(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-268330
(P2009-268330A)
(43)公開日　平成21年11月12日(2009.11.12)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H02K 23/58	(2006.01)	H02K 23/58	Z	5H601
H02K 5/167	(2006.01)	H02K 5/167	A	5H605
H02K 7/08	(2006.01)	H02K 7/08	Z	5H607
H02K 23/04	(2006.01)	H02K 23/04		5H623
H02K 1/12	(2006.01)	H02K 1/12	B	

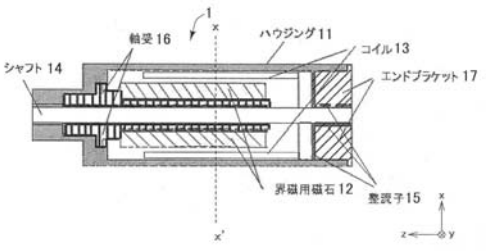
審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 16 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2008-118512 (P2008-118512)
(22)出願日　平成20年4月30日 (2008.4.30)

(71)出願人　000006932
リコーエレメックス株式会社
愛知県名古屋市千種区内山二丁目１４番２９号
(71)出願人　304019399
国立大学法人岐阜大学
岐阜県岐阜市柳戸１番１
(74)代理人　100095751
弁理士　菅原　正倫
(72)発明者　中橋　鮎香
愛知県名古屋市千種区内山二丁目１４番２９号　リコーエレメックス株式会社内
(72)発明者　中嶋　乃
愛知県名古屋市千種区内山二丁目１４番２９号　リコーエレメックス株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】コアレスモータ

(57)【要約】
【課題】モータ内部における磁気抵抗を低減させ、界磁磁束を増大させることにより、モータのさらなる小型化を必要とした場合でも、トルクの維持またはトルクを向上させることができるコアレスモータを提供する。
【解決手段】筐体となる磁性体で構成されたハウジングと、ハウジングに固定され、該ハウジングの軸線方向中心に挿通配置されるシャフトを該ハウジング内部で回転自在に支持する軸受と、軸受の外周に保持固定される界磁用磁石と、ハウジング内に格納されるコイル，および整流子と、を備え、軸受の材質が磁性体であることを特徴とする。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
筐体となる磁性体で構成されたハウジングと、
前記ハウジングに固定され、該ハウジングの軸線方向中心に挿通配置されるシャフトを該ハウジング内部で回転自在に支持する軸受と、
前記軸受の外周に保持固定される界磁用磁石と、
前記ハウジング内に格納されるコイル，および整流子と、
を備えるコアレスモータにおいて、
前記軸受の材質が磁性体であることを特徴とするコアレスモータ。
【請求項２】
前記軸受は、前記界磁用磁石を支持する部位である磁石添部と、該磁石添部を前記ハウジングに固定する部位である磁石支持部とを含んで構成され、
前記磁石添部の材質が磁性体である一方、前記磁石支持部の材質が非磁性体であることを特徴とする請求項１に記載のコアレスモータ。
【請求項３】
前記界磁用磁石は、前記磁石添部の周囲に配置され、
前記コイルは、前記界磁用磁石の外側に、前記シャフトとともに回転可能なように配置され、
前記コイルには、前記整流子を介して電流を供給する構成とすることを特徴とする請求項１または請求項２に記載のコアレスモータ。
【請求項４】
前記シャフトの材質が磁性体であることを特徴とする請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載のコアレスモータ。
【請求項５】
前記シャフトの材質が非磁性体であることを特徴とする請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載のコアレスモータ。
【請求項６】
前記界磁用磁石と前記軸受との間の隙間に粒子状磁性体が充填されていることを特徴とする請求項１ないし請求項５のいずれか１項に記載のコアレスモータ。
【請求項７】
前記磁性体の比透磁率が１０００以上であることを特徴とする請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載のコアレスモータ。
【請求項８】
前記磁性体の材質が、磁性化された軟鉄であることを特徴とする請求項１ないし請求項７のいずれか１項に記載のコアレスモータ。
【請求項９】
筐体となる磁性体で構成されたハウジングと、
前記ハウジングに固定され、該ハウジングの軸線方向中心に挿通配置されるシャフトを該ハウジング内部で回転自在に支持する軸受と、
前記軸受の外周に保持固定される界磁用磁石と、
前記ハウジング内に格納されるコイル，および整流子と、
を備えるコアレスモータにおいて、
前記界磁用磁石と前記軸受との間の隙間に粒子状磁性体が充填されていることを特徴とするコアレスモータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、例えば精密機器などの動力源として用いられるコアレスモータに関する。
【背景技術】
【０００２】

精密機器などの動力源として用いられる小型直流モータの１つに、円筒状のヨーク内面に空芯コイルが配置され、多極着磁された永久磁石がヨーク内部を回転するコアレスモータ（いわゆるインナーロータモータ）がある。このコアレスモータは、例えば、コアドモータ（鉄心付きモータ）のようなリラクタンストルクが発生しない、整流火花が少なく電気雑音が小さい、ロータ慣性が小さく応答性が良好である、といった様々な利点を有している。

【０００３】

近年、小型直流モータは電子装置の小型化，薄型化に伴い、それに搭載するモータの細型化，薄型化が要求されている。特に超細型のものについては円筒コアレスモータが使用されているが、その一方、更なる性能向上が求められている。図１に従来の小型円筒コアレスモータの外観を示す（開示のモータは、先端部分に振動発生用のアンバランスウエイトＷを付けたものである）。

【０００４】

このようなコアレスモータは、コイルに鉄芯がないため、小型化しやすい反面、小型化に伴い磁気的吸引力・反発力が弱くなり、モータが発生するトルクが減少する傾向にある。その対策として、コイルと界磁用磁石の空隙を狭めることによりトルクを増大させた小型モータが考案されている（特許文献１参照）。

【０００５】

【特許文献１】特開平０８－１６８２２４号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかし、この先さらなるモータの小型化が進むにつれ、特許文献１のような小型モータにおいて空隙をさらに極狭化させるためには、高度な微細加工技術が要求されるとともに、コイルの巻回精度の限界もあるため、製造にはより困難性を極めることとなる。

【０００７】

上記問題点を背景として、本発明の課題は、現在の小型コアレスモータの構成を大幅に変更することなく、モータ内部における磁気抵抗を低減させ、界磁磁束を増大させることにより、モータのさらなる小型化を必要とした場合でも、トルクの維持またはトルクを向上させることができるコアレスモータを提供することにある。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【０００８】

上記課題を解決するためのコアレスモータは、筐体となる磁性体で構成されたハウジングと、ハウジングに固定され、該ハウジングの軸線方向中心に挿通配置されるシャフトを該ハウジング内部で回転自在に支持する軸受と、軸受の外周に保持固定される界磁用磁石と、ハウジング内に格納されるコイル，および整流子と、を備えるコアレスモータにおいて、軸受の材質が磁性体であることを特徴とする。

【０００９】

上記構成によって、軸受の材質を磁性体とすることで、トルクに有効に働く界磁用磁石の磁束が増えるため、トルクが向上するという作用効果を得ることができる。

【００１０】

また、本発明のコアレスモータにおける軸受は、界磁用磁石を支持する部位である磁石添部（軸受添部）と、該磁石添部をハウジングに固定する部位である磁石支持部（軸受基部）とを含んで構成され、磁石添部の材質が磁性体である一方、磁石支持部の材質が非磁性体であるように構成されることを特徴とする。

【００１１】

上記構成によって、軸受の軸受添部が磁性体で、かつ軸受基部が非磁性体であることにより、磁束ロスが減少し、トルクに有効に働く界磁用磁石の磁束がその分増えるため、トルクが向上するという作用効果を得ることができる。

【００１２】

また、本発明のコアレスモータにおける界磁用磁石は、磁石添部の周囲に配置され、コイルは、界磁用磁石の外側に、シャフトとともに回転可能なように配置され、コイルには、整流子を介して電流を供給する構成とすることを特徴とする。

【００１３】

上記構成によって、上記形態のコアレスモータにおいても本発明の作用効果を得ることができる。

【００１４】

また、本発明のコアレスモータは、シャフトの材質が磁性体であることを特徴とする。

【００１５】

上記構成によって、シャフトの材質を磁性体、軸受の材質を磁性体とすることで、磁気経路の磁気抵抗が減少するため、主磁束が安定し、トルクが向上するという作用効果を得ることができる。

【００１６】

また、本発明のコアレスモータは、シャフトの材質が非磁性体であることを特徴とする。

【００１７】

上記構成によって、シャフトの材質を非磁性体、軸受の材質を磁性体とすることで、トルク向上分はそのままで、シャフトの材質選択の自由度が広がるため、例えば、コアレスモータの周囲の環境によって、出力を外部に取り出すシャフトの材質に磁性体を使えない条件下においても対応でき、汎用性の高いコアレスモータとすることができる。

【００１８】

また、本発明のコアレスモータは、界磁用磁石と軸受との間の隙間に粒子状磁性体が充填されていることを特徴とする。

【００１９】

上記構成によって、軸受と界磁用磁石間の空隙に粒子状磁性体を配在させることにより、トルクに有効に働く界磁用磁石の磁束がその分増えるため、新たな部品加工を必要とすることなく、トルクを向上させることが可能となる。

【００２０】

また、本発明のコアレスモータは、磁性体の比透磁率が１０００以上であることを特徴とする特徴とする。

【００２１】

物質の透磁率と真空の透磁率の比を比透磁率という。コイル内に強磁性体など高い比透磁率をもつ物質をコアとして置くことで同じ磁界に対しても大きな磁束が作られる。鉄，コバルト，ニッケルの比透磁率は１０００以上もあり、このため磁束をよく吸収する。上記構成によって、一般的に安価で入手可能な材料を用いることによって、トルク発生に寄与する磁束を増やすことができ、トルクが向上するという作用効果を得ることができる。

【００２２】

また、本発明のコアレスモータは、磁性体の材質が、磁性化された軟鉄であることを特徴とする。

【００２３】

上記構成によって、一般的に安価で入手可能な軟鉄を用いることによって、製造コストを大幅に増やすことなく、モータのトルク向上が可能となる。

【００２４】

また、上記課題を解決するためのコアレスモータは、筐体となる磁性体で構成されたハウジングと、ハウジングに固定され、該ハウジングの軸線方向中心に挿通配置されるシャフトを該ハウジング内部で回転自在に支持する軸受と、軸受の外周に保持固定される界磁用磁石と、ハウジング内に格納されるコイル，および整流子と、を備えるコアレスモータにおいて、界磁用磁石と軸受との間の隙間に粒子状磁性体が充填されていることを特徴とする。

【００２５】

上記構成によって、軸受と界磁用磁石間の空隙に粒子状磁性体を配在させることにより、軸受の材質によらず、トルクに有効に働く界磁用磁石の磁束がその分増えるため、新たな部品加工を必要とすることなく、トルクを向上させることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２６】

以下、本発明に係るコアレスモータの実施形態を、図面を参照しつつ説明する。図２に、コアレスモータ１の軸方向断面図を示す。磁性体にて構成されることで、ヨークの役目も兼ねるハウジング１１内に、界磁用磁石１２，コイル１３，シャフト１４，整流子１５，軸受１６が具備されており、樹脂などで成型されるエンドブラケット１７にて格納されている。

【００２７】

軸受１６は、ハウジング１１に嵌合装着され、該ハウジング１１の軸線方向中心に挿通配置されるシャフト１４を該ハウジング１１内部で回転自在に支持するようになっている。

【００２８】

界磁用磁石１２は円筒形状であり、軸受１６に嵌合装着されている。

【００２９】

また、コイル１３は、界磁用磁石１２の外側に、シャフト１４とともに回転可能なように配置され、コイル１３には、整流子１５を介して電流が供給される。

【００３０】

コアレスモータ１は、界磁用磁石１２より発せられる磁束と、コイル１３への通電より生じる磁界の磁気的吸引力・反発力により回転しているが、界磁用磁石１２から発せられた磁束は、コイル１３を通過し、ハウジング１１を通過してシャフト１４に対して反対側のコイルを経由して界磁用磁石１２に戻る。小型コアレスモータの場合、界磁用磁石も小さいため、磁化の値も小さくなりやすく、如何に界磁用磁石の磁束をトルクに有効に使うかが重要となってくる。

【００３１】

図３にコアレスモータ１の径方向断面図を示す。これは図２の構成におけるｘ－ｘ’断面図であり、コイル有効長部分の断面図である。なお、コイル有効長部分＝電磁力は、磁束とコイル１３に該磁束に垂直に流れるような電流値に比例する形で発生するが、その電磁力に有効に働く部分、即ち、コイル１３の磁束と垂直に電流が流れる部分を本発明において、コイル１３の有効長部分と称する。コアレスモータ１の断面は中心から、シャフト１４，軸受１６，界磁用磁石１２，コイル１３，ハウジング１１の順で構成されており、それぞれの間には空隙が存在する。

【実施例１】

【００３２】

図４に、一方向に着磁された界磁用磁石１２を用いた場合の、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の材質を非磁性体とした」従来型コアレスモータの、３次元磁界解析シミュレーション結果より得られた、図２の構成におけるｘ－ｘ’断面図の磁束密度ベクトル分布図を示す。これはｘ方向に磁化を与えている。なお、これ以降に示す磁束密度ベクトル分布図についても、全てｘ方向に磁化を与えたものである。矢印はサイズが大きいほど磁束密度が大きいことを表し、矢印の向きは磁束の向きを示している。コイル１３に流れる電流値が同じ場合、トルクはこの磁束密度が大きくなるほど増大する。よって、如何にｘ方向の磁束を多くするかが、トルク向上に大きく関わってくる。

【００３３】

図５に、本実施例１の構成である、一方向に着磁された界磁用磁石１２を用いた場合の、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の材質を磁性体とした」コアレスモータ１の、３次元磁界解析シミュレーション結果より得られた、図２の構成におけるｘ－ｘ’断面図の磁束密度ベクトル分布図を示す。また、図６に、従来の構成である軸受１６の材質を非磁性体としたものと、本実施例１の構成である軸受１６の材質を磁性体としたもの

との、磁束密度の差分を示す。なお、３次元磁界解析シミュレーションの条件は、図４と同等である。

【００３４】

図４の従来の構成において発生する磁界の磁束密度をB_hとし、図５の本実施例１の構成において発生する磁界の磁束密度をB_jとすると、図６に表示した差分ΔＢはΔＢ＝B_j－B_hで表される。これに示されるように、モータ内部の磁束はｘ方向に多くなっており、ハウジング１１を通過して界磁用磁石１２に戻ってくる磁束も多くなっていることから、全体的な磁束が増えていることが分かる。

【００３５】

上述のように、コアレスモータ１において、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の材質を磁性体とする」と、界磁用磁石１２の磁束を有効に使うことができる。図７に、コアレスモータ１において、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の材質を非磁性体とした」従来の構成で発生するトルクと、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の材質を磁性体とした」本実施例１の構成で発生するトルクとの比較を示す。

【００３６】

これら２つの構成において、シャフト１４の材質は双方とも磁性体であり、異なるのは軸受１６の材質のみである。軸受１６の材質は、従来のものが「非磁性体」であり、本実施例１のものが「磁性体」である。本実施例１の構成のように、軸受１６の材質を「磁性体」とした方が、コアレスモータ１において発生するトルクが増加していることがわかる。

【００３７】

これは、図５や図６からも分かるように、本実施例１の構成の、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の材質を磁性体としたもの」の方が、界磁用磁石１２の磁束を有効に使っているためであり、軸受１６の材質を「磁性体」とすることで、磁気経路が界磁用磁石１２→シャフト１４という従来の経路から、界磁用磁石１２→軸受１６という、より磁気経路の空隙が減少した経路を辿ることとなり、磁気抵抗が減少するためである。また、界磁用磁石１２から磁性体までの距離が、従来のシャフト１４から軸受１６となって短くなったことから、動作点の移動が起こり、パーミアンス係数が増大したことも関係しており（パーミアンスに関しては非特許文献１参照）、限られたスペースで、界磁用磁石１２のポテンシャルを引き出しやすい構造であるといえる。

【００３８】

【非特許文献１】東京フェライト製造株式会社の「資料」ページ：「マグネットの設計について基本的な性質」，ＵＲＬ：http://www.tokyoferrite-ho.co.jp/gijutu/，平成２０年３月１１日検索

【実施例２】

【００３９】

図２のコアレスモータ１において、「シャフト１４の材質を非磁性体とし、軸受１６の材質を磁性体とした」構成について説明する。図８に、上述の実施例１の構成である、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の材質を磁性体とした」コアレスモータ１において発生するトルクと、本実施例２の構成である、「シャフト１４の材質を非磁性体とし、軸受１６の材質を磁性体とした」コアレスモータ１において発生するトルクとの比較を示す。

【００４０】

これら２つの構成では、双方とも軸受１６の材質が「磁性体」であり、異なるのはシャフト１４の材質で、実施例１では「磁性体」、本実施例２では「非磁性体」となっている。２つの構成において、トルク特性は同じといってよく、シャフト１４の材質が何であれ、軸受１６の材質を「磁性体」とすれば、コアレスモータ１において発生するトルクは、従来の構成に比べ向上することが分かる。今まで、シャフト１４の材質は「磁性体」で構成されることの多かったコアレスモータだが、軸受１６の材質を「磁性体」とすれば、シャフト１４の材質を「非磁性体」としてもトルクが確保できることが証明され、シャフト

１４の材質選択の自由度が広がる。
【実施例３】
【００４１】
図９に、本発明のコアレスモータ１の構成の別例を示す。本実施例３の構成は、上述の実施例１の構成（図２）の変形例であるため、図２と同一の構成のものについては同一の符号を付与し、ここでの詳細な説明は割愛する。図９に示すように、軸受１６は、界磁用磁石１２が嵌合固着される軸受基部（磁石支持部）１６ａと、周囲に界磁用磁石１２が配置される軸受添部（磁石添部）１６ｂとにより形成され、軸受基部１６ａの材質を非磁性体とし、かつ、軸受添部１６ｂの材質を磁性体としたことを特徴とする。
【００４２】
図１０に、上述の実施例１と本実施例３との、軸方向断面における磁束密度ベクトル分布の比較を示す。図１０（ａ）に、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の材質を磁性体とした」実施例１の構成の、磁束密度ベクトル分布（上部拡大図）を示す。また、図１０（ｂ）に、「シャフト１４の材質を磁性体とし、軸受１６の軸受添部１６ｂの材質を磁性体とし、かつ軸受基部１６ａの材質を非磁性体とした」本実施例３の構成の、磁束密度ベクトル分布（上部拡大図）を示す。
【００４３】
これら２つの例では、双方とも、シャフト１４および軸受添部１６ｂの材質は「磁性体」であり、異なるのは、軸受基部１６ａの材質である。図１０（ａ）から、軸受基部１６ａの材質を「磁性体」としたものは、界磁用磁石１２より一方向に発生した磁束が、近くにある磁性体、即ち、軸受基部１６ａに引き寄せられ、コイル１３を経由しない短絡状の磁束、磁束のループ（○で囲まれた領域）が発生していることが分かる。
【００４４】
一方、図１０（ｂ）のように、軸受基部１６ａの材質を「非磁性体」とした本実施例３の構成では、界磁用磁石１２より発生した磁束が軸受基部１６ａに引き寄せられることなく、つまり、ロスにつながる磁束のループがなくなっていることが分かる。よって、軸受添部１６ｂの材質を「磁性体」としたことによる磁束増加分を余すことなく使うことができ、界磁用磁石１２の磁束をトルク発生のために、より有効に使うことができる。
【００４５】
図１１に、軸受基部１６ａの材質を「磁性体」とした実施例１の構成において発生するトルクと、軸受基部１６ａの材質を「非磁性体」とした本実施例３の構成において発生するトルクとの比較を示す。図１１のように、軸受基部１６ａの材質を「非磁性体」とした方が、より界磁用磁石１２のポテンシャルを引き出すことができ、コアレスモータ１において発生するトルクが増大することが分かる。
【実施例４】
【００４６】
図１２に、本発明のコアレスモータ１の構成のさらに別例を示す。本実施例４の構成は、上述の実施例１の構成（図２）の変形例であるため、図２と同一の構成のものについては同一の符号を付与し、ここでの詳細な説明は割愛する。コアレスモータ１において、界磁用磁石１２と軸受１６との間には、僅かな空隙が存在している。そこで、図１２に示すようにその僅かな空隙に粒子状磁性体１８を配している。この構成により、界磁用磁石１２と軸受１６との間の磁気抵抗を低減し、磁束量を増大させることができる。
【００４７】
図１３に、「界磁用磁石１２と軸受１６との間が空隙（空気が存在）である」従来の構成において発生するトルクと、「界磁用磁石１２と軸受１６との間に粒子状磁性体１８を配する」本実施例４の構成において発生するトルクとの比較を示す。図１３に示すように、界磁用磁石１２と軸受１６との間が空隙である状態よりも、コアレスモータ１において発生するトルクをさらに増大させることが可能となる。また、空隙に粒子状磁性体１８を配するため、界磁用磁石１２と軸受１６を一体成型するといったような難度の高い製造方法を用いることなく、また、新たな部品加工を必要とすることがないため、製造コストの

増大も抑制できる。

【００４８】

以上の説明は、軸受１６の材質を「磁性体」とした構成を前提としたものであったが、さらに別の実施例として、図１２における軸受１６の材質を、例えばアルミニウム，銅，真鍮等の非磁性金属，炭素系素材のような「非磁性体」とし、この「非磁性体」の軸受１６と界磁用磁石１２との間に粒子状磁性体１８を配する構成としても、同様の作用効果を得ることができる。

【００４９】

上述の実施例１～４において、シャフト１４，軸受１６（軸受基部１６ａ，軸受添部１６ｂ），粒子状磁性体１８に用いる磁性体は、例えば比透磁率が１０００を超える物質を用いる。鉄，コバルト，ニッケルは、比透磁率が１０００を超え、磁石やコアによく用いられ、入手も容易でコストも高くないため、比較的低コストで本発明の構成を実現できる。とりわけ、軟鉄は安価で加工性に優れ、コアレスモータ１の各部に用いる磁性体として好適である。

【００５０】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、これらはあくまで例示にすぎず、本発明はこれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲の趣旨を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づく種々の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【００５１】

【図１】従来の小型円筒コアレスモータの外観を示す図。

【図２】コアレスモータの軸方向断面を示す図。

【図３】コアレスモータの径方向断面を示す図。

【図４】従来型コアレスモータの、径方向断面における磁束密度ベクトル分布図を示す図。

【図５】本発明のコアレスモータの、径方向断面における磁束密度ベクトル分布図を示す図（実施例１）。

【図６】本発明の構成（図５）と従来構成（図４）との磁束密度の差分を示す図（実施例１）。

【図７】本発明の構成と従来構成とにおける発生トルクの比較を示す図（実施例１）。

【図８】シャフトの材質が磁性体で軸受の材質が磁性体である構成（実施例１）と、シャフトの材質が非磁性体で軸受の材質が磁性体である構成（実施例２）とにおける発生トルクの比較を示す図。

【図９】本発明のコアレスモータの構成の別例を示す図（実施例３）。

【図１０】実施例１と実施例３とにおいて軸方向断面における磁束密度ベクトル分布の比較を示す図。

【図１１】実施例１と実施例３との、発生するトルクの比較を示す図。

【図１２】本発明のコアレスモータの構成のさらに別例を示す図（実施例４）。

【図１３】従来の構成と、図１２の構成とにおいて発生するトルクとの比較を示す図（実施例４）。

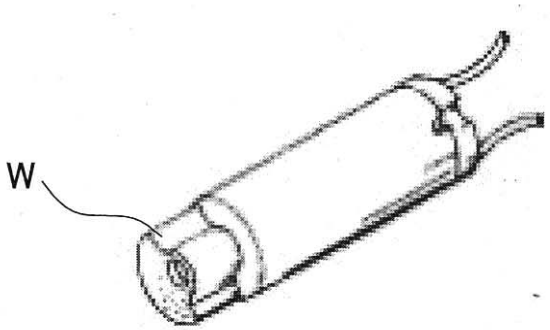
【符号の説明】

【００５２】

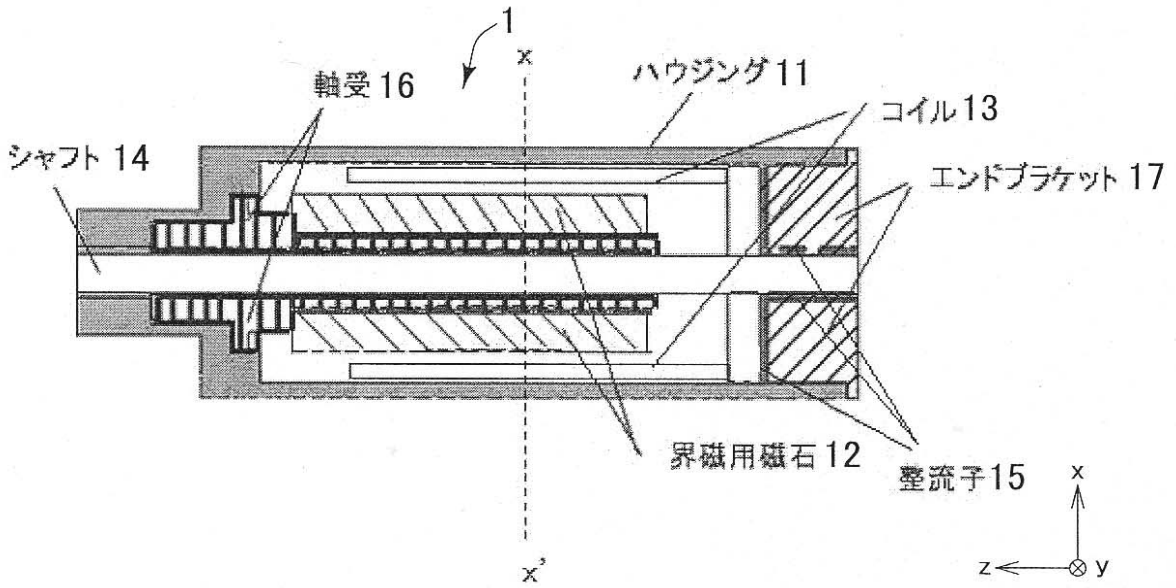
１　コアレスモータ
１１　ハウジング
１２　界磁用磁石
１３　コイル
１４　シャフト
１５　整流子
１６　軸受
１６ａ　軸受基部（磁石支持部）

１６ｂ　軸受添部（磁石添部）
１７　　エンドブラケット
１８　　粒子状磁性体

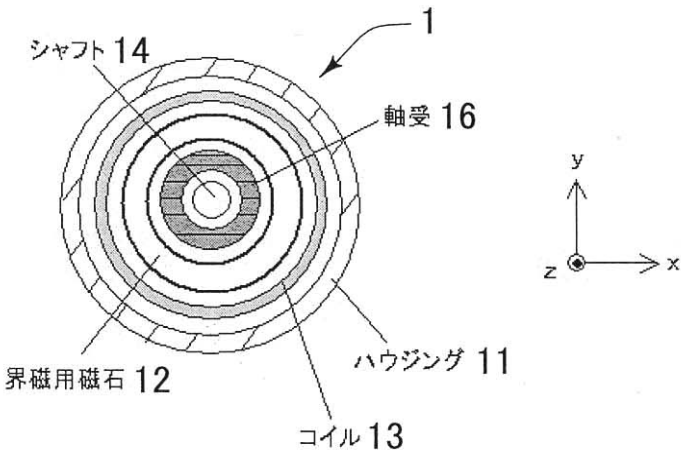
【図１】



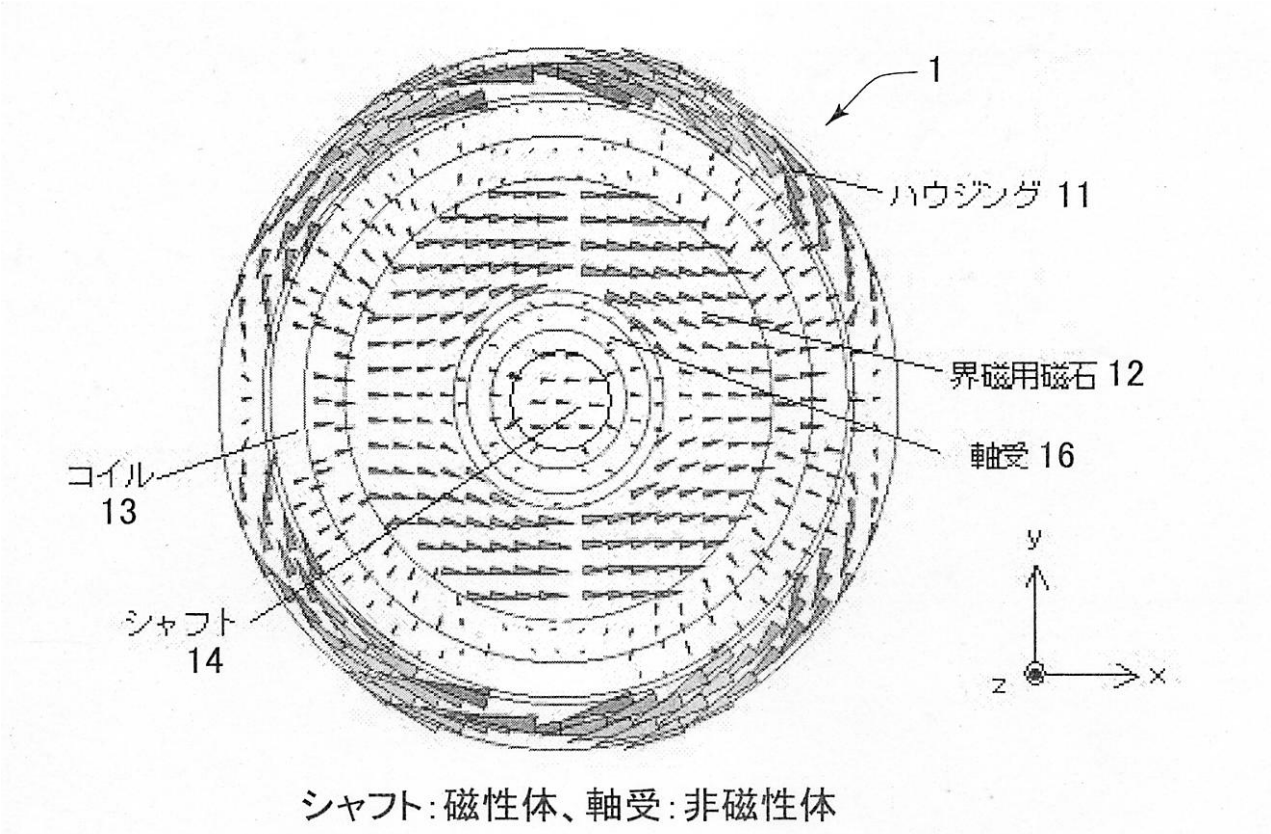
【図２】


1
x
軸受16
ハウジング11
コイル13
シャフト14
エンドブラケット17
界磁用磁石12
整流子15
x'
x
z
y

【図３】

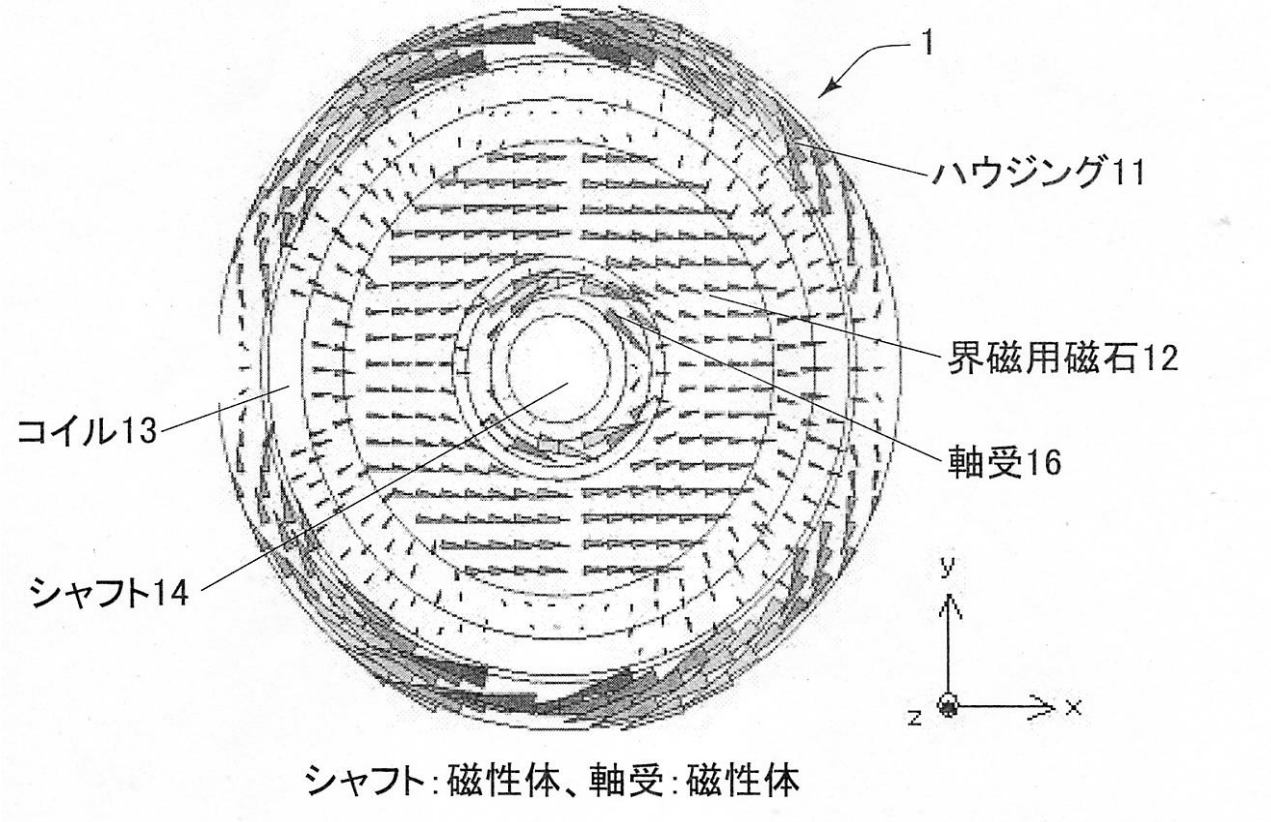

1
シャフト14
軸受16
y
z
x
界磁用磁石12
ハウジング11
コイル13

【図４】



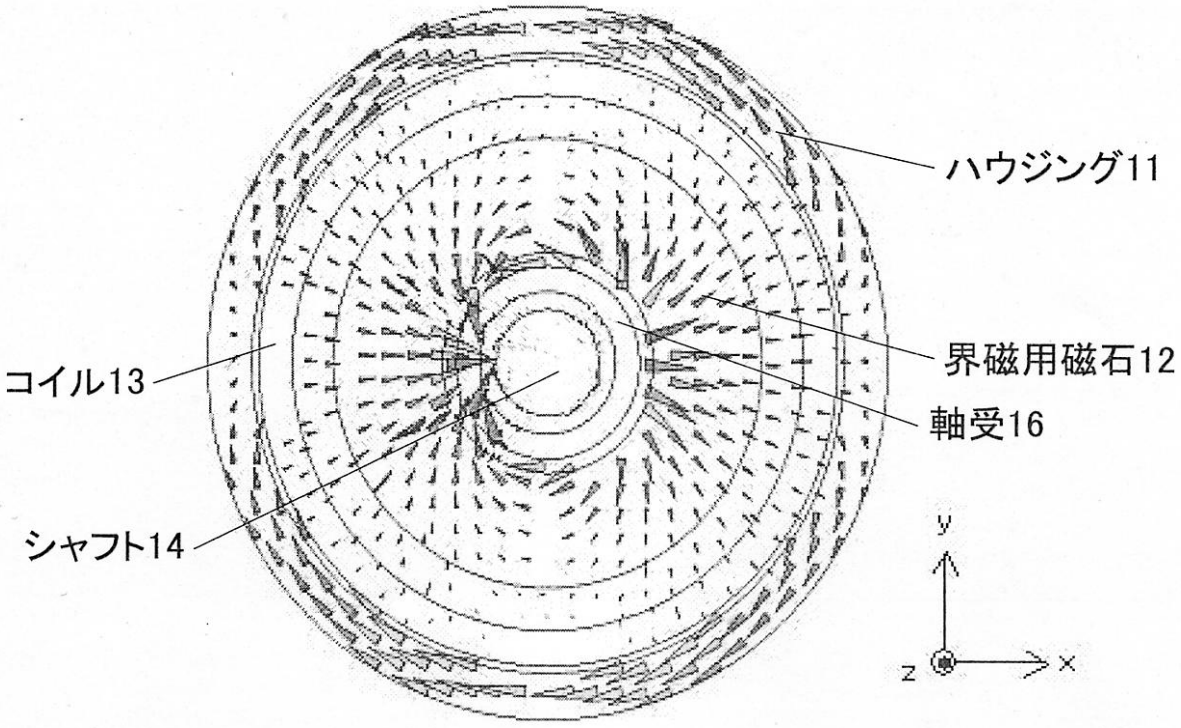
シャフト：磁性体、軸受：非磁性体

【図５】



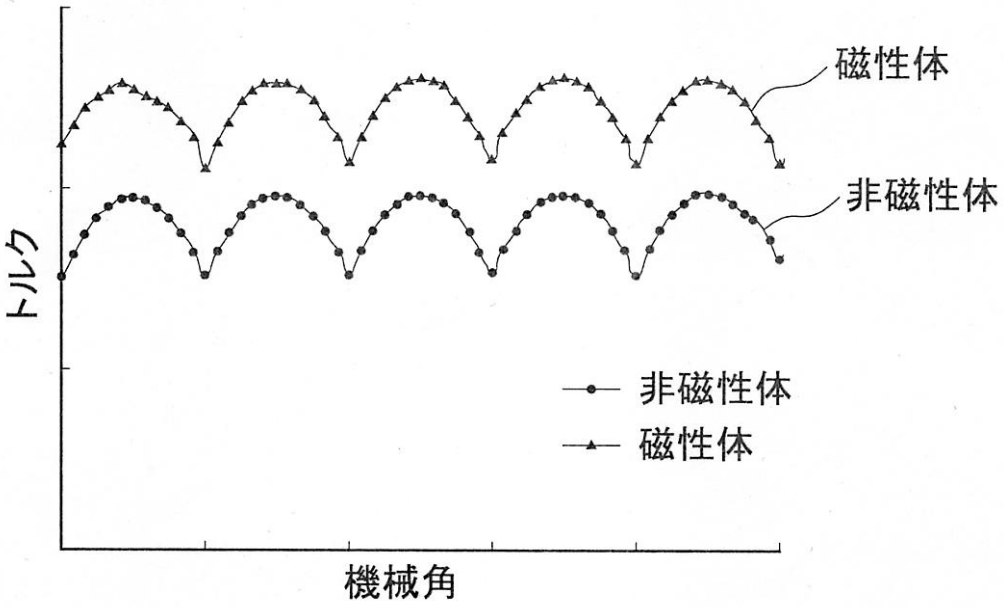
シャフト：磁性体、軸受：磁性体

【図６】



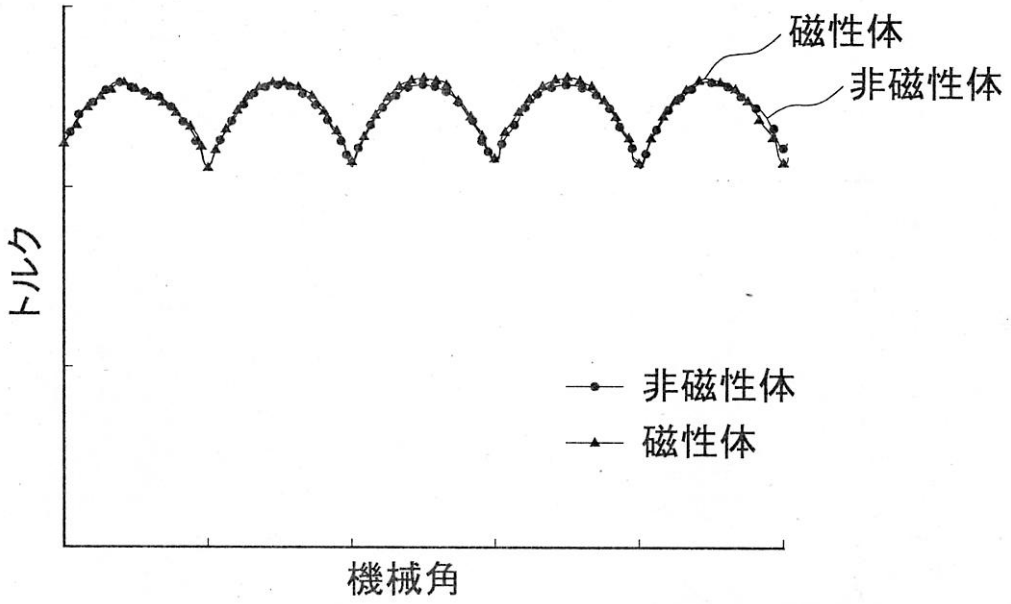
磁束密度差分(軸受:磁性体－非磁性体)【シャフト:磁性体】

【図７】



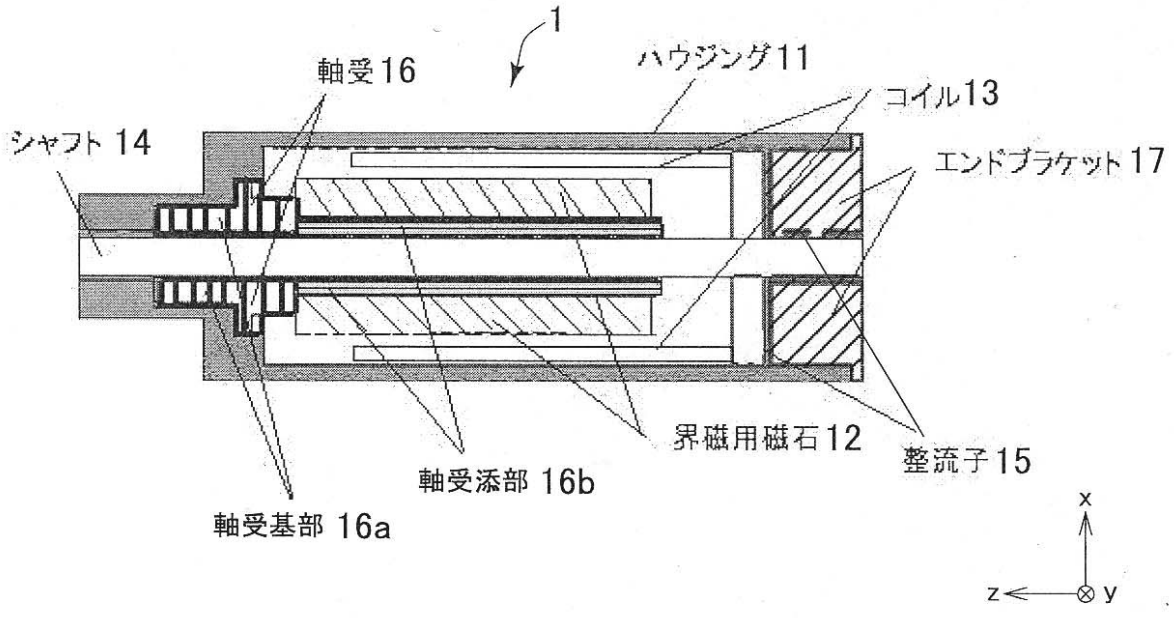
軸受材質変更(シャフト:磁性体)

【図８】



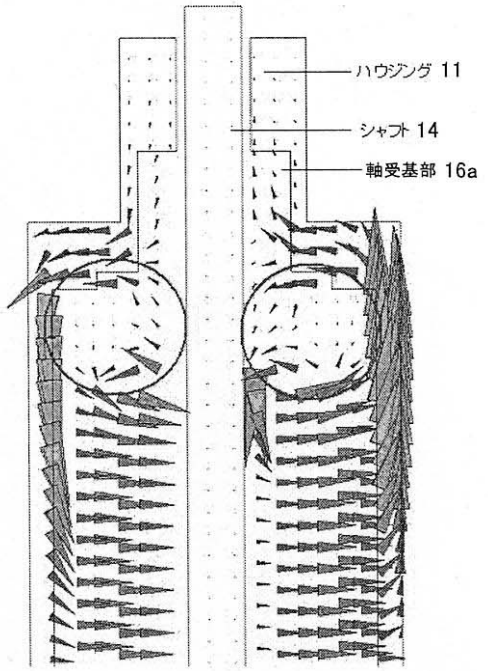
シャフト材質変更(軸受:磁性体)

【図９】



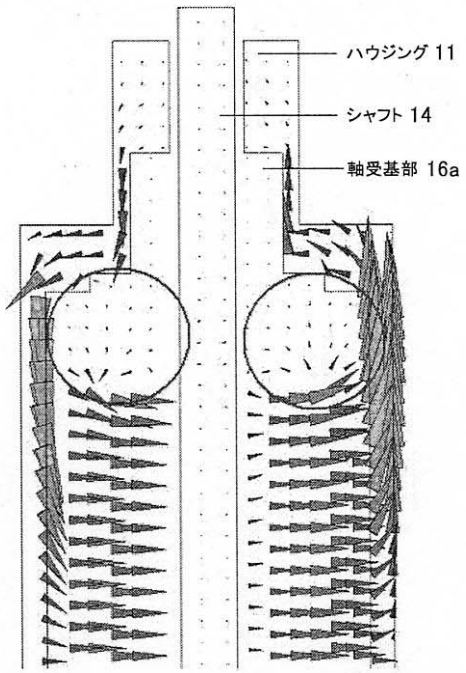
【図１０】

(a)



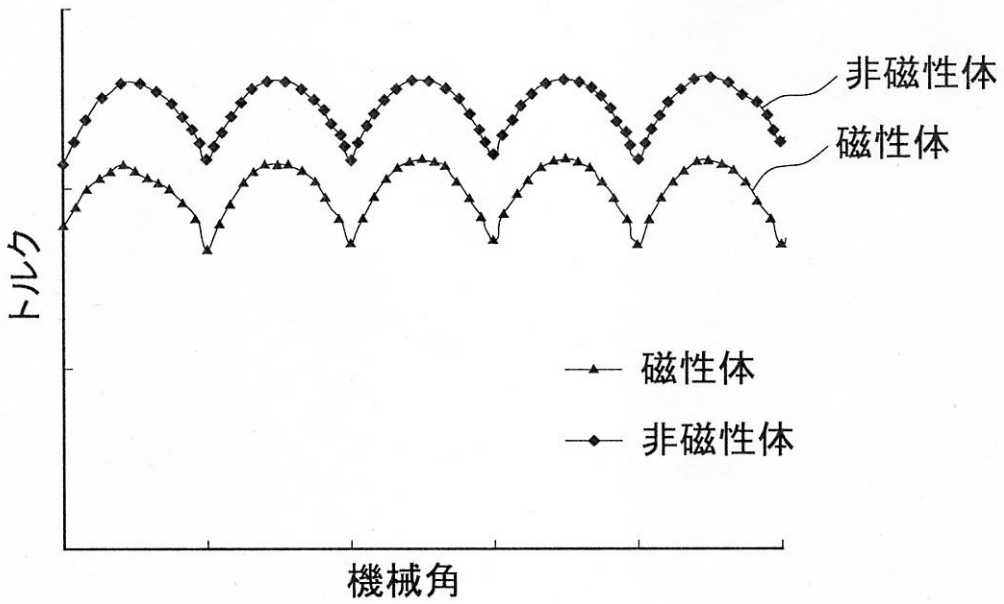
(a)磁束密度(軸受基部　:磁性体)【シャフト・軸受添部　磁性体】

(b)



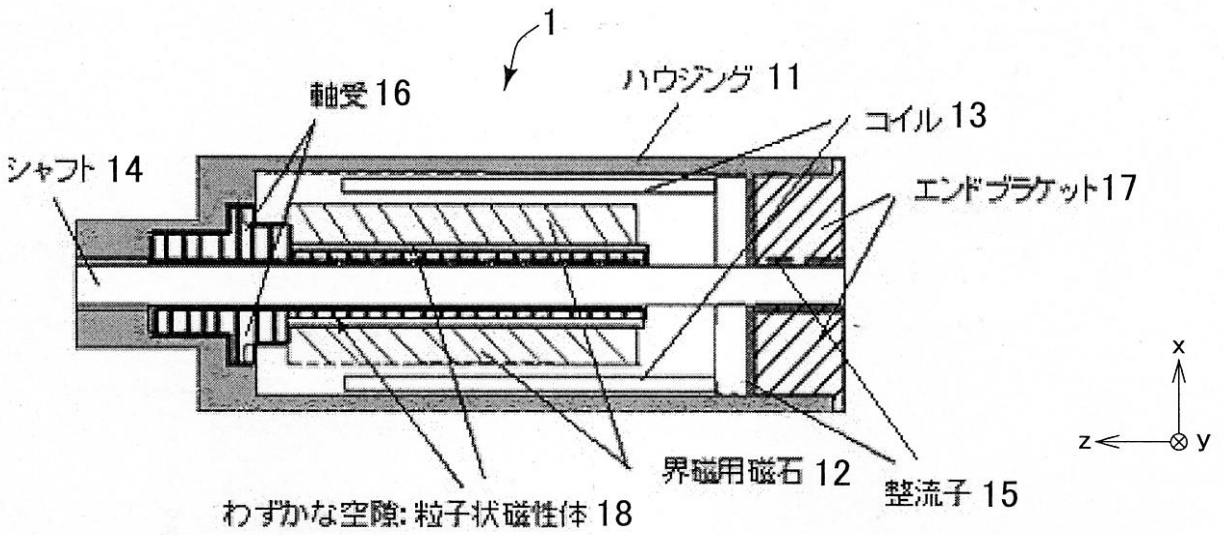
(b)磁束密度(軸受基部　:非磁性体)【シャフト・軸受添部　磁性体】

【図１１】

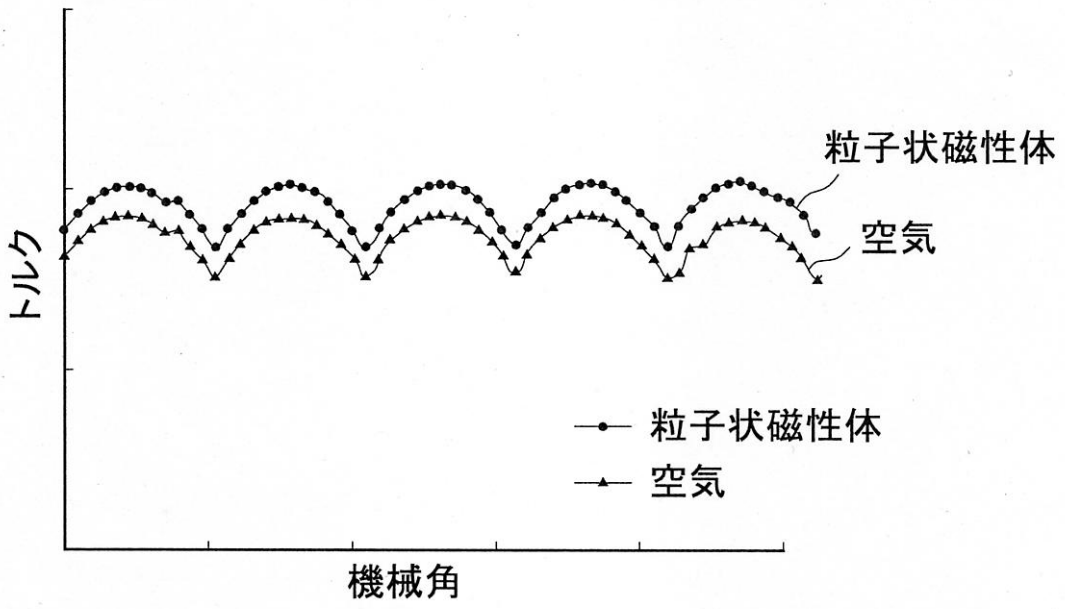


軸受基部材質変更(シャフト・軸受添部:磁性体)

【図１２】



【図１３】



界磁用磁石と軸受間条件変更
（「空隙のまま」と「空隙に粒子状磁性体を配したもの」との比較）

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
H02K 1/02 (2006.01)	H02K 1/02	A

(72)発明者 河瀬 順洋
岐阜県岐阜市柳戸１番１ 国立大学法人岐阜大学内

Ｆターム(参考) 5H601 AA29 BB01 BB27 CC01 CC09 CC25 DD02 DD10 DD11 DD18
DD23 DD32 DD42 DD47 EE18 EE27 EE39 FF01 GA02 GB02
HH02 HH05 JJ04 JJ05
5H605 BB05 BB09 BB17 BB19 CC01 CC02 CC04 EB06 EB12 GG04
5H607 BB01 BB04 BB14 BB17 BB26 DD01 DD03 DD09 DD16 DD19
GG01 GG09
5H623 BB07 GG11 GG22 HH06 HH10 LL03 LL18