

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7224743号
(P7224743)

(45)発行日 令和5年2月20日(2023.2.20)

(24)登録日 令和5年2月10日(2023.2.10)

(51)国際特許分類	F I	
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 19/16 (2006.01)	F 1 6 C 19/16	
F 1 6 H 1/32 (2006.01)	F 1 6 H 1/32	B
G 0 1 L 3/10 (2006.01)	G 0 1 L 3/10	3 1 1
請求項の数 1 (全8頁)		

(21)出願番号	特願2021-535141(P2021-535141)	(73)特許権者	390040051 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ 東京都品川区南大井6丁目2番3号
(86)(22)出願日	令和2年4月27日(2020.4.27)	(74)代理人	100090170 弁理士 横沢 志郎
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/018040	(72)発明者	加藤 雄貴 長野県安曇野市穂高牧1856-1 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ 穂高工場内
(87)国際公開番号	WO2021/220375	(72)発明者	オルソン ダグラス アメリカ合衆国, マサチューセッツ州, 01915, ビバリー, ダナムリッジ42, ハーモニック・ドライブ・エルエルシー内
(87)国際公開日	令和3年11月4日(2021.11.4)		
審査請求日	令和3年6月17日(2021.6.17)		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軸受装置および波動歯車装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

剛性の内歯歯車(31)と、
可撓性の外歯歯車(32)と、
前記外歯歯車(32)を非円形に撓めて前記内歯歯車(31)に対して部分的にかみ合わせる波動発生器(33)と、
前記内歯歯車(31)および前記外歯歯車(32)を相対回転自在に支持している軸受装置(41)と、
を備えており、
前記外歯歯車(32)は、円筒状胴部(32a)と、この一端から半径方向の外方に広がるダイヤフラム(32b)と、当該ダイヤフラム(32b)の外周縁に一体形成した剛体である円環状のボス(32c)とを備えており、前記円筒状胴部(32a)の外周面には外歯(32d)が形成されており、
前記波動発生器(33)は回転入力部材であり、前記外歯歯車(32)は固定側部材であり、前記内歯歯車(31)は回転側部材であり、
前記軸受装置(41)は、軸受(42)および起歪体(46)を備えており、
前記軸受(42)は、外輪(43)、内輪(44)および、これらの間に転動自在の状態で挿入された複数個の転動体(45)を備えており、
前記外輪(43)は、固定側部材である前記外歯歯車(32)の前記ボス(32c)に同軸に固定されており、

前記起歪体（４６）は、
第１円環部（４７）と、
前記第１円環部（４７）の内側に同心状に配置された第２円環部（４８）と、
前記第１円環部（４７）の円形内周面と前記第２円環部（４８）の円形外周面との間を
連結している起歪部としての複数本のリブ（４９）と、
を備えており、

前記第１円環部（４７）には、前記内歯歯車（３１）および前記内輪（４４）が一体形
成されており、

前記第１円環部（４７）の前記円形外周面には、前記内輪（４４）の軌道溝（４４ａ）
が形成されており、

前記第１円環部（４７）の前記円形内周面において、中心軸線（３０ａ）の方向におけ
る一方の端の側の部位には前記リブ（４９）が繋がっており、他方の端の側の部位には、
前記内歯歯車（３１）の内歯（３１ｄ）が形成されており、
前記内歯（３１ｄ）には、内側から、前記円筒状胴部（３２ａ）に形成した前記外歯（３
２ｄ）が対峙しており、

前記外歯（３２ｄ）が形成されている前記円筒状胴部（３２ａ）の部位が波動発生器（３
３）によって非円形に撓められて、前記外歯（３２ｄ）が前記内歯（３１ｄ）に部分的に
かみ合っており、

前記第２円環部（４８）の円環状端面（４８ｂ）は、負荷側部材が同軸に固定される負
荷取付け面となっていることを特徴とする波動歯車装置（３０）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、トルク検出用の起歪体を備えた軸受装置および当該軸受装置が組み込まれた
波動歯車装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

起歪体を備えたトルク検出器においては、所定の弾性特性を備えた起歪体を、例えば、
回転軸と負荷側部材との間に架け渡し、起歪体に生じる歪を歪ゲージ等の検出素子によっ
て測定し、負荷側部材から回転軸に加わるトルクを検出している。このようなトルク検出
器は公知であり、特許文献１（特開２００９－２８８１９８号公報）、特許文献２（特開
２０１８－１３２１５４号公報）に記載されている。

【０００３】

特許文献２に記載のトルクセンサは、電動機付き減速機に組み込まれている。減速機に
は波動歯車が用いられており、内歯歯車と外歯歯車とが、クロスローラベアリングによっ
て、相対回転可能に支持されている。トルクセンサの起歪体は、固定側部材である内歯歯
車と装置ハウジングとの間に取り付けられている。内歯歯車に加わるトルクによる内歯歯
車の円周方向への変位によって起歪体に歪を発生させ、この歪を歪ゲージによって検出し
ている。内歯歯車に取り付けた円環状の固定部材と、装置ハウジングとの間に起歪体が挟
み込まれ、この状態で、内歯歯車、固定部材、起歪体および装置ハウジングが、締結用の
ボルトによって締結固定されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２００９－２８８１９８号公報
特開２０１８－１３２１５４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

従来において、起歪体構造のトルク検出器を、モータ、減速機、回転アクチュエータ等

10

20

30

40

50

の回転型駆動装置に組み付けるためには、起歪体を取り付ける取付部分を装置ハウジング、歯車等の回転部材に加工する必要がある、また、取付け用の追加部品、ボルト・ネジ等の締結金具が必要である。装置の軽量化、コンパクト化および部品点数の削減を図るためには、起歪体構造のトルク検出部を取り付けるためのスペースが少なく済み、取付け用の追加部品を削減できることが望ましい。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、モータ、減速機、回転アクチュエータ等の回転型駆動装置に組み込まれる軸受に着目し、トルク検出器の起歪体が、設置スペースが少なく、コンパクトな形態で組み付けられた軌道輪を備えた軸受装置を提供することにある。また、本発明の目的は、この軸受装置が組み込まれた波動歯車装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記の目的を達成するために、本発明の軸受装置は、

外輪、内輪、および前記外輪と前記内輪の間に形成される軌道に転動可能に挿入された複数個の転動体を備えた軸受と、

第 1 円環部、前記第 1 円環部に対して同軸に配置された第 2 円環部、および前記第 1 円環部と前記第 2 円環部との間を連結している起歪部を備えた起歪体と、
を有しており、

前記内輪および前記外輪のうちの一方は、前記起歪体の前記第 1 円環部に一体形成され、または、当該第 1 円環部に同軸に固定されていることを特徴としている。

20

【 0 0 0 8 】

モータ、減速機、回転アクチュエータ等の回転型駆動装置において、その回転軸を回転自在の状態で支持するための軸受として、本発明の軸受装置を組み付ける。回転軸を支持する軸受装置における一方の軌道輪がトルク検出用の起歪体と一体化され、あるいは当該起歪体に固定されている。装置内において、トルク検出用の起歪体を組み込むためのスペースを別途、確保する必要がない。また、起歪体を組み付けるための取付け用部品、締結金具も不要である。よって、起歪体を備えたトルク検出部を、設置スペースが少なく、コンパクトな形態で、装置に組み付けることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

30

【図 1】本発明を適用した軸受装置を示す斜視図および斜視断面図である。

【図 2】図 1 の軸受装置の改変例を示す斜視図および斜視断面図である。

【図 3】本発明を適用した軸受装置の更に別の例を示す斜視断面図である。

【図 4】本発明を適用した軸受装置が組み込まれた波動歯車装置の一例を示す断面図および斜視断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下に、図面を参照して、本発明を適用した軸受装置および波動歯車装置の実施の形態を説明する。なお、本発明は実施の形態の構造に限定されるものではない。

【 0 0 1 1 】

40

図 1 (a) は本発明を適用した軸受装置の一例を示す斜視図であり、図 1 (b) はその斜視断面図である。軸受装置 1 は、モータ、減速機、回転アクチュエータ等の回転型駆動装置 (図示せず) において、例えば、回転軸 (図示せず) と装置ハウジング (図示せず) との間に装着され、回転軸を回転自在の状態で支持する。回転軸の出力回転によって負荷側部材 (図示せず) が回転駆動される。

【 0 0 1 2 】

軸受装置 1 は、クロスローラベアリング 2 と、トルク検出用の起歪体 6 とを備えている。クロスローラベアリング 2 は、外輪 3、内輪 4 および、これらの間に転動自在の状態で挿入された複数個の円筒コロ 5 を備えている。例えば、回転型駆動装置において、外輪 3 は固定側部材である装置ハウジングに固定され、クロスローラベアリング 2 の内輪 4 は回

50

転軸に同軸に固定される。外輪 3 の内周面に形成した V 形状の軌道溝 3 a と内輪 4 の外周面に形成した V 形状の軌道溝 4 a とによって矩形断面の円環状の軌道が形成され、ここに、円筒コロ 5 が転動自在の状態に挿入されている。

【 0 0 1 3 】

本例では、内輪 4 とトルク検出用の起歪体 6 とが一体形成されている。換言すると、これらが単一部品として製作されている。起歪体 6 は、第 1 円環部 7 と、第 1 円環部 7 の内側に同心状に配置された第 2 円環部 8 と、第 1 円環部 7 の円形内周面 4 b と第 2 円環部 8 の円形外周面 8 a との間を連結している起歪部としての複数本のリブ 9 とを備えている。第 1 円環部 7 の円形外周面には軌道溝 4 a が形成されており、第 1 円環部 7 は内輪 4 として機能する。リブ 9 は、円周方向に沿って等角度間隔に形成されている。第 2 円環部 8 の円環状端面 8 b は、負荷側部材が同軸に固定される負荷取付け面となっており、ここには、負荷側部材を締結するための複数個のボルト穴 8 c が形成されている。

10

【 0 0 1 4 】

回転型駆動装置の回転軸に取り付ける内輪 4 として機能する第 1 円環部 7、および負荷側部材に取り付ける第 2 円環部 8 は、それぞれ剛体である。これに対して、リブ 9 は、予め設定した弾性特性を備えている。負荷側部材から回転軸に作用するトルクは起歪体 6 を介して伝達される。リブ 9 の弾性特性を適切に設定しておくことで、伝達トルクの大きさに応じた変形がリブ 9 に生じる。リブ 9 の表面には、歪ゲージ 10 等の歪検出素子が貼り付けられる。歪ゲージ 10 から出力される検出信号に基づきトルクが検出される。

【 0 0 1 5 】

20

従来において、モータ、減速機、回転アクチュエータ等の回転型駆動装置にトルク検出用の起歪体を組み込む場合には、回転軸等の部材の周囲に、起歪体を取り付けるためのスペースを確保し、また、取付け用の追加部品、ボルト・ネジ等の締結金具が必要である。本例の軸受装置 1 を用いれば、起歪体 6 を取り付けるためのスペースを別途、確保する必要がなく、また、追加部品、締結金具も不要である。よって、装置の小型、コンパクト、軽量化に有利である。

【 0 0 1 6 】

さらに、起歪体 6 と内輪 4 とが一体化されているので、起歪体 6 の組付け精度が低下する等の弊害も生じない。また、材料の違いによって生じる部品間の熱的な歪も発生しない。よって、トルク検出精度の向上が期待される。

30

【 0 0 1 7 】

ここで、上記の軸受装置 1 では、起歪体 6 と内輪 4 とを単一部材として製作している。起歪体 6 と内輪 4 とを別部材として製作し、起歪体 6 の第 1 円環部 7 に、内輪 4 が締結固定された構造とすることもできる。この場合の軸受装置 1 A を図 2 に示す。

【 0 0 1 8 】

図 2 (a) は軸受装置 1 A の斜視図であり、図 2 (b) はその斜視断面図である。軸受装置 1 A の基本構成は上記の軸受装置 1 と同一であるので、対応する部位には同一の符号を使用し、それらの説明を省略する。本例の軸受装置 1 A では、内輪 4 の円環状端面 4 c の内周側の部分に、予め、起歪体取付け部 4 d が形成されている。起歪体取付け部 4 d は、一定深さの円環状の段部と、段部の底を規定する端面において円周方向に沿って等角度間隔で形成した複数個のボルト穴とを備えている。内輪 4 の起歪体取付け部 4 d に、起歪体 6 の外周側の第 1 円環部 7 が同軸に装着され、締結ボルト 6 a によって締結固定されている。

40

【 0 0 1 9 】

図 3 は本発明を適用した軸受装置の別の例を示す斜視断面図である。軸受装置 1 1 においては、外輪と起歪体とが単一部品として製作されている。軸受装置 1 1 は、モータ、減速機、回転アクチュエータ等の回転型駆動装置 (図示せず) において、その回転側部材 (図示せず) と固定側部材 (図示せず) との間に装着され、回転側部材を回転自在の状態に支持する。回転側部材の出力回転によって、負荷側部材 (図示せず) が回転駆動される。

【 0 0 2 0 】

50

軸受装置 11 は、ボールベアリング 12 と、トルク検出用の起歪体 16 とを備えている。ボールベアリング 12 の内輪 14 は固定側部材（図示せず）に固定される。ボールベアリング 12 の外輪 13 には負荷側部材（図示せず）が同軸に固定される。外輪 13 の内周面に形成した軌道溝 13a と内輪 14 の外周面に形成した軌道溝 14a とによって円環状の軌道が形成され、ここには、ボール 15 が転動自在の状態に挿入されている。

【0021】

本例では、外輪 13 と起歪体 16 とが一体形成されている。換言すると、これらが単一部品として製作されている。起歪体 16 は、外輪 13 として機能する第 1 円環部 17 と、第 1 円環部 17 の外側に同心状に配置された第 2 円環部 18 と、第 1 円環部 17 の円形外周面 13b（17b）と第 2 円環部 18 の円形内周面 18a との間を連結している起歪部としての複数本のリブ 19 とを備えている。第 1 円環部 17 の円形内周面 13a（17a）には軌道溝 13a が形成されている。リブ 19 は、円周方向に沿って等角度間隔に形成されている。第 1 円環部 17（外輪 13）の円環状端面 13c（17c）には負荷側部材が取り付けられる。第 2 円環部 18 の円環状端面 18b は回転側部材が同軸に固定される。

10

【0022】

負荷側部材に取り付ける第 1 円環部 17（外輪 13）、および回転側部材に取り付ける第 2 円環部 18 は、それぞれ剛体である。リブ 19 は、予め設定した弾性特性を備えている。負荷側部材から回転側部材に作用するトルクは起歪体 16 を介して伝達される。リブ 19 の弾性特性を適切に設定しておくことで、伝達トルクの大きさに応じた歪がリブ 19 に生じる。リブ 19 の表面には、歪ゲージ等の歪検出素子（図示せず）が貼り付けられる。歪ゲージから出力される検出信号に基づきトルクが検出される。

20

【0023】

図 4（a）は本発明を適用した軸受装置が組み込まれた波動歯車装置の一例を示す断面図であり、図 4（b）はその斜視断面図である。

【0024】

波動歯車装置 30 は、円環形状をした剛性の内歯歯車 31 と、シルクハット形状をした可撓性の外歯歯車 32 と、外歯歯車 32 を非円形に撓めて内歯歯車 31 に対して部分的にかみ合わせる波動発生器 33 と、内歯歯車 31 と外歯歯車 32 とを相対回転自在に支持している軸受装置 41 とを備えている。例えば、波動発生器 33 は回転入力部材であり、モータ等の回転軸 34 から回転が入力される。外歯歯車 32 が固定側部材であり、内歯歯車 31 が回転側部材である。内歯歯車 31 からの出力回転によって、負荷側部材 35 が回転駆動される。なお、図 4（b）においては波動発生器 33 を省略してある。

30

【0025】

外歯歯車 32 は、円筒状胴部 32a と、この一端から半径方向の外方に広がるダイヤフラム 32b と、ダイヤフラム 32b の外周縁に一体形成した剛体である円環状のボス 32c とを備えている。円筒状胴部 32a の外周面には外歯 32d が形成されている。外歯 32d が形成されている部位が波動発生器 33 によって非円形、例えば楕円状に撓められて、内歯歯車 31 の内歯 31d に部分的にかみ合っている。

【0026】

軸受装置 41 は、クロスローラベアリング 42 と起歪体 46 とを備えている。クロスローラベアリング 42 は、外輪 43、内輪 44 および、これらの間に転動自在の状態に挿入された複数個の円筒コロ 45 を備えている。外輪 43 は、固定側部材である外歯歯車 32 の円環状のボス 32c に同軸に固定される。外輪 43 の内周面に形成した V 形状の軌道溝 43a と内輪 44 の外周面に形成した V 形状の軌道溝 44a とによって矩形断面の円環状軌道が形成され、ここには、円筒コロ 45 が転動自在の状態に挿入されている。

40

【0027】

起歪体 46 は、第 1 円環部 47 と、第 1 円環部 47 の内側に同心状に配置された第 2 円環部 48 と、第 1 円環部 47 の円形内周面と第 2 円環部 48 の円形外周面との間を連結している起歪部としての複数本のリブ 49 とを備えている。リブ 49 は、円周方向に沿って等角度間隔に形成されている。第 2 円環部 48 の円環状端面 48b は負荷側部材 35 が同

50

軸に固定される負荷取付け面となっており、負荷側部材締結用のボルト穴が形成されている。

【 0 0 2 8 】

ここで、内歯歯車 3 1 と、内輪 4 4 と、起歪体 4 6 の第 1 円環部 4 7 とが、一体形成されている。換言すると、これら 3 部材が単一部品として製作されている。すなわち、起歪体 4 6 の第 1 円環部 4 7 の円形外周面には内輪 4 4 の軌道溝 4 4 a が形成されており、第 1 円環部 4 7 の円形内周面において、中心軸線 3 0 a の方向における一方の端の側の部位はリブ 4 9 が繋がっており、他方の端の側の部位には、内歯 3 1 d が形成されている。

【 0 0 2 9 】

回転側部材である内歯歯車 3 1 および内輪 4 4 として機能する第 1 円環部 4 7、および負荷側部材に取り付ける第 2 円環部 4 8 は、それぞれ剛体である。これに対して、リブ 4 9 は、予め設定した弾性特性を備えている。負荷側部材から内歯歯車 3 1 に作用するトルクは起歪体 4 6 を介して伝達される。リブ 4 9 の弾性特性を適切に設定しておくことで、伝達トルクの大きさに応じた歪がリブ 4 9 に生じる。リブ 4 9 の表面には、歪ゲージ 5 0 等の歪検出素子が貼り付けられる。歪ゲージ 5 0 から出力される検出信号に基づきトルクが検出される。

10

【 0 0 3 0 】

このように、本例の波動歯車装置 3 0 においては、起歪体 4 6 の内周側の部位である第 1 円環部 4 7 は、円形外周面に V 形の軌道溝 4 4 a が形成された内輪 4 4 であると共に、円形内周面に内歯 3 1 d が形成された内歯歯車 3 1 でもある。起歪体 4 6 と内輪 4 4 と内歯歯車 3 1 の 3 部材が、単一部品として製作されている。

20

【 0 0 3 1 】

したがって、本例の軸受装置 4 1 を用いれば、起歪体 4 6 を取り付けるためのスペースを別途、確保する必要がない。また、起歪体 4 6、内輪 4 4、および内歯歯車 3 1 が一体化されているので、起歪体 4 6 を組み込むための追加部品、締結金具も不要になる。よって、装置の小型、コンパクト、軽量化に有利である。

【 0 0 3 2 】

さらに、起歪体 4 6、内輪 4 4、および内歯歯車 3 1 が単一部品として製作されているので、3 部品を組み付ける場合に生じる組付け精度の低下等の弊害を回避できる。また、材料の違いによって生じる部品間の熱的な歪もなくなる。よって、トルク検出精度の向上を期待できる。

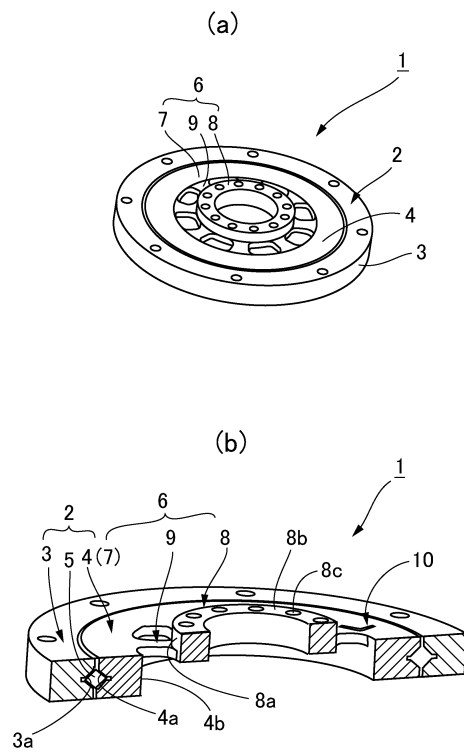
30

40

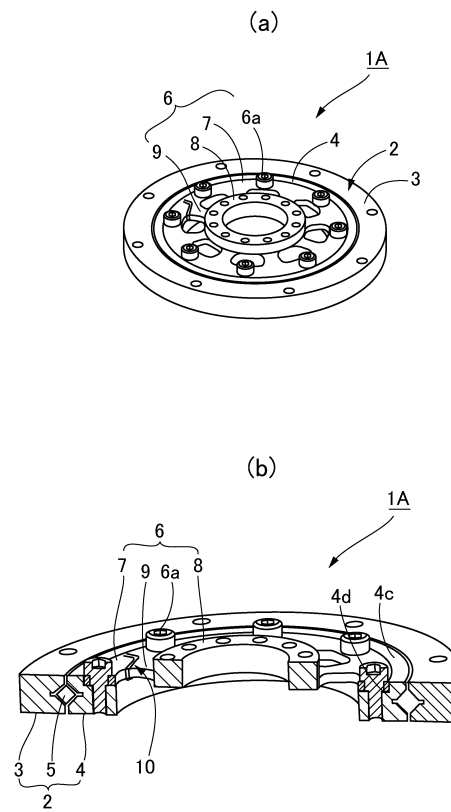
50

【図面】

【図 1】



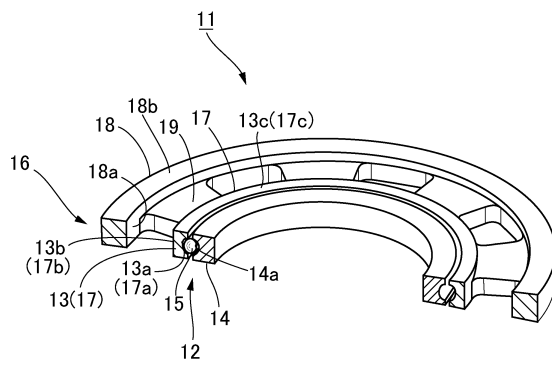
【図 2】



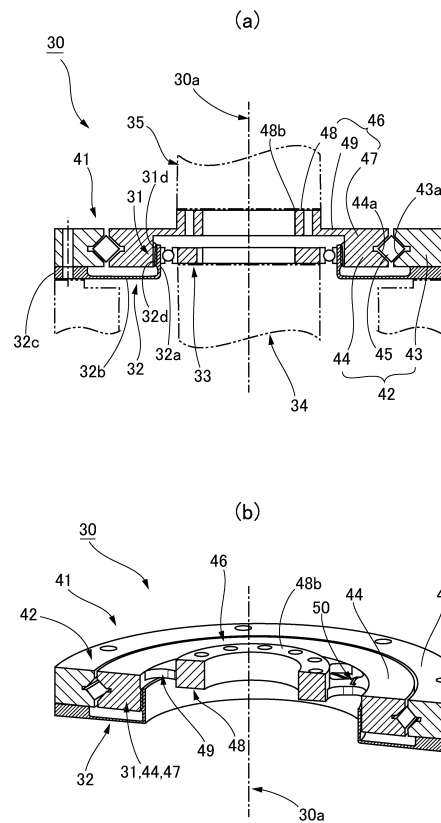
10

20

【図 3】



【図 4】



30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 コイン ブライアン

アメリカ合衆国，マサチューセッツ州，０１９１５，ビバリー，ダナムリッジ４２，ハーモニック
・ドライブ・エルエルシー内

審査官 日下部 由泰

(56)参考文献 国際公開第２０１８／１５１２１０（ＷＯ，Ａ１）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)

 Ｆ１６Ｃ ４１／００

 Ｆ１６Ｈ １／３２

 Ｇ０１Ｌ ３／１０