

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6223852号
(P6223852)

(45) 発行日 平成29年11月1日(2017.11.1)

(24) 登録日 平成29年10月13日(2017.10.13)

(51) Int.Cl.	F 1
F 16C 33/10 (2006.01)	F 16C 33/10 Z
F 16C 17/04 (2006.01)	F 16C 17/04 B
F 16N 7/38 (2006.01)	F 16N 7/38 C
	F 16N 7/38 D

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2014-24337 (P2014-24337)
 (22) 出願日 平成26年2月12日 (2014.2.12)
 (65) 公開番号 特開2015-152046 (P2015-152046A)
 (43) 公開日 平成27年8月24日 (2015.8.24)
 審査請求日 平成28年2月29日 (2016.2.29)

(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 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 西田 英朗
 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 星名 真幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スラスト軸受装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スラストカラーが形成された回転軸を支持するスラスト軸受装置であって、前記スラストカラーと対面し、前記スラストカラーの前記回転軸の軸方向に直交する面を支持面で支持するスラスト軸受と、前記支持面の前記スラストカラーとは反対側の面側から軸方向に前記スラスト軸受を支持する支持機構と、

前記スラスト軸受に潤滑油を供給する給油装置と、

前記回転軸の回転を検出する回転検出装置と、

前記回転検出装置の結果から、前記給油装置の操作を制御する制御装置と、を有し、

前記スラスト軸受は、前記給油装置から供給された前記潤滑油を前記支持面に供給する給油孔を有し、前記スラストカラーとの間に供給された前記潤滑油を介して、前記スラストカラーを支持し、

前記制御装置は、前記回転検出装置の検出結果に基づいて、前記給油装置から前記スラストカラーに供給する潤滑油の量を制御し、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合の前記潤滑油の供給量を、前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合の前記潤滑油の供給量よりも多くし、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合に前記スラストカラーとの間で前記潤滑油が充填される領域を前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合に前記スラストカラーとの間で前記潤滑油が充填される領域よりも大きくし、

前記給油孔は、前記支持面のうち、前記支持面の径方向の中央よりも内側に配置される

10

20

ことを特徴とするスラスト軸受装置。

【請求項 2】

前記スラスト軸受は、前記潤滑油を流通させる経路が複数系統設けられ、

前記制御装置は、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合に前記潤滑油を供給する前記スラスト軸受の系統の数を、前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合に前記潤滑油を供給する前記スラスト軸受の系統の数よりも多くする請求項 1 に記載のスラスト軸受装置。

【請求項 3】

スラストカラーが形成された回転軸を支持するスラスト軸受装置であって、

前記スラストカラーと対面し、前記スラストカラーの前記回転軸の軸方向に直交する面を支持面で支持するスラスト軸受と、

前記支持面の前記スラストカラーとは反対側の面側から軸方向に前記スラスト軸受を支持する支持機構と、

前記スラスト軸受に潤滑油を供給する給油装置と、

前記回転軸の回転を検出する回転検出装置と、

前記回転検出装置の結果から、前記給油装置の操作を制御する制御装置と、を有し、

前記スラスト軸受は、前記給油装置から供給された前記潤滑油を前記支持面に供給する給油孔を有し、前記スラストカラーとの間に供給された前記潤滑油を介して、前記スラストカラーを支持し、

前記制御装置は、前記回転検出装置の検出結果に基づいて、前記給油装置から前記スラストカラーに供給する潤滑油の量を制御し、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合の前記潤滑油の供給量を、前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合の前記潤滑油の供給量よりも多くし、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合に前記スラストカラーとの間で前記潤滑油が充填される領域を前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合に前記スラストカラーとの間で前記潤滑油が充填される領域よりも大きく、

前記スラスト軸受は、前記潤滑油を流通させる経路が複数系統設けられ、

前記制御装置は、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合に前記潤滑油を供給する前記スラスト軸受の系統の数を、前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合に前記潤滑油を供給する前記スラスト軸受の系統の数よりも多くすることを特徴とするスラスト軸受装置。

【請求項 4】

前記スラスト軸受は、前記スラストカラーと対面する面に、周方向に隣接して配置された複数のパッドを有し、

前記パッドは、前記給油孔が前記回転軸の回転方向の上流側に形成され、前記支持面が、前記回転軸の回転方向の上流から前記回転軸の回転方向の下流に向かうにしたがって、前記スラストカラーに近づく向きで傾斜している請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のスラスト軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転軸をスラスト方向に支持するスラスト軸受装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ガスタービン、蒸気タービン等の回転機械は、回転軸を回転させる機構である。このような回転軸を有する回転機械では、スラスト力を受けて、スラスト方向の回転軸に平行な方向の位置を規制するためにスラスト軸受を設けているものがある。

【0003】

ここで、特許文献 1 に記載のスラスト軸受装置は、スラストカラーと対面する面に潤滑油を供給し、軸受の支持面が潤滑油を介してスラストカラーを支持している。また、特許

10

20

30

40

50

文献 1 に記載のスラスト軸受装置は、潤滑油の温度を制御することが記載される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011-122557 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載のスラスト軸受装置は、スラスト軸受が設置されている回転軸の回転数に応じて、潤滑油の温度を調整することで、エンジンの始動時やエンジン低負荷時等の低速時に軸受損失を低減することができ、回転軸を効率よく回転させることができる。スラスト軸受装置は、潤滑油の温度を調整し、潤滑油の流動性を調整することで軸受による損失（機械損失）を低減することができるが、改善の余地がある。

10

【0006】

本発明は、上述した課題を解決するものであり、効率よく回転軸を支持することができるスラスト軸受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】

【0007】

上記の目的を達成するための本発明のスラスト軸受装置は、径方向外側に突出したスラストカラーが形成された回転軸を支持するスラスト軸受装置であって、前記スラストカラーと対面し、前記スラストカラーの前記回転軸の軸方向に直交する面を支持面で支持するスラスト軸受と、前記支持面の前記スラストカラーとは反対側の面側から軸方向に前記スラスト軸受を支持する支持機構と、前記スラスト軸受に潤滑油を供給する給油装置と、前記回転軸の回転を検出する回転検出装置と、前記回転検出装置の結果から、前記給油装置の操作を制御する制御装置と、を有し、前記スラスト軸受は、前記給油装置から供給された前記潤滑油を前記支持面に供給する給油孔を有し、前記スラストカラーとの間に供給された前記潤滑油を介して、前記スラストカラーを支持し、前記制御装置は、前記回転検出装置の検出結果に基づいて、前記給油装置から前記スラストカラーに供給する潤滑油の量を制御し、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合の前記潤滑油の供給量を、前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合の前記潤滑油の供給量よりも多くし、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合に前記スラストカラーとの間で前記潤滑油が充填される領域を前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合に前記スラストカラーとの間で前記潤滑油が充填される領域よりも大きくすることを特徴とする。

20

【0008】

また、前記スラスト軸受は、前記潤滑油を流通させる経路が複数系統設けられ、前記制御装置は、前記回転軸の回転数が閾値よりも高い場合に前記潤滑油を供給する前記スラスト軸受の系統の数を、前記回転軸の回転数が閾値よりも低い場合に前記潤滑油を供給する前記スラスト軸受の系統の数よりも多くすることが好ましい。

30

【0009】

また、前記スラスト軸受は、前記スラストカラーと対面する面に、周方向に隣接して配置された複数のパッドを有し、前記パッドは、前記給油孔が回転方向の上流側に形成され、前記支持面が、前記回転方向の上流から前記回転方向の下流に向かうにしたがって、前記スラストカラーに近づく向きで傾斜していることが好ましい。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明のスラスト軸受装置は、回転軸の回転数に応じて、供給する潤滑油の量を制御することで、潤滑油が不足することや過剰になることを抑制することができ、スラストカラーをスラスト方向に支持しつつ、スラスト軸受による機械損失を低減することができる。これにより、効率よく回転軸を支持することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【0011】

【図1】図1は、スラスト軸受装置の一実施例を備える過給機の概略構成を示す模式図である。

【図2】図2は、本実施例のスラスト軸受装置の概略構成を示す断面図である。

【図3】図3は、本実施例のスラスト軸受装置の概略構成を示す正面図である。

【図4】図4は、図3のA-A断面図である。

【図5】図5は、図3のB-B断面図である。

【図6】図6は、スラスト軸受装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】図7は、スラスト軸受装置の動作を説明するための説明図である。

【図8】図8は、スラスト軸受装置の動作を説明するための説明図である。

【図9】図9は、他の実施例のスラスト軸受装置の概略構成を示す模式図である。

【図10】図10は、他の実施例のスラスト軸受装置の動作の一例を示すフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に添付図面を参照して、本発明に係るスラスト軸受装置の好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせて構成するものも含むものである。

【0013】

以下の実施例では、本実施例にかかるスラスト軸受装置が、軸受ユニットが過給機の回転軸を支持する場合として説明する。なお、スラスト軸受装置が支持する機器は、過給機に限定されず、ガスタービンや、発電機、圧縮機、エンジン等、各種回転機械の軸受装置として用いることができる。

20

【0014】

図1は、スラスト軸受装置の一実施例を備える過給機の概略構成を示す模式図である。過給機1は、排気ターボ過給機であり、図1に示すように、タービン部2と、コンプレッサ部3と、タービンシャフト4と、軸受ユニット5と、を備える。

【0015】

タービン部2は、内燃機関(図示せず)から導かれた排気ガスによって駆動されるものである。タービン部2は、タービンケーシング21を有している。タービンケーシング21は、外周部に、渦巻状に形成されたスクロール22が形成されている。このスクロール22は、内燃機関の排気側に接続される。また、スクロール22の中心部には、輻流型のタービンロータ23が配置されている。タービンロータ23は、タービンシャフト4に固定され、タービンシャフト4と共にタービンシャフト4の軸心廻りに回転可能に設けられている。また、タービンケーシング21は、軸方向の一方の端部側の径方向外側の面に、内燃機関(図示せず)から導かれた排気ガスが供給される給気管が接続される排気ガス入口24が設けられている。また、タービンケーシング21は、コンプレッサ3と対面している面の径方向外側の面、つまりタービンケーシング21の軸方向の他方の端部側の径方向外側の面に、排気管(図示せず)が接続される排気ガス出口25が設けられている。

30

【0016】

コンプレッサ部3は、タービン部2の駆動に伴って駆動されて内燃機関に外気を圧送する。コンプレッサ部3は、コンプレッサハウジング31を有している。コンプレッサハウジング31は、外周部に、渦巻状の空気通路32が形成されている。この空気通路32は、内燃機関の給気側に接続される。また、空気通路32の中心部には、コンプレッサ33が配置されている。コンプレッサ33は、タービンシャフト4の一端に固定され、タービンシャフト4と共にタービンシャフト4の軸心廻りに回転可能に設けられている。また、コンプレッサハウジング31は、軸方向の一方の端部側の径方向外側の面に、給気管(図示せず)が接続される空気入口34が設けられている。また、コンプレッサハウジング31は、タービン2と対面している面の径方向外側の面、つまりコンプレッサハウジング31の軸方向の他方の端部側の径方向外側の面に、圧縮した空気を内燃機関に供給する給気

40

50

管が接続された空気出口 3 5 が設けられている。

【 0 0 1 7 】

タービンシャフト（回転軸）4 は、タービン部 2 とコンプレッサ部 3 とに連結されており、タービン部 2 の回転をコンプレッサ部 3 に伝達する。これにより、タービン部 2 の回転部（タービンロータ 2 3 ）とコンプレッサ部 3 の回転部（コンプレッサ 3 3 ）とが一体で回転する。

【 0 0 1 8 】

軸受ユニット 5 は、タービン部 2 とコンプレッサ部 3 との間に介在し、タービンシャフト 4 をタービンケーシング 2 1 及びコンプレッサ 3 3 に対して、回転自在に支持している。軸受ユニット 5 は、ジャーナル軸受装置 5 1 と、スラスト軸受装置 5 2 と、を有する。ジャーナル軸受装置 5 1 と、スラスト軸受装置 5 2 と、は、過給機 1 のケーシング（タービンケーシング 2 1 及びコンプレッサハウジング 3 1 と一体で固定されている部分）に固定されている。

10

【 0 0 1 9 】

ジャーナル軸受機構 5 1 は、過給機 1 のケーシングに固定されており、タービンシャフト 4 の径方向の荷重を受け、ケーシングに対するタービンシャフト 4 の径方向の移動を規制する。

【 0 0 2 0 】

スラスト軸受装置 5 2 は、ケーシングに固定されており、タービンシャフト 4 の軸方向の荷重を受け、ケーシングに対するタービンシャフト 4 の軸方向の移動を規制する。

20

スラスト軸受装置 5 2 は、回転軸をスラスト方向（回転軸の軸方向）に支持する機構であり、ケーシングと回転軸との間に配置されている。

【 0 0 2 1 】

次に、図 1 に加え、図 2 を用いて、スラスト軸受装置について説明する。図 2 は、本実施例のスラスト軸受装置の概略構成を示す断面図である。スラスト軸受装置 5 2 は、軸受ユニット 7 2 と、給油装置 7 4 と、回転検出装置 7 5 と、制御装置 7 6 と、を有する。軸受ユニット 7 2 は、図 2 に示すように、タービンシャフト 4 のスラストカラー 7 0 a、7 0 b の軸方向の端面の両方と対面する 2 つのスラスト軸受 1 0 0 a、1 0 0 b と、スラスト軸受 1 0 0 a、1 0 0 b を支持する支持機構 1 0 1 と、を備える。支持機構 1 0 1 は、過給機 1 のケーシングに固定されている。

30

【 0 0 2 2 】

ここで、スラストカラー 7 0 a は、支持機構 1 0 1 よりもタービン部 2 側の部分のタービンシャフト 4 に固定され、支持機構 1 0 1 側の面が径方向（タービンシャフト 4 に直交する方向）に延在した板状の部材である。スラストカラー 7 0 a は、軸方向から見た外周の形状が円形となる。スラストカラー 7 0 b は、支持機構 1 0 1 よりもコンプレッサ 3 側の部分のタービンシャフト 4 に固定され、支持機構 1 0 1 側の面が径方向（タービンシャフト 4 に直交する方向）に延在した板状の部材である。スラストカラー 7 0 b は、軸方向から見た外周の形状が円形となる。

【 0 0 2 3 】

スラスト軸受 1 0 0 a は、支持機構 1 0 1 のスラストカラー 7 0 a と対面する面に固定されている。スラスト軸受 1 0 0 b は、支持機構 1 0 1 のスラストカラー 7 0 b と対面する面に固定されている。このように、スラスト軸受 1 0 0 b は、スラストカラー 7 0 a と、スラストカラー 7 0 b とにはさまれた位置に配置されている。スラスト軸受 1 0 0 b は、給油装置 7 4 からスラスト軸受 1 0 0 a に供給され、スラスト軸受 1 0 0 a から飛散した一部の潤滑油が供給される。スラスト軸受 1 0 0 b は、スラスト軸受 1 0 0 a から飛散した一部の潤滑油によってスラストカラー 7 0 b との間に潤滑油の油膜を形成する。なお、過給機 1 は、スラストカラー 7 0 b とスラスト軸受 1 0 0 b とが近づく方向には大きな力が作用しない構造である。スラスト軸受 1 0 0 b は、スラスト軸受 1 0 0 a と同じ構造としてもよい。スラスト軸受 1 0 0 a については後述する。

40

【 0 0 2 4 】

50

給油装置 7 4 は、スラスト軸受 1 0 0 a に潤滑油を供給する装置であり、スラスト軸受 1 0 0 a に潤滑油を供給し、スラスト軸受 1 0 0 a から排出された潤滑油を回収して、潤滑油を循環させる。また、スラスト軸受 1 0 0 a に供給される潤滑油は、一部が、スラスト軸受 1 0 0 a からスラスト軸受 1 0 0 b に飛散して供給される。給油装置 7 4 は、潤滑油タンク 9 0 と、給油配管 9 1 と、給油ポンプ 9 6 と、回収容器 9 7 と、回収配管 9 8 と、を有する。潤滑油タンク 9 0 は、潤滑油を貯留している。潤滑油タンク 9 0 は、貯留している潤滑油を給油配管 9 1 に供給する。給油配管 9 1 は、スラスト軸受 1 0 0 a に供給される潤滑油が流れる配管である。給油ポンプ 9 6 は、給油配管 9 1 に配置されており、給油配管 9 1 を流れる潤滑油を、潤滑油タンク 9 0 からスラスト軸受 1 0 0 a に向けて送る。給油ポンプ 9 6 は、潤滑油の供給量を調整することができる。回収容器 9 7 は、スラスト軸受 1 0 0 a が配置されている位置の鉛直方向下側に配置され、鉛直方向上側が開放された容器である。回収容器 9 7 は、スラスト軸受 1 0 0 a から排出され、鉛直方向下側に流れてきた潤滑油を貯留させる。回収容器 9 7 には、回収配管 9 8 が接続されている。回収配管 9 8 は、スラスト軸受 1 0 0 a から排出され、回収された潤滑油が流れる配管である。回収配管 9 8 は、回収容器 9 7 に貯留された潤滑油を潤滑油タンク 9 0 に搬送する。
。

【 0 0 2 5 】

給油装置 7 4 は、給油ポンプ 9 6 を駆動させることで、給油配管 9 1 を介して、潤滑油タンク 9 0 の潤滑油をスラスト軸受 1 0 0 a に供給する。また給油装置 7 4 は、スラスト軸受 1 0 0 a から排出された潤滑油を回収容器 9 7 で回収して、回収配管 9 8 を介して潤滑油タンク 9 0 に戻す。また、給油装置 7 4 は、給油ポンプ 9 6 の駆動を制御することで、スラスト軸受 1 0 0 a に供給する潤滑油の量を制御することができる。

【 0 0 2 6 】

回転検出装置 7 5 は、エンコーダ、レゾルバ等、回転要素の回転を検出する装置であり、ターピンシャフト 4 の回転を検出する。本実施形態では、回転検出装置 7 5 は、ターピンシャフト 4 の回転数を検出する。また、回転検出装置 7 5 は、ターピンシャフト 4 の回転方向における向き（回転角度）も検出するようにしてもよい。回転検出装置 7 5 は、ターピンシャフト 4 に回転を検出する際の指標となる被検出素子を設け、ケーシングに被検出素子を検出する検出素子を設け、検出素子で被検出素子を検出することで、ターピンシャフト 4 の回転を検出する。回転検出装置 7 5 は、検出素子が、反射光を検出するセンサで、被検出素子が光を反射する反射材等の組み合わせがある。また、回転検出装置 7 5 には、検出素子が、磁気を検出するセンサで、被検出素子が磁石の組み合わせがある。

【 0 0 2 7 】

制御装置 7 6 は、回転検出装置 7 5 の検出結果に基づいて給油装置 7 4 の動作を制御し、スラスト軸受 1 0 0 a に供給する潤滑油の量を制御する。制御装置 7 6 の制御動作については、後述する。

【 0 0 2 8 】

次に、図 1 及び図 2 に加え、図 3 から図 5 を用いて、スラスト軸受について説明する。図 3 は、本実施例のスラスト軸受装置の概略構成を示す正面図である。図 4 は、図 3 の A - A 断面図である。図 5 は、図 3 の B - B 断面図である。

【 0 0 2 9 】

スラスト軸受 1 0 0 a は、外側軸受 1 1 0 と、内側軸受 1 1 2 と、を有する。外側軸受 1 1 0 は、内側にターピンシャフト 4 が挿入され、ターピンシャフト 4 よりも径が大きい穴が形成された円形の板状の部材（リング状の板状部材）であり、締結機構 1 1 6 によって、支持機構 1 0 1 に固定されている。締結機構 1 1 6 は、ねじ等であり、外側軸受 1 1 0 に形成されたねじ穴 1 4 0 と支持機構 1 0 1 に形成されたねじ穴にひねり込み嵌め合われることで、外側軸受 1 1 0 を支持機構 1 0 1 に固定する。締結機構 1 1 6 は、外側軸受 1 1 0 の円形に周方向に所定の間隔で複数配置されている。

【 0 0 3 0 】

また、外側軸受 1 1 0 は、給油装置 7 4 の給油配管 9 1 と接続された給油路 1 3 1 と、

10

20

30

40

50

給油路 131 と接続され、円形の外側軸受 110 と同心円状に形成されたリング状の給油路 132 と、給油路 132 と接続され、リング状の給油路 132 の内側で、径方向に延在する給油路 133 と、給油路 133 と接続され、内側軸受 112 に接続された給油路 134 と、が形成される。給油路 133 と、給油路 134 とは、内側軸受 112 の後述する給油孔 120 に対応して設けられている。外側軸受 110 は、給油路 131、132、133、134 を経由させ、給油配管 91 から供給された潤滑油を内側軸受 112 に供給する。

【0031】

内側軸受 112 は、外側軸受 110 のスラストカラー 70a と対面する側の面に固定されている。内側軸受 112 は、図 4 に示すように、タービンシャフト 4 の軸方向において、最もスラストカラー 70a に突出している。内側軸受 112 は、内側にタービンシャフト 4 が挿入され、タービンシャフト 4 よりも径が大きい穴が形成された円形の板状の部材（リング状の板状部材）である。内側軸受 112 は、スラストカラー 70a 側の面に周方向に隣接した複数のパッド 114 が形成されている。パッド 114 は、給油孔 120 と、油溝 124 と、パッド面 126 と、を有する。給油孔 120 は、タービンシャフト 4 の回転方向 102 の上流側でかつ径方向の内側に形成されており、外側軸受 110 の給油路 134 と繋がっている。油溝 124 は、給油孔 120 と繋がっており、径方向に延在している。油溝 124 は、パッド 114 の他の部分よりもスラストカラー 70a から離れた位置に形成されている。つまり、油溝 124 は、パッド 114 の他の部分よりも凹んでいる。パッド面 126 は、回転方向 102 において、油溝 124 よりも下流側の領域となる面である。パッド面 126 は、タービンシャフト 4 の軸方向に直交する面に対して傾斜している面である。具体的には、パッド面 126 は、回転方向 102 において、油溝 124 よりも下流側に向かうにしたがって、スラストカラー 70a に近づく方向に傾斜している。パッド面 126 は、隣接するパッド 114 の油溝 124 に近い側の端部がスラストカラー 70a に最も近くなる。

【0032】

次に、図 3 及び図 5 に加え、図 6 から図 8 を用いて、スラスト軸受装置の動作について説明する。図 6 は、スラスト軸受装置の動作の一例を示すフローチャートである。図 7 及び図 8 は、それぞれ、スラスト軸受装置の動作を説明するための説明図である。まず、図 6 を用いて、制御装置 76 により実行される制御について説明する。

【0033】

制御装置 76 は、回転検出装置 75 によりタービンシャフト 4 の回転数を検出する（ステップ S12）。制御装置 76 は、検出した回転数に基づいて供給油量を決定する（ステップ S14）。具体的には、制御装置 76 は、図 7 に示す線分 150 または線分 152 の関係を用いて、回転数から供給する潤滑油の量を決定する。線分 150、152 は、回転数が多くなるほど、供給する油量が多くなる。また、線分 152 は、回転数 A_1 まで回転数に応じて油量が増加し、その後、回転数 A_1 から回転数 A_2 まで一定の供給油量となる。給油装置 74 で決定した油量の潤滑油をスラスト軸受 100a に供給する（ステップ S16）。

【0034】

図 6 の処理で潤滑油が供給されるスラスト軸受 100a は、給油路 134 から供給された潤滑油が給油孔 120 から内側軸受 112 のスラストカラー 70a と対面している面に供給される。給油孔 120 から供給された潤滑油は、スラストカラー 70a の回転方向 102 の回転力によって、一部が油溝 124 に沿って径方向外側に移動し、一部が、回転方向 102 に移動する。回転方向 102 に移動した潤滑油はパッド面 126 に沿って移動する。パッド面 126 に沿って移動した潤滑油は、図 8 に示すように矢印 104 で示す遠心力で径方向外側に移動する力が作用し、径方向外側または隣接する油溝 124 まで移動する。

【0035】

ここで、スラスト軸受装置 52 は、図 6 に示す処理で図 7 に示す関係に基づいて、供給

10

20

30

40

50

する潤滑油の量を調整することで、回転数が高い場合、例えば、線分 152 の関係を用いて、回転数が回転数 A₁ よりも高い場合、潤滑油が多く供給される。これにより、図 5 及び図 7 に示すように潤滑油 160 がパッド面 126 の全面で、パッド面 126 とスラストカラー 70a との間に充填される。これにより、スラスト方向においてより大きい荷重を受けることができる。また、スラスト軸受装置 52 は、図 6 に示す処理で図 7 に示す関係に基づいて、供給する潤滑油の量を調整することで、回転数が低い場合、例えば、線分 152 の関係を用いて、回転数が回転数 A₁ よりも低い場合、潤滑油の供給量が少なくなる。これにより、図 5 及び図 7 に示すように潤滑油 162 がパッド面 126 の一部の面のみで、パッド面 126 とスラストカラー 70a との間に充填される。つまり、パッド面 126 にスラストカラー 70a との間に潤滑油 162 が充填されない領域が生じる。スラストカラー 70a のうち潤滑油が接する面積が小さくなり、スラスト軸受装置 52 が、タービンシャフト 4 の回転に与える抵抗を小さくすることができる。また、回転数が低い場合、スラスト方向の力が小さくなるため、パッド面 126 とスラストカラー 70a との間の一部に潤滑油が充填されていない状態でもスラスト方向においてより大きい荷重を受けることができる。以上より、スラスト軸受装置 52 は、スラスト軸受装置 52 で受けるタービンシャフト 4 からのスラスト力と、スラスト軸受装置 52 でタービンシャフト 4 に与える機械損失とを、適切なバランスにすることができる、スラスト軸受としての機能を維持しつつ、タービンシャフトをより効率よく回転させることができる。また、スラスト軸受装置 52 は、回転数に応じて供給する潤滑油の量を制御することで、高い応答性で軸受の特性を変更することができる。

10

20

【0036】

ここで、上記実施例では、回転数に応じて、給油装置 74 から供給する潤滑油の量を調整したが、これに限定されない。スラスト軸受装置は、回転数に応じて、供給する潤滑油の量を調整することができればよく、潤滑油を供給するパッドの数を変更してもよい。図 9 は、他の実施例のスラスト軸受装置の概略構成を示す模式図である。図 10 は、他の実施例のスラスト軸受装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【0037】

図 9 に示すスラスト軸受装置 52a の給油装置 74 は、スラスト軸受 100c に潤滑油を供給する系統を 2 系統有する。給油装置 74 は、潤滑油タンク 90a、90b と、給油配管 91a、91b と、給油ポンプ 96a、96b と、回収容器 97、回収配管 98 と、を有する。給油装置 74 は、潤滑油タンク 90a と、給油配管 91a と、給油ポンプ 96a と、回収容器 97 と、回収配管 98 とが、潤滑油を循環させる 1 つの系統となり、潤滑油タンク 90b と、給油配管 91b と、給油ポンプ 96b と、回収容器 97 と、回収配管 98 とが、潤滑油を循環させる 1 つの系統となる。給油装置 74 は、それぞれの系統が、スラスト軸受 100c の異なる給油路に潤滑油を供給する。

30

【0038】

また、スラスト軸受装置 52a は、スラスト軸受 100a に換えてスラスト軸受 100c を有する。スラスト軸受 100c は、外側軸受 110 に設けられた潤滑油を循環させる経路以外は、スラスト軸受 100a と同様の構造である、外側軸受 110 は、給油装置 74 の給油配管 91a と接続された給油路 131a と、給油路 131a と接続され、円形の外側軸受 110 と同心円状に形成されたリング状の給油路 132a と、給油路 132a と接続され、リング状の給油路 132a の内側で、径方向に延在する給油路 133a と、給油路 133a と接続され、内側軸受 112 に接続された給油路 134 と、が形成される。また、外側軸受 110 は、給油装置 74 の給油配管 91b と接続された給油路 131b と、給油路 131b と接続され、円形の外側軸受 110 と同心円状に形成されたリング状の給油路 132b と、給油路 132b と接続され、リング状の給油路 132b の内側で、径方向に延在する給油路 133b と、給油路 133b と接続され、内側軸受 112 に接続された給油路 134 と、が形成される。給油路 133a と給油路 133b とは、周方向において交互に配置されている。つまり、給油路 133a は、周方向において、1 つおきのパッド 114 の給油孔 120 に対して設けられている。また、給油路 133b も周方向にお

40

50

いて、1つおきのパッド114に対応して設けられている。スラスト軸受100cは、独立して異なるパッドの給油孔120に接続された潤滑油の供給系統を備えている。

【0039】

次に図10を用いて、制御装置76による制御の一例を説明する。制御装置76は、回転数を検出し(ステップS20)、回転数が閾値以上であるかを判定する。なお、閾値は、任意の回転数に設定することができる。制御装置76は、回転数が閾値以上である(ステップS22でYes)と判定した場合、高回転モードの潤滑油を供給し(ステップS24)、回転数が閾値未満である(ステップS22でNo)と判定した場合、低回転モードの潤滑油を供給する(ステップS26)。

【0040】

ここで、高回転モードの潤滑油の供給とは、給油ポンプ96a、96bの両方を駆動させ、2系統の両方から潤滑油を供給するモードである。低回転モードの潤滑油の供給とは、給油ポンプ96a、96bの一方のみ駆動させ、2系統のいずれかから潤滑油を供給するモードである。

【0041】

スラスト軸受装置52aは、以上のように、潤滑油を供給する系統を複数設け、回転数によって潤滑油を供給する系統を変化させることで、具体的には、回転数が高くなるほど、潤滑油を供給するパッドの数を多くすることで、回転数が低くなるほど、潤滑油を供給するパッドの数を少なくすることで、スラスト軸受装置52aで受けるタービンシャフト4からのスラスト力と、スラスト軸受装置52aでタービンシャフト4に与える機械損失と、適切なバランスにすることができ、スラスト軸受としての機能を維持しつつ、タービンシャフトをより効率よく回転させることができる。

【0042】

また、スラスト軸受装置52aは、潤滑油を供給する各系統が、周方向のパッドに交互となるように、つまり各系統が等間隔で潤滑油を供給するようにすることで、一部の系統のみで潤滑油を供給した場合も回転方向102における潤滑油の量の偏りを抑制することができる。また、図9のスラスト軸受装置52は、循環油を供給する系統を2系統としたが3系統としてもそれ以上としてもよい。

【0043】

また、スラスト軸受装置52aも、ポンプを複数段階で駆動する機構とし、図10に示すように供給する潤滑油の量を複数段で切り換えてよい。また、スラスト軸受のパッドの数は特に限定されない。また本実施例は、スラストカラーとの間に潤滑油を供給し、スラスト方向の力を受ける各種構造のスラスト軸受に適用することができる。

【符号の説明】

【0044】

- 1 過給機
- 2 タービン部
- 2 1 タービンケーシング
- 2 2 スクロール
- 2 3 タービンロータ
- 2 4 排気ガス入口
- 2 5 排気ガス出口
- 3 コンプレッサ部
- 3 1 コンプレッサハウジング
- 3 2 空気通路
- 3 3 コンプレッサ
- 3 4 空気入口
- 3 5 空気出口
- 4 タービンシャフト(回転軸)
- 5 軸受ユニット

10

20

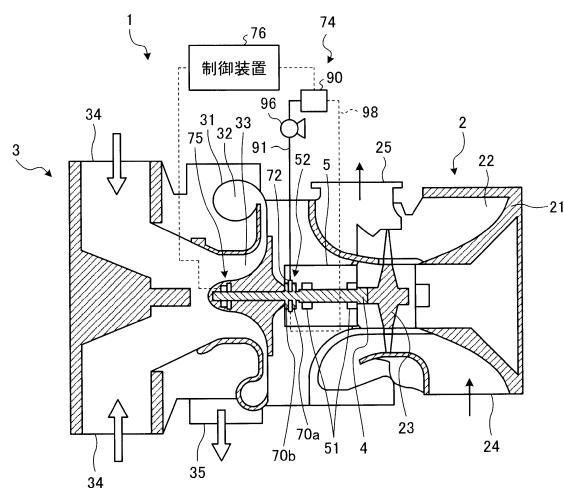
30

40

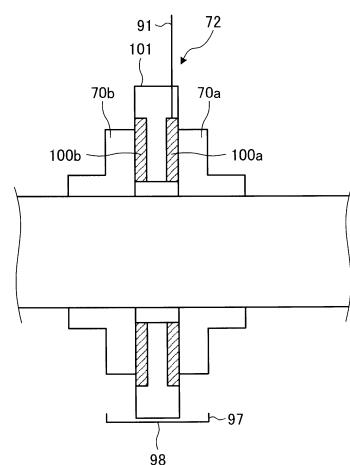
50

5 1	ジャーナル軸受装置	
5 2	スラスト軸受装置	
7 0 a、7 0 b	スラストカラー	
7 2	軸受ユニット	
7 4	給油装置	
7 5	回転検出装置	
7 6	制御装置	
9 0、9 0 a、9 0 b	潤滑油タンク	
9 1、9 1 a、9 1 b	給油配管	
9 6、9 6 a、9 6 b	給油ポンプ	10
9 7	回収容器	
9 8	回収配管	
1 0 0 a、1 0 0 b、1 0 0 c	スラスト軸受	
1 0 1	支持機構	
1 0 2	回転方向	
1 0 4	矢印	
1 1 0	外側軸受	
1 1 2	内側軸受	
1 1 4	パッド	
1 1 6	締結機構	20
1 2 0	給油孔	
1 2 4	油溝	
1 2 6	パッド面	
1 3 1、1 3 1 a、1 3 1 b、1 3 2、1 3 2 a、1 3 2 b、1 3 3、1 3 3 a、1 3		
3 b、1 3 4	給油路	
1 5 0、1 5 2、線分		
1 6 0、1 6 2	潤滑油	

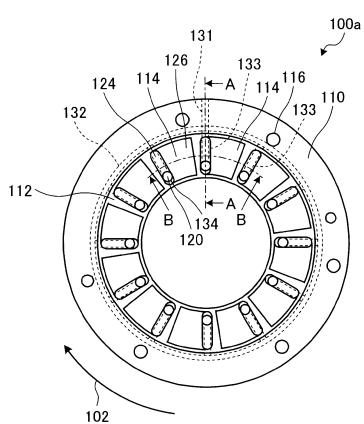
【 图 1 】



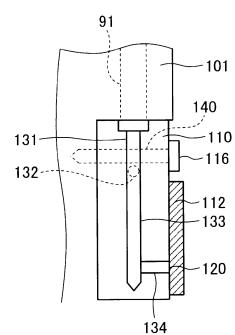
【 四 2 】



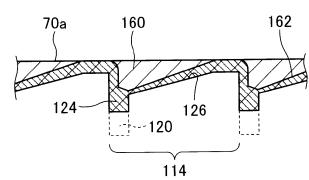
【 図 3 】



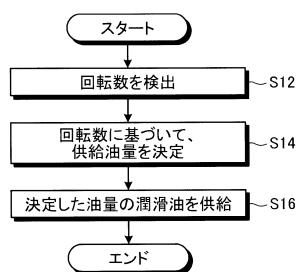
【 図 4 】



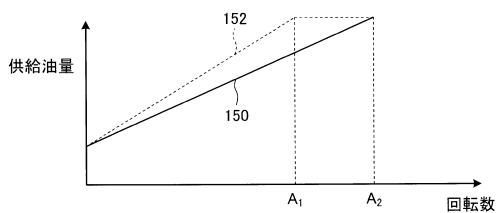
【圖 5】



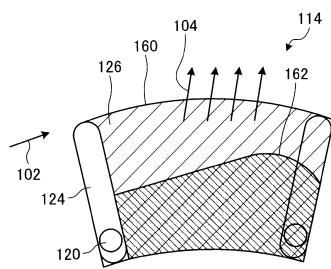
【図6】



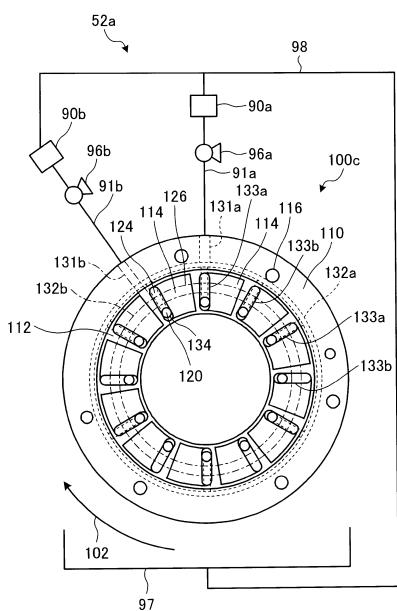
【図7】



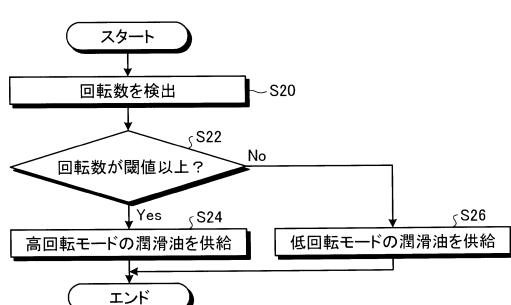
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-122557(JP,A)
特開2008-128159(JP,A)
特開2008-095703(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 C 33 / 10
F 16 C 17 / 04
F 16 N 7 / 38