



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102822532 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201180016013. 2

(22) 申请日 2011. 03. 24

(30) 优先权数据

2010-074052 2010. 03. 29 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 09. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/001718 2011. 03. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/121943 JA 2011. 10. 06

(73) 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 池田尚史 田所敬英 高木昌彦

栗原诚

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 郭小军

(51) Int. Cl.

F04D 29/30(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1241248 A, 2000. 01. 12,

JP 2669448 B2, 1997. 10. 27,

JP 9-126190 A, 1997. 05. 13,

CN 101405506 A, 2009. 04. 08,

JP 2007-247492 A, 2007. 09. 27,

CN 101187383 A, 2008. 05. 28,

审查员 姚捷

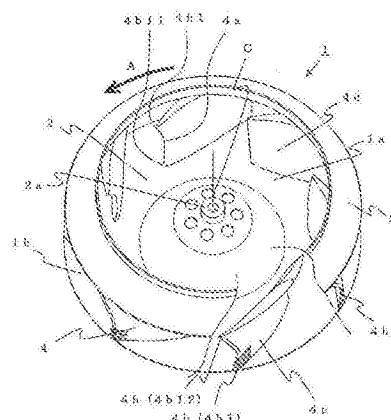
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

涡轮风扇以及安装了该涡轮风扇的空调装置
的室内机

(57) 摘要

叶片(4)形成室内机(100)所搭载的涡轮风扇(1),在叶片(4)的叶片外周面(4c)且叶片后缘部(4b)附近,在水平方向(与旋转中心(O)垂直的面内)形成有多个到达叶片后缘部(4b)的规定长度(L2)的后缘水平槽(5)。后缘水平槽(5)是叶片外周面(4c)上的规定深度的槽凹进部(5a)和与槽凹进部(5a)连续地形成在叶片后缘部(4b)的终端的槽连通部(5b)的合并体。后缘水平槽(5)形成在从主板(2)向上方的距离(H1)的范围和从套筒(3)向下方的距离(H2)的范围。



1. 一种涡轮风扇,该涡轮风扇具有:圆盘形的主板,该主板具备形成在包括旋转中心的规定范围内的突出的毂部;圆环形的套筒,该套筒与该主板相向配置;以及多个叶片,该叶片的两端分别与所述主板和所述套筒接合,其特征在于,

所述叶片的叶片后缘位于由所述主板的外周和所述套筒的外周形成的假想圆筒上,所述叶片的叶片前缘位于比所述叶片后缘更靠近所述旋转中心的位置上,且连接所述叶片后缘与所述叶片前缘的假想线相对于来自所述旋转中心的放射线倾斜,

在叶片远离所述旋转中心的面即叶片外周面,形成有多个到达所述叶片后缘的规定长度的后缘水平槽,

该后缘水平槽与所述旋转中心垂直,在所述叶片后缘的端部与叶片靠近所述旋转中心的面即叶片内周面连通。

2. 根据权利要求1所述的涡轮风扇,其特征在于,所述后缘水平槽的长度(L2),是所述叶片的叶片前缘的端部与叶片后缘的端部的直线距离(L)的10%~50% ($0.1 \times L \leq L2 \leq 0.5 \times L$)。

3. 根据权利要求1或2所述的涡轮风扇,其特征在于,所述后缘水平槽的与旋转轴平行方向上的宽度即槽宽(D1),是所述后缘水平槽彼此的与所述旋转轴平行方向上的间隔即槽间隔(D2)的50%~100% ($0.5 \times D2 \leq D1 \leq 1.0 \times D2$)。

4. 根据权利要求1或2所述的涡轮风扇,其特征在于,所述后缘水平槽的与旋转轴平行方向上的宽度即槽宽(D1),是所述叶片后缘部处的所述主板与所述套筒(3)的与所述旋转轴平行方向上的距离即风扇排出高度(H)的2%~5% ($0.02 \times H \leq D1 \leq 0.05 \times H$)。

5. 根据权利要求1或2所述的涡轮风扇,其特征在于,所述后缘水平槽的与旋转轴平行方向上的宽度即槽宽(D1),是所述后缘水平槽彼此的与所述旋转轴平行方向上的间隔即槽间隔(D2)的50%~100% ($0.5 \times D2 \leq D1 \leq 1.0 \times D2$),且是所述叶片后缘部中的所述主板与所述套筒(3)的与所述旋转轴平行的距离即风扇排出高度(H)的2%~5% ($0.02 \times H \leq D1 \leq 0.05 \times H$)。

6. 根据权利要求1或2所述的涡轮风扇,其特征在于,所述后缘水平槽形成在所述叶片后缘的主板侧。

7. 根据权利要求1或2所述的涡轮风扇,其特征在于,所述后缘水平槽形成在所述叶片后缘的主板侧和套筒侧。

8. 根据权利要求1或2所述的涡轮风扇,其特征在于,所述后缘水平槽形成在比所述主板与所述套筒的中央更靠近所述套筒的范围。

9. 根据权利要求1或2所述的涡轮风扇,其特征在于,被所述后缘水平槽夹着的所述叶片外周面即槽间表面部具有:与所述叶片外周面连续的面即槽间连续面、和在靠近所述叶片后缘部的规定范围内向外周侧突出的槽间凸部,

形成在所述槽间表面部的槽间凸部的长度与形成在与该槽间表面部邻接的所述槽间表面部的槽间凸部的长度不同。

10. 一种空调装置的室内机,其特征在于,该空调装置的室内机具有:

在与顶板相向的面具备开口部的框体,

设置在该框体的内部的如权利要求1或2所述的涡轮风扇,以及

包围该涡轮风扇的热交换器;

所述空调装置的室内机形成有从所述开口部的大致中央部到达所述涡轮风扇的吸入风道、和从所述涡轮风扇经过所述热交换器到达所述开口部的周边部的排出风道。

涡轮风扇以及安装了该涡轮风扇的空调装置的室内机

技术领域

[0001] 本发明涉及涡轮风扇以及安装了该涡轮风扇的空调装置的室内机，尤其是涉及送出经过除湿加湿或制冷制热的空气的涡轮风扇以及安装了该涡轮风扇的空调装置的室内机。

背景技术

[0002] 目前，在顶棚嵌入式的空调装置的室内机上安装的送风风扇普遍采用风扇的叶片形成为三维形状的涡轮风扇。即，涡轮风扇是将在内周部吸引来的空气向着外周排出的装置，由圆盘形的主板、与该主板相向配置的圆环形的套筒以及两端与主板和套筒连接的多张叶片（翼）形成。并且，公开了几个响应降噪（低噪音化）要求的发明。

[0003] 例如，公开了叶片的叶片后缘部在叶片长度方向一面交替地弯曲一面向叶片宽度方向延长的“锯齿形”的构成（例如参考专利文献 1）。

[0004] 另外，公开了在叶片后缘部的旋转方向面（正压面）设置了在与旋转轴垂直的方向平行地具有规定间隔地排列的多个“肋”的构成（例如参考专利文献 2）。

[0005] 而且，公开了在叶片的加压面侧的整个面或一部分设置了排列在叶轮旋转轴上的“突条”的构成（例如参考专利文献 3）。

[0006] 专利文献 1：日本特许第 3092554 号公报（第 4-5 页、图 1）

[0007] 专利文献 2：日本特开平 9-126190 号公报（第 3 页、图 1）

[0008] 专利文献 3：日本特许第 2669448 号公报（第 3-4 页、图 1）

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 但是，专利文献 1 所述的涡轮风扇由于叶片后缘部被切成“锯齿形”，因此叶片的弦长长的部分和弦长短的部分交替地存在，流动集中在锯齿部的弦长短的部分。因此，与无锯齿形的切口部的叶片相比，实际上叶片面积缩小，送风效率降低。其结果，为了输送所需风量，需要增加风扇转速，气流与叶片壁面的摩擦加剧，因此存在因气流的紊流而产生（加剧）噪音这样的问题。

[0011] 另外，专利文献 2 所述的涡轮风扇在叶片后缘部的旋转方向侧的面（正压面）设置了在与旋转轴垂直的方向平行地隔开规定间隔地排列的多个“肋”。因此，叶片正压面的流动与肋碰撞或越过肋，存在发生大幅的剥离、排放涡流增大、产生（加剧）噪音这样的问题。

[0012] 而且，专利文献 3 所述的涡轮风扇在叶片的旋转方向侧的面（正压面）的整体或一部分上形成与旋转轴正交的细槽状的“突条”。因此，在叶片正压面的表面，空气沿着突条流动，但由于在叶片的外周侧前端即叶片后缘部的位置，叶片正压面与叶片负压面一致（由于各自形成了叶片的后缘），因此由于来自叶片正压面的流动与来自叶片负压面的流动的速度差产生了剪切湍流。因此，存在产生大的排放涡流、产生（加剧）噪音这样的问题。

[0013] 另一方面,如果在叶片正压面的整个面设置突条,则在叶片的前缘部靠近突条的范围,由于被吸入的空气不沿着突条流动,因此存在在该部位发生剥离、产生(加剧)噪音这样的问题。

[0014] 本发明为了解决上述问题而形成,目的是得到在能够确保叶片面积的同时还能够抑制噪音产生的涡轮风扇以及安装了该涡轮风扇的空调装置的室内机。

[0015] 本发明的涡轮风扇具有:圆盘形的主板,该主板具备形成在包括旋转中心的规定范围内的突出的毂部;圆环形的套筒,该套筒与该主板相向配置;以及多个叶片,该叶片的两端分别与所述主板和所述套筒接合,其特征在于,

[0016] 所述叶片的叶片后缘位于由所述主板的外周和所述套筒的外周形成的假想圆筒上,所述叶片的叶片前缘位于比所述叶片后缘更靠近所述旋转中心的位置,且连接所述叶片后缘与所述叶片前缘的假想线相对于来自所述旋转中心的放射线倾斜,

[0017] 在叶片远离所述旋转中心的面即叶片外周面,形成有多个到达所述叶片后缘的规定长度的后缘水平槽,

[0018] 该后缘水平槽与所述旋转中心垂直,在所述叶片后缘的端部与叶片靠近所述旋转中心的面即叶片内周面连通。

[0019] 发明的效果

[0020] 本发明的涡轮风扇在叶片正压面即叶片外周面的叶片后缘部形成多个与旋转中心正交的规定长度的后缘水平槽,该后缘水平槽与叶片负压面即叶片内周面连通,因此具有以下效果。

[0021] (一)从叶片正压面的叶片后缘部到达叶片后缘端的气流的一部分流入上述多个后缘水平槽,其余的部分在叶片后缘部表面(后缘水平槽彼此之间)流动,到达叶片后缘端。因此,即使形成后缘水平槽,叶片面积也只缩小一点,可抑制送风效率降低这样的影响。

[0022] (二)另外,由于气流流入后缘水平槽,因此抑制了叶片正压面上的边界层的发展。

[0023] (三)而且,在边界层从叶轮内周侧向外周侧(从上风向风)逐渐发展的叶片负压面侧,叶片正压面侧的气流的一部分由于经由槽连通部进行供应,从而防止了叶片负压面上的气流的剥离,同时抑制了叶片负压面与叶片正压面的风速差引起的剪切湍流。

[0024] (四)因此,排放涡流缩小,缩小后的排放涡流扩散,由此可以实现涡轮风扇的低噪音化。

[0025] (五)另一方面,如果在涡轮风扇的排出下游侧设置热交换器,则在抑制了排放涡流的状态下气流流入热交换器,从而可以实现热交换器的低噪音化。

[0026] (六)而且,如果在涡轮风扇的周围设置矩形的热交换器,则在叶片后缘端靠近热交换器角部的位置(叶片后缘端离热交换器比较远的位置),通风阻力比较小,在叶片后缘端靠近热交换器边缘中央部的位置(叶片后缘端离热交换器比较近的位置),通风阻力比较大,因此产生通风阻力的脉动现象。

[0027] 但是,在通风阻力逐渐增加(叶片后端缘接近边缘中央部)时,气流的一部分流入后缘水平槽,气流被整流,因此很难产生气流的剥离。另一方面,在通风阻力逐渐减少(叶片后端缘接近角部)时,气流沿着叶片表面形成,很难产生气流的剥离。因此,相对于通风阻力的增减很难产生气流的剥离,从而可以实现低噪音化。

[0028] (七)而且,通过形成多个后缘水平槽,可以减轻叶片的重量(形成叶片的材料),可以实现轻量化。

附图说明

- [0029] 图 1 是表示本发明的第一实施方式的空调装置的室内机的纵剖视图。
[0030] 图 2 是表示本发明的第一实施方式的空调装置的室内机的水平剖视图。
[0031] 图 3 是表示本发明的第二实施方式的涡轮风扇的立体图。
[0032] 图 4 是示意地表示图 3 所示的涡轮风扇的纵剖视图和侧视图。
[0033] 图 5 是放大表示图 3 所示的涡轮风扇的叶片前缘部的侧视图。
[0034] 图 6 是放大表示图 3 所示的涡轮风扇的叶片的水平剖视图。
[0035] 图 7 是放大表示图 3 所示的涡轮风扇的叶片后缘部的侧视图。
[0036] 图 8 是表示图 6 所示的后缘水平槽的形状与噪音效果的关系的特性图。
[0037] 图 9 是表示图 6 所示的后缘水平槽的形状与噪音效果的关系的特性图。
[0038] 图 10 是示意地表示图 6 所示的后缘水平槽的变型例的侧视图。
[0039] 图 11 是示意地表示图 6 所示的后缘水平槽的变型例的纵剖视图。

具体实施方式

[0040] [第一实施方式:空调装置的室内机]

[0041] 图 1 和图 2 是说明本发明的第一实施方式的空调装置的室内机的图,图 1 是示意地表示的纵剖视图,图 2 是示意地表示的水平剖视图。

[0042] 另外,在本实施方式中以顶棚嵌入式的空调装置为例进行说明,但本发明不受此限制,可以广泛地应用于安装了在风扇吸入侧及排出侧具有过滤器或热交换器等可通风的压力损失体的涡轮风扇的空调装置的室内机。

[0043] 在图 1 中,空调装置的室内机(以下有时简称为“室内机”)100 收纳于形成在房间 17 的顶棚 18 上的凹部。本体 10 是由矩形的顶板 10a 和直立设置在顶板 10a 周围的侧板 10b 形成的框体,与顶板 10a 相向的面开口,在该开口的面上设置装饰面板 11。

[0044] 即,室内机 100 以顶板 10a 在上方、装饰面板 11 在下方的姿势设置在顶棚 18 上。此时,装饰面板 11 的下表面以稍微从顶棚 18 的下表面(房间 17 侧的面)突出的状态面向房间 17(露出)。

[0045] 在装饰面板 11 的中央附近,具有朝向本体 10 的空气吸入口即吸入格栅 11a、清除经过吸入格栅 11a 后的空气中的灰尘的过滤器 12、以及沿着装饰面板 11 的各条边形成的面板风扇排出口 11b。另外,在各面板风扇排出口 11b 上分别设置有助于改变所排出的空气的方向的风向叶片 13。

[0046] 在顶板 10a 上设置风扇电机 15,在风扇电机 15 的旋转轴上固定涡轮风扇 1。并且,形成从吸入格栅 11a 到涡轮风扇 1 的吸入风道的喇叭口 14 被设置成由过滤器 12 和涡轮风扇 1 夹着。

[0047] 而且,环绕涡轮风扇 1 的外周地设置俯视观看时形成为大致矩形的热交换器 16,热交换器 16 通过未图示的连接配管与室外机连接。

[0048] 这样形成的室内机 100 一旦涡轮风扇 1 进行旋转,则房间 17 的空气就经过装饰面

板 11 的吸入格栅 11a 被吸入,在经过过滤器 12 时被除尘后流入设置在本体吸入风道 10c 上的喇叭口 14。并且,在经过喇叭口 14 之后向涡轮风扇 1 朝大致上方(与风扇电机 15 的旋转轴大致平行)被吸入。

[0049] 然后,空气从涡轮风扇 1 向着热交换器 16 沿大致水平方向(与风扇电机 15 的旋转轴大致垂直的方向)被排出。然后,在热交换器 16 中进行了制热或制冷的热交换或是除湿的空气(相当于调和空气)经过本体排出风道 10d 和面板风扇排出口 11b,一面通过风向叶片 13 控制风向一面向房间 17 排出。

[0050] 另外,在第二实施方式中就涡轮风扇 1 进行具体说明。

[0051] [第二实施方式:涡轮风扇]

[0052] 图 3 至图 11 是说明本发明的第二实施方式的涡轮风扇的图,图 3 是示意性地表示的立体图,图 4 是示意性地表示的纵剖视图和侧视图,图 5 是将一部分(叶片前缘部)放大表示的侧视图,图 6 是将一部分(叶片)放大表示的水平剖视图,图 7 是将一部分(叶片后缘部)放大表示的侧视图,图 8 和图 9 是表示一部分(后缘水平槽)的形状与噪音效果的关系的特性图,图 10 是示意性地表示一部分(后缘水平槽)的变型例的侧视图,图 11 是示意性地表示一部分(后缘水平槽)的变型例的纵剖视图。

[0053] 另外,在各图中,相同的部分或相应的部分使用相同的附图标记,省略一部分说明。

[0054] 另外,为了便于说明,在图 3 至图 7 和图 10 中,涡轮风扇形成为从纸面的上方向着下方吸入空气、向纸面的大致水平方向排出的姿势,因此与图 1(第一实施方式)所示的室内机 100 中的涡轮风扇 1 的姿势上下颠倒。

[0055] 在图 3 和图 4 中,涡轮风扇 1 具有:中央呈山状突出的大致圆盘形的主板 2、与主板 2 相向配置的大致圆环形的套筒 3、以及与主板 2 和套筒 3 接合的多个叶片 4。

[0056] 此时,套筒 3 大致呈喇叭口状(截面大致圆弧形的圆环),中央开口部形成风扇吸入口 1a,形成吸入导风壁。

[0057] 另外,在主板 2 中央的突出部的顶上,一体形成有固定风扇电机 15 的旋转轴的固定部即毂部 2a。以下将该旋转轴的中心称为“旋转中心 O”。

[0058] 另外,叶片 4 是其壁厚 T(与旋转轴正交的水平截面上的、叶片外周面(叶片正压面)与叶片内周面(叶片负压面)的距离)随着在高度方向离开主板 2 接近套筒 3 而变薄的末端变细形状,是内部具有空洞的空心结构。该空洞与形成在主板 2 上的开口部连通,向主板 2 的下表面(叶轮的外侧)开口。

[0059] 并且,由接近的一对叶片 4、套筒 3 以及主板 2 环绕的范围形成气流的流路,其外周侧的端部成为排出口 1b。

[0060] (叶片前缘部)

[0061] 在图 5 至图 7 中,对于叶片 4 的叶片前缘部 4a,叶片外周面(与叶片正压面一样)4c 的靠近主板 2 的范围大致直立为主板 2 上,叶片外周面 4c 的靠近套筒 3 的范围越接近套筒 3 则越逐渐离开旋转中心 O(越是上面则越朝径向的外侧接近地翘曲),叶片内周面(与叶片负压面一样)4d 在从主板 2 到套筒 3 的高度方向的全部范围内整体比叶片外周面 4c 更大幅度地朝径向外侧翘曲(弯曲)。

[0062] 在此,将叶片前缘部 4a 的叶片内周面(与叶片负压面相同)4d 侧作为“叶片前缘

端 4a1”，将连结叶片前缘端 4a1 的高度方向上的壁厚中心的线作为“垂直翘曲线 Q1”。

[0063] 并且，将在包括垂直翘曲线 Q1 的平面中、垂直翘曲线 Q1 与旋转中心 O（与在该平面假定的旋转中心 O 平行的平行线 O' 相同）所成的角度作为“叶片前缘端 4a1 处的弯曲角度 $\alpha 1$ ”。

[0064] 另外，将叶片 4 与套筒 3 的内周侧的接合部（叶片 4 离开套筒 3 的点）作为“叶片套筒侧结合部 4g”，将在经过叶片套筒侧结合部 4g 的截面中连结高度方向上的壁厚中心的线作为“垂直翘曲线 Q2（未图示）”。

[0065] 并且，将在包括垂直翘曲线 Q2 的平面中、垂直翘曲线 Q2 与旋转中心 O（与在该平面假定的旋转中心 O 平行的平行线 O' 相同）所成的角度作为“叶片套筒侧结合部 4g 处的弯曲角度 $\alpha 2$ ”。

[0066] 这样就形成为，“叶片套筒侧结合部 4g 的弯曲角度 $\alpha 2$ ”小于“叶片前缘端 4a1 的弯曲角度 $\alpha 1$ ”，弯曲角度 α 越接近叶轮的中心（旋转中心 O）则越逐渐变大，叶片套筒侧前缘部 4a2 越接近中心则越向涡轮风扇 1 的外侧（远离旋转中心 O 的方向）弯曲。

[0067] 在这样形成的涡轮风扇 1 中，叶片前缘端 4a1（叶片外周面（叶片正压面）4c 与叶片内周面（叶片负压面）4d 连接的端部）形成为随着离开主板 2 接近套筒 3 而向叶轮的外侧（远离旋转中心 O 的方向）弯曲的形状。从而，促进了吸入流的引导，抑制了入口碰撞剥离。即，可以向着风扇排出口 1b 通畅且无剥离地在大致水平方向（与旋转中心 O 大致垂直）且在径向改变本体吸入风道 10c 的铅直方向（与旋转中心 O 大致平行）的气流。因此，可以得到低噪音的涡轮风扇 1，从而安装了涡轮风扇 1 的室内机 100 变成静音，舒适性得到提高。

[0068] （叶片的截面形状）

[0069] 以下，对叶片 4 的截面形状进行如下定义。在靠近后缘部叶片 4 与主板 2 的接合部的水平截面（相当于图 4 所示的切断位置 Y-Y 上的截面），将连结壁厚中心的线作为“水平翘曲线 P1”。并且，将水平翘曲线 P1 与叶片前缘端 4a1 的交点作为“叶片内周侧前缘部的主板侧端点 4a11”，将水平翘曲线 P1 与叶片前缘端 4b 的交点作为“叶片后缘部的主板侧端点 4b11”。并且，将连结叶片内周侧前缘部的主板侧端点 4a11 和叶片后缘部的主板侧端点 4b11 的直线作为“主板侧叶片弦线 4e1”（参考图 6）。

[0070] （叶片后缘部）

[0071] 在叶片 4 的叶片外周面 4c，在水平方向（与旋转中心 O 垂直的面内）形成有多个到达叶片后缘部 4b 的规定长度 L2 的后缘水平槽 5。后缘水平槽 5 在叶片后缘部 4b 的终端形成槽连通部 5b，与叶片内周面 4d 连通。

[0072] 因此，后缘水平槽 5 是叶片外周面 4c 上的规定深度的槽部（凹进部，以下称为“槽凹进部”）5a 和槽连通部 5b 的合并体。这样，槽凹进部 5a 的底部接近叶片内周面 4d，因此在槽凹进部 5a 处叶片 4 的壁厚形成薄的状态（参考图 6）。

[0073] 这里为了便于说明，如果设主板侧叶片弦线 4e1 的长度为主板侧叶片弦线 L，设后缘水平槽 5 的长度为 L2，设叶片外周面 4c 的从叶片内周侧前缘部的主板侧端点 4a11 起直到后缘水平槽 5 开始的距离（准确地说是与主板侧叶片弦线 4e1 平行的直线距离）为 L1，则具有“ $L = L1 + L2$ ”的关系。另外，设槽连通部 5b 的长度为 L3。

[0074] 另外，图 6 表示在高度方向离主板 2 最近的后缘水平槽 5，但在高度方向远离主板

2 的位置也同样,后缘水平槽 5 彼此平行地形成有多个(参考图 4、图 7)。

[0075] 即,如果设叶片后缘部 4b 的主板 2 与套筒 3 的距离作为叶片后缘高度(以下称为“风扇排出高度”)为 H,则在叶片后缘部 4b 的从主板 2 向上方的距离 H1 的范围和叶片后缘部 4b 的从套筒 3 向下方的距离 H2 的范围内形成后缘水平槽 5。

[0076] 另外,通过将套筒 3 侧的后缘水平槽 5 的设置范围即距离 H2 设为风扇排出高度 H 的一半以下(0 ~ 50%),可以得到以下的效果。

[0077] 并且,如果这样,

[0078] 此时为了便于说明,设后缘水平槽 5 的高度(与槽凹进部 5a 的高度方向的宽度相同)为槽宽 D1,设槽凹进部 5a 与槽凹进部 5a 之间即槽间表面部 6 的高度方向的宽度为槽间隔 D2。

[0079] 并且,关于各自的高度方向的位置处的水平面,将连接叶片外周面 4c 与叶片内周面 4d 的靠近旋转中心 O 的边缘作为“叶片前缘端 4a1”,将远离旋转中心 O 的边缘作为“叶片后缘端 4b1”,将连结这些边缘的直线作为“叶片弦线 4e”。另外,关于形成在高度方向的位置处的后缘水平槽 5,也可将“叶片弦线 4e 的长度”称作“L”(实际上根据高度方向的位置,叶片弦线 4e 的长度未必是恒定的)。

[0080] 如上所述,形成在涡轮风扇 1 的叶片后缘部 4b 上的多个后缘水平槽 5 具有形成在叶片外周面(叶片正压面)4c 且向水平方向伸长的槽凹进部 5a、和在叶片后缘部 4b 的端点处连通叶片外周面(叶片正压面)4c 与叶片内周面(叶片负压面)4d 的槽连通部 5b。

[0081] 因此,通过使气流流入槽凹进部 5 而进行增速、整流,而不会像现有的锯齿形(参考专利文献 1)那样减少叶片面积。

[0082] 另外,由于在槽连通部 5b 中叶片正压侧与叶片负压侧连通,因此相对于通风阻力的增减而进行流动扩散,从而很难发生气流剥离,可以实现低噪音化。

[0083] 即,在叶片外周面 4c,叶片表面的流动被形成在叶片外周面 4c 的叶片后缘部 4b 侧的槽凹进部 5a 引导,抑制了气流剥离。此时,在经过槽凹进部 5a 的气流速度和沿着槽凹进部 5a 与槽凹进部 5a 之间即槽间表面部 6(叶片外周面 4c)的气流速度之间具有速度差,因此从槽凹进部 5a 的后缘端部向外侧排放的气流(后缘排放涡流)与从叶片外周面 4c 的后缘端部向外侧排放的气流(后缘排放涡流)发生干扰,彼此分解。因而,不排放强烈的紊乱涡流,因此成为低噪音。

[0084] 尤其是从涡轮风扇 1 的风扇吸入口 1a 经过套筒 3 的曲面向着风扇排出口 1b 时,即使在气流不能完全拐弯、在风扇排出口 1b 的套筒 3 侧有剥离的趋势的情况下,也通过后缘水平槽 5 进行整流,因此不会有剥离,可以实现低噪音化。

[0085] 而且,如图 7 所示,叶片后缘部 4b 与主板 2 的接合位置即“叶片后缘部的主板侧端点 4b11”相比叶片后缘部 4b 与套筒 3 的接合位置即“叶片后缘部的套筒侧端点 4b12”位于旋转方向 A 的前进侧。

[0086] 因此,气流的一部分被向套筒 3 侧引导,在风扇排出口 1b 的高度方向形成风速分布均匀的趋势,但由于存在后缘水平槽 5,也容易向径向流动,抑制了气流向套筒 3 侧的偏流。因此,可以使气流进一步变均匀,不易受通风阻力变化的影响,可以进一步实现低噪音化。

[0087] 因此,可以得到噪音更低、相对于干扰的噪音变化小的涡轮风扇 1 以及室内机

100。

[0088] (性能特点)

[0089] 在图 8 中,横轴是后缘水平槽 5 的长度 L_2 与主板侧叶片弦线 L 的比例 (L_2/L),纵轴是形成了后缘水平槽 5 的涡轮风扇 1 所产生的噪音与未形成后缘水平槽 5 的涡轮风扇所产生的噪音的比例(以下称为“噪音效果”)。

[0090] 如果后缘水平槽 5 的长度 L_2 长 ($L_2 \geq 0.5 \times L$),则叶片外周面 4c 上的静态压力的上升小,送风效果下降,为了输送所需风量,必须提高风扇的转速。其结果,叶片壁面摩擦增加,导致气流产生紊流,产生(加剧)噪音。

[0091] 另一方面,如果后缘水平槽 5 的长度 L_2 短 ($L_2 \leq 0.1$),则槽凹进部 5a 就短,因此上述效果(气流的整流、剥离的防止)小。

[0092] 因此,优选的是将后缘水平槽 5 的长度 L_2 形成叶片弦长 L 的 $10\% \sim 50\%$ ($0.1 \times L \leq L_2 \leq 0.5 \times L$)。如果这样,就不会使送风效果降低,可以得到噪音更低的涡轮风扇 1 和室内机 100。

[0093] 在图 9(a) 中,横轴是后缘水平槽 5 的槽宽 D_1 与槽间隔 D_2 的比例 (D_1/D_2),纵轴是噪音效果。

[0094] 如果后缘水平槽 5 的槽宽 D_1 大于槽间隔 D_2 ($D_1/D_2 \geq 1.0$),则大量气流流入槽凹进部 5a,沿着槽间表面部 6 的表面的气流减少。因此,在叶片外周面 4c 的表面的其他区域就形成了不稳定区域。

[0095] 另一方面,如果槽宽 D_1 小于槽间隔 D_2 ($D_1/D_2 \leq 0.2$),则流入后缘水平槽 5 的气流过少,叶片后缘部 4b 上的气流扩散不充分,后缘排放涡流变大,噪音加剧。

[0096] 因此,优选槽宽 D_1 与槽间隔 D_2 至少是“ $0.5 \times D_2 \leq D_1 \leq 1.0 \times D_2$ ”的关系。如果这样,则可以得到低噪音的涡轮风扇 1 和室内机 100。

[0097] 在图 9(b) 中,横轴是槽宽 D_1 与风扇高度 H 的比例 (D_1/H),纵轴是噪音效果。即,如果比例 (D_1/H) 过小,则气流不进入后缘水平槽 5,因此噪音效果降低(成为大的正数值)。另一方面,如果比例 (D_1/H) 过大,则气流流入过多,因此整流效果消失,产生噪音。因此,槽宽 D_1 与风扇高度 H 的关系存在最佳范围。因此,如图 9(b) 所示,优选使比例 (D_1/H) 为“ $2 \sim 5\%$ ”。

[0098] (后缘水平槽的变型例)

[0099] 在图 10 中,槽间表面部 6 具有与叶片外周面 4c 连续的面即槽间连续面 6a、和在靠近叶片后缘部 4b 端部的规定范围向外周侧突出的槽间凸部 6b。并且,形成在规定高度位置的槽间表面部 6 的槽间凸部 6b 的长度 L_4 与在上下方向邻接的槽间表面部 6 的槽间凸部 6b 的长度 L_4 不同。即,在侧视观看时,槽间凸部 6b 的开始位置是有差异的。

[0100] 因此,在叶片后缘部 4b,由后缘水平槽 5 与槽间凸部 6b 之间的速度差使气流扩散的同时,在相邻的槽间凸部 6b 也产生气流的速度差,从而气流扩散,通过后缘排放涡流彼此的相互作用,后缘排放涡流被消除。因此,可以进一步实现低噪音化。

[0101] 在图 11(a) 中,后缘水平槽 5 的槽凹进部 5a 的壁厚与叶片 4 的中央部(有空洞)的壁厚大致相同。因此,槽凹进部 5a 的深度(凹进量)随着接近叶片后缘部 4b 而变浅(小)。

[0102] 在图 11(b) 中,后缘水平槽 5 的槽凹进部 5a 的深度(凹进量)大致恒定。因此,

槽凹进部 5a 的壁厚随着接近叶片后缘部 4b 而变薄（小）。

[0103] 在图 11(c) 中,到达槽连通部 5b 的槽状的凹部（以下称为“负压侧槽凹进部”）5c 形成在叶片内周面 4d。因此,与形成在叶片内周面 4d 的槽凹进部 5a 配合作用,增进了上述作用效果。

[0104] 根据本发明,由于可以确保送风效率且抑制噪音的产生,因此可以作为各种形式的涡轮风扇以及安装了该涡轮风扇的各种形式（不局限于顶棚嵌入式）的空调装置的室内机加以广泛利用。

[0105] 附图标记说明

[0106] 1 涡轮风扇,1a 风扇吸入口,1b 风扇排出口,2 主板,2a 毂部,3 套筒,4 叶片,4a 叶片前缘部,4a1 叶片前缘端,4a11 主板侧端点,4a2 叶片套筒侧前缘部,4b 叶片后缘部,4b1 叶片后缘端,4b11 主板侧端点,4b12 套筒侧端点,4c 叶片外周面,4d 叶片内周面,4e 叶片弦线,4e1 主板侧叶片弦线,4g 叶片套筒侧结合部,5 后缘水平槽,5a 槽凹进部,5b 槽连通部,5c 负压侧槽凹进部,6 槽间表面部,6a 槽间连续面,6b 槽间凸部,10 本体,10a 顶板,10b 侧板,10c 本体吸入风道,10d 本体排出风道,11 装饰面板,11a 吸入格栅,11b 面板风扇排出口,12 过滤器,13 风向叶片,14 喇叭口,15 风扇电机,16 热交换器,17 房间,18 顶棚,100 室内机, α 1 叶片前缘端处的弯曲角度, α 2 叶片套筒侧结合部处的弯曲角度,A 旋转方向,D1 槽宽,D2 槽间隔,H 叶片后缘高度,H1 距离（靠近形成后缘水平槽的主板的范围）、H2 距离（靠近形成后缘水平槽的套筒的范围）,L 主板侧叶片弦线（叶片弦长）,L1 从叶片弦长减去后缘水平槽长度所得的长度,L2 后缘水平槽的长度,L3 槽连通部的长度,L4 槽间凸部的长度,O 旋转中心,P1 水平翘曲线,Q1 垂直翘曲线,T 壁厚,Y-Y 切断位置。

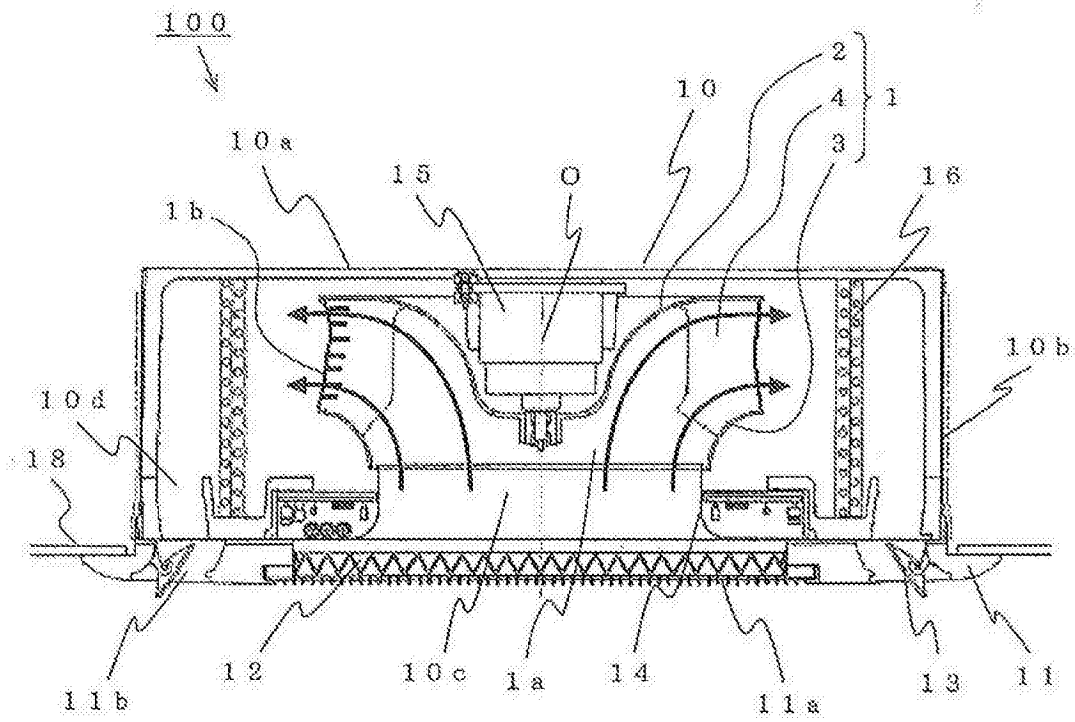


图 1

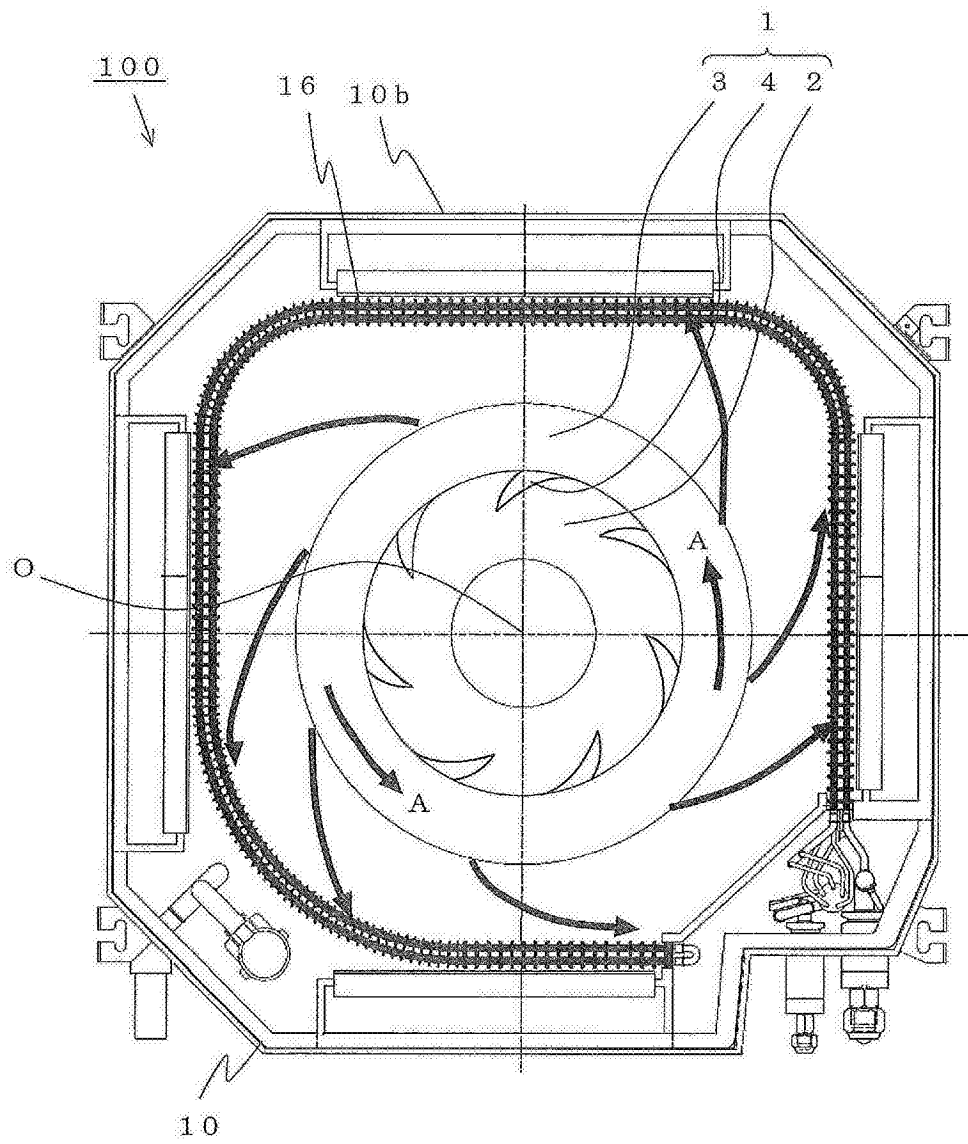


图 2

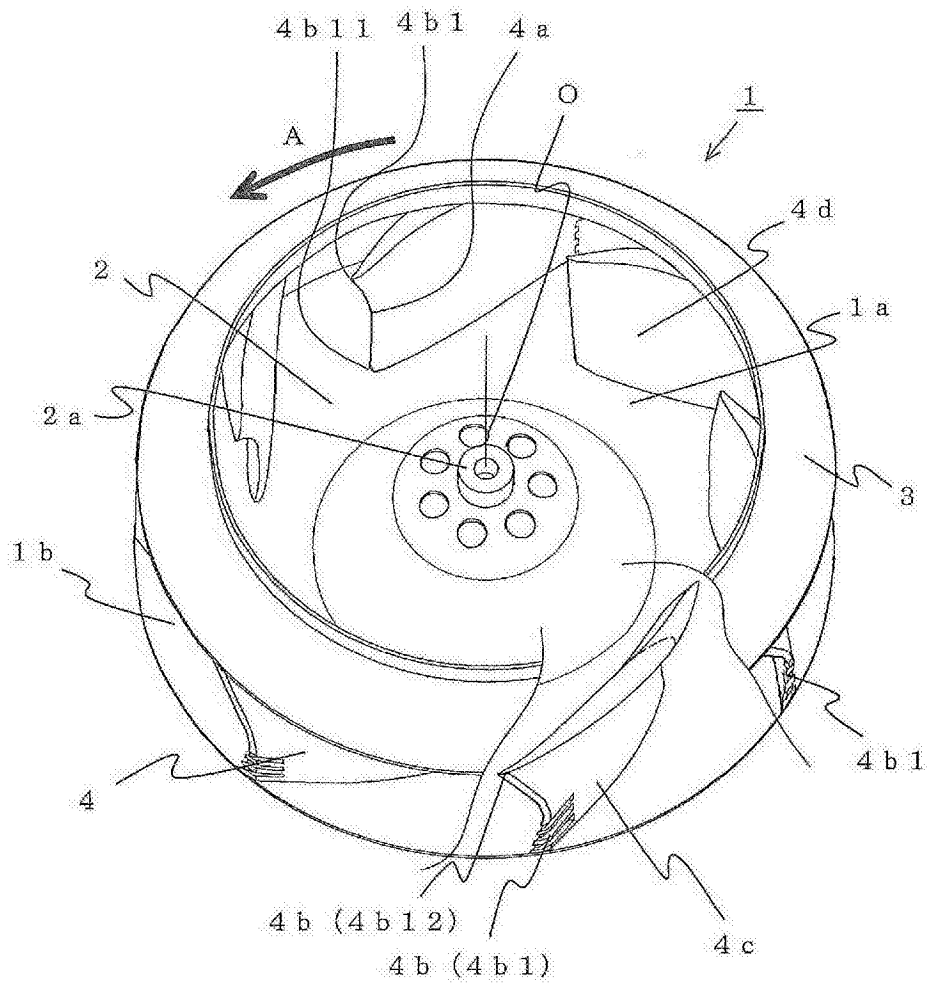


图 3

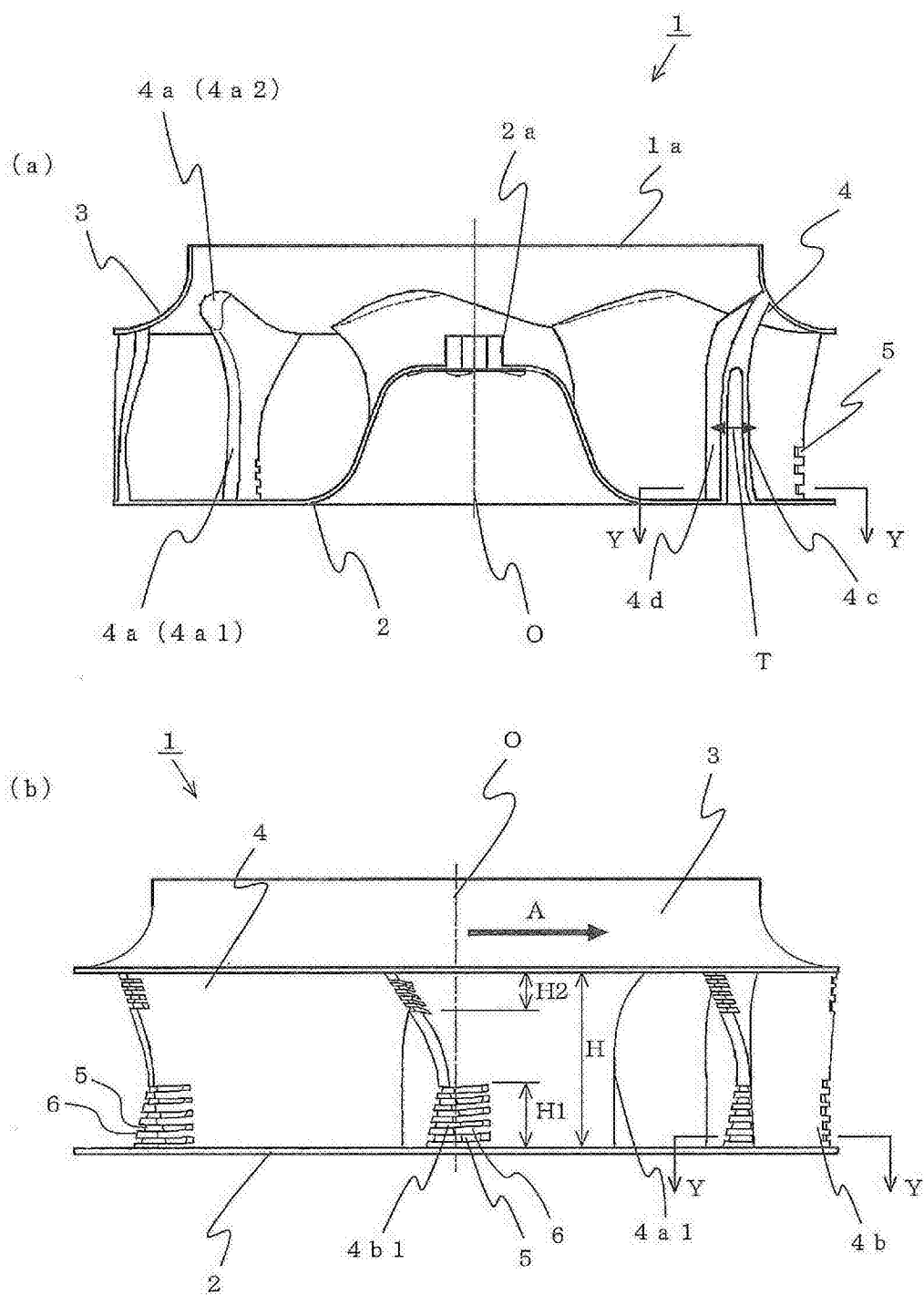


图 4

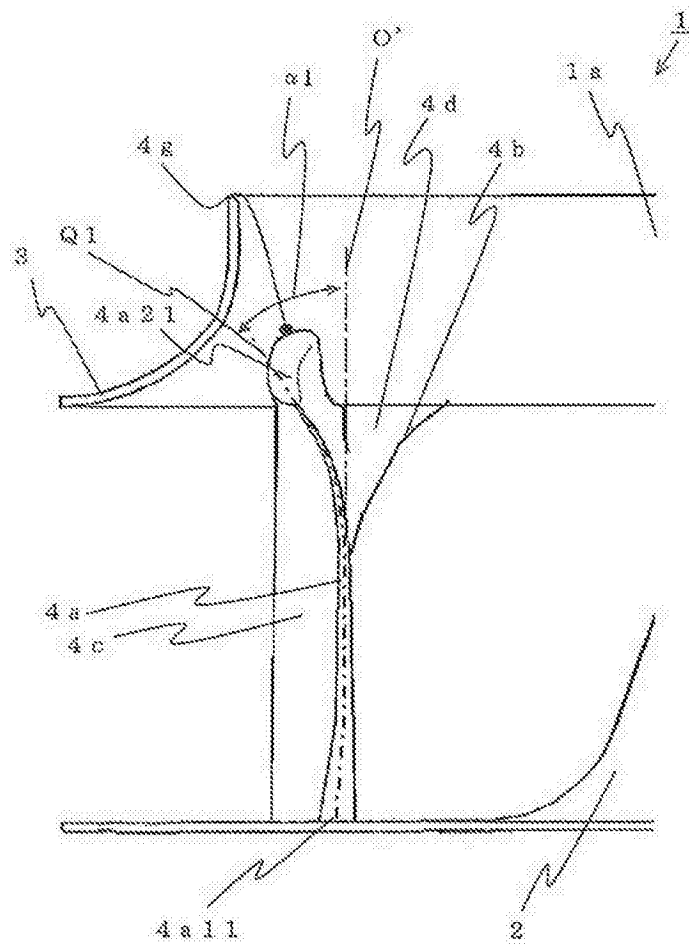


图 5

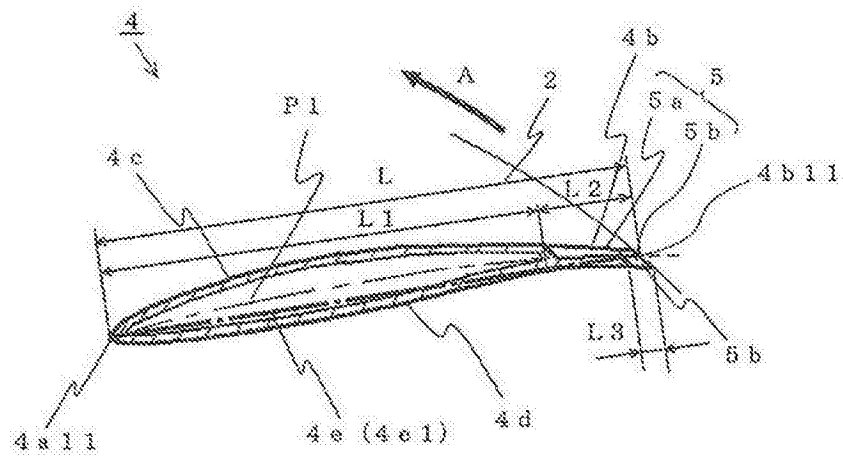


图 6

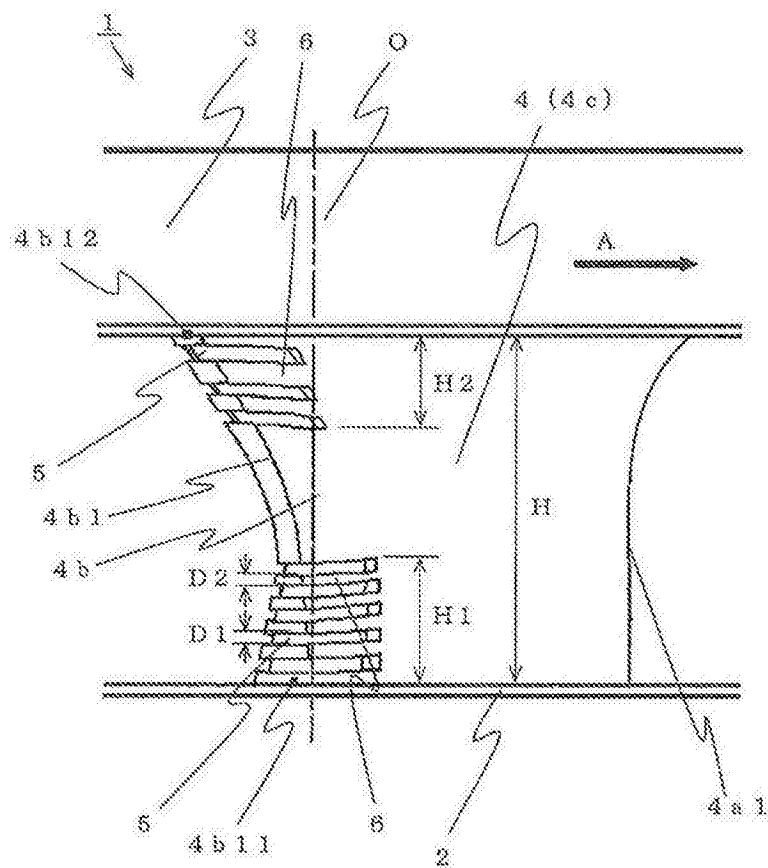


图 7

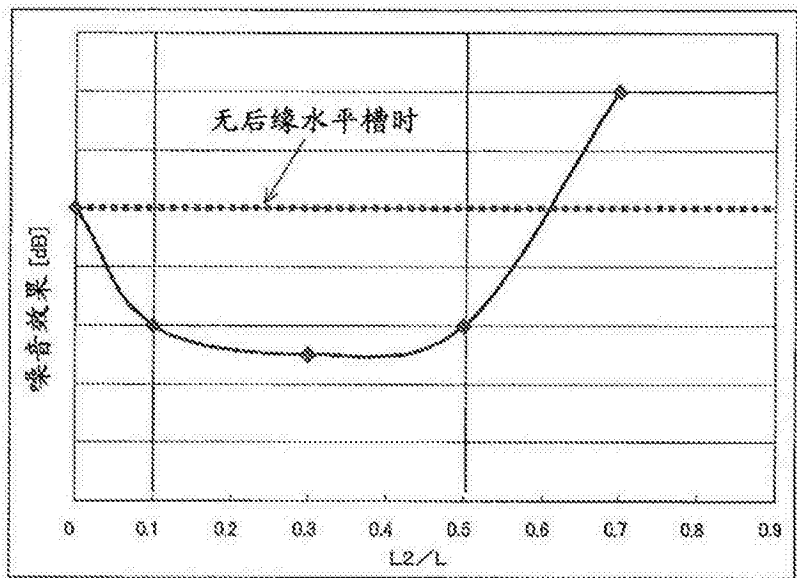


图 8

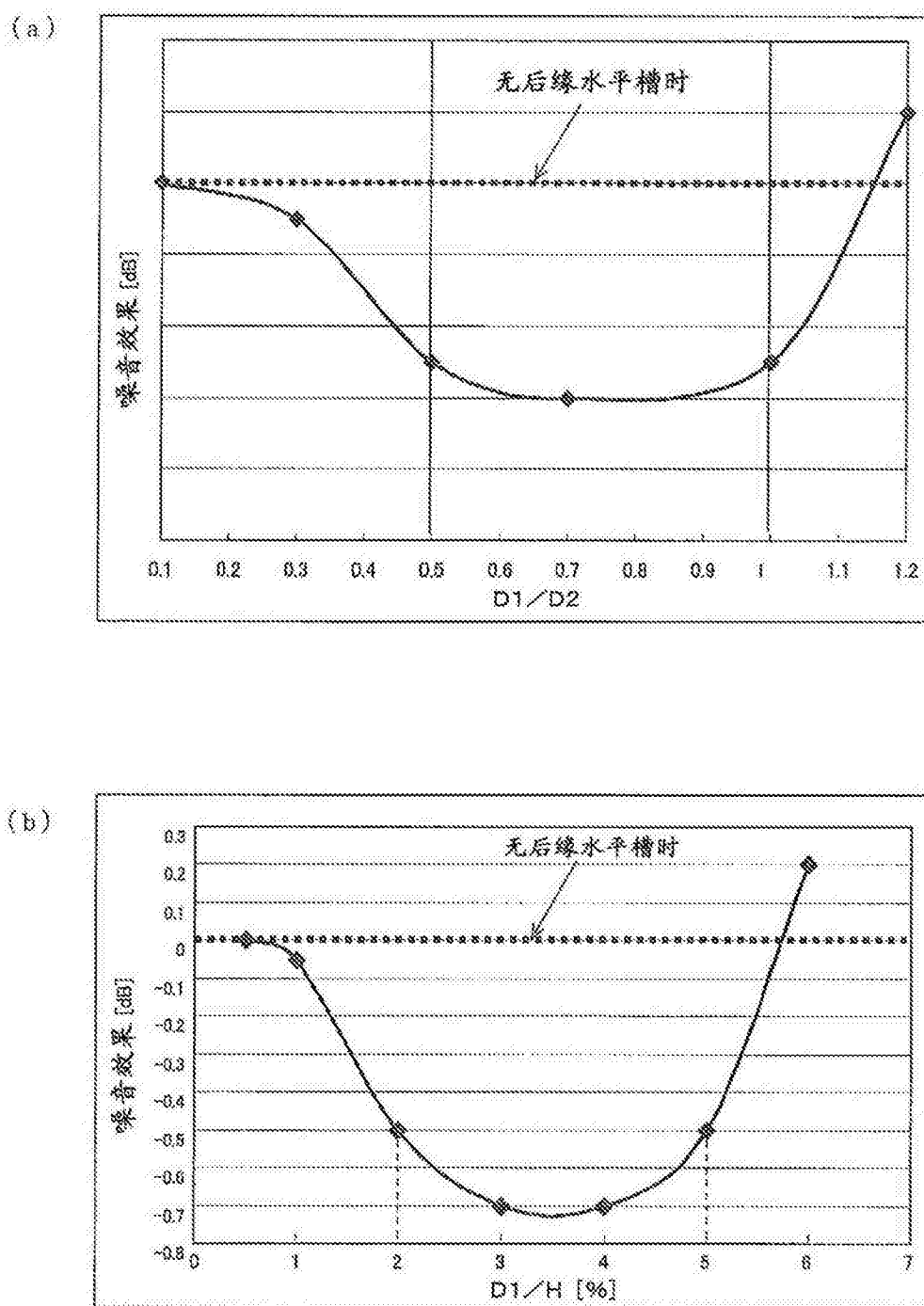


图 9

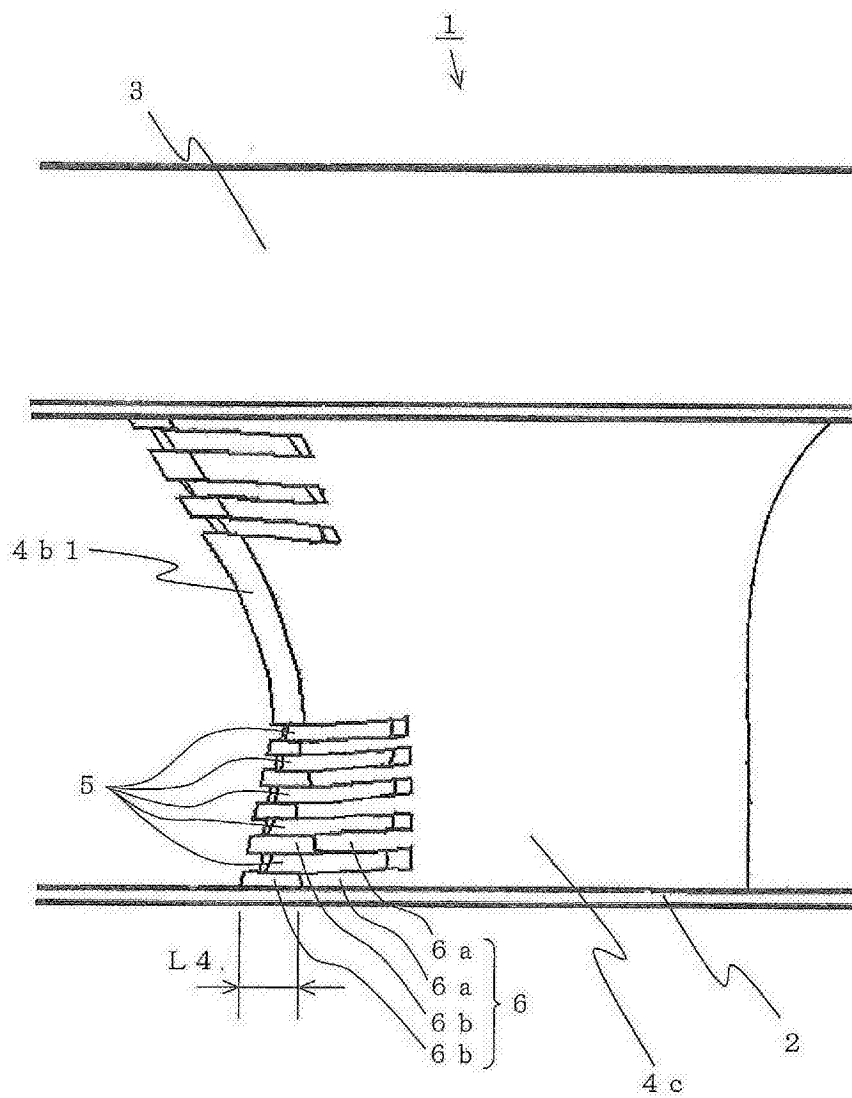


图 10

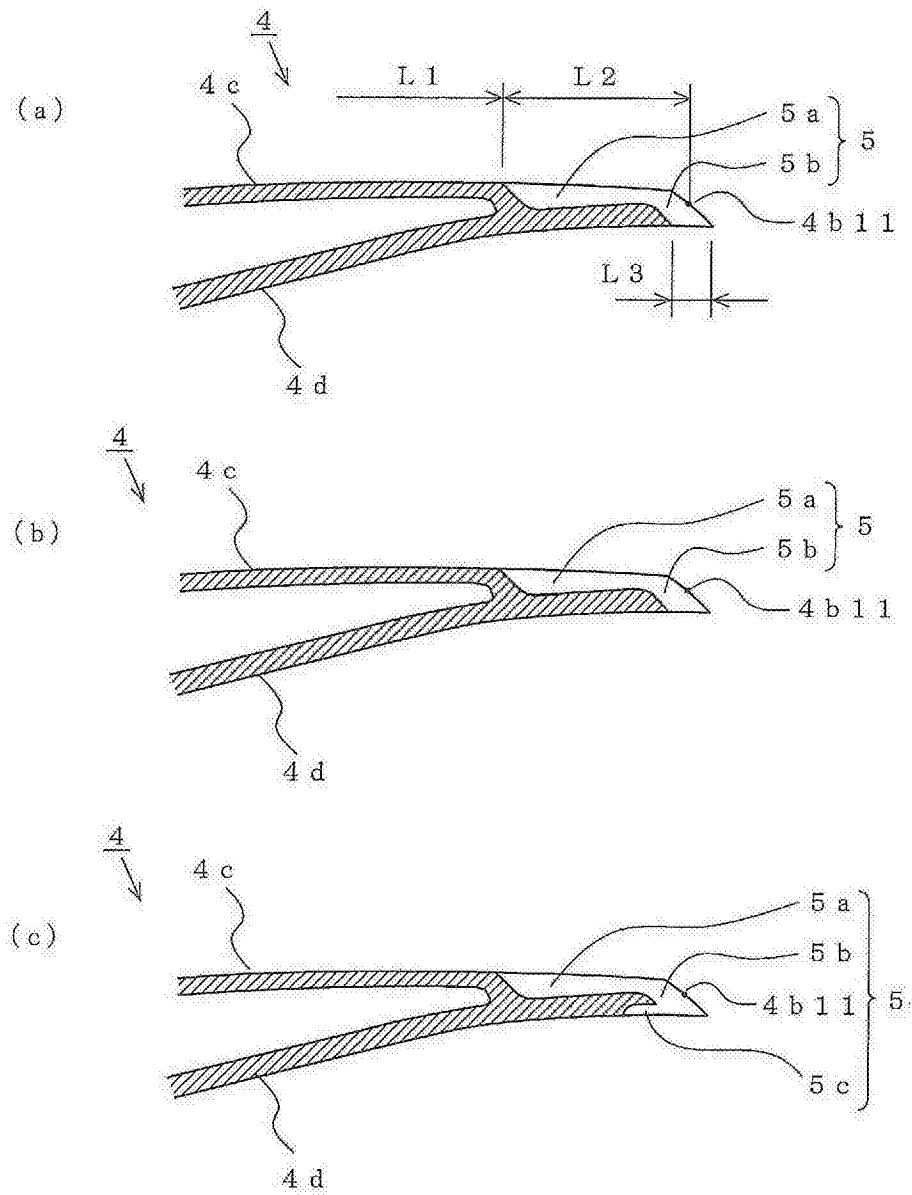


图 11