

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7696934号  
(P7696934)

(45)発行日 令和7年6月23日(2025.6.23)

(24)登録日 令和7年6月13日(2025.6.13)

(51)国際特許分類 F I  
 F 0 3 D 13/25 (2016.01) F 0 3 D 13/25  
 B 6 3 B 35/00 (2020.01) B 6 3 B 35/00 T

請求項の数 10 (全9頁)

(21)出願番号	特願2022-576405(P2022-576405)	(73)特許権者	522480056 ヴィック, オッドムンド VIK, Oddmund ノルウェー国, 4317 サンネス, ヴ アラタンヴァイエン 16 アー Varatunveien 16 A, 4317 Sandnes, Norway
(86)(22)出願日	令和3年6月11日(2021.6.11)	(74)代理人	110002066 弁理士法人筒井国際特許事務所
(65)公表番号	特表2023-529726(P2023-529726 A)	(72)発明者	ヴィック, オッドムンド ノルウェー国, 4317 サンネス, ヴ アラタンヴァイエン 16 アー
(43)公表日	令和5年7月11日(2023.7.11)	審査官	高吉 統久
(86)国際出願番号	PCT/NO2021/050143		
(87)国際公開番号	WO2021/251830		
(87)国際公開日	令和3年12月16日(2021.12.16)		
審査請求日	令和6年5月14日(2024.5.14)		
(31)優先権主張番号	20200689		
(32)優先日	令和2年6月11日(2020.6.11)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	ノルウェー(NO)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 浮体式風車

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

浮体要素を備える、浮体式風車(1)、エネルギーアイランド、エネルギーハブおよび/またはインフラストラクチャハブの形式の浮体式構造物であって、

前記浮体式構造物は、さらに、

テンションレグ(4)と、アンカー(5)と、浮力要素(6)と、スィベル(7)と、クロスバー(8)とを備え、

前記スィベル(7)は前記浮力要素(6)に配置され、

稼働中の前記浮体式構造物は、前記浮体要素の上部が海面より上方に伸び、前記浮体要素の下部が海中に位置し、前記クロスバー(8)の一端が前記浮体要素(2)の下部に接続され、前記クロスバー(8)の他端が前記浮力要素(6)に接続され、前記浮力要素(6)の全体が作業船の水面下の安全な喫水深さで完全に海中に位置し、前記テンションレグ(4)が前記浮力要素(6)と海底の前記アンカー(5)との間に配置されるように構成され、

アンカーシステムが1つだけの場合、前記浮体要素(2)は、外力に応じて前記浮力要素(6)の周りで自由旋回でき、

海流、風、および波による力が無い状態では、前記テンションレグが垂直方向を向き、前記クロスバー(8)が水平方向を向き、

海流、風、および波による力が強い高力状態では、前記浮体要素、前記クロスバー、前記浮力要素、および前記テンションレグの形状が前記力によって伸張された伸張形状を

呈し、前記垂直方向を向いた要素と前記水平方向を向いた要素との向きは、平衡状態から5°より大きくずれ、前記形状の変化と動的挙動とにより、極度な応力レベルが軽減されることを特徴とする、  
浮体式構造物。

【請求項2】

前記クロスバーと前記浮力要素との間の解除式連結部をさらに備える、  
請求項1に記載の浮体式構造物。

【請求項3】

前記クロスバーと前記浮体要素との間の解除式連結部をさらに備える、  
請求項1または2に記載の浮体式構造物。

【請求項4】

ナセルおよび/または風力タービンが設けられる場合にそのナセルおよび/または風力タービン内の前記浮体要素の上端にギアリムが設けられていない、  
請求項1に記載の浮体式構造物。

【請求項5】

前記浮体式構造物の構成部品を輸送、設置、または保守することを含む、  
請求項1に記載の浮体式構造物の輸送、設置、または保守方法。

【請求項6】

前記浮体式構造物を設置現場に輸送し、そこで前記浮体式構造物を、海底のアンカーに事前設置された前記浮力要素に連結することによって設置が行われ、前記浮力要素は、前記浮力要素を水面位置と水中位置との間で上下させ、水面位置の近くまたは水面位置で連結作業を行うことを可能にする浮力システムを備える、  
請求項5に記載の方法。

【請求項7】

新しい構成部品を設置したり損傷した部品または保守や修理が必要な部品を取り外したりすることで浮体式構造物の構成要素を交換することにより、1度の複合的な作業として、1隻の船の1度の航行で保守が行われる、  
請求項5に記載の方法。

【請求項8】

前記アンカー、前記テンションレグ、および前記浮力要素が事前に設置され、前記クロスバーを備えた前記浮体式構造物が前記浮体式構造物上の前記浮力要素に連結され、ケーブルが前記スイベルから事前に設置され、前記クロスバー上に配置され、前記浮体要素内の乾いた場所にある連結部を用いてあるいは用いずに、前記浮体式構造物の内部に引き込まれる、  
請求項5または6に記載の方法。

【請求項9】

風車、エネルギーアイランド、エネルギーハブおよび/またはインフラストラクチャハブの形式の浮体式構造物の極度な応力レベルを低減するための、請求項1の浮体式構造物の使用。

【請求項10】

前記浮体式構造物は、水流タービン、ソーラーパネル、および/またはバッテリーを備える、請求項9の浮体式構造物の使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、浮体式風力タービンとも称される浮体式風車などのアンカー固定型浮体式構造物に関する。より具体的には、本発明は、製造、輸送、設置、および保守に要するコストを少なくとも20～30年の推定寿命にわたって平準化した場合、生成される電気エネルギーと比較してコストが削減できる浮体式風車に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【0002】

浮体式風力エネルギーのコストを低減できれば、より環境に優しいエネルギーへの移行が促進されることになる。これにより、沖合の広大な地域を、浮体式風車によって生成される電気エネルギーのために利用することが可能になる。浮体式エネルギーアイランドや浮体式インフラストラクチャハブによっても、より環境に優しいエネルギーへの移行が促進される。

## 【0003】

浮体式風車に関する最新技術としては、Hywind、WindFloat、およびSwayが挙げられる。しかしながら、コストが浮体式風力の利用を制限する要因となっており、構想を経済的に実行可能にするためには、財政的な助成が依然として必要となっている。

10

## 【0004】

コスト低減につながる新しい風車は、より環境に優しいエネルギーへの移行に有益となる。本発明の目的は、そのような新しい風車を提供することである。新しい浮体式エネルギーアイランドまたはインフラストラクチャハブによっても、より環境に優しいエネルギーへの移行が促進される。本発明のさらなる目的は、前記浮体式エネルギーアイランドまたはインフラストラクチャハブを提供することである。

## 【発明の概要】

## 【0005】

本発明は、浮体要素と風力タービンとを備える浮体式風車を提供する。前記浮体式風車はさらに、テンションレグと、アンカーと、浮力要素と、スイベルと、クロスバーとを備えることを特徴とし、前記スイベルは前記浮力要素に配置され、稼働中の前記浮体式風車は、前記風力タービンが海水面より上方に伸びる前記浮体要素の上端に設けられ、前記浮体要素の下端またはその一部が海中に位置し、前記クロスバーの一端が前記浮体要素の下方部または端部に接続され、前記クロスバーの他端が前記浮力要素に接続され、前記浮力要素の全体が好ましくは作業船および/または海上輸送船の水面下の安全な喫水深さを確保しながら海中に位置し、前記テンションレグが前記浮力要素と海底の前記アンカーとの間に配置されるように構成され、上端に前記風力タービンを備えた前記浮体要素が前記浮力要素の周りで外力に応じて自由旋回でき、海流、風、および波による力が弱い低力状態では、前記浮体要素、前記浮力要素、および前記テンションレグが実質的に垂直方向を向き、前記クロスバーが実質的に水平方向を向き、海流、風、および波による力が強い高力状態では、前記浮体要素、前記クロスバー、前記浮力要素、および前記テンションレグの形状が前記力によって伸張され、横になったS字構成のような形状となり、前記形状の変化と動的挙動とにより、極度な応力レベルが軽減される。

20

30

## 【0006】

好ましい実施形態では、浮体要素はスパーブイである。

## 【0007】

他の好ましい実施形態では、浮体要素は、1つ、2つ、3つ、4つまたはそれ以上の風車タワーを有する四角形あるいは三角形、多角形、楕円形または円形の浮体式あるいは半潜水式構造である。

40

## 【0008】

浮体要素の水中部分は、クロスバーが接続されている位置よりも下まで長く延ばされていることが好ましく、そうすることで、タービンブレードへの風の負荷によって浮体要素が風下方向へ傾斜してしまうことを抑制または防止できる。タービンブレード面の角度を風向に対して実質的に垂直に維持することにより効率が高められる。

## 【0009】

浮体要素の「垂直方向」および「クロスバーは、浮力要素と浮体要素との間で実質的に水平方向を向いている」という用語は相対的な意味であり、必ずしも文字通りに厳密な意味での垂直または厳密な意味での水平を意味するわけではない。スパーブイを浮体要素として使用しかつ低力状態の場合は、文字通り説明した用語の通りになる。他の浮体要素の

50

場合には用語は相対的な意味となるが、高力状態における力によって横になったS字のような形状となる動的な「伸張」については本質的な特徴として保持される。このことは、クロスバーの向きが変化することでクロスバーの上方の浮体要素に対する角度が開かれるので、高力状態でも浮体要素が垂直の向きを保持する実施形態についても当てはまる。浮体要素が三角形、多角形、四角形、長方形、またはその他の形状の浮体構造物で、1つ、2つ、3つ、またはそれ以上の風車を備える場合、浮体要素の垂直の向きが文字通り当てはまるのは、風車タワーについてのみとなる。

#### 【0010】

方向変化および位置変化による横方向の運動と組み合わせられた前記伸張による軸方向の運動によって、構造要素に極度の応力が加わることが抑制される。これらの要素の運動により、構造要素に高レベルの応力を加える恐れがあるエネルギーが大幅に緩和される。動的な可撓性が力とひずみに作用するため、この運動によって要素の加速度も低減できる。この効果によって、堅固な剛性構造と比較して、いくつかの要因と一般的な条件に応じて、極度の応力レベルを少なくとも10%、20%、30%、または50%低減できる。

10

#### 【0011】

好ましくは、浮体式風車は、クロスバーと浮力要素との間に解除式連結部を備える。好ましくは、浮体式風車は、クロスバーと浮体要素との間の解除式連結部も備える。ここで解除式連結部とは、沖合の風車設置現場で連結および分離/解除できる連結部を意味している。解除式連結部は、ROV（遠隔操作車両）による支援の有無にかかわらず、連結および分離/解除を容易にするために、導管すなわちガイド構造および/またはガイドラインを備えていることが好ましい。

20

#### 【0012】

浮体式風車は、浮体要素の風力タービン/ナセル内にギアリムを含まないことが好ましい。浮力要素のスイベルは、外力に応じて自由旋回する際の回転に対応できれば十分である。

#### 【0013】

本発明はまた、風車の構成部品を製造、輸送、設置、または保守することを含む、浮体式風車の製造、輸送、設置、および/または保守の方法を提供する。

#### 【0014】

風車の要素または要素の部品の事前製造は、好ましくは製造現場で行われる。要素またはその部品は、事前組立現場または輸送用地に輸送され、そこから設置現場への輸送が行われ、要素の部品および/または要素の最終的な組立が行われる。

30

#### 【0015】

好ましい一実施形態では、この方法は、浮体要素および風力タービンを風車の設置現場に輸送し、そこで前記構成部品を海底のアンカーに事前設置された浮力要素に連結することによって設置が行われることを含む。好ましくは、浮体要素にクロスバーが接続されており、設置にはクロスバーを浮力要素に接続することが含まれる。あるいは、浮力要素にクロスバーが接続されており、設置には浮体要素をクロスバーに接続することが含まれる。好ましくは、浮力要素および/または稼働の際に使用される船は、浮力要素を水面位置と水中位置との間で上下させ、水面位置の近くまたは水面位置で連結作業を行うことを可能にする浮力システムを備える。

40

#### 【0016】

以下でより詳細に説明するように、可変または非剛性テンションレグが好ましいが、剛性テンションレグと可撓性テンションレグとを組み合わせてもよい。より具体的には、テンションレグは、3本または4本のワイヤなどの1本以上のワイヤ、または3本または4本の剛性テンションレグなどの1本以上の剛性テンションレグであり得る。しかしながら、剛性テンションレグと可撓性テンションレグとの組み合わせが好ましく、この場合、剛性テンションレグ、例えば3本の剛性テンションレグが、アンカーから浮力要素の最大稼働深さにおける浮力要素の稼働位置まで延びており、その位置において、剛体要素を浮力要素に固定して連結または分離することができる。ここで、ワイヤウインチシステムが浮力要素に搭載され、浮力要素を制御して水面まで浮上させたり稼働位

50

置まで下ろしたりできることが好ましい。これにより、クロスバーの設置、連結、および分離が容易になる。テンションレグの剛性部分または下方部は、ねじり剛性を高めるため、および/または相対位置を保持するために、トラス構造を含むことが好ましい。アンカーへの連結部は、アンカーにかかるねじり力を低減または無くするためのスイベルを含んでもよい。

【0017】

好ましい実施形態では、この方法は、アンカーのみが事前に設置され、事前製造された構造の残りの1つまたは複数の部分が事前に設置されたアンカーの位置まで牽引され、そこでアンカーがテンションレグと連結され、さらに別の要素同士が連結されることを含む。作業を容易にするために、導管やトランスポンダを備えたガイドラインをアンカーに配置することが好ましい。

10

【0018】

別の好ましい実施形態では、この方法は、新しい構成部品を設置したり損傷した部品または保守や修理が必要な部品を取り外したりすることで風車の設置現場で構成要素を交換することにより、1度の複合的な作業、好ましくは1隻の船の1度の航行で保守が行われることを含む。

【0019】

本発明の浮体式風車の利点は以下のとおりである。

ギアリムがないため、風力タービン/ナセルの重量が軽減され、海中の対応する浮体構造の重量の少なくとも3～5倍節減できる。

20

必要なアンカーポイントは1つだけで、セーフゾーンエリアが削減できる。

外力に応じた自由旋回(ウェザーベニング)による自己方向付けができる。

形状変化による自己減衰効果により、極度の張力を軽減できる。

ケーブル配線が簡素化され、風力タービン/ナセルにスイベルが不要である。

部品の製造、部品または部分的に事前に組み立てられた構造の輸送によってロジスティクスが簡素化され、製造、輸送、および設置が容易になり、より大きな構造に対しても少ない頻度でより少ないおよび/またはより小さな船で作業が可能になる。

保守が必要な要素のみを現場で交換/保守することにより保守が簡素化され、風車のダウンタイムや船舶の運用時間が短縮される。

製造、輸送、設置、および保守をコストに含め、少なくとも20年または30年の寿命にわたって平準化した場合、総コスト削減は、概算で、生成されるMWh(メガワット時)あたり30%、40%、あるいは50%以上にもなる。

30

【0020】

いくつかの実施形態では、本発明の浮体式風車は、浮体式風車だけでなく、請求項1に記載のアンカーシステムを1つ、2つ、3つ、またはそれ以上含む浮体式エネルギーアイランドまたは浮体式インフラストラクチャである。規定された2つ以上のアンカーシステムを備えた実施形態では、外力に応じた自由旋回の機能が減少または失われるが、本質的な極度の応力レベルの低減については保持されている。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の浮体式風車の一実施形態を示す図である。

【図2】本発明の浮体式風車の一実施形態を示す側方図である。

【図3】図2の実施形態を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1を参照すると、浮体要素2および風力タービン3を備える本発明の浮体式風車1の実施形態が示されている。浮体式風車は、テンションレグ4、アンカー5、浮力要素6、スイベル7およびクロスバー8をさらに備え、スイベルは浮力要素内に配置される。

【0023】

図示の浮体式風車は、浮体要素2としてスパーブイを備え、風力タービン3は海水面よ

50

り高い位置にある浮体要素 2 の上端に設けられる。浮体要素の下端は海中に位置し、クロスバー 8 の一端に接続され、クロスバーの反対側の端部は浮力要素 6 に接続される。浮力要素 6 は全体が海中に位置しており、下端がテンションレグ 4 の上端あるいはその一部に接続され、テンションレグの下端あるいはその一部がアンカー 5 に接続されている。

【 0 0 2 4 】

アンカーは、好ましくは、重量アンカーまたはサクシオンアンカー、あるいは重量アンカーとサクシオンアンカーの組み合わせである。杭アンカーなどの他のアンカーを使用することもできる。

【 0 0 2 5 】

浮体要素 2 は、浮力要素の上の回転記号によって示されるように、浮力要素 6 の周りを外力に応じて自由に旋回することができる。

10

【 0 0 2 6 】

図示の稼働状態は低力状態、つまり、海流、風、波による力が弱く、構成部品/要素が平衡状態すなわち海流、風、波が存在しないときの配置から大きく外れていない状態である。定義されているように、平衡状態または配置から大きく外れていないということは、垂直または水平に向けられた要素に対する向きが 5 ° 未満であることを意味する。

【 0 0 2 7 】

当業者には理解されるように、高力状態においては平衡状態から 5 ° より大きくずれ、要素の構成の形状が横になった S 字のような形状になる。これは、テンションレグと浮力要素との破線で示された 5 ° より大きな回転角度によって例示されている。明確にするために、このような破線で示すずれについては、浮力要素に対する強い力による垂直方向からのずれのみが示されている。当業者には理解されるように、要素の構成が横になった S 字のような形状となるように伸張される場合、クロスバーの角度方向も、また多くの実施形態では浮体要素の角度方向も変化する。

20

【 0 0 2 8 】

言及したように、図 2 は、本発明の浮体式風車の一実施形態を示す側方図であって、低力状態を示している。図において構造の S 字形が明示されている。図 3 は、図 2 の実施形態を示す斜視図である。参照番号は図 1 と同じであるが、図 2 では参照番号 9 で水位線を示している。図 2 および 3 は、深さについての縮尺が図 1 に示される実施形態よりも大きな実施形態である。特徴を明確に示すために、図は一般に縮尺通りではない。

30

【 0 0 2 9 】

好ましくは、アンカー、テンションレグ、および浮力要素が事前に設置され、クロスバーを備えた浮体要素が風車設置現場の浮力要素に連結され、ケーブルがスイベルから事前に設置され、クロスバー上に配置され、浮体要素内の乾いた場所にある連結部を用いてあるいは用いずに、浮体要素の内部に引き込まれる。事前組み立ては別の構成で行うこともでき、好ましくは、少なくとも 2 つの事前組み立てされた構成部品のグループをクロスバーの一端または両端に連結することを含む。

【 0 0 3 0 】

テンションレグは、1 本の可撓性ワイヤまたは多数の可撓性ワイヤとすることができ、好ましくは、クロスバーに連結する際に浮力要素を水面またはその近くまで移動させたり稼働位置まで下げたりするために浮力要素のバラスト水位を調整するためのポンプや配管およびバルブなどの、浮力要素内の浮力システムあるいは船から接続可能な浮力システムと組み合わせられる。テンションレグはまた、ねじり剛性を提供するための剛性要素または三角形構成の 3 つの要素などのいくつかの剛性要素であるか、またはそれらを備えることができる。剛性要素は、バラストと巻き上げとを組み合わせる浮力要素の設置および回収の際に制御された配置を可能にするために、上端に円錐部とガイドラインを備えてもよい。浮力要素は、好ましくは、制御されたバラストおよび制御されたウインチ用の電気および/または油圧式連結部を備えた回収可能なトランスポンダを備え、浮力要素は、電気または油圧ウインチおよび/または電気または油圧ポンプまたは船上のバラストポンプへの油圧式連結部を含む。

40

50

## 【0031】

浮力要素もテンションレグに対する解除式連結部を備えることが好ましい。

## 【0032】

浮体要素も浮力システムおよび/または船上の浮力システムに接続するための設備を備えることが好ましい。浮力システムは、浮体要素または船内のポンプであり、浮体要素のバラスト水位を調整するために必要な配管およびバルブである。こうすることで、風力タービン、ナセル、またはそれらの部品の設置、交換、または保守を、浮体要素をより多く沈めることによって簡略化することができる。水中位置は、設置に使用される船のクレーンでナセルに到達できるレベルまで下げることが好ましい。

## 【0033】

当業者には理解できるように、アンカーは、平衡位置にある場合に浮力要素の垂直方向下にある単一のアンカーであり得る。しかし、浮力要素の下で実質的に1つのユニットとして近接して配置されているが、土壌条件によって十分な強度が必要とされるため分かれて配置されているサクショアンカーなどの複数のアンカーも、1つのアンカーという用語の範囲に含まれ得る実施形態である。十分な重量/強度になるように現場で重み付けできる1つの大きな重量アンカーは、底が比較的固い多くの浅い海域において好ましい実施形態である。

## 【0034】

本発明はまた、風車を備えた、または備えていないが最大応力レベル低減構造、すなわち、テンションレグ、アンカー、浮力要素、好ましくはスイベル、およびクロスバーを1つまたは複数備えるエネルギーアイランドまたはエネルギーハブを提供する。ここで、スイベルが存在する場合、スイベルは浮力要素内に配置され、前記構造は、請求項1に定義されているように、高力状態においてS字から伸張されて横になったS字のような形状となる動的なS字構造として配置される。

## 【0035】

本発明の浮体式風車またはエネルギーアイランドは、垂直軸風車を備えることが好ましい。このような風車は、水平軸風車よりも互いに接近して配置できるからである。ウィンドシャドーが無いことで外力に応じた自由旋回やギアリムが不要になることも垂直軸風車のさらなる利点である。

## 【0036】

本発明の浮体式風車またはエネルギーアイランドは、風向きに対して自己整列する多数の風車を備えたフレームを、好ましくは外力に応じて自己旋回しないエネルギーアイランド上に備えること、またはフレーム自体が単一の浮体式風車として外力に応じて自己旋回することが好ましく、フレームは、本発明に従ってアンカー固定された三角フローターまたは半潜水フローター上に配置されることが好ましい。

## 【0037】

本発明の浮体式風車またはエネルギーアイランドは、浮体式風車に吊り下げられた、および/またはアンカー固定された、好ましくは設置および保守を容易にするために回収可能に構成された水流タービンを備えていることが好ましい。

## 【0038】

本発明の浮体式風車またはエネルギーアイランドは、好ましくはソーラーパネルを備えている。本発明の浮体式風車またはエネルギーアイランドは、好ましくはバッテリーを備えている。

## 【0039】

本発明の浮体式風車またはエネルギーアイランドは、好ましくは、本明細書に記載のエネルギー生成構造のいずれかを、任意の組み合わせで、および/または周囲の独立型の機器に連結して備えることができ、それによって、本発明の浮体式風車をエネルギーアイランドおよび/またはエネルギーハブに拡張することができる。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

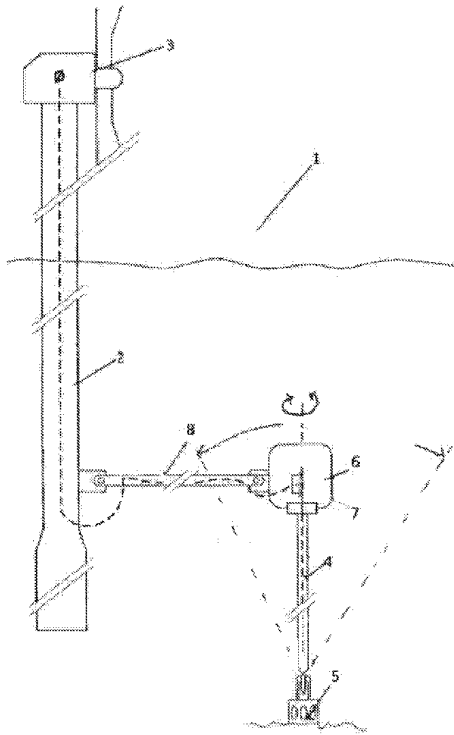


Fig. 1

【図 2】

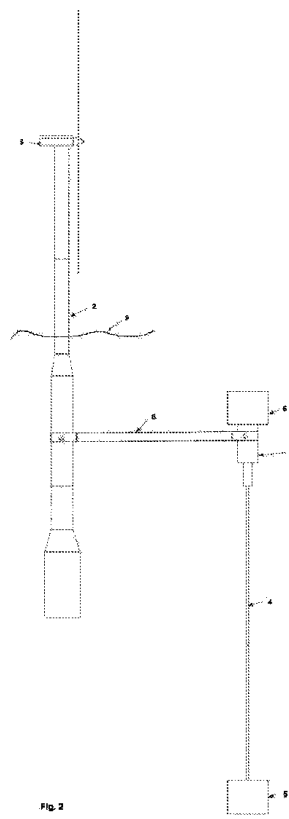


Fig. 2

【図 3】

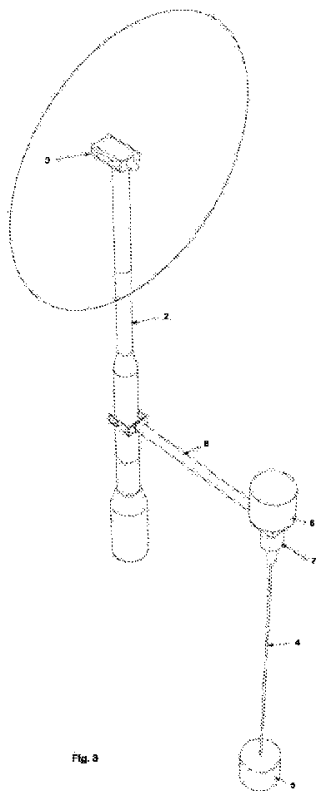


Fig. 3

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2016-520167(JP,A)  
特開2015-155660(JP,A)  
特表2015-533110(JP,A)  
特表2014-500431(JP,A)  
欧州特許出願公開第3499024(EP,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
B63B 35/00  
F03D 13/25