

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2017年10月5日(05.10.2017)

(10) 国際公開番号
WO 2017/170663 A1

- (51) 国際特許分類:
F03D 3/04 (2006.01) F03D 7/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012851
- (22) 国際出願日: 2017年3月29日(29.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-066953 2016年3月30日(30.03.2016) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人鹿児島大学(KAGOSHIMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒8908580 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 Kagoshima (JP). 茂建設株式会社 (SHIGERU KENSETSU CORPORATION) [JP/JP]; 〒8920836 鹿児島県鹿児島市錦江町1番33号 Kagoshima (JP). 株式会社 S - s t y l e (S-STYLE CORPORATION) [JP/JP]; 〒8994321 鹿児島県霧島市国分広瀬4丁目22-12 Kagoshima (JP).
- (72) 発明者: 石原田 秀一 (ISHIHARADA Shuichi); 〒8908580 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人鹿児島大学内 Kagoshima (JP). 濱田 禎史 (HAMADA Sadafumi); 〒8920836 鹿児島県鹿児島市錦江町1-1-33 茂建設株式

会社内 Kagoshima (JP). 谷口 慶一郎 (TANIGUCHI Keiichiro); 〒8994321 鹿児島県霧島市国分広瀬4丁目22-12 株式会社 S - s t y l e 内 Kagoshima (JP).

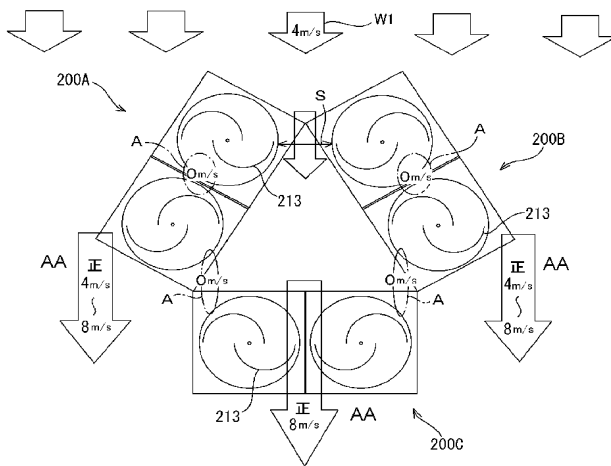
- (74) 代理人: 東 和博 (HIGASHI Kazuhiro); 〒8920846 鹿児島県鹿児島市加治屋町18-8 三井生命鹿児島ビル6階 Kagoshima (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: SAVONIUS WIND POWER GENERATION DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: サボニウス型風力発電装置とその制御方法

[図3]



AA Positive

(57) Abstract: [Problem] To provide a wind power generation device that is provided with multi-stage Savonius windmills in the front-and-rear direction, and that enables the windmills to rotate efficiently against wind from any direction and improves power generation efficiency. [Solution] Three wind power generation units 200A-200C each having two Savonius windmills 210 disposed side by side are arranged so as to form a substantially equilateral triangle. A narrow space S is provided between the windmills at the front stage with respect to a wind direction W1, wind power passing from the front to the rear is received by inner wind-receiving buckets 213 so that the windmill on one side rotates clockwise and the windmill on the other side rotates counterclockwise. At the middle stage, wind power passing from the front is received by outer wind-receiving buckets so that the windmill on one side rotates counterclockwise and the windmill on the other side rotates clockwise. At the rear stage, the wind power having passed through the space S at the front stage is received by inner wind-receiving buckets so that the windmill on one side rotates clockwise and the windmill on the other side rotates counterclockwise. Further, in a view from the front, each of the inner wind-receiving buckets at the middle stage partially overlaps the outer wind-receiving bucket on the same side at the front stage, and each of the outer wind-receiving buckets at the rear stage partially overlaps the inner wind-

receiving bucket on the same side at the front stage.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/170663 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】前後に複数段のサボニウム型風車を備え、任意方向からの風に対し各風車を効率よく回転させ、発電効率を高めることが可能な風力発電装置を提供する。【解決手段】サボニウス型風車 210 を 2 個並列した 3 つの風力発電ユニット 200 A ~ 200 C を互いに略正三角形となるように配置し、風向き W1 に対し前段の風車間に狭幅の隙間 S を設けて前方から背後に通過する風力を内寄りの受風バケット 213 が受け一方が時計回りに他方が反時計回りに回転し、中段は外寄りの受風バケットが前方から通過する風力を受け一方が反時計回りに他方が時計回りに回転し、後段は前段の隙間 S の通過後の風力を内寄りの受風バケットが受け一方が時計回りに他方が反時計回りに回転し、さらに前方から見て、中段は内寄りの受風バケットが前段の同じ側の外寄りの受風バケットと部分的に重なり、後段は外寄りの受風バケットが前段の同じ側の内寄りの受風バケットと部分的に重なるように配置する。

明 細 書

発明の名称 : サボニウス型風力発電装置とその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、垂直軸型風車の一つであるサボニウス型風車を備えたサボニウス型風力発電装置とその制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 風力発電装置に用いられる風車には、多翼型、セイルウィング型、オランダ型、プロペラ型などの水平軸型と、クロスフロー型、サボニウス型、ダリウス型、ジャイロミル型などの垂直軸型がある。水平軸型は一般に発電効率がよく、大型化しやすい利点があり、垂直軸型は設置やメンテナンスが容易で、360度のあらゆる方向の風を受けることができ、狭い設置スペースに多数台数を設置できる利点がある。特にサボニウス型は微風でも回転し、大きなトルクが得られるという利点がある。

[0003] 従来より、サボニウス型風車を用いた例として、サボニウス型翼の形状を変更して回転効率を上げるようにした風車（特許文献1～2）、ダリウス型とサボニウス型の翼を備え、微風時には低速回転特性に優れたサボニウス型翼による回転を利用し、風速が所定値を越えると高速回転特性に優れたダリウス型翼による回転を利用するようにした風力発電装置（特許文献3）などが知られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-293928号公報
特許文献2：特開2007-113512号公報
特許文献3：特開2007-113562号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、サボニウス型風車は、図10に示すように、回転軸1に対

する1対の受風バケット2が回転を生み出す正の風と回転を制止しようとする負の風を同時に受けるため、風速に対する回転効率が悪く、回転効率を上げようとするすると上記特許文献1～2のように翼形状が複雑化する。さらに、特許文献3の発電装置は、回転軸が長いダリウス型翼を組み合わせるため装置が大型化し、またダリウス型翼は高速回転するから装置を地面に安全に強固に設置しなければならない。

[0006] 近年は環境アセスメントや景観維持の観点から大型風力発電の建設が伸び悩んでおり、駅前広場や公園内などにも設置できる小型風力発電装置への期待が高まっている。

[0007] 本発明は、上記実情に鑑みてなされたもので、前後に複数段のサボニウム型風車を備え、任意方向からの風に対し各風車を効率よく回転させ、発電効率を高めることが可能なサボニウス型風力発電装置とその制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係るサボニウス型風力発電装置は、

サボニウス型風車を回転させて発電機により発電を行うサボニウス型発電装置であって、前記サボニウス型風車は、垂直回転軸と、当該垂直回転軸を保持する上下の端板と、円弧状の湾曲する内面が前記垂直回転軸を挟んで同一回転方向を向くと共に前記上下の端板間に保持された2つの受風バケットを備え、

前記サボニウス型風車を前段と後段に左右2個ずつ配置し、

前段は左右の風車間に狭幅の隙間を設けて前方から背後に通過する風力を内寄りの各受風バケットが受けて一方が時計回りに他方が反時計回りに回転し、

後段は前段の前記隙間を通過した後の風力を内寄りの各受風バケットが受けて一方が時計回りに他方が反時計回りに回転し、

さらに、後段は前段に対し前方から見て後段の外寄りの受風バケットが前段の同じ側の内寄りの受風バケットと部分的に重なるように配置したことを

第1の特徴とする。

[0009] 本発明に係るサボニウス型風力発電装置は、
前記サボニウス型風車を前段と後段の間の中段に左右2個配置し、
中段は外寄りの各受風バケットが前方から背後に通過する風力を受けて一方が反時計回りに他方が時計回りに回転し、
さらに、中段は前段に対し前方から見て中段の内寄りの各受風バケットが前段の同じ側の外寄りの受風バケットと部分的に重なるように配置されていることを第2の特徴とする。

[0010] 本発明に係るサボニウス型風力発電装置は、
サボニウム型風車を2個並列した3組の風力発電ユニットを平面視して全体で略三角形となるように配置してなり、風向きに対し手前の2個の風車が前段となり、背後の2個の風車が後段となり、その中間の2個の風車が中段となることを第3の特徴とする。

[0011] 本発明に係るサボニウス型風力発電装置は、
前記3組の風力発電ユニットを、隣接する風力発電ユニット間の内角が略60度となるように平面視して全体で略正三角形となるように配置したことを第4の特徴とする。ここで略60度とは例えば55度以上、65度未満を意味する。

[0012] 本発明に係るサボニウス型風力発電装置は、
支持部と、前段と後段の各風車または前段と中段と後段の各風車を含む風力発電部と、前記支持部と前記風力発電部の間に介在されて前記風力発電部を風の主流方向に合わせて最適風向配置となるように回転させる回転部を備えることを第5の特徴とする。

[0013] 本発明に係るサボニウス型風力発電装置の制御方法は、
支持部と、前段と後段にまたは前段と中段と後段に左右2個ずつサボニウム型風車を配置してなる風力発電部と、前記支持部と前記風力発電部の間に介在された回転部と、制御部を備えるサボニウム型風力発電装置において、風の主流方向が前記風力発電部の最適風向配置と異なる場合、前記制御部

が、風向計からの風向情報、風配図からの風配情報、風車ごとの発電情報のうちいずれか一の情報または複数の情報の組合せに基づき、風の主流方向の向きを算出し、当該算出値に基づき回転部に回動指示を与え、風の主流方向が前記風力発電部の最適風向配置と一致するように前記風力発電部を回動させることを特徴とするサボニウス型風力発電装置の制御方法。

発明の効果

[0014] 以上説明したように、本発明のサボニウス型風力発電装置によれば、任意方向からの風に対し、手前の風車で増幅された風力を効率よく背後の風車で受けることができ、これにより発電効率を向上させることができ、最適な小型風力発電装置を実現できるという優れた効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明に係るサボニウス型風力発電装置の全体構成例を示す正面図、
[図2]図1の風力発電装置の風力発電部を示す平面図、
[図3]図2の風力発電部に対する風力の作用を示す平面図、
[図4]2個のサボニウス型風車間を通過する風が増速する様子を示すモデル図、
[図5]サボニウム型風車における風速と電力の関係を示す図、
[図6]比較例として多数の風車を横一列に並列したタイプを示す平面図、
[図7]制御部の構成例を示す図、
[図8]図2の風力発電部に対する三方向からの風向きを示す平面図、
[図9]風配図モデルを示す図、
[図10]サボニウス型風車に対する風力の作用を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照しながら説明する。

[0017] 図1に示すように、サボニウス型風力発電装置S（以下、風力発電装置Sという）は、一例として公園や駅前広場などの平坦な土地Gに設置される。土地Gは高台、斜面、風が通過する山間などでもよい。風力発電装置Sは支

持部 100 と風力発電部 200 と制御部 300 とパワーコンディショナー 400 を備えている。

[0018] 支持部 100 は、土地 G 上に垂直に固定された固定支柱 110 と、固定支柱 110 の上端に回転部 120 を介して回動可能に支持された回転支持部 130 を備えている。回転部 120 は図示しない駆動モータを備え、制御部 300 からの制御によって駆動モータを正逆回転させ、回転支持部 130 に支持された風力発電部 200 を風向きに応じて回動させるようになっている。

[0019] 風力発電部 200 は、ベース 201 と、ベース 201 上に配置された 3 組の発電ユニット 200A ~ 200C から構成されている。発電ユニット 200A ~ 200C は、水平方向一列に連設された複数個 (2 ~ n 個、図示例は 2 個) のサボニウム型風車 210 と、各風車 210 に接続された複数の発電機 220 を備えている。

[0020] サボニウム型風車 210 は、垂直軸型風車、すなわち風向きに依存しない全方位型の風車で、垂直回転軸 211 と、垂直回転軸 211 を保持する上下の端板 212 と、円弧状に湾曲する湾曲内面 213a が前記垂直回転軸 211 を挟んで同一回転方向を向きかつ前記上下の端板 212 間に保持された 2 つの受風バケット 213 を備えている。そして、全方位からの風力エネルギーを受風バケット 213 が受けて、垂直回転軸 211 を回転させるようになっている。本実施形態のサボニウム型風車 210 は、低速 (1.0 ~ 1.5 m / S) の風力で回転起動する。

[0021] 発電機 220 は、サボニウム型風車 210 (以下、風車 210 という) の垂直回転軸 211 の回転により発電を行う。発電機 220 には交流発電機 (誘導発電機、同期発電機) が通常用いられる。発電機 220 で発電された電力は送電線 160 を介してパワーコンディショナー 400 に送電される。また強風時などは制御部 300 からの制御により発電電力の出力が抑制される。

[0022] 制御部 300 は、風力発電装置 S 全体を制御すると共に、回線 150 を通じて風向計 140 から風向情報を収集し、また、外部から設置地域の年間の

風配図に基づく風配情報（風速、出現頻度、方角）を収集し、さらに、回線 150 を通じて風力発電部 200 の発電電力取得部 221 から風車ごとの発電情報（発電電力量、回転数）を収集する。そして、収集した風向情報、風配情報、風車ごとの発電情報のいずれかーの情報または複数の情報の組合せに基づき、風の主流方向の向きを算出し、回転部 120 に回動指示を与え、風力発電部 200 を最大発電効率となる向き（最適風向配置）に回動させるようになっている。

[0023] パワーコンディショナー 400 は風力発電部 200 で発電された電力を直流から交流に変換する。交流に変換された電力は送電線 160 を通じて電力会社その他に送電されるようになっている。

[0024] 図 2 は風力発電部 200 における 3 組の発電ユニット 200A ~ 200C のレイアウトを示している。図 2 に示すように 3 組の発電ユニット 200A ~ 200C は、ベース 201 の上面に平面視して各ユニットで形成される内側空間が略正三角形となるように配置されている。具体的には、各ユニット内の 2 個の風車 210 の垂直回転軸 211 を結ぶ線の延長線どうしのなす角度が略 60 度となるように各ユニットが配置されている。

[0025] 各発電ユニット 200A ~ 200C の各風車 210 は、本発明の効果を最大限に発揮させるべく、回転方向と上記正三角形配置による互いの位置関係に規制が加えられている。

[0026] まず、各段の風車の回転方向について説明すると、図 2 のレイアウトにおいて、風向き W1（図の上から下）に対し、前段となる風車のうち、左の発電ユニット 200A の風車 210_{1L} が時計回り、右の発電ユニット 200B の風車 210_{1R} が反時計回りになるように、各受風バケット 213 の湾曲内面 213a の向きがそれぞれ設定されている。

[0027] 同様に、風向き W1 に対し、中段となる風車のうち、左の発電ユニット 200A の風車 210_{2L} が反時計回り、右の発電ユニット 200B の風車 210_{2R} が時計回りになるように、各受風バケット 213 の湾曲内面 213a の向きがそれぞれ設定されている。さらには、風向き W1 に対し、後段となる風車の

うち、正対する発電ユニット200Cの左の風車210_{3L}が時計回り、右の風車210_{3R}が反時計回りになるように、各受風バケット213の湾曲内面213aの向きがそれぞれ設定されている。

[0028] 次に、互いの位置関係について説明すると、図2のレイアウトにおいて、風向きW1（主流方向：図の上から下）に対し、前段の風車、すなわち左側に傾斜配置された発電ユニット200Aの前方内寄りの風車210_{1L}と右側に傾斜配置された発電ユニット200Bの前方内寄りの風車210_{1R}の隙間Sが狭幅（左記風車の直径よりも狭い幅）に設定されている。

[0029] また、中段の風車、すなわち左側に傾斜配置された発電ユニット200Aの後方外寄りの風車210_{2L}と右側に傾斜配置された発電ユニット200Bの後方外寄りの風車210_{2R}が、前段の同一ユニット側の風車に対し風向きW1に見て部分的に重なるように、より詳しくは中段の前記風車210_{2L}と前記風車210_{2R}の各受風バケット213が内寄りに位置するときに、前段の風車210_{1L}と風車210_{1R}の各外寄りに位置する受風バケット213に対し風向きW1に見て1/2以上（図示例は約2/3）重なるように配置されている。

[0030] 同様に、後段の風車、すなわち風向きW1に正対する発電ユニット200Cの左側の風車210_{3L}と右側の風車210_{3R}が、それぞれ前段の同一側の風車と中段の同一側の風車に対し風向きW1に見て部分的に重なるように、より詳しくは後段の風車210_{3L}と風車210_{3R}の各受風バケット213が外寄りに位置するときに、前段の風車210_{1L}と風車210_{1R}の各内寄りに位置する受風バケット213に対し風向きW1に見て1/2以上（図示例は約100%）重なり、かつ、中段の風車210_{2L}と風車210_{2R}の各内寄りに位置する受風バケット213に対し風向きW1に見て部分的に（図示例は約1/4）重なるように配置されている。

[0031] これによって、上記風力発電部200は、各風車の回転方向の規制と発電ユニット200A～200Cのレイアウトにより、図2および図3を参照して、まず、前段の風車210_{1L}、210_{1R}に対しては、風向きW1の風（例えば風速4m/秒）を内寄りの受風バケット213が受けて左の風車210_{1L}が

時計回りに回転し、右の風車 210_{1R} が反時計回りに回転し、それぞれ発電する。

[0032] 次いで、中段の風車 210_{2L} 、 210_{2R} に対しては、風向き $W1$ の風（例えば風速 4 m/秒 ）を外寄りの受風バケット 213 が受けて左の風車 210_{2L} が反時計回りに回転し、右の風車 210_{2R} が時計回りに回転し、それぞれ発電する。このとき、中段の風車 210_{2L} 、 210_{2R} は、内寄りの受風バケット 213 が、前段の風車 210_{1L} 、 210_{1R} の外寄りの受風バケット 213 と風向き $W1$ に見て重なる位置関係にあるので、回転を制止する負の風が遮られる（図3の楕円Aおよび図10参照）。その結果、中段の風車 210_{2L} 、 210_{2R} は、回転数が増加して発電電力が増加する。

[0033] 次に、後段の風車 210_{3L} 、 210_{3R} に対しては、前段の風車 210_{1L} 、 210_{1R} 間の隙間 S を通過した風を内寄りの受風バケット 213 が受けて左の風車 210_{3L} が時計回りに、右の風車 210_{3R} が反時計回りに回転し、それぞれ発電する。このとき、後段の風車 210_{3L} 、 210_{3R} に向かう風は、前段の風車 210_{1L} 、 210_{1R} 間の狭幅の隙間 S を通過する際のベンチュリ効果により増速（風速 8 m/秒 ）して風力が増大し、後段の風車 210_{3L} 、 210_{3R} の回転数を増加させ、発電電力が大きく増加する。

[0034] 図4は2個のサボニウス型風車に対し風速 4 m/s の風が入力した場合の風の流れモデルを示している。風速 4 m/s の一定幅（ $S1$ ）の風が2個の風車間の隙間（ $S2$ ）を通過するとベンチュリ効果により風速が約 8 m/s に増速する。本発明の風力発電装置 S は同ベンチュリ効果を利用して後段の風車の回転数を増加させている。

[0035] 図5はサボニウム型風車における風速（ m/s ）と電力（ W ）の関係を示している。同図に示すように、風速が 4 m/s のときの電力は約 100 W であるが、 5 m/s になると約 250 W 、 8 m/s になると約 750 W 、 10 m/s になると約 1450 W に達する。

[0036] 本発明に係る風力発電装置 S は、図3および図5を参照して前段の風車は 4 m/s の正負の風を受けてそれぞれ約 100 W を発電し、中段の風車は4

m/sの正の風（と負の風の遮り）を受けて実質的に5 m/sに増速し、それぞれ約250Wを発電し、後段の風車はベンチュリー効果により8 m/sに増速された正の風（と負の風の遮り）を受けて実質的に10 m/sに増速し、それぞれ約1450Wを発電する。システム全体として合計3600Wの発電が可能である。また稼働率も20%（ $3.6\text{ kW} / 18\text{ kW} = 0.2$ ）になる。

[0037] 図6は比較例として風向きW1に対し風車を同数（6個）だけ並列配置したレイアウトであるが、4 m/sの風力に対し、 $100 \times 6 = 600\text{ W}$ の発電、稼働率3%（ $0.6\text{ kW} / 18\text{ kW} = 0.03$ ）に留まる。本発明に係る風力発電装置Sは、同数の風車を並列配置した図6の例に比べると、最大約7倍の発電効率を得られる。

[0038] 風の主流方向が風力発電部200の最適風向配置（図2の配置）とならない場合がある。この場合は制御部300と回転部120の作動により最大±60度の範囲で風力発電部200の最適風向配置を風の主流方向に一致させるようにする。すなわち、制御部300が風向計140からの風向情報を収集し、また、設置地域の風配図に基づく風配情報を収集し、また、風力発電部200の発電電力取得部221から風車ごとの発電情報（発電電力量、回転数）を収集し、収集した風向情報、風配情報、風車ごとの発電情報のいずれか一の情報または複数の情報の組合せに基づき、風の主流方向の向きを算出し（1時間毎/数時間毎/昼夜別/1日毎/月毎/季節毎）、回転部120に回動指示を与え、回転支持部130を回動させる（最大±60度）。これにより、風の主流方向と風力発電部200の最適風向配置を一致させ、発電効率を最大化できる。

[0039] 図7は制御部300の構成例を示している。同図に示すように、制御部300は、上記した回転部120に対する回動制御を実現すべく、風向情報収集部310と風配情報収集部320と発電情報収集部330と風向計算部340と回転指示部350を備えている。制御部300は、回転支持部130を最大60度回動させ、途中で合計発電量が最大になる位置で停止するよう

にしてもよい。

[0040] 風の主流方向が互いに略120度をなす三方向である場合、3組の風力発電ユニット200A~200Cが互いに正三角形をなすように配置されているので、風力発電部200を回転させることなく最適風向位置に一致させることができる。すなわち、図8に示す異なる三方向の風向き(W1~W3: 間隔120度)のうち、風向きW2(右下から左斜め上)の風に対しては、発電ユニット200Bの風車210_{2R}と発電ユニット200Cの風車210_{3R}が前段となり、発電ユニット200Bの風車210_{1R}と発電ユニット200Cの風車210_{3L}が中段となり、発電ユニット200Aの風車210_{1L}と風車210_{2L}が後段となって対応する。風向きW2の風に対する各風車の回転方向の向きは風向きW1の風に対する場合と同一となる。

[0041] 同様に、風向きW3(左下から右斜め上)の風に対しては、発電ユニット200Cの風車210_{3L}と発電ユニット200Aの風車210_{2L}が前段となり、発電ユニット200Cの風車210_{3R}と発電ユニット200Aの風車210_{1L}が中段となり、発電ユニット200Bの風車210_{2R}と風車210_{1R}が後段となって対応する。風向きW3の風に対する各風車の回転方向の向きは風向きW1の風に対する場合と同一となる。したがって、風向きW2と風向きW3のどちらの風に対しても風向きW1の風と同様の発電電力が得られる。

[0042] 図9は日本国内のある地域の風配図を示しており、同風配図から得られる年間の風データ(風速、出現頻度、方角)を基に発電効率が最大となるように風力発電部200の向きを最適配置するようにしてよい。図9の例で言えば、年間を通して風速7m/sの風の出現頻度が高い方角は北北西、東、南南西であるから、このような地域では三方向(北北西、東、南南西)に合わせて上記風力発電部200の向きを最適配置すればよい(図2の風向きW1が北北西になるように風力発電部200の向きを合わせる)。これにより発電効率を極力高めることができる。

[0043] 以上説明したように、本発明に係る風力発電装置Sによると、前段の風車に比して中段の風車の回転数を増速させて回転率を高めることができ、後段

の風車は回転数をさらに増速させて回転率を高めることができ、これによりシステム全体の発電量の増加と発電効率の向上を図ることができる。特に同数の風車を並列に並べたレイアウト（図6）に比べて約7倍の発電効率を実現することができる。

[0044] 上記風力発電装置Sは、水平展開した3組の風力発電ユニット200A～200Cをそのままの形態で縦方向に複数または多段に積み上げてよい。また、各風力発電ユニット200A～200C内の風車212のみを縦方向に複数または多段に積み上げてよい。

[0045] 上記風力発電装置Sは、サボニウム型風車の例を説明したが、他の垂直軸型風車にも適用可能で、複数個の垂直軸型風車を前後に複数段配置し、後段の風車がベンチュリー効果により増速されることで、小型で発電効率の高い風力発電装置を実現できる。さらにはサボニウム型風車と他の垂直軸型風車との組合せにも適用可能である。

[0046] かくして、本発明に係る風力発電装置によると、複数個のサボニウム型風車を、前後に複数段最適配置しかつ各風車の回転方向を最適化することで、小型で発電効率の高い風力発電装置を実現することができた。

産業上の利用可能性

[0047] 本発明に係る風力発電装置は、平地、高台、斜面、風が通過する山間等の土地に設置して幅広く利用可能である。

符号の説明

- [0048] 100 支持部
110 固定支柱
120 回転部
130 回転支持部
140 風向計
150 回線
160 送電線
200 風力発電部

200A, 200B, 200C 発電ユニット

201 ベース

210 サボニウム型風車（風車）

211 垂直回転軸

212 端板

213 受風バケット

213a 湾曲内面

220 発電機

221 発電電力取得部

300 制御部

310 風向情報収集部

320 風配情報収集部

330 発電情報収集部

340 風向計算部

350 回転指示部

400 パワーコンディショナー

G 土地

S 風力発電装置

請求の範囲

- [請求項1] サボニウス型風車を回転させて発電を行うサボニウス型発電装置であって、前記サボニウス型風車は、垂直軸と、当該垂直軸を保持する上下の端板と、円弧状の湾曲内面が前記垂直軸を挟んで同一回転方向を向くと共に前記上下の端板間に保持された2つの受風バケットを備え、
- 前記サボニウス型風車を前段と後段に左右2個ずつ配置し、
- 前段は左右の風車間に狭幅の隙間を設けて前方から背後に通過する風力を内寄りの各受風バケットが受けて一方が時計回りに他方が反時計回りに回転し、
- 後段は前段の前記隙間を通過した後の風力を内寄りの各受風バケットが受けて一方が時計回りに他方が反時計回りに回転し、
- さらに、後段は前段に対し前方から見て後段の外寄りの受風バケットが前段の同じ側の内寄りの受風バケットと部分的に重なるように配置してなることを特徴とするサボニウス型風力発電装置。
- [請求項2] 前記サボニウス型風車を前段と後段の間の中段に左右2個配置し、
- 中段は外寄りの各受風バケットが前方から背後に通過する風力を受けて一方が反時計回りに他方が時計回りに回転し、
- さらに、中段は前段に対し前方から見て中段の内寄りの各受風バケットが前段の同じ側の外寄りの受風バケットと部分的に重なるように配置してなることを特徴とする請求項1記載のサボニウス型風力発電装置。
- [請求項3] サボニウム型風車を2個並列した3組の風力発電ユニットを平面視して全体で略三角形となるように配置してなり、風向きに対し手前の2個の風車が前段となり、背後の2個の風車が後段となり、その中間の2個の風車が中段となることを特徴とする請求項2記載のサボニウス型風力発電装置。
- [請求項4] 前記3組の風力発電ユニットを、隣接する風力発電ユニット間の内

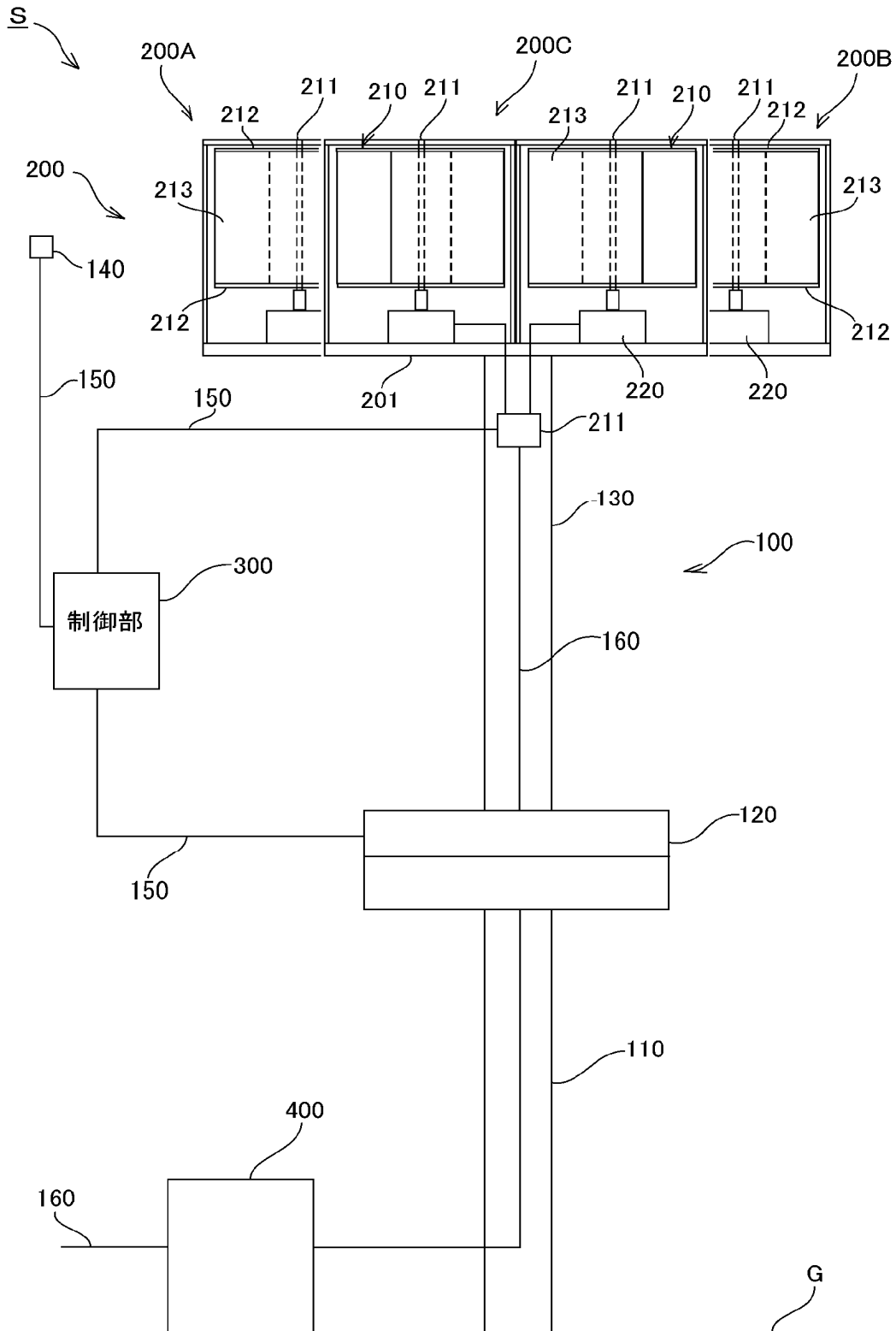
角が略60度となるように平面視して全体で略正三角形となるように配置してなることを特徴とする請求項3記載のサボニウス型風力発電装置。

[請求項5] 支持部と、前段と後段の各風車または前段と中段と後段の各風車を含む風力発電部と、前記支持部と前記風力発電部の間に介在されて前記風力発電部を風の主流方向に合わせて最適風向配置となるように回動させる回転部を備えることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか一項に記載のサボニウス型風力発電装置。

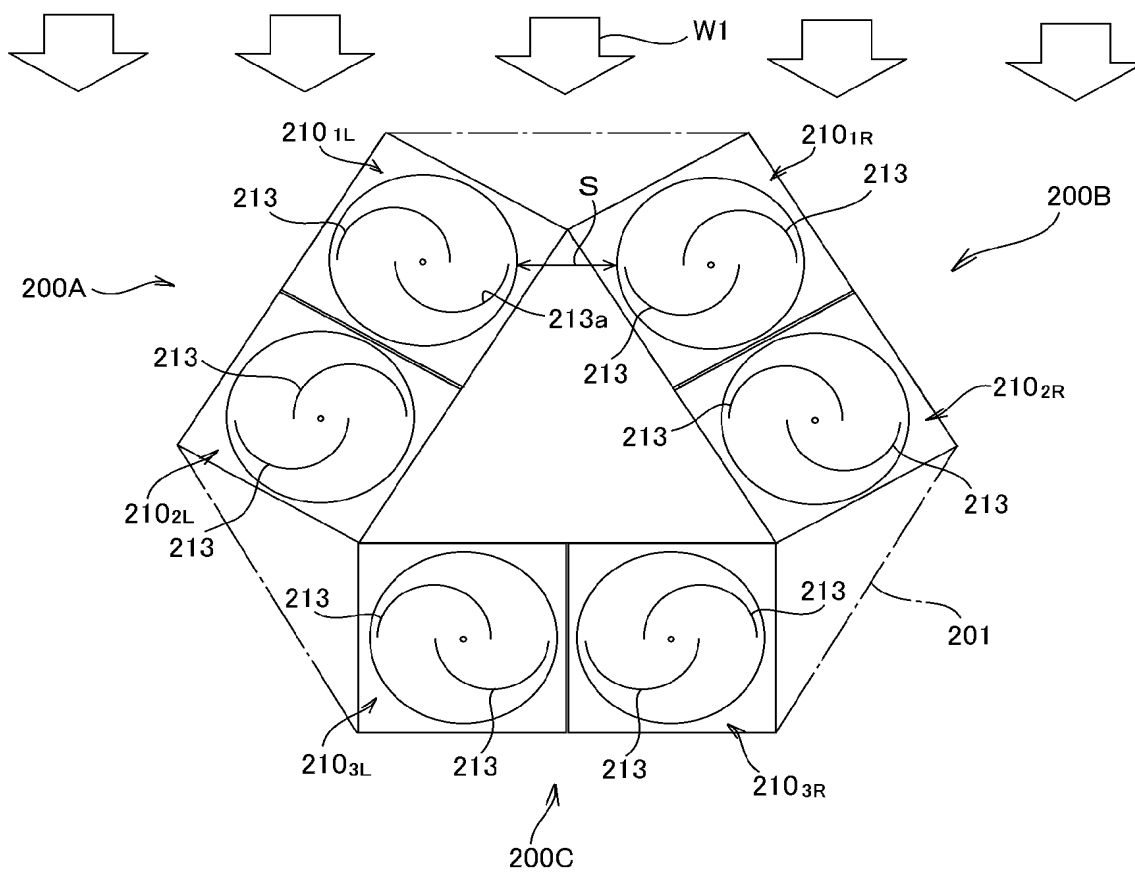
[請求項6] 支持部と、前段と後段にまたは前段と中段と後段に左右2個ずつサボニウム型風車を配置してなる風力発電部と、前記支持部と前記風力発電部の間に介在された回転部と、制御部を備えるサボニウム型風力発電装置において、

風の主流方向が前記風力発電部の最適風向配置と異なる場合、前記制御部が、風向計からの風向情報、風配図からの風配情報、風車ごとの発電情報のうちいずれか一の情報または複数の情報の組合せに基づき、風の主流方向の向きを算出し、当該算出値に基づき回転部に回動指示を与え、風の主流方向が前記風力発電部の最適風向配置と一致するように前記風力発電部を回動させることを特徴とするサボニウス型風力発電装置の制御方法。

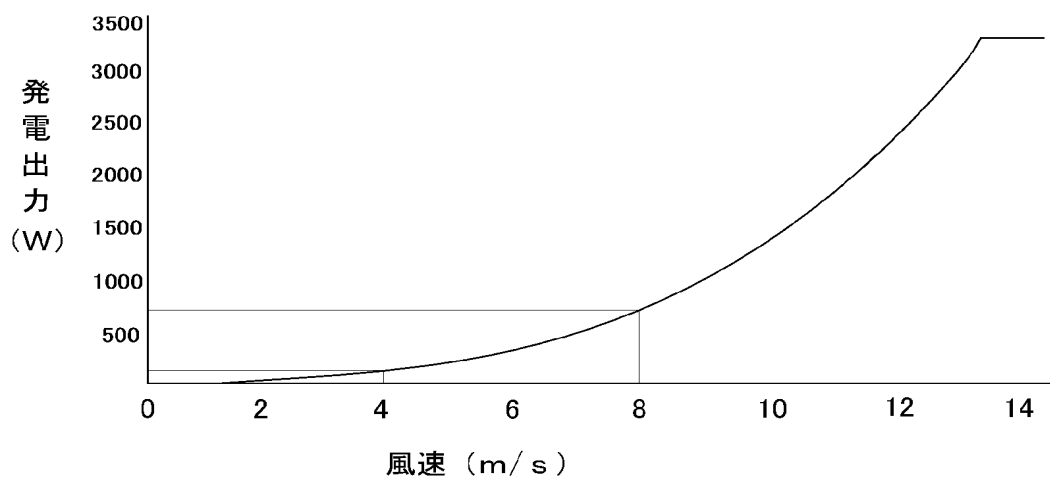
[図1]



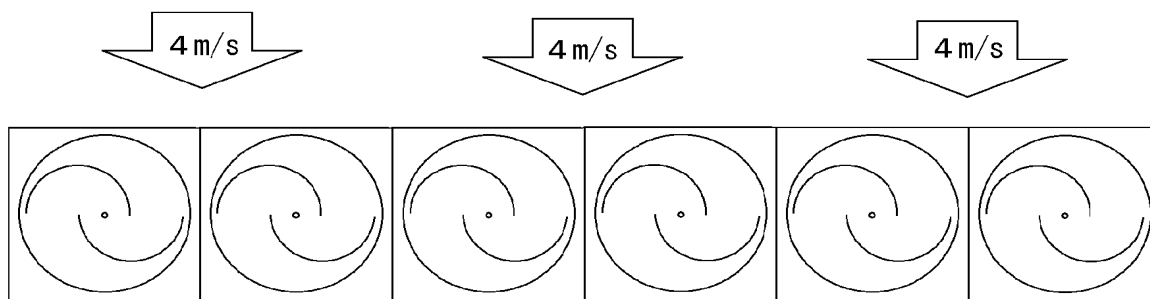
[図2]



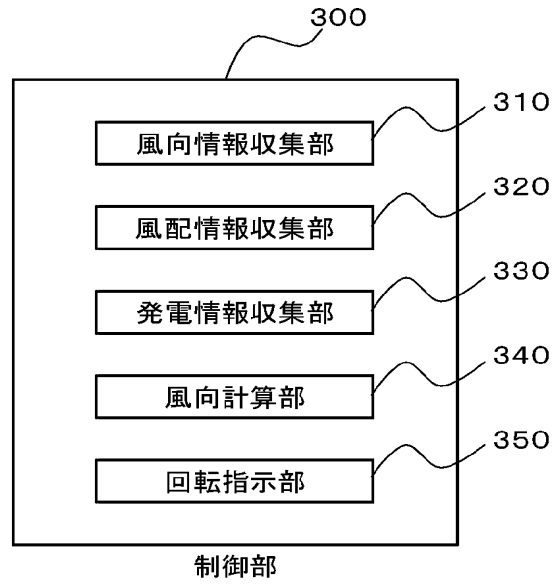
[図5]



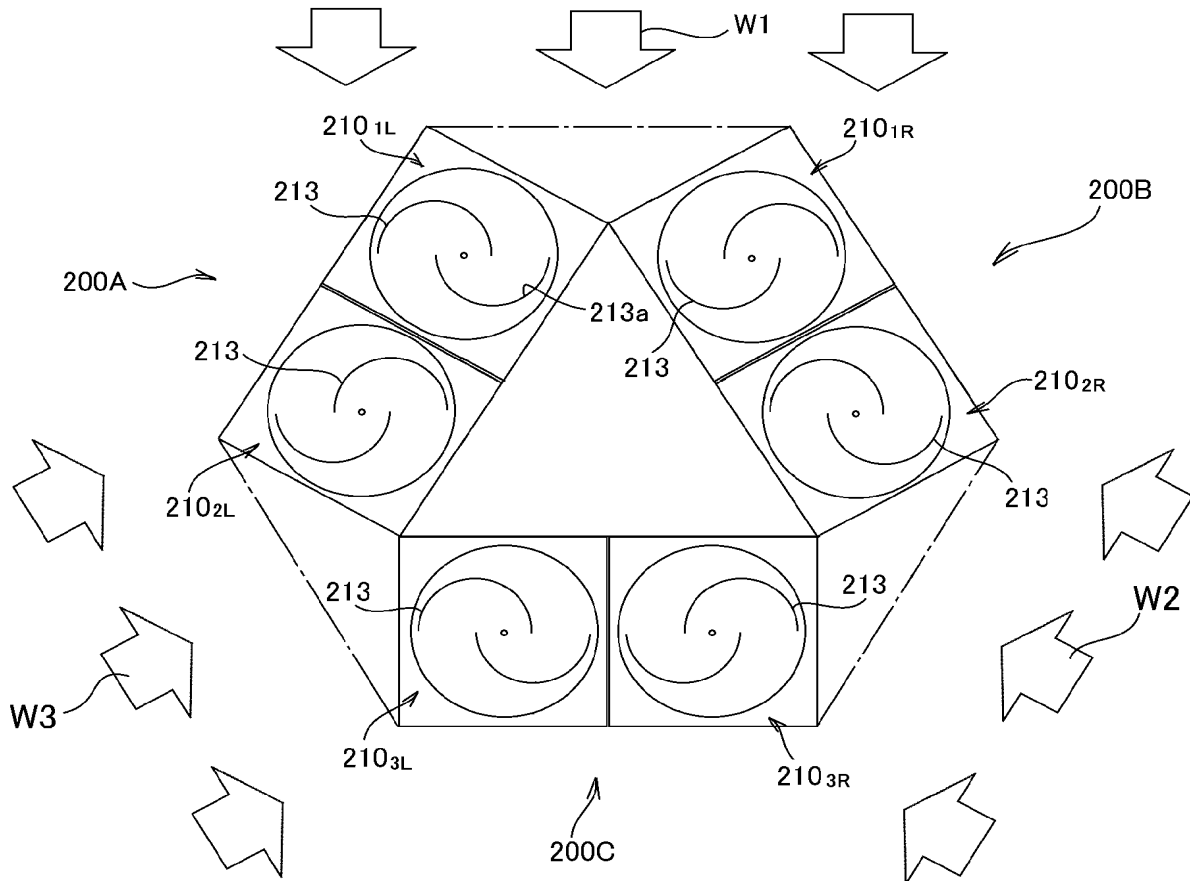
[図6]



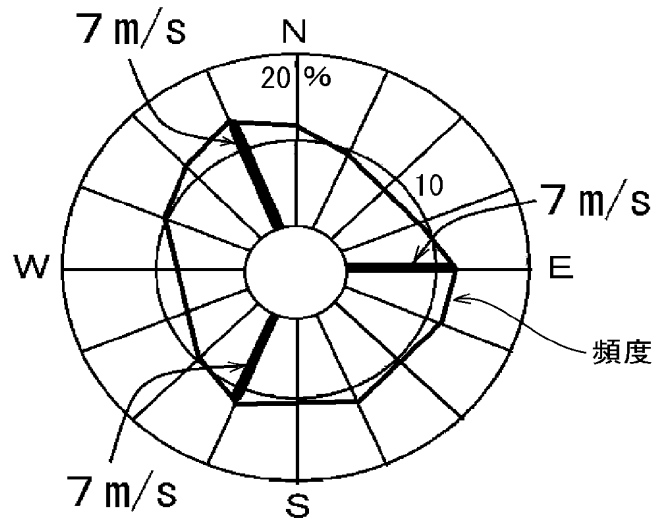
[図7]



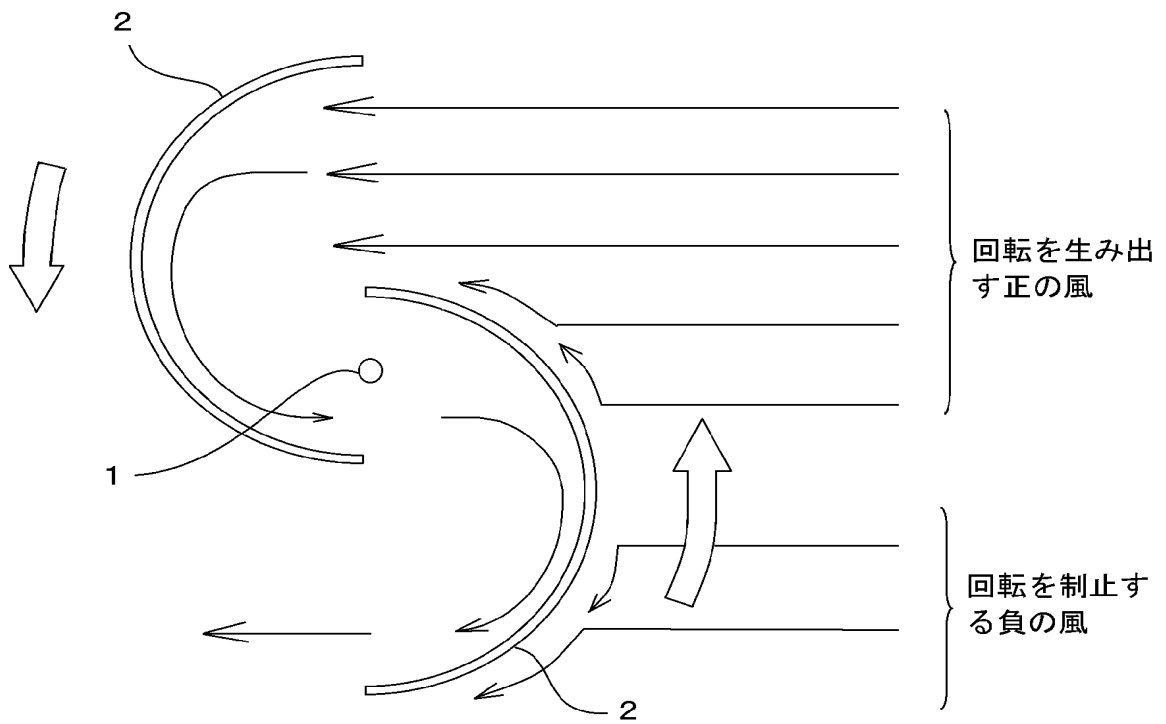
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/012851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F03D3/04(2006.01) i, F03D7/06(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F03D3/04, F03D7/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2007/068054 A1 (WATER UNLIMITED), 21 June 2007 (21.06.2007), description, page 5, line 17; page 6, line 20 to page 7, line 8; fig. 16 & EA 200801550 A1	1, 5-6 2-4
Y	FR 2468003 A1 (SCOARNEC, Roger), 30 April 1981 (30.04.1981), fig. 1 (Family: none)	1, 5-6
Y	JP 2012-57505 A (KLIMOV VYACHESLAV STEPANOVICH), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraph [0013]; fig. 1 (Family: none)	1, 5-6

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 30 May 2017 (30.05.17)	Date of mailing of the international search report 13 June 2017 (13.06.17)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012851

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-46574 A (NTT Facilities, Inc.), 22 February 2007 (22.02.2007), paragraphs [0028] to [0029] (Family: none)	5-6
A	JP 2012-97723 A (Yoshio ABE), 24 May 2012 (24.05.2012), paragraph [0012]; fig. 4 (Family: none)	1-6
A	US 4037983 A (POETA, Rolando), 26 July 1977 (26.07.1977), fig. 3 & IT 1034864 B	1-6
A	DE 102009028820 A1 (BIERMANN, Valentin), 24 February 2011 (24.02.2011), fig. 12, 15 to 17 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F03D3/04(2006.01)i, F03D7/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F03D3/04, F03D7/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2007/068054 A1 (WATER UNLIMITED) 2007.06.21, 明細書5ページ17行、6ページ20行-7ページ8行, 図16 & EA 200801550 A1	1, 5-6 2-4
Y	FR 2468003 A1 (SCOARNEC, Roger) 1981.04.30, 図1 (ファミリーなし)	1, 5-6
Y	JP 2012-57505 A (クリモフ ビャチェスラブ ステパノビッチ) 2012.03.22, 段落 [0013], 図1 (ファミリーなし)	1, 5-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30.05.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田谷 宗隆

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

30

3518

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-46574 A (株式会社N T Tファシリティーズ) 2007.02.22, 段落 [0028] - [0029] (ファミリーなし)	5 - 6
A	JP 2012-97723 A (阿部 芳男) 2012.05.24, 段落 [0012] , 図 4 (ファミリーなし)	1 - 6
A	US 4037983 A (POETA, Rolando) 1977.07.26, 図 3 & IT 1034864 B	1 - 6
A	DE 102009028820 A1 (BIERMANN, Valentin) 2011.02.24, 図 12, 図 15-17 (ファミリーなし)	1 - 6