(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 10 月 29 日(29.10.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/162673 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 7/116 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/061193

(22) 国際出願日: 2014 年 4 月 21 日(21.04.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社安川電機(**KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI**) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石２番１号 Fukuoka (JP).

(72) 発明者: 鈴木　健生(**SUZUKI Takeo**); 〒8060004 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 Fukuoka (JP). 吉田　敏隆(**YOSHIDA Toshitaka**); 〒8060004 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 Fukuoka (JP). 大戸　基道(**OHTO Motomichi**); 〒8060004 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 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 益田　博文, 外(**MASUDA Hirofumi** et al.); 〒1100015 東京都台東区東上野１－７－１３　東上野上村ビル２階 Tokyo (JP).

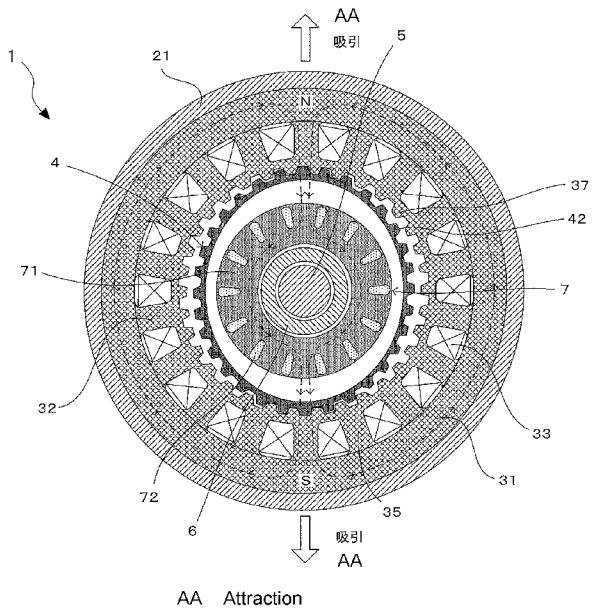
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: MOTOR

(54) 発明の名称 : モータ



(57) **Abstract**: [Problem] To minimize heat generation. [Solution] A motor (1), provided with: a stator (3) that is provided with a plurality of stator coils (33), a teeth core (32), and a yoke core (31) fixed to the inner circumference of a frame (2); an internal gear (37) that is fixed to the inner circumference of the teeth core (32); a magnetic external teeth unit (4) that is provided on the outer circumference with an external gear (42) that engages with the internal gear (37), the external teeth unit (4) being configured so as to deform due to a rotating magnetic field that is produced by the stator coils (33), cause a part of the external gear (42) to engage with the internal gear (37), and sequentially move the engaging position to rotate relative to the internal gear (37); an output shaft (5) that is supported by the frame (2) so as to be capable of rotating, and linked to the external gear unit (4); a fixed shaft that is fixed to the frame (2) and disposed on the inside of the stator (3); and a dummy rotor (7) that is provided with a rotor body (71) that is supported around the fixed shaft (6) so as to be capable of rotating, and disposed on the inside of the teeth core (32) so as to face same with the external teeth unit (4) interposed therebetween.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/162673 A1

【課題】　発熱を抑えるようにする。【解決手段】モータ１は、フレーム２の内周に固定されたヨークコア３１、ティースコア３２、及び複数の固定子巻線３３を備えた固定子３と、ティースコア３２の内周に固定された内歯車３７と、内歯車３７と噛み合う外歯車４２を外周に備え、固定子巻線３３により生じる回転磁界により変形して外歯車４２の一部を内歯車３７に噛み合わせ、その噛み合い位置を順次移動させることで内歯車３７に対して相対回転するように構成された、磁性を有する外歯ユニット４と、フレーム２により回転自在に支持され、外歯ユニット４に連結された出力軸５と、フレーム２に固定され、固定子３の内側に配置された固定軸６と、固定軸６周りに回転自在に支持され、ティースコア３２の内側に外歯ユニット４を挟んで対向配置されたロータ本体７１を備えたダミーロータ７と、を有する。

明　細　書

発明の名称 ： モータ

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、モータに関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、歯の付いた弾性体を磁性片を介して磁気力で変形させ、これを出力体と噛合させるとともに、コイルの電流を順次切り換えて噛み合い点を順次移動させていくことにより、弾性体と出力体との間に相対的な変位を得るモータが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００２－３２５４１８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術は、アウターロータ方式のモータであるので、熱源となるコイルがロータの内側に配置されており、熱を逃がしにくい。また、コイルの磁束の回転速度より大幅に減速されて出力体が回転するので、すべりが大きく、電流が増大して発熱が大きくなるという課題があった。

[0005] 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、発熱を抑えることができるモータ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] 上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、筐体の内周に固定された固定子鉄心及び複数の固定子巻線を備えた固定子と、前記固定子鉄心の内周に固定された内歯車と、前記内歯車と噛み合う外歯車を外周に備え、前記固定子巻線により生じる回転磁界により変形して前記外歯車の一部を前記内歯車に噛み合わせ、その噛み合い位置を順次移動させることで前記内歯車に対して相対回転するように構成された、磁性を有する筒部材と、前記筐

体により回転自在に支持され、前記筒部材に連結されたシャフトと、前記筐体に固定され、前記固定子の内側に配置された固定軸と、前記固定軸周りに回転自在に支持され、前記固定子鉄心の内側に前記筒部材を挟んで対向配置された回転子鉄心を備えた回転子と、を有するモータが適用される。

[0007] また、本発明の別の観点によれば、筐体の内周に固定された固定子鉄心及び複数の固定子巻線を備えた固定子と、前記固定子鉄心の内周に固定された内歯車と、前記内歯車と噛み合う外歯車を外周に備え、前記固定子巻線により生じる回転磁界により変形して前記外歯車の一部を前記内歯車に噛み合わせ、その噛み合い位置を順次移動させることで前記内歯車に対して相対回転するように構成された、磁性を有する筒部材と、前記筐体により回転自在に支持され、前記磁性筒部材に連結されたシャフトと、前記回転磁界に追随して回転する手段と、を有するモータが適用される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、発熱を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態のモータの全体概略構成を表す軸方向断面図である。

[図2]図１中の矢視ＩＩ－ＩＩ断面で見た軸直交断面図である。

[図3]モータの主要部位を軸方向に分解した状態を示す図である。

[図4]ティースコアを構成する薄鋼板の平面図である。

[図5]ヨークコアを構成する薄鋼板の平面図である。

[図6]ヨークコアにティースコアを嵌合した固定子全体の軸直交断面図である。

[図7]固定子に２極の磁束を発生させた際の磁束線の分布と、内歯車に対する外歯車の変形及び噛み合いを表す図である。

[図8]モータに給電する３相交流の波形を表す図である。

[図9]２極６スロットのモータの構成を模式的に表した図である。

[図10]図８中のタイミングｉにおけるモータの磁極方向と外歯ユニットの変形方向を表す図である。

[図11]図８中のタイミングＩＩにおけるモータの磁極方向と外歯ユニットの変形方向を表す図である。

[図12]図８中のタイミングＩＩＩにおけるモータの磁極方向と外歯ユニットの変形方向を表す図である。

[図13]図８中のタイミングＩＶにおけるモータの磁極方向と外歯ユニットの変形方向を表す図である。

[図14]図８中のタイミングＶにおけるモータの磁極方向と外歯ユニットの変形方向を表す図である。

[図15]図８中のタイミングＶＩにおけるモータの磁極方向と外歯ユニットの変形方向を表す図である。

[図16]図８中のタイミングＩにおけるモータの内歯車と外歯車の噛み合い状態を表す図である。

[図17]図８中のタイミングＩＶにおけるモータの内歯車と外歯車の噛み合い状態を表す図である。

[図18]図１６から回転磁極が１回転した際のモータの内歯車と外歯車の噛み合い状態を表す図である。

[図19]比較例であるアウターロータ型モータのトルク特性を表す図である。

[図20]実施形態のインナーロータ型モータのトルク特性を表す図である。

[図21]外歯ユニットの内周に厚肉部を設けた変形例の軸方向断面図である。

[図22]固定子、厚肉部、及びダミーロータを、内歯車及び外歯車よりも長く形成した変形例の軸方向断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、一実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお、以下では、モータの構成の説明の便宜上、上下左右等の方向を適宜使用するが、モータの各構成の位置関係を限定するものではない。

[0011] ＜モータの構成＞

まず、図１～図６を用いて、本実施形態に係るモータ１の構成について説明する。図１はモータ１の軸方向断面を示しており、図２は図１中の矢視Ｉ

Ｉ－ＩＩ断面で見た軸直交断面を示しており、図３は主要部位を軸方向に分解した状態を示している。また、図４、図５は固定子を構成するティースコアとヨークコアを分解した状態を示しており、図６は固定子全体の軸方向断面を示している。これら図１～図６に示すように、モータ１は、主にフレーム２と、固定子３と、外歯ユニット４と、出力軸５と、固定軸６と、ダミーロータ７とを備えている。

[0012] フレーム２（筐体に相当）は、略円筒形状のフレーム本体２１と、このフレーム本体２１の軸方向一方側（図１中の左側）の開口部を塞ぐよう固定された負荷側ブラケット２２と、フレーム本体２１の軸方向他方側（図１中に右側）の開口部を塞ぐよう固定された反負荷側ブラケット２３とを備えている。

[0013] 固定子３は、ヨークコア３１と、ティースコア３２と、固定子巻線３３とを備えている。ティースコア３２（第１の積層鉄心体に相当）は、図４に示すような内周側の円環部３４（円環状の接続部に相当）から外周方向に向けて複数（この例では１８本）のティース部３５を設けるよう形成された薄鋼板３６（ケイ素鋼板等；第１の鋼板に相当）を軸方向に積層したものである。また、ティースコア３２の円環部３４の内周面には内歯車３７が一体に形成されている。ヨークコア３１（第２の積層鉄心体に相当）は、図５に示すように円環状に形成された薄鋼板３８（ケイ素鋼板等；第２の鋼板に相当）を軸方向に積層したものである。積層したティースコア３２の各ティース部３５に固定子巻線３３を巻回し、当該ティースコア３２全体をヨークコア３１の内周面に嵌合することで、図６に示すように固定子３全体が略円筒形状に形成される。この固定子３は、その全体をフレーム本体２１の内周面に嵌合して固定される。なお、一体に嵌合したヨークコア３１とティースコア３２の組み立て体（固定子巻線を除く）が、各請求項記載の固定子鉄心に相当する。

[0014] 外歯ユニット４（筒部材に相当）は、全体が弾性を有する磁性体材料からなり、軸方向一方側（図１中の左側）の端部に底部４１を有し他方側が開口

している円筒形状、いわゆるカップ形状に形成されている。この外歯ユニット４の開口側の外周には、上記ティースコア３２の内歯車３７と略同じモジュール（歯の大きさ）で噛合い可能な外歯車４２が一体に形成されている。また、外歯ユニット４はその底部４１の中心に出力軸５を貫通させつつ軸周りに固定されており、当該外歯ユニット４の外歯車４２と上記ティースコア３２の内歯車３７が噛合する軸方向位置に配置されている。

[0015] 出力軸５（シャフトに相当）は、その軸方向一方側（図１中の左側）の端部を負荷側ブラケット２２に貫通、突出させつつベアリング８１を介して回転自在に支持されるとともに、軸方向他方側（図１中の右側）の端部がベアリング８１を介して反負荷側ブラケット２３に回転自在に支持されている。

[0016] 固定軸６は、本実施形態の例ではその軸方向他方側（図１中の右側）の端部で反負荷側ブラケット２３と一体に形成された略円筒形状の中空軸であり、その内径には上記出力軸５が回転自在に収容される。

[0017] ダミーロータ７（回転子に相当）は、ロータ本体７１と、複数の二次導体バー７２と、２つの短絡環７３とを備えている。ロータ本体７１（回転子鉄心に相当）は、全体が非導電性の磁性材料からなり、その全体は上記外歯ユニット４の内径側に収容されつつ上記固定軸６をその内径側に収容可能な略円筒形状に形成されている。複数（この例では１４本）の二次導体バー７２（複数の棒状の導体に相当）は、それぞれロータ本体７１の内部で軸方向と平行（もしくは傾斜）かつ円周方向に均等な間隔で当該ロータ本体７１を軸方向に貫通するよう設けられている（図２参照）。２つの短絡環７３は、それぞれ導電性材料からなる略円筒形状体であり、ロータ本体７１の軸方向両側にそれぞれ固定されて上記複数の二次導体バー７２の同じ側の端部どうしを電気的に接続している。ダミーロータ７の全体は、その内径側に挿通する上記固定軸６にベアリング８１を介して回転自在に支持されているとともに、上記外歯ユニット４の内径側で連結されることなく（回転自在に）収容されて上記固定子３と重複する軸方向位置に配置されている。特にロータ本体７１に関しては、ティースコア３２の内側に外歯ユニット４を挟んで対向配

置されている。

[0018] 以上説明した主要部位間の連結構成を整理すると、図３のようになる。すなわち、フレーム本体２１には、その内周面に固定子３が軸固定され、両端の開口部に負荷側ブラケット２２と反負荷側ブラケット２３が軸固定される。また、軸固定した出力軸５と外歯ユニット４は負荷側ブラケット２２と反負荷側ブラケット２３に回転自在に支持されており、ダミーロータ７は反負荷側ブラケット２３と一体の固定軸６に回転自在に支持されている。つまり、本実施形態のモータ１内には、出力軸５と外歯ユニット４の連結体と、ダミーロータ７の２つの回転体が、それぞれ固定子３と重複する軸方向位置に配置されつつそれぞれ独立して回転自在に備えられている。そして、軸出力を行う方の回転体（出力軸５と外歯ユニット４の連結体）が固定子３の内径側に配置されていることから、当該モータ１はインナーロータ型の構成となっている。また、固定子３とダミーロータ７の組み合わせに着目すると、これらはいわゆる２極１８スロット１４バーのかご型誘導モータと同等の構成となるが、この例のダミーロータ７はその軸回転を出力せずに自由に回転するだけである。

[0019] ＜外歯車と内歯車の噛み合い構成＞

外歯ユニット４の外歯車４２の本来のピッチ径はティースコア３２の内歯車３７のピッチ径よりも少し小さく設定されており、かつ互いに同軸的に配置されている。このためモータ１が無通電状態となっている際には、外歯ユニット４の外歯車４２とティースコア３２の内歯車３７は噛み合うことができない。しかし、固定子３の固定子巻線３３に通電して、図７に示すように固定子３の中心軸周りに１８０°の位相差で対向する２極の磁極を発生させることで、それぞれの吸引力により磁性を有する弾性体からなる外歯ユニット４全体の軸直交断面を略楕円形に変形させ、その長軸方向の両端部だけ局所的に外歯車４２と内歯車３７を噛み合わせることができる。なおこの際には、図示するように外歯ユニット４の内部において２極間の磁束線を拡散させることなく、磁性体からなるロータ本体７１を通過して整形された磁束回

路に収束させることができる。

[0020] ここで、外歯車４２の歯数は内歯車３７の歯数より少しだけ少なく（本実施形態の例では２つ少なく）設定されている。このように噛合した状態の内歯車３７（サーキュラスプラインに相当）と外歯車４２（フレックススプラインに相当）の組み合わせは、いわゆる波動歯車装置（ハーモニックドライブ（登録商標））を構成する。そして、ティースコア３２の各固定子巻線３３に３相交流電力を給電して当該ティースコア３２の中心軸周りに回転する磁界を発生させることで、外歯ユニット４をティースコア３２に対して相対的に回転させることができる。以下、その動作について順次説明する。

[0021] ＜回転磁界と外歯車の変形について＞

ここでは説明を簡易にするために、固定子が２極６スロット（２Ｐ６Ｓ）の構成であるモータのモデルに基づいて説明する。図８は、一般的な３相交流電流の波形を示している。互いに１２０°の位相差の関係にある３つの交流電流を電気角順にＩｕ，Ｉｖ，Ｉｗとし、それぞれの最大値、最小値となるタイミングを時系列順にＩ，ＩＩ，ＩＩＩ，ＩＶ，Ｖ，ＶＩとする。

[0022] この３相交流電流を、図９に示す６スロット（ティース部が６つ）の構成の固定子１０３に給電する場合、固定子の機械的な中心角の時計方向順に対応して３相交流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗを電気角順に給電し、かつ機械的な中心角で１８０°対向するスロットどうしは同相の交流電流を逆方向に（つまり電気角で１８０°の位相差で）通電させる。これにより、上記タイミングＩ，ＩＩ，ＩＩＩ，ＩＶ，Ｖ，ＶＩにそれぞれ対応して、図１０～図１５のそれぞれに示す２極の磁極方向を形成して順次時計方向に回転させることができる。

[0023] ＜外歯ユニット及びダミーロータの回転について＞

上記のように、外歯ユニット１０４は、その軸直交断面の略楕円形状の長軸方向が固定子１０３の回転磁界に同期して回転するよう変形する。しかし、外歯車と内歯車の噛み合いがあるため、外歯ユニット１０４自体（及び出力軸）は回転磁極に同期せずに異なる速度で回転する。例えば、内歯車の歯

数を２０２とし、外歯車の歯数をそれより２つ少ない２００とした場合には、図１６～図１８に示すような角速度で外歯ユニット１０４自体が回転する。

[0024] まず、タイミングＩに対応する図１６では、上記図１０と同様に磁極方向が図中の横方向に向き、外歯ユニット１０４の軸直交断面も長軸方向を図中の横方向に向けた略楕円形に変形する。このときに内歯車と噛み合う外歯車の長軸方向両端部の２つの外歯をＡ１，Ａ２とする。その後に時計方向に回転する回転磁極に同期して長軸方向も時計方向に回転することで、外歯車と内歯車の噛み合い位置も順次時計方向に移動する。

[0025] そしてタイミングＩＩ，ＩＩＩを経て１／２回転した際のタイミングＩＶに対応する図１７では、上記図１３と同様に磁極方向が図中の横方向に向き（図１６と１８０°逆方向；図１０、図１３参照）、外歯ユニット１０４の軸直交断面も長軸方向を図中の横方向に向けた略楕円形に変形する。しかし、外歯車の歯数が内歯車の歯数より２つ少ないため、この時点で長軸方向両端における内歯車との噛み合い位置は上記の外歯Ａ１，Ａ２から見てそれぞれ歯の１つ分だけずれている。すなわち、外歯車における１つ分の歯の角度＝１．８°だけ、外歯ユニット１０４自体が固定子１０３に対して反時計方向に相対的に回転し、出力軸を介して出力したことになる。

[0026] さらにタイミングＶ，ＶＩを経て１回転した際のタイミングＩに対応する図１８では、この時点で長軸方向両端における外歯車と内歯車との噛み合い位置は上記の外歯Ａ１，Ａ２から見てそれぞれ歯の２つ分だけずれている。すなわち、外歯車における２つ分の歯の角度＝３．６°だけ、外歯ユニット１０４自体が固定子１０３に対して反時計方向に相対的に回転したことになる。この場合、外歯ユニット１０４自体を反時計方向に１回転（３６０°回転）させるためには、回転磁界を時計方向に１００回転させる必要がある。つまり、内歯車と外歯車の歯数比を２０２：２００に設定した場合には、結果的に回転磁界に対して１／１００の減速比を得ることができる。

[0027] なお、上述したようにティースコア３２と、複数の二次導体バー７２及び

２つの短絡環７３を備えているダミーロータ７の組み合わせは誘導モータと同等の構成にあり、ダミーロータ７には負荷トルクが付加されずフリーで回転するため回転磁界に対して同じ回転方向の同じ回転速度（負荷トルク＝０の場合の同期速度）で同期回転する（図１０～図１８中におけるダミーロータ１０７外周の点Ｒ参照）。

[0028] ＜モータのトルク特性について＞

図１９は、比較例としてアウターロータ方式で、かつ誘起された電流で力を発生する二次導体をロータに備えていないモータの場合（例えば特開２００２－３２５４１８号公報参照）のトルク特性を示しており、図２０はダミーロータ７を備えた本実施形態のインナーロータ型モータの場合のトルク特性を示している。いずれも固定子３を上述した２極の誘導電動機に３相交流電流を給電した場合を示している（この場合はトルク＝０で同期速度＝３６００ｒｐｍ固定）。

[0029] 図１９に示した比較例では、アウターロータ型の構造であるために外部への磁気漏れが大きく、かつ二次導体も有していないため高い電流が流れても発生トルクも小さく、比較的低い回転数で停動トルク（極大値トルク）となる。これにより、停動トルク時の回転速度と無負荷トルク時の同期速度の間ではトルク曲線の傾きが小さくなり、すなわちこの範囲ではトルク変動に対して回転速度も大きく変動してしまう。このために、比較例では起動トルク領域の垂下特性範囲（曲線の傾きの大きい範囲）を利用して定格トルクと定格速度の運転点Ｐ１を設定する。しかしこの場合には、運転点Ｐ１が特に磁気漏れのために漂遊負荷損が大きい漂遊負荷損領域の近傍に設定されるため、動作が不安定になりやすいという問題がある。また、この比較例では、ダミーロータ７を備えずに１／１００に減速した出力軸５だけを回転駆動しているため、この実出力速度と同期速度との差であるスリップ範囲が大きくなっている。これにより、固定子３における電力の損失が大きくなり（つまり給電電流が仕事をしていない）、その分だけモータの発熱が大きく、持続的に運転できる時間も短くせざるを得ない。

[0030] これに対して図２０に示した本実施形態では、インナーロータ型の構造であるために、固定子３から外部への磁気漏れは少なく、また二次導体を有するダミーロータ７を設けているので低い電流の流れで発生トルクも大きくなることから停動トルク時の回転速度を上げることができ、すなわち無負荷トルク時の同期速度との間のトルク曲線の傾きを大きくして垂下特性を持たせることができる。これにより、この停動トルク時の回転速度と無負荷トルク時の同期速度との間の垂下特性範囲に定格速度と定格トルクの運転点Ｐ２を設定することができ、トルク変動に対しても回転速度の変動幅を抑えた安定した動作が可能となる。また、本実施形態では、固定子３通電した際に生じる２極（電気角１８０°）の回転磁界が、固定子３の内側に設けた内歯車３７側に電気角に応じて外歯ユニット４を楕円状に吸引し、その歯同士が噛み合い、順次回転磁界の動きに沿って回転する。ダミーロータ７は磁界の動きと同期回転するが、出力軸５とつながっている外歯ユニット４は、内歯車３７より歯数が前述したように２つ少ないので、同期回転より遅れスリップ回転をするために、モータ１全体で見てスリップ範囲を狭めることができる。このようにスリップ範囲が狭いことで固定子３における電力の損失を抑える（つまり給電電流に十分な仕事をさせている）ことができ、その分だけモータ１の発熱を抑えて持続的に運転できる時間も長くできるとともに、比較例と比較しても全体のトルクを底上げできる。

[0031] なお、上記図９～図２０では、固定子３が２極６スロットの構成である場合を例に説明したが、本実施形態のように１８スロット（上記図２，図７参照）で固定子３を構成する場合でも同様の動作、特性を得ることができる。つまり、各ティース部３５の固定子巻線３３にそれぞれ適宜の位相差（１８スロットの場合は２０°）を持たせて交流電流を給電することで、同様に２極の回転磁界を発生させて外歯ユニット４を変形、回転させることができ、これにより安定動作が可能で発熱を抑えつつトルクの向上を図ることができる。

[0032] ＜本実施形態の効果＞

以上説明したように、本実施形態のモータ１は、固定子３の内側に外歯ユニット４やダミーロータ７を備えたインナーロータ方式のモータである。したがって、固定子３の固定子巻線３３で発生した熱がフレーム２を介して放熱し易く、冷却性能を向上できる。また、ダミーロータ７を回転磁界に追随して同期回転させることができるので、回転磁界に対する見かけ上のすべり量を低減することができる。その結果、電流の増大を抑制し、発熱を抑えることができる。また、速度－トルク特性が大幅に改善され、効率を向上できる。

[0033] また、本実施形態では特に、ダミーロータ７が、複数の棒状の二次導体バー７２と、短絡環７３とを有している。固定子巻線３３の回転磁界により各二次導体バー７２に誘導電流が流れ、その電流と回転磁界によりダミーロータ７が回転方向に力を受け回転する。このように、ダミーロータ７が二次導体バー７２を有する構成とするので、電流の抑制効果を高め、発熱をより抑えることができる。また、速度－トルク特性がさらに改善され、効率をより高めることができる。さらに、外歯ユニット４の内径側に位置するダミーロータ７が磁性材料からなるロータ本体７１を有していることにより、外歯ユニット４の内部に放出される２極間の磁束線を拡散させずに磁束回路を整形できる。これによっても、速度－トルク特性がさらに改善され、効率をより高めることができる。

[0034] また、本実施形態では特に、ティースコア３２と内歯車３７とが一体に構成されている。これにより、別体とする場合に比べて、内歯車３７をティースコア３２に接着あるいは溶接する作業工程が不要となるので、製造工程を簡易化でき、コストを大幅に低減できる。

[0035] また、本実施形態では特に、固定子３がティースコア３２とヨークコア３１とを有する。この固定子３は、次のようにして製造される。

[0036] すなわち、帯状の鋼板から固定子３用の鋼板をプレス抜きにて順次形成する際に、ティースコア３２用の薄鋼板３６と、ヨークコア３１用の薄鋼板３８とが、別々に形成される。ティースコア３２用の薄鋼板３６のプレス抜き

型には内周に歯型が形成されており、薄鋼板３６を打ち抜いた際に、放射状に配置された複数のティース部３５及び複数のティース部３５を接続し内周に内歯が形成された円環部３４を備えた形状の薄鋼板３６（上記図４参照）が形成される。この薄鋼板３６が積層されて、ティースコア３２が形成される。ヨークコア３１用の薄鋼板３８のプレス抜き型は円環状であり、プレス抜きにて形成された円環状のヨークコア３１用の薄鋼板３８が積層されて、円筒状のヨークコア３１が形成される。ティースコア３２に固定子巻線３３が巻き回され、その後ヨークコア３１がティースコア３２の外側にはめ合わされることで、固定子３が製造される。

[0037] 以上のようにして、内歯車３７と一体に構成された固定子３を製造することができる。また、ティースコア３２では各ティース部３５が外周側に突出しているので、巻線３３の巻回作業が容易となる。なお、特に図示しないが、外歯車４２との噛み合いに対する強度の向上などの目的で、内歯車３７をティースコア３２と別体で構成してもよい。

[0038] ＜変形例＞

なお、開示の実施形態は、上記に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。以下、そのような変形例を説明する。

[0039] （１）外歯ユニットの内周に厚肉部を設ける場合

例えば、内歯車３７と外歯車４２による減速比が小さい場合、内歯及び外歯のモジュールが大きくなるのでそれぞれの歯山が高くなり、歯同士が干渉しやすくなる。これに対し、内歯車３７のピッチ径に対して外歯車４２の本来のピッチ径を小さくすることで歯同士の干渉を回避できるが、この場合には磁極方向両端における噛み合いを確保するために外歯ユニット４をより大きな変形量（偏平率）で変形させる必要がある。

[0040] このため本変形例では、上記図１に対応する図２１に示すように、外歯ユニット４が、その内周においてティースコア３２と対向する範囲に厚肉部４３を設けている。この厚肉部４３は、例えば薄肉のケイ素鋼板を外歯ユニッ

ト４の内周に巻回して形成すればよい。これにより、回転磁界による外歯ユニット４の吸引力を増大させて変形量を大きくすることができるので、減速比が小さい場合でも上述した歯の干渉を防止することができる。

[0041] （２）固定子、厚肉部、及びダミーロータを、内歯車及び外歯車よりも長く形成する場合

例えば、インバータによりモータ１の電流制御を行う際に、電流をモータ１の定格電流より下げた場合、回転磁界による吸引力の減少により外歯ユニット４の変形量が小さくなり、内歯車３７と外歯車４２との噛み合いが外れる可能性がある。

[0042] このため本変形例では、上記図１、図２１に対応する図２２に示すように、固定子３Ａ（ヨークコア３１Ａ、ティースコア３２Ａ）、厚肉部４３Ａ、及びダミーロータ７Ａ（ロータ本体７１Ａ）の軸方向寸法を、内歯車３７及び外歯車４２よりも長くなるように構成している。これにより、外歯ユニット４を吸引する面積を増大することができるので、電流が低下して単位面積当たりの吸引力が減少した場合でも、内歯車３７と外歯車４２との噛み合いを維持することが可能である。

[0043] なお、以上の説明における「平行」とは、厳密な意味での平行ではない。すなわち、「平行」とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に平行」という意味である。

[0044] なお、以上の説明における「等しい」、「均等」とは、厳密な意味ではない。すなわち、「等しい」、「均等」とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に等しい」、「実質的に均等」という意味である。

[0045] また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や各変形例による手法を適宜組み合わせて利用しても良い。

[0046] その他、一々例示はしないが、上記実施形態や各変形例は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

符号の説明

[0047] １ モータ

２	フレーム（筐体）
３，３Ａ	固定子
４	外歯ユニット（筒部材）
５	出力軸（シャフト）
６	固定軸
７，７Ａ	ダミーロータ（回転子）
３１，３１Ａ	ヨークコア（第２の積層鉄心体）
３２，３２Ａ	ティースコア（第１の積層鉄心体）
３３	固定子巻線
３４	円環部（円環状の接続部）
３５	ティース部
３６	薄鋼板（第１の鋼板）
３７	内歯車
３８	薄鋼板（第２の鋼板）
４２	外歯車
４３，４３Ａ	厚肉部
７１，７１Ａ	ロータ本体（回転子鉄心）
７２	二次導体バー（棒状の導体）
７３	短絡環

請求の範囲

[請求項1] 筐体の内周に固定された固定子鉄心及び複数の固定子巻線を備えた固定子と、

前記固定子鉄心の内周に固定された内歯車と、

前記内歯車と噛み合う外歯車を外周に備え、前記固定子巻線により生じる回転磁界により変形して前記外歯車の一部を前記内歯車に噛み合わせ、その噛み合い位置を順次移動させることで前記内歯車に対して相対回転するように構成された、磁性を有する筒部材と、

前記筐体により回転自在に支持され、前記筒部材に連結されたシャフトと、

前記筐体に固定され、前記固定子の内側に配置された固定軸と、

前記固定軸周りに回転自在に支持され、前記固定子鉄心の内側に前記筒部材を挟んで対向配置された回転子鉄心を備えた回転子と、

を有することを特徴とするモータ。

[請求項2] 前記回転子は、

前記回転子鉄心に設けられた複数の棒状の導体と、

前記回転子鉄心の軸方向両側に配置され、前記複数の導体を接続する短絡環と、を有する

ことを特徴とする請求項１に記載のモータ。

[請求項3] 前記固定子鉄心と前記内歯車とは、

一体に構成される

ことを特徴とする請求項１又は２に記載のモータ。

[請求項4] 前記固定子鉄心は、

放射状に配置された複数のティース部及び前記複数のティース部を接続し内周に内歯が形成された円環状の接続部を備えた第１の鋼板が積層された第１の積層鉄心体と、

前記第１の積層鉄心体の外側にはめ合わされ、円環状の第２の鋼板が積層された第２の積層鉄心体と、を有する

ことを特徴とする請求項３に記載のモータ。

[請求項5] 前記筒部材は、

内周の前記固定子鉄心と対向する範囲に厚肉部を有する

ことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載のモータ。

[請求項6] 前記固定子鉄心、前記厚肉部、及び前記回転子は、

前記内歯車及び前記外歯車よりも軸方向寸法が長い

ことを特徴とする請求項５に記載のモータ。

[請求項7] 筐体の内周に固定された固定子鉄心及び複数の固定子巻線を備えた固定子と、

前記固定子鉄心の内周に固定された内歯車と、

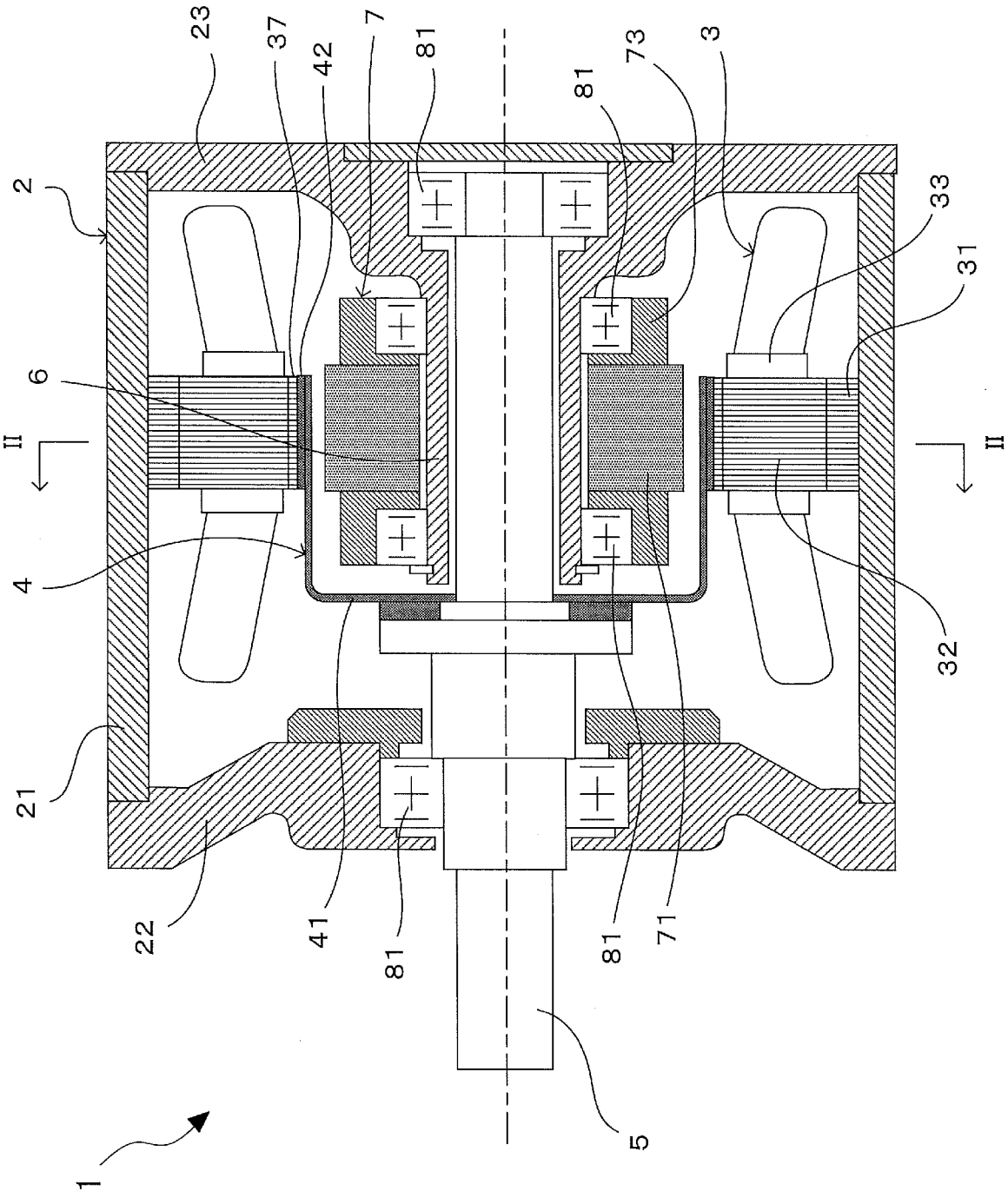
前記内歯車と噛み合う外歯車を外周に備え、前記固定子巻線により生じる回転磁界により変形して前記外歯車の一部を前記内歯車に噛み合わせ、その噛み合い位置を順次移動させることで前記内歯車に対して相対回転するように構成された、磁性を有する筒部材と、

前記筐体により回転自在に支持され、前記磁性筒部材に連結されたシャフトと、

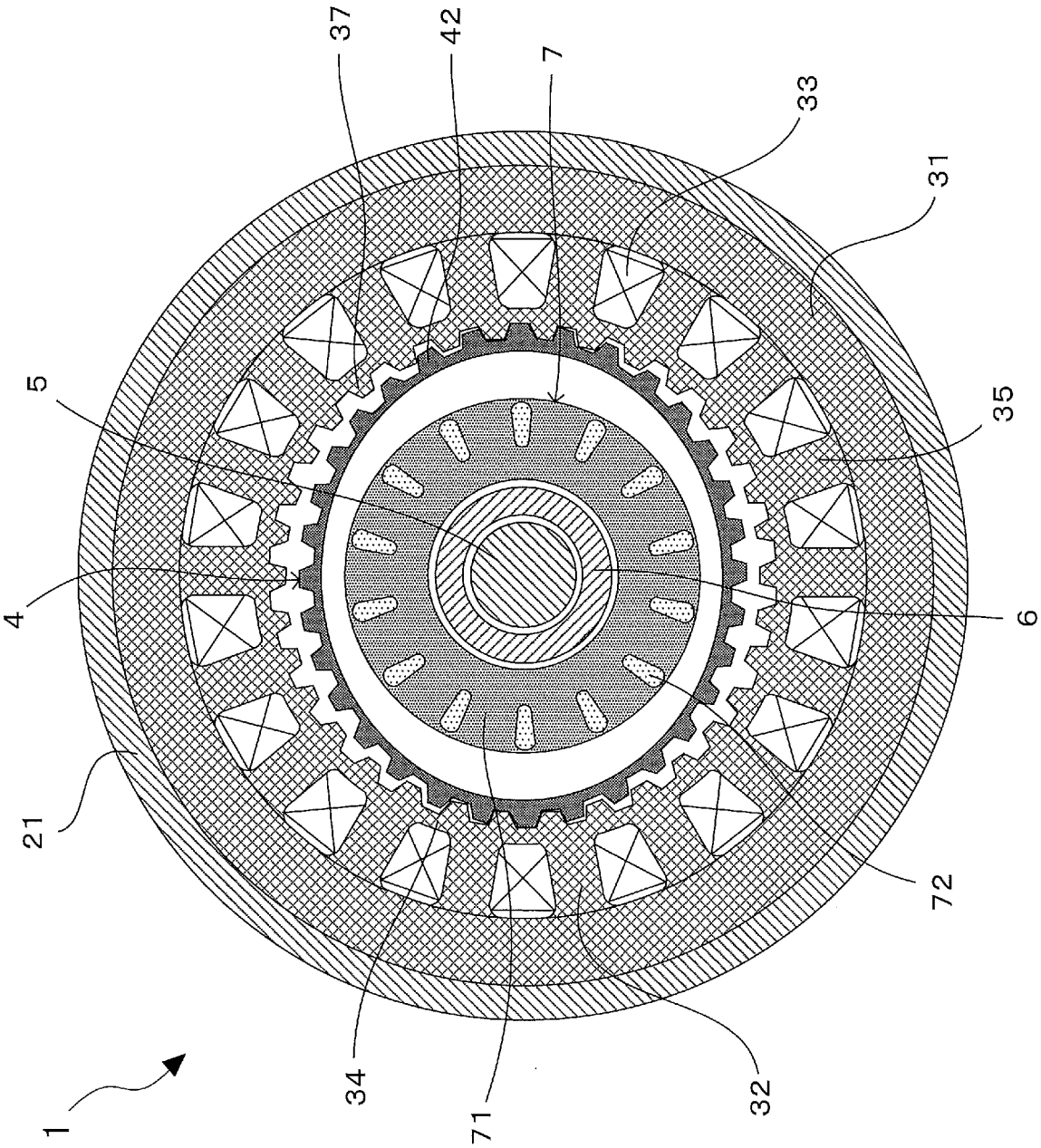
前記回転磁界に追随して回転する手段と、

を有することを特徴とするモータ。

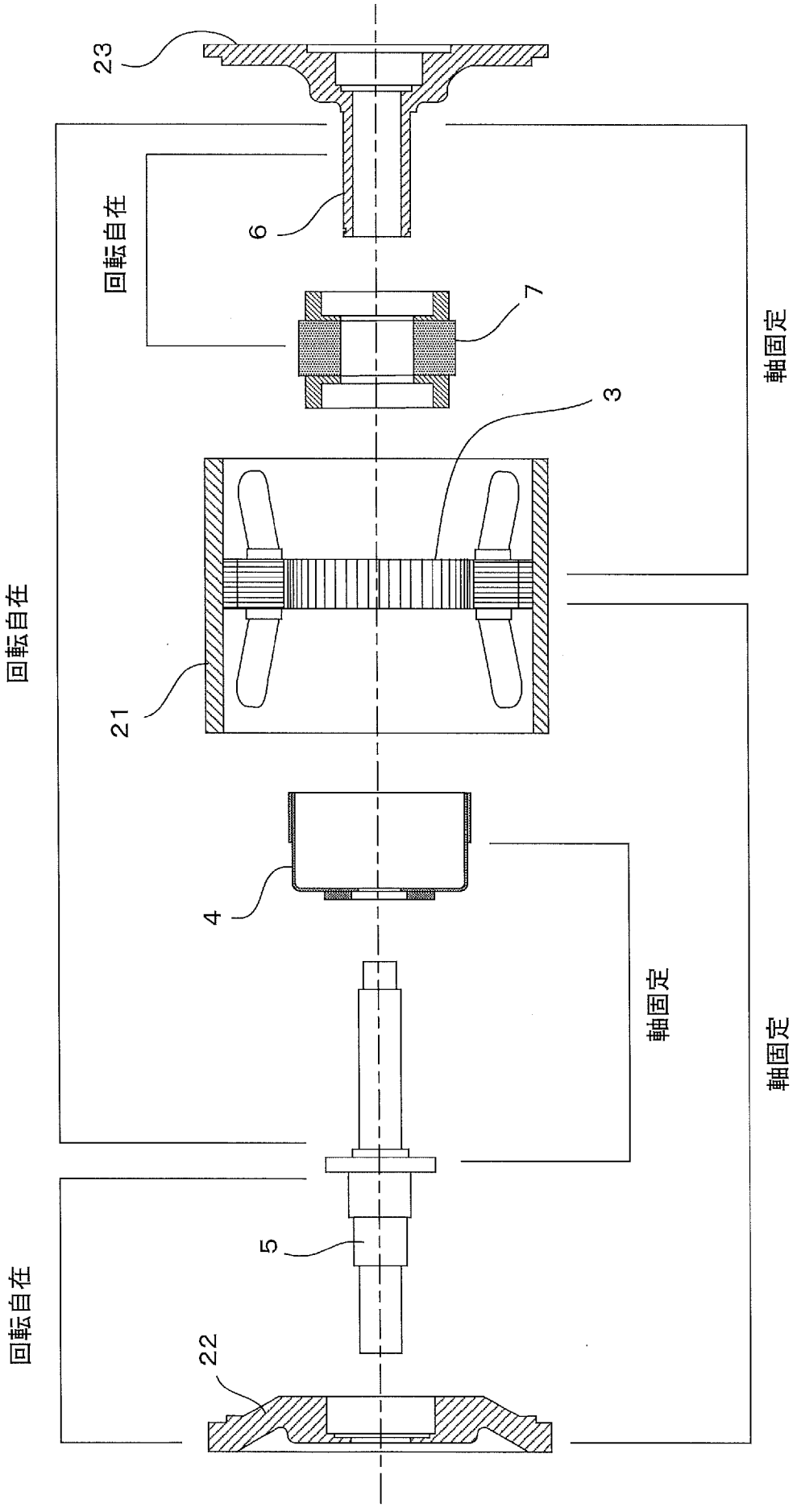
[図1]



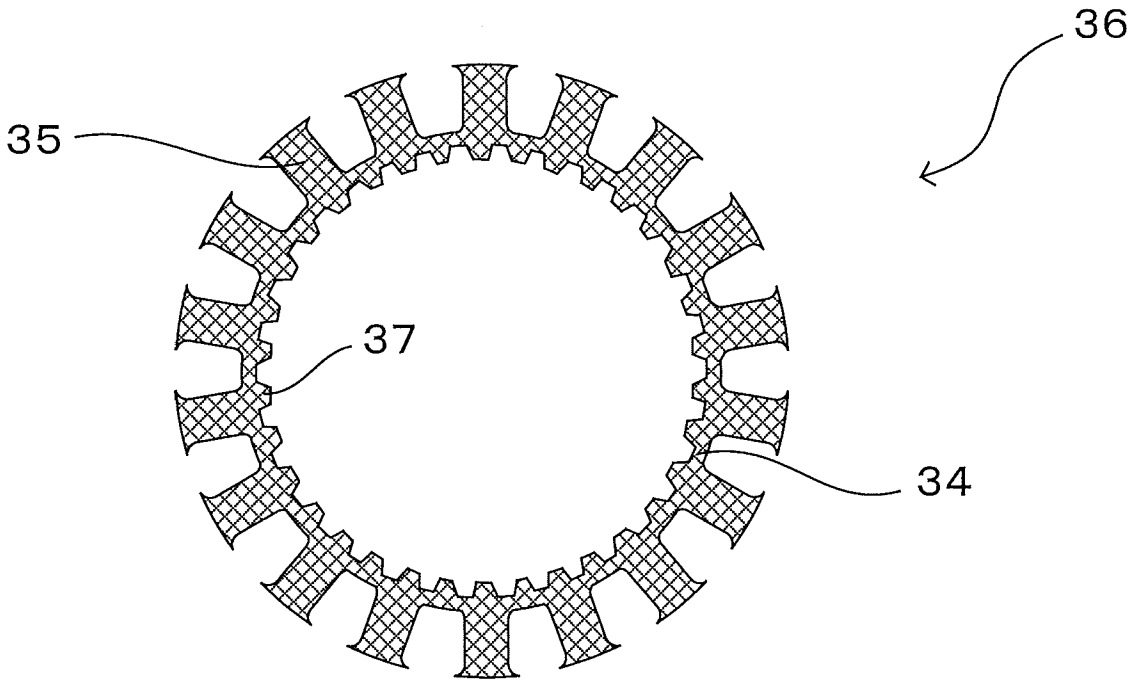
[図2]



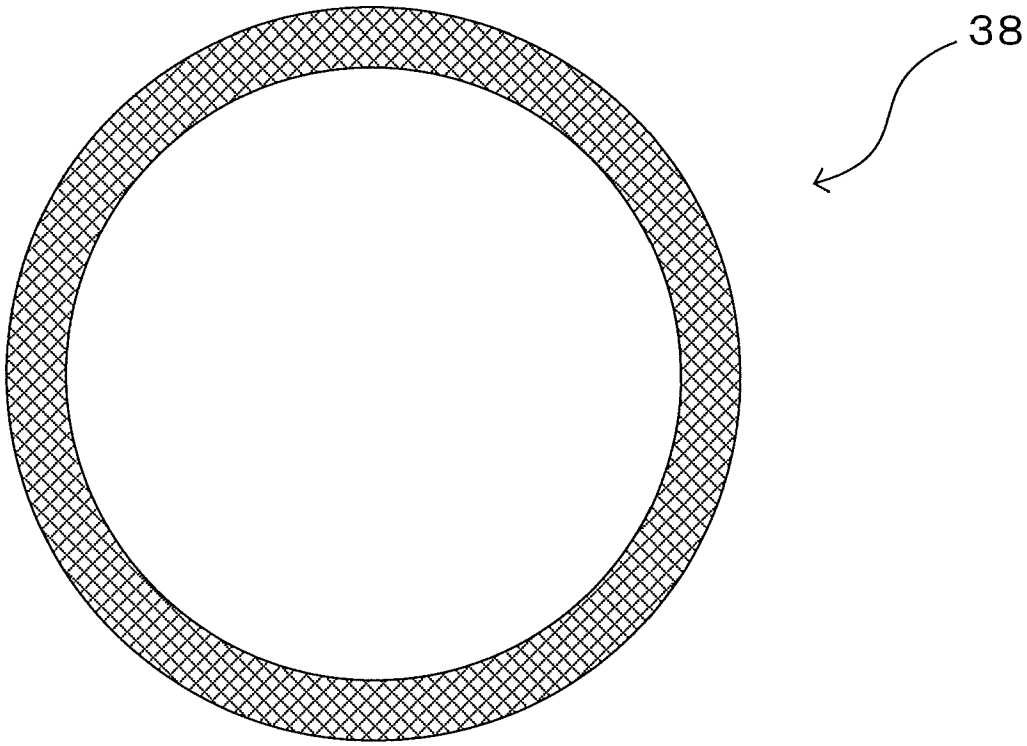
[図3]



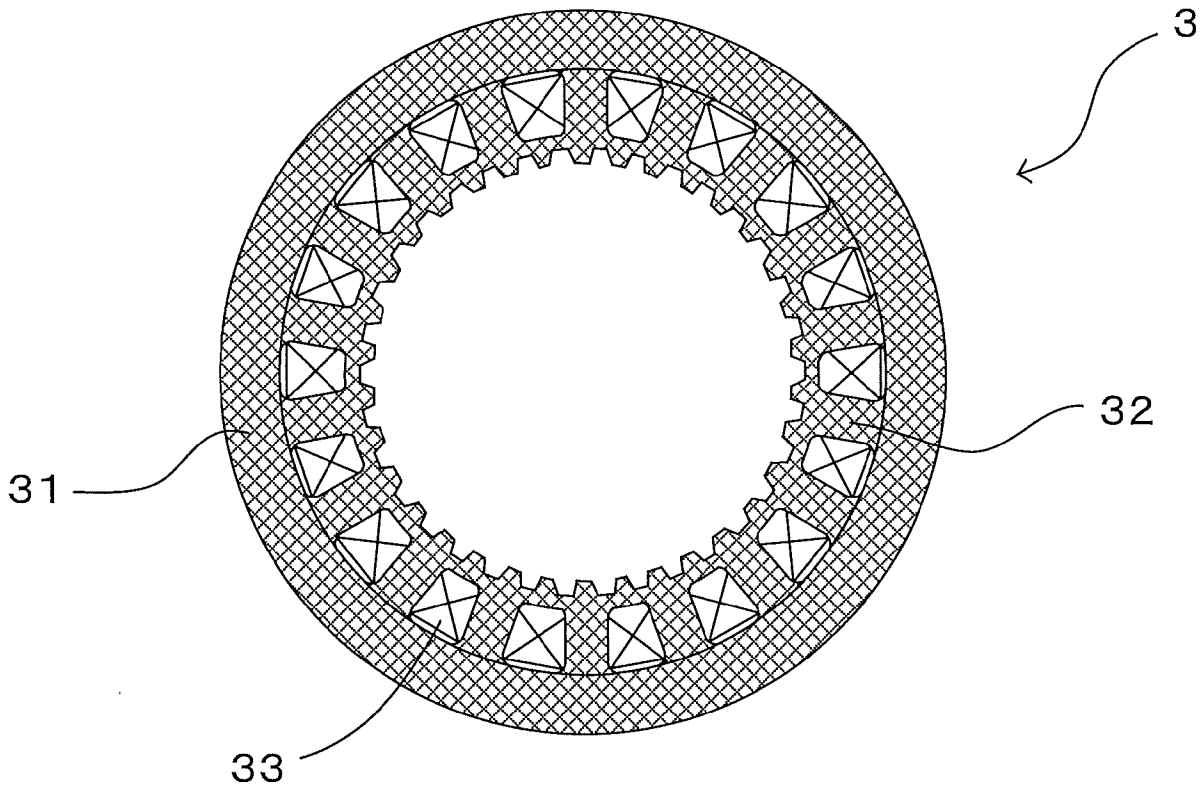
[図4]



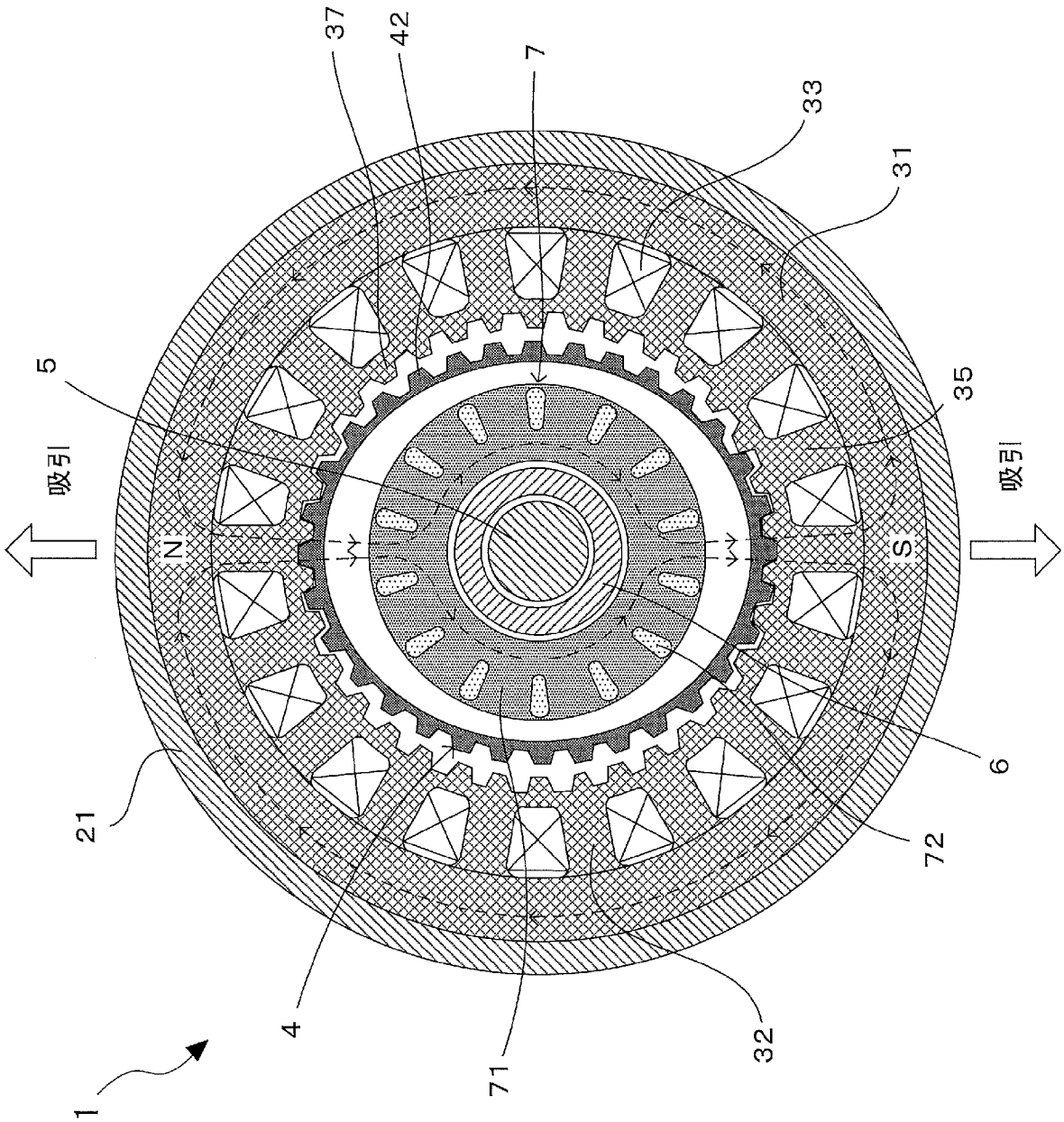
[図5]



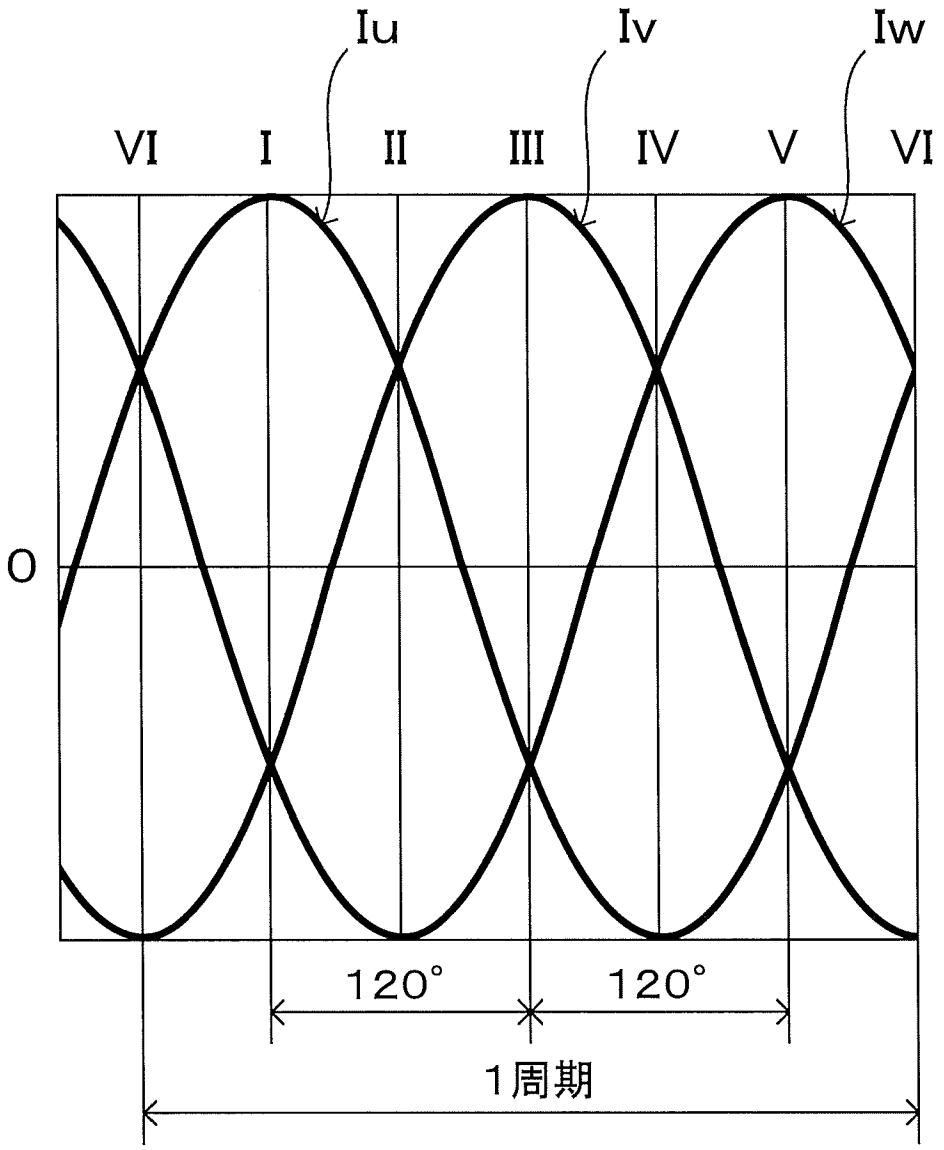
[図6]



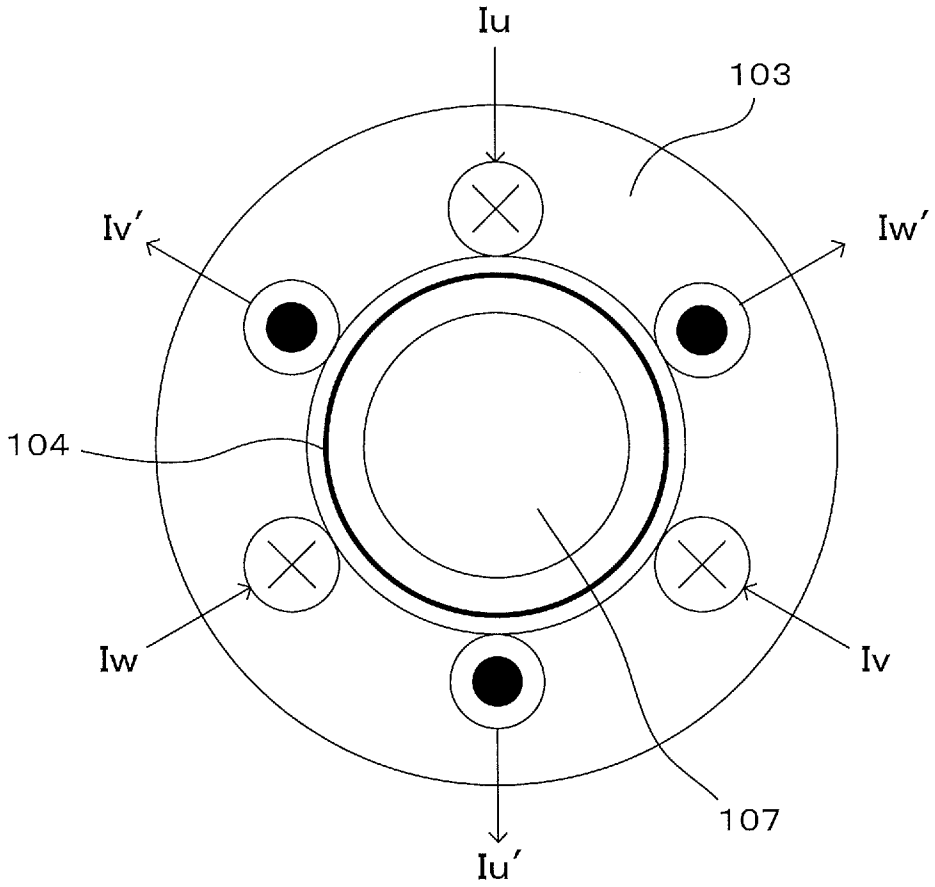
[図7]



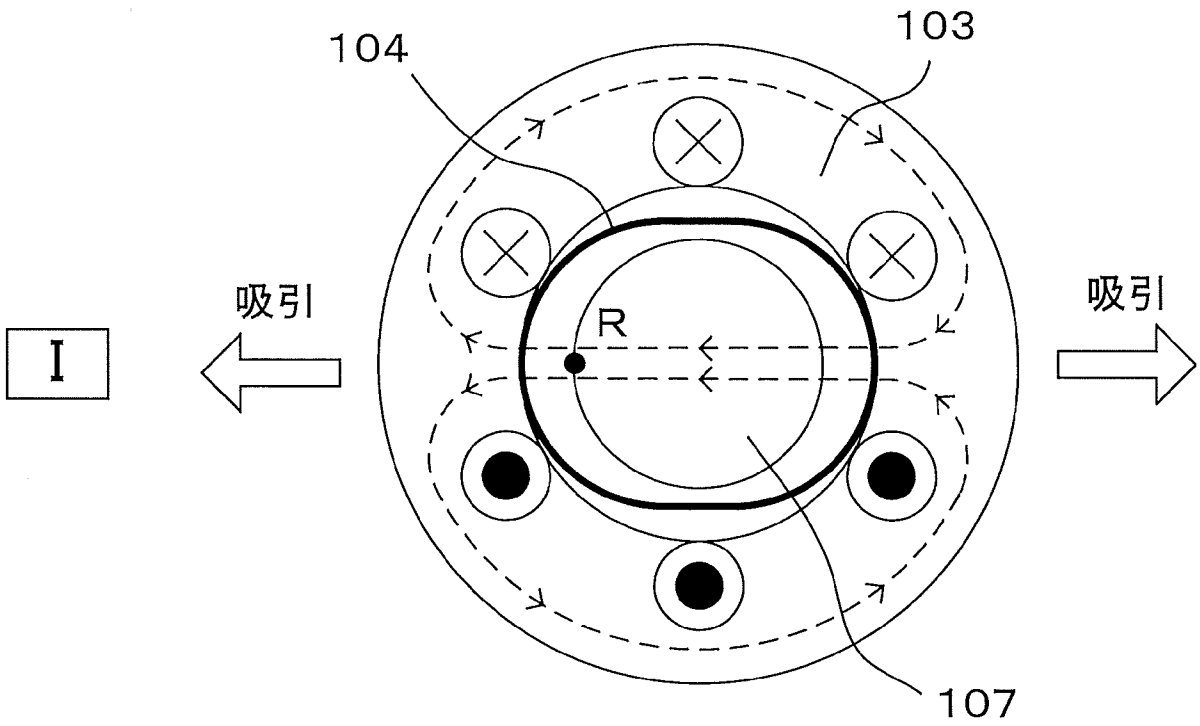
[図8]



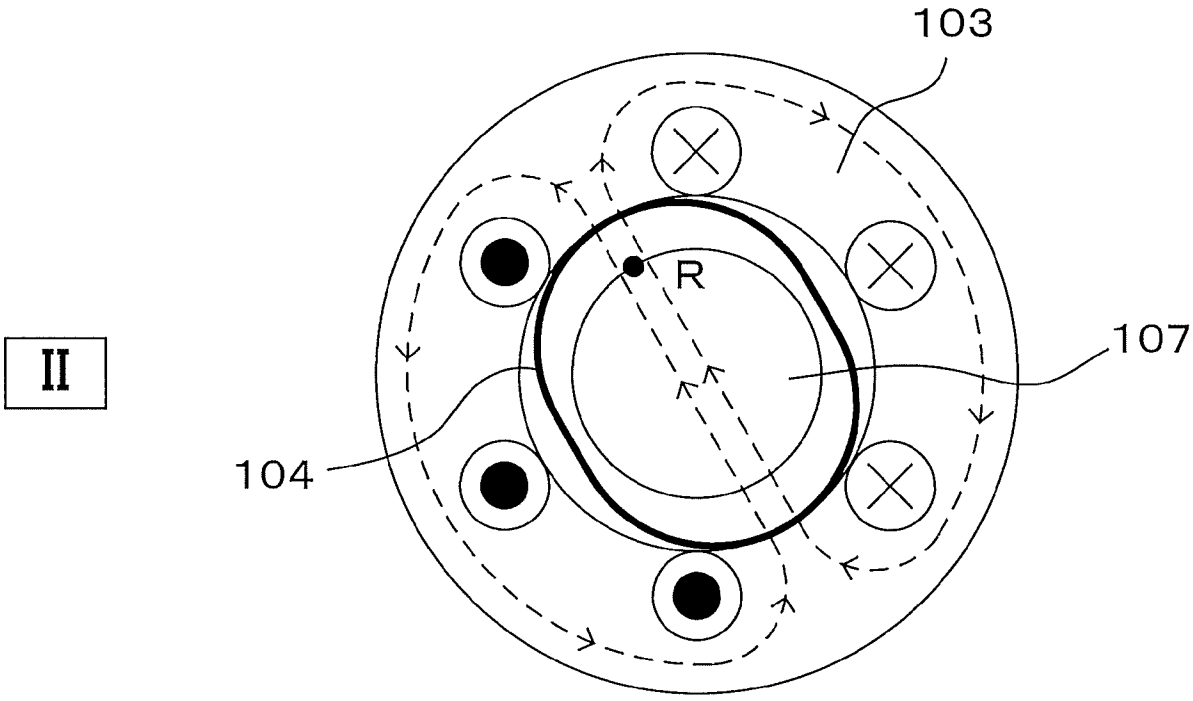
[図9]



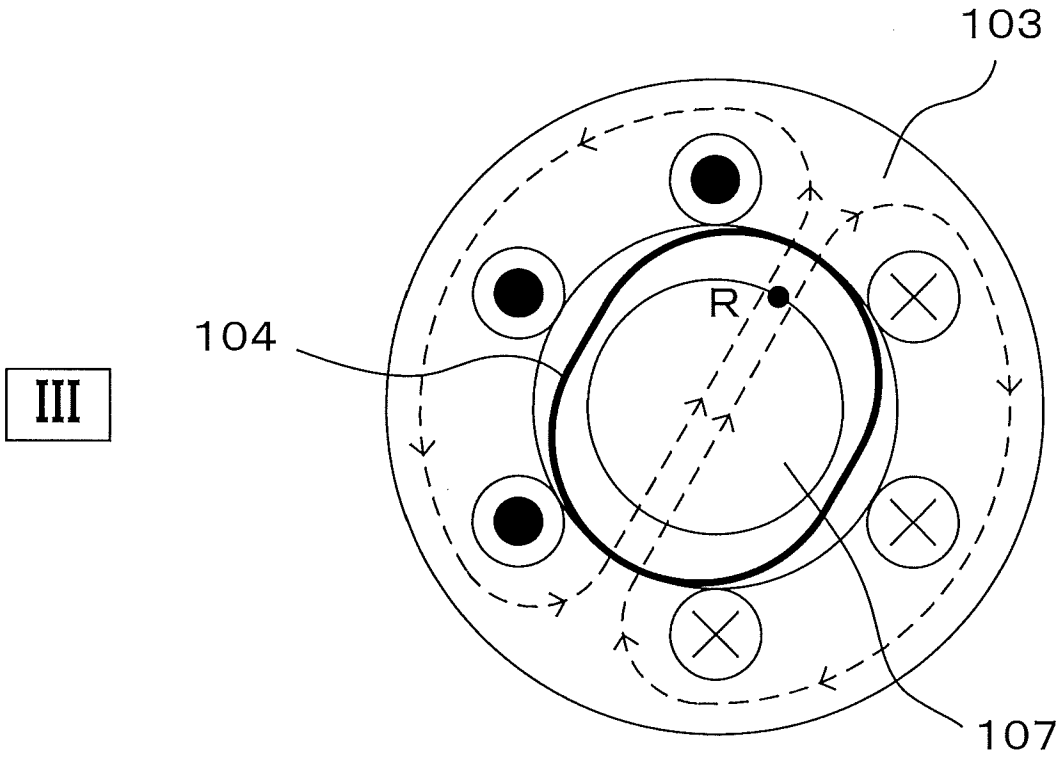
[図10]



[図11]

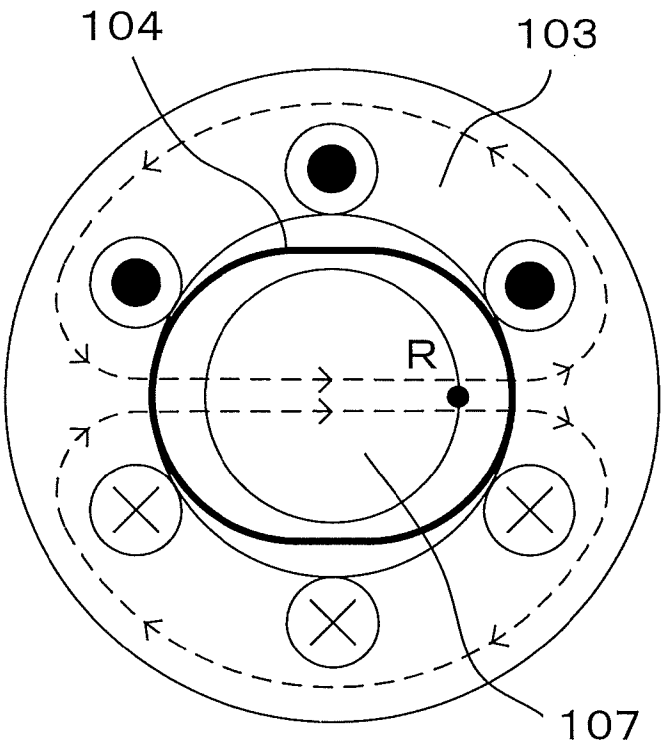


[図12]

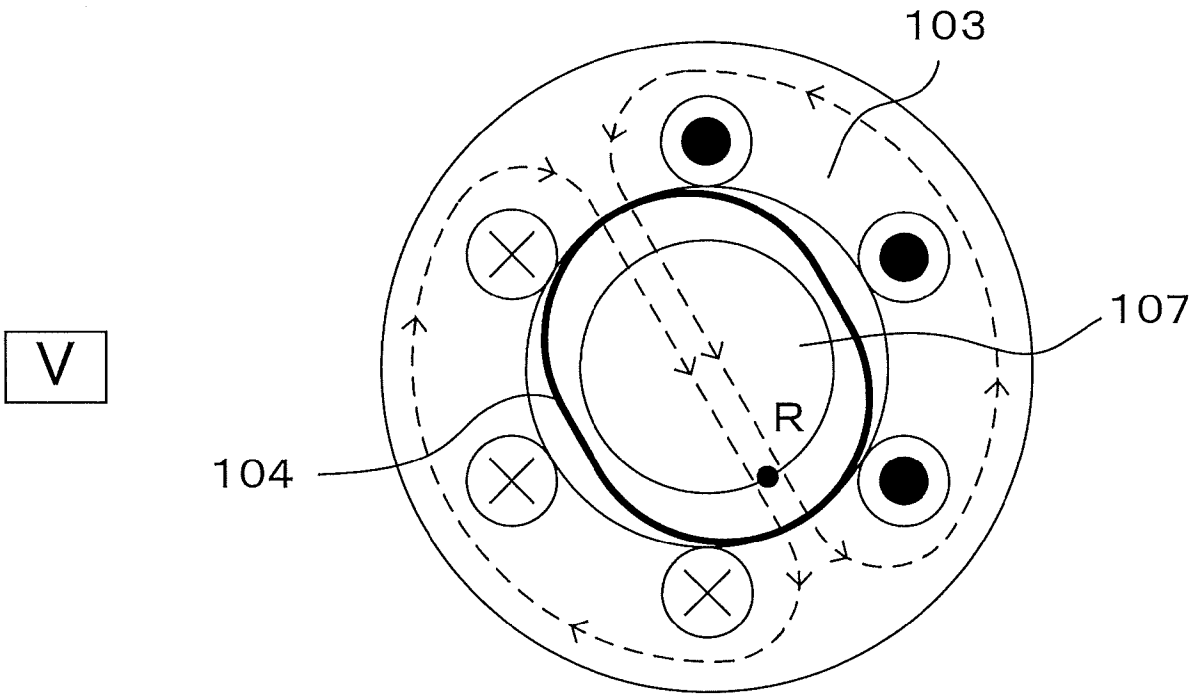


[図13]

IV

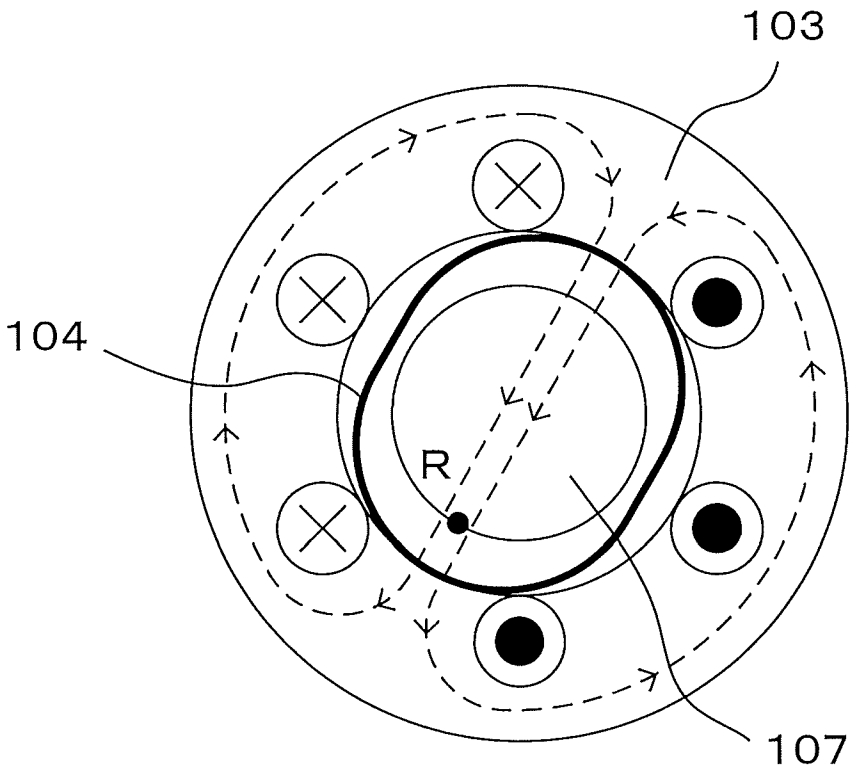


[図14]



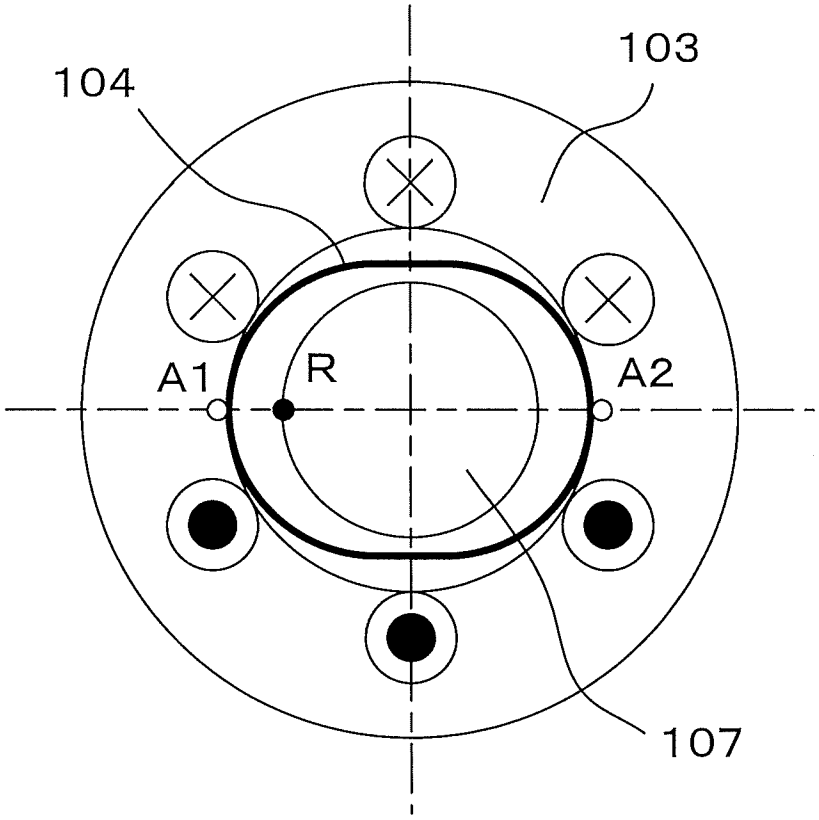
[図15]

VI

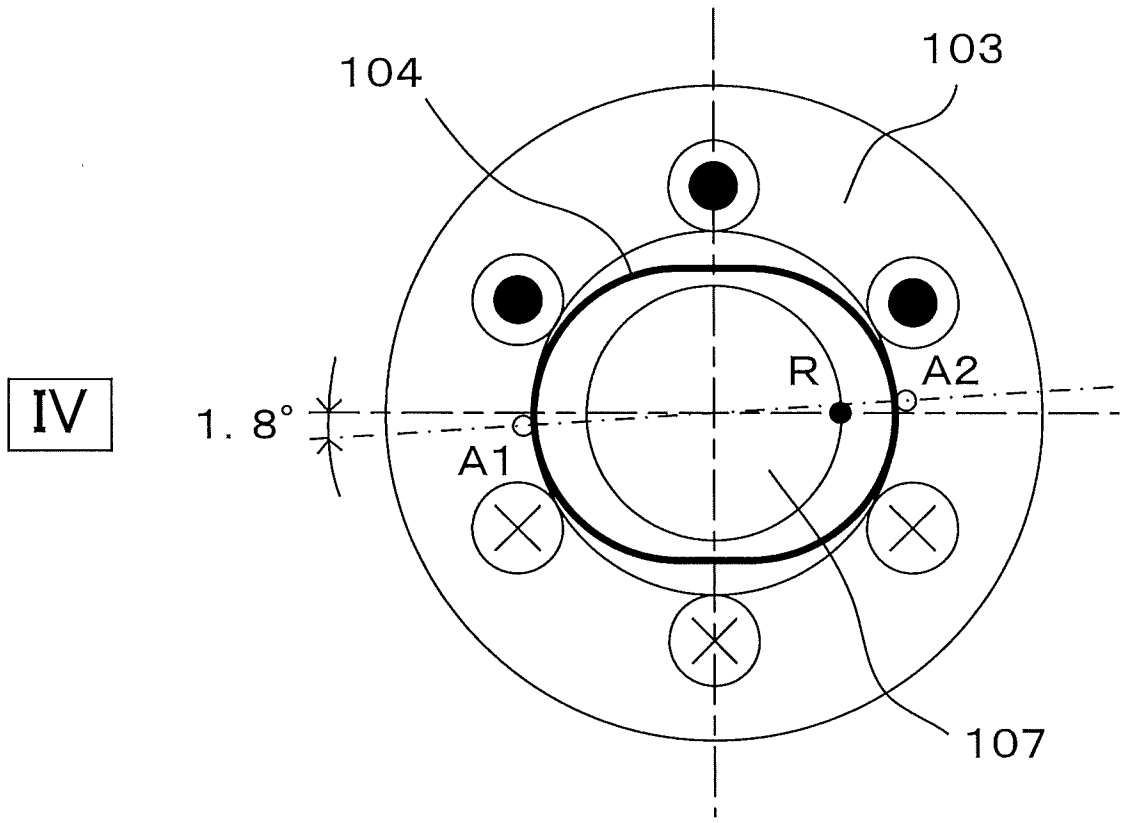


[図16]

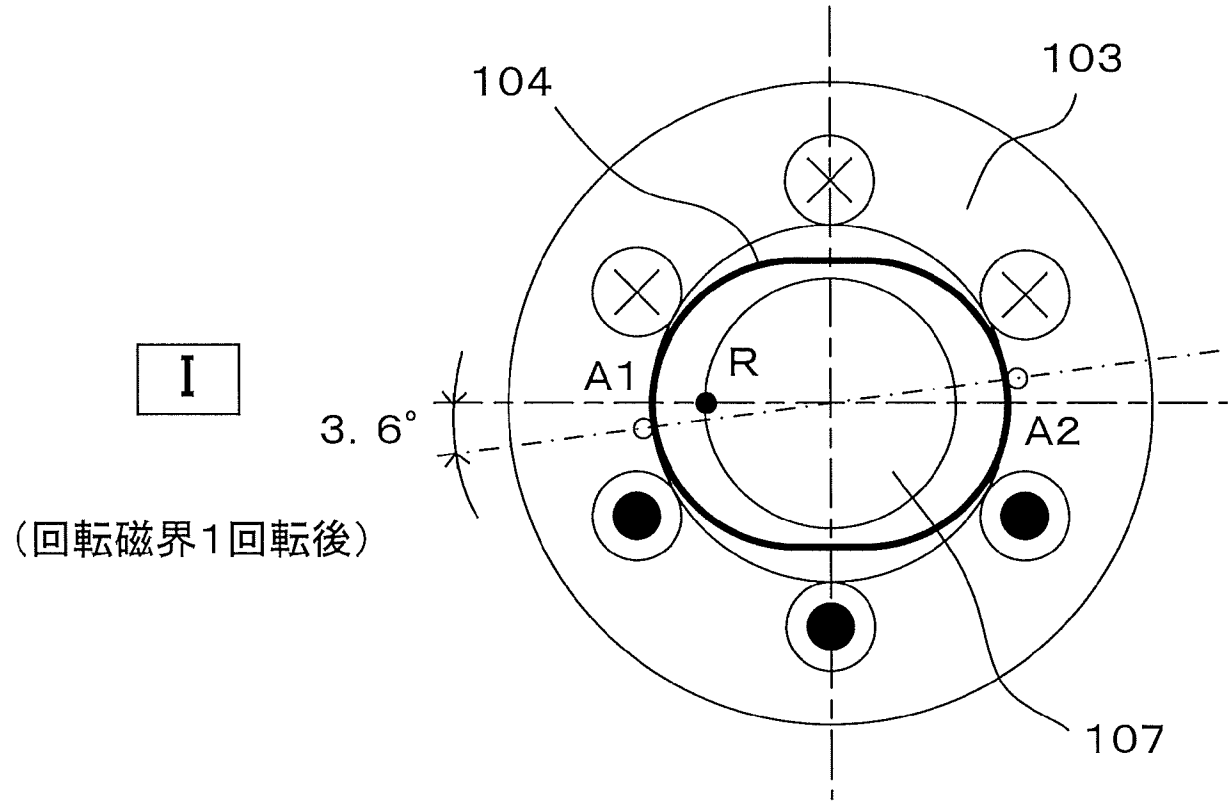
I



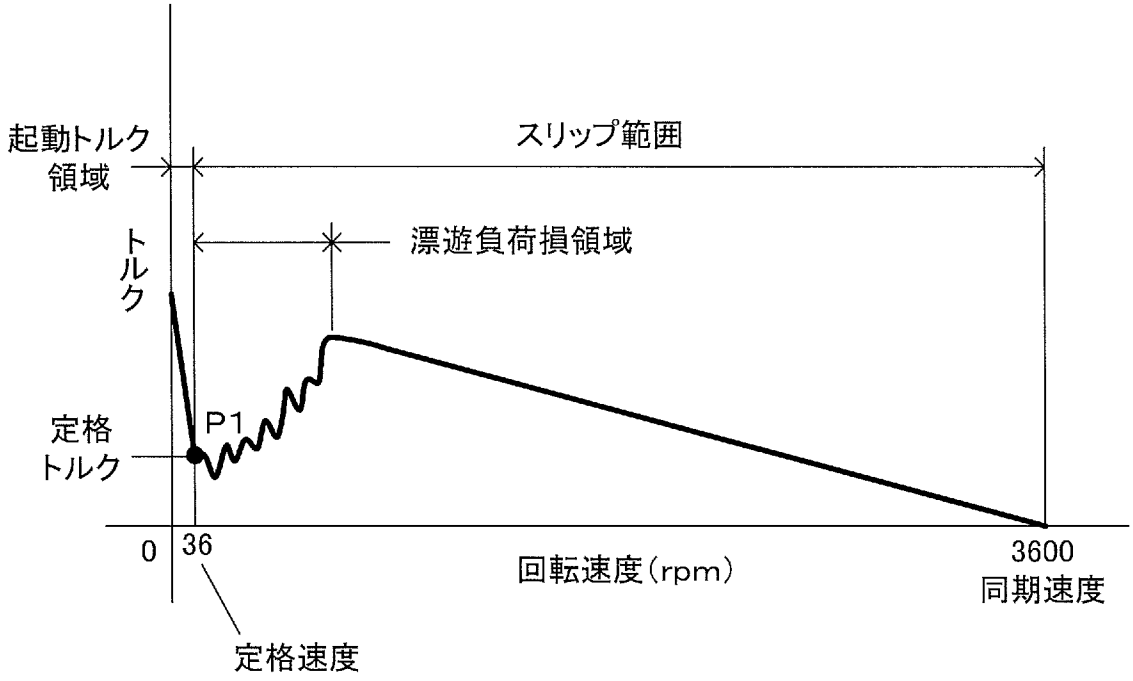
[図17]



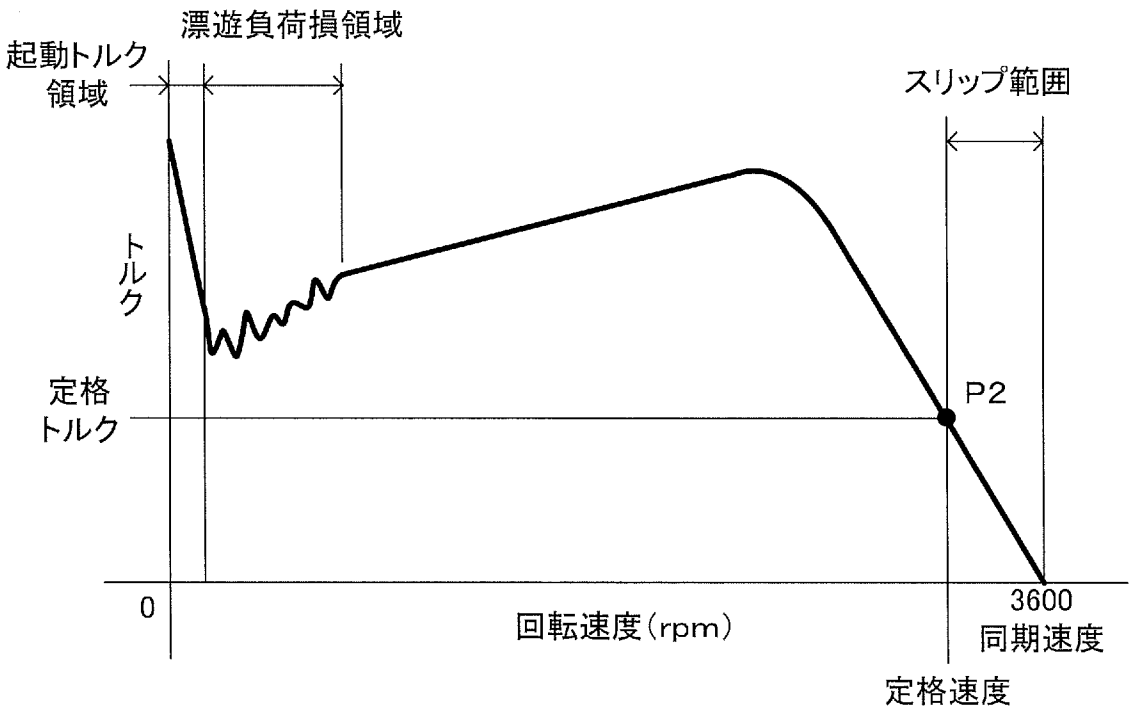
[図18]



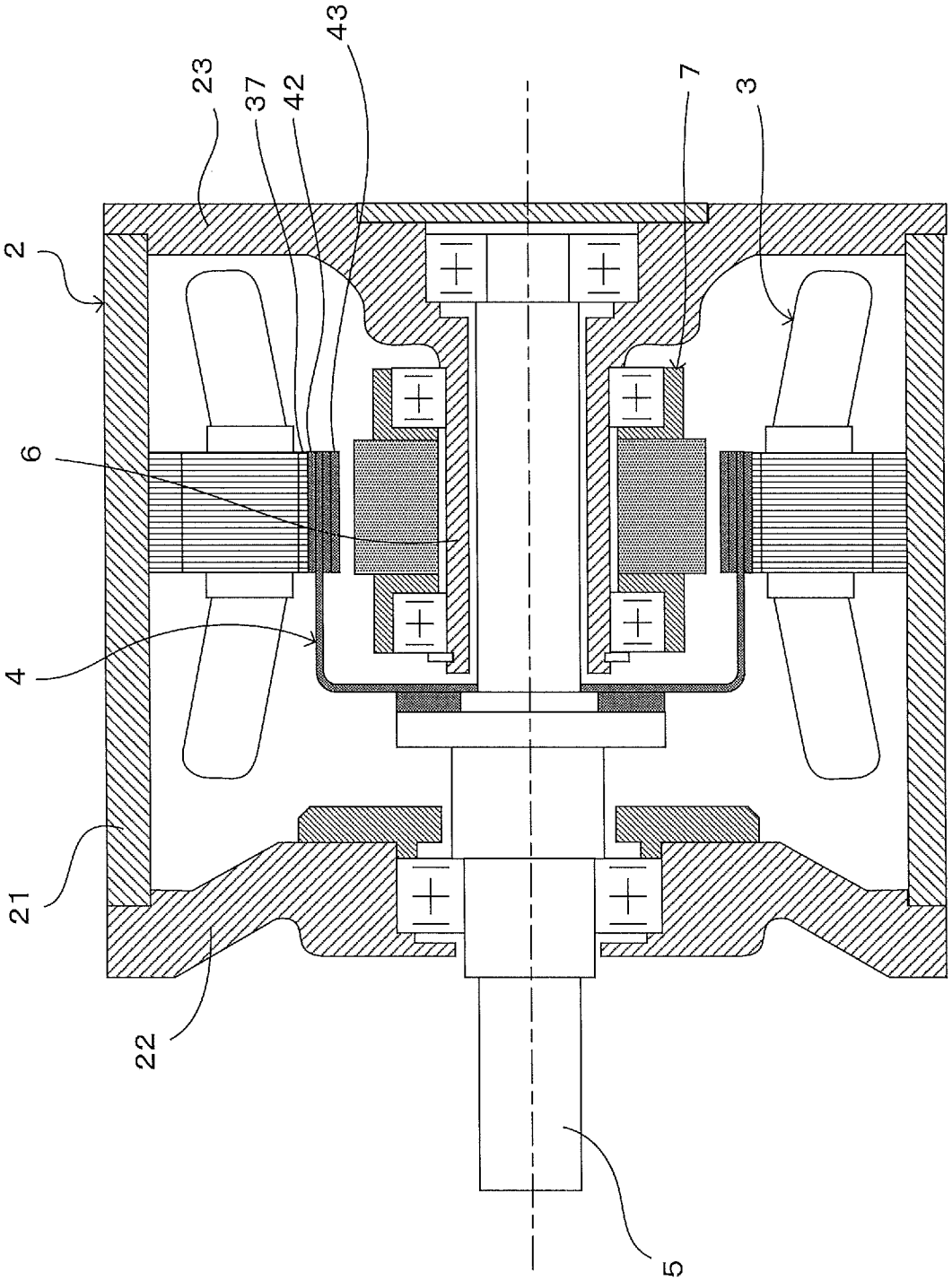
[図19]


起動トルク
領域
スリップ範囲
トルク
漂遊負荷損領域
定格
トルク
P1
0
36
回転速度(rpm)
3600
同期速度
定格速度

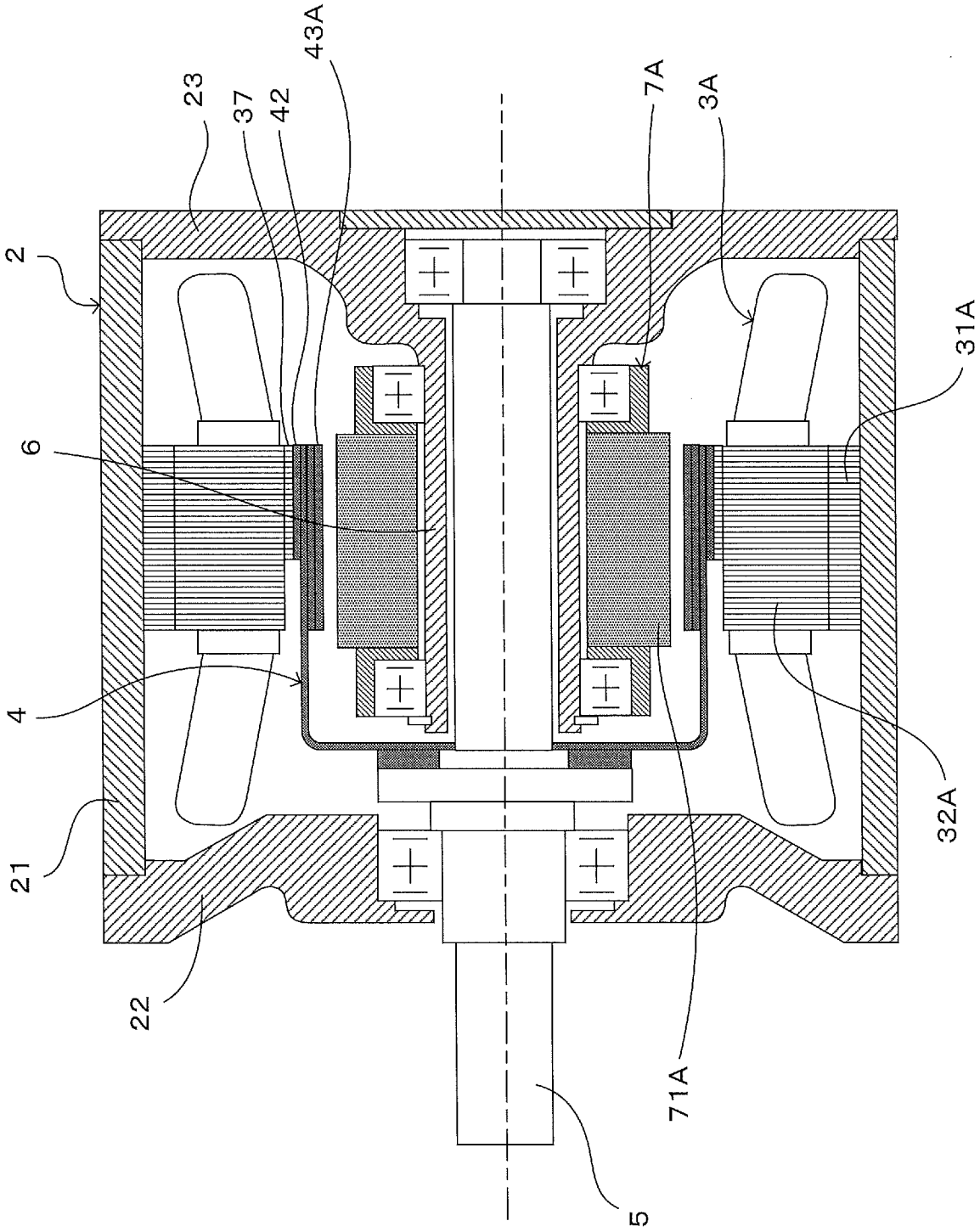
[図20]


漂遊負荷損領域
起動トルク
領域
スリップ範囲
トルク
定格
トルク
P2
0
回転速度(rpm)
3600
同期速度
定格速度

[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/061193

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K7/116(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K7/116

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 48-15049 B1 (United Shoe Machinery Corp.), 11 May 1973 (11.05.1973), page 2, left column, line 32 to right column, line 22; page 3, right column, lines 23 to 37; fig. 1 to 4 & US 3331974 A & GB 1123031 A & DE 1488749 A & FR 1452524 A & BE 671455 A & CH 473994 A & NL 6514270 A & AU 413883 B2	1,3-5,7 2,6
Y A	JP 2683364 B2 (Harmonic Drive Systems Inc.), 26 November 1997 (26.11.1997), page 2, left column, lines 31 to 37; right column, lines 19 to 28; fig. 2 (Family: none)	1,3-5,7 2,6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 17 June, 2014 (17.06.14)	Date of mailing of the international search report 24 June, 2014 (24.06.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/061193

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2007-181348 A (Ginga Electric Co., Ltd.), 12 July 2007 (12.07.2007), paragraphs [0017], [0032]; fig. 1 to 2, 8 to 9 (Family: none)	4-5 6
A	JP 2003-284317 A (Softronics Co., Ltd.), 03 October 2003 (03.10.2003), paragraphs [0027] to [0038]; fig. 5 (Family: none)	1-7
A	US 2012/0204674 A1 (Ivan LUNDBERG), 16 August 2012 (16.08.2012), entire text; all drawings & EP 2220400 A1 & EP 2476186 A1 & WO 2009/071604 A1 & WO 2011/029472 A1 & CN 101889154 A & CN 102484410 A	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０６１１９３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K7/116(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K7/116

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 48-15049 B1 (ユナイテツド・シユー・マシネリー・コーポレーシヨン) 1973.05.11, 第２ページ左欄第32行-右欄第22行, 第３ページ右欄第23-37行, 図1-4 & US 3331974 A & GB 1123031 A & DE 1488749 A & FR 1452524 A & BE 671455 A & CH 473994 A & NL 6514270 A & AU 413883 B2	1,3-5,7 2,6
Y A	JP 2683364 B2 (株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ) 1997.11.26, 第２ページ左欄第31-37行, 右欄第19-28行, 第２図（ファミリーなし）	1,3-5,7 2,6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１７．０６．２０１４	２４．０６．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　３４２８
神山　貴行
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2007-181348 A (銀河電機工業株式会社) 2007.07.12, 段落【0017】, 【0032】, 図 1-2, 8-9 (ファミリーなし)	4-5 6
A	JP 2003-284317 A (ソフトロニクス株式会社) 2003.10.03, 段落【0027】-【0038】, 図 5 (ファミリーなし)	1-7
A	US 2012/0204674 A1 (Ivan LUNDBERG) 2012.08.16, 全文, 全図 & EP 2220400 A1 & EP 2476186 A1 & WO 2009/071604 A1 & WO 2011/029472 A1 & CN 101889154 A & CN 102484410 A	1-7