(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6264394号
(P6264394)

(45)発行日　平成30年1月24日(2018.1.24)　(24)登録日　平成30年1月5日(2018.1.5)

(51)Int.Cl.		F I		
F16C 41/00	(2006.01)	F16C	41/00	
F16C 19/06	(2006.01)	F16C	19/06	
F16C 33/41	(2006.01)	F16C	33/41	
F16C 33/78	(2006.01)	F16C	33/78	Z

請求項の数 2　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2016-74110(P2016-74110)
(22)出願日　平成28年4月1日(2016.4.1)
(65)公開番号　特開2017-187062(P2017-187062A)
(43)公開日　平成29年10月12日(2017.10.12)
審査請求日　平成29年9月22日(2017.9.22)

早期審査対象出願

(73)特許権者　000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎１丁目６番３号
(74)代理人　100066980
弁理士　森　哲也
(74)代理人　100108914
弁理士　鈴木　壯兵衛
(74)代理人　100103850
弁理士　田中　秀▲てつ▼
(74)代理人　100105854
弁理士　廣瀬　一
(72)発明者　小林　英樹
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】ワイヤレスセンサ付き軸受

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
外周面に内輪軌道面を有する内輪と、
前記内輪軌道面と対向配置される外輪軌道面を内周面に有する外輪と、
前記内輪軌道面と前記外輪軌道面とで形成される軌道に配置された転動体と、
環状体からなる保持器であって、前記転動体を回転自在に保持するポケットを有し、前記ポケットは前記環状体の周面を貫通し、前記ポケットは前記環状体の周方向に複数個形成され、隣り合う前記ポケット間の部分に、軸方向に伸びる貫通穴が形成された保持器と、
複数の磁石であって、前記保持器の前記貫通穴に、前記環状体の周方向で各磁石のＮ極とＳ極が隣り合うように固定された磁石と、
前記内輪と前記外輪との間を軸方向一端部で密封する第一シールであって、前記保持器に対して相対回転する第一シールと、
前記第一シールの前記磁石との対向面に固定されたコイルと、
前記内輪と前記外輪との間を軸方向他端部で密封する第二シールと、
前記内輪、前記外輪、および前記第一シールのいずれかに設置されたセンサと、
前記第一シールに形成された回路部であって、前記磁石と前記コイルとの相対回転による電磁誘導で前記コイルに生じた電流を電源供給部へ供給する電源回路と、前記センサで検出された検出情報から検出値を演算する演算回路と、演算結果を示す無線信号を作成する無線回路と、を有する回路部と、

前記回路部を前記磁石から磁気的に遮蔽する磁気シールドと、
前記無線信号を送信するアンテナであって、前記第一シールに固定されたアンテナと、
を有するワイヤレスセンサ付き軸受。
【請求項２】
前記保持器は、前記ポケットの前記環状体の軸方向一端面が開放されている冠型保持器である請求項１記載のワイヤレスセンサ付き軸受。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、発電機構を有するワイヤレスセンサ付き軸受に関する。
【背景技術】
【０００２】
ワイヤレスセンサ付き軸受の従来例として、軸受内部に設けた磁石とコイルとの相対回転による磁束密度変化でコイルに誘導電流を生じさせる電磁誘導を、発電機構として有するものがある（例えば、特許文献１～３を参照）。
電磁誘導を発電機構として有するワイヤレスセンサ付き軸受は、電磁誘導でコイルに生じた電流を電源供給部へ供給する回路と、センサで検出された検出情報を無線信号に変換する回路を有する。特許文献１～３には、これらの回路に対する電磁誘導に起因したノイズ低減対策についての記載がない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００６－１７０６２４号公報
【特許文献２】特開２００６－９０５０１号公報
【特許文献３】特開２００３－９７５８２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
この発明の課題は、電磁誘導で発電するワイヤレスセンサ付き軸受として、電磁誘導に起因した回路部へのノイズ発生が抑制されたものを提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
上記課題を解決するために、この発明の第一態様であるワイヤレスセンサ付き軸受は、下記の構成(1) ～(3) を有する。
(1) 相対回転する二つの軸受構成部品の一方に固定されたコイルと、前記二つの軸受構成部品の他方に固定された磁石であって、前記コイルとの対向面を有する磁石と、軸受構成部品に固定されたセンサと、を有する。
(2) 前記磁石と前記コイルとの相対回転による電磁誘導で前記コイルに生じた電流を電源供給部へ供給する電源回路と、前記センサで検出された検出情報から検出値を演算する演算回路と、演算結果を示す無線信号を作成する無線回路と、を備えた回路部を有する。
(3) 前記回路部を前記磁石から磁気的に遮蔽する磁気シールドと、前記無線信号を送信するアンテナを有する。
【０００６】
この発明の第二態様であるワイヤレスセンサ付き軸受は、下記の構成(11)～(17)を有する。
(11)外周面に内輪軌道面を有する内輪と、前記内輪軌道面と対向配置される外輪軌道面を内周面に有する外輪と、前記内輪軌道面と前記外輪軌道面とで形成される軌道に配置された転動体と、を有する。
(12)環状体からなる保持器であって、前記転動体を回転自在に保持するポケットを有し、前記ポケットは前記環状体の周面を貫通し、前記ポケットは前記環状体の周方向に複数個

形成された保持器を有する。隣り合う前記ポケット間の部分に、軸方向に伸びる貫通穴が形成されている。
(13)複数の磁石であって、前記保持器の前記貫通穴に、前記環状体の周方向で各磁石のＮ極とＳ極が隣り合うように固定された磁石を有する。
(14)前記内輪と前記外輪との間を軸方向一端部で密封する第一シールであって、前記保持器に対して相対回転する第一シールと、前記第一シールの前記磁石との対向面に固定されたコイルと、前記内輪と前記外輪との間を軸方向他端部で密封する第二シールと、を有する。
(15)前記内輪、前記外輪、および前記第一シールのいずれかに設置されたセンサを有する。
(16)前記第一シールに形成された回路部であって、前記磁石と前記コイルとの相対回転による電磁誘導で前記コイルに生じた電流を電源供給部へ供給する電源回路と、前記センサで検出された検出情報から検出値を演算する演算回路と、演算結果を示す無線信号を作成する無線回路と、を備えた回路部を有する。
(17)前記回路部を前記磁石から磁気的に遮蔽する磁気シールドと、前記無線信号を送信するアンテナであって、前記第一シールに固定されたアンテナと、を有する。
【発明の効果】
【０００７】
この発明は、電磁誘導で発電するワイヤレスセンサ付き軸受であって、電磁誘導に起因した回路部へのノイズ発生が、磁気シールドにより抑制されている。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受を示す断面図であって、図３（ｂ）のＡ－Ａ断面に対応する図である。
【図２】実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受を構成する磁石、保持器、およびヨークを示す斜視図である。
【図３】実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受から第一シールを外した状態を示す斜視図（ａ）と、第一シールの芯金を示す斜視図（ｂ）である。
【図４】実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受を示す断面図であって、図３（ｂ）のＢ－Ｂ断面に対応する図である。
【図５】実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受が有する回路構成を示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、この発明の実施形態について説明するが、この発明は以下に示す実施形態に限定されない。以下に示す実施形態では、この発明を実施するために技術的に好ましい限定がなされているが、この限定はこの発明の必須要件ではない。
【００１０】
図１に示すように、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０は、内輪（軸受構成部品）１、 外輪（軸受構成部品）２、ボール（転動体）３と、保持器（軸受構成部品）４と、八個（複数個、偶数個）の磁石５と、ヨーク６と、第一シール（軸受構成部品）７と、第二シール７Ａを有する。
内輪１の外周面には、軸方向中央部に内輪軌道面１１が形成され、軸方向両端部にシール配置用の周溝１２が形成されている。外輪２の内周面には、軸方向中央部に外輪軌道面２１が形成され、軸方向両端部にシール取付溝２２が形成されている。内輪軌道面１１と外輪軌道面２１が対向配置され、内輪軌道面１１と外輪軌道面２１とで形成される軌道に、ボール３が配置されている。
【００１１】
図２に示すように、保持器４は環状体からなり、ボール３を回転自在に保持するポケット４１を有する。ポケット４１は保持器４の周面を貫通する。ポケット４１の保持器４の軸方向一端面４０が開放されている。つまり、保持器４は冠型保持器である。ポケット４

１は保持器４の周方向に八個（複数個）形成されている。保持器４の隣り合うポケット４１間の部分（柱部）４２に、軸方向に伸びる貫通穴４３が形成されている。

貫通穴４３の内面は、保持器４の外周側の大径面４３ａと、内周側の小径面４３ｂと、保持器４の径方向に沿う一対の対向面４３ｃ，４３ｄとからなる。貫通穴４３は全ての柱部４２に一つずつ形成されている。保持器４の軸方向他端面に、軸方向に凹む円環状の凹部４４が形成されている。

【００１２】

磁石５は、ネオジム磁石であり、全ての貫通穴４３に一つずつ、保持器４の軸方向に沿ってＮ極とＳ極が並び、保持器４の周方向で各磁石のＮ極とＳ極が隣り合うように配置されている。磁石５の形状は保持器４の貫通穴４３の内面に対応する形状である。磁石５は、貫通穴４３の大径面４３ａに対応する外面５１と、貫通穴４３の小径面４３ｂに対応する内面５２と、貫通穴４３の一対の対向面４３ｃ，４３ｄに対応する外面５３，５４と、保持器４の軸方向一端面４０側の軸方向一端面５５と、その反対側の面である軸方向他端面５６を有する。

【００１３】

磁石５の軸方向一端面５５と軸方向他端面５６との距離（軸方向に沿った寸法）は、保持器４の軸方向寸法より大きい。そのため、図１および図３（ａ）に示すように、貫通穴４３に配置された磁石５は保持器４の軸方向一端面４０から突出している。

図２に示すように、ヨーク６は円環状の金属板であって、保持器４の凹部４４に嵌合する寸法を有する。図１に示すように、ヨーク６は凹部４４に嵌合されて、貫通穴４３に配置された磁石５の軸方向他端面５６に接触している。ヨーク６は電磁鋼等の比透磁率の高い材料で形成されている。

【００１４】

磁石５およびヨーク６の劣化を防ぐために、磁石５およびヨーク６の表面をフッ素ゴム被膜またはパリレン（ポリパラキシレンの通称）の蒸着膜で覆うことが好ましい。保持器４は６，６－ナイロン等の非磁性材料で形成されている。保持器４を射出成形で作製する際に、磁石５とヨーク６を金型に配置して一体成形することが好ましい。射出成形された保持器４の貫通穴４３に磁石５を入れて接着し、凹部４４にヨーク６を嵌めて接着してもよい。

第一シール７は、図１に示すように、芯金７１とゴム製のシール部７２とからなる。図１および図３（ｂ）に示すように、第一シール７の芯金７１の内側面（磁石５との対向面）７１ａに、複数個のコイル８と一つの回路基板９が固定されている。芯金７１は電磁鋼等の比透磁率の高い材料で形成されている。芯金７１の内側面７１ａに絶縁膜が形成されている。

【００１５】

コイル８の芯金８１は電磁鋼等の比透磁率の高い材料で形成されている。コイル８と磁石５の相対回転で生じる電磁誘導による発電量を向上させるために、コイル８は、薄膜コイルが積層されたものを使用してもよいし、直径が０．０１ｍｍ以下の金属線が巻かれたものを使用してもよい。

第一シール７は、図１に示すように、シール部７２の内周部を内輪１の周溝１２に配置し、シール部７２の外周部を外輪２のシール取付溝２２に弾性変形状態で嵌め入れることで、内輪１と外輪２との間に設置されている。つまり、第一シール７は外輪２に固定されている。

【００１６】

第二シール７Ａは、 図１に示すように、芯金７１Ａとゴム製のシール部７２とからなる通常のシールである。第二シール７Ａは、シール部７２の内周部を内輪１の周溝１２に配置し、シール部７２の外周部を外輪２のシール取付溝２２に弾性変形状態で嵌め入れることで、内輪１と外輪２との間に設置されている。つまり、第二シール７Ａは外輪２に固定されている。

回路基板（回路部）９は、図３（ｂ）および図５に示すように、電源回路９１と制御回

路９２と無線回路９３とアンテナ９４を有する。制御回路９２上に、加速度センサ、温度センサ、回転センサ、および荷重センサの少なくともいずれかのセンサ９２ａが設けてある。電源回路９１は、電磁誘導でコイル８に生じた電流を、整流、平滑化して、電源供給部（センサ９２ａ、制御回路９２、無線回路９３）へ供給するとともに、蓄電する。そのために、電源回路９１は、整流回路、平滑回路、蓄電回路、蓄電用二次電池、および定電圧出力回路を備えている。

【００１７】

制御回路（演算回路）９２は、センサ９２ａで検出された情報Ｓ１を演算し、演算結果を示す信号Ｓ２と演算結果の送信周期を示す制御信号Ｓ３を、無線回路９３に出力する。無線回路９３は、制御回路９２からの演算結果を示す信号Ｓ２を、制御信号Ｓ３に従った送信周期で無線信号に変換して、アンテナ９４に出力する。アンテナ９４は、演算結果（センサ９２ａで検出された情報）を示す無線信号を、所定周期で外部に設けた受信端末に無線送信する。

図３（ｂ）および図４に示すように、回路基板９のアンテナ９４を除いた範囲が、磁気シールド９５で覆われている。磁気シールド９５は、透磁率が高い金属（例えば、鉄、パーマロイ、珪素鋼）または透磁率が高い金属からなる粒子を含有する合成樹脂で形成された部品であり、図４に示すように、底板９５ａと外周壁９５ｂと内周壁９５ｃとが一体化された形状を有する。磁気シールド９５の底板９５ａと磁石５の軸方向一端面５５が対向している。

【００１８】

底板９５ａの平面形状は、図３（ｂ）に示すように、第一シール７の芯金７１と同心で芯金７１の内周より少し大きい直径の円弧と、芯金７１と同心で芯金７１の外周より少し小さい円弧と、これらの円弧を接続する芯金７１の径方向に沿った二つの直線と、からなる形状である。

回路基板９の突出部品が磁気シールド９５の内部（底板９５ａと外周壁９５ｂと内周壁９５ｃで囲まれた空間）に配置されている。磁気シールド９５は、回路基板９に対して、ねじ止め、ハンダ結合、接着、嵌合のいずれかの方法で固定されている。

【００１９】

上述のように、第一シール７の芯金７１の内側面７１ａに、複数個のコイル８と一つの回路基板９が固定され、回路基板９のアンテナ９４以外の部分は磁気シールド９５で覆われているが、さらにその上を保護カバーで覆うことが好ましい。これにより、コイル８、アンテナ９４、および磁気シールド９５が、軸受内部に充填されたグリースや使用時に生じる摩耗粉で汚染されることが防止できる。

この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０は、外輪２をハウジングに固定し、内輪１に軸を嵌合して使用される。この状態で軸を回転させた場合、内輪１が保持器４とともに回転し、外輪２に固定された第一シール７は回転しない（つまり、第一シール７と保持器４は相対回転する）ため、第一シール７に固定されたコイル８と、保持器４に固定された磁石５との間に相対回転が生じる。

【００２０】

これに伴い、コイル８と磁石５との相対回転による磁束密度変化で電磁誘導が生じ、この電磁誘導でコイル８に生じた電流が、電源回路９１で整流、平滑化されて、電源供給部（センサ９２ａ、制御回路９２、無線回路９３）へ供給されるとともに、二次電池に蓄電される。

この供給された電流により、センサ９２ａ、制御回路９２、および無線回路９３が駆動し、制御回路９２で、センサ９２ａで検出された情報Ｓ１が演算され、演算結果を示す信号Ｓ２と演算結果の送信周期を示す制御信号Ｓ３が、無線回路９３に出力される。これに伴い、無線回路９３で、制御回路９２からの演算結果を示す信号Ｓ２が、制御信号Ｓ３に従った送信周期で無線信号に変換されて、アンテナ９４に出力される。その結果、アンテナ９４から、センサ９２ａで検出された情報を示す信号が所定周期で、外部に設けた受信端末に無線送信される。

【００２１】
この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０によれば、回路基板９のアンテナ９４を除いた範囲が磁気シールド９５で覆われているため、電源回路９１、センサ９２ａ、制御回路９２、および無線回路９３に、コイル８と磁石５の相対回転に伴う磁束密度変化の影響が及ぶことが抑制される。その結果、電源回路９１、センサ９２ａ、制御回路９２、および無線回路９３に、誘導電流に起因したノイズが発生することが抑制される。
また、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０は、既存の転がり軸受の内輪１および外輪２に対する新たな加工が不要である。また、既存の転がり軸受では二つ使用されている第二シール７Ａのうちの一つを、コイル８と回路基板９が固定された第一シール７に交換するとともに、既存の転がり軸受で使用されている冠型保持器を磁石５付きの保持器４に交換することで簡単に得られる。
【００２２】
また、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０は、コイル８と磁石５と間の電磁誘導で発電を行うため、熱発電素子であるゼーベック素子や振動発電素子であるエレクトレット素子を用いた発電を行うワイヤレスセンサ付き軸受では発電が困難であった、振動の少ない使用初期や、低速回転時であっても、必要な電力が得られてセンサ機能が発揮できる。
また、第一シール７にコイル８と回路基板９を固定するとともに、保持器４の柱部４２に貫通穴４３を設けて、この貫通穴４３に配置した磁石５を第一シール７側に突出させているため、既存の転がり軸受と比較した軸受内部空間の低下量は少ない。
【００２３】
また、磁石５の大部分が保持器４に埋め込まれた構造となっているため、コイル８に対して垂直磁場変化の強い磁石を使用することが可能となる。その結果、磁石の埋め込み量が少ない構造のものと比較して発電効率が高くなる。
また、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０は、回路基板９が、演算結果を示す信号をアンテナ９４が所定周期で、外部に設けた受信端末に無線送信するように構成されている。これにより、演算時および無線送信時以外には無線回路９３およびアンテナ９４が作動しないため、常時作動するように構成されているものと比較して、消費電力が低減できる。
【００２４】
なお、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０では、アンテナ９４が回路基板９の部品実装面に形成されているが、回路基板９の部品実装面とは反対面にアンテナを形成し、芯金７１とシール部７２に穴を設けて、アンテナを第一シール７から軸受外部に突出させてもよい。その場合は、回路基板９の部品実装面を磁気シールドで覆い、アンテナは磁気シールドで覆う必要がない。
また、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０では、一つの回路基板９に、電源回路９１と制御回路９２と無線回路９３とアンテナ９４が形成され、その回路基板９が芯金７１に固定されている。しかし、電源回路９１と制御回路９２と無線回路９３とアンテナ９４が別々の基板に形成されていてもよい。その場合には、全ての回路と各回路を接続する配線を磁気シールド９５で覆う。さらに、電源回路９１と制御回路９２と無線回路９３とアンテナ９４は、芯金７１の内側面７１ａに形成された絶縁膜上に直接形成されていてもよい。
【００２５】
また、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０では、センサが制御回路９２上に（つまり、第一シール７の芯金７１に）形成されているため、既存の転がり軸受を構成する内輪１および外輪２に対する新たな加工が不要であり、外部に突起物が存在しない。
しかし、第一シール７が固定されている外輪２の軸方向端面、外周面、および内周面の少なくともいずれかの面に、センサを固定していもよい。第一シール７が内輪に固定されている場合は、内輪の軸方向端面、外周面、および内周面の少なくともいずれかの面にセンサを固定していもよい。また、上記いずれかの面に、センサを固定するための凹部を設

けてもよい。

【００２６】

また、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０では、磁石５として、ネオジム磁石を使用しているが、サマリウムコバルト磁石等の他の磁石を使用してもよい。

また、この実施形態のワイヤレスセンサ付き軸受１０では、磁石５が保持器４の軸方向一端面４０から突出しているが、磁石５の軸方向一端面５５が保持器４の軸方向一端面４０と同じかこれより内側になっていてもよい。さらに、磁石５の軸方向一端面５５を保持器４の軸方向一端面４０より内側とし、保持器４を合成樹脂の射出成形で作製する際に、軸方向一端面５５が合成樹脂で薄く覆われるように磁石５を一体成形してもよい。

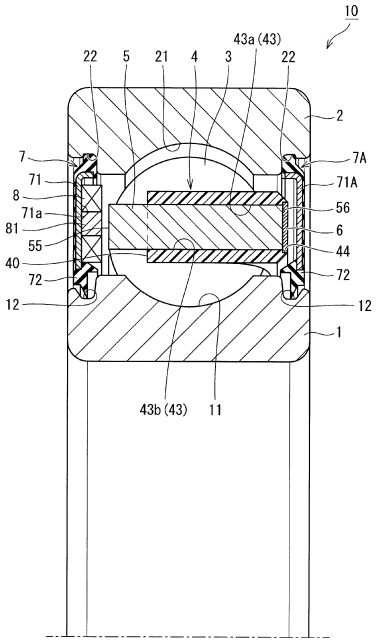
つまり、複数個の磁石５は、環状体である保持器４の周方向で各磁石のＮ極とＳ極が隣り合うように固定され、コイル８と磁石５と間で電磁誘導が生じる状態となっていればよい。なお、合成樹脂で磁石５の軸方向一端面５５が覆われている場合は、磁石５は合成樹脂製被覆部を介してコイル８と対向する。

【符号の説明】

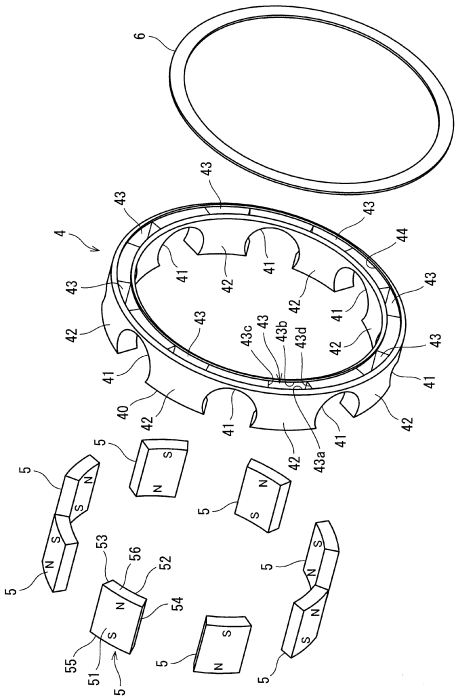
【００２７】

１　内輪
１１　内輪軌道面
１２　シール配置用の周溝
２　外輪
２１　外輪軌道面
２２　シール取付溝
３　ボール（転動体）
４　保持器
４１　ポケット
４０　保持器の軸方向一端面
４２　柱部（ポケット間の部分）
４３　貫通穴
４４　保持器の凹部
５　磁石
５５　磁石の軸方向一端面（コイルとの対向面）
６　ヨーク
７　第一シール
７１　第一シールの芯金
７１ａ　第一シールの芯金の内側面（磁石との対向面）
７２　シール部
７Ａ　第二シール
７１Ａ　第二シールの芯金
８　コイル
９　回路基板（回路部）
９１　電源回路
９２　制御回路（演算回路、電源供給部）
９２ａ　センサ（電源供給部）
９３　無線回路（電源供給部）
９４　アンテナ
９５　磁気シールド
１０　ワイヤレスセンサ付き軸受

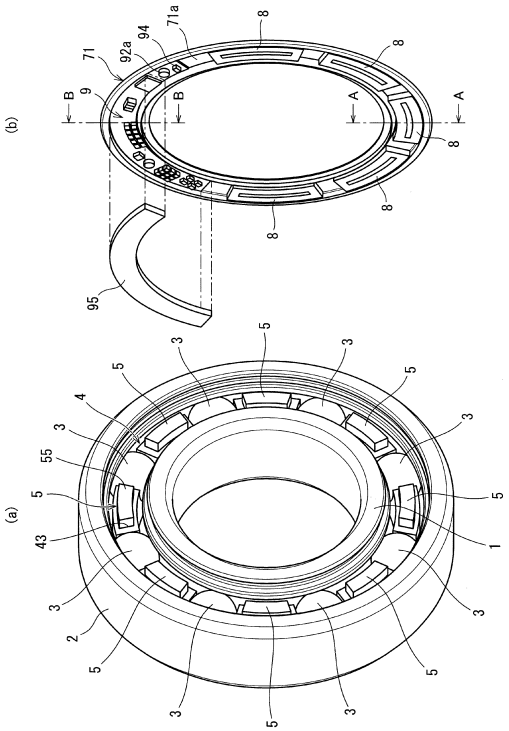
【図１】


10
43a (43)
22
5
21
4
3
22
2
7
7A
71
71A
8
56
71a
6
81
44
55
72
40
72
12
12
1
43b (43)
11

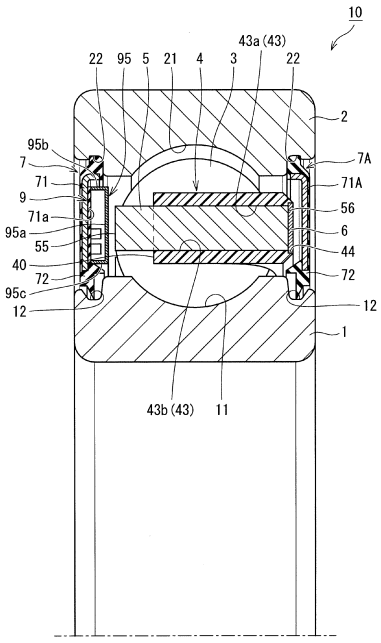
【図２】


6
43
4
44
41
42
43c
43b
43d
40
43a
5
N
S
53
56
52
54
55
51

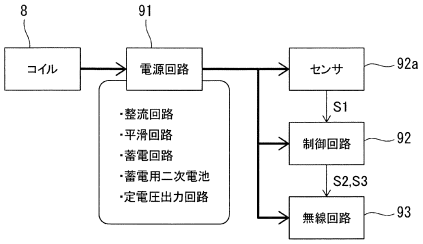
【図３】


(b)
71a
8
71
92a
94
9
B
A
95
(a)
5
3
4
55
43
2
1

【図４】


10
43a (43)
22
95
5
21
4
3
22
2
95b
7
7A
71
71A
9
56
71a
6
95a
55
44
40
72
72
95c
12
12
1
43b (43)
11

【図５】


8
91
コイル
電源回路
・整流回路
・平滑回路
・蓄電回路
・蓄電用二次電池
・定電圧出力回路
センサ
92a
S1
制御回路
92
S2,S3
無線回路
93

フロントページの続き

(72)発明者　岡村　俊彦
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
(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

審査官　尾形　元

(56)参考文献　特開２００３－０９７５８２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－００７６７２（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３５３７３５（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１８０９８５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－０５９６２０（ＪＰ，Ａ）
実開平０３－０８０１２０（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｃ　４１／００
Ｆ１６Ｃ　１９／０６
Ｆ１６Ｃ　３３／４１
Ｆ１６Ｃ　３３／７８