

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6807330号  
(P6807330)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月9日(2020.12.9)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 6 3 B 35/00</b> (2020.01)	B 6 3 B 35/00 T
<b>B 6 3 B 35/34</b> (2006.01)	B 6 3 B 35/34 B
<b>B 6 3 B 35/44</b> (2006.01)	B 6 3 B 35/44 Z
<b>B 6 3 B 35/38</b> (2006.01)	B 6 3 B 35/38 B
<b>F 0 3 D 13/25</b> (2016.01)	F 0 3 D 13/25

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-554841 (P2017-554841)	(73) 特許権者	514260549
(86) (22) 出願日	平成28年4月20日 (2016.4.20)		ユニバーシティ オブ メイン システム ボード オブ トラスティズ
(65) 公表番号	特表2018-513808 (P2018-513808A)		アメリカ合衆国 メイン州 04401, バンガー メイン アベニュー 107
(43) 公表日	平成30年5月31日 (2018.5.31)	(74) 代理人	110001656
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/028358		特許業務法人谷川国際特許事務所
(87) 国際公開番号	W02016/172149	(72) 発明者	ダガー, ハビブ, ジェイ.
(87) 国際公開日	平成28年10月27日 (2016.10.27)		アメリカ合衆国 メイン州 04401 バンガー, メインアベニュー 107
審査請求日	平成31年3月14日 (2019.3.14)	(72) 発明者	ヴィセリ, アントニー, エム.
(31) 優先権主張番号	62/149, 947		アメリカ合衆国 メイン州 04401 バンガー, メインアベニュー 107
(32) 優先日	平成27年4月20日 (2015.4.20)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 浮体式風車プラットフォームの外殻

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水域に浮かび、風車を支持することが可能であり、  
キーストーンと、

前記キーストーンの径方向外側に延びる少なくとも3つの底梁とを備える半潜水式風車プラットフォームの外殻において、

該底梁がそれぞれ、主梁部とコラム基部とを有し、前記コラム基部が、その上に前記外殻の OUTER-COLUMN を支持するように構成され、前記主梁部が、その内部に第1のバラストスペースを画定し、

前記第1のバラストスペースが、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水と流体連通し、

前記外殻は、前記キーストーンと前記底梁のそれぞれとのうちの少なくとも一方に取り付けられる配水系を備え、該配水系を介して、前記第1のバラストスペースが、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水と流体連通し、前記配水系の部分は、前記キーストーンの内部及び前記底梁のそれぞれの内部に取り付けられるものであり、

前記配水系は、

前記キーストーン及び底梁の一方に形成される海水箱であって、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水に開放される前記海水箱と、

前記海水箱と前記第1のバラストスペースのそれぞれとの間に延びる第1のバラストフィル管と、

前記海水箱と前記第1のバラストスペースのそれぞれとの間の前記第1のバラストフ

10

20

イル管に取り付けられるウォーターポンプであって、前記第1のバラストスペースに水を出し入れするように構成された前記ウォーターポンプとを備える、ことを特徴とする、半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項2】

前記キーストーンがその内部に画定される防水ポンプ室を有し、前記ウォーターポンプを含めて前記配水系の一部が前記防水ポンプ室の内部に取り付けられる、請求項1記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項3】

前記底梁のそれぞれの前記コラム基部は、防水隔壁により前記主梁部と分離されて、前記コラム基部が、その内部にトリムバラストスペースを画定する、請求項1記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

10

【請求項4】

前記キーストーンと前記底梁のそれぞれとのうちの少なくとも一方に取り付けられる配水系をさらに備え、前記第1のバラストスペース及び前記トリムバラストスペースが、前記配水系を介して、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水と流体連通する、請求項3記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項5】

前記配水系の部分は、前記キーストーンの内部及び前記底梁のそれぞれの内部に取り付けられる、請求項4記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項6】

20

前記配水系が、  
前記キーストーン及び底梁の一方に形成されるものであって、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水に開放される海水箱と、

前記海水箱と前記第1のバラストスペースのそれぞれとの間に延びる第1のバラストフィル管と、

前記海水箱と前記トリムバラストスペースのそれぞれとの間に延びる第2のバラストフィル管と、

前記海水箱と前記第1のバラストスペース及び前記トリムバラストスペースのそれぞれとの間の前記第1のバラストフィル管及び前記第2のバラストフィル管に取り付けられるものであって、前記第1のバラストスペース及び前記トリムバラストスペースに水を出し入れするように構成されたウォーターポンプとを備える、請求項5記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

30

【請求項7】

前記キーストーンがその内部に画定される防水ポンプ室を有し、その内部に前記ウォーターポンプと、前記配水系の一部とが取り付けられる、請求項5記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項8】

前記配水系は、前記トリムバラストスペースのいずれか1つに選択的に水を出し入れして、前記トリムバラストスペースのうちの1つ目のトリムバラストスペースと、前記トリムバラストスペースのうちの2つ目及び3つ目のトリムバラストスペースの少なくとも一方との間で選択的に水を入れるように構成される、請求項6記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

40

【請求項9】

前記底梁のそれぞれの前記コラム基部の上面から垂直に延びるアウターコラムをさらに備え、前記コラム基部内の前記トリムバラストスペースは、それに取り付けられる前記アウターコラムより下に位置する、請求項3記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項10】

水域に浮かび、風車を支持することが可能であり、

キーストーンと、

前記キーストーンの径方向外側に延びる少なくとも3つの底梁と、を備える半潜水式風

50

車プラットフォームの外殻において、

該底梁がそれぞれ、実質的に円筒形状であり、実質的に円形の横断面を有し、

また前記外殻は、配水系を備えるものであって、

前記底梁がそれぞれ、主梁部とコラム基部とを有し、前記コラム基部が、その上に前記外殻の OUTER-COLUMN を支持するように構成され、前記主梁部が、その内部に第 1 のバラストスペースを画定し、

前記第 1 のバラストスペースが、前記外殻が浮かぶ水域内の水と流体連通し、

前記第 1 のバラストスペースが、前記配水系を介して、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水と流体連通し、前記配水系の部分は、前記キーストーン内部及び前記底梁のそれぞれの内部に取り付けられるものであり、

前記配水系は、

前記キーストーン及び底梁の一方に形成される海水箱であって、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水に開放される前記海水箱と、

前記海水箱と前記第 1 のバラストスペースのそれぞれとの間に延びる第 1 のバラストフィル管と、

前記海水箱と前記第 1 のバラストスペースのそれぞれとの間の前記第 1 のバラストフィル管に取り付けられるウォーターポンプであって、前記第 1 のバラストスペースに水を出し入れするように構成された前記ウォーターポンプと、

前記キーストーンの内部に画定される防水ポンプ室であって、前記ウォーターポンプを含めて前記配水系の一部が前記防水ポンプ室の内部に取り付けられる、前記防水ポンプ室とを備える、ことを特徴とする、半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項 1 1】

前記底梁のそれぞれの前記コラム基部は、防水隔壁により前記主梁部と分離されて、前記コラム基部が、その内部にトリムバラストスペースを画定する、請求項 1 0 記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項 1 2】

前記キーストーンと前記底梁のそれぞれとのうちの少なくとも一方に取り付けられる配水系をさらに備え、前記第 1 のバラストスペース及び前記トリムバラストスペースは、前記配水系を介して、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水と流体連通し、前記配水系の部分は、前記キーストーン内部及び前記底梁のそれぞれの内部に取り付けられるものであって、前記配水系は、

前記キーストーン及び底梁の一方に形成される海水箱であって、前記外殻が浮かぶ前記水域内の水に開放される前記海水箱と、

前記海水箱と前記第 1 のバラストスペースのそれぞれとの間に延びる第 1 のバラストフィル管と、

前記海水箱と前記トリムバラストスペースのそれぞれとの間に延びる第 2 のバラストフィル管と、

前記海水箱と前記第 1 のバラストスペース及び前記トリムバラストスペースのそれぞれとの間の前記第 1 のバラストフィル管及び前記第 2 のバラストフィル管に取り付けられるウォーターポンプであって、前記第 1 のバラストスペース及び前記トリムバラストスペースに水を出し入れするように構成された前記ウォーターポンプとを備える、請求項 1 1 記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

【請求項 1 3】

前記キーストーンの上から垂直に延びるセンターコラムであって、前記センターコラムの第 1 の軸方向端部が前記キーストーンに取り付けられ、その第 2 の軸方向端部に取り付けられるタワーを有するように構成された前記センターコラムと、

それぞれが前記底梁のそれぞれの前記コラム基部の上から垂直に延びる OUTER-COLUMN であって、前記 OUTER-COLUMN の第 1 の軸方向端部がコラム基部に取り付けられる前記 OUTER-COLUMN とをさらに備える、請求項 1 0 記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

10

20

30

40

50

## 【請求項14】

前記センターコラム及び前記アウターコラムのそれぞれは、実質的に円筒形状であり、実質的に円形の横断面である、請求項13記載の半潜水式風車プラットフォームの外殻。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

関連出願の相互参照

本願は、2015年4月20日に出願した米国特許仮出願第62/149,947号に基づく利益を主張するものであり、この仮出願の開示は、参照により本明細書に組み込まれる。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

本発明は概して、風車プラットフォームに関する。特に、本発明は、改良した浮体式風車プラットフォームの外殻に関する。

## 【0003】

風力エネルギーを電力に変換する風車が知られており、代替エネルギー源が電力会社に提供される。地上では、1つの地理的区域に、大量の風車群（風車の数は数百基に及ぶことが多い）をまとめて配置することがある。これらの大量の風車は、望ましくないことに、高レベルのノイズを発生させることがあり、景観的にも不愉快とみなされる場合がある。丘、森、及び建築物などの障害物が原因で、これらの陸上風車にとって最適な気流を得られないこともある。

20

## 【0004】

風車群は、沖に配置されることもあるが、沿岸の近くにおいて、風車を海底の基礎に固定して取り付けられる水深の場所に配置される。洋上では、風車に当たる気流が、様々な障害物（すなわち、丘、森、及び建築物）の存在によって妨げられる可能性が低く、その結果、平均風速が速くなり、電力が大きくなる。これら沿岸に近い場所では、風車を海底に取り付けるのに必要とされる基礎が比較的高価となり、また例えば水深最大約45メートルなどの比較的浅い水深でしか実現できない。

## 【0005】

水深30メートル以上の米国沖の洋上における風力エネルギー容量は約3,200TWh/年であると米国国立再生可能エネルギー研究所が割り出している。これは、米国の総エネルギー使用量、約3,500TWh/年の約90パーセントに相当する。洋上風力資源の大半は、37~93キロメートル沖に存在し、この海域では、水深は60メートルを超える。このような深い海域では、着床式の風車用基礎は、経済上、実現不能な可能性が高い。この制限が、風車用の浮体式プラットフォームの開発につながっている。公知の浮体式風車プラットフォームは、鋼から形成されており、海洋油ガス田産業で開発された技術をベースとしている。しかしながら、本技術分野では、改善された浮力をもつ浮体式風車プラットフォームの外殻に対する要望が残されたままである。

30

## 【発明の概要】

## 【0006】

本発明は概して、浮体式風車プラットフォームに関する。特に、本発明は、その外殻が改善された浮力を有する、改良した浮体式風車プラットフォームの外殻に関する。

40

## 【0007】

一実施形態では、半潜水式風車プラットフォームの外殻は、水域に浮かび、キーストーンと上記キーストーンの径方向外側に延びる少なくとも3つの底梁とを備える風車を支持することが可能である。上記底梁がそれぞれ、主梁部とコラム基部とを有し、上記コラム基部が、その上に上記外殻のアウターコラムを支持するように構成され、上記主梁部が、その内部に第1のバラストスペースを画定する。上記第1のバラストスペースは、上記外殻が浮かぶ上記水域内の水と流体連通する。

## 【0008】

50

別の実施形態では、水域に浮かび、風車を支持することが可能である半潜水式風車プラットフォームの外殻が、キーストーンと上記キーストーンの径方向外側に延びる少なくとも3つの底梁とを備える。上記底梁はそれぞれ、実質的に円筒形状であり、実質的に円形の横断面を有する。

【0009】

当業者であれば、添付の図面に照らして読めば、好ましい実施形態についての下記の詳細な説明から本発明の様々な態様が明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本発明による改良した外殻を備えた浮体式風車プラットフォームの立面図である。 10

【図1A】図1Aは、図1に示す浮体式風車プラットフォームの代替的实施形態の部分拡大立面図であり、垂直軸風車を示している。

【図2】図2は、図1に示す改良した浮体式風車プラットフォームの斜視図である。

【図3】図3は、図1及び2に示す改良した浮体式風車プラットフォームの分解斜視図である。

【図4】図4は、図1及び2に示す外殻の第2の実施形態の斜視図である。

【図5】図5は、図4に示す底面の斜視図である。

【図6】図6は、図1の6-6線に沿った断面図である。

【図7】図7は、図1及び2に示す改良した外殻の一部の断面図である。 20

【図8】図8は、図6の8-8線に沿った断面図である。

【図9】図9は、図8に示す底梁の代替的实施形態の断面図である。

【図10】図10は、図7の10-10線に沿った断面図である。

【図11】図11は、図7の11-11線に沿った断面図であり、底梁を示す。

【図12】図12は、図6に示すキーストーンの拡大断面図である。

【図13】図13は、図1及び2に示す外殻の第3の実施形態の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下では、本発明の具体的な実施形態を時折参照しながら、本発明について説明していく。しかしながら、本発明は、違う形態で具現化してもよく、本明細書に示されている実施形態に限定されると解釈すべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示を更に綿密で完全なものにするように、かつ本発明の範囲を当業者に十分に伝えるように提供される。 30

【0012】

図面、特に図1を参照すると、第1の実施形態の、水域BWの底に係留されている浮体式風車システムすなわち浮体式風車プラットフォーム10を示している。図示した実施形態では、海底Sに係留した浮体式風車プラットフォーム10を示している。上記海底は、浮体式風車プラットフォーム10を稼働させることになる任意の水域の底であってよいということが分かるであろう。

【0013】 40

図示した浮体式風車プラットフォーム10は、以下に詳述するタワー14を支える改良した基礎、すなわち外殻12を備える。タワー14は、風車16を支える。外殻12は半潜水式（セミサブ式）であり、半分が沈んだ状態で水域に浮かぶように構造化及び構成されている。典型的には、外殻12の下方部は、約30フィートから約100フィート（約9.1mから約30.5m）の範囲の深さに沈めてよい。したがって、外殻12が半潜水で水に浮かんでいるとき、外殻12の一部は水面上にあることとなり、また外殻12の一部は水位線WLより下にもある。本明細書で使用する場合、水位線WLは、水面が浮体式風車プラットフォーム10と接する略直線として規定する。浮体式風車プラットフォーム10に、係留ライン18を取り付けてよく、更に、その水域での浮体式風車プラットフォーム10の移動を制限するように、海底Sのアンカー20のようなアンカーを取り付けて 50

よい。

【 0 0 1 4 】

以下で更に詳細に説明するように、また、図 2 に最も明確に示されているように、図示した外殻 1 2 は、キーストーン 2 4 から径方向外側に延びるとともに、浮力をもたらす 3 つの底梁 2 2 から形成されてよい。ともに組み立てると、底梁 2 2 及びキーストーン 2 4 が底部 2 5 を画定する。内側コラム、すなわちセンターコラム 2 6 がキーストーン 2 4 に取り付けられており、3 つの OUTER コラム 2 8 が、底梁 2 2 の遠位端に、又は底梁 2 2 の遠位端の近くに取り付けられている。センターコラム 2 6 と OUTER コラム 2 8 は、外向きに（図 1 及び 2 で見る場合上方側に）、かつ底梁 2 2 に対して垂直に延びるとともに、浮力ももたらす。センターコラム 2 6 と OUTER コラム 2 8 の長手方向軸はまた、実質的に平行である。加えて、センターコラム 2 6 はタワー 1 4 を支える。支持部材、すなわち上部梁 3 0 は、センターコラム 2 6 から径方向に延びて、かつ、センターコラム 2 6 と連結し、OUTER コラム 2 8 のそれぞれとも連結する。タワー 1 4 は、センターコラム 2 6 に取り付けられている。

10

【 0 0 1 5 】

所望に応じて、通路、すなわちキャットウォーク 3 2 を各上部梁 3 0 に取り付けよう。各キャットウォーク 3 2 は、タワー 1 4 の底面の全体又は一部の周囲に取り付けられたキャットウォーク連結、すなわちタワー連絡プラットフォーム 3 2 a によって連結できる。連絡梯子 3 3 を、1 つまたは複数のセンターコラム 2 6 と OUTER コラム 2 8 に取り付けよう。

20

【 0 0 1 6 】

本明細書に示す実施形態では、風車 1 6 は水平軸風車である。あるいは、風車は、図 1 A の符号 1 6 ' で示すような垂直軸風車であってもよい。風車 1 6 のサイズは、浮体式風車プラットフォーム 1 0 が係留される場所の風況と所望の発電出力に基づいて変更することになる。例えば、風車 1 6 の出力は、約 5 MW であってもよい。あるいは、風車 1 6 の出力は、約 1 MW ~ 約 1 0 MW の範囲内であってもよい。

【 0 0 1 7 】

風車 1 6 は、回転可能なハブ 3 4 を備える。少なくとも 1 つの回転翼 3 6 がハブ 3 4 に結合されているとともに、ハブ 3 4 から外側に延びている。ハブ 3 4 は、発電機（図示せず）に回転可能に結合されている。発電機は、変圧器（図示せず）と、図 1 に示されているような水中電力ケーブル 2 1 とを介して、電力系統（図示せず）に連結できる。図示した実施形態では、ローターが 3 つの回転翼 3 6 を有する。別の実施形態では、ローターは、3 つ超又は 3 つ未満の回転翼 3 6 を有してもよい。風車 1 6 には、ハブ 3 4 の向かい側にナセル 3 7 が取り付けられている。

30

【 0 0 1 8 】

図 3 に示すように、キーストーン 2 4 は、上壁 2 4 a と、下壁 2 4 c と、径方向外側に延びる 3 つの脚部 3 8 を備える。各脚部 3 8 は、底梁 2 2 が取り付けられることとなる実質的に垂直な連結面を画定する端壁 3 8 a と、対向し合う側壁 3 8 c とを備える。

【 0 0 1 9 】

図示した実施形態では、キーストーン 2 4 が 3 つの脚部 3 8 を備える。あるいは、キーストーン 2 4 は、4 つ以上の底梁 2 2 に取り付けのために、4 つ以上の脚部を備えてもよい。

40

【 0 0 2 0 】

図示したキーストーン 2 4 は、プレストレスト補強コンクリートから形成されており、内部中央の空洞（図示せず）を備えることができる。各脚部 3 8 もまた、内部脚部空洞（図示せず）を備えることができる。例えば遠心力コンクリートプロセスなどであるいずれかの望ましいプロセスにより、従来の型枠又はプレキャストコンクリート産業で用いるような半自動化工程における再利用可能な型枠により、キーストーン 2 4 を製造してよい。キーストーン 2 4 のコンクリートは、高張力鋼ケーブル及び高張力鋼補強筋又は鉄筋など、いずれかの従来の補強材で補強してよい。あるいは、キーストーン 2 4 を、FRP、鋼

50

、又はプレストレスト補強コンクリートとFRPと鋼とを組み合わせたものから形成してよい。

【0021】

また、図3に示すように、各底梁22が、上壁22aと、下壁22cと、対向し合う側壁22dと、キーストーン24の脚部38の端壁38aに連結されることとなる第1の端壁22eと、半筒状の第2の端壁22fとを備える。キーストーン24のように、図示されている底梁22は、上記のようなプレストレスト補強コンクリートから形成されている。あるいは、底梁22は、FRP、鋼、又はプレストレスト補強コンクリートとFRPと鋼を組み合わせたものから形成されていてもよい。

【0022】

所望される場合、各底梁22に、以下に説明するような第1のバラスト室を1つ以上、形成してもよい。また、各アウターコラム28に、第2のバラスト室48を1つ以上、形成してもよい。

【0023】

形成と固化を行ったら、キーストーン24と底梁22を組み立て、長手方向にポストテンションングして、底部25を画定できる。さらに、各底梁22を、その長手方向軸に対して直角方向にポストテンションングしてよい。キーストーン24と底梁22は、いずれかの所望のポストテンションング方法によってポストテンションングして、キーストーン24と底梁22との間に圧縮力を付与してよい。例えば、テンドン(図示せず)を、以下に説明するように底梁22のダクト120及びキーストーン24のダクト(図示せず)を介して延ばすようにしてよい。こうしたテndonは、長手方向にポストテンションングされてよいものであって、該テndonは引っ張られ、キーストーン24及び底梁22に好適に係留される。これらテndonは永続的に引っ張られた状態、すなわち引き伸ばされた状態を維持することから、テndonが、キーストーン24及び底梁22のコンクリートに圧縮力を与える。同様に、形成と固化を行ったら、センターコラム26をキーストーン24に対してポストテンションングし、3つのアウターコラム28を、上記で説明したように底梁22に対してポストテンションングして外殻12を画定することができる。

【0024】

再び図3を参照すると、センターコラム26は、外面56aと、第1の軸方向端部56bと、第2の軸方向端壁56cとを有する円筒形の側壁56を備え、中空の内部空間(図示せず)を画定する。同様に、アウターコラム28は、外面60aと、第1の軸方向端部60bと、第2の軸方向端壁60cとを有する円筒形の側壁60を備え、中空の内部空間(図示せず)を画定する。キーストーン24と底梁22のように、図示したセンターコラム26とアウターコラム28は、上記のようなプレストレスト補強コンクリートから形成されている。あるいは、センターコラム26とアウターコラム28は、FRP、鋼、又はプレストレスト補強コンクリートとFRPと鋼を組み合わせたものから形成されていてもよい。センターコラム26とアウターコラム28は、下に詳述するように、複数の断片で形成されていてもよい。

【0025】

図示した浮体式風車プラットフォーム10は、3つの底梁22と3つのアウターコラム28を備える。しかしながら、改良した浮体式風車プラットフォーム10は、4つ以上の底梁22とアウターコラム28を有するように構築してもよいことが分かるであろう。

【0026】

図3を参照すると、上部梁30は、実質的に軸方向に負荷される部材として構成されており、センターコラム26の上端と、各アウターコラム28の上端との間に、実質的に水平に延びている。図示した実施形態では、上部梁30は、外径が約4フィート(1.2m)の管状の鋼で形成されている。あるいは、上部梁30は、FRP、プレストレスト補強コンクリート、又はプレストレスト補強コンクリートとFRPと鋼を組み合わせたものから形成されていてもよい。各上部梁30は、各端部に取り付けブラケット30aを備える。取り付けブラケット30aは、ねじ式固定具などのように、センターコラム26と各アウ

10

20

30

40

50

ターコラム 28 上の鋼プレートなどの取り付け部材 30 b に取り付けられるように構成されている。

【 0 0 2 7 】

また、上部梁 30 は、タワー 14 の底面の曲げモーメントに実質的に抵抗しないように設計及び構成されており、曲げ荷重を担わない。むしろ、上部梁 30 は、センターコラム 26 とアウターコラム 28 との間で引張力を受けたり圧縮力を付与したりする。

【 0 0 2 8 】

図示した上部梁 30 は、直径約 3 フィートから約 4 フィートの鋼で形成されており、補強コンクリートから形成した類似の梁よりも軽くて薄い。浮体式風車プラットフォーム 10 の上部に、比較的軽くて薄い上部梁 30、すなわち、軸方向に負荷される部材を用いることにより、浮体式風車プラットフォーム 10 の底部（重量が最も必要とされるプラットフォーム構造体である）の方に、より多く相対重量を配分可能になる。重量の減少はかなりのものにできる。例えば、重量が約 800,000 ポンドのコンクリート部材を、重量が約 70,000 ポンドの鋼製の梁に交換できるので、材料コストと建設コストの節約という利点も得られる。

【 0 0 2 9 】

図示した実施形態では、タワー 14 は、中空の内部空間 14 b を画定する外壁 14 a を有する管状をしており、いずれかの好適な外径と高さを有してよい。図示した実施形態では、タワー 14 の外径は、その底面における第 1 の直径から、その上端における第 2 の直径であって、第 1 の直径よりも小さい第 2 の直径に向かって先細りになっている。図示したタワー 14 は、繊維強化ポリマー（FRP）複合材から形成されている。他の好適な複合材の非限定例としては、ガラス及び炭素 FRP が挙げられる。タワーはまた、複合ラミネート材料から形成されてよい。あるいは、タワー 14 は、上で詳述したように、外殻 12 の構成部品と同様に、コンクリート又は鋼から形成されていてもよい。タワー 14 は、任意の数の断片 14 c で形成されていてもよい。

【 0 0 3 0 】

有益なことに、上記のような複合材から形成したタワー 14 は、水位線 WL よりも上の質量が、従来の鋼タワーと比べて低減される。FRP 複合タワー 14 の質量が低減されているので、浮体式風車プラットフォーム 10 の安定性を保つために水線 WL よりも下に位置しなければならない外殻 12 の質量（いずれのバラストも含む）も、低減することができる。これにより、風力発生装置全体のコストを低減することとなる。

【 0 0 3 1 】

図 4 には、符号 70 として第 2 の実施形態の外殻を示している。図 4 に示すように、外殻 70 は、図 5 にも示す底部 72 を備えるものであって、キーストーン 76 から径方向外側に延びる浮力をもつ 3 つの底梁 74 を備える。センターコラム 78 がキーストーン 76 に取り付けられており、3 つのアウターコラム 80 が、底梁 74 の遠位端に、又は底梁 74 の遠位端の近くに取り付けられている。浮力をもつ 3 つの底梁 74 を図 4 に示しているが、外殻 70 は、浮力をもつ底梁 74 を 3 つよりも多く備えてよいということが分かるであろう。

【 0 0 3 2 】

以下に詳細に説明するように、底梁 74 は複数の梁断片 82 と、上にアウターコラム 80 が取り付けられるコラム基部断片 84 とから形成されてよい。底梁 74 は、図 4 に図示するような 6 つの梁断片 82 や、6 つより少ない梁断片 82 又は 6 つより多い梁断片 82 などのいずれの所望の数の梁断片 82 より形成されてよい。所望される場合、キーストーン 76 もまた、いずれの所望の数の断片（図示せず）で形成されてよい。

【 0 0 3 3 】

また以下に詳細に説明するように、センターコラム 78 及びアウターコラム 80 は、同様に、複数のコラム断片 86 から形成されてよい。センターコラム 78 及びアウターコラム 80 は、図 4 に図示するような 6 つのコラム断片 86 や、6 つより少ないコラム断片 86 又は 6 つより多いコラム断片 86 などのいずれの所望の数のコラム断片 86 より形成さ

10

20

30

40

50

れてよい。センターコラム 78 は、アウターコラム 80 を形成するコラム断片 86 とは異なるサイズを有するコラム断片 86 から形成されてよいということが分かるであろう。

【0034】

形成と固化を行ったら、上述したように、キーストーン 76 及び底梁 74 を組み立て、長手方向にポストテンショニングして、底部 72 を画定できる。同様に、形成と固化を行ったら、コラム断片 86 をキーストーン 76 及び各底梁 74 のコラム基部断片 84 上に組み立て、それぞれセンターコラム 78 及びアウターコラム 80 を形成できる。センターコラム 78 とアウターコラム 80 のコラム断片 86 を上記のようにポストテンショニングして外殻 70 を画定できる。

【0035】

浮体式風車プラットフォーム 10 のサイズ及び寸法は、その上に取り付ける風車 16 のサイズによって決定してよい。例えば、図 5 に最良に示すように、6 MW の風車 16 の場合、底部 72 の脚部又は羽の長さ L は、キーストーン 76 の中心から底梁 74 の遠位端までを測定した場合、約 140 フィートから約 160 フィートであり、完全に組み立てた浮体式風車プラットフォーム 10 は、7,200 トン以上の重量になりうる。

【0036】

ここで図 6 を参照すると、外殻 12 の底部 25 の断面図を示している。上述したように、底部 25 は、キーストーン 24 及び径方向に延びる 3 つの底梁 22 を備え、そのそれぞれは補強コンクリートから形成されてよい。キーストーン 24 は、実質的に円筒形状の内壁 100 を備え、その内側は、以下に詳細に説明するようにポンプ室 102 を画定する。脚部 38 の端壁 38a はそれぞれ、第 1 の防水隔壁を画定する。各脚部 38 において、防水スペース 104 が、内壁 100 と各隔壁 38a との間に画定される。

【0037】

各底梁 22 が、第 1 の梁部、すなわち主梁部 23 と、実質的に円筒形状の壁部 107 を有するコラム基部 106 とを備える。第 2 の防水隔壁 108 が、主梁部 23 の内側をコラム基部 106 の内側と分離し、底梁 22 を主バラストスペース 110 と、トリムバラストスペース 112 とに更に分離する。

【0038】

第 1 の防水隔壁 38a は、図 3 に示すようにキーストーン 24 の各脚部 38 の端壁として形成されてよく、又は、図 11 に図示する底梁 136 内に示すような各底梁の端壁として形成されてよいということが分かるであろう。あるいは、第 1 の防水隔壁 38a などの防水隔壁は、キーストーン 24 の両脚部 38 及び底梁 22、136 における端壁として形成されてよい。

【0039】

図 6 に示すように、脚部 38 の端壁 38a は、第 1 の防水隔壁を画定する。あるいは、図 3 に示すように、第 1 の端壁 22e が、第 1 の防水隔壁を画定してよい。

【0040】

図 6 及び 8 を参照すると、主バラストスペース 110 は、長手方向に延びる複数の第 1 の梁内壁 114 と、長手方向に延びる少なくとも 1 つの第 2 の梁内壁 116 とを備えることができる。第 1 の梁内壁 114 及び第 2 の梁内壁 116 が、主バラストスペース 110 を主バラスト室 118 に分割する。図 8 に示すように、第 1 の梁内壁 114 は側壁 22d と実質的に平行であり、第 2 の梁内壁 116 は下壁 22c と実質的に平行である。底梁 22 の外壁 22a、22c、22d 及び 22f は、約 1.0 フィートから約 2.5 フィート（約 0.305 m から約 0.762 m）の範囲の厚さ T1 を有することができる。あるいは、外壁 22a、22c、22d 及び 22f の厚さ T1 は、約 1.0 フィート（0.305 m）より薄い又は約 2.5 フィート（0.762 m）より厚くてもよい。梁内壁 114 及び 116 は、約 6.0 インチから約 10.0（約 152 mm から約 254 mm）の範囲の厚さ T2 を有してよい。あるいは、内壁 114 及び 116 の厚さ T2 は、約 6.0 インチ（152 mm）より薄い又は約 10.0 インチ（254 mm）より厚くてもよい。

【0041】

10

20

30

40

50

梁内壁 1 1 4 及び 1 1 6 はまた、トリムバラストスペース 1 1 2 内に形成されて、それによってトリムバラストスペース 1 1 2 はトリムバラスト室 1 2 6 に分割することができる。実質的に円筒形状の壁部 1 0 7 の内側もまた、トリムバラストスペース 1 1 3 を画定する。流体路（図示せず）により、トリムバラストスペース 1 1 2 をトリムバラストスペース 1 1 3 と連結できる。

【 0 0 4 2 】

複数のダクト 1 2 0 を、底梁 2 2 の外壁 2 2 a、2 2 c、2 2 d 及び 2 2 f を介して長手方向に延ばすことができる。

【 0 0 4 3 】

第 2 の防水隔壁 1 0 8 は、以下に記載する、それを通して送水管 1 7 0 及び 1 7 2 などの管が延びうる 1 つ又は複数の開口 1 2 2 を備えることができる。第 2 の防水隔壁 1 0 8 はまた、それを介して人が隔壁 1 0 8 を通って巡回できる防水門 1 2 4 を備えてよい。

【 0 0 4 4 】

底梁 2 2 は、約 2 0 . 0 フィートから約 2 4 . 0 フィート（約 6 . 1 m から約 7 . 3 m）の範囲の高さ H を有することができる。あるいは、高さ H は、約 2 0 . 0 フィート（6 . 1 m）より低くてもよく、又は約 2 4 . 0 フィート（7 . 3 m）より高くてもよい。底梁 2 2 は、約 2 9 . 0 フィートから約 3 3 . 0 フィート（約 8 . 8 m から約 1 0 . 0 m）の範囲の幅 W を有することができる。あるいは、幅 W は、約 2 9 . 0 フィート（8 . 8 m）より狭くてもよく、又は約 3 3 . 0 フィート（1 0 . 0 m）より広くてもよい。

【 0 0 4 5 】

梁内壁 1 1 4 は、内部に梁内壁 1 1 4 が形成又は取り付けられるものである主バラストスペース 1 1 0 の長さよりわずかに短い長さであってよい。例えば内壁 1 1 4 は、主バラストスペース 1 1 0 の長さより短い約 3 . 0 インチ（約 7 6 . 2 mm）の長さを有してよい。この梁内壁 1 1 4 の長さを短くすることにより、梁内壁 1 1 4 と、隔壁 3 8 a 及び 1 0 8 の一方又は両方との間に間隙が生じ、それによって、梁内壁 1 1 4 の端部周辺に水を通じさせる。さらに、梁内壁 1 1 4 及び 1 1 6 は、貫通して形成される排水孔 1 2 8 を備えて、主バラスト室 1 1 8 の間で水を移動させることができる。梁内壁 1 1 4 及び 1 1 6 は、いずれの所望の数及びサイズの排水孔 1 2 8 を有してよい。

【 0 0 4 6 】

底梁 2 2 は、図 2、3 及び 6 に示すように単一の構造体として形成することができる。あるいは、底梁は、図 4 に示すように断片で形成されてよく、底梁 7 4 が、複数の梁断片 8 2 とコラム基部断片 8 4 とから形成される。

【 0 0 4 7 】

図 9 は、代替的实施形態である底梁 1 3 0 を示している。底梁 1 3 0 は、底梁 2 2 と同様で、外壁 2 2 a、2 2 c 及び 2 2 d、第 2 の防水隔壁 1 0 8 ならびに主バラストスペース 1 1 0 を備える。しかしながら、底梁 1 3 0 の主バラストスペース 1 1 0 は、長手方向に延びる第 1 の梁内壁 1 3 2 と第 2 の梁内壁 1 1 6 とを 1 つのみ備える。第 1 の梁内壁 1 3 2 及び第 2 の梁内壁 1 1 6 が、主バラストスペース 1 1 0 を 4 つの主バラスト室 1 3 4 に分割する。梁内壁 1 3 2 及び 1 1 6 はまた、貫通して形成される排水孔 1 2 8 を備えて、主バラスト室 1 3 4 間で水を移動させることができる。

【 0 0 4 8 】

図 7 は、浮体式風車プラットフォーム 1 0 の一部の断面立面図である。図示した浮体式風車プラットフォーム 1 0 は、代替的实施形態の底梁 1 3 6 を備える。底梁 1 3 6 は、代替的实施形態の主バラストスペース 1 3 8 と、代替的实施形態のトリムバラストスペース 1 4 0 とを備える。

【 0 0 4 9 】

図 7、1 0 及び 1 1 を参照すると、長手方向に離間し、かつ、その間に主バラスト室 1 3 9 を画定する複数の内壁、すなわち複数の仕切板 1 4 2 を、主バラストスペース 1 3 8 が備える。仕切板 1 4 2 は、隔壁 3 8 a と実質的に平行である。各仕切板 1 4 2 は、貫通して形成される流体が流れる複数の開口 1 4 4 を備え、かつ、それを介して排水管 1 7 0

10

20

30

40

50

及び172を延ばすことができる1つ又は複数の開口122を備えることができる。同様に、実質的に円筒形状の壁部107は、貫通して形成される流体が流れる1つ又は複数の開口146を備えることができる。

【0050】

アウターコラム28が、その間にコラムスペース150を画定するフロア148を備えることができる。それを介して人が巡回できる防水門152を、各フロア148に設けてよい。梯子33と同様の梯子(図示せず)を、隣接するフロア148の門152間に延ばすことができる。

【0051】

複数の支持管154が、各アウターコラム28の遠位上端から、アウターコラム28が取り付けられる底梁22のコラム基部106に延びる。図6から11に最良に示すように、4本の支持管154が設けられる。支持管154は、鋼及び銅ニッケルなどの金属又はファイバーグラス及びガラス繊維強化エポキシ樹脂(GRE)ファイバーグラスなどの非金属により形成され、直径約8.0インチ(約203mm)を有する。あるいは、支持管154は、約6.0インチから約10.0インチ(約152mmから約254mm)の範囲の直径であってよい。所望される場合、該管は、約6.0インチ(152mm)より細く又は約10.0インチ(254mm)より太い直径であってよい。

10

【0052】

支持管154は、アウターコラム28の支持部材、すなわち支持コラムとしての機能と、通気孔用及び音用の連絡導管としての機能との2つの機能を有する。支持コラムとして、支持管154は、補強コンクリート製のアウターコラムに付加的な強度をもたらす。連絡導管として、各管154は、1つ又は複数のコラムスペース150内に開口を有することができる。不要な水でコラムスペース150のいずれか、又は、コラムスペース150のいずれかの一部が溢れた場合、不要な水をそこから押し出せるように、従来のポンプ(図示せず)を、水が溢れたコラムスペース150まで、管154を通して挿入することができる。

20

【0053】

図12は、ポンプ室102、各脚部38内の防水スペース104及びその内部に取り付けられる配水系159を示すキーストーン24の拡大断面図である。図12に示すように、各隔壁38a及び各防水スペース104内の内壁100の一部は、それを介して人が巡回できる防水門160の門を備えることができる。さらに、各隔壁38a及び各防水スペース104内の内壁100の一部はまた、それを介して以下に説明する排水管170及び172を延ばすことができる、1つ又は複数の管開口162を備えることができる。

30

【0054】

配水系159は、キーストーン24の脚部38の側壁38c内に形成される海水箱164と、複数のバラストフィル管とを備える。例えば、バラストフィル管166は、海水箱からポンプ室102内のバラストマニホールド168まで延びる。バラストフィル管166は、海水箱164においてバラストフィル管166を開閉する海水箱バルブ165を備えてよい。バラストフィル管166は、直径約12.0インチ(約304mm)である。あるいは、バラストフィル管166は、約10.0インチから約14.0インチ(約254mmから約355mm)の範囲の直径であってよい。所望される場合、バラストフィル管166は、約10.0インチ(254mm)より細く又は約14.0インチ(355mm)より太い直径であってよい。

40

【0055】

主バラストフィル管170は、マニホールド168から、各脚部38を通り、管開口162を通り、各脚部38の隔壁38aに延びる。同様に、トリムバラストフィル管172もまた、マニホールド168から、各脚部38を通り、管開口162を通り、各脚部38の隔壁38aに延びる。トリムバラストフィル管172はまた、トリムバラストフィル連結管174により互いに連結される。

【0056】

50

バラストポンプ 176 及びウォーターフィルタ 178 を、マニホールド 168 及びトリムバラストフィル連結管 174 間に延びるポンプ管 180 内に設けることができる。

【0057】

図 11 に示すように、主バラストフィル管 170 及びトリムバラストフィル管 172 は、隔壁 38a を通って底梁 136 まで続く。主バラストフィル管 170 は、主バラストスペース 138 に延びて、それを介して水が流れうる開口端 170a が末端となる。同様に、トリムバラストフィル管 172 は、主バラストスペース 138 を介してトリムバラストスペース 140 に延びて、それを介して水が流れうる開口端 172a が末端となる。

【0058】

典型的に、浮体式風車プラットフォームは、海岸において又は海岸付近で製造及び/又は組み立てられて、その後水域 BW 内のある場所まで引かれていくこととなるものであって、浮体式風車プラットフォーム及びそれに取り付けた風車は、ウィンドファーム（図示せず）などで稼働させることになる。あるいは、浮体式風車プラットフォームは、半潜水式バージ（図示せず）などの浮体式バージ上の所望の場所に移動してよい。

10

【0059】

改良した浮体式風車プラットフォーム 10 を水域 BW 内に引くとき、又は、改良した浮体式風車プラットフォーム 10 をバージ上に移動させるとき、主バラストスペース 138 及びトリムバラストスペース 140 は空であってよい。空の主バラストスペース 138 及び空のトリムバラストスペース 140 により、改良した浮体式風車プラットフォーム 10 を最小限の喫水で備え付けられる。これは、改良した浮体式風車プラットフォーム 10 を、港付近などの浅瀬から移動及び浅瀬内を移動させる場合に有利である。

20

【0060】

改良した浮体式風車プラットフォーム 10 が、深さ約 30 フィート（9.1 m）より深い水域 BW 内のある場所に到達すると、水が、水域から海水箱 164 を通って主バラストスペース 138 に取り込まれうる。主バラストスペース 138 が水で満たされるか又はほぼ満たされて、改良した浮体式風車プラットフォーム 10 が、例えば約 30 フィートから約 100 フィート（約 9.1 m から約 30.5 m）の範囲であるその稼働喫水（operating draft）に達するまでは、主バラストスペース 138 に水が取り込まれる。

【0061】

海水箱バルブ 165 は、開閉位置間で動かすことができ、外殻 12 及び 70 上又は外殻 12 及び 70 内に配置される制御手段によって機械的に又は電氣的に制御することができ、キーストーン 24 及び 76 内に含まれる。ポンプ室 102 内のバラストポンプ 176 ならびに管 166、168 及び 170 を介して、主バラストスペース 138 から水を排出する、又は主バラストスペース 138 に水を満たすことができる。

30

【0062】

上記したように、改良した浮体式風車プラットフォーム 10 を水域 BW 内に引くとき、又は、改良した浮体式風車プラットフォーム 10 をバージ上に移動させるとき、トリムバラストスペース 140 もまた空であってよい。

【0063】

しかしながら、改良した浮体式風車プラットフォーム 10 を引いているとき、改良した浮体式風車プラットフォーム 10 が略垂直の向きに達するように、そのつり合い（trim）の補助に移行する前に又は移行しながら、トリムバラストスペース 140 を水で満たしても、又は部分的に水で満たしてもよい。

40

【0064】

改良した浮体式風車プラットフォーム 10 がその稼働喫水、例えば約 30 フィートから約 100 フィート（約 9.1 m から約 30.5 m）の範囲に達すると、トリムバラストスペース 140 は、ポンプ室 102 内のバラストポンプ 176 ならびに管 166、168、172 及び 174 を介してその容量の約 1/3 まで満たされうる。水を、トリムバラストスペース 140 のうちのいずれか 1 つから、トリムバラストスペース 140 のうちの別の 1 つに押し出すこともできる。トリムバラストスペース 140 は約 1/3 でいっぱいであ

50

るため、トリムバラストスペース140のうちの2つを空にさせて、3つ目のトリムバラストスペース140を満たすことができる。例えば、改良した浮体式風車プラットフォーム10がその他の理由により損傷するか又はつり合いを保てなくなった場合に、この工程を風車16の稼働中に用いて、改良した浮体式風車プラットフォーム10のつり合いを取ることができる。

【0065】

図13を参照すると、第3の実施形態の浮体式風車プラットフォームの外殻を符号200で示している。図示した外殻200は、キーストーン206から径方向外側に延びる、浮力をもつ4つの底梁204を備える基部202を含む。底梁204は、複数の外殻断片208とコラム基部断片210とから形成できる。底梁204は、図13に図示するような4つの外殻断片208や、4つより少ない外殻断片208又は4つより多い外殻断片208などのいずれの所望の数の外殻断片208より形成してよい。所望される場合、キーストーン206もまた、いずれの所望の数の断片(図示せず)で形成してよい。浮力をもつ4つの底梁204を図13に示しているが、外殻200は、3つの浮力をもつ底梁204又は4つより多い浮力をもつ底梁204を備えてよいということが分かるであろう。

10

【0066】

キーストーン206は、4つの底梁204を受け入れ、かつそれを装着するように構成されている。キーストーン206は、3つの浮力をもつ底梁204又は4つより多い浮力をもつ底梁204を受け入れ、かつそれを装着するように構成されてよい。

20

【0067】

センターコラム212がキーストーン206に取り付けられており、4つのアウターコラム214が、底梁204の遠位端においてコラム基部断片210に取り付けられている。底梁204のように、センターコラム212及びアウターコラム214が、複数の外殻断片208より形成されてもよい。

【0068】

図示するように、底梁204、センターコラム212及びアウターコラム214は、実質的に円筒形状であり、実質的に円形の断面形状を有する。重要なこととしては、底梁204、センターコラム212及びアウターコラム214は、同一の直径を有することができる、それにより同じ外殻断片208から組み立てることができる。各底梁204、センターコラム212及びアウターコラム214に共通の外殻断片208を用いることにより、製造コストが軽減され、製造効率が増す。しかしながら、底梁204、センターコラム212及びアウターコラム214は異なる直径を有してもよいことが分かるであろう。

30

【0069】

底梁204のように、センターコラム212及びアウターコラム214も、図13に図示するような4つの外殻断片208や、4つより少ない外殻断片208又は4つより多い外殻断片208などのいずれの所望の数の外殻断片208より形成してよい。

【0070】

キーストーン206ならびに取り付けられた底梁204の内部構造及び機能、すなわち主バラストスペース、トリムバラストスペース、管、バルブ及びポンプは、図6から12に開示した外殻を参照しながら上記で説明したものと実質的に同一であってよく、さらなる説明はしないものとする。

40

【0071】

上記したように、改良した浮体式風車プラットフォーム10は、約30フィートから約100フィート(約9.1mから約30.5m)の範囲の稼働喫水とすることができる。同様に、外殻200を有する浮体式風車プラットフォームもまた、約30フィートから約100フィート(約9.1mから約30.5m)の範囲の稼働喫水であることができる。

【0072】

本発明の動作の原理及び形態について、その好ましい実施形態において説明及び図示してきた。しかしながら、本発明は、その範囲又は趣旨から逸脱しなければ、具体的に説明及び図示されているものとは別の形で実施してよいことを理解されたい。

50

【 図 1 】

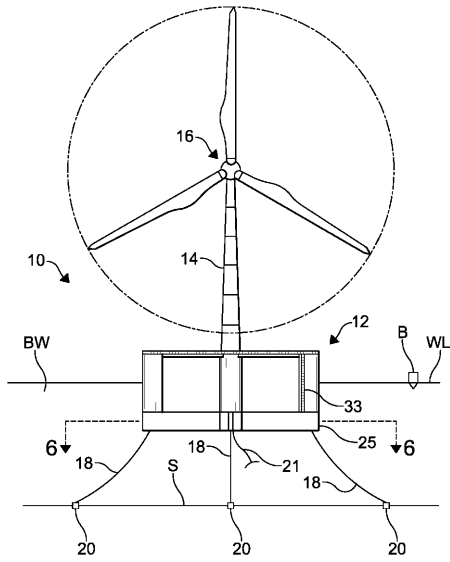


図 1

【 図 1 A 】

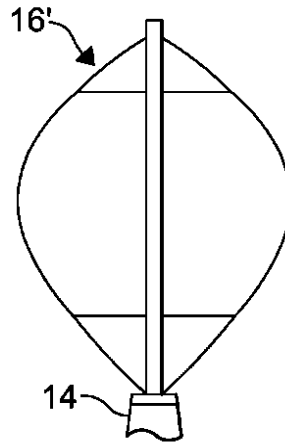


図 1 A

【 図 2 】

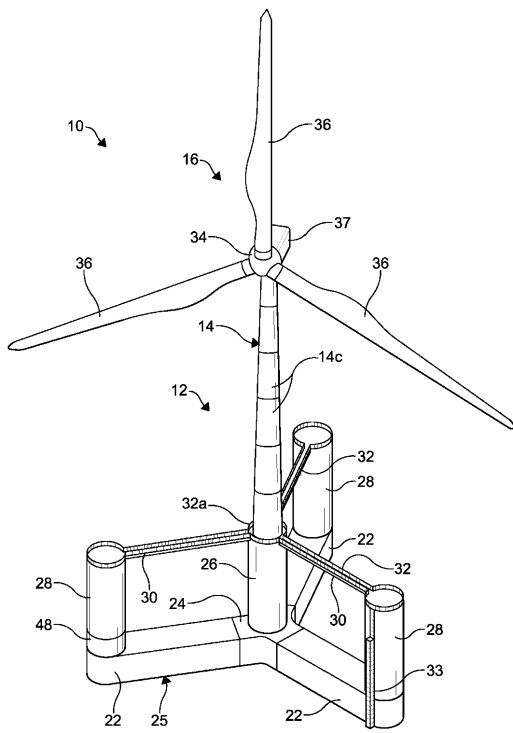


図 2

【 図 3 】

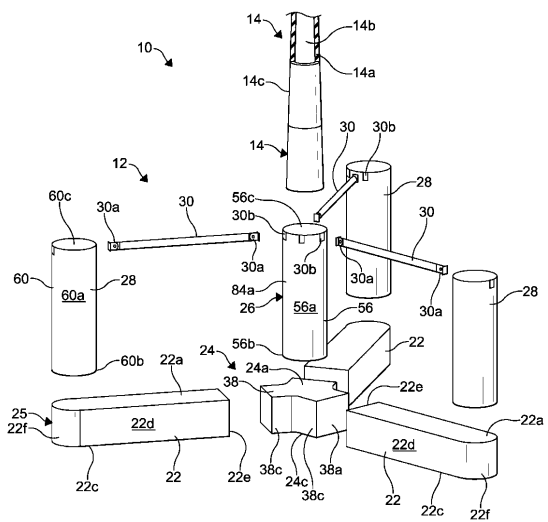
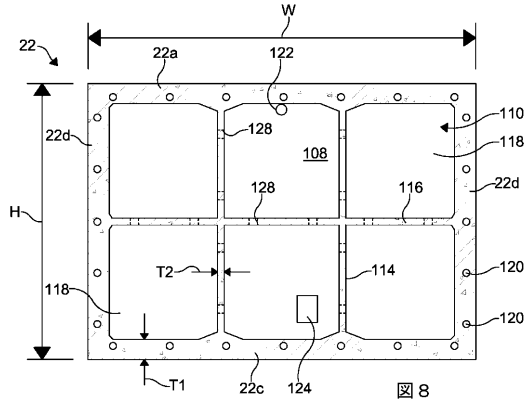


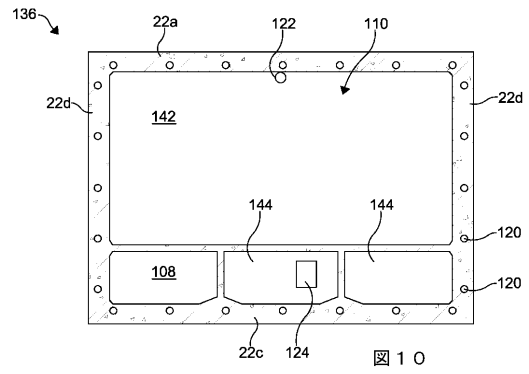
図 3



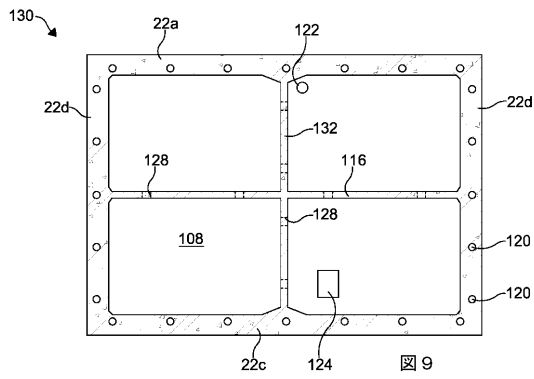
【 図 8 】



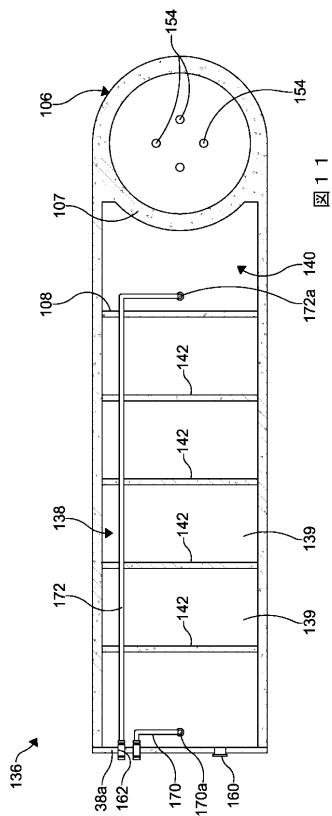
【 図 10 】



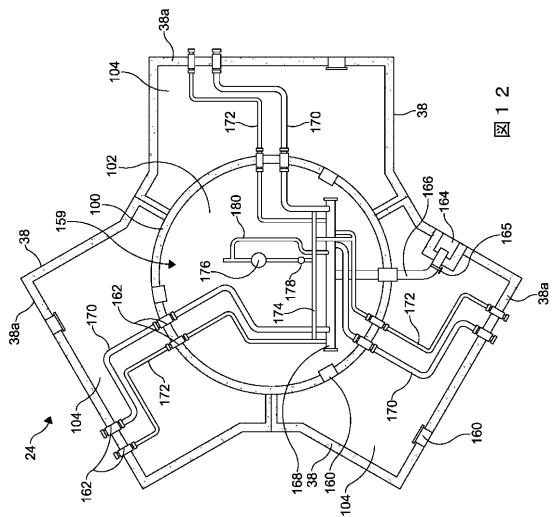
【 図 9 】



【 図 11 】



【 図 12 】



【 13 】

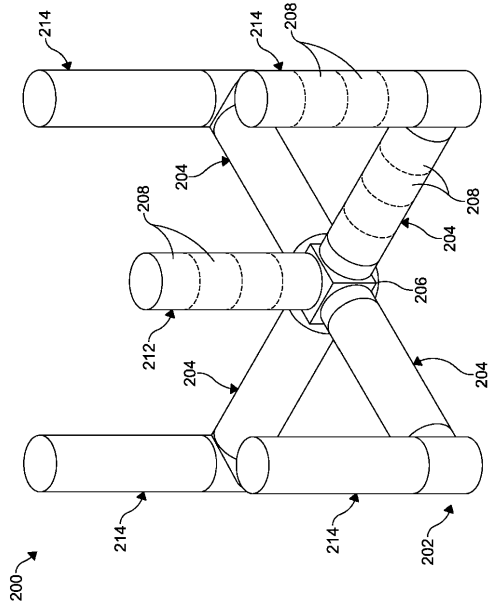


图 13

---

フロントページの続き

(72)発明者 ドワイヤー, マーク

アメリカ合衆国 メイン州 04401 バンガー、メインアベニュー 107

審査官 結城 健太郎

(56)参考文献 国際公開第2015/048147(WO, A1)

国際公開第2014/031009(WO, A1)

特表2006-513344(JP, A)

特開2014-218186(JP, A)

特表2006-507987(JP, A)

国際公開第2013/084546(WO, A1)

KOSOWATZ, John, "HEADING FOR DEEPER WATERS", Mechanical Engineering Magazine, 米国, ASME, 2015年 5月 1日, Vol.137, No.5, pp.34-39, DOI:10.1115/1.2015-May-1, ISSN 1943-5649(online),0025-6501(print)

“福島復興 浮体式洋上ウインドファーム 実証研究事業 - 第1期実証研究事業 - ”, 日本, 福島洋上風力コンソーシアム, 2014年 3月 4日

YOSHIMOTO, Haruki, AWASHIMA, Yuji, KITAKOJI, Yuka and SUZUKI, Hideyuki, "Development of floating offshore substation and wind turbine for Fukushima FORWARD", Proceedings of the International Symposium on Marine and Offshore Renewable Energy, 日本, 2013年10月

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B63B 35/00, 35/34, 35/38, 35/44,

F03D 13/25