

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-511669

(P2014-511669A)

(43) 公表日 平成26年5月15日(2014.5.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H02K 1/27 (2006.01)</b>	H02K 1/27 501A	5E040
<b>H02K 21/14 (2006.01)</b>	H02K 21/14 M	5H601
<b>H02K 1/22 (2006.01)</b>	H02K 1/22 A	5H615
<b>H02K 15/02 (2006.01)</b>	H02K 15/02 K	5H621
<b>H01F 1/032 (2006.01)</b>	H01F 1/02 A	5H622

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-556795 (P2013-556795)  
 (86) (22) 出願日 平成24年2月28日 (2012. 2. 28)  
 (85) 翻訳文提出日 平成25年10月4日 (2013. 10. 4)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/026897  
 (87) 国際公開番号 W02012/118787  
 (87) 国際公開日 平成24年9月7日 (2012. 9. 7)  
 (31) 優先権主張番号 61/447, 280  
 (32) 優先日 平成23年2月28日 (2011. 2. 28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

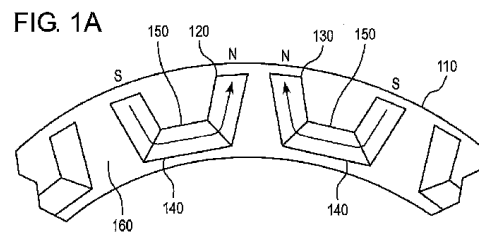
(71) 出願人 513198906  
 ユーキューエム テクノロジーズ インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国 コロラド州 80504 , ロングモント, スペシャルティアー プレイス 4120  
 (74) 代理人 100097320  
 弁理士 宮川 貞二  
 (74) 代理人 100100398  
 弁理士 柴田 茂夫  
 (74) 代理人 100131820  
 弁理士 金井 俊幸  
 (74) 代理人 100155192  
 弁理士 金子 美代子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低保磁力の磁石を使用可能なブラシレス永久磁石電気機械

(57) 【要約】

本願開示は、本質的に円形に形成された回転子と回転子内に配置される一対の磁石とを含むブラシレス永久磁石電気機械を提供する。複数の磁石は各々U字形に設けられ、各磁石の対向する両磁極の間に各磁石の輪郭に沿って延在する厚さの方向を有する。複数の磁石の各々は、レアアース材料よりも保磁力の低い非レアアース材料で設けられる。磁石の対の各々の磁化方向は、各磁石の厚さの方向と平行に設けられる。本願開示はまた、ブラシレス永久磁石電気機械の製造方法を提供する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

本質的に円形に形成された回転子と；

前記回転子内に配置される一对の磁石であって、前記一对の磁石の各々がU字形に形成され且つ各磁石の対向する両磁極の間に前記各磁石の輪郭に沿って延在する厚さ方向を有する、一对の磁石とを備え；

前記一对の磁石は、各々レアアース材料に比べて保磁力が低い、非レアアース材料で構成され；

前記一对の磁石の各々の磁化方向は、前記各磁石の厚さ方向に平行である；

ブラシレス永久磁石電機機械。

10

## 【請求項 2】

前記一对の磁石は前記回転子内で相互に隣接して設けられ、相互に近接する前記一对の磁石の一方の側部及び他方の側部が同極性を有し、前記一对の磁石の各々が対向する両極性を有するように設けられ；

前記一对の磁石の各々の磁化方向は、相互に近接する前記側部に向かう方向である；

請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 3】

前記レアアース材料に比べて保磁力が低い非レアアース材料は、アルミニウムニッケルコバルト (AlNiCo) 及び鉄コバルトタングステン (FeCoW) のいずれかである、

20

請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 4】

前記一对の磁石は、低透磁率で低導電性の材料により包囲されて設けられる、

請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 5】

前記低透磁率で低導電性の材料は導電性が低く、非磁性体である、

請求項 4 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 6】

前記低透磁率で低導電性の材料は、樹脂、エポキシ樹脂、ポリマー樹脂、ガラス繊維強化樹脂及び炭素繊維強化樹脂からなる群の中から選択されるいずれか一以上の材料である、

30

請求項 5 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 7】

前記一对の磁石の磁極面は、前記回転子内で軟磁性体により連結された、

請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 8】

前記軟磁性体は、鉄、ケイ素鋼及びニッケル鉄からなる群の中から選択されるいずれか一以上の材料で構成される、

請求項 7 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 9】

前記U字形に形成された複数の磁石の各々の対応する凹部内に設けられた前記磁石の対を前記回転子内に固定する複数のリテーナを更に備える、

40

請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 10】

前記リテーナは非磁性体である、

請求項 9 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

## 【請求項 11】

前記一对の磁石の一方に設けられた延長部と、前記一对の磁石の他方に設けられた前記延長部を嵌合受容する嵌合受容部とを更に備える、

請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

50

- 【請求項 1 2】  
前記一对の U 字形に形成された磁石の各々の凹部に設けられた複数の保持ロッドと；  
前記保持ロッドに対応して受容する受容部を有するキャップとを更に備え；  
前記キャップは前記保持ロッドで保持することにより、前記回転子に固定するように構成された；  
請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。
- 【請求項 1 3】  
前記一对の磁石が界接する、前記回転子が有する前記磁石の界接部位で、前記回転子の直径が不均一に形成された、  
請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。 10
- 【請求項 1 4】  
前記一对の磁石の少なくとも一方は、その両磁極の間で連続体として構成された、  
請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。
- 【請求項 1 5】  
前記一对の磁石の少なくとも一方は、少なくとも 2 つの分離された部材に分割されて設けられた、  
請求項 1 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。
- 【請求項 1 6】  
本質的に円形に形成された回転子内に一对の磁石を配置するステップと；  
前記一对の磁石の各々を、前記磁石の対向する両磁極の間で前記磁石の輪郭に沿って延在する厚さの方向を有する U 字形に形成するステップと； 20  
前記一对の磁石の各々を、前記 U 字形に形成された一对の磁石の各々の磁化の方向が各磁石の厚さの方向と平行であるように、レアース材料に比べて保磁力が低い非レアース材料で形成するステップとを備える；  
ブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。
- 【請求項 1 7】  
前記一对の磁石を前記回転子内で互いに隣接するように配置するステップであって、互いに近接する前記一对の磁石の側部が同じ磁極性を有し、磁化方向が互いに近接する前記磁石の側部へ向かい、前記一对の磁石が対向する両磁極を有するように、前記一对の磁石を配置するステップを備える、 30  
請求項 1 6 に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。
- 【請求項 1 8】  
前記レアース材料に比べて保磁力が低い非レアース材料は、アルミニウムニッケルコバルト (AlNiCo) 及び鉄コバルトタンゲステン (FeCoW) のいずれかである、  
請求項 1 6 に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。
- 【請求項 1 9】  
前記回転子内の前記一对の磁石を、低透磁率で低導電性の材料で包囲するステップを含む、  
請求項 1 6 に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。
- 【請求項 2 0】 40  
前記回転子内の前記一对の磁石の各々の磁極面を軟磁性体で連結するステップを含む、  
請求項 1 6 に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。
- 【請求項 2 1】  
前記 U 字形に形成された複数の磁石の各々の対応する凹部に設けられた前記磁石の対を前記回転子内に固定する複数のリテーナを配置するステップを更に備える、  
請求項 1 6 に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。
- 【請求項 2 2】  
複数の保持ロッドの各々を、前記 U 字形に形成された一对の磁石の対応する凹部に配置するステップと；  
前記保持ロッドに対応する受容部を有するキャップを前記保持ロッドに固定するステッ 50

ブを備える；

請求項 16 に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願の参照]

本願は、2011年2月28日に提出された米国特許仮出願第61/447,280号の、米国特許法第119条に依拠する利益を主張し、当該仮出願の開示内容の全てを本明細書に援用する。

【0002】

本願の開示はブラシレス電気機械（典型的には電動機又は発電機）の構造に関する。より詳細には、本願の開示は、例えばアルミニウムニッケルコバルト（AlNiCo）や鉄コバルトタングステン（FeCoW）等の保磁力が低い磁石を用いることができるようにするブラシレスPM（永久磁石）電気機械又はPM同期電気機械の構造に関する。

【背景技術】

【0003】

誘導電気機械及び巻線界磁電気機械は、レアアース磁石に頼らない高出力駆動技術の二種類である。いずれの技術も、磁界を発生させるために電力を消費するので、永久磁石電気機械の方が好まれるということもあり、今日に至るまで顧みられていない（例えば、トヨタ（登録商標）、ホンダ（登録商標）、GM（登録商標）フォード（登録商標）及びクライスラー（登録商標）が製造するハイブリッド自動車、GM（登録商標）が製造する、走行距離が延長された電気自動車並びに日産（登録商標）が製造する電気自動車の全てが、本願の出願日以前に製造されている）。上記車両に搭載されるPM電気機械（これらの例では永久磁石電動機）は、保磁力が高い（high coercivity）という理由から、レアアース材料を用いている。しかしながらレアアース材料の価格は変動しやすいので、これに代わる材料が望まれている。

【発明の概要】

【0004】

本願に開示する例示の実施の形態は、レアアース材料を用いなくても、レアアース材料を用いる電気機械と特性を同じくする永久磁石電気機械を提供する。例えば、本願に開示する例示の実施の形態は、レアアース材料を用いなくても、高性能を発揮するPM電気機械の構造を提供する。この例示の永久磁石電気機械の構造は、例えば、AlNiCo、FeCoW等のより低エネルギーの磁石材料を用いることを許容する、回転子（ロータ）の幾何学形状（ジオメトリ）を有する。これらの磁石材料は、レアアース材料の磁石に比べて保磁力が低いことから、現行の電気機械には採用されていない。言い換えれば、これらの磁石材料を高出力の電気機械に用いた場合に減磁をもたらす可能性があるため、現行の電気機械には用いることができない。しかしながら、本願に開示する実施の形態に係るPM電気機械の構造は、その幾何学的配置が独特であることから複数の磁石の作動磁束の磁束密度を他の公知のどの構造よりも高く維持できる。磁束密度（例えば、残留磁束密度）がピーク値近くになるように作動させることにより、磁石の低保磁力が許容可能となる。

【0005】

本願に開示する例示の実施の形態は、本質的に円形の回転子（ロータ）と、この回転子内に配置される少なくとも一対の磁石（2の倍数個の磁石）とを含むブラシレス永久磁石電気機械を提供する。本明細書で用いる「本質的に円形の」とは、製造の許容差に起因する、回転子の内径又は外径の輪郭に沿う変化（例えば±5%）を意味している。複数の磁石の各々は実質的にU（ユ）字形を成し、各磁石の対向するN極とS極両磁極の間に各磁石の輪郭に沿って延在する厚さの方向を有する。前記磁石は、それぞれレアアース材料よりも保磁力の低い非レアアース材料（non rare earth material）で構成されている。磁石の各々の磁化の方向は、各磁石の厚さの方向に平行である。

【0006】

10

20

30

40

50

本願に開示する例示の実施の形態は、ブラシレス永久磁石電気機械の製造方法を提供する。この例示の方法は、本質的に円形に形成された回転子（ロータ）内に複数の磁石を配置するステップを含む。この例示の方法はまた、複数の磁石の各々を、各磁石の対向する（N極とS極の）磁極の間で各磁石の輪郭（contour）に沿って延在する厚さの方向を有するU字形に形成するステップを含む。更に、この例示の方法は、一对の磁石の各々を、U字形に形成された一对の磁石の各々の磁化の方向が各磁石の厚さの方向と平行であるように、レアアース材料よりも保磁力が低い非レアアース材料で形成するステップを含む。

【0007】

本願開示の更なる改良点、利点及び特徴を、図面に示す例示の実施の形態を参照しながら、以下に詳細に説明する。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1A】図1Aは、本願開示による一の例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図である。

【0009】

【図1B】図1Bは、本願開示による一の例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図である。

【0010】

【図2】図2は、本願開示による一の例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図である。

20

【0011】

【図3】図3は、本願開示による一の例示の実施の形態に従うPM電気機械構造における一对の磁石を示す部分断面図である。

【0012】

【図4】図4は、本願開示による一の例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造の一对の磁石を示す部分断面図である。

【0013】

【図5A】図5Aは、本願開示による例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図である。

30

【図5B】図5Bは、本願開示による例示の別の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図である。

【0014】

【図6A】図6Aは、本願開示による一の例示の実施の形態に従う保持ロッド及びキャップを含むPM電気機械の構造の部分断面図である。

【図6B】図6Bは、本願開示による一の例示の実施の形態に従う保持ロッドを含むPM電気機械の構造の部分断面図である。

【図6C】図6Cは、本願開示による一の例示の実施の形態に従うキャップを含むPM電気機械の構造の部分断面図である。

【0015】

40

【図7A】図7Aは、本願開示による一の例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図である。

【図7B】図7Bは、本願開示による一の例示の別の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図である。

【0016】

【図8A】図8Aは、モータの軸へ回転子を固定するための例示の形状を示す図である。

【図8B】図8Bは、モータの軸へ回転子を固定するための別の例示の形状を示す図である。

【0017】

【図9】図9は、本願開示による一の例示の実施の形態に従うPM電気機械におけるパー

50

ミアンス係数 ( Permeance coefficient ) ( 導磁率係数 ) と公知の P M 電気機械におけるパーミアンス係数を示すグラフである。

【 0 0 1 8 】

【 図 1 0 】 図 1 0 は、本願開示による一の例示の実施の形態に従う P M 電気機械における厚さの方向に沿って延在する磁気の方角を示す磁束プロットを示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

図面において、類似する構成要素又は同様に機能する構成要素には同一の符号を付与する。図面に開示する多様な特徴の図示は、本願開示の特徴をより良く理解できるように、必ずしも実際の寸法比の通りには描かれていない。

10

【 0 0 2 0 】

図 1 A は、本願開示による一の例示の実施の形態に従う P M モータ装置の部分断面図を示す。図 1 A は、モータの軸 ( モータシャフト ) 上へ回転可能に組み付けられた永久磁石の回転子 1 1 0 ( ロータコア ) の部分図である。永久磁石の回転子 1 1 0 は本質的に円形に形成される。モータの軸は、回転子 1 1 0 の内周の内側に配置され、固定子は回転子 1 1 0 の外周の周囲に、又は外周面に近接して配置される。モータの軸及び固定子は公知であるのでいずれも図示しない。

【 0 0 2 1 】

図 1 A に示す部分図に、回転子 1 1 0 に配置された一对の磁石 1 2 0、1 3 0 を示す。一の例示の実施の形態では、磁石 1 2 0、1 3 0 の複数の対は、回転子 1 1 0 の本質的に円形の全周にわたって ( throughout ) 包摂されるように、回転子 ( ロータコア ) 1 1 0 の全長にわたって延在する。図 1 A に示す一の例示の実施の形態では、一对の磁石 1 2 0、1 3 0 は、回転子 1 1 0 の円周に沿って互いに隣接して配置される。磁石 1 2 0、1 3 0 の各々は、モータの軸の方向を指す半径方向内側の側部 ( side ) 1 4 0 と、固定子の方向を指す半径方向外側の側部 ( side ) 1 5 0 とを有する U 字形の形状に形成される。回転子 ( ロータコア ) の磁石 1 2 0、1 3 0 の各対は、低透磁率、低電導性の材料 1 6 0 で包囲されている。図 1 A に示す例示の実施の形態の構成では、磁石 1 2 0、1 3 0 の対は、回転子 1 1 0 の輪郭 ( contour ) に沿って相互に隣接するように設けられ、そこで材料 1 6 0 が磁石 1 2 0、1 3 0 の間に配置される。しかしながら、以下の例示の実施の形態に示すように、本願開示は、この構造に限定されるものではない。以下本明細書において、低透磁率 ( low permeability )、低導電性 ( low conductivity ) の材料とは、電気伝導度が低く非磁性体であるすべての材料をいう。このような材料の例には、合成樹脂、エポキシ樹脂、ポリマー樹脂、ガラス繊維強化樹脂、炭素繊維強化樹脂などがあるが、これらの例に限定されるものではない。材料 1 6 0 は非磁性の支持構造を提供するので、磁束の漏れ ( flux leakage ) を防ぎ、磁石 1 2 0、1 3 0 の対の磁化の方角 ( 磁化方向 ( magnetization direction ) ) のために回転子の磁氣的なバックアイアン ( back iron ) を設ける必要をなくす。

20

30

【 0 0 2 2 】

図 1 A に示す例示の実施の形態では、磁石 1 2 0、1 3 0 の対の極が、相互に隣接する磁石 1 2 0、1 3 0 の対のそれぞれの部分で同じになるように、相互に隣接する磁石 1 2 0、1 3 0 の対の複数の側部で共通する極を有する。従って、磁石 1 2 0、1 3 0 の対は相互に反対に配置された磁極性を有する。例えば、図 1 A に示す例示の実施の形態では、左側の磁石 1 2 0 は、U 字形に設けられた磁石 1 2 0 の左側に S 極を有し、右側に N 極を有する。反対に、右側の磁石 1 3 0 は、U 字形に設けられた磁石 1 3 0 の右側に S 極を有し、左側に N 極を有する。本願開示は、図 1 A に示す磁極の指定に限定されるものではない。例えば、互に隣接する対の磁石 1 2 0 の側部と磁石 1 3 0 の側部同士が同じ極性を有するかぎり、磁石 1 2 0、1 3 0 の対の磁極性を逆転させてもよい。

40

【 0 0 2 3 】

一对の磁石 1 2 0、1 3 0 の各々は、各々の磁石の対向する両極 ( opposite

50

poles)の間で各々の磁石の輪郭(contour)に沿って延在する厚さの方向を有する。図1Aに示す矢印は、磁石120、130の対の各々の厚さ方向及び磁化の方向を示す。

#### 【0024】

永久磁石(例えば、磁石120、130)は、例えば(AlNiCo)や(FeCoW)等の低保磁力の磁石である。これらの材料は、公知の永久磁石の製造で用いられる材料と対比した場合、非レアース材料であるものと考えられる。公知の永久磁石技術は、磁石の原料として、例えば、ネオダイミニウム鉄ボロン(NdFeB)やサマリウムコバルト(SmCo)等の磁石用のレアース材料を用いている。低保磁力の材料を用いることにより、本願開示における各永久磁石(例えば磁石120、130)は、各々の磁石の厚さの厚さ方向と平行である磁化方向を有する。従って、図1Aに示す例示の実施の形態を参照すると、磁石120、130の対の各々の磁化方向は、各矢印で示される方向となる。したがって、磁石120の磁化方向は、S極からN極に延在する矢印で示される磁石120の厚さ方向と平行である。同様に、磁石130の磁化方向は、S極からN極に延在する矢印で示される磁石130の厚さ方向と平行である。

10

#### 【0025】

従って、磁石120、130の磁化方向は、レアース材料を磁石の原材料として用いる公知のPM電気機械の磁化方向と異なる。その理由は、レアースを用いた公知の永久磁石の磁化方向が、当該磁石の厚さ方向に対して垂直(例えば直角)だからである。

#### 【0026】

図1Aに示す例示の実施の形態では、一对の磁石120、130の各々は、連続体及び/又は接続体の構造として示されているが、本願開示はこれに限られない。例えば、回転子110内の任意の磁石120、130の対の1つ又は1つを超える数の磁石を複数の断面部分に分割してもよい。例えば、図1Bに示すように、磁石120、130の各々を、3個の分離された台形部分(i)122、132、(ii)124、134及び(iii)126、136で構成してもよい。これらは、図1Aに示した実施の形態と同様に、各磁石の厚さ方向と平行に磁化される。対となった複数の磁石の断面を分割する際には、互に同じ数に分割しなければならないということはない。例えば、磁石120を、(例えば、(i)部分122及び(ii)部分126と接合もしくは接続された部分124とからなる)2分割構造とすることもできる一方、磁石130を、(例えば、(i)部分132、(ii)部分134及び(iii)部分136からなる)3分割構造としてもよい。更に、対をなす複数の磁石の一方を、図1Aに示すように連続体及び/又は接続体としてもよいし、他方の磁石を、図1Bに示すように、2つ又は2つを超える数の部分に分割して設けるものとしてもよい。重要なことは、各対の1つ又は1つを超える数の磁石が連続して及び/又は相互に接続して設けられているか、あるいは複数の個々の部分に分割されて設けられているかにかかわらず、各対の複数の磁石の各々が各磁石の厚さ方向と平行に磁化されていることである。

20

30

#### 【0027】

図2は、本願開示による一の例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図を示す。図2に示す例示の実施の形態は、図1A、Bに示す例示の実施の形態の変形例を示す。特に、対をなすU字形の磁石220、230の輪郭(外形(contour))が、図1Aに示す対をなすU字形の永久磁石120、130の輪郭に比べて、より丸みを帯びるように形成されている。しかしながら、図2に示す各永久磁石は、図1A及び図1Bに示される対応する各永久磁石と同様の効果を奏する。例えば、図2に示す一对の磁石220、230の各々は、例えば、AlNiCo、FeCoW等の低保磁力の材料を磁石の材料に用い、磁石をU字形に設ける構成により、各磁石の厚さ方向に平行な磁化方向を有する。

40

#### 【0028】

図3及び図4は、本願開示による複数の例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造が備える磁石の対の部分断面図を示す。図3は図1A及び図1Bに示す例示の実施の形態の

50

変形例を示し、図4は図2に示す例示の実施の形態の変形例を示す。図3に示す例示の実施の形態では、相互に隣接する一对の磁石320、330の各々の側部の上部では軟磁性体材料370が、低透磁率、低導電性材料160と置き換えられている。磁石320、330の残りの部分は、例えば、硬質（硬磁性）の非レアアース材料であるAlNiCoやFeCoWでできている。図3に示す例示の実施の形態では、軟磁性体材料370が、磁石320、330に一のN極として作用する。磁石320、330及び軟磁性体材料370により占有されていない回転子の他の部分のすべては、材料160が充填される。同様に、図4に示す例示の実施の形態では、軟磁性体材料470が、硬質（硬磁性）の非レアアース材料を用いて、より丸みを帯びたU字形に形成された磁石420、430に一のN極として作用する。図3及び図4に示す例示の実施の形態では、軟磁性体材料370、470は、例えば、鉄、けい素鋼、ニッケル鉄及びそれらの合金等から、作製することができる。図3及び図4に示す例示の実施の形態では、図示の永久磁石は、前述の例示の実施の形態に示した永久磁石と同様の効果を奏する。例えば、図3に示す対応する一对の磁石320、330及び図4に示す一对の磁石420、430の各々は、例えばAlNiCo、FeCoW等の低保磁力の材料を磁石に用い、磁石をU字形に形成する構成により各磁石の厚さ方向に平行な磁化方向を有する。

10

#### 【0029】

図5A及び5Bは、本願開示による複数の例示の実施の形態に従うPM電気機械の構造の部分断面図を示す。図1A及び図1Bに示す例示の実施の形態では、例えば、隣接する磁石120、130の対は、材料160により離隔されるものと説明したが、本願開示はこれに限定されない。例えば、図5A及び図5Bに示すように、非磁性のリテーナ（保持部材）580を、U字形に形成された磁石520、530の対の各々が有する内側の凹部に設けて、磁石520、530を回転子510の所定の位置に固定することもできる。U字形に形成された磁石520、530の対の各々の内側の凹部に設けられるリテーナ580は、例えば、アルミニウム棒、真鍮棒、ステンレス鋼材、チタン、炭素繊維強化樹脂等、の低透磁率を有する非磁性材料であれば、どのようなものでもよい。リテーナ580は非磁性体であるが、必ずしも非電導体である必要はない。従って、リテーナ580は、例えばAlNiCo、FeCoW等の硬質（硬磁性）の非レアアース材料で作製された磁石520、530の対を回転子510の内部の所定位置に固定する機能を果たすことができるので、その結果として、複数の磁石520、530のすべての対を相互に連結して固定しようとする場合は、回転子510内に材料160を用いる必要がなくなる。図5Aに示されるように、リテーナ580は、回転子510の外周と面一に設けられる必要はない。

20

30

#### 【0030】

図5Bに示す他の実施の形態では、磁石520、530の対を相互に連結することができるように設けられる連結構造を示す。図5Bに示す例示の実施の形態では、雄雌嵌合用のタブ（突起）590をU字形に形成された磁石の対520、530に設けることができ、このタブ590で、回転子510内で磁石520、530を相互に連結固定することができる。タブ590は、リテーナ580と共に、またリテーナ580の代わりに用いることができる。図5Bに示す例示の実施の形態では、リテーナ580及びタブ590の双方が設けられている。注意すべきは、図5Aの例示の実施の形態では、リテーナ580は、回転子510の外周と面一には設けられていなかったが、図5Bに示す例示の実施の形態では、リテーナ580と回転子510の外周とは面一に設けられている。本願開示において、リテーナ580やタブ590は、例示の実施の形態として示された図5Aや図5Bに示す態様に限定されない。例えば、雄状突出部材及び対応する雌状受容部材を、相互に磁石の対が連結される任意の態様で作製することができる。図5A及び図5Bに示す例示の実施の形態では、図示の永久磁石は、前述の例示の実施の形態に示した永久磁石と同様の効果を奏する。例えば、図5A及び図5Bに示す対応する一对の磁石520、530の各々は、例えば、AlNiCo、FeCoW等の低保磁力の材料を磁石の材料に用い、磁石をU字形に形成する構成により、各磁石の厚さ方向に平行な磁化方向を有する。

40

50



## 【 0 0 3 1 】

図 6 A 乃至図 6 C に示す他の例示の実施の形態では、磁石 6 2 0、6 3 0 の各対の各々を回転子 6 1 0 内の所定の位置に保持するために保持ロッドが用いられる。図 6 A に示すように、U 字形に形成された磁石 6 2 0、6 3 0 の対の各々の凹部の内部に保持ロッド（保持棒）6 5 0 を配設することにより、磁石 6 2 0、6 3 0 が回転子 6 1 0 内の所定の位置に保持される。一の例示の実施の形態では、回転子 6 1 0 内に含まれた U 字形に形成された 1 つ又は 1 つを超える数の磁石 6 2 0、6 3 0 の対に保持ロッド 6 5 0 を設けることができる。図 6 B に示すように、保持ロッド 6 5 0 は、回転子の断面の内側及び / 又は外側の断面の表面から延出する。このため、図 6 C に示す、保持ロッド 6 5 0 に対応する挿入部を有するキャップを、回転子 6 1 0 の前方側及び / 又は後方側で保持ロッド 6 5 0 と連結させるように用いることにより、U 字形に形成された磁石 6 2 0、6 3 0 の対（複数であってもよい）を所定位置に保持することができる。更に、図 6 A 乃至図 6 C の例示の実施の形態において、図 5 B に示すような特徴を有する磁石の連結構造を用いることができる。図 6 A 乃至図 6 C に示す複数の例示の実施の形態では、図示の永久磁石は、前述の例示の実施の形態に示した永久磁石と同様の効果を奏する。例えば、図 6 A 乃至図 6 C に示す対応する一对の磁石 6 2 0、6 3 0 の各々は、例えば、AlNiCo、FeCoW 等の低保磁力の材料を磁石の材料に用い、磁石を U 字形に形成する構成により、各磁石の厚さ方向に平行な磁化方向を有する。

10

## 【 0 0 3 2 】

図 7 A 及び図 7 B は、磁石 7 2 0 と磁石 7 3 0 とが界接する境界部位 7 8 0 の位置で、回転子組立体の外側の直径が、この境界部位に隣接する他の部位よりも大きく形成され、全体として、外側の直径が不均一になっている、他の例示の実施の形態を示す。図 7 A では、磁石 7 2 0、7 3 0 の対は物理的に接触するように示す一方で、図 7 B では磁石の 7 2 0、7 3 0 の対は物理的に接触するようには示していない。図 7 A 及び図 7 B に示す外側の直径を不均一にする構造は、前述の複数の例示の実施の形態のいずれにおいても用いることができる。図 7 A 及び図 7 B に示す複数の例示の実施の形態では、図示の永久磁石は、前述の例示の実施の形態に示した永久磁石と同様の効果を奏する。例えば、図 7 A 及び図 7 B に示す対応する一对の磁石 7 2 0、7 3 0 の各々は、例えば、AlNiCo、FeCoW 等の低保磁力の材料を磁石の材料に用い、磁石を U 字形に設ける構成により、各磁石の厚さ方向に平行な磁化方向を有する。

20

30

## 【 0 0 3 3 】

図 8 A 及び図 8 B に、モータの軸と係合する回転子 8 1 0 の内側の直径が不均一である他の例示の実施の形態を示す。例えば、図 8 A に示すように、回転子 8 1 0 の内側の表面に複数のタブ（ここでは突起状のへこみ）8 4 0 が形成されており、タブ 8 4 0 がモータの軸の外側の表面に形成された対応する複数の係合突起部を受容することができるように設けられている。一方、図 8 B に示すように、回転子 8 1 0 に複数の突起部 8 5 0 を設けて、突起部 8 5 0 を、モータの軸の表面に形成された対応する受容部に嵌合させることもできる。

## 【 0 0 3 4 】

上記の複数の例示の実施の形態の各々の技術的特徴は、適宜、有利に組み合わせることができる。

40

## 【 0 0 3 5 】

図 9 は、本願開示による複数の例示の実施の形態に従う PM 電気機械のパーミアンス係数（Permeance Coefficient）と公知の PM 電気機械のパーミアンス係数とを示すグラフである。先に述べたように、上述の複数の例示の実施の形態は、以下の特徴を含むブラシレス電気機械の構造を提供する。

厚さを横切るように（垂直方向に）ではなく、輪郭（contour）形状に沿って（接線方向に）磁化された U 字形に形成された磁石。

- この磁化方向によって、磁束の漏れを防ぎ、回転子の磁氣的なバックアイアンを設ける必要をなくす、非磁性の支持構造。

50

この構造を開発するに当たり、まず、エアギャップ磁束を高密度に維持することができる永久磁石技術に着目した。その結果、残留誘導磁束密度が高い(図9参照)、アルミニウムニッケルコバルト(AlNiCo)の化学構造に注目した。AlNiCoで作製した磁石の磁束密度は13キログウス(1.3テスラ)を超え、これは、NdFeBで作製した磁石の磁束密度に匹敵する。一般に、十分な温度耐性を有するNdFeBで作製された磁石の最大の磁束密度は、1.1乃至1.2テスラであって、これは、高い磁束密度を有するAlNiCoで作製された磁石に比べ低い値である。AlNiCoで作製された磁石が電気推進モータに用いられない理由は、その低保磁力(low coercivity)にある(X軸方向のパラメータ)。このことは、AlNiCoで作製された磁石は、磁気回路内に置かれたときや固定子のアーマチャを流れる電流により生成される磁界に露呈されたときに減磁され易いことを意味する。従来永久磁石モータにおいては、この特定の磁石が減磁された場合、磁束は20パーセント未満まで低下し、その結果モータのトルクが実用不可能な80パーセントの低下に至る可能性がある。これに反して、本願開示による例示のPM電気機械は、図9に示す曲線の「膝」部の上側の領域において、残留誘導磁束密度の近くに作動点を維持することができ、磁束が消されることがない。無負荷の条件では、この作動点を示す属性は、パーミアンス係数である。従来永久磁石モータ(磁石が表面装着されているか、埋め込まれているかにかかわらず)の構造におけるパーミアンス係数は約2又は3である(図9に示す「通常モータ」の負荷表示線を参照)。本願開示による永久磁石のパーミアンス係数は約20(図9に示す「本願開示」の負荷表示線を参照)である。これが、アプローチの最初の鍵となる。

10

20

#### 【0036】

以下、図10を参照してパーミアンス係数について説明する。この作動点の変化は、革新的な回転子の形状及び磁石の磁化方向の革新によるものである。接線方向(tangential direction)に沿って磁化されるように磁石を湾曲した形状に設けることにより、「磁石の厚さ」が、一方の磁極面から隣接する他方の磁極面に向かって全長に亘って延在することで、この高いパーミアンス係数が得られる。図10は、このことを可能ならしめる磁気回路の一例を示す。ANSYS(登録商標)の有限要素法による解析を用いてこの属性を設計及び検証した。ANSYS(登録商標)は電気機械の設計及び解析を行うためのツールであって、磁気回路を正確にシミュレートできることが認められている。この磁束のプロット(表示)は、この磁石の厚さがいかにして一方の磁極から隣の他方の磁極に延在するか及びいかにして代表的な磁気エアギャップと組み合わせられてこの構造に特有の高いパーミアンス係数を実現するかについて示している。本願開示による例示のPM電機機械構造は非磁性の回転子支持構造(支持機構)を含む。これは、従来のラミネートにとって代わる構造である。非磁性の回転子支持構造は、モータの設計に不利に作用する可能性がある磁束の漏洩を無くすことができ、また、永久磁石を減磁する方向に作用するおそれがあるアーマチャー反作用磁束(固定子磁界強度)を減少させることができる。永久磁石により生成された回転子磁束のすべてが、磁石全体を通過することとなる、つまり一方の磁極から隣の磁極へ流れることとなるが、このことが、非磁性の回転子が有利である理由である。

30

#### 【0037】

当業者にとっては、上記の実施の形態の永久磁石電機機械や永久磁石同期電気機械の構造を種々の異なった有益な分野に適用することができることを容易に理解できるはずである。例えば、とりわけ、上記した例示の実施の形態は、モータや発電機において利用することができる。

40

#### 【0038】

本願開示は、図面及び上述の記載の中で詳細に説明しているが、このような図示及び説明は図説ないし例示であって、限定する記載であるものと見るべきではない。本願開示は、開示された複数の実施の形態に限定されない。図面、開示された事項及び添付の請求の範囲の内容を精査することにより、請求の範囲に記載された発明を実施するにあたっては、開示された実施の形態を他の形態に改変可能であることは、当業者にとって理解可能で

50

あろう。特許請求の範囲における用語「備える」又は「含む」は、他の構成要素やステップ（工程）を除外するものではなく、また、単数表現の要素は、当該要素が複数存在することを排除するものではない。相互に異なる従属クレームにおいて特定の構成が記載されていることをもって、これらの構成を組み合わせる実益を失わせるものではない。特許請求の範囲で使用されるいずれかの符号は特許請求の範囲を限定するものとは解釈されないものとする。

【0039】

かくして、本発明を、その精神及び本質的特性から逸脱することなく、当業者が他の特定の形態にて具現化できることは明確に理解されるであろう。それゆえ、本明細書に開示する実施の形態は、全ての点で、例示的且つ非限定的であると解釈されねばならない。本発明の範囲は、先の記載ではなく、添付する特許請求の範囲により示され、特許請求の範囲の意味及び範囲並びにそれらの均等物に該当する全ての変形は本発明の権利範囲に含まれることが意図されている。

10

【符号の説明】

【0040】

- 1 1 0 回転子、ロータコア
- 1 2 0 磁石、左側の磁石（一对の磁石）
- 1 2 2 第1の分離された台形部分（左側の磁石）
- 1 2 4 第2の分離された台形部分（左側の磁石）
- 1 2 6 第3の分離された台形部分（左側の磁石）
- 1 3 0 磁石、右側の磁石（一对の磁石）
- 1 3 2 第1の分離された台形部分（右側の磁石）
- 1 3 4 第2の分離された台形部分（右側の磁石）
- 1 3 6 第3の分離された台形部分（右側の磁石）
- 1 4 0 半径方向内側の側部（磁石）
- 1 5 0 半径方向外側の側部（磁石）
- 1 6 0 低透磁率、抵電導性の材料
- 2 2 0 磁石、左側の磁石（一对の磁石）
- 2 3 0 磁石、右側の磁石（一对の磁石）
- 3 2 0 磁石、左側の磁石（一对の磁石）
- 3 3 0 磁石、右側の磁石（一对の磁石）
- 3 7 0 軟磁性体材料
- 4 2 0 磁石、左側の磁石（一对の磁石）
- 4 3 0 磁石、右側の磁石（一对の磁石）
- 4 7 0 軟磁性体材料
- 5 1 0 回転子、ロータコア
- 5 2 0 磁石、左側の磁石（一对の磁石）
- 5 3 0 磁石、右側の磁石（一对の磁石）
- 5 8 0 リテーナ、保持部材
- 5 9 0 タブ、突起
- 6 1 0 回転子、ロータコア
- 6 2 0 磁石、左側の磁石（一对の磁石）
- 6 3 0 磁石、右側の磁石（一对の磁石）
- 6 5 0 保持ロッド、保持棒
- 7 2 0 磁石、左側の磁石（一对の磁石）
- 7 3 0 磁石、右側の磁石（一对の磁石）
- 7 8 0 境界部位
- 8 1 0 回転子
- 8 4 0 係合部
- 8 5 0 突起部

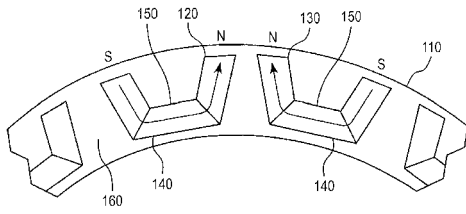
20

30

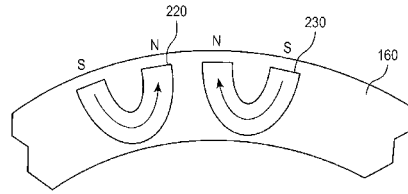
40

50

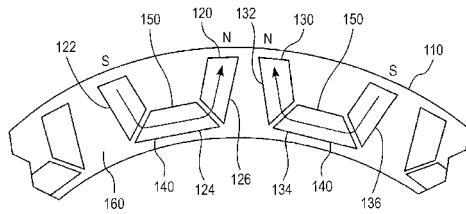
【図 1 A】



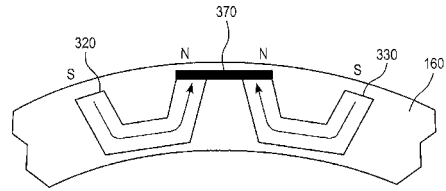
【図 2】



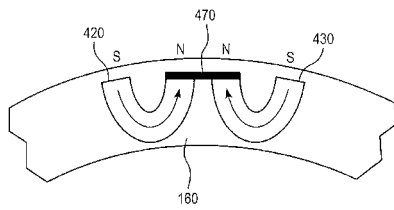
【図 1 B】



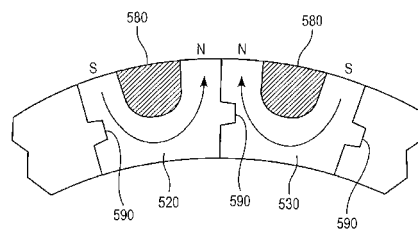
【図 3】



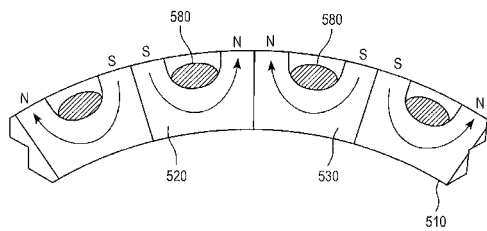
【図 4】



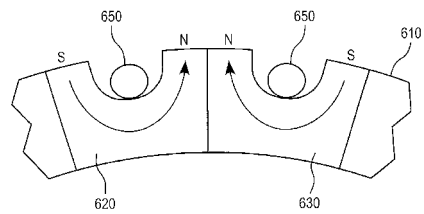
【図 5 B】



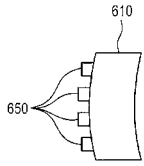
【図 5 A】



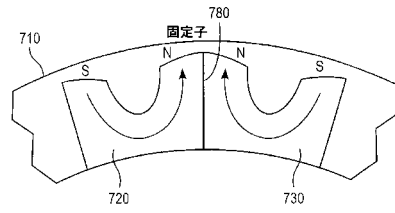
【図 6 A】



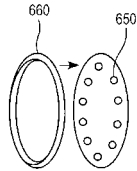
【 図 6 B 】



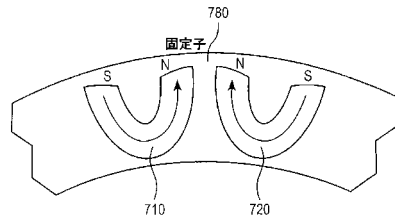
【 図 7 A 】



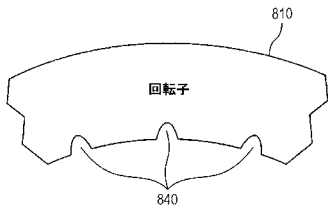
【 図 6 C 】



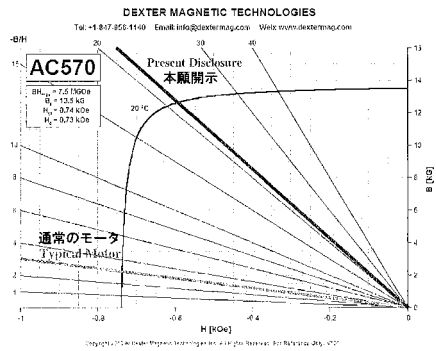
【 図 7 B 】



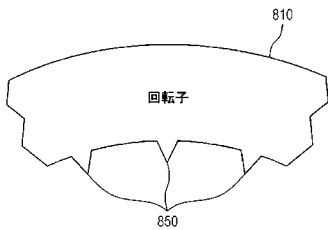
【 図 8 A 】



【 図 9 】



【 図 8 B 】





コバルト ( A l N i C o ) 及び鉄コバルトタングステン ( F e C o W ) のいずれかである

請求項 1 又は請求項 2 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 4】

前記一对の磁石は、低透磁率で低導電性の材料により包囲されて設けられる、  
請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 5】

前記低透磁率で低導電性の材料は導電性が低く、非磁性体である、  
請求項 4 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 6】

前記低透磁率で低導電性の材料は、樹脂、エポキシ樹脂、ポリマー樹脂、ガラス繊維強化樹脂及び炭素繊維強化樹脂からなる群の中から選択されるいずれか一以上の材料である

請求項 5 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 7】

前記一对の磁石の磁極面は、前記回転子内で軟磁性体により連結された、  
請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 8】

前記軟磁性体は、鉄、ケイ素鋼及びニッケル鉄からなる群の中から選択されるいずれか一以上の材料で構成される、

請求項 7 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 9】

前記 U 字形に形成された複数の磁石の各々の対応する凹部に設けられた前記磁石の対を前記回転子内に固定する複数のリテーナを更に備える、

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 10】

前記リテーナは非磁性体である、  
請求項 9 に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 11】

前記一对の磁石の一方に設けられた延長部と、前記一对の磁石の他方に設けられた前記延長部を嵌合受容する嵌合受容部とを更に備える、

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 12】

前記一对の U 字形に形成された磁石の各々の凹部に設けられた複数の保持ロッドと；  
前記保持ロッドに対応して受容する受容部を有するキャップとを更に備え；  
前記キャップは前記保持ロッドで保持することにより、前記回転子に固定するように構成された；

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 13】

前記一对の磁石が界接する、前記回転子が有する前記磁石の界接部位で、前記回転子の直径が不均一に形成された、

請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか 1 項に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 14】

前記一对の磁石の少なくとも一方は、その両磁極の間で連続体として構成された、  
請求項 1 乃至請求項 13 のいずれか 1 項に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 15】

前記一对の磁石の少なくとも一方は、少なくとも 2 つの分離された部材に分割されて設けられた、

請求項 1 乃至請求項 14 のいずれか 1 項に記載のブラシレス永久磁石電機機械。

【請求項 16】

本質的に円形に形成された回転子内に一对の磁石を配置するステップと；

前記一对の磁石の各々を、前記磁石の対向する両磁極の間で前記磁石の輪郭に沿って延在する厚さの方向を有するU字形に形成するステップと；

前記一对の磁石の各々を、前記U字形に形成された一对の磁石の各々の磁化の方向が各磁石の厚さの方向と平行であるように、レアース材料に比べて保磁力が低い非レアース材料で形成するステップとを備える；

ブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。

【請求項17】

前記一对の磁石を前記回転子内で互いに隣接するように配置するステップであって、互いに近接する前記一对の磁石の側部が同じ磁極性を有し、磁化方向が互いに近接する前記磁石の側部へ向かい、前記一对の磁石が対向する両磁極を有するように、前記一对の磁石を配置するステップを備える、

請求項16に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。

【請求項18】

前記レアース材料に比べて保磁力が低い非レアース材料は、アルミニウムニッケルコバルト(A l N i C o)及び鉄コバルトタンゲステン(F e C o W)のいずれかである、

請求項16又は請求項17に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。

【請求項19】

前記回転子内の前記一对の磁石を、低透磁率で低導電性の材料で包囲するステップを含む、

請求項16乃至請求項18のいずれか1項に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。

【請求項20】

前記回転子内の前記一对の磁石の各々の磁極面を軟磁性体で連結するステップを含む、

請求項16乃至請求項19のいずれか1項に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。

【請求項21】

前記U字形に形成された複数の磁石の各々の対応する凹部に設けられた前記磁石の対を前記回転子内に固定する複数のリテーナを配置するステップを更に備える、

請求項16乃至請求項20のいずれか1項に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。

【請求項22】



複数の保持ロッドの各々を、前記U字形に形成された一对の磁石の対応する凹部に配置するステップと；

前記保持ロッドに対応する受容部を有するキャップを前記保持ロッドに固定するステップを備える；

請求項16乃至請求項20のいずれか1項に記載のブラシレス永久磁石電機機械の製造方法。



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2012/026897</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H02K 1/27(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K 1/27; H01F 7/02; H02K 21/16; H02K 15/03		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: brushless machine, U-shaped magnets, lower coercivity		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2005-304286 A (MINEBEA CO., LTD.) 27 October 2005 See paragraphs 23-51, claims 1-18 and figs. 3-5.	1-2, 4-6, 9-10, 14-17 , 19, 21 3, 18 7-8, 11-13, 20, 22
Y A	JP 2006-280195 A (TOSHIBA CORP.) 12 October 2006 See paragraphs 14-18, claims 1-3 and figs. 1-2.	3, 18 1-2, 4-17, 19-22
A	JP 2003-124019 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 25 April 2003 See the abstract, paragraph 5, claim 1 and fig. 5.	1-22
A	JP 2005-304292 A (MINEBEA CO., LTD.) 27 October 2005 See the abstract, paragraphs 22-34, claim 1 and figs. 3-5.	1-22
A	US 2010-0253169 A1 (EL-REFAIE AYMAN MOHAMED FAWZI et al.) 07 October 2010 See the abstract, paragraphs 39, 42, claims 1, 11 and fig. 4.	1-22
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 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 21 SEPTEMBER 2012 (21.09.2012)		Date of mailing of the international search report <b>24 SEPTEMBER 2012 (24.09.2012)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer Im Young Hun Telephone No. 82-42-481-8690 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2012/026897**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2005-304286 A	27.10.2005	DE 102004017507 A1 US 2005-0225192 A1	27.10.2005 13.10.2005
JP 2006-280195 A	12.10.2006	None	
JP 2003-124019 A	25.04.2003	None	
JP 2005-304292 A	27.10.2005	DE 102004017157 A1 DE 102004017157 B4 US 2005-0231057 A1 US 7204012 B2	10.11.2005 19.04.2007 20.10.2005 17.04.2007
US 2010-0253169 A1	07.10.2010	EP 2237390 A2	06.10.2010

## フロントページの続き

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**H 0 2 K 15/03 (2006.01) H 0 2 K 15/03 Z**

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, T  
 J, TM), EP(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, R  
 O, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
 BB, BG, BH, 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, H  
 U, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
 UZ, VC, VN

(72) 発明者 ルッツ, ジョン  
 アメリカ合衆国 コロラド州 8 0 0 2 1 , ウェストミンスター, ダブリュ. 1 0 4 番 ウエイ  
 9 4 0 8

(72) 発明者 レイ, ジョシュ  
 アメリカ合衆国 コロラド州 8 0 5 1 6 , エリー, アルパイン ドライブ 2 2 2 8

F ターム(参考) 5E040 AA02 AA11 CA01  
 5H601 AA23 CC01 CC15 CC20 DD01 DD11 EE18 EE27 EE35 GA02  
 GA24 GA25 GA34 HH02  
 5H615 AA01 BB01 BB07 BB14 PP02 SS19 TT05 TT26  
 5H621 BB07 HH01 JK03  
 5H622 AA03 CA02 CB01 DD06 PP03