在所述壳体中。所述容纳腔中设置有所述活性炭吸音颗粒。

[0096] 所述振动组件将容纳腔分割为前声腔和后声腔,所述前声腔与壳体上的出声孔连通,后声腔则基本成封闭的空间。所述活性炭吸音颗粒可以设置在后声腔中。当然,本发明并不限制将活性炭吸音颗粒放置在前声腔中,以对前声腔的声音和气流进行调节。

[0097] 虽然已经通过例子对本发明的一些特定实施例进行了详细说明,但是本领域的技术人员应该理解,以上例子仅是为了进行说明,而不是为了限制本发明的范围。本领域的技术人员应该理解,可在不脱离本发明的范围和精神的情况下,对以上实施例进行修改。本发明的范围由所附权利要求来限定。

碳氧质量比	3	5	18	50
微孔 (nm)	1.3-2	0.6-2	0.5-2	0.4-2
介孔 (nm)	2-25	2-10	2-10	2-10
累积孔容积(g/cm <sup>3</sup> )	0.39	0.86	1.19	1.50
f <sub>0</sub> 降低效果	92Hz	165Hz	198Hz	209Hz

图1

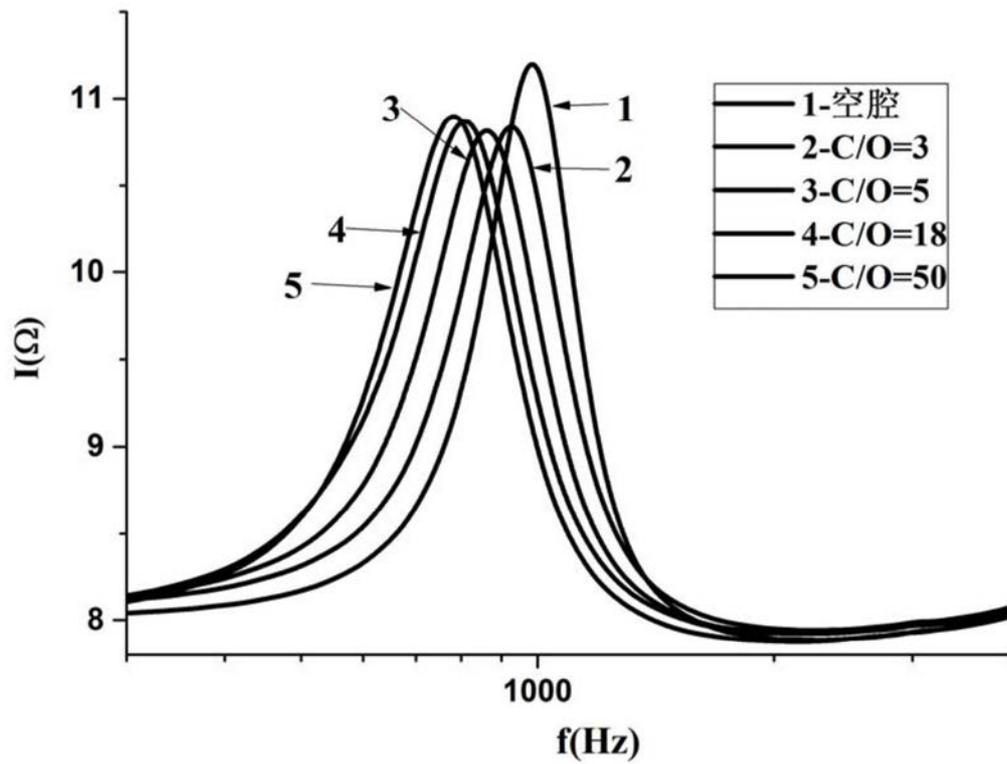


图2

碳氢质量比	10	11	13	20
累积孔容积(g/cm <sup>3</sup> )	0.25	0.56	0.78	1.1
f <sub>0</sub> 降低效果	53Hz	124Hz	158Hz	197Hz

图3

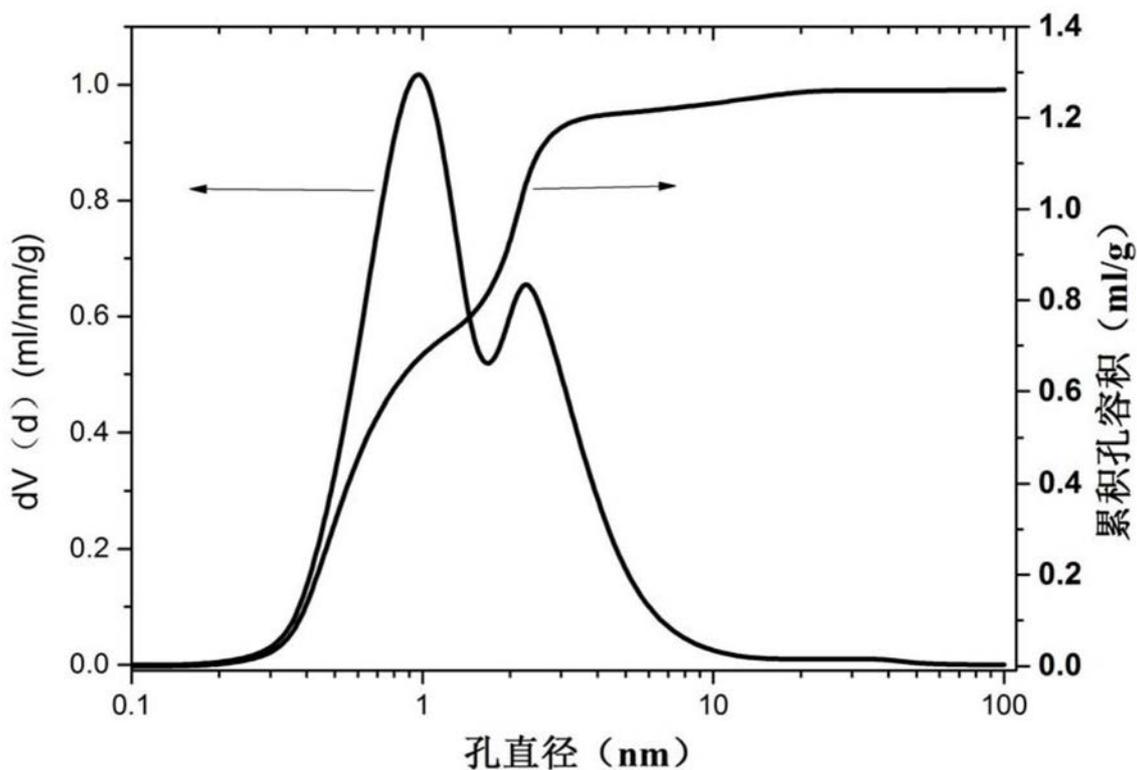


图4

粒径 (um)	20	30	80	300	1000	1500
堆积密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.55	0.47	0.43	0.38	0.14	0.10
f <sub>0</sub> 降低效果	156Hz	169 Hz	195Hz	184Hz	142 Hz	86Hz

图5

微孔的累积孔容积和介孔的累积孔容积的比值	0.05	0.1	1	10	20	25
$f_0$ 降低效果	59	143	156	172	152	78

图6

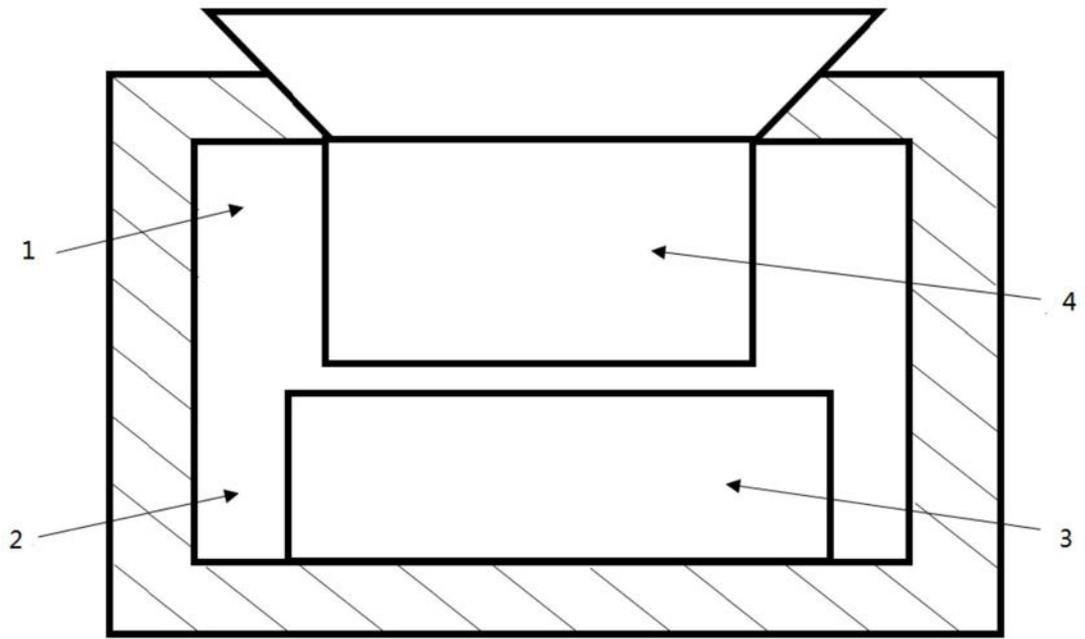


图7