

(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  
2016年1月14日(14.01.2016)

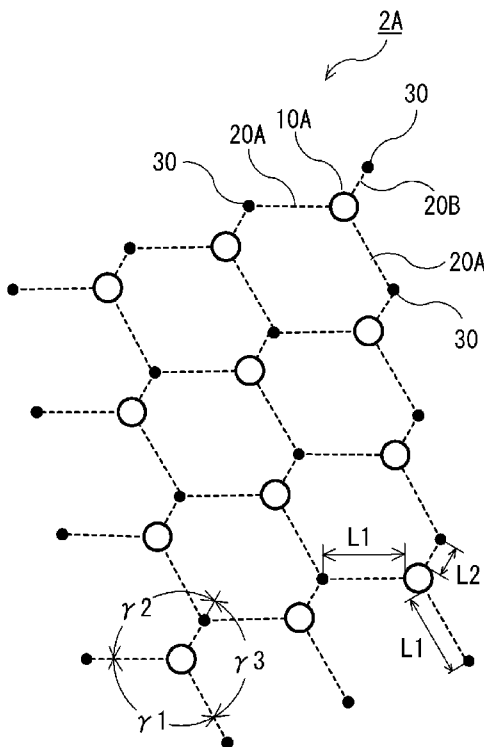


(10) 国際公開番号  
WO 2016/006126 A1

- (51) 国際特許分類:  
B63B 21/50 (2006.01) B63B 35/00 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/075358
  - (22) 国際出願日: 2014年9月25日(25.09.2014)
  - (25) 国際出願の言語: 日本語
  - (26) 国際公開の言語: 日本語
  - (30) 優先権データ:  
特願 2014-140793 2014年7月8日(08.07.2014) JP
  - (71) 出願人: 三井海洋開発株式会社(MODEC, INC.)  
[JP/JP]; 〒1030027 東京都中央区日本橋2丁目3番10号 Tokyo (JP).
  - (72) 発明者: 中村 拓樹(NAKAMURA, Takuju); 〒1030027 東京都中央区日本橋2丁目3番10号 三井海洋開発株式会社内 Tokyo (JP).
  - (74) 代理人: 清流国際特許業務法人, 外(SEIRYU PATENT PROFESSIONAL CORPORATION et al.); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目4番5号 第37興和ビル 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SYSTEM FOR MOORING OFFSHORE STRUCTURE GROUP AND METHOD FOR MOORING OFFSHORE STRUCTURE GROUP

(54) 発明の名称: 洋上構造物群の係留システム、及び、洋上構造物群の係留方法



(57) Abstract: The present invention moors at least one offshore structure 10 in an offshore structure group including a plurality of offshore structures 10 using mooring lines 20 provided in 3-8 directions, with the mooring lines 20 in the respective directions being fastened to different mooring bases 30. The mooring lines 20 connected to 3-8 offshore structures 10 in the offshore structure group are fastened to at least one mooring base 30. As a result, if, under severe weather and oceanic conditions, a portion of the mooring lines 20 mooring an offshore structure 10 is broken or the mooring function of the mooring bases 30 is lost, the offshore structure 10 moves, but the remaining mooring lines 30 continue to moor the offshore structure 10, so that the offshore structure 10 can be prevented from colliding with the other offshore structures 10. Therefore, the offshore structures 10 can be safely moored at offshore installation locations without requiring excessively increasing the strength of the mooring lines 20 in the mooring directions.

(57) 要約: 複数の洋上構造物 10 で構成される洋上構造物群の中で少なくとも一つの洋上構造物 10 を 3 方向以上 8 方向以下の方向に配置される係留索 20 を用いて、それぞれの方向の係留索 20 を別々の係留基部 30 に係止して係留すると共に、少なくとも一つの係留基部 30 が、洋上構造物群の中の 3 基以上 8 基以下の洋上構造物 10 にそれぞれが接続する係留索 20 を係止する。これにより、厳しい気象及び海象の条件下で、例えば、洋上構造物 10 を係留する係留索 20 の一部の破断や、係留基部 30 の係留機能の喪失が生じて、その洋上構造物 10 は移動するが、その洋上構造物 10 を残りの係留索 30 群により係留し続けて、その洋上構造物 10 が他の洋上構造物 10 と衝突することを回避でき、その係留方向の係留索 20 の強度を過度に高くすることなく、安全に洋上設置場所に係留できる。

WO 2016/006126 A1

## 明 細 書

発明の名称：

洋上構造物群の係留システム、及び、洋上構造物群の係留方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、風力発電装置等を搭載したスパー型等の複数の洋上構造物を群として係留する際の、洋上構造物群の係留システム、及び、洋上構造物群の係留方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 水深の深い海域で、洋上構造物に風力発電設備等を搭載する場合に、セミサブ型あるいはテンションレグプラットフォーム（TLP）等が考えられるが、これらの場合には、陸上で一体的に組み立て、試運転を行ってから設置場所に曳航して、係留システムにより係留されることになる。

[0003] スパー型の洋上構造物の場合は、スパーは魚釣りの釣浮きのように直立状態で浮いている洋上構造体であり、バラスト水の注水等により浮体の大部分は海面下に沈んでいる。このスパーは、動揺が比較的少なく、重い上部構造を支持することができる。風力発電設備を備えたスパー型の洋上構造物では、仮に浮体の吃水が約40m～80mと深く、また、浮体部分が約1000t（トン）以上の大きな構造物となる。

[0004] このスパー型の洋上構造物としては、例えば、国際公開第2013/065826号パンフレットに記載されているように、風力を利用する水平軸風車又は垂直軸風車を水面上部分に配置すると共に、潮流力を利用する水平軸水車又は垂直軸水車を水面下に配置して、水平軸水車又は垂直軸水車をバラストとして使用する浮体式流体力利用システムが提供されている。

[0005] また、この洋上風力発電設備として使用するスパー型の洋上構造物は、洋上風力発電に適した設置場所に、一つだけでなく、多数係留する。例えば、日本出願の特開2004-176626号公報に記載されているように、洋上において夫々の風力発電施設を立設支持する複数の浮体同士を、途中に中

間シンカーを設けた係留チェーンで連結すると共に、適宜の浮体には、更に、一方端に係留アンカーを、途中で中間シンカーを設けた係留チェーンを繋いだ洋上風力発電設備が提案されている。

[0006] この洋上風力発電設備では、複数の洋上発電設備と係留基部の配置の例として、平面視で正六角形の頂点に洋上発電設備である浮体を配置し、各浮体を平面視で正六角形の中心に配置した中心洋上構造体と、平面視で正六角形の外側に配置され、かつ、隣接する2つ浮体と平面視で正三角形を構成する係留アンカーで、1基の中央浮体と6基の浮体をそれぞれ7つの方向の中間シンカーを設けた係留チェーンとこれらの係留チェーンの内一つの方向の係留チェーンを中央浮体に、残りの方向の係留チェーンをそれぞれ係止する6つの係留アンカーで係留することが示されている。

[0007] 一方、一般的に、図1に示すように、一つの洋上構造物は、三方向以上の方向の係留索で係留されることが多く、係留基部もドラッグアンカーで構成されることが多い。このような係留では、一方向の係留索は、2本又は3本等の複数本の係留索で構成されており、荒れた気象や海象条件下で、そのうちの1本が破断した場合でも連鎖的に係留索が破断することなく、残りの係留索で洋上構造物を元に位置に係留し続けられるように各係留索の強度を設定している。

[0008] そのため、係留索の本数が増える上に、係留索に要求される1本当たりの破断強度と、ドラッグアンカーに要求される把駐力が大きくなり、洋上構造物の係留コストが高くなるという問題がある。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0009] 特許文献1：国際公開第2013/065826号パンフレット  
特許文献2：日本出願の特開2004-176626号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0010] 厳しい気象及び海象条件下で、多少移動しても問題が無い風力発電設備等を搭載した洋上構造物では、石油掘削用ドリルパイプや石油輸送管を備えているためにその位置保持が厳格に必要な洋上構造物とは異なり、洋上構造物を位置保持する係留索が破断した場合には、必ずしも元の位置に洋上構造物を係留し続ける必要はなく、洋上構造物が漂流状態にならず、しかも、他の洋上構造物に衝突しなければよいとの技術的思想が認められつつある。

[0011] 本発明者は、この技術的思想に則り、厳しい気象及び海象の条件下で、最も負担の大きい方向の係留索の破断又はドラッグアンカーの走錨が生じても、残りの方向の係留索群でその洋上構造物が漂流状態になることを食い止めることができる係留システムと、その洋上構造物が移動する範囲内に他の洋上構造物がない配置にして、その洋上構造物が移動しても他の洋上構造物に衝突することを回避できる、洋上構造物群と係留基部群の配置を考えた。

[0012] また、厳しい気象及び海象の条件下で、最も負担の大きい方向の係留索の破断又はドラッグアンカーの走錨が生じた場合には、残りの方向の係留索群では、洋上構造物の移動に伴い、係留方向が変化するため、ドラッグアンカーではその把錨力が変化するので、係留基部としては把錨力が一方向のみのドラッグアンカーの代わりに、上から見た旋回方向に関して係留力を発揮する範囲が広く、係留力の大きさも安定している係留パイル等を使用することが良い。

[0013] 本発明は、上記の状況を鑑みてなされたものであり、その目的は、風力発電装置等を搭載した洋上構造物群の係留システムにおいて、厳しい気象及び海象の条件下で、例え、洋上構造物を係留する係留索の一部の破断や、係留基部の係留機能の喪失が生じても、その洋上構造物は移動するが、その洋上構造物を残りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物が他の洋上構造物と衝突することを回避できて、その係留方向の係留索の強度を過度に高くすることなく、安全に洋上設置場所に係留できる、洋上構造物群の係留システム、及び、洋上構造物群の係留方法を提供することにある。

**課題を解決するための手段**

[0014] 上記の目的を達成するための本発明の洋上構造物群の係留システムは、複数の洋上構造物で構成される洋上構造物群の中で少なくとも1つの洋上構造物を3方向以上8方向以下の方向に配置される係留索を用いて、それぞれの方向の前記係留索を別々の係留基部に係止して係留すると共に、少なくとも1つの前記係留基部が、前記洋上構造物群の内の3基以上8基以下の前記洋上構造物にそれぞれが接続する前記係留索に係止するように構成される。

[0015] この構成によれば、複数の洋上構造物を少ない係留索と少ない係留基部で効率よく係留することができる。係留索の方向が3方向未満つまり2方向以下であると、係留された洋上構造物が移動する範囲が大きくなるか、あるいは、この移動範囲を小さくしようとする係留索に要求される係留力が大きくなり、実用的でなくなる。また、係留索の方向が9方向以上になると、係留索の本数と係留基部の数が増加し、コスト高となり実用的ではなくなる。

[0016] また、係留基部においても、一つの係留基部で2基未満の係留索とすると係留基部の数が多くなり、コストが増加する。また、9基以上の洋上構造物にそれぞれ接続する係留索を設けると、洋上構造物を係留している係留索の一部が破断して、洋上構造物が移動したときに、係留基部において、係留索が交叉して係留索に損傷が生じ易くなり、交叉しないようにすることが難しくなり、実用的でなくなる。

[0017] そして、洋上構造物と係留基部との間の係留索の本数を規定することにより、多数の洋上構造物を少ない係留基部と少ない係留索の本数で係留することができ、しかも、洋上構造物の配置と係留基部の配置と係留索の配置の組み合わせを、洋上構造物を係留する係留索の一部が破断した場合でも、その洋上構造物の移動に伴う、残りの係留索群の係留索の洋上構造物側の接続部位における係留方向の大きな変化と、係留基部側の係止部位における係留方向の大きな変化を許容できて、その洋上構造物を残りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物が漂流状態になることを回避することができるような組み合わせにすることが容易にできるようになる。

[0018] 上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、前記洋上構造物群の内の1

つの前記洋上構造物を係留する前記係留索の1つが破断した場合に、この洋上構造物が残りの前記係留索が許容する範囲内で移動したときに、他の前記洋上構造物と衝突することが幾何学的に不可能な非対称配置パターンを持つように前記洋上構造物と前記係留基部を配置する。

[0019] この構成によれば、係留索の1つが破断した場合に対する対策を、洋上構造物の移動を前提に洋上構造物と係留基部の配置で行うので、従来技術に比べて、各係留索の設計強度を小さく設定することができるようになるので、係留索の軽量化、係留索の設置工事の容易化、コストダウン化が可能となる。

[0020] 上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、1つの前記係留基部の係留機能が機能しなくなった場合に、この係留基部に係止されている係留索によって係留されている前記洋上構造物が、残りの前記係留索が許容する範囲内で移動したときに、他の前記洋上構造物と衝突することが幾何学的に不可能な非対称係留配置パターンを持つように前記洋上構造物と前記係留基部を配置する。

[0021] この構成によれば、係留基部の1つが係留機能を発揮しなくなった場合に対する対策を、洋上構造物の移動を前提に洋上構造物と係留基部の配置で行うので、各係留基部の固定度合を小さく設定することができるので、係留基部の軽量化や係留基部の設置工事の容易化、コストダウン化が可能となる。

[0022] そして、上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、前記洋上構造物を係留するそれぞれの前記係留索が係止される複数の前記係留基部の配置に関して、上から見て、これらの前記洋上構造物のうちの少なくとも一つの前記洋上構造物において、この洋上構造物を係留する前記係留索同士がなす角度において異なる角度があるように構成される。

[0023] あるいは、上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、前記洋上構造物を係留するそれぞれの前記係留索が係止される複数の前記係留基部の配置に関して、上から見て、これらの前記洋上構造物のうちの少なくとも一つの前記洋上構造物において、この洋上構造物とこれらの係留基部との係留距離に

において異なる係留距離があるように構成される。

[0024] これらの構成により、予測される、最も厳しい気象及び海象状態の時に、最も大きな係留力が発生して破断する可能性の強い方向の係留索と、この係留索が万一破断した時に残って洋上構造物の移動範囲を制限するための残りの2つ以上の方向の係留索とは、別の役割を持つので、異なる係留索の方向若しくは係留索の長さとすることで、それぞれの係留索の役割に適した長さや強度にして係留効率を向上でき、結果として、係留コストを低下できる。あるいは、これらの構成により係留基部の個数を減らすことにより、洋上風力等の事業のコストの相当割合を占める洋上工事の作業量を飛躍的に軽減し、コストを低下できる。

[0025] その上、係留索の破断又は係留基部の機能不全により漂流又は移動する洋上構造物が、隣接する洋上構造物に向かって移動することを防止できる。つまり、移動を開始した洋上構造物の移動方向を隣接する洋上構造物から逸らすことができる。

[0026] また、上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、前記係留距離に関して、大きい前記係留距離と小さい係留距離の差が、係留されている前記洋上構造物を上から見た投影図における前記洋上構造物の平面図形の外接円の直径以上で、かつ、大きい前記係留距離が小さい係留距離の3倍の距離以下であるように構成される。なお、この係留距離とは、洋上構造物における係留索の係止位置から係留基部における係留索の留め位置までの水平距離のことをいう。

[0027] この構成によれば、係留距離の大きさを規定しているので、この規定に従って、洋上構造物と係留基部の配置を設定すると、容易に、実用的な範囲で、係留索の破断又は係留基部の機能不全により移動する洋上構造物が、隣接する洋上構造物に向かって移動することを防止できる、洋上構造物と係留基部の配置を設定できるようになる。

[0028] そして、より具体的な配置パターンとしては、係留索長さによる洋上構造物の配置で、係留距離と係留方向を変えた配置パターンA、B、C、Dと、

係留索の角度による洋上構造物の配置で係留角度を非対称とする配置パターンEと、混合配置パターンFとがあり、それぞれ以下のように構成される。

[0029] この配置パターンAの構成は、前記洋上構造物が長い前記係留索2つと短い前記係留索1つとで係留され、かつ、隣り合う前記洋上構造物の短い前記係留索の係留方向が同じ方向を向いている構成であり、配置パターンBの構成は、前記洋上構造物が長い前記係留索2つと短い前記係留索1つとで係留され、かつ、隣り合う前記洋上構造物の短い前記係留索の係留方向が互いに逆の方向を向いている構成である。

[0030] また、配置パターンCの構成は、前記洋上構造物が長い前記係留索1つと短い前記係留索2つとで係留され、かつ、隣り合う前記洋上構造物の長い前記係留索の係留方向が同じ方向を向いている構成であり、配置パターンDの構成は、前記洋上構造物が長い前記係留索1つと短い前記係留索2つとで係留され、かつ、隣り合う前記洋上構造物の長い前記係留索の係留方向が互いに逆の方向を向いている構成である。なお、配置パターンA、B、C、Dにおいては、係留基部における長い係留索と短い係留索とがなす角度が2つあるが、これらは同じ角度であってもよく、異なってもよい。

[0031] また、配置パターンEの構成は、前記洋上構造物が3つの第1～第3の前記係留索で係留されると共に、前記第1の前記係留索と前記第2の前記係留索とがなす角度が80度以上120度未満であり、前記第2の前記係留索と前記第3の前記係留索とがなす角度が120度以上140度以下であり、前記第3の前記係留索と前記第1の前記係留索とがなす角度が120度以上140度以下である構成であり、配置パターンFの構成は、前記洋上構造物が長い前記係留索と短い前記係留索で係留され、長い前記係留索2つと短い前記係留索1つとで係留される第1種の前記洋上構造物と、長い前記係留索1つと短い前記係留索2つとで係留される第2種の前記洋上構造物と、短い前記係留索3つで係留される第3種の前記洋上構造物とを有する構成である。

[0032] この配置パターンA、B、C、D、E、Fによれば、比較的簡単な幾何学的パターンを用いて、一つ係留索が破断したときに、残りの係留索に係留さ

れていた洋上構造物が移動して、残りの係留索で引き止められて移動を停止するまでに、他の洋上構造物に衝突するのを回避でき、しかも、長い係留索は短い係留索に比べて大きな係留力を発揮できるので、この長い係留索の方向を大きな外力が働く方向にしておくことで、効率よく、また、効果的に係留索を配置することができる。

[0033] 従って、洋上構造物群の設置水域の広さや水深、水底形状等に対応させて、この配置パターンA、B、C、D、E、Fのいずれかを選択して採用することで、容易に、洋上構造物を係留する係留索の一部の破断や、係留基部の係留機能の喪失が生じても、その洋上構造物は移動するが、その洋上構造物を残りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物が他の洋上構造物と衝突することを回避できる配置とすることができる。

[0034] また、更に、上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、前記係留基部における前記係留索は、水底に立設した柱状体の側面又は角又は上部に設けられた係留索留め具に係止されると共に、前記係留索留め具は前記柱状体に対して水平方向に揺動可能に固定されるように構成される。

[0035] この構成によれば、係留基部をドラッグアンカーで形成する場合よりも、係留方向が旋回して変化した場合でも係留力の変化が少なく、また、係留留め具の揺動という非常に簡単な構造で、係留基部側の係止部位における上から見た係留索の旋回可能な範囲を大きくとることができる。また、係留索が係止される係留留め具が揺動可能であるので、係留索の一部の破断や、係留基部の係留機能の喪失により、洋上構造物が最初に係留された位置から移動して係留索の係留方向が変化しても、係留索及び柱状体に大きな力が加わるのを防止することができる。

[0036] また、上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、長い前記係留索と短い前記係留索に係止される前記係留基部において、長い前記係留索の係止位置を短い前記係留索の係止位置よりも下の位置にして構成される。この構成によれば、パターンB、D、Fでは、係留索の一部の破断や、係留基部の係留機能の喪失時に、短い係留索の係留方向が大きく変化して同じ係留基部に

接続された長い係留索を超えることはあっても、長い係留索の係留方向が大きく変化して同じ係留基部に接続された短い係留索を超えることはないため、係留索の一部の破断や、係留基部の係留機能の喪失により、洋上構造物が最初に係留された位置から移動して、中央の方向に延びる係留索と隣接方向に延びる係留索のいずれかの係留方向が大きく変化した場合でも、互いに干渉することなく、係留方向を変えることができるので、洋上構造物を係留する一方向の係留索が破断して、残りの係留索の係留方向が変化する場合でも、長い係留索と短い係留索とが絡み合うことを回避できる。従って、係留索の損傷を防止できる。

[0037] 上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、前記係留索は前記洋上構造物側の接続部位における前記係留係止具に係止されると共に、前記係留係止具は前記洋上構造物に対して水平方向に揺動可能に固定されるように構成される。

[0038] この構成によれば、係留係止具の揺動という非常に簡単な構造で、洋上構造物側の接続部位における上から見た係留索の旋回可能な範囲を大きくとることができる。また、係留索が係止される係留係止具が揺動可能であるので、係留索の一部の破断や、係留基部の係留機能の喪失により、洋上構造物が最初に係留された位置から移動して係留索の係留方向が変化しても、係留索及び係留係止具に大きな力が加わるのを防止することができる。

[0039] また、更に、上記の洋上構造物群の係留システムにおいて、前記係留基部における前記係留索は、水底に立設した柱状体の側面又は角又は上部に設けられた係留索留め具に係止されると共に、前記係留索留め具は前記柱状体に対して水平方向に揺動可能に固定され、かつ、長い前記係留索と短い前記係留索が係止される前記係留基部において、長い前記係留索の係止位置を短い前記係留索の係止位置よりも下の位置にし、さらに、前記係留索は前記洋上構造物側の接続部位における前記係留係止具に係止されると共に、前記係留係止具は前記洋上構造物に対して水平方向に揺動可能に固定されるように構成される。

[0040] この構成によれば、係留留め具の揺動と、係留係止具の揺動という非常に簡単な構造で、係留索の旋回可能な範囲を大きくとることができ、係留索の一部の破断や、係留基部の係留機能の喪失により、洋上構造物が最初に係留された位置から移動して係留索の係留方向が変化しても、係留索、柱状体、係留係止具に大きな力が加わるのを防止することができる。また、係留索同士が、互いに交叉することなく、係留方向を変えることができ、係留索同士が絡み合うことを回避できる。

[0041] そして、上記の目的を達成するための本発明の洋上構造物群の係留方法は、複数の洋上構造物で構成される洋上構造物群の中で少なくとも1つの洋上構造物を3方向以上8方向以下の方向に配置される係留索を用いて、それぞれの方向の前記係留索を別々の係留基部に係止して係留すると共に、少なくとも1つの前記係留基部が、前記洋上構造物群の内の3基以上8基以下の前記洋上構造物にそれぞれが接続する前記係留索に係止することを特徴とする方法である。

[0042] この方法によれば、複数の洋上構造物を少ない係留索と少ない係留基部で効率よく係留することができる。また、洋上構造物と係留基部との間の係留索の本数を規定することより、多数の洋上構造物を少ない係留基部と少ない係留索の本数で係留することができ、しかも、洋上構造物の配置と係留基部の配置と係留索の配置の組み合わせを、洋上構造物を係留する係留索の一部が破断した場合でも、その洋上構造物の移動に伴う、残りの係留索群の係留索の洋上構造物側の接続部位における係留方向の大きな変化と、係留基部側の係止部位における係留方向の大きな変化を許容できて、その洋上構造物を残りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物が漂流状態になることを回避することができる。

### 発明の効果

[0043] 以上に説明したように、本発明の洋上構造物群の係留システム、及び、洋上構造物群の係留方法によれば、風力発電装置等を搭載した洋上構造物群の係留において、厳しい気象及び海象の条件下で、例え、洋上構造物を係留す

る係留索の一部が破断しても、その洋上構造物は移動するが、その洋上構造物を残りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物が漂流状態になることと、その洋上構造物が他の洋上構造物と衝突することを回避できて、その係留方向の係留索の強度を過度に高くすることなく、安全に洋上設置場所に係留できる。

### 図面の簡単な説明

[0044] [図1]図1は、本発明に係る実施の形態の洋上構造物の係留システムを説明するための模式的な斜視図である。

[図2]図2は、本発明に係る実施の形態の洋上構造物の係留システムの配置パターンAを説明するための模式的な配置図である。

[図3]図3は、本発明に係る実施の形態の洋上構造物の係留システムの配置パターンBを説明するための模式的な配置図である。

[図4]図4は、発明に係る実施の形態の洋上構造物の係留システムの配置パターンCを説明するための模式的な配置図である。

[図5]図5は、発明に係る実施の形態の洋上構造物の係留システムの配置パターンDを説明するための模式的な配置図である。

[図6]図6は、発明に係る実施の形態の洋上構造物の係留システムの配置パターンEを説明するための模式的な配置図である。

[図7]図7は、発明に係る実施の形態の洋上構造物の係留システムの配置パターンFを説明するための模式的な配置図である。

[図8]図8は、配置パターンDにおける係留索破断時の洋上構造物の移動を説明するための図である。

[図9]図9は、係留パイルを上から見た図で、係留索の揺動可能な固定方法と旋回可能な範囲を模式的に示す図である。

[図10]図10は、係留パイルを側面から見た図で、係留索の係留位置の高さの違いを模式的に示す図である。

[図11]図11は、係留基部を柱状体の上面に一つの係留索留め具を設けて構成した場合を示す図である。

[図12]図12は、係留基部を柱状体の上面に二つの係留索留め具を設けて構成した場合を示す図である。

[図13]図13は、係留基部を柱状体の上面に三つの係留索留め具を設けて構成した場合を示す図である。

[図14]図14は、係留基部を上面に一つの係留索留め具を設けた柱状体を二つ束ねた構成を示す図である。

[図15]図15は、係留基部を上面に一つの係留索留め具を設けた柱状体を三つ束ねた構成を示す図である。

[図16]図16は、係留索の長さを調整するための係留機構の構成を模式的に示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0045] 以下、本発明に係る実施の形態の洋上構造物群の係留システム、及び、洋上構造物群の係留方法について説明する。この実施の形態の説明では、洋上構造物としては、風力を利用する垂直軸風車を水面上部分に配置した、スパア型の洋上構造物を例に説明しているが、本発明は、必ずしも、このスパア型の洋上構造物に限定する必要はなく、その他の洋上構造物にも適用できる。

[0046] 図1に示すように、ここで例示する実施の形態の洋上構造物10は、上部構造物11と下部構造物12からなる、スパア型の洋上構造物である。この上部構造物11は、回転軸11aaと垂直羽根11abを有する垂直軸風車11aとこの垂直軸風車11aを支持する風車支持部11bを備えて構成される。また、下部構造物12は、錘12aと浮力体12bを備えて構成される。また、発電した電力や洋上構造物10に設けた各種センサ（図示しない）で得られる情報を陸上側機器（図示しない）に送ると共に、風車を制御するための制御信号を陸上側機器から制御信号を受けるためのケーブル40が浮き41を伴って、洋上構造物10から陸上側機器まで設けられる。

[0047] そして、本発明に係る実施の形態の洋上構造物群の係留システム2A～2D（以下2と総称する）では、図2～図7の配置パターンA、B、C、D、

E、Fで示すように、複数の洋上構造物10A~10D（以下10と総称する）で構成される洋上構造物群の内少なくとも1つの洋上構造物10を3方向以上8方向以下の方向に配置される係留索20A、20B、20C（以下20と総称する）を用いて、それぞれの方向の係留索20、20A、20Bを別々の係留基部30に係止して係留する。それと共に、少なくとも1つの係留基部30が、洋上構造物群10の内の3基以上8基以下の洋上構造物10にそれぞれが接続する係留索30に係止するように構成される。

[0048] また、本発明に係る実施の形態の洋上構造物群の係留方法は、複数の洋上構造物10で構成される洋上構造物群の内少なくとも1つの洋上構造物10を3方向以上8方向以下の方向に配置される係留索20を用いて、それぞれの方向の係留索20を別々の係留基部30に係止して係留すると共に、少なくとも1つの係留基部30が、洋上構造物群の内の3基以上8基以下の洋上構造物10にそれぞれが接続する係留索30に係止する方法である。

[0049] これにより、複数の洋上構造物10を少ない数の係留索20と少ない数の係留基部30で効率よく係留する。つまり、洋上構造物10と係留基部30との間の係留索20の本数を規定することより、多数の洋上構造物10を少ない係留基部30と少ない係留索10の本数で係留することができる。この係留索20は、単に係留索20の自重によるカテナリのみに係留力でもよいが、必要に応じて、中間シンカーや中間浮体を取付けて、洋上構造物10の移動距離に対する係留力の関係をより適切なものにしてもよい。

[0050] しかも、洋上構造物10の配置と係留基部30の配置と係留索20の配置のこの組み合わせにより、洋上構造物10を係留する係留索20の一本が破断した場合でも、その洋上構造物10を残りの2本以上の係留索20群により係留し続けて、その洋上構造物10が漂流状態になることを回避できる組み合わせを容易に実現できるようになる。

[0051] なお、洋上構造物10を係留する係留索20の方向が3方向未満つまり2方向以下であると、係留された洋上構造物10が移動する範囲が大きくなるか、あるいは、この移動範囲を小さくしようとすると係留索20に要求され

る係留力が大きくなり、実用的でなくなる。特に2方向の場合に1方向の係留索20が破断した時に1方向係留になるため、移動範囲が著しく広くなり、隣接する洋上構造物に衝突する危険性が著しく高まる。また、洋上構造物10を係留する係留索20の方向が9方向以上になると、係留索20の本数と係留基部30の数が増加し、コスト高となり実用的ではなくなる。

[0052] また、係留基部30においても、一つの係留基部30で2基未満の係留索20とすると係留基部30の数が多くなり、コストが増加する。また、9基以上の洋上構造物10にそれぞれ接続する係留索20を設けると、洋上構造物10を係留している係留索20の一部が破断して、洋上構造物10が移動したときに、係留基部30において、係留索20が互いに交叉しないようにすることが難しくなる。その結果、係留索20が交叉して係留索20に損傷が生じ易くなり、実用的でなくなる。

[0053] この洋上構造物群の係留システム2においては、洋上構造物群の内の1つの洋上構造物10を係留する係留索20の1つが破断した場合に、この洋上構造物10が残りの係留索20が許容する範囲内で移動したときに、他の洋上構造物10と衝突することが幾何学的に不可能な非対称配置パターンを持つように洋上構造物10と係留基部30を配置する。

[0054] これにより、係留索20の1つが破断した場合に対する対策を、洋上構造物10の移動を前提に洋上構造物10と係留基部30の配置で行うので、従来技術に比べて、各係留索20の設計強度を小さく設定することができるようになる。従って、係留索20の軽量化、係留索20の設置工事の容易化、コストダウン化が可能となる。

[0055] また、この洋上構造物群の係留システム2においては、1つの係留基部30の係留機能が機能しなくなった場合に、この係留基部30に係止されている係留索20によって係留されている洋上構造物10が、残りの係留索20が許容する範囲内で移動したときに、他の洋上構造物10と衝突することが幾何学的に不可能な非対称係留配置パターンを持つように洋上構造物10と係留基部30を配置する。

- [0056] これにより、係留基部30の1つが係留機能を発揮しなくなった場合に対する対策を、洋上構造物10の移動を前提に洋上構造物10と係留基部30の配置で行うので、各係留基部30の固定度合を小さく設定することができる。従って、係留基部30の軽量化や係留基部30の設置工事の容易化、コストダウン化が可能となる。
- [0057] そして、洋上構造物10を係留するそれぞれの係留索20が係止される複数の係留基部30の配置に関して、上から見て、これらの洋上構造物10のうちの少なくとも一つの洋上構造物10において、この洋上構造物10とこれらの係留基部30との係留距離Lにおいて異なる係留距離L1、L2があるように、あるいは、この洋上構造物10を係留する係留索20同士がなす角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ において異なる角度があるように構成する。
- [0058] これらの構成により、予測される、最も厳しい気象及び海象状態の時に、最も大きな係留力が発生し、破断する可能性の強い方向の係留索20と、この係留索20が万一破断した時に残って洋上構造物10の漂流又は移動を回避するための残りの2つ以上の方向の係留索20とは、別の役割を持つので、異なる係留索20の方向、若しくは、係留索20の長さとする事で、それぞれの係留索20の役割に適した長さや強度にして係留効率を向上でき、結果として、係留コストを低下できる。あるいは、これらの構成により係留基部30の個数を減らすことにより、洋上風力等の事業のコストの相当割合を占める洋上工事の作業量を飛躍的に軽減し、コストを低下できる。
- [0059] その上、係留索20の破断又は係留基部30の機能不全により移動する洋上構造物10が、隣接する洋上構造物10に向かって移動することを防止できる。つまり、移動を開始した洋上構造物10の移動方向を隣接する洋上構造物10から逸らすことができる。
- [0060] また、この洋上構造物10と係留基部30の間の係留距離Lに関して、大きい係留距離L1と小さい係留距離L2の差 $\Delta L$ が、係留されている洋上構造物10を上から見た投影図における洋上構造物10の平面図形の外接円の直径D以上で、かつ、大きい前記係留距離L1が小さい係留距離L2の3倍

の距離以下であるように構成することが好ましい。つまり、「 $\Delta L = L_1 - L_2 \geq D$ 、かつ、 $L_1 \leq 3 \times L_2$ 」とする。

[0061] なお、この係留距離 $L$ とは、洋上構造物10における係留索20の係止位置から係留基部30における係留索20の留め位置までの水平距離であり、この洋上構造物10の外接円としては、例えば、風力発電であれば、翼が最も外接円が大きくなる位置の外接円とする。また、係留のために周囲に突出する部分があればその先端に接する外接円とする。つまり、最大径となる外接円をこの洋上構造物10の外接円として採用する。

[0062] この構成によれば、係留距離 $L$ の大きさを規定しているので、この規定に従って、洋上構造物10と係留基部30の配置を設定すると、容易に、実用的な範囲で、係留索20の破断又は係留基部30の機能不全により移動する洋上構造物10が、隣接する洋上構造物10に向かって移動することを防止できるように、洋上構造物10と係留基部30の配置を設定できるようになる。

[0063] 次に、より具体的な配置パターンについて、図2～図7を参照しながら説明する。ここでは、係留索長さによる洋上構造物10の配置で、係留距離 $L$ と係留方向を変えた配置パターンA、B、C、Dと、係留索の角度による洋上構造物の配置で係留角度を非対称とする配置パターンEと、混合配置パターンFを例示する。これらの配置パターンA～Fは、それぞれ以下のように構成される。

[0064] この配置パターンA、B、C、Dの洋上構造物群の係留システム2A、2B、2C、2Dの構成は、洋上構造物10を係留するそれぞれの係留索20が係止される複数の係留基部30の配置に関して、上から見て、これらの洋上構造物10のうちの少なくとも一つの洋上構造物10において、この洋上構造物10とこれらの係留基部30との係留距離において異なる係留距離 $L_1$ 、 $L_2$ があるように構成される。

[0065] 図2に示す配置パターンAの洋上構造物群の係留システム2Aの構成は、洋上構造物10A（一重丸）が係留距離が $L_1$ の長い係留索20Aを2つと

、係留距離が $L_2$ の短い係留索20Bの1つで係留され、かつ、隣り合う洋上構造物10の短い係留索20Bの係留方向が同じ方向を向いている構成であり、また、図3に示す配置パターンBの洋上構造物群の係留システム2Bの構成は、同じく、長い係留索20Aを2つと短い係留索20Bの1つで係留されるが、隣り合う洋上構造物10の短い係留索20Bの係留方向が同じ方向を向いている構成である。この配置パターンAは、比較的水深が浅い水域に適しており、配置パターンBは、設置場所の水域が細長い水域等で洋上構造物10を1列に並べる場合に適している。

[0066] ここで、 $L_1 > L_2$ であるが、長い係留索20Aは完全に同一の長さである必要はなく、長い係留索20Aと短い係留索20Bとの差 $\Delta L$ に比べて、長い係留索20A同士の差が $1/3$ 以下程度であればよい。以下同じである。

[0067] また、図4に示す配置パターンCの洋上構造物群の係留システム2Cの構成は、洋上構造物10B（二重丸）が係留距離が $L_1$ の長い係留索20Aの1つと係留距離が $L_2$ の短い係留索20Bの2つとで係留され、かつ、隣り合う洋上構造物10の長い係留索20Aの係留方向が同じ方向を向いている構成であり、また、図5に示す配置パターンDの洋上構造物群の係留システム2Dの構成は、同じく、長い係留索20Aを1つと短い係留索20Bの2つで係留されるが、隣り合う洋上構造物10の長い係留索20Aの係留方向が同じ方向を向いている構成である。

[0068] また、この配置パターンCでは、係留基部30における長い係留索20Aと短い係留索20Bとがなす角度 $\gamma_2$ 、 $\gamma_3$ が90度以上となっており、配置パターンDでは、係留基部30における長い係留索20Aと短い係留索20Bとがなす角度 $\gamma_2$ 、 $\gamma_3$ が90度未満となっている。なお、この $\gamma_2$ と $\gamma_3$ は、同じ角度であってもよく、異なってもよい。つまり、配置パターンCでは、 $L_1 > L_2$ 、かつ、 $\gamma_2 \geq 90^\circ$ 、かつ、 $\gamma_3 \geq 90^\circ$ である。この配置パターンCは、中間的な水深の水域に適している。また、配置パターンDでは、 $L_1 > L_2$ 、かつ、 $\gamma_2 < 90^\circ$ 、かつ、 $\gamma_3 < 90^\circ$ であ

る。この配置パターンDは、設置場所の水域が細長い水域等で洋上構造物10を2列に並べる場合に適している。

[0069] また、図6に示すように、この配置パターンEの洋上構造物群の係留システム2Eの構成は、洋上構造物10を係留するそれぞれの係留索20Cが係止される複数の係留基部30の配置に関して、上から見て、これらの洋上構造物10のうちの少なくとも一つの洋上構造物10C（三重丸）において、この洋上構造物10Cを係留する係留索20C同士がなす角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ において異なる角度があるように構成される。つまり、 $\alpha 1 \neq \alpha 2$ 、又は、 $\alpha 2 \neq \alpha 3$ 、又は、 $\alpha 3 \neq \alpha 1$ である。

[0070] より詳細には、この配置パターンEの構成では、洋上構造物20Cが3つの第1～第3の係留索20Ca～20Ccで係留されると共に、第1の係留索20Caと第2の係留索20Cbとがなす角度 $\alpha 1$ が80度以上120度未満であり、第2の係留索20Cbと第3の係留索20Ccとがなす角度 $\alpha 2$ 120度以上140度以下であり、第3の係留索20Ccと第1の係留索20Caとがなす角度 $\alpha 3$ が120度以上140度以下であるよう構成される。つまり、 $80^\circ \leq \alpha 1 < 120^\circ$ 、かつ、 $120^\circ \leq \alpha 2 \leq 140^\circ$ 、かつ、 $120^\circ \leq \alpha 3 \leq 140^\circ$ である。なお、第1～第3の係留索20Ca～20Ccの長さ又は係留距離は3つとも同じであっても、2つ同じで1つが異なってもよく、3つとも異なってもよい。

[0071] そして、図7に示すように、混合配置パターンの配置パターンFの構成は、洋上構造物10が長い係留索20Aと短い係留索20Bで係留され、長い係留索20A2つと短い係留索20B1つとで係留される第1種の洋上構造物10A（一重丸）と、長い係留索20Aの1つと短い係留索20Bの2つとで係留される第2種の洋上構造物10B（二重丸）と、短い係留索20Bの3つで係留される第3種の洋上構造物10D（三重丸）とを有する構成である。この配置パターンFは、複雑だが係留基部の数が少なく済み、比較的深い水深の水域に適している。

[0072] この配置パターンFの構成は一見複雑に見えるが、図面の横方向（左から

右方向)に関しては、第3種の洋上構造物10D(三重丸)(NO. 1)の横に、第2種の洋上構造物10B(二重丸)が2つ(NO. 2、NO. 3)、第1種の洋上構造物10A(一重丸)が1つ(NO. 4)に、第2種の洋上構造物10B(二重丸)が1つ(NO. 5)、第1種の洋上構造物10A(一重丸)が2つ(NO. 6、NO. 7)で、第3種の洋上構造物10D(三重丸)(次のNO. 1)につながる構成であり、7つの洋上構造物10で、この配列を繰り返し、そして、図面の上下方向(上から下方向)に関しては、上の列のNO. 5とNO. 6の間に、次の列のNO. 1が配置される構成である。

[0073] これらの配置パターンA、B、C、D、E、Fによれば、比較的簡単な幾何学的パターンを用いて、一つ係留索20が破断したときに、残りの係留索20に係留されていた洋上構造物10が移動を開始して、残りの係留索20で引き止められて移動を停止するまでに、他の洋上構造物10に衝突するのを回避でき、しかも、長い係留索20Aは短い係留索20Bに比べて大きな係留力を発揮できるので、この長い係留索20Aの方向を大きな外力が働く方向、例えば、風上方向にしておくことで、効率よく、また、効果的に係留索20を配置することができる。

[0074] 従って、洋上構造物群の設置水域の広さや水深、水底形状等に対応させて、この配置パターンA、B、C、D、E、Fのいずれかを選択して採用することで、容易に、洋上構造物10に係留する係留索20の一部の破断や、係留基部30の係留機能の喪失が生じて、その洋上構造物10は移動するが、その洋上構造物10を残りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物10が他の洋上構造物10と衝突することを回避できる配置とすることができる。

[0075] ここで、配置パターンDにおいて、係留索20A、20Bの一本が破断したときの様子を図8に示す。長い係留索20Aが破断したときには、図8の図面の上の方で示すように、この長い係留索20Aに係留されていた洋上構造物10が移動許容範囲内(ハッチング内)を移動して残りの短い係留索2

OBで引き止められて移動を停止するまでに、他の洋上構造物10に衝突することなく、移動できることが分かる。この図8では、 $\gamma 1$ 、 $\gamma 2$ 、 $\gamma 3$ を共に $120^\circ$ としているので、短い係留索20Bは、係留基部30において、 $60^\circ$ の旋回をすることになる。

[0076] また、図8の図面の下の方に示すように、短い係留索20Bが破断した時は、この短い係留索20Bに係留されていた洋上構造物10が移動許容範囲内（ハッチング内）を移動して残りの長い係留索20Aと短い係留索20Bで引き止められて移動を停止するまでに、他の洋上構造物10に衝突することなく、移動できることが分かる。この場合は、残りの短い係留索20Bは、係留パイル30において、 $82^\circ$ の旋回をし、残りの長い係留索20Aは、係留パイル30において、 $38^\circ$ の旋回をすることになる。

[0077] この場合に、長い係留索20Aは短い係留索20Bに比べて大きな係留力を発揮できるので、この長い係留索20Aの方向を大きな外力が働く方向、例えば、風Wに対して風上方向や潮流の上流方向にしておくことで、効率よく、また、効果的に係留索20A、20Bを配置することができる。

[0078] 次に、上記の配置パターンを実施するに際しての係留基部30の構成と、係留索20の係留基部30側の係留索留め具31と、洋上構造物10側の接続部位における係留係止具13について説明する。

[0079] 図9及び図10に示すように、係留索20A、20Bの水底側を固定する係留基部30を係留パイル30で構成し、この係留パイル30における係留索20A、20Bは、水底3に立設した柱状体30aの側面又は角に設けられた係留索留め具31に係止される。この係留索留め具31は係留パイル30の柱状体30aに対して水平方向に揺動可能に固定する。なお、図11～図13に示すように、柱状体30aの上面に、係留索留め具31を設けてもよく、図14及び図15に示すように、上面に係留索留め具31を設けた柱状体30aを束ねて構成してもよい。

[0080] これにより、係留基部30をドラッグアンカーで形成する場合よりも、係留方向が旋回して変化した場合でも係留力の変化が少なく、また、係留索留

め具31の揺動という非常に簡単な構造で、係留基部30側の係止部位における上から見た係留索20A、20Bの旋回可能な範囲 $\beta$ を大きくとることができる。また、係留索20A、20Bが係止される係留索留め具31が揺動可能であるので、係留索20A、20Bの一部の破断や、係留基部30の係留機能の喪失により、洋上構造物10が最初に係留された位置から移動して係留索20の係留方向が変化しても、係留索20A、20B及び係留パイル30の柱状体30aに大きな力が加わるのを防止することができる。

[0081] そして、図9に示すように、係留基部30側の係止部位における上から見た係留索20の旋回可能な範囲 $\beta$  ( $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ )が $5^\circ$ 以上になるように構成する。これにより、係止部位の係留索留め具31の部位で、上から見た、言い換えれば平面視における、係留索20A、20Bの旋回可能な範囲 $\beta$ を大きくする。なお、旋回可能な範囲 $\beta$ の上限は、係留索留め具31が側面に設けられた場合は $180^\circ$ 程度まで、係留索留め具31が上面に設けられた場合は $360^\circ$ まで、できれば、際限なく何回でも回転可能とすることが好ましい。

[0082] 長い係留索20Aと短い係留索20Bが係止される係留基部30において、長い係留索20Aの係止位置を短い係留索20Bの係止位置よりも下の位置にする。つまり、図10に示すように、係留パイル30における、隣接する3方向の内の中央の方向に延びる係留索20Aの係留位置を最下位置にする。さらに、残りの両側の隣接方向に延びる係留索20Bの係留位置を互いに高さが異なる位置にすることが好ましい。なお、図12及び図13に示すように、柱状体30aの上面に係留索留め具31を設けた場合は、係留索留め具31の台部分の高さを変えることで容易に対応できる。また、図14及び図15に示すように、上面に係留索留め具31を一つだけ設けた柱状体30aを束ねた構成でも同様に係留索留め具31の台部分の高さを変えることで容易に対応できる

これにより、上記の配置パターンB、D、Fでは、係留索20A、20Bの一部の破断や、係留基部30の係留機能の喪失時に、短い係留索20Bの

係留方向が大きく変化して同じ係留基部30に接続された長い係留索20Aを超えることはあっても、長い係留索20Aの係留方向が大きく変化して同じ係留基部30に接続された短い係留索20Bを超えることはないため、係留索20A、20Bの一部の破断や、係留基部30の係留機能の喪失により、洋上構造物10が最初に係留された位置から移動して、中央の方向に延びる係留索20A、20Bと隣接方向に延びる係留索20A、20Bのいずれかの係留方向が大きく変化した場合でも、互いに干渉することなく、係留方向を変えることができる。従って、洋上構造物10を係留する一方向の係留索20A（又は、20B）が破断して、残りの係留索20B（又は、20A）の係留方向が変化する場合でも、長い係留索20Aと短い係留索20Bとが絡み合うことを回避できるので、係留索20A、20Bの損傷を防止できる。

[0083] また、係留索20A、20Bは洋上構造物10側の接続部位における係留係止具13に係止されると共に、この係留係止具13は洋上構造物10に対して水平方向に揺動可能に固定する。これにより、係留係止具13の揺動という非常に簡単な構造で、洋上構造物10側の接続部位における上から見た係留索20の旋回可能な範囲を大きくとることができる。また、係留索20が係止される係留係止具13が揺動可能であるので、係留索20の一部の破断や、係留基部30の係留機能の喪失により、洋上構造物10が最初に係留された位置から移動して係留索20の係留方向が変化しても、係留索20及び係留係止具13に大きな力が加わるのを防止することができる。

[0084] 従って、上記の係留索留め具31の揺動と係留係止具13の揺動という非常に簡単な構造で、係留索20の旋回可能な範囲を大きくとることができ、係留索20の一部の破断や、係留基部30の係留機能の喪失により、洋上構造物10が最初に係留された位置から移動して係留索20の係留方向が変化しても、係留索20、柱状体30a、係留係止具13に大きな力が加わるのを防止することができる。また、係留索20同士が、互いに干渉することなく、係留方向を変えることができ、係留索20同士が絡み合い損傷すること

を回避できる。

[0085] この、それぞれが揺動可能な係留索留め具 31 と係留係止具 13 を用いる構成によれば、従来技術では、予め係留方向が設定され、その方向に向けて係留索 20 が固定接続されて、洋上構造物 10 側の接続部位と、係留基部 30 側の係止部位においては一方向に向けて係留索 20 を固定支持するように構成されているが、本発明では、この接続部位と係止部位の両方の部位で、共に、上から見た、言い換えれば平面視における、係留索 20 の旋回可能な範囲を大きくして構成することができる。

[0086] これにより、万一、洋上構造物 10 を係留する係留索 20 の一部が破断した場合でも、その洋上構造物 10 の移動に伴う、残りの係留索群の係留索 20 の洋上構造物 10 側の接続部位における係留方向の大きな変化と、係留基部 30 側の係止部位における係留方向の大きな変化を許容できるので、その洋上構造物 10 を残りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物 10 が漂流状態になることを回避する際に係留索 20 に損傷が生じることを防止できる。

[0087] また、図 16 に示すように、係留索 20 A、20 B の係留張力を調整するために、係留索 20 A、20 B の長さ調整を行うが、この長さ調整は次のようにして行うことができる。ここでは、係留索 20 A、20 B も長さ調整の機構及び方法は同じなので、係留索 20 として説明する。

[0088] この長さ調整用の係留機構 4 は、主係留索 20 a の部分と副係留索 20 b の部分に分けて形成された係留索 20 と、副係留索 20 b の一端を係止し、かつ、水中に配置される係留パイル（係留基部）30 の係留索留め具 31 と、主係留索 20 a の長さを調整するための長さ調整具 21 とを有して構成される。

[0089] それと共に、副係留索 20 b の他端側に第 1 係合部 20 b a を設ける。また、主係留索 20 a の長さを調整するための長さ調整具 21 に第 1 係合部 20 b a に係合する第 2 係合部 21 a を設ける。そして、洋上構造物 10 に一端が固定された主係留索 20 a の他端側に長さ調整具 21 を装着する。この

長さ調整具 21 の第 2 係合部 21 a を第 1 係合部 20 b a に係合させて、洋上構造物 10 と係留索留め具 31 との間を、主係留索 20 a、長さ調整具 21、第 2 係合部 21 a、第 1 係合部 20 b a、副係留索 20 b で接続し、長さ調整具 21 により主係留索 20 a の長さを調整できるように構成する。

[0090] 次に、この係留機構 4 を用いて行う係留索 20 の長さ調整について説明する。係留索 20 を主係留索 20 a の部分と副係留索 20 b の部分に分けて形成し、この副係留索 20 b の一端を係留索留め具 31 に係止し、他端には第 1 係合部 20 b a を設ける。一方、主係留索 20 a の長さを調整するための長さ調整具 21 に第 1 係合部 20 b a に係合する第 2 係合部 21 a を設ける。

[0091] また、洋上構造物 10 に一端が固定された主係留索 20 a の他端側に長さ調整具 21 を設けて、長さ調整具 21 で主係留索 20 a の長さを調整できるようにする。この長さ調整は長さ調整具 21 の中に主係留索 20 a の係留鎖を通し、任意の係留鎖のリングを留め金で係止できるようにする。係留パイル 30 を水底に埋めるときに、この係留パイル 30 の係留索留め具 31 に副係留索 20 b の一端側を止めておく。

[0092] そして、洋上構造物 10 の係留時に、洋上構造物 10 に一端が固定された主係留索 20 a を主係留索 20 a の他端側を長さ調整具 21 を通して、その他端を補助索 22 で支持しながら、長さ調整具 21 を係留パイル 30 まで、水中ロボット（図示しない）等により移動させ、長さ調整具 21 の第 2 係合部 21 a を第 1 係合部 20 b a に係合させる。

[0093] これにより、洋上構造物 10 と係留索留め具 31 との間を、主係留索 20 a、長さ調整具 21、第 2 係合部 21 a、第 1 係合部 20 b a、副係留索 20 b で接続する。この接続後に、補助索 22 または主係留索 20 a を引張って、係留張力又は係留長さ又は洋上構造物 10 の位置を計測しながら、主係留索 20 a の長さを調整して長さ調整具 21 に主係留索 20 a の長さを固定する。

[0094] 言い換えれば、係留索 20 を主係留索 20 a の部分と副係留索 20 b の部

分に分けて形成し、係留索留め具31に一端が係止された副係留索10bの他端に設けた第1係合部20baに係合する第2係合部21aを主係留索20aの長さを調整するための長さ調整具21に設け、洋上構造物10に一端が固定された主係留索10aの他端側に長さ調整具21を設けて、長さ調整具21の第2係合部21aを第1係合部20baに係合させて、洋上構造物10と係留索留め具31との間を、主係留索20a、長さ調整具21、第2係合部21a、第1係合部20ba、副係留索20bで接続した後に、長さ調整具21により主係留索20aの長さを調整する。

[0095] この主係留索20aの長さは、例えば、洋上構造物10が三方向の係留索20A、20Bで係留される場合には、それほど、洋上構造物10の設置位置の精度は要求されないので、先に、二方向の短い係留索20Bを係留長さを予め設定し、この設定長さに陸上側又は設置場所でセットしてから係留パイル30に接続する。この短い係留索20Bでは、長さ調整を行わなくてよいので、高価な長さ調整具21を使用しないで済む。この短い係留索20Bを係留パイル30に接続した後、長い係留索20Aを、上記の手順で係留パイル30に接続し、長さ調整を行う。

[0096] 以上に説明したように、本発明の洋上構造物群の係留システム2、及び、洋上構造物群の係留方法によれば、風力発電装置等を搭載した洋上構造物群の係留において、厳しい気象及び海象の条件下で、例え、洋上構造物10を係留する係留索30の一部が破断しても、その洋上構造物10は移動するが、その洋上構造物10を残りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物10が漂流状態になることと、その洋上構造物10が他の洋上構造物10と衝突することを回避できて、その係留方向の係留索20の強度を過度に高くすることなく、安全に洋上設置場所に係留できる。

### 産業上の利用可能性

[0097] 本発明の洋上構造物群の係留システム、及び、洋上構造物群の係留方法によれば、厳しい気象及び海象の条件下で、例え、洋上構造物を係留する係留索の一部が破断しても、その洋上構造物は移動するが、その洋上構造物を残

りの係留索群により係留し続けて、その洋上構造物が漂流状態になることと、その洋上構造物が他の洋上構造物と衝突することを回避できて、その係留方向の係留索の強度を過度に高くすることなく、安全に洋上設置場所に係留できる。従って、風力発電装置等を搭載した洋上構造物等の多くの洋上構造物を複数係留する際に利用することができる。

## 符号の説明

- [0098] 2、2 A、2 B、2 C、2 D、2 E、2 F 洋上構造物群の係留システム
- 3 水底
  - 4 係留機構
  - 1 0、1 0 A、1 0 B、1 0 C、1 0 D 洋上構造物
  - 1 1 上部構造物
    - 1 1 a 垂直軸風車
      - 1 1 a a 回転軸
      - 1 1 a b 垂直羽根
    - 1 2 下部構造物
      - 1 2 a 錘
      - 1 2 b 浮力体
    - 1 3 係留係止具
  - 2 0、2 0 A、2 0 B 係留索
    - 2 0 a 主係留索
    - 2 0 b 副係留索
      - 2 0 b a 第1係合部
    - 2 1 長さ調整具
      - 2 1 a 第2係合部
  - 3 0 係留パイル（係留基部）
  - 3 1 係留索留め具

## 請求の範囲

- [請求項1] 複数の洋上構造物で構成される洋上構造物群の中で少なくとも1つの洋上構造物を3方向以上8方向以下の方向に配置される係留索を用いて、それぞれの方向の前記係留索を別々の係留基部に係止して係留すると共に、少なくとも1つの前記係留基部が、前記洋上構造物群の内の3基以上8基以下の前記洋上構造物にそれぞれが接続する前記係留索に係止することを特徴とする洋上構造物群の係留システム。
- [請求項2] 前記洋上構造物群の内の1つの前記洋上構造物を係留する前記係留索の1つが破断した場合に、この洋上構造物が残りの前記係留索が許容する範囲内で移動したときに、他の前記洋上構造物と衝突することが幾何学的に不可能な非対称配置パターンを持つように前記洋上構造物と前記係留基部を配置することを特徴とする請求項1に記載の洋上構造物群の係留システム。
- [請求項3] 1つの前記係留基部の係留機能が機能しなくなった場合に、この係留基部に係止されている係留索によって係留されている前記洋上構造物が、残りの前記係留索が許容する範囲内で移動したときに、他の前記洋上構造物と衝突することが幾何学的に不可能な非対称係留配置パターンを持つように前記洋上構造物と前記係留基部を配置することを特徴とする請求項1又は2に記載の洋上構造物群の係留システム。
- [請求項4] 前記洋上構造物を係留するそれぞれの前記係留索に係止される複数の前記係留基部の配置に関して、上から見て、これらの前記洋上構造物のうちの少なくとも一つの前記洋上構造物において、この洋上構造物を係留する前記係留索同士がなす角度において異なる角度があることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。
- [請求項5] 前記洋上構造物を係留するそれぞれの前記係留索に係止される複数の前記係留基部の配置に関して、上から見て、これらの前記洋上構造物のうちの少なくとも一つの前記洋上構造物において、この洋上構造物

物とこれらの係留基部との係留距離において異なる係留距離があることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項6] 前記係留距離に関して、大きい前記係留距離と小さい係留距離の差が、係留されている前記洋上構造物を上から見た投影図における前記洋上構造物の平面図形の外接円の直径以上で、かつ、大きい前記係留距離が小さい係留距離の3倍の距離以下であることを特徴とする請求項5に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項7] 前記洋上構造物が長い前記係留索2つと短い前記係留索1つとで係留され、かつ、隣り合う前記洋上構造物の短い前記係留索の係留方向が同じ方向を向いていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項8] 前記洋上構造物が長い前記係留索2つと短い前記係留索1つとで係留され、かつ、隣り合う前記洋上構造物の短い前記係留索の係留方向が互いに逆の方向を向いていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項9] 前記洋上構造物が長い前記係留索1つと短い前記係留索2つとで係留され、かつ、隣り合う前記洋上構造物の長い前記係留索の係留方向が同じ方向を向いていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項10] 前記洋上構造物が長い前記係留索1つと短い前記係留索2つとで係留され、かつ、隣り合う前記洋上構造物の長い前記係留索の係留方向が互いに逆の方向を向いていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項11] 前記洋上構造物が3つの第1～第3の前記係留索で係留されると共に、前記第1の前記係留索と前記第2の前記係留索とがなす角度が80度以上120度未満であり、前記第2の前記係留索と前記第3の前記係留索とがなす角度が120度以上140度以下であり、前記第3

の前記係留索と前記第1の前記係留索とがなす角度が120度以上140度以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項12] 前記洋上構造物が長い前記係留索と短い前記係留索で係留され、長い前記係留索2つと短い前記係留索1つとで係留される第1種の前記洋上構造物と、長い前記係留索1つと短い前記係留索2つとで係留される第2種の前記洋上構造物と、短い前記係留索3つで係留される第3種の前記洋上構造物とを有して構成されることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項13] 前記係留基部における前記係留索は、水底に立設した柱状体の側面又は角又は上部に設けられた係留索留め具に係止されると共に、前記係留索留め具は前記柱状体に対して水平方向に揺動可能に固定されることを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項14] 長い前記係留索と短い前記係留索に係止される前記係留基部において、長い前記係留索の係止位置を短い前記係留索の係止位置よりも下の位置にしたことを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項15] 前記係留索は前記洋上構造物側の接続部位における前記係留係止具に係止されると共に、前記係留係止具は前記洋上構造物に対して水平方向に揺動可能に固定されることを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項16] 前記係留基部における前記係留索は、水底に立設した柱状体の側面又は角又は上部に設けられた係留索留め具に係止されると共に、  
前記係留索留め具は前記柱状体に対して水平方向に揺動可能に固定され、かつ、長い前記係留索と短い前記係留索に係止される前記係留基部において、長い前記係留索の係止位置を短い前記係留索の係止位置よりも下の位置にし、

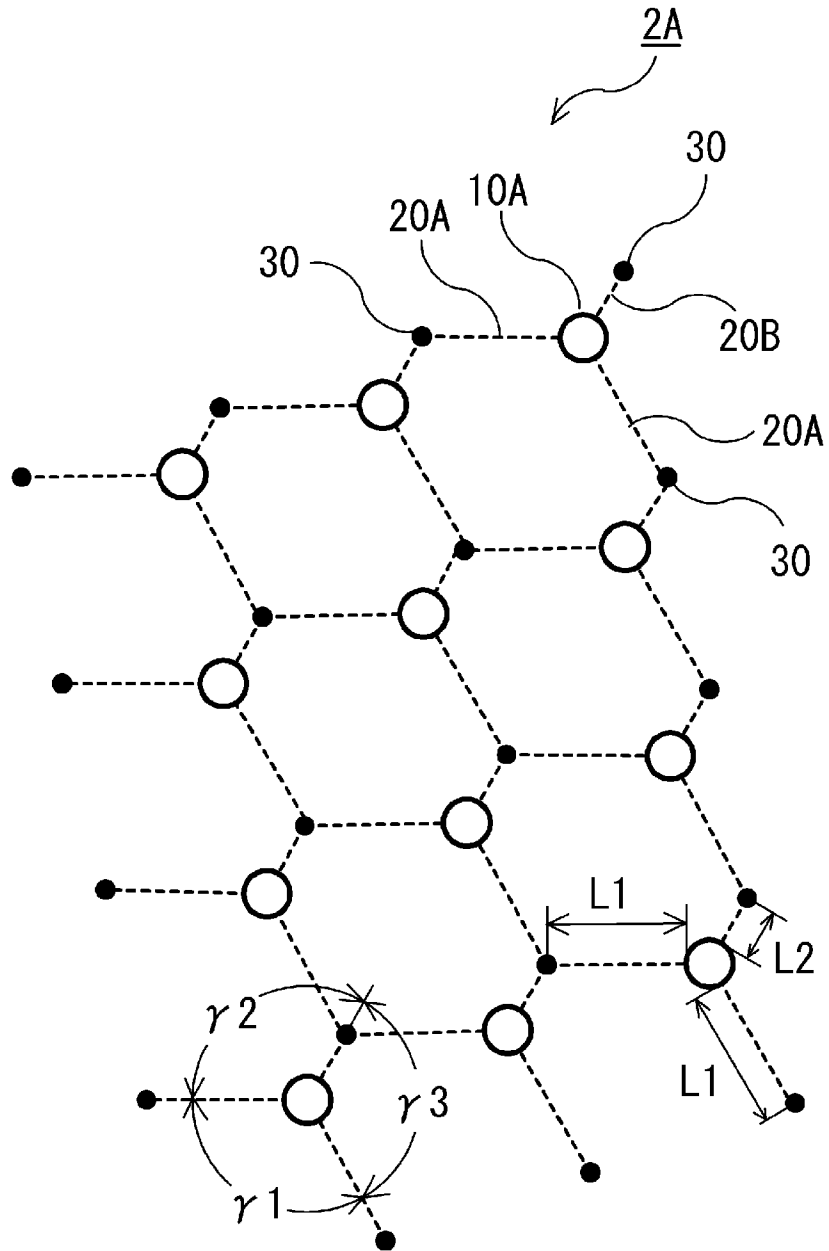
さらに、前記係留索は前記洋上構造物側の接続部位における前記係留係止具に係止されると共に、前記係留係止具は前記洋上構造物に対して水平方向に揺動可能に固定されることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の洋上構造物群の係留システム。

[請求項17]

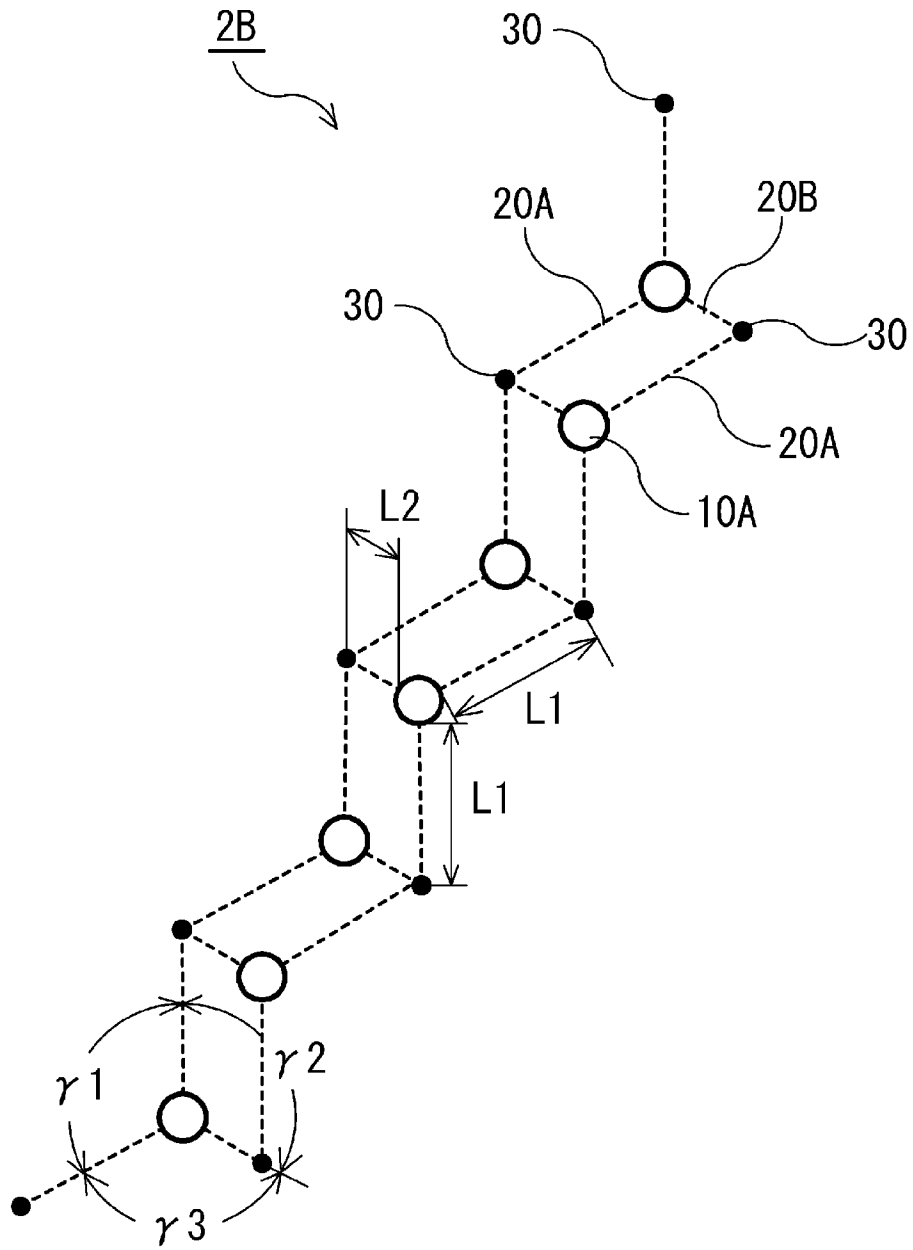
複数の洋上構造物で構成される洋上構造物群の中で少なくとも1つの洋上構造物を3方向以上8方向以下の方向に配置される係留索を用いて、それぞれの方向の前記係留索を別々の係留基部に係止して係留すると共に、少なくとも1つの前記係留基部が、前記洋上構造物群の内の3基以上8基以下の前記洋上構造物にそれぞれが接続する前記係留索に係止することを特徴とする洋上構造物群の係留方法。



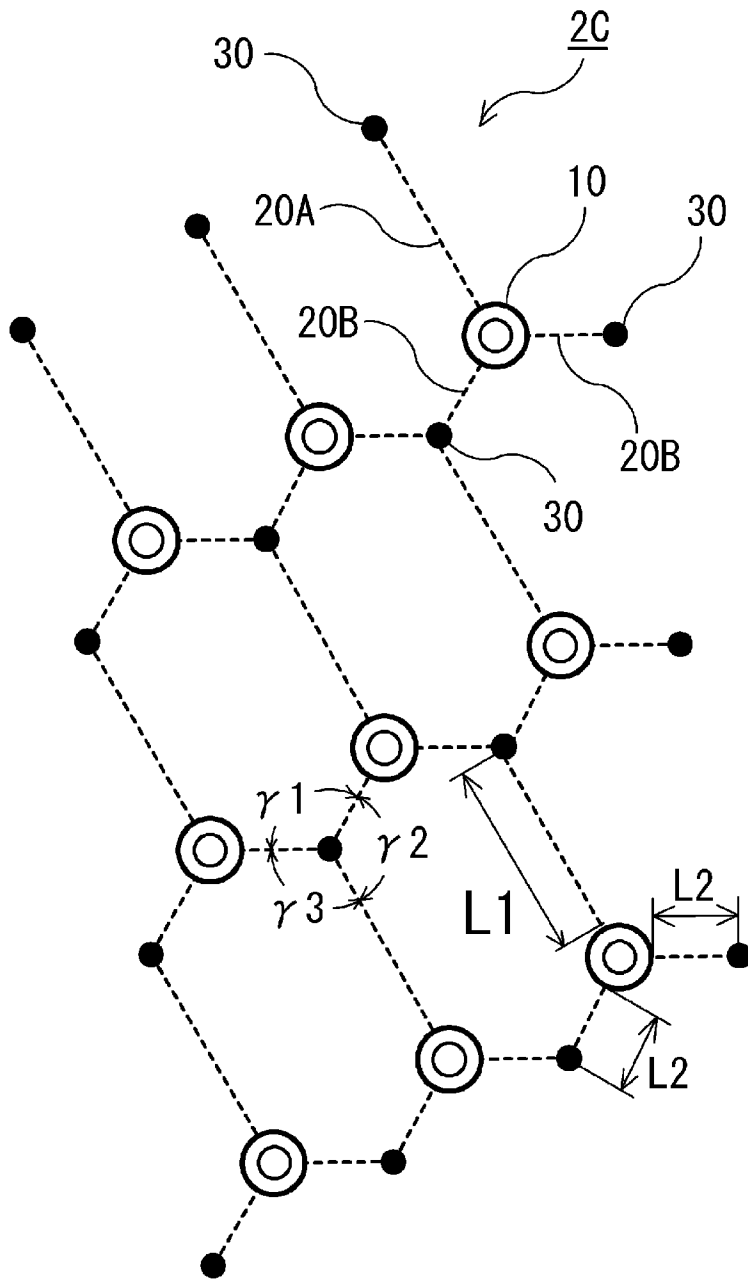
[図2]



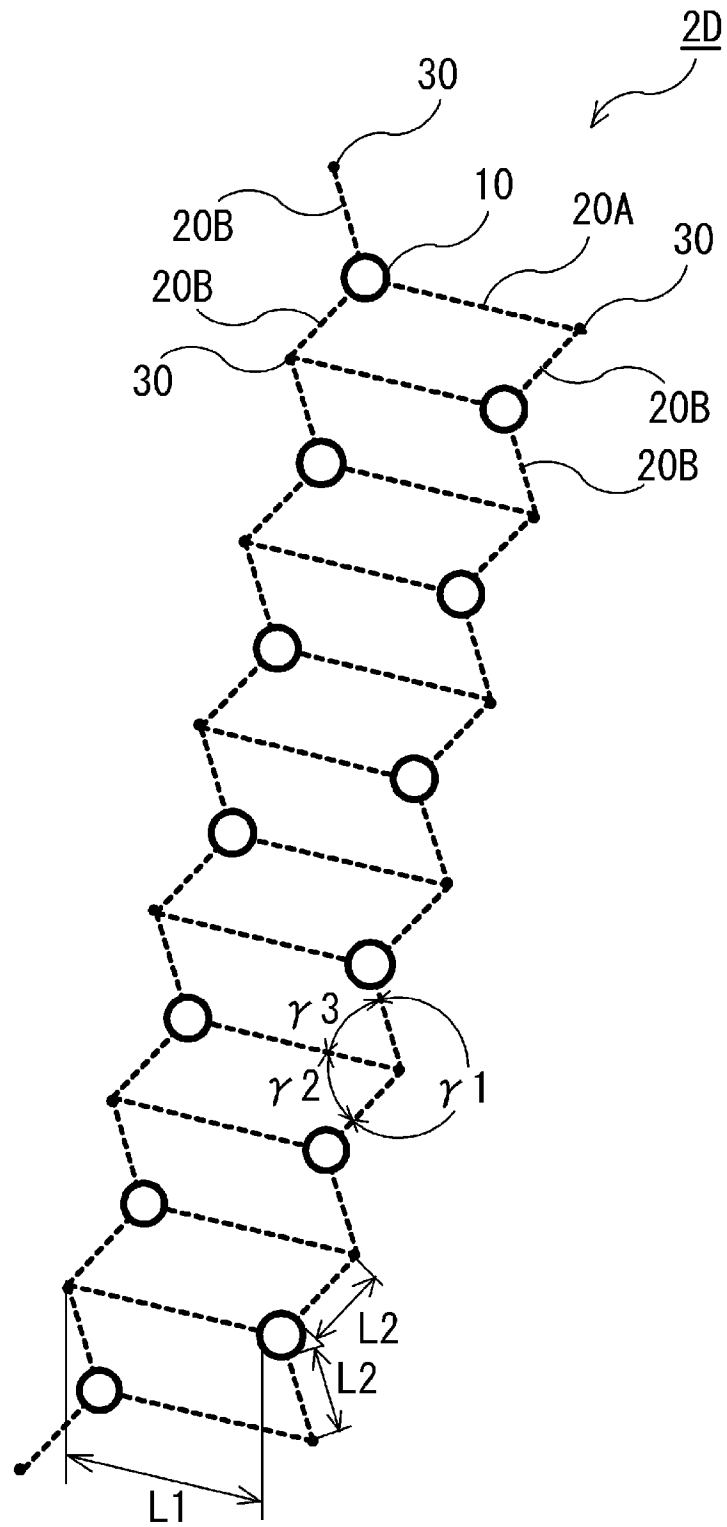
[図3]



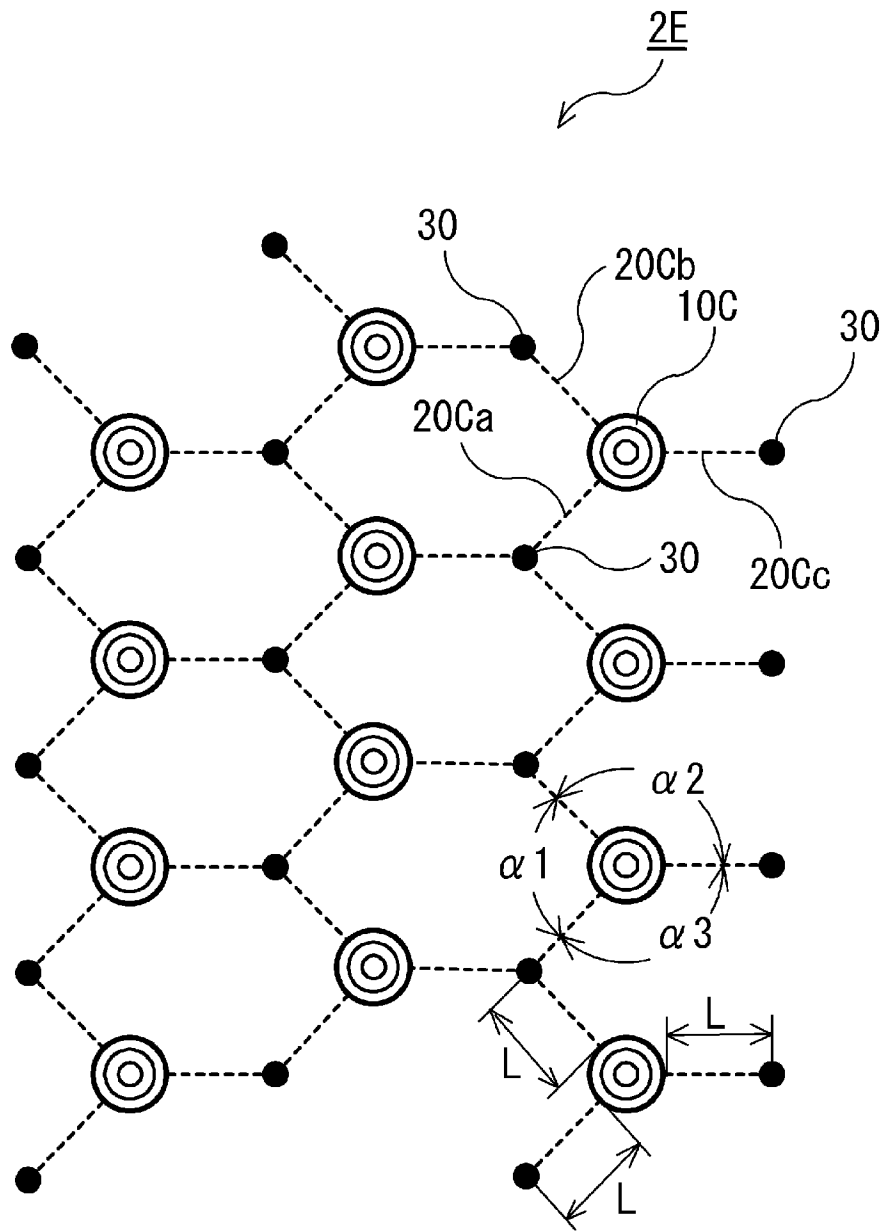
[図4]



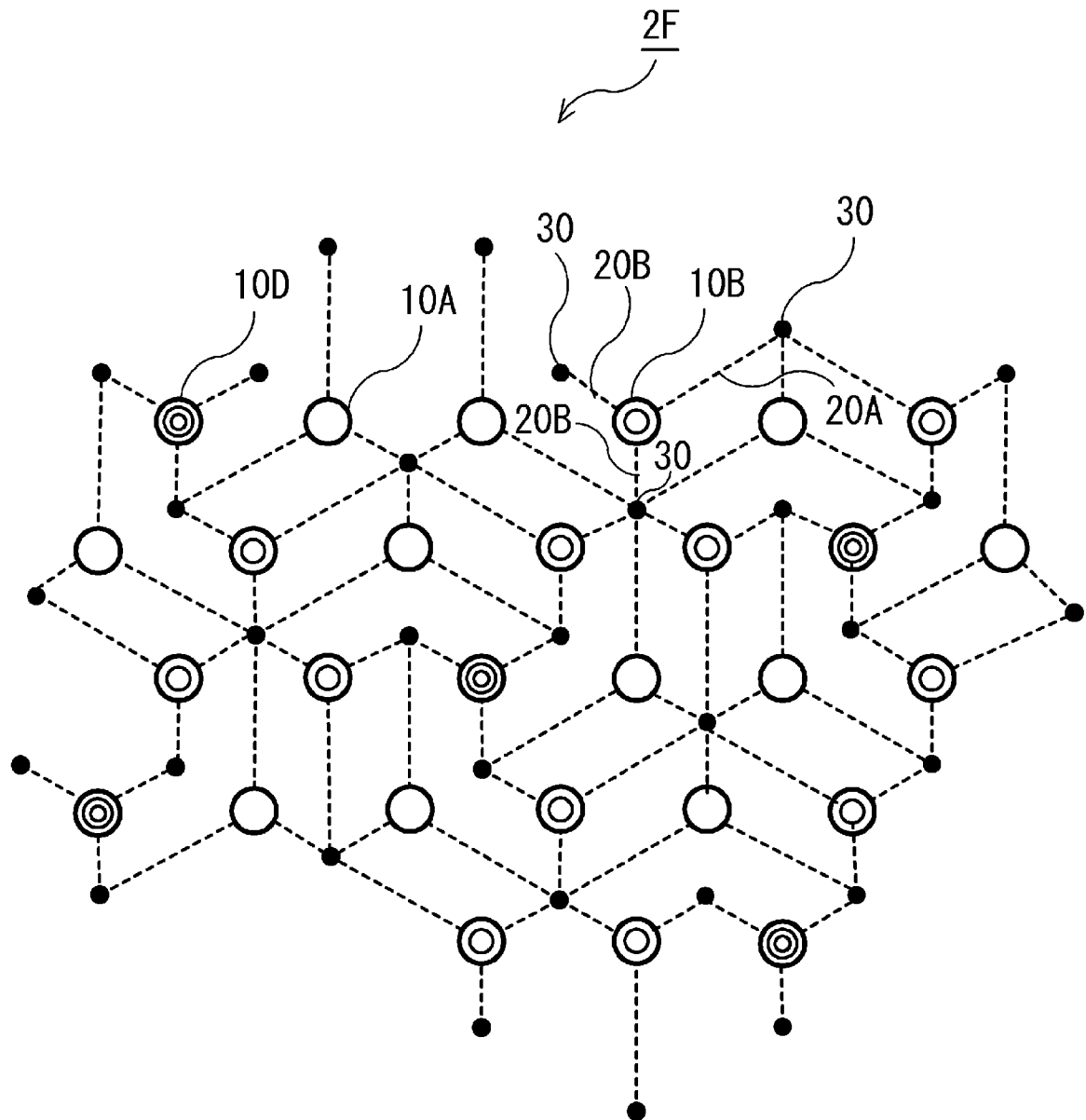
[図5]



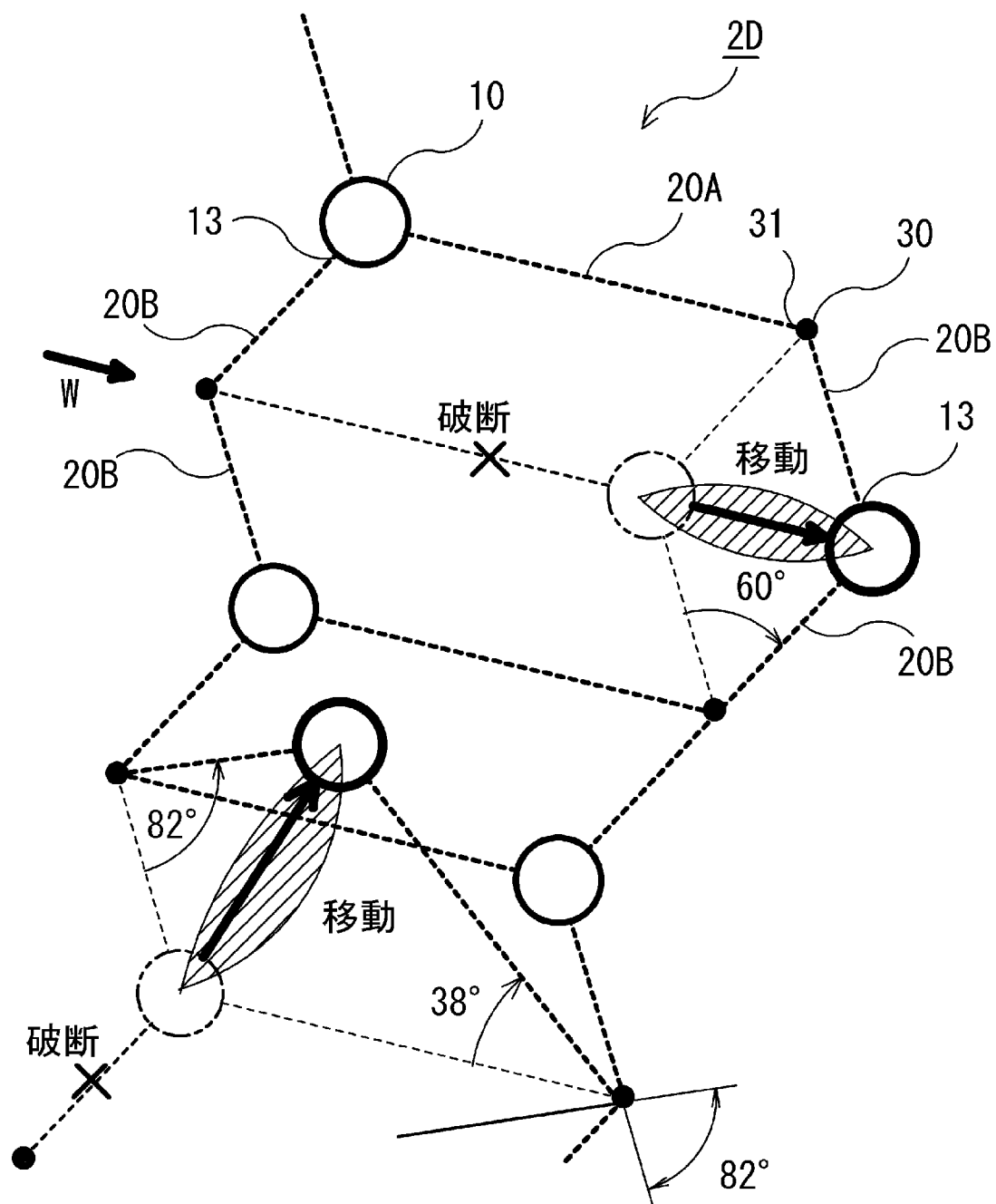
[図6]



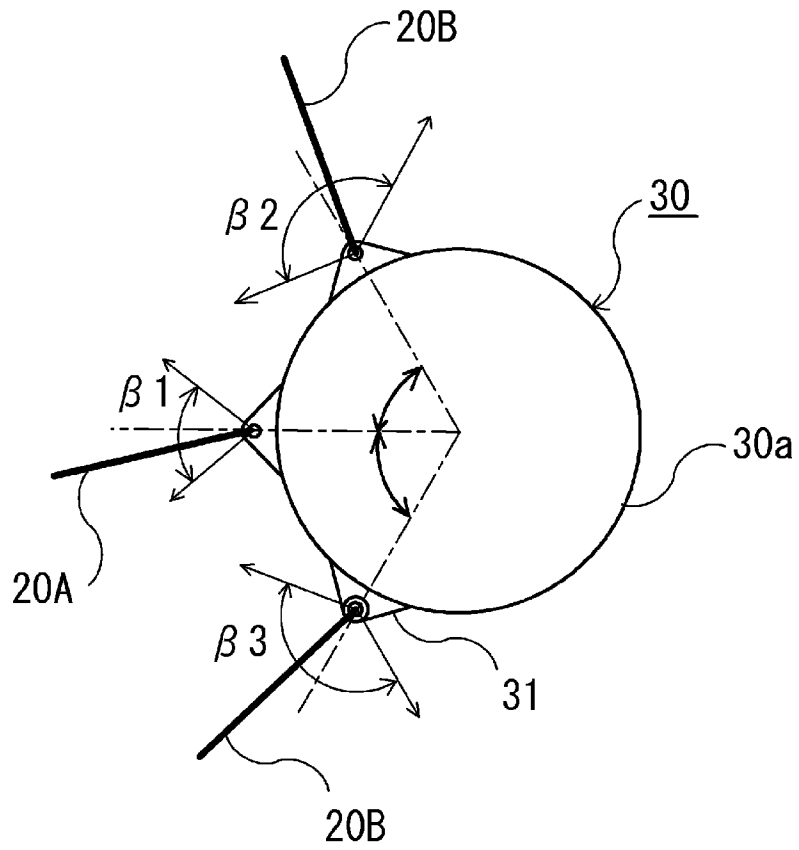
[図7]



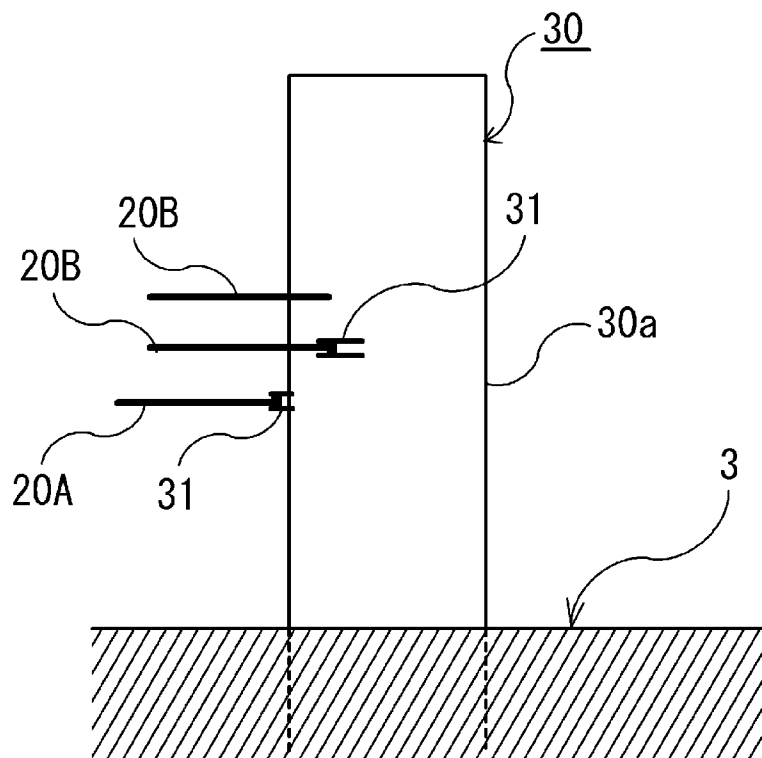
[図8]



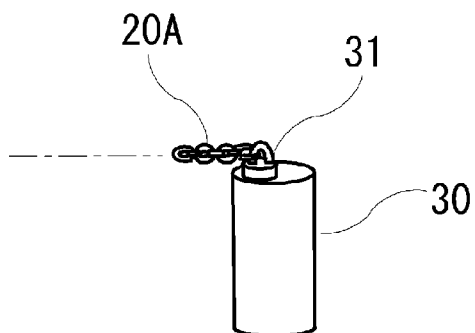
[図9]



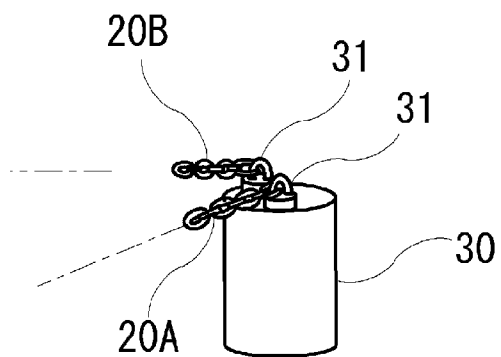
[図10]



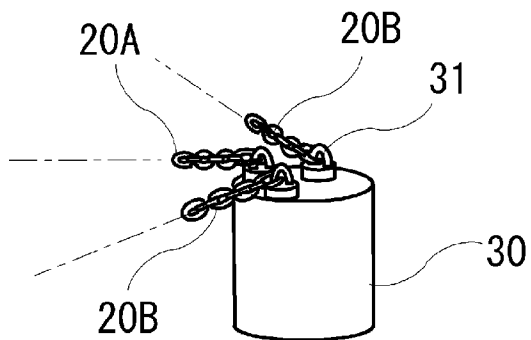
[図11]



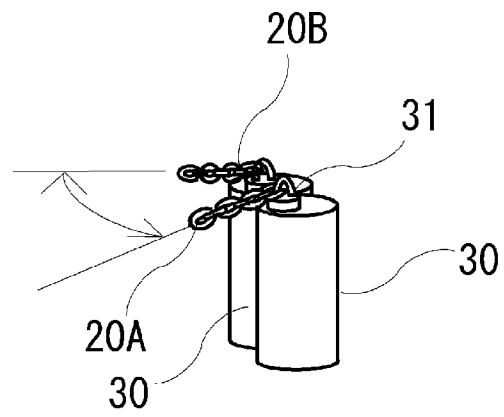
[図12]



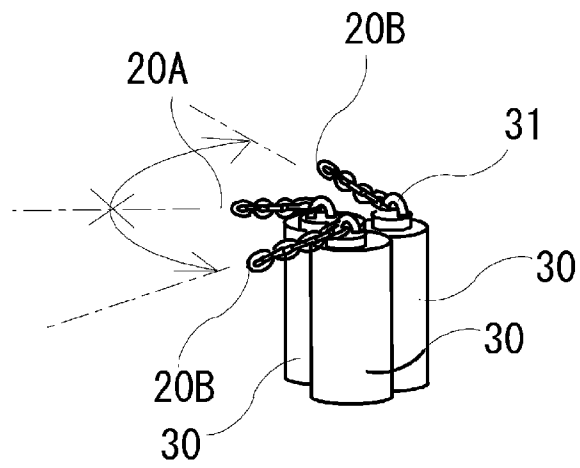
[図13]



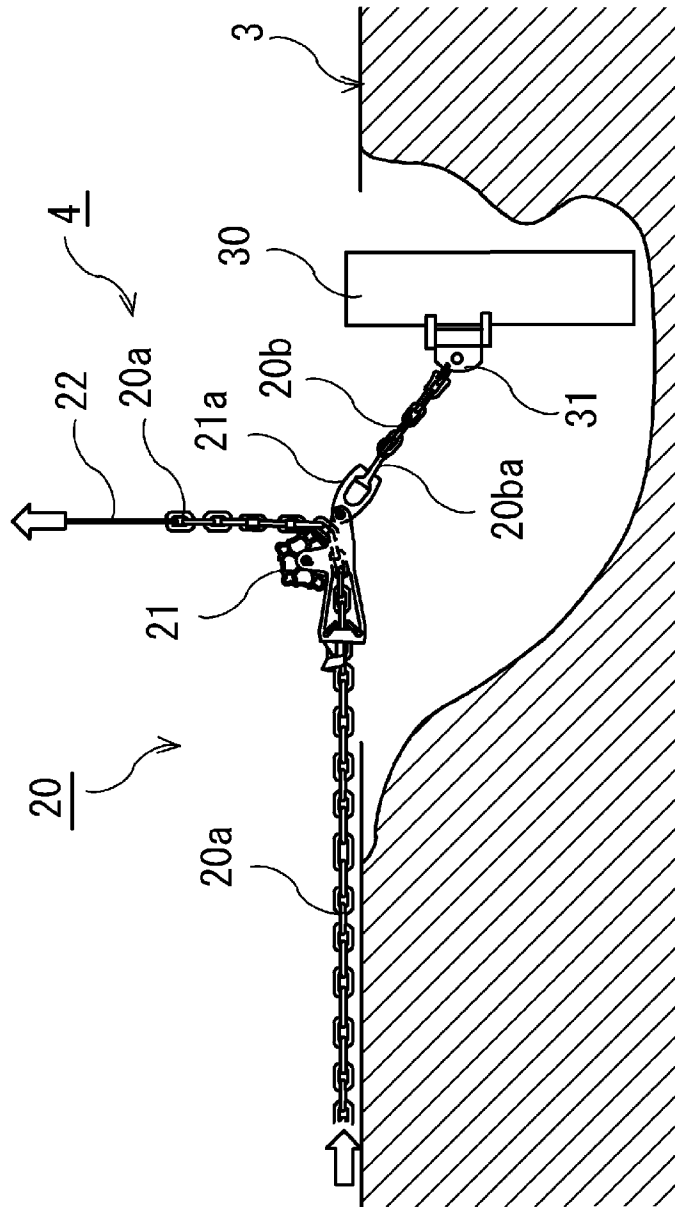
[図14]



[図15]



[図16]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/075358

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B63B21/50(2006.01) i, B63B35/00(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)  
B63B21/00-21/54, B63B35/00, 35/44, F03D9/00-11/04

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	DE 102012007613 A1 (SCHOPF WALTER), 17 October 2013 (17.10.2013), paragraphs [0058] to [0059]; fig. 19 (Family: none)	1, 13, 15, 17 2-12, 14, 16
A	US 2013/0152839 A1 (ANDREAS GRAF), 20 June 2013 (20.06.2013), & EP 2604501 A1	1-17
A	WO 2002/010589 A1 (HANNEVIG CHRISTOFFER), 07 February 2002 (07.02.2002), & EP 1303699 A1 & AU 7578301 A & NO 20030399 A & KR 10-2003-0036643 A & IE 20010719 A & ZA 200400529 A & ZA 200300715 A & IE S20010719 A	1-17

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 14 November, 2014 (14.11.14)	Date of mailing of the international search report 25 November, 2014 (25.11.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/075358

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-176626 A (Hitachi Zosen Corp.), 24 June 2004 (24.06.2004), (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B63B21/50(2006.01)i, B63B35/00(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. B63B21/00-21/54, B63B35/00, 35/44, F03D9/00-11/04										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2014年									
日本国実用新案登録公報	1996-2014年									
日本国登録実用新案公報	1994-2014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 A	DE 102012007613 A1 (SCHOPF WALTER) 2013.10.17, 段落[0058]-[0059], 第19図 (ファミリーなし)	1, 13, 15, 17 2-12, 14, 16								
A	US 2013/0152839 A1 (ANDREAS GRAF) 2013.06.20, & EP 2604501 A1	1-17								
A	WO 2002/010589 A1 (HANNEVIG CHRISTOFFER) 2002.02.07, & EP 1303699 A1 & AU 7578301 A & NO 20030399 A & KR 10-2003-0036643 A & IE 20010719 A & ZA 200400529 A & ZA 200300715 A & IE S20010719 A	1-17								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 「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 「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) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「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 「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 「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 「&」 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 14.11.2014	国際調査報告の発送日 25.11.2014									
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) 中村 泰二郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3341	3D 3215								

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
A	JP 2004-176626 A (日立造船株式会社) 2004.06.24, (ファミリーなし)	1-17