

(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2007-236073

(P2007-236073A)

(43) 公開日 平成19年9月13日(2007.9.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 37/04 (2006.01)	H02K 37/04 501E	5H622
H02K 15/03 (2006.01)	H02K 37/04 501X	
	H02K 15/03 G	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-52907 (P2006-52907)
 (22) 出願日 平成18年2月28日 (2006.2.28)

(71) 出願人 000228730
 日本サーボ株式会社
 東京都千代田区神田美土代町 7
 (72) 発明者 坂本 正文
 群馬県桐生市相生町 3-93 日本サーボ
 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 日本サーボ
 株式会社桐生工場内
 (72) 発明者 畔上 昌彦
 群馬県桐生市相生町 3-93 日本サーボ
 株式会社桐生工場内
 (72) 発明者 茂木 康彰
 群馬県桐生市相生町 3-93 日本サーボ
 株式会社研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド式回転電機

(57) 【要約】

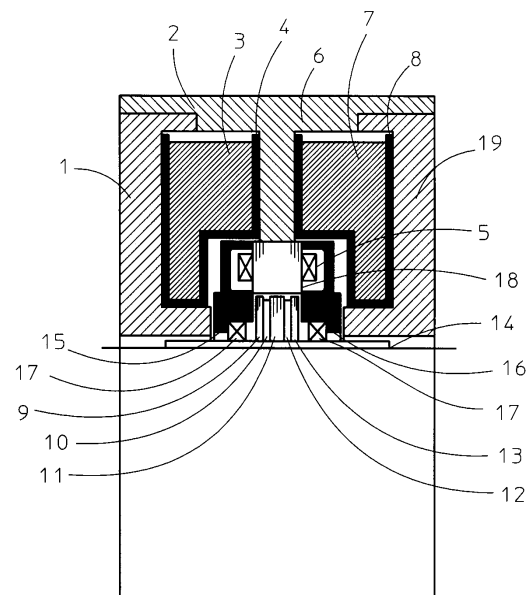
【課題】

省主極固定子と特殊 2 個永久磁石式 H B 型回転子構造のハイブリッド型回転電機のモータ組み立て後の反発着磁方法とその回転電機の実現を課題とする。

【解決手段】

単位回転子を 2 組、単位回転子 A と B として共通回転軸上に設けて、固定子両側よりエアギャップを確保して組み立て後、着磁用磁路 A から磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子 A を経て固定子外周部に設けた該着磁用磁路 A の端部を経由して該着磁用磁路 A に戻すことで単位回転子 A の永久磁石を軸方向に磁化し、また同様に単位回転子 B を軸方向に単位回転子 A の永久磁石とは逆方向で時間差を設けた磁化あるいは同時磁化したことを手段とする永久磁石式回転電機。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

四辺形を含めた多角形や略環状の磁性体より放射状に設けた2相4主極、3相3主極あるいは5相5主極の各先端に複数個の誘導子を有し、エアギャップを介して回転自在に設けられた複数 N_r 個の歯を有した回転子を2個で永久磁石をお互いに歯ピッチの $1/2$ ピッチ分づらして挟持した単位回転子を2組、単位回転子AとBとして共通回転軸上に設けて隣接させた回転子同士は歯位置が同一であり、回転自在に単位回転子A側のブラケットA、単位回転子B側のブラケットBにて固定子両側よりエアギャップを確保して組立後、ブラケットA側の出力軸を含む部分と固定子外周部とをモータ外部で磁性体で連結した着磁用磁路Aにより、軸方向に該ブラケットAを貫通させた磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子A、該固定子を経て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の端部を経由して該着磁用磁路Aと軸方向で略 $1/2$ のモータ部を貫通させ単位回転子Aの永久磁石を軸方向に磁化し、また同様にブラケットB側の反出力軸側部分と固定子外周部とをモータ外部で磁性体で連結した着磁用磁路Bにより、軸方向に該ブラケットBを貫通させた磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子B、該固定子を経て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Bの端部を経由して該着磁用磁路Bと軸方向でブラケットB側の残りの略 $1/2$ のモータ部を貫通させ単位回転子Bの永久磁石を軸方向に、単位回転子Aの永久磁石とは逆方向で時間差を設けた磁化あるいは同時磁化したことを特徴とする永久磁石式回転電機。

10

【請求項 2】

20

エアギャップを介して回転自在に設けられた複数 N_r 個の歯を有した回転子を2個で永久磁石をお互いに歯ピッチの $1/2$ ピッチ分づらして挟持した単位回転子を2組、単位回転子AとBとして共通回転軸上に設けて隣接させた回転子は歯位置が同一とした回転子完成体を、単位回転子Aの出力軸側の回転子磁性体部側面又は外周部含む部分と中央の回転子部外周部とを回転子Aの外部で磁性体で連結した着磁用磁路aにより、磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子A、該回転子Aの永久磁石を経て回転子外周部に設けた該着磁用磁路aの端部を経由することで軸方向で略 $1/2$ の回転子A部を磁化磁束を貫通させて回転子Aを軸方向に磁化し、同様にして単位回転子Bの反出力軸側の回転子磁性体部側面又は外周部含む部分と中央の回転子部外周部とを回転子Bの外部で磁性体で連結した着磁用磁路bにより、磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子B、該回転子Bの永久磁石を経て回転子外周部に設けた該着磁用磁路bの端部を経由することで軸方向で略 $1/2$ の回転子B部を磁化磁束を貫通させて回転子Bの永久磁石を軸方向に単位回転子Aの永久磁石とは逆方向に、時間差磁化あるいは同時磁化した後、ブラケットにて固定子の両側よりエアギャップを確保して回転自在に組み立てことを特徴とする永久磁石式回転電機。

30

【請求項 3】

請求項1において着磁用磁路は片方Aのみとしてモータ完成品の単位回転子Aを着磁コイルAで着磁後、モータを軸方向に反転させて再度着磁用磁路Aと着磁コイルAで単位回転子Bをその磁石極性が単位回転子Aのそれと逆極性に着磁したことを特徴とする永久磁石式回転電機。

【請求項 4】

40

請求項2において着磁用磁路は片方aのみとして回転子完成品の内、単位回転子Aを着磁コイルAで着磁後、回転子を軸方向に反転させて再度着磁用磁路aと着磁コイルAで単位回転子Bをその磁石極性が単位回転子Aのそれと逆極性に着磁したことを特徴とする永久磁石式回転電機。

【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】

50

【 0 0 0 2 】

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特に着磁技術に関する。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特願 2 0 0 1 - 3 1 7 7 0 8

【特許文献 2】米国特許 U S P 6 7 8 1 2 6 0 B 2

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

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の磁化あるいはモータ完成後の磁化は未知の技術であった。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。

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完成モータをいれて着磁磁化する方法がとられている。これは着磁されている回転子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 主極等)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。あるいは安価な例えば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】

【 0 0 0 5 】

本発明を実現するには以下の手段による。

「手段 1」

略環状の磁性体より放射状に設けた 2 相 4 主極あるいは 3 相 3 主極の各先端に複数 N s 個の誘導子を有し、エアギャップを介して回転自在に設けられた N r 個の歯を有した回転子を 2 個で永久磁石をお互いに歯ピッチの 1 / 2 ピッチ分づらして挟持した単位回転子を 2 組(単位回転子 A と B とする)共通回転軸上に設けて隣接させた回転子は歯位置が同一であり回転自在にブラケット A, B にて固定子両側よりエアギャップを確保して組み立て後、磁性体よりなる設定着磁用磁路 A から軸方向に該ブラケット A を貫通させた磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子 A、該固定子を経て固定子外周部に設けた磁性体磁路を経由して該設定着磁用磁路 A に戻すことで軸方向で略 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 A で励磁し、単位回転子 A の永久磁石を軸方向に、また同様に単位回転子 B を別の磁性体よりなる設定着磁用磁路 B から軸方向に該ブラケ

10

20

30

40

50

ットBを貫通した磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子B、該固定子を経て固定子外周部に設けた磁性体磁路を経由して該設定着磁用磁路Bに戻すことで単位回転子Bの永久磁石を軸方向に単位回転子Aの永久磁石とは逆方向に、時間差磁化あるいは同時磁化したことを手段とする永久磁石式回転電機。本発明に関するモータの回転子は単位回転子AとB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2個使用してこの2個の永久磁石に挟まれた回転子はその2個の両サイドに位置する回転子の軸方向積厚が2倍で歯位置が1/2ずれた回転子1個で構成されたものと表現しても同じである。

「手段2」

エアギャップを介して回転自在に設けられたNr個の歯を有した回転子を2個で永久磁石をお互いに歯ピッチの1/2ピッチ分づらして挟持した単位回転子を2組(単位回転子AとBとする)共通回転軸上に設けて隣接させた回転子は歯位置が同一とし、設定着磁用磁路Aから軸方向に磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子Aを経て回転子外周部に設けた設定着磁用磁路を経由して該設定着磁用磁路aに戻すことで軸方向で全回転子長の略1/2の単位回転子A部と、回転子側面とその外周を短絡した該設定着磁用磁路aを環状磁化コイル等で励磁し、単位回転子Aの永久磁石を軸方向に、また同様に単位回転子Bを別の設定着磁用磁路bから軸方向に磁化磁束を永久磁石を含んだ単位回転子B、を経て回転子外周部に設けた設定着磁用磁路を経由して該設定着磁用磁路Bに戻すことで軸方向で全回転子長の略1/2の単位回転子B部と、回転子側面とその外周を短絡した該設定着磁用磁路Bを環状磁化コイルで励磁し単位回転子Bの永久磁石を軸方向に単位回転子Aの永久磁石とは逆方向に、時間差磁化あるいは同時磁化した後、ブラケットにて固定子の両側よりエアギャップを確保して回転自在に組み立てことを手段とする永久磁石式回転電機。

10

20

「手段3」

手段1で着磁用磁路は片方Aのみとしてモータ完成品の単位回転子Aを着磁コイルAで着磁後モータを軸方向に反転させて再度着磁用磁路Aと着磁コイルAで単位回転子Bをその磁石極性が単位回転子Aのそれと逆極性に着磁したことを手段とする永久磁石式回転電機。

「手段4」

手段2で着磁用磁路は片方aのみとして回転子完成品の内、単位回転子Aを着磁コイルAで着磁後回転子を軸方向に反転させて再度着磁用磁路aと着磁コイルAで単位回転子Bをその磁石極性が単位回転子Aのそれと逆極性に着磁したことを手段とする永久磁石式回転電機。

30

【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で着磁が可能となるので、鉄粉や切子を回転子に付着させることが無いので、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。

40

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】

50

図 1 は本発明の着磁法の対象となる省主極構造固定子である 2 相 4 主極機の固定子と特殊 H B 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。但し巻き線コイルは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 H B 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着磁法の対象となる図 1 のモータの断面図である。9, 11, 13 は磁性体よりなる外周に N_r 個の歯を有する回転子、であり、11 は 9 あるいは 13 の 2 倍の軸方向厚みを有している。10、12 は円盤状永久磁石で軸 14 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 13 が N 極性で 11 が S 極性のように磁化する。このとき 9 と 13 は歯位置は同じで 11 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、10、11 の軸方向に半分）と B（11 の残りの半分、12、13）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 10、12 と 2 個使用してこの 2 個の永久磁石に挟まれた回転子 11 はその 2 個の両サイドに位置する回転子 9、13 に対し軸方向積厚が 2 倍で歯位置が 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。

15、16 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均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。

【0009】

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、30 は 2 相 8 主極の固定子、31 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 33 の 1 個であり、31、32 は図 2 の 9、11、13 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、180 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泉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 N 極性の回転子が 31 として上側に引かれた場合、回転子の S 極 32 は下側へ引かれ、ラジアル方向吸引力による不均衡電磁力の偶力が発生し、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 の構成では歯 11 の軸方向で中央部から左右で回転子是对称となるので、あたかも 2 個の対称な H B 回転子が不均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均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。

【0010】

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個々で説明する。

$$T1 = N N_r i_m$$

(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。

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 48 (8 主極は $8 \times 6 = 48$ 、4 主極では $4 \times 12 = 48$) 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 τ 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 、 τ_8 、 τ_4 として、次式が成立する。

$$\tau_8 = \tau / 8$$

10

(2)

$$\tau_4 = \tau / 4$$

(3)

$$N_8 = N_T / 8$$

(4)

$$N_4 = N_T / 4$$

(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。

$$T_8 = 2 \times 4 (N_T / 8) N_r i (\tau / 8)$$

$$= N_T N_r i \tau / 8$$

20

(6)

$$T_4 = 2 \times 2 (N_T / 4) N_r i (\tau / 4)$$

$$= N_T N_r i \tau / 4$$

(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 倍のトルクが出せることになる。

【 0 0 1 1 】

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。

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

但し n は 1 以上の整数。

30

(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。

$$N_r = 4 n \pm 1$$

(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 度ステップ角の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板の磁気方向性のキャンセルができて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。

40

【 0 0 1 2 】

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 Br 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 Br は次式で得られる。

$$Br = 1 . 3 [T] \times (1 / 2) (3 / 2) (4 / 8) = 0 . 4875 [T]$$

(50

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ハイブリッド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での磁場解析結果とほぼ一致している。 10

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 $H_{c_j} = 275 \text{ kA/m}$ 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25mmで厚みは2mm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。 20

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の採用により、従来の高価なネオジム焼結磁石やサマリウ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。 30

【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HB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な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なる絶縁体ポピンに巻かれた環状の着磁コイル3とよりなる。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11なる中央の磁性体回転子に流入させる。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等は珪素鋼板より構成されるためその飽和磁束密度の1.5{T}程度を超えれば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に戻るため永久磁石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 40 50

トやボールベアリング 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。

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ブラケット 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 11 なる中央の磁性体回転子に流入させる。同様の理由によりこの磁化磁束は回転子 11 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。

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、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、11、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。

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完成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。その場合、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の向上のため、回転子完成後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 $2.2 \{T\}$ 程度とすれば、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、と 22、26 と 25 は密着させる。この場合、両サイドのブ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 9、12 に与えられる。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 のモータをアウト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

10

20

30

40

50

よい。

【 0 0 1 6 】

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 1 1 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 1 0 のみを磁化する。磁化力が強すぎると永久磁石 1 2 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。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 1 7 】

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 O A 機器である複写機やプリンターの安価で高トルクが可能であり、エアギャ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、F A 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。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】本発明の着磁の対象となる回転電機の図

【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】別の本発明の着磁方式図

【図 6】従来の回転電機の図

【図 7】図 6 の側面断面図

【符号の説明】

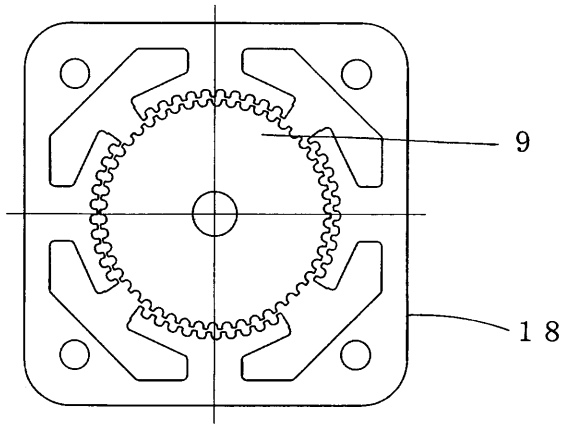
【 0 0 1 9 】

30

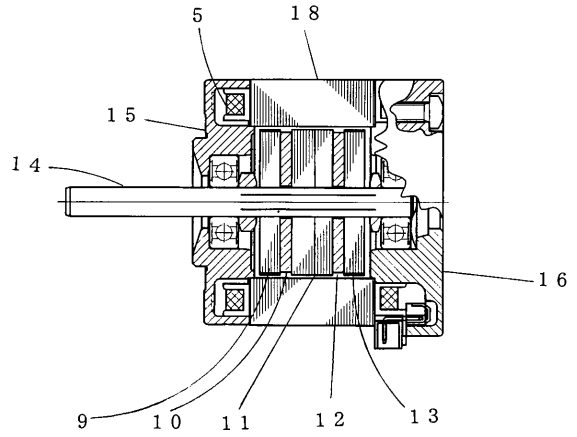
1、2、6、19、21、22、25、26	:	着磁ヨーク、
4、8、23、27	:	絶縁ボビン
3、7、24、28	:	着磁コイル、
9、11、13、31、32	:	回転子、
5	:	コイル
14	:	回転軸、
10、12、33	:	永久磁石
15、16	:	ブラケット
17	:	ボールベアリング
18、30	:	固定子

40

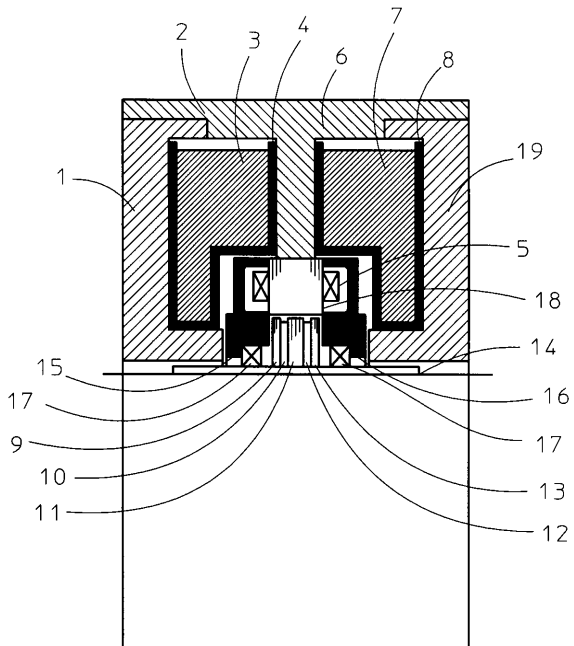
【図 1】



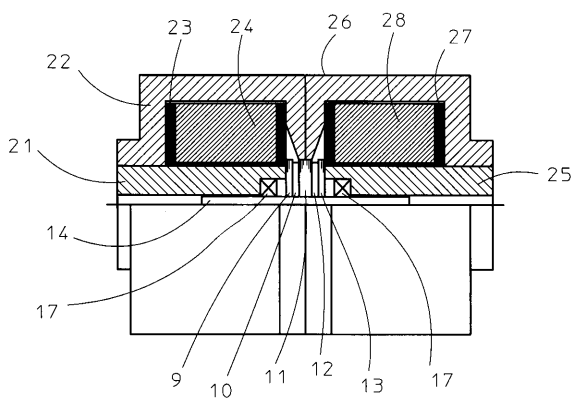
【図 2】



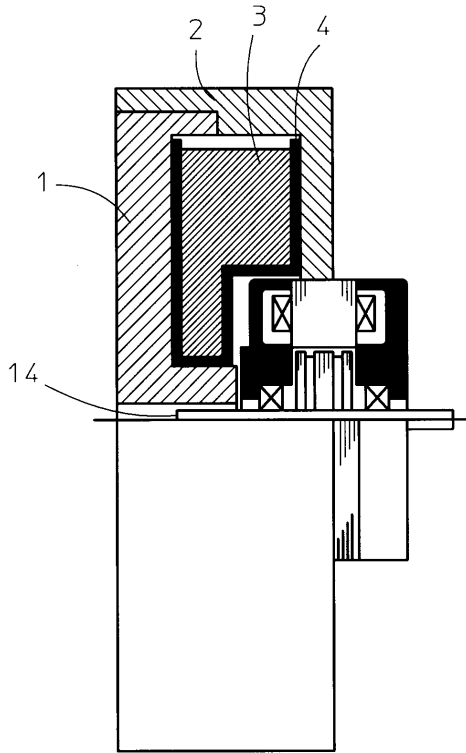
【図 3】



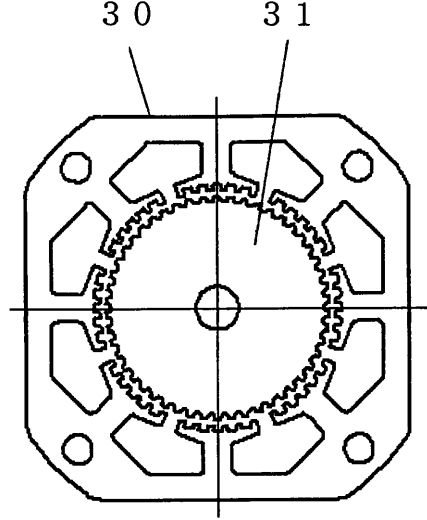
【図 4】



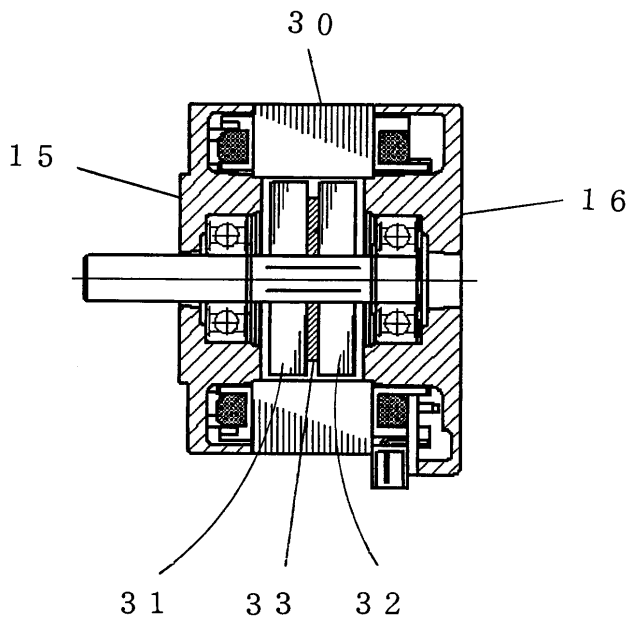
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 隆弥
群馬県桐生市相生町 3 - 9 3 日本サーボ株式会社研究所内
- (72)発明者 大岩 昭二
群馬県桐生市相生町 3 - 9 3 日本サーボ株式会社研究所内
- (72)発明者 松田 靖夫
群馬県桐生市相生町 3 - 9 3 日本サーボ株式会社研究所内
- (72)発明者 大西 和夫
群馬県桐生市相生町 3 - 9 3 日本サーボ株式会社研究所内
- (72)発明者 福島 忠
群馬県桐生市相生町 3 - 9 3 日本サーボ株式会社研究所内
- (72)発明者 田中 宣基
群馬県桐生市相生町 3 - 9 3 日本サーボ株式会社研究所内
- F ターム(参考) 5H622 CA14 QB01 QB08