

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-521820

(P2011-521820A)

(43) 公表日 平成23年7月28日(2011.7.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 3 B 35/00 (2006.01)	B 6 3 B 35/00 T	3 H 0 7 8
B 6 3 B 43/06 (2006.01)	B 6 3 B 43/06	
B 6 3 B 39/06 (2006.01)	B 6 3 B 39/06 Z	
B 6 3 B 35/44 (2006.01)	B 6 3 B 35/44 F	
B 6 3 B 21/50 (2006.01)	B 6 3 B 35/44 H	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-506343 (P2011-506343)
 (86) (22) 出願日 平成21年4月6日 (2009.4.6)
 (85) 翻訳文提出日 平成22年10月21日 (2010.10.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2009/039692
 (87) 国際公開番号 W02009/131826
 (87) 国際公開日 平成21年10月29日 (2009.10.29)
 (31) 優先権主張番号 61/125, 241
 (32) 優先日 平成20年4月23日 (2008.4.23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 510280523
 プリンシプル・パワー・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国ワシントン州98104シアトル・ナンバー63650・サウスジャクソンストリート93
 (74) 代理人 110000741
 特許業務法人小田島特許事務所
 (72) 発明者 ロダイアー, ドミニク
 アメリカ合衆国カリフォルニア州94708パークリー・マリニアベニュー2610
 (72) 発明者 セルメリ, クリステイアン
 アメリカ合衆国カリフォルニア州94708パークリー・マリニアベニュー2610
 Fターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB20 CC46
 最終頁に続く

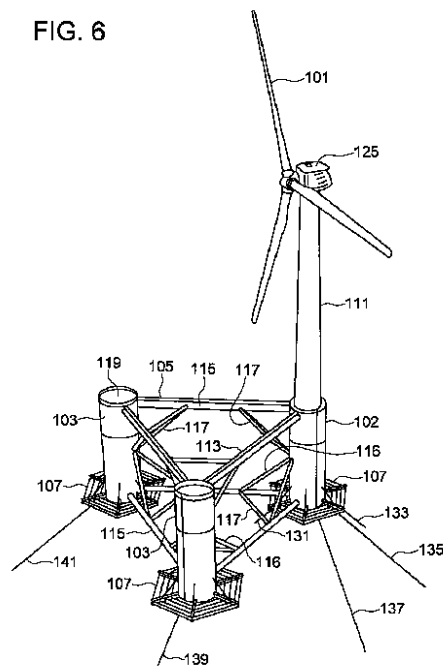
(54) 【発明の名称】 洋上風力タービンの支持のための水エントラップメントプレートおよび非対称的係留システムを伴う、コラムで安定化された洋上プラットフォーム

(57) 【要約】

浮動風力タービンプラットフォームは、水平の主ビーム(115)と相互に連結された3本のコラム(102、103)を有する浮きフレーム(105)を備える。風車タワー(111)は、システムの建設を簡略化し、構造的強度を改善するためにタワー支持コラム(102)の上に取り付けられている。タービン羽根(101)は、タワー(111)の頂上で回転するナセル(125)に連結されている。タービンのギアボックスの発電機および他の電気ギアは、伝統的にナセル内、またはタワー(111)内の下部にまたはタワー支持コラム(102)の頂上のいずれかに取り付けることができる。浮きフレーム(105)は、風速に拘わらず、タワー(111)を10の垂直整列に維持するためにコラム(102、103)間に水を押し出す水バラストシステムを備える。水エントラップメントプレート(107)は、波による浮きフレーム(105)の回転運動を最少にするためにコラム(102、103)の底部に取り付けられている。

【選択図】 図6

FIG. 6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- a) パラスト液を含むための上端および下端並びに内容積を各々有する少なくとも 3 本の安定化コラム、
- b) 風力タービンプラットフォームに連結された上端および下端を有するタワー、
- c) 発電機に連結されたタービンローターであって、該タワーの上端の近位に取り付けられたタービンローターおよび発電機、
- d) 少なくとも 3 本の安定化コラムに相互連結された主ビーム、
- e) 1 本の安定化コラムの下端に各々が取り付けられている水エントラップメントプレート、並びに
- f) タワーの垂直整列を調整するために少なくとも 3 本の安定化コラムの内容積間でパラスト液を移動するためのパラスト制御システム、
を備えている浮動風力タービンプラットフォーム。

10

【請求項 2】

タワーが 1 本のコラムの頂上に取り付けられ、そして他のコラムがタワーに直接には連結されていない、請求項 1 記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項 3】

少なくとも 3 本の安定化コラムに非対称的に連結され、少なくとも半分がタワー支持コラムに連結された係留索、を更に備えている請求項 2 記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

20

【請求項 4】

隣接する係留索により形成される角度がほぼ等しい請求項 2 記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項 5】

タワーが、タワーの大部分の重量を支える浮力コラムの上に取り付けられ、そして少なくとも 3 本の安定化コラムの間に配置されている、請求項 1 記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項 6】

パラスト制御システムが、

- i) パラスト制御信号を送信して受信するためのプロセッサ、
- ii) 重力の方向に対するタワーの垂直整列を感知するためにプロセッサと交信する垂直整列センサー、
- iii) タワーの垂直整列を調整するために少なくとも 3 本の安定化コラムの内容積間でパラスト液を移動するためにプロセッサと交信するパラストポンプ、
を備えている、請求項 1 記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

30

【請求項 7】

パラスト制御システムが更に、

- iv) 少なくとも 3 本の安定化コラムの内容積内に含まれるパラスト液の量を決定するためのパラスト容量センサー、
を備えている、請求項 6 記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

40

【請求項 8】

- a) パラスト液を含むための上端および下端並びに内容積を各々有する少なくとも 3 本の安定化コラム、
- b) 少なくとも 3 本の安定化コラムを相互連結する主ビーム、
- c) 1 本の安定化コラムの下端に各々が取り付けられている水エントラップメントプレート、並びに
- d) 少なくとも 3 本の安定化コラムの垂直整列を調整するために少なくとも 3 本の安定化コラムの内容積間でパラスト液を移動するパラスト制御システム、
を備えている浮動プラットフォーム。

【請求項 9】

50

相互に隣接する主ビーム間にそれぞれ連結された水平支えビーム、
を更に備えている、請求項 8 記載の浮動プラットフォーム。

【請求項 10】

3 本の主ビームが正三角形の辺を形成し、そして主ビームおよび水平支えビームの一部が正三角形を形成する、請求項 9 記載の浮動プラットフォーム。

【請求項 11】

1 本の主ビームと 1 本のコラムの間にそれぞれ連結された垂直支えビーム、
を更に備えている、請求項 8 記載の浮動プラットフォーム。

【請求項 12】

バラスト制御システムが、

10

i) バラスト制御信号を送信し、受信するためのプロセッサ、

ii) 少なくとも 3 本の安定化コラムの重力の方向に対する頂角を決定するためにプロセッサと交信する垂直配列センサー、

iii) 浮動プラットフォームの水平角を調整するために少なくとも 3 本の安定化コラムの内容積間でバラスト液を移動するためにプロセッサと交信するバラストポンプ、
を備えている、請求項 8 記載の浮動プラットフォーム。

【請求項 13】

バラスト制御システムが更に、

iv) 少なくとも 3 本の安定化コラムの内容積内に含まれるバラストの量を決定するためのバラスト容量センサー、

20

を備えている、請求項 12 記載の浮動プラットフォーム。

【請求項 14】

半潜水型プラットフォームに浮力を与えるための浮力構造物、

浮力構造物に連結された係留索、

係留索に連結された、海底に埋設された錨、

を備えており、

係留索の少なくとも半分が複数の浮力構造物の 1 つに取り付けられている、

半潜水型浮動プラットフォームのための係留設備。

【請求項 15】

隣接する係留索間の角度が実質的に等しい、請求項 14 記載の係留設備。

30

【請求項 16】

係留索がそれぞれ、

a) 浮力構造物の 1 つに連結された鎖またはワイヤの第 1 の部分、

b) 鎖またはワイヤの第 1 の部分に取り付けられた重り、

c) 鎖またはワイヤの第 1 の部分に連結されたポリエステルの部分、並びに

d) ポリエステルの部分および錨の 1 つに連結されたワイヤまたは鎖の第 2 の部分、

を備えている、請求項 14 記載の係留設備。

【請求項 17】

重りの負の浮力が鎖またはワイヤの第 1 の部分の負の浮力より大きい、請求項 16 記載の係留設備。

40

【請求項 18】

係留索の少なくとも半分が浮力構造物の 1 つに連結されている、請求項 14 記載の係留設備。

【請求項 19】

それぞれバラスト機構を含む複数のコラムを有する半潜水型プラットフォームを波止場地帯で組み立てる工程、

半潜水型プラットフォーム上に、発電機に接続されたタービンローターを含むタワー組立物を波止場地帯で設置する工程、

コラムからバラスト液を抜く工程、

半潜水型浮動プラットフォームを波止場地帯の浅瀬から深度 100 フィート (30.5 m

50

) を超える深水中に移動させる工程、

半潜水型浮動プラットフォームが深水中にある時にコラムをバラスト液で一部満たして安定化する工程、

半潜水型浮動プラットフォームを係留する工程、

前以て決定された許容され得る範囲外にある半潜水型浮動プラットフォームの浮動角度を感知する工程、そして

バラスト機構を作動させて浮動角度を是正する工程、

を備えている、半潜水型プラットフォームを配置する方法。

【請求項 20】

波止場地帯において半潜水型プラットフォームが輸送喫水深度をもつように 1 本以上のコラムにバラストモジュールを取り付ける工程、そして

半潜水型プラットフォームが深水に移動する前にバラストモジュールを外す工程、を更に備えている、請求項 19 記載の方法。

【請求項 21】

半潜水型プラットフォームの係留工程が、海底に固定されて非対称的パターンで浮力構造物に取り付けられた複数の係留索に半潜水型プラットフォームを取り付ける工程を備えている、請求項 19 記載の方法。

【請求項 22】

発電所に連結された電気ケーブルに発電機を接続する工程、

タービンローターを回転して発電機に電力を発生させる工程、そして

電気ケーブルを通して発電所に電力を送る工程、

を更に備えている、請求項 21 記載の方法。

【請求項 23】

a) バラスト液を含むための上端および下端、並びに内容積を各々有する少なくとも 3 本の安定化コラム、浮動風力タービンプラットフォームに連結されたタワー、タワーの上方部分に取り付けられ且つ発電機に連結されたタービンローター、少なくとも 3 本の安定化コラムを相互に連結している主ビーム、安定化コラムの下端に取り付けられた水エントラップメントプレート並びに、垂直整列センサーおよび、少なくとも 3 本の安定化コラムの内容積間でバラスト液を移動するための 1 基以上のポンプを有するバラスト制御システムを備える浮動風力タービンプラットフォーム装置を提供する工程、

b) タービンローターを回転する工程、

c) 発電機を回転して電気を発生する工程、

d) 前以て決定された許容され得る範囲外にある浮動風力タービンプラットフォームの傾き角度を感知する工程、

e) 1 基以上のポンプを起動して安定化コラム間でバラスト液を移動させる工程、

f) 前以て決定された許容され得る範囲内にある浮動風力タービンプラットフォームの傾き角度を感知する工程、

g) 安定化コラム間のバラスト液の移動を停止するために 1 基以上のポンプを停止する工程、

を備えている浮動風力タービンプラットフォームを稼働する方法。

【請求項 24】

感知された風向に基づいてタービンローターのヨー位置を制御する工程、そして

感知された風速に基づいてタービンローターのピッチを制御する工程、

を更に備えている、請求項 23 記載の方法。

【請求項 25】

風速が毎秒 12 メーター未満である時に、タービンローターのピッチを調整して発電機からの電気出力を最大にする工程、

を更に備えている、請求項 24 記載の方法。

【請求項 26】

風速が毎秒約 12 ~ 25 メーターの間である時に、タービンローターのピッチを調整し

10

20

30

40

50

て一定の回転速度を維持する工程、
を更に備えている、請求項 2 4 記載の方法。

【請求項 2 7】

タービンローターのピッチを調整してタービンローターにおける風力を最少にする工程、
そして

風速が毎秒 2 5 メーターを超える時はタービンローターを停止する工程、
を更に備えている、請求項 2 4 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願との関係】

【0 0 0 1】

10

本特許出願は、その内容全体が引用することにより本明細書に取り入れられたこととされる、2 0 0 8 年 4 月 2 3 日出願の、「洋上風力タービンの支持のための水エントラップメントプレートおよび非対称的係留システムを伴う、コラムで安定化された洋上プラットフォーム」と題する米国特許仮出願第 6 1 / 1 2 5 , 2 4 1 号に対する優先権を主張する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

20

風力タービンは、風からの運動エネルギーを機械エネルギーに変え、次にそれが電気に変えられる回転機である。風力タービンは洋上設置のみならず、また着床式設置のために開発されてきた。着床式風力タービンは地面に固定され、風の強い地域に配置される。風力タービンには、垂直に配列された主要ローター軸をもつ垂直軸の風力タービンおよび風上に向う水平ローター軸をもつ風力タービンがある。水平軸の風力タービンは一般に、タワーおよび、タワーの頂上に連結された発電機を有する。発電機はハブアセンブリおよびタービン羽根に直接に、またはギアボックスを介して連結することができる。

【0 0 0 3】

30

風力タービンはまた、洋上適用物に対しても使用されてきた。1本のタワーの洋上システムは海底中に取り付けられ、30メーターまでの浅い水深に限定される。風力タービンタワーが格子構造物のような広い土台の上に取り付けられる場合は、この浅い深度の必要条件は50mまで拡大することができる。より深い海中においては、フロートシステムのみが経済的に利用可能であると期待される。浅海システムの欠点は、水が典型的に沿岸の近くでのみ浅いことである。従って、沿岸の風力タービンは海岸の景観を妨げ、水上乗り物および航空機に対する航行の妨害物および可能な邪魔物をもたらす可能性がある。

【0 0 0 4】

40

近年、洋上の風力タービンプラットフォームの多数の考え方が開発されている。一般に、これらは3つの主要な範疇：スパー、テンション・レグ・プラットフォーム(TLP)および半潜水型/混合システムに分類される。浮動風力タービンプラットフォームの例は Statoil Norsk-Hydro Hywind スパー(図1)、Blue H TLP 最近の代表例(図2)、SWAY スパー/TLP 混合型(図3)、Force Technology WindSea 半潜水型(図4)および Trifloater 半潜水型(図5)を含む。図1を参照すると、スパーは、構造物の底部の大量のバラストおよび喫水の近位の浮力タンクで重りをつけた細長い構造物である。安定化の目的のために、重力の中心は浮力の中心より低くなければならない。これが、確実にスパーを真っすぐに浮揚させるであろう。スパーは、スパーを定位置に保持する多数の索で海底に係留される。一般的な意味のスパータイプの構造物は、スパーの深い喫水および垂直波励起力に対する低下した応答により、半潜水型よりも優れた引き揚げ(heave)能を有する。しかし、それらはまた、このデザインでは安定性に寄与する水線面の面積が減少するので、他のシステムより縦揺れおよび横揺れ運動が多い。

【0 0 0 5】

50

図2を参照すると、TLPはプラットフォームを海底に直接着床させる、垂直に引張ったケーブルまたは鋼管を有する。その時には十分な安定性を与えるために一時的に浮力モジュールを付加することができる設置相の期間を除いて、安定性のための低い重力中心の必

要はない。TLPは非常に優れた引き揚げ性および角運動を有するが、係留設備設置の複雑さおよびコスト、潮の変化による緊張材の張力の変化並びにタワーと係留システム間を連結する構造的周波、がTLPシステムの3つの主要な障害である。

【0006】

異なるタイプの洋上風力タービン構造物を比較する時に、波および風により誘発される運動が考慮すべき性能の唯一の要素ではない。経済学が重要な役割を果たす。従って、加工、設置、試運転/廃止のコストおよびメンテナンス法のためのアクセスの容易さを注意深く検討することが重要である。運転および輸送状態における浅い喫水および優れた安定性をもつ半潜水型の考えは、それらの喫水のためにスパーより、そして、緊張材連結前のそれらの低い安定性のためにTLPより、牽引し、設置し、試運転/廃止することが有意に安価である。

10

【発明の概要】

【0007】

本明細書には、少なくとも3本のコラムを備える、半潜水型洋上浮動風力タービンプラットフォームが記載されている。本明細書に記載される風力タービンプラットフォームは、少なくとも3本のコラムに加えて、風力タービンプラットフォームの性能を改善する更なる特徴を有している。図6に示される1つの態様において、浮動風力タービンプラットフォームは、タワーを垂直に整列して維持するために、コラム間で水のバラストを移動する作動的なバラストシステムを備える。更に、風力の荷重を決定するために、プラットフォームに整列センサーを接続することができる。更にまた、本説明に従う風力タービンプラットフォームは、環境的荷重に耐えるのみならずまた、他のプラットフォームデザインに比較して比較的軽量であることができ、そして構造物の製造を容易にして、エネルギー生産のためのより良好な経済に導くことができる非対称的係留システムおよび作動的なバラストシステムのような、1種以上の更なる特徴を有することができる。

20

【0008】

本明細書に記載のプラットフォームに含まれるコラムは、水平および垂直の支えビームを含む管状の三角構造のシステムで相互に連結することができる。コラムの幾つかまたはすべての底部には水平の水エントラップメントプレートが取り付けられている。風力タービントワーは構造物に対して非常に高い、かなりの風力荷重にさらされ、そしてコラム間の空間距離が安定性を達成する。図6に示す1つの態様において、風力タービントワーは、それ自体、主ビームにより他のコラムに連結された1本のコラムの頂上に取り付けられている。この構造は風力タービンプラットフォームの構造的効率を改善し、構造物を比較的軽量にさせる。

30

【0009】

図7に示される他の態様において、風力タービントワーは、タワーおよび風力タービンの部品の重量を支える浮力コラムの上に直接連結されている。この態様において、他のコラムは、プラットフォームを安定化し、タワーを垂直整列に維持する役割を果たす。更に、作動的な浮力システムを使用して、コラム間でバラストを移動することができる。図7に示した態様において、タワーの重量は外側のコラムの浮力によっては支えられていないために、プラットフォームは外側のコラムと中心のタワーのコラム間にそれほど大きな構造的支えを必要としない。それに対し、タワーがデッキの中心に配置される幾つかの先行デザインにおいては、構造物は比較的重く、そしてタワーとタービンの重量および空気力学モーメントにより、構造物が長い構造物の中央で大きな荷重を支えなければならないために、経済的に比較的执行可能でない可能性がある。

40

【0010】

例えば、1種以上のピッチ制御システム、ギアボックス、ヨー調整装置および発電機を収納することができるナセルはタワーの頂部の上に取り付けることができ、ハブおよびハブから延伸するタービン羽根に支持を与える。ハブは、タービン羽根の回転速度が通常の風速範囲にわたり一定であるように、タービン羽根のピッチを調整する機構を備えることができる。ナセルは、最適な効率のためにタービン羽根を風上に直接向けるヨー制御シス

50

テムに連結することができる。典型的には、ナセル内に配置されるギアボックスおよび発電機のような風力タービン装置をそこに配置することができるか、またはそれらはタワー内の下部またはコラムの頂部の上に配置することができる。ギアボックスをもたない直接的駆動タービンもまた、本明細書に記載のプラットフォームとともに使用することができる。発電機により発生される電力は、変動する風速によりランダムな周波数および振幅をもつ可能性がある。電力は変圧器、変換器および整流器により変電されて、均一な出力電圧および電流をもたらすことができる。これらの電気部品はナセルの中、タワーの底部、または他のコラムの上に配置することができる。風力タービンからの電気出力は、海底および発電所に走行する電気ケーブルを通して送電することができる。ケーブルの一部は海底に直接真すぐに走行せずに、ケーブルの部分を高くする浮揚機構に連結することができる。次にケーブルが、ケーブル上に何の有意な更なる張力を与えずに、浮動風力タービンプラットフォームを波、海流および潮とともに垂直または水平に移かす、湾曲した経路をもつことができる。

10

20

30

40

50

【0011】

1つの態様において、浮動風力タービンプラットフォームは高強度の構造物である特別の形態を有する。コラム間に取り付けられる主ビームは、長さが等しく、実質的に正三角形を形成する。水平な支え交差ビームは主ビームの長さのほぼ1/3において隣接する主ビームの間に連結される。水平な支えの交差ビームおよび主ビームは、主ビームにより形成される三角形の3つの角において更なる正三角形を形成する。垂直の支えビームはコラムの中間部分と主ビームの長さの1/3の間に連結されている。垂直の支えビーム、コラムおよび主ビームにより形成される三角形は実質的に正二等辺三角形である。この形態が、風力タービンプラットフォームを構築するための材料の量を最少にしながら、必要な荷重力を支えることができる強力な構造物を提供する。

【0012】

特定の態様において、本明細書に記載される浮動風力タービンプラットフォームは完全に波止場地帯で加工し、集成するようにすることができる。例えば、波止場地帯の集成サイトで完全に構築することができる浮動風力タービンプラットフォームの構成部品を集成するためにクレーンを使用することができる。更に、所望される場合は、波止場地帯で、風力タービンの構成部品を集成し、プラットフォームと一体にし、そして基礎工事を実施することができる。一旦完全に集成後、構造物が設置サイトにチャンネルから浮揚して出てくることができるように浮動風力タービンプラットフォームのコラムからバラストを完全に抜くことができる。喫水を低下させて、チャンネルから出すために更なる浮力が必要な場合は、喫水を低下するために1本以上のコラムに浮力モジュールを取り付けることができる。プラットフォームが深水に到達後、浮力モジュールを取り外し、コラムは水バラストで一部満たされてプラットフォームを安定化することができる。

【0013】

浮動風力タービンプラットフォームを設置サイトに牽引する前に、海錨を海底に固定することができる。浮動風力タービンプラットフォームが定位置に移動される時、係留索をコラムに縛り付け、そして前以て決められた張力に締め付けることができる。1つの態様において、タワーを1本のコラムの上に取り付け、係留索を非対称的形態に配置し、風力タービンタワーを支えるコラムに、他のコラムに対するよりも多くの係留索を連結する。例えば、4本の係留索を使用する場合は、これらの係留索のうち2本を、タワーを支えているコラムにほぼ90度の角度間隔で連結し、そして1本の係留索を残りの各コラムに連結する。他の例によると、6本の係留索が使用される場合は、4本の係留索を、タワーを支えているコラムに約180度の範囲にわたりほぼ60度の間隔で連結することができ、そして他のコラムをそれぞれ1本の係留索に連結する。係留索の角度はタワーのコラムで交わるようにさせることができる。対称的な浮動風力タービンプラットフォームを使用する場合には、係留索を対称的な配置でプラットフォームに連結することができる。例えば、合計6本の係留索を使用し、2本の係留索を各コラムに連結することができる。

【0014】

係留索は鎖、ワイヤロープおよび引きずり・埋設錨の組み合わせ物よりなる、従来の懸垂型形状の係留索であることができる。あるいはまた、係留索は引張られたポリエステル部分よりなることができ、そして更に、係留システムの部分に懸吊された重い塊である、塊状の重りを有することができる。1つの態様において、錨が海底に埋設され、そして鎖の一部が錨に連結される。ポリエステルの係留索は鎖に取り付けて、係留索に幾らかの弾性を与えることができる。ポリエステルの係留索が使用される時は、その係留索の反対側の端を、各コラム上の1種以上の引張り機構に取り付けられた更なる長さの鎖に連結することができる。コラムに対する鎖の角度を低くするために、各コラムに連結された鎖に重い塊状の重りを取り付けることができ、係留索は各コラムに連結された機構により引っ張ることができる。

10

【0015】

風力タービンおよびタワーが3本のコラムの1本に取り付けられる場合は、1本のコラムがより大きい重量を支え、無風の際はプラットホームの外殻は非対称的に平衡されている。しかし、タービン羽根およびタワーに対する風力がタワーに対するモーメントを誘発して、通常、プラットホームの中心からタワーを遠くに押しやる。このモーメントが、タワーを支えていない独立したコラムに対する下向きの力を減少させながら、タワーを支えているコラムに下向きの力をかける。

【0016】

風力タービンが設置されると、風力タービンが回転して、発電機が電気を発生するようになる。しかし、風速および風向はしばしば変動する可能性がある。従って、特定の態様において、本説明に従うプラットホーム上に使用されるタービンには、風向センサーおよびヨー制御システムを有する風向システムを提供することができる。このような態様においては、風向センサーが風向の変化を感知し、ヨー制御システムがタービン羽根を風向と整列するように、タワーの頂上のナセルすなわちヨーを回転するようになる。更にまた、本説明に従うプラットホーム上に使用されるタービンには、風速の変化を感知し、そして出力を最適化する、またはタービン羽根上の風の流体抵抗を最少にするためにタービン羽根のピッチに変化を誘発することにより風速の変化に応答するタービンのピッチ制御システムに接続されている、風速センサーを提供することができる。市販の風向および風速センサーの例はCampbell Scientific Ltd., United Kingdom および NovaLynx Corp., USAから利用可能である。

20

30

【0017】

タワーおよびタービン羽根に対する風速が増加するにつれて、風力は浮動風力タービンプラットホーム全体を垂直整列からはみ出させる可能性がある。本説明に従う風力タービンプラットホームには、風力(推進力)を補うために各コラム間で水を移動させるために水のポンプを使用する内部バラストシステムが提供される。1つの態様において、内部バラストシステムは、バラストシステムの水のポンプを制御する制御装置に接続された1個以上の整列センサーを備える。整列センサーが、浮動風力タービンプラットホームが1本のコラムの方向に傾いていることを感知する場合は、内部バラストシステムが低い浮きコラムから他のコラムに水を押し出して、低いコラムの浮力を高め、他のコラムの浮力を減らすことができる。この水の移動がプラットホームの低い浮き部分を持ち上げ、それによりタワーが垂直の整列に復帰する。整列センサーが、垂直の整列が再確立されたことを感知すると、ポンプは停止することができる。内部バラストシステムの1つの態様において、構造物に適用される転覆モーメントを補うことが必要であるだけなので、更なる水を外側からポンプで送る必要はなく、内部バラストシステムは閉鎖ループ内で機能することができる。

40

【0018】

内部バラストシステムの操作は実質的な量の水のポンプ送り出しを要するために、所望のバラスト制御を達成するための応答時間は15~30分の長さになる可能性がある。1つの態様において、整列センサーは水平面上のXおよびY軸の周囲の回転運動を感知することができる2基のジャイロスコープであることができる。完全な垂直整列において、X

50

およびY軸のジャイロスコープはプラットフォームのどんな回転をも感知しない。しかし、浮動風力タービンプラットフォームの何らかの傾きがある場合は、Xおよび/またはY軸のジャイロスコープは回転運動を感知することができる。このような整列センサーは、垂直整列の誤差を是正するために、必要に応じてコラムに水をポンプ注入することにより整列誤差に応答する制御装置に接続することができる。1つの態様において、バラストシステムは周囲の海水からバラスト水を完全に隔離する閉鎖システムである。このような態様においては、海水はコラムに侵入することができないので、コラムが浸水される可能性はなく、プラットフォームはバラストシステムの機能不全により転覆する可能性はない。

【0019】

1つの態様において、タービン制御システムおよびバラストシステムは、タービンが最適な発電モードになるまで、タワーは垂直であるが、バラストポンプはまだ機能する必要があるかも知れないように接続されている。この場合、タービン羽根のピッチは、推進力を低下させ、マストを垂直に維持するように修正される。次に、バラスト水が1本のコラムから次のコラムに押し出される時に、羽根のピッチを、その最適な角度に徐々に回転して戻すことができる。

10

【0020】

本明細書に記載された浮動風力タービンプラットフォームは独立型のプラットフォームとして使用することができるか、あるいはまた、本明細書に記載のプラットフォームを風力発電地帯に配列された複数の浮動風力タービンプラットフォームの一部として配置することができる。各風力タービンからの電力は統合して、陸上にあるかまたは別の浮動プラットフォーム上にあることができる発電所に1本のケーブルを通して送電することができる。1つのこのような態様において、1つのプラットフォームを職員用または保守用の場所に使用することができる。これは作業員を厳しい外界の天候条件から保護することができる安全な隔離区域を提供することができる。

20

【0021】

本明細書に記載のような浮動風力タービンプラットフォームを修理または廃止のためにドックに戻す必要がある場合は、プラットフォームを係留索および電気ケーブルから外して休止地帯の集成サイトに牽引することができる。浅瀬のチャンネルにおいては、プラットフォームの喫水がその輸送喫水まで低下するように一定の水バラストをポンプで排出することができる。必要な場合は、輸送喫水を更に低下する必要がある場合は、コラムに1個以上の浮力モジュールを連結することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1はスパータイプの浮動風力タービンプラットフォームを示す。

【図2】図2はテンション・レッグの浮動風力タービンプラットフォームを示す。

【図3】図3はテンション・レッグ/スパの浮動風力タービンプラットフォームを示す。

【図4】図4は対称的な半潜水型浮動風力タービンプラットフォームを示す。

【図5】図5は非対称的な半潜水型浮動風力タービンプラットフォームの透視図を示す。

【図6】図6は非対称的な半潜水型浮動風力タービンプラットフォームを示す。

【図7】図7は半潜水型浮動風力タービンプラットフォームの正面図を示す。

40

【図8】図8は半潜水型浮動風力タービンプラットフォームの上面図を示す。

【図9】図9は浮動風力タービンプラットフォームの底部に連結された水エントラップメントプレートを示す。

【図10】図10は非対称的な半潜水型浮動風力タービンプラットフォームの上面図を示す。

【図11】図11は非対称的な半潜水型浮動風力タービンプラットフォームの上面図を示す。

【図12】図12は引張られた係留索システムをもつ半潜水型浮動風力タービンプラットフォームの正面図を示す。

【図13】図13は懸吊型係留索システムをもつ半潜水型浮動風力タービンプラットフォームの正面図を示す。

【図14】図14はバラスト制御システムの略図を示す。

50

【図15 - 17】図15～17は風速の変化に反応している浮動風力タービンプラットフォームの正面図を示す。

【図18 - 20】図18～20は風速の変化に反応している浮動風力タービンプラットフォームの正面図を示す。

【図21 - 23】図21～23は浮動風力タービンプラットフォームを波止場地帯から深海に移動するための連続的工程を示す。

【図24】図24は1群の非対称的半潜水型浮動風力タービンプラットフォームの構造を示す。

【詳細な説明】

【0023】

本明細書において、半潜水型の浮動風力タービンプラットフォームが説明される。本明細書に記載のプラットフォームは例えば、洋上の浮動風力タービンの基地に使用することができる。図6を参照すると、本説明に従う風力タービンシステムは少なくとも3本のコラム102、103を有する洋上プラットフォーム105を備える。平面状の水エントラップメントプレート107が各コラム102、103の底部に取り付けられている。1つの態様において、コラム102、103は円筒状の形態をもつ。しかし、コラムは風力タービンプラットフォームを構成するために適したどんな形態にもさせることができる。風力タービントワー111は安定化コラム102の上方に直接配置されている。風力タービントワー111を支えていない2本の独立した安定化コラム103は、タワーを支えているコラム102から約40～90度の範囲にわたることができる角度だけ離されている。図に示したプラットフォーム105は3本のコラム102、103を備えるが、他の態様においては、プラットフォームは4本以上のコラムを備えることができる。

【0024】

コラム102、103は主ビーム115、支えビーム116および交差ビーム117よりなる三角構造で相互に連結されている。主ビーム115はコラム102、103の頂上および底部に連結され、そして連結された支えビーム116は主ビーム115とコラム102、103の間に連結されている。交差ビームは隣接する主ビーム115の間に連結されている。1つの態様において、主ビーム115は、それらが3本のコラム102、103と交差し、そして正三角形を形成するようにさせることができる。同様に、水平の支えビーム117および主ビーム115は更なる正三角形を形成するようにさせることができる。1つの態様において、垂直の支えビーム116は高さのほぼ中央でコラム102、103に連結されて、主ビームの長さのほぼ1/3の地点で主ビーム115に連結されている。主ビーム115、コラム102、103および垂直の支えビーム116は直角二等辺三角形を形成することができる。1つの態様において、主ビーム115、垂直の支えビーム116および水平の支えビーム117は好ましくは、円形または長方形の断面をもつ中空の管状構造物である。あるいはまた、主ビーム115、垂直の支えビーム116および水平の支えビーム117はまた、中空でないI型、H型またはT型ビームであることができる。他の態様において、3本のコラム102、103、支えビーム116および水平の支えビーム117は、所望の強度、重量、荷重耐力または他の性能の特徴を示すプラットフォームを達成するために適するあらゆる他のタイプの幾何学的形態を形成することができる。

【0025】

本明細書に記載されるような浮動風力タービンプラットフォームのこのデザインは強力な効率のよい構造物を提供する。強度は、コラム、主ビーム、垂直の支えビームおよび水平の支えビームによりプラットフォームの角の部分に形成される四面体の構造物に起因させることができる。構造物の負荷分析により、あらゆる変形は、隣接する四面体間の主ビーム115の中央部分でもっとも起り易いことが示された。構造物の幾何学的構造は非常に効率的であるが、構造物の強度はまた、例えば、主ビーム115、垂直の支えビーム116および水平の支えビーム117の外径または壁の厚さを増加することにより増加させることができる。主ビーム115、垂直の支えビーム116および水平の支えビーム117が

10

20

30

40

50

管状構造物である場合は、構造物の疲労寿命は壁の厚さを増加することにより実質的に延長することができる。例えば、管壁の厚さが公称管壁の厚さの2倍になると、構造物の疲労寿命は、公称管壁の厚さをもつ構造物のほぼ10～20倍の疲労寿命だけ延長することができる。壁の厚さは垂直の支えビーム116および水平の支えビーム117との、主ビーム115の交差部の近位の短い部分で増加させることができる。

【0026】

1つの態様において、風力タービントワー111の土台の直径または幅は、それが配置されているコラム102の直径または幅に類似するが、それらよりわずかに小さい。この一律性が構造の連続性を最大にし、そしてプラットホーム105構造物の重要な部分における応力の集中を最少にする。応力の集中は、風誘発モーメントにより、その湾曲したモーメントが最大であり、そして主ビーム115が他の安定化コラム103に連結する、風力タービントワー111と、その上に風力タービントワー111が配置されているコラム102の接合部で最大である可能性がある。1つの態様において、コラム102、103の直径は均一で、真すぐな円筒状構造物のような真すぐな構造物を生み出すことができ、他方、タワー111は土台においてより大きく、そして頂上で、より小さい直径または幅にテーパースることができる。コラム102、103は、多数の均一な直径の管状部分を一緒に溶接することにより構築することができ、他方、タワー111は一連のテーパースされた部分を一緒にボルトで締めて、または溶接することにより構築することができる。コラム102、103およびタワー111はプレート、リブおよび内部フランジのような内部構造物で強化することができる。

10

20

【0027】

コラム102、103は浮動風力タービンプラットホームに浮力および安定性を提供するのみなので、コラム103の頂上の間には最少のデッキ空間119のみが必要とされる。各コラム102、103を連結している上部主ビーム115の頂上には、狭い通路を配置することができる。プラットホーム105上の更なる領域を使用して、補助太陽電池または波浪エネルギー変換装置の支えのような二次的構造物を支え、そして風力タービントワー111の周囲へのアクセスを提供することができる。1つの態様において、デッキ119が1本以上の安定化コラム102、103の頂上に配置され、そして安定化コラムおよびデッキ119は、最大期待波高点がデッキ装置またはタービン羽根101に到達しないか、またはそれらを損傷しないように構成される。階段およびポートドック構造物をコラム102、103のいずれかに取り付けることができる。プラットホーム105はコラム102、103の底部に取り付けた係留索131～141により海底に固定することができる。

30

【0028】

タービン羽根101は非常に高い縦横比を有し、長い長さおよび狭い幅をもつ。タービン羽根101はそれらの土台でハブに連結され、モーターおよびアクチュエーターは羽根101のピッチを変えることができる。羽根101のピッチは発電機の電気出力を最適にするように設定することができる。これは一連の風速にわたり一定の回転速度を維持するように羽根のピッチを調整することにより達成することができる。より低い風速において、それらが最大の回転速度を維持することができるように、タービン羽根のピッチはより低い。それに対し、より高い風速においては、回転が、回転の最適な速度を超えることを妨げるために、ピッチは増加される。真の風速を感知するために、風力タービンは、風速を検出する風速計を備えることができ、そして感知された風速に基づいて、制御装置がタービン羽根101のピッチを適当なピッチ角に調整することができる。市販のタービン羽根ピッチ制御システムはLTi REEnergy, GermanyおよびBosch Rexroth, Germanyから入手できる。

40

【0029】

タービン羽根101を風向に垂直な向きに正確に整列すると最大電力の発生をもたらす。このような配置を容易にするために、風力タービンは、例えばあらゆる誤整列を感知する風向センサーを有する風向システムを備えることができ、そしてヨー制御システムの市

50

販の傾きセンサーは Pepper + Fuches , Germany および Micro St rain , Inc . USA から入手できる。角度の偏りが風向センサーにより感知されると、制御装置は、ナセル、ハブおよびタービン羽根 101 を回転するヨーモーターを起動することができる。1つの態様において、タービン羽根 101 およびハブはタービン羽根 101 の回転速度を発電に適した速度に増加させるギアボックスに接続されている。ギアボックスは電力を発生する発電機に接続された駆動シャフトの回転速度を増加する。他の態様においては、直接の駆動タービンが使用される。ギアボックスはなく、駆動シャフトは、ナセル中またはタワー内に滞在することができる発電機に直接接続される。

【0030】

電気出力は一般に風速とともに増加する。しかし、タービン羽根を回転させるためには、典型的に毎秒約 3 メーターの最小風速が必要である。典型的な風力タービン発電機に対する出力は毎秒約 12 メーターまでの風速の増加とともに増加し続けるであろう、そして毎秒 6 ~ 12 メーターの風速範囲内ではタービン羽根はピッチされて、電気エネルギー生産を最適化させる。毎秒 12 メーターより高い風速においては、典型的な風力タービン発電機のタービン羽根は、揚力を制御し、タービンをその最適な速度で回転させるように調整され、それにより最大出力を維持する。5メガワットのタービン発電機は毎秒約 12 メーターの風速で最大出力に達することができる。毎秒約 12 ~ 25 メーター間の、より高い風速においては、発電機は 5メガワットの電気エネルギーを発生するが、タービン羽根はより高いピッチ角で回転されて、タービン羽根にかかる風力荷重を減少し、最適な回転速度を維持する。毎秒約 25 メーターを超える風速においては、風力タービンシステムを停止し、休止することができる。タービン羽根は風力を最小にするように調整され、そして更に、風速が超加速度になり、風力タービンを損傷することを妨げるように低下するまで、ロックすることができる。

【0031】

ここまでは、浮動風力タービンプラットフォームが非対称的なタワーの配置において説明されてきたが、他の態様においては、タワーはコラム間に対称的に配置されている。図 7 および 8 を参照すると、浮動風力タービンプラットフォーム 106 は、タワー 111 をコラム 103 間に対称的に配置されて示されている。図 7 は浮動風力タービンプラットフォーム 106 の正面図を表し、図 8 は浮動風力タービンプラットフォーム 106 の上面図を表す。この態様において、タワー 111 は浮きコラム 104 上に取り付けられている。浮きコラムは、タワー 111、ナセル 125、タービン羽根 101 および他のシステムの構成部品の重量を支えるために必要な浮力の幾らかまたはすべてを提供する中空構造物であることができる。浮きコラム 104 は大部分中空であり、大量の水を排出するために不安定である。風力タービンプラットフォーム 106 を安定化するために、浮きコラム 104 は、タワー 111 を安定化するためのパラストシステムを備える、3本の、より安定化するコラム 103 に連結されている。浮動風力タービンプラットフォーム 106 は、安定化コラム 103 と浮きコラム 104 間に延伸する、支えるサポートビーム 112 のみならずまた、安定化コラム 103 と浮きコラム 104 間に延伸する支えビーム 108 をもつことができる。浮動風力タービンプラットフォームの他の構造的詳細は図 6 を参照して前記に説明されたもの同様である。

【0032】

本明細書に記載の浮動風力タービンプラットフォームは 1 本以上の浮きコラムそれぞれの土台に取り付けられた 1 つ以上の水平な水エンタラップメントプレート 107 を備える。1 つ以上の水エンタラップメントプレート 107 はそれらが水中に沈むように配置される。図 9 を参照すると、水エンタラップメントプレート 107 の機能は流体力学的付加質量および制動を提供することである。その通常方向に沿って移動する、1 辺の長さ l をもつ正方形のプレートにより「巻き込まれる」水の量は約 $\frac{1}{2} \rho l^3$ (ここで ρ は水の密度である) に等しい。従って、流体力学的付加質量としても知られる、巻き込まれる大量の水は、垂直に移動する実質的ディメンションの正方形の水平なプレートと関連する。大きい縦横比をもつ長方形のプレートはその面積に比較してずっと少ない水を巻き込むであろう。

【 0 0 3 3 】

水エントラップメントプレート 1 0 7 の形状およびディメンションは、これらプレートの形状とディメンションが、うねりにおけるプラットホームの付加質量および縦揺れおよび横揺れにおける慣性の付加モーメントの実質的増加を誘発するようなものである。プラットホームの喫水は比較的浅く、典型的には 1 0 0 フィート (3 0 . 5 メーター) 以下であるため、水エントラップメントプレートにかかる波励起力は無視することができない。付加質量の増加および波励起力を考慮に入れて、流体力学の計算を実施して、プラットホームの応答を決定しなければならない。W A M I T のような市販の回折放射ソフトウェアを使用して、プラットホームの応答を計算することができる。仮説的な例として、7 , 0 0 0 トンを超える有効荷重を担持する 1 5 , 0 0 0 トンの排水量のプラットホームがこれらの応答計算に考慮された。水エントラップメントプレートをもたないと、プラットホームの自然周期は約 1 2 秒であり、これは大嵐期間中のかなりのエネルギー量をもつ周波数帯に相当する。結果として起る共鳴応答は、許容され得ないプラットホームの運動をもたらす、プラットホーム構造に損傷を与える。1 つの態様において、コラムの土台から約 2 0 ~ 3 0 フィート (6 . 1 m ~ 9 . 1 5 m) だけ放射状に外側に延伸する 1 個以上の水エントラップメントプレートを付加することにより、プラットホームのうねりの自然周期は、許容され得る運動応答をもたらす 2 0 秒に有意に延長することができる。

10

【 0 0 3 4 】

従って、本明細書に記載のようなプラットホームに提供される 1 個以上の水エントラップメントプレート 1 0 7 は、波励起力の増加を最少にしながら垂直の付加質量の実質的な増加を提供し、それがプラットホームの運動の有益な減少をもたらすことができる。このような安定化効果は、コラムのサイズおよび配置間隔を単に調整することによっては、それに対する適当な性能を得ることができないような、小型のプラットホームに対して特に有益である。与えられるコラム 1 0 2、1 0 3 の中心からのプレートの放射距離のような、1 個以上の水エントラップメントプレート 1 0 7 の位置決めおよび、総プレート面積のような 1 個以上の水エントラップメントプレート 1 0 7 の形態を調整して、例えば垂直の付加質量の所望の増加および、波励起力の増加の減少または最小化を達成することができる。

20

【 0 0 3 5 】

水エントラップメントプレート 1 0 7 は、そのサイズのために、付加質量および波の放射効果、波励起力および、プレート 1 0 7 の縁からの渦の発散による粘性効果を含む大きな流体力学的荷重を引き付ける。プレート 1 0 7 は、それが暴露される多数の波の周期による疲労損傷のみならずまた、極端な波の荷重に耐えるために、更なる構造部材により支えられなければならない。1 つの態様において、プレート 1 0 7 を支えるために、半径方向の補剛材 1 7 9 がコラム 1 0 3 からプレートの外側の縁に向かって延伸している。コラム 1 0 3 に連結された主ビーム 1 1 5 もまた、構造全体に対する剛性のみならずまた、水エントラップメントプレート 1 0 7 に対する構造的支えを提供する。更なるプレート 1 0 7 の強化部品は例えば、半径方向の補剛材 1 7 9 により支えられるガーダ 1 8 1、ガーダ 1 8 1 間の横張り 1 7 7 および、コラム 1 0 2 と補剛材 1 7 9 間に取り付けられた水エントラップメントプレートの支え 1 2 1 を備えることができる。これらの構造部材は水エントラップメントプレート 1 0 7 を形成しているパネルを支える。本明細書に記載された取り込みプレートは鋼のようなあらゆる適切な材料で形成することができる。

30

40

【 0 0 3 6 】

水エントラップメントプレートの補剛材を適当なディメンションにするためには、プレート上に起る種々の流体力学的効果を適切に考慮しなければならない。これらは、以下の、特に垂直方向におけるプラットホームの加速に抗する力を誘発する水エントラップメントプレートを囲む流体の慣性、プラットホームからエネルギーを除去させるプラットホームが移動する時にプラットホームにより発生される放射波、プラットホームの外殻と相互作用して力を誘発する入射波、並びに、これもプラットホームから水の方向へのエネルギーの移動をもたらす、主としてプレートの縁からの渦の発散による粘性効果、よりなる。

50

粘性力を除くすべての力は流体粘度を無視する回折放射学説に基づいて模型を形作ることができ、ラプラスの方程式の数値解答を要する。粘性効果は小規模の実験室実験の結果を使用して開発された経験的模型から決定される。流体力学的力は、水エントラップメントプレートを備えるプラットホームの水中に沈んだ部分上の圧力領域に変換することができ、次に構造的有限要素の模型を走行させて、補剛材および表面被覆を含むすべての構造部材における応力を決定することができる。有限要素模型は、ビームおよび/またはプレート学説をそれに適用することができる、小型要素へのプラットホームの外殻の分離を必要とする。数値的解答を得て、プラットホームの外殻に対する応力レベルを提供することができる。次に、水エントラップメントプレートを備えるプラットホームの外殻の適切なサイズ決定を確認することができる。水エントラップメントプレートについての更なる情報は、引用することによりそれらの全体を本明細書中に取り入れたこととされる、米国特許第7,086,809号および第7,281,881号により開示されている。

10

20

30

40

50

【0037】

図10を参照すると、浮動風力タービンプラットホーム105の上面図が示される。浮動風力タービンプラットホームを所望の場所内に維持するために、従来の係留索を使用してプラットホーム105を海底に固定することができる。例えば、1つの態様において、浮動風力タービンプラットホームは非対称的係留システムを使用して海底に固定される。図10において、6本の係留索131~141が示されている。4本の係留索131~137は風力タービン125を担持するコラム102に連結され、そして1本の係留索139~141が他のコラム103のそれぞれに連結されている。係留索131~141の角度空間は隣接する各索間でほぼ60度である。索131~141は風力タービン125を支えているコラム102の中心に位置する地点に向かって収束する。風はまた、風上のコラムに連結された風上の係留索の張力を、残りの索における張力より高くさせるであろう。

【0038】

図11を参照すると、代替りの係留設備の構造を有する浮動風力タービンプラットホーム105の上面図が示されている。この態様においては、プラットホームを定位置に固定するために4本の係留索151~157が使用される。2本の索151、153がタワー111を支えるコラム102に連結され、係留索155、157はそれぞれ他のコラム103の1つに連結されている。この態様において、係留索151~157が約90度の角度だけ相互から離れている。

【0039】

図12を参照すると、本明細書に記載された風力タービンプラットホーム105の態様の正面図が示されている。図12に示した形態において、各係留索131~141は風力タービンプラットホーム105から海底に向かって下方、外側に角度を付けられ、そして個別に固定され、張られている。係留索131~141は、無風時に、コラム102、103の浮力が各索131~141上に等しい張力を与えるように張ることができる。風がタワー111およびタービン羽根101に向かって吹く時は、風の荷重力は係留索131~141に移動され、そして風に逆らって構造物を保持している風上の索は風下の索より強い張力を受けるであろう。索131~141は、どんな時でも係留索が海底上に横たわらず、そして実質的に真すぐな経路に延伸するように張ることができる。他の形態において、係留索はプラットホームの周囲に同様な非対称的配置で配列することができるが、係留索が湾曲した経路で海底に延伸するように、特別なやや張り詰めた引張りによりのみ張ることができる。やや張り詰めた引張りシステムによって、係留索は風、波または海流のない時にはそれらの静的平衡位において海底に横たわらない。

【0040】

図13に示した更に他の態様において、構造物105は海底に横たわる鎖の索402を伴う懸垂型係留システムにより定位置に固定することができる。係留索は例えば、金属の鎖、ワイヤ、ポリエステルまたはそれらの組み合わせ物のようなあらゆる適切な材料を含んでなることができる。この例においては、高度保持力の引きずり(drag)埋設錨4

01が海底中に配置されている。錨401は海底上に横たわる重い鎖402の部分に取り付けられている。鎖402の水平の配向は、錨401を海底内に固定維持させる補助になる。鎖402は、係留設備の長さの大部分を与える、長いポリエステル索403に連結されている。ポリエステルの索403は高い引張りスパイクがプラットフォーム105から錨401に伝達されることを妨げるために、係留索に適切な伸長を与える。ポリエステルの索403はプラットフォーム105に取り付けられた、他の長さの鎖405に連結されている。ポリエステルの索403は水中に懸吊されたままで、設置後に海底と接触することはない。塊状の重り404は鎖405とポリエステル索403間の接合部に配置されて、張力のスパイクを更に減少させ、そして索403が確実に錨401上で水平に牽引するように、係留設備に鋭角の湾曲を形成する。塊状の重り404は典型的には鋼およびコンクリートのような密度の高い材料よりなり、一番上の鎖405の底部に取り付けられる。水中の塊状の重り404の重量は、それが取り付けられている鎖405の重量より有意に大きい。

10

【0041】

鎖405は、係留索の引張りを個別に調整させる引張り装置407まで、コラム102、103中を貫通することができる。引張り装置407は例えば、鎖のジャッキ、巻き上げ機、ウィンチ、または、コラム102、103の頂上に、それらに沿って、またはそれらの内部に取り付けられた他の引張り装置であることができる。擦り切れによる損傷を防止するために、コラム102、103の土台に、水エントラップメントプレート107を通る係留索の通過を許すフェアリーダー索道器またはベンディング・シュー406を置くことができる。張力が適切に設定された後に、係留索をロックすることができる。

20

【0042】

風力タービンは典型的には通常範囲の風速および風向にわたり稼働するようになっている。タービン羽根101およびタワー111に向かって吹く風は、浮動風力タービンプラットフォーム105を風向から偏らせる傾向をもつ流体抵抗力を形成する。風が、図15に示した方向に、コラム102間からコラム103上に吹いている場合は、タービン羽根101およびタワー111により誘発されるトルクが、風下のコラム102を水中に押しやり、風上のコラム103を水上に持ち上げる傾向をもつ。本明細書で既に説明されたように、風は必ずしも常に同一方向に吹くとは限らないので、風力タービンは、ナセル125、ハブおよび羽根101を風と整列するようにタワー111の頂上の周囲を回転させるヨー機構を備えることができる。しかし、風向が変化するに従って、タワー111が傾く方向もまた変化する。コラム102、103上の、図12中の水平線161は設計浮揚水位を示す。風速および風向が変化するに従い、風力タービンは内部の作動的バラストシステムを使用して、風に誘発された力およびモーメントに逆らい、そしてすべての定常運転状態下でデザインの浮揚喫水線161に構造物105を維持することができる。

30

【0043】

従って、本明細書に記載された浮動風力タービンプラットフォームは内部の作動的バラストシステムを備えることができる。このようなシステムの例は図14を参照して説明、図示される。このような態様において、コラム102、103は中空であり、そしてプラットフォーム105を、最適な電力変換効率のための垂直の配列に維持するために、コラム102、103内のタンク間で水を移動する作動的バラストシステム201を収納する。例えば、風がタワーのコラム102に向かって吹いている時、センサー127が風力タービンの回転を検知することができる。センサー127は、浮力を増加するためにタワーのコラム102から水を抜き、そしてそれらの重量を増加するために他のコラム103中に水を付加するようにポンプ221を制御する制御装置123に接続されている。1つの態様において、各コラム内に、他のコラムへの独立した水路を制御している複数のポンプが存在することができる。工業的軸流送水ポンプはHuyundai, South KoreaおよびGlynwed AS, Denmarkから利用可能である。

40

【0044】

調整装置はまた、風力タービンタワー111を支えていないコラム103内の水量を調

50

整して、風力タービンの隣接する角度を調整することができる。1つの態様において、コラムは各コラム102、103内の異なる水深203により図14により表される、水量を感知するセンサー225を有する。コラム102、103間の水バラストの作動的移動が、誘発された風力を補って、プラットフォームを水平に維持する。実質的な量の水をコラム102、103間にポンプで送らなければならないために、内部の作動的バラストシステムの応答時間は約15～30分の間であることができる。応答時間はかなり遅い可能性があるために、作動的バラストシステムは典型的には、波および他の急速な作動力による構造物105の急速な動的運動を排除するようにはなっていないであろう。しかし、プラットフォームはバラストシステムの恩典なしにこれらの力に耐えるようになっている。作動的なバラストシステムは、タービンをできるだけ垂直に維持することにより、プラットフォームの平均的姿勢を水平に維持し、エネルギー生産を最大にするようになっている。

10

【0045】

1つの態様において、作動的バラストシステムは、バラストシステム内の水を周囲の海水から完全に隔離することにより、浮動風力タービンプラットフォーム105の可能な浸水および沈下を防止するようになっている閉鎖ループシステムであることができる。作動的バラストシステムは、水に、各コラム102、103間に取り付けられた主ビーム115を通過させる電気送水ポンプ221により、コラム102、103間に含まれる水を移動させる。このような態様において、周囲の海水は作動的バラストシステム中に絶対に入れない。作動的バラストシステム内の水は、牽引し、または供給ポートを使用する前に、腐食の問題および他の海水関連の課題を緩和するために、波止場地帯で付加された新鮮水であることができる。

20

【0046】

1つの態様において、整列センサー127は、X軸およびY軸に沿って取り付けられるジャイロスコープを備える。ジャイロスコープは、毎秒当たりの角度の単位であることができる回転の角速度を表す信号を発信する。回転の角速度の合計が角位置をもたらす。従って、整列センサー127内のジャイロスコープはプラットフォームとタワーの整列の変化を測定するために使用することができる。X軸のジャイロスコープは水平面にあり、浮動風力タービンプラットフォームの中線と整列することができる。Y軸の加速度計も水平面上にあるが、X軸のジャイロスコープに対して垂直である。トリム角はY軸の周囲の構造物に対する角度であり、傾き角はX軸の周囲の構造物の角度である。構造物が完全に整列されている時は、X軸およびY軸のジャイロスコープは何の加速も感知しない。しかし、構造物がいずれかの方向に傾く場合は、X軸のジャイロスコープがトリム回転を感知し、Y軸のジャイロスコープが傾き回転を感知する。この情報に基づいて、知られた数学的方程式を使用して回転角を計算することができる。

30

【0047】

図15～17を参照すると、作動的バラストシステムが風速の変化に対してどのように反応することができるかの例が示される。整列センサーの信号に基づき、バラスト制御装置は各コラム102、103内の水量191を調整するようにポンプを制御して、垂直整列の角度の偏りを是正することができる。プラットフォーム105が許容され得る水平角内にある時は、バラストシステムはコラム102、103間の水の移動を停止する。

40

【0048】

図15を参照すると、浮動風力タービンプラットフォーム105はプラットフォーム105の中線上を吹く風と垂直整列にあるように示されている。円筒102、103内の水量191は、風、海流、風速および風向に対して適切に調整されている。図16において、風速が増加し、増加した風力が浮動風力タービンプラットフォーム105をピッチ回転させた。整列センサーがトリム回転を感知し、調整装置がポンプを起動して、タワー支持コラム102から他のコラム103に水を移動させる。図17において、浮動風力タービンプラットフォーム105は増加した風速により誘発された風力を補うために水平整列に復帰した。タワー支持コラム102内の水量191がより少ないため、プラットフォーム105のタワー側の末端により大きい浮力がある。その反対に、他のコラム103内の、より多い水

50

量 191 は更に、垂直整列に対してプラットホーム 105 をトリム回転させる補助をする。

【0049】

作動的バラストシステムはまた、風が変わった時のコラム 102、103 内の水量を調整する。図 18 ~ 20 を参照すると、浮動風力タービンプラットホーム 105 は、プラットホームの中線の風向から 90 度の変更で風が吹き、プラットホーム 105 の左側を通過して風が来るように示されている。作動的バラストシステムは右側のコラムタンク 191 から左のコラムタンク 191 に水を移動し、そしてプラットホーム 105 は実質的に水平である。図 19 を参照すると、風速が低下し、プラットホーム 105 はその傾き角度を変えた。整列センサーがプラットホーム 105 の傾き角度を感知し、制御装置がポンプ 221 に水を左のコラムタンク 191 から右のコラムタンク 191 に移動するように指示する。図 20 を参照すると、作動的バラストシステムが、水を左のコラムタンク 191 から移動させて、浮力を増加させ、そして右のコラムタンク 191 に更なる水を付加して、コラムの重量を増加させた。プラットホーム 105 は再度水平であり、整列センサーがプラットホームの整列に他の変化を感知するまでポンプが停止した。

10

【0050】

本明細書に記載の浮動風力タービンプラットホームは、外界条件に基づき異なる稼働モードを有する。プラットホームは鎖のジャッキ、鎖およびワイヤの部分並びに錨よりなる錨泊システムを使用して恒常的に係留することができる。このような態様において、浮動風力タービンプラットホームは極端な気象条件の場合に、移動したりまたは係留索から外されたりはしないであろう。浮動風力タービンプラットホームの主要な目的は電力生成であり、従って、タービンが稼働可能な時間量を最大にするようにさせることができる。

20

【0051】

既存のタービンは 25 m/s の風速で稼働停止するために、より高い風速に典型的な波誘発運動がこの稼働限界を妨げないことが望ましい。すなわち、図 6 を参照すると、構造物が波浪力により運動する時に、タワー 111 がトリム回転し、それがタワー 111 の頂上を水平に移動させ、タービン羽根に対する見かけの風の変化を誘発する。構造物 105 が風上に回転する場合は、タワー 111 の頂上は、より早い風速を感知する、そして反対に構造物 105 が風から離れて回転する場合には、タワー 111 の頂上は、より遅い風速を感知する。本明細書に記載の浮動風力タービンプラットホームは、コラム 102、103 の底部に取り付けられた水エントラップメントプレート 107 を使用することにより横揺れ運動を減少し、それがプラットホーム 105 の垂直運動に抵抗し、そして横揺れ縦揺れ運動をにぶらせる。

30

【0052】

一般に、風速により区別される風力タービンには 3 種の異なるタービン羽根管理方式がある。毎秒 12 メーター未満の風速における第 1 の方式において、羽根は発電量を最大にするために最適化される。毎秒 12 ~ 25 メーター間の風速における第 2 の方式において、羽根は、羽根に対する荷重を減少し、一定の最適な回転速度を維持するように作動的に回転される（ピッチされる）。毎秒 25 メーターを超える風速における第 3 の方式においては、風力タービン全体が「生き残り」モードでロックされる。ロック状態においては、タービン羽根は完全に停止され、羽根の角度は風に対して最小の流体抵抗状態に抑制される。風速および風向は非常に急速に変化し得るため、第 3 の方式は非常に急速に起る可能性がある。従って、風力タービンは風の変化を急速かつ正確に感知し、そして応答することができなければならない。

40

【0053】

強風停止法に加えて、浮動風力タービンプラットホームを保存し、装置のロスを最小にすることが意図される他の条件が、緊急停止 (ESD) の引き金を引くことができる。プラットホームは通常、無人であるため、自動化および遠隔操作双方の停止法が配備されていなければならない。様々なシステムの故障または誤作動状態が ESD の引き金を引く。例えば、作動的バラストシステムの故障は、低下しない大きな平均的傾きおよび/または

50

トリム角並びにノあるいはポンプの異常な電力需要のいずれかにより感知することができる。他のシステム故障はコラム内の水漏洩により引き起される可能性がある。この故障は、機能している作動的バラストシステムにより代償することができない、漏洩コラムに対するプラットフォームの傾きまたはトリムにより感知することができる。システムはまた、タービン羽根が閾値レベルを超える応力に暴露される場合に停止しなければならない。この故障は羽根上に取り付けられた歪みゲージにより感知することができる。他の故障は、ナセルの、風に向かうタービン羽根の回転不能である。これは、測定された風向とナセルの方向の間の不一致により知ることができる。システムはまた、停電、または浮動風力タービンプラットフォームと遠隔操作員間の通信喪失がある場合に停止することができる。

【0054】

本明細書に記載の浮動風力タービンプラットフォームは経済的に加工し、設置し、そして試運転しノ廃止されるようになっている。例えば、建設コストを最小にするために、自動化溶接器を使用して作業室で効率的に加工することができるコラムの、大きな、前以て集成された円筒状部分を提供することにより、集成ヤードにおける溶接を最少にするようにさせることができる。加工は、浮動風力タービンプラットフォームが牽引されるために十分深い水上の近位で完了することができる。タワー、ナセルおよび風力タービンは大型クレーンをもつ施設において波止場地帯で設置することができる。波止場地帯ですべての構成部品を設置することにより、開放水面上でプラットフォーム上にタワーおよびタービンを設置することに比較して、コストが安く、損傷の危険が少ない。

【0055】

図21～23は、加工場所から設置場所へ浮動風力タービンプラットフォーム105を牽引する方法を示す。図21を参照すると、タワー111、ナセル125およびタービン羽根101は加工期間に波止場地帯でプラットフォーム105と完全に集成され、そして完成後、プラットフォーム105はタグボートで設置場所に牽引される。大部分の造船所はかなり浅い海水のチャンネルを有するため、プラットフォーム105が最低の輸送喫水をもつように、水バラストをコラム102、103から抜くことができる。浮動風力タービンプラットフォーム105はその輸送喫水で安定である。タワーのコラム102により支えられる重量はもっと重いので、プラットフォーム105のこちら側は通常、より深い喫水をもち、それは、集成施設からの海水チャンネルが浅い場合には問題である可能性がある。

【0056】

図22を参照すると、必要な場合には、タワーのコラム102のより深い喫水を是正するために、各コラム102、103が同様な最低の喫水をもつように、タワーコラム102に一時的な浮力モジュール291を取り付けることができる。他の態様において、浅いチャンネルを通るプラットフォーム105を浮揚させることが必要な場合には、更に喫水を低下させるために、一時的浮力モジュールを他のコラム103に取り付けることができる。

【0057】

図23を参照すると、プラットフォーム105がより深い海中にきた時は、浮力モジュールはもはや不要であり、取り外すことができる。次に、例えば約50フィート(15m)の喫水のような所望の喫水を伴って、コラムをキールまでも水でバラストする。より深い喫水は流体力学的抵抗を増加するが、水バラストによりプラットフォーム105はずっと安定である。

【0058】

加工場所から設置場所への輸送経路はできるだけ短くなければならない。従って、加工場所の位置はそのプロジェクトに特異的である可能性がある。これは、多数の浮動風力タービンプラットフォームユニットを備える大型洋上風力発電所が建設中であり、そして各プラットフォームの外殻が風力発電所サイトに長距離牽引されなければならない時に、特に重要である。適切な設置用船舶の選択もまた、風力発電地帯のプロジェクトの経済に対して基本的である。風力タービンを牽引するために使用される船舶は係留設備の設置および保守作業を実施することができなければならない。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

波止場地帯における集成は設置サイトにおける集成を要するシステムに比較して多数の利点を有する。更に特には、海底に直接取り付けられる、固定された洋上風力発電の基礎は、洋上設置サイトでタービン構造物が設置され、保守されることを必要とし、それは困難で経費がかかる可能性がある。分解することは非常にコストがかかるため、実質的にすべての修繕を洋上の設置サイトで実施しなければならない。それに対し、プラットフォームの形態は、プラットフォーム105に対する係留索の配置および連結のみを必要とする。風力タービンの予期されない故障の場合には、設置の順序を逆に実施して、修理用の港にプラットフォーム105を牽引することができる。

【 0 0 6 0 】

浮動風力タービンプラットフォームはまた、洋上の試運転相を簡単にする。係留システムは前以て敷設され、浮動風力タービンプラットフォームが現場に牽引される時に連結される準備ができておくことが必要である。風力タービンは錨処理船により係留することができる。係留法は、プラットフォームから係留索に取り付けたメッセンジャー索を取り戻し、係留索の鎖部分を引き入れる工程を含むことができる。係留索のワイヤ部分への鎖の連結は水上で実施することができる。係留索の引っ張りは鎖ジャッキをもつプラットフォームから実施することができる。タービンはすでに設置されているので、風力タービンを始動させるために関与する方法もまた、現場で集成を必要とする風力タービンよりもずっと簡単で、コストもかからない。

【 0 0 6 1 】

浮動風力タービンプラットフォームは動的に動いている構造物なので、発電機を発電所に接続している電力ケーブルにかかる荷重力を最少にすることが重要である。浮動風力タービンプラットフォームが適切に係留された後に、前以て設置された海岸の電力ケーブルを浮動風力タービンプラットフォームに接続することができる。図13を参照する1つの態様において、電力ケーブル501はプラットフォーム105上の配電盤に接続されている。ケーブルは保護ハウジング内のコラム102の長さに沿って走行し、コラム102の底部近位で排出する。切り替えギアもまた、タワー111からデッキ119に移動することができる。この場合、電気ケーブルはコラム103を走行するであろう。海底ケーブル501は、安定であり、損傷を妨げるためのシースのような覆いおよび/または溝を掘ることにより保護される必要がある。ケーブル501を海底に真っすぐに走行させずに、ケーブル501は、プラットフォーム105の最下部に隣接し、それより下方のケーブル501の一部に対して、複数の浮揚機構505により囲まれることができる。ケーブルのこの部分は、この領域を航行する船舶とのどんな可能な接触をも防止するために、水中に十分低くしなければならない。プラットフォーム105は係留索で固定されているが、それは定位置に絶対的に固定されているわけではないかもしれない。プラットフォームは強風、強い海流および上げ潮/引き潮を含む種々の外力に応答して動くことができる。穏やかな波の浮揚機構505が、ケーブル501に何の損傷をも与えずにケーブル501およびプラットフォーム105を動かす。ケーブル501は穏やかな波の浮揚機構505から海底に走行し、海底内に埋設することができるか、または1種または複数の保護殻をケーブル501の周囲に配置することができる。

【 0 0 6 2 】

1つの態様において、複数の浮動風力タービンプラットフォームをアレーに配置することができる。図24を参照すると、「風力発電地帯」における非対称的な浮動風力タービンプラットフォーム105の代表的配置が示されている。1つの態様において、風が風力タービン中を流れると、風速が減速し、乱気流を作るので、風力タービンは風力タービンローターの直径の約10倍以上の半径355だけ離され、そしてもっとも頻繁な風向335に垂直な複数の食い違いのライン329、331、333に配置されている。図示された態様において、風力タービン105は隣接する6基の風力タービン105から風車の直径の10倍だけ同等に離れている。食い違いの配置のために、第1列329の2基の浮動風力タービンプラットフォーム105間に吹く風は、第2列331の浮動風力タービンプラットフォーム

10

20

30

40

50

ホーム105に対して邪魔されない経路をもつ。この風の経路は、風向が好ましい方向から30度まで外れて変わった場合でも邪魔されない。第3列333の浮動風力タービンプラットフォーム105は第1列329の浮動風力タービンプラットフォーム105と並ぶかも知れないが、風力タービンローターの直径の約1.7倍の離れがあるので、風上の乱気流による電力ロスは無視できる。風向が、隣接する浮動風力タービンプラットフォーム105と整列する角度に変わる場合でも、風力タービンローター直径の1.0倍の離れは、出力に最低の影響を有するのみであろう。

【0063】

浮動風力タービンプラットフォーム105により使用される電力ケーブルを最少にするために、第1のケーブル341は第1列329の浮動風力タービンプラットフォーム105と連結し、第2のケーブル343は第2列331の浮動風力タービンプラットフォーム105と連結し、そして第3のケーブル345は第3列の浮動風力タービンプラットフォーム105と連結する。次に、3本のケーブル341、343、345を第4のケーブル347に連結し、それがすべての電力を発電所351に送電し、それが必要に応じて電力を分配する。1つの態様において、1つのプラットフォーム349は電力分配ユニットとして使用することができ、作業員および保守用空間を提供する。これは、作業員が一時的に生存することができ、苛酷な外界気象条件から保護されることができる安全なシェルター区域を提供することができる。

10

【0064】

他の態様において、各タービンからの個々のケーブルは海底上の配線接続箱に接続することができる。1つの接続箱につき特定数の接続体を含むことができる。すべての接続箱からの、より太いケーブルは主要ハブに接続され、それが1本の電線を使用して海岸に接続される。故障の場合の不要なケーブルは電力網のインフラ基盤に付加することができる。

20

【0065】

特定の、特別の態様において、本明細書に記載される浮動風力タービンプラットフォームと当該技術分野で知られたものとの間の相異は、1本のコラムの上に直接固定された風車塔の非対称的形態である。この形態は、構造物の中心でなく、構造物の外縁に風車の大部分の質量を維持する。例えば、図4に示した「Force Technology Wind Sea」浮動風力タービンプラットフォーム構造物は、異なる円筒上にそれぞれ取り付けられた3本のタワーおよびタービン羽根を有する。前記に考察されたように、風力タービンの効率は、他の、接近して配置されたタービン羽根により誘発される乱気流がある時に減少されることは周知である。乱気流および不均一な気流はまた、風力タービンシステム中に、風力タービンの正常な稼働を妨げる可能性がある振動を誘発する可能性がある。

30

【0066】

本明細書に記載された非対称的タービンプラットフォームは、1本のタワーおよびタービン羽根の形態を利用することによりこれらの問題を防止する。他の先行技術の浮動風力タービンプラットフォームシステムは、図5に示した「Tri-Floater」であり、3本のコラムの中心に取り付けられたタワーを示す。この重量を支えるために、構造物の中心に実質的な量の材料が必要である。これは、この風力タービンプラットフォームのデザインを生産するために要する加工時間、コストおよび材料を増加し、そして構造物の中心の重量を増加する。外縁ではなく、中心に大部分の質量を配置することにより、風力タービンプラットフォームを横揺れさせるために、より少ない慣性力が必要である。これに対し、本明細書に記載された非対称的な浮動風力タービンプラットフォームは、1本のコラム上にすべての風力タービンの部品を取り付けることにより建設を簡単にし、それにより更なる支え構造物を必要としない。更に、このような態様において、質量を外側に移動することにより、慣性の安定性が改善される。

40

【0067】

プラットフォームの質量の中心の近位と対照的に、大部分の状態において、風力タービンから来る主要な力の寄与物是对應するコラムに適用されるために、本明細書に記載される

50

浮動風力タービンプラットフォームにおける 1 本のコラム上に取り付けられた 1 本のタワーは、プラットフォームの非対称的荷重をもたらす。これらの非対称的に荷重させるプラットフォームとともに、タワーを伴うコラムに連結された係留索の数が他のコラムに連結された索数よりも実質的に多い、非対称的係留システムを使用することができる。

【 0 0 6 8 】

風力タービンの技術が改善するに従って、風力タービンのサイズが拡大してきた。1 つの態様において、本明細書に記載された風力タービンプラットフォームは、5 メガワットの発電機を駆動する 400 フィート (122 m) 直径の風力タービンローターを支えることが意図される。この風力タービンの推定部品重量は以下の表 1 に示す。

【 0 0 6 9 】

【表 1】

部品	質量(ショートトン)	質量(メートル法のトン)
ローター	120	130
ナセル	250	280
タワー	380	420
コラム	2500	2800
バラスト水	4000	4500

表1

10

20

【 0 0 7 0 】

5 メガワットの発電機を支える風力タービンプラットフォームの部品の推定サイズは以下の表 2 に示す。他の態様において、風力タービンプラットフォームの部品の重量およびサイズは表 1 および 2 に示した値と実質的に異なる可能性がある。

【 0 0 7 1 】

【表 2】

部品	ディメンション、フィート	ディメンション、メートル
タワーの直径	26.25	8
タワーの高さ	300	91
ローターの直径	400	126
コラムとタービン羽根間の空間距離	16.4	5
コラムの中心間の距離	200	61
水エントラップメントプレートの幅	70	21
コラムの直径	30	9
コラムの高さ	100	30
設置場所の水面下の喫水深度	65	20
波止場地帯の水面下の喫水深度	20	6

表2

30

40

【 0 0 7 2 】

本発明のシステムは特定の態様に関して説明されてきたが、本発明のシステムの範囲から逸脱せずに、これらの態様に追加、削除および変更を実施することができることは理解されるであろう。例えば、記載された同一の方法はまた、他の装置に適用することができる。説明されたシステムは種々の部品を含むが、これらの部品および記載された形態は変更され、種々の他の形態に再配置することができることは十分に理解される。

【 図 1 】

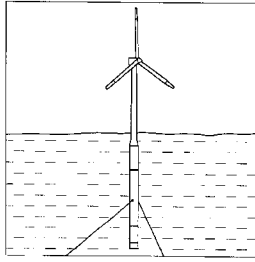


FIG. 1
(先行技術)

【 図 2 】

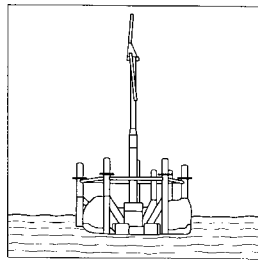


FIG. 2
(先行技術)

【 図 3 】

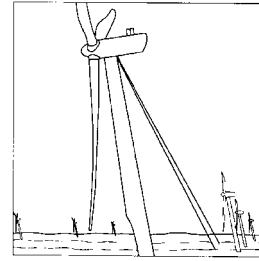


FIG. 3
(先行技術)

【 図 4 】

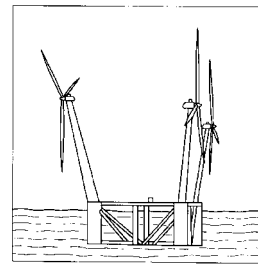


FIG. 4
(先行技術)

【 図 5 】

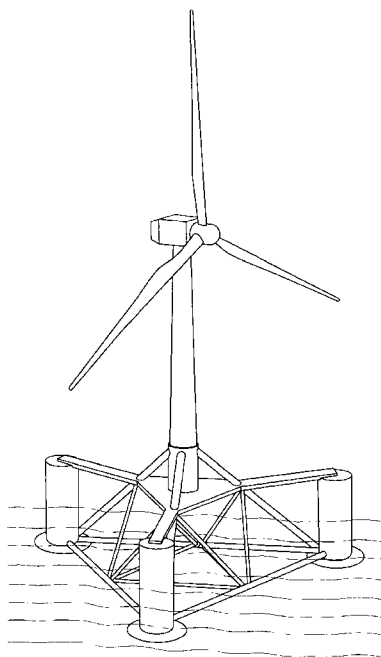


FIG. 5
(先行技術)

【 図 6 】

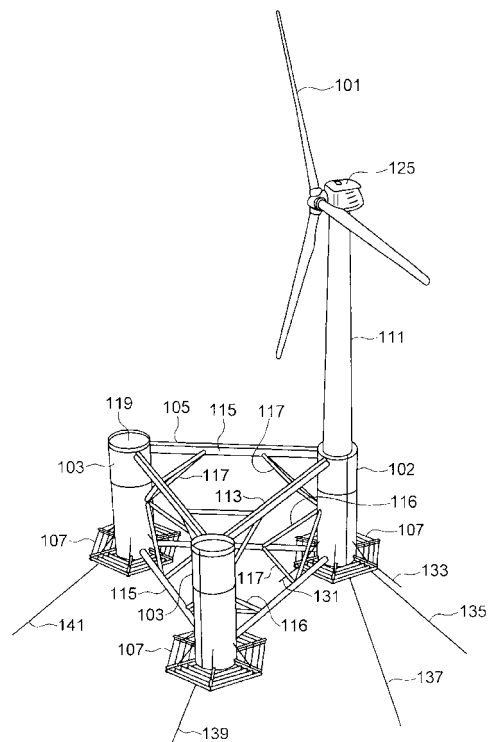


FIG. 6

【 図 7 】

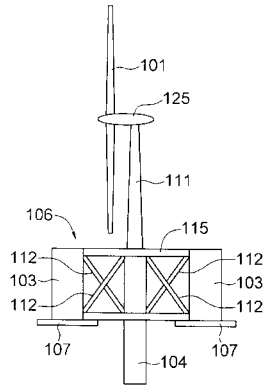


FIG. 7

【 図 9 】

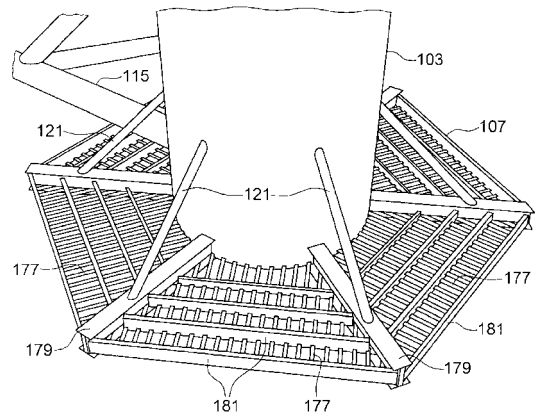


FIG. 9

【 図 8 】

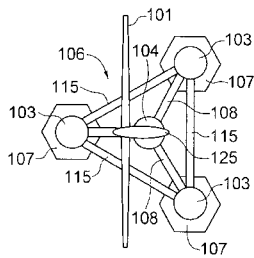


FIG. 8

【 図 10 】

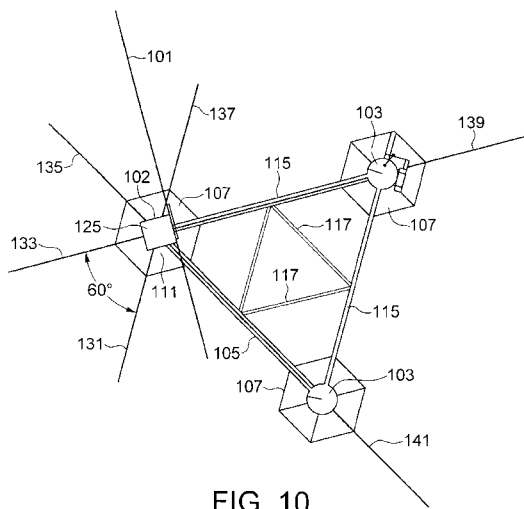


FIG. 10

【 図 11 】

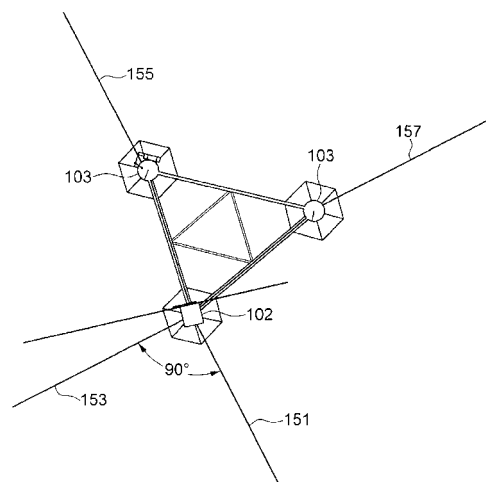


FIG. 11

【 図 1 2 】

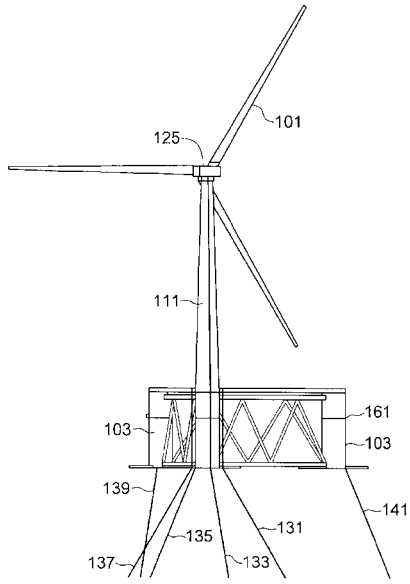


FIG. 12

【 図 1 3 】

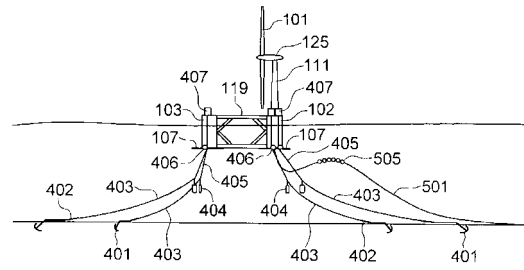


FIG. 13

【 図 1 4 】

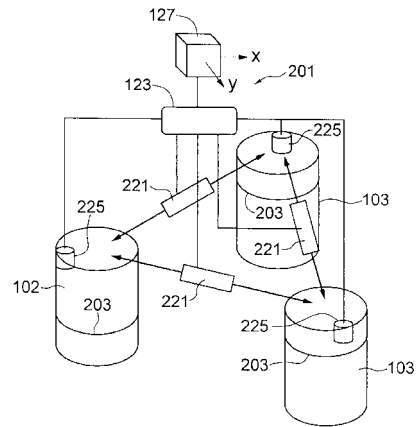


FIG. 14

【 図 1 5 】

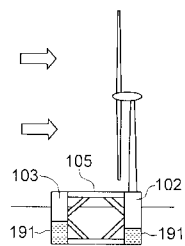


FIG. 15

【 図 1 7 】

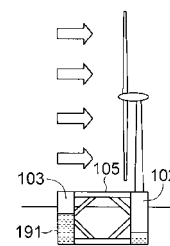


FIG. 17

【 図 1 6 】

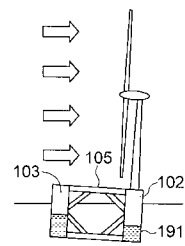


FIG. 16

【 図 1 8 】

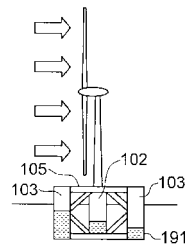


FIG. 18

【 図 19 】

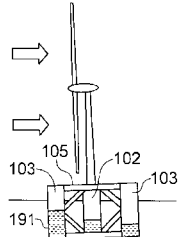


FIG. 19

【 図 20 】

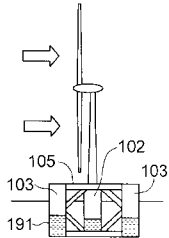


FIG. 20

【 図 21 】

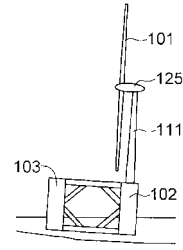


FIG. 21

【 図 22 】

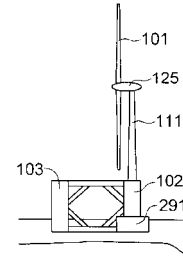


FIG. 22

【 図 23 】

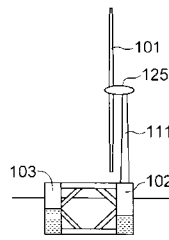


FIG. 23

【 図 24 】

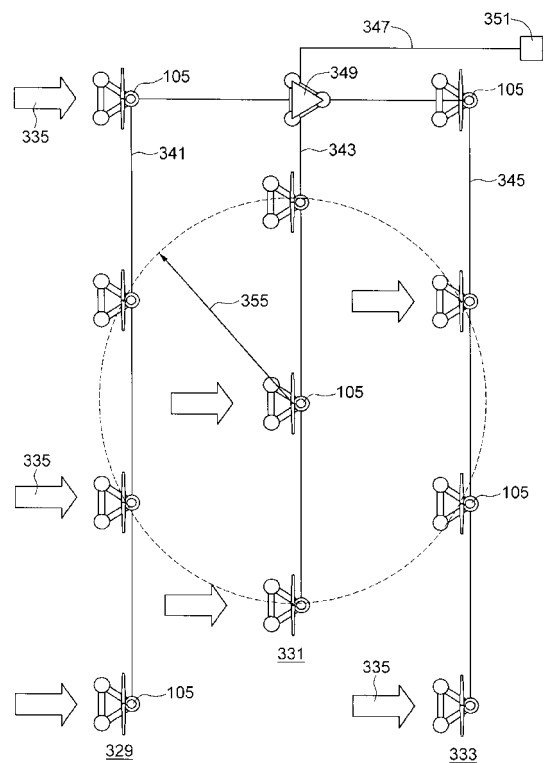


FIG. 24

【手続補正書】

【提出日】平成22年10月26日(2010.10.26)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

a) パラスト液を含むための上端および下端並びに内容積を各々有する少なくとも3本の安定化コラム、

b) 風力タービンプラットフォームに連結された上端および下端を有するタワー、

c) 発電機に連結されたタービンローターであって、該タワーの上端の近位に取り付けられたタービンローターおよび発電機、

d) 少なくとも3本の安定化コラムに相互連結された主ビーム、

e) 1本の安定化コラムの下端に各々が強固に取り付けられている水エントラップメントプレート、並びに

f) タワーの垂直整列を調整するために少なくとも3本の安定化コラムの内容積間でパラスト液を移動するためのパラスト制御システム、

を備えている浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項2】

タワーが1本のコラムの頂上に取り付けられ、そして他のコラムがタワーに直接には連結されていない、請求項1記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項3】

少なくとも3本の安定化コラムに非対称的に連結され、且つ海底に固定され、少なくとも半分がタワー支持コラムに連結された係留索、を更に備えている請求項2記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項4】

隣接する係留索により形成される角度がほぼ等しい請求項2記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項5】

タワーが、タワーの大部分の重量を支える浮力コラムの上に取り付けられ、そして少なくとも3本の安定化コラムの間に配置されている、請求項1記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項6】

パラスト制御システムが、

i) パラスト制御信号を送信して受信するためのプロセッサ、

ii) 重力の方向に対するタワーの垂直整列を感知するためにプロセッサと交信する垂直整列センサー、

iii) タワーの垂直整列を調整するために少なくとも3本の安定化コラムの内容積間でパラスト液を移動するためにプロセッサと交信するパラストポンプ、

を備えている、請求項1記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項7】

パラスト制御システムが更に、

iv) 少なくとも3本の安定化コラムの内容積内に含まれるパラスト液の量を決定するためのパラスト容量センサー、

を備えている、請求項6記載の浮動風力タービンプラットフォーム。

【請求項8】

a) パラスト液を含むための上端および下端並びに内容積を各々有する少なくとも3本の安定化コラム、

- b) 少なくとも3本の安定化コラムを相互連結する主ビーム、
- c) 1本の安定化コラムの下端に各々が強固に取り付けられている水エントラップメントプレート、並びに
- d) 少なくとも3本の安定化コラムの垂直整列を調整するために少なくとも3本の安定化コラムの内容積間でパラスト液を移動するパラスト制御システム、
を備えている浮動プラットフォーム。

【請求項9】

相互に隣接する主ビーム間にそれぞれ連結された水平支えビーム、
を更に備えている、請求項8記載の浮動プラットフォーム。

【請求項10】

3本の主ビームが正三角形の辺を形成し、そして主ビームおよび水平支えビームの一部が正三角形を形成する、請求項9記載の浮動プラットフォーム。

【請求項11】

1本の主ビームと1本のコラムの間にそれぞれ連結された垂直支えビーム、
を更に備えている、請求項8記載の浮動プラットフォーム。

【請求項12】

パラスト制御システムが、

- i) パラスト制御信号を送信し、受信するためのプロセッサ、
- ii) 少なくとも3本の安定化コラムの重力の方向に対する頂角を決定するためにプロセッサと交信する垂直配列センサー、
- iii) 浮動プラットフォームの水平角を調整するために少なくとも3本の安定化コラムの内容積間でパラスト液を移動するためにプロセッサと交信するパラストポンプ、
を備えている、請求項8記載の浮動プラットフォーム。

【請求項13】

パラスト制御システムが更に、

- iv) 少なくとも3本の安定化コラムの内容積内に含まれるパラストの量を決定するためのパラスト容量センサー、
を備えている、請求項12記載の浮動プラットフォーム。

【請求項14】

半潜水型プラットフォームに浮力を与えるための浮力構造物、
浮力構造物に連結された係留索、
係留索に連結された、海底に埋設された錨、
を備えており、
係留索の少なくとも半分が複数の浮力構造物の1つに取り付けられている、
半潜水型浮動プラットフォームのための係留設備。

【請求項15】

隣接する係留索間の角度が実質的に等しい、請求項14記載の係留設備。

【請求項16】

係留索がそれぞれ、

- a) 浮力構造物の1つに連結された鎖またはワイヤの第1の部分、
- b) 鎖またはワイヤの第1の部分に取り付けられた重り、
- c) 鎖またはワイヤの第1の部分に連結されたポリエステルの部分、並びに
- d) ポリエステルの部分および錨の1つに連結されたワイヤまたは鎖の第2の部分、
を備えている、請求項14記載の係留設備。

【請求項17】

重りの負の浮力が鎖またはワイヤの第1の部分の負の浮力より大きい、請求項16記載の係留設備。

【請求項18】

係留索の少なくとも半分が浮力構造物の1つに連結されている、請求項14記載の係留設備。

【請求項 19】

それぞれバラスト機構を含む複数のコラムを有する半潜水型プラットフォームを波止場地帯で組み立てる工程、

半潜水型プラットフォーム上に、発電機に接続されたタービンローターを含むタワー組立物を波止場地帯で設置する工程、

コラムからバラスト液を抜く工程、

半潜水型浮動プラットフォームを波止場地帯の浅瀬から深度100フィート(30.5m)を超える深水中に移動させる工程、

半潜水型浮動プラットフォームが深水中にある時にコラムをバラスト液で一部満たして安定化する工程、

半潜水型浮動プラットフォームを係留する工程、

前以て決定された許容され得る範囲外にある半潜水型浮動プラットフォームの浮動角度を感知する工程、そして

バラスト機構を作動させて浮動角度を是正する工程、

を備えている、半潜水型プラットフォームを配置する方法。

【請求項 20】

波止場地帯において半潜水型プラットフォームが輸送喫水深度をもつように1本以上のコラムにバラストモジュールを取り付ける工程、そして

半潜水型プラットフォームが深水中に移動する前にバラストモジュールを外す工程、を更に備えている、請求項19記載の方法。

【請求項 21】

半潜水型プラットフォームの係留工程が、海底に固定されて非対称的パターンで浮力構造物に取り付けられた複数の係留索に半潜水型プラットフォームを取り付ける工程を備えている、請求項19記載の方法。

【請求項 22】

発電所に連結された電気ケーブルに発電機を接続する工程、

タービンローターを回転して発電機に電力を発生させる工程、そして

電気ケーブルを通して発電所に電力を送る工程、

を更に備えている、請求項21記載の方法。

【請求項 23】

a) バラスト液を含むための上端および下端、並びに内容積を各々有する少なくとも3本の安定化コラム、浮動風力タービンプラットフォームに連結されたタワー、タワーの上方部分に取り付けられ且つ発電機に連結されたタービンローター、少なくとも3本の安定化コラムを相互に連結している主ビーム、安定化コラムの下端に強固に取り付けられた水エントラップメントプレート並びに、垂直整列センサーおよび、少なくとも3本の安定化コラムの内容積間でバラスト液を移動するための1基以上のポンプを有するバラスト制御システムを備える浮動風力タービンプラットフォーム装置を提供する工程、

b) タービンローターを回転する工程、

c) 発電機を回転して電気を発生する工程、

d) 前以て決定された許容され得る範囲外にある浮動風力タービンプラットフォームの傾き角度を感知する工程、

e) 1基以上のポンプを起動して安定化コラム間でバラスト液を移動させる工程、

f) 前以て決定された許容され得る範囲内にある浮動風力タービンプラットフォームの傾き角度を感知する工程、

g) 安定化コラム間のバラスト液の移動を停止するために1基以上のポンプを停止する工程、

を備えている浮動風力タービンプラットフォームを稼働する方法。

【請求項 24】

感知された風向に基づいてタービンローターのヨー位置を制御する工程、そして

感知された風速に基づいてタービンローターのピッチを制御する工程、

を更に備えている、請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 2 5】

風速が毎秒 1 2 メーター未満である時に、タービンローターのピッチを調整して発電機からの電気出力を最大にする工程、

を更に備えている、請求項 2 4 記載の方法。

【請求項 2 6】

風速が毎秒約 1 2 ~ 2 5 メーターの間である時に、タービンローターのピッチを調整して一定の回転速度を維持する工程、

を更に備えている、請求項 2 4 記載の方法。

【請求項 2 7】

タービンローターのピッチを調整してタービンローターにおける風力を最少にする工程、そして

風速が毎秒 2 5 メーターを超える時はタービンローターを停止する工程、

を更に備えている、請求項 2 4 記載の方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 09/39692
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - B63B 35/00 (2009.01) USPC - 114/264 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) USPC: 114/264 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC: 114/264-266; 290/44,55, 405/195.1,196,200,203,205,207,208,224 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) USPTO, PUBWEST (PGPB, USPT, USOC, EPAB, JPAB), Google Search Terms Used: turbine, energy, power, wind, float, buoyant, ballast, control, align, stabilize, level, balance		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2008/0014025 A1 (They) 17 January 2008 (17.01.2008), para [0005]-[0086], Fig 1-9	1-27
Y	US 7,242,107 B1 (Demptster) 10 July 2007 (10.07.2007), col 5, ln 25 to col 23, ln 11, Fig 2	1-27
A	US 7,156,037 B2 (Borgen) 2 January 2007 (02.01.2007), entire document	1-27
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 08 May 2009 (08.05.2009)		Date of mailing of the international search report 28 MAY 2009
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 3 B 39/14 (2006.01)	B 6 3 B 21/50	Z
B 6 3 B 21/20 (2006.01)	B 6 3 B 39/14	
B 6 3 B 21/26 (2006.01)	B 6 3 B 21/20	B
F 0 3 D 11/04 (2006.01)	B 6 3 B 21/26	
	B 6 3 B 35/44	K
	F 0 3 D 11/04	A

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, JP, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW