

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5140860号
(P5140860)

(45) 発行日 平成25年2月13日 (2013. 2. 13)

(24) 登録日 平成24年11月30日 (2012. 11. 30)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 C 19/50 (2006. 01)

H 0 2 K 41/03 (2006. 01)

H 0 2 K 41/02 (2006. 01)

F 1 6 C 23/08 (2006. 01)

F 1 6 C 19/50

H 0 2 K 41/03

H 0 2 K 41/02

F 1 6 C 23/08

A

C

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-224667 (P2008-224667)
 (22) 出願日 平成20年9月2日 (2008. 9. 2)
 (65) 公開番号 特開2010-60011 (P2010-60011A)
 (43) 公開日 平成22年3月18日 (2010. 3. 18)
 審査請求日 平成23年6月13日 (2011. 6. 13)

(73) 特許権者 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (73) 特許権者 301021533
 独立行政法人産業技術総合研究所
 東京都千代田区霞が関1-3-1
 (74) 代理人 100105647
 弁理士 小栗 昌平
 (74) 代理人 100105474
 弁理士 本多 弘徳
 (74) 代理人 100108589
 弁理士 市川 利光
 (72) 発明者 久保田 義昭
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 球面軸受

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中空の球殻からなるステータと、前記ステータの中空部分に内蔵された球状のロータと、前記ステータと前記ロータの一方に永久磁石を他方に電磁コイルとを備えた球面モータであって、前記中空の球殻にあけられた少なくとも3箇所の貫通孔にそれぞれ球面軸受を前記ベアリングキャップの先端が前記中空内に露出するように取り付け、前記ベアリングボールで前記ロータを支持させた前記球面モータにおいて、前記球面軸受が、

前記ステータに取り付けられる取付部と前記取付部の中央部から立設する立設部の一体物として成り、前記立設部の中心部を長さ方向に貫通する空気導入孔が開けられ、前記取付部の前記空気導入孔には継手配設用のネジ切りが形成され、前記空気導入孔の先端には球面形状に形成された浮上面を具備したベアリングホルダと、前記ベアリングホルダの浮上面に当接配置されたベアリングボールと、前記ベアリングホルダに嵌合されるベアリングキャップであって、前記ベアリングボールを内蔵する空間を設けかつ前記空間に内蔵された前記ベアリングボールの一部が突出する大きさの穴を先端に設け、前記空間内に前記ベアリングボールを内蔵して前記ベアリングホルダに嵌合された状態で前記ベアリングボールと前記ベアリングホルダとのあいだにすきまを保ってなるベアリングキャップと、を備えて成る球面軸受であり、

10

20

前記ベアリングホルダに取り付けられた継手と、前記継手に接続された配管と、前記配管に接続されたレギュレータおよびコンプレッサと、を備え、

前記ベアリングホルダと前記ステータとの間にスペーサを挿入できるようにしたことを特徴とする球面モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の自由度を有する球面モータに関する。

【背景技術】

【0002】

10

〈特許文献1記載の発明〉

従来の球面軸受について特許文献1および特許文献2を例にして説明する。

図5は特許文献1記載の発明に係る実施例の構成図である。

中空球状のステータ11に、互いに直交するコイル15x、15y、15zを配設している。それぞれのコイルは電源21x、21y、21zに接続され、それらの電源から各コイル15に制御された電流を供給することにより、任意の方向の合成回転磁界を発生させることができる。ステータ11内には永久磁石16を収容して構成されたロータ13が内蔵され、ロータ13はステータ11との間にベアリングボール6を介在させることにより、任意の方向に回転可能に支持されている。

ここで、ステータ11におけるコイル15x、15y、15zへの電流を制御して、回転軸を3次元の任意の方向に向けた磁界を回転させると、ロータ13がその回転磁界の回転軸の周りを回転し、3次元の回転制御を行うことができる。

20

【0003】

〈特許文献2記載の発明〉

図6は特許文献2記載の発明に係る実施例の概観斜視図、図7はその側断面図である。

ベース12に対してカップ状の球面軸受1が締結されている。ロータコア23はこの球面軸受1を包むように配設され、磁性体により作成されている。ロータコア23の表面には複数の永久磁石16が配設され、この永久磁石16と所定の空隙を持ってヨーク22が配設されている。ヨーク22にはコイル15が巻かれており、ヨーク22およびコイル15はベース12に締結されている。

30

ここで、コイル15aおよびコイル15bに電流を流すと、コイル15aおよび15bを流れる電流の方向と永久磁石16による磁束の方向が直交しているため、コイル15aおよび15bに流れる電流と永久磁石16による磁束それぞれに直交する電磁力が発生し、その電磁力により可動部であるロータコア23が回転することになる。

同様にコイル15cおよび15dに電流を流せば、コイル15aおよびコイル15bに通電したときにロータコア23が回転する方向とは直交する方向にロータコア23が回転する。このように、それぞれのコイルを別々に制御することによって、可動部は多自由度に制御することができる。

【0004】

【特許文献1】特公平6-85630号公報（第14頁、図5）

40

【特許文献2】特開2005-328592号公報（第15頁、図6、図7）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

〈特許文献1記載の発明が持つ課題〉

特許文献1記載の発明では、例えば保持器など、ベアリングボール6の位置を拘束する部品が無い場合、ロータ13の回転にともないベアリングボール6が移動してしまう。ベアリングボール6がコイル15に干渉する位置まで移動すると、それ以上ロータ13は回転することができず、ロータ13の動作範囲が制限されることになる。

また、すべてのベアリングボール6が片側に移動してしまうと、ロータ13が回転不能

50

になってしまうという問題がある。仮に、何らかの方法でベアリングボール 6 がステータ 1 1 に対して移動しないよう拘束されていたとしても、その場合には、ベアリングボール 6 とステータ 1 1 との間には転がり摩擦ではなく、すべり摩擦が発生することになり、一般的には転がり摩擦よりもすべり摩擦の摩擦力が大きいため、モータの摩擦損失が大きくなるという問題が発生する。

〈特許文献 2 記載の発明が持つ課題〉

特許文献 2 による発明では、球面軸受 1 とロータコア 2 3 とが対向している範囲でしかロータコア 2 3 が動作することができない。すなわち、球面軸受 1 とベース 1 2 との連結部にロータコア 2 3 が干渉する位置までしか動作することができず、動作範囲が制限されるという問題がある。本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、球面モータのロータ回転時の摩擦損失を低減し、ロータの動作範囲を大きくすることができる球面軸受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】

【0006】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したのである。

請求項 1 記載の球面モータの発明は、中空の球殻からなるステータと、

前記ステータの中空部分に内蔵された球状のロータと、

前記ステータと前記ロータの一方に永久磁石を他方に電磁コイルと

を備えた球面モータであって、

前記中空の球殻に明けられた少なくとも 3 箇所の貫通孔にそれぞれ球面軸受を前記ベアリングキャップの先端が前記中空内に露出するように取り付け、

前記ベアリングボールで前記ロータを支持させた前記球面モータにおいて、

前記球面軸受が、

前記ステータに取り付けられる取付部と前記取付部の中央部から立設する立設部の一体物として成り、前記立設部の中心部を長さ方向に貫通する空気導入孔が開けられ、前記取付部の前記空気導入孔には継手配設用のネジ切りが形成され、前記空気導入孔の先端には球面形状に形成された浮上面を具備したベアリングホルダと、前記ベアリングホルダの浮上面に当接配置されたベアリングボールと、前記ベアリングホルダに嵌合されるベアリングキャップであって、前記ベアリングボールを内蔵する空間を設けかつ前記空間に内蔵された前記ベアリングボールの一部が突出する大きさの穴を先端に設け、前記空間内に前記ベアリングボールを内蔵して前記ベアリングホルダに嵌合された状態で前記ベアリングボールと前記ベアリングホルダとのあいだにすきまを保ってなるベアリングキャップと、を備えて成る球面軸受であり、

前記ベアリングホルダに取り付けられた継手と、前記継手に接続された配管と、前記配管に接続されたレギュレータおよびコンプレッサと、を備え、

前記ベアリングホルダと前記ステータとの間にスペーサを挿入できるようにしたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

請求項 1 記載の発明によると、ベアリングボールとベアリングホルダとのあいだにすきまを保ってベアリングボールを若干浮かせることができるので、摩擦損失が小さな球面軸受が得られる。

また、摩擦損失が小さな球面軸受を用いることによって、同じく摩擦損失が小さな球面モータが得られる。

また、コンプレッサから吐出された圧縮空気の圧力によりベアリングボールがロータを支持しながら浮上し、次にロータが回転すると、ロータとの転がり摩擦によりベアリングボールが回転し、その際ベアリングボールは、ベアリングホルダの浮上面との間ですべりを生じながら回転することになるが、ベアリングボールと浮上面の間には、圧縮空気の作用によりすきまが生じるため、ベアリングボールは極めて小さな摩擦力で回転することができ、この結果ロータは極めて小さな摩擦損失で回転自在に支持される。

また、ロータの回転により球面軸受の位置が変化しないため、ロータは任意の方向に無限に回転することが可能になる。

また、ベアリングホルダとステータとの間に入れるスペーサの厚みを調整して球面ベアリングの位置を調整することでロータと球面軸受とのすきまを適切に設定することができるので、ロータ回転時の摩擦損失を小さくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例1】

【0009】

〈本発明に係る球面軸受の説明〉

図1は本発明に係る球面軸受の拡大断面図である。

本発明に係る球面軸受1は、ベアリングホルダ2とベアリングボール6とベアリングキャップ8とから構成されている。

〈ベアリングホルダ2の形状〉

ベアリングホルダ2は使用する対象物に取り付けられる取付部2aと取付部2aの中央部から立設する立設部2bの一体物として成り、立設部2bの中心部を長さ方向に貫通するように空気導入孔3が開けられている。取付部2aの空気導入孔3には継手4が配設されるようにネジ切りが形成され、そのネジ切りに継手4がネジ込まれる。継手4の反対側には配管5が接続されている。そして、空気導入孔3の先端には、ベアリングボール6の表面と同様な球面形状である浮上面7が形成されている。

〈ベアリング6の形状〉

ベアリングボール6はその浮上面7に当接できるサイズのもので、浮上面7に当接している。

〈ベアリングキャップ8の形状〉

ベアリングキャップ8は有底筒状をしており、有底部8bの中心にベアリングボールの一部が突出できるように穴8hが開けられている。ベアリングキャップ8の筒状部8aがベアリングホルダ2の立設部2bの先端周囲に嵌合されることで、内部にベアリングキャップ8を収納できるスペースが形成される。

〈球面軸受1の出来上がり〉

上記のように、ベアリングキャップ8の筒状部8aをベアリングホルダ2の立設部2bの先端周囲に嵌合して形成されるスペースにベアリングボール6を収納すると本発明に係る球面軸受が出来上がる。

この場合、ベアリングボール6とベアリングホルダ2の間、およびベアリングボール6とベアリングキャップ8の間にはそれぞれすきま9a、9bがあり、このすきま9a、9bでベアリングボール6が自在に回転できるように構成されている。

【0010】

〈本発明の球面軸受を適用した球面モータ〉

図2は本発明の球面軸受1を3個使用して成る球面モータの実施例で、その側断面図である。図2において、球面モータ20は、中空の球殻からなるステータ11と、このステータ11の中空部分に内蔵された球状のロータ13と、球状のロータ13の支持部材として本発明に係る3個の球面軸受1と、で構成されている（図では球面軸受1は左右に2個しか見えないが、図のロータ13の裏側にもう1個（1個でなくて複数個でももちろんよい）ある。）。

球面軸受1の取付け状態を説明する図1に戻って、ステータ11には、ベアリングキャップ8の筒状部8aおよびベアリングホルダ2の立設部2bが挿入される穴があけられており、この穴にベアリングキャップ8の筒状部8aおよびベアリングホルダ2の立設部2bが挿入され、ベアリングホルダ2の取付部2aがステータ11にネジNで固定される。その際、球面軸受1はスペーサ10を介してステータ11に固定される。

図2に戻って、球殻形状のステータ11はベース12に対して締結されている。ロータ

10

20

30

40

50

13は球形状であり、ステータ11内部において球面軸受1先端のベアリングボール6に当接することによって支持されている。ロータ13には回転出力を外部に取り出すためその一部にシャフト14が取り付けられている。ステータ11内部にはコイル15が配設され、ロータ13内部にはコイル15に対向して永久磁石16が配設されている。

コンプレッサ17にはレギュレータ18が接続され、レギュレータ18から分岐した配管5は球面軸受1に配設された継手4に接続されている。

〈球面モータに必要な球面軸受の数〉

図3は本発明の球面軸受の上断面図である。

図3においては球面軸受1の配置を示すためロータ13の図示を省略している。図3に示すように、本実施例において球面軸受1はステータ11の円周上等間隔に最低3個配設すれば良いことが判る。

【0011】

〈球面モータの動作〉

次に、本発明の球面軸受を適用した球面モータの動作について図2を用いて説明する。

コンプレッサ17から吐出された圧縮空気は、レギュレータ18と配管5を介し、ベアリングホルダ2の空気導入孔3を通してベアリングボール6まで導入される。ベアリングボール6まで導入する圧縮空気の圧力をレギュレータ18により調整することで、ベアリングボール6はロータ13を支持しながら浮上する。

次に、ステータ11に配設されたコイル15に通電すると、一般のモータと同様にコイル15に流れる電流と永久磁石16からの磁界との相互作用によりロータ13を回転させる電磁力が発生する。ロータ13が回転すると、ロータ13との転がり摩擦によりベアリングボール6が回転する。その際ベアリングボール6は、ベアリングホルダ2の浮上面7との間にすべりを生じながら回転することになるが、ベアリングボール6と浮上面7との間には、圧縮空気的作用によりすきま9が生じるため、ベアリングボール6は極めて小さな摩擦力で回転することができ、この結果ロータ13が回転するときの摩擦損失は極めて小さなものになる。また、すきま9を流れる圧縮空気の剛性によりベアリングボール6およびロータ13はその中心位置を一定の位置に保つことができる。

以上のようにロータ13は球面軸受1の作用により極めて小さな摩擦損失で回転自在に支持されることになる。ここで、シャフト14を取り外しロータ13を完全な球形状にするとロータ13は任意の方向に無限に回転することが可能になる。

【0012】

〈球面モータのロボットへの用途〉

図4は本発明の球面軸受を適用した球面モータを、ロボットアームの先端に取り付けるなど、球面モータ自体の姿勢が変化する場合の実施例を示す図である。

この場合、球面軸受1を上下それぞれに3個ずつロータ13を挟むように配置することで、ロボットアーム19の動作により球面モータ20自体の姿勢が変わっても、ロータ13の位置を一定にすることができる。

また、この場合ロータ13と球面軸受1とのすきまが小さすぎるとロータ13回転時の摩擦損失が増大し、逆にすきまが大きすぎると球面軸受1の剛性が確保できなくなるため、ロータ13と球面軸受1のすきまは精密に調整する必要がある。そのためには、ベアリングホルダ2とステータ11の間スペーサ10を挿入し、スペーサ10の厚みを変えて球面軸受1の位置を調整すれば、ロータ13と球面軸受1のすきまを適切に調整することができる。

以上の実施例においては、球面軸受1を下側に3個または上下ともに3個配設したが、球面軸受1の個数を増やすことで軸受の剛性を高めることができる。

また、球面モータ20の駆動原理として、本実施例では同期モータやステッピングモータのようにコイルの電流と永久磁石の磁界との相互作用による電磁力を利用した例を記載しているが、この他に、ステータ11に超音波振動子を配設した超音波モータや、静電気を利用した静電モータなどの方式が適用できる。

以上のように、本発明の球面軸受によれば、球面モータのロータ回転時の摩擦損失を低

10

20

30

40

50

減でき、かつロータの動作範囲を大きくすることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明に係る球面軸受の拡大断面図である。

【図2】図1の球面軸受を使用して成る球面モータの側断面図である。

【図3】図2の球面モータの上断面図である。

【図4】本発明の球面軸受を適用した球面モータをロボットアームに使用した実施例を示す球面軸受の図である。

【図5】従来例としての特許文献1の球面軸受を示す構成図である。

【図6】従来例としての特許文献2の球面軸受を示す概観斜視図である。

10

【図7】図6の球面軸受を示す側断面図である。

【符号の説明】

【0014】

1 球面軸受

2 ベアリングホルダ

2 a 取付部

2 b 立設部

3 空気導入孔

4 継手

5 配管

20

6 ベアリングボール

7 浮上面

8 ベアリングキャップ

8 a 筒状部

8 b 有底部

8 h 穴

9 a、9 b すきま

10 スペーサ

11 ステータ

12 ベース

30

13 ロータ

14 シャフト

15 コイル

16 永久磁石

17 コンプレッサ

18 レギュレータ

19 ロボットアーム

20 球面モータ

21 電源

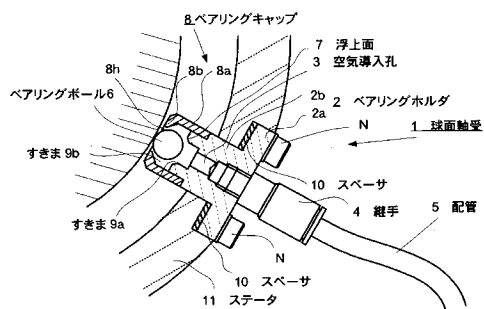
22 ヨーク

40

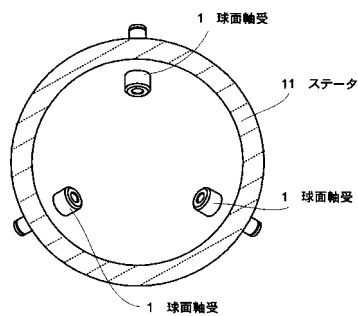
23 ロータコア

N ネジ

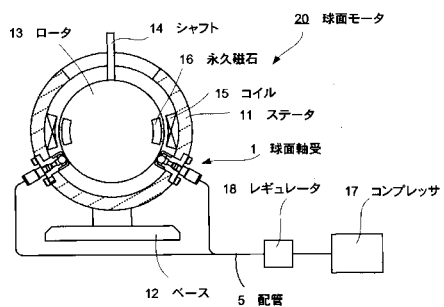
【図 1】



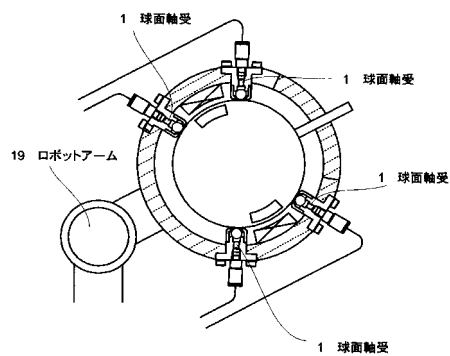
【図 3】



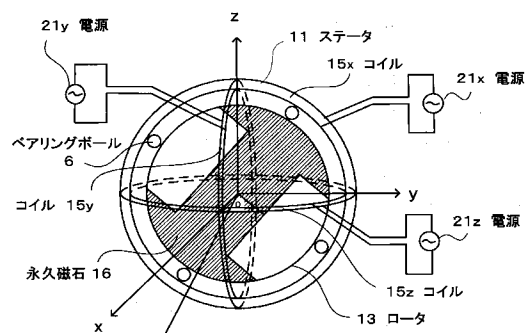
【図 2】



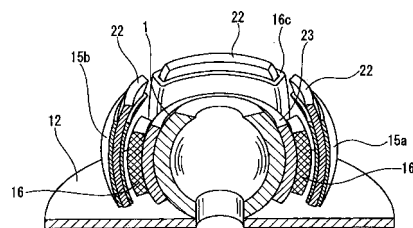
【図 4】



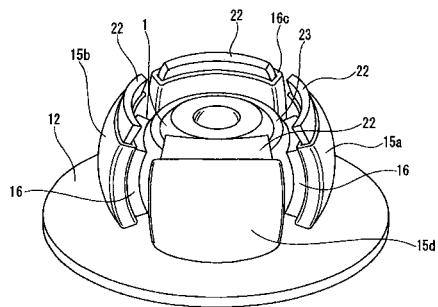
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 本村 洋一

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内

(72)発明者 矢野 智昭

茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

審査官 小川 克久

(56)参考文献 特公平06-085630 (JP, B2)

実開平04-017510 (JP, U)

特開2000-205253 (JP, A)

実開昭60-090204 (JP, U)

特開2004-019877 (JP, A)

特開2004-044640 (JP, A)

特開2003-184871 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 19/50

F16C 23/08

H02K 41/02

H02K 41/03