

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-25410

(P2014-25410A)

(43) 公開日 平成26年2月6日(2014.2.6)

(51) Int.Cl.
F03D 9/00 (2006.01)

F I
F03D 9/00

テーマコード(参考)
3H078

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-166322 (P2012-166322)
(22) 出願日 平成24年7月26日 (2012.7.26)

(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(71) 出願人 504132272
国立大学法人京都大学
京都府京都市左京区吉田本町36番地1
(74) 代理人 100100147
弁理士 山野 宏
(72) 発明者 岡崎 徹
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
(72) 発明者 中村 武恒
京都府京都市西京区京都大学桂 国立大学
法人京都大学大学院工学研究科内
Fターム(参考) 3H078 AA02 AA22 AA26 BB19 BB21
CC01 CC21 CC22 CC32 CC46

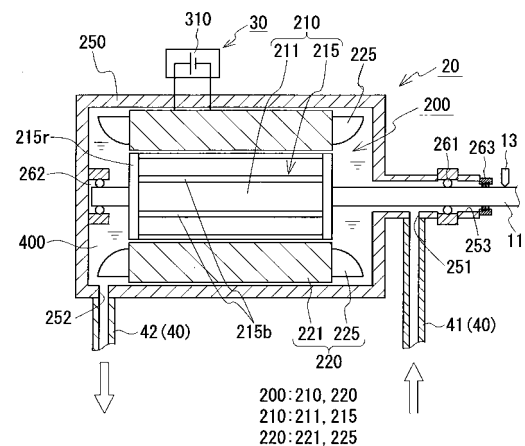
(54) 【発明の名称】 風力熱発電システム

(57) 【要約】

【課題】 既存の技術を流用して発熱機を構成することで、発熱機を安価にかつ簡易に構成することができる風力熱発電システムを提供する。

【解決手段】 風力熱発電システムは、風車と、誘導モータ200と、断熱容器250と、熱媒体流通機構40と、磁界制御手段30と、発電部とを備える。誘導モータ200は、風車の回転軸11に連結される界磁鉄心211と界磁導体215を有する界磁(回転子)210と、界磁210の外側に間隔をあけて配置される電機子鉄心221と電機子巻線225を有する電機子(固定子)220とを備え、断熱容器250内に収納されている。熱媒体流通機構40は、断熱容器250内に誘導モータ200で発生した熱を受け取る熱媒体400を流通させる。磁界制御手段30は、風車の回転により回転する回転子に負荷トルクを生じるすべりとなるように、電機子巻線225への入力電流を制御する。発電部は、誘導モータ200で加熱された熱媒体400の熱を電気に変換する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

風車と、

界磁鉄心とその周囲に配置された界磁導体を有する界磁と、この界磁に対して間隔をあけて配置され、界磁に対向する突極を有する電機子鉄心とその突極に巻回された電機子巻線を有する電機子と、を備え、界磁及び電機子のいずれか一方が前記風車の回転軸に連結される回転子、他方が固定子となる誘導モータと、

前記誘導モータで発生した熱を受け取る熱媒体を流通させる熱媒体流通機構と、

前記風車が風により回転している際、前記回転軸に連動して回転する前記回転子に負荷トルクを生じるすべりとなるように、前記電機子巻線への入力電流を制御する磁界制御手段と、

10

前記誘導モータで加熱された前記熱媒体の熱を電気に変換する発電部と、を備える風力熱発電システム。

【請求項 2】

前記磁界制御手段が、前記電機子巻線に直流を印加する請求項 1 に記載の風力熱発電システム。

【請求項 3】

前記磁界制御手段が、前記電機子巻線に停動トルクとなる周波数の交流を印加する請求項 1 に記載の風力熱発電システム。

20

【請求項 4】

前記誘導モータを収納する断熱容器を備え、

前記熱媒体流通機構が、前記断熱容器内に前記熱媒体を流通させる請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の風力熱発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電システムに関し、特に、風力を利用して熱を発生させ、その熱を電気に変換して発電する風力熱発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

30

近年、再生可能エネルギーを利用した発電システムが注目されており、その一つとして、風車の回転エネルギーを発電機で電気エネルギーに変換する風力発電システムが知られている。

【0003】

これに対し、風車の回転エネルギーを誘導加熱（渦電流）による発熱を利用した発熱機で熱エネルギーに変換し、その熱を電気エネルギーに変換する風力熱発電システムが提案されている（例えば、特許文献 1、2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献 1】特開 2011 - 102576 号公報

【特許文献 2】特開 2012 - 43728 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、特許文献 1、2 に記載された風力熱発電システムでは、構成要素である発熱機を一から設計する必要があり、コスト高を招くことが懸念される。

【0006】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的の一つは、既存の技術を流用して発熱機を構成することで、発熱機を安価にかつ簡易に構成することができる風力

50

熱発電システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、風力熱発電システムにおいて、発熱機として既存の誘導モータ（例、キャンドモータ）の技術を流用しながら、その誘導モータの運転方法（制御）を工夫することで、本発明を完成するに至った。

【0008】

本発明の風力熱発電システムは、風車と、誘導モータと、熱媒体流通機構と、磁界制御手段と、発電部とを備える。誘導モータは、界磁鉄心とその周囲に配置された界磁導体を有する界磁と、この界磁に対して間隔をあけて配置され、界磁に対向する突極を有する電機子鉄心とその突極に巻回された電機子巻線を有する電機子とを備える。また、界磁及び電機子のいずれか一方が前記風車の回転軸に連結される回転子、他方が固定子となる。熱媒体流通機構は、誘導モータで発生した熱を受け取る熱媒体を流通させる。磁界制御手段は、風車が風により回転している際、回転軸に連動して回転する回転子に負荷トルクを生じるすべりとなるように、電機子巻線への入力電流を制御する。発電部は、誘導モータで加熱された熱媒体の熱を電気に変換する。

10

【0009】

本発明の風力熱発電システムによれば、発熱機として誘導モータの技術を流用することで、発熱機を安価にかつ簡易に構成することができる。そして、風車が風により回転し、誘導モータの回転子（界磁及び電機子のいずれか一方）が回転している状態で、磁界制御手段により、負荷トルクを生じるすべりとなるように、電機子巻線への入力電流を制御することで、電機子に発生する磁界の回転速度を調整する。これにより、回転子に負荷トルクを強制的に与え、界磁の界磁導体に負荷トルクに応じた誘導電流が流れることで、界磁導体が発熱する。つまり、回転子の回転を妨げる負荷トルクによる仕事量（出力）が損失として熱に変換される。また、熱媒体流通機構により、熱媒体を流通させることで、発熱した誘導モータ（界磁）を冷却することができ、界磁導体や電機子巻線などが焼損することも防止できる。電機子巻線への入力電流値は、所定の負荷トルクが得られるように、誘導モータの仕様に応じて適宜決定すればよく、例えば定格電流（設計値）と同じ電流値とすることが挙げられる。電機子巻線への入力電流値が大きくなるほど、原理的に負荷トルクが上がるが、入力電流値が大き過ぎても、電機子鉄心が磁気飽和してしまうため、負荷トルクが頭打ちになる。電機子巻線への入力電流値は、例えば定格電流の50%以上110%以下とすることが考えられる。

20

30

【0010】

なお、一般に、誘導モータは、外部から電流が供給される一次側の電機子巻線と、外部とは電氣的に接続されず、両端が短絡された二次側の導体（例、かご形導体）とを備える。ここで、この二次側は実質的に界磁として働くので、本発明では二次側を「界磁」と呼び、二次側の鉄心及び導体をそれぞれ界磁鉄心及び界磁導体と表現する。また、誘導モータは、回転している状態で、電機子の位相を調整することで発電機にもなる。本発明では、基本的には、発電機モード（定格回転速度以上で回転している状態）で動作している誘導モータを制御する。

40

【0011】

本発明の風力熱発電システムにおいて、磁界制御手段が電機子巻線に直流を印加することが挙げられる。

【0012】

図6は、典型的な誘導モータの速度トルク特性の一例を示す図である。図6に示すように、誘導モータは通常、定格出力を出すときの定格トルクより始動トルクの方が大きい。誘導モータの出力は、回転速度（回転数）とトルクの積に比例する。そして、風車の回転により回転子が定格回転速度（定格回転数）で回転している場合、磁界制御手段により、電機子巻線に直流を印加すると、電機子に発生する磁界の回転速度が0の状態となり、ダイナミックブレーキと呼ばれる原理と同じ現象が起きる。これは、回転子が静止し、相

50

対的に固定子が回転していると考えれば、すべりが100%の状態となり、誘導モータの始動時と同じ状況である。これにより、始動トルクと同じだけの負荷トルクが現れ、界磁の界磁導体に誘導電流が流れることで、その仕事量（出力）が界磁導体の発熱として消費される。つまり、電機子巻線に直流を印加することで、始動トルクと同じトルクを出すことができ、誘導モータの定格出力よりも大きな仕事量（出力）を得ることができる。よって、発熱機として、従来の発電機（モータ）と同じ出力の誘導モータを構成する場合、発電機と比べて小型・軽量化できる。

【0013】

本発明の風力熱発電システムにおいて、磁界制御手段が電機子巻線に停動トルクとなる周波数の交流を印加することが挙げられる。

10

【0014】

図6に示すように、停動トルクは、誘導モータが出し得る最大トルクであり、定格トルクや始動トルクより更に大きい。そして、風車の回転により回転子が定格回転速度（定格回転数）で回転している場合、磁界制御手段により、電機子巻線に停動トルクとなる周波数の交流を印加すると、更に大きな仕事量（出力）を得ることができる。具体的には、停動トルクを生じるすべりとなるように、電機子巻線に印加する交流の周波数を制御し、電機子に発生する磁界の回転速度を調整する。これにより、停動トルクと同じだけの負荷トルクが現れ、界磁の界磁導体により大きな誘導電流が流れ、その仕事量（出力）が界磁導体の発熱として消費される。よって、発熱機として、従来の発電機（モータ）と同じ仕事量（出力）の誘導モータを構成する場合、発電機と比べてより小型・軽量化できる。

20

【0015】

本発明の風力熱発電システムにおいて、誘導モータを収納する断熱容器を備え、熱媒体流通機構が断熱容器内に熱媒体を流通させることが挙げられる。

【0016】

この構成によれば、発熱する界磁が回転子であっても、界磁で発生した熱を熱媒体に容易に伝えることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明の風力熱発電システムは、構成要素である発熱機を誘導モータの技術を流用して構成することで、発熱機を安価にかつ簡易に構成することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の風力熱発電システムの全体構成の一例を示す概略図である。

【図2】実施の形態1における発熱機の構成の一例を示す概略図である。

【図3】(A)は電機子における電機子巻線の結線の一例を示す説明図であり、(B)は電機子巻線の結線の別の例を示す説明図である。

【図4】実施の形態2における発熱機の構成の別の例を示す概略図である。

【図5】変形例1における界磁の構成を示す概略図である。

【図6】典型的な誘導モータの速度トルク特性の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0019】

本発明の実施の形態を、図を用いて説明する。なお、図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

【0020】

（実施の形態1：界磁＝回転子（内側）、電機子＝固定子（外側））

図1～3を参照して、本発明の実施の形態1に係る風力熱発電システムについて説明する。図1に示す風力熱発電システム1は、風車10と、発熱機20と、熱媒体流通機構40と、熱交換器50と、発電部60とを備える。発熱機20は、誘導モータ200と、断熱容器250と、磁界制御手段30とを備える（図2参照）。この例では、図1に示すように、塔91の上部に設置されたナセル92に風車10が取り付けられ、ナセル92内に発熱機20が格納されている。ま

50

た、塔91の下部（土台）に建てられた建屋93に熱交換器50と発電部60が設置されている。

【0021】

風車10は、水平方向に延びる回転軸11を中心に、3枚の翼12を回転軸11に放射状に取り付けた構造である。風車10の回転軸11には、回転速度（回転数）を検出する回転検出器13（図2参照）が取り付けられている。

【0022】

発熱機20は既存の誘導モータ（高温ポンプに用いられるキャンドモータ）を流用して構成されている。この例では、誘導モータ200は、三相かご形誘導モータであり、互いに間隔をあけて対向する界磁210と電機子220とを備え、界磁210を回転子とし、電機子220を固定子とした構造である。誘導モータ200は、界磁210と、この界磁210に対して間隔をあけて配置される電機子220とを備え、界磁210が風車10の回転軸11に連結される回転子であり、電機子220が固定子である。具体的には、界磁（回転子）210は、風車10の回転軸11に連結される界磁鉄心211とその周囲に配置された界磁導体215を有する。界磁210は、風車10の回転により回転する。また、電機子（固定子）220は、界磁210の外側に間隔をあけて配置され、界磁210に対向する突極を有する電機子鉄心221とその突極に巻回された電機子巻線225を有する。この例では、風車10の回転軸11に誘導モータ200の界磁210が直結されているが、増速機を介して増速機の出力軸に界磁210を連結してもよい。増速機を用いないことで、増速機によるトラブルを回避することができる。

10

【0023】

界磁（回転子）210は、円柱状の界磁鉄心211の周囲に導体がかご形に配置されており、このかご形導体が界磁導体215を構成する。このかご形導体（界磁導体215）は、界磁鉄心211の外周に間隔をあけて設けられた多数のスロットに導体バー215bを埋め込み、界磁鉄心211の両端にこれら導体バー215bを短絡する導体エンドリング215rを設けることで形成されている。このようなかご形回転子は、極めて簡単な構造であり、故障が少ないなどの利点がある。この例では、界磁導体215にかご形導体を用いたかご形回転子であるが、界磁導体215として導体を巻回し、両端を短絡した巻線を用いた巻線形回転子であってもよい。界磁鉄心211は、例えばケイ素鋼板などの電磁鋼板を積層して形成することができる。界磁導体215は、例えば銅やアルミで形成することが挙げられる。

20

【0024】

電機子（固定子）220は、電機子鉄心221の突極に分布巻で三相（U相、V相、W相）の電機子巻線225が巻回されている。この例では、電機子鉄心221は、円筒状のヨーク部と、このヨーク部から界磁210に向かって内方に突出する突極を有する構造である。また、電機子巻線225は、分布巻としているが、集中巻とすることも可能であり、三相以外に単相や二相であってもよい。電機子鉄心221は、例えばケイ素鋼板などの電磁鋼板を積層して形成することができる。電機子巻線225は、高温となる熱媒体400中に配置されるなど、高温環境下で使用されるため、例えばセラミック絶縁層を有する超耐熱巻線を使用することが好ましい。超耐熱巻線としては、400℃まで使用可能な耐熱性を有するものが知られている。もちろん、使用温度が低い場合は、ポリアミドイミド銅線やポリイミド銅線などのエナメル線を使用することも可能である。

30

【0025】

断熱容器250は、誘導モータ200（界磁（回転子）210及び電機子（固定子）220）を収納する。断熱容器250は、例えば金属製の容器の周囲に断熱材を配置して構成することが挙げられる。断熱材としては、例えばロックウール、グラスウール、発砲プラスチック、レンガ、セラミックなどを用いることができる。

40

【0026】

断熱容器250には、回転軸11が挿入される軸挿入口253が形成されており、回転軸11がこの軸挿入口253を通して誘導モータ200の界磁（回転子）210に連結されている。この例では、界磁鉄心211の中心軸に貫通孔が形成されており、その貫通孔に回転軸11が挿通され、回転軸11に界磁210が固定されている。また、断熱容器250内には、回転軸11が挿入される側とその反対側の2箇所に軸受（ベアリング）261,262が設けられており、これら軸受2

50

61,262により回転軸11が回転可能に支持されている。

【0027】

また、断熱容器250には、熱媒体400が供給される入口部251と、熱媒体400が排出される出口部252が設けられており、誘導モータ200で発生した熱を受け取る熱媒体400が流通する。この例では、断熱容器250の回転軸11が挿入される側に入口部251が設けられ、その反対側に出口部252が設けられており、入口部251と出口部252に熱媒体流通機構40の供給管41と排出管42がそれぞれ接続されている。また、断熱容器250の軸挿入口253には、軸シール部263が配置されている。ここで、入口部251から断熱容器250内に供給する熱媒体400の温度は、100以下（例えば常温）とすることが好ましく、これにより発熱した誘導モータ200（界磁210）を効果的に冷却することができる。また、100以下とすることで、入口部251の近傍に配置される軸シール部263は100程度の耐熱性を有すれば十分であり、軸シール部263に市販の流体シールを採用することができる。誘導モータ200で発生した熱を受け取って、所定温度（例えば200～350）に加熱された熱媒体400は、出口部252から断熱容器250外に排出される。

10

【0028】

熱媒体400としては、例えば水、油、溶融塩などを用いることができる。水を熱媒体400に用いた場合、100を超えると蒸気化するため、熱媒体400が100を超える温度に加熱されると、断熱容器250の内圧が上昇する。一方、常圧で100超の沸点を有する油や溶融塩を熱媒体400に用いた場合、熱媒体400が100を超える温度に加熱されても、断熱容器250の内圧が上昇することを抑制できる。熱媒体400は、常圧で200超、より好ましくは350超の沸点を有することが好ましく、特に、使用温度範囲内（例えば常温～350）で液体であることが好ましい。この例では、熱媒体400に常圧で350超の沸点を有する油を用いており、断熱容器250内に熱媒体400を流通させ、誘導モータ200で熱媒体を350程度に加熱する。

20

【0029】

磁界制御手段30は、風車10の回転により回転子（ここでは界磁210）が回転している際、負荷トルクを生じるすべりとなるように、誘導モータ200の電機子巻線225への入力電流を制御して、固定子（ここでは電機子220）に発生する磁界を制御する。この例では、電機子巻線225に直流を印加する電源310が接続されており、電機子巻線225の三相のうち二相に直流を流すように構成されている。具体的には、図3（A）に示すように、電機子220において、電機子巻線225の各相がY結線されており、U相とV相との間、U相とW相との間、又はV相とW相との間に直流を印加する。また、電機子巻線225への入力電流値は、定格電流（設計値）と同じ電流値に設定されている。この例では、三相のうち二相に直流を印加するように構成されているが、三相に直流を流すように構成してもよい。具体的には、図3（B）に示すように、二相を短絡させ、残る相とこの二相との間に直流を印加する（図3（B）では、V相とW相とを短絡させ、U相と短絡したV、W相との間に直流を印加する場合を示す）。

30

【0030】

この場合での誘導モータ200が発熱機として動作する原理を説明する。例えば風車10の回転により界磁（回転子）210が定格回転速度（定格回転数）で回転している場合、磁界制御手段30により、電機子巻線225に直流を印加すると、始動トルクと同じだけの負荷トルクが現れる。そして、界磁210の界磁導体215に誘導電流が流れ、その仕事量（出力）が界磁導体215の発熱として消費される。ここで、図6を用いて上述したように、一般に始動トルクは定格トルクより大きいため、誘導モータ200の定格出力よりも大きな仕事量（出力）を得ることができ、発熱量が大きい。

40

【0031】

熱媒体流通機構40は、誘導モータ200で発生した熱を受け取る熱媒体400を断熱容器250内に流通させる（図1、2参照）。この例では、断熱容器250の入口部251に一端が接続され、断熱容器250内に熱媒体400を供給する供給管41と、断熱容器250の出口部252に一端が接続され、断熱容器250外に熱媒体400を排出する排出管42と、供給管41に設けられた循環

50

ポンプ43とで構成されている。また、供給管41及び排出管42の各他端は熱交換器50に接続され、循環ポンプ43により発熱機20（断熱容器250）と熱交換器50との間で熱媒体400を循環させることで、断熱容器250内に熱媒体400を流通させる。ここで、誘導モータ200で加熱される熱媒体400の温度に応じて、循環ポンプ43により熱媒体400の流量を調整することが好ましい。具体的には、熱媒体400が所定温度より高い場合は、熱媒体400の流量を増やし、所定温度より低い場合は、流量を減らす。これにより、誘導モータ200を使用温度範囲内に維持することができる。

【0032】

発熱機20（誘導モータ200）で加熱された熱媒体400は、排出管42を通過して熱交換器50に送られる。この例では、熱交換器50内に、蓄熱材が充填されると共に、第1熱交換管51と第2熱交換管52が配置されている。そして、第1熱交換管51の一端に排出管42が接続され、所定温度に加熱された熱媒体400が第1熱交換管51を流通することで、蓄熱材との間で熱交換が行われ、熱媒体400の熱が蓄熱材に蓄えられる。一方、第2熱交換管52には、二次熱媒体（例、水）が流通しており、蓄熱材と二次熱媒体との間で熱交換が行われることで、第2熱交換管52に流通する二次熱媒体を蒸気化する。発生した二次熱媒体の蒸気（例、高温高圧蒸気）は、第2熱交換管52を介して発電部60に送られる。つまり、この熱交換器50は、蓄熱器としての機能も兼ね備える。蓄熱材には、潜熱蓄熱材や顕熱蓄熱材などを用いることができ、これらを併用してもよい。一般に、潜熱蓄熱材は、固体と液体との間の相変化を伴うものであり、顕熱蓄熱材に比べて蓄熱密度が高い。ここで、第1熱交換管51の他端は供給管41が接続されており、熱交換が行われ冷却された熱媒体400は、循環ポンプ43により供給管41を通過して発電部20（断熱容器250）に再び送られる。

10

20

【0033】

発電部60は、発熱機20（誘導モータ200）で加熱された熱媒体400の熱を電気に変換する。この例では、熱交換器50に蓄えられた熱を電気に変換する。図1に示す発電部60は、蒸気タービン61と発電機62とを組み合わせた構成であり、熱交換器50から供給された蒸気によって蒸気タービン61が回転し、発電機62を駆動して発電する。熱交換器50に蓄えられた熱を発電に利用することで、風力が変動しても、安定した発電が可能である。

【0034】

発電部60（蒸気タービン61）から排出された二次熱媒体の蒸気は、復水器71で冷却され液体に戻された後、循環ポンプ72により熱交換器50（第2熱交換管52）に供給されることで、熱交換器50と発電部60との間で二次熱媒体が循環する。

30

【0035】

（実施の形態2：界磁＝回転子（内側）、電機子＝固定子（外側））

実施の形態1では、磁界制御手段30が電機子巻線225に直流を印加する構成について説明したが、実施の形態2では、図4を参照して、磁界制御手段30が電機子巻線225に停動トルクとなる周波数の交流を印加する構成について説明する。なお、磁界制御手段30の構成が異なる点を除いて、発熱機20の構成は図2を用いて説明した実施の形態1と同じであり、以下ではその相違点を中心に説明する。

【0036】

磁界制御手段30は、電源310とインバータ320とを備え、電源310からインバータ320を介して電機子巻線225に交流を印加するように構成されている。具体的には、停動トルクを生じるすべりとなるように、インバータ320で所定周波数の三相交流を生成し、電機子巻線225に三相交流を印加するように構成されている。

40

【0037】

この場合での誘導モータ200が発熱機として動作する原理を説明する。例えば風車10の回転により界磁（回転子）210が定格回転速度（定格回転数）で回転している場合、磁界制御手段30により、電機子巻線225に停動トルクとなる周波数の交流を印加すると、停動トルクと同じだけの負荷トルクが現れる。そして、界磁210の界磁導体215に誘導電流が流れ、その仕事量（出力）が界磁導体215の発熱として消費される。ここで、図6を用いて上述したように、一般に、停動トルクは定格トルクや始動トルクより更に大きいため、誘

50

導モータ200の定格出力よりも更に大きな仕事量（出力）を得ることができ、発熱量が更に大きい。

【0038】

（変形例1：界磁＝固定子（外側）、電機子＝回転子（内側））

上述した実施の形態1、2では、誘導モータ200において、界磁210を回転子、電機子220を固定子とした構成（回転界磁型）について説明した。この誘導モータ200の技術を更に流用して、界磁210と電機子220との位置関係を逆にすると共に、界磁210を固定子、電機子220を回転子とした構成（回転電機子型）とすることも可能である。

【0039】

例えば、界磁（固定子）は、図5に示すように、円筒状の界磁鉄心211の内周に導体をかご形に配置し、このかご形導体を界磁導体215とする構造とすることが挙げられる。このかご形導体（界磁導体215）は、界磁鉄心211の内周に間隔をあけて設けられた多数のスロットに導体バ-215bを埋め込み、界磁鉄心211の両端にこれら導体バ-215bを短絡する導体エンドリング215rを設けることで形成されている。一方、電機子（回転子）は、界磁210の内側に間隔をあけて配置され、風車の回転軸に連結される。具体的には、風車の回転軸に電機子鉄心を連結し、界磁に向かって外方に突出する電機子鉄心の突極に電機子巻線を巻回する構造とすることが挙げられる。電機子巻線は、実施の形態1と同じように、例えば三相分布巻とすることができる。また、電機子巻線には、磁界制御手段からスリップリングを介して励磁電流（入力電流）を供給する構造とする。

10

【0040】

このような構成であっても、風車の回転により回転子（ここでは電機子）が回転している際、磁界制御手段により、負荷トルクを生じるすべりとなるように、電機子巻線への入力電流を制御することで、界磁の界磁導体に負荷トルクに応じた誘導電流が流れ、界磁導体が発熱する。例えば、風車の回転により電機子（回転子）が定格回転速度（定格回転数）で回転している場合、実施の形態1と同様に、磁界制御手段により、電機子巻線に直流を印加すると、始動トルクと同じだけの負荷トルクが現れ、その仕事量（出力）が界磁導体の発熱として消費される。または、実施の形態2と同様に、磁界制御手段により、電機子巻線に停動トルクとなる周波数の交流を印加すると、停動トルクと同じだけの負荷トルクが現れ、その仕事量（出力）が界磁導体の発熱として消費される。

20

【0041】

また、この構成であれば、発熱する界磁が固定子であるため、誘導モータを断熱容器内に収納しない構成とすることも可能である。具体的には、界磁に熱媒体が流通する孔を形成したり、界磁の外周面に熱媒体が流通する配管を配置するなどして熱媒体流路を設け、この熱媒体流路によって熱媒体流通機構を構成することで、誘導モータ（界磁）で発生した熱を熱媒体に伝えることができる。この場合、断熱容器を省略することができるので、発熱機をより小型化できる。

30

【0042】

（変形例2：界磁＝固定子（内側）、電機子＝回転子（外側））

上述した実施の形態1、2では、誘導モータ200において、固定子（電機子220）の内側に回転子（界磁210）を配置した構成（インナーロータ型）について説明した。この誘導モータ200の技術を更に流用して、界磁210と電機子220との位置関係を変えずに界磁210を固定子、電機子220を回転子とし、固定子（界磁210）の外側に回転子（電機子220）を配置した構成（アウターロータ型）とすることも可能である。

40

【0043】

例えば、風車の回転軸に連動して電機子が回転するように、回転軸に電機子鉄心を連結すると共に、断熱容器などのハウジングに界磁（界磁鉄心）を片持ち支持して固定する構造とすることが挙げられる。また、この場合、電機子巻線には、磁界制御手段からスリップリングを介して励磁電流（入力電流）を供給する構造とする。

【0044】

（変形例3：界磁＝回転子（外側）、電機子＝固定子（内側））

50

上述した変形例 1 の誘導モータにおいても、変形例 2 と同じように、電機子を固定子、界磁を回転子とし、固定子（電機子）の外側に回転子（界磁）を配置した構成（アウトロータ型）とすることが可能である。

【0045】

以上説明した本発明の風力熱発電システムは、構成要素である発熱機を誘導モータの技術を流用して構成することで、発熱機を安価にかつ簡易に構成することができる。また、発熱機として、従来の発電機（モータ）と同じ仕事量（出力）の誘導モータを構成する場合、発電機と比べて小型・軽量化できる。

【0046】

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、誘導モータを収納する断熱容器を備え、断熱容器内に熱媒体を流通させる構成の場合、界磁鉄心211の表面に凹凸やフィンを設けて界磁210の表面積を大きくすることで、界磁210と熱媒体400との間の熱交換効率を向上させることができる。また、発熱機は、通常の発電機（モータ）と異なり損失（発熱）が大きいことが望まれる。そのため、界磁導体215は、銅やアルミで形成する以外により安価な金属（例えば鉄）で形成してもよい。また、界磁鉄心211も、ケイ素鋼板を積層して形成する以外により安価な鉄を用いたり、積層しなくてもよい。

10

【0047】

本発明の風力熱発電システムは、再生可能エネルギーを利用した発電の分野に好適に利用可能である。

20

【符号の説明】

【0048】

1 風力熱発電システム

10 風車

11 回転軸 12 翼 13 回転検出器

20 発熱機

200 誘導モータ

210 界磁 211 界磁鉄心 215 界磁導体

215b 導体バー 215r 導体エンドリング

220 電機子 221 電機子鉄心 225 電機子巻線

30

250 断熱容器

251 入口部 252 出口部 253 軸挿入口

261,262 軸受（ベアリング） 263 軸シール部

30 磁界制御手段

310 電源 320 インバータ

40 熱媒体流通機構 400 熱媒体

41 供給管 42 排出管 43 循環ポンプ

50 熱交換器

51 第1熱交換管 52 第2熱交換管

60 発電部

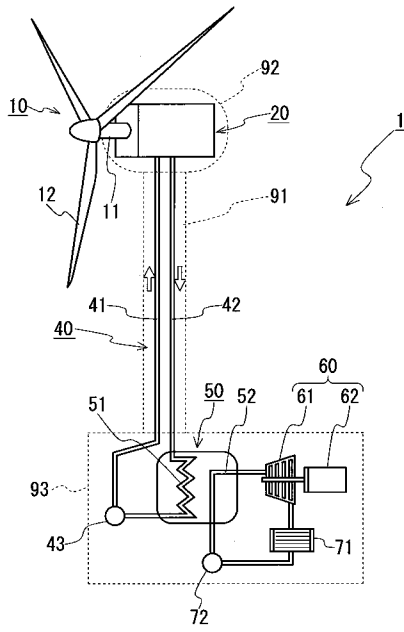
40

61 蒸気タービン 62 発電機

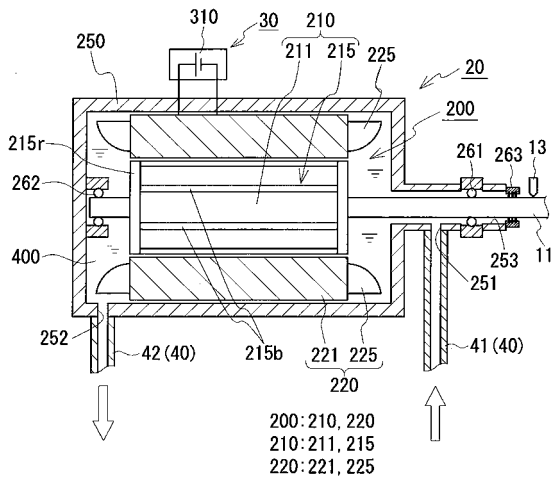
71 復水器 72 循環ポンプ

91 塔 92 ナセル 93 建屋

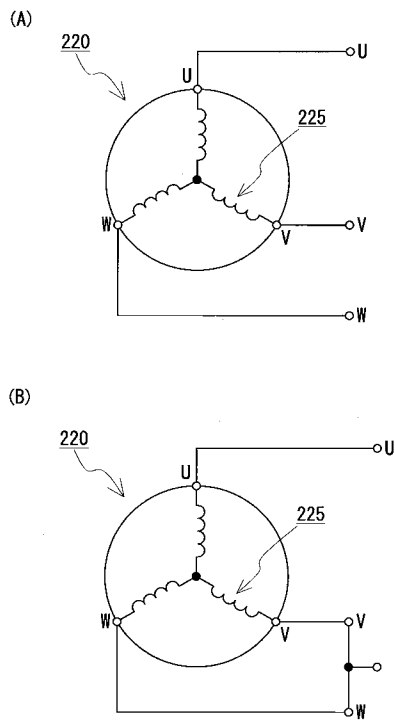
【 図 1 】



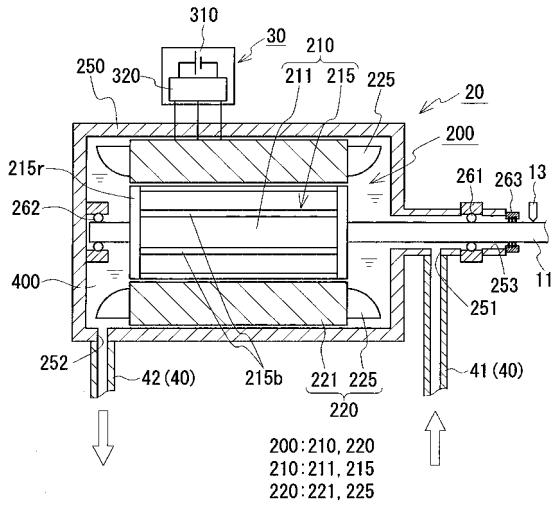
【 図 2 】



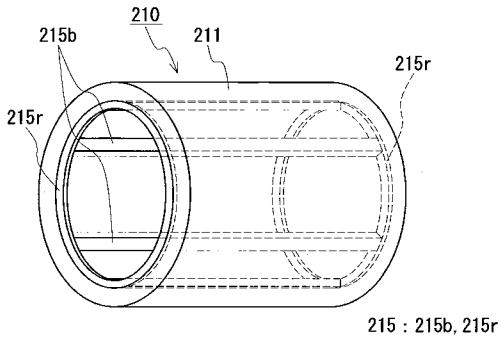
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

