

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6512060号
(P6512060)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)

(51) Int.Cl. F I
H02K 1/27 (2006.01)
 H02K 1/27 501K
 H02K 1/27 501A
 H02K 1/27 501M

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-201144 (P2015-201144)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成27年10月9日 (2015.10.9)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2016-220514 (P2016-220514A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成28年12月22日 (2016.12.22)	(74) 代理人	100105957
審査請求日	平成30年1月11日 (2018.1.11)		弁理士 恩田 誠
(31) 優先権主張番号	特願2015-105472 (P2015-105472)	(74) 代理人	100068755
(32) 優先日	平成27年5月25日 (2015.5.25)		弁理士 恩田 博宣
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	下河 元希
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会 社 豊田自動織機 内
		審査官	池田 貴俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機のロータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイルを巻装したステータの内周側に円筒状のロータコアの外周面がギャップを介して対向するように配置された回転電機のロータであって、

前記ロータコアは、電磁鋼板を積層して構成され、

前記電磁鋼板同士は、カシメ部により結合され、

前記カシメ部は、q軸磁路外に配置されており、

前記ロータコアの外表面において、前記外表面に向かって延びる突部を残すように切欠きが形成され、

前記突部に前記カシメ部が形成されていることを特徴とする回転電機のロータ。

10

【請求項 2】

前記ロータコアに埋め込まれる永久磁石のq軸側端部に形成されたフラックスバリア内に突出する突起にカシメ部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の回転電機のロータ。

【請求項 3】

前記突起は、前記永久磁石の位置決め突起であることを特徴とする請求項2に記載の回転電機のロータ。

【請求項 4】

コイルを巻装したステータの内周側に円筒状のロータコアの外周面がギャップを介して対向するように配置された回転電機のロータであって、

20

前記ロータコアは、電磁鋼板を積層して構成され、
 前記電磁鋼板同士は、カシメ部により結合され、
 前記カシメ部は、q軸磁路外に配置されており、
前記ロータコアに埋め込まれる永久磁石のq軸側端部に形成されたフラックスバリア内に突出する突起にカシメ部が形成されており、
前記突起は、前記永久磁石から離間した位置に形成されていることを特徴とする回転電機のロータ。

【請求項5】

前記突起は、前記永久磁石から離間した位置に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の回転電機のロータ。

10

【請求項6】

前記カシメ部が形成される前記突起は、フラックスバリアにおける内壁のうち内径側壁面から外径側壁面に向かって突出していることを特徴とする請求項2～5のいずれか1項に記載の回転電機のロータ。

【請求項7】

前記ロータコアは、q軸磁路に沿って延びるフラックスバリアを有し、
 前記フラックスバリアは、内壁のうち内径側壁面がq軸磁路に沿った位置より隣の磁極側へ広がって形成されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の回転電機のロータ。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機のロータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献1等において永久磁石埋込式回転電機が開示されている。詳しくは、特許文献1の電動モータにおいては、図7に示すように、ロータコアは電磁鋼板200を積層して構成され、電磁鋼板200を固定するために、中央部にロータシャフト201を挿通するとともに連結嵌合部202を鋼板内に設け、押さえ板により挟み込む構成となっている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-225584号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、電磁鋼板を積層してロータコアを構成する場合において電磁鋼板同士をカシメにより固定すると、カシメ部での電磁鋼板には歪が加えられており、トルク低下等を招くことが懸念される。例えば、ロータコアにおけるq軸磁路にカシメ部が位置することにより磁気性能が悪化してq軸インダクタンスが増加してリラクタンストルクの低下を引き起こす原因となる。

40

【0005】

本発明の目的は、突極比を低下させずにロータコアを形成することができる回転電機のロータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1に記載の発明では、コイルを巻装したステータの内周側に円筒状のロータコアの外周面がギャップを介して対向するように配置された回転電機のロータであって、前記ロータコアは、電磁鋼板を積層して構成され、前記電磁鋼板同士は、カシメ部により結合され、前記カシメ部は、q軸磁路外に配置されており、前記ロータコアの外表面において

50

、前記外表面に向かって延びる突部を残すように切欠きが形成され、前記突部に前記カシメ部が形成されていることを要旨とする。

【0007】

請求項1に記載の発明によれば、電磁鋼板同士を結合するカシメ部がq軸磁路外に配置されているので、リラクタンストルクを利用する回転電機において突極比を低下させずにロータコアを形成することができる。

【0009】

請求項2に記載のように、請求項1に記載の回転電機のロータにおいて、前記ロータコアに埋め込まれる永久磁石のq軸側端部に形成されたフラックスバリア内に突出する突起にカシメ部が形成されているとよい。

10

【0010】

請求項3に記載のように、請求項2に記載の回転電機のロータにおいて、前記突起は、前記永久磁石の位置決め突起であるとよい。

請求項4に記載の発明では、コイルを巻装したステータの内周側に円筒状のロータコアの外周面がギャップを介して対向するように配置された回転電機のロータであって、前記ロータコアは、電磁鋼板を積層して構成され、前記電磁鋼板同士は、カシメ部により結合され、前記カシメ部は、q軸磁路外に配置されており、前記ロータコアに埋め込まれる永久磁石のq軸側端部に形成されたフラックスバリア内に突出する突起にカシメ部が形成されており、前記突起は、前記永久磁石から離間した位置に形成されていることを要旨とする。

20

請求項5に記載のように、請求項2に記載の回転電機のロータにおいて、前記突起は、前記永久磁石から離間した位置に形成されているとよい。

【0011】

請求項6に記載のように、請求項2～5のいずれか1項に記載の回転電機のロータにおいて、前記カシメ部が形成される前記突起は、フラックスバリアにおける内壁のうち内径側壁面から外径側壁面に向かって突出しているとよい。

【0012】

請求項7に記載のように、請求項1～6のいずれか1項に記載の回転電機のロータにおいて、前記ロータコアは、q軸磁路に沿って延びるフラックスバリアを有し、前記フラックスバリアは、内壁のうち内径側壁面がq軸磁路に沿った位置より隣の磁極側へ広がって形成されているとよい。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、突極比を低下させずにロータコアを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態における回転電機の模式図。

【図2】(a)は実施形態における回転電機の部分拡大模式図、(b)は(a)のA-A線での断面模式図。

40

【図3】実施形態におけるd軸磁束を表す回転電機の部分拡大模式図。

【図4】実施形態におけるq軸磁束を表す回転電機の部分拡大模式図。

【図5】(a)は別例における回転電機の部分拡大模式図、(b)は(a)のB-B線での断面模式図。

【図6】(a)は別例における回転電機の部分拡大模式図、(b)は(a)のC-C線での断面模式図、(c)は他の別例における回転電機の部分拡大模式図。

【図7】背景技術を説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

50

図 1 に示すように、回転電機 10 は、磁石埋込式回転電機であって、ロータ（回転子）20 と、ステータ（固定子）100 とを備える。円筒状をなすロータ 20 の外周側にステータ 100 が配置されている。ステータ 100 の内周面は、ロータ 20 の外周面とギャップ G（図 2（a）参照）を介して対向している。なお、図は何れも模式図であり、形状を強調して記載している。回転電機 10 は、極数が「4」である。

【0016】

図 1 および図 2（a）に示すように、ステータ 100 は、ステータコア 101 が円筒状をなし、ステータコア 101 の内側には周方向に複数（36 個）のスロット 102 が形成されている。各スロット 102 は内周面に開口している。スロット 102 間にティース 103 が形成されている。ステータ 100 は一極あたりのスロット数が「9」であり（一極あたりのティース数が「9」であり）、一極あたりの中心 O からの角度 r は 90° である。等間隔で設けられているティース 103 には、3 相交流が通電されるコイル（巻線）104 が巻回されている。このように、ステータ 100 は、内周側にコイル 104 が巻回されたティース 103 が周方向に並設され、コイル 104 を巻装した構成となっている。

【0017】

ステータ 100 の内側にはロータ 20 が配置されており、ロータ 20 は、略円板状の電磁鋼板を複数枚（例えば数十枚）積層した円筒状のロータコア 30 を備え、ロータコア 30 の中心にシャフト 50 が貫挿されている。ロータ 20 は、ロータコア 30 の外周面がティース 103 と所定の間隔を置いた状態で、図示しないハウジングの軸受けにシャフト 50 を介して回転可能に支持されている。このように、ロータ 20 が、ステータ 100 の内周側にロータコア 30 の外周面がギャップ G を介して対向するように配置されている。

【0018】

ロータコア 30 に、永久磁石 40, 41 が、q 軸側端部にフラックスバリア 33, 34, 35, 36 を配する状態で径方向において複数層埋め込まれている。詳しくは、ロータコア 30 には円弧状の永久磁石挿入孔 31, 32 が形成されている。永久磁石挿入孔 31, 32 は軸方向に延びている。内径側に永久磁石挿入孔 31 が位置しているとともに外径側に永久磁石挿入孔 32 が位置している。円弧状の永久磁石挿入孔 31 には、円弧状の永久磁石 40 が挿入されている。永久磁石 40 は d 軸上に位置し、永久磁石 40 は厚さ方向に着磁されている。円弧状の永久磁石挿入孔 32 には、円弧状の永久磁石 41 が挿入されている。永久磁石 41 は d 軸上に位置し、永久磁石 41 は厚さ方向に着磁されている。

【0019】

図 1 に示すように、隣り合う領域（一極）に配置された永久磁石 40 同士および永久磁石 41 同士は、ロータ 20 の外周側が異なる極になるように配置されている。例えば、ある永久磁石 40 が、ティース 103 側が S 極になるように配置されると、隣の領域（一極）に配置される永久磁石 40 は、ティース 103 側が N 極になるように配置される。

【0020】

ロータコア 30 は、永久磁石挿入孔 31 の q 軸側の端部に連続する状態で延びる円弧状のフラックスバリア（孔）33, 34 を有する。同様に、ロータコア 30 は、永久磁石挿入孔 32 の q 軸側の端部に連続する状態で延びる円弧状のフラックスバリア（孔）35, 36 を有する。フラックスバリア 33, 34, 35, 36 は軸方向に延びている。

【0021】

図 3 には、d 軸磁束を可視化したものを示す。図 4 には、q 軸磁束を可視化したものを示す。なお、図 3, 4 は永久磁石挿入孔 31, 32、フラックスバリア 33 ~ 36 および永久磁石 40, 41 がない場合の磁束を示しているが、参考に永久磁石挿入孔 31, 32、フラックスバリア 33 ~ 36 および永久磁石 40, 41 を一点鎖線で示す。

【0022】

図 2（a）に示すように、フラックスバリア 33, 34 は、q 軸磁束（図 4 参照）に沿って延びている。フラックスバリア 35, 36 は、q 軸磁束（図 4 参照）に沿って延びている。フラックスバリア 33, 34 は内径側に位置し、フラックスバリア 35, 36 は外径側に位置しており、ロータコア 30 は、径方向に形成された複数層のフラックスバリア

10

20

30

40

50

を有する。

【 0 0 2 3 】

フラックスバリア 3 3 は、内壁として、内径側壁面 3 3 a を有するとともに外径側壁面 3 3 b を有する。フラックスバリア 3 3 の外径側壁面 3 3 b は円弧状をなしている。フラックスバリア 3 4 は、内壁として、内径側壁面 3 4 a を有するとともに外径側壁面 3 4 b を有する。フラックスバリア 3 4 の外径側壁面 3 4 b は円弧状をなしている。

【 0 0 2 4 】

フラックスバリア 3 5 は、内壁として、内径側壁面 3 5 a を有するとともに外径側壁面 3 5 b を有する。フラックスバリア 3 5 の外径側壁面 3 5 b は円弧状をなし、フラックスバリア 3 5 の内径側壁面 3 5 a は直線状に延びている。フラックスバリア 3 6 は、内壁として、内径側壁面 3 6 a を有するとともに外径側壁面 3 6 b を有する。フラックスバリア 3 6 の外径側壁面 3 6 b は円弧状をなし、フラックスバリア 3 6 の内径側壁面 3 6 a は直線状に延びている。

10

【 0 0 2 5 】

円弧状の永久磁石挿入孔 3 1、フラックスバリア 3 3、3 4 の円弧の中心 O 1 はロータコア 3 0 の外周面よりも外径側となっている。円弧状の永久磁石挿入孔 3 2、フラックスバリア 3 5、3 6 の円弧の中心 O 2 はロータコア 3 0 の外周面よりも外径側となっている。円弧の中心 O 1 および円弧の中心 O 2 は d 軸上に位置する。

【 0 0 2 6 】

径方向に形成された複数層のフラックスバリア 3 3、3 4 および 3 5、3 6 のうちの最も内径側の層のフラックスバリア 3 3、3 4 は、内壁のうち内径側壁面 3 3 a、3 4 a が q 軸磁束に沿った位置より隣の磁極側へ広がって形成されている。より詳しくは、フラックスバリア 3 3、3 4 の内径側壁面 3 3 a、3 4 a が、磁極の境界 B m に平行である。

20

【 0 0 2 7 】

図 2 (a) に示すように、ロータコア 3 0 の外表面において、外表面に向かって延びる突部 3 8 を残すように切欠き (凹部) 3 7 が形成されている。切欠き 3 7 は d 軸上において軸方向に延びている。切欠き 3 7 は一極あたり 1 つの形成され、d 軸に対称に設けられている。切欠き 3 7 は図 4 に示すように q 軸磁路外に形成されている。また、切欠き 3 7 は円弧状をなし、その中央部分において、図 2 (a) に示すように、突部 3 8 が形成され、突部 3 8 にカシメ部 3 9 が形成されている。カシメ部 3 9 において、ロータコア 3 0 を積層して構成する電磁鋼板 6 0 同士が結合されている。カシメ部 3 9 は q 軸磁路外に配置されている。

30

【 0 0 2 8 】

カシメ部 3 9 は図 2 (b) に示すように各電磁鋼板 6 0 に四角形の突起 6 1 を形成して各電磁鋼板 6 0 を重ねて加圧することにより各電磁鋼板 6 0 の突起 6 1 同士が金属の塑性変形により固定されている。また、カシメ部 3 9 においては電磁鋼板 6 0 には歪が加えられ、磁気性能が低下する。カシメ部 3 9 は、図 2 (a) の電磁鋼板 6 0 の平面視において四角形をなしている。

【 0 0 2 9 】

次に、このように構成した回転電機 1 0 の作用を説明する。

40

回転電機が駆動される場合は、ステータ 1 0 0 のコイル 1 0 4 に 3 相の電流が供給されてステータ 1 0 0 に回転磁界が発生し、ロータ 2 0 に回転磁界が作用する。そして、回転磁界と永久磁石 4 0、4 1 との間の磁気的な吸引力および反発力によりロータ 2 0 が回転磁界と同期して回転する。

【 0 0 3 0 】

本実施形態におけるロータ構造は、外表面に切欠き (大きな溝) 3 7 を設けており、その切欠き (空間) を利用し、カシメ部 3 9 にて電磁鋼板 6 0 の固定を行う。ロータコア 3 0 の外周に、十分大きな外周溝である切欠き 3 7 を設けることで、カシメ部 3 9 が外周にはみ出ることがない。そのため、ロータ 2 0 とステータ 1 0 0 のクリアランス (ギャップ G) に問題が生じない。

50

【0031】

つまり、本実施形態のロータ20のようにロータコア30のほぼ全体を磁路として利用している場合、特許文献1のようなカシメ部を設けると、性能(トルク等)が著しく低下する。また、磁路として利用されていない(磁束密度が低い部位)内径側でのカシメでは、十分な接合強度を得ることが難しい。

【0032】

本実施形態では、ロータコア30の外表面に切欠き37を設けるとともに切欠き37にカシメ部39を設ける。即ち、電磁鋼板60の固定のためのカシメ部39をロータコア30の磁路内に配置することなく(トルク低下なく)、電磁鋼板60の固定を行う。こうすることで、ロータ20のq軸磁路を妨げずq軸インダクタンス L_q を低下させずに、即ち突極比(L_q/L_d)を低下させることなく電磁鋼板60を固定することができる。また、ロータコア30の外周側の固定となるため、ロータコア30の内径側の固定に比べて高い接合強度を得ることができる。その結果、ロータコア30の外周面での電磁鋼板60の開き等の不都合も発生しにくくなる。

10

【0033】

また、カシメ部39は電磁鋼板60が劣化するので磁路になりにくく、漏れ磁束は生じにくい。

なお、カシメ部39の形状は四角形であったがカシメ部39の形状は丸型でもよく、要は、ロータ20とステータ100とのクリアランス(ギャップG)に影響がない限り形状に制限はない。

20

【0034】

また、図2(a)に示すように、永久磁石挿入孔を除くフラックスバリア33, 34の内径側壁面33a, 34aにおいて、磁束密度を飽和させない幅まで磁路の幅を狭くする形状を採用してd軸磁路におけるフラックスバリアの幅を広げることにより図3に示すように効果的にd軸磁束を妨げることができる。その結果、d軸インダクタンス L_d が低下し、突極比(L_q/L_d)を増加させることができる。このようにして、磁束密度に余裕のある部位の形状工夫により、q軸インダクタンス L_q の変化を少なくしつつd軸インダクタンス L_d を小さくすることで、突極比(L_q/L_d)を増加させ、リラクタンストルクを増加させることができる。

【0035】

上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

30

(1) 回転電機のロータ20の構成として、コイル104を巻装したステータ100の内周側に円筒状のロータコア30の外周面がギャップGを介して対向するように配置された回転電機10のロータ20である。ロータコア30は、電磁鋼板60を積層して構成され、電磁鋼板60同士は、カシメ部39により結合され、カシメ部39は、q軸磁路外に配置されている。

【0036】

よって、電磁鋼板60同士を結合するカシメ部39がq軸磁路外に配置されているので、リラクタンストルクを利用する回転電機において突極比(L_q/L_d)を低下させずにロータコア30を形成することができる。

40

【0037】

(2) ロータコア30の外表面において、外表面に向かって延びる突部38を残すように切欠き37が形成され、突部38にカシメ部39が形成されている。よって、漏れ磁束を抑制することができる。

【0038】

(3) ロータコア30は、q軸磁路に沿って延びるフラックスバリア33, 34を有し、フラックスバリア33, 34は、内壁のうち内径側壁面33a, 34aがq軸磁路に沿った位置より隣の磁極側へ広がって形成されている。つまり、q軸磁路に磁束密度余裕があり、有効にロータコア30を活用しきれていないことを考慮して、ロータコア30におけるq軸磁路に沿って延びるフラックスバリア33, 34は、内壁のうち内径側壁面33

50

a, 34aがq軸磁路に沿った位置より隣の磁極側へ広がって形成されている。これにより、q軸インダクタンス L_q の変化を少なくしつつd軸インダクタンス L_d を小さくすることにより突極比(L_q/L_d)を大きくすることができる。

【0039】

実施形態は前記に限定されるものではなく、例えば、次のように具体化してもよい。

・永久磁石40, 41はなくてもよい。つまり、リラクタンスモータに適用してもよい。この場合、図1, 2における永久磁石挿入孔31とフラックスバリア33, 34とにより連続するフラックスバリアが構成されるとともに、永久磁石挿入孔32とフラックスバリア35, 36により連続するフラックスバリアが構成される。

【0040】

・図2に代わり図5に示すように構成してもよい。図5において、ロータコア30に、永久磁石40, 41がq軸側端部にフラックスバリア33, 34, 35, 36が配された状態で埋め込まれ、フラックスバリア33, 34, 35, 36における永久磁石40, 41の両側の位置決め突起150, 151, 152, 153に、カシメ部160, 161, 162, 163が形成されている。よって、漏れ磁束を抑制することができる。

【0041】

以下、詳しく説明する。

各カシメ部160, 161, 162, 163は、図5(b)に示すように各電磁鋼板60に四角形の突起164を形成して各電磁鋼板60を重ねて加圧することにより各電磁鋼板60の突起164同士が金属の塑性変形により固定されている。

【0042】

図5(a)に示すように、電磁鋼板60の固定のためのカシメ部160, 161, 162, 163をロータ20の磁路内に配置することなく(トルク低下なく)、また、永久磁石40, 41からの漏れ磁束を低減するように鋼板の固定が行われる。

【0043】

また、内部に大きな空間であるフラックスバリア33, 34, 35, 36を設けており、その溝(空間)を利用し、カシメ部160, 161, 162, 163にて電磁鋼板60の固定を行うので、q軸磁路として利用していない空間を利用するため、トルクの低下が発生しない。

【0044】

さらに、永久磁石40, 41の固定のための部位である位置決め突起150, 151, 152, 153にカシメ部を利用することにより、カシメ部による電磁鋼板60の磁気特性の劣化を積極的に活用できる。即ち、永久磁石の位置決めのための位置決め突起においては、位置決め突起を通したショートカットである漏れ磁束が生じやすくトルク低減の要因となりやすい。図5(a)の場合にはカシメ部160, 161, 162, 163は、電磁鋼板60が劣化するので磁路になりにくく、位置決め突起150, 151, 152, 153を通したショートカットである漏れ磁束は生じにくい。このようにして、位置決め突起150, 151, 152, 153に設けたカシメ部160, 161, 162, 163により永久磁石40, 41からの漏れ磁束の低減してトルクの低下を防止することができる。

【0045】

このようにロータコア30のほぼ全体を磁路として利用している場合、特許文献1のようなカシメ部を設けると性能(トルク等)が著しく低下する。また、磁路として利用されていない(磁束密度が低い部位)内径側でのカシメでは十分な接合強度を得ることが難しい。

【0046】

図5の構成によれば、磁路として活用していない空隙部(フラックスバリア33, 34, 35, 36)にカシメ部160, 161, 162, 163を設けることで、ロータ20の磁路を妨げることなく電磁鋼板60を固定することができる。また、ロータコア30の外周側の固定となるため、ロータコア30の内径側を固定するのに比べて高い接合強度を

10

20

30

40

50

得ることができ、ロータコア 30 の外周面での電磁鋼板 60 の開き等の不都合も発生しづらい。

【0047】

図 5 を用いて説明したように、ロータコア 30 に埋め込まれる永久磁石 40, 41 の q 軸側端部に形成されたフラックスバリア 33, 34, 35, 36 内に突出する突起 150, 151, 152, 153 にカシメ部 160, 161, 162, 163 が形成されている。特に、突起 150, 151, 152, 153 は、永久磁石 40, 41 の位置決め突起である。また、カシメ部 160, 161, 162, 163 が形成される突起 150, 151, 152, 153 は、フラックスバリア 33, 34, 35, 36 における内壁のうち内径側壁面 33a, 34a, 35a, 36a から外径側壁面 33b, 34b, 35b, 36b 10 に向かって突出している。

【0048】

なお、図 5 におけるカシメ部 160, 161, 162, 163 の形状は空隙（フラックスバリア 33, 34, 35, 36）を短絡させない限り、形状に制約はない。図 5 (a) の電磁鋼板 60 の平面視においてはカシメ部 160, 161, 162, 163 は四角形としている。

【0049】

・図 2 に代わり、図 6 (a), (b) に示すように構成してもよい。つまり、図 5 において永久磁石 40, 41 の位置決め突起 150, 151, 152, 153 にカシメ部 160, 161, 162, 163 を形成しにくい場合に図 6 (a), (b) の構成とするともよい。 20

【0050】

以下、詳しく説明する。

図 6 (a) においてもロータコア 30 は、q 軸磁路に沿って延びるフラックスバリア 33, 34, 35, 36 を有し、そのうちフラックスバリア 33, 34 は、内壁のうち内径側壁面 33a, 34a が q 軸磁路に沿った位置より隣の磁極側へ広がって形成されている。ロータコア 30 に埋め込まれる永久磁石 40, 41 の q 軸側端部に形成されたフラックスバリア 33, 34, 35, 36 内に突出する突起 170, 171, 172, 173 にカシメ部 180, 181, 182, 183 が形成されている。突起 170, 171, 172, 173 は、永久磁石 40, 41 から離間した位置に形成されている。詳しくは、突起 170, 171, 172, 173 は、q 軸磁路に沿って延びるフラックスバリア 33, 34, 35, 36 における内壁のうち内径側壁面 33a, 34a, 35a, 36a に形成されている。特に、フラックスバリア 33, 34 においては突起 170, 171 は、q 軸磁路に沿った位置より隣の磁極側へ広がった部位（磁極の境界 Bm に平行な部位）と、永久磁石 40 の位置決め突起 150, 151 との間に形成されている。 30

【0051】

カシメ部 180, 181, 182, 183 が形成される突起 170, 171, 172, 173 は、フラックスバリア 33, 34, 35, 36 における内壁のうち内径側壁面 33a, 34a, 35a, 36a から外径側壁面 33b, 34b, 35b, 36b に向かって突出している。突起 170, 171, 172, 173 は、周囲がフラックスバリア 33, 34, 35, 36 に囲まれている。 40

【0052】

各カシメ部 180, 181, 182, 183 は、図 6 (b) に示すように各電磁鋼板 60 に四角形の突起 184 を形成して各電磁鋼板 60 を重ねて加圧することにより各電磁鋼板 60 の突起 184 同士が金属の塑性変形により固定されている。

【0053】

このように、電磁鋼板 60 の固定のためのカシメ部 180, 181, 182, 183 をロータ 20 の磁路内に配置することなく（トルク低下なく）、また、永久磁石 40, 41 からの漏れ磁束を低減するように電磁鋼板 60 の固定を行うことができる。

【0054】

つまり、ロータ構造は、内部に大きな空間であるフラックスバリア33, 34, 35, 36を設けており、その溝(空間)を利用し、カシメ部180, 181, 182, 183にて電磁鋼板60の固定を行う。このとき、q軸磁路として利用していない空間を利用するため、トルクの低下が発生しない。即ち、磁路として活用していない空隙部(フラックスバリア33, 34, 35, 36)にカシメ部180, 181, 182, 183を設けることで、ロータ20の磁路を妨げることなく電磁鋼板60の固定ができる。また、ロータコア30の外周側の固定となるため、ロータコア30の内径側を固定するのに比べて高い接合強度を得ることができ、ロータコア30の外周面での電磁鋼板60の開き等の不都合も発生しづらい。

【0055】

図6(a), (b)におけるカシメ部180, 181, 182, 183の形状は空隙(フラックスバリア33, 34, 35, 36)を短絡させない限り、形状に制約はない。図6(a)の電磁鋼板60の平面視においてはカシメ部180, 181, 182, 183は四角形としている。

【0056】

なお、図6(a), (b)においては、永久磁石40, 41の位置決め突起150, 151, 152, 153とは別の突起170, 171, 172, 173においてカシメ部180, 181, 182, 183を形成した。これに代わり、位置決め突起150, 151, 152, 153が無い場合において突起170, 171, 172, 173にカシメ部180, 181, 182, 183を形成してもよい。つまり、例えば、治具を用いて永久磁石40, 41をロータコア30の永久磁石挿入孔31, 32の所定の位置に挿入して接着剤で固定する場合に適用してもよい。

【0057】

また、図6(c)に示すように、カシメ部191が形成される突起190は、フラックスバリア33, 34, 35, 36における内壁のうち外径側壁面33b, 34b, 35b, 36bに設け、外径側壁面33b, 34b, 35b, 36bから内径側壁面33a, 34a, 35a, 36aに向かって突出していてもよい。なお、図6(c)に比べ図6(a)のようにフラックスバリア33, 34, 35, 36における内壁のうち内径側壁面33a, 34a, 35a, 36aに突起170, 171, 172, 173を設ける方がカシメ部を形成しやすい。

【0058】

・フラックスバリアおよび永久磁石は径方向において2層設けたが、3層以上でもよくその層数は問わない。

・極数は4極に限らない。4極より多くても、少なくともよい。

【符号の説明】

【0059】

10...回転電機、20...ロータ、30...ロータコア、33, 34, 35, 36...フラックスバリア、33a, 34a, 35a, 36a...内径側壁面、33b, 34b, 35b, 36b...外径側壁面、37...切欠き、38...突部、39...カシメ部、40, 41...永久磁石、60...電磁鋼板、100...ステータ、104...コイル、150, 151, 152, 153...位置決め突起、160, 161, 162, 163...カシメ部、170, 171, 172, 173...突起、180, 181, 182, 183...カシメ部、190...突起、191...カシメ部、G...ギャップ。

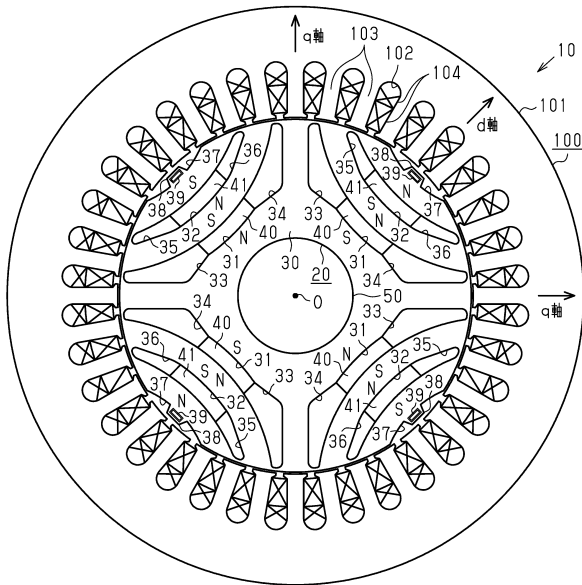
10

20

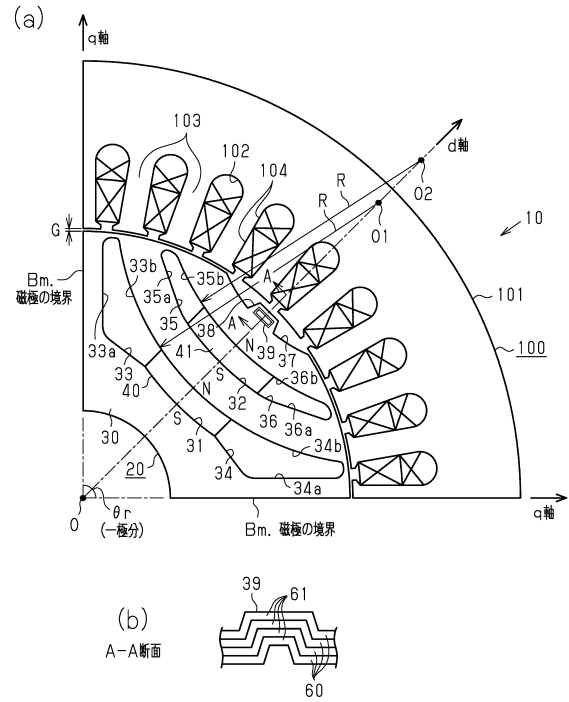
30

40

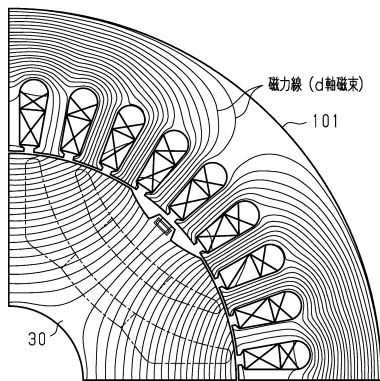
【図1】



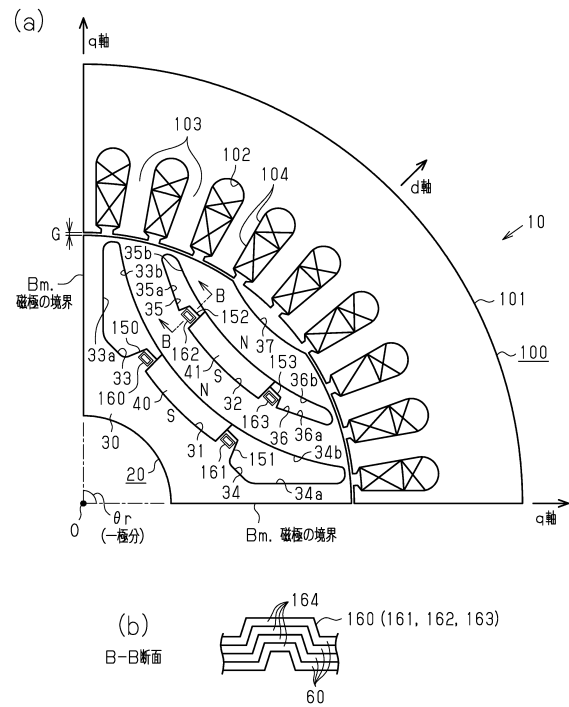
【図2】



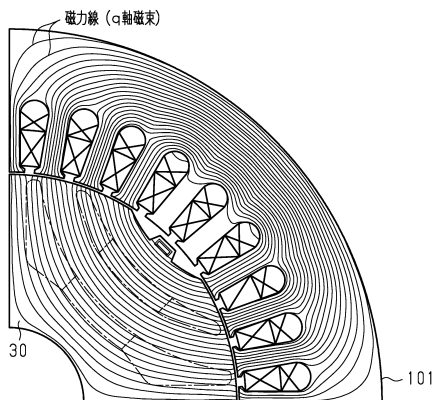
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-206051(JP,A)
特開2014-100048(JP,A)
特開2005-341655(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 1/27