

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6106830号  
(P6106830)

(45) 発行日 平成29年4月5日(2017.4.5)

(24) 登録日 平成29年3月17日(2017.3.17)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>F 1 6 C</b>	<b>19/52</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 19/52
<b>F 1 6 C</b>	<b>19/26</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 19/26
<b>F 1 6 C</b>	<b>33/46</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 33/46
<b>F 1 6 C</b>	<b>19/38</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 19/38
<b>F 1 6 C</b>	<b>19/06</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 19/06

請求項の数 8 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-155055 (P2012-155055)
(22) 出願日	平成24年7月10日(2012.7.10)
(65) 公開番号	特開2014-16005 (P2014-16005A)
(43) 公開日	平成26年1月30日(2014.1.30)
審査請求日	平成27年6月22日(2015.6.22)

(73) 特許権者	306037229 株式会社 空スペース 東京都小金井市東町3丁目4番26号
(72) 発明者	河島壯介 東京都小金井市東町三丁目4番26号

審査官 尾形 元

(56) 参考文献	特開2007-192412 (JP, A)
	)
	特開2011-167799 (JP, A)
	)
	特開2008-240798 (JP, A)
	)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 転がり軸受、及びその使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外周面に内輪軌道を有する内輪と、内周面に外輪軌道を有する外輪と、前記内輪軌道と前記外輪軌道との間に介在する複数の転動体と、前記転動体の動作時の公転と自転比率を変えることにより前記転動体同士を非接触とする“自律分散式転がり軸受”の構成を備えた連続鋳造用ガイドロール軸受であって、定常稼働中の前記内輪と前記外輪の温度差以下に設定された内外輪下限温度差を有し、前記内外輪下限温度差では前記転動体の過半数が前記内輪軌道と前記外輪軌道から正の接触圧力を受ける予圧状態であり、前記内輪と前記外輪が略同一温度の状態においては、前記正の接触圧力が開放されることを特徴とする転がり軸受。

【請求項2】

前記内輪が前記外輪よりも前記内外輪下限温度差以上高温である状態において、前記転動体の過半数が前記内輪軌道と前記外輪軌道から受ける正の接触圧力の最大値が1.5 GPa以上であることを特徴とする請求項1に記載の転がり軸受。

【請求項3】

少なくとも外周面に内輪軌道を有する内輪と、内周面に外輪軌道を有する外輪と、前記内輪軌道と前記外輪軌道との間に介在する複数の転動体で構成され、前記転動体同士が直接的に、あるいは転動体間の隔壁と介して間接的に、接触することを防ぐ機構を有する連続鋳造用ガイドロール転がり軸受の使用法であって、定常稼働中に、別途設計された軸受の内外輪下限温度差以上に前記内輪が前記外輪より高温に曝される状態において、前記

転動体の過半数が前記内輪軌道と前記外輪軌道から正の接触圧力を受け、前記内輪と前記外輪が略同一温度の状態においては前記正の接触圧力が開放されていることを特徴とする前記転がり軸受の使用方法。

【請求項 4】

定常稼働中における軸受空間容積に対するグリース量または潤滑油量が 10% 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載の転がり軸受の使用方法。

【請求項 5】

内外輪の温度差を制御する加熱手段、若しくは冷却手段を前記軸受の前記内輪及び/または前記外輪に併設したことを特徴とする請求項 3 に記載の転がり軸受の使用方法。

【請求項 6】

定常稼働中の前記内輪温度が 120 以上であることを特徴とする請求項 3 に記載の転がり軸受の使用方法。

【請求項 7】

前記内外輪下限温度差が 8 以上であることを特徴とする請求項 3 に記載の転がり軸受の使用方法。

【請求項 8】

別途設計された前記軸受の前記内外輪下限温度差の 2 倍の温度差が前記内輪と前記外輪との間に生じた場合において、前記転動体の過半数が前記内輪軌道と前記外輪軌道から受ける正の接触圧力の最大値が 4 GPa 以下となるような軸受箱としたことを特徴とする請求項 3 に記載の転がり軸受の使用方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、製鉄の連続鑄造機ロール等で使用される転がり軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄鋼の連続鑄造用ガイドロール等の用途の転がり軸受は、保持器や軌道面の早期損傷を防ぐ為に予圧を掛けずに使用することが一般的であった。これらの用途では、水や異物の混入、高温や温度変化、衝撃荷重、等の過酷な外乱が作用することで個々の転動体の動作が不安定化し易く、予圧状態では転動体が内外輪から接触圧力を受けて自由に動けない状態となっているので、不安定化した転動体が隣の転動体と競り合い、回転を経るに従い競り合いが累積されて保持器や軌道面の早期損傷に至るから、と考えられる。

【0003】

しかしながら、これらの重荷重用用途で使用される軸受は、ほとんど円筒、円錐、たる形のころ軸受である。ころ軸受は予圧を掛けずに状態ではスキュー、スキッピング、ピーリングを生じ易く、また予圧を掛けた場合に較べて最大荷重を受ける転動体の接触圧力が大きい、等の欠点を内包していた。

転動体に玉を使用した軸受であっても、潤滑環境の悪い真空、高温、水中等の用途の予圧での使用はピーリング等の不具合を生じ易く、逆に予圧を掛けずに使用する場合にはフレッチングを生じ易く、最大荷重を受ける転動体の接触圧力が大きい、等の欠点を内包していた。

【0004】

本願発明者は以前、軸受の軌道の一部の形状を変えることにより、転動体の公転と自転の比率をその領域のみ変えて、当該領域から脱出した転動体の公転速度を上げることで後続の転動体との間を非接触とする機構を発明し出願した。特許文献1、及び2参照。この機構によれば予圧を掛けても転動体同士の競り合いが無くなるので、前記問題が解消される。以降はこれらの技術を出願人である、株式会社空スペースの商品名 " 自律分散式転がり軸受 " と表記する。

10

20

30

40

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-177993

【特許文献2】特開2007-192412

## 【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、内部隙間のある従来軸受を予圧が掛かった自律分散式転がり軸受に置き替える場合、軸受の回転方向以外の自由度が予圧により殺されているため、軸受の装置への組付けやメンテナンス時の作業性が悪かった。

10

そこで本発明の目的は、このような問題を解消し、通常稼働時は予圧の掛かった状態で軸受を長寿命化し、組み付け時やメンテナンス時は作業性の良い予圧無しの状態となる転がり軸受を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明は、外周面に内輪軌道を有する内輪と、内周面に外輪軌道を有する外輪と、前記内輪軌道と前記外輪軌道との間に介在する複数の転動体と、前記転動体の動作時の公転と自転比率を変えることにより前記転動体同士を非接触とする“自律分散式転がり軸受”の構成を備え、通常運転時の前記内輪と前記外輪の温度差以下に設定された内外輪下限温度差を有し、前記内外輪下限温度差では前記転動体の過半数が前記内輪軌道と前記外輪軌道から正の接触圧力を受ける予圧状態であり、前記内輪と前記外輪が略同一温度の状態においては、前記正の接触圧力が開放されることを特徴とする。

20

【0008】

また“自律分散式転がり軸受”の構成とせず、前記転動体の間に介在し、温度変化によってその転動体転送方向寸法を変化させるための形状記憶合金、またはバイメタルを具備した転動体隔壁を備え、通常運転時の、前記内輪と前記外輪の温度差以下に設定された内外輪下限温度差を有し、前記内外輪下限温度差では前記転動体の過半数が前記内輪軌道と前記外輪軌道から正の接触圧力を受ける予圧状態であり、かつ前記転動体隔壁の前記転動体転送方向寸法を縮め、前記内輪と前記外輪が略同一温度の状態においては、前記正の接触圧力が開放された状態であり、かつ前記転動体隔壁の前記転動体転送方向寸法は伸びていることを特徴とする。

30

さらにこれらの転がり軸受において有効となる使用方法を特徴とする。

## 【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、通常稼働時は過半数の転動体が予圧の掛かった状態となるので軸受が長寿命化し、軸受組み付け時やメンテナンスでの軸受交換時は作業性の良い内部隙間のある状態とすることが出来る。

## 【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明に係る調心輪付転がり軸受

【図2】本発明に係る円筒ころ軸受

【図3】本発明に係る深溝玉軸受

【図4】本発明に係る自動調心ころ軸受

## 【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

## 【実施例】

【0012】

図1に調心輪付転がり軸受を示す。(A)は(B)のX-X断面図、(B)は(A)のY-

50

Y断面図、(C)は(A)のZ-Z断面図である。内方に外輪軌道1aを有する外輪1と外方に内輪軌道2aを有する内輪2、及びこれらの転送溝間に転動可能に介挿される複数の円筒ころ3により構成され、円筒ころ3の両端はその外径よりも少し小径の段部3aを有する。また、外輪の両端面につば1e、内輪の両端面につば2bを具備しており、円筒ころ3の脱落防止、及び内外輪の軸方向位置を若干の相対変位が可能に拘束している。

【0013】

外輪1は外輪軌道1aの両側に溝1bを有し、減速バー4はこの溝に嵌め込み、外輪に打ち込んだピン5で両端を拘束している。減速バー4の内輪側は円筒ころの段部3aに当接している。また減速板の中央部は溝1bの底部に対し隙間を有し、減速バー4の弾性によりコロ3を弱い力で内輪軌道2aに押圧する構成としている。さらに減速板4の中央部

10

【0014】

また、外輪1の外径面はこの軸受の軸心を中心とする球面に形成され、この面と摺動自在に嵌合する調心輪6と合わせ、調心輪付転がり軸受を構成している。本図軸受の内輪は、連続鑄造用ガイドロールの両側軸端に嵌合され、外輪固定、内輪回転にて、図1(A)に示す上方荷重Fを内輪が受けている。本図に記載されていないロールと軸受の全体構成は例えば特開2010-1921の図1に開示されているものと同様である。

【0015】

自律分散式転がり軸受の動作を簡単に説明すると、図1(C)位置では通常の転がり軸受と同様に、円筒ころ3の外径面が内輪軌道2a、及び外輪軌道1a上を転がり荷重を支えるが、図1(B)位置では円筒ころ3の外径面は外輪軌道ニゲ1cと接触せず、円筒ころの段部3aが減速板4上を転がる。この際、円筒ころ3の回転半径がR1からRaに小さくなるので、円筒ころ3の公転速度が減少する。円筒ころが(B)図領域を脱出すると元の公転速度に戻ることより、後続の円筒ころとの間に隙間を作る。この軸受が予圧を付与されている場合、図1(A)に示す様に、(B)位置の予圧を受けていない1個の円筒ころが後続の円筒ころと接触するのみで、他の円筒ころ同士が接触することは無い。さらに詳しくは、先行技術文献を参照されたい。

20

【0016】

以上の構成のもと、転がり軸受の内部隙間を以下としている。外輪1と内輪2の温度が略同一であるときは内部隙間を有し、内輪が外輪より30℃高温のときには内輪の熱膨張が外輪より大きいことより、円筒ころ3の過半数が内外輪の軌道から正の接触圧力を受ける予圧状態となる(外部荷重無しの状態)。ここで過半数の意味は、図1(b)位置の円筒ころが除外される他、製品寸法のばらつき等により接触圧力を受けない少数の円筒ころが出ることを考慮したものである。なお、本図の調心輪は本発明の要件ではないので、調心機構の無い円筒ころ軸受、ニードル軸受、または円錐ころ軸受などにも適用出来る。

30

【0017】

図2に第二の実施例、円筒ころ軸受を示す。外輪1の外輪軌道1aと内輪2の内輪軌道2aとの間に介在する複数の転動体である円筒ころ3と、前記転動体の間に介在して転動体同士の接触を防ぐ転動体隔壁の役割を果たす保持器7を備えている。保持器7は、円筒ころ3同士の間軸受の軸方向に伸延するコの字断面の隔壁7a(円筒ころの個数分ある)と、円筒ころの軸方向両外側に配置され各隔壁部7aを連結固定する2枚の円環7bより構成され、隔壁7aは形状記憶合金、又はバイメタルで製作されている。潤滑は、低温用グリースを軸受空間容積の10%以下だけ充填している。

40

【0018】

以上の構成のもと、転がり軸受の内部隙間を以下としている。外輪1と内輪2の温度が共に-50℃で同一であるときは、軸受は内部隙間を有し、保持器7のコの字断面の隔壁7aの端部は開いた形状(図の実線7c)となっている。そのときの個々の円筒ころ3の公転方向の遊び量は、両側の隔壁の開いた端部7cが干渉しない狭い領域に規制されてい

50

る。この状態から軸受が回転支持している装置（例えば冷凍圧縮機）が起動して内輪温度が上昇し外輪温度との差が8 となったとき、内輪軌道径の熱膨張により、円筒ころ3の過半数が内外輪の軌道から正の接触圧力を受ける予圧状態となる共に、周囲温度の変化（内輪温度の上昇や転動体との摺動摩擦熱による上昇）によって、保持器のコの字断面の隔壁7 aは閉じた端部（図の破線7 d）に変化し、円筒ころ3との間に隙間を作る。

【0019】

この状態で保持器は何れかの円筒ころ3の外径面に接触するまで自由に回転出来るが、基本的に全てのころ3の相対位置は軌道からの接触圧力により維持されているので、少なくとも保持器のコの字断面の閉じた端部7 dの片側は円筒ころ3と接触せず、保持器を介して円筒ころが競り合うことが生じない。従来、このような悪潤滑環境下の予圧軸受は、保持器を介して転動体が競り合う不具合が生じ易かったが、本実施例はこれを改善する。

10

【0020】

また本例ではグリースを軸受空間容積の10%以下としているが、これは保持器を介して転動体が競り合う不具合が生じ無い為、当該部の滑り摩擦を緩和するための油脂が不要であることによる。軸受空間内にグリースが満たされると内輪2から外輪1への熱抵抗を下げ、内外輪の温度差の確保を困難にするが、本構成ではグリース量を減らせることから、高い熱抵抗の軸受とすることが出来る。なお、同様に高い熱抵抗を得る目的で転動体や外輪をセラミックとすることも有効である。なお形状記憶合金、又はバイメタルを、保持器の隔壁7 aでは無く円環7 bとしても良いし、両方共当該材質としても良い。図で円環部の拡径によっても公転方向の円筒ころの遊びを変えることが出来るからである。

20

【0021】

図3に第三の実施例、深溝玉軸受を示す。外輪1の外輪軌道1 aと内輪2の内輪軌道2 aとの間に介在する複数の転動体である玉8と、前記転動体の間に介在して転動体同士の接触を防ぐ転動体隔壁の役割を果たす間座9を備えている。間座9は、カラー9 aの中空部に形状記憶合金製のコイル9 bを差し込んだもので、各玉8の間に玉と同数ある。

【0022】

外輪1と内輪2が同一温度のとき軸受は内部隙間を有し、形状記憶合金製のコイル9 bが伸びた状態（図3（A））となって各玉の間隔を略同一ピッチとする。次に内輪の温度が上昇すると、過半数の玉8が内外輪の軌道から正の接触圧力を受ける予圧状態になると共に、周囲温度の変化（内輪温度の上昇や玉8とコイル9 bの摺動摩擦熱による上昇）によってコイル9 bは縮む。同時に各間座は重力や遠心力により傾き、例えば図3（b）の状態となるが、各玉の公転速度の相違による玉間隔の変動に対しては、間座の傾きは僅かな力で修正されるため競り合いの問題は無い。なお本例は高真空中で稼働することを想定、油脂類を使用せずに間座のコイルやカラーに固体潤滑剤をコーティングしている。真空環境であることと固体潤滑剤の使用は高い熱抵抗の軸受とする上で有利な使用条件である。

30

【0023】

図4に第四の実施例、自動調心ころ軸受に第一実施例と同様の自律分散式転がり軸受の構造を組み込んだ例である。（a）は減速バー中央位置での軸心と平行な断面、用法的には最大荷重を受ける転動体と丁度反対側の断面、（b）は減速バー4のX方向矢視図である。外輪1の外輪軌道1 aと内輪2の内輪軌道2 aとの間に介在する複数の球面ころ10を2列配し、外輪軌道の曲率中心を1点とすることで調心軸受を構成している。

40

【0024】

球面ころ10の両端はその外径よりも少し小径の丸みぞ形状の段部10 aを有し、この丸みぞは外輪1の減速バー固定穴1 fに両端を差し込んで固定された減速バー4の外径と合致し、球面ころ10を下方に弱い力で抑えている。調心動作によって球面ころ10は（A）図の左右方向にずれるが、この丸みぞにより段部10 aが減速バーから外れることを防いでいる。また、外輪軌道1 aは（A）図に示す減速バー4の中央付近のみ研削により深く削り込まれた面1 cとしており、この部分は球面ころ10の外径面と接触していない。

【0025】

本実施例の軸受が連続鋳造用ガイドロールに適用され、定常稼働中の内輪温度が120

50

以上の場合を想定し、内部隙間を以下としている。定常稼働中であっても周辺温度は作業者の立ち入りが可能な程度まで低くする必要があるが、本装置の目的は高品質の鋳鋼を製造することであるので、ガイドロールから内輪への熱量を下げることは困難である。また軸受の外輪より低温側の構造は一般的に軸受箱を介して架台となるが、これらは軸受と比較して圧倒的に表面積が多く、温度を下げる為の冷却エネルギーは膨大となる。

【 0 0 2 6 】

軸受の熱抵抗を高めることが最も消費エネルギーが少なく、特に本実施例では内輪軌道 2 a と外輪軌道 1 a の間の熱抵抗を上げる構成としている。具体的には、負荷領域の転動体同士を非接触とする構成によって、熱抵抗を低下させるグリース量を軸受空間容積に対して 1 0 % 以下としている。また、同様に熱抵抗を低下させる金属製の転動体隔壁（保持器等）を使用していない、さらに金属製の転動体隔壁が排除されたスペース分の転動体の数量増加を転動体外径の増加に充当させることで、熱抵抗の大きい軸受空間容積を増加させている。

10

【 0 0 2 7 】

さらに上記対策により内輪温度 1 2 0 での外輪温度は 6 0 ~ 7 0 が可能であるが、その際の内外輪の熱膨張量の差によって生じる軌道と転動体との接触圧力（ロール作業による外力を含まない予圧分）1 . 5 G P a 以上と試算される。これは従来常識の予圧としては非常に高い値であるが、軸受の熱抵抗を高めるべく軸受幅を狭くした（球面ころ10の長さを短縮）ことを優先した結果である。

【 0 0 2 8 】

なおこの結果、周辺装置の異常等により内輪温度が設定以上に上昇し、内外輪の温度差が内外輪下限温度差の 2 倍以上となった場合でも軸受の致命的なダメージ回避のため、軌道と転動体との接触圧力を 4 G P a 以下とすることが有効である。具体的には、外輪や軸受箱の材質（熱膨張係数）、肉厚設計を適切に設計することで達成させることが出来る。また、軸受をより良好な状態で使用するために、内外輪の温度差を制御する加熱手段、若しくは冷却手段を前記軸受の前記内輪及び/または前記外輪に併設することが出来る。

20

なお、本図の調心機構は本発明の要件ではないので、調心機構の無い円筒ころ軸受、ニードル軸受、または円錐ころ軸受などにも適用出来る。

【 0 0 2 9 】

以上、実施例を説明したが、本発明が非常に広範囲に適用出来るもの故、実施例毎に構成を変えているが、これに限定されるものではない。例えば第一実施例や第四実施例の“自律分散式転がり軸受”を第二実施例の保持器や第三実施例の間座に置き換えても良いし、その逆でも良い。同様に各実施例に適用する転動体の種類（円筒ころ、玉、球面ころ、円錐ころ）や潤滑剤も、必要スペックに応じて個々選定すればよく、本発明の適用範囲を限定するものではない。

30

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 0 】

製鉄の連続鋳造機ロール等で使用される転がり軸受、及び転がり軸受を使用した装置に広く利用できる。

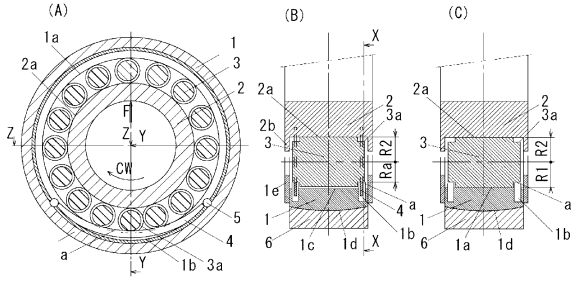
【 符号の説明 】

40

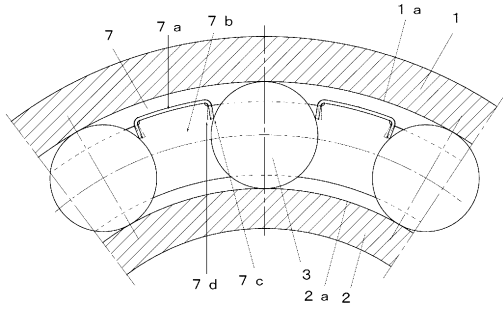
【 0 0 3 1 】

- 1a 外輪軌道
- 1c 外輪軌道二ゲ
- 2 a 内輪軌道
- 3 円筒ころ
- 4 減速バー
- 7 保持器
- 8 玉
- 9 間座

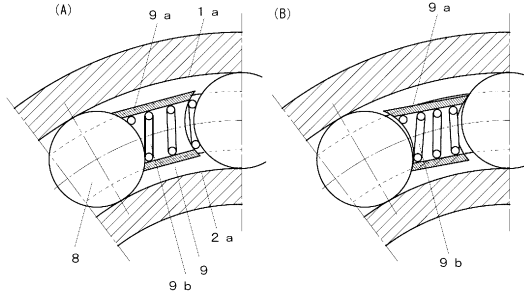
【 図 1 】



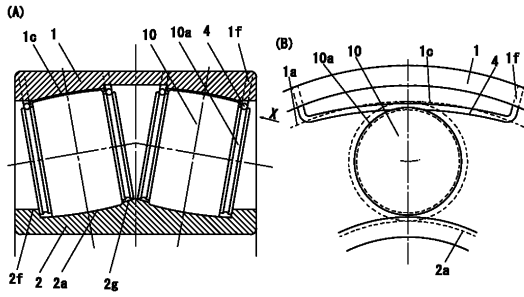
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 1 6 C 33/66</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 C 33/66</i>		Z
<i>F 1 6 C 23/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 C 23/08</i>		
<i>F 1 6 C 33/374</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 C 33/374</i>		
<i>F 1 6 C 33/64</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 C 33/64</i>		

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

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 C	2 1 / 0 0 - 2 7 / 0 8