

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7515915号  
(P7515915)

(45)発行日 令和6年7月16日(2024.7.16)

(24)登録日 令和6年7月5日(2024.7.5)

(51)国際特許分類	F I
B 6 3 B 35/00 (2020.01)	B 6 3 B 35/00 T
B 6 3 B 35/44 (2006.01)	B 6 3 B 35/44 L

請求項の数 23 (全34頁)

(21)出願番号	特願2022-553221(P2022-553221)	(73)特許権者	522185667
(86)(22)出願日	令和1年11月12日(2019.11.12)		ベリディ マリタイム ソシエダッド リ
(65)公表番号	特表2023-509095(P2023-509095		ミターダ
	A)		スペイン 2 8 0 4 9 マドリッド カジェ
(43)公表日	令和5年3月6日(2023.3.6)		モナステリオ デ ラス パトゥエカス 2
(86)国際出願番号	PCT/ES2019/070776	(74)代理人	100094569
(87)国際公開番号	WO2021/094630		弁理士 田中 伸一郎
(87)国際公開日	令和3年5月20日(2021.5.20)	(74)代理人	100103610
審査請求日	令和4年10月31日(2022.10.31)		弁理士 吉 田 和彦
		(74)代理人	100109070
			弁理士 須田 洋之
		(74)代理人	100098475
			弁理士 倉澤 伊知郎
		(74)代理人	100130937

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 海洋設備を支持するための構造体及びその実施方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

風力タービンのタワー(1)の脚部を嵌め込むためのハウジング(7)を備える前記タワー(1)を支持するための構造体(2)であって、主軸( )は、プラットフォーム(2)上に定義され、前記ハウジング(7)に嵌め込まれた場合に前記タワー(1)の主軸と一致しており、

前記構造体(2)は、前記主軸( )の方向に沿って一定の断面を有する本体を備え、  
- 前記タワー(1)の前記脚部を嵌め込むための前記ハウジング(7)を規定する内壁(8)と、

- 前記本体の外周を規定する外壁(9)と、  
- 前記内壁(8)と外壁(9)の間に配置された中間壁(10)と、  
が構成されており、

前記内壁(8)及び前記中間壁(10)は、平面が前記主軸( )を通る前記内壁(8)に垂直な内部放射状リブ(11)によって接合されており、それにより、前記中間壁(10)において、第1の接合ノード(12)が前記中間壁(10)と前記内部放射状リブ(11)との間に規定されるようになっており、

前記中間壁(10)及び前記外壁(9)は、前記主軸( )に垂直な平面による断面が網状構造(13)である網状リブ(14及び15)によって接合されており、第1の網状リブ(14)が、前記第1の接合ノード(12)から前記外壁(9)に対して垂直に延び、第2の網状リブ(15)が、前記第1の接合ノード(12)から前記外壁(9)に対し

て前記第 1 の網状リブ ( 1 4 ) と斜めに延び、第 2 の接合ノード ( 1 6 ) が、前記外壁 ( 9 ) 及び前記第 2 の網状リブ ( 1 5 ) の対が収束する場所で前記外壁 ( 9 ) 上に規定されるようになっており、

前記内壁 ( 8 )、前記外壁 ( 9 ) 及び前記中間壁 ( 1 0 )、並びに前記内部放射状リブ ( 1 1 )、前記第 1 の網状リブ ( 1 4 ) 及び前記第 2 の網状リブ ( 1 5 ) は、コンクリートで作られており、

前記ハウジングは、前記タワーの前記脚部と前記ハウジングとの間にグラウト材を挿入することにより、前記タワーの前記脚部を嵌め込むためのハウジングである、構造体。

【請求項 2】

n 個の同一の本体 ( 3 ) を備え、前記本体の各々は、  
 - 内部放射状リブ及び第 1 の網状リブで構成されている少なくとも 2 つの接合壁 ( 1 9 ) であって、前記接合壁 ( 1 9 ) は、隣接する前記本体 ( 3 ) の接合壁 ( 1 9 ) に取り付けられることが意図されており、前記 2 つの接合壁 ( 1 9 ) は、角度  $= 360 / n$  を形成する、接合壁 ( 1 9 ) と、  
 - 前記内壁 ( 8 ) の n 番目の小部分を構成する中央壁 ( 8 b i s ) と、  
 - 外壁 ( 9 b i s ) と、  
 - 隣接する本体 ( 3 ) の間の接合手段、好ましくはボルト及びグラウト材と、  
 によって境界が定められている、請求項 1 に記載の構造体。

10

【請求項 3】

前記網状構造は、直立のウォーレン型である、請求項 1 又は 2 に記載の構造体。

20

【請求項 4】

前記第 2 の網状リブ ( 1 5 ) の対の間の角度は  $60^\circ$  であり、それにより、前記第 1 の網状リブ ( 1 4 ) によって分割された正三角形 ( 1 3、20 ) のメッシュが構成される、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の構造体。

【請求項 5】

前記第 2 の接合ノード ( 1 6 ) の各対の間の距離 ( A ) は、6 から 14 m の間で成り、前記構造体 ( 2 ) の辺は、前記距離 ( A ) の 1 から 10 倍である、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の構造体。

【請求項 6】

- 少なくとも 1 つの内壁セクション、2 つの放射状リブ ( 1 1 )、及び 1 つの中間壁セクション ( 1 0 ) によって形成される、内部セル ( 1 7 )、及び  
 - 内部ではない他のすべてのセルである、周辺セル ( 1 8 )、  
 が構成される、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の構造体。

30

【請求項 7】

前記周辺セルの 1 つ以上 は、基部のデッキより高くなることができ、タワー ( 5 5 ) を形成する、請求項 6 に記載の構造体。

【請求項 8】

前記内部セル ( 1 7 ) のセットは、その間の水輸送システムを備え、係留及び再浮上の両方のためにレベルを調節することを可能にする、空にする又は満たすための装置を含む、請求項 6 又は 7 に記載の構造体。

40

【請求項 9】

前記本体の各々は、前記主軸 ( ) に垂直な下部プレート ( 4 ) によって下部が閉鎖されており、前記構造体 ( 2 ) は、前記タワー ( 1 ) の前記脚部のための開口部 ( 5 0 ) を備える上部プレート ( 6 ) を有し、前記上部プレートは、前記本体 ( 3 ) の少なくとも 1 つをカバーする、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の構造体。

【請求項 10】

前記内部セル ( 1 7 ) の 1 つ以上 は、上部開口部 ( 5 1 ) 及び下部開口部 ( 5 2 ) を備え、それにより、前記上部開口部 ( 5 1 ) 及び前記下部開口部 ( 5 2 ) は、前記内部セル ( 1 7 ) への空気の流入及びそこからの空気の流出を制限する手段によって、海面に対する前記内部セル ( 1 7 ) のレベルを変位させることを可能にする空気圧減衰システムを形

50

成する、請求項 6 から 8、及び請求項 6 に従属する請求項 9 のいずれかに記載の構造体。

【請求項 1 1】

前記ハウジング（7）は、円筒形である、請求項 1 から 1 0 のいずれかに記載の構造体。

【請求項 1 2】

前記下部プレート（4）は、前記外壁（9）のそれぞれから横方向に突出し、それにより、減衰タブ（53）が構成される、請求項 9、並びに請求項 9 に従属する請求項 1 0 及び 1 1 のいずれかに記載の構造体。

【請求項 1 3】

前記下部プレート（4）及び前記上部プレート（6）は、セメントで作られている、請求項 9、並びに請求項 9 に従属する請求項 1 0 から 1 2 のいずれかに記載の構造体。

10

【請求項 1 4】

前記接合壁（19）間の空間は、グラウト材（低吸縮性流動モルタル）で満たされている、請求項 2、及び請求項 2 に従属する請求項 3 から 1 3 のいずれかに記載の構造体。

【請求項 1 5】

前記プラットフォームは、円形のレイアウトであり、外周の三角形を有し、外側及び内側は円弧形状である、請求項 1 から 1 4 のいずれかに記載の構造体。

【請求項 1 6】

3 つの追加の小さな円形セルが、中央円形セルに対して及びその間で、均等に分散配置され、かつ均一の間隔で配置されて、上部構造の他の支持体を収容できるようになっている、請求項 1 から 1 4 のいずれかに記載の構造体。

20

【請求項 1 7】

浮きドックによって請求項 6 又は 7 に記載の構造体を建造するための方法であって、  
 - プラットフォームを建造するための寸法の浮きドックを建造するステップと、  
 - 下部プレートの補強材を配置して前記浮きドックの基部にコンクリートを打設するステップと、  
 - 垂直な面を建造するためのスライド式型枠を配置するステップと、  
 - 前記構造体が浮力を持ち、ケーソンプラントの外側でコンクリートを打設し続けるのに安全な乾舷を得るまで、前記垂直な面にコンクリート打設するステップと、  
 - 前記ケーソンが切り離され栈橋に係留され、浮遊した状態でコンクリート打設を継続するまで、前記ケーソンプラントのバラスト安定化を行うステップと、  
 - 前記構造体の支柱全体がコンクリート打設されると、前記スライド式型枠を取り外し、プレートを配置し、上部プレートをコンクリート打設するステップと、  
 を含む方法。

30

【請求項 1 8】

請求項 2、6 及び 7 に記載の構造体を浮きドックにより建造する方法であって、  
 - 前記浮きドック上にケーソンを建造するステップと、  
 - その後の組み立てのために前記構造体を準備するステップと、  
 - ピンを挿入するために作られる、可能性のある穿孔の位置を示すための凹部を作成するステップと、  
 - 前記ケーソンを共に近づけるために使用するケーブルをシースに挿入するステップと、  
 - 防水接合部（23）を配置するステップと、  
 - 下部プレートの際間にゲート（26）を配置するステップと、  
 - 3 つのピースで構成されている構造体を組み立てるステップと、  
 を含み、

40

前記構造体を組み立てるステップは、

- 接合前に前記ケーソンを水平化（水平に保つため）するステップと、  
 - タグポートで接合位置まで接近させるステップと、  
 - 最終的に接近し、端部のシースにあらかじめ挿入されたケーブルによって接続するステップと、  
 - ケーソン間に位置するチャンバに規則化グラウト材（27）を注入するステップと、

50

- 配置されたカットアウト（２２）に穴を開け、開けた穴にピン（２８）を挿入するステップと、
  - 円形の下部プレート（２９）をコンクリートで固めるステップと、
  - セルへの充填及び排出のための内部配管（３０）を取り付けるステップと、
  - 前記ケーソンの上部にプレプレート（３１）を配置し、空気排出パイプ（３２）及びバラスト水（３３）の通過のためのリザーブを配置するステップと、
  - 係留索のためのアンカー（３４）を設置するステップと、
  - 前記上部プレート（３５）をコンクリート打設するステップと、
- を含む方法。

【請求項 １９】

請求項 １ から １６ のいずれかに記載の構造体上での風力タービン軸を組み立てる方法であって、

- 形成されている中央の隙間に上部構造（風力発電タワー）（３６）を挿入するステップと、
  - 両者の間に残る空間（３７）にグラウトを注入するステップと、
- を含む方法。

【請求項 ２０】

請求項 １ から １６ のいずれかに記載の構造体を試運転するための方法であって、

- ３隻のタグボートによって前記プラットフォームを曳航及び位置決めするステップと、
  - 組み込まれたポンプによって水でバラスト安定化させるステップと、
  - 中央セルを、内部の水位が海水面と等しくなるまで満たすステップと、
  - 随意的なステップであって、
    - 下部ゲートを開放して前記中央セルと海とをつなぐステップと、
    - 波浪に応じた空気減衰を実現するために必要な上部空気排出口を調整するステップと、
- を含むステップと、
- 基部の頂点（４４）に位置するセルを、パイプ（４１）によって行われる可変バラストシステムの操作のためにわずかに満たすステップと、
  - あらかじめ設置された係留索を接続するステップと、
  - 電氣的に接続するステップと、
- を含む方法。

【請求項 ２１】

請求項 １ から １６ のいずれかに記載の構造体を取り外すための方法であって、

- ３隻のタグボートによって前記プラットフォームを固定するステップと、
  - 電氣的に切断し及びその後の使用のために固定するステップと、
  - 係留索を切り離し及びその後の使用のために固定するステップと、
  - 下部プレートの隙間を閉鎖するステップと、
  - 設置されたポンプによって、又は圧縮空気の注入によって、バラスト水をセルから排出して、前記構造体を再浮上させるステップと、
  - 前記構造体を港に曳航するステップと、
- を含む方法。

【請求項 ２２】

乾ドック上又は固定プラットフォーム上で実施される、プレハブ要素を用いるか又はスライド型枠を用いる、請求項 １ 又は ２ に記載の構造体を建造する方法であって、この場合は浮きドック上ではなく地面上で実施される方法からなり、

- 下部プレートの補強材を配置して前記地面にコンクリートを打設するステップと、
- 垂直な面を建造するためのスライド式型枠を配置するステップと、
- 前記構造体が浮力を持ち、ケーソンプラントの外側でコンクリートを打設し続けるのに安全な乾舷を得るまで、前記垂直な面にコンクリート打設するステップと、
- 前記ケーソンが切り離され栈橋に係留され、浮遊した状態でコンクリート打設を継続するまで、前記ケーソンプラントのバラスト安定化を行うステップと、

10

20

30

40

50

- 前記構造体の支柱全体がコンクリート打設されると、前記スライド式型枠を取り外し、プレートを配置し、上部プレートをコンクリート打設するステップと、を含む方法。

【請求項 23】

乾ドック上又は固定プラットフォーム上で実施される、プレハブ要素を用いるか又はスライド型枠を用いる、請求項 1 又は 2 に記載の構造体を建造する方法であって、この場合は浮きドック上ではなく地面上で実施される方法からなり、

- 前記地面上にケーソンを建造するステップと、  
- その後の組み立てのために前記構造体を準備するステップと、  
- ピンを挿入するために作られる、可能性のある穿孔の位置を示すための凹部を作成するステップと、

10

- 前記ケーソンを共に近づけるために使用するケーブルをシースに挿入するステップと、  
- 防水接合部(23)を配置するステップと、  
- 下部プレートの間隙にゲート(26)を配置するステップと、  
- 3つのピースで構成されている構造体を組み立てるステップと、  
を含む、

前記構造体を組み立てるステップは、

- 接合前に前記ケーソンを水平化(水平に保つため)するステップと、  
- タグポートで接合位置まで接近させるステップと、  
- 最終的に接近し、端部のシースにあらかじめ挿入されたケーブルによって接続するステップと、  
- ケーソン間に位置するチャンバに規則化グラウト材(27)を注入するステップと、  
- 配置されたカットアウト(22)に穴を開け、開けた穴にピン(28)を挿入するステップと、

20

- 円形の下部プレート(29)をコンクリートで固めるステップと、  
- セルへの充填及び排出のための内部配管(30)を取り付けるステップと、  
- 前記ケーソンの上部にプレートを(31)を配置し、空気排出パイプ(32)及びバラスト水(33)の通過のためのリザーブを配置するステップと、  
- 係留索のためのアンカー(34)を設置するステップと、  
- 前記上部プレート(35)をコンクリート打設するステップと、  
を含む方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、海洋構造体の分野、海洋環境における建物及び設備の建造及び実施に属する。より具体的には、本発明は、海洋構造体を建造、組立、試運転、及び解体するための浮遊式構造体及びその方法に関する。

本明細書では、基部の寸法、タワーの寸法(又はその有無)及び形状(三角形、長方形、六角形、多角形、円形又はローブ状)に関して本発明の範囲の限定を意味することなく、上記のタイプの海上コンクリート構造体に関する方法について言及する。さらに、半潜水型、スパー型、TLP型の浮体式プラットフォームに適用可能であり、浮力で移動するにもかかわらず、最終位置が海底にあるプラットフォームにも適用可能である。

40

【背景技術】

【0002】

近年、海洋環境に実装される海洋構造体は、特に北欧から世界中に普及し始めた洋上風力発電の大ブームにより、大きな成長を遂げている。

この成長過程の頂点は、洋上風力エネルギーのコストが他の手段で発電されたものよりも低くなった場合に生じることになり、この目標は手の届くところにある。

【0003】

基本的に、大型風力タービンの製造業者は、10MW、12MW、15MWといった高

50

出力モデルを開発しており、寸法及びそれを支える海洋構造体への作用が著しく増大している。

しかしながら、この出力向上はまさにエネルギーコスト削減のキーポイントであり、基本コスト及び設置コストの影響を、導入された MW あたり大幅に低減する。

#### 【 0 0 0 4 】

そのため、現時点では、工業化されたプロセスに従ってプラットフォームを開発し、様々な場所で、できれば現地的手段を使って、必要な時間内に集中的に建造し、試運転に関わる物流コストを削減するという重要な技術的課題がある。

これは、サポートする新しい風力タービンの大幅な増加に伴い発生した、次のような様々な問題を解消することを意味する。

1. 直径 50 m 程度の面積を占め、最終的に何らかの補助手段で浮遊させる必要がある大型プラットフォームを、再現性よく建造できるシステムが必要である。現在、この課題を遂行するための既製的手段は基本的に存在しない。その理由は、これらの設備はすべて、船幅 (40 m を超えることはほとんどない) よりも明らかに大きな長さを持つ船舶の製造のために準備されており、しかも数が少なく高価だからである。さらに、風力発電のために大量生産が必要な場合、希少で高価な手段であることが大きなボトルネックとなる。

2. 新たな大きな応力に対応するために、建造される構造体には、高い構造強度、疲労強度、耐衝撃性、低メンテナンス性、高耐久性が要求される。従って、接合部が故障の原因となりやすいプレハブ構造では保証しにくい、高度なコンパクト性及び一体性が要求される。

3. 海洋構造体は、これを受ける新しい大きな作用に対して十分かつ効果的な応答を示す必要があるが、さらに、簡単に解体できる必要がある。

この構造体は、使用段階において、小さなタービン加速度で、静止傾斜角を最小化する大きな復元モーメントを発生させる必要がある。また、これは、追加の固体バラストを必要としない本質的に重い構造体を必要とし、これは必要なときに港に移動させることができる。

この高重量を低コストで実現する最も適切な方法は、スペインで広く開発され使用されている、コスト及び効率に優れたポートケソン工法に従って補強されたコンクリートを使用することである。大きな問題は、その大きさに起因して何らかの既存の浮きドックで実施することができないことである。

4. 海上構造体は、港湾ですべて建造及び組み立てて、タグボートで使用位置まで輸送する必要がある。これは、新しい大型風力タービンの洋上設備に必要な高価で希少な補助手段を必要としないため、大幅なコスト削減を示す。この建造方法は、既存の港湾の大半で実施でき、結果として生産を分散させて設置場所に近づけることができるように、低い喫水で実施できる必要がある。

#### 【 0 0 0 5 】

現在、風力タービンを支える浮遊式構造体の設計及び製造は、石油及びガス産業で開発された技術がベースになっている。このように、上記のように、プラットフォームは主に 3 つのタイプに分けられる。すなわち、半潜水型、スパー型、及び T L P 型である。この 3 つのタイプは、外的作用 (風、波、潮流) に対して構造体を安定させるための 3 つのシステムに対応する。

- 浮力の安定化
- 重心を下げるためのバラストによる安定化
- 係留索による安定化

#### 【 0 0 0 6 】

浮遊式コンクリート本体を備えるプラットフォームの多くは、基本的に風力タービンの軸と一致するコアから放射状の内壁をもつ円柱形である。そのサイズが大きいため、通常はプレハブ要素で、主に乾ドックで建造される。このような設備は、建造に相当の追加コストがかかることに加え、提案する解決策にはない 2 つの重要な欠点がある。

#### 【 0 0 0 7 】

10

20

30

40

50

プレハブ部品の接合部が一体型ではないので、例外的な条件下では破損しやすい。

水漏れが発生した場合、基部の非常に重要な部分が浸水して基部を危険にさらす可能性がある。

その建造システムに起因して、提案された構造体は完全に一体型であり、非常に重要な事故の場合、外部セル(18)を構成する二重船体のおかげで、周囲の小さなセルだけが浸水することになる(図2a及び図2b)。

【0008】

米国特許第9120542号には、風力タービンが一方の側面に偏心して配置された環状浮遊体が記載されている。この解決策は技術的には非常に有効であるが、実現する場合には構造的に大きな困難が伴う。

環状であるため、その一方の側面に配置される風力タービンが、横アーム上の構造を大きく曲げ、コンクリート製であれば、その上面に亀裂が入り、劣化して耐用年数が短くなるであろう。これを避けるためには、相当量の鋼材(最大400kg/m<sup>3</sup>)が必要なことに加え、ポストテンション方式ケーブルを配置して、構造体をその上部で圧縮する必要がある。

【0009】

他方で、タワーはコンクリート構造体の上面にボルトで固定されており、風による全ての曲げモーメントを局所的に伝達するための大きなアンカーが必要である。

このようなことから、コンクリート構造体は、補強材が多く、工期が長く、応力集中による疲労の問題もあり、高コストになる。

【0010】

これに対して、上述のように、提案された解決策では、曲げ力はほとんどなく、応力集中なしで荷重を分散させることができる。図2a及び2bは、面を分散配置した本発明が、タワーの力を、まず半径方向の面を通して、次に、常に周囲に達する3つの小さな面を通して、均質に伝達する様子を示す。

リングの内側のプールは、そこに含まれる水の塊も、その下の水の塊も、ほとんど捕捉しないという問題がある。他方で、提案された発明の大きな利点は、その両方を捕捉することであり、従って、すべての振動周期を顕著に延ばし、加速度を低減することができる。

【0011】

国際公開第2009/131826号には、3つのタワーで構成される金属製の浮遊体が記載されており、ヒープ(heave)ブラケットが結合アームに結合されており、その中を能動的バラストが循環して安定化させる。これは確かに、今日最も多くテストされ、良い結果を出している解決策である。しかしながら、提案された解決策には大きな改善点がある。すなわち、

- その建造に必要な鋼鉄のコストは、提案にある完成品のコンクリートのコストの2倍以上である。

- 特にタワー及び結合アームなどの構成要素の疲労が、これが無い提案にある小型のコンクリート部品に比べて非常に高い。

- バラストの移動中はエネルギー発生を抑える必要があるが、提案では常に最大限のエネルギーが得られる。

- 捕捉された水はヒープブラケットの下に運ばれるが、提案ではベースの全表面及び中央のセルにある。

- この構造体では、水面下の金属要素及び機器のメンテナンスが必要であるが、本発明では全てがデッキ上にあるので不要である。

【0012】

国際公開第2014/031009号及び国際公開第2014/177729号は、少なくともその構成の一部において、同じく中空であり、水が一方から他方へ通過するアームによって互いに結合された中空コンクリート体から構成されている。これらの解決策は、従来特許と同様に、初期喫水が低いため、風力タービンを完全に設置した状態で曳航することが可能であり、バラストは水のみであるため、設置システムもシンプルである。ま

10

20

30

40

50

た、安定化トルクが最大生産時の転倒トルクよりも低いため（提案の半分以上）、バラストのいずれかの本体から他へ本体への移動のための能動的システムを使用する必要があり、通常の発電量の損失を伴う。

【 0 0 1 3 】

しかしながら、両方の解決策の最大の問題は、コンクリートで実施する場合の工法である。どちらも異なる中空体を実装する必要があり、一度に実装するのは不可能である。要素（タワー及びポンツーン）をポストテンション複合材で接合し、応力の集中する部分にだけ接合部を設ける解決策が提案されている。その結果、多くのメンテナンスが必要となり、多くの疲労が発生する構造となってしまう。

提案された解決策は、コンクリートでこの問題を解決し、突出した要素のない小型の要素を建造し、比類のない強度及び耐久性を備えている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 文献 】 米国特許第 9 1 2 0 5 4 2 号

【 文献 】 国際公開第 2 0 0 9 / 1 3 1 8 2 6 号

【 文献 】 国際公開第 2 0 1 4 / 0 3 1 0 0 9 号

【 文献 】 国際公開第 2 0 1 4 / 1 7 7 7 2 9 号

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 1 5 】

本発明の目的は、高性能な浮遊式プラットフォームであり、大幅なコスト削減、既存のプラットフォームに対する実行時間の大幅な短縮、及び最大限の安全性を伴う、革新的で効率的な建造、組立、試運転システムを説明することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 6 】

本明細書で使用する用語について、用語：プラットフォーム、構造体、基部、並びに用語：壁、面（f a c i n g）、エンクロージャ、リップの間の等価性を明らかにすることが重要である。

本発明は、従来技術の欠点を解決するために、請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載の構造体及び請求項 1 7 から 2 2 のいずれかに記載の方法を提案する。

30

【 0 0 1 7 】

提案された構造体は、浮力安定化を備えた「半潜水型」に属するが、スパーとしての使用することもできる。後者の選択肢は、その設置のために固体バラストを必要とし、完全に実行可能であるが、その取り外しは、水のみでバラスト安定化させる半潜水型構造体よりも複雑であり、即時的ではないであろう。T L Pとして使用することも可能であるが、好ましい構成ではない。

【 0 0 1 8 】

このために、本発明はコンクリート構造体で構成されており、その建造はスペインで広く使われているドック又は棧橋の建造のための港湾ケーソン技術に基づく。この構造体は、浮きドック（通常「ケーソンプラント」と呼ばれる）上で製造され、その運用場所まで浮力で輸送される重力式構造体である。これは、補強されたコンクリート製の大型構造体で、通常は平行六面体であり、その内部はセルを形成する一連の垂直な面で構成されており、重量が軽減されて浮力のある組立体が提供される。その建造は、連続的かつ非常に効率的な生産を可能にするスライド式型枠技術によって、非常に汎用性が高く、建造中に直接浮遊することができる。

40

【 0 0 1 9 】

提案された構造体は、ケーソンプラントで建造される場合、最大の性能と最小のコストが得られるように設計されている（しかし、そのような有利な特性なしで、乾ドック又は棧橋上の固定プラットフォームで建造することもできる）。

50



これは以下の特徴を有する。

【 0 0 2 0 】

1. 最適な構造システム

a. 可能性のある不測の事態に対する大きな堅牢性及び耐性

ケーソンプラントに配置されたスライド式型枠の方法を適用する利点の1つは、建造で実現される一体性である。型枠の中に小さな層で配置でき、さらに圧縮してコンクリートの接合部をなくし、完璧な条件で前の層と接合することができる利点を利用される。

【 0 0 2 1 】

さらに、このタイプの構造体では、荷重を分散させるために多くの面をもつ非常に剛性の高い構造体を作ることができる。

このため、耐候性、耐衝撃性に優れ、万が一水漏れが起きても、小さなセルが浸水するだけで、組立体の安定性にほとんど影響を及ぼさない構造体を実現できる。

【 0 0 2 2 】

対照的に、現在市場で設計されているコンクリート製の浮遊式プラットフォームでは、ケーソンプラントの性能にある程度近いものを実現するために、プレハブ式の部材が使用されており、その接合部は破損しやすく、そのような場合に浸水すると構造体の完全性が著しく損なわれるであろう。

【 0 0 2 3 】

b. 応力最小化

この浮遊式構造体は、港湾ケーソンに関する膨大な知見に基づき、その特性を最大限に生かすように設計されている。

大きな力がかかり、風力タービンから伝わる大きなモーメントを補う必要があるにもかかわらず、構造体全体のコンクリートはほとんど曲がることがない。構造体にかかる主な応力は圧縮である。これは、まさにその幾何学的形状及び構成によって実現される。

- 風力発電タワーは、全てのねじれがその領域に集中するボルト用いてプレートを介してプラットフォームに接合されるのではなく、単純な接合部でプラットフォームの上部及び下部で圧縮に変換されるため、応力は一点に集中することなく、地中にある杭と同じような方法で埋め込み全体に分散される。

【 0 0 2 4 】

そのため、風力タービントワーは、構造体によって空いた中央の穴に単純に挿入され、その全高を下部プレートで支えられるまで入れて、両者の間の隙間をグラウトで満たすだけである。このように、ケーソンは最適な地形で杭のように機能するため、打ち込み深さはほとんど必要なく、ケーソンの利用できる高さは、安定性を保証するために十二分である。

【 0 0 2 5 】

タワーから伝わる圧縮は、中央のコンクリート製の円筒壁で吸収されるのではなく、それを補強する大きな放射状の壁及び非常に厚い上部プレート及び下部プレートによって分配されることになる。

- プラットフォームに使用されるすべてのコンクリートと追加される水バラスト(約36,000トン)がもたらす大きな重量と、7から10mのメタセンター高さは、大きな復元トルクを実現し、環境の最大の作用に耐えることを可能にする。それほど重量のない他の解決策では、より小さな復元トルクを実現するために、メタセンター高を15mまで上げる必要がある。

【 0 0 2 6 】

メタセンター高さが過度に大きくない(10m未満)という事実は、タービンに生じる加速度を低減することに加えて、構造体の重量及び水の推進の力の離間距離が非常に小さく(傾斜角5°で約0.8m)、結果的に構造体にほとんど曲げ力が生じないという点で重要である。

一方、市場にある他の解決策では、その大きなメタセンター高さにより、これらの力がかなり離れているため、大きな曲げ応力が発生し、ポストテンションケーブルで補償する

10

20

30

40

50

か又はより多くの鋼材を使用する必要がある。本発明は、明らかに曲げ応力がより小さい半潜水型プラットフォームである。

#### 【0027】

- 風力タービンをプラットフォームの中心に配置することで、その基部が受ける曲げ力を大幅に低減することができる（上述のタワーの中心がずれているものとは異なり）。

- 係留索が構造体に与える力は、応力が局所的に集中することなく、3つの大きな主たる放射状スクリーン（図28）によって直接吸収及び分散される。図では、係留点は面の上部に配置されているが、用途に応じて、中間の高さ、さらには下部プレートの高さに配置することができ、同一の派生特性を持つことができる。

#### 【0028】

- 構造体の外部スパンは4メートル程度で、壁の厚さは50センチであるため、構造体に発生する曲げは非常に小さい。

その結果、多くの壁が荷重をうまく分散し、組み立てがほとんど必要なく、疲労が作用するような応力集中点がない構造体になる。

#### 【0029】

### c. 優れた耐久性及び容易なメンテナンス

海洋環境におけるコンクリート構造体の最大の危険は、補強材の腐食のリスクを増大させるひび割れである。

また、波や風の周期的な荷重を受けると、疲労が発生し、片持ち梁、突起物、タワーなど、その細さのために露出度が高い要素で問題が大きくなる。

#### 【0030】

本発明では、コンクリートがほとんど圧縮されているため、ひび割れが非常に少ない。従って、ほとんど補強されていないコンクリートでは、応力や集中が少ないため、メンテナンスはほとんどゼロである。

また、その運用位置での構造体は、水によってバラスト安定化される。そのため、港湾に戻るために又は陸上でのメンテナンスのために、簡単に空にすることができる。さらに、係留及び電気接続のための「プラグアンドプレイ」システムが提供され、このプロセスを非常に簡単に実行することができる。

#### 【0031】

### d. 高い実施速度

ケーソンプラント構造体の製造は、高度に検証された技術であり、ロジスティクスも十分に実証されている。20,000tの部品をわずか7日間で製造することができる。

ケーソンプラントドックは必要な場所に輸送され、港湾の日常活動の妨げにならない場所に設置することができる。従って、非常に汎用性が高く、ほとんどすべてのタイプの港湾で使用することができる。

このことは、特に大規模な構造体において、記録的な速さで高品質の実装が可能であることを意味する。

#### 【0032】

### 2. 動きに伴う大量の捕捉

浮遊式構造体は、タービンの加速度を最小にするために、組立体の上昇（heave）及びピッチ/ロールの慣性を増加させるために、移動時に周囲の水の多くを捕捉する必要があることは当業者に知られている。これにより、マストの振動周期が長くなり、マストの先端部の加速度が減少する。

#### 【0033】

既存のプラットフォームの多くは、すでにヒーププレートを備えており、これは、構造体に接するカンチレバーで構成され、その動きで捕捉される水を増加させる。これはかなり有効な解決策であるが、その構造に大きな疲労をもたらす大きな周期的作用を受けるカンチレバーの幅に制限される。

本発明は、できるだけ多くの水を捕捉するように設計されており、その中央領域（52）に穿孔を有する大きな下部プレートからなり（図7）、隙間を通過する流速が組立体の

10

20

30

40

50

動きよりもはるかに遅いので、その下面と上面の両方で水を捕捉するようになっている。

【0034】

一方、この下部プレートは、基部(53)(図7)の周りで約2メートル外側に移動し、他の解決策と同様に、非常に耐性のあるヒーププレートを構成する。しかし、最も重要な点は、それに内接する円の半径の半球に相当する下部プレートの組立体によって閉じ込められた膨大な量の水と、外部につながる中央セルの中の水である。この全体積は、構造体の質量がその排水量の1から2倍(外周の形状による)、つまりプラットフォームの質量が2倍、3倍になったような付加的な質量となる。

他方、ヒーププレートを用いた既存の解決策は、通常3つのタワーで構成されるが、それらを結合する大きな下部プレート又は隙間で外部と接続された内部セルがないため、排水量の0.5から0.8倍の質量しか増加させることができない。

【0035】

### 3. 低い喫水

上部構造(風力タービン)と一緒に提案されたプラットフォームは、初期喫水(10m程度)を有し、これは、実施場所の近くの建造のための棧橋の利用可能性が大幅に高まる。

これにより、陸上で設備作業一式を行い、その垂直位置の場所に牽引することができ、船の安定性が高く、前後に揺れる自然周期が長く、変位に対する抵抗も小さい。

【0036】

この構造体を試運転するプロセスは、海水でセルをバラスト安定化することで簡単に行うことができ、何らかの追加手段又は大容量の特別な補助船又は構造体の外にある浮力要素は必要ない。

試運転のために水でバラスト安定化させるだけなので、10mの喫水を回復させるために充填ポンプを逆回転させれば十分であり、港湾でより大がかりなメンテナンスを行うための切り離しプロセスは十分に可能である。

【0037】

### 4. 大きな復元モーメント

約30,000トンの排水量と約9mの高いメタセンター高さ(代替案によって多少異なる)のプラットフォームの大きな質量により、25,000tmの大きな復元モーメントが提供され、これは、改善のために可変バラストを使って改良する必要なしで10MW風力タービンの静的傾斜角5°を意味する。この復元モーメントはエネルギー生産にとって重要であり、本発明では、通常7,000から14,000tmである他の浮遊式の解決策よりも2から3倍高くなっている。

【0038】

提案された構造体の排水量は、他の既存のプラットフォーム(それらは通常8,000から10,000tである)より少なくとも3倍大きいことに留意されたい。この大幅な重量増は、特に補強されたコンクリート製のケーソンを使用することで、高質量の構造体を低コストで製造することができるためである。鋼材で同様の排水量を実現することはコスト的に不可能であり、コンクリート製の他の既存の解決策は、ひび割れに起因して建造及び耐久性に大きな問題がある。

【0039】

### 5. エネルギー生産の増大

風速11m/s(10MWタービンに最も大きな転倒トルクが作用するとき)でも、プラットフォームの傾斜は5度以下なので、タービンのエネルギー生産は常に全能力が保証される。

復元トルクが2又は3倍小さい他の解決策では、一部のタワーから他のタワーに水が移動するまで、風の力を低減するためにエネルギー生産を減らし、風の力によって生じることになる過度の傾斜を相殺する必要がある。このプロセスは、風が大きく変わるたびに30分ほどかかるため、生産量に影響が出ることになる。故障時又はメンテナンス時には、システムを完全に停止させる必要がある。

【0040】

10

20

30

40

50

また、提案された解決策は、この可変バラストシステムを利用することで、過度の傾斜を避けるだけでなく、素早く最小限の傾斜にすることもできる。これにより、 $11\text{ m/s}$ 未満で吹く風のエネルギーを最大限に利用することが可能となり、その結果、生産されるMWhを大幅に増加させることができる。

このようにして、図29から分かるように、 $170\text{ m}^3$ の水を移送するごとに、生産を最適化するためにこれは7,000tmだけ大きくなる。これは、1つの頂点(44)に配置されたセルでは水柱の高さが約2m増加し(図29)、他の2つの頂点のセルでは1m減少することを意味する。このプロセスは、 $500\text{ m}^3/\text{h}$ のポンプを2台使用して約10分かかる。

端部セル間の水の移送は、ポンプによって作動するパイプ(41)(図23)によって行われ、点検及びメンテナンスのためにデッキに残されている。

【0041】

#### 6. 全機器のアクセス可能なメンテナンス

上述の水移送の場合と同様に、メンテナンスが可能なプラットフォームのすべての設備(係留システムの接続部、電気システム、センサ、パイプ、ポンプ、制御システムなど)は、常に海面上のデッキの高さにある。

水面下のままでメンテナンスが必要な金属製の構造体は存在せず、また、デッキ上には、常に地上にある風力タービントワー又は上部構造のメンテナンスを容易にするための何らかのタイプの機械を支えるのに十分なスペースがある。

【0042】

#### 7. 低コスト

ケーソンプラントは、風力発電所又は港湾施設の建造において、最も近代的かつ効率的で環境に優しい技術である。これ自体は、環境改善を伴うが、可能性のある是正措置を助けることも意味する。

原材料の消費量が少ないため、各本体の特徴にもよるが、50%の節約につながる可能性がある。

実施速度は、時間とコストの節約になるだけでなく、従来の技術に比べ、汚染物質を大幅に削減することができる。

【0043】

提案された構造の少ない補強材とその迅速な実施は、別の類似の金属構造体と比較して50%以上のコスト削減を意味する。

2つの方法で構成される提案された建造システムは、少数のユニットの作成及び大規模な生産の両方で大きな節約につながる。

上記の特性は、上述の従来技術のプラットフォームが示す欠点を解消する。

本発明は、構造体の定義と、建造、組立、試運転のプロセスの2つの部分からなり、これらの態様は、本発明の好ましい実施形態のセクションで説明される。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1a】1つのケーソンからなる本発明による構造体の斜視図である。

【図1b】本発明による構造体の斜視図であり、基部が1つではなく3つのケーソンで構成されている点を除いて、図1aと同じ基本要素を備えている。

【図2a】1つのケーソンで構成されている本発明の平面図を示し、提案された構造体システム及び風力タービンによって伝達される荷重の分布が示されている。

【図2b】3つのケーソンで構成されている本発明の平面図であり、提案された構造体システム及び風力タービンによって伝達される荷重の分布が示されている。

【図3a】1つの六角形ケーソンで構成されている本発明の平面図であり、提案された構造体システム及び風力タービンによって伝達される荷重の分布が示されている。図2aと同じ要素で構成されている。

【図3b】六角形の基部を形成する3つのケーソンで構成されている本発明の平面図であり、提案された構造体システム及び風力タービンによって伝達される荷重の分布が示され

10

20

30

40

50

ている。図 2 b と同じ要素で構成されている。

【図 4 a】本発明の構造体の変形例を示す断面図であり、長さが  $7A$  の 3 つの側面と長さが  $A$  の別の 3 つの側面を有する面取りされた三角形の基部が示されている。

【図 4 b】本発明の構造体の変形例を示す平面図であり、長さが  $7A$  の 3 つの側面と別の 3 つの側面を有する面取りされた三角形の基部が示されている。高剛性の 3 つの放射状に配置された壁の配置が示されており、これは 3 つのケーソンで構成されている場合、二重接合壁 5 4 である。

【図 5】本発明の構造体の変形例を示す平面図及び断面図であり、長さが  $3A$  の 6 つの側面を有する六角形の基部が示されている。

【図 6】タワー 5 5 を形成するために増やすことができる外部セルを示す斜視図である。 10

【図 7】2 つの構成のプラットフォームの底面斜視図である。

【図 8】構造体の変形例が示されており、直径  $6A$  の円形の形状を有する本発明の代替案の平面図である。

【図 9】構造体の変形例が示されており、長さが  $5A$  の側面であり面取りされた四角形の形状を有する本発明の代替案の平面図である。

【図 10】建物、変電所、又はより多くの支持を必要とする他の設備を支持するために使用される 3 つの追加された円形セル 5 6 を有する本発明の基本構成の平面図である。

【図 11 a】プラットフォームを一体的に建造するために明示的に構成された「ケーソンプラント」浮きドックの斜視図である。

【図 11 b】一体型プラットフォームの構成の斜視図であり、既に十分な乾舷を有するプラットフォームは、既に水没している浮きドックから解放されている。 20

【図 11 c】単一の浮遊要素のプラットフォームの構成の斜視図であり、スライク型枠上でコンクリート打設が継続される。

【図 12】3 ピースのうちの一つが既に完成して浮いている「ケーソンプラント」浮きドックによる、3 ピースのプラットフォームの構成を示す斜視図である。

【図 13】構造体を構成し、その結合の準備ができていないケーソンの一つの斜視図である。

【図 14】既に接合されている 3 分割の分割されていないケーソンの斜視図であり、中空の、好ましくは鋼製のシリンダ 2 5 の配置と、カバー、ゲート、バタフライバルブなどの何らかのタイプのものとしてすることができるその対応する閉鎖部 2 6 の配置を示す。

【図 15】3 つのケーソンの接合過程を示す斜視図であり、端部のシースに予め挿入されたケーブルを引っ張りながらケーソンに接近する 3 隻のタグボートが示されている。 30

【図 16】予め設置された防水バンドで形成された、ケーソン間に位置するチャンバに実施される規則化グラウト材 2 7 を示す斜視図である。

【図 17】接合壁の孔にピン 2 8 の挿入を示す概略斜視図である。

【図 18】3 つの接合ケーソンの斜視図であり、円形の下部プレート 2 9 のコンクリート部分が強調されている。

【図 19】3 つの接合ケーソンの斜視図であり、セル 3 0 を充填及び空にするために設置される内部パイプが配置されている。

【図 20】完成した基部の斜視図である。

【図 21】形成された中央の隙間に上部構造（風力発電タワー）（3 6）が設置される様子を示す斜視図である。 40

【図 22】中央の円形セルと上部構造の軸 3 7 との間に残された空間のグラウト注入を示す斜視図である。

【図 23】バラストシステムの斜視図である。

【図 24】下部間隙のゲートが閉じられたバラストシステムを示す断面図である

【図 25】中央セルのレベルが外部と一致する場合に、下部間隙のゲートが開いているバラストシステムを示す断面図である。

【図 26 a】プラットフォームが波の頂上にある場合に、内部セルの構成が反映される空気圧減衰システムを示す斜視図である。

【図 26 b】プラットフォームが波の谷にある場合に、内部セルの構成が反映される空気 50

圧減衰システムを示す斜視図である。

【図 27】波の断面（灰色の領域）に対するプラットフォームの移動の減少（点線）が示される斜視図である。

【図 28】プラットフォームが使用状態であることを示す斜視図である。

【図 29】可変バラストシステム 44 に用いられるセルの位置が示されている平面図及び断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0045】

#### A. 構造体の説明

本発明は、海洋環境における建物、設備、及び風力タービンの実施のための浮遊式構造体であり、以下の 2 つの主要な特徴によって区別される。すなわち、

- 製造が容易で、全体的に安全で、耐性が高く、曲げ応力が非常に小さく、疲労が小さく、耐久性が高い構造体システム
- 周囲の水を大量に取り込み、風力エネルギー生産に最適な挙動を示す特別な流体力学的動作

である。

【0046】

「ケーソン」とも呼ばれる角柱状の 1 つの（図 1 a）又は 3 つの（図 1 b）コンクリート構造体で形成される基部 2 で構成され、基部 2 は、外側の垂直の面と、セル 5 を形成する内側の垂直の面のパターンで構成されており、セル 5 は、プレートによって底部 4 及び上部 6 が閉じられ、これは、ドック及び棧橋の建造に広く用いられ実績のある浮きドック（ケーソンプラント）によって建造される。ケーソンプラントの構成により、構造体は、迅速かつ容易に実施することができ、プロセスの終わりに浮遊させたままにしておくこともできる。

【0047】

このように構成されたケーソンは、その全周が閉鎖され、一体であり、個別に大きな抵抗力をもち、小さな喫水で安定して浮遊する。

当業者であれば、このタイプの構造体がどのようなものでどのように構成されるかを理解でき、通常、矩形又は円形の内部セルが規則的に配置されている。それにもかかわらず、本発明では、その対象となる用途に応じた特定の設計を行うことで、動作特性、耐性、耐久性を顕著に向上させることができる。

【0048】

強力な風力タービンを支持する浮遊コンクリートプラットフォームを規定する際の最大の構造的問題の 1 つは、基部の何らかの点に応力を集中させることなく伝達される大きな力を分散させることであり、この場合、補強を大幅に増やす必要があり、疲労及び亀裂のリスクが高い点が確立されるであろう、

【0049】

その領域に応力が集中するであろう、一連の接続ボルトによる上部プレートへのタワーの接合（通常行われる）を提案する代わりに、本発明は、プラットフォーム 4 の下部プレートまでの中央セル 7 に風力タービン 1 の軸を完全に挿入することを提案する（図 1 a）。従って、これは、風力タービンの軸によって及ぼされる風によって生じる力を、中央セルの壁から非常に大きな放射状スクリーン 11（図 2 a）に直接伝達し、結果として、正三角形の格子 13 を形成する小さなスクリーンのメッシュによって形成される非常に抵抗力のある周囲に分散させることからなる。このようにして、構造体のどの部分も過剰なストレスを受けず、安全性及び耐久性が実現される。

【0050】

そのために、本発明は、好ましい構成において、規則的及び不規則の両方の 6 面多角形のレイアウトを有する基部からなり、内側の垂直な面によって形成されるセルは、以下の特徴を有する。

- 基部の外周は正三角形 15 のメッシュで構成され、基部の外側に一辺をもつメッシュは

10

20

30

40

50

、その中点 1 4 に垂直な別の垂直な面によって分割される。

- 基部の中央には大きな円形セル 8 があり、上部構造（主に風力タービンとなる）から伝達される力を支えることができる。
- 上記の 2 つの領域を接続することにより、中央のセルと外周の三角形の内部頂点のそれぞれを接続する放射状の面 1 1 が配置される。

【 0 0 5 1 】

図 2 a、2 b は、提案された構造体システムの本質を示しており、荷重は構造体全体に分岐して分布し、分岐していないノードはない。以下の要素で構成されている。

- タワーの脚部が嵌まり込むハウジングを規定する内壁 8
- 本体の外周を形成する外壁 9
- 内壁と外壁の間に配置された中間壁 1 0
- 内壁と中間壁を接合する内部放射状リブ 1 1
- 第 1 の接合ノード 1 2
- 第 1 の接合ノードと外壁とを垂直に接合する第 1 の網状リブ 1 4
- 第 1 の接合ノードで外壁と斜めに接合する第 2 の網状リブ 1 5
- 第 2 の接合ノード 1 6、構造体を調節する距離 A（図 4 b と図 5）は、それらの間の距離である。

10

【 0 0 5 2 】

図 2 b 及び図 3 b は、3 つのケーソンからなる本発明のシステムの本質を示す。以下の点を除いて同じ要素で構成されている。

- ケーソンを取り付けるための接合壁 1 9
- 中央壁セクション（8 b i s）
- 外壁セクション（9 b i s）
- 中間壁セクション（1 0 b i s）

20

【 0 0 5 3 】

いずれの場合も、内壁 8 は、タワー 7 の脚部のためのハウジングを構成し、好ましい構成では、風力タービンを支持するために必要なものであるため円筒形となるが、一般に、他のタイプの設備又は建物のための他のタイプの支持体を収容するための他の何らかの多角形に基づく角柱形状を有することが可能である。

上述の壁及びリブは、内部及び周辺に分類されるセルを構成する。

- 内部セル 1 7 は、少なくとも 1 つの内壁セクション、2 つの放射状リブ、及び中間壁セクションで構成される。
- 周辺セル 1 8 は、内部ではない他の全てのセルであり、一般に、外壁セクション、第 1 又は第 2 の網状リブ、及び中間壁セクションで構成される。

30

【 0 0 5 4 】

外周の正三角形のメッシュは、プラットフォームの高耐性の閉鎖部を形成する。また、これは二重の安全船体を構成し、偶発的な衝撃によってもたらされる可能性がある何らかの水漏れが、ごく小さなセルだけを水浸しにして全体には影響しないようになっている。

また、理解できるように、このシステムは、同様に、波及び潮流の力を構造体の内部に向かって伝達し、集中することなくこれに抵抗するのに最適なシステムである。このメッシュの外部スパンは 4 m 程度、厚さは少なくとも 5 0 c m であり、既存のコンクリート製プラットフォームの外部スパン（通常 8 m 以上、厚さ約 4 0 c m）に比べて非常に小さい。この大きな違いは、曲げ応力が非常に小さく、耐性が高く、補強材が少ないということにつながる。

40

【 0 0 5 5 】

この特徴は、他のプラットフォームでも、単純に多くの外面を導入して厚さを増やすことで同じことができるという理由で利点ではないと主張することができる。しかし、この場合、重量が増えすぎて安定性及び他の船体の特性が失われるため、他の解決策では実行されない。

これは、提案された分岐構成のおかげで及び本発明の体積と重量の全体設計がそれを可

50

能にするという理由で可能になることを意味する。

【 0 0 5 6 】

正三角形のメッシュによって形成される基部の外周は、連続する第 2 のノードの各対の間の距離である変数「A」で変調された 6 辺の多角形を形成する。

- 3 辺の長さが A で、残りの 3 辺の長さが  $nA$  である場合、図 4 b のような面取りされた三角形となる。

- 6 辺の長さが  $nA$  で等しい場合は、図 5 のような正六角形になる。

【 0 0 5 7 】

辺の何らかの他の配置は、上述の構造が維持される場合に可能である。参考までに、モジュール A は 6 から 14 m の間で、基部の辺は A の 1 から 10 倍の範囲で変更できることを示すことができる。

低ストレス構造で受けることになる大きな作用に対して優れた耐性を達成するための構造体の設計の別の重要な態様は、頂点を中央コアと結合する、3 つの高剛性放射状壁 5 4 の配置 (図 4 b) である。

【 0 0 5 8 】

このプラットフォームは、上述のように、1 ピース又は 3 ピースで構成することができる。後者の場合、その接合壁は、正確には 3 つの大きな放射状壁 5 4 (図 4 b) となる。これにより、以下の 3 つのことが達成される。

- 二重壁が、少なくとも 1 m の「プレーシング」厚さを有する大きな壁であり、構造体に優れた剛性をもたらし、その疲労を最小にする。

- ケーソン間の接触面が大きく、接合部の完全な一体化を実現する。

- 係留装置を取り付けることができ、構造体の残りの部分に影響を与えることなく分散配置することができる (図 2 2)。

【 0 0 5 9 】

周囲の大きな水の塊を取り込む特別な流体力学的操作のために、下部プレートにおいて中央セル 2 5 (図 1 4) の中央に一連の穿孔が設けられ、上部プレート 4 2 に圧力制御弁 (図 2 3) が設けられる。

上述のように、ヒーププレートは、できるだけ多くの水を捕捉し、それによってその動作を最適化するための効果的なシステムであるため、ほぼすべての既存のプラットフォームが備えているが、これはタワーと基部の周囲に局所的に使用されているに過ぎない。詳細には、本発明の利点の 1 つは、下部の大きな水の塊と、中央セルと外周プレートの経路に入る全てである上部の大きな塊も捕捉する、非常に大きなヒーププレートとして、プラットフォームを設計することである。

【 0 0 6 0 】

さらに、中央セルの下部の隙間が開くと、プラットフォームのメタセンター高さが約 1 メートル高くなり (8.50 メートルから 9.47 メートル)、外部の水が入ると浮遊面が減少する。これにより、高い安定性及び風力エネルギー生産に最適な挙動につながる。

加えて、随意的システムである空気圧減衰システムを組み込むことができ、プラットフォームの挙動をさらに改善することができ、荒れた海で効果を発揮する。

【 0 0 6 1 】

空気圧減衰システムは、圧力制御バルブ 4 2 (図 2 3) を受動的又は自動的で作動させることにより、空気の入口及び出口を制限して、海面に対して内部セルのレベルを変位させることからなる。

a) プラットフォームが波の頂上にあるとき (図 2 6 a)、内部の空気の出口の制限によって充填が遅くなるので、中央セルは低レベルになる。このことは、構造体の高さが著しく低下し、結果的に加速度も低下することを意味する。時間の経過とともに、中央のセルは充填され続けるが、波とは位相がずれている。

b) プラットフォームが波の谷間にあるとき (図 2 6 b)、中央セルはすでに満たされており、空気の流入が妨げられるため、ほとんど空になり始めることができない。このことは、構造体の降下速度が著しく低下することを意味する。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 6 2 】

空気の入口と出口は、波の状態によって、その動作を最適化する制御システムによって一定に保つこと又は調節することもできる。

図 2 7 は、波の断面（灰色部分）に対するプラットフォームの移動の減少（点線）を示す。

本発明は、非常に類似した特性を有するが、非常に異なるシナリオ及び構造の技術的手段に適用することを可能にする他の構成を提示することができる。

- いくつかの周辺セルは、基部のデッキより高くなることができ、安定性をさらに高めるタワーを形成する。基部の構成に必要な規格はすべて十分にカバーされているため、必ずしも必要ではなく、この場合、タワーだけが現れることになるので、メンテナンスのための広い有用なデッキがないという欠点がある。しかしながら、構造的な解決策と水の捕捉は同じように機能し、さらに水の排出量が大きくなる可能性があり、より低い加速度になる。

10

## 【 0 0 6 3 】

図 6 は、三角形の外周メッシュがどのようにタワー 5 5 の建造を可能にするかを示す。上述したように、好ましい建造は、ケーソンプラント内にスライド式型枠を有し、タワーに対応する面のコンクリート打設を続けるだけでよいので、その建造は単純であろう。

## 【 0 0 6 4 】

- プラットフォームは、上記で定義したのと同じ特徴を有する円形レイアウトを有することもできるが、これは、正三角形に類似した外周の三角形を有し、外側及び内側が円弧形状である（図 8）。

20

- プラットフォームは、上記で定義したのと同じ特徴を有する正方形レイアウト（角が面取りされている）とすることもできるが、この場合、3つではなく4つの角柱状コンクリート構造（ケーソン）に分割され、その対角線によって分割が行われることになる（図 9）。

- 構造体は、中央の円形セルを有することに加えて、上部構造の他の支持体を収容できるように、上記で定義したのと同じ特徴を有する、規則的に分散配置された3つの小さな円形セルを有することができる（図 10）。これらの支持体は、支持される構造体が風力タービンではなく、建物、変電所、又は他のタイプの設備である場合に必要となるであろう。

- また、浮力で曳航した後、海水で完全にバラスト安定化し、海底に支持する方法もある。

30

- プラットフォームの建造に十分な寸法のケーソンプラント浮きドックがない場合、プレハブ部材又はスライド式型枠を用いて、進水システムを備える栈橋上で又は建造物を収容できる乾ドック上で建造することができる。

## 【 0 0 6 5 】

船の安定性及びとエネルギー生産への適合性を評価するために使用できるいくつかの値は以下の通りである。

- 初期メタセンター高 = 9 . 4 7 m

- 排水量 = 2 9 , 7 3 4 t

- 5 ° の復元トルク = 2 4 , 5 4 1 t m

- 1 0 ° の復元トルク = 4 8 , 8 9 6 t m

- 2 0 ° の復元トルク = 4 8 , 8 9 6 t m

- 1 7 0 m<sup>3</sup> の水を移送するごとの拡大 = 7 , 0 0 0 t m

40

## 【 0 0 6 6 】

1 0 MW DTU タービンのハブにかかる最大エネルギー生産時の風の水平力が 1 5 0 t、1 8 , 0 0 0 t m の不安定モーメントを伴うであろうことを考慮すると、プラットフォームが受ける小さな傾き及びそれによる大きなエネルギー生産のアイデアを得ることができる。

## 【 0 0 6 7 】

## B. 建造、組立、及び試運転方法の説明

提案される建造システムは、2つの方法から構成される。

50

### 方法 1 : 1 ピース構造

インフラを建造するための初期投資が多くユニットに分割される、700 - 1000 MW 程度の風力発電所のための大規模生産に関しては、プラットフォーム全体の共同建造のために、これらの例外的な寸法の特別なケーソンプラント浮きドックの建造は有益である。

### 方法 2 : 3 ピース構造

試作品もしくは港湾又は産業向けの沿岸給電設備など、少数のユニットの建造に関して、非常に高価なケーソンプラントドックへの投資が正当化できない場合、より小さな寸法の既存のケーソンを使って 3 ピースで建造することができる。

【0068】

10

#### 方法 1

量産に使用される第 1 の方法は、4 つのブロックから構成される。

1. 1 ピース構造体の建造
2. 支持する上部構造（通常は風力タービン）の組み立て
3. 実施状況に応じた試運転。
4. メンテナンス又は解体のための切り離し及び再浮上

である。

【0069】

#### 1. 1 ピース構造体の建造

建造量に余裕がある場合、プラットフォームの建造に必要な寸法の浮きドックはあらかじめ建造することができる。

20

この浮きドックは、好ましくはプラットフォームのような形状を有することになり、材料を節約するために多少大きめのレイアウトであるが、既存のポンツーンを連結して矩形にすることもできる。必要な面には、ガイドが海底に固定され、ガイドは、ドックを水で安定化させて構造体を切り離す場合にドックを安定させることになる（図 11a）。また、コーナーに配置された水中タワーを利用した浮力でも安定させることができる。

【0070】

建造は、以下の段階で実行される。すなわち、

- 下部プレートの補強部材を配置してコンクリートを打設する段階と、
- 垂直面を建造するためのスライド型枠を配置する段階と、
- 構造体が十分な浮力を持ち、ケーソンプラントの外側でコンクリートの打設を続けるための安全な乾舷になるまで、垂直面をコンクリート打設する段階と、
- 浮遊状態でコンクリートを打設するためにケーソンが切り離されて栈橋に係留されるまでケーソンプラントのバラスト安定化を行う段階と（図 11b）、
- 構造体の残りの部分を浮遊時にスライド式型枠を用いてコンクリート打設する段階と（図 11c）、
- 構造体の全ストラットがコンクリート打設されると、スライド式型枠を取り外し、プレートを配置し、上部プレートをコンクリート打設する段階と

30

である。

【0071】

40

このシステムにより、このプロセスを 1 週間で行うことができ、完全に完成した構造体はすでに浮遊状態になっているため、非常に効率的な建造が可能となる。

【0072】

#### 2. 支持上部構造（通常は風力タービン）の組立

風力発電タワー、変電所、又はプラットフォームを支える建物の設置は、次のステップで行う。

- 上部構造体（風力発電タワー）36 を、形成された中央の隙間に挿入する（図 21）。これは、プラットフォームの壁に埋め込まれたボルトケージにねじ止めされた大きなフランジによって行われる通常のタワーの接合を置き換えることを含むので、重要な技術革新である。この接合は非常に複雑であり、高い建造精度が要求され、さらにその領域に大き

50

な応力集中を引き起こす。一方で、この方法は非常にシンプルであり、許容誤差の制限も少なく、荷重を集中させることなく分散させる。

- 両方 37 の間に残る空間へのグラウトを注入する ( 図 22 )。

このステップは、通常、モノパイルと移行部品の接合を行うものに類似するが、ここでは、軸とプラットフォームの接合に使用されており、両要素の間の一体的な接合を可能にする。

【 0073 】

### 3. 試運転

このプロセスは以下の段階で行われる。

- 3 隻のタグボートによるプラットフォームの曳航及び位置決め。プラットフォームは、1 隻又は 2 隻の従来型のタグボートで牽引されて移動し、3 隻目は移動中に発生する可能性がある横揺れを防ぐために後方に留まる。その後、これらの 3 隻のタグボートは、先に設置された係留索につながり、プラットフォームを使用場所に配置することができる。

- 設置されたポンプを用いた水によるバラスト安定化。バラストシステムは、対象の海洋構造体のタイプ及び形状によって異なるが、常に図 23 に示すような要素で構成されることになる。すなわち、

- 外部取水口 38

- 分配リング 39

- セルバラスト用バルブ付きパイプ 30

- ポンプ 40

- 能動的バラストシステム用パイプ 41

- 調整可能な空気排出口 42

- 下部の水接続用スライドゲート 43

である。

【 0074 】

バラスト安定化は、取水口 38 からポンプ 40 で外部から水を導入し、分配リング 39 及びバルブ付きパイプ 30 で中央セルを満たし、外部と同じ圧力になると、下部プレートに配置された隙間をスライドゲート 43 などで容易に開放することができる ( 図 23 )。

試運転の方法は以下の通りである。

- 中央セルに内部の水位が海面と同じになるまで満たす。

- 下部ゲートを開放して中央セルと海を接続する。本発明の別の可能性のある構成として、中央セルが外部に接続されていないものがあり、そのような場合、プラットフォームは下部プレートに隙間を有していないので、この点及び次の点は省略されることになる。

- 波に適応した空気圧減衰を達成するために必要な上部の空気出口を調整する。

- 基部 44 ( 図 29 ) の頂点に位置するセルを、パイプ 41 ( 図 23 ) によって行われる可変バラストシステムの動作のためにわずかに満たす。

- 予め設置された係留索の接続 ( プラグアンドプレイ )。本発明の最も重要な特徴の 1 つは、海水によるバラスト安定化だけであるため、試運転及び撤去が容易であることである。さらに、従来型のタグボートの助けだけで、係留索を容易に着脱できる。このため、必要な場合はいつでもプラットフォームを港湾に戻すことができる。

- 電気接続 ( プラグアンドプレイ )。同様に、電力線は、海底電気接続ハブで接続及び接続解除することができ、ハブは、接続を解除できるように予め組み込まれている。

【 0075 】

### 4. 保守又は解体のための切り離し

このプロセスは以下の段階からなる。

- 3 隻のタグボートによるプラットフォームの固定。

- 電氣的な切断及びその後の使用のための固定。

- 係留索の切り離し及びその後の使用のための固定。

- 下部プレートの隙間の閉鎖。

- 設置されたポンプによる又は圧縮空気の注入によるバラスト水のセルからの排出、これ

は構造体を再浮上させる。

- 構造体の港への曳航。

【0076】

方法2

第2の方法は、数個のユニットを生産することができ、前のプロセスと類似しているが、基部が3つの別々のピースで建造され、その後、これらは上部プレート及び下部プレートの一部をコンクリート打設することで、必要に応じて接合ボルトを用いて一体に結合される点で異なっている。

この方法は、3つの特別なプロセスを必要とする。すなわち、

1. 構造体を構成する要素の建造
2. その後の組み立てのための構造体の準備
3. 先の要素の組み立て

である。

上部構造（風力タービン）の組み立て、試運転、切り離しは、方法1と同じとすることができる。

【0077】

1. 構造体を構成する要素の建造

上記のように、建物、設備、もしくは12MW又は15MWの風力タービンを支持する必要がある既存のプラットフォームを建造する際に直面する最大の困難は、それらのサイズが大きく（直径約50m）、大きな荷重を支持する必要がある点にある。

現在、専門の造船所や港湾には、このような目的に対応するための以下のような手段がある。

- シンクロリフト及び進水路：これらにより、プラットフォームを栈橋に建造し、レールシステム、SMPトトレーラー、又は超大型クレーンを使って進水地点まで運搬し、そこでこれらを浮かせることができる。複雑な建造システムではあるが、既存のいくつかの解決策で提案されている。これらの手段はいずれも、必要とされる50mのビームで建造されていないのが実情である。

- 乾ドック：原理的には最もシンプルな解決策であるが、現在、必要な寸法の乾ドックはほとんどない。そのため、港湾区域に大規模な掘削を行い、一連のゲートと防水を施す必要があり、高い追加コストがかかる。

【0078】

いずれにしても、これらの手段は非常に珍しく、高価であるため、大規模な導入の場合、納期に間に合わないというボトルネックを生じる。

従って、その製造のために、現在では、作業を行うことができ、非常に大きなトン数の輸送及び浮遊システムを可能にする特定の設備をあらかじめ建造する必要がある。このことは、各ユニットのコストに影響を及ぼし、大規模な風力発電所では補うことができるが、少数のプラットフォームを製造するとなるとそうはいかない。

説明したように、具体的な解決策としては、港湾ケーソン建造技術（「ケーソンプラント」の使用）が理想的であるが、既存の浮きドックのいずれにも「適合しない」という重大な問題が存在する。

【0079】

このため、本発明は、プラットフォームを、水密性、耐性、及び自立性を有するいくつかの要素に分解し、ケーソン建造のために存在する多くの移転可能な浮きドックで建造できるようにすることを提案する。

既定のケーソンの建造には、浮きドックを利用した港湾ケーソンシステムが使用されることになる。また、建造は、乾ドック内で又はその後浮き上がる栈橋上のプラットフォーム上で行うことも可能であるが、いずれの場合もスライド型枠システムを使ってコンクリートを打設する（プレハブの平板で建造し、その後、他の手段がない場合に限り、接合部をコンクリートで打設することもできる）。

【0080】

10

20

30

40

50

「ケーソンプラント」浮きドックは、油圧ジャッキシステムによって型枠を上昇させる完璧に設計されたインフラを備えており、型枠にコンクリートを小さな層で配置することができ、さらにそれを圧縮して前の層と完璧な状態で接合し、コンクリート打設の接合部を取り除くことができるという大きな利点を有する。さらに、ケーソンは一度建造されると安定した状態で浮遊し（図 1 2）、これは運用上の非常に大きな利点である。

これは、建造された構造体に堅牢性及び一体性をもたらし、構造体は、理想的に波及び風による衝撃に耐え、船や冰山からの偶発的な衝撃にも耐える。一方、現在市場で設計されている浮遊式コンクリート構造体では、ケーソンプラントに近い性能を実現するために、接合部が破損しやすいプレハブ部材を使用しているため、耐性はかなり低い。

【 0 0 8 1 】

## 2. その後の組み立てのための構造体の準備

構造体を構成する各モジュールは、その後に連結するために準備する必要がある。そのために、それらを一体的に接合するケーブルを導入するために必要な側面の穴 2 2（図 1 3）及び埋め込みシース 2 1を残しておく必要がある。シース及び穴の位置及び数量は、いずれの場合も上部構造による応力及びそれが位置する環境条件に依存することになる。側面の接合穴の位置は、補強材の配置に示されているが、面に約 5 c mの凹部が残されており、その位置の表示として機能している。このカットアウトの内側には、その後、ケーソンがその端部でケーブルによってしっかりと接合され、面の間に残る隙間にグラウトが完全に充填されると、穿孔が開けられることになる（このプロセスは以下に記載する）。最後にピンが導入されることになり、一体的な接合が得られる。

【 0 0 8 2 】

場合によっては、必要に応じて、下部プレート又は側壁の内部に、ポストテンションケーブルを導入するために使用されることになる一連のシースを配置することもできる。

図 1 3 から分かるように、下部プレートの内縁及び接合領域の外側バンドには、ケーソン間の接合部を密封することができる防水接合部 2 3 が配置されている。ケーソンの上部及び下側の円形領域では、必要な補強材 2 4 のバーが残されることになり、後に上部プレート及び下部プレートの小円形をコンクリート打設する場合に、ケーソン間の一体的な接合がもたらされるようになっている。

【 0 0 8 3 】

下部プレートでは、中央セルの下の領域に、内部に水を通すための直径約 2 メートルの円形の開口部が残されることになる。

このために、下部プレートに、コンクリートを打設する前に、中空の、好ましくは鋼鉄製のシリンダ 2 5（図 1 4）が配置されることになり、その上面から十分に突出することができ、上記の水の通路を閉鎖する何らかの閉鎖体 2 6 を後に結合できるようになっている。

【 0 0 8 4 】

この閉鎖体は、下面に存在する静水圧に耐える必要があり、この圧力は常に 2 バール未満であり、それほど厚くないシートで完全に耐えられるものである。

このため、様々なタイプの閉鎖体、カバー、ゲート、バタフライバルブなどを使用することができる。

単純な解決策は、図 1 4 のようなギロチンゲートであり、これは小型の油圧ジャッキで遠隔操作でき、操作が簡単である。

【 0 0 8 5 】

## 3. ケーソンの組み立て

組み立て方法の目的は、信頼性の高い安全な方法で作業を行い、常に構造体の安定性を確保し、出来上がった構造体の堅牢性及び一体性を保証することである。

このプロセスは以下の段階から成る。

- ケーソン接合前の水平化（ケーソンを水平に保つ）。完全に水平に浮遊するようにケーソンのいくつかのセルを少量の水で満たすことから成る。

- タグボートで接合位置まで接近する。各ケーソンはタグボートに係留され、互いに少し離れた位置まで移動され、結合することになる面が向かい合う。この時点で、ケーブルの

10

20

30

40

50

一部は両端のシースから挿入され、各グボートから引っ張られると互いに接近するようになる(図15)。

- ケーブルに張力をかけることで最終的に接近及び結合する。ケーソンが既にその接合位置にある場合、ケーソンは、切断されてタグボートから切り離される前に、ジャッキで順次締結される。

- 接合面の側縁及び下縁に組み込まれた防水バンド23(図13)の間に形成されるケーソン間に位置するチャンバに規則化(Regularisation)グラウト材27を注入する(図16)。

- 配置したカットアウト22(図13)にドリルで穴を開け、開けた穴にピン28を挿入する(図17)。ケーソン27の間に形成されるチャンバは既にグラウトで完全に満たされているので、隙間から水が侵入する問題はなく、ケーソン間の支持は完全に規則化される。

- 円形の下部プレート29をコンクリートで固める(図18)。このステップは、3つのケーソンの下部結合をもたらし、構造体に対して大きな一体性を与え、風力発電タワーの支持体として機能を果たすことになるので、非常に重要である。場合によっては、必要であれば、この接合部は、ポストテンションケーブルで補強し、下部プレートの接合部をさらに強化して連続性を与えることができる。

- セル30への充填及び排出用の内部配管の取り付け(図19)。これにより、試運転時の海水によるバラスト及びデバラスト、ならびに緊急時の水除去が可能となる。

- ケーソン上部にプレプレート31を配置し、空気排出管32及びバラスト水33の通過のためのリザーブを配置する(図20)。

- 係留索のためのアンカー34の設置(図20)。

- 上部プレート35のコンクリート打設(図20)。そのために、その縁部をカバーするように外周型枠が設けられることになり、これは外周面の上部に固定される。別の方法では、ケーソンプラント自体で、外面をプレートの縁部の高さまで上げて、型枠として機能させることも可能である。

【0086】

#### 1.0 MW風力タービンの設置例

1.0 MWの風力タービンを設置する場合、好ましい構成は、長さ7 Aの3辺及び長さ1 Aの3辺の6辺を備える多角形基部(これは頂部がで切り取られた三角形を成す)と、20 mのストラットで構成され、以下の特徴をもつ。

- 寸法：65.60 mの長さ

56.80 mのビーム

- 3部品で作る場合のケーソンの各寸法：61.90 mの長さ

18.20 mのビーム

- 基部高さ(H)：20.00 m

- 最大外部スパン(A/2)：4.10 m

- 外面の厚さ(E2)：0.50 m

- 内面の厚さ(E1)：0.25 m

- 下部プレートの厚さ(LI)：0.50 m

- ヒーププレートの幅(T)：2.20 m

- 上部プレートの厚さ(LS)：0.80 m

- 各ケーソンの重量：8,243 t

- 構造体の全重量：28,460 t

【0087】

#### 本発明の利点

提案される建造、組立、及び試運転方法は、同じ機能を果たす他のシステムと比べて大きな利点がある。

1. 本発明は、ケーソンプラント浮きドックにおける実現可能な解決策を提案し、プロセスの終了時に構造体を浮いたままにしておくことに加えて、迅速かつ簡単な実施を可能に

10

20

30

40

50

する。

2. 型枠にコンクリートを小さな層で打設し、それを圧縮して前の層と完全な状態で接合することができるため、コンクリートの接合部がない一体型ケーソンとなる。そのため、水撃及び偶発的な衝撃に強い構造体となる。

3. ケーソンプラント構造体の製造は、高度に検証された技術であり、ロジスティクスも十分に証明されている。20,000トンの部品をわずか10日間で製造することが可能である。このことは、高品質の製品を短時間で製造することを意味する。

4. この建造システムは、建造が容易で、低コスト、かつ大きな寸法及び生成重量であるため、現在設計されている最大級の風力タービン(10MW、12MW以上)を支持するプラットフォームの建設を可能にする。

5. 上部構造(一般に風力発電タワー)は、ボルトでプラットフォームと接合されてその領域の全てのねじれを支持するのではなく、簡単な接合でこれを構造体全体に分散させ、応力の集中を防ぐ。

6. 構造体の外部スパンは4m程度で、壁厚は50cmであるため、構造体に発生する曲げは非常に小さい。

7. 係留索が構造体に及ぼす力は、構造体を補強する3つの大きな放射状の面によって直接吸収及び分散されるため、他の面の応力に影響を与えない。このため、補強が少なく、応力を最小限に抑えることができる。

8. ほとんど補強されていないコンクリートでは、応力及び集中が低いため、メンテナンスはほぼゼロである。その構造タイプに起因して、他の解決策では引っ張られるが、コンクリートはほとんど圧縮されるため、ひび割れが非常に少ない。生成された構造体の耐用年数は50年を超え、20から25年後には他のより強力な風力タービンに交換できる可能性がある。

9. 構造体は、上部構造(通常は風力タービン)を含め、港湾で完全に建造及び組み立てられ、従来型のタグボートで作動位置まで浮いた状態で移動される。吃水が低いため、現地に近い実質的に何らかの従来型の港湾で実施することができる。

10. 構造体の係留プロセスは、何らかの追加の手段又は補助船を必要とせず、もっぱら海水でそのセルをバラスト安定化することによって行われる。

11. その復元トルクが非常に大きく、従って動作傾斜が最小であるため、風が変化したときにバラスト移動を実行するための低減(他のほとんどすべての既存の解決策によって生じるような)なしで、タービンのエネルギー生産は、常に全能力であることが保証される。

12. 定期メンテナンスの対象となる設備はすべてプラットフォームのデッキ上に配置されているため(水中設備又は金属構造体がない)、作業が大幅に簡素化される。

13. バラストは水だけなので、港湾に戻るために又はより複雑なメンテナンス(陸上)のために簡単に空にすることができる。加えて、係留及び電気接続は「プラグアンドプレイ」システムを備えているので、このプロセスは迅速に行うことができる。

14. ケーソンプラントを使用する建造システムは、風力又は港湾インフラを建造する際に最も環境に優しいシステムであり、従来技術に比較して汚染物質を大幅に削減することができる。これは、海洋哺乳類に影響を与えるような騒音を発生せず、海底に手を加えることなく、実質的に全ての種類の海底に実施できる基礎システムである。原材料の消費量が少なく、各本体の特徴によっては50%の節約につながる。

15. 提案された方法で必要とされる補強材が少なく、迅速に実施できるので、他の同様の金属製の構造体と比較して、50%以上のコスト削減を示す。

16. コストが分散されなければならない重要なインフラを必要とするため、大規模な生産においてのみ節約をもたらす現在の解決策とは異なり、使用される建造システムは、生産数が少ない場合でも同じ節約をもたらす。

#### 【0088】

本明細書では、用語「備える(comprise)」及びその変形形態「備えている(comprising)など)は排他的な意味で理解されるべきではない、すなわち、こ

10

20

30

40

50

れらは、記述されるものが他の要素、ステップなどを含む可能性を排除するものではない。

さらに、本発明は、本明細書に記載された特定の実施形態に限定されるものではなく、例えば、特許請求の範囲から推測される範囲内で当業者が作り得る変形例を包含するものである。

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

1	上部構造（通常、風力発電タワー）	
2	基部	
3	基部を構成する構造体（ケーソン）	
4	ケーソンの下部プレート	10
5	ケーソンの面	
6	上部プレート	
7	タワーの脚部を嵌め込むためのハウジング	
8	内壁	
9	外壁	
10	中間壁	
11	放射状リブ	
12	第1の接合ノード	
13	網状構造	
14	第1の網状リブ	20
15	第2の網状リブ	
16	第2の接合ノード	
17	内部セル	
18	外部セル	
19	ケーソン間の接合壁	
20	各ケーソンの網状構造	
8 b i s	中央壁セクション	
9 b i s	外壁セクション	
10 b i s	中間壁セクション	
50	タワーの脚部を挿入するための上部プレートの開口部	30
51	中央のセルの中央に位置する上部プレートの開口部	
52	1つのケーソン又は3つのケーソンの下部プレートの開口部（中央セルの中心に位置する）	
53	下部プレートの伸長部で形成された衝撃吸収タブ	
21	接合ケーブルのための埋め込みシース	
22	側面の穴	
23	ケーソン間を減衰させ防水する防水接合部	
24	補強バー	
31	その後のコンクリート打設のためのケーソン上部用のプレプレート	
32	空気排出パイプ及びバルブ	40
33	バラスト水パイプ	
34	係留索用アンカー	
35	上部プレートのコンクリート打設	
38	外部取水口	
39	分配リング	
30	セルバラスト用バルブ付きパイプ	
40	ポンプ	
41	能動的バラストシステム用パイプ	
42	調整可能な空気排出口	
43	下部水接続用スライドゲート	50



【図面】

【図 1 a】

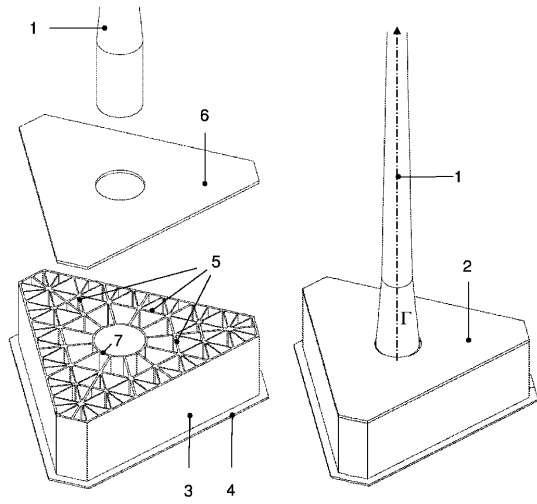


FIG. 1a

【図 1 b】

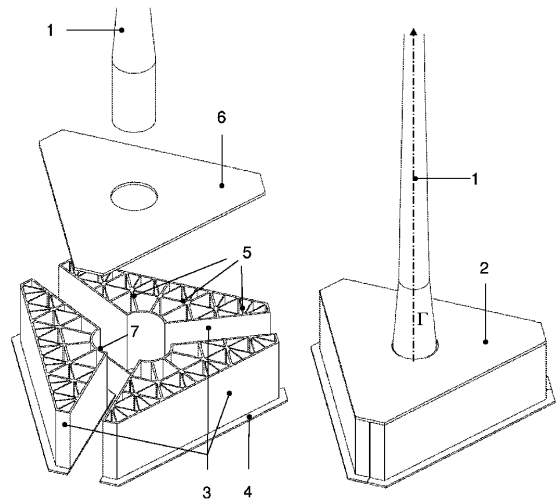


FIG. 1b

10

20

【図 2 a】

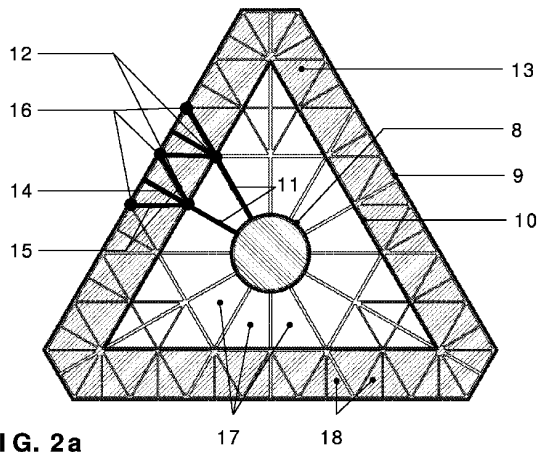


FIG. 2a

【図 2 b】

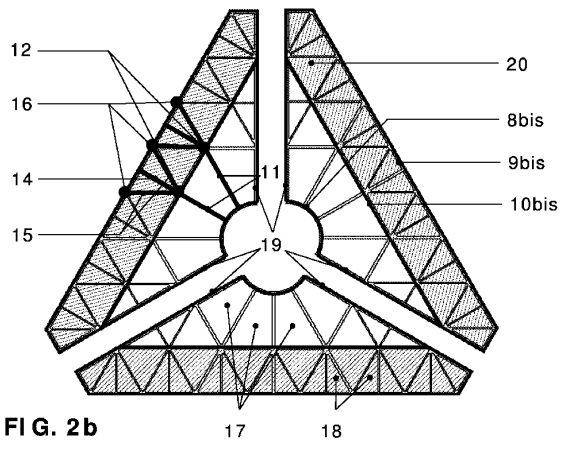



FIG. 2b

30

40

50

【 3 a】

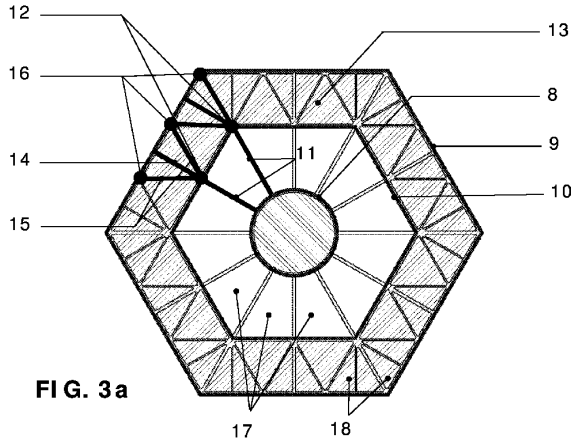



FIG. 3a

【 3 b】

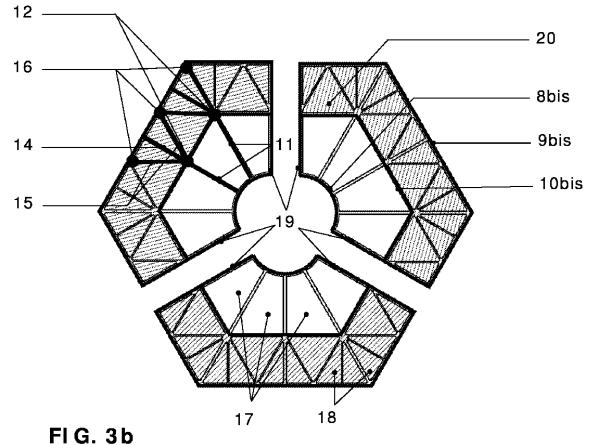



FIG. 3b

【 4 a】

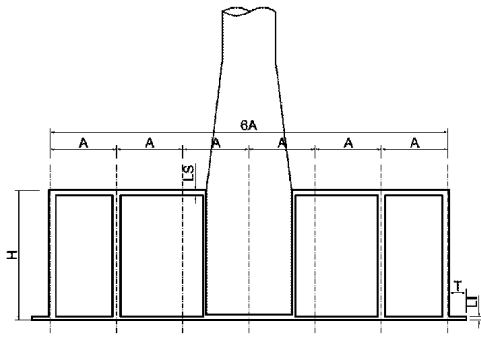



FIG. 4a

【 4 b】

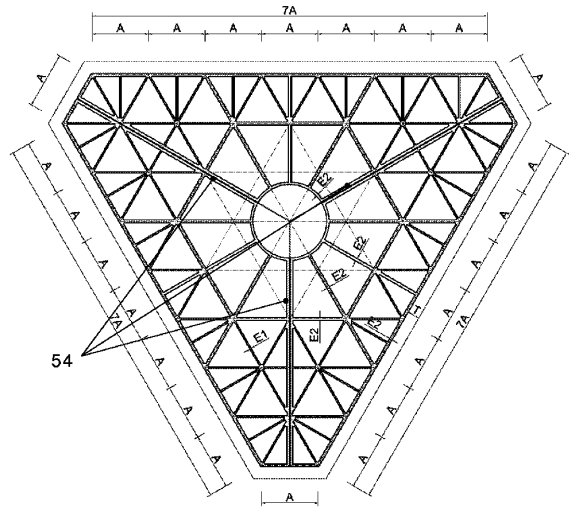


FIG. 4b

10

20

30

40

50

【 図 5 】

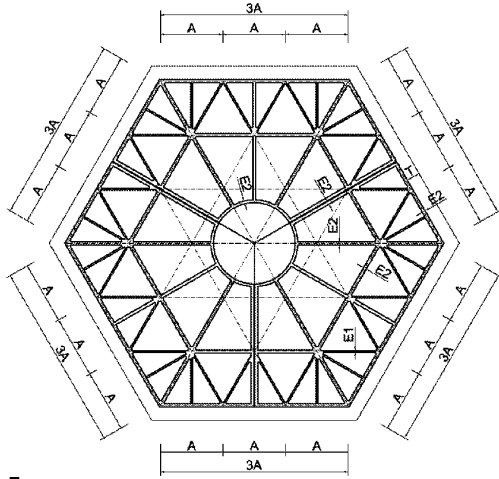


FIG. 5

【 図 6 】

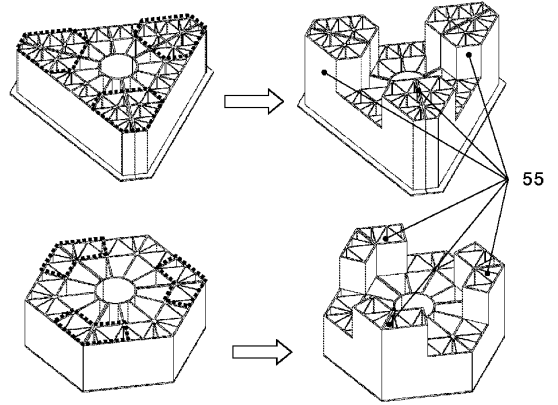


FIG. 6

【 図 7 】

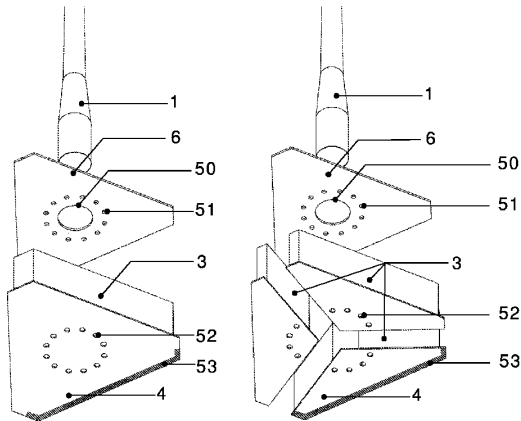


FIG. 7

【 図 8 】

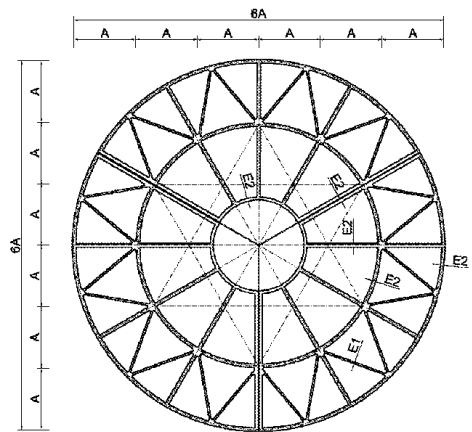


FIG. 8

10

20

30

40

50

【 図 9 】

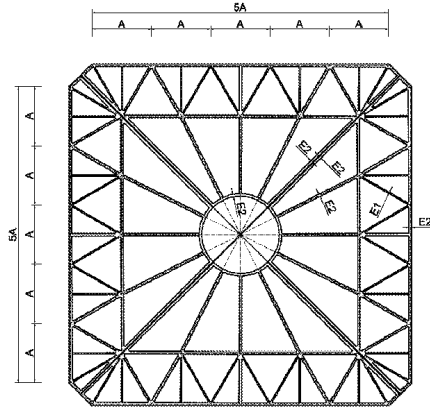


FIG. 9

【 図 10 】

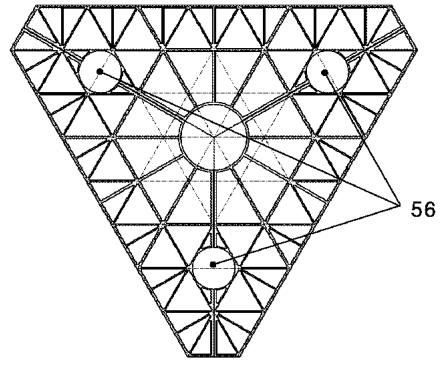


FIG. 10

【 図 11 a 】

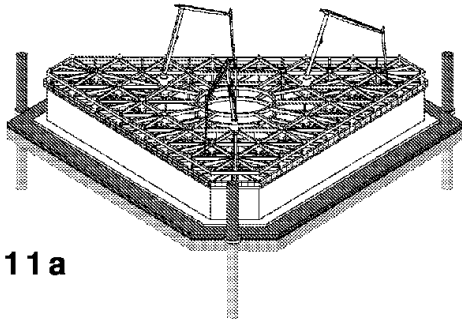


FIG. 11 a

【 図 11 b 】

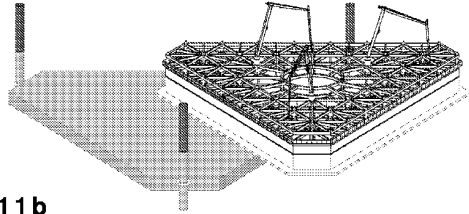


FIG. 11 b

10

20

30

40

50

【 1 1 c 】

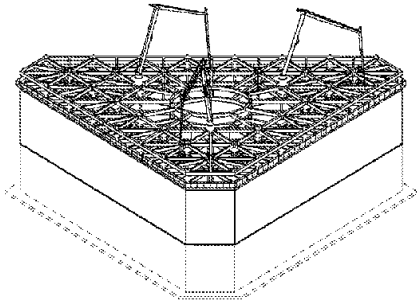


FIG. 11c

【 1 2 】

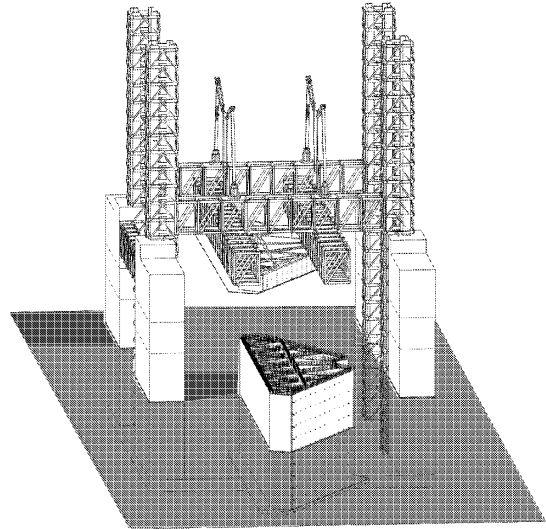


FIG. 12

【 1 3 】

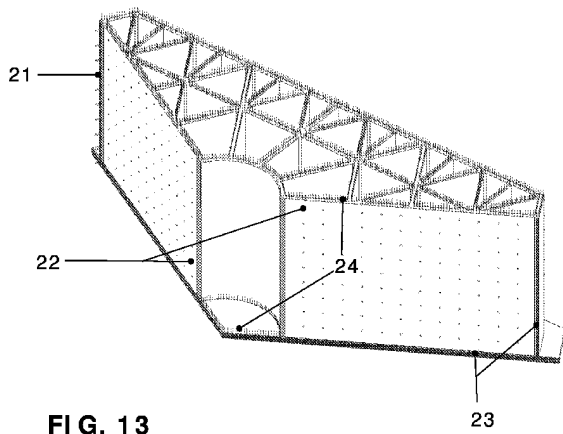


FIG. 13

【 1 4 】

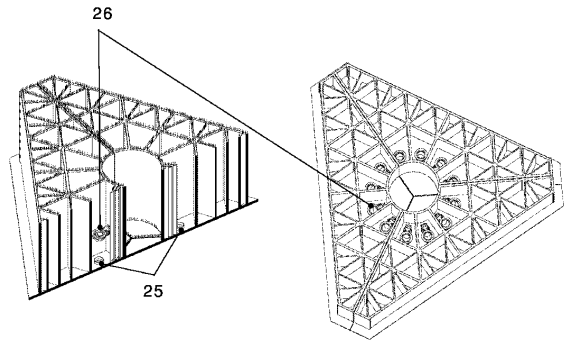


FIG. 14

10

20

30

40

50

【 15 】

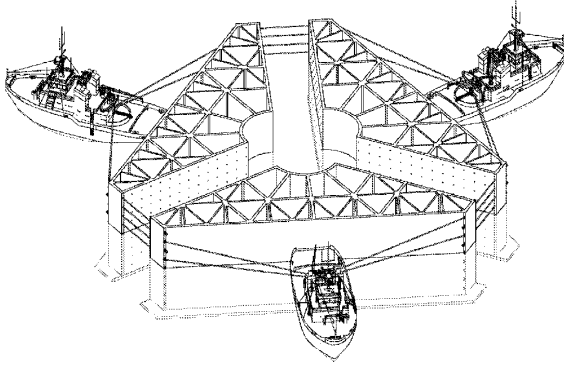
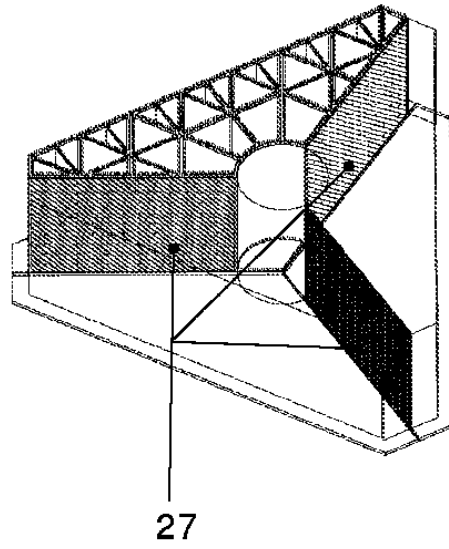


FIG. 15

【 16 】



10

20

FIG. 16

【 17 】

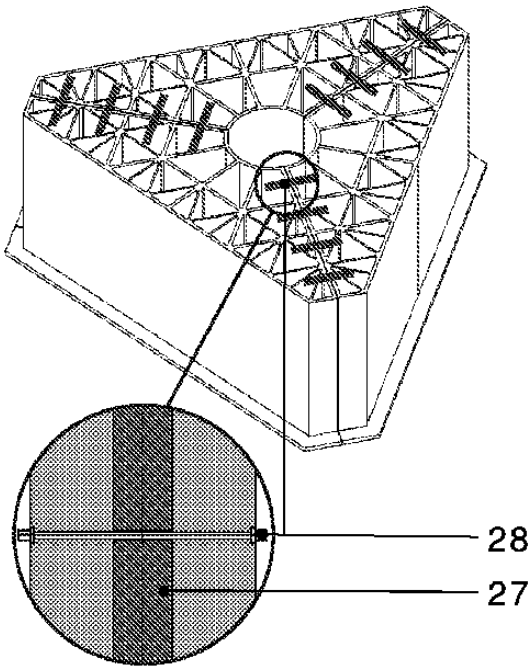
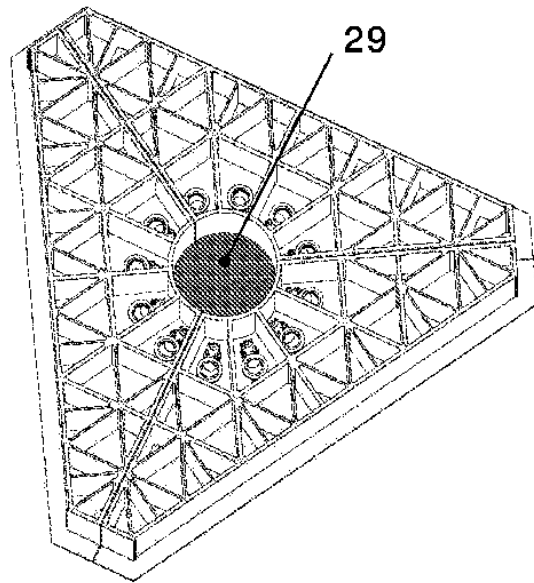


FIG. 17

【 18 】



30

40

FIG. 18

50

【 図 1 9 】

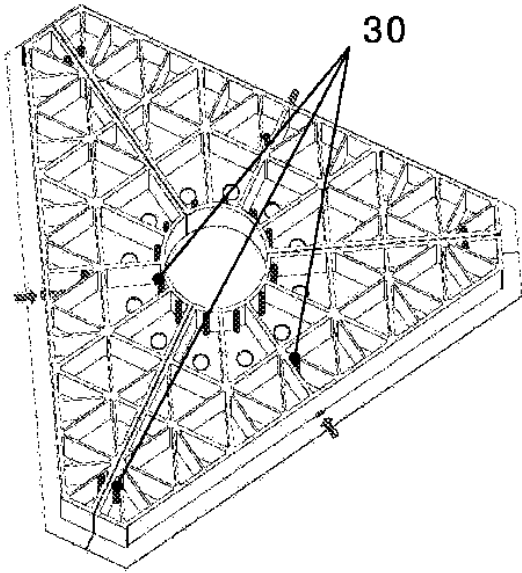


FIG. 19

【 図 2 0 】

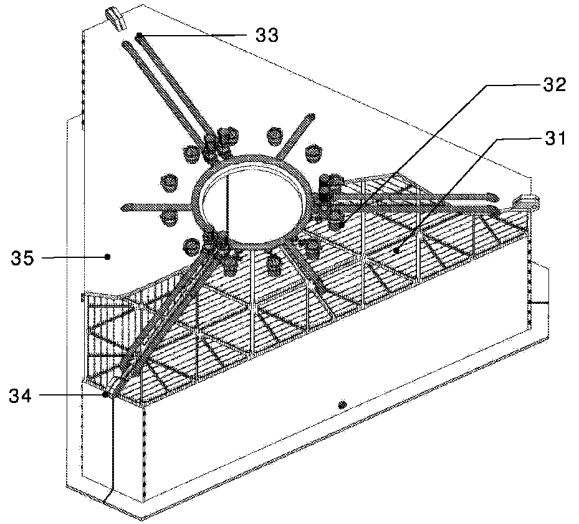


FIG. 20

【 図 2 1 】

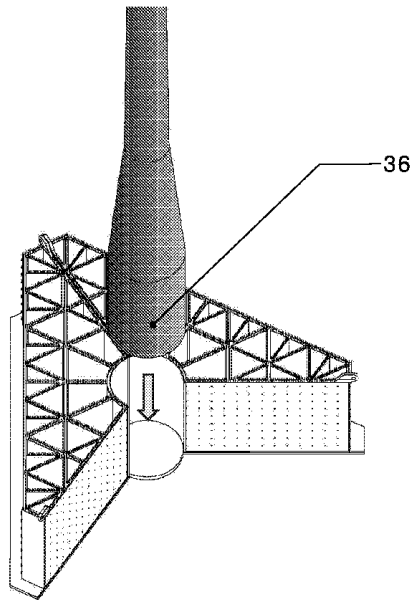


FIG. 21

【 図 2 2 】

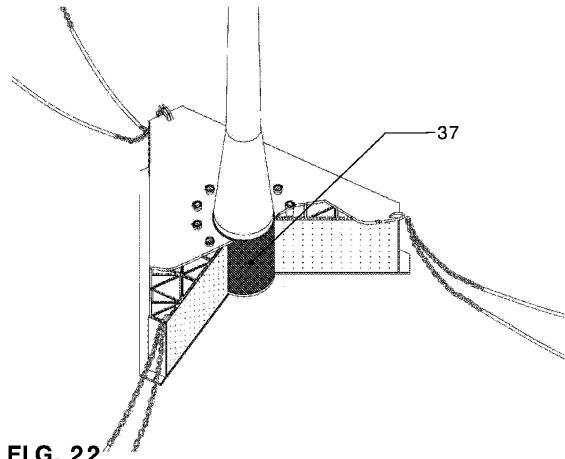


FIG. 22

10

20

30

40

50

【 図 2 3 】

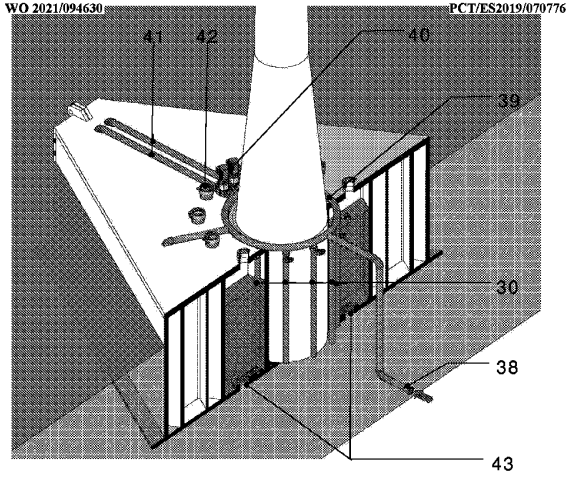


FIG. 23

【 図 2 4 】

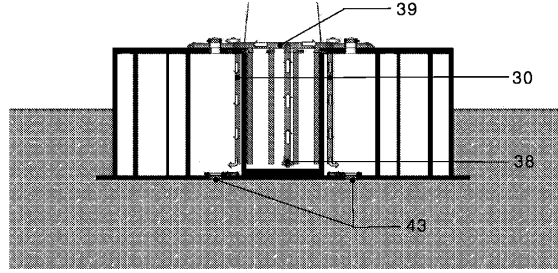


FIG. 24

10

【 図 2 5 】

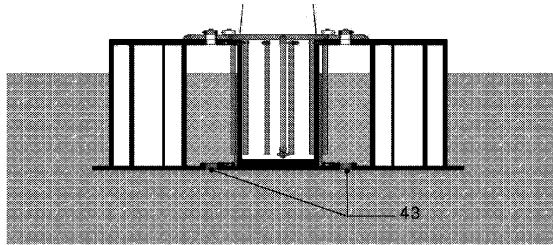


FIG. 25

【 図 2 6 a 】

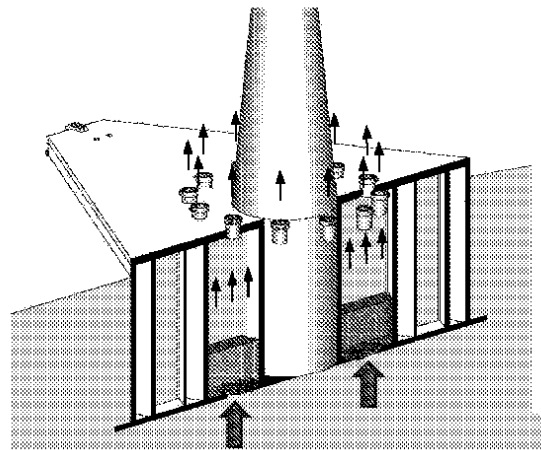


FIG. 26a

20

30

40

50



【 26 b 】

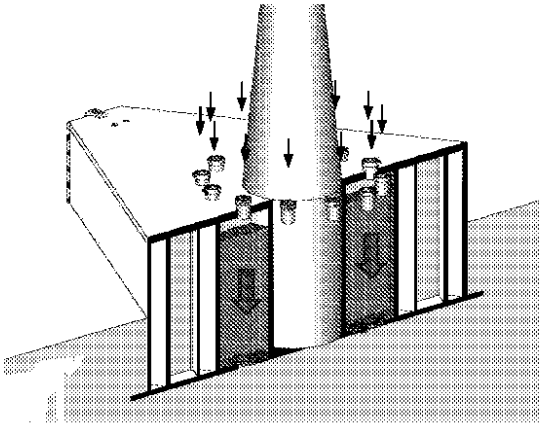


FIG. 26b

【 27 】

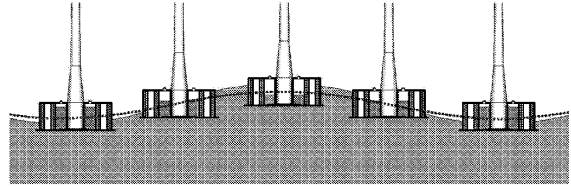
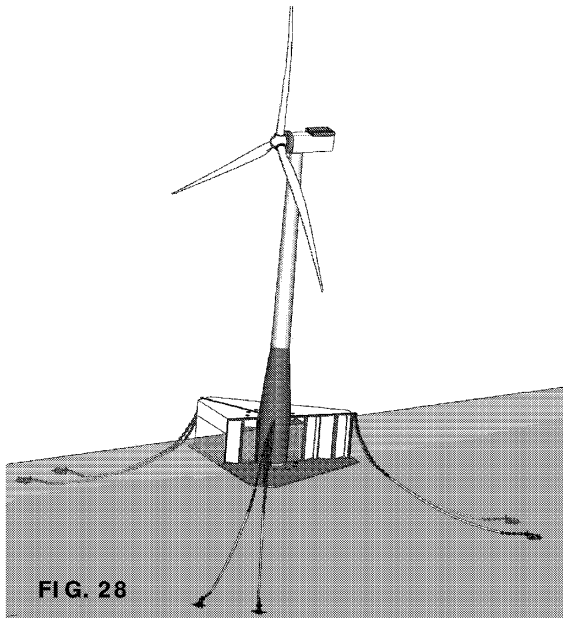


FIG. 27

10

【 28 】



【 29 】

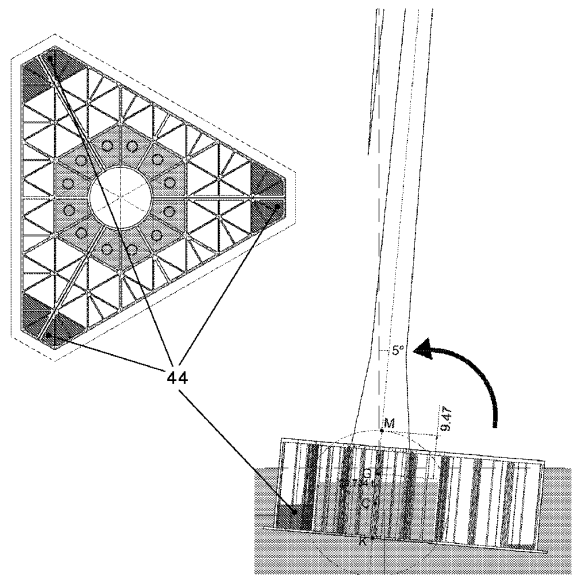


FIG. 29

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 弁理士 山本 泰史  
 (74)代理人 100144451  
 弁理士 鈴木 博子  
 (74)代理人 100162824  
 弁理士 石崎 亮  
 (72)発明者 コピアン バベ イグナシオ  
 スペイン 28034 マドリッド カジェ ヌリア 36 - セグンド - セグンダ ベレンゲル インヘ  
 ニエロス ソシエダッド リミターダ内  
 (72)発明者 アコスタ グティエレス クララ  
 スペイン 28034 マドリッド カジェ ヌリア 36 - セグンド - セグンダ ベレンゲル インヘ  
 ニエロス ソシエダッド リミターダ内  
 (72)発明者 ベレンゲル ペレス ホセ マリア  
 スペイン 28034 マドリッド カジェ ヌリア 36 - セグンド - セグンダ ベレンゲル インヘ  
 ニエロス ソシエダッド リミターダ内  
 審査官 福田 信成  
 (56)参考文献 米国特許出願公開第2018/0119675 (US, A1)  
 特開2015-155655 (JP, A)  
 米国特許出願公開第2015/0225918 (US, A1)  
 特表昭61-501860 (JP, A)  
 米国特許第04701075 (US, A)  
 欧州特許出願公開第01288122 (EP, A2)  
 国際公開第2014/060650 (WO, A2)  
 (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
 B63B 35/00  
 B63B 35/44