

(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



(10) 国際公開番号

WO 2012/002491 A1

(43) 国際公開日

2012年1月5日 (05.01.2012)

- (51) 国際特許分類 : F03D 11/00 (2006.01) F03D 11/04 (2006.01) 〒 10882 15 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 11/065040 (74) 代理人 : 藤田 考晴 , 外 (FUJITA, Takaharu et al.); 〒 2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2 - 2 - 1 横浜ランドマークタワー 37F Kanagawa (JP).
- (22) 国際出願日 : 2011年6月30日 (30.06.2011)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語 (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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.
- (30) 優先権データ : 特願 2010-150473 2010年6月30日 (30.06.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工無株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒 1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者 ; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 慎輔 (SATO, Shinsuke) [JP/JP]; 〒 1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工株式会社内 Tokyo (JP). 石黒 達男 (SHIGURO, Tatsuo) [JP/JP]; (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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: WIND POWER GENERATOR

(54) 発明の名称 : 風力発電装置

[図2]

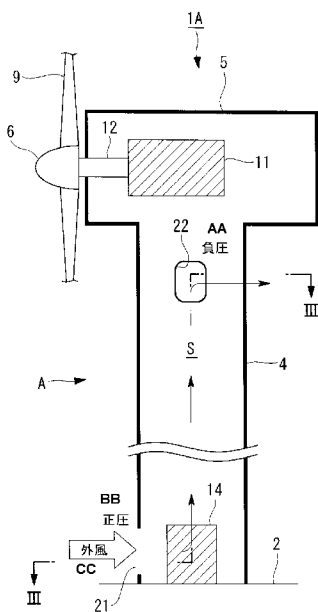


FIG. 2:

AA negative pressure
 BB positive pressure
 CC external airflow

(57) Abstract: Provided is a wind power generator which makes it possible to introduce sufficient external airflow to satisfactorily cool heat-generating electrical equipment installed inside a nacelle or a tower while power consumption is also suppressed by having a simple and inexpensive structure. A wind power generator (1A) comprises a rotor head (6) which is rotated by external airflow received at a windmill blade (9) and which drives an electrical generator (11) installed inside a nacelle (5) to thereby generate power, and the nacelle (5) is installed in the upper end section of a tower (4). An introduction port (21) for introducing external airflow into internal space (S) in the wind power generator (1A) is provided at a position which is on the outer surface of the tower (4) or the nacelle (5) and which receives positive pressure due to external airflow. A discharge port (22) for discharging cool air in the internal space (S) to the outside is provided at a position which is on the outer peripheral surface of the tower (4) or the nacelle (5) and which receives negative pressure due to external airflow.

(57) 要約: 簡素かつ安価な構成により、電力消費を抑制しつつ、充分な外風を導入可能にして、ナセルやタワー内部に設置された発熱性のある電気機器を良好に冷却する。風車翼(9)に外風を受けて回転するロータヘッド(6)が、ナセル(5)の内部に設置された発電機(11)を駆動して発電し、ナセル(5)がタワー(4)の上端部に設置された風力発電装置(1A)であって、タワー(4)またはナセル(5)の外表面の、外風によって正圧を受ける部位に、この外風を風力発電装置(1A)の内部空間(S)に取り入れる導入口(21)を設け、タワー(4)またはナセル(5)の外周面の、外風によって負圧を受ける部位に、内部空間(S)の冷却空気を外部に排出する排出口(22)を設けたことを特徴とする。

WO 2012/002491 A1

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 風力発電装置

技術分野

[0001] 本発明は、運転時における機器の発熱を、外気の導入により冷却するようにした風力発電装置に関するものである。

背景技術

[0002] 標準的な風力発電装置は、風車翼を備えたロータヘッドが風力を受けて回転し、この回転を増速機により増速する等して発電機を駆動し、発電を行う装置である。ロータヘッドは、地面等に立設されたタワーの上に設置されてヨ一旋回可能なナセルの端部に取り付けられ、略水平な横方向の回転軸線周りに回転可能となるように支持されている。

[0003] 一般的に、上述したタワーとしては、円筒形状のタワーシェルを用いた鋼製モノポール式が採用される場合が多く、タワーシェルの下端部に設けられたベースプレートが鉄筋コンクリートの基礎にアンカーボルトで固定される構造となっている。このような風力発電装置の内部には発電機の他にも、コンバータや変圧器といった発熱性のある電気機器が設置されているため、安定した運転を継続するためには、これらの電気機器を適切に冷却する必要がある。

[0004] 従来の単純な冷却構造としては、タワーまたはナセルの内部に換気ファンを設置し、外部の冷たい空気を内部に強制的に導入して発熱性のある電気機器の冷却を行うものがある。例えば、特許文献 1 に開示されているように、発熱性のある電気機器の内部に水やオイル等の冷却液を循環ポンプで循環させ、冷却に供された冷却液を熱交換器で熱交換させ、その排熱を外部に放散させる冷却構造が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1 : 米国特許第 7 1 6 8 2 5 1 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しなしながら、上述のように、換気ファンを設置したり、冷却液を循環させたりすることによって発熱性のある電気機器を冷却する冷却構造とした場合には、その構成が複雑にならざるを得ない上に、換気ファンや循環ポンプを駆動するために、風力発電装置により発電した電力を消費しなければならず、芳しくない。

[0007] 液冷式においては、そもそも構造が複雑であることに加え、熱交換器の設置によってナセル周りが大型化かつ高重量化するため、必然的にタワーの強度を高めなければならず、さらに、熱交換器が外気に晒される構造であるため、風力発電装置が沿岸部や海上に設置される場合には熱交換器の腐食対策を充分に行わなければならず、これらの要因によって風力発電装置の建造コストが高額になるという問題があった。

[0008] タワーに、外風を取り入れる導入口や、内部の空気を排気させる排出口を設ける場合には、これらの開口部の数や開口面積を必要最低限として、タワーの強度を確保しなければならない。

[0009] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、簡素かつ安価な構成により、電力消費を抑制しつつ、十分な外風を導入可能にして、ナセルやタワーの内部に設置された発熱性のある電気機器を良好に冷却することのできる風力発電装置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

[001 0] 本発明は、上記の課題を解決するため、下記的手段を採用した。

即ち、本発明の一態様に係る風力発電装置は、風車翼に外風を受けて回転するロータヘッドが、ナセルの内部に設置された発電機を駆動して発電し、前記ナセルがタワーの上端部に設置された風力発電装置において、前記タワーまたは前記ナセルの外表面の、外風によって正圧を受ける部位に、この外風を風力発電装置の内部空間に取り入れる導入口を設け、前記タワーまたは前記ナセルの外周面の、外風によって負圧を受ける部位に、前記内部空間の

冷却空気を外部に排出する排出口を設けた。

- [001 1] このような風力発電装置によれば、風力発電装置に外風が吹き付けた場合に、タワーまたはナセルの外周面に設けられて外風により正圧を受ける導入口と、同じく外風により負圧を受ける排出口との間に圧力差が生じるため、無動力で風力発電装置の内部を換気することができる。即ち、導入口から取り入れられる外風を冷却空気として風力発電装置の内部に流し、風力発電装置の内部に設置された発熱性のある電気機器を良好に冷却させた後、排出口から外部に排出することができる。
- [001 2] このように、導入口と排出口との間に生じる圧力差を利用して外風を風力発電装置の内部に取り入れ、内部に設置された発熱性のある電気機器を冷却することができ、外風を取り入れるために換気ファン等を設ける必要がないため、簡素かつ安価な構成により、電力を消費することなく、ナセルやタワー内部に設置された発熱性のある電気機器を良好に冷却することができる。
- [001 3] 上記態様に係る風力発電装置は、前記導入口と前記排出口との間に、発熱機器が配置されることとしてもよい。これにより、発熱機器を良好に冷却することができる。
- [0014] 上記態様に係る風力発電装置は、前記導入口と前記排出口を前記タワーに設ける場合に、その外周面の周方向のうち、前記外風による正圧が最も高くなる位置に前記導入口を設け、この導入口の位置から周方向に略直角となる位置に前記排出口を設けることとしてもよい。
- [001 5] 上記構成によれば、タワーの外周面において外風による正圧が最も高くなる位置に導入口が設けられ、この導入口の位置から周方向に略直角となる位置に設けられた排出口には、外風がタワー外周面に沿って流れる際に最も大きな負圧が作用するため、導入口に加わる正圧と排出口に加わる負圧との圧力差が最大になる。このため、導入口からは外風が効率良く風力発電装置の内部に取り込まれ、排出口からは風力発電装置の内部を冷却した内気が効率良く外部に排出されて、冷却効率が高まる。
- [001 6] 上記態様に係る風力発電装置は、前記導入口の位置と前記排出口の位置と

の間に高低差を設けることとしてもよい。これにより、風力発電装置の内部空間を広く冷却するとともに、導入口と排出口とが近接して配置されることによるタワー強度の低下を回避することができる。

[001 7] 上記態様に係る風力発電装置は、前記導入口を前記タワーに設ける場合に、その高さを、前記タワーが立設される地表面から前記風車翼先端の回転軌跡の下端までの範囲のうちの最も高い位置付近に設定することとしてもよい。

[001 8] 一般に、タワーが立設される地表面の近くでは、外風の対地速度が低く、風車翼の後部では風車翼の回転による気流の乱れが生じるため、前記のように導入口を地表面から風車翼先端の回転軌跡の下端までの範囲のうちの最も高い位置付近に設定することにより、対地速度の速い外風を、気流の乱れに影響されることなく導入口から導入することができ、風力発電装置の内部を良好に冷却することができる。

[001 9] 上記態様に係る風力発電装置は、前記排出口に、前記外風によって受ける負圧を増長させる負圧増長手段を設けることとしてもよい。これにより、排出口に作用する負圧が増長されるため、風力発電装置内部の空気を効率良く排出口から排出させて、風力発電装置内部の冷却効率を高めることができる。

[0020] 上記態様に係る風力発電装置は、前記負圧増長手段が、前記排出口の開口部を覆い、且つ前記排出口に対して所定の距離だけ離間した量部材であることとしてもよい。本構成によれば、負圧増長手段を非常に簡素に構成することができる。

[0021] 上記態様に係る風力発電装置は、前記導入口に、その外側の気圧が内側の気圧よりも高まった場合に開き、内側の気圧が外側の気圧よりも高まった場合に閉じる導入口開閉手段を設けることとしてもよい。

[0022] 上記構成によれば、例えば円断面形状を有するタワーの周方向に沿って複数の導入口を設けた場合に、外風に正対している導入口では、その外側の気圧が内側の気圧よりも高まるために導入口開閉手段が開き、他の導入口では

、その外側の気圧が内側の気圧よりも低くなるために導入口開閉手段が閉じる。このため、外風が効率良く導入されるとともに、一旦導入された外風が他の導入口から逃げてしまうことが防止される。したがって、導入口と排出口との間における圧力差を大きくし、十分な量の外風を風力発電装置の内部に送り込んで風力発電装置内部の冷却効率を高めることができる。

[0023] 上記態様に係る風力発電装置は、前記排出口に、その外側の気圧が内側の気圧よりも高まった場合に閉じ、内側の気圧が外側の気圧よりも高まった場合に開く排出口開閉手段を設けることとしてもよい。

[0024] 上記構成によれば、例えば円断面形状を有するタワーの周方向に沿って複数の排出口を設けた場合に、外風に正対している排出口では、その外側の気圧が内側の気圧よりも高まるために排出口開閉手段が閉じ、他の排出口では、その外側の気圧が内側の気圧よりも低くなるために排出口開閉手段が開く。このため、内気が効率良く排出され、相対的に多くの外風を導入口から取り入れて、風力発電装置内部の冷却効率を高めることができる。

[0025] 上記態様に係る風力発電装置は、前記タワーを二重管構造とし、その外側空間または内側空間のどちらか一方の空間に連通するように前記導入口を設け、他方の空間に連通するように前記排出口を設け、前記外側空間と前記内側空間とを、前記導入口および前記排出口から離れた位置で連通させることとしてもよい。

[0026] 本構成によれば、導入口から排出口までの距離が長くなることと、外側空間と内側空間との間で気流の方向が変わることと、円筒形の空間となる外側空間内を周方向に流れる気流に遠心力が働くことから、外風に含まれる水分、塩分、塵埃といった異物を主に外側空間内で自然落下させて気流から分離させることができ、導入口にフィルタ等の圧損部材を設けなくてもよいか、あるいは設けたとしても簡易的なものでよくなるため、導入口から十分な量の外風を取り入れて風力発電装置内部の冷却効率を高めることができる。

[0027] 上記態様に係る風力発電装置は、前記導入口の下流側に、前記導入口から導入される外気に含まれる異物を除去する異物除去手段を設けることとして

もよい。こうすれば、外風に含まれる水分、塩分、塵埃等の異物を除去して内部機器の健全性を保つことができる。

[0028] 上記態様に係る風力発電装置は、前記導入口と前記排出口を前記タワーに設ける場合に、その外周面の周方向に沿って3箇所以上の通気口を設け、これらの通気口が、風向きに応じて前記導入口または前記排出口になるようにすることとしてもよい。このようにした場合、外風の風向きに拘わらず、常に良好にタワー内部を冷却することができる。

発明の効果

[0029] 以上のように、本発明に係る風力発電装置によれば、導入口と排出口との間に生じる圧力差を利用して、簡素かつ安価な構成により、電力消費を抑制しつつ、十分な外風を導入可能にして、ナセルやタワー内部に設置された発熱性のある電気機器を良好に冷却することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1] 本発明の各実施形態を適用可能な風力発電装置の一例を示す側面図である。

[図2] 本発明の第1実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

[図3] 図2のII-I-II線に沿う横断面図である。

[図4] タワー外周面における圧力分布をグラフで示す図である。

[図5] 本発明の第2実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

[図6] 本発明の第3実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

[図7] 図6のVII-VII線に沿う横断面図である。

[図8] 図6のVII I-vi II線に沿う横断面図である。

[図9] 暈部材を補強部材として活用した例を示す縦断面図である。

[図10] 本発明の第4実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

。

[図11] 本発明の第5実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

。

[図12] 図11のXII-XII線に沿う横断面図である。

[図 13] 図 1 1 の XIII - XIII 線に沿う横断面図である。

[図 14A] 導入口開閉手段の第 1 構造例を示し、内側蓋部材が閉塞位置にある状態を示す横断面図である。

[図 14B] 導入口開閉手段の第 1 構造例を示し、内側蓋部材が開放位置にある状態を示す横断面図である。

[図 15A] 排出口開閉手段の第 1 構造例を示し、外側蓋部材が閉塞位置にある状態を示す横断面図である。

[図 15B] 排出口開閉手段の第 1 構造例を示し、外側蓋部材が開放位置にある状態を示す横断面図である。

[図 16A] 導入口開閉手段の第 2 構造例を示す横断面図である。

[図 16B] 排出口開閉手段の第 2 構造例を示す横断面図である。

[図 17] 本発明の第 6 実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

[図 18] 本発明の第 7 実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

[図 19] 図 1 8 の XIX - XIX 線に沿う横断面図である。

[図 20] 図 1 8 の XX 矢視図である。

[図 21] 本発明の第 8 実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

[図 22] 図 2 1 の XXII - XXII 線に沿う横断面図である。

[図 23] 図 2 1 の XXIII - XXIII 線に沿う横断面図である。

[図 24] 本発明の第 9 実施形態に係る風力発電装置の概略的な縦断面図である。

[図 25] 図 2 4 の XXV - XXV 線に沿う横断面図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、本発明に係る風力発電装置の実施形態について、図面に基づいて説明する。

図 1 は、後に説明する各実施形態における冷却構造 A から H を適用可能な

風力発電装置の一例を示す側面図である。この風力発電装置 1 は、地表面 2 に設置された鉄筋コンクリート製の基礎 3 上に立設されるタワー 4 と、このタワー 4 の上部に設置されるナセル 5 と、略水平な横方向の回転軸線周りに回転可能に支持されてナセル 5 の前端部側に設けられるロータヘッド 6 とを有している。

[0032] タワー 4 は、鋼管製のモノポール式であり、その横断面形状が略円形である。タワー 4 の下端部には例えば鋼板製のベースプレート 7 が固定され、このベースプレート 7 が多数のアンカーボルト 8 で基礎 3 に締結固定されている。ロータヘッド 6 には、放射方向に延びる複数枚（例えば 3 枚）の風車翼 9 が取り付けられており、ナセル 5 の内部には発電機 11 が収容設置され、ロータヘッド 6 の回転軸 12 が発電機 11 の主軸に増速機等を介して連結されている。このため、風車翼 9 に当たった外風の風力が、ロータヘッド 6 と回転軸 12 を回転させる回転力に変換され、発電機 11 が駆動されて発電が行われる。

[0033] ナセル 5 は、風車翼 9 と共に、タワー 4 の上部において水平方向に旋回することができ、図示しない駆動装置と制御装置により、常に風上方向に指向して効率良く発電できるように制御される。また、タワー 4 の内部空間 S 内には、外部の風雨に晒すことができない電気機器 14 が設置されている。この電気機器 14 として、コンバータや変圧器といった発熱性のあるものが例示されるが、タワー 4 の内部空間 S は密室状であるため、以下に述べる各実施形態における冷却構造 A から」によって内部空間 S に設置された電気機器 14 の熱を冷却するようになっている。

[0034] （第 1 実施形態）

図 2 は、本発明の第 1 実施形態に係る風力発電装置 1 A の概略的な縦断面図であり、図 3 は図 2 の II-I-II 線に沿う横断面図である。この風力発電装置 1 A は冷却構造 A を備えている。この冷却構造 A では、前述したように略円形の横断面形状を有するタワー 4 に、導入口 21 と排出口 22 とが設けられている。導入口 21 は、外風を冷却空気としてタワー 4 の内部空間 S に取り

入れる開口部であり、タワー4の外表面の、外風によって正圧を受ける部位に設けられている。排出口22は、内部空間S内の冷却空気を外部に排気する開口部であり、タワー4の外表面の、外風によって負圧を受ける部位に設けられている。

[0035] より具体的には、風力発電装置1Aの設置場所を地理的に考察して、タワー4の外周面の周方向のうち、年間を通して平均的に最も風当たりの良い面、即ち外風による正圧が最も高くなる位置に導入口21が設けられ、この導入口21の位置から周方向に直角となる位置に排出口22が設けられている。図3では導入口21から片方に90°離れた位置に1箇所の排出口22が設けられているが、タワー4の強度や諸々の条件が許せば、導入口21の両側に2箇所の排出口22を設けてもよい。

[0036] 導入口21および排出口22の形状は、できるだけタワー4の強度に支障を来さない形状であることが望ましい。例えば、応力が集中しにくい円形、縦長の楕円形、長円形等である。本実施形態および後に述べる各実施形態においても、導入口21および排出口22をそれぞれ単一の開口部とせずに、複数の小孔やスリット等を近接させて形成することにより構成してもよい。これにより、導入口21および排出口22の形成に伴うタワー4の強度低下を最小限に抑えることができる。

[0037] 導入口21の位置と排出口22の位置との間には高低差が設けられている。例えば導入口21はタワー4の下端部付近、つまり地表面2と電気機器14に近い位置に形成されており、排出口22は、タワー4の上端付近に形成されている。これにより、タワー4の内部空間Sを広く冷却するとともに、導入口21と排出口22とが近接して配置されることによるタワー4の強度低下を回避することができる。電気機器14は導入口21と排出口22との間に配置されている。

[0038] 以上のように構成された冷却構造Aは、次のように作用する。

風力発電装置1Aに外風が吹き付けた場合、タワー4の外周面の、外風によって正圧を受ける部位に設けられた導入口21と、同じく外風により負圧

を受ける排出口22との間に圧力差が生じ、無動力で自然に風力発電装置1Aの内部が換気される。即ち、導入口21から外風が冷却空気としてタワー4の内部に直接導入され、この冷却空気は、タワー4の内部空間S内に設置された発熱性のある電気機器14を冷却するのと引き換えに温度が上昇し、熱気が上方に対流する自然法則に則って上方に形成された排出口22の方に流れる。

[0039] 一方、排出口22は、前述の通り、外風によって最も高い正圧を受ける導入口21の位置から周方向に直角となる位置に設けられているが、この位置は、外風によって発生する負圧がほぼ最大となる場所である。図4に、円筒外周における圧力分布の公知データを示すように、導入口21の周方向位置を0°とした場合、この0°の位置に作用する正圧が最大値の+1であるとするならば、ここから周方向に30°、60°と移動するにしたがって正圧が負圧に変化し、ほぼ90°近辺の位置で負圧が最大値の-1以下となる。つまり絶対値では負圧の方が正圧よりも大きくなる。

[0040] したがって、この90°の位置に設けられた排出口22に大きな負圧が作用し、図3に示すように排出口22の傍を通る外風の流れに合流するように、内部空間S内の冷却空気が排出口22から外部に強力に吸い出されて効率良く排出される。そして、導入口21と排出口22との間に配置された電気機器14が冷却空気によって効果的に冷却される。

[0041] 以上のように、冷却構造Aを備えた風力発電装置1Aによれば、非常に簡素かつ安価な構成により、外風を導入口21から風力発電装置1A（タワー4）の内部空間S内に取り入れて発熱性のある電気機器14を冷却させた後、その熱気を排出口22からスムーズに排出させることができる。特に、タワー4の外周面の、外風によって正圧を受ける部位に導入口21を設け、この導入口21から周方向に略直角となる位置に排出口22を設けたため、導入口21に作用する正圧と排出口22に作用する負圧との圧力差を最大に確保し、換気ファン等の動力を用いずに効率良く外風を導入口21から取り入れて排出口22から排出できるため、電力を消費することなく電気機器14

等を良好に冷却することができる。

[0042] (第2実施形態)

図5は、本発明の第2実施形態に係る風力発電装置1Bの概略的な縦断面図である。この風力発電装置1Bは冷却構造Bを備えている。この冷却構造Bにおいて、前述の第1実施形態における冷却構造Aと異なる点は、導入口21の設置高さがタワー4の中間部付近であることと、排出口22の設置高さがタワー4の下端部付近であることのみであり、他の構成は冷却構造Aと同様である。即ち、平面視における導入口21と排出口22の位置関係は図3に示す通りであり、それによってもたらされる作用効果も冷却構造Aと同様である。

[0043] この冷却構造Bでは、導入口21の高さが、地表面2から風車翼9の先端9aの回転軌跡下端までの範囲Rのうちの最も高い位置付近に設定されている。図5中に外風の速度分布を示すように、一般に外風の対地速度は地表面2の近くでは低く、地表面2から離れるにしたがって速くなる傾向がある。風車翼9の後部では、風車翼9の回転に伴う気流の乱れが生じるため、風車翼9の回転軌跡の後部に重ならない上記の高さ位置に導入口21を設けることにより、比較的対地速度の速い外風を、風車翼9による気流の乱れに影響されることなく導入口21から導入することができ、風力発電装置1Bの内部を良好に冷却することができる。

[0044] 排出口22の高さは、必ずしもタワー4の下端部付近でなくてもよいが、発熱性のある電気機器14が導入口21と排出口22の間に配置されていることが望ましいため、ここでは排出口22を電気機器14の設置位置に合わせてタワー4の下端部付近に配置した。

[0045] (第3実施形態)

図6は、本発明の第3実施形態に係る風力発電装置1Cの概略的な縦断面図であり、図7は図6のVII-VII線に沿う横断面図、図8は図6のviII-viII線に沿う横断面図である。この風力発電装置1Cは冷却構造Cを備えている。この冷却構造Cでは、第1実施形態における冷却構造Aと同じく、タワー

4 の下端部付近に導入口 2 1 が配置され、タワー 4 の上端付近に排出口 2 2 a から 2 2 d が配置されている。

[0046] 導入口 2 1 は、冷却構造 A と同じく、タワー 4 の外周面の周方向のうち、年間を通して平均的に最も風当たりの良い面、即ち外風による正圧が最も高くなる位置に 1 箇所だけ設けられている。一方、排出口 2 2 a ~ 2 2 d は、タワー 4 の上端部付近の高さに、例えば周方向に 90° 間隔で 4 箇所設けられているが、例えば 120° 間隔で 3 箇所に設ける等、数や間隔は任意に設定してよい。

[0047] 各排出口 2 2 a から 2 2 d には、外風によって受ける負圧を増長させる負圧増長手段として、例えば暈部材 2 5 が設けられている。この暈部材 2 5 は、排出口 2 2 a から 2 2 d の開口部を覆い、且つ図示しないステーやブラケット類を介して排出口 2 2 a から 2 2 d に対し所定の距離だけ離間して固定された板状の部材である。暈部材 2 5 の面積は、排出口 2 2 a から 2 2 d の開口面積よりも一回り大きく設定されている。図 7 に示すように、暈部材 2 5 は、タワー 4 の外周面の湾曲形状に沿って湾曲しているが、例えば平板状であってもよい。

[0048] 以上のように構成された冷却構造 C は、次のように作用する。

風力発電装置 1 C に外風が吹き付けた場合、外風による正圧が最も高くなる位置に設けられた導入口 2 1 には外風がそのまま吹き込み、タワー 4 の内部に冷却空気として導入され、電気機器 1 4 等の発熱機材を冷却した後、上方に設けられた排出口 2 2 a から 2 2 d の方に進む。一方、排出口 2 2 a から 2 2 d においては、暈部材 2 5 が設けられたことにより、排出口 2 2 a から 2 2 d に作用する外風の負圧が増長される。

[0049] つまり、図 7 に示すように、外風に正対する排出口 2 2 a の位置は、図 3 と同様に外風によって最も高い正圧を受ける場所であるため、暈部材 2 5 が設けられていなければ外風がそのまま排出口 2 2 a の内部に進入してしまうが、暈部材 2 5 が設けられていることにより、外風が排出口 2 2 a の内部に進入せずに暈部材 2 5 に衝突し、その後左右に分流して、そのままタワー 4

の外周湾曲面に沿って後方に流れる。このため、暈部材 25 とタワー 4 の外周面との間、即ち排出口 22 a の付近に強い負圧が発生し、これによつてタワー 4 の内部の空気が排出口 22 a から外部に吸い出される。

[0050] 排出口 22 b , 22 d の設けられている位置は、前述の冷却構造 A の場合と同じく、外風によつて最も高い正圧を受ける排出口 22 a の位置から周方向に直角 (90°) となる位置に設けられているため、外風の流れによつて発生する負圧がほぼ最大となる場所である。このため、暈部材 25 が無かつたとしても排出口 22 b , 22 d には強い負圧が作用し、図 3 に示したような内気の吸引作用が奏される。さらに、ここに暈部材 25 を設けたことにより、タワー 4 の外周湾曲面に沿って後方に流れる外風の流れが整流され、排出口 22 b , 22 d 付近における気流の剥離が防止されるため、排出口 22 b , 22 d に作用する負圧が増長される。

[0051] このため、図 7 に示すように、排出口 22 b , 22 d の傍を通る外風の流れに合流するように、内部空間 S 内の冷却空気が排出口 22 b , 22 d から外部に吸い出されて効率良く排出される。排出口 22 c の位置でも、暈部材 25 を設けたことにより負圧が増長されるため、排出口 22 c から内気が排出される。ここでは排出口 22 a から 22 d が周方向等間隔に 4 箇所設けられた例で説明したが、本発明は特にその形態のみに限定されない。仮に、図 7 に示す排出口 22 b , 22 d が排出口 22 a の位置から周方向に 120° ずれた位置に設けられていたとしても、暈部材 25 を設けることにより、同様にして排出口 22 b , 22 d に強い負圧を作用させることができる。

[0052] このように、排出口 22 a から 22 d に暈部材 25 を設けたことにより、排出口 22 a から 22 d に作用する外風の負圧を増長させることができ、しかも外風に正対する位置にある排出口 22 a から多くの内気を引き出すことができるため、導入口 21 と排出口 22 a から 22 d との間の圧力差をより大きくし、導入口 21 から十分な外風を導入するとともに、内部空間 S 内の空気を効率良く排出口 22 a から 22 d から排出して、風力発電装置 1C の内部冷却性を高めることができる。

[0053] しかも、外風の風向きが変わっても、複数設けられた排出口22aから22dには常に暈部材25による負圧増長作用が付与されるため、風向きによって風力発電装置1Cの冷却効率が低下する懸念が少なく、年間を通じて安定した冷却作用を得ることができる。暈部材25は非常に簡素な構成であるため、風力発電装置1Cの建造コストが向上する心配はない。

[0054] 暈部材25を排出口22aから22dに対して頑強に固定し、この暈部材25を補強部材として活用することにより、排出口22aから22dを穿設したことによるタワー4の強度低下を軽減することが考えられる。例えば、図9に示すように、暈部材25の上下の端部をタワー4の外周面に向けて屈曲または湾曲させ、その先端部をタワー4の外周面に固着することにより、暈部材25をトンネル状に形成し、このトンネル状の暈部材25の内部に外風を周方向に流通させることが考えられる。これにより、タワー4の強度を損なわずに排出口22の設置個所を増やしたり、排出口22の開口面積を大きくしたりして、冷却効率を向上させることができる。

[0055] (第4実施形態)

図10は、本発明の第4実施形態に係る風力発電装置1Dの概略的な縦断面図である。この風力発電装置1Dは冷却構造Dを備えている。この冷却構造Dにおいて、先述の第3実施形態における冷却構造Cと異なる点は、導入口21の設置場所がタワー4ではなくナセル5の前面に設けられていることと、4つの排出口22aから22dの設置高さがタワー4の下端部付近であることのみであり、他の構成は冷却構造Cと同様である。排出口22aから22dの数は必ずしも4箇所でなくてもよい。

[0056] この冷却構造Dにおいて、導入口21は、ナセル5の前面において、例えば風車翼9の回転軸12が突出している部分の下方に開口しているが、前方(風上側)に向かって開く構造であれば、他の場所、例えばナセル5の側面や上面等に設けてもよい。、タワー4の外周面に設けられた排出口22aから22dの周方向位置、および負圧増長手段としての暈部材25の構造、作用、効果等は、冷却構造Cと同様である。

[0057] このように構成された冷却構造 D によれば、ナセル 5 に設けられた導入口 2 1 が、ナセル 5 の制御回転に応じて常に風上側に向くため、導入口 2 1 から取り入れられる外風を常に最大量確保することができる。一方、排出口 2 2 a から 2 2 d 側においては、量部材 2 5 を設けたことによって先述した通りの良好な排気作用が得られるため、導入口 2 1 と排出口 2 2 a から 2 2 d との間における圧力差をより大きくし、風力発電装置 1 D の内部空間 S に供給される冷却空気の供給量を増量させて、無動力で高い冷却効率を得ることができる。しかも、タワー 4 の底部に設置された電気機器 1 4 のみならず、ナセル 5 内に設置された発電機 1 1 等の発熱機材も確実に冷却することができる。

[0058] (第 5 実施形態)

図 1 1 は、本発明の第 5 実施形態に係る風力発電装置 1 E の概略的な縦断面図であり、図 1 2 は図 1 1 の XII - XII 線に沿う横断面図、図 1 3 は図 1 1 の XIII - XIII 線に沿う横断面図である。この風力発電装置 1 E は冷却構造 E を備えている。この冷却構造 E では、タワー 4 の下端部付近に 4 つの導入口 2 1 a から 2 1 d が例えば周方向に 90° 間隔で配置され、タワー 4 の上端付近に 4 つの排出口 2 2 a から 2 2 d が同じく周方向に 90° 間隔で配置されている。各導入口 2 1 a から 2 1 d に、導入口開閉手段としての内側蓋部材 3 1 が設けられ、各排出口 2 2 a から 2 2 d に、排出口開閉手段としての外側蓋部材 3 2 が設けられている。導入口 2 1 a から 2 1 d および排出口 2 2 a から 2 2 d の数は必ずしも 4 箇所でもなくともよく、例えば 120° 間隔で 3 箇所に設ける等、数や間隔は任意に設定してよい。

[0059] 図 1 3 に示すように、内側蓋部材 3 1 は、タワー 4 の内周面に沿って湾曲し、導入口 2 1 a から 2 1 d を内側から気密的に閉塞できるように形成された板状の部材であり、導入口 2 1 a から 2 1 d に対して内側から離接可能に設けられている。図 1 2 に示すように、外側蓋部材 3 2 は、タワー 4 の外周面に沿って湾曲し、排出口 2 2 a から 2 2 d を外側から気密的に閉塞できるように形成された板状の部材であり、排出口 2 2 a から 2 2 d に対して外側

から離接可能に設けられている。

[0060] 内側蓋部材 3 1 は、例えば図 1 4 六、図 1 4 B に示すように、その中心部に棒状のガイドロッド 3 5 が垂直に固定され、このガイドロッド 3 5 の他端部にストツパプレート 3 6 が固着されている。一方、図示しないステータ部材によって導入口 2 1 a から 2 1 d の内部にスライドパイプ 3 7 が固定され、このスライドパイプ 3 7 にガイドロッド 3 5 が軸方向に摺動自在に挿入支持されている。このため、内側蓋部材 3 1 は、図 1 4 A に示す閉塞位置 3 1 a と、図 1 4 B に示す開放位置 3 1 b との間を移動することができる。閉塞位置 3 1 a では内側蓋部材 3 1 が導入口 2 1 a から 2 1 d に内側から密に当接して導入口 2 1 a から 2 1 d を閉塞するとともに、ストツパプレート 3 6 がスライドパイプ 3 7 の内側端部に当接する。開放位置 3 1 b では内側蓋部材 3 1 が導入口 2 1 a から 2 1 d から内側に離れて導入口 2 1 a から 2 1 d を開口させ、この時には内側蓋部材 3 1 がスライドパイプ 3 7 の外側端部に当接して動きを規制される。

[0061] 外側蓋部材 3 2 は、内側蓋部材 3 1 と同様に、図 1 5 A、図 1 5 B に示すように、その中心部に固定されたガイドロッド 3 5 が、排出口 2 2 a から 2 2 d の内部に固定されたスライドパイプ 3 7 に摺動自在に支持され、ガイドロッド 3 5 の他端部にストツパプレート 3 6 が固着されている。このため、外側蓋部材 3 2 は、図 1 5 A に示す閉塞位置 3 2 a と、図 1 5 B に示す開放位置 3 2 b との間を移動することができる。閉塞位置 3 2 a では外側蓋部材 3 2 が排出口 2 2 a から 2 2 d に外側から密に当接して排出口 2 2 a から 2 2 d を閉塞する。開放位置 3 2 b では外側蓋部材 3 2 が排出口 2 2 a から 2 2 d から外側に離れて排出口 2 2 a から 2 2 d を開口させ、この時にはストツパプレート 3 6 がスライドパイプ 3 7 の内側端部に当接して外側蓋部材 3 2 の動きが規制される。

[0062] 内側蓋部材 3 1 は、導入口 2 1 a から 2 1 d の外側の気圧が内側の気圧よりも高まった場合に閉塞位置 3 1 a から開放位置 3 1 b にスライドし、導入口 2 1 a から 2 1 d の内側の気圧が外側の気圧よりも高まった場合に開放位

置 3 1 b から閉塞位置 3 1 a にスライドする。外側蓋部材 3 2 は、排出口 2 2 a から 2 2 d の外側の気圧が内側の気圧よりも高まった場合に開放位置 3 2 b から閉塞位置 3 2 a にスライドし、排出口 2 2 a から 2 2 d の内側の気圧が外側の気圧よりも高まった場合に閉塞位置 3 2 a から開放位置 3 2 b にスライドする。このような内側蓋部材 3 1 と外側蓋部材 3 2 のスライド動作は、気圧に押されて自然に動くようにしてもよいが、専用の駆動装置と制御装置を用いて、気圧に応じて開閉制御するようにしてもよい。

[0063] 以上のように構成された冷却構造 E は、次のように作用する。

例えば風力発電装置 1 E に正面から外風が吹き付けた場合、タワー 4 の下端部付近に設けられた 4 つの導入口 2 1 a から 2 1 d のうち、外風に正対する導入口 2 1 a では、その外側の気圧が内側の気圧よりも高くなるため、内側蓋部材 3 1 が気圧に押圧されて開放位置 3 1 b にスライドし、導入口 2 1 a が開放される。一方、導入口 2 1 b , 2 1 d は、導入口 2 1 a に対して周方向に 90° 離れた位置にあるため、この位置には外風が表面を流れることによって負圧が作用する。さらに、導入口 2 1 c の外部にも負圧が作用する。このため、導入口 2 1 b , 2 1 c , 2 1 d では、その内側の気圧が外側の気圧よりも高くなり、各々の内側蓋部材 3 1 が閉塞位置 3 1 a にスライドして導入口 2 1 b , 2 1 c , 2 1 d が閉塞される。したがって、外風に正対している導入口 2 1 a からのみ外風がタワー 4 の内部空間 S に流入する。

[0064] 他方、タワー 4 の上端部付近に設けられた 4 つの排出口 2 2 a から 2 2 d のうち、外風に正対する排出口 2 2 a では、その外側の気圧が内側の気圧よりも高くなるため、外側蓋部材 3 2 が気圧に押圧されて閉塞位置 3 2 a にスライドし、排出口 2 2 a が閉塞される。排出口 2 2 b , 2 2 d は、排出口 2 2 a に対して周方向に 90° 離れた位置にあるため、この位置には外風が表面を流れることによって負圧が作用する。排出口 2 2 c の外部にも負圧が作用する。このため、排出口 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d においては、その内側の気圧が外側の気圧よりも高くなり、各々の外側蓋部材 3 2 が開放位置 3 2 b にスライドして排出口 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d が開放される。したがって、

外風に正対している排出口22aを除く、排出口22b, 22c, 22dからタワー4内部の空気が排出される。

[0065] このようにして、風力発電装置1Eの内部空間Sに多くの外気を冷却空気として流通させることができるため、効率良く冷却することができる。しかも、外風の風向きが変わっても、複数設けられた導入口21aから21dと排出口22aから22dのうち、風向きに対して最適な位置のものだけが開口して外風を風力発電装置1Eの内部に取り入れたり、内気を外部に排出したりするため、風向きによって風力発電装置1Eの冷却効率が低下する懸念が少なく、年間を通じて安定した冷却作用を得ることができる。

[0066] 内側蓋部材31および外側蓋部材32は簡素に構成できるため、多大なコストアップにはならない。内側蓋部材31および外側蓋部材32は上述したスライド式のものに限らず、他の構造にしてもよい。例えば図16A, 図16Bに示すように、内側蓋部材31および外側蓋部材32をフラッパー型（リード弁型）に構成することにより、その構造を一層簡素にすることができる。

[0067] （第6実施形態）

図17は、本発明の第6実施形態に係る風力発電装置1Fの概略的な縦断面図である。この風力発電装置1Fは冷却構造Fを備えている。この冷却構造Fにおいて、先述の第5実施形態における冷却構造Eと異なるのは、排出口22eの設置場所がタワー4ではなくナセル5の後面に設けられていることのみであり、導入口21aから21dを始めとする他の部分の構成は冷却構造Eと同様である。なお、二点鎖線で示すようにナセル5の側面に排出口22fを設けてもよい。

[0068] ナセル5の後面に排出口22eを設けた場合は、排出口22eがナセル5の回転に応じて常に外風の風下側に向き、またナセル5の側面に排出口22fを設けた場合は、排出口22fが外風により強い負圧が生じる場所に位置するため、何れにしても排出口22e, 22fの外部に強い負圧が作用し、ナセル5内の空気、ひいてはタワー4の内部空間S内の空気を排出口22e

、22fから外部に吸引させる作用が奏される。したがって、導入口21aから21dから風力発電装置1Fの内部空間Sに供給される冷却空気の供給量を多くして、タワー4の底部に設置された電気機器14およびナセル5内に設置された発電機11等の発熱機材を効果的に冷却することができる。

[0069] (第7実施形態)

図18は、本発明の第7実施形態に係る風力発電装置1Gの概略的な縦断面図であり、図19は図18のXIX-XIX線に沿う横断面図である。この風力発電装置1Gは冷却構造Gを備えている。この冷却構造Gでは、タワー4の内部に円筒状の内壁41が設けられてタワー4が二重管構造とされており、タワー4内部の外周側に外側空間S1が画成され、外側空間S1の内周側に内側空間S2が画成されている。そして、例えば外側空間S1に連通するように導入口21が設けられ、内側空間S2に連通するように排出口22が設けられている。導入口21と排出口22の高さは、共にタワー4の中間部付近に設定されているが、各々の高さを異ならせてもよい。

[0070] 図19に、平面視における導入口21と排出口22の周方向位置が示されている。導入口21と排出口22の周方向位置は、図3に示す第1実施形態における冷却構造Aと同じく、タワー4の外周面の周方向のうち、年間を通して平均的に最も風当たりの良い面、即ち外風による正圧が最も高くなる位置に導入口21が設けられ、この導入口21の位置から周方向に直角となる位置に排出口22が設けられている。排出口22は導入口21の両側に2箇所設ける等してもよい。

[0071] 導入口21はタワー4の外壁を貫通して外側空間S1に連通しており、導入口21から導入された外気が外側空間S1に流入するようになっている。排出口22は連通パイプ43を介して内側空間S2に連通しており、内側空間S2内の空気が外側空間S1には入らずに排出口22から排出されるようになっている。

[0072] 内壁41の上端部の高さはタワー4の上端付近の高さと略同じであり、ナセル5の内部で外側空間S1と内側空間S2とが連通している。内壁41の

下端部の高さはタワー4の下端部よりも少し高い位置であるため、タワー4の下端部付近で外側空間S1と内側空間S2とが連通している。このように、外側空間S1と内側空間S2は、導入口21および排出口22の設けられている位置から離れた位置で互いに連通している。

[0073] 図20にも示すように、導入口21の周囲には円弧形状のフィルタ部材45が設けられている。このフィルタ部材45は、導入口21の下流側に位置して、導入口21から導入される外気に含まれる水分、塩分、塵埃等の異物を除去する異物除去手段として機能するものである。ここでは、導入口21を囲む円弧形状にフィルタ部材45を形成することにより、導入口21から導入されて外側空間S1内を上下左右方向に流れる外気を全てフィルタ部材45で濾過することができる。フィルタ部材45の形状は円弧形状のみに限定されない。例えば図18に示すフィルタ部材45の断面を、そのまま外側空間S1の周方向に延長して平面視で大きな環状となるように形成し、上下2つのフィルタ部材で導入口21を挟む、といった態様にしてもよい。

[0074] 以上のように構成された冷却構造Gは、次のように作用する。

風力発電装置1Gに外風が吹き付けた場合、タワー4の外周面の、外風によって正圧を受ける部位に設けられた導入口21から外風が冷却空気としてまず外側空間S1内に導入される。この外風は、フィルタ部材45を通過する際に水分、塩分、塵埃等の異物を除去された後、外側空間S1内を上下方向および周方向に流れる。外側空間S1内を上方に流れた空気は、一旦ナセル5内に流入し、ナセル5内に設けられた発電機11等の発熱機材を冷却した後、流れの向きを下向きに変えて内側空間S2に入り、下方に流れて排出口22から外部に排出される。

[0075] 一方、外側空間S1内を下方に流れた空気は、内壁41の下端部を潜って流れの向きを上向きに変えつつ内側空間S2内に入り、発熱性のある電気機器14を冷却した後に上方に流れて排出口22から外部に排出される。排出口22は、外風によって発生する負圧がほぼ最大となる場所に設けられているため、導入口21と排出口22との間に大きな圧力差が生じ、内側空間S

2内の空気を無動力で効率良く換気することができる。

[0076] 本構成によれば、導入口21から排出口22までの距離が長くなることと、外側空間S1と内側空間S2との間で気流の方向が変わることと、円筒形の空間となる外側空間S1内を周方向に流れる気流に遠心力が働くことから、外風に含まれる水分、塩分、塵埃といった異物を主に外側空間S1内で自然落下させて気流から分離させることができ、導入口21にフィルタ部材45を設けたことと相俟って、内側空間S2内に異物が入ることを確実に防止し、内部機器類を効果的に保護することができる。

[0077] フィルタ部材45は簡易的なものでよく、場合によっては設けなくてもよい。そのため、フィルタ部材45による圧力損失を回避あるいは軽減して、導入口21から十分な量の外風を取り入れ、風力発電装置1G内部の冷却効率を高めることができる。タワー4の内部に内壁41を設けることによってタワー4を二重管構造としたため、タワー4の強度を高めることができる。

[0078] (第8実施形態)

図21は、本発明の第8実施形態に係る風力発電装置1Hの概略的な縦断面図であり、図22は図21のXXII-XXII線に沿う横断面図、図23は図21のXXIII-XXIII線に沿う横断面図である。この風力発電装置1Hは冷却構造Hを備えている。この冷却構造Hでは、前述の冷却構造Gと同様に、タワー4の内部に円筒状の内壁41が設けられてタワー4が二重管構造とされており、タワー4の内部に外側空間S1および内側空間S2が画成されている。そして、例えばタワー4の中間部よりやや下方の高さに、4つの導入口21aから21dが周方向に90°間隔で配置されており、タワー4の中間部よりやや上方の高さに、4つの排出口22aから22dが同じく周方向に90°間隔で配置されている。

[0079] 導入口21aから21dはタワー4の外壁を貫通して外側空間S1に連通し、各導入口21aから21dから導入された外気が外側空間S1に流入するようになっている。排出口22a~22dは連通パイプ43を介して内側空間S2に連通しており、内側空間S2内の空気が外側空間S1には入らず

に排出口22aから22dから排出されるようになっている。そして、各導入口21aから21dに、導入口開閉手段としての内側蓋部材31が設けられ、排出口22aから22dに、排出口開閉手段としての外側蓋部材32が設けられている。内側蓋部材31と外側蓋部材32の構成および作用は、第5実施形態に係る冷却構造Eのものと同様である。各導入口21aから21dには、第7実施形態に係る冷却構造Gと同様なフィルタ部材45が設けられている。

[0080] 以上のように構成された冷却構造Hは、次のように作用する。

例えば風力発電装置1Hに正面から外風が吹き付けた場合には、第5実施形態における冷却構造Eと同様に、タワー4の外周面に設けられた4つの導入口21aから21dのうち、外風に正対する導入口21aの内側蓋部材31のみが開放され（開放位置31bとなる）、他の3つの導入口21b, 21c, 21dの内側蓋部材31は閉塞される（閉塞位置31aとなる）ため、導入口21b, 21c, 21dは閉塞される。このため、導入口21aのみから外風が外側空間S1に流入する。流入した外風は、フィルタ部材45を通過する際に水分、塩分、塵埃等の異物を除去された後、外側空間S1内を上下方向および周方向に流れる。外側空間S1内を上方に流れた空気は、一旦ナセル5内に流入し、ナセル5内に設けられた発電機11等の発熱機材を冷却した後、流れの向きを下向きに変えて内側空間S2に流れる。

[0081] 外側空間S1内を下方に流れた空気は、内壁41の下端部を潜って流れの向きを上向きに変えつつ内側空間S2内に入り、発熱性のある電気機器14を冷却した後に上方に流れる。そして、第5実施形態における冷却構造Eと同様に、タワー4の外周面に設けられた4つの排出口22aから22dのうち、外風に正対する排出口22aの外側蓋部材32のみが閉塞され（閉塞位置32aとなる）、他の3つの排出口22b, 22c, 22dの外側蓋部材32は外風のもたらず負圧により開放される（開放位置32bとなる）ため、内側空間S2内部の空気が排出口22b, 22c, 22dから排出される。このようにして、内側空間S2内の空気を無動力で効率良く換気すること

ができる。

[0082] この冷却構造 H によれば、第 7 実施形態における冷却構造 G と同様に、外風に含まれる水分、塩分、塵埃といった異物を主に外側空間 S 1 内で自然落下させて気流から分離させ、内部機器類の保護を図ることができる。しかも、冷却構造 E と同様に、風向きによって風力発電装置 1 E の冷却効率が低下するといった不具合を少なくし、年間を通じて安定した冷却作用を得ることができる。

[0083] (第 9 実施形態)

図 2 4 は、本発明の第 9 実施形態に係る風力発電装置 1 J の概略的な縦断面図であり、図 2 5 は図 2 4 の XXV-XXV 線に沿う横断面図である。この風力発電装置 1 J は冷却構造 J を備えている。この冷却構造 J では、例えばタワー 4 の下端部付近に、タワー 4 の外周面の周方向に沿って例えば 3 箇所の通気口 4 8 a から 4 8 c が 120° 間隔で形成されている。これらの通気口 4 8 a から 4 8 c は、風向きに応じて、外風をタワー 4 の内部空間 S に取り入れる導入口となったり、内部空間 S 内の空気を外部に排気する排出口となったりする。これらの通気口 4 8 a から 4 8 c は、タワー 4 内の下部に設置された電気機器 1 4 等の発熱機器の周囲を囲むように設けられているが、必ずしも同じ高さに設ける必要はなく、各通気口 4 8 a から 4 8 c 間に高低差を付与してもよい。各通気口 4 8 a から 4 8 c の周方向位置および数量は、必ずしも 120° 間隔で 3 箇所でなくてもよく、例えば 3 箇所以上であつてもよい。

[0084] 以上のように構成された冷却構造 J は、次のように作用する。

例えば外風が風力発電装置 1 J に吹き付ける場合、図 2 5 に示すように、外風が通気口 4 8 a に当たる風向きであったとすると、通気口 4 8 a は外風によって正圧を受けるため導入口となり、外風が通気口 4 8 a から冷却空気としてタワー 4 の内部に直接導入されて電気機器 1 4 を冷却する。一方、通気口 4 8 b と 4 8 c は、外風によって負圧を受けるため排出口となり、ここから内部空間 S 内の空気が外部に排気される。

- [0085] 例えば外風が通気口48bに当たる風向きに変わったとすると、今度は通気口48bが導入口となり、通気口48a, 48cが排出口となる。外風が通気口48cに当たる風向きに変わったとすると、通気口48cが導入口となり、通気口48a, 48bが排出口となる。
- [0086] このように、外風の風向きが変わっても、複数設けられた通気口48aから48cの何れかが導入口となり、他が排出口となるため、風向きに拘わらずに、常に良好に電気機器14を冷却することができる。
- [0087] 本発明は、上述した第1から第9の実施形態の態様のみに限定されないことは言うまでもない。例えば、第1から第9の実施形態の構成を適宜組み合わせるといった変更を加えることが考えられる。

符号の説明

- [0088] 1, 1A~1J 風力発電装置
- 2 地表面
- 4 タワー
- 5 ナセル
- 6 ロータヘッド
- 9 風車翼
- 9a 風車翼の先端
- 11 発電機
- 14 発熱性のある電気機器
- 21 導入口
- 22 排出口
- 25 暈部材 (負圧増長手段)
- 31 内側蓋部材 (導入口開閉手段)
- 32 外側蓋部材 (排出口開閉手段)
- 41 内壁
- 45 フィルタ部材 (異物除去手段)
- 48a~48c 通気口

A ~ J 冷却構造

請求の範囲

- [請求項1] 風車翼に外風を受けて回転するロータヘッドが、ナセルの内部に設置された発電機を駆動して発電し、前記ナセルがタワーの上端部に設置された風力発電装置において、
- 前記タワーまたは前記ナセルの外表面の、外風によって正圧を受ける部位に、この外風を風力発電装置の内部空間に取り入れる導入口を設け、
- 前記タワーまたは前記ナセルの外周面の、外風によって負圧を受ける部位に、前記内部空間の冷却空気を外部に排出する排出口を設けた風力発電装置。
- [請求項2] 前記導入口と前記排出口との間に、発熱機器が配置される請求項1に記載の風力発電装置。
- [請求項3] 前記導入口と前記排出口を前記タワーに設ける場合に、その外周面の周方向のうち、前記外風による正圧が最も高くなる位置に前記導入口を設け、この導入口の位置から周方向に略直角となる位置に前記排出口を設けた請求項1または2に記載の風力発電装置。
- [請求項4] 前記導入口の位置と前記排出口の位置との間に高低差を設けた請求項1から3のいずれかに記載の風力発電装置。
- [請求項5] 前記導入口を前記タワーに設ける場合に、その高さを、前記タワーが立設される地表面から前記風車翼先端の回転軌跡の下端までの範囲のうち最も高い位置付近に設定した請求項1から4のいずれかに記載の風力発電装置。
- [請求項6] 前記排出口に、前記外風によって受ける負圧を増長させる負圧増長手段を設けた請求項1から5のいずれかに記載の風力発電装置。
- [請求項7] 前記負圧増長手段は、前記排出口の開口部を覆い、且つ前記排出口に対して所定の距離だけ離間した量部材である請求項6に記載の風力発電装置。
- [請求項8] 前記導入口に、その外側の気圧が内側の気圧よりも高まった場合に

開き、内側の気圧が外側の気圧よりも高まった場合に閉じる導入口開閉手段を設けた請求項 1 から 7 のいずれかに記載の風力発電装置。

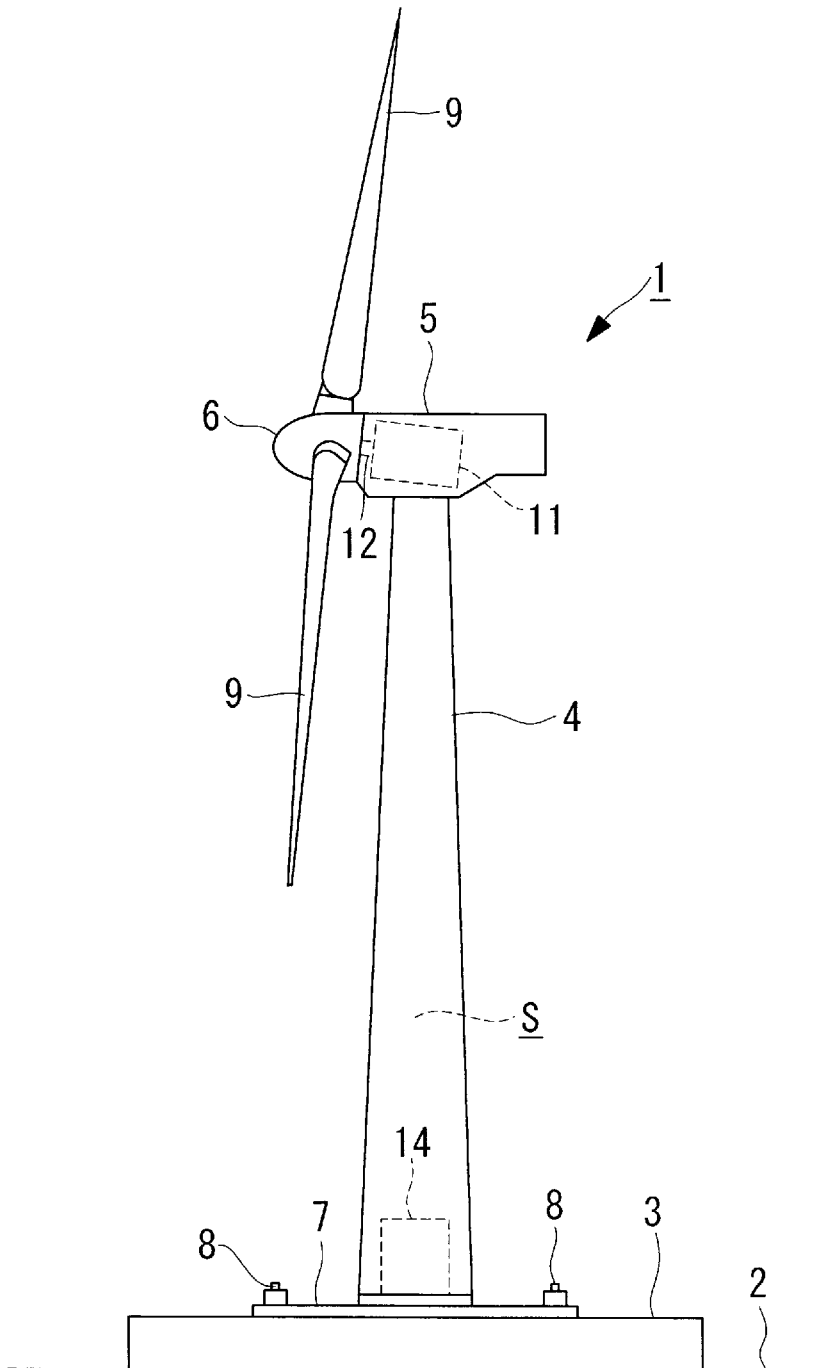
[請求項 9] 前記排出口に、その外側の気圧が内側の気圧よりも高まった場合に閉じ、内側の気圧が外側の気圧よりも高まった場合に開く排出口開閉手段を設けた請求項 1 から 8 のいずれかに記載の風力発電装置。

[請求項 10] 前記タワーを二重管構造とし、その外側空間または内側空間のどちらか一方の空間に連通するように前記導入口を設け、他方の空間に連通するように前記排出口を設け、前記外側空間と前記内側空間とを、前記導入口および前記排出口から離れた位置で連通させた請求項 1 から 9 のいずれかに記載の風力発電装置。

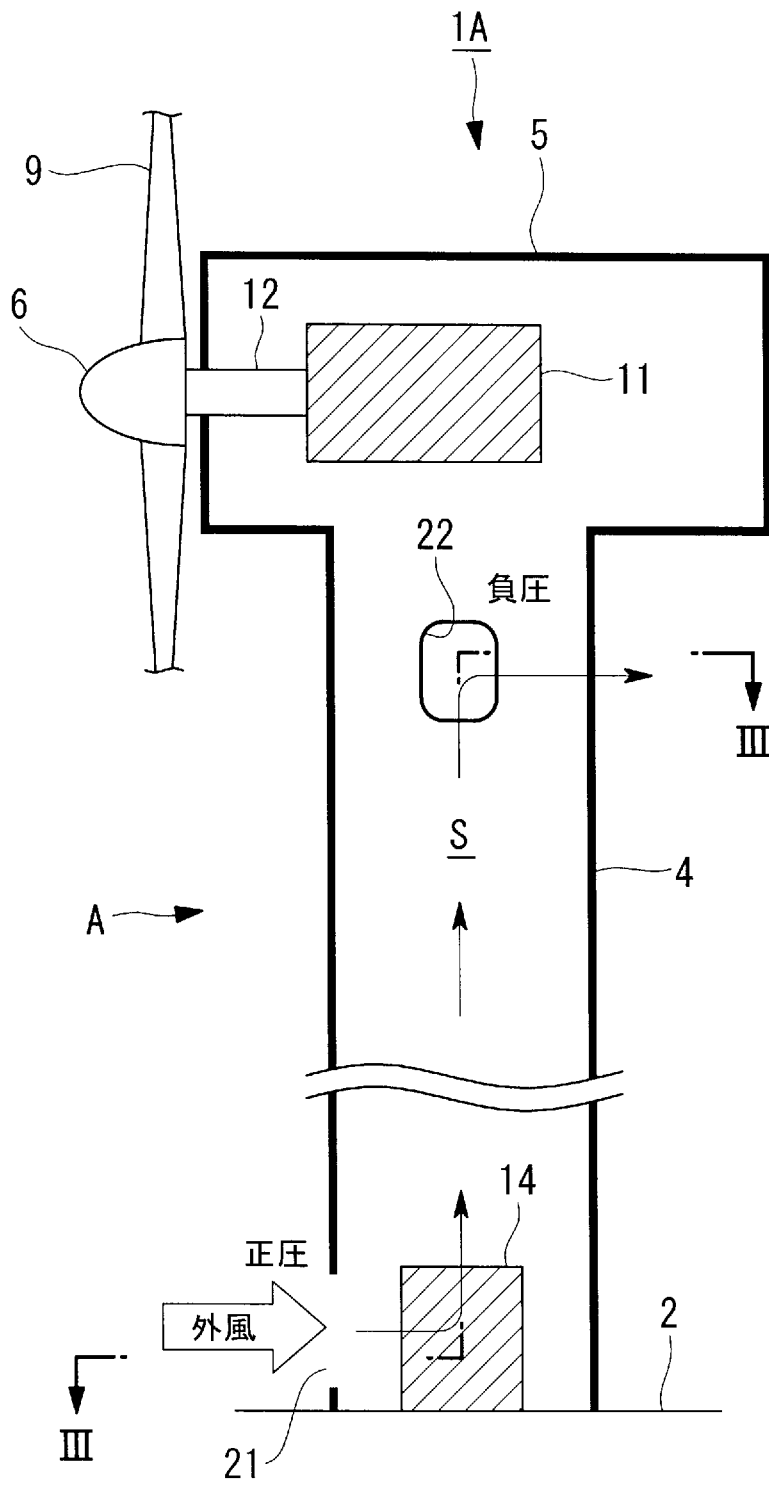
[請求項 11] 前記導入口の下流側に、前記導入口から導入される外気に含まれる異物を除去する異物除去手段を設けた請求項 1 から 10 のいずれかに記載の風力発電装置。

[請求項 12] 前記導入口と前記排出口を前記タワーに設ける場合に、その外周面の周方向に沿って 3 箇所以上の通気口を設け、これらの通気口が、風向きに応じて前記導入口または前記排出口になるようにした請求項 1 に記載の風力発電装置。

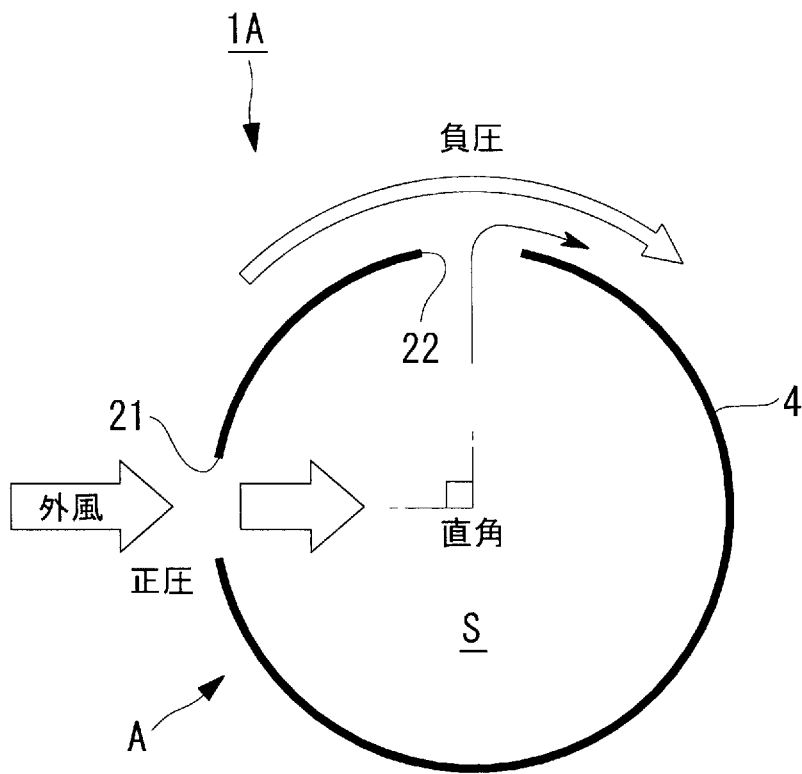
[図1]



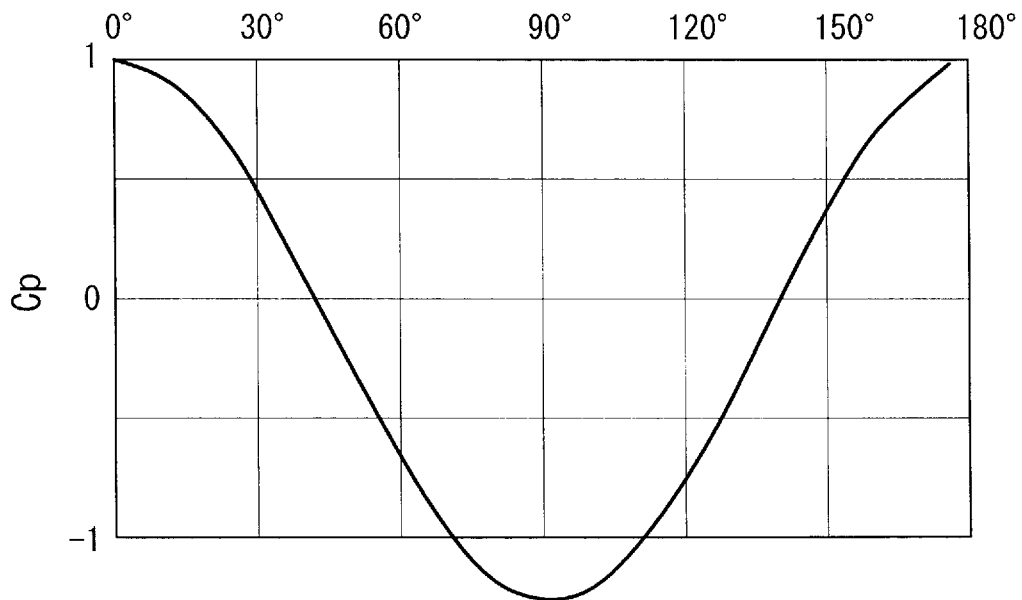
[図2]



[図3]

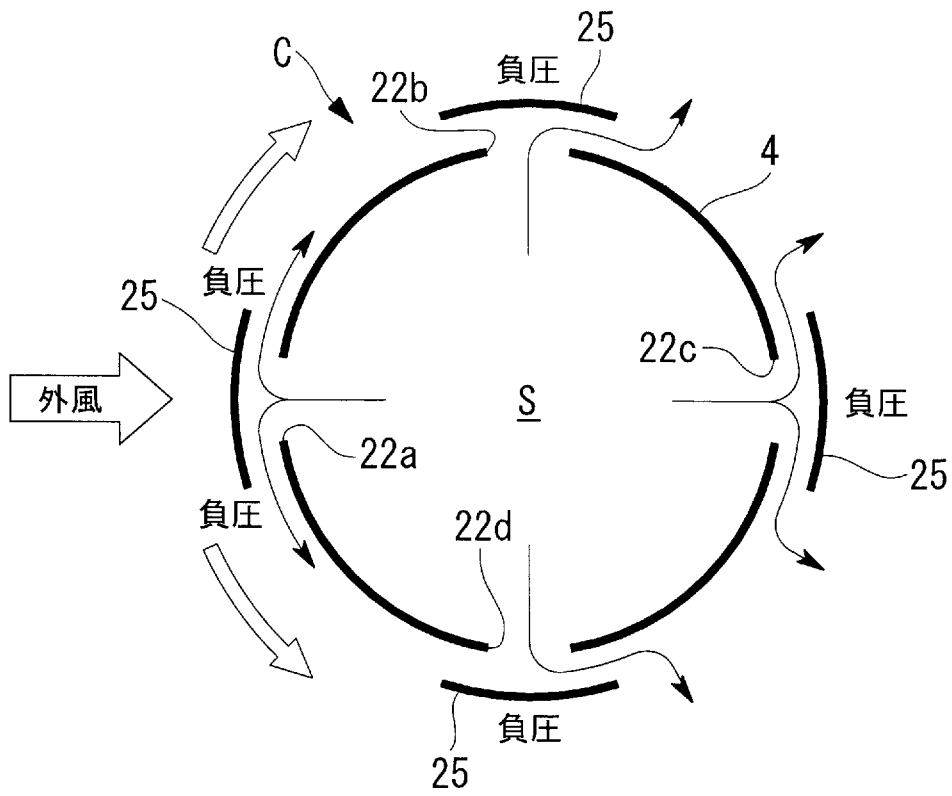


[図4]

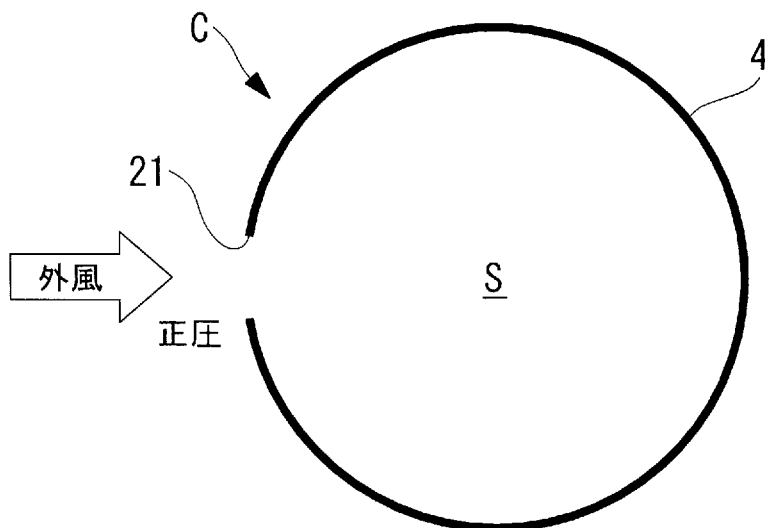


円筒外周における圧力分布

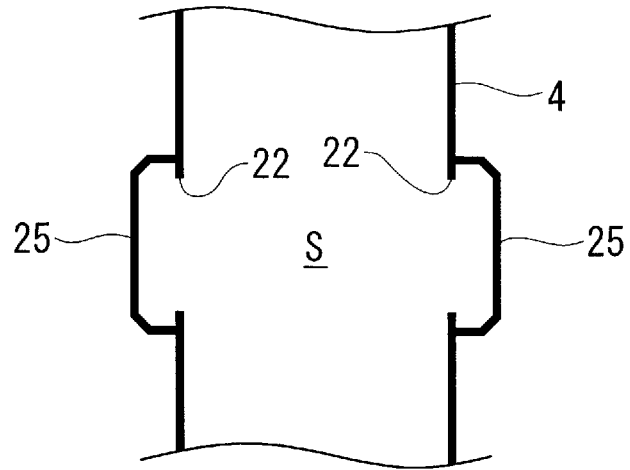
[図7]



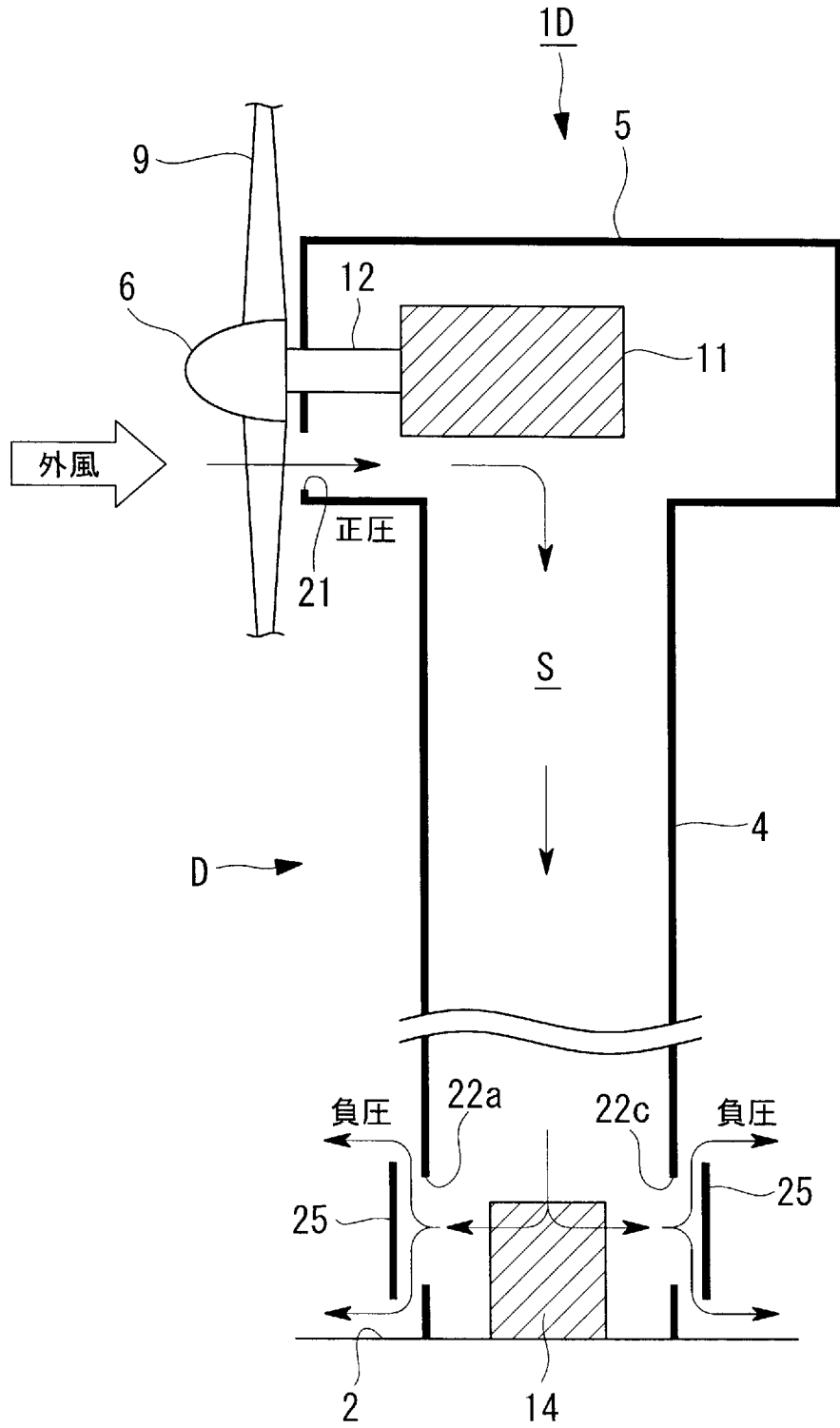
[図8]



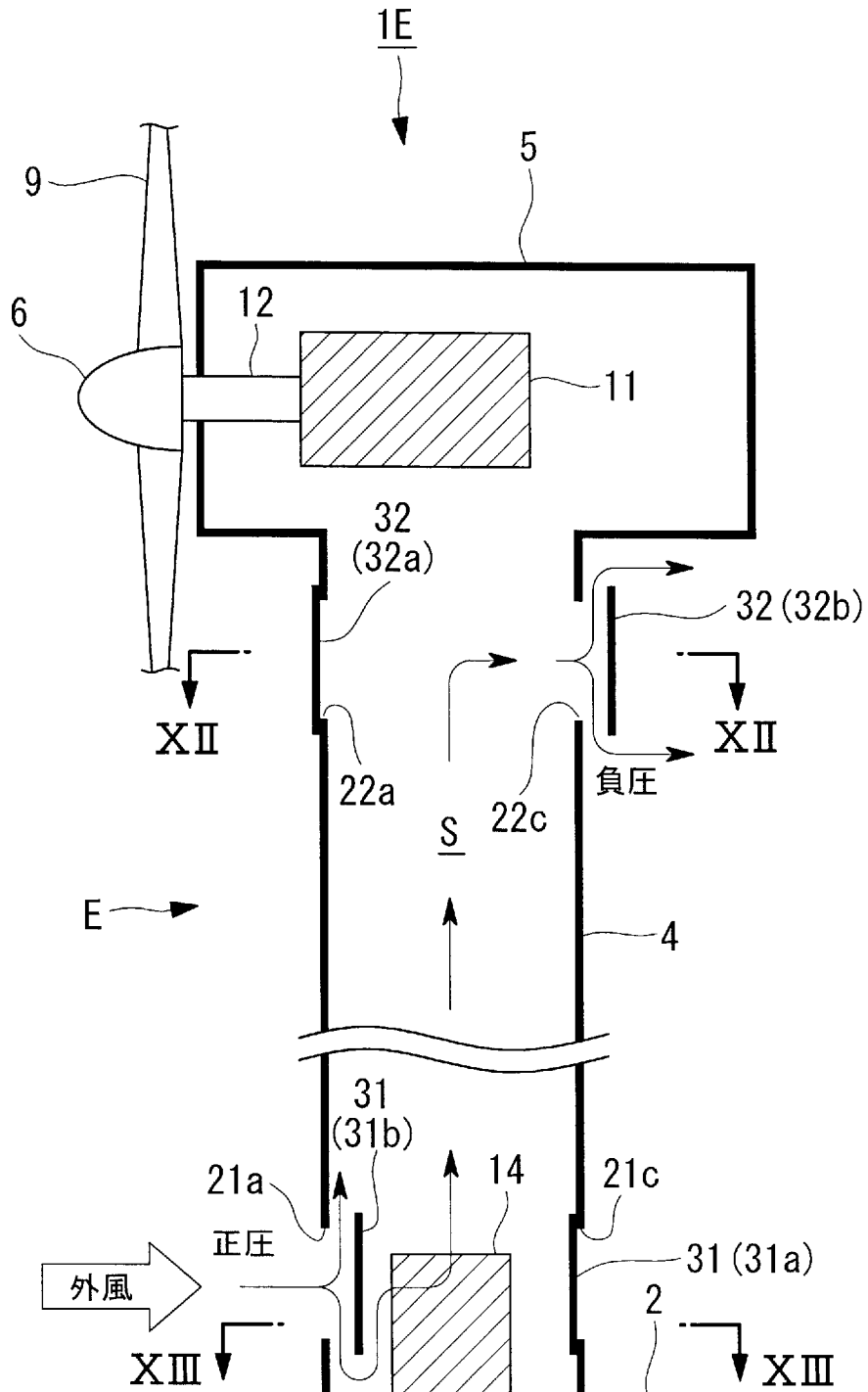
[図9]



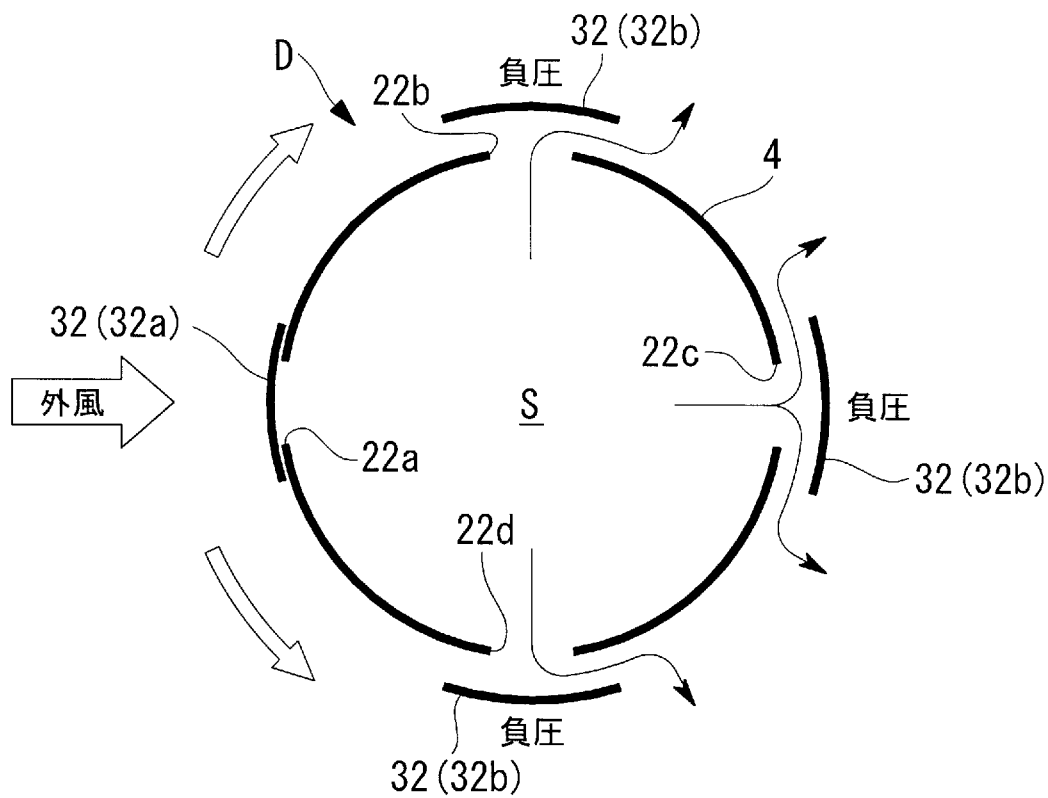
[図10]



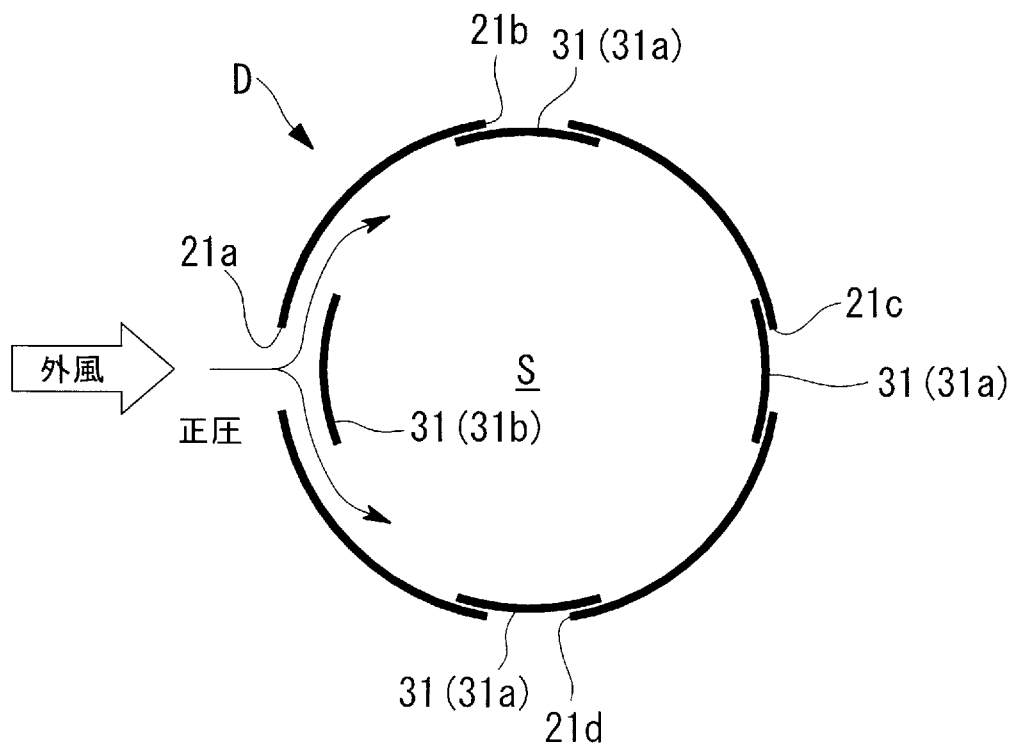
[図11]



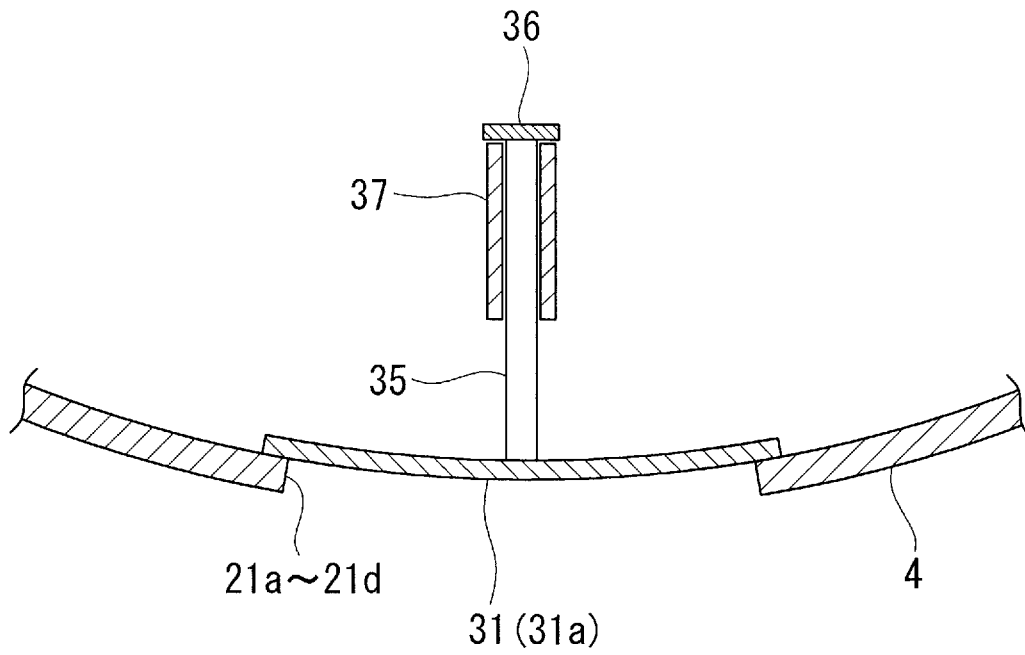
[図12]



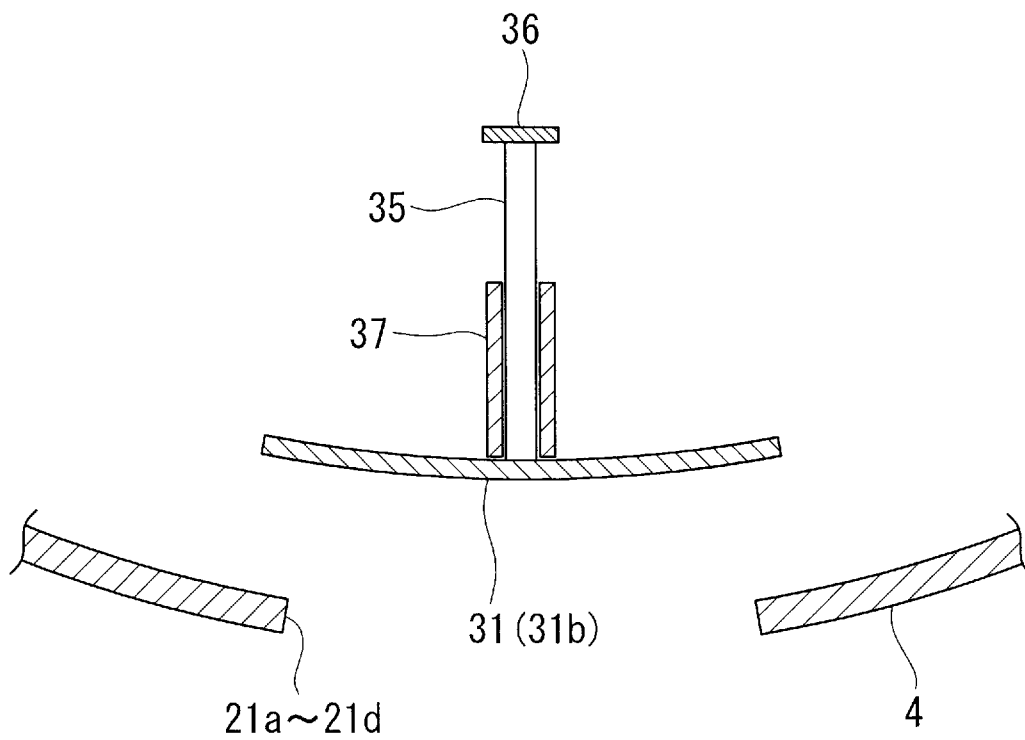
[図13]



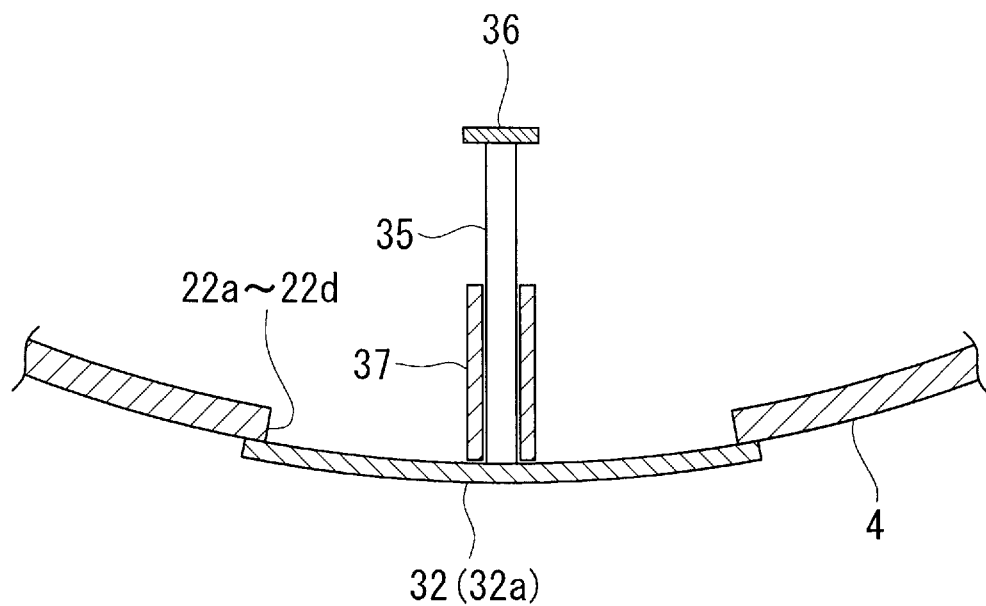
[図14A]



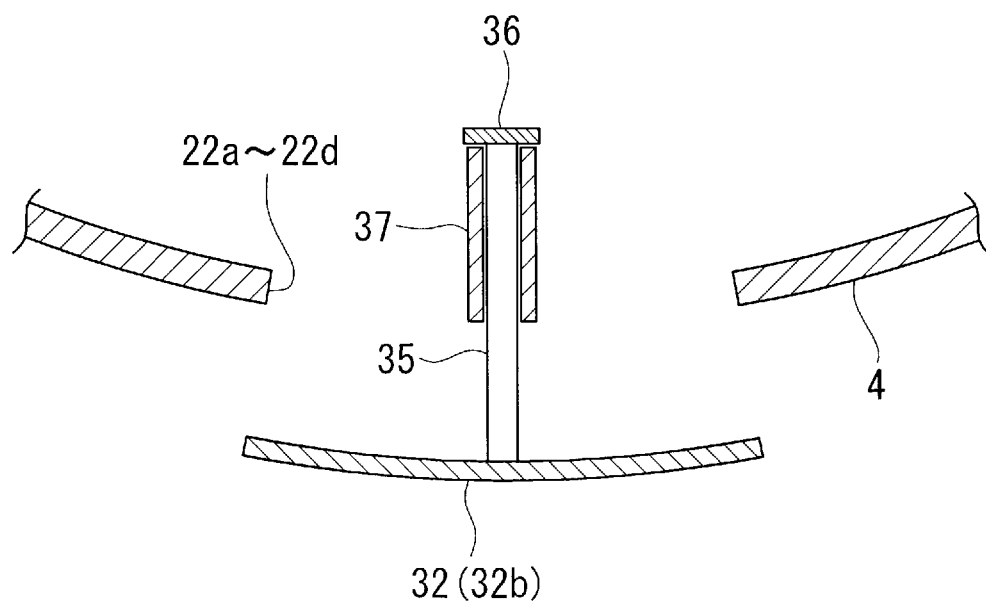
[図14B]



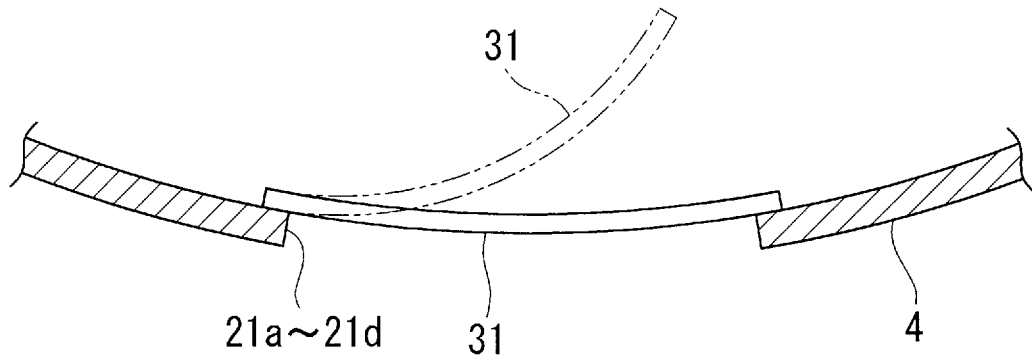
[図15A]



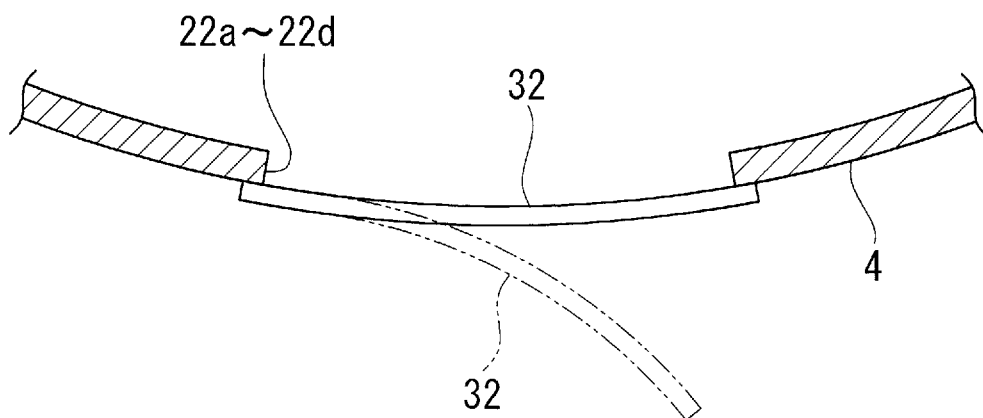
[図15B]



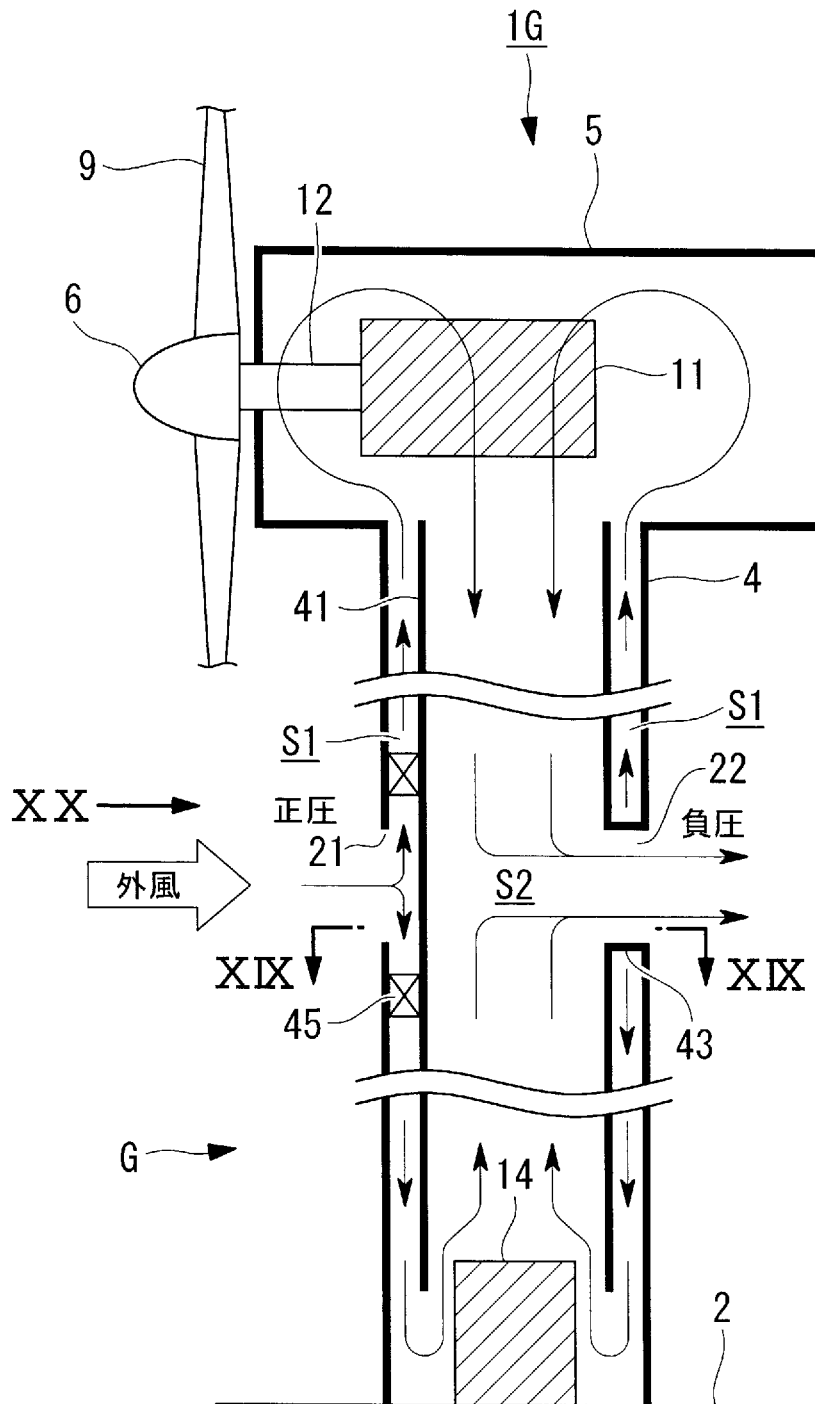
[図16A]



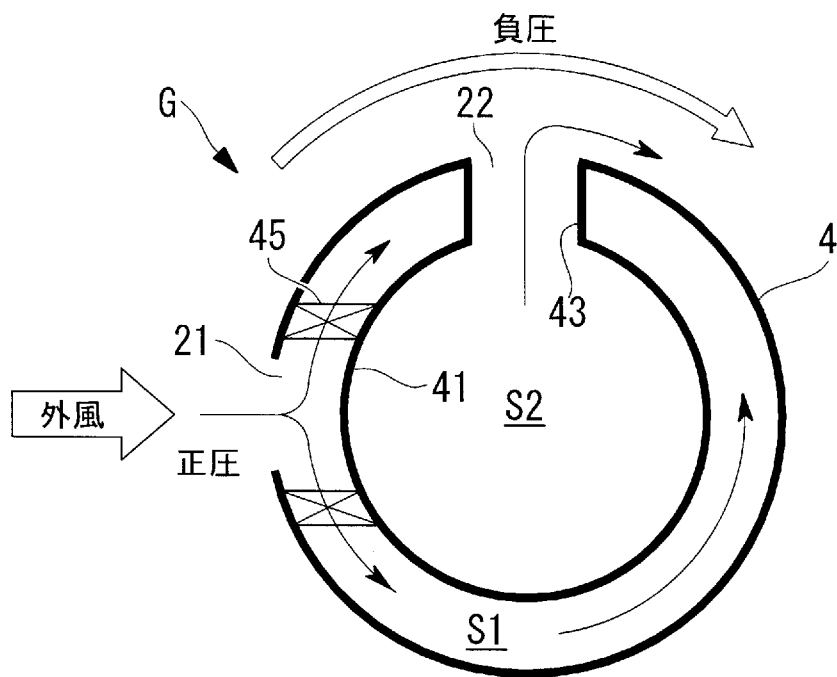
[図16B]



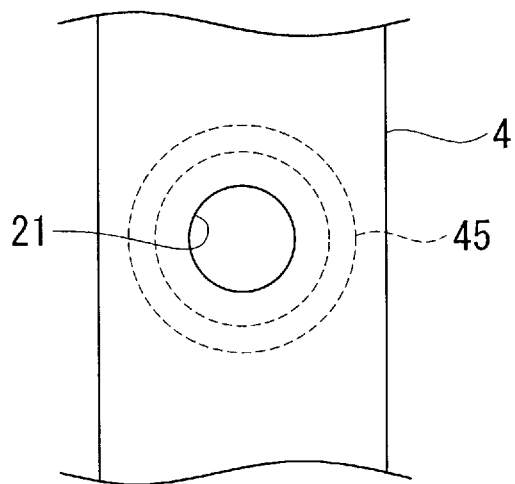
[図18]



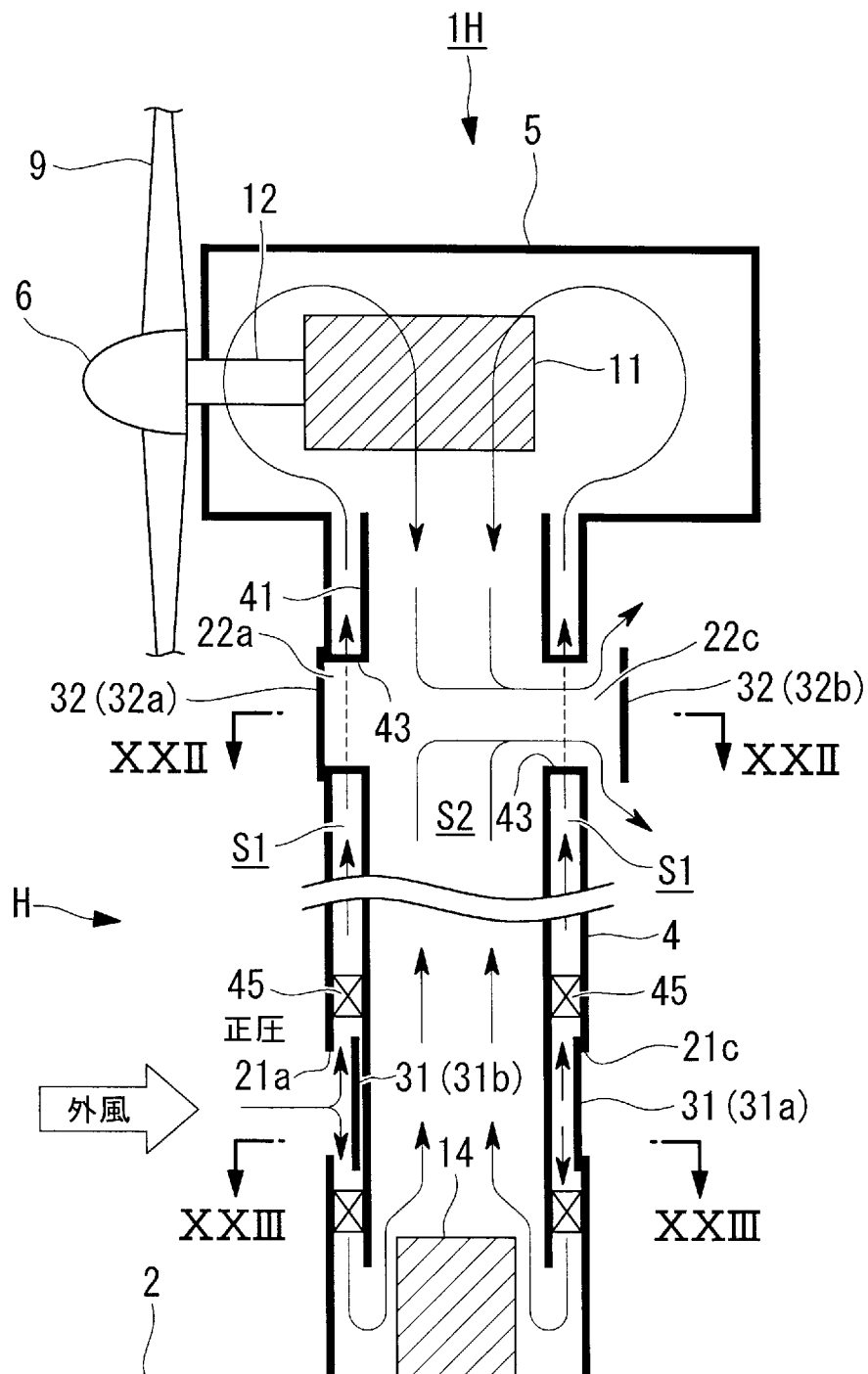
[図19]



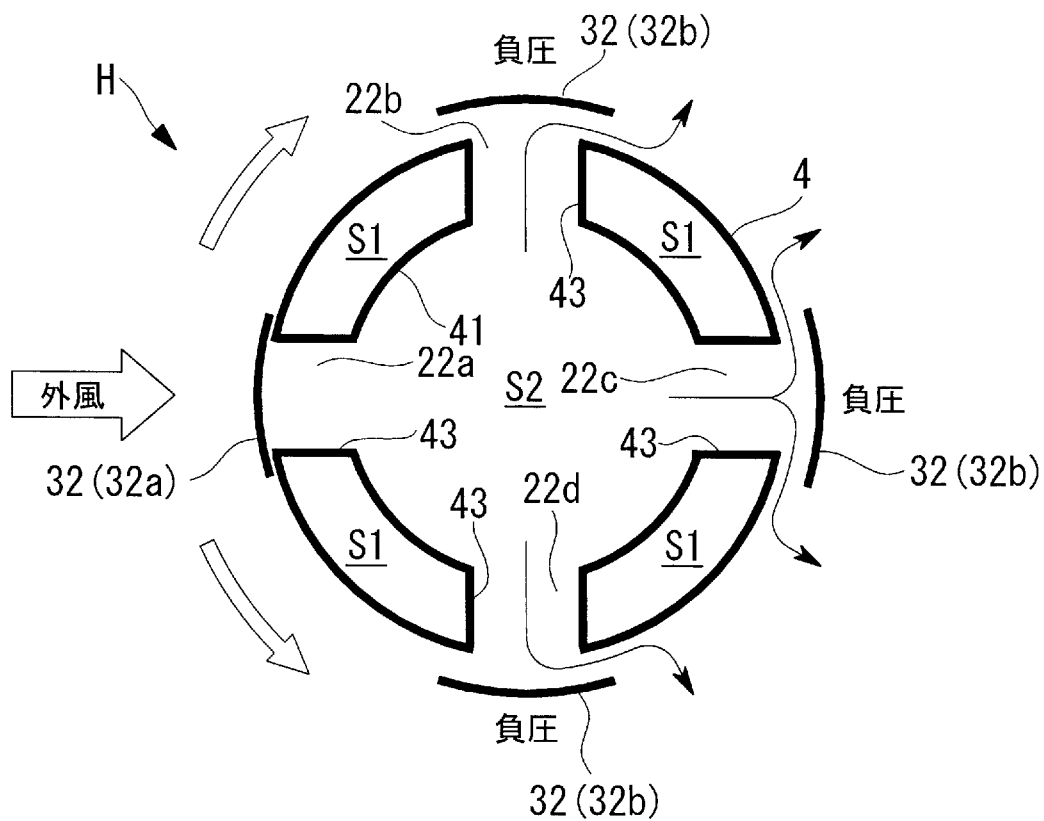
[図20]



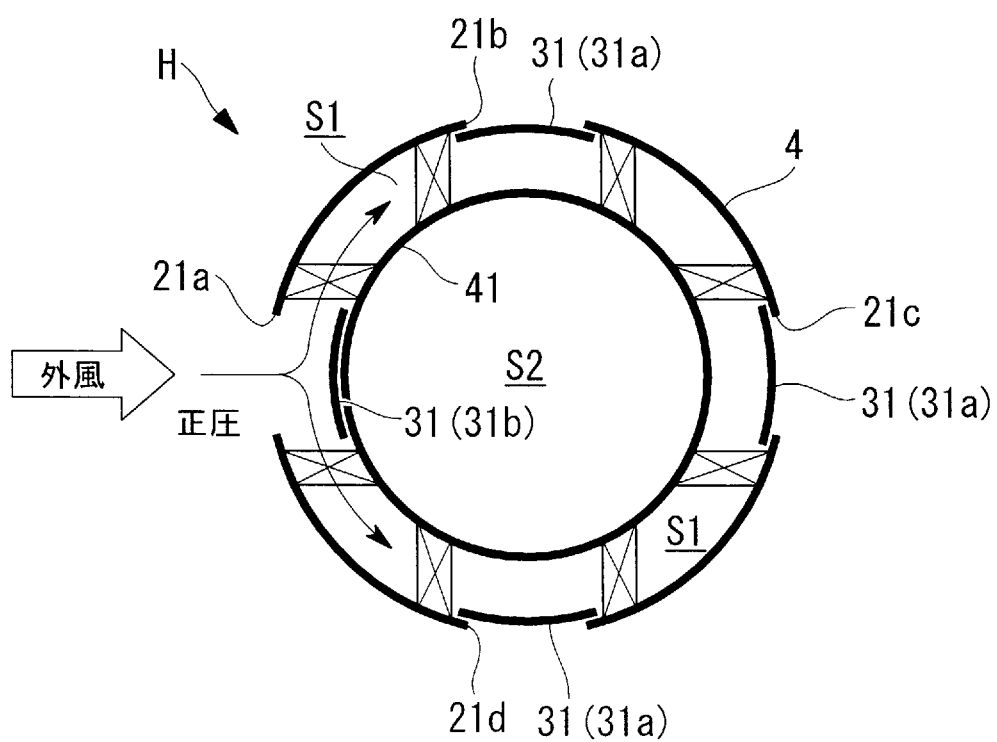
[図21]



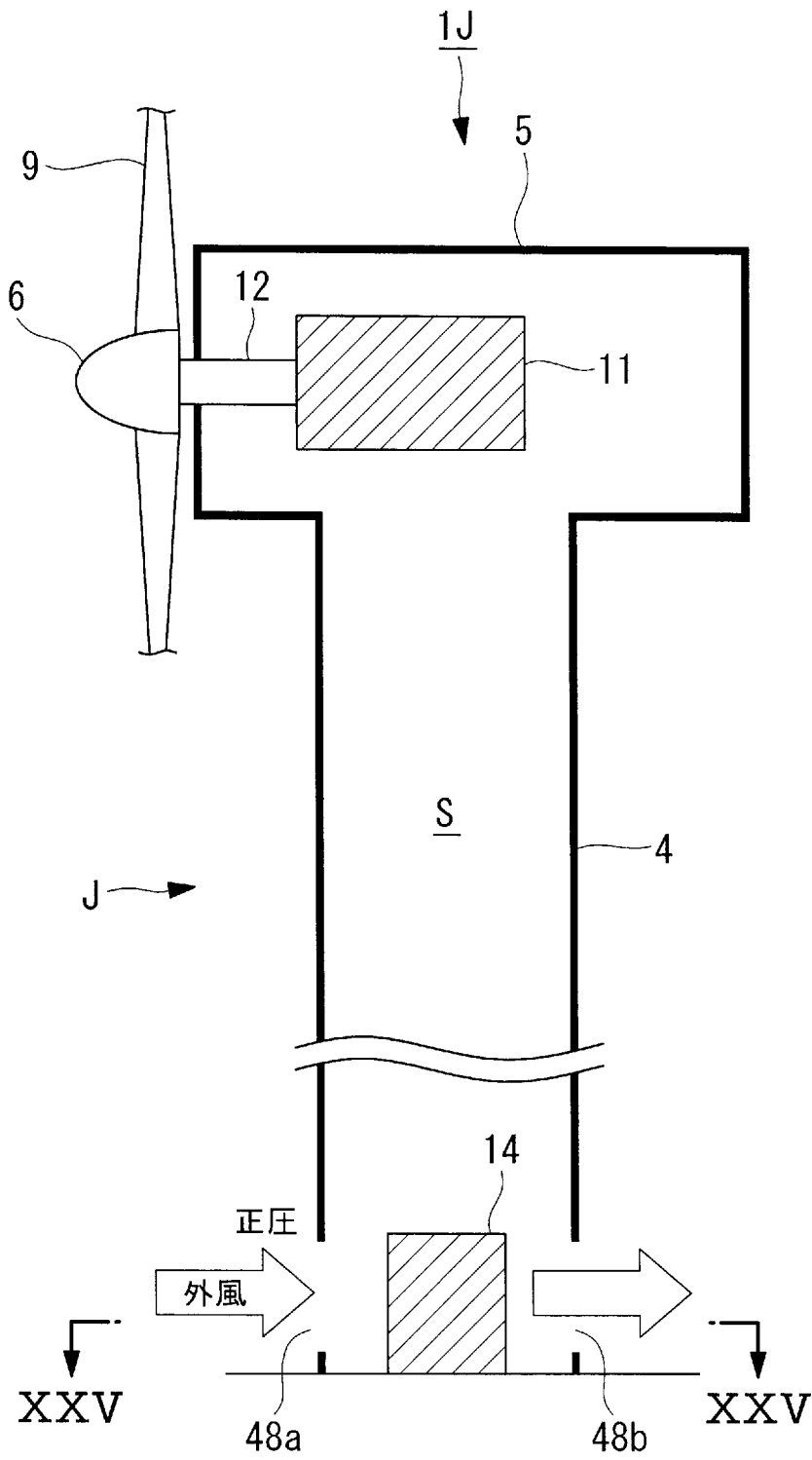
[図22]



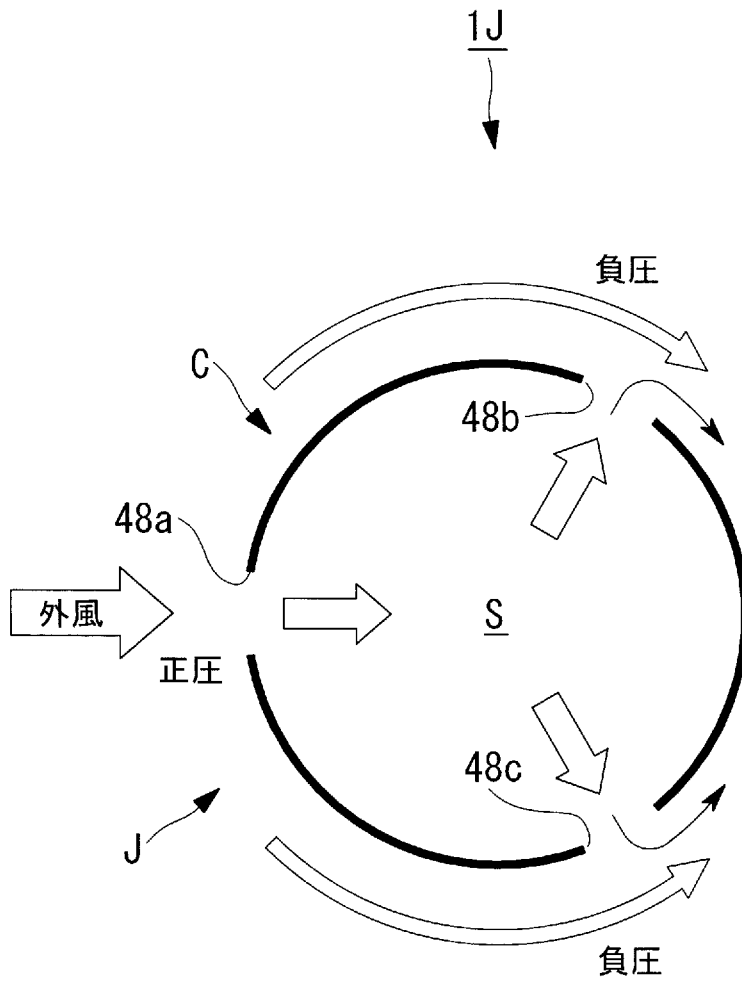
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 0 1 1 / 0 6 5 0 4 0

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D1 1 / 0 0 (2006.01) i , F03D1 1 / 0 4 (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)

F03D11/00, F03D11/04

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 - 2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X	WO 2010/013362 AI (Mit subishi Heavy Industries, Ltd.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0018], [0020], [0023], [0032] to [0034]; figs. 2 to 3, 8, 10 to 11 & JP 2010-31722 A & US 2010/0127502 AI & EP 2306010 A1 & CA 2718340 A1 & CN 101981314 A & KR 10-2010-0126765 A	1, 6, 11
Y A	JP 2009-531579 A (Clipper Windpower Technology, Inc.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0024] to [0025]; fig. 1 & US 2009/0045628 A1 & EP 2002120 A2 & WO 2007/110718 A2 & CA 2636182 A1 & CN 101384818 A & KR 10-2009-0005082 A & DK 2002120 T3 & ES 2334522 T3	1-7, 11-12 8-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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

"I" 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
06 September, 2011 (06.09.11)

Date of mailing of the international search report
20 September, 2011 (20.09.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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 2001-167613 A (Mat sushi ta Electric Works , Ltd .), 22 June 2001 (22.06.2001), entire text ; all drawings (Family: none)	1-7, 11-12
Y	JP 2000-161197 A (W' helm Gr ppel , 13 June 2000 (13.06.2000), paragraph [0029]; figure 1 & US 627 308 B1 & EP 1002949 2 & DE 19853790 A1	5-7, 11

A . 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F03D11/00 (2006. 01) i , F03D11/04 (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. F03D11/00, F03D11/04

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—2011年
日本国実用新案登録公報	1996—2011年
日本国登録実用新案公報	1994—2011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 カテゴリー水	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
X	W0 2010/013362 A1 (三菱重工業株式会社) 2010. 02. 04, [0018] , [0020] , [0023] , [0032] - [0034] , 図 2-3 , 8 , 10-11 & JP 2010-31722 A & US 2010/0127502 AI & EP 2306010 AI & CA 2718340 AI & CN 101981314 A & KR 10-2010-0126765 A	1, 6, 11

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	の日の後に公表された文献
IA」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	「」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
IE」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	rx」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
「」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)	IY」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
Iθ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	I&」同一パテントファミリー文献
P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
 0 6 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日
 2 0 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA / JP)
 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)
 笹木 俊男
 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

30

3750

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 A	JP 2009-531579 A (タリッパー・ウインドパワー・ テクノロジー・インコーポレーテッド) 2009. 09. 03, 【0024】 - 【0025】, 図 1 & US 2009/0045628 AI & EP 2002120 A2 & WO 2007/110718 A2 & CA 2636182 AI & CN 101384818 A & KR 10-2009-0005082 A & DK 2002120 T3 & ES 2334522 T3	1-7 ,11-12 8-10
Y	JP 2001-167613 A (松下電工株式会社) 2001. 06. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7 ,11-12
Y	JP 2000-161197 A (ウイルヘルム グロツベル) 2000. 06. 13, 【0029】, 図 1 & US 6270308 B1 & EP 1002949 A2 & DE 19853790 A1	5-7 ,11