

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-253570
(P2013-253570A)

(43) 公開日 平成25年12月19日(2013. 12. 19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO3D 1/02 (2006.01)	FO3D 1/02	3H072
FO3B 13/26 (2006.01)	FO3B 13/26	3H074
FO3D 11/00 (2006.01)	FO3D 11/00 A	3H078
FO3B 3/04 (2006.01)	FO3B 3/04	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-130341 (P2012-130341)	(71) 出願人	501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(22) 出願日	平成24年6月8日(2012.6.8)	(74) 代理人	100097113 弁理士 堀 城之
		(74) 代理人	100162363 弁理士 前島 幸彦
		(72) 発明者	南 佳成 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内
		Fターム(参考)	3H072 AA09 AA23 AA26 BB31 CC43 3H074 AA06 AA08 BB11 CC16 3H078 AA02 AA26 AA31 BB11 CC02

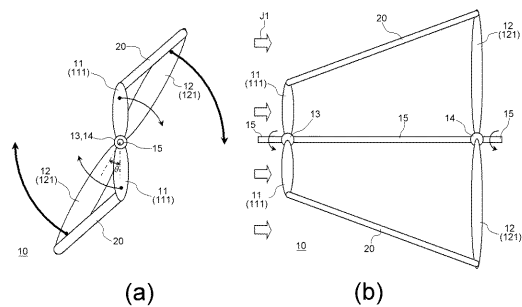
(54) 【発明の名称】 タービン、タービン装置、潮流・海流発電設備

(57) 【要約】

【課題】 流体（水、空気等）の流れを高効率で回転トルクに変換する。

【解決手段】 第1プロペラ11の端部（最外部）と第2プロペラ12の端部（最外部）同士は、門型タービン部20によって連結されている。門型タービン部20は、両端部同士を連結するように2箇所それぞれ設けられている。門型タービン部20も、第1プロペラ11等と同様に、水流によって回転トルクを発生させるような翼形状とされている。すなわち、門型タービン部20もプロペラとして機能し、同一の流れに対して、第1プロペラ11等と同じ方向に回転トルクを発生する設定とされる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

流体の流れを回転軸の回転運動に変換するタービンであって、

翼状の断面をもつ複数の第 1 のプロペラ翼を具備し、前記流れによって前記回転軸の軸心を中心とした回転トルクを発生させる第 1 のプロペラと、

一端が前記第 1 のプロペラ翼の前記回転軸から離れた側に固定され、前記流れにおける前記第 1 のプロペラの下流側に向かって延伸し、前記流れによって前記第 1 のプロペラが発生する回転トルクと同一方向に回転トルクを発生させる翼状の断面形状を具備する複数の門型タービン部と、

前記流れにおける前記第 1 のプロペラの下流側において前記門型タービン部の他端を支持する支持部を具備し、

前記第 1 のプロペラ、前記支持部の少なくとも一方が前記回転軸に固定されたことを特徴とするタービン。

【請求項 2】

前記支持部は、前記流れによって前記第 1 のプロペラが発生する回転トルクと同一方向に回転トルクを発生させる翼状の断面形状をもつ第 2 のプロペラ翼を具備する第 2 のプロペラであることを特徴とする請求項 1 に記載のタービン。

【請求項 3】

前記回転軸の中心軸から見て、前記第 2 のプロペラ翼は、前記第 1 のプロペラ翼の前記回転軸の中心軸から離れた側の端部よりも外側に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のタービン。

【請求項 4】

前記第 1 のプロペラ及び前記支持部は前記回転軸に固定され、前記門型タービン部の他端は前記支持部に固定されたことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載のタービン。

【請求項 5】

前記門型タービン部について、前記第 1 のプロペラと固定された箇所と、前記支持部と固定された箇所とが前記回転軸の周りでなす角度である位相角差が、複数の前記門型タービン部毎で等しいことを特徴とする請求項 4 に記載のタービン。

【請求項 6】

前記位相角差が調整可能とされて前記門型タービン部が前記第 1 のプロペラ及び前記支持部に固定されたことを特徴とする請求項 5 に記載のタービン。

【請求項 7】

複数の前記門型タービン部は、前記流れの方向に沿って伸縮自在であり、

前記第 1 のプロペラ、前記第 2 のプロペラのうちの一方は前記回転軸に固定され、前記回転軸は、前記第 1 のプロペラ、前記第 2 のプロペラのうちの他方を回転自在の状態貫通する請求項 2 又は 3 に記載のタービン。

【請求項 8】

前記支持部は、前記回転軸を中心とした円環形状であり前記第 2 のプロペラ翼に固定されたリング部を具備し、

前記門型タービン部の他端は前記リング部に支持されかつ前記リング部に沿って摺動することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のタービン。

【請求項 9】

前記第 1 のプロペラは第 1 の回転軸に固定され、

前記第 2 のプロペラは前記第 1 の回転軸の延長線上に設けられた第 2 の回転軸に固定されたことを特徴とする請求項 8 に記載のタービン。

【請求項 10】

前記回転軸の軸心から見て、前記門型タービン部は下流側に向かって外側に広がる形態とされたことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載のタービン。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

請求項 1 から請求項 10 までのいずれか 1 項に記載のタービンの回転軸を支持する 2 つの回転軸支持部と、

前記 2 つの回転軸支持部が固定された構造体とを具備することを特徴とするタービン装置。

【請求項 12】

前記流れの主流方向に沿った板状の構成をもち、前記構造体に固定された安定板を前記流れの中に具備することを特徴とする請求項 11 に記載のタービン装置。

【請求項 13】

回転軸が平行とされ、前記流れによって回転する方向が互いに逆向きとなる 2 つの前記タービンを具備することを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載のタービン装置。

10

【請求項 14】

2 つの前記回転軸支持部の間において、前記回転軸で駆動される発電機を具備することを特徴とする請求項 11 から請求項 13 までのいずれか 1 項に記載のタービン装置。

【請求項 15】

2 つの前記回転軸支持部のいずれかにおいて、前記回転軸の回転運動を前記構造体の側に伝達する回転伝達部を具備し、

前記構造体に、前記回転運動によって駆動される発電機を具備することを特徴とする請求項 11 から請求項 13 までのいずれかに 1 項に記載のタービン装置。

【請求項 16】

請求項 14 又は 15 に記載のタービン装置が用いられ、

20

前記タービンが水中に設けられ、潮流又は海流によって前記タービンを回転させることによって前記発電機を駆動することを特徴とする潮流・海流発電設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体の流れによって回転軸を回転させるタービンの構成に関する。また、このタービンを用いて回転運動を出力させるタービン装置に関する。また、この回転運動によって発電を行う潮流・海流発電設備に関する。

【背景技術】

【0002】

30

自然現象を利用して発電を行う方法として、風力発電や潮流・海流発電等が用いられている。これらにおいては、空気の流れ（風）や海水の流れ（海流・潮流）によって、発電機の回転軸が接続されたロータを回転させることによって発電を行う。発電の方式は多く存在するが、これらはいずれも燃料等が不要であるために、今後は発電においてこれらが占める割合が高くなることが期待されている。

【0003】

しかしながら、風力発電、潮流・海流発電のどちらも、自然環境の影響を大きく受ける。このため、これらの設備利用率を向上させ、より多くのエネルギーを取り出すことが重要な課題であり、これらの発電効率を高めるための技術が検討されている。

【0004】

40

風力発電に使用されるロータの構成としては、例えば、特許文献 1 には、風によって回転するブレード（プロペラ）の最外部に小さな翼（ウィングレット）を設けた構成が記載されている。また、特許文献 2 には、軸心に取り付けられた複数のブレードの最外部を連結する略円環状のカバーを設けた構成が記載されている。どちらにおいても、風力が一定である場合に得られる回転トルクを増大させ、高い発電効率を得ることができる。ただし、風力発電の場合には、風の強さの変動が大きく風速が零となる（風速が低すぎてロータを回転させることが実質的にできない）場合も多いため、一時的には大きな出力が得られても、安定した、あるいは予測可能な出力を得ることは一般的には困難である。

【0005】

一方、潮流・海流発電において利用される潮流（潮汐にともなう海水の流れ）の変動は

50

予測可能な周期に応じて周期的であり、海流（海域に応じて存在するほぼ定常的な流れ）はほぼ安定しているため、潮流・海流発電によれば、予測可能な、風力発電よりも安定した出力を得ることができる。しかしながら、潮流や海流は、風と比べて一般的に流速が小さいという問題がある。特に、日本の沿岸では平均流速が1 m / s程度と低い場合が多い。また、実際に潮流・海流発電を行なう際には、浮体等の構造体に発電設備を取り付けて係留し、発電用のロータを海中に設けた構成とされる。発電効率を高めるためには、海水の流れを集中させる集流装置を設け、流速が高まった箇所にロータを設けることも可能であるが、十分に流速を高めるためには、大規模な集流装置が必要となる。このため、浮体にこれを取り付けることは困難である。

【0006】

このため、潮流・海流発電においては、システム全体が小型で、高い発電効率を得られることが特に要求される。このため、本出願人による先願の特許公報である特許文献3には、流れの上流側と下流側にそれぞれ同じ方向に回転するプロペラを設け、これらを同期させて回転させ、2つのプロペラの間で設けられた発電機本体における発電効率を向上させる技術が記載されている。これにより、同じ流速であっても強い回転トルクが得られ、小型かつ発電効率の高い潮流・海流発電システムが得られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-84590号公報

【特許文献2】特開2010-101276号公報

【特許文献3】特開2011-208531号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献3に記載の技術を潮流・海流発電に適用した場合においては、大きな効果を得ることが可能である。しかしながら、2つのプロペラを用いた場合でも、まだその効率は充分とは言えず、更なる発電効率の向上が求められている。

【0009】

このために、特許文献1、2に記載の技術を更に使用することもできるが、これらの技術は、風力発電に対しては有効であっても、こうした弱い水流に対してはその効果は小さく、これらの技術を適用しても、十分に強い回転トルクを得ることは困難であった。

【0010】

従って、単純な構造で、流体の流れによって十分に強い回転トルクを得ることは困難であった。

【0011】

本発明は、かかる問題点を鑑みてなされたものであり、上記問題点を解決する発明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】

【0012】

本発明は、上記課題を解決すべく、以下に掲げる構成とした。

本発明の請求項1に係るタービンは、流体の流れを回転軸の回転運動に変換するタービンであって、翼状の断面をもつ複数の第1のプロペラ翼を具備し、前記流れによって前記回転軸の軸心を中心とした回転トルクを発生させる第1のプロペラと、一端が前記第1のプロペラ翼の前記回転軸から離れた側に固定され、前記流れにおける前記第1のプロペラの下流側に向かって延伸し、前記流れによって前記第1のプロペラが発生する回転トルクと同一方向に回転トルクを発生させる翼状の断面形状を具備する複数の門型タービン部と、前記流れにおける前記第1のプロペラの下流側において前記門型タービン部の他端を支持する支持部を具備し、前記第1のプロペラ、前記支持部の少なくとも一方が前記回転軸に固定されたことを特徴とする。

10

20

30

40

50

この発明においては、第1のプロペラから、流れにおいてその後方に位置する支持部との間において、これらを連結する門型タービン部が用いられる。第1のプロペラと同様に、門型タービンにおいても、流れによって回転トルクが発生する構成とされる。

本発明の請求項2に係るタービンにおいて、前記支持部は、前記流れによって前記第1のプロペラが発生する回転トルクと同一方向に回転トルクを発生させる翼状の断面形状をもつ第2のプロペラ翼を具備する第2のプロペラであることを特徴とする。

この発明においては、第1のプロペラよりも流れにおいてその後方に位置する支持部の少なくとも一部は、翼状の断面形状を具備する。これにより、支持部は第1のプロペラと同様に回転トルクを発生させる第2のプロペラとして機能する。

本発明の請求項3に係るタービンは、前記回転軸の中心軸から見て、前記第2のプロペラ翼は、前記第1のプロペラ翼の前記回転軸の中心軸から離れた側の端部よりも外側に形成されていることを特徴とする。

この発明においては、第2のプロペラ翼は、第1のプロペラ翼の外側において形成されている。

【0013】

本発明の請求項4に係るタービンにおいて、前記第1のプロペラ及び前記支持部は前記回転軸に固定され、前記門型タービン部の他端は前記支持部に固定されたことを特徴とする。

この発明においては、門型タービン部は、第1のプロペラ及び支持部に固定され、全体が回転軸と一体化されて回転する。

本発明の請求項5に係るタービンにおいて、前記門型タービン部について、前記第1のプロペラと固定された箇所と、前記支持部と固定された箇所とが前記回転軸の周りでなす角度である位相角差が、複数の前記門型タービン部毎で等しいことを特徴とする。

この発明においては、複数ある門型タービン部の各々における位相角差（第1のプロペラと固定された箇所と、支持部と固定された箇所とが回転軸の周りでなす角度）が等しくされている。

本発明の請求項6に係るタービンには、前記位相角差が調整可能とされて前記門型タービン部が前記第1のプロペラ及び前記支持部に固定されたことを特徴とする。

この発明においては、位相角差が調整可能とされた状態で固定される。

【0014】

本発明の請求項7に係るタービンにおいて、複数の前記門型タービン部は、前記流れの方向に沿って伸縮自在であり、前記第1のプロペラ、前記第2のプロペラのうちの一方は前記回転軸に固定され、前記回転軸は、前記第1のプロペラ、前記第2のプロペラのうちの他方を回転自在の状態に貫通することを特徴とする。

この発明においては、門型タービン部が伸縮自在とされ、かつ第1のプロペラ、第2のプロペラのうちの一方のみが回転軸に固定される。これにより、第1のプロペラ、門型タービン部、第2のプロペラ（支持部）が回転する際に、位相角差が可変となる。

本発明の請求項8に係るタービンにおいて、前記支持部は、前記回転軸を中心とした円環形状であり前記第2のプロペラ翼に固定されたリング部を具備し、前記門型タービン部の他端は前記リング部に支持されかつ前記リング部に沿って摺動することを特徴とする。

この発明においても、第1のプロペラ、第2のプロペラ、及び門型タービン部が用いられる。ただし、門型タービン部の後端は第2のプロペラには固定されず、第2のプロペラに固定されたリング部に沿って摺動する。この構成により、第1のプロペラ及び門型タービン部、第2のプロペラのそれぞれによって、回転トルクが発生する。この際、前記と同様に位相角差は可変となる。

本発明の請求項9に係るタービンにおいて、前記第1のプロペラは第1の回転軸に固定され、前記第2のプロペラは前記第1の回転軸の延長線上に設けられた第2の回転軸に固定されたことを特徴とする。

この発明においては、第1のプロペラ及び門型タービン部によって回転トルクが得られる第1の回転軸と、第2のプロペラによって回転トルクが得られる第2の回転軸の、2つ

10

20

30

40

50

の回転軸が用いられる。

本発明の請求項 10 に係るタービンにおいて、前記回転軸の軸心から見て、前記門型タービン部は下流側に向かって外側に広がる形態とされたことを特徴とする。

この発明においては、門型タービン部は、流れに沿って後方側に向かって、外側に広がるような形状とされる。

【 0 0 1 5 】

本発明の請求項 11 に係るタービン装置は、前記タービンの回転軸を支持する 2 つの回転軸支持部と、前記 2 つの回転軸支持部が固定された構造体とを具備することを特徴とする。

この発明においては、タービンを支持する 2 つの回転軸支持部と、これらの回転軸支持部が固定された構造体とが用いられる。これによって、流れが回転軸の運動に変換される。

本発明の請求項 12 に係るタービン装置は、前記流れの主流方向に沿った板状の構成をもち、前記構造体に固定された安定板を前記流れの中に具備することを特徴とする。

この発明においては、飛行機の垂直尾翼と同様の機能をもつ安定板が構造体に固定される。

本発明の請求項 13 に係るタービン装置は、回転軸が平行とされ、前記流れによって回転する方向が互いに逆向きとなる 2 つの前記タービンを具備することを特徴とする。

この発明においては、同一の流れに対して、2 つのタービンの回転方向が逆方向となるように設定される。

本発明の請求項 14 に係るタービン装置は、2 つの前記回転軸支持部の間において、前記回転軸で駆動される発電機を具備することを特徴とする。

この発明においては、発電機が 2 つの回転軸支持部の間に設置され、タービンの回転運動によって発電が行われる。

本発明の請求項 15 に係るタービン装置は、2 つの前記回転軸支持部のいずれかにおいて、前記回転軸の回転運動を前記構造体の側に伝達する回転伝達部を具備し、前記構造体に、前記回転運動によって駆動される発電機を具備することを特徴とする。

この発明においては、回転伝達部によって回転運動が構造体側に伝達され、構造体に設置された発電機によって発電が行われる。

本発明の請求項 16 に係る潮流・海流発電設備は、前記タービン装置が用いられ、前記タービンが水中に設けられ、潮流又は海流によって前記タービンを回転させることによって前記発電機を駆動することを特徴とする。

この発明においては、潮流又は海流によって前記タービン装置を駆動し、発電が行われる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明のタービンは以上のように構成されているので、第 1 のプロペラに加えて、門型タービン部の作用によって、流体（水、空気等）の流れを高効率で回転トルクに変換することができる。この際、門型タービン部の流れに対する広がり角度や、支持部の構成（プロペラとして使用するか、水流を阻害しないように細く構成するか）は、流体の種類や流れの特性に応じて適宜最適化することができる。この際、プロペラの翼端付近は周速比が高く、回転速度が流れの速度の 6 倍～10 倍にもなることがある。このため、相対速度が速い翼端付近に門型タービン部を取り付けることにより、特に大きなエネルギーを得ることができる。門型タービン部を下流側に向かって外側に広がる形態とすることにより、第 1 のプロペラの後流部で拡大する流れの遅い領域を避けて、回転トルクへの変換効率を更に高めることができる。

一般に、発電量を大きくするためには、タービンを大型化することが必要とされるが、この門型タービン部を用いた場合には、小さな投影面積で、大型のタービンを用いた場合と同等のエネルギー増加効果が得られる。

この際、下流側にある支持部は、単なる門型タービン部の機械的支持のための構造体として用いることもできるが、支持部を第 2 のプロペラとすることにより、支持部からも回

10

20

30

40

50

転トルクを発生させることができる。この場合には、第1のプロペラと第2のプロペラとの位相角差を流れの状態に応じて最適化し、高効率化を図ることができる。

位相角差は、門型タービン部を第1のプロペラ、第2のプロペラ（支持部）に固定する際に手で調整して最適化することが可能である。ただし、伸縮可能な門型タービン部を用いる、リング部を用いる等の構成の場合には、位相角差は可変となるので、その最適化が自動的に行われる。

特に、リング部を用いた構成の場合には、独立した2本の回転軸に、それぞれ独立に回転トルクを発生させることができる。このため、発電機との接続の自由度が高まる。

このため、上記のタービンを用いて流れを回転運動に変換するタービン装置を用いて、高効率で発電を行うことができる。この際、発電機は水中において回転軸支持部の間に設ければ、特許文献3に記載の技術を用いて高効率で発電を行うことができる。あるいは、発電機を構造体に設ければ、水中における構成を単純化することができる。逆に、こうしたタービン装置の形態に応じて、前記の複数の形態のタービンを適宜選択して使用することができる。

上記の特性により、このタービン装置は、特に潮流・海流発電設備において好ましく使用される。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るタービンの構成を示す正面図（a）、側面図（b）である。

【図2】本発明の第1の実施の形態において用いられる門型タービン部の、回転軸の中心軸に沿った断面図（a）、そのA方向の断面図（b）、B方向の断面図（c）、C方向の断面図（d）である。

【図3】門型タービン部において流れによって発生する力を模式的に示す図である。

【図4】第1プロペラと第2プロペラの回転方向における位相角差を変えた3種類の場合の正面図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態となるタービンの変形例を示す正面図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態となるタービンの他の変形例を示す正面図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態に係るタービンの構成を示す正面図（a）、側面図（b）である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係るタービンの変形例の構成を示す正面図（a）、側面図（b）である。

【図9】本発明の第3の実施の形態に係るタービンの構成を示す正面図（a）、側面図（b）である。

【図10】本発明の第3の実施の形態に係るタービンの変形例の構成を示す正面図（a）、側面図（b）である。

【図11】本発明の第4の実施の形態となるタービン装置の第1の例の構成を示す側面図である。

【図12】本発明の第4の実施の形態となるタービン装置の第2の例の構成を示す側面図である。

【図13】本発明の第4の実施の形態となるタービン装置の第3の例の構成を示す側面図である。

【図14】本発明の第4の実施の形態となるタービン装置の第4の例の構成を示す側面図である。

【図15】本発明の第4の実施の形態となるタービン装置の第5の例の構成を示す側面図である。

【図16】第5の実施の形態となるタービン装置の構成を示す正面図（a）、側面図（b）、底面図（c）である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

10

20

30

40

50

以下、本発明を実施するための形態となるタービンについて説明する。このタービンは、例えば水中において回転自在に設置され、水流（潮流・海流等）によって回転軸に回転トルクを発生させる。特に、このタービンにおいては、門型タービン部がプロペラ（第1のプロペラ）の下流側に連結される。水流によって、プロペラと門型タービン部は同じ方向に回転トルクを発生させる。門型タービン部の下流側の端部は、第1のプロペラの下流側に設けられた支持部で支持される。回転トルクを出力として取り出す回転軸は、第1のプロペラ又は支持部、あるいはこれらの両方に固定される。この際、門型タービン部の寄与は大きくなるため、このタービンを用いて高効率のタービン装置を得ることができる。以下、第1～第3の実施の形態はこのタービンの形態、第4、第5の実施の形態は、このタービンが用いられるタービン装置に対応する。

10

【0019】

（第1の実施の形態）

第1の実施の形態に係るタービンにおいては、門型タービン部の前端（上流側端部）は上流側のプロペラ（第1のプロペラ）に連結され、門型タービン部の後端（下流側端部）は、下流側にある支持部に連結される。この支持部は、単に門型タービン部の機械的支持を行う構造体であってもよいが、門型タービン部の機械的支持を行うと共に、流れによって第1のプロペラと同じ方向に回転トルクを発生させる第2のプロペラであってもよい。すなわち、支持部の形態は、門型タービン部の下流側を機械的に支持できる限りにおいて、任意である。この構成においては、第1のプロペラ、門型タービン部の両方、あるいは第2のプロペラが支持部として用いられる場合には更に第2のプロペラによっても、同一方向に回転トルクを発生させることができる。この際、回転軸に対して外側に位置する門型タービン部の寄与は大きくなる。ここで、回転軸は、第1のプロペラ及び下流側の支持部に固定される。

20

【0020】

図1(a)は、第1の実施の形態に係るタービン10を流れの上流方向から見た正面図であり、図1(b)はその側面図である。このタービン10においては、特許文献3に記載の潮流・海流発電システムと同様に、流れに対して同じ方向に回転する2枚のプロペラ（第1プロペラ11、第2プロペラ12）が用いられる。第1プロペラ（第1のプロペラ）11、第2プロペラ（第2のプロペラ）12は、それぞれ第1ハブ13、第2ハブ14を介して共通の回転軸15に固定されている。第1プロペラ11は回転の位相角差が180°とされた2枚のプロペラ翼（第1のプロペラ翼）111を具備する。第2プロペラ12も同様に回転の位相角差が180°とされた2枚のプロペラ翼（第2のプロペラ翼）121を具備する。各プロペラ翼は、図1の構成における流れに対して図示されるような回転運動をする（回転トルクを発生させる）形状とされる。

30

【0021】

流れに対して上流側に位置する第1プロペラ11の径（プロペラ翼111の長さ）は下流側に位置する第2プロペラ12の径（プロペラ翼121の長さ）よりも小さい。このため、第1プロペラ11の存在によって影響を大きく受けない水流によって第2プロペラ12を回転させることができる。なお、回転軸15はその両端部を回転軸支持部（図示せず）によって水中で回転自在に支持されているものとする。

40

【0022】

ここでは、図1(a)に示されるように、第1プロペラ11と第2プロペラ12は、流れ方向から見てそのプロペラ翼は重ならない、すなわち、図1(a)中で示されるように、流れの上流側から回転軸15の軸心の方向に沿って見た、第1のプロペラ翼111と第2のプロペラ翼121に対する角度（位相角差）が零ではないものとする。ただし、両者は第1ハブ13、第2ハブ14を介して共に共通の回転軸15に固定されているため、両者の回転速度は等しく、この位相角差は一定となる。

【0023】

ここで、第1プロペラ11の端部（最外部）と第2プロペラ12の端部（最外部）同士は、門型タービン部20によって連結されている。門型タービン部20は、両端部同士を

50

連結するように2箇所それぞれ設けられている。第2プロペラ12は水流によって回転するプロペラとして機能するが、門型タービン部20の後端に連結され、これを構造的に支持する支持部ともなっている。すなわち、第1プロペラ11、第2プロペラ12、及び門型タービン部20は一体化されて回転軸15の周りで同時に回転する。この際、前記の位相角差は、ある一つの門型タービン部20と第1プロペラ11とが固定された箇所と、この門型タービン部20と第2プロペラ(支持部)12とが固定された箇所とが回転軸15の周りでなす角度として定義される。これらは共に同じ方向に同じ回転速度で回転するが、周囲の水に対する相対的な移動速度は、図1(a)の矢印で示されるように、プロペラ翼121の外側において大きく、プロペラ翼111において小さくなる。門型タービン部20もプロペラ翼111よりも外側に位置するため、その相対的な移動速度も、プロペラ翼111よりも大きくなる。状況によっては、水に対する門型タービン部20の相対的な移動速度は、水流の速度の6~8倍以上となる場合もあるため、門型タービン部20の寄与は非常に大きくなる。

10

【0024】

第1プロペラ11、第2プロペラ12は、各々に設けられたプロペラ翼111、121を用いて、水流と回転運動によって生ずる水との間の相対的運動より揚力を発生し、回転トルクを発生させる。使用されるプロペラ翼の断面形状は回転の中心軸からの距離に従って変化する。この形状は、第1プロペラ11、第2プロペラ12全体が発生する揚力を大きく、抗力が小さくなるように設定され、中心軸に近い側(回転運動の際の移動速度が遅い側)では移動方向に対する仰角が大きく、中心軸から離れた側(回転運動の際の移動速度が速い側)ではこの仰角が小さくされる。これによって、抗力が小さく、かつ発生する回転トルクが大きくなる設定とされている。この点については、一般的なプロペラと同様である。

20

【0025】

図2(a)は、中心軸を含む面内における門型タービン部20の断面図であり、図2(b)はこの図中におけるA断面、図2(c)はB断面、図2(d)はC断面、をそれぞれ示す。図2(b)、(c)、(d)は、流れに対して上流側から下流側に向かう3箇所の断面図となっている。図2(b)(c)(d)における白矢印は、水流J1(流れの主流方向)を示している。また、図3(a)(b)は、それぞれ図2(b)(d)の断面構造における水の流れと、これによって発生する力を模式的に示している。

30

【0026】

図2にその断面形状が示されるように、この門型タービン部20も、第1プロペラ11等と同様に、水流によって回転トルクを発生させるような翼形状とされている。すなわち、門型タービン部20もプロペラとして機能し、同一の流れに対して、第1プロペラ11等と同じ方向に回転トルクを発生する設定とされる。

【0027】

図3において、門型タービン部20に対する水の流れには、回転軸15と同じ方向に存在する水流J1と、門型タービン部20が回転運動することによって水との間で相対的に発生し門型タービン部20から見て実質的に存在する水流J2の2種類がある。前者は場所によらず一定であるが、後者は中心軸からの距離に比例するため、図3(b)においては図3(a)よりも大きい。また、J1とJ2は垂直の関係となっている。図3においては、水流J1と水流J2が合成された水流Jが実質的に門型タービン部20に流入されると考えることができる。門型タービン部20の断面構造は、図示されるように翼型とされるため、これによって揚力Lと抗力Dが発生する。このうち、揚力Lが回転トルクの発生に寄与するが、抗力Dは水流に対する抵抗となる。このため、門型タービン部20の断面形状は、全体として発生する揚力Lが大きく、抗力Dが小さくなるように設計される。

40

【0028】

このように、門型タービン部20もプロペラとして機能する。このため、上記の構成においては、第1プロペラ11、第2プロペラ12、門型タービン部20の全てがプロペラとして機能する。この際、門型タービン部20は、第1プロペラ11、第2プロペラ12

50

の端部（中心軸から最も離れた箇所）を連結して形成されており、図3における水流J2が大きくなる箇所のみが存在しているため、回転軸15で得られる回転トルクに対する寄与は大きい。この際、プロペラとして機能する部分の掃過面積（図1(a)における第1プロペラ11、第2プロペラ12、門型タービン部20の投影面積）は大きく増加させていないため、水流に対する抵抗も小さく、水流を乱す割合も小さい。

【0029】

また、特許文献3の段落番号0027～0031に記載されるように、上流側の第1プロペラ11と下流側の第2プロペラ12を用いた場合、第1プロペラ11以降に発生した螺旋流中で、高効率で第2プロペラ12で回転トルクを発生させることができる。一方、門型タービン部20は最外部に存在するため、門型タービン部20がこの螺旋流に及ぼす影響は小さい。このため、上記の構造においては、第1プロペラ11、第2プロペラ12、門型タービン部20の全てによって効率的に回転トルクを発生させることができる。これにより、このタービン10を用いることにより、高効率で発電を行う、水流の強度が同じである場合に、より大きなエネルギーを取り出すことができる。また、門型タービン部20を下流側に向かって外側に広がる形態とすることにより、第1プロペラ11の後流部で拡大する流れの遅い領域を避けて、更に高効率で回転トルクを発生させることができる。

10

【0030】

更に、門型タービン部20は、このタービン10全体の補強部としても機能する。すなわち、門型タービン部20によって、このタービン10全体の機械的強度を高めることができる。

20

【0031】

なお、特許文献3の段落番号0027～0031に記載されるような、第1プロペラ11と下流側の第2プロペラ12を同期させて使用する際には、第1プロペラ11と下流側の第2プロペラ12の回転速度は等しくなるために、これらが門型タービン部20によって固定されていても問題にはならない。ただし、この場合には、水流（水流J1）の強さによって、第1プロペラ11と第2プロペラ12の位相角差の最適値は異なる。水流J1の強さは時間的に変動するため、位相角差を適宜設定できる構成とすることが好ましい。

【0032】

位相角差が3種類の値となる場合の上流側から見た構成を図4(a)～(c)に示す。図4(a)は、 $\theta = 0$ 、すなわち、第1プロペラ11と第2プロペラ12が流れ方向から見て重なる例である。第1プロペラ11と第2プロペラ12が回転軸15（第1ハブ13、第2ハブ14）に固定されているため、門型タービン部20の長さは位相角差に応じて変わり、 θ が大きな場合は長くなり、 $\theta = 0$ で最短となるように変えられる設定とされる。これは、例えば門型タービン部20を、外面が図2に示される断面形状とされた筒状体を連結した構成とすることで実現が可能である。なお、図4(a)のような $\theta = 0$ の場合においても、第1プロペラ11の径は第2プロペラ12の径よりも小さいために、門型タービン部20に水流J1は流入し、これによって回転トルクが得られる。

30

【0033】

図1、4の構成においては、上流側の第1プロペラ11、下流側の第2プロペラ12、門型タービン部20が用いられていた。これらのうち、発生する回転トルクに対する寄与は、一般的には最も下流側にある第2プロペラ12が最も小さい。このため、図5にその正面図を示すように、第2プロペラ（プロペラ翼）を用いず、その代わりに、門型タービン部20の後端側を支持するための支持部30を第2ハブ14に固定してもよい。具体的には、支持部30は、プロペラ翼121と同様に第2ハブ14から外側に向かって延伸するが、その断面は翼形状ではなく水流に対する影響が小さいように構成されたスポーク部31で構成される。スポーク部31は、回転軸15から放射状に延伸した部分となっている。この場合には、前記の第2プロペラ12の代わりに用いられた支持部30は、回転トルクを発生させず、門型タービン部20の下流側を機械的に支持するだけの役割を果たす

40

50

。この場合、水流に影響を与えない程度にこのスポーク部 3 1 を細く形成することが好ましい。この場合、 は、門型タービン部 2 0 で有効に回転トルクが得られるように適宜設定され、固定される。また、この場合には、支持部 3 0 (スポーク部 3 1) が回転トルクを発生することはないため、スポーク部 3 1 が構成する外径 (回転軸 1 5 の中心軸を中心とする径) は任意であり、第 1 プロペラと同じ、あるいはこれより小さくすることもできる。この場合においても、門型タービン部 2 0 が回転トルクを発生することができる。

【 0 0 3 4 】

この構成は、第 1 プロペラ 1 1 の下流側における流速が充分でなく、第 2 プロペラを用いて十分な回転トルクを発生させることができない場合において特に有効である。こうした場合には、むしろ第 2 プロペラを用いた場合には、回転に対する抗力が発生する。このため、抗力を発生しないように、支持部 3 0 (スポーク部 3 1) を細く形成することが好ましい。なお、図 1 等の構成は、図 5 の構成におけるスポーク部 3 1 (支持部 3 0) の形状を翼形状としたものと考えることができる。

10

【 0 0 3 5 】

あるいは、図 6 にその正面図を示すように、図 1、4 の構成と同様に回転トルクを発生させる第 2 プロペラ 3 2 を設けるが、そのプロペラ翼 3 2 1 は第 1 プロペラ 1 1 の最大径よりも外側にのみ形成し、プロペラ翼 3 2 1 はその内側で前記と同様のスポーク部 3 2 2 を介して第 2 ハブ 1 4 に結合された構成とすることもできる。この場合には、プロペラ翼 3 2 1 は第 1 プロペラ 1 1 の後方の螺旋流の影響を大きく受けず、水流 J 1 を効率的にプロペラ翼 3 2 1 に流入させることができる。プロペラ翼 3 2 1 の断面形状は、前記と同様に、回転トルクを有効に発生させるように適宜設定される。この構成も、第 1 プロペラ 1 1 の下流側における流速が充分でない場合に有効である。ただし、この場合、有効に回転トルクを発生させることのできる外側においてのみプロペラ翼 3 2 1 が設けられ、その内側は細いスポーク部 3 2 2 となっているため、外側で有効に回転トルクを発生させることができる。

20

【 0 0 3 6 】

このように、門型タービン部の下流側と連結される支持部や第 2 プロペラの構成は、水流や第 1 プロペラ 1 1 の構成等に応じて適宜設定し、有効に回転トルクが得られるような最適な構成を得ることが可能である。例えば、図 1 の例では第 2 プロペラ 1 2 の外径を第 1 プロペラ 1 1 の外径よりも大きくしていたが、有効に回転トルクを発生できる限りにおいて、第 2 プロペラ 1 2 の外径を第 1 プロペラ 1 1 の外径よりも小さくすることもできる。こうした設定は、このタービン 1 0 が用いられるタービン装置の構成等によっても最適化することができる。また、第 2 プロペラ 1 2 (プロペラ翼 1 2 1) と第 1 プロペラ 1 1 (プロペラ翼 1 1 1) として同一のプロペラ (同じ外径、ピッチ等) を用いることもできる。

30

【 0 0 3 7 】

また、水以外の流体中でこのタービンを使用する場合には、流体の性質等によっても、上記の範囲内でその構成を最適化することが可能である。すなわち、この実施の形態に係るタービンにおいては、下流側において門型タービン部が連結される支持部の形状は、門型タービン部の後端側を機械的に支持し、第 1 プロペラ及び門型タービン部で回転トルクを発生させることができる限りにおいて任意である。支持部を門型タービン部の機械的支持のためにのみ用いることもでき、第 2 のプロペラを用いることによって支持部自身でも更に回転トルクを発生する形態とすることもできる。

40

【 0 0 3 8 】

(第 2 の実施の形態)

第 2 の実施の形態に係るタービンにおいても、第 1 の実施の形態に係るタービンと同様に、第 1 のプロペラ、門型タービン部、及び第 2 のプロペラが使用され、これらの各々によって回転トルクを発生させることができる。ただし、第 1 の実施の形態に係るタービンにおいては、これらの回転運動の際に位相角 は機械的に固定されて一定であったのに対し、位相角 が可変となる構成とされる。この構成においては、第 1 のプロペラと第 2 の

50

プロペラとの間に固定された門型タービン部は伸縮自在とされ、かつ、第1のプロペラと第2のプロペラのうち一方のみが回転軸に固定された構成とされる。この回転軸は、他方のプロペラを回転自在の状態に貫通する。

【0039】

図7は、この構成の一例であるタービン40の正面図(a)、側面図(b)である。図7(a)においては、位相角差が θ_1 と θ_2 ($\theta_1 > \theta_2$)の2つの場合の第2のプロペラに対する第1のプロペラの位置が、位相角差が θ_1 の場合を実線、位相角差が θ_2 の場合を点線として示されている。この構成における第1プロペラ41、プロペラ翼411、第2プロペラ42、プロペラ翼421、スポーク部422、第2ハブ43は、それぞれ図6における第1プロペラ11、プロペラ翼111、第2プロペラ32、プロペラ翼321、スポーク部322、第2ハブ14と同様である。ただし、ここでは下流側の第2プロペラ42は第2ハブ43を介して回転軸44に固定されているのに対して、上流側の第1プロペラ41(プロペラ翼411)が固定された中空第1ハブ45には、回転軸44を回転自在に支持する貫通口が形成されている。この貫通口は、回転軸44の回転運動を円滑に行わせることができる状態で回転軸44を支持する軸受けとなっている。

10

【0040】

また、ここでは、伸縮門型タービン部(門型タービン部)50が用いられている。伸縮門型タービン部50は、前記の門型タービン部20と同様のプロペラ形状を具備するが、その長手方向にわたり伸縮自在とされる。こうした伸縮門型タービン部50は、伸縮機構(例えば、筒状の構造を複数積層させることによって伸縮が可能とされたテレスコピック構造など)を用いることによって得ることができる。図7(a)に示された場合においては、伸縮門型タービン部50は、位相角差が θ_1 の場合に長く、位相角差が θ_2 の場合に短くなる。また、位相角差が零の場合には伸縮門型タービン部50は、最も短くなる。その断面形状を大きく変えずに長手方向に伸縮をすることができる伸縮機構であれば、伸縮門型タービン部50に使用することができる。

20

【0041】

特許文献3に記載の技術と同様に、第1プロペラ41の後方の螺旋流によって第2プロペラ42を同一の回転角速度($\omega_1 = \omega_2$)で回転させることができ、この場合には、第1プロペラ41と第2プロペラ42の両方から高効率で回転トルクを発生させることができ、特に高効率で発電をすることができる。この場合には位相角差 θ は一定となるが、 θ が一定の値になる($\theta_1 = \theta_2$ となる)までの間において、伸縮門型タービン部50が伸縮動作をすることによって、位相角差 θ が可変となる。このため、流れの状態によって異なる θ の最適化が図れる。一方、第1プロペラ41(プロペラ翼411)で得られた回転トルクは、伸縮門型タービン部50、第2プロペラ42(プロペラ翼421、スポーク部422)、第2ハブ43を介して回転軸44に伝わる。回転軸44の回転運動の出力は、図7(b)における第2ハブ43の右側、中空第1ハブ45の左側で取り出すことができる。このため、位相角差 θ の最適化が自動的に行われ、常に高効率で発電等を行うことができる。

30

【0042】

図8は、図6等と同様に上流側の第1ハブ46が回転軸44に固定されて用いられ、上記の中空第1ハブ45と同様の中空第2ハブ47が用いられた例を、図7と同様に示す。この構成においても位相角差 θ が可変となり、かつ第2プロペラ42で得られた回転トルクは、伸縮門型タービン部50、第1プロペラ41(プロペラ翼411)、第1ハブ46を介して回転軸44に伝わる。

40

【0043】

このように、図7、8の構成においては、伸縮門型タービン部50を用いることによって、位相角差 θ を可変とし、かつ第1プロペラ41(プロペラ翼411)、第2プロペラ42(プロペラ翼421)、伸縮門型タービン部50の全てによって回転トルクを発生させることができる。このため、水流が変動する場合においても、常に最適な状態で回転トルクを発生させることができる。位相角差 θ は流れの状態に応じて自動的に最適化される

50

【 0 0 4 4 】

(第 3 の実施の形態)

第 2 の実施の形態に係るタービンにおいても、第 1 のプロペラ、門型タービン部、及び第 2 のプロペラが使用され、かつ位相角差 が可変とされる。ここで、門型タービン部の上流側が第 1 のプロペラに連結されている点については第 1、第 2 の実施の形態と同様であるが、その下流側は、第 2 のプロペラではなく、第 2 のプロペラに固定されたリング部に沿って移動する構成とされる。第 1、第 2 の実施の形態においては、単一の回転軸が用いられていたのに対し、この構成においては、独立した 2 本の回転軸を使用することができる。すなわち、第 1 のプロペラ、第 2 のプロペラ (支持部) が共に回転軸に固定されるが、各々の回転軸を独立とすることができる。

10

【 0 0 4 5 】

図 9 (a) は、第 2 の実施の形態に係るタービン 6 0 を流れの上流方向から見た正面図であり、図 9 (b) はその側面図である。ここで、第 1 プロペラ 6 1 (プロペラ翼 (第 1 のプロペラ翼) 6 1 1) は第 1 ハブ 6 2 を介して第 1 回転軸 (第 1 の回転軸) 6 3 に固定され、プロペラ翼 (第 2 のプロペラ翼) 6 4 1、スポーク部 6 4 2 からなる第 2 プロペラ 6 4 は、第 2 ハブ 6 5 を介して第 2 回転軸 (第 2 の回転軸) 6 6 に固定される。第 1 回転軸 6 3 と第 2 回転軸 6 6 とは別体とされるが、これらの軸心は同一直線を構成するように設定される。門型タービン部 7 0 の前端は、図 1 等の構成と同様に第 1 プロペラ 6 1 (プロペラ翼 (第 1 のプロペラ翼) 6 1 1) に連結されている。第 1 プロペラ 6 1 (プロペラ翼 6 1 1)、第 2 プロペラ 6 4 (プロペラ翼 6 4 1、スポーク部 6 4 2)、門型タービン部 7 0 の個々の構成は図 6 と同様である。また、この構成により、第 1 プロペラ 6 1 と門型タービン部 7 0 は、第 1 回転軸 6 3 を中心として一体となって回転する。

20

【 0 0 4 6 】

一方、第 2 プロペラ 6 4 (プロペラ翼 6 4 1) の外側周囲には、その外接円を形成するように、第 2 回転軸 6 6 の軸心を中心とした円環状のリング部 6 7 が連結されている。このため、リング部 6 7 は、第 2 回転軸 6 6 を中心として第 2 プロペラ 6 4 と共に回転する。門型タービン部 7 0 の後端には、リング部 6 7 に係止される後端係止部 7 1 が形成される。ただし、後端係止部 7 1 はリング部 6 7 には固定されず、門型タービン部 7 0 の回転運動の際に後端係止部 7 1 はリング部 6 7 の外周を摺動する構成とされる。この構成により、第 1 プロペラ 6 1 及び門型タービン部 7 0 は第 1 回転軸 6 3 を中心として、第 2 プロペラ 6 4 は第 2 回転軸 6 6 を中心として、それぞれ独立に回転することができる。なお、第 1、第 2 の実施の形態においては、門型タービン部 2 0 の流れ方向に対する傾斜角度は に応じて決まったのに対し、この場合の門型タービン部 5 0 の流れ方向に対する傾斜角度は と独立に設定できる。この傾斜角度は、門型タービン部 5 0 で有効に回転トルクが発生できるように適宜設定される。

30

【 0 0 4 7 】

この構成においても、第 2 の実施の形態と同様に、位相角差 を可変とすることができる。この際、門型タービン部 7 0 は前記の伸縮門型タービン部 5 0 のように伸縮自在である必要はない。この構成の場合には、門型タービン部 7 0 の下流側端部は機械的に固定されていないが、リング部 6 7 によって全体の機械的強度が保たれる。

40

【 0 0 4 8 】

この構成においては、回転トルクを第 1 回転軸 6 3、第 2 回転軸 6 6 の両者から独立に取り出すことができる。こうした構成は、特に特許文献 3 に記載の発電機において好適である。この具体的構成については後述する。また、2 つの回転軸をそれぞれ用いることができ、後述するように発電機との接続の自由度が高まる。

【 0 0 4 9 】

図 1 0 は、上記のタービン 6 0 の変形例の構成を示す正面図 (a)、側面図 (b) である。図 9 の構成と異なり、この構成においては、第 1 プロペラ 6 1 と第 2 プロペラ 6 4 とが共通の回転軸 6 8 に固定されており、第 2 の実施の形態と同様の伸縮門型タービン 8 0

50

が用いられている。この場合、位相角の初期値は、第1プロペラ61の回転軸68（第1ハブ62）への固定、及び第2プロペラ64の回転軸68（第2ハブ65）への固定によって定まり、回転軸68の弾性変形と伸縮門型タービン80の伸縮によって許容される範囲ではこの初期値から変動する。この場合には、図9の構成と比べてはその初期値を中心とした狭い範囲でしか変動できないが、単一の回転軸68から出力を取り出すことが可能である。

【0050】

なお、第1～第3の実施の形態に係るタービンにおいては、第1、第2プロペラは、位相角差が180°であるそれぞれ2枚ずつのプロペラ翼を具備するものとしたが、プロペラとして機能する限りにおいて、この構成は任意である。例えば、位相角差が120°である3枚のプロペラ翼を用いることもでき、4枚以上とすることもできる。また、第1プロペラと第2プロペラにおけるプロペラ翼の枚数、構成を等しくする必要はなく、門型タービン部を設けることができる限りにおいて、この枚数、構成は任意である。また、厳密には門型タービン部と第1プロペラとの連結箇所は端部である必要はなく、十分に強い回転トルクを得ることができる限りにおいて、回転軸の軸心から離れた点であればよい。

【0051】

また、複数の門型タービン部の仕様（回転軸の方向に対する角度や長さ）を同一とする必要はない。しかしながら、第1プロペラ、第2プロペラ、門型タービン部等が回転軸に連結された構造全体を円滑に回転させるためには、この構造全体の重心が中心軸上にある設定とすることが好ましく、このためには、複数の門型タービン部の仕様は同一とすることが好ましい。

【0052】

ただし、第2プロペラから十分な回転トルクを得るためには、第1プロペラの後方における水流が充分であることが必要である。この観点からは、少なくとも第1プロペラのプロペラ翼は2枚であることが好ましい。また、第2プロペラのプロペラ翼の枚数が多い場合においても、これによって水流が阻害されることがあり、この場合には回転効率が低下するために、第2プロペラのプロペラ翼も2枚であることが好ましい。すなわち、第1プロペラ、第2プロペラを共に位相角差が180°である2枚ずつのプロペラ翼で構成することが最も好ましい。

【0053】

なお、上記の例では、プロペラ翼は、ハブ（第1ハブ、第2ハブ）を介して回転軸に固定していたが、プロペラ翼（第1プロペラ、第2プロペラ）を回転軸に固定できる限りにおいて、その固定方法、構成は任意である。

【0054】

（第4の実施の形態）

第4の実施の形態は、上記のタービンが1セット用いられ、これによって水流が回転運動（回転トルク）に変換され、この回転運動によって発電機等を駆動するタービン装置である。このタービン装置は、例えば潮流・海流発電設備として使用される。回転トルクを出力として取り出すための構成、発電機の設置箇所等は、前記のタービンの形態に応じて異なる。あるいは、タービン装置の構成に応じて前記の第1～第3の実施の形態のタービンを適宜選択して使用することができる。

【0055】

第1の実施の形態に係るタービン10が用いられる2種類のタービン装置の構成の側面図を図11、12に示す。図11の構成においては、海水100上の浮体（構造体）200に2箇所の回転軸支持部210、220が設けられ、回転軸支持部210、220の間で回転軸15が回転自在に固定された状態とされている。回転軸支持部210、220は補強部240で固定され、補強されている。回転軸支持部220において回転軸15が固定された箇所には発電機230が設けられており、発電機230は、回転軸15の回転運動によって発電を行う。この構成においては、発電機230は水中に設けられ、その出力は回転軸支持部220の中を通るケーブルによって浮体200側に送られる。この構成に

おいては、発電機 230 が回転軸 15 によって直接駆動されるため、発電に用いられる駆動力のロスが小さくなる

【0056】

一方、図 12 の構成においては、回転軸支持部 220 の中にベベルギア等を用いた回転伝達部 221 が設けられ、回転軸 15 の回転運動は浮体 200 側に伝達される。この回転運動は、浮体 200 に設置された発電機 230 の発電機回転軸 231 に伝達されることによって、発電が行われる。この構成の場合には、水中の構成が単純となるため、故障の頻度を少なくすることができ、さらに、故障が発生した際の対応も容易となる。

【0057】

なお、図 11、12 の構成において、単一の回転軸 68 が用いられる図 10 の構成のタービンを同様に用いることができることは明らかである。

【0058】

図 13 は、第 2 の実施の形態に係るタービン 40 が用いられたタービン装置の構成を示す側面図である。この場合においても、図 11 の構成と同様に、単一の回転軸 44 を回転軸支持部 210、220 の間で回転自在に固定し、回転軸支持部 210、220 のうちの一方（図 13 においては回転軸支持部 210）を軸受けとして利用し、他方（図 13 においては回転軸支持部 220）側に発電機 230 を設け、発電を行わせることができる。第 2 の実施の形態においては、第 1 プロペラ 412、第 2 プロペラ 42 のうちの一方側のハブを回転軸 44 に固定し、他方側のハブを回転軸 44 を回転自在に支持する軸受けとなる中空ハブとしたが、発電機 230 はどちらの側に設けることも可能である。

【0059】

図 14、15 は、第 3 の実施の形態に係るタービン 60 が用いられる 2 種類のタービン装置の構成を示す側面図である。図 14 の構成においては、回転軸支持部 210、220 のそれぞれに発電機 232、233 が設置され、発電機 232 は第 1 回転軸 63、発電機 233 は第 2 回転軸 66 でそれぞれ直接駆動される。この構成においては、第 1 回転軸 63 と第 2 回転軸 66 の回転速度が異なる場合でも発電機 232、233 のそれぞれによって発電が行われる。発電機 232 の出力、発電機 233 の出力は、それぞれ回転軸支持部 210、220 の中を通るケーブルによって浮体 200 側に送られる。

【0060】

図 15 の構成においては、特許文献 3 に記載と同様の構成の発電機構 234 が第 1 プロペラ 61 と第 2 プロペラ 64 の間でありかつ門型タービン部 70 の内側に設置されている。発電機構 234 の中では、第 1 回転軸 63 に発電機 235 が接続され、第 2 回転軸 66 にその回転方向を逆転させて図中左側に伝える逆転機構 236 が接続される。これにより、特許文献 3 に記載されるように、発電機 235 を左右側からそれぞれ逆方向に回転させることができ、特に高い発電効率を得ることができる。この場合、発電機 235 からの出力は、例えば第 1 回転軸 63 を内部を空洞にした円筒形状とし、その内部にケーブルを通し、更に回転軸支持部 210 の中を通すことによって浮体 200 側に送ることができる。

【0061】

なお、図 1 や図 8 等に示されたような単一の回転軸をもつタービンも、単一の回転軸を中央から左右で分断し、図 15 の構成と同様に、逆転機構 236 を具備する発電機構 234 に接続して用いることができることも明らかである。この場合には、単一の回転軸をもつタービンにおいても、第 1 プロペラと第 2 プロペラの間に上記の発電機構を設置することができる。

【0062】

このように、第 1 ～ 第 3 の実施の形態に係るタービンは、様々な形態でタービン装置に用いることができる。この際、駆動される発電機を水中、水上のいずれかに設けて発電をすることができる。水中に設ける場合には、発電機（発電機構）を様々な箇所を設置することができる。このため、装置のレイアウトが非常に容易となる。

【0063】

（第 5 の実施の形態）

10

20

30

40

50

第5の実施の形態は、前記のタービンが複数用いられたタービン装置である。この場合、各々のタービンによって発電を行うことが可能であるが、流れに対する回転軸の方向を最適化することによって、この際の実施の形態に係るタービンのいずれも用いることができるが、以下では第1の実施の形態に係るタービン10が複数用いられるものとする。

【0064】

図16は、2個のタービン10を海上構造体（構造体）300に設置したタービン装置の構成を上流側から見た正面図（a）、側面図（b）、底面から見た底面図（c）を示す。ここで、水流方向の上流方向から見た場合を正面としている。この場合においては、海上構造体300の下部に2個の浮体310が接続され、各々から上流側安定板（安定板）311、下流側安定板（安定板）312が垂下しており、上流側安定板311と下流側安定板312の間に、回転軸を回転自在とした状態でタービン10が設置されている。2つのタービン10における回転軸15は平行となるように設置され、上流側安定板311、下流側安定板312は回転軸15に沿った方向とされる。すなわち、上流側安定板311、下流側安定板312の主面の方向は2つの回転軸15の軸心と平行となるように設定される。最も発電効率が高くなるのは、回転軸15の軸心の方向と流れの方向が等しくなった場合である。また、この構成においては、上流側安定板311と下流側安定板312は、前記の回転軸支持部210、220としての役割を果たしている。

【0065】

上流側安定板311と下流側安定板312の断面形状は、図16（c）に示されるように、その周囲における水流を阻害しないような流線形状とされる。特に、翼形状とは異なり、回転軸15の方向の左右側において対称の形状とされる。2つの上流側安定板311の間、2つの下流側安定板312の間、同一の浮体310の下にある上流側安定板311と下流側安定板312の間は、それぞれ補強部313で固定されている。

【0066】

図16（c）に示されるように、2つの上流側安定板311を接続する補強部313の2箇所には係留索320が接続されている。これらの各々に接続された2本の係留索320は途中から1本に合流し、海底に固定されたアンカー400に接続され、固定される。この構成によって、海上構造体300以下の2つのタービン10を含む構造全体は、海水100における流れ（潮流・海流）に対して、アンカー400を中心として係留索320で規定される範囲内で自在に移動し、かつタービン10の回転軸15の向きも自在に変化する。なお、図16（a）では係留索320、アンカー400の記載は省略され、図16（c）では海水100の記載が省略されている。

【0067】

上流側安定板311、下流側安定板312の主面方向は全て同一とされ、図16（b）においては左右方向、図16（c）においては上下方向とされる。上記の構成においては、海水100中の流れの方向が変化した場合においては、上流側安定板311、下流側安定板312によって、この流れに対して上流側安定板311、下流側安定板312が平行となるように、海上構造体300以下の構造が、アンカー400を中心として移動、回転する。このため、タービン10における回転軸15の方向は常に流れの方向と等しくなり、流れの方向が変動した場合においても、タービン10を常に高効率で駆動することができる。すなわち、流れの方向が変化した場合においても、上流側安定板311、下流側安定板312によって、回転軸15と流れの方向は常に同一となり、これらは航空機の垂直尾翼と同様の機能をもつ。これによって、安定した潮流・海流発電を行うことができる。

【0068】

なお、上流側安定板311、下流側安定板312の図16（c）における断面形状は流線形状である必要はない。流れを阻害せず、上記と同様に、その主面（図16（c）における左右の両面）の面内方向から流れの方向が外れた場合に、流れによって復元力が働くような断面形状であれば、任意である。また、図16の構成ではこのような安定板はタービン10毎に上流側と下流側に2つずつ、計4つ設けられているが、一つの海上構造体3

00において一つの安定板を設けても、同様の効果を奏することは明らかである。また、図16の例では、回転軸支持部を安定板に置き換えていたが、タービンを回転自在に支持する機能をもつ回転軸支持部を設け、これと別に安定板を設けてもよい。更に、図16の構成では、タービン10を2セット用いていたが、これを一つのみ用いる場合であっても、安定板によって同様の効果を得ることができることは明らかである。逆に、タービン10を3セット以上用いた場合でも同様に安定板を使用することができる。また、図1の構成のタービン10の代わりに、上記のその他の構成のタービンを用いても同様の構成を実現できることは明らかである。また、アンカー400の代わりに、上記のタービン装置全体を係留索を介して係留することのできる他の構造物に係留索を固定しても同様の効果を奏することは明らかである。

10

【0069】

なお、上記の動作を円滑に行うためには、回転軸が平行とされた2つのタービンにおける回転の方向が互いに逆向きとなる構成が好ましい。この場合には、第1プロペラ、第2プロペラ、門型タービン部の回転の反作用が上記の構造全体に与える影響を相殺することができるため、流れの変化に対する上記の構造全体の動きが特に円滑となる。このためには、タービンにおける第1プロペラ、第2プロペラ、門型タービン部の構成（翼構造の向き等）を、2つのタービンにおいて逆向きとすればよい。

【0070】

なお、タービンを複数用いる場合には、各々の回転軸を平行とできる限りにおいて、構成は任意である。例えば、図16では2つのタービンは水平方向に並んでいるが、これを垂直方向に、あるいは水平方向、垂直方向ともに分布させて3つ以上配列してもよい。あるいは、異なる形態のタービンを同時に複数用いてもよい。

20

【0071】

上記の通り、このタービン、タービン装置の構造は単純であるため、このようにこれを単一の構造体に複数設置することも極めて容易である。また、構造が単純であるために全体を軽量とすることも可能であるため、上記の流れの方向の変化に追随する動きを円滑にすることが可能である。また、これを用いて発電を行う場合、発電機を様々な箇所に設置することができるため、全体のレイアウトの自由度が高くなる。

【産業上の利用可能性】

【0072】

上記のタービン、タービン装置は、上記の通り、潮流・海流発電設備に用いることができる。しかしながら、潮流・海流発電設備に限定されず、流体の流れを用いて発電を行う設備、例えば風力発電設備においても有効であることは明らかである。更に、発電に限らず、流体の流れを回転運動に変換する設備であれば、有効であることは明らかである。

30

【符号の説明】

【0073】

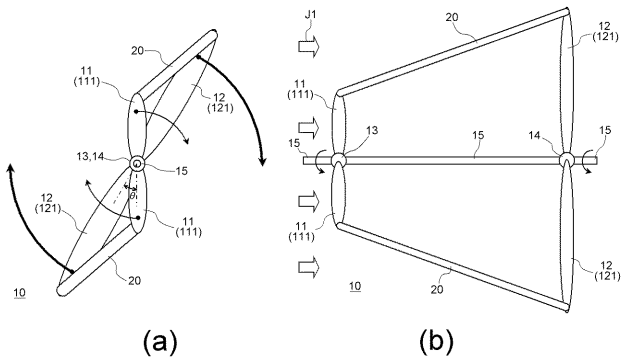
- 10、40、60 タービン
- 11、41、61 第1プロペラ（第1のプロペラ）
- 12、32、42、64 第2プロペラ（第2のプロペラ：支持部）
- 13、46、62 第1ハブ
- 14、43、65 第2ハブ
- 15、44、68 回転軸
- 20、70 門型タービン部
- 30 支持部
- 31、322、422、642 スポーク部
- 63 第1回転軸（回転軸）
- 45 中空第1ハブ
- 47 中空第2ハブ
- 66 第2回転軸（回転軸）
- 67 リング部

40

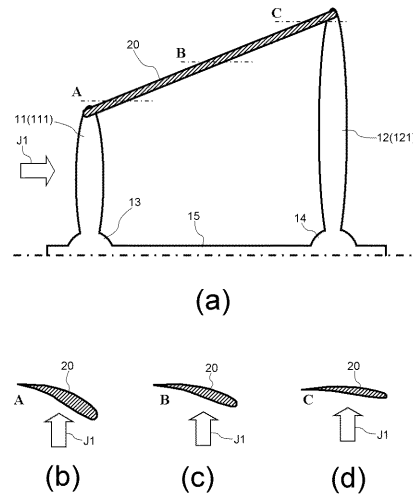
50

- 5 0、8 0 伸縮門型タービン部 (門型タービン部)
- 7 1 後端係止部
- 1 0 0 海水
- 1 1 1、1 2 1、3 2 1、4 1 1、4 2 1、6 1 1、6 4 1 プロペラ翼
- 2 0 0 浮体 (構造体)
- 2 1 0、2 2 0 回転軸支持部
- 2 2 1 回転伝達部
- 2 3 0、2 3 2、2 3 3、2 3 5 発電機
- 2 3 1 発電機回転軸
- 2 3 4 発電機構
- 2 3 6 逆転機構
- 2 4 0、3 1 3 補強部
- 3 0 0 海上構造体 (構造体)
- 3 1 0 浮体
- 3 1 1 上流側安定板 (安定板)
- 3 1 2 下流側安定板 (安定板)
- 3 2 0 係留索
- 4 0 0 アンカー

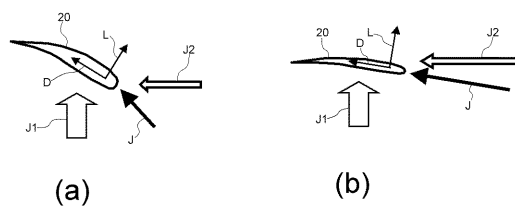
【 図 1 】



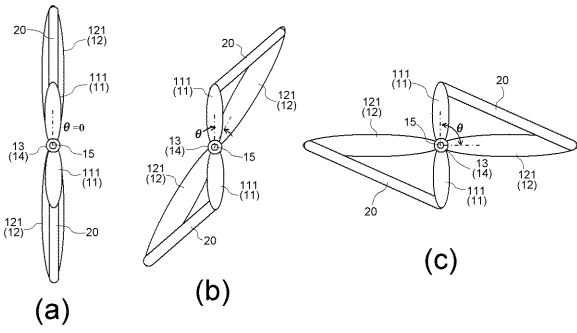
【 図 2 】



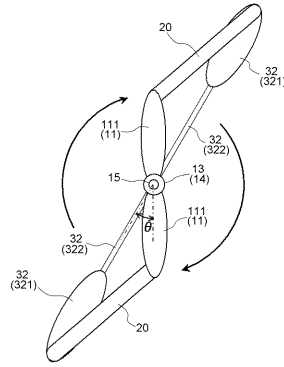
【 図 3 】



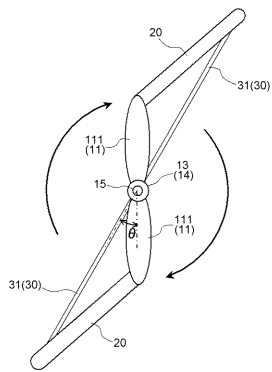
【 図 4 】



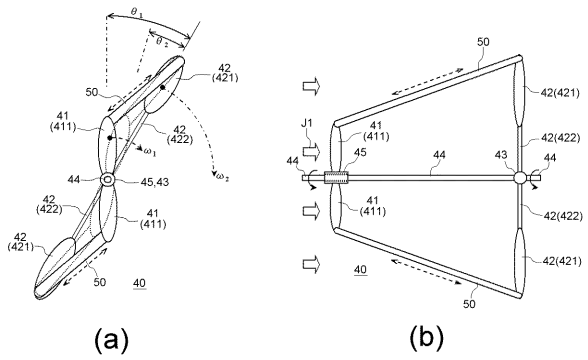
【 図 6 】



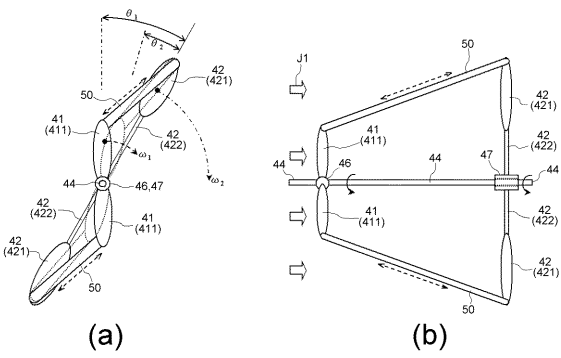
【 図 5 】



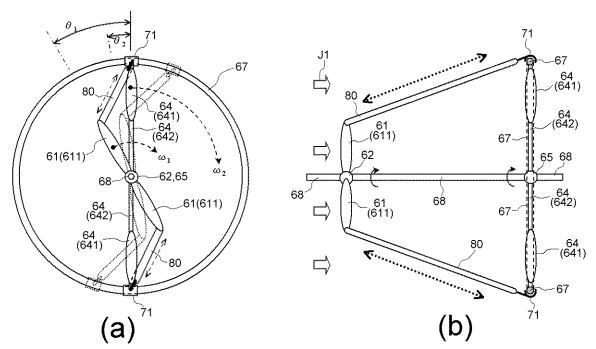
【 図 7 】



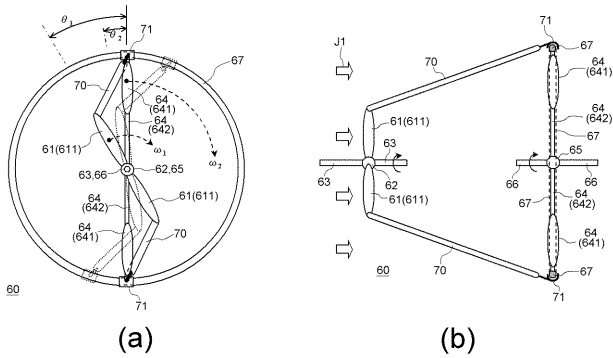
【 図 8 】



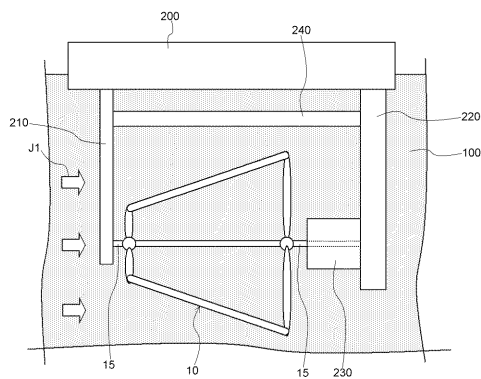
【 図 10 】



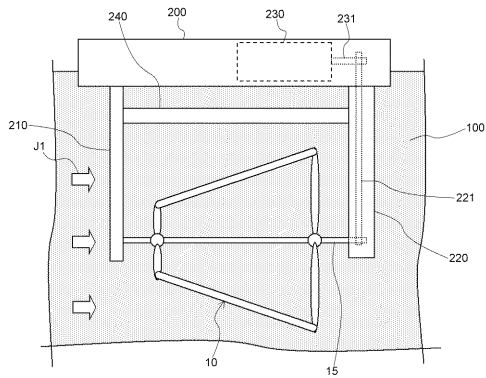
【 図 9 】



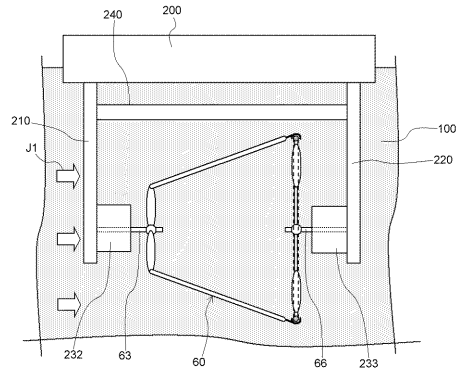
【 図 11 】



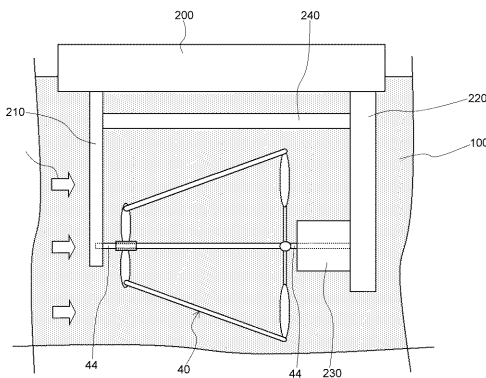
【図 1 2】



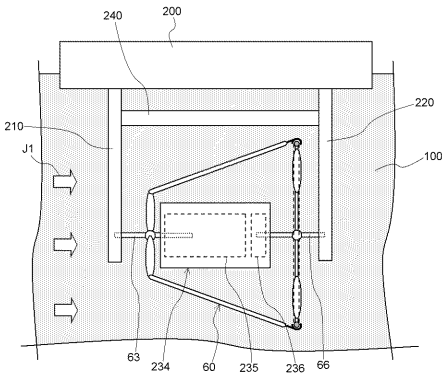
【図 1 4】



【図 1 3】



【図 1 5】



【図 1 6】

