

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 11 月 20 日(20.11.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/185057 A1

- (51) 国際特許分類:
F03B 11/08 (2006.01) F03B 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/002521
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 13 日(13.05.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-102740 2013 年 5 月 15 日(15.05.2013) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 中山 仁 (NAKAYAMA, Hitoshi). 徳田 則昭 (TOKUDA, Noriaki).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町 1 2 3 番地の 1 貿易ビル 3 階 Hyogo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HYDROELECTRIC GENERATOR DEVICE

(54) 発明の名称: 水力発電装置

[図2]

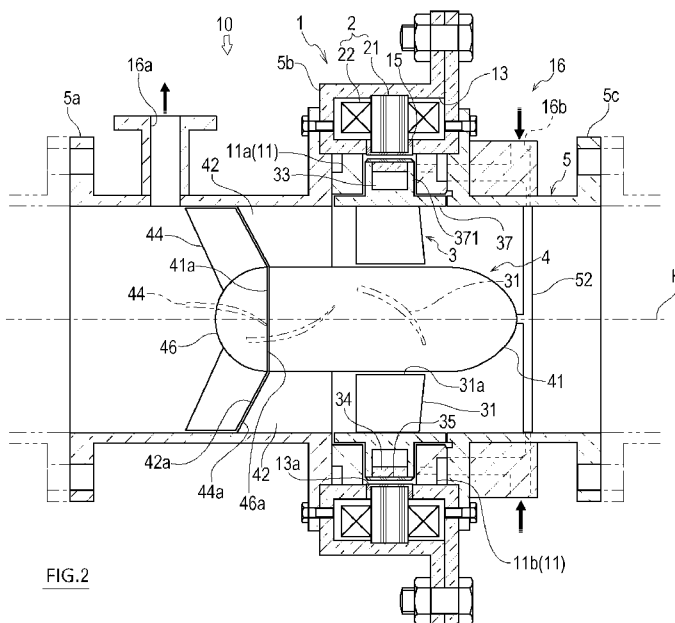


FIG. 2

(57) Abstract: This hydroelectric generator device (10) is provided with: a casing (5); a runner (3) having a plurality of runner vanes (31) arranged annularly centered around a hydraulic turbine shaft (H); a stationary boss (41) positioned/affixed relative to the casing (5); a plurality of guide vanes (42) provided to the outer peripheral side of the stationary boss (41) at the upstream side of the runner vanes (31); a plurality of rotating vanes (44) provided to the upstream side of the plurality of guide vanes (42); a rotor (field magnet (34)) provided to the runner (3); and a stator (armature (2)) provided directly or indirectly to the casing (5).

(57) 要約: 水力発電装置 10 に、ケーシング 5 と、水車軸 H を中心として環状に並べられた複数のランナ羽根 31 を有するランナ 3 と、ケーシング 5 に相対的に位置固定された固定ボス 41 と、ランナ羽根 31 の上流側において固定ボス 41 の外周側に設けられた複数の案内羽根 42 と、複数の案内羽根 42 よりも上流側に設けられた複数の回転羽根 44 と、ランナ 3 に設けられた回転子 (界磁 34) と、ケーシング 5 に直接的又は間接的に設けられた固定子 (電機子 2) とを備える。

明 細 書

発明の名称：水力発電装置

技術分野

[0001] 本発明は、水力発電装置に関し、より詳細には、小規模水力発電装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、上下水道・小河川・農業用水路・工場排水・ダム放出水などの高低差のある水路に設置されて、水路の落差を利用して発電する小規模水力発電装置が知られている。ここで小規模水力発電とは、これまで顧みられなかった未利用の水力エネルギーを使って小規模な発電（例えば、1000kW以下）を行うことをいう。小規模水力発電が可能な上下水道や高低差のある河川水などの未利用の水力資源が莫大に存在すること、この水力資源を再生可能であること、既設発電所からの送電線の設置が困難な場所でのエネルギーの地産地消が実現できることなどの理由で、近年、小規模水力発電が特に注目されている。

[0003] 上記のような小規模水力発電を行う装置の一態様として、本願の出願人は、水路に介挿された円筒状のケーシングと、ケーシングに内装されたランナと、ランナの外周側に設けられたリング状の発電機とを備えた水力発電装置を従来から提案しており、その研究開発を行っている（特許文献1、参照）。この水力発電装置は、ランナに遊挿されたボスと、ランナの上流側においてボスの外周とケーシングの内壁との間に配置された複数の案内羽根（ガイドブレード）とを備えており、ボスと案内羽根でランナを効率よく回転させるように流水を案内するように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-189014号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記のような小規模な水力発電装置が、屋外の水源と繋がっている水路中に設けられる場合には、流水に落ち葉や小枝などの固体ゴミが同伴していることがある。これらのゴミが案内羽根周辺（例えば、隣り合う案内羽根の間隙や案内羽根とボスの間）に詰まって、流水を滞らせ、発電効率を低下させるという問題が生じている。特に大雨の後や季節の変わり目などには流水に同伴するゴミの量が多く、案内羽根周辺に詰まったゴミを取り除くためのメンテナンス作業を頻繁に行わねばならない。なお、案内羽根周辺にゴミが詰まらないようにするために、案内羽根の上流側でゴミをフィルタ分離することは容易に想到できるが、この場合にはフィルタを掃除または交換するためのメンテナンス作業を頻繁に行わねばならない。水力発電装置のメンテナンス作業を行う際には、上流からの流水を止めたり、装置をバイパスさせて下流側へ流したりせねばならず、膨大な作業を伴うこととなる。さらに、小規模水力発電装置は、山間部などの人間が立ち入ることの難しい場所への設置も想定されており、メンテナンスの頻度はより少ないことが望ましい。

[0006] 本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、水力発電装置であって、案内羽根周辺にゴミが詰まることを防止し、案内羽根周辺に詰まったゴミをメンテナンス作業を行わずに取り除くことのできるものを提案する。

課題を解決するための手段

[0007] 発明者らは、案内羽根周辺（例えば、隣り合う案内羽根の間隙や案内羽根とボスの間）にはゴミが詰まることがあるが、ランナに設けられたランナ羽根周辺（例えば、隣り合うランナ羽根の間隙やランナ羽根とボスの間）にはゴミが詰まらないということを、経験的に知得した。発明者らは、この現象の原因を以下のように考察した。ケーシング内へ流水が軸方向に流れ込むため、ケーシングに固定された案内羽根には一定の向き（軸方向と平行な向き）の水が流れ込む。これに対し、ランナ羽根には、案内羽根の作用により軸方向から傾いた向きの流水が作用し、さらに、自身が回転することからその周辺の水の流れが変化する。このことから、固定された案内羽根に作用する

流水の向きが一定であるため、案内羽根周辺に一度詰まったゴミはそこから動くことができず、その詰まったゴミが流路を狭め、詰まったゴミに更に他のゴミが堆積していくという現象が生じている。

[0008] 上記考察に基づいて、本発明に係る水力発電装置では、案内羽根に作用する流水の向きを軸方向から傾けるとともに、流水の向きに変化を与える構成を備えることによって、案内羽根周辺にゴミが詰まることを防止できるようにしている。

[0009] 本発明に係る水力発電装置は、
水車軸を中心とした円筒形状の流路を有し、該流路を水が軸方向に流れるように構成されたケーシングと、
前記ケーシング内において前記水車軸を中心として環状に並べられた複数のランナ羽根を有するランナと、
前記ランナに設けられて該ランナと一体的に回転する回転子と、
前記ケーシング内に設けられ且つ当該ケーシングに対して相対的に位置固定された固定ボスと、
前記回転子と対向するように前記ケーシング又は前記固定ボスに設けられた固定子と、
前記ランナの上流側において前記固定ボスの外周側に設けられた複数の案内羽根と、
前記複数の案内羽根よりも上流側に設けられた複数の回転羽根とを備えていることを特徴とするものである。なお、上記において固定子はケーシングに直接的又は間接的に設けられたものを含み、例えば、固定子はケーシングに直接的に設けられていてもよいし、固定子はケーシングに固定された固定ボスなどの部材に設けられていてもよい。

[0010] 上記構成によれば、複数の案内羽根よりも上流側に設けられた回転羽根の作用により、案内羽根に流れ込む流水の向きが軸方向から傾き、また、流水の密度が変化して流水の向きが変化する。このような流水の向きの変化により、案内羽根周辺（例えば、隣り合う案内羽根の間隙や案内羽根とボスの間

）に詰まろうとするゴミが流れ出て、案内羽根周辺にゴミが詰まることを防止できる。

[0011] 上記水力発電装置が、前記ケーシング内の前記固定ボスよりも上流側に、前記水車軸を中心として回転する回転軸体をさらに備えており、前記複数の回転羽根が前記回転軸体の周囲に設けられているものであってよい。ここで、前記回転軸体は、前記固定ボスの上流側端面と前記軸方向に対向する下流側端面を有し、前記回転軸体の下流側端面と前記固定ボスの上流側端面に、軸及び軸受から成る支承部と、互いに反発しあう磁石とが設けられていることが望ましい。

[0012] また、上記水力発電装置が、前記ケーシング内の前記固定ボスよりも上流側に、前記水車軸を中心として回転する環状体をさらに備えており、前記複数の回転羽根が前記環状体に設けられているものであってよい。ここで、上記水力発電装置が、前記環状体にかかる荷重を前記ケーシングに支持させる水潤滑式軸受をさらに備えていることが望ましい。

[0013] 上記水力発電装置において、前記回転羽根と前記案内羽根の前記軸方向の距離が0.1 mm以上5 mm以下であってよい。ここで、前記回転羽根が前記案内羽根の上流側端辺と平行な下流側端辺を有することが望ましい。

[0014] 上記構成によれば、回転羽根で案内羽根の上流部に詰まっているゴミを掻き出すことができる。よって、案内羽根の上流部に詰まろうとしているゴミを、メンテナンス作業を行わずに取り除くことができる。

[0015] 上記水力発電装置において、前記回転羽根が、前記ランナ羽根と比較して小さい前記水車軸に対する傾きを有するものであってよい。なお、ここで、「傾き」とは傾きの大きさ（絶対値）を言う。

[0016] 上記構成によれば、流水が回転羽根に当接して回転羽根を回転させることによる、流水のエネルギー損失を抑えることができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、複数の案内羽根よりも上流側に設けられた回転羽根の作用により、案内羽根に流れ込む流水の向きに変化を与えることができる。こ

れにより、案内羽根周辺（例えば、隣り合う案内羽根の間隙や案内羽根とボスの間）にゴミが詰まることを防止できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図 1 は、本発明の一実施形態に係る水力発電装置の一部切り欠き斜視図である。

[図2]図 2 は、水力発電装置の軸方向断面図である。

[図3]図 3 は、水車と発電機の構成を説明する概念的断面図である。

[図4]図 4 は、固定ボスと回転軸体に設けられた支承部を説明する軸方向断面図である。

[図5]図 5 は、回転羽根の変形例を説明する水力発電装置の軸方向断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] 次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図 1 は本発明の一実施形態に係る水力発電装置 10 の一部切り欠き斜視図、図 2 は水力発電装置 10 の軸方向断面図、図 3 は水車 4 と発電機 1 の構成を説明する概念的断面図である。

[0020] 図 1 ～ 3 に示すように、本発明の実施の形態に係る水力発電装置 10 は、流水のエネルギーを機械エネルギーに変換する水車 4 と、機械エネルギーを電気に変換する発電機 1 と、水車 4 と発電機 1 を収容するケーシング 5 とを備えている。水力発電装置 10 は仮想の水車軸 H を有しており、以下では、水車軸 H と平行な方向を軸方向といい、水車軸 H と直交する方向を径方向という。

[0021] まず、ケーシング 5 について説明する。ケーシング 5 は、上流ケーシング 5 a と、下流ケーシング 5 c と、上流ケーシング 5 a と下流ケーシング 5 c の間に設けられたステータケーシング 5 b とを備えている。上流ケーシング 5 a とステータケーシング 5 b が締結具により締結され、ステータケーシング 5 b と下流ケーシング 5 c とが締結具により締結されることにより、ケーシング 5 が一体的に形作られている。ケーシング 5 は、水車軸 H を中心とす

る円筒形状の流路を有しており、この流路を水が軸方向に流れるように構成されている。上流ケーシング5 aは、水力発電装置10の上流側の水路を形成している配管と接続されて、水路からの流水をケーシング5内の水車4へと導いている。また、下流ケーシング5 cは、水力発電装置10の下流側の水路を形成している配管と接続されて、水車4を回して発電に利用された後の流水を下流側の水路へ戻している。このようにして、水力発電装置10は、配管等により形成された水路に介装されて使用される。

[0022] 次に、発電機1について説明する。発電機1は、電機子2と、界磁34とを備えている。本実施の形態に係る発電機1では、電機子2が固定子（ステータ）であり、界磁34が回転子（ロータ）である。電機子2は、電機子鉄心（積層コア）21と、電機子鉄心21に巻かれた電機子コイル22とを備えている。電機子鉄心21は、軸方向に複数積層された円環薄板状のコア部材で構成されている。この電機子2は、電機子コイル22に電流を流したときに電機子鉄心21から発生する磁束の向きが径方向と直交する向きとなるように、ステータケーシング5 bに収容されている。ステータケーシング5 bは、円環形状を有する中空部材であって、内部に電機子2が収容される環状空間13を有している。ステータケーシング5 bの、界磁34と対向している内周面には、環状開口13 aが設けられている。この環状開口13 aは環状の封止部材（キャン）15で封止されている。本実施の形態に係る封止部材15は、絶縁性と耐水性を有し且つ渦電流損の非常に小さい材料で製作された、鰐付きの円環状をした薄肉の帯である。封止部材15は、その鰐で電機子鉄心21の内周側を挟み込んでおり、Oリングなどのシール部品を介して環状開口13 aに水密的に固定されている。このようにしてステータケーシング5 bの環状空間13は水密性を有する密閉空間となっている。

[0023] 界磁34は、流水の作用により回転するランナ3の周囲に設けられており、ランナ3と一体的に水車軸Hを中心として回転する。本実施の形態において、界磁34は永久磁石であり、磁石強度の強い希土類磁石などが用いられている。ランナ3は、水車軸Hを中心とする環状のランナベース37と、複

数のランナ羽根（ランナベーン）３１とで構成されている。ランナベース３７は、上流ケーシング５ａや下流ケーシング５ｃの内径とほぼ等しい内径を有し、上流ケーシング５ａと下流ケーシング５ｃの間の距離よりも小さい幅（軸方向長さ）を有している。ランナベース３７の外周側には、界磁３４の保持部３７１である突条が形成されている。保持部３７１には複数の界磁３４が保持されており、複数の界磁３４は水車軸Ｈを中心とする同一円周上に配置されている。複数の界磁３４の内周側には、磁束の通路となるヨーク３３が形成されている。また、複数の界磁３４の外周側には、界磁３４の飛散と水濡れを防止するために、薄肉の合成樹脂リング３５が嵌装されている。界磁３４の外周側に設けられた合成樹脂リング３５と、電機子鉄心２１の内周側に設けられた封止部材１５は、所定の微小間隙（ギャップ）を置いて対向している。なお、磁束密度を高めるために、合成樹脂リング３５と封止部材１５の肉厚を小さくし、両者の間隙を狭くすることにより、界磁３４と電機子鉄心２１が可能な限り接近するように配置されることが好ましい。

[0024] ランナベース３７は、界磁３４と電機子鉄心２１が対向した状態で、水車軸Ｈを中心として回転するように、水潤滑式軸受１１を介してケーシング５に支承されている。水潤滑式軸受１１は、ランナベース３７を上流側から支持する第１軸受部材１１ａと、ランナベース３７を下流側から支持する第２軸受部材１１ｂと、軸受部材１１ａ，１１ｂとランナベース３７の間隙に潤滑剤としての水を供給するための水供給機構１６で構成されている。第１軸受部材１１ａと第２軸受部材１１ｂはいずれも水車軸Ｈを中心とする環状体である。第１軸受部材１１ａは、上流ケーシング５ａの下流側のフランジとステータケーシング５ｂの内周面に図示しない弾性部材を介して弾性的に支持されている。また、第２軸受部材１１ｂは下流ケーシング５ｃの上流側のフランジとステータケーシング５ｂの内周面に図示しない弾性部材を介して弾性的に支持されている。軸受部材１１ａ，１１ｂの内周面はセラミック塗装が施されており、軸受部材１１ａ，１１ｂはランナベース３７の外周面を水膜を介して支持するラジアル軸受として機能している。さらに、軸受部材

1 1 a, 1 1 bの対向しあう面にもセラミック塗装が施されており、軸受部材1 1 a, 1 1 bはランナベース3 7の保持部3 7 1を水膜を介して支持するスラスト軸受として機能している。水供給機構1 6は、上流ケーシング5 aに設けられた分岐ノズル1 6 aと、第2軸受部材1 1 b近傍に設けられた給水ノズル1 6 bと、分岐ノズル1 6 aと給水ノズル1 6 bとの間を繋ぐ図示しない配管とから構成されている。水供給機構1 6では、上流ケーシング5 aの流水が分岐ノズル1 6 aへ流入し、この水が給水ノズル1 6 bから第2軸受部材1 1 b近傍へ吐出されて、軸受部材1 1 a, 1 1 bとランナベース3 7の界面を潤滑する水膜を形成している。

[0025] 複数のランナ羽根3 1は、ランナベース3 7の内周側で水車軸Hを中心として環状に並べられて、環状翼列を形成している。各ランナ羽根3 1の外周側は、ランナベース3 7の内周面に固定されている。ランナ羽根3 1は軸流型であり、ランナ羽根3 1が流水の力を受けると周方向に分力を発生して、ランナ3が回転する。ランナ3が回転すると、界磁3 4が形成する磁界が回転して電機子鉄心2 1に磁束変化を与える。これに伴って電機子コイル2 2に発生する誘導電流が、電機子コイル2 2と接続された図示しない導線を通じて外部へ取り出される。

[0026] 続いて、水車4について説明する。水車4は、上記ランナ3と、ランナ羽根3 1の内周側を軸方向に通されたボス4 1（固定ボス）と、ランナ3の上流側においてボス4 1の周囲に設けられた複数の案内羽根4 2と、複数の案内羽根4 2よりも上流側に設けられた複数の回転羽根4 4とを備えている。ランナ3は、水車4の回転部分の要素で、流水のエネルギーを機械エネルギーに変換するものである。ボス4 1は、ケーシング5内の流水をケーシング5の内壁方向に集めて、流速を増加させるためのものである。複数の案内羽根4 2は、ランナ3を効率良く回転させるために、ランナ羽根3 1に当たる流水の流量を調整したり、流水の向きをランナ羽根3 1の傾きに適合するよう案内したりするものである。複数の回転羽根4 4は、案内羽根4 2に作用する流水の向きを軸方向から傾けるとともに、流水の向きに変化を与えるた

めのものである。

[0027] ボス 4 1 は、ランナ 3 の内周側（複数のランナ羽根 3 1 の内周側）に挿通されている。複数のランナ羽根 3 1 の内周側端 3 1 a とボス 4 1 の外周面との間には、これらが接触しないように、所定の間隙が設けられている。ボス 4 1 は、上流ケーシング 5 a から下流ケーシング 5 c に亘る軸方向の長さを有しており、ボス 4 1 の径方向中心を水車軸 H が通るようにケーシング 5 に対して位置が固定されている。

[0028] ボス 4 1 の外周とケーシング 5 の内壁との間であって、ランナ 3（複数のランナ羽根 3 1）よりも上流側に、複数の案内羽根（ガイドベーン）4 2 が設けられている。複数の案内羽根 4 2 は、水車軸 H を中心とする同一円周上に所定間隔で配置されている。本実施の形態においては、6～8 枚の案内羽根 4 2 が、ボス 4 1 の外周側（径方向外側）で、等間隔の環状翼列を成している。各案内羽根 4 2 の内周側はボス 4 1 の外周面と近接し、同じく外周側はケーシング 5 の内壁面と近接している。案内羽根 4 2 は、水車軸 H を基準としてランナ羽根 3 1 の傾きと逆方向に傾いている。案内羽根 4 2 は、傾きが可変な可動羽根であって、図示しない案内羽根操作機構により複数の案内羽根 4 2 の開度が連動して変化するように構成されている。なお、案内羽根操作機構は案内羽根 4 2 の傾きを連続的に又は段階的に変化させるように構成されている。本実施形態に係る案内羽根 4 2 は、所定流量を超える大流量時には水車軸 H に対して－5 度傾き、所定流量以下の小流量時には水車軸 H に対して－26 度傾くように、傾きが調節される。

[0029] 複数の案内羽根 4 2 よりも上流側に、水車軸 H を中心として回転する複数の回転羽根 4 4 が配置されている。複数の回転羽根 4 4 の傾きの向きは、ランナ羽根 3 1 と案内羽根 4 2 のうちいずれの傾きの向きと同じであっても構わない。複数の回転羽根 4 4 は、水車軸 H を中心として回転する回転軸体 4 6 の周囲に固定されている。回転軸体 4 6 の上流側は流水をスムーズにケーシング 5 の内壁へ向けて移動させるように半球状に形成されている。一方、回転軸体 4 6 の下流側端面 4 6 a は、ボス 4 1 の上流側端面 4 1 a と対向し

ている。回転軸体46の下流側端面46aの外径は、ボス41の上流側端面41aの外径と略等しく、回転軸体46の外周面とボス41の外周面との間にゴミが挟まるような径方向の段差は存在しない。

[0030] 図4は固定ボス41と回転軸体46に設けられた支承部14を説明する軸方向断面図である。図4に示すように、固定ボス41の上流側端面41aと回転軸体46の下流側端面46aには、軸（支持軸14b）および軸受（軸受部14a）からなる支承部14が設けられている。回転軸体46の下流側端面46aには、水車軸Hと重複する位置に円形穴状の軸受部14aが設けられている。一方、ボス41の上流側端面41aには、水車軸Hと重複する位置に支持軸14bが突設されている。この支持軸14bは、回転軸体46の軸受部14aに遊挿されている。支持軸14bと軸受部14aの摺動面には、これらの間に生じる摩擦を軽減するために、摩擦の小さい樹脂材やセラミック材などの塗膜が形成されている。さらに、軸受部14aと支持軸14bとの間には、水で潤滑されている。支持軸14bは注水パイプ52の一部として構成されており、注水パイプ52の内部には潤滑水の供給通路51が設けられている。本実施の形態に係る注水パイプ52は、ボス41よりも下流側に位置する基部52bと、ボス41の内部を水車軸Hと重複して貫く軸部52aとで構成されている。この軸部52aと基部52bは一体的に接続されており、内部に一続きの供給通路51が設けられている。この供給通路51の入口51aは、前述の水供給機構16の給水ノズル16bと接続されており（図2、参照）、水供給機構16によって供給通路51へ水が供給される。一方、供給通路51の出口51bは、軸受部14a内に開口しており、この出口51bから軸受部14aと支持軸14bとの間に潤滑水が注入される。以上の構成の支承部14により、回転軸体46は水車軸Hを中心として回転可能に上流ケーシング5a内に保持されている。なお、本実施の形態では、軸受部14aを回転軸体46に支持軸14bをボス41にそれぞれ設けているが、軸受部14aをボス41に支持軸14bを回転軸体46にそれぞれ設けてもかまわない。

[0031] さらに、回転軸体 4 6 の下流側端面 4 6 a には、水車軸 H を中心として環状に配置された複数の永久磁石 4 7 が埋設されている。一方、ボス 4 1 の上流側端面 4 1 a には、回転軸体 4 6 に設けられた永久磁石 4 7 と対応するように配置された複数の永久磁石 4 9 が埋設されている。永久磁石 4 7 と永久磁石 4 9 は異なる極を有している。そして、永久磁石 4 7 と永久磁石 4 9 が反発しあう結果、回転軸体 4 6 の下流側端面 4 6 a とボス 4 1 の上流側端面 4 1 a とが十分に近接し且つ離間した状態が維持される。ここで、永久磁石 4 7 と永久磁石 4 9 の磁力の強さは、回転軸体 4 6 の下流側端面 4 6 a とボス 4 1 の上流側端面 4 1 a との間隙が、これらが接触しないが、これらの間にゴミ（例えば、落ち葉）が詰まらないような大きさ（例えば、5 mm 以下）となるように決められている。

[0032] 回転羽根 4 4 の下流側端辺 4 4 a は、案内羽根 4 2 の上流側端辺 4 2 a と略平行となるように形成され、回転羽根 4 4 の下流側端辺 4 4 a と案内羽根 4 2 の上流側端辺 4 2 a との間に所定の間隙 t が設けられている。間隙 t の大きさは、回転羽根 4 4 と案内羽根 4 2 とが接触しないように、0 よりも大きい値であって、安全性を見込めば 0.1 mm 以上の値である。また、間隙 t の大きさは、隣り合う案内羽根 4 2 の間やボス 4 1 と案内羽根 4 2 の間に挟まろうとするゴミ（例えば、落ち葉）を掻き出すことができるように、5 mm 以下であることが望ましい。このように、回転羽根 4 4 の下流側端辺 4 4 a と案内羽根 4 2 の上流側端辺 4 2 a は十分に近接している。

[0033] 複数の回転羽根 4 4 は、流水の作用により複数の案内羽根 4 2 の上流側で回転する。これにより、案内羽根 4 2 へ作用する流水の向きが軸方向から傾き、さらに、流水の密度が変化するので流水の向きや速度が変化する。このような流水の向きの変化により、案内羽根 4 2 の上流部周辺（例えば、隣り合う案内羽根 4 2 の間隙や案内羽根 4 2 とボス 4 1 の間）に詰まろうとするゴミが流水で流し出される。また、案内羽根 4 2 の上流部周辺にゴミが詰まっていたとしても、ゴミは回転する複数の回転羽根 4 4 により掻き出されて流水中に流し出される。このようにして、案内羽根 4 2 の上流部を通過して

下流側へ流れ出たゴミは、回転するランナ羽根 3 1 で粉砕されたり、水潤滑式軸受 1 1 の軸受部材 1 1 a, 1 1 b とランナベース 3 7 との間で粉砕されたりして、流水とともに下流側へ排出される。以上の通り、複数の回転羽根 4 4 の作用により、案内羽根 4 2 周辺にゴミが詰まることを防止できる。さらに、仮に案内羽根 4 2 周辺にゴミが詰まったとしても、複数の回転羽根 4 4 の作用により、特別なメンテナンス作業を要することなくゴミ詰まりを解消することができる。

[0034] なお、複数の回転羽根 4 4 は、ランナ 3 と比較して極めて低速で回転する。このため、回転羽根 4 4 の水車軸 H に対する傾き（翼角）は、ランナ羽根 3 1 の水車軸 H に対する傾きと比較して小さい。ここで、「傾き」とは、傾きの大きさ（絶対値）のことである。回転羽根 4 4 とランナ羽根 3 1 は、水車軸 H に対する傾きの向きが互いに異なることがあるので、水車軸 H に対する回転羽根 4 4 の傾きとランナ羽根 3 1 の傾きは各々の絶対値で比較することとする。回転羽根 4 4 の回転速度は辛うじて回っている程度で足りるため、回転羽根 4 4 の水車軸 H に対する傾きは 0 より大きく、回転羽根 4 4 の回転の初動トルクが得られる程度の大きさであれば十分である。このように複数の回転羽根 4 4 が可能な範囲で低速で回転することにより、流水エネルギーの損失を抑えることができる。同様の観点で、回転羽根 4 4 の数は 2 以上 4 以下であることが望ましい。

[0035] [変形例 1]

上記実施の形態では、複数の回転羽根 4 4 は、ボス 4 1 の上流側に設けられた回転軸体 4 6 の周囲に設けられている。このような構成とすることにより、より少ない部品点数、より簡易な構造、且つより小さな占有空間で、水力発電装置 1 0 に複数の回転羽根 4 4 を備えることができる。ただし、複数の回転羽根 4 4 は、例えば、以下に説明するような態様で水力発電装置 1 0 に設けられていてもよい。

[0036] 図 5 は回転羽根 4 4 の変形例を説明する水力発電装置 1 0 の軸方向断面図である。なお、本変形例の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似

の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。図5に示すように、ケーシング5内において、複数の案内羽根42の上流側に複数の回転羽根44が設けられている。複数の回転羽根44の傾きの向きは、ランナ羽根31と案内羽根42のうちいずれの傾きの向きと同じであっても構わない。

[0037] 複数の回転羽根44は、水車軸Hを中心として回転する環状体63の内周側に固定されている。環状体63は、水潤滑式軸受61を介してケーシング5（上流ケーシング5a）に支承されている。水潤滑式軸受61は、環状体63に掛かる軸方向（スラスト方向）および径方向（ラジアル方向）の荷重をケーシング5に支持させるためのものである。水潤滑式軸受61は、環状体63を上流側から支持する第1軸受部材61aと、環状体63を下流側から支持する第2軸受部材61bと、軸受部材61a、61bと環状体63の間に潤滑剤としての水を供給するための水供給機構16で構成されている。第1軸受部材61aと第2軸受部材61bはいずれも水車軸Hを中心とする環状体である。第1軸受部材61aと第2軸受部材61bは、上流ケーシング5aに形成された軸受収容部62に弾性部材を介して弾性的に支持されている。軸受部材61a、61bの内周面はセラミック塗装が施されており、軸受部材61a、61bは環状体63の外周面を水膜を介して支持するラジアル軸受として機能している。さらに、軸受部材61a、61bの対向しあう面にもセラミック塗装が施されており、軸受部材61a、61bは環状体63を水膜を介して支持するスラスト軸受として機能している。水供給機構16は、上流ケーシング5aに設けられた分岐ノズル16aと、第2軸受部材61b近傍に設けられた給水ノズル16cと、分岐ノズル16aと給水ノズル16cとの間を繋ぐ図示しない配管とから構成されている。水供給機構16では、上流ケーシング5aの流水が分岐ノズル16aへ流入し、この水が給水ノズル16cから第2軸受部材61b近傍へ吐出されて、軸受部材61a、61bと環状体63の界面を潤滑する水膜を形成している。

[0038] 以上に説明した本発明の実施形態およびその変形例に係る水力発電装置1

0において、電機子2と界磁34から成る発電機1は別の態様を採ってもよい。例えば、界磁34を水車4の上流側面に設け、この界磁34と対向するように電機子2をボス41に設けて、発電機1を構成することもできる。

符号の説明

- [0039]
- 1 発電機
 - 2 電機子（固定子）
 - 21 電機子鉄心
 - 22 電機子コイル
 - 3 ランナ
 - 4 水車
 - 5 ケーシング
 - 10 水力発電装置
 - 11 水潤滑式軸受
 - 13 環状空間
 - 13a 環状開口
 - 14 支承部
 - 15 封止部材
 - 16 水供給機構
 - 16a 分岐ノズル
 - 16b, c 給水ノズル
 - 31 ランナ羽根
 - 33 ヨーク
 - 34 界磁（回転子）
 - 35 合成樹脂リング
 - 37 ランナベース
 - 41 ボス（固定ボス）
 - 42 案内羽根
 - 44 回転羽根

- 4 6 回転軸体
- 4 7, 4 9 永久磁石
- 5 1 供給通路
- 5 2 注水パイプ
- 6 1 水潤滑式軸受
- 6 2 軸受収容部
- 6 3 環状体

請求の範囲

- [請求項1] 水車軸を中心とした円筒形状の流路を有し、該流路を水が軸方向に流れるように構成されたケーシングと、
- 前記ケーシング内において前記水車軸を中心として環状に並べられた複数のランナ羽根を有するランナと、
- 前記ランナに設けられて該ランナと一体的に回転する回転子と、
- 前記ケーシング内に設けられ且つ当該ケーシングに対して相対的に位置固定された固定ボスと、
- 前記回転子と対向するように前記ケーシング又は前記固定ボ스에設けられた固定子と、
- 前記ランナの上流側において前記固定ボスの外周側に設けられた複数の案内羽根と、
- 前記複数の案内羽根よりも上流側に設けられた複数の回転羽根とを備えている、
- 水力発電装置。
- [請求項2] 前記ケーシング内の前記固定ボスよりも上流側に、前記水車軸を中心として回転する回転軸体をさらに備えており、
- 前記複数の回転羽根が前記回転軸体の周囲に設けられている、請求項1に記載の水力発電装置。
- [請求項3] 前記回転軸体は、前記固定ボスの上流側端面と前記軸方向に対向する下流側端面を有し、
- 前記回転軸体の下流側端面と前記固定ボスの上流側端面に、軸及び軸受から成る支承部と、互いに反発しあう永久磁石とが設けられている、請求項2に記載の水力発電装置。
- [請求項4] 前記ケーシング内の前記固定ボスよりも上流側に、前記水車軸を中心として回転する環状体をさらに備えており、
- 前記複数の回転羽根が前記環状体に設けられている、請求項1に記載の水力発電装置。

- [請求項5] 前記環状体にかかる荷重を前記ケーシングに支持させる水潤滑式軸受をさらに備えている、請求項4に記載の水力発電装置。
- [請求項6] 前記回転羽根と前記案内羽根の前記軸方向の距離が0.1 mm以上5 mm以下である、請求項1～5のいずれか一項に記載の水力発電装置。
- [請求項7] 前記回転羽根が前記案内羽根の上流側端辺と平行な下流側端辺を有する、請求項6に記載の水力発電装置。
- [請求項8] 前記回転羽根が、前記ランナ羽根と比較して小さい前記水車軸に対する傾きを有する、請求項1～7のいずれか一項に記載の水力発電装置。

[図1]

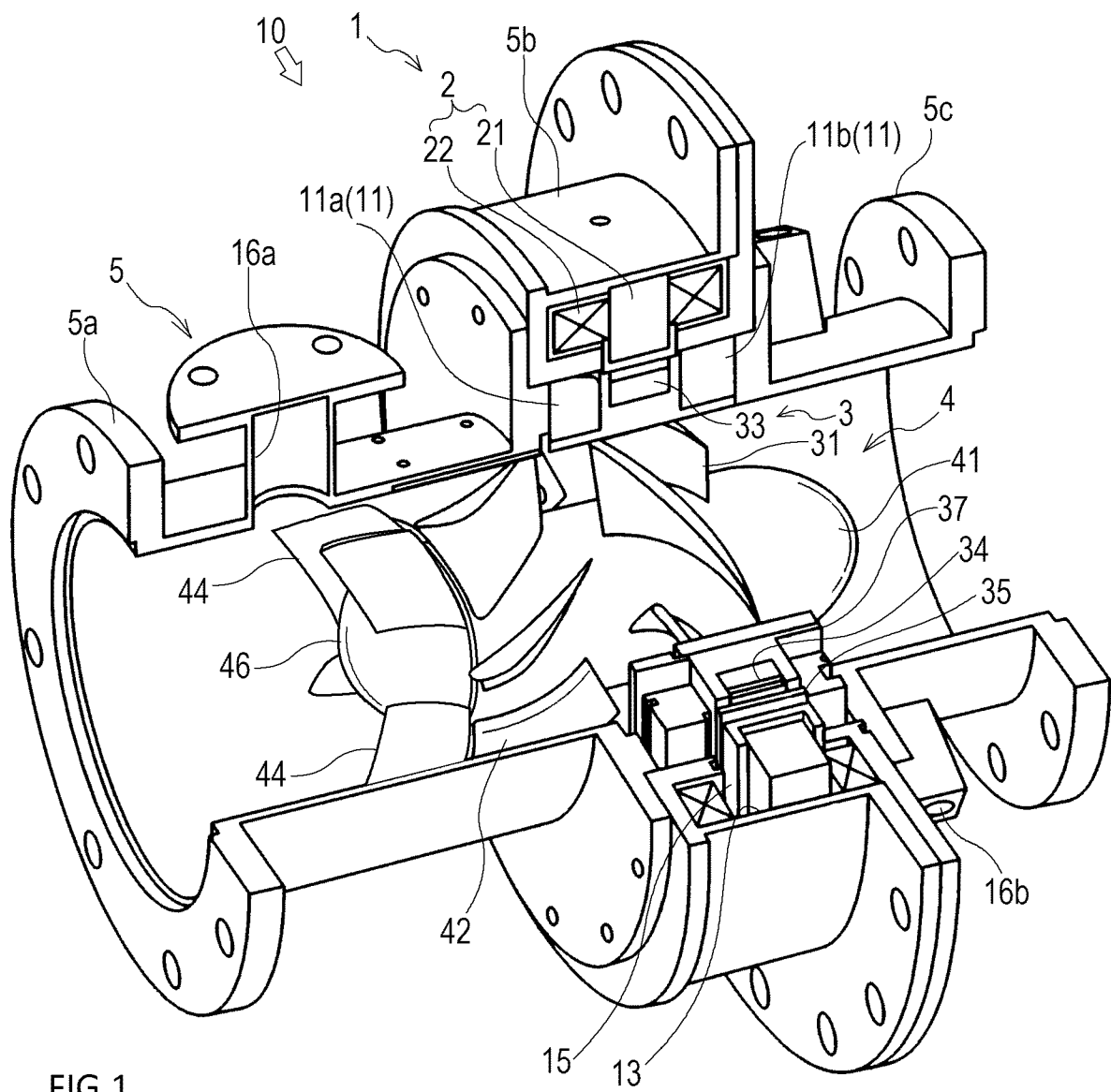


FIG.1

[図2]

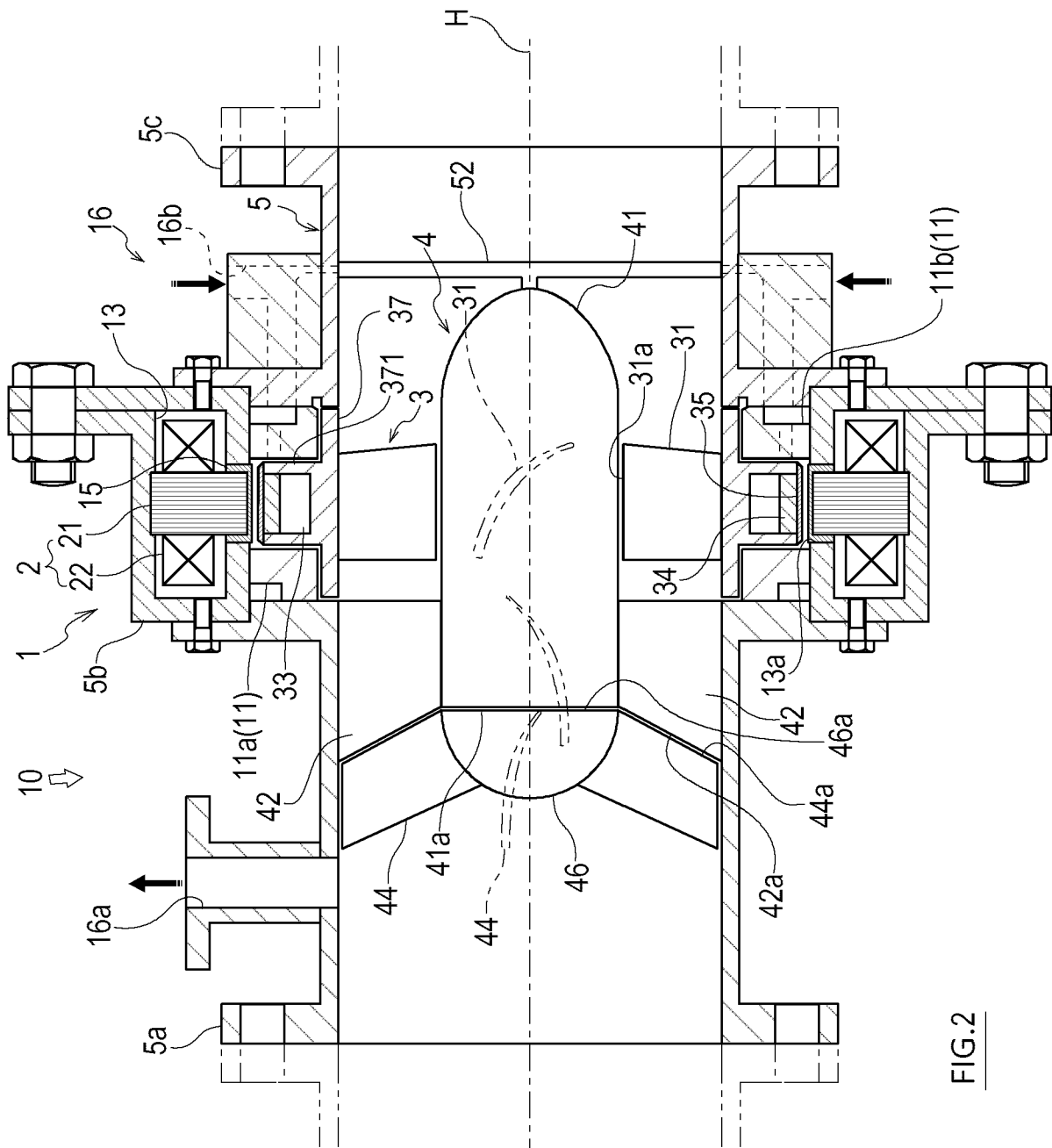


FIG.2

[図4]

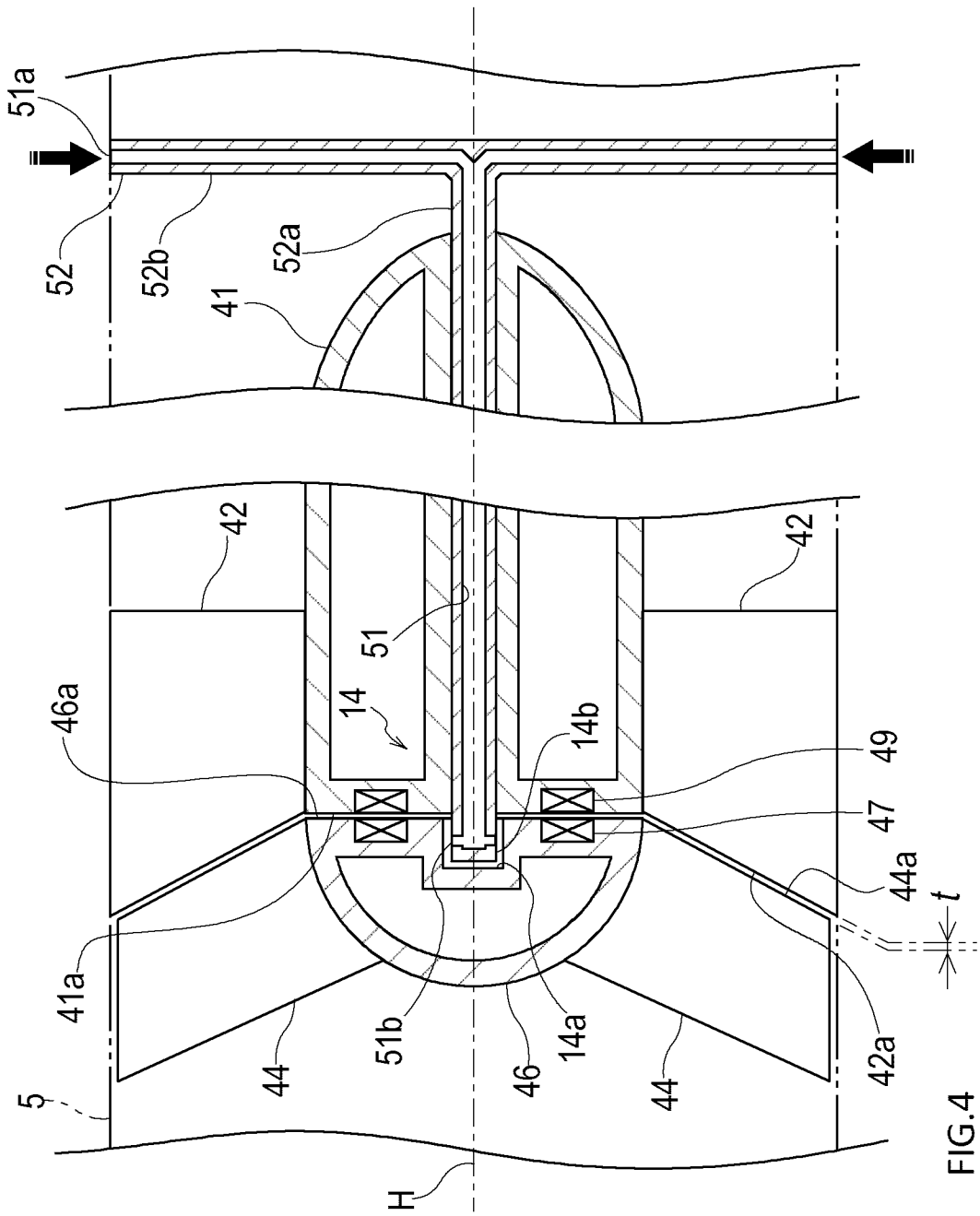


FIG. 4

【図5】

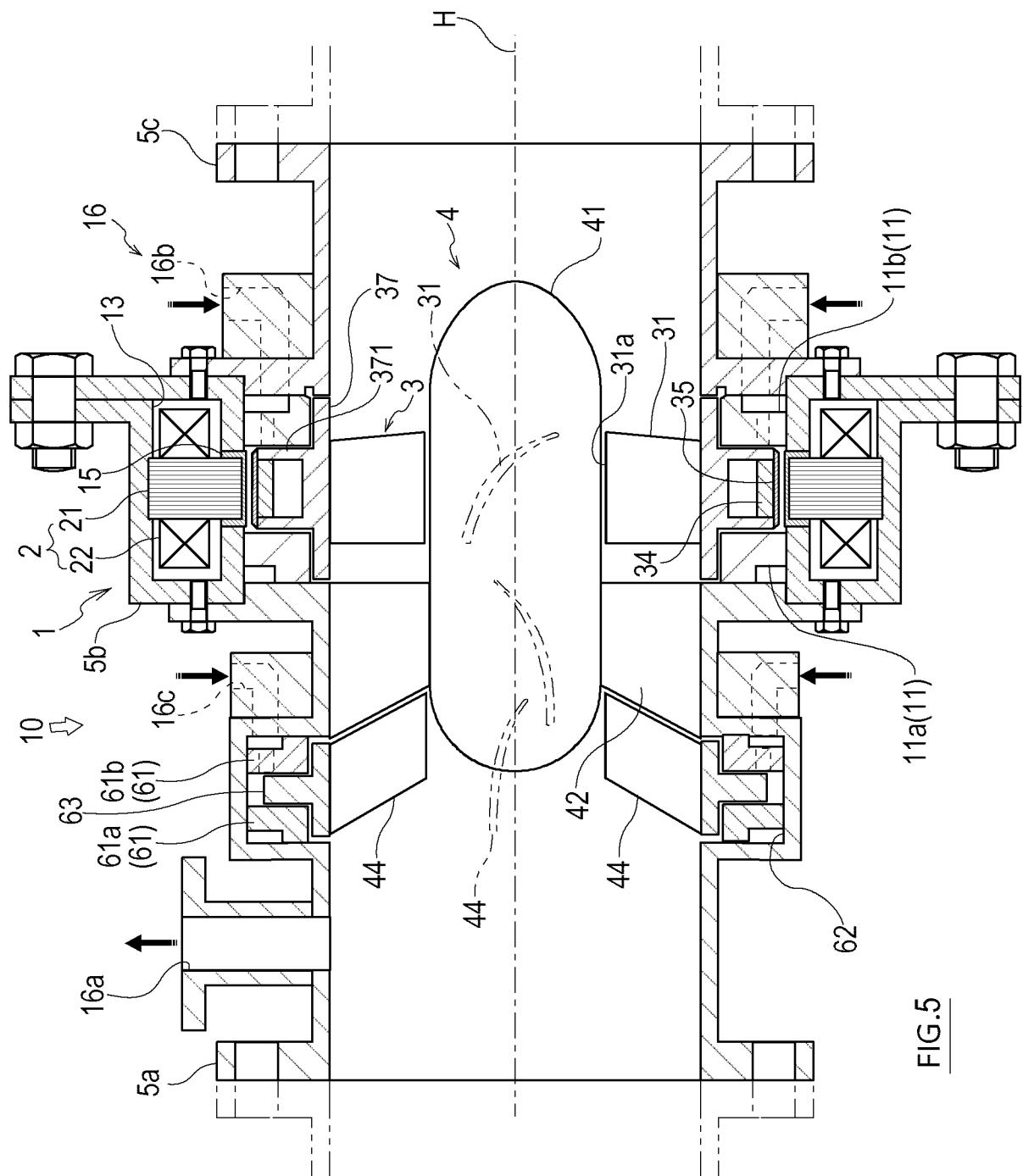


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/002521

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03B11/08(2006.01)i, F03B3/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F03B11/08, F03B3/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2003-214309 A (Hitachi, Ltd.), 30 July 2003 (30.07.2003), paragraphs [0014] to [0017], [0023]; fig. 1 (Family: none)	1, 4, 6, 7 2, 3, 5, 8
X	JP 2008-14202 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 24 January 2008 (24.01.2008), fig. 1, 3 (Family: none)	1, 4, 5
A	JP 2007-77861 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 29 March 2007 (29.03.2007), paragraphs [0043] to [0045]; fig. 11 & US 2009/0259308 A1 & WO 2007/032249 A1	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 July, 2014 (10.07.14)

Date of mailing of the international search report
29 July, 2014 (29.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F03B11/08(2006.01)i, F03B3/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F03B11/08, F03B3/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2003-214309 A（株式会社日立製作所）2003.07.30, 段落【0014】－【0017】、【0023】、図1（ファミリーなし）	1, 4, 6, 7 2, 3, 5, 8
X	JP 2008-14202 A（川崎重工業株式会社）2008.01.24, 図1, 3（ファミリーなし）	1, 4, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 0 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

加藤 一彦

3 O

4 1 3 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-77861 A (三菱重工業株式会社) 2007.03.29, 段落【0043】－【0045】, 図11 & US 2009/0259308 A1 & W0 2007/032249 A1	1－8