

(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2004-236471
(P2004-236471A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H02K 1/22	H02K 1/22 A	5H002
H02K 1/27	H02K 1/27 5O1A	5H621
H02K 21/14	H02K 1/27 5O1K	5H622
	H02K 1/27 5O1M	
	H02K 21/14 M	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)		

(21) 出願番号	特願2003-24251 (P2003-24251)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成15年1月31日 (2003.1.31)	(74) 代理人	100081776 弁理士 大川 宏
		(72) 発明者	小川 新一 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72) 発明者	浅井 二郎 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		Fターム(参考)	5H002 AA02 AB01 AB07 AE08 5H621 HH01 JK03 5H622 AA03 CA02 CA07 CA11 CB06 PP10

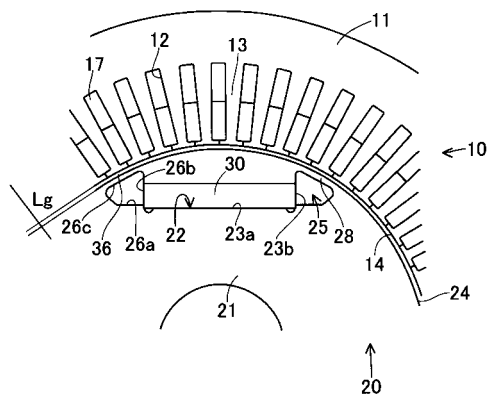
(54) 【発明の名称】 同期機の磁石半減型ロータ

(57) 【要約】

【課題】 磁石収容孔部の両端の磁束漏れ防止空孔部とロータコアの外周面との間のブリッジを通して磁束が漏れ難い同期機の磁石半減型ロータを提供することである。

【解決手段】 磁石半減型ロータのロータコア21は、所定のピッチで軸方向へ貫設されて永久磁石を収容するk個の磁石収容孔22部と、各磁石収容孔部の周方向両側に位置し永久磁石を収容せず軸方向に貫設される2k個の磁束漏れ防止空孔部25と、磁石収容孔部の径方向外側の外周面部分から成る第1極性の磁極部31と、周方向に隣接する2つの磁束漏れ防止空孔部間の外周面部分から成る第2極性の磁極部34と、各磁束漏れ防止空孔部とロータコアの外周面との間の一对のブリッジ28と、を有する。各ブリッジ28の厚さは、ロータと固定子との間の間隙36の大きさの0.5から3倍である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータコアと、該ロータコアの外周面近傍に埋設される k 個の永久磁石とから成り、前記ロータコアは、角度 $n (= 360 \text{度} / k)$ のピッチで軸方向へ貫設されて前記永久磁石を個別に収容する k 個の磁石収容孔部と、前記各磁石収容孔部の周方向両側に位置し前記永久磁石を収容することなく軸方向に貫設される 2 k 個の磁束漏れ防止空孔部と、前記磁石収容孔部の径方向外側の外周面部分により構成される第 1 極性の磁極部と、周方向に隣接する 2 つの前記磁束漏れ防止空孔部の間の外周面部分により構成される第 2 極性の磁極部と、各該磁束漏れ防止空孔部と該ロータコアの外周面との間の一对のブリッジと、を有する同期機の磁石半減型ロータにおいて

固定子とともに同期機を構成し、各前記ブリッジの厚さは、前記ロータと前記固定子との間の間隙の大きさの 0.5 から 3 倍であることを特徴とする同期機の磁石半減型ロータ。

10

【請求項 2】

各前記ブリッジの厚さは全体に亘って一定で、各該ブリッジの磁束が飽和する請求項 1 に記載の同期機の磁石半減型ロータ。

【請求項 3】

各前記磁束漏れ防止空孔部は断面直角三角形形状で、斜辺が前記ロータコアの外周面に沿っている請求項 1 に記載の磁石半減型ロータ。

【請求項 4】

前記第 1 極性の磁極部の円周方向寸法は、前記第 2 極性の磁極部の円周方向寸法よりも大きい請求項 1 に記載の磁石半減型ロータ。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は同期機の磁石半減型ロータに関する。

【0002】

【従来の技術】

永久磁石型同期機は、ステータコアとステータコイルとから成る円筒状の固定子（ステータ）の中空部に、ロータコアと永久磁石とから成る円柱状の回転子（ロータ）を配置して成る。ロータにおいて、永久磁石をロータコアの 1 極ピッチ毎に配置する場合がある。この場合、ロータコアの円周方向に複数に永久磁石を隔設し、永久磁石を含む複数の第 1 極性の磁極部と、永久磁石を含まない複数の第 2 極性の磁極部とを円周方向で交互に形成する。

30

【0003】

複数の永久磁石はロータコアの外周面側が同じ極性（N 極又は S 極）となるように配置される場合が多い（例えば特開平 4 - 79741 号及び実開平 7 - 20050 号参照）。永久磁石を含む磁極部ではロータコアの外周面が同じ第 1 極性となり、永久磁石を含まない磁極部では外周面が第 1 磁極とは逆の同じ第 2 極性となる。

【0004】

このタイプのロータでは、磁石収容孔部の両端に形成する磁束漏れ防止空孔部の大きさや、この磁束漏れ防止空孔部とロータコアの外周面との間のブリッジの厚さ等がロータの特性に影響を及ぼすと考えられる。

40

【0005】

磁束漏れ防止空孔部に関し、従来の永久磁石回転電機（特許文献 1 参照）では、図 4 に示すように、ロータコア 100 に形成したくぼみ 102 に永久磁石 110 を挿入し、磁極片部 112 で覆っている。永久磁石 110 と磁極片部 104 との間の磁束漏れ防止空孔部 105 をブリッジ 106 で塞いでいる。

【0006】

【特許文献 1】

特許第 3308828 号

50

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記従来の永久磁石回転電機では、磁束漏れ防止用空孔部 1 0 5 の半径方向寸法が永久磁石 1 1 0 の厚さと同程度であり、ブリッジ 1 0 6 の厚さが厚くなっている。これでは、ブリッジ 1 0 6 を流れる漏洩磁束により、有効磁束が減少して発生トルクが減少するという問題がある。

【 0 0 0 8 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、磁石収容孔部の両端の磁束漏れ防止空孔部とロータコアの外周面との間のブリッジを通して磁束が漏れ難い同期機の磁石半減型ロータを提供することを目的とする。

10

【 0 0 0 9 】

【 課題を解決するための手段 】

本願の発明者は、ブリッジにおける磁束の漏れの防止にはブリッジの厚さを薄くすることが有効で、そのためには磁石収容孔部の両端に連続して所定形状及び大きさの磁束漏れ防止空孔部を形成し、ブリッジの厚さをステータとロータとの間の間隙の大きさとの関係で決めることを思い付いて、本発明を完成した。

【 0 0 1 0 】

本発明による同期機の磁石半減型ロータは、請求項 1 に記載したように、ロータコアと、該ロータコアの外周面近傍に埋設される k 個の永久磁石とから成る。

前記ロータコアは、角度 $n (= 360 \text{度} / k)$ のピッチで軸方向へ貫設されて前記永久磁石を個別に収容する k 個の磁石収容孔部と、前記各磁石収容孔部の周方向両側に位置し前記永久磁石を収容することなく軸方向に貫設される 2 k 個の磁束漏れ防止空孔部と、前記磁石収容孔部の径方向外側の外周面部分により構成される第 1 極性の磁極部と、周方向に隣接する 2 つの前記磁束漏れ防止空孔部の間の外周面部分により構成される第 2 極性の磁極部と、各該磁束漏れ防止空孔部とロータコアの外周面との間の一對のブリッジとを有する。ロータは固定子とともに同期機を構成し、各前記ブリッジの厚さは、ロータと固定子との間の間隙の大きさの 0.5 から 3 倍であることを特徴とする。

20

【 0 0 1 1 】

このロータにおいて、ロータの磁石収容孔部の両端のブリッジの厚さは、ロータと固定子との間の間隙の大きさの 0.5 から 3 倍と薄くされているので、磁束がブリッジを通して円周方向に漏れ難い。

30

【 0 0 1 2 】

請求項 2 のロータは、請求項 1 において、各ブリッジの厚さは全体にわたって一定で、ブリッジを通る磁束が飽和する。請求項 3 のロータは、請求項 1 において、各磁束漏れ防止空孔部は断面直角三角形形状で、斜辺がロータコアの外周面に沿っている。請求項 4 のロータは、請求項 1 において、第 1 極性の磁極部の円周方向寸法は、第 2 極性の磁極部の円周方向寸法よりも大きい。

【 0 0 1 3 】

【 発明の実施の形態 】

< 同期機 >

代表的な同期機として永久磁石型同期モータがある。その円筒状のステータはステータコアとコイルとを含み、円柱状のロータはロータコアと永久磁石とを含む。ステータコアの内周面とロータコアの外周面との間の間隙の大きさは、ロータとステータとの間の磁束の流れ等を考慮して、一般に 0.5 から 0.8 mm に選定される。

40

【 0 0 1 4 】

< ロータ (回転子) >

ロータはロータコアと、ロータコアの円周方向に隔設された k 個 (具体的には、2 から 4 個程度) の永久磁石とから成る。このうち、ロータコアは、角度 $n (= 360 \text{度} / k)$ のピッチで軸方向に貫通した k 個の磁石収容孔部、各磁石収容孔部の両端部に位置し軸方向に貫通した 2 k 個の磁束漏れ防止空孔部、及び各磁束漏れ防止空孔部とロータコアの外

50

周面との間の $2k$ 個のブリッジとを備えている。横断面視又は端面視で磁石収容孔部はロータコアの半径方向と直交する方向に延び、その両端に連続して一对の磁束漏れ防止空孔部が形成されている。

【0015】

磁束漏れ防止空孔部は断面直角三角形形状を持ち、一辺（底壁）が磁石収容孔部の底壁に連続し、他辺（側壁）が磁石収容孔部の側壁に一致することができる。

尚、永久磁石は希土類磁石であることが望ましい。以上の結果、ロータは永久磁石を含む k 個の第1極性の磁極部と、含まない k 個の第2極性の磁極部とが円周方向で交互に形成され、合計で $2k$ 個の磁極部を持つことになる

ブリッジの厚さは、磁束の漏れの防止の点から薄い方が望ましいが、所定厚さを越えて薄くすることには製造上、強度上の問題がある。また、所定厚さを越えて厚くすると、従来例と同様の問題生ずるおそれがある。本発明では、必要トルクが確保できる間隙磁束密度を得る観点から、ステータとロータとの間の間隙の大きさとの関係でブリッジの厚さを決めている

図3のグラフを参照しつつ詳述する。このグラフにおいて、横軸はステータとロータとの間の間隙の大きさ (Lg) に対する、ロータコアの磁束漏れ防止空孔部とロータコアの外周面との間のブリッジの厚さ (t) の比 t/Lg である。ブリッジの厚さが厚くなればこの比が大きくなり、薄くなれば小さくなる。一方、縦軸はステータとロータとの間の間隙を通過する磁束の密度（間隙磁束密度比）である。

【0016】

間隙の大きさとブリッジの厚さが等しいとき（比 t/Lg が1の時）の間隙磁束密度比を1とした上で、比 t/Lg の変化に対する間隙磁束密度比の変化を示している。比 t/Lg の値が3のとき、間隙磁束密度比は約0.79である。ブリッジ厚さが薄いために比 t/Lg が0.5より小さいと、構造が成立しない。

間隙の大きさ Lg が大きいために t/Lg が0.5より小さいと、間隙の磁束密度が低下する。逆に、ブリッジ厚さが厚いために比 t/Lg が3より大きい場合は、ブリッジでの磁束漏れが多くなる。

【0017】

間隙磁束密度比とはロータと固定子との間の間隙（ギャップ）を通過する磁束の量であり、この値を0.5から3の範囲に設定すれば同期機として実用上問題はない。

【0018】

【実施例】

以下、本発明の実施例を添付図面に基づき説明する。

（構成）

図1及び図2に示す永久磁石型同期モータ（ブラシレスモータ）は、ステータ10とロータ20とから成る。ステータ10はステータコア11とステータコイル17とを含む。ステータコア11は円筒形状を有し、外径が約85mm、内径が約51mmである。一端面から他端面まで軸方向に貫通した多数のコイル挿入穴12が円周方向に隔設され、隣接するコイル挿入穴間に多数のティース（歯部）13が形成されている。コイル挿入穴12の幅（円周方向の寸法）は一定で、複数本のコイル17が挿入されている。

【0019】

ロータ20はロータコア21と永久磁石30とを含む。ロータコア21は円柱形状を有し、外径が約50mmである。一端面から他端面まで軸方向に貫通する3つの磁石収容孔部22が円周方向に隔設されている。横断面視で磁石収容孔部22は横長形状を持ち、ロータコア21の半径と直交する方向、換言すればロータコア21の円形の外周面24に対して弦となるように延びている。

【0020】

磁石収容孔部22の両端には、これに連続して、僅かな段差で一对の磁束漏れ防止空孔部25（以下、実施例では「空孔部」と呼ぶ）が形成されている。この実施例では3つの磁石収容孔部22が形成されているので、ピッチは $360度/3 = 120度$ である。

10

20

30

40

50

【0021】

空孔部25はほぼ直角二等辺三角形形状を持ち、底壁26aが磁石収容孔部22の底壁23aに連続してロータコア21の外周面24近くまで延びている。側壁26bが磁石収容孔部22の側壁23bと一致している。斜辺26cはロータコア21の外周面24に沿って延び、その結果薄くて厚さが一定のブリッジ28が形成されている。

【0022】

各磁石収容孔部22に内面側にS極、外面側にN極を持つ薄い矩形板形状の永久磁石30が挿入され、ロータコア21の外周面24はN極で中心側はS極の磁極部31が形成されている。その結果、隣接する磁石収容孔部22間に位置する突出部32により形成される磁極部34は外周面24側がS極となる。磁極部31の永久磁石30の円周方向寸法W1は、磁極部34の突出部32の円周方向寸法（より正確には隣接する磁束漏れ防止空孔部25間の距離）W2の約1.1倍である。

10

【0023】

ステータコア21の内周面14とロータコア21の外周面24との間には隙間36が形成されている。この隙間36の厚さ（半径方向寸法）は円周方向及び軸方向の全長にわたって一定で、ブリッジ28の厚さとほぼ等しくされている。

（作用効果）

ロータ20の磁束は磁極部31のN磁から出て磁極部34のS極に至り、磁極部31のS極に至る。磁極センサ（不図示）により検出したロータ20の磁極の位置に対応するステータ10のコイル17に電流を流すと、永久磁石30の磁束とコイル17に流れる電流との相互作用によってロータ20が回転する。

20

【0024】

上述したように、本実施例では、ブリッジ28の厚さを隙間36の大きさとほぼ等しくした上で、磁極部31を磁極部43よりも長くした。これにより以下の効果が得られる。第1に、ロータコア21において、磁石収容孔部22の両端部のブリッジ28において磁束が円周方向に漏れ難くなる。ブリッジ28の厚さを隙間36の厚さと同程度まで薄くし、ブリッジ28を流れる磁束を飽和させたからである。

【0025】

第2に、所望の厚さのブリッジ28が容易に形成できる。磁石収容孔部22の両端に連続して一对の直角二等辺三角形形状の空孔部25を形成し、その斜辺をロータコア21の外周面に沿わせたことによる。なお、空孔部25の側壁26bの高さ（半径方向寸法）を磁石収容孔部22の側壁23bの高さよりも相当高くしている。これは、永久磁石30の両端において空隙25内に漏れる磁束を減らすためである。

30

【0026】

ロータ20の特性の向上（特に磁極部31と磁極部34との磁束量の均衡）が第3の効果である。これは、磁極部31の円周方向長さW1を磁極部34の円周方向長さW2よりも少し長くしたことにより得られた。

【0027】

最後に、3つの永久磁石30しか収容されていないロータ20でありながら、6つの永久磁石30が収容されたロータと同等の磁束密度が得られる。その結果、磁石の個数が半減でき、大幅なコストダウンが図れる。これに対して、磁極部31の円周方向長さを磁極部34のそれよりも短くすると（例えば、特許第3142002号参照）、磁極部31の磁束量が低下するため、特性が低下する。

40

【0028】

【発明の効果】

以上述べてきたように、本発明の同期機の磁石半減型ロータによれば、ロータの磁石収容孔部の両端の磁束漏れ防止空孔部とロータの外周面との間に形成されたブリッジは厚さが薄く、磁束はブリッジを通して円周方向に漏れ難い。よって、殆どの磁束がロータから固定子に又は固定子からロータに流れ、ロータの特性が向上する。

【0029】

50

請求項 2 のロータによれば、ブリッジでの磁束の飽和により、磁束がロータのブリッジをより流れ難くなる。請求項 3 のロータによれば、磁石收容孔部の両端の直角三角形形状の磁束漏れ防止空孔部の形成により、所望の厚さのブリッジを容易に形成することができる。請求項 4 のロータによれば、第 1 極性の磁極部での磁束量と第 2 極性の磁極部での磁束量とが均衡し、ロータの特性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例を要部端面図である。

【図 2】上記実施例のロータの横断面図である。

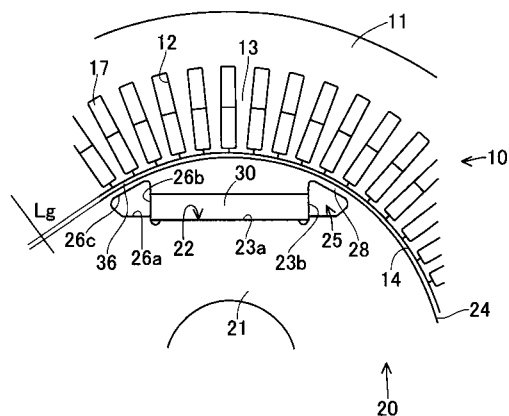
【図 3】上記実施例の作動を説明するグラフである。

【図 4】従来のロータを示す横断面図である。

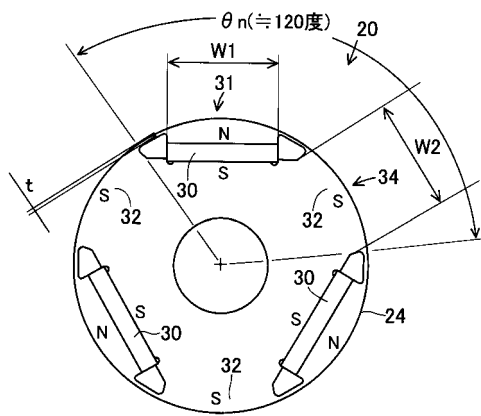
【符号の説明】

- | | |
|----------------|-------------|
| 10 : ステータ | 11 : ステータコア |
| 17 : コイル | 20 : ロータ |
| 21 : ロータコア | 22 : 磁石收容孔部 |
| 25 : 磁束漏れ防止空孔部 | 28 : ブリッジ |
| 30 : 永久磁石 | 31、34 : 磁極部 |
| 32 : 突出部 | 36 : 間隙 |

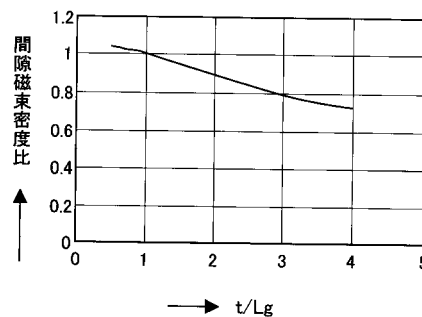
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【 図 4 】

