

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6524397号
(P6524397)

(45) 発行日 令和1年6月5日 (2019. 6. 5)

(24) 登録日 令和1年5月17日 (2019. 5. 17)

(51) Int. Cl.

F I

F O 1 D 5/14 (2006.01)

F O 1 D 5/14

F O 3 B 13/24 (2006.01)

F O 3 B 13/24

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2014-84567 (P2014-84567)
 (22) 出願日 平成26年4月16日 (2014. 4. 16)
 (65) 公開番号 特開2015-203396 (P2015-203396A)
 (43) 公開日 平成27年11月16日 (2015. 11. 16)
 審査請求日 平成28年12月20日 (2016. 12. 20)
 審判番号 不服2018-4071 (P2018-4071/J1)
 審判請求日 平成30年3月23日 (2018. 3. 23)

(出願人による申告) 平成24年度、環境省、地球温暖化対策技術開発・実証研究事業、産業技術力強化法第19条の適用を受けるもの

(73) 特許権者 504137912
 国立大学法人 東京大学
 東京都文京区本郷七丁目3番1号
 (73) 特許権者 000005234
 富士電機株式会社
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 (74) 代理人 100075166
 弁理士 山口 巖
 (74) 代理人 100133167
 弁理士 山本 浩
 (72) 発明者 飯田 誠
 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人 東京大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波力発電タービン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒風洞内に配置され、前記円筒風洞と同心軸線上に回転自在に支持された回転軸と、前記回転軸に固着され、半径方向に向かって延在する複数のタービンブレードを有するロータハブとを備え、空気流の流れ方向にかかわらず同一方向に回転するように構成された波力発電タービンであって、

前記タービンブレードは、その全長Lに対して、ブレード根元から長さ0.75L以上の領域におけるある箇所を境にして、厚さが半径方向に向かって漸次先細り状に形成されたことを特徴とする波力発電タービン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、波浪エネルギーを利用して発電を行う波力発電装置、特に振動水柱形波力発電装置に利用されるタービンに関するものである。

【背景技術】

【0002】

振動水柱形波力発電装置は、下部が海面に開放され、上部が大気への空気通路を有する外部密閉室からなる空気室と、空気通路内に設けられたタービンと、タービンの回転により発電を行う発電機とから構成される。海面の上下運動により空気室内外の圧力差が生じると、その圧力差によって空気通路内に空気流が発生し、この空気流を利用してタービン

を回し、発電が行われるようになっている。

【0003】

この発電装置は、可動部が波浪エネルギーを直接受けないため、構造上強度の問題が少ないという特徴があり、メンテナンス上も有利であることから、離島などの電力供給源として有望視されている。

【0004】

従来から、振動水柱形発電装置のタービンとしては、主にウェルズタービンが用いられてきた（特許文献1）。

【0005】

ウェルズタービンは、零揚力面が回転軸に対して垂直となるように取付けられた複数の対称翼型のタービンブレードを有するロータハブを備え、空気流の流れ方向にかかわらず同一方向に回転するように構成されたタービンである。ウェルズタービンは、往復流に対して一方に駆動力を発生するため、構造が簡単であるという特徴を有する。

【0006】

その一方で、ウェルズタービンは、駆動力が揚力に比べて小さく出力トルクが小さいため、起動時間がかかる。また、迎え角の大きい範囲では失速域が存在する。すなわち、海面の上下運動エネルギーから変換された空気流の流量が増加した場合、タービンブレードが失速して、タービントルクの大幅な降下が発生するため、タービン効率が低下するという問題がある。

【0007】

上記ウェルズタービンの有する課題を解決するために、従来からさまざまな改善策が講じられてきた。

【0008】

例えば、特許文献2には、タービンブレード21の上流側および下流側に、タービンブレードから隔てられた案内羽根22, 23が組み込まれたタービンが開示されている（図7参照）。特許文献2に記載されたタービンでは、案内羽根22, 23が、タービンブレード流を減少させるいは消失させるように傾斜させて配設されているため、タービンブレードの失速を低減することができる。しかしながら、特許文献2に開示されたタービンでは、構造が複雑になり、しかも案内羽根22, 23の形状の最適化など設計上の問題もある。

【0009】

また、特許文献3には、出力軸32に2個のロータハブ33を互いに平行に離間するように固着し、このロータハブ33の周囲に複数のタービンブレード31をロータハブ33の軸線方向に交差する方向で同軸に二列に整列するように配設されており、二列の対称翼型タービンブレード31を互いに後縁が向かい合うように取付け角度で対称に配設した対称翼型複葉式ウェルズタービンが開示されている（図8参照）。特許文献3に記載されたタービンでは、タービンブレード31を互いに後縁が向かい合うように取付けられているため、起動特性および平均効率を向上させることが可能である。しかしながら、特許文献3に記載されたタービンにおいても、構造が複雑になるとともに、取付け角度の最適化など設計上の問題がある。

【0010】

さらに、特許文献4には、回転翼43をその取付け軸周りに同時に回転可能に設け、気体の流速および回転翼43の回転数に応じて、複数の回転翼43の軸周りの回動角度を制御する波力発電タービンが開示されている（図9参照）。特許文献4に記載されたタービンによれば、脈動する気体の流速に応じて、タービンの翼を適正な角度に制御できるので、高いタービン効率で運転できる範囲が拡大され、発電効率の向上を図ることができる。しかしながら、特許文献4に記載されたタービンにおいても、気体の往復流を検知する手段や、回転翼43の回転数を検知する手段が必要となり、構造がさらに複雑になる。しかも、回転翼43を回動させるための動力源などが必要となり、発電した電力を消費してしまうため、装置全体としての発電効率が低下するという問題もある。

【 0 0 1 1 】

以上の通り、従来の波力発電タービンでは、いずれも構造が複雑になる。特に、離島で設置される波力発電装置では、メンテナンスフリーであることが要求され、構造の複雑化によって故障頻度が高くなることは、極力避けなければならない。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 1 】 特開昭 5 3 - 9 2 0 6 0 号公報

【 特許文献 2 】 特開昭 5 4 - 5 9 5 3 8 号公報

【 特許文献 3 】 特公平 6 - 8 9 6 4 5 号公報

【 特許文献 4 】 特開平 9 - 2 8 7 5 4 6 号公報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 3 】

本発明は、波力発電装置に利用される波力発電タービンにおいて、構造が簡単であるという長所を活かしつつ、タービンブレードの失速を低減して、タービン効率を向上させることを目的とするものである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

上記課題を解決するために、本発明は、円筒風洞内に配置され、円筒風洞と同心軸線上に回転自在に支持された回転軸と、回転軸に固着され、半径方向に向かって延在する複数のタービンブレードを有するロータハブとを備え、タービンブレードは、その全長 L に対して、ブレード根元から長さ $0.75L$ 以上の箇所で、厚さが漸次先細り状に形成されたことを特徴とする。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明による波力発電タービンは、円筒空洞の内壁と、ブレード先端との間隙を通過する翼端漏れ流れが減少し、翼端漏れ流れにより形成される翼端漏れ渦を減少させることができる。また、タービンブレードの前方を通過した空気流がタービンブレード 4 の下流側表面から剥離するのを抑制し、タービンブレードの失速を防止することができる。さらに、タービン効率を向上させることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 波力発電タービンの斜視図である。

【 図 2 】 本発明に係る波力発電タービンのタービンブレードおよび空気流の流れを示す斜視図である。

【 図 3 】 図 2 の A 矢視図である。

【 図 4 】 従来の波力発電タービンのタービンブレードおよび空気流の流れを示す斜視図である。

【 図 5 】 図 4 の B 矢視図である。

40

【 図 6 】 従来の波力発電タービンの構成および空気流の流れを示す斜視図である。

【 図 7 】 従来技術による固定子羽根を備えた波力発電タービンの構成を示す概略図である。

【 図 8 】 従来技術によるタービンブレードを傾けた複葉式タービンの構成を示す概略図である。

【 図 9 】 従来技術による回転翼を回転可能とした波力発電タービンの構成を示す概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図 1 は、波力発電タービンの斜視図、

50

図 2 は、本発明に係る波力発電タービンのタービンプレードおよび空気流の流れを示す斜視図、図 3 は、図 2 の A 矢視図、図 4 は、従来の波力発電タービンのタービンプレードおよび空気流の流れを示す斜視図、図 5 は、図 4 の B 矢視図、図 6 は、従来の波力発電タービンの構成および空気流の流れを示す斜視図である。

【 0 0 1 8 】

図1において、1 は、空気室（図示せず）と外気との間で空気が出入りするための円筒風洞（空気通路）、2 は、ロータハブ、3 は、円筒風洞 1 内に回転自在に支持されるとともにロータハブ 2 に固着された回転軸、4 は、ロータハブ 3 から半径方向に延在する対称翼型のタービンプレード、5 は、回転軸 3 に連結され発電機であり、6 は、円筒風洞 1 内に発生する空気流（往復流）、7 は、波力発電タービンの回転方向を示している。

10

【 0 0 1 9 】

海面の上下運動により、空気室（図示せず）の内外で圧力差が生じると、その圧力差によって、円筒風洞 1 内に空気流 6 が発生する。空気流 6 により、タービンプレード 4 が回転方向 7 の方向に回転し、さらにロータハブ 2、回転軸 3 が回転することにより、発電機 5 にて発電が行われるようになっている。

【 0 0 2 0 】

本発明者らは、タービンプレードが失速するメカニズムを解明するために、従来の波力発電タービンについて空気流の流れ場の解析を行った。その結果を図 4 ～ 6 に基づいて説明する。

【 0 0 2 1 】

20

図 4 は、従来の波力発電タービンにおけるタービンプレードまわりの空気流の流れを、図 6 は、従来の波力発電タービンまわり空気流の流れを、それぞれ解析した結果をそれぞれ示しており、図 5 は、図 4 の B 矢視図である。

【 0 0 2 2 】

図 4 ～ 図 6 から明らかなように、円筒風洞 1（図 1 参照）の内壁と、ブレード先端 1 1 との間隙を通過した翼端漏れ流れ 1 2 により、ブレード先端 1 1 の下流側で翼端漏れ渦 1 3 が形成されている。一方、タービンプレード 4 の前方を通過した空気流は、翼端漏れ渦 1 3 により、タービンプレード 4 の下流側表面から剥離して、前端失速流れ 1 5 が形成されている。

【 0 0 2 3 】

30

この解析結果から、翼端漏れ渦 1 3 は、タービンプレード 4 の失速を助長することがわかった。すなわち、翼端漏れ渦 1 3 を低減することによって、タービンプレード 4 の失速を防止することができる。

【 0 0 2 4 】

翼漏れ渦 1 3 を低減するためには、円筒空洞の内壁と、ブレード先端 1 1 との間隙を狭くすることが考えられる。しかしながら、波力発電タービンの構造上、円筒空洞 1 の内壁と、ブレード先端 1 1 との間には一定の間隙を設けることが必要であって、この方法では、所望の効果は期待できない。

【実施例】

【 0 0 2 5 】

40

本発明は、円筒空洞の内壁と、ブレード先端 1 1 との間に一定の間隙を設けつつ、翼漏れ渦 1 3 を低減するものであり、本発明に係る波力発電タービンの一実施例を図 2、図 3 を参照しつつ説明する。

【 0 0 2 6 】

図 2、図 3 に示すように、本発明による波力発電タービンは、長さ L のタービンプレード 4 が、ブレード根元から 0 . 8 6 L の箇所を境にして、ブレード先端 8 まで、滑らかな曲面状に形成された先細り形状となっている。円筒空洞 1（図 1 参照）の内壁の近傍を流れてきた空気流は、ブレード先端 8 が先細り形状となっているため、ブレード先端 8 の上流側でコーナー渦 9 が形成される。ブレード先端 8 の上流側で形成されたコーナー渦 9 により、円筒空洞 1 の内壁と、ブレード先端 1 1 との間隙を通過する翼端漏れ流れ 1 2 が大

50

幅に減少する。翼端漏れ流れ 12 の減少に伴い翼端漏れ渦 13 も減少するため、タービンブレード 4 の下流側表面から空気流の剥離が抑制され、タービンブレード 4 の失速範囲を減少させることができる。

【0027】

本実施の形態では、ブレード先端 8 が、曲面状に形成されているが、このような形状に限定されるものではない。すなわち、ブレード先端 8 の上流側でコーナー渦 9 が形成される形状であればよいのであって、必ずしも曲面状に形成する必要はない。例えば、ブレード先端 8 を、直線状の先細り形状や、複数の段差を設け段階的に先細り形状としてもよい。

10

【産業上の利用可能性】

【0028】

本発明は、波力発電装置に用いられる波力発電タービンに利用することができる。

【符号の説明】

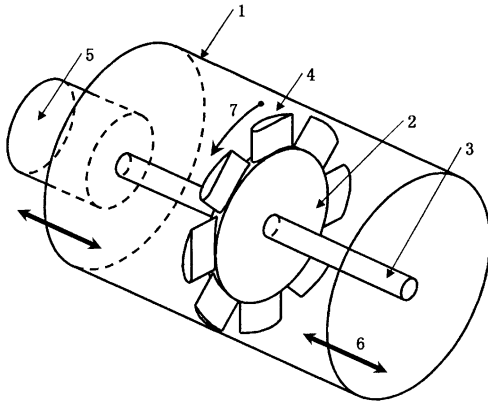
【0029】

- 1 円筒風洞
- 2 ロータハブ
- 3 回転軸
- 4 対称翼型タービンブレード
- 5 発電機
- 6 空気流（往復流）
- 7 回転方向
- 8 ブレード先端
- 9 ブレード先端漏れ渦流
- 10 ブレード前端失速流れ
- 11 ブレード先端
- 12 翼端漏れ流れ
- 13 翼端漏れ渦
- 14 ブレード前縁失速
- 15 前縁失速流れ

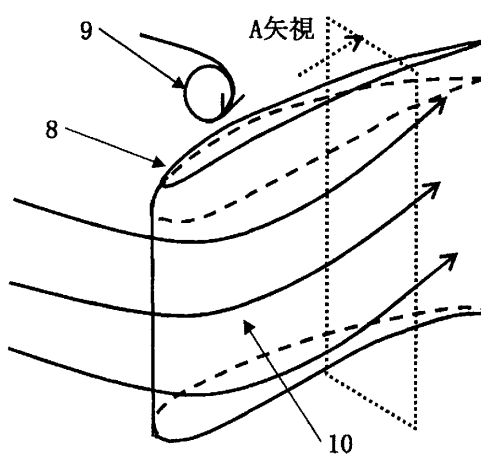
20

30

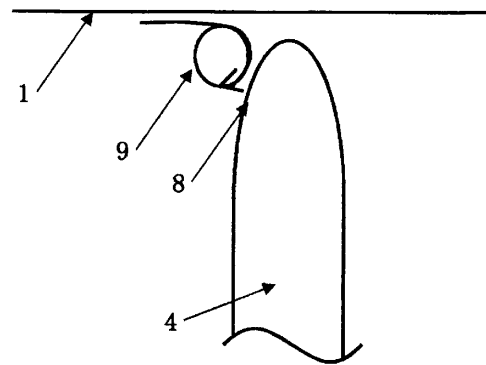
【図 1】



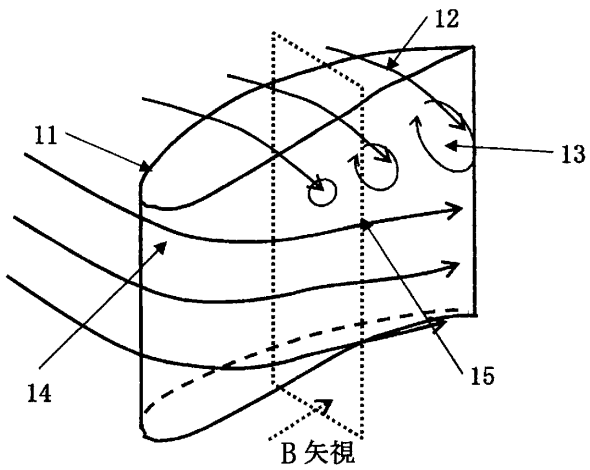
【図 2】



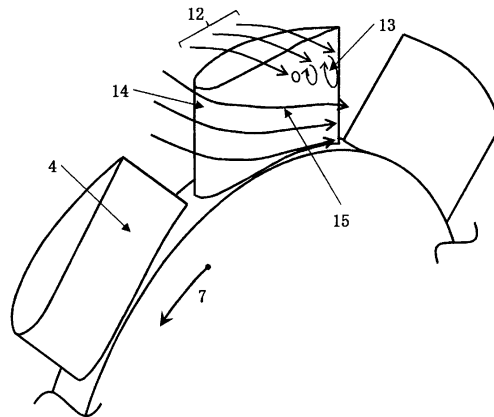
【図 3】



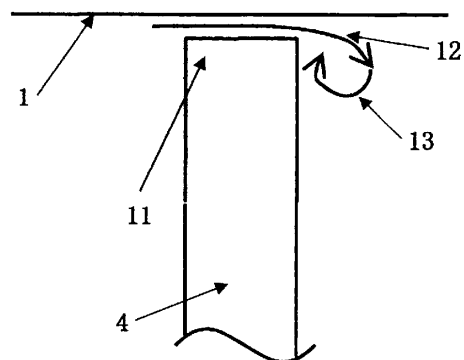
【図 4】



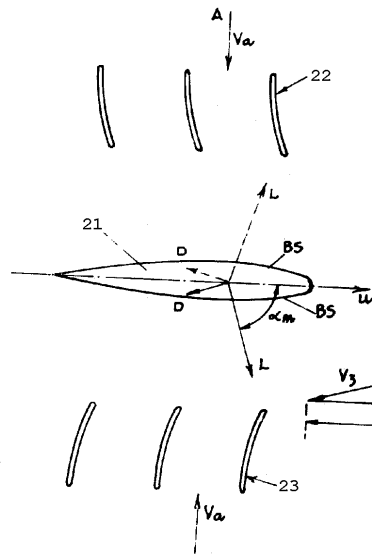
【図 6】



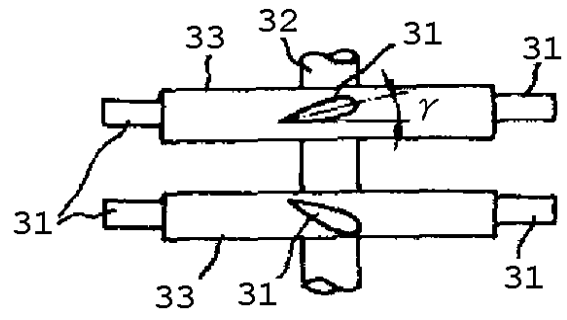
【図 5】



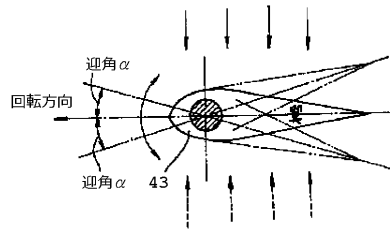
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮崎 武晃
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人 東京大学内
- (72)発明者 岩崎 正道
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
- (72)発明者 中村 淳
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
- (72)発明者 竹内 孝行
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
- (72)発明者 岡山 修三
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

合議体

審判長 富岡 和人
審判官 栗倉 裕二
審判官 金澤 俊郎

- (56)参考文献 特開昭58-59301(JP,A)
特開2013-256920(JP,A)
特開昭57-83670(JP,A)
特開2008-196425(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F03B 13/24
F03D 1/00-80/80