

(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2011-147288

(P2011-147288A)

(43) 公開日 平成23年7月28日(2011.7.28)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)	
H02K	1/27	(2006.01)	H02K	1/27	5O1M	5H601
H02K	1/22	(2006.01)	H02K	1/22	A	5H622

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2010-7046 (P2010-7046)
 (22) 出願日 平成22年1月15日 (2010.1.15)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100099461
 弁理士 溝井 章司
 (72) 発明者 松岡 篤
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内
 (72) 発明者 馬場 和彦
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内
 Fターム(参考) 5H601 AA23 BB12 CC15 DD01 DD11
 FF17
 5H622 AA03 CA01 DD02

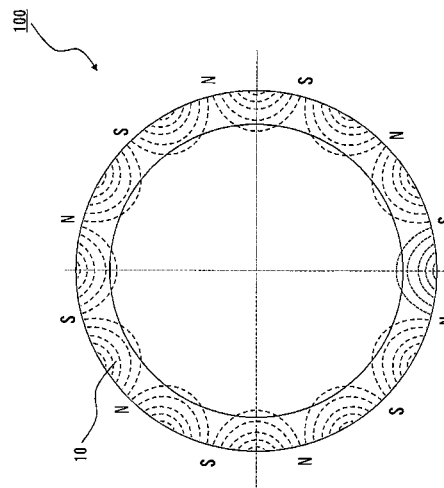
(54) 【発明の名称】 同期電動機の回転子

(57) 【要約】

【課題】低騒音、高出力、高効率、低コストの同期電動機を実現するための同期電動機の回転子を提供する。

【解決手段】この発明に係る同期電動機の回転子は、回転子表面に配置され、極異方の配向あるいは着磁がなされた、磁気特性の高い材料である希土類(SmFeN)のプラスチックマグネット(希土類磁石の粉末を含有した樹脂材料)の永久磁石を備え、永久磁石の背面に非磁性の部材を配置するものであり、永久磁石の径方向の厚みをD、前記回転子の磁極幅をWとすると、 $D/W > 0.3$ の関係を満たすことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回転子表面に配置され、極異方の配向あるいは着磁がなされた希土類の永久磁石を備え、永久磁石の背面に非磁性の部材を配置するものであり、前記永久磁石の径方向の厚みを D 、前記回転子の磁極幅を W とすると、 $D/W = 0.3$ の関係を満たすことを特徴とする同期電動機の回転子。

【請求項 2】

前記永久磁石は、希土類磁石の粉末を含有した樹脂材料で、リング状であることを特徴とする請求項 1 記載の同期電動機の回転子。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、回転子に永久磁石を有する同期電動機の回転子に関する。

【背景技術】**【0002】**

家庭用電気製品の送風機に用いられる同期電動機には、電動機の軽量、低コスト、静音の観点から、回転子にプラスチックマグネットのリングマグネットを用いることが多い。中でも、リングマグネットの製造時に外部より極異方の磁場を印加する極配向のマグネットを用いることが多い。これは、固定子鉄心から見て、マグネットの背面にバックヨークとなる鉄心を配置する必要がなくなるため、部品点数の削減ができ、同時に軽量化も可能であるからである。

【0003】

また、極異方の配向によって、回転子表面の磁束密度分布波形が正弦波状になるため、同期電動機の振動・騒音の要因となる、誘起電圧の歪みやコギングトルクの発生を抑えることができる。

【0004】

これらの同期電動機に多く用いられるマグネットは、フェライトであることが多く、高出力化、高効率化、小形化が要求される用途に対しては、マグネットの性能が不足している。

【0005】

これに対して、より性能の高い希土類マグネットを材料とするプラスチックマグネットを用いることで、高出力化、高効率化、小形化を図る可能である。しかし、これらの材料（希土類マグネット）は、高価であるため、前述とは逆に薄肉のマグネットを磁性体の鉄心表面に貼り付ける形態を取る場合が多い。この場合は、部品点数の増加、重量の増加に加えて、金属材料と樹脂材料との接着に関して、十分な信頼性を確保する必要もある。また、薄肉のリングマグネットを用いる際には、マグネット配向をラジアル配向とすることが多く、これによってコギングトルクの増大、同期電動機の誘起電圧の歪みによるトルクリップルの増大など、振動・騒音の悪化の要因となる。

【0006】

これに対して、希土類のプラスチックマグネットをリング状にしたものに対して、磁極の切り替わる付近（極間）にラジアル配向とは異なる極異方に近い配向を行う技術が提案されている。

【0007】

即ち、中空円筒状の異方性ボンド磁石を配向処理する方法において、金型を用いて異方性ボンド磁石を成形するにあたり、金型の円柱状のキャビティの中心軸に高透磁率物体から成る円柱状のコアを設け、このコアの外周部に円筒状に形成されるキャビティに異方性ボンド磁石原料を充填し、中心軸に垂直な断面上のキャビティにおいて、磁極周期の主たる区間においては向きが外周の法線方向となるように配向磁場を付与することで、着磁後の異方性ボンド磁石の法線方向の表面磁束密度の大きさが等しい分布を発生させ、一方、

10

20

30

40

50

磁極の向きが変化する遷移区間においては配向磁場を接線方向に漸次反転させることで、着磁後の異方性ボンド磁石の法線方向の表面磁束密度の絶対値が電気角の増加に対して漸減、漸増させた分布となるように配向磁場を発生させて、異方性ボンド磁石を配向処理させることを特徴とするモータ用異方性ボンド磁石の配向処理方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0008】

また、中空円筒状の異方性ボンド磁石において、異方性ボンド磁石の軸に垂直な断面における法線方向の表面磁束密度は、磁極周期の主たる区間においては法線方向の表面磁束密度の大きさが等しく、磁極の向きが変化する遷移区間においては法線方向の表面磁束密度の絶対値が電気角の増加に対して漸減、漸増させた分布としたことを特徴とするモータ用ボンド磁石が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

10

【0009】

これらによれば、コギングトルクの低減を図ることができ、高磁力のマグネットを用いても同期電動機の振動・騒音の増加を抑えることができるとしている。

【0010】

また、極異方性リング磁石において、磁化方向が磁極位置では法線方向、隣接する磁極の中間位置では接線方向であるとともに、磁極位置とそれに隣接する中間位置との間を等角度ピッチの要素に分割したときに、隣接する要素の磁化方向が一定の角度差を有するようにすることで、回転子表面の磁束密度分布をより正弦波に近づけるという方法が提案されている（例えば、特許文献3参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2004-23085号公報

【特許文献2】特開2004-56835号公報

【特許文献3】特開2005-44820号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上記特許文献1、2の記載のモータ用異方性ボンド磁石を用いるモータにおいては、回転子のコギングトルクを低減することが可能であるものの、回転子鉄心のバックヨークが必要であり、製造コスト、接着等に対する信頼性の確保など課題は多い。

30

【0013】

同期電動機の振動・騒音を抑えるためには、回転子表面の磁束密度分布を滑らかにすることが効果が大きく、極異方の配向あるいは着磁を行ったマグネットを用いることが有効な手段では有る。しかし、前述のように、希土類マグネットは、高価な材料であるから、製品コストを抑えるためには、求められる性能に適した形状、使用量とすることが必要である。

【0014】

上記特許文献3においては、リング形状の永久磁石の内径寸法をある値以上とする様な記述が有る。言い換えると、リング状の永久磁石の厚みは有る値以上は表面磁束密度が飽和するため、それ以下とすることが望ましいとしているが、永久磁石背面にバックヨークを用いない場合、永久磁石の厚みを薄くしすぎると、永久磁石の内部で極異方の配向が十分に形成されなくなるため、永久磁石の磁気特性を十分に利用できない。

40

【0015】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、低騒音、高出力、高効率、低コストの同期電動機を実現するための回転子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】

【0016】

この発明に係る同期電動機の回転子は、回転子表面に配置され、極異方の配向あるいは

50

着磁がなされた希土類の永久磁石を備え、永久磁石の背面に非磁性の部材を配置するものであり、

永久磁石の径方向の厚みを D 、前記回転子の磁極幅を W とすると、

$$D / W = 0.3$$

の関係を満たすことを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

この発明に係る同期電動機の回転子は、永久磁石の寸法を最適化することによって、必要最低限の材料を使用して、低騒音、高効率、低コストな同期電動機の回転子の実現が可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施の形態1を示す図で、同期電動機の回転子100の断面図。

【図2】図1の一部を拡大した図。

【図3】実施の形態1を示す図で、回転子100の外周に一定の空隙30を設けて磁性体200を配置した状態の電磁界解析結果を示す図。

【図4】実施の形態1を示す図で、図3の電磁界解析結果より得られた空隙磁束密度分布波形を示す図。

【図5】実施の形態1を示す図で、マグネット厚みと回転子100の磁極数を変更した場合の空隙磁束密度を電磁界解析により求めた結果を表で示す図。

20

【図6】実施の形態1を示す図で、マグネット厚みと回転子100の磁極数を変更した場合の空隙磁束密度を電磁界解析により求めた結果をグラフで示す図。

【図7】実施の形態1を示す図で、磁極数の異なる回転子のマグネット厚みを変化させたときのマグネット厚み/磁極幅を表で示す図。

【図8】実施の形態1を示す図で、マグネット厚み/磁極幅と空隙磁束密度との関係をグラフで示す図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

実施の形態1

図1乃至図8は実施の形態1を示す図で、図1は同期電動機の回転子100の断面図、図2は図1の一部を拡大した図、図3は回転子100の外周に一定の空隙30を設けて磁性体200を配置した状態の電磁界解析結果を示す図、図4は図3の電磁界解析結果より得られた空隙磁束密度分布波形を示す図、図5はマグネット厚みと回転子100の磁極数を変更した場合の空隙磁束密度を電磁界解析により求めた結果を表で示す図、図6はマグネット厚みと回転子100の磁極数を変更した場合の空隙磁束密度を電磁界解析により求めた結果をグラフで示す図、図7は磁極数の異なる回転子のマグネット厚みを変化させたときのマグネット厚み/磁極幅を表で示す図、図8はマグネット厚み/磁極幅と空隙磁束密度との関係をグラフで示す図である。

30

【0020】

図1に示す本実施の形態の同期電動機の回転子100は、磁力の高いマグネット10（永久磁石）から構成されている。このマグネット10は、極異方の配向あるいは着磁がなされており、マグネット10内部の磁束は、回転子100の表面から入り、そのほとんどはマグネット10の内径側に抜けることなく再び回転子100の表面へと出て行く。このため、本実施の形態の回転子100は、マグネット10の内側に磁路となる鉄心等の磁性体のバックヨークの必要性が少ない。

40

【0021】

マグネット10を、単にマグネットと呼ぶ場合もある。

【0022】

図1の破線は、マグネット内部の磁束を示している。その磁束は、N極からS極へ向く

50

【0023】

図1に示す回転子100は、例えば、空気調和機に搭載される送風機用の同期電動機に用いるものである。

【0024】

マグネット10には、例えば、磁気特性の高い材料である希土類(SmFeN)のプラスチックマグネット(希土類磁石の粉末を含有した樹脂材料)を用いている。

【0025】

回転子100の直径は、例えば、49mmである。

【0026】

マグネット10は、リングマグネットで、その厚みD(図2参照)は、例えば、4.35mmである。

【0027】

リングマグネットのマグネット10で構成される回転子100の極数は、例えば、12極である。但し、回転子100の極数は、12極に限定されるものではない。

【0028】

図1に示す回転子100の製造方法を簡単に説明する。本実施の形態の回転子100は、射出成形によって製造される。射出成形の際には、金型の内部において、極異方の磁場を印加することで極配向の施されたマグネット10が成形される。

【0029】

回転子100の表面の磁束密度分布を求めるため、図3に示すように、回転子100の外周に径方向の寸法が一定の空隙30(ギャップ)を設けて磁性体200(鉄心)を配置した状態で電磁界解析を行った。尚、空隙30の寸法(径方向)は、0.4mmとした。また、マグネット20の内側は、非磁性体40(例えば、空気)になっている。

【0030】

電磁界解析において、マグネット10の残留磁束密度 B_r を0.57Tとした。ここで、単位Tはテスラで、1テスラは、「磁束の方向に垂直な面の1平方メートルにつき1ウェーバの磁束密度」と定義される。

【0031】

図3には、電磁界解析で得られた磁束線図も同時に記載しており、マグネット10の極配向の様子がわかる。

【0032】

このときの回転子100と外周の磁性体200との間の空隙30の磁束密度分布波形を図4に示す。図4において、横軸は空隙30における周方向の角度(電気角)[deg]、縦軸は空隙30の磁束密度[T](図4では、空隙磁束密度[T]と表記)である。従って、図4は、略一磁極分の空隙30の磁束密度分布波形を示している。

【0033】

マグネット10が極異方の配向となっているため、空隙30の磁束密度分布波形は、正弦波状になっている。

【0034】

また、このときの磁束密度の最大値は、略0.59Tとなっている。

【0035】

例えば、ラジアル配向のリングマグネット(以下、単にマグネット)の場合、厚みDが4.35mm、空隙30が0.4mmで、マグネットの内側に鉄心を配置したとしても、空隙30の部分の磁気抵抗によって空隙30の磁束密度は、略0.53T程度となり、マグネットの残留磁束密度 B_r (0.57T)よりも大きくなることはない。

【0036】

これに対して、本実施の形態の回転子100では、マグネット10に用いる材料(希土類(SmFeN)のプラスチックマグネット)の残留磁束密度 B_r (0.57T)以上の数値が得られている(図4参照)。

【0037】

10

20

30

40

50

本実施の形態の回転子100について、マグネット10の厚みと回転子100の磁極数を変更した場合の空隙磁束密度を電磁界解析により求めた。その結果を、図5(表)、図6(グラフ)に示す。マグネット10の厚みとの磁極数を変更する場合、マグネット10(回転子100)の外径を一定とする。マグネット10の厚みDは、2.00、2.40、2.80、3.20、4.35、5.50mmの6種類とした。

【0038】

本実施の形態の回転子100は、12極で、外径が49mmであるから、磁極幅W(図2参照)は、12.8mmとなる。マグネット10(回転子100)の外径を一定であるから、磁極幅Wは、磁極数に反比例する。

【0039】

図5、図6より、空隙磁束密度は、マグネット10の厚みDを薄くすることで小さくなり、厚くすることで大きくなることとなる。また、回転子100の磁極数が多い方が、空隙磁束密度が高くなっていることもわかる。

【0040】

図5、図6に示す電磁界解析の結果より、マグネット10の厚みを磁極の幅で割った数値を各解析結果毎に求め、図7に表にまとめて示す。また、横軸にマグネット厚み/磁極幅をとり、空隙磁束密度を縦軸にしてグラフ化したものを図8に示す。これより、空隙磁束密度は、マグネット厚み/磁極幅に対して、概ね一つの曲線上に乗る特性を示していることがわかる。

【0041】

また、図8を参照すると、マグネット厚み/磁極幅(D/W)の値が0.3以上であれば、極異方の希土類リングマグネット単体で、材料の残留磁束密度 B_r (0.57T)の値以上の空隙磁束密度が得られ、通常マグネット(永久磁石)の内側に配置する鉄心等の磁性体のバックヨークを用いる必要がない。

【0042】

これによって、例えば、一般に金属材料を用いるバックヨークと、プラスチックマグネットとの接着などの工程が不要となり、回転子100の部品点数を減らすこともできると同時にヒートショックなどによるマグネット(永久磁石)の破損も防ぐことができる。また、回転子100の軽量化も可能である。

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明の活用例として、送風機に用いられる同期電動機への適用が可能である。

【符号の説明】

【0044】

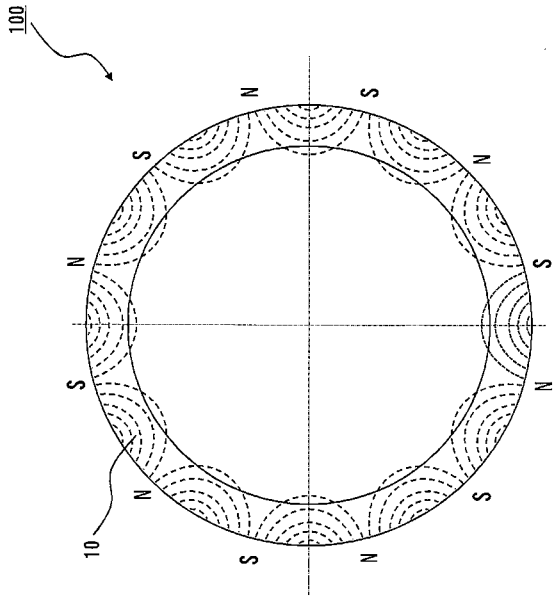
10 マグネット、100 回転子。

10

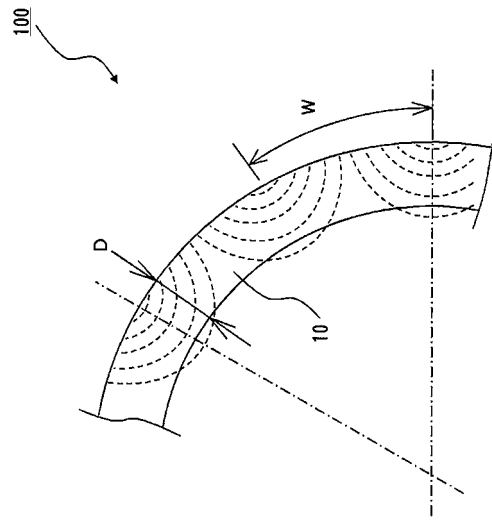
20

30

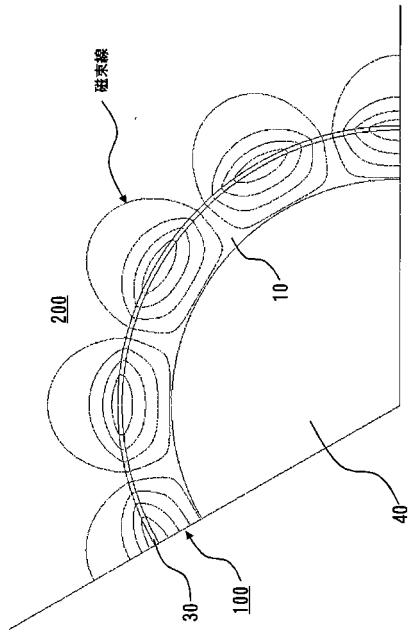
【 図 1 】



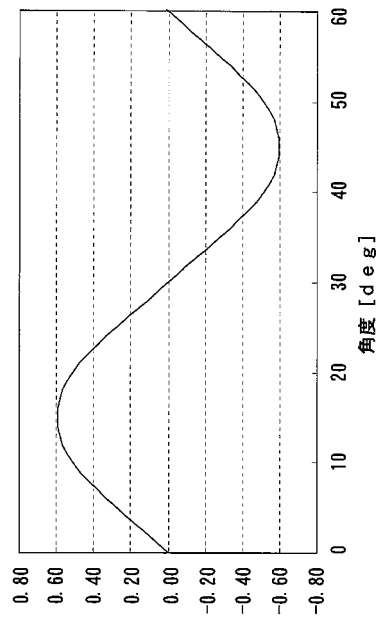
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

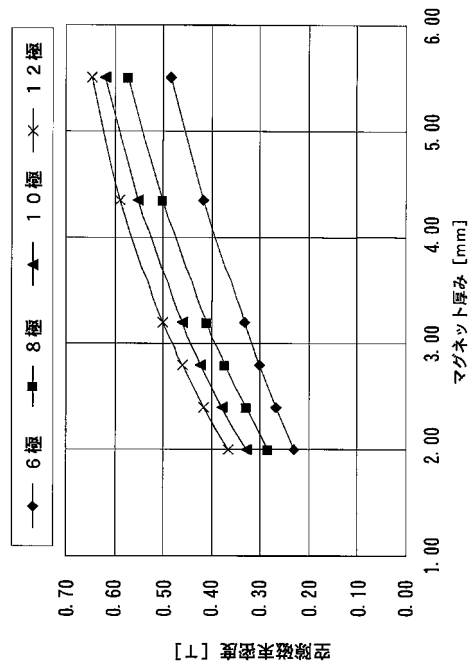


【 図 4 】 磁束密度 [T]

【 図 5 】

極数	磁極幅 [mm]	空隙磁束密度 [T]							
		マグネット厚み [mm]							
		2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00	4.40	4.80
6	25.7	0.229	0.266	0.300	0.333	0.366	0.400	0.433	0.467
8	19.2	0.285	0.330	0.371	0.408	0.445	0.482	0.519	0.556
10	15.4	0.330	0.378	0.421	0.460	0.499	0.538	0.577	0.616
12	12.8	0.366	0.416	0.460	0.499	0.538	0.577	0.616	0.655

【 図 6 】



【 図 7 】

極数	磁極幅 [mm]	マグネット厚み/磁極幅							
		マグネット厚み [mm]							
		2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00	4.40	4.80
6	25.7	0.078	0.094	0.109	0.125	0.141	0.156	0.172	0.188
8	19.2	0.104	0.125	0.146	0.166	0.187	0.207	0.228	0.248
10	15.4	0.130	0.156	0.182	0.208	0.234	0.260	0.286	0.312
12	12.8	0.156	0.187	0.218	0.249	0.280	0.311	0.342	0.373

【 図 8 】

