



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108780637 B

(45) 授权公告日 2023. 07. 25

(21) 申请号 201780010387.0

专利权人 法国国家科学研究中心

(22) 申请日 2017.02.08

勒芒大学

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 埃米尔·马丁奇科

申请公布号 CN 108780637 A

亚历山大·乌杜安

(43) 申请公布日 2018.11.09

斯特凡娜·杜兰德

(30) 优先权数据

努迪尼·雅库比 埃利·勒弗夫尔

1650983 2016.02.08 FR

伊夫·奥勒冈

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(74) 专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事

2018.08.08

务所(普通合伙) 11413

专利代理师 谢攀 刘继富

(86) PCT国际申请的申请数据

(51) Int.Cl.

PCT/EP2017/052787 2017.02.08

G10K 11/16 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

E04B 1/84 (2006.01)

W02017/137455 FR 2017.08.17

审查员 胡锋

(73) 专利权人 巴黎-萨克雷大学

地址 法国伊维特河畔吉夫

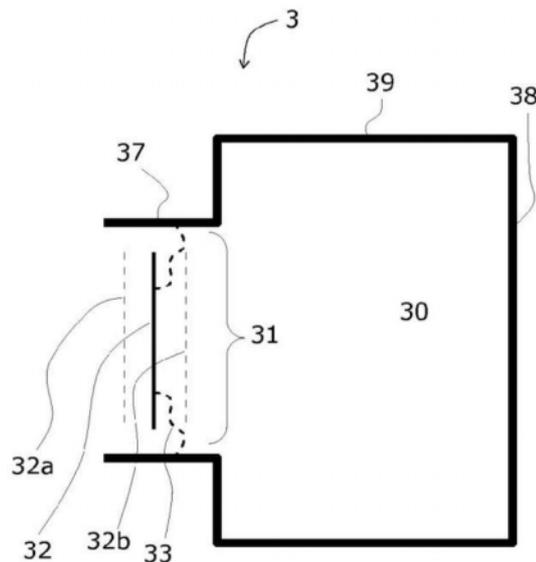
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

## (54) 发明名称

声吸收器、吸声壁以及设计和生产方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种无源声吸收器(3、6、7、8)，其包括经由输入方向(D3)向外部开口的腔(30、80)，以形成用于第一频率的亥姆霍兹谐振器。根据本发明，所述吸收器还包括至少一个移动元件或晶片(32、62、72、72')，所述移动元件或晶片以非密封方式由悬架(33、43、6140)悬挂或保持在阻挡所述颈部的位置。确定悬架和晶片的相对刚度，使得组件在以不同于第一频率的第二频率的“活塞”运动的振动中谐振，从而实现对第二频率或频率范围的吸收。混合型包括线圈(324)，其被控制以调节吸收器的声阻抗。本发明提出了一种包括多个这样的吸收器的吸声壁，这些吸收器由通过穿孔开口的重复结构制成，每个穿孔接收这样的晶片，本发明还提出了设计和制造这种吸收器或壁的方法。



1. 一种声吸收装置(3、6、7、8),包括限定腔(30、80)的外壳(38、39、88、89),该腔通过穿过具有确定的厚度的前壁(37)的至少一个孔向外开放到入口方向,从而形成具有确定的开口表面(A31)和确定的长度(L31)的颈部(31、61、71、81),所述外壳和所述颈部的尺寸被确定为一起形成用于第一频率或频率范围的亥姆霍兹谐振器,该第一频率或频率范围称为固有频率,其特征在于,

所述声吸收装置包括至少一个移动元件或晶片(32、62、72、72'、92a、92b),通过一个或更多个机械连接件或悬架(33、6140、931a、931b)在部分地阻挡所述至少一个颈部的位置处悬挂于所述外壳,即在其全部或部分行程上未密封;并且其中,所述悬架的刚度和所述晶片的刚度是结合确定的,使得所述晶片沿着入射波的方向以“活塞”型谐振模式在不同于所述第一频率的第二频率或频率范围内振动,从而实现对该第二频率或频率范围的吸收。

2. 根据权利要求1所述的声吸收装置,其特征在于,所述晶片(32、62、72、72'、92a、92b)由选自以下材料中的一种或更多种制成:硅、石英、氧化铝、钛及其合金、钢、铝及其合金、塑料。

3. 根据权利要求1或2所述的声吸收装置,其特征在于,所述悬架(33、6140、931a、931b)由材料并根据提供弹性行为的几何形状制成,其中,对于平均直径在10mm和20mm之间的晶片,晶片在其周边的移动的刚度小于6N/m。

4. 根据权利要求1或2所述的声吸收装置,其特征在于,所述悬架(33)包括将所述晶片(32)连接到所述外壳的细长臂,所述细长臂具有围绕所述晶片、平行于所述颈部(31)和/或所述晶片(32)的边缘延伸的形状。

5. 根据权利要求4所述的声吸收装置,其特征在于,所述晶片通过借助于在与所述外壳成一体板或片(320、512、612)中制成一个或更多个切口(330)以便形成悬架臂(331)而相对于所述外壳可移动的部分,从而在所述板或片(320、512、612)内制成。

6. 根据权利要求1或2所述的声吸收装置,其特征在于,所述晶片(62、72、72')通过在两端从所述颈部突出的一个或更多个前进部保持在所述颈部中,所述前进部在所述晶片周边的前面延伸,从而形成防止所述晶片从所述颈部脱离的止挡件。

7. 根据权利要求1或2所述的声吸收装置,其特征在于,所述晶片(72、72')具有以在足够确定的长度上的确定的偏差与所述颈部的内表面一致的周边,结合所述偏差以及所述颈部和所述晶片的材料的性质,允许所述晶片沿所述颈部移动而不会由于倾斜和拱起使其阻塞。

8. 根据权利要求1或2所述的声吸收装置,其特征在于,所述晶片由扬声器的膜(82)形成,所述扬声器通过柔性外围密封件(83、84)固定到外框架(87、85),并且所述密封件具有一个或更多个切口(830、840),所述切口(830、840)围绕所述晶片的周边的至少20%。

9. 根据权利要求1或2所述的声吸收装置,其特征在于,所述晶片(32)还通过电磁系统(324、374、824、874)与所述外壳相互作用,以便形成扬声器的膜,并且所述电磁系统由电子电路控制以便:

-实现有源的声吸收,和/或

-改变所述扬声器的声阻抗,从而增强吸收,改变吸收频率,扩大吸收频率范围,或实现这些效果的组合。

10. 根据权利要求1所述的声吸收装置,其特征在于,所述声吸收装置(3、6、7、8)是无源

吸收器。

11. 根据权利要求1所述的声吸收装置,其特征在於,所述悬架的刚度和所述晶片的刚度以比值的方式确定。

12. 根据权利要求1所述的声吸收装置,其特征在於,所述第二频率或频率范围低于所述第一频率。

13. 根据权利要求1所述的声吸收装置,其特征在於,所述晶片(32、62、72、72'、92a、92b)由聚合物制成。

14. 根据权利要求3所述的声吸收装置,其特征在於,对于平均直径在10mm和20mm之间的晶片,晶片在其周边的移动的刚度小于2N/m。

15. 根据权利要求8所述的声吸收装置,其特征在於,所述密封件具有一个或更多个切口(830、840),所述切口(830、840)围绕所述晶片的周边的至少40%。

16. 一种包括多个根据前述权利要求中任一项所述的声吸收装置(3、6、7、8)的吸声壁(5),所述声吸收装置并置在连续的二维阵列内,以在共同方向上提供声吸收。

17. 根据前一权利要求所述的吸声壁,其特征在於,所述吸声壁包括具有蜂窝结构的板(500),所述蜂窝结构的壳体形成多个腔(30),所述腔在所谓的后侧(58)上被封闭,

并且所述腔在前侧被一个或更多个壁(511、513、611、613、614)覆盖,所述壁被切割以形成多个颈部(31、71),每个颈部接收晶片(32、62、72、72')。

18. 一种根据权利要求1至15中任一项所述的声吸收装置的工业化方法,用于吸收目标频率,其特征在於,所述方法包括以下步骤:

- 确定具有颈部(31、61、71、81)的腔(30、80)的尺寸,使得所述腔和所述颈部形成具有高于所述目标频率的第一频率亥姆霍兹谐振的亥姆霍兹腔,和

- 确定适于布置在所述腔的颈部中的悬挂的晶片的特征,以便生产调谐到与所述目标频率对应的第二频率的吸收器。

19. 根据前一权利要求所述的方法,其中,确定所述悬挂的晶片,使得所述吸收器的悬架在低于所述第二频率的频率下具有其第一标准变形模式。

20. 根据前一权利要求所述的方法,其特征在於,所述声吸收装置的晶片被确定为在其自由时在高于所述第二频率的频率下具有其第一标准变形模式。

21. 一种制造根据权利要求1至6中任一项所述的声吸收装置(3)或根据权利要求16至17中任一项所述的吸声壁(5)的方法,其特征在於,所述方法包括切割片或板(320、512、612)以形成一个或更多个声吸收晶片(32、62)的至少一个步骤。

22. 根据前一权利要求所述的方法,其特征在於,所述板或片(320、512、612)固定在具有蜂窝结构的板(500)的表面上,并且,切割步骤产生相对于所述蜂窝结构的壳体分布的多个晶片,以便形成根据权利要求17所述的吸声壁(5)的多个晶片(32、62)。

## 声吸收器、吸声壁以及设计和生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种无源声吸收器,其包括在声波经由颈部穿过前壁入射的方向上向外开口的腔,以便形成第一频率的亥姆霍兹谐振器。根据本发明,所述吸收器还包括至少一个移动元件或晶片,所述移动元件或晶片以非密封方式由悬架悬挂或保持在阻挡所述颈部的位置。

[0002] 另外,确定了悬架和晶片的相对刚度使得晶片和悬架臂的组件在不同于第一频率的第二频率处以“活塞”型谐振模式振动,从而产生对所述第二频率或频率范围的吸收。该第二频率位于第一频率和第三频率之间,该第三频率是在露天测量时具有其悬架的整个晶片的频率。

[0003] 另外,混合型包括被控制以调节吸收器的声阻抗的线圈。

[0004] 本发明提出了一种吸声壁,其包括多个这样的吸收器,这些吸收器由通过穿孔开口的重复结构制成,每个穿孔都接收这样的晶片。

[0005] 本发明还提出了一种设计和生产这种吸收器或壁的方法。

### 背景技术

[0006] 噪音是噪音污染的重要来源。泡沫等无源降噪解决方案广泛应用于大多数领域。

[0007] 使用亥姆霍兹谐振器的无源解决方案也被广泛应用,特别是为了避免可能成为声谐振的源的反射。例如,吸声花瓶布置在希腊或罗马剧院的看台下,以避免反射并改善建筑物的声学效果。调节花瓶的尺寸和形状以获得允许抑制看台中间的声波反射的谐振系统。如今,在喷气发动机短舱中存在类似的装置。

[0008] 该系统是基于腔的声谐振,所述腔可被描述为“谐振腔”。谐振腔的功能在很久之后被概念化,现在被称为“亥姆霍兹谐振器”。

[0009] 如图1所示,亥姆霍兹谐振器1是与由颈部11和后部体积10组成的开口瓶相当的开放腔。在该图中,该腔10封闭在侧壁19、底壁18和前壁17中,并且仅通过穿过前壁17的孔口在方向A11上开口。该孔口形成具有一定长度的“颈部”11,因此限定了由颈部的长度L11及其开口表面A11限定的体积,例如,形成圆柱形颈部的圆形表面。

[0010] 在这种装置中,颈部11的体积和腔的后部体积10分别与具有一个自由度的机械振荡系统的质量和刚度相当。然后通过将由声波产生的压力变化转换成流体运动来产生吸收。然后,谐振器的谐振频率处的声波能量被传递到谐振系统。为了衰减给定频率的声波,亥姆霍兹谐振器的大小应使其固有频率适应该频率,以便根据以下公式进行衰减:

$$[0011] \quad f_0 = \frac{c_0}{2\pi} \sqrt{\frac{A_{col}}{L_{col} V_{cavit\acute{e}}}}$$

[0012] 其中, $A_{col} = \pi \cdot r^2$ , $L_{col}$ 和 $V_{cavit\acute{e}}$ 分别是开口的表面A11,颈部11的长度L11和后腔10的体积V10。

[0013] 最近,已经开发了有源解决方案,其使用根据声波激活和操作的声发射器,其中声波被衰减以产生降低其强度的相消干涉。然而,这种类型的解决方案复杂、脆弱且昂贵。

[0014] 根据所使用的解决方案的成本、空间要求和其他约束(例如工作温度)来选择降噪装置,如在降低飞机反应器的噪声的情况下。

[0015] 在大型空间(例如剧院或交通大厅)中进行噪声补偿的情况下,难以预测有源吸声壁的成本。亥姆霍兹谐振器或局部有源噪声补偿器的使用使得可以限制与声谐振模式特别相关的干扰。

[0016] 在声音产生非常重要的飞机反应器中,民用航空标准对飞机噪声的发射施加了越来越严格的限制。在所有可能的降噪解决方案中,由于对温度和振动的非常高的要求,仅无源解决方案在反应器中是可行的,其可以是声学和机械的。

[0017] 如图2a和图2b所示,代替使用泡沫或作为附加的解决方案,调谐为亥姆霍兹谐振器的腔目前被植入在反应器壁上。这些腔10使用形成蜂窝形状的循环性结构的板20制成,如图2a和图2b所示。这种板20封闭在实心后板28和前板27之间。它穿有通向单元10的孔11,每个孔构成谐振器1的颈部。该结构允许使获得的组件2适应反应器外壁的形状并确保其刚性。

[0018] 已经提出了其他无源解决方案,例如在文献US 8857563中,其提出了亥姆霍兹腔,其前壁和/或后壁由固定在颈部内的柔性膜形成,从而使一个或几个壁变形。这些柔性壁有时具有孔口并且能够配备有镇流器,该镇流器允许改变壁和整个腔的声学响应。还提出将亥姆霍兹腔与多孔材料相结合。

[0019] 在US2012/0155688中,提出了制造开孔吸声材料的刚性板,其吸收第一频率,并使用该板的弯曲刚度来吸收第二频率。在一个特定的变体中,该文献还提出切入板开口,这能够形成现有技术中已知的亥姆霍兹腔。

[0020] 本发明的目的之一是克服现有技术的缺点。本发明寻求改进,特别是在吸收性能方面,以及在衰减频率范围的宽度和定位方面。本发明还寻求提高实施和适应的灵活性,包括在吸收频率、频谱宽度和较低频率方面的设计灵活性。本发明还寻求成本、简单性和可靠性以及对外部应力的抵抗力。

## 发明内容

[0021] 本发明提出了一种声吸收装置,特别是无源装置,包括限定腔的刚性外壳,该腔围绕其周边封闭除了在所谓的输入方向(通常是单个),该腔通过所述输入方向向外开放。该出口由穿过所谓的前壁的至少一个孔口构成,该前壁是刚性的并且具有确定的厚度,从而形成具有特定开口表面和特定长度的至少一个颈部。在这种外壳中,该颈部因此具有固定的形状和位置,以及不变的尺寸。所述外壳和所述颈部的尺寸通常由外壳的体积以及颈部的表面和长度决定,其一起形成用于称为固有频率的第一频率或频率范围的入射波的亥姆霍兹谐振器。

[0022] 可选地,该颈部分布在通向同一腔的若干孔口中,使得组件表现得像单个亥姆霍兹谐振器,其中孔口大多在相同方向或基本平行的方向上开放,例如形成小于 $30^\circ$ 或 $15^\circ$ 的角度。

[0023] 根据本发明,该吸收器还包括至少一个移动元件,这里称为晶片,通过一个或更多个机械连接件,以在其行程的至少一部分上未密封的方式在至少部分地阻挡至少部分所述至少一个所述颈部的位置处悬挂在所述外壳上,其中机械连接件这里称为悬架(例如通过

材料的连续性)。即,在移动行程的至少一部分或整个行程上仍然存在泄漏部分。

[0024] 在一些实施例中,存在永久性泄漏部分。在这种情况下,移动元件可以在其整个行程中保持或不保持在颈部内。

[0025] 根据其他实施例,当移动元件位于颈部内时,移动元件也能够以密封方式阻挡腔,但是有一部分行程会出现泄漏部分,例如在其行程的两端或两端中的至少一个。

[0026] 此外,根据本发明,确定了悬架的刚度以及晶片的刚度(或以其比例),使得所述晶片沿着入射波的方向在不同于第一频率(特别是较低频率)的第二频率或频率范围处以“活塞”型谐振模式振动,从而实现对该第二频率或频率范围的吸收。

[0027] 为了实现这种阻挡,晶片能够相对于颈部定位在其内部或其前面或外部的各种位置中,并且以能够在其移动期间变化的方式。

[0028] 通常,将悬挂的晶片定位成使得加载后进行测试或计算的(即,具有晶片但在腔外的露天中)吸收器的悬架具有与第一频率不同的第三频率谐振。因此,通过组装腔和悬挂的晶片获得的第二频率将位于第一频率(即腔的亥姆霍兹频率)和第三频率(在露天中测量的悬挂的晶片的频率)之间。

[0029] 第三频率优选地低于第一频率。位于两者之间的第二频率也低于亥姆霍兹频率。

[0030] 或者,第三频率高于第一频率。因此,位于两者之间的第二频率也高于亥姆霍兹频率。

[0031] 优选地,晶片占据颈部的至少80%的截面。在由一片不均匀刚度的片材形成的晶片的情况下,该片材具有以活塞模式移动并在颈部的至少80%的截面上形成所述晶片的部分。

[0032] 对于二维物体,这里以“活塞模式”的这种位移被定义为垂直于其平均表面的运动,其中物体在平均表面中具有相对于该运动非常小或甚至可忽略的变形。即,所有部分在同一方向上以相同或非常接近的速度同时运动,并因此几乎没有弯曲。

[0033] “活塞”模式的这种运动不同于例如变形分布在物体的整个表面上的“鼓”模式的运动。因此,固定在其周边上的具有恒定厚度的柔性膜将在鼓模式下变形,就像在US 8857563中提出的柔性壁的示例中一样。

[0034] 例如,如果晶片+悬架臂的固有频率低于亥姆霍兹谐振器的固有频率,则该吸收器的最终吸收频率将低于亥姆霍兹谐振器的吸收频率。

[0035] 优选地,确定晶片及其悬架的特征,使得它们的固有谐振频率(即安装在露天而没有腔)位于所述腔的亥姆霍兹频率之下。

[0036] 实际上,当进行在亥姆霍兹谐振器的颈部中植入密封型扬声器的测试时,发明人发现当在无源模式中使用,即在不激活扬声器的情况下,该组件的行为的改进和具体变化。

[0037] 因此,已经发现,添加这样的晶片,特别是设置成以活塞模式振动,出人意料地改变了腔的行为:吸收效率明显更高,系统的吸收频率也会向低频率移动。

[0038] 优选但非必要的是,晶片的几何形状或材料(优选两者)被设计成形成刚性结构,即,与其在活塞模式下的平均运动和/或相对于颈部的尺寸相比,具有高刚度并且不易变形,例如小于10%或小于50%。它优选地是几乎没有滞后的纯弹性结构。

[0039] 根据一个特征,晶片由具有低重量的、优选结合高刚度的材料和结构制成。

[0040] 例如,晶片由选自硅、石英、氧化铝( $Al_2O_3$ )、钛及其合金、钢、铝及其合金、塑料和特别是聚合物中的一种或更多种材料制成。

[0041] 悬架优选使用提供弹性行为的材料和几何形状制成。根据具有良好结果的实施例的示例,对于硅结构,针对晶片在其周边的位移计算的悬架的刚度小于 $6N/m$ ,特别是小于 $2N/m$ ;对于直径在 $10$ 和 $20mm$ 之间的圆形晶片,例如在 $0.5$ 和 $20N/m$ 之间,或甚至在 $2$ 和 $6N/m$ 之间。

[0042] 根据一个特征,晶片具有二维薄的形状,例如扁平的,并且优选地具有与颈部的边缘基本平行的周边,例如,提供规则地或均匀地分布在晶片周围的泄漏部分。

[0043] 优选地,悬架和泄漏部分被定位成使得整个移动设备在要吸收的频率下不具有扭转变形模式,并且优选地不低于它。根据一个特征,确定该周边的几何形状及其与颈部的偏差,以便补偿或避免晶片的扭转变形,例如在调整阶段,例如,在颈部具有没有形成完整圆形或不规则的周边的情况下。

[0044] 根据另一个特征,悬架包括将晶片连接到外壳的细长臂,其具有围绕所述晶片平行于(或至少形成小于 $20^\circ$ 的平均角度)颈部和/或晶片的边缘延伸的形状。因此,这种几何形状使得可以通过在颈部和晶片之间保持小的间隙同时限制或避免结构的扭转模式来获得很大的灵活性。

[0045] 因此,对于给定刚度的弹性材料,可以生产更长的臂,因此具有更低的刚度,同时限制围绕晶片周边的杂波,并因此限制其与颈部的壁之间的间隙,或者限制可能存在的间隙上的约束。实际上,在很小的间隙下很难获得很大的灵活性,尤其是以在晶片周围的规则方式;虽然它有助于限制扭转模式的发生并有利于活塞模式。

[0046] 例如,通过借助于在所述板或片中形成一个或多个切口以便形成悬架臂而相对于所述外壳可移动的部分在板或与外壳成一体的板内形成晶片。

[0047] 因此,工业化制造更容易,这可以变得更快、更准确、更可重复并且更便宜。

[0048] 根据另一个特征,晶片通过一个或多个突出部保持在颈部中,所述突出部在两端从颈部在晶片的周边前方延伸,从而形成防止所述晶片从颈部脱离的止挡件。

[0049] 根据另一个特征,在悬架通过材料连续性具有或不具有连接的情况下,晶片具有与颈部的内表面匹配的周边,具有确定的间隙和取决于其振动运动的方向而确定的长度。确定该长度足以与所述间隙和颈部和晶片的材料的性质相结合,以允许所述晶片沿颈部移动而不会因倾斜和拱起而导致阻塞。这种晶片例如是圆柱形,形成或没有形成完整的圆形。

[0050] 因此,这种吸收器能够以各种尺寸和易于工业化的方式生产,包括小型的,例如,与当前蜂窝配置兼容的尺寸,其外壳与空间要求和航空或工业机械领域中使用的谐振频率兼容。

[0051] 或者,根据本发明,吸收器包括由扬声器膜(例如,诸如凯夫拉尔树脂、织物、纸或纸板)形成的晶片,例如传统的音圈型电动扬声器和环形永磁体。通常,该膜通过柔性外围密封件固定到外框架,例如通常是用于生产同时形成扬声器密封件的柔性外围悬架的类型,例如橡胶或乳胶、弹性体,聚合物薄膜如约 $100\mu m$ 的聚乙烯薄膜。

[0052] 根据本发明,该密封件具有围绕所述膜的一个或多个切口,以将颈部置于其周边。切口可以具有大尺寸,表示密封表面的大部分(例如,至少 $20\%$ 或甚至至少 $40\%$ ),只要通过单独的密封件或可能地与支架一起确保膜与框架的机械一致性。

[0053] 根据一个特征,该结构不包括通常的电磁系统,例如线圈和磁体。因此,这种吸收器易于生产,利用众所周知的已被证明在制造和组装方面经济的技术,例如,在建筑物中房间的吸声壁的背景下,与传统的亥姆霍兹谐振器相比具有更高的效率和/或体积,同时成本低于真正的有源吸收设施。

[0054] • 具有反应或有源控制的混合吸收器

[0055] 在可以组合本文公开的所有或一些特征的一些实施例中,晶片还通过电磁系统与外壳(和例如颈部)相互作用以形成扬声器膜。

[0056] 优选地,线圈固定在晶片上,而永磁体固定在颈部或前壁上。与永磁体可移动的情况相比,这提供了设计的更大自由度,特别是更高的效率和在较低频率下的可能的吸收。

[0057] 可选地或另外地,永磁体附接到晶片并且线圈附接到颈部。

[0058] 这使得吸收器可以被认为是混合的,因为它结合了无源降噪的优点和对其阻抗的受控管理。

[0059] 有源声学系统可分为两类:

[0060] -带有伺服链的有源控制系统,需要引入控制措施(压力和/或速度),和

[0061] -不需要测量吸收声波特性的反应系统控制措施。

[0062] 在这些实施例中,电磁系统由电子电路控制,以便:

[0063] -实现有源的声吸收,和/或

[0064] -改变所述扬声器的声阻抗,从而增强吸收,改变吸收频率,扩大吸收频率范围,或这些效果的组合。

[0065] 在第一所谓的“反应”电磁形式中,本发明的具有泄漏部分的混合吸收器由电子电路控制,以实现有源降噪,通常通过在有或没有负阻抗值的控制措施的情况下在音圈的端子处施加“负阻抗”分流器。这提供了仅反应系统,其提供了控制吸收器行为的可能性,而没有实现传统有源降噪电子器件的所有复杂性。实际上,获得负阻抗是有源控制技术的一种简单形式。

[0066] 在根据本发明的形成真正“有源”系统的第二电磁形式中,具有泄漏部分的混合吸收器由基于待保护环境的水平和声谱的控制措施来控制,并且在对所得的声音环境进行或不进行实时评估的情况下使用复杂的控制规则。

[0067] 这两种方法导致改变以这种方式形成的扬声器的声阻抗。

[0068] 声阻抗的这种变化使得可以增强吸收、改变吸收频率、拓宽吸收频率范围,或提供这些效果的组合。

[0069] 已经针对具有密封膜的传统扬声器提出了这种电子控制的声阻抗适配。在以下文献中详述了控制和操作的示例模式以及获得的结果:

[0070] -Romain Boulandet的论文:H.Lissek,“Active materials with variable acoustic properties”。博士论文,缅因大学声学实验室,2002;

[0071] -Romain Boulandet,HervéLissek,“acoustic impedance synthesis at the diaphragm of moving coil loudspeakers using output feedback control”,ICSV18,2011年7月10日至14日,巴西里约热内卢;

[0072] -Romain Boulandet,Herve Lissek,Etienne Rivet.“Advanced control for modifying the acoustic impedance at the diaphragm of a loudspeaker”。法国声学

学会(French Society of Acoustics),声学2012年4月,2012年,法国南特,<hal-00810907>。

[0073] 因此,本发明使得可以在给定频率范围内提供有效的无源吸收,同时还允许有源阻抗适配允许在更宽的频谱上吸收。

[0074] 根据所安装的配置并根据所选择的时刻,包括具有泄漏部分的这种混合吸收器的装置也允许在有源降噪模式中使用该吸收器或甚至仅作为替代扬声器,可能彼此结合或交替或者与无源或适应的吸收相结合或交替。

[0075] 根据本发明的另一方面,提出了多个吸收装置,如本文所述,它们在连续的二维阵列内并置,以在相同方向上实现声吸收。还提出了一种无源或混合吸声壁,其包括如本文所述的多个吸收装置,它们在连续的二维组件内分布或并置,以在垂直于该壁表面的相同方向上实现声吸收。

[0076] 根据一种变体,这种装置例如彼此相同,以增强在相对窄的频带中的吸收,并使其在壁的整个表面上平整。

[0077] 根据另一变体,壁包括具有不同特征的若干吸收装置,因此在较宽的带上提供吸收,从而形成不同类型的装置的吸收带的聚集。

[0078] 根据配置和要求,这些吸收器均匀分布以形成循环性图案,可以是重复但非循环性的,或伪随机的。

[0079] 根据又一变体,根据本发明的吸收器(一种或多种类型)与根据现有技术其他吸收器(例如,具有晶片缺失颈部的亥姆霍兹腔)一起用于同一壁中。可以根据每个频率的吸收强度的需求和/或根据与每个不同频率有关的位置来分配这些不同类型。

[0080] 根据一个特征,这种壁包括具有重复或循环性结构的板,例如蜂窝结构,其外壳形成多个腔,这些腔在所谓的后侧被通常由刚性和密封的壁封闭,该壁与重复结构的板成一体。在与后表面相对的前表面上,这个重复结构的板的腔被一个壁(或几个叠加的壁)覆盖,该壁被切割以形成多个颈部,每个颈部都接收晶片。

[0081] 根据本发明的又一方面,提出了一种用于设计和/或工业化如本文所述的吸收器的方法,旨在吸收目标频率,其包括:

[0082] -确定具有高于目标频率的第一亥姆霍兹谐振频率的亥姆霍兹腔的尺寸的步骤,以及

[0083] -确定(通过计算或实验)悬挂的晶片的特征(其材料及其几何形状)的步骤,该悬挂的晶片被设计成布置在所述腔体的颈部中,以便产生调谐到对应于所述目标频率的第二频率的吸收器。

[0084] 优选地,定义晶片及其悬架的特征,使得当安装在露天且没有腔时,移动单元(即,由晶片及其悬架形成的组件)的固有谐振频率低于所述腔的亥姆霍兹频率并低于所述目标频率。

[0085] 根据另一个优选的特征,优选地与前一个结合,悬挂的晶片被配置为使得使得加载后进行测试或计算的(即,具有晶片但在腔外的露天中)的悬架在低于第二频率的频率下具有其第一标准变形模式,因此低于要吸收的频率。

[0086] 更具体地,定义晶片本身,使得当单独测试或计算,即自由且无悬架时,其第一标准变形模式在高于第二频率的频率处发生。

[0087] 因此,可以限制或避免重现可能在形成具有要被吸收的频率的谐波的频率处出现的附加噪声。

[0088] 这里提到的术语“第一标准模式”应理解为当频率增加时首先出现的指定模式,即出现在谐振频率下的变形模式。

[0089] 根据本发明的又一方面,提出了一种制造如本文所述的吸收器或壁的方法。根据本发明,该方法包括制造片或板的至少一个步骤,以便形成一个或多个吸收器晶片,例如通过削减方法,例如激光切割、水射流、电腐蚀、化学蚀刻或等离子体。作为替代或另外的选择,该制造也可以通过额外的制造方法进行,例如通过热沉积、激光聚合、激光烧结,例如使用聚合物或金属。在包括由悬架臂悬挂的晶片的实施例中,制造晶片的步骤还优选地按照形成这些悬架臂的轮廓的图案形成开口。

[0090] 根据一个特征,片或板以重复或循环性结构附接到板的表面,并且切割步骤产生相对于循环性结构的壳体分布的多个晶片,以便形成如本文所述的多个吸声壁的晶片。

[0091] • 应用示例

[0092] 本发明使得可以在具有所有优点的无源系统内实现比传统亥姆霍兹谐振器更有效的吸声,并且涉及很少或没有成本、复杂性或易损性,尤其是对于低频率,例如在500Hz和1500Hz之间的频率。

[0093] 另外,固有频率的向下移动使得与传统谐振器相比可以吸收更低的频率,和/或使用更小的体积,因为当要吸收的频率减小时它增加。

[0094] 这种类型的解决方案特别用于某些应用,其中泡沫或有源解决方案不能使用或仅以有限的方式使用,例如由于获得足够吸收所需的空间,或者由于它们对困难条件(例如气候或极端人工环境)的抵抗力不足。可以在目前并不总是可接近的这些方面做出重大改进。

[0095] 举例来说,计划在飞机发动机中以相对于图2a和图2b所示的简单穿孔蜂窝结构的改进方式实现声吸收,例如,相应于民用航空标准的变化,这些变化使飞机噪声发射越来越少。

[0096] 许多应用正被考虑用于改进和/或使许多系统或机器的绝缘不那么繁琐,例如机械工具或自动化或非自动化的生产线的元件。

[0097] 在建筑领域也正在考虑目标应用,特别是限制在大的覆盖或封闭空间中的回声,例如录音棚或大型会议室或展厅、交通或通道大厅。

[0098] 提出了本发明的各种实施例,根据它们的所有可能组合,集成了本文所述的各种可选特征。

## 附图说明

[0099] 本发明的其他特征和优点将从实施例和附图的详细描述中得出,该实施例绝不是限制性的,其中:

[0100] -图1是轴向截面图,示出了根据现有技术的亥姆霍兹谐振器;

[0101] -图2a和2b是透视图,示出了根据现有技术的吸声壁,其包括在组装之前和之后由覆盖有多孔板的蜂窝结构形成的多个亥姆霍兹谐振器;

[0102] -图3是根据本发明第一实施例的吸收器的轴向截面的透视图,包括具有电动硅晶片的 $21\text{cm}^3$ 的腔;

- [0103] -图4是示出形成图3的悬架和吸收器晶片的切口的比例透视图；
- [0104] -图5是示出图3的吸收器的晶片的比例透视图，其具有电磁线圈和加强件的形式；
- [0105] -图6是本发明限定的吸收器的轴向截面的原理示意图，其中颈部比腔更窄；
- [0106] -图7是示出使用图3的吸收器，针对两种不同的腔体积实验获得的吸收曲线的曲线图，其中在晶片周围有或没有密封件；
- [0107] -图8是根据本发明的第二实施例的吸收器的轴向截面的原理示意图，其具有形成腔的一部分的颈部；
- [0108] -图9是轴向截面示意图，示出了根据本发明的第三实施例的吸声壁，其包括多个由蜂窝结构形成的吸收器，所述蜂窝结构覆盖有形成颈部的若干多孔板，并且所述多孔板包围切割板以形成晶片及其悬架；
- [0109] -图10a和10b是从左侧看的轴向截面示意图，其示出了根据本发明实施例的第四实施例的蜂窝状吸声壁内的吸收器之一，其中自由晶片由在颈部上方突出的外层保持；
- [0110] -图11是轴向截面的示意性半视图，其示出了根据本发明实施例的第五实施例的两个变体的蜂窝状吸声壁的吸收器之一，其中厚的未固定的晶片由在颈部上方突出的外层保持；
- [0111] -图12是轴向截面示意图，示出了本发明实施例的第六实施例，其中锥形膜片式电动扬声器安装在穿孔的周边接头上；其中泄漏部分由穿过膜内部的孔口形成，在两个半视图中呈现不同的变体；
- [0112] -图13是轴向截面示意图，示出了具有在其内部具有泄漏部分的刚性晶片的实施例的第七实施例，其中泄漏部分由穿过晶片内部的孔口形成，呈现出具有不同变体的两个半视图；
- [0113] o在图13左侧的半视图中，具有未密封的悬架，和
- [0114] o在图13右侧的半视图中，具有防水悬架；
- [0115] -图14是轴向截面示意图，其示出了包括泄漏部分的柔性中心晶片实施例的第八实施例，其中泄漏部分由穿过晶片内部的孔口形成，在两个半视图中呈现不同的变体；
- [0116] o在图14左侧的半视图中，具有未密封的悬架，和
- [0117] o在图14右侧的半视图中，具有密封的悬架；
- [0118] -图15a和图15b是示出运动差异的图：
- [0119] o在图15a中，以“活塞”模式，和
- [0120] o在图15b中，以“鼓”模式；
- [0121] -图16是示意性轴向截面图，示出了图3的吸收器的颈部和晶片，其中具有如图5所示的电磁线圈和加强件。

## 具体实施方式

### [0122] • 单吸收器

[0123] 图3至图7示出了本发明实施例的第一示例。对于其他示例，将仅描述它们与第一实施例的不同之处。

[0124] 在该实施例的第一示例中，在最初旨在通过扬声器实现有源降噪系统的研究的背景下制造和测试吸收器3。

[0125] 吸收器3具有限定内腔30的圆柱形状。该腔30由圆柱形壁39围绕,其由后平壁38完全封闭,并且部分由前壁37封闭。前壁37穿有中心孔,该中心孔沿轴向D3方向朝向腔30的圆筒开口。该孔具有穿过前壁37的厚度的圆柱形状,从而形成L31长度并具有A31横截面的颈部31。

[0126] 在本文描述的示例中,使用的晶片由使用MEMS技术(用于微机电系统)制造的电动微型扬声器的硅膜形成,正如Iman Shahosseini的论文“Towards micro high-performance electroacoustic loudspeakers in silicon technology”所述的,博士论文,基础电子研究所(Institute of Basic Electronics),2012年,或者如在I.Shahosseini等人的“Towards high fidelity high efficiency mems microspeakers”所述的,IEEE国际传感器会议(IEEE International conference on sensors),第2426-2430页,2010年.....这些电动微型HP硅具有厚度小于1厘米并具有与传统的中频扬声器(500Hz)相当的谐振频率的特征,这可以很好地集成到薄的环境中,例如进入小于50mm的壁。

[0127] 如图4所示,晶片32由从刚性板320切去的内部部分形成。该切口以包括几个切口330的图案制成,切口330几乎完全围绕晶片32。在这个示例中,几个基本上线性(即一维)的切口330以围绕晶片的中心C32规则分布的角度制成,这里是六个相同的切口。这些切口330中的每一个以特定距离覆盖远离中心C32的周边的角部分,该距离对应于臂的宽度和移动晶片32的周边与颈部31的壁之间的距离E31。这些切口中的每一个部分地沿着其邻近物,沿一个方向(这里:沿逆时针方向)向内延伸并且沿另一个方向(这里:顺时针方向)向外延伸。因此,在每组并排的两个切口之间,剩余材料在长度L330上形成沿着晶片周边延伸的螺旋形扩展臂,长度L330比颈部和晶片之间的间隙E31大得多。因此,不管初始板320的材料刚度如何,都可以获得长度大且因此刚度低的臂331(图中为灰色)。

[0128] 在该示例中,初始板320由硅制成,总厚度为20 $\mu\text{m}$ 且外部尺寸为23mm $\times$ 28mm,例如单晶硅,其能够从SOI型基板获得。从该板内切出的晶片32的直径为13mm,切口330的宽度约为20 $\mu\text{m}$ 。在两端,切口330变宽成圆形(在图4和图5中为黑色)以限制材料的损耗并避免裂纹。

[0129] 如图5所示,该晶片还承载加强件34,加强件34使用MEMS领域中已知的方法制成,由从其表面突出一定高度(此处为300 $\mu\text{m}$ )的肋形成。因此,晶片的总厚度在其刚性方面为320 $\mu\text{m}$ 。

[0130] 作为该实验的一部分,由此制造的扬声器还包括沉积在晶片周边上的一系列电迹线,以形成电磁线圈(可选)324,电磁线圈通过两个20 $\mu\text{m}$ 厚的悬架臂331连接到固定部分,悬架臂331也通过切入初始板320而形成。

[0131] 如图3所示,该扬声器的电磁系统由永久环形磁体374实现,其固定在颈部31内以与线圈324相互作用。该磁体可以由两个钕铁硼环磁体组成,其理论极化值为1.5T,如Shahosseini的论文所述。

[0132] 图6是示出了该吸收器3的示意图,其具有未密封且刚度非常低的悬架33(以虚弧线表示),尽管悬架和晶片由相同的初始板形成,但与晶片32的刚度(因此有利于活塞模式)相比,悬架33的刚度是可忽略的。

[0133] 在无源模式中,在图7中执行和示出的测试中,晶片通过在极限位置32a和32b(图6

中的虚线所示)之间移动而以活塞模式振动。这些运动的幅度对应于距平衡位置(实线)小于2mm的最大运动,并且悬架在不会破裂的情况下允许大约4mm的运动。

[0134] 最初,该实验旨在通过根据电子控制器激活扬声器来实现有源降噪,该电子控制器旨在将频率衰减到接近安装它的腔30的亥姆霍兹谐振频率。这项工作是在Alexandre Houdouin 2014年IEF论文的框架内完成的,该论文尚未发表。为了避免当寻求优化扬声器的效率时自然发生的声学短路,计划通过连续且密封的周边密封件来封闭间隙E31。已经考虑了几种类型的接头,例如浇铸乳胶或热成型聚乙烯薄膜。

[0135] 然而,在所设想的系统的不同完成阶段进行各种测试,包括在安装该密封件之前。

[0136] 下表给出了腔30和颈部31的几何值,以及在没有晶片的情况下计算和测量的两个测试腔的谐振频率。

参数	小腔	大腔	单位
$R_{neck}$	0,8	0,8	cm
$A_{neck}$	2,0	2,0	cm <sup>2</sup>
[0137] $L_{neck}$	1,6	2,0	cm
$V_{cavity}$	21	169	cm <sup>3</sup>
$f_{Helmholtz}$	1324	417	mm
$f_{measured}$	1310	420	mm

[0138] 因此,图7示出了在Kundt管内进行的测试中的纯无源模式的吸收结果,其中单独的腔(实线曲线)具有没有供电且没有密封件的扬声器(虚线曲线)。

[0139] 对于体积为169cm<sup>3</sup>的“大”腔,曲线R1a示出了仅用腔获得的吸收系数,其中对于420Hz的测量频率,吸收系数的最大值约为0.42。然而,对于该相同的腔,曲线R3a示出了吸收系数具有大大增加的最大值,对于已经向下移动到316Hz的频率,最大值上升到0.86。

[0140] 类似地,对于21cm<sup>3</sup>的较小腔(直径为30mm,高度为30mm),曲线R1b示出了仅用腔获得的吸收系数,其中对于1310Hz的频率,吸收系数的最大值约为0.58。然而,对于该相同的腔,曲线R3b示出了吸收系数具有增加的最大值,对于这次大大降低到约930Hz的频率,最大值上升到0.72。

[0141] 与密封的扬声器配置相比,计算表明,除了暗示存在声学泄漏之外,密封件的去除将系统的刚度降低至5.8N/m而不是819.7N/m。

[0142] 因此,以严格无源的方式,结果表明将这样的晶片安装在亥姆霍兹腔的颈部上,如果可能的话,非常刚性的且以非常灵活且优选地轻的方式安装,允许获得具有改善的吸收以及降低的吸收频率的腔。

[0143] 在图8中,根据本发明实施例的第二示例给出了吸收器的示意图,仅描述了其与第一示例的不同之处,其具有颈部为腔的一部分的特征。这种配置与这里给出的其他实施例相结合,使得可以改变配置和一致性的可能性,并且可以改善设备制造的紧凑性和/或简易性。

[0144] • 吸声壁

[0145] 图9示出了根据本发明实施例的第三示例的吸声壁5,其包括多个吸收器3,例如图4的吸收器。该壁由具有循环性蜂窝结构的板500形成,该板的壳体平行于壁的吸收器3的入口方向D3。该板500在其后侧通过密封层58密封,例如复合层、片材或粘合片材。

[0146] 例如,这种循环性蜂窝结构使得可以生产包括非常高表面密度的吸收器同时限制组件厚度的吸声壁,即使这意味着使用具有横向于输入方向的较大壳体的蜂窝体以获得保持较小总厚度(例如小于100mm或小于50mm)的大的腔体积。

[0147] 在其前侧,该蜂窝板500覆盖有两层511和513,它们被穿孔以针对蜂窝体的每个壳体30形成L31长度和A31面积的颈部31。这两个穿孔层511、513在它们之间包围板或片512,板或片512被切割以形成每个吸收器3的晶片32及其悬架33,例如图4中所示的图案330等。

[0148] 这种结构能够通过例如钢或铝或钛合金板512来实现,这允许更廉价和更快的工业实现来替代图3的MEMS技术,这更适用于大尺寸和/或大系列的工业应用,例如喷气发动机或机器隔音设备。

[0149] 图10a和10b示出了根据本发明实施例的第四示例的吸收器6,或者在类似于图9的蜂窝吸声壁500内,并且将仅以其与另一实施例的不同之处进行描述。

[0150] 在该示例中,颈部61基本上由穿孔层的厚度形成,穿孔层施加到蜂窝体的前侧。在颈部周围和该厚层的每一侧上,前进部6140在颈部61内延伸并且在晶片62的上方突出。这些前进部分布地足够多和/或存在于足够宽的角扇区上,以将晶片62保持在颈部61内,而不管其经受的应力和吸收器相对于重力定位的位置如何。

[0151] 因此,在颈部内,晶片完全自由地在输入方向A3上移动,并且可以被认为是通过零刚度连接而悬挂,这允许获得在许多情况下可能感兴趣的性能。

[0152] 在该示例中,这些保持前进部6140和6110由镀在厚层613的外侧上的外层614和镀在厚层613的内侧上的内层611形成。例如,这些保持层611、640中的每一个被定位然后被切除以形成这些前进部,或者通过以相对于颈部轮廓和前进部的图案沉积而形成。

[0153] 如图10a所示,晶片能够由夹在前侧的两层之间的片612制成,并且切割以形成每个晶片。该片612在此表示在内保持层611和厚层613之间,但也可以布置在外侧上或布置在两个厚层之间。

[0154] 图11示出了根据本发明实施例的第五示例的两个变体的蜂窝状吸声壁的吸收器7,变体在类似于图10a的蜂窝状吸声壁500内,将仅描述其与其他实施例的不同之处。

[0155] 在该示例中,晶片72、72'也是自由移动的并且由外层711和713保持,外层711和713从颈部71上方的厚层712突出。这里呈现的晶片在入口D3的方向上非常厚以避免拱起,并且具有模制颈部71的壁的周边,以允许晶片在其移动期间被引导,同时留下泄漏部分以实现根据本发明的阻尼器。

[0156] 在图11中,泄漏部分限定在晶片的外周边,如箭头f72所示。

[0157] 在图11中,晶片72'被滑动表面721包围,形成引导其运动的线性轴承。例如,该表面根据“自由”或“滑动”调节制成,即仅足够自由以允许移动。这种调节例如是根据用于金属或塑料部件的ISO系统的H7g6至H11d11型,或者对于不太精确的制造或复合材料具有小于0.5mm或甚至小于0.2mm或0.1mm的间隙。这种调整后的引导能够比作密封,因此能够描述为“滑动密封”。例如,这种滑动接头使用传统材料覆盖,例如青铜,或硅树脂或PTFE;应用是干燥的或用润滑剂液态膜或铁磁流体膜完成。在这种圆周密封条件下,晶片本身具有一个或更多个由晶片材料制成的通孔731,然后形成泄漏部分f72'。

[0158] 因此,与图10a和图10b中的二维晶片或具有不同约束的二维晶片相比,可以使晶片更加刚性,和/或具有非常小的外围偏差而没有被卡住的风险。

[0159] 在图11中,晶片周围具有封闭的体积。在图11中,其两个端表面成形为与颈部的壁相匹配,但是通过较小部分的一部分相互连接。由于利用参数,例如相对颈部的摩擦表面、晶片的质量和/或其整体刚度的实验,这样的选择允许更灵活的设计。

[0160] 图13示出了本发明实施例的第七示例,其仅将描述与其他实施例的不同之处。在该实施例中,刚性晶片在其内部或中心部分中还具有一个或多个通孔330a。

[0161] 在左侧的半视图中(图13),这些内部开口330a形成泄漏部分,该泄漏部分被添加到围绕未密封悬架的臂331产生的部分330,其可以类似于图4的部分。

[0162] 在右侧的半视图中(图13),悬架是密封型的,例如由金属片或塑料或聚合物膜制成的环形波纹管形成,例如Visaton K16扬声器,其形成的膜形成晶片,其密封件33a由形成悬架的热成型聚合物制成。然后内部开口330a形成唯一的泄漏部分。

[0163] 图14示出了实施例的第八示例,其仅将描述与其他实施例的不同之处。

[0164] 在该模式中,晶片还包括或仅包括位于晶片内部的泄漏开口930a(即刚性部分)。

[0165] 在左半视图中,晶片92a由柔性和弹性材料的层921形成,例如金属片或弹性体,这里具有恒定的厚度。该弹性体能够是PDMS或聚二甲基硅氧烷,由交联剂和预聚物形成的聚合物材料,特别是具有1:10的预聚物的交联比,与其结合会特别柔韧。

[0166] 晶片通过带有穿孔部分930的钟形环形部分931a附接到前壁37,这提供了非密封悬架。在悬架931a内部,晶片92a具有增厚,从而在围绕内部开口930a的环形区域922a中提供增加的刚度。该额外厚度922a由不同的且优选为刚性的材料制成,例如包覆成型或聚合树脂。该额外厚度,例如在其材料和/或尺寸上,提供了在移动设备的特征上起作用的局部刚度和附加质量,以在所需的吸收频率下获得活塞模式的运动。

[0167] 在右侧半视图的变体中,仅描述其与其他实施例的不同之处,晶片92b由厚度向内增加的层形成,至少或仅仅是环形额外厚度922b。在该变体中,并且与左变体互换,呈现密封悬架931b。

[0168] 在这两个变体中,内部部分具有一定的弹性,但是因为其带有形成泄露部分的开口,由于空气的摩擦而受到的应力较小。

[0169] “活塞”模式的运动是通过在围绕悬架的区域中相对于悬架本身的刚度的更大的刚度和/或质量获得的,和/或通过中心部分的中心开口930a让空气通过并且在声波的一部分上经受较少的力而获得。

[0170] 图15a和图15b示出了与“鼓模式”操作相比本文所预期的“活塞”操作模式。

[0171] 在图15a中,膜或板12固定在刚性壁17中的孔内。当该板12的中心沿箭头mT比其周边123移动地更多时,该板12以“鼓”模式振动,从而使其自身变形距离 $d_t$ 。

[0172] 在图15b中,板或晶片32通过悬架33固定在刚性壁37中的孔内。当晶片32的中心沿着箭头mP几乎与其周边323移动地一样多时,该晶片32以“活塞”模式振动,例如因为悬架刚度与晶片的刚度相比非常低。对于中心区域32,可以认为当其整个 $d_p$ 移动远大于其变形 $d_t$ 时,或当: $d_p \gg d_t$ 时,它形成了以“活塞”模式移动的晶片。

[0173] 在这种情况下,可以认为当这两个值相差至少五倍,优选10、50或100倍时,满足该条件。

[0174] 扬声器结构的吸收器变体

[0175] 图12示出了吸收器实施例的第六示例。

[0176] 该吸收器8使用传统的电动扬声器结构,这里是安装在带有永磁体874的传统穿孔框架85上的锥形膜片式82和动圈824。该结构安装在前侧87上,并封闭在由壁88和89界定的腔80中。

[0177] 膜82通过传统类型的柔性周边密封件83连接到前侧87。然而,与从发出诸如文字或音乐之类的声音的扬声器中系统地 and 自然地预期的相反,这里,该密封件83通过在制造过程期间或之后完成的镂空切口830(由虚线矩形表示)来实现。类似地并且根据所述配置,将锥体82的顶部连接到框架85的密封件和/或膜82和/或“支架”84也可以由切口840穿孔。可选地或附加的,(此处未示出)膜本身包括形成全部或部分泄漏部分的穿孔部分。

[0178] 这种吸收器在此表示为包括电磁激活系统824、874的版本。通过不连接线圈或将其与控制单元断开,可以无源地使用该版本。除了改进的亥姆霍兹谐振之外,它还能够通过激活扬声器以实现有源吸声来以混合方式使用。它还能够用于多功能模式,例如在某些时间实现吸声(有源或无源),并在其他时间用作经典的扬声器。

[0179] 在其纯无源版本中,吸收器也能够用不完全执行的扬声器结构实现,即具有相同的机械结构但没有电磁系统。

[0180] 对于大房间和/或大尺寸的墙壁而言,这种结构可能是特别感兴趣的,其中集成和厚度是不太重要的约束。它可以将一个或多个吸收器布置在墙壁或房间的特定位置,可能是以不同尺寸和频率的版本,并且根据需要可以有不同的数量。

[0181] 在带有电动马达的完整版本中,该吸收器也能够用于有源模式、声阻抗匹配和/或有源降噪模式。

[0182] 图16示出了图5中所示的MEM型扬声器,其电动马达374、324安装在图3的吸收器的颈部31中,例如用于有源模式,具有声阻抗和/或有源降噪的适应性。

[0183] 当然,本发明不限于刚刚所描述的实施例,在不超出本发明的范围的情况下,可以对这些实施例进行许多调整。



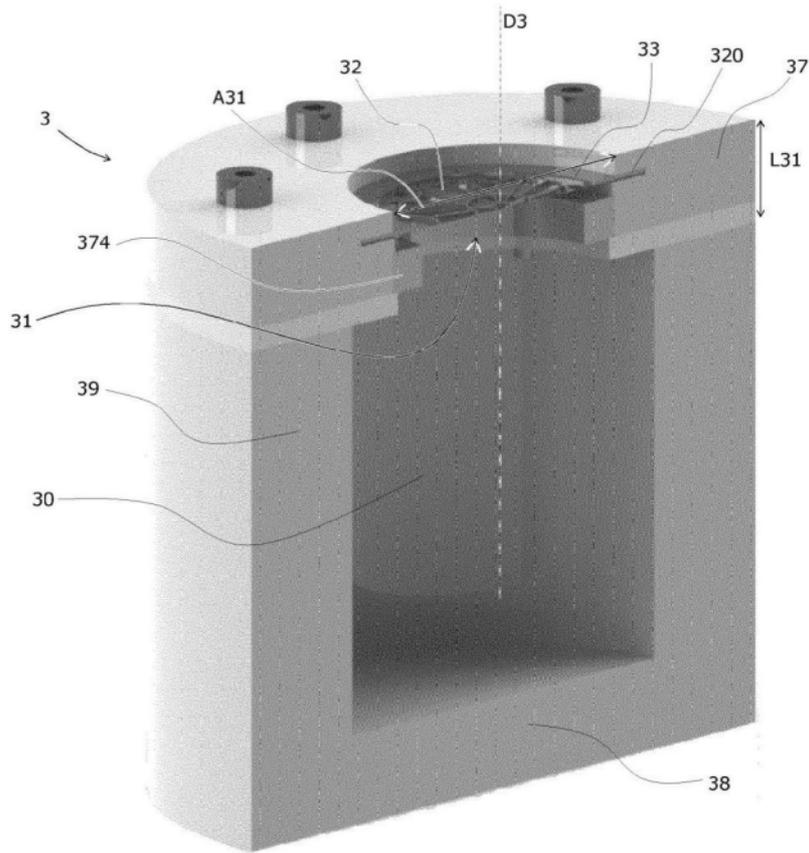


图3

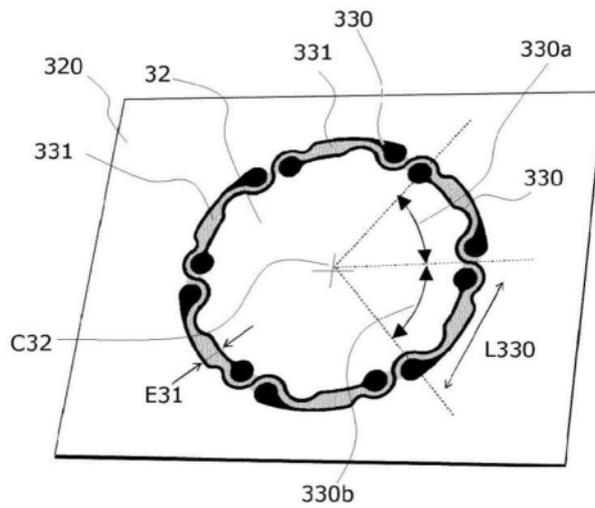


图4

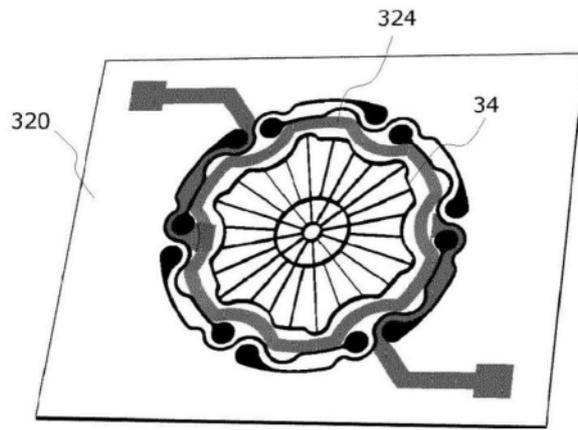


图5

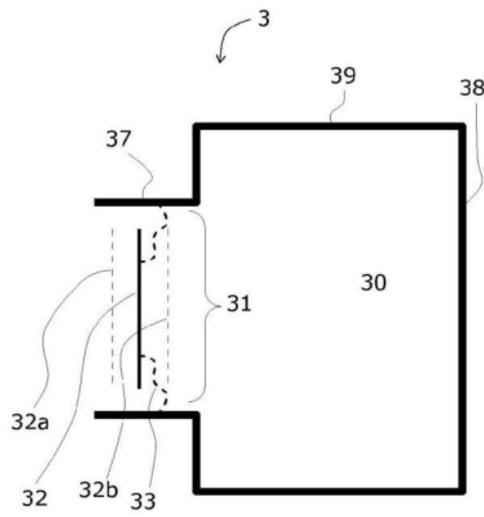


图6

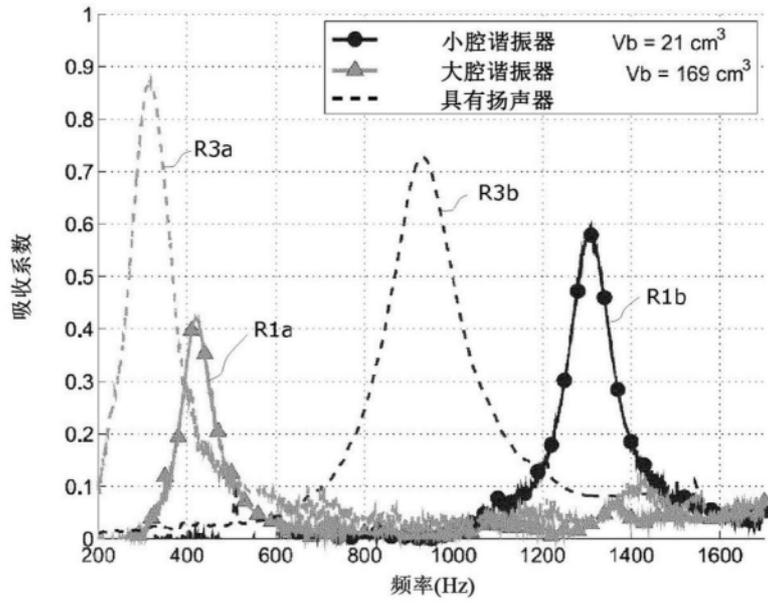


图7

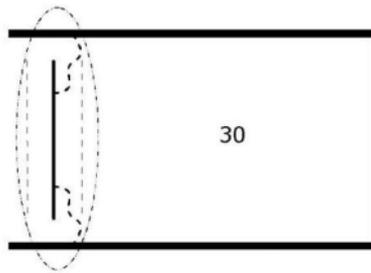


图8

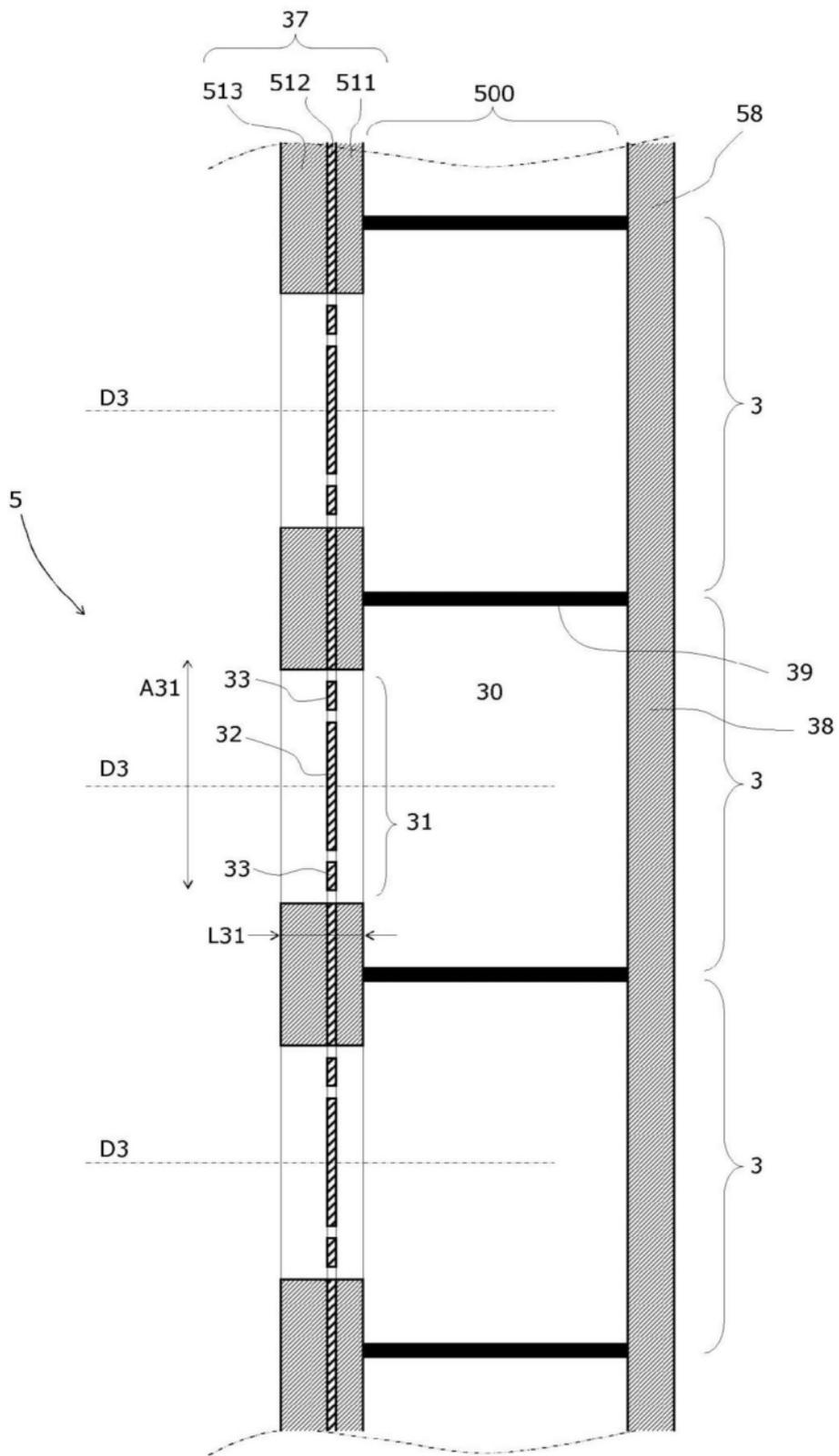


图9

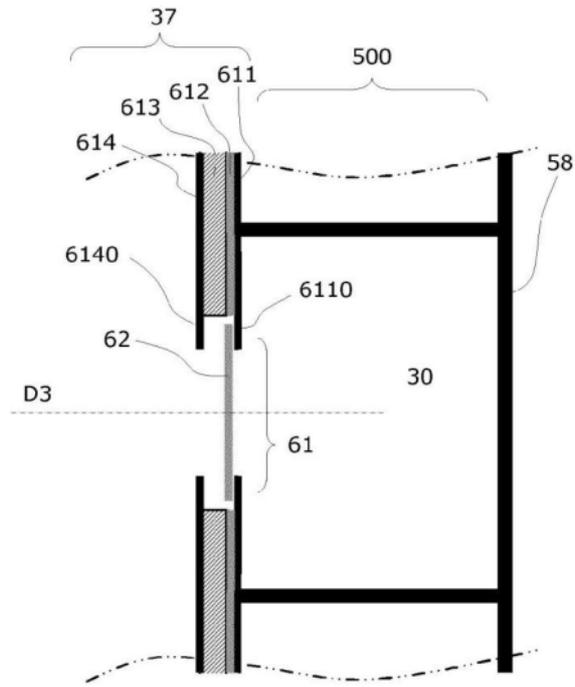


图10a

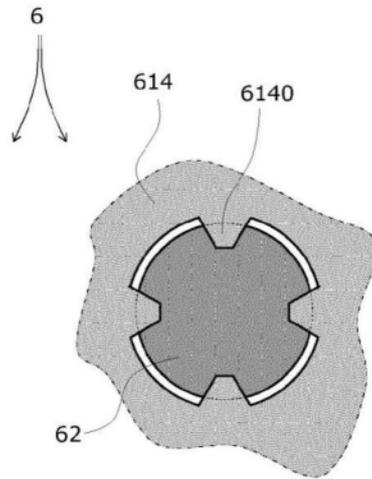


图10b

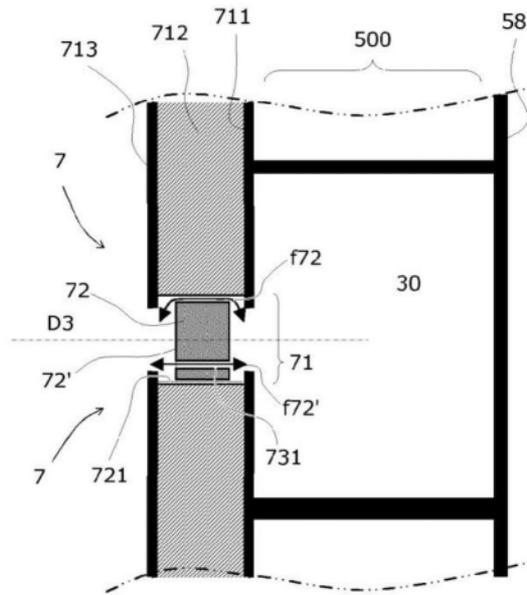


图11

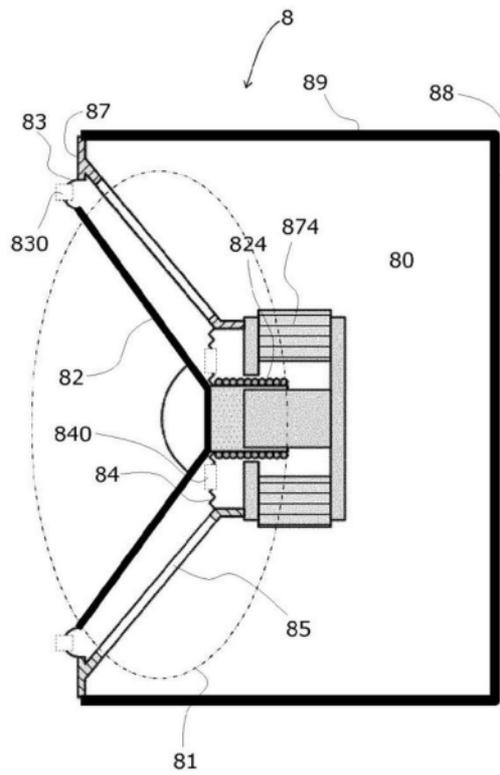


图12

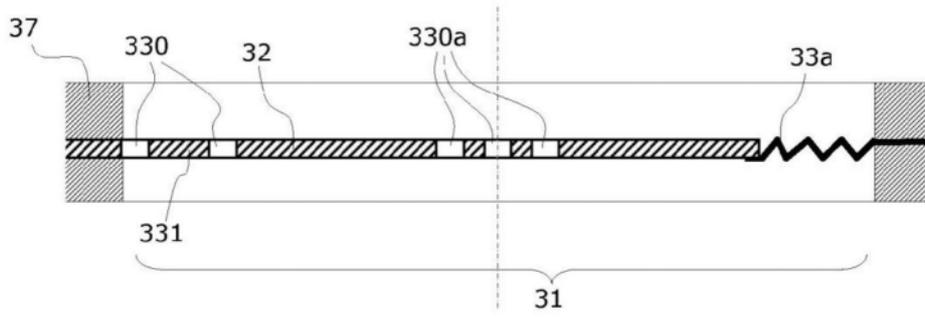


图13

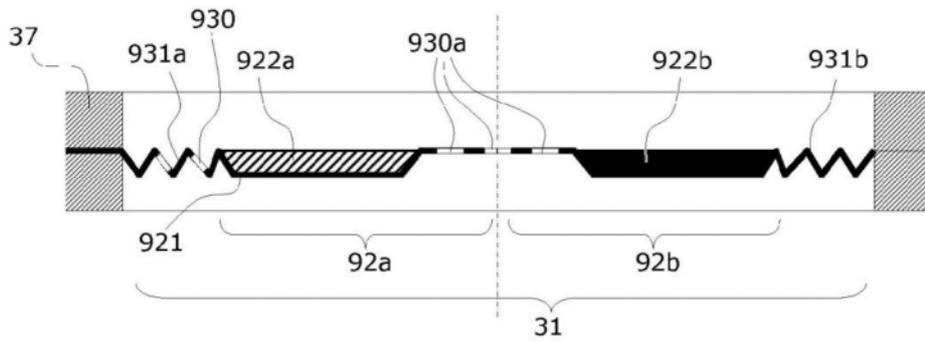


图14

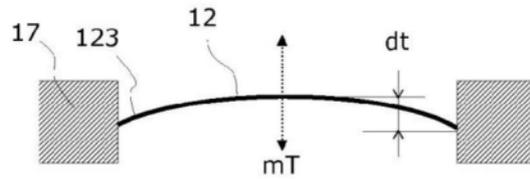


图15a

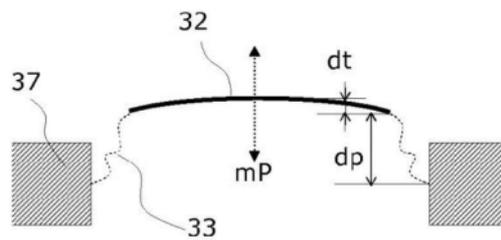


图15b

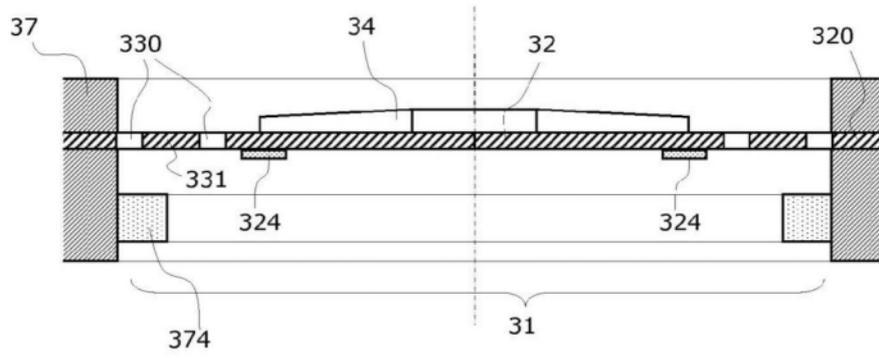


图16