

(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2014-161187
(P2014-161187A)

(43) 公開日 平成26年9月4日(2014.9.4)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H02K 49/10 (2006.01) H02K 49/10 A 5H649

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-31406 (P2013-31406)
(22) 出願日 平成25年2月20日 (2013.2.20)

(71) 出願人 000006208
三菱重工株式会社
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 川見 雅幸
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 杉下 悟史
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
工業株式会社内
Fターム(参考) 5H649 BB02 GG09 GG16 HH09 HH16
JK04 PP03 PP06

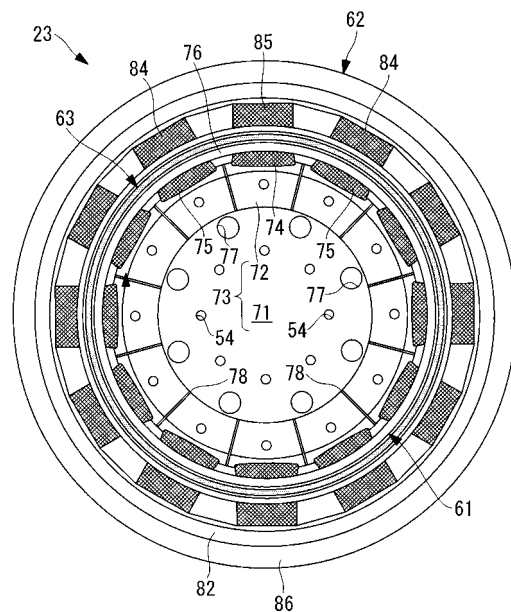
(54) 【発明の名称】 磁気カップリングおよびその組立方法

(57) 【要約】

【課題】例えば、船舶の推進用主機としてのディーゼルエンジン（内燃機関）の排熱回収用として設置した排熱回収型船舶推進装置を構成する排熱回収発電装置において、パワータービンの回転を減速機に伝達する磁気カップリングに適用されたとしても、破損することなく駆動力を正常に伝達すること。

【解決手段】インナーロータ61を構成する周壁72に、N極となる磁石74とS極となる磁石75との間に位置して、当該周壁72の外周面と内周面とを連通するとともに、当該周壁72の端面から前記インナーロータ61を構成する底板71の内側面まで延びるスリット78を、周方向に沿って複数個設けるようにした。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動側となる第 1 の回転軸に固定されて第 1 の回転軸とともに回転するインナーロータと、

従動側となる第 2 の回転軸に結合される、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備えたアウターヨークの内周面に、N 極となる磁石と、S 極となる磁石とが、周方向に沿って交互に配列されるとともに、前記第 2 の回転軸に固定されて第 2 の回転軸とともに回転するアウターロータと、

平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備えた円筒形状を呈するとともに、前記インナーロータの外側全体を覆うようにして前記インナーロータと前記アウターロータとの間に配置された隔壁と、を備えた磁気カップリングであって、

10

前記インナーロータは、前記第 1 の回転軸に結合される、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備え、この周壁の外周面に、N 極となる磁石と、S 極となる磁石とが、周方向に沿って交互に配列されるとともに、これら N 極となる磁石および S 極となる磁石の外周面に沿って、中空円筒形状を呈する内側保持リングが取り付けられたインナーヨークを具備しており、かつ、

前記インナーロータを構成する周壁には、前記 N 極となる磁石と前記 S 極となる磁石との間に位置して、当該周壁の外周面と内周面とを連通するとともに、当該周壁の端面から前記インナーロータを構成する底板の内側面まで延びるスリットが、周方向に沿って複数個設けられていることを特徴とする磁気カップリング。

20

【請求項 2】

前記インナーロータを構成する周壁が軸方向に伸長され、前記 N 極となる磁石、および前記 S 極となる磁石が、前記インナーロータを構成する周壁の外周面のみに取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気カップリング。

【請求項 3】

前記隔壁は、本体と、インナーカバーと、を備えた円筒形状を呈する部材であり、前記インナーロータの外側全体を覆うようにして前記インナーロータと前記アウターロータとの間に配置されているとともに、

前記本体の内周面と対向する前記インナーカバーの外周面、および / または前記インナーカバーの外周面と対向する前記本体の内周面に、冷却媒体の流路となる溝が設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の磁気カップリング。

30

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の磁気カップリング備えていることを特徴とする排熱回収型船舶推進装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の排熱回収型船舶推進装置を備えていることを特徴とする船舶。

【請求項 6】

駆動側となる第 1 の回転軸に固定されて第 1 の回転軸とともに回転するインナーロータと、

40

従動側となる第 2 の回転軸に結合される、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備えたアウターヨークの内周面に、N 極となる磁石と、S 極となる磁石とが、周方向に沿って交互に配列されるとともに、前記第 2 の回転軸に固定されて第 2 の回転軸とともに回転するアウターロータと、

平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備えた円筒形状を呈するとともに、前記インナーロータの外側全体を覆うようにして前記インナーロータと前記アウターロータとの間に配置された隔壁と、を備え、

前記インナーロータは、前記第 1 の回転軸に結合される、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備え、この周壁の外周面に、N 極となる磁石と、S 極となる磁石とが、周方向に沿って交互に配列されるとともに、これら N 極となる

50

磁石およびS極となる磁石の外周面に沿って、中空円筒形状を呈する内側保持リングが取り付けられたインナーヨークを具備しており、かつ、

前記インナーロータを構成する周壁には、前記N極となる磁石と前記S極となる磁石との間に位置して、当該周壁の外周面と内周面とを連通するとともに、当該周壁の端面から前記インナーロータを構成する底板の内側面まで延びるスリットが、周方向に沿って複数個設けられている磁気カップリングの組立方法であって、

前記インナーロータの外側全体を覆うようにして前記隔壁を組み付ける工程と、

前記隔壁の外側全体を覆うようにして前記アウターロータを組み付ける工程と、を備えていることを特徴とする磁気カップリングの組立方法。

【請求項7】

10

前記隔壁は、本体と、インナーカバーと、を備えた円筒形状を呈する部材であり、

前記本体の内周面と対向する前記インナーカバーの外周面、および/または前記インナーカバーの外周面と対向する前記本体の内周面に、冷却媒体の流路となる溝が設けられたものであることを特徴とする請求項6に記載の磁気カップリングの組立方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気カップリングに関し、例えば、タービンの回転を減速機に伝達する磁気カップリングおよびその組立方法に関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

駆動源の駆動力を非接触で回転機械に伝達する磁気カップリングとしては、例えば、特許文献1に開示されたものが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-164095号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

しかしながら、船舶の推進用主機としてのディーゼルエンジンの排熱回収用として設置した排熱回収型船舶推進装置を構成する排熱回収発電装置において、パワータービンの出力回転数は約1万回転/分になり、パワータービンの回転を減速機に伝達する磁気カップリングにおける発熱量は約3kWと推定される。そのため、上記排熱回収発電装置において、パワータービンの回転を減速機に伝達する磁気カップリングとして上記特許文献1に開示された磁気カップリングを適用したとしても、磁気カップリングにおける発熱量が多すぎて、磁気カップリングが冷却不足になり、隔離壁と駆動用磁石との間隔が変化し、甚だしい場合、駆動用磁石と隔離壁とが接触して磁気カップリングが破損したり、逆に駆動用磁石と隔離壁との間隔が広がって、カップリング部材(インナーロータ)の周囲に設けられた磁石に対する磁力が弱くなり、駆動力の伝達が正常にできなくなるという事態が生じるおそれがある。

40

【0005】

また、近年では、高速(約1万回転/分)で回転するカップリング部材(インナーロータ)により大きな遠心力が作用し、カップリング部材(インナーヨーク)の外周面に取り付けられた(貼り付けられた)駆動用磁石が剥がれて半径方向外側に飛散して、磁気カップリングが破損してしまうといった事態を回避するため、駆動用磁石の外周面に沿って、中空円筒形状を呈し、かつ、非磁性体(例えば、CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics)からなる内側保持リングを巻き付けるといったことが提案されている。

しかしながら、内側保持リングを駆動用磁石の外周面に沿って直接巻き付けていきながら製作することは難しく、中空円筒形状を呈する内側保持リングを別途作製し、別途作製

50

された内側保持リングを駆動用磁石の外周面に被せるようにして取り付けていくことになる。そのため、内側保持リングの内周面と、駆動用磁石の外周面との間に0.2mm程度の僅かな隙間ができ、駆動用磁石とカップリング部材(インナーヨーク)とを接合する接着剤の接着力が弱いところや、駆動用磁石とカップリング部材(インナーヨーク)とを接合する接着剤の不十分なところでは、駆動用磁石がカップリング部材(インナーヨーク)から剥がれて浮き上がり、カップリング部材(インナーヨーク)の回転が不安定になり、甚だしい場合、破損したり、駆動力の伝達が正常にできなくなるという事態が生じるおそれがある。

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、例えば、船舶の推進用主機としてのディーゼルエンジン(内燃機関)の排熱回収用として設置した排熱回収型船舶推進装置を構成する排熱回収発電装置において、パワータービンの回転を減速機に伝達する磁気カップリングに適用されたとしても、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる磁気カップリングおよびその組立方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明に係る磁気カップリングは、駆動側となる第1の回転軸に固定されて第1の回転軸とともに回転するインナーロータと、従動側となる第2の回転軸に結合される、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備えたアウターヨークの内周面に、N極となる磁石と、S極となる磁石とが、周方向に沿って交互に配列されるとともに、前記第2の回転軸に固定されて第2の回転軸とともに回転するアウターロータと、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備えた円筒形状を呈するとともに、前記インナーロータの外側全体を覆うようにして前記インナーロータと前記アウターロータとの間に配置された隔壁と、を備えた磁気カップリングであって、前記インナーロータは、前記第1の回転軸に結合される、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備え、この周壁の外周面に、N極となる磁石と、S極となる磁石とが、周方向に沿って交互に配列されるとともに、これらN極となる磁石およびS極となる磁石の外周面に沿って、中空円筒形状を呈する内側保持リングが取り付けられたインナーヨークを具備しており、かつ、前記インナーロータを構成する周壁には、前記N極となる磁石と前記S極となる磁石との間に位置して、当該周壁の外周面と内周面とを連通するとともに、当該周壁の端面から前記インナーロータを構成する底板の内側面まで延びるスリットが、周方向に沿って複数個設けられている。

【0008】

本発明に係る磁気カップリングによれば、遠心力によりインナーロータを構成する周壁が半径方向外側に拡がり、当該周壁に取り付けられた磁石の外周面が、その半径方向外側に位置する内側保持リングの内周面に押しつけられることになる。

これにより、駆動用磁石がインナーロータを構成する周壁から剥がれて浮き上がり、インナーロータの回転が不安定になるのを防止することができ、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる。

【0009】

上記磁気カップリングにおいて、前記インナーロータを構成する周壁が軸方向に伸長され、前記N極となる磁石、および前記S極となる磁石が、前記インナーロータを構成する周壁の外周面のみに取り付けられているとさらに好適である。

【0010】

このような磁気カップリングによれば、遠心力によりインナーロータを構成する周壁が半径方向外側により拡がり、当該周壁に取り付けられた磁石の外周面全体が、その半径方向外側に位置する内側保持リングの内周面により強く押しつけられることになる。

これにより、駆動用磁石がインナーロータを構成する周壁から剥がれて浮き上がり、インナーロータの回転が不安定になるのをより確実に防止することができ、破損することな

10

20

30

40

50

く駆動力を正常に伝達することができる。

【0011】

上記磁気カップリングにおいて、前記隔壁は、本体と、インナーカバーと、を備えた円筒形状を呈する部材であり、前記インナーロータの外側全体を覆うようにして前記インナーロータと前記アウターロータとの間に配置されているとともに、前記本体の内周面と対向する前記インナーカバーの外周面、および/または前記インナーカバーの外周面と対向する前記本体の内周面に、冷却媒体の流路となる溝が設けられているとさらに好適である。

【0012】

このような磁気カップリングによれば、インナーロータとアウターロータとの間に配置された隔壁を効果的かつ効率よく冷却することができ、その結果、当該磁気カップリングを効果的かつ効率よく冷却することができ、熱による破損を防止することができるとともに、駆動力の伝達が正常にできなくなるという事態を回避することができ、磁気カップリングの信頼性を向上させることができる。

10

【0013】

本発明に係る排熱回収型船舶推進装置は、上記いずれかの磁気カップリングを具備している。

【0014】

本発明に係る排熱回収型船舶推進装置によれば、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる磁気カップリングを具備しているので、当該排熱回収型船舶推進装置の信頼性を向上させることができる。

20

【0015】

本発明に係る船舶は、上記排熱回収型船舶推進装置を具備している。

【0016】

本発明に係る船舶によれば、排熱回収効率を向上させることができ、省エネルギー性を向上させることができる。

【0017】

本発明に係る磁気カップリングの組立方法は、駆動側となる第1の回転軸に固定されて第1の回転軸とともに回転するインナーロータと、従動側となる第2の回転軸に結合される、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備えたアウターヨークの内周面に、N極となる磁石と、S極となる磁石とが、周方向に沿って交互に配列されるとともに、前記第2の回転軸に固定されて第2の回転軸とともに回転するアウターロータと、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備えた円筒形状を呈するとともに、前記インナーロータの外側全体を覆うようにして前記インナーロータと前記アウターロータとの間に配置された隔壁と、を備え、前記インナーロータは、前記第1の回転軸に結合される、平面視円形状を呈する底板と、この底板の周縁部に立設された周壁と、を備え、この周壁の外周面に、N極となる磁石と、S極となる磁石とが、周方向に沿って交互に配列されるとともに、これらN極となる磁石およびS極となる磁石の外周面に沿って、中空円筒形状を呈する内側保持リングが取り付けられたインナーヨークを具備しており、かつ、前記インナーロータを構成する周壁には、前記N極となる磁石と前記S極となる磁石との間に位置して、当該周壁の外周面と内周面とを連通するとともに、当該周壁の端面から前記インナーロータを構成する底板の内側面まで延びるスリットが、周方向に沿って複数個設けられている磁気カップリングの組立方法であって、前記インナーロータの外側全体を覆うようにして前記隔壁を組み付ける工程と、前記隔壁の外側全体を覆うようにして前記アウターロータを組み付ける工程と、を備えている。

30

40

【0018】

本発明に係る磁気カップリングの組立方法によって組み立てられた磁気カップリングによれば、遠心力によりインナーロータを構成する周壁が半径方向外側に拡がり、当該周壁に取り付けられた磁石の外周面が、その半径方向外側に位置する内側保持リングの内周面

50

に押しつけられることになる。

これにより、駆動用磁石がインナーロータを構成する周壁から剥がれて浮き上がり、インナーロータの回転が不安定になるのを防止することができ、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる。

【0019】

上記磁気カップリングの組立方法において、前記隔壁は、本体と、インナーカバーと、を備えた円筒形状を呈する部材であり、前記本体の内周面と対向する前記インナーカバーの外周面、および/または前記インナーカバーの外周面と対向する前記本体の内周面に、冷却媒体の流路となる溝が設けられたものであるとさらに好適である。

【0020】

このような磁気カップリングの組立方法によって組み立てられた磁気カップリングによれば、インナーロータとアウターロータとの間に配置された隔壁を効果的かつ効率よく冷却することができ、その結果、当該磁気カップリングを効果的かつ効率よく冷却することができ、熱による破損を防止することができるとともに、駆動力の伝達が正常にできなくなるという事態を回避することができ、当該磁気カップリングの信頼性を向上させることができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る磁気カップリングおよびその組立方法によって組み立てられた磁気カップリングによれば、例えば、船舶の推進用主機としてのディーゼルエンジン（内燃機関）の排熱回収用として設置した排熱回収型船舶推進装置を構成する排熱回収発電装置において、パワータービンの回転を減速機に伝達する磁気カップリングに適用されたとしても、破損することなく駆動力を正常に伝達することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に係る排熱回収型船舶推進装置の概略構成図である。

【図2】本発明に係る排熱回収型船舶推進装置の概略構成図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る磁気カップリングを、その回転軸線を含む平面で切って拡大して示す断面図である。

【図4】図3のIV-IV矢視断面図である。

【図5】図3に示す隔壁のインナーカバーに着目した図である。

【図6】図3および図5に示すインナーカバーを展開して示す展開図である。

【図7】本発明の第1実施形態に係るインナーロータを半径方向外側から見た一部切開図である。

【図8】本発明の第1実施形態に係る減速機の入力軸のフランジを発電機の側から見た平面図である。

【図9】本発明の第1実施形態に係る磁気カップリングを減速機の側から見た平面図である。

【図10】本発明の第2実施形態に係る磁気カップリングを、その回転軸線を含む平面で切って拡大して示す断面図である。

【図11】図10に示すインナーカバーを展開して示す展開図である。

【図12】本発明の他の実施形態に係る図であって、インナーカバーの要部を拡大して示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

〔第1実施形態〕

以下、本発明の第1実施形態に係る磁気カップリング、例えば、船舶の推進用主機としてのディーゼルエンジン（内燃機関）の排熱回収用として設置した排熱回収型船舶推進装置を構成する排熱回収発電装置において、パワータービンの回転を減速機に伝達する磁気カップリングについて、図1から図9を参照しながら説明する。

10

20

30

40

50

図 1 または図 2 に示すように、本実施形態に係る排熱回収型船舶推進装置 1 は、排熱回収発電装置 2 を、船舶の推進用主機としてのディーゼルエンジン 3 の排熱回収用として設置したものである。

排熱回収発電装置 2 は、第 1 サイクル（循環経路）4 と第 2 サイクル（循環経路）5 の二つの有機流体経路を有する。第 1 サイクル 4 は、第 1 循環ポンプ 1 1 と、第 1 流量調整弁（図示せず）と、第 1 蒸発器（高圧蒸発器）1 2 と、パワータービン 1 3 と、凝縮器 1 4 と、を備えている。第 2 サイクル 5 は、第 2 循環ポンプ 2 1 と、第 2 流量調整弁（図示せず）と、第 2 蒸発器（低圧蒸発器）2 2 と、パワータービン 1 3 と、凝縮器 1 4 と、を備えている。パワータービン 1 3 には、磁気カップリング 2 3 および減速機 2 4 を介して発電機 2 5 が接続されている。

10

【0024】

第 1 サイクル 4 と第 2 サイクル 5 とは、パワータービン 1 3 から凝縮器 1 4 に至る配管において共通の通路とされ、凝縮器 1 4 からパワータービン 1 3 に至る配管においてそれぞれ別々の通路とされている。第 1 サイクル 4 内に存する有機流体（作動媒体）は、第 1 循環ポンプ 1 1 によって第 1 サイクル 4 内を循環し、第 2 サイクル 5 内に存する有機流体（作動媒体）は、第 2 循環ポンプ 2 1 によって第 2 サイクル 5 内を循環する。第 1 サイクル 4 の圧力および流量は、第 1 流量調整弁によって調整され、第 2 サイクル 5 の圧力および流量は、第 2 流量調整弁によって調整される。

【0025】

第 1 サイクル 4 と第 2 サイクル 5 の有機流体経路を流れる有機流体としては、イソペンタン、ブタン、プロパン等の低分子炭化水素や、冷媒として用いられる R 1 3 4 a、R 2 4 5 f a 等を用いることができる。第 1 サイクル 4 内に存する有機流体は、第 1 循環ポンプ 1 1、第 1 蒸発器 1 2、パワータービン 1 3、凝縮器 1 4 を順次通過して相変化を繰り返しながら循環する。第 2 サイクル 5 内に存する有機流体は、第 2 循環ポンプ 2 1、第 2 蒸発器 2 2、パワータービン 1 3、凝縮器 1 4 を順次通過して相変化を繰り返しながら循環する。

20

【0026】

第 1 蒸発器 1 2 は、第 1 排熱回収流路 3 1 を流れる熱媒水が第 1 空気冷却器 3 2 や排ガスエコノマイザ（排ガス熱交換器）3 3 にて回収した熱によって、第 1 循環ポンプ 1 1 から送られた液相の有機流体を加熱し、有機流体を気相に変化させる熱交換器である。なお、第 1 空気冷却器 3 2 は、熱媒水と熱交換することで、ディーゼルエンジン 3 のターボチャージャー（過給機）3 4 から吐出された圧縮空気を冷却する。また、排ガスエコノマイザ 3 3 は、熱媒水と熱交換することで、ディーゼルエンジン 3 から排出された排ガスを冷却する。

30

【0027】

第 2 蒸発器 2 2 は、第 1 排熱回収流路 3 1 を流れる熱媒水が第 1 空気冷却器 3 2 にて回収した熱によって、第 2 循環ポンプ 2 1 から送出された液相の有機流体を加熱し、有機流体を気相に変化させる熱交換器である。

なお、第 2 蒸発器 2 2 は、第 1 蒸発器 1 2 で有機流体を加熱した熱媒水の熱によって第 2 循環ポンプ 2 1 から送出された液相の有機流体を加熱することとしてもよい。

40

【0028】

パワータービン 1 3 には、第 1 サイクル 4 の第 1 蒸発器 1 2 で蒸発した有機流体と、第 2 サイクル 5 の第 2 蒸発器 2 2 で蒸発した有機流体とが導入される。そして、パワータービン 1 3 は、第 1 蒸発器 1 2 によって蒸発した有機流体の熱落差（エンタルピー落差）と、第 2 蒸発器 2 2 によって蒸発した有機流体の熱落差（エンタルピー落差）とによって回転駆動される。

【0029】

パワータービン 1 3 の回転動力は、磁気カップリング 2 3 および減速機 2 4 を介して発電機 2 5 に伝達され、発電機 2 5 にて電力が得られるようになっている。発電機 2 5 で得られた電力は、図示しない電力線を介して船内系統へと供給される。パワータービン 1 3

50

を通過した有機流体は、凝縮器 14 にて海水によって冷却されて凝縮液化する。凝縮液化した有機流体は、第 1 循環ポンプ 11 によって第 1 蒸発器 12 へと送られ、第 2 循環ポンプ 21 によって第 2 蒸発器へと送られる。

【0030】

つぎに、第 1 排熱回収流路 31 について説明する。

第 1 排熱回収流路 31 は閉回路とされており、熱媒水を循環させるための排熱回収用ポンプ 41 が設けられている。この排熱回収用ポンプ 41 によって、熱媒水は、第 1 空気冷却器 32、排ガスエコノマイザ 33、第 1 蒸発器 12、第 2 蒸発器 22 と熱交換するように循環する。第 1 蒸発器 12、第 2 蒸発器 22 にて冷却された熱媒水は、減圧弁（図示せず）を介して大気圧ドレンタンク 42 に回収される。排熱回収用ポンプ 41 から第 1 蒸発器 12、第 2 蒸発器 22 に送られる熱媒水の流量は、第 1 排熱回収流路 31 に設けられた給水制御弁 43 で調整される。

10

【0031】

第 1 蒸発器 12 の熱媒水入口温度は、例えば、約 196、熱媒水出口温度は、例えば、約 70 とされる。この第 1 蒸発器 12 にて、熱媒水によって有機流体が蒸発させられる。

【0032】

排ガスエコノマイザ 33 の高温側（排ガス流れ上流側）には、コンボジットボイラ 44 が設けられている。コンボジットボイラ 44 は、蒸気ドラム 45 と循環ポンプ 46 と蒸発器 47 と、を備えている。蒸気ドラム 45 内の水は蒸発器 47 に送られ、蒸発器 47 にて排ガスと熱交換して蒸発する。

20

【0033】

蒸発器 47 にて蒸発した蒸気は、蒸気ドラム 45 へと導かれる。この蒸気ドラム 45 の上方に滞留する蒸気は、補助装置（油加熱機、タンクヒーティング等）へと導かれ、その後大気圧ドレンタンク 42 に回収される。蒸気ドラム 45 内の水位は、蒸気ドラムレベル制御弁 48 によって調整され、大気圧ドレンタンク 42 から蒸気ドラム 45 へボイラ給水ポンプ 49 によって水が供給される。

【0034】

つづいて、排熱回収発電装置 2 の動作について説明する。

ディーゼルエンジン 3 のターボチャージャ 34 によって圧縮された空気は、第 1 空気冷却器 32 と第 2 空気冷却器 50 によって冷却される。この際に第 1 空気冷却器 32 内を流れる第 1 排熱回収流路 31 の熱媒水が圧縮空気によって昇温させられることによって、熱媒水は圧縮空気から熱を回収する。第 1 空気冷却器 32 にて熱回収した後の熱媒水温度は、例えば、約 142 とされる。

30

【0035】

ディーゼルエンジン 3 から排出された排ガスは、コンボジットボイラ 44 の蒸発器 47 と排ガスエコノマイザ 33 によって冷却される。この際に排ガスエコノマイザ 33 を流れる第 1 排熱回収流路 31 の熱媒水が排ガスによって昇温させられることによって、熱媒水は排ガスから熱を回収する。排ガスエコノマイザ 33 にて熱回収した後の熱媒水温度は、例えば、約 196 とされる。

40

【0036】

第 1 空気冷却器 32 と排ガスエコノマイザ 33 で排熱を回収して高温となった熱媒水は、第 1 蒸発器 12 へ導かれ、一方、第 1 空気冷却器 32 で排熱を回収して高温となった熱媒水の一部は、第 2 蒸発器 22 へと導かれ、第 1 サイクル 4 および第 2 サイクル 5 を循環する有機流体と熱交換する。有機流体は、第 1 蒸発器 12、第 2 蒸発器 22 にて熱媒水の顕熱によって加熱され蒸発気化する。

【0037】

蒸発気化して高エンタルピとなった有機流体は、パワータービン 13 へと導かれ、その熱落差によってパワータービン 13 を回転駆動させる。パワータービン 13 の回転出力を得て、発電機 25 にて発電が行われる。パワータービン 13 にて仕事を終えた有機流体（

50

気相)は、凝縮器14へと導かれ海水等の冷却水によって冷却されることにより凝縮液化する。

【0038】

さて、図3または図4に示すように、本実施形態に係る排熱回収型船舶推進装置1を構成する排熱回収発電装置2において、パワータービン13の回転を減速機24に伝達する磁気カップリング23は、インナーロータ(インナーカップリング部材)61と、アウトロータ(アウトカップリング部材)62と、隔壁(包囲部材)63と、スペーサ(風損防止部材)64と、マグネット押さえ65と、を備えている。

【0039】

インナーロータ61は、駆動側となるパワータービン13のロータ軸(第1の回転軸)13aに結合される、平面視円形状を呈する底板71と、底板71の周縁部に立設された周壁72と、を備えたインナーヨーク73の外周面(より詳しくは、底板71および周壁72の外周面)に、N極となる磁石(ネオジウム磁石)74と、S極となる磁石(ネオジウム磁石)75とが、周方向に沿って交互に配列されたものであり、パワータービン13のロータ軸13aに固定されてロータ軸13aとともに回転する。

また、磁石74および磁石75の外周面には、これら磁石74および磁石75の外周面に沿って、中空円筒形状を呈し、かつ、非磁性体(例えば、CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics)からなる厚み2~7mm程度の内側保持リング76が巻き付けられている。

【0040】

インナーヨーク73の底板71には、板厚方向に貫通して、パワータービン13の側に位置する端面と、減速機24の側に位置する端面とを連通して冷却穴となる貫通穴77が、周方向に沿って複数個(本実施形態では45度間隔で8個)設けられている。

周壁72には、磁石74と磁石75との間に位置して、周壁72の外周面と内周面とを連通するとともに、減速機24の側に位置する端面から底板71の内側面(後述する底板96と対向する端面)まで延びる、幅0.5mm程度のスリット78が、周方向に沿って複数個(本実施形態では30度間隔で12個)設けられている。

なお、図3または図4中の符号52および53はそれぞれ、ロータ軸13aとインナーヨーク73とを結合するリーマボルトおよびナット、符号54および55はそれぞれ、リーマボルト52が挿通されるリーマボルト穴である。

【0041】

アウトロータ62は、従動側となる減速機24の入力軸(第2の回転軸)24aに結合される、平面視円形状を呈する底板81と、底板81の周縁部に立設された周壁82と、を備えたアウトヨーク83の内周面(より詳しくは、周壁82の内周面)に、N極となる磁石(ネオジウム磁石)84と、S極となる磁石(ネオジウム磁石)85とが、周方向に沿って交互に配列されたものであり、減速機24の入力軸24aに固定されて入力軸24aとともに回転する。

また、周壁82の外周面全体には、周壁82の外周面に沿って、中空円筒形状を呈し、かつ、非磁性体(例えば、CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics)からなる厚み15mm程度の外側保持リング86が巻き付けられている。

なお、図3または図4中の符号56および57はそれぞれ、アウトヨーク83と減速機24の入力軸24aとを結合するリーマボルトおよびナット、符号58および59はそれぞれ、リーマボルト56が挿通されるリーマボルト穴である。

【0042】

隔壁63は、本体91と、インナーカバー92と、を備えた円筒形状を呈する部材であり、インナーロータ61の外側全体を覆うようにしてインナーロータ61とアウトロータ62との間に配置されている。また、図5にも示すように、底板91と反対の側に位置する周壁92の端面には、半径方向外側に向かって拡径するフランジ93が連続するようにして設けられている。

【0043】

10

20

30

40

50

本体 9 1 は、平面視円形状を呈する底板 9 4 と、底板 9 4 の周縁部に立設された周壁 9 5 と、を備えた円筒形状を呈し、かつ、非磁性体（例えば、FRP：Fiber Reinforced Plastics）からなる部材であり、インナーカバー 9 2 の外側全体を覆うようにして配置されている。また、図 5 にも示すように、底板 9 4 と反対の側に位置する周壁 9 5 の端面には、半径方向外側に向かって拡径するフランジ 9 3 が連続するようにして設けられている。

インナーカバー 9 2 は、平面視円形状を呈する底板 9 6 と、底板 9 6 の周縁部に立設された周壁 9 7 と、を備えた円筒形状を呈し、かつ、非磁性体（例えば、FRP：Fiber Reinforced Plastics）からなる部材であり、本体 9 1 の内側全体を覆うようにして配置されている。また、図 5 にも示すように、底板 9 6 と反対の側に位置する周壁 9 7 の端面には、半径方向外側に向かって拡径するフランジ 9 3 が連続するようにして設けられている。

10

【 0 0 4 4 】

フランジ 9 3 には、板厚方向に貫通する貫通穴（図示せず）が周方向に沿って複数個設けられている。隔壁 6 3 は、上記貫通穴に挿通されるボルト（図示せず）を介して、ロータ軸 1 3 a の軸方向における中央部を軸受け支持する軸受台 9 8（図 2 参照）の、減速機 2 4 の側に位置する端面に固定され、その内部には密閉空間が形成されるようになっている。

【 0 0 4 5 】

また、図 9 にも示すように、フランジ 9 3 の底部には、板厚方向と直交する方向（図 3 および図 5 における上下方向）に貫通する貫通穴 1 0 1 が 1 個設けられており、貫通穴 1 0 1 には、一端（上流端）が、第 2 蒸発器 2 2（図 2 参照）の出口に接続された冷却媒体供給管 1 0 2 の他端（下流端）が、入口エルボ管 1 0 3 を介して接続されている。

20

一方、フランジ 9 3 の頂部には、板厚方向と直交する方向（図 3 および図 5 における上下方向）に貫通する貫通穴 1 0 4 が 1 個設けられており、貫通穴 1 0 4 には、一端（下流端）が、凝縮器 1 4（図 2 参照）の入口に接続された冷却媒体戻り管 1 0 5 の他端（上流端）が、出口エルボ管 1 0 6 を介して接続されている。

【 0 0 4 6 】

ここで、図 6 に示すように、周壁 9 5 の下半部における内側面と対向する周壁 9 7 の外側面、底板 9 4 の内側面と対向する底板 9 6 の外側面、および周壁 9 5 の上半部における内側面と対向する周壁 9 7 の外側面にはそれぞれ、貫通穴 1 0 1 の出口端から流入した冷却媒体を、貫通穴 1 0 4 の入口端に導く溝 1 1 0 が設けられている。

30

溝 1 1 0 は、エッチング等により形成されて冷却媒体の流路となる断面視矩形形状を呈する凹所であり、周壁 9 5 の下半部における内側面と対向する周壁 9 7 の外側面に設けられた（第 1 の）流路 1 1 1 と、底板 9 4 の内側面と対向する底板 9 6 の外側面に設けられた（第 2 の）流路 1 1 2 と、周壁 9 5 の上半部における内側面と対向する周壁 9 7 の外側面に設けられた（第 3 の）流路 1 1 3 と、を備えている。

【 0 0 4 7 】

流路 1 1 1 は、周壁 9 7 の底部において軸方向（図 3 および図 5 における左右方向）に沿って延びる 1 本の（第 1 の）軸方向流路 1 2 1 と、周壁 9 7 の一側部において軸方向に沿って延びる 1 本の（第 2 の）軸方向流路 1 2 2 と、周壁 9 7 の他側部において軸方向に沿って延びる 1 本の（第 3 の）軸方向流路 1 2 3 と、周壁 9 7 の周方向に沿って延びて軸方向流路 1 2 1 と軸方向流路 1 2 2 とを連通する複数本（本実施形態では 2 8 本）の（第 1 の）周方向流路 1 2 4 と、周壁 9 7 の周方向に沿って延びて軸方向流路 1 2 1 と軸方向流路 1 2 3 とを連通する複数本（本実施形態では 2 8 本）の（第 2 の）周方向流路 1 2 5 と、を備えている。

40

なお、軸方向流路 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3、および周方向流路 1 2 4 , 1 2 5 の流路幅はいずれも、上流端から下流端にかけて一定となるように形成されている。

また、図 6 中の符号 1 1 4 は、冷却媒体供給管 1 0 2 を介して供給される冷却媒体が流入してくる穴（入口）を示している。

【 0 0 4 8 】

流路 1 1 3 は、周壁 9 7 の頂部において軸方向（図 3 および図 5 における左右方向）に

50

沿って延びる 1 本の (第 1 の) 軸方向流路 1 3 1 と、周壁 9 7 の一側部において軸方向に沿って延びる 1 本の (第 2 の) 軸方向流路 1 3 2 と、周壁 9 7 の他側部において軸方向に沿って延びる 1 本の (第 3 の) 軸方向流路 1 3 3 と、周壁 9 7 の周方向に沿って延びて軸方向流路 1 3 1 と軸方向流路 1 3 2 とを連通する複数本 (本実施形態では 2 8 本) の (第 1 の) 周方向流路 1 3 4 と、周壁 9 7 の周方向に沿って延びて軸方向流路 1 3 1 と軸方向流路 1 3 3 とを連通する複数本 (本実施形態では 2 8 本) の (第 2 の) 周方向流路 1 3 5 と、を備えている。

なお、軸方向流路 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 、および周方向流路 1 3 4 , 1 3 5 の流路幅はいずれも、上流端から下流端にかけて一定となるように形成されている。

また、図 6 中の符号 1 1 5 は、冷却媒体が流出していく穴 (出口) を示しており、穴 1 1 5 から流出した冷却媒体は、冷却媒体戻り管 1 0 5 を介して凝縮器 1 4 へと供給される。

そして、軸方向流路 1 2 2 と軸方向流路 1 3 2 とは連通し、軸方向流路 1 2 3 と軸方向流路 1 3 3 とは連通している。

また、周壁 9 7 の下半部における上流端、および周壁 9 7 の上半部における下流端には、周方向に沿って連続する 1 本の仕切壁 1 4 7 が設けられている。

【 0 0 4 9 】

流路 1 1 2 は、底板 9 6 の下端から上端に向かって延びて軸方向流路 1 2 1 と軸方向流路 1 3 1 とを連通する 1 本の上下方向流路 1 4 1 と、底板 9 6 の一側から他側に向かって延びて底板 9 6 の径方向における中心部において上下方向流路 1 4 1 と直交する 1 本の左右方向流路 1 4 2 と、周方向に沿って延びて底板 9 6 の下半部における一側部において上下方向流路 1 4 1 と左右方向流路 1 4 2 とを連通する複数本 (本実施形態では 1 4 本) の (第 1 の) 周方向流路 1 4 3 と、周方向に沿って延びて底板 9 6 の下半部における他側部において上下方向流路 1 4 1 と左右方向流路 1 4 2 とを連通する複数本 (本実施形態では 1 4 本) の (第 2 の) 周方向流路 1 4 4 と、周方向に沿って延びて底板 9 6 の上半部における一側部において左右方向流路 1 4 2 と上下方向流路 1 4 1 とを連通する複数本 (本実施形態では 1 4 本) の (第 3 の) 周方向流路 1 4 5 と、周方向に沿って延びて底板 9 6 の上半部における他側部において左右方向流路 1 4 2 と上下方向流路 1 4 1 とを連通する複数本 (本実施形態では 1 4 本) の (第 4 の) 周方向流路 1 4 6 と、を備えている。

なお、上下方向流路 1 4 1 、左右方向流路 1 4 2 、および周方向流路 1 4 3 , 1 4 4 , 1 4 5 , 1 4 6 の流路幅はいずれも、上流端から下流端にかけて一定となるように形成されている。

また、本体 9 1 と、インナーカバー 9 2 とは、接着剤等を介して接合されており、冷却媒体は、溝 1 1 0 内のみを流通するようになっている。

【 0 0 5 0 】

スペーサ 6 4 は、平面視円形状を呈する底板 1 5 1 と、底板 1 5 1 の周縁部に立設された周壁 1 5 2 と、を備えた円筒形状を呈し、かつ、金属材料 (例えば、アルミニウム) からなる部材である。スペーサ 6 4 は、底板 1 5 1 の外側面 (図 3 において右側に位置する面) と、アウターヨーク 8 3 を構成する底板 8 1 の内上面 (図 3 において左側に位置する面) とが接し、周壁 1 5 2 の外側面と、アウターヨーク 8 3 を構成する周壁 8 2 の内側面とが接するとともに、周壁 1 5 2 の先端面 (図 3 において左側に位置する端面) と、磁石 8 4 , 8 5 の一端面 (図 3 において右側に位置する端面) との間所定の隙間 (磁石 8 4 , 8 5 の熱伸びを吸収する隙間) が形成されるようにして、一本のボルト 1 5 3 を介して底板 8 1 に固定されている。

【 0 0 5 1 】

底板 1 5 1 の径方向における中心部には、ボルト 1 5 3 の頭部の頂面と、底板 1 5 1 の内側面 (図 3 において左側に位置する面) とが同一平面を形成するようにして、ボルト 1 5 3 の頭部の全体と軸部の一部を収容する貫通穴 1 5 4 が設けられている。

底板 8 1 の径方向における中心部には、貫通穴 1 5 4 と連通するとともに、ボルト 1 5 3 の軸部外周面に形成された雄ねじ部 (図示せず) と螺合する雌ねじ部 (図示せず) を備

10

20

30

40

50

えたボルト穴 155 が設けられている。

【0052】

アウターヨーク 83 と減速機 24 の入力軸 24a とは、底板 81 に設けられたリーマボルト穴 59、および入力軸 24a のフランジ 24b に設けられたリーマボルト穴 58 に挿通される複数本（本実施形態では 8 本）のリーマボルト 56 と、リーマボルト 56 の軸部外周面に形成された雄ねじ部（図示せず）と螺合する雌ねじ部（図示せず）を備えたナット 57 とを介して結合されている。

底板 151 には、リーマボルト穴 59 と連通するとともに、ナット 57 の頂面と、底板 151 の内側面とが同一平面を形成するようにして、ナット 57 の全体を収容する貫通穴 156 が設けられている。

【0053】

底板 81、151 およびフランジ 24b には、リーマボルト穴 58、59 および貫通穴 156 の他に、隔壁 63 を構成する底板 94 と、底板 151 との間に形成された内部空間と、アウターヨーク 83 の外側に存する外部空間とを連通する貫通穴（冷却穴）157（図 8 参照）が、周方向に沿って複数個（本実施形態では 8 個）設けられている。

【0054】

マグネット押さえ 65 は、周壁 161 と、底板 162 と、を備えている。

周壁 161 は、中空円筒形状を呈し、かつ、金属材料（例えば、SUS304）からなる部材であり、周壁 82 の内周面に配列された磁石 84 および磁石 85 の内周面に沿って、磁石 84 および磁石 85 の内周面全体を覆う（内周面全体と接する）ようにして取り付けられている。

【0055】

底板 162 は、平面視環形状を呈し、かつ、金属材料（例えば、SUS304）からなる板状の部材であり、磁石 84 および磁石 85 の他端面（図 3 において左側に位置する端面）を覆う（他端面と接する）とともに、周壁 161 の一端面（図 3 において左側に位置する端面）から半径方向外側に向かって拡径するように、その半径方向内側に位置する内周縁部が、周壁 161 の一端面に接続されている。

底板 162 の半径方向外側に位置する外周縁部と、周壁 82 の内周面とは、点溶接によって結合されている。結合はねじ止め、接着剤による結合等の機械的接合、圧接、融接等の冶金的接合でよいが、特に点溶接が望ましい。

【0056】

なお、図 7 に示すように、本実施形態において、磁石 74 および磁石 75 は、その両側面（図 7 において上側および下側に位置する側面）が、図 7 において左右方向に延びるインナーヨーク 73 の回転軸線と平行になるようにして配置されている。

【0057】

また、冷却媒体戻り管 105 の途中には三方切替弁 171 が設けられている。三方切替弁 171 の入口および（第 1 の）出口は、冷却媒体戻り管 105 と接続され、三方切替弁 171 の（第 2 の）出口は、ドレン管 172 の上流端に接続されている。ドレン管 172 は、冷却媒体戻り管 105 を介して凝縮器 14 に戻される冷却媒体の一部をドレンタンク 173 に導く配管であり、ドレン管 172 の途中には、各部（各所）から出たドレンを回収するドレン回収管 174 の下流端が接続されている。

【0058】

ドレンタンク 173 には、ドレンタンク 173 内に溜まった液相の冷却媒体を冷却媒体供給管 102 の途中に導く冷却媒体補充管 175 と、気化した冷却媒体を凝縮器 14 に戻してドレンタンク 173 内の圧力を均一に保つ均圧管 176 と、ドレンタンク 173 内の冷却媒体の液量を検出して、三方切替弁 171 に指令信号を出力するレベル計 177 とが接続されている。

冷却媒体補充管 175 の途中には、上流側から下流側に向かって液相の冷却媒体を圧送するポンプ 178 と、流量制御弁 179 とが設けられている。

なお、三方切替弁 171 および流量制御弁 179、ポンプ 178 はそれぞれ、ドレンタ

10

20

30

40

50

ンク 173 内に貯留される液相の冷却媒体のレベル（液位）が所定の範囲内に存するように、レベル計 177 から出力された指令信号に基づいて開閉、運転・停止される。

【0059】

本実施形態に係る磁気カップリング 23 によれば、遠心力によりインナーロータ 61 を構成する周壁 72 が遠心力により半径方向外側に拡がり、当該周壁 72 に取り付けられた磁石 74, 75 の外周面が、その半径方向外側に位置する内側保持リング 76 の内周面に押しつけられることになる。

これにより、駆動用磁石 74, 75 がインナーロータ 61 を構成する周壁 72 から剥がれて浮き上がり、インナーロータ 61 の回転が不安定になるのを防止することができ、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる。

10

【0060】

また、本実施形態に係る磁気カップリング 23 によれば、インナーロータ 61 とアウターロータ 62 との間に配置された隔壁 63 を効果的かつ効率よく冷却することができ、その結果、当該磁気カップリング 23 を効果的かつ効率よく冷却することができ、熱による破損を防止することができるとともに、駆動力の伝達が正常にできなくなるという事態を回避することができ、当該磁気カップリング 23 の信頼性を向上させることができる。

【0061】

本実施形態に係る磁気カップリング 23 を具備した排熱回収型船舶推進装置 1 によれば、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる磁気カップリング 23 を具備しているので、当該排熱回収型船舶推進装置 1 の信頼性を向上させることができる。

20

【0062】

本実施形態に係る排熱回収型船舶推進装置 1 を具備した船舶によれば、排熱回収効率を向上させることができ、省エネルギー性を向上させることができる。

【0063】

本実施形態に係る磁気カップリング 23 の組立方法は、インナーロータ 61 の外側全体を覆うようにして隔壁 63 を組み付ける工程と、隔壁 63 の外側全体を覆うようにしてアウターロータ 62 を組み付ける工程と、を備えている。

そして、このようにして組み立てられた磁気カップリング 23 によれば、遠心力によりインナーロータ 61 を構成する周壁 72 が半径方向外側に拡がり、当該周壁 72 に取り付けられた磁石 74, 75 の外周面が、その半径方向外側に位置する内側保持リング 76 の内周面に押しつけられることになる。

30

これにより、駆動用磁石 74, 75 がインナーロータ 61 を構成する周壁 72 から剥がれて浮き上がり、インナーロータ 61 の回転が不安定になるのを防止することができ、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる。

また、このようにして組み立てられた磁気カップリング 23 によれば、インナーロータ 61 とアウターロータ 62 との間に配置された隔壁 63 を効果的かつ効率よく冷却することができ、その結果、当該磁気カップリング 23 を効果的かつ効率よく冷却することができ、熱による破損を防止することができるとともに、駆動力の伝達が正常にできなくなるという事態を回避することができ、当該磁気カップリング 23 の信頼性を向上させることができる。

40

【0064】

〔第 2 実施形態〕

本発明の第 2 実施形態に係る磁気カップリングについて、図 10 を参照しながら説明する。

本実施形態に係る磁気カップリング 200 は、インナーロータ（インナーカップリング部材）61 の代わりにインナーロータ（インナーカップリング部材）201 を備えているという点で上述した第 1 実施形態のものと異なる。

なお、上述した第 1 実施形態と同一の部材には同一の符号を付し、その部材についての説明は省略する。

【0065】

50

インナーロータ201は、駆動側となるパワータービン13のロータ軸（第1の回転軸）13aに結合される、平面視円形状を呈する底板71と、底板71の周縁部に立設された周壁202と、を備えたインナーヨーク203と、N極となる磁石（ネオジウム磁石）74と、S極となる磁石（ネオジウム磁石）75と、を備えている。

周壁202は、第1実施形態のところで説明した周壁72が軸方向に沿って延長（伸長）されたものである。また、周壁202の外周面のみ、N極となる磁石（ネオジウム磁石）74と、S極となる磁石（ネオジウム磁石）75とが、周方向に沿って交互に配列されることになる。

また、周壁202には、磁石74と磁石75との間に位置して、周壁202の外周面と内周面とを連通するとともに、減速機24の側に位置する端面から底板71の内側面（底板96と対向する端面）まで延びる、幅0.5mm程度のスリット（第1実施形態のところで説明したスリット78と同様のもの）が、周方向に沿って複数個（本実施形態では30度間隔で12個）設けられている。

【0066】

本実施形態に係る磁気カップリング200によれば、周壁202は、周壁72が軸方向に沿って延長（伸長）されているため、遠心力によりインナーロータ201を構成する周壁202が半径方向外側により拡がり、当該周壁202に取り付けられた磁石74, 75の外周面全体が、その半径方向外側に位置する内側保持リング76の内周面により強く押しつけられることになる。

これにより、駆動用磁石74, 75がインナーロータ201を構成する周壁202から剥がれて浮き上がり、インナーロータ201の回転が不安定になるのをより確実に防止することができ、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる。

【0067】

本実施形態に係る磁気カップリング200を具備した排熱回収型船舶推進装置1によれば、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる磁気カップリング200を具備しているので、当該排熱回収型船舶推進装置1の信頼性を向上させることができる。

【0068】

本実施形態に係る排熱回収型船舶推進装置1を具備した船舶によれば、排熱回収効率を向上させることができ、省エネルギー性を向上させることができる。

【0069】

本実施形態に係る磁気カップリング200の組立方法は、インナーロータ201の外側全体を覆うようにして隔壁63を組み付ける工程と、隔壁63の外側全体を覆うようにしてアウターロータ62を組み付ける工程と、を備えている。

そして、このようにして組み立てられた磁気カップリング200によれば、遠心力によりインナーロータ201を構成する周壁202が半径方向外側に拡がり、当該周壁202に取り付けられた磁石74, 75の外周面が、その半径方向外側に位置する内側保持リング76の内周面に押しつけられることになる。

これにより、駆動用磁石74, 75がインナーロータ201を構成する周壁202から剥がれて浮き上がり、インナーロータ201の回転が不安定になるのを防止することができ、破損することなく駆動力を正常に伝達することができる。

【0070】

〔第3実施形態〕

本発明の第3実施形態に係る磁気カップリングについて、図11を参照しながら説明する。

本実施形態に係る磁気カップリングは、本体91と、インナーカバー92と、を備えた隔壁63の代わりに、本体91と、インナーカバー301と、を備えた隔壁を具備しているという点で上述した第1実施形態および第2実施形態のものと異なる。

なお、上述した第1実施形態および第2実施形態と同一の部材には同一の符号を付し、その部材についての説明は省略する。

【0071】

10

20

30

40

50

インナーカバー 301 は、平面視円形状を呈する底板 96 と、底板 96 の周縁部に立設された周壁 302 と、を備えた円筒形状を呈し、かつ、非磁性体（例えば、FRP：Fiber Reinforced Plastics）からなる部材であり、本体 91 の内側全体を覆うようにして配置されている。また、底板 96 と反対の側に位置する周壁 302 の端面には、半径方向外側に向かって拡径するフランジ 93（図 3、図 5 および図 9 参照）が連続するようにして設けられている。

【0072】

図 11 に示すように、周壁 95 の下半部における内側面と対向する周壁 302 の外側面、底板 94 の内側面と対向する底板 96 の外側面、および周壁 95 の上半部における内側面と対向する周壁 302 の外側面にはそれぞれ、貫通穴 101 の出口端から流入した冷却媒体を、貫通穴 104 の入口端に導く溝 310 が設けられている。

溝 310 は、エッチング等により形成されて冷却媒体の流路となる断面視矩形形状を呈する凹所であり、周壁 95 の下半部における内側面と対向する周壁 302 の外側面に設けられた（第 1 の）流路 311 と、底板 94 の内側面と対向する底板 96 の外側面に設けられた（第 2 の）流路 112 と、周壁 95 の上半部における内側面と対向する周壁 302 の外側面に設けられた（第 3 の）流路 313 と、を備えている。

【0073】

流路 311 は、周壁 302 の底部において軸方向に沿って延びるとともに平面視二等辺三角形形状を呈する 1 本の（第 1 の）軸方向流路 321 と、周壁 302 の一側部において軸方向に沿って延びる 1 本の（第 2 の）軸方向流路 122 と、周壁 302 の他側部において軸方向に沿って延びる 1 本の（第 3 の）軸方向流路 123 と、周壁 302 の周方向に沿って延びて軸方向流路 321 と軸方向流路 122 とを連通する複数本（本実施形態では 28 本）の（第 1 の）周方向流路 324 と、周壁 302 の周方向に沿って延びて軸方向流路 321 と軸方向流路 123 とを連通する複数本（本実施形態では 28 本）の（第 2 の）周方向流路 325 と、を備えている。

なお、軸方向流路 122、123、および周方向流路 124、125 の流路幅はいずれも、上流端から下流端にかけて一定となるように形成され、軸方向流路 321 の流路幅は、上流端から下流端にかけて先細となるように（徐々に狭まるように）形成されている。

また、図 11 中の符号 314 は、冷却媒体供給管 102 を介して供給される冷却媒体が流入してくる穴（入口）を示している。

【0074】

流路 313 は、周壁 302 の頂部において軸方向に沿って延びるとともに平面視二等辺三角形形状を呈する 1 本の（第 1 の）軸方向流路 331 と、周壁 302 の一側部において軸方向に沿って延びる 1 本の（第 2 の）軸方向流路 132 と、周壁 302 の他側部において軸方向に沿って延びる 1 本の（第 3 の）軸方向流路 133 と、周壁 302 の周方向に沿って延びて軸方向流路 331 と軸方向流路 132 とを連通する複数本（本実施形態では 28 本）の（第 1 の）周方向流路 334 と、周壁 302 の周方向に沿って延びて軸方向流路 331 と軸方向流路 133 とを連通する複数本（本実施形態では 28 本）の（第 2 の）周方向流路 335 と、を備えている。

なお、軸方向流路 132、133、および周方向流路 334、335 の流路幅はいずれも、上流端から下流端にかけて一定となるように形成され、軸方向流路 331 の流路幅は、上流端から下流端にかけて末広がりとなるように（徐々に拡がるように）形成されている。

また、図 11 中の符号 315 は、冷却媒体が流出していく穴（出口）を示しており、穴 315 から流出した冷却媒体は、冷却媒体戻り管 105 を介して凝縮器 14 へと供給される。

そして、軸方向流路 122 と軸方向流路 132 とは連通し、軸方向流路 123 と軸方向流路 133 とは連通している。

また、周壁 302 の下半部における上流端、および周壁 302 の上半部における下流端には、周方向に沿って連続する 1 本の仕切壁 147 が設けられている。

そして、本体 9 1 と、インナーカバー 3 0 2 とは、接着剤等を介して接合されており、冷却媒体は、溝 3 1 0 内のみを流通するようになっている。

【 0 0 7 5 】

本実施形態に係る磁気カップリングによれば、軸方向流路 3 2 1 から周方向流路 3 2 4 , 3 2 5 のそれぞれに流れ込む冷却媒体の均一化を図ることができ、隔壁をより効果的かつ効率よく冷却することができる。

その他の作用効果は、上述した第 1 実施形態および第 2 実施形態と同じであるので、ここでは省略する。

【 0 0 7 6 】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、適宜必要に応じて変形・変更して実施することもできる。

例えば、上述した第 1 実施形態における周方向流路 1 2 4 , 1 2 5 の上流端、および上述した第 2 実施形態における周方向流路 3 2 4 , 3 2 5 の上流端が、図 1 2 に示すように、軸方向流路 1 2 1 , 3 2 1 の上流側に向かって傾けられているとさらに好適である。

これにより、軸方向流路 3 2 1 から周方向流路 3 2 4 , 3 2 5 のそれぞれに流れ込む冷却媒体の均一化をより図ることができ、隔壁をより効果的かつ効率よく冷却することができる。

なお、図 1 2 は、周方向流路 3 2 4 の上流端が、軸方向流路 3 2 1 の上流側に向かって傾けられたものを示している。

【 0 0 7 7 】

また、上述した第 1 実施形態では、周壁 7 2 を備えたインナーロータ 6 1、およびインナーカバー 9 2 を備えた隔壁 6 3 の双方を具備した磁気カップリング 2 3 を説明し、上述した第 2 実施形態では、周壁 2 0 2 を備えたインナーロータ 2 0 1、およびインナーカバー 9 2 を備えた隔壁 6 3 の双方を具備した磁気カップリング 2 0 0 を説明した。

しかしながら、本発明において、インナーロータ 6 1 および隔壁 6 3 の双方、インナーロータ 2 0 1 および隔壁 6 3 の双方を具備していることは必須の要件ではなく、インナーロータ 6 1 および隔壁 6 3 のいずれか一方のみ、インナーロータ 2 0 1 および隔壁 6 3 のいずれか一方のみを具備していればよい。

【 0 0 7 8 】

さらに、上述した第 1 実施形態では、溝 1 1 0 がインナーカバー 9 2 の外側面に形成され、上述した第 2 実施形態では、溝 3 1 0 がインナーカバー 3 0 1 の外側面に形成されたものを一具体例として挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、溝 1 1 , 3 1 0 を本体 9 1 の内側面に形成してもよいし、インナーカバー 9 2 , 3 0 1 の外側面および本体 9 1 の内側面の双方に形成してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

- 1 排熱回収型船舶推進装置
- 1 3 (パワー)タービン
- 1 3 a (第 1 の)回転軸
- 2 3 磁気カップリング
- 2 4 減速機
- 2 4 a 入力軸(第 2 の回転軸)
- 6 1 インナーロータ
- 6 2 アウターロータ
- 6 3 隔壁
- 7 1 底板
- 7 2 周壁
- 7 3 インナーヨーク
- 7 4 磁石
- 7 5 磁石

10

20

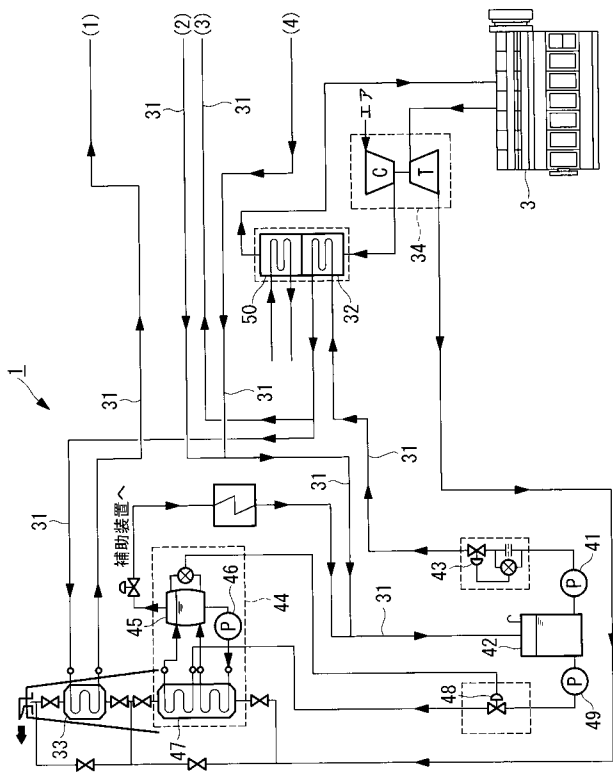
30

40

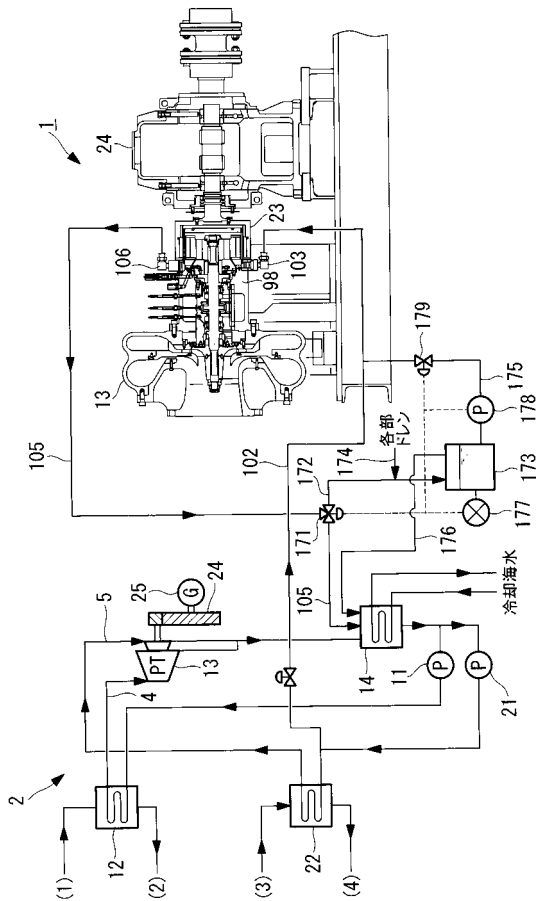
50

- 7 6 内側保持リング
- 7 8 スリット
- 8 1 底板
- 8 2 周壁
- 8 3 アウターヨーク
- 8 4 磁石
- 8 5 磁石
- 9 1 本体
- 9 2 インナーカバー
- 9 4 底板
- 9 5 周壁
- 9 6 底板
- 9 7 周壁
- 1 1 0 溝
- 2 0 0 磁気カップリング
- 2 0 1 インナーロータ
- 2 0 2 周壁
- 3 1 0 溝

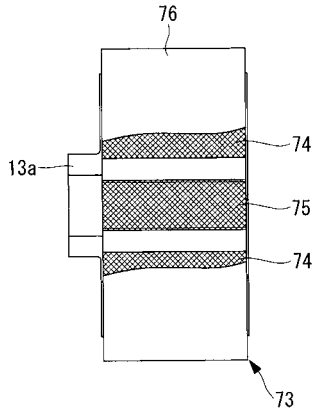
【図 1】



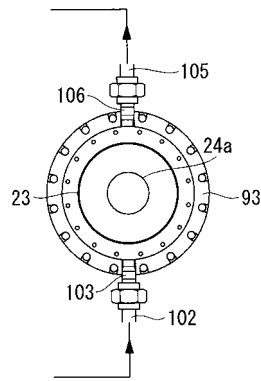
【図 2】



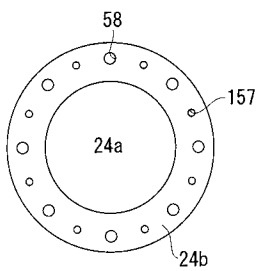
【 図 7 】



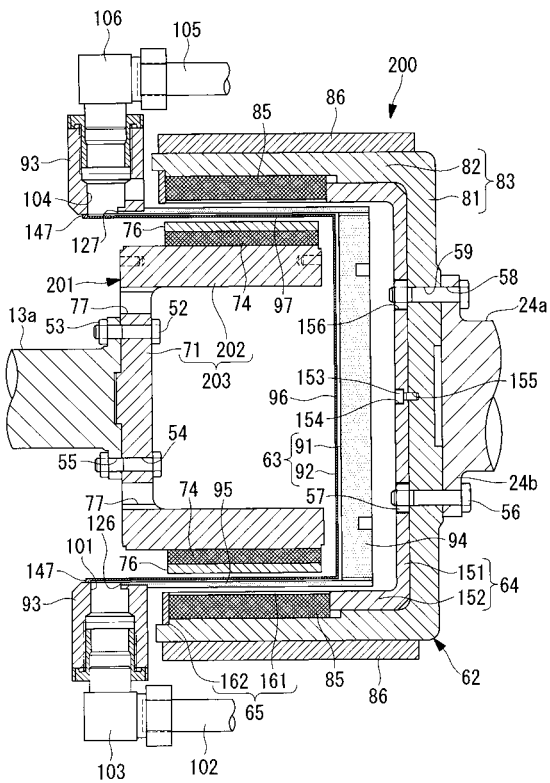
【 図 9 】



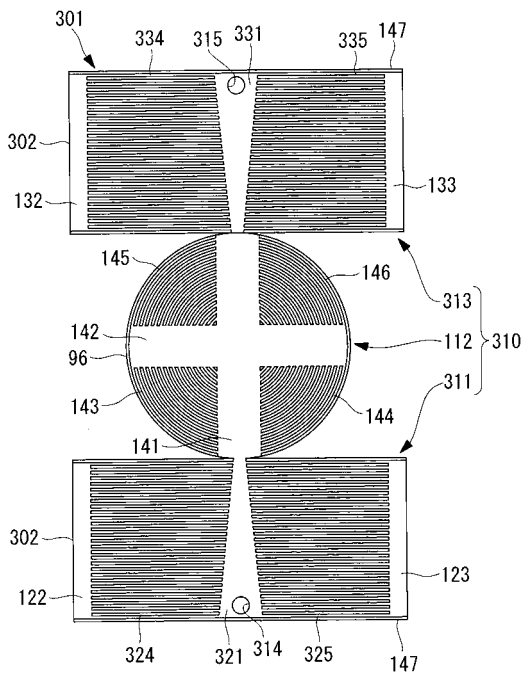
【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】

