

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4054840号
(P4054840)

(45) 発行日 平成20年3月5日(2008.3.5)

(24) 登録日 平成19年12月14日(2007.12.14)

(51) Int.Cl.	F I
F O 3 D 3/06 (2006.01)	F O 3 D 3/06 D
F O 3 D 3/04 (2006.01)	F O 3 D 3/04 B
F O 3 B 1/02 (2006.01)	F O 3 B 1/02

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2007-92976 (P2007-92976)	(73) 特許権者	398020703
(22) 出願日	平成19年3月30日(2007.3.30)		栗田 秀實
(62) 分割の表示	特願2004-505533 (P2004-505533) の分割		長野県長野市平柴台146番地
原出願日	平成15年5月14日(2003.5.14)	(74) 代理人	100077621
(65) 公開番号	特開2007-177796 (P2007-177796A)		弁理士 綿貫 隆夫
(43) 公開日	平成19年7月12日(2007.7.12)	(74) 代理人	100092819
審査請求日	平成19年4月27日(2007.4.27)		弁理士 堀米 和春
(31) 優先権主張番号	特願2002-141758 (P2002-141758)	(72) 発明者	栗田 秀實
(32) 優先日	平成14年5月16日(2002.5.16)		長野県長野市平柴台146番地
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	刈間 宏信
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直軸風車等の垂直軸駆動装置およびこれを用いた発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

4個の回転翼を中心軸の周方向に均等に配置するとともに、中心軸の回りに周回移動可能に設けた垂直軸駆動装置において、

前記各々の回転翼は、平板形のブレードと、該ブレードのブレード面の方向と非平行に、平板形の副ブレードが配置された非平行複葉板形に形成され、

前記各々の回転翼は、前記中心軸を中心とする径方向に対して前記ブレード面の方向が斜交した配置に設けられるとともに、それぞれのブレード面の仮想延長面が、回転方向に隣接する回転翼のブレード面と直交するようにブレードが配置され、

前記各々の回転翼に設けられた前記ブレードは、ブレードに衝突して流れを転じた気流または水流が、回転方向に隣接するブレードに衝突し、該隣接するブレードを回転方向に押圧して流出するように、ブレードの内端縁と隣接するブレード面とが離間した配置に設けられていることを特徴とする垂直軸駆動装置。

【請求項2】

前記ブレード面の方向と、前記中心軸と前記ブレードの幅方向の中央位置とを通る面の方向との角が30～45度に設定されていることを特徴とする請求項1記載の垂直軸駆動装置。

【請求項3】

4個の回転翼を中心軸の周方向に均等に配置するとともに、中心軸の回りに周回移動可能に設けた垂直軸駆動装置において、

前記各々の回転翼は、凹面板形のブレードと、該ブレードの前縁間を結ぶ平面の方向であるブレードの面の方向と非平行に、凹面板形の副ブレードを配置した、非平行複葉凹面板形に形成され、

前記各々の回転翼は、前記中心軸を中心とする径方向に対して、前記ブレードの面の方向が斜交した配置に設けられるとともに、それぞれのブレードの面の仮想延長面が、回転方向に隣接する回転翼のブレードの面と直交するようにブレードが配置され、

前記各々の回転翼に設けられたブレードは、ブレードに衝突して流れを転じた気流または水流が、回転方向に隣接するブレードに衝突し、該隣接するブレードを回転方向に押圧して流出するように、ブレードの内端縁と隣接するブレード面とが離間した配置に設けられていることを特徴とする垂直軸駆動装置。

10

【請求項 4】

前記ブレードの面の方向と、前記中心軸と前記ブレードの面の幅方向の中央位置とを通る面の方向との角が 30 度に設定されていることを特徴とする請求項 3 記載の垂直軸駆動装置。

【請求項 5】

前記 4 個の回転翼が周回するシリンダー部の周囲に、気流または水流を整流して前記回転翼に誘導する案内羽根が、周方向に均等間隔に複数枚配置された、固定翼部が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の垂直軸駆動装置。

【請求項 6】

4 個の回転翼を中心軸の周方向に均等に配置するとともに、中心軸の回りに周回移動可能に設けた垂直軸駆動装置において、

20

前記回転翼は、平板形のブレードを備え、

前記各々の回転翼は、前記中心軸を中心とする径方向に対してブレード面の方向が斜交した配置に設けられるとともに、それぞれのブレード面の仮想延長面が、回転方向に隣接する回転翼のブレード面と直交するようにブレードが配置され、

前記各々の回転翼に設けられたブレードは、ブレードに衝突して流れを転じた気流または水流が、回転方向に隣接するブレードに衝突し、該隣接するブレードを回転方向に押圧して流出するように、ブレードの内端縁と隣接するブレード面とが離間した配置に設けられ、

前記 4 個の回転翼が周回するシリンダー部の周囲に、気流または水流を整流して前記回転翼に誘導する案内羽根が、周方向に均等間隔に複数枚配置された、固定翼部が設けられ、該固定翼部には、該固定翼部に流入した流体を回転翼に整流して導入する整流板が、上下に所定間隔をあけて設けられていることを特徴とする垂直軸駆動装置。

30

【請求項 7】

前記ブレード面の方向と、前記中心軸と前記ブレードの幅方向の中央位置とを通る面の方向との角が 30 ~ 45 度に設定されていることを特徴とする請求項 6 記載の垂直軸駆動装置。

【請求項 8】

4 個の回転翼を中心軸の周方向に均等に配置するとともに、中心軸の回りに周回移動可能に設けた垂直軸駆動装置において、

40

前記回転翼は、凹面板形のブレードを備え、

前記各々の回転翼は、前記中心軸を中心とする径方向に対して、前記ブレードの前縁間を結ぶ平面の方向であるブレードの面の方向が斜交した配置に設けられるとともに、それぞれのブレードの面の仮想延長面が、回転方向に隣接する回転翼のブレードの面と直交するようにブレードが配置され、

前記各々の回転翼に設けられたブレードは、ブレードに衝突して流れを転じた気流または水流が、回転方向に隣接するブレードに衝突し、該隣接するブレードを回転方向に押圧して流出するように、ブレードの内端縁と隣接するブレード面とが離間した配置に設けられ、

前記 4 個の回転翼が周回するシリンダー部の周囲に、気流または水流を整流して前記回

50

転翼に誘導する案内羽根が、周方向に均等間隔に複数枚配置された、固定翼部が設けられ、該固定翼部には、該固定翼部に流入した流体を回転翼に整流して導入する整流板が、上下に所定間隔をあけて設けられていることを特徴とする垂直軸駆動装置。

【請求項 9】

前記ブレードの面の方向と、前記中心軸と前記ブレードの面の幅方向の中央位置とを通る面の方向との角が 30 度に設定されていることを特徴とする請求項 8 記載の垂直軸駆動装置。

【請求項 10】

前記各々の案内羽根と前記シリンダー部の外周部の接線方向とのなす角が 40 度に設定されていることを特徴とする請求項 6 ~ 9 のいずれか一項記載の垂直軸駆動装置。

10

【請求項 11】

前記回転翼には、前記ブレードの上下両端に上下円盤が固定されるとともに、該ブレードに前記上下円盤と同形の円板状に形成された整流板が前記上下円盤と平行に取り付けられ、

前記固定翼部に設けられた整流板は、内端部の高さ位置を前記回転翼に設けられた整流板に一致して設けられていることを特徴とする請求項 6 ~ 10 のいずれか一項記載の垂直軸駆動装置。

【請求項 12】

前記中心軸から該中心軸と一体に回転する支持アームが延設されるとともに、該支持アームに、前記ブレードの幅方向の中央位置を支持する遊星軸が取り付けられ、

20

前記回転翼の回転速度が一定速度以上になった際に、回転速度に応じて前記遊星軸を中心にブレードを回転させ、前記中心軸を中心とする径方向に対するブレードの面の方向がなす角度を大きくし、前記ブレードに作用する抗力を低減させて前記回転翼の回転速度を抑制する回転制御装置が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか一項記載の垂直軸駆動装置。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項記載の垂直軸駆動装置を備え、中心軸の回転力を発電装置に連携して設けたことを特徴とする発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は気流あるいは水流によって回転駆動される垂直軸駆動装置（垂直軸風車・水車）およびこれを用いた発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

風力エネルギーは、近年地球環境問題の重要性が増してくるとともに、クリーンエネルギーとして脚光を浴びるようになり、各種の風車の開発、研究が行われている。それらの風車の中で、抗力形垂直軸風車は風向制御が不要で、プロペラ形などの水平軸風車に比べ騒音、景観への影響、日射の断続的な遮断などの環境への影響が少ないため、一般家庭や、ビルの屋上などに小規模な発電装置として設置するのに適している。しかし、抗力形の垂直軸風車はトルクは大きい回転数が低くエネルギー変換効率も低いため、サボニウス形を除きあまり実用化されておらず、特に発電用としてはほとんど利用されていない。

40

抗力形垂直軸風車の上記の利点を生かして、小規模の発電施設等に活用するためには、出力の向上が不可欠であり、抗力形垂直軸風車の中で最も実用化されているサボニウス形風車については、いくつかの改良案が提案されている。

たとえば、特開平 11 - 62813 には、サボニウス形風車の回転翼の外側に固定翼を設置することにより、より多くの風を回転翼に導入するとともに、風による回転翼の抵抗を減らす方式が開示されている。

また、特開 2001 - 289150 には、サボニウス形風車本体の外方に一または複数の移動回転可能なリフレクターを設置することにより風の流れを調節し、出力の向上と安

50

定化を図る方式が開示されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、特開平11-62813に開示されている、サボニウス形の風車の外側に固定翼を接近して配置した方式の場合には、固定翼から流入した気流の一部が回転翼の後面（進行方向側の面）に衝突し、回転を妨げる力を発生する。逆に、特開2001-289150に記載されているようにリフレクターを回転翼から離して配置した場合には、風車の直径に比べ装置全体の大きさが大幅に大きくなる。

また、サボニウス形風車において、半円筒状の回転翼の重なり部分が小さい場合には、負荷の増加により周速比が小さくなると、回転翼前面（受風側の面）に気流の滞留が生じ、上流側の回転翼に回転を妨げる力を及ぼす。これを避けるため、回転翼の重なり部分を大きくすると風車直径に比べて回転翼が大きくなり、回転翼の重量が増加するなどのマイナス要因が生じる。

このように、回転翼としてサボニウス形を用いた場合には、固定翼で遮風、集風し、整流した気流を効率的に回転力に変換することが出来ず、大幅な出力の増加は困難であるという課題があった。たとえば、特開2001-289150に記載されている方法による場合には、サボニウス形風車の上流側に風車直径の1/2幅のリフレクターを2枚設置し、その位置および角度を最適に調節しても、出力の増加は最大で50%程度であり、リフレクターの設置により装置が全体的に大きくなったことを考慮すると、出力の実質的な増加はあまり大きくはない。

また、抗力形垂直軸風車の場合に、回転数制御、および強風時の風車の破損防止を自動的に行う方法として、サボニウス形の風車の外側に設置したリフレクターの位置および角度を電動で制御する方式が上記公報で開示されているが、リフレクターの移動、回転のための電力、モータ、風向検知部、風速検知部および制御装置等が必要となり装置が複雑になるという課題がある。

そこで、本発明はこれらの課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、従来、垂直軸風車の中で最も実用化されているサボニウス形風車に比べて格段に大きな出力を得ることができ（特に高負荷時）、また回転を制御することによって、強風時の風車の破損防止を外部動力なしに自動的に行うことができる垂直軸駆動装置およびこれを用いた発電装置を提供するにある。

なお、風力エネルギー等の自然エネルギーを利用する装置としては風車の他に水流を利用するものとして水車も従来から利用されている。水車の場合も風車と同様に、水流を効率的に利用することが求められるものであり、海流や潮汐を利用する水車としては同様な課題がある。

本明細書においては、気流あるいは水流といった自然エネルギーを利用して垂直軸回転力を得る装置として垂直軸駆動装置という用語を使用している。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記目的を達成するため、本発明は以下の構成を備える。

すなわち、4個の回転翼を中心軸の周方向に均等に配置するとともに、中心軸の回りに周回移動可能に設けた垂直軸駆動装置において、前記各々の回転翼は、平板形のブレードと、該ブレードのブレード面の方向と非平行に、平板形の副ブレードが配置された非平行複葉板形に形成され、前記各々の回転翼は、前記中心軸を中心とする径方向に対して前記ブレード面の方向が斜交した配置に設けられるとともに、それぞれのブレード面の仮想延長面が、回転方向に隣接する回転翼のブレード面と直交するようにブレードが配置され、前記各々の回転翼に設けられた前記ブレードは、ブレードに衝突して流れを転じた気流または水流が、回転方向に隣接するブレードに衝突し、該隣接するブレードを回転方向に押圧して流出するように、ブレードの内端縁と隣接するブレード面とが離間した配置に設けたことにより、ブレードに衝突した気流が、隣接する回転翼のブレードに90°の角度で

10

20

30

40

50

再度衝突し、気流あるいは水流を効率的に利用することができる。また、前記各々の回転翼が非平行複葉板形に設けられていることにより、ブレードの総面積を増大させて流体の運動エネルギーの利用効率を増大させることができ、大きな出力を得ることができ、高負荷時の出力性能を向上させることができる。なお、副ブレードは、平板形に形成したブレードの後方（進行方向側）または前方（受風側）に、一または複数、回転と逆方向の力の発生を防ぐ配置に設ける。

また、前記ブレードの面の方向と、前記中心軸と前記ブレードの幅方向の中央位置とを通る面の方向との角を30～45度に設定することにより、垂直軸駆動装置の出力を効果的に大きくすることができる。

また、4個の回転翼を中心軸の周方向に均等に配置するとともに、中心軸の回りに周回移動可能に設けた垂直軸駆動装置において、前記各々の回転翼は、凹面板形のブレードと、該ブレードの前縁間を結ぶ平面の方向であるブレードの面の方向と非平行に、凹面板形の副ブレードを配置した、非平行複葉凹面板形に形成され、前記各々の回転翼は、前記中心軸を中心とする径方向に対して、前記ブレードの面の方向が斜交した配置に設けられるとともに、それぞれのブレードの面の仮想延長面が、回転方向に隣接する回転翼のブレードの面と直交するようにブレードが配置され、前記各々の回転翼に設けられたブレードは、ブレードに衝突して流れを転じた気流または水流が、回転方向に隣接するブレードに衝突し、該隣接するブレードを回転方向に押圧して流出するように、ブレードの内端縁と隣接するブレード面とが離間した配置に設けられていることにより、従来の抗力形垂直軸風車と比較してより大きな出力が得られる垂直軸駆動装置として得ることができる。

なお、副ブレードは、凹面板形に形成したブレードの後方（進行方向側）または前方（受風側）に、一または複数、回転と逆方向の力の発生を防ぐ配置に設ける。

また、前記ブレードの面の方向と、前記中心軸と前記ブレードの面の幅方向の中央位置とを通る面の方向との角を30度に設定することによって、垂直軸駆動装置の出力を効果的に大きくすることができる。

また、前記4個の回転翼が周回するシリンダー部の周囲に、気流または水流を整流して前記回転翼に誘導する案内羽根が、周方向に均等間隔に複数枚配置された、固定翼部が設けられていることによって、さらに効率的に流体による回転駆動力を得ることができる。また、前記各々の案内羽根と前記シリンダー部の外周部の接線方向とのなす角が40度に設定されていることが、効率的な出力を得る上で有効である。

また、前記固定翼部に、該固定翼部に流入した流体を回転翼に整流して導入する整流板が、上下に所定間隔をあけて設けられていることを特徴とし、また、前記回転翼には、前記ブレードの上下両端に上下円盤が固定されるとともに、該ブレードに前記上下円盤と同形の円板状に形成された整流板が前記上下円盤と平行に取り付けられ、前記固定翼部に設けられた整流板は、内端部の高さ位置を前記回転翼に設けられた整流板に一致して設けられていることを特徴とする。整流板により流体を整流させてブレードに衝突させることによって出力を有効に増大させることができる。

また、前記中心軸から該中心軸と一体に回転する支持アームが延設されるとともに、該支持アームに、前記ブレードの幅方向の中央位置を支持する遊星軸が取り付けられ、前記回転翼の回転速度が一定速度以上になった際に、回転速度に応じて前記遊星軸を中心にブレードを回転させ、前記中心軸を中心とする径方向に対するブレードの面の方向がなす角度を大きくし、前記ブレードに作用する抗力を低減させて前記回転翼の回転速度を抑制する回転制御装置が設けられていることにより、回転翼の回転数制御および強風時の破損防止が可能となる。

また、発電装置として、前記垂直軸駆動装置を備え、中心軸の回転力を発電装置に連携して設けたことを特徴とする。これによって、一般家庭やビルの屋上に設置可能な小型で実用的な発電装置として提供することができる。なお、本発明は発電装置以外に、風力船の動力、下水処理場での曝気装置、攪拌装置の動力、ダム湖への揚水の動力等に利用することができる。

【0005】

10

20

30

40

50

以下に、本発明の垂直軸駆動装置が備える回転翼、固定翼部および回転制御装置の構成および作用についてさらに詳細に説明する。なお、垂直軸駆動装置は中心軸を鉛直方向に向けて設置する方法が一般的であるが、設置場所等に応じて中心軸を鉛直方向から適宜傾けて設置することも可能である。なお、以下では、風車を主体にして説明するが、水車の場合にもまったく同様の構造が適用できる。

【0006】

(1) 回転翼の配置について

従来のパドル形等の抗力を利用した垂直軸風車においては、図8(b)に示すように、ブレードはその面の方向(ブレードの前縁間を結ぶ平面の方向をブレードの面の方向という)が中心軸を中心とする径方向と同一の方向となるように配置されている(放射状配置)

10

これに対し、本発明では図3および図8(a)に示すように、各回転翼のブレードの面の方向は中心軸を中心とする径方向に対して斜交(角度)して配置されており、ブレードの面を延長すると隣接するブレードの前面と交差するように回転翼が配置されている(多点交差形配置)。特に4個の回転翼を多点交差形に配置した場合には、それぞれのブレード面の延長線が隣接する回転翼のブレード面と直交する配置(図8(a))となり、気流の利用効率が最大となる。すなわち、図9(d)に示すように、多点交差形配置とした場合には、ブレードに衝突し、中心軸方向に流れを転じた気流は、回転方向に隣接するブレードに衝突し、風車外に流出するまでブレードと多数回の衝突を繰り返し、そのつど回転翼に回転力を与えるため大きな出力が得られる(多重衝突効果)。これに対して、図9(a)~(c)は、ブレードを放射状配置とした例で、この場合は、ブレードに衝突した気流が隣接するブレードに衝突する作用は生じないが、多重衝突の作用は小さく、本発明にくらべて風車の出力は小さくなる。

20

また、ブレードの横幅(弦長)、ブレード間の間隔を放射状配置と同一条件とした場合、放射状配置に比べ、本発明の場合は回転翼の直径が小さくなり、装置の小型化を図ることができる。図9(c)が放射状配置、図9(d)が多点交差形配置である。

また、回転翼の外側に固定翼部を配置し、集風、整流した気流を多点交差形配置回転翼に衝突させることにより、従来、垂直軸風車の中で最も実用化されているサボニウス形風車に比べ、格段に大きな出力を得ることができ、また、風向変動が激しい場合にも安定した出力を得ることができる。

30

【0007】

(2) 多点交差形配置の実現方法について

多点交差形配置を実現するには、中心軸を中心とする円周上に等間隔に配置された遊星軸を、中心軸に固定した支持アームにより回転自在に支持し、遊星軸にブレードを固定し、ブレードの面の方向がブレードの中心と中心軸を通る面に対して所定の角度になるように設定すればよい。図8(a)に示すように、ブレードと中心軸を通る面(中心軸を中心とする径方向)に対してブレードの面がなす角度を とすると、 が0度の場合は従来形の配置(放射状配置)となる。

【0008】

(3) 固定翼部について

固定翼部は、中心軸のまわりに周回移動可能に設けられた回転翼の移動領域の外周囲に配置された複数枚の案内羽根および案内羽根の上下に設置された傾斜板から構成される。

案内羽根は、回転翼外周の接線に対して一定の角度 (図12に示すように、40度前後が効率的である) をなすように配置され、回転翼が風向きと逆方向に回転する領域については風を回転翼から遮蔽し、回転翼の回転方向が風向きと同じ領域に誘導する作用をなす。固定翼部はこのような遮風、集風効果にあわせて気流を整流する効果を有するものであり、固定翼部を設けずに、単に風車を大気中に設置した場合に比べて、より強い整流された気流を回転翼に衝突させることが可能になる。

40

また、案内羽根の上下に設置した傾斜板は、回転翼よりも上方または下方から固定翼に流入した風をブレードまで誘導するように作用し、回転翼の回転力の向上に寄与する。

50

なお、固定翼部を設置する方法としては、案内羽根 30 を回転開閉可能に支持して角度調節して固定する方式、案内羽根 30 を傾斜板 32 a、32 b に嵌め込んで固定する方式、案内羽根 30 をねじによって固定する方式等を利用することができる。

【0009】

(4) 回転翼部の構造について

回転翼部は下記の 1)、2) の条件をととも満足する構造を有する。

1) 固定翼部から流入した気流をすべて回転翼の回転領域(シリンダー部)に導入し、ブレードとの衝突率を高めるため、固定翼部の内端面位置との間隔を可能な限り狭くする高衝突率構造。

2) ブレードに衝突して方向を転じた気流がブレードの前面に滞留して風上側の回転翼に回転方向と逆向きを及ぼすことを抑えるため、中心軸側で回転翼相互間にある程度間隔を設けるようにする非滞留構造。これらの構成を図 9(d) に概念的に示す。

上記 1) のように高衝突率構造とした場合に、回転翼の前面で滞留が起きないようにするには、ブレードに衝突した気流が回転翼と回転翼の間を通過することが必要である。

【0010】

(5) 回転翼の形状について

回転翼は下記の 1) ~ 4) のような種々の形状のものを選択することができる。

1) : 平板形、2) : 非平行複葉板形、3) : 浅皿(小曲率)凹面板形、4) : 非平行複葉凹面板形

図 10(a) ~ (d) にこれらの回転翼の形状を示す。図 10(a) は平板形、図 10(b) は非平行複葉板形、図 10(c) は浅皿(小曲率)凹面板形、図 10(d) は非平行複葉凹面板形の例である。これらの回転翼の構成のうち最も高い出力が得られる回転翼の形状は、非平行複葉凹面板形である。

なお、非平行複葉板形の回転翼は、図 10(b) に示すように、ブレード P1 の進行方向側(又は受風側)に、これと非平行に副ブレード P2 を一枚以上設置することにより、回転方向と逆向き力が回転翼に作用することを防ぎつつ受風総面積を大きくし、気流の利用効率および整流機能を向上させる構成としたものである。

また、ブレード P1 と副ブレード P2 との前端縁の間隔は、固定翼の案内羽根の間隔と一致させることが効率的である。図 10(e) に示す例は、 $a : b = a' : b'$ となるようにブレードの配置および向きを設定することによって、回転翼に回転方向と逆方向の力が発生することを防ぎつつ気流の利用効率を向上させた配置としたものである。

回転翼を非平行複葉板形とすることにより、固定翼から流入した気流がブレードに衝突せずシリンダー部内を通過、流出する割合を低下させることができ、これによって気流の利用効率を向上させることができる。また、複葉板間に気流を通過させるようにすることで下流側の回転翼に気流を整流して誘導することができ、これによって大きい衝突力を発生させ、出力を増大させることができる。非平行複葉板形は、とくに、大型の風車で、回転翼間の距離が大きくなる場合に有効となる。

浅皿(小曲率)凹面板形の回転翼は、パドル形風車あるいはサボニウス形風車で用いられている半円筒状の回転翼にくらべて曲面の曲率を小さくし、固定翼から流入した気流が半円筒状の回転翼の凸面側に衝突して回転方向と逆方向の力が生ずるのを防ぐように考案された回転翼の形式である。図 10 には曲面板の回転翼が例として示されているが、平面板の組み合わせにより凹面を形成したものをを用いることも可能である。

【0011】

(6) ブレードの角度と風車出力の関係について

本発明に係る多重衝突形風車の回転翼の角度と風車出力との関係を測定した結果を図 11 に示す。実験は、図 10(a) 及び図 10(b) に示す中心軸のまわりに 4 個の回転翼を配置した平板形と非平行複葉板形の場合、図 10(c) で浅皿凹面板形のかわりに半円筒形とした場合、および一般的な 2 枚羽根のサボニウス形(オーバーラップ比: 0.5) について測定した。

図 11 は、ブレードの取付角を変え、風車の回転を妨げる一定の負荷を相対値で 1、

10

20

30

40

50

2、3.5倍に変化させて中心軸に加えた場合についての測定結果を示す。半円筒形、平板形、非平行複葉板形については、いずれも固定翼部（案内羽根30の長さ＝回転翼直径/3、以下同様）を取り付けた状態での測定結果である。ブレード取付角とは、中心軸を中心とする径方向とブレードの前縁間を結ぶ面とがなす角度（図3に示す）である。

測定によると、風車出力のブレードの取付角に対する依存性が最も大きいのは非平行複葉板形で、角度依存性が最も小さいのは半円筒形であった。これら2種類のブレードの場合にはブレードの取付角を30度前後にした場合に最も出力が大きくなり、平板形の場合には30～45度とした場合に最も出力が大きくなった。いずれの場合も、取付角を出力が大きくなる角度に設定することによって、サボニウス形風車に比べて大幅に大きい出力が得られた。

10

図12に、上述した4種の回転翼（平板形、半円筒形、非平行複葉板形、サボニウス形）について、固定翼部の案内羽根30の取付角を変えた場合の風車出力の変化を示す。なお、案内羽根の取付角とは、回転翼外周の接線と案内羽根とのなす角（図3に示す）をいう。

図12は、風速3.0m/sec、ブレード取付角を30度（サボニウス形は0度）とした場合に、サボニウス形風車（固定翼部なし）の出力 P_s に対する各風車の出力の比率 P/P_s が、案内羽根の取付角によってどのように変動するか測定した結果を表したグラフである。

図12の測定結果は、案内羽根の取付角が40度前後の場合に最も大きな風車出力が得られることを示している。

20

図13、14は、回転翼のブレード取付角を30度、固定翼の案内羽根取付角を40度とした場合の風車出力の測定結果で、図13は4種の回転翼（平板形、半円筒形、非平行複葉板形、サボニウス形）について、周速比（風車の翼端の速度/風速）と風車出力の関係を示したものである。

図14は、サボニウス形風車（固定翼なし）の出力 P_s に対する各風車の出力の比率 P/P_s を6種の回転翼（平板形、半円筒形、浅皿凹面板形、非平行複葉板形、非平行複葉凹面板形、サボニウス形）について示したものである。

2回行った測定で、値に多少の違いはあるが、平板形より浅皿凹面板形の方が、また単一板形よりも非平行複葉板形の方が風車出力が大きく、これら6種の回転翼のうちでは、非平行複葉凹面板形の場合に最も大きい風車出力が得られる。

30

【0012】

(7) 回転制御装置について

図11に示すように、風車の出力は回転翼のブレード取付角に依存して変化する。この関係を利用すると、回転翼の回転速度が一定速度以上となった際に、回転速度に応じて、中心軸を中心とする径方向に対してブレードの面がなす角度を大きくさせ、ブレードに作用する抗力を低減させることによって回転翼の回転速度を抑制させることができる。ブレードの面の角度を調節する方法としては、電動モータ等の制御装置によりブレード面の角度を調節する方法や、回転翼が回転することに伴って発生する遠心力を利用する方法等が利用できる。遠心力を利用する方法は、風車の回転エネルギーをそのまま利用できる点で有効である。

40

ブレード取付角は通常は30～45度に設定されるが、回転制御装置は風速が一定以上になった際にはブレード取付角をこれらの初期設定値よりも大きくするように制御する。図15は、ブレード取付角が90度の場合を示す。回転制御装置を設けた場合は、風速が増大するとともにブレード取付角が大きくなり、図15の配置に近づいていく。それに伴いブレードに働く抗力が減少するため、風速が大きくなっても回転数が一定に保たれる。回転制御装置を設けることにより、強風が吹いたような場合に風車が損傷を受けないようにすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明に係る垂直軸駆動装置を垂直軸風車に適用した実施形態について、添付図

50

面にしたがって詳細に説明する。

図1は、垂直軸風車を用いた発電装置の一実施形態の構成を示す斜視図、図2は側面図である。本実施形態の垂直軸風車は、回転翼が周回移動可能に配置されたシリンダー部Aと、シリンダー部Aの外周囲に配置した固定翼部Bと、回転翼の回転数を制御する回転制御装置Cと、発電装置部Dとを主要な構成部分とする。

本実施形態の垂直軸風車では、図1に示すように、シリンダー部A内に4個の回転翼8a、8b、8c、8dを配置し、これらの回転翼8a、8b、8c、8dを、中心軸12に固定した支持アーム14に回転自在に支持している。

支持アーム14は、中心軸12を中心として周方向に90度間隔となる配置で、中心軸12の軸線方向に対し直交する向きに延設し、4個の回転翼8a、8b、8c、8dを中心軸12の周方向に均等間隔となるように支持している。

図2に、中心軸12の上下に各々設けた支持アーム14に回転自在に遊星軸15を設け、回転翼8a、8cを幅方向の中央位置で遊星軸15に支持した構成を示す。各々の回転翼を支持する遊星軸15は中心軸12から等距離に設けられている。回転翼8b、8dを遊星軸15に支持する構成についてもまったく同様である。

各々の回転翼8a、8b、8c、8dは、ブレード10と、ブレード10の上下に固定した上下円盤11a、11bとから構成されている。本実施形態ではブレード10を平板によって形成しているが凹面板によって形成してもよい。また、前述したように、複数枚のブレードを上下円盤11a、11b間に非平行となる配置で支持して回転翼を構成することも可能である。

回転翼8a、8b、8c、8dのブレード10は、図3、図8に示すように、その面の方向を中心軸12を中心とする径方向に対して角度 θ をなすように配置する。

このように、ブレード10の面の方向を中心軸12を中心とする径方向に対して角度 θ をなすように支持する方法として、本実施形態ではブレード10を支持する遊星軸15の上端に遊星軸ベベルギア16を固定し、この遊星軸ベベルギア16と、支持アーム14に回転自在に軸支したベベルギアシャフト17の一端に取り付けられたベベルギア18aと、を歯合させてブレード10の面の方向を規定している。

ブレード10は中心軸12の回りを周回する際に、その面の方向を中心軸12を中心とする径方向に対して常に所定の角度となるように設定しておく必要がある。本実施形態においては、ベベルギアシャフト17の他端に取り付けたベベルギア18bを、中心軸12の上部に外挿したブレード制御軸20の下端に取り付けたブレード制御ベベルギア22に歯合させ、常時はブレード制御ベベルギア22が中心軸12と一体に回転することによって、ブレード10の面の方向が常時、角度 θ を保ちながら周回移動するようにした。

前述したように、ブレード10の面の方向が中心軸12を中心とする径方向に対してなす角度 θ は、最も高い回転効率を得られるように、平板形の場合は30～45度程度とし、平板形以外の場合は30度前後にする。このように、ブレード10の面の方向を中心軸を中心とする径方向に対して角度 θ をなすように設定することによって、ブレード10の面を延長すると隣接する回転翼と交差する多点交差形配置の風車となる。

回転翼8a、8b、8c、8dが回転するシリンダー部Aは、図2に示すように、上板24、底板25、基板26および支柱27により、シリンダー部Aの上下面を遮蔽するようにして支持されている。上板24と基板26は円板状に形成され、側面部分は全面が開放している。

この上板24と基板26とで挟まれたシリンダー部Aの外周囲には、平板状に形成された案内羽根30が周方向に所定間隔で配置された固定翼部Bが設けられている。32a、32bは上板24と基板26の全周にわたって設けた傾斜板である。この傾斜板32a、32bは回転翼8a、8b、8c、8dよりも上方あるいは下方から固定翼に流入した風を回転翼8a、8b、8c、8dに導入するように設けたものである。すなわち、本実施形態では、回転翼8a、8b、8c、8dの高さに対応した受風面積よりも上下に広い受風面積（導入面積）が得られるようにして、より効率的に風を取り込むことができるようにしたものである。

10

20

30

40

50

案内羽根 30 は上板 24 と基板 26 との間を上下に連結するように設け、装置風車に流入する風をシリンダー部 A 内に取り込む作用をなす。

図 3 に実施形態での案内羽根 30 の配置を示す。本実施形態では、16 枚の案内羽根 30 をシリンダー部 A の周方向に配置している。各々の案内羽根 30 は回転翼外周の接線方向（シリンダー部 A の外周部の接線方向）に対して約 40 度の角度をなす配置としている。このように案内羽根 30 を傾斜させる配置としているのは、シリンダー部内に配置されている回転翼 8a、8b、8c、8d に対して、回転翼をより効率的に回転させる方向に気流を集めるように誘導するためである。すなわち、回転翼 8a、8b、8c、8d を回転させる方向に対しては気流があたるとともに、回転翼 8a、8b、8c、8d の回転を妨げる方向に対しては気流があたらないように遮蔽する作用をなす。

本実施形態では、案内羽根 30 を 16 枚配置しているが、案内羽根 30 の設置枚数はとくに限定されるものではなく、風車が大きくなった場合には増やすなど、風車の大きさ等に応じて最も効率的な枚数とすればよい。

案内羽根 30 は集風作用、遮風作用とあわせて気流を整流する作用を有し、固定翼部を設けずに、単に、回転翼 8a、8b、8c、8d を大気中に設置した場合にくらべて、より強い整流された気流を回転翼 8a、8b、8c、8d に衝突させることが可能になり、風車の出力を向上させることが可能になる。

また、案内羽根 30 の上下に設置した傾斜板 32a、32b により、回転翼 8a、8b、8c、8d よりも上方あるいは下方から固定翼に流入した風も、回転翼 8a、8b、8c、8d まで誘導され、風車の回転に寄与する。

なお、図 2 の右半部には、固定翼部の上下の傾斜板 32a、32b の中間に所定間隔をあけて整流板 33 を設置し、さらに回転翼 8c に整流板 13 を設置した例を示す。図 4 は、回転翼に整流板 13 を設けた状態を斜視図によって示している。整流板 13 は上下円盤 11a、11b と平行に、ブレード 10 を前後に挟む配置で上下円盤 11a、11b と同形の円板状に形成されている。固定翼部に設ける整流板 33 は内端部の高さ位置が回転翼 8c に設けられた整流板 13 と一致するように設けられ、固定翼部に進入した気流が整流されて回転翼 8c に導入されるように設けられている。

図 2 では、説明上、図の右半部に整流板 13、33 を設けた状態を示しているが、整流板を設ける場合は固定翼部の全体にわたって、また回転翼 8a ~ 8d のすべてに整流板を設けるようにする。

このように、固定翼部に整流板 33 を設置することによって、案内羽根 30 による整流作用をさらに向上させることができ、回転翼に整流板 13 を設けることによって回転翼に対する気流の衝突効率を高めることが可能となる。

前述したように、風車の出力は中心軸 12 を中心とする径方向に対する回転翼 8a、8b、8c、8d の設置角度によって変動する。この関係を利用し、風車の回転に伴って発生する遠心力によって回転翼 8a、8b、8c、8d の角度を変化させることにより、回転翼 8a、8b、8c、8d の回転数を一定に制御することができる。

この回転制御装置の構成について、図 5 を参照して以下に説明する。

図 5 (a) ~ (c) は、それぞれ回転制御装置の構成を示す平面図、正面図、側面図である。図 5 (b) に示すように、各々の回転翼 8a、8b、8c、8d に設けられたブレード 10 は、遊星軸 15 に固定した遊星軸ベベルギア 16 と、中心軸 12 に外挿したブレード制御軸 20 の下部に固定したブレード制御ベベルギア 22 とが、支持アーム 14 に軸支されたベベルギアシャフト 17 の両端に設けたベベルギア 18a、18b と各々歯合することによって所定角度に設定されている。

図 5 (b) において、34 は中心軸 12 の上端に中心軸 12 に直交する方向に軸対称に固定した錘支持アームである。錘支持アーム 34 にはアーム上をスライド自在に遠心力感知用錘 36、36 が設けられている。37、38 は遠心力感知用錘 36 の移動位置を規制するストッパである。

40 はブレード制御軸 20 に上下動自在に外挿した重力感知用錘である。42 はガイドローラ 44 を介して重力感知用錘 40 と遠心力感知用錘 36 との間を連結するローラチェ

10

20

30

40

50

ーンである。

図5(a)及び図5(b)に示すように、ローラチェーン42、42の中途位置にはローラチェーン42に歯合するギア46、46を設け、ギア46、46の同一軸上に第1のベベルギア48、48を固定する。第1のベベルギア48、48はそれぞれ第2のベベルギア50、50と歯合するように設け、第2のベベルギア50、50の回転軸上に固定したウォームギア52、52を、ブレード制御軸20に固定したセンターギア54に歯合させる。ウォームギア52、52はセンターギア54を挟んだ対向位置に配置し、ローラチェーン42、42が移動した際にギア46、46からの回転駆動力が偶力としてセンターギア54に作用するように設定している。

本実施形態の回転制御装置は、重力感知用錘40が最下位置にある状態が通常時で、このときに回転翼8a、8b、8c、8dのブレード10が所定の角度に設定されている。この状態から、遠心力感知用錘36、36に作用する遠心力が重力感知用錘40に作用する重力よりも大きくなると、遠心力感知用錘36、36はストッパ37に当接していた位置から、錘支持アーム34上で外方に移動開始し、これとともにローラチェーン42が移動してギア46を回動させる。ギア46の回転は、第1のベベルギア48とこれに歯合する第2のベベルギアとウォームギア52を介してセンターギア54に伝達され、センターギア54を回動させる。回転制御装置の機構は、風力が増して遠心力感知用錘36に作用する遠心力が大きくなると、回転翼8a、8b、8c、8dのブレード10の中心軸12を中心とする径方向に対する角度をより大きくするように設けられている。

回転翼8a、8b、8c、8dのブレード10の中心軸12を中心とする径方向に対する角度は、通常は30～45度に設定されているが、風速が一定値以上になると、回転制御装置の作用により角度が大きくなり、それとともにブレード10に作用する抗力が減少し、回転数が一定に保たれるようになる。風車に対して、強風が作用するような場合には、このような回転制御装置を設けることによって、回転翼8a、8b、8c、8dが過度に高速で回転することを防止し、装置が損壊したりすることを防止し、安定した動作を行わせることができる。

図6、7はブレード10の中心軸12を中心とする径方向に対する角度を制御する回転制御装置の他の実施形態を示す。図6に示す回転制御装置は、ブレード制御ベベルギア22にギア60を連結し、上板24上で移動可能に支持した2本のギア付きの移動バー62、62にギア60を歯合させたものである。64、65、66が移動バー62の移動方向をガイドするガイド柱、67がスプリングである。ガイド柱65、66は移動バー62の移動位置を規制するストッパとしても作用している。36は移動バー62に固定した遠心力感知用錘であり、常時はスプリング67の付勢力によってガイド柱65の側面に当接している。この回転制御装置では、風速が増大して円心力感知用錘36に作用する遠心力が大きくなると、スプリング67の付勢力に抗して移動バー62、62が外側に移動し、これとともに回転翼のブレード10の向きが変化し、ブレード10に作用する抗力を減少させることができる。

図7に示す回転制御装置は、回転翼を支持している支持アーム14と各々の回転翼8a～8dの上下円盤11aとの間にスプリング68を配置し、上下円盤11aのブレードと90度の角度をなす外周側の偏芯位置に遠心力感知用錘70を固定したものである。72はブレード10の向きを規制するストッパである。図7(a)は、低風速時におけるブレード10の配置を示し、図7(b)は、高風速時のブレード10の配置を示す。風速が増大すると遠心力感知用錘70に作用する遠心力によって回転翼のブレード10の向きが変化するため、スプリング68の付勢力を適当に設定することにより、風速に応じてブレード10の向きが変化するように調節することができる。非平行複葉板形の回転翼などの場合は遊星軸に対して回転翼の重心が偏位した位置にあるが、この場合も遠心力感知用錘70を取り付けて遠心力による回転作用が回転翼に確実に作用するようにするのがよい。

なお、回転制御装置を上記のような機械的構成とせず、風速または風車の回転数をセンサ等により検知し、電動モータ等の駆動機構を利用してブレードの向きを制御することも可能である。

10

20

30

40

50

本実施形態では、図 2 に示すように装置の下部に発電機 80 を配置し、発電機 80 の駆動軸に設けたベベルギア 82 を中心軸 12 の下部に設けたベベルギア 84 に歯合し、回転翼 8a、8b、8c、8d の回転エネルギーによって発電機 80 を駆動するように形成した。

なお、中心軸 12 と発電機 80 とを連携して、回転翼 8a、8b、8c、8d の回転エネルギーを発電機 80 に伝達する手段としては種々の方法によることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】本発明に係る垂直軸風車の一実施形態の構成を示す斜視図である。

【図 2】垂直軸風車の正面図である。

10

【図 3】垂直軸風車のブレードと案内羽根の配置を示す説明図である。

【図 4】整流板を取り付けた回転翼の斜視図である。

【図 5】回転制御装置の構成を示す平面図 (a)、正面図 (b)、側面図 (c) である。

【図 6】回転制御装置の他の構成例を示す説明図である。

【図 7】回転制御装置のさらに他の構成例を示す説明図である。

【図 8】ブレードの多点交差形配置 (a)、放射状配置 (b) を示す説明図である。

【図 9】多点交差形配置での滞留構造 (a)、低衝突率構造 (b)、高衝突率・非滞留構造 (放射状配置の場合) (c)、高衝突率・非滞留構造 (多点交差形配置の場合) (d) を示す説明図である。

【図 10】平板板 (a)、非平行複葉板形 (b)、浅皿 (小曲率) 凹面板形 (c)、非平行複葉凹面板形 (d)、非平行複葉板形の回転翼におけるブレードの設置方法 (破線は上下円盤) (e) を示す説明図である。

20

【図 11】回転翼のブレード取付角 と風車出力の関係を示すグラフである。

【図 12】固定翼の案内羽根取付角 と風車出力の関係を示すグラフである。

【図 13】周速比 (風車の翼端の速度 / 風速) と風車出力の関係を示すグラフである。

【図 14】6 種の回転翼について風車出力を測定した結果を示すグラフである。

【図 15】ブレード取付角 が 90 度の場合の回転翼の配置を示す説明図である。

【符号の説明】

【0015】

8a、8b、8c、8d 回転翼

30

10 ブレード

11a、11b 上下円盤

12 中心軸

13、33 整流板

14 支持アーム

15 遊星軸

16 遊星軸ベベルギア

20 ブレード制御軸

24 上板

26 基板

40

30 案内羽根

32a、32b 傾斜板

33 整流板

34 錘支持アーム

36、70 遠心力感知用錘

40 重力感知用錘

80 発電機

A シリンダー部

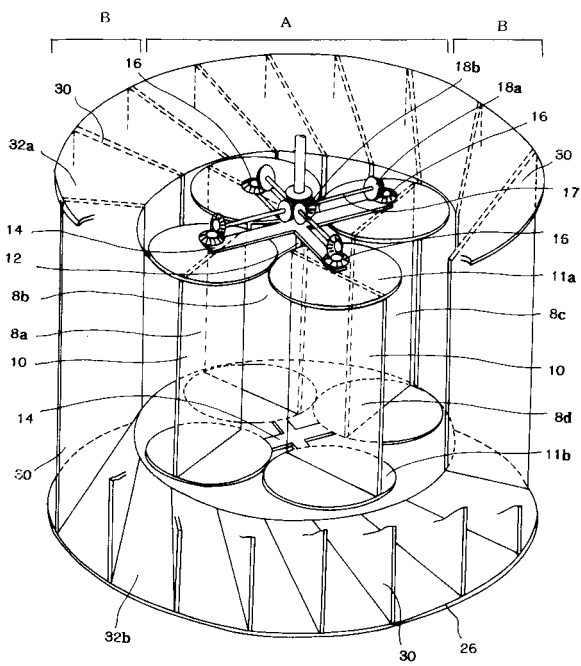
B 固定翼部

C 回転制御装置

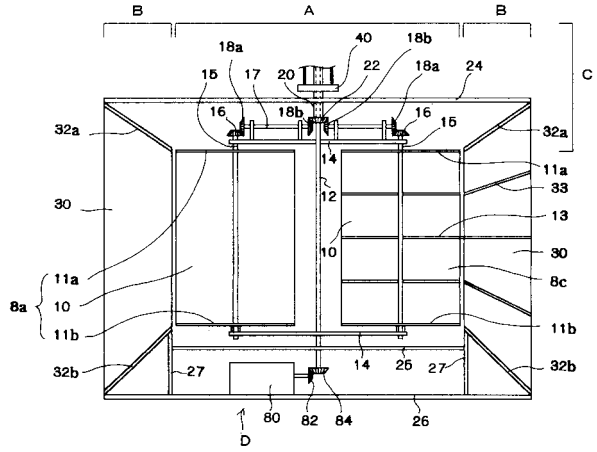
50

- D 発電装置部
- P 1 ブレード
- P 2 副ブレード
- 案内羽根取付角
- ブレード取付角

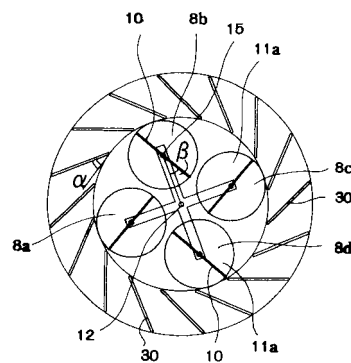
【図1】



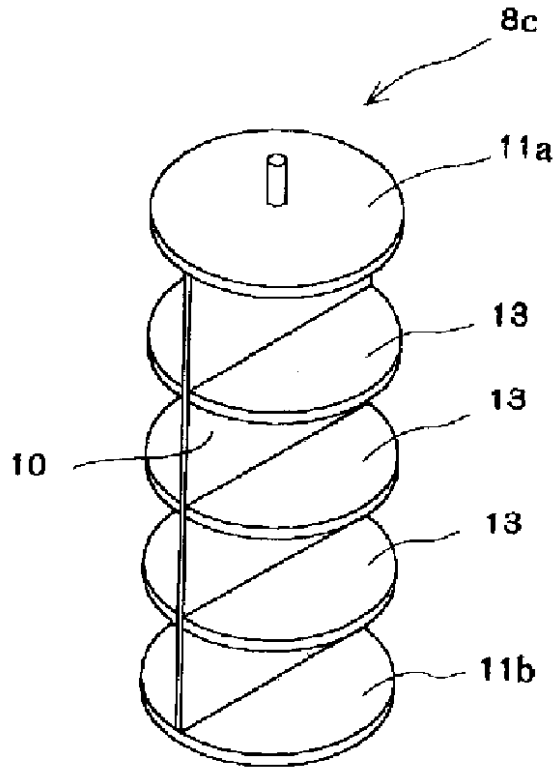
【図2】



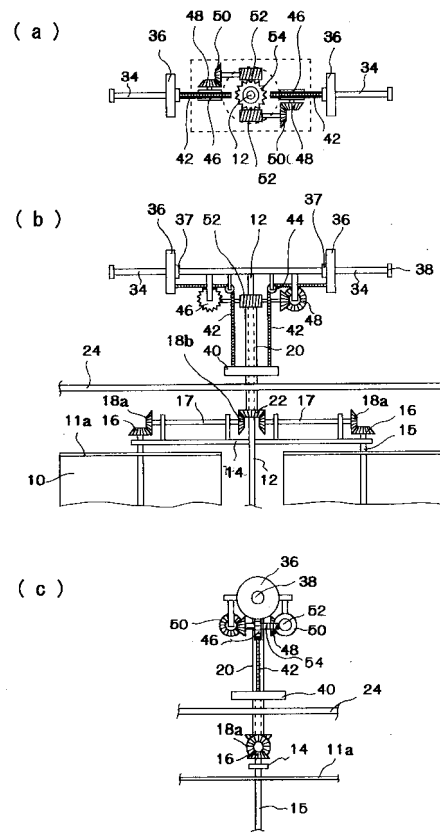
【図3】



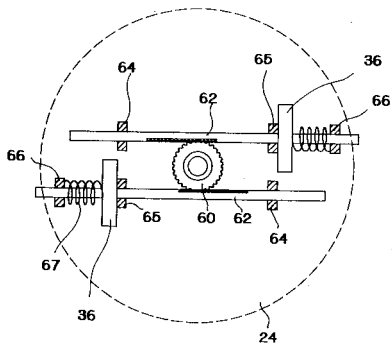
【図4】



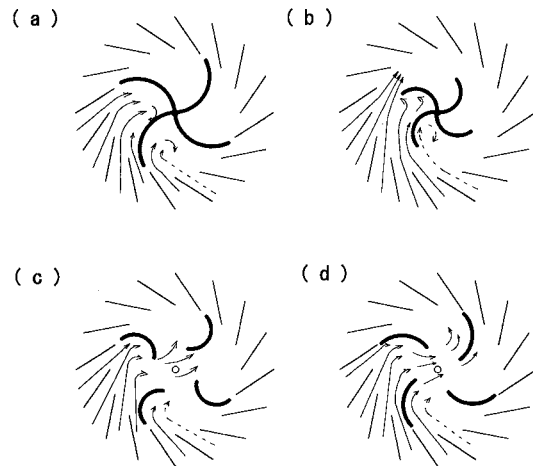
【図5】



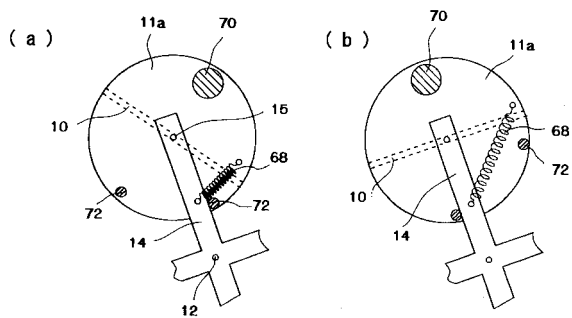
【図6】



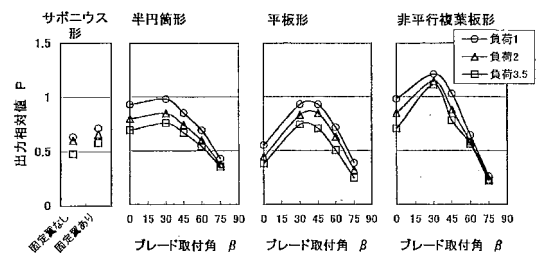
【図9】



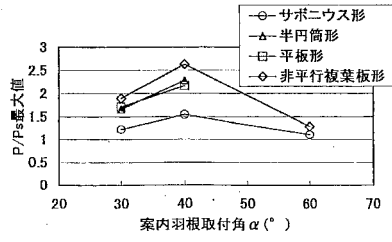
【図7】



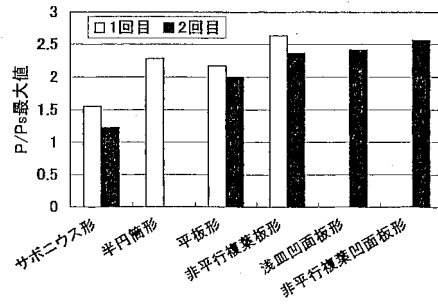
【図11】



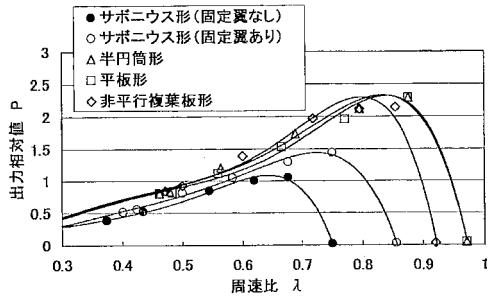
【図12】



【図14】

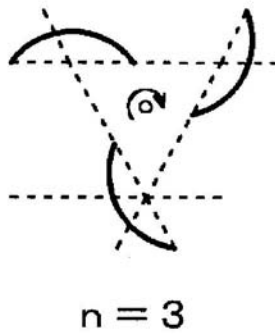
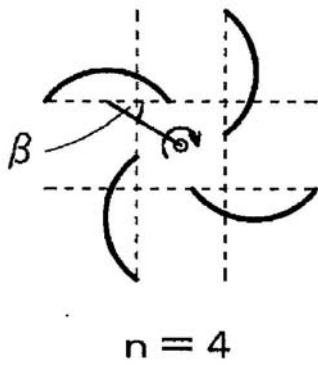


【図13】

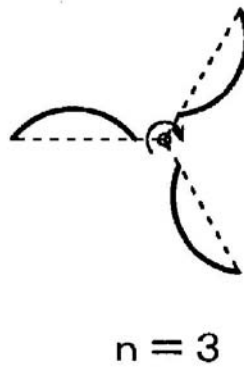
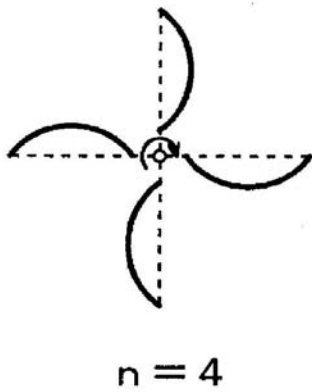



【図8】

(a)

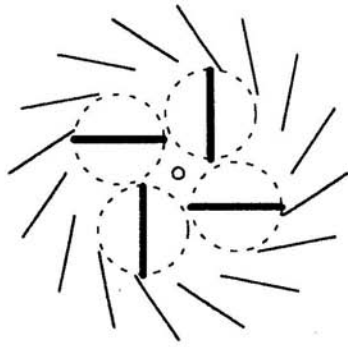


(b)

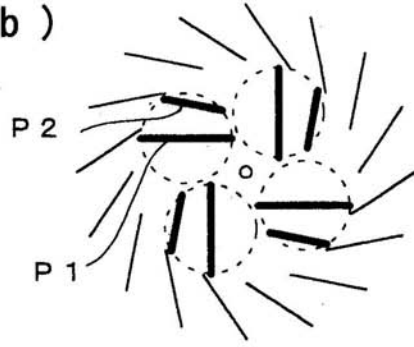


【 10】

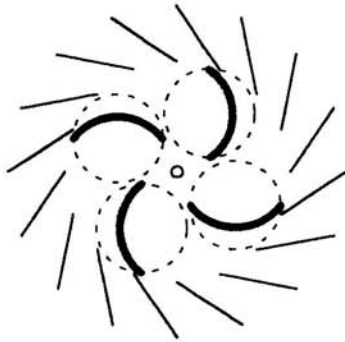
(a)



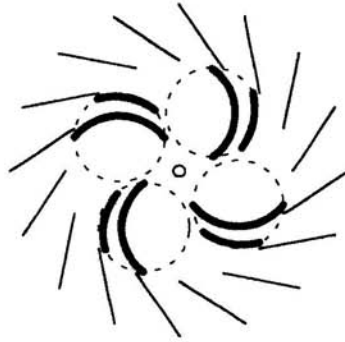
(b)



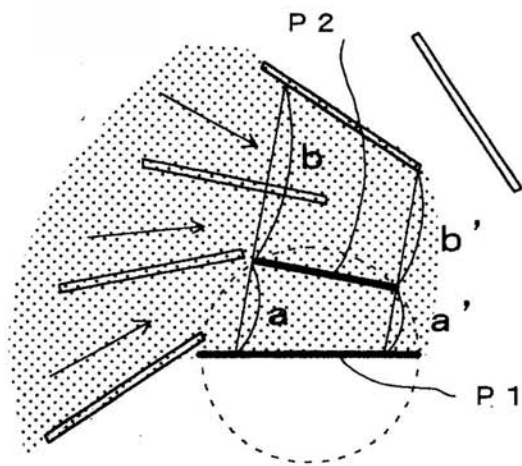
(c)



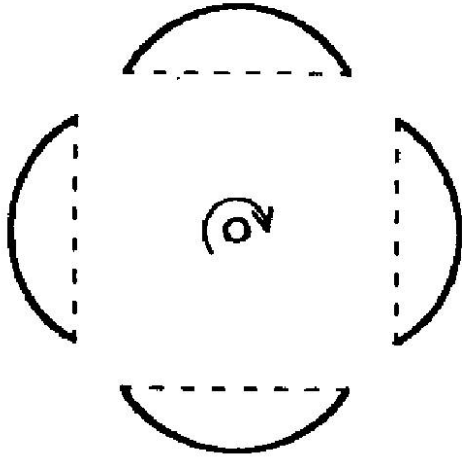
(d)



(e)



【 15】



$n = 4$

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-339258(JP,A)
特開2002-106458(JP,A)
特開平05-215062(JP,A)
特許第071138(JP,C2)
実公第031108(大正15年)(JP,Y1T)
実開昭60-143173(JP,U)
特開昭57-018464(JP,A)
特開昭55-142978(JP,A)
米国特許第4494007(US,A)
特開昭61-098973(JP,A)
国際公開第99/61754(WO,A2)
独国特許出願公開第19611906(DE,A1)
米国特許第5380149(US,A)
欧州特許出願公開第867615(EP,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F03D	3/06
F03B	1/02
F03D	3/04