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

特許第5235330号
(P5235330)

(45)発行日　平成25年7月10日(2013.7.10)　(24)登録日　平成25年4月5日(2013.4.5)

(51)Int.Cl.　　F I
H02K 37/16 (2006.01)　　H02K 37/16　C
H02K 7/116 (2006.01)　　H02K 37/16　Y
H02K 7/116

請求項の数 3　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願2007-129407 (P2007-129407)
(22)出願日　平成19年5月15日 (2007.5.15)
(65)公開番号　特開2008-289223 (P2008-289223A)
(43)公開日　平成20年11月27日 (2008.11.27)
審査請求日　平成22年5月13日 (2010.5.13)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100125254
弁理士　別役　重尚
(72)発明者　水牧　雅夫
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　高橋　祐介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】モータ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
円柱形状のコア部と軸部とギア部が軟磁性材料で形成されるロータと、
円周方向に分割されて異なる極に交互に着磁され、前記コア部に固定される円筒形状のマグネットと、
前記軸部の一端部を受ける基部と前記基部から延出された第１の外側磁極部および第２の外側磁極部とが軟磁性材料で形成されるステータと、
通電することで前記第１の外側磁極部を励磁する第１のコイルと、
通電することで前記第２の外側磁極部を励磁する第２のコイルと、
前記第１のコイルが巻回される第１のボビン部と前記第２のコイルが巻回される第２のボビン部と前記第１の外側磁極部および前記第２の外側磁極部と係合するカバー部が形成されるボビンと、
前記ボビンに固定され、前記軸部の他端部を受ける支持部材と、
前記ロータのギア部の歯数よりも多い歯が形成され、前記ギア部と噛合して、前記基部と前記ボビンとの間で回転可能に支持される出力ギアとを有し、
前記ギア部は、前記第１のコイルと前記第２のコイルとの間に配置され、
前記出力ギアは、前記ロータの回転中心を基準にした前記第１の外側磁極部と前記第２の外側磁極部とのなす角度θをθ＜１８０°としたときに、前記角度θの範囲の反対側にて、前記ギア部と噛合し、前記基部と前記ボビンとの間で回転可能に支持されることを特徴とするモータ。

【請求項２】
前記出力ギアは、軸方向の一端部が前記基部に支持され、軸方向の他端部が前記ボビンに支持されることを特徴とする請求項１に記載のモータ。
【請求項３】
前記出力ギアの歯の一部が前記カバー部より外部に露出していることを特徴とする請求項１または２に記載のモータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、例えば、撮像装置等の電子機器に搭載して、レンズ等の機構の直進駆動をステップ制御するステッピングモータ等のモータに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来から、様々な機構の駆動源として使用される種々のステッピングモータが提案されている。ステッピングモータの第１の従来例として、回転軸を中心とする直径を小さくし且つ出力を高めたものが提案されている（特許文献１参照）。
【０００３】
図１０は、第１の従来例に係るステッピングモータの構成を示す分解斜視図であり、図１１は、図１０のステッピングモータを組み立てた状態における内部構造を示す縦断面図である。
【０００４】
図１０及び図１１において、第１の従来例に係るステッピングモータは、ロータ２０１、第１のコイル２０２、第２のコイル２０３、第１のステータ２０４、第２のステータ２０５、出力軸２０６、連結リング２０７を備えている。
【０００５】
第１のステータ２０４及び第２のステータ２０５は、軟磁性材料から形成され、ステッピングモータの軸方向に所定の間隔を置いて互いに対向する状態に配置される。連結リング２０７は、非磁性材料から形成され、第１のステータ２０４と第２のステータ２０５を所定の間隔で保持する。出力軸２０６は、第１のステータ２０４の軸受部２０４Ｅ及び第２のステータ２０５の軸受部２０５Ｅに回転自在に支持されている。ロータ２０１は、出力軸２０６に固着され、円周方向に４分割して異なる極に交互に着磁されたマグネット（永久磁石）から構成されている。
【０００６】
第１のステータ２０４は、先端部が櫛歯形状を有すると共に、ロータ２０１の外周面に所定の隙間をあけて対向する第１の外側磁極部２０４Ａ、２０４Ｂと、ロータ２０１の内周面に所定の隙間をあけて対向する第１の内側磁極部２０４Ｃ、２０４Ｄとを備える。
【０００７】
第２のステータ２０５は、ロータ２０１の外周面に所定の隙間をあけて対向する第２の外側磁極部２０５Ａ、２０５Ｂと、ロータ２０１の内周面に所定の隙間をあけて対向する第２の内側磁極部２０５Ｃ、２０５Ｄとを備える。
【０００８】
第１の内側磁極部２０４Ｃ、２０４Ｄには、ロータ２０１に対しモータ軸方向に隣接して、第１のステータ２０４を励磁する第１のコイル２０２が巻回されている。第２の内側磁極部２０５Ｃ、２０５Ｄには、ロータ２０１に対しモータ軸方向に隣接して、第２のステータ２０５を励磁する第２のコイル２０３が巻回されている。
【０００９】
ステッピングモータのロータ２０１を回転させる場合は次のように行う。第１のコイル２０２、第２のコイル２０３への通電方向を切り換えることで、第１の外側磁極部２０４Ａ、２０４Ｂ、第１の内側磁極部２０４Ｃ、２０４Ｄ、第２の外側磁極部２０５Ａ、２０５Ｂ、第２の内側磁極部２０５Ｃ、２０５Ｄの各極性を切り換える。これにより、ロータ

２０１を回転させる。

【００１０】

上記構成のステッピングモータは、第１及び第２のコイル２０２、２０３に通電することにより発生した磁束が外側磁極部から対向する内側磁極部へ、または内側磁極部から対向する外側磁極部へと流れる。これに伴い、外側磁極部と内側磁極部の間に位置するロータ２０１（マグネット）に磁束が効率的に作用する。

【００１１】

また、外側磁極部と内側磁極部との間隔を円筒形状のロータ２０１の厚さ程度とすることができるため、外側磁極部と内側磁極部とで構成される磁気回路の抵抗を小さくすることができる。これにより、少ない電流で多くの磁束を発生させて、出力を向上させることができるステッピングモータとすることができる。

【００１２】

また、ステッピングモータの第２の従来例として、ロータを回転軸方向に分割し、その分割した部分に出力ギアを形成することで、出力ギアからモータの端面までの距離を短くしたものが提案されている（特許文献２参照）。

【００１３】

この第２の従来例に係るステッピングモータは、複数に分割着磁された第１のロータ、同じく複数に分割着磁された第２のロータ、第１及び第２のローラとの間に配置された出力ギアがそれぞれ軸に一体に固定されている。

【００１４】

第１のロータの外周には第１のロータに対向する櫛歯を有する第１及び第２のハウジングが設けられ、第２のロータの外周には第２のロータに対向する櫛歯を有する第３及び第４のハウジングが設けられている。

【００１５】

第１及び第２のハウジングには第１のコイルが支持され、第３及び第４のハウジングには第２のコイルが支持されており、第１及び第３のハウジングはそれぞれに設けられたフランジ部で互いに固定されている。また、第１及び第２のハウジングの端面には第１のキャップが固着され、第３及び第４のハウジングの端面には第２のキャップが固着され、前記軸が２つの軸受を介して第１及び第２のキャップに回転自在に支持されている。

【００１６】

このステッピングモータでは、出力ギアがモータの軸方向の略中央に配置されるので、モータを配置するためのスペースを、出力ギアが噛合する被駆動ギアの軸方向の両側にモータの全長の半分のスペースを各々設ければよい。

【００１７】

さらに、ステッピングモータの第３の従来例として、回転軸方向の長さを短くし、且つ出力を高めたものが提案されている（特許文献３参照）。

【００１８】

図１２は、第３の従来例に係るステッピングモータの構成を示す分解斜視図であり、図１３は、図１２のステッピングモータを組み立てた状態における内部構造を示す縦断面図である。

【００１９】

図１２及び図１３において、第３の従来例に係るステッピングモータは、周方向にＮ分割されて異なる極に交互に着磁された円筒形状のマグネット３０６と、マグネット３０６の内径部に固定される軟磁性材料からなるロータ軸３０７とを備えている。

【００２０】

ロータ軸３０７の軸方向においてマグネット３０６に隣接する位置には、第１のコイル３０２が配置されている。第１のコイル３０２の内周側には、第１のコイル３０２により励磁される第１の外側磁極部３０１ａが挿入されている。

【００２１】

第１の外側磁極部３０１ａは、マグネット３０６の外周面に対して所定の隙間をもち、

その外周面の所定の角度範囲内に対向するように配置される。ロータ軸３０７の軸方向においてマグネット３０６に隣接する位置には、第２のコイル３０４が第１のコイル３０２と略同一平面上に配置されている。

【００２２】

第２のコイル３０４の内周側には、第２のコイル３０４により励磁される第２の外側磁極部３０１ｂが挿入されている。第２の外側磁極部３０１ｂは、第１の外側磁極部３０１ａとはマグネット３０６の着磁部に対して（１８０／Ｎ）°位相がずれるとともにマグネット３０６の外周面に対して所定の隙間をもち、その外周面の所定の角度範囲内に対向するように配置される。

【００２３】

また、第１の外側磁極部３０１ａと第２の外側磁極部３０１ｂとこれらの一端部を結ぶ平板部３０１ｃとによってステータ３０１が一体的に形成される。ロータ軸３０７はステータ１に取り付けられる軸受３１０とカバー３０８に取り付けられる軸受３０９とにより回動可能に支持される。

【００２４】

このモータは、第１のコイル３０２、第２のコイル３０４への通電方向を切り換えて、第１の外側磁極部３０１ａ、第２の外側磁極部３０１ｂの各極性を切り換えることによりロータ軸３０７を回転させる。

【００２５】

このモータは、コイルに通電することにより発生した磁束が外側磁極部からマグネットを通過して対向するロータ軸（内側磁極部）へ、又はロータ軸（内側磁極部）からマグネットを通過して対向する外側磁極部へと流れる。これにより、外側磁極部と内側磁極部との間に位置するマグネットに磁束が効率的に作用する。

【００２６】

また、ロータ軸が内側磁極部を兼ねることでマグネットの内周と内側磁極部との間に空隙を設ける必要がないため、外側磁極部と内側磁極部との間隔を非常に小さくでき、外側磁極部と内側磁極部とで構成される磁気回路の抵抗が小さくなる。従って、少ない電流で多くの磁束を発生させて、モータの出力を向上させることができる。

【００２７】

さらに、第１のコイルと第２のコイルとは共にマグネットに隣接して略同一平面状に配置されるとともに、第１の外側磁極部と該第２の外側磁極部とは同一のマグネットに対してそれぞれ異なる角度範囲に関して対向するように構成されている。このため、マグネットの軸方向寸法を短くでき、軸方向の長さが短いモータとすることができる。

【００２８】

また、２つの外側磁極部は一体で形成されるため、相互位置誤差を小さく抑えることができるとともに、部品点数を少なくして、構造が簡単で低コストなモータとすることができる。

【特許文献１】特開平９－３３１６６６号公報
【特許文献２】特開平１－１０３１５１号公報
【特許文献３】特開２００４－２４２４５３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００２９】

しかしながら、上記第１の従来例に係るステッピングモータは、その軸方向寸法は、２つのコイルの軸方向長さとマグネットの軸方向長さとステータの厚みで決まるため、ステッピングモータの所定の出力を確保しようとすると、軸方向寸法が長いものとなる。逆に、コイルやマグネット等の軸方向長さを短くすると、ステッピングモータの出力が大幅に低下する。また、出力を取り出すには出力軸２０６の先端にピニオンを固定するのが一般的であり、このピニオンを含めるとさらにモータの軸方向寸法が長いものとなる。

【００３０】

また、上記第２の従来例に係るステッピングモータは、その軸方向寸法は、２つのコイルの軸方向長さと出力ギアの軸方向長さとハウジング及びキャップの厚みとで決まるか、或いはマグネットの軸方向長さとキャップの厚みとで決まる。このため、出力ギアを含めた軸方向寸法は上記第１の従来例のステッピングモータよりも短くし易い。

【００３１】

しかし、マグネットはコイルを含むハウジングユニットの内径部に配置されるため、ステッピングモータの外径に対するマグネットの直径は小さなものとなってしまう。この場合、ステッピングモータの所定の出力を確保しようとすると、径方向寸法が大きいものとなる。また、ステッピングモータの外径を小型化すると、これに伴いマグネットの直径も小さくなり、ステッピングモータの出力が大幅に低下する。

【００３２】

したがって、上記第２の従来例では、出力ギアの回転出力を中央から取り出せることで、軸方向ではステッピングモータの配置スペースの制約が少なくなるものの、径方向での寸法の制約は大きくなり、また、ロータを２分割する必要があるためコストが高くなる。

【００３３】

さらに、上記第３の従来例に係るステッピングモータは、その軸方向寸法は、１つのコイルの軸方向長さ、マグネットの軸方向長さ、ステータ及びカバーの厚みで決まるため、軸方向寸法の短いモータとすることができる。

【００３４】

しかし、第１の従来例と同様に出力を取り出すには、ロータ軸３０７の先端にピニオンを固定する必要があるため、このピニオンを含めると軸方向寸法は長いものとなる。また、機器の小型化に伴いピニオンを小径にするにはピニオンの内径に圧入される軸の径も小径にする必要があるが、軸径が小さいと圧入による軸曲がりが発生しやすいという問題がある。

【００３５】

そこで、本発明の目的は、小型で軸方向の長さが短く、かつ低コストで高出力な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】

【００３６】

上記目的を達成するために、本発明のモータは、円柱形状のコア部と軸部とギア部が軟磁性材料で形成されるロータと、円周方向に分割されて異なる極に交互に着磁され、前記コア部に固定される円筒形状のマグネットと、前記軸部の一端部を受ける基部と前記基部から延出された第１の外側磁極部および第２の外側磁極部とが軟磁性材料で形成されるステータと、通電することで前記第１の外側磁極部を励磁する第１のコイルと、通電することで前記第２の外側磁極部を励磁する第２のコイルと、前記第１のコイルが巻回される第１のボビン部と前記第２のコイルが巻回される第２のボビン部と前記第１の外側磁極部および前記第２の外側磁極部と係合するカバー部が形成されるボビンと、前記ボビンに固定され、前記軸部の他端部を受ける支持部材と、前記ロータのギア部の歯数よりも多い歯が形成され、前記ギア部と噛合して、前記基部と前記ボビンとの間で回転可能に支持される出力ギアとを有し、前記ギア部は、前記第１のコイルと前記第２のコイルとの間に配置され、前記出力ギアは、前記ロータの回転中心を基準にした前記第１の外側磁極部と前記第２の外側磁極部とのなす角度θをθ＜１８０°としたときに、前記角度θの範囲の反対側にて、前記ギア部と噛合し、前記基部と前記ボビンとの間で回転可能に支持されることを特徴とする。

【発明の効果】

【００３７】

本発明によれば、小型で軸方向の長さが短く、かつ低コストで高出力なモータを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３８】

以下、本発明の実施の形態の一例を図面を参照して説明する。

【００３９】

図１は本発明の実施の形態の一例であるステッピングモータを説明するための分解斜視図、図２は図１のステッピングモータを組み立てた状態の外観斜視図である。図３は図２のステッピングモータの前方から見た断面図、図４は図２のステッピングモータの左側方から見た断面図、図５は図２のステッピングモータの第１及び第２のコイルの上面側から軸方向に見た断面図である。

【００４０】

図１～図５において、本実施形態のステッピングモータは、ステータ１、第１の軸受２、第２の軸受１１、第１のコイル３、第２のコイル４、ボビン５、マグネット８、ロータ９、出力ギア１０、天板１２を備えている。

【００４１】

ステータ１は、軟磁性材料により形成されており、第１の外側磁極部１ａ、第２の外側磁極部１ｂ、平板部（基部）１ｃ、穴部１ｄ、突起部１ｅ、１ｆ、軸穴部１ｇを備えている。

【００４２】

平板部１ｃの中央には、第１の軸受２が取り付けられる穴部１ｄが形成されている。また、平板部１ｃの長手方向の両端部間は穴部１ｄを中心として円周方向に互いに接近して開き角度θ（θ＜１８０°）をなしている（図６参照）。平板部１ｃの長手方向の端部と穴部１ｄとの間には、出力ギア１０の軸部１０ａを回転自在に支持する軸穴部１ｇが形成されている。

【００４３】

第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂは、それぞれ櫛歯形状をなして平板部１ｃと一体に形成されており、平板部１ｃの短手方向の両側部で平板部１ｃに対してロータ９の軸方向に延出するように曲げられて、ロータ９の軸線に対して平行に配置される。

【００４４】

突起部１ｅ、１ｆは、第１の外側磁極部１ａの先端と第２の外側磁極部１ｂの先端とにそれぞれ一体的に設けられている。

【００４５】

本実施形態では、ステータ１は、上記第１の従来例におけるステータとは異なり、第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂが平板部１ｃと一体的に構成されている。このため、第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂとの相互誤差が少なくなり、組み立てによるステッピングモータの性能のばらつきを最小限に抑えることができる。

【００４６】

第１の軸受２は、軟磁性材料により円筒形状に形成されており、中央部に軸穴部２ａを有している。第１の軸受２は、軸穴部２ａにロータ９の軸方向の一端部に突設された軸部９ｃが嵌合し、外周部がステータ１の穴部１ｄに圧入等により取り付けられることで、ロータ９を回転自在に支持する。

【００４７】

第２の軸受１１は、円筒形状に形成されており、中央部に軸穴部１１ａを有している。第２の軸受１１は、軸穴部１１ａにロータ９の軸方向の他端部に突設された軸部９ｄが嵌合することで、ロータ９を回転自在に支持する。

【００４８】

ボビン５は、第１のボビン部５ａ、第２のボビン部５ｂ、コイル受け部５ｃ、穴部５ｄ、軸穴部５ｅ、カバー部５ｆ、ダボ５ｇ，５ｈを備えている。

【００４９】

カバー部５ｆは、ステータ１の第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂが係合可能な内周形状を有する。カバー部５ｆは、ステータ１の平板部１ｃの上面に載置され、マグネット８の外周面を覆うと共に、ステッピングモータの外観の一部を構成する。

【００５０】

第１のボビン部５ａは、第１のコイル３が巻回されるものであり、カバー部５ｆに一体に配置されている。また、第１のボビン部５ａは、その内側に、第１の外側磁極部１ａの軸方向における平板部１ｃ側の部分が嵌合する切り欠き部を有する。第２のボビン部５ｂは、第２のコイル４が巻回されるものであり、カバー部５ｆに一体に配設されている。また、第２のボビン５ｂは、その内側に、第２の外側磁極部１ｂの軸方向における平板部１ｃ側の部分が嵌合する切り欠き部を有する。

【００５１】

コイル受け部５ｃは、第１のコイル３及び第２のコイル４とマグネット８と軸方向に仕切る位置に配置されている。コイル受け部５ｃの一方の面には、第１のコイル３及び第２のコイル４は当接し、コイル受け部５ｃの他方の面には、マグネット８が所定の隙間をもって配置される。また、コイル受け部５ｃの中央にはロータ９のギア部９ｂの歯先円直径よりも大径の穴部５ｄが設けられ、ギア部９ｂはマグネット８側から穴部５ｄを通ってコイル３，４側へ挿入された状態で配置される。さらに、コイル受け部５ｃには出力ギア１０の軸部１０ｂを回転自在に支持する軸穴部５ｅが設けられている。

【００５２】

ボビン５のカバー部５ｆの長手方向（平板部１ｃの短手方向）の一側には、第１のコイル３のコイル端子がからげられる（接続される）２つの端子ピン６（一部不図示）が配設されている。また、ボビン５のカバー部５ｆの長手方向（平板部１ｃの短手方向）の他側には、第２のコイル４のコイル端子がからげられる（接続される）２つの端子ピン７が配設されている。更に、ボビン５のカバー部５ｆの上面には、天板１２の取り付け位置を決めるための２つのダボ５ｇ，５ｈが配設されている。

【００５３】

第１のコイル３は、軸方向におけるマグネット８とステータ１の平板部１ｃとの間で、第１の外側磁極部１ａの外周側において、第１のボビン部５ａに巻回される。第１のコイル３は、両端のコイル端子がボビン５に付設された上記２つの端子ピン６にからげられることで導通状態となる。これにより、第１のコイル３へ通電することにより、ステータ１の第１の外側磁極部１ａが励磁される。

【００５４】

第２のコイル４は、軸方向におけるマグネット８とステータ１の平板部１ｃとの間で、第２の外側磁極部１ｂの外周側において、第２のボビン部５ｂに巻回される。第２のコイル４は、両端のコイル端子がボビン５に付設された上記２つの端子ピン７にからげられることで導通状態となる。これにより、第２のコイル４へ通電することにより、ステータ１の第２の外側磁極部１ｂが励磁される。

【００５５】

第１のコイル３及び第２のコイル４は、ステータ１の平板部１ｃの上面に隣接して配置され、第１のコイル３及び第２のコイル４の間には、ロータ９のギア部９ｂが隣接して配置される。これにより、上記第１の従来例のように２つのコイル及びマグネットをモータ軸方向に間隔を置いて配置した構造と比較し、ステッピングモータの軸方向長さを短くすることができる。

【００５６】

マグネット８は、円筒形状に形成されており、ロータ９のコア部９ａが嵌合可能な内径部８ａ（図１参照）を有している。マグネット８は、円周方向にＮ分割（着磁極数：Ｎ）（本実施の形態では６分割（着磁極数：６））されて、Ｓ極とＮ極が交互に着磁されている（図６参照）。マグネット８の内周面は、外周面に比べ弱い着磁分布を有するか、或いは全く着磁されていないか、或いは外周面と逆の極（外周面がＳ極の場合はＮ極）に着磁されている。

【００５７】

ロータ９は、軟磁性材料にて形成されており、円柱形状のコア部９ａと、出力ギア１０と噛み合うギア部９ｂと、第１の軸受２により回転自在に支持される軸部９ｃと、第２の軸受１１により回転自在に支持される軸部９ｄとを備えている。コア部９ａの外周面には

マグネット８の内径部８ａが接着等により固定される。マグネット８とコア部９ａとは、互いの軸方向寸法が同一に形成されており、互いの軸方向端面が同一となるように固定される。

【００５８】

ロータ９のステッピングモータの軸方向に関しての位置は、第１の軸受２と第２の軸受１１とにより所定の隙間を持って規制されることで定められる。

【００５９】

コア部９ａとギア部９ｂとが一体化されているロータ９は、粉末プレス（焼結）、或いは金属粉末射出成形（ＭＩＭ）、或いは金属粉末と樹脂の混合品の射出成形等により製作することで、高精度なものを切削品よりも安価に得ることができる。

【００６０】

なお、本実施の形態では、ロータ９のコア部９ａ及びギア部９ｂと軸部９ｃ，９ｄとを一体に形成しているが、これに限定されない。例えば、コア部９ａ及びギア部９ｂと回転軸とを別体で形成し、一体に形成されたコア部９ａ及びギア部９ｂに回転軸の嵌合穴を係止して該嵌合穴に回転軸を圧入等により嵌合固定するようにしてもよい。また、回転軸を固定軸として、該固定軸に対して一体に形成されたコア部９ａ及びギア部９ｂを軸受等を介して回転自在に支持するようにしてもよい。

【００６１】

コア部９ａ及びギア部９ｂと軸部９ｃ，９ｄとを一体で形成する場合は、部品点数の削減によるコストの低減を図ることができると共に、コア部９ａ及びギア部９ｂと軸部９ｃ，９ｄとの同軸位置精度を向上させることが可能となる。他方、コア部９及びギア部９ｂと回転軸とを別体で構成する場合は、回転軸には強度が強くて耐磨耗性が優れるＳＵＳ等の材料を使用し、コア部９ａ及びギア部９ｂには磁気効率の良いＳＵＹ等の軟磁性材料を使用することが可能となる。

【００６２】

出力ギア１０は、第１のコイル３と第２のコイル４との間でロータ９のギア部９ｂに隣接し、かつ軸方向においてボビン５のコイル受け部５ｃとステータ１の平板部１ｃとの間に配置され、ロータ９のギア部９ｂと噛み合っている。

【００６３】

出力ギア１０は、ロータ９の回転中心を基準にした第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂとのなす角度をθ（θ＜１８０°）とすると、角度θの範囲とは反対側のスペースの広い側に配置される（図５参照）。また、出力ギア１０は軸部１０ａがステータ１の平板部１ｃに設けられる軸穴部１ｇにより回転自在に支持され、軸部１０ｂがボビン５のコイル受け部５ｃに設けられる軸穴部５ｅにより回転自在に支持される。

【００６４】

ここで、出力ギア１０の歯数をロータ９のギア部９ｂの歯数よりも多く設定することで、減速駆動が可能となる（本実施の形態では出力ギア１０の歯数は１５歯、ロータ９のギア部９ｂの歯数は１１歯に設定）。出力ギア１０はモータに内蔵されている（図４及び図５参照）ので、モータの外形を大きくすることなく減速が可能となる。

【００６５】

出力ギア１０の歯の一部はボビン５のカバー部５ｆより外部に露出しており、ここに不図示の被駆動ギアを噛み合うことで外部出力が可能となる。すなわち、ステッピングモータの側面から出力が可能となる。

【００６６】

天板（支持部材）１２は、平板状に形成されており、突起用穴部１２ａ，１２ｂ、位置決め用穴部１２ｃ，１２ｄ、軸受用穴部１２ｅを備えている。突起用穴部１２ａ，１２ｂには、それぞれステータ１の第１の外側磁極部１ａの延出端に配設された突起部１ｅ、第２の外側磁極部１ｂの延出端に配設された突起部１ｆが挿入され、レーザ溶接やカシメ等により固定される。

【００６７】

位置決め用穴部１２ｃ，１２ｄには、それぞれ、ボビン５のダボ５ｇ，５ｈが嵌合される。これにより、天板１２に対するボビン５の取り付け位置が決められる。軸受用穴部１２ｅには、第２の軸受１１が挿入され固定される。

【００６８】

ロータ９は、ステータ１に取り付けられる第１の軸受２と、ステータ１に固定された天板１２に取り付けられる第２の軸受１１とで回転自在に支持されるため、ロータ９の軸方向の両端部の同軸度のズレを最小限に抑えることができる。これにより、マグネット８の外周面と第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂの内周面とのギャップの均一化を図ることができ、ステッピングモータの安定した回転を得ることができる。

【００６９】

本実施の形態では、ステータ１の第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂとは、マグネット８の外周面に所定の隙間をあけて互いに径方向に対向している。そして、ロータ９のコア部９ａにおける第１の外側磁極部１ａに対向する部分と、ロータ９のギア部９ｂにおける第１のコイル３に対向する部分とにより、第１の内側磁極部が形成される。

【００７０】

同様に、ロータ９のコア部９ａにおける第２の外側磁極部１ｂに対向する部分と、ロータ９のギア部９ｂにおける第２のコイル４に対向する部分とにより、第２の内側磁極部が形成される。

【００７１】

これにより、第１のコイル３へ通電することで、第１の外側磁極部１ａと第１の内側磁極部とをそれぞれ反対の極に励磁して、その磁極間にマグネット８を横切る磁束を発生させ、磁束を効果的にマグネット８に作用させる。

【００７２】

同様に、第２のコイル４へ通電することで、第２の外側磁極部１ｂと第２の内側磁極部とをそれぞれ反対の極に励磁し、その磁極間にマグネット８を横切る磁束を発生させ、磁束を効果的にマグネット８に作用させる。この場合、第１の軸受２を軟磁性材料にすることで磁路として活用することができ、モータの磁気回路の抵抗を低くでき、出力向上につながる。

【００７３】

また、本実施の形態では、第１の内側磁極部及び第２の内側磁極部を、ロータ９で構成しているので、ロータ９が内側磁極部を兼ねることにより、製造コストを低減することができる。

【００７４】

更に、ステータ１は、第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂを平板部１ｃに対して直角に単純に曲げただけで容易に形成することができるので、製造コストを低減することができる。

【００７５】

更に、本実施の形態では、ステータ１の第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂは、ステッピングモータの軸方向に延出する櫛歯形状であるので、ステッピングモータの最外径（図６のＬ１）を最小限に抑えることができる。

【００７６】

例えば、外側磁極部をマグネットの半径方向に伸びるステータ板で構成すると、マグネットを平面的な展開にする必要があると共に、半径方向に向かってコイルを巻くことになる。そのため、軸方向の長さは短くてもステッピングモータの最外径は大きなものとなってしまう。

【００７７】

これに対して、本実施の形態では、ステッピングモータの最外径（図６のＬ１）は、マグネット８の直径と、第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂの厚みと、第１のコイル３及び第２のコイル４の巻き線幅とで決定される。この場合、第１及び第２のコイル３，４の巻き線幅の片側部分（第１の軸受２側の部分）は、径方向でマグネット８と略

同じ位置にあるので（図３参照）、ステッピングモータの最外径を最小限に抑えることができる。

【００７８】

更に、本実施の形態では、第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂを、平板部１ｃの短手方向の両側からそれぞれモータ軸方向に延出した櫛歯形状に構成している。これにより、第１の軸受２、第１のコイル３、第２のコイル４、ボビン５、マグネット８が固定されるロータ９、出力ギア１０、第２の軸受１１、天板１２を全て軸方向の一方向（図１の上から下方向へ）から組み込むことが可能となり、組み立て作業性がよい。

【００７９】

また、本実施の形態では、ボビン５は、第１のコイル３と第２のコイル４の両方が巻回されると共に、マグネット８の外周面を覆うカバーを兼ねている。そのため、第１及び第２のコイルを別々のボビンに巻回する場合やカバーを別個に設ける場合と比較し、部品点数及びコストを削減することができる。さらに、ボビン５は出力ギア１０を回転自在に支持する部材として機能する。

【００８０】

上記第２の従来例では、マグネットはコイルを含むハウジングユニットの内径に配置されるため、ステッピングモータの外形寸法に対するマグネットの直径は小さなものとなってしまう。そのため、ステッピングモータの外径を小型化すると出力が大幅に落ちてしまう。

【００８１】

これに対して、本実施の形態では、ステッピングモータの外形寸法（図６のＬ２）は、マグネット８の直径と、ボビン５のカバー部５ｆの厚みと、マグネット８とカバー部５ｆとの隙間だけで決定される。そのため、ステッピングモータの外形寸法（図６のＬ２）に対するマグネット８の直径はかなり近いものにすることが可能となり、ステッピングモータの外形寸法の小型化に対して有利である。

【００８２】

上記第３の従来例に係るステッピングモータは、第１の従来例と同様に出力を取り出すにはロータ軸の先端にピニオンを固定するのが一般的であり、このピニオンを含めると軸方向寸法は長いものとなる。また、機器の小型化に伴いピニオンの小径化を行うにはピニオンの内径に圧入される軸の径も小径化する必要があるが、軸径が小さいと圧入による軸曲がりが発生しやすい。

【００８３】

これに対して、本実施の形態では、出力ギア１０の歯の一部はボビン５のカバー部５ｆより外部に露出しており、ここに不図示の被駆動ギアを噛み合うことで外部出力が可能となるため、モータ側面からの出力が可能となる。すなわち、出力ギア１０を含めても軸方向寸法の短いモータとすることができ、モータのレイアウトの自由度が高くなる。また、ロータ９にギア部９ｂを一体に設けており、軸にギアを圧入する必要がないので、ギア部９ｂの小径化が可能となる。さらに、出力ギア１０の歯数をロータ９のギア部９ｂの歯数よりも多くすることで、モータ外形を大きくすることなく減速が可能となり、小型で軸方向寸法が短く、高出力なモータとすることができる。

【００８４】

次に、図６～図９を参照して、本実施の形態のステッピングモータの作用効果や動作等について更に詳述する。

【００８５】

図６はステッピングモータの第１の通電状態を説明するための説明図、図７はステッピングモータの第２の通電状態を説明するための説明図である。図８はステッピングモータの第３の通電状態を説明するための説明図、図９はステッピングモータの第４の通電状態を説明するための説明図である。

【００８６】

図６～図９において、マグネット８は、その外周側表面及び内周側表面が円周方向に等

角度間隔で複数個に分割（本実施の形態では６分割）され、Ｓ極とＮ極が交互に着磁されている。外周側表面がＳ極である部分に対応する、内周側表面はＮ極であり、外周側表面がＮ極である部分に対応する、内周側表面はＳ極である。

【００８７】

また、ステータ１の第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂとは、図６に示すように、マグネット８の回転中心を基準として角度θ位相がずれた位置に配置されている。ここで、角度θは、（１８０°－１８０°／Ｎ）である（Ｎ＝着磁分割数）。本実施の形態では、Ｎ＝６であるので、角度θは、１５０°である。このように、角度θ＝（１８０°－１８０°／Ｎ）にすることにより、図６中のＬ２寸法（ステッピングモータの最小外形寸法）を小さくすることができる。

【００８８】

上記のように、ステータ１の第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂとは、マグネット８における軸方向に直交する方向の同一面（外周面）に対して、それぞれ異なる角度範囲（角度θ位相がずれた位置）で対向するように配置されている。これにより、マグネット８の軸方向寸法、ひいてはステッピングモータの軸方向寸法を短くすることができる。

【００８９】

上記構成の大きな特徴として、マグネット８の外周面の一部分に着目すれば、次のように磁束が作用する。即ち、マグネット８が回転することにより、マグネット８の一部分に対して、第１のコイル３により励磁される第１の外側磁極部１ａの磁束と、第２のコイル４により励磁される第２の外側磁極部１ｂの磁束とが交互に作用することになる。第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂとがマグネット８の同じ個所に対して磁束を作用させるので、着磁のバラツキなどによる悪影響を受けず、ステッピングモータの性能を安定化させることができる。

【００９０】

次に、ステッピングモータの動作について説明する。

【００９１】

図６の第１の通電状態では、第１のコイル３に正方向に通電することにより、第１の外側磁極部１ａはＮ極に励磁され、第１の内側磁極部はＳ極に励磁されている。第１の内側磁極部は、コア部９ａのうち第１の外側磁極部１ａに対向する部分及びギア部９ｂのうち第１のコイル３に対向する部分である。また、第２のコイル４に正方向に通電することにより、第２の外側磁極部１ｂはＮ極に励磁され、第２の内側磁極部はＳ極に励磁されている。第２の内側磁極部は、コア部９ａのうち第２の外側磁極部１ｂに対向する部分及びギア部９ｂのうち第２のコイル４に対向する部分である。

【００９２】

次に、図６の第１の通電状態から第２のコイル４への通電方向のみ逆方向にして、第２の外側磁極部１ｂをＳ極に励磁し、第２の内側磁極部をＮ極に励磁する。これに伴い、図７に示すように、マグネット８は時計方向に３０°回転して、第２の通電状態となる。

【００９３】

更に、図７の第２の通電状態から第１のコイル３への通電方向のみ逆方向にして、第１の外側磁極部１ａをＳ極に励磁し、第１の内側磁極部をＮ極に励磁する。これに伴い、図８に示すように、マグネット８は時計方向に更に３０°回転して、第３の通電状態となる。

【００９４】

更に、図８の第３の通電状態から第２のコイル４への通電方向のみ正方向にして、第２の外側磁極部１ｂをＮ極に励磁し、第１の内側磁極部をＳ極に励磁する。これに伴い、図９に示すように、マグネット８は時計方向に更に３０°回転して、第４の通電状態となる。

【００９５】

以後、同様に、第１のコイル３及び第２のコイル４への通電方向を順次切り換えていく

ことにより、第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂとは異なるタイミングで励磁の切り換えが行われる。これにより、マグネット８は通電位相に応じた位置へと回転する。

【００９６】

上記のように、本実施の形態では、第１の通電状態として、第１のコイル３と第２のコイル４とを共に正方向に通電する。第２の通電状態として、第１のコイル３を正方向に通電し、第２のコイル４を逆方向に通電する。第３の通電状態として、第１のコイル３と第２のコイル４とを共に逆方向に通電する。第４の通電状態として、第１のコイル３を逆方向に通電し、第２のコイル４を正方向に通電する。このように、第１の通電状態→第２の通電状態→第３の通電状態→第４の通電状態へと通電状態の切り換えを行い、マグネット８を回転させている。

【００９７】

上記の通電状態の切り換えは次のようにしてもよい。即ち、第５の通電状態として、第１のコイル３と第２のコイル４を共に正方向に通電する。第６の通電状態として、第１のコイル３を正方向に通電し、第２のコイル４を非通電状態とする。第７の通電状態として、第１のコイル３を正方向に通電し、第２のコイル４を逆方向に通電する。第８の通電状態として、第１のコイル３を非通電状態とし、第２のコイル４を逆方向に通電する。このように、第５の通電状態→第６の通電状態→第７の通電状態→第８の通電状態へと通電状態を切り換えるようにしてもよい。これにより、マグネット８は通電位相に応じた回転位置へと回転する。

【００９８】

次に、マグネット８と、ステータ１の第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂとの位相関係について説明する。

【００９９】

上述したように、第１の通電状態、第２の通電状態、第３の通電状態、第４の通電状態と通電状態を切り換えると、第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂとは、交互に励磁される極性の切り換えが行われる。

【０１００】

図６の第１の通電状態で第１のコイル３に正方向に通電して、第１の外側磁極部１ａをＮ極に励磁すると、マグネット８には第１の外側磁極部１ａの中心とマグネット８の着磁部の中心（Ｓ極の中心）が一致するように図中時計方向の回転力が発生する。同時に、第２のコイル４にも正方向に通電して、第２の外側磁極部１ｂをＮ極に励磁すると、マグネット８には第２の外側磁極部１ｂの中心とマグネット８の着磁部の中心（Ｓ極の中心）が一致するように図中反時計方向の回転力が発生する。

【０１０１】

両コイルの通電中は、マグネット８は回転力のバランスがとれた状態で静止する。図６はこの状態を示している。両コイルへの通電量が等しい時は、第１の外側磁極部１ａの中心とマグネット８の着磁部の中心（Ｓ極の中心）との位相差、及び、第２の外側磁極部１ｂの中心とマグネット８の着磁部の中心（Ｓ極の中心）との位相差は、共に約１５°となる。

【０１０２】

図６の状態から、第２のコイル４を逆方向の通電に切り換えると、第２の外側磁極部１ｂはＳ極に励磁されて、マグネット８には、第２の外側磁極部１ｂの中心と該マグネット８の着磁部の中心（Ｎ極の中心）が一致するように図中時計方向の回転力が発生する。ここで、第１のコイル３は正方向の通電のままにしておくことで、マグネット８には、第１の外側磁極部１ａの中心と該マグネット８の着磁部の中心（Ｓ極の中心）が一致するように同じく時計方向の回転力が発生する。これにより、図６の状態から、マグネット８は時計方向に回転を始める。

【０１０３】

図６の状態から、マグネット８が時計方向に約１５°回転すると、第１の外側磁極部１

ａの中心とマグネット８の着磁部の中心（Ｓ極の中心）とが一致する状態になる。このとき、第２の外側磁極部１ｂの中心は、マグネット８の着磁部の境界（Ｓ極、Ｎ極の境界）と一致した状態であり、マグネット８を更に時計方向に回転させる力が発生している。そして、マグネット８は、その状態から更に時計方向に約１５°回転（図６の状態から時計方向に約３０°回転）すると、両コイルの回転力のバランスがとれた状態となり、その位置で静止する。この状態は図７に第２の通電状態として示される。

【０１０４】

図７の状態から、第１のコイル３を逆方向の通電に切り換えると、第１の外側磁極部１ａはＳ極に励磁されて、マグネット８には、第１の外側磁極部１ａの中心と該マグネット８の着磁部の中心（Ｎ極の中心）が一致するように図中時計方向の回転力が発生する。ここで、第２のコイル４は逆方向の通電のままにしておくことで、マグネット８には、第２の外側磁極部１ｂの中心と該マグネット８の着磁部の中心（Ｎ極の中心）とが一致するように同じく時計方向の回転力が発生する。これにより、図７の状態から、マグネット８は時計方向に回転を始める。

【０１０５】

図７の状態から、マグネット８が時計方向に約１５°回転すると、第２の外側磁極部１ｂの中心とマグネット８の着磁部の中心（Ｎ極の中心）とが一致する状態になる。このとき、第１の外側磁極部１ａの中心は、マグネット８の着磁部の境界（Ｓ極、Ｎ極の境界）と一致した状態であり、マグネット８を更に時計方向に回転させる力が発生している。そして、マグネット８は、その状態から更に時計方向に約１５°回転（図７の状態から時計方向に約３０°回転）すると、両コイルの回転力のバランスがとれた状態となり、その位置で静止する。この状態は図８に第３の通電状態として示される。

【０１０６】

図８の状態から、第２のコイル４を正方向の通電に切り換えると、第２の外側磁極部１ｂはＮ極に励磁されて、マグネット８には、第２の外側磁極部１ｂの中心と該マグネット８の着磁部の中心（Ｓ極の中心）とが一致するように図中時計方向の回転力が発生する。ここで、第１のコイル３は逆方向の通電のままにしておくことで、マグネット８には、第１の外側磁極部１ａの中心と該マグネット８の着磁部の中心（Ｎ極の中心）とが一致するように同じく時計方向の回転力が発生する。これにより、図８の状態から、マグネット８は時計方向に回転を始める。

【０１０７】

図８の状態から、マグネット８が時計方向に約１５°回転すると、第１の外側磁極部１ａの中心とマグネット８の着磁部の中心（Ｎ極の中心）とが一致する状態になる。このとき、第２の外側磁極部１ｂの中心は、マグネット８の着磁部の境界（Ｓ極、Ｎ極の境界）と一致した状態であり、更に時計方向に回転させる力が発生している。そして、マグネット８は、その状態から更に時計方向に約１５°回転（図８の状態から時計方向に約３０°回転）すると、両コイルの回転力のバランスがとれた状態となり、その位置で静止する。この状態が図９に第４の通電状態として示される。

【０１０８】

以上説明したように、本実施の形態によれば、ステータ１の第１の外側磁極部１ａと第２の外側磁極部１ｂの間に配置したロータ９のコア部９ａの外周部に、マグネット８を固定する構成としている。これにより、マグネット８の機械的強度を向上できると共に、ロータ９に内側磁極部を兼ねさせることができ、外側磁極部と内側磁極部との距離を小さくすることができる。この結果、磁気抵抗を低減することができるため、ステッピングモータの出力を向上させることができる。

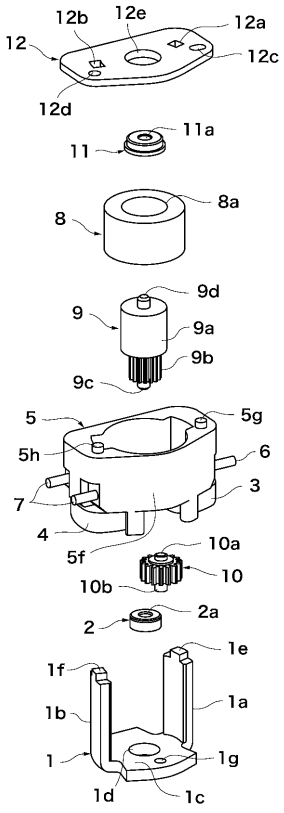
【０１０９】

また、ステッピングモータを、その外径がマグネット８の直径とボビン５のカバー部５ｃの厚みだけで決定可能な構造とし、ステータ１の第１の外側磁極部１ａ及び第２の外側磁極部１ｂを、ステッピングモータの軸方向に延出した櫛歯形状としている。これにより、ステッピングモータの外径及び軸方向長さを最小限に抑え、小型化を図ることができる

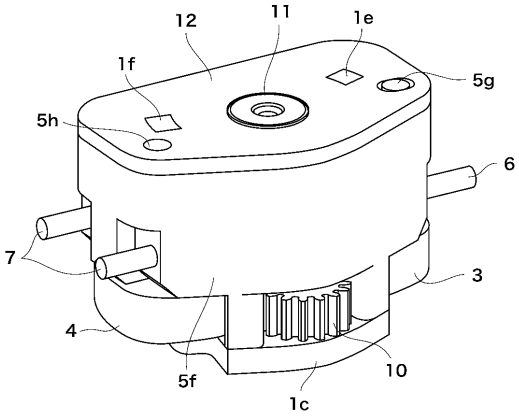
。
【０１１０】
　また、ボビン５は、第１のコイル３と第２のコイル４の両方が巻回されると共に、マグネット８の外周面を覆うカバーを兼ねているため、部品点数及びコストを削減することができる。
【０１１１】
　また、ステータ１に取り付けた第１の軸受２と、ステータ１に固定した天板１２に取り付けた第２の軸受１１とで、ロータ９を支持するようにしているため、ロータ９の軸方向の両端部の同軸度のズレを最小限に抑えることができる。これにより、マグネット８の外周面と第１の外側磁極部１ａの内周面とのギャップの均一化を図ることができ、ステッピングモータの安定した回転を得ることができる。
【０１１２】
　以上より、小型で軸方向の長さが短く、かつ低コストで高出力なステッピングモータを提供することができる。
【０１１３】
　なお、本発明は上記実施の形態に例示したものに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。
【０１１４】
　例えば、上記実施の形態では、ステッピングモータについて例示したが、これに限定されず、ステッピングモータ以外のモータに本発明を適用してもよい。
【図面の簡単な説明】
【０１１５】
【図１】本発明の実施の形態の一例であるステッピングモータを説明するための分解斜視図である。
【図２】図１のステッピングモータを組み立てた状態の外観斜視図である。
【図３】図２のステッピングモータの前方から見た断面図である。
【図４】図２のステッピングモータの左側方から見た断面図である。
【図５】図２のステッピングモータの第１及び第２のコイルの上面側から軸方向に見た断面図である。
【図６】本発明の実施の形態の一例であるステッピングモータの第１の通電状態を説明するための説明図である。
【図７】本発明の実施の形態の一例であるステッピングモータの第２の通電状態を説明するための説明図である。
【図８】本発明の実施の形態の一例であるステッピングモータの第３の通電状態を説明するための説明図である。
【図９】本発明の実施の形態の一例であるステッピングモータの第４の通電状態を説明するための説明図である。
【図１０】第１の従来例に係るステッピングモータを示す分解斜視図である。
【図１１】図１０のステッピングモータを組み立てた状態での内部構造を示す断面図である。
【図１２】第３の従来例に係るステッピングモータを示す分解斜視図である。
【図１３】図１２のステッピングモータを組み立てた状態での内部構造を示す断面図である。
【符号の説明】
【０１１６】
１　ステータ
１ａ　第１の外側磁極部
１ｂ　第２の外側磁極部
１ｃ　平板部（基部）
２　　第１の軸受

３　　第１のコイル
４　　第２のコイル
５　　ボビン
５ｆ　カバー部
８　　マグネット
９　　ロータ
９ｂ　ギア部
１０　出力ギア
１１　第２の軸受
１２　天板（支持部材）

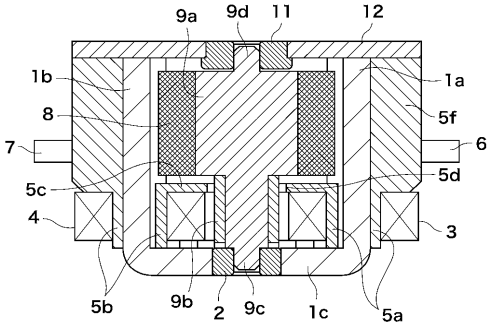
【図１】



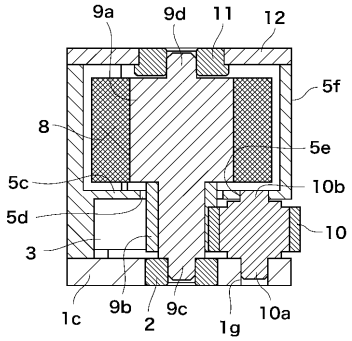
【図２】



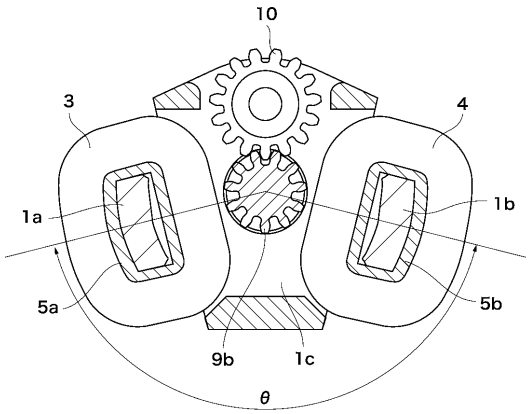
【図３】



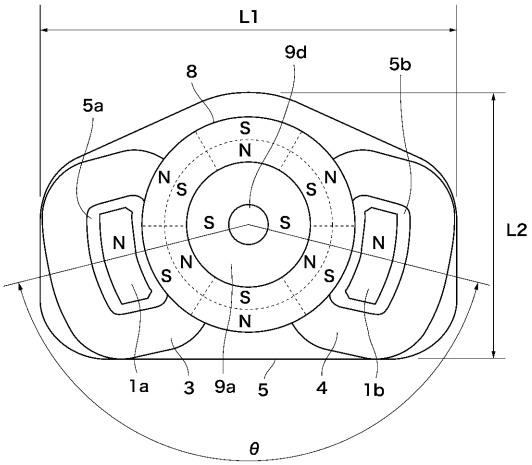
【図４】



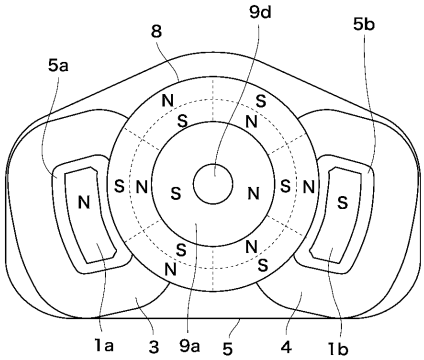
【図５】



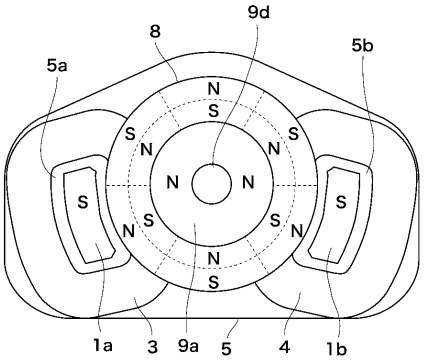
【図６】



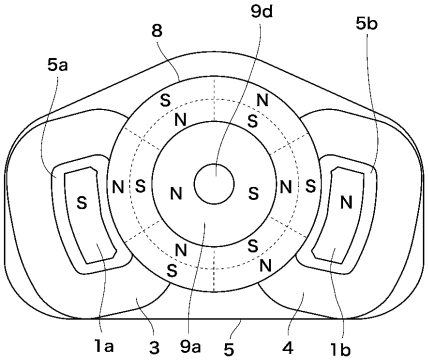
【図７】



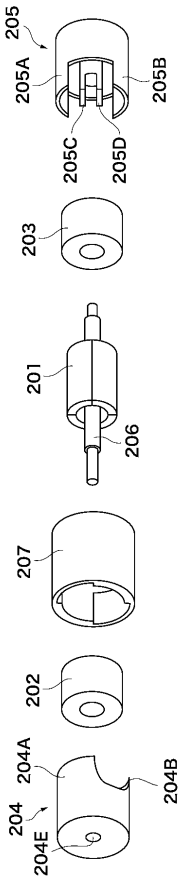
【図８】



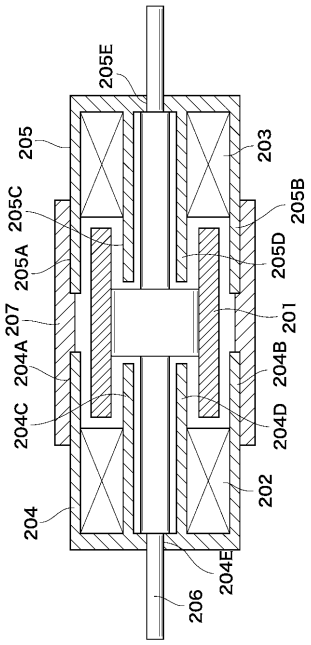
【図９】



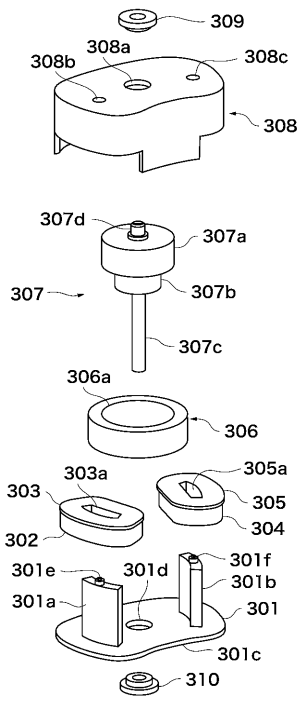
【図１０】



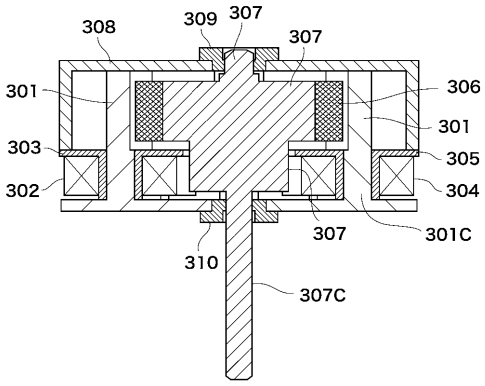
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００７－３７２４４（ＪＰ，Ａ）
実開平１－１８０１８２（ＪＰ，Ｕ）
特開２００５－２１８１４７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｋ　３７／１６
Ｈ０２Ｋ　７／１１６