

(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



(10) 国際公開番号

WO 2012/060108 A1

(43) 国際公開日

2012年5月10日(10.05.2012)

PCT

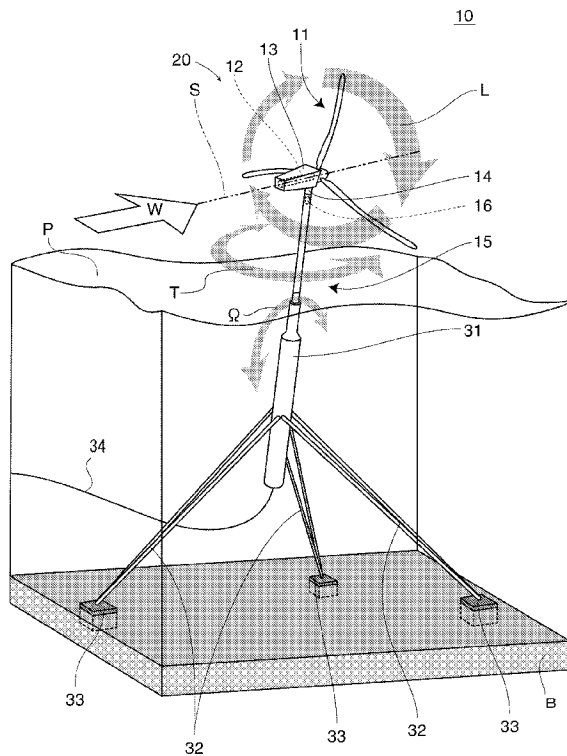
- (51) 国際特許分類:
F03D 7/04 (2006.01) F03D 11/04 (2006.01)
F03D 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/006177
- (22) 国際出願日: 2011年11月4日(04.11.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-248511 2010年11月5日(05.11.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人海上技術安全研究所 (NATIONAL MARITIME RESEARCH INSTITUTE) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井上 俊司 (INOUE, Shunji) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市
- (74) 代理人: 阿部 伸一, 外 (ABE, Shinichi et al.); 〒1710033 東京都豊島区高田3-1-1 2 K T ビル3階 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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: ROLL AND YAW DAMPER OF WIND TURBINE AND FLOATING WIND TURBINE

(54) 発明の名称: 風力発電施設の回動揺動抑制装置及び浮体式洋上風力発電施設

【図1】



(57) Abstract: Provided is a floating wind turbine capable of damping rolling and yawing of a nacelle by the gyro effect. The rolling and yawing causes an adverse effect on power generation efficiency of the wind turbine and equipment durability thereof. A floating wind turbine (10) comprises a tower (15) having: a rotor (11) rotated by wind; a nacelle (13) housing a rotating shaft (12) of the rotor (11); and a roll bearing (14) turnably supporting the nacelle (13) with respect to the sea surface (P) and functioning as a weathercock. A yawing damping means (16) for damping yawing (T) of the nacelle (13) is provided to the tower (15), with the result that it is possible to suppress the yawing (T) of the nacelle (13) generated by the gyro effect due to pitching (Ω) caused to a floating body (31) by the waves of the sea surface (P).

(57) 要約: 風力発電施設の発電効率や機器の耐久性に対する悪影響の原因となるジャイロ効果によるナセルの回動揺動を抑制することができる浮体式洋上風力発電施設を提供する。風により回転するローター11と、ローター11の回転軸12を収容するナセル13と、ナセル13を海面Pに対して回動自在に支持して風見鶏効果を発揮させて回動座軸受14を有したタワー15を備えた浮体式洋上風力発電施設10において、タワー15にナセル13の回動揺動Tを抑制するための揺動抑制手段16が設けられていることにより、海面Pの波浪によって浮体31に生じる揺動 Ω に起因するジャイロ効果によるナセル13の回動揺動Tを抑制することができる。

WO 2012/060108 A1

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, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

風力発電施設の回動揺動抑制装置及び浮体式洋上風力発電施設

技術分野

[0001] 本発明は、ローターの回転軸を収容するナセルの回動揺動（ヨーイング回転、偏揺れ回転）及び浮体の回動揺動を効率的に抑制することができる風力発電施設の回動揺動抑制装置及び浮体式洋上風力発電施設に関する。

背景技術

[0002] 従来、風力発電施設においては、風向の変化に対応して風車の向きを変化させるため、風向センサーと組み合わせた能動的制御装置が用いられている。例えば、風向センサーの測定結果に応じて動力装置により風車を回動させて、風向に合わせた位置で風車を保持する構成が採用されている。また、風力発電施設全体のシステムを簡便化するための方策として、能動的制御装置を省略することがある。能動的制御装置を省略する場合、風車のローターの回転軸を水平面上で自由に回動可能な状態で支持し、風見鶏効果により風車の向きを変化させることにより風向の変化に対応させている。

[0003] 風力発電施設は、ローターが風を受けて回転することによって発電するものである。そして、ローターの回転の自転軸に対して鉛直方向のモーメントが加えられると、いわゆるジャイロ効果によって、当該モーメントの方向及びローターの自転軸の両方と直交する方向にジャイロモーメントが発生する。たとえば、水に浮かんだ浮体上に設けられた浮体式洋上風力発電施設においては、波浪の影響によって鉛直方向のモーメントが発生する。このため、ジャイロ効果によって、ローターの回転の自転軸に直交する水平方向にジャイロモーメントが発生する。

[0004] 能動的制御装置を備えた浮体式洋上風力発電施設では、風向に合わせた位置においてナセルが浮体に保持されている。このため、風車のローターの回転軸を収容するナセルに生じたジャイロ効果に起因するジャイロモーメント

により、鉛直軸を回転軸とする浮体の回転運動が生じる。ここで、波の運動は反復運動であるから、浮体はナセルと共に反復運動（回動揺動）することとなる。

[0005] また、能動的制御装置を省略した浮体式洋上風力発電施設においては、風車のローターの回転軸は浮体に対して自由に回動可能な状態で支持されている。このため、ナセルに生じたジャイロ効果に起因するジャイロモーメントにより、ナセルの回動揺動が生じることとなる。

[0006] 発明者は、このジャイロ効果に起因するモーメントが、浮体式洋上風力発電施設の発電効率や機器の耐久性に悪影響を及ぼす原因となっていることを見いだした。

[0007] 風力発電装置において発生する振動の防止を目的として、種々の構成を採用することが提案されている（特許文献1～3）。

[0008] 特許文献1には、ナセルの能動的制御装置として、タワーの上端部に水平方向に回動可能に支持されたプラットフォームを旋回する旋回駆動源と旋回方向の固定手段とを備えた風力発電装置が記載されている。そして、この風力発電装置において、ブレードの共振や共振風速によりタワー等に発生する振動を抑制することを目的として、制振装置を設ける構成が記載されている。

[0009] 特許文献2には、風力タービンにおいて、ローターの羽根の縁部方向の揺動作用を減衰させることを目的として、ナセルに揺動作用減衰手段を配置する構成が記載されている。

[0010] 特許文献3には、風力発電機において、増速ギアボックスを介してナセルフレームに伝達される振動を防止すること及びナセルフレームから増速度ギアボックスに伝達される振動を防止することを目的として、増速ギアボックスとナセルフレームとの間に防振ダンパーを設ける構成が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2003-176774号公報

特許文献2：特表2002-517660号公報

特許文献3：特表2008-546948号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] このように、風力発電施設において、従来、ローター等の回転自体によって発生する振動は問題とされていたものの、ジャイロ効果に起因するジャイロモーメントにより生じるナセルの揺動について着目したものは存在しない。このため、これら特許文献に記載の風力発電装置に用いられている振動抑制手段では、浮体式洋上風力発電施設が波浪の影響を受ける際、ジャイロ効果に起因するジャイロモーメントによって発生するナセルや浮体の回動揺動を防止することはできない。

[0013] そこで、本発明は、ジャイロ効果に起因するジャイロモーメントによって発生するナセルや浮体の回動揺動を防止して風力発電施設の発電効率や機器の耐久性に対する悪影響を抑制することができる風力発電施設の回動揺動抑制装置及び浮体式洋上風力発電施設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

[0014] 請求項1に記載の本発明の風力発電施設の回動揺動抑制装置は、風により回転するローターと、少なくとも前記ローターの回転軸を収容するナセルと、前記ナセルを水面または地面に対して回動自在に支持する回動手段を有した構造体と、前記ナセルの水面または地面に対する回動揺動を抑制する揺動抑制手段とを備えたことを特徴とする。

この構成によれば、ジャイロ効果に起因するナセルの回動揺動を揺動抑制手段により抑制することができる。

[0015] 請求項2に記載の本発明は、請求項1に記載の風力発電施設の回動揺動抑制装置において、前記ナセルを前記ローターに対して風上側に設けたことを特徴とする。

この構成によれば、いわゆる風見鶏効果によってナセルを水面または地面に対して回動させて、回転軸の向きを風向と合せることができる。

[0016] 請求項 3 に記載の本発明は、請求項 2 に記載の風力発電施設の回動揺動抑制装置において、前記ローターにコーニング角を付与したことを特徴とする

。

この構成によれば、いわゆる風見鶏効果をさらに向上させることができる

。

[0017] 請求項 4 に記載の本発明は、請求項 1 に記載の風力発電施設の回動揺動抑制装置において、前記揺動抑制手段は油圧ダンパーを用いたことを特徴とする。

[0018] 請求項 5 に記載の本発明は、請求項 1 に記載の風力発電施設の回動揺動抑制装置において、前記揺動抑制手段は摩擦ダンパーを用いたことを特徴とする。

振動抑制手段として油圧ダンパー又は摩擦ダンパーを用いることにより、ナセルの回動を抑制するための抵抗をナセルの回動の早さに応じて変化させることができる。

[0019] 請求項 6 に記載の本発明は、請求項 1 に記載の風力発電施設の回動揺動抑制装置において、前記揺動抑制手段は前記構造体の形状または構造と周囲の流体との相互干渉により回動揺動を抑制する流体力学的ダンパーを用いたことを特徴とする。

この構成によれば、水中の流体力学的ダンパーの水への抵抗によりナセルまたは浮体の回動速度に応じて、回動への抵抗を変化させ回動揺動を抑制することができる。

[0020] 請求項 7 に記載の本発明の浮体式洋上風力発電施設は、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の風力発電施設の回動揺動抑制装置を、洋上で前記構造体の一部として浮体を用いて発電を行う風力発電施設に適用したことを特徴とする。

この構成によれば、洋上における浮体のピッチング動揺に起因するジャイロ効果により誘起されるナセルの回動揺動を揺動抑制手段により抑制することができる。

[0021] 請求項 8 に記載の本発明は、請求項 7 に記載の浮体式洋上風力発電施設において、前記浮体を前記浮体の中心軸回りの回転運動を抑制する係留方式で係留したことを特徴とする。

[0022] 請求項 9 に記載の本発明は、請求項 8 に記載の浮体式洋上風力発電施設において、前記浮体を略円筒形状に形成し前記係留方式を、前記浮体を水平面に投影した際に、前記略円筒形状における円の円周上の 2 点をそれぞれの一端として接続される 2 本の係留索からなる係留索対が用いられ、前記 2 本の係留索は、それぞれが前記円の略接線となる形状とされ、同一側に延びる形態としたことを特徴とする。

この構成により、浮体の円筒中心軸回りの回転を抑制することができる。

[0023] 請求項 10 に記載の本発明は、請求項 7 に記載の浮体式洋上風力発電施設において、風を受けて傾いた状態におけるローターの回転軸が風向に対して平行になるように、風を受けていない状態におけるローターの回転軸を水平面に対して所定角を持たせてナセルを前記構造体に支持したことを特徴とする。

この構成により、ローターが風を受けたときに風力発電施設が傾くことを考慮して所定角を設定できるから、発電時においてローターの回転軸が風向に対して平行となるようにすることができる。なお、ここで「風を受けて傾いた状態」とは、風力発電施設が設置される場所において想定される代表的な風速の風を受けることによって傾いた状態のことをいう。また、代表的な風速としては、例えば年間の平均風速や発電効率が最大となる風速等が挙げられる。

発明の効果

[0024] 本発明の風力発電施設の回動揺動抑制装置は、ジャイロ効果に起因する回動揺動を揺動抑制手段により抑制できるから、回動揺動による風力発電施設の発電効率や機器の耐久性に対する悪影響を抑制することが可能となる。

[0025] また、ナセルをローターに対して風上側に設けた構成やローターにコーニング角を付与した構成とすれば、いわゆる風見鶏効果によりナセルを回動さ

せてローターの回転軸を風向に合わせて、ローターを風向に正対させることができるから、風力発電施設の発電効率を向上させることが可能となる。また、回動揺動を抑制し揺動抑制手段の負荷を下げる事が可能となる。

[0026] また、揺動制御手段として油圧ダンパーや摩擦ダンパーを用いた構成を採用すれば、ナセルの回動速度に応じて揺動制御手段の抵抗を変化させることができるから、風見鶏効果による速度の遅いナセルの回動を抑制することなく、ジャイロ効果による速度の速いナセルの回動揺動を抑制することが可能となる。

[0027] また、周囲の流体との相互干渉により回動揺動を抑制する流体力学的ダンパー用いた構成とすれば、ナセルの回動速度に応じて抵抗を変化させることができ、ジャイロ効果に起因してナセルあるいは浮体に生じる回動揺動を抑制し、また浮体のピッチング揺動を抑制して、発電効率及び機器の耐久性を向上させることが可能となる。

[0028] 本発明の浮体式洋上風力発電施設は、本発明の風力発電施設の回動揺動抑制装置を備えているから、ジャイロ効果によるナセルの回動揺動を抑制することにより、発電効率及び機器の耐久性を向上させることが可能となる。また、ジャイロ効果の逆作用により浮体のピッチング揺動も抑制することができる。

[0029] また、浮体を、浮体の中心軸回りの回転運動を抑制する係留方式で係留した構成とすれば、ジャイロ効果に起因するナセルの回動揺動および浮体のピッチング揺動を効果的に抑制することができ、発電効率及び機器の耐久性を向上させることが可能となる。

[0030] また、風を受けていない状態におけるローターの回転軸と水平面との間に所定角を持たせた構成とすれば、発電時においてローターの回転軸の向きと風向とを略平行として略一致させることができるから、ローターの回転面を風向に対して略直角として発電効率を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の第1の実施形態による浮体式洋上風力発電施設の概略構成を示

す斜視図

[図2]本発明の第1の実施形態による風力発電施設の回動揺動抑制装置の構造を示す要部側面図

[図3]海上における風向の変化と波浪の影響による水上の浮体の揺れ角度との関係を示しており、(a)は風向の変化を示すグラフ、(b)は揺れ角度の変化を示すグラフ

[図4A]油圧ダンパーの概略構成を示す斜視図

[図4B]油圧ダンパーの概略構成を示す正面図

[図4C]図4BのAA矢視断面図

[図5A]摩擦ダンパーの概略構成を示す斜視図

[図5B]摩擦ダンパーの概略構成を示す正面図

[図6A]本発明の第1の実施形態となる浮体の係留装置の構成を示す上面図

[図6B]本発明の第1の実施形態となる浮体の係留装置の構成を示す側面図

[図7]本発明の第1の実施形態における一つの係留索対の構成を示す図

[図8A]従来の緊張係留方式の構成を示す上面図

[図8B]従来の緊張係留方式の構成を示す側面図

[図9]本発明の第2の実施形態による風力発電施設の回動揺動抑制装置の構造を示す要部側面図

[図10A]本発明の第2の実施形態による浮体式洋上風力発電施設の備えている回動揺動抑制装置が風を受けた状態における概略構成を示す側面図

[図10B]本発明の第2の実施形態による浮体式洋上風力発電施設の備えている回動揺動抑制装置が風を受けていない状態における概略構成を示す側面図

[図11]本発明の第3の実施形態による浮体式洋上風力発電施設の概略構成を示す斜視図

[図12]本発明の第3の実施形態による浮体式洋上風力発電施設の概略構成を示す斜視図

[図13]本発明の第4の実施形態による浮体式洋上風力発電施設の概略構成を示す斜視図

符号の説明

- [0032] 10、40、50、60 浮体式洋上風力発電施設
- 11 ローター
 - 12 回転軸
 - 13 ナセル
 - 14 回転座軸受（回転手段）
 - 15 タワー（構造体）
 - 16 揺動抑制手段
 - 160 油圧ダンパー
 - 165 摩擦ダンパー
 - 20、30 回転揺動抑制装置
 - 31 浮体
 - 32 係留索
 - 41 構造体
 - 42 回転手段
 - 44、64 流体力学的ダンパー
 - 51A 構造体上部
 - 51B 構造体下部
 - α コーニング角
 - β 所定角

発明を実施するための形態

- [0033] （第1の実施形態）

本発明の第1の実施形態について、図1～図8を参酌して以下に説明する。本実施形態では、本発明を浮体式洋上風力発電施設として実施する場合について説明する。

- [0034] 図1は本実施形態による浮体式洋上風力発電施設10の概略構成を示す斜視図である。同図に示すように浮体式洋上風力発電施設10は、回転揺動抑制装置20が設けられた浮体31が係留索32を介して海底Bのアンカー3

3に係留されたものである。なお、浮体31の下から出ている線は送電線34を示している。本実施形態の浮体式洋上風力発電施設10が備えている回動揺動抑制装置20の構造について、図2を参照して説明する。

[0035] 図2は、本実施形態による浮体式洋上風力発電施設10の回動揺動抑制装置20の構造を示す要部側面図である。同図に示すように、回動揺動抑制装置20は、風により回転するローター11と、ローター11の回転軸12を収容するナセル13と、ナセル13を水面または地面に対して回動自在に支持する回動座軸受（回動手段）14を有したタワー（構造体）15と、ナセル13の水面に対する回動揺動を抑制する揺動抑制手段16を備えて構成されている。

[0036] ローター11は、複数の羽根18が放射状に設けられているハブ17と、ハブ17に連結された回転軸12とを備えている。回転軸12は、ナセル13内に回転可能に軸支されている。ローター11が風を受けることにより回転軸12が回転して、ナセル13内に設けられている発電機（図示しない）によって発電を行う。図2における白抜き矢印Wは風向を示している。本実施形態の回動揺動抑制装置20では、ローター11がナセル13よりも風下側に設けられている。これにより、回動座軸受14に設けられているナセル13の回転により、回転軸12の向きを風向と合せるいわゆる風見鶏効果を効果的に生じさせることができる。

[0037] ナセル13は風Wを受けて回転する回転軸12をその内部に収容している。また、図示しないが、回転軸12の回転速度を増加させて発電機に伝達するギアボックス等、風力発電機が備えている発電のための手段をも備えている。そして、ナセル13は、タワー15の上部に設けられている回動座軸受14により、海面Pに対して平行な方向に回動自在に支持されている。これにより、ナセル13の回転によって風向Wの変化に応じて回転軸12の方向を変化させて、ローター11の羽根18の回転面を風に正対させることができる。

[0038] 揺動抑制手段16は、ローター11が回転している際、波浪により鉛直方

向の力が加わったときにジャイロ効果により生じるナセル 13 の回動揺動を抑制するためのものである。このジャイロ効果によるナセル 13 の回動揺動に着目して、揺動抑制手段 16 が設けられている。この揺動抑制手段 16 によりナセル 13 の回動揺動を抑制することができるから、浮体式洋上風力発電施設 10 の発電効率や機器の耐久性を向上させることが可能となる。

なお、本実施形態ではタワー 15 に揺動抑制手段 16 を設けているが、ナセル 13 側に揺動抑制手段 16 を設けることとしても良い。

[0039] なお、回動揺動抑制装置 20 を浮体式洋上風力発電施設 10 ではなく、陸上の風力発電装置に設ける場合、ナセル 13 は、回動座軸受 14 により地面に対して回動自在に支持されることとなる。そして、何らかの理由により鉛直方向のモーメントが加わった場合に揺動抑制手段 16 でナセル 13 の回動揺動を抑制することができる。また、前述した風見鶏効果は、揺動抑制手段 16 の負荷軽減にも役立っている。

[0040] つづいて、洋上において、浮体式洋上風力発電施設 10 のナセル 13 にジャイロ効果による回動揺動が発生する機構について、図 1 及び図 3 を参照して説明する。自転している物体が、自転軸と直交する方向に回転運動すると、それぞれに直交する方向にモーメントが働く。これをジャイロモーメントと呼ぶ。このジャイロモーメントが生じる効果をジャイロ効果という。

$$\Omega \times L = T$$

Ω : 自転軸を振る回転速度

L : 自転軸角運動量

T : ジャイロモーメント

[0041] ローター 11 が回転運動 L をしている場合において、海面 P の波浪によって浮体 31 に復元力を伴う運動であるピッチング揺動 Ω が生じると、ローター 11 は自転軸 S に直交する鉛直方向に回転運動することとなる。これにより、ローター 11 の自転軸 S と鉛直方向の両方に直交する水平方向にジャイロモーメントが働くこととなる。浮体式洋上風力発電施設 10 では、回動座軸受 14 によりナセル 13 が回動自在となっているから、このジャイロモー

メントにより、図 1 中に T で示した方向にナセル 1 3 の回動が生じる。

[0042] 図 3 は、海上における風向の変化と、波浪の影響による水上の浮体の揺れ角度との関係を示すものであり、(a) は風向の変化を示すグラフであり、(b) は揺れ角度の変化を示すグラフである。(a) のグラフ中の破線で囲んだ部分と (b) のグラフは、いずれも 1 時間の間の変化を示している。図 3 (a) (b) のグラフの比較によれば、風向の変化は長い時間をかけて生じ、波浪の影響による揺れ角の変化は短い時間に生じることが分かる。すなわち、風向の変化に伴うナセル 1 3 の回動の速度は遅く、波浪の影響などに起因するジャイロ効果によるナセル 1 3 の回動揺動の速度は速い。

[0043] このように、波浪の影響による揺れ角の角度は短い周期で変化することから、ジャイロ効果によってナセル 1 3 の回動揺動が誘起されることとなる。このナセル 1 3 の回動揺動が、風力発電施設の発電効率や機器の耐久性に対する悪影響の原因となる。

[0044] したがって、風向の変化に伴うナセル 1 3 の回動を可能としつつ、ジャイロ効果によるナセル 1 3 の回動揺動を選択的に抑制するためには、揺動抑制手段 1 6 として、ナセル 1 3 の回動の速度に応じて抵抗が変化するものを用いることが好ましい。これにより、比較的長時間をかけて変化する風向変化に起因する回動座軸受 1 4 に支持されているナセル 1 3 の遅い回動に対しては減衰効果を生じさせないで、いわゆる風見鶏効果を発揮させることができる。また、波浪によって起こる周期が回転速度の短いナセル 1 3 の回動揺動に対しては減衰効果を生じさせて、選択的に抑止することができる。

[0045] 本実施形態の浮体式洋上風力発電施設 1 0 は、揺動抑制手段 1 6 によりナセル 1 3 の回動揺動を抑制することができるから、上記の悪影響を抑制することが可能となる。

[0046] 揺動抑制手段 1 6 を備えた回動揺動抑制装置 2 0 を用いることにより、波浪に起因する浮体 3 1 のピッチング動揺によるジャイロ効果によってナセル 1 3 に回動揺動が生じることを抑制することができる。さらに、ナセル 1 3 の回動揺動を抑制することにより、ジャイロ効果の逆作用による浮体 3 1 の

ピッチング揺動をも抑制することが可能となる。

[0047] 図4A～図4Cは油圧ダンパーの概略構成を示しており、図4Aは斜視図、図4Bは正面図、図4Cは図4BのAA矢視断面図である。これらの図に示すように、油圧ダンパー160は、本体ケース161とキャップ162により囲まれた内部に回転体163とオイル164とを備えている。油圧ダンパー160は、オイル164の粘性抵抗によって生じる制動力を利用したダンパーである。本体ケース161と回転体163との間隙、オイル164の接触面積、オイル164の粘性などを調整することにより、回転体163の回転に対する制動トルク（抵抗）を変化させることができる。また、回転体163の回転速度と制動トルクの間には、回転速度が上がると制動トルクは上がり、回転速度が下がると制動トルクも下がるという関係がある。

[0048] 油圧ダンパー160を用いた場合、オイル164の粘性抵抗を利用しているので、磨耗など経時的な特性の変化が少なく済む利点を有している。温度による粘性変化の影響を少なくすることはオイル164の種類を選択することにより可能であるが、例えばオイル164を風により冷却できる構成とし、強風時にはオイル164の熱が奪われて粘度を高くして制動トルクを上げるようにしてもよい。

[0049] 図5Aおよび図5Bは摩擦ダンパーの概略構成を示しており、図5Aは斜視図、図5Bは正面図である。これらの図に示すように、摩擦ダンパー165は、回転軸166の外側面に接するように設けられている摩擦材167と、摩擦材167を囲むように設けられている回転軸繋ぎ材168を所定方向に押す弾性体169とを備えている。摩擦ダンパー165は、回転軸166と摩擦材167との間の摩擦抵抗によって生じる制動力を利用したダンパーである。回転軸166と摩擦材167との間の摩擦抵抗、接触面積などを調整することにより、制動トルク（抵抗）を変化させることができる。また、回転軸166の回転速度と制動トルクの間には、回転速度が上がると制動トルクは上がり、回転速度が下がると制動トルクも下がるという関係がある。

[0050] 摩擦ダンパー165を用いた場合は、シール部などが不要で構成が簡略化

でき、周囲温度の変化が大きい環境下では比較的安定して特性を維持できる利点を有している。また、摩擦材 167 の摩耗による寸法変化に対し、弾性体 169 の付勢力で対応して制動力を一定に保つことができる。すなわち、摩擦材 167 の寸法が摩擦により変化した場合であっても、弾性体 169 が摩擦材 167 を付勢することにより、回転軸 166 と摩擦材 167 との間の摩擦抵抗が一定となるように保つことができる。

[0051] 浮体 31 は水中において、係留索 32 により海底 B に設けられているアンカー 33 に浮体 31 の中心軸回りの回転運動を抑制する係留方式で係留されている。このため、浮体 31 の水中における回転が抑制される。この係留方式については、後で説明する。

[0052] ナセルを風向に合わせるためのナセルの回転運動を能動的に制御する装置を備えた浮体式洋上風力発電施設がある。このような施設では、風向に合わせた位置すなわち回転面が風に正対する位置において、風車が浮体に一時的に固定されて保持されている。このため、風車のローターのジャイロ効果に起因するジャイロモーメントにより、鉛直方向を回転軸とする浮体の回転運動が生じようとする。そこで、この回転運動を拘束する方式の係留がこの回動揺動を抑制する。これにより、浮体式洋上風力発電施設の発電効率や機器の耐久性への悪影響を抑制することができる。

[0053] しかし、ナセルの回転運動を能動的に制御する装置を省略して風見鶏効果によってナセルを風向に合わせる方式の浮体式洋上風力発電施設もある。このような施設においては、風車のローターの回転軸は浮体に対して自由に回動可能な状態で支持されている。このため、浮体の回動揺動を抑制しても、ナセルに生じたジャイロ効果による回動揺動を抑制することはできない。そこで、本実施形態の浮体式洋上風力発電施設 10 では、揺動抑制手段 16 を設けることにより、ジャイロ効果によりナセル 13 に生じる回動揺動を抑制している。

[0054] 浮体 31 の中心軸回りの回転運動を抑制する係留方式について、図 6 A、図 6 B および図 7 を参酌して以下に説明する。

[0055] 図6Aおよび図6Bは、本実施形態に係る浮体の係留装置の構成を示しており、図6Aが上面図、図6Bが側面図である。ここで、図6Aは、この浮体の係留装置を水平面上に投影した図となっている。浮体31には、複数の係留索32の一端が接続される。各係留索32の他端は、水中に設けられたアンカー33に接続されている。

[0056] 浮体31は略円筒形状に形成されている。浮体31を水平面に投影した際に、略円筒形状における円の円周上の2点をそれぞれ的一端として接続される2本の係留索32からなる係留索対が用いられている。2本の係留索32は、それぞれが円の略接線となる形状とされ、同一側に延びる形態となるように構成されている。これにより、揺動抑制手段16が回動揺動を抑制した際、浮体31に力が加わることにより浮体31に回動揺動が生じることを防ぐことができる。

[0057] ここで、右下のアンカー33に接続された2本の係留索32と浮体31との関係を、図6Aの上面図（水平面上の投影図）において示したものが図7である。2本の係留索32の一端は、それぞれ浮体31の円周上の点A、Bに接続される。各係留索32は、点A、点Bにおける接線L1、L2の形態をなし配置されている。

[0058] この構成において、浮体31においてその中心Cの回りの回転運動が生じた場合、この2本の係留索32のうち的一方が伸び、張力が働く。浮体31の半径を r 、浮体31の回転角度を $\Delta\theta$ とした場合、上面図におけるこの伸びた側の係留索32の伸び量 ΔL は、(1)式で与えられる。

$$\Delta L = r \times \Delta\theta \quad \dots\dots (1)$$

[0059] フックの法則により、この場合に浮体31の接線方向における張力 T は、係留索32のばね係数を k とすると(2)式で与えられる。この伸びにより発生するトルク N は(3)式で与えられる。

$$T = k \cdot \Delta L \quad \dots\dots (2)$$

$$N = T \cdot r \quad \dots\dots (3)$$

2本の係留索32の構成を図7の通りとすれば、どちらの回転方向であつ

ても、回転運動に反発するトルクを生じさせることができる。このため、この浮体 3 1 の回転運動が抑制される。

[0060] なお、図 6 A および図 6 B においては、各係留索 3 2 が図 7 における接線 L 1、L 2 の形態をなすように設定した。しかし、各係留索 3 2 を図 7 における L 3、L 4 (破線) の形態としても、同様の効果を奏することは明らかである。

[0061] これに対して、単純な従来の緊張係留方式における構成を図 8 A および図 8 B に示す。同図に示す 3 方向に放射状に延びた係留索 3 2 によって、浮体 3 1 の水平方向の運動 (浮遊) が抑制されることは明らかである。しかしながら、その上面図 (図 8 A) においては、浮体 3 1 の回転方向 (円周方向) と係留索 3 2 とのなす角度はほぼ垂直となるため、その回転運動を抑制することは困難である。このため、図 8 A および図 8 B に示した係留方式は、浮体 3 1 の中心軸回りの回転運動を抑制しない係留方式にあたるものである。

[0062] (第 2 の実施形態)

本発明の第 2 の実施形態について、図 9 を参照して以下に説明する。本実施形態の風力発電施設の回動揺動抑制装置は、ローターにコーニング角を付与した構成において、第 1 の実施形態の回動揺動抑制装置と相違している。なお、第 1 の実施形態において説明した部材については、同じ番号を付して本実施形態では説明を省略する。

[0063] 図 9 は、本実施形態による風力発電施設の回動揺動抑制装置 3 0 の構造を示す要部側面図である。同図に示すように、本実施形態の回動揺動抑制装置 3 0 は、ナセル 1 3 がローター 1 1 よりも風上側に設けられている。また、ローター 1 1 にコーニング角 α が付与されている。ここで、コーニング角 α とは、羽根 1 8 のハブ 1 7 接続部 1 8 A と先端部 1 8 B とを結んだ一点鎖線で示した直線と、図中に一点鎖線で示した鉛直線 V との角度をいう。

[0064] この構成によれば、風向 W の変化に応じて、水平方向に自由回動可能な状態で回動座軸受 1 4 に支持されているナセル 1 3 が自動的に回動してローター 1 1 の回転軸 1 2 を風向と一致させる風見鶏効果を向上させることができ

る。なお、回転軸 1 2 の軸方向と風向とが一致しているときには、ローター 1 1 の回転面すなわち羽根 1 8 の先端部 1 8 B の軌跡により形成される平面が風向に対して略直角となっている。

また、風見鶏効果の向上は、揺動抑制手段 1 6 の一層の負荷軽減にも役立っている。

[0065] 本発明を、回動揺動抑制装置 3 0 を備えた浮体式洋上風力発電施設（図 1 参照）として実施する場合、風を受けて傾いた発電状態におけるローター 1 1 の回転軸 1 2 が水平面 H 上に位置するように構成することが好ましい。この構成について、図 1 0 A および図 1 0 B を参酌して説明する。

[0066] 図 1 0 A および図 1 0 B は、本実施形態の浮体式洋上風力発電施設に備えられた回動揺動抑制装置 3 0 の概略構成を示しており、図 1 0 A は風を受けた状態における側面図であり、図 1 0 B は風を受けていない状態における側面図である。本実施形態の回動揺動抑制装置 3 0 は、図 1 0 A に示すように、風を受けて傾いた発電状態におけるローター 1 1 の回転軸 1 2（軸方向の直線を S で示す）を水平面 H 上に位置させることにより、回転軸 1 2 の回転軸の方向を風向 W に一致させること（両者を平行にすること）ができる。このため、図 1 0 B に示すように、風を受けていない状態においては、ローター 1 1 の回転軸 1 2（直線 S）が水平面 H に対して所定角 β を持つようにしてナセル 1 3 はタワー 1 5 に支持されている。

[0067] 所定角 β は、浮体式洋上風力発電施設による発電効率が良いよう、最も一般的な風速に基づいて設定すればよい。また、風速に応じて所定角 β が最適な角度になるように、所定角 β を変化させる所定角 β 制御手段を備えた構成としてもよい。

[0068] 図 1 0 A および図 1 0 B を参照して説明した上記の構成は、第 1 の実施形態において説明した回動揺動抑制装置 2 0 を用いた浮体式洋上風力発電施設においても用いることができる。

[0069]（第 3 の実施形態）

本発明の第 3 の実施形態について、図 1 1 及び図 1 2 を参酌して以下に説

明する。本実施形態では、本発明を浮体式洋上風力発電施設として実施する場合について説明する。なお、第1または第2の実施形態において説明した部材については、同じ番号を付して本実施形態では説明を省略する。

[0070] 図11は、本実施形態による浮体式洋上風力発電施設40の概略構成を示す斜視図である。同図に示すように浮体式洋上風力発電施設40は、ナセル13と構造体41とを一体にして、ナセル13が構造体41に対して回動しないように構成したものである。構造体41は、水に浮くものであって、その上端にはナセル13が固定されており、その下端が回動手段42を介して海底Bのアンカー43に繋がれている。この回動手段42は、構造体41が風向Wの変化に応じて回動可能となるように構造体41をアンカー43に繋ぐものであって、構造体41に風見鶏効果を発揮させるものである。

[0071] 構造体41の外側には流体力学的ダンパー44が設けられている。構造体41は中心軸回りの回転運動を抑制しない係留方式により係留されたものである。この流体力学的ダンパー44を水中に位置させることにより、揺動抑制手段としての機能を果たすことができる。すなわち、羽根形状の流体力学的ダンパー44の水に対する抵抗は、構造体41の遅い回動に対しては小さくなり、速い回動に対しては大きくなる。このため、速い回動であるジャイロ効果による構造体41の回動を選択的に減衰させて抑制することができる。このように構造体41に流体力学的ダンパー44を設けることにより構造体41のジャイロ効果による回動揺動を抑制することができる。なお、構造体41の回動揺動を抑制するために油圧ダンパー160（図4A～図4C参照）や摩擦ダンパー165（図5Aおよび図5B参照）を併せて、構造体41に設けることとしてもよい。また、構造体41は係留索等による中心軸回りの回転運動を抑制しない他の係留方式を併用して係留することもできる。

[0072] なお、本実施形態では浮体式洋上風力発電施設に流体力学的ダンパー44を適用した例を示したが、流体力学的ダンパー44を例えば地上設置型の風力発電施設に適用することも可能である。この場合、構造体が地面に対して回動自在となるように、構造体がプールに浮かんだ状態で回動手段を支持し

た上、周囲に設けたプール中の水と流体力学的ダンパー44とを相互干渉させる。これにより、地上設置型の風力発電施設においても、流体力学的ダンパー44は揺動抑制手段としての機能を果たすことができる。

[0073] 図12は、本実施形態による上述した浮体式洋上風力発電施設40とは別の構成を備えた浮体式洋上風力発電施設50の概略構成を示す斜視図である。同図に示すように、浮体式洋上風力発電施設50は、構造体51の上部51Aとナセル13とを一体にし、構造体上部51Aと構造体下部51Bとの間に回動手段42を設けたものである。また、構造体51は回動手段42よりも下方に位置する構造体下部51Bにおいて、複数の係留索54により海底Bのアンカー43に固定されている。

[0074] この構成により、回動手段42により構造体上部51Aが風向Wの変化に応じて回動可能となるから、風見鶏効果を発揮することができる。そして、構造体51内部に備えられている揺動抑制手段16によりジャイロ効果によるナセル13の回動揺動を抑制することができる。

また、構造体上部51Aは係留索等による中心軸回りの回転運動を抑制しない他の係留方式を併用して係留することもできる。

[0075] (第4の実施形態)

本発明の第4の実施形態について、図13を参酌して以下に説明する。本実施形態では、浮体の中心軸回りの回転運動を抑制しない係留方式で浮体式洋上風力発電施設を係留する構成について説明する。なお、第1～3の実施形態において説明した部材については、同じ番号を付して本実施形態では説明を省略する。

[0076] 図13は、本実施形態による浮体式洋上風力発電施設の概略構成を示す斜視図である。同図に示すように、本実施形態の浮体式洋上風力発電施設60の浮体31は、いわゆるカテナリー方式で係留索32により海底Bに係留されている。したがって、浮体31は中心軸回りにある程度の範囲で回動揺動することができる。すなわち、浮体31はその中心軸回りの回転運動を抑制しない係留方式で係留されている。このため、ジャイロ効果によって生じる

ナセル 1 3 の浮体 3 1 に対する回動揺動を揺動抑制手段 1 6 によって拘束しても浮体 3 1 は中心軸回りにある程度の範囲で回動揺動することができる。この結果、ナセル 1 3 の回動揺動を係留索 3 2 により抑制することはできない。しかし、浮体式洋上風力発電施設 6 0 の浮体 3 1 には、羽根状の流体力学的ダンパー 6 4 が複数設けられている。この流体力学的ダンパー 6 4 によって、浮体 3 1 に回動揺動が生じることを抑制できる。

[0077] このように、浮体の中心軸回りの回転運動を抑制しない係留方式で浮体式洋上風力発電施設を係留する構成とする場合、回動座軸受 1 4 におけるナセル 1 3 の回動揺動を抑制するための揺動抑制手段 1 6 と、浮体 3 1 の回動揺動を抑制するための流体力学的ダンパー 6 4 とを組み合わせた構成とすることは、ジャイロ効果に起因するナセル 1 3 と浮体 3 1 の回動揺動を抑制するために有効である。

[0078] 本実施形態の浮体式洋上風力発電施設 6 0 では、2 枚の流体力学的ダンパー 6 4 が浮体 3 1 を介して対向するように配置されている。すなわち、2 枚の流体力学的ダンパー 6 4 の浮体 3 1 への取付け部を結んだ線が浮体 3 1 の水平面に平行な断面の略中心を通るように配置されている。これは、流体力学的ダンパー 6 4 が浮体 3 1 のピッチング揺動ではなく回転揺動を抑制するために設けられたものであることによる。すなわち、浮体式洋上風力発電施設 6 0 の流体力学的ダンパー 6 4 は、外部の水との相互干渉により浮体 3 1 の回転揺動の抵抗となるように設けられたものである。したがって、ピッチング揺動の抑制を目的とするもののように 3 枚以上を設ける必要がない。このため、流体力学的ダンパー 6 4 は 1 枚であってもその機能を果たす。ただし、その数を 3 枚以上としても上記の機能を果たすから、流体力学的ダンパー 6 4 の数を 3 枚以上としても良い。

[0079] この実施形態においては、揺動抑制手段 1 6 に代えて、ナセルの回転運動を能動的に制御する装置を具備した際にも、流体力学的ダンパー 6 4 によって、浮体 3 1 に回動揺動が生じることを抑制できる。

なお、流体力学的ダンパー 6 4 は、周囲の流体との相互干渉により流体力

学的な作用を生じさせて揺動抑制手段としての機能を果たすものである。このため、構造体自身の断面形状を例えば角型としたり凹凸の多い形状に形成したりして構成してもよい。

産業上の利用可能性

[0080] 本発明は、風力発電施設における発電効率や機器の耐久性を向上させるための装置として利用することができる。特に、浮体式洋上風力発電施設の発電効率や機器の耐久性を向上させるために有用である。

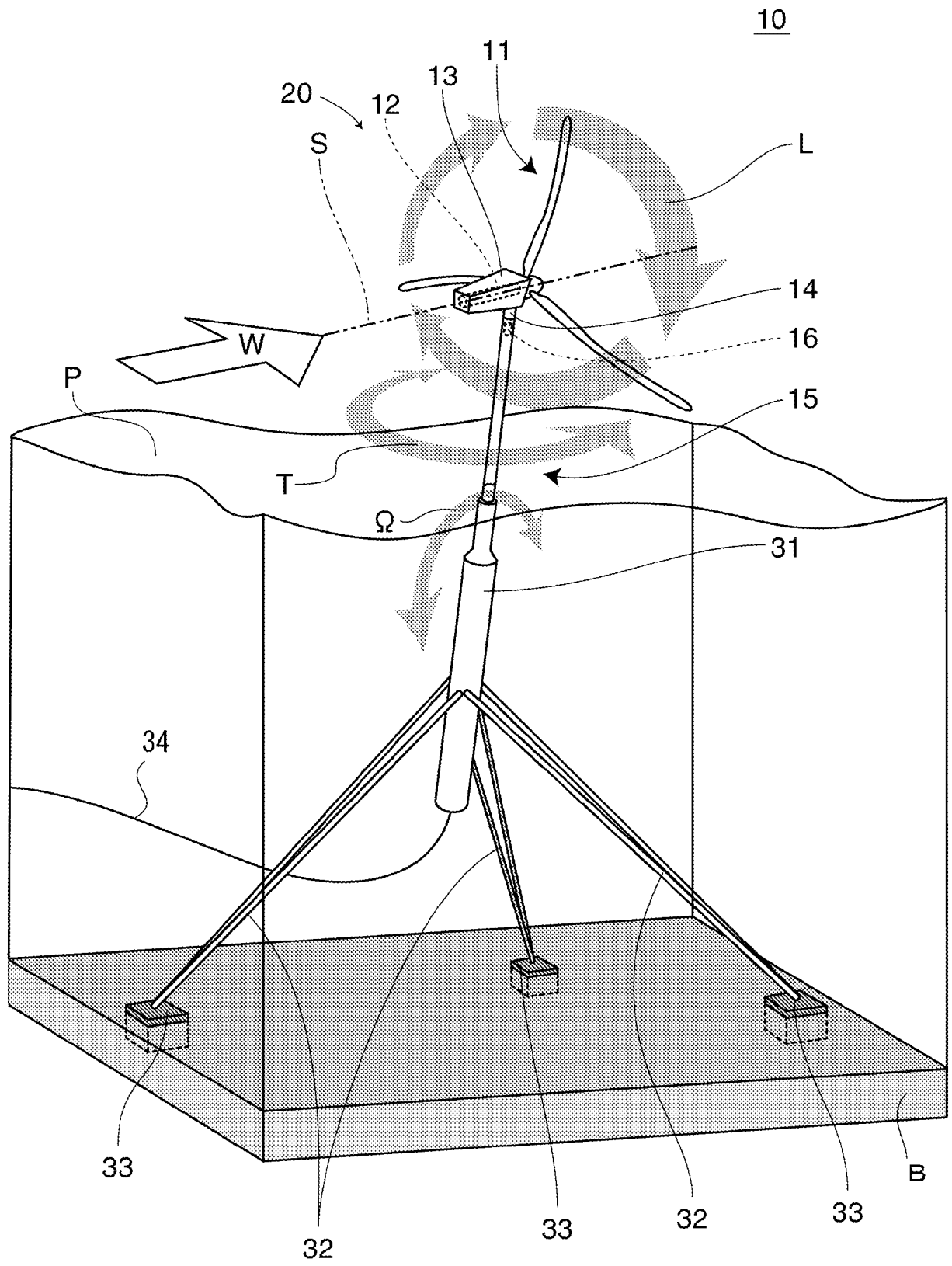
請求の範囲

- [請求項1] 風により回転するローターと、少なくとも前記ローターの回転軸を収容するナセルと、前記ナセルを水面または地面に対して回転自在に支持する回転手段を有した構造体と、前記ナセルの水面または地面に対する回転揺動を抑制する揺動抑制手段とを備えたことを特徴とする風力発電施設の回転揺動抑制装置。
- [請求項2] 前記ナセルを前記ローターに対して風上側に設けたことを特徴とする請求項1に記載の風力発電施設の回転揺動抑制装置。
- [請求項3] 前記ローターにコーニング角を付与したことを特徴とする請求項2に記載の風力発電施設の回転揺動抑制装置。
- [請求項4] 前記揺動抑制手段は油圧ダンパーを用いたことを特徴とする請求項1に記載の風力発電施設の回転揺動抑制装置。
- [請求項5] 前記揺動抑制手段は摩擦ダンパーを用いたことを特徴とする請求項1に記載の風力発電施設の回転揺動抑制装置。
- [請求項6] 前記揺動抑制手段は前記構造体の形状または構造と周囲の流体との相互干渉により回転揺動を抑制する流体力学的ダンパーを用いたことを特徴とする請求項1に記載の風力発電施設の回転揺動抑制装置。
- [請求項7] 請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の風力発電施設の回転揺動抑制装置を、洋上で前記構造体の一部として浮体を用いて発電を行う風力発電施設に適用したことを特徴とする浮体式洋上風力発電施設。
- [請求項8] 前記浮体を前記浮体の中心軸回りの回転運動を抑制する係留方式で係留したことを特徴とする請求項7に記載の浮体式洋上風力発電施設。
- [請求項9] 前記浮体を略円筒形状に形成し前記係留方式を、前記浮体を水平面に投影した際に、前記略円筒形状における円の円周上の2点をそれぞれの一端として接続される2本の係留索からなる係留索対が用いられ、前記2本の係留索は、それぞれが前記円の略接線となる形状とされ

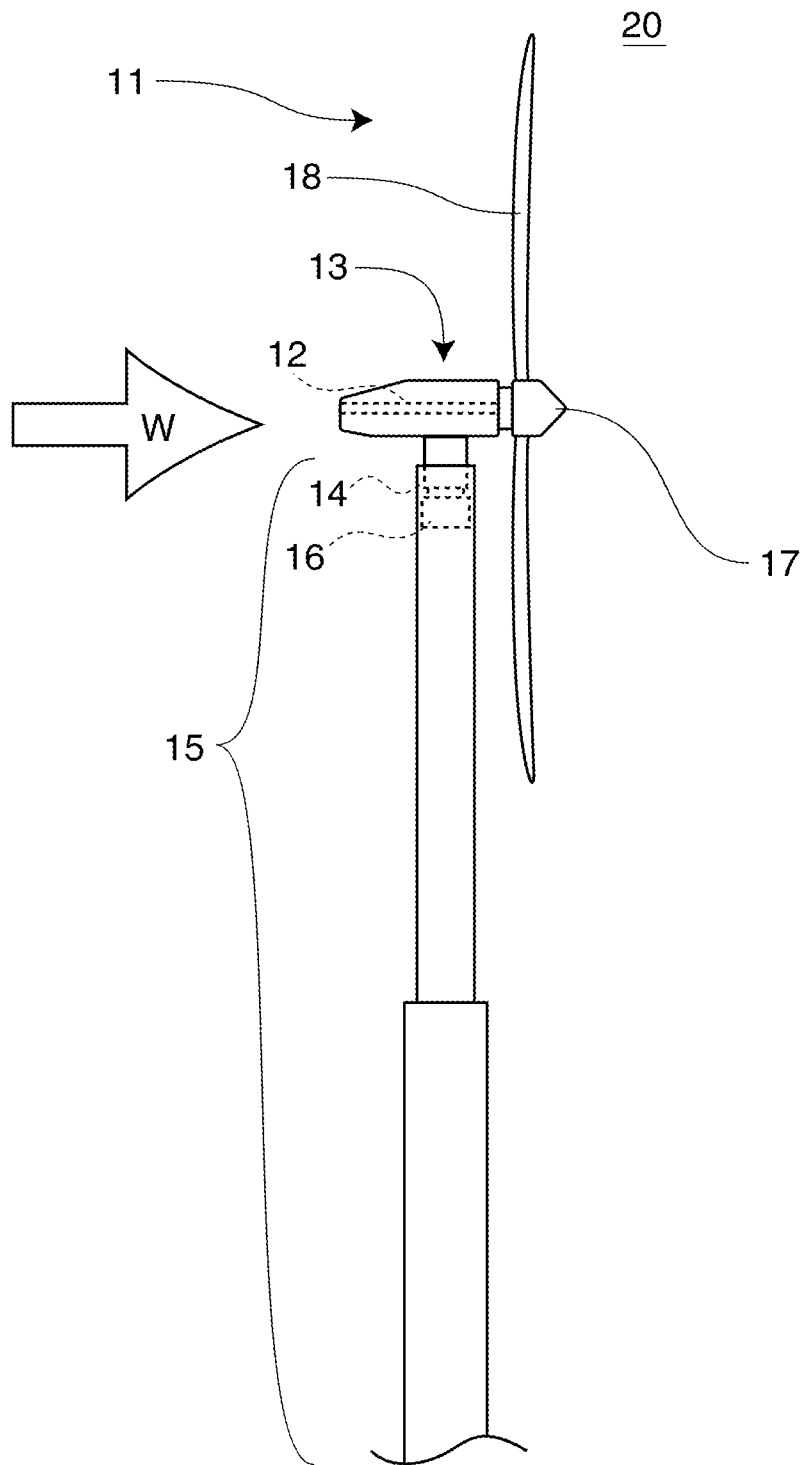
、同一側に延びる形態としたことを特徴とする請求項 8 に記載の浮体式洋上風力発電施設。

[請求項10] 風を受けて傾いた状態におけるローターの回転軸が風向に対して平行になるように、風を受けていない状態におけるローターの回転軸を水平面に対して所定角を持たせてナセルを前記構造体に支持したことを特徴とする請求項 7 に記載の浮体式洋上風力発電施設。

[図1]

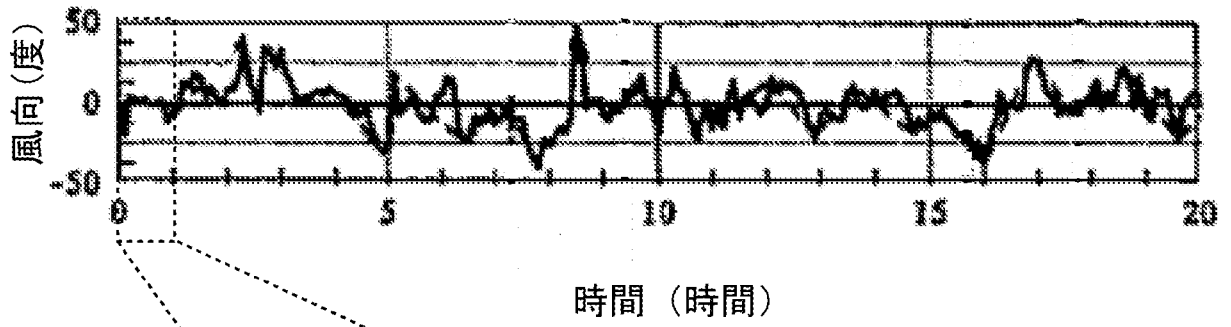


[図2]

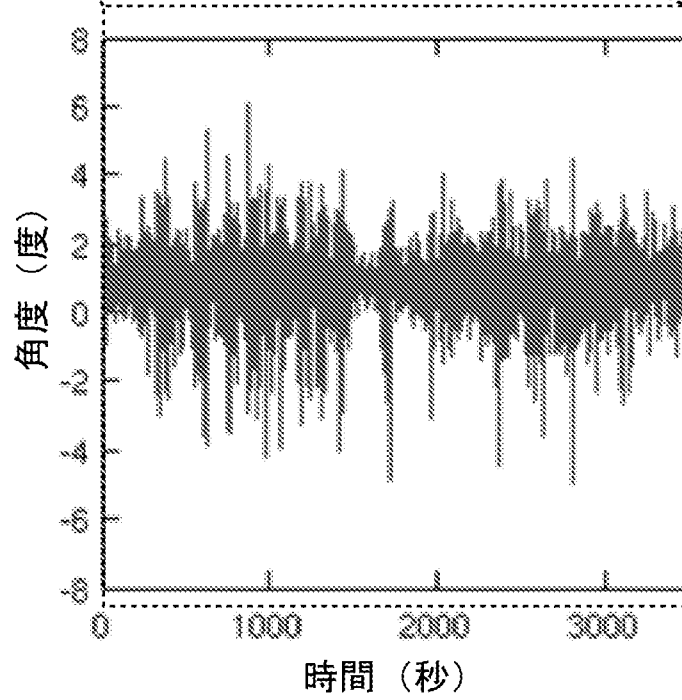


[図3]

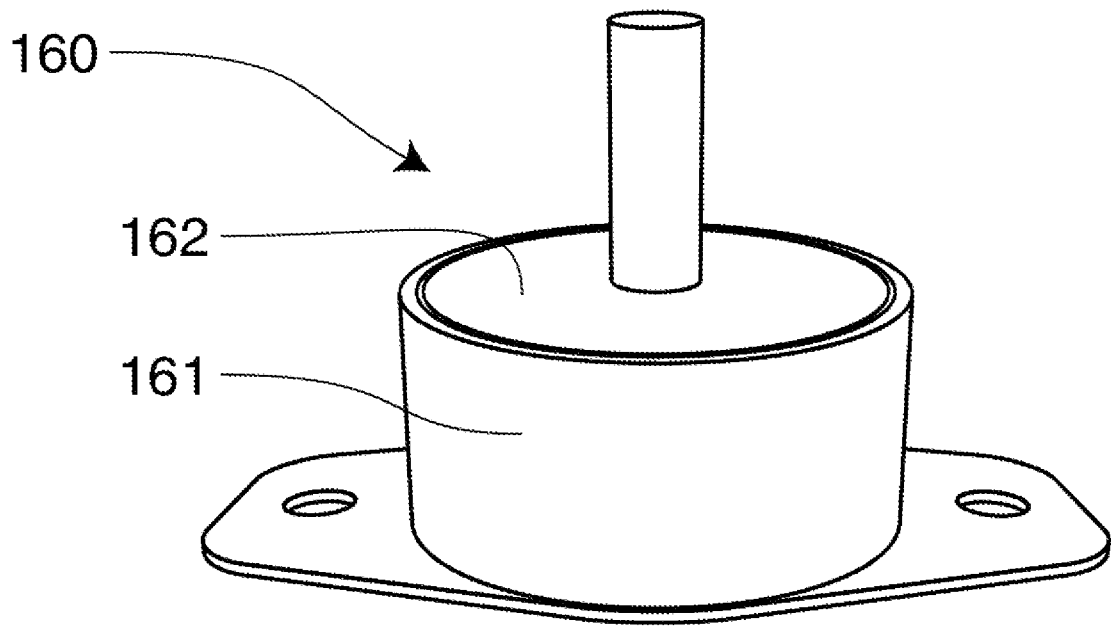
(a)



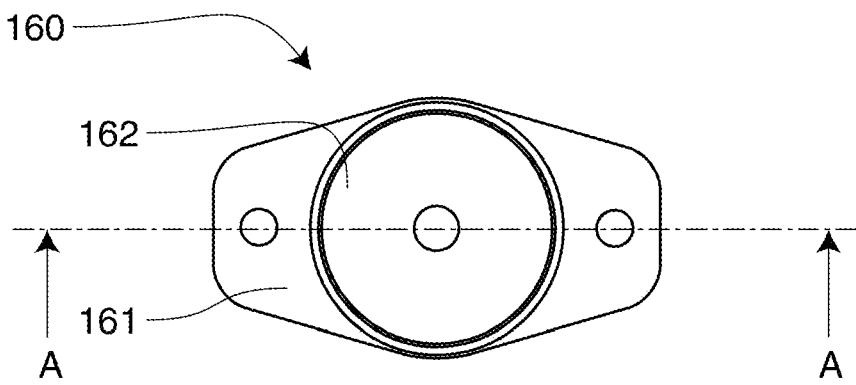
(b)



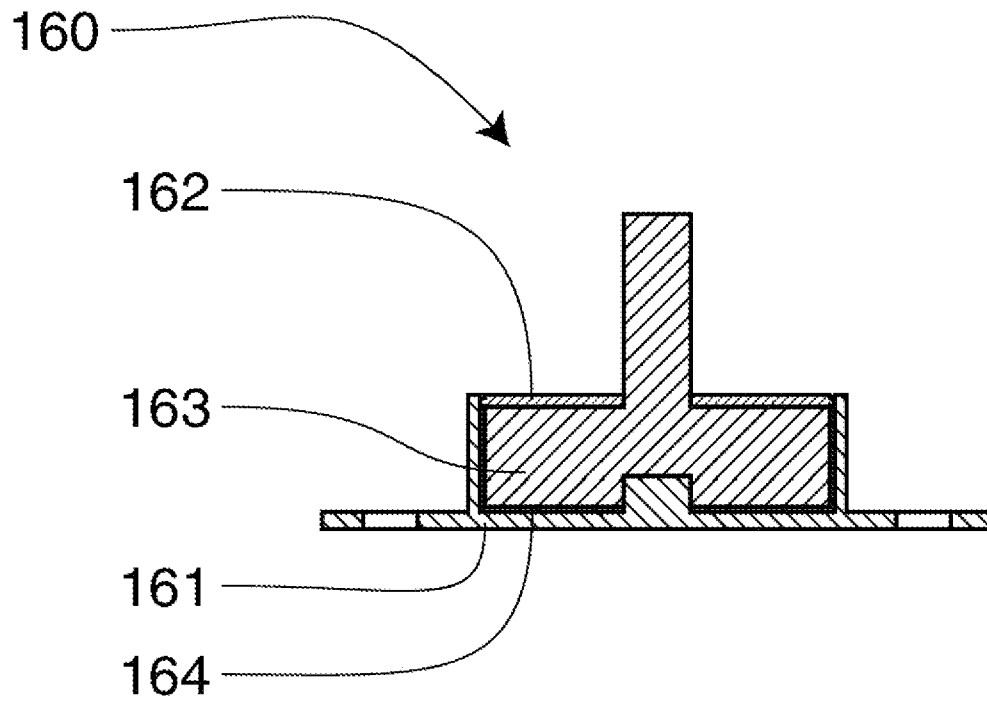
[図4A]



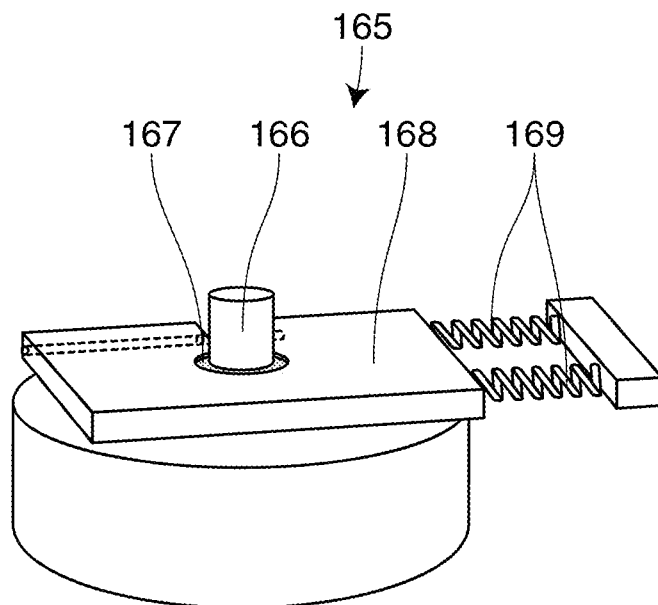
[図4B]



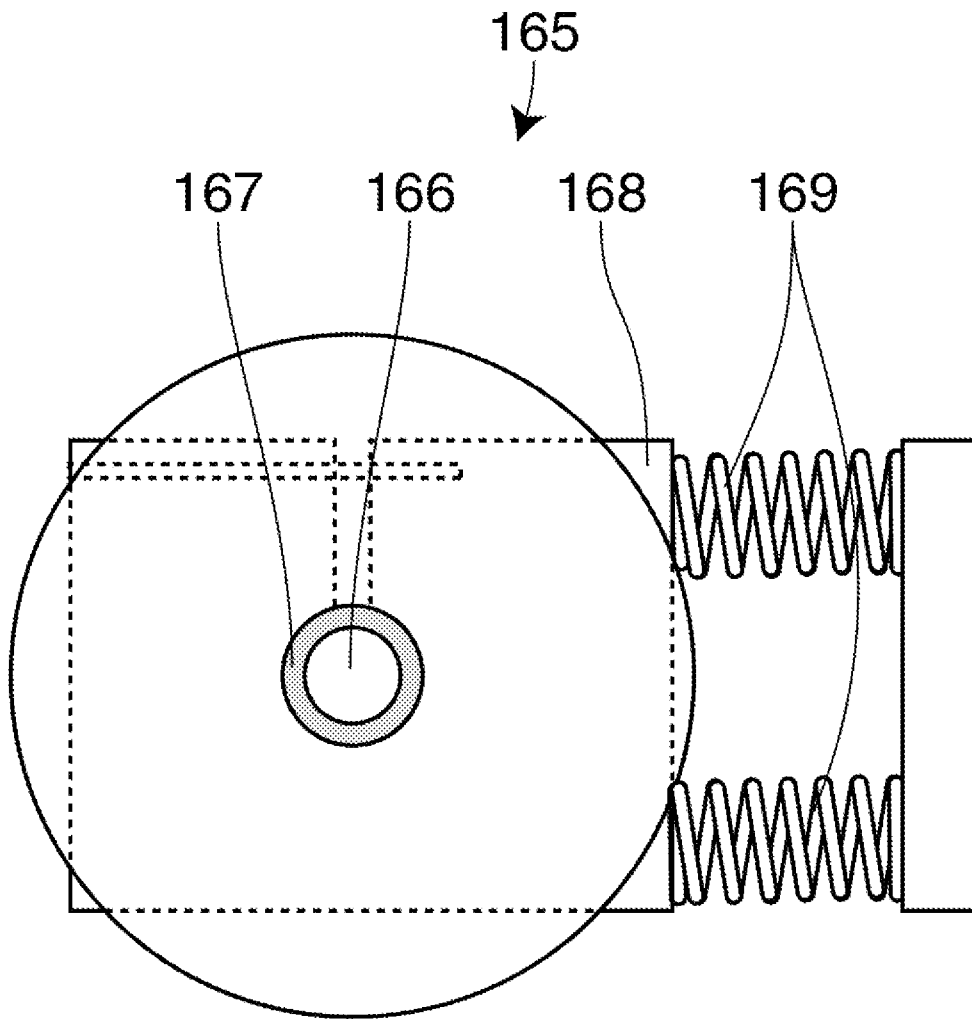
[図4C]



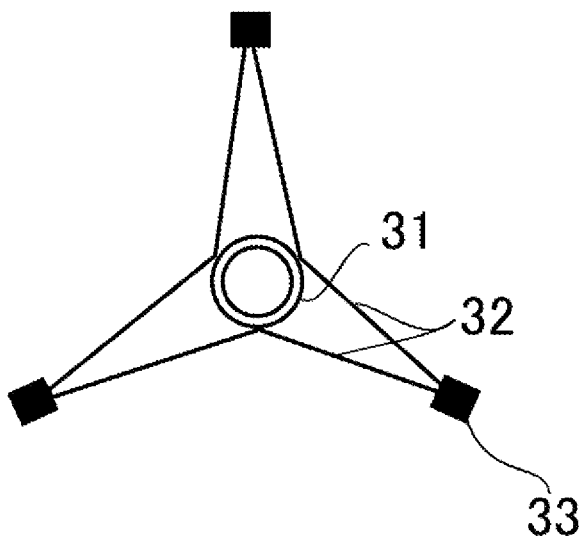
[図5A]



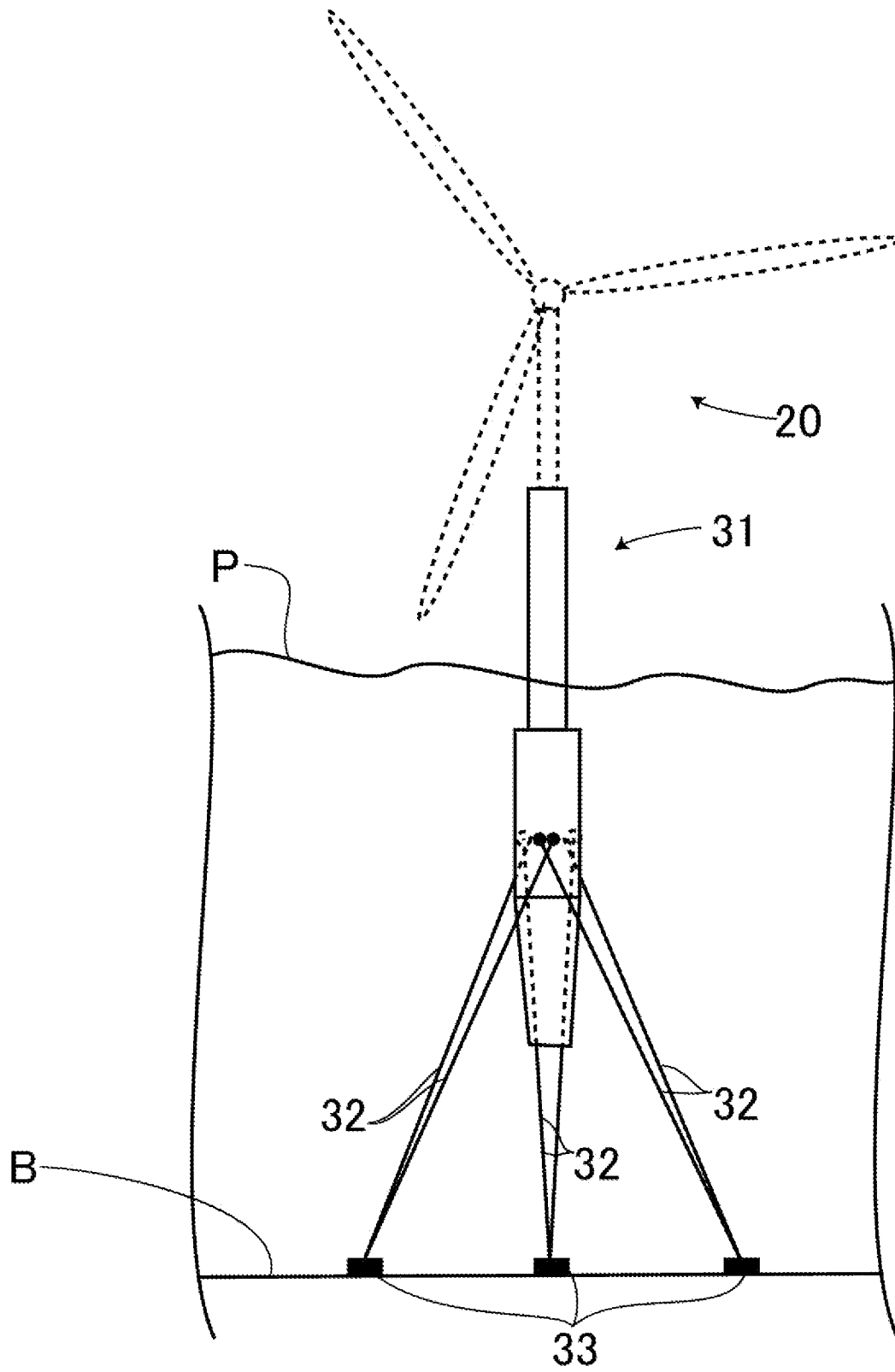
[図5B]



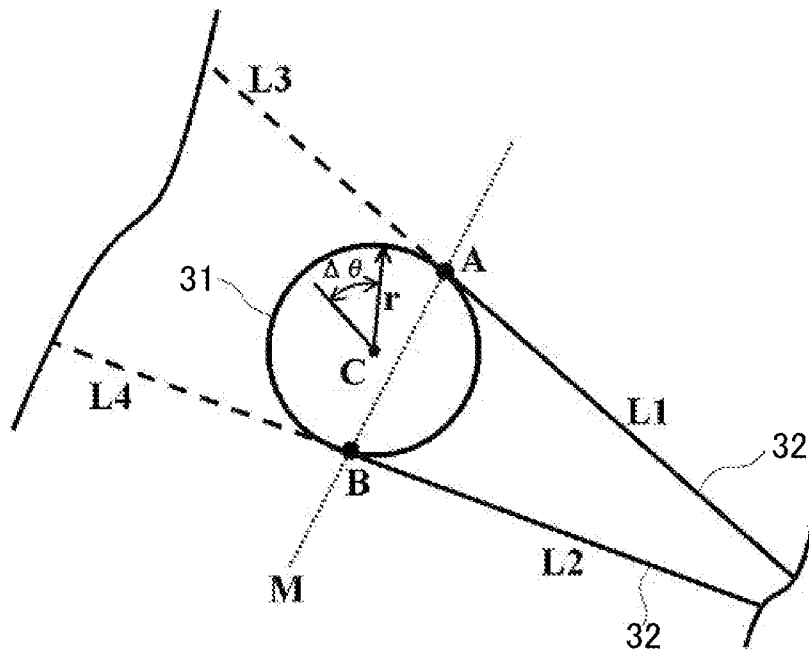
[図6A]



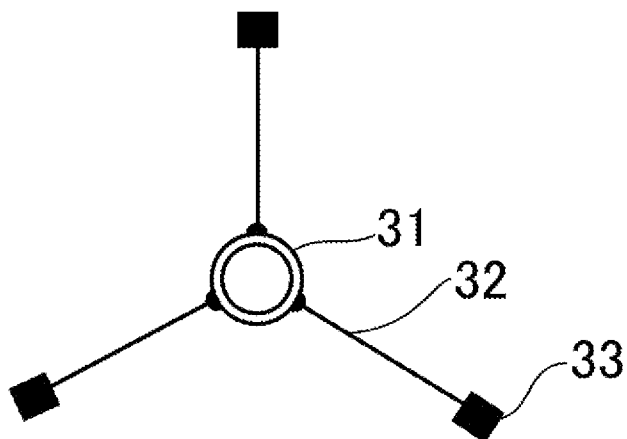
[図6B]



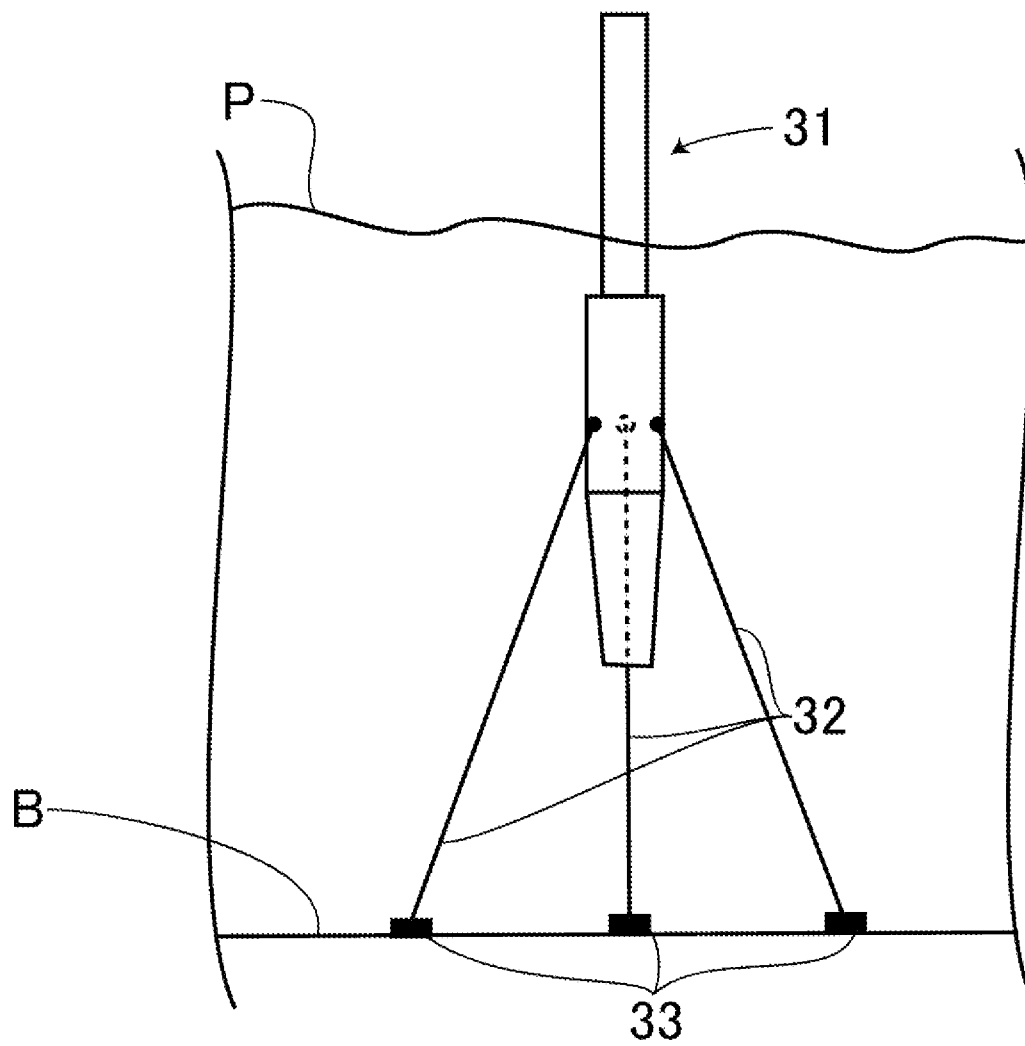
[図7]



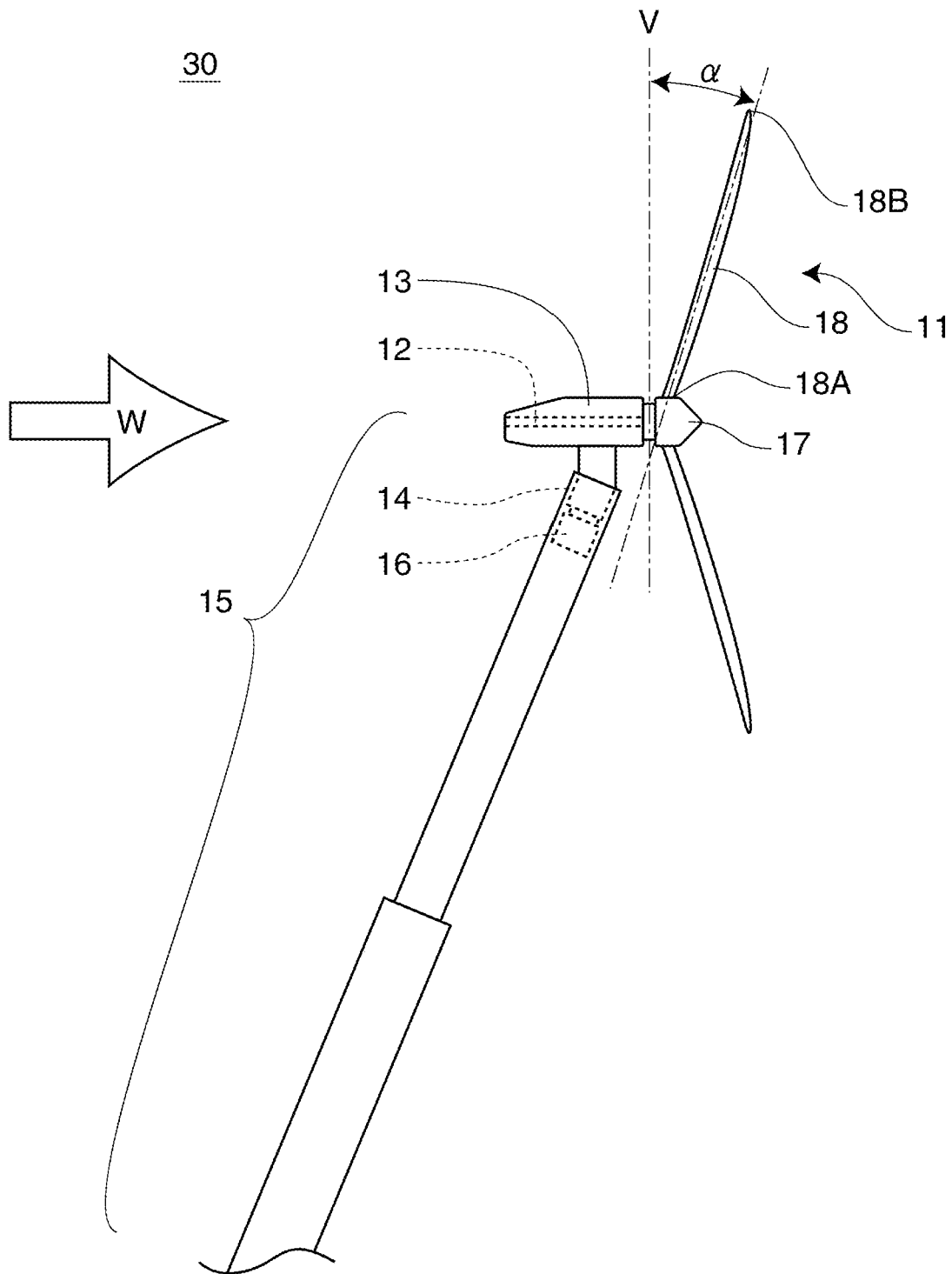
[図8A]



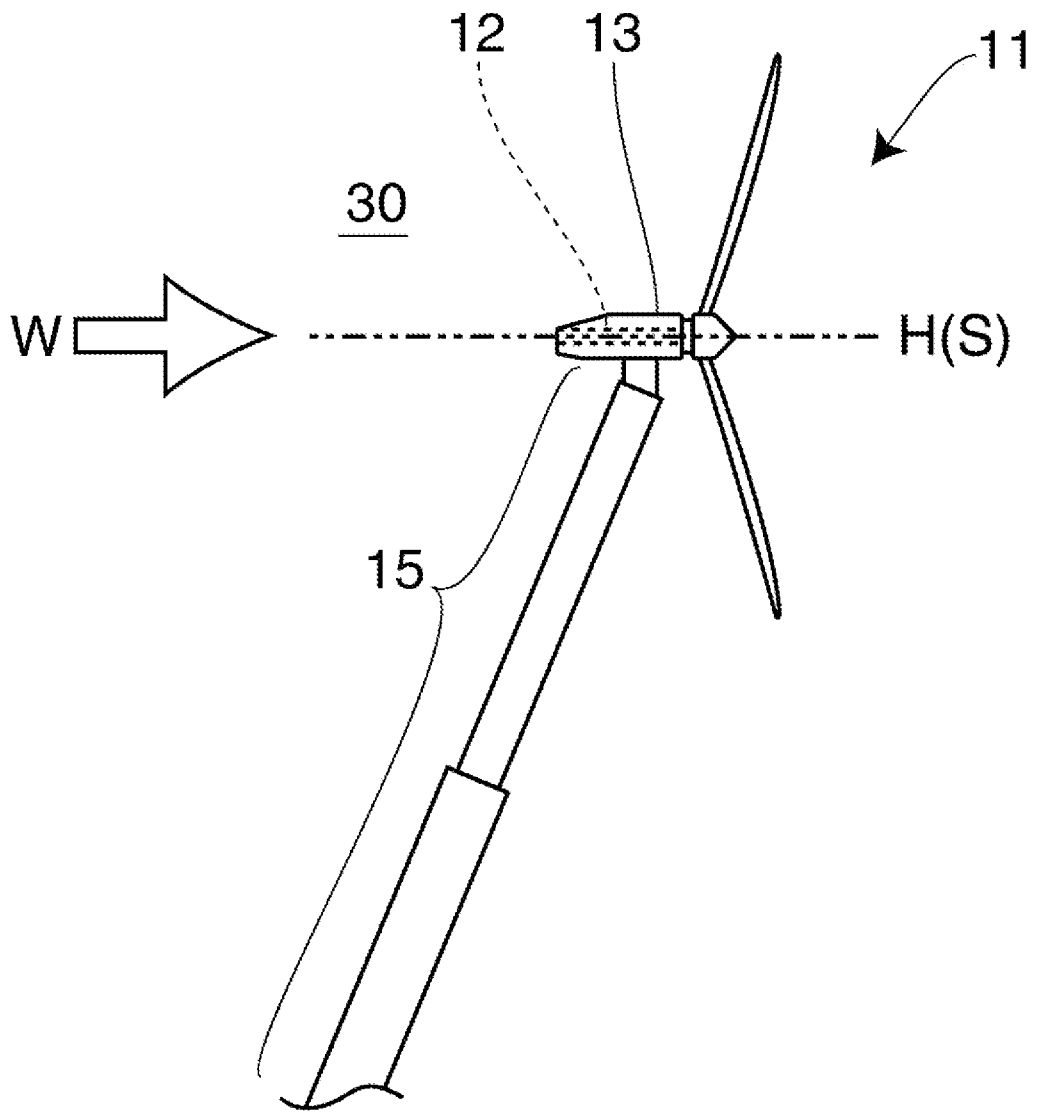
[図8B]



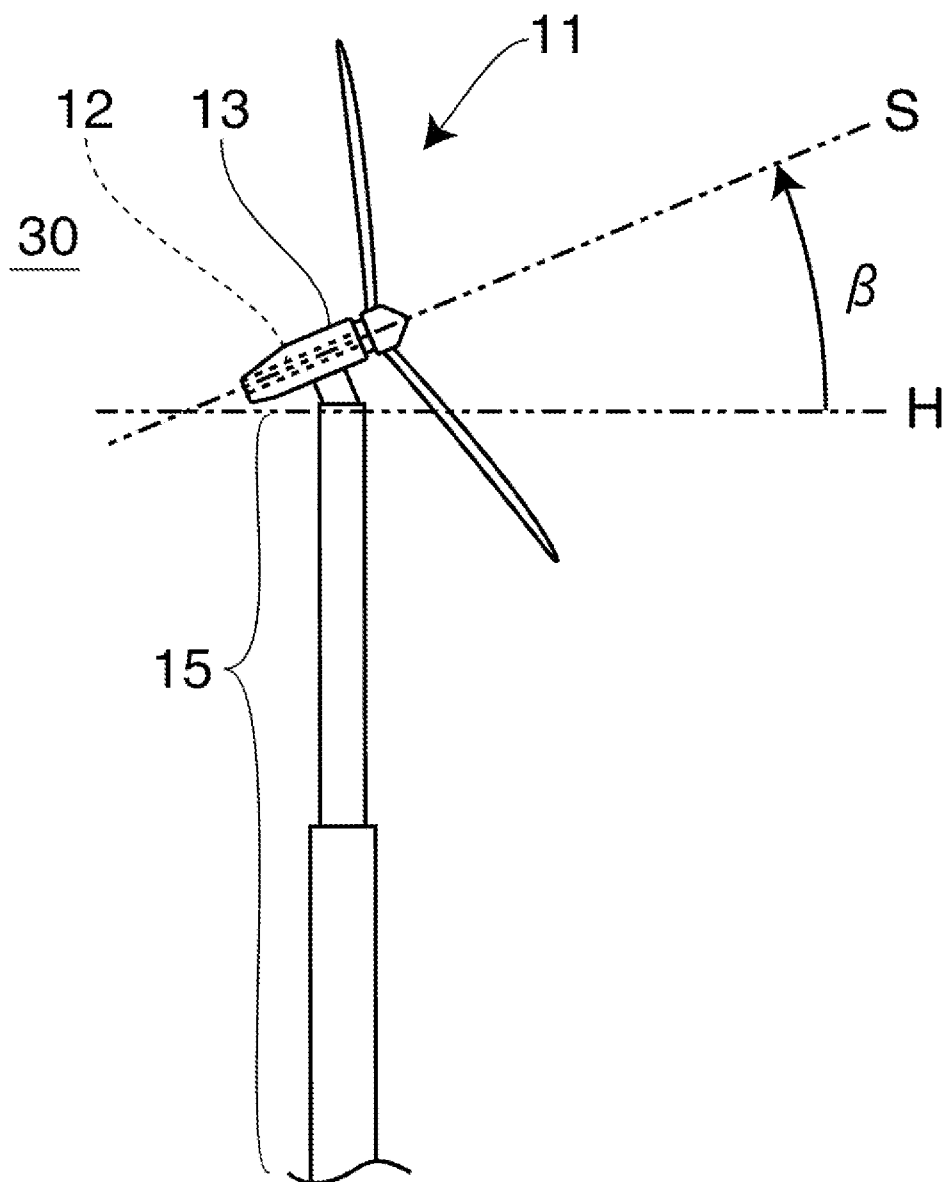
[図9]



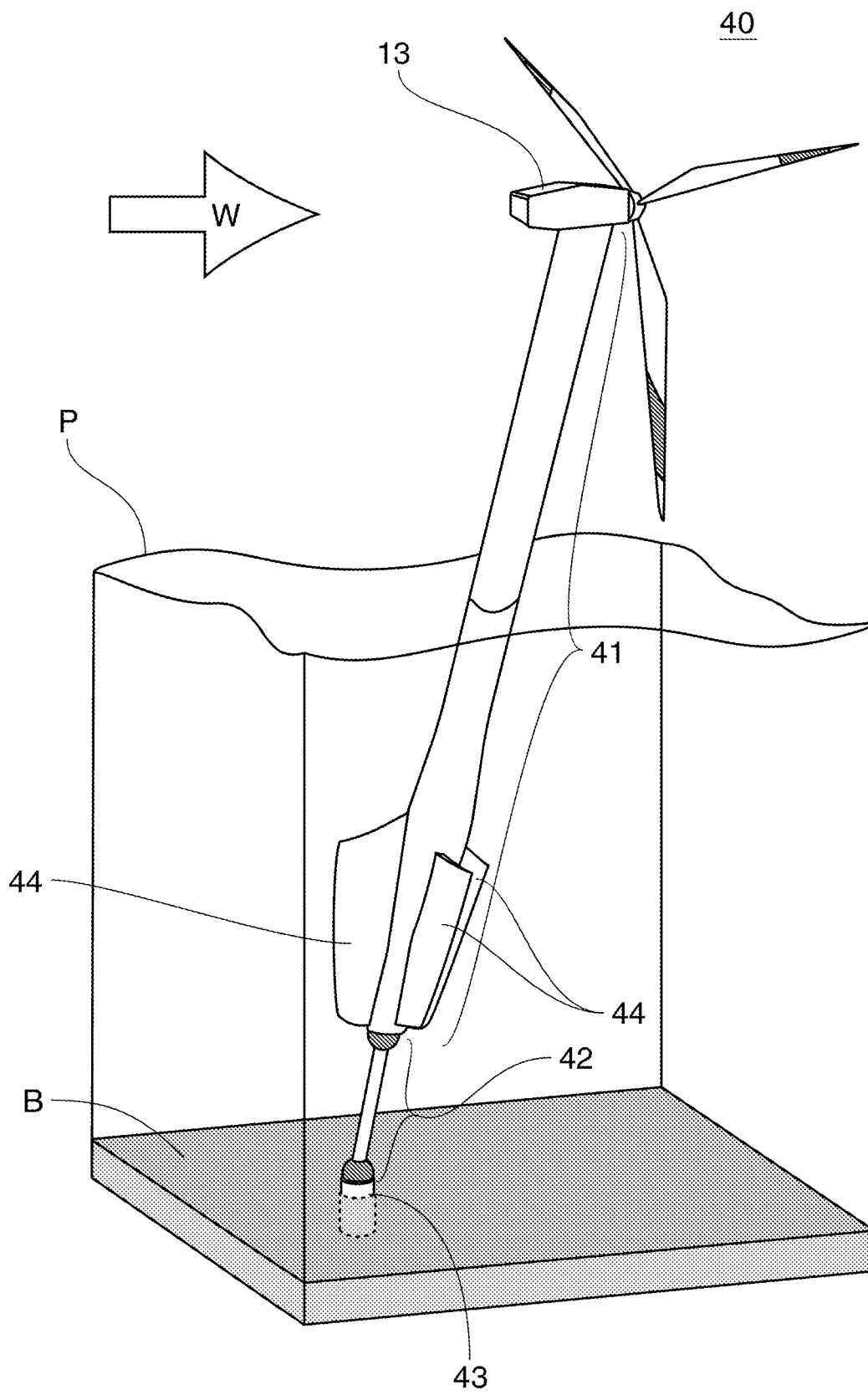
[図10A]



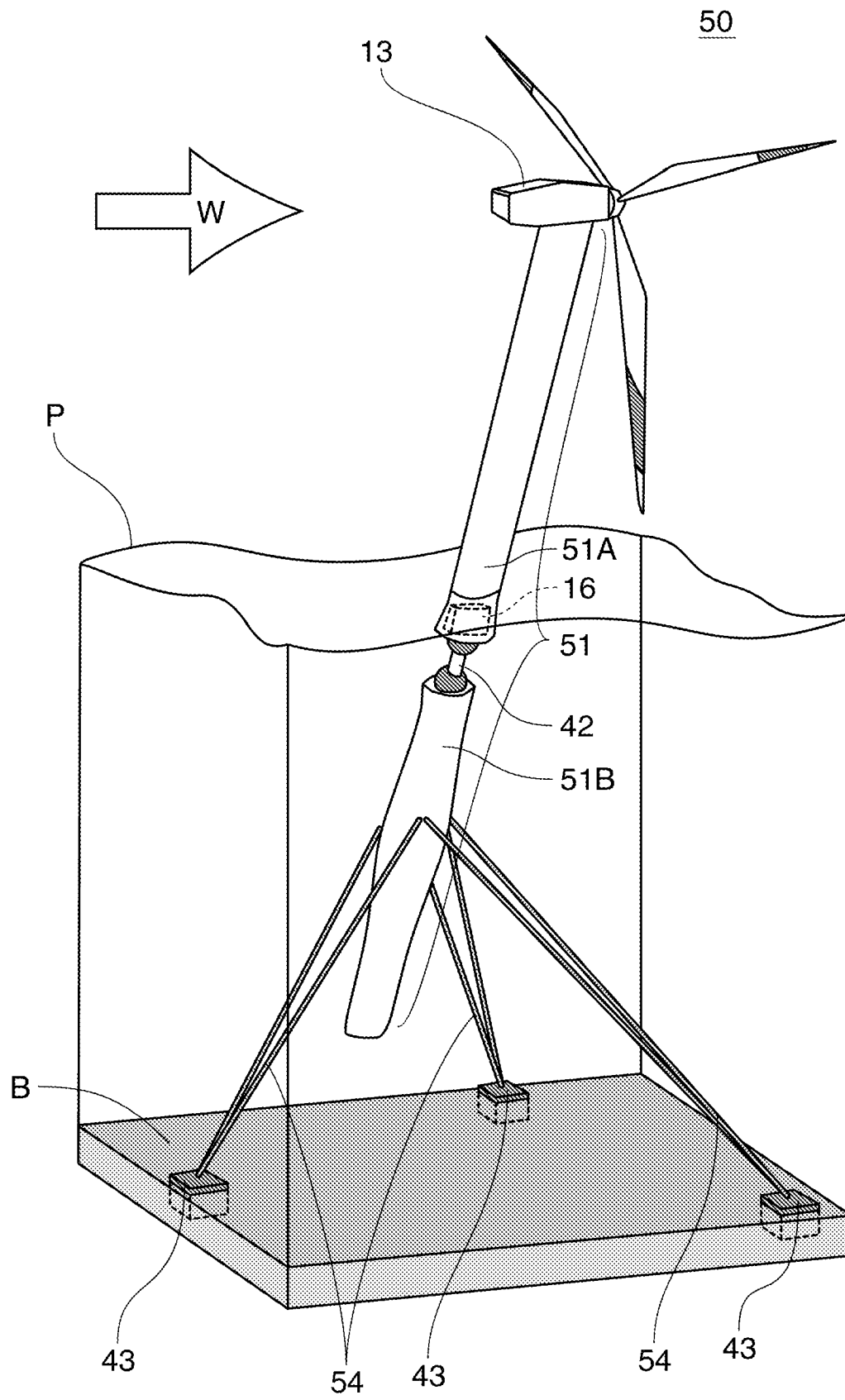
[図10B]



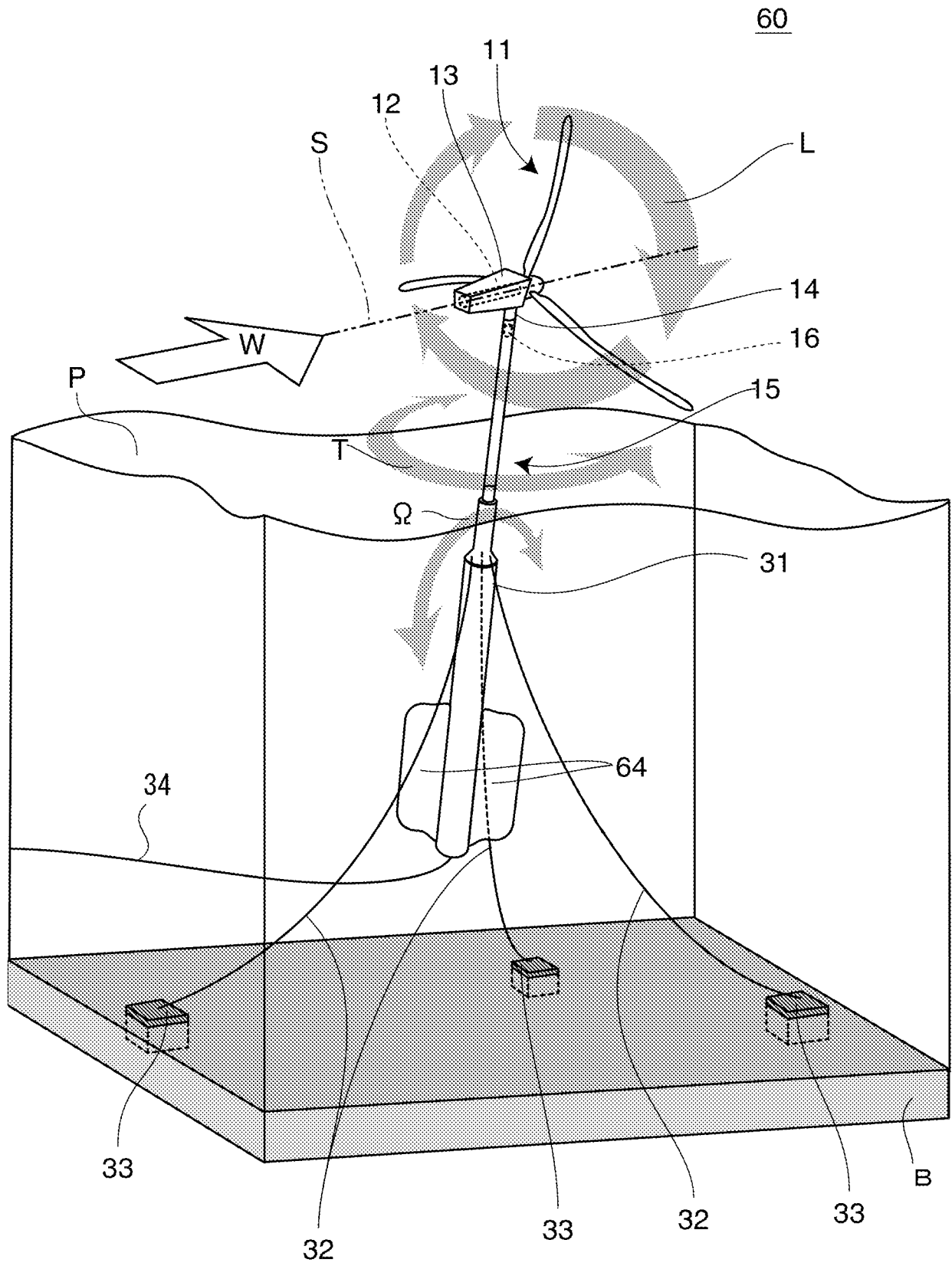
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/006177

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D7/04(2006.01) i, F03D9/00(2006.01) i, F03D11/04(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)

F03D7/04, F03D9/00, F03D11/04

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 | 1996-2012 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2012 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2012 |

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 Y | JP 2010-14105 A (Ryozo OTA), 21 January 2010 (21.01.2010), paragraphs [0014] to [0016], [0023]; fig. 1 to 7 (Family: none) | 1-4 7-10 |
| X Y | JP 2007-198167 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 09 August 2007 (09.08.2007), paragraphs [0016] to [0025]; fig. 1 to 3, 5 (Family: none) | 1, 4 7-10 |

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
23 January, 2012 (23.01.12)

Date of mailing of the international search report
07 February, 2012 (07.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/006177

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X Y | JP 2007-146858 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 June 2007 (14.06.2007), page 14, line 50 to page 15, line 40; fig. 3, 12 & US 2004/0253093 A1 & US 2008/0084068 A1 & EP 1429025 A1 & WO 2003/058062 A1 & BR 207714 A & CN 1549897 A | 1-2, 5 7-10 |
| Y | JP 2008-540902 A (Norsk Hydro ASA.), 20 November 2008 (20.11.2008), paragraphs [0003] to [0007], [0017] to [0018]; fig. 1 to 2 & US 2009/0092449 A1 & EP 1881927 A1 & WO 2006/121337 A1 & CA 2608233 A1 & KR 10-2008-0017337 A & CN 101193792 A | 7-9 |
| Y | JP 2005-526213 A (Sway A/S), 02 September 2005 (02.09.2005), paragraphs [0027], [0035]; fig. 1 to 2 & US 2005/0229836 A1 & EP 1509696 A1 & EP 1944504 A1 & WO 2003/098038 A1 & DE 60320400 T2 & NO 20022426 A & CA 2486929 A1 & DK 1509696 T3 & ES 2305462 T3 | 7, 10 |
| A | EP 2080899 A1 (DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET), 22 July 2009 (22.07.2009), paragraphs [0026], [0041]; fig. 2, 5b (Family: none) | 6-7 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F03D7/04(2006.01)i, F03D9/00(2006.01)i, F03D11/04(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 (IPC))
 Int.Cl. F03D7/04, F03D9/00, F03D11/04

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 | JP 2010-14105 A (太田良三) | 1-4 |
| Y | 2010.01.21, 【0014】 - 【0016】, 【0023】, 図 1-7 (ファミリーなし) | 7-10 |
| X | JP 2007-198167 A | 1, 4 |
| Y | (富士重工業株式会社) 2007.08.09, 【0016】 - 【0025】, 図 1-3, 5 (ファミリーなし) | 7-10 |

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。

| | |
|---|---|
| <p>* 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</p> | <p>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</p> |
|---|---|

| | |
|---|--|
| 国際調査を完了した日 23.01.2012 | 国際調査報告の発送日 07.02.2012 |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 笹木 俊男 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 |
| X Y | JP 2007-146858 A (三菱重工業株式会社) 2007.06.14, 第14頁第50行-第15頁第40行, 図3, 12 & US 2004/0253093 A1 & US 2008/0084068 A1 & EP 1429025 A1 & WO 2003/058062 A1 & BR 207714 A & CN 1549897 A | 1-2, 5 7-10 |
| Y | JP 2008-540902 A (ノルスク・ヒドロ・アーエスアー) 2008.11.20, 【0003】 - 【0007】, 【0017】 - 【0018】, 図1-2 & US 2009/0092449 A1 & EP 1881927 A1 & WO 2006/121337 A1 & CA 2608233 A1 & KR 10-2008-0017337 A & CN 101193792 A | 7-9 |
| Y | JP 2005-526213 A (スウェーデン アーエス) 2005.09.02, 【0027】, 【0035】, 図1-2 & US 2005/0229836 A1 & EP 1509696 A1 & EP 1944504 A1 & WO 2003/098038 A1 & DE 60320400 T2 & NO 20022426 A & CA 2486929 A1 & DK 1509696 T3 & ES 2305462 T3 | 7, 10 |
| A | EP 2080899 A1 (DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET) 2009.07.22, [0026], [0041], 図2, 5b (ファミリーなし) | 6-7 |