

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6828478号
(P6828478)

(45) 発行日 令和3年2月10日(2021.2.10)

(24) 登録日 令和3年1月25日(2021.1.25)

(51) Int.Cl.		F I			
F 1 6 C	33/66	(2006.01)	F 1 6 C	33/66	Z
F 1 6 C	19/16	(2006.01)	F 1 6 C	19/16	
F 1 6 N	7/32	(2006.01)	F 1 6 N	7/32	D
F 1 6 N	7/38	(2006.01)	F 1 6 N	7/38	B

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2017-19455 (P2017-19455)	(73) 特許権者	000001247 株式会社ジェイテクト
(22) 出願日	平成29年2月6日(2017.2.6)		大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(65) 公開番号	特開2018-128027 (P2018-128027A)	(74) 代理人	110000280 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
(43) 公開日	平成30年8月16日(2018.8.16)	(72) 発明者	東山 佳路 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
審査請求日	令和2年1月14日(2020.1.14)	(72) 発明者	坂崎 司 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
		(72) 発明者	仲 正美 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸受装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内輪、外輪、前記内輪と前記外輪との間に介在している複数の転動体、及び、前記複数の転動体を保持する保持器を有している軸受部と、

前記軸受部の軸方向隣りに設けられている給油ユニットと、を備え、

前記給油ユニットは、前記軸受部に微量の潤滑油を吐出するポンプを有し、前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を変化させ、

前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を減少させる前に、当該給油量を一旦増加させる、軸受装置。

【請求項2】

前記軸受部の負荷が小さくなる場合、前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を減少させる、請求項1に記載の軸受装置。

【請求項3】

前記軸受部の負荷が大きくなる場合、前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を増加させる、請求項1又は2に記載の軸受装置。

【請求項4】

前記ポンプによる潤滑油の吐出動作を制御する制御部を更に備え、

前記制御部は、前記軸受部の状態又は前記軸受部が組み込まれる装置の状態を検知する検知部の結果に応じて前記ポンプの吐出動作を制御することで、前記軸受部への給油量を変化させる、請求項1～3のいずれか一項に記載の軸受装置。

【請求項 5】

前記ポンプによる潤滑油の吐出動作を制御する制御部を更に備え、

前記制御部は、前記軸受部が組み込まれる装置が有しかつ当該軸受部によって支持される回転部を回転させるモータの動作情報を取得し、当該動作情報に応じて前記ポンプの吐出動作を制御することで前記軸受部への給油量を変化させる、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の軸受装置。

【請求項 6】

工作機械の軸を支持する軸受装置であって、

前記ポンプによる潤滑油の吐出動作を制御する制御部を更に備え、

前記制御部は、前記工作機械がワークを数値制御によって加工するために用いられる情報に基づいて前記ポンプの吐出動作を制御することで前記軸受部への給油量を変化させる、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の軸受装置。

10

【請求項 7】

前記ポンプによる潤滑油の吐出動作を制御する制御部を更に備え、

前記制御部は、時間管理する機能を備えるタイマー部からの信号によって、前記ポンプの吐出動作を制御することで前記軸受部への給油量を変化させる、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の軸受装置。

【請求項 8】

取得するパラメータに応じて前記ポンプの動作信号を生成する制御部を更に備え、

前記ポンプは前記動作信号に基づいて潤滑油を吐出する動作を行う構成であり、

前記制御部は、前記パラメータの変化の割合と異なる変化の割合で前記軸受部への給油量を変化させる前記動作信号を生成する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の軸受装置。

20

【請求項 9】

前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を、前記軸受部が回転している途中において、変化させる、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の軸受装置。

【請求項 10】

前記ポンプは、潤滑油の吐出口が設けられているポンプ本体を有し、

前記給油ユニットは、前記吐出口から前記内輪と前記外輪との間の環状空間に向けて初速を有して飛ばす潤滑油の供給量を変化させる、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の軸受装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軸受部と、この軸受部の軸方向隣りに設けられている給油ユニットとを備えた軸受装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、各種の工作機械では、加工効率及び生産性の向上のために主軸の高速化が要求されている。主軸が高速で回転すると、これを支持する軸受部において焼付き等の不具合が発生しやすくなることから、潤滑性が特に問題となる。軸受部への潤滑方式としてオイルエア潤滑が知られているが、この場合、軸受部に供給される油量が必要以上に多くなる傾向があり、軸受部の回転の際の潤滑油の攪拌抵抗が大きくなってトルクロスが発生する。

40

【0003】

オイルエア潤滑と異なる潤滑方式として、例えば、特許文献 1 に開示されているように、軸受部の軸方向隣りに組み込んだ給油ユニットによる給油が提案されている。この給油ユニットはポンプを有しており、このポンプによって潤滑油を油滴として軸受部に供給している。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0004】

【特許文献1】特開2004-108388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に記載の軸受装置によれば、給油ユニットは軸受部に対して必要に応じて潤滑油を供給することができ、軸受部の潤滑性を確保することが可能となる。しかし、このような軸受装置において、給油ユニットからの潤滑油の供給量を制御すればよいが、その手段は具体化されておらず、この点が課題となっている。なお、前記のような給油ユニットを備える軸受装置は、工作機械のみならず他の様々な機器においても適用され、同様の課題を有する。

10

【0006】

そこで、本発明は、軸受部と共に設けられている給油ユニットによって好ましい給油を行うことで、軸受部の回転性能を維持することを可能とする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】

軸受部と共に給油ユニットが設けられている軸受装置に関して、本発明の発明者は、潤滑油による攪拌抵抗を小さくするためにできるだけ少ない給油量で軸受部の回転性能を維持することに着目し、本発明を得た。

20

【0008】

本発明の軸受装置は、内輪、外輪、前記内輪と前記外輪との間に介在している複数の転動体、及び、前記複数の転動体を保持する保持器を有している軸受部と、前記軸受部の軸方向隣りに設けられている給油ユニットと、を備え、前記給油ユニットは、前記軸受部に微量の潤滑油を吐出するポンプを有し、前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を変化させる。

この軸受装置によれば、軸受部に潤滑油を絞って供給することができ、これにより軸受部における潤滑油の攪拌抵抗を小さくすることが可能となり、また、給油量を絞りつつ必要な潤滑油を軸受部に与えることで軸受部における焼付き等の不具合を防止し回転性能を維持することが可能となる。

30

【0009】

なお、軸受部への給油量の変化は、例えば下記の(1)(2)(3)のいずれか一つの吐出動作をポンプに行わせることによって実現可能であり、この吐出動作により軸受部への所定時間あたりの給油量を変化(増減)させることが可能となる。

(1) ポンプの一回の吐出動作による潤滑油の吐出量を変化(増減)させる。

(2) ポンプからの潤滑油の吐出頻度を変化(増減)させる(ポンプの一回の吐出動作による潤滑油の吐出量は変化しない)。

(3) ポンプの一回の吐出動作による潤滑油の吐出量を変化(増減)させ、かつ、吐出頻度についても変化(増減)させる。

【0010】

また、前記軸受装置は、前記軸受部の負荷が小さくなる場合、前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を減少させるのが好ましく、これにより、軸受部の負荷が小さい場合に潤滑油が過剰となって攪拌抵抗が増すのを防ぐことができる。

また、前記軸受装置は、前記軸受部の負荷が大きくなる場合、前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を増加させるのが好ましく、これにより、軸受部の負荷が大きくなって潤滑油が更に必要となる状況に対応できる。

40

【0011】

また、給油量を減少させると軸受部における潤滑性能(回転性能)が急に低下する可能性があるが、前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を減少させる前に、当該給油量を一旦増加させるのが好ましく、これにより、軸受部における潤滑性能(

50

回転性能)の急な低下を防ぐことができる。

【0012】

また、前記ポンプの制御を行う制御部を軸受装置以外の機器が備えていてもよいが、前記軸受装置が、前記ポンプによる潤滑油の吐出動作を制御する制御部を更に備え、前記制御部は、前記軸受部の状態又は前記軸受部が組み込まれる装置の状態を検知する検知部の結果に応じて前記ポンプの吐出動作を制御することで、前記軸受部への給油量を変化させる構成とすることができる。この場合、軸受部又は軸受部が組み込まれる装置における状態の変化(例えば異常の兆候)が検知部によって捉えられると、給油ユニットは軸受部への給油量を(事前に)変化させることが可能となる。

【0013】

また、前記軸受装置は、前記ポンプによる潤滑油の吐出動作を制御する制御部を更に備え、前記制御部は、前記軸受部が組み込まれる装置が有しかつ当該軸受部によって支持される回転部を回転させるモータの動作情報を取得し、当該動作情報に応じて前記ポンプの吐出動作を制御することで前記軸受部への給油量を変化させる構成とすることができる。この場合、軸受部に作用する負荷が変化すると前記モータの負荷に影響を与えることから、このモータの動作情報に応じてポンプを制御することで、前記負荷の変化に応じて軸受部への給油量を変化させることが可能となる。

【0014】

また、前記軸受装置は、工作機械の軸を支持する軸受装置であって、前記ポンプによる潤滑油の吐出動作を制御する制御部を更に備え、前記制御部は、前記工作機械がワークを数値制御によって加工するために用いられる情報に基づいて前記ポンプの吐出動作を制御することで前記軸受部への給油量を変化させる構成とすることができる。この場合、例えば、ワークの加工開始前に予め軸受部への給油量を増やすことができる。つまり、ワークの加工が開始されると軸受部に作用する負荷が変化することから、この負荷の変化が生じる前に給油量を変化させることが可能となる。

【0015】

また、前記軸受装置は、前記ポンプによる潤滑油の吐出動作を制御する制御部を更に備え、前記制御部は、時間管理する機能を備えるタイマー部からの信号によって、前記ポンプの吐出動作を制御することで前記軸受部への給油量を変化させる構成とすることができる。この場合、例えば、長い時間について軸受部が回転を停止していたが、その後、回転を再開する場合に、軸受部への給油量を増加させたり、また、回転が継続すると所定のタイミングで軸受部への給油量を減少させたりすることが可能となる。

【0016】

また、前記軸受装置は、取得するパラメータに応じて前記ポンプの動作信号を生成する制御部を更に備え、前記ポンプは前記動作信号に基づいて潤滑油を吐出する動作を行う構成であり、前記制御部は、前記パラメータの変化の割合と異なる変化の割合で前記軸受部への給油量を変化させる前記動作信号を生成する構成とすることができる。例えば、前記パラメータとして軸受部の回転数が取得される場合、この回転数が半減(50パーセント減)すると、ポンプによる軸受部への給油量をそれまでの半減よりも更に少ない給油量にまで減少(例えば75パーセント減)させることができる。

【0017】

また、前記軸受装置は、前記ポンプからの潤滑油の吐出による前記軸受部への給油量を、前記軸受部が回転している途中において、変化させることができる。このため、軸受部の回転状況に応じて給油量を刻々と変化させ、適切な潤滑油量を維持することが可能となる。

【0018】

また、前記ポンプは、潤滑油を先端から滲み出させる針状のノズルを備えたポンプ本体を有し、このノズルの先端に凝集した潤滑油の油滴が所定の大きさになると、この油滴が軸受部の回転によるエア流によって先端から離脱し、これにより軸受部に潤滑油(油滴)が供給される構成であってもよいが、前記ポンプは、潤滑油の吐出口が設けられているポ

10

20

30

40

50

ンプ本体を有し、前記給油ユニットは、前記吐出口から前記内輪と前記外輪との間の環状空間に向けて初速を有して飛ばす潤滑油の供給量を変化させる構成とすることができる。この場合、微量とする潤滑油の供給量の変化を精度良く制御することが可能となる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、軸受部に潤滑油を絞って供給することができ、これにより軸受部における攪拌抵抗を小さくすることが可能となり、また、給油量を絞りつつ必要な潤滑油を軸受部に与えることで焼付き等の不具合を防止し回転性能を維持することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の軸受装置の実施の一形態を示す断面図である。

【図2】給油ユニットを軸方向から見た図である。

【図3】(A)は、軸受部に作用する負荷の時間変化を示すグラフであり、(B)は、この負荷の時間変化に応じて行われる給油量の変化を示すグラフである。

【図4】潤滑油の吐出制御の変形例を示すグラフである。

【図5】(A)は、軸受部の回転数の時間変化を示すグラフであり、(B)は、この回転数の時間変化に応じて行われる給油量の変化を示すグラフである。

【図6】潤滑油の吐出制御の変形例を示すグラフである。

【図7】給油ユニットを説明するブロック図である。

【図8】給油ユニット、及び軸受部が組み込まれる装置の概略ブロック図である。

【図9】給油ユニット、及び軸受部が組み込まれる装置の概略ブロック図である。

【図10】給油ユニット、及び時間管理する機能を備えるタイマー部を含む装置の概略ブロック図である。

【図11】給油ユニットが軸受部に対して行う給油の方式の例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の軸受装置の実施の一形態を説明する。

〔軸受装置の全体構成について〕

図1は、本発明の軸受装置の実施の一形態を示す断面図である。図1に示す軸受装置10は、工作機械が有する主軸装置の主軸(軸7)を回転可能に支持するものであり、主軸装置の軸受ハウジング8内に収容されている。図1では、軸7及び軸受ハウジング8を2点鎖線で示している。なお、軸受装置10は工作機械以外においても適用可能である。以下の説明において、軸受装置10の中心線Cに平行な方向を軸方向と呼び、この軸方向に直交する方向を径方向と呼ぶ。

【0022】

軸受装置10は、軸受部20と給油ユニット40とを備えている。軸受部20は、内輪21、外輪22、複数の玉(転動体)23、及び、これら複数の玉23を保持する保持器24を有しており、玉軸受(転がり軸受)を構成している。更に、この軸受装置10は、円筒状である内輪間座17及び外輪間座18を備えている。

【0023】

給油ユニット40は、全体として円環状であり、軸受部20の軸方向隣りに設けられている。本実施形態の給油ユニット40は、外輪間座18の径方向内側に設けられ、内輪21と外輪22との間に形成されている環状空間11の軸方向隣りに位置しており、この環状空間11に潤滑油を供給する機能を有する。給油ユニット40の構成及び機能については後に説明する。なお、図示しないが、給油ユニット40(後述の本体部41)と外輪間座18とを一体とし、給油ユニット40が外輪間座としての機能を有するようにしてもよい。

【0024】

本実施形態では、外輪22、外輪間座18、及び給油ユニット40が軸受ハウジング8に回転不能として取り付けられており、内輪21及び内輪間座17が軸7と共に回転する

10

20

30

40

50

。したがって、外輪 2 2 が、回転しない固定輪となり、内輪 2 1 が、軸 7 と共に回転する回転輪となる。

【 0 0 2 5 】

内輪 2 1 は、軸 7 に外嵌する円筒状の部材であり、その外周に軌道（以下、内輪軌道 2 5 という。）が形成されている。本実施形態では、内輪 2 1 と内輪間座 1 7 とは別体であるが、図示しないが、これらは一体（一体不可分）であってもよい。外輪 2 2 は、軸受ハウジング 8 の内周面に固定される円筒状の部材であり、その内周に軌道（以下、外輪軌道 2 6 という。）が形成されている。本実施形態では、外輪 2 2 と外輪間座 1 8 とは別体であるが、図示しないが、これらは一体（一体不可分）であってもよい。玉 2 3 は、内輪 2 1 と外輪 2 2 との間に介在しており、内輪軌道 2 5 及び外輪軌道 2 6 を転動する。保持器 2 4 は、環状であり、周方向に沿ってポケット 2 7 が複数形成されている。玉 2 3 及び保持器 2 4 は前記環状空間 1 1 に設けられている。

10

【 0 0 2 6 】

保持器 2 4 は、全体として環状であり、玉 2 3 の軸方向一方側の環状部 2 8 a と、玉 2 3 の軸方向他方側の環状部 2 8 b と、これら環状部 2 8 a , 2 8 b を連結している複数の柱部 2 9 とを有している。環状部 2 8 a , 2 8 b の間であって周方向で隣り合う柱部 2 9 , 2 9 の間がポケット 2 7 となり、各ポケット 2 7 に一つの玉 2 3 が収容されている。この構成により、保持器 2 4 は、複数の玉 2 3 を周方向に間隔をあけて保持することができる。

【 0 0 2 7 】

この保持器 2 4 では、軸方向一方側（給油ユニット 4 0 側）の環状部 2 8 a が外輪 2 2 の肩部 3 0 と摺接可能となっている。これにより、保持器 2 4 は外輪 2 2 によって径方向についての位置決めがされる。つまり、この軸受部 2 0 では、保持器 2 4 が外輪案内（軌道輪案内）される軸受となっている。

20

【 0 0 2 8 】

図 2 は、給油ユニット 4 0 を軸方向から見た図である。給油ユニット 4 0 は、全体として円環形状を有し、環状の本体部 4 1、タンク 4 2、及びポンプ 4 3 を備えている。本実施形態の給油ユニット 4 0 は、更に、各種センサ 5 0、制御部 4 4 及び電源部 4 5 を備えている。

【 0 0 2 9 】

本体部 4 1 は、例えば樹脂製の環状部材であり、ポンプ 4 3 等を収容（保持）するフレームとしての機能も有している。つまり、本体部 4 1 には中空空間が形成されており、この中空空間にタンク 4 2、ポンプ 4 3、センサ 5 0、制御部 4 4 及び電源部 4 5 が設けられる。これにより、本体部 4 1、タンク 4 2、ポンプ 4 3、センサ 5 0、制御部 4 4 及び電源部 4 5 を含む給油ユニット 4 0 は一体として構成される。

30

【 0 0 3 0 】

タンク 4 2 は、潤滑油を溜めるものであり、潤滑油をポンプ 4 3 へ供給させるためにポンプ 4 3 と流路を通じて繋がっている。

ポンプ 4 3 は、ポンプ内部に圧電素子 5 5 を有しており、この圧電素子 5 5 が動作することでポンプ 4 3 内の油室（内部空間）5 4 の容積を変化させ、この油室 5 4 の潤滑油をポンプ 4 3 の吐出口 5 1 から環状空間 1 1（図 1 参照）に噴出させることができる。吐出口 5 1 は、ポンプ 4 3 が有するポンプ本体 5 6 に形成されており、油室 5 4 も吐出口 5 1 と繋がるようにしてポンプ本体 5 6 に形成されている。なお、ポンプ 4 3 の一回の動作（吐出動作）で、数ピコリットル～数ナノリットルの潤滑油が噴出される。また、ポンプ 4 3 は時間間隔をあけて所定量の潤滑油を吐出するように制御されており、軸受部 2 0 に潤滑油を絞って供給することができ、潤滑油の無駄な消費が抑えられる。

40

電源部 4 5 は、ポンプ 4 3、センサ 5 0 及び制御部 4 4 へ動作の電力を供給する。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、給油ユニット 4 0 を説明するブロック図である。制御部 4 4 は、プログラミングされたマイコンや演算回路等を含む基板回路により構成されており、後述する各種セン

50

サ50から出力される検出信号を取得する。制御部44は、センサ50の出力(検出信号)を増幅する増幅器や、増幅させた信号に基づいて判定処理を行う判定回路部等を有している。また、制御部44は、動作信号を生成し、この動作信号をポンプ43に対して与える機能を有している。制御部44は、前記動作信号として、ポンプ43の圧電素子43a(図2参照)に対して所定の駆動電力を与える(所定の電圧を印加する)。本実施形態のポンプ43は制御信号(駆動電圧)を受けると、それに応じた一定量(微量)の潤滑油を吐出する構成である。制御部44は、ポンプ43に対して動作信号を周期的に出力することで、ポンプ43は周期的に潤滑油を吐出する。以上のように、制御部44は、ポンプ43による潤滑油の吐出動作を制御する機能を有している。

【0032】

ポンプ43は、前記のとおり圧電素子55の動作によって油室54の容積を変化させ、潤滑油を環状空間11に噴出させる。このポンプ43の構成によれば、圧電素子55の動作量(変形量)を変化させることでポンプ43の一回あたりの吐出動作による潤滑油の吐出量を変化させることができる。例えば、圧電素子55の動作量を大きくすることで一回の吐出量を増加させることが可能となる。なお、圧電素子55の動作量(変形量)は、圧電素子55に印加する電圧の大きさによって変化する。そして、この電圧の大きさが制御部44によって調整される。つまり、制御部44が、圧電素子55に対して所定の値の電圧を印加させる動作信号を生成し出力することで、その電圧に応じた動作量について圧電素子55は動作し潤滑油の吐出が行われる。

また、前記動作信号を出力するタイミングについても制御部44によって調整されており、ポンプ43は時間間隔を有して潤滑油を吐出する。つまり、制御部44は、ポンプ43からの潤滑油の吐出頻度(吐出の周期)を変化させることができる。

【0033】

[ポンプ43による潤滑油の吐出動作について]

前記構成を備えている軸受装置10は、給油ユニット40が有するポンプ43からの潤滑油の吐出による軸受部20への給油量を変化させる。この具体的な態様について、以下説明する。

【0034】

なお、軸受部20への給油量の変化は、例えば下記の(1)(2)(3)のいずれか一つの吐出動作をポンプ43に行わせることによって実現可能であり、この吐出動作により軸受部20への所定時間あたりの給油量を変化(増減)させることが可能となる。

(1)ポンプ43の一回の吐出動作による潤滑油の吐出量を変化(増減)させる。

(2)ポンプ43からの潤滑油の吐出頻度を変化(増減)させる(ポンプ43の一回の吐出動作による潤滑油の吐出量は変化しない)。

(3)ポンプ43の一回の吐出動作による潤滑油の吐出量を変化(増減)させ、かつ、吐出頻度についても変化(増減)させる。

【0035】

[軸受部20の負荷に応じた給油量の変化(その1)]

図3(A)は、軸受部20(図1参照)に作用する負荷の時間変化を示すグラフであり、図3(B)は、この負荷の時間変化に応じて行われる給油量の変化を示すグラフである。軸受部20に作用する負荷は、例えば、次のような場合に変化する。

(事象1)内輪21及び外輪22における玉23の転がり疲れにより軸受部20に潤滑不良(潤滑不足)や摩耗が生じた場合に、軸受部20の負荷は大きくなる。

(事象2)潤滑不良(潤滑不足)や摩耗により各部の摩擦抵抗が増大した場合に、軸受部20の負荷は大きくなる。

(事象3)各部における潤滑不良(潤滑不足)や摩耗が発生した場合に、軸受部20の負荷は大きくなる。

(事象4)軸受部20に偏荷重が作用した場合に軸受部20の負荷は大きくなり、偏荷重が解消されると軸受部20の負荷は小さくなる。

(事象5)軸受部20の回転数が変化した場合、特に軸受部20の回転が加速や減速し

10

20

30

40

50

滑りが生じる場合に、軸受部 20 の負荷は変化する。

このように、軸受部 20 の負荷には、軸受部 20 の回転抵抗の他に、軸受部 20 における滑りが含まれる。以下において、軸受部 20 の負荷を「軸受負荷」とも呼ぶ場合もある。

【0036】

本実施形態では、前記のような軸受負荷を検出するための手段（検知部）を軸受装置 10 は備えている。具体的に説明すると、給油ユニット 40 は前記検知部として A E センサ 50（図 7 参照）を備えており、この A E センサ 50 によって前記事象 1 の「玉 23 の転がり疲れ」を検知可能である。つまり、玉 23 の転がり疲れが軸受部 20 に生じると、センサ 50 によって閾値を超える信号が検出され、この場合、制御部 44 の制御によって、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を増加させる。これにより、軸受負荷を緩和することが可能となる。

10

【0037】

なお、以下の説明において、センサの形式が異なっても、センサの符号を「50」として示す。

【0038】

軸受装置 10（給油ユニット 40）は、軸受負荷を検出するための手段（検知部）として温度を検知するセンサ 50（以下、温度センサ 50 という。図 7 参照）を備えており、潤滑不良（潤滑不足）や摩耗による前記事象 2「各部の摩擦抵抗の増大」を検知するように構成してもよい。例えば、図 1 において、保持器 24（環状部 28 a）と外輪 22 の肩部 30 との間が貧潤滑状態となって摩擦抵抗が大きくなると、これらの摺接部分の温度が上昇する。そこで、温度センサ 50 によって閾値を超える信号が検出されると、制御部 44 の制御によって、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を増加させる。これにより、前記摩擦抵抗を小さくし発熱を抑えることが可能となる。温度センサ 50 を赤外線センサとすることができる。

20

【0039】

軸受装置 10（給油ユニット 40）は、前記事象 3「各部における潤滑不良（潤滑不足）や摩耗」を検知するために、振動、音、変位のいずれかを検知するための構成を備えていてもよい。具体的に説明すると、振動を検知するためには振動センサを備えていればよく、音を検知するためには音センサ（マイク）を備えていればよく、変位を検知するためにはカメラを備えていればよい。このように振動センサ、音センサ、カメラが、軸受部 20 の状態を検知する検知部（センサ 50）となる。

30

例えば、保持器 24（環状部 28 a）と外輪 22 の肩部 30 との間が貧潤滑状態となって、保持器 24 の振動が大きくなると、前記振動センサによって閾値を超える信号が検出される。この場合、制御部 44 の制御によって、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を増加させる。これにより、前記振動を抑制することが可能となる。

また、保持器 24（環状部 28 a）と外輪 22 の肩部 30 との間が貧潤滑状態となると、これらの間に比較的大きな音（衝突音）が発生する。この音が大きくなると、前記音センサによって閾値を超える信号が検出される。この場合、制御部 44 の制御によって、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を増加させる。これにより、前記音を抑制することが可能となる。

40

また、保持器 24（環状部 28 a）と外輪 22 の肩部 30 との間で滑り接触が生じるが、例えば、保持器 24（環状部 28 a）が摩耗すると、保持器 24 の変位が大きくなる。すると、前記カメラによってその変位値が取得され、変位置が閾値を超える場合、制御部 44 の制御によって、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を増加させる。これにより、前記摩耗の進行を抑制することが可能となる。

【0040】

軸受装置 10 は、前記事象 4「軸受部 20 に作用する偏荷重」を検知するために、圧力（又はひずみ）を検知するためのセンサ 50 を備えていてもよい。例えば、軸受部 20 に偏荷重が作用すると、軸受装置 10 の一部に偏荷重作用前と比較して大きな圧力が作用し

50

たり、軸受装置 10 の一部に偏荷重作用前と比較して大きなひずみが作用したりする。この圧力又はひずみが大きくなると、前記センサ 50 によって閾値を超える信号が検出される。この場合、制御部 44 の制御によって、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を増加させる。これにより、前記偏荷重による軸受部 20 の負荷による摩擦等を抑制することが可能となる。

【0041】

軸受装置 10 (給油ユニット 40) は、前記事象 5 「軸受部 20 の回転数の変化」を検知するために、軸受部 20 の回転数を取得するためのセンサ 50 を備えていてもよい。この場合、センサ 50 によって刻々と軸受部 20 の回転数が検知され、回転数の変化が閾値を超えると、制御部 44 の制御によって、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を増加させたり減少させたりする。なお、軸受部 20 の回転数の変化による給油の制御については、図 5 を用いて後に説明する。

10

【0042】

また、軸受部 20 の負荷に応じた給油量の変化の例として、軸受部 20 に焼付きの兆候が生じた場合に給油量を増加させる制御が制御部 44 によって行われるように構成してもよい。このためには、軸受装置 10 (給油ユニット 40) は匂いを検知するためのセンサ 50 を備えていればよい。

【0043】

〔軸受部 20 の負荷に応じた給油量の変化(その 2)〕

前記のとおり様々な事象により軸受負荷は時間的に変化する。この時間的変化に応じた給油量の制御について説明する。図 3 (A) に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 までは軸受負荷が徐々に大きくなっている。軸受負荷が大きくなると、それまでよりも多くの潤滑油が必要となる。そこで、この場合、図 3 (B) に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を増加させている。このように、軸受部 20 の負荷が大きくなる場合、ポンプ 43 による給油量を増加させる制御が行われることで、軸受負荷が大きくなって潤滑油が必要となる状況に対応することができる。

20

【0044】

図 3 (A) において、時刻 t_2 から時刻 t_3 までは軸受負荷が変化しない。そこで、図 3 (B) に示すように、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を一定としている。

30

【0045】

図 3 (A) に示すように、時刻 t_3 から時刻 t_4 までは軸受負荷が徐々に小さくなっている。軸受負荷が小さくなると、それまでよりも潤滑油が少なくて済む。そこで、この場合、図 3 (B) に示すように、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの間、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を減少させている。このように、軸受部 20 の負荷が小さくなる場合、ポンプ 43 による給油量を減少させる制御が行われることで、潤滑油が過剰となって攪拌抵抗が増すのを防ぐことができる。

【0046】

以上のように、本実施形態の軸受装置 10 では、軸受負荷の変化に応じてポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を変化させる制御が行われる。この軸受装置 10 によれば(特に負荷が小さくなる場合に)軸受部 20 に潤滑油を絞って供給することができ、これにより軸受部 20 における潤滑油の攪拌抵抗を小さくすることが可能となり、また、給油量を絞りつつ必要な潤滑油を軸受部 20 に与えることで焼付き等の不具合を防止し回転性能を維持することが可能となる。

40

【0047】

図 4 は、図 3 (B) に示す潤滑油の吐出制御の変形例を示すグラフである。図 4 に示すように、時刻 t_2 の後、給油量は一定であるが、時刻 t_3 の直後において、給油量を一旦増加させた後、給油量を減少させている。これは、軸受部 20 における潤滑性能(回転性能)の急な低下を防ぐためである。すなわち、例えば給油量を減少させるのが好ましいタ

50

タイミングではないにも関わらず給油量を減少させると、軸受部 20 における潤滑性能（回転性能）が急に低下する可能性がある。そこで、図 4 に示す形態では、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を減少させる前に、この給油量を一旦増加させる制御が行われる。これにより、例えば誤って軸受部 20 への給油量を減少させるような場合であっても軸受部 20 における潤滑性能（回転性能）の急な低下を防ぐことが可能となる。

【 0048 】

〔軸受部 20 の負荷に応じた給油量の変化（その 3）〕

軸受部 20 の回転数の変化による給油の制御について説明する。図 5（A）は、軸受部 20 の回転数の時間変化を示すグラフであり、図 5（B）は、この回転数の時間変化に応じて行われる給油量の変化を示すグラフである。本実施形態の場合、軸受部 20 の回転数は内輪 21 の回転数である。図 5（A）に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 までは回転数が徐々に高くなっている。回転数が高くなると（加速すると）軸受部 20 において滑りが生じやすく、この滑りによる焼付きが生じやすくなり、それまでよりも多くの潤滑油が必要となる。そこで、図 5（B）に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を（基準値 Q_0 よりも）増加させている。このように、軸受部 20 が加速する場合、ポンプ 43 による給油量を増加させる制御が行われる。これにより、軸受部 20 が加速して軸受負荷が大きくなり潤滑油が必要となる状況に対応することができる。

【 0049 】

図 5（A）において、時刻 t_2 から時刻 t_3 までは回転数が変化しない。この場合、軸受部 20 で滑りが生じ難く、潤滑油が少なくて済む。そこで、図 5（B）に示すように、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を（基準値 Q_0 よりも）減少させ、また、その給油量を一定としている。

【 0050 】

図 5（A）に示すように、時刻 t_3 から時刻 t_4 までは回転数が徐々に低くなっている。回転数が低くなると（減速すると）軸受部 20 において滑りが生じやすく、この滑りによる焼付きが生じやすくなり、それまでよりも潤滑油が必要となる。そこで、図 5（B）に示すように、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの間、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を（回転数が変化しない場合よりも、更には、基準値 Q_0 よりも）増加させている。このように、軸受部 20 が減速する場合、ポンプ 43 による給油量を増加させる制御が行われる。これにより、軸受部 20 が減速して軸受負荷が大きくなり潤滑油が必要となる状況に対応することができる。

【 0051 】

以上のように、本実施形態の軸受装置 10 では、軸受負荷の変化に応じてポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を変化させる制御が行われる。この軸受装置 10 によれば（特に、回転数が変化しない場合に）軸受部 20 に潤滑油を絞って供給することができ、これにより軸受部 20 における潤滑油の攪拌抵抗を小さくすることが可能となり、また、給油量を絞りつつ必要な潤滑油を軸受部 20 に与えることで焼付き等の不具合を防止し回転性能を維持することが可能となる。

【 0052 】

図 6 は、図 5（B）に示す潤滑油の吐出制御の変形例を示すグラフである。図 6 に示すように、時刻 t_1 の後、給油量は一定であるが、時刻 t_2 の直後において、給油量を一旦増加させた後、給油量を減少させている。これは、軸受部 20 における潤滑性能（回転性能）の急な低下を防ぐためである。すなわち、例えば給油量を減少させるのが好ましいタイミングではないにも関わらず給油量を減少させると軸受部 20 における潤滑性能（回転性能）が急に低下する可能性がある。そこで、図 6 に示す形態では、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を減少させる前に、この給油量を一旦増加させる制御が行われる。これにより、例えば誤って軸受部 20 への給油量を減少させるような場合であっても軸受部 20 における潤滑性能（回転性能）の急な低下を防ぐことが可能とな

10

20

30

40

50

る。

〔軸受部 20 の負荷に応じた給油量の変化（小括）〕

前記のとおり各種センサ 50（図 7 参照）について説明したが、本実施形態の軸受装置 10 では、少なくとも一つのセンサ 50 の検知結果が用いられればよい。

そして、軸受部 20 の負荷に応じた給油量の変化の各例で説明したように、本実施形態の軸受装置 10 の給油ユニット 40 は（図 7 参照）、ポンプ 43 による潤滑油の吐出動作を制御する制御部 44 と、軸受部 20 の状態を検知する検知部としての各種センサ 50 とを備えている。制御部 44 は、センサ 50 による検知結果に応じてポンプ 43 の吐出動作を制御することで、軸受部 20 への給油量を変化させる構成となっている。これにより、各種センサ 50 によって軸受部 20 における状態の変化（例えば異常の兆候）を捉えて事前に軸受部 20 への給油量を変化させることが可能となる。

10

【0053】

前記の各種センサ 50 は、給油ユニット 40 の一部（本体部 41）に取り付けられていればよい（図 2 参照）。なお、前記圧力センサ（ひずみセンサ）については、軸受部 20（内輪 21 又は外輪）や間座（内輪間座 17 又は外輪間座 18）に取り付けられているのが好ましい。

【0054】

または、（前記圧力センサ（ひずみセンサ）を除く）前記の各種センサ 50 は、軸受部 20 が組み込まれる装置、つまり、本実施形態では工作機械（主軸装置の一部、ただし軸受部 20 の近傍）に設置されていてもよい。この場合、工作機械（主軸装置の一部）の状態を検知する検知部として前記各種センサ 50 を、この工作機械（主軸装置）が備えており、この各種センサ 50 による検知結果を、給油ユニット 40 の制御部 44 が取得する。制御部 44 は、この検知結果に応じてポンプ 43 の吐出動作を制御することで軸受部 20 への給油量を変化させる。これにより、主軸装置の一部を介して軸受部 20 の状態を検知することができ、その状態の変化（例えば異常の兆候）を捉えて事前に軸受部 20 への給油量を変化させることが可能となる。

20

【0055】

〔給油ユニット 40 の給油動作（その 1）〕

図 8 は、給油ユニット 40、及び軸受部 20 が組み込まれる装置の概略ブロック図である。軸受部 20 が組み込まれる装置は、本実施形態の場合、工作機械 5 であり、工作機械 5 は、軸受部 20 によって回転可能として支持される回転部として軸（主軸）7 を有している他に、この軸（回転部）7 を回転させるモータ（減速機付モータ）6 を備えている。軸 7 は、加工の対象となるワークを回転させるための軸であってもよく、又は、ワークに対して切削等の加工を行う工具を回転させるための軸であってもよい。工作機械 5 の加工対象となるワークの材質や加工速度（送り速度）が異なると、モータ 6 の負荷（トルク）が変わる。

30

【0056】

そこで、給油ユニット 40 の制御部 44 は、モータ 6 の動作情報 i1 として、本実施形態ではモータ 6 の電流値情報を刻々と取得する。例えば、加工抵抗（切削抵抗）が大きく、軸 7 及び軸受装置 10（軸受部 20）に作用する負荷が高くなる場合、モータ 6 の負荷が大きくなり、この場合、モータ 6 の電流値も大きくなる。そこで、制御部 44 は取得した電流値が（閾値よりも）大きくなるとポンプ 43 からの給油量を増加させる制御を行う。これに対して、加工抵抗（切削抵抗）が小さく、軸 7 及び軸受装置 10（軸受部 20）に作用する負荷が低くなる場合、モータ 6 の負荷が小さくなり、この場合、モータ 6 の電流値も小さくなる。そこで、制御部 44 は取得した電流値が（下の閾値よりも）小さくなるとポンプ 43 からの給油量を減少させる制御を行う。

40

【0057】

なお、モータ 6 の動作情報 i1 は、電流値以外であってもよく、例えば、電圧値やトルク値であってもよい。このように、図 8 に示す形態では、制御部 44 は、軸受部 20 が組み込まれる装置（工作機械 5）が有しかつこの軸受部 20 によって支持される回転部（軸

50

7) を回転させるモータ6の動作情報i1を取得し、この動作情報i1に応じてポンプ43の吐出動作を制御することで軸受部20への給油量を変化させる機能を有している。この構成によれば、軸7及びこの軸7を支持する軸受部20に作用する負荷が変化すると、モータ6の負荷に影響を与えることから、このモータ6の動作情報i1に応じてポンプ43を制御することで、前記負荷の変化に応じて軸受部20への給油量を変化させることが可能となる。

【0058】

〔給油ユニット40の給油動作(その2)〕

図9は、給油ユニット40、及び軸受部20が組み込まれる装置の概略ブロック図である。軸受部20が組み込まれる装置は工作機械5であり、特に本実施形態の工作機械5は、数値制御によりワークWを工具4によって加工(例えば切削加工)する装置(NC工作機械)である。つまり、図9により説明する軸受部20及び給油ユニット40を備えている軸受装置10は、工作機械5の軸(回転軸)7を支持する軸受装置である。本実施形態では、軸受部20が支持する軸7を、工具4を回転させるための軸としているが、(図示しないが)加工の対象となるワークWを回転させるための軸であってもよい。

10

【0059】

工作機械5は、ワークWの寸法(ワークWの加工前後の寸法)の情報等を記憶するメモリ5a、工具4を移動させるアクチュエータ5b、及び前記情報と加工条件等に基づいてアクチュエータ5bを動作させるコントロール部5cを備えている。コントロール部5cは、コンピュータにより構成されており、指令信号をアクチュエータ5bに出力することでアクチュエータ5bを動作させる。アクチュエータ5bによって、まず工具4をワークWの近傍まで高速で送り(移動させ)、その後、低速で工具4を送りながらワークWを加工する。このようなワークWを加工するためのアクチュエータ5bの動作は、前記寸法の情報等を用いてコントロール部5cが生成する数値制御情報(NC情報)に基づいて行われる。

20

【0060】

ここで、工作機械5における加工荷重について説明する。工作機械5によりワークWの加工を開始すると、つまり、工具4がワークWに接触すると、軸7及び軸受部20に重荷重や偏荷重等の加工荷重が作用し、軸受部20における負荷状態が変化する。そして、ワークWの加工が終了すると、工具4を低速から高速としてワークWから退避させる。

30

そこで、給油ユニット40の制御部44は、工作機械5(コントロール部5c)から前記数値制御情報(NC情報)i2を取得し、前記加工荷重が作用して負荷状態が変化する前に、つまり、軸受部20の負荷が大きくなる前に、制御部44は、軸受部20への給油量を増加させる制御を行う。具体的に説明すると、前記のとおり、アクチュエータ5bが動作して工具4をワークWの近傍まで高速で送り、その後、低速で工具4を送りながらワークWを加工することから、工具4の送り速度が前記のとおり高速から低速へと変化するタイミングで、制御部44は軸受部20への給油量を増加させる制御を行う。そして、ワークWの加工が終わり、工具4の送り速度が低速から高速に変化し、高速で一定速度になると、制御部44は、軸受部20への給油量を増加させる制御を行う。

40

【0061】

前記実施形態では、数値制御情報(NC情報)i2として「送り」に関する情報を用いる場合について説明したが、「工具4とワークWとの相対位置」に関する情報を用いてもよい。つまり、工具4とワークWとが接近状態となるタイミングで、制御部44は軸受部20への給油量を増加させる制御を行い、加工後、工具4とワークWとが離れるタイミングで、制御部44は軸受部20への給油量を減少させる制御を行ってもよい。

【0062】

特にワークWが比較的硬い材質である場合、より一層、軸受部20への給油量を増加させるのが好ましい。ワークWの材質は前記数値制御情報(NC情報)i2に含まれている。工作機械5がフライス盤である場合、その工具4(刃具)、工具4を回転させる軸7、及び軸7を支持する軸受部20に作用する偏荷重が大きくなることから、より一層給油量

50

を増加させるのが好ましい。

【 0 0 6 3 】

また、数値制御情報（NC情報）i 2として「回転数」に関する情報を用いてもよい。この回転数は、加工の対象となるワークWを回転させるための軸の値であってもよく、又は、ワークWに対して切削等の加工を行う工具4を回転させるための軸の値であってもよく、本実施形態の軸受装置10によって支持される軸の値である。既に説明したように、軸7及び軸受部20の回転が加速する場合、及び、回転が減速する場合、軸受部20において滑りが発生しやすいことから、制御部44の制御によって、回転数が増加又は減少する直前にポンプ43による軸受部20への給油量を増加させ、また、回転数が一定となると給油量を減少させる。

10

【 0 0 6 4 】

また、数値制御情報（NC情報）i 2として、ワークWに対する工具4の姿勢に関する情報を用いてもよい。例えば、ワークWの一部にアール面を形成する等、曲面加工を行う場合、アクチュエータ5bは工具4をワークWに接触させながら工具4の姿勢を変化させる。このように工具4の姿勢が変化すると、この工具4を回転させる軸7を支持する軸受部20において重荷重や偏荷重が作用し、更に、工具4の姿勢が変化する速度（以下、これを角速度という。）が高くなると、軸7及び軸受部20の負荷が大きくなる。そこで、角速度が高くなる直前に、制御部44は軸受部20への給油量を増加させる制御を行い、角速度が低くなると、制御部44は軸受部20への給油量を減少させる制御を行う。

20

【 0 0 6 5 】

このように、給油ユニット40の制御部44は、工作機械5がワークWを数値制御によって加工するために用いられる情報i 2を取得可能であり、この情報i 2に基づいてポンプ43の吐出動作を制御することで、軸受部20への給油量を変化させる機能を有している。この構成によれば、ワークWの加工開始前に予め軸受部20への給油量を増やすことができ、また、例えば、軸7の回転数が変化して軸受部20における滑りが発生しやすい場合に予め軸受部20への給油量を増やすことができる。つまり、ワークWの加工が開始されると軸受部20に作用する負荷が変化することから、この負荷の変化が生じる前に給油量を変化させることが可能となり、軸受部20において不具合が発生するのを未然に防ぐことができる。

【 0 0 6 6 】

〔給油ユニット40の給油動作（その3）〕

図10は、給油ユニット40、及び時間管理する機能を備えるタイマー部9を含む装置（工作機械5）の概略ブロック図である。本実施形態のタイマー部9は、経過時間をカウントする機能を有し、工作機械5のコントロール部5cが備えている。工作機械5が長時間停止している場合、この工作機械5が有する軸7を支持する軸受部20は貧潤滑状態となっている可能性がある。そこで、給油ユニット40の制御部44は、タイマー部9から経過時間の情報i 3を取得することができ、この経過時間を閾値と比較し、長い時間について工作機械5が停止しており、軸受部20も回転を停止していたが、回転を再開する場合（つまり、前記経過時間が閾値を超えている場合）、制御部44はポンプ43による軸受部20への給油量を増加させる。そして、タイマー部9が運転開始からの時間経過をカウントし、運転（回転）が所定時間について継続すると、制御部44は、所定のタイミングで軸受部20への給油量を減少させる。このように、制御部44は、時間管理する機能を備えるタイマー部9からの信号（前記経過時間の情報i 3）によって、ポンプ43の吐出動作を制御することで軸受部20への給油量を変化させる機能を有している。これにより、工作機械5の運転開始時における軸受部20の焼付き等の不具合の発生を防ぐことが可能となる。なお、タイマー部9は給油ユニット40の制御部44が有していてもよい。

30

40

【 0 0 6 7 】

〔給油ユニット40の給油動作（その4）〕

図1に示す給油ユニット40が軸受部20に対して行う給油の方式の例を、図11のグラフに示している。図11では、ポンプ43からの給油量を変化させるために用いられる

50

パラメータとして「軸受部 20 の回転数（軸受回転数）」が用いられている。軸受部 20 の回転数は工作機械 5 の軸 7 の回転数と同じであることから、給油ユニット 40 の制御部 44 は、この回転数の情報を工作機械 5 から取得することができる。または、この回転数の情報を、給油ユニット 40 が備えているセンサ 50 に基づいて取得してもよい。

【0068】

制御部 44 は、軸受部 20 の回転数に応じて適切な給油量を軸受部 20 に与えるための動作信号を生成し、この動作信号をポンプ 43 に与える。例えば、回転数が高い場合、給油量を増加させる動作信号が生成され、回転数が低い場合、給油量を減少させる動作信号が生成される。このように、制御部 44 は、取得する軸受部 20 の回転数（パラメータ）に応じてポンプ 43 の動作信号を生成し、ポンプ 43 はこの動作信号に基づいて潤滑油を吐出する動作を行う。

10

【0069】

図 11 により具体例を説明する。図 11 (A) に示すように、時刻 t で前記回転数が「 N (rpm)」から半減し「 $N/2$ (rpm)」に低下したとする。図 11 (B) に示すように、時刻 t 前のポンプ 43 から軸受部 20 への給油量（単位時間あたりの給油量）を「 Q 」とする。前記回転数が半減することで、制御部 44 は給油量を「 Q 」よりも減少させる動作信号を生成するが、この際、生成する動作信号は、回転数の半減と同様に給油量を半減させる信号ではなく（「 $Q/2$ 」ではなく）、半減量「 $Q/2$ 」を超えて更に給油量を減らす信号とする。図 11 (B) に示す形態では、回転数が半減（50 パーセント減）した場合に、軸受部 20 への給油量をそれまでよりも更に少ない給油量として「 $Q/4$ 」としている（75 パーセント減）。このように低回転時では、少ない給油量としても軸受部 20 における焼付きを防ぐことができる。

20

【0070】

このように、制御部 44 は、軸受部 20 の回転数（パラメータ）の変化の割合と異なる変化の割合で、軸受部 20 への給油量を変化させる動作信号を生成する。なお、ポンプ 43 からの給油量を変化させるために用いられるパラメータは、軸受部 20 の回転数以外であってもよく、他の軸受負荷とすることができる。

【0071】

〔本実施形態の軸受装置 10 について〕

以上の各構成を備えている本実施形態の軸受装置 10（図 1 参照）は、給油ユニット 40 を有し、この給油ユニット 40 は、軸受部 20 に微量の潤滑油を吐出するポンプ 43 を有しており、様々な条件によりこのポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を変化させている。この軸受装置 10 によれば、軸受部 20 に潤滑油を絞って供給することができ、これにより軸受部 20 における潤滑油の攪拌抵抗を小さくすることが可能となり、また、給油量を絞りつつ必要な潤滑油を軸受部 20 に与えることで焼付き等の不具合を防止し回転性能を維持することが可能となる。

30

特に、前記軸受装置 10 では、ポンプ 43 からの潤滑油の吐出による軸受部 20 への給油量を、軸受部 20 が回転している途中において変化させており、これにより、軸受部 20 の回転状況に応じて給油量を変化させ、適切な潤滑油量を維持することが可能となる。

【0072】

40

本実施形態の軸受装置 10 のように、軸受部 20 における潤滑油の攪拌抵抗が小さくなることで、軸受部 20 におけるトルクロスの低減が可能となる。また、適切な量の潤滑油が軸受部 20 に供給されることで、発熱の抑制が可能となり、また、給油量を微量とすることで消費潤滑油量の低減が可能となる。このためタンク 42（図 2 参照）の容量に制限があっても無駄に潤滑油を消費せず、長期にわたって給油ユニット 40 を機能させることが可能となる。

【0073】

また、ポンプ 43 は、図示しないが、潤滑油を先端から滲み出させる針状のノズルを備えるポンプ本体を有し、このノズルの先端に凝集した潤滑油の油滴が所定の大きさになると、この油滴が軸受部 20 の回転によるエア流によって先端から離脱して軸受部 20 に潤

50

滑油（油滴）を供給する構成であってもよいが、本実施形態のポンプ４３は、このような構成と異なる。つまり、本実施形態のポンプ４３は、微細な穴からなる潤滑油の吐出口５１が設けられているポンプ本体５６（図１参照）を有しており、吐出口５１から内輪２１と外輪２２との間の環状空間１１に向けて、初速を有して潤滑油を飛ばす構成である。そして、このポンプ４３からの潤滑油の供給量を変化させる。このようなポンプ４３によれば、微量とする潤滑油の供給量の変化を精度良く制御することが可能となる。つまり、潤滑油の供給量が微量であるが、その供給量の小さな変化を精度良く制御することが可能となる。

【００７４】

前記各形態では、ポンプ４３の制御を行う制御部４４を給油ユニット４０が備えている場合について説明したが、この制御部４４については軸受装置１０の外部に設置されていてもよい。つまり、軸受装置１０以外の機器（例えば、本実施形態の場合、工作機械の制御装置（コントロール部））が備えていてもよく、この機器の制御部の一部の機能によって前記制御部４４が構成されていてもよい。

10

【００７５】

また、前記のとおり開示した実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。つまり、本発明の軸受装置は、図示する形態に限らず本発明の範囲内において他の形態のものであってもよい。

例えば、図１に示す軸受部２０はアンギュラ玉軸受であるが、軸受の形式はこれに限らず、深溝玉軸受であってもよく、また、軸受部２０は、転動体としてころを有している円すいころ軸受や円筒ころ軸受等であってよい。

20

また、前記実施形態では、外輪２２を固定輪としており、外輪２２が保持器２４の径方向についての位置決めを行う構成として説明したが、反対であってもよい。つまり、内輪２１を固定輪とし、内輪２１が保持器２４の径方向についての位置決めを行うように構成してもよい。すなわち、軸受部２０では、内輪２１と外輪２２とのうちの一方が回転輪であって他方が固定輪となっていればよい。

前記実施形態では、電源部４５が給油ユニット４０に含まれる場合について説明したが、給油ユニット４０の外部、つまり、軸受装置１０の外部に設置されていてもよい。この場合、給油ユニット４０と外部とが電力線を通じて接続される。

【００７６】

30

前記実施形態で説明する給油ユニット４０は、軸受部２０と共に設けられることで軸受装置１０が構成されているが、軸受部２０以外の機構（ギヤ部等）と共に設けられていてもよい。

【符号の説明】

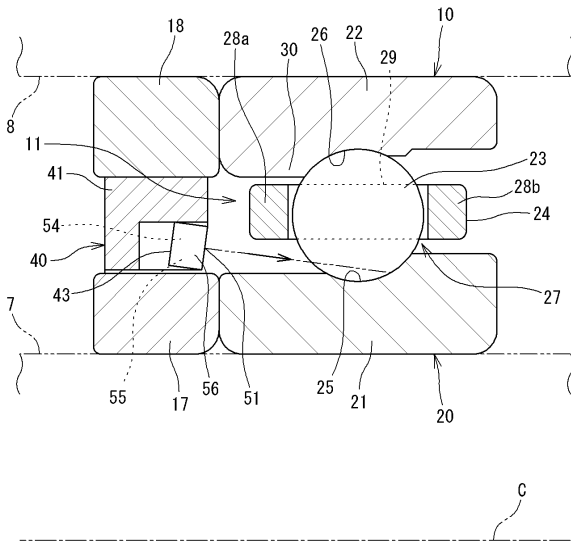
【００７７】

５：工作機械	６：モータ	７：軸（回転部）
９：タイマー部	１０：軸受装置	１１：環状空間
２０：軸受部	２１：内輪	２２：外輪
２３：玉（転動体）	２４：保持器	４０：給油ユニット
４３：ポンプ	４４：制御部	５０：センサ（検知部）
５１：吐出口	５６：ポンプ本体	

40

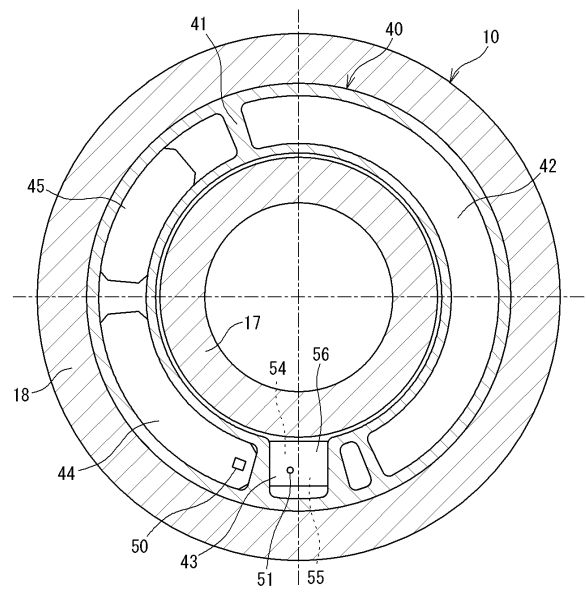
【図1】

図1



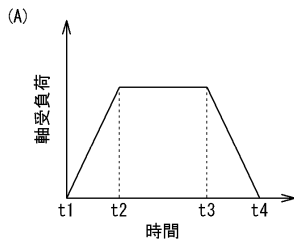
【図2】

図2



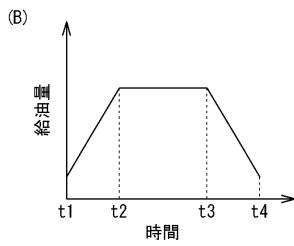
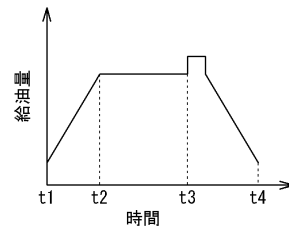
【図3】

図3



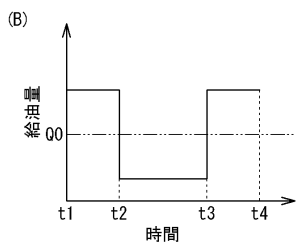
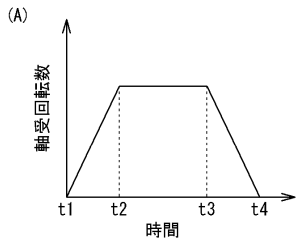
【図4】

図4



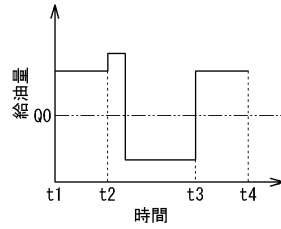
【図5】

図5



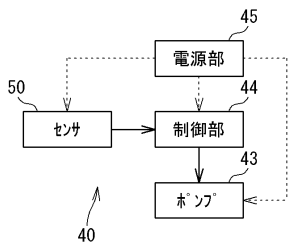
【図6】

図6



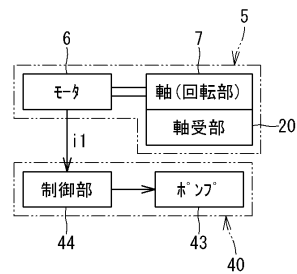
【図7】

図7



【図8】

図8



フロントページの続き

審査官 中島 亮

(56)参考文献 特開2016-011691(JP,A)
特開2004-108388(JP,A)
特開2006-258192(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 19/00 - 19/56
F16C 33/30 - 33/66
F16N 1/00 - 99/00