

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5969946号
(P5969946)

(45) 発行日 平成28年8月17日 (2016. 8. 17)

(24) 登録日 平成28年7月15日 (2016. 7. 15)

(51) Int. Cl. F I
H O 2 K 19/10 (2006. 01) H O 2 K 19/10 A

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-69006 (P2013-69006)	(73) 特許権者	501137636
(22) 出願日	平成25年3月28日 (2013. 3. 28)		東芝三菱電機産業システム株式会社
(65) 公開番号	特開2014-193076 (P2014-193076A)		東京都中央区京橋三丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年10月6日 (2014. 10. 6)	(73) 特許権者	000003078
審査請求日	平成27年4月6日 (2015. 4. 6)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	110001092
			特許業務法人サクラ国際特許事務所
		(74) 代理人	100103333
			弁理士 菊池 治
		(74) 代理人	100173451
			弁理士 井澤 彪
		(72) 発明者	福本 翔
			東京都港区三田三丁目13番16号 東芝
			三菱電機産業システム株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同期リラクタンスモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転可能に軸支されて回転軸中心で軸方向に延びるシャフトと、
円筒状で外周部にブリッジ部を有し複数のフラックスバリアが形成され前記シャフトの
径方向周囲に設けられ前記シャフトに固定されて軸方向に延びた回転子鉄心と、

前記回転子鉄心の外周に前記回転子鉄心と間隔をあけて配設されて互いに周方向に間隔
をあけて配列されて軸方向に延びた凸状の複数の固定子ティースが形成された固定子鉄心
と、

前記複数の固定子ティースに巻回された複数極の多相の電機子巻線と、

を具備する同期リラクタンスモータであって、

前記フラックスバリアは、

周方向に互いに間隔をあけて形成されて径方向に延びた複数の第1のフラックスバリア
と、

前記第1のフラックスバリアに挟まれたそれぞれの周角度領域において前記回転軸中心
に向かって凸な曲面状に周方向に広がって互いに間隔をもって形成された複数の第2のフ
ラックスバリアと、

を含み、

前記シャフトは、非磁性体の互いに周方向に間隔をあけて配列されそれぞれ径方向外側
および軸方向に延びて前記第1のフラックスバリアの領域に配置された複数の放射状板を
有し、

10

20

前記回転子鉄心と前記放射状板のいずれか一方には嵌め合いのための突起が、また他方には間には嵌め合いのための溝が形成されている、

ことを特徴とする同期リラクタンスモータ。

【請求項 2】

前記嵌め合いのための突起は、ダブテール形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の同期リラクタンスモータ。

【請求項 3】

前記第 1 のフラックスバリアと前記第 2 のフラックスバリアの少なくともいずれかは非磁性体の樹脂が充填されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の同期リラクタンスモータ。

【請求項 4】

前記第 1 のフラックスバリアと前記第 2 のフラックスバリアの少なくともいずれかには空気層が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の同期リラクタンスモータ。

【請求項 5】

前記第 1 のフラックスバリアと前記第 2 のフラックスバリアの少なくともいずれかには永久磁石が配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の同期リラクタンスモータ。

【請求項 6】

電機子巻線が設けられた固定子鉄心を備える同期リラクタンスモータの回転子であって、

回転可能に軸支されて回転軸中心で軸方向に延びるシャフトと、
円筒状で外周部にブリッジ部を有し複数のフラックスバリアが形成され前記シャフトの径方向周囲に設けられ前記シャフトに固定されて軸方向に延びた回転子鉄心と、

を有し、
前記フラックスバリアは、
周方向に互いに間隔をあけて形成されて径方向に延びた複数の第 1 のフラックスバリアと、

前記第 1 のフラックスバリアに挟まれたそれぞれの周角度領域において前記回転軸中心に向かって凸な曲面状に周方向に広がって互いに間隔をあけて形成された複数の第 2 のフラックスバリアと、

を含み、
前記シャフトは、非磁性体の互いに周方向に間隔をあけて配列されそれぞれ径方向外側および軸方向に延びて前記第 1 のフラックスバリアの領域に配置された複数の放射状板を有し、

前記回転子鉄心と前記放射状板のいずれか一方には嵌め合いのための突起が、また他方には間には嵌め合いのための溝が形成されている、

ことを特徴とする同期リラクタンスモータの回転子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、同期リラクタンスモータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の同期電動機の場合、ロータに永久磁石を持つ永久磁石型同期電動機（PMSM：Permanent Magnet Synchronous Motor）、ロータに界磁コイルを持つ同期電動機（FCSM：Field Coil Synchrnous Motor）、ロータに磁気突極を持つリラクタンスモータ（RM：Reluctance Motor）などが知られている。

【0003】

PMSMは磁気作成の電力損失がなく高効率であるが、高速回転時は弱め界磁制御をする必要があり、また、永久磁石の機械的強度や熱耐久性などの問題がある。

【0004】

PMSMの問題点や磁石価格の高騰などから、永久磁石を用いないモータであるRMが注目されてきた。RMには正弦波回転界磁に同期して回転する同期リラクタンスモータ（SynRM：Synchronous Reluctance Motor）やスイッチング磁界により回転するスイッチドリラクタンスモータ（SRM：Switched Reluctance Motor）などが知られている。SynRMはSRMに比べ低騒音、低振動として知られている。

【0005】

10

SynRMの回転子について、主たる磁束の方向をq軸とし、これに電氣的、磁氣的に直交する方向をd軸とする。SynRMのロータは、電気角がたとえば π （180°）離れた2つのq軸間の領域内のフラックスバリア（スリット）をたとえば5重に有している。

【0006】

これにより、回転子のd軸方向のインダクタンス、すなわちd軸インダクタンス L_d は、q軸方向のインダクタンス、すなわちq軸インダクタンス L_q よりも小さくなり、この結果、リラクタンストルク（ $= (L_d - L_q) \cdot I_d \cdot I_q$ ）を増大することができる。

【0007】

また、SynRMのロータ構造の他の例では、ロータコアの外周面のd軸近傍に凹溝を設け、この凹溝にロータコイルを巻回する。ロータコイルに直流電流を通電することにより、リラクタンストルクに加えて電流磁束 Φ_i によるトルクを発生させることができる。

20

【0008】

凹溝は、前記の定義上のd軸近傍に設けられるため、リラクタンストルクの減少を防止することができ、その結果トルク向上ができ効率の改善ができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2006-121821号公報

【特許文献2】特開2009-194945号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、SynRMの回転子構成においては、磁気抵抗の大きなフラックスバリアを層状に配置して突極比（ L_q / L_d ）を大きくし、トルクや力率を高める必要がある。

【0011】

従来のSynRMの構成ではその構造上、多層状磁路の上層側（回転子軸直角の半径方向外側部分）における磁路の幅が相対的に狭くなる。このため、局所的に大きな磁気抵抗が発生し、回転子全体のq軸インダクタンス（ L_q ）が低下してトルクや力率が低下するという問題がある。

40

【0012】

本発明は上記のような問題を解決するためになされたものであり、同期リラクタンスモータの突極比（ L_q / L_d ）を大きくし、トルクおよび力率を高めることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上述の目的を達成するため、本発明は、回転可能に軸支されて回転軸中心で軸方向に延びるシャフトと、円筒状で外周部にブリッジ部を有し複数のフラックスバリアが形成され前記シャフトの径方向周囲に設けられ前記シャフトに固定されて軸方向に延びた回転子鉄心と、前記回転子鉄心の外周に前記回転子鉄心と間隔をあけて配設されて互いに周方向に

50

間隔をあけて配列されて軸方向に延びた凸状の複数のティースが形成された固定子鉄心と、前記複数のティースに巻回された複数極の多相の電機子巻線と、を具備する同期リラクタンスモータであって、前記フラックスバリアは、周方向に互いに間隔をあけて形成されて径方向に延びた複数の第1のフラックスバリアと、前記第1のフラックスバリアに挟まれたそれぞれの周角度領域において前記回転軸中心に向かって凸な曲面状に周方向に広がって互いに間隔をもって形成された複数の第2のフラックスバリアと、を含み、前記シャフトは、非磁性体の互いに周方向に間隔をあけて配列されそれぞれ径方向外側および軸方向に延びて前記第1のフラックスバリアの領域に配置された複数の放射状板を有し、前記回転子鉄心と前記放射状板のいずれか一方には嵌め合いのための突起が、また他方には間には嵌め合いのための溝が形成されている、ことを特徴とする。

10

【0014】

また、本発明は、電機子巻線が設けられた固定子鉄心を備える同期リラクタンスモータの回転子であって、回転可能に軸支されて回転軸中心で軸方向に延びるシャフトと、円筒状で外周部にブリッジ部を有し複数のフラックスバリアが形成され前記シャフトの径方向周囲に設けられ前記シャフトに固定されて軸方向に延びた回転子鉄心と、を有し、前記フラックスバリアは、周方向に互いに間隔をあけて形成されて径方向に延びた複数の第1のフラックスバリアと、前記第1のフラックスバリアに挟まれたそれぞれの周角度領域において前記回転軸中心に向かって凸な曲面状に周方向に広がって互いに間隔をあけて形成された複数の第2のフラックスバリアと、を含み、前記シャフトは、非磁性体の互いに周方向に間隔をあけて配列されそれぞれ径方向外側および軸方向に延びて前記第1のフラックスバリアの領域に配置された複数の放射状板を有し、前記回転子鉄心と前記放射状板のいずれか一方には嵌め合いのための突起が、また他方には間には嵌め合いのための溝が形成されている、ことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、同期リラクタンスモータの突極比（ L_q / L_d ）が大きくなり、トルクおよび力率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面図である。

30

【図2】第1の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面の詳細を示す部分断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る同期リラクタンスモータの電機子巻線の結線図である。

【図4】従来の同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面における概略の磁束分布図である。

【図5】第1の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面における概略の磁束分布図である。

【図6】従来の同期リラクタンスモータおよび第1の実施形態に係る同期リラクタンスモータの平均軸トルクの比較図である。

40

【図7】従来の同期リラクタンスモータおよび第1の実施形態に係る同期リラクタンスモータの力率の比較図である。

【図8】第2の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面図である。

【図9】第3の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面の詳細を示す部分断面図である。

【図10】第4の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面の詳細を示す部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

[第1の実施形態]

50

図 1 は、第 1 の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面図である。また、図 2 は、第 1 の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面の詳細を示す部分断面図である。なお、図 2 は、4 分の 1 断面であるが、説明の便宜のために 4 分の 1 の図としているだけで、同期リラクタンスモータが 4 分の 1 単位で分割可能であることを示しているわけではない。

【0018】

同期リラクタンスモータ 100 は、ハウジング（図示しない。）の内部に、固定子 10 および回転子 20 を有する。

【0019】

固定子 10 は、固定子鉄心 11 および複数の固定子ティース 12 を有する。

10

【0020】

固定子鉄心 11 は、渦電流損を低減するために鉄にケイ素を添加して製造された薄板である電磁鋼板を軸方向に積層した構造を有する。固定子鉄心 11 は円筒状であり、シャフト 23 の回転軸方向に延びている。

【0021】

固定子ティース 12 はそれぞれ、固定子 10 の内周に互いに周方向に間隔を設けて配列されており、シャフト 23 の回転軸方向に延びている。また、固定子ティース 12 はそれぞれ、固定子鉄心 11 側から回転子 20 の回転中心に向かって凸状に延びており、その先端は回転子 20 の外周と径方向のギャップ 25 を挟んで対向する。

20

【0022】

それぞれの隣接する固定子ティース 12 間には、シャフト 23 の軸方向に延びた固定子スロット 14 が形成されている。

【0023】

図 3 は、第 1 の実施形態に係る同期リラクタンスモータの電機子巻線の結線図である。

【0024】

電機子巻線 15 は固定子ティース 12 の周囲を巻回し、固定子スロット 14 内に収納される。

【0025】

すなわち、複数極の多相たとえば 3 相の電機子巻線 15 が巻回されている。各電機子巻線 15 には、U 相、V 相、W 相のいずれかの交流電流が流れる。

30

【0026】

なお、同期リラクタンスモータ 100 では、界磁巻線は設けられていない。

【0027】

図 1 および図 2 に示すように、回転子 20 は、固定子 10 の内側に、固定子 10 と間隔をあけて配設されている。前述のように、界磁巻線が回転子 20 に巻回されていない。回転子 20 は、回転子鉄心 21 およびシャフト 23 を有する。

【0028】

シャフト 23 は、回転軸と同軸的に延びていて、ハウジングに設けられた軸受（図示しない。）によって、回転可能に軸支されている。軸受は、コロ軸受け、玉軸受などの転がり軸受け、あるいはすべり軸受けなどの軸受でよい。

40

【0029】

回転子鉄心 21 は、渦電流損を低減するために鉄にケイ素を添加して製造された薄板である電磁鋼板を軸方向に積層した構造を有する。薄板が積層された回転子鉄心 21 は、シャフト 23 の周囲を占める径方向に厚さのある円筒状である。

【0030】

回転子 20 の機械的強度を保つために、回転子鉄心 21 の外周部にブリッジ部 24 が設けられている。

【0031】

ここで、回転子 20 の横断面において、主たる磁束の方向を q 軸とし、これに電氣的、磁氣的に直交する方向を d 軸とする。回転子鉄心 21 には、軸方向に延びた磁気障壁であ

50

る第1および第2のフラックスバリアが形成されている。

【0032】

第1のフラックスバリアは、周方向に互いに間隔をもって形成されて径方向に延びた複数のq軸方向フラックスバリア41である。q軸方向フラックスバリア41は、回転子鉄心21を構成する各電磁鋼板を打ち抜くようにして形成されており、q軸方向に沿って径方向に延びている。

【0033】

それぞれの鋼板にq軸方向フラックスバリア41のための複数の貫通部分が形成されている。

【0034】

第2のフラックスバリアは、互いに隣接するq軸方向フラックスバリア41に挟まれたそれぞれの周方向の角度領域（以下、周角度領域）にそれぞれ複数設けられたd軸周辺フラックスバリア31である。

【0035】

d軸周辺フラックスバリア31は、それぞれの周角度領域において周方向に広がっており、シャフト23の軸方向に向かって凸に曲面状に延びている。その曲面の両端は、q軸方向フラックスバリア41と交差せずに、ブリッジ部24に到達している。

【0036】

また、互いに隣接するd軸周辺フラックスバリア31は、互いに交差したり接触したりしないように互いに間隔をあけて形成されている。

【0037】

なお、図1および図2において図示は省略しているが、第1のフラックスバリア41および第2のフラックスバリア31により回転子鉄心21が完全に分断されてばらばらとなっているように見えるが、第1のフラックスバリア41あるいは第2のフラックスバリア31を挟んで隣接する回転子鉄心21の鋼板部分は相互に一部で接続され、相互の相対的な位置関係が保持できるようになっている。

【0038】

このような構成により、回転子20の回転軸まわりの回転磁界が発生する。回転子20は、この回転磁界に吸引されてシャフト23を中心に回転する。

【0039】

図4は、従来の同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面における概略の磁束分布図である。ここで、従来の同期リラクタンスモータにおいてはq軸方向フラックスバリア41が設けられていない。すなわち、図4は、q軸方向フラックスバリア41がない場合の磁束分布を示している。磁束分布は、回転子20の1/6セクションについて示している。

【0040】

図4において、破線a1は、主磁束がq軸に沿ったq軸の磁束を示す。一方、b1は、主磁束がd軸に沿ったd軸の磁束を示す。

【0041】

同期リラクタンスモータ100においては、回転子20は、固定子10と同一の角速度で回転しているので、回転子20におけるこれらの磁束の位置は変化せずに同じ位置に固定している。すなわち、静止系からみると、これらの磁束は回転子20と同じ角速度で回転している。

【0042】

回転子20において、q軸の磁束は、d軸周辺フラックスバリア31によって分割されたそれぞれの回転子鉄心21の部分を通り固定子10との間のギャップ25を通り抜けて固定子10側に侵入する。回転子20内の磁束と固定子10を通る磁束とは全体で閉ループを形成し、q軸の周辺に、q軸に沿った磁束を形成する。

【0043】

一方、磁束b1については、図4では図示を省略している隣接する1/6セクションに

10

20

30

40

50

おける磁束とつながっている。磁束 b_1 は、図 4 に示すように、 d 軸の周辺に d 軸方向に沿った磁束を形成する。

【0044】

図 5 は、第 1 の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面における概略の磁束分布図である。すなわち、 q 軸方向フラックスバリア 41 が設けられている場合の磁束分布を示している。

【0045】

図 5 において、破線 a_2 は、主磁束が q 軸に沿った q 軸の磁束を示す。一方、 b_2 は、主磁束が d 軸に沿った d 軸の磁束を示す。

【0046】

本実施形態においては、 d 軸の磁束の通路に、 q 軸方向フラックスバリア 41 が存在する。 q 軸方向フラックスバリア 41 は空気層であり、回転子鉄心 21 の鋼板部分に比べて透磁率が小さい。この結果、 q 軸方向フラックスバリア 41 の存在によって d 軸の磁束は通りにくくなる。

【0047】

なお、磁束線は定性的に示したもので、 q 軸の磁束線の本数を基準に d 軸磁束線を示している。したがって、図 4 に示す q 軸の磁束と、図 5 に示す q 軸の磁束は、磁束線の数と同じ本数であるとして表現している。

【0048】

図 4 における d 軸の磁束 b_1 と図 5 における d 軸の磁束 b_2 とを比べると、図 5 の d 軸の磁束 b_2 の磁束線の本数は、図 4 における d 軸の磁束 b_1 の磁束線の本数より少ない。すなわち、図 5 に示す本実施形態における d 軸の磁束の q 軸の磁束に対する割合は、図 4 に示す従来の構成における d 軸の磁束の q 軸の磁束に対する割合よりも小さくなっている。

【0049】

従来の $SynRM$ でも q 軸の磁束よりも d 軸の磁束が通りにくくなるように構成されているが、本実施形態においては、 q 軸方向フラックスバリア 41 を設けることで、 q 軸の磁束よりも d 軸の磁束がさらに通りにくくなっていることがわかる。

【0050】

この結果、 q 軸方向の自己インダクタンス L_q に対する d 軸方向の自己インダクタンス L_d はさらに小さくなる。すなわち、突極比 L_q/L_d はさらに大きくなっている。

【0051】

図 6 は、従来の同期リラクタンスモータおよび第 1 の実施形態に係る同期リラクタンスモータの平均軸トルクの比較図である。

【0052】

回転子 20 の q 軸方向のインダクタンスすなわち q 軸インダクタンスを L_q 、 d 軸方向のインダクタンスすなわち d 軸インダクタンスを L_d とし、また、回転子鉄心 21 を流れる電流の q 軸方向の成分 I_q 、 d 軸方向の成分を I_d とすると、リラクタンストルクは、 $(L_d - L_q) \cdot I_d \cdot I_q$ で与えられる。すなわち、 L_d と L_q の差が大きいほど、リラクタンストルクが大きくなる。

【0053】

図 6 に示すように、従来の同期リラクタンスモータにおけるトルクに対して、本実施形態に係る同期リラクタンスモータにおけるトルクは 1% 程度と、有意に大きくなっている。

【0054】

図 7 は、従来の同期リラクタンスモータおよび第 1 の実施形態に係る同期リラクタンスモータの力率の比較図である。

【0055】

図 7 に示すように、従来の同期リラクタンスモータにおける力率に対して、本実施形態に係る同期リラクタンスモータにおける力率は、2% 程度大きくなっており、力率が有意に改善されている。

10

20

30

40

50

【0056】

以上のように、本実施形態によれば、同期リラクタンスモータの突極比 (L_q / L_d) が大きくなり、トルクおよび力率を高めることができる。

【0057】

[第2の実施形態]

図8は、第2の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面図である。本実施形態は、第1の実施形態の変形である。

【0058】

星型シャフト50は、それぞれ径方向の外側に延びた4枚の放射状板51を有している。また、4枚の放射状板51は、互いに周方向に間隔をもって配列されて、回転子20の回転軸方向に延びている。ここで、放射状板51が4枚の場合を示したが4枚には限定されない。複数枚、たとえば、6枚などでもよい。

10

【0059】

第2の実施形態における放射状板51は、第1の実施形態においてq軸方向フラックスバリア41が形成されている領域に配置されている、

星型シャフト50の材料は非磁性体である。したがって、第1の実施形態におけるq軸方向フラックスバリア41と同様に、磁気抵抗が大きく磁束を通しにくい性質を有する。

【0060】

それぞれの放射状板51の両側には、軸方向に延びて周方向に突出するダブテール突起が形成され、回転子鉄心21にはダブテール突起と嵌め合う溝が形成された嵌め合い部52が設けられており、放射状板51と回転子鉄心21と嵌め合いで相互に位置ずれが生じないように構成されている。

20

【0061】

なお、嵌め合い部52の形状は、ダブテール形状の場合を示したが、ダブテール形状には限定されない。たとえば、矩形あるいは三角形の場合でもよい。

【0062】

また、嵌め合い部52は、放射状板51側が凸で回転子鉄心21側が凹の場合を示したが、逆に、放射状板51の側面に溝が形成され、回転子鉄心21側に突起が形成されていてもよい

以上のように構成された本実施形態においては、星型シャフト50の放射状板51が、第1の実施形態におけるq軸方向フラックスバリアと同様の作用をすることから、従来の同期リラクタンスモータに比べて突極比 (L_q / L_d) が大きくなり、トルクおよび力率を高めることができる。

30

【0063】

また、回転子鉄心21との嵌め合い部52を有する放射状板51側を設けたシャフト23を採用することによって回転子20の機械強度を向上させ、また、回転子鉄心21の固定をより強固にすることができる。

【0064】

[第3の実施形態]

図9は、第3の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面の詳細を示す部分断面図である。本実施形態は、第1の実施形態の変形である。

40

【0065】

第1の実施形態においては、d軸周辺フラックスバリア31およびq軸方向フラックスバリア41は、空気層であるが、第3の実施形態においては、d軸周辺フラックスバリア32およびq軸方向フラックスバリア42には、非磁性体の樹脂が充填されている。

【0066】

このように構成された本実施形態においては、d軸周辺フラックスバリア32およびq軸方向フラックスバリア42内は、非磁性体の樹脂であることから、第1の実施形態と同様に磁気障壁を形成することができる。

【0067】

50

したがってq軸方向フラックスバリア42は第1の実施形態におけるq軸方向フラックスバリア41と同様の作用をすることから、突極比(L_q/L_d)が大きくなり、トルクおよび力率を高めることができる。

【0068】

また、d軸周辺フラックスバリア32およびq軸方向フラックスバリア42ともに樹脂が充填されていることによって、回転子鉄心21の機械的な強度を確保することができる。

【0069】

なお、本実施形態では、d軸周辺フラックスバリア32およびq軸方向フラックスバリア42のいずれも非磁性体の樹脂が充填されている場合を示したが、これに限定されない。

10

【0070】

たとえば、d軸周辺フラックスバリア32およびq軸方向フラックスバリア42のいずれか一方の構造強度上補強が望ましい部分のみに非磁性体の樹脂が充填されていることでもよい。

【0071】

あるいは、d軸周辺フラックスバリア32の一部においてのみに非磁性体の樹脂が充填されていることでもよい。

【0072】

[第4の実施形態]

20

図10は、第4の実施形態に係る同期リラクタンスモータの軸方向に垂直な断面の詳細を示す部分断面図である。本実施形態も、第1の実施形態の変形である。

【0073】

第1の実施形態においては、d軸周辺フラックスバリア31およびq軸方向フラックスバリア41は、空気層であるが、第4の実施形態においては、d軸周辺フラックスバリアとして永久磁石であるd軸周辺永久磁石33が設けられている。

【0074】

このように構成された本実施形態においては、d軸周辺のフラックスバリアは永久磁石であることから、第1の実施形態と同様に磁気障壁を形成することができる。

【0075】

30

また、q軸方向のフラックスバリア41は空気層であり、第1の実施形態と同様の作用をすることから、突極比(L_q/L_d)が大きくなり、トルクおよび力率を高めることができる。

【0076】

なお、本実施形態では、d軸周辺に永久磁石が設けられている場合を示したが、これに限定されない。

【0077】

たとえば、d軸周辺およびq軸方向の両方に永久磁石が設けられていることでもよい。あるいは、d軸周りの一部においてのみに永久磁石が設けられていることでもよい。

【0078】

40

[その他の実施形態]

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。

【0079】

また、各実施形態の特徴を組み合わせてもよい。たとえば、第2の実施形態の特徴である星型シャフト50と、第3の実施形態の特徴である非磁性体の樹脂を充填したフラックスバリアを組み合わせてもよい。

【0080】

あるいは、第2の実施形態の特徴である星型シャフト50と、第4の実施形態の特徴である永久磁石の設置を組み合わせてもよい。

50

【0081】

さらに、これらの実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。

【0082】

これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

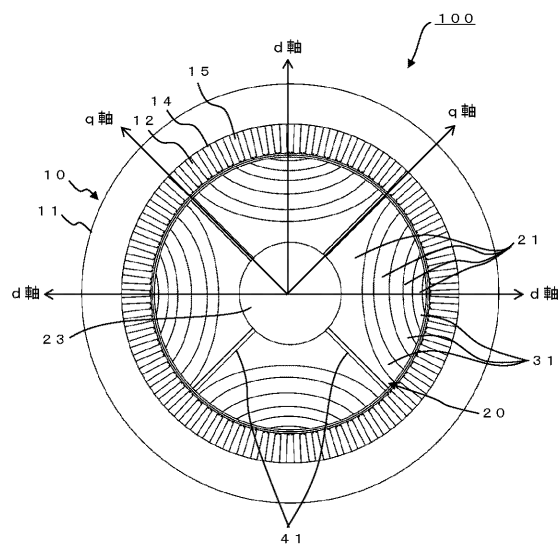
【符号の説明】

【0083】

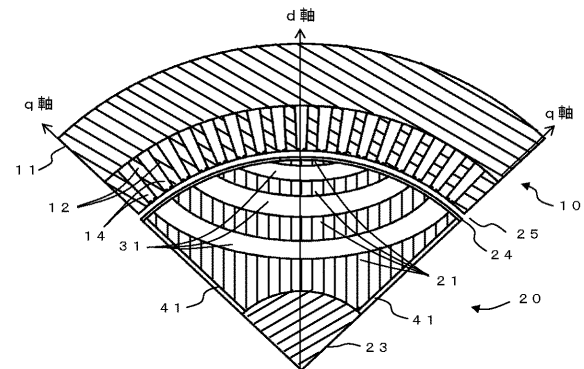
10…固定子、11…固定子鉄心、12…固定子ティース、14…固定子スロット、15…電機子巻線、20…回転子、21…回転子鉄心、23…シャフト、24…ブリッジ部、25…ギャップ、31、32…d軸周辺フラックスバリア（第2のフラックスバリア）、33…d軸周辺永久磁石（第2のフラックスバリア）、41、42…q軸方向フラックスバリア（第1のフラックスバリア）、50…星型シャフト（第1のフラックスバリア）、51…放射状板、52…嵌め合い部、100…同期リラクタンスモータ

10

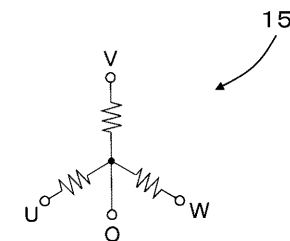
【図1】



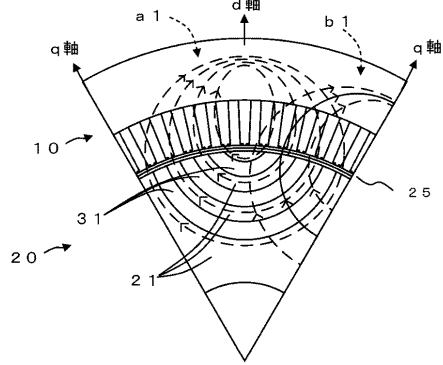
【図2】



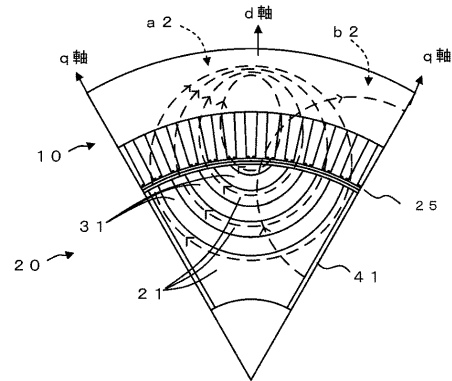
【図3】



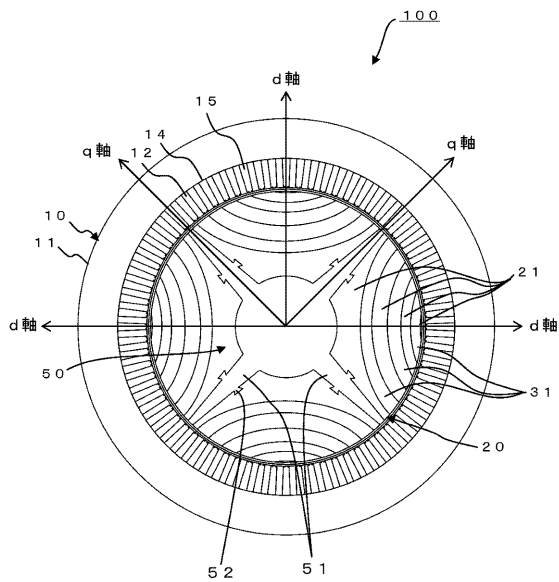
【図 4】



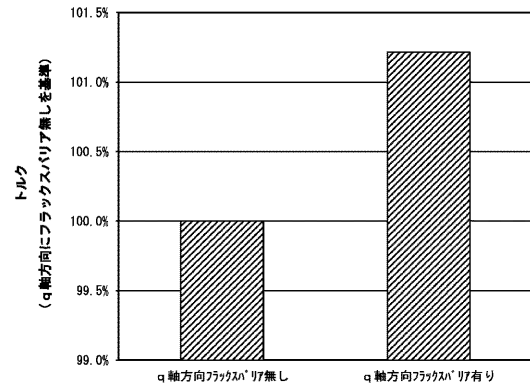
【図 5】



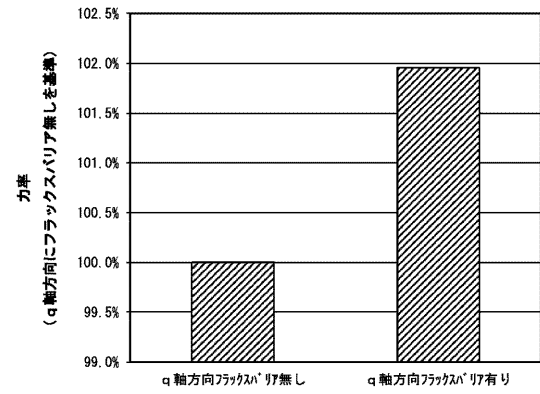
【図 8】



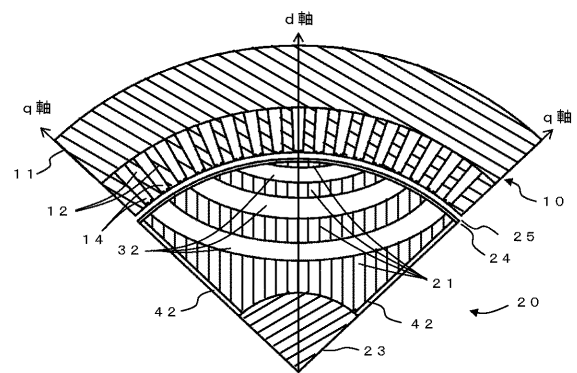
【図 6】



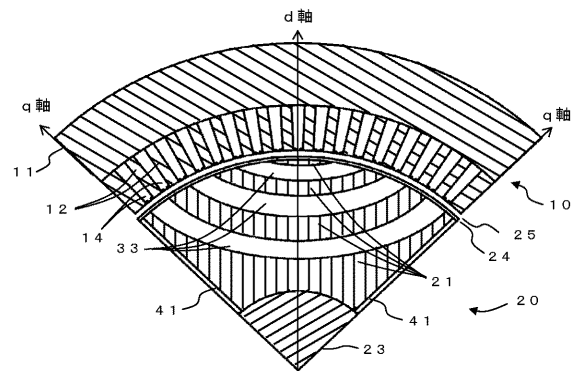
【図 7】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 大石 浩司
東京都港区三田三丁目13番16号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
- (72)発明者 松下 真琴
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 三須 大輔
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 竹内 活徳
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 橋場 豊
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 高橋 則雄
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 結城 和明
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 長谷部 寿郎
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 池田 貴俊

- (56)参考文献 特開2000-287419 (JP, A)
特開2008-283775 (JP, A)
実開平06-066277 (JP, U)
中国特許出願公開第102801236 (CN, A)
中国特許出願公開第102810919 (CN, A)
米国特許出願公開第2012/0206008 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 19/10