

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6055652号
(P6055652)

(45) 発行日 平成28年12月27日(2016.12.27)

(24) 登録日 平成28年12月9日(2016.12.9)

(51) Int.Cl. F I
F O 3 B 13/10 (2006.01) F O 3 B 13/10

請求項の数 6 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-240065 (P2012-240065) (22) 出願日 平成24年10月31日(2012.10.31) (62) 分割の表示 特願2012-205388 (P2012-205388) の分割 原出願日 平成24年9月19日(2012.9.19) (65) 公開番号 特開2013-227964 (P2013-227964A) (43) 公開日 平成25年11月7日(2013.11.7) 審査請求日 平成27年3月20日(2015.3.20) (31) 優先権主張番号 13/454,608 (32) 優先日 平成24年4月24日(2012.4.24) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 508363535 アナダルコ ペトロリアム コーポレイション アメリカ合衆国 77380 テキサス、 ジ ヴッドランズ、レイク ロビンス ドライブ 1201 (74) 代理人 110000855 特許業務法人浅村特許事務所 (72) 発明者 ウィリアム ディー. ボリン アメリカ合衆国、テキサス、スプリング、 メモリアル パス ドライブ 17518 審査官 岩田 健一</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水流発電システム用のサブシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水中水流発電システムを設置及び保守する方法であって、
複数のプロペラを備えた1又は複数の水中誘導型発電ユニットを、前記プロペラが水流に
応答して駆動シャフトの周りで回転するように、1又は複数の水中浮遊チャンバと機械
的に連絡して配設するステップと、
前記複数のプロペラが水面にほぼ平行に配設されるように前記発電ユニットを前記水中
浮遊チャンバに対して回転させるステップと
 を含む方法。

【請求項2】

前記発電ユニットを回転させる前記ステップが、空気圧回転制御手段と連絡して配設された論理制御システムを使用して前記回転を制御するステップをさらに含む請求項1に記載の水中水流発電システムを設置及び保守する方法。

【請求項3】

前記発電ユニットを回転させる前記ステップが、液圧回転制御手段と連絡して配設された論理制御システムを使用して前記回転を制御するステップをさらに含む請求項1に記載の水中水流発電システムを設置及び保守する方法。

【請求項4】

1又は複数の牽引ラインを使用して前記システムを定位置に牽引することによって前記水中水流発電システムを設置するステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

保守のために水から前記プロペラを持ち上げるステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

保守のために水から前記プロペラ及び前記誘導型発電機を持ち上げるステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般に再生可能エネルギー発電システムに関し、特定の、しかし非限定の実施例では、1つ又は複数のフィン・リング・プロペラを備えた誘導型発電機システムを使用して高速で流れる水流から電力を生成するための水中又は水上システム用のサブシステムに関する。

10

【0002】

本開示で提供される例示的な実施例に加えて、本明細書で説明して特許請求するシステム及びサブシステムの多くは、従来の発電機駆動システム又は他の電力生成手段を使用するシステムに個々に適している。

【0003】

そのようなシステムによって発生された電力を隣接する電力網に伝達するための手段、係留システム、並びにそのようなシステムの構成要素を設置及び保守するための方法及び手段もまた開示される。

20

【背景技術】**【0004】**

世界の経済及び産業における化石燃料のコストの上昇及びエネルギー需要の増加に伴って、エネルギー源を開発する様々なより効率的な方法が常に探究されている。再生可能な代替エネルギー源、例えば電池を用いた太陽発電デバイス、風力発電地帯、潮力発電、波力発電機、及び隔離された水素から電力を得るシステムが特に興味深いものである。

【0005】

しかし、そのようなエネルギー源は、商業的規模で広範な領域に連続的な電力を送達することはまだできていない。さらに、海水の純化を含めた水素駆動システムなどいくつかの提案されている技術は、従来のプロセスでは、實際上、システムの最後に出力される電力よりも多くの電力を消費する。

30

【0006】

メタンから水素を得るなどの他の技術は、それらが取って代わるべき従来の油ベースの技術以上の量の化石燃料放出を生み出し、また、電池、太陽、風車ベースのシステムなどさらに他の技術は、かなりの太陽光又は風への常時の露出を必要とし、そのため、それらの商業的効果は本来的に制限される。

【0007】

1つの提案されている代替エネルギー・システムは、高速で流れる水流、例えば 2 m/s 以上のピーク流速を有する流れから得られる水力の利用を含む。

40

【0008】

しかし、実際には、既存の水中発電デバイスは、流速が常に非常に速い場所に設置する場合でさえ不十分であることが分かっている。これは、少なくとも部分的には、電力を発生するための効率的な手段がないこと、及び水中発電システムと付随の陸上又は水上電力中継ステーションとの不適合性を補償するのに必要な適切な電力変圧システムがないことによる。

【0009】

また、既存のプロペラ設計及び水上発電メカニズムは、最高又は速度の流れに対して適切なエネルギーの生成又は十分な安定性を提供することができず、不十分であることが分かっている。

50

【 0 0 1 0 】

流れている海流から有意な量の運動エネルギーを得るためには、関与領域を広くしなければならない。その結果、既存の海洋プロペラ設計は、現在知られている重金属及び複合金属技術によって形成される非常に大型で重く高価な構造を採用する。さらに、これらの海洋プロペラは、周囲の水を通過して移動するプロペラ・ブレードの先端から生じるキャビテーションの問題を生じる。

【 0 0 1 1 】

別の重要な問題は、礁、海藻、魚群などの周囲の水生生物に害を及ぼすことなく海流からエネルギーを得ることに関連する環境の問題である。

【 発明の概要 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

したがって、当技術分野で現在存在する問題を克服し、安全で、確実に、環境に優しく、かなりの量の電力を生成して、中継ステーションに適合性をもって伝送する水流発電システム及び関連するサブシステムに関して、重要な、まだ満たされていない要件がある。安全で効率的な現場レベルの構成、確実に再現可能な係留システム、並びにそのようなシステムを設置及び保守するための方法及び手段も必要である。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

複数の水流発電システムによって生成される電力を統合するための統合設備であって、発電システムがそれぞれ、1つ又は複数の水中浮遊チャンバを含む統合設備が提供される。水中浮遊チャンバの1つ又は複数は、1つ又は複数の浮力流体隔離チャンバをさらに有し、隔離チャンバの1つ又は複数は、内部に配設された浮力流体と、浮力流体取込弁と、浮力流体出口弁と、浮力流体源制御手段とをさらに含む。

20

【 0 0 1 4 】

また発電ユニットは、浮遊チャンバと連絡して配設された1つ又は複数の水中誘導型発電ユニットと、発電機ユニットと連絡して配設された1つ又は複数のプロペラと、係留システムと、発生電力出力手段とを含む。

【 0 0 1 5 】

統合設備は、前記発電システムによって生成される電力を受け取るための手段と、出力手段を介して電力を伝送又は送出するための手段と、隣接する電力網に統合電力を、直接、又は介在する電力変圧デバイスに伝送した後に送達する手段とをさらに含む。

30

【 0 0 1 6 】

統合設備は、海底に、海中に、又は海面に浮遊するように位置させることができる。1つの具体的な例では、浮遊又は水中SPAR（適切な深い喫水又は他の船殻を有する安定したプラットフォーム）が統合設備として使用され、或いは水中構造によって、領域内の船舶航行のためのより大きな融通性が提供されるであろう。

【 0 0 1 7 】

統合設備は、最適には、例えばポリ・ロープを使用して固定して係留され、ポリ・ロープは、単一方向に巻かれた部分と、逆方向に巻かれた2つ以上の層状部分とから形成することができ、金属ケーブル線と組み合わせること又は交換することができ、且つ/又は統合電力出力ラインの周りに巻くことができる。

40

【 0 0 1 8 】

発電ポッド及びプロペラは、水平位置にそれらを回転させることによって設置して保守することができる。依然として水中にある状態では、浮力のある中央ノーズ・コーンが、海面に達するのに適切な浮力をプロペラに与え、また海面水位にあるときには、風、流れ、又は他の天候条件に対する最大の安定性を与える。このようにして、ユニットの設置及び保守は安全に且つ効率的に実現される。

【 0 0 1 9 】

添付図面を参照することによって、当業者には、本明細書で開示する実施例がより良く

50

理解され、多くの目的、特徴、及び利点が明らかになるう。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の1つの例示的实施例による水流電力エネルギー発生システムの側面図である。

【図2】本発明の第2の例示的实施例による水流電力エネルギー発生システムの前面図である。

【図3】本発明の第3の実施例による複数のラビリンス型の隔離チャンバを有するバラスト管の平面図である。

【図4A】本発明の第4の例示的实施例による水流電力エネルギー発生システムの上面図である。

【図4B】関連する係留アンカシステムをさらに含む、図4Aに示される例示的实施例の上面図である。

【図5】水中又は水上発電システムと接続して使用するのに適した例示的なプロペラ・システム実施例の前面図である。

【図6】さらなる斜視図のためにシステムの詳細部分が隔離された、図5に示される例示的なプロペラ・システム実施例の斜視図である。

【図7】図5及び図6に示される例示的なプロペラ・システム実施例の一部の隔離部分図である。

【図8】牽引取付されたプロペラ・アレイをさらに有する例示的な水流発電システムの側面図である。

【図9】牽引取付されたアレイ内で、同数のプロペラが回転力の相殺を容易にする、図8に示される例示的な海流発電システムの背面図である。

【図10】複数の連係された発電システムを有する例示的な水流発電地帯の概略図である。

【図11】浮遊スキッド又はSPARが使用されない、永久的に係留された直接発電システムの概略図である。

【図12】4ユニット・フリップ設計の発電システムの側面図である。

【図13】4ユニット・フリップ設計の発電及びプロペラ・システムをやはり有する図12の上面図である。

【図14】4ユニット・フリップ設計の発電及びプロペラ・システムの前面図である。

【図15】設置及び保守に適した反転された位置での発電機ポッド及び関連するプロペラを示す4ユニット・フリップ設計の発電及びプロペラ・システムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下の説明において、本発明の主題の利点を具現化するいくつかの例示的なシステム設計及び使用法を述べる。しかし、開示する実施例は、本明細書に挙げる具体的な詳細のいくつかを用いずに実施することも可能であることを当業者は理解されたい。他の例では、本発明を曖昧にしないように、よく知られている海中発電機器、プロトコル、構造、及び技法は、詳細には説明又は図示していない。

【0022】

図1は、水流発電システム101の第1の例示的实施例を示す。その最も単純な形態では、このシステムは、浮上管102と、バラスト管103と、シャフト駆動プロペラ105を備え付けられた誘導型発電ユニット104との1つ又は複数を備える。

【0023】

図1は、ただ1つの浮上管102、バラスト・ユニット103、及び発電機構成要素104を示すが、そのような構造の任意のもの又はすべてを複数備えるより大きなシステムも想定される。いずれにせよ、単一の要素を備える限定的なシステムに関する本説明は単に例示にすぎず、本明細書で開示する任意の要素が複数ある場合に対して主題の範囲を限定することは意図されていないことを当業者は容易に理解されよう。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

1つの例示の実施例では、発電ユニット104（例えば誘導型発電ユニット）が電力を発生し、この電力は、変換を行って又は行わずに交流（AC）又は直流（DC）として、関連する中継ステーション、又は沖合から隣接する電力網などへの電力の伝送を容易にするための他の手段に出力することができる。

【 0 0 2 5 】

一般に、非同期の誘導型発電機は、他のタイプの同期発電機又は直流（DC）発電機よりも機械的及び電氣的に単純である。誘導電動機は、磁場に関するエネルギーが固定子から生じるとき、又は回転子が永久磁石を有しており、永久磁石が磁場を発生し、それにより負のスリップを与えるときには、出力発電機になる。また、それらは、より頑丈であり、より耐久性を有する傾向があり、通常はブラシも整流子も必要としない。大抵の場合、標準的なAC非同期電動機が、内部的な変更を行わずに発電機として使用される。

10

【 0 0 2 6 】

通常の電動機動作時、電動機の固定子磁束回転は、電力周波数（典型的には約50又は60ヘルツ）によって設定され、回転子回転よりも速い。これにより、固定子磁束が回転子電流を誘導し、これがさらに、固定子とは逆の磁極性を有する回転子磁束を生み出す。このようにすると、回転子は、スリップに等しい値だけ固定子磁束から遅れて追従する。

【 0 0 2 7 】

三相非同期（例えばかご形）誘導機は、その同期速度よりもゆっくりと動作されるときには電動機として働く。しかし、このデバイスは、その同期速度よりも速く動作されるときには誘導発電機として働く。

20

【 0 0 2 8 】

発電機動作においては、何らかの種類の原動力（例えばタービン、エンジン、プロペラ駆動シャフトなど）が、同期速度よりも速く回転子を駆動させる。固定子磁束は依然として回転子での電流を誘導するが、ここでは逆向きの回転子磁束が固定子コイルを切っているので、固定子コイル内で活性電流が生成され、したがってこのとき、電動機は、隣接する電気グリッドに向かって電力を送り返すことができる発電機として動作している。

【 0 0 2 9 】

したがって、内部シャフトが同期周波数よりも速く回転されているときにはいつでも、誘導発電機を使用して交流電力を発生することができる。本発明の様々な実施例において、シャフト回転は、比較的高速で流れる水流の中に配設された関連するプロペラ105によって達成されるが、他のシャフト回転方法及び手段も想定され、同様の効果で適用することができる。

30

【 0 0 3 0 】

誘導発電機の1つの制限は、それらが回転子内に永久磁石を有さないので自励式でないことである。したがって、内部回転磁束を発生させるために、外部電源（水中に延びている、又は関連する海底の下に延びているアンピリカルを使用してグリッドから容易に得ることができる）を必要とするか、又は減電圧始動器によって「ソフトスタート」される。

【 0 0 3 1 】

減電圧始動器は、システムにいくつかの重要な利点を与えることができる。そのような利点は、例えば、適切な動作周波数を迅速に決定すること、及び、何らかの理由、例えばハリケーンや他の自然災害によって引き起こされる損壊により付随の電力網が動作不能になった場合に無電力での再始動を可能にすることである。

40

【 0 0 3 2 】

システムから導出される電力は、少なくともいくつかの場合には、隣接する電力網システムを補完するために使用することができ、したがって、グリッドの動作周波数がほぼ発電システム用の動作周波数を示す。例えば、大部分の大型電力網システムは、現在、50～60ヘルツの間の公称動作周波数を採用する。

【 0 0 3 3 】

大型の水上発電システムに関する別の重要な考慮事項は、周囲の流速とは無関係に連続

50

的な動的位置を可能にするよくバランスの取れた浮力平衡の確立である。

【0034】

周囲の流速が所定の許容動作速度範囲内に保たれると仮定する場合でさえ、依然として特に強力なハリケーンなどによってシステム平衡が崩される危険が生じることがあるが、典型的な波力のライン、すなわち約30～46メートル（約100～150フィート）程度の深さよりも十分下にシステムを配設することにより、そのような障害が大幅に減少される。重力キップ、浮遊キップ、牽引キップ、及び保持キップの様々な相殺力も、連続水流エネルギー発生システムの全体の安定性に寄与する。

【0035】

図1に示される浮上管102は、前述した誘導発電機を収容する少なくとも1つの端部キャップ・ユニット104と機械的に連絡して配設された円筒形本体部分を備える。発電機及び関連する端部キャップ・ハウジングは、駆動シャフトを含み、さらにいくつかの実施例ではプロペラ105用の関連する遊星歯車を含む。

10

【0036】

いくつかの実施例では、浮上管102は、立方形又は六角形の形状であるが、本発明の効果的な実施は他の幾何形状でも可能である。現在好ましい実施例では、浮上管102は、ほぼ円筒形であり、気体（例えば空気又は別の安全な、浮力のある気体）で加圧され、それにより、システムがアンカ係留綱106によって制止されているとき、合成の力は、海流エネルギー発生システムに対する主要な上昇力となる。

【0037】

したがって、発電機をオフに切り替え、それによってシステムに対する抗力を減少させ、これによりシステムが海面に向けていくぶん上昇することにより、保守又は検査のためにシステムを海面に引き上げることができる。（1つ又は複数の）浮上管を開く、及び/又は（1つ又は複数の）パラスト管から流体を排出することによって、ユニットは、保守又は検査を行うことができるように安全に且つ確実に海面に浮上させることができる。

20

【0038】

システムを移動させる方法によれば、係留綱106を解放することもでき、それにより、浮上している構造を陸上又は別の操作場所に向けて牽引するか、又は構造に何らかの形で力を加えることができる。

【0039】

図2に示される例示的实施例は、発電システム201の前面図であり、このシステム201は、比較的大型のゆっくりと動くプロペラ206を複数備え付けられ、プロペラ206は、誘導発電機ユニット204及び205のシャフト部材と機械的に連絡して配設される。図4Aでより詳細に見られるように、発電機ユニットは、浮上管102内部に収容された端部キャップ・ユニット内部に配設され、且つ浮上管の間に配設されたシステムの格子型本体部分の全長にわたって配設される。

30

【0040】

ここで図3を見ると、図1で要素103として前述したパラスト管の内部の詳細図が提供され、ここでは、浮上管102のみによって得ることができるよりもはるかに厳密にシステム内のバランス及び浮力を制御できるようにするために、様々な気体及び液体の分離及び混合を使用することができるように、複数のラビリンス型の隔離チャンバが接合されている。

40

【0041】

例示した実施例で見られるように、パラスト管の内部に形成された内部パラスト・システム301は、過圧チェック弁に流体連絡して配設された空気制御源302と、第1の隔離チャンバ303とを備える。

【0042】

第1の隔離チャンバ303は、チャンバの上部に存在する乾燥気体（例えば、周囲の外部水圧に等しい圧力を有する空気）と、チャンバの下部に存在する流体（例えば隔離チャンバ外部から引き込まれた海水）との両方を含む。

50

【0043】

また、第1の隔離チャンバ303は、構造の他の気体充填コンパートメントに空気を分配するための二次空気供給ライン305と、第1の隔離チャンバ303から第2の隔離チャンバ304への気体と流体の混合物用のラインとを備える。第2の隔離チャンバ304は、空気を含有する上部と、水などを含有する下部とを備え、上部と下部は隔離シリンダによって分離されている。他の実施例では、隔離シリンダは海水を含み、海水の上にバリア流体が浮遊して、空気と海水とのより良い隔離を保证する。

【0044】

さらなる実施例では、流体又は空気がシステムの特定のキャピティ内に存在するかどうかを判断するために、第1の隔離チャンバ303と第2の隔離チャンバ304のいずれか（又は両方）が計器（例えば圧力センサや差圧センサ）を備え付けられる。さらなる実施例では、そのようなセンサは、バランス及び推力に関連する測定値の検出及び制御を補助するために使用される論理制御システム（図示せず）に入力される。

10

【0045】

水又は他の液体が下部に残っていることを保証しながらシステムを通してタンクの上部に空気を進めるプロセスが、所望のバランス及び制御特性が得られるまで継続される。最後に、最終の隔離チャンバ306が提供され、これは、図示される実施例では、システムから空気を抜くため、及びいくつかの状況ではシステム内に水を入れるために使用される空気出口弁309を備える。

【0046】

圧力安全弁307は、システム制御の完全性を維持するために圧力を抜く必要があるほど内圧が大きくなる場合に備えて提供され、また、海中生物が偶発的に進入するのを防止するための網を設けられた開いた水流弁308が、隔離タンク306の下部に配設される。

20

【0047】

ここでも、バリア流体などを使用して、空気と水の相互作用を減少させることができ、海水に浮遊する浮遊制御機構がシステムに設けられているとき、海水がすべて排出された後でさえバリア流体は残される。また、タンク内に捕捉された水がチャンバ内で急速に動かないことを保証するために一連のバップルを使用して、タンク内でより大きな安定性を実現することができる。そうしない場合には、チャンバ内での水の急速な動きがバランス及び制御を乱す傾向がある。さらに、生じ得るユニットの傾きに対処するために複数のタンク及び区分けを採用し、余剰の傾きを防止するように水及び気体が適切に分流される。

30

【0048】

図4Aは、システム401の一実施例の上面図を示し、システム401は、この例では、第1の浮上管402及び第2の浮上管403と、それらの間に配設された接続用の格子状本体部分404と、浮上管及び本体部分の周りに戦略的に位置決めされた複数の誘導発電機405、406と、発電機と機械的に連絡して配設された複数のプロペラ407と、浮上管402、403と機械的に連絡して配設された複数の係留部材408、409とを備える。

【0049】

図4Bに示される例示的实施例では、係留部材408と409がつながれて単一のアンカ係留網410を形成し、アンカ係留網410は、既知の様式でアンカ部材411に固定される。

40

【0050】

様々な実施例において、アンカ係留網410は、システムを様々な形で制止及び解放するための手段をさらに備える。様々な他の実施例において、アンカ係留網410は、係留網終端デバイス（図示せず）を備え付けられたアンカ部材411で終端する。アンカ部材411は、高速で流れる流れの中で固定位置を保つのに適した任意のタイプの既知のアンカ（例えば自重アンカや吸引アンカなど）を備える。それらは通常、高速で流れる流れによって引き起こされる土壌侵食による岩の多い海底を有する位置にある。

50

【 0 0 5 1 】

さらに他の実施例では、ステーションのこの部分は、水上船若しくは別の海流エネルギー発生デバイス、又は浮遊する動的な位置決めブイなど別の中央係留位置にアンカ係留網 410 を取り付けることによって固定することができる。

【 0 0 5 2 】

ここで、上では非常に一般的にのみ述べた例示的なプロペラ・システムの実施例を考察する。図 5 ~ 図 7 が、本明細書で開示する水流発電システムと共に使用するのに適したプロペラ・システムの、いくつかの具体的であるが非限定の例示的实施例を示す。

【 0 0 5 3 】

しかし、本明細書で開示する例示的なプロペラ・システムは、誘導型発電機によって駆動される水流発電システムを参照して説明するが、他のタイプの水中又は水上発電システムに関連付けて使用して、本明細書で教示するのと同じ利点の多くを実現することができることも当業者は理解されよう。

【 0 0 5 4 】

例えば、図 5 は、水中又は水上発電システムに関連付けて使用するのに適した例示的なプロペラ・システムの実施例の前面図である。

【 0 0 5 5 】

図示されるように、プロペラ 501 は、フィン・セットとそれを取り囲むリングとを交互に複数備え、本明細書では以後、これを「フィン・リング」構成とも呼ぶ。そのようなフィン・リング・プロペラは、典型的には、各特定の用途に専用に設計され、誘導発電機が必要とする動作周波数、周囲の水流の速度、環境的な考慮事項（例えば、魚や他の水生生物が通ることができる開口又は空隙をプロペラが有するべきか）などに基づいて直径、円周、フィン曲率及び配設偏心性、材料選択などを調整することによって、効率の改良が実現される。

【 0 0 5 6 】

同様に、プロペラの前に渦又はデッド・ゾーンを生成するために、隣接し合うプロペラの組を逆方向に回転させることができ（例えば図 2 に概略的に示されるように時計回り又は反時計回り）、これは、海洋生物を追い払う或いは保護することや、プロペラの回転効率を高めることなどを可能にする。

【 0 0 5 7 】

誘導型発電機によって駆動される水流発電システムに関連して使用されるとき、プロペラに関する唯一の必須の動作要件は、それらが、発電機の動作周波数を得るのに必要とされる速度で関連する発電機シャフトを回転させることができることである。

【 0 0 5 8 】

しかし、システムが全体として、地域の海洋生物との相互の影響に関して受動的なままであることが非常に望ましく、最適な性能結果は、依然として環境に優しい動作環境を維持しながらシステムが所要の電力出力を発生するときに実現される。

【 0 0 5 9 】

デバイスの中心から始めて、プロペラ 501 は、ハブ又はシャフト部分 502 の周りに配設されることが分かる。ハブ又はシャフト部分 502 は、プロペラ 501 をしっかりと（例えば、カプセル化された防錆性固定具など機械的な固着によって、又はプロペラ本体又はプロペラ本体の複数の部片をシャフトに一体に溶接することによって）保持し、回転するプロペラは角度モーメントに比例する回転トルクをシャフトに与えて、発電機に送達させる。

【 0 0 6 0 】

いくつかの実施例では、ハブ又はシャフト部分 502 はさらに浮上手段を備えて、シャフトへのフィン・リング・プロペラの機械的な接続を改良し、プロペラのオーバーハングを防止する。そうしない場合には、プロペラのオーバーハングがシャフトを変形する又はシャフトに応力を加える傾向がある。固着手段と同様に、このタスクに適した駆動シャフトは、現在、レコードの分野に存在し、例えば、プロペラの回転トルクを発電機シャフト

10

20

30

40

50

に効果的に連絡する必要性に応じて、一連の歯車及びノ又はクラッチや制動システムなどを備えることができる。

【0061】

1つの具体的な実施例では、ボルトとワッシャのアセンブリなどの保定固定具が駆動シャフトの端部から取り外され、フィン・リング・プロペラ構造が、露出されたシャフトに被さるように摺動され、次いで固定具が再び配置され、それによりフィン・リング構造をシャフトに機械的に固着する。最適には、固定具は次いで、図6に要素601で概略的に示されるように、浮力のある耐水性カバーなどによって覆われる。

【0062】

他の実施例では、中心ハブは、大きなシャフトと機械的に連絡する接続点を備え、これは、単一構造として設置又は取外し及び交換することができ、それにより、プロペラは、水中にある状態で容易に点検及び保守することができる。

10

【0063】

他の実施例では、システムはさらに、シャフト及びプロペラ・アセンブリのオーバーハング荷重に耐えるために浮上手段を備える。例えば、プロペラ・ハブの端部に被せて装着したノーズ・コーンに、液体発泡材又は他の軽量の流体化学物質、さらには圧縮空気を装填することができ、それにより、プロペラは、浮力のあるノーズ・コーンの後ろで駆動シャフトの周りで自由に回転でき、それによりアセンブリの重量を持ち上げ、したがって大きなオーバーハング荷重が回避される。

【0064】

20

同様に、フィン・リング構造に対する累積の流体圧に起因する抵抗を克服するために、プロペラ（特に、水流の力のほとんどを吸収する水中システムでの前側プロペラ）を牽引取付することができる。

【0065】

プロペラがシャフトにどのように固着されているか、並びに浮上部材によって牽引取付及びノ又は支持されているかどうかに関わらず、本明細書に示すフィン・リング設計の例示の実施例は、システム内部で実施するのに適した複数の他の関連する実施例に関しても概して同様である。

【0066】

例えば、図5に示される実施例では、ハブ取付アセンブリ502が、第1のリング部材503によって同心に取り囲まれ、この部材503を越えて（すなわち、ハブ・アセンブリからさらに外方向に）第2のリング部材506がある。第1のリング部材503と第2のリング部材506の間に複数のフィン部材504が配設され、各フィン部材504はギャップ505によって離隔されている。

30

【0067】

フィン部材504の間のギャップ空間は用途によって変わるが、一般には、フィン間のギャップは、最も内側のリング（典型的にはギャップが最小である）から最も外側のリング（ギャップ空間が最大である）に向かってサイズが増加する。

【0068】

他の構成では、同様のサイズのギャップ、さらには外側リングよりも内側リングで大きいギャップも可能である。しかし、リングの生じ得る全表面積のほとんどがギャップではなくフィンによって利用されるほぼ中実の内側リング表面の利点は、この構造が、流体圧を構造の中心から最も外側のリングに向けて、且つデバイスの周縁部を越えて押し進める傾向があることである。

40

【0069】

この手法は、プロペラがより簡単に回転する助けとなり、また、小さな海洋生物などがプロペラ構造を完全に避けることができるように、又は外側リングでのゆっくりと動くより大きなギャップの1つを通過することができるようにシステムの外に向けて追いやることによって環境の問題に十二分に対処する。

【0070】

50

構造に対する抵抗が減少され、より大きな回転トルクがより小さい抗力及び損失で駆動シャフトに伝達されるので、プロペラは非常にゆっくりと回転することもでき(十分な現場での結果を生み出す1つの例示的实施例では、プロペラはわずか8RPMの速度で回転する)、さらに、海洋生物が構造を避けることができることを保証し、環境への優しさ及び安全性を高める。また、ゆっくりとした回転速度により、システムは、より頑丈で、より耐久性のあるものとなり、且つ近くを浮遊するデブリや海中の物体が接触した場合にあまり損傷を受けることがなくなる。

【0071】

次いで、追加のほぼ円形のリング509の内側に配設されたフィン507とギャップ508からなる次の同心リングが構造に追加され、そのようにして、所望の円周が実現されるまで、フィンとギャップの追加の同心リング510~512を形成する。現在好ましい実施例では、最も外側のリングのギャップ空間514がシステムにおける最大のギャップ空間であり、個々のフィン513がシステムにおける最大の広さをもつ。

【0072】

最後のリング部材515は、プロペラ・システムの外周縁を取り囲み、これもまたさらに環境を保護する。なぜなら、外側リング515に偶発的に当たった海洋生物は、ゆっくりと動く構造に対してかすめる程度にしかぶつからず、水及び流体の圧力は、できるだけデバイスから離れるように向けられるからである。

【0073】

図6(この図は概して図5の例示的实施例を示すが、ハブ取付部分が耐水キャップ601などで覆われている)の破線で囲んだ領域603で見られるように、フィン・リング・アセンブリの平面に対して測定されるフィン602のピッチを変えることができる。

【0074】

例えば、フィンは、アセンブリ内部でのそれらの位置が中心ハブを取り囲む第1のリングから最も外側のリングに向かって進むにつれて、より大きな偏心性で配設することができる。内側リングではより平坦なピッチで、且つ外側リングにおいてはより偏心的に(すなわちアセンブリ平面に対してより垂直な平面内に)フィン602を配設することは、プロペラの周りでの水の流れを平坦に且つ滑らかにする傾向があり、それにより、(システム振動を最小限にする)優れた流体流れ特性を実現し、プロペラ構造に対する抵抗をあまり生じず、海洋生物がプロペラ・システムの中央に向かわないことを保証するようにより大きな周囲流体遠心力を提供する。

【0075】

他方、(例えば、ボート又は潜水艦のプロペラなどで典型的なように)ハブに最も近いフィンがプロペラ全体の平面に対して測定したときに最大の偏心性を有し、次いでフィンがプロペラ・システムの外側に向けて配置されるにつれて平坦になるように構成されたフィン・アレイを有するプロペラも、振動減少、調波、及び全体のシステム性能に関して最良の結果を生み出すことができる。

【0076】

図7(図6の破線で囲んだ領域603を表す)に示される例示的实施例701では、一連の湾曲したフィン702、704、706、708が、サイズが増加していくギャップ703、705、707、709の間に配設される(最小の同心リングの開始点である中心取付ハブは、図の上部を越えて、例えばフィン702及びギャップ703の上に位置されていることに留意されたい)。

【0077】

図示される実施例では、フィン702、704、706、708はまた、それらが設置される位置がハブから離れるにつれてより高い偏心性で配設され、それにより、アセンブリ平面に対して測定されるフィン708の配設角度は、中心取付ハブの近くに配設されたフィン702、704、706よりも大きくなる。

【0078】

図8に示される例示的实施例では、係留された水中水流発電システムが提供され、ここ

10

20

30

40

50

では、プロペラ・アレイ全体が牽引取付され、それにより、前部取付アレイによる力の干渉が回避され、より大きいシステム安定性及び電力効率が実現される。見て取れるように、この特定の構成は、1つ又は複数のプロペラを上側牽引取付位置と下側牽引取付位置の両方に配設することを可能にするが、複数のプロペラ・アレイをより多数又は少数の高さに配設することも可能である。

【0079】

本質的に図8に示される代替実施例の背面図である図9では、具体的であるが非限定の一実施例が、計10個のプロペラを有するプロペラ・アレイを備えていることが見られ、6個のプロペラが下側牽引取付位置に配設され、4個のプロペラが上側牽引取付位置に配設され、上側位置のアレイは、発電システムの各側に2個のプロペラにさらに分配される。

10

【0080】

この特定の実施例は、優れた発電特性を実現し、その一方で、振動を最小にすることによって付随のシステム構造を安定化し、また、対等に合致するプロペラの対が逆の回転方向に回ることができるようにすることが分かっている。

【0081】

そのような構成は、発電システムのいくつかの実施例に関して最適であるが、所与の動作環境で効果的と考えられるときには、実質上無制限の数の他のアレイ及び配設構成を採用することもできる。

【0082】

実際上は、おそらくフィン・リング・プロペラ構造全体の組成は共通であり、例えば全体が、耐久性の、コーティングされた、又は防錆性の軽量金属からなる。しかし、フィンとリングとで異なる材料組成も可能であり、本開示の範囲から逸脱することなく、金属複合材、硬質炭素複合材、セラミックなど他の材料も問題なく使用できる。

20

【0083】

図10に示されるように、領域内に複数の発電構造が必要であるとき、効率を上げるために電力システムを統合することができ、電力及び制御接続は、設置されたユニットの近くに確立された中央位置、例えば制御サブステーションに戻るようにつながれる。このユニットの統合は、海底で、又は海中浮遊構造（若しくはその近く）で行うことができる。

【0084】

制御サブステーションは、SPARなど浮遊する海面構造に設置することができ、又は場合によってはブイ・システムを使用した水中制御サブステーションでよく、これは、保守のために海面に浮上させることができ、或いは海底に固定することもできる。

30

【0085】

深い水中では、海底の共通接続設備は、より多くの電力ケーブル及び追加の制御システムを必要とし、これらは、システムのコスト及び複雑さを増し、海面での流れにより近い位置に構成された設備よりも保守が難しい。

【0086】

発電ユニットに関連付けられた浮遊スキッドと同様の要素を使用して構成された中央浮遊構造は、共通の電力収集位置を提供し、その一方で、永久的な構造を水面に浸入させない。この構成はまた、海底に敷設する必要がある長い電力及び制御ラインがより少なく、領域内での船に関して十分な喫水を残す。

40

【0087】

第3のタイプの共通収集位置は、海底に係留され、発電ユニットの近くで海面に浮遊する構造を備える。この手法は、多くのタイプの異なる構造を備えることができるが、（図10に示される）SPARは、その風及び波を弱める形状により、設計、並びに天候現象及びハリケーン時の安定性に関して最良の特性のいくつかを有する。

【0088】

電力統合ステーションは、より高い伝達電圧への変換を可能にし、それにより、陸上接続電力伝達グリッドへの優れた、調整可能な電力伝送能力を実現する。また、より高い伝

50

達電圧を可能にすることは、良好な電力伝達結果で、陸上から遠くに位置された設置を実現する。最終的な電力変換は、統合ステーション、又は海底の泥床に設置された1つ又は複数の電力変換器で実施することができる。

【0089】

他の変数によっては、陸上ベースの同期デバイス（例えば大型の同期電動機又は大型の可変速電子ドライバ）が必要とされることもあり、沖合の海流による発電が陸上発電グリッドよりもかなり大きいときに、そのような同期デバイスを使用して電力網を安定させる。

【0090】

海でのかなりの長さにわたって、DC高電圧電力伝達接続を統合構造から海岸に戻るまで延ばすことができる。個々の発電ユニットに関して必要なAC電力は、DC電圧から3相ACとして発生させて、誘導発電機に電力供給することができる。海岸で（又は海岸の近くで、さらにはその後で）、DCは、電力網又はスマート・グリッド、例えば典型的なDC電力相互接続に接続される。

【0091】

図11に示されるように、より深い海の位置では、SPARは、浮遊スキッドによって支持する必要はなく、したがって、複数の個別の発電ユニットを調整可能に接続及び切断するのに有用な統合設備として働くことができる。図示されるように、深さ約61~152メートル（約200~500フィート）の水中にあるSPARは、太いポリ・ロープなど、強い固定係留手段を使用して、永久的に海底に係留させることができる。ポリ・ロープがまず一方向に巻かれ、次いで逆方向に巻かれた第2のロープによって覆われる場合、複合の交互に巻かれたラインは、非常に強くなり、ねじれや結び目が生じにくい。

【0092】

鋼ケーブル線の重量が統合設備の浮力に関する設計態様に影響を及ぼすことを認識して、鋼燃線ケーブル係留ラインを、その中心部の中に取り囲まれた電力ケーブルと一体化することもできる。ポリ係留ケーブルは、その伸長する性質により、この用途には適していないことがある。

【0093】

個々の電力ケーブルは、SPARから、海底に設置された変換器又は伝達ボックスまで延ばされ、次いで海底の下で、その最終的な到達地点に向けて延ばされる。

【0094】

さらに別の手法は、ポリ・ロープ又は他の係留ラインの内部空隙を通して電力ケーブルを延ばすことであり、それにより、SPARから延びるラインは1つだけであり、電力ケーブルは係留ラインによって損傷から保護される。

【0095】

次に、より強力な単一ステーション型の誘導発電システム（例えば12メートル（40フィート）以上のプロペラを利用する実施例）を考察する。図12は、4ユニット・フリップ設計発電システムの側面図であり、複数の前部取付誘導発電機が、接続部材を有する浮遊スキッドによって確立されたフレームに配設される。

【0096】

（流れに応じて）少なくとも4個の12メートル（40フィート）以上のプロペラが、関連する発電ユニットと共に、回転可能なシャフトなどと機械的に連絡して配設され、プロペラは、機械的に、或いは空気圧又は液圧制御システムと連絡して配設された論理制御システムを使用して回転させることができ、本質的に上側及び下側の水平軸タービンとなる。このとき、バラスト・システムを使用して、保守及び補修のために、発電ポッドに安全に且つ効率的にアクセスできるように構造を海面に浮上させることができる。

【0097】

図13は、6個又は8個、さらにはそれよりも多くのプロペラを有する設計にシステム機能を拡張する方法を示す、同じ構造の上面図である。

【0098】

10

20

30

40

50

図14は、4ユニット・フリップ設計発電及びプロペラ・システムの前面図であり、点検中に水平面上にあり、安定性のためにY型係留ラインに取り付けられたプロペラを示す。いくつかの実施例では、より多くのプロペラがシステムに追加されるとき、スプレッド・バー又は他の同様の装置を使用して追加の安定性を与える。

【0099】

図15において、4ユニット・フリップ設計発電及びプロペラ・システムが静止状態で示され、ここでは、輸送、設置、及び保守に有用な構成に反転されたものとして示されている。一実施例では、フレームと連絡して配設されたシャフトの周りで約90度以上回転することができるように、発電機ポッドがシステム・フレームに取り付けられる。この回転は、手動で達成することができ、又は論理制御システムを使用して達成することができ、空気圧回転手段又は液圧回転手段など関連する回転手段を使用してシャフトの周りでポッドを回転させることができる。

【0100】

別の実施例では、構造が現場に送達されるとき又はプロペラ、発電機、歯車構成などの保守が必要なきに、制御された牽引の必要性に応じて、発電ポッド及びプロペラが上方方向に向くようにバラストが浮遊スキッドの内部で操作される。したがって、発電ポッド及びプロペラがほぼ又は完全に海面水位よりも上にあるとき、プロペラは、風の抵抗などによる構造全体に対する不安定性を生じない。

【0101】

本発明のさらに他の態様（現行の実施法では、典型的には、一般に水中エネルギー発生に関連付けられるデバイス（例えば、補助電力供給源、光ファイバ制御及び通信システム、電力ステーションを点検するために使用される付随の遠隔操作ビークルなど）を備える）は、システムの配備、位置決め、制御、及び動作に使用するための周辺機器として企図されているが、そのような他のシステム及びサブシステムは当業者には当然想到されるものであるので、すべてのそのような部品をここで非常に詳細に説明する必要はないものと思われる。

【0102】

本発明を、いくつかの例示的实施例に関して上で詳細に図示して説明してきたが、当業者は、上記の説明に対する小さな変更も理解されよう。本発明の精神又は範囲から逸脱することなく様々な修正、省略、及び追加を施すこともできる。

【符号の説明】

【0103】

101 水流発電システム

102 浮上管

103 バラスト管

104 誘導型発電ユニット

105 シャフト駆動プロペラ

201 発電システム

204 誘導発電機ユニット

205 誘導発電機ユニット

206 プロペラ

301 内部バラスト・システム

302 空気制御源

303 第1の隔離チャンバ

304 第2の隔離チャンバ

306 最終の隔離チャンバ

307 圧力安全弁

308 水流弁

309 空気出口弁

401 システム

10

20

30

40

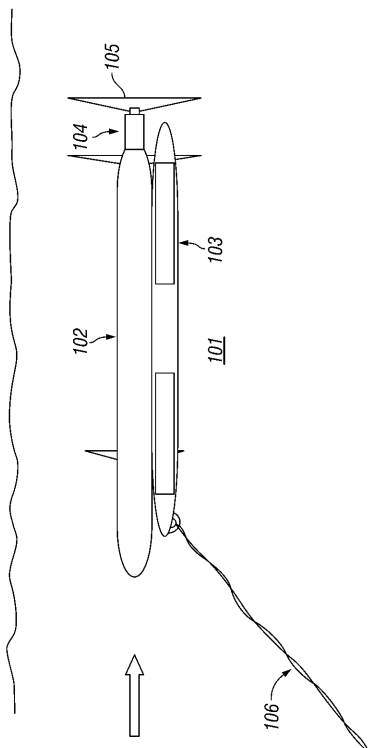
50

- 4 0 2 第 1 の浮上管
- 4 0 3 第 2 の浮上管
- 4 0 4 接続用の格子状本体部分
- 4 0 5 誘導発電機
- 4 0 6 誘導発電機
- 4 0 7 プロペラ
- 4 0 8 係留部材
- 4 0 9 係留部材
- 4 1 0 アンカ係留網
- 4 1 1 アンカ部材
- 5 0 1 プロペラ
- 5 0 2 ハブ又はシャフト部分
- 5 0 3 第 1 のリング部材
- 5 0 4 フィン部材
- 5 0 5 ギャップ
- 5 0 6 第 2 のリング部材
- 5 0 7 フィン
- 5 0 8 ギャップ
- 5 1 0 同心リング
- 5 1 1 同心リング
- 5 1 2 同心リング
- 5 1 4 ギャップ空間

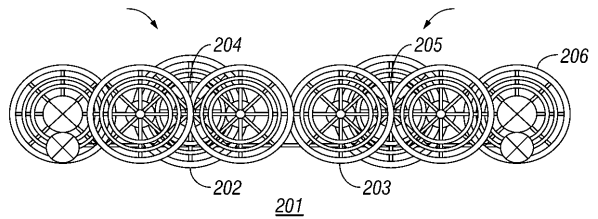
10

20

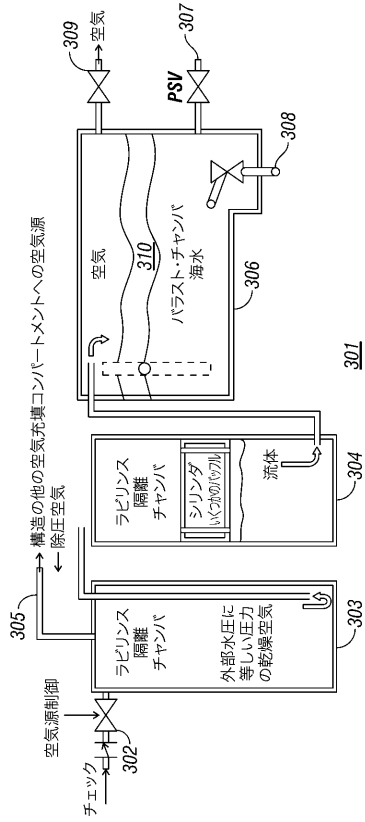
【 図 1 】



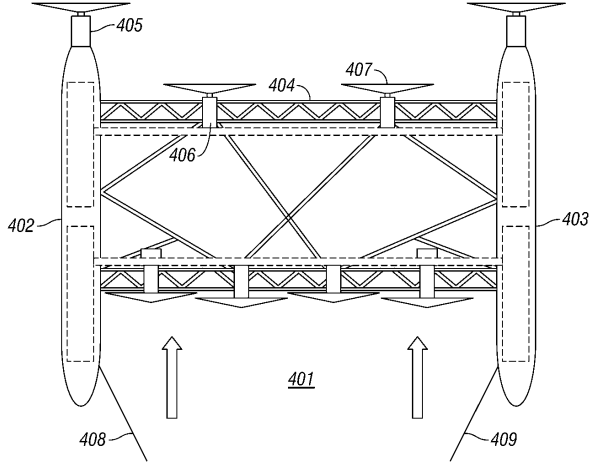
【 図 2 】



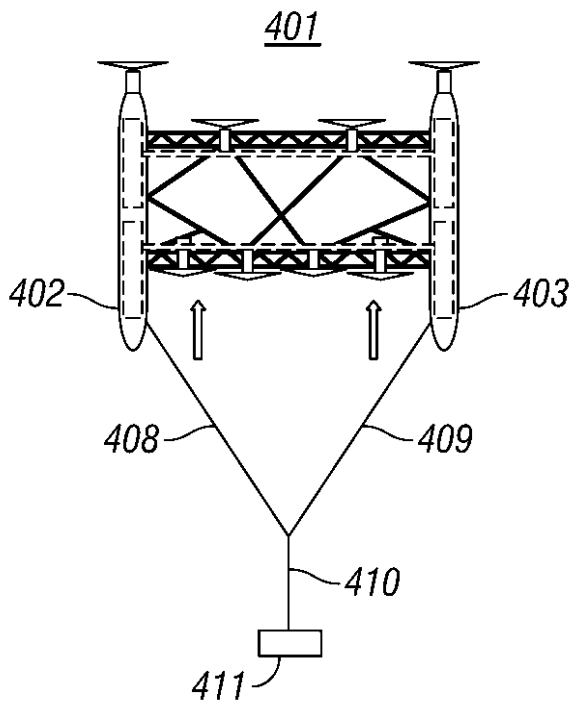
【図 3】



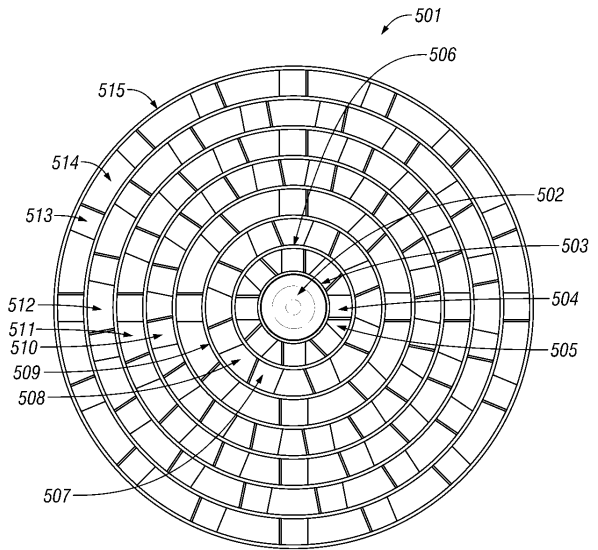
【図 4 A】



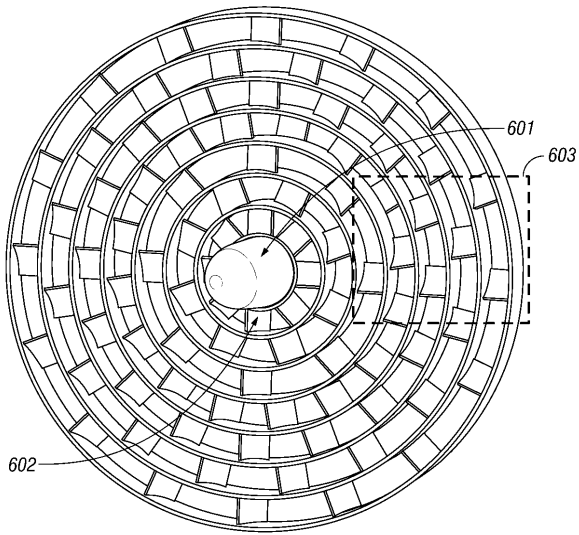
【図 4 B】



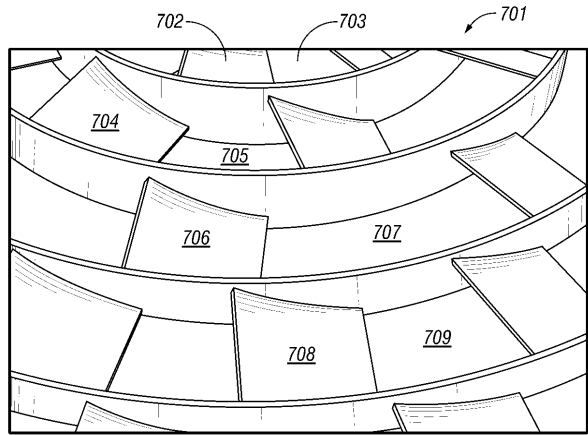
【図 5】



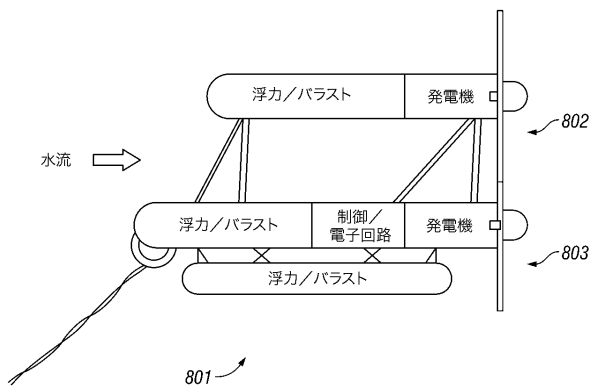
【図6】



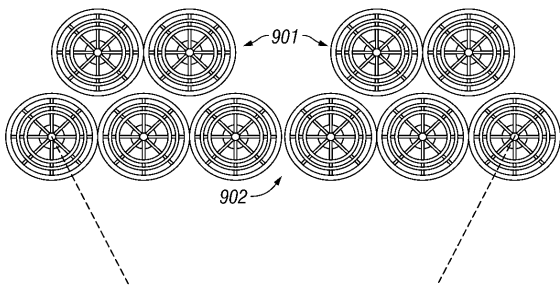
【図7】



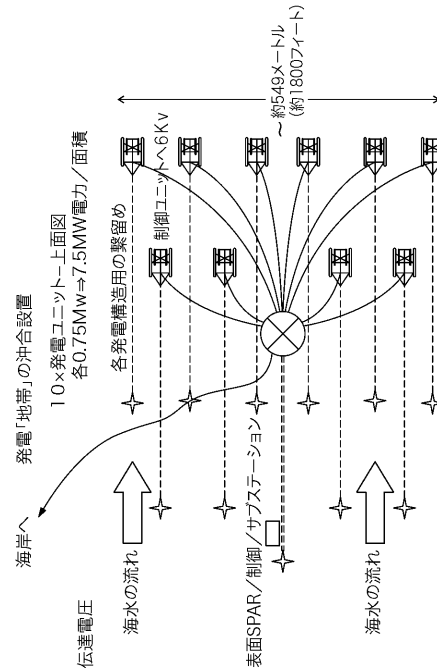
【図8】



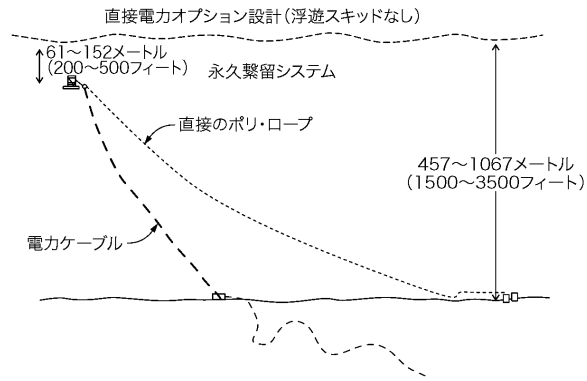
【図9】



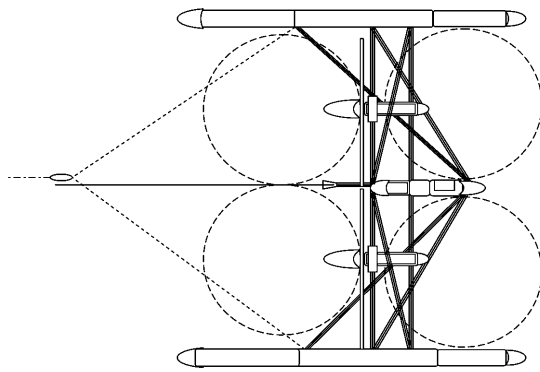
【図10】



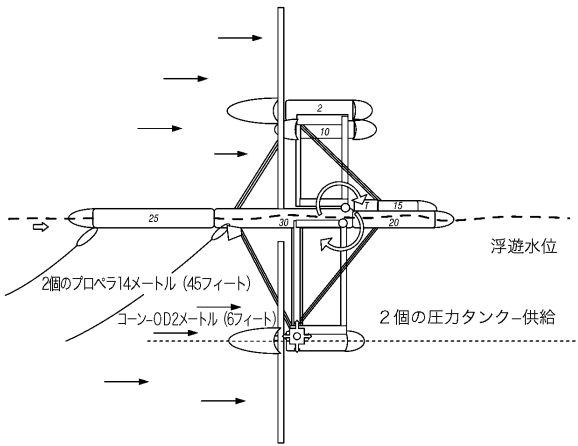
【図11】



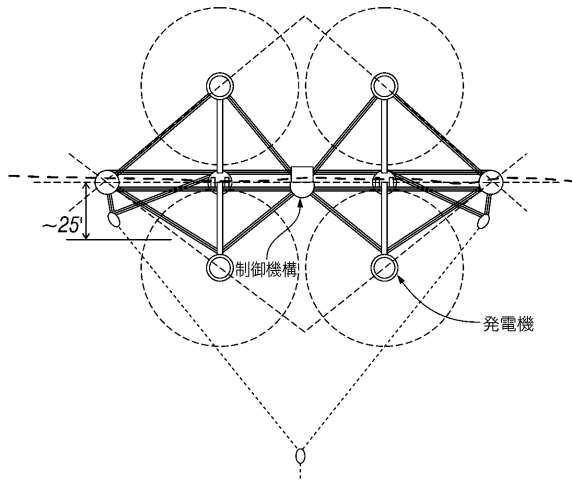
【図13】



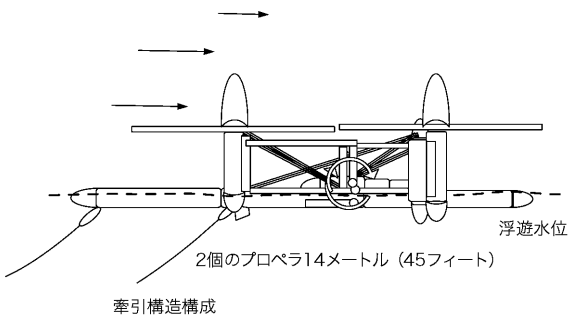
【図12】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-025100(JP,A)
特開2008-063960(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F03B 13/10