

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月31日(31.05.2018)

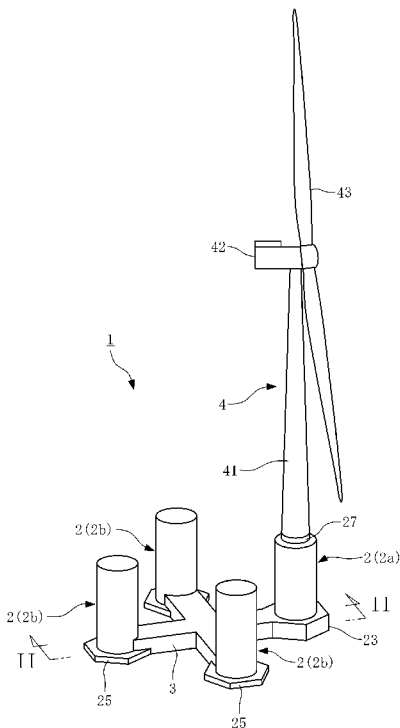


(10) 国際公開番号
WO 2018/096650 A1

- (51) 国際特許分類:
B63B 35/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084973
- (22) 国際出願日: 2016年11月25日(25.11.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ジャパンマリンユナイテッド株式会社(JAPAN MARINE UNITED CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目3番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉本 治樹 (YOSHIMOTO Haruki); 〒1080014 東京都港区芝五丁目3番7号 ジャパンマリンユナイテッド株式会社内 Tokyo (JP). 栗島 裕治(AWASHIMA Yuji); 〒1080014 東京都港区芝五丁目3番7号 ジャパンマリンユナイテッド株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 山田特許事務所 (PATENT FIRM YAMADA PATENT OFFICE); 〒1010047 東京都千代田区内神田三丁目5番3号 矢萩第二ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: FLOATING STRUCTURE

(54) 発明の名称: 浮体構造物



(57) Abstract: In this floating structure 1, configured such that the entirety thereof is supported on water, which comprises a plurality of columns 2 that are configured as columnar buoyant bodies extending in the vertical direction and a connecting body 3 that connects the plurality of columns 2 deployed in the horizontal direction, and which is configured so that an upper structure (wind turbine) 4 is connected to the top of at least one (main column 2a) of the columns 2, the configuration is such that the buoyancy generated by the main column 2a is greater than the other columns 2 (side columns 2b).

(57) 要約: 垂直方向に沿って延びる柱状の浮力体として構成された複数のコラム2と、該複数のコラム2を水平方向に展開した状態で連結する連結体3を備え、コラム2のうち少なくとも一部(メインコラム2a)の上部に上部構造体(風車)4を接続し、全体を水上に支持するよう構成した浮体構造物1について、メインコラム2aに生じる浮力が他のコラム2(サイドコラム2b)より大きくなるよう構成する。



WO 2018/096650 A1

LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：浮体構造物

技術分野

[0001] 本発明は、例えば洋上発電施設や洋上貯蔵施設等、浮力によって水上に支持される構造を備えた浮体構造物に関する。

背景技術

[0002] 近年、洋上において風力発電や太陽光発電、各種資源の採掘や製造、貯蔵等を行うための施設として、浮遊型の浮体構造物が提案されている。

[0003] こうした浮体構造物には、「スパー型」や「セミサブ（Semi-Submersible：半潜水）型」、「ポンツーン型」、「TLP（Tension Leg Platform：緊張係留型）」等、種々の型式がある。このうち「セミサブ型」と呼ばれる型式の浮体構造物は、垂直方向に沿って延びる複数の柱状のコラム同士を、水平方向に沿って延びる連結体により互いに連結してなる。各コラムは内部に空洞を有する浮力体であり、各々が浮力によって水上に浮遊可能に構成されている。このようなコラムを水平方向に展開して互いに連結することで、浮体構造物全体としてメタセンタ半径を大きくし、復元力を確保するようにしている。

[0004] 各コラムは、下部（没水部）が水面下に没した状態で水に浮かぶ一方、上部は水面より上に位置し、ここに上部構造体が設置される。例えば洋上風力発電のための施設として上述の如きセミサブ型の浮体構造物を用いる場合、上部構造体としての風車が、複数のコラムのうち一つの上端部に連結される。

[0005] 尚、セミサブ型の浮体構造物を記載した技術文献としては、例えば下記の特許文献1や2等がある。特許文献1に記載の浮体構造物（洋上プラットホーム）は三本のコラムを備えており、このうち一本（タワー支持コラム）の上に風車タワーが取り付けられ、残りの二本のコラムはメタセンタ半径を確保すると同時に浮力のバランスを調整するための安定化コラムとして機能す

るようになっている。一方、特許文献2に記載の洋上施設用浮体構造物は、中央に位置する一本の中央浮体と、その周囲に配置された三本の外側浮体の計四本のコラムを備えており、このうち中央浮体の上部に風車を取り付けられている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2015-16860号公報

特許文献2：特開2010-280301号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記特許文献1に記載の浮体構造物の場合、三本のコラムは平面視で正三角形の各頂点をなすように対称に配置されるが、そのうちの一頂点をなすタワー支持コラムに風車タワーが取り付けられる。このため、タワー支持コラムにかかる重量が他のコラムと比較して著しく大きくなり、風車タワーを含む浮体構造物全体の重心は、前記正三角形の中心からは大きくずれる。重心のずれは浮体構造物の傾きに繋がるので、この傾きを防止するために各コラムに調整用バラストタンクを備え、上部構造体を取り付けないコラムでは調整用バラストタンクに水を汲み上げて重量を大きくすることが一般的であるが、このためには各コラムに調整用バラストタンクのための大きな容積が必要である。また、このようにタワー支持コラムの重量に合わせてバラスト水を汲み上げ、タワー支持コラム以外のコラムの重量を大きくする方法では、重心の位置は是正されて浮体構造物全体の水平は確保されるものの、浮体構造物内における荷重の分布が不均等となる。その結果、コラム同士を連結するビームに大きな曲げモーメントが加わり、この曲げモーメントに耐え得る程度にコラム間の連結構造を強化する必要が生じる。このように、上記特許文献1に記載の如き浮体構造物では、調整用バラストタンクの容量とビームの強度の両面で多くの鋼材が必要となり、これが建造コストの上昇を招くと

いう問題を抱えていた。

[0008] 一方、上記特許文献2に記載の如き洋上施設用浮体構造物の場合、平面視で三本の外側浮体がなす正三角形の中心の位置に中央浮体が配置され、この中央浮体に風車を取り付けられるので、重心のずれの問題は生じない。しかしながら、こうした配置では、外側浮体と中央浮体とを連結する構造が必要であり、全体の構成が複雑となってやはり建造コストが嵩んでしまう。また、重心のずれに対応するために調整用バラストタンクに注水するような必要こそないものの、中央浮体と外側浮体の間でやはり荷重に不均等が生じ、中央浮体と外側浮体を連結する連結部材にはそれなりの強度が要求される。

[0009] 本発明は、斯かる実情に鑑み、構造の大型化や高強度化を極力回避し、建造にかかるコストを抑えながら荷重のバランスを是正し得る浮体構造物を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、垂直方向に沿って延びる柱状の浮力体として構成された複数のコラムと、該複数のコラムを水平方向に展開した状態で連結する連結体を備え、前記コラムのうち少なくとも一部の上部に上部構造体を接続し、全体を水上に支持するよう構成した浮体構造物であって、前記コラムのうち、前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムに関し、該コラムに生じる浮力が他のコラムより大きくなるよう構成した浮体構造物にかかるものである。

[0011] 本発明の浮体構造物においては、前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムの没水部の体積を他のコラムより大きくすることができる。

[0012] 本発明の浮体構造物においては、前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムに、該コラムから水平方向に張り出すよう、内部に空洞を有するローハルを備えることができる。

[0013] 本発明の浮体構造物においては、前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムの内部に、前記上部構造体又は前記

浮体構造物の運転に関連する機器類を配置することができる。

[0014] 本発明の浮体構造物においては、前記コラム同士を連結する連結体のうち、前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムとの連結部に浮力体を備えることができる。

発明の効果

[0015] 本発明の浮体構造物によれば、構造の大型化や高強度化を極力回避し、建造にかかるコストを抑えながら荷重のバランスを是正し得るといった優れた効果を奏し得る。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第一実施例の形態を示す斜視図である。

[図2]本発明の第一実施例の形態を示す断面図であり、図1の| | - | | 矢視相当図である。

[図3A]本発明の第一実施例の形態を概略的に示す断面図である。

[図3B]本発明の第一実施例における荷重の分布を示すグラフである。

[図3C]本発明の第一実施例におけるは剪断力及び曲げモーメントの分布を示すグラフである。

[図4A]本発明の第一参考例の形態を概略的に示す断面図である。

[図4B]本発明の第一参考例における荷重の分布を示すグラフである。

[図4C]本発明の第一参考例における剪断力及び曲げモーメントの分布を示すグラフである。

[図5]本発明の第二実施例の形態を示す斜視図である。

[図6A]本発明の第二実施例の形態を概略的に示す正面図である。

[図6B]本発明の第二実施例における荷重の分布を示すグラフである。

[図7A]本発明の第二参考例の形態を概略的に示す正面図である。

[図7B]本発明の第二参考例における荷重の分布を示すグラフである。

[図8]本発明の第三実施例の形態を示す斜視図である。

[図9]本発明の第四実施例の形態を示す斜視図である。

[図10A]本発明のその他の実施例の形態を示す斜視図である。

[図10B]本発明のその他の実施例の形態を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。

[0018] 図1、図2は本発明の実施による浮体構造物の形態の一例（第一実施例）を示している。図1に示す如く、セミサブ型の浮体構造物1は、垂直方向に沿って延びる四本の柱状のコラム2の下部を、水平方向に沿って延びる連結体3により互いに連結してなる。四本のコラム2は、内部に空洞を備えた浮力体として構成されており、平面視で正方形の各頂点をなすように配置されている。これら四本のコラム2のうち、一本のコラム（メインコラム）2aの上部に上部構造体4が接続される。こうして、水平方向に展開した四本のコラム2により、上部構造体4を接続した浮体構造物1全体を水上に支持する。

[0019] メインコラム2a、及び三本のサイドコラム2bは、各々が少なくとも一部を水中に没して浮力を発生させる円柱形状の物体であり、内部にはそれぞれ空洞21、22が形成されている。各空洞21、22は、各コラム2に浮力を発生させるほか、少なくとも一部をバラストタンクとして利用できるようになっている。また、連結体3の内部にも空洞31が備えられ、連結体3を必要に応じて浮力を発生させる浮力体又はバラストタンクとして利用できるようになっている。

[0020] メインコラム2aの下部には、径方向外側に向かって水平方向に張り出すようにロワーハル23が備え付けられている。このロワーハル23は、メインコラム2aの上下方向の動きに対する水の抵抗を増大させ、揺れを減衰させるヒーププレートとしての役割に加え、内部にメインコラム2a内の空洞21と一体的に形成した空洞24によりメインコラム2aに浮力を付加する機能も備えている。言い換えれば、メインコラム2a内の空洞21は、下部に備えた空洞24の分だけ径方向に広く、容積も大きくなっている。一方、三本のサイドコラム2bの下部には、水平方向に張り出すように、サイドコラム2bの揺れを減衰させるヒーププレートとして機能するフーティング2

5が形成されているが、これらのフーティング25は内部に空洞を備えておらず、浮力体として構成されてはいない。

[0021] メインコラム2aのローハル23や、サイドコラム2bのフーティング25には図示しない係留索が接続されており、浮体構造物1は、これらの係留索を介して水底に係留され、所定の水域に滞留する。

[0022] 図2に示す如く、メインコラム2a内の空洞21下部の空洞24内にはポンプ26が設置されており、このポンプ26と、サイドコラム2b内の空洞22との間は、連結体3内の空洞31に配設された送水パイプ32によって連絡されている。そして、ポンプ26により浮体構造物1の外部から汲み上げた水を、メインコラム2aの空洞21やサイドコラム2b内の空洞22、連結体3内の空洞31に送給できるようになっている。また、メインコラム2a内の空洞21ないし空洞24には、その他にも必要に応じて各種の制御装置や電源装置等を備えた機械室（図示せず）等が備えられる。

[0023] 上部構造体4は、例えば風力発電用の風車であり、図1に示す如く、支柱41、ナセル42、ブレード43を備えて構成される。支柱41はメインコラム2aの上端に備えた接続部27を介してメインコラム2a上に立設され、ナセル42は内部に図示しない発電機を備えてブレード43の回転により電力を発生するようになっている。尚、上部構造体4はここに図示したような風力発電設備に限定されない。例えば太陽光発電設備であっても良いし、その他、上部構造体4としては、各種の観測設備や通信設備、照明設備や採掘設備等、水上に設置され得る各種の設備が想定される。

[0024] 次に、上記した本第一実施例の作用を説明する。

[0025] 浮体構造物1を海洋等における所定の位置に設置する際には、例えば、沿岸部の工場にて浮体構造物1や、上部構造体である風車4の支柱41やブレード43等を別々に製造してから、これらを船舶等により設置先の海域まで曳航する。曳航にあたり、浮体構造物1は、なるべく水中に没する部分が少ない方が水から受ける抵抗が小さく、船舶の燃費を抑えることができる。よって、コラム2（メインコラム2a、サイドコラム2b）やローハル23

、連結体3の内部の空洞21, 22, 24, 31に注入するバラスト水は最小限の量とし、例えばローハル23の上面付近を喫水線とする状態で曳航を行う。

[0026] 設置先の海域に到着したら、浮体構造物1のメインコラム2a上部に備えた接続部27に風車4の支柱41を立設し、ナセル42にブレード43を取り付ける。この際、メインコラム2a内の空洞21下部の空洞24内に備えたポンプ26から、送水パイプ32を介してサイドコラム2bや連結体3内の空洞22, 31に適宜バラスト水を送り込み、空洞22, 31の一部を調整用バラストタンクとして浮体構造物1のバランスを調整し、水中にて安定させる。また、必要に応じ、メインコラム2aないしローハル23内の空洞21, 24内にも注水を行う。この工程により、浮体構造物1は、図1、図2に示す如く上部に風車4を支持して水平に設置される。このとき、喫水は各コラム2の上下方向中程付近に位置する。

[0027] ここで、各コラム2のうち、上部に風車4が接続されるメインコラム2aには、他のサイドコラム2bと比較して著しく大きい重量が加えられる。一方で、メインコラム2aでは、下部にローハル23が設置されている分、サイドコラム2bと比較して没水部の体積が大きく、したがって生じる浮力も大きい。この浮力により、メインコラム2aに上部構造体4から加わる重量に対抗し、サイドコラム2bとの間で荷重の分布の不均衡を是正して浮体構造物1全体のバランスを保つようにしている。

[0028] 上述の如き浮体構造物1における重量や浮力、及びこれによって生じる曲げモーメント等の分布を図3A~図3Cを用いて説明する。図3Aは、浮体構造物1をメインコラム2a及びこれと対角線上に位置するサイドコラム2bを通る断面で見た概略図であり、図3Bは、この断面における重量や浮力の分布を示している。

[0029] 図3Bの破線は、図3Aに示す各部に加わる重量（下向きの荷重）を示している。右側に位置するメインコラム2aでは、上部に風車4が接続されているので、左側のサイドコラム2bと比較して大きな重量が加わっている。

また、図3Bの一点鎖線は、浮体構造物1の各部に加わる浮力（上向き荷重）を示しており、ローハル23を備えたメインコラム2aでは、サイドコラム2bと比較して大きな浮力が生じている。そして、図3Bの実線は、上記重量と浮力の合計としての荷重を示している。メインコラム2aにおいてわずかに下向き、サイドコラム2bにおいてわずかに上向きの荷重がかかっており、浮体構造物1全体では合計値がゼロとなって釣り合う。

[0030] 図3Cは、上述の如き荷重の分布により浮体構造物1各所に発生する剪断力、及び曲げモーメントの分布を示している。図3Cに破線にて示す剪断力（垂直方向の力）は、図3Bに実線にて示した荷重曲線の積分として表れ、また、図3Cに実線にて示す曲げモーメントは、剪断力の積分として表れる。ここに示した例では、曲げモーメントは連結体3の左寄りの位置にて最も大きくなる分布を示す。

[0031] 参考例として、従来一般的な浮体構造物における重量等の分布を図4A～Cに示す。図4Aに示す如く、本第一参考例の浮体構造物101の場合、メインコラム102aにローハル23（図3A参照）のような追加の浮体を備えておらず、メインコラム102aとサイドコラム102bの間で没水部の体積に差はない。したがって、各コラム102（メインコラム102a及びサイドコラム102b）にかかる浮力は同じである。このような構成の浮体構造物101において、メインコラム102aとサイドコラム102bの間でバランスを保つには、サイドコラム102b内の空洞122にバラスト水Wを注入することが一般的である。

[0032] 本第一参考例の浮体構造物101では、図4Bに示す如く、破線で示す重量（下方向の荷重）は、図中左側のサイドコラム102bにおいて、上記第一実施例のサイドコラム2bよりバラスト水Wの分だけ大きくなる（図3B参照）。また、一点鎖線で示す浮力（上方向の荷重）は、メインコラム102aとサイドコラム102bとで等しい。

[0033] そして、重量と浮力の合計値としての荷重は、図4Bに実線で示す如く、メインコラム102aにて下方向に、サイドコラム102bにおいて上方向

に加えられ、その絶対値は上記第一実施例（図3B参照）と比較していずれも大きい。したがって、図4Cに示す如く、荷重の積分としての剪断力、及び該剪断力の積分である曲げモーメントも、上記第一実施例（図3C参照）よりも大きい。

[0034] このように、図1～図3に示す如き第一実施例の浮体構造物1では、図4に示す如き第一参考例の浮体構造物101と比較して、連結体3に生じる剪断力や曲げモーメントが小さい。したがって、連結体3の要求強度が小さく、連結体3に使用する鋼材の重量を削減することができる。また、図4に示す第一参考例の浮体構造物101の場合、サイドコラム102b内の空洞122には、上部構造体4を接続されるメインコラム102aとバランスを取るための調整用バラストタンクとする空間が必要である。第一実施例の浮体構造物1では、この調整用バラストタンクのための容積が不要であるので、サイドコラム2b全体を小さくすることができ、これも鋼材の重量削減に資する（尤も、メインコラム2aにはローハル23の分だけ多くの鋼材が必要となるが、サイドコラム2bにおける削減分よりは少なく済む）。本願出願人の試算によれば、第一実施例の浮体構造物1では、第一参考例による浮体構造物101と比較して、排水量を例えば約2%程度も削減できる。

[0035] また、本第一実施例の浮体構造物1では、メインコラム2a内の空洞21下部にポンプ26その他の機器類を収めた機械室を設置してある。上部構造体4と関連する機器類（例えば、上部構造体4が図1に示す如き風車である場合には、電力の変換や送出に係る機器や、風車4の制御装置等）はなるべく上部構造体4に近い位置に設置するのが配線や配管の関係上最も効率的であり、また、その他の機器類（ポンプ26やその制御装置等）もなるべく同じ箇所にまとめて配置した方が簡便なためである。ここで、本第一実施例では、メインコラム2aの下部にローハル23を備えており、空洞24の分だけ空洞21が広がっているので、ここに上述の如き各種の機器類を設置するにあたってレイアウトがしやすいという利点もある。

[0036] 以上のように、上記本第一実施例においては、垂直方向に沿って延びる柱

状の浮力体として構成された複数のコラム2と、該複数のコラム2を水平方向に展開した状態で連結する連結体3を備え、コラム2のうち少なくとも一部（メインコラム2a）の上部に上部構造体（風車）4を接続し、全体を水上に支持するよう構成した浮体構造物1について、コラム2のうち、上部構造体4から他のコラム2に加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラム2（メインコラム2a）に関し、該メインコラム2aに生じる浮力が他のコラム2（サイドコラム2b）より大きくなるよう構成しているため、上部構造体4からの荷重に対抗するようにメインコラム2aに浮力を付与することで、コラム2間における荷重の分布の不均衡を是正し、連結体3に生じる曲げモーメントを低減することができる。

[0037] また、本第一実施例においては、メインコラム2aの没水部の体積を他のコラム2（サイドコラム2b）より大きく構成しているため、上部構造体4からの荷重に対抗する浮力をメインコラム2aに対し適切に付与することができる。

[0038] また、本第一実施例においては、メインコラム2aの下部に、該メインコラム2aから水平方向に張り出すよう、内部に空洞を有するローハル23を備えているため、該ローハル23により、メインコラム2aの上下方向の動きに対する水の抵抗を増大させ、揺れを減衰させることができる。

[0039] また、本第一実施例においては、メインコラム2aの内部に、上部構造体4又は浮体構造物1の運転に関連する機器類を配置しているため、ここに上述の如き各種の機器類を設置するにあたって空間が広く、レイアウトがしやすい。

[0040] したがって、上記本第一実施例によれば、構造の大型化や高強度化を極力回避し、建造にかかるコストを抑えながら荷重のバランスを是正し得る。

[0041] 図5は本発明の実施による浮体構造物の形態の別の一例（第二実施例）を示している。基本的な構成は上述の第一実施例の浮体構造物1（図1、図2参照）と同様であるが、本第二実施例の浮体構造物201の場合、コラムの配置が上記第一実施例とは異なっている。

- [0042] 本第二実施例の浮体構造物201では、四本のコラム202のうち三本のサイドコラム202bが平面視で正三角形の各頂点をなすように配置されており、メインコラム202aはサイドコラム202bのなす三角形の中心に位置している。中央のメインコラム202aと周辺のサイドコラム202bの間は連結体203により連結されており、メインコラム202aの上部に上部構造体である風車4が接続されている。すなわち、上記特許文献2に記載の浮体構造物と共通する配置である。
- [0043] ただし、本第二実施例の場合、メインコラム202aの下部にヒーププレート兼浮力体としてのロワーハル223が備えられている。一方、サイドコラム202bの下部にはヒーププレートとしてのフーティング225が備えられているのみであり、ロワーハル223の分、メインコラム202aにはサイドコラム202bよりも大きな浮力が発生するようになっている。
- [0044] 上述の如き浮体構造物201では、コラム202同士を連結する連結体203の構成が上述の第一実施例の連結体3（図1、図2参照）に比べて複雑ではあるが、上記特許文献2に記載の浮体構造物と比較するとコラム間の力学的な不均衡が是正されている。以下、説明する。
- [0045] まず、図6Aに示す如く、本第二実施例の浮体構造物201では、メインコラム202aに上部構造体4が接続されており、したがって、図6Bに破線で示す如く、下向きに加わる荷重は、中央のメインコラム202aにおいて左右のサイドコラム202bよりも著しく大きい。一方、図6Aに示す如く、メインコラム202aの下部にはロワーハル223が備えられているので、図6Bに一点鎖線で示す如く、中央のメインコラム202aに加わる浮力（上向きの荷重）は左右のサイドコラム202bよりも大きい。その結果、図6Bに実線で示す如く、上記重量と浮力の合計としての荷重は、メインコラム202aにおいてわずかに下向き、サイドコラム202bにおいてわずかに上向きとなる。
- [0046] 図7Aは、上記第二実施例の参考例としての浮体構造物の形態の一例（第二参考例）を示している。本第二参考例の浮体構造物301は、上記特許文

献2に記載の浮体構造物と同様の構成であり、平面視で正三角形の各頂点をなす三本のサイドコラム302bの中心にメインコラム302aを据え、該メインコラム302aとサイドコラム302bの間を連結体303により連結した配置は上記第二実施例（図5及び図6A参照）と共通している。ただし、本第二参考例では、メインコラム302aにはローハルを備えず、サイドコラム302bにローハル323を備えている点で第二実施例とは異なる。

[0047] このような構成とした場合、図7Bに破線で示すように、下向きの荷重の分布は上記第二実施例と概ね同様である（図6B参照。ただし、メインコラム302aでは、ローハルを備えていない分だけ荷重がやや小さく、逆にサイドコラム302bではローハル323の分だけ大きくなっている）。一方、一点鎖線で示す浮力は、メインコラム302aにおいて小さく、サイドコラム302bにおいて大きい。その結果、荷重の合計は、実線で示す如く、中央のメインコラム302aにて下向きに大きく、左右のサイドコラム302bにて上向きに大きくなっている。

[0048] すなわち、第二参考例の浮体構造物301（図7参照）の場合、第一参考例の浮体構造物101（図4参照）とは異なり、上部構造体4の重量とバランスを取るためのバラスト水をサイドコラム302bに注入する必要こそないものの、上部構造体4から大きな荷重が加わるメインコラム302aと、サイドコラム302bとの間にはやはり荷重の不均衡が存在しており、これにより、連結体303に大きな剪断力ないし曲げモーメントが生じている。第二実施例（図5、図6参照）の浮体構造物201では、上部構造体4の接続されるメインコラム202aにローハル223を設置して浮力を大きくし、上部構造体4の重量に対抗することで、サイドコラム202bとの間で荷重の不均衡を小さくしている。

[0049] その結果、第二実施例の浮体構造物201では、連結体203の要求強度を小さくし、連結体203に必要な鋼材の量を削減することができる。また、中央のメインコラム202aには容積の大きいローハル223が必要と

なるものの、周辺に位置するサイドコラム 202b にはローハルの設置は不要か、設置するとしても小さくて良い。したがって、浮体構造物 201 全体にかかる鋼材の量を少なくすることができる。

[0050] その他の作用効果については上述の第一実施例（図 1～図 3 参照）と同様であるため省略するが、上記本第二実施例によっても、構造の大型化や高強度化を極力回避し、建造にかかるコストを抑えながら荷重のバランスを是正し得る。

[0051] 図 8 は本発明の実施による浮体構造物の形態のさらに別の一例（第三実施例）を示している。本第三実施例の場合、浮体構造物 401 を構成するコラム 402 の上部に接続される上部構造体 5 が、風車ではなくクレーンであり、これに伴い、連結体 403 等の構成が上記第一実施例（図 1、図 2 参照）や第二実施例（図 5 参照）とは異なっている。

[0052] 本第三実施例の浮体構造物 401 では、四本のコラム 402 の上部同士が上部連結体 403a により、下部同士が下部連結体 403b により、それぞれ連結されている。上部連結体 403a は、四本のコラム 402 の上端にて平面視で略正形状の水平面をなしており、四本のコラム 402 は、上部連結体 403a のなす正方形の各頂点の位置に配置されている。下部連結体 403b は、コラム 402 の下端同士を正方形の辺をなすように連結している。そして、上部連結体 403a のなす面の上に、クレーンである上部構造体 5 が設置される。

[0053] このような構成とした場合、上部構造体であるクレーン 5 の重心の直下にコラム 402 のいずれかが位置するわけではなく、クレーン 5 の重量による下向きの荷重は、上部連結体 403a を介して四本のコラム 402 各々に加えられることになる。ただし、クレーン 5 の重心の位置は平面視で四本のコラム 402 全体の重心と一致してはならず、偏心した状態となっている。したがって、四本のコラム 402 にクレーン 5 から加えられる荷重は均等ではなく、コラム 402 間で偏りが生じている。図 8 に示した状態では、クレーン 5 の重心は、四本のコラム 402 の重心に対して図中右側に偏心しており

、右端に位置するコラム402に特に大きな下向きの荷重がかかっている。このため、本第三実施例の浮体構造物401では、図中右側のコラム402に備えたローハル423を、他のコラム402のローハル423よりも大きくし、図中右側のコラム402に大きな浮力を発生させることで、コラム402間で荷重の均衡を図っている。

[0054] その他の作用効果については上述の第一実施例（図1～図3参照）と同様であるため省略するが、上記本第三実施例によっても、構造の大型化や高強度化を極力回避し、建造にかかるコストを抑えながら荷重のバランスを是正し得る。

[0055] 図9は本発明の実施による浮体構造物の形態のさらに別の一例（第四実施例）を示している。基本的な構成は上記第一実施例（図1、図2参照）と同様であるが、本第四実施例の浮体構造物501の場合、各コラム502同士を連結する連結体503のうち、メインコラム502aとの連結部にあたる位置に浮力体533を備え、この浮力体533により、上部構造体4を上部に接続されたメインコラム502aに浮力を発生させるようになっている。

[0056] このようにした場合、メインコラム502aに浮力を付与するにあたり、メインコラム502a自体の構造に手を加える必要がなく、連結体503の設計を変更すれば済む。メインコラム502aには種々の機器類が設置されるため、内部の構造やレイアウトに関してあまり自由が利かない場合があるが、連結体503であれば浮力体533を備えるにあたって設計に比較的制約が少ないという利点がある。

[0057] このように、上記本第四実施例においては、コラム502同士を連結する連結体503のうち、上部構造体4から他のコラム502に加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラム502（メインコラム502a）との連結部に浮力体533を備えているので、メインコラム502aの構造を変更することなく該メインコラム502aに対し浮力を付与することができる。

[0058] その他の作用効果については上述の第一実施例（図1～図3参照）と同様であるため省略するが、上記本第四実施例によっても、構造の大型化や高強

度化を極力回避し、建造にかかるコストを抑えながら荷重のバランスを是正し得る。

[0059] 図10A、図10Bは本発明の実施による浮体構造物の形態のその他の例を示している。図10Aに示す如く、コラムの本数を三本とすることもできるし、また、図示は省略するが五本以上としても良い。コラムの配置や連結体の構造も、上部構造体の種類や構造その他の条件に合わせて適宜変更し得る。また、上記第一実施例（図1、図2参照）の如くメインコラムにローハルを備えたり、上記第四実施例（図9参照）の如く連結体に浮力体を備える以外に、図10Bに示す如くコラム自体の径を変更することで大きな浮力を付与することもできる。あるいは、図示は省略するが、既存のコラムあるいは連結体に対し、浮力体を外から取り付けることで浮力を付与することも可能である。この場合、浮体構造物の建造にかかる鋼材を削減するといったことはできないものの、例えば浮体構造物を建設した後に上部構造体を取り替えたり、あるいは追加したりする場合には有効である。その他、コラムに対し適切に浮力を付与できる限りにおいて、本発明の浮体構造物は種々の構成を取り得る。

[0060] これらの各実施例によっても、構造の大型化や高強度化を極力回避し、建造にかかるコストを抑えながら荷重のバランスを是正し得る。

[0061] 尚、本発明の浮体構造物は、上述の実施例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

符号の説明

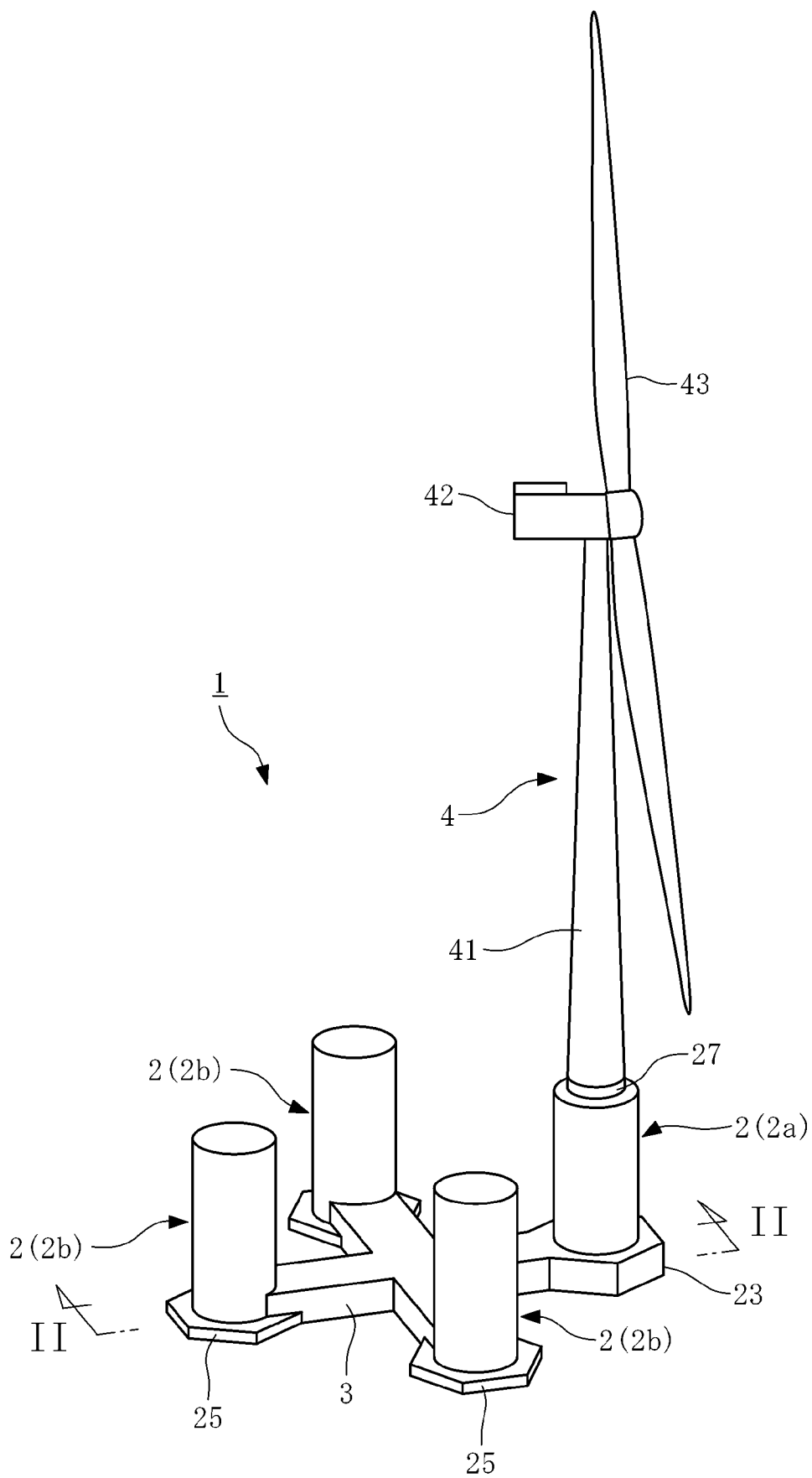
- [0062]
- 1 浮体構造物
 - 2 コラム
 - 2 a コラム（メインコラム）
 - 2 b コラム（サイドコラム）
 - 3 連結体
 - 4 上部構造体（風車）

- 5 上部構造体（クレーン）
- 2 3 ローハル
- 2 0 1 浮体構造物
- 2 0 2 コラム
- 2 0 2 a コラム（メインコラム）
- 2 0 2 b コラム（サイドコラム）
- 2 0 3 連結体
- 2 2 3 ローハル
- 4 0 1 浮体構造物
- 4 0 2 コラム
- 4 0 3 連結体
- 4 0 3 a 連結体（上部連結体）
- 4 0 3 b 連結体（下部連結体）
- 4 2 3 ローハル
- 5 0 1 浮体構造物
- 5 0 2 コラム
- 5 0 2 a コラム（メインコラム）
- 5 0 2 b コラム（サイドコラム）
- 5 0 3 連結体
- 5 3 3 浮力体

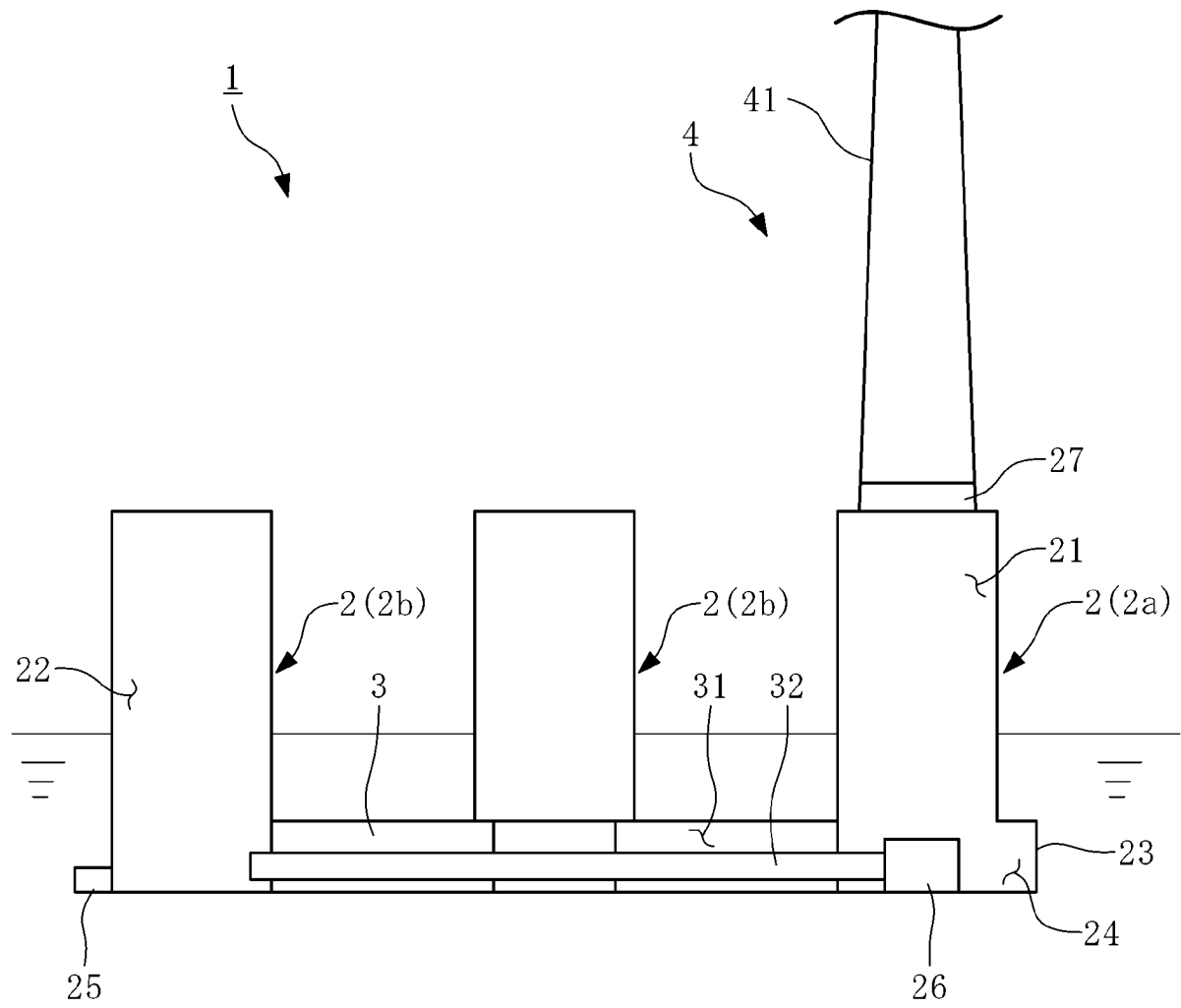
請求の範囲

- [請求項1] 垂直方向に沿って延びる柱状の浮力体として構成された複数のコラムと、該複数のコラムを水平方向に展開した状態で連結する連結体を備え、前記コラムのうち少なくとも一部の上部に上部構造体を接続し、全体を水上に支持するよう構成した浮体構造物であって、
前記コラムのうち、前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムに関し、該コラムに生じる浮力が他のコラムより大きくなるよう構成した浮体構造物。
- [請求項2] 前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムの没水部の体積を他のコラムより大きく構成した、請求項1に記載の浮体構造物。
- [請求項3] 前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムの下部に、該コラムから水平方向に張り出すよう、内部に空洞を有するロワーハルを備えた、請求項2に記載の浮体構造物。
- [請求項4] 前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムの内部に、前記上部構造体又は前記浮体構造物の運転に関連する機器類を配置した、請求項2又は3に記載の浮体構造物。
- [請求項5] 前記コラム同士を連結する連結体のうち、前記上部構造体から他のコラムに加わるより大きい荷重が下向きに加わるコラムとの連結部に浮力体を備えた、請求項1に記載の浮体構造物。

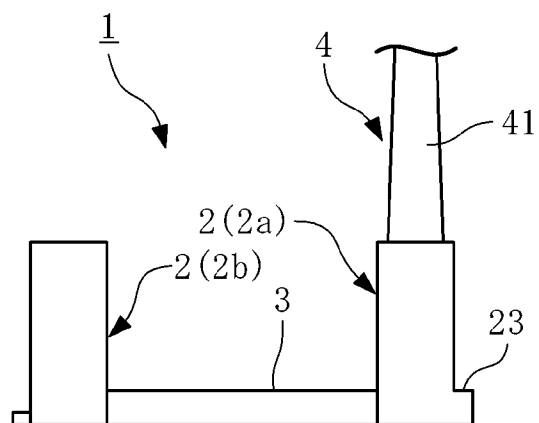
[図1]



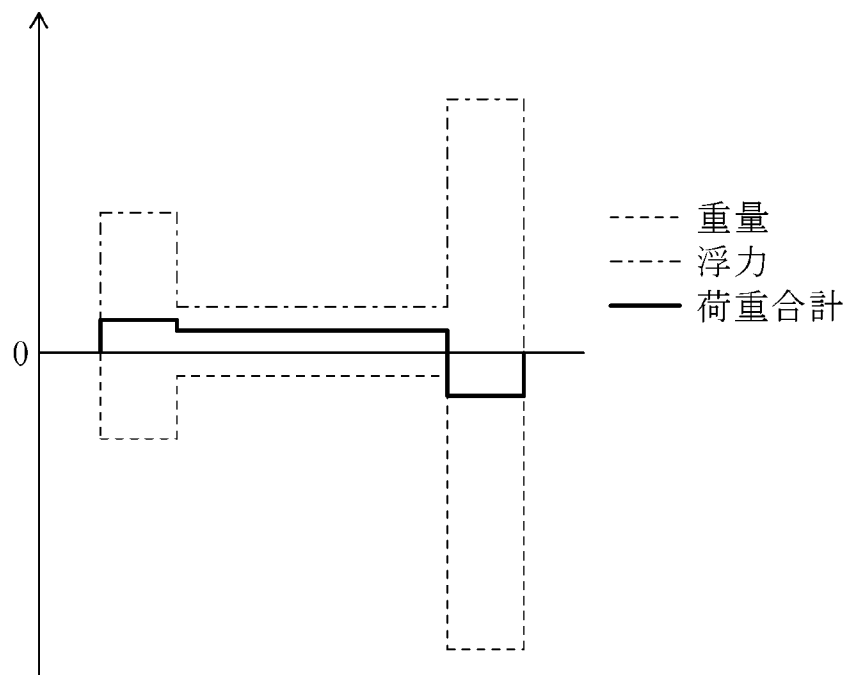
[図2]



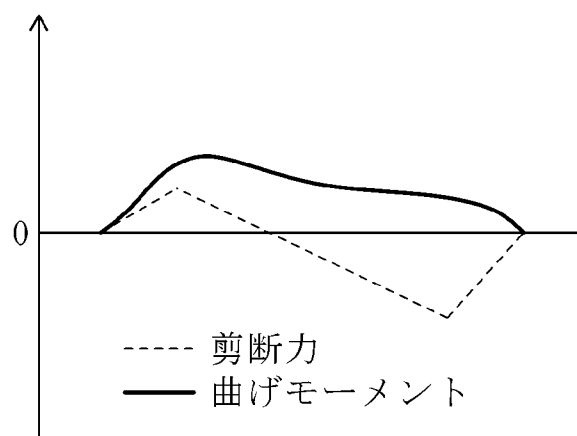
[図3A]



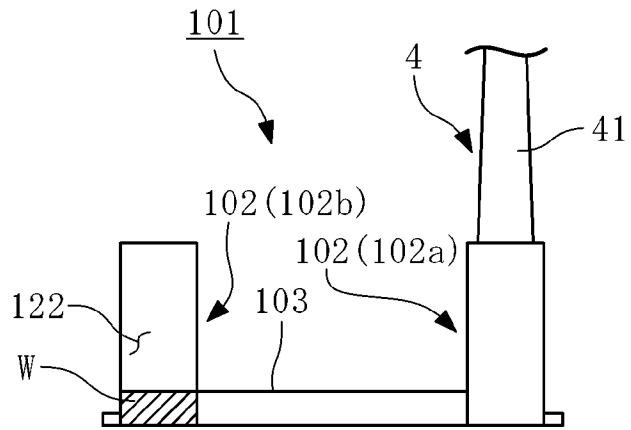
[図3B]



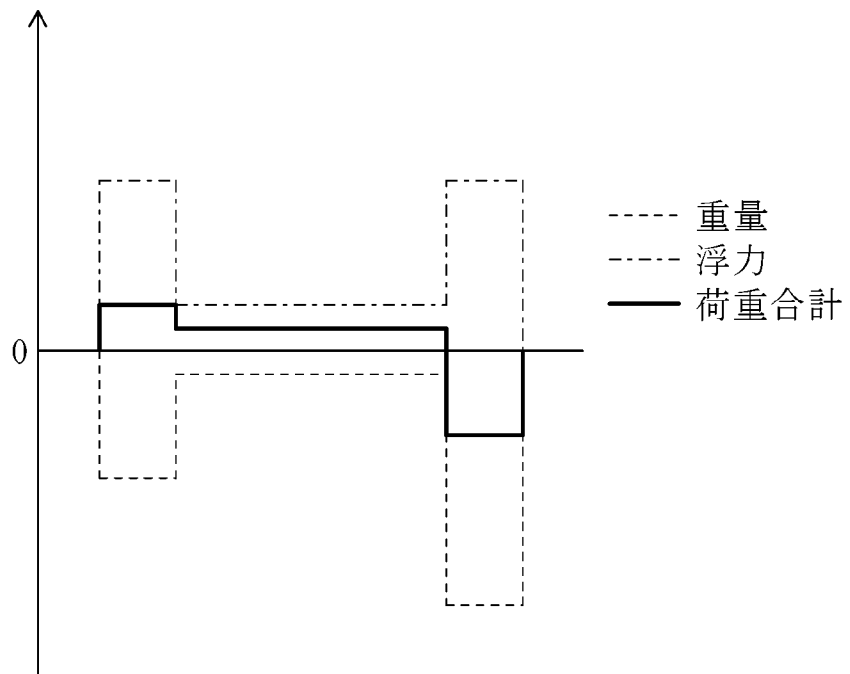
[図3C]



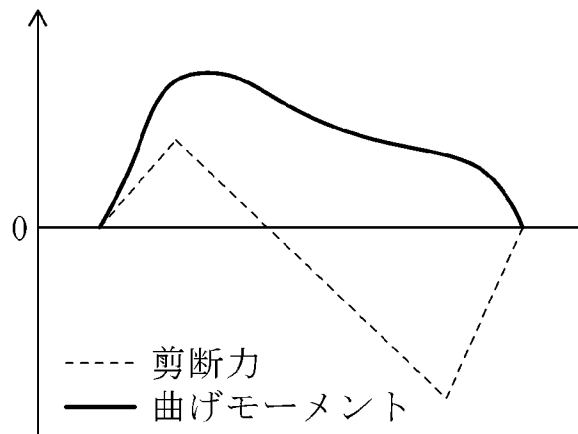
[図4A]



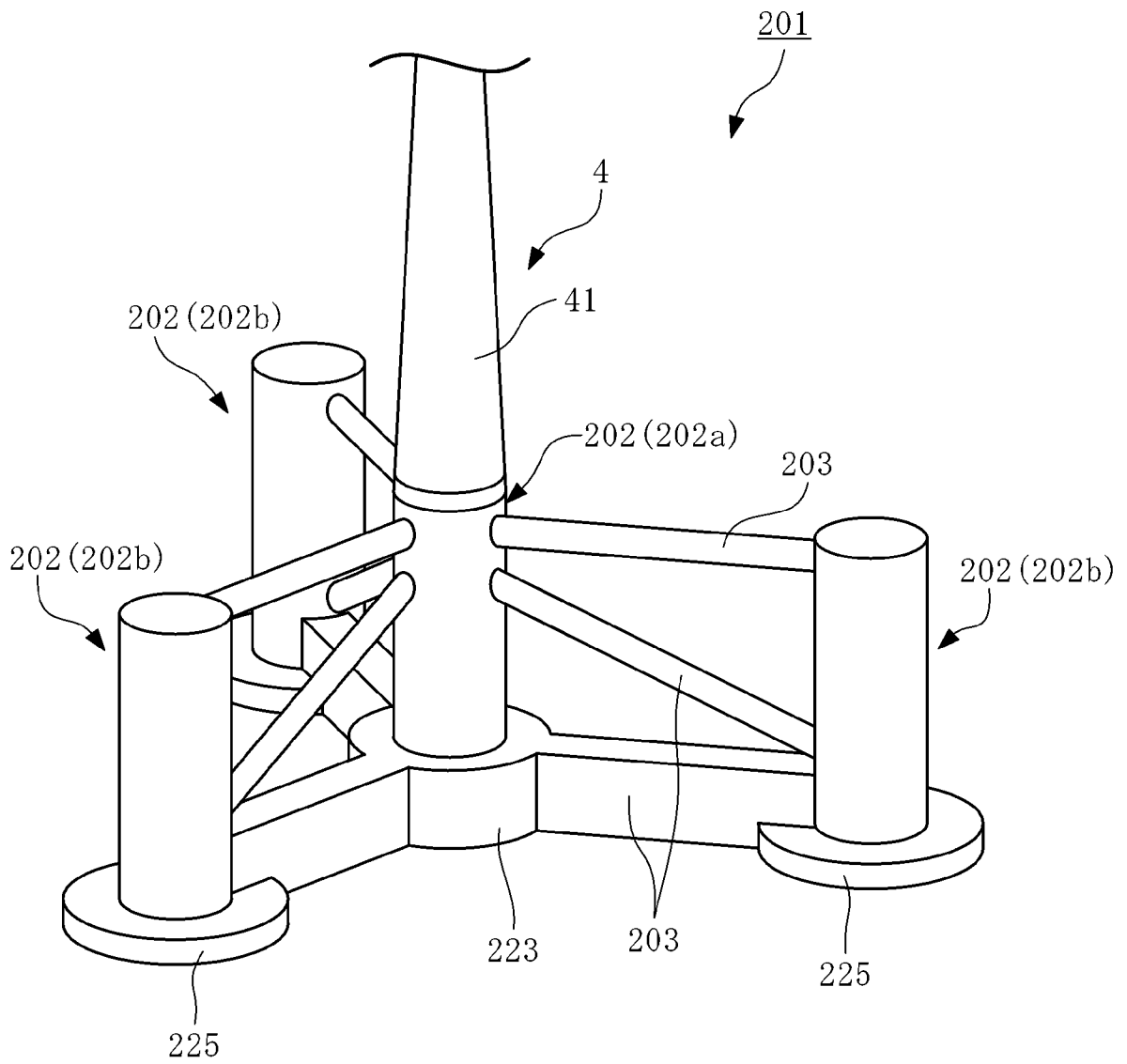
[図4B]



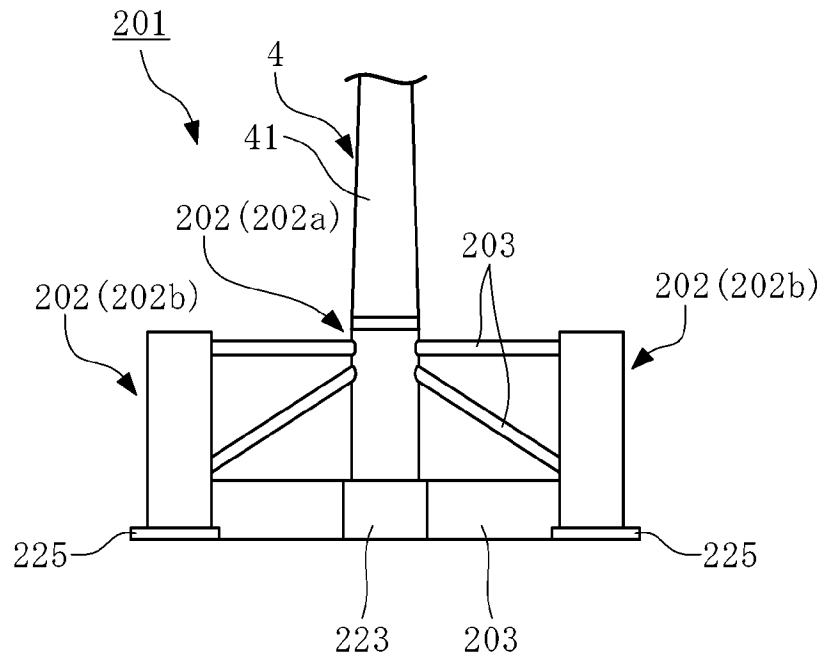
[図4C]



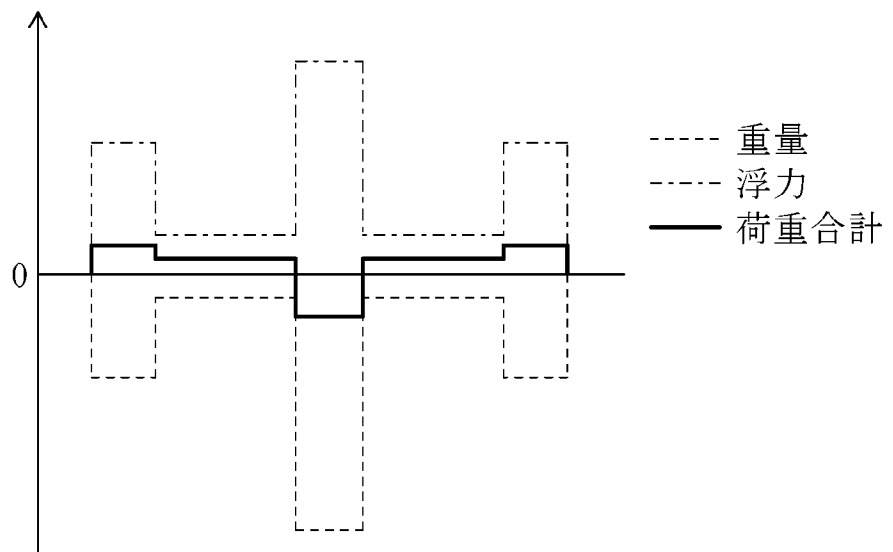
[図5]



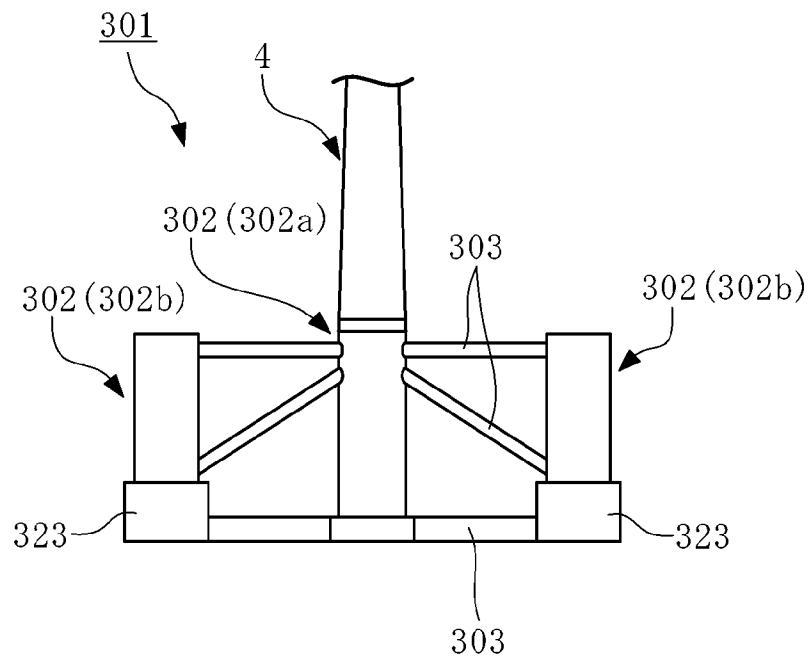
[図6A]



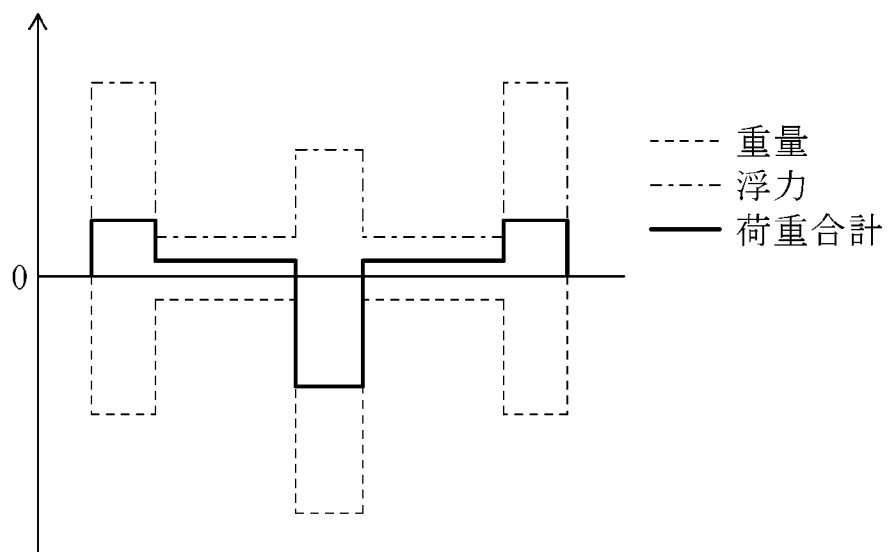
[図6B]



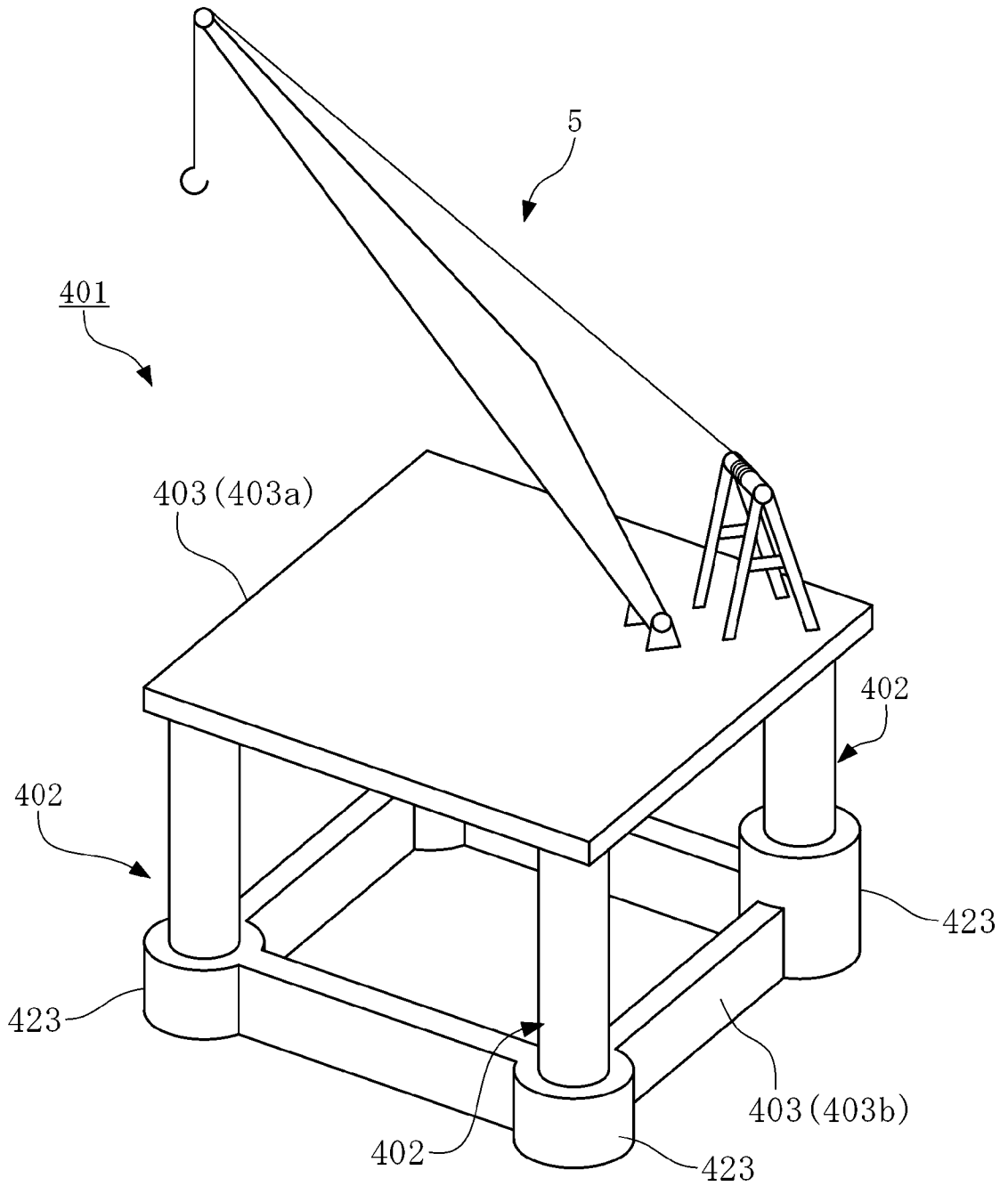
[図7A]



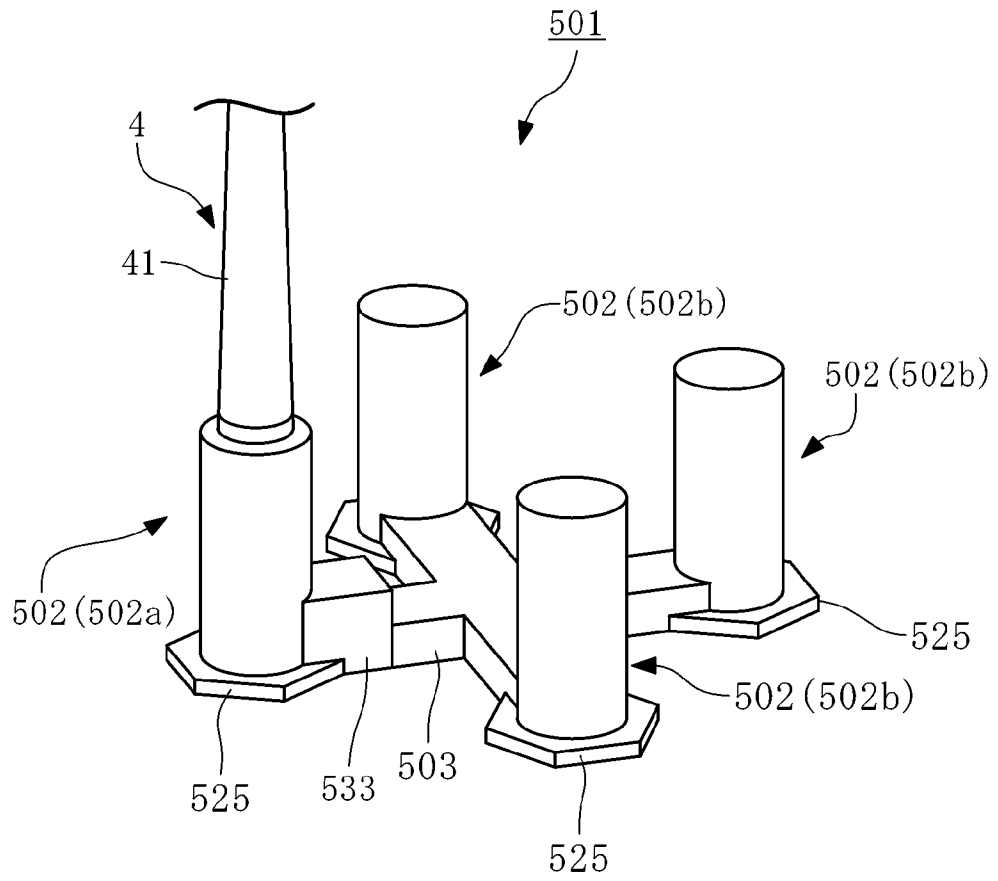
[図7B]



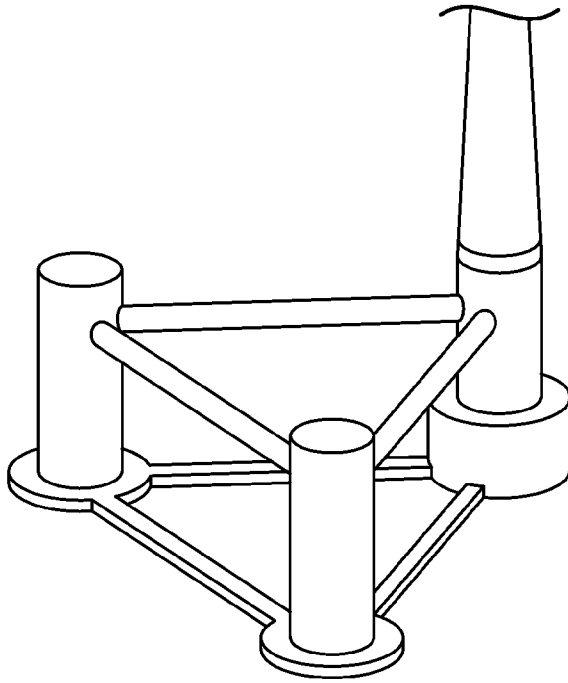
[図8]



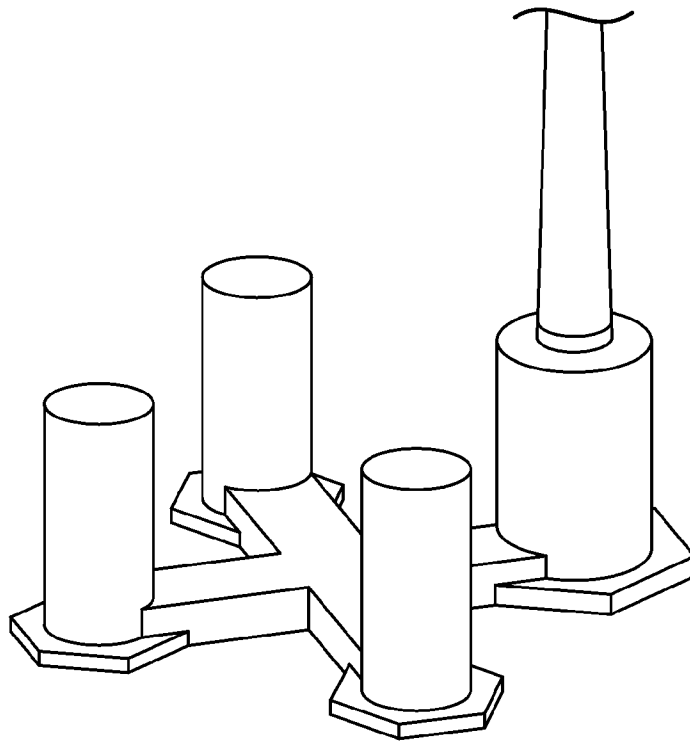
[図9]



[図10A]



[図10B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/084973

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B63B35/44(2006.01) i

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)
B63B35/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	GB 2538329 A (OCEANFLOW DEVELOPMENT LTD.), 16 November 2016 (16.11.2016), specification, page 10, line 21 to page 12, line 2; fig. 5 to 9 (Family: none)	1-2 3-4
Y	JP 2008-74297 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 03 April 2008 (03.04.2008), paragraphs [0016] to [0025]; fig. 1 (Family: none)	3-4
Y	EP 2933181 A1 (MHI VESTAS OFFSHORE WIND A/S), 21 October 2015 (21.10.2015), paragraph [0066]; fig. 3 & US 2016/0025064 A1 & WO 2014/112115 A1 & KR 10-2015-0091403 A & CN 105026251 A	4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 31 January 2017 (31.01.17)	Date of mailing of the international search report 07 February 2017 (07.02.17)
-----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084973

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-37935 A (Principle Power, Inc.), 26 February 2015 (26.02.2015), paragraphs [0023] to [0024], [0055] to [0057]; fig. 6, 21 to 23 & US 2011/0037264 A1 paragraphs [0072] to [0074]; fig. 6, 21 to 23 & WO 2009/131826 A2 & EP 2727813 A1 & KR 10-2011-0015418 A & CN 102015435 A	1, 5
A	JP 2001-180584 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 03 July 2001 (03.07.2001), paragraphs [0010] to [0018]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B63B35/44(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B63B35/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	GB 2538329 A (OCEANFLOW DEVELOPMENT LIMITED) 2016.11.16, 明細書第10頁第21行-第12頁第2行, 図5-9 (ファミリーなし)	1-2
Y		3-4
Y	JP 2008-74297 A (三菱重工業株式会社) 2008.04.03, 段落 [0016] - [0025], 図1 (ファミリーなし)	3-4

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

31.01.2017

国際調査報告の発送日

07.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

畔津 圭介

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

3D

6211

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	EP 2933181 A1 (MHI VESTAS OFFSHORE WIND A/S) 2015. 10. 21, 段落 [0066] , 図 3 & US 2016/0025064 A1 & WO 2014/112115 A1 & KR 10-2015-0091403 A & CN 105026251 A	4
X	JP 2015-37935 A (プリンシプル・パワー・インコーポレーテッド) 2015. 02. 26, 段落 [0023] - [0024] , [0055] - [0057] , 図 6, 21-23 & US 2011/0037264 A1 段落 [0072] - [0074] , 図 6, 21-23 & WO 2009/131826 A2 & EP 2727813 A1 & KR 10-2011-0015418 A & CN 102015435 A	1, 5
A	JP 2001-180584 A (住友重機械工業株式会社) 2001. 07. 03, 段落 [0010] - [0018] , 図 1-3 (ファミリーなし)	1