

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

支持構造体と、

前記支持構造体を回転可能に据え付けるための 1 つまたは複数の据え付け台であって、前記支持構造体が、第 1 回転軸の回りに前記据え付け台上で回転可能である、据え付け台と、

それぞれが前記支持構造体に回転可能に据え付けられ、個々の第 2 回転軸の回りに前記支持構造体に対し回転自在である複数のエーロfoil・ブレードであって、前記第 2 回転軸はそれぞれ、前記第 1 回転軸に実質的に平行であり、前記第 1 回転軸から半径方向に離間している複数のエーロfoil・ブレードと、

前記支持構造体が 360 度回転のサイクルを繰り返す際、作動的に駆動可能であるように、前記エーロfoil・ブレードが第 1 方向に揚力を発生させるための第 1 揚力エーロfoil・セクションを有し、それによって第 1 回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する第 1 状態、および前記エーロfoil・ブレードが第 2 方向に揚力を発生させるための第 2 揚力エーロfoil・セクションを有し、前記同じ第 1 回転方向に前記支持構造体 にトルクを付与する第 2 状態の間で前記エーロfoil・ブレードの各々を駆動する手段とを含み、

前記第 1 および前記第 2 揚力エーロfoil・セクションが ( i ) 互いの反転セクションであり、( i i ) 反曲キャンバー・エーロfoil・セクションであり、故に、使用時に前記エーロfoil・ブレード上に作用する流体流れが、自動的に、前記流体流れの方向に対して前記エーロfoil・ブレードの迎え角を設定し、

さらに、前記駆動手段が前記第 1 および前記第 2 状態の間で前記エーロfoil・ブレードを作動可能に変形させるか、または反転させる、発電装置。

## 【請求項 2】

整列状態で前記流体流れの方向に対して、前記支持構造体および前記駆動手段を配向させ、それにより、前記駆動手段が、前記回転サイクルに沿って所定の移行領域で前記第 1 および前記第 2 状態の間で、および前記流体流れに対し、個々の移行フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードの変形または反転を、作動的に駆動することができる、手段を含む、請求項 1 に記載の発電装置。

## 【請求項 3】

前記駆動手段および前記支持構造体は、流体流が作動的に前記ハウジングを通過し、前記支持構造体に衝突することができるために、少なくとも前記支持構造体が、入口、出口、およびそれらの間に延在する流路を画定するハウジング内の前記据え付け台に据え付けられた状態で、互いに固定されており、前記ハウジング上に配置され、使用時の前記配向手段が、整列状態で、前記流路が、前記入口が前記出口の上流であるように、前記流体流れの方向に、実質的に整列されるように、前記ハウジングを配向する、請求項 2 に記載の発電装置。

## 【請求項 4】

前記駆動手段は、前記支持構造体に対して回転可能であり、さらに、前記配向手段は、前記駆動手段に接続され、それにより前記駆動手段を前記第 1 回転軸の回りに移動させるので、前記支持構造体および前記駆動手段の両方は、整列した状態で前記流体流れの方向に作動的に配向され、前記駆動手段が前記回転サイクルに沿った前記所定の移行領域でおよび前記流体流れに対し、前記個々の移行フェーズの間で前記エーロfoil・ブレードの変形または反転を作動的に駆動することができる、請求項 2 に記載の発電装置。

## 【請求項 5】

前記配向手段は、前記ハウジングまたは前記駆動手段を前記整列状態に操縦するための 1 つまたは複数のフィンであり、前記駆動手段は、電気、電子的または機械的駆動手段である、請求項 3 または 4 に記載の発電装置。

## 【請求項 6】

前記出口その前記入口との間で前記ハウジング内に画定された前記流路は、前記支持構

10

20

30

40

50

造体がその中または近くに据え付けられる狭窄部を有しており、それによって、前記狭窄部を通過する流れの流量を作動的に増加させる、請求項 5 に記載の発電装置。

【請求項 7】

前記ハウジングが、

( i ) 地面に据え付けられ、それによって、前記ハウジングが整列状態に、作動的に回転するのを可能にし、および / または、

( i i ) 浮遊し、水没状態で係留され、それによって、前記ハウジングが整列状態に作動的に漂流するのを可能にする、請求項 6 に記載の発電装置。

【請求項 8】

少なくとも前記支持構造体、前記支持構造体上に回転可能に搭載された前記エーロfoil・ブレードおよび前記駆動手段が、駆動セットを構成し、前記ハウジングが、その中に複数の駆動セットを収納可能である、請求項 7 に記載の発電装置。

【請求項 9】

前記ハウジングは、所定の最大値よりも大きいサイズの固形物および / または海洋動物が、前記ハウジングおよび / または前記ハウジングの前記出口付近のディフューザに入るのを避けるために、前記入口に、またはその近くにガードを含む、請求項 8 に記載の発電装置。

【請求項 10】

機械的動作手段が

( i ) カム部材と、

( i i ) 前記エーロfoil・ブレードの各々に関連する少なくとも 1 つのカムフォロアであって、前記支持構造体が前記回転サイクルを介して回転するとき、カムフォロアが前記カム部材の形状に沿って乗るように作動的に往復運動するようにしてなる、カムフォロアと、

( i i i ) 前記個々のエーロfoil・ブレードの変形または反転を個々に駆動させるための変形または反転アクチュエータと、

( i v ) 前記カムフォロアの往復運動を前記個々のエーロfoil・ブレードの前記変形または反転アクチュエータに伝達し、それによって、前記エーロfoil・ブレードを前記第 1 または前記第 2 状態に作動的に保持し、および / または前記移行フェーズの間で前記第 1 および前記第 2 状態の間で前記エーロfoil・ブレードを変形させるかまたは反転させる手段とから構成されている、請求項 9 に記載の発電装置。

【請求項 11】

前記カム部材は、そこを通過して通過する前記第 1 回転軸を有する前記支持構造体から離れて据え付けられており、前記カムフォロアは、前記支持構造体に据え付けられている、請求項 10 に記載の発電装置。

【請求項 12】

前記第 1 回転軸を通る直径方向軸に渡り、前記支持構造体の直径方向に対向する側の前記エーロfoil・ブレードは、移行フェーズの間で前記第 1 および前記第 2 状態の間で変形可能または可逆的である、請求項 11 に記載の発電装置。

【請求項 13】

前記支持構造体の前記エーロfoil・ブレードは、

( i ) 前記直径方向軸の第 1 側面上に横たわりそこから離間し、前記駆動手段によって、前記回転サイクルの一次駆動フェーズ中に前記第 1 状態に作動的に保持され、および

( i i ) 前記直径方向軸の第 2 側面上に横たわりそこから離間し、前記駆動手段によって、前記回転サイクルの二次駆動フェーズ中に前記第 2 状態に作動的にほぼ保持されるので、

使用時には、前記回転サイクルは、一次駆動フェーズ - 移行フェーズ - 二次駆動フェーズ - 移行フェーズのシーケンスで構成され、前記駆動フェーズおよび前記移行フェーズは、前記第 1 回転軸回りに、直径方向の対向する駆動フェーズセグメントおよび前記移行フェーズセグメントに沿って配置される、請求項 12 に記載の発電装置。

## 【請求項 14】

前記エーロfoil・ブレードが、それぞれ対向する前縁と後縁とを有し、前記エーロfoil・ブレードのそれぞれの前縁が前記エーロfoil・ブレードの後縁の上流になるように、前記エーロfoil・ブレードが直径方向軸の両側に横たわる状態で、前記エーロfoil・ブレードで作用する前記流体流れの力の下で作動的に、自動的に迎え角を設定するように回転する、請求項 13 に記載の発電装置。

## 【請求項 15】

前記第 1 回転軸に対し、前記支持構造体は、前記エーロfoil・ブレードが支持される複数の半径方向に延在する支柱を含み、前記エーロfoil・ブレードは前記支柱に回転可能かつ枢動可能に据え付けられ、それにより、前記エーロfoil・ブレードが前記移行フェーズ中に前記反転アクチュエータの駆動の元で反転することを可能にし、さらに、前記エーロfoil・ブレードは、静的反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有する、請求項 14 に記載の発電装置。

10

## 【請求項 16】

前記エーロfoil・ブレードは対向する第 1 および第 2 端部を有し、これらの端部に渡って前記前縁および後縁が延び、それによりブレードスパンを画定し、さらに、前記エーロfoil・ブレードは、このようなブレードスパンに渡り、剛性があるかまたは折り畳み可能である、請求項 15 に記載の発電装置。

## 【請求項 17】

前記エーロfoil・ブレードは、変形可能なエーロfoil・セクションを有し、前記駆動手段によって前記エーロfoil・ブレードに駆動するとき、完全または増加的に前記第 1 および前記第 2 状態の間で変形することができる、請求項 14 に記載の発電装置。

20

## 【請求項 18】

前記変形可能なエーロfoil・ブレードの前記エーロfoil・セクションがスライドジョイントを有する、請求項 17 に記載の発電装置。

## 【請求項 19】

前記変形可能な前記エーロfoil・ブレードの前記エーロfoil・セクションは、連続した閉ループ形態を有し、前記エーロfoil・セクションの各々は、対向する前縁および後縁で互いに接続または固定された端部を有する第 1 エーロfoil・セクションおよび第 2 エーロfoil・セクションを含み、それによって、前記第 1 および前記第 2 エーロfoil・セグメントの端部が互いに対して摺動するのを防止し、前記第 1 および前記第 2 エーロfoil・セグメントは、前記前縁および前記後縁の間に延在する中立平均キャンバーラインに渡り、それらの長さに沿って互いに離間配置され、前記エーロfoil・ブレードの前記エーロfoil・セクションを形成し、さらに前記後縁は、中立キャンバーラインに渡り、自由に移動する、電源装置であって、

30

(i) 前記変形アクチュエータが前記第 1 および前記第 2 状態との間で前記エーロfoil・ブレードを変形させ、

(i i) 前記エーロfoil・ブレードが前記第 1 および前記第 2 状態との間で変形するように、第 1 および第 2 エーロfoil・セグメントが、前記エーロfoil・ブレードが通過する対称的な移行状態に向けて、前記エーロfoil・ブレードを付勢するのに弾性であり、

40

(i i i) 前記エーロfoil・セグメントの臨界座屈荷重が、前記移行状態と前記第 1 および前記第 2 状態の間で前記エーロfoil・セグメントの変形時に前記変形アクチュエータによって前記エーロfoil・セグメントにおいて発生する圧縮荷重よりも大きいので、

前記エーロfoil・ブレードが変形したときに、前記エーロfoil・セグメントの 1 つの上の 2 点間の変位が、少なくともそのようなエーロfoil・セグメントに前記圧縮荷重を生成し、このようなセグメントが、前縁よりも後縁寄りに位置する変曲点を有する反曲キャンバーラインを有する前記反曲キャンバー・エーロfoil・セクション形態

50

を採用する場合、直径方向軸の両側の前記エーロfoil・ブレードの後縁は対向方向に向かってフリックされた状態で、このようなエーロfoil・セグメントは、圧縮荷重に抵抗することができる、ことを特徴とする、請求項 17 に記載の発電装置。

【請求項 20】

前記第 1 および前記第 2 状態におけるエーロfoil・セクションの最大厚さの寸法は、前記移行状態における前記エーロfoil・セクションの最大厚さ寸法よりも大きい、請求項 19 に記載の発電装置。

【請求項 21】

前記第 1 および / または前記第 2 エーロfoil・セグメントは、

( i ) それぞれが前記前縁および前記後縁との間にまたがる単一のエーロfoil部材から形成され、共同で連続閉ループ・エーロfoil・リブを形成するか、または、

( i i ) それぞれが前記前縁および前記後縁との間で末端同士が接続されるか、固定される複数のエーロfoil部材から形成され、共同で、連続閉ループ・エーロfoil・リブを形成するか、または、

( i i i ) 前記エーロfoil・ブレードが、可撓性または半剛性の表皮をその上に支持するための細長いエーロfoil・ブレード・フレーム構造を画定するように互いに対して離間された複数のエーロfoil・リブを備え、前記表皮は前記エーロfoil・ブレード・フレーム構造の後縁と一致する後縁を有する連続閉ループ表皮材であるように、連続閉ループ・エーロfoil・リブを形成する単一の一体型エーロfoil部材であるか、または、

( i v ) 前記中立キャンバーラインに渡って、互いに離間した細長いエーロfoil・シェルの対抗する第 1 および第 2 部材であって、第 1 および第 2 部材は、それぞれ、単一のエーロfoil部材であり、複数のエーロfoil部材が、連続閉ループ・エーロfoil・セクションを形成するために、端部同士を連結または固定した、または互いに一体化され、前記シェルの外側表面は、使用中にその上を流体が流動可能である表皮であり、さらに、前記シェルは、自己支持性を有し半剛性であるようにしてなる、細長いエーロfoil・シェルの第 1 および第 2 部材である、請求項 20 に記載の発電装置。

【請求項 22】

前記エーロfoil・ブレードは対向する第 1 および第 2 端部を有し、これらの端部に渡って前記前縁および後縁が延び、それによりブレードスパンを画定し、さらに、前記エーロfoil・ブレードは、このようなブレードスパンに渡り、剛性があるかまたは折り畳み可能である、請求項 21 に記載の発電装置。

【請求項 23】

前記折り畳み可能なエーロfoil・ブレードは、前記エーロfoil・ブレードの前記ブレードスパンに渡り、互いに対して離間された複数のエーロfoil・リブを含み、さらに、前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 端部は起立状態の間でお互いに移動可能であり、前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 端部が、互いに遠隔に離間され、それによって、その端部の間におよびその間に離間配置された前記エーロfoil・リブの上に前記表皮材を引き伸ばし、前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 端部が、相互に近接し、結果的に前記エーロfoil・リブが互いに上または中に折り畳む、請求項 22 に記載の発電装置。

【請求項 24】

前記変形アクチュエータは、前記個々のエーロfoil・ブレードの中空内部に実質的に配置され、前記エーロfoil・ブレード上のアクチュエータ・ポイントに接触または接続された駆動構造の 1 つまたは複数の可動駆動部材に作用するように構成されてもよく、前記可動駆動部材は、前記駆動手段および前記変形アクチュエータによって前記可動駆動部材上で駆動するとき、移動可能であり、前記第 1 および前記第 2 エーロfoil・セグメント上の 1 つまたは複数のアクチュエータ・ポイントを変位させるための一次変形力を付与し、それにより、前記エーロfoil・ブレードセクションを、前記移行状態および前記第 1 および / または前記第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクション状態の

間で変形する、請求項 2 3 に記載の発電装置。

【請求項 2 5】

前記は、前記アクチュエータ・ポイントの変位を助けるため、前記一次変形力と共に、二次変形力を付与するための一つ以上の付勢手段をことができ、それによって、前記変形アクチュエータの負荷を低減し、前記移行状態と、前記第 1 および / または前記第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクション状態との間で、前記エーロfoil・ブレードを変形させ、前記エーロfoil・ブレードは、弾性的に前記移行状態に付勢される、請求項 2 4 に記載の発電装置。

【請求項 2 6】

前記一つまたは複数の付勢手段は、前記エーロfoil・ブレードの中空内部の固定点と前記可動駆動部材または前記エーロfoil・ブレード上の可動点の間に作用するバネである、請求項 2 5 に記載の発電装置。

【請求項 2 7】

前記駆動構造は、

前記エーロfoil・ブレードの前記中空内部に配置される一次翼桁と、

それぞれが前記一次翼桁に移動可能に接続された第 1 端部、および前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 エーロfoil・セグメントの 1 つまたは他方の前記アクチュエータ・ポイントに接続されるかまたは当接する第 2 端部を有する一対の前記可動駆動部材と、

それぞれの可動駆動部材に関連付けられ、一端で前記可動駆動部材または前記個々のエーロfoil・セグメントに接続され、反対側の端部で前記固定点に接続される、スプリングの形態の前記付勢手段であって、前記固定点が前記一次翼桁上にあり、前記可動駆動部材が移動可能に前記一次翼桁に接続された点よりも前記エーロfoil・ブレードの前縁に近いようにしてなる、前記付勢手段とを含む、請求項 2 6 に記載の発電装置。

【請求項 2 8】

前記駆動構造はさらに、

前記エーロfoil・ブレードの前記中空内部に配置された二次翼桁であって、前記一次および二次翼桁は、前記エーロfoil・ブレードの前記前縁および前記後縁にそれぞれより近くに配置され、前記二次翼桁は、前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 エーロfoil・セグメントの 1 つまたは他の二次アクチュエータ・ポイントに接続または当接するようにしてなる、二次翼桁と、

一端で前記一次翼桁から延びて、前記二次翼桁に枢動可能に接続される第 2 端部を有する細長い駆動コネクタとを含む、請求項 2 7 に記載の発電装置。

【請求項 2 9】

前記駆動構造体は各エーロfoil・リブ内に構成され、前記一次翼桁は、前記エーロfoil・ブレードの前記第 2 回転軸が作動的に貫通して延在する折り畳み式マストの一部であるかまたは当該マスト上で移動可能である、請求項 2 8 に記載の発電装置。

【請求項 3 0】

前記エーロfoil・ブレードが、( i ) マストがその回りで回転可能である据え付けシャフト、または ( i i ) 前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 端部のそれぞれから延在するスタブマストによって、回転可能に、前記支持構造体上に据え付けられる、請求項 2 9 に記載の発電装置。

【請求項 3 1】

前記支持構造体は、その間に回転可能に据え付けられた前記エーロfoil・ブレードによって離間された一対のディスクであり、さらに前記支持構造体は、前記支持構造体の回転運動を、前記支持構造体の機械的エネルギーを作動可能に電気エネルギーに変換する発電手段を駆動するために引き出すことが作動的に可能である動力取出装置を含む、請求項 3 0 に記載の発電装置。

【請求項 3 2】

第 1 回転軸回りに回転可能である回転可能に据え付けられる支持構造体と、

10

20

30

40

50

前記支持構造体に回転自在に据え付けられ、前記第 1 回転軸に実質的に平行であり、前記第 1 回転軸から半径方向に離間されるそれぞれの第 2 回転軸の回りに前記支持構造体に対して、自由に回転可能な複数のエーロfoil・ブレードであって、

前記支持構造体は、前記エーロfoil・ブレードによりその上に付与され、前記流体流れ方向にそこを通過する前記流体流れから発生する揚力によって、360度回転のサイクルを繰り返すことで駆動可能であり、

前記エーロfoil・ブレードが、前記第 1 回転軸を通る移行ラインが、前記流体流れの方向に対して垂直である前記支持構造体の移行領域内で、

(i) 前記回転サイクルの一次フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードが第 1 方向に揚力を発生させるための、第 1 反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有し、それによって、第 1 回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する、第 1 状態、および

(ii) 前記回転サイクルの二次フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードが第 2 方向に揚力を発生させるための、第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有し、それによって、第 1 回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する、第 2 状態、の間で変形可能または可逆であり、

そしてさらに、前記エーロfoil・ブレードはそこを通過する流体流れにより前記エーロfoil・ブレードに誘起される力に応答して、回転サイクル全体で自由に回転可能であるようにしてなる、複数のエーロfoil・ブレードと、

前記支持構造体の機械的エネルギーを作動可能に電気エネルギーに変換するための発電手段とを含む、発電設備。

#### 【請求項 33】

前記第 1 回転軸を参照して、前記領域は、前記移行ラインを覆う一対の直径方向に対向する移行セクターである、請求項 32 に記載の発電設備。

#### 【請求項 34】

(A) 流体流れに対し支持構造体に回転可能に据え付けられた複数のエーロfoil・ブレードを露出し、それによって、揚力を発生し、第 1 回転軸の回りの前記支持構造体を 360度回転のサイクルを繰り返すように回転自在に駆動するステップと、

(B) 前記第 1 回転軸を通る移行ラインが、前記流体流れの方向に対して垂直である、前記支持構造体の移行領域において、

(i) 前記回転サイクルの一次フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードが第 1 方向に揚力を発生させるための、第 1 反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有し、それによって、第 1 回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する、第 1 状態、および

(ii) 前記回転サイクルの二次フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードが第 2 方向に揚力を発生させるための、第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有し、それによって、第 1 回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する、第 2 状態、の間で、前記エーロfoil・ブレードを変形または反転させるステップと、

(C) 前記支持構造体の機械的エネルギーを電気エネルギーに変換するステップとを含み、

前記エーロfoil・ブレードは、そこを通過する流体流れによって前記エーロfoil・ブレードに誘起される力に応答して前記回転サイクル中、自由に回転可能である、発電方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、発電装置に関する。より具体的には、本発明は、風および/または水の流れのエネルギーを使用可能な電力に変換するための再生可能エネルギー発電装置に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

再生可能エネルギー発電装置はよく知られているが、最も知られた装置は、通常、電力を生成するためのある形式の発電機を駆動するため、風および/または水の流れのエネルギーを往復運動または回転運動の機械的エネルギーに変換する。

## 【 0 0 0 3 】

本発明は、発電機を駆動するため、往復運動を生成するように構成することができるが、回転型運動が、単一方向に、スムーズで、連続的で、少なくとも長時間、運動するという点で、回転型運動が好ましい。

## 【 0 0 0 4 】

風力装置（すなわちタービン）および／または水力装置（すなわち水車）の概念が最初に検討されたとき、ほとんどのそのような装置は、通過する風または水の流れを捕捉するために、比較的大きな表面積を有するブレードを組み込んだ。それによってブレードを流れ方向に駆動し、タービンを駆動した。

## 【 0 0 0 5 】

このような装置の欠点は、ブレードがサイクル全体を通して継続的に駆動を提供していないということである。通常、サイクルは実質的にブレードが流れの方向に駆動される駆動フェーズと、ブレードが流れに逆らって移動し駆動フェーズの開始に戻る戻りフェーズとに分断される。

## 【 0 0 0 6 】

サイクルの戻りフェーズ中に、ブレードは流れに逆らって動き、抗力を生成し、大幅にこれらの装置の効率を低下させる。多くの試みが戻りフェーズ中に発生した抗力の欠点に対処するためになされている。そのような試みの１つは、戻りフェーズ中により少ない抗力を提供する状態にブレードを旋回させることによるものである。

## 【 0 0 0 7 】

別の試みとしては、また本発明に関してはるかに関心があるものは、大表面積抵抗ブレードを、揚力を作成した結果として駆動を生成する翼形ブレード（すなわち、エーロfoilまたはハイドロfoil・ブレード）に変えることである。

## 【 0 0 0 8 】

例えば、Monaghanによって国際特許出願番号PCT/AU2011/0000793（WO2012/000025として公開）で教示されるものなどの既知の翼型タービンまたは水車装置のほとんどは、水車の回転を通じて個々の迎え角を枢軸可能に制御するシステムを有する水車構造に旋回可能に接続された複数の対称断面エーロfoil・ブレードを組み込み、それによって揚力を生成するために、流れの方向に対して正しくブレードを配向する。

## 【 0 0 0 9 】

通常、これらの制御システムでは、内部駆動機構（すなわちブレードとピボット軸との間に伝動装置）により、またはブレードの前縁および／または後縁に外部補助翼を利用して、水車のそれぞれのピボット軸回りにエーロfoil・ブレードを回動させる。

## 【 0 0 1 0 】

しかし、これらの既知の翼型タービンや水車装置に関して少なくとも２つの重大な欠点がある。第一に、制御システム（特に外部タイプ）が過度に複雑であり、特に高い潮流の深海用途で損傷力と腐食性の要素に曝されている。

## 【 0 0 1 1 】

第二に、サイクルを通じて生成される揚力を可能にするために、対称断面エーロfoil・ブレードの使用は、明白な解決策であるように思われる。しかし、対称断面エーロfoil・セクションでは、非対称揚力発生エーロfoil・セクションとは違って、最適な揚力特性を提供しない。

## 【 0 0 1 2 】

このように、従来技術の欠点に対処するために、非対称揚力発生エーロfoil・セクション・ブレードを有するタービン／水車型の装置の必要性がある。しかし、このようなブレードは、回転サイクル全体を通じて、実質的に揚力を生成するように構成可能でなければならない。これは、反転固定形状非対称エーロfoil・セクション・ブレードまたは可逆可変キャンバー・エーロfoil・セクション・ブレードのいずれかを組み込むことによって達成され、後者が望ましいオプションであることが想定される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 1 3 】

また、上記の固定または可変形状非対称エーロfoil・セクション・ブレードのいずれかに反曲キャンバーの取り込みにより、ブレードが、必要な位置にブレードを駆動可能に駆動する必要なく、最適な迎え角に自動的に配向するのを可能にする。そうすることで、必要な制御システムは、単純でエーロfoil・ブレード内に実質的に収容され、外部の損傷力から制御システムを保護するであろうことが想定される。

## 【 0 0 1 4 】

背景目的のために、エーロfoilまたは翼のキャンバーは、エーロfoilの上面と下面の間に存在し、エーロfoilの前縁および後縁（すなわち翼の最前方と最後方）を通過する曲線または直線である平均キャンバー線によって画定することができる。キャンバー線が後縁付近で曲率方向を反転させるエーロfoilは、反曲キャンバー・エーロfoilと呼ばれる。

10

## 【 0 0 1 5 】

反曲エーロfoilは、翼の後縁に回転モーメントを誘発する形状の固有の傾向により、飛行する翼飛行機に使用されるタイプのセクションであり、安定した正の迎え角で翼を維持するために使用されるより伝統的な尾翼表面を、置き換えている。この翼セクションは、飛行翼または混合翼／胴体構成で使用される場合、尾部支材と水平尾翼の省略が大きな要因となり抗力を低減する航空機設計において相当の利点を有する。航空機用途に反曲キャンバー・エーロfoil・セクションによって提供される利点は、タービン型用途に明らかに移転可能である。

20

## 【 0 0 1 6 】

なお、本発明の一部を形成するエーロfoil・ブレードの好ましい実施形態は、発明者が先に出願した、参照により完全に本明細書に組み込まれる国際特許出願番号 P C T / Z A 2 0 1 3 / 0 0 0 0 9 0 ( W O 2 0 1 4 / 0 8 5 8 3 5 ) に記載された翼の発明と機能的に同一または類似であることが理解されるであろう。

## 【 0 0 1 7 】

エーロfoilという用語への言及は、翼、水中翼などの任意の揚力発生部材を含むことが理解されるであろう。

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 1 8 】

発電装置は支持構造体と、前記支持構造体を回転可能に据え付けるための1つまたは複数の据え付け台であって、前記支持構造体が、第1回転軸の回りに前記据え付け台上で回転可能である、据え付け台と、

30

それぞれが前記支持構造体に回転可能に据え付けられ、個々の第2回転軸の回りに前記支持構造体に対し回転自在である複数のエーロfoil・ブレードであって、前記第2回転軸はそれぞれ、前記第1回転軸に実質的に平行であり、前記第1回転軸から半径方向に離間している複数のエーロfoil・ブレードと、

前記支持構造体が360度回転のサイクルを繰り返す際、作動的に駆動可能であるように、前記エーロfoil・ブレードが第1方向に揚力を発生させるための第1揚力エーロfoil・セクションを有し、それによって第1回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する第1状態、および前記エーロfoil・ブレードが第2方向に揚力を発生させるための第2揚力エーロfoil・セクションを有し、前記同じ第1回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する第2状態の間で前記エーロfoil・ブレードの各々を駆動する手段とを含み、

40

前記第1および前記第2揚力エーロfoil・セクションが(i)互いの反転セクションであり、(ii)反曲キャンバー・エーロfoil・セクションであり、故に、使用時に前記エーロfoil・ブレード上に作用する流体流れが、自動的に、前記流体流れの方向に対して前記エーロfoil・ブレードの迎え角を設定し、

50

さらに、前記駆動手段が前記第 1 および前記第 2 状態の間で前記エーロfoil・ブレードを作動可能に変形させるか、または反転させる。

【0019】

通常、前記第 1 および前記第 2 揚力エーロfoil・セクションが互いの部分について鏡像となる。

【0020】

前記発電装置は、さらに、整列状態で前記流体流れの方向に対して前記支持構造体および前記駆動手段を配向させ、それにより、前記駆動手段が、前記回転サイクルに沿って所定の移行領域で前記第 1 および前記第 2 状態の間で、および前記流体流れに対し、個々の移行フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードの変形または反転を、作動的に駆動

10

【0021】

一般に、前記駆動手段および前記支持構造体は、流体流が作動的に前記ハウジングを通過し、前記支持構造体に衝突することができるために、少なくとも前記支持構造体が、入口、出口、およびそれらの間に延在する流路を画定するハウジング内の前記据え付け台に据え付けられた状態で、互いに固定されており、前記ハウジング上に配置され、使用時の前記配向手段が、整列状態で、前記流路が、前記入口が前記出口の上流であるように、前記流体流れの方向に、実質的に整列されるように、前記ハウジングを配向する。

【0022】

あるいは、前記駆動手段は、前記支持構造体に対して回転可能であり、さらに、前記配向手段は、前記駆動手段に接続され、それにより前記駆動手段を前記第 1 回転軸の回りに移動させるので、前記支持構造体および前記駆動手段の両方は、整列した状態で前記流体流れの方向に作動的に配向され、前記駆動手段が前記回転サイクルに沿った前記所定の移行領域でおよび前記流体流れに対し、前記個々の移行フェーズの間で前記エーロfoil・ブレードの変形または反転を作動的に駆動することができる。

20

【0023】

好ましくは、前記配向手段は、前記ハウジングまたは前記駆動手段を前記整列状態に操縦するための 1 つまたは複数のフィンであり、前記駆動手段は、電気、電子的または機械的駆動手段である。前記配向手段は、フィンの代わりに、他の形態であってもよいことが理解されるであろう。例えば、プロペラまたはジェットを整列状態に前記ハウジングおよ

30

び / または前記駆動手段を押すために使用することができる。

【0024】

一般に、前記出口その前記入口との間で前記ハウジング内に画定された前記流路は、前記支持構造体の中または近くに据え付けられる狭窄部を有しており、それによって、前記狭窄部を通過する流れの流量を作動的に増加させる。また、凹部が前記狭窄部にまたはその近くに画定され、それによって、それらが凹部を通過するとき、前記エーロfoil・ブレードによって生成される抗力を低減および / または抗力に対抗してもよい。

【0025】

通常、前記ハウジングは、

( i ) 地面に据え付けられ、それによって、前記ハウジングが整列状態に、作動的に回転するのを可能にし、および / または

40

( i i ) 浮遊し、水没状態で係留され、それによって、前記ハウジングが整列状態に作動的に漂流するのを可能にする。

【0026】

少なくとも前記支持構造体、前記支持構造体上に回転可能に搭載された前記エーロfoil・ブレードおよび前記駆動手段が、駆動セットを構成し、前記ハウジングが、その中に複数の駆動セットを収納可能であることが理解されるであろう。好ましくは、前記ハウジングは、偶数個の逆回転駆動セットを収容し、それによって、前記ハウジングにトルクの影響を最小限にする。

【0027】

50

前記ハウジングは、所定の最大値よりも大きいサイズの固形物および／または海洋動物が、前記ハウジングおよび／または前記ハウジングの前記出口付近のディフューザに入るのを避けるために、前記入口に、またはその近くにガードを含むことができる。

【0028】

通常、機械的駆動手段は、

(i) カム部材と、

(ii) 前記エーロfoil・ブレードの各々に関連する少なくとも1つのカムフォロアであって、前記支持構造体が前記回転サイクルを介して回転するとき、カムフォロアが前記カム部材の形状に沿って乗るように作動的に往復運動するようにしてなる、カムフォロアと、

10

(iii) 前記個々のエーロfoil・ブレードの変形または反転を個々に駆動させるための変形または反転アクチュエータと、

(iv) 前記カムフォロアの往復運動を前記個々のエーロfoil・ブレードの前記変形または反転アクチュエータに伝達し、それによって、前記エーロfoil・ブレードを前記第1または前記第2状態に作動的に保持し、および／または前記移行フェーズの間で前記第1および前記第2状態の間で前記エーロfoil・ブレードを変形させるかまたは反転させる手段とから構成されている。

【0029】

一般に、前記カム部材は、そこを通過して通過する前記第1回転軸を有する前記支持構造体から離れて据え付けられており、前記カムフォロアは、前記支持構造体に据え付けられている。

20

【0030】

好ましくは、前記第1回転軸を通る直径方向軸に渡り、前記支持構造体の直径方向に対向する側の前記エーロfoil・ブレードは、移行フェーズの間で前記第1および前記第2状態の間で変形可能または可逆的である。

【0031】

前記支持構造体の前記エーロfoil・ブレードは、

(i) 前記直径方向軸の第1側面上に横たわりそこから離間し、前記駆動手段によって、前記回転サイクルの一次駆動フェーズ中に前記第1状態に作動的にほぼ保持され、および

30

(ii) 前記直径方向軸の第2側面上に横たわりそこから離間し、前記駆動手段によって、前記回転サイクルの二次駆動フェーズ中に前記第2状態に作動的にほぼ保持されるので、

使用時には、前記回転サイクルは、一次駆動フェーズ・移行フェーズ・二次駆動フェーズ・移行フェーズのシーケンスで構成され、前記駆動フェーズおよび前記移行フェーズは、前記第1回転軸回りに、直径方向の対向する駆動フェーズセグメントおよび前記移行フェーズセグメントに沿って配置されることが理解されるであろう。

【0032】

前記エーロfoil・ブレードが、それぞれ対向する前縁と後縁とを有し、前記エーロfoil・ブレードのそれぞれの前縁が前記エーロfoil・ブレードの後縁の上流になるように、前記エーロfoil・ブレードが直径方向軸の両側に横たわる状態で、前記エーロfoil・ブレードで作用する前記流体流れの力の下で作動的に、自動的に迎え角を設定するように回転する。

40

【0033】

一般に、前記第1回転軸に対し、前記支持構造体は、前記エーロfoil・ブレードが支持される複数の半径方向に延在する支柱を含み、前記エーロfoil・ブレードは前記支柱に回転可能かつ枢動可能に据え付けられ、それにより、前記エーロfoil・ブレードが前記移行フェーズ中に前記反転アクチュエータの駆動の元で反転することを可能にし、さらに、前記エーロfoil・ブレードは、静的反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有する。

50

## 【0034】

通常、前記エーロfoil・ブレードは対向する第1および第2端部を有し、これらの端部に渡って前記前縁および後縁が延び、それによりブレードスパンを画定し、さらに、前記エーロfoil・ブレードは、このようなブレードスパンに渡り、剛性があるかまたは折り畳み可能である。

## 【0035】

本発明の別の実施形態では、前記エーロfoil・ブレードは、変形可能なエーロfoil・セクションを有し、前記駆動手段によって前記エーロfoil・ブレードに駆動するとき、完全または増加的に前記第1および前記第2状態の間で変形することができる。

## 【0036】

前記変形可能なエーロfoil・ブレードの前記エーロfoil・セクションがスライドジョイントを有することができることが理解されるであろう。しかしながら、好ましくは、前記変形可能な前記エーロfoil・ブレードの前記エーロfoil・セクションは、連続した閉ループ形態を有し、前記エーロfoil・セクションの各々は、対向する前縁および後縁で互いに接続または固定された端部を有する第1エーロfoil・セクションおよび第2エーロfoil・セクションを含み、それによって、前記第1および前記第2エーロfoil・セグメントの端部が互いに対して摺動するのを防止し、前記第1および前記第2エーロfoil・セグメントは、前記前縁および前記後縁の間に延在する中立平均キャンパーラインに渡り、それらの長さに沿って互いに離間配置され、前記エーロfoil・ブレードの前記エーロfoil・セクションを形成し、さらに前記後縁は、中立キャンパーラインに渡り自由に移動する。

## 【0037】

(i) 前記変形アクチュエータが前記第1および前記第2状態との間で前記エーロfoil・ブレードを変形させ、

(ii) 前記エーロfoil・ブレードが前記第1および前記第2状態との間で変形するように、第1および第2エーロfoil・セグメントが、前記エーロfoil・ブレードが通過する対称的な移行状態に向けて、前記エーロfoil・ブレードを付勢するのに弾性であり、

(iii) 前記エーロfoil・セグメントの臨界座屈荷重が、前記移行状態と前記第1および前記第2状態の間で前記エーロfoil・セグメントの変形時に前記変形アクチュエータによって前記エーロfoil・セグメントにおいて発生する圧縮荷重よりも大きいので、

前記エーロfoil・ブレードが変形したときに、前記エーロfoil・セグメントの1つの上の2点間の変位が、少なくともそのようなエーロfoil・セグメントに前記圧縮荷重を生成し、このようなセグメントが、前縁よりも後縁寄りに位置する変曲点を有する反曲キャンパーラインを有する前記反曲キャンパー・エーロfoil・セクション形態を採用する場合、直径方向軸の両側の前記エーロfoil・ブレードの後縁は対向方向に向かってフリックされた状態で、このようなエーロfoil・セグメントは、圧縮荷重に抵抗することができることが理解されるであろう。

## 【0038】

一般に、前記第1および前記第2状態におけるエーロfoil・セクションの最大厚さの寸法は、前記移行状態における前記エーロfoil・セクションの最大厚さ寸法よりも大きい。前記第1および前記第2状態のいずれかおよび移行状態の間で最大の厚さの寸法の変化が最大で約4:1であることが達成可能であることが想定される。

## 【0039】

前記第1および/または前記第2エーロfoil・セグメントは、

(i) それぞれが前記前縁および前記後縁との間にまたがる単一のエーロfoil部材から形成され、共同で連続閉ループ・エーロfoil・リブを形成するか、または、

(ii) それぞれが前記前縁および前記後縁との間で末端同士が接続されるか、固定される複数のエーロfoil部材から形成され、共同で、連続閉ループ・エーロfoil・

10

20

30

40

50

リブを形成するか、または、

( i i i ) 前記エーロfoil・ブレードが、可撓性または半剛性の表皮をその上に支持するための細長いエーロfoil・ブレード・フレーム構造を画定するように互いに対して離間された複数のエーロfoil・リブを備え、前記表皮は前記エーロfoil・ブレード・フレーム構造の後縁と一致する後縁を有する連続閉ループ表皮材であるように、連続閉ループ・エーロfoil・リブを形成する単一の一体型エーロfoil部材であるか、または、

( i v ) 前記中立キャンバーラインに渡って、互いに離間した細長いエーロfoil・シェルの対抗する第 1 および第 2 部材であって、第 1 および第 2 部材は、それぞれ、単一のエーロfoil部材であり、複数のエーロfoil部材が、連続閉ループ・エーロfoil・セクションを形成するために、端部同士を連結または固定した、または互いに一体化され、前記シェルの外側表面は、使用中にその上を流体が流動可能である表皮であり、さらに、前記シェルは、自己支持性を有し半剛性であるようにしてなる、細長いエーロfoil・シェルの第 1 および第 2 部材であってもよい。

10

【 0 0 4 0 】

通常、前記エーロfoil・ブレードは、対向する第 1 および第 2 端部を有し、それらに渡って前記前縁および前記後縁が延在し、それにより、ブレードスパンを画定し、さらに前記エーロfoil・ブレードは、ブレードスパン全体で剛性があり、または折り畳み可能である。

【 0 0 4 1 】

20

好ましくは、前記折り畳み可能なエーロfoil・ブレードは、前記エーロfoil・ブレードの前記ブレードスパンに渡り互いに対して離間された複数のエーロfoil・リブを含み、さらに、前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 端部は起立状態の間でお互いに移動可能であり、前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 端部が、互いに遠隔に離間され、それによって、その端部の間におよびその間に離間配置された前記エーロfoil・リブの上に前記表皮材を引き伸ばし、前記エーロfoil・ブレードの前記第 1 および前記第 2 端部が相互に近接し、結果的に前記エーロfoil・リブが互いに上または中に折り畳む。

【 0 0 4 2 】

前記変形アクチュエータは、前記個々のエーロfoil・ブレードの中空内部に実質的に配置され、前記エーロfoil・ブレード上のアクチュエータ・ポイントに接触または接続された駆動構造の 1 つまたは複数の可動駆動部材に作用するように構成されてもよく、前記可動駆動部材は、前記駆動手段および前記変形アクチュエータによって前記可動駆動部材上で駆動するとき、移動可能であり、前記第 1 および前記第 2 エーロfoil・セグメント上の 1 つまたは複数のアクチュエータ・ポイントを変位させるための一次変形力を付与し、それにより、前記エーロfoil・ブレードセクションを、前記移行状態および前記第 1 および / または前記第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクション状態の間で変形する。

30

【 0 0 4 3 】

さらに、前記発電装置は、前記アクチュエータ・ポイントの変位を助けるため、前記一次変形力と共に、二次変形力を付与するための一つ以上の付勢手段を含むことができ、それによって、前記変形アクチュエータの負荷を低減し、前記移行状態と、前記第 1 および / または前記第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクション状態との間で、前記エーロfoil・ブレードを変形させ、前記エーロfoil・ブレードは、弾性的に前記移行状態に付勢される。

40

【 0 0 4 4 】

一般的に、前記一つまたは複数の付勢手段は、前記エーロfoil・ブレードの中空内部の固定点と前記可動駆動部材または前記エーロfoil・ブレード上の可動点の間で作用するバネである。

【 0 0 4 5 】

50

通常、前記駆動構造は、

前記エーロfoil・ブレードの前記中空内部に配置される一次翼桁と、

それぞれが前記一次翼桁に移動可能に接続された第1端部、および前記エーロfoil・ブレードの前記第1および前記第2エーロfoil・セグメントの1つまたは他方の前記アクチュエータ・ポイントに接続されるかまたは当接する第2端部を有する一対の前記可動駆動部材と、

それぞれの可動駆動部材に関連付けられ、一端で前記可動駆動部材または前記個々のエーロfoil・セグメントに接続され、反対側の端部で前記固定点に接続される、スプリングの形態の前記付勢手段であって、前記固定点が前記一次翼桁上にあり、前記可動駆動部材が移動可能に前記一次翼桁に接続された点よりも前記エーロfoil・ブレードの前縁に近いようにしてなる、前記付勢手段とを含む。

10

#### 【0046】

好ましくは、前記駆動構造はさらに、

前記エーロfoil・ブレードの前記中空内部に配置された二次翼桁であって、前記一次および二次翼桁は、前記エーロfoil・ブレードの前記前縁および前記後縁にそれぞれより近くに配置され、前記二次翼桁は、前記エーロfoil・ブレードの前記第1および前記第2エーロfoil・セグメントの1つまたは他の二次アクチュエータ・ポイントに接続または当接するようにしてなる、二次翼桁と、

一端で前記一次翼桁から延びて、前記二次翼桁に枢動可能に接続される第2端部を有する細長い駆動コネクタとを含む。

20

#### 【0047】

より好ましくは、前記駆動構造体は各エーロfoil・リブ内に構成され、前記一次翼桁は、前記エーロfoil・ブレードの前記第2回転軸が作動的に貫通して延在する折り畳み式マストの一部であるかまたは当該マスト上で移動可能である。

#### 【0048】

一般に、前記エーロfoil・ブレードが、(i)マストがその回りで回転可能である据え付けシャフト、または(ii)前記エーロfoil・ブレードの前記第1および前記第2端部のそれぞれから延在するスタブマストによって、回転可能に、前記支持構造体上に据え付けられる。

#### 【0049】

通常、前記支持構造体は、その間に回転可能に据え付けられた前記エーロfoil・ブレードによって離間された一対のディスクであり、さらに前記支持構造体は、前記支持構造体の回転運動を、前記支持構造体の機械的エネルギーを作用可能に電気エネルギーに変換する発電手段を駆動するために引き出すことが作動的に可能である動力取出装置を含む。

30

#### 【0050】

本発明の第2の態様によると、

発電設備が提供される。第1回転軸回りに回転可能である回転可能に据え付けられる支持構造体と、

前記支持構造体に回転自在に据え付けられ、前記第1回転軸に実質的に平行であり、前記第1回転軸から半径方向に離間されるそれぞれの第2回転軸の回りに前記支持構造体に対して、自由に回転可能な複数のエーロfoil・ブレードであって、

40

前記支持構造体は、前記エーロfoil・ブレードによりその上に付与され、前記流体流れ方向にそこを通過する前記流体流れから発生する揚力によって、360度回転のサイクルを繰り返すことで駆動可能であり、

前記エーロfoil・ブレードが、前記第1回転軸を通る移行ラインが、前記流体流れの方向に対して垂直である前記支持構造体の移行領域内で、

(i)前記回転サイクルの一次フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードが第1方向に揚力を発生させるための、第1反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有し、それによって、第1回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する、第1状態、および

(ii)前記回転サイクルの二次フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードが第

50

2 方向に揚力を発生させるための、第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有し、それによって、第 1 回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する、第 2 状態、の間で変形可能または可逆であり、

そしてさらに、前記エーロfoil・ブレードはそこを通過する流体流れにより前記エーロfoil・ブレードに誘起される力に応答して、回転サイクル全体で自由に回転可能であるようにしてなる、複数のエーロfoil・ブレードと、

前記支持構造体の機械的エネルギーを作動可能に電気エネルギーに変換するための発電手段とを含む。

【0051】

本明細書における「実質的に平行」「実質的に垂直」「実質的に整列」とはそれぞれ、平行、垂直、および整列、またはそれらから最大 10 度の差異のあるものを意味すると理解される。

【0052】

前記第 1 回転軸を参照して、前記領域は、前記移行ラインを覆う一対の直径方向に対向する移行セクターである。

【0053】

本発明の第 3 の態様によれば、

(A) 流体流れに対し支持構造体に回転可能に据え付けられた複数のエーロfoil・ブレードを露出し、それによって、揚力を発生し、第 1 回転軸の回りの前記支持構造体を 360 度回転のサイクルを繰り返すように回転自在に駆動するステップと、

(B) 前記第 1 回転軸を通る移行ラインが、前記流体流れの方向に対して垂直である、前記支持構造体の移行領域において、

(i) 前記回転サイクルの一次フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードが第 1 方向に揚力を発生させるための、第 1 反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有し、それによって、第 1 回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する、第 1 状態、および

(ii) 前記回転サイクルの二次フェーズの間で、前記エーロfoil・ブレードが第 2 方向に揚力を発生させるための、第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクションを有し、それによって、第 1 回転方向に前記支持構造体にトルクを付与する、第 2 状態、の間で、前記エーロfoil・ブレードを変形または反転させるステップと、

(C) 前記支持構造体の機械的エネルギーを電気エネルギーに変換するステップとを含み、前記エーロfoil・ブレードは、そこを通過する流体流れによって前記エーロfoil・ブレードに誘起される力に応答して前記回転サイクル中、自由に回転可能である、発電方法を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0054】

本装置、システム、および方法のこれらおよび他の特徴および利点は、明細書、特許請求の範囲および添付の図面を参照することにより、よりよく理解されるようになるであろう。

【0055】

【図 1】図 1 は、本発明に係る発電装置の駆動セットの第 1 実施形態の斜視図である。

【図 2】図 2 は駆動セットの上面図である。

【図 3】図 3 A ~ 3 C は、対称移行エーロfoil・セクション状態ならびに第 1 および第 2 反曲キャンバー・エーロfoil・セクション状態の各々を描いたエーロfoil・ブレードの断面上面図である。

【図 4】図 4 は、図 3 A ~ 3 C のエーロfoil・セクションを変形させるための駆動手段の上面図である。

【図 5】図 5 は、エーロfoil・シェルまたは表皮材が除去された状態のエーロfoil・ブレードの斜視図であり、それによって、エーロfoil・ブレード内に収容されたアクチュエータ構造体を示す。

【図 6】図 6 A ~ 6 C は、各々のエーロfoil・セクションを変形させるための代替の

駆動手段と共に、対称移行エーロfoil・セクション状態ならびに第1および第2反曲キャンバー・エーロfoil・セクション状態の各々を、描いたエーロfoil・ブレードの断面上面図である

【図7】図7は、本発明に係る発電装置の駆動セットの第2実施形態の上面図である。

【図8】図8は、図7の駆動セットの第2実施形態の側面図である。

【図9】図9は、本発明に係る発電装置の駆動セットの第3の実施形態の斜視図である。

【図10】図10は、図9の駆動セットの上面図である。図10は、エーロfoil・シェルまたは表皮材をそこから除いた状態のエーロfoil・ブレードの斜視図であり、それによって、エーロfoil・ブレード内に収容されたアクチュエータ構造体を示す。

【図11】図11は、駆動セットがハウジング内に収容された状態で、本発明の発電装置の好適な実施形態の斜視図である。

【図12】図12は、一对の駆動セットがお互いに隣接する状態で、図11の発電装置の代替実施形態の斜視図である。

【図13】図13は、発電装置が設置されている船の側面図である。

【図14】図14は、図13の船の断面上面図である。

【図15】図15は、折り畳み可能なエーロfoil・ブレードが直立した状態で、複数の発電装置が据え付けられた状態のヨットの側面図である。

【図16】図16は、発電装置の折り畳み可能なエーロfoil・ブレードが折り畳まれた状態にある図15のヨットの側面図である。

【図17】図17は、直立した折り畳み可能なエーロfoil・ブレードの側面図である。

【図18】図18は、折り畳まれた状態の図17の折り畳み可能なエーロfoil・ブレードの側面図である。

【図19】図19は、エーロfoil・ブレードセットが第2回転軸回りに据え付けられた複数のエーロfoil・ブレードを含む状態の、発電装置の代替実施形態の上面図である。

【0056】

本発明の好ましい実施形態に係る発電装置は、参照符号10で図1および図2に全体として指定されている。発電装置10は、少なくとも支持構造体12A、12Bと、支持構造体12A、12Bに枢動可能に据え付けられた複数のエーロfoil・ブレード14と、第1および第2完全可逆反曲キャンバー・エーロfoil・セクション状態の間でエーロfoil・ブレード14の変形を駆動させる手段60とを含む。

【0057】

この説明のために、エーロfoil・ブレード14が各々の第2回転軸「Q」回りに支持構造体12A、12Bに対し自由に回転可能な状態で、前述の支持構造体12A、12B、エーロfoil・ブレード14および駆動手段は、前記第1回転軸「C」を中心に回転可能な駆動セット16を共に形成する。

【0058】

駆動セット16は、実質的に垂直な前記第1回転軸「C」を中心として回転可能であるように図面に示されているが、駆動セット16は、第1回転軸「C」が実質的に水平、または任意の他の角度であるように構成されても良いことを理解されよう。

【0059】

支持構造体12A、12Bは、エーロfoil・ブレード14によって互いに離間配置される一对の円盤状の車輪構造12Aおよび12Bを有するものとして示されているが、支持構造体は、円盤形状あるいはその他の1つだけの車輪構造で構成されてもよいことが理解されるであろう。例えば、車輪構造は、円盤状である代わりに、エーロfoil・ブレード14が、前記第1回転軸「C」とリング状の部材の間に延在する複数の半径方向に接続するアームで枢動可能に支持されたリング状の部材であってもよい。

【0060】

図2を参照して、エーロfoil・ブレード14の各々は、枢動可能に支持構造体12

10

20

30

40

50



A、12Bに据え付けられ、そこを通過する流体流れのエネルギーを、繰り返し360度回転サイクル「R」を介して、支持構造体12A、12Bを機械的駆動するための揚力「L」に操作可能に変換する用に構成できる。

【0061】

回転サイクル「R」は、「使用中」流体流れの方向「D」および少なくとも2つの軸、（すなわち実質的に流体流れ「D」に一致している一次直径方向軸「P-P」と実質的に、一次直径方向軸「P-P」および流体流れの方向「D」に垂直である二次直径方向軸「S-S」の2つの軸を使って、配列状態にある支持構造体12Aを参照して、最適に説明される。

【0062】

画定された一次および二次直径方向軸の「P-P」、「S-S」を参照して、回転サイクル「R」は、実質的に一次フェーズ「R<sub>p</sub>」および二次直径方向軸「S-S」による二次フェーズ「R<sub>s</sub>」に分割されている。

【0063】

回転サイクル「R」の一次フェーズ「R<sub>p</sub>」の間に、エーロfoil・ブレード14が駆動手段により第1状態に変形可能であり、エーロfoil・ブレード14は、第1反曲キャンバー・エーロfoil・セクション形態14<sup>I</sup>Aを取る。第1状態14<sup>I</sup>Aで、エーロfoil・ブレード14上を通過する流体流れに応答して、そして、反曲キャンバー・エーロfoil・セクションの特性および特にエーロfoil・セクション14<sup>I</sup>Aのモーメントを誘起するそれらの後縁20の能力の結果として、エーロfoil・ブレード14がその第2軸「Q」の回りを自由に回転し、自動的に流体の流れの方向「D」に対し、迎え角を設定し、作動可能に第1方向「L<sub>p</sub>」に揚力を生成する。

【0064】

後述するエーロfoil・ブレード14の第2状態との比較の目的のために、第1反曲キャンバー・エーロfoil・セクション形態14<sup>I</sup>Aが、後縁20がフリックされるかまたは第1方向「L<sub>p</sub>」に向かう傾向がある状態で、第1方向「L<sub>p</sub>」から離れる傾向にある前縁18を有していることが理解されるであろう。

【0065】

回転サイクル「R」の二次フェーズ「R<sub>s</sub>」の間に、エーロfoil・ブレード14が駆動手段により第2状態に変形可能であり、エーロfoil・ブレード14は、第2反曲キャンバー・エーロfoil・セクション形態14<sup>I</sup>Bを取る。同様に第2状態14<sup>I</sup>Bのエーロfoil・ブレード14上を通過する流体流れに応答して、エーロfoil・ブレード14が自由に第2軸「Q」の回りを回転し、自動的に流体の流れの方向「D」に対して迎え角を設定し、作動可能に第2方向「L<sub>s</sub>」に揚力を発生させる。

【0066】

第2反曲キャンバー・エーロfoil・セクション形態14<sup>I</sup>Aが、後縁20がフリックされるかまたは第2方向「L<sub>s</sub>」に向かう傾向がある状態で、第2方向「L<sub>s</sub>」から離れる傾向にある前縁18を有しており、第1反曲キャンバー・エーロfoil・セクション形態14<sup>I</sup>Aと比較して反転セクションである。支持構造体12A、12Bの直径方向両側で、エーロfoil・ブレードの第1および第2状態14<sup>I</sup>A、14<sup>I</sup>Bは、実質的に互い鏡像であり、揚力「L<sub>p</sub>」、「L<sub>s</sub>」は、実質的に反対方向である。

【0067】

増加的に可変のエーロfoil・セクションを有するエーロfoil・ブレード14で、本発明の実施形態を構築することが可能であるが、エーロfoil・セクションが、第1および第2状態14<sup>I</sup>A、14<sup>I</sup>B間で完全に変形されていることが好ましい。

【0068】

一般に、第1回転軸「C」は、一次および二次直径方向軸「P-P」、「S-S」の両方に対して、横方向に、好ましくは実質的に垂直に配向される。

【0069】

使用時には、作動可能に第1方向「L<sub>p</sub>」のエーロfoil・ブレード14によって生

10

20

30

40

50

成された揚力が、第 1 時計回りまたは反時計回りの回転方向「R」に、第 1 回転軸「C」の回りに、支持構造体 12 A の回転を誘起し、作動可能に第 2 方向「L<sub>S</sub>」にエーロfoil・ブレード 14 によって生成された揚力が、同じ第 1 時計回りまたは反時計回りの回転方向「R」に、第 1 回転軸「C」回りに支持構造体 12 A の回転を誘起する。

【0070】

揚力が、一定の方向に支持構造体 12 A の回転を維持するために実質的に方向を変えてエーロfoil・ブレード 14 によって生成されるために、エーロfoil・ブレード 14 の変形が第 1 および第 2 状態 14<sup>I</sup> A、14<sup>I</sup> B の間で、回転サイクル「R」中のある点で、すなわち、移行フェーズ「R<sub>T</sub>」中に、移行しなければならない。移行フェーズは、支持構造体 12 A、12 B に渡り、お互い直径方向に対向する移行領域またはセクター内で、完全回転サイクル「R」中で二度、つまり実質的に一次および二次フェーズ「R<sub>P</sub>」、「R<sub>S</sub>」のそれぞれの最後で生じる。

【0071】

移行フェーズ「R<sub>T</sub>」の間に、エーロfoil・ブレード 14 は、実質的に中立で対称エーロfoil・セクション形状 14<sup>I</sup> を取り、これに向かってエーロfoil・ブレード 14 は、理想的に付勢される。回転サイクル「R」を通して、エーロfoil・ブレード 14 は、個々の第 2 回転軸「Q」回りに自由に回転可能であり、それによって前縁 18 を流体流れの方向「D」に方向づけ、連続的に、個々の迎え角を調整する。

【0072】

エーロfoil・ブレード 14 が変形される方法、より具体的には採用される駆動手段の構成は、多くの異なる形態を取ることができることが理解されるであろう。

【0073】

図 4 と合わせ、図 3 A ~ 図 3 C は、駆動手段 60 の一つの可能性のある構成を説明する。駆動手段 60 の多くの構成要素は、エーロfoil・ブレード 14 の容積「V」内に収容されるので、外部ストレスおよび腐食要素から保護される。

【0074】

駆動手段 60 は、支持構造体 12 A、12 B 上に位置するカム部材 62、その上に据え付けられた 1 つまたは複数のカムフォロア 66 を有するベースプレート 64 を備える。ベースプレート 64 は、カムフォロア 66 がカム部材 62 の形状に沿って乗るように構成して、それぞれのエーロfoil・ブレード 14 がその上またはその回りに回転可能であるシャフト 65 に据え付けられている。

【0075】

駆動手段 60 は、複数のトラスの形態で、ベースプレート 64 および第 1 および第 2 エーロfoil・セグメント 24、26 の 1 つまたは複数のアクチュエータ・ポイント 70、72 に接続されたアクチュエータ構造体 68 を備える。

【0076】

ベースプレート 64 は、レバーアーム 74 によって、第 1 端部でベースプレート 64 に枢動可能に接続され、第 2 端部で、枢動可能にそれぞれのアンカー部材 76 A、76 B に接続されるアクチュエータ・ポイント 70、72 に接続される。アンカー部材は、図 3 A ~ 3 C および図 4 に示すように、各アクチュエータ・ポイント 70、72 に渡って接続または固定される。

【0077】

アクチュエータ構造体 68 は、一次および二次トラス部材 68 A、68 B から構成されている。一次トラス部材セット 68 A は、実質的に V 形態に構成された少なくとも一対のトラス部材で構成され、枢動可能に第 1 端部でそれぞれのアクチュエータ・ポイント 70 A、70 B に接続され、枢動可能に第 2 端部で個々のアンカー部材 76 B のピボットポイント 78 B に接続される。

【0078】

同様に、二次トラス部材 68 B は、実質的に V 形状に構成された少なくとも一対のトラス部材で構成され、枢動可能に第 1 端部でそれぞれのアクチュエータ・ポイント 72 A、

10

20

30

40

50

7 2 B に接続され、枢動可能に第 2 端部で個々のアンカー部材 7 6 A のピボットポイント 7 8 A に接続される。

【 0 0 7 9 】

図 5 を参照して、アクチュエータ構造体は、複数の一次および二次トラス部材 6 8 A、6 8 B から構成されている。トラス部材は、エーロfoil・シェルまたは表皮材を支持可能なトラス格子を作成するために、エーロfoil・ブレード 1 4 の長さに沿って互いに対して離間配置されることが理解されるであろう。

【 0 0 8 0 】

図 3 A ~ 3 C および図 4 を再び参照し、カム部材 6 2 とベースプレート 6 4 との間で使用中の相対的な動きは、アクチュエータ構造体 6 8 の変位を引き起こし、結果的に第 1 および第 2 エーロfoil・セグメント 2 4、2 6 の 1 つまたは複数のアクチュエータ・ポイント 7 0 A、7 0 B、7 2 A、7 2 B 間の相対変位を引き起こす。

【 0 0 8 1 】

このように、図 3 A に示すように、エーロfoil・ブレード部 1 4<sup>I</sup> は、それぞれ、図 3 C および図 3 B に示すように、反曲キャンバー・エーロfoil・セクション 1 4<sup>I</sup> A、1 4<sup>I</sup> B に変形可能であり、故に、エーロfoil・ブレード 1 4 は、使用中反曲キャンバー・エーロfoil・セクションによって生成される回転力の元で（すなわち舵力）、自動的に流体の流れの方向「D」に対して迎え角を設定するようにそれぞれの第 2 回転軸「Q」回りに回転可能である。

【 0 0 8 2 】

使用時に、カム部材 6 2 の向きが、流体流れの方向「D」に対して変化するように、カム部材 6 2 は、支持構造体 1 2 A、1 2 B に固定されている。

【 0 0 8 3 】

エーロfoil・ブレード 1 4 のエーロfoil・セクション形状 1 4<sup>I</sup> により、使用中、そこを通過する流体流れは、構造体 1 2 A、1 2 B が第 1 回転軸「C」を中心に回転するとき、エーロfoil・ブレード 1 4 が流体流れの方向を向いて実質的に維持するように、個々の第 2 回転軸「Q」回りにエーロfoil・ブレード 1 4 に第 1 回転力を生じさせる。

【 0 0 8 4 】

第 2 回転力は、使用中に、駆動手段 6 0 によってエーロfoil・ブレード 1 4 に加えられ、第 1 および第 2 回転力との間の合力は、結果的に、カム部材 6 2 とカムフォロア 6 6 を有するベースプレート 6 4 との間の相対運動を生じせ、結果として、アクチュエータ構造体 6 8 を変位させ、エーロfoil・セクション 1 4<sup>I</sup> を変形させる。

【 0 0 8 5 】

図 6 A ~ 6 C、図 7 および図 8 は、発電装置 1 1 0 のバージョンで、同じ参照番号は同じ構成要素を指定して、駆動手段 1 6 0 について好ましい代替実施形態を示し、支持構造体 1 1 2 A は作動的に上方に延在するエーロfoil・ブレード 1 1 4 を有する単一のベースユニットから形成される。

【 0 0 8 6 】

駆動手段は、支持構造体 1 2 A に対し固定された向きか（図 1 1 に示されるように、液体の流動媒体の適用の場合のように）、または前記第 1 回転軸「C」回りに回転可能な（図 6 ~ 8 に示すように液体または空気の流動媒体の適用の場合のように）どちらかに、支持構造体 1 1 2 A から離れて据え付けられるカム部材 1 6 2 を含む。

【 0 0 8 7 】

カムフォロア 1 6 6 は、支持構造体 1 1 2 A に据え付けられ、カム部材 1 6 2 の形状に沿って乗るように適合された第 1 端部、およびカムフォロア 1 6 6 の機械的動作を伝達するための手段 1 6 7 からエーロfoil・ブレード 1 1 4 の各々におけるアクチュエータ構造体 1 6 8 を駆動させるための変形アクチュエータ（図示せず）まで延在する第 2 端部を有する。

【 0 0 8 8 】

10

20

30

40

50

変形アクチュエータは、通常、それぞれのエーロフォイル・ブレード 114 のところまたはその近くで設置可能であり、伝達手段 167 は、カムフォロア 166 の機械的作用を変形アクチュエータに伝達する任意の手段であってもよいことが理解されるであろう。

【0089】

例えば、変形アクチュエータは、サーボモータ、油圧アクチュエータまたは空気圧アクチュエータの形態であってもよい。同様に、伝達手段 167 は、機械的リンケージ、油圧アクチュエータや空気圧アクチュエータの形態であってもよい。

【0090】

使用において、支持構造体 112A は、第 1 回転軸「C」の回りに回転するとき、カム部材 162 の形状に追従するカムフォロア 166 が前後に往復運動し、そのことで、往復機械的動作が伝達手段 167 に誘起される。

10

【0091】

添付の図面には示されていないが、伝達手段 167 に誘起される機械的作用は、次に、それぞれのエーロフォイル・ブレード 114 の変形アクチュエータに伝達され、アクチュエータ構造体 168 に作用し、特に、レバーアームの形態の可動駆動部材 174A、174B に作用する。

【0092】

アクチュエータ構造体 168 は、さらに、レバーアーム 174A、174B のそれぞれが、第 1 端部で、枢動可能に接続された一次翼桁 169 を含む。レバーアーム 174A、174B の各々の第 2 端部は、一方もしくは他方のアクチュエータ・ポイント 170A、172A に各々接続される。

20

【0093】

使用中、および駆動中に、レバーアーム 174A、174B は、中立キャンバーライン N から離れて円弧状に移動するように強制され、それにより、アクチュエータ・ポイント 170A、172A の変位を引き起こすように、それぞれのアクチュエータ・ポイント上に、一次変形力を付与し、結果的に、移行状態の対称エーロフォイル・セクション 114<sup>I</sup> の変形が、第 1 または第 2 状態 114<sup>I</sup>A、114<sup>I</sup>B になる。

【0094】

アクチュエータ構造体 168 は、さらに、それぞれのアクチュエータ・ポイント 170A、172A の変位を補助するために、一次変形力と合わせて、二次変形力を付与するために、レバーアーム 174A、174B の各々に関連付けられたばねの形態の 1 つあるいは複数の付勢手段 171 を含む。

30

【0095】

好ましくは、固定点が、レバーアーム 174A、174B が枢動可能に一次翼桁 169 に接続されるポイントよりもエーロフォイル・ブレード 114 の前縁 118 に近い状態で、スプリング 171 は、第 1 端部で、個々のアクチュエータ・ポイント 170A、172A またはレバーアーム 174A、174B の 1 つまたは他方と接続し、対向する第 2 端部で、一次翼桁 169 上の各固定点と接続する。このようにして、エーロフォイル・セクション 114<sup>I</sup> に付与される二次変形力は、エーロフォイル・セクション 114<sup>I</sup> が、第 1 および第 2 状態 114<sup>I</sup>A、114<sup>I</sup>B に近づいて変形するとき、増加する。

40

【0096】

スプリング 171 はプリロード装置として作用し、それによって駆動手段 160 および / または変形アクチュエータのアクチュエータ・ポイント 170A、172A を変位させるための負荷を軽減する。添付の図面に示されている付勢手段 171 は、引張力などの二次変形力を付与するように構成されているが、圧縮力を付与するように構成されてもよいことが理解されるであろう。ここで、例えば、固定点は、レバーアーム 174A、174B が枢動可能に一次翼桁 169 に接続されるポイントよりもエーロフォイル・ブレード 114 の前縁 118 から遠く、そしてスプリングは、独立したコイルスプリング、または油圧または空気圧ダンパーの上に嵌め合うコイルスプリングである。

【0097】

50

駆動手段 168 を解除するとき、エーロfoil・ブレード 114 は、弾性的にその対称移行状態 114<sup>I</sup> に戻り、固有の弾性力は、付勢手段 171 の少なくとも二次変形力と実質的に同じかそれに打ち勝つように作用する。

【0098】

エーロfoil・ブレードの変形を補助するために、アクチュエータ構造体 168 は、好ましくは、細長い駆動コネクタ 175 によって一次翼桁 169 に接続される二次翼桁 173 を含む。二次翼桁 173 は、レバーアーム 174 A、174 B が接続されるアクチュエータ・ポイント 170 A、172 A に比べて、エーロfoil・セクション 114<sup>I</sup> の後縁 120 により近くに配置されるアクチュエータ・ポイント 170 B、172 B に渡って、枢動可能に接続される。

10

【0099】

カム部材 162 は、支持構造体 112 A がグラウンド、川底や海底 200 に装着される場合の用途において、第 1 回転軸「C」を中心に回転可能である場合、発電装置 110 は、さらに、駆動手段 160 および特に、カム部材 162 を正確に流体流れの方向「D」に対して整列状態に配向するための手段 177 を含む。

【0100】

整列した状態で、エーロfoil・ブレード 114 が第 1 および第 2 状態 114<sup>I</sup> A、114<sup>I</sup> B の間移行する場所またはその近くの二次直径方向軸「SS」は、流体の流れの方向「D」に対して実質的に垂直に位置するように配向されている。好ましい実施形態では、配向手段 177 は、カム部材 162 に取り付けられ、第 1 回転軸「C」回りに回転可能なフィン付属物である。

20

【0101】

発電装置は、支持構造体の機械的エネルギーを動作可能に電気エネルギーに変換する発電手段を含む。発電手段は、直接に駆動セット 16 の発電を誘起する据え付け磁石および / または電磁気を含む、多くの異なる方法で構成することができる。あるいは発電機を駆動するための動力取出装置を有してもよい。

【0102】

また、図示しないが、発電装置は、さらに、少なくとも、流体流れの速度を感知する複数のセンサを含むことができる。流体流れの速度が所定の最大値を超えると、駆動手段 60、160 は、例えば、クラッチ機構と切り離されても良い。故に、エーロfoil・ブレード 14、114 の全ては、揚力を発生しない対称エーロfoil・セクションに戻り、従って、支持構造体 12、112 にはトルクが発生しない。

30

【0103】

以下の説明は、本発明 10 の第 1 実施形態の構成要素を参照するが、具体的に除外されない限り、説明は、同様に、本発明 110 の第 2 実施形態に適用されることが理解されるであろう。

【0104】

エーロfoil・ブレード 14 は、自動的に反曲キャンバー・エーロfoil・セクションによって生成される「ラダリング（操舵）」または「ウェザーコッキング（風見鶏現象）」効果の結果として、すなわち、すなわち、後縁 20 が 1 つのまたは他の方向にフリックされる結果として自動的に迎え角を設定することが可能であることは理解されるであろう。

40

【0105】

エーロfoil・ブレード 14 の各々のエーロfoil・セクション 14<sup>I</sup> は、対向する中立前縁および後縁 18、20 で互いに接続されるか、または固定される端部を有する第 1 エーロfoil・セグメント 24 および第 2 エーロfoil・セグメント 26 含み、それによって、第 1 および第 2 エーロfoil・セグメント 24、26 の端部が互いに対して摺動するのを防ぐ。

【0106】

第 1 および第 2 エーロfoil・セグメント 24、26 は、中立の前端および後端 18

50

、20との間に延在する中立平均キャンパーライン「N」に渡ってその長さに沿って互いに離間されており、エーロfoil・ブレード14の中立エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>を形成し、後縁20は、中立キャンパーライン「N」に渡り自由に移動する。

【0107】

第1および第2エーロfoil・セグメント24、26は、通常、初期の静止したエーロfoil・セクション14<sup>I</sup>、(前述では、対称移行状態と呼んだ)に向かってエーロfoil・ブレード14を付勢するのに弾力的である。さらに、エーロfoil・セグメント24、26の臨界座屈荷重は、中立エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>および反曲キャンパー・エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>A、14<sup>I</sup>Bの間でエーロfoil・ブレード14を変形させるアクチュエータによってエーロfoil・セグメント24、26内で生成された圧縮荷重よりも大きい。故に、エーロfoil・ブレード14がアクチュエータによって変形されると、エーロfoil・セグメントの一つまたは両方の2点間の変位が、少なくともそのようなエーロfoil・セグメントに圧縮荷重を発生させ、この圧縮荷重に抵抗するエーロfoil・セグメントの能力により、このようなセグメントが変曲点を持つ形態を採用するようにし、これにより、エーロfoil・ブレード14が反曲キャンパー・エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>A、14<sup>I</sup>Bを形成するようにする。

10

【0108】

図1および図8を参照し、エーロfoil・ブレード14のそれぞれは、対向する第1および第2端部28、30を含み、それらに渡って前縁および後縁18、20がおよぶ。エーロfoil・ブレード14は、少なくとも支持構造体12Aのベース部材に枢動可能に据え付けられ、好ましくは、エーロfoil・ブレード14それぞれのスパンを通過するマスト(図示せず)上の、または対向する第1および第2端部28、30のそれぞれから外側に通過するスタブマスト(図示せず)上の作動的に上側部材12Bにも据え付けられる。

20

【0109】

好ましくは、マストまたはスタブマストはエーロfoil・ブレード14の後縁20に対してよりも、前縁18の近くに配置され、エーロfoil・ブレードが、個々の第2回転軸「Q」の回りに要求される迎え角に自由に回転するのを可能にする。第2回転軸「Q」は第1回転軸「C」に実質的に平行であり、半径方向に離間している。

30

【0110】

流体流れがエーロfoil・ブレード14の両端28、30の上にこぼれるのに対抗するために、端部の各々は、エンドプレート22で終端する。あるいは、支持構造体12A、12Bは、それ自体がエーロfoil・ブレード・エンドプレートを兼ねることができる。

【0111】

エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>の変形時、エーロfoil・セグメント24、26の1つの2点間の変位は、これら2点間の距離の減少、およびその結果、エーロfoil・セグメント24、26の他方の2つの基準点間の距離の増加、そして、故に、エーロfoil・セグメント24、26の曲げをもたらすことが理解されるであろう。曲げと合わせて、この圧縮と引張荷重の寄与により、エーロfoil・ブレード14が、駆動手段と変形アクチュエータによる変形を介して、反曲キャンパー・エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>A、14<sup>I</sup>Bを形成する。

40

【0112】

第1および/または第2エーロfoil・セグメント24、26は、それぞれ、前縁および後縁18、20間にまたがる単一のエーロfoil部材から形成されてもよく、または前縁および後縁18、20間で端と端を接続されるかまたは固定される複数のエーロfoil部材から形成され、共同で連続閉ループ・エーロfoil・リブを形成してもよい。第1の代替の実施形態では、第1および/または第2エーロfoil・セグメント24、26は、連続閉ループ・エーロfoil・リブを形成する単一の一体型エーロfoil部材であってもよい。

50

## 【0113】

一般に、エーロfoil・ブレード14は、流体が流動可能に使用されて、その上の表皮を支持する細長いエーロfoil・ブレード・フレーム構造を画定するために互いに対して離隔した複数のリブから形成されてもよい。その表皮はエーロfoil・ブレード・フレーム構造の後縁と一致する後縁を有する連続閉ループ表皮材28である。

## 【0114】

通常、表皮材32は、エーロfoil・セグメントと独立してまたは一緒に、初期の静止セクション14<sup>I</sup>に向けて、エーロfoil・ブレード14を付勢するために、半剛性であり、弾性的である。表皮材32はさらに、エーロfoil・セグメント24、26それに類似の臨界座屈荷重を有する。

10

## 【0115】

別の実施形態では、第1および第2エーロfoil・セグメントは中立キャンバーラインに渡って互いに離隔した細長いエーロfoil・シェルの対向する第1および第2部材であってもよい。第1および第2部材は、それぞれが単一のエーロfoil部材である。複数のエーロfoil部材は、連続閉ループ・エーロfoil・セクションを形成するために互いに接続または固定、あるいは一体化している。さらに、シェルの外側表面は、使用時に流体がその上を流れることができる表皮32である。好ましくは、シェルは、自立し、半剛性である。

## 【0116】

一般に、シェルの材料は、好ましくは剛性であり、シート状の材料、例えば、抗力を最小限にするために滑らかな表面仕上げを有するステンレス鋼または複合材料などの強度のある、防錆シート状材料である。

20

## 【0117】

好ましくは、反曲キャンバー・エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>A、14<sup>I</sup>Bは、エーロfoil・セグメント24、26を有するアンダーキャンバー揚力エーロfoil・セクションである。その中で、アンダーキャンバーは、エーロfoil・セクションが、中立のエーロfoil・セクション14<sup>I</sup>から連続的に変形している状態で、ますます緊密な凹形状を想定して形成されている。より好ましくは、想定凹形状は、その最大の厚さ「M」のゾーン内または近くのエーロfoil・セクションの位置に形成されている。

## 【0118】

30

反曲キャンバー・エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>A、14<sup>I</sup>Bの変形セグメント24、26に沿って形成された変曲点の位置は、エーロfoil・セクションの変形の異なる程度に応じて異なることができる。反曲キャンバー・エーロfoil・セクションの変形セグメント内の変曲点は、好ましくは、前縁および後縁18、20の間でその上に画定される単一の変曲点であり、連続正弦波形状を画定する。

## 【0119】

さらに、エーロfoil・セクションは、前縁18が、中性のキャンバー線「N」の一侧に変形され、後縁20が、それぞれ反曲キャンバー・エーロfoil・セクション14<sup>I</sup>A、14<sup>I</sup>Bを形成するために、中性キャンバー線「N」の反対側に変形されるように、変形可能である。

40

## 【0120】

添付の図面3、4に示すように、発電装置210のさらに別の実施形態によれば、同じ参照符号は同じ構成要素を示し、エーロfoil・ブレード214は、変形を介して可変である代わりに、静的な反曲キャンバー・エーロfoil・セクション214<sup>I</sup>である。

## 【0121】

エーロfoil・ブレード214は、個々の可逆支持下部構造213に枢動可能に支持され、可逆支持下部構造213は、支持構造体212に枢動可能に接続される。

## 【0122】

発電装置210のこの実施形態では、第1実施形態10と同様に、作用するが、エーロfoil・セクション214<sup>I</sup>が、静的反曲キャンバー・エーロfoil・セクション

50

である場合、同方向に回転する支持構造体 2 1 2 を維持するために、回転サイクルの一次フェーズ「 $R_p$ 」および二次フェーズ「 $R_s$ 」の間で生成された、揚力「 $L$ 」の方向を変更するためにその形状を変形させることは不可能であることが理解されよう。

【0123】

従って、移行フェーズ  $R_T$  の間で、エーロfoil・ブレード 2 1 4 は支持構造体 2 1 2 に対し枢動可能に 180 反転され、それにより、エーロfoil・ブレード 2 1 4 が、回転サイクル「 $R$ 」の一次フェーズ「 $R_p$ 」と二次フェーズ「 $R_s$ 」の間で動くとき、エーロfoil・ブレード 2 1 4 による揚力「 $L$ 」が発生する方向を効果的に逆転する。

【0124】

第 2 実施形態の発電装置 2 1 0 に関して、駆動手段は、本発明の第 1 実施形態の場合のようにエーロfoil・ブレード 2 1 4 を変形させる代わりに、支持構造体 2 1 2 に対し、支持基礎構造材 2 1 3 を反転する。

10

【0125】

発電装置（すなわち、両方の実施形態の）さらに、少なくとも以下のさらなるセンサを含む。：駆動セットの回転速度を測定する速度測定センサ；流体流れの方向を測定するためのセンサ；回転サイクル「 $R$ 」の周りのエーロfoil・ブレードの位置を測定するためのセンサ；電力の生成を測定するためのセンサ（すなわち、ボルトメーター、アンペアメーターなど）；切迫した気象条件を測定するための気象センサ；エーロfoil・ブレード上のひずみを測定するためのひずみセンサやゲージ；損傷を引き起こす可能性がある発電装置への打撃を記録するための衝撃や G 力センサ、および視覚的にデバイスの動作を監視するためのカメラ。

20

【0126】

上記知能が発電装置 1 0 に内蔵されている場合、機械的駆動手段および配向手段を使用する代わりにそのような手段は、電子的であってもよいことが理解されるであろう。例えば、駆動構造は、その位置センサによって検知された位置に対応する反曲キャンバー・エーロfoil・セクションにエーロfoil・ブレードのエーロfoil・セクションを変形させるか、反転させるために、電子的に駆動させることができる。

【0127】

発電装置 1 0 の用途は膨大であることがさらに理解されるであろう。例えば、駆動セット 1 6 は、使用中、風、熱および水の流れまたは電流で駆動されることが可能である。

30

【0128】

発電装置 1 0 の効率をさらに向上するために、図 1 1 に示すように、1 つまたは複数の駆動セット 1 6 を特別の目的で作られたハウジング 3 4 内に装着することができる。ハウジング 3 4 は、エーロfoil・ブレード 1 4 に衝突するよう流体流れ、「 $D$ 」を導くための流体流路 3 6 を画定する。流体流路 3 6 は、流体流路 3 6 の入口 3 8 と出口 4 0 の中間に位置する駆動セット 1 6 で入口 3 8 との出口 4 0 を画定する。

【0129】

駆動セット 1 6 に衝突する流体流れをスピードアップするために、流体流路 3 6 は、入口 3 8 と実質的に駆動セットの近傍の出口 4 0 との間で、狭窄部 4 2、通常、ベンチュリを画定する。流体流路 3 6 は、狭窄部 4 2 においてまたはその近傍で、その中に、逆渦を作成するための外側に延在する凹部 4 4 を画定し、よって移行フェーズ  $R_T$  中にエーロfoil・ブレード 1 4 によって生成される抗力を減少させる、および / または抗力に対向する。

40

【0130】

また、ハウジング 3 4 は元の流速に向かって流れを拡散させるために、その出口 4 0 またはその付近にディフューザ形成を含む。ハウジング 3 4 はまた、流体流れ「 $D$ 」の方向に示されるハウジング 3 4 の入口 3 8 を動作可能に維持するために、フィン 4 6 の形態の手段を含む。

【0131】

ハウジング 3 4 は、流体流れに伴い動作可能である場合、駆動手段 6 0 , 1 6 0 のカム

50



部材 6 2、1 6 2 の向きは、支持構造体 1 2、1 1 2 に対して固定することができ、それにより、回転可能な付属フィンの必要性を除外できることが理解されよう。

【0 1 3 2】

発電装置 1 0 は、その動作する能力と、非常に低い流体の流速のため、海や鳥の命にほとんど影響を与えることがないことが想定される。さらに、具体的には、海洋環境でインストールするためには、発電装置 1 0 のサイズは、ほとんどの海の動物が妨げられることなく発電装置 1 0 を通って、害なく通過することができるようなサイズである。従って、装置は、既存の移動パターンにほとんど影響を与えない。

【0 1 3 3】

そう述べたが、より大きな海の動物は装置によって傷つけられ、逆にデバイスを損傷することがあり得る。従って、入口 3 8 は、ガードを含み、好ましくは、入口 3 8 を渡って延在する 1 つまたは複数のケーブルまたはネットの形態でガードを含む。それにより、所定の大きさかそれ以下の対象物および / または海洋動物だけが、そこを通過できるようにすることができる。所定の大きさより大きな対象物および / または海洋動物が通過するのを防止する。好ましくは、ガードにぶつかる大きいサイズの物体や海洋動物が入口 3 8 から跳ね返されるように、ハウジング 3 4 への入口 3 8 は、角度をつけるかまたは傾斜される。

10

【0 1 3 4】

さらに、より大きなサイズの海洋動物を保護するために、発電装置 1 0 は、例えば、音波および / または電気パルスの装置など、海洋動物がハウジング入口 3 8 に近すぎて泳ぐのを寄せ付けないようにするために 1 つまたは複数の忌避装置を含む。

20

【0 1 3 5】

図 1 1 に示すハウジング 3 4 は、例えば、海や河川の水没用途に特に適用可能である。ハウジング 3 4 は、沈んでも沈まなくてもまたは中性浮力であってもよい。

【0 1 3 6】

図示の実施形態では、ハウジング 3 4 は、浮かべてもよいし、係留索 4 8 により海底や川底 2 0 0 に繋げてよい。係留索は、ハウジング 3 4 を海底や川底に近く下げるか、ハウジング 3 4 を例えば保守のため水面に引き上げることができるように長さを代えて可変でもよい。係留索の長さは、ウインチまたは他の同様の機構によって可変であってもよいことが理解されるであろう。

30

【0 1 3 7】

図 1 2 は、一对の駆動セット 3 1 6 がお互いとなりどおしに配置される代替発電装置ハウジング 3 3 4 を示している。駆動セット 3 1 6 は、また、互いに前後に離間することができることが理解されよう。好ましくは、ハウジング 3 3 4 は、偶数の駆動セット 3 1 6 を含み、半分が一方向に回転し、他の半分は、逆に回転し、それによってハウジング 3 3 4 にトルク影響の伝達を最小にするように、他の隣および / または他の背後に離間配置して構成される。

【0 1 3 8】

特別の目的で作られたハウジング内に装着された駆動セット 1 6 を有する代わりに、ハウジングは対象本体あってその上またはその中に駆動セット 1 6 が設置されもよい。例えば、図 1 3 および 1 4 を参照して、駆動セット：

40

- ・ 1 6 A は、船のブリッジまたは他の見晴らしの良い地点に据え付けてもよく、風向に関わりなく、風によって給電され、船 4 0 0 の通常のプロペラ推進システムに電力を供給するための電気エネルギーを生成する、またはこれに補助電源を提供し、それによって化石燃料の依存度とコストを削減する。

- ・ 1 6 B は船 4 0 0 の甲板レベルで実装してもよく、喫水上の船体の部分がハウジングとして機能し、風を駆動セット 1 6 B に向けるように流体流路を画定する。

- ・ 1 6 C は、喫水以下で船体 4 5 0 のその部分内に据え付けられてもよく、船体はハウジングとして機能し、水を駆動セット 1 6 C 向けるよう流体流路 4 5 2 を画定する。

【0 1 3 9】

50

ヨット 500 の形で水を走る別のタイプの船を示す図 15 および図 16 を参照して、駆動セット 16 A は折り畳み可能なエーロfoil・ブレード 14 を含むことができる。図 17 を参照して、折り畳み式エーロfoil・ブレード 514 が、起立状態でエーロfoil・ブレード 514 の長さに沿って互いに離間する複数のエーロfoil・セクションリブ 580 を備える。

#### 【0140】

図 18 は、リブ 580 をお互い重ね合わせ、折り畳まれた状態のエーロfoil・ブレード 514 を示す。故に、折り畳まれたエーロfoil・ブレード 514 はコンパクトで、占有する高さは非常に低い。折り畳み可能なエーロfoil・ブレード 514 は、通常、港に入る船の帆が収納されていることを必要とする港の規制に準拠している。また、嵐の状態において、エーロfoil・ブレード 514 を折り畳めることは有利である。折り畳み可能なエーロfoil・ブレード 514 の他の利点は、表皮材 582 の寿命が長いこと強風の条件下で損傷を回避できることである。

#### 【0141】

多くの機構は、起立と折り畳み状態の間でエーロfoil・ブレード 514 を移動させるよう組み込まれてもよい。機構の一つのタイプは、図 17 に示すように、ケーブル 584 を複数プーリ 586 に通してもよい。

#### 【0142】

通常は単一のエーロfoil・ブレードまたは翼が使用される場合に関連する転倒モーメントは、大幅に、第 1 回転軸「C」の回りに複数のエーロfoil・ブレードを搭載することにより生み出されるバランス効果によって除去されることが理解されよう。

#### 【0143】

本発明は、好ましい実施形態を参照して説明したが、本発明の多くの変更や変形が本発明の精神または範囲から逸脱することなく可能であることが理解されよう。例えば、発電装置 10 は、山および / または建物内に画定された通路のトップ、底または内部に適用されてもよい、および / または特別な目的のある支持構造体上に支持されてもよい。

#### 【0144】

添付の図面に示されている駆動セット 16 が第 1 回転軸「C」の回りに周方向に配置された単一の列のエーロfoil・ブレードを示すが、駆動セット 16 は、例えば、異なる半径方向距離で、第 1 回転軸「D」回りに周方向に配置された複数列を含んでもよい。

#### 【0145】

図 19 を参照して、各々個々の第 2 回転軸「Q」の回りに枢動可能に据え付けられた単一のエーロfoil・ブレード 14 を有する代わりに、複数の（例えば 3 つ）エーロfoil・ブレード 14 を組み込んだエーロfoil・ブレードセット 88 は各々の第 2 回転軸「Q」の回りに枢動可能に据え付けられても良い。このように、本発明の発電装置 10 の発電能力が発電装置 10 のサイズが大幅に増加することなく著しく増加させることができる。

#### 【0146】

発明者によって行われた初期段階 CFD シミュレーションから、以下のことが判明した。

- ・エーロfoil・ブレードは、自己起動と自己安定特性を持っている。
- ・駆動セットは、低速および高速流用途に適用可能である。
- ・合計 24 台、第 1 回転軸回りに 2 つの配列に分割され、2 . 3 メートルのコード長さ、8 メータの長さのエーロfoil・ブレードを有する駆動セットは、単位秒あたり水流速度が約 1 . 4 メートルで約 8 メガワットの電力を生み出すことができる。
- ・合計 12 台、第 1 回転軸回りに離間配置され、4 . 3 メートルのコード長さ、8 メータの長さのエーロfoil・ブレードを有する駆動セットは、単位秒あたり水流速度が約 1 . 4 メートルで約 27 メガワットの電力を生み出すことができる。

#### 【0147】

外挿すると、4 . 3 メートルのコードのエーロfoil・ブレードを有する 4 台の駆動

10

20

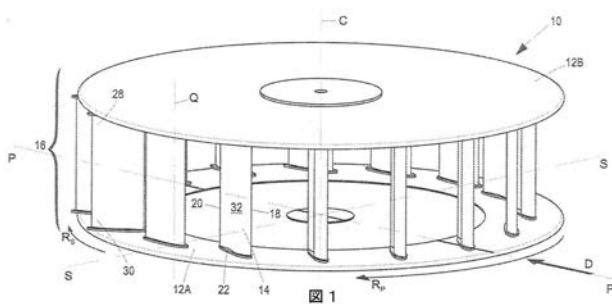
30

40

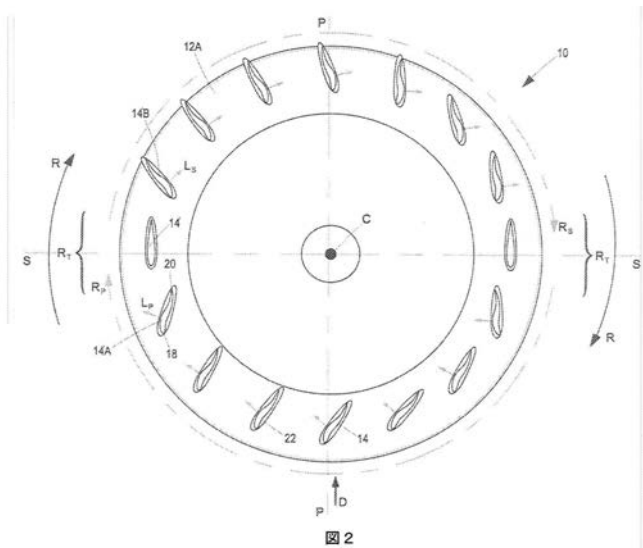
50

セットを組み込んだハウジングは毎秒 1 . 4 メートルの水流で約 1 0 0 メガワットを生成することができるであろう。

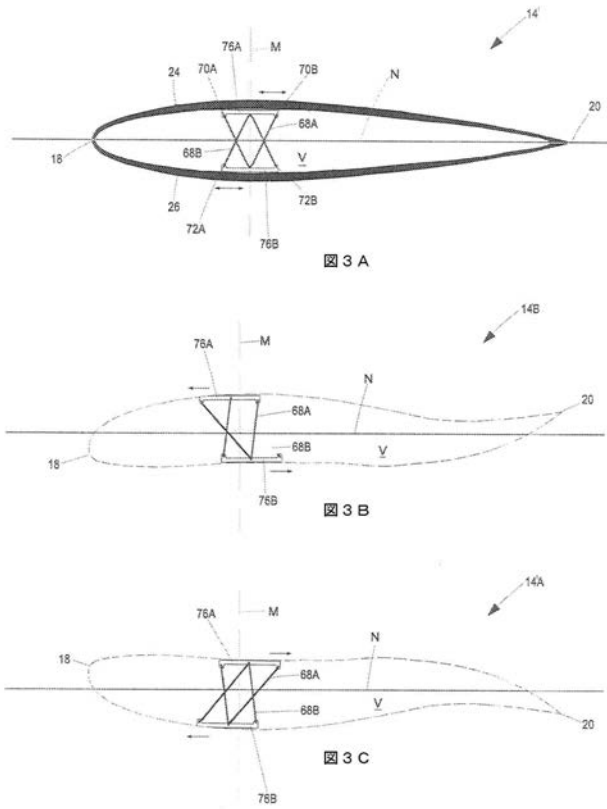
【 図 1 】



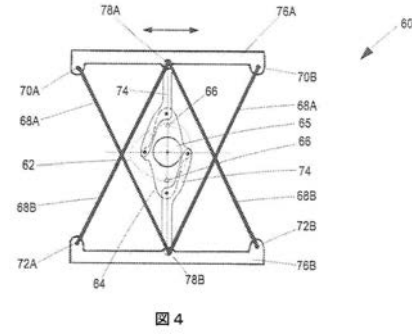
【 図 2 】



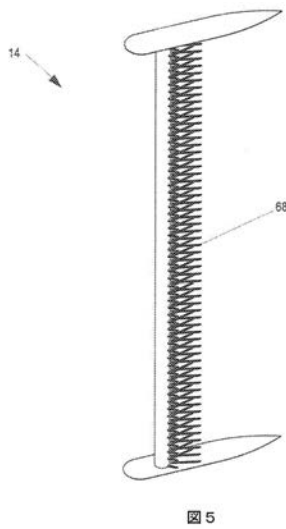
【 図 3 】



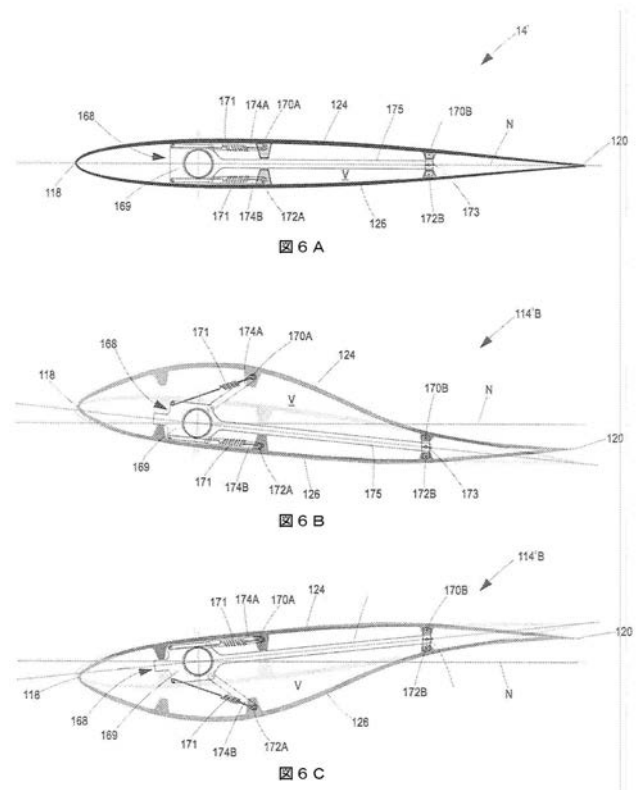
【 図 4 】



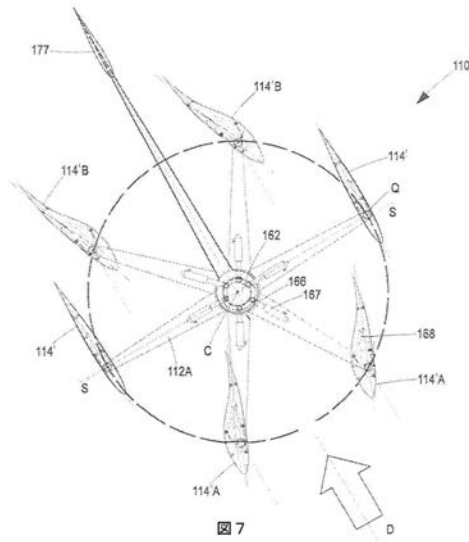
【 図 5 】



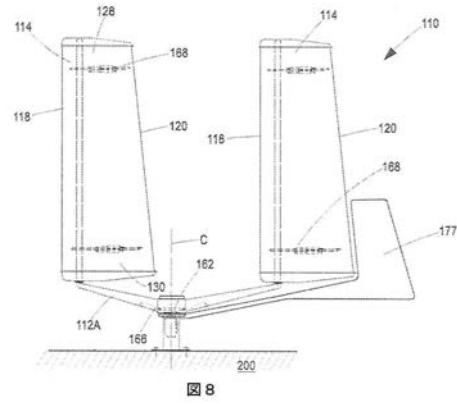
【 図 6 】



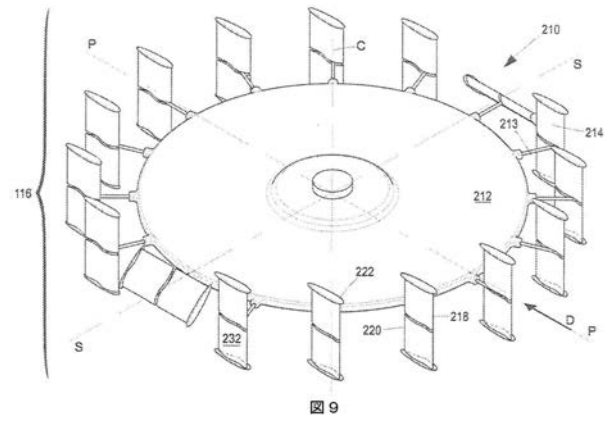
【図 7】



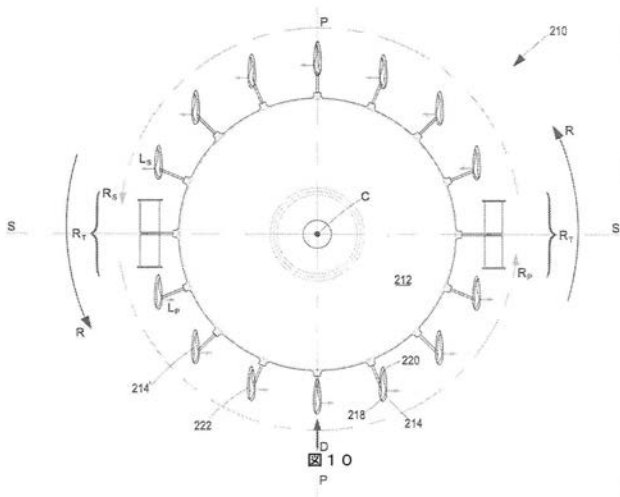
【図 8】



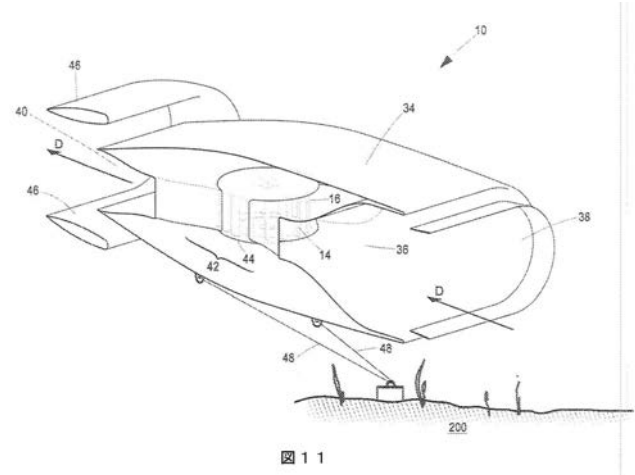
【図 9】



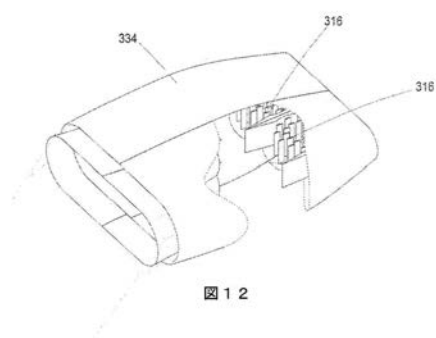
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

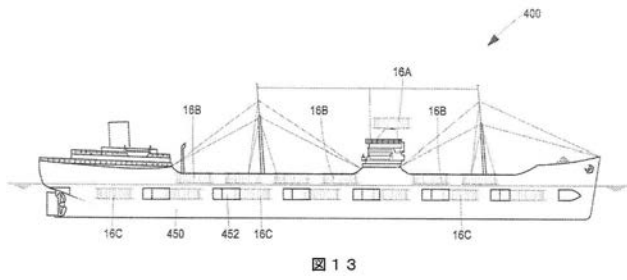


図 13

【図 15】

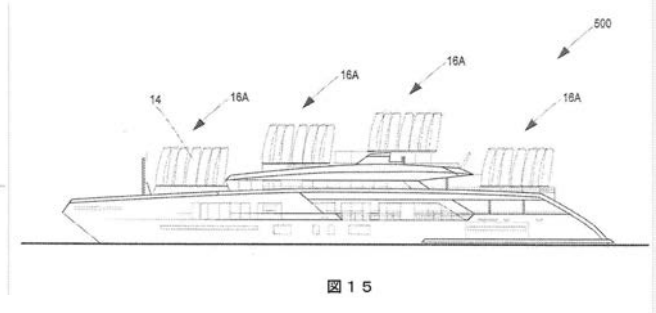


図 15

【図 14】

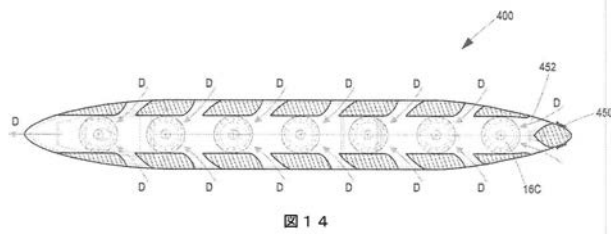


図 14

【図 16】

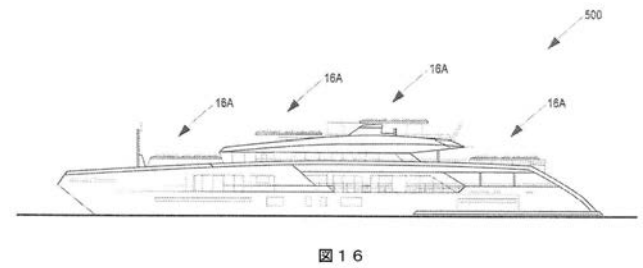


図 16

【図 17】

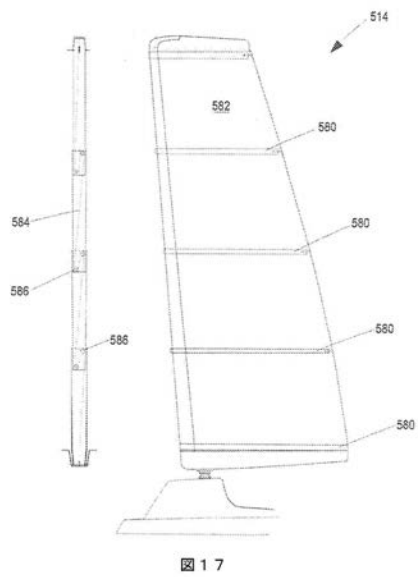


図 17

【図 18】

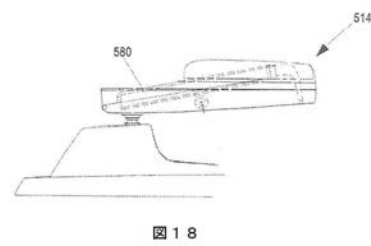


図 18

【図 19】

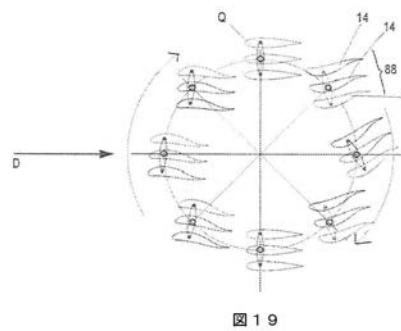


図 19

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT / ZA 2015/000059
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: <b>F03D 3/06</b> (2006.01) 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) <b>F03D</b> 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) <b>EPODOC</b>		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011113424 A2 (HUTTARY, RUDOLF, KRAYSS, GEORG) 22 September 2011 (22.09.2011) figures 2, 4, paragraphs [0073] - [0076], [0079]	1, 32, 34
A	US 2008247872 A1 (AKCASU OSMAN ERSED) 09 October 2008 (09.10.2008) figures 1, 4, 15, paragraphs [0028], [0029], [0089]	1, 32, 34
A	US 4441858 A (LEW, HYOK S) 10 April 1984 (10.04.1984) figures 1, 3, column 1 line 50 - column 2 line 26, column 3 lines 3 - 52	1, 32, 34
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 04 July 2016 (04.07.2016)		Date of mailing of the international search report 15 July 2016 (15.07.2016)
Name and mailing address of the ISA/AT Austrian Patent Office Dresdner Straße 87, A-1200 Vienna Facsimile No. +43 / 1 / 534 24-535		Authorized officer KRANEWITTER B. Telephone No. +43 / 1 / 534 24-460

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT / ZA 2015/000059

Patent document cited in search report			Patent family member(s)			Publication date
WO	A2	2011113424	DE	A1	102010011708	2011-09-15
			WO	A2	2011113424	2011-09-22
US	A1	2008247872	US	A1	2008247872	2008-10-09
US	A	4441858	US	A	4441858	1984-04-10



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / ZA 2015/000059

The following documents have been cited in the Search Report:

D1: WO 2011/13424 A2 (HUTTARY, RUDOLF, KRAYSS, GEORG) 2011-09-22 (figures 2, 4, paragraphs [0073] - [0076], [0079])

D2: US 2008247872 A1 (AKCASU OSMAN ERSED) 2008-10-09 (figures 1, 4, 15, paragraphs [0028], [0029], [0089])

D3: US 4441858 A (LEW, HYOK S) 1984-04-10 (figures 1, 3, column 1 line 50 - column 2 line 26, column 3 lines 3 - 52)

Document D1 relates to a turbomachine having passive rotor blade adjustment and is characterized by the combined adjustment of angle of incidence, curvature, and twist of rotor blades (3, 4) that are flexurally elastic in themselves or segmented. The passive characteristic is achieved by design by means of a two-point bearing of the rotor blades on the machine shaft (1) and on a blade bearing ring (2) that is freely movable along an adjustment path. The adjusting force results from the dynamic equilibrium among centrifugal force, spring moment, torque, and fluid dynamic moment. One of the bearings (3a, 4a) forms the pivot point and the other the base point of the adjustment process. The invention can be designed as an axial or radial turbomachine for all common fluids and for repeller operation and propeller operation.

The turbine shown by document D2 has a plurality of foils rotating about a central axis at a rotational velocity. From determinations of a velocity of the fluid flow, and angular location of each foil and the rotational velocity about the central axis, an attack angle of each foil is controlled with respect to the direction of fluid flow about the foil axis responsive to the velocity of the fluid flow, the angular location of the foil and the rotational velocity as the foil rotates about the central axis. To further increase the lift and drag, but most importantly, the moment on the foils 12 of a turbine, flaps and/or leading edge slats can be added to the foils 12 (fig. 15).

Document D3 comprises a variable camber fluid power machine with two or more blades revolving about the central axis. The blades are made to rotate about its own axis parallel to the central axis at an angular velocity equal to one half of that of the revolving motion of the blades about the central axis. A pair of flaps are pivotably disposed at both edges of each of the blades, the deflection of which flaps is linked to the rotational motion of the blades that is in turn linked to the revolving motion of the blades in such a way that the blade and flaps line up to the direction of the fluid motion at the minimum drag position in the revolving motion while said combination takes up a position of the maximum drag position, which is a line up perpendicular to the direction of the fluid motion, at another position in the revolving motion of the blade diametrically opposite to the minimum drag position. The flaps are deflected to generate a lift force resulting in the additional torque when the blades are positioned intermediate the minimum and the maximum drag positions.

---

フロントページの続き

(81)指定国 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, 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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