



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120092283 A

(43) 申请公布日 2025.06.03

(21) 申请号 202380074832.5

(22) 申请日 2023.09.22

(30) 优先权数据

2022-173563 2022.10.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.04.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IP2023/034419 2023.09.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/090085 JA 2024.05.02

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 白田真也 山添昇吾 菅原美博

板井雄一郎 石毛俊 高桥知宏

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 黄志坚

(51) Int.Cl.

G10K 11/16 (2006.01)

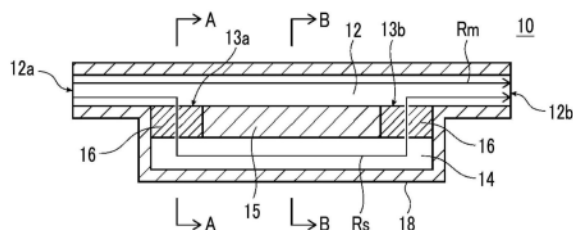
权利要求书1页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

消音结构体

(57) 摘要

本发明提供一种在利用干涉的消音结构体中,能够确保消音性能的同时实现小型化的消音结构体。本发明的消音结构体具有:主流路,与入口及出口连接;副流路,从主流路分支,并返回主流路;及吸音材料,至少配置于主流路与副流路的连接位置,副流路不与入口及出口直接连接,在从入口至出口仅通过主流路时的路径长度为在从入口至出口之间通过副流路时的路径长度以下,相对于消音对象的频率的声音,使通过仅经过主流路的路径的声音与通过经过副流路的路径的声音的相位差大于90度且小于270度,由此产生干涉来进行消音。



1. 一种消音结构体,其具有:
主流路,其与入口及出口连接;
副流路,其从所述主流路分支,并返回到所述主流路;及
吸音材料,其至少配置于所述主流路与所述副流路的连接位置,
所述副流路不与所述入口及所述出口直接连接,
在从所述入口至所述出口之间经过所述副流路时的路径长度为从所述入口至所述出口仅经过所述主流路时的路径长度以上,
相对于消音对象的频率的声音,使通过仅经过所述主流路的路径的声音与通过经过所述副流路的路径的声音之间的相位差大于90度且小于270度,由此产生干涉来进行消音。
2. 根据权利要求1所述的消音结构体,其中,
在经过所述副流路的路径方向上,所述吸音材料的合计厚度为10mm以上。
3. 根据权利要求1或2所述的消音结构体,其中,
所述主流路和所述副流路除了连接位置以外,由非通气性的壁部件隔开。
4. 根据权利要求1或2所述的消音结构体,其中,
所述吸音材料的粘性特性长度为300 μ m以下。
5. 根据权利要求1或2所述的消音结构体,其中,
所述吸音材料的迷宫度为1.1以上。
6. 根据权利要求1或2所述的消音结构体,其具有:
扩张部,其大于所述入口及所述出口的面积;及
壁部件,其配置于所述扩张部内,并划定从所述入口侧连通到出口侧的主流路,
将所述扩张部中用所述壁部件与所述主流路隔开的区域作为所述副流路。
7. 根据权利要求1或2所述的消音结构体,其中,
所述吸音材料具有发泡结构。
8. 根据权利要求1或2所述的消音结构体,其中,
所述主流路为通风路。
9. 根据权利要求1或2所述的消音结构体,其中,
在所述入口连接有风扇,所述主流路作为通风路发挥作用,
将所述风扇的声音作为消音对象的声音。

消音结构体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种消音结构体。

背景技术

[0002] 在消音器中,利用干涉进行消音。

[0003] 例如,在专利文献1中记载有一种干涉型消音器,其在汽车发动机等的排气导管的一部分设置流路长度不同的多个排气气体的分支通道,并使这些排气气体通道与排气导管合流而成。

[0004] 以往技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利实全昭61-147317号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的技术课题

[0008] 利用干涉的消声器需要 $\lambda/2$ 的长度差,小型化存在限制。

[0009] 本发明的课题在于解决上述以往技术的问题点,并提供一种在利用干涉的消音结构体中,能够确保消音性能的同时实现小型化的消音结构体。

[0010] 用于解决技术课题的手段

[0011] 为了解决该课题,本发明具有以下构成。

[0012] [1]一种消音结构体,其具有:

[0013] 主流路,与入口及出口连接;

[0014] 副流路,从主流路分支,并返回主流路;及

[0015] 吸音材料,至少配置于主流路与副流路的连接位置,副流路不与入口及出口直接连接,

[0016] 在从入口至出口之间通过副流路时的路径长度为在从入口至出口仅通过主流路时的路径长度以上,

[0017] 相对于消音对象的频率的声音,使通过仅经过主流路的路径的声音与通过经过副流路的路径的声音的相位差大于90度且小于270度,由此产生干涉来进行消音。

[0018] [2]根据[1]所述的消音结构体,其中,

[0019] 在通过副流路的路径方向上,吸音材料的合计厚度为10mm以上。

[0020] [3]根据[1]或[2]所述的消音结构体,其中,主流路和副流路除了连接位置以外,由非通气性壁部件隔开。

[0021] [4]根据[1]至[3]中任一项所述的消音结构体,其中,

[0022] 吸音材料的粘性特性长度为300 μm 以下。

[0023] [5]根据[1]至[4]中任一项所述的消音结构体,其中,

[0024] 吸音材料的迷宫度为1.1以上。

- [0025] [6]根据[1]至[5]中任一项所述的消音结构体,其具有:
- [0026] 扩张部,其大于入口及出口的面积;及
- [0027] 壁部件,配置于扩张部内,并划定从入口侧连通到出口侧的主流路,
- [0028] 将扩张部中用壁部件与主流路隔开的区域作为副流路。
- [0029] [7]根据[1]至[6]中任一项所述的消音结构体,其中,
- [0030] 吸音材料具有发泡结构。
- [0031] [8]根据[1]至[7]中任一项所述的消音结构体,其中,
- [0032] 主流路为通风路。
- [0033] [9]根据[1]至[8]中任一项所述的消音结构体,其中,
- [0034] 在入口连接有风扇,主流路作为通风路发挥作用,
- [0035] 将风扇的声音作为消音对象的声音。
- [0036] 发明效果
- [0037] 根据本发明,能够提供一种在利用干涉的消音结构体中,能够确保消音性能的同时实现小型化的消音结构体。

附图说明

- [0038] 图1为概念性地表示本发明的消音结构体的一例的剖视图。
- [0039] 图2是沿图1的A-A线剖切的剖视图。
- [0040] 图3是沿图1的B-B线剖切的剖视图。
- [0041] 图4是表示通过消音结构体内的声音的相位的图。
- [0042] 图5是概念性地表示本发明的消音结构体的另一例的剖视图。
- [0043] 图6是表示频率与透射损失的关系的图表。
- [0044] 图7是表示频率与透射损失的关系的图表。
- [0045] 图8是表示通过消音结构体内的声音的相位的图。
- [0046] 图9是表示频率与透射损失的关系的图表。
- [0047] 图10是表示通过消音结构体内的声音的相位的图。
- [0048] 图11是表示频率与透射损失的关系的图表。
- [0049] 图12是用于说明实施例的结构消音结构体的剖视图。
- [0050] 图13是表示频率与透射损失的关系的图表。
- [0051] 图14是表示吸音材料厚度与峰值频率的关系的图表。
- [0052] 图15是表示迷宫度与峰值消音频率的关系的图表。
- [0053] 图16是表示粘性特性长度、迷宫度与声速的关系的图表。
- [0054] 图17是表示粘性特性长度、迷宫度与声速的关系的图表。
- [0055] 图18是表示粘性特性长度、迷宫度与声速的关系的图表。
- [0056] 图19是概念性地表示本发明的消音结构体的另一例的剖视图。
- [0057] 图20是表示通过消音结构体内的声音的相位的图。

具体实施方式

- [0058] 以下,对本发明进行详细说明。

[0059] 以下所记载的构成要件的说明是基于本发明的代表性实施方式而进行的,但本发明并不限定于这种实施方式。

[0060] 另外,本说明书中,使用“~”表示的数值范围是指包含记载于“~”的前后的数值作为下限值及上限值的范围。

[0061] 并且,在本说明书中,“正交”、“垂直”及“平行”包含在本发明所属的技术领域中允许的误差范围。例如,“正交”、“垂直”及“平行”是指相对于严格的正交、垂直或平行在小于 $\pm 10^\circ$ 的范围内等,相对于严格的正交、垂直或平行的误差优选为 5° 以下,更优选为 3° 以下。

[0062] 在本说明书中,“相同”等术语包括技术领域通常允许的误差范围。

[0063] [消音结构体]

[0064] 本发明的消音结构体,其具有:

[0065] 主流路,与入口及出口连接;

[0066] 副流路,从主流路分支,并返回主流路;及

[0067] 吸音材料,至少配置于主流路与副流路的连接位置,副流路不与入口及出口直接连接,

[0068] 在从入口至出口仅通过主流路时的路径长度为在从入口至出口之间通过副流路时的路径长度以下,

[0069] 相对于消音对象的频率的声音,使通过仅经过主流路的路径的声音与通过经过副流路的路径的声音的相位差大于 90° 且小于 270° ,由此产生干涉来进行消音。

[0070] 利用附图对本发明的消音结构体的结构进行说明。

[0071] 图1是表示本发明的消音结构体的实施方式的一例的示意性的剖视图。图2是沿图1的A-A线剖切的剖视图。图3是沿图1的B-B线剖切的剖视图。

[0072] 图1所示的消音结构体10具有构成主流路12的通气管、构成从主流路12分支并合流的副流路14的通气管及吸音材料16。

[0073] 主流路12是与入口12a及出口12b连接的流路。在图示例中,主流路12为从入口12a到出口12b为直线状的流路。并且,与主流路12的流路方向垂直的剖面中的形状及大小从入口12a到出口12b为恒定。在图1~图3所示的例子中,主流路的剖面形状为大致矩形。

[0074] 在图1中,主流路12的下侧的面中,在入口12a侧的位置形成有与副流路14连接的位置13a,在出口12b侧的位置形成有与副流路14连接的位置13b。

[0075] 副流路14为从主流路12在连接位置13a分支并在连接位置13b返回主流路12的流路。即,连接位置13a是分支部,连接位置13b是合流部。在图1~图3所示的例子中,副流路14具有:第1部位,从连接位置13a开始,朝向与主流路12的流路方向大致正交的方向(在图示例中为朝向下侧)延伸;第2部位,从与第1部位的连接位置13a相反的一侧的端部(在图示例中为下侧的端部)开始,与主流路12的流路方向大致平行地(在图示例中沿左右方向)朝向出口12b侧延伸;及第3部位,从第2部位的与第1部位相反的一侧的端部(在图示例中为右侧的端部)开始,朝向与主流路12的流路方向大致正交的方向(在图示例中为上侧)延伸至连接位置13b。

[0076] 与副流路14的流路方向垂直的剖面中的形状及大小从连接位置13a到连接位置13b为恒定。另外,副流路14的第1部位中的流路方向为图中上下方向,第2部位中的流路方向为图中左右方向,第3部位中的流路方向为图中上下方向。在图1~图3所示的例子中,副

流路的剖面形状为大致矩形。

[0077] 副流路14仅在连接位置13a及连接位置13b与主流路12连接,而不与入口12a及出口12b直接连接。并且,主流路12和副流路14除了连接位置13a及连接位置13b以外,由非通气性壁部件15隔开。

[0078] 在此,通过副流路14时的路径长度(路径长度 R_s)为仅通过主流路12时的路径长度 R_m 以上。另外,仅通过主流路12时的路径长度 R_m 为从入口12a到出口12b的主流路12的沿流路方向的长度。并且,通过副流路14时的路径长度 R_s 为从入口12a到连接位置13a的沿主流路12的流路方向的长度、从连接位置13a到连接位置13b的沿副流路14的流路方向的长度、和从连接位置13b到出口12b的沿主流路12的流路方向的长度的合计长度。

[0079] 吸音材料16至少配置于主流路12与副流路14的连接位置13a及13b。在图示例中,分别配置于副流路14的第1部位及第2部位。与第1部位及第2部位的流路方向垂直的剖面中的、吸音材料16的形状及大小与副流路14的剖面形状及大小大致相同,并且填充于副流路14的一部分。

[0080] 并且,在图示例中,作为优选方式,吸音材料16不配置于主流路12内,而是与形成有连接位置13a及13b的壁部件(图1中下侧的壁部件)齐平配置。

[0081] 消音结构体10除了主流路12与副流路14的路径长度之差以外,在声音通过经过副流路14的路径时,通过吸音材料16,从而使通过经过副流路14的路径的声音的相位延迟。吸音材料16具有复杂的内部结构,因此具有减缓通过吸音材料16内的声速的效果。因此,与声音在相同长度的空气中传播的情况相比,通过吸音材料16内时相位的延迟变大。消音结构体10除了主流路12与副流路14的路径长度之差以外,还通过这种吸音材料16的效果,相对于消音对象的频率的声音,使通过仅经过主流路12的路径的声音与通过经过副流路14的路径的声音的相位差大于90度且小于270度,由此产生干涉来进行消音。

[0082] 如上所述,以往的干涉型消音器通过设置流路长度不同的分支通道,使声音的相位偏移 $\lambda/2$,从而产生干涉来进行消音。因此,需要通过分支通道确保相对于消音对象的声音的波长 λ 的 $\lambda/2$ 的长度差。因此,小型化存在限制。尤其,低频声音的波长 λ 变大,因此消音器的尺寸会更大型化。

[0083] 相对于此,由于本发明的消音结构体具有配置于主流路12与副流路14的连接位置的吸音材料16,因此在声音通过经过副流路14的路径时,通过吸音材料16,从而能够使通过经过副流路14的路径的声音的相位延迟。因此,即使仅通过主流路12时的路径长度 R_m 与通过副流路14时的路径长度 R_s 的几何长度之差相对于消音对象的声音的波长 λ 小于 $\lambda/2$,也能够使仅通过主流路12的声音与通过副流路14时的声音的相位差大于90度且小于270度,并且能够通过干涉进行消音。因此,能够使消音结构体小型化。并且,吸音材料16为轻量,因此能够使消音结构体整体轻量化。

[0084] 图4是在后述的实施例1中,通过模拟求出消音结构体中的声压分布的图。如图4所示,仅通过主流路12的声音和通过副流路14时的声音,在作为合流部的连接位置13b处声压的相位几乎相反。因此,在连接位置13b以后的流路中,由于干涉而产生抵消,从而被消音。

[0085] 在此,从可获得更高的消音效果的观点出发,相对于消音对象的频率的声音的、仅通过主流路12的声音与通过副流路14时的声音的相位差优选为 $135^\circ \sim 225^\circ$,更优选为 $160^\circ \sim 200^\circ$ 。

[0086] 在此,相位差的定义是将主流路与副流路的相位差设为 $\Delta\theta$ 时,设为“ $\text{abs}(\Delta\theta) \bmod 360$ ”(将两个路径的相位差的绝对值除以360度后的余数值)。

[0087] 并且,本发明的消音结构体在将更低频率的声音作为消音对象时,从容易获得小型化的效果的观点出发,消音对象的声音的频率优选为50Hz~4000Hz,更优选为100Hz~3000Hz。

[0088] 并且,从能够容易使仅通过主流路12的声音与通过副流路14时的声音的相位差产生的观点出发,通过副流路的路径方向上的、吸音材料16的合计厚度优选为10mm以上,更优选为15mm以上,进一步优选为20mm以上。

[0089] 另一方面,若吸音材料16的合计厚度过厚,则在声音通过吸音材料16中时,通过摩擦将声音能量转换为热能量的吸音效果,使通过副流路14的声音的声压变低,从而即使与仅通过主流路12的声音的相位差适当,也会由于干涉导致相互抵消的消音效果降低。因此,通过副流路的路径方向上的、吸音材料16的合计厚度优选为100mm以下,更优选为60mm以下,进一步优选为40mm以下。

[0090] 另外,在图1所示的例子中,在通过副流路14的路径方向上的、吸音材料16的合计厚度为,配置于副流路14的第1部位的吸音材料16的上下方向的厚度与配置于第2部位的吸音材料16的上下方向的厚度的合计厚度。

[0091] 并且,在图1所示的例子中,吸音材料16设为配置于副流路14的一部分的结构,但并不限于此,也可以配置于副流路14的整个区域。然而,在吸音材料16配置于副流路14的整个区域的情况下,吸音材料16的吸音效果变大,也会由于干涉导致相互抵消的消音效果降低。因此,吸音材料16优选设为配置于副流路14的一部分的结构。

[0092] 并且,在图1所示的例子中,吸音材料16设为分别配置于副流路14的、主流路12与副流路14的连接位置13a(分支部)及连接位置13b(合流部)的附近的结构,但并不限于此。例如,除了分别配置于副流路14的、主流路12与副流路14的连接位置13a及连接位置13b附近的吸音材料16以外,还可以具有配置于副流路14的第2部位的一部分的吸音材料。并且,也可以是具有配置于副流路14的第2部位的至少一部分的吸音材料的结构。在主流路12被用作通风路的情况下,为了能够防止风向副流路14的流入,吸音材料16优选分别配置于主流路12与副流路14的连接位置13a及连接位置13b的附近。

[0093] 如图1所示的例子,吸音材料16优选分别配置于副流路14的、连接位置13a及连接位置13b的附近,并与形成有连接位置13a及13b的壁部件(图1中下侧的壁部件)齐平配置。

[0094] 若吸音材料16的至少一部分配置于主流路12内,则例如在将消音结构体10连接于通风管并将主流路12用作通风路的情况下,由于妨碍通风,因此有可能会使通风量降低。另一方面,若吸音材料16配置于除了副流路14的连接位置13a及连接位置13b以外的位置,则在连接位置13a及连接位置13b产生阶梯差,因此有可能会使在主流路12中流动的风紊乱而产生风噪声。

[0095] 吸音材料16几乎阻挡风并使声音通过,因此通过吸音材料16与形成有连接位置13a及13b的壁部件齐平配置,能够防止妨碍通风,并且防止风噪声的产生。

[0096] 并且,从提高基于吸音材料16赋予相位差的效果并且降低基于吸音材料16的吸音效果的观点出发,吸音材料16的粘性特性长度优选为300 μm 以下,更优选为1 μm 以上且100 μm 以下,进一步优选为5 μm 以上且70 μm 以下,尤其优选为10 μm 以上且50 μm 以下。

[0097] 从相同的观点出发,吸音材料16的迷宫度优选为1.1以上,更优选为1.2以上且5.0以下,进一步优选为1.5以上且4.0以下。

[0098] 在此,粘性特性长度是指与JCA模型(Johnson-Champoux-Allard-Lafarge model)或Biot模型中的多孔质材料的有效密度相关的量,表示在变细的空隙部分空气剧烈运动引起的粘性损失(衰减)。可以说,粘性特性长度越小,通过摩擦将声音能量转换为热能量的吸音效果越低。

[0099] 迷宫度是与充满多孔质材料中的流体(空气)有关的参数之一,表示多孔质弹性体内的空隙的复杂性,并被定义为高频极限下的声速与空气中声速之比。因此,使用超过可听频率范围的超声波来测定穿过吸音材料的声速,并测定与在空气中传播的声速之比。迷宫度越高越表示内部结构复杂,可以说减缓通过多孔质材料内的声速的效果更高。

[0100] 粘性特性长度及迷宫度能够使用JAPAN ACOUSTICS ENGINEERING CO.,LTD.制造的“Torvith”等进行测定。迷宫度被定义为高频极限下的相对于空气中声速的声速比,因此能够通过使用超过可听频率范围的高频声音(超声波)测定穿过吸音材料的声速,并测定与在空气中传播的声速之比来求出。粘性特性长度能够使用空气和氩等两种声速不同的气体进行测定。也可以用其他相同的测定装置或按照定义的自制装置进行测定。并且,也可以使用SEM(扫描电子显微镜)或3D-CT(Computed Tomography:计算机断层扫描)扫描、激光显微镜等,通过计算将微细结构进行建模,并使用流体计算按照定义确定粘性特性长度及迷宫度。

[0101] 在JCA模型(Johnson-Champoux-Allard-Lafarge model)或施加了吸音材料的固体部分的振动的Biot模型中,与空气部分的吸收有关的有效参数(密度 ρ 、弹性模量 K)可以表示为以下的(1)及式(2)。根据这两个参数,吸音材料内部的速度成为 $\sqrt{K/\rho}$ 。

[0102] [数式1]

$$[0103] \quad \beta(\omega) = \frac{\alpha_{\infty} \rho_0}{\phi} \left[1 + \frac{\sigma \phi}{i \omega \rho_0 \alpha_{\infty}} \sqrt{1 + i \frac{4 \alpha_{\infty}^2 \mu \rho_0 \omega}{\sigma^2 \Lambda^2 \phi^2}} \right] \quad (1)$$

[0104] [数式2]

$$[0105] \quad R(\omega) = \frac{\gamma P_0 / \phi}{\gamma - (\gamma - 1) \left[1 - i \frac{8 \kappa}{\Lambda^2 \omega} \sqrt{1 + i \frac{\Lambda'^2 \omega}{16 \kappa}} \right]^{-1}} \quad (2)$$

[0106] 另外, α_{∞} 表示迷宫度, ρ_0 表示空气的密度, ϕ 表示多孔率, σ 表示流阻, i 表示虚数单位, ω 表示角频率, μ 表示空气的粘度, Λ 表示粘性特性长度, γ 表示比热比, P_0 表示平衡时的压力, κ 表示温度扩散率, Λ' 表示热特性长度。

[0107] 为了制成满足上述粘性特性长度及迷宫度的范围的吸音材料,作为吸音材料,优选使用比织布或无纺布具有发泡结构的多孔质吸音材料。这是因为无纺布类的吸音材料的迷宫度几乎为1。发泡聚氨酯等具有发泡结构的多孔质吸音材料能够采用迷宫度远大于1的结构。并且,具有发泡结构的多孔质吸音材料通过使用3D打印机等人工制作发泡结构,能够将迷宫度及粘性特性长度设为优选范围。

[0108] 作为吸音材料,能够适当利用以往公知的吸音材料。例如,可以举出发泡体、发泡材料(发泡聚氨酯泡沫(例如,INOAC CORPORATION制造的Calmflex F、HIKARI CO.,LTD.制造的聚氨酯泡沫等)、软质聚氨酯泡沫、陶瓷粒子烧结材料、酚醛泡沫、三聚氰胺泡沫、聚酰

胺制泡沫等)及无纺布类吸音材料(超细纤维无纺布(例如,3M Company制造的Thinsulate等)、聚酯制无纺布(例如,Tokyo Bouon Co.,Ltd.制造的White Qion、Bridgestone KBG Co.,Ltd.制造的QonPET、Softplene Industrial Co.,Ltd.制造的Micro Mat、并且这些产品也以密度大的薄表面无纺布和密度小的背面无纺布的双层结构提供)及丙烯酸纤维无纺布等塑料制无纺布、羊毛及毛毡等天然纤维无纺布、金属制无纺布以及玻璃制无纺布等)、其他含有微小空气的材料(玻璃棉、岩棉、纳米纤维系纤维吸音材料(二氧化硅纳米纤维、丙烯酸纳米纤维(例如,Mitsubishi Chemical Corporation制造的XAI)))等各种公知的吸音材料。

[0109] 作为具有发泡结构的多孔质吸音材料,能够优选使用发泡聚氨酯的INOAC CORPORATION制造的CALMFLEX F2、F4、F6、F9、ARKEM公司制造的EVERLIGHT等。

[0110] 并且,通过3D打印机等能够制作微细三维结构的设备,能够人工且自下而上地制作具有发泡结构的吸音材料。例如,吸音聚氨酯内部的空孔尺寸约为1mm,因此即使是市售的3D打印机,也能够以足够的分辨率制作。如果使用这种方法,能够使迷宫度、粘性特性长度均任意地变化。

[0111] 并且,仅通过主流路12时的路径长度 R_m 与通过副流路14时的路径长度 R_s 的几何长度之差只要满足 $R_m \leq R_s$,则并无特别限制,但从确保消音对象的声音的相位差并使其小型化的观点出发,优选为 $\lambda/8$ 以上,进一步优选为 $\lambda/4$ 以上。

[0112] 并且,在图1~图3所示的例子中,主流路12及副流路14的剖面形状设为大致矩形形状,但并不限于此,也可以为圆形状、三角形状等各种形状。主流路12的剖面形状与副流路14的剖面形状可以不同。并且,主流路12及副流路14各自在流路方向上剖面形状和/或截面面积也可以不恒定。例如,直径可以在流路方向上发生变化。

[0113] 并且,在图1~图3所示的例子中,副流路14设为在第1部位与第2部位的接合部弯折,并且在第2部位与第3部位的接合部弯折的结构,但并不限于此。副流路14可以具有1个或3个以上的管路弯折的弯折部,也可以具有管路弯曲的弯曲结构。并且,副流路14也可以是具有弯折部和弯曲结构的结构。

[0114] 并且,在图1~图3所示的例子中,主流路12设为直管状,但并不限于此。主流路12可以具有管路弯折的弯折部和/或管路弯曲的弯曲结构。

[0115] 例如,如图5所示的消音结构体10b那样,主流路12也可以为具有如下部位的结构:第4部位,沿图中左右方向(以下,设为X方向)延伸;第5部位,从该第4部位随着朝向X方向而从Z方向(与X方向正交的方向,图中上下方向)的一侧向另一侧(图5的下侧)倾斜;及第6部位,从该第5部位沿X方向延伸。即,图5所示的消音结构体10b的主流路12在2个部位具有管路弯折的弯折部,入口12a与出口12b在Z方向上的位置不同。

[0116] 图5所示的例子具有形成入口12a附近的主流路12的管路、及形成出口12b附近的主流路12的管路、和比这些管路的截面面积扩张的扩张部18。在图示例中,可以说是在中空长方体形状的扩张部18的X方向上的一个侧面连接有入口12a侧的管路,在另一个侧面连接有出口12b侧的管路的结构。并且,在Z方向上,入口12a侧的管路与扩张部18连接的位置与出口12b侧的管路与扩张部18连接的位置不同。

[0117] 在扩张部18内配置有用于从入口12a连通至出口12b来划定主流路12的壁部件15。在图示例中,壁部件15形成为如下:主流路12在入口12a侧的管路与扩张部18的接合部弯

折,随着朝向X方向而从Z方向的一侧向另一侧(图5的下侧)倾斜,主流路12从到达扩张部18的Z方向的另一侧的侧面的位置沿X方向延伸并与出口12b侧的管路接合。

[0118] 并且,在扩张部18内的被壁部件15隔开的区域中,与成为主流路12的区域不同的区域成为副流路14。在图示例中,主流路12的上侧的区域为副流路14。在壁部件15上形成有成为主流路12与副流路14的连接位置13a及连接位置13b的开口部。

[0119] 在副流路14的连接位置13a及连接位置13b分别配置有吸音材料16。

[0120] 在这种结构的消音结构体10b中,当声音通过经过副流路14的路径时,通过吸音材料16,从而能够使通过经过副流路14的路径的声音的相位延迟。因此,即使仅通过主流路12时的路径长度 R_m 与通过副流路14时的路径长度 R_s 的几何长度之差相对于消音对象的声音的波长 λ 小于 $\lambda/2$,也能够使仅通过主流路12的声音与通过副流路14时的声音的相位差大于90度且小于270度,并且能够通过干涉进行消音。因此,能够使消音结构体小型化。

[0121] 另外,在图5所示的例子中,吸音材料16的厚度为与主流路12的流路方向正交的方向的厚度。即,在图5所示的例子中,配置于连接位置13a的吸音材料16的厚度为与成为连接位置13a的开口面垂直的方向上的厚度,配置于连接位置13b的吸音材料16的厚度为与成为连接位置13b的开口面垂直的方向上的厚度。

[0122] 通常而言,对消音结构体进行数值模拟,在各位置确定声音的传播方向,并确定声音在吸音材料内的行进方向,由此能够将“吸音材料的厚度”作为这些行进方向长度的总和来求出。

[0123] 并且,在图5所示的例子中,通过扩张部18内被壁部件15隔开,从而在主流路12的左下也形成有区域20。在图示例中,该区域20与主流路12通过形成于壁部件15的开口部21连通,在开口部21的位置配置有吸音材料22。即,可以说是具有与主流路12相邻配置的吸音材料22,并且在吸音材料22的与主流路12相反的一侧具有背面空间20的结构。该结构能够抑制从主流路12进入吸音材料22的声波被反射而返回主流路12,因此能够进一步提高基于吸音材料22的吸音效果。

[0124] 如此,本发明的消音结构体除了通过主流路12、副流路14及吸音材料16,使仅通过主流路12的声音与通过副流路14时的声音产生相位差并通过干涉进行消音的结构以外,还可以具有发挥通常的吸音材料22的吸音效果的结构。

[0125] 并且,在图1所示的例子中,设为具有1个副流路14的结构,但并不限于此,也可以设为具有2个以上的副流路的结构。在具有2个以上的副流路的结构的情况下,只要设为在经过各副流路的路径中分别与通过仅经过主流路的路径的声音产生相位差并通过干涉进行消音的结构即可。在该情况下,可以将消音对象的声音的频率设为在各副流路中彼此不同。即,例如,在设为具有2个副流路的结构时,将第1副流路的消音对象频率设为 f_1 ,使通过经过第1副流路的路径的频率 f_1 的声音与通过仅经过主流路的路径的频率 f_1 的声音的相位差设为大于90°且小于270°,将第2副流路的消音对象频率设为 f_2 ,将通过经过第2副流路的路径的频率 f_2 的声音与通过仅经过主流路的路径的频率 f_2 的声音的相位差设为大于90°且小于270°,由此能够通过干涉对频率 f_1 的声音与频率 f_2 的声音进行消音。

[0126] 在该情况下,为了设为分别相对于消音对象的声音产生适当的相位差的结构,可以使经过第1副流路时的几何路径长度与经过第2副流路时的几何路径长度不同,也可以使配置于第1副流路的吸音材料的参数(厚度、粘性特性长度、迷宫度等)与配置于第2副流路

的吸音材料的参数(厚度、粘性特性长度、迷宫度等)不同,也可以两者均进行。

[0127] 并且,在设想将本发明的消音结构体与其他管路连接而使用的情况下,优选在消音结构体的入口及出口的外周面具有凹凸形状和/或波纹管状形状。在与其他管路连接的情况下,牢固地拧紧,因此能够防止漏风、漏音及声音的反射等。

[0128] 构成主流路及副流路的框体例如通过将多个板材配置成箱型,并通过粘接剂、粘合剂、焊料、熔接等来接合彼此相邻的板材彼此来构成即可。或者,在将框体分割成两部分并使其碎片化的情况下,可以通过注射成型及3D打印机等制作各碎片,并对碎片彼此进行组合来构成框体。

[0129] 作为构成主流路及副流路的框体的形成材料,可以举出金属材料、树脂材料、增强塑料材料及碳纤维等。作为金属材料,例如能够举出铝、钛、镁、钨、铁、钢、铬、铬钼、镍铬钼合金(nichrome molybdenum)及它们的合金等金属材料。并且,作为树脂材料,例如能够举出丙烯酸树脂(PMMA)、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚酰胺酰亚胺、聚芳酯、聚醚酰亚胺、聚缩醛、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚砜、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PET)、聚酰亚胺、三乙酰纤维素(TAC)、聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)、聚苯乙烯(PS)、ABS树脂(丙烯腈、丁二烯、苯乙烯共聚合成树脂)、阻燃ABS树脂、ASA树脂(丙烯腈、苯乙烯、丙烯酸酯共聚合成树脂)、PVC(聚氯乙烯)树脂及PLA(聚乳酸)树脂等树脂材料。并且,作为增强塑料材料,能够举出碳纤维增强塑料(CFRP:Carbon Fiber Reinforced Plastics)及玻璃纤维增强塑料(GFRP:Glass Fiber Reinforced Plastics)。

[0130] 从轻量化及成型的容易性等观点出发,作为框体的材料,优选使用树脂材料。并且,从低频区域的隔音的观点出发,优选使用刚性高的材料。从轻量化及隔音性的观点而言,构成消音结构体的部件的密度优选为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3 \sim 2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0131] 这些原材料优选具有不燃性、阻燃性、自熄性。并且,优选消音结构体整体具有不燃性、阻燃性、自熄性。

[0132] 本发明的消音结构体能够用作与流体(气体)流动的通风路连接的消音器。在该情况下,能够将主流路用作通风路。

[0133] 例如,本发明的消音结构体可以与使由风扇产生的风流动的通风路连接。或者,也可以在消音结构体的入口连接有风扇。在这些情况下,能够设为主流路作为通风路发挥作用,并将由风扇产生的声音作为消音对象的声音,对风扇噪音进行消音的结构

[0134] 实施例

[0135] 以下,基于实施例对本发明进行进一步详细的说明。以下的实施例中所示的材料、使用量、比例、处理内容、处理工序等只要不脱离本发明的宗旨,则能够适当变更。从而,本发明的范围不应通过以下所示的实施例限定性地解释。

[0136] [实施例1]

[0137] 用激光切割机加工丙烯酸板(厚度3mm),将加工后的丙烯酸板组合形成开口为 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 、长度为100mm的长方体状的筒状部件、及从该筒状部件分支并合流的中空的U字状的部件,从而制作了如图1所示的具有主流路和副流路的结构体。丙烯酸板彼此的结合部用粘接剂和胶带密封。各部的尺寸如图12所示。

[0138] 并且,在主流路与副流路的连接位置分别配置吸音材料(Bridgestone KBG Co., Ltd.制造的QonPET),制作了消音结构体。该吸音材料的厚度为20mm,粘性特性长度为 100μ

m,迷宫度为1.0。

[0139] [实施例2]

[0140] 作为吸音材料,使用了INOAC CORPORATION制造的CALMFLEX F6,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了消音结构体。该吸音材料的厚度为20mm,粘性特性长度为100 μ m,迷宫度为1.5。

[0141] [比较例1]

[0142] 除了没有配置吸音材料以外,以与实施例1相同的方式制作了消音结构体。

[0143] [评价]

[0144] 对所制作的消音结构体,测定了透射损失。测定按照基于声管的传递函数法 (ASTM E2611),使用扬声器和麦克风4个端子测定透射率,并计算出透射损失。

[0145] 将实施例1的透射损失的测定结果示于图6。将比较例1的透射损失的测定结果示于图7。将实施例2的透射损失的测定结果示于图9。并且,在图11中汇总表示这些结果。

[0146] 并且,将各实施例及比较例的消音结构体进行了建模,并使用有限元法 (COMSOL MultiPhysics ver6.0,COMSOL Inc.)进行模拟,求出了消音结构体内的声压分布。另外,吸音材料通过JCA模型进行了建模。

[0147] 将实施例1的频率2.27kHz下的声压分布示于图4。将比较例1的频率2.57kHz下的声压分布示于图8。将实施例2的2.03kHz下的声压分布示于图10。

[0148] 从图7可知,在比较例1中,在频率2.57kHz下出现高透射损失。并且,从图8可知,在该频率2.57kHz下,在主流路与副流路的合流部,声压的相位反转,产生了相互抵消。

[0149] 从图6可知,实施例1在2.27kHz出现高透射损失,相较于比较例1,低频化了300Hz。从图4可知,在该频率2.27kHz下,在主流路与副流路的合流部,声压的相位反转,产生了相互抵消。

[0150] 从图9可知,实施例2在2.03kHz出现高透射损失,相较于比较例1,低频化了540Hz。从图10可知,在该频率2.03kHz下,在主流路与副流路的合流部,声压的相位反转,产生了相互抵消。

[0151] 从图11可知,实施例1及2与比较例1相比,透射损失的峰值向低频侧偏移,并且即使在远离峰值的低频侧,透过损失也比比较例1大。可知,由于低频侧的声音的波长长,因此以往的干涉型消音器难以消音,但在本发明的消音结构体中,由于吸音材料的声速的降低效果在低频范围内贡献更大,因此能够通过吸音材料的效果有效地消除低频声音。

[0152] 从以上结果可知,在将相同频率的声音作为消音对象的情况下,与比较例1相比,实施例能够使消音结构体小型化。

[0153] [实施例3]

[0154] 除了改变吸音材料的厚度以外,以与实施例1相同的方式制作了消音结构体。

[0155] 吸音材料的合计厚度设为5mm(单侧2.5mm)、10mm(单侧5mm)、15mm(单侧7.5mm)、20mm(单侧10mm)、25mm(单侧12.5mm)、30mm(单侧15mm)。

[0156] [评价]

[0157] 通过与上述相同的方法测定了改变了吸音材料的厚度的消音结构体的透射损失。将结果示于图13中。并且,将吸音材料的厚度与透射损失成为峰值的频率的关系示于图14。

[0158] 从图13及图14可知,若吸音材料的合计厚度为10mm以上,则频率相对于厚度的偏

移量变大。在该结构中,在合计厚度为10mm的情况下,与不存在吸音材料的情况(比较例1)相比,峰值频率偏移了50Hz。并且,从图14可知,在合计厚度为20mm以上时,斜率进一步变大,偏移量也超过130Hz和100Hz。而且,在合计厚度为30mm以上的情况下,偏移量也达到230Hz和没有吸音材料的情况(比较例1)的峰值频率的约1/10。

[0159] 由此可知,配置于副流路的吸音材料的合计厚度优选为10mm以上,更优选为20mm以上,进一步优选为30mm以上。

[0160] [实施例4]

[0161] 将吸音材料的粘性特性长度变更为25 μm 、50 μm 、100 μm ,并且将迷宫度变更为1、1.5、2,除此以外,以与实施例1相同的方式使用有限元法(COMSOL)进行了模拟。

[0162] [评价]

[0163] 通过模拟求出所制作的消音结构体的透射损失,求出了峰值频率。将粘性特性长度及迷宫度与透射损失的峰值频率(峰值消音频率)之间的关系示于图15。

[0164] 从图15可知,粘性特性长度越小,迷宫度越小,峰值频率也越低频化。并且,可知迷宫度越高,越低频化。

[0165] 使用上述式(1)及式(2)对吸音材料进行了建模。流阻设为10000Rayls,多孔率设为0.90,并且,吸音材料设为通常的热粘性长度=2 $\times$ 粘性特性长度。改变迷宫度和粘性特性长度,计算了吸音材料中的声速相对于空气中的声速的比例。

[0166] 将声音的频率为2000Hz时的结果示于图16。将声音的频率为1000Hz时的结果示于图17。将声音的频率为10000Hz时的结果示于图18。根据A特性,2000Hz为听感最高的频带。

[0167] 从图16~图18可知,粘性特性长度变低的情况最有助于声速比,特性粘性长大的情况下,迷宫度也会受到很大影响。

[0168] 并且,在粘性特性长度为300 μm 以下的情况下,即使是迷宫度为1.0,声速比也会小于0.9。并且,若粘性特性长度小于100 μm ,则在频率2000Hz下声速比不仅成为0.8以下,而且在高频侧的10000Hz下声速比也成为0.9以下。而且,当粘性特性长度为70 μm 以下时,声速比为0.7以下,当粘性特性长度为50 μm 以下时,声速比为0.6以下。如此,即使迷宫度为1.0,也可以通过减小粘性特性长度来减慢声速。

[0169] 因此,可知粘性特性长度优选为300 μm 以下,更优选为100 μm 以下,进一步优选为70 μm 以下,尤其优选为50 μm 以下。

[0170] 并且,在能够增加迷宫度的情况下,即使是大的粘性特性长度,也能够减慢声速。尤其若为迷宫度1.1以上,则即使在大粘性特性长度(~1000 μm)的情况下,也能够充分地设为声速比0.9以下,因此在使主流路与副流路产生相位差方面有效。

[0171] [实施例5]

[0172] 通过射出成型制作了如图19所示的ABS树脂制消音结构体。将外壁的ABS树脂的厚度设为3mm,在消音结构体内部形成了隔开主流路12和副流路14的壁部件(图19的黑色粗线)。入口12a侧及出口12b侧的流路为正方形且宽度为28mm,使用壁部件和吸音材料16(INOAC CORPORATION制造的CARM FLEX F2)将主流路12和副流路14在流体上隔开。并且,在壁部件与吸音材料16的连接部附近,流路宽度逐渐扩大,抑制吸音材料16附近的风速,形成难以产生风噪声的结构。

[0173] 以与上述相同的方式测定了这种消音结构体的透射损失。其结果,可知2500Hz为

消音量峰值,可获得33dB的消音效果。

[0174] 关于图19的消音结构体,与上述同样地进行使用了COMSOL的模拟,计算了2500Hz下的消音结构体内部的声压分布。将结果示于图20。

[0175] 从图20可知,在主流路12与副流路14的连接位置13b(合流部)处声压的相位反转,声音通过干涉而被消音。并且,从图20可知,在连接位置13a(分支部)的吸音材料16中,声音的波面(通过声压0的白色部分来判断)的角度发生变化,能够清楚地模拟出相位延迟的情况。

[0176] 从以上结果可知,本发明的效果明显。

[0177] 附图标记说明

[0178] 10、10b-消音结构体,12-主流路,12a-入口,12b-出口,13a-连接位置(分支部),13b-连接位置(合流部),14-副流路,15-壁部件,16-吸音材料,18-扩张部,20-背面空间,21-开口部,22-吸音材料。

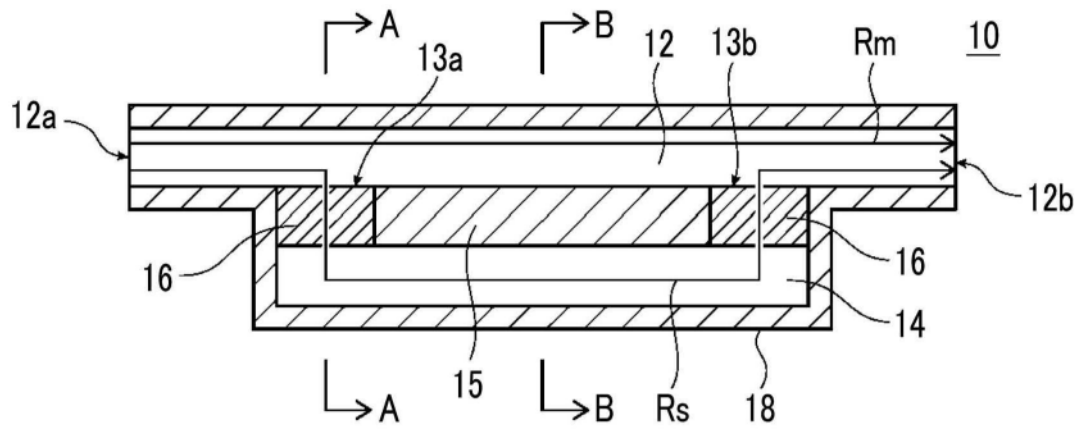


图1

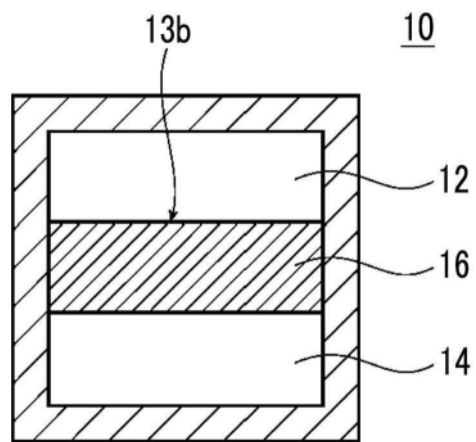


图2

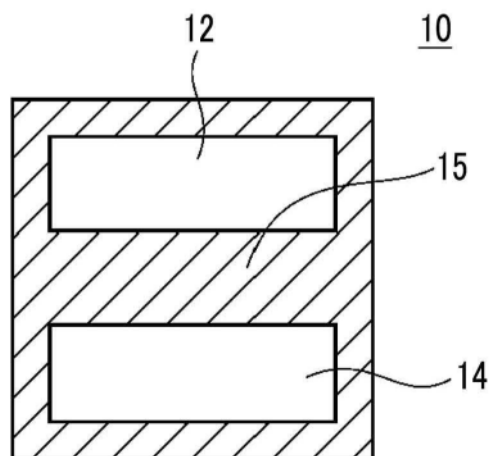


图3

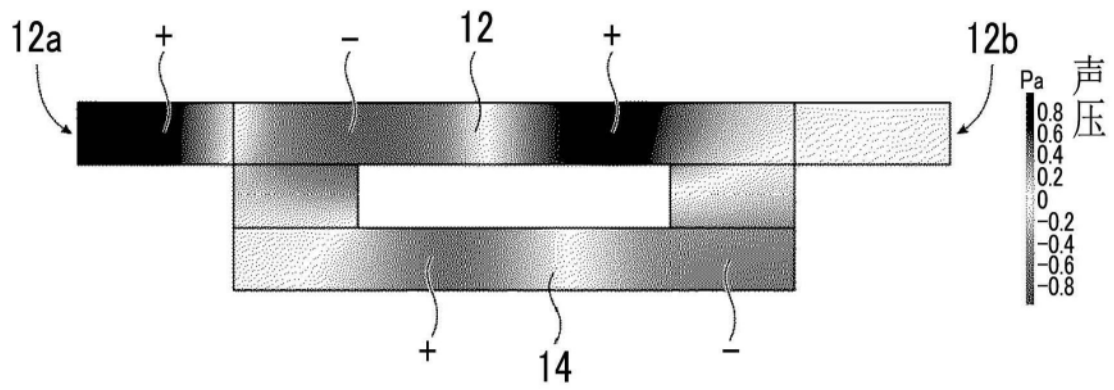


图4

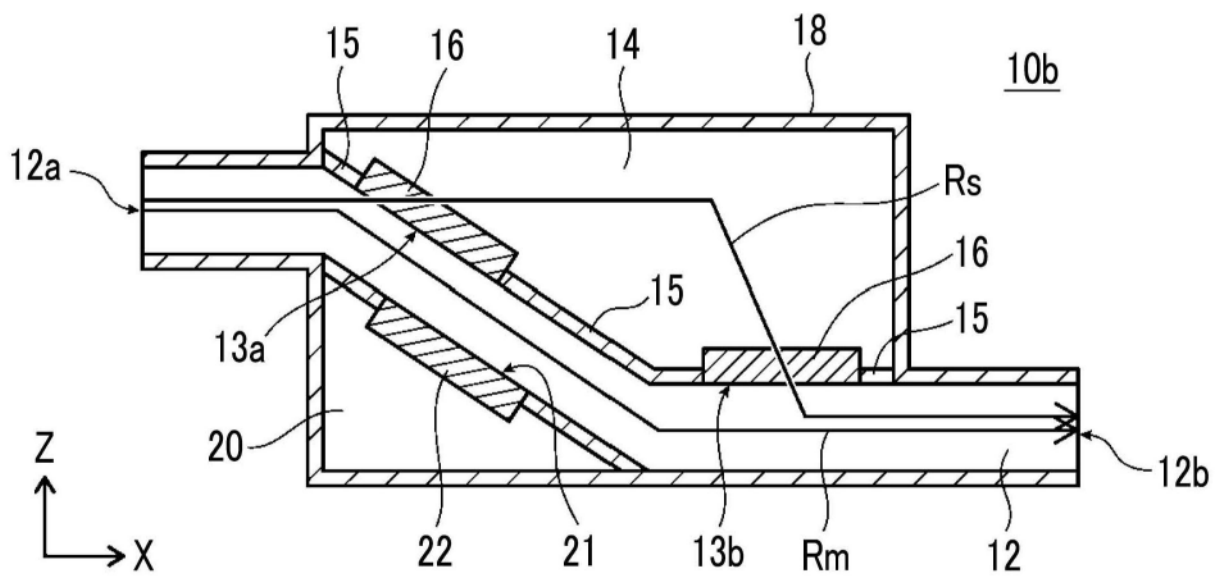


图5

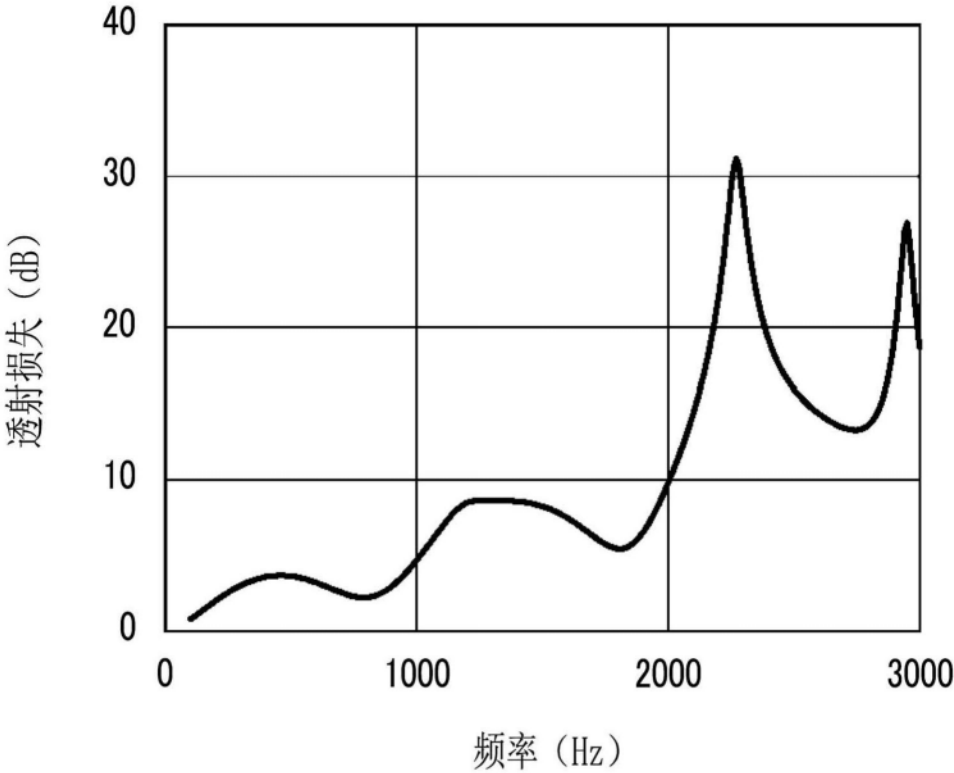


图6

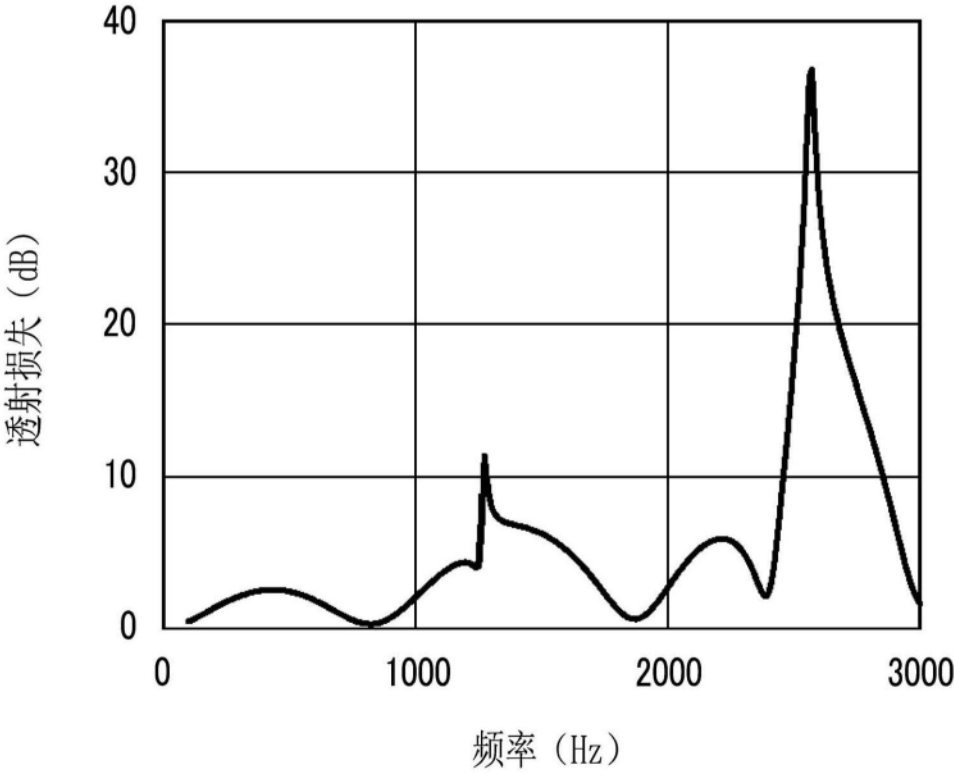


图7

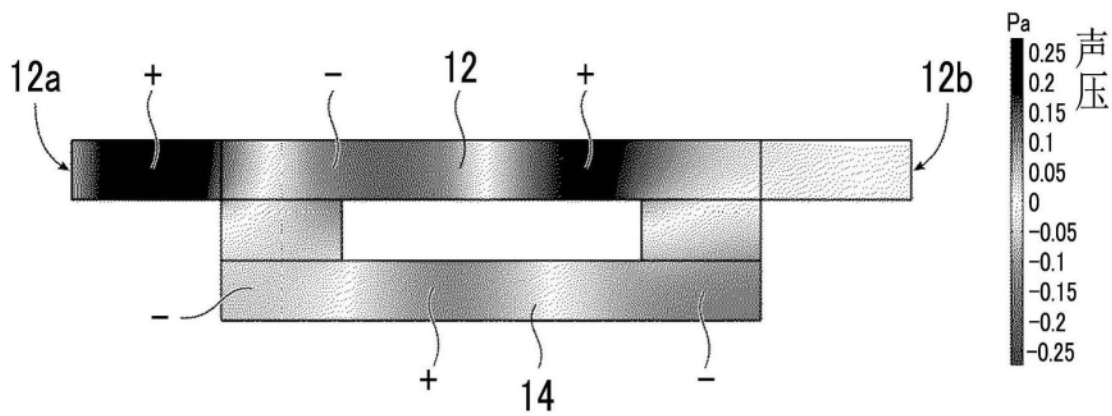


图8

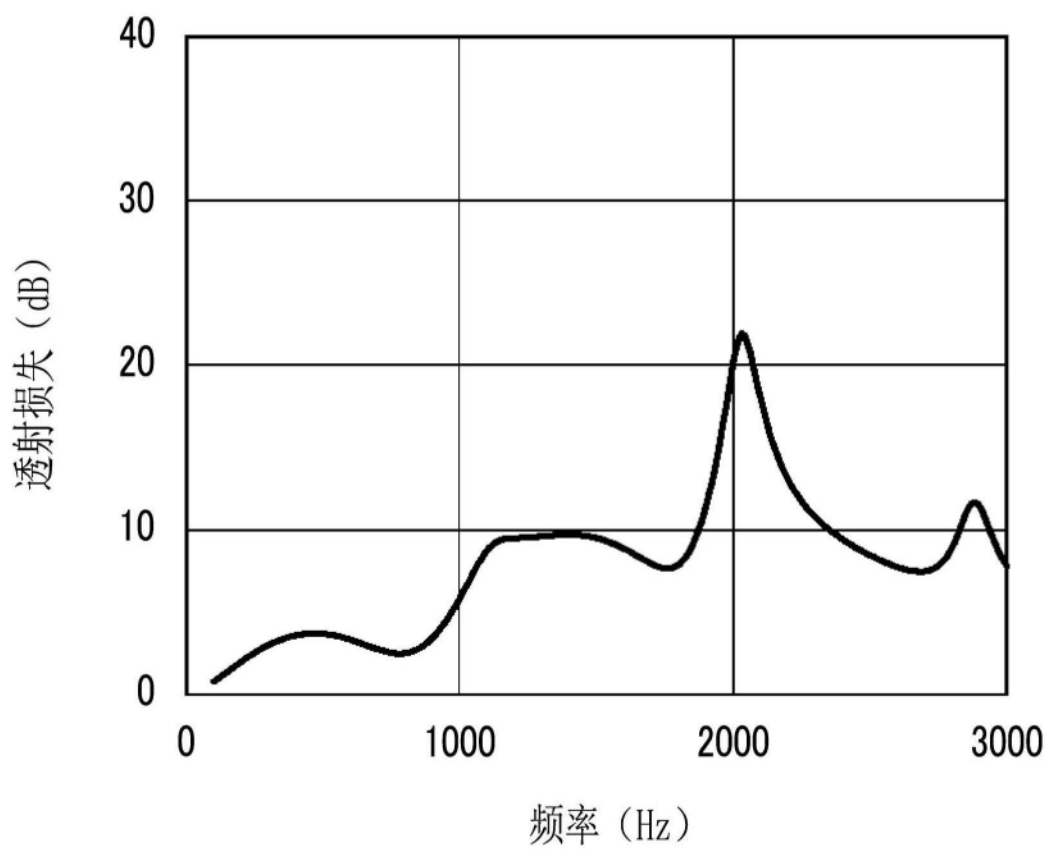


图9

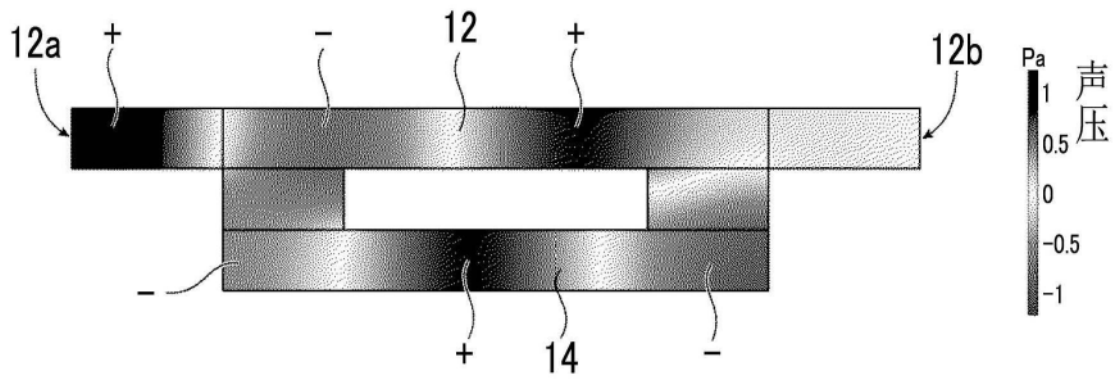


图10

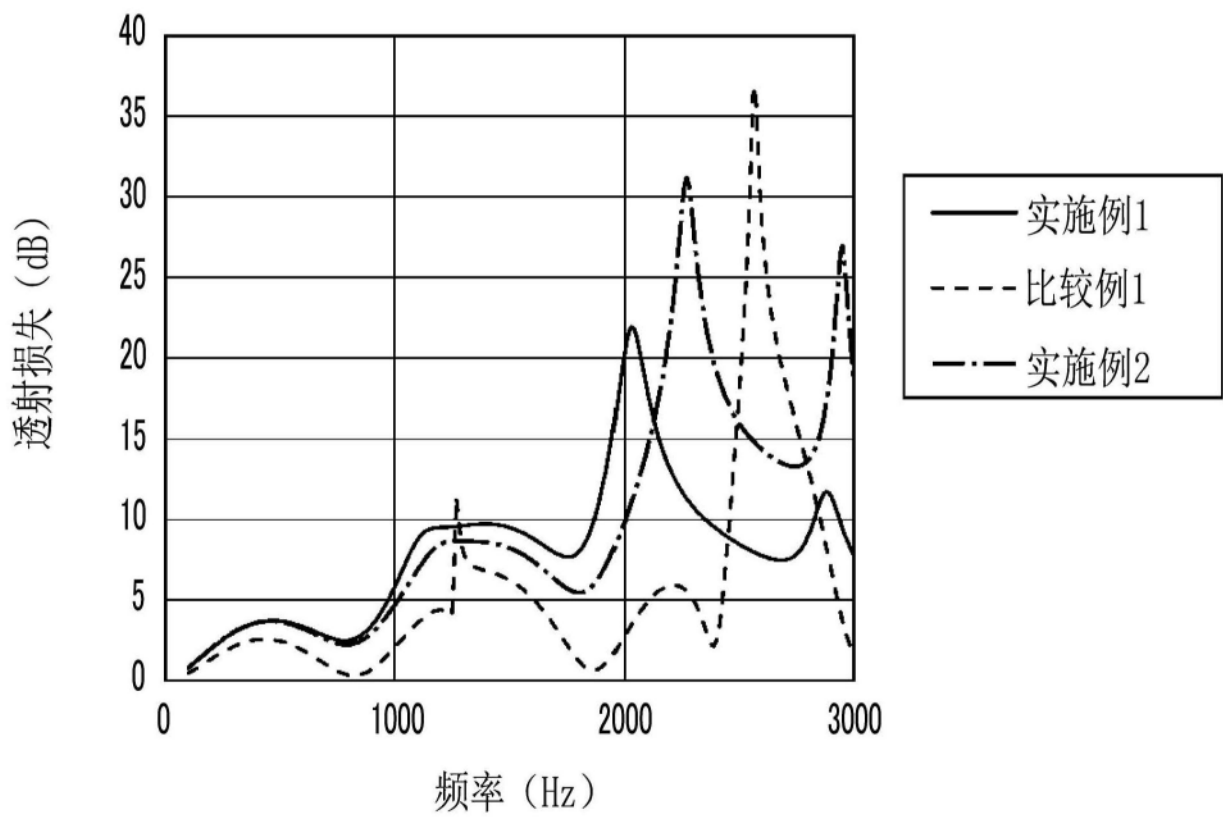


图11

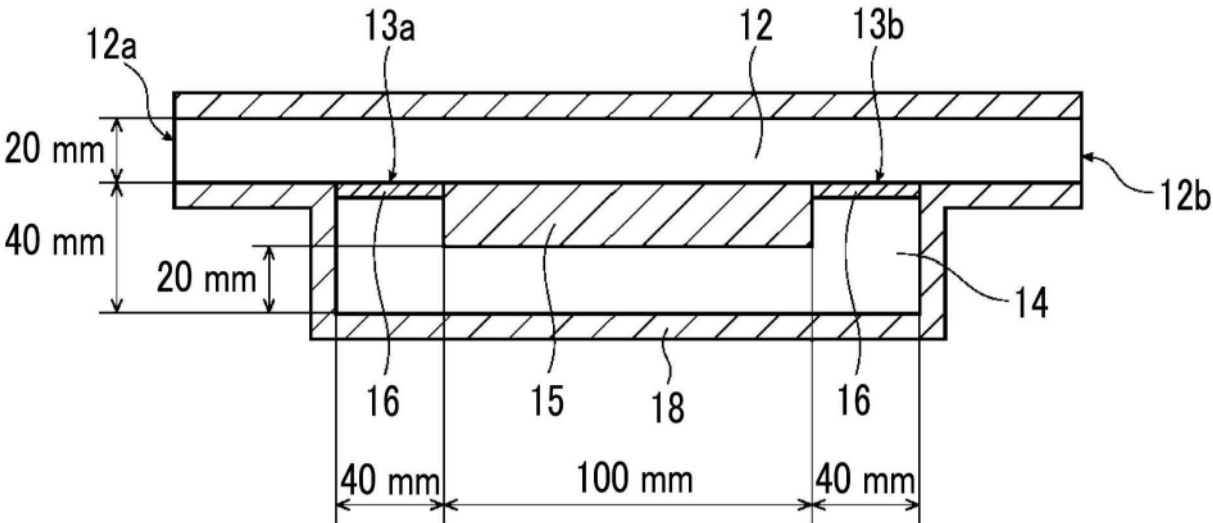


图12

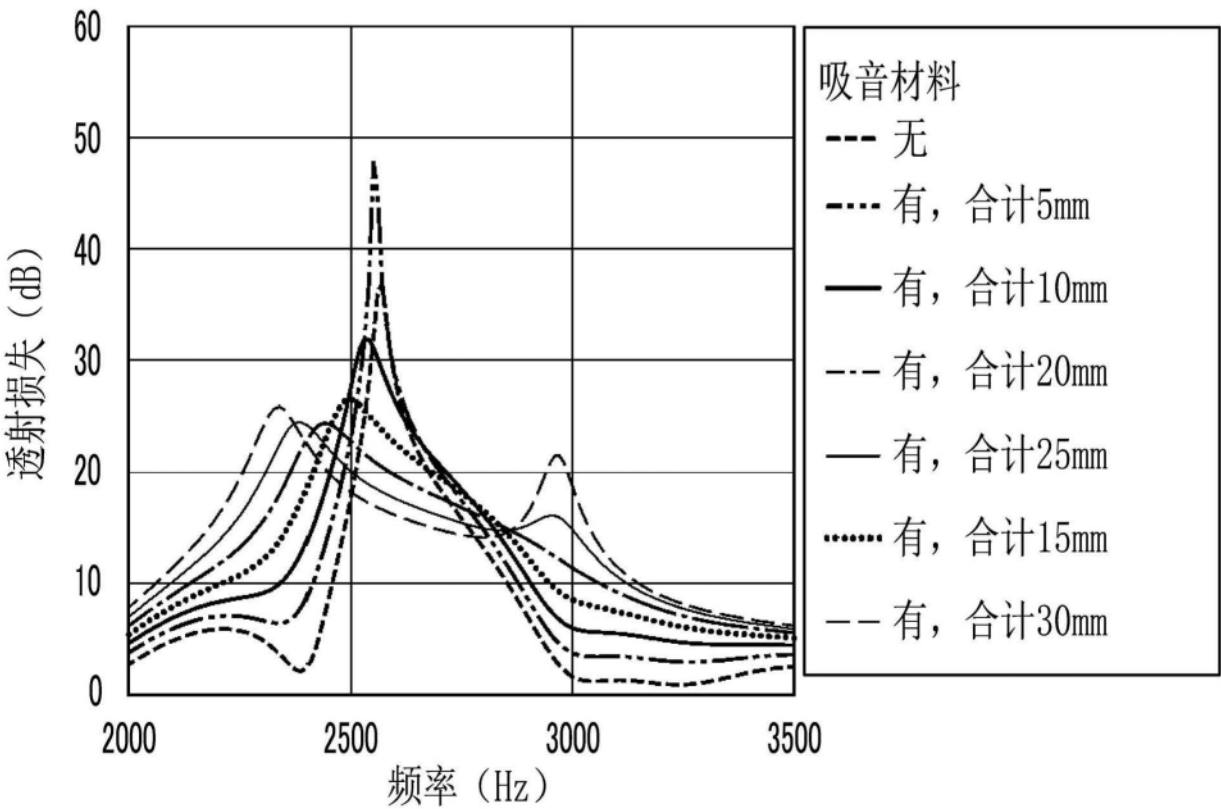


图13

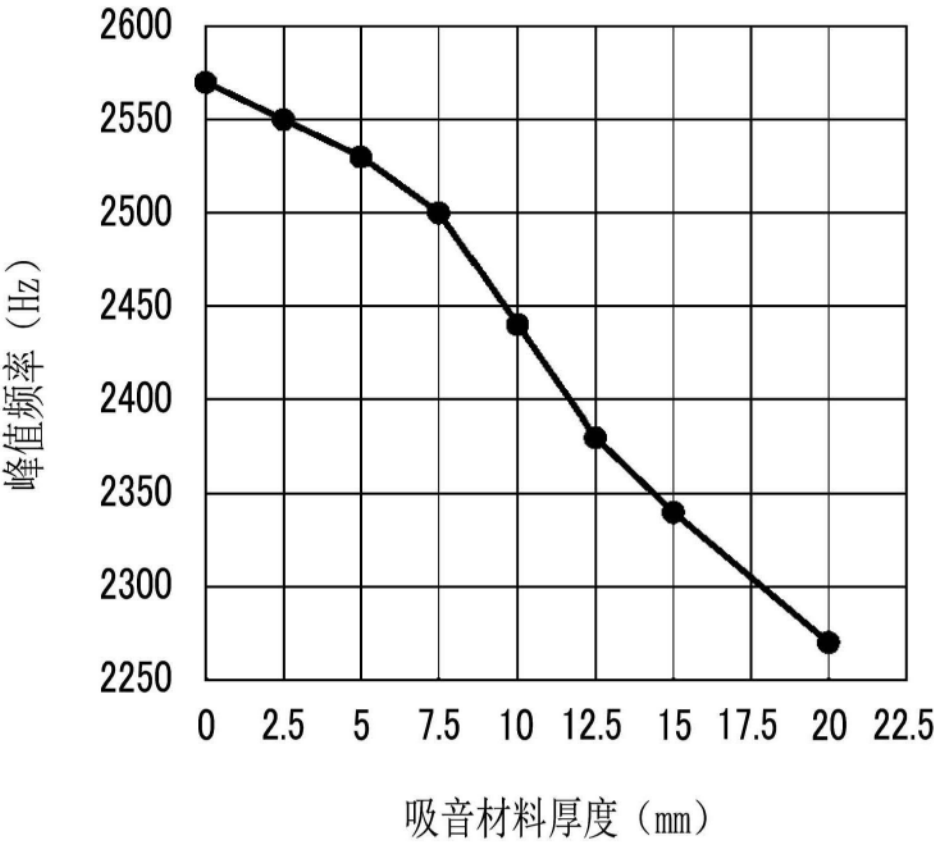


图14

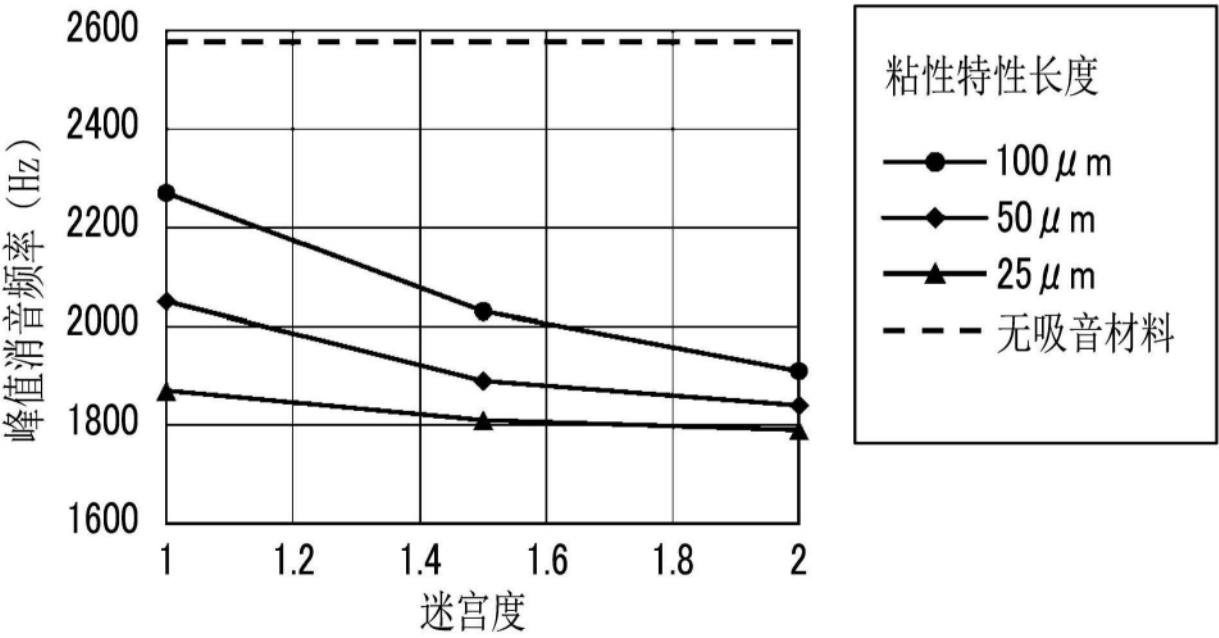


图15

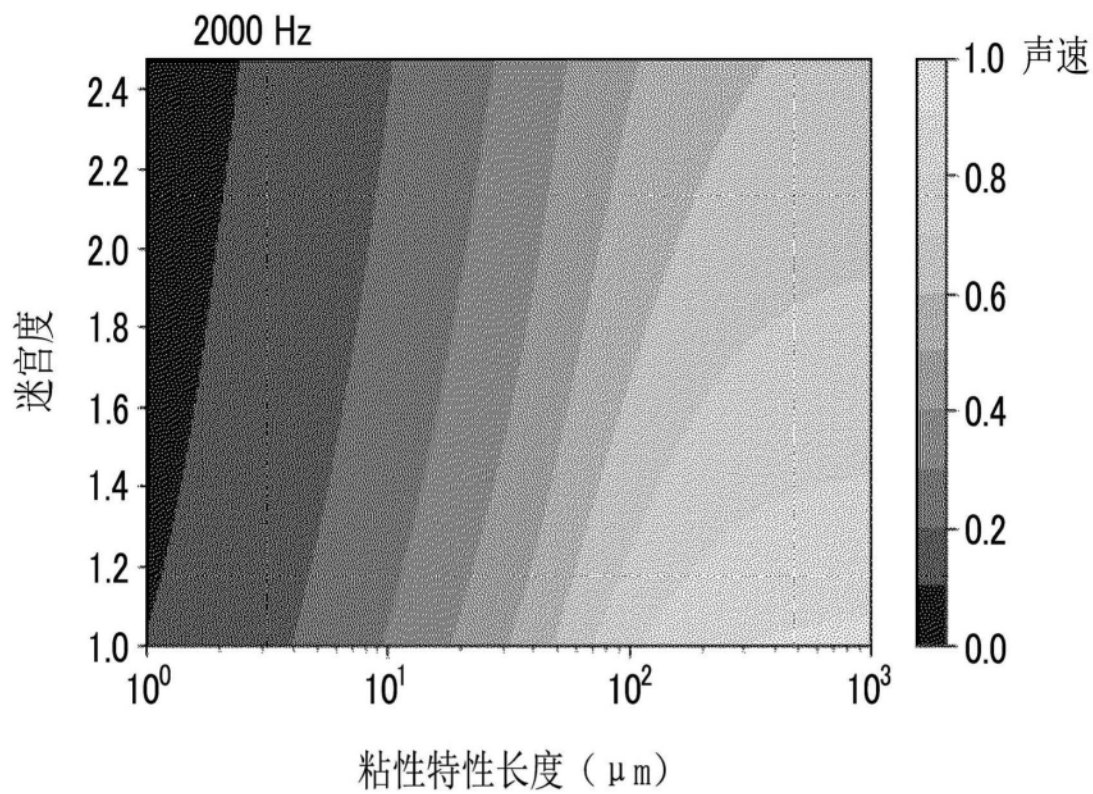


图16

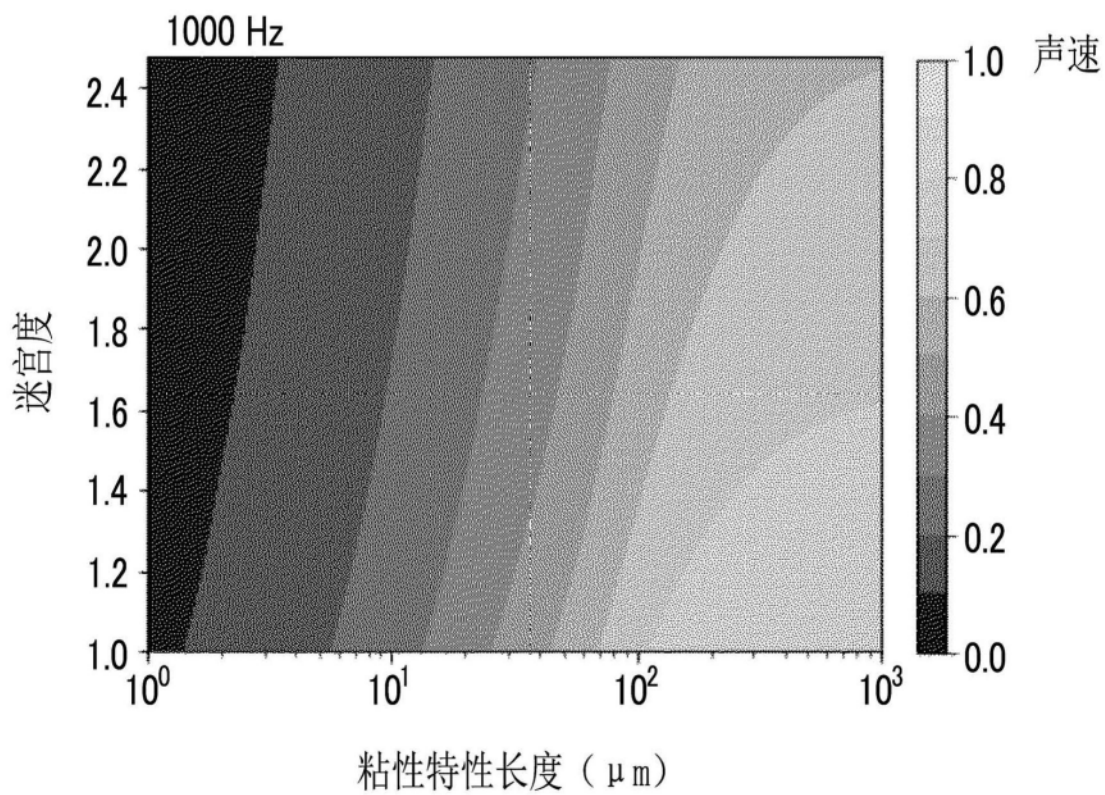


图17

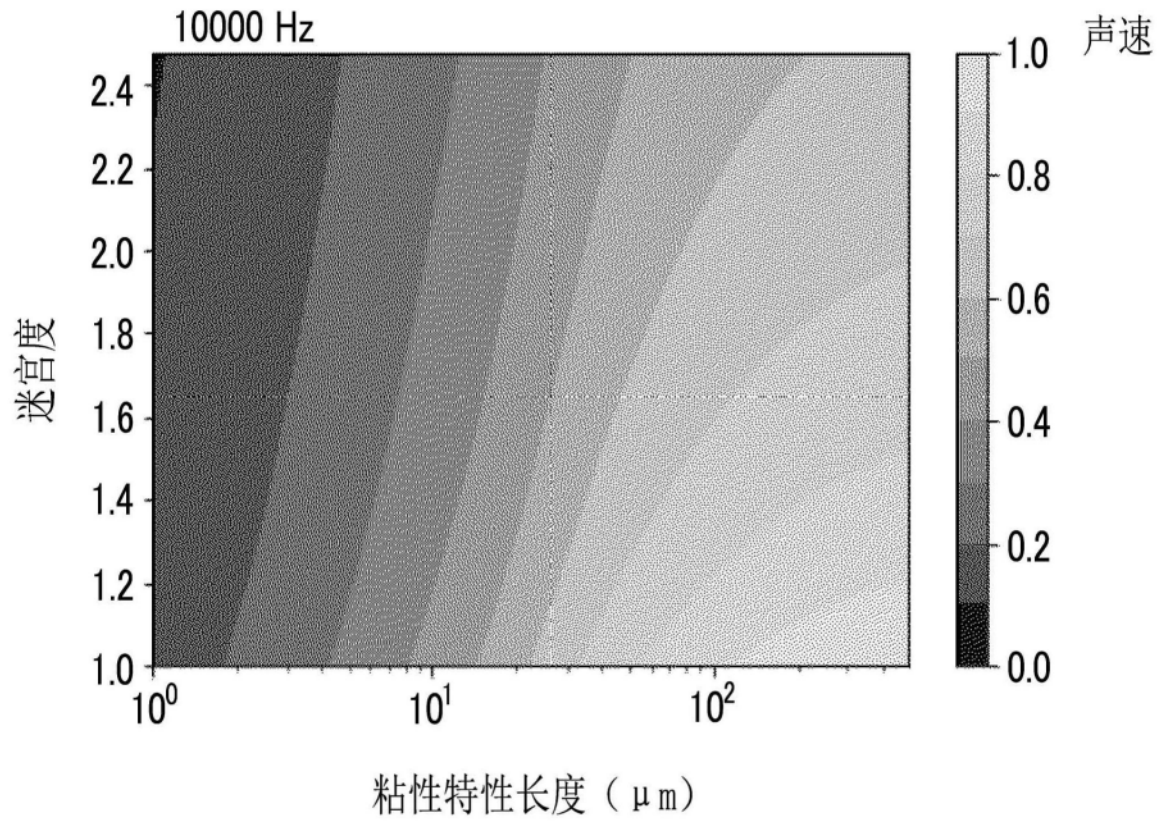


图18

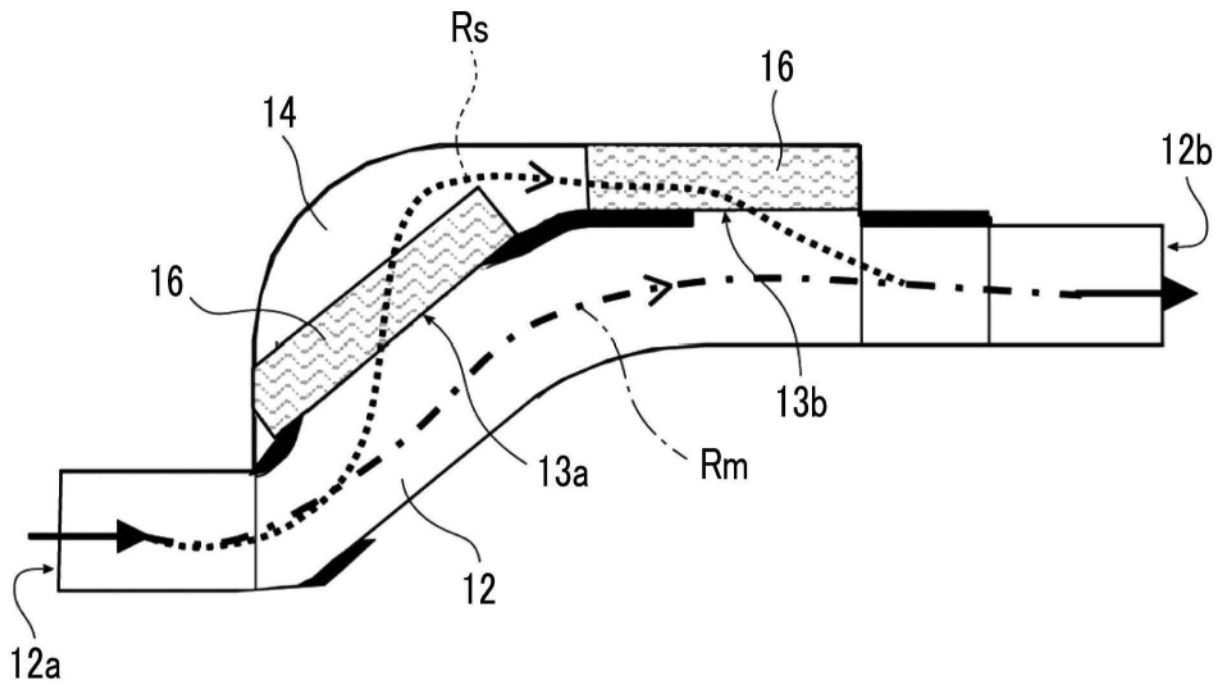


图19

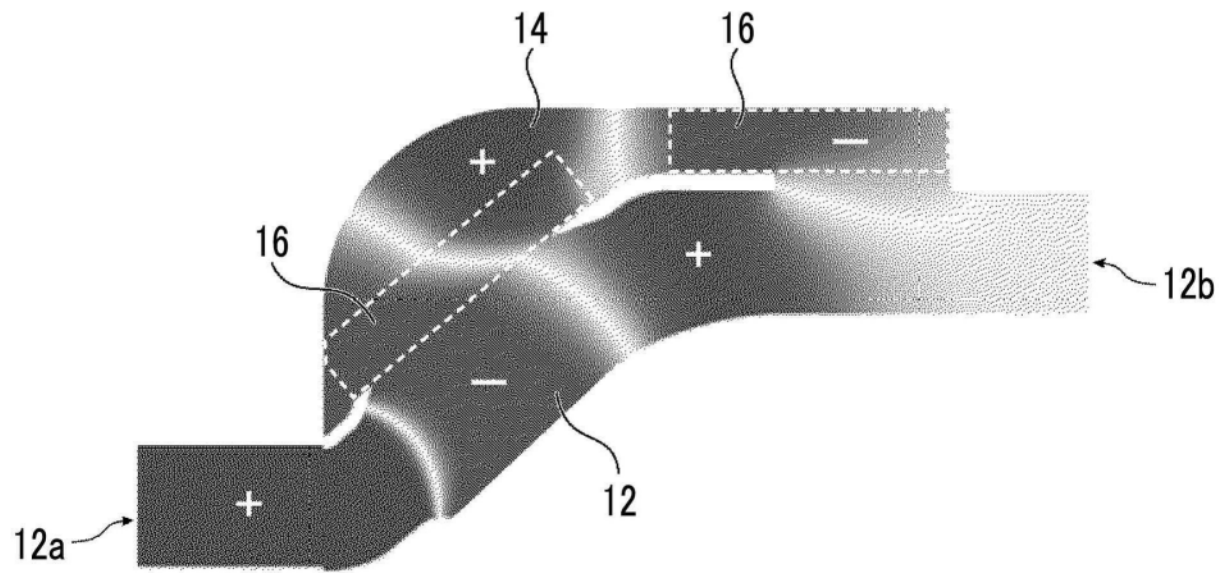


图20