

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5540728号
(P5540728)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int. Cl.	F 1	
F 1 6 C 19/52 (2006.01)	F 1 6 C	19/52
F 1 6 C 41/00 (2006.01)	F 1 6 C	41/00
F 1 6 C 19/36 (2006.01)	F 1 6 C	19/36
F 1 6 C 33/34 (2006.01)	F 1 6 C	33/34
G O 1 L 5/00 (2006.01)	G O 1 L	5/00

K

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-13215 (P2010-13215)	(73) 特許権者	000001247
(22) 出願日	平成22年1月25日(2010.1.25)		株式会社ジェイテクト
(65) 公開番号	特開2011-149538 (P2011-149538A)		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23年8月4日(2011.8.4)	(74) 代理人	110000280
審査請求日	平成24年12月24日(2012.12.24)		特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
		(72) 発明者	松田 晋也
			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	寺本 武司
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
			株式会社ジェイテクト内
		審査官	堀内 亮吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ころ軸受装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1軌道輪、第2軌道輪、及び第1軌道輪及び第2軌道輪の間に転動可能に配置されたころ、を有するころ軸受と、

前記ころに設けられるとともに当該ころに付与された荷重を検出する荷重検出センサ、前記ころの公転方向の回転位置を検出する位置検出センサ、及び前記ころに設けられるとともに、前記荷重検出センサの検出信号と前記位置検出センサとの信号とを対応付けて記録・蓄積する記録装置、を備えていることを特徴とするころ軸受装置。

【請求項2】

前記記録装置では、前記荷重および前記回転位置をそれぞれ求めてグラフ化する請求項1に記載のころ軸受装置。

【請求項3】

前記荷重検出センサは、前記ころの軸心に形成された孔内に設けられ、前記記録装置は、前記孔に装着される取付治具を介して前記ころの軸方向端面に取り付けられている請求項1又は2に記載のころ軸受装置。

【請求項4】

前記位置検出センサは、前記ころの公転軌跡上の所定位置に向けて発光する発光器と、前記ころ又はころと一体的に公転する部材に設けられ、前記発光器から発せられた光を受光する受光器とを備えている請求項1ないし3のいずれかに記載のころ軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電の主軸支持用等に使用されるころ軸受用の荷重検出装置、及びころ軸受装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

風力発電は、二酸化炭素を排出せず、環境への影響が少ない発電方法として近年改めて注目され、世界で急速に普及しており、同時に、より高い発電量を得るために大型化が進んでいる。また、このような大型化に伴う発電機の重量増を抑制するため、発電機フレームや軸箱を薄肉化するなど、軽量化のための構造の改良も種々なされている。

10

一方、発電機の大型化によってロータの主軸を支持する軸受にかかる負荷は増大しており、また、軸箱等の構造の改良によって軸受、特に転動体に付与される荷重分布が複雑化している。そのため、軸受の耐久性や寿命を正確に解析することがより重要であり、軸受の転動体にかかる荷重をより正確に取得することができる測定方法が求められている。

【0003】

従来、軸受にかかる荷重を測定するため、特許文献1に記載されているように、軸受の転動体内部に歪ゲージを設けることが行われている。

具体的に、特許文献1の技術では、ころの軸心に孔が形成されるとともに、この孔の内面に歪ゲージが設けられ、この歪ゲージがころに一体に設けた送信コイルに接続されている。また、外輪の側面に環状の受信コイルが設けられ、送信コイルからリアルタイムに送信された歪ゲージの出力信号が受信コイルにより受信される。そして、この受信コイルは外部のコンピュータに接続され、このコンピュータによって受信データが処理されるようになっている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平7-77218号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

しかしながら、特許文献1の技術では、歪ゲージの出力信号が送信コイルと受信コイルとの間で無線によって送受信されるため、周囲のノイズや電源ノイズの影響を受け易いという欠点がある。また、送信コイルはころと共に公転し、環状の受信コイルの内周側で絶えず移動しているため、送信コイルの位置変化に関わるノイズも増大する。そのため、精度の高い出力を取得するのが困難になり、解析結果の信頼性も低下するという問題がある。

また、特許文献1に記載の技術を既存の設備に対して適用する場合、ころに対して歪ゲージや送信コイルを取り付け、外輪に対して受信コイルを取り付け、更にこの受信コイルをコンピュータに接続するための配線を行う必要があり、大掛かりな改造を要する。そのため、設置コストが高くなるという欠点がある。

40

【0006】

本発明は、ノイズの影響を少なくし、精度の高い荷重検出信号を取得して、荷重の解析に利用することが可能なころ軸受用荷重検出装置及びころ軸受装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のころ軸受装置は、第1軌道輪、第2軌道輪、及び第1軌道輪及び第2軌道輪の間に転動可能に配置されたころ、を有するころ軸受と、

前記ころに設けられるとともに当該ころに付与された荷重を検出する荷重検出センサ、前記ころの公転方向の回転位置を検出する位置検出センサ、及び前記ころに設けられると

50

ともに、前記荷重検出センサの検出信号と前記位置検出センサとの信号とを対応付けて記録・蓄積する記録装置、を備えていることを特徴とする。

【0009】

本発明のころ軸受装置は、ころに付与された荷重を荷重検出センサによって検出し、その検出信号を記録装置に記録・蓄積する。そのため、記録装置に取り貯めた検出信号を、例えば運転停止中に有線や記憶媒体等を介してコンピュータに読み出すことができ、読み出したデータを利用して荷重の解析等を行うことができる。そのため、ノイズによる影響を受け難くなり、精度の高い荷重の検出信号を得ることができ、解析結果の信頼性も高めることができる。

【0010】

また、位置検出センサによってころの公転方向の回転位置を検出することで、荷重検出センサによって検出された検出信号ところの公転方向の回転位置とを対応させることが可能となり、ころの公転方向についての荷重分布を正確に求めることができる。

【0011】

また、既存のころ軸受装置に対して荷重検出装置を設置する場合には、荷重検出センサ及び記録装置をころに対して取り付け、必要に応じて位置検出センサ（又はその一部）をころに対して取り付ければよい。また、記録装置として、電源（バッテリー）を備えたものを使用すれば、記録装置に対する電源供給のための施工も不要となる。したがって、荷重検出装置の設置作業を簡単かつ安価に行うことができる。

【0012】

前記位置検出センサは、前記ころの公転軌跡上の所定位置に向けて発光する発光器と、前記ころ又はころと一体的に公転する部材に設けられ、前記発光器から発せられた光を受光する受光器と、を備え、前記記録装置は、前記受光器による光の検出信号を前記荷重検出センサの検出信号と対応づけて記録することが好ましい。

この構成によれば、ころの公転軌跡上の所定位置において、受光器が発光器からの光を受光することで、ころの公転方向の回転位置を検出することができる。また、受光器がころ又はころと一体的に公転する部材に設けられているので、光の検出信号を荷重検出センサの検出信号と対応づけて記録装置に容易に記録することができる。

【0013】

前記荷重検出センサは、前記ころの軸心に形成された孔内に設けられ、前記記録装置は、前記孔に装着される取付治具を介して前記ころの軸方向端面に取り付けられていることが好ましい。

この構成によれば、ころに形成された孔を利用して荷重検出センサと記録装置との双方を取り付けることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、ノイズの影響が少ない精度の高い荷重検出信号を取得して、荷重の解析のために有効に役立てることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態に係る荷重検出装置が適用されるころ軸受の側面断面図である。

【図2】(a)は荷重検出センサ及び記録装置を備えた円すいころを含むころ軸受の側面断面図、(b)は記録装置とコンピュータとを接続する形態を示す概略図である。

【図3】円すいころ軸受の部分的な正面断面図である。

【図4】保持器の部分的な正面図である。

【図5】検出対象ころの公転角度と荷重との関係を示すグラフである。

【図6】検出対象ころの荷重分布を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の実施形態に係る荷重検出装置を適用した円すいころ軸受の側面断面図である。本実施の形態の円すいころ軸受 1 0 は、ピンタイプ保持器 1 1 を備えた円すいころ軸受 1 0 であり、外輪（第 1 軌道輪）1 2、内輪（第 2 軌道輪）1 3、複数の円すいころ 1 4、及びピンタイプ保持器 1 1 を備えている。

【 0 0 1 7 】

外輪 1 2 は、その外周側がハウジング 1 6 に固定され、内周側には軸方向に対して傾斜する外輪軌道面 1 7 を有している。また、外輪 1 2 は、軸方向の一端部が他端部よりも径方向に厚く形成されることによって断面形状が台形状に形成されている。

10

また、内輪 1 3 は、内周側に回転軸 1 8 が嵌合され、外周側には軸方向に対して傾斜するとともに外輪軌道面 1 7 に対向する内輪軌道面 1 9 を有している。また、内輪軌道面 1 9 の軸方向両側には、円すいころ 1 4 の軸方向の移動を規制する鏝部 2 0 が形成されている。

【 0 0 1 8 】

複数の円すいころ 1 4 は、外輪軌道面 1 7 と内輪軌道面 1 9 との間に、保持器 1 1 によって保持された状態で周方向に間隔をあけて配置されている。また、各円すいころ 1 4 の中心には貫通孔 2 2 が形成されている。この貫通孔 2 2 は、円すいころ 1 4 の中心軸に沿って延び、円すいころ 1 4 を貫通している。

【 0 0 1 9 】

保持器 1 1 は、環状の第 1 リング 2 3 と、この第 1 リング 2 3 に対して軸方向に間隔をあけて設けられた環状の第 2 リング 2 4 と、第 1、第 2 リング 2 3、2 4 を連結する丸棒状のピン 2 5 とを備えている。

20

第 1 リング 2 3 には、周方向に間隔をあけて複数のネジ孔 2 6 が貫通・形成されている。第 2 リング 2 4 は、第 1 リング 2 3 の内径よりも小さい内径、及び第 1 リング 2 3 の外径よりも小さい外径を有し、周方向に間隔をあけて複数の取付孔 2 7 が形成されている。

【 0 0 2 0 】

ピン 2 5 は、一端部に雄ネジ 2 9 が形成され、他端部に圧入部 3 0 が形成されている。ピン 2 5 は、雄ネジ 2 9 を第 1 リング 2 3 のネジ孔 2 6 に螺合し、圧入部 3 0 を第 2 リング 2 4 の取付孔 2 7 に圧入することによって第 1、第 2 リング 2 3、2 4 に固定されている。また、ピン 2 5 の長さ方向中途部は、円すいころ 1 4 の貫通孔 2 2 に挿通され、円すいころ 1 4 を回転自在に支持している。なお、圧入部 3 0 は、第 2 リング 2 4 の取付孔 2 7 の周囲に溶接されていてもよい。

30

【 0 0 2 1 】

以上の構成を有する円すいころ軸受 1 0 においては、回転軸 1 8 の回転に伴って内輪 1 3 が回転し、この内輪 1 3 の回転に伴って、各円すいころ 1 4 が、自身の軸心回りに自転しながら円すいころ軸受 1 0 の軸心回りに公転運動する。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、荷重検出センサ及び記録装置を備えた円すいころを含むころ軸受の側面断面図である。

40

本実施形態の円すいころ軸受 1 0 の 1 つの円すいころ（以下、「検出対象ころ」ともいう）1 4 A には、荷重検出センサ 3 2、位置検出センサ 3 3（受光器 4 9）、及び記録装置 3 6 が設けられている。

本実施形態では、荷重検出センサ 3 2 として所謂歪ゲージが用いられており、検出対象ころ 1 4 A の貫通孔 2 2 の内周面に 2 個の歪ゲージ 3 2 が設けられている。各歪ゲージ 3 2 は、アクティブゲージと温度補償用のダミーゲージとからなり、それぞれ記録装置に結線されている。

【 0 0 2 3 】

2 個の歪ゲージ 3 2 は、検出対象ころ 1 4 A の軸方向に間隔をあけて配置され、貫通孔 2 2 の内周面の同一周方向位置に設けられている。そして、歪ゲージ 3 2 は、当該検出対

50

象ころ 14 A に生じた歪みを電圧の変化として検出することによって、検出対象ころ 14 A に付与される荷重を検出する。

【0024】

本実施形態では、記録装置 36 としてデータロガーが用いられている。このデータロガー 36 は、歪ゲージ 32 の出力に対応させたブリッジ回路を有する基板を内蔵させた専用のものとされている。このデータロガー 36 は、歪ゲージ 32 や位置検出センサ 33 を接続するための接続端子と、コンピュータ 50 と通信するための通信機器を接続するための接続端子とを備えている。

そして、データロガー 36 は、歪ゲージ 32 において発生した電圧のアナログ信号を入力する機能、入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換する機能、デジタル信号に変換したデータを時系列で記録し、蓄積する機能、蓄積したデータをコンピュータ等の外部の機器に出力する機能等を備えている。

10

【0025】

なお、記録装置 36 は、市販のデータロガーに対して、別にブリッジ回路を有する基板を設けることによって構成してもよい。ただし、この場合、記録装置 36 が大きくなるという欠点がある。したがって、大きい記録装置 36 を設けることが困難な場合には、上記のような歪ゲージの出力に対応させたブリッジ回路を有する基板を内蔵させた専用のデータロガーを製作することで記録装置 36 を小型化することが可能であり、これによって記録装置 36 を容易に検出対象ころ 14 A に取り付けることができる。

【0026】

20

データロガー 36 は、検出対象ころ 14 A の端面に対して取付治具 38 を介して取り付けられている。取付治具 38 は、一端部が貫通孔 22 に嵌合される嵌合部 39 と、嵌合部 39 の他端部に形成されたフランジ部 40 とを備えている。データロガー 36 は、取付ネジ等によってフランジ部 40 に取り付けられている。したがって、データロガー 36 は、検出対象ころ 14 A とともに自転及び公転する。

【0027】

図 4 は、保持器（第 1 リング）の部分的な正面図である。図 2 及び図 4 に示すように、第 1 リング 23 には、周方向に間隔をあけて複数のネジ孔 26 が形成されているが、1 箇所だけネジ孔 26 よりも大径の貫通孔 42 が形成されている。また、図 2 に示すように、第 2 リング 24 には、1 箇所だけ取付孔 27 よりも大径の貫通孔 43 が形成されている。そして、検出対象ころ 14 A は、この貫通孔 42, 43 に対応する位置に配置されている。

30

【0028】

そして、取付治具 38 の嵌合部 39 は、軸方向外側から貫通孔 42 に挿通されるとともに、検出対象ころ 14 A の貫通孔 22 に嵌合されている。フランジ部 40 及びこれに取り付けられたデータロガー 36 は、第 1 リング 23 よりも軸方向外側に突出した位置に配置されている。

【0029】

図 3 は、円すいころ軸受の正面断面図である。検出対象ころ 14 A の貫通孔 22 には歪ゲージ 32 や取付治具 38 が取り付けられているので、保持器 11 のピン 25 は挿通されていない。そのため、本実施形態では、図 3 に示すようなセパレータ 46 によって、検出対象ころ 14 A の周方向の位置が保持されている。このセパレータ 46 は、断面形状が略 T 字型に形成され、検出対象ころ 14 A と、その両側の円すいころ 14 との間に配置されており、各円すいころ 14, 14 A の径方向中間部と径方向外側部とに当接して各円すいころ 14, 14 A の間隔を保っている。また、セパレータ 46 は、円すいころ 14 の軸方向長さと同様の長さを有しており、第 1 リング 23 と第 2 リング 24 の間に隙間をもって挟まれている。

40

【0030】

図 2 に示すように、位置検出センサ 33 は、レーザー等の光を発する投光器 48 と、この投光器 48 から発せられた光を受光するフォトダイオード等の受光器 49 とから構成さ

50

れている。そして、受光器 49 は、検出対象ころ 14A に設けられたデータロガー 36 の先端面に取り付けられ、受光した光の検出信号をデータロガー 36 に出力する。

【0031】

投光器 48 は、円すいころ軸受 10 を支持するハウジング 16 等に設けられており、円すいころ 14 の公転による移動軌跡（公転軌跡）上の一点に向けて光を発するように設けられている。例えば、投光器 48 は、円すいころ 14 の公転軌跡の最上位置に向けて光を投光し、受光器 49 は、検出対象ころ 14A が公転軌跡の最上位置に達したときに投光器 48 からの光を受光する。そして、受光器 49 が受光した光の検出信号は、歪ゲージ 32 の検出信号に対応づけられた状態でデータロガー 36 に記録される。

【0032】

本実施形態では、回転軸 18 を所定の時間運転させ、その間の歪ゲージ 32 及び位置検出センサ 33 の検出信号をデータロガー 36 に蓄積する。そして、運転終了後、図 2 (b) に示すように、データロガー 36 の接続端子とコンピュータ 50 とをケーブル 51 等により接続し、データロガー 36 に蓄積したデータをコンピュータ 50 に読み出す。コンピュータ 50 は、歪ゲージ 32 の検出信号から検出対象ころ 14A に付与される荷重（転動体荷重）を求め、その転動体荷重と検出対象ころ 14A の公転方向の回転位置（公転角度）とを対応づけた形でグラフ化する。

【0033】

図 5 は、検出対象ころの公転角度と荷重との関係を示すグラフである。コンピュータ 50 は、位置検出センサ 33 によって信号が検出された位置を、例えば公転角度 0° の位置として、所定の運転時間における転動体荷重の推移を記録し、図 5 に示すグラフを作成する。尚、図 5 のグラフに表された波の 1 周期が検出対象ころ 14A の 1 自転に相当し、位置検出センサ 33 の一出力から次の出力までの間が検出対象ころ 14A の 1 公転（0° ~ 360°）に相当する。

【0034】

そして、図 5 において得られた公転角度と転動体荷重のグラフを 1 公転毎に切り離し、各公転のグラフを重ね合わせることによって図 6 に示すグラフを作成する。そして、このグラフの包絡線をとることによって、1 公転における円すいころ 14 の荷重分布を取得する。なお、図 6 には、参考として、転動体荷重を FEM 解析によって取得した結果を実線 A で示している。歪ゲージ 32 によって測定された転動体荷重と FEM 解析によって得られた転動体荷重とは、ほぼ同じ傾向で分布していることが分かる。

【0035】

以上詳述したように、本実施形態では、歪ゲージ 32 の検出信号をデータロガー 36 に記録・蓄積し、所定の運転時間が終了した後に、蓄積された検出信号をコンピュータ 50 に読み出して解析することができる。そのため、従来技術（特許文献 1）のように検出信号をリアルタイムにコンピュータ 50 に送信するものと比べて、ノイズの影響を受け難くなり、精度の高い検出信号を用いて信頼性の高い荷重の解析を行うことができる。

【0036】

また、データロガー 36 には、位置検出センサ 33 の検出信号が歪ゲージ 32 の検出信号に対応づけて記録される。そのため、検出対象ころ 14A の公転角度と、その角度における転動体荷重とから、公転方向の転動体の荷重分布を正確に解析することができる。

【0037】

位置検出センサ 33 は、検出対象ころ 14A の公転軌跡上に光を発する投光器 48 と、検出対象ころ 14A に設けられた受光器 49 とから構成され、受光器 49 によって受光した光の検出信号をデータロガー 36 に記録しているので、受光器 49 の検出信号と歪ゲージ 32 の検出信号とを容易に対応づけることができる。

【0038】

本実施形態では、検出対象となる軸受として、ピンタイプ保持器 11 を有する円すいころ軸受 10 を使用しているため、予め円すいころ 14 に設けられている貫通孔 22 を利用して、歪ゲージ 32 やデータロガー 36 を取り付けることができ、円すいころ 14 に対し

10

20

30

40

50

て新たに孔を加工する必要がない。

【0039】

本発明は、上記実施形態に限定されることなく適宜設計変更可能である。

例えば、本発明は、円すいころ軸受10に限定されることなく円筒ころ軸受にも適用可能である。また、ピンタイプ保持器11を備えていない通常のころ軸受にも適用可能である。この場合、検出対象ころに軸方向に貫通する孔を設け、この孔に歪ゲージ32やデータロガー36を取り付ければよい。

【0040】

上記実施形態では、検出対象ころ14Aに2個の歪ゲージ32を設けているが、1又は3個以上の歪ゲージ32を設けてもよい。

10

また、上記実施形態では、歪ゲージ32の検出信号により、公転方向についての円すいころ14の荷重分布を求めているが、軸方向に複数の歪ゲージ32の出力から、円すいころ14の線圧分布を求めたり、各歪ゲージ32の出力の位相ズレから円すいころ14のスキュー角を求めたりしてもよい。

【0041】

上記実施形態では、データロガー36は、コンピュータ50に有線で接続されているが、無線で接続することもできる。この場合、無線による減衰やノイズの影響が問題となるが、データロガー36に蓄積される検出信号はデジタルデータに変換され、また、運転を停止している間にデータの読み出しを行うことができるので、ノイズの影響を少なくすることができる。

20

【0042】

また、データロガー36は、フラッシュメモリ等の可搬型の記憶媒体にデータを読み出すものであってもよく、この場合、コンピュータ50とデータロガー36とを直接的に接続なくてもよいので、配線の施工を省略したり、コンピュータ50の設置の自由度を高めたりすることができる。

【0043】

上記実施形態では、位置検出センサ33の投光器48が、円すいころ14の公転軌跡上の一点に向けて投光していたが、公転軌跡上の複数点(例えば、公転角度が0°と180°の点)に投光してもよい。

【0044】

また、上記実施形態では、位置検出センサ33が投光器48と受光器49とから構成されているが、投受光器と反射板とから構成されていてもよい。この場合、検出対象ころ14Aに反射板を設け、投受光器から投光し、反射板によって反射された光を投受光器によって受光することで、検出対象ころ14Aの公転方向の位置を検出してもよい。

30

【0045】

また、位置検出センサ33としては、エンコーダやレゾルバ等の他のセンサを用いることも可能である。しかしながら、上記実施形態のように、投光器48と受光器49とからなる位置検出センサ33を用いることによって、非常に簡単な構成で安価に位置検出センサ33を設けることができる。

【0046】

データロガー36は、取付治具38を介して検出対象ころ14Aの反対側の端面に設けられていてもよく、位置検出センサ33の受光器49は、検出対象ころ14Aの端面や保持器11に取り付けられていてもよい。

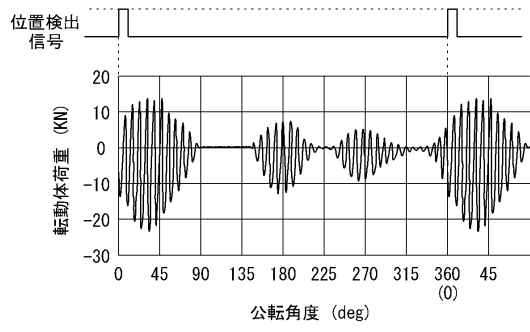
40

【符号の説明】

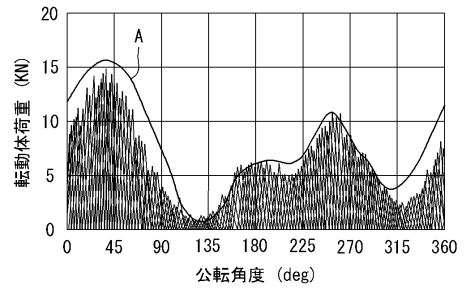
【0047】

10：円すいころ軸受、12：外輪、13：内輪、14：円すいころ、32：荷重検出センサ、33：位置検出センサ、38：取付治具、48：投光器、49：受光器

【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-249014(JP,A)
特表2009-503484(JP,A)
特開2002-054914(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 41/00 - 41/04
F16C 19/00 - 19/56、33/30 - 33/66
G01L 5/00 - 5/28