



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111133504 A

(43)申请公布日 2020.05.08

(21)申请号 201880061968.1

(22)申请日 2018.09.11

(30)优先权数据

2017-183355 2017.09.25 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/033623 2018.09.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/059046 JA 2019.03.28

(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 大津晓彦

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 韩香花 崔成哲

(51)Int.Cl.

G10K 11/16(2006.01)

B32B 3/24(2006.01)

B32B 15/01(2006.01)

E01F 8/00(2006.01)

E04B 1/86(2006.01)

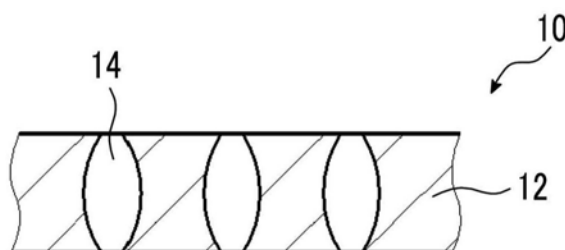
权利要求书2页 说明书31页 附图19页

(54)发明名称

隔音结构体

(57)摘要

课题在于提供一种可获得高隔音性能且能够适当地保持形成材料的特性的隔音结构体。本发明的隔音结构体具备具有沿厚度方向贯穿的多个贯穿孔的微细穿孔板,其中,微细穿孔板的主表面上的贯穿孔的平均开口直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $100\mu\text{m}$,多个贯穿孔的至少一部分为在内部成为最大孔径的形状的贯穿孔A,在贯穿孔A中,若将最小孔径设为 Φ_1 且将最大孔径设为 Φ_2 ,则为 $1 < \Phi_2/\Phi_1 \leq 5$ 。



1. 一种隔音结构体,其具备微细穿孔板,该微细穿孔板具有沿厚度方向贯穿的多个贯穿孔,其中,

所述微细穿孔板的主表面上的所述贯穿孔的平均开口直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $100\mu\text{m}$,所述多个贯穿孔中的至少一部分为在内部成为最大孔径的形状的贯穿孔A,

在所述贯穿孔A中,当将最小孔径设为 φ_1 且将最大孔径设为 φ_2 时,满足 $1 < \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 。

2. 根据权利要求1所述的隔音结构体,其中,

在所述贯穿孔A的最小孔径 φ_1 (μm)和最大孔径 φ_2 (μm) 在 $2 \leq \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 的范围内的情况下,

当将所述贯穿孔的平均开口率设为 ρ_c ,将所述贯穿孔为直管形状且孔径为所述最小孔径 φ_1 时的最佳开口率设为 ρ_s ,将C设为0.20至0.70之间的正的常数时,

所述最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s = 18.7 \times \varphi_1^{-2.04}$,且满足 $\rho_c/\rho_s = 0.30 \times \ln(\varphi_1) - C$ 。

3. 根据权利要求1所述的隔音结构体,其中,

在所述贯穿孔A的最小孔径 φ_1 (μm)和最大孔径 φ_2 (μm) 在 $1 < \varphi_2/\varphi_1 < 2$ 的范围内的情况下,

当将所述贯穿孔的平均开口率设为 ρ_c ,将所述贯穿孔为直管形状且孔径为所述最小孔径 φ_1 时的最佳开口率设为 ρ_s ,将C设为0.20至0.70之间的正的常数时,

所述最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s = 18.7 \times \varphi_1^{-2.04}$,且满足 $\rho_s \times (0.30 \times \ln(\varphi_1) - C) < \rho_c < \rho_s$ 。

4. 根据权利要求2或3所述的隔音结构体,其中,

在多个所述贯穿孔A中,在所述微细穿孔板的两个主表面上成为最小孔径 φ_1 的形状的贯穿孔最多,

所述常数C为0.20以上且0.48以下。

5. 根据权利要求2或3所述的隔音结构体,其中,

在多个所述贯穿孔A中,在所述微细穿孔板的一个主表面上成为最小孔径 φ_1 且另一个主表面上的孔径 φ_3 成为 $\varphi_1 < \varphi_3 < \varphi_2$ 的形状的贯穿孔最多,

所述常数C为0.46以上且0.70以下。

6. 根据权利要求1至5中任意一项所述的隔音结构体,其中,

所述贯穿孔A相对于所有贯穿孔的比例为30%以上。

7. 根据权利要求1至6中任意一项所述的隔音结构体,其中,

所述贯穿孔A在至少一个主表面上成为最小孔径。

8. 根据权利要求1至7中任意一项所述的隔音结构体,其中,

所述微细穿孔板为层叠2张微细结构板而成的结构,

所述微细结构板具有多个在一个表面侧成为最大直径且在另一个表面侧成为最小直径的锥孔,

2张所述微细结构板通过使所述锥孔成为最大直径的一侧的表面彼此对置而层叠,

使表面方向上的2张所述微细结构板各自的所述锥孔的位置一致而形成所述贯穿孔A。

9. 根据权利要求1至8中任意一项所述的隔音结构体,其中,

所述微细穿孔板的材料为金属。

10. 根据权利要求1至9中任意一项所述的隔音结构体,其中,无规则地排列有所述多个贯穿孔。
11. 根据权利要求1至10中任意一项所述的隔音结构体,其中,该隔音结构体具有与所述微细穿孔板的一个主表面接触而配置的多孔性吸音体。
12. 根据权利要求11所述的隔音结构体,其中,在所述多孔性吸音体的与所述微细穿孔板相反的一侧具有壁部件,所述多孔性吸音体和所述壁部件以其至少一部分接触的状态配置。
13. 根据权利要求1至11中任意一项所述的隔音结构体,其中,该隔音结构体具有与所述微细穿孔板分开配置的壁部件。
14. 根据权利要求1至13中任意一项所述的隔音结构体,其中,该隔音结构体具有与所述微细穿孔板的一个主表面接触而配置的框体。
15. 根据权利要求1至14中任意一项所述的隔音结构体,其中,将所述微细穿孔板用作壁的一部分或间隙堵塞部件。

隔音结构体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种隔音结构体。

背景技术

[0002] 具有微细贯穿孔的微细穿孔板(微穿孔板、MPP:Microperforated Panel)为薄膜且能够在宽频带上有效地吸收声音的结构,其轻量小型,与多孔性吸音体相比,具有耐久性高且不易产生灰尘等优点。

[0003] 例如,在专利文献1中记载有一种具有多个贯穿孔的多孔板,其配置成在与板形状或壁形状的封闭部件之间形成空气层,所述多孔板中,贯穿孔具有形成于多孔板的其中一个表面的最大孔径部及形成于多孔板的另一个表面的最小孔径部,在多孔板的板厚方向的剖视观察中,该多孔板比连结最大孔径部和最小孔径部的直线更向外侧膨胀。

[0004] 并且,专利文献2中记载有一种铝板,其具有沿厚度方向贯穿的多个贯穿孔,所述铝板中,贯穿孔的平均开口直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $100\mu\text{m}$,并具有在内部成为最大直径 R_a 的形状且最大直径 R_a 和最小直径 R_b 满足 $1 > R_b/R_a \geq 0.1$ 的形状的贯穿孔A。记载有该铝板能够用作吸音材料([0041]段)。

[0005] 认为基于微细穿孔板的吸音原理是根据声波(空气)通过微细贯穿孔时的摩擦的原理。因此,微细穿孔板的形成材料并不受限定,能够利用多种材料。因此,能够结合根据微细穿孔板的设置位置而要求的各种特性来选择微细穿孔板的形成材料。

[0006] 例如,在欲对微细穿孔板赋予金属光泽时、欲提高光的反射率时、欲赋予金属手感时等,能够通过利用金属材料来对微细穿孔板赋予这种特性。或者,在欲赋予透明性时、欲赋予树脂手感时等,能够通过利用树脂材料来对微细穿孔板赋予这种特性。并且,微细穿孔板的吸音效果基于微细贯穿孔内的热粘性阻力,因此还能够选择其他材料。例如,重视布料手感时,能够选择布料或者毛毡等作为材料,并在布料或者毛毡形成微细贯穿孔来作为微细穿孔板。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2008-218197号公报

[0010] 专利文献2:国际公开第2016/060037号

发明内容

[0011] 发明要解决的课题

[0012] 为了保留微细穿孔板的形成材料所具有的外观和触感等特性,需要减小形成于微细穿孔板的贯穿孔的开口直径。例如,若开口直径大,则容易看到贯穿孔,即使是相同的开口率,若是大的贯穿孔,则个数减少,因此容易被看成不均匀,导致外观与原始材料不同。

[0013] 然而,从吸音特性的观点考虑,在贯穿孔的开口直径小的情况下,需要增大开口率。因此,存在如下问题:即使在贯穿孔的开口直径小的情况下,也由于贯穿孔的数量变得

过多,导致难以维持形成材料的外观和触感等特性。

[0014] 本发明将解决上述以往技术的问题点,提供一种可获得高隔音性能且能够适当地维持形成材料的特性的隔音结构体作为课题。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] 本发明人等为了解决上述课题而进行了深入研究,其结果,发现通过如下内容能够解决上述课题,从而完成了本发明,即,一种隔音结构体,其具备具有沿厚度方向贯穿的多个贯穿孔的微细穿孔板,其中,微细穿孔板的主表面上的贯穿孔的平均开口直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $100\mu\text{m}$,多个贯穿孔的至少一部分为在内部成为最大孔径的形状的贯穿孔A,在贯穿孔A中,若将最小孔径设为 φ_1 且将最大孔径设为 φ_2 ,则为 $1 < \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 。

[0017] 即,发现了能够通过以下结构解决上述课题。

[0018] [1]一种隔音结构体,其具备具有沿厚度方向贯穿的多个贯穿孔的微细穿孔板,其中,

[0019] 微细穿孔板的主表面上的贯穿孔的平均开口直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $100\mu\text{m}$,

[0020] 多个贯穿孔的至少一部分为在内部成为最大孔径的形状的贯穿孔A,

[0021] 在贯穿孔A中,若将最小孔径设为 φ_1 且将最大孔径设为 φ_2 ,则为 $1 < \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 。

[0022] [2]根据[1]所述的隔音结构体,其中,贯穿孔A的最小孔径 φ_1 (μm)和最大孔径 φ_2 (μm) 在 $2 \leq \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 的范围内时,

[0023] 若将贯穿孔的平均开口率设为 ρ_c ,将贯穿孔为直管形状且孔径为最小孔径 φ_1 时的最佳开口率设为 ρ_s ,将C设为0.20至0.70之间的正的常数,

[0024] 则最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s = 18.7 \times \varphi_1^{-2.04}$,且满足 $\rho_c/\rho_s = 0.30 \times \ln(\varphi_1) - C$ 。

[0025] [3]根据[1]所述的隔音结构体,其中,贯穿孔A的最小孔径 φ_1 (μm)和最大孔径 φ_2 (μm) 在 $1 < \varphi_2/\varphi_1 < 2$ 的范围内时,

[0026] 若将贯穿孔的平均开口率设为 ρ_c ,将贯穿孔为直管形状且孔径为最小孔径 φ_1 时的最佳开口率设为 ρ_s ,将C设为0.20至0.70之间的正的常数,

[0027] 则最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s = 18.7 \times \varphi_1^{-2.04}$,且满足 $\rho_s \times (0.30 \times \ln(\varphi_1) - C) < \rho_c < \rho_s$ 。

[0028] [4]根据[2]或[3]所述的隔音结构体,其中,多个贯穿孔A中,在微细穿孔板的两个主表面上成为最小孔径 φ_1 的形状的贯穿孔最多,

[0029] 常数C为0.20以上且0.48以下。

[0030] [5]根据[2]或[3]所述的隔音结构体,其中,多个贯穿孔A中,在微细穿孔板的其中一个主表面上成为最小孔径 φ_1 且另一主表面上的孔径 φ_3 成为 $\varphi_1 < \varphi_3 < \varphi_2$ 的形状的贯穿孔最多,

[0031] 常数C为0.46以上且0.70以下。

[0032] [6]根据[1]至[5]中任一项所述的隔音结构体,其中,贯穿孔A相对于所有贯穿孔的比例为30%以上。

[0033] [7]根据[1]至[6]中任一项所述的隔音结构体,其中,贯穿孔A在至少其中一个主表面上成为最小孔径。

[0034] [8]根据[1]至[7]中任一项所述的隔音结构体,其中,微细穿孔板为层叠2张微细

结构板而成的结构，

[0035] 微细结构板具有多个在其中一个表面侧成为最大直径且在另一个表面侧成为最小直径的锥孔，

[0036] 2张微细结构板通过使锥孔成为最大直径的一侧的表面彼此对置来层叠而成，

[0037] 使表面方向上的2张微细结构板各自的锥孔的位置一致而形成贯穿孔A。

[0038] [9]根据[1]至[8]中任一项所述的隔音结构体，其中，微细穿孔板的材料为金属。

[0039] [10]根据[1]至[9]中任一项所述的隔音结构体，其中，无规则地排列有多个贯穿孔。

[0040] [11]根据[1]至[10]中任一项所述的隔音结构体，其具有与微细穿孔板的其中一个主表面接触而配置的多孔性吸音体。

[0041] [12]根据[11]所述的隔音结构体，其在多孔性吸音体的与微细穿孔板相反的一侧具有壁部件，

[0042] 多孔性吸音体和壁部件以其至少一部分接触的状态配置。

[0043] [13]根据[1]至[11]中任一项所述的隔音结构体，其具有与微细穿孔板分开配置的壁部件。

[0044] [14]根据[1]至[13]中任一项所述的隔音结构体，其具有与所述微细穿孔板的其中一个主表面接触而配置的框体。

[0045] [15]根据[1]至[14]中任一项所述的隔音结构体，其中，将微细穿孔板用作壁的一部分或间隙堵塞部件。

[0046] 发明效果

[0047] 根据本发明，能够提供一种可获得高隔音性能且能够适当地维持形成材料的特性的隔音结构体。

附图说明

[0048] 图1是示意性地表示本发明的隔音结构体的一例的俯视图。

[0049] 图2是图1所示的隔音结构体的B-B线剖视图。

[0050] 图3是示意地表示贯穿孔A的一例的剖视图。

[0051] 图4是示意地表示贯穿孔A的另一例的剖视图。

[0052] 图5是表示开口直径与最佳开口率之间的关系的图表。

[0053] 图6是表示开口直径与最大吸收率之间的关系的图表。

[0054] 图7是表示倍率与最佳开口率之间的关系的图表。

[0055] 图8是表示最小孔径与最佳开口率之间的关系的图表。

[0056] 图9是表示最小孔径与最佳开口率之间的关系的图表。

[0057] 图10是表示倍率与最佳开口率之间的关系的图表。

[0058] 图11是表示距离与眼睛分辨率之间的关系的图表。

[0059] 图12是示意地表示微细穿孔板的一例的剖视图。

[0060] 图13是示意地表示微细穿孔板的另一例的剖视图。

[0061] 图14是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。

[0062] 图15是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。

- [0063] 图16是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0064] 图17是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0065] 图18是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0066] 图19是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0067] 图20是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0068] 图21是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0069] 图22是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0070] 图23是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0071] 图24是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0072] 图25是图24的隔音结构体的主视图。
- [0073] 图26是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。
- [0074] 图27是表示频率与吸收率之间的关系的图表。
- [0075] 图28是表示频率与吸收率之间的关系的图表。
- [0076] 图29是表示频率与吸收率之间的关系的图表。
- [0077] 图30是表示频率与吸收率之间的关系的图表。
- [0078] 图31是表示最小孔径与开口率与吸收率之间的关系的图表。
- [0079] 图32是表示最大孔径与开口率之间的关系的图表。

具体实施方式

- [0080] 以下,对本发明进行详细说明。
- [0081] 以下所记载的构成要件的说明有时根据本发明的代表性实施方式而进行,但本发明并不限定于这种实施方式。
- [0082] 另外,本说明书中使用“~”表示的数值范围是指将记载于“~”的前后的数值作为下限值及上限值而包含的范围。
- [0083] 并且,本说明书中,“正交”及“平行”包括在本发明所属的技术领域中允许的误差范围。例如,“正交”及“平行”是指,相对于严格的正交或平行在小于 $\pm 10^\circ$ 的范围内,相对于严格的正交或平行的误差优选为 5° 以下,更优选为 3° 以下。
- [0084] 本说明书中,“同一”、“相同”包括在技术领域中通常允许的误差范围。并且,本说明书中,记载为“全部”、“均”或“全面”等时,除了为100%的情况以外,包括在技术领域中通常允许的误差范围,例如包括99%以上、95%以上或90%以上的情况。
- [0085] [隔音结构体]
- [0086] 本发明的隔音结构体,
- [0087] 其具备具有沿厚度方向贯穿的多个贯穿孔的微细穿孔板,其中,
- [0088] 微细穿孔板的主表面上的贯穿孔的平均开口直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $100\mu\text{m}$,
- [0089] 多个贯穿孔的至少一部分为在内部成为最大孔径的形状的贯穿孔A,
- [0090] 在贯穿孔A中,若将最小孔径设为 ϕ_1 且将最大孔径设为 ϕ_2 ,则为 $1 < \phi_2/\phi_1 \leq 5$ 。
- [0091] 利用图1及图2对本发明的隔音结构体的结构进行说明。
- [0092] 图1是表示本发明的隔音结构体的优选实施方式的一例的示意性主视图,图2是图1的B-B线剖视图。

[0093] 如图1及图2所示,隔音结构体10具有具备多个沿厚度方向贯穿的贯穿孔14的微细穿孔板12。

[0094] 形成于微细穿孔板12的多个贯穿孔14的平均开口直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $100\mu\text{m}$,且具有在内部成为最大孔径 Φ_2 的形状且最大孔径 Φ_2 与最小孔径 Φ_1 满足 $1 < \Phi_2/\Phi_1 \leq 5$ 的形状的贯穿孔A。

[0095] 以下,利用图3及图4对贯穿孔14的形状进行说明。

[0096] 图3是放大表示图1所示的微细穿孔板12的贯穿孔14的一例的剖视图。

[0097] 如图3所示,贯穿孔14在与贯穿孔14的轴向平行的剖面上具有如下形状:在微细穿孔板12的其中一个主表面(图3中为下侧的主表面)上为最小孔径 Φ_1 ,随着从其中一个主表面朝向贯穿孔14的内部,孔径逐渐变大,在贯穿孔14的内部成为最大孔径 Φ_2 ,随着朝向另一个主表面(图3中为上侧的主表面),孔径逐渐减小,在另一个主表面成为大于最小孔径 Φ_1 且小于最大孔径 Φ_2 的孔径 Φ_3 。

[0098] 另外,微细穿孔板12的主表面是指假设视作没有形成贯穿孔时面积成为最大的表面,微细穿孔板12具有2个主表面。

[0099] 图4是放大表示图1所示的微细穿孔板12的贯穿孔14的另一例的剖视图。

[0100] 如图4所示,贯穿孔14在与贯穿孔14的轴向平行的剖面上,具有如下形状:在微细穿孔板12的其中一个主表面(图4中为下侧的主表面)上为最小孔径 Φ_1 ,随着从其中一个主表面朝向贯穿孔14的内部,孔径逐渐变大,在贯穿孔14的内部成为最大孔径 Φ_2 ,随着朝向另一个主表面(图4中为上侧的主表面),孔径逐渐减小,在另一个主表面成为最小孔径 Φ_1 。

[0101] 图3及图4所示的贯穿孔14为本发明中的贯穿孔A。贯穿孔A呈孔径在内部扩大的坍塌状的形状,而不是直管形状或锥状。另外,在以下的说明中,将如图3所示那样在其中一个主表面成为最小孔径 Φ_1 的形状的贯穿孔A称为不同孔径型形状的贯穿孔,将如图4那样在两个主表面成为最小孔径 Φ_1 的形状的贯穿孔A称为相同孔径型形状的贯穿孔。

[0102] 作为贯穿孔A,可以仅具有相同孔径型形状的贯穿孔,也可以仅具有不同孔径型形状的贯穿孔,还可以具有相同孔径型形状及不同孔径型形状的贯穿孔这两者。

[0103] 在本发明中,1个贯穿孔A中的最大孔径 Φ_2 与最小孔径 Φ_1 的比率 Φ_2/Φ_1 满足 $1 < \Phi_2/\Phi_1 \leq 5$ 。

[0104] 本发明的隔音结构体所具备的微细穿孔板通过具有平均开口直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $100\mu\text{m}$ 的微细贯穿孔,利用声音通过微细贯穿孔时的贯穿孔的内壁面与空气的摩擦而进行吸音。

[0105] 如上所述,为了保留微细穿孔板的形成材料所具有的外观和触感等特性,需要减小形成于微细穿孔板的贯穿孔的平均开口直径及平均开口率。然而,从吸音特性的观点考虑,在贯穿孔的平均开口直径小的情况下,需要增大平均开口率,并且,在贯穿孔的平均开口率低的情况下,需要增大贯穿孔的平均开口直径。因此,存在难以提高微细穿孔板的吸音特性且减小贯穿孔的平均开口直径及平均开口率来维持形成材料的外观和触感等特性的问题。

[0106] 相对于此,在本发明的隔音结构体中,形成于微细穿孔板的贯穿孔A为在内部成为最大孔径 Φ_2 的形状,且为最大孔径 Φ_2 与最小孔径 Φ_1 满足 $1 < \Phi_2/\Phi_1 \leq 5$ 的形状。

[0107] 根据本发明人等的深入研究,得知通过将贯穿孔的形状设为在内部成为最大孔径的形状,即使减小微细穿孔板的表面上的开口直径及开口率,也可获得比直管形状的贯穿孔的情况更高的吸音特性。因此,能够设为在宽频带中可获得吸音特性且能够减小表面上的贯穿孔的影响而维持外观和触感等形成材料的特性的结构。

[0108] 以下,利用进行模拟而得的结果对最大孔径 Φ_2 与最小孔径 Φ_1 与吸音特性之间的关系进行说明。

[0109] 当为直管形状的贯穿孔时,具有贯穿孔的微细穿孔板能够根据Maa的式进行建模,但对于如本发明的具有复杂形状的微细贯穿孔,无法进行分析。Maa的式是指,通过“Potential of microperforated panel absorber.Dah-You Maa.The Journal of the Acoustical Society of America 104,2861(1998)”等DY Maa示出的微细穿孔板的厚度、开口直径及开口率求出微细穿孔板的复数的声阻抗的式。

[0110] 因此,本发明人等利用了有限元法计算软件COMSOL ver5.3 (COMSOL公司)的声学模块。对孔形状进行CAD建模并放入COMSOL,从而直接计算出了微细孔形状与透射率、反射率、吸收率的关系。模型安装于二维轴对称模型上。对贯穿孔部分和其周边设定热粘性声物理,对远离膜的部分设定声物理,并结合进行了计算。通过进行将热粘性也包括在内的计算,实现了将基于贯穿孔的摩擦现象和伴随该现象的声音的吸收也包括在内的计算。并且,通过改变贯穿孔部分的面积与膜部分的面积的比率来计算了开口率的不同。

[0111] 通过以上,即使贯穿孔形状不是直管形状时,也能够进行基于模拟的吸收计算。

[0112] 关于吸收率,通过从微细穿孔板的正面入射平面入射音,分别对透射率和反射率进行评价,由此对通过空气粘性而吸收的比例进行了评价。

[0113] 首先,对贯穿孔的形状为直管形状的情况,针对若干个开口直径,变更各种开口率来计算吸收率,求出吸收率成为最大的开口率作为最佳开口率。表1及图5中示出开口直径与最佳开口率之间的关系。并且,图6中示出开口直径与最佳开口率时的吸收率(最大吸收率)之间的关系。该情况下,还确认到与利用前述的Maa模型进行的计算一致。

[0114] 另外,将微细穿孔板的厚度设为20 μm 并将吸音对象的声音的频率设为3000Hz来进行模拟。并且,按0.001 (0.1%)进行了开口率的计算。

[0115] [表1]

[0116]

开口直径 μm	最佳开口率
10	16.63%
15	7.62%
20	4.25%
25	2.70%
30	1.83%
35	1.34%
40	0.99%
45	0.81%
50	0.63%
55	0.55%
60	0.47%
65	0.44%
70	0.39%
75	0.38%

[0117] 从表1、图5及图6可知,最大吸收率在开口直径为 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 时约为50%,几乎未发生变化,且在开口直径大于 $30\mu\text{m}$ 时变小。并且,可知开口直径越小最佳开口率越大。并且,若将最佳开口率设为 ρ_s ,将开口直径设为 Φ_1 ,并从图5求出最佳开口率 ρ_s 与开口直径 Φ_1 之间的关系的近似式,则最佳开口率 ρ_s 成为 $\rho_s=18.7\times\Phi_1^{-2.04}$ 。

[0118] 接着,对贯穿孔的形状为如图4所示那样的相同孔径型形状的情况,分别对最小孔径 Φ_1 为 $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $40\mu\text{m}$ 的情况,变更各种最大孔径 Φ_2 的值来计算吸收率,求出了吸收率成为最大的开口率(最佳开口率) ρ_{c1} 。将最大孔径 Φ_2 相对于最小孔径 Φ_1 的比率 Φ_2/Φ_1 (还称为倍率 Φ_2/Φ_1)与最佳开口率 ρ_{c1} 相对于直管形状时的最佳开口率 ρ_s 的比 ρ_{c1}/ρ_s 之间的关系示于图7。

[0119] 另外,贯穿孔设为在微细穿孔板的厚度方向的中央位置成为最大孔径 Φ_2 ,并设为用sin曲线连结表面的最小孔径 Φ_1 和内部的最大孔径 Φ_2 的形状。

[0120] 从图7可知,在倍率 Φ_2/Φ_1 小的范围($1<\Phi_2/\Phi_1<2$ 的范围)内,倍率 Φ_2/Φ_1 越大,最佳开口率 ρ_{c1} 相对于直管形状时的最佳开口率 ρ_s 的比 ρ_{c1}/ρ_s 越小。即,可知倍率 Φ_2/Φ_1 越大,相同孔径型形状时的最佳开口率 ρ_{c1} 越小于直管形状时的最佳开口率 ρ_s 。

[0121] 并且,可知在倍率 Φ_2/Φ_1 大的范围($2\leq\Phi_2/\Phi_1\leq 5$ 的范围)内,在各最小孔径 Φ_1 中,比 ρ_{c1}/ρ_s 大致恒定。即,可知在倍率 Φ_2/Φ_1 为2倍以上的大的范围内,相同孔径型形状时的最佳开口率 ρ_{c1} 收敛为恒定值。

[0122] 接着,将倍率 Φ_2/Φ_1 设为5倍,变更各种最小孔径 Φ_1 来进行模拟,从而求出了最佳开口率的比 ρ_{c1}/ρ_s 。

[0123] 将结果示于图8及表2。

[0124] [表2]

最小孔径 φ_1 μm	相同孔径型 开口率 ρ_{c1}	直管形状 开口率 ρ_s	开口率比 ρ_{c1}/ρ_s
10	6.44%	16.63%	0.39
15	3.72%	7.62%	0.49
20	2.20%	4.25%	0.52
25	1.71%	2.70%	0.63
30	1.28%	1.83%	0.7
35	0.99%	1.34%	0.74
40	0.80%	0.99%	0.81
45	0.65%	0.81%	0.81
50	0.55%	0.63%	0.87
55	0.48%	0.55%	0.86
60	0.44%	0.47%	0.94
65	0.40%	0.44%	0.91
70	0.37%	0.39%	0.96
75	0.36%	0.38%	0.95

[0126] 从图8及表2可知,最小孔径 φ_1 越小,越能够减小相同孔径型形状时的最佳开口率 ρ_{c1} 相对于直管形状时的最佳开口率 ρ_s 。在会导致开口率变大的小孔径的情况下,通过设为相同孔径型形状,易获得能够减小开口率的效果。

[0127] 根据图8,若求出最佳开口率的比 ρ_{c1}/ρ_s 与最小孔径 φ_1 之间的关系的近似式,则成为 $\rho_{c1}/\rho_s=0.30 \times \ln(\varphi_1) - 0.34$ 。

[0128] 根据以上,在贯穿孔的形状为相同孔径型形状的情况下,贯穿孔A的最小孔径 φ_1 (μm)和最大孔径 φ_2 (μm) 在 $2 \leq \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 的范围内时,若将贯穿孔的平均开口率设为 ρ_c ,将最小孔径 φ_1 且直管形状时的最佳开口率设为 ρ_s ,则优选最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s=18.7 \times \varphi_1^{-2.04}$,且贯穿孔的平均开口率 ρ_c 满足 $\rho_c/\rho_s=0.30 \times \ln(\varphi_1) - C$ 、 $2.0 \leq C \leq 0.48$ 。

[0129] 接着,对贯穿孔的形状为如图3所示那样的不同孔径型形状的情况,将倍率 φ_2/φ_1 设为5倍,对另一个主表面的若干个孔径 φ_3 ,变更各种最小孔径 φ_1 来进行了模拟。

[0130] 根据 $\varphi_3=((\varphi_2/\varphi_1-1) \times h+1) \times \varphi_1$ 确定另一个主表面的孔径 φ_3 ,对 $h=0.1、0.2、0.4、0.8$ 的情况分别进行模拟,求出了最佳开口率的比 ρ_{c1}/ρ_s 。

[0131] 将结果示于图9。

[0132] 并且,设为将另一个主表面的孔径 φ_3 设为 $h=0.2$ 的情况,分别对最小孔径 φ_1 为 $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $40\mu\text{m}$ 的情况,变更各种最大孔径 φ_2 的值来计算吸收率,求出了吸收率成为最大的最佳开口率 ρ_{c1} 。将最大孔径 φ_2 相对于最小孔径 φ_1 的比率 φ_2/φ_1 与最佳开口率 ρ_{c1} 相对于直管形状时的最佳开口率 ρ_s 的比 ρ_{c1}/ρ_s 之间的关系示于图10。

[0133] 从图9可知,在贯穿孔的形状为不同孔径型形状的情况下,与相同孔径型形状的情况相比,能够更减小最佳开口率 ρ_{c1} 。认为这是因为形状接近比相同孔径型形状更大的直管形状的贯穿孔。

[0134] 并且,从图9中得知在最大孔径 φ_2 大(倍率5倍)的情况下,最佳开口率 ρ_{c1} 对孔径 φ_3 的值几乎不产生影响。即,得知能够不受孔径 φ_3 的值的影晌而对大部分不同孔径型形状确定最佳开口率 ρ_{c1} 。

[0135] 因此,从图10可知,在不同孔径型形状的情况下,在倍率 φ_2/φ_1 小的范围($1 < \varphi_2/\varphi_1 < 2$ 的范围)内,倍率 φ_2/φ_1 越大,最佳开口率 ρ_{c1} 相对于直管形状时的最佳开口率 ρ_s 的比 ρ_{c1}/ρ_s 越小。即,可知倍率 φ_2/φ_1 越大,不同孔径型形状时的最佳开口率 ρ_{c1} 越小于直管形状时的最佳开口率 ρ_s 。

[0136] 并且,可知在倍率 φ_2/φ_1 大的范围($2 \leq \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 的范围)内,在各最小孔径 φ_1 中,比 ρ_{c1}/ρ_s 大致恒定。即,可知在倍率 φ_2/φ_1 为2倍以上的大的范围内,不同孔径型形状时的最佳开口率 ρ_{c1} 收敛为恒定值。

[0137] 根据图9,若求出最佳开口率的比 ρ_{c1}/ρ_s 与最小孔径 φ_1 之间的关系的近似式,则成为 $\rho_{c1}/\rho_s = 0.30 \times \ln(\varphi_1) - 0.58$ 。

[0138] 根据以上,在贯穿孔的形状为不同孔径型形状的情况下,贯穿孔A的最小孔径 φ_1 (μm)和最大孔径 φ_2 (μm) 在 $2 \leq \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 的范围内时,若将贯穿孔的开口率设为 ρ_c ,将最小孔径 φ_1 且直管形状时的最佳开口率设为 ρ_s ,则优选最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s = 18.7 \times \varphi_1^{-2.04}$,且贯穿孔的平均开口率 ρ_c 满足 $\rho_c/\rho_s = 0.30 \times \ln(\varphi_1) - C$ 、 $0.46 \leq C \leq 0.70$ 。

[0139] 在此,作为贯穿孔A,可包含相同孔径型形状及不同孔径型形状这两者。因此,贯穿孔A的最小孔径 φ_1 (μm)和最大孔径 φ_2 (μm) 在 $2 \leq \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 的范围内时,若将贯穿孔的平均开口率设为 ρ_c ,将最小孔径 φ_1 且直管形状时的最佳开口率设为 ρ_s ,则优选最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s = 18.7 \times \varphi_1^{-2.04}$,且贯穿孔的平均开口率 ρ_c 满足 $\rho_c/\rho_s = 0.30 \times \ln(\varphi_1) - C$ 、 $0.20 \leq C \leq 0.70$ 。并且,常数C更优选满足 $0.25 \leq C \leq 0.65$,进一步优选满足 $0.30 \leq C \leq 0.60$ 。

[0140] 并且,作为贯穿孔A,在相同孔径型形状比不同孔径型形状更多的情况下,优选满足 $0.20 \leq C \leq 0.48$,在不同孔径型形状比相同孔径型形状更多的情况下,优选满足 $0.46 \leq C \leq 0.70$ 。

[0141] 并且,从图7及图10可知,在贯穿孔A为相同孔径型形状及不同孔径型形状中的任一个的情况下,在最小孔径 φ_1 与最大孔径 φ_2 的倍率 φ_2/φ_1 在 $1 < \varphi_2/\varphi_1 < 2$ 的范围内的情况下,平均开口率 ρ_c 优选在小于最小孔径 φ_1 且直管形状时的最佳开口率 ρ_s 且大于 $2 \leq \varphi_2/\varphi_1 \leq 5$ 时的开口率 $\rho_c = \rho_s \times (0.30 \times \ln(\varphi_1) - C)$ 的范围内。即,优选满足 $\rho_s \times (0.30 \times \ln(\varphi_1) - C) < \rho_c < \rho_s$ 。

[0142] 关于最小孔径 φ_1 与最大孔径 φ_2 的倍率 φ_2/φ_1 ,从将最佳开口率保持为较小且使表面维持原始材料的状态的观点考虑,优选较大,但从微细穿孔板内部的强度的观点考虑,优选较小。因此,倍率 φ_2/φ_1 优选为1.1倍以上且3倍以下,更优选为1.3倍以上且2倍以下。

[0143] 另外,关于贯穿孔的平均开口直径,当微细穿孔板为不透明板(包括金属板)的情

况下,从微细穿孔板的其中一个面投影白色光,从另一面侧利用光学显微镜(Hamamatsu Photonics K.K.制)进行观察。在该观察照片中,提取周围连成环状的20个贯穿孔,读取其开口直径,计算它们的平均值作为平均开口直径。若在1张照片内贯穿孔少于20个,则在周边的其他位置拍摄照片并计数,直至合计个数成为20个。通过利用该方法进行测量,光所透射的面积与贯穿孔的最小孔径部相对应,因此能够测定各个贯穿孔的最小孔径。在本发明中,开口率和表面观察中的平均开口直径以最小孔径作为基准。

[0144] 另一方面,在微细穿孔板为透明板的情况下,能够确定20个孔,在上述方法中分别对20个孔,根据孔的边缘的大小测量最小孔径。由此求出平均开口直径(最小孔径)。

[0145] 另外,关于开口直径,分别测量贯穿孔部分的面积,利用替换为相同面积的圆时的直径(当量圆直径)来进行评价。即,贯穿孔的开口部的形状并未限定于大致圆形状,因此当开口部的形状为非圆形状时,用相同面积的圆的直径来进行评价。因此,例如即使在如2个以上的贯穿孔为一体化的形状的贯穿孔的情况下,也将其视作1个贯穿孔,将贯穿孔的当量圆直径设为开口直径。

[0146] 这些作业例如使用“Image J”(<https://imagej.nih.gov/ij/>),并通过分析粒子(Analyze Particles)而能够计算所有的当量圆直径、开口率等。

[0147] 并且,贯穿孔的形状为在测定上述开口直径时测定为最大值的方向的剖面中观察时的形状,关于最大孔径 Φ_2 、最小孔径 Φ_1 及另一个表面上的孔径 Φ_3 ,利用切片机切割贯穿孔来形成剖面,利用高分辨率扫描型电子显微镜(SEM)以倍率800倍拍摄该剖面,提取10个在内部成为最大孔径的形状的贯穿孔A来测定最大孔径 Φ_2 、最小孔径 Φ_1 及另一个表面上的孔径 Φ_3 即可。

[0148] 并且,关于平均开口率 ρ_c ,根据利用上述光学显微镜的透射光的观察照片,求出以最小孔径部作为基准的开口率。对所获得的视场($30\text{mm} \times 30\text{mm}$)(5处),用图像分析软件等进行2值化来观察贯穿孔部分和非贯穿孔部分,计算贯穿孔的开口面积的合计和视场的面积(几何面积)的比率(开口面积/几何面积),计算各视场(5处)中的平均值而作为平均开口率 ρ_c 。

[0149] 并且,上述形状的贯穿孔A的数量相对于所有贯穿孔的比例并无特别限定,但从吸音特性、外观、触感等观点考虑,优选为30%以上,更优选为50%以上,进一步优选为70%以上。

[0150] 另外,关于贯穿孔A的比例,对 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的范围、10处的所有贯穿孔,进行与上述平均开口直径的测定及上述贯穿孔的形状的测定相同的测定,计算贯穿孔A的数量的比例。

[0151] 并且,微细穿孔板的厚度并无限定,但认为厚度越厚则声音通过贯穿孔时受到的摩擦能量越大,因此吸音性能会进一步提高。并且,在极薄的情况下,难以处理且容易破裂,因此优选能够维持的程度的厚度。另一方面,关于小型化及通气性,优选厚度较薄。并且,在贯穿孔的形成方法中使用蚀刻等的情况下,厚度越厚,制作时越花费时间,因此从生产率的观点考虑,优选厚度较薄。并且,过厚,则在通过厚的贯穿孔时声音的局部速度会降低,且通过吸音体的声音的速度变小,因此有可能会由吸音体引起的吸音效果降低。

[0152] 从吸音性能、小型化、通气性及生产率等观点考虑,微细穿孔板的厚度优选为 $5\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$,更优选为 $7\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$,进一步优选为 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$,尤其优选为 $15\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 。

[0153] 微细穿孔板的材料并无限定,能够利用铝、钛、镍、坡莫合金、42合金、可伐合金、镍

铬合金、铜、铍、磷青铜、黄铜、镍银、锡、锌、铁、钽、铌、钼、锆、金、银、铂、钯、钢铁、钨、铅及铋等各种金属；基于这些金属的合金材料；PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）、TAC（三乙酰纤维素）、聚偏二氯乙烯、聚乙烯、聚氯乙烯、聚甲基戊烯、COP（环烯烃聚合物）、聚碳酸酯、ZEONOR、PEN（聚萘二甲酸乙二醇酯）、聚丙烯、聚酰亚胺、ABS树脂（丙烯腈_（Acrylonitrile）、丁二烯_（Butadiene）、苯乙烯（Styrene）共聚合成树脂）及PLA（聚乳酸（polylactic acid））树脂等树脂材料等。而且，还能够利用薄膜玻璃等玻璃材料；如CFRP（碳纤维增强塑料：Carbon Fiber Reinforced Plastics）、GFRP（玻璃纤维增强塑料：Glass Fiber_Reinforced Plastics）等纤维增强塑料材料。

[0154] 从杨氏模量高、厚度薄也难以引起膜振动，且容易得到在微小贯穿孔中由摩擦引起的吸音的效果等观点考虑，优选使用金属材料。其中，从成本及操作容易性的观点考虑，优选铜、镍、不锈钢、钛及铝。尤其，从轻量且通过蚀刻等容易形成微小的贯穿孔，获取性或成本等观点考虑，优选使用铝及铝合金。

[0155] 并且，当使用金属材料时，从抑制生锈等观点考虑，可以对表面实施金属镀覆。

[0156] 而且，通过至少对贯穿孔的内表面实施金属镀覆，可以将贯穿孔的平均开口直径调整为更小的范围。

[0157] 并且，作为微细穿孔板的材料，通过使用如金属材料具有导电性且不带电的材料，微小灰尘及垃圾等不会因静电而吸引到膜上，从而能够抑制灰尘及垃圾等堵塞在微细穿孔板的贯穿孔中而导致的吸音性能降低。

[0158] 并且，使用金属材料来作为微细穿孔板的材料，由此能够提高耐热性。并且，能够提高耐臭氧性。

[0159] 并且，在使用金属材料来作为微细穿孔板的情况下，能够屏蔽电波。

[0160] 并且，金属材料相对于由远红外线引起的辐射热的反射率大，因此通过使用金属材料来作为微细穿孔板的材料，还可以作为防止由辐射热引起的传热的隔热材料而发挥作用。此时，微细穿孔板上形成有多个贯穿孔，但贯穿孔的最小孔径小，因此微细穿孔板作为反射膜而发挥作用。

[0161] 已知在金属中开设有多个微细贯穿孔的结构作为频率的高通滤波器发挥功能。例如，微波炉的带金属网眼的窗具有使作为高频的可见光通过并且屏蔽微波炉中使用的微波的性质。在该情况下，将贯穿孔的孔径设为 Φ ，将电磁波的波长设为 λ 时，作为满足 $\Phi < \lambda$ 的关系的长波长成分不会通过，且 $\Phi > \lambda$ 的短波长成分会透过的滤波器而发挥作用。

[0162] 在此，考虑对辐射热的响应。辐射热是指，根据物体温度而从物体放射远红外线，且该远红外线被传递到其他物体的传热机构。已知根据维恩辐射定律（Wien's radiation law），室温程度的环境下的辐射热以 $\lambda = 10\mu\text{m}$ 为中心而分布，且在长波长侧直至其3倍左右的波长（直至 $30\mu\text{m}$ ）有效地有助于通过辐射而传递热。若考虑上述高通滤波器的孔径 Φ 与波长 λ 之间的关系，则在 $\Phi = 20\mu\text{m}$ 的情况下较强地屏蔽 $\lambda > 20\mu\text{m}$ 的成分，另一方面在 $\Phi = 50\mu\text{m}$ 的情况下成为 $\Phi > \lambda$ 的关系，从而导致辐射热通过贯穿孔而传播。即，孔径 Φ 为数 $10\mu\text{m}$ ，因此根据孔径 Φ 的不同而辐射热的传播性能大幅改变，得知孔径 Φ 即平均开口直径越小，作为辐射热截止滤波器而越发挥作用。因此，从作为防止由辐射热引起的传热的隔热材料的观点考虑，形成于微细穿孔板的贯穿孔的平均开口直径优选为 $20\mu\text{m}$ 以下。

[0163] 另一方面，当微细穿孔板中需要透明性时，能够使用能够制成透明的树脂材料或

玻璃材料。例如,PET膜由于在树脂材料之中杨氏模量也比较高,容易获取且透明性也高,因此能够形成贯穿孔且能够制成优选的微细穿孔板。

[0164] 并且,微细穿孔板根据其材料而适当地进行表面处理(镀覆处理、氧化皮膜处理、表面涂敷(氟、陶瓷)等),由此能够提高微细穿孔板的耐久性。例如,在使用铝来作为微细穿孔板的材料的情况下,能够通过进行铝阳极化处理(阳极氧化处理)或勃姆石处理而在表面形成氧化皮膜。通过在表面形成氧化皮膜,能够提高耐腐蚀性、耐磨耗性及耐划伤性等。并且,通过调整处理时间而调整氧化皮膜的厚度,由此能够进行由光学干扰引起的色调的调整。

[0165] 并且,能够对微细穿孔板实施着色、点缀、装饰及设计等。作为实施这些的方法,根据微细穿孔板的材质或表面处理的状态来选择适当的方法即可。例如,能够使用利用了喷墨法的印刷等。并且,在使用铝来作为微细穿孔板的材料的情况下,能够通过进行彩色铝阳极化处理而进行耐久性高的着色。彩色铝阳极化处理是指,在表面上进行铝阳极化处理之后,使染料渗透,然后对表面进行封孔处理的处理。由此,能够制成金属光泽的有无或颜色等设计性高的微细穿孔板。并且,通过在形成贯穿孔之后进行铝阳极化处理,仅在铝部分形成阳极氧化皮膜,因此能够在不会导致染料覆盖贯穿孔且吸音特性不会降低的情况下进行点缀。

[0166] 通过结合上述铝阳极化处理,能够加以实施各种颜色和设计。

[0167] 在此,本发明的隔音结构体中,微细穿孔板的多个贯穿孔可以规则地排列,也可以无规则地排列。从微细贯穿孔的生产率、吸音特性的耐用性、以及抑制声音的衍射等观点考虑,优选无规则地排列。对于声音的衍射,若周期性地排列有贯穿孔,则根据该贯穿孔的周期而产生声音的衍射现象,存在声音因衍射而弯曲且噪声的行进方向被分为多个的担忧。无规则是指成为不具有如完全排列的周期性的配置的状态,且成为出现由各贯穿孔引起的吸收效果,另一方面不产生由贯穿孔间最小距离引起的声音的衍射现象的配置。

[0168] 并且,在制作具有多个贯穿孔的微细穿孔板时,为了大规模生产,比起制作周期性排列的工艺,表面处理等统一形成无规则的图案的处理更为容易,因此从生产率的观点考虑,也优选无规则地排列。

[0169] 并且,从因排列导致的贯穿孔的视觉辨认性的观点考虑,也优选贯穿孔无规则地配置。贯穿孔规则地排列时,有可能按照该贯穿孔的排列周期产生光的衍射现象且光以彩虹色扩散。

[0170] 尤其,在将贯穿孔的平均开口直径设为小于 $100\mu\text{m}$ 的小的开口直径的情况下,从吸音性能的观点考虑,平均开口率需要提高一定程度。因此,相邻的贯穿孔之间的距离(贯穿孔之间的最小距离)变小,因此容易产生由规则地排列引起的光的衍射现象。

[0171] 相对于此,通过无规则地配置贯穿孔,将贯穿孔的平均开口直径设为小于 $100\mu\text{m}$ 的小的开口直径,并设为具有高的吸音性能的结构的情况下,也能够使得由贯穿孔之间的最小距离引起的光的衍射现象不易产生。

[0172] 另外,本发明中,如下对无规则地配置贯穿孔的情况进行定义。

[0173] 完全为周期性结构时出现强烈的衍射光。并且,即使仅使周期性结构的极其一部分的位置不同等,也会通过剩余结构而出现衍射光。衍射光为通过来自周期性结构的基本单元的散射光的重叠而形成的波,因此为仅极其一部分紊乱也会由剩余结构引起的干扰产

生衍射光的机制。

[0174] 从而,随着从周期性结构紊乱的基本单元越多,对衍射光进行相长干扰的散射光越减少,从而衍射光的强度变小。

[0175] 从而,本发明中的“无规则”是指,至少整体的10%的贯穿孔从周期性结构偏离的状态。通过上述讨论,为了抑制衍射光而优选从周期性结构偏离的基本单元越多,因此优选整体的50%偏离的结构,更优选整体的80%偏离的结构,进一步优选整体的90%偏离的结构。

[0176] 作为偏差的验证,能够拍摄将贯穿孔收容在5个以上的图像,并对其进行该分析。所收容的贯穿孔的数量多则能够进行精度高的分析。图像可以通过光学显微镜得到,也可以通过SEM得到,除此以外,只要为能够识别多个贯穿孔的位置的图像则能够使用。

[0177] 所拍摄到的图像中,关注一个贯穿孔,测定与其周围的贯穿孔的距离。将最靠近的距离设为 a_1 ,并将第二、第三、第四个靠近的距离分别设为 a_2 、 a_3 、 a_4 。此时,在 a_1 至 a_4 中两个以上的距离一致的情况下(例如,将该一致的距离设为 b_1),关于 b_1 的距离,能够判定该贯穿孔为具有周期性结构的孔。另一方面,在 a_1 至 a_4 的任一距离均不一致的情况下,能够判定该贯穿孔为从周期性结构偏离的贯穿孔。进行对图像上的所有贯穿孔进行该操作的判断。

[0178] 在此,上述“一致”是指将所关注的贯穿孔的孔径设为 Φ 时直至 Φ 的偏离一致。即,为 $a_2 - \Phi < a_1 < a_2 + \Phi$ 的关系时, a_2 与 a_1 一致。其原因为,由于认为衍射光是来自各贯穿孔的散射光,因此认为在孔径 Φ 的范围产生了散射。

[0179] 接着,例如计算“关于 b_1 的距离具有周期性结构的贯穿孔”的个数,并求出相对于图像上的所有贯穿孔的个数的比例。将该比例设为 c_1 时,比例 c_1 为具有周期性结构的贯穿孔的比例,且 $1 - c_1$ 成为从周期性结构偏离的贯穿孔的比例,且 $1 - c_1$ 成为确定上述“无规则”的数值。在存在多个距离、例如“关于 b_1 的距离具有周期性结构的贯穿孔”和“关于 b_2 的距离具有周期性结构的贯穿孔”的情况下,关于 b_1 和 b_2 分别单独进行计数。关于 b_1 的距离将周期性结构的比例设为 c_1 ,关于 b_2 的距离将周期性结构的比例设为 c_2 时,在 $(1 - c_1)$ 和 $(1 - c_2)$ 均为10%以上的情况下,该结构成为“无规则”。

[0180] 另一方面,在 $(1 - c_1)$ 和 $(1 - c_2)$ 中的任一个小于10%的情况下,该结构具有周期性结构而不是“无规则”。如此,对于任意比例 c_1 、 c_2 、……也满足“无规则”的条件,将该结构定义为“无规则”。

[0181] 并且,多个贯穿孔可以由1种开口直径的贯穿孔构成,也可以由2种以上的开口直径的贯穿孔构成。从生产率的观点、耐久性的观点等考虑,优选由2种以上的开口直径的贯穿孔构成。

[0182] 作为生产率,与上述无规则排列相同地,从大规模进行蚀刻处理的观点考虑,允许在开口直径中具有偏差时,提高生产率。并且,作为耐久性的观点,由于灰尘或垃圾的尺寸根据环境而不同,因此如果设为1种开口直径的贯穿孔,则主要垃圾的尺寸与贯穿孔几乎一致时,对所有贯穿孔造成影响。通过预先设置多种开口直径的贯穿孔,成为能够适用于各种环境的设备。

[0183] 并且,从进一步加大声音通过贯穿孔内时的摩擦的观点考虑,贯穿孔的内壁面优选进行表面粗糙化。具体而言,贯穿孔的内壁面的表面粗糙度 R_a 优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以上,更优选为 $0.1\mu\text{m} \sim 10.0\mu\text{m}$,进一步优选为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $1.0\mu\text{m}$ 以下。

[0184] 在此,表面粗糙度Ra能够通过用AFM(Atomic Force Microscope:原子力显微镜)测量贯穿孔内而进行测定。作为AFM,例如能够使用Hitachi High-Tech Science Corporation制SPA300。悬臂能够使用OMCL-AC200TS,并通过DFM(Dynamic Force Mode:动力模式)进行测定。贯穿孔的内壁面的表面粗糙度为数微米左右,因此从具有数微米的测定范围及精度的方面考虑,优选使用AFM。

[0185] 并且,根据贯穿孔内的SEM图像将贯穿孔内的凹凸的每一个凸部视作粒子,从而能够计算凸部的平均粒径。

[0186] 具体而言,将以2000倍的倍率拍摄到的SEM图像(1mm×1mm左右的视场)读入Image J,以黑白进行二值化以使凸部变白,通过Analyze Particles求出其各凸部的面积。对于各凸部求出假定了与其各面积相同面积的圆的当量圆直径,并计算其平均值来作为平均粒径。

[0187] 该凸部的平均粒径优选为0.1μm以上且10.0μm以下,更优选为0.15μm以上且5.0μm以下。

[0188] 在此,在模拟中,测量了贯穿孔内的速度。贯穿孔内的速度在声压为1[Pa](=94dB)时为 5×10^{-2} (m/s)左右,60dB时为 1×10^{-3} (m/s)左右。

[0189] 吸收频率2500Hz的声音时,可知为比局部速度更传播声波的介质的局部移动速度。由此,若假定粒子沿贯穿孔的贯穿方向振动而求出移动距离。由于声音振动,因此成为该距离振幅能够在半周期内移动的距离。在2500Hz下,一周期为1/2500秒,因此其一半时间能够在相同方向上。从局部速度求出的声波半周期下的最大移动距离(声学移动距离)在94dB下为10μm,在60dB下为0.2μm。从而,由于具有该声学移动距离大小的表面粗糙度而摩擦会增加,因此优选上述表面粗糙度Ra的范围及凸部的平均粒径的范围。

[0190] 在此,从由贯穿孔的大小导致的视觉辨认性的观点考虑,形成于微细穿孔板的多个贯穿孔的平均开口直径优选为50μm以下,更优选为20μm以下。

[0191] 在将本发明的隔音结构体中所使用的具有微细贯穿孔的微细穿孔板配置于壁表面或可见位置的情况下,贯穿孔本身可见时会损害设计性,且作为外形开设有孔的情况令人担心,因此优选难以看见贯穿孔。如果在房间内的隔音壁、调音壁、隔音面板、调音面板及机械的外装部分等各种位置看见贯穿孔时会成为问题。

[0192] 首先,对一个贯穿孔的视觉辨认性进行研究。

[0193] 以下,在视力为1的情况下对人眼分辨率进行讨论。

[0194] 视力为1的定义是分辨1角分来观看的情况。这表示在30cm的距离下能够分辨87μm。图11中示出视力为1时的距离与分辨率的关系。

[0195] 贯穿孔是否可见与上述视力密切相关。如通过兰杜特(Landolt)环的间隙部分的识别来进行视力检查,在是否会看到两点和/或两条线段之间的空白取决于分辨率。即,关于小于眼睛分辨率的开口直径的贯穿孔,贯穿孔的边缘之间的距离无法用眼睛分辨,因此很难视觉辨认。另一方面,能够识别眼睛分辨率以上的开口直径的贯穿孔的形状。

[0196] 在视力为1的情况下,能够从35cm的距离分辨100μm的贯穿孔,但50μm的贯穿孔不接近18cm,20μm的贯穿孔不接近7cm的距离时无法分辨。从而,即使在能够视觉辨认100μm的贯穿孔而令人担心的情况下,通过使用20μm的贯穿孔,只要不接近1/5的极近的距离,则无法识别。从而,开口直径小时难以视觉辨认贯穿孔而有利。将隔音结构体用在壁或车内时自

观察者的距离一般成为数10cm的距离,但在该情况下开口直径为100 μm 左右而成为其边界。

[0197] 接着,对通过贯穿孔产生的光散射进行讨论。由于可见光的波长为400nm~800nm (0.4 μm ~0.8 μm)左右,因此在本发明中讨论的数10 μm 的开口直径充分大于光学波长。在该情况下,在可见光中散射截面积(表示物体散射的强度的量,单位为面积)与几何截面积大致一致,即在本次情况下与贯穿孔的截面积大致一致。即,得知可见光散射的大小与贯穿孔的半径(当量圆直径的一半)的平方成比例。从而,贯穿孔越大,光散射的强度以贯穿孔的半径的平方越变大。贯穿孔单体的易见度与光的散射量成比例,因此即使在平均开口率相同的情况下,也容易看到一个贯穿孔大的情况。

[0198] 而且,本发明的隔音结构体的微细穿孔板为存在多个微细贯穿孔的系统,因此在一个贯穿孔的易见度的基础上,由贯穿孔的配置引起的空间频率也与视觉辨认性密切相关。表示由排列引起的可见度的函数为视觉传递函数(visual transfer function(VTF),参考国际公开W02014/141867A1,视觉传递函数本身由“R.P.Dooley,R.Shaw:Noise Perception in Electrophotography,J.Appl.Photogr.Eng.,5,4(1979),pp.190-196.”提出)。视觉传递函数为表示按空间频率(周期性结构、间距及粒子排列等的排列方法),通过人的视觉检测的容易程度的函数,数值越大表示越容易检测。

[0199] 根据视觉传递函数,得知人能够最强烈地识别数 mm^{-1} 的空间频率。

[0200] 最后,对关于贯穿孔的排列不具有周期性的无规则排列与周期性排列的差异进行研究。在周期性排列中,根据其周期而产生光的衍射现象。在该情况下,在照射了所透射的白色光、所反射的白色光及宽光谱的光等的情况下,如光进行衍射且如彩虹那样看见颜色偏离、以特定角度强烈反射等以各种方式看见颜色,因此图案显眼。

[0201] 另一方面,在无规则地排列的情况下不产生上述衍射现象。

[0202] 在本发明中,微细穿孔板的贯穿孔具有在内部成为最大孔径的形状,因此比贯穿孔的主表面上的直径大的垃圾无法侵入贯穿孔内,另一方面,通过内部直径变大,比直径小的垃圾能够直接通过贯穿孔内。

[0203] 可知其原因为如下,即考虑到以相反形状内部被挤压的形状,与通过贯穿孔的主表面中直径的部分的垃圾会被卡在内部的直径小的部分,且垃圾容易直接残留的情况相比,在内部成为最大直径的形状在抑制垃圾堵塞方面有利地发挥功能。

[0204] 并且,如所谓的锥形,在膜的任一表面成为最大直径,内部直径大致单调减少的形状中,从成为最大直径的一者进入满足“最大直径>垃圾的尺寸>又一表面的直径”的关系的垃圾的情况下,内部形状如斜率发挥功能则在中途堵塞的可能性进一步变大。

[0205] 作为微细穿孔板的制作方法,根据微细穿孔板的形成材料等利用公知方法进行即可。

[0206] 例如,将铝箔等金属箔用作微细穿孔板时,能够在表面涂布抗蚀剂材料之后,对抗蚀剂材料进行光刻,之后进行蚀刻加工,由此形成贯穿孔。或者能够对硅等基板,利用基于光刻的蚀刻法形成多个圆柱形状的凸部,接着,利用镍电铸法等电化学反应,将已形成凸部的基板作为母模,将金属电沉积在基板上形成金属箔,并从基板剥离该金属箔,由此形成具有贯穿孔的微细穿孔板。并且,通过国际公开W02016/060037号中所记载的制造方法等,能够形成孔径在贯穿孔内部扩展且在内部成为最大直径的贯穿孔。

[0207] 并且,将PET膜等树脂薄膜用作微细穿孔板时,能够利用激光加工等吸收能量的加

工方法或者冲孔、针刺加工等基于物理接触的机械加工方法形成贯穿孔。例如,激光加工的情况下,能够根据所聚光的高强度激光的角度反映激光形状,从而将贯穿孔加工为锥状。

[0208] 在此,微细穿孔板并不限定于在1张板状部件上形成有在内部成为最大孔径的形状的贯穿孔A的结构。如图12及图13所示的例,微细穿孔板也可以通过贴合2张板状部件来构成。

[0209] 图12所示的微细穿孔板12为层叠2张微细结构板13而成的结构。另外,图12中,为了说明,图示了分开2张微细结构板13的状态。这一点在图13中也相同。

[0210] 微细结构板13具有多个在其中一个表面侧成为最大直径且在另一个表面侧成为最小直径的锥孔15。

[0211] 2张微细结构板13通过使锥孔15成为最大直径的一侧的面彼此对置而层叠。使表面方向上的2张微细结构板13各自的锥孔15的位置一致,由此形成在内部成为最大孔径的相同孔径型形状的贯穿孔A。即,形成于微细结构板13的锥孔15的最大直径为贯穿孔A的最大孔径 Φ_2 ,锥孔15的最小直径成为贯穿孔A的最小孔径 Φ_1 。

[0212] 在图12所示的例中,将分别形成于2张微细结构板13的锥孔15设为相同的形状,但并不限定于此。

[0213] 图13所示的微细穿孔板12为层叠微细结构板13a和微细结构板13b而成的结构。

[0214] 微细结构板13a及微细结构板13b分别具有在其中一个表面成为最大直径且在另一个表面成为最小直径的锥孔15a、15b。锥孔15b的最大直径与锥孔15a的最大直径大致相同。锥孔15b的最小直径小于锥孔15a的最小直径。

[0215] 微细结构板13a及微细结构板13b中,分别使锥孔15a及锥孔15b成为最大直径的一侧的表面彼此对置而层叠。使表面方向上的锥孔15a及锥孔15b的位置一致,由此形成在内部成为最大孔径的不同孔径型形状的贯穿孔A。即,形成于微细结构板13a及微细结构板13b的锥孔15a及锥孔15b的最大直径为贯穿孔A的最大孔径 Φ_2 ,锥孔15b的最小直径为贯穿孔A的最小孔径 Φ_1 ,锥孔15a的最小直径为贯穿孔A的孔径 Φ_3 。

[0216] 另外,所层叠的2张微细结构板的厚度、锥孔的形状、个数、排列等可以相同也可以不同。

[0217] 并且,层叠2张微细结构板时,也可以具有表面方向的位置与另一个微细结构板的锥孔不一致的锥孔。即,也可以具有不构成贯穿孔A的锥孔。

[0218] 从2张微细结构板的锥孔的对位变得容易的方面考虑,优选规则地形成2张微细结构板的锥孔。

[0219] 具有锥孔的微细结构板能够通过与上述微细穿孔板相同的方法制作。

[0220] 2张微细结构板通过粘结剂、热熔合、利用水分等的表面张力、用胶带等固定端部、用磁铁抑制等方法进行贴合即可。并且,若使用具有磁力的微细结构板,则还能够将膜彼此粘附。

[0221] 在此,本发明的隔音结构体除了微细穿孔板以外,还可以具有多孔性吸音体。

[0222] 图14中示出示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图。

[0223] 图14所示的隔音结构体10具有微细穿孔板12及与微细穿孔板的其中一个主表面接触而配置的多孔性吸音体20。

[0224] 另外,在图14~图26中,为简单起见,以直管形状表示形成于微细穿孔板的贯穿孔

的形状,但包括在内部成为最大孔径的贯穿孔A。

[0225] 作为多孔性吸音体20,并无特别限定,能够适当利用以往公知的多孔性吸音材料。例如,能够利用发泡聚氨酯、软聚氨酯泡沫、木材、陶瓷颗粒烧结材料、酚醛泡沫等发泡材料及包括微小的空气的材料;玻璃棉、岩棉、超细纤维(3M Limited制Thinsulate等)、地垫、地毯、熔喷无纺布、金属无纺布、聚酯无纺布、金属棉、毡、隔热板及玻璃无纺布等纤维及无纺布类材料;木丝水泥板;二氧化硅纳米纤维等纳米纤维系材料;石膏板;以及各种公知的吸音材料。

[0226] 多孔性吸音体20的厚度并无限定。从吸音性能等观点考虑,多孔性吸音体20的厚度优选为3mm~100mm,更优选为5mm~50mm,进一步优选为10mm~30mm。

[0227] 另一方面,由多孔性吸音体引起的吸音的机制为声音在多孔性吸音体中的细孔中传播时,声音的能量通过粘性衰减或热传递而衰减。该衰减电阻与声音的粒子速度成比例。

[0228] 在此,根据本发明人等的研究,组合具有贯穿孔的微细穿孔板和多孔性吸音体时,在通过贯穿孔时局部速度变得极大,因此根据该效果,通过多孔性吸音体的声音的速度也在局部变大。由此,可知通过与微细穿孔板组合,基于多孔性吸音体的吸音效果会提高。

[0229] 并且,通过使多孔性吸音体20与微细穿孔板12接触而配置,具有防止具有贯穿孔的微细穿孔板破损的效果。

[0230] 并且,发泡聚氨酯或玻璃棉等多孔性吸音体在内部中包含空气的结构上,随着时间的经过容易释放灰尘的情况较多。通过如图14所示的例那样将微细穿孔板配置于多孔性吸音体上,还具有能够抑制来自多孔性吸音体的尘埃的量的效果。

[0231] 微细穿孔板12与多孔性吸音体20的配置方法并无特别限定,可以仅将微细穿孔板12载置于多孔性吸音体20上,也可以将微细穿孔板12固定于多孔性吸音体20。作为微细穿孔板12与多孔性吸音体20的固定方法,能够利用通过粘结剂(3M Company制造喷胶粘剂等)粘合、用双面胶等粘合剂粘合一部分、如订书机那样机械地固定等多种方法。

[0232] 此时,在微细穿孔板与多孔性吸音体之间无需整个表面都粘接而只要一部分接触即可。并且,多孔性吸音体与微细穿孔板也可以隔着网格(金属网格或塑料网格等)、框体、通气膜等使声音通过的部件接触。只要在微细穿孔板的效果即粒子速度的大幅变化的影响会波及到多孔性吸音体的范围内,则分离的部分也能够产生吸音特性的变化。

[0233] 并且,在具有后述壁部件的结构中,例如可以在壁部件设置多孔性吸音体,且在该多孔性吸音体表面以接触的方式将微细穿孔板竖起或者仅将其载置于该多孔性吸音体表面。

[0234] 在此,相对于隔音对象的噪声源的隔音结构体10的朝向并无特别限定,可以将微细穿孔板12侧作为噪声源侧,如图15所示的例,也可以将多孔性吸音体20侧作为噪声源侧。图15中的箭头为声音的入射方向,且噪声源位于图中上侧。

[0235] 另外,关于噪声源的方向,例如在扬声器或机械噪声等噪声源明确的情况下可直接将其方向确定为入射方向。并且,作为定量地确定“声音的入射方向”的方法,能够使用麦克风阵列或波束成型、PU探针,并通过与声压的振幅信息同时测定声压的相位信息或粒子速度来确定声源的方向。

[0236] 通过使用由ONO SOKKI CO.,LTD.制造的三维强度探针MI-6420或由Microflown制造的PU探针(声压-粒子速度探针)、Bruel&Kjaer公司的麦克风阵列系统等,不仅能够确定

声压的强度,还能够确定位置。在具有充分的空间的宽广的自由空间,优选使用麦克风阵列系统从整个空间确定每个频率的噪声源,在导管内等宽度有限的情况下,能够用小型强度探针或PU探针来确定。

[0237] 在此,在图14所示的例中,形成为具有1个微细穿孔板12和1个多孔性吸音体20的结构,但也可以形成为具有2个以上的微细穿孔板12和/或多孔性吸音体20的结构。

[0238] 例如,如图16所示的例,可以形成为交替层叠有2个以上的多孔性吸音体20和微细穿孔板12的结构。并且,如图17所示的例,也可形成为在多孔性吸音体20的两个面的每一个中配置微细穿孔板12的结构。或者,也可以形成为在微细穿孔板12的两个面的每一个中配置多孔性吸音体20的结构。

[0239] 通过用吸音体夹住微细穿孔板,能够避免微细穿孔板破损或损坏,从该方面考虑为优选。

[0240] 并且,本发明的隔音结构体可以在多孔性吸音体的与微细穿孔板相反的一侧的表面侧具有壁部件。

[0241] 在图18所示的例中,隔音结构体10依次具有微细穿孔板12、多孔性吸音体20及壁部件30。并且,多孔性吸音体20与壁部件30接触配置。

[0242] 并且,在图19所示的例中,隔音结构体10依次具有微细穿孔板12、多孔性吸音体20及壁部件30。并且,多孔性吸音体20与壁部件30隔开规定距离而配置。

[0243] 壁部件30为实质上能够视作刚体的板状部件。

[0244] 作为壁部件30并无限定,能够举出建筑物的壁、地板、天花板、车辆等输送机械的金属板或地板、桌子等一般家具类的板、隔音壁、道路、分区等板、家电类的表面、办公设备的表面或内部导管、工业机械类表面、金属板等。空气的声阻抗和固体的声阻抗在大部分原材料上大不同,因此无论金属、塑料、木等原材料如何而其表面反射变得极大。因此,由这些材质构成的壁部件实质上能够视作刚体。

[0245] 通过如此形成为具有壁部件30的结构,透过了微细穿孔板12及多孔性吸音体20的声音通过壁部件30全部反射而再次入射到多孔性吸音体20及微细穿孔板12,因此能够进一步提高吸音性能。

[0246] 另外,从吸音性能的方面考虑,优选多孔性吸音体20与壁部件30接触。即,优选在微细穿孔板12与壁部件30之间的空间填充有多孔性吸音体20。并且,多孔性吸音体20与壁部件30可以是一部分接触的状态。

[0247] 并且,在具有壁部件30的结构的情况下,优选微细穿孔板12与壁部件30之间的距离小于35cm。

[0248] 在形成为具有壁部件30的结构的情况下,在壁部件的位置声压变最大。因此,在从此处分离了半波长 $\lambda/2$ 的位置,粒子速度变最小,且声压变最大。如前述,替代摩擦热而由微细穿孔板吸收通过所形成的贯穿孔的声音的能量。因此,在配置有微细穿孔板的位置,粒子速度变小的频率的声音的吸收变小。即,微细穿孔板与壁部件的间隔成为 $\lambda/2+n \times \lambda/2$ (n 为0以上的整数)的频率的声音的吸收变小。例如,微细穿孔板与壁部件的间隔为34.3cm时,相对于500Hz、1000Hz、1500Hz、2000Hz……的频率的声音的波长,与 $\lambda/2+n \times \lambda/2$ 一致,因此这些频率的声音的吸收变小。因此,通过将微细穿孔板与壁部件的间隔设为小于35cm,能够抑制小于500Hz的频率的声音的吸收变小。

[0249] 从增大可听区域的声音的吸收的观点考虑,微细穿孔板与壁部件的间隔越小越优选,优选为17.1cm(与1000Hz对应)以下,更优选为8.5cm(与2000Hz对应)以下,进一步优选为6.9cm(与2500Hz对应)以下,尤其优选为1.7cm(与10000Hz对应)以下,最优选为0.85cm(与20000Hz对应)以下。

[0250] 并且,在形成为具有壁部件30的结构的情况下,在从壁部件30的位置分离了1/4波长($\lambda/4$)的位置,粒子速度变最大。在粒子速度变最大的位置存在微细穿孔板12或多孔性吸音体20时,与该波长对应的频率的声音的吸收变大。从该方面考虑,如图20所示,相对于作为隔音对象的声音的频率的波长 λ ,优选在从壁部件30的位置分离了1/4波长($\lambda/4$)的位置存在微细穿孔板12及多孔性吸音体20中的至少一者。

[0251] 尤其,优选在从壁部件30的位置分离了1/4波长($\lambda/4$)的位置存在微细穿孔板12。由此,相对于与该波长对应的频率的声音,能够增大由微细穿孔板12的贯穿孔引起的吸收效果。

[0252] 并且,在隔开间隔而配置壁部件30的情况下,也优选在从壁部件30的位置分离了1/4波长($\lambda/4$)的位置存在微细穿孔板12及多孔性吸音体20中的至少一者。

[0253] 并且,在具有壁部件30的结构中,可以形成为微细穿孔板12、多孔性吸音体20及壁部件30成为一体化的单元结构。

[0254] 即,通过形成为能够按壁部件30、多孔性吸音体20及微细穿孔板12分别接触的结构而移动的形状,能够用作便携式吸音板或吸音单元。具体而言,通过将多孔性吸音体贴合到塑料板或金属板(壁部件),并在该多孔性吸音体的表面安装有具有微细贯穿孔的微细穿孔板的结构,使塑料板或金属板变薄,由此能够形成为能够携带的重量的单元。通过将该单元排列多个而安装到壁等来作为吸音面板或调音面板而发挥功能。另外,吸音面板以吸收声音为目的,例如通过在会议室或商店等使用且为了使声音清晰而在去除噪声时等使用。并且,调音面板以通过调整声音的吸收或扩散来调整声音的目的使用。例如,在音乐厅的声音的音调的调整等中使用。

[0255] 并且,通过形成为在更小的数cm尺寸的塑料板或金属板安装有多孔性吸音体和具有微细贯穿孔的微细穿孔板的单元,还能够形成为配置于各种设备的导管或供气部等而发挥隔音性能的隔音单元。如此,通过形成为壁部件也成为一体化的单元结构,能够在设置时不考虑多孔性吸音体与壁部件的距离而发挥隔音性能。

[0256] 此时,优选多孔性吸音体的表面中,不与壁部件接触的表面中的至少一个表面与微细穿孔板接触。即,优选成为微细穿孔板与多孔性吸音体接触且配置于隔音结构体的结构。

[0257] 并且,如图21所示,优选形成为隔音结构体表面中的一个表面由微细穿孔板12构成,且与微细穿孔板12侧的表面对置的表面由壁部件30构成的结构。

[0258] 并且,如图22所示的例,也可以设为隔音结构体的表面的所有表面由微细穿孔板12及壁部件30中的任一个构成的结构。图22所示的例中,为隔音结构体的表面的一个表面由微细穿孔板12构成且另一表面由壁部件30构成的结构。

[0259] 并且,如图23所示,在将微细穿孔板12、多孔性吸音体20及壁部件30设为单元结构的情况下,微细穿孔板12与壁部件之间的距离优选为作为隔音对象的声音的频率的1/4波长。

[0260] 并且,本发明的隔音结构体可以设为除了微细穿孔板以外还具有框体的结构。

[0261] 图24是示意地表示本发明的隔音结构体的另一例的剖视图,图25是图2的主视图。

[0262] 图24及图25所示的隔音结构体10具有微细穿孔板12及与微细穿孔板的其中一个主表面接触而配置的框体16。

[0263] 框体16是具有多个孔部17且与微细穿孔板12的其中一个表面接触而配置来支撑微细穿孔板12的部件。

[0264] 框体的孔部的开口直径大于微细穿孔板的贯穿孔的开口直径。并且,框体的孔部的开口率大于微细穿孔板的贯穿孔的开口率。

[0265] 由此,能够适当地支撑较薄的微细穿孔板且防止阻碍基于微细穿孔板的微细贯穿孔的吸音效果。

[0266] 并且,优选与框体接触的微细穿孔板的共振振动频率大于可听范围。

[0267] 薄的微细穿孔板中,微细穿孔板容易相对于声波引起共振振动。因此,产生在共振振动频率周边的频带中吸音特性降低的问题。

[0268] 相对于此,通过与微细穿孔板接触而配置具有多个大开口直径的孔部的框体,可通过框体提高微细穿孔板的刚性。此时,通过将框体的孔部的开口直径设为如微细穿孔板的共振振动频率高于可听范围的开口直径,使微细穿孔板的共振振动频率也高于可听范围。由此,能够在可听范围中抑制基于共振振动的吸收率降低。

[0269] 根据本发明人等的深入研究,认为由于存在微细穿孔板和贯穿孔,声音通过这两种中的任一个而穿过。穿过微细穿孔板的路径为一旦转换为微细穿孔板的膜振动的固体振动再放射为声波的路径,穿过贯穿孔的路径是作为气体传播声音而直接通过贯穿孔中的路径。并且,认为通过贯穿孔的路径作为此次的吸收机理而占主导,但微细穿孔板的共振振动频率(第一固有振动频率)附近的频带的声音主要通过利用微细穿孔板的膜振动而被再放射的路径。

[0270] 相对于此,通过与微细穿孔板接触而配置框体,能够提高微细穿孔板的表观刚性,从而使共振振动频率高于可听范围。因此,与通过微细穿孔板的膜振动而被再放射的路径相比,可听范围的声音主要穿过通过贯穿孔的路径,因此利用通过贯穿孔时的摩擦而被吸音。

[0271] 另外,与框体接触而配置的微细穿孔板的第一固有振动频率为声波由于共振现象而最大程度上晃动膜振动的频率,且为声波以该频率大量穿过的固有振动模式的频率。本发明人等发现:在本发明中,第一固有振动频率根据由框体及微细穿孔板构成的结构而确定,因此与有无穿孔在微细穿孔板的贯穿孔无关地成为大致相同的值。

[0272] 并且,在第一固有振动频率附近的频率中,膜振动变大,因此基于与微细贯穿孔之间的摩擦的吸音效果变小。

[0273] 并且,在本发明中,可听范围是指100Hz~20000Hz。

[0274] 在此,框体可以是配置于微细穿孔板的其中一个表面的结构,也可以设为分别配置于两个表面的结构。

[0275] 通过分别在微细穿孔板的两个表面配置框体,能够更加提高微细穿孔板的刚性,并能够更加提高共振振动频率。因此,能够轻松地使微细穿孔板的共振振动频率高于可听范围。

[0276] 并且,可以是在框体的其中一个表面配置微细穿孔板的结构,也可以是在框体的两个表面配置微细穿孔板的结构。或者,还可以是在框体的其中一个表面配置微细穿孔板且在框体的另一个表面配置壁部件的结构。

[0277] 另外,框体的孔部的开口剖面的形状并无特别限制,例如可以是长方形、菱形及平行四边形等其他四边形、正三角形、等腰三角形及直角三角形等三角形、包括正五边形及正六边形等正多边形的多边形、圆形以及椭圆形等任意形状,也可以是不规则的形状。其中,孔部的开口剖面的形状优选为正六边形,框体优选具有紧密排列的剖面形状为正六边形的多个孔部的所谓的蜂窝结构。通过构成为框体具有蜂窝结构,能够更加提高微细穿孔板12的表观刚性,并能够轻松地使共振振动频率高于可听范围。

[0278] 从孔部的开口直径可适当地提高微细穿孔板的刚性的方面、是大于微细穿孔板的贯穿孔的开口直径的方面、减小对通过贯穿孔的路径的影响的方面、在处理上避免手指等直接接触微细穿孔板的方面等观点考虑,框体的孔部的开口直径优选为22mm以下,更优选为大于0.1mm且15mm以下,尤其优选为1mm以上且10mm以下。

[0279] 另外,关于孔部的开口直径,设为分别测量孔部部分的面积并替换为相同面积的圆时的直径(当量圆直径)。

[0280] 另外,分别配置于微细穿孔板的两个表面的2个框体可以是相同的结构也可以是不同的结构。例如,2个框体中,孔部的开口直径、开口率及材质等可相同也可互不相同。

[0281] 并且,微细穿孔板与框体接触而配置即可,但优选被粘接固定。

[0282] 通过粘接固定微细穿孔板与框体,能够更加提高微细穿孔板的刚性,并能够更加提高共振振动频率。因此,能够轻松地使微细穿孔板的共振振动频率高于可听范围。

[0283] 在粘接固定微细穿孔板与框体时使用的粘结剂根据微细穿孔板的材质及框体的材质等而选择即可。作为粘结剂,例如能够举出环氧类粘结剂(Araldite(注册商标)(NICHIBAN CO.,LTD.制)等)、氰基丙烯酸酯类粘结剂(Aron Alpha(注册商标)(TOAGOSEI CO.,LTD.制)等)及丙烯酸类粘结剂等。

[0284] 并且,隔音结构体还具有具备1个以上的开口部的第2框体,可以设为微细穿孔板与框体的层叠体覆盖第2框体的开口部而配置的结构。

[0285] 第2框体的开口部的开口直径大于框体的孔部的开口直径,并且第2框体的开口部的开口率大于框体的孔部的开口率。

[0286] 如此,通过设为还具有第2框体的结构,能够更加提高微细穿孔板的刚性,并能够更加提高共振振动频率。因此,能够轻松地使微细穿孔板的共振振动频率高于可听范围。

[0287] 并且,图1所示的例中,将形成有多个贯穿孔14的1个微细穿孔板12作为隔音结构体10,但并不限于此,也可以设为沿厚度方向排列2个以上的形成有多个贯穿孔的微细穿孔板的结构。即,也可以沿厚度方向排列2张以上的本发明的隔音结构体10来作为隔音结构体。

[0288] 例如,图26所示的隔音结构体10是沿厚度方向排列3张形成有多个贯穿孔14的微细穿孔板12而成的隔音结构体。

[0289] 沿厚度方向排列2张以上的微细穿孔板12时,微细穿孔板12彼此可以接触也可以分开。

[0290] 分开配置微细穿孔板12彼此时,可以在微细穿孔板12之间的不阻碍声音通过的位

置配置间隔物。

[0291] 在此,如上所述,本发明中的吸音机理是基于声音通过贯穿孔时的摩擦的向热能的转换。因此,通过贯穿孔时的空气的局部速度越大,吸音性能越高。因此,在排列2张以上的微细穿孔板12的结构的情况下,优选分开配置微细穿孔板12彼此。通过分开配置微细穿孔板12彼此,能够抑制由于配置于声音通过方向的前段的微细穿孔板12的影响而通过配置于后段的微细穿孔板12的贯穿孔14时的局部速度下降的现象,能够更适当地吸音。

[0292] 在此,若加大微细穿孔板之间的距离,则不仅导致尺寸变大,由于微细穿孔板之间的距离成为波长程度而出现声音的干扰,逐渐失去平坦的吸音特性。因此,作为典型的波长,优选小于3400Hz的声音的波长的长度100mm,更优选小于10000Hz的声音的波长的长度34mm。

[0293] 另一方面,若微细穿孔板之间的距离接近,则由于前段的微细穿孔板的贯穿孔中的摩擦而降低的局部速度的影响对后段的微细穿孔板中的吸音产生影响。因此,适当分开时可提高效率。

[0294] 从适当地抑制通过后段的微细穿孔板12的贯穿孔14时的局部速度下降的现象的观点考虑,微细穿孔板12彼此之间的距离优选为5mm以上且100mm以下,更优选为10mm~34mm。

[0295] 并且,本发明的隔音结构体可以设为具有在微细穿孔板12的其中一个表面侧与微细穿孔板对置且分开规定距离而配置的壁部件30的结构。

[0296] 通过设为具有壁部件30的结构,穿过微细穿孔板12的声音全部被壁部件30反射而再次入射于微细穿孔板12,因此能够更加提高隔音性能。

[0297] 另外,从隔音性能及小型化方面考虑,微细穿孔板12与壁部件30之间的距离优选为1mm以上且30mm以下,更优选为2mm以上且10mm以下。

[0298] 以下,对能够与具有本发明的隔音结构体的隔音部件组合的结构部件的物性或特性进行说明。

[0299] [阻燃性]

[0300] 当作为建筑材料或设备内隔音材料而使用具有本发明的隔音结构体的隔音部件时,要求具有阻燃性。

[0301] 因此,微细穿孔板优选具有阻燃性。在作为微细穿孔板而使用树脂的情况下,例如使用作为阻燃性的PET膜的LUMIRROR(注册商标)非卤素阻燃型ZV系列(TORAY INDUSTRIES, INC.制)、Teijin Tetoron(注册商标)UF(TEIJIN LIMITED制)和/或作为阻燃性聚酯系膜的DIALAMY(注册商标)(Mitsubishi Plastics, Inc.制)等即可。

[0302] 并且,即使使用铝、镍、钨及铜等金属原材料也能够赋予阻燃性。

[0303] [耐热性]

[0304] 担忧隔音特性因伴随环境温度变化的本发明的隔音结构体的结构部件的膨胀伸缩而发生变化,因此构成该结构部件的材质优选耐热性尤其低热收缩的材质。

[0305] 在作为微细穿孔板而使用树脂的情况下,例如优选使用Teijin Tetoron(注册商标)膜SLA(Teijin DuPont Films Japan Limited制)、PEN膜TEONEX(注册商标)(Teijin DuPont Films Japan Limited制)和/或LUMIRROR(注册商标)离线退火低收缩型(TORAY INDUSTRIES, INC.制)等。并且,也优选使用一般热膨胀率小于塑料材料的铝等金属箔。

[0306] [耐候/耐光性]

[0307] 在屋外或光照射的场所配置有具有本发明的隔音结构体的隔音部件的情况下,结构部件的耐候性成为问题。

[0308] 因此,在作为微细穿孔板而使用树脂的情况下,优选使用特殊聚烯烃膜(ARTPLY(注册商标)(Mitsubishi Plastics, Inc.制))、丙烯酸树脂膜(ACRYPLEN(Mitsubishi Rayon Co., Ltd.制))和/或Scotchcal Film(商标)(3M Company制)等耐候性膜。

[0309] 并且,通过使用铝等金属原材料也能够赋予相对于紫外线等的耐光性。

[0310] 关于耐湿性,也优选适当选择具有高耐湿性的微细穿孔板。关于吸水性、耐化学性,也优选适当选择微细穿孔板。

[0311] [垃圾]

[0312] 在长期的使用中,在微细穿孔板表面附着有垃圾,有可能对本发明的隔音结构的隔音特性造成影响。因此,优选防止垃圾的附着或去除所附着的垃圾。

[0313] 作为防止垃圾的方法,优选使用垃圾难以附着的材质的微细穿孔板。例如,通过使用导电性膜(FLECLEAR(注册商标)(TDK Corporation.制)和/或NCF(NAGAOKA SANGYOU CO., LTD.制))等,微细穿孔板不带电,由此能够防止由带电引起的垃圾的附着。并且,通过选择如铝等金属原材料那样微细穿孔板本身具有导电性的微细穿孔板,能够防止由静电引起的垃圾的附着。

[0314] 并且,通过使用氟树脂膜(DI-NOC FILM(商标)(3M Company制))和/或亲水性膜(MIRACLEAN(LIFE CARD CO., LTD.制)、RIVEX(RIKEN TECHNOS CORP制)和/或SH2CLHF(3M Company制)),也能够抑制垃圾的附着。而且,通过使用光催化剂膜(LACLEAN(KIMOTO Co., Ltd.制)),也能够防止微细穿孔板的污染。通过将具有这些导电性、亲水性和/或光催化性的喷雾剂和/或包含氟化合物的喷雾剂涂布于微细穿孔板,也能够得到相同的效果。

[0315] 并且,能够进行如下,即通过二氧化硅涂层而形成包括孔内部的亲水性表面,另一方面通过氟涂层而形成疏水性表面,而且通过同时使用这些涂层而形成使得容易一同剥离亲水性污染、疏水性污染的防污涂层。

[0316] 除了使用如上所述的特殊的材料以外,通过在微细穿孔板上设置罩体,也能够防止污染。作为罩体,能够使用薄膜材料(SARAN WRAP(注册商标)等)、具有不使垃圾通过的大小的网眼的网状物(金属制、塑料制等)、无纺布、聚氨酯、气凝胶、多孔状的薄膜等。

[0317] 并且,当使用尤其薄的膜材料等来作为罩体时,为了不阻碍贯穿孔的效果,优选不贴合于微细穿孔板12而隔开距离。并且,薄膜材料不具有强烈的膜振动而使声音通过,因此以拉伸薄膜材料的状态进行固定时容易引起膜振动,因此优选薄膜材料为被松弛地支撑的状态。

[0318] 作为去除所附着的垃圾的方法,通过对微细穿孔板放射声音,并使微细穿孔板强烈振动,由此能够去除垃圾。并且,使用鼓风机或擦拭,也能够得到相同的效果。

[0319] [风压]

[0320] 在强风吹到微细穿孔板的情况下,微细穿孔板成为被挤压的状态,从而有可能使共振频率发生变化。因此,通过在微细穿孔板上覆盖无纺布、聚氨酯和/或薄膜等,能够抑制风的影响。

[0321] 本发明的隔音结构体能够用于影印机、送风机、空调设备、排气扇、泵类、发电机、

导管、以及涂布机、旋转机、输送机等发出声音的各种种类的制造设备等工业设备、汽车、电车、航空器等运输用设备、冰箱、洗衣机、烘干机、电视、复印机、微波炉、游戏机、空调、风扇、PC(个人电脑)、吸尘器、空气净化器、换气扇等一般家庭用设备等。隔音结构体在各种设备中可适当配置从噪声源产生的声音所通过的位置。

[0322] 并且,本发明的隔音结构体并不限定于工业用设备、输送用设备及一般家庭用设备等各种设备中所使用的结构体,也能够用于配置在建筑物的房间内且将房间内隔开的固定隔断结构(分区)等固定壁,配置在建筑物的房间内且将房间内隔开的可动隔断结构(分区)等可动壁中。

[0323] 如此,通过将本发明的隔音结构体用作分区,能够在进行了间隔断的空间之间良好地屏蔽声音。并且,尤其在可动式分区的情况下,薄而轻的本发明的结构携带容易,因此优点较大。

[0324] 并且,本发明的隔音结构体具有透光性及通气性,因此还能够用作窗部件。

[0325] 或者,作为防止噪声的用途,也能够用作包围成为噪声源的设备,例如空调室外机或热水器等笼状物。通过本部件包围噪声源,由此能够在确保放热性或通气性的状态下吸收声音,从而防止噪声。

[0326] 并且,也可以用于宠物饲养用笼状物。将本发明的部件应用于饲养宠物的全部或一部分笼状物中,例如通过以本部件替换宠物笼的一表面,能够形成重量轻且具有吸音效果的宠物笼。通过使用该笼状物,能够使笼状物内的宠物免受外部的噪声,并且能够抑制笼状物内的宠物的叫声外漏。

[0327] 除了上述以外,本发明的隔音结构体还能够用作如下隔音部件。

[0328] 例如,作为具有本发明的隔音结构体的隔音部件,能够举出:

[0329] 建筑材料用隔音部件:作为建筑材料用途使用的隔音部件、

[0330] 空调设备用隔音部件:设置在通风口、空调用导管等,防止来自外部的噪声的隔音部件、

[0331] 外部开口部用隔音部件:设置在房间的窗户,防止来自室内或室外的噪声的隔音部件、

[0332] 天花板用隔音部件:设置在室内的天花板,控制室内的声音的隔音部件、

[0333] 地板用隔音部件:设置在地板上,控制室内的声音的隔音部件、

[0334] 内部开口部用隔音部件:设置在室内的门、拉门的部分,防止来自各房间的噪声的隔音部件、

[0335] 卫生间用隔音部件:设置在卫生间内或门(室内外)部,防止来自卫生间的噪声的隔音部件、

[0336] 阳台用隔音部件:设置在阳台,防止来自自身的阳台或相邻的阳台的噪声的隔音部件、

[0337] 室内调音用部件:用于控制房间的声音的隔音部件、

[0338] 简便隔音室部件:能够简便地组装且移动也简便的隔音部件、

[0339] 宠物用隔音室部件:围绕宠物的房间,防止噪声的隔音部件、

[0340] 娱乐设施:设置在游戏厅、体育中心、演奏厅、电影院的隔音部件、

[0341] 施工现场用临时围墙用的隔音部件:覆盖施工现场而防止噪声向周围泄露的隔音

部件、

[0342] 隧道用隔音部件：设置在隧道内，防止向隧道内部及外部泄露的噪声的隔音部件等。

[0343] 或者，本发明的隔音结构体能够作为窗部件或纱窗部件而用作堵塞在壁等产生的间隙的部件。

[0344] 实施例

[0345] 以下，根据实施例对本发明进行进一步详细的说明。以下的实施例所示的材料、使用量、比例、处理内容、处理步骤等在不脱离本发明的宗旨的范围内能够适当进行变更。因此，本发明的范围并不应该通过以下所示实施例而被限定性解释。

[0346] [实施例1]

[0347] <微细穿孔板的制作>

[0348] 对硅基板利用基于光刻的蚀刻法，以规定的排列图案形成了下底的直径 $30\mu\text{m}$ 、上底的直径 $20\mu\text{m}$ 、高度 $10\mu\text{m}$ 的圆锥台形状的凸部。若利用对混合氟酸与硝酸而成的氟硝酸进行稀释而得的液体进行湿法蚀刻，则能够自然地进行锥形状的加工，以对硅基板进行各向同性蚀刻。此时，还能够调整形状，若加大氟酸比率，则成为尖锐的形状，若减小氟酸比例则成为带圆角的形状。另外，在对硅基板进行等离子体蚀刻的情况下，通过进行利用氟自由基的蚀刻，能够进行各向同性蚀刻。本实施例中，调整湿法蚀刻条件来进行了制作。相邻的凸部之间的中心间距设为 $119\mu\text{m}$ ，排列图案设为正方形格子排列。此时，凸部所占的面积比例在上底部分中成为约2.2%。

[0349] 接着，利用镍电铸法、即电化学反应，以形成有凸部的硅基板为母模并将镍电沉积在硅基板而形成了厚度 $10\mu\text{m}$ 的镍膜。然后，从硅基板剥离镍膜并进行了表面抛光。由此制作了以正方形格子排列形成有多个锥孔的镍制微细结构板。

[0350] 利用SEM对所制作的微细结构板进行了评价，其结果，平均开口直径在其中一个表面上为 $30\mu\text{m}$ ，在另一个表面上为 $20\mu\text{m}$ 。并且，平均开口率为2.2%，厚度为 $10\mu\text{m}$ 。并且，还确认到贯穿孔沿厚度方向完全贯穿板部件。

[0351] 平均开口率是以最小孔径作为基准的开口率。因此，即使不使用SEM，也能够使用光学显微镜，以光的透射配置进行评价。进行了实际的评价，在光学评价中也得到了2.2%的分析结果。

[0352] 准备2张如以上那样制作的微细结构板，使锥孔的直径大($30\mu\text{m}$)的一侧的表面彼此对置而重合。2张微细结构板中以相同的间隔形成有锥孔，因此若从下侧照射透射光的同时适当偏离2张微细结构板的相对位置，则存在光透射所重叠的锥孔的配置。通过以使该透射光量成为最大的方式重合，锥孔重合而形成在内部成为最大孔径的相同孔径型形状的贯穿孔A。通过去除2张微细结构板之间的空气，2张微细结构板几乎不会偏移。在调整2张微细结构板的相对位置来除去它们之间的空气之后，用胶带固定端部，进行防止偏移的处置来制作了微细穿孔板。

[0353] 即，微细穿孔板的贯穿孔A的最小孔径 ϕ_1 成为 $20\mu\text{m}$ ，最大孔径 ϕ_2 成为 $30\mu\text{m}$ 。并且，平均开口率为2.2%，厚度为 $20\mu\text{m}$ 。并且，所有贯穿孔为贯穿孔A。样品尺寸设为 $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ 。

[0354] 并且，最小孔径 $\phi_1=20\mu\text{m}$ 且直管形状时的最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s=18.7 \times \phi_1^{-2.04} \approx 4.1\%$ 。由

于 $\rho_c/\rho_s=0.30 \times \ln(\varphi_1) - C$, 因此 $C=0.38$ 。

[0355] [实施例2~实施例4]

[0356] 作为实施例2~4, 将开口率分别设为3.0%、4.1%、6.0%, 除此以外, 制作了与实施例1相同的微细穿孔板。

[0357] 开口率能够通过变更形成于硅基板的凸部的中心间距来调整。

[0358] [比较例1]

[0359] 对倍率 φ_2/φ_1 成为10倍的例进行了深入研究。在该情况下, 开口率为2.2%时, 内部的最大孔径 φ_2 部分的面积率成为220%, 无法制作。

[0360] [比较例2]

[0361] 对倍率 φ_2/φ_1 为6倍的例进行了深入研究。开口率为2.2%时, 内部的最大孔径 φ_2 部分的面积率成为79%。制作了该微细穿孔板, 其结果, 在内部, 孔和孔相连, 未能获得高吸音特性。

[0362] [比较例3]

[0363] 将最小孔径 φ_1 设为200 μm , 将倍率 φ_2/φ_1 设为1.5倍(最大孔径 φ_2 为300 μm), 除此以外, 设为与实施例1相同来制作了微细穿孔板。

[0364] [参考例1]

[0365] 利用与实施例1相同的镍电铸法制作了具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板。开口直径设为20 μm , 开口率设为2.2%。

[0366] [评价]

[0367] <声学特性>

[0368] 将所制作的微细穿孔板作为隔音结构体, 对微细穿孔板的声学特性, 在自制的丙烯酸制声管中使用4个扩音器并通过传递函数法进行了测定。该方法是按照“ASTM E2611-09: 基于传递矩阵法测量声学材料的正常发声声传播的标准测试方法(Standard Test Method for Measurement of Normal Incidence Sound Transmission of Acoustical Materials Based on the Transfer Matrix Method)”进行的。作为声管, 例如为与Nihon Onkyo Engineering Co., Ltd. 制造的WinZac相同的测定原理。在该方法中, 能够在宽的光谱带上测定传声损失。尤其, 通过同时测定透射率和反射率, 还准确地测定了样品的吸收率。声管的内径设为20mm。

[0369] 将测定出的结果示于图27。

[0370] <外观>

[0371] 在从微细穿孔板的背面侧照射光的配置中, 光根据贯穿孔的个数与最小孔径即根据开口率而透射。光的透射率仅与开口率成比例。开口率越大, 越使光透射, 因此导致与原始材料的外观的差异变大。因此, 通过对开口率进行评价, 能够对是否接近原始材料的外观进行评价。

[0372] 对于触感, 也是开口率越小, 越接近原始材料, 因此通过对开口率进行评价, 能够对触感进行评价。

[0373] 评价的结果, 从图27可知吸音率在开口率为2.2%(实施例1)、3.0%(实施例2)附近成为最大。由此, 可知在比贯穿孔为直管形状时的最佳开口率(4.1%)低的开口率下, 吸

音率成为最大。

[0374] 可知在实施例1及2中,在进行了测定的所有频带中,均成为49.5%以上。可知四端子法配置中的一层膜的吸收率的上限为50%,因此示出大吸收率。

[0375] 并且,如上述,实施例的微细穿孔板中,与具有和最小孔径 Φ_1 相同的孔径的直管形状的贯穿孔的微细穿孔板相比,吸收率成为最大的最佳开口率变小,因此光的透射量变小。因此,可知实施例与具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板相比,外观及触感更接近原始材料。

[0376] 另一方面,如参考例1,测定了贯穿孔为直管形状且开口率为与实施例1相同的2.2%时的吸收率,其结果,成为44.7%。如此,可知为了留下原始材料的外观和质感而减小开口率时,在具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板中,与实施例相比,吸收率变小。

[0377] 并且,最小孔径 Φ_1 为200 μm 的比较例3的吸收率小于5%。

[0378] [实施例5~实施例9]

[0379] 将最小孔径 Φ_1 设为10 μm ,将最大孔径 Φ_2 设为15 μm ,将开口率分别设为6%、8%、10%、17%、20%,除此以外,设为与实施例1相同来制作微细穿孔板并进行了评价。

[0380] 最小孔径 $\Phi_1=10\mu\text{m}$ 且直管形状时的最佳开口率 ρ_s 为 $\rho_s=18.7\times\Phi_1^{-2.04}\approx 17\%$ 。

[0381] [参考例2]

[0382] 利用与实施例6相同的镍电铸法制作了具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板。开口直径设为10 μm ,开口率设为8%。

[0383] 将声学特性的测定结果示于图28。

[0384] 从图28可知吸音率在开口率为8%(实施例6)、10%(实施例7)附近成为最大。由此,可知在比贯穿孔为直管形状时的最佳开口率(17%)低的开口率下,吸音率成为最大。

[0385] 并且,实施例的微细穿孔板中,与具有和最小孔径 Φ_1 相同的孔径的直管形状的贯穿孔的微细穿孔板相比,吸收率成为最大的最佳开口率变小。因此,可知实施例与具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板相比,外观及触感更接近原始材料。

[0386] 另一方面,如参考例2,测定了贯穿孔为直管形状且开口率为与实施例5相同的8%时的吸收率,其结果,成为43%。如此,可知为了留下原始材料的外观和质感而减小开口率时,在具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板中,与实施例相比,吸收率变小。

[0387] [实施例5-2]

[0388] 接着,制作最小孔径 Φ_1 为10 μm 、最大孔径 Φ_2 为15 μm (倍率 Φ_2/Φ_1 为1.5倍)且在6%~20%的范围内改变开口率的微细穿孔板,并且,制作最小孔径 Φ_1 为10 μm 、最大孔径 Φ_2 为30 μm (倍率 Φ_2/Φ_1 为3.0倍)且在6%~20%的范围内改变开口率的微细穿孔板,测定了各个微细穿孔板的声学特性。

[0389] 表3中示出3000Hz中的吸收率的测定结果。

[0390] [表3]

[0391]

开口率 %	倍率 φ_2/φ_1	
	1.5 倍	3.0 倍
6	48.30%	50.00%
6.4	48.80%	50.00%
8	49.90%	49.30%
10	49.80%	47.50%
12	48.70%	45.30%
14	47.30%	43.00%
16	45.70%	40.80%
16.6	45.20%	40.20%
18	44.00%	38.60%
20	42.30%	36.60%

[0392] 从表3可知倍率 φ_2/φ_1 为3.0倍时,在比1.5倍的情况更小的小开口率下成为最佳开口率。

[0393] [实施例10]

[0394] 将贯穿孔的形状设为在其中一个表面成为最小孔径 $\varphi_1=10\mu\text{m}$ 且在另一个孔径中成为大于最小孔径 φ_1 的孔径 $\varphi_3=15\mu\text{m}$,且在内部成为最大孔径 $\varphi_2=20\mu\text{m}$ 的不同孔径型形状,并将开口率设为3.0%,除此以外,设为与实施例1相同来制作微细穿孔板并进行了评价。

[0395] 即,重合具有不同形状的锥孔的2张微细结构板来制作了微细穿孔板。其中一个微细结构板的锥孔在其中一个表面上的开口直径为 $10\mu\text{m}$ 且在另一个表面上的开口直径为 $20\mu\text{m}$,另一个微细结构板的锥孔在其中一个表面上的开口直径为 $15\mu\text{m}$ 且在另一个表面上的开口直径为 $20\mu\text{m}$ 。

[0396] [实施例11~实施例14]

[0397] 作为实施例11~实施例14,将开口率分别设为4.0%、5.0%、16.6%、20.0%,除此以外,制作了与实施例6相同的微细穿孔板并进行了评价。

[0398] 开口率通过变更形成于硅基板的凸部的中心间距离来进行了调整。

[0399] [参考例3]

[0400] 利用与实施例11相同的镍电铸法制作了具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板。开口直径设为 $10\mu\text{m}$,开口率设为4%。

[0401] 将声学特性的测定结果示于图29。

[0402] 从图29可知吸音率在开口率为4% (实施例11)、5% (实施例12) 附近成为最大。由此,可知在比贯穿孔为直管形状时的最佳开口率 (17%) 低的开口率下,吸音率成为最大。

[0403] 并且,实施例的微细穿孔板中,与具有和最小孔径 φ_1 相同的孔径的直管形状的贯穿孔的微细穿孔板相比,吸收率成为最大的最佳开口率变小。因此,可知实施例与具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板相比,外观及触感更接近原始材料。

[0404] 另一方面,如参考例3,测定了贯穿孔为直管形状且开口率为与实施例11相同的4%时的吸收率,其结果,成为30%。如此,可知为了留下原始材料的外观和质感而减小开口

率时,在具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板中,与实施例相比,吸收率变小。尤其,在具有不同孔径型的贯穿孔的微细穿孔板的情况下,与具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板的情况的最佳开口率之差较大,因此在吸收率出现较大差异。

[0405] [实施例11-2]

[0406] 接着,制作最小孔径 Φ_1 为 $10\mu\text{m}$ 、最大孔径 Φ_2 为 $15\mu\text{m}$ (倍率 Φ_2/Φ_1 为1.5倍)且另一个表面的孔径 Φ_3 为 $12.5\mu\text{m}$,且在1%~20%的范围内改变开口率的微细穿孔板,并且,制作最小孔径 Φ_1 为 $10\mu\text{m}$ 、最大孔径 Φ_2 为 $40\mu\text{m}$ (倍率 Φ_2/Φ_1 为4.0倍)且另一个表面的孔径 Φ_3 为 $25\mu\text{m}$ 且在1%~20%的范围内改变开口率的微细穿孔板,并测定了各个微细穿孔板的声学特性。

[0407] 表4中示出3000Hz下的吸收率的测定结果。

[0408] [表4]

[0409]

开口率	倍率 Φ_2/Φ_1	
	1.5 倍	4 倍
1%	29.50%	35.70%
2%	42.40%	47.00%
3%	47.90%	49.90%
4%	49.80%	49.60%
5%	49.90%	48.00%
6%	49.10%	45.80%
7%	47.70%	43.70%
8%	46.20%	41.50%
12%	39.90%	34.00%
16%	34.60%	28.80%
17%	33.40%	27.60%
20%	30.30%	25.00%

[0410] 从表4可知倍率 Φ_2/Φ_1 为4.0倍时,在比1.5倍的情况更小的开口率下成为最佳开口率。

[0411] [实施例15~实施例18]

[0412] 作为实施例15~18,将贯穿孔的形状设为在其中一个表面上成为最小孔径 $\Phi_1=20\mu\text{m}$ 且在另一个孔径中成为大于最小孔径 Φ_1 的孔径 $\Phi_3=25\mu\text{m}$,且在内部成为最大孔径 $\Phi_2=30\mu\text{m}$ 的不同孔径型形状,将开口率分别设为1.0%、2.0%、4.5%、6.0%,除此以外,设为与实施例6相同来制作微细穿孔板并进行了评价。

[0413] [参考例4]

[0414] 利用与实施例16相同的镍电铸法制作了具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板。开口直径设为 $20\mu\text{m}$,开口率设为2%。

[0415] 将声学特性的测定结果示于图30。

[0416] 从图30可知吸音率在开口率为2%(实施例16)附近成为最大。由此,可知在比贯穿孔为直管形状时的最佳开口率(4.1%)低的开口率下,吸音率成为最大。

[0417] 并且,实施例的微细穿孔板中,与具有和最小孔径 Φ_1 相同的孔径的直管形状的贯穿孔的微细穿孔板相比,吸收率成为最大的最佳开口率变小。因此,可知实施例与具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板相比,外观及触感更接近原始材料。

[0418] 另一方面,如参考例4,测定了贯穿孔为直管形状且开口率为与实施例16相同的2%时的吸收率,其结果,成为31%。如此,可知为了留下原始材料的外观和质感而减小开口率时,在具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板中,与实施例相比,吸收率变小。尤其,在具有不同孔径型的贯穿孔的微细穿孔板的情况下,与具有直管形状的贯穿孔的微细穿孔板的情况的最佳开口率之差较大,因此在吸收率出现较大差异。

[0419] [实施例15-2]

[0420] 接着,制作最小孔径 Φ_1 为20 μm 、最大孔径 Φ_2 为30 μm (倍率 Φ_2/Φ_1 为1.5倍)且另一个表面的孔径 Φ_3 为25 μm ,且在1%~6%的范围内改变开口率的微细穿孔板,并测定了各个微细穿孔板的声学特性。

[0421] 表5中示出3000Hz中的吸收率的测定结果。

[0422] [表5]

[0423]

开口率%	倍率 Φ_2/Φ_1
	1.5 倍
1	45.10%
1.5	49.20%
2	49.90%
2.5	49.10%
3	47.50%
3.5	45.60%
4	43.70%
4.5	41.80%
5	39.90%
5.5	38.20%
6	36.60%

[0424] 从表5也可知实施例中,可在比直管形状时的最佳开口率更低的开口率下获得高吸音率。

[0425] [模拟]

[0426] 接着,对于不同孔径型形状的贯穿孔的情况,在10 μm ~30 μm 的范围内变更最小孔径 Φ_1 ,在0~20%的范围内变更开口率,进行利用上述有限元法计算软件COMSOL ver5.3 (COMSOL公司)的模拟,从而对吸收率进行了评价。

[0427] 最大孔径 Φ_2 设为 $\Phi_2=1.5 \times \Phi_1$,孔径 Φ_3 设为 $\Phi_3=((\Phi_2/\Phi_1-1) \times 0.5+1) \times \Phi_1$ 。

[0428] 将结果示于图31。并且,图31中,以虚线示出连结直管形状时的最佳开口率的值的线。

[0429] 从图31可知在任意最小孔径 Φ_1 的情况下,均在比直管形状时的最佳开口率 ρ_s 更低

的开口率下,吸收率被最大化。并且,最小孔径 Φ_1 越小吸收率成为最大的最佳开口率 ρ_{c1} 与直管形状时的最佳开口率 ρ_s 之差越变大。

[0430] 通过以上明确了本发明的效果。

[0431] 符号说明

[0432] 10-隔音结构体,12-微细穿孔板,13-微细结构板,14-贯穿孔,15-锥孔,16-框体,17-孔部,20-多孔性吸音体,30-壁部件。

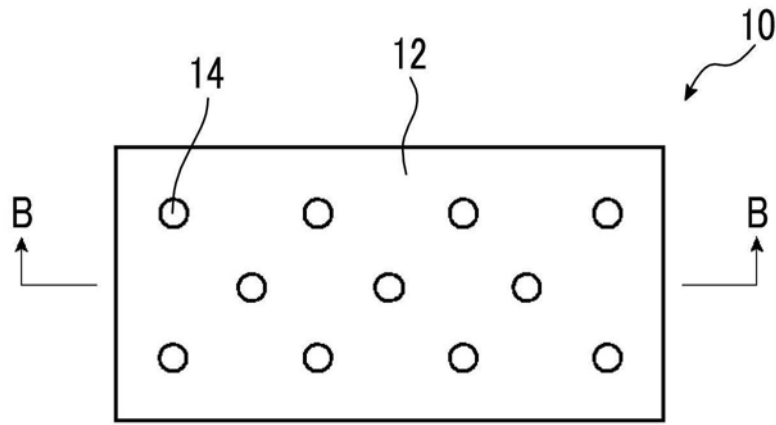


图1

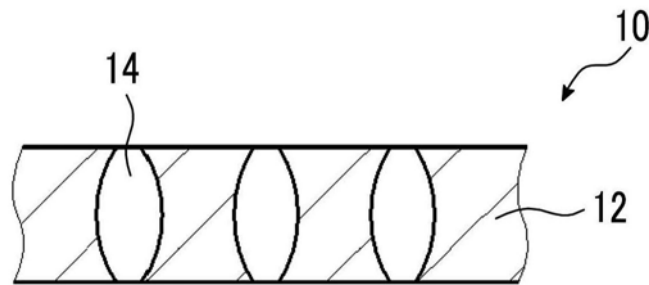


图2

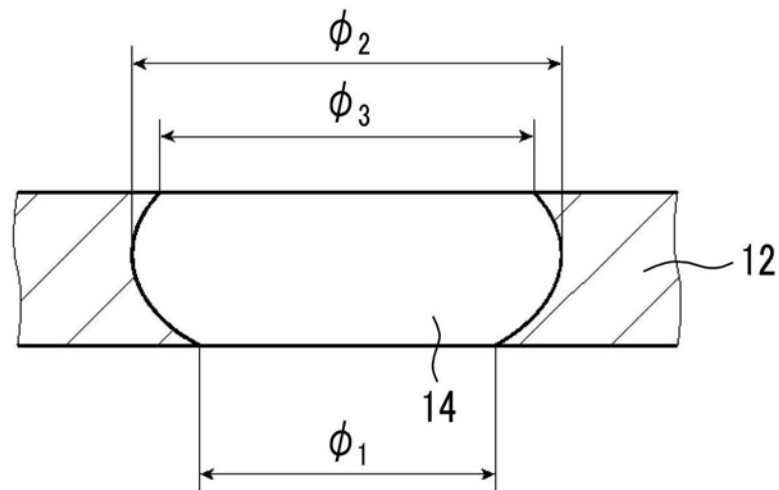


图3

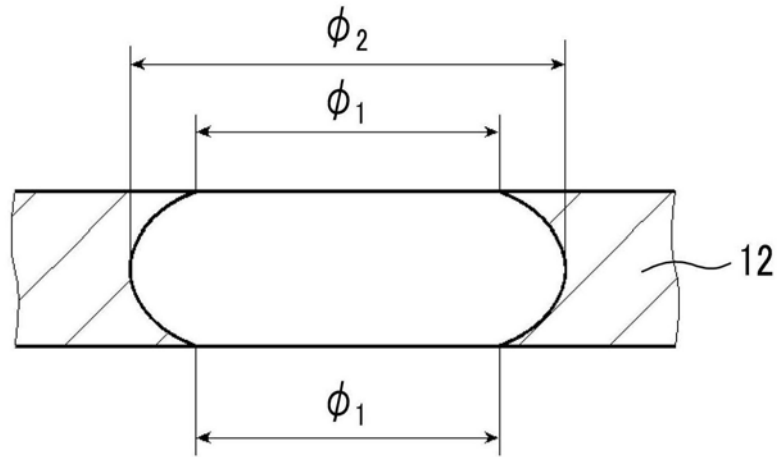


图4

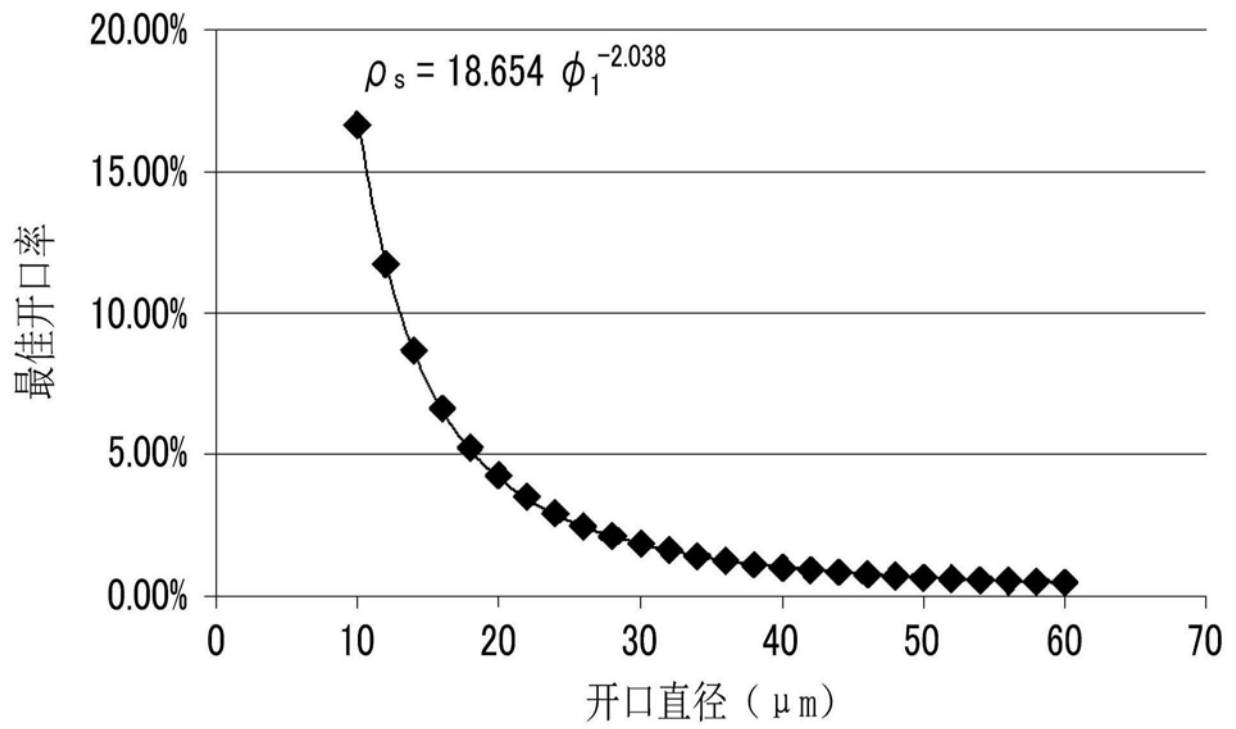


图5

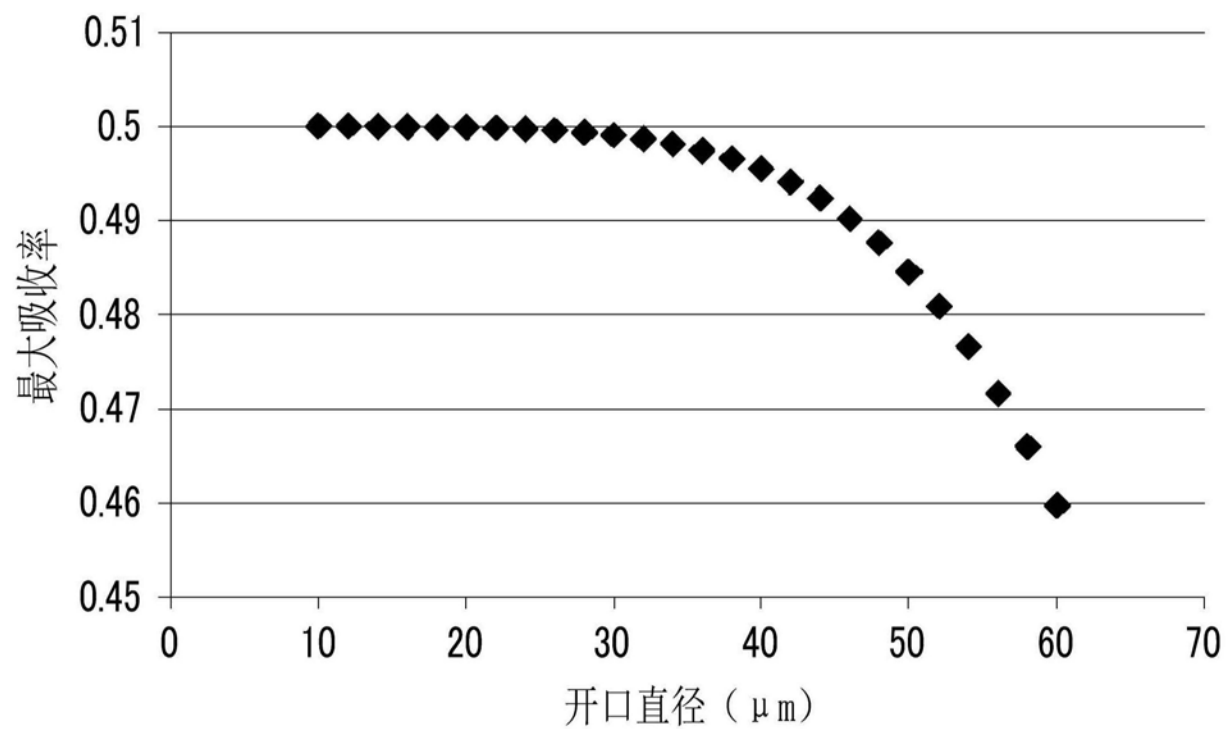


图6

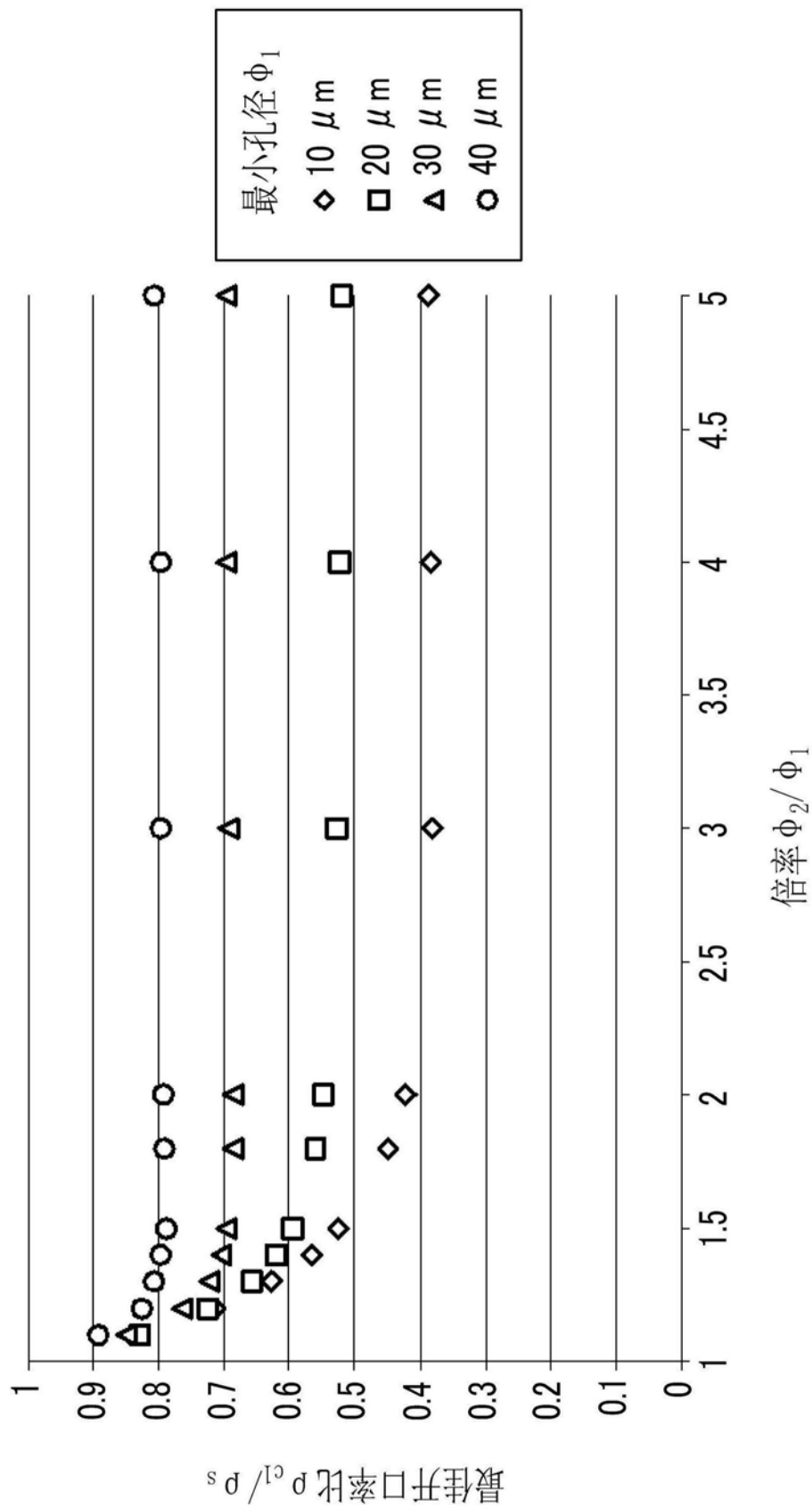


图7

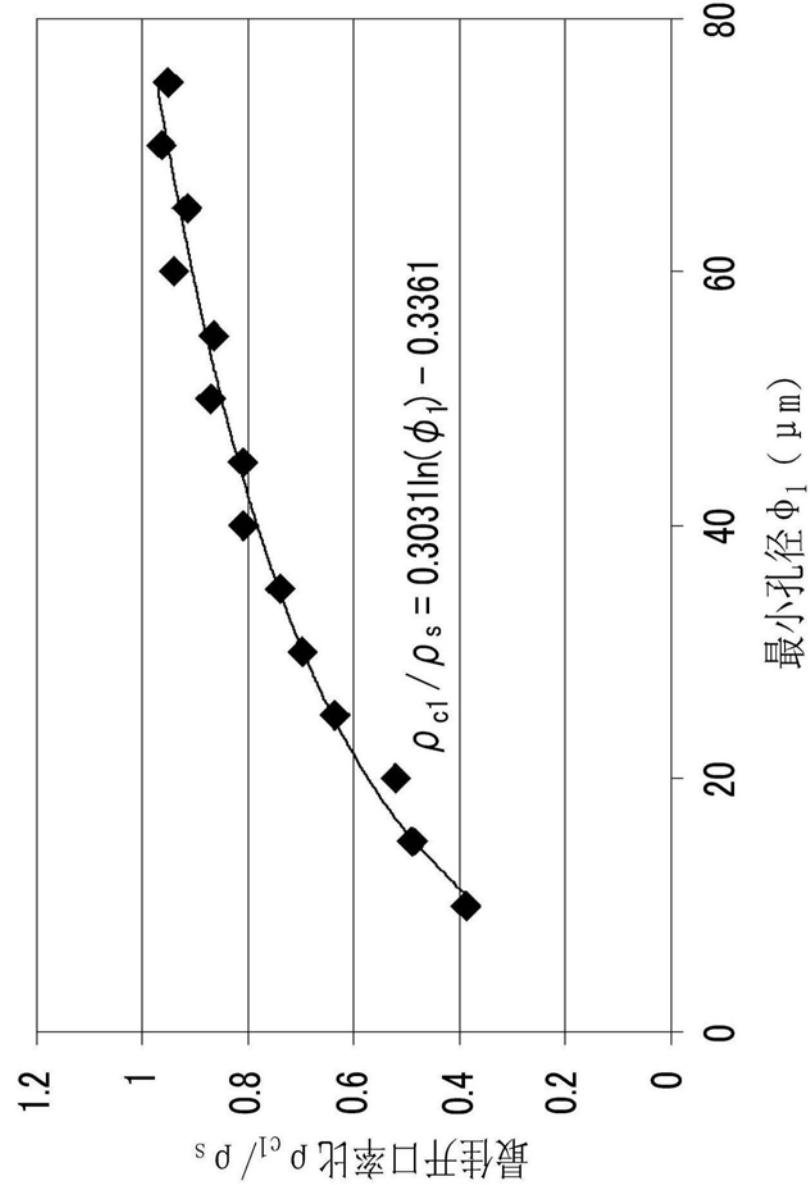


图8

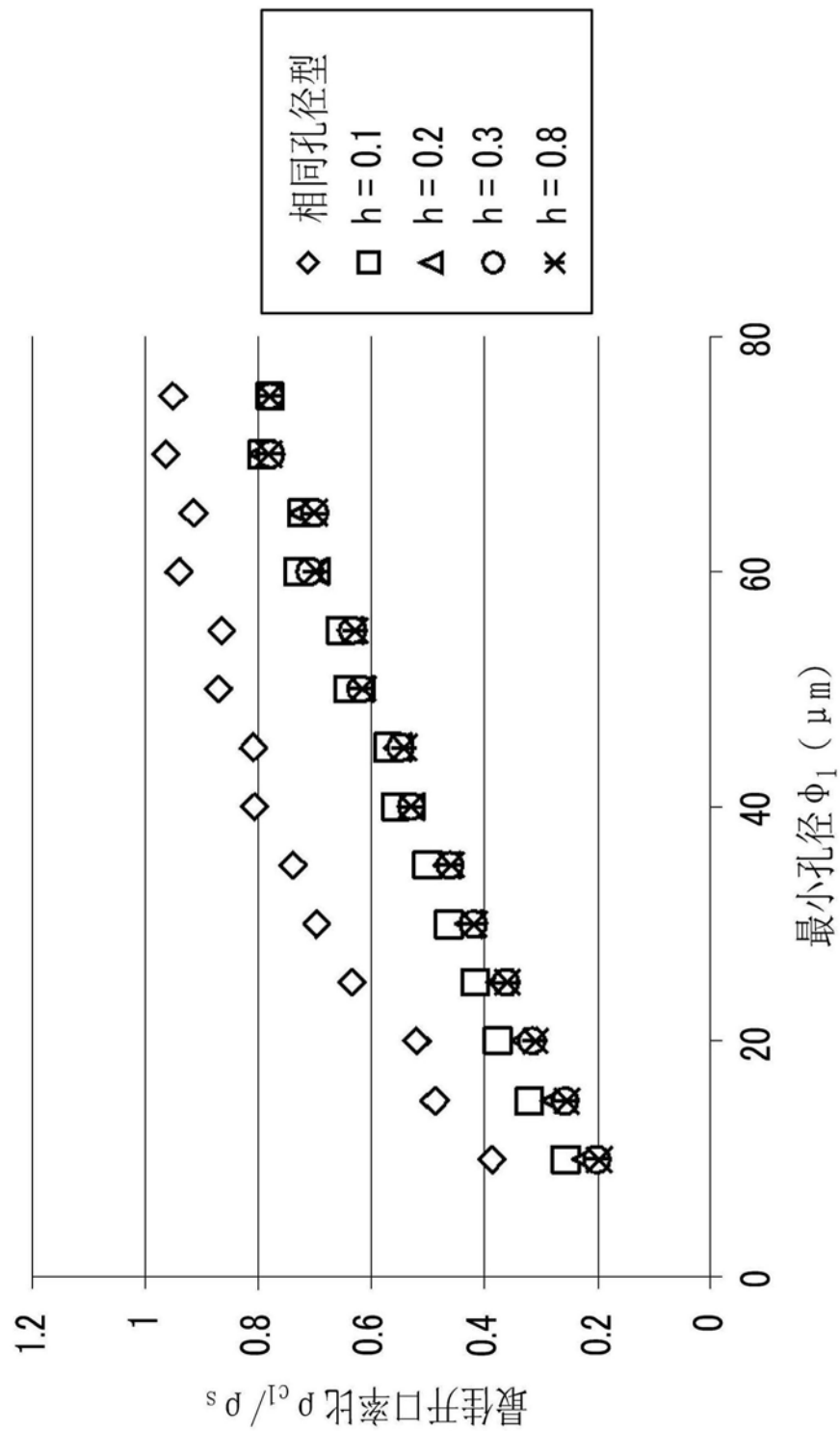


图9

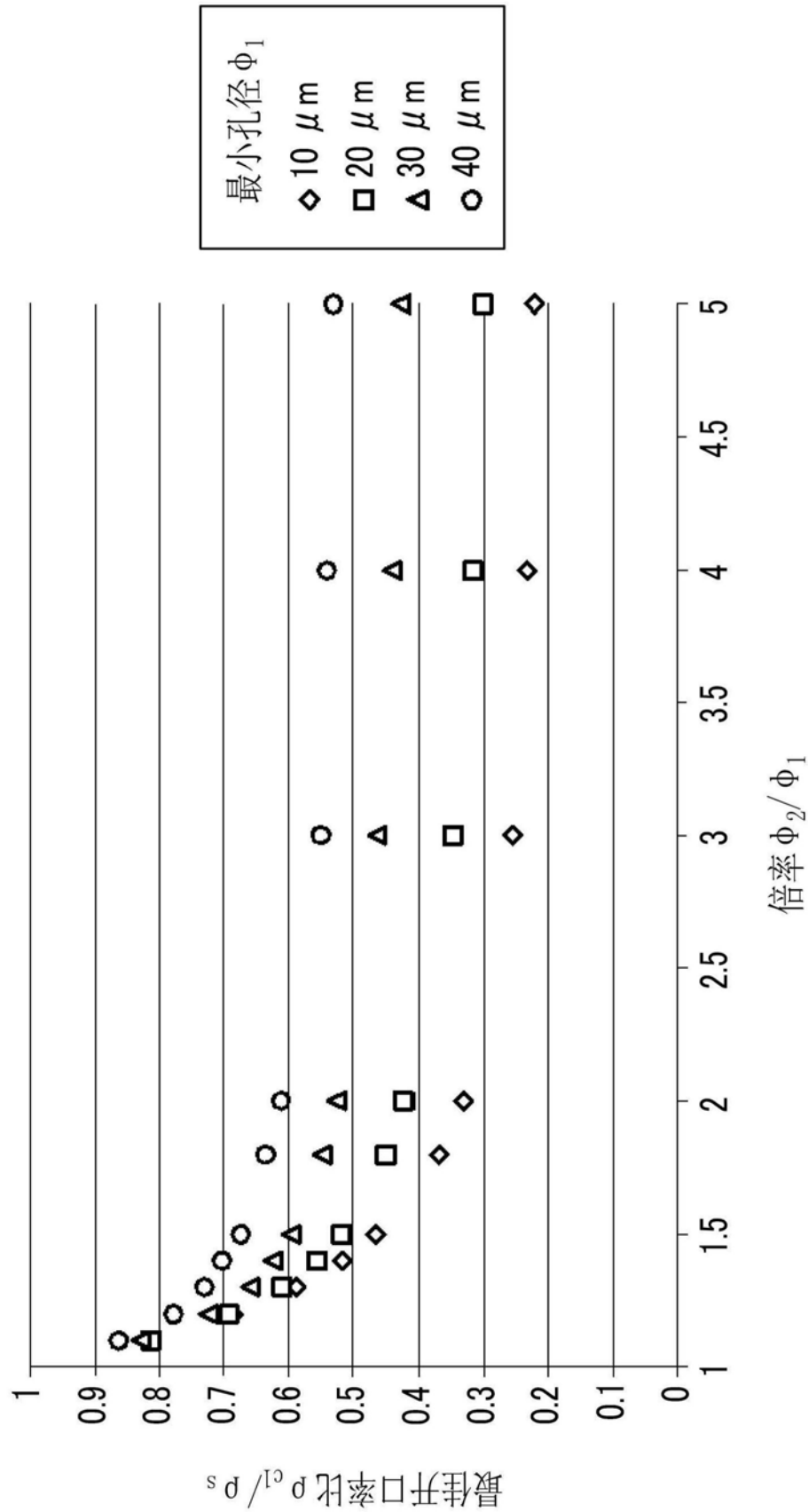


图10

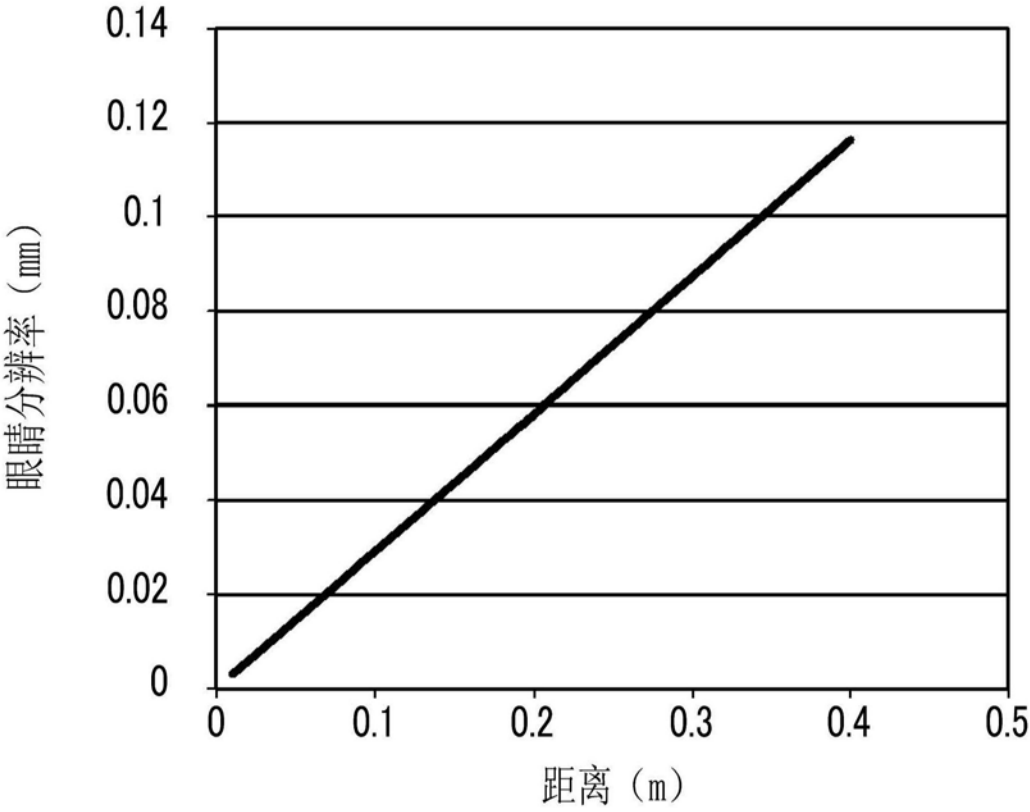


图11

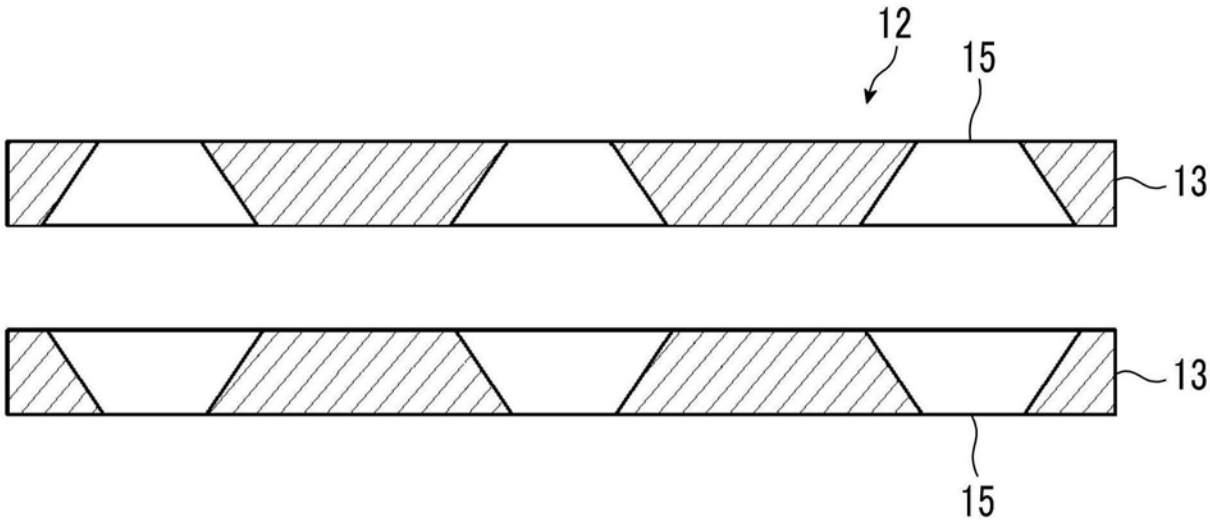


图12

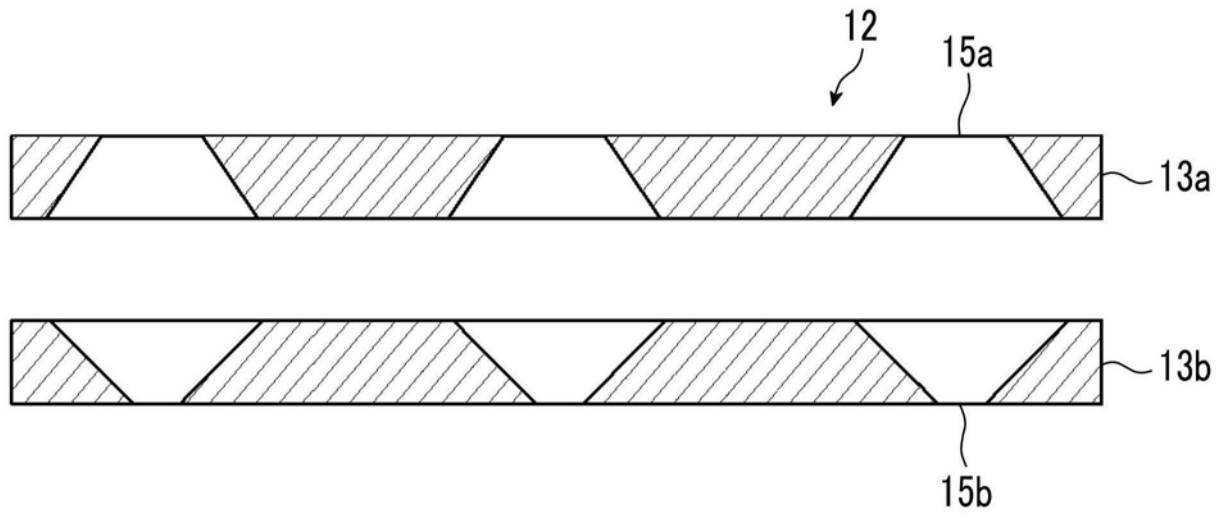


图13

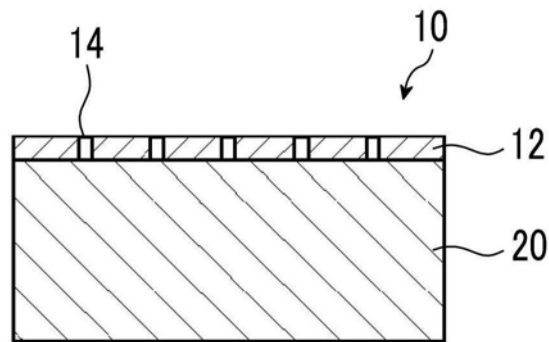


图14

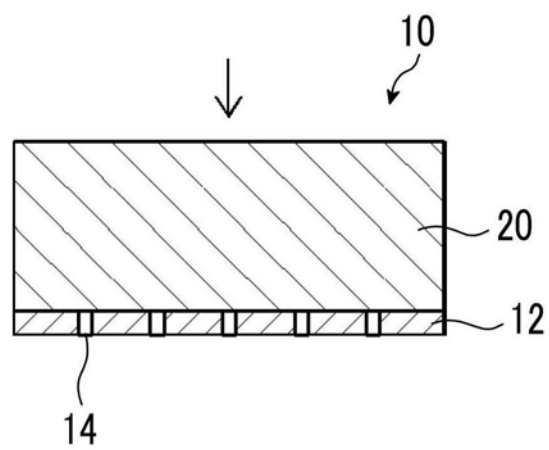


图15

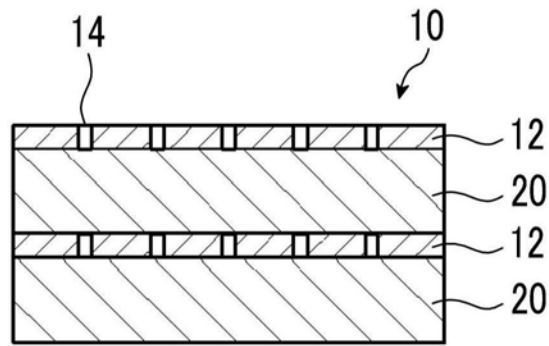


图16

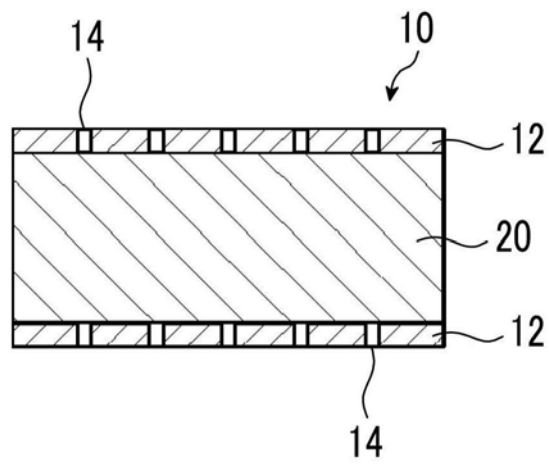


图17

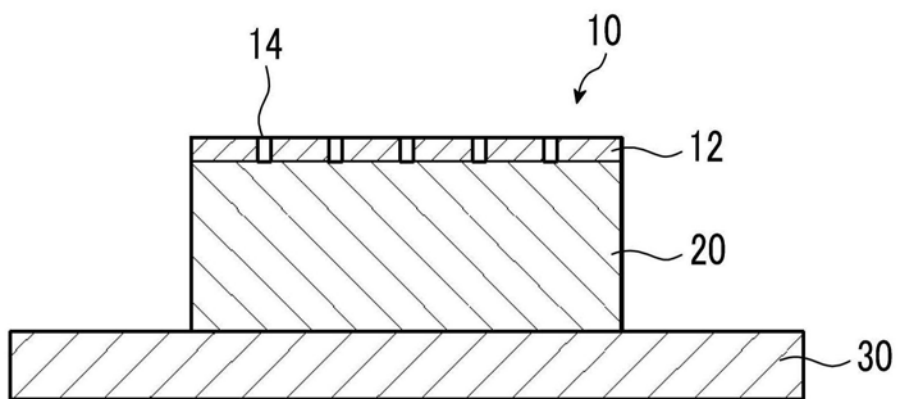


图18

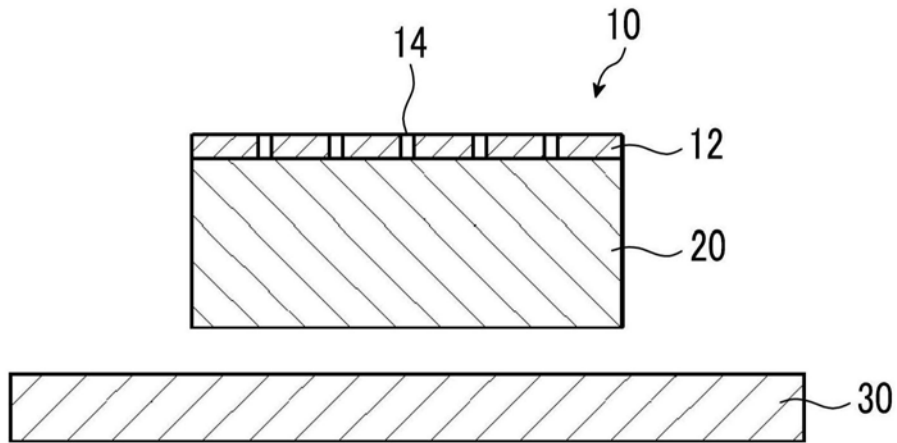


图19

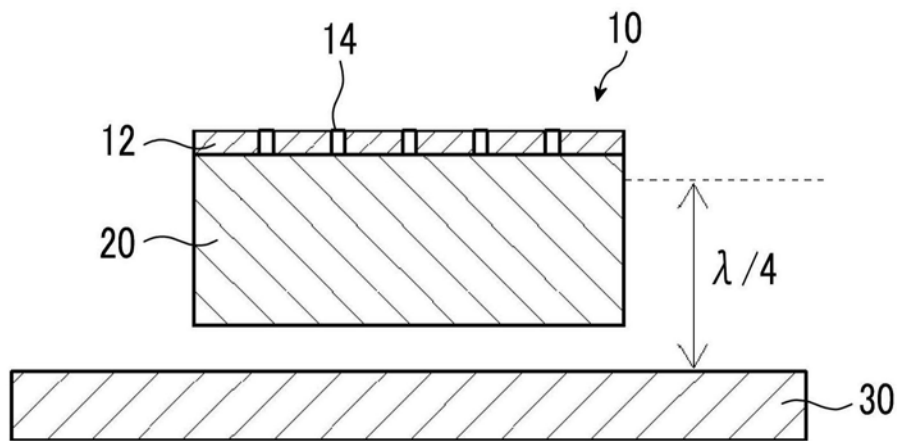


图20

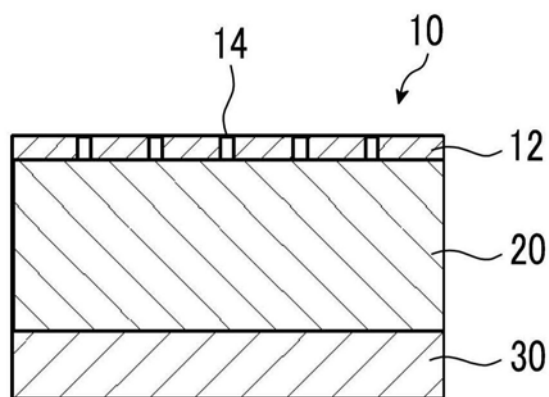


图21

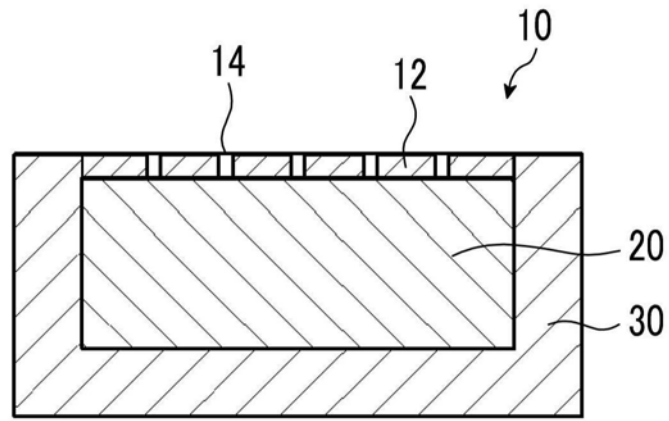


图22

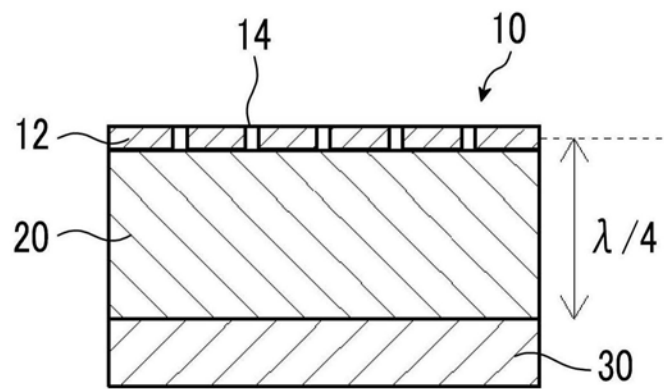


图23

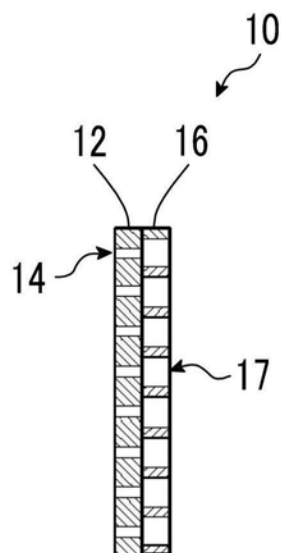


图24

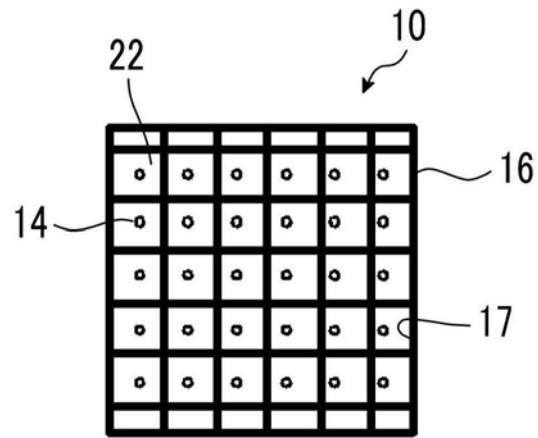


图25

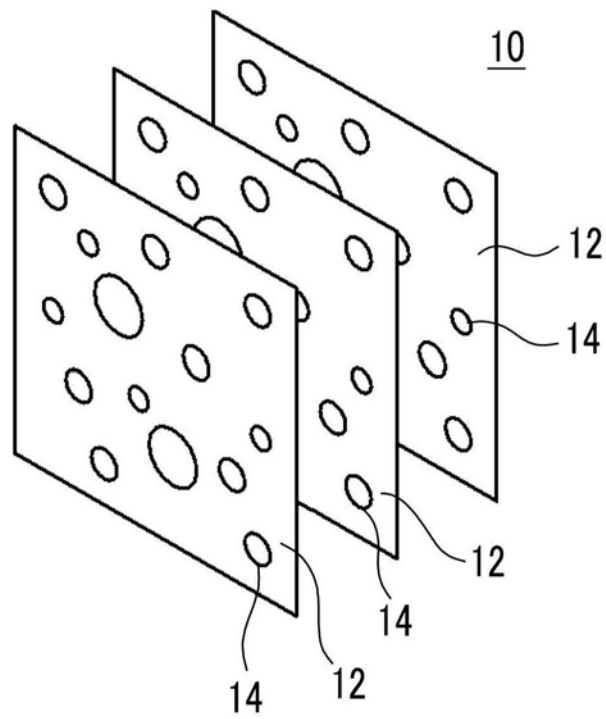


图26

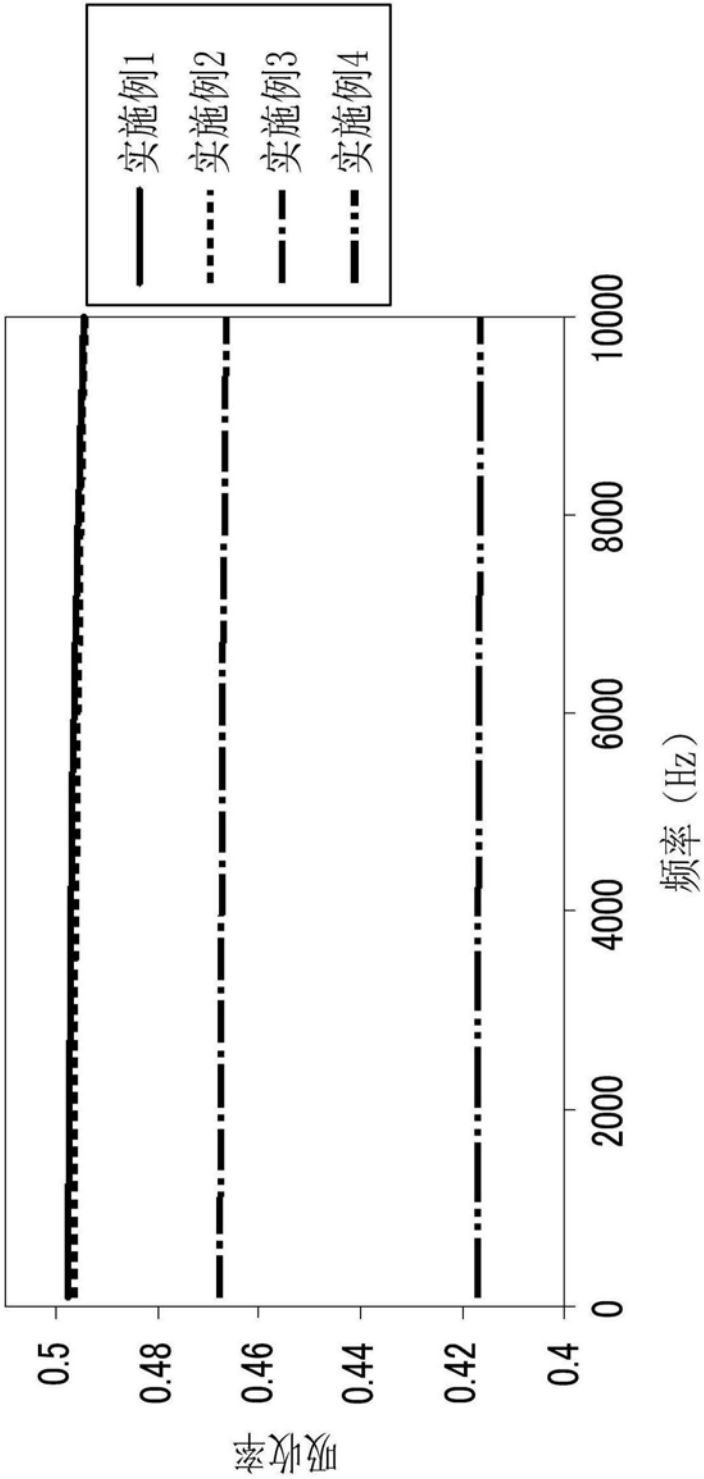


图27

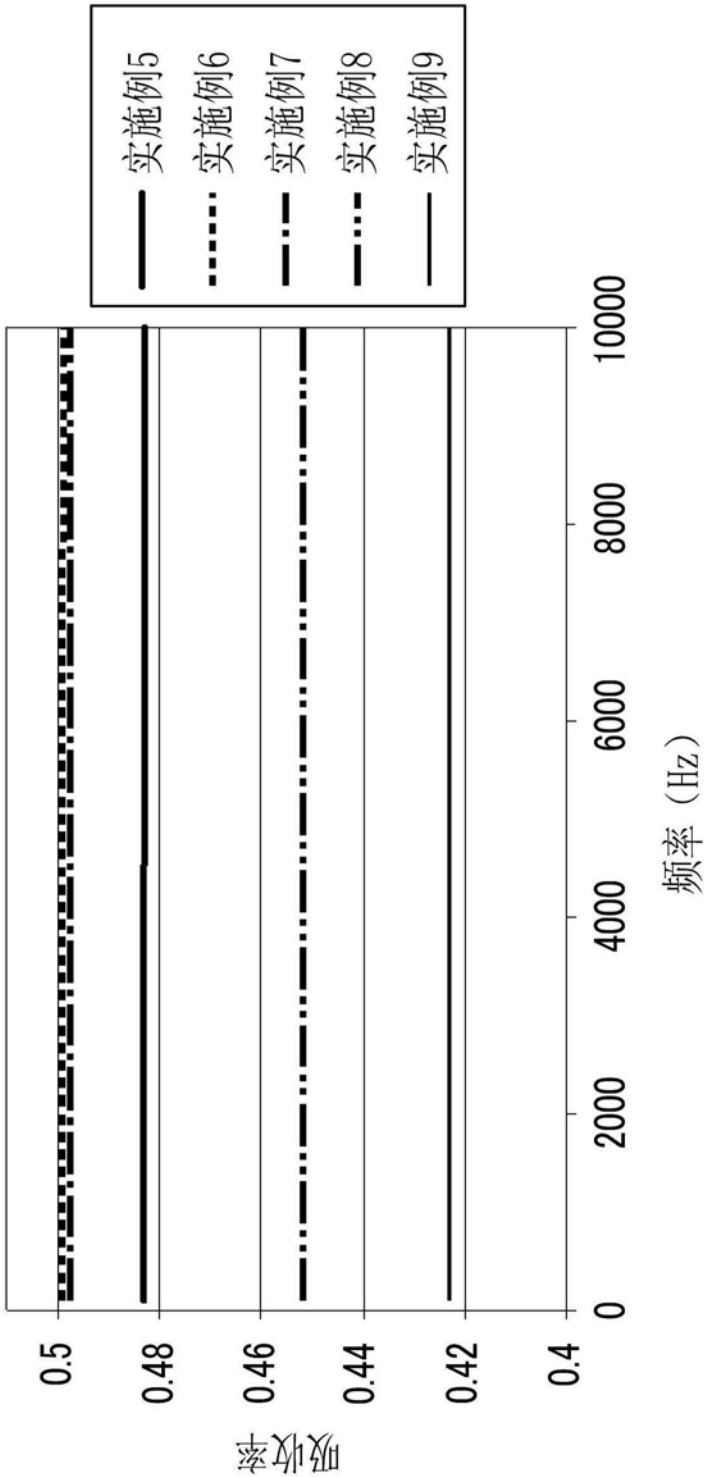


图28

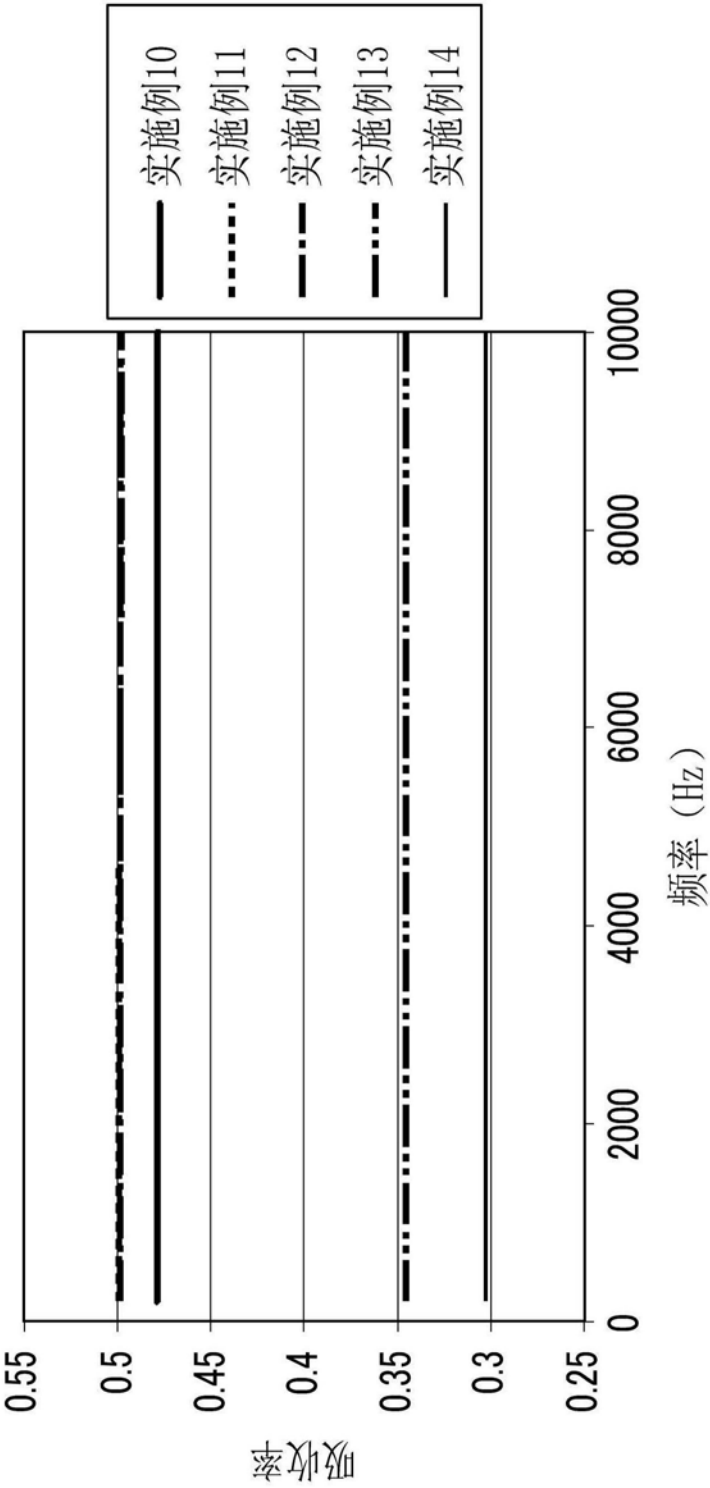


图29

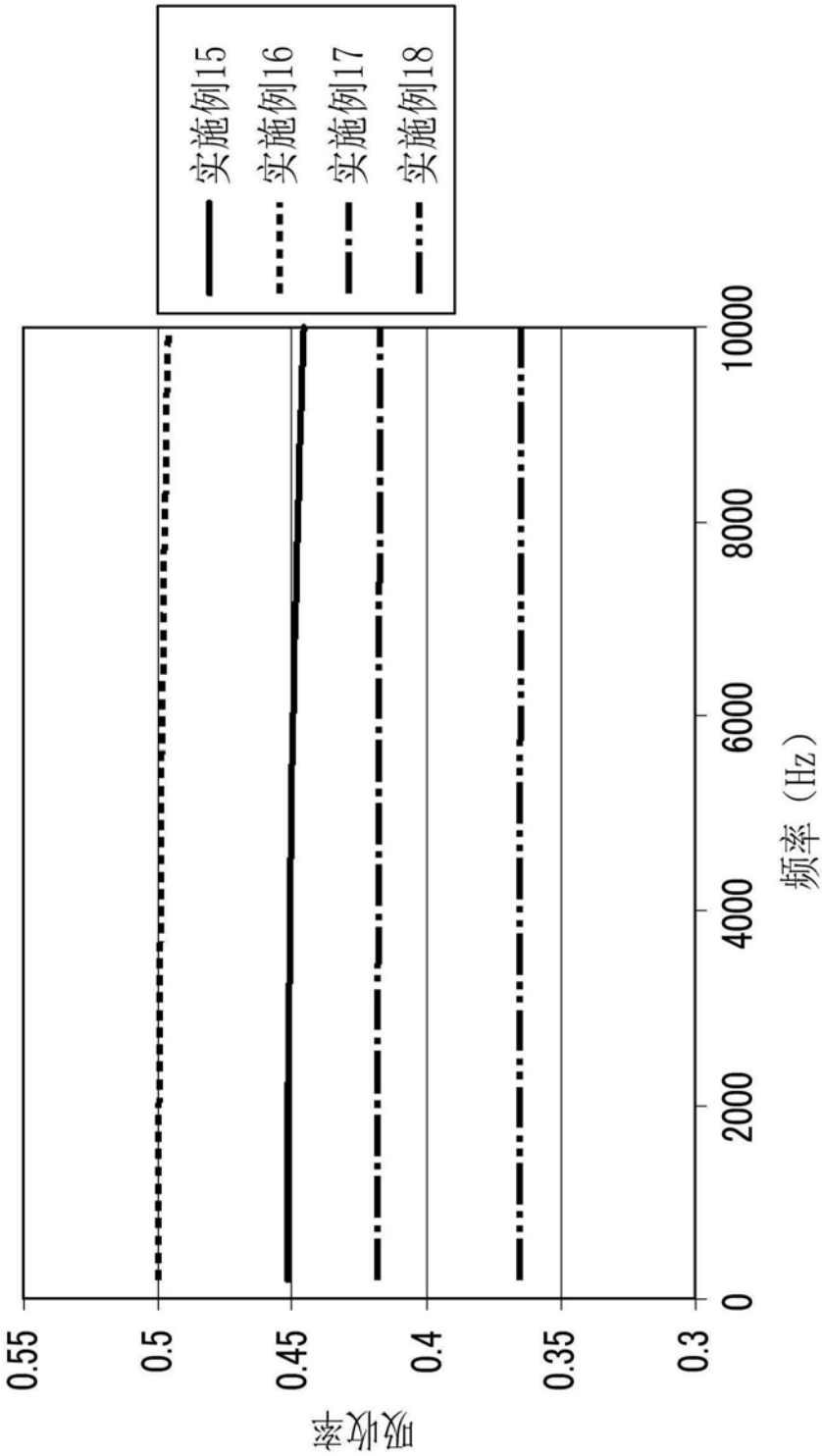


图30

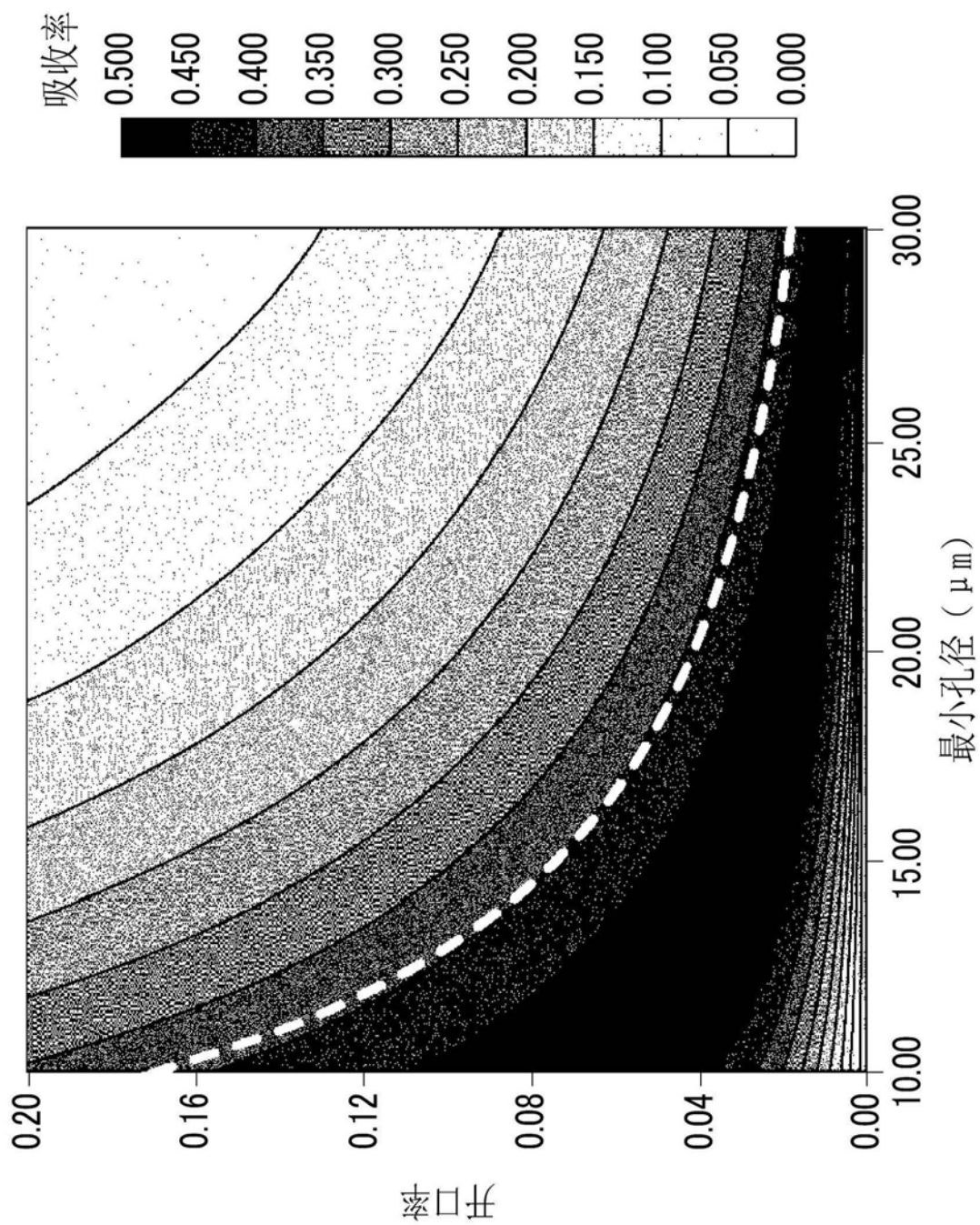


图31

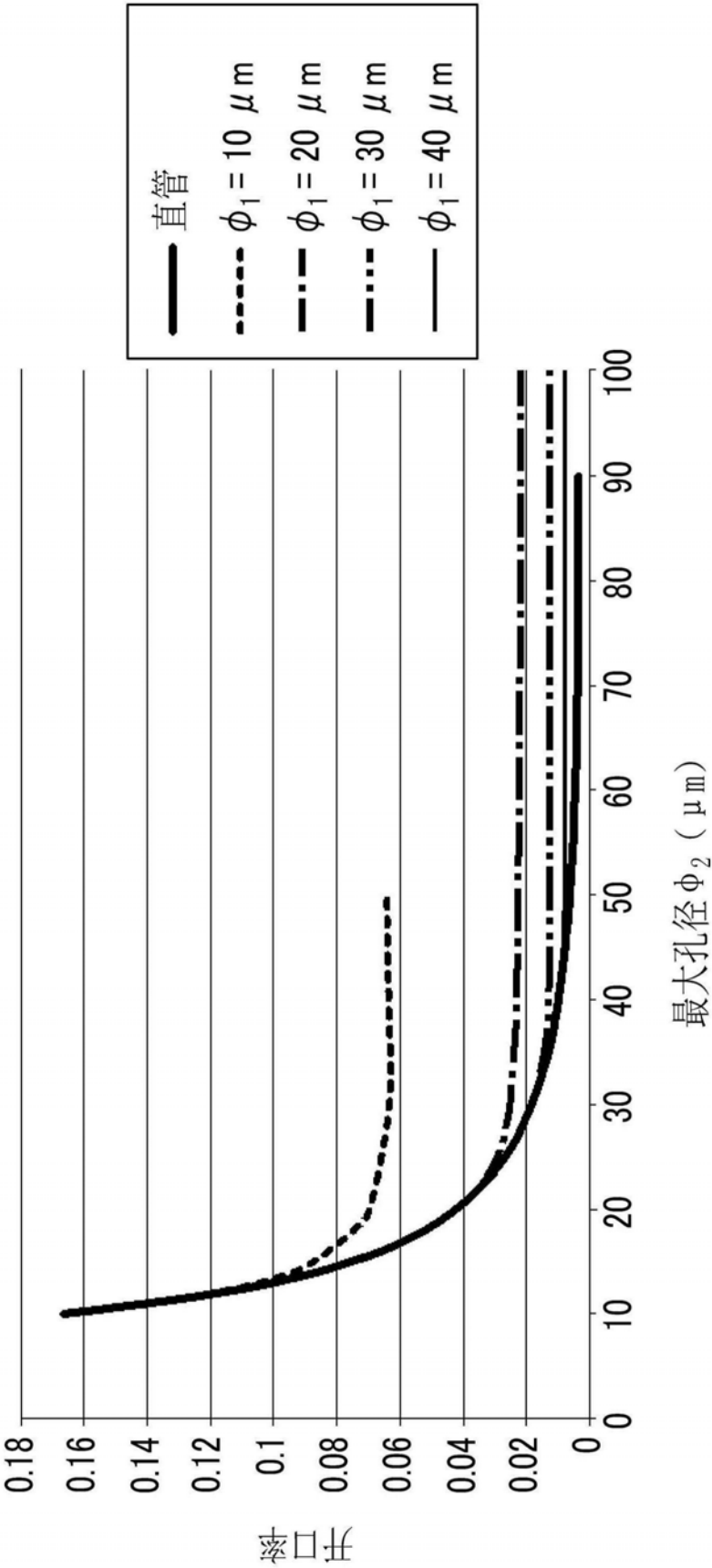


图32