



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114930448 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 19

(21) 申请号 202080090819.5

(22) 申请日 2020.12.28

(30) 优先权数据

2019-239424 2019.12.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.06.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/049129 2020.12.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/132715 JA 2021.07.01

(71) 申请人 三菱化学株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 内田直幸 井上一真 中山真成

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 陈彦 孔博

(51) Int.Cl.

G10K 11/168 (2006.01)

G10K 11/16 (2006.01)

G10K 11/172 (2006.01)

G09J 7/30 (2006.01)

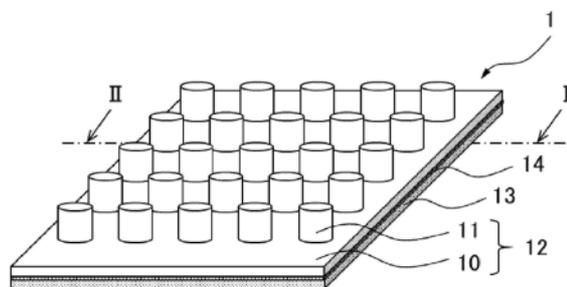
权利要求书2页 说明书36页 附图12页

(54) 发明名称

隔音结构体

(57) 摘要

本发明的课题在于提供一种隔音结构体,其即使在设置了粘接剂层的情况下,也可获得充分的隔音效果,并且产生隔音效果的频带难以发生偏离。一种隔音结构体,具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部,并且至少具有粘接剂层,该粘接剂层设置在前述片体部的与设有前述凸部的一侧相反侧的面,该隔音结构体满足下述式(1)。 $E_{粘}/I_{粘} > 0.5 \times (E_{膜}/H)$  (1)  $E_{粘}$  (MPa):粘接剂层的储能模量; $I_{粘}$  (mm):粘接剂层的平均膜厚; $E_{膜}$  (MPa):片体部和凸部的储能模量; $H$  (mm):片体部和凸部的平均高度。



1. 一种隔音结构体,至少具有:隔音构件,其具有片状的片体部和设于该片体部的一个面的多个凸部,以及粘接剂层,其设置在所述片体部的与设有所述凸部的一侧相反侧的面上,所述隔音结构体满足下述式(1),

$$E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > 0.5 \times (E_{\text{膜}}/H) \quad (1)$$

$E_{\text{粘}}$  (MPa): 粘接剂层的储能模量

$I_{\text{粘}}$  (mm): 粘接剂层的平均膜厚

$E_{\text{膜}}$  (MPa): 片体部和凸部的储能模量

$H$  (mm): 片体部和凸部的平均高度。

2. 一种隔音结构体,具有:隔音构件,其具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部,以及粘接剂层,其设置在所述片体部的与设有所述凸部的一侧相反侧的面上,并且满足下述式的标准化固有频率偏移量为0~30%,

$$\text{标准化固有频率偏移量} (\%) = ((\text{设计固有频率}) - (\text{固有频率})) \div (\text{设计固有频率})$$

设计固有频率 (Hz): 在不具有粘接剂层的条件下计算的固有频率

固有频率 (Hz): 在具有粘接剂层的条件下计算的固有频率。

3. 一种隔音结构体,具有:隔音构件,其具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部,以及粘接剂层,其设置在所述片体部的与设有所述凸部的一侧相反侧的面上,所述粘接剂层的弹性模量大于10MPa。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的隔音结构体,具有通过所述粘接剂层而与所述隔音构件粘接的被粘物。

5. 根据权利要求4所述的隔音结构体,满足下述式(2)和(3),

$$7000 \geq E_{\text{粘}}/E_{\text{膜}} \geq 0.5 \quad (2)$$

$$50.0 \geq E_{\text{粘}}/E_{\text{adh}} \geq 0.00002 \quad (3)$$

$E_{\text{粘}}$  (MPa): 粘接剂层的储能模量

$E_{\text{膜}}$  (MPa): 片体的储能模量

$E_{\text{adh}}$  (MPa): 被粘物的储能模量。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的隔音结构体,满足下述式(4),

$$1.0 \geq I_{\text{粘}} \geq 0.005 \quad (4)$$

$I_{\text{粘}}$  (mm): 粘接剂层的平均膜厚。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的隔音结构体,所述式(1)满足下述式(1)',

$$E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > \beta \times (E_{\text{膜}}/H) \quad (1)'$$

上述式(1)'中的 $E_{\text{粘}}$ 、 $I_{\text{粘}}$ 、 $E_{\text{膜}}$ 和 $H$ 与所述式(1)中的 $E_{\text{粘}}$ 、 $I_{\text{粘}}$ 、 $E_{\text{膜}}$ 和 $H$ 是同样的, $\beta = 5$ 。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的隔音结构体,所述 $E_{\text{粘}}$ 大于10MPa。

9. 根据权利要求1~8中任一项所述的隔音结构体,所述粘接剂层包含选自由有机硅系树脂、环氧系树脂和氰基丙烯酸酯系树脂组成的组中的1种或2种以上的树脂,并且该粘接剂层中的这些树脂的合计的含有比例为10重量%以上。

10. 根据权利要求1~9中任一项所述的隔音结构体,所述粘接剂层包含无机填料,该粘接剂层中的该无机填料的含有比例为1重量%以上。

11. 一种隔音结构体的制造方法,其为具有隔音构件和粘接剂层的隔音结构体的制造

方法,所述隔音构件具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部,所述粘接剂层设置在所述片体部的与设有所述凸部的一侧相反侧的面上,

所述隔音结构体的制造方法具有:

形成在片体部的一个面上具有多个凸部的隔音构件的工序,和

在所述隔音构件上设置粘接剂层的工序,并且

满足下述式(1),

$$E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > 0.5 \times (E_{\text{膜}}/H) \quad \text{式(1)}$$

$E_{\text{粘}}$  (MPa): 粘接剂层的储能模量

$I_{\text{粘}}$  (mm): 粘接剂层的平均膜厚

$E_{\text{膜}}$  (MPa): 片体部和凸部的储能模量

$H$  (mm): 片体部和凸部的平均高度。

12. 根据权利要求11所述的隔音结构体的制造方法,进一步具有设置被粘物的工序,所述被粘物通过所述粘接剂层与所述隔音构件粘接。

## 隔音结构体

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隔音结构体。

### 背景技术

[0002] 在住宅楼、写字楼、酒店等建筑物中,要求屏蔽来自汽车、铁道、飞机、船舶等的室外噪音、在建筑物内部产生的设备噪音、人声,要求适合于屋室用途的静谧性。另外,汽车、铁道、飞机、船舶等交通工具中,需要屏蔽风噪声、引擎声,为了向乘坐人员提供安静、舒适的空间,需要减少室内噪音。因此,正在进行如下手段的研究开发:对噪音、震动从室外向室内、或从交通工具的室外向室内的传递进行屏蔽的手段,即,制震隔音手段。近年来,随着建筑物的高层化等而要求轻量的制震隔音构件,另外,在交通工具中,也为了提高能效而需要轻量的制震隔音构件。进一步,为了提高建筑物、交通工具、这些设备的设计自由度,要求能够应对复杂形状的制震隔音构件。

[0003] 通常,制震隔音构件的特性遵从所谓的质量法则。即,作为噪音减少量的指标的透过损失,由制震隔音构件的质量与弹性波、声波的频率之积的对数决定。因此,为了提高某一定频率的噪音的减少量,必须增加制震隔音构件的质量。然而,就增加制震隔音构件的质量的方法而言,由于建筑物、交通工具等的质量的制约,因而在噪音减少量上产生限制。

[0004] 为了解决制震隔音构件的质量增加的问题,一直以来就在进行构件结构的改良。例如已知将多片石膏板、混凝土、钢板、玻璃板、树脂板等具有刚性的平板材加以组合使用的方法、使用石膏板等制成中空二重壁结构、中空三重壁结构的方法等。

[0005] 并且,近年来,为了实现凌驾于质量法则之上的隔音性能,提出了组合使用高刚性的平板材和共振器的基于板型声学超颖材料的隔音板。具体而言,提出了将由有机硅橡胶和钨构成的多个独立的树桩状的突起(共振器)或由橡胶构成的多个独立的树桩状的突起(共振器)设置在铝基板上而成的隔音板(参照非专利文献1和2)、将由有机硅橡胶或由有机硅橡胶和铅帽构成的多个独立的树桩状的突起(共振器)设置在环氧基板上而成的隔音板(参照非专利文献3)。

[0006] 另外,还提出了具有片体和共振部的隔音片构件,该片体具有粘弹性,该共振部具备基部和配重部(专利文献1)。

[0007] 另外,还公开了一种结构体,其通过弹性粘接剂粘接并层叠制震隔音材而成(专利文献2)。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:国际公开第2017/135409号

[0011] 专利文献2:日本特开2001-303691

[0012] 非专利文献

[0013] 非专利文献1:M.B.Assouar,M.Senesi,M.Oudich,M.Ruzzee and Z.Hou,

Broadband plate-type acoustic metamaterial for low-frequency sound attenuation (用于低频消音的宽频板型声学超颖材料), Applied Physics Letters (应用物理快报), 2012, volume 101, pp 173505.

[0014] 非专利文献2: M.Oudich, B.Djafari-Rouhani, Y.Pennec, M.B.Assouar, and B.Bonello, Negative effective mass density of acoustic metamaterial plate decorated with low frequency resonant pillars (低频共振柱装饰的声学超颖材料板的负有效质量密度), Journal of Applied Physics (应用物理杂志), 2014, volume 116, pp 184504.

[0015] 非专利文献3: M.Oudich, Y.Li, M.B.Assouar, and Z.Hou, A sonic band gap based on the locally resonant phononic plates with stubs (基于带有短棒的局部共振声子板的声波带隙), New Journal of Physics (新物理杂志), 2010, volume 12, pp 083049.

## 发明内容

[0016] 发明要解决的课题

[0017] 专利文献1记载的隔音片虽然比较轻量同时具有凌驾质量法则的高隔音性能,且制造性和耐久性优异,但关于其粘接方法、材料、条件,仅记载了各种方法是可能的,对于详细情况没有充分研究。

[0018] 即,设置方法没有特别限定,例示了例如将单独成型的各部件进行加热加压或加压而压接的方法,使用各种公知粘接剂进行粘接的方法、通过热熔接、超声波熔接、激光熔接等进行接合的方法等。作为粘接剂,可列举环氧树脂系粘接剂、丙烯酸系树脂系粘接剂、聚氨酯树脂系粘接剂、有机硅树脂系粘接剂、聚烯烃树脂系粘接剂、聚乙烯醇缩丁醛树脂系粘接剂和它们的混合物等,但这些都没有特别详细地进行研究。

[0019] 但是,根据本申请人的研究可知,根据由粘接剂形成的粘接剂层的形态(膜厚、性状)的不同,会有隔音效果不充分的情况、产生隔音效果的频带发生偏离的情况。

[0020] 本发明是鉴于该背景技术而作出的。其目的(课题)在于提供一种隔音结构体,其即使在设有粘接剂层的情况下,也能获得充分的隔音效果,并且产生隔音效果的频带难以发生偏离。

[0021] 需说明的是,不限于此处所说的目的,通过后述的具体实施方式中示出的各构成而导出的作用效果亦即通过以往的技术无法得到的作用效果,也能够作为本发明的其他目的。

[0022] 用于解决课题的手段

[0023] 本发明人等发现,上述课题通过使用如下的隔音结构体得以解决,从而完成了本发明,该隔音结构体为具有片状的片体面和设于前述片体部的多个凸部的隔音结构体,该片体通过具有特定的力学物性值和形状的粘接剂层来设置。

[0024] 即,本发明提供以下所示的各种具体方式。

[0025] [1]一种隔音结构体,至少具有:隔音构件,其具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部;以及粘接剂层,其设置在前述片体部的与设有前述凸部的一侧相反侧的面上,所述隔音结构体满足下述式(1)。

[0026]  $E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > 0.5 \times (E_{\text{膜}}/H)$  (1)

[0027]  $E_{\text{粘}}$  (MPa) : 粘接剂层的储能模量

[0028]  $I_{\text{粘}}$  (mm) : 粘接剂层的平均膜厚

[0029]  $E_{\text{膜}}$  (MPa) : 片体部和凸部的储能模量

[0030]  $H$  (mm) : 片体部和凸部的平均高度

[0031] [2] 一种隔音结构体, 具有: 隔音构件, 其具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部、以及粘接剂层, 其设置在前述片体部的与设有前述凸部的一侧相反侧的面上, 并且,

[0032] 满足下述式的标准化固有频率偏移量为 0~30%。

[0033] 标准化固有频率偏移量 (%) = ((设计固有频率) - (固有频率)) ÷ (设计固有频率)

[0034] 设计固有频率 (Hz) : 在不具有粘接剂层的条件下计算的固有频率

[0035] 固有频率 (Hz) : 在具有粘接剂层的条件下计算的固有频率

[0036] [3] 一种隔音结构体, 具有: 隔音构件, 其具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部、以及粘接剂层, 其设置在前述片体部的与设有前述凸部的一侧相反侧的面上, 前述粘接剂层的弹性模量大于 10MPa。

[0037] [4] 根据 [1]~[3] 中任一项所述的隔音结构体, 具有通过前述粘接剂层而与隔音构件粘接的被粘物。

[0038] [5] 根据 [4] 所述的隔音结构体, 满足下述式 (2) 和 (3)。

[0039]  $7000 \geq E_{\text{粘}}/E_{\text{膜}} \geq 0.5$  (2)

[0040]  $50.0 \geq E_{\text{粘}}/E_{\text{adh}} \geq 0.00002$  (3)

[0041]  $E_{\text{粘}}$  (MPa) : 粘接剂层的储能模量

[0042]  $E_{\text{膜}}$  (MPa) : 片体的储能模量

[0043]  $E_{\text{adh}}$  (MPa) : 被粘物的储能模量

[0044] [6] 根据 [1]~[5] 中任一项所述的隔音结构体, 满足下述式 (4)。

[0045]  $1.0 \geq I_{\text{粘}} \geq 0.005$  (4)

[0046]  $I_{\text{粘}}$  (mm) : 粘接剂层的平均膜厚

[0047] [7] 根据 [1]~[6] 中任一项所述的隔音结构体, 前述式 (1) 满足下述式 (1)'。

[0048]  $E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > \beta \times (E_{\text{膜}}/H)$  (1)'

[0049] 上述式 (1)' 中的  $E_{\text{粘}}$ 、 $I_{\text{粘}}$ 、 $E_{\text{膜}}$  和  $H$  与前述式 (1) 中的  $E_{\text{粘}}$ 、 $I_{\text{粘}}$ 、 $E_{\text{膜}}$  和  $H$  是同样的,  $\beta = 5$ 。

[0050]  $E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > \beta \times (E_{\text{膜}}/H)$  (1)'

[0051] [8] 根据 [1]~[7] 中任一项所述的隔音结构体, 前述  $E_{\text{粘}}$  大于 10MPa。

[0052] [9] 根据 [1]~[8] 中任一项所述的隔音结构体, 前述粘接剂层包含选自由有机硅系树脂、环氧系树脂和氰基丙烯酸酯系树脂组成的组中的 1 种或 2 种以上的树脂, 并且, 该粘接剂层中的这些树脂的合计的含有比例为 10 重量% 以上。

[0053] [10] 根据 [1]~[9] 中任一项所述的隔音结构体, 前述粘接剂层包含无机填料, 该粘接剂层中的该无机填料的含有比例为 1 重量% 以上。

[0054] [11] 一种隔音结构体的制造方法, 其为具有隔音构件和粘接剂层的隔音结构体的制造方法, 前述隔音构件具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部, 前述粘接剂层设

置在前述片体部的与设有前述凸部的一侧相反侧的面上，

[0055] 所述隔音结构体的制造方法具有：

[0056] 形成在片体部的一个面上具有多个凸部的隔音构件的工序，和

[0057] 在前述隔音构件上设置粘接剂层的工序，并且，

[0058] 满足下述式(1)。

[0059]  $E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > 0.5 \times (E_{\text{膜}}/H)$  式(1)

[0060]  $E_{\text{粘}}$  (MPa)：粘接剂层的储能模量

[0061]  $I_{\text{粘}}$  (mm)：粘接剂层的平均膜厚

[0062]  $E_{\text{膜}}$  (MPa)：片体部和凸部的储能模量

[0063]  $H$  (mm)：片体部和凸部的平均高度

[0064] [12]根据[11]所述的隔音结构体的制造方法，进一步具有设置被粘物的工具，前述被粘物通过前述粘接剂层而与前述隔音构件粘接。

[0065] 发明效果

[0066] 通过本发明，提供一种隔音结构体，其即使在设有粘接剂层的情况下，也可获得充分的隔音效果，并且，产生隔音效果的频带难以发生偏离。

## 附图说明

[0067] [图1]为示出本实施方式涉及的隔音结构体的概略立体图。

[0068] [图2]为图1的II-II线横截面图。

[0069] [图3]为示出本实施方式涉及的隔音结构体的概略立体图。

[0070] [图4]为图3的III-III线横截面图。

[0071] [图5]为示出表示本实施方式涉及的隔音结构体的动作原理的简易模型的图。

[0072] [图6]为示出表示本实施方式涉及的隔音结构体的动作原理的简易模型的图。

[0073] [图7]为示出通过压入型硬度计的测定而得到的载荷位移曲线的图表。

[0074] [图8]为本实施方式涉及的隔音结构体的截面图。

[0075] [图9]为示出本实施方式涉及的隔音结构体的概略立体图。

[0076] [图10]为图9的IV-IV线横截面图。

[0077] [图11] (a)为示出包含基部和具有贯通孔的配重部的共振部的概略立体图，(b)为示出具有贯通孔的配重部的概略立体图。

[0078] [图12]为示出本实施方式涉及的隔音结构体的概略立体图。

[0079] [图13]为示出本实施方式涉及的隔音结构体的概略立体图。

[0080] [图14]为示出隔音构件的制造工序的一例的图。

[0081] [图15]为示出隔音构件的制造工序的一例的图。

[0082] [图16]为示出隔音构件的制造工序的一例的图。

[0083] [图17]为示出隔音构件的制造工序的一例的图。

[0084] [图18]为固有频率的推算中使用的单元体的概略构成图。

[0085] [图19]为固有频率的推算中使用的单元体的概略构成图。

[0086] [图20]为固有频率的推算中使用的单元体的概略构成图。

[0087] [图21]为固有频率的推算中使用的单元体的概略构成图。

[0088] [图22]为示出表示实施例中的标准化固有频率偏移量与 $\beta$ 的关系的图表。

### 具体实施方式

[0089] 以下详细说明本发明的实施方式,但这些说明为本发明的实施方式的一例(代表例),本发明只要不超出其主旨就不限于这些内容。

[0090] 另外,本说明书中,上下左右等位置关系在没有特别说明的情况下是基于附图中所示的位置关系。另外,附图的尺寸比率不限定于图示的比率。需说明的是,本说明书中,例如“1~100”这样的数值范围的表述包括其下限值“1”和上限值“100”这两者。另外,其他数值范围的表述也是同样的。

[0091] 另外,本说明书中,“多个”表示2以上。

[0092] <隔音结构体>

[0093] 作为本发明一个实施方式的隔音结构体(以下也仅称为“隔音结构体”)为至少具有隔音构件和粘接剂层的隔音结构体,该隔音构件具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部,该粘接剂层设置在前述片体部的与设有前述凸部的一侧相反侧的面上,所述隔音结构体满足下述式(1)。

[0094]  $E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > 0.5 \times (E_{\text{膜}}/H)$  (1)

[0095]  $E_{\text{粘}}$ (MPa):粘接剂层的储能模量

[0096]  $I_{\text{粘}}$ (mm):粘接剂层的平均膜厚

[0097]  $E_{\text{膜}}$ (MPa):片体部和凸部的储能模量

[0098]  $H$ (mm):片体部和凸部的平均高度

[0099] 以下,参照附图来说明本发明的各实施方式。需说明的是,以下的各实施方式为用于说明本发明的例示,本发明并不仅限于该实施方式。

[0100] 另外,本说明书中,“凸部”或“共振部”只要没有特别说明,就分别以所有多个凸部或所有共振部为对象。

[0101] 隔音结构体优选在上述构成的基础上还进一步具有通过粘接剂层而与隔音结构体粘接的被粘物。图1和图2分别为示出作为本实施方式的第一实施方式的在隔音结构体上设有前述被粘物的方式(以下也称为“隔音结构体1”)的概略立体图及其II-II线横截面图。隔音结构体1具备隔音构件12、被粘物13以及粘接剂层14,隔音构件12具有片状的片体部10和设于该片体部的多个凸部11,粘接剂层14将该隔音构件粘接于该被粘物13。需说明的是,凸部原则上由共振部构成,但构成要素也包含后述图12和图13所示的突起部。以下的记载中,除了关于突起部的说明以外,也将凸部称为共振部。需说明的是,图12和图13中,将作为共振部的凸部11和突起部31分开记载,但突起部是包含于凸部中的概念。

[0102] 该隔音结构体1中,例如当声波从位于被粘物13侧的噪音源入射时,发生片体部10和/或共振部11的共振。此时,有可能存在作用于被粘物13的力的方向与在片体部10和/或共振部11产生的加速度的方向相反的频域,特定频率的振动的一部分或全部被抵消,从而产生几乎完全不存在特定频率的振动的完全音响带隙。因此,在片体部10和/或共振部11的共振频率附近,振动的一部分或全部会静止,其结果是,即便比较轻量也可获得凌驾质量法则的高隔音性能。利用了这样的原理的隔音构件称为音响超颖材料。

[0103] 另外,通过由共振部11的形状、密度分布或原材料(储能模量、质量)的变更带来的

弹簧常数的调整、后述图3所示的配重部22的质量的变更等,能够容易地进行共振部11的共振频率的控制。在此基础上进一步,通过片体部10的原材料、厚度等,也能控制频带域(音响带隙宽度、频率位置)。因此,上述隔音结构体1与以往的隔音结构体相比,隔音频率选择的自由度、设计自由度优异。

[0104] 另外,由于隔音构件12具有粘弹性,因此即使被粘物13为例如具有曲面等的非平坦面,可伸缩的柔性的片体部10也能追随其表面形状,其结果是,能够将片体部10稳定地安装在被粘物13上。因此,本实施方式涉及的隔音结构体1与以往的隔音结构体相比,操作性和通用性优异。

[0105] 另外,将片体部10和共振部11一体成型的情况下,能够一并设置多个共振部11(共振器),因此制造性和操作性显著提高。

[0106] 另外,具有后述图12和图13所示的肋条状突起部31、圆柱状突起部32的情况下,由于配设有最大高度比共振部11的最大高度更高的突起部,因此在隔音构件12的制造阶段,即使将隔音构件12卷绕成片状或将多片重叠,突起部也作为间隔物发挥功能,可抑制共振部11与片体部10的背面的接触。因此,不会产生共振部11的变形、变异、破裂、脱落、破损等制造问题,容易以所谓辊对辊的方式连续生产和保管隔音构件12,与逐片的间歇式生产相比,生产速度提高,生产率和经济性提高。

[0107] 进一步,可将片体部与共振部一体成型,这种情况下不存在接合面,因此能够减少对于振动等外力、温湿度等外部环境的变化而可成为脆弱部的边界面,因此耐久性优异。

[0108] 进一步,隔音结构体通过满足下述式(1),能够获得更高的隔音性能,具体而言,可获得产生隔音效果的频带难以发生偏离这样的效果。

$$[0109] \quad E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > 0.5 \times (E_{\text{膜}}/H) \quad (1)$$

[0110]  $E_{\text{粘}}$  (MPa): 粘接剂层的储能模量

[0111]  $I_{\text{粘}}$  (mm): 粘接剂层的平均膜厚

[0112]  $E_{\text{膜}}$  (MPa): 片体部和凸部的储能模量

[0113]  $H$  (mm): 片体部和凸部的平均高度

[0114] 关于本发明中的隔音性能,作为图5所示那样的动作原理,可以采用由以弹簧部作为单元的共振器构成的简易模型来记述。图5的箭头示出共振方向。另外,图5中,圆的标记表示具有凸部的重量的重物,四边形的标记表示被粘物,圆的标记侧的弹簧表示与片体部和凸部对应的弹簧,以及四边形的标记侧的弹簧表示与粘接剂层对应的弹簧。即,作为将片体部和凸部的弹簧常数设为 $K_A$ 、以及将粘接剂部的弹簧常数设为 $K_B$ 的串联弹簧能够模拟共振现象。由作为共振部的树脂部的弹簧常数 $K_A$ 与粘接剂所具有的弹簧常数 $K_A$ 构成的串联弹簧的合成弹簧常数 $K_{\text{ALL}}$ 可以按下述式(S1)那样来记述。但是,下述式是粘接剂层充分薄、假设其质量可忽略的情况下的式子。

$$[0115] \quad K_{\text{ALL}} = 1 / (1/K_A + 1/K_B) \quad (S1)$$

[0116] 片体构件设计上的树脂部的弹簧常数为 $K_A$ 、已粘接的结构体整体的弹簧常数为 $K_{\text{ALL}}$ ,因此 $|K_A - K_{\text{ALL}}|$ 小则意味着弹簧常数从设计的偏离小。进一步可以推定,如果将该值除以原本的弹簧常数即 $K_A$ 而得的值(标准化弹簧常数)记为 $\Delta K = |K_A - K_{\text{ALL}}| / K_A$ ,则得到 $\Delta K = 1 / (1 + (K_B/K_A))$ ,为了减小 $\Delta K$ , $K_A/K_B$ 大于一定值是优选的条件。

[0117] 另外可知,如果 $\Delta K$ 变小,则由于与隔音带域直接对应的突起的共振频率记述为 $f$

$= (K/m)^{1/2}$  (m为凸部的重量), 因此 $\Delta f = (\Delta K/m)^{1/2}$ , 从设计频率的偏离也变小。

[0118] 为了使上述简易模型与凸部形状和材料物性的对应关系清楚, 按照图6所示的模型, 假定突起部为圆柱、棱柱等突起部截面积一定的形状的棒状弹簧。这种情况下, 棒状弹簧中的加重F与伸长L之间的关系由下述式(S2)表示。图6的箭头示出共振方向。

$$[0119] \quad \Delta F = (EA\Delta L/L) \quad (S2)$$

[0120] E (MPa): 储能模量

[0121] A (mm<sup>2</sup>): 突起的截面积

[0122] L (mm): 树脂弹簧部的高度

[0123]  $\Delta L$  (mm): 施加了加重F时的伸长

[0124] 上述式中, 根据 $\Delta F/\Delta L = K$ 的关系, 棒状弹簧常数K表示为 $K = EA/L$ 。因此, 如果满足 $K_B/K_A > \beta$  ( $\beta$ 为常数), 则可以记述为 $E_B A_B/L_B > \beta E_A A_A/L_A$ 。

[0125] 这里, 可以推测, 如果弹簧部的突起为截面积一定, 则 $A_A = A_B$ , 因此优选树脂部和粘接剂部的储能模量与高度或厚度之间的关系最终满足下述式(S3)所表示的关系。

$$[0126] \quad E_B/L_B > \beta E_A/L_A \quad (S3)$$

[0127] 上述式(S3)的关系可以通过采用了有限要素法的计算来进一步精密计算、验证, 因此本发明中的实施例采用了基于有限要素法的计算。

[0128] 本发明人等发现, 为了将频率从基于有限要素法的模拟结果的偏离抑制在20%以下,  $\beta \geq 0.5$ 是重要的条件。通过应用具有满足该关系的材料和形状的粘接剂和结构体, 能够提供片体部的隔音设计频率偏离小的高品质的制品。

[0129] 将上述式(1)表示为下述式(1)'的情况下, 上述式(1)优选满足该式(1)', 该式(1)'中的 $\beta$ 只要为0.5以上就没有特别限制, 从抑制产生隔音效果的频带的偏离的观点考虑, 优选为5, 更优选为50, 进一步优选为100, 另外, 上限没有特别要求, 通常为50000以下。

$$[0130] \quad E_{\text{粘}}/I_{\text{粘}} > \beta \times (E_{\text{膜}}/H) \quad (1)'$$

[0131] 上述式(1)'中的 $E_{\text{粘}}$ 、 $I_{\text{粘}}$ 、 $E_{\text{膜}}$ 和H与前述式(1)中的 $E_{\text{粘}}$ 、 $I_{\text{粘}}$ 、 $E_{\text{膜}}$ 和H是同样的。

[0132] 这样一来, 通过使相对于粘接剂层的平均膜厚的、粘接剂层的储能模量比相对于片体部和凸部的平均高度的、片体部和凸部的储能模量增大一定以上, 从而被粘物的振动充分传递至隔音构件, 因此能够在目标频率产生隔音效果。粘接剂层的储能模量小的情况下、粘接剂层的平均膜厚大的情况下、即式(1)的左边小的情况下, 由粘接剂层的被粘物的振动导致的粘接剂层的运动变得不能忽略, 结果变得难以在目标频率获得隔音效果。

[0133] 需说明的是, 虽然有专利文献2等的一直以来在设置隔音材等时采用粘接剂的技术, 但通常是以缓冲冲击为目的, 粘接剂层的储能模量小。如果粘接剂层的储能模量小, 则左边变小, 因此通常难以在目标频率获得隔音效果。因此, 虽然也受与其他值的关系的影响, 但粘接剂层的储能模量大于10MPa的情况下, 能够使得容易满足式(1)。

[0134] 以下, 关于隔音构件、被粘物和粘接剂层等各构成要素进行详细描述。

[0135] [隔音构件]

[0136] 隔音构件12具备片状的片体部10和设于该片体部的一个面的多个共振部11。

[0137] 片体部10和共振部11可以由相同材料构成, 另外, 也可以由不同的材料构成。另外, 它们可以一体形成, 另外, 也可以将分别形成的构件组合。

[0138] (储能模量E<sub>膜</sub>)

[0139] 片体部10和共振部11的储能模量(E<sub>膜</sub>)只要满足上述式(1)就没有特别限制,从能够获得高隔音性能的观点考虑,通常为0.5MPa以上,优选为1.0MPa以上,更优选为2.0MPa以上,进一步优选为3.0MPa以上,另外,通常为500MPa以下,优选为300MPa以下,更优选为200MPa以下,进一步优选为100MPa以下。

[0140] 所谓片体部10和共振部11的弹性模量(E<sub>膜</sub>),是根据片体部10和共振部11各自的弹簧常数计算的合成储能模量。以下,说明合成储能模量的计算方法。

[0141] 片体部10和共振部11的弹簧常数(K<sub>膜</sub>)是将片体部10和共振部11合并的弹簧常数。如果将共振部的弹簧常数设为K<sub>res</sub>、以及将片体部的弹簧常数设为K<sub>片体</sub>,则根据以下式(S4),可以求出相对于各个共振部的合成弹簧常数(K<sub>膜</sub>)。

[0142]  $K_{膜} = 1 / (1 / K_{res} + 1 / K_{片体})$  (S4)

[0143] 这种情况下,由片体部和共振部构成的各个合成储能模量(E'<sub>膜</sub>)可以根据下述式(S5)所表示的关系来求出。需说明的是,也可以分别测定各参数,最终将它们合成并根据下述式(S5)来计算。K<sub>res</sub>和K<sub>片体</sub>的计算方法在后文中描述。

[0144]  $K_{膜} = E'_{膜} \times (A / H_{膜})$  (S5)

[0145] E'<sub>膜</sub>:各个片体部和凸部的储能模量(由各个片体部和共振部构成的构件的合成储能模量)

[0146] A:突起(共振部)的截面积

[0147] H<sub>膜</sub>:将片体部和共振部合并的高度(H<sub>res</sub>+H<sub>片体</sub>)

[0148] 最终的合成储能模量(E<sub>膜</sub>)为如下的值,对于多个凸部求出上述各个合成储能模量(E'<sub>膜</sub>),作为它们的平均值而计算的值。

[0149] 在隔音构件中的片体部10的整体由均质的单一材料构成,厚度也均匀,并且所有共振部11由相同的材料构成,厚度也相同的情况下,没有必要如上述那样求出相对于各个共振部的合成弹簧常数,而可以将根据相对于任意选择的1个共振部的合成弹簧常数计算的E'<sub>膜</sub>设为E<sub>膜</sub>。

[0150] 另外,片体部10和共振部11由相同材料构成的情况下,可以将片体部10或共振部11的任一者中的任意部分中的合成弹簧常数设为K<sub>膜</sub>。

[0151] 需说明的是,上述各种储能模量可以通过后述的方法测定,可以使用从隔音构件采集的材料直接评价,另外,也可以准备以相同的制造条件制造的试验片间接地评价。

[0152] 隔音构件12具有后述的配重部22的情况下,在K<sub>膜</sub>的计算中不考虑配重部22的储能模量。这是因为,配重部基本上为刚性体,因此对本发明中的共振造成影响的仅是赋予柔软性的部分、即片体部10和后述的基部21。

[0153] 储能模量可以通过改变树脂等的分子量、键合的种类、或添加填料来控制,通常,随着分子量的增加、键合力的增加、或填料的添加而增加。进一步,例如使储能模量低的树脂和储能模量高的树脂混合而制造成型体的情况下,可以通过调整这些树脂的混合比率来控制成型体的储能模量。

[0154] 上述共振部的弹簧常数K<sub>res</sub>和片体部的弹簧常数K<sub>片体</sub>可以基于下述式(S6)和(S7),分别根据共振部和片体部的储能模量求出。

[0155]  $K_{res} = E_{res} \times A_{res} / L_{res}$  (S6)

[0156]  $K_{\text{片体}} = E_{\text{片体}} \times A_{\text{片体}} / L_{\text{片体}}$  (S7)

[0157] 上述式中,  $K_{\text{res}}$  ( $K_{\text{片体}}$ ): 共振部 (片体部) 的弹簧常数 (-)、 $E_{\text{res}}$  ( $E_{\text{片体}}$ ): 共振部 (片体部) 的储能模量 (MPa)、 $A_{\text{res}}$  ( $A_{\text{片体}}$ ): 共振部 (片体部) 的截面积 ( $\text{mm}^2$ )、 $L_{\text{res}}$  ( $L_{\text{片体}}$ ): 共振部 (片体部) 的高度 (mm)。

[0158] 上述式 (S6) 和 (S7) 中的片体部和共振部各自的储能模量  $E_{\text{res}}$  和  $E_{\text{片体}}$  可以按照以下的方法, 采用压入型硬度计来测定。本申请说明书中的储能模量的测定在测定气氛的温度  $23^\circ\text{C}$ 、湿度  $50\% \text{RH}$  的条件下进行。

[0159] 需说明的是, 粘接剂层的储能模量可以通过以下的采用压入型硬度计的方法测定, 可以使用从隔音结构体采集的材料直接评价, 另外, 也可以准备以相同的制造条件制造的试验片间接地评价。

[0160] 基于压入型硬度计的测定按照国际标准规范 ISO14577-1 进行试验。关于使用压头, 可以使用维氏压头来实施评价。

[0161] 通过该压入型硬度计的测定, 从而得到图7所示那样的载荷位移曲线。图中的记号如下。

[0162]  $F_{\text{max}}$ : 最大试验力

[0163]  $h_{\text{T}}$ : 卸荷曲线的切线与压入深度的交点

[0164]  $h_{\text{f}}$ : 试验力卸荷后的永久凹陷深度

[0165]  $h_{\text{max}}$ :  $F_{\text{max}}$  时的最大压入深度

[0166] 这里, 可以使用  $F_{\text{max}}$  时的最大压入深度  $h_{\text{max}}$  与试验力卸荷后的永久凹陷深度之比  $h_{\text{f}}/h_{\text{max}}$  作为残留应变能量的指标之一。

[0167]  $E_{\text{IT}}$  的分析中, 采用在卸荷曲线上划出的切线的斜率  $S$ 。

[0168] 压头与试样的复合弹性模量  $E_{\text{r}}$  由下式 (L) 表示。

[0169] [数1]

$$E_{\text{r}} = \frac{S\sqrt{\pi}}{2\sqrt{A_{\text{p}}(h_{\text{c}})}} \quad (\text{L})$$

[0171]  $h_{\text{c}}$ :  $F_{\text{max}}$  时的压头对试样的接触压入深度

[0172]  $A_{\text{p}}(h_{\text{c}})$ : 深度  $h_{\text{c}}$  处的压头的接触投影截面积 (以 ISO14577-2 为基准)

[0173] 另外, 如果将测定对象物的压入弹性模量 ( $E_{\text{res}}$ 、或  $E_{\text{片体}}$ ) 设为  $E_{\text{IT}}$ , 则由下式 (M) 表示。

[0174] [数2]

$$E_{\text{IT}} = \frac{1 - (v_{\text{s}})^2}{\frac{1}{E_{\text{r}}} - \frac{1 - (v_{\text{i}})^2}{E_{\text{i}}}} \quad (\text{M})$$

[0176]  $E_{\text{i}}$ : 压头 (Indenter) 的弹性模量 (压头通常为金刚石制, 使用已知的值)

[0177]  $E_{\text{r}}$ : 压头和试样的复合弹性模量 (通过实验测定的弹性模量)

[0178]  $v_{\text{i}}$ : 压头 (Indenter) 的泊松比 (压头通常为金刚石制, 使用已知的值)

[0179]  $v_{\text{s}}$ : 样品的泊松比 (使用已知的值。通常的树脂的情况下为  $0.3 \sim 0.5$ )

[0180] 需说明的是,基于上述方法的储能模量的测定也可适用于后述的基部、配重部、突起部、粘接剂、被粘物的储能模量的测定。通过本方法测定上述材料的储能模量的情况下,优选通过市售的瞬间粘接剂等将测定面水平地贴合、固定在不会因压入而变形的平坦的测定基板上(石英玻璃、载玻片等)来进行测定,测定时的压入量优选为被测定物的厚度的约1/10以下。压入量为被测定物厚度的1/10以上时,上述测定值会受到固定的基板硬度的影响,因此作为测定条件是不合适的。

[0181] (高度H)

[0182] 片体部10和共振部11的高度H只要满足上述式(1)就没有特别限制,从能够在可听范围内获得高的隔音性能的观点考虑,通常为0.5mm以上,优选为1.0mm以上,更优选为2.0mm以上,进一步优选为3.0mm以上,另外,通常为50.0mm以下,优选为30.0mm以下,更优选为25.0mm以下,进一步优选为20.0mm以下。

[0183] 片体部和共振部的高度H是指片体部10的高度和共振部11合起来的高度。具体而言,将各个共振部的高度设为 $H_{res}$ 、以及将位于其正下方的片体部的厚度设为 $H_{片体}$ 的情况下,由下式(B)求出相对于各个共振部的合计高度 $H'$ ,高度H是作为这些合计高度的平均值而计算的。

[0184]  $H' = H_{res} + H_{片体}$  (B)

[0185] 需说明的是,1个共振部中,在高度存在不均的情况下,采用其平均值。

[0186] 当隔音构件12中的片体部整体的厚度均匀,并且所有共振部的高度相同的情况下,没有必要如上述那样求出相对于各个共振部的合计高度,可以将相对于任意选择的1个共振部的合计高度作为H。

[0187] 隔音构件12具有后述的配重部22的情况下,计算H时,不考虑比配重部22更前端侧的高度。也就是说,不具有配重部22的情况下,H为从片体部10的下部至共振部11的上部为止的高度,具有配重部22的情况下,H为从片体部的下部至配重部22的下部为止的高度。这是因为,具有配重部22的情况下,配重部分由金属、陶瓷等非常硬的材料构成,因此在隔音频率附近,是几乎不具有伸长率的刚性体。因此,对共振造成影响的是在设计频率附近产生适度的伸长率、应变的部分。也就是说,仅为片体部10和后述的基部21。

[0188] [片体部]

[0189] 片体部10只要为片状,并且在设计的隔音频率附近具有适当的伸长率、应变就没有特别限制,另外,可以为平面也可以为曲面,设于被粘物的情况下,可以结合被粘物的形状适宜选择。

[0190] 本说明书中的“片体部”是指在一个面上保持凸部的片状的构件,如后述那样,可以由1个层,也可以由2个以上的层构成。另外,所谓片体部,表示的是具有片形状的部分整体,例如如图8所示,在结构设为片体部由多个层构成,并且这些层中存在用于将2个层(图8中的10(a)和10(c))粘接的由粘接剂构成的层10(b)的情况下,由层10(a)、层10(b)和层10(c)构成的片形状部分为片体部,层14是与作为与凸部相反侧的面的层10(c)的2个面中与凸部相反侧的面相邻的由粘接剂构成的层,层14成为式(1)中的粘接剂层。也就是说,图8的情况下,层10(a)不为片体部整体、层10(b)不为式(1)中的粘接剂层。

[0191] 通常,隔音设计频率为可听范围频域,因此为20~20000Hz。作为在该频域具有适度的伸长率、应变的片体材料,优选树脂、橡胶等高分子材料。

[0192] 该片体部在声波从噪音源入射时,还可作为在某一频率振动的振子(共振器)发挥功能。

[0193] 作为构成片体部10的材料,优选含有选自自由热或光固性弹性体、热塑性弹性体组成的组中的至少1种。

[0194] 使用金属模具等进行铸塑成型的情况下,需要在模具表面的空腔内用弹性体进行填充,但光固性弹性体的情况下,可以在固化前的较低粘度的液体的状态下将空腔内填充,可提高填充率,因而优选。

[0195] 作为构成片体部10的材料,具体而言,可列举化学交联的天然橡胶或合成橡胶等硫化系热固性树脂系弹性体、氨基甲酸酯系热固性树脂系弹性体、有机硅系热固性树脂系弹性体、氟系热固性树脂系弹性体、丙烯酸系热固性树脂系弹性体等热固性树脂系弹性体;

[0196] 丙烯酸系光固性弹性体、有机硅系光固性弹性体、环氧系光固性弹性体等光固性弹性体;

[0197] 烯烃系热塑性弹性体、苯乙烯系热塑性弹性体、聚氯乙烯系热塑性弹性体、氨基甲酸酯系热塑性弹性体、酯系热塑性弹性体、酰胺系热塑性弹性体、有机硅系热塑性弹性体、丙烯酸系热塑性弹性体等热塑性弹性体等。

[0198] 作为热或光固性弹性体和热塑性弹性体的进一步的具体例,可列举橡胶。具体而言,可列举天然橡胶、异戊二烯橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯-丁二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、丁腈橡胶、聚异丁烯橡胶、乙烯-丙烯橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丙烯酸系橡胶、氟橡胶、表氯醇橡胶、聚酯橡胶、氨基甲酸酯橡胶、有机硅橡胶和它们的改性体等,但并不特别限定于这些。它们可以单独使用1种或组合使用2种以上。

[0199] 进一步,这些当中,优选天然橡胶、异戊二烯橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯-丁二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、丁腈橡胶、聚异丁烯橡胶、乙烯丙烯橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丙烯酸系橡胶、氟橡胶、表氯醇橡胶、聚酯橡胶、氨基甲酸酯橡胶、有机硅橡胶和它们的改性体,更优选有机硅橡胶、丙烯酸系橡胶和它们的改性体。通过使用这些材料,有耐热性、耐寒性优异的倾向。

[0200] 片体部10可以含有阻燃剂、抗氧化剂、增塑剂、着色剂等各种添加剂。

[0201] 阻燃剂是为了使可燃性的原材料不易燃或不起火而配合的添加剂。作为其具体例,可列举五溴二苯醚、八溴二苯醚、十溴二苯醚、四溴双酚A、六溴环十二烷、六溴苯等溴化合物;磷酸三苯酯等磷化合物;氯化石蜡等氯化化合物;三氧化铋等铋化合物;氢氧化铝等金属氢氧化物;三聚氰胺异氰尿酸酯等氮化合物;硼酸钠等硼化合物等,但并不特别限定于这些。

[0202] 另外,抗氧化剂是为了防止氧化劣化而配合的添加剂。作为其具体例,可列举苯酚系抗氧化剂、硫系抗氧化剂、磷系抗氧化剂等,但并不特别限定于这些。

[0203] 进一步,增塑剂是为了改良柔软性、耐候性而配合的添加剂。作为其具体例,可列举邻苯二甲酸酯、己二酸酯、偏苯三酸酯、聚酯、磷酸酯、柠檬酸酯、癸二酸酯、壬二酸酯、马来酸酯、有机硅油、矿物油、植物油和它们的改性体等,但不特别限定于此。

[0204] 进一步,作为着色剂,可列举色素、颜料等。

[0205] 它们可以单独使用1种或组合使用2种以上。

[0206] 图1中,片体部10在俯视时形成为正方形,但其形状不特别限定于此。可以采用三

角形、长方形、矩形、梯形、菱形、五边形、六边形等多边形；圆状、椭圆状、不被分类于此的不定形状等任意的俯视形状。需说明的是，片体部10只要不损失作为音响超颖材料的特性，从伸缩性能的提高、轻量化等观点考虑，也可以在任意的位置具有切入部、冲切孔等。

[0207] 片体部10的厚度(H<sub>片体</sub>)只要片体部和凸部的高度H在满足上述式(1)的范围内就没有特别限制。由于通过片体部10的厚度也可以控制表现高隔音性能的频带域(音响带隙宽度、频率位置)，因此可以按照音响带隙与期望的隔音频域一致的方式适宜设定片体部10的厚度。如果片体部10的厚度厚，则音响带隙宽度变狭，并且有向低频率侧偏移的倾向。另外，如果片体部10的厚度薄，则音响带隙宽度变宽，并且有向高频侧偏移的倾向。

[0208] 从隔音性能、机械强度、柔软性、处理性等观点考虑，片体部10的厚度H<sub>片体</sub>优选为10μm以上，更优选50μm以上，进一步优选为100μm以上。另外，片体部10的厚度优选为2mm以下，更优选1mm以下，进一步优选500μm以下。

[0209] 另外，从减少低温时的隔音性的温度依赖性的观点考虑，片体部10优选具有0℃以下的玻璃化转变温度。片体部10的玻璃化转变温度越低，耐寒性越高，存在储能模量在0℃附近的温度依赖性变小、隔音性能不易依赖于环境温度的倾向。更优选为-10℃以下，进一步优选为-20℃以下，特别优选为-30℃以下。需说明的是，本说明书中，片体部10的玻璃化转变温度在上述频率10Hz时的动态粘弹性测定、特别是温度依赖性测定中，意味着损耗角正切的峰值温度。

[0210] 片体部可以由2层以上构成，进一步，片体彼此可以被粘接剂层粘接。这种情况下，在片体部间形成的粘接剂层可以认为是片体部中的一层。例如，片体部X、片体部Y夹着粘接剂层Z而形成的情况下，可以考虑由合计3层构成的片体部整体的合成弹簧常数，并由下式表示。但是，下式是设为各层相对于突起部充分薄、其质量可忽略的情况下的式子。

$$[0211] \quad K_{\text{片体}} = 1 / (1/K_X + 1 / (1/K_Z + 1/K_Y))$$

$$[0212] \quad L_{\text{片体}} = L_X + L_Y + L_Z$$

[0213] 上述式中表示的是，K<sub>片体</sub>(-)：片体部整体的合成弹簧常数、K<sub>X</sub>、K<sub>Y</sub>(-)：片体部X、Y的弹簧常数、K<sub>Z</sub>(-)：粘接剂层Z的弹簧常数、L<sub>片体</sub>(mm)：片体部整体的高度、L<sub>X</sub>、L<sub>Y</sub>(mm)：片体部X、片体部Y的高度、L<sub>Z</sub>(mm)：粘接剂层Z的高度。

[0214] 与突起部和片体部中的合成弹簧常数的讨论同样地，根据3层各自的储能模量和层厚，可求出各参数的关系。即，可以基于下述式来计算片体部整体的储能模量。

$$[0215] \quad K_{\text{片体}} = E_{\text{片体}} \times A / L_{\text{片体}}$$

[0216] 上述式中，A表示片体部整体的截面积。进一步，使用该K<sub>片体</sub>，可以计算由片体部和共振部构成的构件的K<sub>膜</sub>、E<sub>膜</sub>。通常，4层以上的情况也是同样的。另外，2层以上的情况下，也可以不使用粘接剂，而是使热固性弹性体、光固性弹性体等在另外准备的片体部上固化从而进行组合。

[0217] 本说明书中，片体为2层以上的情况下，构成片体的各层中的离凸部最远的层、即与具备凸部的层相反侧的层有时也称为“支撑体”。

[0218] 支撑凸部、其他片体部分的上述支撑体没有特别限制，作为其材料，优选设为聚丙烯腈、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚氯乙烯、聚偏二氯乙烯、聚氯三氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、环状聚烯烃、聚降冰片烯、聚醚砜、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚酰胺、聚酰亚胺、三乙酰纤维素、聚苯乙烯、

环氧树脂、丙烯酸系树脂、噁嗪树脂等有机材料；在这些有机材料中包含铝、不锈钢、铁、铜、锌、黄铜等金属、无机玻璃、无机粒子、纤维的复合材料等。这些当中，从隔音性、刚性、成型性、成本等观点考虑，支撑体优选为选自自由光固性树脂片体、热固性树脂片体、热塑性树脂片体、金属板和合金板组成的组中的至少1种。这里，支撑体的厚度没有特别限定，从隔音性能、刚性、成型性、轻量化、成本等观点考虑，通常优选为0.1mm以上、50mm以下。

[0219] [凸部(共振部)]

[0220] 凸部(共振部)11只要在片体部10的一个面设置有多个，并且在设计的隔音频率附近具有适当的伸长率、应变就没有特别限制。共振部11在声波从噪音源入射时，作为在某一频率振动的振子(共振器)而发挥功能。

[0221] 共振部11的排列、设置数、大小等可根据期望性能适宜设定，没有特别限定。共振部11与片体部10的一个片体面相接地设置。例如图1中，将多个共振部11等间隔地配置为格子状，但共振部11的排列不特别限定于此。例如多个共振部11例如也可以配置为千鸟格状，也可以无规地配置。基于本实施方式涉及的隔音构件的隔音机理不像所谓声子晶体那样利用布拉格散射，因此共振部11的间隔可以不必有序地周期性配置。

[0222] 构成共振部11的材料没有特别限制，其条件与上述片体部10中的材料的条件相同。从制品成本、制造的容易性的观点考虑，优选共振部11的材料与片体部10的材料相同。

[0223] 关于每单位面积的共振部11的设置数，只要能够通过共振部11彼此接触等以不发生干涉的方式配置即可，没有特别限定。

[0224] 每单位面积的共振部11的最大数也随着共振部11的形状等的不同而不同，例如当共振部11为圆柱状，圆柱的高度方向设置为与片体法线方向平行，并且圆柱截面直径为1cm的情况下，优选每 $10\text{cm}^2$ 为100个以下。

[0225] 关于每单位面积的共振部11的最小数，例如当共振部11为圆柱状，圆柱的高度方向设置为与片体法线方向平行，并且截面直径为1cm的情况下，优选每 $10\text{cm}^2$ 为2个以上，更优选为10个以上，进一步优选50个以上。通过共振部11的设置数为上述优选的下限以上，有可获得更高的隔音性能的倾向。另外，通过为上述优选的上限以下，容易实现片体整体的轻量化。

[0226] 关于共振部11在片体部10的法线方向上的高度 $H_{\text{res}}$ ，只要片体部和凸部的高度 $H$ 在满足上述式(1)的范围内，就没有特别限制。从成型容易性和生产率的提高等观点考虑，高度 $H_{\text{res}}$ 优选为 $10\mu\text{m}$ 以上，更优选为 $100\mu\text{m}$ 以上，进一步优选为1mm以上。另外，优选为20mm以下，更优选为15mm以下，进一步优选为10mm以下，进一步优选为8mm以下，更进一步优选为5mm以下，特别优选为3mm以下。通过设为上述优选的数值范围内，从而设有共振部11的片体部10(即，隔音构件12)的卷绕、重叠变得容易，能够以所谓辊对辊的方式制造隔音构件、以辊状进行保管，有生产率和经济性提高的倾向。

[0227] 另外，关于共振部11在片体部10的法线方向上的高度，可以不是所有共振部均相同，也可以不同。通过共振部的高度不同，有时可获得表现隔音性能的频域扩大等效果。这种情况下的高度 $H$ 如上所述设为多个共振部的高度的平均值。

[0228] 如图3所示，共振部11可以由具备基部21和配重部22的复合结构体构成，该配重部22被该基部21支撑且具有比该基部21大的质量。共振部11作为共振器而有效地发挥功能，该共振器具有由作为配重起作用的配重部22的质量和作为弹簧起作用的基部22的弹簧常

数所确定的共振频率。以下,对基部和配重部进行详细描述。

[0229] (基部)

[0230] 基部21在片体部10的片体面上连接多个而设置。基部21的外形形状没有特别限定,可以采用三棱柱状、矩形柱状、台形柱状、5棱柱、6棱柱等多棱柱状、圆柱状、椭圆柱状、棱锥台状、圆锥台状、棱锥状、圆锥状、中空筒状、分支形状、不被分类于这些的不定形状等任意的形状。另外,可以形成为根据基部21的高度位置而具有不同截面积和/或截面形状的柱状。

[0231] 另外,在片体面上连接多个而设置的基部21的形状、高度可以相同也可以不同。

[0232] 基部21的材料只要满足上述要求特性就没有特别限制。例如可列举树脂材料,可列举选自由热或光固性弹性体、热塑性弹性体、热或光固性树脂和热塑性树脂组成的组中的至少1种。

[0233] 作为热或光固性弹性体、热塑性弹性体的条件,可以应用在片体部10的说明中所例示的条件。

[0234] 需说明的是,从制品成本、制造的容易性的观点考虑,优选基部21的材料与片体部10的材料相同。

[0235] 作为热或光固性树脂,可列举丙烯酸系热固性树脂、氨基甲酸酯系热固性树脂、有机硅系热固性树脂、环氧系热固性树脂等。作为热塑性树脂,可列举聚烯烃系热塑性树脂、聚酯系热塑性树脂、丙烯酸系热塑性树脂、氨基甲酸酯系热塑性树脂、聚碳酸酯系热塑性树脂等。

[0236] 作为具体例,可列举化学交联的天然橡胶或合成橡胶等硫化橡胶、异戊二烯橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯-丁二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、丁腈橡胶、聚异丁烯橡胶、乙烯丙烯橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丙烯酸系橡胶、氟橡胶、表氯醇橡胶、聚酯橡胶、氨基甲酸酯橡胶、有机硅橡胶和它们的改性体等橡胶类;聚丙烯腈、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚氯乙烯、聚氯三氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚降冰片烯、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、环氧树脂、噁嗪树脂等聚合物类等,但并不特别限定于这些。它们可以单独使用1种或组合使用2种以上。

[0237] 另外,基部21可以为在这些树脂材料中包含空孔(空气等气体)的多孔质体。进一步,基部21还可以包含矿物油、植物油、有机硅油等液体材料。需说明的是,基部21包含液体材料的情况下,从抑制液体材料向外部流出的观点考虑,优选预先封入于树脂材料中。

[0238] 它们当中,基部21的材料优选为与上述片体部10相同的材料,特别优选弹性体类。如果片体部10和基部21含有相同的弹性体类,则片体部10与基部21的一体成型变得容易,生产率飞跃性提高。即,片体部10和共振部11(基部21)为均含有选自由热或光固性弹性体和热塑性弹性体组成的组中的至少1种的一体成型物,这是特别优选的方式之一。

[0239] 作为弹性体类的具体例,可列举化学交联的天然橡胶或合成橡胶等硫化橡胶、异戊二烯橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯-丁二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、丁腈橡胶、聚异丁烯橡胶、乙烯丙烯橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丙烯酸系橡胶、氟橡胶、表氯醇橡胶、聚酯橡胶、氨基甲酸酯橡胶、有机硅橡胶和它们的改性体;聚丙烯腈、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚氯乙烯、聚氯三氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚降冰片烯、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、环氧树脂、噁嗪树脂等,但并不特别限定于这些。

[0240] 它们当中,优选天然橡胶、异戊二烯橡胶、丁二烯橡胶、苯乙烯-丁二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、丁腈橡胶、聚异丁烯橡胶、乙烯丙烯橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丙烯酸系橡胶、氟橡胶、表氯醇橡胶、聚酯橡胶、氨基甲酸酯橡胶、有机硅橡胶和它们的改性体,从耐热性、耐寒性优异等观点考虑,更优选有机硅橡胶、丙烯酸系橡胶和它们的改性体。

[0241] 需说明的是,基部21可以设为由2种或其以上的树脂材料构成的2色成型体或多色成型体。这种情况下,通过在与片体部10相接的一侧的基部21中采用与上述片体部10相同的材料,片体部10与基部21的一体成型变得容易。

[0242] 设置截面圆形状的共振部11(基部21)的情况下,在多个共振部11(基部21)的截面面积的总和最大的共振部11(基部21)高度位置处的与片体部10的片体面平行的截面中,该截面中包含的圆(圆截面)中的直径最大的圆的直径优选为100mm以下,更优选为50mm以下,进一步优选为20mm以下。另外,直径最小的圆形的直径优选为10 $\mu$ m以上,更优选为100 $\mu$ m以上,进一步优选为1mm以上。通过设为上述优选的数值范围内,能够确保预定数量以上的在片体部10的片体面上设置的共振部11(基部21),能够获得进一步良好的隔音性能,另外,有成型容易性和生产率也进一步提高的倾向。

[0243] (配重部)

[0244] 配重部22(也仅称为“配重”)只要设置于各个基部21,并且具有比基部21大的质量就没有特别限制。如图3所示,配重部22可以设置在基部21上方,也可以按照其一部分埋设于基部21中的方式设置,从防止制造过程中配重部22掉落的角度考虑,优选按照配重部22的至少一部分埋设于基部21中的方式设置,尤其优选如图9所示那样按照配重部22整体埋设于基部21中的方式设置。图4和图10分别为图3的III-III线横截面图和图9的IV-IV线横截面图。进一步,从隔音构件12的高度减少、重量减少或隔音性能提高的角度考虑,优选按照共振部11的重心(质量中心)位于至少比共振部11的高度方向的中央更靠前端侧的方式配置基部21和配重部22。

[0245] 另外,从实现隔音构件的制造过程中抑制配重部22的掉落的角度考虑,优选针对各个基部设有单一的配重部22(由单一的构件构成的配重部22)。

[0246] 考虑到质量、成本等,构成配重部22的材料适宜选择即可,其种类没有特别限定。从隔音构件12的小型化和隔音性能的提高等观点考虑,构成配重部22的原材料优选比重高的材料。

[0247] 具体而言,可列举铝、不锈钢、铁、钨、金、银、铜、铅、锌、黄铜等金属或合金;钠玻璃、石英玻璃、铅玻璃等无机玻璃;在上述基部21的树脂材料中包含这些金属或合金的粉体、或者这些无机玻璃等的复合材料等,但并不特别限定于这些。配重部22的材质、质量、比重按照隔音构件12的音响带隙与期望的隔音频域一致的方式确定即可。

[0248] 这些当中,从低成本和高比重等观点考虑,优选自由金属、合金和无机玻璃组成的组中的至少1种。需说明的是,比重的意思是材料的质量与体积与其相同的、基于压力1013.25hPa的4 $^{\circ}$ C的纯水的质量之比,在本说明书中,采用根据JIS K 0061“化学制品的密度和比重测定方法”测定的值。

[0249] 关于配重部的储能模量,从提高隔音性能的观点考虑,通常为1000MPa以上,优选为20000MPa以上,更优选为5000MPa以上,进一步优选为10000MPa以上,另外,通常为1000000MPa以下,优选为800000MPa以下,更优选为600000MPa以下,进一步优选为

500000MPa以下。配重部的储能模量的测定可以通过与上述片体部、凸部的储能模量的测定方法相同的方法测定。

[0250] 共振部11中的配重部的体积比率没有特别限制,从提高隔音性能的观点考虑,相对于共振部100体积%,通常为1体积%以上,优选为5体积%以上,更优选为10体积%以上,进一步优选为20体积%以上,另外,通常为90体积%以下,优选为80体积%以下,更优选为70体积%以下,进一步优选为50体积%以下。

[0251] 配重部22还可以具有贯通孔。通过附图说明具有贯通孔的配重部22。图11的(a)表示包含基部21和配重部22的共振部,图11的(b)表示配重部22。本发明中,具有贯通孔的配重是指例如如图11的(b)所示那样具有贯通孔的构件,作为其形状,可列举圆环形状、垫圈形状、螺帽形状等。

[0252] 配重部22的形状没有特别限定,从隔音性能的调整和薄型化方面考虑,优选为板状。通过配重部22为板状,从而与配重部22为球体等情况相比,能够将配重部22的重心设为远离片体部10的位置,有能够增大共振部11的振动力矩的倾向。例如将音响带隙宽度设为一定的情况下,与配重部22为球体等的情况相比,板状的配重部22能够设置得更薄。另一方面,将配重部22的高度设为一定的情况下,与配重部22为球体等的情况相比,板状的配重能够获得更宽的带隙宽度。

[0253] 图11的(a)中,配重部22的外径形成为比基部21小的大致圆状,共振部11的前端侧埋设于基部21内。这样一来,由于采用了作为共振器的配重起作用的配重部22被决定弹簧常数的基部21支撑的构成,因此能够容易地例如通过基部21的形状或原材料(储能模量、质量)的变更进行弹簧常数的调整,通过配重部22的质量的变更进行共振部11的共振频率的控制。通常,如果基部21的储能模量减小,则有音响带隙向低频率侧偏移的倾向。另外,如果配重部22的质量增大,则有音响带隙向低频率侧偏移的倾向。

[0254] 图11的(b)中, $h_x$ 表示配重的高度, $r_1$ 表示配重的外径, $r_2$ 表示贯通孔的直径(内径)。

[0255] 配重部22的高度( $h_x$ )没有特别限定,当将共振部11的高度设为1时,优选为0.95以下,更优选为0.9以下。另外,优选为0.2以上,更优选为0.3以上。通过为这些范围,从而有能够在抑制隔音片构件的高度的同时获得宽的隔音带域宽度的倾向。

[0256] 配重部22的外径( $r_1$ )没有特别限定。基部21为截面圆形状的情况下,为该截面圆形状的直径左右时有隔音性能优异的倾向。虽然没有特别限定,但 $r_1$ 的最大值优选为100mm以下,更优选为50mm以下,进一步优选为20mm以下。另外, $r_1$ 的最小值优选为10 $\mu$ m以上,更优选为100 $\mu$ m以上,进一步优选为1mm以上。通过设为上述优选的数值范围内,从而有能够获得良好的隔音性能,另外成型容易性和生产率也进一步提高的倾向。

[0257] 配重部22可以埋设于基部21内,也可以露出。对于具有贯通孔的配重部22,在配重部22的贯通孔部分也填充有树脂材料等,该部分也作为在基部21上的固定端起作用,因此即使露出,也能抑制配重部22的脱落或断裂。

[0258] 配重部22的内径( $r_2$ )没有特别限定。只要比外径( $r_1$ )小就没有特别限定, $r_2$ 的最大值优选为90mm以下,更优选为40mm以下,进一步优选为20mm以下,特别优选为10mm以下。另外, $r_2$ 的最小值优选为2 $\mu$ m以上,更优选为50 $\mu$ m以上,进一步优选为80 $\mu$ m以上。通过设为上述优选的数值范围内,有树脂材料等向贯通孔的填充变得容易的倾向。

[0259] 另外,配重部22的外径和内径之比没有特别限定。

[0260] 为了提高工艺适性、构件强度,在配重部22的表面(也包含贯通孔)也可实施表面处理。

[0261] 可考虑例如为了提高与基部21的密合性而用溶剂等实施化学处理,实施通过在表面设置凹凸而提高构件强度的物理处理,但表面处理的方法没有特别限定。

[0262] [突起部]

[0263] 隔音构件12可以在片体部的一个面(设有凸部的一侧的面)具有上述共振部11以外的其他突起部。例如可具有图12所示的肋条状突起部31,另外,也可具有图13所示的圆柱状突起部32那样的柱状突起部等。需说明的是,如上所述,突起部是包含于凸部的概念,因此为了明确示出这一点,图12和图13中,将突起部用“31(11)”和“32(11)”表示。

[0264] 关于突起部的形状和设置位置,只要按照不与作为共振器起作用的共振部11发生干涉的方式设置即可,没有特别限制。例如突起部的外形形状没有特别限定,可采用三棱柱状、矩形柱状、台形柱状、5棱柱、6棱柱等多棱柱状、圆柱状、椭圆柱状、棱锥台状、圆锥台状、棱锥状、圆锥状、中空筒状、不被分类于这些的不定形状等任意的形状。另外,也可以形成根据突起部的高度位置而具有不同截面积和/或截面形状的柱状。另外,在片体部10的长度方向上的突起部的最大长度为片体的MD方向的最大长度以下即可,没有特别限定。

[0265] 突起部的形状也没有特别限定,在作为间隔物发挥功能的情况下,只要比共振部11的最大高度 $H_{res}$ 高即可。另外,在作为振子发挥功能的情况下,可以按照所调整的频域来调整设置突起部的位置、个数和高度。

[0266] 需说明的是,突起部的最大高度 $H_{rib}$ 只要比共振部11的最大高度 $H_{res}$ 高即可,没有特别限定。从成型容易性和生产率的提高等观点考虑,优选 $50\mu\text{m}$ 以上,更优选 $100\mu\text{m}$ 以上,进一步优选 $1\text{mm}$ 以上。另外,优选 $20\text{mm}$ 以下,更优选 $15\text{mm}$ 以下,进一步优选 $10\text{mm}$ 以下,更进一步优选 $5\text{mm}$ 以下,特别优选 $3\text{mm}$ 以下。

[0267] 以下,对于肋条状突起部31进行说明,在能够适用的范围内,也可以同样地设计圆柱状突起部32等其他形状的突起部。

[0268] 肋条状突起部31按照在片体部10的长度方向(片体流动方向、MD方向)上延伸的方式分别成型为外形大致板状。该肋条状突起部31分别设置在片体部10的片体面上,更具体而言分别设置在片体部10的宽度方向(与片体流动方向垂直的方向、TD方向)的边缘部的2个位置上。

[0269] 关于肋条状突起部31,相对于片体部10的法线方向,具有比上述共振部11的最大高度 $H_{res}$ 高的最大高度 $H_{rib}$ 。由此,在制造隔音构件12时,即使将其卷绕为片状或使多片重叠,肋条状突起部31也会作为间隔物发挥功能,因此可抑制共振部11与片体部10的背面接触。因此,通过设有肋条状突起部31,从而不会产生共振部11的变形、变异、破裂、脱落、破损等制造问题,容易以所谓辊对辊的方式制造和保管隔音构件12。另外,在声波从噪音源入射时,肋条状突起部31也可作为在某一频率振动的振子(共振器)发挥功能。

[0270] 需说明的是,图12中,采用在片体部10的长度方向上延伸的一对肋条状突起部31,但也可以将最大长度比其短的多个肋条状突起部31沿着片体部10的长度方向间隔配置。此时,各个肋条状突起部31的配置间隔可以为周期性的,也可以是无规的。这样一来,将多个肋条状突起部31间隔配置的情况下,各个肋条状突起部31的距离没有特别限制,优选为

100mm以下,更优选为50mm以下,进一步优选为20mm以下。

[0271] 构成该肋条状突起部31的原材料没有特别限定,优选与片体部10和/或共振部11(基部21)相同的树脂材料,更优选与片体部10和共振部11(基部21)相同的弹性体类。如果采用与片体部10和/或基部21相同的树脂材料,则与片体部10和/或共振部11(基部21)的一体成型变得容易,生产率飞跃性提高。

[0272] 突起部31与共振部同样地突起,因此与共振部同样地发挥作用。这种情况下,计算上述式(1)中的E<sub>膜</sub>的情况下,进行将E<sub>res</sub>替换为突起部31的储能模量E<sub>rib</sub>、将H<sub>res</sub>替换为H<sub>rib</sub>等的变换,使用上述式(S4)~式(S6)等求出相对于各个突起部31的合计储能模量(E'<sub>膜</sub>),并与多个共振部11合并,对于片体面内的所有突起,计算以突起个数作为权重的储能模量的加权平均值,将该平均值作为E<sub>膜</sub>。

[0273] 另外,计算片体部和凸部的高度H时,将突起部看做多个凸部的集合体来计算H<sub>膜</sub>,而在使用图12那样的肋条状突起部的情况下,由于共振部和肋条状突起部的底面(凸部与片体部相接的面)的面积不同,因此首先将H<sub>res</sub>替换为H<sub>rib</sub>,并使用上述式(B)求出相对于各个突起部31的合计高度(H'),接下来与前述多个共振部11合并,对于存在于片体面的所有突起,计算合计高度的以突起底面的面积作为权重的加权平均值,将该加权平均值作为H<sub>膜</sub>。存在这样的底面面积不同的2个部分时的高度计算方法也同样适用于有多种共振部的情况。

[0274] 另外,在使用如图13那样的共振部与底面的面积相同的圆柱状突起部的情况下,也同样地将H<sub>res</sub>替换为H<sub>rib</sub>,并使用上述式(B)求出相对于各个突起部31的合计高度(H'),接下来与多个共振部11合并,计算合计高度的以各突起底面的面积作为权重的加权平均,将该加权平均值作为H<sub>膜</sub>。

[0275] [粘接剂层]

[0276] 粘接剂层只要设置在片体部的与设有凸部的一侧相反侧的面上就没有特别限制。特别优选将上述隔音构件粘接于后述的被粘物(作为被隔音的对象的制品、部件等)上。通过粘接剂将隔音构件粘接于被粘物的方法没有特别限定,例如将单独成型的各部件进行加热加压或加压而压接的方法、使用各种公知的粘接剂进行粘接的方法、通过热熔接、超声波熔接、激光熔接等进行接合的方法等。然而,粘接时将片体加热加压或加压而压接的方法中,由于隔音构件在表面上具有凹凸,因此难以在粘接面获得均匀且充分的粘接力。另外,热熔接、超声波融合的方法中,片体会熔融变形,由于该粘接时变形,偏离原本设计的隔音/制震频率的可能性高。由此,使用粘接剂来粘接、设置隔音构件是特别有效的。

[0277] 需说明的是,就本实施方式涉及的隔音结构体而言,除了在被粘物与片体部之间全都设有粘接剂层的构成以外,还包含在被粘物与片体部之间的一部分含有未设有粘接剂层的部分的构成。

[0278] 为了发挥充分的隔音性能,优选使粘接剂的膜厚薄,另外,优选以相对于片体部和凸部的储能模量成为下述式(2)和(3)示出的一定范围的比率的方式控制粘接剂的储能模量。

$$[0279] \quad 7000 \geq E_{\text{粘}}/E_{\text{膜}} \geq 0.5 \quad (2)$$

$$[0280] \quad 50.0 \geq E_{\text{粘}}/E_{\text{adh}} \geq 0.00002 \quad (3)$$

[0281] E<sub>粘</sub>(MPa):粘接剂层的储能模量

[0282]  $E_{\text{膜}}$  (MPa) :片体的储能模量

[0283]  $E_{\text{adh}}$  (MPa) :被粘物的储能模量

[0284] 上述式(2)表示粘接剂层的邻接层即片体部的储能模量与粘接剂层的储能模量在一定的比率内,该数值在范围内时,难以在边界面发生弹性波的反射,振动能量容易传递至共振部,因此有隔音性能提高的倾向。特别是 $E_{\text{粘}}/E_{\text{膜}}=1$ 时,在界面处完全不发生弹性波的反射,因此没有能量损失。另外,由于邻接层的储能模量差导致振动时的伸长量、应变量不同而引起在边界面发生剥离的可能性降低,因此在制品的耐久性上也优选。

[0285] 另外,同样地,上述式(3)表示粘接剂层的邻接层即被粘物的储能模量与粘接剂层的储能模量在一定的比率内,当该数值在范围内时,难以在边界面发生弹性波的反射,振动能量容易传递至共振部,因此有隔音性能提高的倾向。特别是 $E_{\text{粘}}/E_{\text{adh}}=1$ 时,在界面处完全不发生弹性波的反射,因此没有能量损失。另外,由于邻接层的储能模量差导致振动时的伸长量、应变量不同而引起在边界面发生剥离的可能性降低,因此在制品的耐久性上也优选。

[0286] 粘接剂层的平均膜厚 $I_{\text{粘}}$ 没有特别限制,从振动能量传递和材料成本的观点考虑优选薄,优选满足下式(4)。

[0287]  $1.0 \geq I_{\text{粘}} \geq 0.005$  (4)

[0288] 进一步, $I_{\text{粘}}$ 更优选为0.01mm以上,进一步优选为0.02mm以上,特别优选为0.05mm以上,另外,优选为0.8mm以下,更优选为0.5mm以下,进一步优选为0.3mm以下,特别优选为0.25mm以下。

[0289] 粘接剂层的储能模量没有特别限制,通常为0.1MPa以上,优选为1MPa以上,更优选为10MPa以上,进一步优选为50MPa以上,另外,通常为10000MPa以下,优选为5000MPa以下,更优选为3000MPa以下,进一步优选为1000MPa以下。如果超过上述范围,则脆性提高,容易在粘接剂层中发生破裂、剥离,另外,如果低于上述范围,则粘接强度、剥离强度本身会降低。因此,优选设为大于10MPa且为10000MPa以下的范围。粘接剂层的储能模量的测定可以通过与上述片体部、凸部的储能模量的测定方法同样的方法来测定。

[0290] 作为本发明的另一实施方式的隔音结构体是将上述隔音结构体中的式(1)的要件变更为上述粘接剂的储能模量的要件、特别是大于10MPa这样的要件的方式,具体而言,是如下的隔音结构体,其具有隔音构件、以及粘接剂层,所述隔音构件具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部,前述粘接剂层的弹性模量大于10MPa。

[0291] 但是,该隔音结构体优选满足上述式(1)的要件,另外,上述式(1)以外的条件可以适用与上述隔音结构体同样的条件。

[0292] 对于粘接剂中的包含储能模量在内的力学特性的控制,由于粘接剂也是高分子的1种,因此可以认为与控制高分子材料的力学特性的方法相同。即包含粘接剂在内的高分子材料的力学特性依赖于高分子链的化学结构、高分子链的分子量和分子量分布、高分子链间的交联结构和交联密度、添加填料。特别是树脂的储能模量可以通过调节高分子的结晶性来调节。作为提高结晶化度的一般方法,可列举在主链结构中导入共轭结构来提高分子的刚性、利用反应条件、催化剂等控制聚合反应来减少高分子链的分支、在分子链中导入杂原子、氢键部位来增强分子间相互作用、减慢从高分子溶液的析出速度等方法。除了调整结晶化度以外,添加剂的导入也对调节树脂的储能模量有效。例如通过导入增塑剂来减弱分子间相互作用,从而能够降低储能模量,通过使具有高储能模量的玻璃纤维、碳纤维、层

状粘土矿物、金属氧化物、金属等复合化,从而能够提高储能模量。另外,关于弹性体等交联高分子的储能模量,可通过调整交联剂量、反应率来调节交联密度。一般而言,如果降低交联密度,则交联点间的分子链变长、容易伸长,由此能够降低储能模量,如果提高交联密度,则交联点间的分子链变短、难以伸长,从而能够提高储能模量。另外,将由碳黑、二氧化硅、碳纳米管等具有高储能模量的材料构成的微粒作为填料而复合化,通过调节填料的尺寸、配合量、分散性等,从而也能够调节储能模量。

[0293] 关于树脂部的损失弹性模量、负荷时的残留应变,没有特别限制,为了利用共振部的共振,优选损失弹性模量、残留应变小。即,本测定方法中,对于形成片体部和共振部的隔音构件的基于压入型微小硬度计的压入深度最大值 $h_{\max}$ 和卸荷时位移量 $h_f$ ,优选 $0.5 \geq h_f/h_{\max} \geq 0.0$ 。

[0294] 粘接剂层的材料只要在满足上述式(1)的范围内选择就没有特别限制,优选在满足上述式(2)和(3)的范围内选择。例如可列举有机硅系树脂、环氧系树脂、氰基丙烯酸酯系树脂、乙酸乙烯酯系树脂、聚乙烯醇缩醛系树脂、乙烯乙酸乙烯酯系树脂、氯乙烯系树脂、丙烯酸系树脂、聚酰胺系树脂、纤维素系树脂、烯炔系树脂、聚乙烯醇缩丁醛系树脂、尿素系树脂、三聚氰胺系树脂、苯酚系树脂、间苯二酚系树脂、环氧系树脂、聚酯系树脂、聚氨酯系树脂、多环芳烃系树脂、氯丁二烯系橡胶、丁腈系橡胶、苯乙烯丁二烯系橡胶、多硫化物系橡胶、丁基系橡胶、有机硅系橡胶、丙烯酸系橡胶、改性有机硅系橡胶、氨基甲酸酯系橡胶、硅烷化氨基甲酸酯系树脂、遥爪聚丙烯酸酯系粘接剂和它们的混合物等。这些当中,从兼顾粘接性、剥离耐久性、耐冲击性、耐热性、耐化学品性的观点考虑,优选为选自由有机硅系树脂、环氧系树脂和氰基丙烯酸酯系树脂、丙烯酸系树脂、氨基甲酸酯系树脂组成的组中的1种或2种以上的树脂,特别优选为选自由有机硅系树脂、环氧系树脂和氰基丙烯酸酯系树脂组成的组中的1种或2种以上的树脂。

[0295] 粘接剂层中的上述材料的合计的含有比例没有特别限制,从涂布合理粘度、合理固化速度的观点考虑,通常为10重量%以上,优选为20重量%以上,更优选为25重量%以上,进一步优选为30重量%以上,另外,没有特别优选的上限,通常为90重量%以下。

[0296] 作为粘接剂层中可使用的粘接剂的具体例,丙烯酸系树脂系粘接剂中,可列举Denka株式会社制OP-1030M、Denka株式会社制OP-1505、Denka株式会社制OP-3010P、作为公知组合物的W02011/046120中记载的组合物、作为公知组合物的日本特开2013-112766中记载的组合物等,环氧树脂系粘接剂中,可列举株式会社Alteco制AY-5302、株式会社Alteco制AY-5231、株式会社Alteco制AY-5274、株式会社Alteco制AY-5011、株式会社Alteco制AY-5012、株式会社Alteco制AY-5158、株式会社Alteco制AY-5158、株式会社Alteco制AY-5218C、株式会社Alteco制AY-5218D、株式会社Alteco制AY-5259、株式会社Alteco制AY-5321、作为公知组合物的日本特开2006-169446中记载的组合物等,有机硅树脂系粘接剂中,可列举信越化学工业株式会社制KER-6020-F、信越化学工业株式会社制KER-6020-F1、信越化学工业株式会社制KER-6020-F2等,聚烯炔树脂系粘接剂中,可列举东曹株式会社制MX02D、东曹株式会社制MX06、东曹株式会社制MX07、东曹株式会社制MX11、东曹株式会社制MX15、东曹株式会社制MX23、东曹株式会社制MX28、东曹株式会社制MX37、东曹株式会社制MX53C、东曹株式会社制MZ14A、东曹株式会社制JS01等,但并不特别限定于这些。在不会由于配合而发生固化阻碍等损失的情况下,它们可以单独使用1种或组合使用2种以上。

[0297] 粘接剂层还可包含无机填料、纤维,可列举例如二氧化硅粒子、氧化铝粒子、氧化钛等金属氧化物;碳粒子、碳黑、石墨和它们的纤维化物等。

[0298] 粘接剂层中的上述无机材(特别是无机填料)的含量没有特别限制,从硬度调整和涂布溶液粘度的观点考虑,通常为1重量%以上,优选为10重量%以上,更优选为20重量%以上,进一步优选为25重量%以上,另外,通常为80重量%以下,优选为70重量%以下,更优选为50重量%以下,进一步优选为40重量%以下。

[0299] [被粘物]

[0300] 被粘物13只要能够通过前述粘接剂层14粘接上述隔音构件,则其形状、材料等没有特别限制。

[0301] 本说明书中,所谓被粘物,是夹着粘接剂层而保持片体部(隔音构件)的构件,更具体而言,是作为被隔音的对象的制品、部件等。

[0302] 被粘物的储能模量 $E_{adh}$ 没有特别限制,由于容易因振动而产生声音,因此多数情况下储能模量高,通常为500MPa以上,优选为1000MPa以上,更优选为2000MPa以上,另外,上限没有优选范围,通常为300000MPa以下。

[0303] 被粘物的储能模量 $E_{adh}$ 可以通过与上述的粘接剂的储能模量的测定方法同样的方法来测定。

[0304] 本说明书中,被粘物的储能模量 $E_{adh}$ 是指与粘接剂层接触的部分的构件的储能模量,当与粘接剂层接触的被粘物的部分由2个以上构件构成的情况下,对这多个构件分别进行处理,针对各个构件,评价是否满足本实施方式的要件。也就是说,对于多个构件中的一个构件,存在于该构件正上方的隔音构件和粘接剂层之间的关系方面适用上述式(1)等条件。

[0305] 需说明的是,对于被粘物的储能模量 $E_{adh}$ ,当被粘物由不与粘接剂层接触的部分分为2个以上构件的情况下,没有必要考虑不接触的部分的构件的储能模量。

[0306] 被粘物的厚度没有特别限制,从能够更有效地发挥隔音性能的观点考虑,通常为0.5mm以上,优选为1mm以上,更优选为2mm以上,进一步优选为3mm以上,另外,上限没有优选范围,通常为300mm以下。这种情况下,所谓被粘物的厚度,例如当被粘物为板状的情况下,意味着板的厚度,当被粘物为紧密立方体状,且上述隔音构件通过粘接剂层而层叠于该立方体的上表面的情况下,意味着立方体的高度,当被粘物为由6个面的板构成的内部空洞的立方体状,且上述隔音构件通过粘接剂层而层叠于该立方体的上表面的情况下,意味着构成立方体的上表面的板的厚度。

[0307] 被粘物的材料没有特别限制,可列举例如工程塑料、金属板、合金板等。例如作为工程塑料的例子,可列举聚缩醛(POM)、聚酰胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、改性聚苯醚(m-PPE)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、超高分子量聚乙烯(UHPE)、间规聚苯乙烯(SPS)、非晶聚丙烯酸酯(PAR、Polyarylate)、聚砜(PSF、Polysulfone)、聚醚砜(PES、Polyethersulfone)、聚苯硫醚(PPS、Polyphenylene sulfide)、聚醚醚酮(PEEK、Polyether ketone)、聚酰亚胺(PI、Polyimide)、聚醚酰亚胺(PEI)(Polyetherimide)、氟树脂(fluorocarbon polymers)、液晶聚合物(LCP、Liquid crystal polymer)等。另外,它们可以含有像玻璃纤维(GF)增强聚对苯二甲酸乙二醇酯(GF-PET)、GF增强聚酰胺(GF-PA)等那样增强硬度的树脂增强材料。作为被粘物金属的例子,可列举铝、铁、不锈钢等通用金属、合金等。另外,也可以是层叠有上述树脂、金属的被粘物。

[0308] [隔音结构体的固有频率]

[0309] 隔音结构体中,由下述式表示的标准化固有频率偏移量没有特别限制,优选产生隔音效果的频带的偏离小,因此优选为30%以下,更优选为25%以下,进一步优选为20%以下,特别优选为15%以下,尤其特别优选为10%以下,最优选为5%以下,另外,没有特别优选的下限,通常为0%以上,可以为0.05%以上,也可以为0.1%以上。

[0310] 标准化固有频率偏移量(%) = ((设计固有频率) - (固有频率)) ÷ (设计固有频率)

[0311] 设计固有频率(Hz):在不具有粘接剂层的条件下计算的固有频率

[0312] 固有频率(Hz):在具有粘接剂层的条件下计算的固有频率

[0313] 作为本发明另一实施方式的隔音结构体是将上述隔音结构体中的式(1)的要件变更为上述固有频率的要件的方式,具体而言,是如下的隔音结构体:具有隔音构件和粘接剂层,该隔音构件具有片状的片体部和设于该片体部的多个凸部,该粘接剂层设置在前述片体部的与设有前述凸部的一侧相反侧的面上,并且,

[0314] 满足下述式的标准化固有频率偏移量为0~30%。

[0315] 标准化固有频率偏移量(%) = ((设计固有频率) - (固有频率)) ÷ (设计固有频率)

[0316] 设计固有频率(Hz):在不具有粘接剂层的条件下计算的固有频率

[0317] 固有频率(Hz):在具有粘接剂层的条件下计算的固有频率

[0318] 但是,该隔音结构体优选满足上述式(1)的要件,另外,上述式(1)以外的条件可以适用与上述隔音结构体同样的条件。

[0319] [隔音结构体的制造方法]

[0320] 隔音结构体的制造方法没有特别限定,例如可以是具有形成在片体部的一个面上具有多个凸部的隔音构件的工序、以及在前述隔音构件(与其中设有凸部的一侧相反侧的片体部的面)上设置粘接剂层的工序的方法,进一步,当具有通过粘接剂层而与隔音构件粘接的被粘物的情况下,可以具有设置通过粘接剂层而与隔音构件粘接的被粘物的工序。

[0321] 形成具有多个凸部的隔音构件的工序中,形成多个凸部的方法没有特别限制,可列举例如准备具有多个空腔的模具,进一步,使树脂、橡胶或它们的前体流入空腔内并使其固化的方法。作为使其固化的方法,在使用热塑性原料的情况下,可列举使加热熔融的原料流入空腔后进行冷却使其固化的方法,当使用热固性或光固性原料的情况下,可列举使原料流入空腔后通过加热、光而使其固化的方法。这些情况下,加热、光的条件等可以按照原料来适宜设计。

[0322] 在隔音构件上设置粘接剂层的工序中,设置粘接剂层的方法没有特别限制,可列举例如在形成上述具有多个凸部的隔音构件的工序中制造的隔音构件上涂布粘接剂层的材料的方法。涂布的情况下,其条件等可以适用公知的方法。

[0323] 设置通过粘接剂层而与隔音构件粘接的被粘物的工序中,使被粘物粘接的方法没有特别限制,可列举例如通过加热等使粘接剂熔融,使被粘物与熔融的该粘接剂接触后使其冷却,使粘接剂固化的方法。

[0324] 作为具有被粘物的情况下的具体制造方法,可列举例如以下所示的制造方法1~4。需说明的是,各制造方法中使用的空腔的形状没有特别限定,例如底的形状可适宜选择半球状、平面状、凸状、凹状等。需说明的是,制造方法3、4等可以参考国际公开2010/3080794号等记载的制造方法。

- [0325] (制造方法1)
- [0326] 制造方法1可包含以下(1)~(3)工序。
- [0327] (1)准备具有多个空腔的模具,使树脂材料流入空腔内的工序。
- [0328] (2)使流入的树脂材料固化的工序。
- [0329] (3)将所得的固化物从模具剥离的工序。
- [0330] 制造方法1中,在(2)或(3)工序之后,设有在所得的固化物(或被粘物)上涂布粘接剂,将该固化物粘接于被粘物的工序。
- [0331] (制造方法2)
- [0332] 制造方法2可包含以下(4)~(7)工序。
- [0333] (4)准备具有多个空腔的模具,在设置于模具的多个空腔中配置配重的工序。
- [0334] (5)使树脂材料流入空腔内的工序。
- [0335] (6)使流入的树脂材料固化的工序。
- [0336] (7)将所得的固化物从模具剥离的工序。
- [0337] 制造方法2中,在(6)或(7)工序之后,设有在所得的固化物(或被粘物)上涂布粘接剂,在该固化物上设置被粘物的工序。
- [0338] (制造方法3)
- [0339] 制造方法3可包含以下(8)~(13)工序。
- [0340] (8)在具有多个空腔的模具上涂布光固性弹性体前体或光固性树脂前体的工序。
- [0341] (9)在模具上,在经平面化的前述弹性体前体或树脂前体上层叠支撑体的工序。
- [0342] (10)对于支撑体和模具的层叠体,利用加压辊,用前述弹性体前体或树脂前体从支撑体侧填充前述空腔的工序。
- [0343] (11)通过从支撑体侧照射光,使转印形成有模具的空腔形状的前述弹性体前体或树脂前体固化,并且使前述弹性体前体或树脂前体的固化物与前述支撑体聚合粘接的工序。
- [0344] (12)将前述弹性体前体或树脂前体的固化物与支撑体粘接而成的结构从模具剥离的工序。
- [0345] (13)利用粘接剂将支撑体粘接于被粘物的工序。
- [0346] (制造方法4)
- [0347] 制造方法4可包含以下(14)~(17)工序。
- [0348] (14)使具有排列有多个空腔的外周面的辊模旋转,一边使涂布了粘接剂的支撑体沿着前述辊模的外周面且在前述辊模的旋转方向上行进,一边在前述辊模的外周面涂布光固性弹性体前体或光固性树脂前体,在前述空腔中填充前述弹性体前体或树脂前体的工序。需说明的是,本工序中,由于该树脂与支撑体利用光固性树脂的固化而粘接,因此可以不使用粘接剂,从提高生产率的观点考虑,优选不使用粘接剂的方式。
- [0349] (15)在将前述弹性体前体或树脂前体夹持于前述辊模的外周面与前述支撑体之间的状态下,对前述辊模的外周面与前述支撑体之间的区域进行光照射的工序。
- [0350] (16)将前述工序(15)所得的前述弹性体前体或树脂前体的固化物与前述支撑体粘接而成的结构从前述辊模剥离的工序。
- [0351] (17)通过粘接剂将支撑体粘接于被粘物的工序。
- [0352] 关于在片体部10上设置共振部11、突起部31的方法,如上所述,不仅有使用模具进

行一体成型的方法,还可以例示将单独成型的各部件进行加热加压或加压而压接的方法,也可以使用各种公知的粘接剂进行粘接,例如通过热熔接、超声波熔接、激光熔接等进行接合的方法等。作为粘接剂,可列举环氧树脂系粘接剂、丙烯酸系树脂系粘接剂、聚氨酯树脂系粘接剂、有机硅树脂系粘接剂、聚烯烃树脂系粘接剂、聚乙烯醇缩丁醛树脂系粘接剂和它们的混合物等,但并不特别限定于这些。需说明的是,共振部11的一部分或整体以及突起部31可通过将上述成型方法得到的橡胶板冲压而形成。另外,共振部11的一部分为金属、合金的情况下,可通过将金属、合金进行切削加工等来形成。

[0353] 另外,还可列举使用3D打印等来制造的方法。

[0354] 从提高生产率和经济性等观点考虑,优选通过模具成型、铸塑成型等将隔音构件12一体成型的方法。作为其一个例子,可列举使用具有与片体部10、共振部11的一体成型物对应的形状的空腔的模具或注模,将共振部11、片体部10、共振部11的一体成型物进行成型的方法。作为这样的一体成型方法,已知加压成型法、压缩成型法、铸塑成型法、挤出成型法、注射成型法等各种公知的方法,其种类没有特别限定。需说明的是,对于各部件的原料,如果是例如具有粘弹性的树脂材料,则能够以液态前体或加热熔融体的形态流入空腔内。另外,如果是金属、合金、无机玻璃,则可以预先配置于空腔内的预定位置(插入)。

[0355] 作为树脂材料,没有特别限定。例如可列举上述隔音构件等中例示的材料和其原料、中间体等。

[0356] 图14~图17为示出隔音构件12的制造工序的一例的图。此处,使用具有与上述共振部11对应的形状的空腔61a的模具61(参照图14),在该模具61的空腔61a内配置配重部22(参照图15),然后,使具有粘弹性的树脂材料流入空腔61a内,根据需要加热或加压后(参照图16),将片体部10、共振部11的一体成型物脱模,得到隔音构件12。通过这样的一体成型法,不仅能够提高生产率和经济性,并且即使是复杂的形状也能够容易成型,另外,有容易获得提高了各部件的密合力且机械强度优异的隔音构件12的倾向。从这些观点考虑,片体部10、共振部11也优选为含有热固性弹性体、热塑性弹性体的一体成型物。

[0357] 上述隔音结构体成为在片体部10的片体面上相接地设有多个共振部21的构成。因此,当声波从噪音源入射时,能够获得凌驾质量法则的高隔音性能。另外,通过基于共振部11、基部21的形状、密度分布或原材料(储能模量、质量)的变更来调整弹簧常数、变更配重部22的质量等,从而能够容易地控制共振部11的共振频率。在此基础上进一步,还能够通过片体部10的原材料、厚度等来控制频带域(音响带隙宽度、频率位置)。因此,本实施方式涉及的隔音结构体1与以往的隔音结构体相比,隔音频率选择的自由度、设计自由度优异。

[0358] 需说明的是,上述隔音结构体不仅可用作以隔音为目的的结构体,还可用作以制震为目的的结构体。

[0359] [共振频率的模拟]

[0360] 后述的实施例中,使用采用有限要素法的物理模拟软件即COMSOL Multiphysics (COMSOL公司)来计算结构的共振频率。关于该物理模拟的条件进行详细描述。

[0361] 上述方法是用于将有限要素法无法解析性求解的微分方程式以高精度近似性求解的数值解析的方法,是将要解析的复杂对象分割为简单的小部分(要素)并对整体的变动进行近似性计算的方法。后述实施例中的突起共振频率通过下述步骤来计算。

[0362] 对于图18~图21中的隔音结构体的各部位i~v,分别将表1~7中记载的物性(比

重、储能模量(杨氏模量)、泊松比)和表1~表7、图18~图21中记载的材料尺寸( $r_1$ 、 $r_2$ 、 $h_i \sim h_v$ 、 $a$ 、 $b$ )代入COMSOL Multiphysics (COMSOL公司)的固体力学模型的方程式,在将片体部v的底面完全固定的条件下计算固有振动模式,计算各种条件下的共振频率。

[0363] 需说明的是,图18示出使用了开孔圆板的形态,图19示出使用了开孔螺帽(六角板)作为配重部的形态,图20示出无配重部的形态,图21示出无配重部且采用橡胶层和PET层的层叠结构作为片体部的形态。

[0364] 接下来,在作为理想状态的无粘接剂的状态下,将完全固定于被粘物时的共振频率设为 $f_0$ ,比较了使用各种物性的粘接剂时的共振频率 $f$ 。

[0365] 后述的实施例中,采用 $dF = (f - f_0) / f_0 \times 100 [\%]$ 小的条件作为良好的设置、粘接条件。即,从片体的设计频率偏离的乖离量即 $dF$ 小者成为良好的粘接条件。 $dF$ 优选尽可能小,优选为20%以下,更优选为10%以下,进一步优选为5%以下。

[0366] 实施例

[0367] 以下,举出实施例来更具体地说明本发明,但本发明不受这些实施例的任何限定。本发明只要不脱离本发明主旨、达成本发明目的,就可采用各种条件。

[0368] [固有频率的计算]

[0369] 对于隔音构件的各部位 $i \sim v$ ,分别将表1~7、图18~21中记载的物性(比重、杨氏模量、泊松比)和材料尺寸 $r_1$ 、 $r_2$ 、 $h_i \sim h_v$ 、 $a$ 、 $b$ 代入多重物理解析软件COMSOL Multiphysics (COMSOL公司)的固体力学模型的方程式,使用有限要素法,对突起发生伸缩振动时的固有频率进行计算。需说明的是,以下的表中的 $H$ 为用 $H = h_{ii} + h_{iii} - h_i$ 计算得到的值。

[0370] 另外,为了比较固有频率的偏移量的大小,如下述那样确定标准化的固有频率的偏移量。下述的设计固有频率为相同片体、突起形状且不含粘接剂层时的固有频率。

[0371] 标准化固有频率偏移量(%) = ((设计固有频率) - (固有频率)) ÷ (设计固有频率)

[0372] 另外,图22中示出表示通过上述计算得到的标准化固有频率偏移量与 $\beta$ 之间的关系图表。 $\beta$ 为 $(E_{粘}/I_{粘}) / (E_{膜}/H)$ 之比。

[0373] <使用开孔圆板作为配重部的形态>

[0374] [实施例1]

[0375] 实施例1为包含图18所示的隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表1。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。

[0376] 计算的结果是,实施例1中,固有频率为4353Hz,以及标准化固有频率偏移量为13.4,确认到频率偏离充分小,成为与设计相符的频率。

[0377] [比较例1]

[0378] 比较例1也为包含图18所示隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表1。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。

[0379] 计算的结果是,实施例1中,固有频率为3626Hz,以及标准化固有频率偏移量为27.8,确认到频率偏离大,由于粘接剂层的影响,与设计频率有巨大差异。

[0380] [参考例1]

[0381] 参考例1也为包含图18所示隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表1。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。本参考例为未使用粘接剂的方式。

[0382] 计算的结果是,参考例1中,固有频率为5025Hz,以及标准化固有频率偏移量为0%。

[0383] [表1]

[0384]

部位	r1 (mm)	r2 (mm)	h (mm)	a (mm)	b (mm)	材质	比重 (g/cm <sup>3</sup> )	杨氏 模量 (MPa)	泊松比 (-)	E <sub>粘</sub> (MPa)	L <sub>粘</sub> (mm)	E <sub>膜</sub> (MPa)	H (mm)	β	E <sub>粘</sub> / E <sub>膜</sub>	E <sub>粘</sub> / E <sub>adh</sub>	固有 频率 (Hz)	设计固有 频率 (Hz)	标准化 固有频率 偏移量(%)
参考例1	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	-	-	-	-	-	-	-	5025	5025	0.0
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	-	-	10.00	1.8	-	-	-	5025	5025	0.0
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	-	-	-	-	-	-	-	5025	5025	0.0
	iv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5025	5025	0.0
实施例1	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	5025	5025	0.0
	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30	-	-	-	-	-	-	5025	5025	0.0
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.50	10.00	1.8	3.6	1	0.00833333	4353	5025	13.4
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	5025	5025	13.4
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	10	0.49	-	-	-	-	-	-	5025	5025	13.4
比较例1	v	-	-	1	11	-	PA66	1.14	1200	0.30	-	-	-	-	-	-	5025	5025	27.8
	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30	-	-	-	-	-	-	5025	5025	27.8
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.05	10.00	1.8	0.36	0.01	0.00000158	3626	5025	27.8
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	5025	5025	27.8
	iv	-	-	0.05	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	5025	5025	27.8
v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	5025	5025	27.8	

[0385] <使用开孔螺帽(六棱柱)作为配重部的形态>

[0386] [实施例2~7]

[0387] 实施例2~7为包含图19所示隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表2。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。

[0388] 计算的结果是,实施例2~7中,固有频率为3545~5024Hz,以及标准化固有频率偏移量为0.0~13.4%,确认到频率偏离充分小,成为与设计相符的频率。

[0389] [比较例2~5]

[0390] 比较例2~5也为包含图19所示的隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表3。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。

[0391] 计算的结果是,比较例2~5中,固有频率为1962~3626Hz,以及标准化固有频率偏移量为27.8~61.0%,确认到频率偏离大,由于粘接剂层的影响,与设计频率有巨大差异。

[0392] [表2]

[0393]

部位	r1 (mm)	r2 (mm)	h (mm)	a (mm)	b (mm)	材质	比重 (g/cm <sup>3</sup> )	杨氏模量 (MPa)	泊松比 (-)	E <sub>粘</sub> (MPa)	L <sub>粘</sub> (mm)	E <sub>膜</sub> (MPa)	H (mm)	β	E <sub>粘</sub> / E <sub>膜</sub>	E <sub>粘</sub> / E <sub>adh</sub>	固有频率 (Hz)	设计固有频率 (Hz)	标准化固有频率偏差量 (%)	
实施例 2	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.05	10.00	1.8	36	1	0.00015798	4944	5025	1.6	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iv	-	-	0.05	11	-	粘接剂	1.00	10	0.49										
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29										
实施例 3	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.50	10.00	1.8	3.6	1	0.00015798	4376	5025	12.9	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	10	0.49										
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29										
实施例 4	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.05	10.00	1.8	3600	100	0.01579779	5024	5025	0.0	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iv	-	-	0.05	11	-	粘接剂	1.00	1000	0.49										
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29										
实施例 5	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.50	10.00	1.8	360	100	0.01579779	5015	5025	0.2	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	1000	0.49										
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29										
实施例 6	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.50	10.00	1.8	3.6	1	0.00833333	4353	5025	13.4	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	10	0.49										
	v	-	-	1	11	-	PA66	1.14	1200	0.30										
实施例 7	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	5	0.49	0.50	5.00	1.8	21600	6000	25.00000000	3545	3554	0.3	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	5	0.49										
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	30000	0.49										
	v	-	-	1	11	-	PA66	1.14	1200	0.30										

[0394]

[表3]

[0395]

部位	r1 (mm)	r2 (mm)	h (mm)	a (mm)	b (mm)	材质	比重 (g/cm <sup>3</sup> )	杨氏模量 (MPa)	泊松比 (-)	E <sub>粘</sub> (MPa)	L <sub>粘</sub> (mm)	E <sub>膜</sub> (MPa)	H (mm)	β	E <sub>粘</sub> / E <sub>膜</sub>	E <sub>粘</sub> / E <sub>adh</sub>	固有频率 (Hz)	设计固有频率 (Hz)	标准化固有频率偏移量 (%)	
比较例 2	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.05	10.00	1.8	0.36	0.01	0.00000158	3626	5025	27.8	
	iv	-	-	0.05	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49										
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29										
比较例 3	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.50	10.00	1.8	0.036	0.01	0.00000158	1964	5025	60.9	
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49										
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29										
比较例 4	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.50	10.00	1.8	0.036	0.01	0.00008333	1962	5025	61.0	
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49										
	v	-	-	1	11	-	PA66	1.14	1200	0.30										
比较例 5	i	-	2	3.2	-	7	铁	7.87	206000	0.30										
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49										
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.50	10.00	1.8	0.036	0.01	0.00000049	1964	5025	60.9	
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49										
	v	-	-	1	11	-	铁	7.87	206000	0.30										

[0396] <无配重部的形态>

[0397] [实施例8~14]

[0398] 实施例8~14为包含图20所示的隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表4。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。

[0399] 计算的结果是,实施例8~14中,固有频率为3759~5319Hz,以及标准化固有频率偏移量为0.0~11.4%,确认到频率偏离充分小,成为与设计相符的频率。

[0400] [比较例6~8]

[0401] 比较例6~8也为包含图20所示的隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表5。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。

[0402] 计算的结果是,比较例6~8中,固有频率为3155~3156Hz,以及标准化固有频率偏移量为40.7%,确认到频率偏离大,由于粘接剂层的影响,与设计频率有巨大差异。

[0403] [表4]

[0404]

实施例	部位	r1 (mm)	r2 (mm)	h (mm)	a (mm)	b (mm)	材质	比重 (g/cm <sup>3</sup> )	杨氏模量 (MPa)	泊松比 (-)	E <sub>粘</sub> (MPa)	L <sub>粘</sub> (mm)	E <sub>膜</sub> (MPa)	H (mm)	β	E <sub>粘</sub> / E <sub>膜</sub>	E <sub>粘</sub> / E <sub>adh</sub>	固有频率 (Hz)	设计固有频率 (Hz)	标准化固有频率偏移量 (%)	
实施例 8	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	10.0	0.05	10.00	5.0	100	1	0.00015798	5294	5319	0.5	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.05	11	-	粘接剂	1.00	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 9	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	10.0	0.50	10.00	5.0	10	1	0.00015798	5107	5319	4.0	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 10	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	1000.0	0.05	10.00	5.0	10000	100	0.01579779	5319	5319	0.0	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.05	11	-	粘接剂	1.00	1000	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 11	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	1000.0	0.50	10.00	5.0	1000	100	0.01579779	5316	5319	0.1	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	1000	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 12	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	10.0	0.50	10.00	5.0	10	1	0.00633333	5100	5319	4.1	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	-	PA66	1.14	1200	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 13	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	5	0.49	30000.0	0.50	5.00	5.0	60000	6000	25.00000000	3759	3761	0.3	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	5	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	30000	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	-	PA66	1.14	1200	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 14	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.1	0.05	10.00	5.0	1	0.01	0.00000158	4712	5319	11.4	
	iii	-	-	0.5	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.05	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[0405]

[表5]

[0406]

部位	r1 (mm)	r2 (mm)	h (mm)	a (mm)	b (mm)	材质	比重 (g/cm <sup>3</sup> )	杨氏模量 (MPa)	泊松比 (-)	E <sub>粘</sub> (MPa)	L <sub>粘</sub> (mm)	E <sub>膜</sub> (MPa)	H (mm)	$\beta$	E <sub>粘</sub> / E <sub>膜</sub>	E <sub>粘</sub> / E <sub>adh</sub>	固有 频率 (Hz)	设计固有 频率 (Hz)	标准化 固有频率 偏移量 (%)	
比较例 6	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iii	-	-	0.5	11	橡胶	1.05	10	0.49	0.1	0.50	10.00	5.0	0.1	0.01	0.00000158	3156	5319	40.7	
	iv	-	-	0.5	11	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
比较例 7	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iii	-	-	0.5	11	橡胶	1.05	10	0.49	0.1	0.50	10.00	5.0	0.1	0.01	0.00008333	3155	5319	40.7	
	iv	-	-	0.5	11	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	PA66	1.14	1200	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
比较例 8	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iii	-	-	0.5	11	橡胶	1.05	10	0.49	0.1	0.50	10.00	5.0	0.1	0.01	0.00000049	3156	5319	40.7	
	iv	-	-	0.5	11	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	铁	7.87	206000	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[0407] <无配重部、并且采用橡胶层和PET层的层叠结构作为片体部的形态>

[0408] [实施例15~21]

[0409] 实施例15~21为包含图21所示的隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表6。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。

[0410] 计算的结果是,实施例15~21中,固有频率为3942~5577Hz,标准化固有频率偏移量为0.0~3.4%,确认到频率偏离充分小,成为与设计相符的频率。

[0411] [比较例9~11]

[0412] 比较例9~11也为包含图21所示的隔音片构件的单元体。将该单元体的构成构件的尺寸、材料、物性示于表7。该单元体中的突起的伸缩振动的固有频率基于上述计算方法来计算。

[0413] 计算的结果是,比较例9~11中,固有频率为3822~3824Hz,以及标准化固有频率偏移量为31.4~31.5%,确认到频率偏离大,由于粘接剂层的影响,与设计频率有巨大差异。

[0414] [表6]

[0415]

部位	r1 (mm)	r2 (mm)	h (mm)	a (mm)	b (mm)	材质	比重 (g/cm <sup>3</sup> )	物氏模量 (MPa)	泊松比 (-)	E <sub>粘</sub> (MPa)	L <sub>粘</sub> (mm)	E <sub>膜</sub> (MPa)	H (mm)	β	E <sub>粘</sub> / E <sub>膜</sub>	E <sub>粘</sub> / E <sub>adh</sub>	固有频率 (Hz)	设计固有频率 (Hz)	标准固化固有频率偏移量 (%)	
实施例 15	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iii-1	-	-	0.05	11	橡胶	1.05	10	0.49	10.0	0.05	10.55	4.80	91.02083	1	0.00015798	5570	5578	0.1	
	iii-2	-	-	0.25	11	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.05	11	粘接剂	1.00	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 16	v	-	-	1	11	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iii-1	-	-	0.05	11	橡胶	1.05	10	0.49	10.0	0.05	10.55	4.80	91.02083	100	0.01579779	5577	5578	0.0	
	iii-2	-	-	0.25	11	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 17	iv	-	-	0.05	11	粘接剂	1.00	1000	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iii-1	-	-	0.05	11	橡胶	1.05	10	0.49	1000.0	0.05	10.55	4.80	91.02083	100	0.01579779	5575	5578	0.1	
实施例 18	iii-2	-	-	0.25	11	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.05	11	粘接剂	1.00	1000	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 19	iii-1	-	-	0.05	11	橡胶	1.05	10	0.49	10.0	0.50	10.55	4.80	91.02083	100	0.00833333	5539	5578	0.7	
	iii-2	-	-	0.25	11	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.05	11	粘接剂	1.00	1000	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	PA66	1.14	1200	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 20	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	5	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iii-1	-	-	0.05	11	橡胶	1.05	5	0.49	30000.0	0.50	5.27	4.80	54806.25	6000	25.00000000	3942	3944	0.3	
	iii-2	-	-	0.25	11	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.05	11	粘接剂	1.00	30000	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	-	-	1	11	PA66	1.14	1200	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
实施例 21	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iii-1	-	-	0.05	11	橡胶	1.05	10	0.49	0.1	0.05	10.55	4.80	91.02083	0.01	0.00000158	5386	5578	3.4	
	iii-2	-	-	0.25	11	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.05	11	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
v	-	-	1	11	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

[0416]

[表7]

[0417]

部位	r1 (mm)	r2 (mm)	h (mm)	a (mm)	b (mm)	材质	比重 (g/cm <sup>3</sup> )	物氏模量 (MPa)	泊松比 (-)	E <sub>粘</sub> (MPa)	L <sub>粘</sub> (mm)	E <sub>膜</sub> (MPa)	H (mm)	$\beta$	E <sub>粘</sub> / E <sub>膜</sub>	E <sub>粘</sub> / E <sub>adh</sub>	固有频率 (Hz)	设计固有频率 (Hz)	标准化固有频率偏移量(%)		
比较例 9	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	iii-1	-	-	0.05	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.1	0.50	10.55	4.80	0.091021	0.01	0.00000158	3824	5578	31.4	
	iii-2	-	-	0.25	11	-	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
v	-	-	1	11	-	铝	2.70	63300	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
比较例 10	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	iii-1	-	-	0.05	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.1	0.50	10.55	4.80	0.091021	0.01	0.00008333	3822	5578	31.5	
	iii-2	-	-	0.25	11	-	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
v	-	-	1	11	-	PA66	1.14	1200	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
比较例 11	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ii	4.5	-	4.5	-	橡胶	1.05	10	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	iii-1	-	-	0.05	11	-	橡胶	1.05	10	0.49	0.1	0.50	10.55	4.80	0.091021	0.01	0.00000049	3824	5578	31.4	
	iii-2	-	-	0.25	11	-	PET	1.20	2400	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	iv	-	-	0.5	11	-	粘接剂	1.00	0.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
v	-	-	1	11	-	铁	7.87	206000	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

[0418] 由上述表1~图7和图22可知,当 $\beta$ 为0.5以上时,发生隔音效果的频带的偏离难以产生,具体而言,标准化固有频率偏移量成为20%以下。进一步可知,当 $\beta$ 为100以上时,频率

偏移消失。

[0419]	符号说明
[0420]	1 隔音结构体
[0421]	10 片体部
[0422]	10(a) (构成片体部的)层
[0423]	10(b) (构成片体部的)层
[0424]	10(c) (构成片体部的)层
[0425]	11 共振部
[0426]	12 隔音构件
[0427]	13 被粘物
[0428]	14 粘接剂层
[0429]	21 基部
[0430]	22 配重部
[0431]	31 肋条状突起部
[0432]	32 圆柱状突起部
[0433]	61 模具
[0434]	61a 空腔
[0435]	H 片体部和共振部(凸部)的高度
[0436]	H_片体 片体部共振部的高度
[0437]	H_res 共振部的高度
[0438]	I_粘 粘接剂层的平均膜厚
[0439]	r1 配重部的半径
[0440]	r2 配重部的开孔半径
[0441]	h 高度
[0442]	h_片体 高度
[0443]	h_res 高度
[0444]	h_粘 膜厚
[0445]	a 片体长度
[0446]	i 配重部
[0447]	ii 基部
[0448]	iii 片体部
[0449]	iii-1 片体部1
[0450]	iii-2 片体部2
[0451]	iv 粘接剂层
[0452]	v 被粘物。

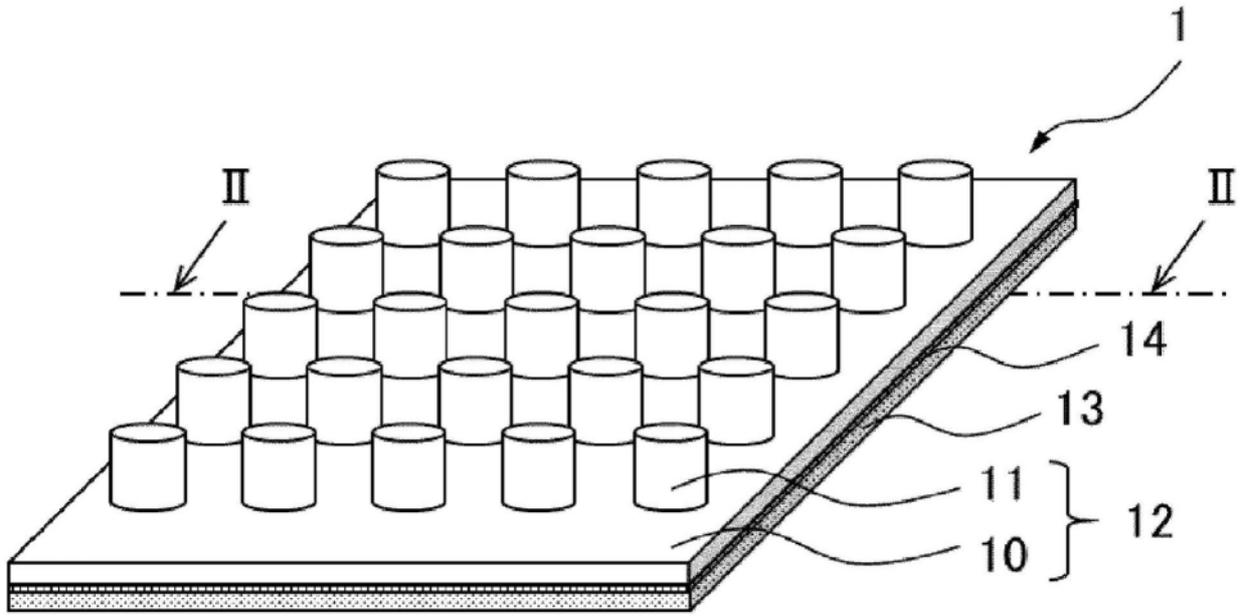


图1

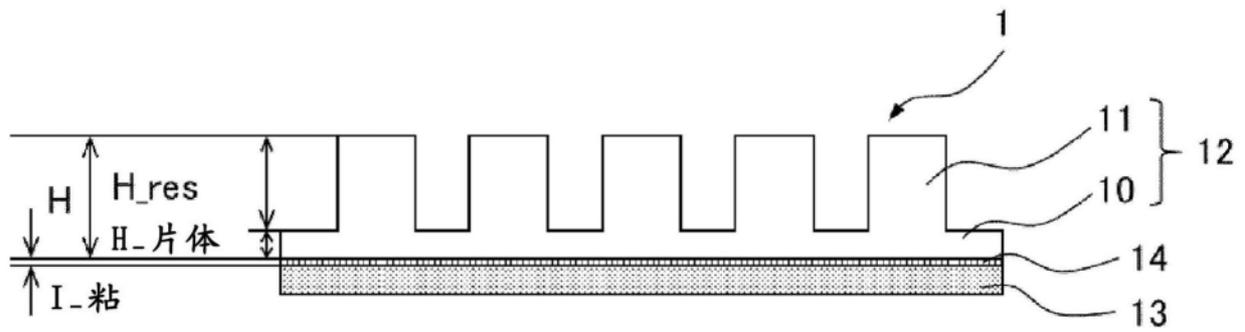


图2

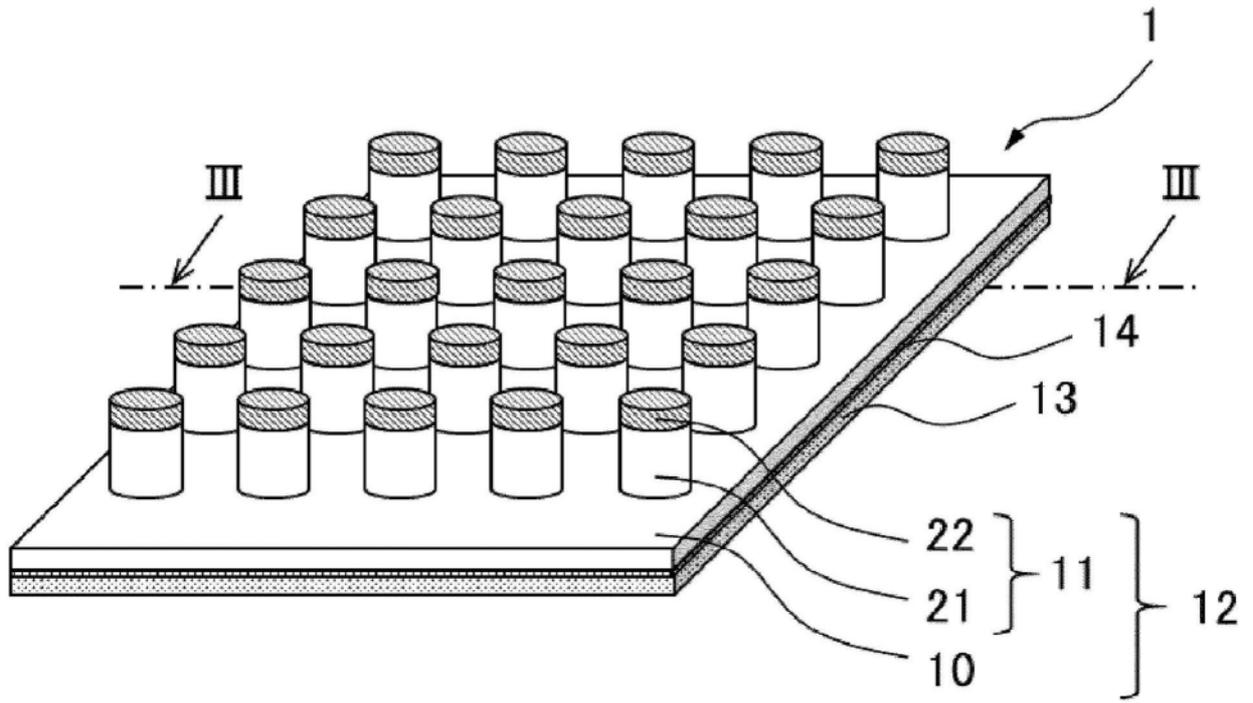


图3

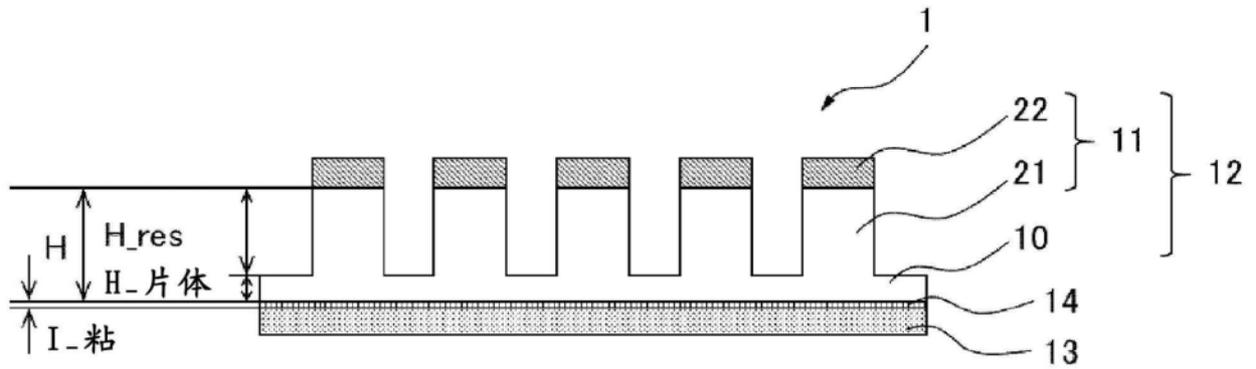


图4

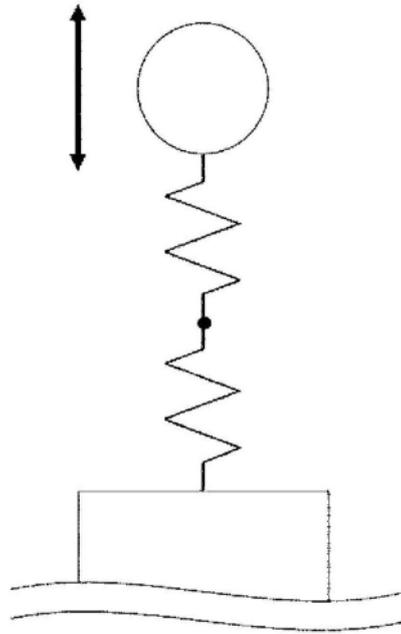


图5

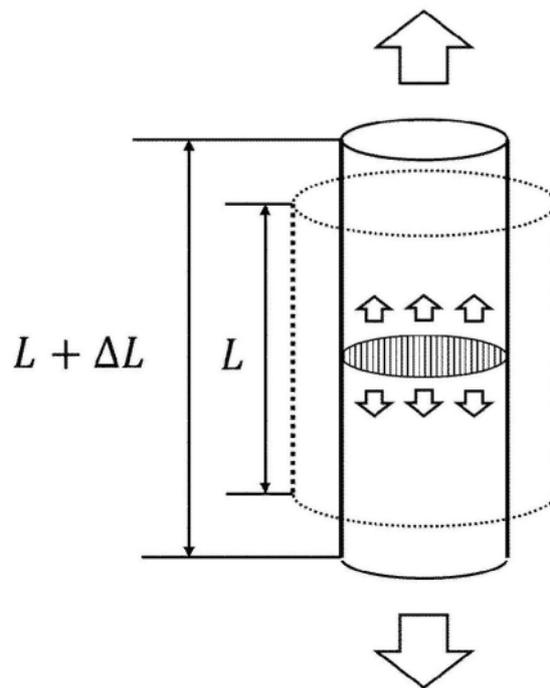


图6

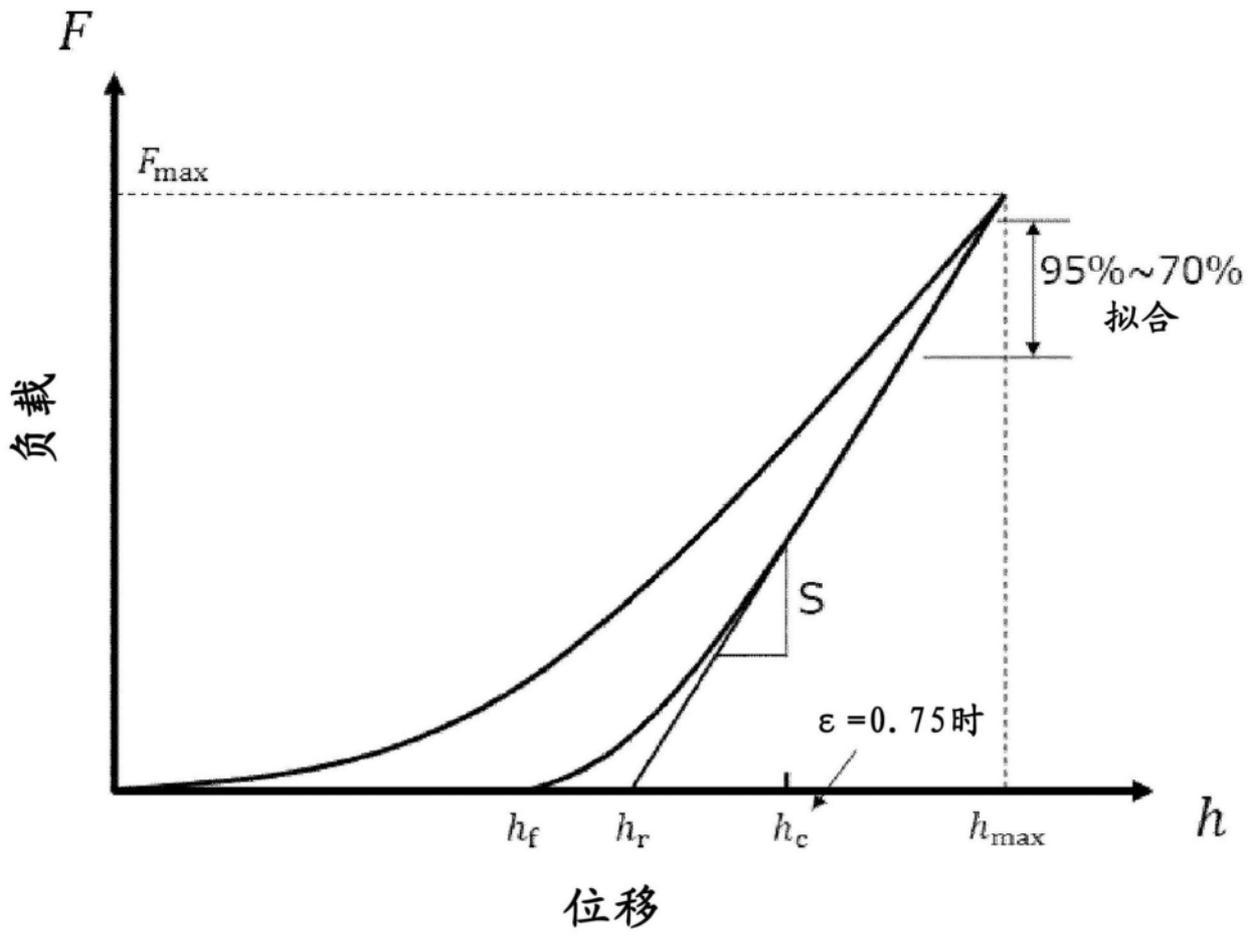


图7

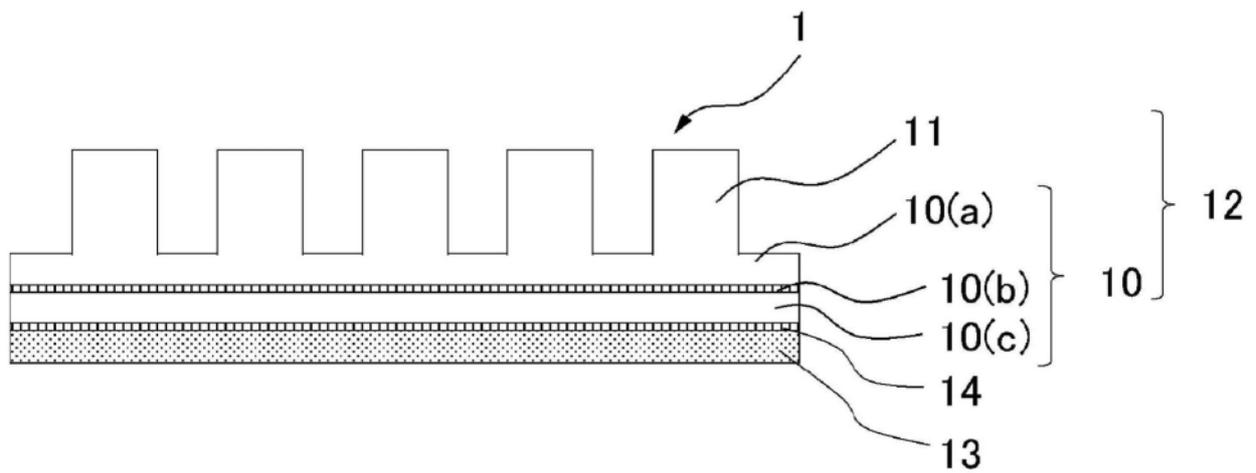


图8

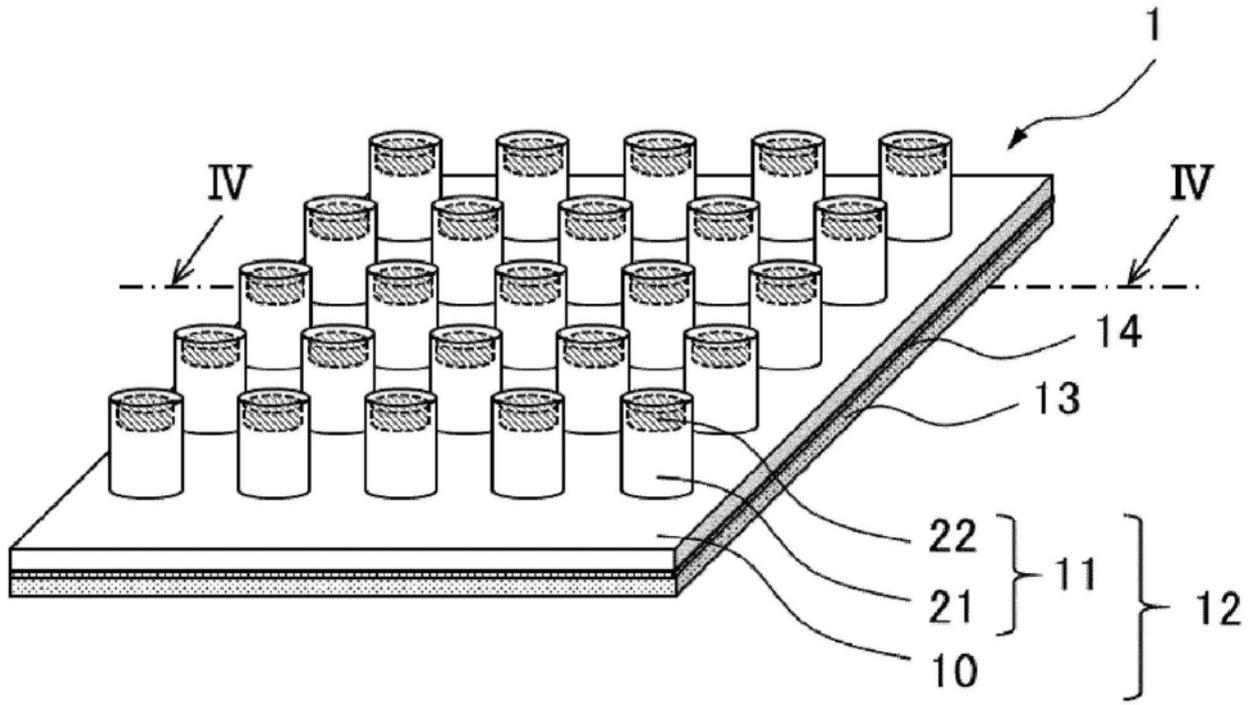


图9

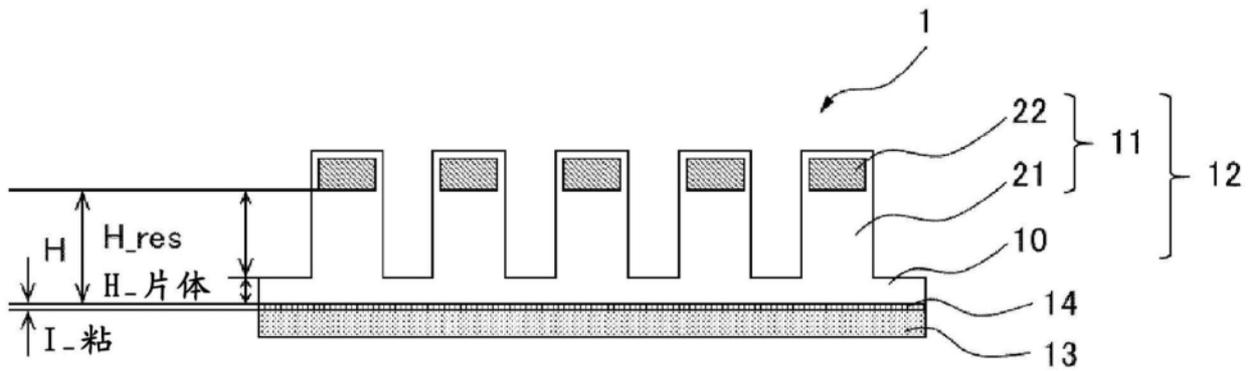


图10

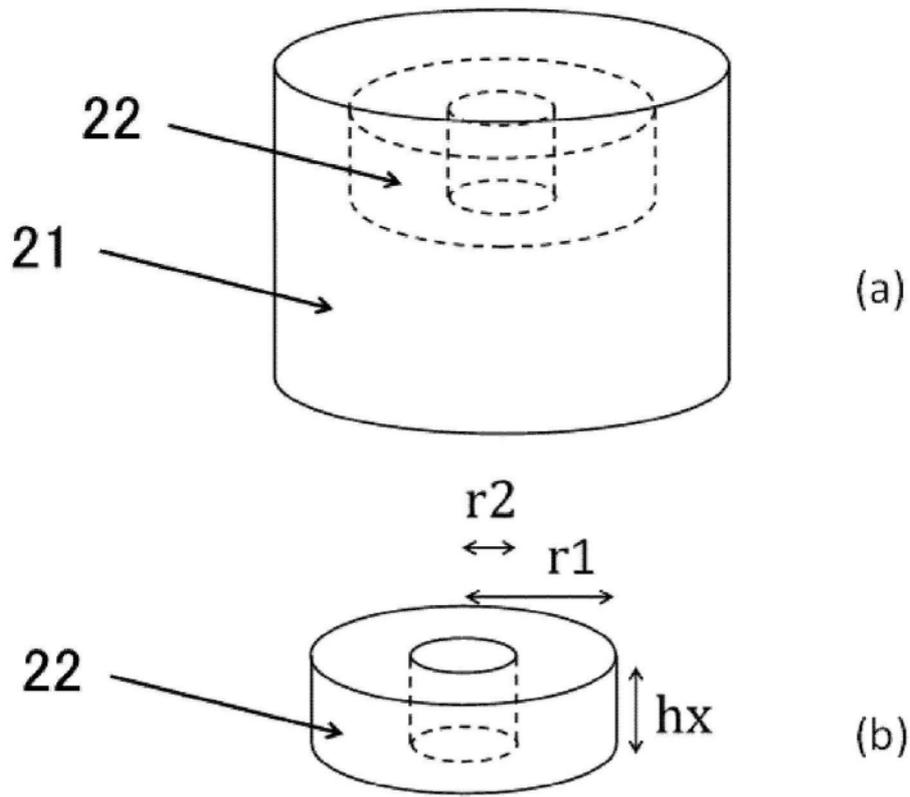


图11

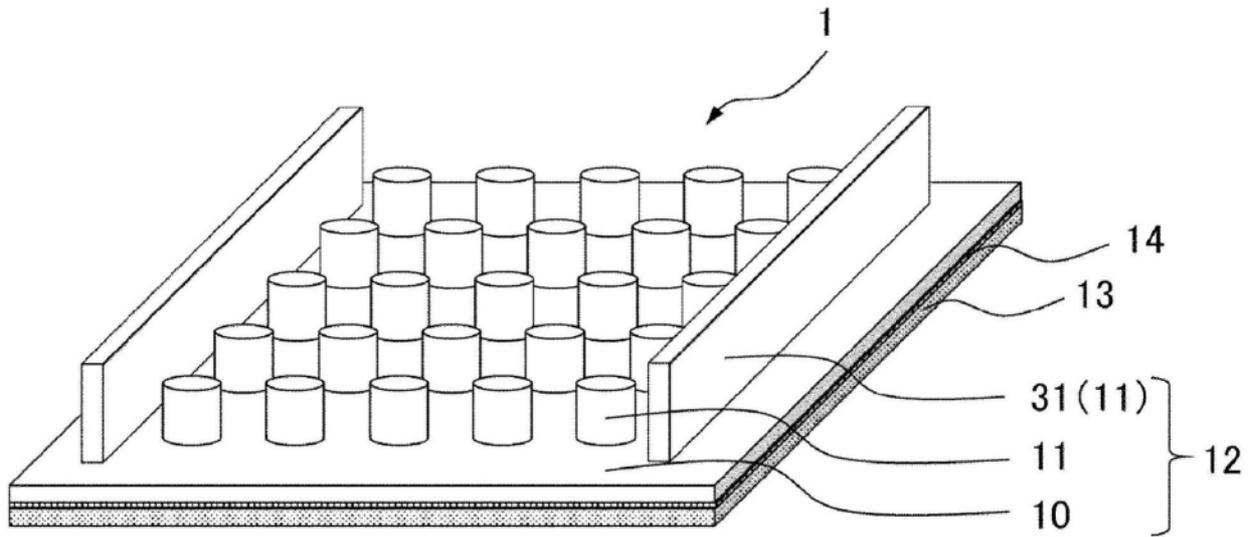


图12

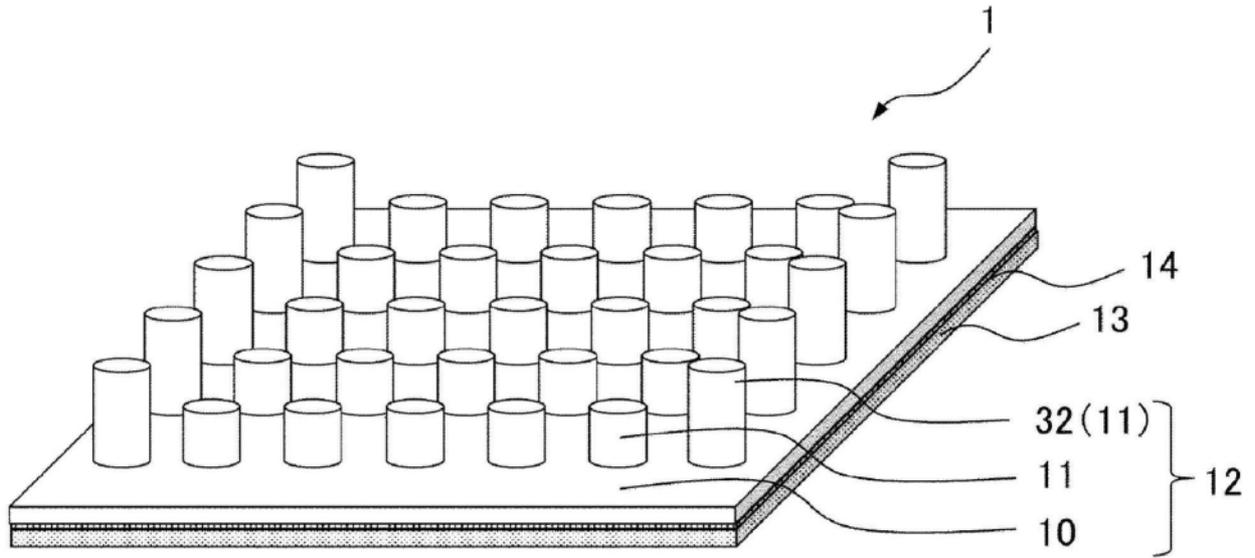


图13

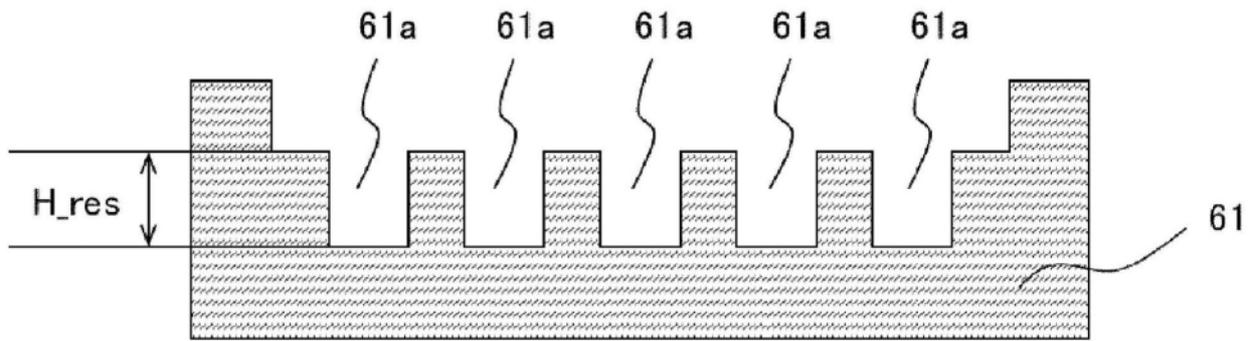


图14

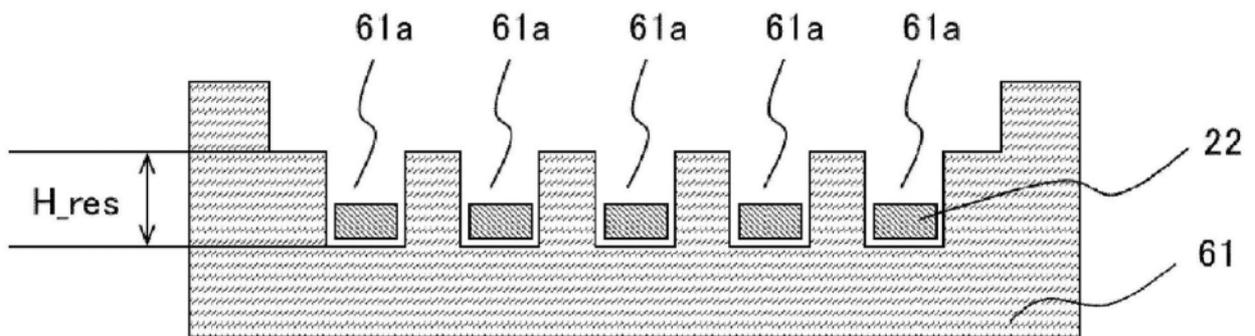


图15

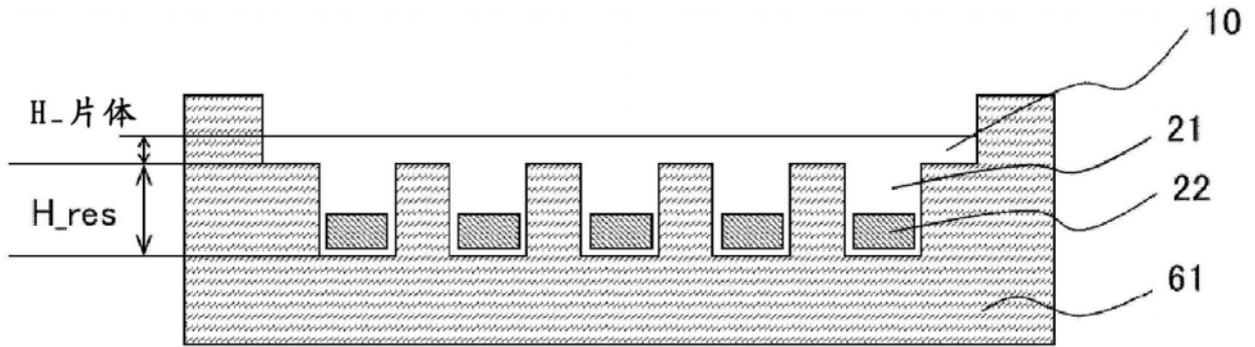


图16

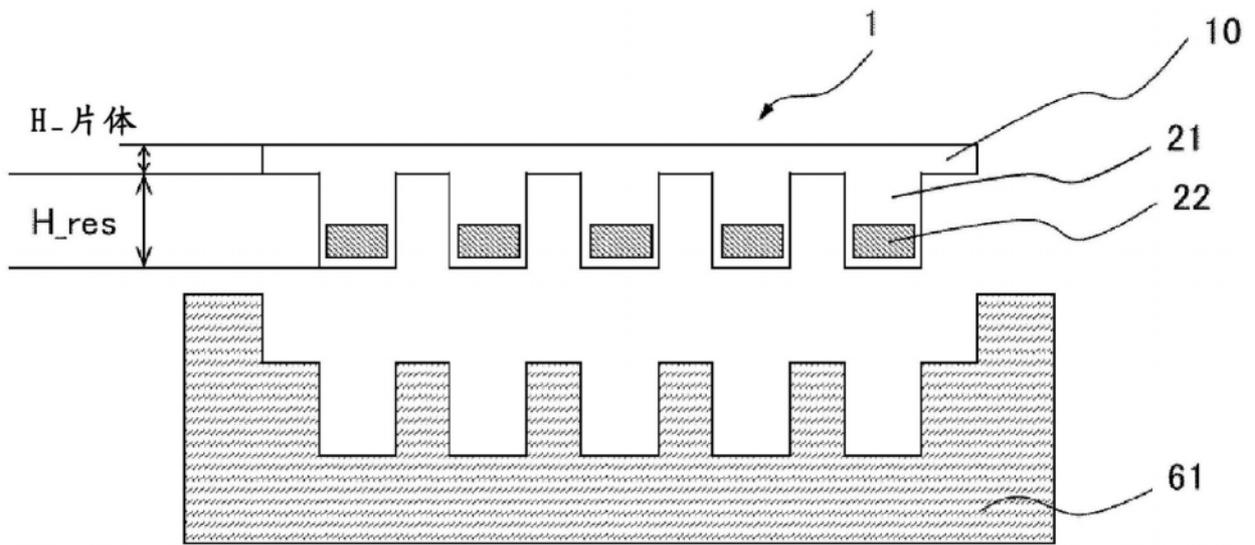


图17

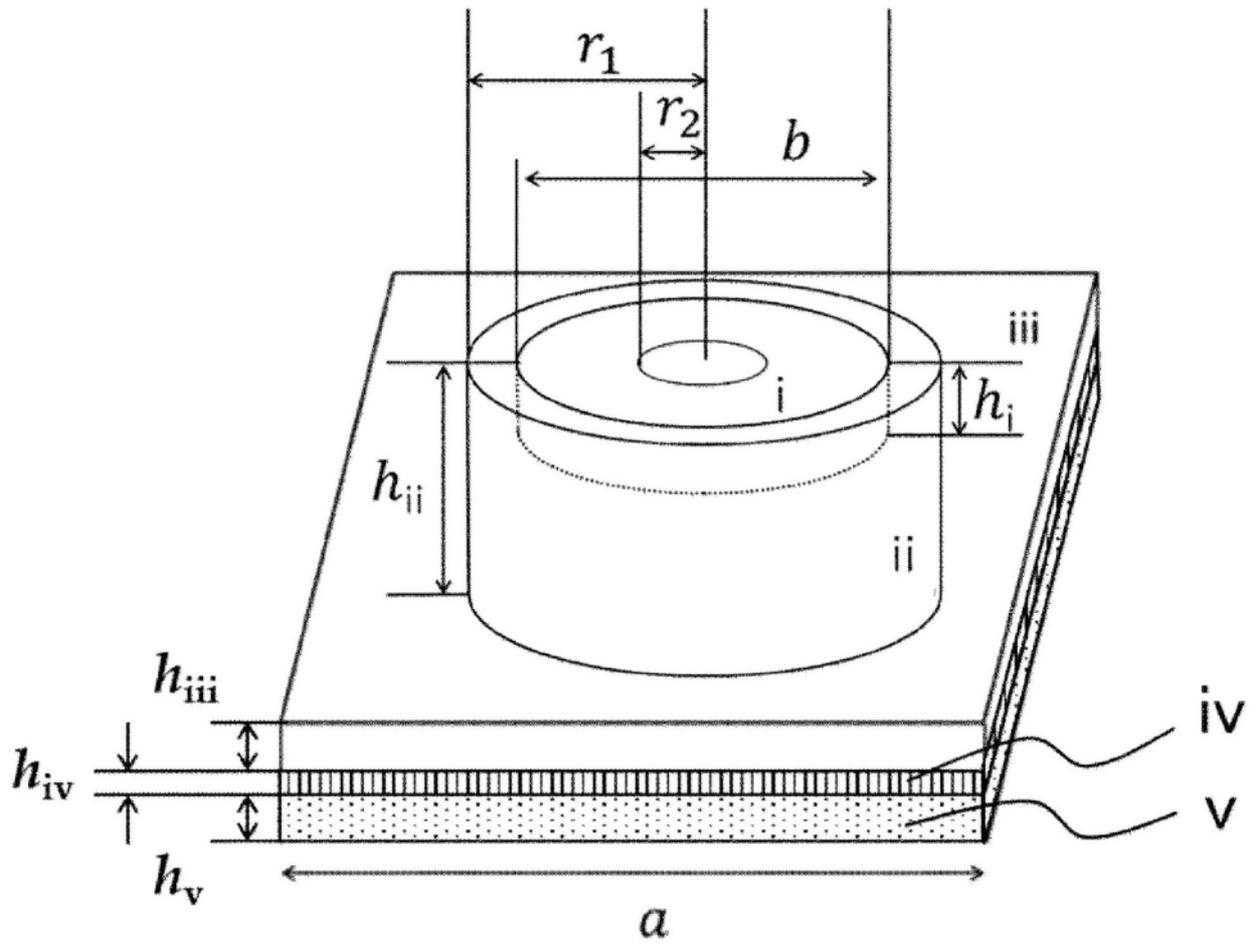


图18

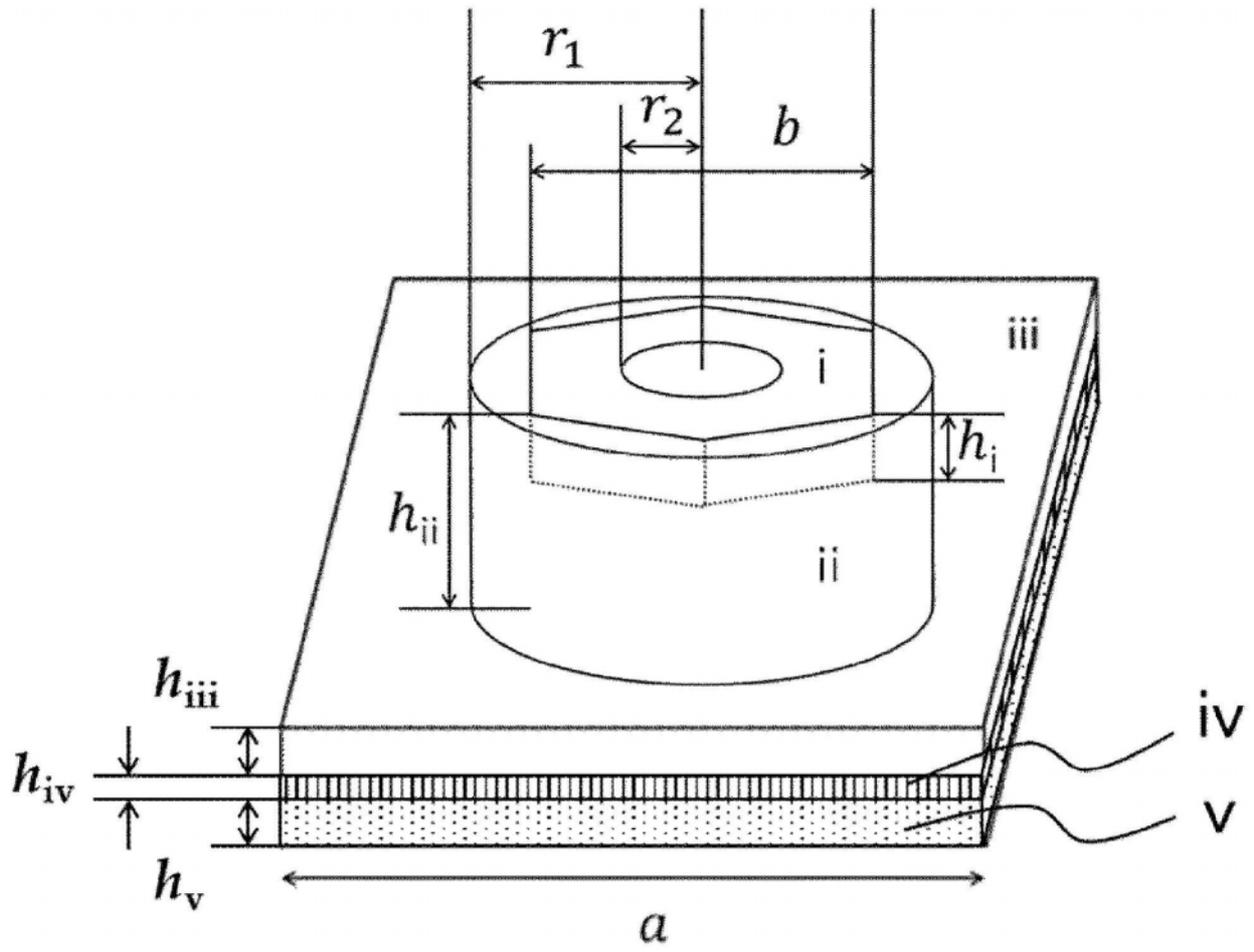


图19

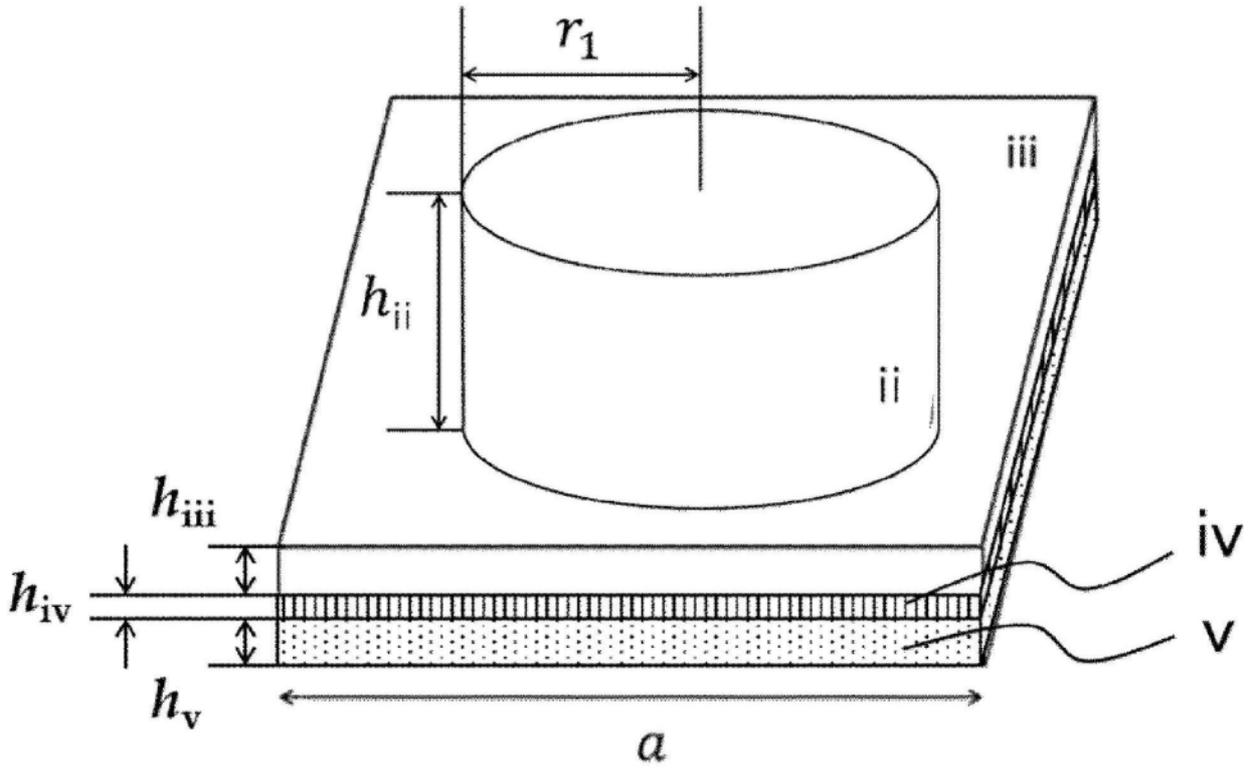


图20

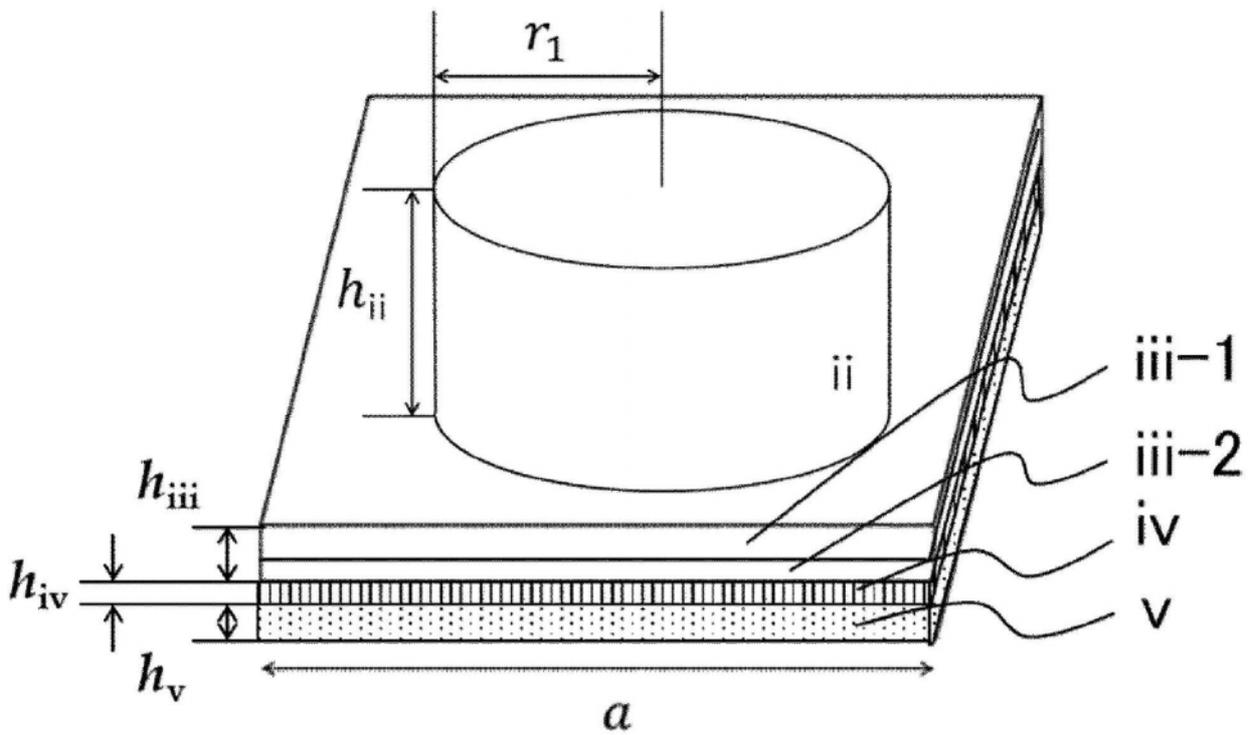


图21

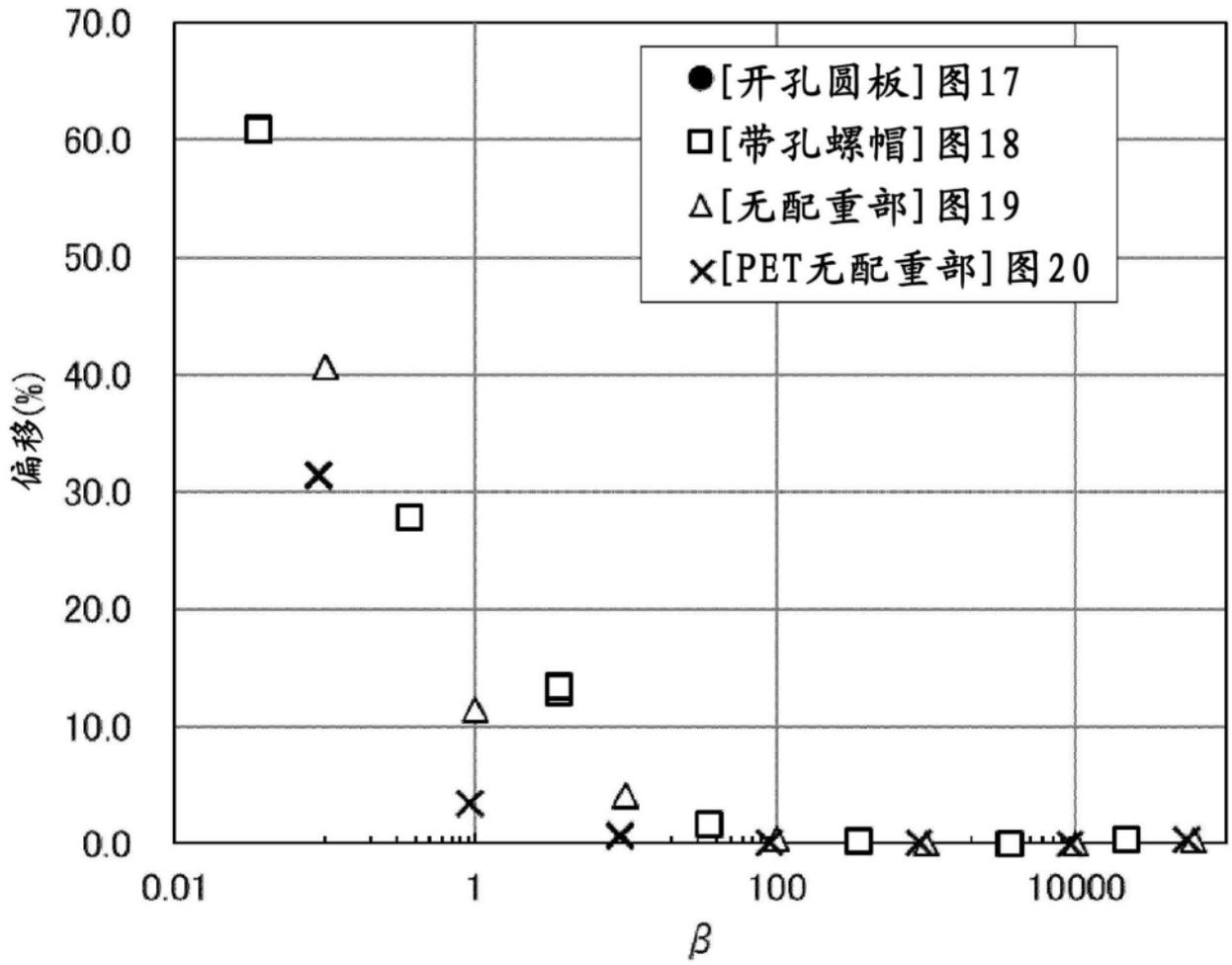


图22