



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117242515 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 15

(21) 申请号 202280031408.8

(22) 申请日 2022.04.19

(30) 优先权数据

2106116.3 2021.04.29 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.10.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2022/050977 2022.04.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/229595 EN 2022.11.03

(71) 申请人 戴森技术有限公司

地址 英国威尔特郡

(72) 发明人 I·J·佩雷兹帕布洛斯 C·蒙克

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 张邦帅

(51) Int.Cl.

G10K 11/172 (2006.01)

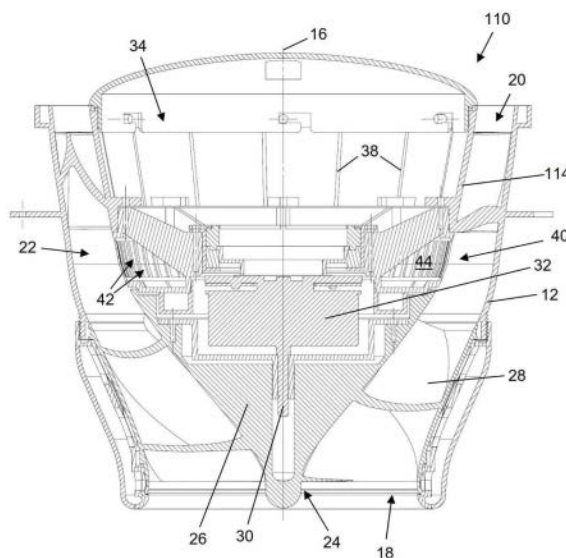
权利要求书1页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

气流设备的降噪

(57) 摘要

一种降低配置为产生气流的设备(114)中的噪声的方法。设备包括布置为输送气流的空气流动导管(22)、设置在空气流动导管(22)旁边的充气空腔(34)、以及将空气流动导管(22)和空腔(34)分开的壁,壁包括至少一个孔(42)。该方法包括通过以下步骤优化声阻屏(44)的声学特性,声阻屏在孔(42)上保持张紧:确定空腔(34)、孔(42)和空气流动导管(22)的几何特性;基于几何特性,对于声阻屏(44)的声学特性的一系列值中的每个,确定设备(114)的噪声降低;以及比较该系列值的各自的噪声降低,以确定该系列的优化值。



1. 一种降低配置为产生气流的设备中的噪声的方法,其中所述设备包括布置为输送气流的空气流动导管、设置在所述空气流动导管旁边的充气空腔、以及将所述空气流动导管和所述空腔分开的壁,所述壁包括至少一个孔;

其中所述方法包括通过以下步骤优化声阻屏的声学特性,所述声阻屏在所述孔上保持张紧:

确定所述空腔、所述孔和所述空气流动导管的几何特性;

基于所述几何特性,对于所述声阻屏的声学特性的一系列值中的每个,确定所述设备的噪声降低;和

比较所述一系列值的各自的噪声降低,以确定所述系列的优化值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述声学特性包括以下任何一项:声阻抗;声阻;和声抗。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中确定噪声降低包括确定声功率水平降低。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,包括调节所述空腔、所述孔和所述空气流动导管的一个或多个几何特性。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,包括对于感兴趣的频率范围,对于所述声阻屏的声学特性的一系列值中的每个,确定所述设备的噪声降低。

6. 根据权利要求5所述的方法,包括通过确定一个或多个频率来确定感兴趣的频率范围,在所述一个或多个频率处,当所述设备运行时出现增加的噪声水平。

7. 根据权利要求5或6所述的方法,其中所述声阻屏的声学特性的一系列值的优化值包括与感兴趣的频率范围内的最小总噪声水平相对应的值。

8. 根据权利要求5或6所述的方法,其中所述声阻屏的声学特性的一系列值的优化值包括与感兴趣的频率范围内的任何频率处的最大噪声衰减相对应的值。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中对于所述声阻屏的声学特性的一系列值中的每个确定所述设备的噪声降低包括对所述声阻屏的声学性能进行模拟和/或建模。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述声阻屏的声学特性的一系列值包括制造所述声阻屏的材料的物理特性的一系列值。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述物理特性包括材料的流动阻力。

气流设备的降噪

技术领域

[0001] 本发明涉及用于产生气流的设备的降噪布置,特别是用于压缩机和具有压缩机的设备,压缩机被布置为通过空气导管泵送空气。

背景技术

[0002] 许多使用压缩机来产生气流的设备受到噪声的影响,特别是当气流被引导通过导管和壳体时,这些导管和壳体的几何形状可以与气流相互作用,从而产生空气动力噪声或导致谐振、驻波或其他噪声传播现象。通常希望减轻这种噪声,特别是在消费设备中,例如家用器具,包括环境护理产品、地板护理产品和个人护理设备,对于这些设备,可接受的噪声水平可能相对较低。

[0003] 在这方面,已知各种噪声减轻技术可以结合到这种设备中。许多方法集中于通过吸收声能来总体抑制噪声,例如使用诸如泡沫层的耗散材料。然而,这种方法通常需要对设备进行显著的结构改变以容纳声音吸收体。添加耗散材料也可能使压缩机或设备的其他部件的热管理变得复杂。

[0004] 在某些频率下存在显著噪声峰值的情况下,一般的噪声抑制也可能效果有限,尤其如果当那些峰值出现在相对较低的频率。在这方面,例如,在出现谐振的设备中,谐振频率下的峰值声功率水平(SWL)可能显著高于相邻频率下的SWL,例如高达15dB。这些由声压水平(SPL)的相应峰值驱动的SWL峰值可以被用户感知到。对于一般的声音吸收方法,解决这些SWL峰值需要提供对于大多数频率过度的声音吸收,或者不能有效地去除谐振频率下的噪声。

[0005] 正是在这种背景下设计了本发明。

发明内容

[0006] 本发明的一方面提供了一种降低配置为产生气流的设备中的噪声的方法。设备包括布置为输送气流的空气流动导管、设置在空气流动导管旁边的充气空腔、以及将空气流动导管和空腔分开的壁,壁包括至少一个孔。该方法包括通过以下来优化声阻屏的声学特性,声阻屏将在孔上保持张紧:确定空腔、孔和空气流动导管的几何特性;基于几何特性,对于声阻屏的声学特性的一系列值中的每个,确定设备的噪声降低;以及比较该一系列值的相应噪声降低,以确定该系列的优化值。

[0007] 本发明的这个方面认识到,用于气流设备的声阻屏的声学特性的最佳值将存在,并且对于该设备是唯一的,该最佳值与该设备的物理特征相关。寻找声阻屏的一个或多个声学参数的最佳值将使声阻屏实现的噪声衰减最大化。

[0008] 声学特性可以包括以下任何一项:声阻抗;声阻;和声抗。

[0009] 确定噪声降低可以包括确定声功率水平降低。

[0010] 该方法可以包括调节空腔、孔和空气流动导管的一个或多个几何特性。

[0011] 该方法可以包括对于感兴趣的频率范围,对于声阻屏的声学特性的一系列值中的

每个,确定设备的噪声降低。这样的实施例可以进一步包括通过确定一个或多个频率来确定感兴趣的频率范围,在上述一个或多个频率处,当设备运行时增加的噪声水平出现。声阻屏的声学特性的一系列值的优化值可以包括对应于感兴趣的频率范围内的最小总噪声水平的值,或者对应于感兴趣的频率范围内的任何频率处的最大噪声衰减的值。

[0012] 对于声阻屏的声学特性的一系列值中的每个确定设备的噪声降低可选地包括对声阻屏的声学性能进行模拟和/或建模。

[0013] 声阻屏的声学特性的一系列值可以包括制造声阻屏的材料的一系列物理特性的值。物理特性可以包括材料的流动阻力。

[0014] 本发明的另一方面提供了一种配置为产生气流的设备,设备包括:压缩机;布置为输送由压缩机产生的气流的空气流动导管;设置在空气流动导管旁边的充气空腔;以及将空气流动导管和空腔分开的壁,壁包括至少一个孔。设备还包括声阻屏,声阻屏覆盖并在壁的孔上保持张紧,声阻屏与空气流动导管中的空气和空腔中的气体流体接触,并配置为抵抗导管和空腔之间的气流。声阻屏和空腔一起限定了噪声抑制谐振器。空腔填充气体,因此它不是真空的。术语气体包括空气或另一气态流体。优选地,气体填充空腔,使得当压缩机静止时,空气流动导管中的压力和空腔中的压力相当。

[0015] 孔或每个孔与空腔配合,以产生一般形式为亥姆霍兹谐振器的声学谐振器,声学谐振器用于使流动导管中的噪声衰减。然后通过声阻屏改善噪声衰减,声阻屏可最大限度地减少孔处空气动力学产生的噪声,并引入作用于谐振器本身的声抑制。因此,声阻屏、孔和空腔配合形成噪声抑制谐振器,其在感兴趣的频率范围内提供有效的无功噪声衰减。

[0016] 声阻屏可以包括多孔材料。在这样的实施例中,空腔中的气体是空气,并且基本上与当压缩机静止时导管中的空气压力相匹配。

[0017] 声阻屏可以包括具有调谐声阻的材料。在这方面,调谐声阻指的是其声阻已根据设备的具体特性选择或确定的材料,以优化噪声衰减。

[0018] 声阻屏可以包括具有低声抗的材料。例如,声阻屏可以配置为具有低深度或者低声学质量,以提供低声抗。在这方面,低声抗意味着声阻代表声阻屏的声阻抗的主要部分。配置具有低声抗的声阻屏扩展了声阻屏有效衰减噪声的频率范围。

[0019] 声阻屏可选地包括复合材料和/或聚合物材料。

[0020] 将空气流动导管和空腔分开的壁可以包括多个孔,每个孔包括各自的声阻屏。各个声阻屏可以彼此连续。

[0021] 在一些实施例中,声阻屏包覆成型在壁上。在其他实施例中,声阻屏通过缠绕形成。

[0022] 空腔的体积可以超过空气流动导管的体积。空腔的体积可以定义为通常由设备的壁和/或结构包围的体积或三维空间。例如,空腔可以基本上由单个连续壁包围,或者空腔可以被限定在设备的两个或更多个壁和/或结构之间。尽管空腔和流动导管之间的流体连通可能被阻止,但是空腔可以部分地打开,并且空腔可以基本上是流体密封的。

[0023] 压缩机可以包括叶轮,叶轮至少部分位于充气空腔的外部。压缩机还可以包括驱动叶轮的电机。电机可以设置在空腔内。替代地,电机可以在空腔的外部,叶轮在内部。电机和叶轮可以都在空腔的内部。在空腔的内部具有电机和叶轮中的至少一个可以提供紧凑的设计。然而,电机和叶轮也可能都在空腔的外部。

[0024] 声阻屏可以附接到限定空气流动导管边界的壁的一侧。

[0025] 设备可以实现为电机筒组件或家用器具。设备也可以实现为便携式和/或可穿戴设备。

[0026] 本发明的另一方面提供了一种降低配置为产生气流的设备中的噪声的方法。设备包括压缩机、布置为输送由压缩机产生的气流的空气流动导管、以及设置在空气流动导管旁边的充气空腔。该方法包括：在将空气流动导管和空腔分开的壁中形成至少一个孔；用声阻屏覆盖孔，使得声阻屏在孔上保持张紧，并与空气流动导管中的空气和空腔中的气体流体接触；以及配置声阻屏以抵抗导管和空腔之间的气流，使得声阻屏和空腔一起限定噪声抑制谐振器。

[0027] 应当理解，本发明每个方面的优选和/或可选特征可以单独或以适当的组合结合到本发明的其他方面中。

附图说明

[0028] 现在将参照附图，仅通过示例的方式描述本发明的一个或多个实施例，在附图中，相同的特征被赋予相同的附图标记，其中：

[0029] 图1是可以应用本发明的实施例的压缩机的轴向截面图；

[0030] 图2示出了图1的压缩机的远场测量SPL曲线图；

[0031] 图3示出了包括根据本发明的实施例的噪声抑制布置的压缩机；

[0032] 图5对应于图1，但是示出了用于噪声测试的压缩机的变型；

[0033] 图6示出了用于图3和图5的压缩器的SPL相对增益的曲线图；

[0034] 图7示出了图1和图3的压缩机的SPL曲线图；

[0035] 图8是示出对于图3的压缩机和图9的设备，当噪声抑制布置的屏的气流阻力变化时，SWL衰减如何变化的曲线图；

[0036] 图9示出了包括根据本发明的另一实施例的噪声抑制布置的个人护理设备的轴向截面图；并且

[0037] 图10示出了图9的设备和基线模型的SPL曲线图。

具体实施方式

[0038] 总的来说，本发明的实施例通过利用邻近导管的空腔来产生噪声抑制谐振器，在包括压缩机或以其他方式配置为产生气流的设备的流动导管中，或在压缩机本身的流动导管中实现噪声抑制布置。以这种方式，通过适当调节谐振器的特性，可以应用无功消声，无功消声有效地使包括低频的目标频带中的噪声衰减。

[0039] 为了产生噪声抑制谐振器，在将流动导管与空腔分开的壁中的一个或多个开口被声阻材料的屏覆盖，屏在下文中被称为“声阻屏”。开口可以是预先存在的孔，可选地修改尺寸和形状以产生所需的噪声衰减行为。替代地，开口可以被添加到壁，特别是为了产生噪声抑制谐振器的目标。

[0040] 开口和空腔一起限定了声腔谐振器，也称为亥姆霍兹谐振器，开口共同限定了谐振器的颈部。该谐振器用于使流动导管中的噪声衰减，噪声抑制集中在某一频带，该频带由谐振器的物理特性决定，包括开口的尺寸、形状、数量和分布以及空腔的几何形状。因此，可

以调节开口和/或空腔的特性,以将谐振器的噪声衰减响应调谐到感兴趣的目标频率。

[0041] 然后添加声阻屏以改善谐振器的性能,特别是通过使开口处的空气动力学产生的噪声最小化以及通过引入作用于谐振器本身的声学抑制。相应地,在本发明的实施例中,屏、开口和空腔一起限定了噪声抑制谐振器。

[0042] 声阻屏包括足够小的孔,以抵抗导管和空腔之间的大部分流体交换,从而避免导管中的流体分离,同时允许稳定的、低水平的流体交换,直到空腔中的压力与流动导管中的压力相等,此时流体交换基本上停止。这些孔还将流动导管与空腔链接到允许开口和空腔充当亥姆霍兹谐振器的程度。

[0043] 在描述本发明的具体实施例之前,为了说明本发明的背景,图1以简化的示意形式示出了限定压缩机10的电机筒组件,根据本发明的噪声抑制可以应用于压缩机10。在这个示例中,压缩机10配置为用于诸如环境护理设备的设备中,例如风扇。

[0044] 图1所示的压缩机10具有混流压缩机的一般形式,并且包括桶形主壳体12,中空的桶形电机壳体14同心地设置在主壳体12内。相应地,主壳体12和电机壳体14各自的中心轴线对齐,以限定压缩机10的公共中心轴线16。

[0045] 主壳体12在其上下轴向端敞开。在图1所示的取向上,敞开的下端限定了压缩机10的入口18,敞开的上端限定了压缩机10的出口20。

[0046] 电机壳体14的直径小于主壳体12的直径,从而在电机壳体14的外部 and 主壳体12的内部之间限定了环形部。环形部限定了流动导管22,在使用中,空气通过流动导管22沿图1中箭头所示的方向从压缩机入口18流向压缩机出口20。

[0047] 主壳体12和电机壳体14各自的上端基本对齐,并且电机壳体14在轴向上比主壳体12更短。相应地,在电机壳体14的下端和压缩机入口18之间限定了空隙。空隙由转子形式的泵送构件(特别是叶轮24)填充,叶轮24具有与压缩机10的中心轴线16对齐的旋转轴线,使得叶轮24可操作以将空气通过流动导管22朝向压缩机出口20泵送。

[0048] 叶轮24包括实心主体26,一周向系列的叶片28从实心主体径向地延伸。叶轮24的主体26安装到叶轮轴30,叶轮轴30沿压缩机10的中心轴线16向上延伸,通过电机壳体14下侧的开口进入电机壳体14中。叶轮轴30的上端联接到电机32,电机32居中安装在电机壳体14内。因此,电机32配置为驱动叶轮轴30旋转,进而驱动叶轮24旋转,以产生通过流动导管22的气流。

[0049] 电机32占据了电机壳体14的下部。在电机32上方,电机壳体14包括基本上空的空腔或腔室34,空腔或腔室34由大致截头圆锥形的侧壁和圆顶形的顶壁36界定。

[0050] 除了叶轮轴30通过其进入电机壳体14的开口之外,电机壳体14不包括任何开口。叶轮轴30由合适的轴承密封,在轴承处叶轮轴30穿透电机壳体14的下侧,使得电机壳体14被密封以将内部体积的空气或可选的另一种气体封闭在腔室34内。因此,在图1所示的布置中,包含在电机壳体14的腔室34内的空气不能与流动导管22中的空气混合。

[0051] 电机壳体14的腔室34出现,因为电机壳体14还具有确定流动导管22的几何形状的功能。在这方面,电机壳体14被成形为使得其侧壁在流动导管22的区域中与主壳体12的壁向上会聚,使得流动导管22向上变窄以使气流朝向压缩机出口20漏斗式输送。如在下面的描述中将变得清楚,本发明的实施例利用电机壳体14的内部腔室34作为噪声抑制布置的一部分。

[0052] 主壳体12在流动导管22内的部分的内表面还包括一周向系列的径向叶片38,这些叶片朝向压缩机出口20纵向延伸。径向叶片38配置为将流过流动导管22的空气重新引导朝向出口20,从而将由叶轮24排出的气流的任何周向分量转换成压力。相应地,流动导管22充当定子。由此可见,电机壳体14的内部腔室34限定了定子腔室34,定子腔室成形为产生定子的几何形状。

[0053] 压缩机10的运行以各种方式产生噪声,这些噪声可以在特定频率激发SPL峰值。例如,压缩机10中的潜在噪声源包括叶轮24和电机32的部件的移动,以及移动的空气和压缩机10的表面之间的相互作用。这种噪声通过流动导管22被携带并进入周围环境中,从而被用户听到。噪声甚至可能被流动导管22放大到某种程度。

[0054] 这在图2中示出,图2示出了在测试期间压缩机10的测量的远场测量噪声水平。具体地,图2示出了两条曲线,每条曲线代表在感兴趣的频率范围内各自测量的远场SPL。第一曲线代表第一叶轮速度的测量SPL,第二曲线代表第二叶轮速度的测量SPL,第二叶轮速度高于第一叶轮速度。

[0055] 从图2可以清楚地看出,两条SPL曲线的总体形状相似,SPL逐渐上升直到感兴趣范围的中点周围的频率,然后急剧下降。相应地,压缩机10产生的大部分噪声处于感兴趣范围的较低频率。正如所预期,较高的压缩机速度通常在所有频率下产生较高的SPL。

[0056] 特别感兴趣的是两个SPL峰值,体现在每个曲线的相似位置,这些峰值在图2中被圈出。这些峰值与压缩机10的具体特征相关,包括电机壳体14和流动导管22的几何形状,因此对于不同的压缩机设计,峰值将发生在不同的频率。在这个示例中,第一较低的频率峰值由压缩机10的入口18和出口20之间形成的驻波导致,第二较高的频率峰值由叶轮24和电机32之间的空腔谐振导致。

[0057] 应注意的是,每个曲线在不同频率下具有其他SPL峰值。然而,特别感兴趣的是共有峰值,因为这些峰值表示与压缩机10的固定物理特征相关的噪声,该噪声将在基本上任何叶轮速度下出现。应注意的是,在其他应用中,噪声峰值可能由除设备几何形状之外的因素导致,并且本发明的实施例对于使由任何源产生的噪声峰值衰减是有效的。相应地,实施针对覆盖这两个频率的频带的噪声衰减将降低所有叶轮速度下的总SWL,因为总SWL对SPL峰值敏感。

[0058] 由于图2所示的SPL峰值可能超过设计容差,所以希望实施针对这些峰值的降噪,而不损害设备的性能的其他方面,也不需要设备进行显著的结构改变。

[0059] 在这方面,图3示出了根据本发明的实施例的压缩机110,其通常对应于图1的压缩机10,但是已被修改为包括噪声抑制谐振器40,谐振器40被调谐成抑制在图2所示的感兴趣的范围内延伸的频带中的噪声。特别地,噪声抑制谐振器40被调谐以使包含对应于图2所示的第一和第二峰值的频带的噪声衰减。

[0060] 具体地,如图3所示,矩形狭槽42的周向阵列已被添加到电机壳体114的壁,并且狭槽42被由包覆成型在电机壳体114的外部上的声阻材料层限定的声阻屏44覆盖。相应地,保留在狭槽42周围和狭槽42之间的壁的部分限定了支撑声阻屏44的框架。

[0061] 图4所示的电机壳体114的横截面视图清楚地示出了声阻屏44如何延伸以环绕电机壳体114的外部。

[0062] 除了声阻屏44和狭槽42之外,图3的压缩机110与图1的相同。

[0063] 狭槽42的该阵列延伸穿过电机壳体114的整个壁厚,彼此相同,并且围绕电机壳体114等角度地间隔开,以环绕电机壳体114的在电机32正上方的区域。相应地,狭槽42通向定子腔室34的下端,从而将流动导管22连接到定子腔室34。应注意的是,狭槽42可以配置为各种其他方式以支撑声阻屏44。

[0064] 由此可见,覆盖狭槽42阵列的声阻屏44位于叶轮叶片28的后边缘和定子叶片38的前边缘之间。

[0065] 形成声阻屏44的声阻材料是包括微孔隙的网状材料。在本文中,“微孔隙”是直径以微米计的孔隙,例如在10-500微米范围内。各种材料适用于形成声阻屏44,例如聚合物网或基于聚合物的复合材料,可选地包括纳米纤维。替代地,声阻屏可以由微穿孔金属板形成,其中孔隙可以通过例如冲压或蚀刻形成。金属声阻屏可以提供电磁场屏蔽的附加功能,这在例如个人护理设备中可能是特别有益的。

[0066] 在该实施例中,声阻屏44的厚度低于0.5mm,从而使声阻屏44对电机壳体114的外部轮廓的影响最小化,进而使对流动导管22中的空气动力学的负面影响最小化。声阻屏44的低厚度也使其声质量最小化,进而使声阻屏44的声抗最小化。因此,声阻屏44的小体积与在类似情况下经常用于降噪的大体积声音吸收体形成鲜明对比,因此,声阻屏44的减小的空间需求是优于这种布置的显著优势。

[0067] 将声阻材料包覆成型在电机壳体114的外部上确保了声阻屏44在每个狭槽上保持张紧。因此,当空气流过流动导管22而在声阻屏44上出现压力差时,声阻屏44基本上保持其整体形状及其孔隙的形状。在这方面,应注意的是,声阻屏44在压力下向狭槽42中的任何显著弯曲都将改变流动导管22的形状,并因此影响空气动力学,并最终影响泵送性能。

[0068] 在其他实施例中,声阻屏44可以以其他方式形成,这些方式也可以在成品声阻屏44中提供所需的张紧,例如通过将材料包裹在电机壳体114周围。

[0069] 声阻屏44完全覆盖电机壳体壁中的每个狭槽42,并且声阻屏44的微孔隙足够小,以抵抗流动导管22和定子腔室34之间的显著流体交换,否则显著流体交换可能导致流动导管22中的流动分离,并进而增加噪声。如上所述,声阻屏44的孔隙允许流动导管22和定子腔室34之间的稳定的、低水平的流体交换,这使得腔室34中的压力能够与流动导管22中的压力相等。

[0070] 微孔隙还用作耗散元件以耗散声能,并且还将流动导管22链接到定子腔室34,以允许狭槽42和定子腔室34形成限定噪声抑制谐振器40的亥姆霍兹谐振器,其中:狭槽42共同地限定谐振器40的颈部;声阻屏44的孔隙增加了颈部的声阻;定子腔室34代表谐振腔。

[0071] 相应地,声阻屏44、狭槽42和定子腔室34一起限定了噪声抑制谐振器40,谐振器40提供了流动导管22中的噪声的无功和耗散性衰减。由噪声抑制谐振器40衰减的频率是定子腔室34和狭槽42的几何形状以及声阻屏44的声学特性的函数。

[0072] 噪声抑制谐振器40的各个元件的影响在图6和7中示出,图6和7示出了对图3和5所示的压缩机110的变型进行模拟和噪声测试的结果。在这方面,图5对应于图3,但是示出了没有覆盖狭槽42的声阻屏44的压缩机110,使得流动导管22经由狭槽42通向定子腔室34。相应地,在图5的变型中,存在由狭槽42和定子腔室34限定的亥姆霍兹谐振器,但是没有由声阻屏44提供的额外的声音抑制。

[0073] 图6示出了两条曲线,这两条曲线提供了图3和图5的压缩机变型的各自声学行为

之间的直接比较,因此示出了声阻屏44的影响。图6中示出的每个曲线表示相对于对应于图1的压缩机10的SPL的基线SPL的以分贝为单位测量的SPL增益,压缩机10没有噪声抑制谐振器40的任何特征,并且具有分隔流动导管22和定子腔室34的实心壁。图3和图5的变型的测量的SPL涉及当各自的压缩机110运行时测量的噪声水平。

[0074] 图6中示出的第一曲线是表示相对于基线的增益曲线的虚线,对应于图5中示出的变型的感兴趣的频率范围的测量的SPL,该变型具有电机壳体狭槽42但是没有声阻屏44。在图6中以实线示出的第二曲线表示对于包括声阻屏44的图3的变型,在相同频带中测量的SPL中相对于基线的增益。

[0075] 正如可以预期的,第一和第二曲线在形状上大体相似,尽管第二曲线大体呈现出比第一曲线更低的SPL增益值。对于大多数频率,第一和第二曲线大体是负的,这表明即使没有声阻屏44,相对于图1的基本变型,添加狭槽42也降低了噪声水平。实际上,第一和第二曲线示出了在感兴趣的频带中的高水平的噪声衰减,在该频带中,SPL峰值出现在正常使用的压缩机110中。这表明由狭槽42和定子腔室34形成的亥姆霍兹谐振器在这些频率下提供了有效的无功噪声抑制。

[0076] 然而,在感兴趣的频带的每一端,第一曲线表现出显著的“增强”,即SPL增加到基线以上,使得图6所示的增益值为正,这表明与没有狭槽42的压缩机110相比,在这些频率下噪声增加。

[0077] 同时,相对于第一曲线,第二曲线表现出大幅降低的增强,同时保留了在限定增强的峰值之间的区域中实现的大部分噪声衰减。尽管与第一曲线相比,第二曲线在感兴趣的频带的一些部分中的噪声衰减略低,但第二曲线的SPL水平中的增益很少为正值,这表明噪声在几乎所有频率下被衰减。此外,总声能是曲线在感兴趣的频率范围内的积分的函数,第二曲线的声能明显低于第一曲线的声能,导致相应较低的SWL。相应地,添加声阻屏44通过抑制在第一曲线中出现的峰值来改善噪声抑制谐振器40的性能。

[0078] 图7示出了两个SPL曲线图,其比较了当各自的压缩机10、110运行时,图3变型和图1变型中产生的噪声,以示出在图3变型中通过添加噪声抑制谐振器40而产生的原始SPL值的差异。在图7中以实线示出的第一曲线对应于图2的第一曲线,即对于较低的叶轮速度在图1变型的流动导管22中测量的SPL。在图7中以虚线示出的第二曲线代表了对于相同的叶轮速度在图3的变型的流动导管22中测量的SPL,流动导管22包括噪声抑制谐振器40。

[0079] 从图7中可以明显看出,噪声抑制谐振器40对感兴趣的频率范围内的噪声有显著影响,因为在该频带的许多点上,第二曲线的SPL比第一曲线低5dBA或更多。相应地,噪声抑制谐振器40成功地针对并使上面参照图2讨论的压缩机10的图1变型的测量SPL中的峰值衰减。

[0080] 事实上,在大部分测量的频率范围内,第二曲线表现出比第一曲线更低的SPL值。唯一的例外是范围的低端的区域,相对于第一曲线,第二曲线显示能量水平有所增强。然而,第一曲线中峰值处(峰值处有明显较高的能量水平)明显的噪声衰减大幅超过了这种增强,请注意图7的对数标度。

[0081] 因此,添加噪声抑制谐振器40总体上改进了压缩机110的噪声水平,这在图7所示的示例中等同于大约2dBA的总体SWL降低。由噪声抑制谐振器40产生的小区域的噪声增强可以通过调节定子腔室34的几何形状来减轻。

[0082] 一旦确定了噪声抑制谐振器40有效地使压缩机中的噪声水平衰减,就可以调节声阻屏44的特性以优化噪声衰减,从而使SWL的降低最大化。

[0083] 特别地,可以调节用于声阻屏44的材料的孔隙大小,以针对压缩机110的几何形状将材料的特定气流阻力修改到最佳水平。类似地,孔隙密度,即每单位面积的孔隙数量,也影响声阻屏44的特定气流阻力,因此可以以类似的方式调节孔隙数量。本领域技术人员将会理解,材料的特定气流阻力与其特定的声阻直接相关,并且一般来说,用于声阻屏44的材料应该具有高的声阻。

[0084] 在这方面,如果声阻屏44具有超过大约75MKS瑞利的特定气流阻力,则它可以被认为是阻声的,而低于该值的材料通常被认为是透声的。在本文中,高声阻因此意味着至少超过75MKS瑞利的声阻,并且通常显著高于该值。例如,声阻可以相对于空气的标称声阻归一化,空气的标称声阻定义为空气密度(ρ_0)和声速(c)的乘积,大约等于412MKS瑞利。在本发明的实施例中,声阻屏44通常可以具有大约为空气标称声阻的一倍或两倍的比声阻,并且可能更大,这对应于75到至少1000MKS瑞利的气流阻力范围。

[0085] 还可能希望声阻屏44具有低的声抗。在这方面,对于给定比声阻的声阻屏44,较高的声抗将倾向于使噪声抑制谐振器40有效衰减噪声的频率范围变窄,特别是将损害较高频率下的衰减。相反,如果声抗很低,使得比声阻是声阻抗的主要部分,则声阻屏44将实现更宽频带的衰减。

[0086] 然而,最大限度地减少SWL并不意味着需要使气流阻力最大化。实际上,最大化的气流阻力将需要实心壁,这对应于图1的原始压缩机10,意味着压缩机没有噪声抑制谐振器40。相反,最小化的气流阻力将对应于图5的开口狭槽布置,这同样不提供最佳的噪声抑制性能。因此,对于每个不同的系统存在最佳气流阻力值,并且该最佳值将因设备而变化。

[0087] 总的来说,气流阻力的最佳值受声阻屏44的表面积的影响最大,表面积通过狭槽42暴露于气流和谐振器腔(即定子腔室34)中的空气。事实上,已发现在声阻屏表面积和最佳气流阻力值之间几乎成正比。影响气流阻力的最佳值的另一变量是流动导管22的横截面积,尽管影响程度较小。相反,已发现谐振器腔的容积和流动导管22中的声阻屏44的位置对最佳气流阻力几乎没有影响。

[0088] 在这方面,图8示出了声阻屏材料的特定气流阻力与图3的布置所实现的SWL的减小或衰减之间的关系,这在图8中由代表第一曲线的实线表示。图8还以虚线示出了第二曲线,其涉及图9所示的实施例,并将在后面描述。

[0089] 图8的第一曲线示出了随着材料气流阻力的值开始上升,SWL衰减快速增加。这反映了这样的事实,即孔隙的尺寸和/或密度从过大而不能有效地吸收声能的初始水平下降,使得孔隙消散声能的能力上升。在极端情况下,当声阻最小时,孔隙太大,以致于它们不能抵抗流动导管22和定子腔室34之间的气流,因此声阻屏44是透声的,因此是无效的。

[0090] 然而,SWL衰减的初始增加不无限地持续下去,因为孔隙的尺寸和/或密度的进一步减小会对流动导管22与空腔的链接形成噪声抑制谐振器40产生不利影响。在极端情况下,孔隙将完全关闭,并且噪声抑制谐振器40将消失。

[0091] 相应地,图8的曲线找到了峰值,超过该峰值,随着气流阻力的进一步增加,SWL衰减逐渐下降。对于图3的压缩机110和噪声抑制谐振器40的特定特性,该峰值对应于超过2dBA的SWL衰减。

[0092] 在实践中,找到对于气流阻力的这个最佳值可以通过对系统建模并模拟对于声阻屏44的气流阻力值范围的一个或多个叶轮速度下的噪声水平来实现,例如使用有限元分析包和/或计算流体动力学包。由于最佳值取决于系统的几何形状,例如使用3D CAD包对设备进行精确建模,将使得该几何形状对最佳值的贡献能够考虑。

[0093] 替代地,最佳气流阻力值可以通过在物理设备上测试一批材料的反复试验来找到。对于相对简单的设备几何形状,通过数学建模找到最佳值也是可能的。

[0094] 尽管上面参照图1中介绍的压缩机10的具体示例进行了描述,但是从上面可以看出,本发明的实施例可以在任何希望降低在空腔旁边延伸的流动导管中的噪声的设备中实施,达到这样的程度,即通过在流动导管的壁中形成开口来连接流动导管和空腔,空腔可以用作声学容积。然后,可以添加声阻屏来覆盖开口,从而控制噪声衰减响应。如图3的压缩机110中的空腔容积超过流动导管的容积的设备对于根据本发明的噪声衰减特别有前途,因为这种容积比率支持有效的无功噪声衰减。

[0095] 图9示出了根据本发明的实施例的包括噪声抑制谐振器52的设备50的另一示例。图9所示的设备50是手持式个人护理设备,具有主要由管状主壳体54限定的大致细长的圆柱形结构。

[0096] 主壳体54包围压缩机壳体56,压缩机壳体56与主壳体54保持同心关系,压缩机壳体56包含压缩机组件58。压缩机组件58包括叶轮60,叶轮60设置在主壳体54的开口端附近,在图9所示的取向上,在设备50的左端限定了设备入口62。叶轮60由包含在电机壳体64中的电机驱动。电机壳体64同心地位于压缩机壳体56内,以在电机壳体64的外部 and 压缩机壳体56的内部之间形成环形部,该环形部限定了流动导管66,在图9中,通过叶轮60的作用泵送的空气从右向左流动通过流动导管66。在电机壳体64之外,空气在通过图9中设备50左端所示的喷嘴70排出之前,流过加热器组件68。

[0097] 在压缩机壳体56和设备50的主壳体54之间在电机下游的轴向点处形成间隙。该间隙限定了环形空腔72,环形空腔72在该实施例中用作谐振器腔。相应地,在环形空腔72的区域中,在压缩机壳体56的壁中形成开口74的阵列,阵列围绕压缩机壳体56周向地延伸并且沿壳体56轴向地延伸。声阻屏76包覆成型在压缩机壳体56的外部上,以覆盖开口74。

[0098] 因此,声阻屏76、压缩机壳体56中的开口74阵列以及压缩机壳体56和主壳体54之间的环形空腔72共同限定了图9的设备50中的噪声抑制谐振器52。尽管相对于图3的实施例,图9所示的实施例使用不同的空腔作为噪声抑制谐振器52的声学容积,但是工作原理是相同的。

[0099] 图10对应于图7,但是代表了图9的设备50的性能。相应地,图10示出了两条SPL曲线,一条曲线表示当叶轮60运行时在图9所示的设备50中产生的噪声,第二条曲线表示在相同条件下在没有声音抑制谐振器52的相应设备50中产生的噪声。在该示例中,包括噪声抑制谐振器52的设备50的SPL几乎普遍低于没有噪声抑制谐振器52的设备50,并且在使用噪声抑制谐振器52的图9的设备50中,总体上实现了大约3dBA的SWL降低,主峰值SPL显著降低。

[0100] 为了实现这种SWL减小,声阻屏76使用具有气流阻力的材料形成,气流阻力对于图9的设备50的几何形状是最佳的。在这方面,回到图8,定义图9的设备50中在材料声阻值范围内实现的噪声衰减的第二虚线曲线的形状类似于第一实线曲线的形状,但是由于图9的

设备50的特定特性而不完全相同。具体地,如图8所示,图9的设备50的声阻屏声阻的最佳值明显高于图3的压缩机110。此外,图9的设备50实现的衰减比图3的压缩器110中的衰减更高。

[0101] 应当理解,在不脱离本申请的范围的情况下,可以对本发明进行各种改变和修改。

[0102] 例如,尽管在上述实施例中,使用单个声阻屏来覆盖噪声抑制谐振器的所有开口,但是在其他实施例中,可以在单个谐振器中使用多个声阻屏,并且在一些情况下,谐振器的每个开口可以由各自的分立声阻屏覆盖。

[0103] 也可以使用多层声阻屏,或者由形成分层结构的多个嵌套声阻屏限定的声阻屏。在这方面,已发现额外的声阻屏层增加了总声阻,例如将两层组合起来大约使总声阻加倍。相应地,声阻屏层的数量可以与孔隙尺寸和密度一起用作调谐声阻屏声阻的附加变量。

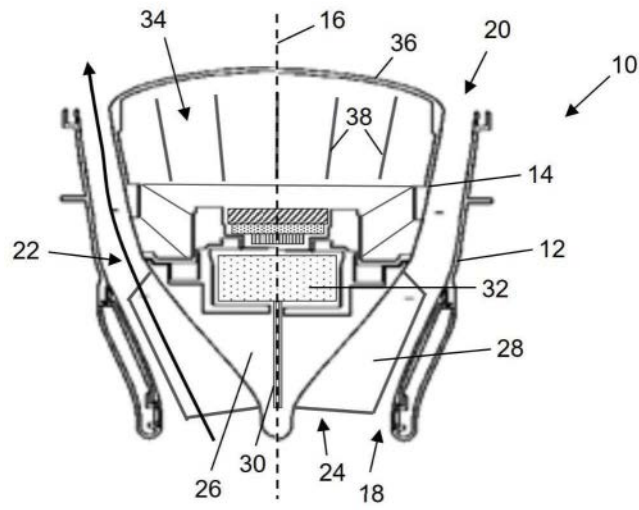


图1

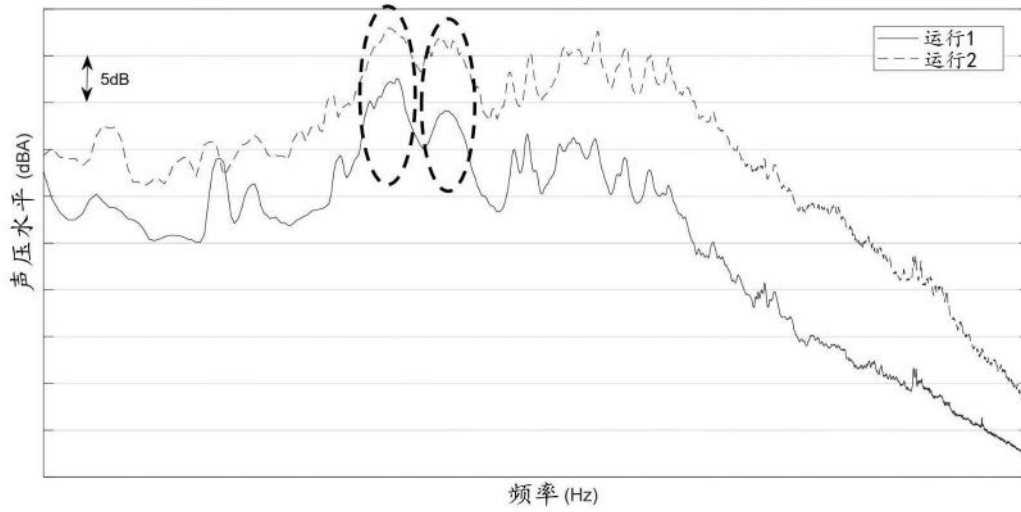


图2

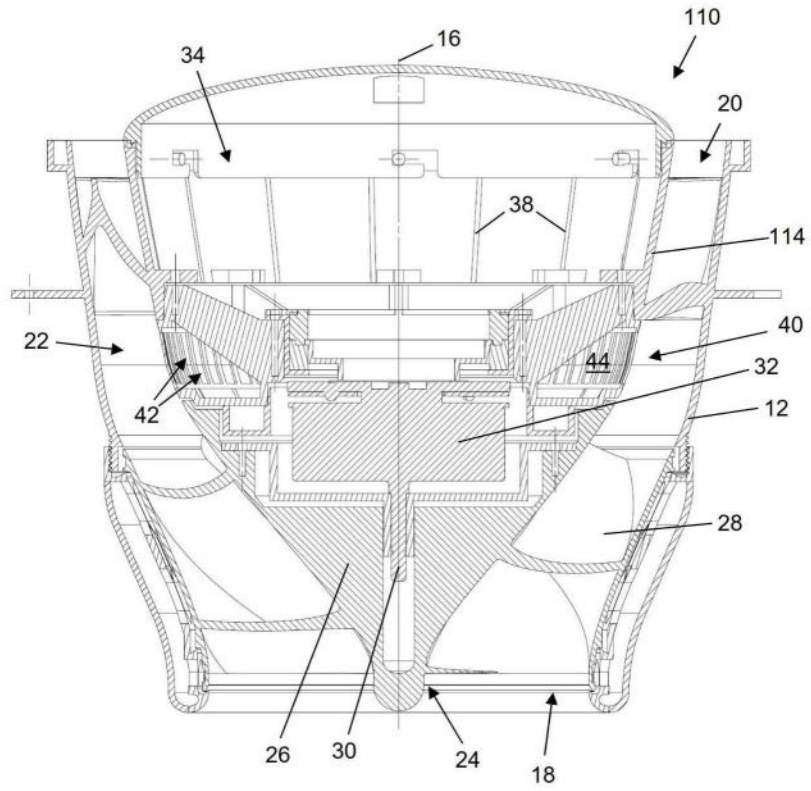


图3

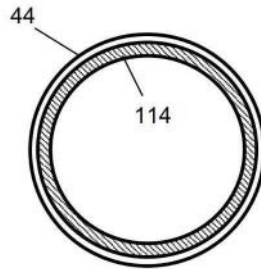


图4

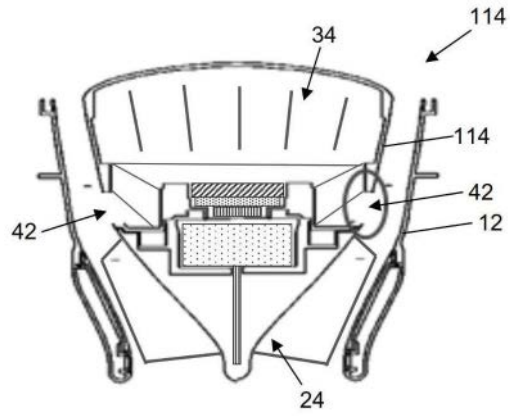


图5

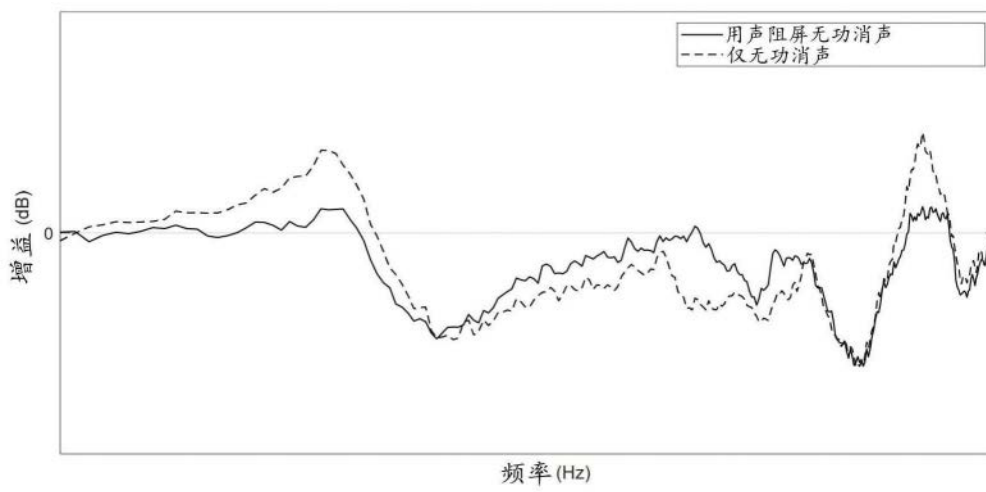


图6

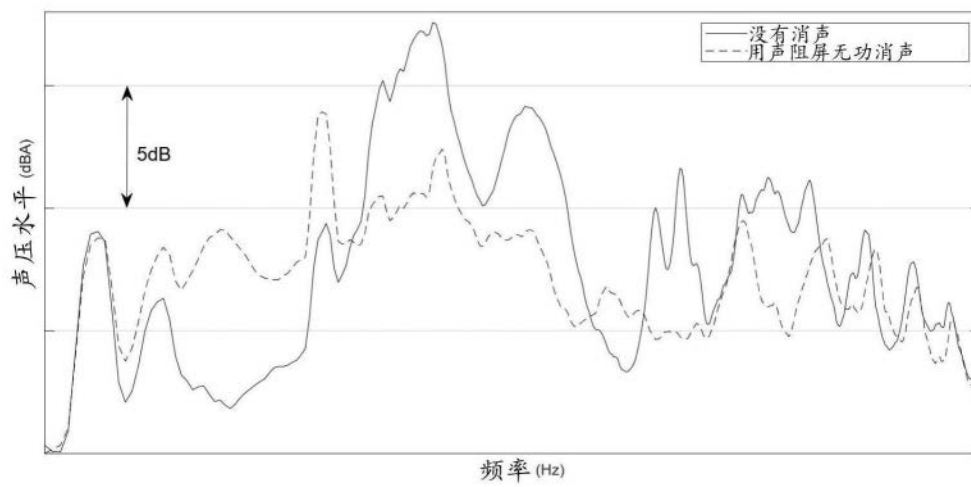


图7

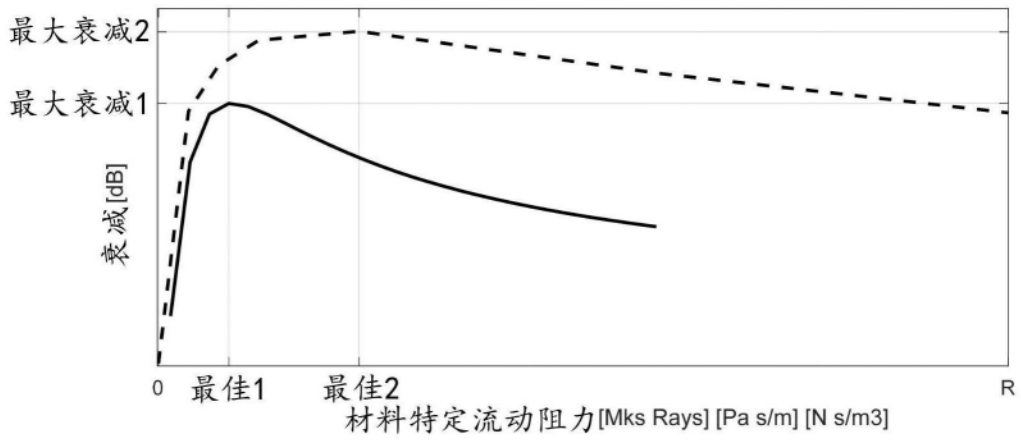


图8

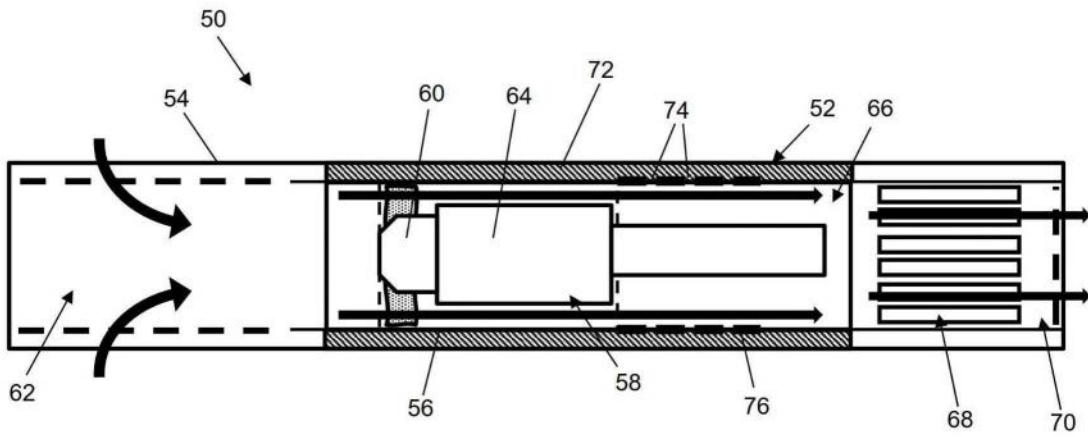


图9

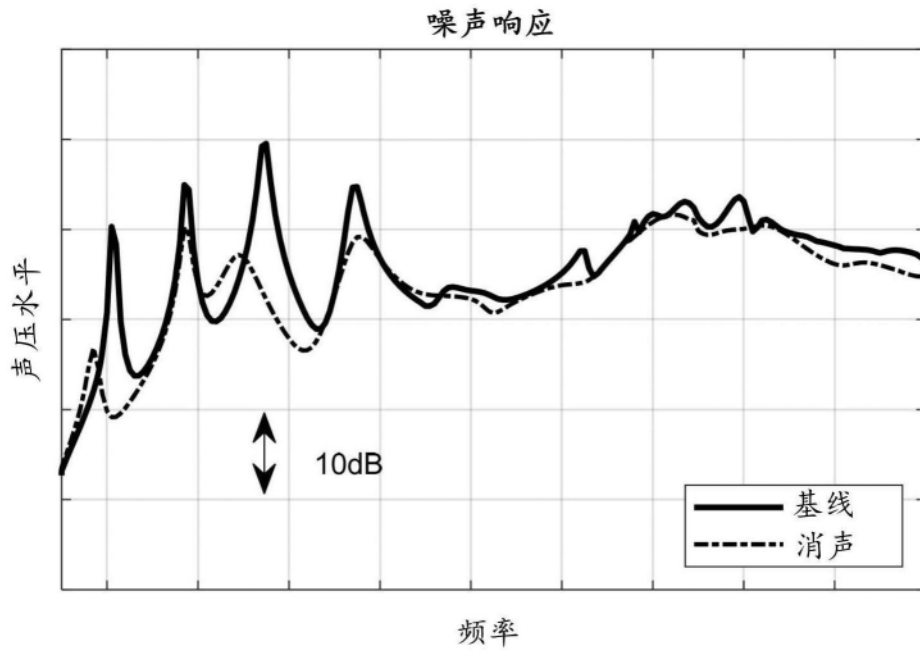


图10