

(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 10 月 30 日(30.10.2014)



(10) 国際公開番号

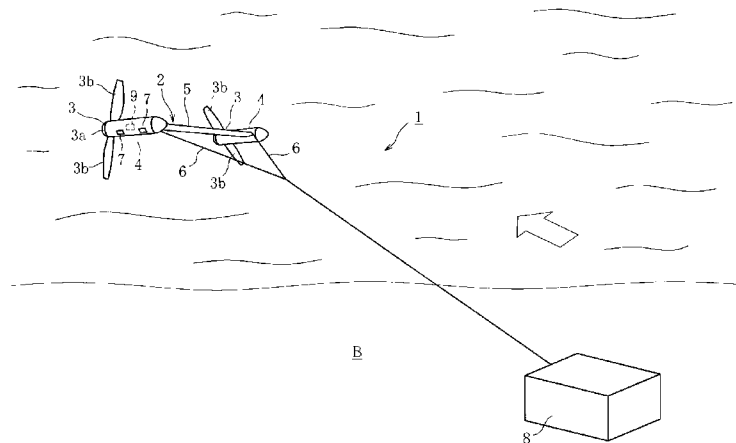
WO 2014/175227 A1

- (51) 国際特許分類:
F03B 13/10 (2006.01) *F03B 13/26* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/061195
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 21 日(21.04.2014)
- (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 2013-089438 2013 年 4 月 22 日(22.04.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番
1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 半田 典久(HANDA Norihisa); 〒1358710
東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株式会社 I
H I 内 Tokyo (JP). 長屋 茂樹(NAGAYA Shigeki);
〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号
株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 山根 善行
(YAMANE Yoshiyuki); 〒1358710 東京都江東区豊
洲三丁目 1 番 1 号 株式会社 I H I 内 Tokyo
(JP). 伊東 章雄(ITO Akio); 〒1358710 東京都江東
区豊洲三丁目 1 番 1 号 株式会社 I H I 内
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 寺本 光生, 外(TERAMOTO Mitsuo et
al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番
2 号 Tokyo (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, JP, 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,

[続葉有]

(54) Title: UNDERWATER MACHINE AND METHOD FOR CONTROLLING POSTURE OF UNDERWATER MACHINE

(54) 発明の名称: 水中機器及び水中機器の姿勢制御方法



(57) Abstract: This underwater machine, which is a twin-engine underwater flotation-type power generation device, is equipped with: a device main body (2) equipped with a pair of pods (4, 4) having turbines (3), and a connecting beam (5) connecting the pods (4, 4) so as to be parallel to each other; a sinker (8); and two mooring cables (6, 6) mooring the device main body (2) to the ocean bottom (B) by means of the sinker (8). Each of the respective turbines (3, 3) of the pair of pods (4, 4) is equipped with variable-pitch turbine blades (3b, 3b). Furthermore, this device is equipped with a depth meter (7), which detects deviation in the posture of the pair of pods (4, 4) generated in the roll-direction, and a posture control unit (9), which controls the pitch of the variable-pitch turbine blades (3b, 3b) of the turbines (3, 3) so as to cancel the deviation in the posture of the pair of pods (4, 4) generated in the roll-direction, as detected by the depth meter (7). By means of this configuration it is possible to provide an underwater machine, and a method for controlling the posture of this underwater machine, with which the posture of a pair of turbines in the roll direction can be controlled reliably while having a simple device configuration and control system.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/175227 A1



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), ユーロ
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))

この水中機器は、双発の水中浮遊式発電装置であって、タービン (3) を有する一対のポッド (4, 4) 及びポッド (4, 4) 同士を並列に連結する連結ビーム (5) を具備した装置本体 (2) と、シンカー (8) と、シンカー (8) を介して装置本体 (2) を海底 (B) に係留する 2 本の係留索 (6, 6) を備える。一対のポッド (4, 4) の各タービン (3, 3) は、可変ピッチタービンブレード (3 b, 3 b) をそれぞれ備える。また、この装置は、一対のポッド (4, 4) に生じるロール方向の姿勢のずれを検出する深度計 (7) と、深度計 (7) で検出された一対のポッド (4, 4) に生じるロール方向の姿勢のずれを打ち消すべく、各タービン (3, 3) の可変ピッチタービンブレード (3 b, 3 b) のピッチコントロールを行う姿勢制御部 (9) を備える。上記構成により、装置の構成や制御系をシンプルにしつつ、一対のタービンのロール方向の姿勢を確実に制御し得る水中機器及びその姿勢制御方法を提供することができる。

明 細 書

発明の名称：水中機器及び水中機器の姿勢制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、海流（潮流）を受けて回転するタービンを有する発電部を備えた浮上及び沈降可能な水中浮遊式の海流発電装置及び海流発電装置等の、水中浮遊式の水中機器及びその姿勢制御方法に関する。

本願は、２０１３年４月２２日に日本に出願された特願２０１３－８９４３８号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、海流（潮流）等の海水の流れを利用して発電を行う海流発電装置が開発されている。

このような海水の流れを利用して発電を行う海流発電装置としては、例えば、特許文献１に記載された装置がある。この海流発電装置は、海流を受けて回転する水平軸型のタービンを有する一対の発電部同士を連結ビームにより並列に連結し、海中に係留した、双発の水中浮遊式発電装置である。

[0003] この海流発電装置において、一対の発電部の各タービンには、可変ピッチタービンブレードが採用されている。タービンブレードをいずれも可変ピッチタービンブレードとすることで、各タービンの流体抵抗及び出力が所定値を超えないようにピッチを調整することができる。

[0004] また、この海流発電装置では、連結ビームにより連結された一対の発電部を、深度制御用の浮力付与支柱及び３本の係留ケーブルを介して海底に係留している。そして、浮力付与支柱に配置される長さ制御部によって、浮力付与支柱と海底とを結ぶ３本の係留ケーブルのうちの少なくとも１本の係留ケーブルの長さをコントロールすることで、一対の発電部の深度や姿勢を制御する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特表2010-531956号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記したような水中浮遊式の海流発電装置では、海中において発電を行う都合上、装置の構成や制御系を可能な限りシンプルにすることが求められる。しかしながら、一对の発電部を浮力付与支柱及び3本の係留ケーブルを介して海底に係留する上述の海流発電装置では、その構成や姿勢を変更する姿勢制御系がシンプルであるとは言い難い。

[0007] 本発明は、上記した従来の課題に着目してなされたもので、構成や制御系をシンプルなものとしたうえで、一对のタービンを含む装置本体のロール方向の姿勢制御を確実に行うことが可能である、水中浮遊式の水中機器及びその姿勢制御方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 上記した目的を達成するために、本発明では、水中で回転する複数のタービンと、これら複数のタービンの回転を制御することにより、ロール方向の姿勢を制御する姿勢制御部とを備え、前記姿勢制御部が、前記複数のタービンの回転に伴い前記複数のタービンにそれぞれ発生するトルクを制御することにより、ロール方向の姿勢を制御する水中機器を提供する。

[0009] ここで、前記複数のタービンが、可変ピッチタービンブレードをそれぞれ備え、前記姿勢制御部が、前記複数のタービンにそれぞれ発生するトルクを、前記可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行うことにより制御してもよい。

[0010] また、前記水中機器が、海流を受けて回転する前記複数のタービンを有し、前記複数のタービンの回転により発電する複数の発電部を備えた水中係留式の海流発電装置であって、前記複数の発電部における各タービンが、可変ピッチタービンブレードをそれぞれ備え、さらに、前記複数の発電部に生じるロール方向の姿勢のずれを検出する傾き検出手段と、前記傾き検出手段で検出された前記複数の発電部に生じるロール方向の姿勢のずれを打ち消すべく

、前記複数の発電部における各タービンの可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行う前記姿勢制御部とを備えていてもよい。

[0011] ここで、海底に係留される前記複数の発電部の上流側に、前記複数の発電部側に向かう海流の流れの状況を把握して前記姿勢制御部に出力する流れ状況計測手段を配置し、前記姿勢制御部が、前記流れ状況計測手段からの計測結果に基づいて、前記複数の発電部におけるロール方向の姿勢変化を未然に回避するべく、前記複数の発電部における各タービンの可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行ってもよい。

[0012] さらに、深さ方向の流速分布を計測可能な超音波ドップラー流速計を前記流れ状況計測手段とし、この超音波ドップラー流速計を前記複数の発電部の上流側に複数配置してもよい。あるいは、流速や流れの向き等の流況を計測するブイを前記流れ状況計測手段とし、このブイを前記複数の発電部の上流側に複数配置してもよい。

[0013] また、本発明は、水中で回転する複数のタービンの回転に伴いこれら複数のタービンにそれぞれ発生するトルクを制御することにより、前記複数のタービンの回転を制御し、ロール方向の姿勢を制御する水中機器の姿勢制御方法をも提供する。

[0014] この場合、前記複数のタービンが、可変ピッチタービンブレードをそれぞれ備え、前記複数のタービンにそれぞれ発生するトルクを、前記可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行うことにより制御してもよい。

[0015] また、前記水中機器が、海流を受けて回転する前記複数のタービンを有し、前記複数のタービンの回転により発電する複数の発電部を備えた水中係留式の海流発電装置であって、前記複数の発電部における各タービンのタービンブレードをそれぞれ可変ピッチタービンブレードとし、前記複数の発電部に生じるロール方向の姿勢のずれを打ち消すべく、前記複数の発電部における各タービンの可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行ってもよい。

発明の効果

[0016] 本発明に係る水中機器及びその姿勢制御方法では、装置の構成や制御系を複雑化することなく、一対のタービンを含む装置本体におけるロール方向の姿勢を確実に制御することが可能であるという非常に優れた効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態による海流発電装置の全体構成を示す斜視図である。

[図2A]図1に示した海流発電装置におけるタービンの可変ピッチタービンブレードの抗力が小さい状態の部分的な平面図である。

[図2B]図1に示した海流発電装置におけるタービンの可変ピッチタービンブレードの抗力が大きい状態の部分的な平面図である。

[図3]本発明の他の実施形態による海流発電装置の全体構成を示す斜視図である。

[図4]本発明のさらに他の実施形態による海流発電装置の全体構成を示す斜視図である。

[図5]本発明に係る海流発電装置におけるトルク計の設置状況を例示する概略図である。

[図6]本発明に係る海流発電装置におけるタービンシャフトと発電機との連結状況を例示する概略図である。

[図7]本発明に係る海流発電装置における、タービンブレードのピッチコントロールによるトルクバランス制御の例を示すフローチャートである。

[図8]本発明に係る海流発電装置における、発電機からタービンシャフトにかかる負荷の調節によるトルクバランス制御の例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明を図面に基づいて説明する。

図1、図2A及び図2Bは、本発明に係る水中機器の一実施形態としての、海流発電装置を示している。

[0019] これらの図に示すような双発の浮遊式発電装置は、一対の発電部の各深度に

大きな差が生じないように海中で浮沈させる、すなわち、一对の発電部をほぼ水平に保ちつつ海中で浮沈させることが重要である。本発明に係る海流発電装置において、「一对の発電部に生じるロール方向の姿勢のずれ」とは、一对の発電部の水平状態が崩れて傾くことを意味している。

[0020] また、海流により回転して発電する水平軸型のタービンには、直径数十mのものが用いられ、このタービンを有する発電部は、水深数十m程度の位置にて係留され、双発の水中浮遊式発電装置の場合、発電容量はおおよそ数MWである。なお、この発電容量は仕様等の違いに応じて上下する。

[0021] 図1に示すように、この海流発電装置1は、白抜き矢印で示す海流を受けて回転する水平軸型のタービン3を有する左右一对のポッド4、4及びこれらのポッド4、4同士を並列に連結する連結ビーム5を具備した装置本体2と、海底に設置したシンカー8と、このシンカー8と装置本体2とを連結し、装置本体2を海底Bに係留する2本の係留索6、6を備えている。

[0022] 一对のポッド4、4は、タービンシャフトと連結する発電機（いずれも図示せず）を内蔵することで発電部を構成している。また、2本の係留索6、6は、装置本体2の一对のポッド4、4にそれぞれ連結されて、シンカー8に対しては1本に纏められて連結され、全体としてY字状をなしている。

[0023] タービン3は、海流の流れに沿う一对のポッド4、4の各下流側（図示左側）に配置されており、このタービン3は、タービンシャフトの後端部に結合されるハブ3aに2枚のブレード3b、3bを取り付けて構成されている。これらのタービン3、3は、各々の回転トルクを相殺するべく互いに反対方向に回転するよう構成されている。

[0024] この場合、タービン3の2枚のブレード3b、3bは、ハブ3aに対するピッチが変えられる可変ピッチブレードである。また、一对のポッド4、4には、一对のポッド4、4に生じるロール方向の姿勢のずれを検出する傾き検出手段と、この傾き検出手段で検出されたポッド4、4におけるロール方向の姿勢のずれを打ち消すべく、タービン3、3における可変ピッチタービンブレード3b、3bのピッチコントロールを行う姿勢制御部9がそれぞれ配

置されている。

[0025] ここで、一对のポッド4，4に生じるロール方向の姿勢のずれを検出する傾き検出手段としては、ジャイロセンサ（ジャイロ스코プ）や深度計を採用することができ、この実施例では、傾き検出手段として深度計7を採用している。

すなわち、この実施例では、深度計7，7を一对のポッド4，4にそれぞれ設置し、両深度計7，7で得られる深度の差に基づいて、一对のポッド4，4に生じるロール方向の姿勢のずれを検出している。

なお、傾きの検出システムの冗長化を図るために、ジャイロセンサ及び深度計7，7を併用してもよい。

[0026] 姿勢制御部9では、深度計7，7がポッド4，4（装置本体2）におけるロール方向の姿勢のずれを検出した場合に、例えば、左右のタービン3のうちの一方のタービン3において、図2A及び図2Bに示すように、可変ピッチタービンブレード3bのピッチを抗力が小さい状態から抗力が大きい状態に変えて、左右のタービン3間にトルクアンバランスを生じさせることで、一对のポッド4，4におけるロール方向の姿勢のずれをなくすることができる。

[0027] この実施形態に係る海流発電装置1では、例えば、一对のポッド4，4（装置本体2）に微妙なロール方向の姿勢のずれが生じて装置本体2がロール方向に回転を始めると、この回転を深度計7，7が検出して姿勢制御部9に信号を出力する。

[0028] 姿勢制御部9では、深度計7，7で検出された一对のポッド4，4におけるロール方向の姿勢のずれを解消するべく、例えば、左右のタービン3のうちの一方のタービン3に、可変ピッチタービンブレード3bのピッチを、図2Aに示す抗力が小さい状態から、図2Bに示す抗力が大きい状態に変えるピッチ制御を行わせる。その結果、一对のポッド4，4の左右の位置が水平に制御され、装置本体2におけるロール方向の回転が抑えられる。

[0029] つまり、装置の構成や制御系のシンプル化を図ったうえで、一对のポッド4，4のロール方向の姿勢を制御することが可能となる。

[0030] 図3は本発明に係る海流発電装置の他の実施形態を示している。

図3に示すように、この海流発電装置1は、海底Bに係留される一対のポッド4、4の上流側（図示例ではシンカー8の近傍）に、これらのポッド4、4に向かう海流の流れの状況を把握して姿勢制御部9に出力する流れ状況計測手段としての超音波ドップラー流速計（ADCP）10を配置した構成を成している。他の構成は、先の実施形態に係る海流発電装置1と同じである。

[0031] 流れ状況計測手段としての超音波ドップラー流速計10は、海底B側から上方に向けて超音波Eを発することで、深さ方向の流速分布を計測しており、この超音波ドップラー流速計10を複数（この実施例では2台）配置することで、一対のポッド4、4を通過する流れの流速の変化を計測することができる。

[0032] この海流発電装置1の姿勢制御部9では、2つの超音波ドップラー流速計10、10からの流速分布の計測結果に基づいて、一対のポッド4、4におけるロール方向の姿勢の変化を未然に回避するべく、一対のタービン3、3に可変ピッチタービンブレード3b、3bのピッチコントロールを行わせる。

[0033] この実施形態に係る海流発電装置1では、一対のポッド4、4の上流側において、海流の深さ方向の流速分布が変化して、一対のポッド4、4にロール方向の姿勢が変化する可能性が生じたとしても、この流速分布の変化を計測した超音波ドップラー流速計10、10からの計測結果に基づいて、姿勢制御部9が、各タービン3、3に可変ピッチタービンブレード3b、3bのピッチコントロールを行わせる。その結果、一対のポッド4、4がロール方向に姿勢を崩すことが回避される。

[0034] 図4は本発明に係る海流発電装置のさらに他の実施形態を示している。

図4に示すように、この実施形態では、流速や流れの向き等の流況を計測するブイ11を流れ状況計測手段として、このブイ11を一対のポッド4、4の上流側に複数配置している。また、複数のブイ11は、いずれも索12を介してシンカー8に係留されている。

なお、海流の流速は、上記した超音波ドップラー流速計を用いて計測してもよいし、電磁流量計等の流体計測機器を用いて計測してもよい。

[0035] この実施形態の海流発電装置 1 においても、一对のポッド 4, 4 の上流側において、海流の流況が変化して、一对のポッド 4, 4 にロール方向の姿勢が変化する可能性が生じたとしても、この流況の変化を把握した複数のブイ 11 からの計測結果に基づいて、姿勢制御部 9 が、各タービン 3, 3 に可変ピッチタービンブレード 3 b, 3 b のピッチコントロールを行わせる。その結果、一对のポッド 4, 4 がロール方向に姿勢を崩すことが回避される。

[0036] 上記実施形態に係る海流発電装置 1 では、超音波ドップラー流速計 10, 10 や流況を計測するブイ 11 を流れ状況計測手段としているので、装置の構成や制御系を複雑化させることなく、一对のポッド（発電部）4, 4 におけるロール方向の姿勢変化が未然に回避される。

[0037] また、一对のポッド 4, 4 が備える各タービン 3, 3 間のトルクバランスが一定であれば、一对のポッド 4, 4 の周囲における海流の流況が変化しても、一对のポッド 4, 4 がロール方向に姿勢を崩すことはない。そこで、各タービン 3, 3 において発生するトルクをそれぞれ計測し、姿勢制御部 9 が、これらのトルクを一定に維持するよう、各タービン 3, 3 に可変ピッチタービンブレード 3 b, 3 b のピッチコントロールを行わせることによっても、一对のポッド 4, 4 におけるロール方向の姿勢のずれをなくすることができる。

[0038] この場合、各タービン 3, 3 において発生するトルクを計測する方法としては、例えば図 5 に示すように、タービン 3 のタービンシャフト 3 c に、タービンシャフト 3 c に発生するトルクを測定するトルク計 13 を設置するか、図 6 に示すように、タービンシャフト 3 c に連結された出力機器（発電機 12）の出力と、その際のタービンシャフト 3 c の回転数とからトルクを算出する方法がある。

[0039] さらに、タービンシャフト 3 c に連結された発電機 12 からタービンシャフト 3 c にかかる負荷を調節することによっても、一对のポッド 4, 4 が備え

る各タービン 3, 3 間のトルクバランスを調節することができる。この場合、上記図 5 及び図 6 に例示するような方法で各タービン 3, 3 において発生するトルクを計測し、姿勢制御部 9 が、これらのトルクを一定に維持するように、発電機 1 2 からタービンシャフト 3 c にかかる負荷を調節する。従って、姿勢制御部 9 による各タービン 3, 3 における可変ピッチタービンブレード 3 b, 3 b のピッチコントロールは不要となる。

[0040] 図 7 及び図 8 は、複数のタービンを備える海流発電装置における、タービンのトルクバランスの調節による姿勢制御の例を示すフローチャートである。図 7 は、タービンブレードのピッチコントロールによるトルクバランス制御の例を示し、図 8 は、発電機からタービンシャフトにかかる負荷の調節によるトルクバランス制御の例を示している。

[0041] 図 7 で示す例では、複数（ n 個）のタービンのトルクがそれぞれ計測され、それらの結果から、各タービン間のトルクバランスが検知される。そして、制御部（姿勢制御部 9 に相当）は、個々のタービンが備える可変ピッチタービンブレードのピッチを調節し、各タービン間のトルクバランスを制御する。その結果、各タービン間のトルクバランスが一定に維持され、ロール方向における装置の姿勢のずれをなくすることができる。

[0042] 図 8 で示す例では、複数（ n 個）のタービンのトルクがそれぞれ計測され、それらの結果から、各タービン間のトルクバランスが検知される。そして、制御部（姿勢制御部 9 に相当）は、個々のタービンに連結された発電機からタービンシャフトを介してタービンにかかる負荷を調節し、各タービン間のトルクバランスを制御する。その結果、各タービン間のトルクバランスが一定に維持され、ロール方向における装置の姿勢のずれをなくすることができる。

[0043] なお、図 1 に示す実施形態では、一对のポッド 4, 4 に生じたロール方向の姿勢のずれを傾き検出手段（深度計 7）で検出し、その結果に基づき装置本体 2 の姿勢を制御する、所謂フィードバック制御が用いられている。これに対し、図 3 以降に示す実施形態では、流れ状況計測手段（超音波ドップラー

流速計 10 または ブイ 11) を用いて計測した海流の流況の変化や、各タービン 3, 3 において発生するトルクの計測結果等を用い、一対のポッド 4, 4 にロール方向の姿勢のずれが生じる前に、この姿勢のずれを回避する、所謂フィードフォワード制御が用いられている。すなわち、図 3 以降に示す実施形態は、図 1 に示す実施形態と比較して、装置本体 2 の姿勢を迅速に制御できるという利点がある。

また、流れ状況計測手段（超音波ドップラー流速計 10 または ブイ 11) を用いて得た海流の流況に基づき、各タービン 3, 3 において発生するトルクを予測、算出し、この結果に基づき各タービン 3, 3 間のトルクバランスを調節してもよい。

[0044] 本発明に係る海流発電装置及び海流発電装置の姿勢制御方法の構成は、上記した実施形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で構成の付加、省略、置換、及びその他の交換が可能である。また、本発明は、上記の説明によって限定されることはなく、添付の請求の範囲によってのみ限定される。

例えば、上記各実施形態におけるタービン 3 は 2 枚の可変ピッチタービンブレード 3b, 3b を有するが、タービンブレードの枚数はこれに限られない。個々のポッド 4 におけるタービン 3 の設置位置も、ポッド 4 の尾部のみならず、ポッド 4 の前部（シンカー 8 側）や中央部でもよく、あるいはこれらを組み合わせてもよい。また、上記各実施形態では、左右一対のポッド 4, 4 が連結ビーム 5 により接続されているが、3 個以上のポッド 4, 4 が連結ビーム 3 等を介して配置されていてもよい。

さらに、複数のポッド 4, 4 が上下もしくは上下左右に配置されていてもよい。

また、個々のポッド 4 における傾き検出手段（深度計 7）の位置及び数も、上記各実施形態に限定されない。

[0045] また、係留索 6 は、各ポッド 4, 4 から延びて途中で合流する Y 字状をなすものの他、一端が各ポッド 4, 4 から延びて他端が同一のシンカー 8 に接続

されるV字状であってもよい。あるいは、個々のポッド4、あるいは連結ビーム5から1本または複数本の係留索6が延びてもよい。複数のポッド4、4が上下左右に配置されている場合、これらのポッド4、4からそれぞれ延びる係留索6が、例えば前方から見てX字状等、立体的に配置されていてもよい。また、係留索6の他端が接続されるシンカー8の数が、1または複数であってもよい。あるいは係留索6以外の公知の係留方法を採用してもよい。

[0046] また、上記各実施形態では、本発明を海流発電装置1に適用した場合について説明したが、本発明は、海流発電装置1以外の、複数のタービンを備え、これらのタービンを用いた姿勢制御を行う水中機器にも適用可能である。例えば、本発明は、有人もしくは無人の自走式水中航走体や曳航物、水中に留置される構造物（浮体等）にも適用可能である。

産業上の利用可能性

[0047] 本発明によれば、構成や制御系をシンプルなものとしたうえで、装置本体のロール方向の姿勢制御を確実に行うことが可能である、水中浮遊式の水中機器海流及びその姿勢制御方法を提供することが可能となる。

符号の説明

- [0048] 1 海流発電装置
3 タービン
3 b 可変ピッチタービンブレード
4 ポッド（発電部）
7 深度計（傾き検出手段）
9 姿勢制御部
10 超音波ドップラー流速計（流れ状況計測手段）
11 ブイ（流れ状況計測手段）
12 発電機（出力機器）

請求の範囲

- [請求項1] 水中で回転する複数のタービンと、
これら複数のタービンの回転を制御することにより、ロール方向の姿勢を制御する姿勢制御部とを備え、
前記姿勢制御部が、前記複数のタービンの回転に伴い前記複数のタービンにそれぞれ発生するトルクを制御することにより、ロール方向の姿勢を制御する水中機器。
- [請求項2] 前記複数のタービンが、可変ピッチタービンブレードをそれぞれ備え、前記姿勢制御部が、前記複数のタービンにそれぞれ発生するトルクを、前記可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行うことにより制御する請求項1に記載の水中機器。
- [請求項3] 前記水中機器が、海流を受けて回転する前記複数のタービンを有し、前記複数のタービンの回転により発電する、複数の発電部を備えた水中係留式の海流発電装置であって、
前記複数の発電部における各タービンが、可変ピッチタービンブレードをそれぞれ備え、
前記複数の発電部に生じるロール方向の姿勢のずれを検出する傾き検出手段と、
前記傾き検出手段で検出された前記複数の発電部に生じるロール方向の姿勢のずれを打ち消すべく、前記複数の発電部における各タービンの可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行う前記姿勢制御部とを設けた請求項1に記載の水中機器。
- [請求項4] 海底に係留される前記複数の発電部の上流側に、前記複数の発電部側に向かう海流の流れの状況を把握して前記姿勢制御部に出力する流れ状況計測手段を配置し、
前記姿勢制御部では、前記流れ状況計測手段からの計測結果に基づいて、前記複数の発電部におけるロール方向の姿勢変化を未然に回避するべく、前記複数の発電部における各タービンの可変ピッチタービン

ブレードのピッチコントロールを行う請求項3に記載の水中機器。

[請求項5] 深さ方向の流速分布を計測可能な超音波ドップラー流速計を前記流れ状況計測手段とし、この超音波ドップラー流速計を前記複数の発電部の上流側に複数配置した請求項4に記載の水中機器。

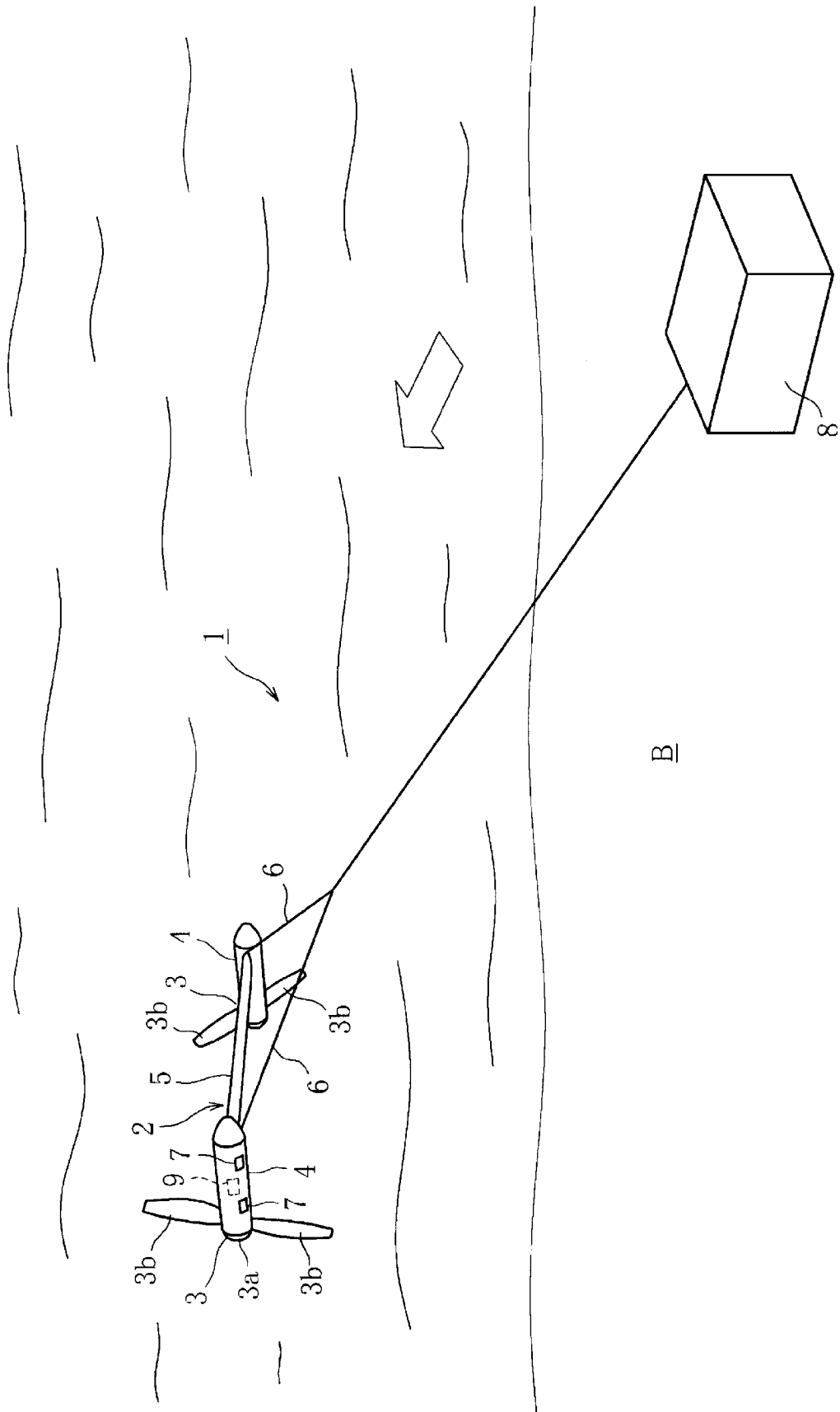
[請求項6] 流況を計測するブイを前記流れ状況計測手段とし、このブイを前記複数の発電部の上流側に複数配置した請求項4に記載の水中機器。

[請求項7] 水中で回転する複数のタービンの回転に伴いこれら複数のタービンにそれぞれ発生するトルクを制御することにより、前記複数のタービンの回転を制御し、ロール方向の姿勢を制御する水中機器の姿勢制御方法。

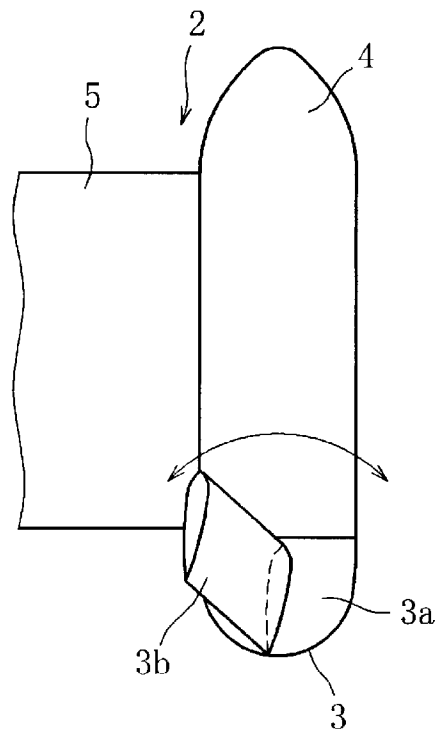
[請求項8] 前記複数のタービンが、可変ピッチタービンブレードをそれぞれ備え、前記複数のタービンにそれぞれ発生するトルクを、前記可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行うことにより制御する請求項7に記載の水中機器の姿勢制御方法。

[請求項9] 前記水中機器が、海流を受けて回転する前記複数のタービンを有し、前記複数のタービンの回転により発電する複数の発電部を備えた水中係留式の海流発電装置であって、
前記複数の発電部における各タービンのタービンブレードをそれぞれ可変ピッチタービンブレードとし、
前記複数の発電部に生じるロール方向の姿勢のずれを打ち消すべく、
前記複数の発電部における各タービンの可変ピッチタービンブレードのピッチコントロールを行う請求項7に記載の水中機器の姿勢制御方法。

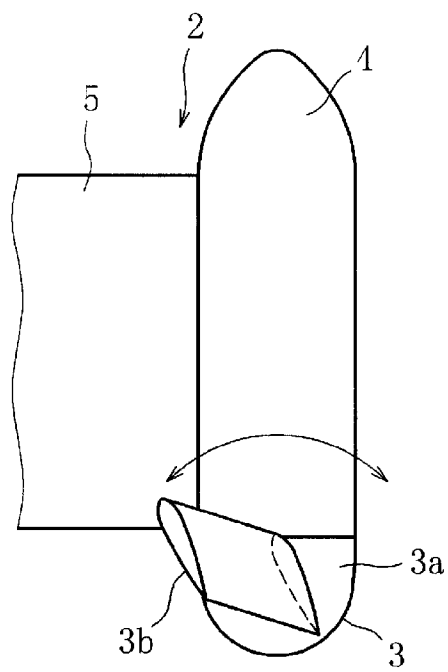
[図1]



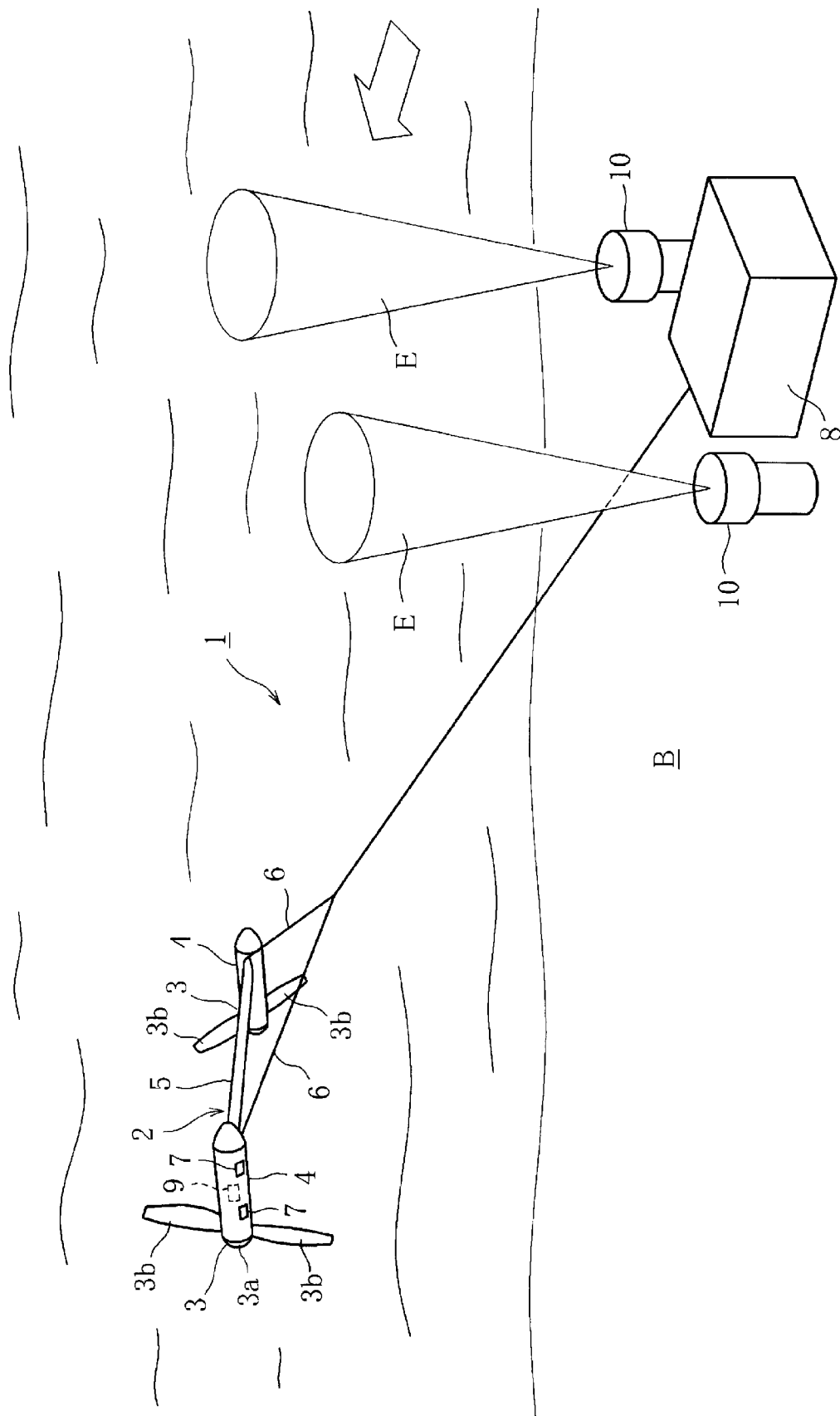
[図2A]



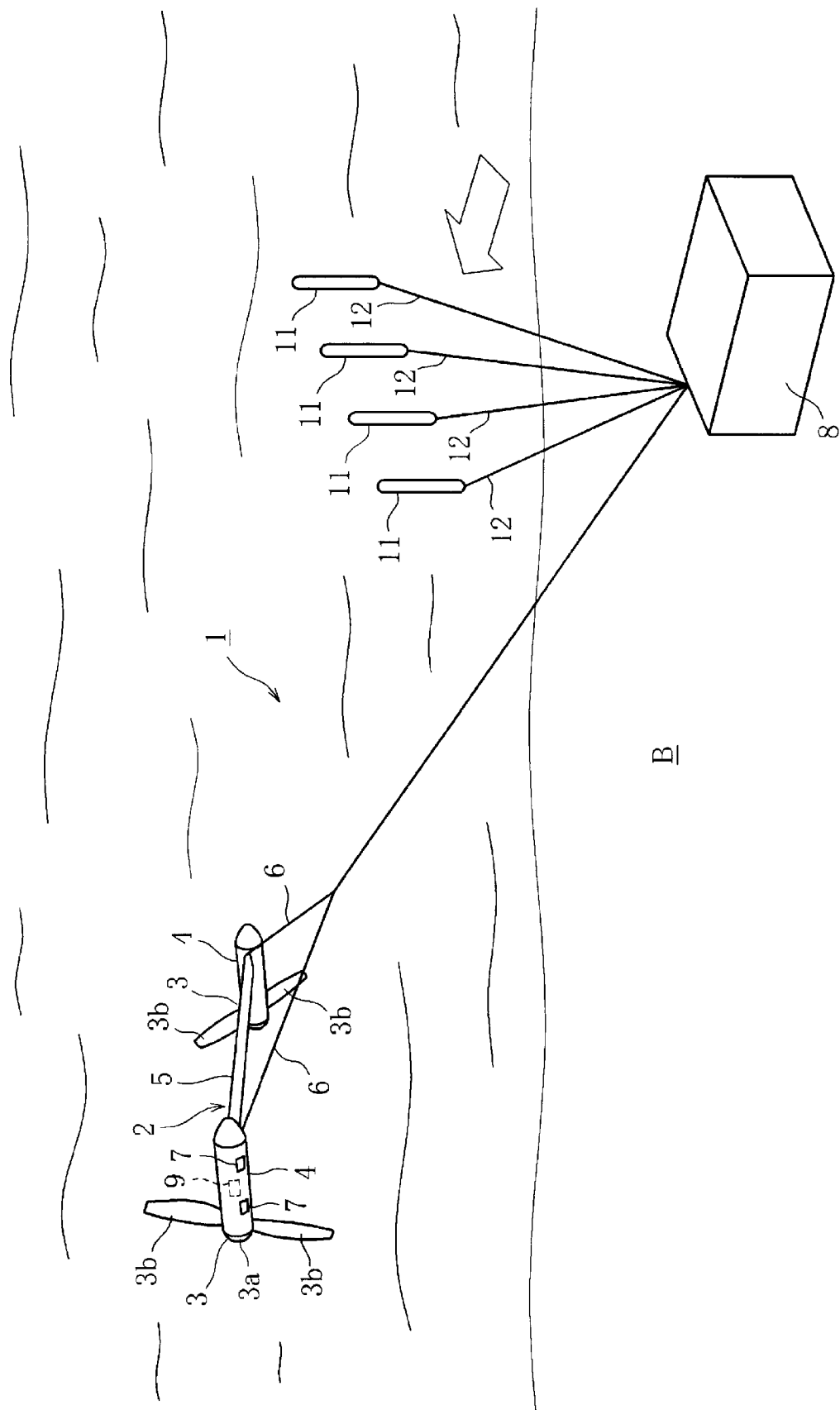
[図2B]



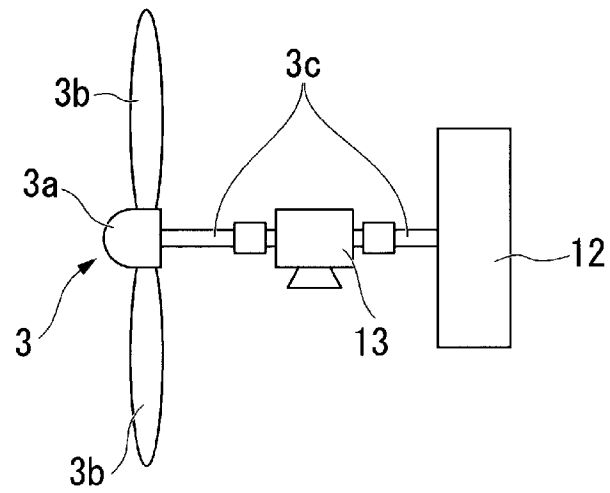
[図3]



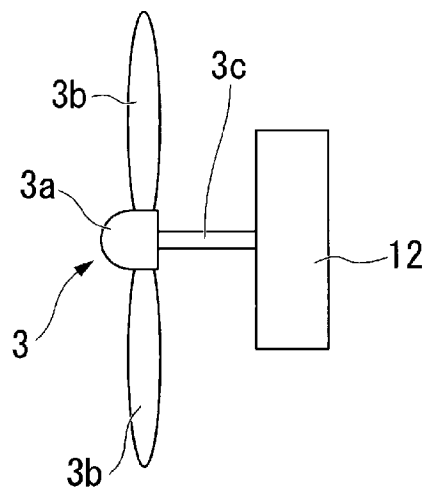
[図4]



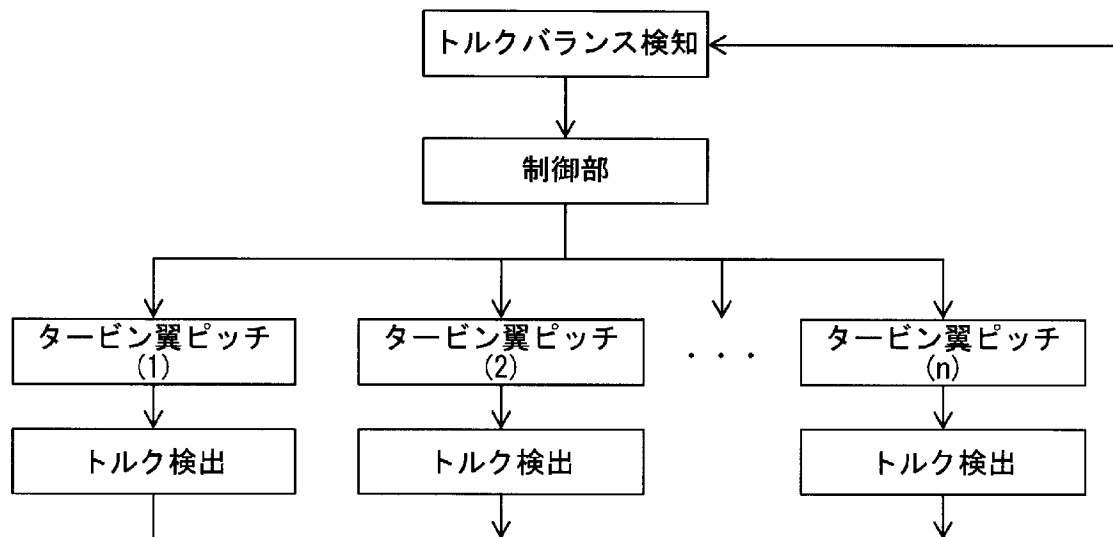
[図5]



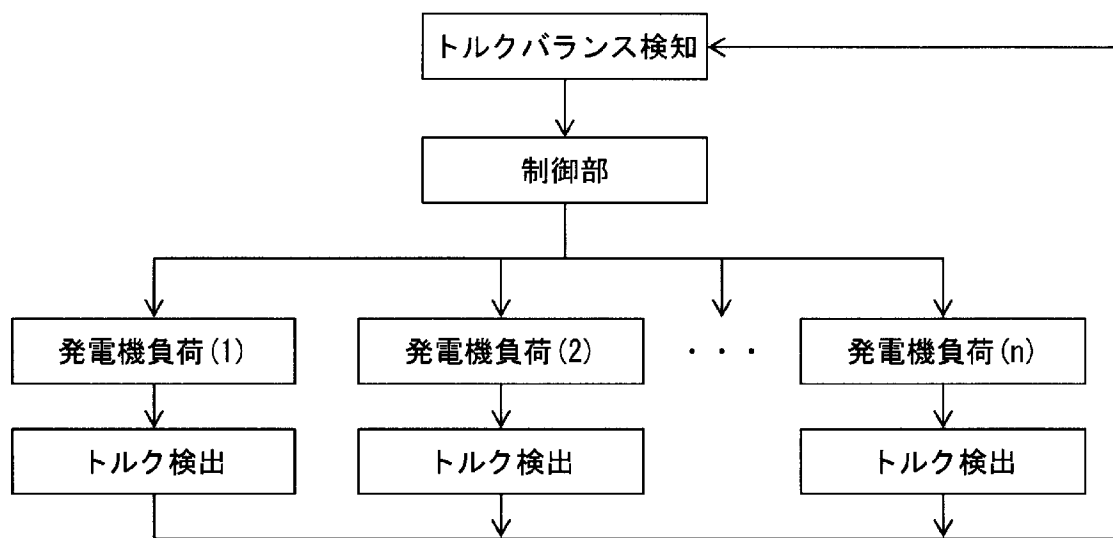
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/061195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03B13/10(2006.01)i, F03B13/26(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)

F03B13/10, F03B13/26, B63G8/16

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 62-96197 A (Ametek, Inc.), 02 May 1987 (02.05.1987), page 3, upper right column, line 16 to page 6, upper left column, line 3; fig. 1 to 6 & US 4648345 A & EP 215629 A2 & NO 863601 A & CA 1266204 A	1-2, 7-8 3-6, 9
X A	JP 2003-135865 A (Mitsumi Electric Co., Ltd.), 13 May 2003 (13.05.2003), paragraph [0013]; fig. 9 (Family: none)	1, 7 2-6, 8-9
A	JP 2010-531956 A (Aquantis, LLC), 30 September 2010 (30.09.2010), entire text; all drawings & US 2010/0181774 A1 & WO 2009/004420 A2	1-9

☒ 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
04 July, 2014 (04.07.14)

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/061195

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/091448 A2 (OLDFIELD, Stephen, Gavin, John), 28 July 2011 (28.07.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 4920823 B2 (Dehlson Associates, Inc.), 18 April 2012 (18.04.2012), entire text; all drawings & US 6091161 A & WO 2000/042318 A1 & AU 2611900 A	1-9
A	JP 54-74043 A (Shigeji SUGAYA), 13 June 1979 (13.06.1979), page 5, upper left column, line 20 to upper right column, line 15; fig. 5(A), (B) (Family: none)	1-9
A	JP 3116265 B2 (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 11 December 2000 (11.12.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2000-505017 A (GEC-Marconi Ltd.), 25 April 2000 (25.04.2000), entire text; all drawings & US 6095078 A & GB 2305413 A & WO 1997/010993 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F03B13/10(2006.01)i, F03B13/26(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. F03B13/10, F03B13/26, B63G8/16

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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 62-96197 A（アメテツク・インコーポレーテッド）1987.05.02, 第3ページ右上欄第16行-第6ページ左上欄第3行, 第1-6図 & US 4648345 A & EP 215629 A2 & NO 863601 A & CA 1266204 A	1-2, 7-8 3-6, 9
X A	JP 2003-135865 A（ミツミ電機株式会社）2003.05.13, 段落【0013】, 図9（ファミリーなし）	1, 7 2-6, 8-9
A	JP 2010-531956 A（アクアンティス, エル. エル. シー）2010.09.30, 全文, 全図 & US 2010/0181774 A1 & WO 2009/004420 A2	1-9

☒ 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

04.07.2014

国際調査報告の発送日

29.07.2014

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）

松浦 久夫

30

9613

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	WO 2011/091448 A2 (OLDFIELD, Stephen, Gavin, John) 2011.07.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 4920823 B2 (デールセン アソシエイツ, アイエヌシー.) 2012.04.18, 全文, 全図 & US 6091161 A & WO 2000/042318 A1 & AU 2611900 A	1-9
A	JP 54-74043 A (菅谷重二) 1979.06.13, 第5ページ左上欄第20行ー右上欄第15行, 第5図 (A) (B) (ファミリーなし)	1-9
A	JP 3116265 B2 (三井造船株式会社) 2000.12.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2000-505017 A (ジーイーシー マルコニ リミテッド) 2000.04.25, 全文, 全図 & US 6095078 A & GB 2305413 A & WO 1997/010993 A1	1-9