(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-508620
(P2025-508620A)
(43)公表日　令和7年3月28日(2025.3.28)

(51)国際特許分類　F I
B63B 35/44 (2006.01)　B63B 35/44　Z
B63B 35/00 (2020.01)　B63B 35/00　T

審査請求　有　予備審査請求　有　（全40頁）

(21)出願番号　特願2024-541594(P2024-541594)
(86)(22)出願日　令和4年4月20日(2022.4.20)
(85)翻訳文提出日　令和6年3月19日(2024.3.19)
(86)国際出願番号　PCT/SG2022/050233
(87)国際公開番号　WO2022/225457
(87)国際公開日　令和4年10月27日(2022.10.27)
(31)優先権主張番号　10202104059Q
(32)優先日　令和3年4月21日(2021.4.21)
(33)優先権主張国・地域又は機関
シンガポール(SG)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　524106130
シートリアム （エスジー） プライベート リミテッド
シンガポール共和国 ６３７０５１ シンガポール、トゥアス サウス ブールバード ８０
(74)代理人　110000855
弁理士法人浅村特許事務所
(72)発明者　セーレ、ハンス オラフ
ノルウェー王国 ０１３９ オスロ、ハンマークロア ２
(72)発明者　ダニエルセン、オダ エミリー ニルセン
ノルウェー王国 １０６８ オスロ、リンデベルゴーセン ５０イー
(72)発明者　スクジョスタッド、オットー
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　浮体構造物

(57)【要約】
本発明の実施形態によれば、浮体構造物が提供される。浮体浮体物は、開放上端部と、開放上端部の反対側の開放下端部と、開放上端部と開放下端部との間に延在する環状壁と、浮遊構造物の中心から外れて配置され、タワーを支持するように構成された円筒状構造体とを備える。環状壁は、中央ムーンプールを提供すべく浮体構造物の周縁を形成する。円筒状構造体の少なくとも一部は、環状壁に沿って延在し、環状壁に結合される。さらなる実施形態によれば、浮体構造物と、浮体構造物の円筒状構造体によって支持されるタワーとを含む装置も提供される。

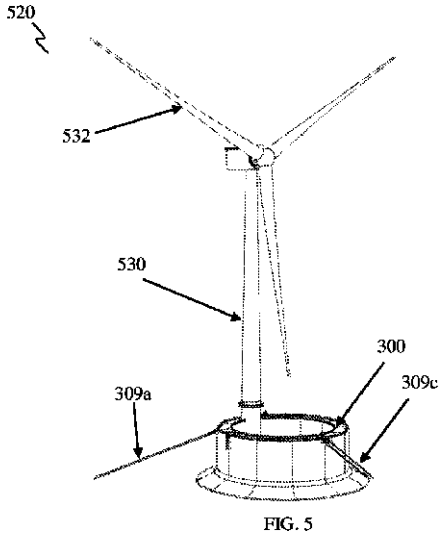


FIG. 5

【特許請求の範囲】
【請求項１】
浮体構造物であって、
開放上端部と、
前記開放上端部の反対側にある開放下端部と、
前記開放上端部と前記開放下端部との間に延在する環状壁であって、中央ムーンプールを提供すべく前記浮体構造物の周縁を形成する環状壁と、
前記浮体構造物の中心から外れて配置され、タワーを支持するように構成された円筒状構造体であって、前記円筒状構造体の少なくとも一部が、前記環状壁に沿って延在し、前記環状壁に結合されている、円筒状構造体と、
を備える浮体構造物。
【請求項２】
前記円筒状構造体が、前記円筒状構造体が前記タワーに結合されるときに、前記タワーによって及ぼされる垂直力が前記円筒状構造体を介して前記浮体構造物に前記環状壁内のせん断力の形態で伝えられるように構成されかつ寸法決めされている、請求項１に記載の浮体構造物。
【請求項３】
実質的に円形、または実質的に長方形、または実質的に多角形の水平断面を有する、請求項１または２に記載の浮体構造物。
【請求項４】
前記環状壁が、有効内径および有効外径を有し、前記有効内径が、前記有効外径の半分よりも大きい、請求項１～３のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項５】
前記円筒状構造体が、前記浮体構造物の前記開放上端部の方に配置された上部部分と、前記上部部分の反対側にある基部であって、前記浮体構造物の前記開放下端部の方に配置された基部とを有する、請求項１～４のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項６】
前記基部が、前記浮体構造物の前記開放下端部と面一で配置されている、請求項５に記載の浮体構造物。
【請求項７】
前記円筒状構造体が、前記上部部分が前記浮体構造物の前記開放上端部から離間して上方にかつ外側に突出するように寸法決めされかつ配置されている、請求項４～６のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項８】
前記環状壁が、前記環状壁の内面に形成された凹部を備え、前記凹部が、前記環状壁内に前記円筒状構造体の第１の部分を受容するように形作られかつ寸法決めされ、前記円筒状構造体の残りの第２の部分は、前記内面から外方に延在または突出している、請求項１～７のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項９】
前記環状壁が、前記環状壁の外面に形成された凹部を備え、前記凹部が、前記環状壁内に前記円筒状構造体の第１の部分を受容するように形作られかつ寸法決めされ、前記円筒状構造体の残りの第２の部分は、前記外面から外方に延在または突出している、請求項１～７のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１０】
前記環状壁が、前記環状壁を横切って形成された凹部を備え、前記凹部が、前記環状壁内の前記円筒状構造体の中間部を受容するように形作られかつ寸法決めされており、前記円筒状構造体の第１の側部は、前記環状壁の外面から外方に延在し、前記円筒状構造体の第２の側部は、前記環状壁の内面から外方に延在している、請求項１～７のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１１】

前記浮体構造物が、前記タワーを前記浮体構造物に固定するように構成された締結手段を備える、請求項１～１０のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１２】
前記円筒状構造体が、垂直せん断接合部を介して前記環状壁に結合されている、請求項１～１１のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１３】
前記垂直せん断接合部が、前記円筒状構造体の全高に沿って延在している、請求項１２に記載の浮体構造物。
【請求項１４】
前記浮体構造物の前記開放下端部の方に結合されたスカート部をさらに備える、請求項１～１３のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１５】
前記スカート部が、
前記環状壁の外面、または
前記環状壁の内面
のうちの少なくとも一方に結合されている、請求項１４に記載の浮体構造物。
【請求項１６】
前記スカート部が、前記浮体構造物が水中に配備されたときに前記スカート部が初期喫水線の下方に完全に浸漬されることを可能にする高さである、請求項１４または１５に記載の浮体構造物。
【請求項１７】
前記スカート部が、前記浮体構造物の周りに連続的に、または任意選択的に断続的に結合されている、請求項１４～１６のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１８】
前記スカート部が、浮力のないプレートまたは開放構造体を備える、請求項１４～１７のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１９】
前記スカート部が、浮力を与えるために閉鎖構造体を備える、請求項１４～１７のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項２０】
水中で、前記浮体構造物がヒーブにおいて固有周期で動作するとき、同じ周期の波により、前記中央ムーンプール内の水塊の垂直運動が前記波と同じ位相で動作するように構成されている、請求項１～１９のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項２１】
前記中央ムーンプール内の前記水塊の垂直振動ピストンモードの固有周期T_{piston}が、前記浮体構造物がヒーブにおいて動作している間の前記浮体構造物の固有周期T_{heave}の約１．２３倍であるようにさらに構成されている、請求項２０に記載の浮体構造物。
【請求項２２】
様々な喫水において水中で作動するときに前記浮体構造物の安定性をもたらすように構成されたバラストタンク、
前記浮体構造物の前記開放上端部、もしくは前記開放下端部、もしくは前記環状壁のうちの少なくとも１つに結合されるように構成された係留索を含む係留システム、
前記円筒状構造体内に配置された、電力を伝送するための電力ケーブルを含むケーブルシステム
のうちの少なくとも１つをさらに備える、請求項１～２１のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項２３】
請求項１～２２のいずれか一項に記載の浮体構造物と、
前記浮体構造物の円筒状構造体によって支持されたタワーであって、前記タワーの遠位

端に風力タービンが取り付けられている、タワーと、
を備える装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願の相互参照
本出願は、２０２１年４月２１日に出願されたシンガポール特許出願第１０２０２１０４０５９Ｑ号の優先権の利益を主張し、その内容は、あらゆる目的のためにその全体が参照により本明細書に組み込まれる。
【０００２】
様々な実施形態は、浮体構造物、より具体的にはタワーの支持を容易にするための浮体構造物、およびそのような浮体構造物と、浮体構造物によって支持されたタワーとを含む装置に関する。
【背景技術】
【０００３】
洋上風力発電の市場は、大幅に拡大したが、依然として風力利用が最もクリーンで最も持続可能な発電方法の１つであるため、その市場は未だ伸び続けている。風力の収集は、陸上または沿岸と比較して、風力資源がより良好でより豊富であるより深い水域に移りつつある。そうするためには、より深い水域では固定またはパイル打ちされた洋上風力タービンを設置することが極めて困難になりまたは不可能にさえなるので、浮体式洋上風力タービン（ＦＯＷＴ）が必要になる。
【０００４】
ＦＯＷＴのいくつかの概念が考え出されている。
【０００５】
例えば、先行文献である中国特許出願公開第２１２０２２９２０（Ｕ）号明細書には、水面下の浮体式キャビンによって中央に受容されるタワー支柱を含む消波基礎型の洋上風力タービンが記載されている。米国特許出願公開第２０２０３００２２４（Ａ１）号明細書および中国特許出願公開第１１２１７７８５９（Ａ）号明細書などの他の刊行物には、それぞれの浮体式プラットフォームの上部デッキ上に配置されるタワーが記載されている。
【０００６】
風力タービン（複数可）を設置した場合の安定性を改善する必要があり、大型のムーンプールを有する浮体式基礎も研究されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】中国特許出願公開第２１２０２２９２０（Ｕ）号明細書
【特許文献２】米国特許出願公開第２０２０３００２２４（Ａ１）号明細書
【特許文献３】中国特許出願公開第１１２１７７８５９（Ａ）号明細書
【発明の概要】
【０００８】
一実施形態によれば、浮体構造物が提供される。浮体構造物は、開放上端部と、開放上端部の反対側にある開放下端部と、開放上端部と開放下端部との間に延在する環状壁であって、中央ムーンプールを提供すべく浮体構造物の周縁を形成する環状壁と、浮体構造物の中心から外れて配置され、タワーを支持するように構成された円筒状構造体と、を備える。円筒状構造体の少なくとも一部は、環状壁に沿って延在し、環状壁に結合される。
【０００９】
一実施形態によれば、様々な実施形態による浮体構造物と、タワーとを含む装置が提供される。タワーは、浮体構造物の円筒状構造体によって支持され、タワーの遠位端には風力タービンが取り付けられる。

【００１０】
図面において、同様の参照符号は、概して、様々な図全体を通して同様の部分を指す。図面は必ずしも縮尺通りではなく、代わりに、概して本発明の原理を説明することに重点が置かれている。以下の説明では、本発明の様々な実施形態が、添付の図面を参照して説明される。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１Ａ】様々な実施形態による浮体構造物の概略図である。
【図１Ｂ】様々な実施形態による、図１Ａの浮体構造物を含む装置の概略図である。
【図２Ａ】一実施形態による、円筒状構造体を有する環状壁の概略上面図である。
【図２Ｂ】異なる実施形態による、円筒状構造体を有する環状壁の概略上面図である。
【図２Ｃ】さらに別の異なる実施形態による、円筒状構造体を有する環状壁の概略上面図である。
【図３】一実施形態による浮体構造物の斜視図である。
【図４】スカート部のない、図３の浮体構造物の簡略化された半分の上面図である。
【図５】図３の浮体構造物を含む装置の斜視図である。
【図６Ａ】図３の浮体構造物を線Ｂ－Ｂ’から見た場合の、スカート部のない簡略化された垂直断面側面概略図である。
【図６Ｂ】図３の浮体構造物を線Ｃ－Ｃ’から見た場合の、スカート部のない垂直断面正面概略図である。
【図７Ａ】スカート部のない、一実施形態による浮体構造物の簡略化された垂直断面側面概略図である。
【図７Ｂ】スカート部のない、図７Ｂの浮体構造物の垂直断面正面概略図である。
【図８Ａ】一実施形態による浮体構造物の斜視図である。
【図８Ｂ】様々な実施形態による、支持されたスカート部を有する環状壁の一部を示す断面側面図である。
【図８Ｃ】図８Ａの浮体構造物の垂直断面正面図である。
【図９Ａ】上部部分が水平方向に切り取られている、図８Ａの浮体構造物の斜視図である。
【図９Ｂ】図８Ａの浮体構造物の環状壁の簡略化された水平断面平面概略図である。
【図１０Ａ】様々な実施形態による、多面形の環状壁を含み、タワーを支持する浮体構造物の斜視図である。
【図１０Ｂ】図１０Ａの多面形の環状壁の簡略化された水平断面平面概略図である。
【図１１Ａ】一実施形態による、スカート部のない浮体構造物における多面形の環状壁の簡略化された概略上面図である。
【図１１Ｂ】別の実施形態による、スカート部のない浮体構造物における多面形の環状壁の簡略化された概略上面図である。
【図１１Ｃ】一実施形態による、スカート部のない浮体構造物における（不規則形状の）多面形の環状壁の簡略化された概略上面図である。
【図１１Ｄ】別の実施形態による、スカート部のない浮体構造物における（不規則形状の）多面形の環状壁の簡略化された概略上面図である。
【図１２Ａ】上部部分が水平方向に切り取られた、図１０Ａの浮体構造物の部分斜視図である。
【図１２Ｂ】図１０Ａの浮体構造物の部分斜視透視図を示す。
【図１３】線Ｅから見た図１０Ａの浮体構造物の断面斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下の詳細な説明は、本発明を実施することができる特定の詳細および実施形態を例示として示す添付の図面を参照する。これらの実施形態は、当業者が本発明を実施することを可能にするのに十分詳細に記載されている。本発明の範囲から逸脱することなく、他の

実施形態を利用することができ、構造的、論理的、および電気的な変更を行うことができる。いくつかの実施形態は、１つまたは複数の他の実施形態と組み合わせて新しい実施形態を形成することができるため、様々な実施形態は必ずしも相互に排他的ではない。

【００１３】

方法または装置の１つの文脈で説明される実施形態は、他の方法または装置にも同様に有効である。同様に、方法の文脈で説明されている実施形態は、装置にも同様に有効であり、逆もまた同様である。

【００１４】

一実施形態の文脈で説明される特徴は、他の実施形態の同じまたは類似の特徴に対応して適用可能であり得る。実施形態の文脈で説明される特徴は、これらの他の実施形態で明示的に説明されていなくても、他の実施形態に対応して適用可能であり得る。さらに、実施形態の文脈で特徴について説明した追加および／または組合せおよび／または代替は、他の実施形態の同じまたは類似の特徴に対応して適用可能であり得る。

【００１５】

様々な実施形態の文脈において、特徴または要素に関して使用される冠詞「ａ」、「ａｎ」および「ｔｈｅ」は、特徴または要素のうちの１つまたは複数への言及を含む。

【００１６】

様々な実施形態の文脈において、「実質的に」という語句は、「正確にそれ自体」および合理的な不一致を含み得る。

【００１７】

様々な実施形態の文脈において、数値に適用される「約」または「およそ」という用語は、正確な値そのものおよび合理的な不一致を包含する。

【００１８】

本明細書で使用される場合、「および／または」という用語は、関連する列挙された項目のうちの１つまたは複数のありとあらゆる組合せを含む。

【００１９】

本明細書で使用される場合、「ＡまたはＢのうちの少なくとも１つ」の形態の語句は、ＡまたはＢ、またはＡとＢの両方を含むことができる。これに対応して、「ＡまたはＢまたはＣのうちの少なくとも１つ」の形態の語句、またはさらに列挙された項目を含む語句は、関連する列挙された項目のうちの１つまたは複数のあらゆる組合せを含むことができる。

【００２０】

本明細書で使用される場合、「ように構成される」という表現は、「ように作られる」または「ように配置される」ことを意味し得る。

【００２１】

様々な実施形態は浮体構造物を提供し、この浮体構造物は、中央ムーンプールと、浮体構造物に対するタワーの支持体とを有する。例えば、タワーは、風力タービンの垂直タワーまたはマストであってもよい。大きなプールを有する円筒状の浮体構造物を有する場合、ＦＯＷＴを設けてもよい。様々な実施形態の文脈において、「円筒状」という用語は、直線状の平行な垂直側面と、真円形、または不規則な円形、または正多角形（正多面形）、または不規則な多角形（多面形）である水平断面とを有する浮体構造物を指す。

【００２２】

図１Ａでは、様々な実施形態による浮体構造物１００が提示されている。浮体構造物１００は、開放上端部１０２と、開放上端部１０２の反対側の開放下端部１０４と、開放上端部１０２と開放下端部１０４との間で延在する環状壁１０６と、線１１０によって示されるように、浮体構造物１００の中心から外れて配置され、タワー（図１Ａには示されていない）を支持するように構成された円筒状構造体１０８とを備える。環状壁１０６は、中央ムーンプールを提供するために、浮体構造物１００の周縁を形成することができる。円筒状構造体１０８の少なくとも一部は、環状壁１０６に沿って延在し、環状壁１０６に結合される。円筒状構造体１０８は、円筒状構造体１０８がタワーに結合されたときに、

タワーによって及ぼされる垂直力が、円筒状構造体１０８を介して、例えば環状壁１０６内のせん断力の形態で浮体構造物１００に伝えられ得るように構成されかつ寸法決めされ得る。

【００２３】

浮体構造物１００は、中心軸線を有する円筒形であってもよい。このように、中央ムーンプールは、中心軸線の周りまたは中心軸線を中心にして配置されてもよく、環状壁１０６に結合されている円筒状構造体１０８は、中心軸線から離れて配置されてもよい。

【００２４】

言い換えるならば、中央ムーンプールを有する浮体構造物１００が提供され、垂直タワー（例えば、風力タービンタワー）は、浮体構造物１００の側面に一体化された円筒状構造体１０８に接続されてもよく、より具体的には、浮体構造物１００の側壁（環状壁１０６）に配置されるか、または側壁に沿って延在してもよい。風力タービンタワーが支持構造体のデッキ上に配置される米国特許出願公開第２０２０３００２２４（Ａ１）号明細書および中国特許出願公開第１１２１７７８５９（Ａ）号明細書などの先行技術文献の開示とは異なり、本明細書に記載の円筒状構造体１０８は、それ自体が垂直方向に、または開放上端部１０２の平面に沿って、環状壁１０６の上部にまたは環状壁１０６を覆うように配置されないので、タワーを浮体構造物１００のデッキ上に設置させることはない。円筒状構造体１０８は、垂直力をタワーから浮体構造物１００の側面（複数可）または側壁にせん断力として伝える円筒状支持構造体または移行部片（ｔｒａｎｓｉｔｉｏｎ　ｐｉｅｃｅ）であってもよい。円筒状構造体１０８の高さは、タワーからの垂直力と、その力を伝えるために必要なせん断面積とによって決定され得る。円筒状構造体１０８が垂直タワーを支持しまたは垂直タワーに結合するために、円筒状構造体１０８は、垂直に、かつ浮体構造物１００の中心軸線または垂直タワーに対して実質的に平行に向けられる。基本的に、タワーは、浮体構造物１００によって提供される基礎によって支持されてもよい。

【００２５】

環状壁１０６は、開放下端部１０４から開放上端部１０２まで上方に延在し、浮体構造物１００の垂直壁または側壁を提供する。一例では、開放上端部１０２は、線１１２で示すように、中央開口部が環状壁１０６の上端部に結合されたデッキプレートであってもよく、開放下端部１０４は、線１１４で示すように、中央開口部が環状壁１０６の下端部に結合されたキールプレートであってもよい。デッキプレートおよびキールプレートの各中央開口部は、環状壁１０６の内径と実質的に一致する直径を有してもよく、これはまた、中央ムーンプールの直径を定めてもよい。別の例では、環状壁１０６は、所定の厚さを有してもよく、垂直方向に配置された場合に、上方から（例えば、図３の方向Ｔにおいて）見た環状壁１０６は、その中心の周りに開口部を有する環状壁１０６の上端部を示し、開放上端部１０２を画定し、一方、下方から（例えば、図３の方向Ｕにおいて）見た環状壁１０６は、その中心の周りに開口部を有する環状壁１０６の下部または下端部を示し、開放下端部１０４を画定する。

【００２６】

様々な実施形態において、浮体構造物１００は、垂直方向に配置された場合、実質的に円形、または実質的に長方形、または実質的に多角形の水平断面を有し得る。言い換えるならば、浮体構造物１００は、実質的に円形であるか、または、例えば、実質的に長方形もしくは実質的に多角形である平面形状を有し得る。

【００２７】

一例では、環状壁１０６の内面（または内壁）によって形成された周縁部は、環状壁１０６の外面（または外壁）によって形成された周縁の形状に倣ったものでもよい。これは、環状壁１０６の厚さが規則的である場合に起こり得る。別の例では、環状壁１０６の内面によって形成される周縁は、環状壁１０６の外面によって形成される周縁の形状と異なっていてもよい。これは、環状壁１０６の厚さが不規則である場合に起こり得る。

【００２８】

外面と比較して異なる周縁を有する内面を有する環状壁のいくつかの非限定的な例を図

１１Ａ～図１１Ｄに示す。図１１Ａは、正十二角形の外面１１０６ａおよび円形の内面１１７０ａを有する環状壁１１７２ａの単純な上面図を示す。図１１Ｂは、正十二角形の外面１１７０ｂおよび正方形の内面１１７２ｂを有する環状壁１１０６ｂの単純な上面図を示す。図１１Ｃは、不規則な十二角形の外面１１０６ｃおよび円形の内面１１７０ｃを有する環状壁１１７２ｃの単純な上面図を示す。図１１Ｄは、不規則な七角形の外面１１０６ｄおよび円形の内面１１７０ｄを有する環状壁１１７２ｄの単純な上面図を示す。

【００２９】

環状壁１０６は、有効内径および有効外径を有してもよく、有効内径は有効外径の半分よりも大きく、それによって大きなムーンプールを設けることが可能となる。

【００３０】

直径は、ある形状の中心を通過し周縁で終端する任意の直線または弦であると認識し理解されたい。様々な実施形態の文脈において、「有効内径」という語句は、環状壁１０６の中心を通過し環状壁１０６の内面の周縁で終端する第１の直線を指し、「有効外径」という語句は、環状壁１０６の中心を通過し環状壁１０６の外面の周縁で終端する第２の直線を指し、第１および第２の直線は同じ向きであり、第２の直線は第１の直線と完全に重なる。

【００３１】

本明細書に記載の環状壁１０６の様々な実施形態は、連続的な構造体に関する。しかしながら、環状壁１０６は、環状壁１０６の部分（複数可）が間隙を含むことができる断続的な構造体の形態をとることもできることを理解し認識されたい。

【００３２】

様々な実施形態において、円筒状構造体１０８は、浮体構造物１００の開放上端部１０２の方に配置された上部部分と、上部部分とは反対側の基部とを有することができ、基部は、浮体構造物１００の開放下端部１０４の方に配置される。一例では、基部は、浮体構造物１００の開放下端部１０４と面一で配置されてもよく、それにより、円筒状構造体１０８の少なくとも一部が環状壁１０６の全高に沿って延在することを可能にする。別の例では、基部は、浮体構造物１００の開放下端部１０４から離れて、または開放下端部１０４の手前で配置されてもよく、これは、基部が開放下端部１０４に達しないことを意味する。このような場合、円筒状構造体１０８の少なくとも一部は、環状壁１０６の高さに沿って部分的にのみ延在してもよい。

【００３３】

一実施形態において、上部部分および基部の各々は、タワーの下部部分が円筒状構造体１０８を通って円筒状構造体から突出することを可能にするように開放端とされてもよい。ここで、円筒状構造体１０８は、本質的に貫通孔であってもよい。異なる実施形態において、基部は有底であり、円筒状構造体１０８内に受容されたタワーの下部部分が有底基部上に配置されるようになっていてもよい。

【００３４】

円筒状構造体１０８は、上部部分が浮体構造物１００の開放上端部１０２から離間して上方にかつ外側に突出することができるように寸法決めされかつ配置されてもよい。言い換えるならば、円筒状構造体１０８の上部部分は、開放上端部１０２の上方にまたは開放上端部１０２を覆うように、突出または延在してもよく、したがって、この上部のみが環状壁１０６によって包含されないと言うことができる。

【００３５】

一実施形態において、環状壁１０６は、環状壁１０６の内面に形成された凹部を含んでもよく、凹部は、環状壁１０６または凹部内に円筒状構造体１０８の第１の部分を受容するように形作られかつ寸法決めされ、円筒状構造体１０８の残りの第２の部分は、図２Ａの例に見られるように、内面から外方に延在または突出する。

【００３６】

様々な実施形態の文脈において、「外方に」という用語は、垂直上向きの環状壁１０６に対して横方向または側方を意味し得る。

【００３７】
別の実施形態において、環状壁１０６は、環状壁１０６の外面に形成された凹部を含んでもよく、凹部は、環状壁１０６または凹部内に円筒状構造体１０８の第１の部分を受容するように形作られかつ寸法決めされ、円筒状構造体１０８の残りの第２の部分は、図２Ｂの例に見られるように、外面から外方に延在または突出する。
【００３８】
さらに別の実施形態において、環状壁は、環状壁１０６を横切って形成された凹部を含んでもよく、凹部は、環状壁１０６または凹部内に円筒状構造体１０８の中間部を受容するように形作られかつ寸法決めされ、図２Ｃの例に見られるように、円筒状構造体１０８の第１の側部は環状壁１０６の外面から外方に延在し、円筒状構造体１０８の２形の側部は環状壁１０６の内面から外方に延在する。第１の側部は、第２の側部の反対側にあり得る。第１の側部、第２の側部および中間部は、円筒状構造体１０８の長手方向軸線を基準とする。
【００３９】
いくつかの実施形態（図２Ａ～図２Ｃには示されていない）において、円筒状構造体１０８は、環状壁１０６の厚さよりもはるかに小さい直径を有してもよく、それにより、円筒状構造体１０８を環状壁１０６内に配置することができ、すなわち、横方向の突出部はないが、円筒状構造体１０８の上部部分は、タワーを受容して支持するためにアクセス可能なままとされる。
【００４０】
典型的なせん断接合部は、支持体、コネクタ、および梁を含み得る。支持体は、桁（または別個の梁）、柱フランジ、または柱ウェブであってもよい。コネクタは、支持体および梁にボルト止めまたは溶接されてもよい。様々な実施形態において、円筒状構造体１０８は、垂直せん断接合部を介して環状壁１０６に結合されてもよい。そのようにすることによって、タワーによって及ぼされる垂直力は、環状壁１０６内のせん断力の形態で円筒状構造体１０８を介して浮体構造物１００に伝えられ得る。一例では、垂直せん断接合部は、円筒状構造体１０８が環状壁１０６に結合する円筒状構造体１０８の高さ全体（または実質的に全体）に沿って延在してもよい。別の例では、垂直せん断接合部は、円筒状構造体１０８の高さに沿って延在してもよく、その場合、円筒状構造体１０８は、部分的にのみ環状壁１０６に結合する。言及した例に限定されず、垂直せん断接合部は、一定の間隔または不規則な間隔で連続的な形態または断続的な形態で設けられてもよい。
【００４１】
浮体構造物１００は、タワーを浮体構造物１００に固定するように構成された締結手段を含んでもよい。例えば、タワーは、円筒状構造体１０８の上部に（上部部分近傍にまたは上部部分）に接続されてもよい。円筒状構造体１０８は、タワーから浮体構造物１００に力およびモーメントを伝えることができる。円筒状構造体１０８の高さは、タワーから伝えられる垂直荷重およびモーメントに依存するかまたは規定されてもよい。モーメントは、タワーの高さならびにタービン（ナセルおよびブレードを含む）およびタワーの重量によって規定され得る。
【００４２】
例えば、締結手段は、溶接接続、フランジ接続、滑り継手接続、または他のタイプの接続など、タワーと円筒状構造体１０８との間の接続によって提供されてもよい。
【００４３】
様々な実施形態において、浮体構造物１００は、浮体構造物１００の開放下端部１０４の方に結合されたスカート部をさらに含んでもよい。スカート部は、環状壁１０６の外面または環状壁１０６の内面のうちの少なくとも一方に結合されてもよい。スカート部は、浮体構造物１００が水中に配備されたときに、スカート部が初期喫水線の下に完全に浸漬されることを可能にする高さであってもよい。スカート部は、浮体構造物１００の周りに連続的に、または任意選択的に断続的に結合されてもよい。
【００４４】

一例では、スカート部は、浮力のないプレートまたは開放構造体を含んでもよい。代替例では、スカート部は、浮力を与えるために閉鎖構造体を含んでもよい。

【００４５】

スカート部は、直角三角形の垂直断面を有することができ、スカート部の基部（または隣接する側）は、位置合わせされて配置されてもよく、または浮体構造物１００の開放下端部１０４と面一とされてもよく、スカート部の反対側は、環状壁１０６の外面と接触して配置されそこに固定されてもよく、スカート部の斜辺は、開放下端部１０４に向かって外方に傾斜している。スカート部の反対側は、スカート部の基部に対して実質的に垂直である直角の側を指すことができる。

【００４６】

スカート部は、環状壁１０６を取り囲む連続的な形態であってもよく、またはスカート部は、環状壁１０６を断続的に取り囲む複数の短いスカート部によって設けられてもよい。スカート部は、支柱、ホッパプレート、またはブレースによって支持されてもよい。

【００４７】

様々な実施形態において、浮体構造物１００は、水中で、浮体構造物１００がヒーブ（上下動）において固有周期で動作するとき、同じ周期の波のために、中央ムーンプール内の水塊の垂直運動が波と同じ位相で動作するように構成されてもよい。浮体構造物１００は、中央ムーンプール内の水の質量の垂直振動ピストンモードの固有周期T_{piston}が、浮体構造物１００がヒーブにおいて動作している間の浮体構造物１００の固有周期T_{heave}の約１．２３倍（１．２５倍未満）であるようにさらに構成されてもよい。

【００４８】

浮体構造物１００は、様々な喫水において水中で動作するときに浮体構造物１００の安定性をもたらすバラストタンクと、浮体構造物１００の開放上端部１０２または開放下端部１０４または環状壁１０６のうちの少なくとも１つに結合されるように構成された係留索を含む係留システムと、円筒状構造体１０８内に配置された電力を伝送するための電力ケーブルを含むケーブルシステムとのうちの少なくとも１つをさらに含んでもよい。

【００４９】

バラストタンクは、垂直に分割されてもよく、または垂直および水平の水密構造体の組合せによって分割されてもよい。海水をバラストとして使用してもよい。水バラストは、浮体構造物１００に搭載されたバラストシステムによって、または保守船のホースおよびポンプを使用して各タンクに水を汲み入れたり汲み出したりすることによって、または浮体構造物１００のホースおよび一時的なポンプを使用することによって、各バラストタンク内に注入されまたは各バラスト外に注出されてもよい。

【００５０】

図１Ｂでは、様々な実施形態による浮体構造物１００と、線１３２によって示されるように、浮体構造物１００の円筒状構造体１０８によって支持されたタワー１３０とを含む装置１２０が提示されている。風力タービンは、タワー１３０の遠位端に取り付けられてもよい。遠位端は、円筒状構造体１０８にまたは円筒状構造体によって受容されたタワー１３０の基部または部分の反対側にある。

【００５１】

浮体構造物およびそれを含む装置の例を、以下でさらに詳細に説明する。

【００５２】

図３は、一例による浮体構造物３００の斜視図であり、図４は、線Ａ－Ａ’から見た、浮体構造物３００の半分の簡略化された上面図である。浮体構造物３００は、図５の装置５２０に見られるように、上部に風力タービン５３２を有するタワー５３０と共に、より深い水域に配備することができ、その場合、タワー５３０は、浮体構造物３００によって受容され支持される。

【００５３】

浮体構造物３００は、図１Ａの浮体構造物１００の要素または構成部品と同じまたは同様の要素または構成部品を含んでもよく、したがって、同じ末尾番号を有する数字が割り

当てられ、同様の要素は、図１Ａの浮体構造物１００の文脈で説明したとおりであり得るので、ここでは対応する説明を省略する。

【００５４】

浮体構造物３００は、内面または内壁の直径d_Bが外面または外壁の直径D_Bの半分よりも大きい大型のムーンプールを有する（すなわち、$d_B > D_B / 2$である）。浮体構造物３００は、円筒形状と、中央ムーンプール３０３を画定する環状壁３０６とを有してもよい。環状壁３０６は、浮体構造物３００の周縁の周りで実質的に一定の高さとなっていてもよい。他の例（図示せず）では、浮体構造物３００は異なる形状を有してもよく、および／または、環状壁３０６は、その高さが浮体構造物３００の周縁の周りで一定でなくてもよいが、依然として中央ムーンプールを提供する。

【００５５】

タービン用の浮体構造物３００（浮体基礎と互換的に称される）は、小水線面積円筒状ハル（ＳＷＡＣＨ：ｓｍａｌｌ　ｗａｔｅｒｐｌａｎｅ　ａｒｅａ　ｃｙｌｉｎｄｒｉｃａｌ　ｈｕｌｌ）であってもよい。ＳＷＡＣＨの場合、浮遊体である浮体構造物３００が、同じ周期の波のために、ヒーブにおいて固有周期で動作するとき、中央ムーンプール３０３内の水の垂直運動は、波と同じ位相で動作する。ＳＷＡＣＨは、次の式１によって（任意の単位で）特徴付けることができる。

【数１】

$$\sqrt{\frac{\rho S_0 (d + 0.52\sqrt{S_1})}{M + M_a}} \qquad (式１)$$

【００５６】

関連パラメータの一例を表１に示す。

【００５７】

【表１】

表１

説明	略称	値	単位
水密度	ρ	１．０２５	t/m^3
浮体構造物３００のハルの水線面積	S_0	１，３６０．９０	m^2
中央ムーンプール３０３の水線面積	S_1	２，１６４．８０	m^2
浮体構造物３００の喫水	d	２０	m
浮体構造物３００の質量	M	２７，８９８	t
付加質量	Ｍａ	０．４５×Ｍ＜Ｍａ＜０．８５×Ｍ	t

【００５８】

浮体構造物３００のハルは、環状壁３０６、開放上端部３０２、開放下端部３０４、および円筒状構造体３０８を含んでもよい。付加される（流体力学的）質量は、任意選択的に、外側スカート部３０５または内側スカート部３０７を含むことによって増加されてもよい。付加質量は、浮体３００の形状および／または容積、ならびに例えば認識された回折放射コードによって計算される他の要因の関数として変化し得る。

【００５９】

ＳＷＡＣＨのヒーブ固有周期およびピストンモード周期は、以下のように決定されてもよい。

【００６０】

ムーンプールピストンモードは、モリン（Ｍｏｌｉｎ）の式に基づいてもよく、式２を使用してモデル試験に対して較正されてもよい。

【数２】

$$\omega_O \cong \sqrt{\frac{g}{h+(\frac{b}{\pi})(\frac{3}{2}+\ln\frac{H}{2b})}} \qquad (式２)$$

ここで、ｂはムーンプールの直径、ｈは喫水、ｇは重力による加速度である。

【００６１】

２つのシンクの位置±Ｈは、数値解析によって最適化される。Ｈは、モデル試験に対して次式で較正され得る：Ｈ＝６．５×Ｄｈ

ここで、Ｄｈは船体直径を表す。

【００６２】

ピストンモード周期Ｔｐｉｓｔｏｎは、次の式３を使用して算出してもよい。

【数３】

$$\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{h+(\frac{b}{\pi})(\frac{3}{2}+ln\frac{H}{2b})}}} \qquad (式３)$$

ここで、ｂはムーンプールの直径、ｈは喫水、ｇは重力による加速度である。

【００６３】

例えば、ヒーブにおける減衰されていない固有周期Ｔｈｅａｖｅが１８．５秒であり、上記で与えられた関連パラメータを使用すると、ＴｈｅａｖｅとＴｐｉｓｔｏｎの比

【数４】

$$\frac{T_{heave}}{T_{piston}}$$

は約１．２３であり得るが、１．２５以上ではない。

【００６４】

図４に見られるように、直径D_Aの円筒状構造体３０８は、外径（有効外径）D_Bおよび内径（有効内径）d_Bを有する環状壁３０６に接続される。ここで$D_A << D_B$である。一般に、円筒状構造体３０８は、その直径よりも小さく、環状壁３０６の外径（有効外径）よりも著しく小さくてもよい厚さである。簡単にするために、D_Aは円筒状構造体３０８の外径を表してもよい。

【００６５】

いくつかの実施形態において、タワー５３０の下方の環状壁３０６の区域も厚さが大きくされてもよい。円筒状構造体３０８はまた、タワー５３０の下方に追加の浮力をもたらし、円筒状構造体３０８の位置とは反対の浮体構造物３００の側でバラストを正す必要性を減らすことができる。

【００６６】

円筒状構造体３０８は、せん断接合部３１３ａ、３１３ｂを使用して環状壁３０６の内面に結合されてもよい。せん断接合部３１３ａ、３１３ｂは、円筒状構造体３０８が環状壁３０６から横方向かつ外方に突出する境界部を横切って配置された垂直せん断接合部であってもよい。図３および図４において、せん断接合部３１３ａ、３１３ｂは、円筒状構造体３０８と環状壁３０６の内面との間に溶接されている。様々な実施形態において、例えば図２Ｂにおいて、せん断接合部は、円筒状構造体１０８と環状壁１０６の外面との間

に溶接されてもよく、一方、例えば図２Ｃにおいて、せん断接合部は、円筒状構造体１０８と環状壁１０６の内面および外面の両方との間に溶接されてもよい。せん断接合部は、円筒状構造体３０８の高さの少なくとも一部または環状壁３０６の高さの少なくとも一部に沿って設けられてもよい。例えば、せん断接合部３１３ａ、３１３ｂは、開放上端部３０２の近傍および開放下端部３０４の近傍に設けられてもよい。別の例では、せん断接合部３１３ａ、３１３ｂは、開放上端部３０２から開放下端部３０４までの境界部の実質的に全体に沿って設けられてもよい。

【００６７】

垂直方向の力およびモーメントは、円筒状構造体３０８から環状壁３０６に伝えられ得る。例えば、タワー５３０からの垂直力は、浮体構造物３００の側面、すなわち環状壁３０６におけるせん断力として、円筒状構造体３０８を介して浮体構造物３００に伝えられ得る。言い換えるならば、垂直力は、円筒状構造体３０８と環状壁３０６との間の垂直せん断接合部を介して円筒状構造体３０８から環状壁３０６に伝えられ得る。

【００６８】

実際には、垂直せん断接合部は、タワー５３０および風力タービン５３２から浮体構造物３００に垂直力を伝える。垂直せん断接合部は、円筒状構造体３０８と、環状壁３０６の内面（図４も参照）、または環状壁３０６の外面（図２Ｂを比較参照する）、または環状壁３０６の内面および外面の両方（図２Ｃを比較参照する）のうちの１つとの間に配置または形成されてもよい。

【００６９】

円筒状構造体３０８は、浮体構造物３００またはタワー５３０の中心軸線に垂直かつ実質的に平行に向けられてもよい。

【００７０】

モーメントは、浮体構造物３００内の水平ストリンガおよびデッキを介して伝えられ得る。

【００７１】

浮体構造物３００には係留システムが設置されてもよい。係留索３０９ａ、３０９ｂ、３０９ｃは、浮体構造物３００の上部に、例えば開放上端部３０２の近傍または開放上端部に取り付けられてもよい。係留索３０９ａ～３０９ｃは、３つの等間隔の係留クラスタ３１１ａ、３１１ｂ、３１１ｃにグループ化することができ、各クラスタ３１１ａ～３１１ｃ内に１つまたは複数の索３０９ａ～３０９ｃがある。別の例では、係留索３０９ａ～３０９ｃは、代替的にまたは追加的に、浮体構造物３００の下部、例えば、開放下端部の近傍または開放下端部３０４に、および／または環状壁３０６に沿った中間位置、すなわち開放上端部３０２と開放下端部３０４との間に（例えば、図１０および図１３に示すように）接続されてもよい。

【００７２】

図３～図５において、円筒状構造体３０８の一部は、環状壁３０６の実質的に全高に沿って配置されている。線Ｂ－Ｂ’から見た浮体構造物３００の垂直断面側面概略図、および線Ｃ－Ｃ’から見た浮体構造物３００の垂直断面正面概略図を示す図６Ａおよび図６Ｂに見られるように、円筒状構造体３０８の基部３０８ａは、開放下端部３０４と位置合わせされて配置されてもよく、または開放下端部で面一とされてもよく、上部部分３０８ｂ（基部３０８ａの反対側）は、開放上端部３０２の上方に延在または突出されてもよい。

【００７３】

代替的な構成では、図７Ａの浮体構造物７００の垂直断面側面概略図、および図７Ｂの浮体構造物７００の垂直断面正面概略図に示すように、円筒状構造体７０８の一部は、部分的に、例えば垂直荷重を支持することが必要とされ得るほぼ中間または任意の点で、環状壁３０６の高さに沿って延在するように配置され、例えば円筒状構造体７０８がタワー５３０に十分な支持をもたらすことを可能にする。言い換えるならば、円筒状構造体７０８の基部７０８ａは、開放下端部３０４から離れて（離間して）配置されてもよく、上部部分７０８ｂ（基部７０８ａの反対側）は、開放上端部３０２の上方に延在または突出さ

れてもよい。

【００７４】

浮体構造物７００は、図１Ａの浮体構造物１００の要素または構成部品と同じまたは同様の要素または構成部品を含んでもよく、したがって、同じ末尾番号を有する数字が割り当てられ、同様の要素は、図１Ａの浮体構造物１００の文脈で説明したとおりであり得るので、ここでは対応する説明を省略する。

【００７５】

図８Ａおよび図８Ｃはそれぞれ、スカート部８０５、８０７を含む浮体構造物７００の斜視図および垂直断面正面図である。

【００７６】

図３の浮体構造物３００と同様に、浮体構造物７００の下部、より具体的には、環状壁３０６の外面の下部に、スカート部８０５を取り付けて外側スカート部を設けてもよい。外側スカート部３０５、８０５は、浮体構造物３００、７００の外周全体にわたって延びてもよく、いくつかのより小さいスカート部（図示せず）に連続していても分割されていてもよい。代替的または追加的に、下部には、スカート部８０７を環状壁３０６の内面、すなわちムーンプールの内側に取り付けて内側スカート部を設けてもよい。内側スカート部３０７、８０７は、浮体構造物３００、７００の内周全体にわたって延びてもよく、いくつかのより小さいスカート部（図示せず）に連続していても分割されていてもよい。

【００７７】

以下に説明する特徴は、浮体構造物７００を示す図を参照することができるが、これらの特徴は、図３Ａの浮体構造物３００にも同様に適用可能であることに留意されたい。

【００７８】

浮体構造物３００、７００は、図８Ｃに示すように、初期喫水線W_Iの下方に外側スカート部３０５、８０５を有してもよい。

【００７９】

浮体構造物３００、７００は、図８Ｃに示すように、初期水位線W_Iの下方に内側スカート部３０７、８０７を有してもよい。

【００８０】

スカート部（外側スカート部３０５、８０５または内側スカート部３０７、８０７）は、浮力のないプレートまたは開放構造体であってもよい。別の例では、スカート部（外側スカート部３０５、８０５または内側スカート部３０７、８０７）は閉じられ浮力を与えてもよい。

【００８１】

スカート部（外側スカート部３０５、８０５または内側スカート部３０７、８０７）は、支柱またはホッパプレートによって、またはブレースによって支持されてもよい。図８Ｂは、バラストタンク８１１およびスカート部８０５、８０７が支柱８１６ｂ、８１６ａによって支持された環状壁３０６の一部を示す断面側面図である。

【００８２】

図９Ａは、環状壁３０６の例示的な内部構成を露出させるために上部部分が水平方向に切り取られた浮体構造物７００の斜視図である。図９Ｂは、円筒状構造体７０８を有しない、図９Ａに見られる環状壁３０６の簡略化された水平断面平面図である。

【００８３】

図８Ｃ、図９Ａおよび図９Ｂを参照すると、浮体構造物７００は、十分な安定性をもたらし、様々な喫水で浮体構造物７００を作動させるために、バラストタンク８１１が設置されてもよい。浮体構造物７００は、安定性のために必要に応じていくつかのバラストタンク８１１に分割されてもよい。タンク８１１は、垂直水密構造体９１５によって垂直に分割されてもよく、または垂直水密構造体９１５と水平水密構造８１３との組合せによって分割されてもよい。図９Ｂでは、垂直水密構造体９１５は、１２個の部分に分割するように配置されている。しかしながら、様々な数の部分に分割するために他の構成が使用されてもよいことを理解し認識されたい。海水をバラストとして使用してもよい。水バラス

トは、浮体構造物７００に搭載されたバラストシステム（図示せず）によって、または保守船のホースおよびポンプ（図示せず）を使用してもしくは浮体構造物７００のホースおよび一時的なポンプ（図示せず）を使用して、各タンク８１１に水を汲み入れたり汲み出したりすることによって、各バラストタンク８１１内に注入されまたは各バラスト外に注出されてもよい。

【００８４】

例えば、浮体構造物７００は、いくつかの同一の水密タンク（例えば８１１）と、円筒状構造体７０８を収容する１つの水密区画とに分割されてもよい。水密区画は、２つの互いに隣接する垂直水密構造体９１５の間に設けられてもよい。実質的に同一の水密タンク（例えば８１１）は、大量生産、物流および組立てを容易にすることができる。

【００８５】

図１０Ａは、図８Ａに示す浮体構造物７００と同様である浮体構造物１０００を示しているが、十二角形であり、風力タービン１０３２のタワー１０３０を受容して支持するために円筒状構造体１００８に結合された環状壁１００６を有している。係留索１００９ａ、１００９ｂ、１００９ｃは、浮体構造物１０００の開放上端部と開放下端部との間の環状壁１００６に沿った中間位置に取り付けられてもよい。

【００８６】

図１０Ｂは、円筒状構造体およびスカート部１００５、１００７のない環状壁１００６の簡略化された上部水平断面図である。浮体構造物１０００は、十分な安定性をもたらし、様々な喫水で浮体構造物１０００を作動させるために、バラストタンク１０１１が設置されてもよい。浮体構造物１００は、安定性のために必要に応じていくつかのバラストタンク１０１１に分割されてもよい。タンク１０１１は、垂直水密構造体１０１５によって垂直に分割されてもよく、または垂直水密構造体１０１５と水平水密構造体（図１０Ａおよび図１０Ｂには示されていない）との組合せによって分割されてもよい。図１０Ｂでは、垂直水密構造体１０１５は、１２個の部分に分割するように配置されている。

【００８７】

図１２Ａは、上部部分が水平方向に切り取られた、図１０Ａの浮体構造物１０００の部分斜視図１２００Ａである。図１２Ｂは、図１２Ａと同様である透視斜視図１２００Ｂであるが、これは上部部分を含んでいる。図１３は、線Ｅから見た図１０Ａの浮体構造物１０００の断面斜視図である。

【００８８】

図１０Ａ、図１０Ｂ、図１２Ａ、図１２Ｂおよび図１３に見られるように、その設計は１２個のタンク１０１１（または区域）に分割され、環状壁１００６の下部および上部で閉じられている。すべてのタンク／カラー１０１１が浮力を与えている。タンク／区域１０１１のうちの１１個は、設計において概ね同一であるが、円筒状構造体１００８を含む区域１０１１ａは異なっている。この区域１０１１ａの容積／浮力は、環状壁１００６の厚さを増加させることによって、または環状壁１００６の上部の下方で環状壁１００６の外側に延びる円筒状構造体１００８によって増加させることができる。

【００８９】

タワー１０３０は、円筒状構造体１００８の上方に突出する上部部分１００８ｂに接続または結合される。したがって、タワー１０３０は、円筒状構造体１００８の上部にもしくは円筒状構造体１００８を覆うように、または上部部分１００８ｂの上部にもしくは上部部分１００８ｂを覆うように配置しているように見え得る。

【００９０】

別の例（図１０Ａ、図１２Ａ、図１２Ｂおよび図１３には示されていない）では、円筒状構造体の内部は、バラストタンクを含んでいなくてもよい（したがって空であり、中空の円筒状構造体とされる）。

【００９１】

浮体構造物７００、１０００は、電力伝送のためのケーブルシステムが設置されてもよい。浮体構造物７００、１０００への／からの電力ケーブル（複数可）は、円筒状構造体

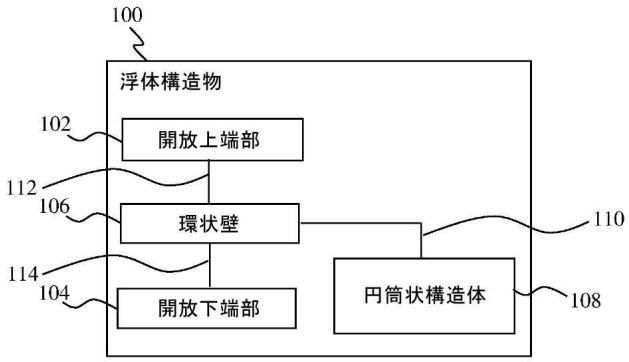
７０８、１００８内に配置されてもよく、ケーブル（複数可）の引込みおよび懸垂支持（ｈａｎｇ－ｏｆｆ）のための手段（図示せず）が設けられてもよい。引込みは、一時的ウインチで行ってもよいし、綱車システムおよびサポート船からの引込みウインチで行ってもよい。

【００９２】

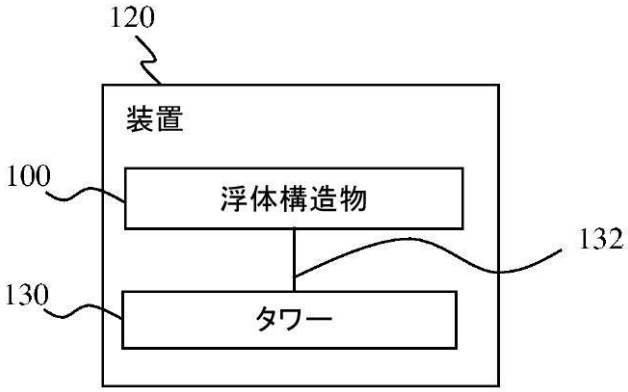
本発明は、特定の実施形態を参照して特に示され説明されてきたが、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の精神および範囲から逸脱することなく、形態および詳細における様々な変更がなされ得ることが当業者によって理解されるべきである。したがって、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によって示され、したがって、特許請求の範囲と同等の意味および範囲内にあるすべての変更が含まれることが意図される。

【図面】

【図１Ａ】



【図１Ｂ】



【図２Ａ】

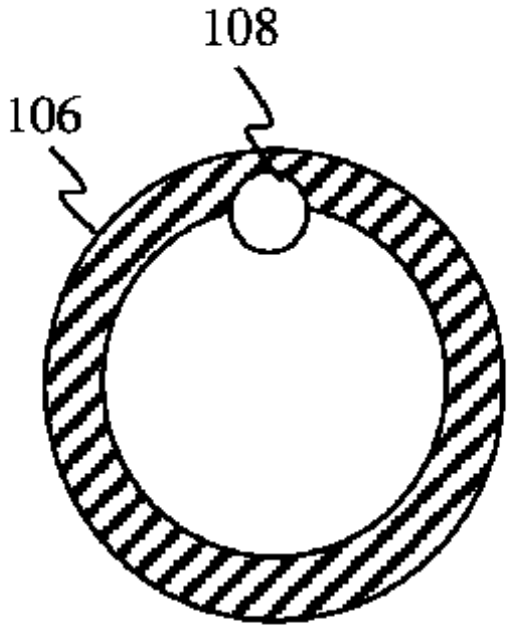


FIG. 2A

【図２Ｂ】

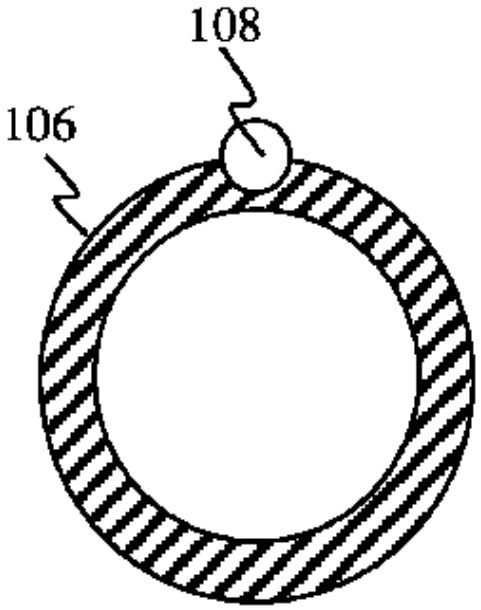


FIG. 2B

【図２Ｃ】

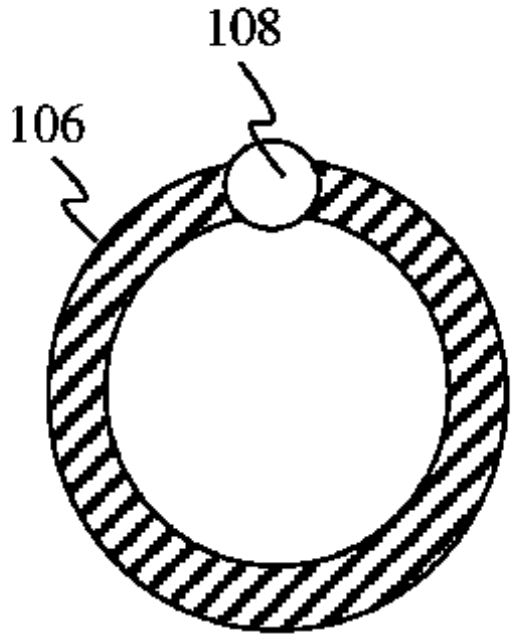


FIG. 2C

【図３】

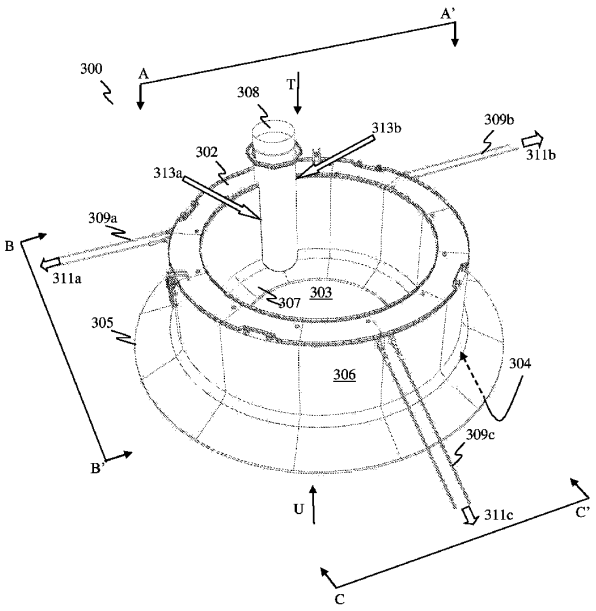


FIG. 3

【図４】

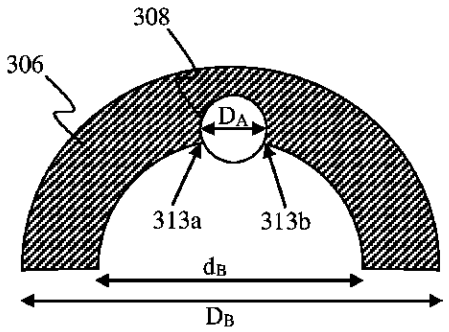


FIG. 4

【図５】

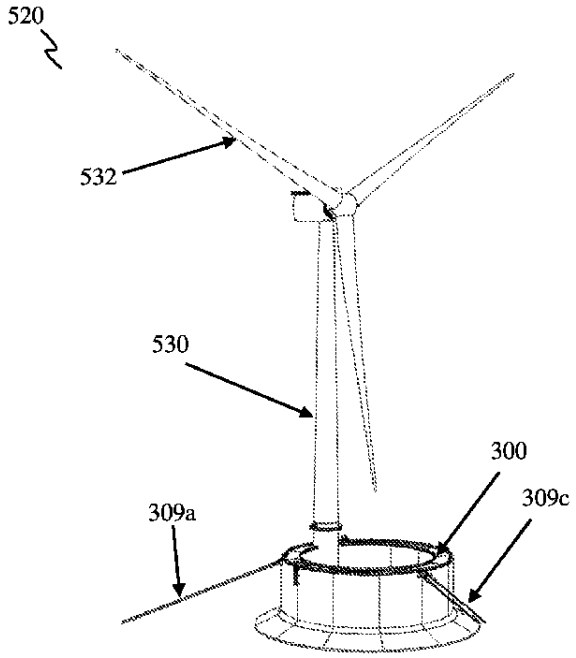


FIG. 5

【図６Ａ】

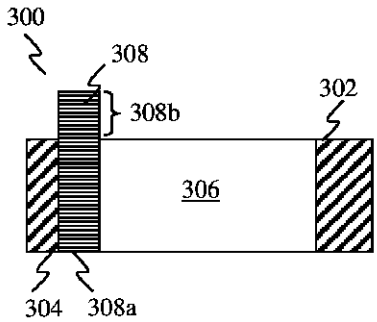


FIG. 6A

【図６Ｂ】

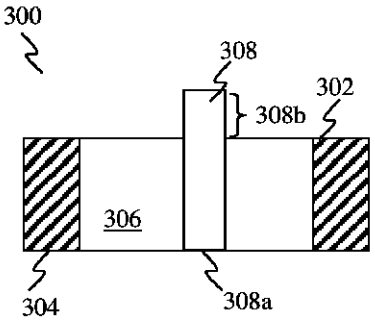


FIG. 6B

【図７Ａ】

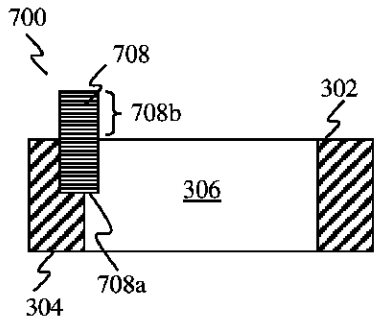


FIG. 7A

【図７Ｂ】

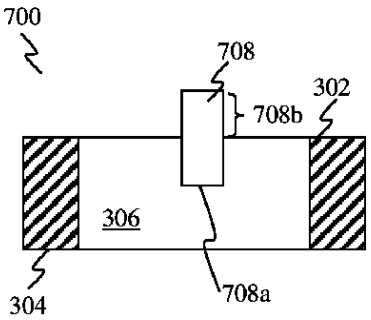


FIG. 7B

【図８Ａ】

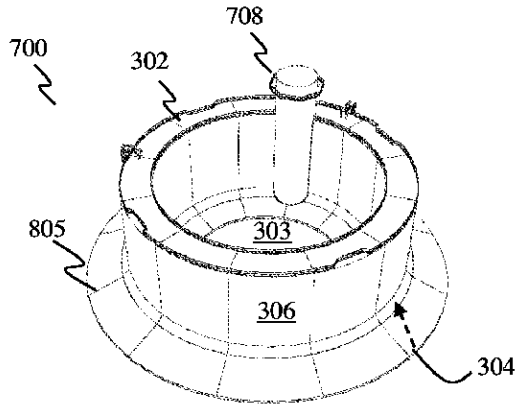


FIG. 8A

【図８Ｂ】

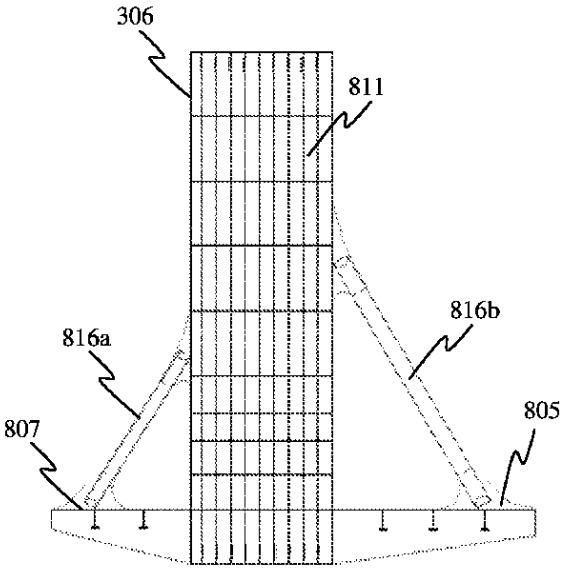


FIG. 8B

【図８Ｃ】

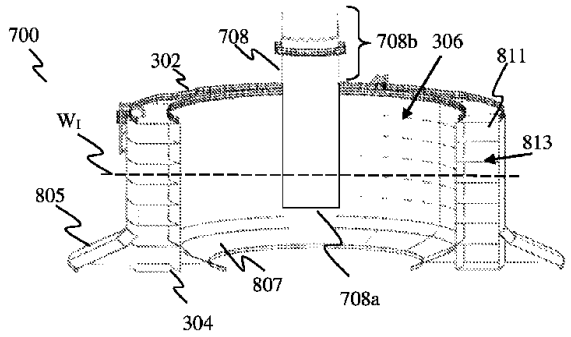


FIG. 8C

【図９Ａ】

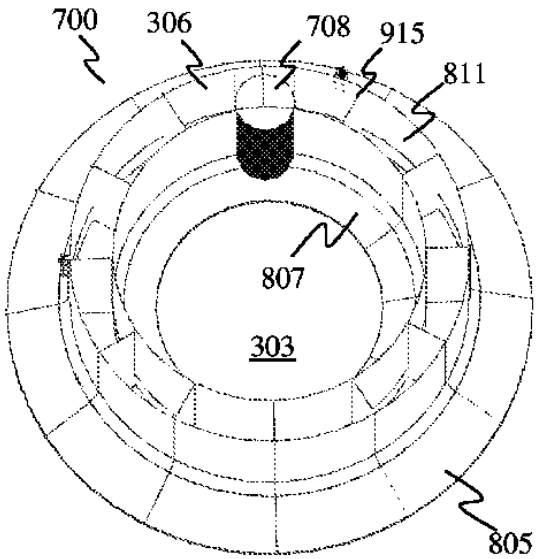


FIG. 9A

【図９Ｂ】

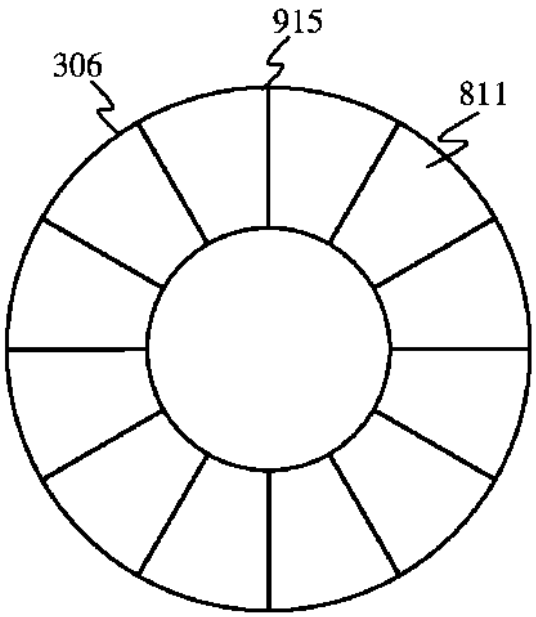


FIG. 9B

【図１０Ａ】

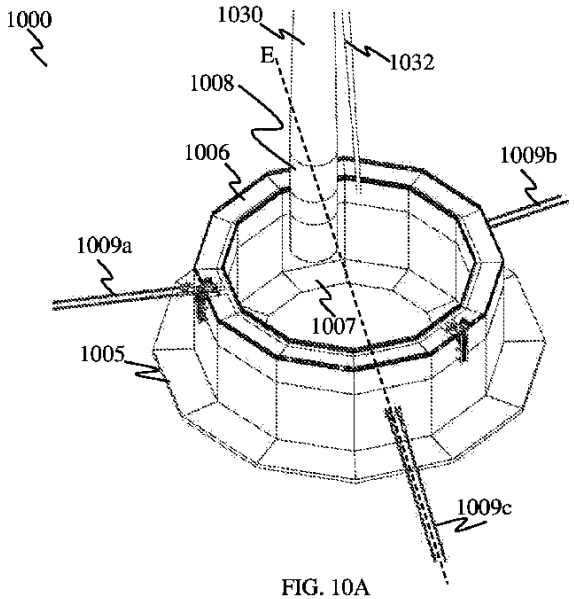


FIG. 10A

【図１０Ｂ】

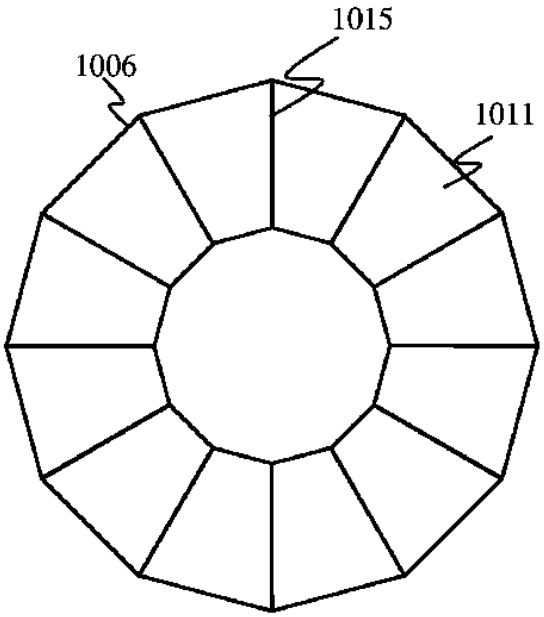


FIG. 10B

【図１１Ａ】

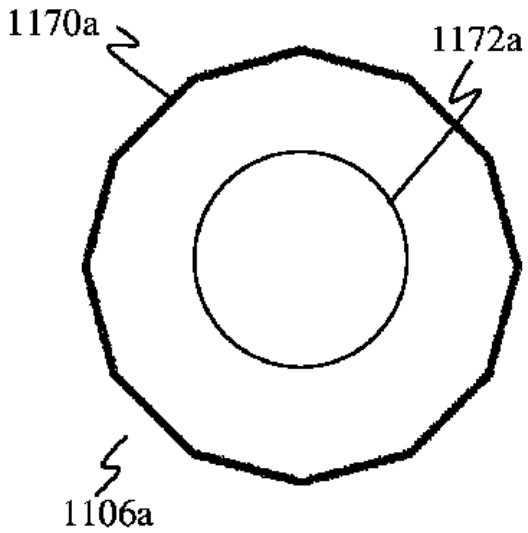


FIG. 11A

【図１１Ｂ】

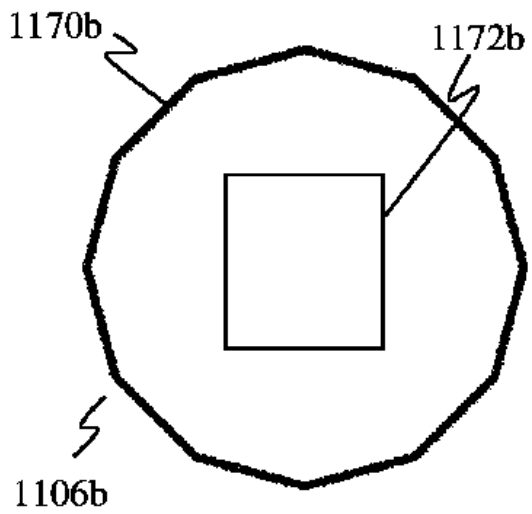


FIG. 11B

【図１１Ｃ】

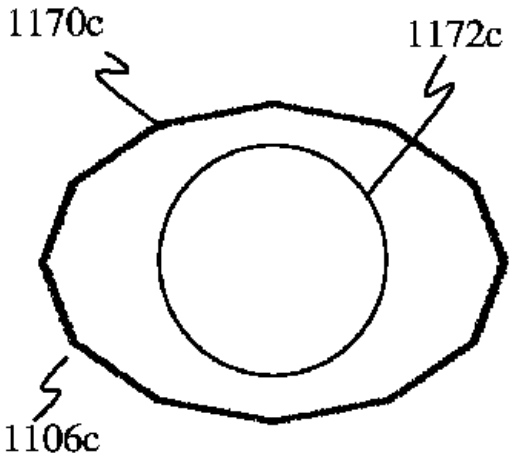


FIG. 11C

【図１１Ｄ】

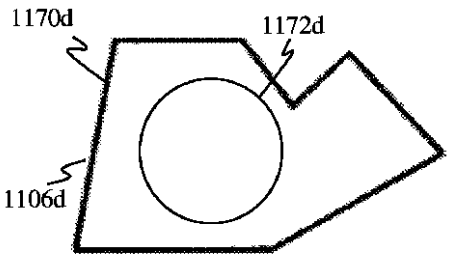


FIG. 11D

【図１２Ａ】

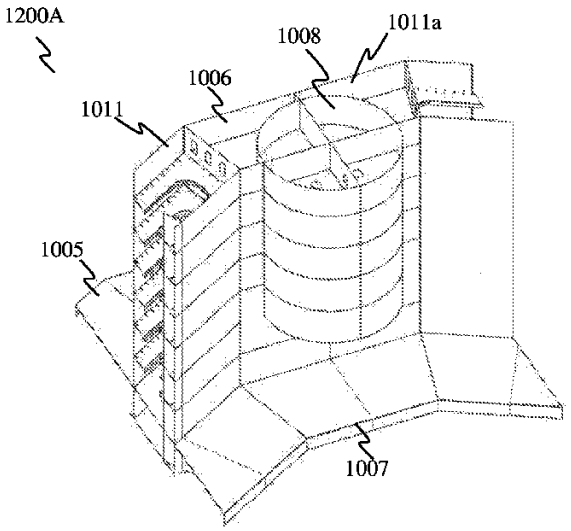


FIG. 12A

【図１２Ｂ】

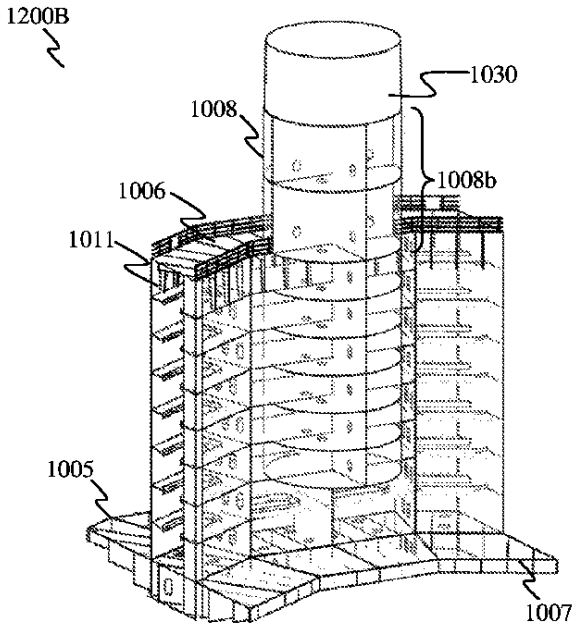


FIG. 12B

【図１３】

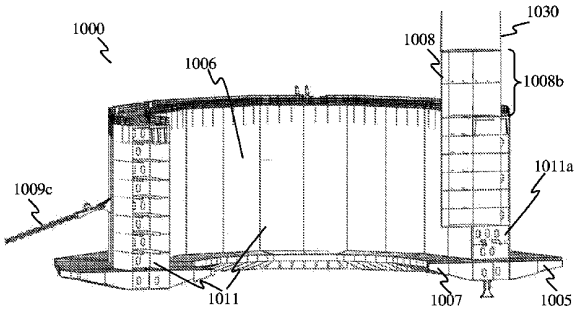


FIG. 13

【手続補正書】
【提出日】令和6年9月3日(2024.9.3)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願の相互参照
本出願は、２０２１年４月２１日に出願されたシンガポール特許出願第１０２０２１０４０５９Ｑ号の優先権の利益を主張し、その内容は、あらゆる目的のためにその全体が参照により本明細書に組み込まれる。
【０００２】
様々な実施形態は、浮体構造物、より具体的にはタワーの支持を容易にするための浮体構造物、およびそのような浮体構造物と、浮体構造物によって支持されたタワーとを含む装置に関する。
【背景技術】
【０００３】
洋上風力発電の市場は、大幅に拡大したが、依然として風力利用が最もクリーンで最も持続可能な発電方法の１つであるため、その市場は未だ伸び続けている。風力の収集は、陸上または沿岸と比較して、風力資源がより良好でより豊富であるより深い水域に移りつつある。そうするためには、より深い水域では固定またはパイル打ちされた洋上風力タービンを設置することが極めて困難になりまたは不可能にさえなるので、浮体式洋上風力タービン（ＦＯＷＴ）が必要になる。
【０００４】
ＦＯＷＴのいくつかの概念が考え出されている。
【０００５】
例えば、先行文献である中国特許出願公開第２１２０２２９２０（Ｕ）号明細書には、水面下の浮体式キャビンによって中央に受容されるタワー支柱を含む消波基礎型の洋上風力タービンが記載されている。米国特許出願公開第２０２０３００２２４（Ａ１）号明細書および中国特許出願公開第１１２１７７８５９（Ａ）号明細書などの他の刊行物には、それぞれの浮体式プラットフォームの上部デッキ上に配置されるタワーが記載されている。
【０００６】
さらに別の刊行物には、リング形状を調整可能に形成するために隣接する連結部分にヒンジ連結された複数の浮体を有する浮体構造が開示されており、浮体構造は、浮体および連結部分に対してリング形状の内側に向かう引張力を発生させるように配置された複数の引張部分をさらに含む。別の刊行物では、持続可能なエネルギー捕捉装置を配置するための、台船の湾曲部に対向して内側に湾曲する湾部を有する円形の台船が記載されている。別の刊行物には、浮力部材がその間に配置された１つ以上の細長い剛性部材を有するトラスに結合された、２軸または３軸に沿って回転および角度運動が可能なジョイントを含む浮体式水中支持構造が開示されている。ある刊行物では、風力タービンタワーに設けられた環状の浮遊体、および浮遊体のヒーブ運動を少なくとも部分的に消滅させる方法が開示されている。ある刊行物には、主浮遊体と、主浮遊体に連結された補助浮遊体とを含む浮体式風力発電装置が開示されており、補助浮遊体の上部に複数の風力発電機が垂直に設けられている。この浮体式風力発電装置は、別の刊行物に開示されているように、空間部と複数の補助浮遊体とに対応するように改良されているようである。別の刊行物では、浮体式風力発電装置の浮体用の細長い部分を構築する方法が開示されており、この方法は、複数

の平板パネルを多面体部分に組み立てることと、多面体部分を連続的に相互接続して細長い部分を形成することとを含む。風力タービン（複数可）を設置した場合の安定性を改善する必要があり、大型のムーンプールを有する浮体式基礎も研究されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】中国特許出願公開第２１２０２２９２０（Ｕ）号明細書

【特許文献２】米国特許出願公開第２０２０３００２２４（Ａ１）号明細書

【特許文献３】中国特許出願公開第１１２１７７８５９（Ａ）号明細書

【発明の概要】

【０００８】

本発明は、独立請求項に規定されるとおりである。本発明のさらなる実施形態は、従属請求項に規定される。一実施形態によれば、浮体構造物が提供される。浮体構造物は、開放上端部と、開放上端部の反対側にある開放下端部と、開放上端部と開放下端部との間に延在する環状壁であって、中央ムーンプールを提供すべく浮体構造物の周縁を形成する環状壁と、浮体構造物の中心から外れて配置され、タワーを支持するように構成された円筒状構造体と、を備える。円筒状構造体の少なくとも一部は、環状壁に沿って延在し、環状壁に結合される。

【０００９】

一実施形態によれば、様々な実施形態による浮体構造物と、タワーとを含む装置が提供される。タワーは、浮体構造物の円筒状構造体によって支持され、タワーの遠位端には風力タービンが取り付けられる。

【００１０】

図面において、同様の参照符号は、概して、様々な図全体を通して同様の部分を指す。図面は必ずしも縮尺通りではなく、代わりに、概して本発明の原理を説明することに重点が置かれている。以下の説明では、本発明の様々な実施形態が、添付の図面を参照して説明される。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１Ａ】様々な実施形態による浮体構造物の概略図である。

【図１Ｂ】様々な実施形態による、図１Ａの浮体構造物を含む装置の概略図である。

【図２Ａ】一実施形態による、円筒状構造体を有する環状壁の概略上面図である。

【図２Ｂ】異なる実施形態による、円筒状構造体を有する環状壁の概略上面図である。

【図２Ｃ】さらに別の異なる実施形態による、円筒状構造体を有する環状壁の概略上面図である。

【図３】一実施形態による浮体構造物の斜視図である。

【図４】スカート部のない、図３の浮体構造物の簡略化された半分の上面図である。

【図５】図３の浮体構造物を含む装置の斜視図である。

【図６Ａ】図３の浮体構造物を線Ｂ－Ｂ’から見た場合の、スカート部のない簡略化された垂直断面側面概略図である。

【図６Ｂ】図３の浮体構造物を線Ｃ－Ｃ’から見た場合の、スカート部のない垂直断面正面概略図である。

【図７Ａ】スカート部のない、一実施形態による浮体構造物の簡略化された垂直断面側面概略図である。

【図７Ｂ】スカート部のない、図７Ｂの浮体構造物の垂直断面正面概略図である。

【図８Ａ】一実施形態による浮体構造物の斜視図である。

【図８Ｂ】様々な実施形態による、支持されたスカート部を有する環状壁の一部を示す断面側面図である。

【図８Ｃ】図８Ａの浮体構造物の垂直断面正面図である。

【図９Ａ】上部部分が水平方向に切り取られている、図８Ａの浮体構造物の斜視図である

。
【図９Ｂ】図８Ａの浮体構造物の環状壁の簡略化された水平断面平面概略図である。
【図１０Ａ】様々な実施形態による、多面形の環状壁を含み、タワーを支持する浮体構造物の斜視図である。
【図１０Ｂ】図１０Ａの多面形の環状壁の簡略化された水平断面平面概略図である。
【図１１Ａ】一実施形態による、スカート部のない浮体構造物における多面形の環状壁の簡略化された概略上面図である。
【図１１Ｂ】別の実施形態による、スカート部のない浮体構造物における多面形の環状壁の簡略化された概略上面図である。
【図１１Ｃ】一実施形態による、スカート部のない浮体構造物における（不規則形状の）多面形の環状壁の簡略化された概略上面図である。
【図１１Ｄ】別の実施形態による、スカート部のない浮体構造物における（不規則形状の）多面形の環状壁の簡略化された概略上面図である。
【図１２Ａ】上部部分が水平方向に切り取られた、図１０Ａの浮体構造物の部分斜視図である。
【図１２Ｂ】図１０Ａの浮体構造物の部分斜視透視図を示す。
【図１３】線Ｅから見た図１０Ａの浮体構造物の断面斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下の詳細な説明は、本発明を実施することができる特定の詳細および実施形態を例示として示す添付の図面を参照する。これらの実施形態は、当業者が本発明を実施することを可能にするのに十分詳細に記載されている。本発明の範囲から逸脱することなく、他の実施形態を利用することができ、構造的、論理的、および電気的な変更を行うことができる。いくつかの実施形態は、１つまたは複数の他の実施形態と組み合わせて新しい実施形態を形成することができるため、様々な実施形態は必ずしも相互に排他的ではない。
【００１３】
方法または装置の１つの文脈で説明される実施形態は、他の方法または装置にも同様に有効である。同様に、方法の文脈で説明されている実施形態は、装置にも同様に有効であり、逆もまた同様である。
【００１４】
一実施形態の文脈で説明される特徴は、他の実施形態の同じまたは類似の特徴に対応して適用可能であり得る。実施形態の文脈で説明される特徴は、これらの他の実施形態で明示的に説明されていなくても、他の実施形態に対応して適用可能であり得る。さらに、実施形態の文脈で特徴について説明した追加および／または組合せおよび／または代替は、他の実施形態の同じまたは類似の特徴に対応して適用可能であり得る。
【００１５】
様々な実施形態の文脈において、特徴または要素に関して使用される冠詞「ａ」、「ａｎ」および「ｔｈｅ」は、特徴または要素のうちの１つまたは複数への言及を含む。
【００１６】
様々な実施形態の文脈において、「実質的に」という語句は、「正確にそれ自体」および合理的な不一致を含み得る。
【００１７】
様々な実施形態の文脈において、数値に適用される「約」または「およそ」という用語は、正確な値そのものおよび合理的な不一致を包含する。
【００１８】
本明細書で使用される場合、「および／または」という用語は、関連する列挙された項目のうちの１つまたは複数のありとあらゆる組合せを含む。
【００１９】
本明細書で使用される場合、「ＡまたはＢのうちの少なくとも１つ」の形態の語句は、ＡまたはＢ、またはＡとＢの両方を含むことができる。これに対応して、「ＡまたはＢま

たはＣのうちの少なくとも１つ」の形態の語句、またはさらに列挙された項目を含む語句は、関連する列挙された項目のうちの１つまたは複数のあらゆる組合せを含むことができる。

【００２０】

本明細書で使用される場合、「ように構成される」という表現は、「ように作られる」または「ように配置される」ことを意味し得る。

【００２１】

様々な実施形態は浮体構造物を提供し、この浮体構造物は、中央ムーンプールと、浮体構造物に対するタワーの支持体とを有する。例えば、タワーは、風力タービンの垂直タワーまたはマストであってもよい。大きなプールを有する円筒状の浮体構造物を有する場合、ＦＯＷＴを設けてもよい。様々な実施形態の文脈において、「円筒状」という用語は、直線状の平行な垂直側面と、真円形、または不規則な円形、または正多角形（正多面形）、または不規則な多角形（多面形）である水平断面とを有する浮体構造物を指す。

【００２２】

図１Ａでは、様々な実施形態による浮体構造物１００が提示されている。浮体構造物１００は、開放上端部１０２と、開放上端部１０２の反対側の開放下端部１０４と、開放上端部１０２と開放下端部１０４との間で延在する環状壁１０６と、線１１０によって示されるように、浮体構造物１００の中心から外れて配置され、タワー（図１Ａには示されていない）を支持するように構成された円筒状構造体１０８とを備える。環状壁１０６は、中央ムーンプールを提供するために、浮体構造物１００の周縁を形成することができる。円筒状構造体１０８の少なくとも一部は、環状壁１０６に沿って延在し、環状壁１０６に結合される。円筒状構造体１０８は、円筒状構造体１０８がタワーに結合されたときに、タワーによって及ぼされる垂直力が、円筒状構造体１０８を介して、例えば環状壁１０６内のせん断力の形態で浮体構造物１００に伝えられ得るように構成されかつ寸法決めされ得る。

【００２３】

浮体構造物１００は、中心軸線を有する円筒形であってもよい。このように、中央ムーンプールは、中心軸線の周りまたは中心軸線を中心にして配置されてもよく、環状壁１０６に結合されている円筒状構造体１０８は、中心軸線から離れて配置されてもよい。

【００２４】

言い換えるならば、中央ムーンプールを有する浮体構造物１００が提供され、垂直タワー（例えば、風力タービンタワー）は、浮体構造物１００の側面に一体化された円筒状構造体１０８に接続されてもよく、より具体的には、浮体構造物１００の側壁（環状壁１０６）に配置されるか、または側壁に沿って延在してもよい。風力タービンタワーが支持構造体のデッキ上に配置される米国特許出願公開第２０２０３００２２４（Ａ１）号明細書および中国特許出願公開第１１２１７７８５９（Ａ）号明細書などの先行技術文献の開示とは異なり、本明細書に記載の円筒状構造体１０８は、それ自体が垂直方向に、または開放上端部１０２の平面に沿って、環状壁１０６の上部にまたは環状壁１０６を覆うように配置されないので、タワーを浮体構造物１００のデッキ上に設置させることはない。円筒状構造体１０８は、垂直力をタワーから浮体構造物１００の側面（複数可）または側壁にせん断力として伝える円筒状支持構造体または移行部片（ｔｒａｎｓｉｔｉｏｎ ｐｉｅｃｅ）であってもよい。円筒状構造体１０８の高さは、タワーからの垂直力と、その力を伝えるために必要なせん断面積とによって決定され得る。円筒状構造体１０８が垂直タワーを支持しまたは垂直タワーに結合するために、円筒状構造体１０８は、垂直に、かつ浮体構造物１００の中心軸線または垂直タワーに対して実質的に平行に向けられる。基本的に、タワーは、浮体構造物１００によって提供される基礎によって支持されてもよい。

【００２５】

環状壁１０６は、開放下端部１０４から開放上端部１０２まで上方に延在し、浮体構造物１００の垂直壁または側壁を提供する。一例では、開放上端部１０２は、線１１２で示すように、中央開口部が環状壁１０６の上端部に結合されたデッキプレートであってもよ

く、開放下端部１０４は、線１１４で示すように、中央開口部が環状壁１０６の下端部に結合されたキールプレートであってもよい。デッキプレートおよびキールプレートの各中央開口部は、環状壁１０６の内径と実質的に一致する直径を有してもよく、これはまた、中央ムーンプールの直径を定めてもよい。別の例では、環状壁１０６は、所定の厚さを有してもよく、垂直方向に配置された場合に、上方から（例えば、図３の方向Ｔにおいて）見た環状壁１０６は、その中心の周りに開口部を有する環状壁１０６の上端部を示し、開放上端部１０２を画定し、一方、下方から（例えば、図３の方向Ｕにおいて）見た環状壁１０６は、その中心の周りに開口部を有する環状壁１０６の下部または下端部を示し、開放下端部１０４を画定する。

【００２６】

様々な実施形態において、浮体構造物１００は、垂直方向に配置された場合、実質的に円形、または実質的に長方形、または実質的に多角形の水平断面を有し得る。言い換えるならば、浮体構造物１００は、実質的に円形であるか、または、例えば、実質的に長方形もしくは実質的に多角形である平面形状を有し得る。

【００２７】

一例では、環状壁１０６の内面（または内壁）によって形成された周縁部は、環状壁１０６の外面（または外壁）によって形成された周縁の形状に倣ったものでもよい。これは、環状壁１０６の厚さが規則的である場合に起こり得る。別の例では、環状壁１０６の内面によって形成される周縁は、環状壁１０６の外面によって形成される周縁の形状と異なっていてもよい。これは、環状壁１０６の厚さが不規則である場合に起こり得る。

【００２８】

外面と比較して異なる周縁を有する内面を有する環状壁のいくつかの非限定的な例を図１１Ａ～図１１Ｄに示す。図１１Ａは、正十二角形の外面１１０６ａおよび円形の内面１１７０ａを有する環状壁１１７２ａの単純な上面図を示す。図１１Ｂは、正十二角形の外面１１７０ｂおよび正方形の内面１１７２ｂを有する環状壁１１０６ｂの単純な上面図を示す。図１１Ｃは、不規則な十二角形の外面１１０６ｃおよび円形の内面１１７０ｃを有する環状壁１１７２ｃの単純な上面図を示す。図１１Ｄは、不規則な七角形の外面１１０６ｄおよび円形の内面１１７０ｄを有する環状壁１１７２ｄの単純な上面図を示す。

【００２９】

環状壁１０６は、有効内径および有効外径を有してもよく、有効内径は有効外径の半分よりも大きく、それによって大きなムーンプールを設けることが可能となる。

【００３０】

直径は、ある形状の中心を通過し周縁で終端する任意の直線または弦であると認識し理解されたい。様々な実施形態の文脈において、「有効内径」という語句は、環状壁１０６の中心を通過し環状壁１０６の内面の周縁で終端する第１の直線を指し、「有効外径」という語句は、環状壁１０６の中心を通過し環状壁１０６の外面の周縁で終端する第２の直線を指し、第１および第２の直線は同じ向きであり、第２の直線は第１の直線と完全に重なる。

【００３１】

本明細書に記載の環状壁１０６の様々な実施形態は、連続的な構造体に関する。しかしながら、環状壁１０６は、環状壁１０６の部分（複数可）が間隙を含むことができる断続的な構造体の形態をとることもできることを理解し認識されたい。

【００３２】

様々な実施形態において、円筒状構造体１０８は、浮体構造物１００の開放上端部１０２の方に配置された上部部分と、上部部分とは反対側の基部とを有することができ、基部は、浮体構造物１００の開放下端部１０４の方に配置される。一例では、基部は、浮体構造物１００の開放下端部１０４と面一で配置されてもよく、それにより、円筒状構造体１０８の少なくとも一部が環状壁１０６の全高に沿って延在することを可能にする。別の例では、基部は、浮体構造物１００の開放下端部１０４から離れて、または開放下端部１０４の手前で配置されてもよく、これは、基部が開放下端部１０４に達しないことを意味す

る。このような場合、円筒状構造体１０８の少なくとも一部は、環状壁１０６の高さに沿って部分的にのみ延在してもよい。

【００３３】

一実施形態において、上部部分および基部の各々は、タワーの下部部分が円筒状構造体１０８を通って円筒状構造体から突出することを可能にするように開放端とされてもよい。ここで、円筒状構造体１０８は、本質的に貫通孔であってもよい。異なる実施形態において、基部は有底であり、円筒状構造体１０８内に受容されたタワーの下部部分が有底基部上に配置されるようになっていてもよい。

【００３４】

円筒状構造体１０８は、上部部分が浮体構造物１００の開放上端部１０２から離間して上方にかつ外側に突出することができるように寸法決めされかつ配置されてもよい。言い換えるならば、円筒状構造体１０８の上部部分は、開放上端部１０２の上方にまたは開放上端部１０２を覆うように、突出または延在してもよく、したがって、この上部のみが環状壁１０６によって包含されないと言うことができる。

【００３５】

一実施形態において、環状壁１０６は、環状壁１０６の内面に形成された凹部を含んでもよく、凹部は、環状壁１０６または凹部内に円筒状構造体１０８の第１の部分を受容するように形作られかつ寸法決めされ、円筒状構造体１０８の残りの第２の部分は、図２Ａの例に見られるように、内面から外方に延在または突出する。

【００３６】

様々な実施形態の文脈において、「外方に」という用語は、垂直上向きの環状壁１０６に対して横方向または側方を意味し得る。

【００３７】

別の実施形態において、環状壁１０６は、環状壁１０６の外面に形成された凹部を含んでもよく、凹部は、環状壁１０６または凹部内に円筒状構造体１０８の第１の部分を受容するように形作られかつ寸法決めされ、円筒状構造体１０８の残りの第２の部分は、図２Ｂの例に見られるように、外面から外方に延在または突出する。

【００３８】

さらに別の実施形態において、環状壁は、環状壁１０６を横切って形成された凹部を含んでもよく、凹部は、環状壁１０６または凹部内に円筒状構造体１０８の中間部を受容するように形作られかつ寸法決めされ、図２Ｃの例に見られるように、円筒状構造体１０８の第１の側部は環状壁１０６の外面から外方に延在し、円筒状構造体１０８の２形の側部は環状壁１０６の内面から外方に延在する。第１の側部は、第２の側部の反対側にあり得る。第１の側部、第２の側部および中間部は、円筒状構造体１０８の長手方向軸線を基準とする。

【００３９】

いくつかの実施形態（図２Ａ～図２Ｃには示されていない）において、円筒状構造体１０８は、環状壁１０６の厚さよりもはるかに小さい直径を有してもよく、それにより、円筒状構造体１０８を環状壁１０６内に配置することができ、すなわち、横方向の突出部はないが、円筒状構造体１０８の上部部分は、タワーを受容して支持するためにアクセス可能なままとされる。

【００４０】

典型的なせん断接合部は、支持体、コネクタ、および梁を含み得る。支持体は、桁（または別個の梁）、柱フランジ、または柱ウェブであってもよい。コネクタは、支持体および梁にボルト止めまたは溶接されてもよい。様々な実施形態において、円筒状構造体１０８は、垂直せん断接合部を介して環状壁１０６に結合されてもよい。そのようにすることによって、タワーによって及ぼされる垂直力は、環状壁１０６内のせん断力の形態で円筒状構造体１０８を介して浮体構造物１００に伝えられ得る。一例では、垂直せん断接合部は、円筒状構造体１０８が環状壁１０６に結合する円筒状構造体１０８の高さ全体（または実質的に全体）に沿って延在してもよい。別の例では、垂直せん断接合部は、円筒状構

造体１０８の高さに沿って延在してもよく、その場合、円筒状構造体１０８は、部分的にのみ環状壁１０６に結合する。言及した例に限定されず、垂直せん断接合部は、一定の間隔または不規則な間隔で連続的な形態または断続的な形態で設けられてもよい。

【００４１】

浮体構造物１００は、タワーを浮体構造物１００に固定するように構成された締結手段を含んでもよい。例えば、タワーは、円筒状構造体１０８の上部に（上部部分近傍にまたは上部部分）に接続されてもよい。円筒状構造体１０８は、タワーから浮体構造物１００に力およびモーメントを伝えることができる。円筒状構造体１０８の高さは、タワーから伝えられる垂直荷重およびモーメントに依存するかまたは規定されてもよい。モーメントは、タワーの高さならびにタービン（ナセルおよびブレードを含む）およびタワーの重量によって規定され得る。

【００４２】

例えば、締結手段は、溶接接続、フランジ接続、滑り継手接続、または他のタイプの接続など、タワーと円筒状構造体１０８との間の接続によって提供されてもよい。

【００４３】

様々な実施形態において、浮体構造物１００は、浮体構造物１００の開放下端部１０４の方に結合されたスカート部をさらに含んでもよい。スカート部は、環状壁１０６の外面または環状壁１０６の内面のうちの少なくとも一方に結合されてもよい。スカート部は、浮体構造物１００が水中に配備されたときに、スカート部が初期喫水線の下に完全に浸漬されることを可能にする高さであってもよい。スカート部は、浮体構造物１００の周りに連続的に、または任意選択的に断続的に結合されてもよい。

【００４４】

一例では、スカート部は、浮力のないプレートまたは開放構造体を含んでもよい。代替例では、スカート部は、浮力を与えるために閉鎖構造体を含んでもよい。

【００４５】

スカート部は、直角三角形の垂直断面を有することができ、スカート部の基部（または隣接する側）は、位置合わせされて配置されてもよく、または浮体構造物１００の開放下端部１０４と面一とされてもよく、スカート部の反対側は、環状壁１０６の外面と接触して配置されそこに固定されてもよく、スカート部の斜辺は、開放下端部１０４に向かって外方に傾斜している。スカート部の反対側は、スカート部の基部に対して実質的に垂直である直角の側を指すことができる。

【００４６】

スカート部は、環状壁１０６を取り囲む連続的な形態であってもよく、またはスカート部は、環状壁１０６を断続的に取り囲む複数の短いスカート部によって設けられてもよい。スカート部は、支柱、ホッパプレート、またはブレースによって支持されてもよい。

【００４７】

様々な実施形態において、浮体構造物１００は、水中で、浮体構造物１００がヒーブ（上下動）において固有周期で動作するとき、同じ周期の波のために、中央ムーンプール内の水塊の垂直運動が波と同じ位相で動作するように構成されてもよい。浮体構造物１００は、中央ムーンプール内の水の質量の垂直振動ピストンモードの固有周期T_{piston}が、浮体構造物１００がヒーブにおいて動作している間の浮体構造物１００の固有周期T_{heave}の約１．２３倍（１．２５倍未満）であるようにさらに構成されてもよい。

【００４８】

浮体構造物１００は、様々な喫水において水中で動作するときに浮体構造物１００の安定性をもたらすバラストタンクと、浮体構造物１００の開放上端部１０２または開放下端部１０４または環状壁１０６のうちの少なくとも１つに結合されるように構成された係留索を含む係留システムと、円筒状構造体１０８内に配置された電力を伝送するための電力ケーブルを含むケーブルシステムとのうちの少なくとも１つをさらに含んでもよい。

【００４９】

バラストタンクは、垂直に分割されてもよく、または垂直および水平の水密構造体の組

合せによって分割されてもよい。海水をバラストとして使用してもよい。水バラストは、浮体構造物１００に搭載されたバラストシステムによって、または保守船のホースおよびポンプを使用して各タンクに水を汲み入れたり汲み出したりすることによって、または浮体構造物１００のホースおよび一時的なポンプを使用することによって、各バラストタンク内に注入されまたは各バラスト外に注出されてもよい。

【００５０】

図１Ｂでは、様々な実施形態による浮体構造物１００と、線１３２によって示されるように、浮体構造物１００の円筒状構造体１０８によって支持されたタワー１３０とを含む装置１２０が提示されている。風力タービンは、タワー１３０の遠位端に取り付けられてもよい。遠位端は、円筒状構造体１０８にまたは円筒状構造体によって受容されたタワー１３０の基部または部分の反対側にある。

【００５１】

浮体構造物およびそれを含む装置の例を、以下でさらに詳細に説明する。

【００５２】

図３は、一例による浮体構造物３００の斜視図であり、図４は、線Ａ－Ａ’から見た、浮体構造物３００の半分の簡略化された上面図である。浮体構造物３００は、図５の装置５２０に見られるように、上部に風力タービン５３２を有するタワー５３０と共に、より深い水域に配備することができ、その場合、タワー５３０は、浮体構造物３００によって受容され支持される。

【００５３】

浮体構造物３００は、図１Ａの浮体構造物１００の要素または構成部品と同じまたは同様の要素または構成部品を含んでもよく、したがって、同じ末尾番号を有する数字が割り当てられ、同様の要素は、図１Ａの浮体構造物１００の文脈で説明したとおりであり得るので、ここでは対応する説明を省略する。

【００５４】

浮体構造物３００は、内面または内壁の直径d_Bが外面または外壁の直径D_Bの半分よりも大きい大型のムーンプールを有する（すなわち、$d_B > D_B / 2$である）。浮体構造物３００は、円筒形状と、中央ムーンプール３０３を画定する環状壁３０６とを有してもよい。環状壁３０６は、浮体構造物３００の周縁の周りで実質的に一定の高さとなっていてもよい。他の例（図示せず）では、浮体構造物３００は異なる形状を有してもよく、および／または、環状壁３０６は、その高さが浮体構造物３００の周縁の周りで一定でなくてもよいが、依然として中央ムーンプールを提供する。

【００５５】

タービン用の浮体構造物３００（浮体基礎と互換的に称される）は、小水線面積円筒状ハル（ＳＷＡＣＨ：ｓｍａｌｌ　ｗａｔｅｒｐｌａｎｅ　ａｒｅａ　ｃｙｌｉｎｄｒｉｃａｌ　ｈｕｌｌ）であってもよい。浮体構造物３００は、ヒーブ運動し、中央ムーンプール３０３内の水塊の垂直振動ピストンモードの固有周期T_{piston}が浮体構造物３００の固有周期T_{heave}よりも小さくなるように構成することができる。

【００５６】

図４に見られるように、直径D_Aの円筒状構造体３０８は、外径（有効外径）D_Bおよび内径（有効内径）d_Bを有する環状壁３０６に接続される。ここで$D_A << D_B$である。一般に、円筒状構造体３０８は、その直径よりも小さく、環状壁３０６の外径（有効外径）よりも著しく小さくてもよい厚さである。簡単にするために、D_Aは円筒状構造体３０８の外径を表してもよい。

【００５７】

いくつかの実施形態において、タワー５３０の下方の環状壁３０６の区域も厚さが大きくされてもよい。円筒状構造体３０８はまた、タワー５３０の下方に追加の浮力をもたらし、円筒状構造体３０８の位置とは反対の浮体構造物３００の側でバラストを正す必要性を減らすことができる。

【００５８】

円筒状構造体３０８は、せん断接合部３１３ａ、３１３ｂを使用して環状壁３０６の内面に結合されてもよい。せん断接合部３１３ａ、３１３ｂは、円筒状構造体３０８が環状壁３０６から横方向かつ外方に突出する境界部を横切って配置された垂直せん断接合部であってもよい。図３および図４において、せん断接合部３１３ａ、３１３ｂは、円筒状構造体３０８と環状壁３０６の内面との間に溶接されている。様々な実施形態において、例えば図２Ｂにおいて、せん断接合部は、円筒状構造体１０８と環状壁１０６の外面との間に溶接されてもよく、一方、例えば図２Ｃにおいて、せん断接合部は、円筒状構造体１０８と環状壁１０６の内面および外面の両方との間に溶接されてもよい。せん断接合部は、円筒状構造体３０８の高さの少なくとも一部または環状壁３０６の高さの少なくとも一部に沿って設けられてもよい。例えば、せん断接合部３１３ａ、３１３ｂは、開放上端部３０２の近傍および開放下端部３０４の近傍に設けられてもよい。別の例では、せん断接合部３１３ａ、３１３ｂは、開放上端部３０２から開放下端部３０４までの境界部の実質的に全体に沿って設けられてもよい。

【００５９】

垂直方向の力およびモーメントは、円筒状構造体３０８から環状壁３０６に伝えられ得る。例えば、タワー５３０からの垂直力は、浮体構造物３００の側面、すなわち環状壁３０６におけるせん断力として、円筒状構造体３０８を介して浮体構造物３００に伝えられ得る。言い換えるならば、垂直力は、円筒状構造体３０８と環状壁３０６との間の垂直せん断接合部を介して円筒状構造体３０８から環状壁３０６に伝えられ得る。

【００６０】

実際には、垂直せん断接合部は、タワー５３０および風力タービン５３２から浮体構造物３００に垂直力を伝える。垂直せん断接合部は、円筒状構造体３０８と、環状壁３０６の内面（図４も参照）、または環状壁３０６の外面（図２Ｂを比較参照する）、または環状壁３０６の内面および外面の両方（図２Ｃを比較参照する）のうちの１つとの間に配置または形成されてもよい。

【００６１】

円筒状構造体３０８は、浮体構造物３００またはタワー５３０の中心軸線に垂直かつ実質的に平行に向けられてもよい。

【００６２】

モーメントは、浮体構造物３００内の水平ストリンガおよびデッキを介して伝えられ得る。

【００６３】

浮体構造物３００には係留システムが設置されてもよい。係留索３０９ａ、３０９ｂ、３０９ｃは、浮体構造物３００の上部に、例えば開放上端部３０２の近傍または開放上端部に取り付けられてもよい。係留索３０９ａ～３０９ｃは、３つの等間隔の係留クラスタ３１１ａ、３１１ｂ、３１１ｃにグループ化することができ、各クラスタ３１１ａ～３１１ｃ内に１つまたは複数の索３０９ａ～３０９ｃがある。別の例では、係留索３０９ａ～３０９ｃは、代替的にまたは追加的に、浮体構造物３００の下部、例えば、開放下端部の近傍または開放下端部３０４に、および／または環状壁３０６に沿った中間位置、すなわち開放上端部３０２と開放下端部３０４との間に（例えば、図１０および図１３に示すように）接続されてもよい。

【００６４】

図３～図５において、円筒状構造体３０８の一部は、環状壁３０６の実質的に全高に沿って配置されている。線Ｂ－Ｂ’から見た浮体構造物３００の垂直断面側面概略図、および線Ｃ－Ｃ’から見た浮体構造物３００の垂直断面正面概略図を示す図６Ａおよび図６Ｂに見られるように、円筒状構造体３０８の基部３０８ａは、開放下端部３０４と位置合わせされて配置されてもよく、または開放下端部で面一とされてもよく、上部部分３０８ｂ（基部３０８ａの反対側）は、開放上端部３０２の上方に延在または突出されてもよい。

【００６５】

代替的な構成では、図７Ａの浮体構造物７００の垂直断面側面概略図、および図７Ｂの

浮体構造物７００の垂直断面正面概略図に示すように、円筒状構造体７０８の一部は、部分的に、例えば垂直荷重を支持することが必要とされ得るほぼ中間または任意の点で、環状壁３０６の高さに沿って延在するように配置され、例えば円筒状構造体７０８がタワー５３０に十分な支持をもたらすことを可能にする。言い換えるならば、円筒状構造体７０８の基部７０８ａは、開放下端部３０４から離れて（離間して）配置されてもよく、上部部分７０８ｂ（基部７０８ａの反対側）は、開放上端部３０２の上方に延在または突出されてもよい。

【００６６】

浮体構造物７００は、図１Ａの浮体構造物１００の要素または構成部品と同じまたは同様の要素または構成部品を含んでもよく、したがって、同じ末尾番号を有する数字が割り当てられ、同様の要素は、図１Ａの浮体構造物１００の文脈で説明したとおりであり得るので、ここでは対応する説明を省略する。

【００６７】

図８Ａおよび図８Ｃはそれぞれ、スカート部８０５、８０７を含む浮体構造物７００の斜視図および垂直断面正面図である。

【００６８】

図３の浮体構造物３００と同様に、浮体構造物７００の下部、より具体的には、環状壁３０６の外面の下部に、スカート部８０５を取り付けて外側スカート部を設けてもよい。外側スカート部３０５、８０５は、浮体構造物３００、７００の外周全体にわたって延びてもよく、いくつかのより小さいスカート部（図示せず）に連続していても分割されていてもよい。代替的または追加的に、下部には、スカート部８０７を環状壁３０６の内面、すなわちムーンプールの内側に取り付けて内側スカート部を設けてもよい。内側スカート部３０７、８０７は、浮体構造物３００、７００の内周全体にわたって延びてもよく、いくつかのより小さいスカート部（図示せず）に連続していても分割されていてもよい。

【００６９】

以下に説明する特徴は、浮体構造物７００を示す図を参照することができるが、これらの特徴は、図３Ａの浮体構造物３００にも同様に適用可能であることに留意されたい。

【００７０】

浮体構造物３００、７００は、図８Ｃに示すように、初期喫水線W_Iの下方に外側スカート部３０５、８０５を有してもよい。

【００７１】

浮体構造物３００、７００は、図８Ｃに示すように、初期水位線W_Iの下方に内側スカート部３０７、８０７を有してもよい。

【００７２】

スカート部（外側スカート部３０５、８０５または内側スカート部３０７、８０７）は、浮力のないプレートまたは開放構造体であってもよい。別の例では、スカート部（外側スカート部３０５、８０５または内側スカート部３０７、８０７）は閉じられ浮力を与えてもよい。

【００７３】

スカート部（外側スカート部３０５、８０５または内側スカート部３０７、８０７）は、支柱またはホッパプレートによって、またはブレースによって支持されてもよい。図８Ｂは、バラストタンク８１１およびスカート部８０５、８０７が支柱８１６ｂ、８１６ａによって支持された環状壁３０６の一部を示す断面側面図である。

【００７４】

図９Ａは、環状壁３０６の例示的な内部構成を露出させるために上部部分が水平方向に切り取られた浮体構造物７００の斜視図である。図９Ｂは、円筒状構造体７０８を有しない、図９Ａに見られる環状壁３０６の簡略化された水平断面平面図である。

【００７５】

図８Ｃ、図９Ａおよび図９Ｂを参照すると、浮体構造物７００は、十分な安定性をもたらし、様々な喫水で浮体構造物７００を作動させるために、バラストタンク８１１が設置

されてもよい。浮体構造物７００は、安定性のために必要に応じていくつかのバラストタンク８１１に分割されてもよい。タンク８１１は、垂直水密構造体９１５によって垂直に分割されてもよく、または垂直水密構造体９１５と水平水密構造８１３との組合せによって分割されてもよい。図９Ｂでは、垂直水密構造体９１５は、１２個の部分に分割するように配置されている。しかしながら、様々な数の部分に分割するために他の構成が使用されてもよいことを理解し認識されたい。海水をバラストとして使用してもよい。水バラストは、浮体構造物７００に搭載されたバラストシステム（図示せず）によって、または保守船のホースおよびポンプ（図示せず）を使用してもしくは浮体構造物７００のホースおよび一時的なポンプ（図示せず）を使用して、各タンク８１１に水を汲み入れたり汲み出したりすることによって、各バラストタンク８１１内に注入されまたは各バラスト外に注出されてもよい。

【００７６】

例えば、浮体構造物７００は、いくつかの同一の水密タンク（例えば８１１）と、円筒状構造体７０８を収容する１つの水密区画とに分割されてもよい。水密区画は、２つの互いに隣接する垂直水密構造体９１５の間に設けられてもよい。実質的に同一の水密タンク（例えば８１１）は、大量生産、物流および組立てを容易にすることができる。

【００７７】

図１０Ａは、図８Ａに示す浮体構造物７００と同様である浮体構造物１０００を示しているが、十二角形であり、風力タービン１０３２のタワー１０３０を受容して支持するために円筒状構造体１００８に結合された環状壁１００６を有している。係留索１００９ａ、１００９ｂ、１００９ｃは、浮体構造物１０００の開放上端部と開放下端部との間の環状壁１００６に沿った中間位置に取り付けられてもよい。

【００７８】

図１０Ｂは、円筒状構造体およびスカート部１００５、１００７のない環状壁１００６の簡略化された上部水平断面図である。浮体構造物１０００は、十分な安定性をもたらし、様々な喫水で浮体構造物１０００を作動させるために、バラストタンク１０１１が設置されてもよい。浮体構造物１００は、安定性のために必要に応じていくつかのバラストタンク１０１１に分割されてもよい。タンク１０１１は、垂直水密構造体１０１５によって垂直に分割されてもよく、または垂直水密構造体１０１５と水平水密構造体（図１０Ａおよび図１０Ｂには示されていない）との組合せによって分割されてもよい。図１０Ｂでは、垂直水密構造体１０１５は、１２個の部分に分割するように配置されている。

【００７９】

図１２Ａは、上部部分が水平方向に切り取られた、図１０Ａの浮体構造物１０００の部分斜視図１２００Ａである。図１２Ｂは、図１２Ａと同様である透視斜視図１２００Ｂであるが、これは上部部分を含んでいる。図１３は、線Ｅから見た図１０Ａの浮体構造物１０００の断面斜視図である。

【００８０】

図１０Ａ、図１０Ｂ、図１２Ａ、図１２Ｂおよび図１３に見られるように、その設計は１２個のタンク１０１１（または区域）に分割され、環状壁１００６の下部および上部で閉じられている。すべてのタンク／カラー１０１１が浮力を与えている。タンク／区域１０１１のうちの１１個は、設計において概ね同一であるが、円筒状構造体１００８を含む区域１０１１ａは異なっている。この区域１０１１ａの容積／浮力は、環状壁１００６の厚さを増加させることによって、または環状壁１００６の上部の下方で環状壁１００６の外側に延びる円筒状構造体１００８によって増加させることができる。

【００８１】

タワー１０３０は、円筒状構造体１００８の上方に突出する上部部分１００８ｂに接続または結合される。したがって、タワー１０３０は、円筒状構造体１００８の上部にもしくは円筒状構造体１００８を覆うように、または上部部分１００８ｂの上部にもしくは上部部分１００８ｂを覆うように配置しているように見え得る。

【００８２】

別の例（図１０Ａ、図１２Ａ、図１２Ｂおよび図１３には示されていない）では、円筒状構造体の内部は、バラストタンクを含んでいなくてもよい（したがって空であり、中空の円筒状構造体とされる）。

【００８３】

浮体構造物７００、１０００は、電力伝送のためのケーブルシステムが設置されてもよい。浮体構造物７００、１０００への／からの電力ケーブル（複数可）は、円筒状構造体７０８、１００８内に配置されてもよく、ケーブル（複数可）の引込みおよび懸垂支持（ｈａｎｇ－ｏｆｆ）のための手段（図示せず）が設けられてもよい。引込みは、一時的ウインチで行ってもよいし、綱車システムおよびサポート船からの引込みウインチで行ってもよい。

【００８４】

本発明は、特定の実施形態を参照して特に示され説明されてきたが、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の精神および範囲から逸脱することなく、形態および詳細における様々な変更がなされ得ることが当業者によって理解されるべきである。したがって、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によって示され、したがって、特許請求の範囲と同等の意味および範囲内にあるすべての変更が含まれることが意図される。

【手続補正２】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項１】

浮体構造物であって、

開放上端部と、

前記開放上端部の反対側にある開放下端部と、

前記開放上端部と前記開放下端部との間に延在する環状壁と、

前記浮体構造物の中心から外れて配置され、タワーを支持するように構成された単一の円筒状構造体と、

を備え、

前記環状壁は、前記浮体構造物の連続的な側壁であるか、または前記単一の円筒状構造体を収容する隙間を含む、前記浮体構造物の断続的な側壁であり、

前記環状壁は、前記浮体構造物の周縁を形成して中央ムーンプールを提供しており、

前記単一の円筒状構造体の少なくとも一部は、前記環状壁に沿って延在し、前記環状壁に結合されており、

前記単一の円筒状構造体は、垂直せん断接合部を介して前記環状壁に結合されている、浮体構造物。

【請求項２】

実質的に円形、または実質的に長方形、または実質的に多角形の水平断面を有する、請求項１に記載の浮体構造物。

【請求項３】

前記環状壁が、有効内径および有効外径を有し、前記有効内径が、前記有効外径の半分よりも大きい、請求項１または２に記載の浮体構造物。

【請求項４】

前記単一の円筒状構造体が、前記浮体構造物の前記開放上端部の方に配置された上部部分と、前記上部部分の反対側にある基部であって、前記浮体構造物の前記開放下端部の方に配置された基部とを有する、請求項１～３のいずれか一項に記載の浮体構造物。

【請求項５】

前記基部が、前記浮体構造物の前記開放下端部と面一で配置されている、請求項４に記載の浮体構造物。

【請求項６】
前記単一の円筒状構造体が、前記上部部分が前記浮体構造物の前記開放上端部から離間して上方にかつ外側に突出するように寸法決めされかつ配置されている、請求項３～５のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項７】
前記環状壁が、前記環状壁の内面に形成された凹部を備え、前記凹部が、前記環状壁内に前記単一の円筒状構造体の第１の部分を受容するように形作られかつ寸法決めされ、前記単一の円筒状構造体の残りの第２の部分は、前記内面から外方に延在または突出している、請求項１～６のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項８】
前記環状壁が、前記環状壁の外面に形成された凹部を備え、前記凹部が、前記環状壁内に前記単一の円筒状構造体の第１の部分を受容するように形作られかつ寸法決めされ、前記単一の円筒状構造体の残りの第２の部分は、前記外面から外方に延在または突出している、請求項１～６のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項９】
前記環状壁が、前記環状壁を横切って形成された凹部を備え、前記凹部が、前記環状壁内の前記単一の円筒状構造体の中間部を受容するように形作られかつ寸法決めされており、前記単一の円筒状構造体の第１の側部は、前記環状壁の外面から外方に延在し、前記単一の円筒状構造体の第２の側部は、前記環状壁の内面から外方に延在している、請求項１～６のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１０】
前記浮体構造物が、前記タワーを前記浮体構造物に固定するように構成された締結手段を備える、請求項１～９のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１１】
前記垂直せん断接合部が、前記単一の円筒状構造体の全高に沿って延在している、請求項１～１２のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１２】
前記浮体構造物の前記開放下端部の方に結合されたスカート部をさらに備える、請求項１～１１のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１３】
前記スカート部が、
前記環状壁の外面、または
前記環状壁の内面
のうちの少なくとも一方に結合されている、請求項１２に記載の浮体構造物。
【請求項１４】
前記スカート部が、前記浮体構造物が水中に配備されたときに前記スカート部が初期喫水線の下方に完全に浸漬されることを可能にする高さである、請求項１２または１３に記載の浮体構造物。
【請求項１５】
前記スカート部が、前記浮体構造物の周りに連続的に、または任意選択的に断続的に結合されている、請求項１２～１４のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１６】
前記スカート部が、浮力のないプレートまたは開放構造体を備える、請求項１２～１５のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１７】
前記スカート部が、浮力を与えるために閉鎖構造体を備える、請求項１２～１５のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１８】
前記浮体構造物は、使用時に、前記浮体構造物がヒーブ運動を行い、前記中央ムーンプール内の前記水塊の垂直振動ピストンモードの固有周期Ｔｐｉｓｔｏｎが、前記浮体構造

物の固有周期Ｔｈｅａｖｅよりも小さくなるような寸法および形状である、請求項１～１７のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項１９】
様々な喫水において水中で作動するときに前記浮体構造物の安定性をもたらすように構成されたバラストタンク、
前記浮体構造物の前記開放上端部、もしくは前記開放下端部、もしくは前記環状壁のうちの少なくとも１つに結合されるように構成された係留索を含む係留システム、
前記単一の円筒状構造体内に配置された、電力を伝送するための電力ケーブルを含むケーブルシステム
のうちの少なくとも１つをさらに備える、請求項１～１８のいずれか一項に記載の浮体構造物。
【請求項２０】
請求項１～１９のいずれか一項に記載の浮体構造物と、
前記浮体構造物の単一の円筒状構造体によって支持されたタワーであって、前記タワーの遠位端に風力タービンが取り付けられている、タワーと、
を備える装置。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/SG2022/050233

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B63B1/04 F03D13/25 B63B21/50
ADD.

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)
B63B F03D

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006 327252 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD; UNIV TOKYO; TOKYO ELECTRIC POWER CO) 7 December 2006 (2006-12-07) figures 2, 6	1-23
X	US 2015/211477 A1 (WRIGHT CHRISTOPHER [US]) 30 July 2015 (2015-07-30) figures 1-5	1-23
X	US 2011/142683 A1 (SHARPLES WILLIAM G [US] ET AL) 16 June 2011 (2011-06-16) figures 1-9	1-23
X	CN 112 177 859 A (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 5 January 2021 (2021-01-05) cited in the application figures 1-3	1-23

-/--

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

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 July 2022	26/07/2022

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Freire Gomez, Jon

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/SG2022/050233

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/060411 A1 (CHOISNET THOMAS [FR]) 6 March 2014 (2014-03-06) figures 5B, 6C	1-23
X	US 2017/253305 A1 (SHIN HYUN KYOUNG [KR] ET AL) 7 September 2017 (2017-09-07) figure 1	1-23
X	EP 3 196 114 A1 (UNIV ULSAN FOUND FOR IND COOP [KR]) 26 July 2017 (2017-07-26) figure 1	1-23
A	WO 2020/167137 A1 (AKER SOLUTIONS AS [NO]) 20 August 2020 (2020-08-20) figure 18	1-23

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/SG2022/050233

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2006327252 A	07-12-2006	JP 4807771 B2	02-11-2011
		JP 2006327252 A	07-12-2006
US 2015211477 A1	30-07-2015	NONE	
US 2011142683 A1	16-06-2011	GB 2489158 A	19-09-2012
		KR 20120103641 A	19-09-2012
		US 2011140451 A1	16-06-2011
		US 2011142683 A1	16-06-2011
		WO 2011084530 A2	14-07-2011
		WO 2011084544 A2	14-07-2011
CN 112177859 A	05-01-2021	CN 112177859 A	05-01-2021
		WO 2022052369 A1	17-03-2022
US 2014060411 A1	06-03-2014	BR 112013018704 A2	25-10-2016
		CN 103402865 A	20-11-2013
		DK 2668090 T3	11-06-2019
		EP 2668090 A1	04-12-2013
		ES 2730945 T3	13-11-2019
		FR 2970696 A1	27-07-2012
		JP 6138697 B2	31-05-2017
		JP 2014503424 A	13-02-2014
		KR 20140022376 A	24-02-2014
		PL 2668090 T3	30-09-2019
		PT 2668090 T	19-06-2019
		SG 191929 A1	30-08-2013
		TR 201908277 T4	21-06-2019
		US 2014060411 A1	06-03-2014
		WO 2012101383 A1	02-08-2012
US 2017253305 A1	07-09-2017	KR 101548085 B1	28-08-2015
		US 2017253305 A1	07-09-2017
		WO 2016043416 A1	24-03-2016
EP 3196114 A1	26-07-2017	EP 3196114 A1	26-07-2017
		ES 2760513 T3	14-05-2020
		KR 20160033342 A	28-03-2016
		PT 3196114 T	16-12-2019
		WO 2016043415 A1	24-03-2016
WO 2020167137 A1	20-08-2020	CA 3129885 A1	20-08-2020
		EP 3924247 A1	22-12-2021
		GB 2583633 A	04-11-2020
		GB 2584054 A	18-11-2020
		GB 2586770 A	03-03-2021
		GB 2587750 A	07-04-2021
		JP 2022520188 A	29-03-2022
		KR 20210020159 A	23-02-2021
		KR 20210020160 A	23-02-2021
		KR 20210024180 A	04-03-2021
		KR 20220013010 A	04-02-2022
		US 2022119081 A1	21-04-2022
		WO 2020167137 A1	20-08-2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,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,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

ノルウェー王国 ４８１６ コルビョルンスヴィーク、ハッセルバッケン １

(72)発明者 チア、シェール キアン ジェイソン

シンガポール共和国 ８０６４２９ シンガポール、サンライズ プレイス ２３