

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6781625号
(P6781625)

(45) 発行日 令和2年11月4日 (2020.11.4)

(24) 登録日 令和2年10月20日 (2020.10.20)

(51) Int.Cl.

F 1

F 1 6 C 25/08 (2006.01)

F 1 6 C 25/08 A

F 1 6 C 19/52 (2006.01)

F 1 6 C 19/52

F 1 6 C 19/08 (2006.01)

F 1 6 C 19/08

F 1 6 C 33/66 (2006.01)

F 1 6 C 33/66 Z

F 1 6 C 37/00 (2006.01)

F 1 6 C 37/00 B

請求項の数 5 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-251470 (P2016-251470)
 (22) 出願日 平成28年12月26日 (2016.12.26)
 (65) 公開番号 特開2018-105394 (P2018-105394A)
 (43) 公開日 平成30年7月5日 (2018.7.5)
 審査請求日 令和1年11月28日 (2019.11.28)

(73) 特許権者 516299338
 三菱重工サーマルシステムズ株式会社
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
 (74) 代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史
 (74) 代理人 100162868
 弁理士 伊藤 英輔
 (74) 代理人 100161702
 弁理士 橋本 宏之
 (74) 代理人 100189348
 弁理士 古部 智
 (74) 代理人 100196689
 弁理士 鎌田 康一郎
 (74) 代理人 100210572
 弁理士 長谷川 太一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転体と、

前記回転体の外周面に固定された内輪、該内輪の外側に配置された外輪、及び前記内輪と前記外輪との間に介装された複数の転動体を含む軸受と、

前記軸受の外側に配置され、前記外輪が固定された軸受箱と、

前記軸受箱の外側に配置され、該軸受箱が固定されたケーシングと、

前記外輪の温度と前記内輪の温度との差を小さくする温度差抑制機構と、

を備え、

前記温度差抑制機構は、前記ケーシングのうち、前記軸受箱の外周面と接触する内周面から凹むように設けられて、前記軸受箱との間に閉空間としての空隙を形成する凹部である回転機械。

【請求項 2】

前記温度差抑制機構は、前記ケーシングの外面に設けられた断熱材を含み、

前記軸受箱は、前記軸受に潤滑油を噴射する潤滑油噴射部を有する請求項 1 記載の回転機械。

【請求項 3】

前記温度差抑制機構は、前記軸受箱と前記ケーシングとの間に配置され、前記ケーシングよりも熱電率の低い低熱伝導率部材を含む請求項 1 または 2 記載の回転機械。

【請求項 4】

10

20

前記温度差抑制機構は、前記軸受箱と前記ケーシングとの間に配置され、前記軸受箱を加熱する発熱体を含み、

前記軸受箱は、前記軸受に潤滑油を噴射する潤滑油噴射部を有する請求項 1 または 2 記載の回転機械。

【請求項 5】

前記軸受箱の外周面、及び該軸受箱の外周面と接触する前記ケーシングの内周面のうち、少なくとも一方の面が粗面とされており、

前記温度差抑制機構は、前記粗面を含む請求項 1 から 4 のうち、いずれか 1 項記載の回転機械。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転機械に関する。

【背景技術】

【0002】

回転機械は、回転軸等の回転体を回転可能に支持する軸受を備える。軸受は、回転体側に配置される内輪と、内輪の外側に配置された外輪と、内輪と外輪の間に介装された複数の転動体と、を有する。内輪は、回転体に固定されている。外輪は、軸受箱に固定されている。軸受箱は、ケーシング内に収容されている。

20

【0003】

上記構成とされた軸受では、外輪の熱が軸受箱及びケーシングを通じて放熱されやすいが、内輪の熱は放熱されにくい。

また、内輪の温度と外輪の温度との差が大きくなると、内輪と外輪と間の熱膨張の差に起因して、運転中の軸受のすきまが減少して、軸受の寿命が低下する可能性があった。

特に、高速で軸受を回転させる場合に、軸受の寿命の低下が顕著となる可能性があった。

【0004】

特許文献 1 には、放熱性に劣る内輪の温度上昇を抑制するために、ぬすみの軸方向の長さをクラウニング部の軸方向長さより大きく調整することが開示されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 4 1 9 6 7 0 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 に開示された手法は、調整が難しく、非常に煩雑であった。

【0007】

そこで、本発明は、簡便に軸受の寿命の低下を抑制可能な回転機械を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明の一態様に係る回転機械は、回転体と、前記回転体の外周面に固定された内輪、該内輪の外側に配置された外輪、及び前記内輪と前記外輪との間に介装された複数の転動体を含む軸受と、前記軸受の外側に配置され、前記外輪が固定された軸受箱と、前記軸受箱の外側に配置され、該軸受箱が固定されたケーシングと、前記外輪の温度と前記内輪の温度との差を小さくする温度差抑制機構と、を備え、前記温度差抑制機構は、前記ケーシングのうち、前記軸受箱の外周面と接触する内周面から凹むように設けられて、前記軸受箱との間に閉空間としての空隙を形成する凹部である。

【0009】

50

本発明によれば、外輪の温度と内輪の温度との差を小さくする温度差抑制機構を有することで、内輪と外輪と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となる。これにより、運転中の軸受スキマの減少を抑制することが可能となるので、軸受の寿命の低下を抑制することができる。

また、ぬすみの軸方向の長さをクラウニング部の軸方向長さより大きく調整する場合（軸受自体を調整する場合）と比較して、簡便に、軸受の寿命の低下を抑制することができる。

また、上記構成とされた凹部をケーシングに設けることで、ケーシングの内周面と軸受箱の外周面との接触面積が小さくなるため、外輪と接触する軸受箱の熱をケーシングに伝わりにくくすることが可能となる。これにより、外輪の温度低下が抑制され、内輪と外輪と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受の寿命の低下を抑制することができる。

10

【0012】

また、上記本発明の一態様に係る回転機械において、前記温度差抑制機構は、前記ケーシングの外面に設けられた断熱材を含み、前記軸受箱は、前記軸受に潤滑油を噴射する潤滑油噴射部を有してもよい。

【0013】

このように、ケーシングの外面に断熱材を設けることで、ケーシングと外気との接触を抑制可能になるとともに、回転機械の熱を断熱材の内側に保つことが可能となる。これにより、外輪の温度低下が抑制され、内輪と外輪と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受の寿命の低下を抑制することができる。

20

また、軸受に潤滑油を噴射する潤滑油噴射部を有することで、潤滑油を用いて軸受全体を冷却することが可能となる。これにより、軸受全体の温度が大きく上昇することを抑制できる。

【0014】

また、上記本発明の一態様に係る回転機械において、前記温度差抑制機構は、前記軸受箱と前記ケーシングとの間に配置され、前記ケーシングよりも熱電率の低い低熱伝導率部材を含んでもよい。

【0015】

このように、軸受箱とケーシングとの間に、ケーシングよりも熱電率の低い低熱伝導率部材を配置することで、軸受箱とケーシングとの間での熱の伝導を抑制することが可能となる。これにより、外輪の温度低下が抑制され、内輪と外輪と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受の寿命の低下を抑制することができる。

30

【0016】

また、上記本発明の一態様に係る回転機械において、前記温度差抑制機構は、前記軸受箱と前記ケーシングとの間に配置され、前記軸受箱を加熱する発熱体を含み、前記軸受箱は、前記軸受に潤滑油を噴射する潤滑油噴射部を有してもよい。

【0017】

このように、軸受箱とケーシングとの間に、軸受箱を加熱する発熱体を配置することで、内輪と比較して温度が低下しやすい外輪を加熱することが可能となる。これにより、内輪と外輪と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受の寿命の低下を抑制することができる。

40

また、軸受に潤滑油を噴射する潤滑油噴射部を有することで、潤滑油を用いて軸受全体を冷却することが可能となる。これにより、軸受全体の温度が大きく上昇することを抑制できる。

【0018】

また、上記本発明の一態様に係る回転機械において、前記軸受箱の外周面、及び該軸受箱の外周面と接触する前記ケーシングの内周面のうち、少なくとも一方の面が粗面とされており、前記温度差抑制機構は、前記粗面を含んでもよい。

【0019】

50

このように、軸受箱の外周面、及び軸受箱の外周面と接触するケーシングの内周面のうち、少なくとも一方の面を粗面とし、温度差抑制機構が粗面を含むことで、軸受箱の外周面とケーシングの内周面との間における接触面積が小さくなるため、外輪と接触する軸受箱の熱をケーシングに伝わりにくくすることが可能となる。これにより、外輪の温度低下が抑制され、内輪と外輪と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受の寿命の低下を抑制することができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、簡便に軸受の寿命の低下を抑制可能な回転機械を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る回転機械の圧縮機の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係る回転機械の圧縮機の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施形態に係る回転機械の圧縮機の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図4】本発明の第4の実施形態に係る回転機械の圧縮機の概略構成を模式的に示す断面図である。

20

【図5】本発明の第5の実施形態に係る回転機械の圧縮機の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図6】図5に示す領域Aで囲まれた部分を拡大した断面図である。

【図7】図5に示す領域Bで囲まれた部分を拡大した断面図である。

【図8】比較例及び実施例の内輪と外輪との温度差の絶対値と複数の軸受との関係を示すグラフである。

【図9】比較例の内輪の温度、及び外輪の温度を示すグラフである。

【図10】実施例の内輪の温度、及び外輪の温度を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

30

以下、図面を参照して本発明を適用した実施形態について詳細に説明する。

【0023】

(第1の実施形態)

図1を参照して、本発明の第1の実施形態の回転機械10について説明する。なお、図1に示すOは、回転体11の軸線(以下、「軸線O」という)を示している。図1では、回転機械10の一例として、コンプレッサを例に挙げて図示する。また、図1では、回転体11の一例として、回転軸を例に挙げて図示する。

【0024】

回転機械10は、回転体11と、軸受箱13、15と、複数の軸受16と、ケーシング18と、温度差抑制機構19と、支持部材21と、シール部材22と、を有する。

40

【0025】

回転体11は、円柱形状とされており、所定方向(軸線O方向)に延在して配置されている。回転体11は、先端部11Aと、基端部11Bと、軸受支持部11Cと、を有する。

先端部11Aは、ケーシング18の一方の端部から露出されている。基端部11Bは、ケーシング18内に収容されている。基端部11Bは、複数の軸受16により回転可能に支持される部分である。軸受支持部11Cは、先端部11Aと基端部11Bとの間に配置されている。

上記構成とされた回転体11は、外周面11aを有する。

【0026】

50

軸受箱 13 は、軸受箱本体 27 と、潤滑油噴射部 28 と、を有する。軸受箱本体 27 は、円筒形状とされた部材である。軸受箱本体 27 は、軸受支持部 11C の外周面 11a との間に軸受 16 を配置可能な隙間を介在させた状態で、軸受支持部 11C を収容している。

軸受箱本体 27 は、外周面 27a と、外輪固定面 27b と、を有する。外周面 27a は、ケーシング 18 と接触する面である。外周面 27a は、軸受箱 13 の外周面 13a に対応する面である。

外輪固定面 27b は、内側に軸受 16 の外輪 16B が固定されるリング状の面である。外輪固定面 27b は、軸線 O 方向に対して所定間隔を空けて複数配置されている。

【0027】

潤滑油噴射部 28 は、軸受箱本体 27 の内側に設けられている。潤滑油噴射部 28 は、軸受箱本体 27 の内側から軸受支持部 11C に向かう方向に突出している。潤滑油噴射部 28 は、軸受 16 間に配置されている。潤滑油噴射部 28 は、潤滑油供給部（図示せず）と接続されている。潤滑油噴射部 28 は、軸受 16 に潤滑油を噴射することで、軸受 16 全体を冷却する機能を有する。

【0028】

軸受箱 15 は、軸受箱本体 31 と、潤滑油噴射部 32 と、を有する。軸受箱本体 31 は、一方の端部が閉塞端とされ、他方が開放端とされた円筒部材である。軸受箱本体 31 は、基端部 11B の外周面 11a との間に軸受 16 を配置可能な隙間を介在させた状態で、基端部 11B を収容している。

軸受箱本体 31 は、外周面 31a と、外輪固定面 31b と、を有する。外周面 31a は、ケーシング 18 と接触する面である。外周面 31a は、軸受箱 15 の外周面 15a に対応する面である。

外輪固定面 31b は、内側に軸受 16 の外輪 16B が固定されるリング状の面である。外輪固定面 31b は、軸線 O 方向に対して所定間隔を空けて複数配置されている。

【0029】

潤滑油噴射部 32 は、軸受箱本体 31 の内側に設けられている。潤滑油噴射部 32 は、軸受箱本体 31 の内側から基端部 11B に向かう方向に突出している。潤滑油噴射部 32 は、軸受 16 間に配置されている。潤滑油噴射部 32 は、潤滑油供給部（図示せず）と接続されている。潤滑油噴射部 32 は、軸受 16 に潤滑油を噴射することで、軸受 16 全体を冷却する機能を有する。

上述した軸受箱 13、15 は、複数の軸受 16 の外側に配置されている。

【0030】

軸受 16 は、軸受支持部 11C と軸受箱本体 27 との間、及び基端部 11B と軸受箱本体 27 との間にそれぞれ複数設けられている。

軸受 16 は、内輪 16A と、外輪 16B と、複数の転動体 16C と、を有する。

内輪 16A は、リング状の部材である。内輪 16A は、外輪固定面 27b または外輪固定面 31b と対向する回転体 11 の外周面 11a に固定されている。

【0031】

外輪 16B は、リング状の部材である。外輪 16B は、外輪固定面 27b、31b に固定されている。外輪 16B は、内輪 16A と対向するように、内輪 16A の外側に配置されている。複数の転動体 16C は、内輪 16A と外輪 16B との間に介装されている。転動体 16C としては、例えば、玉やころ等を用いることが可能である。

上記構成とされた複数の軸受 16 は、回転体 11 を回転可能に支持している。

【0032】

ケーシング 18 は、筒状とされた部材である。ケーシング 18 は、先端部 11A を除く回転体 11、軸受箱 13、15、及び複数の軸受 16 を収容している。ケーシング 18 は、内周面 18a、18b と、外面 18c と、を有する。

内周面 18a は、軸受箱 13 の外周面 13a と接触する面である。内周面 18b は、軸受箱 15 の外周面 15a と接触する面である。外面 18c は、外気と接触する面である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

温度差抑制機構 1 9 は、複数の凹部 3 5 , 3 6 で構成されている。複数の凹部 3 5 は、ケーシング 1 8 のうち、内周面 1 8 a を構成する部分に設けられている。凹部 3 5 は、例えば、穴でもよいし、スリットやリング状の溝でもよい。

複数の凹部 3 6 は、ケーシング 1 8 のうち、内周面 1 8 b を構成する部分に設けられている。凹部 3 6 は、例えば、穴でもよいし、スリットやリング状の溝でもよい。

【 0 0 3 4 】

支持部材 2 1 は、ケーシング 1 8 の一方の端に設けられている。支持部材 2 1 は、先端部 1 1 A が挿入される貫通穴 2 1 A を有する。先端部 1 1 A の一部は、支持部材 2 1 の外側に突出している。

シール部材 2 2 は、リング状とされたシール部材であり、貫通穴 2 1 A に設けられている。

【 0 0 3 5 】

第 1 の実施形態の回転機械 1 0 によれば、温度差抑制機構 1 9 として、ケーシング 1 8 の内側に設けられた複数の凹部 3 6 を用いることで、ケーシング 1 8 の内周面 1 8 a , 1 8 b と軸受箱 1 3 , 1 5 の外周面 1 3 a , 1 5 a との接触面積が小さくなるため、外輪 1 6 B と接触する軸受箱 1 3 , 1 5 の熱をケーシング 1 8 に伝わりにくくすることが可能となる。これにより、外輪 1 6 B の温度低下が抑制され、内輪 1 6 A と外輪 1 6 B と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受 1 6 の寿命の低下を抑制することができる。

また、ぬすみの軸方向の長さをクラウニング部の軸方向長さより大きく調整する場合（軸受自体を調整する場合）と比較して、簡便に、軸受 1 6 の寿命の低下を抑制することができる。

【 0 0 3 6 】

（第 2 の実施形態）

図 2 を参照して、本発明の第 2 の実施形態の回転機械 4 0 について説明する。なお、図 2 では、図 1 に示す構造体と同一構成部分には、同一符号を付す。

【 0 0 3 7 】

回転機械 4 0 は、温度差抑制機構 1 9 に替えて、温度差抑制機構 4 1 を有すること以外は、第 1 の実施形態の回転機械 1 0 と同様に構成されている。

温度差抑制機構 4 1 は、ケーシング 1 8 の外面 1 8 c 、及び支持部材 2 1 の外面 2 1 a を覆う断熱材 4 2 で構成されている。

【 0 0 3 8 】

断熱材 4 2 としては、例えば、泡ガラス、グラスウール、ロックウール、けい酸カルシウム、パーライト、フォームポリスチレン、押出発泡ポリスチレン、硬質ウレタンフォーム、塩ビフォーム、インシュレーションボード、シーリングボード、新聞故紙断熱材等を用いることが可能である。

【 0 0 3 9 】

第 2 の実施形態の回転機械 4 0 によれば、ケーシング 1 8 の外面 1 8 c 、及び支持部材 2 1 の外面 2 1 a を覆う断熱材 4 2 を設けることで、ケーシング 1 8 の外面 1 8 c と外気との接触を抑制可能になるとともに、回転機械 4 0 の熱を断熱材 4 2 の内側に保つことが可能となる。これにより、外輪 1 6 B の温度低下が抑制され、内輪 1 6 A と外輪 1 6 B と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受 1 6 の寿命の低下を抑制することができる。

また、軸受 1 6 に潤滑油を噴射する潤滑油噴射部 2 8 を有することで、潤滑油を用いて軸受 1 6 全体を冷却することが可能となるので、軸受 1 6 全体の温度が大きく上昇することを抑制できる。

【 0 0 4 0 】

なお、第 2 の実施形態の回転機械 4 0 に、第 1 の実施形態で説明した温度差抑制機構 1 9 である複数の凹部 3 6 を適用してもよい。このように、第 1 の実施形態の温度差抑制機

10

20

30

40

50

構 1 9 と、第 2 の実施形態の温度差抑制機構 4 1 と、を組み合わせることで、内輪 1 6 A と外輪 1 6 B と間の熱膨張の差をさらに小さくすることが可能となるので、軸受 1 6 の寿命の低下をさらに抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

(第 3 の実施形態)

図 3 を参照して、本発明の第 3 の実施形態の回転機械 5 0 について説明する。なお、図 3 では、図 2 に示す構造体と同一構成部分には、同一符号を付す。

【 0 0 4 2 】

回転機械 5 0 は、温度差抑制機構 4 1 に替えて、温度差抑制機構 5 1 を有すること以外は、第 2 の実施形態の回転機械 4 0 と同様に構成されている。

10

温度差抑制機構 5 1 は、ケーシング 1 8 よりも熱電率の低い低熱伝導率部材 5 2 , 5 3 で構成されている。

低熱伝導率部材 5 2 は、軸受箱 1 3 の外周面 1 3 a とケーシング 1 8 の内周面 1 8 a との間に配置されている。低熱伝導率部材 5 3 は、軸受箱 1 5 の外周面 1 5 a とケーシング 1 8 の内周面 1 8 b との間に配置されている。

【 0 0 4 3 】

ケーシング 1 8 の材料として、例えば、鋳鉄系材料を用いることが可能である。ケーシング 1 8 の材料として、例えば、鋳鉄系材料である F C 3 0 0 (熱伝導率が $43 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$) を用いる場合、低熱伝導率部材 5 2 , 5 3 としては、熱伝導率が $43 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ よりも小さいものを用いる。この場合、低熱伝導率部材 5 2 , 5 3 としては、例えば、熱伝導率が $43 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 未満のステンレス系材料、ゴム及び樹脂材料等を用いるとよい。

20

【 0 0 4 4 】

具体的なステンレス材料としては、例えば、マルテンサイト系ステンレス鋼、オーステナイト系ステンレス鋼、フェライト系ステンレス鋼等を用いることが可能である。

具体的な鋳鉄系材料としては、例えば、ねずみ鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄、白鋳鉄等を用いることが可能である。

具体的なゴム及び樹脂材料としては、例えば、天然ゴム、エチレン - プロピレンゴム、クロロプレンゴム、シリコンゴム、ブチルゴム、ポリウレタンゴム、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、塩化ビニル樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、フェノール樹脂、ベークライト、ポリエチレン樹脂、ポリカーボネイト樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂等を用いることが可能である。

30

【 0 0 4 5 】

第 3 の実施形態の回転機械 5 0 によれば、軸受箱 1 3 , 1 5 とケーシング 1 8 との間に、ケーシング 1 8 よりも熱電率の低い低熱伝導率部材 5 2 , 5 3 を配置することで、軸受箱 1 3 , 1 5 とケーシング 1 8 との間での熱の伝導を抑制することが可能となる。これにより、外輪 1 6 B の温度低下が抑制され、内輪 1 6 A と外輪 1 6 B と間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受 1 6 の寿命の低下を抑制することができる。

【 0 0 4 6 】

なお、第 3 の実施形態の回転機械 5 0 に、第 1 の実施形態で説明した温度差抑制機構 1 9、及び第 2 の実施形態で説明した温度差抑制機構 4 1 のうち、少なくとも 1 つの温度差抑制機構を組み合わせてもよい。

40

このように、第 3 の実施形態の回転機械 5 0 に、第 1 の実施形態で説明した温度差抑制機構 1 9、及び第 2 の実施形態で説明した温度差抑制機構 4 1 のうち、少なくとも 1 つの温度差抑制機構を組み合わせることで、内輪 1 6 A と外輪 1 6 B と間の熱膨張の差をさらに小さくすることが可能となるので、軸受 1 6 の寿命の低下をさらに抑制することができる。

【 0 0 4 7 】

(第 4 の実施形態)

図 4 を参照して、本発明の第 4 の実施形態の回転機械 6 0 について説明する。なお、図

50

4では、図3に示す構造体と同一構成部分には、同一符号を付す。

【0048】

回転機械60は、温度差抑制機構51に替えて、温度差抑制機構61を有すること以外は、第3の実施形態の回転機械50と同様に構成されている。

温度差抑制機構61は、発熱体62, 63で構成されている。発熱体62は、軸受箱13の外周面13aとケーシング18の内周面18aとの間に配置されている。発熱体62は、発熱することで、軸受箱13を加熱する。

発熱体63は、軸受箱15の外周面15aとケーシング18の内周面18bとの間に配置されている。発熱体63は、発熱することで、軸受箱15を加熱する。

発熱体62, 63としては、例えば、ヒーター（例えば、シート状のヒーター）を用いることが可能である。

10

【0049】

第4の実施形態の回転機械60によれば、軸受箱13, 15とケーシング18との間に、軸受箱13, 15を加熱する発熱体62, 63を配置することで、内輪16Aと比較して温度が低下しやすい外輪16Bを加熱することが可能となる。これにより、内輪16Aと外輪16Bと間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受16の寿命の低下を抑制することができる。

また、軸受16に潤滑油を噴射する潤滑油噴射部28, 32を有することで、潤滑油を用いて軸受16全体を冷却することが可能となる。これにより、軸受16全体の温度が大きく上昇することを抑制できる。

20

【0050】

なお、第4の実施形態の回転機械60に、第1ないし第3の実施形態で説明した温度差抑制機構19, 41, 51のうち、少なくとも1つの温度差抑制機構を組み合わせてもよい。

このように、第4の実施形態の回転機械60に、第1ないし第3の実施形態で説明した温度差抑制機構19, 41, 51のうち、少なくとも1つを組み合わせることで、内輪16Aと外輪16Bと間の熱膨張の差をさらに小さくすることが可能となるので、軸受16の寿命の低下をさらに抑制することができる。

また、第4の実施形態の回転機械60に、第3の実施形態で説明した低熱伝導率部材52, 53を適用する場合、発熱体62, 63の外側に低熱伝導率部材52, 53を配置させるとよい。

30

【0051】

（第5の実施形態）

図5～図7を参照して、本発明の第5の実施形態の回転機械70について説明する。なお、図5では、図2に示す構造体と同一構成部分には、同一符号を付す。また、図6及び図7において、図5に示す構造体と同一構成部分には、同一符号を付す。

【0052】

回転機械70は、温度差抑制機構41に替えて、温度差抑制機構71, 72を有すること以外は、第2の実施形態の回転機械40と同様に構成されている。

温度差抑制機構71は、粗面（粗化された面）とされたケーシング18の内周面18aと、粗面とされた軸受箱13の外周面13aと、で構成されている。このような構成とすることで、内周面18aと外周面13aとの間に隙間が形成されるため、内周面18aと外周面13aとの接触面積を少なくすることが可能となる。

40

内周面18a及び外周面13aの表面粗さは、同じでもよいし、異なってもよい。

【0053】

温度差抑制機構72は、粗面（粗化された面）とされたケーシング18の内周面18bと、粗面とされた軸受箱15の外周面15aと、で構成されている。このような構成とすることで、内周面18bと外周面15aとの間に隙間が形成されるため、内周面18bと外周面15aとの接触面積を少なくすることが可能となる。

内周面18a及び外周面15aの表面粗さは、同じでもよいし、異なってもよい。

50

また、内周面 18 a , 18 b、及び外周面 13 a , 15 a の粗化方法としては、例えば、ブラスト法（例えば、サンドブラスト法）を用いることが可能である。

【0054】

第5の実施形態の回転機械70によれば、軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 a、及び軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 aと接触するケーシング18の内周面18 a , 18 bを粗面にすることで、軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 aとケーシング18の内周面18 a , 18 bとの間における接触面積が小さくなるため、外輪16 Bと接触する軸受箱13, 15の熱をケーシング18に伝わりにくくすることが可能となる。これにより、外輪16 Bの温度低下が抑制され、内輪16 Aと外輪16 Bと間の熱膨張の差を小さくすることが可能となるので、軸受16の寿命の低下を抑制することができる。

10

【0055】

なお、第5の実施形態では、軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 a、及びケーシング18の内周面18 a , 18 bの両方が粗面である場合を例に挙げて説明したが、軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 a、及びケーシング18の内周面18 a , 18 bのうち、少なくとも一方の面が粗面であればよい。この場合、第5の実施形態の回転機械70と同様な効果を得ることができる。

【0056】

また、第5の実施形態の回転機械70に、第1ないし第4の実施形態で説明した温度差抑制機構19, 41, 51, 61のうち、少なくとも1つの温度差抑制機構を組み合わせてもよい。

20

このように、第5の実施形態の回転機械70に、第1ないし第4の実施形態で説明した温度差抑制機構19, 41, 51, 61のうち、少なくとも1つを組み合わせることで、内輪16 Aと外輪16 Bと間の熱膨張の差をさらに小さくすることが可能となるので、軸受16の寿命の低下をさらに抑制することができる。

【0057】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲内に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【0058】

例えば、図5に示す回転機械70を構成する軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 a、及びケーシング18の内周面18 a , 18 bが粗化処理されていない回転機械を準備し、軸受箱13, 15とケーシング18との締め付けを少し緩めてもよい。

30

このような構成とすることで、軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 aとケーシング18の内周面18 a , 18 bとが接触する圧力（以下、「接触圧力」という）を小さくすることが可能となる。

【0059】

これにより、軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 aとケーシング18の内周面18 a , 18 bとの間に僅かな隙間が形成されるので、軸受箱13, 15の熱をケーシング18に伝わりにくくすることが可能となる。したがって、このような構成とされた回転機械は、先に説明した第5の実施形態の回転機械70と同様な効果を得ることができる。

40

軸受箱13, 15の外周面13 a , 15 aとケーシング18の内周面18 a , 18 bとの接触圧力を低下させる構造は、先に説明した第1ないし第5の実施形態に記載の回転機械10, 40, 50, 60, 70に適用してもよい。

【0060】

また、例えば、現行の軸受箱13, 15、及びケーシング18のうち、少なくとも一方を現行の材料（軸受箱13, 15、ケーシング18、及び軸受箱13, 15並びにケーシング18）の熱伝導率よりも熱伝導率が低い材料で構成してもよい。

具体的には、現行の軸受箱13, 15及びケーシング18の材料がSS400(50)W/(m・K)の場合、軸受箱13, 15及びケーシング18の材料としては、例えば、熱伝導率が16W/(m・K)とされたSUS材を用いることが可能である。

50

このような構成とされた回転機械では、外輪 16B の温度が低下しにくくなるので、第 3 の実施形態の回転機械 50 と同様な効果を得ることができる。

また、このような材料変更は、先に説明した第 1 ないし第 5 の実施形態の回転機械 10, 40, 50, 60, 70 に適用してもよい。

【0061】

また、例えば、軸受箱 13, 15 の厚さ、及びケーシング 18 の厚さのうち、少なくとも一方の厚さを現行の厚さよりも厚くなるように構成してもよい。

このように、軸受箱 13, 15 の厚さ、及びケーシング 18 の厚さのうち、少なくとも一方の厚さが現行の厚さよりも厚くなるように構成してもよい。

このような構成とすることで、外輪 16B の温度が低下することを抑制可能となるので、先に説明した第 1 の実施形態の回転機械 10 と同様な効果を得ることができる。

また、第 1 ないし第 5 の実施形態の回転機械 10, 40, 50, 60, 70 に、軸受箱 13, 15 の厚さ、及びケーシング 18 の厚さのうち、少なくとも一方の厚さを現行の厚さよりも厚くなる構成を適用してもよい。

【0062】

以下、比較例及び実施例について説明する。本発明は、下記実施例に限定されない。

【0063】

(比較例)

比較例では、図 2 に示す回転機械 40 から断熱材 42 を除いた構成とされた回転機械 (以下、「比較例の回転機械」という) を準備した。複数の軸受 16 に潤滑油を噴射させた状態で、各軸受 16 (軸線 O 方向に配置された 5 つの軸受) を構成する内輪 16A 及び外輪 16B の温度を計測し、各軸受 16 を構成する内輪 16A と外輪 16B との温度差の絶対値を求めた。この結果を図 8 に示す。

【0064】

図 8 では、横軸に 5 つの軸受 16 の位置を示す番号 (1 ~ 5) を記載し、縦軸を内輪 16A と外輪 16B との温度差の絶対値 () としている。

図 8 に示す「1」は、5 つの軸受 16 のうち、回転体 11 の基端 (基端部 11B の端) に配置された軸受 16 を示しており、「2」は「1」に隣接して配置された軸受 16 を示している。図 8 に示す「5」は、5 つの軸受 16 のうち、回転体 11 の先端に配置された軸受 16 を示している。

【0065】

図 9 に、比較例の回転機械を構成する 5 つの軸受 16 (図 9 に示す「1 ~ 5」は図 8 の「1 ~ 5」に対応する軸受 16 の番号) の内輪 16A の温度及び外輪 16B の温度を示す。

【0066】

(実施例)

実施例では、図 2 に示す回転機械 40 を用いた。実施例では、断熱材 42 として、ニチアス社製のロックウール製断熱材を用いた。断熱材 42 の厚さは、1 cm とした。

複数の軸受 16 に潤滑油を噴射させた状態で、各軸受 16 (軸線 O 方向に配置された 5 つの軸受) を構成する内輪 16A 及び外輪 16B の温度を計測し、各軸受 16 を構成する内輪 16A と外輪 16B との温度差の絶対値を求めた。この結果を図 8 に示す。

図 10 に、実施例の回転機械を構成する 5 つの軸受 (1 ~ 5) の内輪 16A の温度及び外輪 16B の温度を示す。

【0067】

(比較例及び実施例の結果のまとめ)

図 8 ~ 図 10 を参照するに、実施例の内輪 16A と外輪 16B との温度差の方が、比較例の内輪 16A と外輪 16B との温度差よりも小さくなることが確認できた。

このことから、実施例の回転機械 40 を用いることで、簡便に軸受 16 の寿命の低下を抑制可能であることが確認できた。

【0068】

また、図 9 及び図 10 に示す結果から、断熱材 42 を用いた場合でも潤滑油の影響で、内輪及び外輪の温度が高くなることを抑制可能であることが確認できた。

【符号の説明】

【0069】

10, 40, 50, 60, 70 ... 回転機械、11 ... 回転体、11a, 13a, 15a, 27a, 31a ... 外周面、11A ... 先端部、11B ... 基端部、11C ... 軸受支持部、13, 15 ... 軸受箱、16 ... 軸受、16A ... 内輪、16B ... 外輪、16C ... 転動体、18 ... ケーシング、18a, 18b ... 内周面、18c, 21a ... 外面、19, 41, 51, 61, 71, 72 ... 温度差抑制機構、21 ... 支持部材、21A ... 貫通穴、22 ... シール部材、27, 31 ... 軸受箱本体、27b, 31b ... 外輪固定面、28, 32 ... 潤滑油噴射部、35, 36 ... 凹部、42 ... 断熱材、52, 53 ... 低熱伝導率部材、62, 63 ... 発熱体、A, B ... 領域、O ... 軸線

10

【図 1】

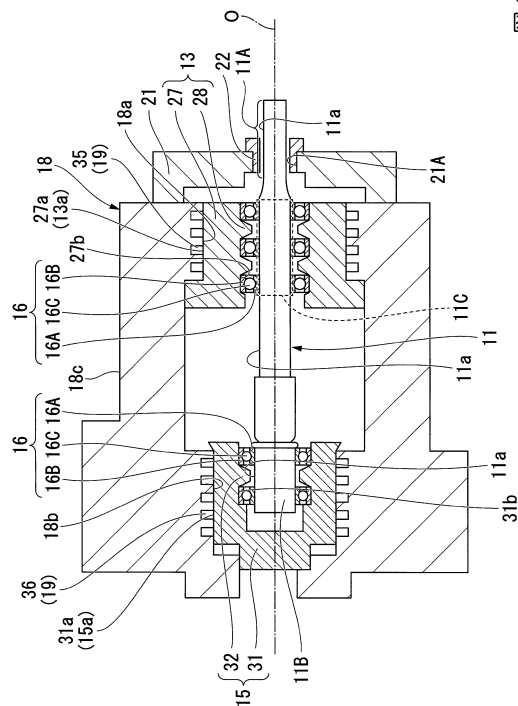


図 1

【図 2】

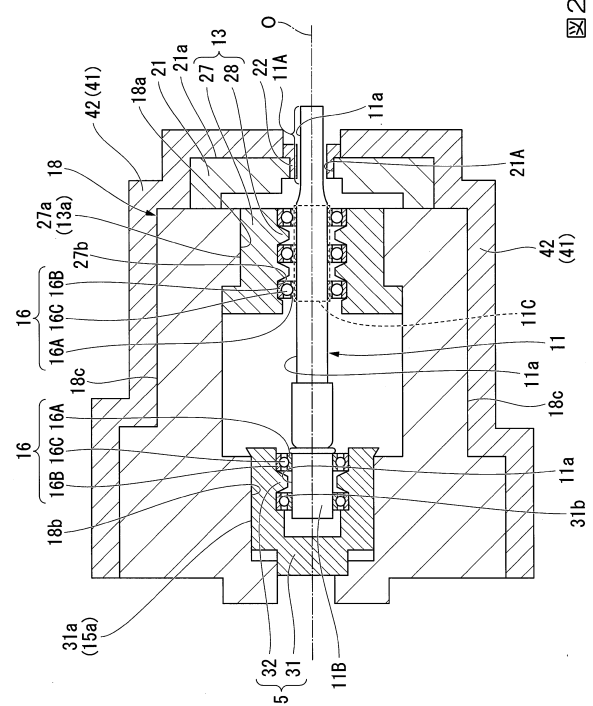
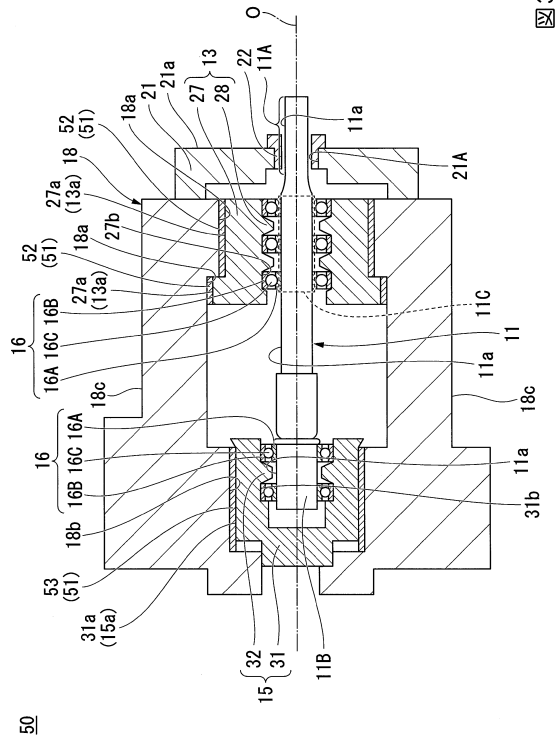


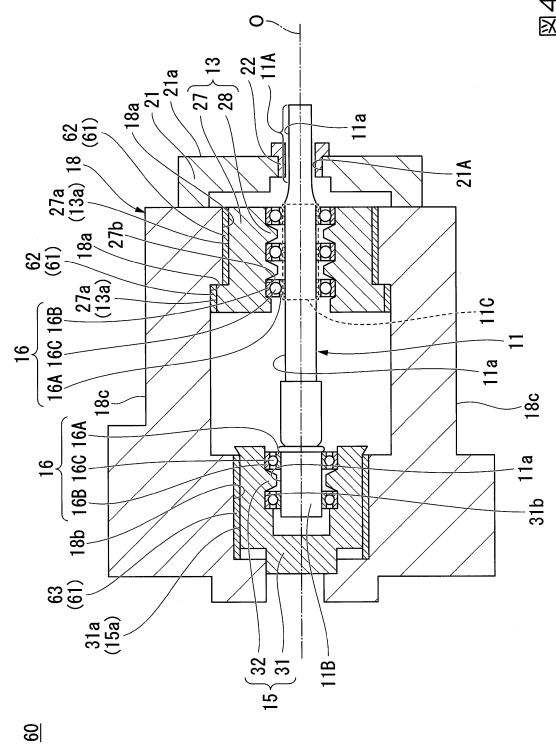
図 2

【図 3】



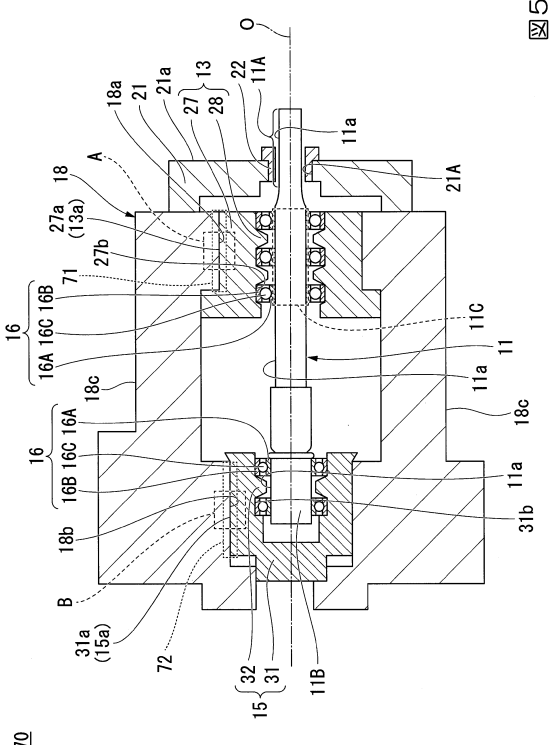
50

【図 4】



60

【図 5】



70

【図 6】

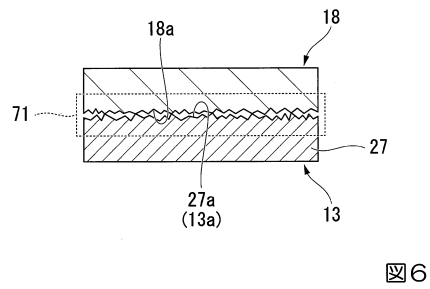


図 6

【図 7】

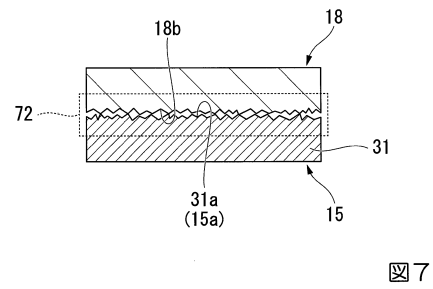


図 7

【図 8】

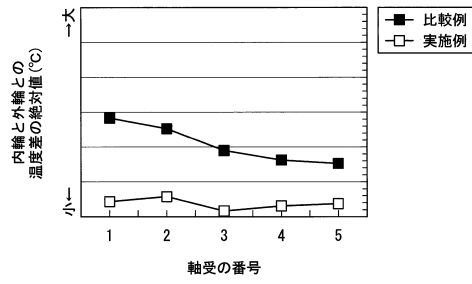


図 8

【図 10】

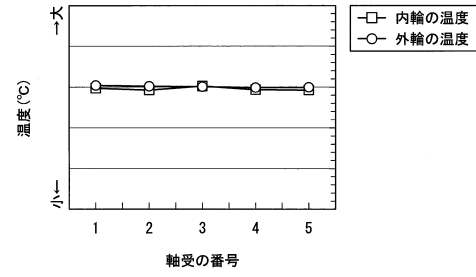


図 10

【図 9】

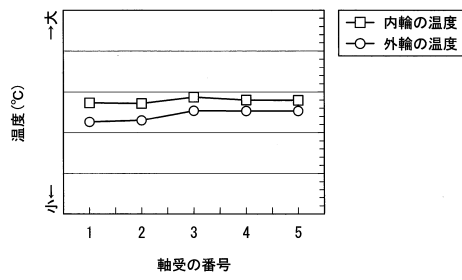


図 9

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 4 B 39/00 (2006.01) F 0 4 B 39/00 1 0 3 J

(74)代理人 100134544

弁理士 森 隆一郎

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74)代理人 100108578

弁理士 高橋 詔男

(74)代理人 100126893

弁理士 山崎 哲男

(72)発明者 金子 毅

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 大谷 雄一

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 宮本 潤

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内

(72)発明者 長谷川 泰士

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内

審査官 日下部 由泰

(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 6 3 9 8 8 (J P , A)

特開 2 0 1 1 - 1 6 7 7 9 9 (J P , A)

特開 2 0 1 6 - 1 6 5 7 8 1 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 3 2 2 4 9 6 (J P , A)

特開 2 0 1 6 - 1 6 3 9 3 2 (J P , A)

特開 2 0 1 6 - 1 3 5 5 4 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 1 6 C 2 5 / 0 8 , 1 9 / 0 8 , 1 9 / 5 2 , 3 3 / 6 6 , 3 7 / 0 0

F 0 4 B 3 9 / 0 0