

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4882939号
(P4882939)

(45) 発行日 平成24年2月22日(2012.2.22)

(24) 登録日 平成23年12月16日(2011.12.16)

(51) Int. Cl. F I
FO4D 29/18 (2006.01) FO4D 29/18 I O I A
FO4D 29/54 (2006.01) FO4D 29/54 A

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-247462 (P2007-247462)	(73) 特許権者	000005452
(22) 出願日	平成19年9月25日 (2007.9.25)		株式会社日立プラントテクノロジー
(65) 公開番号	特開2009-79493 (P2009-79493A)		東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
(43) 公開日	平成21年4月16日 (2009.4.16)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成21年11月27日 (2009.11.27)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	井上 康弘
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	原田 一郎
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内
		審査官	大谷 謙仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可動翼軸流ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

羽根車ハブの外周側に間隔をおいて設けられた複数の羽根車翼が各翼ごとに設定された翼旋回軸の回りに回動可能である可動翼軸流ポンプにおいて、前記羽根車翼の内径端形状を円弧形状とし、前記羽根車ハブの外周面の子午面形状が、前記羽根車翼の内径端円弧の中心位置と同じ中心位置で羽根車ハブの子午面形状を円弧で形成したときの円弧の曲率よりも小さい曲率の曲線形状であることを特徴とする可動翼軸流ポンプ。

【請求項2】

羽根車ハブの外周側に間隔をおいて設けられた複数の羽根車翼が各翼ごとに設定された翼旋回軸の回りに回動可能である可動翼軸流ポンプにおいて、前記羽根車ハブの下流側に周方向に間隔をおいて配置された複数の案内羽根を有する案内羽根ハブを配置し、前記案内羽根が位置する部分の前記案内羽根ハブの外径は、前記羽根車ハブの最小外径よりも大きく、羽根車ハブの最大外径よりも小さく形成されていることを特徴とする可動翼軸流ポンプ。

【請求項3】

前記羽根車ハブの外径が、上流端で下流端よりも小さいことを特徴とする請求項1または2に記載の可動翼軸流ポンプ。

【請求項4】

前記案内羽根ハブの案内羽根取付け部の外径が、前記羽根車ハブの下流端の外径より大きいことを特徴とする請求項1または2に記載の可動翼軸流ポンプ。

【請求項 5】

前記案内羽根ハブの外径を、羽根車ハブの下流端の外径より流れ方向に徐々に大きくして縮流量域を設けたことを特徴とする請求項 4 に記載の可動翼軸流ポンプ。

【請求項 6】

前記案内羽根の外径端が取り付けられるほぼ円筒状のケーシングを有し、このケーシングの前記羽根車翼に対向する内周面の子午面断面形状と羽根車翼の外径端の形状を同心円形状としたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の可動翼軸流ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は軸流型のポンプに係り、特に可動翼軸流ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の可動翼軸流ポンプの例が、特許文献 1 に記載されている。この公報に記載のポンプでは、その図 1 に示されるように、羽根車ハブに翼軸が嵌合し、翼軸の中心線を回動中心として、羽根車翼が回動可能に構成されている。そして、羽根車翼のハブ側である流路内径側は、球面状に形成された部材に一体となっており、この部材からはみ出る部分では、翼部を一部外径方向にカットしている。一方、羽根車翼のチップ側である流路外径側では、ポンプケーシングおよび吸込みケーシングを球面状に形成し、これらケーシングと僅かな隙間を形成するように、羽根車翼のチップを球面または断面円形状に形成して、羽根車翼の円滑な回動を可能にしている。

【0003】

従来の可動翼軸流ポンプの他の例が、特許文献 2 に記載されている。この公報に記載のポンプは特許文献 1 と同様に、球面状に形成された基材にインペラの内径側が一体になっている。ただし特許文献 1 に記載の羽根車翼とは異なり、基材からはみ出た部分を断面円形状にし、基材が嵌合するインペラハブを球面状に形成している。そして、インペラとインペラハブとの間に僅かな隙間を形成し、インペラの円滑な回動を可能にしている。これらいずれのポンプにおいても、羽根車翼またはインペラを回動させたので、小水量域から大水量域まで効率の良いポンプ運転が可能となっている。

【0004】

【特許文献 1】特開平 7-238899 号公報

【特許文献 2】特開昭 58-197499 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献 1 および 2 に記載の羽根車翼およびインペラでは、ハブ面とチップ面をハブやケーシングと同心球面に形成して、羽根車翼およびインペラをその軸心回りに回動可能にしている。しかしながら、チップ側に比べて曲率の大きい球面に形成されるハブ側では、羽根車翼やインペラを流過する際に、流れがハブ面からはく離するおそれがある。

【0006】

流れが翼面からはく離すると、ハブ面とチップ面が軸方向断面で直線となる固定翼軸流ポンプに比べて、羽根車翼やインペラのハブ側での損失が増大し、可動翼軸流ポンプの性能低下を引き起こす。このように、従来の可動翼軸流ポンプでは、ポンプ効率の低下を許容しながら、安定作動範囲の増大を図っていた。

【0007】

本発明は上記従来技術の不具合に鑑みなされたものであり、その目的は、可動翼軸流ポンプにおいて、ポンプ効率の向上と安定作動範囲の増大を図ることにある。本発明の他の目的は、可動翼の可動性を損なわずに可動翼での流れのはく離を抑制することにある。また、可動翼部での損失を低減して、可動翼ポンプのエネルギー消費を低減することにある。そして、これら目的の少なくともいずれかを、達成することを目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成する本発明の特徴は、羽根車ハブの外周側に間隔をおいて設けられた複数の羽根車翼が各翼ごとに設定された翼旋回軸の回りに回動可能である可動翼軸流ポンプにおいて、羽根車翼の内径端形状を円弧形状とし、羽根車ハブの外周面の子午面形状が、羽根車翼の内径端円弧の中心位置と同じ中心位置で羽根車ハブの子午面形状を円弧で形成したときの円弧の曲率よりも小さい曲率の曲線形状としたことにある。

【0009】

上記目的を達成する本発明の他の特徴は、羽根車ハブの外周側に間隔をおいて設けられた複数の羽根車翼が各翼ごとに設定された翼旋回軸の回りに回動可能である可動翼軸流ポンプにおいて、羽根車ハブの下流側に周方向に間隔をおいて配置された複数の案内羽根を有する案内羽根ハブを配置し、案内羽根が位置する部分の案内羽根ハブの外径は、羽根車ハブの最小外径よりも大きく、羽根車ハブの最大外径よりも小さく形成したことにある。

【0010】

そしてこれらの特徴において、羽根車ハブの外径が、上流端で下流端よりも小さいのがよく、案内羽根ハブの案内羽根取付け部の外径が、前記羽根車ハブの下流端の外径より大きいことが好ましい。また、案内羽根ハブの外径を、羽根車ハブの下流端の外径より流れ方向に徐々に大きくして縮流量域を設けるのがよく、案内羽根の外径端が取り付けられるほぼ円筒状のケーシングを有し、このケーシングの羽根車翼に対向する内周面の子午面断面形状と羽根車翼の外径端の形状を同心円形状とするのがよい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、可動翼軸流ポンプにおいて、内径側に位置するハブの外形曲率を翼のハブ側の曲率よりも大きくしたので、ハブ側での流れの翼面からはく離を抑制でき、ポンプ効率の向上と安定作動範囲を増大できる。また、可動翼の可動性を損なわずに可動翼での流れのはく離を抑制できる。さらに、可動翼部での損失が低減するので、可動翼ポンプのエネルギー消費も低減する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を用いて、本発明に係る可動翼軸流ポンプのいくつかの実施例を説明する。図1に、可動翼軸流ポンプ100の一実施例を、子午面断面図で示す。円筒状に形成されたケーシング10内に、筒状の内筒部11が収容されている。内筒部11は、案内羽根3により、ケーシング10に保持される。

【0013】

内筒部11は、流れの上流側端部に鈍頭形状の前面カバー12を有している。前面カバー12に続く軸方向下流側には、羽根車ハブ2が配置されており、羽根車ハブ2の軸方向下流側には外径一定の円筒部4aと外径がなだらかに減少するすぼまり部4bとを有する案内羽根ハブ4が配置されている。案内羽根3は、内径側を円筒部4aの外表面に固定されており、外径側をケーシング10の内壁に固定されている。案内羽根3は複数枚、例えば3枚あり、周方向にほぼ等ピッチで配置されている。

【0014】

内筒部11の中で、羽根車ハブ2は回動可能であり、この羽根車ハブ2に接続された主軸5が案内羽根ハブ4の後端から突き出ている。この主軸5には、図示を省略したが、羽根車ハブ2を駆動する原動機であるモータが接続されている。羽根車ハブ2の外周側であって、周方向複数箇所には、羽根車翼1が取り付けられている。この羽根車翼1は、内筒部11の軸方向に直角方向、すなわち軸流ポンプ100の半径方向軸線(翼旋回軸)6の回りに回動可能である。

【0015】

可動翼軸流ポンプ100の子午面断面における羽根車ハブ2の外径は円弧状であり、円弧の半径はR5である。R5の円弧の中心は、翼旋回軸6上にあり、軸流ポンプ100の

10

20

30

40

50

中心軸 1 3 との交点よりも羽根車翼 1 の反対側に、延在している。羽根車ハブ 2 は、上流側端部における外径が前部カバー 1 2 の後端部の外径とほぼ同じであり、羽根車ハブ 2 の下流側端部における外径は、案内羽根ハブ 4 の前端部外径とほぼ同じである。したがって、羽根車ハブ 2 は、翼旋回軸 6 部が最も流路に突き出た形状となっている。

【 0 0 1 6 】

羽根車ハブ 2 に取り付けられた羽根車翼 1 では、羽根車ハブ 2 側である内径端側で、この羽根車翼 1 を回動させる回動軸 1 4 が僅かに流路に露出している。回動軸 1 4 の露出部よりも外径側に、羽根車翼 1 の内径側端部が位置している。ここで、羽根車翼 1 の内径側端部も半径 R 6 の円弧状をしており、翼旋回軸 6 上にその中心を有している。羽根車翼 1 の内径端の円弧径 R 6 は、羽根車ハブ 2 の外周半径 R 5 よりも大きい。

10

【 0 0 1 7 】

羽根車翼 1 の外径側端部も円弧状に形成されており、その円弧の中心は翼旋回軸 6 と軸流ポンプ 1 0 0 の中心軸との交点である。この円弧の半径は、R 4 である。ケーシング 1 0 は、翼旋回軸 6 と軸流ポンプ 1 0 0 の中心軸 1 3 との交点を中心とする半径 R 3 の円弧で、その内周面が切削された形状となっている。ここで、羽根車翼 1 の外径端の円弧径 R 4 は、ケーシング 1 0 の内周形成円弧の半径 R 5 よりも僅かに小径である。なお、羽根車翼 1 の軸方向長さは内径端側が外径端側よりも長く、羽根車翼 1 は子午面形状が擬似台形となっている。

【 0 0 1 8 】

このように構成した本実施例の軸流ポンプ 1 0 0 では、羽根車翼 1 を翼旋回軸 6 の回りに回動可能とするために、羽根車翼 1 の内径端の曲率 R 6 を、羽根車ハブ 2 の外径面の曲率 R 5 よりも大きくしている。羽根車翼 1 の後部または後方で、流れ 8 を制御して、円筒部 1 1 の外周面形状に沿わずにはく離することを防止できる。したがって、羽根車翼 1 の出口の内径側（ハブ側）に、流れのはく離により羽根車翼 1 が十分な仕事をしていなかった領域が形成されるのを回避できる。この流れの改善により、羽根車翼 1 の上流側（入口）から下流側（出口）に至る全域で、羽根車翼 1 が十分な仕事をするようになる。

20

【 0 0 1 9 】

すなわち、本実施例によれば、より効率良く水にエネルギーを与えることが可能となり、軸流ポンプの効率が向上する。また、羽根車翼 1 の下流側で発生するはく離が流れを乱して、案内羽根 3 に悪影響を与える恐れがあったが、流れの乱れを防止したのでこの悪影響を防止できる。さらに、案内羽根 3 のハブ側における損失も低減される。これにより、可動翼軸流ポンプ 1 0 0 のエネルギー消費を低減できる。

30

【 0 0 2 0 】

上記実施例においては、羽根車翼 1 の根本側と羽根車ハブ 2 の外周とをともに円弧状に形成し、かつ、羽根車翼 1 の根本側の R の中心と、羽根車ハブ 2 の外周の R の中心位置とを変えている。しかしながら、羽根車ハブの外周形状はこれに限るものではなく、羽根車翼 1 の根本側の R より曲率の小さい球面または楕円球面、これら球面を近似するような自由曲面としてもよい。

【 0 0 2 1 】

ただし、上記自由曲面とした場合には、可動翼軸流ポンプとしての機能である羽根車翼 2 の可動性を保持するために、羽根車翼 1 の根本側の曲率を、対向する羽根車ハブ 2 の曲率よりも大きくしなければならない。羽根車翼 1 を通過する流れが、ハブ側で羽根車ハブ 2 の外周面に沿わないで流れて、はく離していた領域の流れ 7 を、羽根車ハブ 2 の外周面に沿う流れとすることが可能になる。

40

【 0 0 2 2 】

これにより、羽根車翼 1 の出口側であってハブ側の流れが改善され、羽根車翼 1 の入口から出口に至る全域で、羽根車の回転動力が効率的に作動流体である水に付与され、可動翼軸流ポンプの効率が向上する。さらに、従来は羽根車翼 1 を通過した流れ中にはく離により乱れ 7 が生じることがあったが、この乱れ 7 を防止または低減できるので、羽根車翼 1 の下流側に配置される案内羽根 3 に乱れ 7 の影響が及ぶのを回避できる。したがって、

50

案内羽根 3 のハブ側における損失も低減し、可動翼軸流ポンプのエネルギー消費が小さくなる。

【 0 0 2 3 】

上記実施例では、羽根車翼 1 のチップ側を R 4 の円弧加工し、ケーシング 1 0 の内周面も R 3 の円弧加工しているが、ハブ側と同様に曲率の小さな自由曲面としてもよい。羽根車翼 1 のチップ側の形状を、同心球面から曲率の小さい自由曲面にすると、羽根車翼 1 を通過する流れを、チップ側で従来よりも直線に近い流れとすることができる。なお、羽根車翼 1 を旋回軸 6 回りに回転させて向きを変えた場合、羽根車翼 1 のチップが同心球面ではないので、羽根車翼 1 のチップとこのチップに対向するケーシング 1 0 の内周面間の隙間が変化する。

10

【 0 0 2 4 】

羽根車翼 1 のチップ側の隙間を広げると、漏れ流れが増大する。そのため、曲率を小さくして得られる損失の低減以上に、可動翼軸流ポンプの効率が低下する場合も生じる。羽根車翼 1 のチップの位置は、羽根車翼 1 の最大外径位置であり、主軸 5 を回転させたときの周方向速度が最大となる位置である。チップの位置で周速が最大となることから、羽根車翼 1 の 2 つの表面である圧力面と負圧面との圧力差もチップ位置で最大かそれに近くなる。

【 0 0 2 5 】

したがって、羽根車翼 1 のハブ側における漏れ流れよりも可動翼軸流ポンプの効率に対する影響が大きくなる。このことから、曲率の大きい自由曲面を羽根車翼 1 のハブ面に採用するときは、隙間での漏れ流れによる損失の増加を考慮して、羽根車翼 1 およびケーシング 1 0 の内周面の曲率等を決定する。

20

【 0 0 2 6 】

本発明の他の実施例を、図 2 を用いて説明する。図 2 は、可動翼軸流ポンプの子午面断面図である。本実施例が上記実施例と相違するのは、羽根車翼 1 のハブ側形状および羽根車翼 2 の外周面形状を、同心球面としたことにある。羽根車翼 2 の外周は軸方向に R 1 の円弧面で形成されており、羽根車翼 1 のハブ面は R 2 の円弧面で形成されている。羽根車翼 1 は、翼旋回軸 6 を中心に回転可能である。

【 0 0 2 7 】

本実施例では、上記特徴に加えて、羽根車翼 2 の外周径を、羽根車翼 1 が配置されている位置よりも上流側で D 1 に、下流側で D 3 としている。そして、径 D 3 を径 D 1 よりも大きくしている。本実施例によれば、上記実施例と同様に、羽根車翼 1 を通過した流れがハブ側でも羽根車翼 2 の外周面に沿って流れるようになり、はく離による流れの損失を回避できる。これにより、可動翼軸流ポンプのエネルギー消費を低減できる。

30

【 0 0 2 8 】

図 3 および図 4 を用いて、本発明に係る可動翼軸流ポンプのさらに他の実施例を説明する。これらの図は、可動翼軸流ポンプの子午面断面図である。ポンプの運転範囲が、小流量域から大流量域まで、より広い範囲で運転されるポンプに適している。

【 0 0 2 9 】

上記各実施例に示したポンプを用いて作動範囲を広げるためには、羽根車翼 1 を翼旋回軸 6 回りに大回転させる必要がある。その際、羽根車翼 1 のハブ面と羽根車翼 2 の外周面との隙間を大きくしないと、羽根車翼 1 のハブが羽根車翼 2 に干渉する。その結果、羽根車翼 1 のチップ側ほどではないが、羽根車翼 1 のハブ側でも、隙間が増大すると漏れ流れが増大し、可動翼軸流ポンプの損失が増加する。

40

【 0 0 3 0 】

この不具合を解消するために、本実施例では、羽根車翼 1 のハブ側の隙間における漏れ流れを低減する形状とした。具体的には、羽根車翼 1 のハブ側形状を半径 R 2 の円弧状とし、それに対応する羽根車翼 2 の外周の子午面断面形状を半径 R 1 (R 1 < R 2) の円弧状とし、半径 R 1、R 2 の円弧の中心を、主軸 5 の中心軸線上の同一位置としている。また、当然のことながら、翼旋回軸 6 回りに羽根車翼 1 が回転可能である。

50

【0031】

羽根車翼1の下流には、周方向にほぼ等ピッチで、複数枚の案内羽根3が配置されている。案内羽根3のハブ径または案内羽根ハブ4の外径は、羽根車ハブ2が羽根車翼1に対向する部分の最小径よりも大径である。すなわち、可動翼軸流ポンプの中心線側に配置される羽根車ハブ2の外径は、羽根車翼2の上流側の直径D1から流れ方向に徐々に増加し、翼旋回軸6部で最大直径 $2 * R1$ になり、その後徐々に減少して最小直径D2になる。そして、案内羽根ハブ4の入口側ではD2またはD2より僅かに大きな外径となり、案内羽根3に対向する部分では $2 * R1$ よりも小さな直径になっている。

【0032】

図3に記載した実施例では、案内羽根ハブ4の外径は、流れの上流側で、羽根車ハブ2の最小径D2よりわずかに大きな径の円筒形であり、案内羽根3を過ぎた部分から徐々に直径が減少している。一方図4に示した実施例では、羽根車ハブ2の下流側の直径D2とほぼ同じ外径から徐々に案内羽根ハブ4の外径が増大し、案内羽根3部では同一径の円筒形であり、案内羽根3を過ぎると図3に示した実施例同様に、案内羽根ハブ4の外径は徐々に減少する。

10

【0033】

このように案内羽根ハブ4の外径を構成すると、図3の実施例の場合には、羽根車翼1を通過する流れがハブ側ではく離を生じて、流れの乱れとなる領域を低減できる。したがって、羽根車翼1の出口側のハブ側で発生したはく離による流れの乱れが、案内羽根3まで及ぶのを回避でき、案内羽根3のハブ側の損失を低減することができる。したがって、可動翼軸流ポンプのエネルギー消費を低減できる。

20

【0034】

また、図4に示した実施例では、羽根車翼1から案内羽根3へ水が流れる領域でのエネルギー消費をさらに低減するために、羽根車の下流に設けた案内羽根3のハブ側形状を上記形状として、縮流量域を設けている。羽根車翼1の出口側のハブ側で発生したはく離による流れの乱れ領域をさらに低減することが可能になる。それとともに、羽根車翼1の出口側のハブ側で発生したはく離による流れの乱れが整流され、案内羽根3に流れの乱れが及ぶのを回避できる。

【0035】

図1に示した実施例における羽根車翼1および羽根車ハブ2に、図4に示した案内羽根3および案内羽根ハブ4を組み合わせて可動翼軸流ポンプを構成した例を、図5に子午面断面で示す。羽根車翼1のハブ面は半径R5の円弧形であり、羽根車ハブ2の外径の子午面形状は、半径R6の円弧形である。そして、半径R5の円と半径R6の円の中心は、同一位置ではない。なお、羽根車翼1のハブ形状は、円弧の他に楕円形または、それに類似する自由曲面でもよい。

30

【0036】

案内羽根ハブ4の入口側の外径は、羽根車ハブ2の出口側の外径D2とほぼ同じにし、水の流れの方向に次第に大きくなる縮流量域が形成された形状としている。なお、図3に示した実施例のように、案内羽根ハブ4の外径を入口側でほぼ一定の外径とし、この一定径を羽根車ハブ2の最大外径 $2 * R1$ よりも小さくしてもよい。

40

【0037】

本実施例によれば、羽根車翼1を過ぎる流れが、ハブ側で羽根車ハブ2外周面形状に沿わずに外径側に流れてはく離していた領域を、低減できるとともに羽根車翼1を通過する流れの乱れを整流でき、案内羽根まで流れの乱れが及ぶのを回避できる。したがって、可動翼軸流ポンプのエネルギー消費を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明に係る可動翼軸流ポンプの一実施例の子午面形状図。

【図2】本発明に係る可動翼軸流ポンプの他の実施例の子午面形状図。

【図3】本発明に係る可動翼軸流ポンプのさらに他の実施例の子午面形状図。

50

【図4】図3に示した可動翼軸流ポンプの子午面形状図。

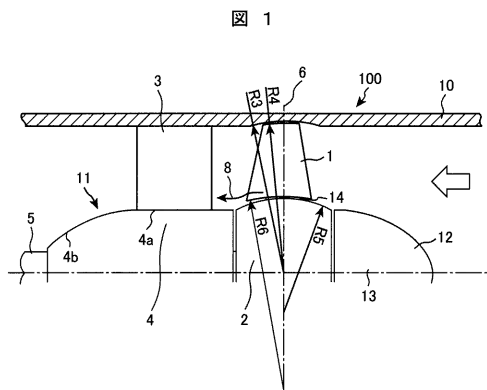
【図5】本発明に係る可動翼軸流ポンプのさらに他の実施例の子午面形状図。

【符号の説明】

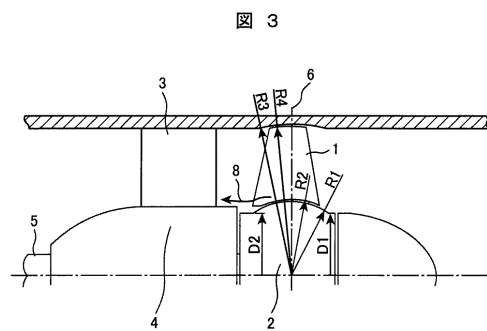
【0039】

1 ... 羽根車翼、2 ... 羽根車ハブ、3 ... 案内羽根、4 ... 案内羽根ハブ、5 ... 主軸、6 ... 翼旋回軸、7、8 ... 羽根車出口側の流れ、10 ... ケーシング、R1 ... 羽根車ハブの子午面を象る円弧径、R2 ... 羽根車翼のハブ形状を象る円弧径、R3 ... 羽根車ケーシングの内周を象る円弧径、R4 ... 羽根車翼のチップを象る円弧径、R5 ... 羽根車ハブ子午面を象る円弧径、R6 ... 羽根車翼のハブ形状を象る円弧径、D1 ... 羽根車ハブの上流側の円筒直径、D2 ... 羽根車ハブの下流側の円筒直径、D3 ... 羽根車ハブの下流側の円筒直径。

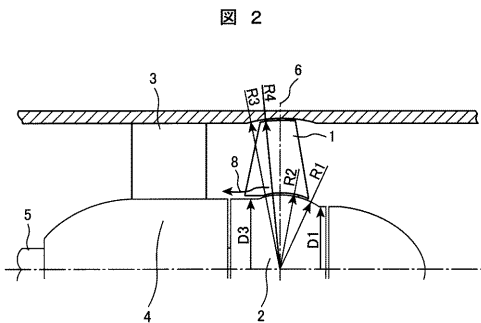
【図1】



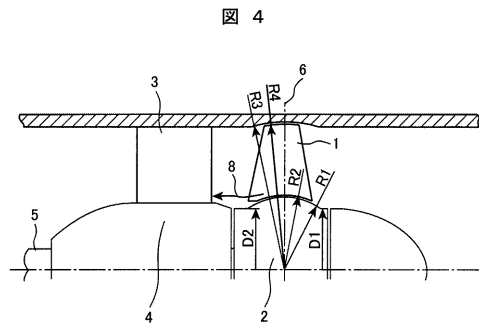
【図3】



【図2】

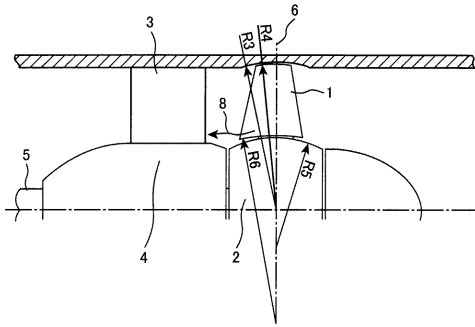


【図4】



【 図 5 】

図 5



フロントページの続き

- (56)参考文献 特公昭36-002788(JP, B1)
特開昭58-172495(JP, A)
実公昭08-002669(JP, Y1)
特開昭54-128802(JP, A)
特開昭60-017299(JP, A)
特開昭48-077237(JP, A)
特開平07-238899(JP, A)
特開昭58-197499(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 29/18
F04D 29/54