

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F04D 29/18 (2006.01)

F04D 29/38 (2006.01)

F04D 29/32 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810211039.2

[43] 公开日 2009 年 4 月 1 日

[11] 公开号 CN 101398011A

[22] 申请日 2008.8.20

[21] 申请号 200810211039.2

[30] 优先权

[32] 2007.9.25 [33] JP [31] 2007-247462

[71] 申请人 株式会社日立工业设备技术

地址 日本东京都

[72] 发明人 井上康弘 原田一郎

[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

代理人 何腾云

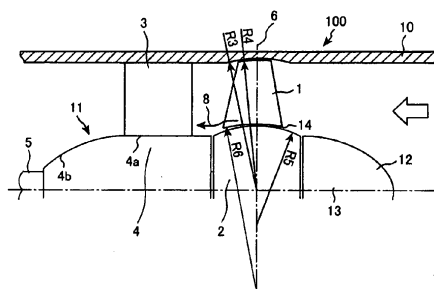
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

可动叶片式轴流泵

[57] 摘要

本发明的目的是，在可动叶片式轴流泵中，提高泵效率，并且增大泵的稳定动作范围。在可动叶片式轴流泵(100)中，隔开间隔地设在叶轮轮毂(2)外周侧的若干个叶轮叶片(1)，可绕对各叶片设定的叶片回转轴(6)转动。在叶轮轮毂的下游侧配置着导引叶片轮毂(4)，该导引叶片轮毂(4)具有在周方向隔开间隔地配置着的若干个导引叶片(3)。导引叶片所在部分的导引叶片轮毂的外径大于叶轮轮毂的最小外径、小于叶轮轮毂的最大外径。



1.一种可动叶片式轴流泵，隔开间隔地设在叶轮轮毂外周侧的若干个叶轮叶片，可绕对各叶片设定的叶片回转轴转动，其特征在于，上述叶轮叶片的内径端形状是圆弧形状，上述叶轮轮毂外周面的子午面形状是曲线形状，该曲线形状的曲率，比在与上述叶轮叶片的内径端圆弧的中心位置相同的中心位置、将叶轮轮毂的子午面形状形成为圆弧时的圆弧的曲率小。

2.一种可动叶片式轴流泵，隔开间隔地设在叶轮轮毂外周侧的若干个叶轮叶片，可绕对各叶片设定的叶片回转轴转动，其特征在于，在上述叶轮轮毂的下游侧配置着导引叶片轮毂，该导引叶片轮毂具有在周方向隔开间隔地配置着的若干个导引叶片，上述导引叶片所在部分的上述导引叶片轮毂的外径等于或大于上述叶轮轮毂的最小外径、等于或小于叶轮轮毂的最大外径。

3.如权利要求1或2所述的可动叶片式轴流泵，其特征在于，上述叶轮轮毂的外径是上游端比下游端小。

4.如权利要求1或2所述的可动叶片式轴流泵，其特征在于，上述导引叶片轮毂的、导引叶片安装部附近的外径，比上述叶轮轮毂的下游端外径大。

5.如权利要求4所述的可动叶片式轴流泵，其特征在于，上述导引叶片轮毂的外径从叶轮轮毂的下游端外径朝流动方向渐渐增大，设置了缩流量区域。

6.如权利要求1或2所述的可动叶片式轴流泵，其特征在于，具有安装着导引叶片外径端的大致圆筒形壳体，该壳体的与上述叶轮叶片相向的内周面的子午面剖面形状、和叶轮叶片的外径端形状是同心圆的形状。

7.如权利要求1或2所述的可动叶片式轴流泵，其特征在于，上述叶轮叶片的外径端形状是曲率比上述壳体的内周面曲率小的曲面。

## 可动叶片式轴流泵

### 技术领域

本发明涉及轴流式泵，特别涉及可动叶片式轴流泵。

### 背景技术

专利文献 1 记载了已往的一例可动叶片式轴流泵。在该公报记载的泵中，如其图 1 所示，叶片轴嵌合在叶轮轮毂上，叶轮叶片能以叶片轴的中心线为转动中心转动。叶轮叶片的轮毂侧即流路内径侧，与球面状的部件形成为一体，在从该部件鼓出的部分，在外径方向将叶片部的一部分切断。另一方面，在叶轮叶片的尖端侧即流路外径侧，把泵壳及吸入壳体形成为球面状，与这些壳体形成很小间隙地将叶轮叶片的尖端形成为球面状或剖面圆形状，可使叶轮叶片的转动灵活。

专利文献 2 记载了已往的另一例可动叶片式轴流泵。该公报记载的泵与专利文献 1 同样地，叶轮的內径侧与球面状的基材形成为一体。但是，与专利文献 1 记载的叶轮叶片不同，把从基材鼓出的部分形成为剖面圆形状，把基材嵌合着的叶轮轮毂形成为球面状。在叶轮与叶轮轮毂之间形成很小的间隙，可以使叶轮的转动灵活。在上述这些泵中，由于都是使叶轮叶片或叶轮转动，所以，从小水量区域到大水量区域，都可进行有效的泵运转。

专利文献 1：日本特开平 7-238899 号公报

专利文献 2：日本特开昭 58-197499 号公报

### 发明内容

在上述专利文献 1 和 2 记载的叶轮叶片和叶轮中，将轮毂面和尖端面形成为与轮毂或壳体同心的球面，使叶轮叶片和叶轮能绕其轴心转动。但是，在形成为曲率比尖端侧大的球面的轮毂侧，当流体流过

叶轮叶片或叶轮时，流动可能会脱离轮毂面。

如果流动脱离了叶片面，则与轮毂面和尖端面在轴方向剖面为直线的固定叶片式轴流泵相比，叶轮叶片或叶轮的轮毂侧的损失增大，导致可动叶片式轴流泵的性能降低。这样，在已往的可动叶片式轴流泵中，虽然容许泵的效率降低，但稳定动作的范围增大。

本发明是鉴于上述已往技术中的问题而作出的，其目的是在可动叶片式轴流泵中，提高泵效率和增大稳定动作范围。本发明的另一目的是不损害可动叶片的可动性，抑制可动叶片处的流动脱离。另外的目的是降低可动叶片部的损失，减少可动叶片式泵的能量消耗。至少实现上述目的中的任一个。

为了实现上述目的，在本发明的可动叶片式轴流泵中，隔开间隔地设在叶轮轮毂外周侧的若干个叶轮叶片，可绕对各叶片设定的叶片回转轴转动，其特征在于，叶轮叶片的内径端形状是圆弧形状，叶轮轮毂外周面的子午面形状是曲线形状，该曲线形状的曲率，比在与叶轮叶片的内径端圆弧的中心位置相同的中心位置、将叶轮轮毂的子午面形状形成圆弧时的圆弧的曲率小。

为了实现上述目的，在本发明的可动叶片式轴流泵中，隔开间隔地设在叶轮轮毂外周侧的若干个叶轮叶片，可绕对各叶片设定的叶片回转轴转动，其特征在于，在叶轮轮毂的下游侧配置导引叶片轮毂，该导引叶片轮毂具有在周方向隔开间隔地配置着的若干个导引叶片，导引叶片所在部分的导引叶片轮毂的外径等于或大于叶轮轮毂的最小外径、等于或小于叶轮轮毂的最大外径。

另外，在上述特征中，叶轮轮毂的外径最好是上游端比下游端小，导引叶片轮毂的、导引叶片安装部的外径最好比上述叶轮轮毂的下游端外径大。另外，最好使导引叶片轮毂的外径从叶轮轮毂的下游端外径朝流动方向渐渐增大，设置缩流量区域。另外，具有安装着导引叶片外径端的大致圆筒形壳体，该壳体的与上述叶轮叶片相向的内周面的子午面剖面形状和叶轮叶片的外径端形状是同心圆的形状。另外，叶轮叶片的外径端形状也可以是曲率比壳体内周面的曲率小的曲面。

根据本发明,在可动叶片式轴流泵中,由于位于内径侧的轮毂的外径曲率比叶片的轮毂侧的曲率大,所以,可抑制流动在轮毂侧脱离叶片面,提高泵效率及增大稳定动作范围。另外,可以不损害可动叶片的可动性地抑制可动叶片处的流动脱离。另外,由于可动叶片部的损失减小,所以,可动叶片式轴流泵的能量消耗也减少。

#### 附图说明

图1是本发明可动叶片式轴流泵的一实施例的子午面形状图。

图2是本发明可动叶片式轴流泵的另一实施例的子午面形状图。

图3是本发明可动叶片式轴流泵的另一实施例的子午面形状图。

图4是图3所示的可动叶片式轴流泵的子午面形状图。

图5是本发明可动叶片式轴流泵的另一实施例的子午面形状图。

#### 具体实施方式

下面,参照附图说明本发明可动叶片式轴流泵的几个实施例。图1用子午面剖面图表示可动叶片式轴流泵100的一实施例。圆筒形状的壳体10内,收容着筒状的内筒部11。内筒部11借助导引叶片3保持在壳体10中。

内筒部11,在流动方向的上游侧端部,具有钝头形状的前面罩12。在与前面罩12相接的轴方向下游侧,配置着叶轮轮毂2。在叶轮轮毂2的轴方向下游侧,配置着导引叶片轮毂4,该导引叶片轮毂4具有外径一定的圆筒部4a和外径渐减的缩窄部4b。导引叶片3的内径侧固定在圆筒部4a的外表面上,导引叶片3的外径侧固定在壳体10的内壁上。导引叶片3有若干片、例如6片,以大致相等的间隔配置在周方向。

内筒部11中,叶轮轮毂2可转动,与该叶轮轮毂2连接着的主轴5从导引叶片轮毂4的后端伸出。在该主轴5上连接着驱动叶轮轮毂2的原动机即马达(图未示)。在叶轮轮毂2外周侧的周方向若干部位,安装着叶轮叶片1。该叶轮叶片1可在与内筒部11的轴方向垂直的方

向转动,即、可绕轴流泵 100 的半径方向轴线(叶片回转轴)6 转动。

可动叶片式轴流泵 100 的子午面剖面中的、叶轮轮毂 2 的外径是圆弧形,圆弧的半径是  $R5$ 。 $R5$  的圆弧中心在叶片回转轴 6 上,在叶片回转轴 6 与轴流泵 100 的中心轴 13 的交点的叶轮叶片 1 的相反侧延伸。叶轮轮毂 2 的上游侧端部的外径与前面罩 12 的后端部外径大致相同,叶轮轮毂 2 的下游侧端部的外径与导引叶片轮毂 4 的前端部外径大致相同。因此,叶轮轮毂 2 的形状是,叶片回转轴 6 的部分朝流路最为突出。

安装在叶轮轮毂 2 上的叶轮叶片 1 中,使该叶轮叶片 1 转动的转动轴 14 在叶轮轮毂 2 侧即内径端侧稍稍露出到流路中。叶轮叶片 1 的内径侧端部位于转动轴 14 的露出部的外径侧。这里,叶轮叶片 1 的内径侧端部也是半径为  $R6$  的圆弧形,其中心在叶片回转轴 6 上。叶轮叶片 1 内径端的圆弧半径  $R6$  比叶轮轮毂 2 的外周半径  $R5$  大。

叶轮叶片 1 的外径侧端部也形成圆弧形,其圆弧的中心是叶片回转轴 6 与轴流泵 100 的中心轴的交点。该圆弧的半径是  $R4$ 。壳体 10 的内周面被切削成半径为  $R3$  的圆弧形,该半径  $R3$  的圆弧的中心是叶片回转轴 6 与轴流泵 100 的中心轴 13 的交点。这里,叶轮叶片 1 的外径端圆弧半径  $R4$  比壳体 10 的内周形成圆弧的半径  $R3$  稍小一点。另外,叶轮叶片 1 的轴方向长度是内径端侧比外径端侧长,叶轮叶片 1 的子午面形状近似于梯形。

在这样构成的本实施例轴流泵 100 中,为了使叶轮叶片 1 能绕叶片回转轴 6 转动,把叶轮叶片 1 内径端的曲率  $R6$  做得比叶轮轮毂 2 外径面的曲率  $R5$  大,所以,在叶轮叶片 1 的后部或后方,控制流动 8,可防止流动不沿着圆筒部 11 的外周面形状而产生脱离。因此,在叶轮叶片 1 的出口的内径侧(轮毂侧),可以避免形成因流动的脱离而导致叶轮叶片 1 不充分工作的区域。通过流动的改善,从叶轮叶片 1 的上游侧(入口)到下游侧(出口)的全部区域,叶轮叶片 1 都能充分地工作。

即,根据本实施例,能更有效地对水供给能量,提高轴流泵的效

率。另外，在叶轮叶片 1 的下游侧产生的剥离使流动紊乱，对导引叶片 3 会产生不良影响，但是，在本实施例中，由于防止了该流动的紊乱，所以可避免该不良影响。另外，导引叶片 3 的轮毂侧的损失也降低。这样，可以减少可动叶片式轴流泵 100 的能量消耗。

在上述实施例中，是把叶轮叶片 1 的根部侧和叶轮轮毂 2 的外周都形成圆弧形，并且，改变叶轮叶片 1 根部侧的 R 的中心和叶轮轮毂 2 外周的 R 的中心位置。但是，叶轮轮毂的外周形状并不限于此，也可以做成为曲率比叶轮叶片 1 根部侧的 R 小的球面或椭圆球面、或近似于这些球面的自由曲面。

但是，做成为上述自由曲面时，为了保持可动叶片式轴流泵的功能、即叶轮叶片 1 的可动性，必须使叶轮叶片 1 根部侧的曲率比与其相向的叶轮轮毂 2 的曲率大。这样，可以使得通过叶轮叶片 1 的流体在轮毂侧不沿叶轮轮毂 2 的外周面流动而产生的脱离区域的流动 7，沿着叶轮轮毂 2 的外周面流动。

这样，叶轮叶片 1 出口侧且轮毂侧的流动得到改善，从叶轮叶片 1 的入口到出口的全部区域，叶轮的旋转动力高效地供给到作为动作流体的水上，可动叶片式轴流泵的效率提高。另外，以往，通过了叶轮叶片 1 的流动中，有时因脱离而产生紊流 7，本实施例中由于可防止或减少该紊流 7，所以，可避免紊流 7 的影响波及到配置在叶轮叶片 1 下游侧的导引叶片 3。因此，导引叶片 3 的轮毂侧的损失也减小，可动叶片式轴流泵的能量消耗减少。

在上述实施例中，是把叶轮叶片 1 的尖端侧加工成 R4 的圆弧形，把壳体 10 的内周面也加工成 R3 的圆弧形，但是，也可以与轮毂侧同样地，将它们做成为曲率小的自由曲面。把叶轮叶片 1 的尖端侧形状，从同心球面做成为曲率小的自由曲面时，可以使通过叶轮叶片 1 的流动，在尖端侧成为比以往接近直线的流动。另外，使叶轮叶片 1 绕回转轴 6 旋转、改变方向时，由于叶轮叶片 1 的尖端不是同心球面，所以，叶轮叶片 1 的尖端和与该尖端相向的壳体 10 的内周面间的间隙变化。

如果将叶轮叶片 1 的尖端侧间隙扩大,则泄漏流动增大。为此,有时可动叶片式轴流泵的效率也降低为将曲率减小而得到的损失的减小以上。叶轮叶片 1 的尖端的位置是叶轮叶片 1 的最大外径位置,是主轴 5 旋转时的周方向速度最大的位置。由于在尖端的位置周速最大,所以,叶轮叶片 1 的 2 个表面即压力面和负压面的压力差,也是在尖端位置最大或接近于最大。

因此,对可动叶片式轴流泵的效率的影响,比对叶轮叶片 1 轮毂侧的流动泄漏的影响大。据此,叶轮叶片 1 的轮毂面采用曲率大的自由曲面时,考虑到间隙的泄漏流动引起损失的增加,决定叶轮叶片 1 和壳体 10 内周面的曲率等。

下面,参照图 2 说明本发明的另一实施例。图 2 是可动叶片式轴流泵的子午面剖面图。本实施例与上述实施例的不同之处是,把叶轮叶片 1 的轮毂侧形状和叶轮轮毂 2 的外周面形状,做成为同心球面。叶轮轮毂 2 的外周,在轴方向形成为 R1 的圆弧面,叶轮叶片 1 的轮毂面形成为 R2 的圆弧面。叶轮叶片 1 能以叶片回转轴 6 为中心旋转。

在本实施例中,除了上述特征外,还具有下述特征:叶轮轮毂 2 的外周直径,在叶轮叶片 1 的配置位置上游侧是 D1,在叶轮叶片 1 的配置位置下游侧是 D3。直径 D3 等于或大于直径 D1。根据本实施例,与上述实施例同样地,通过了叶轮叶片 1 的流动,即使在轮毂侧也沿叶轮轮毂 2 的外周面流动,可避免因脱离产生的流动损失。这样,可减少可动叶片式轴流泵的能量消耗。

下面,参照图 3 和图 4,说明本发明可动叶片式轴流泵的其它实施例。这些图是可动叶片式轴流泵的子午面剖面图。适于这样的泵,即,泵的运转范围,从小水量区域到大水量区域,可在更大的范围内运转。

采用上述各实施例的泵扩大动作范围时,必须使叶轮叶片 1 绕叶片回转轴 6 作大的回动动作。这时,如果不加大叶轮叶片 1 的轮毂面与叶轮轮毂 2 外周面之间的间隙,则叶轮叶片 1 的轮毂与叶轮轮毂 2 干扰。结果,虽然不像叶轮叶片 1 的尖端侧那样,但即使是叶轮叶片



1 的轮毂侧, 如果间隙增大, 泄漏流动也增加, 可动叶片式轴流泵的损失增大。

为了解决该问题, 在本实施例中, 做成为能减少叶轮叶片 1 的轮毂侧间隙中的漏泄流动的形状。具体地说, 把叶轮叶片 1 的轮毂侧形状做成半径  $R_2$  的圆弧形, 把与其对应的叶轮轮毂 2 的外周的子午面剖面形状做成为半径  $R_1$  ( $R_1 < R_2$ ) 的圆弧形。半径  $R_1$ 、 $R_2$  的圆弧的中心, 在主轴 5 的中心轴线上位于同一位置。当然, 叶轮叶片 1 可绕叶片回转轴 6 转动。

在叶轮叶片 1 的下游, 沿周方向大致等间隔地配置着若干片导引叶片 3。导引叶片 3 的轮毂直径或导引叶片轮毂 4 的外径, 比叶轮轮毂 2 的与叶轮叶片 1 相向部分的最小径大。即, 配置在可动叶片式轴流泵的中心线侧的叶轮轮毂 2 的外径, 从位于叶轮叶片 1 上游侧的直径  $D_1$  朝流动方向渐渐增大, 在叶片回转轴 6 部, 成为最大直径  $2 \times R_1$ , 然后渐渐减小, 成为最小直径  $D_2$ 。在导引叶片轮毂 4 的入口侧, 成为等于或稍大于  $D_2$  的外径。在与导引叶片 3 相向的部分, 直径比  $D_2$  大, 成为等于或小于  $2 \times R_1$  的直径。

在图 3 所示的实施例中, 导引叶片轮毂 4 的外径, 在流动的上游侧, 是比叶轮轮毂 2 的最小直径  $D_2$  稍大一点点的圆筒形, 从过了导引叶片 3 的部分开始, 直径渐渐减小。在图 4 所示实施例中, 导引叶片轮毂 4 的外径, 从与位于叶轮轮毂 2 下游侧的直径  $D_2$  大致相同的外径渐渐增大, 在导引叶片 3 部, 成为同一直径的圆筒形。过了导引叶片 3 后, 与图 3 所示实施例同样地, 导引叶片轮毂 4 的外径渐渐减小。

这样地构成导引叶片轮毂 4 的外径时, 在图 3 实施例中, 可以减小通过了叶轮叶片 1 的流动在轮毂侧脱离而变成紊流的区域。因此, 可以避免在叶轮叶片 1 的出口侧的轮毂侧产生的剥离引起的紊流波及到导引叶片 3, 可减小导引叶片 3 的轮毂侧的损失。因此, 可减小可动叶片式轴流泵的能量消耗。

另外, 在图 4 所示实施例中, 为了进一步减小从叶轮叶片 1 到导

引叶片 3 的流动区域中的能量消耗，把设在叶轮下游的导引叶片 3 的轮毂侧形状做成为上述形状，设置了缩流量区域。可以进一步减小因在叶轮叶片 1 的出口侧的轮毂侧产生的剥离而造成的紊流区域。与此同时，在叶轮叶片 1 出口侧的轮毂侧产生的剥离引起的紊流被整流，可以避免紊流波及到导引叶片 3。

图 5 的子午面剖面，表示把图 4 所示导引叶片 3 及导引叶片轮毂 4 与图 1 所示实施例的叶轮叶片 1 和叶轮轮毂 2 组合而构成可动叶片式轴流泵的例子。叶轮叶片 1 的轮毂面是半径为  $R5$  的圆弧形，叶轮轮毂 2 的外径的子午面形状是半径为  $R6$  的圆弧形。半径  $R5$  和半径  $R6$  的圆的中心，不在同一位置。另外，叶轮叶片 1 的轮毂形状，除了圆弧形外，也可以是椭圆形或与其类似的自由曲面。

导引叶片轮毂 4 的入口侧外径，与叶轮轮毂 2 的出口侧外径  $D2$  大致相同，并做成为形成了朝着水流动方向渐渐增大的缩流量区域的形状。另外，如图 3 的实施例所示，导引叶片轮毂 4 的外径在入口侧是大致一定的外径，该一定的外径也可等于或小于叶轮轮毂 2 的最大外径  $2 \times R1$ 。

根据本实施例，可以减少通过了叶轮叶片 1 的流动在轮毂侧不沿着叶轮轮毂 2 的外周面形状流动而朝外径侧流的脱离区域，并且，可以整流通过了叶轮叶片 1 的紊流，可避免该紊流波及到导引叶片。因此，可以减小可动叶片式轴流泵的能量消耗。

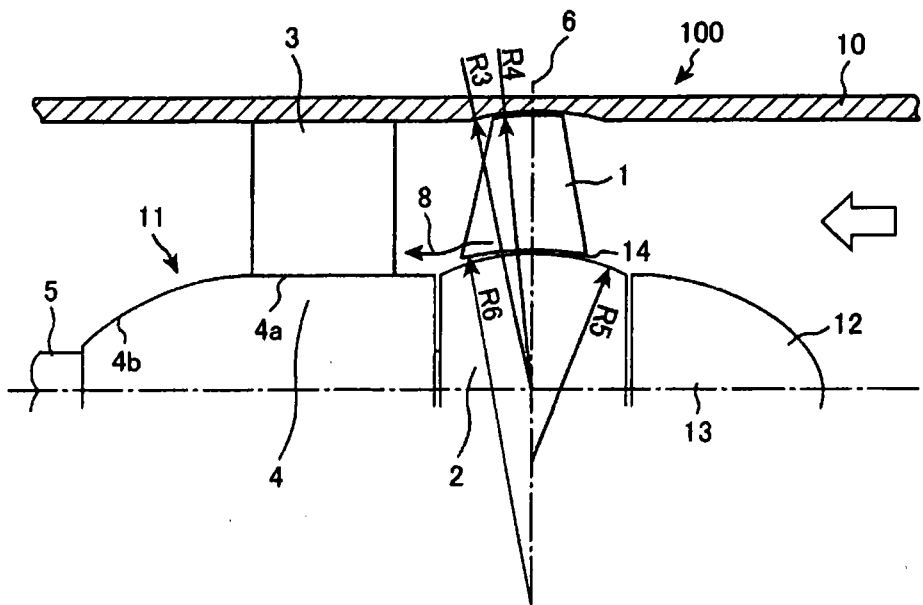


图 1

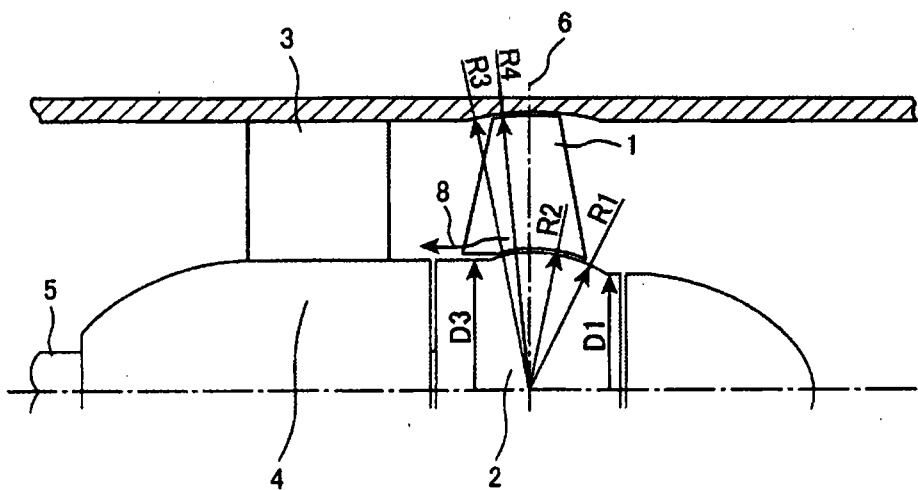


图 2

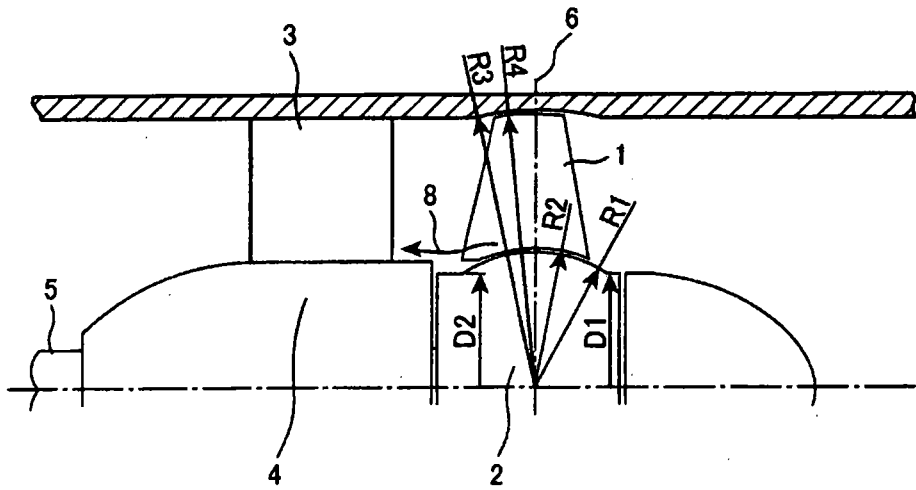


图 3

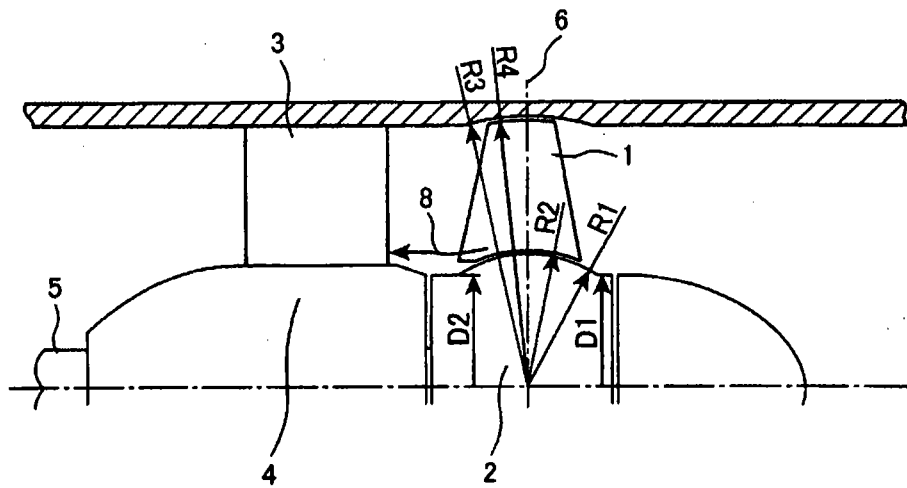


图 4

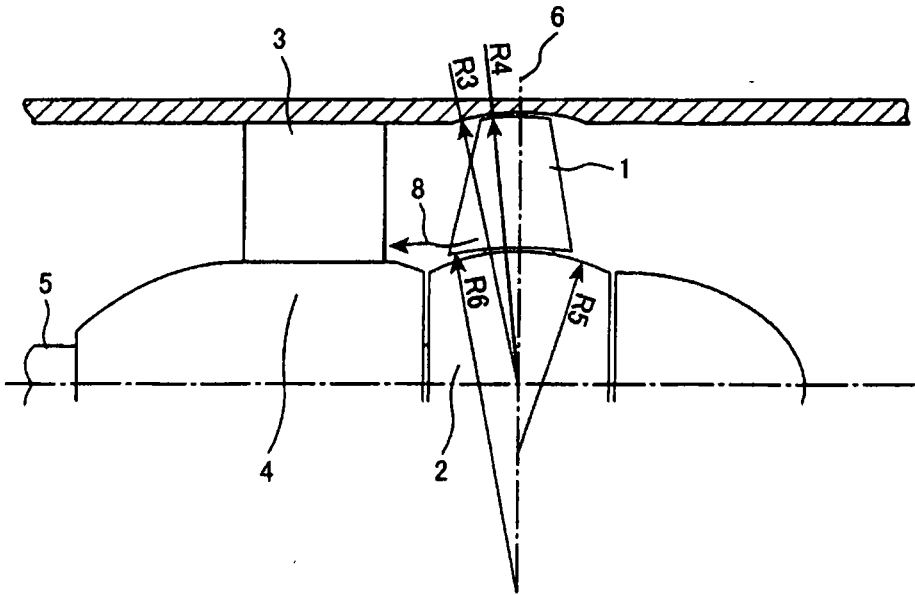


图5