

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6560588号
(P6560588)

(45) 発行日 令和1年8月14日(2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日(2019.7.26)

(51) Int.Cl.		F I			
H05B	6/02	(2006.01)	H05B	6/02	A
H05B	6/04	(2006.01)	H05B	6/04	3 1 1
H05B	6/44	(2006.01)	H05B	6/44	
F03D	9/18	(2016.01)	F03D	9/18	
F03D	9/20	(2016.01)	F03D	9/20	

請求項の数 8 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-200597 (P2015-200597)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成27年10月8日 (2015.10.8)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2017-73327 (P2017-73327A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成29年4月13日 (2017.4.13)	(73) 特許権者	504132272
審査請求日	平成30年6月21日 (2018.6.21)		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	松尾 哲司
			京都府京都市左京区吉田本町36番地1
			国立大学法人京都大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】誘導加熱装置、及び発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱媒体を加熱する誘導加熱装置であって、
 回転軸を有する回転体と、
 前記回転体と間隔をあけて対向して配置される加熱部と、
 前記回転体に設けられ、前記加熱部に対して磁束を発生する磁束発生部と、
 前記加熱部の前記磁束発生部に対向する対向面側に設けられ、前記磁束発生部からの磁束を前記加熱部に案内する磁束ガイド部と、
 前記加熱部に設けられ、前記熱媒体が流通する流通路と、を備え、
 前記磁束ガイド部は、

磁性材料で形成された磁性体部と、非磁性かつ電気絶縁性の材料で形成された絶縁体部と、を有し、

前記磁性体部と前記絶縁体部とが、前記磁束発生部から前記加熱部の方向に沿って延び、かつ、前記加熱部の周方向に沿って交互に積層された構造を有する誘導加熱装置。

【請求項2】

前記磁束ガイド部が、絶縁皮膜を有する電磁鋼板が複数積層された積層体で形成されている請求項1に記載の誘導加熱装置。

【請求項3】

前記磁束ガイド部が、前記加熱部の対向面に全体に亘って設けられている請求項1又は請求項2に記載の誘導加熱装置。

【請求項 4】

前記磁束ガイド部が、前記加熱部の周方向に空間をあけて前記加熱部の対向面に複数設けられている請求項 1 又は請求項 2 に記載の誘導加熱装置。

【請求項 5】

前記磁束ガイド部間の前記空間に断熱材が配置されている請求項 4 に記載の誘導加熱装置。

【請求項 6】

前記流路が、前記加熱部と前記磁束ガイド部とにそれぞれ設けられると共に各流路の一端同士が接続され、両流路により往復の流路となるように形成されており、

前記各流路のうち、前記磁束ガイド部に設けられた一方の流路が往路であり、前記加熱部に設けられた他方の流路が復路である請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の誘導加熱装置。

10

【請求項 7】

前記回転軸が風車に接続されている請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載の誘導加熱装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項に記載の誘導加熱装置と、

前記誘導加熱装置により加熱した前記熱媒体の熱を電気エネルギーに変換する発電部と、を備える発電システム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁束発生部による磁束によって加熱部を誘導加熱して熱媒体を加熱する誘導加熱装置、及びそれを備える発電システムに関する。特に、磁束発生部の温度上昇を抑制でき、かつ、加熱部での発熱量を向上できる誘導加熱装置に関する。

【背景技術】

【0002】

水を加熱する装置として、誘導加熱（渦電流）を利用した加熱装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の渦電流加熱装置は、外周に永久磁石が配置された回転可能なロータと、このロータの外側に固定して設けられ、内部に水を流通させる流路が形成された導電材料の加熱部とを備える。そして、ロータが回転することにより、ロータ外周の永久磁石による磁力線（磁束）が加熱部を貫通して移動することで、加熱部に渦電流が発生して、加熱部が発熱する。その結果、加熱部で発生した熱が内部の流路を流通する水に伝達され、水が加熱される。

30

【0003】

上記の技術は風力などのエネルギーを利用して給湯を行うことを主目的としたものである。最近では、誘導加熱装置により加熱した熱媒体の熱を電気エネルギーに変換する発電システムが提案されている（例えば、特許文献 2 , 3 参照）。特許文献 2 , 3 には、回転体と、回転体の外周に設けられて回転体の径方向に磁束を発生する磁束発生部と、回転体の外側に回転体と間隔をあけて配置される筒状の加熱部と、加熱部に設けられ、熱媒体が流通する流路（配管）とを備える誘導加熱装置が開示されている。特許文献 2 では、加熱部をアルミニウムや銅、鉄などの導電材料で形成する技術が記載されている。特許文献 3 では、加熱部を磁性材料（透磁率 μ の高い材料。例えば鉄系材料）と導電材料（導電率が高い材料。例えばアルミニウム系材料や銅系材料）との複合材料で形成し、磁性材料部と導電材料部とを組み合わせた構造とする技術が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 174801 号公報

【特許文献 2】特開 2011 - 159595 号公報

50

【特許文献3】特開2012-256507号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した従来の誘導加熱装置では、回転体に設けられた磁束発生部と加熱部とが対向し、加熱部の近い位置に磁束発生部が設けられているため、磁束発生部が加熱部からの熱の影響を受け易い。加熱部に発生する渦電流は、表皮効果によって加熱部の磁束発生部に対向する対向面側に多く発生するため、加熱部の対向面側が主に発熱する。そのため、従来の誘導加熱装置では、発熱した加熱部からの輻射熱によって磁束発生部が温度上昇し易い。磁束発生部の温度が上昇すると、磁束発生部の磁気特性が低下し、磁束発生部から発生する磁束（磁場）が減少する虞がある。誘導加熱（渦電流）による発熱量（熱エネルギー）は磁場強度の2乗に比例することから、磁束発生部の磁気特性が低下すると、加熱部での発熱量の低下を招くことになる。

10

【0006】

そこで、磁束発生部と加熱部との間隔を大きくしたり、磁束発生部と加熱部との間に断熱材を配置したりすることで、磁束発生部が加熱部からの熱の影響を受け難くすることが考えられる。しかし、この場合は、磁束発生部と加熱部との距離が離れることになる。磁束発生部と加熱部との空間に非磁性体が介在する場合、磁場強度は距離によって拡散することから、加熱部に流れる磁束が減少し、加熱部での発熱量が低下することになる。また、磁束発生部を冷却するための冷却機構を設けることも考えられるが、その場合、誘導加熱装置の構造が複雑化したり、コスト高になるという問題がある。

20

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的の一つは、磁束発生部の温度上昇を抑制でき、かつ、加熱部での発熱量を向上できる誘導加熱装置を提供することにある。また、本発明の別の目的は、上記誘導加熱装置を備える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】

【0008】

本発明の一態様に係る誘導加熱装置は、熱媒体を加熱する誘導加熱装置であって、回転軸を有する回転体と、前記回転体と間隔をあけて対向して配置される加熱部と、前記回転体に設けられ、前記加熱部に対して磁束を発生する磁束発生部と、前記加熱部の前記磁束発生部に対向する対向面側に設けられ、前記磁束発生部からの磁束を前記加熱部に案内する磁束ガイド部と、前記加熱部に設けられ、前記熱媒体が流通する流通路とを備える。そして、前記磁束ガイド部は、磁性材料で形成された磁性体部と、非磁性かつ電気絶縁性の材料で形成された絶縁体部とを有し、前記磁性体部と前記絶縁体部とが、前記磁束発生部から前記加熱部の方向に沿って延び、かつ、前記加熱部の周方向に沿って交互に積層された構造を有する。

30

【0009】

本発明の一態様に係る発電システムは、上記本発明の一態様に係る誘導加熱装置と、前記誘導加熱装置により加熱した前記熱媒体の熱を電気エネルギーに変換する発電部と、を備える。

40

【発明の効果】

【0010】

上記誘導加熱装置は、磁束発生部の温度上昇を抑制でき、かつ、加熱部での発熱量を向上できる。上記発電システムは、誘導加熱装置における熱媒体の加熱効率を改善でき、発電効率の向上を図ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1(A)】実施形態1に係る誘導加熱装置を示す概略分解斜視図である。

【図1(B)】実施形態1に係る誘導加熱装置を示す概略組立斜視図である。

50

【図 2】実施形態 1 に係る誘導加熱装置を示す概略横断面図である。

【図 3】図 2 の I I I 線で囲む部分の拡大図である。

【図 4】実施形態 1 に係る誘導加熱装置の変形例 1 - 1 を示す概略横断面図である。

【図 5】図 4 の V - V 線に沿う加熱部及び磁束ガイド部の概略縦断面図である。

【図 6】実施形態 1 に係る誘導加熱装置の変形例 1 - 2 を示す概略横断面図である。

【図 7】実施形態 2 に係る誘導加熱装置を示す概略横断面図である。

【図 8】図 7 の V I I 線で囲む部分の拡大図である。

【図 9】実施形態 2 に係る誘導加熱装置の変形例 2 を示す概略横断面図である。

【図 10】実施形態 3 に係る誘導加熱装置を示す概略縦断面図である。

【図 11】実施形態 3 に係る誘導加熱装置における磁束発生部の構成を示す概略平面図である。 10

【図 12】実施形態 3 に係る誘導加熱装置における磁束ガイド部の構成を示す概略平面図である。

【図 13】実施形態 3 に係る誘導加熱装置における流路の構成を示す概略平面図である。

【図 14】本発明の実施形態に係る発電システムの全体構成の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[本発明の実施形態の説明]

最初に、本発明の実施態様を列記して説明する。 20

【0013】

(1) 本発明の一態様に係る誘導加熱装置は、熱媒体を加熱する誘導加熱装置であって、回転軸を有する回転体と、前記回転体と間隔をあけて対向して配置される加熱部と、前記回転体に設けられ、前記加熱部に対して磁束を発生する磁束発生部と、前記加熱部の前記磁束発生部に対向する対向面側に設けられ、前記磁束発生部からの磁束を前記加熱部に案内する磁束ガイド部と、前記加熱部に設けられ、前記熱媒体が流通する流路とを備える。そして、前記磁束ガイド部は、

磁性材料で形成された磁性体部と、非磁性かつ電気絶縁性の材料で形成された絶縁体部とを有し、前記磁性体部と前記絶縁体部とが、前記磁束発生部から前記加熱部の方向に沿って延び、かつ、前記加熱部の周方向に沿って交互に積層された構造を有する。 30

【0014】

上記誘導加熱装置によれば、加熱部の対向面側に磁束ガイド部が設けられていることで、磁束発生部で発生した磁束が磁束ガイド部の磁性体部を通り、磁束発生部からの磁束を加熱部に伝えることができる。磁束ガイド部の磁性体部は、磁性材料で形成されており、磁束発生部からの磁束が流れ、磁束発生部と加熱部との間で磁束を伝える磁路を形成する。磁束ガイド部は、磁性体部と絶縁体部とが交互に積層された構造であり、磁性体部間には非磁性かつ電気絶縁性の材料で形成された絶縁体部が介在するため、磁性体部に磁束が流れても、磁性体部に発生する渦電流は絶縁体部によって分断されることから、渦電流が流れ難い。そのため、磁性体部において、渦電流の発生が抑制され、熱エネルギーとして磁束が消費され難いことから、磁束の拡散を抑制できる。したがって、磁束ガイド部によ 40

【0015】

よって、上記誘導加熱装置によれば、加熱部の対向面側に磁束ガイド部が設けられていることで、磁束ガイド部において渦電流による発熱が抑制されると共に、磁束発生部と加熱部との距離が離れることとなるため、磁束発生部への熱の影響を低減でき、磁束発生部の温度上昇を抑制できる。また、磁束発生部と加熱部との距離が離れていても、磁束ガイド部によって、磁束発生部からの磁束を拡散させることなく、加熱部に伝えることができ 50

るので、加熱部での発熱量を向上できる。

【0016】

磁性体部を形成する磁性材料は、透磁率が高い材料であり、例えば比透磁率が500以上、更に1000以上である材料が好ましい。具体的には、鉄、ニッケル、コバルトなどの金属や、電磁鋼(ケイ素鋼)、センダスト、パーマロイ、磁性ステンレス鋼などの合金といった磁性金属、フェライト、マグネタイトなどの磁性酸化物が挙げられる。磁性ステンレス鋼としては、マルテンサイト系ステンレス鋼(例、SUS 420J2)、フェライト系ステンレス鋼(例、SUS 430)、オーステナイト・フェライト系ステンレス鋼(例、SUS 329J4L)などが挙げられる。絶縁体部を形成する非磁性かつ電気絶縁性の材料は、透磁率が低く、電気抵抗率が高い材料であり、例えば、比透磁率が3以下で、かつ体積抵抗率が $10^7 \cdot \text{m}$ 以上である材料が好ましい。具体的には、樹脂やセラミック、ガラスなどが挙げられる。

10

【0017】

(2) 上記誘導加熱装置の一形態として、上記磁束ガイド部が、絶縁皮膜を有する電磁鋼板が複数積層された積層体で形成されていることが挙げられる。

【0018】

絶縁皮膜を有する電磁鋼板を積層することで、磁束ガイド部を容易に構成できる。この場合、電磁鋼板が磁性体部に相当し、表面の絶縁皮膜が絶縁体部に相当することになる。

【0019】

(3) 上記誘導加熱装置の一形態として、上記磁束ガイド部が、上記加熱部の対向面に全体に亘って設けられていることが挙げられる。

20

【0020】

磁束ガイド部が加熱部の対向面に全体に亘って設けられていることで、加熱部全体に対して磁束を伝えることができ、加熱部での発熱量の向上を図り易い。

【0021】

(4) 上記誘導加熱装置の一形態として、上記磁束ガイド部が、前記加熱部の周方向に空間をあけて上記加熱部の対向面に複数設けられていることが挙げられる。

【0022】

磁束ガイド部が空間をあけて複数設けられていることで、磁束ガイド部間の空間によって、隣り合う磁束ガイド部への磁束の移動が阻止されることから、磁束ガイド部において、磁束発生部から加熱部の方向に沿って磁束が案内される。

30

【0023】

(5) 上記(4)に記載の誘導加熱装置の一形態として、上記磁束ガイド部間の上記空間に断熱材が配置されていることが挙げられる。

【0024】

磁束ガイド部間の空間に断熱材が配置されていることで、加熱部からの放熱を低減できる。よって、加熱部からの熱ロスを抑制でき、熱媒体の加熱効率を改善できる。また、断熱材は、一般に非磁性体であることから、隣り合う磁束ガイド部への磁束の移動が阻止される。断熱材としては、例えば、ロックウール、グラスウール、発泡プラスチック、レンガ、セラミックなどが挙げられる。

40

【0025】

(6) 上記誘導加熱装置の一形態として、上記流路が、上記加熱部と上記磁束ガイド部とにそれぞれ設けられると共に各流路の一端同士が接続され、両流路により往復の流路となるように形成されており、前記各流路のうち、上記磁束ガイド部に設けられた一方の流路が往路であり、上記加熱部に設けられた他方の流路が復路であることが挙げられる。

【0026】

流路が加熱部と磁束ガイド部とにそれぞれ設けられると共に、往復の流路となるように形成されていることで、加熱部で発生した熱だけではなく、加熱部から磁束ガイド部に伝わった熱も熱媒体によって回収できる。したがって、加熱部で発生した熱の回収効率を

50

改善でき、熱媒体を効率よく加熱できる。また、磁束ガイド部に設けられた一方の流路を往路とした場合、磁束ガイド部に設けられた流路に温度の低い熱媒体が供給されることになるため、磁束ガイド部が冷却され、磁束ガイド部の温度上昇を効果的に抑制できる。よって、磁束発生部への熱の影響をより低減でき、磁束発生部の温度上昇をより抑制できる。

【 0 0 2 7 】

(7) 上記誘導加熱装置の一形態として、上記回転軸が風車に接続されていることが挙げられる。

【 0 0 2 8 】

回転体（回転軸）を回転させる動力には、電動機やエンジンなどの内燃機関を用いることも可能であるが、風力、水力、波力などの再生可能エネルギーを利用することが好ましい。再生可能エネルギーを利用すれば、CO₂の発生を抑制できる。回転軸が風車に接続されていることで、回転体の動力に風力を利用することができる。

10

【 0 0 2 9 】

(8) 本発明の一態様に係る発電システムは、上記(1) ~ (7) のいずれか1つに記載の誘導加熱装置と、上記誘導加熱装置により加熱した上記熱媒体の熱を電気エネルギーに変換する発電部とを備える。

【 0 0 3 0 】

上記発電システムによれば、本発明の一態様に係る上記誘導加熱装置を備えることから、誘導加熱装置において、磁束発生部の温度上昇を抑制できながら、加熱部での発熱量を向上できる。そのため、誘導加熱装置における熱媒体の加熱効率を向上でき、発電効率の向上を図ることが可能である。

20

【 0 0 3 1 】

上記発電システムは、上記誘導加熱装置により加熱した熱媒体の熱を利用して発電するものである。例えば誘導加熱装置の回転軸に風車を接続し、回転体の動力に風力を利用すれば、風のエネルギーを回転エネルギー 熱エネルギーに変換して、電気エネルギーとして取り出すことができる。一例としては、熱媒体の水を加熱して高温高圧蒸気を生成し、その蒸気を利用して蒸気タービンにより発電機を回転させて発電することが挙げられる。また、熱を電気エネルギーに変換する構成としたことで、蓄熱器を用いて熱としてエネルギーを蓄えることにより、安定した発電システムを実現できる。

30

【 0 0 3 2 】

[本発明の実施形態の詳細]

本発明の実施形態に係る誘導加熱装置、及び発電システムの具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。図中の同一符号は同一又は相当部分を示す。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【 0 0 3 3 】

誘導加熱装置

[実施形態 1]

図 1 ~ 図 3 を参照して、実施形態 1 に係る誘導加熱装置 1 0 1 について説明する。誘導加熱装置 1 0 1 は、回転体 1 1 と、加熱部 1 3 と、磁束発生部 1 5 と、磁束ガイド部 1 2 と、流路 1 7 とを備える。誘導加熱装置 1 0 1 は、磁束発生部 1 5 と加熱部 1 3 とが回転体 1 1 の径方向に間隔をあけて対向して配置された、所謂ラジアルギャップ型の構造である。以下、誘導加熱装置 1 0 1 の構成を詳しく説明する。

40

【 0 0 3 4 】

(回転体)

回転体 1 1 は、軸受（図示せず）により回転可能に支持された回転軸 2 1 を有し、回転軸 2 1 の一端側に連結された筒状又は柱状の部材である。この例では、円柱状の回転体 1 1 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 2 1 が挿通され、回転軸 2 1 に回転体 1 1 が固定されている。回転体 1 1 の外周には、径方向に突出する複数の凸部 1

50

11が形成されている。この例では、8つの凸部111を有し、各凸部111が周方向に等間隔に形成されている。また、回転体11の外周には、後述する磁束発生部15（この例ではコイル15c）が設けられている。ここでは、回転体11が反時計方向に回転するものとする（図2、図3中の実線矢印は回転方向を示す）。回転体11の動力には、例えば回転軸21に風車（図示せず）を接続し、風力を利用することが挙げられる。

【0035】

回転体11の形成材料としては、磁性材料、非磁性材料を問わず、機械的強度を有し、磁束発生部15を支持可能な材料であればよく、構造強度と長期耐久性（耐候性及び耐食性）に優れた材料が好ましい。例えば、構造用材料に使用される鉄、鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金、マグネシウム合金などの金属や、GFRP（ガラス繊維強化プラスチック）やCFRP（炭素繊維強化プラスチック）などの複合材料が挙げられる。

10

【0036】

この例では、回転体11（凸部111を含む）が磁性材料で形成されている。磁束発生部15（コイル15c）に常電導コイルを用いる場合は、回転体11を磁性材料で形成することが好ましい。一方、超電導コイルを用いる場合は、回転体11は磁性材料、非磁性材料のいずれで形成してもよい。超電導コイルを用いる場合、回転体11の磁束飽和のために発生磁場が限定されてしまう虞があることから、回転体11を非磁性材料で形成することが好ましい場合もある。

【0037】**（加熱部）**

加熱部13は、回転体11と間隔をあけて対向して配置され、回転体11の外周側に設けられた筒状の部材である。加熱部13は、回転体11に対して径方向に間隔をあけて対向して配置され、回転しないようにケーシング（図示せず）に固定されている。加熱部13には、磁束発生部15からの磁束が流れることにより、後述するように渦電流が生じ、誘導加熱によって加熱部13が発熱する。

20

【0038】

加熱部13は、磁束が流れることによって渦電流が発生して発熱する磁性材料、例えば、磁性金属で形成されている。磁性金属としては、例えば、鉄、ニッケル、コバルトなどの金属や、電磁鋼（ケイ素鋼）、センダスト、パーマロイ、磁性ステンレス鋼などの合金が挙げられる。磁性ステンレス鋼としては、マルテンサイト系ステンレス鋼（例、SUS 420J2）、フェライト系ステンレス鋼（例、SUS 430）、オーステナイト・フェライト系ステンレス鋼（例、SUS 329J4L）などが挙げられる。加熱部13を形成する磁性材料は、比透磁率が500以上、更に1000以上であることが好ましい。この例では、加熱部13が鉄で形成されている。加熱部13の厚さ（径方向の厚さ）は、磁束発生部15による磁束が流れても磁気飽和せず、磁束によって十分な渦電流が流れる厚さ（少なくとも表皮厚さ以上）となるように設定されている。

30

【0039】**（磁束発生部）**

磁束発生部15は、回転体11に設けられ、加熱部13に対して磁束を発生する。この例では、加熱部13に対向するように回転体11の外周に磁束発生部15が設けられており、回転体11の径方向（加熱部13の方向）に磁束を発生する。具体的には、磁束発生部15としてコイル15cを用いており、回転体11の各凸部111にコイル15c（計8個）が巻回され取り付けられている。凸部111が磁性材料で形成されている場合、コイル15cと凸部111とで磁束発生部15が構成される。各コイル15cには、直流電源（図示せず）が接続され、各コイル15cに通電する電流の向きを制御して、発生させる磁場（磁束）の方向を決定しており、隣り合うコイル15cの極性が互いに異なっている（図2を参照）。コイル15cには、例えばスリップリングを介して外部の電源と接続し、電流を供給することが挙げられる。

40

【0040】

磁束発生部15としては、コイル（電磁石）の他、永久磁石を用いることも可能である

50

。コイルとしては、銅線などの常電導コイルや超電導線材を用いた超電導コイルが挙げられる。コイルの場合、コイルに通電する電流を大きくすることで、強い磁場を発生させることができ、通電電流を制御することで磁場の強さを調整することも可能である。誘導加熱（渦電流）による発熱量は磁場強度の2乗に比例することから、コイルは永久磁石に比較して発熱量の向上を図り易い。また、コイルであれば、永久磁石に比べて、温度上昇による磁気特性の低下や、経時的な磁気特性の劣化が起こり難い。したがって、磁束発生部15にコイルを用いた場合、通電電流を大きくして十分な磁場強度を維持し易く、熱媒体を発電に適した所定の温度（例えば、100～600、好ましくは200～350）まで加熱するのに十分な性能（熱エネルギー）を得易い。なお、コイルには直流電流を流し、直流磁場を発生させることが挙げられる。さらに、コイルに直流電流を流し、直流磁場を発生させる場合、超電導コイルであれば、電気抵抗がゼロであり、大電流を流してもコイルに発熱（損失）が実質的に生じない。そのため、常電導コイルに比較して、大電流を流すことによるコイルの発熱（損失）を抑制することができ、電力損失なしで極めて強い磁場を維持することができる。この例では、各コイル15cは、超電導コイルであり、周囲を冷却用ジャケット（図示せず）で覆い、冷却することによって超電導状態に保持されている。勿論、コイル15cには常電導コイルを用いてもよく、コイル15cに代えて永久磁石を用いてもよい。

【0041】

（磁束ガイド部）

磁束ガイド部12は、加熱部13の磁束発生部15に対向する対向面側に設けられ、磁束発生部15からの磁束を加熱部13に案内する。この例では、加熱部13の内周面に固定されており、磁束発生部15で発生した磁束を磁束ガイド部12を介して加熱部13に伝える。磁束ガイド部12は、加熱部13の内周面に全体に亘って設けられている。

【0042】

磁束ガイド部12は、磁性材料で形成された磁性体部121と、非磁性かつ電気絶縁性の材料で形成された絶縁体部122とを有する。そして、加熱部13の軸方向に直交する横断面において、磁性体部121と絶縁体部122とが、磁束発生部15から加熱部13の方向に沿って延び、かつ、加熱部13の周方向に沿って交互に積層された構造を有する。この例では、磁性体部121が薄板状の部材であり、加熱部13の径方向に沿って配置され、絶縁体部122を挟んで複数の磁性体部121が加熱部13の周方向（磁束発生部15の回転方向）に積層されている。

【0043】

磁束ガイド部12の磁性体部121は、磁束発生部15からの磁束が流れ、磁束発生部15と加熱部13との間で磁束を伝える磁路を形成する。磁性体部121と絶縁体部122とが交互に積層され、磁性体部121間に絶縁体部122が介在するため、磁性体部121に磁束が流れても、磁性体部121に発生する渦電流は絶縁体部122によって分断されることから、渦電流が小さくなる。そのため、磁性体部121では、渦電流の発生が抑制され、磁束の変化が妨げられないので、磁束の拡散が抑制される。したがって、磁束ガイド部12によって、磁束発生部15からの磁束を拡散させることなく、加熱部13に伝えることができる。磁束ガイド部12において、渦電流による発熱も抑制される。また、磁性体部121に流れる磁束は、絶縁体部122によって隣り合う磁性体部121の方向（即ち、加熱部13の周方向）に流れ難く、磁束発生部15から加熱部13の方向に沿って主として案内される。

【0044】

磁性体部121を形成する磁性材料は、比透磁率が500以上、更に1000以上であることが好ましく、例えば、上述した磁性金属や、フェライト、マグネタイトなどの磁性酸化物が挙げられる。絶縁体部を形成する非磁性かつ電気絶縁性の材料は、比透磁率が3以下で、かつ体積抵抗率が $10^7 \cdot \text{m}$ 以上であることが好ましく、例えば、樹脂やセラミック、ガラスなどが挙げられる。この例では、磁束ガイド部12が絶縁皮膜を有する電磁鋼板が複数積層された積層体で形成されており、電磁鋼板が磁性体部121に相当し、

10

20

30

40

50

表面の絶縁皮膜が絶縁体部 1 2 2 に相当する。電磁鋼板の積層体は、電磁鋼板を接着剤などで接着して形成することが挙げられる。電磁鋼板の絶縁皮膜は、酸化皮膜又は塗布皮膜で形成されており、例えば、リン酸塩皮膜やケイ酸塩皮膜、有機質のワニス皮膜又はエナメル皮膜などが挙げられる。

【 0 0 4 5 】

磁性体部 1 2 1 の厚さ（積層方向の厚さ）は、磁束発生部 1 5 からの磁束が流れても磁気飽和せず、渦電流の発生を抑制できる厚さとなるように設定されている。磁性体部 1 2 1（電磁鋼板）の厚さは、例えば 0.1 mm 以上 1 mm 以下、更に 0.2 mm 以上 0.5 mm 以下とすることが挙げられる。絶縁体部 1 2 2 の厚さは、磁性体部 1 2 1 に発生する渦電流を分断でき、かつ、磁性体部 1 2 1 に流れる磁束が隣り合う磁性体部 1 2 1 に移動することを抑制できる厚さとなるように設定されている。絶縁体部 1 2 2（絶縁皮膜）の厚さは、例えば 0.1 μm 以上 5 μm 以下、更に 1 μm 以上 3 μm 以下とすることが挙げられる。図 2 では、磁性体部 1 2 1 及び絶縁体部 1 2 2 を誇張して示している。

10

【 0 0 4 6 】

（流 通 路）

加熱部 1 3 には、熱媒体が流通する流通路 1 7 が設けられている。この例では、加熱部 1 3 の軸方向に沿って流通路 1 7 が設けられており、加熱部 1 3 の軸方向の一方側から他方側（図 1 では右側から左側）へ熱媒体が流通する（図 1 中の白抜き矢印は熱媒体の流通方向を示す）。流通路 1 7 は、加熱部 1 3 の内部に貫通する孔を形成し、この孔に配管を挿通することで形成されている。流通路 1 7 は加熱部 1 3 との間で熱の授受が可能であり、加熱部 1 3 と流通路 1 7 とが熱的に接続されていれば、流通路 1 7 の形成箇所は特に問わない。そのため、流通路 1 7 は、加熱部 1 3 の外周面に配管を接触させて配置することで形成することも可能である。配管は、熱媒体と接触しても腐食せず、耐熱性に優れ、熱伝導率の高い金属材料で形成することが挙げられる。熱媒体としては、例えば、水、水蒸気、油、液体金属（Na、Pb など）、熔融塩などの液体並びに気体が挙げられる。

20

【 0 0 4 7 】

次に、主に図 3 を参照して、誘導加熱装置 1 0 1 における熱媒体が加熱されるメカニズムについて説明する。

【 0 0 4 8 】

ここでは、図 3 に示す N 極の磁束発生部 1 5 に着目して説明する。N 極の磁束発生部 1 5（コイル 1 5 c）から回転体 1 1 の径方向に発生した磁束は、その磁束発生部 1 5 に対向する磁束ガイド部 1 2 の磁性体部 1 2 1 を通り、加熱部 1 3 に案内される（図 3 中の点線矢印は磁束の流れを示す）。このとき、磁性体部 1 2 1 では、絶縁体部 1 2 2 によって渦電流の発生が抑制されるため、磁束の変化が妨げられ難く、磁束の拡散が抑制される。したがって、磁束発生部 1 5 からの磁束は、磁束ガイド部 1 2 を介して拡散されることなく、加熱部 1 3 に伝えられる。加熱部 1 3 に到達した磁束は、加熱部 1 3 内を周方向に流れ、S 極に対向する磁束ガイド部 1 2 の磁性体部 1 2 1 を通り、S 極の磁束発生部 1 5 に達する。つまり、N 極の磁束発生部 1 5 から、磁束ガイド部 1 2（磁性体部 1 2 1）、加熱部 1 3、磁束ガイド部 1 2（磁性体部 1 2 1）を通過して、S 極の磁束発生部 1 5 に至るループ状の磁路が形成される。そして、回転体 1 1 と共に磁束発生部 1 5 が回転することにより、加熱部 1 3 に対して磁束発生部 1 5 が相対的に移動することで、加熱部 1 3 に流れる磁束の方向が変化し、磁場が周期的に変化する。その結果、加熱部 1 3 に渦電流が発生することで、加熱部 1 3 が発熱し、その熱が流通路 1 7 に流れる熱媒体に伝熱され、熱媒体が加熱される。

30

40

【 0 0 4 9 】

また、磁性体部 1 2 1 に流れる磁束は、絶縁体部 1 2 2 によって隣り合う磁性体部 1 2 1 の方向に流れ難く、磁束ガイド部 1 2 において、磁束発生部 1 5 から加熱部 1 3 の方向に沿って案内され易い。つまり、磁性体部 1 2 1 に流れる磁束が、磁束ガイド部 1 2 内を周方向に流れることを抑制でき、上記ループ状の磁路がショートカットすることを抑制できる。

50

【 0 0 5 0 】

磁束発生部 1 5 (コイル 1 5 c) の数は、適宜設定することができる。磁束発生部 1 5 の数をおよそ増やすことで、磁場の変動周期を短くすることができる。誘導加熱による発熱量は磁場の周波数に比例することから、磁場の周期を短くすることで、発熱量の向上が期待できる。磁束発生部 1 5 の数は、例えば 4 個以上が好ましく、6 個以上、更に 1 0 個以上がより好ましい。

【 0 0 5 1 】

{ 作用効果 }

実施形態 1 の誘導加熱装置 1 0 1 は、磁束発生部 1 5 に対向する加熱部 1 3 の内周面に磁束ガイド部 1 2 が設けられていることで、磁束発生部 1 5 から磁束を拡散させることなく、加熱部 1 3 に伝えることができる。誘導加熱装置 1 0 1 は、磁束ガイド部 1 2 において渦電流による発熱が抑制されると共に、磁束発生部 1 5 と加熱部 1 3 との距離が離れることとなるため、磁束発生部 1 5 への熱の影響を低減でき、磁束発生部 1 5 の温度上昇を抑制できる。また、磁束発生部 1 5 と加熱部 1 3 との距離が離れていても、磁束ガイド部 1 2 を介して磁束発生部 1 5 から磁束を拡散させることなく、加熱部 1 3 に伝えることができるので、加熱部 1 3 での発熱量を向上できる。

10

【 0 0 5 2 】

[変形例 1 - 1]

実施形態 1 の誘導加熱装置 1 0 1 では、流路 1 7 が加熱部 1 3 に設けられている形態を説明したが、流路 1 7 は、加熱部 1 3 だけでなく、磁束ガイド部 1 2 に設けることも可能である。変形例 1 - 1 では、流路 1 7 が加熱部 1 3 と磁束ガイド部 1 2 とにそれぞれ設けられている形態を説明する。以下、図 4、図 5 を参照して、変形例 1 - 1 の誘導加熱装置 1 0 1 について、実施形態 1 との相違点を中心に説明する。

20

【 0 0 5 3 】

図 4、図 5 に示す変形例 1 - 1 の誘導加熱装置 1 0 1 では、加熱部 1 3 及び磁束ガイド部 1 2 に流路 1 7 1 及び流路 1 7 2 がそれぞれ設けられている。加熱部 1 3 に設けられた流路 1 7 1 は、加熱部 1 3 の軸方向に沿って貫通孔を形成し、この貫通孔に配管を挿通することで形成されている。磁束ガイド部 1 2 に設けられた流路 1 7 2 も、流路 1 7 1 と同様に、磁束ガイド部 1 2 の軸方向に沿って貫通孔を形成し、この貫通孔に配管を挿通することで形成されている。この例では、各流路 1 7 1、1 7 2 の一端同士が接続管 1 7 5 (図 5 を参照) により接続されており、流路 1 7 は、両流路 1 7 1、1 7 2 により往復の流路となるように形成されている。具体的には、流路 1 7 1、1 7 2 のうち、流路 1 7 2 が往路であり、流路 1 7 1 が復路である。この例では、図 5 に示すように、流路 1 7 2 の一方側から熱媒体が供給され、流路 1 7 2 を流通した熱媒体が他方側に接続された接続管 1 7 5 を介して流路 1 7 1 に流通し、流路 1 7 1 の一方側から熱媒体が排出される (図 5 中の白抜き矢印は熱媒体の供給・排出方向を示す) 。

30

【 0 0 5 4 】

変形例 1 - 1 の誘導加熱装置 1 0 1 によれば、加熱部 1 3 で発生した熱だけではなく、加熱部 1 3 から磁束ガイド部 1 2 に伝わった熱も熱媒体によって回収できる。したがって、加熱部 1 3 で発生した熱の回収効率を改善でき、熱媒体を効率よく加熱できる。また、磁束ガイド部 1 2 に設けられた流路 1 7 1 を往路とすることで、温度の低い熱媒体が流路 1 7 1 に供給され、磁束ガイド部 1 2 が冷却されることとなるため、磁束ガイド部 1 2 の温度上昇を効果的に抑制できる。よって、磁束発生部 1 5 への熱の影響をより低減でき、磁束発生部 1 5 の温度上昇をより抑制できる。

40

【 0 0 5 5 】

[変形例 1 - 2]

実施形態 1 の誘導加熱装置 1 0 1 では、磁束ガイド部 1 2 において、磁性体部 (電磁鋼板) 1 2 1 が絶縁体部 (絶縁皮膜) 1 2 2 を挟んで加熱部 1 3 の径方向 (加熱部 1 3 の周方向に直交する方向) に沿って配列された形態を説明した。磁束ガイド部 1 2 の磁性体部 1 2 1 は、図 6 に示す変形例 1 - 2 のように、加熱部 1 3 の径方向に対して傾斜するよう

50

に配列されていてもよい。この構成によれば、磁束ガイド部 1 2 の厚さ（径方向の厚さ）、及び回転体 1 1 の凸部 1 1 1 の外周面と磁束ガイド部 1 2 の内周面との間隔が実施形態 1 と同じであっても、主たる熱伝導経路となる磁性体部 1 2 1 の長さを実施形態 1 に比べて長く採ることができる。径方向に沿った熱伝導経路は、磁性体部 1 2 1 に比べて一般に熱抵抗が大きい絶縁体部 1 2 2 によって分断されて主たる熱伝導経路とはならず、磁性体部 1 2 1 の傾斜に沿った方向が主たる熱伝導経路になると考えられるからである。よって、磁束発生部 1 5 と加熱部 1 3 との熱伝導距離が実質的に離れることになるため、磁束発生部 1 5 への熱の影響を低減でき、磁束発生部 1 5 の温度上昇を抑制できる。一方、主たる熱伝導経路となる磁性体部 1 2 1 が長くなっても、それ自体が磁性材料で形成されていることから、磁束発生部 1 5 からの磁束を拡散させることなく、加熱部 1 3 に伝えることができる。

10

【 0 0 5 6 】

[実施形態 2]

実施形態 1 の誘導加熱装置 1 0 1 では、磁束ガイド部 1 2 が加熱部 1 3 の対向面（内周面）の全周に亘って設けられている形態を説明したが、磁束ガイド部 1 2 は、加熱部 1 3 の内周面の周方向に空間をあけて複数設けることも可能である。実施形態 2 では、磁束ガイド部 1 2 が、加熱部 1 3 の周方向に空間をあけて加熱部 1 3 の対向面に複数設けられている形態を説明する。以下、図 7、図 8 を参照して、実施形態 2 の誘導加熱装置 1 0 2 について、実施形態 1 との相違点を中心に説明する。

【 0 0 5 7 】

20

図 7 に示す実施形態 2 の誘導加熱装置 1 0 2 では、加熱部 1 3 の内周面に周方向に空間をあけて複数の磁束ガイド部 1 2 が設けられている。各磁束ガイド部 1 2 は、円弧状の積層体である。この場合、図 8 の点線矢印で示すように、磁束ガイド部 1 2 に流れる磁束は、磁束ガイド部 1 2 間の空間によって隣り合う磁束ガイド部 1 2 への磁束の移動が阻止されることとなる。そのため、磁束ガイド部 1 2 において、磁束発生部 1 5 から加熱部 1 3 の方向に沿って磁束を案内できる。つまり、磁束ガイド部 1 2 が空間によって分断されていることで、N 極の磁束発生部 1 5 から発生した磁束が磁束ガイド部 1 2 を通って S 極の磁束発生部 1 5 へショートカットすることを防止できる。

【 0 0 5 8 】

[変形例 2]

30

更に、実施形態 2 の誘導加熱装置 1 0 2 において、図 9 に示す変形例 2 のように、磁束ガイド部 1 2 間の空間に断熱材 1 9 を配置することも可能である。断熱材 1 9 を配置することで、加熱部 1 3 からの放熱を低減できる。これにより、加熱部 1 3 からの熱口スを抑制でき、熱媒体の加熱効率を改善できる。断熱材 1 9 は、一般に非磁性体であることから、隣り合う磁束ガイド部 1 2 への磁束の移動が阻止される。断熱材 1 9 としては、例えば、ロックウール、グラスウール、発泡プラスチック、レンガ、セラミックなどを用いることができる。

【 0 0 5 9 】

[実施形態 3]

上述した実施形態 1、2 では、誘導加熱装置の構造が磁束発生部 1 5 と加熱部 1 3 とが回転体 1 1 の径方向に間隔をあけて対向して配置された、所謂ラジアルギャップ型の構造である形態を説明した。実施形態 3 では、誘導加熱装置の構造が磁束発生部 1 5 と加熱部 1 3 とが回転体 1 1 の軸方向に間隔をあけて対向して配置された、所謂アキシアルギャップ型の構造である形態を説明する。以下、図 1 0 ~ 図 1 3 を参照して、実施形態 3 に係る誘導加熱装置 1 0 3 について、実施形態 1 との相違点を中心に説明する。

40

【 0 0 6 0 】

(回転体及び加熱部)

回転体 1 1 と加熱部 1 3 は板状（ここでは円板状）であり、互いの面が対向するように間隔をあけて配置されている（図 1 0 を参照）。回転体 1 1 は、軸受（図示せず）により回転可能に支持された回転軸 2 1 の一端側に連結されている。加熱部 1 3 は、回転体 1 1

50

に対して軸方向に間隔をあけて対向して配置され、回転しないようにケーシング（図示せず）に固定されている。

【0061】

（磁束発生部）

回転体11の加熱部13に対向する対向面に、回転体11の軸方向（加熱部13の方向）に磁束を発生する磁束発生部15が設けられている。この例では、磁束発生部15が永久磁石15mであり、図11に示すように、回転体11の対向面に複数の扇形状の磁石15mが円形状に並べて配置され、隣り合う磁石15mの極性が互いに異なっている。図11では、磁束発生部15（磁石15m）の数が6個の場合を例示しているが、磁束発生部15（磁石15m）の数はこれに限定されず、適宜設定することができる。磁束発生部15の数は、例えば4個以上が好ましく、8個以上、更に10個以上がより好ましい。磁束発生部15には、コイルを用いることも可能である。

10

【0062】

（磁束ガイド部）

加熱部13の磁束発生部15に対向する対向面に、磁束発生部15からの磁束を加熱部13に案内する磁束ガイド部12が設けられている。この例では、図10及び図12に示すように、磁性体部121と絶縁体部122とが、加熱部13の対向面に放射状に配置され、加熱部13の周方向に沿って交互に積層されている。

【0063】

（流通路）

流通路17は、加熱部13の径方向に沿って設けられている。この例では、図10及び図13に示すように、流通路17は、加熱部13の回転体11に対向する対向面とは反対側の反対面に、配管を放射状に配置することによって複数設けられている。また、各流通路17には、加熱部13の径方向の一方側から他方側（図10では外側から内側）へ熱媒体が流通する（図10中の白抜き矢印は熱媒体の供給・排出方向を示す）。

20

【0064】

{作用効果}

実施形態3の誘導加熱装置103であっても、実施形態1の誘導加熱装置101と同様に、磁束発生部15に対向する加熱部13の対向面に磁束ガイド部12が設けられていることで、磁束発生部15からの磁束を拡散させることなく、加熱部13に伝えることができる。したがって、磁束発生部15と加熱部13との距離が離れるため、磁束発生部15への熱の影響を低減でき、また、磁束ガイド部12を介して磁束発生部15からの磁束を拡散させずに加熱部13に伝えることができる。よって、ラジアルギャップ型の実施形態1と同じように、磁束発生部の温度上昇を抑制でき、かつ、加熱部での発熱量を向上できる。

30

【0065】

更に、実施形態3のアキシアルギャップ型の誘導加熱装置103においても、実施形態1の変形例1-1で説明したように、加熱部13だけでなく、磁束ガイド部12にも流通路17を設けてもよい。この場合、磁束ガイド部12に設けた流通路を往路とし、加熱部13に設けた流通路を復路として、両流通路により往復の流路を構成してもよい。更に、実施形態1の変形例1-2で説明したように、磁束ガイド部12において、磁性体部121を加熱部13の径方向に対して傾斜するように配列することも可能である。また、実施形態2で説明したように、加熱部13の対向面に周方向に空間をあけて複数の磁束ガイド部12を設けることも可能である。この場合、磁束ガイド部12間の空間に断熱材を配置してもよい。

40

【0066】

発電システム

図14を参照して、本発明の実施形態に係る発電システムの一例を説明する。図14に示す発電システムPは、誘導加熱装置10と、風車20と、蓄熱器50と、発電部60とを備える。塔91の上部に設置されたナセル92に風車20が取り付けられ、ナセル92

50

内に誘導加熱装置 10 が格納されている。また、塔 91 の下部（土台）に建てられた建屋 93 に蓄熱器 50 及び発電部 60 が設置されている。以下、発電システム P の構成を詳しく説明する。

【0067】

誘導加熱装置 10 は、本発明の実施形態に係る誘導加熱装置であり、例えば、上述した実施形態 1～3 に係る誘導加熱装置 101～103 を利用することができる。また、回転軸 21 の他端側が後述する風車 20 に直結され、回転体を回転させる動力に風力を利用している。なお、ここでは、熱媒体が水である場合を例に説明する。

【0068】

風車 20 は、水平方向に延びる回転軸 21 を中心に、3 枚の翼 201 を回転軸 21 に放射状に取り付けた構造である。出力が 5 MW を超える風力発電システムの場合、直径が 120 m 以上、回転数が 10～20 rpm 程度である。

【0069】

誘導加熱装置 10 の流通路（配管）には、誘導加熱装置 10 に水を供給する給水管 73 と、誘導加熱装置 10 により加熱した水を蓄熱器 50 に送る輸送管 51 とが接続されている。そして、誘導加熱装置 10 は、回転体に設けられた磁場発生部から磁束が発生し、回転体の回転により、回転体と間隔をあけて配置された加熱部を通過する磁束が変化することで、加熱部に渦電流が発生し、加熱部が発熱して流通路内の水を加熱する。誘導加熱装置 10 は、熱媒体である水を例えば 100～600 といった高温に加熱する。また、誘導加熱装置 10 は、加熱部（流通路）が回転しない構造であるので、流通路と輸送管 51 及び給水管 73 との接続に回転継手を用いる必要がなく、例えば溶接などを用いて、簡易な構成で、堅牢な接続を実現できる。

【0070】

この発電システム P は、誘導加熱装置 10 により水を発電に適した温度（例えば 200～350）まで加熱し、高温高压水を発生させる。高温高压水は、誘導加熱装置 10 と蓄熱器 50 とを連結する輸送管 51 を通って蓄熱器 50 に送られる。蓄熱器 50 は、輸送管 51 を通って送られてきた高温高压水の熱を蓄え、また、熱交換器を用いて発電に必要な蒸気を発電部 60 に供給する。なお、誘導加熱装置 10 により蒸気を発生させてもよい。

【0071】

蓄熱器 50 としては、例えば、蒸気アキュムレーターや、熔融塩や油などを用いた顕熱型、或いは、融点の高い熔融塩の相変化を利用した潜熱型の蓄熱器を利用することができる。潜熱型の蓄熱方式は蓄熱材の相変化温度で蓄熱を行うため、一般に、顕熱型の蓄熱方式に比べて蓄熱温度域が狭帯域であり、蓄熱密度が高い。

【0072】

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造であり、蓄熱器 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。

【0073】

蓄熱器 50 に送られた高温高压水又は蒸気は、復水器 71 で冷却され水に戻される。その後、ポンプ 72 に送られ、高压水にして給水管 73 を通って誘導加熱装置 10 に送られることで循環する。

【0074】

この発電システム P によれば、本発明の実施形態に係る誘導加熱装置 10 を備えることから、誘導加熱装置 10 において、磁束発生部の温度上昇を抑制できながら、加熱部での発熱量を向上できる。よって、誘導加熱装置 10 における熱媒体の加熱効率を向上でき、発電効率の向上を図ることができる。その他、誘導加熱装置 10 により加熱した熱媒体の熱を蓄熱器 50 に蓄熱して発電することで、高価な蓄電池を用いなくても、需要に応じた安定的な発電を実現できる。また、風車 20 と誘導加熱装置 10 の回転軸 21 とを直結することにより、増速機（ギアボックス）のトラブルを回避することが可能である。さらに

10

20

30

40

50

、熱媒体の熱を輸送管 5 1 により例えば塔 9 1 の下部（土台）に設置された発電部 6 0 に供給することで、ナセル 9 2 に発電部 6 0 を格納する必要がなく、塔 9 1 の上部に設置されるナセル 9 2 を小型・軽量化することができる。

【 0 0 7 5 】

上記した発電システム P では、熱媒体に水を用いた場合を例に説明したが、水よりも熱伝導率の高い液体金属を熱媒体に用いてもよい。このような液体金属としては、例えば液体金属ナトリウムが挙げられる。液体金属を熱媒体に用いる場合は、例えば、加熱部から熱を受け取る一次熱媒体に液体金属を用い、輸送管を通して送られてきた液体金属の熱で熱交換器を介して二次熱媒体（水）を加熱し、蒸気を発生させることが考えられる。

【 0 0 7 6 】

また、常圧で 1 0 0 超の沸点を有する例えば油、液体金属、熔融塩などを熱媒体に用いた場合は、水に比較して、所定の温度まで加熱したときに、流通路内の熱媒体の気化による内圧上昇を抑制し易い。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 7 】

本発明の誘導加熱装置は、再生可能エネルギー（例、風力）を利用した発電システムに利用する他、例えば給湯システムや暖房システムに利用することも可能である。また、本発明の発電システムは、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。

【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

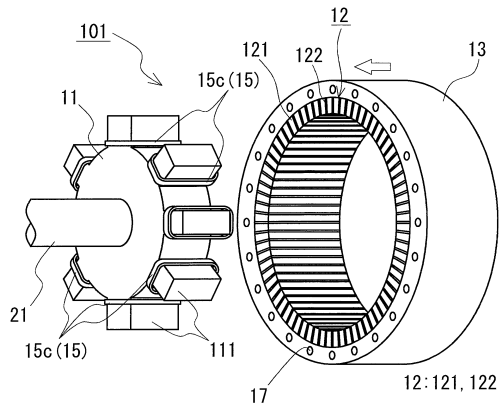
- 1 0、1 0 1 ~ 1 0 3 誘導加熱装置 P 発電システム
- 1 1 回転体 1 1 1 凸部
- 1 2 磁束ガイド部
- 1 2 1 磁性体部 1 2 2 絶縁体部
- 1 3 加熱部
- 1 5 磁束発生部
- 1 5 c コイル 1 5 m 永久磁石
- 1 7 流通路
- 1 7 1 流通路（往路） 1 7 2 流通路（復路）
- 1 7 5 接続管
- 1 9 断熱材
- 2 1 回転軸
- 2 0 風車 2 0 1 翼
- 5 0 蓄熱器 5 1 輸送管
- 6 0 発電部 6 1 蒸気タービン 6 2 発電機
- 7 1 復水器 7 2 ポンプ 7 3 給水管
- 9 1 塔 9 2 ナセル 9 3 建屋

10

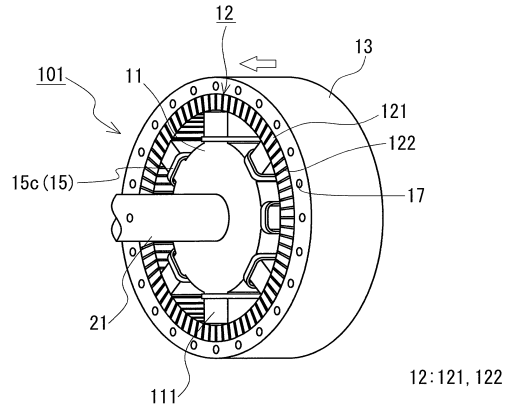
20

30

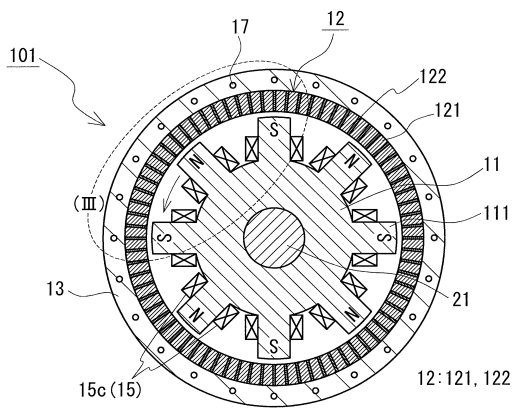
【図 1 (A)】



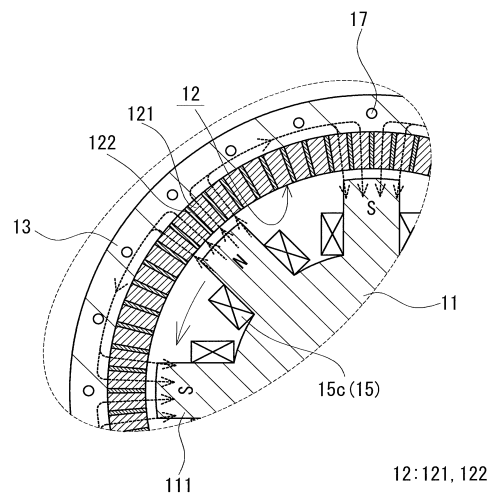
【図 1 (B)】



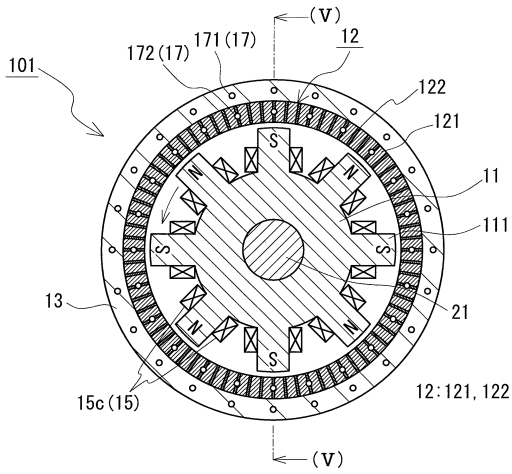
【図 2】



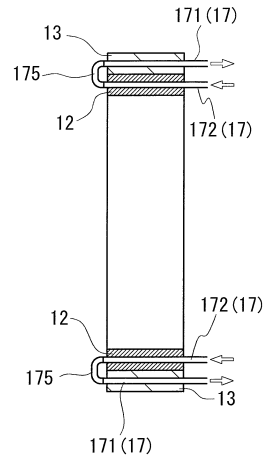
【図 3】



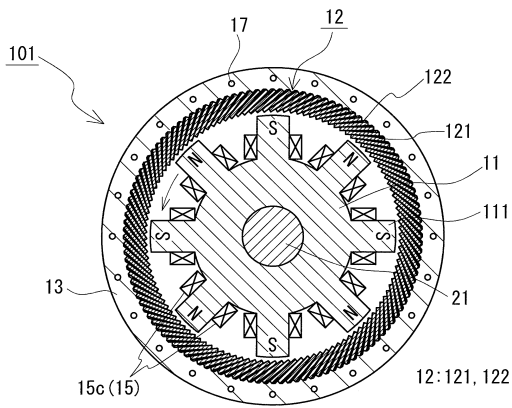
【図4】



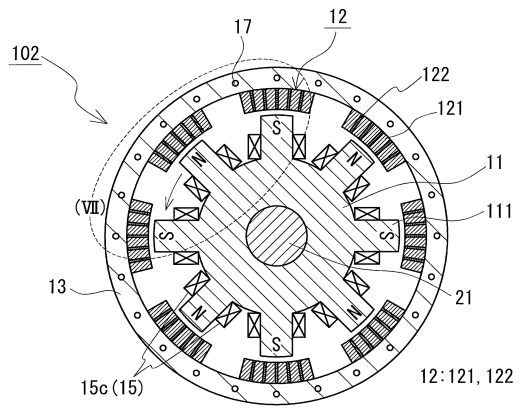
【図5】



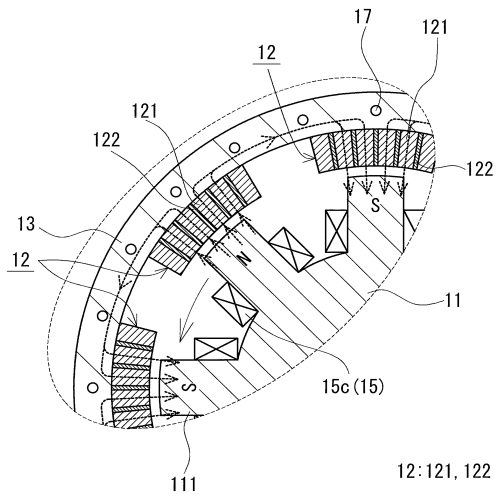
【図6】



【図7】

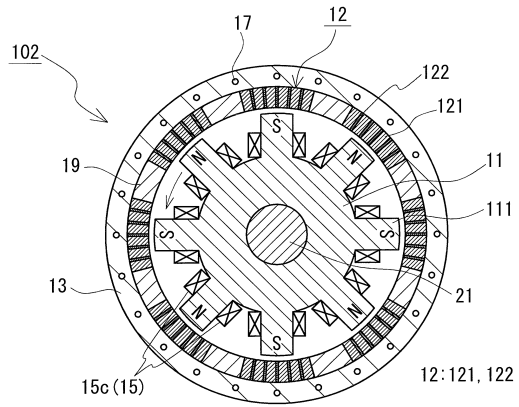


【 図 8 】



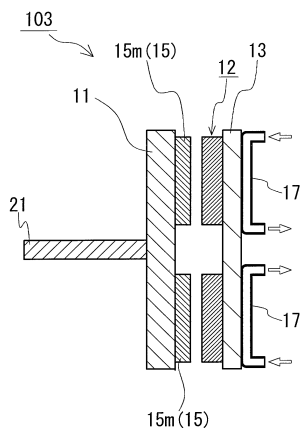
12: 121, 122

【 図 9 】

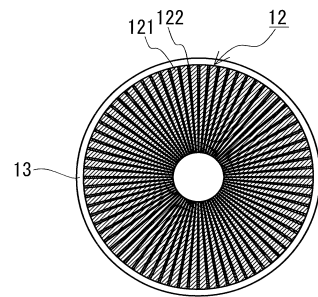


12: 121, 122

【 図 10 】

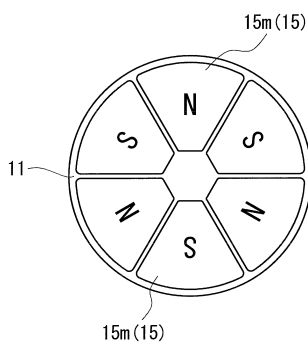


【 図 12 】

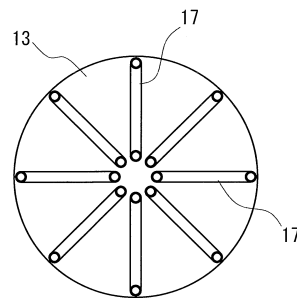


12: 121, 122

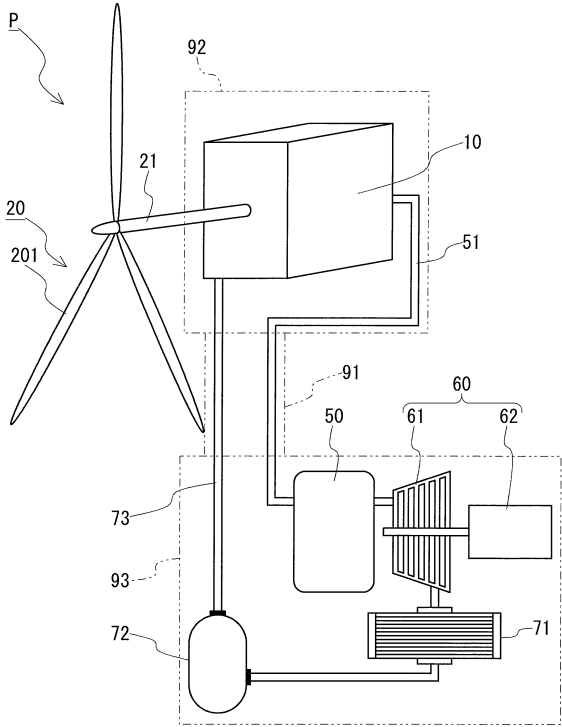
【 図 11 】



【 図 13 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I	
<i>F 0 3 D</i>	<i>9/22</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 0 3 D</i>	<i>9/22</i>
<i>F 0 3 D</i>	<i>9/28</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 0 3 D</i>	<i>9/28</i>
<i>F 0 3 D</i>	<i>15/00</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 0 3 D</i>	<i>15/00</i>

審査官 黒田 正法

(56)参考文献 特開2011-159595(JP,A)
特開2012-256507(JP,A)
特開2011-233488(JP,A)
特開2011-124115(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 5 B	6 / 0 0 -	6 / 1 0
H 0 5 B	6 / 1 4 -	6 / 4 4
F 0 3 D	9 / 1 8	
F 0 3 D	9 / 2 0	
F 0 3 D	9 / 2 2	
F 0 3 D	9 / 2 8	
F 0 3 D	1 5 / 0 0	