

(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2018-129938
(P2018-129938A)

(43) 公開日 平成30年8月16日(2018.8.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 1/27 (2006.01)	H02K 1/27 501A	5H622
	H02K 1/27 501K	
	H02K 1/27 501M	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2017-21423 (P2017-21423)
(22) 出願日 平成29年2月8日(2017.2.8)

(71) 出願人 000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100146835
弁理士 佐伯 義文
(74) 代理人 100175802
弁理士 寺本 光生
(74) 代理人 100094400
弁理士 鈴木 三義
(74) 代理人 100126664
弁理士 鈴木 慎吾

最終頁に続く

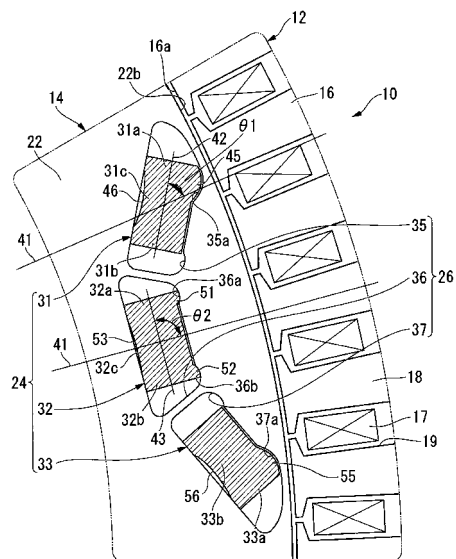
(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石の減磁を抑制してトルクを向上させることができる回転電機を提供する。

【解決手段】 回転電機10は、ロータコア22に複数の磁石群24が埋設されている。磁石群24は、第1~第3の磁石31~33を備える。第1磁石31は、ロータコア22の外周面22b側の部位が外周面22bへ向けて膨出されている。すなわち、第1磁石31は膨出部45を有する。第3磁石33は、ロータコア22の外周面22b側の部位が外周面22bへ向けて膨出されている。すなわち、第3磁石33は膨出部55を有する。また、第2磁石32は、両端部に第1膨出部51および第2膨出部52を有する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータコアに複数の永久磁石が埋設された回転電機において、
前記永久磁石の端部には、前記ロータコアの外周面へ向けて膨出する膨出部が形成されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

前記永久磁石は、前記ロータコアの軸線方向から見てV字状に複数個配置され、
複数個の永久磁石のうち、前記ロータコアの半径方向に対して傾斜状に配置された永久磁石において、前記ロータコアの外周面に近い方の端部には、前記ロータコアの外周面へ向けて膨出する膨出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。

10

【請求項 3】

前記永久磁石は、前記ロータコアの軸線方向から見て一文字状で、かつ、前記ロータコアの半径方向に対して直交するように配置され、
前記永久磁石の両端部には、前記ロータコアの外周面へ向けて膨出する膨出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。

【請求項 4】

前記永久磁石は、
前記ロータコアの外周面側の面の中央部に、前記外周面の反対側に凹む中央凹部が形成され、または、前記外周面の反対側の面の中央部に、前記外周面側に凹む中央凹部が形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、回転電機のロータのなかにはロータコアに複数の永久磁石が埋設された永久磁石埋設型ロータが知られている。このロータコアにはフラックスバリアが形成されている。フラックスバリアは永久磁石の端部に接し、かつ、ロータコアの外周面に近接する位置まで延びている（例えば、特許文献 1 参照）。

30

ロータコアにフラックスバリアを設けることにより、磁石端部におけるパーミアンス係数の低下を抑制でき、回転電機の減磁耐力を上げることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 199946 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、永久磁石は断面が均等の矩形体に形成され、永久磁石は端部が減磁しやすい。このため、永久磁石の磁石磁束を効率よく取り出すことが難しく、そのことが、回転電機のトルクを向上させる妨げになっている。

40

【0005】

そこで、この発明は、永久磁石の減磁を抑制してトルクを向上させることができる回転電機を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、請求項 1 に記載した発明は、ロータコア（例えば、実施形態のロータコア 22）に複数の永久磁石（例えば、実施形態の第 1 ~ 第 3 の磁石 31 ~ 33）が埋設された回転電機において、前記永久磁石の端部（例えば、実施形態の一方端

50

部 3 1 a , 3 2 a , 3 3 a , 7 5 a , 9 0 a , 1 0 0 a、および他方端部 3 2 b , 7 5 b , 9 0 b , 1 0 0 b) には、前記ロータコアの外周面 (例えば、実施形態のロータコアの外周面 2 2 b) へ向けて膨出する膨出部 (例えば、実施形態の膨出部 4 5 , 5 5、第 1 膨出部 5 1 , 8 1 , 9 1 , 1 0 1、第 2 膨出部 5 2 , 8 2 , 9 2 , 1 0 2) が形成されていることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

このように、永久磁石の端部に膨出部を形成した。よって、永久磁石のうち減磁しやすい端部の厚さ寸法を大きくできる。これにより、永久磁石の端部の減磁を抑制でき、回転電機のトルクを向上させることができる。

また、永久磁石の端部に膨出部を形成することにより、永久磁石の端部のパーミアンス係数を、永久磁石の中央部のパーミアンス係数まで高めることができる。これにより、永久磁石のパーミアンス分布を均一化でき、磁石磁束を効率例に取り出すことができる。

【 0 0 0 8 】

ここで、ロータコアのフラックスバリアを利用して、ロータコアの外周面側のフラックスバリアに永久磁石の膨出部形成することも可能である。この場合、ロータコアの外周面側のフラックスバリアを小さくできる。これにより、磁気抵抗を小さく抑えることができ、磁石磁束を効率的に取り出すことができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 に記載した発明は、前記永久磁石は、前記ロータコアの軸線方向から見て V 字状に複数個配置され、複数個の永久磁石のうち、前記ロータコアの半径方向に対して傾斜状に配置された永久磁石 (例えば、実施形態の第 1、第 3 の磁石 3 1 , 3 3) において、前記ロータコアの外周面に近い方の端部 (例えば、実施形態の一方端部 3 1 a , 3 3 a) には、前記ロータコアの外周面へ向けて膨出する膨出部 (例えば、実施形態の膨出部 4 5 , 5 5) が形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

ここで、永久磁石の両端部のうちロータコアの外周面に近い方の端部が減磁しやすい。そこで、請求項 2 において、永久磁石の両端部のうちロータコアの外周面に近い方の端部に膨出部を形成した。これにより、永久磁石のうち減磁しやすい端部の厚さ寸法を大きくでき、永久磁石の端部の減磁を抑制できる。

また、永久磁石の端部に膨出部を形成することにより、永久磁石の端部のパーミアンス係数を、永久磁石の中央部のパーミアンス係数まで高めることができる。これにより、永久磁石のパーミアンス分布を均一化でき、磁石磁束を効率例に取り出すことができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載した発明は、前記永久磁石 (例えば、実施形態の永久磁石 7 5 , 9 0 , 1 0 0) は、前記ロータコアの軸線方向から見て一文字状で、かつ、前記ロータコアの半径方向に対して直交するように配置され、前記永久磁石の両端部 (例えば、実施形態の一方端部 7 5 a , 9 0 a , 1 0 0 a、他方端部 7 5 b , 9 0 b , 1 0 0 b) には、前記ロータコアの外周面へ向けて膨出する膨出部 (例えば、実施形態の第 1 膨出部 8 1 , 9 1 , 1 0 1、第 2 膨出部 8 2 , 9 2 , 1 0 2) が形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

このように、永久磁石はロータコアの半径方向に対して直交する方向に一文字状に配置されている。よって、永久磁石の両端部がロータコアの外周面に近い位置に配置される。そこで、永久磁石の両端部に、ロータコアの外周面へ向けて膨出する膨出部を形成した。これにより、永久磁石のうち減磁しやすい両端部の厚さ寸法を大きくでき、永久磁石の両端部の減磁を抑制できる。

【 0 0 1 3 】

また、永久磁石の両端部を膨出させることにより、両端部のパーミアンス係数を、永久磁石の中央部のパーミアンス係数まで高めることができる。これにより、永久磁石のパーミアンス分布を均一化でき、磁石磁束を効率例に取り出すことができる。

さらに、永久磁石の両端部のパーミアンス係数を高くすることにより、永久磁石の両端

10

20

30

40

50

部の減磁を防ぐためのフラックスバリアを除去、あるいは小さく抑えることができる。これにより、永久磁石の磁石磁束を最大限に活用することができる。

【0014】

請求項4に記載した発明は、前記永久磁石は、前記ロータコアの外周面側の面の中央部（例えば、実施形態の中央部75c, 90c, 100c）に、前記外周面の反対側に凹む中央凹部（例えば、実施形態の中央凹部83, 93, 103）が形成され、または、前記外周面の反対側の面の中央部（例えば、実施形態の中央部31c, 32c, 33b）に、前記外周面側に凹む中央凹部（例えば、実施形態の中央凹部46, 53, 56）が形成されていることを特徴とする。

【0015】

このように、永久磁石の中央部に中央凹部を形成した。すなわち、永久磁石の端部を膨出させた分だけ、永久磁石の中央部に中央凹部を形成することができる。これにより、永久磁石を矩形体に形成した場合と比べて、永久磁石の体積を増やすことなく、永久磁石の両端部を、永久磁石の中央部と同様に減磁を起し難くすることができる。

また、永久磁石の中央部に中央凹部を形成することにより、永久磁石の中央部のパーミアン係数を永久磁石の両端部のパーミアン係数に一層近づけることができる。よって、永久磁石の全体のパーミアン分布を一層均一化できる。これにより、永久磁石の動作点を $BHmax$ (永久磁石の最大エネルギー積) に近づけることができ、回転電機のトルク密度(トルク)を向上させることができる。

【発明の効果】

【0016】

この発明によれば、永久磁石の端部においてロータコアの外周面側の部位を外周面へ向けて膨出させた。よって、永久磁石のうち減磁しやすい端部の厚さ寸法を大きくできる。これにより、永久磁石の端部の減磁を抑制でき、回転電機のトルクを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1実施形態における回転電機を示す断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態における回転電機を示す図1のII部拡大図である。

【図3】本発明の第1実施形態における回転電機のトルクと電流位相との関係を説明するグラフである。

【図4】本発明の第1実施形態における回転電機の誘導電圧低下率と磁石温度との関係を説明するグラフである。

【図5】本発明の第2実施形態における回転電機を示す断面図である。

【図6】本発明の第2実施形態における回転電機のパーミアン係数を説明するグラフである。

【図7】本発明の第2実施形態における回転電機のトルクを説明するグラフである。

【図8】本発明の第3実施形態における永久磁石を示す平面図である。

【図9】本発明の第4実施形態における永久磁石を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

次に、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

[第1実施形態]

図1に示すように、回転電機10は、ステータ12と、ロータ14とを備えている。

ステータ12は、環状のステータコア16と、ステータコア16に複数配列されたコイル17とを備えている。

ステータコア16は、例えば、プレス抜きされた複数枚の磁性体製の鋼板が積層されて構成されている。磁性体製の鋼板として珪素鋼板が挙げられる。ステータコア16は、内周壁16aに沿って複数配列されたティース18と、ティース18間に形成されたスロット19とを有する。

10

20

30

40

50

スロット 19 は、ステータコア 16 の内周壁 16 a に沿って等ピッチで配列されている。スロット 19 にステータコア 16 が取り付けられている。

【0019】

ロータ 14 は、ロータコア 22 と、ロータコア 22 内に V 字状に埋設された複数の磁石群 24 とを備えている。

ロータコア 22 は、例えば、プレス抜きされた複数枚の磁性体製の鋼板が積層されて構成されている。磁性体製の鋼板として珪素鋼板が挙げられる。ロータコア 22 は、磁石群 24 を収容する磁石収容部 26 を複数個有する。ロータコア 22 の中心部にはロータ軸孔 22 a が貫通されている。ロータ軸孔 22 a には出力軸（図示略）が貫通された状態で固定されている。

【0020】

図 2 に示すように、磁石群 24 は、複数個の永久磁石として、第 1 磁石 31 と、第 2 磁石 32 と、第 3 磁石 33 とを備えている。また、磁石収容部 26 は、第 1 磁石 31 を収納する第 1 収納部 35 と、第 2 磁石 32 を収納する第 2 収納部 36 と、第 3 磁石 33 を収納する第 3 収納部 37 とを備えている。

第 1 磁石 31 は、第 1 収納部 35 に埋設されている。第 2 磁石 32 は、第 2 収納部 36 に埋設されている。第 3 磁石 33 は、第 3 収納部 37 に埋設されている。これにより、磁石群 24（すなわち、第 1 磁石 31 と、第 2 磁石 32 と、第 3 磁石 33）は、ロータ 14 の中心軸 23 を軸として回転対称に配置されている。また、磁石群 24（すなわち、第 1 磁石 31 と、第 2 磁石 32 と、第 3 磁石 33）は、ロータコア 22 の周方向に交互に異なる磁極となるようにロータコア 22 内に磁極として埋設されている。

【0021】

第 1 磁石 31 は、ロータ 14 の中心軸 23（図 1 参照）から半径方向外側に延びる直線 41 に対して第 1 磁石 31 が傾斜した状態に交差されている。具体的には、第 1 磁石 31 は、長手方向に延びる直線 42 が半径方向の直線 41 に対して傾斜角 θ だけ傾斜した状態に交差されている。第 1 磁石 31 は、両端部のうち、一方端部 31 a がロータコア 22 の外周面 22 b の近傍に配置され、他方端部 31 b が一方端部 31 a よりロータ 14 の内側に配置されている。

【0022】

ここで、第 1 磁石 31 の一方端部 31 a と他方端部 31 b のうち、ロータコア 22 の外周面 22 b に近い方の端部（すなわち、一方端部 31 a）が減磁しやすいことが知られている。

よって、第 1 磁石 31 は、一方端部 31 a のうち、ロータコア 22 の外周面 22 b 側の部位に膨出部 45 が形成されている。膨出部 45 は、ロータコア 22 の外周面 22 b 側の部位から外周面 22 b へ向けて湾曲状に膨出されている。すなわち、第 1 磁石 31 は、減磁しやすい一方端部 31 a の厚さ寸法が大きく形成されている。これにより、第 1 磁石 31 の一方端部 31 a の減磁を抑制できる。

【0023】

また、第 1 磁石 31 の一方端部 31 a を膨出させることにより、一方端部 31 a のパーミアンス係数を高くできる。一方、第 1 磁石 31 の中央部 31 c のパーミアンス係数は高く保たれている。これにより、第 1 磁石 31 のパーミアンス分布を均一化でき、磁石磁束を効率例に取り出すことができる。

【0024】

さらに、第 1 磁石 31 の一方端部 31 a に膨出部 45 が形成されることにより、第 1 磁石 31 の中央部 31 c に中央凹部 46 を形成できる。具体的には、第 1 磁石 31 は、中央部 31 c のうち外周面 22 b の反対側の部位に中央凹部 46 が形成されている。中央凹部 46 は、中央部 31 c のうち外周面 22 b の反対側の部位（反対側の面）から外周面へ向けて凹状に形成されている。

これにより、第 1 磁石 31 を、矩形体に形成した場合と比べて体積を増やすことなく、第 1 磁石 31 の一方端部 31 a を、第 1 磁石 31 の中央部 31 c と同様に減磁を起り難

10

20

30

40

50

くすることができる。

【0025】

また、第1磁石31の中央部31cに中央凹部46が形成されることにより、第1磁石31の全体のパーミアンスを一層均一化できる。

さらに、第1磁石31を、矩形体に形成した磁石と比べて同じ体積にできる。よって、第1磁石31の重量を増すことなく、第1磁石31の一方端部31aの減磁を抑制でき、第1磁石31のパーミアンス分布を均一化できる。

【0026】

ここで、第1収納部35に形成されたフラックスバリア35aを利用して膨出部45を配置することも可能である。この場合、フラックスバリア35aを小さくできる。これにより、磁気抵抗を小さく抑えることができ、磁石磁束を効率的に取り出すことができる。

10

【0027】

第2磁石32は、ロータ14の中心軸23(図1参照)から半径方向外側に延びる直線41に対して第1磁石31が直交した状態に配置されている。具体的には、第2磁石32は、長手方向に延びる直線43が半径方向の直線41に対して傾斜角 α (すなわち、 90°)の状態に配置されている。第2磁石32は、両端部(すなわち、一方端部32aおよび他方端部32b)がロータコア22の外周面22bの近傍に配置されている。

【0028】

よって、第2磁石32のうち一方端部32aおよび他方端部32bが減磁しやすくなる。よって、第2磁石32は、一方端部32aのうち、ロータコア22の外周面22b側の部位に第1膨出部51が形成されている。第1膨出部51は、ロータコア22の外周面22b側の部位から外周面22bへ向けて湾曲状に膨出されている。

20

また、第2磁石32は、他方端部32bのうち、ロータコア22の外周面22b側の部位に第2膨出部52が形成されている。第2膨出部52は、ロータコア22の外周面22b側の部位から外周面22bへ向けて湾曲状に膨出されている。

すなわち、第2磁石32は、減磁しやすい一方端部32aおよび他方端部32bの厚さ寸法が大きく形成されている。これにより、第2磁石32の一方端部32aおよび他方端部32bの減磁を抑制できる。

【0029】

また、第2磁石32の一方端部32aおよび他方端部32bを膨出させることにより、一方端部32aおよび他方端部32bのパーミアンス係数を高くできる。一方、第2磁石32の中央部32cのパーミアンス係数は高く保たれている。これにより、第2磁石32のパーミアンス分布を均一化でき、磁石磁束を効率例に取り出すことができる。

30

【0030】

さらに、第2磁石32の一方端部32aに第1膨出部51が形成され、他方端部32bに第2膨出部52が形成されている。これにより、第2磁石32の中央部32cに中央凹部53を形成できる。具体的には、第2磁石32は、中央部32cのうちロータコア22の外周面22bの反対側の部位に中央凹部53が形成されている。中央凹部53は、中央部32cのうちロータコア22の外周面22bの反対側の部位(反対側の面)から外周面22bへ向けて凹状に形成されている。

40

これにより、第2磁石32を、矩形体に形成した場合と比べて体積を増やすことなく、第2磁石32の一方端部32aおよび他方端部32bを、第2磁石32の中央部32cと同様に減磁を起し難くすることができる。

【0031】

また、第2磁石32の中央部32cに中央凹部53が形成されることにより、第2磁石32の全体のパーミアンスを一層均一化できる。

さらに、第2磁石32を、矩形体に形成した磁石と比べて同じ体積にできる。よって、第2磁石32の重量を増すことなく、第2磁石32の一方端部32aおよび他方端部31bの減磁を抑制でき、第2磁石32のパーミアンス分布を均一化できる。

【0032】

50

ここで、第2収納部36に形成された第1フラックスバリア36aを利用して第1膨出部51を配置することも可能である。また、第2収納部36に形成された第2フラックスバリア36bを利用して第2膨出部52を配置することも可能である。この場合、第1フラックスバリア36aおよび第2フラックスバリア36bを小さくできる。これにより、磁気抵抗を小さく抑えることができ、磁石磁束を効率的に取り出すことができる。

【0033】

第3磁石33は、第2磁石32を中心にして第1磁石31と対象に配置されている。

すなわち、第3磁石33は、一方端部33aのうち、ロータコア22の外周面22b側の部位に膨出部55が形成されている。膨出部55は、ロータコア22の外周面22b側の部位から外周面22bへ向けて湾曲状に膨出されている。

また、第3磁石33は、中央部33cのうちロータコア22の外周面22bの反対側の部位に中央凹部56が形成されている。中央凹部56は、中央部33bのうちロータコア22の外周面22bの反対側の部位（反対側の面）から外周面22bへ向けて凹状に形成されている。

【0034】

これにより、第3磁石33の一方端部33aの減磁を抑制できる。また、第3磁石33のパーミアンス分布を均一化でき、磁石磁束を効率的に取り出すことができる。さらに、第3磁石33の一方端部33aを、第3磁石33の中央部33bと同様に減磁を起り難くすることができる。

また、第3磁石33の重量を増すことなく、第3磁石33の一方端部33aの減磁を抑制でき、第3磁石33のパーミアンス分布を均一化できる。

ここで、第3収納部37に形成されたフラックスバリア37aを利用して膨出部55を配置することも可能である。この場合、フラックスバリア37aを小さくできる。これにより、磁気抵抗を小さく抑えることができ、磁石磁束を効率的に取り出すことができる。

【0035】

さらに、第1磁石31、第2磁石32および第3磁石33（すなわち、磁石群24）は、ロータ14の中心軸23方向（すなわち、軸線方向）から見てV字状に配置されている。

磁石群24のうち、第1磁石31の一方端部31aに膨出部45が形成され、第3磁石33の一方端部33aに膨出部55が形成されている。よって、磁石群24は、第1磁石31の一方端部31aおよび第3磁石33の一方端部33aの減磁を抑制でき、パーミアンス分布を均一化できる。

【0036】

ところで、第1磁石31、第2磁石32および第3磁石33は、次の方法で形成が可能である。

すなわち、第1磁石31、第2磁石32および第3磁石33の型を用意し、この型を用いて、第1磁石31、第2磁石32および第3磁石33を熱間加工する。

または、第1磁石31、第2磁石32および第3磁石33をボンド磁石により形成する。

さらに、第1磁石31、第2磁石32および第3磁石33を機械加工により形成する。

【0037】

つぎに、回転電機10のトルク(Nm)および誘導電圧低下率(%)について図3、図4のグラフに基づいて説明する。

まず、回転電機10のトルク(Nm)と電流位相(角度)との関係を図3に基づいて説明する。図3のグラフにおいて、縦軸はトルク(Nm)を示し、横軸は電流位相(角度)を示す。実線で示すグラフG1は第1実施形態の回転電機10を示し、破線で示すグラフG2は第1比較例の回転電機を示す。第1比較例は、第1実施形態の磁石群24を変えたもので、その他の構成は第1実施形態と同様である。第1比較例の磁石群は、第1磁石、第2磁石および第3磁石が矩形体に形成されている。

図3に示すように、第1実施形態のグラフG1は、第1比較例のグラフG2に比べてト

10

20

30

40

50

ルクが大きいことがわかる。

【0038】

ついで、回転電機10の誘導電圧低下率(%)と磁石温度()との関係を図4に基づいて説明する。図4のグラフにおいて、縦軸は誘導電圧低下率(%)を示し、横軸は磁石温度()を示す。実線で示すグラフG4は第1実施形態の回転電機10を示し、破線で示すグラフG5は第1比較例の回転電機を示す。第1比較例は、前述したように、磁石群の第1磁石、第2磁石および第3磁石が矩形体に形成されている。

図4に示すように、第1実施形態のグラフG4は、第1比較例のグラフG5に比べて誘導電圧低下率(%)が小さいことがわかる。

【0039】

つぎに、第2実施形態の回転電機70、第3実施形態の永久磁石90および第4実施形態の永久磁石100を図5～図9に基づいて説明する。なお、第2実施形態～第4実施形態において第1実施形態の回転電機10と同一類似部材については同じ符号を付して詳しい説明を省略する。

【0040】

[第2実施形態]

図5に示すように、回転電機70は、第1実施形態の磁石群24および磁石収容部26を単一の永久磁石75および磁石収容部77に代えたもので、その他の構成は第1実施形態の回転電機10と同様である。

永久磁石75は、磁石収容部77に埋設されている。永久磁石75は、ロータ72の軸線方向から見て一文字状に配置されている。

永久磁石75は、ロータ14の中心軸23(図1参照)から半径方向外側に延びる直線41に対して永久磁石75の長手方向が直交した状態に配置されている。永久磁石75は、一方端部75aおよび他方端部75bがロータコア22の外周面22bの近傍に配置されている。

【0041】

よって、永久磁石75のうち一方端部75aおよび他方端部75bが減磁しやすくなる。よって、永久磁石75は、一方端部75aのうち、ロータコア22の外周面22b側の部位に第1膨出部81が形成されている。第1膨出部81は、ロータコア22の外周面22b側の部位から外周面22bへ向けて湾曲状に膨出されている。

また、永久磁石75は、他方端部75bのうち、ロータコア22の外周面22b側の部位に第2膨出部82が形成されている。第2膨出部82は、ロータコア22の外周面22b側の部位から外周面22bへ向けて湾曲状に膨出されている。

すなわち、永久磁石75は、減磁しやすい一方端部75aおよび他方端部75bの厚さ寸法d1が大きく形成されている。これにより、永久磁石75の一方端部75aおよび他方端部75bの減磁を抑制できる。

【0042】

また、永久磁石75の一方端部75aおよび他方端部75bを膨出させることにより、一方端部75aおよび他方端部75bのパーミアン係数を高くできる。一方、永久磁石75の中央部75cのパーミアン係数は高く保たれている。これにより、永久磁石75のパーミアン分布を均一化でき、磁石磁束を効率例に取り出すことができる。

【0043】

さらに、永久磁石75の一方端部75aに第1膨出部81が形成され、他方端部75bに第2膨出部82が形成されている。これにより、永久磁石75の中央部75cに中央凹部83を形成できる。中央凹部83は、中央部75cのうちロータコア22の外周面22b側の部位(外周面22b側の面)に形成されている。中央凹部83は、中央部75cのうちロータコア22の外周面22b側の部位から外周面22bの反対側へ向けて湾曲凹状に形成されている。

よって、永久磁石75は、減磁し難い中央部75cの厚さ寸法d2が、厚さ寸法d1より小さく形成されている。

10

20

30

40

50

【0044】

すなわち、永久磁石75は、中央凹部83から第1膨出部81まで中央凹部83の表面83aおよび第1膨出部81の表面81aが湾曲状に連続して形成されている。また、中央凹部83から第2膨出部82まで中央凹部83の表面83aおよび第2膨出部82の表面82aが湾曲状に連続して形成されている。

これにより、永久磁石75の全体を、矩形体に形成した場合と比べて体積を増やすことなく、永久磁石75の一方端部75aおよび他方端部75bを、永久磁石75の中央部75cと同様に減磁を起こり難くすることができる。

【0045】

また、永久磁石75の中央部75cに中央凹部83が形成されることにより、永久磁石75の全体のパーミアンスを一層均一化できる。

さらに、永久磁石75を、矩形体に形成した磁石と比べて同じ体積にできる。よって、永久磁石75の重量を増すことなく、永久磁石75の一方端部75aおよび他方端部75bの減磁を抑制でき、永久磁石75のパーミアンス分布を均一化できる。

【0046】

つぎに、回転電機70のパーミアンス係数およびトルク(Nm)について図6、図7のグラフに基づいて説明する。

まず、回転電機70のパーミアンス係数を図6に基づいて説明する。図6のグラフにおいて、縦軸はパーミアンス係数を示す。グラフG5は第2実施形態の一方端部75aおよび他方端部75bのパーミアンス係数を示す。グラフG6は第2実施形態の中央部75cのパーミアンス係数を示す。また、グラフG7は第2比較例の一方端部75aおよび他方端部75bのパーミアンス係数を示す。グラフG8は第2比較例の中央部75cのパーミアンス係数を示す。

第2比較例は、第2実施形態の永久磁石75を矩形体の永久磁石に代えたものでその他の構成は第2実施形態と同様である。

【0047】

図6に示すように、第2比較例の回転電機は、永久磁石の一方端部および他方端部のパーミアンス係数が中央部のパーミアンス係数と比べて小さいことがわかる。

一方、第2実施形態の回転電機70は、永久磁石75の一方端部75aおよび他方端部75bのパーミアンス係数と、中央部75cのパーミアンス係数とが略同じ大きさに保たれていることがわかる。

【0048】

つぎに、回転電機70のトルク(Nm)を図7に基づいて説明する。図7のグラフにおいて、縦軸はトルク(Nm)を示す。グラフG9は第2実施形態のトルクを示す。グラフG10は第2比較例のトルクを示す。

第2比較例は、第2実施形態の永久磁石75を矩形体の永久磁石に代えたものでその他の構成は第2実施形態と同様である。

図7に示すように、第2比較例の回転電機は、第2実施形態の回転電機70と比べて小さいことがわかる。

【0049】

[第3実施形態]

図8に示すように、永久磁石90は、一方端部90aのうち、ロータコア22の外周面22b(図5参照)側の部位に第1膨出部91が形成されている。第1膨出部91は、ロータコア22の外周面22b側の部位から外周面22bへ向けて膨出されている。第1膨出部91は、頂面91a、一方端面91bおよび傾斜面91cで台形状に形成されている。

【0050】

また、永久磁石90は、他方端部90bのうち、ロータコア22の外周面22b(図5参照)側の部位に第2膨出部92が形成されている。第2膨出部92は、ロータコア22の外周面22b側の部位から外周面22bへ向けて膨出されている。第2膨出部92は、

10

20

30

40

50

頂面 9 2 a、一方端面 9 2 b および傾斜面 9 2 c で台形状に形成されている。

すなわち、永久磁石 9 0 は、減磁しやすい一方端部 9 0 a および他方端部 9 0 b の厚さ寸法 d 1 が大きく形成されている。

【 0 0 5 1 】

永久磁石 9 0 は、一方端部 9 0 a に第 1 膨出部 9 1 が形成され、他方端部 9 0 b に第 2 膨出部 9 2 が形成されることにより、中央部 9 0 c に中央凹部 9 3 が形成されている。中央凹部 9 3 は、表面 9 3 a が傾斜面 9 1 c の基端と傾斜面 9 2 c の基端との間で直線状に形成されている。よって、永久磁石 9 0 は、減磁し難い中央部 9 0 c の厚さ寸法 d 2 が、厚さ寸法 d 1 より小さく形成されている。

【 0 0 5 2 】

第 3 実施形態の永久磁石 9 0 によれば、第 2 実施形態の永久磁石 7 5 と同様に、一方端部 9 0 a および他方端部 9 0 b の減磁を抑制できる。

また、永久磁石 9 0 の中央部 9 0 c に中央凹部 9 3 が形成されることにより、永久磁石 9 0 の全体のパーミアンスを一層均一化できる。

【 0 0 5 3 】

[第 4 実施形態]

図 9 に示すように、永久磁石 1 0 0 は、一方端部 1 0 0 a のうち、ロータコア 2 2 の外周面 2 2 b (図 5 参照) 側の部位に第 1 膨出部 1 0 1 が形成されている。第 1 膨出部 1 0 1 は、ロータコア 2 2 の外周面 2 2 b 側の部位から外周面 2 2 b へ向けて膨出されている。第 1 膨出部 1 0 1 は、頂面 1 0 1 a、一方端面 1 0 1 b および他方端面 1 0 1 c で矩形形状に形成されている。

【 0 0 5 4 】

また、永久磁石 1 0 0 は、他方端部 1 0 0 b のうち、ロータコア 2 2 の外周面 2 2 b (図 5 参照) 側の部位に第 2 膨出部 1 0 2 が形成されている。第 2 膨出部 1 0 2 は、ロータコア 2 2 の外周面 2 2 b 側の部位から外周面 2 2 b へ向けて膨出されている。第 2 膨出部 1 0 2 は、頂面 1 0 2 a、一方端面 1 0 2 b および他方端面 1 0 2 c で矩形形状に形成されている。

すなわち、永久磁石 1 0 0 は、減磁しやすい一方端部 1 0 0 a および他方端部 1 0 0 b の厚さ寸法 d 1 が大きく形成されている。

【 0 0 5 5 】

永久磁石 1 0 0 は、一方端部 1 0 0 a に第 1 膨出部 1 0 1 が形成され、他方端部 1 0 0 b に第 2 膨出部 1 0 2 が形成されることにより、中央部 1 0 c に中央凹部 1 0 3 が形成されている。中央凹部 1 0 3 は、表面 1 0 3 a が他方端面 1 0 1 c の基端と他方端面 1 0 2 c の基端との間で直線状に形成されている。よって、永久磁石 1 0 0 は、減磁し難い中央部 1 0 0 c の厚さ寸法 d 2 が、厚さ寸法 d 1 より小さく形成されている。

【 0 0 5 6 】

第 4 実施形態の永久磁石 1 0 0 によれば、第 2 実施形態の永久磁石 7 5 と同様に、一方端部 1 0 0 a および他方端部 1 0 0 b の減磁を抑制できる。

また、永久磁石 1 0 0 の中央部 1 0 0 c に中央凹部 1 0 3 が形成されることにより、永久磁石 1 0 0 の全体のパーミアンスを一層均一化できる。

【 0 0 5 7 】

なお、本発明の技術範囲は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、第 1 実施形態では、膨出部 4 5、5 5、第 1 膨出部 5 1、および第 2 膨出部 5 2 を湾曲状に形成した例について説明したが、これに限定するものではない。その他の例として、各膨出部を台形状や矩形形状などの他の形状に形成することも可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

1 0 ... 回転電機

1 2 ... ステータ

10

20

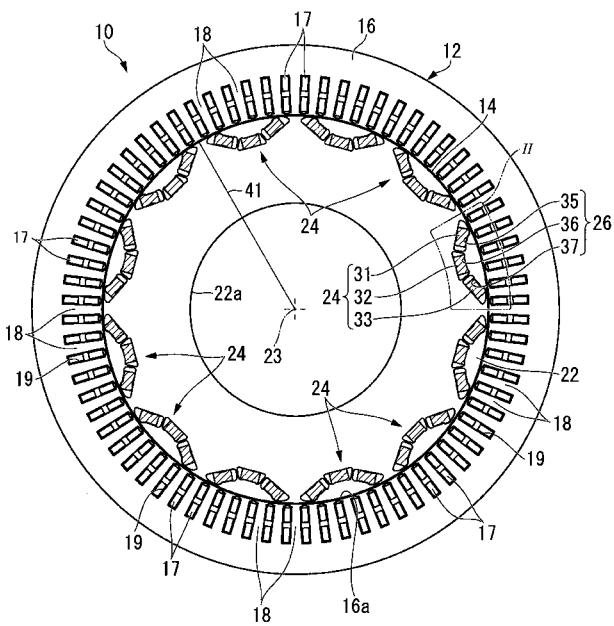
30

40

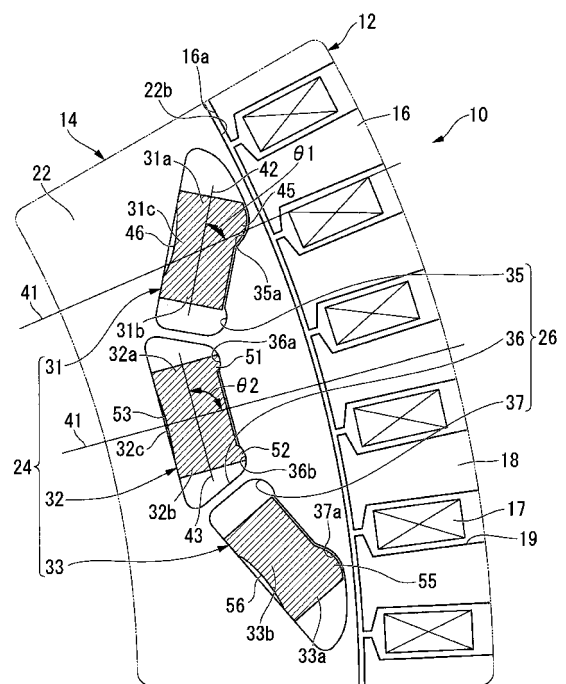
50

- 1 4 ... ロータ
- 2 2 ... ロータコア
- 2 2 b ... ロータコアの外周面 (ロータコアの外周面)
- 2 4 ... 磁石群
- 3 1 ~ 3 3 ... 第 1 ~ 第 3 の磁石 (永久磁石)
- 3 1 a , 3 2 a , 3 3 a , 7 5 a , 9 0 a , 1 0 0 a ... 一方端部 (端部)
- 3 1 b , 3 2 b , 7 5 b , 9 0 b , 1 0 0 b ... 他方端部 (端部)
- 3 1 c , 3 2 c , 3 3 b , 7 5 c , 9 0 c , 1 0 0 c ... 中央部
- 4 5 , 5 5 ... 膨出部
- 4 6 , 5 3 , 5 6 , 8 3 , 9 3 , 1 0 3 ... 中央凹部
- 5 1 , 8 1 , 9 1 , 1 0 1 ... 第 1 膨出部 (膨出部)
- 5 2 , 8 2 , 9 2 , 1 0 2 ... 第 2 膨出部 (膨出部)
- 7 5 , 9 0 , 1 0 0 ... 永久磁石

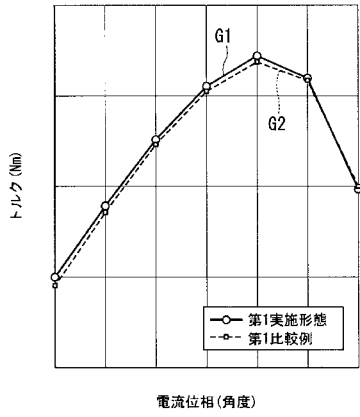
【 図 1 】



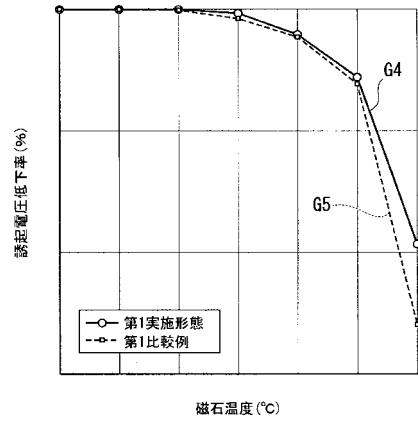
【 図 2 】



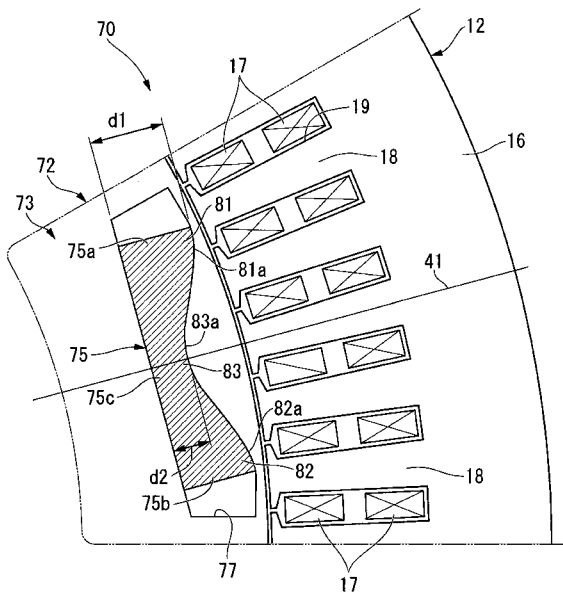
【 図 3 】



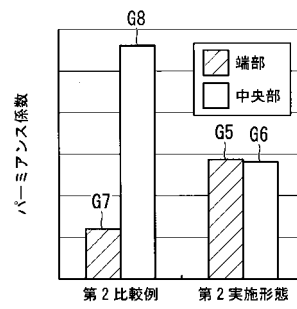
【 図 4 】



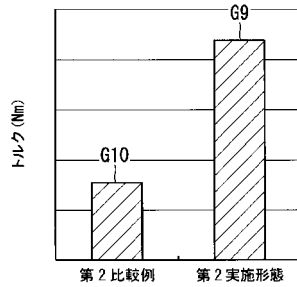
【 図 5 】



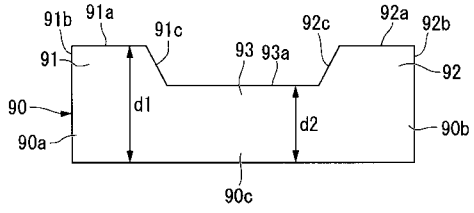
【 図 6 】



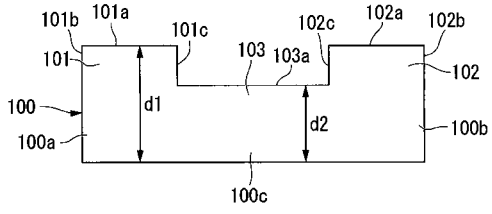
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 久保田 芳永

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 相馬 慎吾

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H622 AA04 CA02 CA07 CB03 CB05 PP03