

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3900986号
(P3900986)

(45) 発行日 平成19年4月4日(2007.4.4)

(24) 登録日 平成19年1月12日(2007.1.12)

(51) Int. Cl.	F I
FO3B 3/10 (2006.01)	FO3B 3/10 Z
FO3B 11/00 (2006.01)	FO3B 11/00 Z
FO3B 15/04 (2006.01)	FO3B 15/04 F

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-87354 (P2002-87354)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成14年3月27日(2002.3.27)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2003-286934 (P2003-286934A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成15年10月10日(2003.10.10)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成15年10月21日(2003.10.21)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	震明 克真
			茨城県日立市幸町三丁目1番1号
			株式会社 日立製作所 火力
			・水力事業部内
		(72) 発明者	新倉 和夫
			茨城県日立市幸町三丁目1番1号
			株式会社 日立製作所 火力
			・水力事業部内
		審査官	和田 雄二
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 既設ポンプをポンプ水車へ転換する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

既設ポンプをポンプ水車に転換する方法であって、
前記既設ポンプから既設ランナを取外す工程と、
前記既設ランナより小さい外径のランナに交換或いは改変する工程と、
前記交換或いは改変されるランナが設置される位置よりもケーシング側にガイドベーンを形成する工程と、

前記ランナの回転速度を交換或いは改変前より増速させるように回転電機を修正する工程を有することを特徴とする既設ポンプをポンプ水車へ転換する方法。

【請求項2】

請求項1において、前記交換或いは改変されるランナのランナ呑み口高さを、前記ケーシングのランナ側の流路高さに合わせることを特徴とする既設ポンプをポンプ水車へ転換する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、既設ポンプをポンプ水車へ転換する方法に係り、特に、ケーシングが埋設された既設ポンプをポンプ水車に転換する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

10

20

水を低位置から高位置に揚水するにはポンプが用いられる。このポンプは羽根車を有し電動機で回転させることによって水を揚水するものである。一方、水の揚水の需要がある場所では、水を高位置から低位置に落とすことが求められることが多い。この場合、一般的に、ポンプをバイパスさせて、水を自然落水させていた。この点について、落差を利用して発電したエネルギーを効率的に利用したいという要求が起きた。すなわち、ポンプを逆に回転させることにより発電機として用いるのである。

【 0 0 0 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

確かに、ポンプとして回転していた羽根車を逆に回転させることができる。しかしながら、本来水車として使うことを前提として設計されていないために、水車としての性能が劣悪で、実質的に、十分な発電ができなかった。

10

【 0 0 0 4 】

本発明の上記問題点に鑑み、既設ポンプを効率的な発電が可能となるようにポンプ水車へ転換する方法を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するために、本発明は、既設ポンプから既設ランナを取外す工程と、既設ランナより小さい外径のランナに交換或いは改変する工程と、交換或いは改変されるランナが設置される位置よりもケーシング側にガイドベーンを形成する工程と、ランナの回転速度を交換或いは改変前より増速させるように回転電機を修正する工程を有する。

20

【 0 0 0 6 】

また、交換或いは改変されるランナのランナ呑み口高さを、ケーシングのランナ側の流路高さに合わせることが好ましい。

【 0 0 0 7 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施例を図に基づいて説明する。

【 0 0 0 8 】

図 1 は一般的なポンプである。なお、後述するように、本実施例ではポンプをポンプ水車に転換するものであり、ポンプとポンプ水車とは同機能の部材を異なった名称で呼んでいるが、ポンプ水車の名称を用いて説明する。図 1 において、軸 1 にはランナ 2 が同軸的に接続されている。ランナ 2 の上下にはそれぞれ上カバー 3 及び下カバー 4 が設けられている。上カバー 3 及び下カバー 4 はドーナツ形状であり、軸 1 は水密リング 7 を介して上カバー 3 を突出している。一方、下カバー 4 にはドラフトチューブ 5 が接続されている。上カバー 3 及び下カバー 4 で囲まれた部分における軸と垂直方向の外側にはケーシング 6 が設けられている。一方、軸 1 の上方には回転電機 5 5 が設けられている。なお、回転電機は固定子 5 6 及び回転子 5 7 より構成される。

30

【 0 0 0 9 】

このように構成されたポンプでは、回転電機 5 5 の回転子 5 7 に通電されると、固定子 5 6 の間で回転力が生じ、この回転力は軸 1 を介してランナ 2 に伝達され、ランナ 2 は図 1 に示す回転方向 (イ) で回転する。これにより、ランナ 2 の水は遠心力により放射方向の力を受ける。ドラフトチューブ 5 の水を吸い上げて、ケーシング 6 に押圧する。そして、ケーシング 6 の水は B から紙面奥側を通過して A に到達し、より高い場所へと吸水される。

40

【 0 0 1 0 】

次に、図 2 乃至図 7 を用いて、ポンプをポンプ水車に転換する具体例を説明する。図 2 において、上カバー 3 を上方に持ち上げ外す。なお、図 2 乃至図 7 では上カバー 3 を取外してランナ 2 を交換しているが、下カバー 4 を取外して交換するように構成しても良い。図 3 において、軸 1 と共にランナ 2 を上方に持ち上げ外す。このときケーシング 6 の吸口側 (ポンプにおいては吐出口側) 先端 (先端近傍) にステーベーン 2 0 を溶接等で固着する。ステーベーン 2 0 は軸 1 と同心円状に複数の翼が等間隔で配列されたものである。図

50

4において、下カバー4におけるケーシング近傍に、例えば溶接等により、追加リング50を固着する。追加リング50は外径がケーシング6の吸口（ポンプにおいては、吐出口）とほぼ接する大きさをもっている。一方、追加リング50の内径は後述する交換ランナ21の外径に近接する。

【0011】

図5において、追加リングが設けられた箇所を貫通して下カバー4の一部に達する軸孔13を切削等により形成する。その軸孔13に軸12を挿入する。なお、軸12にはガイドベーン14が固着されており、ガイドベーン14は軸12と共に回転するように形成されている。ガイドベーン14は軸1と同心円状に複数の翼が等間隔で配列されたものであって、後述するサーボモータで駆動されて、角度が変り交換ランナ21に至る水量を調節する。ここで、軸1に交換ランナ21を固着して、下カバー4近傍に到達するように下げる。ここで、図1に示されるランナ1の外半径R1及び呑み口高さT1を参照すると交換ランナ21のランナ呑み口高さT2はポンプとして機能するランナ2（あるいは、ポンプランナと称する）のランナ呑み口高さT1に比べて大きくなっている。また、交換ランナ21の外半径R2はポンプランナ2のR1により小さく設定される。

10

【0012】

図6において、交換上カバー15の貫通孔16にガイドベーン14の軸12が挿入されるように、交換上カバー15を下げる。また、ガイドベーン14の軸12は図示しないがガイドベーンリングを介して図示しないサーボモータに連絡されている。サーボモータ（図示せず）が駆動されると、ガイドベーンリング（図示せず）を介して、それぞれのガイドベーン14が等角度で水流を交換ランナ21に導く。

20

【0013】

図7において、交換ランナ21に交換し、新たに可動ガイドベーン14を追加し、さらに、ステーベーン20を新たに追加して改造された転換ポンプ水車を示す。なお、ポンプに接続された電動機は、回転速度を上昇させた交換発電電動機550に交換されている。交換ランナ21の羽根外径は、ガイドベーン14が挿入できる程度に点線で示される既設ランナ2より小さくなっている。

【0014】

ここで、発電電動機550の回転速度Nは、交換ランナ21の羽根外径Dの縮小率にほぼ逆比例して高く設定する。すなわち、一般に、

30

$$K = \frac{\frac{\pi}{60} ND}{\sqrt{2gH}}$$

で示されるKは一定に保たれたときに効率が保たれるので、この式に応じ、Dを小さくした分Nを大きくするのである。このことによって、交換ランナ21の羽根外周部の周速係数は既設機と同等に設定されるので、ポンプ性能も既設機と同等に保つことができる。また、ランナ呑み口高さT2は、既設ケーシング6のランナ側の流路幅（ステーリングの流路幅）に合わせて既設ランナより大きく設定する。これにより、壁面での流れの乱れを抑えることができる。ガイドベーン14は、上カバーの同心円上に均一な間隔で配置され、図示されないリンクレバメカニズムを介してサーボモータ（図示せず）で駆動される。ガイドベーン14が開くとガイドベーン14は互いに接触するほどに近接する。一方でガイドベーン14が開くと、ガイドベーン14は互い離れ水を通る隙間をつくる。ステーベーン20は、概略ガイドベーンと同じ方向に、半径方向に対して斜めに配置する。

40

【0015】

図7及び8において、水車運転時（矢印（□））は、図示しない水圧鉄管からケーシング6に水を導入し、水はケーシング6内Aから紙面奥方向に流れ、ステーベーン20に導かれ整流される。水は旋回しながら、ガイドベーン14で流量が調節され、さらに、交換

50

ランナ 2 1 に水流を受けて回転しながら動力を発生する。交換ランナ 2 1 の下流では、ドラフトチューブ 5 から水が減速して放水路へ導かれる。なお、ポンプ運転時（矢印(イ)）は、交換ランナ 2 1 を水車運転時とは逆向きに回転させることによって水は逆向きに流れる。ドラフトチューブ 5 から導入された水は交換ランナ 2 1 によって力を与えられ、ガイドベーン 1 4 とステーベーン 2 0 を経てケーシング 6 へ入り、水圧鉄管を上って揚水される。

【 0 0 1 6 】

次に、本発明の参考例を図 9 により説明する。この本発明の参考例の場合、図 9 に示されるように、既設ポンプにすでにステーベーン（デフューザベーン）3 6 が存在するものが前提とされ、このようなポンプを改造してポンプ水車とするものである。なお、第 1 の実施例と同様な部分は同記号を用いる、第 2 の実施例では、ステーベーン（デフューザベーン）3 6 の外周側の羽根角度をより円周方向へ向くように改造する。すなわち、図 9（B）において、3 1 に示す斜線部を削り取る。また、図 9（C）において、ステ어링 3 2 とケーシング 6 の接点部においては、水車運転時流れを滑らかに導くベルマウス 3 4 を溶接によって形成する。さらに、もともと軸 1 に結合されていた発電機（図示せず）の交換発電電動機を可変速機とすることにより、ポンプ運転時の揚程調整幅を大きくしたり、入力を調整したりするだけでなく、水車運転時には回転速度を低く設定することによって、水車運転時の有効落差範囲を拡大したり低落差・部分負荷時の振動を減少させることもできる。

【 0 0 1 7 】

本参考例によれば、既設ケーシングを流用して、既設ポンプをほぼ完全なポンプ水車に改造することができるので、ポンプとしての性能も既設機と同等であり、かつ水車としてもポンプに匹敵する性能を有するターボ機械に生まれ変わる。

【 0 0 1 8 】

さらに、本発明の参考例を図 1 0 により説明する。この本発明の参考例では既設ステ어링があるものとし、ランナ 2 を交換すると共に、主としてガイドベーンを追加するものである。図 1 0 において、交換ランナは概略既設ポンプの既設ランナと同等の羽根外径を有する。ただし、交換ランナにおいては内周側の羽根角度は図 1 0 の実線部分 4 3 に示すようにより円周方向に向くようになっている（点線 4 4 は既設ランナの羽根角度である）。また、すでに、発電電動機（図示せず）の回転速度は既設機と同じとするので、位相逆転機能のみを追加して、既設電動機を流用することも可能である。交換ランナのランナ呑み口高さは、既設ステ어링の流路幅に合わせて既設ランナより大きく設定する。これにより、壁面での流れの乱れを抑えることができる。既設ステ어링の空間に入るよう例えば第 1 の実施例は図 7 のようにガイドベーンを配置する。ガイドベーン枚数はこの空間の大きさに合わせ、空間が小さければ羽根枚数は多く、空間が大きければ羽根枚数は少なく選定する。ガイドベーン 1 4 は、既設ステ어링を突き抜ける軸を有し、ステ어링上部に同心円上に均一な間隔で配置され、リンクレバーメカニズムを介してサーボモータにより駆動される。

【 0 0 1 9 】

本参考例によれば、回転速度を変えずにポンプ水車への転換ができるので、既設機の押し込み水頭が浅い場合にも、ポンプの性能を犠牲にしないで、ポンプ水車へ転換することが可能になる。また、発電電動機を交換しなくてすむので経済的である。一方で、可動ガイドベーンにより水車出力の調整ができ、水車運転時の効率・振動特性も良好なポンプ水車となる。

【 0 0 2 0 】

さらに、本発明の参考例を図 1 1 に示す。この本発明の参考例では、上記参考例と比較して、交換ランナの形状が異なる。他は同様である。

【 0 0 2 1 】

図 1 1 において、交換ランナは上記参考例で示されたように、新たにポンプ水車ランナとして設計製作されたものでもよいし、あるいは、既設ポンプのランナ 2 の羽根出口部を

10

20

30

40

50

改変した改変ランナでもよい。改変の方法としては、図10に示されるように、羽根出口を寝かせる形状43としても良い。あるいは、図11に示されているように既設ランナベーン51をそのまま用いて羽根外径52を小さくするよう羽根先端部53を削除してもよい。既設ステーリングの空間部には固定のガイドベーンを配置しても良い。ガイドベーンは、半径方向に対して斜めに配置する。すでにディフューザベーンが設置されている場合は、その水車入り口部を滑らかに整形して固定ガイドベーンとしてもよい。固定ガイドベーンであるため、水車の出力調整はバルブを用いて行うことになる。

【0022】

本参考例によれば、最小の費用で、ポンプをポンプ水車へ転換することができる。つまり、ミニマムコストで、揚水場に、緊急時の発電機能を与えることができるようになる。

10

【0023】

また、本発明の参考例を図12に示す。この本発明の参考例ではケーシング6内にガイドベーン61を形成した。

【0024】

次に、本発明の参考例を図13に示す。この本発明の参考例ではケーシング6内にステーベーン62を形成した。ここに、本発明の他の参考例を図14に示す。この参考例はケーシング6内にベルマウス81を設けた。

【0025】

このように、既設のポンプをポンプ水車へ転換することができるので、通常、揚水ポンプとして運転しているターボ機械であっても、必要な場合に水車として運転することができ、発電により電力を得ることができる。揚水場が、電力逼迫時の緊急発電所としての機能を果たすことも可能であるし、余剰の水を使った発電によりエネルギーの有効利用を図ることも可能である。

20

【0026】

また、発電運転時の効率・振動特性のよいポンプ水車に転換することができるので、より経済的な発電運転が可能になるばかりでなく、振動低減によりポンプ水車の保守を軽減させることが可能となる。

【0027】

さらに、ポンプの改造にあたっては、既設の渦巻きケーシングを交換する必要がないので、これらケーシングがコンクリートに埋設され、実質上交換が不可能な場合にもポンプをポンプ水車へ転換することが可能である。また、ケーシングを交換しない分、経済的な転換が可能となる。

30

【0028】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、実質的な実用に具せるよう、ポンプをポンプ水車に転換できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施例における転換前のポンプ車を示す図である。

【図2】 第1の実施例における上カバー取外しを説明する図である。

【図3】 第1の実施例におけるランナ取外しを説明する図である。

40

【図4】 第1の実施例における下カバー加工を示す図である。

【図5】 第1の実施例における転換ランナ組み込み及びステーベーン組み込みを示す図である。

【図6】 第1の実施例におけるガイドベーン及び上カバー組み込みを示す図である。

【図7】 第1の実施例における転換ポンプ水車を示す図である。

【図8】 第1の実施例における転換ポンプ水車の全体図である。

【図9】 本発明の参考例の改変ポンプ水車の断面図である。

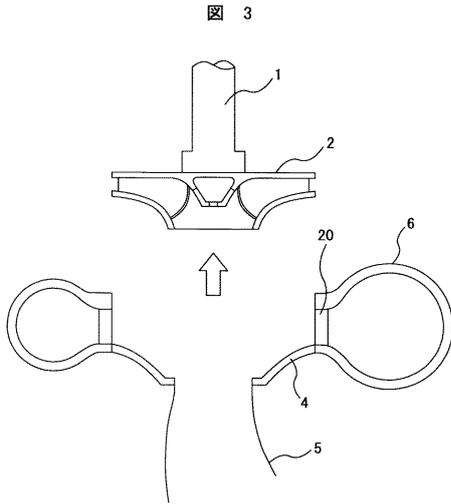
【図10】 本発明の参考例を示す図である。

【図11】 本発明の参考例を示す図である。

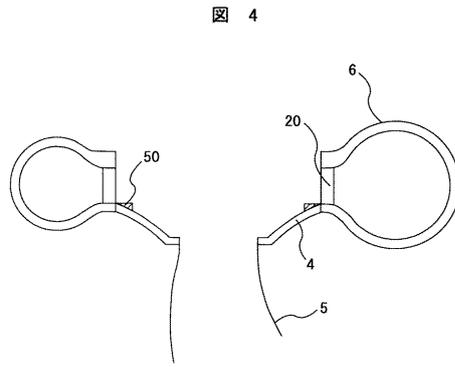
【図12】 本発明の参考例を示す図である。

50

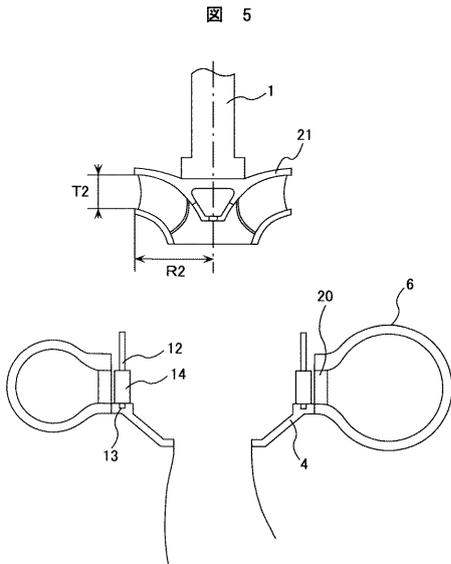
【 図 3 】



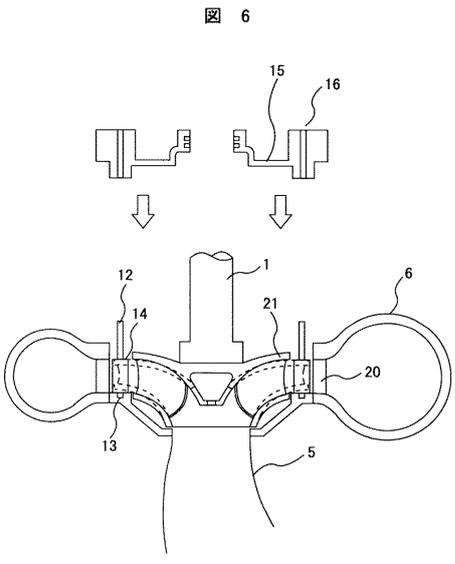
【 図 4 】



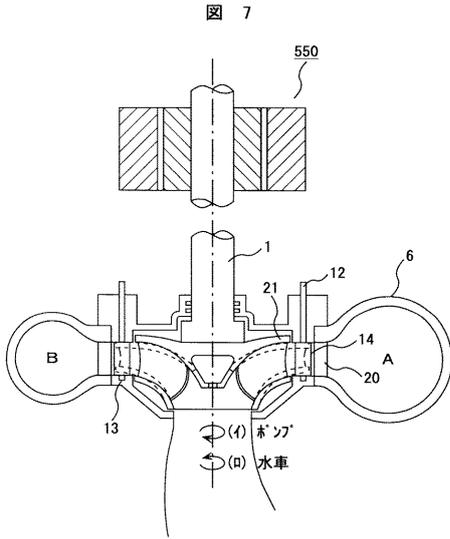
【 図 5 】



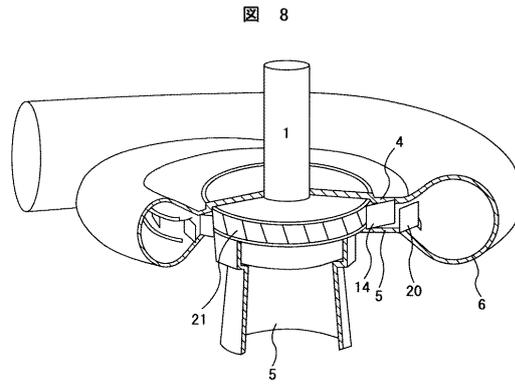
【 図 6 】



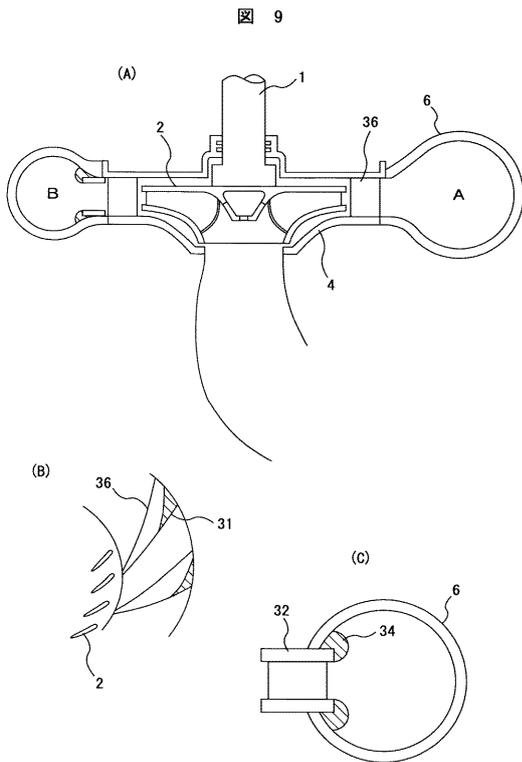
【 図 7 】



【 図 8 】

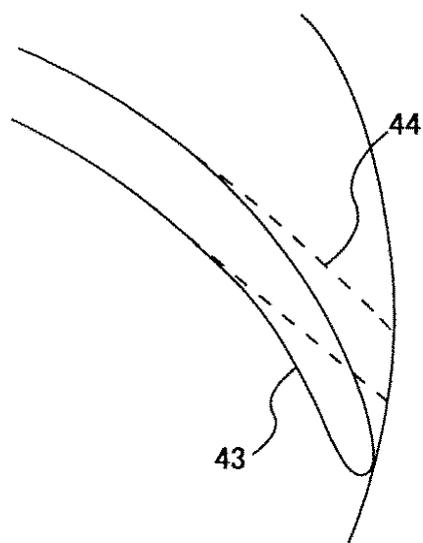


【 図 9 】



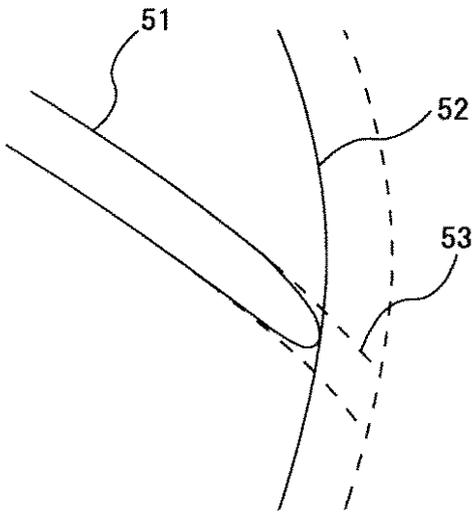
【 図 10 】

図 10



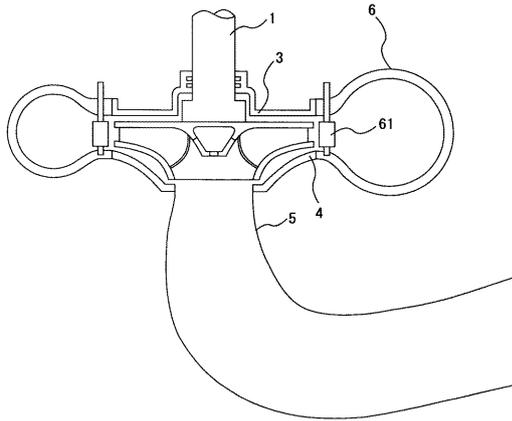
【 图 1 1 】

图 11



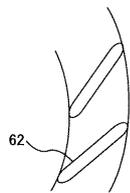
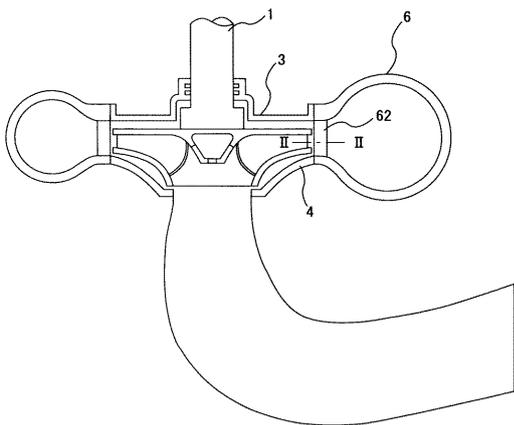
【 图 1 2 】

图 12



【 图 1 3 】

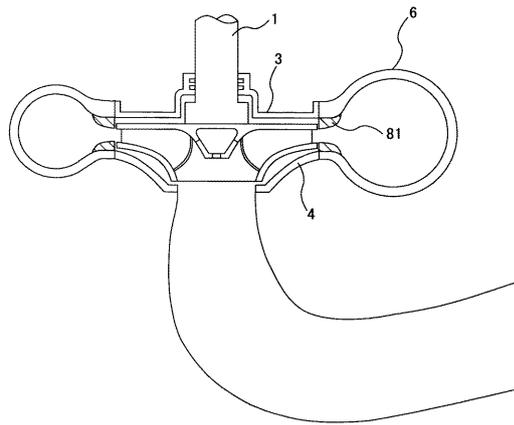
图 13



II - II

【 图 1 4 】

图 14



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-236894(JP,A)
特開昭59-037276(JP,A)
特開平11-343955(JP,A)
特開昭63-032164(JP,A)
特開昭51-116343(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F03B 3/10

F03B 11/00

F03B 15/04