



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102168684 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201110049513. 8

(22) 申请日 2011. 02. 28

(30) 优先权数据

102010009566. 4 2010. 02. 26 DE

11153316. 2 2011. 02. 04 EP

(73) 专利权人 依必安-派特穆尔芬根股份有限
两合公司

地址 德国穆尔芬根

(72) 发明人 卡特琳·博尔 马克·施奈德
于尔根·朔内

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限
公司 11225

代理人 黄威 孙丽梅

(51) Int. Cl.

F04D 29/28(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2001-263294 A, 2001. 09. 26,

JP 特开平 6-249194 A, 1994. 09. 06,

JP 特开 2001-263294 A, 2001. 09. 26,

审查员 刘昱萱

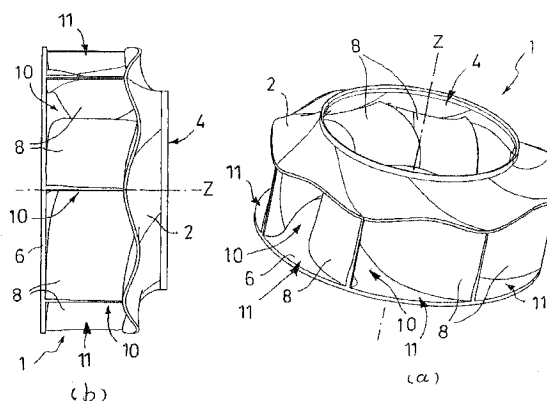
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

径流式或斜流式风扇叶轮

(57) 摘要

本发明涉及一种作为径流式或斜流式风扇实施的风扇叶轮(1),所述风扇叶轮包括具有进气口(4)的盖片(2)、底片(6)和多个安置在所述进气口(4)周围并围绕旋转轴(Z)四周分布的风扇叶片(8)以及具有在周向上分别形成在各相邻风扇叶片(8)之间的叶片间流道(10)。所述叶片间流道从进气口的区域出发沿径向或者斜向向外引导,并在外部区域形成排气口(11)。所述叶片间流道的有效流通截面是这样设计的:在运转中,在效率较高时,能够产生雷诺数(Re)明显大于2300的涡流。所述盖片和/或底片具有非旋转对称的几何结构,从轴向方向或者从与轴平行的方向(Z)上看,所述非旋转对称的几何结构具有连续的、点连续的延伸方式。



1. 风扇叶轮 (1), 该风扇叶轮能够用于径流式风扇或斜流式风扇, 其包括具有进气口 (4) 的盖片 (2)、底片 (6) 和多个安置在所述进气口 (4) 周围并围绕旋转轴 (Z) 分布且相对于旋转方向向前或向后弯曲的风扇叶片 (8) 以及具有在周向上分别形成在相邻风扇叶片 (8) 之间的叶片间流道 (10), 所述叶片间流道从所述进气口 (4) 的区域出发沿径向或者侧向向外引导, 并在外部区域形成排气口 (11), 其中, 所述叶片间流道 (10) 的有效流通截面大小被设计成这样, 即, 在运转时形成雷诺数 (Re) 明显大于 2300 的涡流, 其中, 所述进气口 (4) 具有有效吸入口流通管径 (D_s), 该流通管径与各叶片间流道 (10) 的有效流通管径 (D_k) 的比值小于 10, 而且其中, 所述盖片 (2) 和 / 或底片 (6) 在旋转轴 (Z) 的方向具有非旋转对称的几何结构,

其特征在于, 从轴向方向或者与轴平行的方向 (Z) 上看, 各个非旋转对称的几何结构具有连续的、点连续的延伸方式, 其中, 所述盖片 (2) 和 / 或底片 (6) 在周向上具有波纹状的结构, 其中, 在每两个风扇叶片 (8) 之间形成向外凸起的拱形部分并且这些凸起的部分在各风扇叶片 (8) 的区域内连续地彼此过渡。

2. 根据权利要求 1 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 从径向方向 (r) 上看, 每一非旋转对称的几何结构具有连续的、点连续的延伸方式, 或者具有非连续的、呈跃变状的延伸方式。

3. 根据权利要求 1 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 所述盖片 (2) 在所述进气口 (4) 的区域内在所述旋转轴 (Z) 方向上和 / 或在径向 (r) 上以非旋转对称的方式构造。

4. 根据权利要求 3 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 包围所述进气口 (4) 且轴向突出的轮盘进气口 (12) 具有波纹状的延伸轮廓, 该延伸轮廓具有交替出现的突起和凹陷。

5. 根据权利要求 1 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 所述盖片 (2) 在半径方向 (r) 上以非旋转对称的方式构造。

6. 根据权利要求 1 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 所述底片 (6) 在半径方向 (r) 上以非旋转对称的方式构造。

7. 根据权利要求 1 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 所述风扇叶片 (8) 至少在局部上是通过相应成型的所述盖片和底片 (2, 6) 之间的直接连接形成的。

8. 根据权利要求 1 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 各个非旋转对称的几何结构, 就其形状和 / 或布置而言, 在周向上以周期性重复的方式或者无规律的方式构造。

9. 根据权利要求 1 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 每个非旋转对称的几何结构位于两个径向的包含旋转轴 (Z) 的在每一风扇叶片 (8) 两侧的截面之间, 并且在整个所述风扇叶片 (8) 上以没有跃变的方式构造。

10. 根据权利要求 1 所述的风扇叶轮, 其特征在于, 所述流通管径与各叶片间流道 (10) 的有效流通管径 (D_k) 的比值小于 3。

径流式或斜流式风扇叶轮

技术领域

[0001] 本发明涉及一种作为径流式风扇(Radialventilator)或斜流式风扇(Diagonalventilator)来实施的风扇叶轮,该风扇叶轮包括具有进气口的盖片、底片、多个安置在进气口周围并围绕旋转轴分布的风扇叶片以及具有在周向上分别形成在相邻风扇叶片之间的叶片间流道,所述叶片间流道从进气口的区域出发沿径向或者斜向向外引导,并在外部区域形成排气口,其中,所述叶片间流道的有效流通截面的大小被设计成这样,即,使得在运转时,能够达到雷诺数明显大于 2300 的涡流,而且其中,所述盖片和 / 或底片具有非旋转对称的几何结构。

[0002] 这样的风扇叶轮,由于它所形成的涡流,也被称作涡轮机(涡轮式风扇)。此种风扇叶轮的特别之处在于雷诺数 Re 很大,其雷诺数值至少为 5000 (也就数说 $Re \geq 5000$),明显要比层流($Re < 2300$)与涡流($Re > 2300$)间的公知的大约为 2300 的极限值大出因数 2。而且在大多数情况下, Re 甚至大于等于 10000 (因数 > 4),并可以达到数万(例如约 35000)。由于叶片间流道中的涡流,因而能够获得较高的效率,其效率范围为大于 0.6,并至少可以高达 0.8 (即 60–80%)。在流体通道中,可以近似地认为存在所谓的管流,而对于管流而言,其典型参数一般以流通管径(Strömungsweite)

[0003] 想化的替代内径 d 、在横截面上的平均流速 v_m 以及相应流通介质的(动力学)粘度 ν 为基础,因此对于无量纲的雷诺数适用下式:

$$[0004] \quad Re = \frac{v_m \cdot d}{\nu}$$

[0005] 对于气体而言,动力学粘度 ν 在该式中应考虑取 $1.5 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ 。

[0006] 效率被定义为所利用的输出功率与馈入的输入功率的比值,所述输入功率在采用电动驱动装置时可以使用输入的电功率,或者也可以采用使风扇旋转的机械轴驱动功率。因此,所谓“自由送风效率(freiausblasende Wirkungsgrad)”被定义为:

$$[0007] \quad \eta_{f.a.} = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p_{fa}}{P_w}$$

[0008] 也就是说,被定义为体积流量和压差的乘积与输入功率之比值。

[0009] 应当补充说明的是,相关参数均是按照 ISO5801 来测量的。

[0010] 此外,在本发明中,术语“非旋转对称”指的是,底片和 / 或盖片在两个包含旋转轴并在周向上包围形成一定差角的平面中的两个任意不同的径向剖面在不同圆周角的情况下不是重叠的,而是互相偏离的。因此,基本上旋转轴方向(轴向)上和 / 或径向方向(径向)上存在偏离。换言之,这意味着,在非旋转对称的情况下,物体或其截面围绕旋转轴转动一定的角度后并不会与其自身重合。

背景技术

[0011] 本文开头述及的这样一种风扇叶轮被记述在例如日本专利文件 JP2001-263294

的不同实施例中。在这些实施例中，盖片或者底片或者这两者中的每一个均具有一个在圆周方向上呈斜向阶梯状的轮廓。通过这种在旋转方向上的斜向的阶梯形状，气流的分开趋势得以降低，并且对噪音以及效率产生了积极作用。阶梯形状使得每一风扇叶片在其吸气侧以及在其排气侧(Druckseite)具有不同的(从轴向上测量)出口宽度，也就是说，根据不同的实施方式，在吸气侧的出口宽度能够比受压侧的出口宽度更小或者更大。

[0012] EP1933039A1 描述了一种径流式风扇，该径流式风扇在其盖片的外侧面上具有肋、凹槽或者切槽。这种设计方案应当通过一定的气流导向而达到减小噪音的目的。

[0013] 另一出版物 EP1032766B1 描述了一种尤其用于涡轮机的风扇叶轮。在这种风扇叶轮中，叶片是通过在两个盘片(底片和/或盖片)中的至少一个上冲压而形成的。通过这种冲压，同样会产生一个非旋转对称的几何结构。然而，该专利申请文件并不研究对流动的影响，其内容主要在加工技术和提高坚固性方面。

[0014] 根据公开文献 DE3247453C1 (通过深冲)也同样形成非旋转对称的几何结构。在该专利文献中，由底片和与其平行的垫圈在加热后成形为叶片件，所述叶片件通过焊接连接到相应的轮齿面(Kammfläche)上从而形成风扇叶轮。但是，与上述 EP1032766B1 一样，该公开文献同样不研究对流动的影响，其目的仅在于简化利用热塑性塑料来制造风扇叶轮的方法以及提高坚固性。

[0015] 美国专利公开文献 US2007/0116561A1 以及与此相应的 US7,455,504B2 描述了一种相当特别的流体机械的不同实施例，所述流体机械的结构很小的实施例应是为计算机特别设计的。在此，流体通道构造有很小的流通截面以便实现层流。因此，它不是本发明意义上的“涡轮机”，因为在这一现有技术中，雷诺数肯定明显小于 2300。具体而言，整个流通截面被分成多个小的流体通道。这可以通过例如蜂窝状结构来实现，因此一目了然的是，这种结构同样不是非旋转对称结构。其仅用于形成小的流体通道以便确保能够形成层流。这种公知设计的特征不能被转用在本发明范围内所讨论类型的涡轮机上，因为两者涉及完全不同的工作原理。例如，公知的“层流机”的“峰值效率”(peak efficiency)大约仅为 0.2 (20%)。

[0016] 旋转对称的风扇叶轮在大量的其他专利公开文献中得到了描述。在此仅列出若干专利公开文献以作示例：DE2940773C2, DE19918085A1, EP1574716B1、DE20303443U1 以及 GB438036A1。这些具有以旋转对称方式实施的底片和/或盖片的风扇不但在旋转轴方向上而且在部分圆周方向上具有变化强烈的速度以及压力分布，也就是说，具有局部过高的速度区/压力区。这有可能引起气流的分开，甚至逆流，进而导致空气动力学损耗和效率损耗，并且还使发出的噪声增大。对于提及的文献 GB438036A 而言，还应当指出是：每一风扇叶片和/或每一盖片均包括两个按“波纹纸板”的方式通过波纹型连接片连接在一起的独立层。因此，尽管在两层之间存在非旋转对称的变化，但是对流动特性意义重大的盖片表面却肯定是旋转对称的。在各层之间的利用“波纹纸板”增加了力学强度的中空空间将无法通流。

发明内容

[0017] 本发明的基本目的是创造一种如本文开头所述类型的风扇叶轮，该风扇叶轮在良好的机械稳定状态下能够更好地实现对气流的影响，以达到在气体释出(Luftleistung)、

效率以及噪声情况等方面的优化目的。

[0018] 根据本发明,这一目的通过如下方案得以实现:一种风扇叶轮,该风扇叶轮能够用于径流式风扇或斜流式风扇,其包括具有进气口的盖片、底片和多个安置在所述进气口周围并围绕旋转轴分布且相对于旋转方向向前或向后弯曲的风扇叶片以及具有在周向上分别形成在相邻风扇叶片之间的叶片间流道,所述叶片间流道从所述进气口的区域出发沿径向或者侧向向外引导,并在外部区域形成排气口,其中,所述叶片间流道的有效流通截面的大小被设计成这样,即,在运转时形成雷诺数明显大于 2300 的涡流,而且其中,所述盖片和/或底片在旋转轴的方向具有非旋转对称的几何结构,其中,从轴向方向或者与轴平行的方向上看,各个非旋转对称的几何结构具有连续的、点连续的延伸方式,其中,所述盖片和/或底片在周向上具有波纹状的结构,其中,在每两个风扇叶片之间形成向外凸起的拱形部分并且这些凸起的部分在各风扇叶片的区域内连续地彼此过渡。

[0019] 在各优选方案以及随后的说明中包含了本发明的其他有利设计方案。

[0020] 根据本发明的第一方案在于,从轴向方向或者与轴平行的方向上看,各个非旋转对称的盖片或者底片在底片和/或盖片的各自外侧的整个周向(Umfang)上(也包括在叶片的区域上)具有连续的、点连续的延伸方式。这意味着,在两个延伸通过轴的径向截面之间存在临界角 $\alpha_0 > 0^\circ$,从该角开始,两个径向截面进一步的靠近会导致底片和/或盖片各自的外部面在轴向上的形状偏离变得更小。因此涉及的是在轴向上连续的延伸方式,这种方式相对于例如根据 JP2001-263294 和 EP1933039A1 的阶梯状延伸实现了显著的改进。

[0021] 作为对该第一发明方案的补充或者作为可选方案,在第二方案中是这样设计的:每个非旋转对称的盖片或底片位于两个径向的包含旋转轴的且在每一风扇叶片两侧的截面之间,并且在整个所述风扇叶片上以没有跃变的方式构造。这一点在实现基础目的的意义也是有利的。

[0022] 在本发明的其他设计方案中,每一非旋转对称的盘片(盖片或底片)的两个不同的包含旋转轴的截面的几何结构在径向上可以任意地偏离(这与根据本发明在轴向上必须以点连续的方式延伸是相反的)。这意味着,在径向上可以选择以点连续的方式或者跳跃的方式延伸。

[0023] 当人们利用风扇叶片的几何结构和形成在叶片之间的流体通道结构,通过公知的、实施为旋转对称的底片/盖片能够对旋转轴方向上的速度分布与压力分布产生影响时,不能对周向上的不均匀性产生很大程度的影响。与此相反,利用根据本发明的非旋转对称结构却能够额外地对出现在周向上的速度分布与压力分布的不均匀性产生有利的影响。由此产生的还有下列优点:

[0024] - 影响气流从风扇叶轮的流出,使得主要是周向上的气流均匀分布,从而有条件地降低局部出现的最大气流速度,这对风扇叶轮的空气动力学以及声学特性有积极影响;特别地,由此实现了对效率以及噪声释放的改善。

[0025] - 有针对性地影响风扇叶轮中的气流,以降低与叶片间流道分隔壁(Schaufelkanalbewandung)的互相作用,从而减少噪声以及改善气体释出与效率。

[0026] - 用于影响气流(主要是周向上的气流)的多个自由度以及气流导向,由此使得叶片间流道的气流保持稳定,并因此减小气流的分散趋势。

[0027] - 改善机械稳定性,由此也可以节省材料。

附图说明

[0028] 现在借助于多个在附图中阐明的实施例更为详细地对本发明进行解释。其中：

[0029] 图 1 示出了根据本发明的风扇叶轮的第一实施例，确切地说，在图 1a 中示出了其立体图，在图 1b 中示出了在直径截面上的轴向截面图，

[0030] 图 2 至图 9 分别示出了风扇叶轮的其他不同实施例，其中各自在其分视图 a) 中示出了立体图，在分视图 b) 中示出了侧视图，以及

[0031] 图 10 以放大的标尺示出了示例性地显示在图 4a 所示实施例中的根据本发明的风扇叶轮的另一立体图，用以对本发明进行进一步阐明。

具体实施方式

[0032] 在所有实施例中，根据本发明的、要围绕旋转轴 Z 转动地驱动的风扇叶轮 1 均包括盖片 2、在轴向方向 Z 上对置的底片 6 以及多个风扇叶片 8，所述盖片 2 具有优选基本上置于中央、用于进气的进气口 4。所述风扇叶片 8 安装在所述底片 6 和所述盖片 2 之间；或者，所述风扇叶片 8 完全地或局部地通过对所述底片 6 和 / 或盖片 2 加以造型而形成（参看图 8），此时，盘片 2、6 在这些区域中彼此直接相连。所述风扇叶片 8 以一定的圆周分布围绕所述旋转轴 Z 和所述进气口 4 布置。在圆周方向上的每两片相邻的风扇叶片 8 之间形成叶片间流道 10，所述叶片间流道 10 从所述进气口 4 的区域出发径向或者斜向向外引导，并在风扇叶轮 1 的外部区域形成排气口 11。

[0033] 就像开头已经解释过的那样，对于“涡轮风扇”通常是这样设计的：叶片间流道 10 的有效流通截面的大小被设计成这样，即，在运转中，如果处在 0.6 与 1.0 之间的高效率时，则能够实现雷诺数 $>>2300$ 的涡流。此外，进气口 4 具有有效的吸入口流通管径（Saugmund-Strömungsweite） D_s ，该吸入口流通管径与各叶片间流道的有效流通管径 D_k 的比值至少小于 10，特别是甚至小于 3。所述流通管径通常与圆形相关，因此即便实际的流通截面与圆形有差别，也可认为具有理想的直径。

[0034] 对于根据本发明的风扇叶轮 1 而言，首要之处在于，所述盖片 2 或者底片 6 或者两盘片 2、6 中的每一个均具有非旋转对称的几何结构，用以影响流动。此外，在这里重要的是，盖片 2 和底片 6 彼此不相平行。

[0035] 对此应参照图 10，在图 10 中还额外标出了两个径向延伸，也就是说与半径 r 一致地延伸的、沿旋转轴 Z 剖切的平面 E1 和 E2，该两平面包围成一定的差角 α 。在不同圆周角的情况下，当盘片 2 和 / 或 6 各自在平面 E1 和 E2 上的截面积不相同时，就存在本发明的意义上的非旋转对称。

[0036] 但是同时，在轴向方向上，每一非旋转对称的盘片 2 和 / 或 6 在底片 6 和 / 或盖片 2 各自外部面的整个周边区域上（也在所有叶片上）以点连续的方式延伸，就是说，对于不断减小的差角 α 而言，存在一个临界角 $\alpha_c > 0^\circ$ ，从这一临界角开始，两个径向截面 E1 和 E2（图 10）的继续接近会使得底片 6 和 / 或盖片 2 各自的外部面在轴向方向 Z 上的形状偏离变得越来越小。作为对此的替换或者补充，设置如下：位于两个包含旋转轴 Z 并因而沿旋转轴 Z 剖切的平面中的两个横截面在每个风扇叶片 8 的两侧，沿着旋转方向在整个叶片 8 上没有跃变。

[0037] 与在轴向方向 Z 上的点连续延伸相反,根据本发明,两个不同的、包含旋转轴 Z 的截面的几何结构的偏离在径向方向上(图 10 中的半径 r)可以是任意的。这意味着,这里既可以是点连续的,也可以是跳跃状的延伸。

[0038] 在下文中,将简短地对各个实施例作更详细的说明。

[0039] 在图 1 所示的实施例中,盖片 2 在进气口 4 的范围内配置有轮盘进气口 12,在该轮盘进气口 12 范围内的盖片 2 在旋转轴 Z 的方向上被非旋转对称地实施。在所示的例子中,轮盘进气口 12 呈跳板状地(stegartig)从所述盖片 2 上轴向伸展而出,在圆周方向上形成具有轴向突起以及位于所述突起之间的凹陷的波纹状轮廓。在这种情况下,所述风扇叶轮 1 被实施为径流式风扇。作为补充或可替换方案,所述盖片 2 在进气口 2 或轮盘进气口 12 的区域内沿径向方向也能够形成非旋转对称形式。

[0040] 在图 2 所示的实施例中同样涉及一个径流式风扇,其中,在这种情况下,只有盖片 2 在旋转轴 Z 的方向上被非旋转对称地实施。为此,在这一实施例中,盖片 2 在周向上为波纹状,其中,在每两个风扇叶片 8 之间形成一个向外凸起的拱形部分。这些部分在各风扇叶片 8 的区域内连续地彼此过渡。

[0041] 在图 3 中描绘了一个径流式风扇的实施例,在该径流式风扇中,只有底片 6 在轴向方向 Z 上被非旋转对称地实施。具体地,其可以是与图 2 所示盖片 2 具有相同类型的设计方案。

[0042] 图 4 所示实施方式实际上是将图 2 和图 3 所示的实施例组合在一起。这意味着,这种径流式风扇不但在盖片 2 的区域内同时也在底片 6 的区域内被非旋转对称地实施。

[0043] 在图 5 中示出了一个作为斜流式风扇的风扇叶轮 1 的实施例,其中,盖片 2 在径向方向 r 上被非旋转对称地实施,也就是说,在这一情况下不是连续的,而是跃变状的。这是通过以下方式得以实现的:盖片 2 的外侧圆周边缘 14 不是连续的,而是通过拐角以在半径上呈跃变状的方式延伸。

[0044] 图 6 显示了一个径流式风扇的实施例,其中,盖片 2 在径向方向 r 上被非旋转对称地,也就是点连续地实施。这意味着,盖片 2 在这里具有连续的周向延伸,而没有拐角或其他跃变。

[0045] 相应的实施方式也适合在图 7 中示出的很相似的实施例,但是在图 7 所示的实施例中,在各个点 P 处分别存在拐角或者弯折部。

[0046] 图 8 显示了一个径流式风扇的实施例,其中,包括盖片 2 和底片 6 的两个盘片通过在周向上波纹状的轮廓延伸,在旋转轴 Z 的方向上被实施为非旋转对称状。在这里另外设计使盖片 2 和底片 6 在风扇叶轮 1 的外部圆周区域中彼此直接相连,从而共同形成风扇叶片 8 的至少一个局部区域。为明确这一点,在附图 8c 中,盖片 2 在叶片间流道 10 范围内的一个局部区域被切去。原则上,风扇叶片 8 完全可以通过下述方式形成,即,相应成型的底片和 / 或盖片 6、2 在叶片 8 的整个延伸上直接地彼此连接在一起。但是,在示出的实施例中,盘片 2、6 仅在外围圆周区域内相连,其中,在叶片间流道 10 的内部进入区域中形成有作为分立部分的常规叶片部分。

[0047] 在到目前为止所述的全部实施方案中,均通过非旋转对称的设计方案,形成了在圆周方向上被周期性地重复实施的几何结构。但是在本发明的范围内,同样可以选择在形状和 / 或布置上无规律的几何结构。

[0048] 对此,在图 9 中示出了一个实施例。这里同样涉及一个具有非旋转对称的盖片 2 的径流式风扇。所述盖片在圆周位置 16 具有跳跃式变化的半径,盖片 2 的外部圆周边缘 14 从圆周位置 16 出发并以在圆周上连续变化的半径延伸,并在转过 360° 后又终止在圆周位置 16 的半径突变处。因此,在这个实施例中,圆周边缘 14 螺旋状地延伸。

[0049] 当然也可以采取其他使得盖片 2 和 / 或底片 6 在周向上存在无规律几何结构的实施方式。

[0050] 风扇叶片 8 可具有任意的延伸方式,这一点对于所有的实施方式都是适合的。例如,风扇叶片可以相对于旋转方向向前或向后弯曲。

[0051] 此外,也可以将所有到目前为止所述及的各个特征任意地加以组合。

[0052] 本发明并不限制于前面已经说明和描写过的实施例,其也包括所有在发明意义上起同样功能的结构。需要强调的是,本发明的实施例并不限于将全部特征组合在一起,确切地说,每一单个子特征在与其他所有子特征分开时仍然具有发明上的意义。另外,本发明迄今为止也不限于在各独立权利要求中限定的特征组合,其也可以被定义为已被全部公开的单个特征的一定特征的任意一种其他的组合方式。这意味着,原则上并在实践中,每一独立权利要求中述及的每一个单个特征都可以删去,或者说,每一独立权利要求中述及的每一个单个特征都可以被由至少一个在本申请中的其他地方所公开的单个特征来取代。就此而言,各权利要求仅应被理解为对于一个发明的一种最初表述尝试。

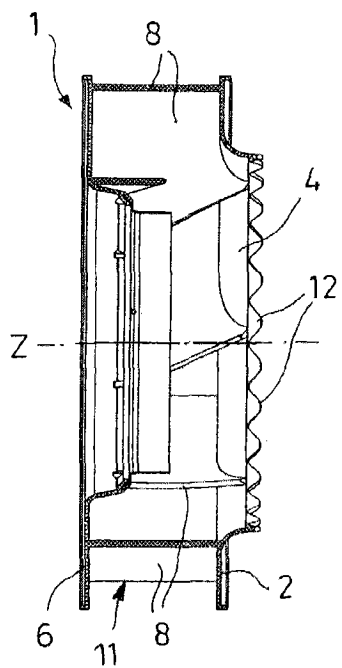


图 1b

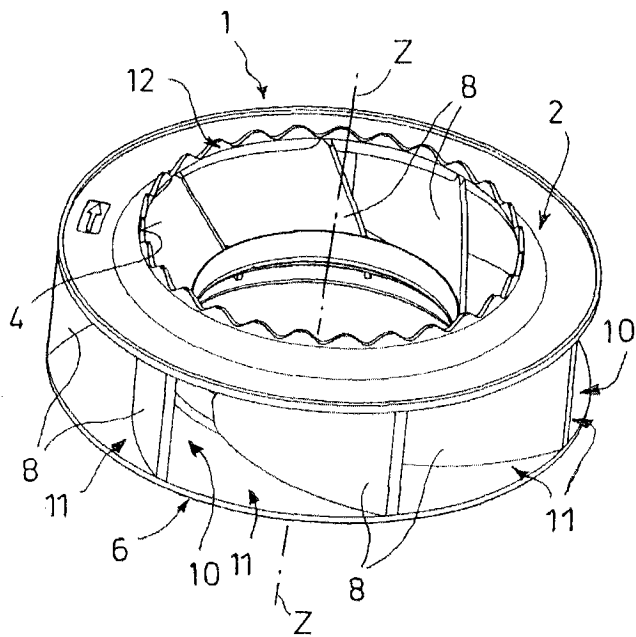


图 1a

图 1

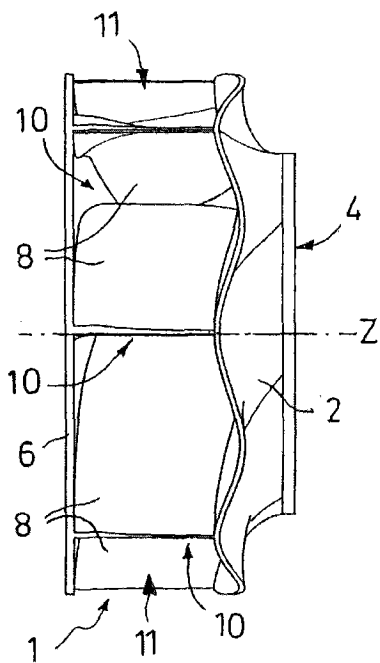


图 2b

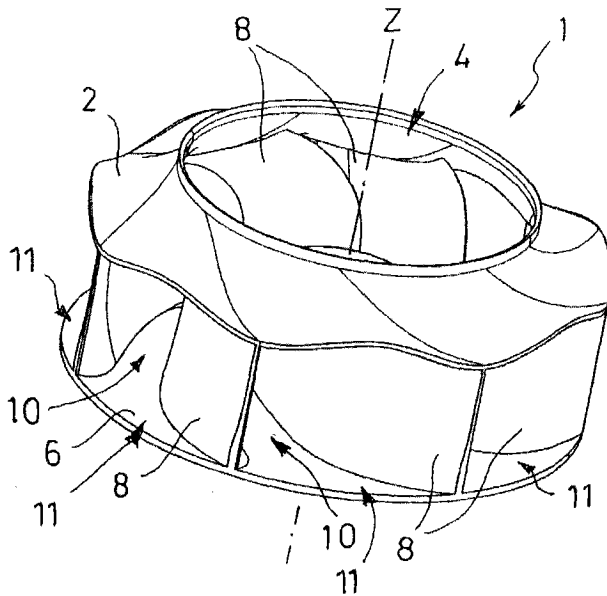


图 2a

图 2

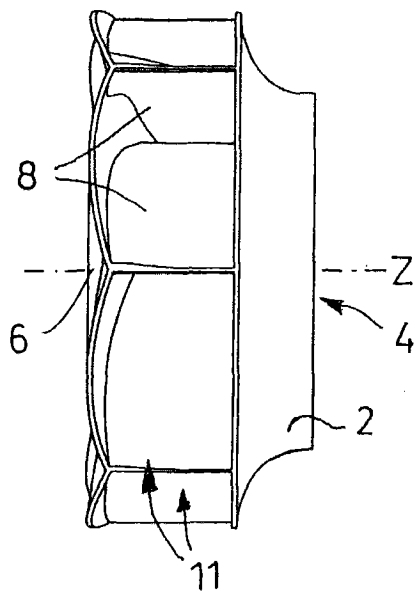


图 3b

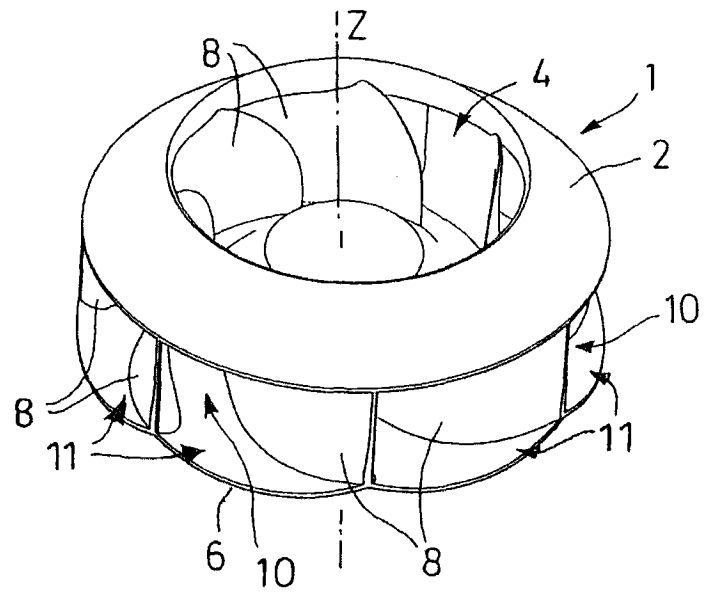


图 3a

图 3

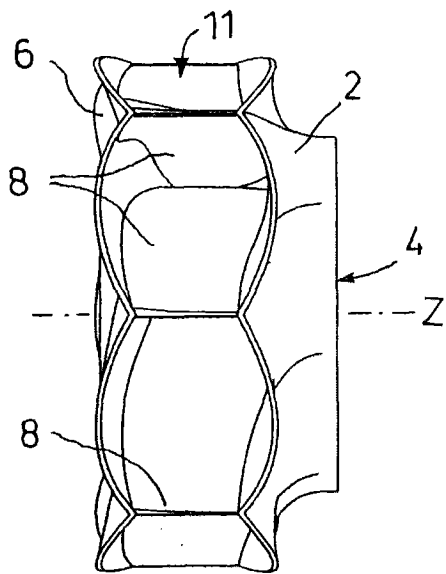


图 4b

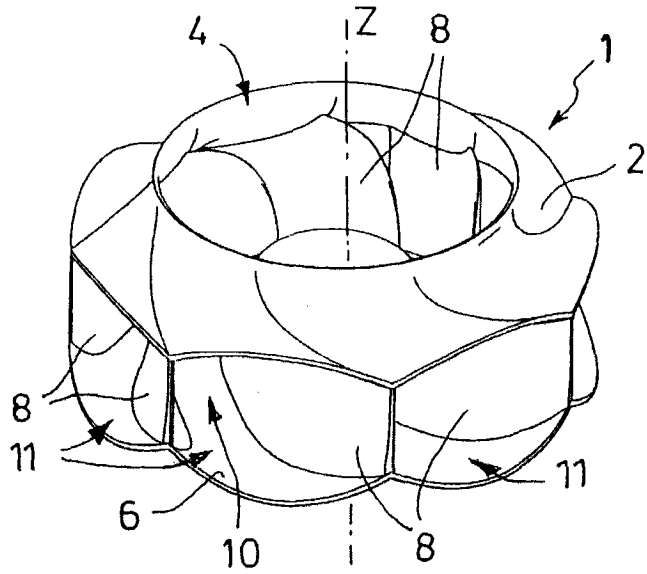


图 4a

图 4

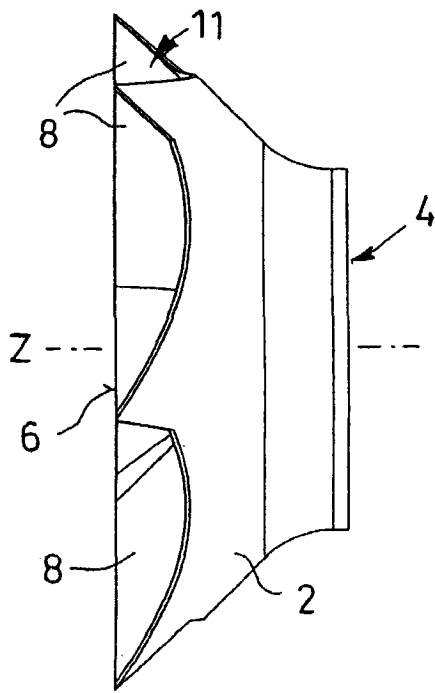


图 5b

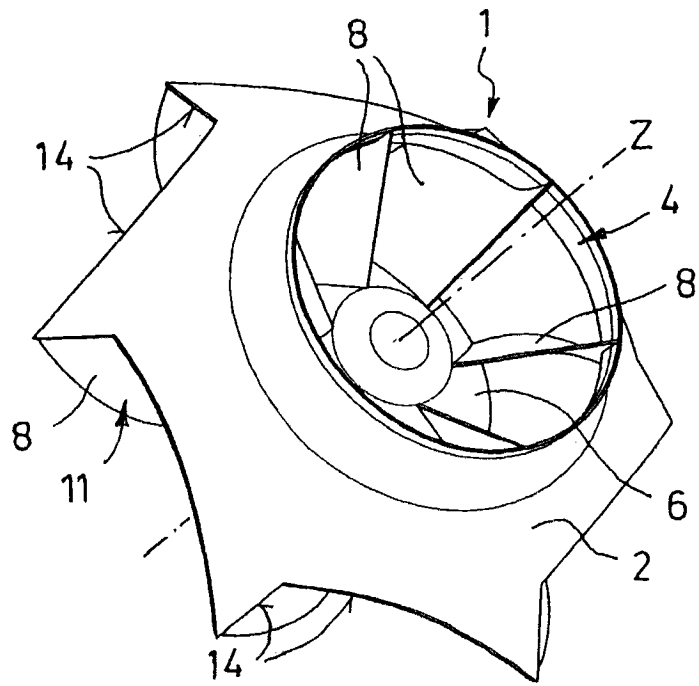


图 5a

图 5

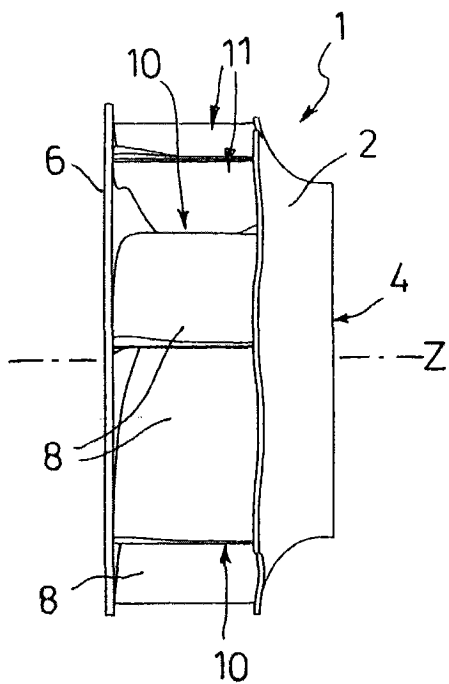


图 6b

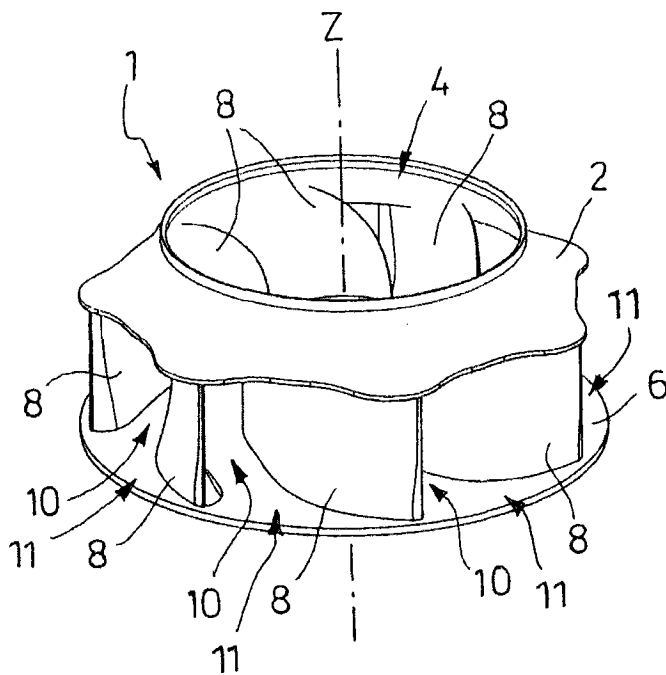


图 6a

图 6

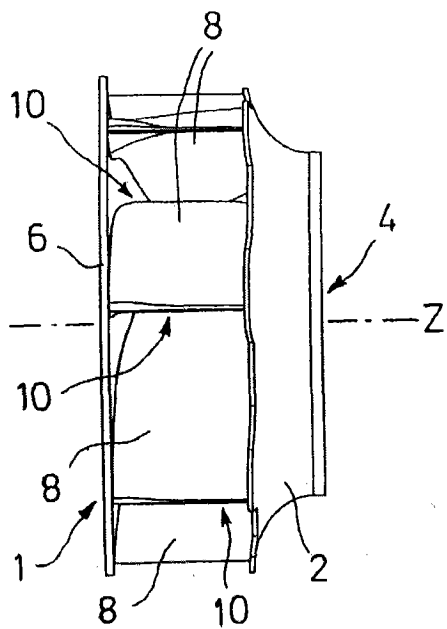


图 7b

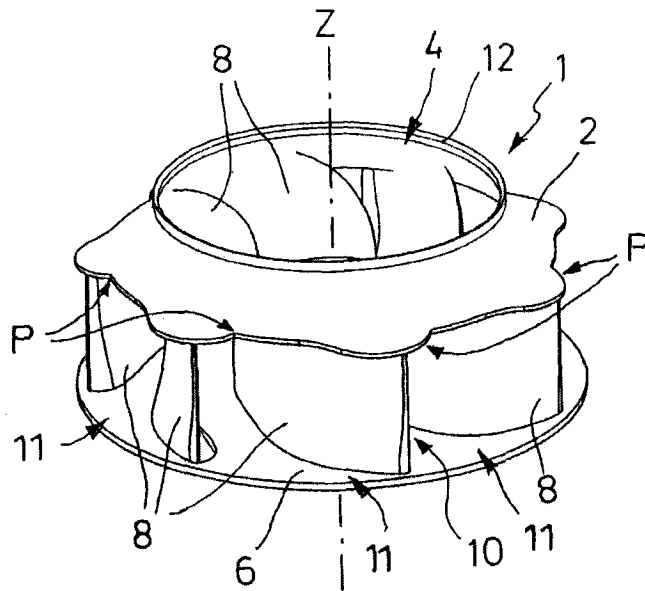


图 7a

图 7

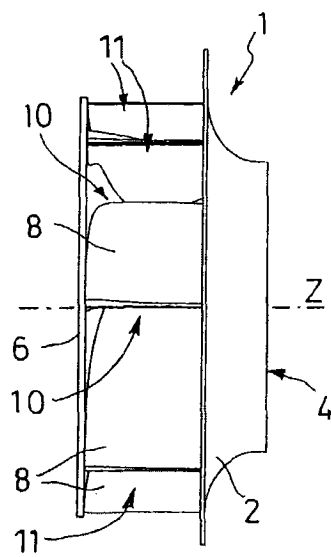


图 9b

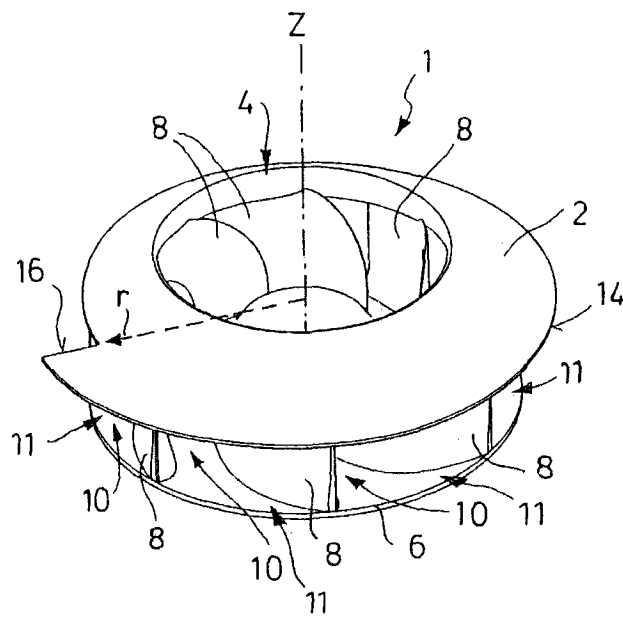


图 9a

图 9

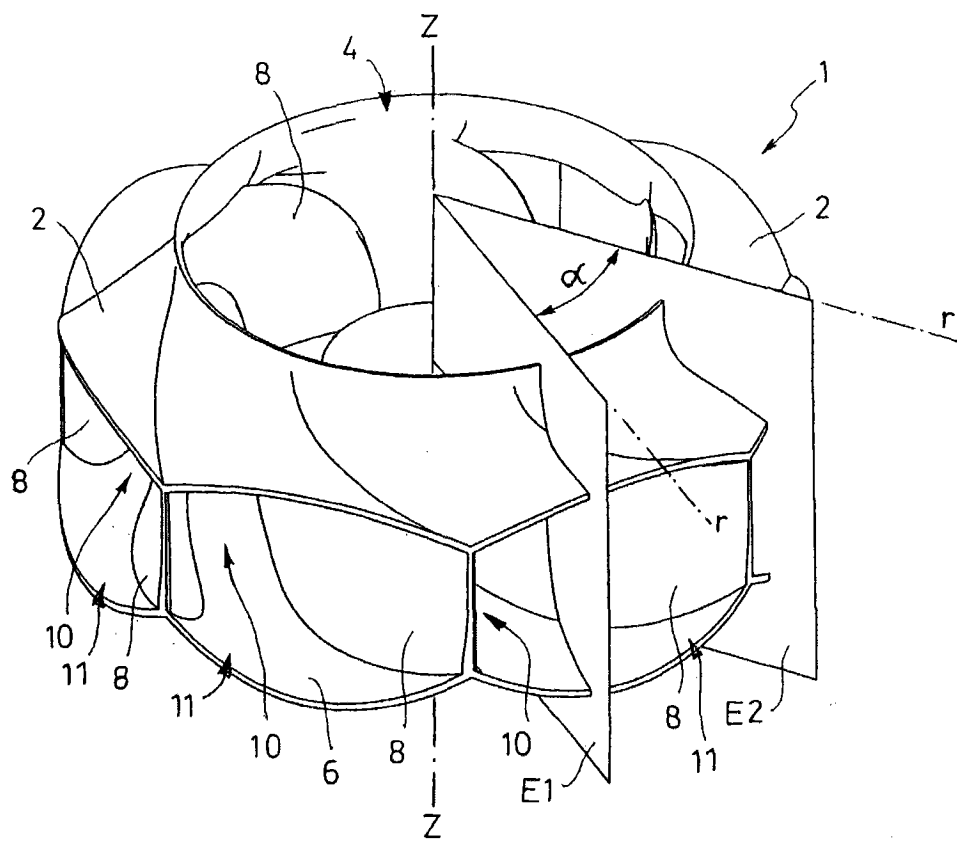


图 10