

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5128800号  
(P5128800)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月9日(2012.11.9)

(51) Int.Cl.

H02K 37/04 (2006.01)

F 1

H02K 37/04 501X

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-266227 (P2006-266227)  
 (22) 出願日 平成18年9月29日 (2006.9.29)  
 (65) 公開番号 特開2008-86176 (P2008-86176A)  
 (43) 公開日 平成20年4月10日 (2008.4.10)  
 審査請求日 平成21年8月19日 (2009.8.19)

(73) 特許権者 000228730  
 日本電産サークル株式会社  
 群馬県桐生市相生町3-93  
 (72) 発明者 坂本 正文  
 群馬県桐生市相生町3-93 日本サークル  
 株式会社桐生工場内  
 (72) 発明者 小林 亨  
 群馬県桐生市相生町3-93 日本サークル  
 株式会社桐生工場内  
 (72) 発明者 大岩 昭二  
 群馬県桐生市相生町3-93 日本サークル  
 株式会社研究所内  
 (72) 発明者 加藤 隆弥  
 群馬県桐生市相生町3-93 日本サークル  
 株式会社研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ハイブリッド式永久磁石回転電機

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

外形が多角形を含む形状に形成された略環状の磁性体とこの磁性体より放射状に突出形成されそれぞれの先端に多数の誘導子を形成してなる複数の主極とで構成された固定子と、この固定子に対してエアギャップを介して回転自在に設けられ磁性を有する1対の回転子要素と両回転子要素で挟み込まれ軸方向に着磁された永久磁石とからなる単位回転子を2組軸方向に隣接させて構成された回転子とを備え、各単位回転子のそれぞれの回転子要素の外周面には複数の歯が形成され、各単位回転子の1対の回転子要素はそれぞれの歯が1/2ピッチ分ずらせて配置され、両単位回転子はそれぞれの永久磁石の着磁方向が逆になる向きで隣接する回転子要素の歯位置が一致するように、且つ、該隣接する両回転子要素の間に導電材を介在させて回転軸に支持されており、回転子の回転軸は固定子及び回転子を軸方向両側から覆う一対のブラケットにより支持されていることを特徴とする永久磁石式回転電機。

## 【請求項 2】

前記2組の単位回転子におけるそれぞれの永久磁石は、前記ブラケットの軸方向外側及び前記固定子の径方向外側を覆うヨークと、このヨークからブラケット、単位回転子の軸方向外側の回転子要素、単位回転子の永久磁石、単位回転子の軸方向内側の回転子要素、及び固定子を通して前記ヨークに至る着磁用磁路に磁束を発生させる着磁コイルとを用いて、同時に或いは時間差を設けて着磁されることを特徴とする請求項1に記載の永久磁石式回転電機。

## 【請求項 3】

前記プラケットの軸方向外側を覆うヨークは、一対のプラケットに対して一方のみを覆うものであり、前記着磁コイルの通電による着磁は前記一方のプラケット側の単位回転子の永久磁石に対して行われ、当該着磁後に前記ヨークを他方のプラケット側に反転対向させて着磁コイルの通電を行うことにより、他方のプラケット側の単位回転子の永久磁石に対して着磁を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の永久磁石式回転電機。

## 【請求項 4】

前記 2 組の単位回転子におけるそれぞれの永久磁石は、該両単位回転子をそれぞれの隣接する両回転子要素の間に導電材を介在させて回転軸に支持した状態で、前記単位回転子の軸方向外側及び径方向外側を覆うヨークと、このヨークから単位回転子の軸方向外側の回転子要素、単位回転子の永久磁石、単位回転子の軸方向内側の回転子要素を通して前記ヨークに至る着磁用磁路に磁束を発生させる着磁コイルとを用いて、同時に或いは時間差を設けて着磁されることを特徴とする請求項 1 に記載の永久磁石式回転電機。

10

## 【請求項 5】

前記単位回転子を覆うヨークは、2 組の単位回転子に対して一方のみを覆うと共に、この一方の単位回転子の軸方向内側の回転子要素の径方向外側を覆うものであり、前記着磁コイルの通電による着磁は前記一方の単位回転子の永久磁石に対して行われ、当該着磁後に前記ヨークを他方の単位回転子側に反転対向させて着磁コイルの通電を行うことにより、他方の単位回転子の永久磁石に対して着磁を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の永久磁石式回転電機。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は省主極形固定子と 2 個の永久磁石を互いに逆方向に反発磁化したハイブリッド永久磁石式回転子を組み合わせたステッピングモータ等の回転電機に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

小型で高トルク、低振動が O A 機器等に使用されるステッピングモータ等の回転電機に要求されている。この問題を解決するものとして本願発明者の一人はすでに次の特許出願をしている。本願はこれらの先行特許の改良に関する。

30

## 【0003】

## 【特許文献 1】日本国特許第 3762981 号

## 【特許文献 2】米国特許 U S P 6781260 B 2

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

1) ハイブリッド（以下 H B と略す）のステッピングモータ等の多極回転電機で単位回転子を 2 個同軸で密着連結してお互いにその永久磁石同士を逆極性に磁化する構造の回転電機では 2 個の磁石を十分に磁化する方法は磁石単体で磁化したものを用いて回転子を構成する以外の回転子完成後での磁化あるいはモータ完成後の磁化は単位回転子を 2 個同軸で密着連結してお互いにその永久磁石同士を逆極性に磁化するため 2 組の単位回転子を同時に磁化する場合には軸方向で磁化磁束が反発しあうため十分に永久磁石部を磁化できない問題があった。また 2 組の単位回転子を時間差を設けて別々に 2 回にわけて磁化する場合でも、片方の回転子を磁化した磁束が他方の回転子部まで漏洩して 2 組の回転子の隣接回転子同士は同一極性となるべきところを所望する磁化極性と逆極性に磁化したり、あるいは既に磁化されている一方の回転子の永久磁石を減磁させたりする問題があった。そのため磁石単体で磁化したものを用いて回転子を組み立てするので鉄粉や塵を組み立て時に吸引して組み立てが困難であった。

40

2) 永久磁石が 1 個の通常の H B 型回転電機はモータに組み立て後、空芯コイル内径部にに完成モータをいれて着磁磁化する方式がとられている。これは着磁されている回転子

50

を固定子に挿入する場合、鉄粉や塵を引き込んだり固定子内径と吸引して傷が出来たりすることを防止する狙いがある。本方式モータも完成後着磁が望ましくその解決を狙うものである。

3) 本願の回転電機の固定子は省主極(2相4主極、3相3主極、5相5主極)構造である。主極とは別名集中巻きの巻線極である。既に出願済みの特許文献1及び2で省主極(2相4主極、3相3主極等)構造は通常のフル主極数構造の2相8主極あるいは3相6主極式に対し省主極数(フル主極数に対してハーフ主極数とも呼ぶ)構造は高トルクトルクが得られる理由は後述する。しかしこの省主極固定子と通常の永久磁石1個のハイブリッド回転子との組み合わせでは不平衡電磁力が発生し騒音振動が大きくなり位置決め精度も悪化する。そしてこれらを解決するために前述した特許文献1及び2の手段がある。そのため本願方式としたモータは低振動低層音の特性を維持しながら、通常構造モータと同程度のトルクにするにはその分固定子と回転子間のエアギャップを大きく出来るので不良率の改善や信頼性の向上となる。あるいはフル主極モータが高エネルギーの希土類磁石を使用しているのに対し安価な例えはフェライトのような永久磁石も使用できるので価格低減効果が期待できる。しかし文献1, 2ではその永久磁石の着磁方法については開示していない。永久磁石は磁束密度 磁化力特性(以下B-Hカーブ)でBの飽和に達するH以上にして磁化するが、単位回転子を2個同軸で単に密着連結してお互いにその永久磁石同士を逆極性に磁化する構造のものはモータ完成後のその磁化の方法は従来の空芯コイル方式では十分な磁化は得られなかった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明を実現するには以下の手段による。

「手段1」

外形が多角形を含む形状に形成された略環状の磁性体とこの磁性体より放射状に突出形成されそれぞれの先端に多数の誘導子を形成してなる複数の主極とで構成された固定子と、この固定子に対してエアギャップを介して回転自在に設けられ磁性を有する1対の回転子要素と両回転子要素で挟み込まれ軸方向に着磁された永久磁石とからなる単位回転子を2組軸方向に隣接させて構成された回転子とを備え、各単位回転子のそれぞれの回転子要素の外周面には複数の歯が形成され、各単位回転子の1対の回転子要素はそれぞれの歯が1/2ピッチ分ずらせて配置され、両回転子要素はそれぞれの永久磁石の着磁方向が逆になる向きで隣接する回転子要素の歯位置が一致するように配置されており、且つ、前記両単位回転子の間に導電材が介在していることを手段とする永久磁石式回転電機。

「手段2」

手段1において、固定子及び回転子は軸方向両側から覆う一対のブラケットにより支持されており、前記2組の単位回転子におけるそれぞれの永久磁石は、前記ブラケットの軸方向外側及び前記固定子の径方向外側を覆うヨークと、このヨークからブラケット、単位回転子の軸方向外側の回転子要素、単位回転子の永久磁石、単位回転子の軸方向内側の回転子要素、及び固定子を通して前記ヨークに至る着磁用磁路に磁束を発生させる着磁コイルとを用いて、同時に或いは時間差を設けて着磁されることを手段とする永久磁石式回転電機。

「手段3」

手段2において、前記ブラケットの軸方向外側を覆うヨークは、一対のブラケットに対して一方のみを覆うものであり、前記着磁コイルの通電による着磁は前記一方のブラケット側の単位回転子の永久磁石に対して行われ、当該着磁後に前記ヨークを他方のブラケット側に反転対向させて着磁コイルの通電を行うことにより、他方のブラケット側の単位回転子の永久磁石に対して着磁を行うことを手段とする永久磁石式回転電機。

「手段4」

外形が多角形を含む形状に形成された略環状の磁性体とこの磁性体より放射状に突出形成されそれぞれの先端に多数の誘導子を形成してなる複数の主極とで構成された固定子と、この固定子に対してエアギャップを介して回転自在に設けられ磁性を有する1対の回転子

10

20

30

40

50

要素と両回転子要素で挟み込まれ軸方向に着磁された永久磁石とからなる単位回転子を2組軸方向に隣接させて構成された回転子とを備え、各単位回転子のそれぞれの回転子要素の外周面には複数の歯が形成され、各単位回転子の1対の回転子要素はそれぞれの歯が1/2ピッチ分ずらせて配置され、両回転子要素はそれぞれの永久磁石の着磁方向が逆になる向きで隣接する回転子要素の歯位置が一致するように、且つ、該両回転子要素の間に導電材を介在させて回転軸に支持されており、回転子の回転軸は軸方向両側から覆う一対のブラケットにより支持されている永久磁石式回転電機であって、

前記2組の単位回転子におけるそれぞれの永久磁石は、2組の単位回転子を回転軸に支持した状態で、前記単位回転子の軸方向外側及び径方向外側を覆うヨークと、このヨークから単位回転子の軸方向外側の回転子要素、単位回転子の永久磁石、単位回転子の軸方向内側の回転子要素を通して前記ヨークに至る着磁用磁路に磁束を発生させる着磁コイルとを用いて、同時に或いは時間差を設けて着磁されることを手段とする永久磁石式回転電機。

「手段5」

手段4において、前記単位回転子を覆うヨークは、2組の単位回転子に対して一方のみを覆うと共に、この一方の単位回転子の軸方向内側の回転子要素の径方向外側を覆うものであり、前記着磁コイルの通電による着磁は前記一方の単位回転子の永久磁石に対して行われ、当該着磁後に前記ヨークを他方の単位回転子側に反転対向させて着磁コイルの通電を行うことにより、他方の単位回転子の永久磁石に対して着磁を行うことを手段とする永久磁石式回転電機。この場合の導電材による渦電流効果は手段2と同じである。

【発明の効果】

【0006】

1) 永久磁石単体での着磁後回転子を組み立てるのではなくて、回転子に完成させた後、あるいはモータに完成させた後に、簡単な着磁ヨークの採用と回転子に設けた導電材の渦電流効果で着磁がより確実になり、鉄粉や切子を回転子に付着させることができるので、手直しが無く且つ信頼性の向上が図れる。

2) 従来のHB型モータの空芯コイル着磁に対し、ヨークを用いるので着磁電源が小形で小電力と出来る。

3) ボンド磁石やフェライト磁石のような磁気エネルギーの低い安価な磁石でも使用が可能となりコストパフォーマンスに優れた永久磁石式回転電機が提供できる。

4) 省主極により巻き線が簡素で、特殊回転子により不平衡電磁力のない小型高トルクの回転電機が安価に提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下図面によって説明する。

【実施例1】

【0008】

図1は本発明の省主極構造固定子である2相4主極機の固定子と特殊HB型回転子の組み合わせによる回転電機の軸方向から見た構成図である。但し巻き線コイルの図示は省略してある。18は固定子鉄心であり、略四辺形、六辺形を含む多角形や円形形状を含むものであり、9は回転子である。固定子18の4個の主極(巻き線極)の内180度で対向している2個の主極同士は同相で異極性になるように図示は省略してあるコイルに流す相電流で励磁されるように構成される。このとき例えば1相のみ励磁され、N極の回転子が1相のS極に励磁された主極と対向していれば、1相のN極に磁化された180度で反対側の主極はN極の回転子とは非対向(歯と溝で対向し電気角で180度)の位相関係になり、逆に回転子のS極とは上述の1相のN極に磁化された主極は歯が対向することになる。このとき励磁されてない2相分の固定子主極の歯と回転子歯とは90度の位相関係にある。2相HB型の通常の回転電機は主極数は従来技術として図6、図7で後述するように8個の構成であるが図1に示した本構成は1/2の4個と省主極としている。

図2は軸を含む本発明の図1のモータの断面図である。9、11、20、13は磁性体よりなる外周にNr個の歯を有する回転子であり軸方向の厚さは同一である。29は11

10

20

30

40

50

と 2 0 の間に設けた導電材の円板または銅箔シートであり回転子 9 等の外径以下の円板状で中央部に軸 1 4 を通す穴を有した形状が望ましいが多角形やその変形でも良い。 1 0 、 1 2 は円盤状永久磁石で軸 1 4 の方向にお互いに逆極性となるように磁化される。例えば 9 と 1 3 が N 極性で 1 1 、 2 0 が S 極性のように磁化する。このとき 9 と 1 3 は歯位置は同じで 1 1 、 2 0 とは歯ピッチの 1 / 2 ずらして配置される。本発明に関するモータの回転子は単位回転子 A ( 9 、 1 0 、 1 1 で構成 ) と B ( 2 0 、 1 2 、 1 3 で構成 ) の 2 組の単位回転子の軸方向での連結により構成されると表現したが、これは永久磁石 1 0 、 1 2 と 2 個使用してこの 2 個の永久磁石に挟まれた回転子 1 1 、 2 0 はその 2 個の両サイドに位置する回転子 9 、 1 3 に対し歯位置が 1 / 2 ずれた特殊回転子 1 個で構成されたものと表現しても同じである。そして 2 組の単位回転子 A と B の間には 2 9 なる導電材円板が設けられて上述の特殊回転子 1 個で構成されたものである。 10

1 5 、 1 6 はブラケットであり回転子を回転自在に保持する役割を有する。 5 は固定子コイルである。この 2 組の永久磁石による特殊回転子を設ける理由は 4 主極固定子と通常の H B 型回転子の組み合わせで発生するラジアル方向の不平衡電磁力を消去するためである。図 1 では 2 相式で示したが、これに限定するものではなく 3 相 3 主極、あるいは 5 相 5 主極の省主極固定子と 2 個の永久磁石による特殊回転子であってもよい。

#### 【 0 0 0 9 】

図 6 、図 7 は従来の通常の 2 相 H B 型回転電機を示す図であり、図 6 は軸方向から見た図であり、 3 0 は 2 相 8 主極の固定子、 3 1 は回転子である。図 7 は図 6 の回転子軸を含む断面図である。この構造では回転子の永久磁石は 3 3 の 1 個であり、 3 1 、 3 2 は図 2 の 9 、 1 1 、 1 3 と同じ形状の回転子であり、お互いに歯ピッチの 1 / 2 ずらせた歯位置に構成されている。固定子は 8 主極で 1 個おきの 4 個に図示はしていないが 1 相分コイルが巻かれている。この場合、 1 8 0 度で反対位置にある主極は励磁電流で同極性となるように構成されているのでラジアル方向である法線方向の吸引力は常にキャンセルされ、回転子外周の接線方向のトルク成分のみが現れる。これに対し例えば図 1 の固定子に図 7 の回転子を組み合わせると、例えば回転子 3 1 が N 極性として上側に引かれた場合、回転子の S 極 3 2 は下側へ引かれ、ラジアル方向吸引力による不平衡電磁力所謂サイドプルによる偶力が発生し、振動や騒音を発生させ、位置決め精度も悪くする。これに対し図 2 の構成では軸方向で中央部の磁性材 2 9 から左右で回転子は対称となるので、あたかも 2 個の対称な H B 回転子が不平衡電磁力の偶力を打ち消すように作用する。このためラジアル方向の不平衡電磁力による偶力を常にキャンセルする優れた効果を有するものである。その詳細原理は本願発明者の一人が発明した特許文献 1 、 2 に詳細に数式を用いて説明しているのでここではその詳細説明は省略する。本願の図 1 、図 2 の構成は 2 相 H B 式ステッピングモータであるが、 3 相や 5 相 H B 型ステッピングモータや 2 相、や 3 相等のブラシレスモータにも、あるいは同期電動機にも活用できる構成である。 20 30

#### 【 0 0 1 0 】

本構造の 2 相 4 主極と 8 主極固定子に同一回転子を組み合わせた場合のトルクを前述した文献で説明したが再度説明する。

$$T_1 = N \ N \ r \ i \ m$$

( 1 )

1 相分トルクは ( 5 ) 式で表される。 N r は回転子歯数、 N はコイル巻き数、 i は電流、 m は回転子からの永久磁石の磁束のコイルとの鎖交磁束である。 40

両者同一線径で同一トータル巻数 N t とする。また回転子から出るトータル磁束量は両者の固定子の歯数が例えば 4 8 ( 8 主極は  $8 \times 6 = 4 8$  、 4 主極では  $4 \times 1 2 = 4 8$  ) と等しいとした場合は両者の固定子鉄心の磁気抵抗差を無視し同じ値の t と近似できるので 8 主極機、 4 主極機の各 1 主極の巻数、磁束を各々 N 8 、 N 4 、 8 、 4 として、次式が成立する。

$$8 = t / 8$$

( 2 )

10

20

30

50

$$4 = t / 4$$

(3)

$$N_8 = Nt / 8$$

(4)

$$N_2 = Nt / 4$$

(5)

(1) ~ (5) 式より、8主極 4主極機のトルク、 $T_8$ 、 $T_4$ は各々以下となる。

$$\begin{aligned} T_8 &= 2 * 4 (Nt / 8) N_r i (-t / 8) \\ &= Nt N_r i t / 8 \end{aligned}$$

(6)

$$\begin{aligned} T_2 &= 2 * 2 (Nt / 4) N_r i (-t / 4) \\ &= Nt N_r i r / 4 \end{aligned}$$

(7)

(6)、(7)より、4主極機は従来の8主極機のモータより約2倍のトルクが出ることになる。

### 【0011】

この4主極の場合の望ましい回転子歯数 $N_r$ は以下の式から誘導される。

$$90 / N_r = (-/+) \{ (360 / 4) - 360n / N_r \} \quad (8)$$

但し $n$ は1以上の整数。

(8)式の左辺、及び右辺は本構成のステップ角を表すしこれを整理すると(9)式が得られる。

$$N_r = 4n \pm 1$$

(9)

$N_r$ は、2相4主極対称構造の望ましい形態となる。

例えば $n = 19$ で $N_r = 75$ となり、2相機では $(90 / N_r)$ 度がステップ角となるので、1.2度ステップ角で対称形の固定子の回転電機が得られる。

この場合は固定子が90度対称となるので積層時90度回転積みができる。回転積みができると、積厚の偏差の解消や珪素鋼鉄の磁気方向性のキャンセルができる良好なモータ特性となる。望ましい形態ではないが、 $N_r = 50$ は(9)式を満足しないため固定子は非対称形状となり90度回転積みは出来ないが、ステップ角1.8度の2相ステッピングモータとなる。

### 【0012】

図2で永久磁石は2個使用するので、低グレード磁石でも高いトルクが得られることを従来の2相8主極式の磁石1個使用の(図6、図7の構成)場合と比較して示す。従来の2相8主極式で使用する永久磁石は希土類磁石でネオジム磁石で残留磁束密度 $B_r$ が1.3[T]を使用していた。これに対し、本願の場合は2相4主極で磁石が2個なので、磁石の $B_r$ は次式で得られる。

$$B_r = 1.3 [T] \times (1/2) (3/2) (4/8) = 0.4875 [T] \quad (10)$$

(10)

式(10)の $(1/2)$ は1個の磁石で励磁する回転子の外周面積が同一サイズの従来の8主極と組み合わせた通常のHB型回転子と比較して略1/2になるため永久磁石から発生する磁束も半分でよいので磁石の面積が同じなら磁石の磁束密度は半分でよいとの理由、 $(3/2)$ は永久磁石の磁路長さが半減するために鉄心部でのパーミアンスが単純約2倍となるが、エアギャップや磁路の磁束密度の低下を考慮してトータルでパーミアンスが約3/2倍に近似したものである。 $(4/8)$ は(4主極/8主極)を意味しトルクは前述した(6)式と(7)式の関係から主極数に反比例することによるものである。

この(10)式における $B_r$ の値の磁石で $B_r$ が1.3[T](テスラ)のネオジム磁石を使用した8主極モータと同程度のトルクが得られることになる。式(10)の結果はコンピューターでの磁場解析結果とほぼ一致している。

10

20

30

40

50

この  $B_r$  の値はフェライト磁石に相当する。フェライト磁石は  $B_r$  が 0.5 [T] で保持力  $H_{cj} = 275 \text{ KA/m}$  程度でその減磁曲線は磁束密度を垂直に保持力を水平に取った座標の第二象限で直線となり、磁路に組まれた永久磁石のパーミアンス係数を勾配とした原点を通過する直線と減磁曲線との交点が動作点となるがその動作点磁束密度はほぼ永久磁石の  $B_r$  に比例することから近似的に (6) 式が成立する。フェライト磁石は希土類磁石に比べて極めて安価であり、2個使用してもネオジム磁石より安くなる。即ち 0.5 [T] 以下の磁石で十分実用トルクが得られる。0.5 [T] 以下の磁石であれば乾式や湿式の焼結フェライト磁石に限らず樹脂をバインダーとしたボンド（プラスチック）磁石でもよい。焼結フェライト磁石では例えば外形 25 mm で厚みは 2 mm 程度が量産する限度であり、それより薄いと割れ不良が多発する。これをボンド磁石にすれば割れ不良は解決する。

2 相 4 巻き線極固定子と前述の 2 連回転子で不平衡電磁力を抑えながら 0.5 [T] 以下のローグレードの永久磁石を採用することにより、従来の高価なネオジム焼結磁石やサマリュムコバルト磁石のような希土類磁石を採用した同サイズモータに対しトルクを同等あるいは倍増することも可能であり今までにはない画期的な新技術といえる。

#### 【0013】

しかし、図 2 に示す構成の回転電機の 2 個の永久磁石をお互いに軸方向に反対方向の逆磁化させるには従来の空芯コイルでは困難である。この解決策の 1 つとしては図 2 で永久磁石 10 と 12 を予め、永久磁石単体で磁化したものをお互いに極性が逆方向になるように回転子を組み立て、更に固定子に組み込めばよい。しかしこの方法では回転子組み立て時に鉄粉を回転子に吸引したり、固定子内径部に回転子を挿入する際に固定子と吸引接触し切子や塵を固定子内に介在させ信頼性を低下させるものとなる。

#### 【0014】

これに対し、図 3 により本発明による着磁方式を説明する。前述した省主極固定子と 2 個の永久磁石による特殊回転子で構成された H B 型回転電機をその軸 14 を芯として包み込むように磁性体よりなる 2 個の軸方向に配置された設定着磁用磁路 A と B から構成される。着磁される回転電機は図 1、図 2 に示したものであるのでその部品には図 1, 2 と同じ番号が付してある。設定着磁用磁路 A は図 3 の 1, 2 なる環状ヨークであり 4 なる絶縁体ボビンに巻かれた環状の着磁コイル 3 とよくなる。コイル 3 に磁化電流を流して、ヨーク 1 から軸 14 の方向に突き出た部分から該ブラケット 15 を貫通させた磁化磁束を磁性体回転子 9 を貫通させて永久磁石 10 を貫通させ磁性体回転子 11 に流入させる。この磁化磁束はコイル 3 により作られるためコイル 3 の周りで閉ループを作ろうとする。そのためこの磁化磁束は一部は回転子 9 から永久磁石 10 を通過しないで直接磁性体固定子 18 に入りヨーク 2 を経由してヨーク 1 に戻る。しかし通常回転子 9 等は珪素鋼釗より構成されるためその飽和磁束密度の 1.5 [T] 程度を超えるとそれ以上の大半の磁化磁束は永久磁石 10 を貫通し 11 に達し 18 なる磁性体固定子を経由してヨーク 2 からヨーク 1 に戻るので永久磁石 10 は着磁されることになる。このように該設定着磁用磁路 A により軸方向で略 1/2 のモータ部とモータ側面と外周を短絡した磁性体磁路を環状磁化コイル 3 で励磁し、片方の永久磁石をほぼ軸方向に磁化できる。この場合 15 なるブラケットやボルベアリング 17 は磁性体であれば貫通磁化磁束は大きく出来るがブラケット 15 がアルミニウム等の非磁性体の場合は大きなエアギャップが介在することになり磁化磁束を十分に磁石 10 に到達させるためにはヨーク 1 の軸方向に突き出た部分とその突き出た部分の外周に巻かれたコイル 3 の存在がキーポイントとなる。そのためコイルの断面形状は図示のような絶縁体 4 に内部に段を設けた形状が望ましい。このようにして単位回転子 A を磁化する。しかし十分に磁化磁束を単位回転子 A の永久磁石 10 に通そうとするとその一部は漏洩磁束となり単位回転子 B の磁性体回転子 20 及び永久磁石 12、磁性体回転子 13 をも通過して、単位回転子 B の永久磁石 12 を所望の極性とは逆の単位回転子 A の永久磁石 10 と同じ方向に磁化する。この場合、導電性円板 29 があると、この漏洩磁束が 29 を貫通し始めるとそれを打ち消すように導電性円板に渦電流が発生し単位回転子 B 側の永久磁石が磁化されるのを防止することになる。

10

20

30

40

50

また同様に絶縁体 8 に巻かれたコイル 7 に磁化電流を流して、ヨーク 19 から軸 14 の方向に突き出た部分から該プラケット 16、ボールベアリング 17 を経由して貫通させた磁化磁束を磁性体回転子 13 を貫通させて永久磁石 12 を前述の片側の永久磁石 10 とは軸方向に逆極性になるように貫通させ磁性体回転子 20 に流入させる。同様の理由によりこの磁化磁束は回転子 20 から固定子 18 を経由してヨーク 6、ヨーク 19 へ戻る閉磁路を構成するので永久磁石 12 も磁化されることになる。この場合にも、一部の磁束は漏洩して単位回転子 A の既に磁化されている永久磁石 10 を減磁させようとする。この場合も同じく、導電性円板 29 があると、この漏洩磁束が 29 を貫通し始めるとそれを打ち消すように導電性円板に渦電流が発生し単位回転子 A 側の永久磁石が減磁されるのを防止するよう作用することになる。

10 本方式では磁性体着磁ヨークとして 1, 2 あるいは 6, 19 の他に回転子 9、11、20、13、固定子 18 を使用する。従って磁化磁束密度は回転子や固定子の構成材料の珪素鋼鉄の飽和磁束密度の 1.5 {T} 程度では 残留磁束密度  $B_r$  が 1.2 {T} 程度のネオジム焼結磁石には磁化力が不足する場合があるが、前述した  $B_r$  が 0.5 {T} 程度であるフェライト磁石を本構造の永久磁石に用いた場合は十分適した着磁方式となる。尚ヨーク 2 とヨーク 6 は別物の合体でも 2 と 6 は一体品でもよい。

ヨーク 1, 2 と 9, 11, 18 で構成する閉磁路を設定着磁用磁路 A、ヨーク 19、ヨーク 6 回転子 13、20、固定子 18 で構成される閉磁路を設定着磁用磁路 B とすれば、設定着磁用磁路 A と B は、適当な磁化力で時間差を設けて磁化してもよい。その場合、磁化力が強すぎると永久磁石 10 と永久磁石 12 が同方向に磁化されるので磁路に合わせた最適な磁化力で行うことになる。あるいはやはり適当な磁化力で同時磁化してもよい。これらの場合、前述した導電性円板 29 が有効に働くことになる。

20 図 3 で着磁コイルは回転子軸と同心の環状コイルで示したが、固定子外周部に回転子軸と略垂直に設けた該着磁用磁路 A 及び B の端部の回転子外周円盤部の一部をカットして回転子軸と略垂直のヨーク部に直接着磁コイルを巻きつけてもよいし、回転子軸と同心の環状コイルとの併設コイルとしてそれらのコイルを直列あるいは並列させてもよい。

#### 【0015】

図 4 は回転子にまで完成させた後に着磁工程を設ける場合の方法を示したものである。前述したモータ完成後では回転子や固定子の珪素鋼鉄を磁路の一部に使用する。そのため回転機に広く使用される無方向性珪素鋼鉄の磁束密度の約 1.5 {T} 程度の磁化磁束密度ではネオジム焼結磁石等の残留磁束密度が 1.2 {T} 程度の永久磁石の磁化には十分でない場合が起きる。またこの方法では、回転子を磁化後に固定子への挿入時には固定子との接触が発生し易いが、前述のモータ完成後磁化の長所の一部を犠牲にして、永久磁石の十分な磁化力が必要なケースもあるため、回転子完成状態での磁化の方法を示したものである。この場合は珪素鋼鉄を使用しないので、ヨークに飽和磁束密度の高い純鉄等を使用できる。純鉄の飽和磁束密度は 2.2 {T} 程度なので、ネオジム焼結磁石等でも磁化可能レベルとなる。21、25 は回転子軸方向に磁化磁束を作るヨークでその外周に磁化コイル 24, 28 が配置されて磁化磁束が軸方向に発射されるようにしてある。回転子の構成は図 2 と同じなので部品名とその番号は同じとしてある。22, 26 は外部ヨークであり軸 14 を同心として円筒状に構成し適当に分割して絶縁ボビン 23, 27 及び前述の磁化コイル 24, 28 を内蔵する。22, 26 の端部は回転子外周と接触あるいは近接対向させる。21、22、26 と 25 は密着させる。この場合、両サイドのプラケットが無いので磁化磁束を図 3 の場合より十分に永久磁石 10, 12 に与えられる。このとき、導電材 29 による効果は前述したモータ完成後着磁と同じである。ボールベアリング 17 を挿入する前の段階でこの磁化を行えば 21、25 の回転子 9, 13 との対向面積を増加出来、更に磁化を容易にすることが出来る。この場合も、2 個の磁化コイルは同時通電でも時間差通電でもよい。もし図 1、図 2 のモータをアウターロータ型とした場合でも、本方式に準じた着磁をすることが出来る。また図 4 で着磁コイルは回転子軸と同心の環状コイルで示したが、固定子外周部に回転子軸と略垂直に設けた該着磁用磁路 a 及び b の端部の回転子外周円盤部の一部をカットして回転子軸と略垂直のヨーク部に直接着磁コイ

10

20

30

40

50

ルを巻きつけてもよいし、回転子軸と同心の環状コイルとの併設コイルとしてそれらのコイルを直列あるいは並列させてもよい。

【0016】

モータ完成後着磁の別の本発明を図5にて説明する。図3は予め2個の設定磁化磁路を設けるものであるが、図5は1個の設定磁化磁路のみで磁化を行うものである。図5にて1、2はヨークであり、図3の片側の設定磁路Aのみと基本的には同じであるが2のモータ固定子外周と対向するヨーク2の軸方向の厚みは中央の回転子11の軸方向厚み全部と対向するように厚く設定してある。図5の状態で適当な磁化力で磁化し永久磁石10のみを磁化する。磁化力が強すぎると永久磁石12も磁化されるので磁路に合わせた最適な磁化力で行うことになる。この後、モータをヨーク部から引き抜き軸方向を反転させてヨーク部に挿入して同様に磁化すればよい。この場合、磁化に多少時間を要するが、磁化ヨークや装置が図3の場合より小形に出来ることの他にヨーク2のモータ部との対向厚さを最適に選び、軸方向にモータ磁化位置を正位置と反転位置で最適化する等の最適磁化改善もできる。このとき、導電材29による効果は前述したモータ完成後着磁と同じである。

【産業上の利用可能性】

【0017】

本発明により磁化した回転電機は安価な磁石で高トルクが出せるのでOA機器である複写機やプリンターの用途に対し安価で高トルクなモータの提供が可能であり、エアギヤップも大きく出来るので低振動のアクチュエータとなり、工業的に大きな寄与が期待される。その他、医療機器、FA機器、ロボット、遊戯機械、住宅設備機器への応用も大いに期待される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の回転電機の図

【図2】図1の側面断面図

【図3】本発明の着磁方式図

【図4】別の本発明の着磁方式図

【図5】モータ完成後の着磁方式図

【図6】従来の2相HB型回転機の図

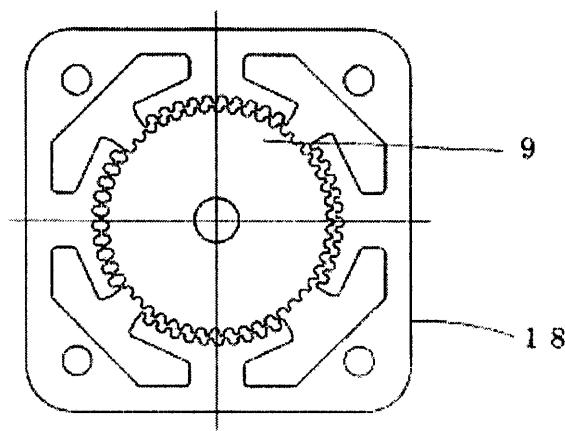
【図7】従来の2相HB型回転機の側面断面図

【符号の説明】

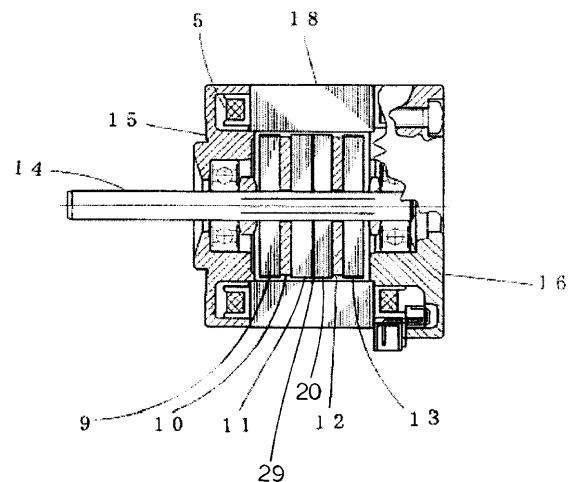
【0019】

1、2、6, 19、21, 22, 25, 26	:	着磁ヨーク、
4、8、23, 27	:	絶縁ボビン
3、7、24, 28	:	着磁コイル、
9、11, 13、20、31, 32	:	回転子、
5	:	コイル
14	:	回転軸、
10、12、33	:	永久磁石
29	:	導電材
15, 16	:	プラケット
17	:	ボールベアリング
18、30	:	固定子

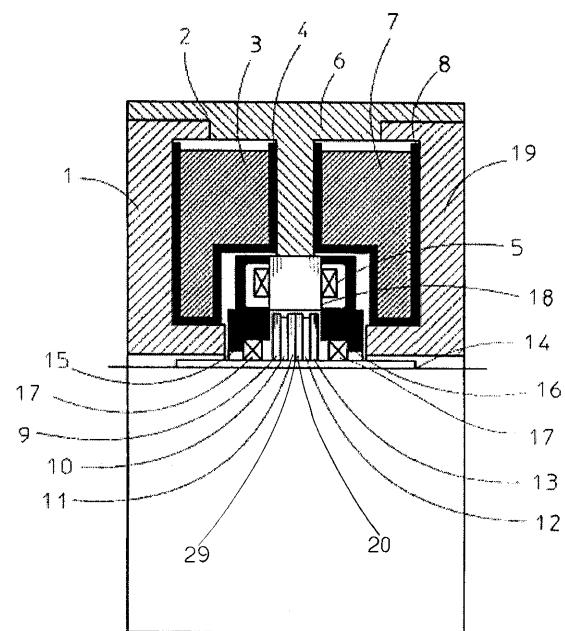
【図1】



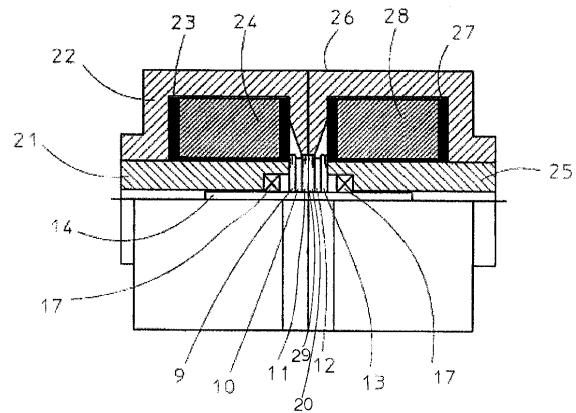
【図2】



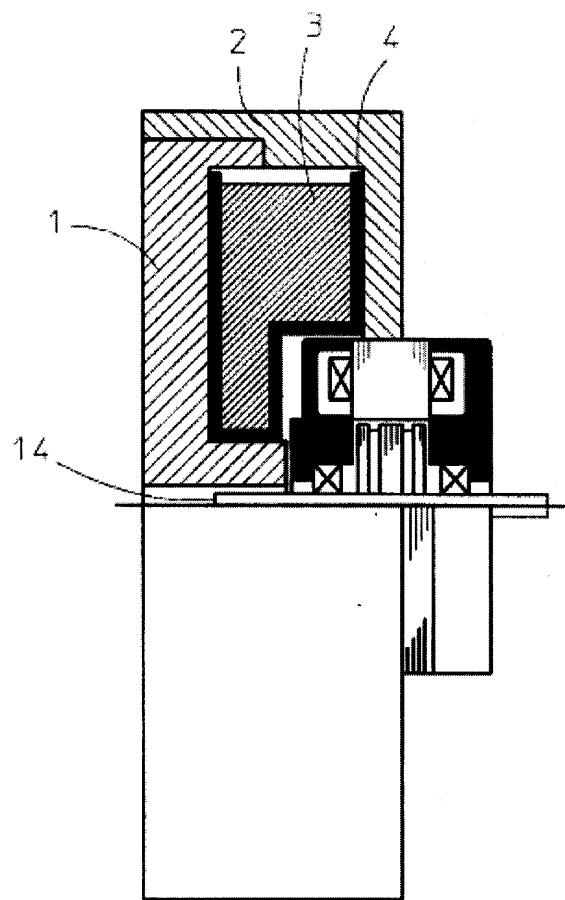
【図3】



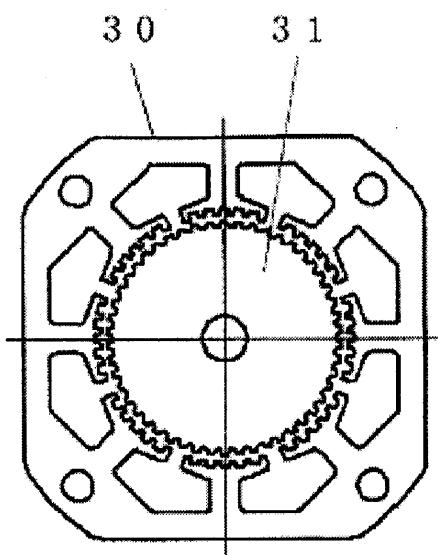
【図4】



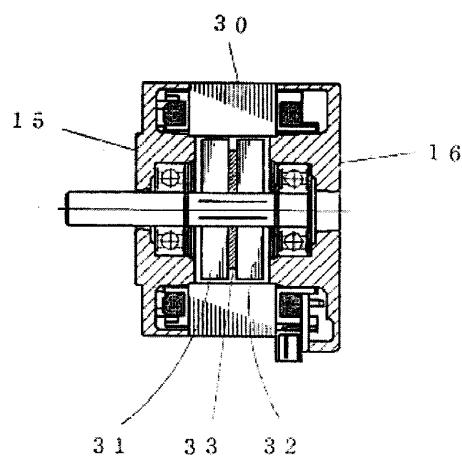
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

審査官 武市 匡紘

(56)参考文献 特開2003-134788(JP,A)

特開2006-174598(JP,A)

特開平03-195344(JP,A)

特開平08-266033(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 37/00 - 37/24