

(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2012-201191

(P2012-201191A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012.10.22)

| (51) Int.Cl.                   | F I           | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| <b>B 6 3 B 21/50 (2006.01)</b> | B 6 3 B 21/50 | A           |
| <b>B 6 3 B 35/00 (2006.01)</b> | B 6 3 B 35/00 | T           |
| <b>B 6 3 B 35/28 (2006.01)</b> | B 6 3 B 35/28 |             |
| <b>B 6 3 B 21/29 (2006.01)</b> | B 6 3 B 21/29 |             |
| <b>B 6 3 B 43/06 (2006.01)</b> | B 6 3 B 43/06 | Z           |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2011-66863 (P2011-66863)  
 (22) 出願日 平成23年3月25日 (2011. 3. 25)

(71) 出願人 000166627  
 五洋建設株式会社  
 東京都文京区後楽2丁目2番8号  
 (71) 出願人 000002299  
 清水建設株式会社  
 東京都港区芝浦一丁目2番3号  
 (71) 出願人 000003687  
 東京電力株式会社  
 東京都千代田区内幸町一丁目1番3号  
 (71) 出願人 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  
 (74) 代理人 110001014  
 特許業務法人東京アルパ特許事務所

最終頁に続く

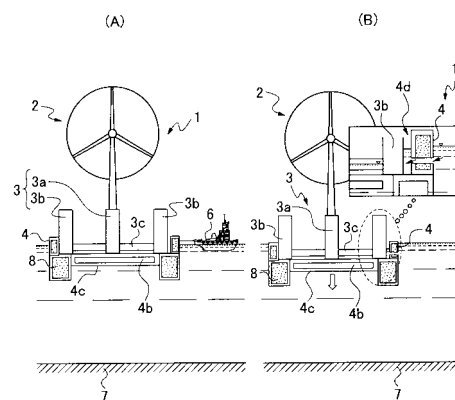
(54) 【発明の名称】 浮体式洋上風力発電装置の設置工法および撤去工法とその構造

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 施工性と設備コストに優れた浮体式洋上風力発電装置を提供する。

【解決手段】 発電装置 2 と、該発電装置を支持する浮体 3 と、該浮体を係留するシンカー 4 と、前記浮体に一端部が繋着され他端部が前記シンカーに繋着され緊張・張設されて前記浮体の位置及び姿勢を安定させる係留索とでなる浮体式洋上風力発電装置 1 の構造において、前記シンカー 4 は、前記浮体のコラム全部を内部に収納するように上部が全面開口した有底筒体形成され、且つ、前記有底筒体と前記浮体とが前記係留索によって連結されており、前記シンカーの筒体内部全体に均等に注水することで前記浮体から離隔して海底 7 に着底し、前記シンカー 4 は浮体の曳航用台船と浮体用錘とを兼用されている浮体式洋上風力発電装置 1 の構造とするものである。

【選択図】 図 1 - A



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

発電装置と、該発電装置を支持する浮体と、該浮体を係留するシンカーと、前記浮体に一端部が繋着され他端部が前記シンカーに繋着され緊張・張設されて前記浮体の位置及び姿勢を安定させる係留索とでなる浮体式洋上風力発電装置の構造において、

前記シンカーは、前記浮体のコラム全部を内部に収納するように上部が全面開口した有底筒体に形成され、且つ、前記有底筒体と前記浮体とが前記係留索によって連結されており、

前記シンカーの筒体内部全体に均等に注水することで前記浮体から離隔して海底に着底し、

前記シンカーは浮体の曳航用台船と浮体用錘とに兼用されていること、  
を特徴とする浮体式洋上風力発電装置の構造。

**【請求項 2】**

シンカーには、該シンカーの安定性を向上させる 2 次注水用のバラストタンクが一つ又は二つ以上で底部に設けられていること、

を特徴とする請求項 1 に記載の浮体式洋上風力発電装置の構造。

**【請求項 3】**

バラストタンクが、シンカーの中央部に寄せて当該シンカーと係留索との連結部の位置よりも内側に配設されていること、

を特徴とする請求項 2 に記載の浮体式洋上風力発電装置の構造。

**【請求項 4】**

シンカーの底面には、海底に向かって突出した脚部が複数個で垂設されていること、  
を特徴とする請求項 1 または 2 に記載の浮体式洋上風力発電装置の構造。

**【請求項 5】**

浮体の全部を内部に収納するように上部が全面開口し底部にバラストタンクを設けた有底筒体のシンカーを形成し、該シンカーを海に浮かべた後に浮体を前記シンカーの底部に載置し、前記シンカーと浮体とを係留索で連結し、

前記シンカーを曳航して所定の位置まで移動し、

前記シンカーの有底筒体の内部空間に一次注水して当該内部空間を均等に注水して水中に沈降させるとともに前記浮体を浮かせ、

前記シンカーが海底に着底した後に前記バラストタンクに 2 次注水し、

前記係留索を緊張させて浮体式洋上風力発電装置を設置すること、

を特徴とする浮体式洋上風力発電装置の設置工法。

**【請求項 6】**

シンカーは、閉塞された内部空間をシンカー周縁部に形成して全体として有底筒体に形成されており、浮体を前記有底筒体の内部空間に設置する前に、前記周縁部の内部空間にコンクリートが打設されること、

を特徴とする請求項 5 に記載の浮体式洋上風力発電装置の設置工法。

**【請求項 7】**

バラストタンクが、シンカーの中央部に寄せて当該シンカーと係留索との連結部の位置よりも内側に配設されていること、

を特徴とする請求項 5 または 6 に記載の浮体式洋上風力発電装置の設置工法。

**【請求項 8】**

浮体の全部を内部に収納するように上部が全面開口し底部にバラストタンクを設けた有底筒体のシンカーを形成し、該シンカーを海に浮かべた後に浮体を前記シンカーの底部に載置し、前記シンカーと浮体とを係留索で連結して前記シンカーを曳航して所定の設置位置まで移動させ、該シンカーを海底に着底させて浮体式洋上風力発電装置を設置した後、

前記シンカーのバラストタンクの水を該バラストタンクに海上から空気注入することによって一次排水し、

その後、前記係留索で前記シンカーを引き上げ、

10

20

30

40

50

前記引き上げられたシンカーの有底筒体の内部空間から水を二次排水して前記浮体の下部を当該シンカーの有底筒体の底部に載置させ、

前記シンカーを船で曳航して前記所定の設置位置から浮体式洋上風力発電装置を撤去すること、

を特徴とする浮体式洋上風力発電装置の撤去工法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、洋上の海域に設置される浮体式洋上風力発電装置の設置工法および撤去工法とその構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、洋上の海域は、陸上や浅海域に比べて風況が良好であるため、風力発電の立地に適している。そのような洋上に設置される風力発電装置は、経済性等の観点から実績のある着底式よりも浮体式の構造形式の方が有利である。前記浮体式の風力発電施設は、発電時のブレード回転に伴って作用する大きな水平力や転倒モーメントに対して十分な安定性を保持するとともに、発電効率が低下しないように浮体の動揺量を極力抑えるようにしている。このような浮体式風力発電施設としては、テンションレグ式があり、風車を支持する中央コラムと外側コラム、それを係留するテンドン（係留索）と、大型のシンカー（錘）装置とから構成されている（特許文献1参照）ものが知られている。

【0003】

上記テンションレグ式の浮体式風力発電施設は、浮体とシンカーにあらかじめ大きな初期張力を鉛直方向に作用させた状態で係留する方式であるため、緩係留方式よりも浮体の動揺量を低減でき、且つ、比較的占有面積を小さくできる等の利点がある。洋上での構築においては、大型シンカー設置後、ウインチ等の引張装置を用いてテンドンに初期張力を作用させた状態で固定する。テンドンを支えるシンカーは、一般的に大型で大重量の構造となるため、重量を分散させるために分割した構造とする場合が多く（特許文献2参照）、図9に示すような構造が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-18129号公報

【特許文献2】特開2010-64649号公報

【特許文献3】特開2010-115978号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の浮体式洋上風力発電装置の構造においては、例えば、分割したシンカーでは、図9に示すように、テンドン5の設置角度が鉛直となるように、シンカー4, 4同士の相対距離を高精度で保持しながらシンカー4を設置しなければならない。しかし、波浪条件の悪い洋上では起重機船などの現有作業船を用いて大型のシンカー4を高い精度で設置するのは困難である。

【0006】

また、シンカーを沈設させる方法においては、シンカー設置後の浮体とシンカーとの連結、連結後の緊張、などの作業用に別途設備を用意しなければならない、長期の施工期間を要し経済性に欠ける。更に、浮体とシンカーとの位置関係を保ちながらの浮体の固定が困難である。

【0007】

このほか、シンカーを浮体の上から直接設置する方法が特許文献3に記載のように知られているが、シンカーの重量が大きい場合には設置のシンカー重量を保持するカウンター

10

20

30

40

50

が不足する可能性がある。また、補助設備には大型の施設が必要となつて、経済性に劣るとともに作業時の安全性が低くなる等の課題がある。更に、外洋に設置される浮体式洋上風力発電装置は、落雷や塩害などによりブレードやナセルが損傷して電力供給できなくなる場合があり、早急に交換・修理等する必要があるが、外洋では大型機械やクレーン等の使用が制限されるとともに、船の動揺によって高所作業が危険となり実質的に困難であるという課題がある。本発明に係る浮体式洋上風力発電装置の設置工法および撤去工法とその構造は、このような課題を解決するために提案されたものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る浮体式洋上風力発電装置の構造の上記課題を解決して目的を達成するための要旨は、発電装置と、該発電装置を支持する浮体と、該浮体を係留するシンカーと、前記浮体に一端部が繋着され他端部が前記シンカーに繋着され緊張・張設されて前記浮体の位置及び姿勢を安定させる係留索とでなる浮体式洋上風力発電装置の構造において、前記シンカーは、前記浮体のコラム全部を内部に収納するように上部が全面開口した有底筒体に形成され、且つ、前記有底筒体と前記浮体とが前記係留索によって連結されており、前記シンカーの筒体内部全体に均等に注水することで前記浮体から離隔して海底に着底し、前記シンカーは浮体の曳航用台船と浮体用錘とに兼用されていることである。

【0009】

また、前記シンカーには、該シンカーの安定性を向上させる２次注水用のバラストタンクが一つ又は二つ以上で底部に設けられていることを含み、更に、バラストタンクが、シンカーの中央部に寄せて当該シンカーと係留索との連結部の位置よりも内側に配設されていること、そして、前記シンカーの底面には、海底に向かって突出した脚部が複数個で垂設されていることを含むものである。

【0010】

本発明に係る浮体式洋上風力発電装置の設置工法の上記課題を解決して目的を達成するための要旨は、浮体の全部を内部に収納するように上部が全面開口し底部にバラストタンクを設けた有底筒体のシンカーを形成し、該シンカーを海に浮かべた後に浮体を前記シンカーの底部に載置し、前記シンカーと浮体とを係留索で連結し、前記シンカーを曳航して所定の位置まで移動し、前記シンカーの有底筒体の内部空間に一次注水して当該内部空間を均等に注水して水中に沈降させるとともに前記浮体を浮かせ、前記シンカーが海底に着底した後に前記バラストタンクに２次注水し、前記係留索を緊張させて浮体式洋上風力発電装置を設置することである。

【0011】

また、前記シンカーは、閉塞された内部空間をシンカー周縁部に形成して全体として有底筒体に形成されており、浮体を有底筒体の内部空間に設置する前に、前記周縁部の内部空間にコンクリートが打設されること、更に前記バラストタンクが、シンカーの中央部に寄せて当該シンカーと係留索との連結部の位置よりも内側に配設されていることを含むものである。

【0012】

本発明に係る浮体式洋上風力発電装置の撤去工法の要旨は、浮体の全部を内部に収納するように上部が全面開口し底部にバラストタンクを設けた有底筒体のシンカーを形成し、該シンカーを海に浮かべた後に浮体を前記シンカーの底部に載置し、前記シンカーと浮体とを係留索で連結して前記シンカーを曳航して所定の設置位置まで移動させ、該シンカーを海底に着底させて浮体式洋上風力発電装置を設置した後、前記シンカーのバラストタンクの水を該バラストタンクに海上から空気注入することによって一次排水し、その後、前記係留索で前記シンカーを引き上げ、前記引き上げられたシンカーの有底筒体の内部空間から水を二次排水して前記浮体の下部を当該シンカーの有底筒体の底部に載置させ、前記シンカーを船で曳航して前記所定の設置位置から浮体式洋上風力発電装置を撤去することである。

【発明の効果】

## 【 0 0 1 3 】

本発明の浮体式洋上風力発電装置の設置工法とその構造によれば、シンカーが浮体の曳航用台船と浮体用錘とに兼用されているので、浮体曳航用の台船等が不要となって便宜であり、コストの低減となる。また、シンカーには、有底筒体の内部に水を注入するだけでよいので、簡易な引張装置で沈設させることができ、錘の運搬及び据え付けが容易となり施工性も向上する。更に、2次注水用のバラストタンクもシンカーの中央部に寄せて設けられるので、当該シンカーの安定性が向上する。また、シンカーの底面には脚部が複数設けられるので、海底面との接触面積が小さくなって、海底面の不陸や凹凸の形状に対応し易くなり、シンカーを安定させて海底に設置できる、等と言う優れた効果を奏するものである。

10

本発明に係る浮体式洋上風力発電装置の撤去工法により、簡易な作業で確実に且つ容易に撤去作業を行うことができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 4 】

【図 1 - A】本発明に係る浮体式洋上風力発電装置の構造を示す説明用断面図（A）と、一次注水を行うことを示す使用状態説明図（B）とである。

【図 1 - B】本発明に係る浮体式洋上風力発電装置に一次注水を行って、沈降する状態の断面図（C）と、着底した状態の説明図（D）とである。

【図 2】同本発明の浮体式洋上風力発電装置の構造における、1次注水、2次注水によるシンカーの重量変位を示す説明図である。

20

【図 3】シンカーの他の実施例を示す説明用の断面図である。

【図 4】シンカーにおける2次注水用のバラストタンクの他の実施例を示す平面図（A）～（D）である。

【図 5】本発明の実施例 4 に係る浮体式洋上風力発電装置の設置工法を示す説明図（A）～（C）である。

【図 6】同本発明の実施例 4 に係る浮体式洋上風力発電装置の設置工法を示す説明図（A）～（B）である。

【図 7】同本発明の実施例 4 に係る浮体式洋上風力発電装置の設置工法を示す説明図（A）～（B）である。

【図 8】本発明に係る浮体式洋上風力発電装置 1 の撤去工法の手順を示す説明図である。

30

【図 9】従来例に係る浮体式洋上風力発電装置 1 a の概略使用状態を示す説明図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 5 】

本発明に係る浮体式洋上風力発電装置 1 の構造は、図 1 - A に示すように、曳航用台船と浮体用錘とを兼用するシンカーによって実現されるものである。

## 【実施例 1】

## 【 0 0 1 6 】

本発明に係る浮体式洋上風力発電装置 1 は、図 1 - A（A）に示すように、発電装置 2 と、該発電装置 2 を支持する浮体 3 と、該浮体 3 を係留するシンカー 4 と、前記浮体 3 に一端部が繋着され他端部が前記シンカー 4 に繋着され緊張・張設されて前記浮体 2 の位置及び姿勢を安定させる係留索 5 とでなるものである。

40

## 【 0 0 1 7 】

前記発電装置 2 は、風車と発電機とで成る。該発電装置 2 は、中央浮体 3 a と外側浮体 3 b とでなる浮体（コラムとも言う）3 によって支持される。この浮体 3 は、前記中央浮体 3 a と外側浮体 3 b とが連結部材 3 c によってトラス状に組み立てられている。

## 【 0 0 1 8 】

前記シンカー 4 は、前記浮体 3 を内部に載置して収納するように有底筒体に形成され、且つ、前記有底筒体の底部 4 a と前記浮体 3 における外側浮体 3 b とが係留索（テンドンとも言う）5 によって連結されている。このシンカー 4 は、上部が全面開口した有底筒体に形成されているので、海上においては前記発電装置 2 及び浮体 3 をその内部に設置した

50

状態でも、浮力により浮いており、曳航船 6 で曳くための係止部（図示せず）が設けられており、更には、有底筒体内部に水を注水するための注水口 4 d（図 1 - A（B）参照）が設けられている。

【0019】

前記外側浮体 3 b には、係留索 5 を巻き付けておくドラム（図示せず）と、緊張させるセンターホールジャッキ等のジャッキ（図示せず）が設けられている。

【0020】

前記シンカー 4 には、図 1 - A に示すように、該シンカー 4 の安定性を向上させる 2 次注水用のバラストタンク 4 b が一つ又は二つ以上設けられている。

【0021】

更に、前記シンカー 4 の底面 4 c には、海底 7 に向かって突出した脚部 8 が複数個で垂設されている。この脚部 8 は、金属製若しくはコンクリート製で矩形状若しくは台形状の形状をしているが、特にこれに限定するものではない。この脚部 8 は、海底 7 の不陸に対応させるためのものである。

【0022】

以上のようにして形成される浮体式洋上風力発電装置 1 の使用方法を説明する。まず、図 1 - A（A）に示すように、浮体 3 などを載置したシンカー 4 を曳航船 6 で所定の場所まで曳航する。

【0023】

次に、図 1 - A（B）に示すように、シンカー 4 の有底筒体に設けた注水口 4 d から水を入れる。なお、注水口は、シンカー 4 の底部 4 a に設けても良いが、この場合には、止水性に留意して、注入弁等を高精度に開閉しなければならない。これにより、浮力に抗してシンカー 4 が次第に沈んでいく。

【0024】

図 1 - B（A）に示すように、前記シンカー 4 の筒体内部に水を入れることで前記浮体 3 から離隔して海中に沈み、やがて海底 7 に着底する。シンカー 4 の底面 4 c に脚部 8 があることで、海底 7 に 3 箇所若しくは 4 カ所の脚部 8 で支持されて、海底 7 の凹凸形状に影響されずに、シンカー 4 が水平に保たれる。

【0025】

図 1 - B（B）に示すように、更に、2 次注水用バラストタンク 4 b に水を注水することで、シンカー 4 の安定性が向上する。この 2 次注水作業は、潜水夫による作業であるが、そのほか、遠隔操作により電磁弁等で注水口を開閉するようにしても良い。この 2 次注水で、図 2 に示すように、シンカー 4 の重量が設計重量となるものである。

【実施例 2】

【0026】

前記 2 次注水用バラストタンク 4 b は、他の実施例として、図 3 に示すように、有底筒体の底部 4 a の中に埋設した構造にすることもできる。また、予め底部 4 a の空間部を隔壁によって複数個に区画してバラストタンク 4 b , 4 b , . . . を形成することもできる。なお、前記隔壁を設ける場合には、当該隔壁に連通孔を設けて各隔壁間の水位の調整が不要になるようにする。この底部 4 a に、シンカー 4 の中央部に寄せて 2 次注水用バラストタンク 4 b を設けることで、このシンカー 4 を水中に沈設させる際に、シンカー 4 の中央部に浮力が働きシンカー 4 の周縁部に連結されたテンドン 5 でシンカー 4 の重量を支持するので、多少揺れても安定してシンカー 4 が支持され沈降するようになる。

【実施例 3】

【0027】

このほか、図 4（A）～（D）に示すように、前記 2 次注水用バラストタンク 4 b の形状に関して、（1）：シンカー 4 の形状に沿って三角形に配置したもので、シンカー 4 の内部に埋設した場合（図 4（A））、（2）：円形状のシンカー 4 に対して別個のタンクを三角形に埋設し互いにタンクを連通させた場合（図 4（B））、（3）：円形状のシンカー 4 の形状に沿って同様な円形状にして埋設した場合（図 4（C））、（4）：矩形

10

20

30

40

50

状のシンカー 4 の形状に沿って矩形状にして配置した場合（図 4（D））のように、種々、態様がある。いずれにしても、前記 2 次注水用バラストタンク 4 b は、シンカー 4 の中央部に近い位置に設けるようにする。また、シンカー 4 の底部 4 a に埋設するばかりでなく、底部 4 a の上に 2 次注水用バラストタンク 4 b を設けるようにしても良い。このように、シンカー 4 は浮体 3 の曳航用台船と浮体用錘とに兼用されているものである。

【実施例 4】

【0028】

本発明の実施例 4 に係る浮体式洋上風力発電装置の設置工法を図面に沿って説明する。まず、図 5（A）に示すように、浮体 3 の全部を内部に収納するように上部が全面開口した有底筒体のシンカー 4 を形成する。該シンカー 4 は、閉塞された内部空間を有する金属製体によって、全体として有底筒体に形成されている。金属製体としては、例えば、鋼製である。

10

【0029】

また、図 5（A）に示すように、浮体 3 をシンカー 4 である有底筒体の内部空間に設置する前に、前記金属製体の内部空間にコンクリートが打設される。そして、図 5（B）、（C）に示すように、前記シンカー 4 を海に浮かべた後に浮体 3 を前記シンカー 4 の底部に載置し、前記シンカー 4 と浮体 3 とを係留索 5 で連結しておく。発電装置 2 を浮体 3 に結合させ、浮体式洋上風力発電装置 1 を形成する。

【0030】

次に、図 6（A）に示すように、前記シンカー 4 を曳船 6 で曳航して所定の位置まで移動し、図 6（B）に示すように、前記シンカー 4 の有底筒体の内部空間に一次注水する。続いて図 7（A）に示すように、前記内部空間に均等に注水してシンカー 4 を水中に沈降させるとともに前記浮体 3 を水中に浮かせる。

20

【0031】

図 7（B）に示すように、前記シンカー 4 が海底 7 に着底した後にバラストタンク 4 b に 2 次注水する。前記係留索 5 を緊張させる。各中央浮体 3 a、外側浮体 3 b の傾き調整を行って前記係留索 5 の調整をする。このようにして浮体式洋上風力発電装置 1 を設置するものである。

【実施例 5】

【0032】

前記浮体式洋上風力発電装置 1 の撤去工法は、図 8 で上から下へ順に示すように、前記本発明に係る浮体式洋上風力発電装置 1 を所定の設置位置まで移動させ、シンカー 4 を海底に着底させて前記浮体式洋上風力発電装置 1 を所定の位置に設置した後、前記シンカー 4 のバラストタンク 4 b の水を、コンプレッサーを有した曳航船 6 等で、海上から注入パイプを介し前記バラストタンク 4 b に空気注入することによって一次排水する。排水側の曳航船 6 等では、一例として排水パイプに真空ポンプ等を接続して、前記バラストタンク 4 b の水を排水させる。

30

【0033】

その後、前記係留索 5 をジャッキ等で引くことで前記シンカー 4 を引き上げ、更に、前記引き上げられたシンカー 4 の有底筒体の内部空間から水を二次排水して、前記浮体式洋上風力発電装置 1 における浮体 3 の下部を当該シンカー 4 の有底筒体の底部 4 a に載置させる。そして、前記シンカー 4 を曳航船 6 等で内湾の護岸に曳航して前記所定の設置位置から浮体式洋上風力発電装置 1 を撤去する。その後、内湾の護岸にてブレード等の交換作業等を行うものである。

40

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明に係る浮体式洋上風力発電装置の構造は、海や湖沼、河川において浮体物を係留させる装置等に広く適用できるものである。

【符号の説明】

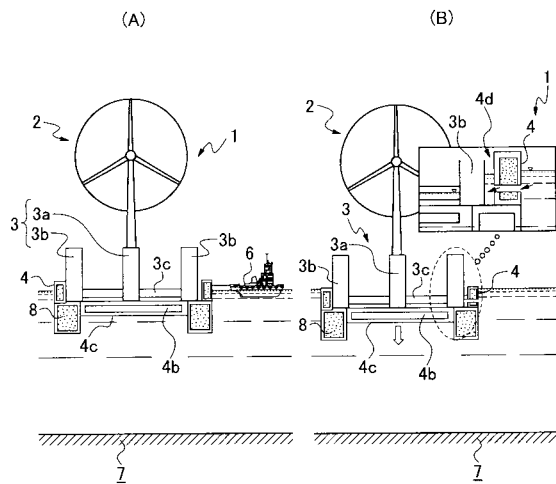
【0035】

50

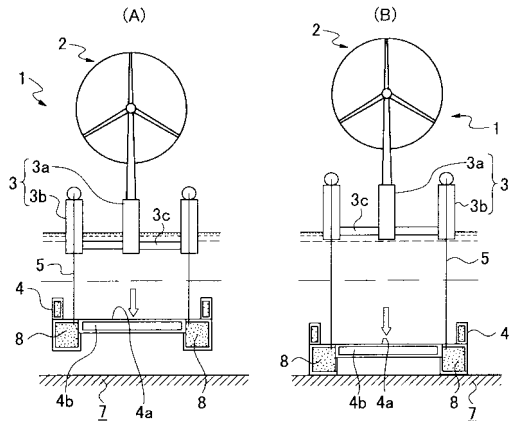
1 浮体式洋上風力発電装置、  
 2 発電装置、  
 3 浮体、  
 3 b 外側浮体、  
 4 シンカー、  
 4 b 2次注水用バラストタンク、  
 4 d 注水口、  
 5 係留索（テンドン）、  
 6 曳航船、  
 7 海底、  
 8 脚部。

1 a 従来の浮体式洋上風力発電装置、  
 3 a 中央浮体、  
 3 c 連結部材、  
 4 a 底部、  
 4 c 底面、  
 4 e 側壁、

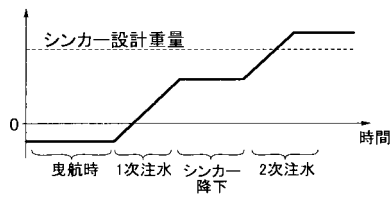
【図 1 - A】



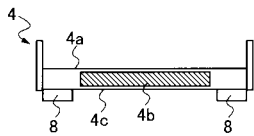
【図 1 - B】



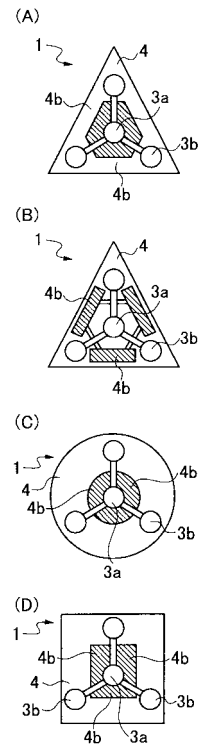
【図 2】



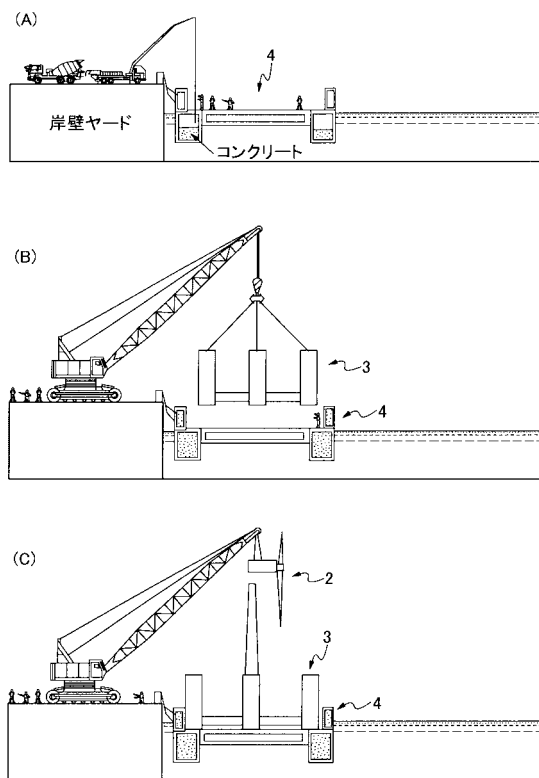
【図 3】



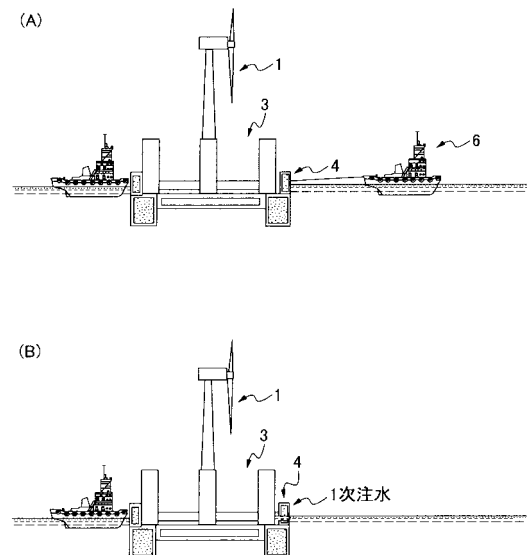
【図 4】



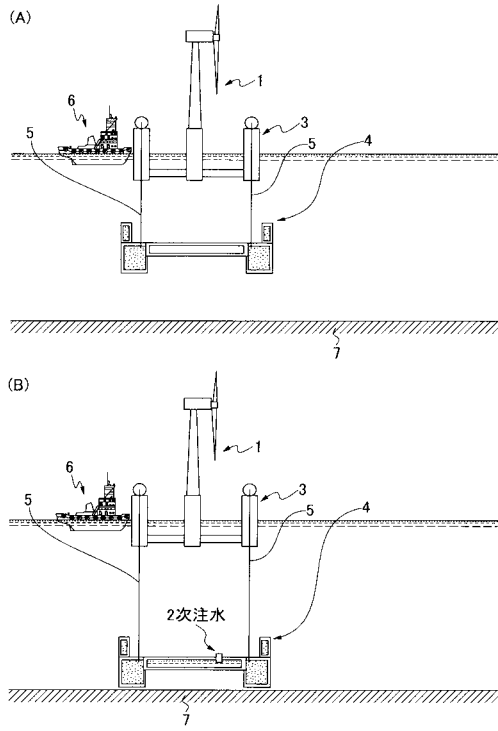
【図 5】



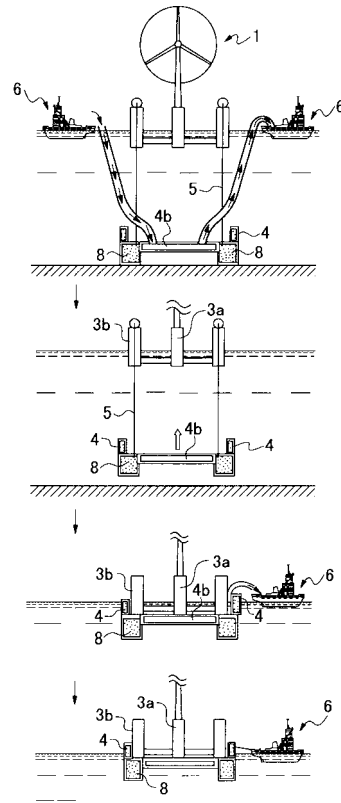
【図 6】



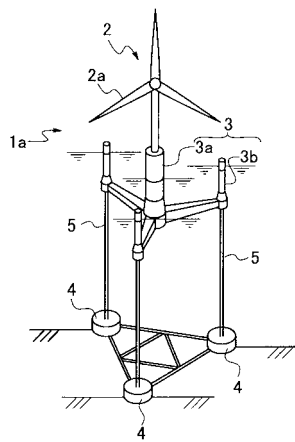
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 安野 浩一朗  
栃木県那須塩原市四区町 1 5 3 4 - 1 五洋建設株式会社技術研究所内
- (72)発明者 岡田 英明  
東京都文京区後楽二丁目 2 番 8 号 五洋建設株式会社内
- (72)発明者 森屋 陽一  
栃木県那須塩原市四区町 1 5 3 4 - 1 五洋建設株式会社技術研究所内
- (72)発明者 島谷 学  
東京都文京区後楽二丁目 2 番 8 号 五洋建設株式会社内
- (72)発明者 力石 大彦  
東京都文京区後楽二丁目 2 番 8 号 五洋建設株式会社内
- (72)発明者 関本 恒浩  
栃木県那須塩原市四区町 1 5 3 4 - 1 五洋建設株式会社技術研究所内
- (72)発明者 本島 禎二  
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 嶋田 健司  
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 清水 勝公  
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 堀 哲郎  
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 白枝 哲次  
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 根尾 景次郎  
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 福本 幸成  
東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内
- (72)発明者 助川 博之  
東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内
- (72)発明者 石原 孟  
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