

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5082932号
(P5082932)

(45) 発行日 平成24年11月28日 (2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日 (2012.9.14)

(51) Int.Cl.

F 1

F 1 6 C 33/80 (2006.01)

F 1 6 C 33/80

F 1 6 C 33/78 (2006.01)

F 1 6 C 33/78

Z

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2008-53487 (P2008-53487)	(73) 特許権者	000001247
(22) 出願日	平成20年3月4日 (2008.3.4)		株式会社ジェイテクト
(65) 公開番号	特開2009-210022 (P2009-210022A)		大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(43) 公開日	平成21年9月17日 (2009.9.17)	(74) 代理人	100084146
審査請求日	平成23年2月14日 (2011.2.14)		弁理士 山崎 宏
		(74) 代理人	100081422
			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100122286
			弁理士 仲倉 幸典
		(72) 発明者	大塚 克則
			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	山本 健
			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】 密封装置および転がり軸受装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被電流供給部を含むと共に、上記被電流供給部への通電または非通電によって、第1部分と第2部分との間隔を調整する間隙調整部を備え、

上記被電流供給部への通電時における上記第1部分と上記第2部分との間隔は、
上記被電流供給部への非通電時における上記第1部分と上記第2部分との間隔よりも大きく、

上記間隙調整部は、第1熱膨張率を有する板状の第1膨張部材と、第1熱膨張率と異なる第2熱膨張率を有する板状の第2膨張部材とを接合してなると共に、上記第1部分および第2部分のうちの少なくとも一方の一部をなすバイメタル部材を含み、

上記バイメタル部材は、上記バイメタル部材の温度が昇温すると、上記第1部分と上記第2部分との間隔が大きくなるように変形し、

上記バイメタル部材の温度を測定する温度測定部を有し、

上記温度測定部が測定した温度が所定温度よりも小さい場合に、上記被電流供給部に供給される電流は、上記温度測定部が測定した温度が上記所定温度以上である場合に、上記被電流供給部に供給される電流よりも大きいことを特徴とする密封装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の密封装置において、

上記被電流供給部は、上記第1部分の少なくとも一部をなす電磁石を含み、

上記間隙調整部は、上記電磁石と、上記第2部分の少なくとも一部をなす強磁性体と、

上記第 1 部分および上記第 2 部分のうちの少なくとも一方の一部をなす弾性部とを含むことを特徴とする密封装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の密封装置において、

上記被電流供給部は、上記第 1 部分の少なくとも一部をなす圧電素子を含み、

上記間隔調整部は、上記圧電素子を含むことを特徴とする密封装置。

【請求項 4】

軌道面を有する第 1 軌道部材と、

軌道面を有する第 2 軌道部材と、

上記第 1 軌道部材の上記軌道面と、上記第 2 軌道部材の上記軌道面との間に配置された複数の転動体と、

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の密封装置とを備え、

上記第 1 部分は、上記第 1 軌道部材の一部をなすか、または、上記第 1 軌道部材に固定され、

上記第 2 部分は、上記第 2 軌道部材の一部をなすか、または、上記第 2 軌道部材に固定されることを特徴とする転がり軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、密封装置に関し、特に、工作機械の主軸を回転自在に支持する転がり軸受の外輪と内輪との間を密封するのに使用されれば好適な密封装置に関する。

【0002】

また、本発明は、二つの軌道部材、転動体および密封装置を備える転がり軸受装置に関する。

【背景技術】

【0003】

従来、転がり軸受装置としては、特開 2006-064106 号公報（特許文献 1）に記載されている工作機械用の転がり軸受装置がある。

【0004】

この転がり軸受装置は、工作機械の主軸を回転自在に支持している。この転がり軸受装置は、外輪と、内輪と、複数の転動体と、上記外輪と上記内輪との間の軸方向の両側の開口を覆うシール部材とを備える。

【0005】

上記シール部材の径方向の外方の一端部は、上記外輪に固定されている一方、上記シール部材の径方向の内方の他端部は、上記内輪の外周面に対して径方向に間隔をおいて位置している。上記シール部材の上記他端部と、上記内輪の上記外周面とは、ラビリンスシールを構成している。

【0006】

工作機械の主軸は、約数万 min^{-1} の高速回転速度で回転する。上記従来の転がり軸受装置は、上記ラビリンスシールを構成することによって、外輪に対して内輪が回転した際に、シール装置の他端部が内輪に対して摺接したならば発生したであろうトルクが、発生しないようにし、運転コストが小さくなるようにしている。

【特許文献 1】特開 2006-064106 号公報（第 1 図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明者は、工作機械用の転がり軸受装置等、使用時と停止時との間で温度の変動が大きい転がり軸受装置において、次の課題があることを見出した。

【0008】

10

20

30

40

50

すなわち、そのような転がり軸受装置では、運転時に昇温した軸受装置内部の温度が、その後の停止時に低下した際、軸受装置内部の圧力が、軸受装置外部の圧力よりも低くなって、外部の異物が軸受装置内部に流入する。

【0009】

このことから、外部から侵入した異物によって、軸受内部の潤滑剤の硬度が低下する等して、潤滑不良が発生する。

【0010】

この課題は、停止時に内部に浸入する異物が、水性のミストである場合（例えば、加工油等を含む場合）に顕著になる。すなわち、このような場合、転動体と、軌道面との間に、上記水性のミストが入り込んで、転動体および転動面の潤滑不良を引き起こす。

10

【0011】

そこで、本発明の課題は、トルクを小さくできて運転コストを小さくでき、かつ、気圧差に基づく外部からの異物の侵入を防止する効果が大きい密封装置を提供することにある。

【0012】

また、本発明の課題は、トルクが小さく、かつ、停止時に、異物が外部から内部に浸入しにくい転がり軸受装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するため、この発明の密封装置は、
被電流供給部を含むと共に、上記被電流供給部への通電または非通電によって、第1部分と第2部分との間隔を調整する間隙調整部を備え、
上記被電流供給部への通電時における上記第1部分と上記第2部分との間隔は、
上記被電流供給部への非通電時における上記第1部分と上記第2部分との間隔よりも大きく、

20

上記間隙調整部は、第1熱膨張率を有する板状の第1膨張部材と、第1熱膨張率と異なる第2熱膨張率を有する板状の第2膨張部材とを接合してなると共に、上記第1部分および第2部分のうちの少なくとも一方の一部をなすバイメタル部材を含み、

上記バイメタル部材は、上記バイメタル部材の温度が昇温すると、上記第1部分と上記第2部分との間隔が大きくなるように変形し、

30

上記バイメタル部材の温度を測定する温度測定部を有し、
上記温度測定部が測定した温度が所定温度よりも小さい場合に、上記被電流供給部に供給される電流は、上記温度測定部が測定した温度が上記所定温度以上である場合に、上記被電流供給部に供給される電流よりも大きいことを特徴としている。

【0014】

本発明によれば、被電流供給部を含むと共に、上記被電流供給部への通電または非通電によって、第1部分と第2部分との間隔を調整する間隙調整部を備えるから、仕様に基づいて、上記被電流供給部に適宜に適切に電流を供給することにより、第1部分と第2部分との間隔を適宜に適切に調整できる。

【0015】

40

例えば、この密封装置を、工作機械の主軸支持用の軸受装置に設置した場合、その工作機械の運転時に、上記被電流供給部に電流を供給して、第1部分を第2部分に対して間隔をおいて位置させる一方、その工作機械の停止時に、上記被電流供給部に電流を供給しないようにして、上記第1部分と第2部分との間隔を零または僅かな間隔にすることができる。したがって、その工作機械の運転時のトルクを小さくできると同時に、その工作機械の停止時に、上記従来のラビリンスシールと比較して、異物が軸受装置の外部から軸受装置の内部に浸入することを格段に抑制できる。

【0016】

また、一実施形態では、

上記被電流供給部は、上記第1部分の少なくとも一部をなす電磁石を含み、

50

上記間隔調整部は、上記電磁石と、上記第２部分の少なくとも一部をなす強磁性体と、上記第１部分および上記第２部分のうちの少なくとも一方の一部をなす弾性部とを含んでいる。

【００１７】

上記実施形態によれば、仕様によって、上記電磁石に適宜に適切な電流を供給することによって、上記電磁石と上記強磁性体部との間に適宜に適切な力を発生させることができ、上記弾性部を適宜かつ適切に所望の形状に変形させることができる。したがって、仕様毎に所望のシールを実現することができる。

【００１８】

例えば、この密封装置を工作機械の主軸支持用の転がり軸受装置に設置する場合、その工作機械の運転時において、上記電磁石に電流を供給することによって、上記電磁石と上記強磁性体部との間に引力を発生させることによって、第１部分と第２部分とを引き離す一方、その工作機械の停止時において、上記電磁石に電流を供給することを停止することによって、電磁石と上記強磁性体部との間の引力を解除することによって、第１部分と第２部分とを接近させて、第１部分と第２部分との間隔を零または僅かな間隔にすることができる。したがって、その工作機械の運転時のトルクを小さくできると同時に、その工作機械の停止時に、異物が外部から内部に浸入することを防止する能力を大きくすることができる。

10

【００１９】

また、一実施形態では、

20

上記被電流供給部は、上記第１部分の少なくとも一部をなす圧電素子を含み、
上記間隔調整部は、上記圧電素子を含んでいる。

【００２０】

上記実施形態によれば、仕様毎に、適宜に適切な上記圧電素子に電流を供給することによって、仕様毎に、第１部分と第２部分との間隔を適宜に適切に調整できる。

【００２１】

例えば、この密封装置を工作機械の主軸支持用の転がり軸受装置に設置する場合、その工作機械の運転時において、上記圧電素子に電流を供給することによって、圧電素子を変形させることによって、第１部分と第２部分とを引き離す一方、その工作機械の停止時において、上記圧電素子に電流を供給することを停止することによって、圧電素子の形状を、その圧電素子が元来有している形状にすることにより、第１部分と第２部分とを接近させて、第１部分と第２部分との間隔を零または僅かな間隔にすることができる。したがって、その工作機械の運転時のトルクを小さくできると同時に、その工作機械の停止時に、異物が外部から内部に浸入することを防止する能力を大きくすることができる。

30

【００２２】

【００２３】

また、本発明によれば、例えば、この密封装置を有する機械の運転時において被電流供給部に電流を供給するようにすることにより、静止時の密封性能を、運転時の密封性能よりも優れたものにすることができる。したがって、停止時に密封装置に対して外部から内部に異物が侵入することを格段に抑制できる。

40

【００２４】

【００２５】

尚、上記バイメタル部材の温度を測定するという文言は、上記バイメタル部材に直接温度測定部を固定する場合は勿論、上記バイメタル部材の周辺の部分に温度測定部を固定する場合も含むものとする。この場合、上記バイメタル部材の周辺の部分の温度に基づいてバイメタル部材の温度を間接的に知ることができるからである。

【００２６】

本発明によれば、この密封装置を有する機械の運転時に、バイメタル部材の温度上昇を利用して、第１部材と第２部材との間隔を大きくする性能を向上させることができる。

50

【 0 0 2 7 】

また、上記実施形態によれば、上記バイメタル部材の温度が所定温度以上である場合、上記第 1 部分および上記第 2 部分のうちの少なくとも一方に供給する電流を小さくすることができるから、このバイメタル部材を有する機械の運転コストを低減できる。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の転がり軸受装置は、

軌道面を有する第 1 軌道部材と、

軌道面を有する第 2 軌道部材と、

上記第 1 軌道部材の上記軌道面と、上記第 2 軌道部材の上記軌道面との間に配置された複数の転動体と、

本発明の密封装置と
を備え、

上記第 1 部分は、上記第 1 軌道部材の一部をなすか、または、上記第 1 軌道部材に固定され、

上記第 2 部分は、上記第 2 軌道部材の一部をなすか、または、上記第 2 軌道部材に固定されることを特徴としている。

【 0 0 2 9 】

本発明によれば、本発明の密封装置を備えているから、密封装置の密封性能を、仕様に基づいて適宜、所望の密封性能にすることができる。

【 0 0 3 0 】

例えば、この転がり軸受装置が設置される機械の運転時において、密封装置の密封性能を下げて密封装置に起因するトルクを小さくでき、また、その機械の停止時において、密封装置の密封性能を上げて異物が外部から内部に流入することを抑制する性能を上げることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 1 】

本発明の密封装置によれば、被電流供給部を含むと共に、上記被電流供給部への通電または非通電によって、第 1 部分と第 2 部分との間隔を調整する間隙調整部を備えているから、仕様毎に、被電流供給部に適宜に適切な電流を供給することにより、第 1 部分と第 2 部分との間隔、すなわち、密封装置の密封性能を、適宜かつ適切に調整できる。

【 0 0 3 2 】

また、本発明の転がり軸受装置によれば、密封装置の密封性能を、仕様毎に、適宜、所望の密封性能にすることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 3 】

以下、本発明を図示の形態により詳細に説明する。

【 0 0 3 4 】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態の玉軸受装置の軸方向の模式断面図である。

【 0 0 3 5 】

この玉軸受装置は、軸箱 1 と、外輪 2 と、第 2 軌道部材としての内輪 3 と、複数の転動体を構成する複数の玉 4 と、密封装置と、環状部材 7 と、シール部材 8 とを備え、上記密封装置は、第 1 部分 5 と、第 2 部分 6 と、制御部としての制御ボックス 9 とを有する。

【 0 0 3 6 】

上記軸箱 1 の内周面は、第 1 円筒外周面 14 と、第 1 円筒内周面 14 よりも同心かつ大径の第 2 円筒内周面 18 とを有する。上記第 2 円筒内周面 18 は、第 1 円筒内周面 14 の軸方向の一方の側に位置する。上記第 2 円筒内周面 18 は、上記軸箱 1 の端面に上記軸方向に開口する。上記第 2 円筒内周面 18 は、略径方向に広がる側面 16 を介して、第 1 円筒外周面 14 につながっている。

【 0 0 3 7 】

上記外輪 2 の外周面は、軸箱 1 の第 1 円筒内周面 14 にすきま嵌めされている。上記外

10

20

30

40

50

輪 2 は、内周面に軌道面としての軌道溝 19 を有する。上記外輪 2 の軸方向の第 2 円筒内周面 18 側の端面と、上記側面 16 とは、略同一の平面上に位置している。

【0038】

上記環状部材 7 は、円板状の部材であり、軸方向の第 1 端面および第 2 端面を有する。上記第 1 端面および第 2 端面は、互いに平行で略環状部材 7 の径方向に延在している。上記環状部材 7 の上記第 1 端面は、軸箱 1 の軸方向の第 2 円筒内周面側の最外方の端面に当接している。上記環状部材 7 は、ビスやボルト等の締結部材によって軸箱 1 に固定されている。上記環状部材 7 の内周面は、第 2 円筒内周面 18 の内周面よりも径方向の内方に位置している。上記軸箱 1 の第 2 円筒内周面 18 および側面 16、外輪 2 の第 2 円筒内周面 18 側の端面および環状部材 7 の上記第 1 端面は、環状の第 1 部分取付溝を画定している。上記軸箱 1、外輪 2 および環状部材 7 は、第 1 軌道部材を構成している。

10

【0039】

上記内輪 3 は、回転軸 30 の外周面に締まり嵌めにより固定されている。上記内輪 3 の外周面は、軌道面としての軌道溝 21 を有する。また、上記内輪 2 の外周面は、環状の第 2 部分取付溝および環状のシール部材取付溝を有する。上記第 2 部分取付溝は、軸方向において軌道溝 21 の環状部材 7 側に位置する一方、シール部材取付溝は、軸方向において軌道溝 21 の環状部材 7 側とは反対側に位置している。

【0040】

上記複数の玉 4 は、外輪 2 の軌道溝 19 と、内輪 3 の軌道溝 21 との間に、保持器（図示しない）によって保持された状態で、周方向に互いに間隔をおいて配置されている。

20

【0041】

上記第 1 部分 5 は、本体部をなすゴム製の弾性部と、被電流検出部の一例としての電磁石 30 とを有する。上記第 1 部分 5 は、円板状の形状を有する。上記第 1 部分 5 の径方向の外方の端部は、第 1 部分取付溝に嵌入されて固定されている。上記第 1 部分 5 は、外輪 1 の内周面よりも径方向の内方に突出する突出部を有する。上記電磁石 30 は、上記突出部の内部に埋め込み固定されている。

【0042】

上記第 2 部分 6 は、本体部をなすゴム製の弾性部と、強磁性体からなる強磁性体部 40 とを有する。上記第 2 部分 6 は、円板状の形状を有する。上記第 2 部分 6 の径方向の内方の端部は、内輪 3 の上記第 2 部分取付溝に嵌入されて固定されている。上記第 2 部分 6 の径方向の外方に位置する径方向外方部分は、第 1 部分 5 の突出部に軸方向に重なっている。上記径方向外方部分は、弾性部と、その弾性部の内部に配置された強磁性体部 40 を有する。上記強磁性体部 40 は、第 1 部分 5 の電磁石 30 に軸方向に重なる部分を有している。上記強磁性体 40 の略全ては、電磁石 30 に軸方向に重なっている。上記電磁石 30、強磁性体 40、第 1 部分 5 の弾性部および第 2 部分 6 の弾性部は、間隔調整部を構成している。

30

【0043】

上記シール部材 8 は、円板状の形状を有している。上記シール部材 8 の径方向の内方の端部は、シール部材取付溝に嵌入されて固定されている。上記シール部材 8 の径方向の外方の端面は、外輪 2 の内周面に僅かな隙間を介して対向している。上記シール部材 8 と、外輪 2 の内周面とは、ラビリンスシールを構成している。

40

【0044】

上記制御ボックス 9 は、制御部としてのマイクロコンピュータと、電流供給部としての電流ドライバとを有する。上記電流ドライバと電磁石 30 とは、配線で電気接続されている。

【0045】

上記マイクロコンピュータは、図示しない回転速度センサからの信号を受けて、外輪 2 に対する内輪 3 の相対回転を認識すると、上記電流ドライバに電磁石 30 に電流を供給させるようになっている。

【0046】

50

すると、上記電磁石 30 と強磁性体 40 とに引力が働いて、上記電磁石 30 と強磁性体 40 との間隔が短くなって、第 1 部分 5 と第 2 部分 6 との間隔が短くなって、密封装置の密封性能が向上するようになっている。

【0047】

上記第 1 実施形態の密封装置によれば、上記第 1 部分 5 および第 2 部分 6 は、第 1 部分 5 に電流が供給されると、第 1 部分 5 と第 2 部分 6 との最短距離を変動させる間隔調整部を有しているから、第 1 部分 5 に電流を供給することにより、第 1 部分と第 2 部分との間隔を適宜調整できる。

【0048】

詳しくは、第 1 実施形態の密封装置によれば、玉軸受装置の運転状態において、第 1 部分 5 と第 2 部分 6 との距離を小さくできて、密封装置の密封性能を向上させることができる。

10

【0049】

第 1 実施形態の密封装置は、例えば、高温領域において潤滑油が軸受外に漏れ安い仕様の玉軸受装置に設置されると好ましい。第 1 実施形態の密封装置を設置すると、潤滑油の温度が上昇することに起因して潤滑油の粘度が下がって潤滑油の流動性が大きくなって、潤滑油が軸受外に漏れることを抑制できるからである。

【0050】

尚、上記第 1 実施形態では、密封装置を、転動体が玉 4 の転がり軸受の密封装置として使用したが、この発明の密封装置は、転動体が、円錐ころ、円筒ころ、樽型ころ（凸面ころ）、ニードル等の玉以外の転動体の転がり軸受装置の密封装置として使用されても良い。また、この発明の密封装置は、直動装置等、転がり軸受以外の装置の密封装置として使用されても良い。

20

【0051】

また、上記第 1 実施形態では、上記密封装置が、玉 4 の軸方向の片側のみに配置されたが、この発明の密封装置は、転動体の軸方向の両側に配置されても良い。

【0052】

また、上記第 1 実施形態では、玉軸受装置の停止時において、第 1 部分 5 と第 2 部分 6 とが互いに間隔をおいて位置していたが、この発明では、玉軸受装置の停止時において、第 1 部分と第 2 部分とが接触していても良い。

30

【0053】

このような玉軸受装置の停止時あるいは玉軸受装置の運転状態において第 1 部分 5 と第 2 部分 6 とが接触する場合、第 1 部分 5 と第 2 部分 6 との接触部における第 1 部分 5 と第 2 部分 6 との一方の少なくとも表面を金属材料とし、他方のゴム製の弾性部との摺動抵抗を下げるのが好ましい。また、強磁性体 40 を金属材料とし、その表面を上記第 2 部分 6 の軸方向の外方に露出させ、第 1 部分 5 のゴム製の弾性部と接触させてもよい。

【0054】

この変形例の場合、潤滑剤の粘度が大きくて、第 1 部分と第 2 部分との大きな接触面圧あるいは接触面積が必要ない低温状態において、第 1 部分と第 2 部分との接触面圧あるいは接触面積を小さくすることができて、接触面圧や接触面積に起因する回転トルクを小さくすることができる。したがって、低温状態において、この変形例の密封装置を有する機械の燃費を良くすることができる。また、逆に、高温状態において、第 1 部分と第 2 部分との接触面圧あるいは接触面積を大きくすることができるので、高温状態において、潤滑剤の温度が上昇することに起因して潤滑剤の粘度が下がって潤滑剤の流動性が大きくなって、潤滑剤が軸受外に漏れることを抑制できる。

40

【0055】

尚、この場合、第 1 部分と第 2 部分とは、常に間隔が零であり、高温領域での第 1 部分と第 2 部分と接触部の面圧あるいは面積が、低温領域での第 1 部分と第 2 部分と接触部の面圧あるいは面積よりも大きくなるだけであるが、このような、第 1 部分と第 2 部分との間隔が零で、かつ、接触部の接触面圧あるいは接触面積が変動する場合も、本発明に含ま

50

れるものとする。

【 0 0 5 6 】

また、上記第 1 実施形態では、外輪 2 が静止輪で、内輪 3 が回転輪であったが、この発明では、外輪が回転輪で、内輪が静止輪であっても良い。

【 0 0 5 7 】

図 2 は、本発明の第 2 実施形態の玉軸受装置の軸方向の模式断面図である。

【 0 0 5 8 】

第 2 実施形態の玉軸受装置では、第 1 実施形態の玉軸受装置の構成部と同一構成部には同一参照番号を付して説明を省略することにする。また、第 2 実施形態の玉軸受装置では、第 1 実施形態の玉軸受装置と共通の作用効果および変形例については説明を省略することにし、第 1 実施形態の玉軸受装置と異なる構成、作用効果および変形例についてのみ説明を行うことにする。

【 0 0 5 9 】

第 2 実施形態では、第 1 軌道部材に固定された第 1 部分 1 0 5 が、電磁石を有していない一方、径方向の内方および軸方向の内方の端部に、圧電素子 1 3 0 を有していて、その圧電素子 1 3 0 が、第 1 部分 1 0 5 の本体をなす金属部 1 2 9 から径方向の内方に突出して略径方向に延在している点、および、内輪 3 に固定された第 2 部分 1 0 6 が、単一材料からなる金属製のシールド板である点が、第 1 実施形態と異なる。

【 0 0 6 0 】

第 2 実施形態では、制御ボックス 1 0 9 の電流ドライバは、第 1 部分 1 0 5 の圧電素子 1 3 0 に配線で電気接続されている。第 2 実施形態では、制御ボックス 1 0 9 のマイクロコンピュータが、図示しない回転速度センサからの信号を受けて、外輪 2 に対する内輪 3 の相対回転を認識すると、上記マイクロコンピュータが、上記電流ドライバに、圧電素子 1 3 0 に所定の電流を供給させるようになっている。

【 0 0 6 1 】

すると、圧電素子 1 3 0 が、上記供給された所定の電流（所定の電圧）によって軸方向の内方に湾曲して、圧電素子 1 3 0 と、第 2 部分 1 0 6 との距離が短くなって、このことに起因して、第 1 部分 5 と第 2 部分 6 との距離が短くなって、密封装置の密封性能が向上するようになっている。上記圧電素子 1 3 0 は、被電流供給部であり、かつ、間隔調整部になっている。

【 0 0 6 2 】

図 3 は、本発明の第 3 実施形態の玉軸受装置の軸方向の模式断面図である。

【 0 0 6 3 】

この玉軸受装置は、図示しない工作機械の主軸を回転自在に支持している。この玉軸受装置は、第 1 軌道部材としての外輪 2 0 1、第 2 軌道部材としての内輪 2 0 2、複数の玉 2 0 4、第 1 の第 1 部分 2 0 5、第 2 の第 1 部分 2 2 5、第 1 の第 2 部分 2 0 6、第 2 の第 2 部分 2 2 6、および、制御ボックス 2 0 9 を備える。

【 0 0 6 4 】

上記外輪 2 0 1 は、環状かつ略円筒状の外輪本体 2 1 1 と、環状かつ略円筒状の第 1 密封装置固定部材 2 1 2 と、環状かつ略円筒状の第 2 密封装置固定部材 2 1 3 とを有する。上記第 1 密封装置固定部材 2 1 2 は、第 2 密封装置固定部材 2 1 3 と同一である。上記第 1 密封装置固定部材 2 1 2 の軸方向の一方の側の端面は、外輪本体 2 1 1 の軸方向の他方の側の端面に当接し、第 2 密封装置固定部材 2 1 3 の軸方向の他方の側の端面は、外輪本体 2 1 1 の軸方向の一方の側の端面に当接している。

【 0 0 6 5 】

上記第 1 密封装置固定部材 2 1 2 および第 2 密封装置固定部材 2 1 3 の夫々は、ボルト（図示せず）等の締結部材により、外輪本体 2 1 1 に固定されている。上記外輪本体 2 1 1 は、内周に軌道面の一例としての軌道溝を有する一方、上記第 1 密封装置固定部材 2 1 2 および第 2 密封装置固定部材 2 1 3 の夫々は、環状の第 1 部分取付溝を有する。

【 0 0 6 6 】

上記第1の第1部分205は、環状かつ円板状の形状を有する。上記第1の第1部分205は、第1密封装置固定部材212の第1部分取付溝に嵌入されて固定されている。

【0067】

上記第1の第1部分205は、本体部をなすゴム製の弾性部と、略環状に形成された電磁石230と、環状に形成されたバイメタル部材235とを有し、電磁石230およびバイメタル部材235の夫々は、上記弾性部に第1の第1部分205の周方向に沿って環状に配置され略同心に埋め込み固定されている。

【0068】

上記電磁石230は、第1の第1部分205の径方向の内方かつ軸方向の外方に埋め込み配置されている。一方、上記バイメタル部材235は、熱膨張率の異なる板状の低膨張部材と高膨張部材とを接合してなっている。上記低膨張部材は、例えば、36～46%Ni-Fe合金等の低膨張材料で構成される一方、上記高膨張部材は、例えば、Cu、Ni、70%Cu-Zn、70%Cu-Zn合金、20%Ni-Mn-Fe合金、Ni-Cr-Fe合金、20%Ni-Mo-Fe合金、70%Mn-Ni-Cu合金等の高膨張材料で構成されている。バイメタル部材235の膨張度合は、接合される低膨張部材および高棒膨張部材の夫々の金属組成を変更することにより、変更できるようになっている。上記バイメタル部材235は、温度に伴う熱膨張によって漸次開脚して、第1の第1部分205に力を付与するようになっている。

【0069】

上記高膨張部材および上記低膨張部材の夫々は、環状部材であって、略外輪本体211の径方向に延在している。上記バイメタル部材235は、上記高膨張部材の軸方向の端面と、上記低膨張部材の軸方向の端面とを接合してなっている。上記バイメタル部材235は、第1密封装置固定部材212の径方向の最外方の部分よりも径方向の内方かつ電磁石230よりも径方向の外方に配置されている。上記低膨張部材は、第1熱膨張部材を構成し、高膨張部材は、第2熱膨張部材を構成している。

【0070】

一方、上記第2の第1部分225は、環状かつ円板状の形状を有する。上記第2の第1部分225は、第2密封装置固定部材213の第1部分取付溝に嵌入されて固定されている。

【0071】

上記第2の第1部分225は、本体部をなすゴム製の弾性部と、略環状に形成された電磁石240と、環状に形成されたバイメタル部材245とを有し、電磁石240およびバイメタル部材245の夫々は、上記弾性部に第2の第1部分225の周方向に沿って環状に配置され略同心に埋め込み固定されている。

【0072】

上記電磁石240は、第2の第1部分225の径方向の内方かつ軸方向の外方に埋め込み配置されている。一方、上記バイメタル部材245は、熱膨張率の異なる板状の低膨張部材と高膨張部材とを接合してなっている。上記低膨張部材は、例えば、36～46%Ni-Fe合金等の低膨張材料で構成される一方、上記高膨張部材は、例えば、Cu、Ni、70%Cu-Zn、70%Cu-Zn合金、20%Ni-Mn-Fe合金、Ni-Cr-Fe合金、20%Ni-Mo-Fe合金、70%Mn-Ni-Cu合金等の高膨張材料で構成されている。バイメタル部材245の膨張度合は、接合される低膨張部材および高棒膨張部材の夫々の金属組成を変更することにより、変更できるようになっている。上記バイメタル部材245は、温度に伴う熱膨張によって漸次開脚して、第2の第1部分235に力を付与するようになっている。

【0073】

上記高膨張部材および上記低膨張部材の夫々は、環状部材であって、略外輪本体211の径方向に延在している。上記バイメタル部材245は、上記高膨張部材の軸方向の端面と、上記低膨張部材の軸方向の端面とを接合してなっている。上記バイメタル部材245は、第2密封装置固定部材213の径方向の最外方の部分よりも径方向の内方かつ電磁石

10

20

30

40

50

240よりも径方向の外方に配置されている。上記低膨張部材は、第1熱膨張部材を構成し、高膨張部材は、第2熱膨張部材を構成している。

【0074】

上記内輪202は、軌道面の一例としての軌道溝および二つの第2部分固定溝を外周面に有する。一方の上記第2部分固定溝は、軌道溝281の軸方向の一方の側に位置する一方、他方の上記第2部分固定溝は、軌道溝281の軸方向の他方の側に位置している。

【0075】

上記第1の第2部分206は、環状部材であって、本体部をなすゴム製の弾性部291と、弾性部291に固定された環状かつ金属製の摺接部292と、環状に形成された強磁性体260とを有し、軸方向の断面において断面略H字状の形状を有している。詳しくは、上記第1の第2部分206は、径方向に延在する略同一形状の二つの円板部と、その二つの円板部の間を連結する連結部とを有する。上記二つの円板部は、略平行な状態かつ略軸方向の略重なるように、軸方向に間隔をおいて配置されている。一方、上記連結部は、略円筒状の形状を有する。上記連結部は、一方の円板部の径方向の中央部と他方の円板部の径方向の中央部との間を連結している。

【0076】

上記一方の円板部（軸方向の内方側の円板部）の連結部よりも径方向の内方の部分は、内輪202の一方の第2部分固定溝に嵌入されて固定され、上記連結部の内周面は、内輪202の上記一方の第2部分固定溝よりも軸方向の外方に位置する内輪202の外周面に当接している。上記一方の円板部の径方向の外方の部分は、金属製の摺接部292とな

【0077】

上記第1の第2部分206の上記他方の円板部の径方向の外方かつ軸方向の内方の端部には、第1の第2部分206の周方向に沿って環状に配置された強磁性体260が埋め込み固定されている。

【0078】

図3に示すように、上記第1の第1部分205の径方向の内方の端部は、断面略H字状の第1の第2部分206の径方向の外方の凹部に収容されている。上記第1の第1部分205のバイメタル部材235は、常温域（ 20 ± 15 ）において軸方向の内方に湾曲している。

【0079】

図3に示すように、上記第1の第1部分205の径方向の内方の端部の軸方向の内方の部分は、上記常温域において上記凹部を画定する第1の第2部分206の軸方向の内方側の部分の端面に当接している。上記第1の第1部分205の径方向の内方の端部の軸方向の内方の部分は、上記常温域において、上記金属製の摺接部292の軸方向の外方側の端面に当接している。

【0080】

一方、上記第2の第2部分226は、環状部材であって、本体部をなすゴム製の弾性部296と、弾性部296に固定された環状かつ金属製の摺接部297と、環状に形成された強磁性体270とを有し、軸方向の断面において断面略H字状の形状を有している。詳しくは、上記第2の第2部分226は、径方向に延在する略同一形状の二つの円板部と、その二つの円板部の間を連結する連結部とを有する。上記二つの円板部は、略平行な状態かつ略軸方向の略重なるように、軸方向に間隔をおいて配置されている。一方、上記連結部は、略円筒状の形状を有する。上記連結部は、一方の円板部の径方向の中央部と他方の円板部の径方向の中央部との間を連結している。

【0081】

上記一方の円板部（軸方向の内方側の円板部）の連結部よりも径方向の内方の部分は、

内輪 2 0 2 の他方の第 2 部分固定溝に嵌入されて固定され、上記連結部の内周面は、内輪 2 0 2 の上記他方の第 2 部分固定溝よりも軸方向の外方に位置する内輪 2 0 2 の外周面に当接している。上記一方の円板部の径方向の外方の部分は、金属製の摺接部 2 9 7 となっている。上記金属製の摺接部 2 9 7 は、上記他方の第 2 部分固定溝に嵌入する部分と上記連結部とが一体となるよう上記弾性部 2 9 6 に固着されている。また、上記他方の円板部において連結部よりも径方向の内方の部分の連結部側の軸方向の端面は、内輪 2 0 2 の軸方向の一方の側の端面に当接している。

【 0 0 8 2 】

上記第 2 の第 2 部分 2 2 6 の上記他方の円板部の径方向の外方かつ軸方向の内方の端部には、第 2 の第 2 部分 2 2 6 の周方向に沿って環状に配置された強磁性体 2 7 0 が埋め込み固定されている。

10

【 0 0 8 3 】

図 3 に示すように、上記第 2 の第 1 部分 2 2 5 の径方向の内方の端部は、断面略 H 字状の第 2 の第 2 部分 2 2 6 の径方向の外方の凹部に収容されている。上記第 2 の第 1 部分 2 2 5 のパイメタル部材 2 4 5 は、常温域 (2 0 ± 1 5) において軸方向の内方に湾曲している。

【 0 0 8 4 】

図 3 に示すように、上記第 2 の第 1 部分 2 2 5 の径方向の内方の端部の軸方向の内方の部分は、上記常温域において上記凹部を画定する第 2 の第 2 部分 2 2 6 の軸方向の内方側の部分の端面に当接している。上記第 2 の第 1 部分 2 2 5 の径方向の内方の端部の軸方向の内方の部分は、上記常温域において、上記金属製の摺接部 2 9 7 の軸方向の外方側の端面に当接している。

20

【 0 0 8 5 】

上記制御ボックス 2 0 9 は、マイクロコンピュータおよび電流ドライバを有し、上記電流ドライバは、第 1 の第 1 部分 2 0 5 の電磁石 2 3 0 と、第 2 の第 1 部分 2 2 5 の電磁石 2 4 0 に配線により電気接続されている。

【 0 0 8 6 】

上記構成において、上記マイクロコンピュータは、図示しない回転速度センサからの信号を受けて、外輪 2 0 1 に対する内輪 2 0 2 の相対回転を認識すると、上記電流ドライバに、電磁石 2 3 0 , 2 4 0 に電流を供給させるようになっている。

30

【 0 0 8 7 】

すると、上記電磁石 2 3 0 と強磁性体 2 6 0 とに磁力による引力が働くと共に、電磁石 2 4 0 と強磁性体 2 7 0 とに磁力による引力が働くようになっている。

【 0 0 8 8 】

また、第 1 および第 2 の第 1 部分 2 0 5 , 2 2 5 内に電流が供給されて、第 1 および第 2 の第 1 部分 2 0 5 , 2 2 5 内の温度が常温よりも高くなると、パイメタル部材 2 3 5 および 2 4 5 の夫々が、軸方向の外方側に変形するようになっている。

【 0 0 8 9 】

これらの力の合力が、第 1 の第 1 部分 2 0 5 のゴム製の弾性部に作用して、第 1 の第 1 部分 2 0 5 が、図 3 に点線で示すように変形して、第 1 の第 1 部分 2 0 5 が、第 1 の第 2 部分 2 0 6 と非接触になるようになっている。また、同様に、力の合力が、第 2 の第 2 部分 2 2 5 のゴム製の弾性部に作用して、第 2 の第 1 部分 2 2 5 が、図 3 に点線で示すように変形して、第 2 の第 1 部分 2 2 5 が、第 2 の第 2 部分 2 2 6 と非接触になるようになっている。

40

【 0 0 9 0 】

上記電磁石 2 3 0 は、被電流供給部を構成し、また、電磁石 2 3 0 、強磁性体 2 6 0 、パイメタル部材 2 3 5 および第 1 の第 1 部分 2 0 5 の弾性部は、間隔調整部を構成している。また、同様に、上記電磁石 2 4 0 は、被電流供給部を構成し、また、電磁石 2 4 0 、強磁性体 2 7 0 、パイメタル部材 2 4 5 および第 2 の第 1 部分 2 2 5 の弾性部は、間隔調整部を構成している。

50

【 0 0 9 1 】

また、第3実施形態の密封装置は、二つの温度センサ（図示せず）を有する。これらの温度センサは、熱電対であり、一方の熱電対は、その熱電対の高温端がバイメタル部材235に固着されている。上記制御ボックスのマイクロコンピュータは、上記一方の熱電対の二つの低温端の間の起電力を、測定することにより、バイメタル部材235の温度を算出するようになっている。

【 0 0 9 2 】

上記バイメタル部材235の温度が所定温度以上の温度になると、電磁石230と、強磁性体260との間に働く磁力による引力が、0であったとしても、バイメタル部材235の変形に起因する力のみで、第1の第1部分205と、第1の第2部分206とが離間するようになっている。

10

【 0 0 9 3 】

上記マイクロコンピュータは、上記バイメタル部材235の温度が上記所定温度以上の温度領域である場合、電流ドライバが電磁石230に供給する電流を0にするようになっている。

【 0 0 9 4 】

また、同様に、他方の熱電対は、その熱電対の高温端がバイメタル部材245に固着されている。上記制御ボックスのマイクロコンピュータは、上記他方の熱電対の二つの低温端の間の起電力を、測定することにより、バイメタル部材245の温度を算出するようになっている。

20

【 0 0 9 5 】

上記バイメタル部材245の温度が所定温度以上の温度になると、電磁石240と、強磁性体270との間に働く磁力による引力が、0であったとしても、バイメタル部材245の変形に起因する力のみで、第2の第1部分225と、第2の第2部分226とが離間するようになっている。

【 0 0 9 6 】

上記マイクロコンピュータは、上記バイメタル部材245の温度が上記所定温度以上の温度領域である場合、電流ドライバが電磁石240に供給する電流を0にするようになっている。

【 0 0 9 7 】

上記第3実施形態の密封装置によれば、この密封装置を有する玉軸受装置を有する工作機械の運転時において、電磁石230、240に電流を供給することによって、電磁石230、240を強磁性体部260、270に引きつけることによって、第1部分205と第2部分206および第1部分225と第2部分226を引き離して非接触にする一方、その工作機械の停止時において、電磁石230、240に電流を供給することを停止することによって、電磁石230、240と強磁性体260、270との間の引力を解除することによって、第1部分205と第2部分206および第1部分225と第2部分226の距離を零にすることができる。したがって、その工作機械の運転時のトルクを小さくすることができると同時に、その工作機械の停止時に、異物が外部から内部に浸入することを格段に抑制できる。

30

40

【 0 0 9 8 】

また、上記第3実施形態の密封装置によれば、温度が上昇すると、バイメタル部材235、245が軸方向の外方側に反ることに起因して、第1の第1部分205が金属製の摺接部292との間隔が大きくなる方向に移動する一方、第2の第2部分225が金属製の摺接部297との間隔が大きくなる方向に移動する。したがって、この密封装置を有する機械の運転時に、バイメタル部材235、245の温度上昇を利用して、第1の第1部分205の径方向の内方の端部の軸方向の内方の部分と金属製の摺接部292の軸方向の外方側の端面との間隔、および、第2の第1部分225の径方向の内方の端部の軸方向の内方の部分と金属製の摺接部297の軸方向の外方側の端面との間隔を大きくする性能を向上させることができる。

50

【 0 0 9 9 】

また、上記第3実施形態の密封装置によれば、上記バイメタル部材235, 245の温度が所定温度以上の温度領域である場合、上記第1部分205, 225に供給する電流を小さくすることができるから、運転コストを低減することができる。

【 0 1 0 0 】

尚、上記第3実施形態では、マイクロコンピュータがバイメタル部材235, 245の温度が所定温度よりも高いと判断すると、電流ドライバが電磁石230, 240に供給する電流が0になるように、電流ドライバを制御したが、この発明では、マイクロコンピュータがバイメタル部材の温度が所定温度よりも高いと判断すると、電流ドライバが電磁石に供給する電流を、バイメタル部材の温度が所定温度よりも低い時に、電流ドライバが電磁石に供給する電流よりも小さい電流($> 0 [A]$)に制御するようにしても良い。

10

【 0 1 0 1 】

また、上記第3実施形態では、電磁石230, 240に電流を供給していない工作機械の停止時に、第1部分205, 225と第2部分206, 226とが、接触していたが、この発明では、電磁石に電流を供給していない工作機械の停止時に、第1部分205, 225が、第2部分206, 226に対して間隔をおいて位置していても良い。

【 0 1 0 2 】

また、上記第3実施形態では、密封装置が所定温度以上よりも高い温度で、第1部分と第2部分とが互いに間隔をおいて位置するようになっていたが、この発明では、密封装置の温度が如何なる温度であっても、第1部分が第2部分に接触していても良い。

20

【 0 1 0 3 】

この変形例の場合、高温状態における第1部分の第2部分に対する接触面圧あるいは接触面積を小さくすることができる。したがって、高温状態において、シールリップの摩耗を抑制できると共に、トルクの値を低減できる。

【 0 1 0 4 】

また、上記第3実施形態では、密封装置を、転動体が玉204の転がり軸受の密封装置として使用したが、この発明の密封装置は、転動体が、円錐ころ、円筒ころ、樽型ころ(凸面ころ)、ニードル等の玉以外の転がり軸受装置の密封装置として使用されても良い。また、この発明の密封装置は、直動装置の密封装置として使用されても良い。

【 0 1 0 5 】

また、上記第3実施形態では、この発明の密封装置を軸方向において、玉204の両側に配置したが、この発明では、この発明の密封装置を軸方向において、転動体の片側のみに配置しても良い。

30

【 0 1 0 6 】

また、上記第3実施形態では、外輪201が静止輪で、内輪202が回転輪であったが、この発明では、外輪が回転輪で、内輪が静止輪であっても良い。

【 0 1 0 7 】

また、上記第3実施形態では、バイメタル部材235, 245の夫々を、線膨張係数が互いに異なる2つの部分で構成したが、この発明では、バイメタル部材を、線膨張係数が互いに異なる3つ以上の部分で構成しても良い。

40

【 0 1 0 8 】

また、上記第3実施形態では、温度センサを備え、温度センサの検出温度に基づいて、電流ドライバが供給する電流の値を変動させたが、この発明では、温度センサを省略しても良い。

【 0 1 0 9 】

また、上記第3実施形態では、温度によって、電流ドライバが供給する電流の値を変動させたが、この発明では、外輪に対する内輪の相対回転速度に基づいて、電流ドライバが供給する電流の値を変動させても良い。

【 0 1 1 0 】

また、上記第3実施形態では、上記電磁石230が、被電流供給部を構成し、また、電

50

磁石 230, 240、強磁性体 260, 270、バイメタル部材 235, 249 および第 1 部分 205, 225 の弾性部は、間隔調整部を構成した。

【0111】

しかしながら、この発明では、第 1 部分から電磁石を省略すると共に、第 1 部分に例えば、被電流供給部としてのニクロム線等からなる抵抗を配置し、かつ、第 2 部分から強磁性体を省略しても良い。そして、ニクロム線等からなる抵抗から発せられるジュール熱でバイメタル部材を熱して、第 1 部分と第 2 部分との間隔を調整しても良い。尚、この場合、ニクロム線等からなる抵抗が、被電流供給部を構成し、また、ニクロム線等からなる抵抗、バイメタル部材および第 1 部分の弾性部が、間隔調整部を構成することは言うまでもない。

10

【0112】

図 4 は、本発明の第 4 実施形態の玉軸受装置の軸方向の模式断面図である。

【0113】

第 4 実施形態では、断面 H 字状の部材を、第 1 軌道部材に固定すると共に、断面 H 字状の部材に、強磁性体を埋め込み固定する替わりに、電磁石を埋め込み固定した点が、第 3 実施形態と異なる。

【0114】

第 4 実施形態の玉軸受装置では、第 3 実施形態の玉軸受装置の構成部と同一構成部には同一参照番号を付して説明を省略することにする。また、第 4 実施形態の玉軸受装置では、第 1、第 3 実施形態の玉軸受装置と共通の作用効果および変形例については説明を省略することにし、第 3 実施形態の玉軸受装置と異なる構成、作用効果および変形例についてのみ説明を行うことにする。

20

【0115】

この玉軸受装置は、第 1 軌道部材としての外輪 301、第 2 軌道部材としての内輪 302、複数の玉 304、第 1 の第 2 部分 305、第 2 の第 2 部分 325、第 1 の第 1 部分 306、第 2 の第 1 部分 326 および制御ボックス 309 を備える。

【0116】

上記外輪 301 は、環状かつ略円筒状の外輪本体 311 と、環状かつ略円筒状の第 1 密封装置固定部材 312 と、環状かつ略円筒状の第 2 密封装置固定部材 313 とを有する。上記第 1 密封装置固定部材 312 は、第 2 密封装置固定部材 313 と同一である。上記第 1 密封装置固定部材 312 の軸方向の一方の側の端面は、外輪本体 311 の軸方向の他方の側の端面に当接し、第 2 密封装置固定部材 313 の軸方向の他方の側の端面は、外輪本体 311 の軸方向の一方の側の端面に当接している。

30

【0117】

上記第 1 密封装置固定部材 312 および第 2 密封装置固定部材 313 の夫々は、ボルト（図示せず）等の締結部材により、外輪本体 311 に固定されている。上記外輪本体 311 は、内周に軌道面の一例としての軌道溝を有する一方、上記第 1 密封装置固定部材 312 および第 2 密封装置固定部材 313 の夫々は、環状の第 1 部分取付溝を有する。

【0118】

上記第 1 の第 1 部分 306 は、環状部材であって、本体部をなすゴム製の弾性部 391 と、弾性部 391 に固定された環状かつ金属製の摺接部 392 と、第 1 の第 1 部分 306 の周方向に沿って略環状に配置された電磁石 360 とを有し、軸方向の断面において断面略 H 字状の形状を有している。詳しくは、上記第 1 の第 1 部分 306 は、径方向に延在する略同一形状の二つの円板部と、その二つの円板部の間を連結する連結部とを有する。上記二つの円板部は、略平行な状態かつ略軸方向の略重なるように、軸方向に間隔をおいて配置されている。一方、上記連結部は、略円筒状の形状を有する。上記連結部は、一方の円板部の径方向の中央部と、他方の円板部の径方向の中央部とを連結している。

40

【0119】

上記一方の円板部（軸方向の内方側の円板部）の連結部よりも径方向の外方の部分は、第 1 密封装置固定部材 312 の第 1 部分固定溝に嵌入されて固定され、上記連結部の外周

50

面は、第1密封装置固定部材312の第1部分固定溝よりも軸方向の外方に位置する第1密封装置固定部材312の内周面部に当接している。上記一方の円板部の径方向の内方の部分は、金属製の摺接部392となっている。上記金属製の摺接部392は、上記一方の第2部分固定溝に嵌入する部分と上記連結部とが一体となるよう上記弾性部391に固着されている。また、上記他方の円板部（軸方向の外方側の円板部）において連結部よりも径方向の外方の部分の連結部側の軸方向の端面は、第1密封装置固定部材312の軸方向の他方の側の端面に当接している。

【0120】

上記第1の第1部分306の上記他方の円板部の径方向の内方かつ軸方向の内方の端部には、電磁石360が埋め込み固定されている。

10

【0121】

一方、上記第2の第1部分326は、環状部材であって、本体部をなすゴム製の弾性部396と、弾性部396に固定された環状かつ金属製の摺接部397と、第2の第1部分326の周方向に沿って略環状に配置された電磁石370とを有し、軸方向の断面において断面略H字状の形状を有している。詳しくは、上記第2の第1部分336は、径方向に延在する略同一形状の二つの円板部と、その二つの円板部の間を連結する連結部とを有する。上記二つの円板部は、略平行な状態かつ略軸方向の略重なるように、軸方向に間隔をおいて配置されている。一方、上記連結部は、略円筒状の形状を有する。上記連結部は、一方の円板部の径方向の中央部と、他方の円板部の径方向の中央部とを連結している。

【0122】

20

上記一方の円板部（軸方向の内方側の円板部）の連結部よりも径方向の外方の部分は、第2密封装置固定部材313の第1部分固定溝に嵌入されて固定され、上記連結部の外周面は、第2密封装置固定部材313の第1部分固定溝よりも軸方向の外方に位置する第2密封装置固定部材313の内周面部に当接している。上記一方の円板部の径方向の内方の部分は、金属製の摺接部397となっている。上記金属製の摺接部397は、上記一方の第2部分固定溝に嵌入する部分と上記連結部とが一体となるよう上記弾性部396に固着されている。また、上記他方の円板部（軸方向の外方側の円板部）において連結部よりも径方向の外方の部分の連結部側の軸方向の端面は、第2密封装置固定部材313の軸方向の一方の側の端面に当接している。

【0123】

30

上記第2の第1部分326の上記他方の円板部の径方向の内方かつ軸方向の内方の端部には、電磁石370が埋め込み固定されている。

【0124】

上記内輪302は、軌道面の一例としての軌道溝および二つの第2部分固定溝を外周面に有する。一方の上記第2部分固定溝は、軌道溝の軸方向の一方の側に位置する一方、他方の上記第2部分固定溝は、軌道溝の軸方向の他方の側に位置している。

【0125】

上記第1の第2部分305は、環状に形成され本体部をなすゴム製の弾性部と、環状の強磁性体330と、環状のバイメタル部材335を有し、強磁性体330およびバイメタル部材335の夫々は、ゴム製の弾性部と略同心にゴム製の弾性部に埋め込み固定されている。

40

【0126】

図4に示すように、上記強磁性体330は、第1の第2部分305の径方向の外方かつ軸方向の外方に埋め込み固定されている。

【0127】

一方、上記バイメタル部材335は、熱膨張率の異なる板状の低膨張部材と高膨張部材とを接合してなる。上記低膨張部材は、例えば、36～46%Ni-Fe合金等の低膨張材料で構成される一方、高膨張部材は、例えば、Cu、Ni、70%Cu-Zn、70%Cu-Zn合金、20%Ni-Mn-Fe合金、Ni-Cr-Fe合金、20%Ni-Mo-Fe合金、70%Mn-Ni-Cu合金等の高膨張材料で構成されている。接合され

50

る低膨張部材および高棒膨張部材の夫々の金属組成を変更することにより、バイメタル部材 335 の膨張度合を変更することができる。上記バイメタル部材 335 は、温度に伴う熱膨張によって漸次開脚して、第 1 の第 2 部分 305 に力を付与するようになっている。上記高膨張部材および上記低膨張部材の夫々は、環状部材であって、略内輪 302 の径方向に延在している。

【0128】

上記バイメタル部材 335 は、上記高膨張部材の軸方向の端面と、上記低膨張部材の軸方向の端面とを接合してなっている。上記バイメタル部材 335 は、強磁性体 330 よりも径方向の内方に配置されている。上記低膨張部材は、第 1 熱膨張部材を構成し、高膨張部材は、第 2 熱膨張部材を構成している。

10

【0129】

図 4 に示すように、上記第 1 の第 2 部分 305 の径方向の外方の端部は、断面略 H 字状の第 1 の第 1 部分 306 の径方向の内方の凹部に収容されている。上記第 1 の第 2 部分 305 のバイメタル部材 335 は、常温域 (20 ± 15) において略径方向に延在するようになっている。

【0130】

図 4 に示すように、上記第 1 の第 2 部分 305 の径方向の外方の端部の軸方向の内方の部分は、上記常温域において上記凹部を画定する第 1 の第 1 部分 306 の軸方向の内方側の端面に当接している。上記第 1 の第 2 部分 305 の径方向の外方の端部の軸方向の内方の部分は、上記常温域において、上記金属製の摺接部 392 の軸方向の外方側の端面に当接している。

20

【0131】

上記第 2 の第 2 部分 325 は、環状に形成され本体部をなすゴム製の弾性部と、環状の強磁性体 340 と、環状のバイメタル部材 345 を有し、強磁性体 340 およびバイメタル部材 345 の夫々は、ゴム製の弾性部と略同心にゴム製の弾性部に埋め込み固定されている。

【0132】

図 4 に示すように、上記強磁性体 340 は、第 2 の第 2 部分 325 の径方向の外方かつ軸方向の外方に埋め込み固定されている。

【0133】

30

一方、上記バイメタル部材 345 は、熱膨張率の異なる板状の低膨張部材と高膨張部材とを接合してなる。上記低膨張部材は、例えば、36 ~ 46 % Ni - Fe 合金等の低膨張材料で構成される一方、高膨張部材は、例えば、Cu、Ni、70 % Cu - Zn、70 % Cu - Zn 合金、20 % Ni - Mn - Fe 合金、Ni - Cr - Fe 合金、20 % Ni - Mo - Fe 合金、70 % Mn - Ni - Cu 合金等の高膨張材料で構成されている。接合される低膨張部材および高棒膨張部材の夫々の金属組成を変更することにより、バイメタル部材 345 の膨張度合を変更することができる。上記バイメタル部材 345 は、温度に伴う熱膨張によって漸次開脚して、第 2 の第 2 部分 325 に力を付与するようになっている。上記高膨張部材および上記低膨張部材の夫々は、環状部材であって、略内輪 302 の径方向に延在している。

40

【0134】

上記バイメタル部材 345 は、上記高膨張部材の軸方向の端面と、上記低膨張部材の軸方向の端面とを接合してなっている。上記バイメタル部材 345 は、強磁性体 340 よりも径方向の内方に配置されている。上記低膨張部材は、第 1 熱膨張部材を構成し、高膨張部材は、第 2 熱膨張部材を構成している。

【0135】

図 4 に示すように、上記第 2 の第 2 部分 325 の径方向の外方の端部は、断面略 H 字状の第 2 の第 1 部分 326 の径方向の内方の凹部に収容されている。上記第 2 の第 2 部分 325 のバイメタル部材 345 は、常温域 (20 ± 15) において略径方向に延在するようになっている。

50

【 0 1 3 6 】

図 4 に示すように、上記第 2 の第 2 部分 3 2 5 の径方向の外方の端部の軸方向の内方の部分は、上記常温域において上記凹部を画定する第 2 の第 1 部分 3 2 6 の軸方向の内方側の端面に当接している。上記第 2 の第 2 部分 3 2 5 の径方向の外方の端部の軸方向の内方の部分は、上記常温域において、上記金属製の摺接部 3 9 7 の軸方向の外方側の端面に当接している。

【 0 1 3 7 】

上記制御ボックス 3 0 9 は、マイクロコンピュータおよび電流ドライバを有し、上記電流ドライバは、第 1 の第 1 部分 3 0 6 の電磁石 3 6 0 と、第 2 の第 1 部分 3 2 6 の電磁石 3 7 0 に配線により電気接続されている。

10

【 0 1 3 8 】

上記構成において、上記マイクロコンピュータが、図示しない回転速度センサからの信号を受けて、外輪 3 0 1 に対する内輪 3 0 2 の相対回転を認識すると、上記マイクロコンピュータは、上記電流ドライバに、電磁石 3 6 0 , 3 7 0 に電流を供給させるようになっている。

【 0 1 3 9 】

すると、上記電磁石 3 6 0 と強磁性体 3 3 0 とに磁力による引力が働くと共に、電磁石 3 7 0 と強磁性体 3 4 0 とに磁力による引力が働くようになっている。

【 0 1 4 0 】

また、玉軸受装置が運転状態になって（第 1 および第 2 の第 1 部分 3 0 6 , 3 2 6 内に電流が供給されて）、第 1 および第 2 の第 2 部分 3 0 5 , 3 2 5 内の温度が常温よりも高くなると、バイメタル部材 3 3 5 および 3 4 5 の夫々が、軸方向の外方に湾曲するようになっている。

20

【 0 1 4 1 】

これらの力の合力が、第 1 の第 2 部分 3 0 5 のゴム製の弾性部に作用して、弾性部が変形して、第 1 の第 2 部分 3 0 5 が、第 1 の第 1 部分 3 0 6 と非接触になるようになっている。また、同様に、第 2 の第 2 部分 3 2 5 のゴム製の弾性部に作用して、弾性部が変形して、第 2 の第 2 部分 3 2 5 が、第 2 の第 1 部分 3 2 6 と非接触になるようになっている。

【 0 1 4 2 】

上記電磁石 3 6 0 は、被電流供給部を構成し、また、電磁石 3 6 0、強磁性体 3 3 0、バイメタル部材 3 3 5 および第 1 の第 2 部分 3 0 5 の弾性部は、間隔調整部を構成している。また、同様に、上記電磁石 3 7 0 は、被電流供給部を構成し、また、電磁石 3 7 0、強磁性体 3 4 0、バイメタル部材 3 4 5 および第 2 の第 2 部分 3 2 5 は、間隔調整部を構成している。

30

【 0 1 4 3 】

また、第 4 実施形態の密封装置は、二つの温度センサ（図示せず）を有する。これらの温度センサは、熱電対であり、一方の熱電対は、その熱電対の高温端がバイメタル部材 3 3 5 に固着されている。上記制御ボックスのマイクロコンピュータは、上記一方の熱電対の二つの低温端の間の起電力を、測定することにより、バイメタル部材 3 3 5 の温度を算出するようになっている。

40

【 0 1 4 4 】

上記バイメタル部材 3 3 5 の温度が所定温度以上の温度になると、電磁石 3 6 0 と、強磁性体 3 3 0 との間に働く磁力による引力が、0 であったとしても、バイメタル部材 3 3 5 の変形に起因する力のみで、第 1 の第 1 部分 3 0 6 と、第 1 の第 2 部分 3 0 5 とが離間するようになっている。

【 0 1 4 5 】

上記マイクロコンピュータは、上記バイメタル部材 3 3 5 の温度が上記所定温度以上の温度になった場合、電流ドライバが電磁石 3 6 0 に供給する電流を 0 にするようになっている。

【 0 1 4 6 】

50

また、同様に、他方の熱電対は、その熱電対の高温端がバイメタル部材 3 4 5 に固着されている。上記制御ボックスのマイクロコンピュータは、上記他方の熱電対の二つの低温端の間の起電力を、測定することにより、バイメタル部材 3 4 5 の温度を算出するようになっている。

【 0 1 4 7 】

上記バイメタル部材 3 4 5 の温度が所定温度以上の温度になると、電磁石 3 7 0 と、強磁性体 3 4 0 との間に働く磁力による引力が、0 であったとしても、バイメタル部材 3 4 5 の変形に起因する力のみで、第 2 の第 1 部分 3 2 6 と、第 2 の第 2 部分 3 2 5 とが離間するようになっている。

【 0 1 4 8 】

10

上記マイクロコンピュータは、上記バイメタル部材 3 4 5 の温度が上記所定温度以上の温度になった場合、電流ドライバが電磁石 3 7 0 に供給する電流を 0 にするようになっている。

【 0 1 4 9 】

第 4 実施形態の密封装置も第 3 実施形態と同様に、玉軸受装置の温度が常温域である場合において、第 1 部分 3 0 6 と第 2 部分 3 0 5、および、第 1 部分 3 2 6 と第 2 部分 3 2 5 が接触している一方、玉軸受装置の温度が常温域以上の所定の温度以上である場合において、第 1 部分 3 0 6、3 2 6 と第 2 部分 3 0 5、3 2 5 とが間隔をおいて位置するようになっている。このようにして、運転時の低トルク化と、停止時の外部からの異物の侵入の防止とを同時に実現している。

20

【 0 1 5 0 】

尚、本発明の密封装置によって、密封させる領域に潤滑剤としてグリースが封入されている場合、そのグリースの増ちょう剤としては、例えば、バリウム石鹸、リチウム複合石鹸等を使用できる。

【 0 1 5 1 】

また、上記第 1 実施形態乃至第 3 実施形態のうちの少なくとも二つの実施形態を組み合わせた実施形態が、本発明の範疇に入ることは言うまでもない。例えば、密封装置は、電磁石と、圧電素子の両方を有していても良いことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 5 2 】

30

【図 1】本発明の第 1 実施形態の玉軸受装置の軸方向の模式断面図である。

【図 2】本発明の第 2 実施形態の玉軸受装置の軸方向の模式断面図である。

【図 3】本発明の第 3 実施形態の玉軸受装置の軸方向の模式断面図である。

【図 4】本発明の第 4 実施形態の玉軸受装置の軸方向の模式断面図である。

【符号の説明】

【 0 1 5 3 】

1 軸箱

2, 2 0 1, 3 0 1 外輪

3, 2 0 2, 3 0 2 内輪

4, 2 0 4, 3 0 4 玉

40

5, 1 0 5 第 1 部分

6, 1 0 6 第 2 部分

9, 1 0 9 制御ボックス

3 0, 2 3 0, 2 4 0, 3 6 0, 3 7 0 電磁石

4 0, 2 6 0, 2 7 0, 3 3 0, 3 4 0 強磁性体

1 3 0 圧電素子

2 0 5, 3 0 6 第 1 の第 1 部分

2 0 6, 3 0 5 第 1 の第 2 部分

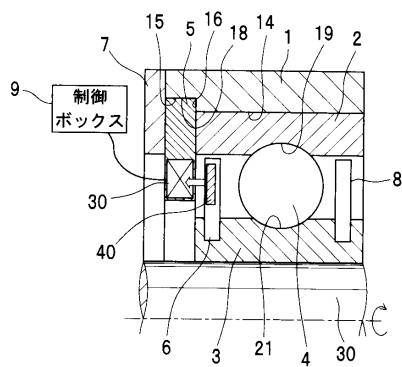
2 2 6, 3 2 5 第 1 の第 2 部分

2 2 5, 3 2 6 第 2 の第 1 部分

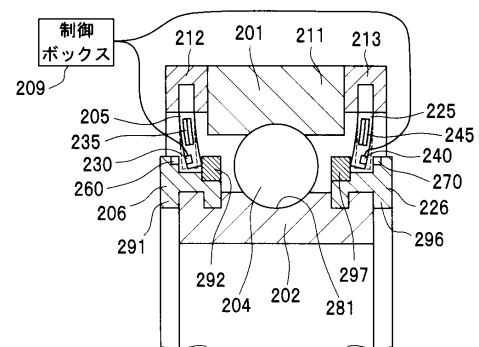
50

2 3 5 , 2 4 5 , 3 3 5 , 3 4 5 バイメタル部材

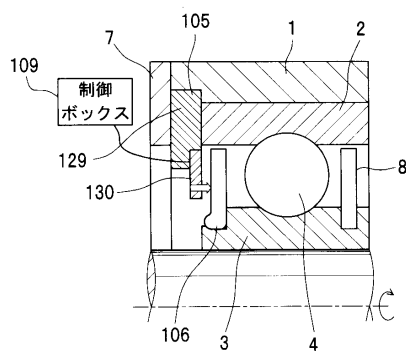
【図 1】



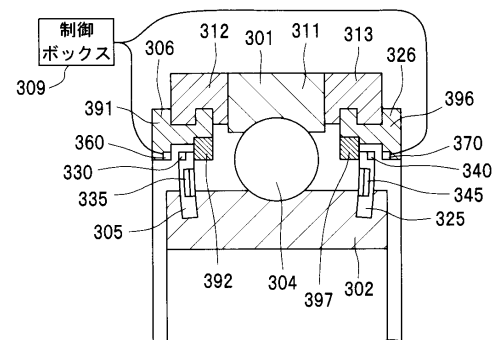
【図 3】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

審査官 矢澤 周一郎

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 0 4 7 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 2 2 6 0 0 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 1 7 2 3 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

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