

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6586808号  
(P6586808)

(45) 発行日 令和1年10月9日 (2019. 10. 9)

(24) 登録日 令和1年9月20日 (2019. 9. 20)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>F 1 6 C 41/00 (2006. 01)</b>	F 1 6 C 41/00
<b>F 1 6 C 33/58 (2006. 01)</b>	F 1 6 C 33/58

請求項の数 5 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2015-148828 (P2015-148828)	(73) 特許権者	000004204
(22) 出願日	平成27年7月28日 (2015. 7. 28)		日本精工株式会社
(65) 公開番号	特開2016-211723 (P2016-211723A)		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(43) 公開日	平成28年12月15日 (2016. 12. 15)	(74) 代理人	110000811
審査請求日	平成30年5月31日 (2018. 5. 31)		特許業務法人貴和特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2015-95533 (P2015-95533)	(72) 発明者	松田 靖之
(32) 優先日	平成27年5月8日 (2015. 5. 8)		神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		日本精工株式会社内
		(72) 発明者	小野 潤司
			神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
			日本精工株式会社内
		(72) 発明者	笹尾 邦彦
			神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
			日本精工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサ装置付転がり軸受

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

転がり軸受と、センサ装置とを備えており、

このうちの転がり軸受は、内周面に外輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、この外輪軌道とこの内輪軌道との間に転動自在に設けられた複数個の転動体とを備えており、

前記センサ装置は、梃子部材と、センサ本体とを備えており、

このうちの梃子部材は、揺動支持部と、作用部と、被測定部とを有しており、

このうちの揺動支持部は、前記梃子部材を、前記内輪と前記外輪とのうちの一方の軌道輪以外の部分に、この揺動支持部を中心とした揺動を可能な状態に支持する為のものであり、

前記作用部は、前記一方の軌道輪の一部に当接しており、

前記センサ本体は、前記被測定部に対向した状態で設けられており、前記一方の軌道輪の変位に伴い、前記梃子部材が前記揺動支持部を中心に揺動する際の前記被測定部の変位に基づいてその出力信号を変化させるものである、

センサ装置付転がり軸受。

【請求項 2】

前記被測定部の変位量は、前記一方の軌道輪の変位量を増幅したものである、請求項 1 に記載したセンサ装置付転がり軸受。

【請求項 3】

前記挺子部材の作用部が、前記一方の軌道輪の一部に押し付けられる方向に付勢されている、請求項 1 ~ 2 のうちの何れか 1 項に記載したセンサ装置付転がり軸受。

【請求項 4】

前記挺子部材の全体が、前記一方の軌道輪の軸方向両端面よりも、この一方の軌道輪の幅方向に関して内側に配置されている、請求項 1 ~ 3 のうちの何れか 1 項に記載したセンサ装置付転がり軸受。

【請求項 5】

前記揺動支持部と前記被測定部との距離が、この揺動支持部と前記作用部との距離よりも大きい、請求項 1 ~ 4 のうちの何れか 1 項に記載したセンサ装置付転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば自動車の変速機や工作機械等の各種回転支持装置の回転支持部に組み込んで使用される転がり軸受を構成する軌道輪（内輪又は外輪）に作用する荷重や、この荷重に基づくこの軌道輪の変位量の測定に利用できる物理量（荷重、変位量を含む）を測定する為のセンサ装置を備えた転がり軸受の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車用変速機や工作機械の回転支持部に組み込まれる転がり軸受としては、玉軸受、ころ軸受、円すいころ軸受等の、単列或いは複列の各種転がり軸受が広く使用されている。このうちの玉軸受の構造として、例えば特許文献 1 には、図 21 に示す様なラジアル玉軸受 1 が記載されている。このラジアル玉軸受 1 は、内周面に外輪軌道 2 を有する外輪 3 と、外周面に内輪軌道 4 を有する内輪 5 と、これら外輪軌道 2 と内輪軌道 4 との間に設けた、それぞれが転動体である複数個の玉 6、6 とを備える。これら各玉 6、6 は、円周方向に等間隔に配置された状態で、保持器 7 により、転動自在に保持されている。

20

【0003】

上述の様なラジアル玉軸受 1 は、例えば前記外輪 3 をハウジング（図示省略）に内嵌固定すると共に、前記内輪 5 を回転軸（図示省略）に外嵌固定する事により、この回転軸を前記ハウジングに対し、回転自在に支持する。このような状態で使用される前記ラジアル玉軸受 1 には、大きな荷重（ラジアル荷重、アキシャル荷重、モーメント荷重）が加わる。そして、このような荷重を測定して、例えば、運転状態の把握や制御の為に利用する事が従来から考えられている。この為に、例えば、特許文献 2 には、車輪支持用の転がり軸受ユニットを対象として、変位センサにより、この転がり軸受ユニットを構成する外輪と、同じくハブとの径方向に関する相対変位量を測定し、この測定の結果に基づいて、前記転がり軸受ユニットに加わる荷重を測定する事ができる発明が記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 101896 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 21577 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、転がり軸受に荷重（ラジアル荷重、アキシャル荷重、モーメント荷重）が作用した場合に、これら各荷重、又はこれら各荷重に基づく前記転がり軸受の軌道輪（内輪、外輪）の変位量の測定に利用できる物理量（荷重、変位量を含む）を測定する事ができる新規な構造のセンサ装置付転がり軸受を実現すべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のセンサ装置付転がり軸受は、転がり軸受と、センサ装置とを備えている。

50

このうちの転がり軸受は、外輪と、内輪と、複数個の転動体とを備えている。

このうちの外輪は、内周面に外輪軌道を有している。

前記内輪は、外周面に内輪軌道を有している。

前記各転動体は、この外輪軌道とこの内輪軌道との間に転動自在に設けられている。

前記センサ装置は、梃子部材と、センサ本体とを備えている。

このうちの梃子部材は、揺動支持部と、作用部と、被測定部とにより構成されている。

このうちの揺動支持部は、前記梃子部材を、前記内輪と前記外輪とのうちの一方の軌道輪以外の部分に、この揺動支持部を中心とした揺動を可能な状態に支持する為のものである。

前記作用部は、前記一方の軌道輪の一部に当接している。

10

前記センサ本体は、前記被測定部に対向した状態で設けられており、前記一方の軌道輪の変位に伴い、前記梃子部材が前記揺動支持部を中心に揺動する際の前記被測定部の変位に基づいてその出力信号を変化させるものである。

#### 【0007】

上述の様な本発明のセンサ装置付転がり軸受を実施する場合には、追加的に、請求項2に記載した発明の様に、前記被測定部の変位量を、前記一方の軌道輪の変位量を増幅したものとすることができる。

上述の様な本発明のセンサ装置付転がり軸受を実施する場合には、追加的に、請求項3に記載した発明の様に、前記梃子部材の作用部を、前記一方の軌道輪の一部に押し付ける様に付勢する構成を採用できる。

20

上述の様な本発明のセンサ装置付転がり軸受を実施する場合には、追加的に、前記被測定部を、前記梃子部材のうち、前記揺動支持部に関して、前記作用部と反対となる位置に設ける構成を採用できる。

上述の様な本発明のセンサ装置付転がり軸受を実施する場合には、追加的に、請求項4に記載した発明の様に、前記梃子部材の全体が、前記一方の軌道輪の軸方向両端面よりも、この一方の軌道輪の幅方向に関して内側に配置された構成を採用できる。

上述の様な本発明のセンサ装置付転がり軸受を実施する場合には、追加的に、請求項5に記載した発明の様に、前記揺動支持部と前記被測定部との距離を、この揺動支持部と前記作用部との距離よりも大きくする構成を採用できる。

#### 【発明の効果】

30

#### 【0008】

上述の様な本発明のセンサ装置付転がり軸受によれば、このセンサ装置付転がり軸受に荷重が作用した場合に、この荷重に基づく軌道輪（内輪又は外輪のうちの一方の軌道輪）の変位量と相関関係を有する物理量（センサ本体の出力信号）を得る事ができる。

即ち、本発明のセンサ装置付転がり軸受の場合、前記荷重に基づいて前記軌道輪が変位した場合に、センサ装置を構成する梃子部材が揺動支持部を中心に揺動する。そして、この梃子部材の被測定部と前記センサ装置を構成するセンサ本体との位置関係の変化に応じて、このセンサ本体が、例えば、前記軌道輪の変位量と相関関係を有する物理量（変位量、荷重を含む）を出力する。この様な物理量は、前記軌道輪の変位量や前記荷重を求める為の処理に使用する事ができる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図1】本発明の実施の形態の第1例を示すセンサ装置付ラジアル玉軸受を軸方向片側から見た状態で示す斜視図。

【図2】同じく、軸方向他側から見た状態で示すセンサ装置付ラジアル玉軸受の斜視図。

【図3】同じく、センサ装置付ラジアル玉軸受を軸方向片側から見た図。

【図4】同じく、図3のA-A断面図。

【図5】同じく、図3のB-B断面図。

【図6】同じく、図5のイ部拡大図。

【図7】同じく、センサ装置付ラジアル玉軸受の分解斜視図。

50

【図 8】同じく、板ばねの別例を示す図。

【図 9】本発明の実施の形態の第 2 例を示す、図 2 と同様の図。

【図 10】同じく、センサ装置付ラジアル玉軸受を軸方向他側から見た図。

【図 11】同じく、図 4 と同様の図。

【図 12】同じく、図 11 の口部拡大図。

【図 13】同じく、センサ装置付ラジアル玉軸受に作用する荷重と、梃子部材の状態とを説明する為の模式図。

【図 14】本発明の実施の形態の第 3 例を示すセンサ装置付ラジアル玉軸受を軸方向片側から見た状態で示す斜視図。

【図 15】同じく、図 14 の八部拡大図。

【図 16】同じく、図 3 と同様の図。

【図 17】同じく、図 16 の C - C 断面図。

【図 18】同じく、図 17 の二部拡大図。

【図 19】同じく、図 17 のホ部拡大図。

【図 20】同じく、図 7 と同様の図。

【図 21】従来構造の 1 例を示す、ラジアル玉軸受の部分断面斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[ 実施の形態の第 1 例 ]

本発明の実施の形態の第 1 例に就いて、図 1 ~ 8 を参照しつつ説明する。本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 a は、例えば、自動車用変速機を構成する回転軸（図示省略）の軸方向中間部を、ケーシング（図示省略）に対して回転自在に支持する為に使用するものであり、外輪 3 a と、内輪 5 a と、複数の玉 6 a、6 a と、保持器 7 a と、ホルダ部材 8 と、複数のセンサ装置 9、9 とを備えている。

【0011】

このうちの外輪 3 a は、内周面の軸方向中間部に深溝型の外輪軌道 2 a を有している。又、この外輪 3 a の外周面の軸方向中間部には、全周に互り径方向内側に凹んだ状態で周方向凹溝 10 が形成されている。又、前記外輪 3 a の内周面のうち、前記外輪軌道 2 a よりも軸方向片側（軸方向、径方向、及び円周方向とは特に断らない限り外輪に関する各方向を言う。又、軸方向に関して片側とは、図 1、3 の表側、図 2 の裏側、図 4、5、6 の左側、図 7 の右側を言う。反対に軸方向に関して他側とは、図 1、3 の裏側、図 2 の表側、図 4、5、6 の右側、図 7 の左側を言う。）部分は、この外輪軌道 2 a に近い側から順に、小径円筒面 11 と、段部 12 と、大径円筒面 13 とが形成されている。

【0012】

このうちの小径円筒面 11 は、前記外輪 3 a の内周面のうち、前記外輪軌道 2 a の軸方向片側に隣接する部分に形成されている。

前記段部 12 は、前記外輪 3 a の中心軸に直交する仮想平面上に存在する円輪状に形成されており、径方向内端縁が前記小径円筒面 11 の軸方向片端縁に連続し、径方向外端縁が、前記大径円筒面 13 の軸方向他端縁に連続した状態で形成されている。

前記大径円筒面 13 は、前記外輪 3 a の内周面のうち、前記小径円筒面 11 の軸方向片端側に隣接した位置から、軸方向片端縁に掛けての部分に形成されている。この様な大径円筒面 13 の内径寸法は、前記小径円筒面 11 の内径寸法よりも大きい。

又、前記外輪 3 a の軸方向片面のうち、円周方向に関して等間隔に離隔した 4 箇所位置には、径方向両端部及び軸方向片端部が開口した外輪側切欠部 14、14 が形成されている。この様な構成を有する外輪 3 a は、前記ケーシングに内嵌固定されて使用時にも回転しない。尚、本例の場合、前記外輪軌道 2 a の軸方向に関する中央位置は、この外輪 3 a の軸方向に関する中央位置よりも軸方向他側に位置している。

【0013】

前記内輪 5 a は、特許請求の範囲に記載した一方の軌道輪に相当する部材であり、外周面の軸方向中間部に深溝型の内輪軌道 4 a を有している。又、前記内輪 5 a の外周面の軸

10

20

30

40

50

方向中間部から軸方向片端縁に掛けての部分（内輪軌道 4 a よりも軸方向片側部分）には、前記内輪軌道 4 a に近い側から順に、大径円筒面 1 5 と、部分円錐面 1 6 と、段部 1 7 と、小径円筒面 1 8 とが形成されている。

このうちの大径円筒面 1 5 は、前記内輪軌道 4 a の軸方向片側に隣接した状態で形成されている。具体的には、前記大径円筒面 1 5 は、全長に亘り外径寸法が変わらない円筒面状に形成されており、軸方向片端縁が前記部分円錐面 1 6 の軸方向他端縁に連続すると共に、軸方向他端縁が、前記内輪軌道 4 a の軸方向片端縁に連続している。

【 0 0 1 4 】

前記部分円錐面 1 6 は、前記大径円筒面 1 5 の軸方向片側に隣接した状態で形成されている。具体的には、前記部分円錐面 1 6 は、母線形状が、軸方向片側に向かうほど外径寸法が小さくなる直線状である部分円錐面状に形成されており、軸方向片端縁が、前記段部 1 7 の径方向外端縁に連続すると共に、軸方向他端縁が、前記大径円筒面 1 5 の軸方向片端縁に連続している。尚、本例の場合、前記部分円錐面 1 6 の、前記内輪 5 a の中心軸に対する傾斜角度を、約 3 0 度としている。

【 0 0 1 5 】

前記段部 1 7 は、前記外輪 3 a の中心軸に直交する仮想平面上に存在する円輪状に形成されている。この様な段部 1 7 は、径方向内端縁が前記小径円筒面 1 8 の軸方向他端縁に断面半円弧状の周方向凹溝を介して連続すると共に、径方向外端縁が、前記部分円錐面 1 6 の軸方向片端縁に連続している。尚、前記周方向凹溝は、前記段部 1 7 の径方向内端縁と、前記小径円筒面 1 8 の軸方向他端縁との連続部に応力が集中するのを防止する為のものであり、省略する事もできる

前記小径円筒面 1 8 は、前記段部 1 7 の軸方向片側に隣接した位置から、軸方向片端縁に掛けての部分に形成されている。

【 0 0 1 6 】

又、前記内輪 5 a の外周面の軸方向中間部から軸方向他端部に掛けての部分（内輪軌道 4 a よりも軸方向他側部分）は、前記大径円筒面 1 5 と外径寸法が等しい円筒面状に形成されている。この様な内輪 5 a は、前記回転軸に外嵌固定されて、使用時にこの回転軸と共に回転する。尚、本例の場合、前記内輪軌道 4 a の軸方向に関する中央位置は、この内輪 5 a の軸方向に関する中央位置よりも軸方向他側に位置している。即ち、本例の場合、前記外輪 3 a の内周面と、前記内輪 5 a の外周面との間に存在する内部空間のうち、前記外輪軌道 2 a（内輪軌道 4 a）よりも軸方向片側に存在する空間の軸方向に関する寸法は、前記外輪軌道 2 a（内輪軌道 4 a）よりも軸方向他側に存在する空間の軸方向に関する寸法よりも 2 ～ 3 倍ほど大きい。

【 0 0 1 7 】

前記各玉 6 a、6 a は、前記外輪軌道 2 a と前記内輪軌道 4 a との間に転動自在に設けられている。

前記保持器 7 a は、前記各玉 6 a、6 a を転動自在に保持する為のもので、本例の場合には、それぞれが円輪状の金属板をプレス加工により曲げ形成し、円周方向に関して波型とした 1 対の保持器素子 1 9、1 9 同士を複数のリベット 2 0、2 0 により結合固定して成る、波型保持器（プレス保持器）を使用している。この為、前記保持器 7 a は、前記各玉 6 a、6 a を保持するポケット 2 1、2 1 の内周面が部分球面状の凹面であり、これら各ポケット 2 1、2 1 に対応する部分の外面が、部分球面状の凸面である。

【 0 0 1 8 】

前記ホルダ部材 8 は、金属製或いは合成樹脂製の円筒状部材であり、円周方向に関して等間隔（9 0 度間隔）に離隔した 4 箇所位置の軸方向片半部に、軸方向片端部及び径方向両端部が開口した状態で、ホルダ側切欠部 2 2、2 2（図 7 参照）が形成されている。又、前記ホルダ部材 8 のうち、円周方向に関してこれら各ホルダ側切欠部 2 2、2 2 を挟んだ位置の軸方向片端部に、前記ホルダ部材 8 を径方向に貫通した状態で、周方向に長いスリット状の 1 対のホルダ側係止孔 2 3 a、2 3 b が形成されている。

【 0 0 1 9 】

又、前記ホルダ部材 8 のうち、円周方向に隣り合う前記各ホルダ側切欠部 2 2、2 2 同士の間部分には、軸方向片端部及び径方向両端部に開口し、径方向から見た形状が略半円形状の第二ホルダ側切欠部 2 4、2 4 が形成されている。本例の場合には、これら各第二ホルダ側切欠部 2 4、2 4 は、前記ホルダ部材 8 の円周方向に関して等間隔に離隔した 4 箇所位置に形成されている。

【0020】

又、前記ホルダ部材 8 の内周面の軸方向中間部うち、円周方向に関して前記各ホルダ側切欠部 2 2、2 2 の円周方向両側に隣接した 2 箇所位置には、径方向内側に突出した状態で 1 対の支持板部 2 5、2 5 が形成されている。この様な両支持板部 2 5、2 5 の円周方向に対向した側面同士は、前記各ホルダ側切欠部 2 2、2 2 の円周方向に関する幅寸法と同じ（又は、ほぼ同じ）だけ円周方向に離隔した状態で形成されている。又、前記両支持板部 2 5、2 5 の径方向内端部には、これら両支持板部 2 5、2 5 を円周方向に貫通した状態で周方向貫通孔 2 6、2 6 が形成されている。又、これら両周方向貫通孔 2 6、2 6 同士は、内径寸法が同じであり、且つ、中心軸が同軸上に位置した状態で形成されている。

【0021】

以上の様な構成を有するホルダ部材 8 は、このホルダ部材 8 の外周面を前記外輪 3 a の大径円筒面 1 3 に、締め込みにより内嵌固定されている。この様に前記ホルダ部材 8 が、前記外輪 3 a に内嵌固定された状態で、この外輪 3 a の各外輪側切欠部 1 4、1 4 と、前記ホルダ部材 8 の各ホルダ側切欠部 2 2、2 2 とは、径方向に重畳している（円周方向に関して整合している）。

【0022】

前記センサ装置 9、9 は、梃子部材 2 7 と、板ばね 2 8 と、ADコンバータ 2 9 と、センサ本体 3 0 とを有している。本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 a は、これら各部材 2 7、2 8、2 9、3 0 により構成される前記各センサ装置 9、9 を、全部で 4 個備えている。尚、これら各センサ装置 9、9 同士の構造は同様である為、以下、ひとつのセンサ装置 9 の構造に就いてのみ説明する。

【0023】

前記梃子部材 2 7 は、軸方向中間部に形成された湾曲部 3 1（図 6 参照）で、略く字形に湾曲した軸状部材（板状部材）であり、被測定部 3 2 と、揺動支持部 3 3 と、作用部 3 4 とから成る。

前記被測定部 3 2 は、前記梃子部材 2 7 の軸方向片端部（組み付け状態で外輪 3 a の径方向に関して外側に位置する端部）に形成されている。この様な被測定部 3 2 は、着磁するか、又は、磁石を接着する事により磁性を帯びた状態に形成されている。

前記揺動支持部 3 3 は、前記梃子部材 2 7 の軸方向他端（組み付け状態で外輪 3 a 及び内輪 5 a の径方向内側に位置する端部）寄り部分に、前記梃子部材 2 7 を円周方向（梃子部材 2 7 の板厚方向）に貫通した状態で形成された支持孔 3 5 により構成されている。

前記作用部 3 4 は、前記梃子部材 2 7 の軸方向他端部に形成されている。

【0024】

本例の場合、この梃子部材 2 7 の軸方向に関する（組み付け状態に於ける前記外輪 3 a の径方向に関する）前記被測定部 3 2 から前記支持孔 3 5 の中心までの距離を、同じく前記作用部 3 4 からこの支持孔 3 5 の中心までの距離の約 1 0 倍としている。この様にして、前記梃子部材 2 7 が、前記揺動支持部 3 3 を中心として揺動した場合に、前記被測定部 3 2 の揺動変位量が、前記作用部 3 4 の揺動変位量を増幅したものとなる様に構成している。尚、前記距離の比率を調整する事により、前記梃子部材 2 7 が揺動した際の、前記作用部 3 4 の揺動変位量に対する、前記被測定部 3 2 の揺動変位量の大きさ（比率）を調整する事ができる。

【0025】

以上の様な構成を有する梃子部材 2 7 は、前記支持孔 3 5 が形成された部分を前記両支持板部 2 5、2 5 同士の間に配置した状態で、これら両支持板部 2 5、2 5 の周方向貫通

孔 2 6、2 6 を挿通した揺動軸 3 6 を、前記支持孔 3 5 に挿通する事により、前記ホルダ部材 8 に対して、この支持孔 3 5（揺動軸 3 6）を中心とした揺動が可能な状態で支持されている。この状態で、前記挺子部材 2 7 の被測定部 3 2 は、前記外輪 3 a の外輪側切欠部 1 4 の内側に配置されている。更に、前記挺子部材 2 7 の作用部 3 4 は、前記内輪 5 a の部分円錐面 1 6 に対して、前記板ばね 2 8 の弾性力に基づいて、この部分円錐面 1 6 に押し付けられている。

尚、上述の様に組み付けられた状態で、前記挺子部材 2 7 の被測定部 3 2 は、前記外輪 3 a の周方向凹溝 1 0 の底部よりも径方向外側で、この外輪 3 a の外周面のうちのこの周方向凹溝 1 0 以外の部分よりも径方向内側に位置している。又、前記挺子部材 2 7 のうち、最も軸方向片側に位置している前記湾曲部 3 1 の軸方向片側面は、前記外輪 3 a 及び前記内輪 5 a の軸方向片端縁よりも軸方向他側に位置している。別の言い方をすれば、前記挺子部材 2 7 の全体は、前記外輪 3 a 及び内輪 5 a の軸方向両端面よりも、これら外輪 3 a 及び内輪 5 a の幅方向内側（前記各玉 6 a、6 a が配置された側）に配置されている。この様にして、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 a の軸方向（幅方向）寸法が嵩まない様にしている。

#### 【 0 0 2 6 】

前記板ばね 2 8 は、前記挺子部材 2 7 の作用部 3 4 を、前記内輪 5 a の部分円錐面 1 6 に押し付ける方向に付勢する為の弾性部材であって、正面視（図 3 の表側から見た状態）で略 W 字状の金属製の板状部材である。具体的には、この板ばね 2 8 は、押圧板部 3 7 と、1 対の係止板部 3 8 a、3 8 b とを有している。

このうちの押圧板部 3 7 は、この板ばね 2 8 の幅方向（外輪 3 a の円周方向）中央部に設けられており、正面視で幅方向に長い略矩形板状に形成されている。

前記両係止板部 3 8 a、3 8 b は、前記押圧板部 3 7 を挟む状態で設けられており、それぞれが部分円輪板状に形成されている。このような両係止板部 3 8 a、3 8 b のうちの片方（図 3 の時計方向前側）の係止板部 3 8 a は、前記板ばね 2 8 の幅方向に関する内端縁（基端縁）を前記押圧板部 3 7 の幅方向片端縁（図 3 の時計方向前端部）に連続している。又、前記片方の係止板部 3 8 a のうち、前記板ばね 2 8 の幅方向に関する外端部（先端部）には、この係止板部 3 8 a の厚さ方向片側（図 3 の手前側）に折り曲げられた状態で第一係止部 3 9 が形成されている。

#### 【 0 0 2 7 】

一方、前記両係止板部 3 8 a、3 8 b のうちの他方（図 3 の時計方向後側）の係止板部 3 8 b は、前記板ばね 2 8 の幅方向に関する内端縁（基端縁）を前記押圧板部 3 7 の幅方向他端部（図 3 の時計方向後端部）に連続している。又、前記他方の係止板部 3 8 b のうち前記板ばね 2 8 の幅方向に関する外端部（先端部）には、この係止板部 3 8 b の厚さ方向片側（図 3 の手前側）に折り曲げられた状態で第二係止部 4 0 が形成されている。

#### 【 0 0 2 8 】

以上の様な構成を有する板ばね 2 8 は、前記第一係止部 3 9 を、前記ホルダ部材 8 の両ホルダ側係止孔 2 3 a、2 3 b のうちの、片方（図 3 の時計方向前側）のホルダ側係止孔 2 3 a に係止し、且つ、前記第二係止部 4 0 を、前記両ホルダ側係止孔 2 3 a、2 3 b のうちの、他方（図 3 の時計方向後側）のホルダ側係止孔 2 3 b に係止した状態で、前記押圧板部 3 7 の厚さ方向他側面（図 3 の裏側面）を、前記挺子部材 2 7 の軸方向他端（組み付け状態で、外輪 3 a の径方向に関する内側の端部）寄り部分のうち、組付け状態で、前記外輪 3 a の軸方向に関して片側となる側面に当接させている。

#### 【 0 0 2 9 】

又、この様に組み付けられた状態で、前記板ばね 2 8 は、前記挺子部材 2 7 に対して、この挺子部材 2 7 の作用部 3 4 を前記内輪 5 a の部分円錐面 1 6 に押し付ける方向（押し付ける様に揺動する方向）の弾性力を付与している。尚、前記板ばね 2 8 の形状、及び、この板ばね 2 8 と前記ホルダ部材 8 との組み付け構造は、本例の構造に限定されるものではない。前記挺子部材 2 7 に対して、前記作用部 3 4 を前記内輪 5 a の部分円錐面 1 6 に対して押し付ける方向の弾性力を付与できる各種構造を採用する事ができる。例えば、図

10

20

30

40

50

8に示した様な構造の板ばね28bを採用する事もできる。この板ばね28bは、2枚の板状部材を結合した2枚構造としている。この様な板ばね28bによれば、ばね定数を非線形とする事ができる為、前記挺子部材27の振動の減衰効果の向上を図れる。又、前記各板ばね28、28bの代わりに、枕ばね又はリーフスプリングの如きばねを使用する事もできる。

#### 【0030】

前記ADコンバータ29は、後述するセンサ本体30の出力信号(アナログ信号)を受信して、この出力信号をデジタル信号に変換する為のものであり、円筒状の基板41の内部に設けられている。前記ADコンバータ29を、この基板41の内側に設ける事により、前記デジタル信号に対するノイズの影響を抑えている。この様なADコンバータ29には、外部から電力が供給される。尚、前記基板41は、前記外輪3aに形成された周方向凹溝10の内側に外嵌支持されており、この状態で、前記ADコンバータ29は、円周方向に関して、前記外輪3aの各外輪側切欠部14と整合する位置に配置されている。この様な基板41は、前記ADコンバータ29が生成したデジタル信号を、有線で外部に送信する機能を有している。

#### 【0031】

前記センサ本体30は、磁気検出素子であるホール素子により構成されており、前記外輪3aの軸方向に関して片側となる側面を検出面42としている。この様なセンサ本体30は、前記基板41の軸方向片側面のうち、円周方向に関して、前記外輪3aの各外輪側切欠部14と整合する位置(外輪側切欠部14の円周方向中央部となる位置)に固定されている。この状態で、前記検出面42は、前記挺子部材27の被測定部32のうち、前記外輪3aの軸方向に関して他側となる側面に、所定の大きさの軸方向隙間43を介して対向している。又、前記センサ本体30は、前記ADコンバータ29と接続されており、このセンサ本体30からの出力信号をこのADコンバータ29に送る事ができる。

#### 【0032】

以上の様な構成を有する前記各センサ装置9、9は、前記ホルダ部材8の円周方向に関する等間隔4箇所位置に設けられており、前記センサ装置付ラジアル玉軸受1aに荷重が作用していない状態で、前記各センサ装置9、9を構成する挺子部材27の被測定部32と、前記各センサ本体30、30との間に存在する前記各軸方向隙間43の軸方向寸法は、互いに等しい。

#### 【0033】

又、本例の場合、前記センサ装置付ラジアル玉軸受1aの外部に、前記ADコンバータ29から送信されたデジタル信号に基づいて、このセンサ装置付ラジアル玉軸受1aに作用している荷重(ラジアル荷重、アキシアル荷重)に基づく前記内輪5aの変位量(径方向又は軸方向の変位量)を算出する為の変位量算出手段(図示省略)、及び前記荷重を算出する為の荷重算出手段(図示省略)を有している。尚、この様な変位量算出手段及び荷重算出手段は何れも、センサ装置付ラジアル玉軸受1aに直接設ける事もできる。この様な構成を採用する場合には、例えば、前記基板41の内部に、前記変位量算出手段及び荷重算出手段を設ける事ができる。

#### 【0034】

以上の様な構成を有する本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受1aによれば、前記内輪5aに作用する荷重(ラジアル荷重又はアキシアル荷重)、及び、これら各荷重に基づくこの内輪5aの変位量の測定に利用できる物理量を測定し、更に、前記変位量算出手段及び前記荷重算出手段により、前記荷重及び変位量を測定する事ができる。

以下、前記各センサ装置9、9により、前記センサ装置付ラジアル玉軸受1aの内輪5aに作用するラジアル荷重に基づく前記内輪5aの径方向に関する変位量、及びこのラジアル荷重の大きさを測定する方法に就いて説明する。尚、本例の場合、前記各センサ装置9、9を、円周方向に関して等間隔に離隔した4箇所位置に配置している。具体的には、本例の場合、これら各センサ装置9、9は、前記ホルダ部材8のうち、使用状態で上側となる位置、下側となる位置、及び上下方向に直交する方向(例えば、水平方向)の2箇所



位置に設けられている。

【 0 0 3 5 】

以下、前記各センサ装置 9、9 のうち、図 3 ~ 5 の上端部及び図 6 に示した、使用状態で上方向となる位置に配置されたセンサ装置 9 により、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 a の内輪 5 a に作用するラジアル荷重に基づくこの内輪 5 a の径方向に関する変位量、及びこのラジアル荷重の大きさを測定する方法に就いて説明する。尚、以下の説明では、前記ラジアル荷重は、使用状態に於ける、上下方向の荷重とする。又、以下の説明では、アキシャル荷重は作用していないものとして説明する。

【 0 0 3 6 】

前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 a の内輪 5 a に対して、この内輪 5 a を、使用状態に於ける上側に変位させる様なラジアル荷重が加わると、この内輪 5 a が上方に変位して、この内輪 5 a の部分円錐面 1 6 が、前記センサ装置 9 を構成する梃子部材 2 7 の作用部 3 4 を、前記内輪 5 a の変位の方向（上方）に所定の押圧力で押圧する。そして、この押圧力のうち、前記部分円錐面 1 6 に垂直な方向の成分（図 6 に  $\gamma_1$  で示す方向の成分）及びこの部分円錐面 1 6 に平行な方向の成分（図 6 に  $\gamma_2$  で示す方向の成分）と、前記揺動支持部 3 3（揺動軸 3 6）との位置関係に基づいて、前記梃子部材 2 7 が、前記揺動支持部 3 3（揺動軸 3 6）を中心として、図 6 の反時計方向に揺動する。

【 0 0 3 7 】

すると、前記センサ装置 9 を構成するセンサ本体 3 0 の検出面 4 2 と、前記梃子部材 2 7 の被測定部 3 2 のうち、前記外輪 3 a の軸方向に関して他側となる側面との間に存在する、軸方向隙間 4 3 の軸方向に関する寸法が大きくなる。別の言い方をすれば、前記梃子部材 2 7 の被測定部 3 2 が、前記センサ装置 9 を構成するセンサ本体 3 0 の検出面 4 2 から遠ざかる方向に変位する。この結果、前記検出面 4 2 を通過する磁束密度が小さくなり、前記センサ本体 3 0（ホール素子）の出力信号（例えば、電流、電圧等の物理量）が小さくなる。

【 0 0 3 8 】

又、このセンサ本体 3 0 の出力信号は、前記 A/D コンバータ 2 9 によりデジタル出力信号に変換された後、前記基板 4 1 を介して、有線で外部に設けられた変位量算出手段に送られる。そして、この変位量算出手段により、前記デジタル出力信号から、前記内輪 5 a の変位量を算出する。尚、変位量算出手段により、前記内輪 5 a の変位量を算出する方法としては、例えば、予め、前記 A/D コンバータ 2 9 が出力するデジタル出力信号と、前記内輪 5 a の変位量との関係をマップ或は数式として記憶しておく方法を採用できる。

【 0 0 3 9 】

又、前記 A/D コンバータ 2 9 により変換されたデジタル出力信号、又は前記変位算出手段により算出した前記内輪 5 a の変位量を、前記荷重算出手段に送る事により、前記内輪 5 a に作用しているラジアル荷重を算出する。この荷重算出手段により、この内輪 5 a に作用しているラジアル荷重を算出する手段も、前述した変位測定手段と同様に、前記デジタル出力信号（又は、このデジタル出力信号から算出した内輪 5 a の変位量）と、前記ラジアル荷重との関係をマップ或は数式として記憶しておく方法を採用できる。

【 0 0 4 0 】

尚、図 3 ~ 5 の下端部に示した、使用状態で下方向となる位置に配置されたセンサ装置 9 の場合、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 a の内輪 5 a に対して、この内輪 5 a を、使用状態に於ける上側に変位させる様なラジアル荷重が加わると、この内輪 5 a の部分円錐面 1 6 が、前記センサ装置 9 を構成する梃子部材 2 7 の作用部 3 4 から、使用状態に於ける上方に離れる様に変位する。この梃子部材 2 7 は、前記板ばね 2 8 により、この梃子部材 2 7 の作用部 3 4 を前記部分円錐面 1 6 に対して押し付ける方向の弾性力を付与されている。この為、前記梃子部材 2 7 は、前記揺動支持部 3 3（揺動軸 3 6）を中心として、図 5 の反時計方向に揺動する。

【 0 0 4 1 】

すると、前記センサ装置 9 を構成するセンサ本体 3 0 の検出面 4 2 と、前記梃子部材 2

10

20

30

40

50

7の被測定部32のうち、前記外輪3aの軸方向に関して他側となる側面との間に存在する、軸方向隙間43の軸方向に関する寸法が小さくなる。別の言い方をすれば、前記挺子部材27の被測定部32が、前記センサ装置9を構成するセンサ本体30の検出面42に近づく方向に変位する。この結果、前記検出面42を通過する磁束密度が高くなり、前記センサ本体30（ホール素子）の出力信号が大きくなる。この様な出力信号に基づいて、前記内輪5aの変位量及び荷重を求める方法は前述した方法と同様である。尚、使用状態で上方向となる位置に配置されたセンサ装置9を構成するセンサ本体30の出力信号と、同じく下方向となる位置に配置されたセンサ装置9を構成するセンサ本体30の出力信号との差（差動信号）に基づいて、前記内輪5aの変位量や、この内輪5aに作用しているラジアル荷重を算出する事もできる。

10

**【0042】**

尚、前記センサ装置付ラジアル玉軸受1aの内輪5aに対して、この内輪5aを、使用状態に於ける上下方向に直交する方向に変位させる様なラジアル荷重が加わった場合には、図3の左右両側に示した、使用状態で上下方向に直交する方向の2箇所位置に設けられている前記各センサ装置9、9により、前記ラジアル荷重の方向に関する前記内輪5aの変位量、及びこのラジアル荷重を求める事ができる。

更に、上下方向又は上下方向に直交する方向以外のラジアル荷重に関しても、上下方向に配置された前記各センサ装置9、9の出力信号と、上下方向に直交する方向に配置された前記各センサ装置9、9の出力信号とに基づいて算出する事が可能である。

**【0043】**

20

一方、本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受1aの場合には、このセンサ装置付ラジアル玉軸受1aの内輪5aに作用するアキシアル荷重に基づく、この内輪5aの軸方向に関する変位量、及びこのアキシアル荷重の大きさを測定する事も可能である。以下の説明では、説明の便宜の為に、センサ装置付ラジアル玉軸受1aにアキシアル荷重のみが作用した場合に就いて説明する。

**【0044】**

前記センサ装置付ラジアル玉軸受1aの内輪5aに対して、この内輪5aを、軸方向片側（図4の左側）に変位させる様なアキシアル荷重が加わると、この内輪5aが軸方向片側に変位する。すると、総ての前記各センサ装置9、9に関して、この内輪5aの部分円錐面16が、これら各センサ装置9を構成する挺子部材27の作用部34を、前記内輪5aの変位の方向（軸方向片側方向）に所定の押圧力で押圧する。そして、この押圧力のうち、前記部分円錐面16に垂直な方向の成分及びこの部分円錐面16に平行な方向の成分と、前記揺動支持部33（揺動軸36）との位置関係に基づいて、前記挺子部材27が、それぞれ前記揺動支持部33（揺動軸36）を中心として、図6の時計方向に揺動する。

30

**【0045】**

すると、前記各センサ装置9、9を構成するセンサ本体30の検出面42と、前記挺子部材27の被測定部32のうち、前記外輪3aの軸方向に関して他側となる側面との間に存在する、軸方向隙間43の軸方向に関する寸法が小さくなる。別の言い方をすれば、前記挺子部材27の被測定部32が、前記センサ装置9を構成するセンサ本体30の検出面42に近づく方向に変位する。この結果、前記検出面42を通過する磁束密度が大きくなり、前記センサ本体30（ホール素子）の出力信号が大きくなる。この様な出力信号に基づいて、前記内輪5aの変位量及び荷重を求める方法は前述した方法と同様である。尚、前記部分円錐面16の押圧に伴う前記挺子部材27の揺動の方向は、前記押圧力のうちの、前記部分円錐面16に垂直な方向の成分及びこの部分円錐面16に平行な方向の成分と、前記揺動支持部33（揺動軸36）との位置関係等に基づいて決まるものであり、上述の方向に限定されるものではない。

40

**【0046】**

尚、前記センサ装置付ラジアル玉軸受1aの内輪5aには、ラジアル荷重とアキシアル荷重とが同時に作用する事もある。この様な場合には、前記各センサ装置9、9の出力信号から、ラジアル荷重に基づく成分と、アキシアル荷重に基づく成分を抽出し、各荷重に

50

基づく前記内輪 5 a の変位量及び荷重を求める事が可能である。

【 0 0 4 7 】

[ 実施の形態の第 2 例 ]

本発明の実施の形態の第 2 例に就いて、図 9 ~ 1 3 を参照しつつ説明する。本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b は、軸方向片半部の構造が、前述した実施の形態の第 1 例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 a の軸方向片半部の構造と同様である。一方、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向他半部の構造は、軸方向片半部の構造を、このセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の中心軸に直交し、且つ、このセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向の中心を通る仮想平面（以下、仮想中央平面と呼ぶ）に関して対称な構造としている。この為、以下、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向他半部の構造を中心

10

【 0 0 4 8 】

このセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b を構成する外輪 3 b の内周面のうち、外輪軌道 2 a よりも軸方向他側部分には、この外輪軌道 2 a に近い側から順に、小径円筒面 1 1 a と、段部 1 2 a と、大径円筒面 1 3 a とが形成されている。

このうちの小径円筒面 1 1 a は、前記外輪 3 b の内周面のうち、前記外輪軌道 2 a の軸方向他側に隣接する部分に形成されている。

前記段部 1 2 a は、前記外輪 3 b の中心軸に直交する仮想平面上に存在する円輪状に形成されており、径方向内端縁が前記小径円筒面 1 1 a の軸方向他端縁に連続し、径方向外端縁が、前記大径円筒面 1 3 a の軸方向片端縁に連続した状態で形成されている。

20

前記大径円筒面 1 3 a は、前記外輪 3 b の内周面のうち、前記小径円筒面 1 1 a の軸方向他端側に隣接した位置から、軸方向他端縁に掛けての部分に形成されている。この様な大径円筒面 1 3 a の内径寸法は、前記小径円筒面 1 1 a の内径寸法よりも大きい。

又、前記外輪 3 b の軸方向他側面のうち、円周方向に関して等間隔に離隔した 4 箇所位置で、円周方向に関してこの外輪 3 b の軸方向片端面に形成された各外輪側切欠部 1 4、1 4 と整合する（軸方向に重畳する）位置には、径方向両端部及び軸方向他端部が開口した外輪側切欠部 1 4 a、1 4 a が形成されている。この様な構成を有する外輪 3 b は、ケーシング（図示省略）に内嵌固定されて使用時にも回転しない。尚、本例の場合、前記外輪軌道 2 a の軸方向に関する中央位置は、この外輪 3 b の軸方向に関する中央位置と一致している。この他の前記外輪 3 b の構造は、前述した実施の形態の第 1 例の外輪 3 a の構造と同様である。

30

【 0 0 4 9 】

前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b を構成する内輪 5 b は、外周面の軸方向中間部から軸方向他端縁に掛けての部分（内輪軌道 4 a よりも軸方向他側部分）に、内輪軌道 4 a に近い側から順に、大径円筒面 1 5 a と、部分円錐面 1 6 a と、段部 1 7 a と、小径円筒面 1 8 a とが形成されている。

このうちの大径円筒面 1 5 a は、前記内輪軌道 4 a の軸方向他側に隣接した状態で形成されている。具体的には、前記大径円筒面 1 5 a は、全長に亙り外径寸法が変わらない円筒面状に形成されており、軸方向片端縁が、前記内輪軌道 4 a の軸方向他端縁に連続すると共に、軸方向他端縁が前記部分円錐面 1 6 a の軸方向片端縁に連続している。

40

【 0 0 5 0 】

前記部分円錐面 1 6 a は、前記大径円筒面 1 5 a の軸方向他側に隣接した状態で形成されている。具体的には、前記部分円錐面 1 6 a は、母線形状が、軸方向他側に向かうほど外径寸法が小さくなる直線状である部分円錐面状に形成されており、軸方向片端縁が、前記大径円筒面 1 5 a の軸方向他端縁に連続すると共に、軸方向他端縁が、前記段部 1 7 の径方向外端縁に連続している。尚、本例の場合、前記部分円錐面 1 6 a の、前記内輪 5 a の中心軸に対する傾斜角度を、約 3 0 度としている。

【 0 0 5 1 】

前記段部 1 7 a は、前記内輪 5 a の中心軸に直交する仮想平面上に存在する円輪状に形成されている。この様な段部 1 7 a は、径方向内端縁が前記小径円筒面 1 8 a の軸方向片

50

端縁に連続すると共に、径方向外端縁が、前記部分円錐面 1 6 a の軸方向他端縁に連続している。

前記小径円筒面 1 8 a は、前記段部 1 7 a の軸方向他側に隣接した位置から、軸方向他端縁に掛けての部分に形成されている。

この様な内輪 5 b は、回転軸（図示省略）に外嵌固定されて、使用時にこの回転軸と共に回転する。尚、本例の場合、前記内輪軌道 4 a の軸方向に関する中央位置は、この内輪 5 b の軸方向に関する中央位置と一致している。この他の前記内輪 5 b の構造は、前述した実施の形態の第 1 例の内輪 5 a の構造と同様である。

【 0 0 5 2 】

又、本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b は、前記仮想中央平面に関して、前述した実施の形態の第 1 例の構造が備えるホルダ部材 8（本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向片半部に設けられたホルダ部材 8）と対称な構造を有するホルダ部材 8 a を、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向他半部にも備えている。尚、このホルダ部材 8 a の詳しい説明は省略する。

10

この様なホルダ部材 8 a は、このホルダ部材 8 a の外周面を前記外輪 3 b の大径円筒面 1 3 a に、締め込みにより内嵌固定されている。この様に組み付けられた状態で、この外輪 3 b の各外輪側切欠部 1 4 a、1 4 a と、前記ホルダ部材 8 a の各ホルダ側切欠部 2 2 a、2 2 a とは、径方向に重畳している（円周方向に関して整合している）。

【 0 0 5 3 】

又、本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b は、前記仮想中央平面に関して、前述した実施の形態の第 1 例の構造が備える各センサ装置 9、9（本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向片半部に設けられた各センサ装置 9、9）と対称な構造を有するセンサ装置 9 a、9 a を、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向他半部にも備えている。この様なセンサ装置 9 a、9 a は、梃子部材 2 7 a と、板ばね 2 8 a と、A D コンバータ 2 9（図 2、4 参照）と、センサ本体 3 0 a とを有している。尚、この A D コンバータ 2 9 は、軸方向片半部に設けられた前記各センサ装置 9、9 と共通のものを使用している。

20

【 0 0 5 4 】

前記梃子部材 2 7 a は、軸方向中間部に形成された湾曲部 3 1 a（図 1 2 参照）で、略く字形に湾曲した軸状部材（板状部材）であり、被測定部 3 2 a と、揺動支持部 3 3 a と、作用部 3 4 a とから成る。尚、これら被測定部 3 2 a、揺動支持部 3 3 a、及び作用部 3 4 a の構造は、軸方向片半部に設けられた前記各梃子部材 2 7、2 7 を構成する被測定部 3 2、揺動支持部 3 3、及び作用部 3 4 と同様である為、詳しい説明は省略する。

30

【 0 0 5 5 】

以上の様な構成を有する梃子部材 2 7 a は、前記揺動支持部 3 3 a を構成する支持孔 3 5 a が形成された部分を前記ホルダ部材 8 a の両支持板部 2 5 a、2 5 a 同士の間配置した状態で、これら両支持板部 2 5 a、2 5 a の周方向貫通孔（図示省略）を挿通した揺動軸 3 6 a（図 1 2 参照）を、前記支持孔 3 5 a に挿通する事により、前記ホルダ部材 8 a に対して、この支持孔 3 5 a（揺動軸 3 6 a）を中心とした揺動が可能な状態で支持されている。この状態で、前記梃子部材 2 7 a の被測定部 3 2 a は、前記外輪 3 b の外輪側切欠部 1 4 a の内側に配置されている。更に、前記梃子部材 2 7 a の作用部 3 4 a は、前記内輪 5 b の部分円錐面 1 6 a に対して、前記板ばね 2 8 a の弾性力に基づいて、この部分円錐面 1 6 a に押し付けられている。

40

尚、上述の様に組み付けられた状態で、前記梃子部材 2 7 a の被測定部 3 2 a は、前記外輪 3 b の周方向凹溝 1 0 a の底部よりも径方向外側で、この外輪 3 b の外周面のうちのこの周方向凹溝 1 0 a 以外の部分よりも径方向内側に位置している。又、前記梃子部材 2 7 a のうち、最も軸方向他側に位置している前記湾曲部 3 1 a の軸方向他側面は、前記外輪 3 b 及び前記内輪 5 b の軸方向他端縁よりも軸方向片側に位置している。

【 0 0 5 6 】

前記板ばね 2 8 a は、正面視で略 W 字状の金属製の板状部材である。具体的には、この

50

板ばね 28 a は、押圧板部 37 a と、1 対の係止板部 38 c、38 d とを有している。尚、この様な板ばね 28 a の構造は、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向片半部に設けられた前記各センサ装置 9、9 を構成する板ばね 28 と、同様である為、詳しい説明は省略する。

【0057】

以上の様な板ばね 28 a は、この板ばね 28 a の第一係止部 39 a を、前記ホルダ部材 8 a の両ホルダ側係止孔 23 c、23 d のうちの、片方のホルダ側係止孔 23 c に係止し、且つ、前記板ばね 28 a の第二係止部 40 a を、前記両ホルダ側係止孔 23 c、23 d のうちの他方のホルダ側係止孔 23 d に係止した状態で、前記押圧板部 37 a の厚さ方向他側面（図 10 の裏側面）を、前記梃子部材 27 a のうち、組み付け状態で、外輪 3 b の径方向に関する内側の端部寄り部分の、軸方向他側面に当接させている。

10

【0058】

又、この様に組み付けられた状態で、前記板ばね 28 a は、前記梃子部材 27 a に対して、この梃子部材 27 a の作用部 34 a を前記内輪 5 b の部分円錐面 16 a に押し付ける方向（押し付ける様に揺動する方向）の弾性力を付与している。

【0059】

前記センサ本体 30 a は、磁気検出素子であるホール素子により構成されており、前記外輪 3 b の軸方向に関して他側となる側面を検出面 42 a としている。この様なセンサ本体 30 a は、前記外輪 3 b に形成された周方向凹溝 10 a の内側に外嵌支持されている円筒状の基板 41 a の軸方向他側面のうち、円周方向に関して、前記外輪 3 b の各外輪側切欠部 14 a と整合する位置（外輪側切欠部 14 a の円周方向中央部となる位置）に固定されている。この状態で、前記検出面 42 a は、前記梃子部材 27 a の被測定部 32 a のうち、前記外輪 3 b の軸方向に関して片側となる側面に、所定の大きさの軸方向隙間 43 a を介して対向している。又、前記センサ本体 30 a は、前記 A/D コンバータ 29 と接続されており、このセンサ本体 30 a からの出力信号をこの A/D コンバータ 29 に送る事ができる。

20

【0060】

以上の様な構成を有する前記各センサ装置 9 a、9 a は、前記ホルダ部材 8 a の円周方向に関する等間隔 4 箇所位置で、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の軸方向片半部に設けられた各センサ装置 9、9 と、円周方向に関して整合する位置（軸方向に重畳する状態）に設けられている。又、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b に荷重が作用していない状態で、前記各センサ装置 9 a、9 a を構成する梃子部材 27 a の被測定部 32 a と、前記各センサ本体 30 a、30 a との間に存在する前記軸方向隙間 43 a の軸方向寸法は、互いに等しい。

30

【0061】

以上の様な構成を有する本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b によれば、前記内輪 5 b に作用する荷重（ラジアル荷重、アキシアル荷重、及びモーメント荷重）、及び、これら各荷重に基づくこの内輪 5 b の変位量の測定に利用できる物理量を測定し、更に、この物理量に基づいて変位量算出手段及び荷重算出手段により、前記荷重及び変位量を測定する事ができる。

40

【0062】

以下、前記各センサ装置 9、9 a により、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b の内輪 5 b に作用するラジアル荷重、アキシアル荷重、及びモーメント荷重に基づく前記内輪 5 b の変位量及びこれら各荷重を測定する方法に就いて、図 13 を参照しつつ説明する。尚、本例の場合、前記各センサ装置 9、9 a が、それぞれ円周方向に関して等間隔に離隔した 4 箇所位置に配置されている。具体的には、本例の場合、これら各センサ装置 9、9 a は、前記ホルダ部材 8、8 a のうち、使用状態で上側となる位置、下側となる位置、及び上下方向に直交する方向の 2 箇所位置に設けられている。以下の説明では、このうちの使用状態で上側及び下側となる位置に設けられた各センサ装置 9、9 a により、前記内輪 5 b の変位量及び前記各荷重を測定する方法に就いて説明する。

50

## 【 0 0 6 3 】

先ず、図 1 3 ( a ) は、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b に荷重が作用していない状態を示している。この状態では、前記各センサ装置 9、9 を構成する挺子部材 2 7 の被測定部 3 2 とセンサ本体 3 0 の検出面 4 2 との間に存在する軸方向隙間 4 3 の大きさと、前記各センサ装置 9 a、9 a を構成する挺子部材 2 7 a の被測定部 3 2 a とセンサ本体 3 0 a の検出面 4 2 a との間に存在する軸方向隙間 4 3 a の大きさとは等しい。

## 【 0 0 6 4 】

又、図 1 3 ( a ) に示す状態の前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b に、使用状態で上向きとなるラジアル荷重が作用した場合、前記内輪 5 b が上方に変位して、この内輪 5 b の各部分円錐面 1 6、1 6 a のうちの、軸方向片側 ( 図 1 3 の左側 ) の部分円錐面 1 6 が、前記センサ装置 9、9 のうちの上側に配置されたセンサ装置 9 を構成する挺子部材 2 7 の作用部 3 4 を、前記内輪 5 b の変位の方向 ( 上方 ) に所定の押圧力で押圧する。そして、この押圧力のうちの、前記部分円錐面 1 6 に垂直な方向の成分及びこの部分円錐面 1 6 に平行な方向の成分と、前記揺動支持部 3 3 ( 揺動軸 3 6 ) との位置関係に基づいて、前記挺子部材 2 7 が、揺動支持部 3 3 ( 揺動軸 3 6 ) を中心として、図 1 3 の反時計方向に揺動する。すると、図 1 3 ( b ) に示す様に、前記センサ装置 9 を構成するセンサ本体 3 0 の検出面 4 2 と、前記挺子部材 2 7 の被測定部 3 2 との間に存在する、軸方向隙間 4 3 の軸方向に関する寸法が大きくなる。この結果、前記検出面 4 2 を通過する磁束密度が小さくなり、前記センサ本体 3 0 ( ホール素子 ) の出力信号 ( 例えば、電流、電圧等の物理量 ) が小さくなる。

## 【 0 0 6 5 】

一方、前記内輪 5 b が上方に変位すると、この内輪 5 b の各部分円錐面 1 6、1 6 a のうちの、軸方向片側 ( 図 1 3 の左側 ) の部分円錐面 1 6 が、前記センサ装置 9、9 のうちの下側に配置されたセンサ装置 9 を構成する挺子部材 2 7 の作用部 3 4 から、上方に離れる様に変位する。この挺子部材 2 7 は、板ばね 2 8 により、この挺子部材 2 7 の作用部 3 4 を前記部分円錐面 1 6 に対して押し付ける方向の弾性力を付与されている。この為、前記挺子部材 2 7 は、前記揺動支持部 3 3 ( 揺動軸 3 6 ) を中心として、図 1 3 の反時計方向に揺動する。すると、図 1 3 ( b ) に示す様に、前記センサ装置 9 を構成するセンサ本体 3 0 の検出面 4 2 と、前記挺子部材 2 7 の被測定部 3 2 との間に存在する、軸方向隙間 4 3 の軸方向に関する寸法が小さくなる。この結果、前記検出面 4 2 を通過する磁束密度が大きくなり、前記センサ本体 3 0 ( ホール素子 ) の出力信号 ( 例えば、電流、電圧等の物理量 ) が大きくなる。

## 【 0 0 6 6 】

又、図 1 3 ( a ) に示す状態のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b に、使用状態で上向きとなるラジアル荷重が作用した場合、前記内輪 5 b が上方に変位して、この内輪 5 b の各部分円錐面 1 6、1 6 a のうちの、軸方向他側 ( 図 1 3 の右側 ) の部分円錐面 1 6 a が、前記センサ装置 9 a、9 a のうちの上側に配置されたセンサ装置 9 a を構成する挺子部材 2 7 a の作用部 3 4 a を、前記内輪 5 b の変位の方向 ( 上方 ) に所定の押圧力で押圧する。そして、この押圧力のうちの、前記部分円錐面 1 6 a に垂直な方向の成分及びこの部分円錐面 1 6 a に平行な方向の成分と、前記揺動支持部 3 3 a ( 揺動軸 3 6 a ) との位置関係に基づいて、前記挺子部材 2 7 a が、前記揺動支持部 3 3 a ( 揺動軸 3 6 a ) を中心として、図 1 3 の時計方向に揺動する。すると、図 1 3 ( b ) に示す様に、前記センサ装置 9 a を構成するセンサ本体 3 0 a の検出面 4 2 a と、前記挺子部材 2 7 a の被測定部 3 2 a との間に存在する、軸方向隙間 4 3 a の軸方向に関する寸法が大きくなる。この結果、前記検出面 4 2 a を通過する磁束密度が小さくなり、前記センサ本体 3 0 a ( ホール素子 ) の出力信号 ( 例えば、電流、電圧等の物理量 ) が小さくなる。

## 【 0 0 6 7 】

一方、前記内輪 5 b が上方に変位すると、この内輪 5 b の各部分円錐面 1 6、1 6 a のうちの、軸方向他側 ( 図 1 3 の右側 ) の部分円錐面 1 6 a が、前記センサ装置 9 a、9 a のうちの下側に配置されたセンサ装置 9 a を構成する挺子部材 2 7 a の作用部 3 4 a から

、上方に離れる様に変位する。この挺子部材 27a は、前記板ばね 28a により、この挺子部材 27a の作用部 34a を前記部分円錐面 16a に対して押し付ける方向の弾性力を付与されている。この為、前記挺子部材 27a は、前記揺動支持部 33a (揺動軸 36a) を中心として、図 13 の時計方向に揺動する。そして、図 13 (b) に示す様に、前記センサ装置 9a を構成するセンサ本体 30a の検出面 42a と、前記挺子部材 27a の被測定部 32a との間に存在する、軸方向隙間 43a の軸方向に関する寸法が小さくなる。この結果、前記検出面 42a を通過する磁束密度が大きくなり、前記センサ本体 30a (ホール素子) の出力信号 (例えば、電流、電圧等の物理量) が大きくなる。

【0068】

以上の様に、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1b に、使用状態で上向きとなるラジアル荷重が作用した場合、図 13 (b) に示した状態となる。この状態で、本例の場合、上側に配置された前記センサ装置 9、9a を構成するセンサ本体 30、30a の出力信号と、下側に配置された前記センサ装置 9、9a を構成するセンサ本体 30、30a の出力信号との差 (差動信号) に基づいて、前記内輪 5b の変位量や、この内輪 5b に作用しているラジアル荷重を算出する様にしている。この様に前記差動信号に基づいて前記変位量及びこのラジアル荷重を算出する事により、前記挺子部材 27、27a の摩耗や、温度変化によるノイズの影響を除去する事ができる。尚、前記差動信号に基づいて、前記内輪 5b の変位量や、この内輪 5b に作用しているラジアル荷重を算出する方法は、前述した実施の形態の第 1 例の場合と同様である。

【0069】

又、図 13 (a) に示す状態の前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1b に、使用状態で右向きとなるアキシャル荷重が作用した場合、前記内輪 5b が右方に変位して、この内輪 5b の各部分円錐面 16、16a のうちの、軸方向片側 (図 13 の左側) の部分円錐面 16 が、前記各センサ装置 9、9 のうちの上側及び下側に配置されたセンサ装置 9、9 を構成する各挺子部材 27、27 の作用部 34、34 から、右方に離れる様に変位する。これら各挺子部材 27、27 は、前記各板ばね 28、28 により、これら各挺子部材 27、27 の各作用部 34、34 を前記部分円錐面 16 に対して押し付ける方向の弾性力を付与されている。この為、前記各センサ装置 9、9 のうちの上側に配置されたセンサ装置 9 の挺子部材 27 は、前記各揺動支持部 33 (揺動軸 36) を中心として、図 13 の反時計方向に揺動する。一方、各センサ装置 9、9 のうちの下側に配置されたセンサ装置 9 の挺子部材 27 は、前記各揺動支持部 33 (揺動軸 36) を中心として、図 13 の時計方向に揺動する。すると、図 13 (c) に示す様に、上側及び下側に配置された前記各センサ装置 9、9 を構成するセンサ本体 30、30 の検出面 42、42 と、前記各挺子部材 27、27 の被測定部 32、32 との間に存在する、前記各軸方向隙間 43、43 の軸方向に関する寸法が何れも大きくなる。この結果、前記各検出面 42、42 を通過する磁束密度が小さくなり、前記センサ本体 30、30 (ホール素子) の出力信号 (例えば、電流、電圧等の物理量) が小さくなる。

【0070】

又、図 13 (a) に示す状態のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1b に、使用状態で右向きとなるアキシャル荷重が作用した場合、前記内輪 5b が右方に変位して、この内輪 5b の各部分円錐面 16、16a のうちの、軸方向他側 (図 13 の右側) の部分円錐面 16a が、前記センサ装置 9a、9a のうちの上側及び下側に配置されたセンサ装置 9a、9a を構成する挺子部材 27a、27a の各作用部 34a、34a を、前記内輪 5b の変位の方向 (右方) に所定の押圧力で押圧する。そして、この押圧力のうちの、前記部分円錐面 16a に垂直な方向の成分及びこの部分円錐面 16a に平行な方向の成分と、前記揺動支持部 33a (揺動軸 36a) との位置関係に基づいて、前記センサ装置 9a、9a のうちの上側に配置されたセンサ装置 9a の挺子部材 27a が、前記揺動支持部 33a (揺動軸 36a) を中心として、図 13 の反時計方向に揺動する。一方、前記センサ装置 9a、9a のうちの下側に配置されたセンサ装置 9a の挺子部材 27a が、前記揺動支持部 33a (揺動軸 36a) を中心として、図 13 の時計方向に揺動する。そして、図 13 (c) に示

す様に、上側及び下側に配置された前記各センサ装置 9 a、9 a を構成するセンサ本体 30 a の検出面 42 a と、前記梃子部材 27 a の被測定部 32 a との間に存在する軸方向隙間 43 a の軸方向に関する寸法が何れも小さくなる。この結果、前記各検出面 42 a、42 a を通過する磁束密度が大きくなり、前記センサ本体 30 a、30 a (ホール素子) の出力信号 (例えば、電流、電圧等の物理量) が大きくなる。

【0071】

以上の様に、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b に、使用状態で右向きとなるアキシャル荷重が作用した場合には、上側に配置された前記センサ装置 9、9 a を構成するセンサ本体 30、30 a の出力信号同士の差 (差動信号)、又は、下側に配置された前記センサ装置 9、9 a を構成するセンサ本体 30、30 a の出力信号同士の差 (差動信号) に基づいて、前記内輪 5 b の変位量や、この内輪 5 b に作用しているアキシャル荷重を算出する事ができる。

【0072】

又、図 13 (a) に示す状態のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 b に、使用状態で図 13 の時計方向のモーメント荷重が作用した場合、前記内輪 5 b が図 13 (d) に示す様に傾斜する。この際、この内輪 5 b の各部分円錐面 16、16 a のうちの、軸方向片側 (図 13 の左側) の部分円錐面 16 が、前記センサ装置 9、9 のうちの上側に配置されたセンサ装置 9 を構成する梃子部材 27 の作用部 34 を、この梃子部材 27 が、揺動支持部 33 (揺動軸 36) を中心として、図 13 の反時計方向に揺動する方向に押圧する。すると、図 13 (d) に示す様に、前記センサ装置 9 を構成するセンサ本体 30 の検出面 42 と、前記梃子部材 27 の被測定部 32 との間に存在する、軸方向隙間 43 の軸方向に関する寸法が大きくなる。この結果、前記検出面 42 を通過する磁束密度が小さくなり、前記センサ本体 30 (ホール素子) の出力信号 (例えば、電流、電圧等の物理量) が小さくなる。

【0073】

一方、前記内輪 5 b が図 13 (d) に示す様に傾斜すると、この内輪 5 b の各部分円錐面 16、16 a のうちの、軸方向片側 (図 13 の右側) の部分円錐面 16 が、前記センサ装置 9、9 のうちの下側に配置されたセンサ装置 9 を構成する梃子部材 27 の作用部 34 を、この梃子部材 27 が、揺動支持部 33 (揺動軸 36) を中心として、図 13 の反時計方向に揺動する方向に押圧する。すると、図 13 (d) に示す様に、前記センサ装置 9 を構成するセンサ本体 30 の検出面 42 と、前記梃子部材 27 の被測定部 32 との間に存在する、軸方向隙間 43 の軸方向に関する寸法が小さくなる。この結果、前記検出面 42 を通過する磁束密度が大きくなり、前記センサ本体 30 (ホール素子) の出力信号 (例えば、電流、電圧等の物理量) が大きくなる。

【0074】

又、前記内輪 5 b が図 13 (d) に示す様に傾斜すると、この内輪 5 b の各部分円錐面 16、16 a のうちの、軸方向他側 (図 13 の右側) の部分円錐面 16 a が、前記センサ装置 9 a、9 a のうちの上側に配置されたセンサ装置 9 a を構成する梃子部材 27 a の作用部 34 a を、この梃子部材 27 a が、揺動支持部 33 a (揺動軸 36 a) を中心として、図 13 の反時計方向に揺動する方向に押圧する。すると、図 13 (d) に示す様に、前記センサ装置 9 a を構成するセンサ本体 30 a の検出面 42 a と、前記梃子部材 27 a の被測定部 32 a との間に存在する、軸方向隙間 43 a の軸方向に関する寸法が小さくなる。この結果、前記検出面 42 a を通過する磁束密度が大きくなり、前記センサ本体 30 a (ホール素子) の出力信号 (例えば、電流、電圧等の物理量) が大きくなる。

【0075】

一方、前記内輪 5 b が図 13 (d) に示す様に傾斜すると、この内輪 5 b の各部分円錐面 16、16 a のうちの、軸方向他側 (図 13 の右側) の部分円錐面 16 a が、前記センサ装置 9 a、9 a のうちの下側に配置されたセンサ装置 9 a を構成する梃子部材 27 a の作用部 34 a を、この梃子部材 27 a が、揺動支持部 33 a (揺動軸 36 a) を中心として、図 13 の反時計方向に揺動する方向に押圧する。すると、図 13 (d) に示す様に、前記センサ装置 9 a を構成するセンサ本体 30 a の検出面 42 a と、前記梃子部材 27 a



の被測定部 3 2 a との間に存在する、軸方向隙間 4 3 a の軸方向に関する寸法が大きくなる。この結果、前記検出面 4 2 a を通過する磁束密度が小さくなり、前記センサ本体 3 0 a (ホール素子) の出力信号 (例えば、電流、電圧等の物理量) が小さくなる。

#### 【0076】

以上の様に、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b に、使用状態で図 1 3 の時計方向のモーメント荷重が作用した場合には、例えば、上側に配置されたセンサ装置 9、9 a を構成するセンサ本体 3 0、3 0 a の出力信号同士の差 (差動信号)、及び上側及び下側に配置されたセンサ装置 9、9 (又は、センサ装置 9 a、9 a) を構成するセンサ本体 3 0、3 0 (又は、センサ本体 3 0 a、3 0 a) の出力信号同士の差 (差動信号) とに基づいて、前記内輪 5 b の変位量や、この内輪 5 b に作用しているモーメント荷重を算出する。

10

又、前記センサ装置付ラジアル玉軸受 1 b に、複合荷重 (ラジアル荷重、アキシャル荷重、モーメント荷重) が作用した場合には、前記各センサ装置 9、9 a を構成するセンサ本体 3 0、3 0 a の出力信号を適宜分離演算 (加算、減算) する事で、前記各荷重を算出する事もできる。

尚、上述の説明では、使用状態で上下方向に配置された各センサ装置 9、9 a により、前記内輪 5 b の変位量や、この内輪 5 b に作用しているアキシャル荷重を算出する方法に就いて説明したが、使用状態で上下方向に直交する方向 (水平方向) の 2 箇所位置に配置された各センサ装置 9、9 a に就いても同様である。又、上下方向及び水平方向に配置された前記各センサ装置 9、9 a を構成するセンサ本体 3 0、3 0 a の出力信号を適宜利用すれば、各種荷重 (荷重の種類、大きさ、方向) を算出する事もできる。その他の構成及び作用・効果に就いては、前述した実施の形態の第 1 例の場合と同様である。

20

#### 【0077】

##### [ 実施の形態の第 3 例 ]

本発明の実施の形態の第 3 例に就いて、図 1 4 ~ 2 0 を参照しつつ説明する。本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 c は、前述した実施の形態の第 1 例の構造と同様に、軸方向片半部にのみセンサ装置 9 b が設けられている。但し、本例の場合、外輪 3 c、ホルダ部材 8 b、及びこのセンサ装置 9 b の構造は、前述した実施の形態の第 1 例の構造とは異なる。以下、本例のラジアル玉軸受 1 c の構造に就いて、前記外輪 3 c、前記ホルダ部材 8 b、及び前記センサ装置 9 b の構造を中心に説明する。

#### 【0078】

30

前記外輪 3 c は、内周面の軸方向中間部に深溝型の外輪軌道 2 a を有している。又、この外輪 3 a の外周面の軸方向中間部には、全周に亙り径方向内側に凹んだ状態で周方向凹溝 1 0 が形成されている。又、前記外輪 3 a の内周面のうち、前記外輪軌道 2 a よりも軸方向片側部分は、この外輪軌道 2 a に近い側から順に、小径円筒面 1 1 と、段部 1 2 と、大径円筒面 1 3 とが形成されている。これら小径円筒面 1 1、段部 1 2、及び大径円筒面 1 3 に関しては、前述した実施の形態の第 1 例の構造と同様である。

特に、本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1 c を構成する外輪 3 c は、軸方向片側面のうち、円周方向に関する 1 箇所位置に、径方向両端部及び軸方向片端部が開いた外輪側切欠部 1 4 b が形成されている。

#### 【0079】

40

前記ホルダ部材 8 b は、金属製或いは合成樹脂製の円筒状部材であり、円周方向に関する 1 箇所位置の軸方向片半部に、軸方向片端部及び径方向両端部が開いた状態で、ホルダ側切欠部 2 2 b が形成されている。又、前記ホルダ部材 8 b の内周面の軸方向中間部のうち、径方向に関して前記ホルダ側切欠部 2 2 b と反対となる位置 (円周方向に関して前記ホルダ側切欠部 2 2 b から 1 8 0 度ずれた位置) には、円周方向に隣接した状態で径方向内側に突出した 1 対の支持板部 2 5 b、2 5 b が形成されている。これら両支持板部 2 5 b、2 5 b の構造は、前述した実施の形態の第 1 例の構造と同様である。又、前記ホルダ部材 8 b の内周面のうち、円周方向に関して、前記各支持板部 2 5 b、2 5 b と整合する位置の軸方向片側部分には、円周方向に長い周方向凹溝 4 4 が形成されている。更に、前記ホルダ部材 8 b の軸方向片半部のうち、前記支持板部 2 5 b から円周方向に僅かにず

50

れた 1 箇所位置に、軸方向片端部及び径方向両端部が開口した状態で、第二ホルダ側切欠部 24a が形成されている。

【0080】

以上の様な構成を有するホルダ部材 8b は、このホルダ部材 8b の外周面を前記外輪 3c の大径円筒面 13 に、締め込みにより内嵌固定されている。この様に前記ホルダ部材 8b が、前記外輪 3c に内嵌固定された状態で、この外輪 3c の外輪側切欠部 14b と前記ホルダ部材 8b のホルダ側切欠部 22b とは、円周方向に関して整合している（径方向に重畳している）。

【0081】

又、本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受 1c は、軸方向片半部に、1 個のセンサ装置 9b を備えている。このセンサ装置 9b は、梃子部材 27b と、リングばね 45 と、AD コンバータ 29（図 2 参照）と、センサ本体 30 とを有している。尚、このうちの AD コンバータ 29 及びセンサ本体 30 の構造に就いては、前述した実施の形態の第 1 例の構造と同様であるので、以下、前記梃子部材 27b 及びリングばね 45 の構造に就いて説明する。

10

【0082】

前記梃子部材 27b は、円輪部 46 と、軸方向突出部 47 と、径方向突出部 48 とを備えている。

このうちの円輪部 46 は、外周面の円周方向 1 箇所位置に、円周方向に長い周方向凹溝 49 が形成されている。

20

前記軸方向突出部 47 は、前記円輪部 46 の軸方向他側面のうち、円周方向に関して、前記周方向凹溝 49 と整合する位置に、軸方向他側方に突出した状態で形成されている。この様な軸方向突出部 47 は、揺動支持部 33b（図 18 参照）と、作用部 34b とを有している。

このうちの揺動支持部 33b は、前記軸方向突出部 47 を円周方向に貫通した状態で形成された支持孔 35a により構成されている。

前記作用部 34b は、前記軸方向突出部 47 の軸方向他端部内周面に、径方向内側に突出した状態で形成されている。

【0083】

前記径方向突出部 48 は、前記円輪部 46 の外周面のうち、径方向に関して前記軸方向突出部 47（前記揺動支持部 33b 及び作用部 34b）と反対となる位置に、径方向外方に突出した状態で形成されている。この様な径方向突出部 48 の先端部（前記円輪部 46 の径方向に関する外端部）には、被測定部 32b が形成されている。この様な被測定部 32b は、着磁するか、又は、磁石を接着する事により磁性を帯びた状態に形成されている。

30

【0084】

以上の様な構成を有する梃子部材 27b は、前記軸方向突出部 47 のうちの支持孔 35a が形成された部分を、前記ホルダ部材 8a の両支持板部 25b、25b 同士の間配置した状態で、これら両支持板部 25b、25b の周方向貫通孔（図示省略）を挿通した揺動軸 36b を、前記支持孔 35a に挿通する事により、前記ホルダ部材 8b に対して、この支持孔 35a（前記揺動軸 36b）を中心とした揺動が可能な状態で支持されている。この状態で、前記梃子部材 27b の周方向凹溝 49 と、前記ホルダ部材 8b の周方向凹溝 44 とは、円周方向に関して整合している（径方向に重畳している）。又、前記径方向突出部 48 の中間部は、前記ホルダ部材 8b のホルダ側切欠部 22b の内側に位置している。更に、前記径方向突出部 48 の先端部（前記円輪部 46 の径方向に関する外端部）は、前記外輪 3c の外輪側切欠部 14b の内側に位置している。

40

以上の様に、前記梃子部材 27b が組み付けられた状態で、この梃子部材 27b の作用部 34b は、内輪 5a の部分円錐面 16 に対して、前記リングばね 45 の弾性力に基づいて、この部分円錐面 16 に押し付けられている。

【0085】

50

又、前記リングばね４５は、金属製の円輪状部材である。この様なリングばね４５は、組み付け状態に於いて、円周方向一部が前記ホルダ部材８ｂの周方向凹溝４４に係合すると共に、前記リングばね４５のうちの当該部分と径方向に関して反対となる部分が、前記挺子部材２７ｂの周方向凹溝４９に係合した状態で設けられている。この様に組み付けられた状態で、前記リングばね４５は、前記挺子部材２７ｂに対して、この挺子部材２７ｂの作用部３４ｂを、前記内輪５ａの部分円錐面１６に向けて押し付ける方向の弾力を付与している。

#### 【００８６】

以上の様な構成を有する本例のセンサ装置付ラジアル玉軸受１ｃの場合、前述した実施の形態の各例の構造と比べて、前記作用部３４ｂと前記被測定部３２ｂとの距離が大きい。この為、前記挺子部材２７ｂの作用部３４ｂの変位を、十分に増幅したものを、前記被測定部３２ｂの変位として測定する事ができる。この結果、前記センサ装置付ラジアル玉軸受１ｃに作用している荷重に基づく前記内輪５ａの変位量、及びこの荷重を算出する際の分解能を高くする事ができる。その他の構成及び作用・効果に就いては、前述した実施の形態の第１例の場合と同様である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【００８７】

本発明を実施する場合には、センサ装置を構成するセンサ本体として、非接触式、接触式を問わず、各種センサを採用する事ができる。又、本発明を構成するセンサ本体の出力信号（物理量）は、このセンサ本体の種類によって変わるものであって、例えば、軌道輪に作用する荷重、又はこの荷重に基づくこの軌道輪の変位量と相関関係を有する各種物理量である。尚、前記センサ本体が出力する物理量には、前記軌道輪に作用する荷重、又はこの荷重に基づくこの軌道輪の変位量も含む。

又、前述した実施の形態の各例では、測定対象となる一方の軌道輪を内輪としているが、一方の軌道輪を外輪にする事もできる。又、一方の軌道輪は、所謂回転輪であっても良いし、静止輪であってもよい。

又、前述した実施の形態の各例の場合、センサ装置を、転がり軸受の円周方向に関して等間隔に離隔した４箇所位置に設けているが、センサ装置の数及び設ける位置は、前述した実施の形態の各例の場合に限定されるものではない。

又、前述した実施の形態の各例では、挺子部材を内輪に押し付ける手段（挺子部材の振動を減衰させる手段）として、ばね（板ばね、リングばね）を採用している。本発明を実施する場合には、この様なばねに替えて、例えば、センサ本体に磁石を設けて、この磁石の吸引力を利用して、挺子部材を内輪に押し付ける手段（挺子部材の振動を減衰させる手段）を構成する事もできる。

更に、本発明は、ラジアル軸受だけでなく、スラスト軸受に適用する事もできる。

#### 【符号の説明】

#### 【００８８】

- １、１ａ、１ｂ、１ｃ センサ装置付ラジアル玉軸受
- ２、２ａ 外輪軌道
- ３、３ａ、３ｂ、３ｃ 外輪
- ４、４ａ 内輪軌道
- ５、５ａ、５ｂ 内輪
- ６、６ａ 玉
- ７、７ａ 保持器
- ８、８ａ、８ｂ ホルダ部材
- ９、９ａ、９ｂ センサ装置
- １０、１０ａ 周方向凹溝
- １１、１１ａ 小径円筒面
- １２、１２ａ 段部
- １３、１３ａ 大径円筒面

10

20

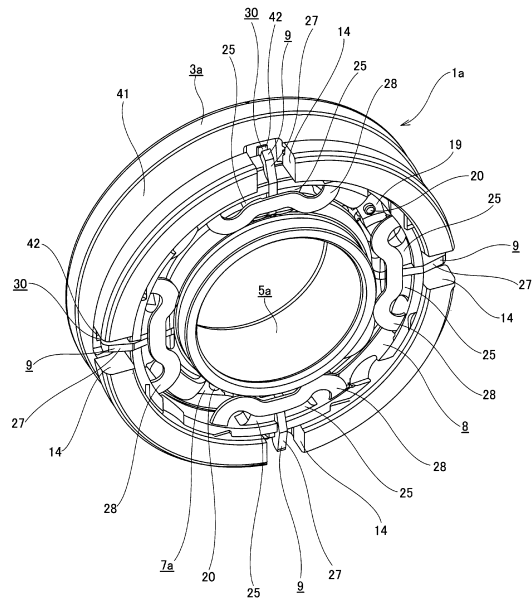
30

40

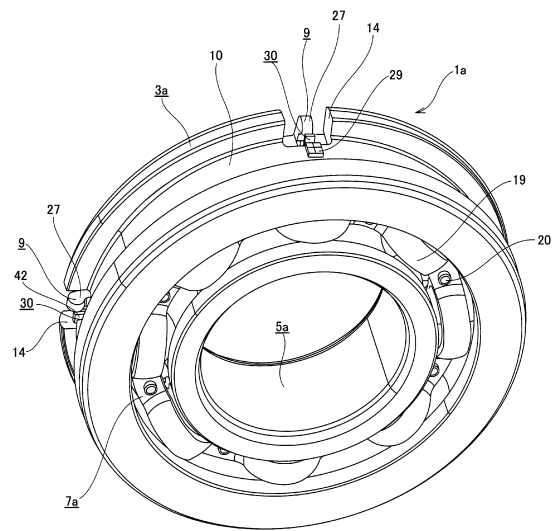
50

14、14a、14b	外輪側切欠部	
15、15a	大径円筒面	
16、16a	部分円錐面	
17、17a	段部	
18、18a	小径円筒面	
19	保持器素子	
20	リベット	
21	ポケット	
22、22a、22b	ホルダ側切欠部	
23a、23b、23c、23d	ホルダ側係止孔	10
24、24a	第二ホルダ側切欠部	
25、25a、25b	支持板部	
26	周方向貫通孔	
27、27a、27b	梃子部材	
28、28a、28b	板ばね	
29	A/Dコンバータ	
30、30a	センサ本体	
31、31a	湾曲部	
32、32a、32b	被測定部	
33、33a、33b	揺動支持部	20
34、34a、34b	作用部	
35、35a	支持孔	
36、36a、36b	揺動軸	
37、37a	押圧板部	
38a、38b、38c、38d	係止板部	
39、39a	第一係止部	
40、40a	第二係止部	
41、41a	基板	
42、42a	検出面	
43、43a	軸方向隙間	30
44	周方向凹溝	
45	リングばね	
46	円輪部	
47	軸方向突出部	
48	径方向突出部	
49	周方向凹溝	

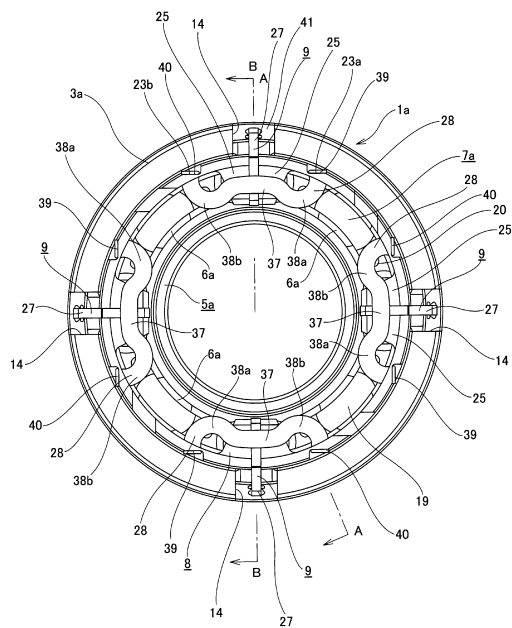
【図 1】



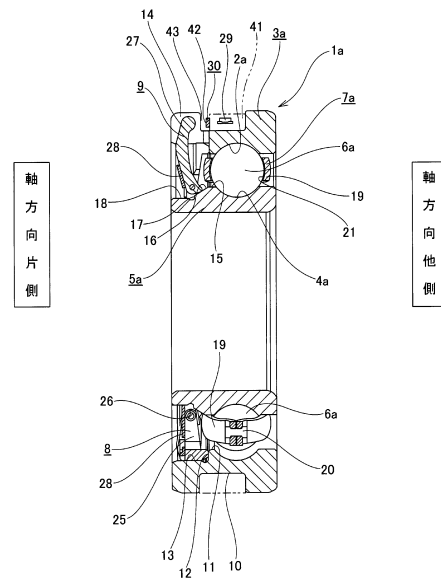
【図 2】



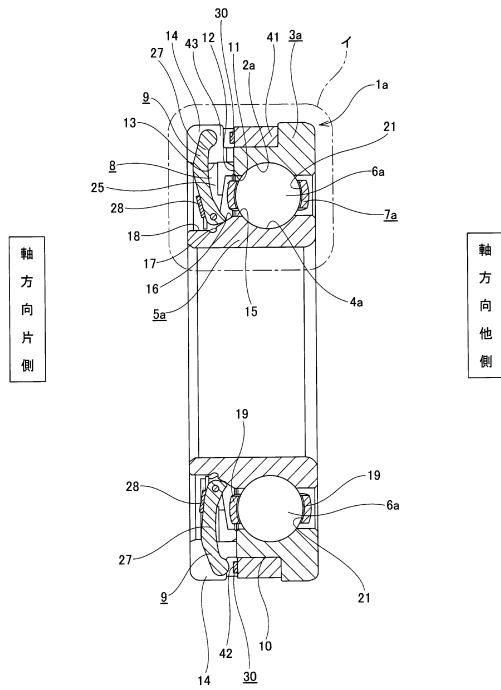
【図 3】



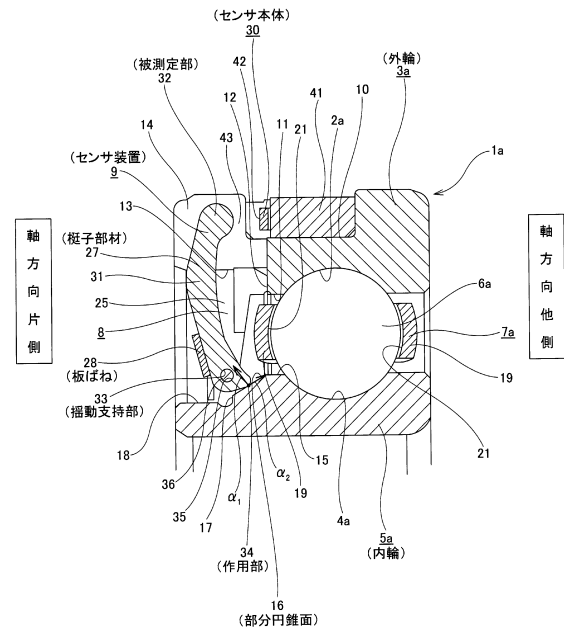
【図 4】



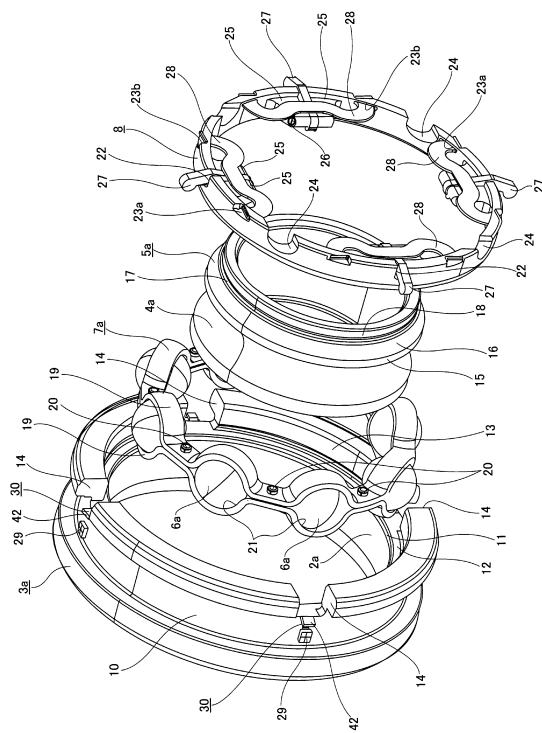
【図 5】



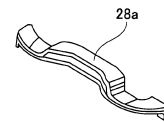
【図 6】



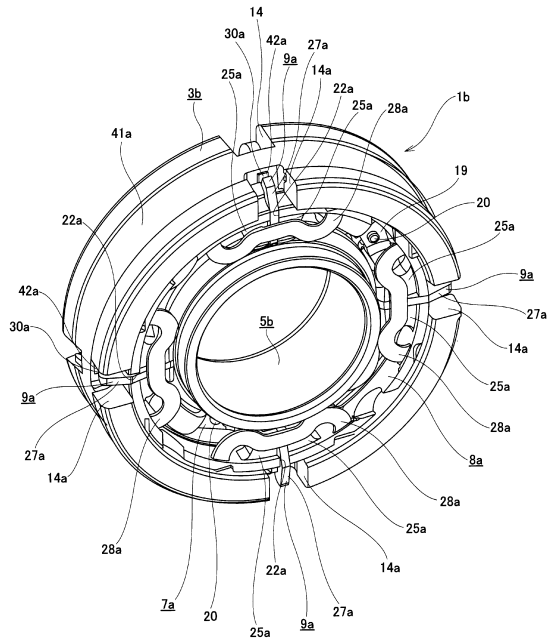
【図 7】



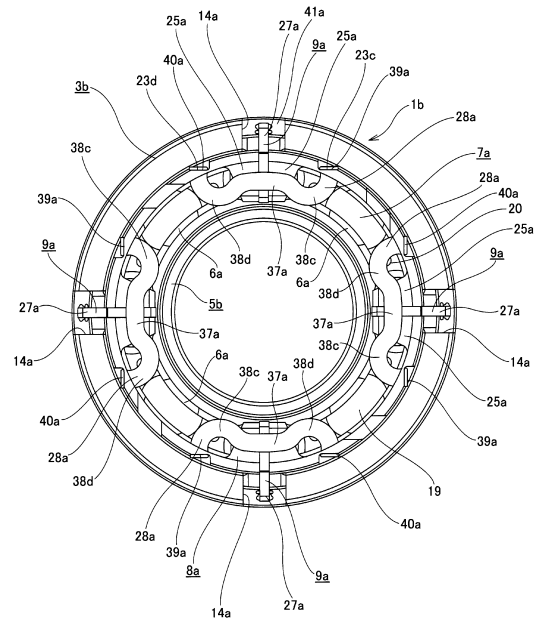
【図 8】



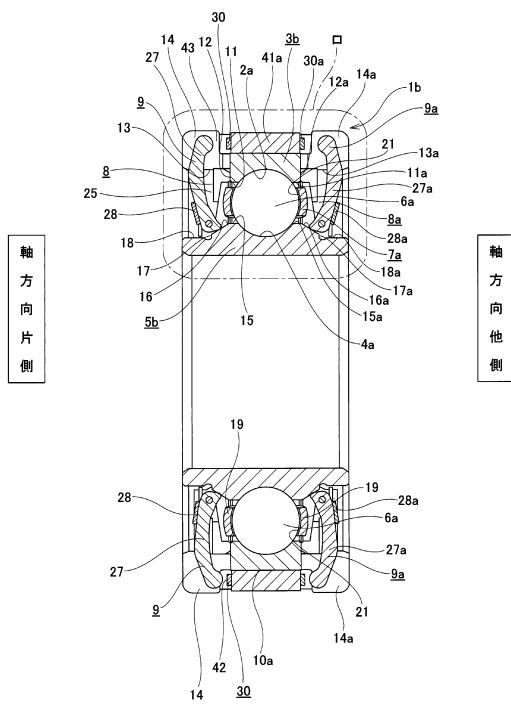
【図 9】



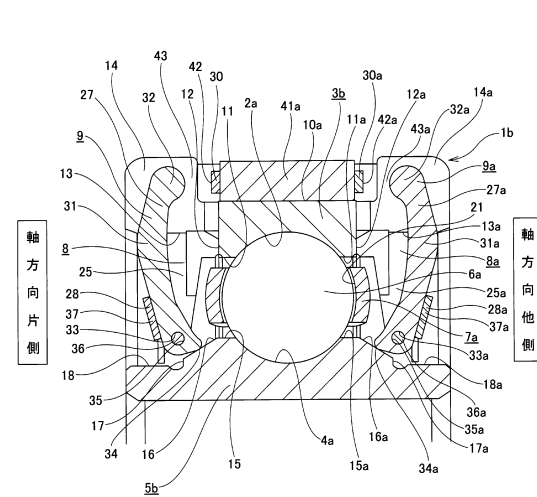
【図 10】



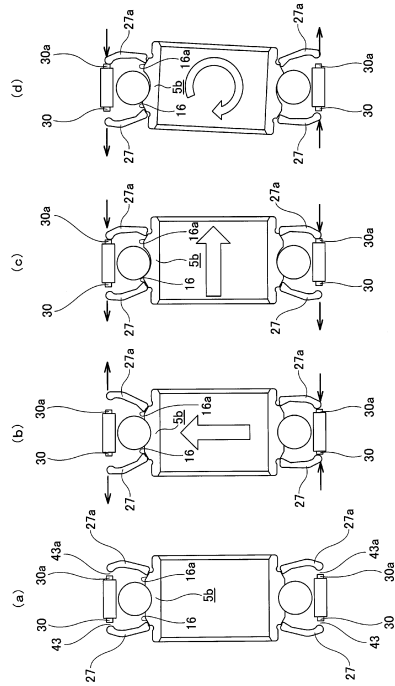
【図 11】



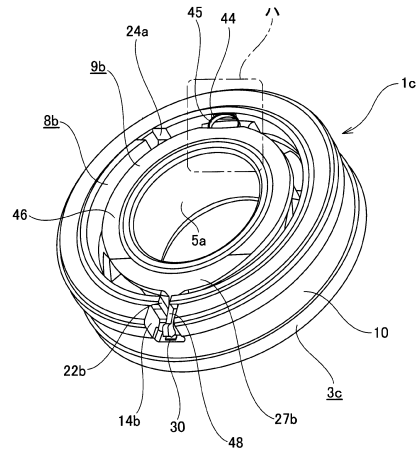
【図 12】



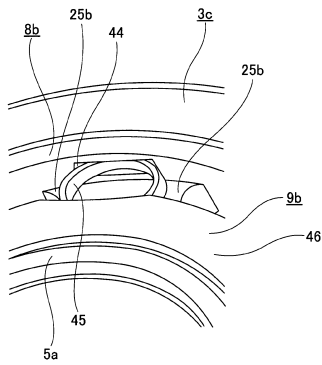
【図 13】



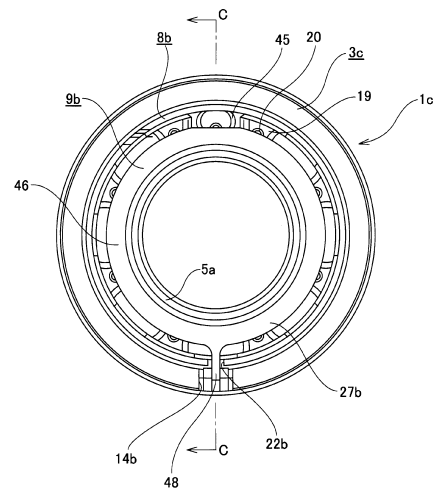
【図 14】



【図 15】

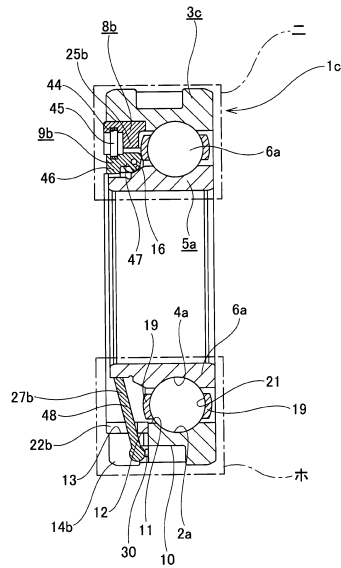


【図 16】

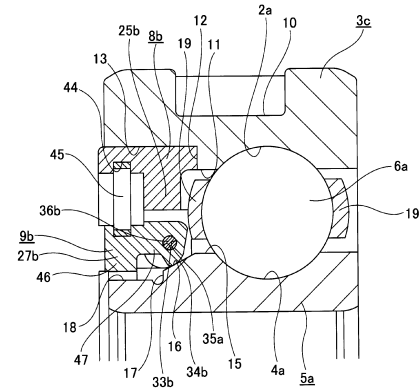




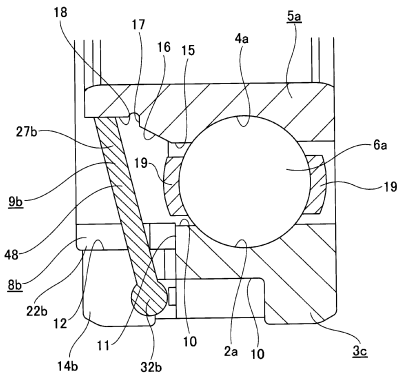
【図 17】



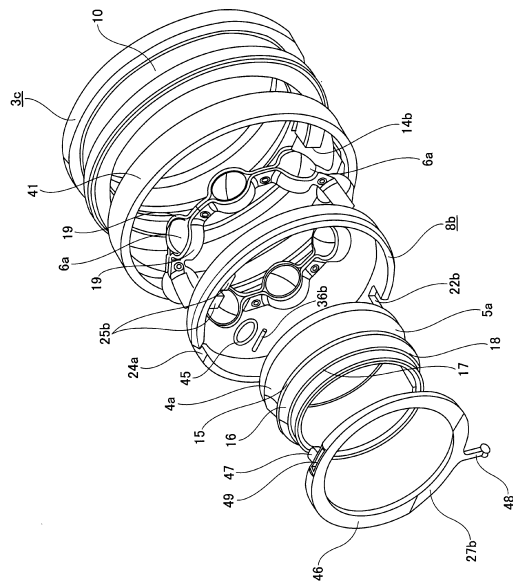
【図 18】



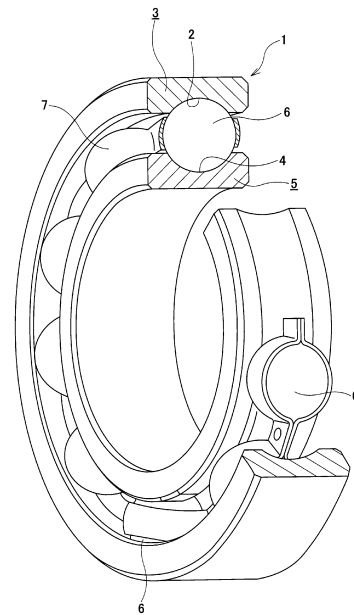
【図 19】



【図 20】



【図 21】



---

フロントページの続き

(72)発明者 疋田 真史

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

(72)発明者 山本 慎

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

審査官 中島 亮

(56)参考文献 特開2009-002447(JP,A)

特開2006-266278(JP,A)

特開昭63-210611(JP,A)

特開昭56-153201(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 19/00 - 19/56

F16C 33/30 - 33/66

F16C 41/00 - 41/04