

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7569108号  
(P7569108)

(45)発行日 令和6年10月17日(2024.10.17)

(24)登録日 令和6年10月8日(2024.10.8)

(51)国際特許分類

F I

<b>B 6 3 B</b>	<b>15/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 6 3 B</b>	<b>15/02</b>	<b>Z</b>
<b>B 6 3 B</b>	<b>15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 6 3 B</b>	<b>15/00</b>	<b>B</b>
<b>B 6 3 B</b>	<b>35/34</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 6 3 B</b>	<b>35/34</b>	<b>B</b>
<b>B 6 3 B</b>	<b>35/00</b>	<b>(2020.01)</b>	<b>B 6 3 B</b>	<b>35/00</b>	<b>T</b>
<b>F 0 3 D</b>	<b>13/25</b>	<b>(2016.01)</b>	<b>F 0 3 D</b>	<b>13/25</b>	

請求項の数 15 (全18頁)

(21)出願番号	特願2022-500577(P2022-500577)	(73)特許権者	522005099 ロアー ラムデ RAMDE, Roar ノルウェー国 3179 オースゴールス トラン オースゴールストランスヴァイ エン 617
(86)(22)出願日	令和2年6月25日(2020.6.25)	(74)代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
(65)公表番号	特表2022-540094(P2022-540094 A)	(74)代理人	230118913 弁理士 杉村 光嗣
(43)公表日	令和4年9月14日(2022.9.14)	(74)代理人	100170597 弁理士 松村 直樹
(86)国際出願番号	PCT/NO2020/050180	(72)発明者	ロアー ラムデ ノルウェー国 3179 オースゴールス トラン オースゴールストランスヴァイ 最終頁に続く
(87)国際公開番号	WO2021/002759		
(87)国際公開日	令和3年1月7日(2021.1.7)		
審査請求日	令和5年4月13日(2023.4.13)		
(31)優先権主張番号	20190831		
(32)優先日	令和1年7月2日(2019.7.2)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	ノルウェー(NO)		

(54)【発明の名称】 洋上発電システム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

船首及び船尾を有する船体形状の浮力体と、  
前記浮力体から上方に突出するように設計され、水平な横軸を中心として前記浮力体に回転可能に支持される、細長い空気力学的形状のマストと、  
前記浮力体の長手方向を向く水平軸を中心に回転するように前記マストの一端で支持されるローターと、  
前記船首が風及び到来する波の方向を向くように前記浮力体の姿勢を保つ装置を備える洋上発電システムであって、  
前記マストの回転支持体が、前記マストの重心を通る水平で横方向を向く回転軸を有し、  
前記マストの重心は、前記浮力体が穏やかな海で動作位置にあるときに前記浮力体の後端の直上で前記浮力体の中心平面内に位置し、  
前記マストの前記回転支持体の前記回転軸が前記浮力体の中心平面と直交している、ことを特徴とする、洋上発電システム。

## 【請求項2】

請求項1に記載の洋上発電システムであって、前記浮力体の浮力中心は、前記浮力体の後端から前記浮力体の全長の1/4以下の点に位置する、洋上発電システム。

## 【請求項3】

請求項1又は2に記載の洋上発電システムであって、前記浮力体の水平面内での形状は、前記浮力体の後端が最大幅となる三角形で囲まれた形状である、洋上発電システム。

10

20

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の洋上発電システムであって、

前記浮力体の形状は、方形係数が約 0.35 で、表面上での圧縮荷重が前記表面上での前記浮力体の垂直投影にして 3 ~ 6 トン / m<sup>2</sup>、4 ~ 5 トン / m<sup>2</sup>、又は 4.5 トン / m<sup>2</sup> のオーダーであるものとして定められてよく、

前記方形係数は式  $CB = V / L * B * T$  で与えられ、ここで、V は前記浮力体の水中体積、L は前記浮力体の長さ、B は前記浮力体の最大幅、T は前記浮力体の喫水である、

洋上発電システム。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の洋上発電システムであって、前記浮力体の形状は、該浮力体が設計された際の海況における有義波高に対応した喫水で定められる、洋上発電システム。

10

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の洋上発電システムであって、

前記ローターは、前記マストに取り付け / 設置された空気力学的に設計された風力タービン筐体によって囲まれた風力タービンを含み、

前記風力タービン筐体は、水バラストタンクを含む、

洋上発電システム。

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の洋上発電システムであって、

前記マストは、動作位置、船内搭載・保守位置、及び活着位置の間で回転可能で、

前記ローターの翼が垂直面にある通常の運転位置では、前記マストは垂直面に対して角度を形成し、

前記角度は 0 ~ 15 度、6 ~ 12 度、又は 9 度で、前記浮力体から後方を向き、

前記船内搭載・保守位置での前記マストが、前記ローターの翼が水平面内にある状態である場合、前記活着位置での前記マストは前記ローターの翼が前記垂直面から前記浮力体の 45 ~ 50 度後方にある状態である、

洋上発電システム。

20

## 【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載の洋上発電システムであって、

風力タービンを搭載した前記マストを様々な位置間で回転させる 1 つ以上の装置を備え、前記マストを回転させる前記装置は、前記マストの基礎上に設けられたロープ手段、ウインチおよび / または油圧シリンダを含み、

前記ロープ手段は、繊維ロープ、ワイヤー、チェーン、及び / または前記マストの位置を調整若しくは変更するための油圧アクチュエータを含む、

洋上発電システム。

30

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の洋上発電システムであって、

ローター付きマストは、解放可能な拘束機構によって作動位置に一時的にロックされ、

前記拘束機構は、前記マストの脚部の下部に配置された複数の油圧作動式シャーボルトを含む、

洋上発電システム。

40

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載の洋上発電システムであって、

通常の動作位置での前記マストの下部は、前記浮力体の前記船体内の別のウエル内に配置され、

前記風力タービンと共に前記マストを様々な位置の間で回転させる装置もまた、またはそれに加えて、前記ウエル内に配置され、

前記ウエルは前記拘束機構を含む、

洋上発電システム。

50

## 【請求項 1 1】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の洋上発電システムであって、

ローター付きマストは、前記浮力体のピッチ運動を補償するために前記マストを操縦する1つ以上の減衰装置によっておおよその動作位置を維持し、

1つ以上の減衰装置は、前記マストの操縦する装置を含み、

前記マストを操縦する装置は、センサーからの信号を受け取る制御装置によって制御され、

前記制御装置は、前記マストをできるだけ安定した動作位置に維持するために前記マストを操縦する減衰装置を始動させ、

前記マストを操縦する装置は、前記浮力体のピッチ運動を補償するための油圧シリンダを含む、

洋上発電システム。

10

## 【請求項 1 2】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の洋上発電システムであって、前記浮力体を風上に保つための装置は、前記浮力体の船首に配置されたアンカーシステムと、前記浮力体の少なくとも後端に配置された可能なスラストを含む、洋上発電システム。

## 【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の洋上発電システムであって、

前記マストの枢動可能な支持体は、前記浮力体の後方に配置された少なくとも1つの支持スタンドによって保持され、

20

前記支持スタンドは、前記浮力体に固定された空気力学的断面を有する少なくとも1つの脚部を有し、

前記回転支持体は、前記支持スタンドの上部に配置された軸受け筐体を有する、

洋上発電システム。

## 【請求項 1 4】

浮力体内においてローターを搭載したマストの船上搭載および試運転方法であって、

岸壁 / 陸上または水上の浮力装置上の可動装置上に水平な船上搭載位置でローターを搭載したマストを配置する段階と、

前記浮力体が前記可動装置に隣接して配置されている前記マストを受けるために、前記浮力体用のバラスト水を用いる段階と、

30

ローターを搭載したマストの重量移動のためにバラスト水を汲み上げる段階と、

既知の装置によって重心で支持されるローター付きマストの所望の位置すなわち、動作位置、船上搭載・保守位置、または活着位置、へ回転させる段階と、

を含む方法。

## 【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の方法であって、さらに、

前記マストを通常の動作位置にロックするために前記マストの前記通常の動作位置で複数の油圧式シャーボルトを前記マストの脚部に係合させる段階と、

前記油圧式シャーボルトを前記マストの脚部との係合から外れるように動かし、それによって穏やかな海における水平面に対するマストの位置を、穏やかな海における前記マストの前記通常の動作位置の $\pm 2 \sim 4$ 度に相当する位置に維持するように前記マストの角度位置を調整するように複数の油圧シリンダを作動させて前記浮力体のピッチング運動を補償する段階、又は、

40

前記油圧式シャーボルトを前記マストの脚部との係合から外れるように動かすことで、前記マストを所望の位置すなわち、通常の動作位置、搭載・保守位置、活着位置、に操縦する段階、

を含む方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

50

本発明は、風を利用して電力を発生させる洋上発電システムに関する。当該システムは、浮揚体にヒンジで設置される風力タービンを備えるマストを有する。

【0002】

より詳細には本発明は、

- \* 船首と船尾を有する船体である浮力体と、
- \* 前記浮力体から上方に突出して前記浮力体上で水平横軸の周りで回転可能に支持される細長で空気力学的に設計されたマストと、
- \* 前記浮力体縦方向を向く水平軸に回転する前記の細長のマストの一端部で支持されるローターと、
- \* 前記船尾が風の波と入射波へ入り込む位置に前記浮力体を保つ装置と、を備える洋上発電システムに関する。

10

【0003】

本発明は、浮力体上で動作するように設置されたローターを備える前記マストの船上搭載方法に関する。

【背景技術】

【0004】

既知の洋上設備及び船舶を基部/プラットフォームとして利用する洋上浮体式風力タービンは既知である。ヒンジ/回転軸によって垂直位置と水平位置との間で風力タービンを回転することで洋上での試運転、輸送、及び保守を準備することを可能にする既知の浮体式風力タービンも知られている。さらに釣合い重り - たとえばバラストタンク、水タンク等 - を用いて風力タービンを垂直位置に供して、この直立位置において安定化させるのを支援することも知られている。

20

【0005】

さらに、最善の可能な方法で風力エネルギーを利用するために海水面の波による風力タービンの相対位置への影響を最も小さくするように設計される浮体式風力タービンも知られている。接触表面積当りの荷重の重い設備の設置を可能な限り波によって妨げられないようにするため、浮遊装置の接触表面及び浮力体の接触表面と海水面との接触が可能な限り小さくされる。浮遊装置を担持するのに必要な浮力体は、海面と可能な限りわずかに接触する構造にするため、水面下で海面の上方に位置するマストと風力タービンを備えるプラットフォームに接続されるように1つ以上の均一又は異なる海中体に分配される。

30

【0006】

様々な浮力体はたとえば、回転可能な風力タービンと固定して取り付け/設置されたマストを備える1つの恒久的に固定されるシリンダと、3つのシリンダで構成される。マストは複数のシリンダのうちの一に上又は3つのシリンダの中央に配置され、 $90^\circ \sim 120^\circ$ の間隔で分配される3~4のアンカーによって恒久的に固定される。そのような固定されたアンカーによって、浮力体ひいては風力タービンは風の吹く方向に回転することはできない。風力タービン自体には、風向きが変化する際に風に当たるように風力タービンを制御するためにマストの上部に回転装置が備えられなければならない。

【0007】

固定されたマスト上に風力タービンを備える浮力体は、高出力及び高揚力高さを必要とする揚力装置による静かな風の条件での設置を要求する。風力タービン及びマストが直立垂直位置で浮力体上に設置されるとき、設備は、固定及び試運転のため所望の位置に移送されてよい。

40

【0008】

従来技術に係るマストは、風が固定されたアンカーを全方向から襲うように円筒形の断面を有する。この結果、装置に不必要な強度及び安定化力又は引っ張り力が生じる。そのため、風がマストに衝突する後方で空気流の乱気流が生じる。このことは、風力タービンのプロペラの羽根は風の側に設置されなければならない、そのため強い風でプロペラの羽根が変形することを回避するため、剛性を有していなければならないことを意味する。

【0009】

50

海面に対する接触表面の小さな装置は、接触表面の単位面積当たりの荷重が大きいので、重さの変化に敏感で、強い風又は他の外部の衝撃からの傾斜させようとする力に耐える能力を欠く。従って許容荷重は制限され、必要な復元力を実現するのに固定されたバラストを必要とすることで複雑になる。また他の重大な状況 - たとえば浮力体内での漏れ又は浮遊物体との衝突 - における耐用年数も低下又は消滅する。

【 0 0 1 0 】

浮遊性風力ステーションの移送は大きな課題となり得る。浅瀬の条件での設置には、喫水のため水平状態でマストを引っ張る必要がある。風力施設の移送及び設置は、穏やかな天候、穏やかな海での設置が必要となる。構築もまた、この状態でさえも静水圧的に安定でなければならない。

10

【 0 0 1 1 】

既存の装置は、固定されたアンカーによって恒久的に設置されて売買対象とはならず、他の位置へ動かす可能性はない。あるいは他の場所への再配置は、大規模な事業でしか行われ得ず、非常に天候の影響を受ける。

【 0 0 1 2 】

浮体式風力タービンの製造規模の拡大は、陸地と浅瀬水から既知のパターンで配置される装置数を増やすことによって実現される。そのような装置は大きな環境への影響を及ぼし、たとえば鳥の母集団への脅威となり、埋め込みアンカーシステムと電力及び信号ケーブルによる海底での干渉はさらに、海洋生命体ひいては水産業へ影響を及ぼす。必要となる領域はたとえば、船舶交通にとって障害ともなる。

20

【 0 0 1 3 】

従ってそのような施設の容量を増大させながらそれに対応して増大する自然 / 海底での介入をせずに、保守と同時に今日の技術が直面する課題の多くを解決する機会を単純か及び促進する方法及びシステムが必要である。

【 0 0 1 4 】

[ 従来技術 ]

特許文献 1 は、船舶の枠組に配置された複数の風力タービンを示している。枠組は、船舶の甲板にヒンジ結合を形成するシャフトによって支持され、シャフトに接続された 1 つ以上の釣合い重りを有する。釣合い重りは、風力タービンを搭載した枠組を水平方向と垂直方向の間で回転させるのに使用される。船は、枠組が垂直位置にあるときに、釣合い重りが水面上または水面下になるように形成されてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

特許文献 2 は、船舶または他の重い設備の典型的な積載用バージを示す。このバージは、完全に水没してもよい船体を有し、水没時に船体を安定させるための手段を備えている。バージは典型的には、海底に固定されるバージの面に安定化スパッド / 張力脚を有し、船体が潜水および浮上する間でのバラスト時およびデバラスト時の安定性を確保する。潜水 / 浮上は、バージの船体内のタンクのバラストによって制御される。

【 0 0 1 6 】

特許文献 3 には、複数の風力タービンを有する浮体式プラットフォーム - 例えば船舶 - を含む洋上設備が示されている。浮体式プラットフォームは、沖合を安定させるためのバラストタンクを備えてもよい。浮体式プラットフォーム又は風力タービンは、その垂直軸を中心に回転することで、風を最大限に受けることができる。推進システムとともにターレット係留システムを用いると、洋上施設は、ターレットを中心に洋上施設を回転することによって風を最適に利用し、風力タービンをその軸を中心に回転させることができる。

40

【 0 0 1 7 】

特許文献 4 には、海底に固定された一点係留システムを有する浮体式風力発電設備が示されており、この浮体式風力発電設備は一点係留システムを中心に回転可能である。この浮体式発電設備は、その上に配置された複数の風力発電装置を有する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

50

【 0 0 1 8 】

【文献】英国特許出願公開第2007/138021号公報

【文献】英国特許第2269138 A号公報

【文献】国際公開第2014116185 A1号公報

【文献】国際公開第202073032 A1号公報

【文献】米国特許第8726822 B1号公報

【発明の概要】

【 0 0 1 9 】

発明の詳細な説明では、以下の用語は後述するような意味で用いられる。

【 0 0 2 0 】

「風力タービン」は、風の運動エネルギーを利用して発電するものを表すのに用いられる。風力タービンは、ハブ上で回転可能に配置された少なくとも1枚の翼を有する。風は翼に作用して翼を回転運動させる。風力タービンは通常、ある長さのマスト上に配置される。風力タービン自体はマストの最も高い位置に設置される。風力タービンは、他の適切な装置上に配置されてもよい。

10

【 0 0 2 1 】

以下では「マスト」という用語は、タービン自体が水面および船舶の上方の所望の高さにあることに寄与する装置を表すのに使用される。

【 0 0 2 2 】

「垂直位置」という用語は、以下において、マストが通常運転位置時または通常作業位置時での直立位置であることを説明するのに使用される。この用語は、マストが、垂直面に対して船尾傾斜方向に約9度まで傾斜し得る状態を含む。

20

【 0 0 2 3 】

用語「浮力体」は、風力タービンが設置される船舶を表すのに用いられる。浮力体は様々な形状をとることができるが、本願明細書では基本的に船体として形成されるものとする。船体は、本出願人自身の特許文献5から知られているように、正弦波状水線の形態をとるものとする。船尾端が他の公知の船型に比して余分に広がっている。正弦波状水路の船体は、非常に安定しており、極端な気象条件でも運航に大きな影響を与えることなく運航できることが特徴である。

【 0 0 2 4 】

「前方」とは、浮力体の側のうち風向きに対して前方に向いている側で船尾の反対である。この側は通常、波を砕くことで、水が後方へ押されて浮力体の側面に沿って流れるような形状を有する。

30

【 0 0 2 5 】

「船尾」とは、前方とは反対の風向きに対して後方を向く浮力体の端部である。

【 0 0 2 6 】

「後部(stern)」とは、浮力体の長手方向を横切る平面またはわずかな凸面であり、一般に後方を向いて風向きの風下にあるべき浮力体の端部である。船の船尾梁(トランサム)としても知られている。

【 0 0 2 7 】

「長手方向位置」は、長手方向における側 - 船首と船尾 - から見た浮力体がそれぞれの方向を向いている状態を表すのに用いられる。

40

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 2 8 】

本発明の目的は、浮力体上に設けられたマストの上部に配置された風力タービンを備える洋上発電システムを提供することである。

【 0 0 2 9 】

また、他の目的は、場所間の移設が容易に可能となる洋上発電システムを提供することである。

【 0 0 3 0 】

50

さらに、場所を問わず、通常の作業位置または動作位置と、船上搭載・活着、保守のための異なる位置との間で案内可能である風力タービンを搭載したマストを設置した浮力体を備える洋上発電システムを提供することを目的とする。

【0031】

また、風力タービンを搭載したマストを設置した浮力体を含む洋上発電システムの輸送を可能とするシステムを提供することを目的とするものである。当該洋上発電システムは、前記風力タービンを搭載したマストを水平にした状態で場所間の輸送が可能である。

【0032】

また、浮力体に設置されたマストに搭載された風力タービンの保守を場所によらず可能にするシステムを提供することを目的とする。

【0033】

さらに、本発明の他の目的は、風車とマストが水平状態でかつ通常動作状態であるとき、マスト上に風力タービンを備える浮力体上にオペレータの搭乗を可能にすることである。

【0034】

さらに他の目的は、船体の特性に起因する浮力体の寸法を大きくすることなく、先行技術と比較してマストおよび風力タービンの寸法を大きくすることができる浮力体を提供することである。

【0035】

本発明のさらなる目的は、船体の揚力、船体の浮力体に対する船の姿勢、及び重心が、船体の動きと運動特性の影響を最適で可能な限り小さくするような解決策を提供すること

【0036】

本発明の他の目的は、風向きに対して最適な方向への浮力体の自動的及び/又は制御された回転を可能にすることで、いつでも風向きに対して最適となる固定システムを提供することである。

【0037】

本発明のさらに別の目的は、変圧器、変換器、整流器、制御装置、電池、その他発電エネルギー処理およびエネルギー貯蔵に必要な装置用の空間を有する十分な容積を有する浮力体上に設けられたマスト上の風力タービン用システムを提供することである。

【0038】

本発明の他の目的は、マストに作用し、タービン自体の翼の流動状態に影響を及ぼす可能性のある力の影響が排除されるか、少なくとも著しく低減される風力タービン用のマストを提供することである。

【0039】

本発明のさらなる目的は、荒海でも安定しているマスト上の風力タービンを有する浮力体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0040】

本発明の目的は、独立請求項に記載された、浮力体上に搭載/設置された風力タービンを有するマストを船上搭載および準備する海洋発電システムおよび方法によって達成される。その実施形態、変形および代替案は、従属請求項によって部分的またはさらに達成することが可能である。

【0041】

したがって第1の態様では、本発明は、  
船首及び船尾を有する船体形状の浮力体と、  
前記浮力体から上方に突出するように設計され、水平な横軸を中心として前記浮力体に回転可能に支持される、細長い空気力学的形状のマストと、  
前記浮力体の長手方向を向く水平軸を中心に回転するように長手方向マストの一端で支持されるローターと、

前記船首が風及び到来する波の方向を向くように前記浮力体の姿勢を保つ装置を備える

10

20

30

40

50

洋上発電システムに関する。当該システムは、前記マストの前記回転支持体が、前記マストの重心を通る水平で横方向を向く回転軸を有し、前記マストの重心は、前記浮力体が穏やかな海で動作位置にあるときに前記浮力体の後端の直上で前記浮力体の中心平面内に位置し、前記マストの前記回転支持体の前記回転軸が前記浮力体の中心平面と直交している、ことを特徴としている。

【0042】

前記浮力体の浮力中心は、前記浮力体の後端から前記浮力体の全長の1/4以下の点に位置する。前記浮力体の水平面内での形状は好適には、前記浮力体の後端が最大幅となる三角形で囲まれた形状であり得る。前記浮力体の形状は、方形係数が約0.35で、表面上での圧縮荷重が前記表面上での前記浮力体の垂直投影にして3~6トン/m<sup>2</sup>、好ましくは4~5トン/m<sup>2</sup>、より好ましくは4.5トン/m<sup>2</sup>のオーダーであるものとして定められてよく、前記方形係数は式 $CB=V/L*B*T$ で与えられ、ここで、Vは前記浮力体の水中体積、Lは前記浮力体の長さ、Bは前記浮力体の最大幅、Tは前記浮力体の喫水である。前記浮力体の形状は、該浮力体が設計された際の海況における有義波高に対応した喫水で定められる。

10

【0043】

前記ローターは、前記マストに取り付け/設置された空気力学的に設計された風力タービン筐体によって囲まれた風力タービンを含む。前記風力タービン筐体は、さらに水バラストタンクを含んでもよい。

【0044】

前記マストは、動作位置、船内搭載・保守位置、及び活着位置を有する。前記ローターの翼が垂直面にある通常の運転位置では、前記マストは垂直面に対して角度を形成する。前記角度は0~15度、好ましくは6~12度、最も好ましくは9度で、前記浮力体から後方を向く。前記船上搭載・保守位置では、前記マストは前記ローターの翼が前記水平面内にある状態であり、サバイバル位置での前記マストは前記ローターの翼が前記垂直面から前記浮力体の45~50度後方にある状態である。

20

【0045】

当該洋上発電システムは、前記風力タービンを搭載した前記マストを様々な位置間で回転させる1つ以上の装置を備える。前記マストを回転させる前記装置は、前記マストの基礎または前記浮力体内のウエルに設けられたロープ手段、ウインチおよび/または油圧シリンダを含む。前記ロープ手段は、繊維ロープ、ワイヤー、チェーン等、及び/又は前記マストの位置を調整若しくは変更するための油圧アクチュエータを含んでよい。

30

【0046】

ローター付きマストは、解放可能な拘束機構によって作動位置に一時的にロックされる。前記拘束機構は、前記マストの脚部の下部に配置された複数の油圧作動式シャーボルトを含む。

【0047】

ローター付きマストは、前記浮力体のピッチ運動を補償するために前記マストを操縦する1つ以上の減衰装置によっておおよその動作位置を維持する。1つ以上の減衰装置は、前記マストの操縦する装置を含む。前記マストを操縦する装置は、センサー - 例えば波センサー、風センサーなど - からの信号を受け取る制御装置によって制御される。前記制御装置は、前記マストをできるだけ安定した動作位置に維持するために前記マストを操縦する減衰装置を始動させる。前記マストを操縦する装置は、前記浮力体のピッチ運動を補償するための油圧シリンダを含む。

40

【0048】

前記浮力体を風上に保つための装置は、前記浮力体の船首に配置されたアンカーシステムと、前記浮力体の少なくとも後端に配置された可能なスラストを含む。

【0049】

前記マストの前記回転可能な支持体は、前記浮力体の後方に配置された少なくとも1つの支持スタンドによって保持される。前記支持スタンドは、前記浮力体に固定された空気力学的断面を有する少なくとも1つの脚を有する。前記回転支持体は、前記支持スタンド

50

の上部に配置された軸受け筐体を有する。

【0050】

通常の動作位置での前記マストの下部は、前記浮力体の前記船体内の別のウエル内に配置される。前記風力タービンと共に前記マストを様々な位置の間で回転させる装置もまた、またはそれに加えて、前記ウエル内に配置され得る。前記ウエルは前記拘束機構を含んでよい。

【0051】

第2の態様では、本発明は、浮力体内においてローターを搭載したマストの船上搭載および試運転方法に関する。当該方法は、\*岸壁/陸上の可動装置上または水上の浮力装置上に水平な船上装填位置でローターを搭載したマストを配置する段階と、

\*前記浮力体が前記可動装置に隣接して配置されている前記マストを受けるために、前記浮力体用バラスト水を用いる段階と、

\*ローターを搭載したマストの重量移動のためにバラスト水を汲み上げる段階と、

\*既知の装置によって重心で支持されるローター付きマストの所望の位置（動作位置、船上搭載・保守位置、または活着位置）へ回転させる段階と、を含む。

【0052】

当該方法はさらに、\*前記マストを通常の動作位置にロックするために前記マストの前記通常の動作位置で複数の油圧式シャーボルトを前記マストの脚部に係合させる段階、及び、\*前記油圧シャーボルトを前記マストの脚部との係合から外れるように動かし、それによって穏やかな海における前記水平面に対するマストの位置を、穏やかな海における前記マストの前記通常の動作位置の $\pm 2 \sim 4$ 度に相当する位置に維持するように前記マストの角度位置を調整するように複数の油圧シリンダを作動させて前記浮力体のピッチング運動を補償する段階、又は、

\*前記油圧シャーボルトを前記マストの脚部との係合から外れるように動かすことで、前記マストを所望の位置（通常の動作位置、搭載・保守位置、活着位置）に操縦する段階、を含む。

【0053】

当該洋上発電システムは、前記浮力体の前方にアンカーポイントを備える。これにより、複数のアンカーポイントに必要とされる前記海底との広範な干渉が、とりわけ軽減される。当該システムは、底部アンカーとの接続が容易であり、異なる場所間の移動も容易に行い得る。これは、風力タービンを搭載/設置した前記マストが、場所に関係なくタービン翼の垂直位置と水平位置の間の異なる位置間で回転できるように前記浮力体内で枢動可能に配置されること、及び、前記浮力体が低吃水の船体として設計されていることによつて強化されている。

【0054】

前記マストは前記浮力体の後方で前記浮力体に支持及び連結され、動作位置では前記マストは約9度後方に傾斜/角度をつける。前記プロペラ翼は動作位置においては前記垂直面に対して平行である。前記マストの位置は、回転運動と上下運動との連動を避けるため、前記浮力体のピッチング運動の回転が発生する前記浮力体の重心と密接に関係している。もし前記マストが前記浮力体の中腹に配置されていたら、前記マストは回転に加えて、意図しない上下運動を経験することになる。前記マストを前記浮力体に搭載する際には、前記マストの船尾もまた都合が良い。さらに、前記風力タービンをタレット/アンカーポイントからできるだけ離して設置することで、前記浮力体のより強い指向性安定モーメントが得られる。前記プロペラ翼は、その回転位置によって前記マストのため風影に入るが、前記マストの傾斜によって、前記翼の前に横たわる前記マストの部分までの距離が長くなり、前記マストの後方の前記風影とそれに伴う乱流の影響を減少させる。前記風力タービンの筐体が前記マストの頂部に位置し、前記マストが曲がった船尾を備えることで、前記距離がさらに長くなり、前記影響が小さくなり得る。さらに、前記マストは、前記プロペラ翼の風の流入条件を考慮して前記回転シャフトの上方と下方に異なる構造を有し、前記回転シャフトの上方の前記マストは、乱流と前記プロペラ翼の風影を低減する空気力学

10

20

30

40

50

的プロファイルを有し、前記回転シャフトの下方の前記マストは、強度条件と振動及び／又は振動現象を考慮した異なる設計も可能である。

【0055】

前記マストは、前記風力タービンと前記浮力体とを連続した構造で接続し、前記マストの脚部は基本的に、直立動作位置にあるときには前記浮力体内のウエルに堅く固定される。サービス、保守、搭載又は搬出のために他の位置が必要なとき、または活着位置にあるとき、前記接続は新しい所望の位置に操縦するために緩められる。タービンを固定した前記マストは、目的地まで輸送するため、前記浮力体への船上搬入時に動作位置まで回転させる。簡単な装置で前記マストを回転させることで、目的地でも前記マストを所望の位置に操縦することができる。可動装置 - 例えばバージ - は沖合で発電システムへ輸送され、たとえば、前記のタービンを搭載／設置したマストがその上に載り得るようにサービスおよび保守作業を支援することができる。

10

【0056】

タービンを常設した前記マストはまた、波による前記浮力体のピッチング運動を考慮して、前記プロペラ翼をできるだけ垂直面に近い状態に維持するように操縦するため、固定連結から解放され得る。前記固定連結が解除されると、受動的および／または能動的減衰装置 - 油圧シリンダー、水、バネ等 - は、前記浮力体のピッチング角に対する前記マストのピッチング／ヒープ角を減少させることで、タービンの発電を維持する。前記ピッチング運動が大きな波の入射によって大きくなりすぎると、電気の生成は、前記タービン翼の回転を減速させることによって減少し、場合によっては停止し得る。

20

【0057】

前記風力タービンの筐体は水バラストタンクを含んでよい。波動によるローリングやピッチングの自然周期は、前記プラットフォームの慣性半径が大きくなると増加する。前記風力タービンの筐体内での重量が適切で、前記回転中心までの距離が大きいことで、前記自然周期の増加が達成される。これは最も頻繁に起こる波の周期からさらに離れたもので、結果としてより多くの運転時間が与えられる。前記プラットフォームの安定性が高いため、水バラストタンクによる解決が可能である。

【0058】

前記能動的及び受動的減衰装置は、有利となるように、前記浮力体内のウエル - 好ましくは閉じたウエル - 内に配置され得る。オープンデッキに対向するウエルによって、前記マストの脚部の安定した接続及び前記マストの操縦装置用機器の保護室が可能となる。前記ウエルは海に開いているべきではないが、前記浮力体のビルジ・バラストシステムによって充填され、かつ空にされてよい。ピッチング／ヒープ運動の増加により、前記プロペラは風の流入がない状態、あるいはおそらく向かい風を受ける状態にさらされ得るので、発電機ではなくエンジンとして働くことになる。前記マストの脚部での制御装置と減衰装置によって前記船に対して前記マストを回転させることで、前記ピッチング／ヒープ角の低減と制御が達成される。前記船自体が波動センサーとなり、入射波のピッチング／ヒープ角を測定することで、さらなる入射波を予測することができる。瞬時に測定された浮力体のピッチング／ヒープ角から、許容可能な波がフィルタリングされ、所与の限界を超えると、コンピュータは、前記マストが予想される波に対して準備するように前記操縦装置を動作させる。そうすれば前記タービンは、荒れた海でも発電を続けることができる。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0059】

ここで図面を参照しながら本発明を詳細に説明する。

【図1】船上の枠組に配置される従来技術の風力タービンを示している。

【図2】洋上発電システムの一の可能な実施形態の概略斜視図を示している。当該システムは、通常動作状態において風力タービンが設置／取り付けられたマストを備える浮力体を示している。

【図3】aは通常動作状態における浮力体の一の可能な実施形態の斜視概略図を表している。b、cは上方から見た可能な船体の形状の変形例を概略的に表している。dは船体の

50

有利な断面を概略的に表している。

【図4】支持スタンド上に取り付けられるように設計される風力タービンを備えるマストの概略的斜視図を表している。

【図5】マストが様々な位置をとる中心面での切頭長手断面の概略斜視図を表している。

【図6】a-cは、風力タービンを備えるマストの船上搭載方法を可能な段階を概略的に表している。

【発明を実施するための形態】

【0060】

以下、添付の図面を参照して、本発明の例示的な実施形態について説明する。異なる図面における同じ参照番号は、同じまたは類似の要素を識別する。以下の詳細な説明は、本発明または保護範囲を限定するものではなく、保護範囲は、添付の特許請求の範囲の当業者の解釈によって定義されるからである。

10

【0061】

明細書全体を通して「一実施形態」又は「ある実施形態」は、実施形態に関連して説明される特定の特徵、構造又は特性が、開示される対象の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書を通じて様々な場所で「一実施形態において」または「ある実施形態において」という表現が現れることは、必ずしも同じ実施形態に言及しているわけではない。

【0062】

図1は、上述した特許文献1に記載された船舶上のフレームに配置された風力発電機の先行技術を表している。特許文献1は船によって表された浮力体110上のフレームに複数の風力タービン130が配置された状態を示している。フレームまたはマスト140は、船のデッキ116とのヒンジ結合を形成する船上の軸受筐体121によって支持され、シャフトに接続された1つ以上の釣合い重りを有する。釣合い重りは、風力タービン130を備えるフレーム120を水平位置と垂直位置との間で回転させるのに用いられる。船130は、フレームが垂直位置にあるときに釣合い重りが水面120の上または下にあるように設計されてもよい。

20

【0063】

図2は、洋上発電システム100の一の可能な実施形態の概略的斜視図を示している。システム100は、マスト140を搭載/設置した海面150における浮力体110を示す。風力タービン130は、通常動作位置において約9度後方に傾斜する。風力タービン130がマスト140の一端に取り付け/設置される。それによってマスト140の反対側の端がウエル115に位置するマストの脚部を形成する。ウエルは、マストの脚部の安定した取り付けを可能にし、また、マスト115を操縦する装置（不図示）用の保護空間にもなる。図示されていないが、ウエルは海には開かれておらず、浮力体のビルジおよびバラストシステムによって充填および空輸することができる。以下の図4bに関する説明では、操縦装置についてより詳細に説明する。マスト140は、以下の図6bに関連してさらに説明する通常動作位置、船上積載・保守位置、および活着位置のそれぞれについての所望の位置を達成するように回転され得る。マスト140は、マスト140の重心にある回転軸122を中心に回転する。マスト140は、この地点で、マスト140の両側に延びる軸受けシャフト141に取り付け/設置されている。マスト140の軸受けシャフト141は、浮力体の後方にある2つの支持スタンド123に取り付け/設置された2つの軸受け筐体121の間で支持されている。

30

40

【0064】

図3Aは、通常動作状態における浮力体110の一の実施形態の斜視図を概略的に示している。浮力体110は、浮力中心120が浮力体110の長さの約1/4以下である船尾113からの距離にある、広い船尾113を備えるほぼ三角形の底面形状、及び、浮力中心119が浮力体110の長さの約1/4以下の距離にある海との接触面150を有している。浮力体110は、洋上産業から公知の1点式アンカーシステム124を備えた風向に最も近い位置にある。アンカーシステム124は、浮力体110を風に向かう状態を保持し、好ましくは浮力体110の船首に配置され、さらに、浮力体の後端111に配置されたスラストが浮力体110を風に

50

向かう状態を保持することをさらに補助し得る。浮力体110は、空気力学的に形成された断面を有する脚部を後方に備える2つの対称的に配置された支持スタンド123、及び、上部でマスト140の回転軸122を形成する共有軸受け筐体121を有する。軸受筐体121は、特に洋上構造物 - 風力タービン130を有するマスト140など - を受けることができる支持スタンド123に適合したデッキ上の高さで設置される浮力体の中心面114に垂直な共通の水平中心線122を有する。

【0065】

図3Aは、上に突出して、穏やかな海での浮力体110および海面150に対してほぼ垂直である2つの支持スタンド123を示している。支持スタンド123は、この方向への突出に限らず、それぞれが浮力体110から斜めに突出してもよい。さらに各支持スタンド123は、1本の支柱を有するものを示したが、それぞれを1本以上の斜め/傾斜した支柱と組み合わせて、構造物の剛性を高めることも可能である。

10

【0066】

浮力体110のエネルギーの豊富な海面150との接触は、不規則かつ位置変動するエネルギー分布を浮力体110が水平領域で統合され得て、浮力体110の下方の波のエネルギー分布が打ち消され得て、それによって既存の力に対する浮力体110の応答が低減される程度に大きくされる。

【0067】

接触面の大きさは、面積単位当たりの重量負荷が低く、典型的には約3~4トン/m<sup>2</sup>である。そのため積載量、トリム、安定性および活着性に問題が生じないので、浮力体110に海上造船所でのドッキングおよび既存のドライドックでのドッキングを可能にする喫水を付与することができる。浮力体110と海との接触面は、図3b及び図3cに示すように、水線浮力中心119の所望の位置が満たされる底部三角形の異なる変形例10を想定することができる。

20

【0068】

水平面における浮力体100の形状は、浮力体110の長さLに沿った浮力の分布に影響を与える。これもまたほぼ三角形の形状を推定し、船尾113の近くで最大の断面積を有する。

【0069】

浮力体110の唯一の目的は、風力タービン130を支持することであり、海面150の上では、従来のデッキに代わって、流入する海が浮力体110から遠ざかり、できるだけわずかにしか運動を励起しないことを可能にする形状にされた超構造116によって置き換えられ得る。浮力体110の水中船体117は、図3dの断面11で示されているように、波の負荷に適合した形状を有する。波の上では、超構造116はキールを上向きにした水中船体117とほぼ同様の形状になり得る。超構造116は、船首に衝突せずに船首を回り込む波によって船体の運動が小さくなるように波を受ける。これは、波との遭遇を良好に許容することによって、浮力体110の耐用年数を向上させる。

30

【0070】

浮力体100の容積は、発電エネルギーを所望の形式に処理するための変圧器、変換器、整流器および制御装置、およびエネルギーの貯蔵のための電池のグループのための十分なスペースを与え、好ましくは浮力体110のウェル115に位置し、浮力体のデッキ上の他の関連する、保護する位置は関連する位置である。

40

【0071】

図4は、支持スタンド123に設置するように設計された風力タービン130を備えたマスト140を示す。マスト140は、好ましくは、図4bに示すような空気力学的断面125を有する軽量材料で実装され、風車130が設置され、マストの頂部には一体型円筒形風車筐体131が配置される。その結果風の流れにおける抵抗が最小化されるよう。マスト140は、質量重心 - その高さの約半分 - で、水平面内で、中心面に対して垂直に、支持スタンド123の軸受筐体121に支持のための円筒形の支持軸受軸141を設置される。支持軸受軸141は好適にはマスト140の各側面から外側へ突出する。マストの脚部は、マストの回転軸122

50

を中心とした角運動を低減するために、マストを操縦し、かつ/あるいはマストの振り子運動を減衰させる固定装置と、場合によってはマストの下端が船尾部のウエル内の水中に沈むときのその事故のためのブレーキプレートと一緒に設置される。また、ウエル115は周囲の海から分離されてよい。それによりウエル115の体積も船舶に搭載されたタンクに相当する浮力や安定性に寄与する。風力タービン130を有するマスト140は、浮力体110上の設置位置で、様々な目的のために所望の位置に容易に回転され得るように、回転軸122を中心にバランスがとられる。ウエル115は、空気が充填されていてもよく、減衰装置は、適切な解放可能な懸架システムであってよい。図5は、軸受筐体121内の回転軸を中心に回転した各異なる位置140a、140b、140cにあるマスト140を有する中心面における長手方向での断面を示す。通常運転位置にあるマスト140は140aで示され、船上搭載・保守位置は140b、および活着位置は140cで示される。これら全ての位置において、風力タービン130を有するマスト140は、その質量重心を回転軸122に維持し、それによって、マスト140の異なる位置140a、140b、140cへの操縦は、適切な公知の装置で実行することが可能である。特定の波動条件においてマストが有することができて風力タービン130の発電を乱す垂直面における望ましくない角運動を低減するために、マスト140の脚部は、浮力体110の垂直面において、適切な受動および/または能動減衰装置160と接続される。マストの脚部に配置され得るブレーキ板がさらに減衰に寄与するように、ウエル115はまた、海水で満たされてもよい。装置の全角度偏向に対するマスト140の相対的な減衰は、制御装置(図示せず)により制御され得る。複数の油圧シリンダ(図示せず)は、減衰手段160として機能し得る。これらは、浮力体110のピッチ運動を補償するように作動させ得る。油圧シリンダは、角度位置160'を調節することで、穏やかな海での通常動作位置140aの $\pm 2 \sim 4$ 度に対応する穏やかな海での水平面に対する位置にマスト140を維持する。マストが通常運転位置140aで9度後方に傾斜/下降しているとき、風車130のタービン筐体は水平面に対して平行であり、風車130の翼132は垂直面に対して平行である。浮力体110がピッチング運動を受けないとき、マスト140は、解放可能な拘束機構によって一時的に通常動作位置140aに保持される。これらの拘束機構は、好ましくは、マスト140の下部のマストの脚部でウエル115内に配置された1つ以上の油圧作動式シャーボルトを備えてよい。

#### 【0072】

船上搭載位置140bでは、マスト140は、通常動作位置140aからさらに90度後方に傾斜し、翼132は、水平面に対して平行な状態になる。保守・活着位置140cでは、マスト140は、通常動作位置140aから45~50度傾斜する。風力タービン130を有するマスト140は、浮力体110のヒープ/ピッチング運動を補償するためにマスト140の操縦の1つ以上の減衰装置190によって、ほぼ通常動作位置140aを維持する。減衰装置は、マストを操縦するための装置を備える。この装置は、例えば波センサ、風センサなどのセンサから信号を受信する制御装置によって制御される。制御装置は、マストをできるだけ安定した動作位置140aに維持するために、マストを操縦するように減衰装置を始動させる。マストを操縦する装置は、浮力体のピッチング/ヒープ運動を補償するための油圧シリンダを備えてよい。

#### 【0073】

図6A~6Cは、風力発電機を搭載したマスト140の船上搭載を示す図である。マスト140は、適切な可動装置170 - 例えばバージのような海上に浮かぶ可動装置170 - 又は陸上に存在する可動装置170のいずれかの上で船上搭載位置140bをとる。船上搭載の準備のために、図6aに示すように、浮力体110を備える可動装置170上で水平位置にある翼132を有する風力タービン130付きのマスト140は、バラスト化されて、支持スタンド123の軸受筐体121内にマスト140の軸受軸141を受け入れるために可動装置170に隣接して配置される。図6bで示されているように、風力タービン130を有するマスト140の重量移動は、バラスト水を汲み上げることによって行われる。バランスがとられ、シャフト141で軸受に重心を置いた風力タービン130付きマスト140は、図6cに示すように、所望の位置、通常動作位置140aまで適切な既知の装置で回転される。

## 【 0 0 7 4 】

風車130を有するマスト140は、保持機構をマストの脚部に係合させることによって通常動作位置に保持され、それによって保持機構は、好ましくは油圧作動式シャーボルトからなる。浮力体110のピッチング運動を補償するために、拘束機構はマストの脚部との係合から外され、それによって、好ましくは所定の数の油圧シリンダを含む作動減衰装置が始動されている。マスト140は、拘束機構をマスト脚との係合から外すことによって操縦することができ、公知の装置によって、マストを所望のマスト位置 - 具体的には、作動位置140a、船上積載及び保守位置140b、及び活着位置140c - に操縦することができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 5 】

1 0 0	洋上発電システム	
1 1 0	浮力体	
1 1 1	後端	
1 1 2	船首	
1 1 3	船尾	
1 1 4	浮力帯の中心面	
1 1 5	ウエル	
1 1 6	超構造	
1 1 7	水中船体	
1 1 8	前方	10
1 1 9	浮力中心	
1 2 0	浮揚中心	
1 2 1	軸受け筐体	
1 2 2	水平面内でのマストの回転軸	
1 2 3	支持スタンド	
1 2 4	アンカーシステム	
1 2 5	マストおの空気力学的断面	
1 3 0	風力タービン	
1 3 1	風力タービンの筐体	
1 3 2	羽根	20
1 3 3	風力タービンの回転軸	
1 4 0	マスト	
1 4 0 a	通常動作位置でのマスト	
1 4 0 b	船上搭載・保守位置でのマスト	
1 4 0 c	活着位置でのマスト	
1 4 1	マストの軸受けシャフト	
1 5 0	海面	
1 6 0	減衰装置	
1 6 0 ‘	角度位置	30

【 図面 】

【 図 1 】

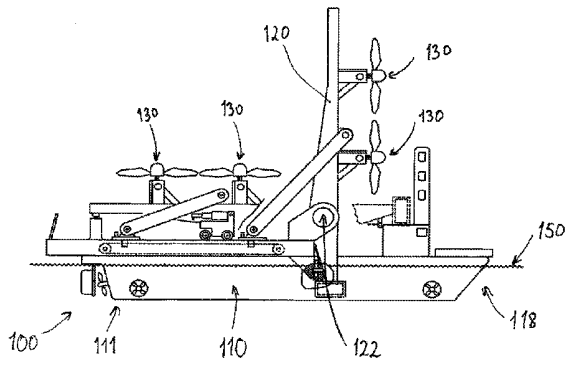


Fig. 1 (Prior Art)

【 図 2 】

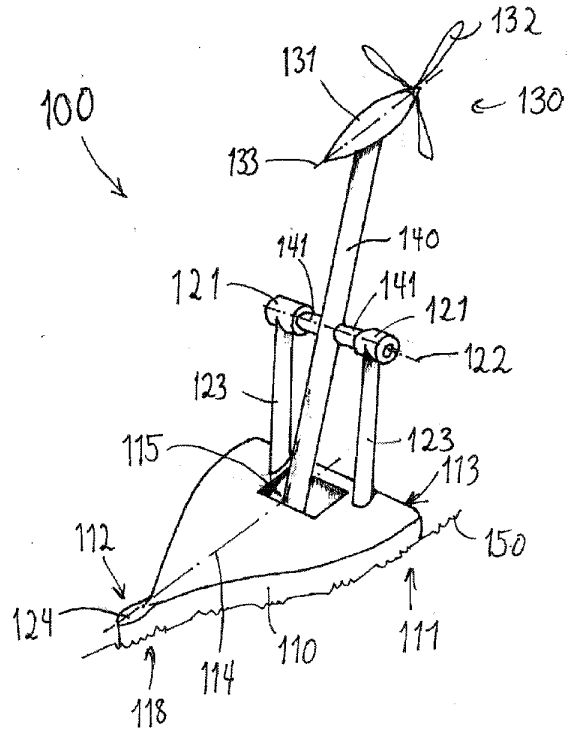


Fig. 2

【 図 3 a 】

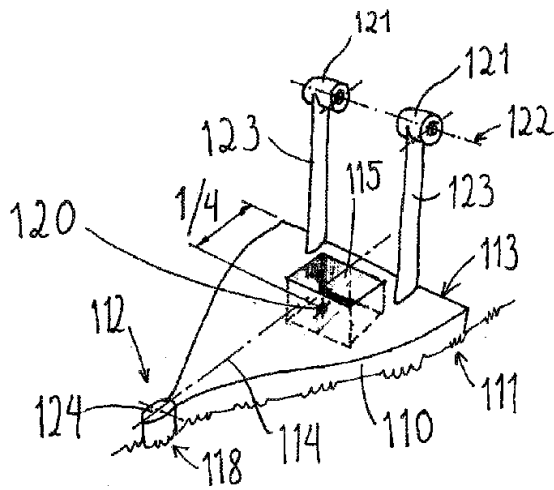


Fig. 3a

【 図 3 b 】

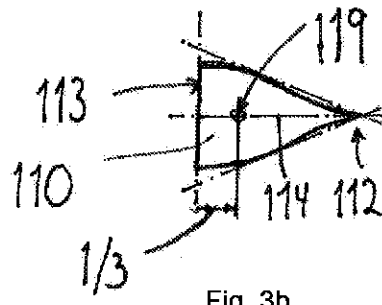


Fig. 3b

10

20

30

40

50

【図 3 c】

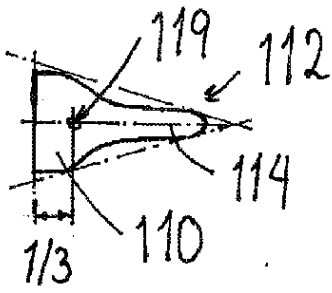


Fig. 3c

【図 3 d】

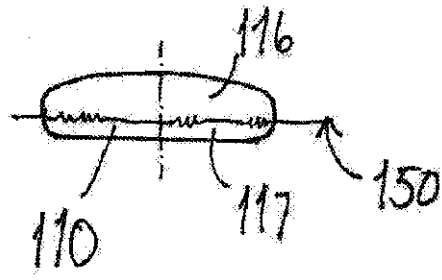


Fig. 3d

10

【図 4】

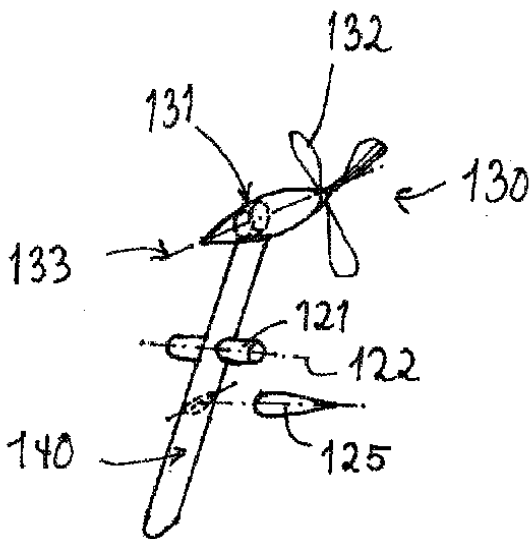


Fig. 4

【図 5】

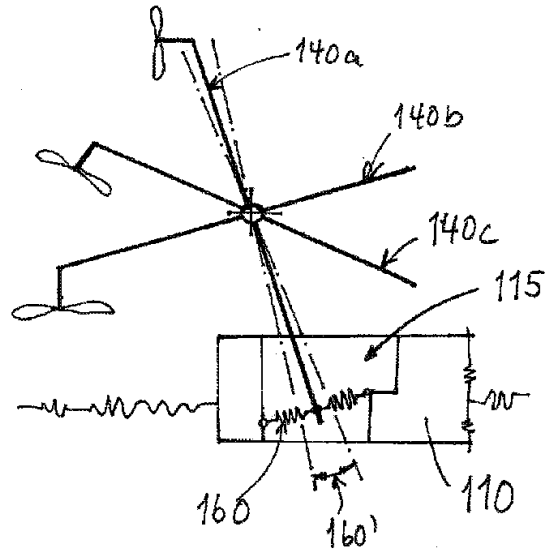


Fig. 5

20

30

40

50

【 図 6 a 】

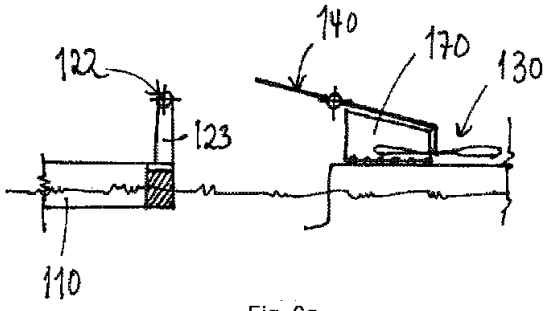


Fig. 6a

【 図 6 b 】

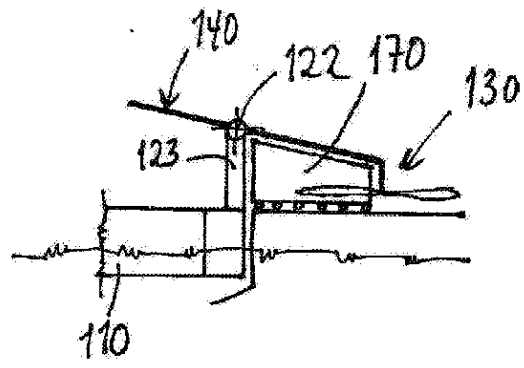


Fig. 6b

10

【 図 6 c 】

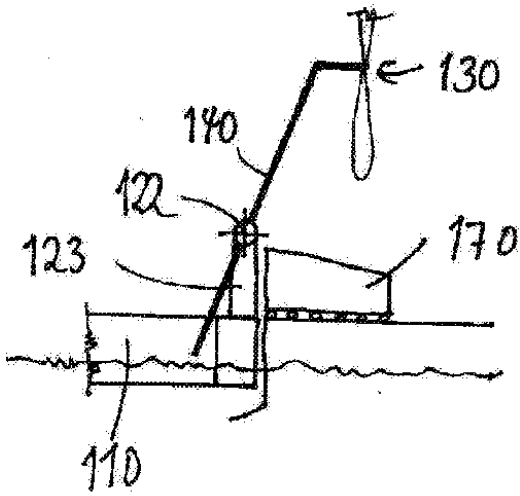


Fig. 6c

20

30

40

50

---

フロントページの続き

エン 6 1 7

審査官 中川 隆司

(56)参考文献 特表 2 0 1 6 - 5 3 8 1 9 4 ( J P , A )  
特表 2 0 1 4 - 5 2 8 5 3 6 ( J P , A )  
特表 2 0 1 4 - 5 0 3 4 2 4 ( J P , A )  
特表 2 0 0 7 - 5 1 8 9 1 2 ( J P , A )  
特開昭 6 1 - 2 7 5 5 8 7 ( J P , A )  
米国特許第 0 4 5 9 0 7 1 8 ( U S , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

B 6 3 B 1 5 / 0 2

B 6 3 B 1 5 / 0 0

B 6 3 B 3 5 / 3 4

B 6 3 B 3 5 / 0 0

F 0 3 D 1 3 / 2 5