

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5463218号
(P5463218)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(51) Int.Cl.

F03D 11/00 (2006.01)

F I

F03D 11/00

Z

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-150474 (P2010-150474)
 (22) 出願日 平成22年6月30日 (2010.6.30)
 (65) 公開番号 特開2012-13003 (P2012-13003A)
 (43) 公開日 平成24年1月19日 (2012.1.19)
 審査請求日 平成25年2月27日 (2013.2.27)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100118913
 弁理士 上田 邦生
 (72) 発明者 平井 滋登
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内
 (72) 発明者 佐藤 慎輔
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【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する風力発電装置において、

前記ナセルの内部に、外気が前記ナセルの内部空間に対して隔離されて流通するナセル内部通気路を設け、

前記ナセルの内部空間に設置される発熱機器を、前記ナセル内部通気路に隣接させて設け、導入された前記外気が前記ナセル内部通気路を流通する際に、前記内部空間の空気および前記発熱機器を冷却するようにしたことを特徴とする風力発電装置。

【請求項 2】

前記ナセル内部通気路は、その上流側よりも下流側の方が通路面積が狭くなるように形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 3】

前記ナセルを構成する壁体の少なくとも一部を、外壁と、この外壁の内側に間隔を介して設けられた内壁とを備えた二重壁構造とし、前記外壁と前記内壁との間の空間を前記ナセル内部通気路としたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の風力発電装置。

【請求項 4】

前記ナセルの内部に少なくとも 1 本の筒状の外気流通通路を配設し、この外気流通通路の内部を前記ナセル内部通気路としたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の風力発電装置。

10

20

【請求項 5】

前記ナセルの内部空間の熱を、前記ナセル内部通気路側に熱移送する熱移送手段を設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の風力発電装置。

【請求項 6】

前記ナセル内部通気路に凹凸形状を設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の風力発電装置。

【請求項 7】

前記ナセル内部通気路を通過した冷却空気を、前記ロータヘッドの内部に設置された発熱機器の周囲を通過させて最終的に前記風車翼の内部を通して外部に排出させる風車内部通気路を設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の風力発電装置。

10

【請求項 8】

前記風車内部通気路の外部への排気口を、前記風車翼の、風向きに対して風下側に形成したことを特徴とする請求項 7 に記載の風力発電装置。

【請求項 9】

前記排気口を、前記風車翼の根本付近に形成したことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の風力発電装置。

【請求項 10】

前記ナセルが上端部に設置されるタワーの内部に、外気が冷却空気として流通するタワー内部通気路を設け、このタワー内部通気路を前記タワーの内部空間に対して隔離するとともに、前記タワーの内部空間に設置される発熱機器を、前記タワー内部通気路に隣接させて設け、このタワー内部通気路を前記ナセル内部通気路に連通させたことを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の風力発電装置。

20

【発明の詳細な説明】

【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ー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。

30

【0003】

ナセルの内部には発電機を始めとする発熱機器が設置され、タワーの内部にもコンバータや変圧器といった発熱機器が設置される場合があり、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、例えば特許文献 1 に開示されているように、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ナセル内部に強制的に導入して発熱機器の冷却を行うようにした風力発電装置がある。

40

また、例えば特許文献 2 に開示されているように、ナセルの内部に設置された発熱機器をカプセル状に被包し、ファンで上記カプセル内に冷却空気を通気する閉ループ通気路を構成し、この閉ループ通気路の途中に冷却器を介在させ、この冷却器を風車翼の風下側に設置することによって、外風により冷却器を空冷し、冷却器の内部を流れる冷却空気を熱交換させるようにした風力発電装置がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 007649 号公報

50

【特許文献2】米国特許第7161260号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1の風力発電装置の構成では、外気が換気ファンによってナセル内部に導入されるため、外気に含まれる水分や塩分、塵埃等の異物によってナセル内部の構造物や機器類の腐食、汚損等が生じやすく、機械的、電氣的に好ましくなかった。これを改善するには、ナセルの外気導入口に異物除去用のフィルタを設ける必要があるが、フィルタの設置によって圧損が発生し、十分な量の外風を取り入れることができなくなってしまう。

10

【0007】

また、特許文献2の風力発電装置の構成では、発熱機器がカプセル状に被包されているため、発熱機器が外気に触れないという点では好ましいが、ナセル内部の構造が複雑になることと、空冷式の冷却器がどうしても大型になるためにナセル全体が大型化してしまうという難点がある。その上、常に外気に晒される冷却器の腐食対策を充分に行わなければならない、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】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、簡素でコンパクト、かつ安価な構成により、ナセルやタワーの内部に設置された発熱機器を良好に冷却するとともに、これらの機器類を腐食、汚損等から保護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。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

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する風力発電装置において、前記ナセルの内部に、外気が前記ナセルの内部空間に対して隔離されて流通するナセル内部通気路を設け、前記ナセルの内部空間に設置される発熱機器を、前記ナセル内部通気路に隣接させて設け、導入された前記外気が前記ナセル内部通気路を流通する際に、前記内部空間の空

30

気および前記発熱機器を冷却するようにしたことを特徴とする。

【0010】

このような風力発電装置によれば、ナセル内部通気路を流通する外気によって、ナセルの内部空間、ひいてはナセル内部に設置されている発熱機器等を冷却することができる。しかも、これによってナセルの内部空間を密閉することができるため、発熱機器を始めとするナセル内部機器を外気に触れさせないようにして、腐食、汚損等から保護することができる。しかも、簡素な構成により、ナセル内部通気路を流れる外気によって発熱機器を効果的に冷却することができる。

【0011】

また、本発明に係る風力発電装置は、前記ナセル内部通気路が、その上流側よりも下流側の方が通路面積が狭くなるように形成されたことを特徴とする。これにより、ナセル内部通気路内を流れる冷却空気の流速を加速させて冷却効率を高めることができる。

40

【0012】

さらに、本発明に係る風力発電装置は、前記ナセルを構成する壁体の少なくとも一部を、外壁と、この外壁の内側に間隔を介して設けられた内壁とを備えた二重壁構造とし、前記外壁と前記内壁との間の空間を前記ナセル内部通気路としたことを特徴とする。

上記構成によれば、ナセル内部通気路の表面積を大きくできるため、冷却効率を向上させることができる。また、外壁と内壁との間隔は狭くした方が内部を通る冷却空気の流速が速まって冷却効率が高くなる。したがって、ナセルを構成する壁体を二重壁構造としても、壁体が厚くなりにくく、ナセルをコンパクトに形成することができる。

50

【 0 0 1 3 】

そして、本発明に係る風力発電装置は、前記ナセルの内部に少なくとも1本の筒状の外気流通通路を配設し、この外気流通通路の内部を前記ナセル内部通気路としたことを特徴とする。こうすれば、比較的容易にナセルの内部にナセル内部通気路を配設することができる。また、既存の風力発電装置に後からナセル内部通気路を追加設置することもできる。

【 0 0 1 5 】

さらに、本発明に係る風力発電装置は、前記ナセルの内部空間の熱を、前記ナセル内部通気路側に熱移送する熱移送手段を設けたことを特徴とする。これにより、ナセル内部に設置された発熱機器の熱をナセル内部通気路側に積極的に移送し、より効率良く発熱機器を冷却することができる。

10

【 0 0 1 6 】

そして、本発明に係る風力発電装置は、前記ナセル内部通気路に凹凸形状を設けたことを特徴とする。これにより、ナセル内部通気路の表面積を大きくして冷却効率を向上させることができる。凹凸形状としては、ナセル内部通気路を構成する壁を波板状にしたり、この壁にフィンを突設したりすることが考えられる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明に係る風力発電装置は、前記ナセル内部通気路を通過した冷却空気を、前記ロータヘッドの内部に設置された発熱機器の周囲を通過させて最終的に前記風車翼の内部を通して外部に排出させる風車内部通気路を設けたことを特徴とする。

20

【 0 0 1 8 】

上記構成によれば、風車翼が回転することによって発生する負圧により、ナセル内部通気路および風車内部通気路を流れる冷却空気が吸引されて外部に排出されるため、冷却空気の流速を速めて冷却効率を向上させることができる。しかも、ロータヘッド内部に配設された発熱機器を密封構造としながら冷却することができ、この発熱機器を外気に触れさせないようにして、腐食、汚損等から保護することができる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明に係る風力発電装置は、前記風車内部通気路の外部への排気口を、前記風車翼の、風向きに対して風下側に形成したことを特徴とする。こうすることにより、排気口に高い負圧が作用するため、ナセル内部通気路、風車内部通気路、タワー内部通気路等を流れる冷却空気の流速を速めるとともに流量を増大させ、冷却効率を高めることができる。

30

【 0 0 2 0 】

さらに、本発明に係る風力発電装置は、前記排気口を、前記風車翼の根本付近に形成したことを特徴とする。これにより、風車翼の内部における風車内部通気路の全長を短くして圧力損失を回避し、冷却空気の流速および流量を大きくして、冷却効率を高めることができる。

【 0 0 2 1 】

そして、本発明に係る風力発電装置は、前記ナセルが上端部に設置されるタワーの内部に、外気が冷却空気として流通するタワー内部通気路を設け、このタワー内部通気路を前記タワーの内部空間に対して隔離するとともに、前記タワーの内部空間に設置される発熱機器を、前記タワー内部通気路に隣接させて設け、このタワー内部通気路を前記ナセル内部通気路に連通させたことを特徴とする。

40

【 0 0 2 2 】

上記構成によれば、タワー内部に配設された発熱機器を効果的に冷却できる上に、タワーの内部空間を密閉することができるため、発熱機器を始めとするタワー内部機器を外気に触れさせないようにして、腐食、汚損等から保護することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

以上のように、本発明に係る風力発電装置によれば、簡素でコンパクト、かつ安価な構

50

成により、ナセルやタワーの内部に設置された発熱機器を良好に冷却するとともに、これらの機器類および他の内部構造物を腐食、汚損等から保護することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【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】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4】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5】図4のV-V線に沿う縦断面図であり、(a)は内壁を波板で形成した例を示し、(b)は内壁の外面にリブを突設した例を示す図である。

10

【図6】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7】図6のVII-VII線に沿う縦断面図であり、(a)は丸断面パイプを用いて外気流通通路を配設した例を示し、(b)は扁平角断面パイプを用いて外気流通通路を配設した例を示し、(c)は発熱機器の周囲を全周に亘って外気流通通路で囲んだ例を示す図である。

【図8】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9】本発明の第6実施形態に係る風車翼の概略的な縦断面図である。

【図10】本発明の第7実施形態に係る風車翼の概略的な縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

20

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～G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の上端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。本例では、ロータヘッド6がナセル5の前端部側に設けられる所謂アップウィンド型の風車について説明するが、ロータヘッド6がナセル5の後端部側に設けられるダウンウィンド型の風車にも適用できることは、当業者には明らかであろう。

【0026】

30

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が收容設置され、ロータヘッド4の回転軸12が発電機11の主軸に増速機13(図2参照)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。

【0027】

40

ナセル5は、風車翼9と共に、タワー4の上端において水平方向に回転することができ、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。ナセル5の内部空間S1内には、発電機11を始めとし、図示しない主軸受や増速機13(図2参照)等、各種の発熱機器が設置されている。また、ロータヘッド4の内部には、風車翼9のピッチ角を風量に見合う最適な角度に調整するための、油圧や電動の公知のピッチ駆動装置14(図2参照)が設けられている。このピッチ駆動装置14も、その作動時に発熱する発熱機器である。さらに、タワー4の内部空間S2内にも各種の電気機器15が設置されている。これらの電気機器15としては、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。

【0028】

50

ナセル5の内部空間S1およびタワー4の内部空間S2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 ～ G により、内部空間 S 1 , S 2 およびロータヘッド 4 内に設置された発熱機器 1 1 , 1 4 , 1 5 の熱を冷却するようになっている。

【 0 0 2 9 】

(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 において、ナセル 5 を構成する壁体 1 7 は、外壁 1 7 a と、この外壁 1 7 a の内側に間隔を介して設けられた内壁 1 7 b とを備えた二重壁構造となっており、外壁 1 7 a と内壁 1 7 b との間の空間がナセル内部通気路 1 8 となっている。このナセル内部通気路 1 8 には外気が冷却空気として流通する。なお、ここでは壁体 1 7 が全面的に二重壁構造となっているが、一部だけを二重

10

【 0 0 3 0 】

ナセル内部通気路 1 8 は、ナセル 5 の内部空間 S 1 に対して完全に隔離されており、内部空間 S 1 に設置される発熱機器である発電機 1 1 がナセル内部通気路 1 8 に隣接させて設けられている。具体的には、発電機 1 1 が、ナセル内部通気路 1 8 を構成している内壁 1 7 b の底面と後面に密着するように設けられている。

【 0 0 3 1 】

ナセル内部通気路 1 8 は、ナセル 5 の前方から吹き付ける外風を導入する外風導入口 2 1 を有している。この外風導入口 2 1 は、例えばナセル 5 の前面の、ロータヘッド 6 の直下と、場合によってはロータヘッド 6 の左右側方の位置において、前方に向かって開くように設けられている。この外風導入口 2 1 の開口面積は、ナセル内部通気路 1 8 の縦断面積よりも大きく設定されており、側面視でナセル内部通気路 1 8 は外風導入口 2 1 から下流側に進むにしたがって次第に通路面積が狭くなっている。

20

【 0 0 3 2 】

一方、ロータヘッド 4 の内部から風車翼 9 の内部にかけて風車内部通気路 2 3 が設けられている。この風車内部通気路 2 3 は、ナセル 5 の前面に開設された連通口 2 4 を介してナセル内部通気路 1 8 に連通している。ロータヘッド 4 の内部に設けられたピッチ駆動装置 1 4 はロータハブによって外部に対し密封されており、その周囲が風車内部通気路 2 3 に囲まれている。そして、風車翼 9 の先端付近に、風車内部通気路 2 3 を外部に連通させる排気口 2 5 が設けられている。

30

【 0 0 3 3 】

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 1 A に外風が吹き付けた場合、この外風の風向が検知されてナセル 5 がその前面を風上に向けるように自動制御される。このため、ナセル 5 の前面に開口している外風導入口 2 1 からナセル内部通気路 1 8 の内部に矢印で示すように外風が冷却空気として導入される。この冷却空気はナセル内部通気路 1 8 内を流通する際に、内壁 1 7 b に密着して設けられた発熱機器である発電機 1 1 と、内部空間 S 1 の空気を冷却する。このようにナセル内部通気路 1 8 内を通過した冷却空気は、連通口 2 4 を経て風車内部通気路 2 3 に流れ、ピッチ駆動装置 1 4 の周囲を通過して同じく発熱機器であるピッチ駆動装置 1 4 を冷却し、最終的に風車翼 9 の内部を通過して排気口 2 5 から外部に排出される。

40

【 0 0 3 4 】

この冷却構造 A によれば、ナセル 5 の内部空間 S 1 に対し隔離させて設けたナセル内部通気路 1 8 に発電機 1 1 を隣接させて設けるという簡素な構成により、ナセル内部通気路 1 8 を流れる外気によって発電機 1 1 を効果的に冷却することができる。しかも、ナセル内部通気路 1 8 を流れる外気がナセル 5 の内部空間 S 1 に対し隔離されて流通するため、ナセル 5 の内部空間 S 1 を密閉空間とすることができる。このため、発電機 1 1 を始めとするナセル 5 の内部機器を外気に触れさせないようにして、腐食、汚損等から確実に保護することができる。

【 0 0 3 5 】

また、ナセル 5 を構成する壁体 1 7 を、外壁 1 7 a と、この外壁 1 7 a の内側に間隔を

50

介して設けられた内壁 17b とからなる二重壁構造とし、外壁 17a と内壁 17b との間の空間をナセル内部通気路 18 としたため、ナセル内部通気路 18 の表面積（伝熱面）を大きくして冷却効率を向上させることができる。外壁 17a と内壁 17b との間隔は、狭くした方が内部を通る冷却空気の流速が速まって冷却効率が高くなる。したがって、壁体 17 を二重壁構造としても、壁体 17 が厚くなりにくく、ナセル 5 をコンパクトに形成することができる。なお、ナセル 5 を部分的に二重壁構造にした場合には、よりコンパクトに形成することができる。

【0036】

さらに、ロータヘッド 6 の内部から風車翼 9 の内部にかけて風車内部通気路 23 を設け、ロータヘッド 6 の内部に設けられたピッチ駆動装置 14 を外部に対して密封した状態で風車内部通気路 23 を流れる冷却空気によって冷却するようにしたため、ピッチ駆動装置 14 を外気に触れさせないようにしながら冷却し、腐食、汚損等から保護することができる。

10

【0037】

ナセル内部通気路 18 は、外風導入口 21 から下流側に進むにしたがって次第に通路面積が狭くなっているため、外風導入口 21 からナセル内部通気路 18 内に取り込まれた外気は一気に流速が加速し、これによってナセル内部通気路 18 および風車内部通気路 23 を流れる冷却空気全体の流速を速めることができる。また、風車翼 9 の回転によって排気口 25 に負圧が作用するため、ナセル内部通気路 18 および風車内部通気路 23 を流れる冷却空気が排気口 25 から吸引され、この点でも冷却空気の流速を速めることができる。そして、このように冷却空気の流速を速めることにより、ナセル内部通気路 18 および風車内部通気路 23 に隣接して設けられた発電機 11 やピッチ駆動装置 14 等の発熱機器の冷却効率を高めることができる。

20

【0038】

なお、場合によっては、ナセル 5 の内部空間 S1 内に循環ファン 27 等の送風機器を設置し、内部空間 S1 内の空気を循環させることにより、発電機 11 等の局所的な高温化を防止するとともに、生じた熱を内壁 17b に広く伝達して熱交換率を高め、冷却性能を向上させることができる。同じく、ナセル内部通気路 18 の内部に送気ファン 28 等を設置し、ナセル内部通気路 18 および風車内部通気路 23 内における冷却空気の流速を一段と高めて冷却効率を向上させることもできる。

30

【0039】

（第 2 実施形態）

図 3 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、ナセル内部通気路 18 を構成している内壁 17b に、ナセル 5 の内部空間 S1 の熱をナセル内部通気路 18 側に熱移送する熱移送手段が設けられている点と、ピッチ駆動装置 14 の発する熱を風車内部通気路 23 側に熱移送する熱移送手段が設けられている点のみであり、他の部分は同一の構成である。上記の熱移送手段としては、例えばヒートパイプ 31, 32 が用いられている。

【0040】

ヒートパイプ 31, 32 は、例えば銅のパイプの内部に代替フロン等の作動液が封入された公知の構造のものである。ナセル 5 の内部空間 S1 に設置されているヒートパイプ 31 は、発電機 11 等の発熱機器に接触するように設けてもよい。また、このヒートパイプ 31 の設置位置は、発熱機器の近傍のみならず、ナセル内部通気路 18 を構成する内壁 17b に全面的に設けてもよい。また、ピッチ駆動装置 14 に設けられているヒートパイプ 32 は、ピッチ駆動装置 14 のケーシングを貫通するように配設されている。

40

【0041】

この冷却構造 B において、ナセル 5 の前面に開口する外風導入口 21 から冷却空気として導入された外風は、第 1 実施形態における冷却構造 A と同様に、ナセル内部通気路 18 と風車内部通気路 23 を通って、発電機 11 やピッチ駆動装置 14 等の発熱機器が発する

50

熱を冷却した後、排気口 2 5 から外部に排出される。その際、ヒートパイプ 3 1 , 3 2 の熱移送作用により、発電機 1 1 やピッチ駆動装置 1 4 等の発熱機器が発する熱がナセル内部通気路 1 8 および風車内部通気路 2 3 側に効率良く移送されるため、熱を積極的に冷却空気側に放熱させて、より効率良く発熱機器を冷却することができる。

【 0 0 4 2 】

(第 3 実施形態)

図 4 は、本発明の第 3 実施形態に係る風力発電装置 1 C の概略的な縦断面図である。この風力発電装置 1 C は冷却構造 C を備えている。この冷却構造 C において、第 1 実施形態の冷却構造 A と異なる点は、ナセル内部通気路 1 8 を構成する内壁 1 7 b に凹凸形状 3 5 が設けられている点のみであり、他の部分は冷却構造 A と同様な構成である。凹凸形状 3 5 の形成例としては、図 5 (a) にも示すように、内壁 1 7 b を波板で形成したり、図 5 (b) に示すように、内壁 1 7 b の外面に複数のリブ 1 7 c を突設したりすることが考えられる。

【 0 0 4 3 】

なお、図 4 では波板による凹凸形状 3 5 の溝の長手方向がナセル 5 の幅方向 (紙面に対して垂直な方向) に沿っているが、実際には外風導入口 2 1 からナセル内部通気路 1 8 内に取り入れられた外風の流れる方向に沿って凹凸形状 3 5 の溝を形成するのが好ましい。また、図 5 (b) に示すリブ 1 7 c の場合も、リブ 1 7 c の長手方向を外風の流れる方向に沿わせた方がよい。さらに、発電機 1 1 やピッチ駆動装置 1 4 等の発熱機器のケーシング自体に凹凸形状 3 5 を設けてもよい。

【 0 0 4 4 】

この冷却構造 C のように、ナセル内部通気路 1 8 を構成する内壁 1 7 b に凹凸形状 3 5 が設けることにより、内壁 1 7 b の内外面の表面積を大きくして、発電機 1 1 等の発熱機器から発せられる熱、およびこの熱によって上昇する内部空間 S 1 内の温度を内壁 1 7 b に効率良く受熱させ、この熱を、ナセル内部通気路 1 8 を流れる冷却空気に放熱させて、内部空間 S 1 の冷却効率を向上させることができる。もちろん、発熱機器 1 1 , 1 4 等のケーシング自体に凹凸形状を設ければ、より効果的に放熱させることができる。冷却に供された冷却空気は、風車内部通気路 2 3 を経て排気口 2 5 から外部に排出される。

【 0 0 4 5 】

(第 4 実施形態)

図 6 は、本発明の第 4 実施形態に係る風力発電装置 1 D の概略的な縦断面図であり、図 7 (a) ~ (c) は図 6 の VII-VII 線に沿う縦断面図である。この風力発電装置 1 D は冷却構造 D を備えている。この冷却構造 D において、第 1 実施形態の冷却構造 A と異なる点は、ナセル 5 を構成する壁体 1 7 が二重壁構造になっていない点と、このナセル 5 の内部に複数の筒状の外気流通通路 3 8 が例えばケージ状に配設され、これらの外気流通通路 3 8 の内部がナセル内部通気路 1 8 とされている点である。

【 0 0 4 6 】

外気流通通路 3 8 は、例えばナセル 5 の壁体 1 7 の上下左右の面においては前後方向に延びるように配設され、壁体 1 7 の後面においては上下方向に延びるように配設されているが、この配設方向には限定されない。また、各外気流通通路 3 8 の間隔は密に並べられているが、適宜間隔を空けて配設してもよい。なお、各外気流通通路 3 8 の開口部 3 9 は、第 1 実施形態の冷却構造 A における外風導入口 2 1 の位置と同様に、ナセル 5 の前面の、ロータヘッド 6 の直下や、ロータヘッド 6 の左右側方の位置において、前方に向かって開くように設けられている。

【 0 0 4 7 】

そして、ナセル 5 の内部に設置された発電機 1 1 等の発熱機器が、外気流通通路 3 8 、即ちナセル内部通気路 1 8 に隣接するように配設されている。この実施形態では、発電機 1 1 の底面、左右側面、および後面にナセル内部通気路 1 8 が隣接している。各ナセル内部通気路 1 8 の末端部は、第 1 実施形態における冷却構造 A と同様に、ロータヘッド 6 の内部から風車翼 9 の内部にかけて形成された風車内部通気路 2 3 に連通口 2 4 を経て連通

している。

【 0 0 4 8 】

なお、各外気流通通路 3 8 の開口部 3 9 の開口面積を、外気流通通路 3 8 の中間部の縦断面積よりも大きく設定し、開口部 3 9 から下流側に進むにしたがって次第に通路面積が狭くなるようなファンネル管状に構成すれば、外気流通通路 3 8 の内部（ナセル内部通気路 1 8）を流れる冷却空気の流速を加速させて冷却効率の向上を図ることができる。また、各外気流通通路 3 8 の開口部 3 9 を一つにまとめて、ここから下流側に向かって複数の外気流通通路 3 8 が分岐するようにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

この冷却構造 D においては、ナセル 5 の前面に吹き付ける外風の一部が、各外気流通通路 3 8 の開口部 3 9 からナセル内部通気路 1 8 に流入してナセル 5 の内部空間 S 1 の周囲を通りながら、ナセル内部通気路 1 8 に隣接している発電機 1 1 等の発熱機器を冷却し、次に連通口 2 4 を経て風車内部通気路 2 3 に流入し、ピッチ駆動装置 1 4 を冷却した後に、風車翼 9 先端の排気口 2 5 から外部に排出される。

10

【 0 0 5 0 】

この冷却構造 D の構成によれば、比較的容易にナセル 5 の内部にナセル内部通気路 1 8 を配設し、場合によっては風車内部通気路 2 3 も併設して、発電機 1 1 やピッチ駆動装置 1 4 等の発熱機器の熱を冷却することができる。そして、ナセル 5 の内部空間 S 1 全体とピッチ駆動装置 1 4 等の発熱機器を外部に対して密閉された構造とし、発電機 1 1 やピッチ駆動装置 1 4 等の機器類を腐食、汚損等から保護することができる。さらに、ナセル内部通気路 1 8 を備えていない既存の風力発電装置に後からナセル内部通気路 1 8 を比較的容易に追加設置することもできる。

20

【 0 0 5 1 】

なお、図 7（b）に示すように、外気流通通路 3 8 のパイプ断面形状を角型や扁平型にすることにより、発電機 1 1 等の発熱機器やナセル 5 の壁体 1 7 に対して広い面積で外気流通通路 3 8 を接触させ、冷却効率を高めることができる。また、場合によっては図 7（c）に示すように、発電機 1 1 等の発熱機器を被包するように外気流通通路 3 8（ナセル内部通気路 1 8）を設けて、より確実に発熱機器を冷却するようにしてもよい。

【 0 0 5 2 】

（第 5 実施形態）

30

図 8 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。この風力発電装置 1 E（冷却構造 E）において、タワー 4 を構成する壁体 4 1 は、外壁 4 1 a と、この外壁 4 1 a の内側に間隔を介して設けられた内壁 4 1 b とを備えた二重壁構造となっており、内壁 4 1 b の内側が内側空間 S 2 とされ、外壁 4 1 a と内壁 4 1 b との間の空間がタワー内部通気路 4 2 とされている。タワー内部通気路 4 2 は内部空間 S 2 に対して隔離されており、内部空間 S 2 に設置されているコンバータ 1 5 a や変圧器 1 5 b といった発熱性のある電気機器がタワー内部通気路 4 2（内壁 4 1 b）に隣接している。なお、ここでは壁体 4 1 が全面的に二重壁構造となっているが、一部だけを二重構造にしてタワー内部通気路 4 2 を部分的に設け、これにコンバータ 1 5 a、変圧器 1 5 b を隣接させてもよい。

40

【 0 0 5 3 】

そして、例えば地表面 2 に近い外壁 4 1 a の周面に 1 箇所、あるいは複数箇所の外風導入口 4 3 が設けられ、ここからタワー内部通気路 4 2 内に外気が冷却空気として導入されるようになっている。一方、ナセル 5 の内部には、先の実施形態 1、2 の冷却構造 A、B と同様なナセル内部通気路 1 8 が形成されている。しかし、このナセル内部通気路 1 8 には冷却構造 A、B のような外風導入口 2 1 が設けられておらず、ナセル内部通気路 1 8 は連通部 4 4 を介してタワー内部通気路 4 2 に連通している。なお、ナセル内部通気路 1 8 が連通口 2 4 を介して風車内部通気路 2 3 に連通している構成は冷却構造 A、B と同様である。

【 0 0 5 4 】

50

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。

風力発電装置 1 E に外風が吹き付けた場合、この外風が矢印で示すように外風導入口 4 3 からタワー内部通気路 4 2 内に冷却空気として導入され、タワー内部通気路 4 2 内を流通する際に、内壁 4 1 b に密着してタワー内部通気路 4 2 に隣接している発熱性のあるコンバータ 1 5 a、変圧器 1 5 b、および内部空間 S 2 の空気を冷却する。その後、冷却空気はタワー内部通気路 4 2 内を上昇し、連通部 4 4 を経てナセル内部通気路 1 8 に流入し、以後は冷却構造 A、B と同様に、ナセル 5 の内壁 1 7 b に密着して設けられた発熱機器である発電機 1 1 を冷却し、次に連通口 2 4 を経て風車内部通気路 2 3 に流れてピッチ駆動装置 1 4 を冷却し、最後に風車翼 9 の内部を通して排気口 2 5 から外部に排出される。

【 0 0 5 5 】

10

なお、場合によっては、タワー内部通気路 4 2 内に循環ファン 4 7 を設置し、タワー内部通気路 4 2 内を流れる冷却空気を積極的にナセル内部通気路 1 8 側に送り、ナセル内部通気路 1 8 内に設けられた送気ファン 2 8 と共働させて冷却空気量を増やし、冷却性能を向上させることができる。

【 0 0 5 6 】

この冷却構造 E によれば、ナセル 5 内に設けられた発熱機器（発電機 1 1）のみならず、タワー 4 内に設けられた発熱機器（コンバータ 1 5 a、変圧器 1 5 b）も効果的に冷却することができ、しかもタワー 4 の内部空間 S 2 を密閉することができるため、コンバータ 1 5 a、変圧器 1 5 b を始めとするタワー内部機器を外気に触れさせないようにして、腐食、汚損等から保護することができる。

20

【 0 0 5 7 】

（第 6 実施形態）

図 9 は、本発明の第 6 実施形態に係る風車翼 9 の概略的な縦断面図である。この風車翼 9 は、第 1 ～ 第 5 実施形態の風力発電装置 1 A ～ 1 E に適用することができ、冷却構造 F を備えている。この冷却構造 F では、風車翼 9 の内部に形成された風車内部通気路 2 3 の排気口が、風車翼 9 の、風向きに対して風下側に形成されている。つまり、例えば風車翼 9 の後縁位置に排気口 2 5 a を設ける、あるいは側面位置に排気口 2 5 b を設ける。要するに、風車翼 9 に当たる風によって負圧が作用する場所に排気口 2 5 a、b を設けるのが好ましい。

【 0 0 5 8 】

30

この冷却構造 F によれば、風車内部通気路 2 3 の排気口 2 5 a、2 5 b に高い負圧が作用するため、ナセル内部通気路 1 8、風車内部通気路 2 3、タワー内部通気路 4 2 等を流れる冷却空気の流速を速めるとともに流量を増大させ、冷却効率を高めることができる。

【 0 0 5 9 】

（第 7 実施形態）

図 10 は、本発明の第 7 実施形態に係る風車翼 9 の概略的な縦断面図である。この風車翼 9 は、第 1 ～ 第 5 実施形態の風力発電装置 1 A ～ 1 E に適用することができ、冷却構造 G を備えている。この冷却構造 G では、風車翼 9 の内部に形成された風車内部通気路 2 3 の排気口 2 5 c が、風車翼 9 の根本付近に形成されている。具体的には、風車翼 9 の根本から遠くとも 0.5 m 位の範囲に排気口 2 5 c を形成する。しかし極端に根元に近づけて排気口 2 5 c を設けるのは風車翼 9 の強度上、好ましくない。なお、ここでも排気口 2 5 c は風向きに対して風下側に形成するのが望ましい。また、風車翼 9 の後縁位置に排気口 2 5 c を設ける代わりに、風車翼 9 の側面位置に排気口 2 5 d を設けてもよい。

40

【 0 0 6 0 】

この冷却構造 G によれば、風車翼 9 の内部における風車内部通気路 2 3 の全長を短くして圧力損失を回避し、冷却空気の流速および流量を大きくして冷却効率を高めることができる。

【 0 0 6 1 】

なお、本発明は、上述した第 1 ～ 第 7 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 ～ 第 7 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

50

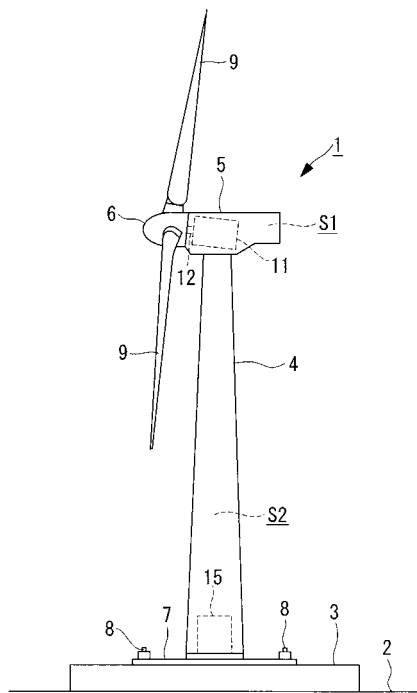
えることが考えられる。

【符号の説明】

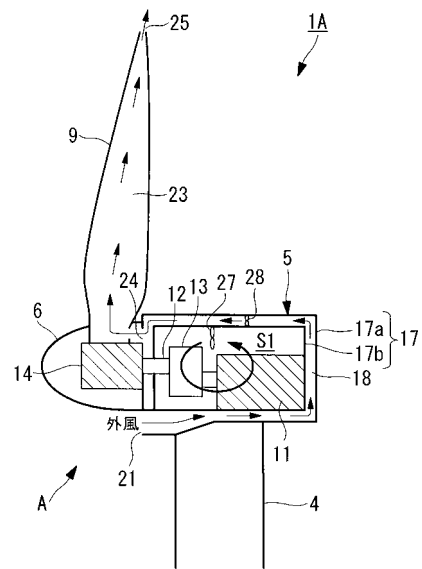
【 0 0 6 2 】

1 , 1 A ~ 1 E	風力発電装置	
4	タワー	
5	ナセル	
6	ロータヘッド	
9	風車翼	
1 1	発電機 (ナセル内部の発熱機器)	
1 4	ピッチ駆動装置 (ロータヘッド内部の発熱機器)	10
1 5 a	コンバータ (タワー内部の発熱機器)	
1 5 b	変圧器 (タワー内部の発熱機器)	
1 7	壁体	
1 7 a	外壁	
1 7 b	内壁	
1 8	ナセル内部通気路	
2 1	外風導入口	
2 3	風車内部通気路	
2 5	排気口	
3 1 , 3 2	ヒートパイプ (熱移送手段)	20
3 5	凹凸形状	
3 8	外気流通通路	
4 2	タワー内部通気路	
A ~ G	冷却構造	
S 1	ナセルの内部空間	
S 2	タワーの内部空間	

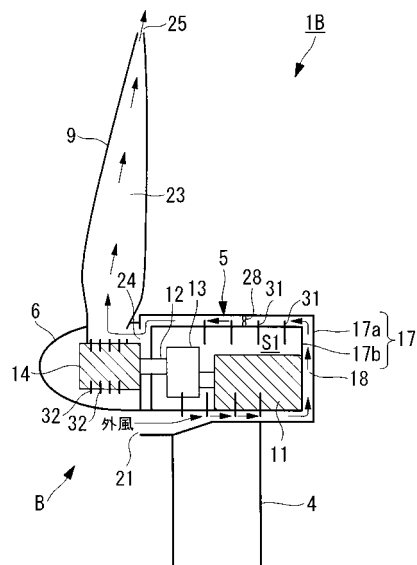
【図 1】



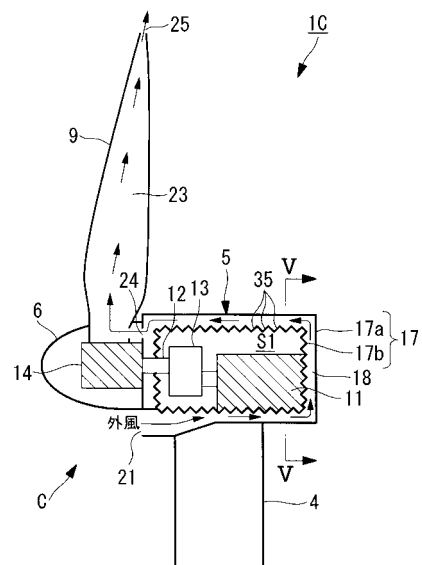
【図 2】



【図 3】

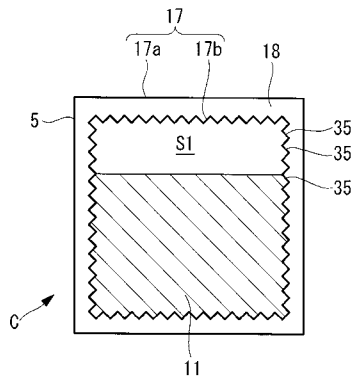


【図 4】

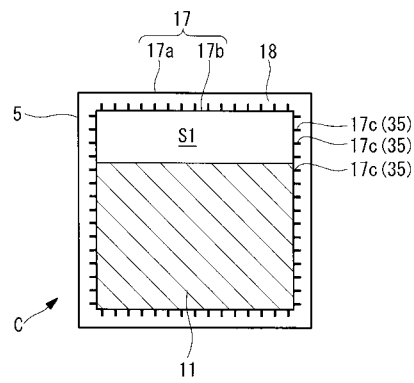


【図 5】

(a)

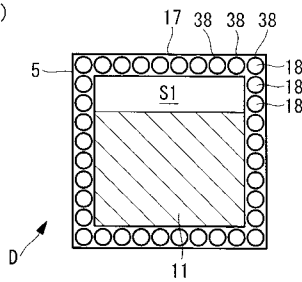


(b)

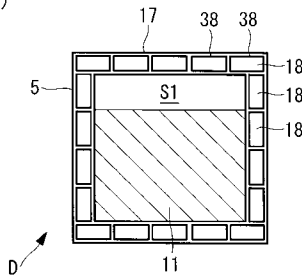


【図 7】

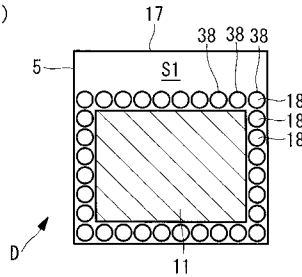
(a)



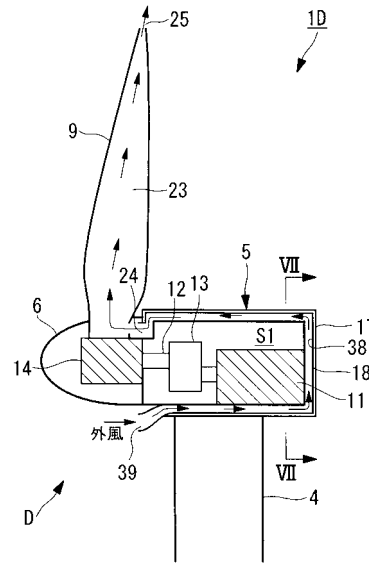
(b)



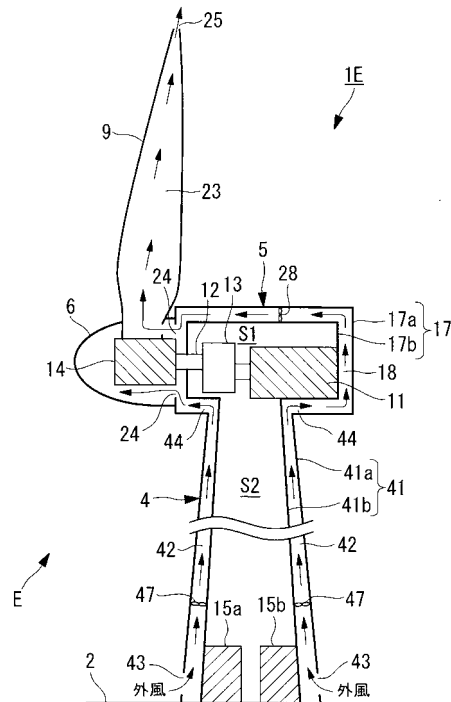
(c)



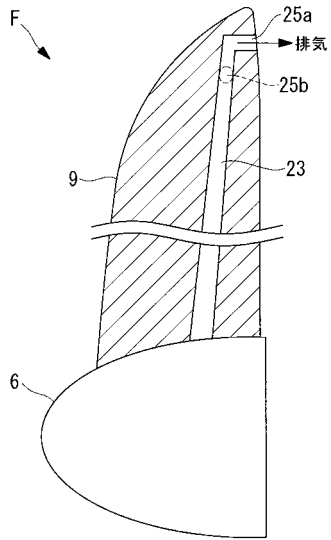
【図 6】



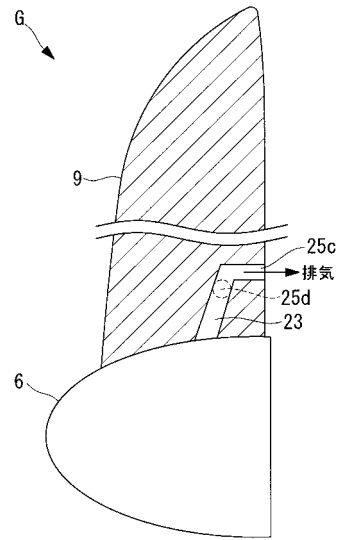
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 石黒 達男
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内

審査官 柏原 郁昭

(56)参考文献 米国特許出願公開第２０１０／００６１８５３（ＵＳ，Ａ１）
実開昭５７－０６１９６５（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５５－１５３８４６（ＪＰ，Ｕ）
特開２００９－０９１９２９（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－３４３４１７（ＪＰ，Ａ）
特表２００３－５０４５６２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０３Ｄ １１／００