

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6502641号

(P6502641)

(45) 発行日 平成31年4月17日(2019.4.17)

(24) 登録日 平成31年3月29日(2019.3.29)

(51) Int.Cl.

F 1

F 0 3 B 3/18 (2006.01)

F 0 3 B 3/18

A

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-186774 (P2014-186774)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成26年9月12日(2014.9.12)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2016-61151 (P2016-61151A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年4月25日(2016.4.25)	(73) 特許権者	317015294
審査請求日	平成29年3月6日(2017.3.6)		東芝エネルギーシステムズ株式会社
			神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34
		(74) 代理人	100111121
			弁理士 原 拓実
		(74) 代理人	100118474
			弁理士 寺脇 秀▲徳▼
		(74) 代理人	100141911
			弁理士 栗原 譲
		(74) 代理人	100200137
			弁理士 浅野 良介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水力機械のガイドベーン及びその改修方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ランナの外周側に配置され、その回動軸を中心に回動可能とされており、前記回動軸の回動に応じて、前記ランナの周方向で隣り合う他のガイドベーンに接する全閉状態と、当該他のガイドベーンから離れる開放状態とを切り替えるように、水力機械に取り付けられる水力機械のガイドベーンであって、

キャンパーラインを形成する羽根本体と、

前記羽根本体の外周面のうち水車運転時における出口側の端に設けられ、全閉状態の時に、前記出口側において隣り合う他のガイドベーンの内周面に接する出口側接点と、

前記出口側接点よりも前記出口側に設けられ、曲率半径 R_1 の円弧で形成された外周面および R_1 よりも大きい曲率半径 R_2 の円弧で形成された内周面を有し、かつその先端点に向かうに従い水車運転時の全閉状態において前記外周面に接する他のガイドベーンから離れるように延びた出口側部分と、を備え、

前記回動軸に直交する方向における全ての断面視で、前記出口側接点から前記キャンパーラインに直交するように延ばした直線が前記羽根本体の内周面と交差する内周交点が設けられ、

前記出口側接点と前記内周交点とで前記羽根本体の外周面と内周面とに接する内接円を描いた場合に、前記先端点が、前記内接円よりも外側に位置し、且つ、前記キャンパーラインの前記出口側部分側への延長線上または該延長線よりも前記ランナの軸線側に位置することを特徴とする、水力機械のガイドベーン。

10

20

【請求項 2】

R 1 / R 2 < 0 . 2 5 であることを特徴とする、請求項 1 に記載の水力機械のガイドベーン。

【請求項 3】

前記出口側部分の外周面のうち前記出口側の端と、前記出口側部分の内周面のうち出口側の端とが、前記先端点を含む先端面で接続され、

前記出口側接点と前記内周交点との間の距離を T 1 とし、前記出口側部分の外周面のうち前記出口側の端と前記出口側部分の内周面のうち前記出口側の端との間の距離を T 2 としたとき、

T 2 / T 1 0 . 7 5 であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の水力機械のガイドベーン。

10

【請求項 4】

前記羽根本体の内周面に、外周面側に向けてへこむ凹部が形成され、

前記凹部は、前記羽根本体の内周面のうちの、全閉状態の時に、水車運転時における入口側において隣り合う他のガイドベーンと接する入口側接点から出口側にわたる領域に形成されていることを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の水力機械のガイドベーン。

【請求項 5】

前記凹部は、曲率半径 R 3 の円弧によって形成され、

前記出口側部分は、曲率半径 R 1 の円弧で形成された外周面を有し、

R 1 < R 3 であることを特徴とする、請求項 4 に記載の水力機械のガイドベーン。

20

【請求項 6】

ランナの外周側に配置され、その回動軸を中心に回動可能とされており、前記回動軸の回動に応じて、前記ランナの周方向で隣り合う他のガイドベーンに接する全閉状態と、当該他のガイドベーンから離れる開放状態とを切り替えるように、水力機械に取り付けられる水力機械のガイドベーンであって、

キャンパーラインを形成する羽根本体と、

前記羽根本体の外周面のうち水車運転時における出口側の端に設けられ、全閉状態の時に、前記出口側において隣り合う他のガイドベーンの内周面に接する出口側接点と、

前記出口側接点よりも前記出口側に設けられた出口側部分と、を備え、

前記回動軸に直交する方向における断面視で、前記出口側接点から前記キャンパーラインに直交するように延ばした直線が前記羽根本体の内周面と交差する内周交点が設けられ、

30

前記出口側接点と前記内周交点とで前記羽根本体の外周面と内周面とに接する内接円を描いた場合に、前記出口側部分の先端点が、前記内接円よりも外側に位置し、且つ、前記キャンパーラインの前記出口側部分側への延長線上または該延長線よりも前記ランナの軸線側に位置し、

前記出口側部分のうちの少なくとも前記内接円よりも外側に位置する部分は、前記羽根本体と別体の部材で形成されていることを特徴とする、水力機械のガイドベーン。

【請求項 7】

40

ランナの外周側に配置され、その回動軸を中心に回動可能とされる水力機械の既存ガイドベーンを改修する水力機械のガイドベーンの改修方法であって、

延長ピースを準備する工程と、

前記既存ガイドベーンの出口側部分に、前記延長ピースを接合し、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のガイドベーンの出口側部分を形成する工程と、を備えることを特徴とする、水力機械のガイドベーンの改修方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施の形態は、水力機械のガイドベーン及びその改修方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

水力機械としての一般的なフランシスポンプ水車では、水車運転時に、水がケーシングからステーション及びガイドベーンを通してランナに流れ込み、その水流によってランナが回転駆動され、主軸を介して発電機が回転駆動される。ランナを回転駆動した水は、吸出し管を経て放水路へと流出する。一方、ポンプ運転時には、発電機が電動機として作動し、ランナが水車運転時とは逆方向に回転駆動されることで、下池の水を吸い上げる。このとき、下池からの水は、吸出し管を通り、ランナを経て、ガイドベーン、ステーション、及びケーシングを通り、上池に揚水される。

【0003】

図9には、水車運転時における水流の様子が矢印で示され、図10には、ポンプ運転時における水流の様子が矢印で示されている。図9及び図10において、符号30は一般的なフランシスポンプ水車に設けられたガイドベーンを示し、符号40は一般的なフランシスポンプ水車に設けられたステーションを示している。

【0004】

図9及び図10に示すように、一般的なフランシスポンプ水車では、ガイドベーン30及びステーション40がそれぞれ、ランナの周方向に間隔を空けて複数設けられている。このうち、ガイドベーン30のそれぞれは、図示省略する回動軸に連結され、当該回動軸を中心に回動可能とされている。これにより、ガイドベーン30は、回動軸周りに回動されることで、その開度を調整することが可能となっている。なお、ガイドベーン30に連結される回動軸は、ランナ4を軸線方向の両側から覆う上カバーと下カバーとに支持されている。

【0005】

このようなフランシスポンプ水車においては、水車運転時に、ガイドベーン30の開度を変化させることで、ランナに流入する水の流量を調整し、発電量を変化させることができる。一方、ポンプ運転時には、揚水量または揚程に応じてランナからガイドベーン30に入る流れの角度が異なることから、ガイドベーン30の開度を適切な開度に設定することで、ガイドベーン30での損失が小さくなる状態でフランシスポンプ水車をポンプ運転させることができる。

【0006】

ガイドベーン30を回動させる機構は、ガイドベーン30の例えば、上カバーの上方に設けられる、ガイドリング、ガイドリングを回動させるサーボモータ、及びガイドベーン30を回動軸を介してガイドリングに連結させるガイドベーンアーム等で構成されている。ガイドベーン30は、前記サーボモータが駆動されることで開度を変えることが可能となっている。

【0007】

また、ガイドベーン30は、上述のように水車運転時及びポンプ運転時に運転状態を調整する役割を有する一方で、運転停止時には、全閉状態となって流水を遮断するという役割も有している。図11には、ガイドベーン30の全閉状態が示され、図12には、ガイドベーン30が拡大されて示されている。

【0008】

図12に示すように、ガイドベーン30は、キャンバーラインCLを形成する羽根本体30Aと、羽根本体30Aよりも水車運転時における出口側に設けられた出口側部分30Bと、羽根本体30Aよりも水車運転時における入口側に設けられた入口側部分30Cと、を備えている。このうち、羽根本体30Aは水を効率良く通過させるように設計された部分である。また、羽根本体30Aの外周面と出口側部分30Bの外周面との境界に、全閉状態の時に、水車運転時における出口側で隣り合う他のガイドベーン30の内周面に接する出口側接点30Dが設けられている。このようなガイドベーン30では、図11に示すように、全閉状態の時に、ガイドベーン30の前述した出口側接点30Dが、出口側で隣り合う他のガイドベーン30の内周面に接すると共に、ガイドベーン30の水車運転時

10

20

30

40

50

における入口側部分 30C 寄りの部分の内周面が、入口側で隣り合う他のガイドベーン 30 の外周面に接するようになっている。

【0009】

ところで、このフランシスポンプ水車では、水車運転時またはポンプ運転時に、水流がガイドベーン 30 に流入する際に発生する衝突損失、ガイドベーン 30 周りの摩擦によって発生する摩擦損失、ガイドベーン 30 の形状によって発生する形状損失、ガイドベーン 30 の水車運転時の出口の後流またはガイドベーン 30 のポンプ運転時の出口の後流によって発生する損失等が生じる。

【0010】

また、上述したように、運転状態に応じてガイドベーン 30 を回動させることがあり、ガイドベーン 30 と上カバー及び下カバーとの間のそれぞれに、隙間が設けられる。この隙間を通る流れは、ガイドベーン 30 に沿わない流れとなってしまうため、この隙間における流れが大きいと損失が大きくなる。

10

【0011】

このうち、ガイドベーン 30 と上カバー及び下カバーとの隙間による漏れ損失を低減する技術としては、ガイドベーン 30 のカバー側を向く面に溝を形成して漏れ損失の低減を図る技術等が知られている。

【0012】

また、ガイドベーン 30 の水車運転時における入口側部分 30C (図 12 参照) の厚さを緩やかに薄くなるようにすれば、ガイドベーン 30 の水車運転時には衝突損失の低減が可能であるとともに、ポンプ運転時には後流が小さくなり損失の低減が可能であることも知られている。同様に、ガイドベーン 30 の水車運転時における出口側部分 30B (図 12 参照) の厚さを緩やかに薄くなるようにすれば、水車運転時に後流が小さくなり損失の低減が可能であるとともに、ポンプ運転時には衝突損失の低減が可能であることも知られている。

20

【0013】

しかしながら、水車運転時においては、ステーベーン 40 におけるガイドベーン 30 へ向けた流れの角度は運転状態に応じて大きく異なる一方で、ガイドベーン 30 が運転状態に応じて開度を変更される場合には、ステーベーン 40 からガイドベーン 30 への相対的な流入角度は変化する。この際に、ガイドベーン 30 の水車運転時における入口側部分 30C の厚さが過度に薄く、鋭角な形状であると、ステーベーン 40 からガイドベーン 30 への流れ角度とガイドベーン 30 の入口角度との差が大きく異なる場合があり、逆に、損失が大きくなることがある。

30

【0014】

このため、ガイドベーン 30 の水車運転時における入口側部分 30C は、通常、強度とともに損失低減を図って性能も考慮した厚さに設計されている。なお、ガイドベーン 30 の水車運転時における入口側部分 30C での損失を低減する技術としては、例えば、翼形状の定義方法によって水力損失を低減する技術等が知られている。

【0015】

一方、ガイドベーン 30 は、全閉状態とされる際にサーボモータによって回動され、この際、サーボモータからモーメントを受け、さらに、全閉状態では、ガイドベーン 30 の前述した出口側接点 30D が、他のガイドベーン 30 の内周面に向けて押されることにより、締め付け力を受ける。

40

【0016】

このため、ガイドベーン 30 の出口側接点 30D を含み厚さ方向に延びる部分 (以下、接点部分と呼ぶ。) は、通常、運転時の水圧に耐え得る強度を有するだけでなく、サーボモータから受ける力に耐え得る強度を有する厚さに設計されている。特に、高落差のフランシスポンプ水車では、水流のエネルギーが大きく、全閉時にサーボモータから受ける締め付け力が大きくなる。そのため、ガイドベーン 30 の接点部分の厚さは、一般的に厚くなるように設計されている。

50

【 0 0 1 7 】

再度、図 1 2 を参照し、図 1 2 に示すガイドベーン 3 0 においては、出口側部分 3 0 B の輪郭が円弧によって形成されており、当該円弧は、羽根本体 3 0 A の外周面の出口側の端と内周面の出口側の端とで羽根本体 3 0 A の外周面と内周面とに接する内接円 Y の一部に沿って画定されている。このガイドベーン 3 0 では、羽根本体 3 0 A の外周面と出口側部分 3 0 B の外周面との境界に前述した出口側接点 3 0 D が設けられ、前述した接点部分の厚さは、内接円 Y の直径程度に設定されており、大きく確保されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 8 】

【 特許文献 1 】 特開平 7 - 2 7 9 8 0 9 号公報

【 特許文献 2 】 特開平 1 0 - 1 8 4 5 2 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 9 】

上述したように、水力機械のガイドベーンにおいては、損失の低減のためにガイドベーンの厚さを薄く設計することが望ましいが、強度とのバランスを考慮して厚さが設定されることが一般的である。上述したガイドベーン 3 0 のように、一般的なフランシスポンプ水車に設けられているガイドベーンは、サーボモータからの締め付け力等を考慮して、全閉状態の時ににおいて他のガイドベーンと接する前述した接点部分の厚さが比較的厚く確保されている。しかし、接点部分よりも出口側（先端側）に位置する部分は全閉状態の時に隣り合うガイドベーンとの干渉を避けるために短くなっており、その厚さは、先端に向けて急激に小さくなっている。このため、損失の低減に改善の余地がある。

【 0 0 2 0 】

本発明はこのような点に鑑み、水力機械のガイドベーンであって、全閉状態の時に厚さが確保された部分で隣り合う他のガイドベーンに接することができることで強度に関する信頼性を確保できると共に、水車運転時及びポンプ運転時における損失を効果的に低減することができる水力機械のガイドベーン及びその改修方法を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 2 1 】

実施の形態による水力機械のガイドベーンは、ランナの外周側に配置され、その回動軸を中心に回動可能とされており、前記回動軸の回動に応じて、前記ランナの周方向で隣り合う他のガイドベーンに接する全閉状態と、当該他のガイドベーンから離れる開放状態とを切り替えるように、水力機械に取り付けられる水力機械のガイドベーンであって、キャンパーラインを形成する羽根本体と、前記羽根本体の外周面のうち水車運転時における出口側の端に設けられ、全閉状態の時に、前記出口側において隣り合う他のガイドベーンの内周面に接する出口側接点と、前記出口側接点よりも前記出口側に設けられ、曲率半径 R_1 の円弧で形成された外周面および R_1 よりも大きい曲率半径 R_2 の円弧で形成された内周面を有し、かつその先端点に向かうに従い水車運転時の全閉状態において前記外周面に接する他のガイドベーンから離れるように延びた出口側部分と、を備え、前記回動軸に直交する方向における全ての断面視で、前記出口側接点から前記キャンパーラインに直交するように延ばした直線が前記羽根本体の内周面と交差する内周交点が設けられ、前記出口側接点と前記内周交点とで前記羽根本体の外周面と内周面とに接する内接円を描いた場合に、前記先端点が、前記内接円よりも外側に位置し、且つ、前記キャンパーラインの前記出口側部分側への延長線上または該延長線よりも前記ランナの軸線側に位置することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、実施の形態による水力機械のガイドベーンの改修方法は、ランナの外周側に配置され、その回動軸を中心に回動可能とされる水力機械の既存ガイドベーンを改修する水力機械のガイドベーンの改修方法である。この方法は、延長ピースを準備する工程と、前記

10

20

30

40

50

既存ガイドベーンの出口側部分に、前記延長ピースを接合し、上記実施の形態によるガイドベーンの出口側部分を形成する工程と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】第1の実施の形態によるフランシスポンプ水車の子午面断面図である。

【図2】図1に示すフランシスポンプ水車のガイドベーンの全閉状態を示した図である。

【図3】図1に示すフランシスポンプ水車のガイドベーンの断面図である。

【図4】図1に示すフランシスポンプ水車と、図12に示したガイドベーンを備える一般的なフランシスポンプ水車と、の損失を比較した図である。

【図5】第2の実施の形態によるフランシスポンプ水車のガイドベーンの断面図である。

10

【図6】図5に示すフランシスポンプ水車と、図12に示したガイドベーンを備える一般的なフランシスポンプ水車と、の損失を比較した図である。

【図7】第3の実施の形態によるフランシスポンプ水車のガイドベーンの断面図である。

【図8】第4の実施の形態によるフランシスポンプ水車のガイドベーンの断面図である。

【図9】一般的なフランシスポンプ水車の水車運転時における水流の様子を示した図である。

【図10】図9に示すフランシスポンプ水車のポンプ運転時における水流の様子を示した図である。

【図11】図9に示すフランシスポンプ水車のガイドベーンの全閉状態を示した図である。

20

【図12】図9に示すフランシスポンプ水車に設けられているガイドベーンの拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下に、添付の図面を参照して、本発明の各実施の形態を詳細に説明する。

【0025】

(第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態による水力機械としてのフランシスポンプ水車100の子午面断面図である。このフランシスポンプ水車100は、水車運転時に上池から水圧鉄管(いずれも図示せず)を通して水が流入する渦巻き状のケーシング1と、複数のステーベーン2と、複数のガイドベーン3と、ランナ4と、を備えている。ランナ4の外周側にガイドベーン3が配置され、ガイドベーン3の外周側にステーベーン2が配置されている。

30

【0026】

ランナ4は、主軸7を介して発電機8に結合されている。ランナ4は、主軸7に連結されたクラウン4Cと、バンド4Bと、クラウン4Cとバンド4Bとの間に設けられた複数のランナ羽根4Aと、を有している。ランナ羽根4Aは、周方向に所定の間隔をあけて配置されており、ランナ羽根4Aの間には、水が流れる流路が形成されている。

【0027】

図1において、符号Oは、主軸7の回転中心を通る軸線を示している。以下では、軸線Oのことを、ランナ4の軸線Oと呼ぶ場合もある。

40

【0028】

ステーベーン2は、水車運転時にケーシング1に流入した水をガイドベーン3及びランナ4に導くためのものであり、ランナ4の周方向に所定の間隔をあけて配置され、ステーベーン2の間に水が流れる流路が形成されている。また、ガイドベーン3は、水車運転時に流入した水をランナ4に導くためのものであり、ランナ4の周方向に所定の間隔をあけて配置され、ガイドベーン3の間には水が流れる流路が形成されている。ガイドベーン3からランナ4に水が流入することでランナ4が回転駆動され、主軸7を介して発電機8が回転駆動される。これにより、発電が行われる。ランナ4を駆動した水は、吸出し管5を経て放水路へと流出する。

【0029】

50

ガイドベーン 3 には回動軸 1 4 が連結され、ガイドベーン 3 は回動軸 1 4 を中心に回動可能とされている。ガイドベーン 3 は、回動して開度を変えることにより、ランナ 4 に流入する水の流量を調整可能となっている。これにより、発電機 8 の発電量が調整され得る。回動軸 1 4 は、ランナ 4 を図面における上方から覆う上カバー 1 0 と、下方から覆う下カバー 1 1 とに支持されている。図中の符号 C 1 は、回動軸 1 4 の軸線を示している。回動軸 1 4 の軸線 C 1 と主軸 7 (ランナ 4) の軸線 O とは平行である。

【 0 0 3 0 】

また、ガイドベーン 3 は、運転停止時に全閉状態となって流水を遮断する機能を有している。図 2 には、ガイドベーン 3 の全閉状態が示されている。図 2 に示すように、全閉状態のガイドベーン 3 においては、詳細は後述するガイドベーン 3 の外周面に設けられた出口側接点 2 1 が、出口側で隣り合う他のガイドベーン 3 D の内周面に接するようになっている。また、詳細は後述するガイドベーン 3 の内周面に設けられた入口側接点 2 0 B が、入口側で隣り合う他のガイドベーン 3 U の外周面に接するようになっている。すなわち、ガイドベーン 3 は、その回動軸 1 4 の回動に応じて、ランナ 4 の周方向で隣り合う他のガイドベーン 3 U, 3 D に接する全閉状態と、当該他のガイドベーン 3 U, 3 D から離れる開放状態と、を切り替えるように、フランシスポンプ水車 1 0 0 に取り付けられている。

【 0 0 3 1 】

また、フランシスポンプ水車 1 0 0 におけるポンプ運転時には、発電機 8 が電動機として作動し、ランナ 4 が水車運転時とは逆方向に回転駆動されることで、下池の水を吸い上げる。このとき、下池からの水は、吸出し管 5 を通り、ランナ 4 を経て、ガイドベーン 3、ステーベーン 2、及びケーシング 1 を通り、上池に揚水される。

【 0 0 3 2 】

なお、ガイドベーン 3 を回動させる機構は、ガイドベーン 3 の例えば、上カバー 1 0 の上方に設けられる、ガイドリング、ガイドリングを回動させるサーボモータ、及びガイドベーン 3 を回動軸 1 4 を介してガイドリングに連結させるガイドベーンアーム等 (いずれも図示せず) で構成されている。ガイドベーン 3 は、前記サーボモータが駆動されることで開度を変えることが可能となっている。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、ランナ 4 の軸線 O に直交する方向におけるガイドベーン 3 の断面図を示している。以下、ガイドベーン 3 について詳述する。なお、図 3 では、説明の便宜のために、ガイドベーン 3 の断面におけるハッチングが省略されている。また、二点鎖線で囲まれた Z 1 領域が拡大されて示されている。

【 0 0 3 4 】

図 3 に示ように、ガイドベーン 3 は、キャンパーライン C L を形成する羽根本体 2 0 と、羽根本体 2 0 の外周面のうち水車運転時における出口側の端に設けられ、全閉状態の時に、前記出口側において隣り合う他のガイドベーン 3 D の内周面に接する前述した出口側接点 2 1 (図 2 も参照のこと) と、出口側接点 2 1 よりも前記出口側に設けられた出口側部分 2 2 と、を備えている。また、ガイドベーン 3 は、羽根本体 2 0 の外周面のうち水車運転時における入口側の端よりも前記入口側に設けられた入口側部分 2 3 と、羽根本体 2 0 の内周面うち入口側部分 2 3 寄りの部分に設けられ、全閉状態の時に、水車運転時における入口側において隣り合う他のガイドベーン 3 U の外周面に接する入口側接点 2 0 B と、を備えている。図示のように、ガイドベーン 3 は全体として流線形状に形成されている。

【 0 0 3 5 】

このうち、羽根本体 2 0 は、ガイドベーン 3 の主要部分を構成する部分であり、水を効率良く通過させるように設計された部分である。なお、図 3 においては、説明の便宜のために、羽根本体 2 0 と出口側部分 2 2 との境界線 B 1 と、羽根本体 2 0 と入口側部分 2 3 との境界線 B 2 とが、二点鎖線で示されている。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態では、ガイドベーン 3 の出口側部分 2 2 における、全閉状態の時に他のガ

10

20

30

40

50

イドペーン 3 D と接する出口側接点 2 1 を含み、厚さ方向に延びる部分のことを接点部分 T H と呼ぶ。この接点部分 T H の厚さは、前述したサーボモータからの締め付け力等を考慮して、強度確保のために十分に厚く形成されている。

【 0 0 3 7 】

図示の出口側部分 2 2 は、曲率半径 R 1 の円弧で形成された外周面 2 2 A と、曲率半径 R 2 の円弧で形成された内周面 2 2 B と、外周面 2 2 A のうち水車運転時における出口側の端と内周面 2 2 B のうち水車運転時における出口側の端とを接続する、曲率半径 R 1 及び曲率半径 R 2 とは異なる曲率半径の円弧で形成された先端面 2 2 C と、を有している。これら外周面 2 2 A と、内周面 2 2 B と、先端面 2 2 C とによって、出口側部分 2 2 の輪郭は、流線形状に画定されている。

10

【 0 0 3 8 】

本実施の形態では、外周面 2 2 A を形成する曲率半径 R 1 と内周面 2 2 B を形成する曲率半径 R 2 との間には、 $R 1 < R 2$ の関係が成り立っている。また、本実施の形態の先端面 2 2 C は、外周面 2 2 A のうち前記出口側の端と内周面 2 2 B のうち前記出口側の端から突出するように形成されており、先端面 2 2 C を形成する円弧は、外周面 2 2 A の前記出口側の端と内周面 2 2 B の前記出口側の端とで、これら外周面 2 2 A と内周面 2 2 B とに接する内接円の一部によって画定されている。当該内接円の半径、すなわち、先端部 2 2 C を形成する円弧の曲率半径は、曲率半径 R 1 及び曲率半径 R 2 よりも小さくなっている。

【 0 0 3 9 】

なお、図 3 においては、説明の便宜のために、外周面 2 2 A 及び内周面 2 2 B と、先端面 2 2 C との境界線 B 3 が、二点鎖線で示されている。

20

【 0 0 4 0 】

一方、本実施の形態の入口側部分 2 3 の輪郭は単一の円弧で形成されている。入口側部分 2 3 の輪郭を形成する円弧は、羽根本体 2 0 の外周面における入口側の端と内周面における入口側の端とで羽根本体 2 0 の外周面と内周面に接する内接円の一部によって画定されている。なお、本実施の形態のガイドペーン 3 は、単一の材料から形成されており、羽根本体 2 0 、出口側部分 2 2 、入口側部分 2 3 等は一体に形成されている。

【 0 0 4 1 】

図 3 には、出口側接点 2 1 からキャンパーライン C L に直交するように延ばした直線 L 1 (本実施の形態では、境界線 B 1 に重なる) が羽根本体 2 0 の内周面と交差する、ガイドペーン 3 に設けられた内周交点 2 4 が示されている。また、図 3 には、出口側接点 2 1 と内周交点 2 4 とで羽根本体 2 0 の外周面と内周面とに接する内接円 X が二点鎖線で示されている。

30

【 0 0 4 2 】

ここで、本実施の形態の形態では、図 3 に示すように、出口側部分 2 2 の先端面 2 2 C に含まれる先端点 2 2 D が、内接円 X よりも外側に位置し、且つ、キャンパーライン C L の出口側部分 2 2 側への延長線 L 2 よりもランナ 4 の軸線 O 側に位置している。先端点 2 2 D とは、先端面 2 2 C のうちの円弧の両端間の中央に位置する点である。また、本実施の形態において延長線 L 2 は、一例として、キャンパーライン C L の端点 (出口側部分寄りの端点) に接する接線によって画定されている。本実施の形態では、このような出口側部分 2 2 が、全閉状態の時に隣り合う他のガイドペーン 3 D に干渉しないように形成されている。なお、本実施の形態では、延長線 L 2 をキャンパーライン C L の端点に接する接線によって画定したが、延長線 L 2 は、その他の態様で画定してもよい。例えば、キャンパーライン C L の多項式近似曲線や対数近似曲線等によって延長線 L 2 を画定してもよい。

40

【 0 0 4 3 】

なお、以上のようなガイドペーン 3 にランナ 4 の周方向で隣り合う他のガイドペーン 3 U , 3 D も、ガイドペーン 3 と同様の形状になっている。

【 0 0 4 4 】

50

次に、本実施の形態によるガイドベーン 3 の作用について説明する。

【 0 0 4 5 】

本実施の形態によるガイドベーン 3 では、出口側部分 2 2 の先端点 2 2 D が、内接円 X よりも外側に位置している。これにより、出口側部分 2 2 の厚さは、先端点 2 2 D に向けて緩やかに薄くなるように形成されている。また、本実施の形態によるガイドベーン 3 では、出口側部分 2 2 の先端点 2 2 D が、キャンパーライン C L の出口側部分 2 2 側への延長線 L 2 よりもランナ 4 の軸線 O 側に位置している。これにより、ガイドベーン 3 は、全閉状態の時に、出口側部分 2 2、すなわち出口側接点 2 1 よりも先端側の厚さの薄い部分で隣り合う他のガイドベーン 3 D と干渉し難くなっている。

【 0 0 4 6 】

これにより、本実施の形態によれば、水車運転時には、ガイドベーン 3 の出口側部分 2 2 を通過した水による後流の発達を抑制して損失を低減し、ポンプ運転時には、ガイドベーン 3 の出口側部分 2 2 での衝突損失を抑制して損失を低減することができる。また、全閉状態の時に、ガイドベーン 3 は、厚さが確保された接点部分 T H で隣り合う他のガイドベーン 3 D に接することができる。

【 0 0 4 7 】

このことにより、第 1 の実施の形態のガイドベーン 3 によれば、全閉状態の時に、厚さが確保された部分（接点部分 T H）で隣り合う他のガイドベーン 3 D に接することで強度に関する信頼性を確保できると共に、水車運転時及びポンプ運転時における損失を効果的に低減することができる。

【 0 0 4 8 】

また、本実施の形態では、出口側部分 2 2 が、曲率半径 R 1 の円弧で形成された外周面 2 2 A と、曲率半径 R 2 の円弧で形成された内周面 2 2 B と、を有する。この場合、ガイドベーン 3 の出口側部分 2 2 を水がスムーズに通過するために、効率の向上を図ることができる。また、 $R 1 < R 2$ であることで、全閉状態の時に、出口側部分 2 2、すなわち出口側接点 2 1 よりも先端側の厚さの薄い部分が、先端点 2 2 D に向かうに従い隣り合う他のガイドベーン 3 D から離れるように延びるため、隣り合う他のガイドベーン 3 D と一層干渉し難くなる。したがって、全閉状態の時に、ガイドベーン 3 は、厚さが確保された接点部分 T H で、確実に隣り合う他のガイドベーン 3 D に接することができ、強度に関する信頼性を向上させることができる。さらに、 $R 1 < R 2$ である場合には、出口側で隣り合う他のガイドベーン 3 D との干渉を回避しつつ出口側部分 2 2 を長く延ばし易い。これにより、本実施の形態のガイドベーン 3 では、出口側部分 2 2 の長さを確保することで、損失の低減効果を向上させている。なお、この種の羽根の端部では、その厚さが緩やかに薄くなる部分が長いほど、損失が低減する傾向にある。

【 0 0 4 9 】

図 4 は、図 1 に示すフランシスポンプ水車 1 0 0 と、図 1 2 に示したガイドベーン 3 0 を備える一般的なフランシスポンプ水車と、の損失を比較した図である。図 4 においては、 $R 1 / R 2$ と、図 1 に示すフランシスポンプ水車 1 0 0 の水車運転時及びポンプ運転時の損失を図 1 2 に示したガイドベーン 3 0 を備えるフランシスポンプ水車の損失で除した損失比と、の関係が示されている。

【 0 0 5 0 】

図 4 から明らかなように、本実施の形態のガイドベーン 3 が用いられるフランシスポンプ水車 1 0 0 の損失は、水車運転時及びポンプ運転時の双方で、図 1 2 に示したガイドベーン 3 0 を備える一般的なフランシスポンプ水車の損失に比べて小さくなっている。

【 0 0 5 1 】

図 4 では、 $R 1 / R 2$ が大きいほど、図 1 に示すフランシスポンプ水車 1 0 0 の水車運転時及びポンプ運転時の損失が、図 1 2 に示したガイドベーン 3 0 を備えるフランシスポンプ水車の損失に比べて小さくなっている。これは、 $R 1 / R 2$ が大きいほど出口側部分 2 2 の厚さをより緩やかに薄くできるため、損失が小さくなることを意味している。また、 $R 1 / R 2$ が小さいと、急激な形状変化になってしまうことから損失の低減効果が小さく

10

20

30

40

50

なることを意味している。また、 R_1 / R_2 が過度に小さくなると、出口側部分 22 は、図 12 で示したガイドベーン 30 よりも長く延ばすことができなくなるため、損失としてはガイドベーン 30 と大きくは変わらなくなってしまう。

【0052】

一方、 R_1 / R_2 が過剰に大きい場合には、出口側部分 22 の外周面に、全閉状態の時に隣り合う他のガイドベーン 30 が、干渉する可能性が高くなり、また薄くなり過ぎて強度不足となる可能性が高くなる。図 4 に示すように、 R_1 / R_2 が、0.25 よりも大きくなると、損失の低減効果に大きな変化が生じなくなっている。したがって、強度の確保等を考慮して、本実施の形態の出口側部分 22 においては、 $R_1 / R_2 < 0.25$ の関係をもたせることが好ましいといえる。

10

【0053】

(第2の実施の形態)

次に、第2の実施の形態によるガイドベーンについて図5及び図6を用いて説明する。本実施の形態における第1の実施の形態と同様の構成要素は同一符号で示し、説明は省略する。なお、図5においては、二点鎖線で囲まれたZ2領域が拡大されて示されている。

【0054】

本実施の形態においても、ガイドベーン3の出口側部分22は、曲率半径 R_1 の円弧で形成された外周面22Aと、曲率半径 R_2 の円弧で形成された内周面22Bと、外周面22Aのうち水車運転時における出口側の端と内周面22Bのうち水車運転時における出口側の端とを接続する、曲率半径 R_1 及び曲率半径 R_2 とは異なる曲率半径の円弧で形成された先端面22Cと、を有している。また、本実施の形態においても、外周面22Aを形成する曲率半径 R_1 と内周面22Bを形成する曲率半径 R_2 との間には、 $R_1 < R_2$ の関係が成り立っている。また、先端面22Cを形成する円弧の曲率半径は、本実施の形態においても、曲率半径 R_1 及び曲率半径 R_2 よりも小さくなっている。

20

【0055】

そして、図5に示すように、本実施の形態では、出口側接点21と内周交点24との間の距離を T_1 とし、出口側部分22の外周面22Aのうち出口側の端と出口側部分22の内周面のうち出口側の端との間の距離を T_2 としたとき、 $T_2 / T_1 = 0.75$ の関係が成り立っている。なお、本実施の形態においても、第1の実施の形態と同様に、出口側部分22の先端点22Dが、内接円Xよりも外側に位置し、且つ、キャンパーラインCLの出口側部分22側への延長線L2よりもランナ4の軸線O側に位置している。

30

【0056】

図6は、図5に示すフランシスポンプ水車100と、図12に示したガイドベーン30を備える一般的なフランシスポンプ水車と、の損失を比較した図である。図6においては、 T_2 / T_1 と、図5に示すフランシスポンプ水車100の水車運転時及びポンプ運転時の損失を図12に示したガイドベーン30を備えるフランシスポンプ水車の損失で除した損失比と、の関係が示されている。

【0057】

図6においては、 T_2 / T_1 が小さいほど、図5に示すフランシスポンプ水車100の水車運転及びポンプ運転の損失が、図12に示したガイドベーン30を備えるフランシスポンプ水車の損失に比べて小さくなっている。これは、 T_2 / T_1 が小さいほど、出口側部分22が薄くなるため、損失が小さくなっているものと考えられる。特に、 $T_2 / T_1 = 0.75$ よりも小さくなった場合に、損失比が、顕著に小さくなっている。これは、 $T_2 / T_1 = 0.75$ であれば、損失を効果的に低減できる程度に出口側部分22が十分に薄くなっており、 $T_2 / T_1 = 0.75$ であれば、より効果的に低減できる程度に出口側部分22が十分に薄くなることを示していると考えられる。したがって、本実施の形態では、 $T_2 / T_1 = 0.75$ を満たすように、ガイドベーン3が構成されている。

40

【0058】

このような第2の実施の形態のガイドベーン3によれば、第1の実施の形態で説明した、出口側部分22の先端点22Dが、内接円Xよりも外側に位置し、且つ、キャンパーラ

50

インＣＬの出口側部分２２側への延長線Ｌ２よりもランナ４の軸線Ｏ側に位置している構成に加えて、ガイドベーン３に、 $T2/T1 = 0.75$ の関係をもたせることで、確実に損失の低減を図ることができる。

【００５９】

また、本実施の形態においては、第１の実施の形態と同様に、 $R1 < R2$ であることで、全閉状態の時に、ガイドベーン３は、出口側部分２２、すなわち出口側接点２１よりも先端側の厚さの薄い部分で隣り合う他のガイドベーン３Ｄと一層干渉し難くなる。したがって、本実施の形態においても、 $R1 < R2$ であることで、全閉状態の時に、ガイドベーン３は、厚さが確保された接点部分ＴＨで、確実に隣り合う他のガイドベーン３Ｄに接することができ、強度に関する信頼性を向上させることができる。さらに、 $R1 < R2$ である場合には、出口側で隣り合う他のガイドベーン３Ｄとの干渉を回避しつつ出口側部分２２を長く延ばし易い。これにより、本実施の形態のガイドベーン３でも、出口側部分２２の長さを確保することで、損失の低減効果を向上させている。なお、本実施の形態においても、強度の確保等を考慮して、出口側部分２２においては、 $R1/R2 < 0.25$ の関係をもたせることが好ましい。

【００６０】

（第３の実施の形態）

次に、第３の実施の形態によるガイドベーン３について図７を用いて説明する。本実施の形態における第１の実施の形態及び第２の実施の形態と同様の構成要素は同一符号で示し、説明は省略する。本実施の形態では、既存のガイドベーンに延長ピース２８を接合して、第１の実施の形態によるガイドベーン３を得る例について説明する。なお、図７においては、二点鎖線で囲まれたＺ３領域が拡大されて示されている。

【００６１】

すなわち、本実施の形態のガイドベーン３では、図中白抜きの領域で示される既存のガイドベーンの出口側部分に、図中符号２８で示す延長ピース（ハッチング付きの部分）が接合されており、既存のガイドベーンの出口側部分よりも緩やかに薄くなる部分が形成されている。延長ピース２８は、全閉状態の時に隣り合う他のガイドベーンに干渉しないように接合されている。

【００６２】

具体的に、既存のガイドベーンの出口側部分に接合された延長ピース２８は、第１の実施の形態の出口側部分２２と同様の、曲率半径 $R1$ の円弧で形成された外周面２２Ａと、曲率半径 $R2$ の円弧で形成された内周面２２Ｂと、外周面２２Ａのうち水車運転時における出口側の端と内周面２２Ｂのうち水車運転時における出口側の端とを接続する、曲率半径 $R1$ 及び曲率半径 $R2$ とは異なる曲率半径の円弧で形成された先端面２２Ｃと、を有している。

【００６３】

本例では、既存のガイドベーン（既存ガイドベーン）として、図１２に示したガイドベーン３０が用いられている。既存のガイドベーン３０は、前述したように、キャンパーラインＣＬを形成する羽根本体３０Ａと、羽根本体３０Ａよりも水車運転時における出口側に設けられた出口側部分３０Ｂと、羽根本体３０Ａよりも水車運転時における入口側に設けられた入口側部分３０Ｃと、を備えている。このうち、出口側部分３０Ｂに、本実施の形態による延長ピース２８が接合されている。これにより、既存のガイドベーン３０は、第１の実施の形態で説明した羽根本体２０と出口側部分２２とを有するガイドベーン３として改修されている。なお、本実施の形態では、第１の実施の形態で説明した羽根本体２０が、既存のガイドベーン３０のうちの羽根本体３０Ａで構成され、第１の実施の形態で説明した出口側部分２２が、既存のガイドベーン３０のうちの出口側部分３０Ｂと延長ピース２８によって形成されている。

【００６４】

このような第３の実施の形態では、例えば、既設のフランシスポンプ水車の既存のガイドベーンを、全閉状態の時に、厚さが確保された部分で隣り合う他のガイドベーンに接す

ることができることで強度に関する信頼性を確保できると共に、水車運転時及びポンプ運転時における損失を効果的に低減することができるガイドベーンに、改修することができる。なお、改修したガイドベーン 3 は、第 2 の実施の形態と同様に、 $T1/T2 = 0.75$ の関係を有していてもよい。

【0065】

運転開始から数十年経過するような既設のフランシスポンプ水車においてはガイドベーンの材料が、現在使用しているような強度の高いものでないことが多く、ガイドベーンが厚く設計されているものが多い。このため、ガイドベーンでの損失が大きくなり得る。ガイドベーンを現在使用されているような強度の高い材料を使用して、第 1 の実施の形態または第 2 の実施の形態で説明したようなガイドベーンを新規に製作して交換することも可能であるが、高価になり改修作業も煩雑になり得る。本実施の形態のように、既存のガイドベーンに延長ピース 28 を接合することにより、ガイドベーンを改修すれば、新規にガイドベーンを製作するよりも安価な方法で損失の低減を図ることが可能である。

【0066】

(第 4 の実施の形態)

次に、第 4 の実施の形態による水車のランナについて図 8 を用いて説明する。本実施の形態における第 1 ～ 第 3 の実施の形態と同様の構成要素は同一符号で示し、説明は省略する。なお、図 8 においては、二点鎖線で囲まれた Z4 領域が拡大されて示されている。

【0067】

図 8 に示すように、本実施の形態では、羽根本体 20 の内周面に、外周面側に向けてへこむ凹部 20A が形成されている。凹部 20A は、羽根本体 20 の内周面のうちの、全閉状態の時に、水車運転時における入口側において隣り合う他のガイドベーン 3U と接する入口側接点 20B から出口側にわたる領域に形成されている。凹部 20A は、曲率半径 R3 の円弧によって形成されている。

【0068】

一方、ガイドベーン 3 の出口側部分 22 は、第 1 の実施の形態と同様の形状となっている。なお、ガイドベーン 3 は、第 2 の実施の形態と同様に、 $T1/T2 = 0.75$ の関係を有していてもよい。そして、本実施の形態では、出口側部分 22 の外周面が曲率半径 R1 の円弧で形成され、この曲率半径 R1 と、凹部 20A の曲率半径 R3 との間で、 $R1 < R3$ の関係が成り立っている。

【0069】

そして、以上のような本実施の形態のガイドベーン 3 にランナ 4 の周方向で隣り合う他のガイドベーン 3U, 3D も、ガイドベーン 3 と同様の形状になっている。したがって、ガイドベーン (3, 3U, 3D 等) が周方向に複数設けられた場合には、隣り合うガイドベーンの間には、一方のガイドベーンの出口側部分の外周面の曲率半径が、他方のガイドベーンの内周面の凹部の曲率半径よりも小さいという関係が成り立つようになっている。

【0070】

図 8 では、ガイドベーン 3U, 3D における、ガイドベーン 3 と同様の構成部分について同一の符号を示している。そして、図 8 では、ガイドベーン 3 の凹部 20A と、ガイドベーン 3 に入口側で隣り合う他のガイドベーン 3U の出口側部分 22 とが示されている。図示するように、全閉状態の時に、他のガイドベーン 3U の出口側接点 21 は、ガイドベーン 3 の入口側接点 20B に接する。他のガイドベーン 3U の出口側部分 22 の外周面の曲率半径 R1 は、ガイドベーン 3 の凹部 20A の曲率半径 R3 よりも小さくなっている。そして、全閉状態の時には、他のガイドベーン 3U の出口側部分 22 の外周面と、ガイドベーン 3 の凹部 20A との間には隙間が形成されるようになっている。

【0071】

このような第 4 の実施の形態によるガイドベーン 3 によれば、同様の形状のガイドベーン (3U, 3D 等) が周方向に複数設けられた場合に、このガイドベーン 3 に凹部 20A が形成されていることで、水車運転時における入口側で隣り合う他のガイドベーン 3U が、全閉状態の時に、その出口側部分 22、すなわちその出口側接点 21 よりも先端側の厚

10

20

30

40

50

さの薄い部分で、このガイドベーン 3 の内周面に接し難くなる状態にすることができる。これにより、当該他のガイドベーン 3 U が、その厚さが確保された接点部分で、確実に出口側で隣り合うガイドベーン 3 に接するようにすることができる。したがって、本実施の形態によるガイドベーン 3 によれば、隣り合う他のガイドベーン 3 U の強度に関する信頼性を向上させることができる。一方、ガイドベーン 3 自身も、出口側で隣り合う他のガイドベーン 3 D に凹部 20 A が形成されていることによって、出口側部分 22、すなわち出口側接点 21 よりも先端側の厚さの薄い部分で他のガイドベーン 3 D の内周面に接し難くなる状態となることで、信頼性が向上する。

【0072】

また、本実施の形態によるガイドベーン 3 では、 $R1 < R3$ の関係となっている。このような関係の場合、全閉状態の時に、ガイドベーン 3 の内周面（凹部 20 A）と、前記他のガイドベーン 3 U の出口側部分 22 との間隔を広く確保し易くなるので、他のガイドベーン 3 U が、全閉状態の時に、出口側部分 22、すなわち出口側接点 21 よりも先端側の厚さの薄い部分でガイドベーン 3 の内周面に一層接し難くなる。これにより、他のガイドベーン 3 U の強度に関する信頼性を一層向上させることができる。一方、ガイドベーン 3 自身も、出口側で隣り合う他のガイドベーン 3 D に凹部 20 A が形成され、この凹部 20 A との間で、 $R1 < R3$ の関係が成り立つことで、出口側部分 22、すなわち出口側接点 21 よりも先端側の厚さの薄い部分で他のガイドベーン 3 D の内周面に接し難くなる状態となることで、信頼性が一層向上する。

【0073】

このように本実施の形態によるガイドベーン 3 によれば、周方向に複数設けられた場合に、凹部 20 A によって他のガイドベーンの信頼性を向上させることができる点で有益である。

【0074】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、上記の実施の形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な実施の形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施の形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【0075】

例えば、上述の各実施の形態では、出口側部分 22 の先端点 22 D が、キャンパーライン C L の出口側部分 22 側への延長線 L 2 よりもランナ 4 の軸線 O 側に位置している例を説明した。しかしながら、出口側部分 22 の先端点 22 D は、延長線 L 2 上に位置していてもよい。出口側部分 22 の先端点 22 D が延長線 L 2 上に位置する場合であっても、出口側部分 22 は、その先端点 22 D が延長線 L 2 よりも外周側に位置しないことで、ガイドベーン 3 は、全閉状態の時に、出口側接点 21 よりも先端側の厚さの薄い部分で、隣り合う他のガイドベーン 3 D と干渉し難くなる。したがって、全閉状態の時に、ガイドベーン 3 は、厚さが確保された接点部分 T H で隣り合う他のガイドベーン 3 D に接することができる。これにより、強度に関する信頼性を確保できる。また、出口側部分 22 の先端点 22 D が、内接円 X よりも外側に位置していることで、水車運転時及びポンプ運転時における損失を効果的に低減することができる。

【0076】

また、上記各実施の形態では、出口側部分 22 の先端点 22 D を含む先端面 22 C が円弧で形成される例を説明したが、先端面 22 C は、直線状の線分、または折れ線（出口側に先細りとなる V 字状等）で形成されてもよい。また、上記各実施の形態では、出口側部分 22 の外周面 22 A 及び内周面 22 C が円弧で形成される例を説明したが、外周面 22 A 及び内周面 22 C は直線状であってもよい。

【符号の説明】

【0077】

3 ガイドベーン、3 D、3 U 他のガイドベーン、4 ランナ、7 主軸、14 回動

10

20

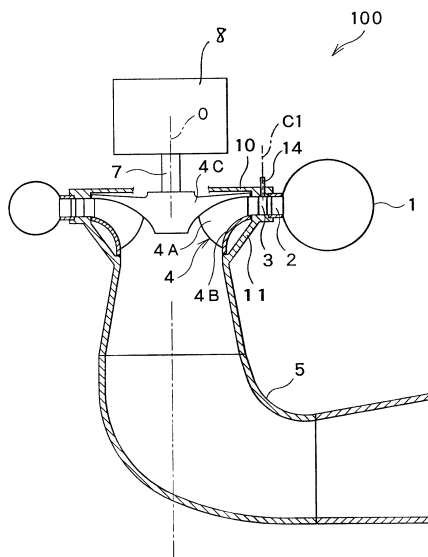
30

40

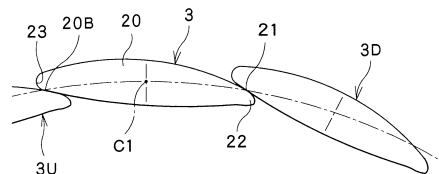
50

軸、20 羽根本体、20A 凹部、20B 入口側接点、21 出口側接点、22 出口側部分、22A 外周面、22B 内周面、22C 先端面、22D 先端点、23 入口側部分、24 内周交点、28 延長ピース、100 フランシスポンプ水車、B1, B2, B3 境界線、CL キャンパーライン、C1 軸線(回動軸)、L1 直線、L2 延長線、O 軸線(主軸またはランナ)、X, Y 内接円。

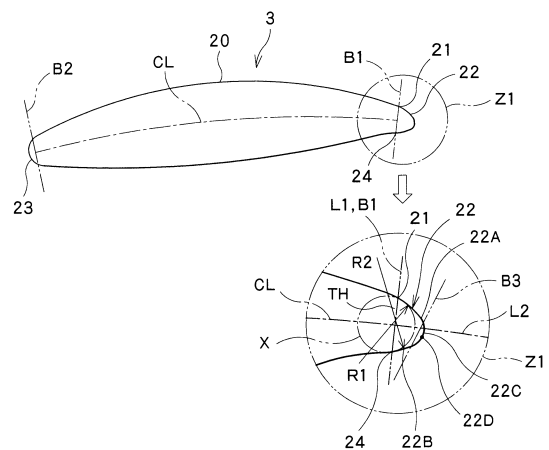
【図1】



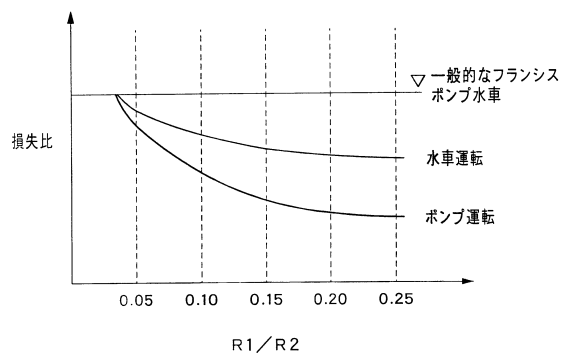
【図2】



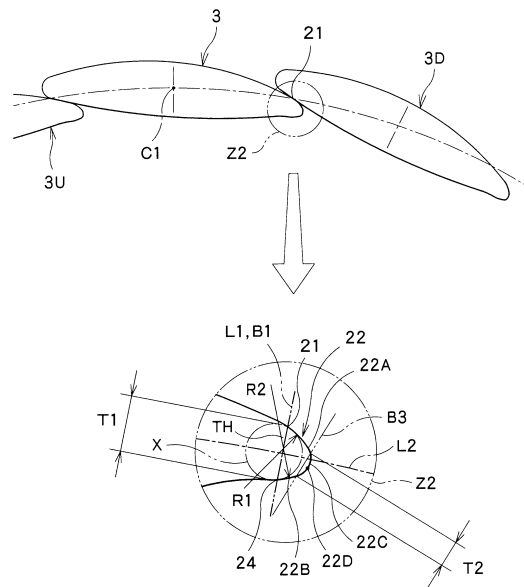
【図3】



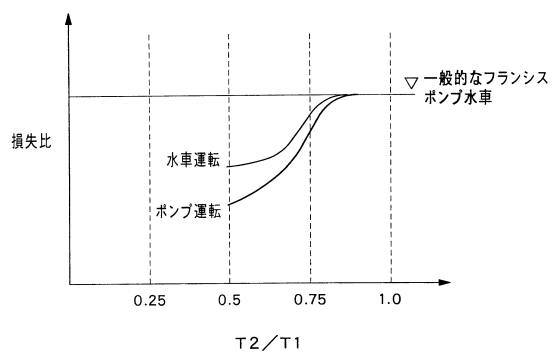
【図 4】



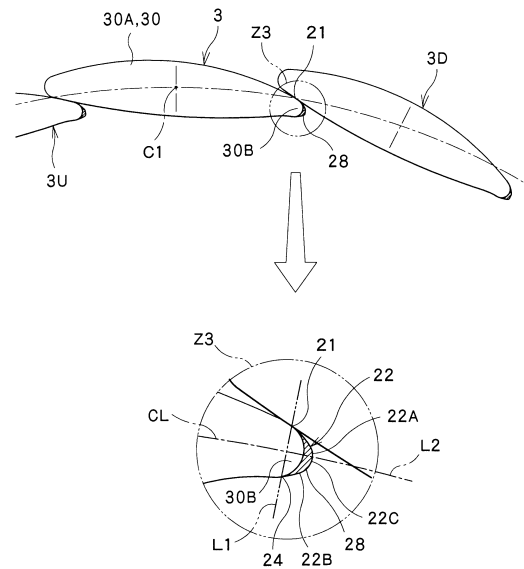
【図 5】

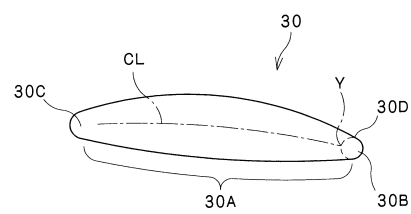


【図 6】



【図 7】





フロントページの続き

- (72)発明者 榎本 保之
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 日向 剛志
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 ステペン
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 新井 浩士

- (56)参考文献 特開2012-172605(JP,A)
実公昭7-3739(JP,Y1)
英国特許出願公開第157369(GB,A)
特開2007-113554(JP,A)
特開昭60-182361(JP,A)
特公昭46-015242(JP,B1)
特開平07-279809(JP,A)
特開平10-184523(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F03B 3/18