

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5111535号
(P5111535)

(45) 発行日 平成25年1月9日 (2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日 (2012.10.19)

(51) Int.Cl.

F I

HO 2 K 21/22 (2006.01)

HO 2 K 1/27 (2006.01)

HO 2 K 23/40 (2006.01)

HO 2 K 21/22 M

HO 2 K 1/27 5 O 2 A

HO 2 K 23/40

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-23951 (P2010-23951)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成22年2月5日 (2010.2.5)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-166868 (P2011-166868A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成23年8月25日 (2011.8.25)	(74) 代理人	100099461
審査請求日	平成22年7月23日 (2010.7.23)		弁理士 溝井 章司
		(72) 発明者	川崎 祥子
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	秋田 裕之
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	古澤 公康
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石型回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電機子と、前記電機子の外周側もしくは内周側に空隙を介して設けられる界磁と、を有する永久磁石型回転電機において、

前記界磁は、

断面が略円筒状のヨークと、

前記ヨークの内周面もしくは外周面に設けられた永久磁石であって、磁極数分の永久磁石と、を備え、

前記永久磁石は、前記電機子中心軸から見た永久磁石側面同士が成す磁極角 α が電気角で130°～135°であり、

さらに前記永久磁石は、前記電機子と対向面側の円弧の両端が成す角度である磁石表面角度 β が電気角で125°となるように、前記永久磁石の周方向端部の前記電機子と対向面側の角に、前記永久磁石の側面に対して30°の角度の面取り部が形成されることを特徴とする永久磁石型回転電機。

【請求項 2】

前記ヨークは、前記永久磁石の両側面に隣接する部分に、前記ヨーク内径より内周側に突出する磁性体部が設けられ、前記磁性体部の径方向の突出量Nは、前記永久磁石の厚さMの半分であることを特徴とする請求項1に記載の永久磁石型回転電機。

【請求項 3】

前記永久磁石は、ラジアル配向またはラジアル着磁されていることを特徴とする請求項

1又は2に記載の永久磁石型回転電機。

【請求項4】

前記ヨークと前記磁性体部とは、一体に形成されることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石型回転電機。

【請求項5】

前記磁性体部は、前記ヨークの前記永久磁石の間の部分を内径側に陥没させて形成される凸部に設けられることを特徴とする請求項4に記載の永久磁石型回転電機。

【請求項6】

前記ヨークは、平板状の磁性材料の一部を陥没させて前記凸部を形成し、さらに環状に成形して端部同士を接合することで構成されることを特徴とする請求項5に記載の永久磁石型回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、界磁が電機子の外周側に配置され、界磁の構造に特徴がある永久磁石型回転電機（ブラシ付DCモータ）に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ポール数（磁極数） P が4以上の偶数である永久磁石式ロータと、スロット数 S が P の倍数でないステータとを有し、永久磁石がロータ中心に対して張るマグネット角度を約 67.5° とし、1周あたりのコギングトルクの数、ポール数 P とスロット数 S の最小公倍数 LCM の2倍以上の整数倍にすることにより、コギングトルクを著しく小さくすることができる永久磁石型回転電機が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-134772号公報（段落番号[0013]、図2等）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、あらゆる製品への適用が増えつつある永久磁石型回転電機において、低コスト化・高品質化が求められている傾向にある。特に、生産台数が多く、構成部品点数の多い自動車などにおいては、電動パワーステアリング装置、排ガス循環装置などにも永久磁石型回転電機を用いる例が多く、構成部品そのものの低コスト化に加え、操舵性や装置の動作性などから低コギング化も同時に求められている。

【0005】

低コギング化の手段としては、以下に示すものが従来からよく知られている。

（1）界磁石のスキュー（段スキュー、スキュー着磁）、界磁石の端部カット、円弧形状などにより磁束密度分布（厳密には磁束密度の二乗の分布）を滑らかにする手段；

（2）電機子のティース先端のダミースロット設置、端部のカットなど、パーミアンス分布を滑らかにする手段。

【0006】

また、分布巻を採用して電機子スロット数が多い場合には、コギングの次数が高くなるため、集中巻でスロット数が少ない場合に比べ、コギングが小さい傾向にある。

【0007】

しかしながら、上記（1）の磁束密度分布を滑らかにする手段は、部品点数が多くなったり、着磁装置が複雑になることなどにより、磁石コストが高くなる傾向にあった。

【0008】

さらに、上記特許文献1のように、電機子コアのスロット数 S とポール数（磁極数） P の最小公倍数 LCM の2倍以上のコギング数になるように、永久磁石がロータ中心に対し

10

20

30

40

50

て張る角度を設定しただけでは、パーミアンスの変化が比較的大きい電機子コア（例えば、スロット開口部が広い場合など）においては、コギングトルクを十分に低減できない可能性があった。

【 0 0 0 9 】

また、上記（ 2 ）のパーミアンス分布を滑らかにする手段は、ダミースロットや端部カットにより、等価的なギャップが大きくなり、電機子と界磁を組み込んだときの磁束が低下する、すなわち、トルク特性が落ちやすい傾向にあった。さらに、ダミースロットは特定の次数のコギング成分を低減するのには効果があるが、界磁側の磁束密度の高調波分布が多岐にわたるような場合には、合計のコギング（ $p - p$ （ピーク・トゥ・ピーク））が低減しないこともあった。

10

【 0 0 1 0 】

また、製品の寸法ばらつきによるコギングのばらつきの低減も、上記のような製品については重要な課題である。永久磁石であれば、磁石の幅・厚み、取り付け位置のばらつき、電機子コアにおいては、ダミースロットを設ける位置や寸法のばらつきなどが、コギングのばらつきに影響していた。

【 0 0 1 1 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、コギングの各成分を最小限にしつつ、製品ばらつきによるコギングのばらつきも抑えられるような、界磁を備える永久磁石型回転電機を提供する。

【課題を解決するための手段】

20

【 0 0 1 2 】

この発明に係る永久磁石型回転電機は、電機子と、前記電機子の外周側もしくは内周側に空隙を介して設けられる界磁と、を有する永久磁石型回転電機において、

界磁は、

断面が略円筒状のヨークと、

ヨークの内周面もしくは外周面に設けられ、磁極数分の永久磁石と、を備え、

永久磁石は、電機子中心軸から見た磁極角 α が電気角で $130 \sim 135^\circ$ であり、

さらに永久磁石は、電機子と対向面側の磁石表面角度 β が約 125° となるように、永久磁石の周方向端部の電機子と対向面側の角に、所定の形状の面取り部が形成されることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

この発明に係る永久磁石型回転電機は、永久磁石の電機子中心軸から見た磁極角 α が電気角で $130 \sim 135^\circ$ であり、さらに永久磁石の電機子と対向面側の磁石表面角度 β が約 125° となるように、永久磁石の周方向端部の電機子と対向面側の角に、所定の形状の面取り部が形成されるようにしたので、コギングトルクの各成分を最小限にし、製品の寸法ばらつきによるコギングトルクのばらつきを抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】実施の形態 1 を示す図で、永久磁石型回転電機 1 0 0 の横断面図。

40

【図 2】図 1 の界磁 1 0 の横断面図。

【図 3】実施の形態 1 を示す図で、永久磁石 1 1 の拡大図。

【図 4】図 3 の A 部拡大図。

【図 5】図 2 のヨーク 1 2 の横断面図。

【図 6】図 5 の B 部拡大図。

【図 7】実施の形態 1 を示す図で、変形例のヨーク 1 1 2 の横断面図。

【図 8】図 1 の電機子 3 0 の横断面図。

【図 9】図 8 の電機子鉄心 3 1 の横断面図。

【図 1 0】実施の形態 1 を示す図で、図 9 のスロット 3 3 の拡大図。

【図 1 1】実施の形態 1 を示す図で、磁極角 α （電気角）に対するコギング成分及び磁束

50

量の変化を示す図。

【図 1 2】実施の形態 1 を示す図で、磁極角 α (電気角) が 130° で、面取り角度 θ が 30° のときの面取り第 1 辺の長さ L とコギング成分 (振幅) との関係を示す図。

【図 1 3】実施の形態 1 を示す図で、磁極角 α (電気角) が 130° で、面取り角度 θ が 45° のときの面取り第 1 辺の長さ L とコギング成分 (振幅) との関係を示す図。

【図 1 4】実施の形態 1 を示す図で、磁極角 α (電気角) が 130° で、磁石表面角度 β がコギング最小となる角度になる面取り部 11d の形状を示す図。

【図 1 5】実施の形態 1 を示す図で、磁極角 α (電気角) が 135° で、磁石表面角度 β がコギング最小となる角度になる面取り部 11d の形状を示す図。

【図 1 6】実施の形態 1 を示す図で、磁性体部 13a の有無で、各コギング成分における B (磁束密度) $\wedge 2$ を表す図。

10

【発明を実施するための形態】

【0015】

実施の形態 1 .

本実施の形態では、電機子がロータ (回転子)、界磁がステータ (固定子) であるインナーロータ形のブラシ付 DC モータ (永久磁石型回転電機) を対象とする (但し、電機子がステータ (固定子)、界磁がロータ (回転子) であるアウターロータ形のブラシ付 DC モータでも良い)。

【0016】

図 1 乃至図 10 は実施の形態 1 を示す図で、図 1 は永久磁石型回転電機 100 の横断面図、図 2 は図 1 の界磁 10 の横断面図、図 3 は永久磁石 11 の拡大図、図 4 は図 3 の A 部拡大図、図 5 は図 2 のヨーク 12 の横断面図、図 6 は図 5 の B 部拡大図、図 7 は変形例のヨーク 112 の横断面図、図 8 は図 1 の電機子 30 の横断面図、図 9 は図 8 の電機子鉄心 31 の横断面図、図 10 は図 9 のスロット 33 の拡大図である。

20

【0017】

本実施の形態の永久磁石型回転電機 100 は、例えば、以下に示す仕様のブラシ付 DC モータである。

(1) 出力: $10 \sim 20 \text{ W}$;

(2) 外径: $\phi 50 [\text{mm}]$;

(3) 永久磁石厚: $4 [\text{mm}]$;

(4) 極数: 4 極 ;

(5) 電機子のスロット数: 6。

30

【0018】

図 1 乃至図 8 により、永久磁石型回転電機 100 の構成について説明する。永久磁石型回転電機 100 は、少なくとも界磁 10 と、界磁 10 の内側に空隙を介して配置される電機子 30 とを備える。

【0019】

界磁 10 は、断面が略円筒状のヨーク 12 と、ヨーク 12 の内周面に沿って、周方向に略等間隔に設けられる円弧状の永久磁石 11 とを備える。永久磁石 11 のヨーク 12 への固定方法は、接着、樹脂モールド等である。

40

【0020】

永久磁石 11 は、1 磁極つき 1 個設けられる。図 2 の例は、4 極の界磁 10 であるので、4 個の永久磁石 11 を使用している。

【0021】

永久磁石 11 には、本実施の形態の永久磁石型回転電機 100 が、低出力 ($10 \sim 20 \text{ W}$) のブラシ付 DC モータであるので、フェライト焼結磁石を用いる。フェライト焼結磁石は、 Fe_2O_3 (酸化第 2 鉄) と BaCO_3 (炭酸バリウム) もしくは SrCO_3 (炭酸ストロンチウム) を主原料とし、粉末冶金法により製造されるコストパフォーマンスの優れたマグネットである。

【0022】

50

永久磁石 11 は、同心円の円弧を持つセグメント（分割、ここでは 4 分割）磁石であり、ラジアル方向に配向あるいは着磁されている。図 3 に示すように、永久磁石 11 の内周面 11a は断面が円弧であり、永久磁石 11 の外周面 11b も、断面が内周面 11a の円弧と同心円の円弧である。永久磁石 11 の側面 11c（周方向の端面）は、ラジアル方向（径方向）を向いている。

【0023】

永久磁石 11 の磁極角（界磁 10 の中心から見た角度）を α とする。後述するように、この磁極角 α を、本実施の形態では、電気角で $130 \sim 135^\circ$ とする（機械角は、4 極であれば $65 \sim 67.5 \text{ deg}$ ）。

【0024】

また、永久磁石 11 の磁極表面角（内周面 11a）を β とする。後述するように、この磁極表面角 β を、本実施の形態では、電気角で約 125° とする（機械角は、4 極であれば約 62.5° ）。

【0025】

さらに、磁極角 α が電気角で $130 \sim 135^\circ$ であり、且つ磁極表面角 β が電気角で約 125° の条件を満たすために、永久磁石 11 の側面 11c における内周面 11a 側の角に、面取り加工を施して面取り部 11d を形成している。

【0026】

永久磁石 11 の両端の面取り部 11d は、例えば、金型成形時に形成するようにしてもよい。

【0027】

また、永久磁石の両端の面取り部 11d は、焼結後の追加工により形成するようにしてもよい。

【0028】

図 4 に示すように、面取り部 11d の面取り角度を θ 、面取り第 1 辺の長さを L とする。面取り部 11d の面取り角度 θ は、面取り部 11d と永久磁石 11 の側面 11c の延長線とのなす角度である。面取り第 1 辺は、永久磁石 11 の側面 11c の延長線上における辺である。

【0029】

永久磁石 11 は、その他のエッジも、割れ・欠け防止のため全て面取りあるいは丸取りされているが、C 面取り（ 45 deg ）でも良い。

【0030】

図 5 に示すように、ヨーク 12 は、例えば、鋼板製（磁性体であればよい）の略円筒状のもので、永久磁石 11 の間に内側に所定の長さ陥没（突出）する凸部 13 が、周方向に略等間隔に形成されている。凸部 13 の周方向両端は、永久磁石 11 に当接（隣接）している。この部分を、磁性体部 13a とする。

【0031】

図 5 の場合は、極間を間にする二つの磁性体部 13a が、凸部 13 に一体に形成されているが、図 7 に示す変形例のヨーク 112 のように、極間を間にする二つの磁性体部 113a が、別々に形成されている鋼板を円筒状に曲げたものでもよい。この場合は、界磁 10 が 4 極であれば、8 箇所磁性体部 113a が設けられる。

【0032】

磁性体部 13a の径方向内部への突出量 N （図 6 参照）は、永久磁石 11 の厚さ M （図 6 参照）の概略半分程度が好ましい。永久磁石 11 の端部の漏れ磁束を抑制するためである。

【0033】

ヨーク 12 は、例えば、平板上の薄板（例えば、厚さ 2 mm 程度の鋼板）を環状にまげて、端部を溶接や事前に設けたアリ溝を嵌め合わせて形成する。

【0034】

一方、電機子 30 は、図 8 に示すように、少なくとも電機子鉄心 31 と、スロット 33

10

20

30

40

50

内に絶縁材（図示せず）を介して挿入される電機子巻線 3 4 と、回転軸 3 5 と、を備える。尚、整流子、ブラシ等は省略している。

【 0 0 3 5 】

電機子鉄心 3 1 は、図 9 に示すように、外周縁に沿って周方向に略等間隔に配置される 6 個のスロット 3 3 が形成されている。スロット 3 3 の間は、鉄心部でここをティース 3 2 と呼ぶ。ティース 3 2 は、径方向に周方向の幅が略一定になるように形成されている。スロット 3 3 が 6 個であるから、その間に形成されるティース 3 2 の数も 6 個である。6 個のティース 3 2 は、電機子鉄心 3 1 の内部において、環状のコアバック 3 6 に連結している。コアバック 3 6 の内側に、回転軸 3 5 が嵌合する軸孔 3 7 を有する。

【 0 0 3 6 】

スロット 3 3 は、図 1 0 に示すように、電機子鉄心 3 1 の外周縁に開口している。この部分をスロット開口部 3 3 a（スロットオープニング）と呼ぶ。電機子巻線 3 4 は、スロット開口部 3 3 a から、絶縁材（図示せず）が施されたスロット 3 3 に挿入される。

【 0 0 3 7 】

図 1 1 は実施の形態 1 を示す図で、磁極角 α （電気角）に対するコギング成分及び磁束量の変化を示す図である。図 1 1 では、コギング成分については、1 2 調波、2 4 調波、3 6 調波、4 8 調波について図示している。また、磁束量は、磁極角 α （電気角）が 1 8 0 ° のときを 1 0 0 % としている。

【 0 0 3 8 】

図 1 1 に示すように、磁石表面角度 β （電機子 3 0 に対向する面の磁極角 α を磁石表面角度 β として区別する）は、略 1 2 5 °（電気角）において、コギング成分が最小となる。従って、永久磁石 1 1 の磁極角 α を 1 2 5 °（電気角）に設定すればコギング成分は小さくできるが、一方で永久磁石 1 1 の磁束量は、磁極角 α が小さくなるとともに低下する。

【 0 0 3 9 】

そこで、永久磁石 1 1 の磁極角 α を、磁束量が余り低下しない、1 3 0 ° ~ 1 3 5 °（電気角）に設定する。しかし、磁極角 α が 1 3 0 ° ~ 1 3 5 °（電気角）であると、図 1 1 に示すように、磁石表面角度 β の狙い値である略 1 2 5 °（電気角）からずれて、コギング成分が大きくなる。この傾向は、低次の 1 2 調波や 2 4 調波で顕著である。

【 0 0 4 0 】

本実施の形態の永久磁石型回転電機 1 0 0 は、永久磁石 1 1 の磁極角 α を磁束量を確保できる 1 3 0 ° ~ 1 3 5 °（電気角）に設定するとともに、永久磁石 1 1 の側面 1 1 c における内周面 1 1 a 側の角に、面取り加工を施して面取り部 1 1 d を形成することにより、電機子 3 0 に対向する磁石表面角度 β を磁石表面角度 β の狙い値である略 1 2 5 °（電気角）に近づけるようにしている。このとき、面取り部 1 1 d の面取り角度 θ は、3 0 ° 程度が好ましい。

【 0 0 4 1 】

図 1 2、図 1 3 は実施の形態 1 を示す図で、図 1 2 は磁極角 α （電気角）が 1 3 0 ° で、面取り角度 θ が 3 0 ° のときの面取り第 1 辺の長さ L とコギング成分（振幅）との関係を示す図、図 1 3 は磁極角 α （電気角）が 1 3 0 ° で、面取り角度 θ が 4 5 ° のときの面取り第 1 辺の長さ L とコギング成分（振幅）との関係を示す図である。

【 0 0 4 2 】

図 1 2 に示すように、例えば、磁極角 α （電気角）が 1 3 0 ° で、面取り角度 θ が 3 0 ° のとき、面取り第 1 辺の長さ L が約 0 . 7 5 mm で、コギング成分（振幅）が最小となる。また、面取り第 1 辺の長さ L が長くなっても、低次のコギング成分（1 2 調波、2 4 調波）においても、面取り第 1 辺の長さ L が 2 . 0 mm でもコギング成分（振幅）は 0 . 0 1 程度である。即ち、面取り部 1 1 d の寸法のばらつきによるコギングのばらつきを、小さくすることができる。

【 0 0 4 3 】

これに対し、図 1 3 に示すように、磁極角 α （電気角）が 1 3 0 ° で、面取り角度 θ が

10

20

30

40

50

45°のときは、面取り第1辺の長さLが約0.5mmで、コギング成分（振幅）が最小となる。そして、面取り第1辺の長さLが1.0mmより大きくなると、特に低次のコギング成分（12調波、24調波）において、コギング成分（振幅）が大きくなり、図12の面取り角度 θ が30°のときより、例えば、12調波のコギング成分（振幅）は、面取り第1辺の長さLが約2.0mmで、2倍にもなる。従って、面取り部11dの面取り角度 θ は、30°程度が好ましいと言える。

【0044】

図14、図15は実施の形態1を示す図で、図14は磁極角 α （電気角）が130°で、磁石表面角度 β がコギング最小となる角度になる面取り部11dの形状を示す図、図15は磁極角 α （電気角）が135°で、磁石表面角度 β がコギング最小となる角度になる面取り部11dの形状を示す図である。

10

【0045】

図14に示すように、磁極角 α （電気角）が130°で、磁石表面角度 β （電気角）がコギング最小となる角度（約125°）にするのは、面取り部11dの形状を以下に示すようにする。

（1）面取り角度 $\theta = 30^\circ$ ；

（2）面取り第1辺の長さ $L = 0.75\text{ mm}$ 。

【0046】

また、図15に示すように、磁極角 α （電気角）が135°で、磁石表面角度 β （電気角）がコギング最小となる角度（約125°）にするのは、面取り部11dの形状を以下に示すようにする。

20

（1）面取り角度 $\theta = 30^\circ$ ；

（2）面取り第1辺の長さ $L = 1.5\text{ mm}$ 。

【0047】

図16は実施の形態1を示す図で、磁性体部13aの有無で、各コギング成分における B^2 （磁束密度の二乗）を表す図である。図16において、横軸はコギング成分（12調波、24調波、36調波、48調波、60調波、72調波）で、縦軸は磁束密度の二乗（ B^2 （FFT（Fast Fourier Transform、高速フーリエ変換）の振幅）である。

【0048】

30

永久磁石11の両端に隣接するように磁性体部13a、113a（図6、図7参照）を設けることにより、永久磁石11の側面11c付近の磁路がラジアル配向より外角よりに向くため、空隙磁束密度分布がより滑らかになり、コギング各成分をより低減することができる。

【0049】

以上のように、本実施の形態の永久磁石型回転電機100は、界磁10の一周当たり、スロット33の数Sと磁極数Pの最小公倍数LCMの整数倍の数のコギングが発生する（例えば、6スロット4極であれば、12、24、36、48・・・の成分）が、永久磁石11の磁極角 α を130°～135°にすることで、モータ特性（磁束量）を確保しつつ、永久磁石11の周方向端部の面取り（面取り部11d）によって磁石表面の角度 β を125°にすることにより、各コギング成分（例えば、6スロット4極であれば、12、24、36、48・・・の成分）とともに最小となる（図11参照）。

40

【0050】

永久磁石11の端部の面取り部11dの面取り角度 θ を約30°にすることにより、面取り寸法のばらつきによるコギングのばらつきを小さくすることができる（図12、図13参照）。

【0051】

永久磁石11の両端に隣接するように磁性体部13a、113aを設けることにより、永久磁石11の側面11c付近の磁路がラジアル配向より外角よりに向くため、空隙磁束密度分布がより滑らかになり、コギング各成分をより低減することができる。

50

【 0 0 5 2 】

磁性体部 1 3 a , 1 1 3 a の径方向内部への突出量 M は、永久磁石 1 1 の厚さ N の半分程度にすることにより、永久磁石 1 1 の端部の漏れ磁束を抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

永久磁石 1 1 の端部の角度 30° の面取り第 1 辺の長さ L を、磁石角 α が 135° であれば 1.5 mm 、磁石角 α が 130° であれば 0.75 mm 程度にすることによって、磁石表面角度 β がコギング最小となる角度になる磁石表面角度 β を約 125° とすることができる。

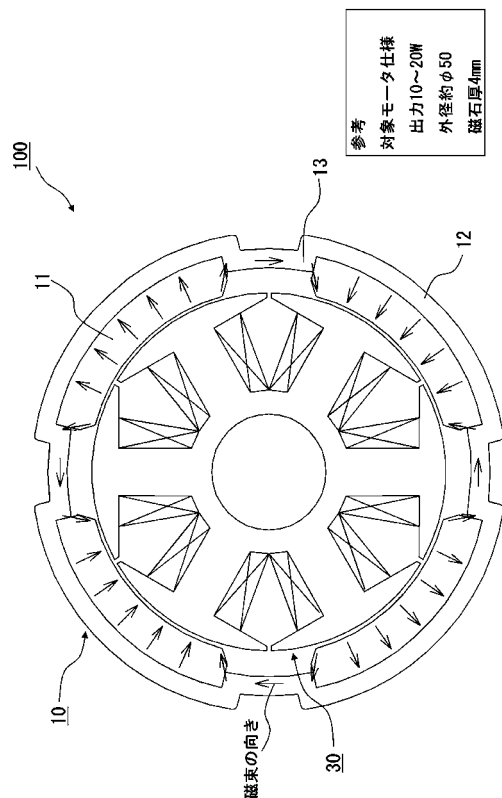
【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

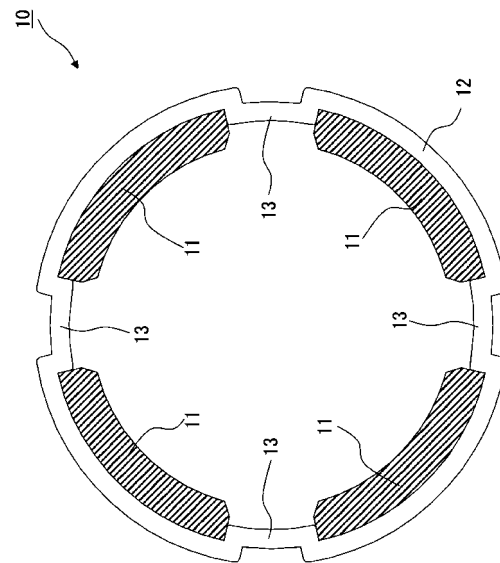
1 0 界磁、1 1 永久磁石、1 1 a 内周面、1 1 b 外周面、1 1 c 側面、1 1 d 面取り部、1 2 ヨーク、1 3 凸部、1 3 a 磁性体部、3 0 電機子、3 1 電機子鉄心、3 2 ティース、3 3 スロット、3 3 a スロット開口部、3 4 電機子巻線、3 5 回転軸、3 6 コアバック、1 0 0 永久磁石型回転電機、1 1 2 ヨーク、1 1 3 a 磁性体部。

10

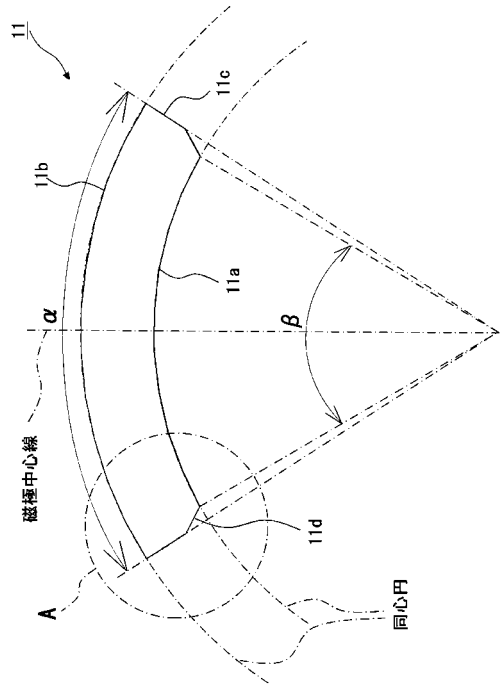
【 図 1 】



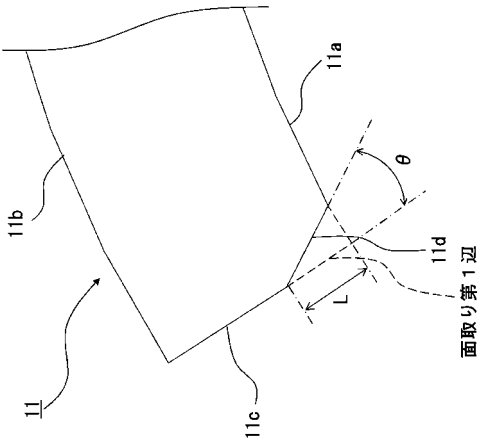
【 図 2 】



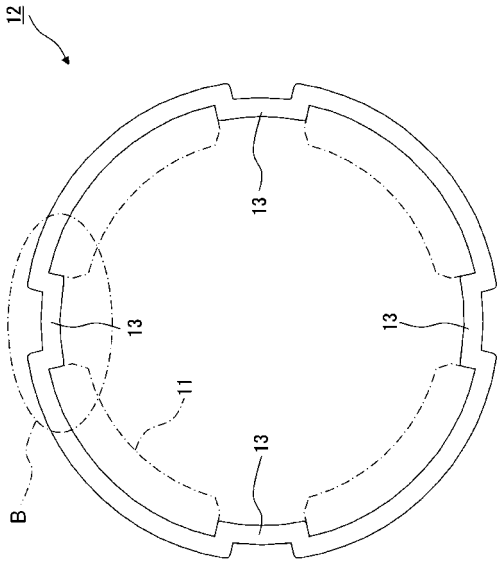
【図 3】



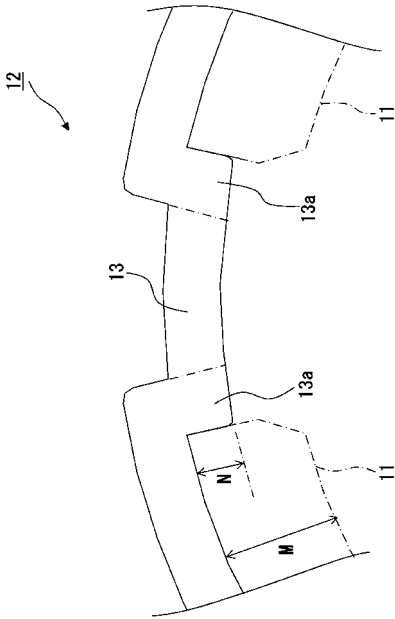
【図 4】



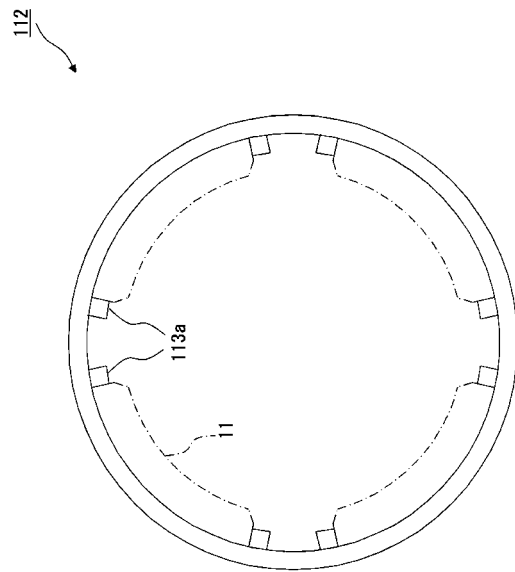
【図 5】



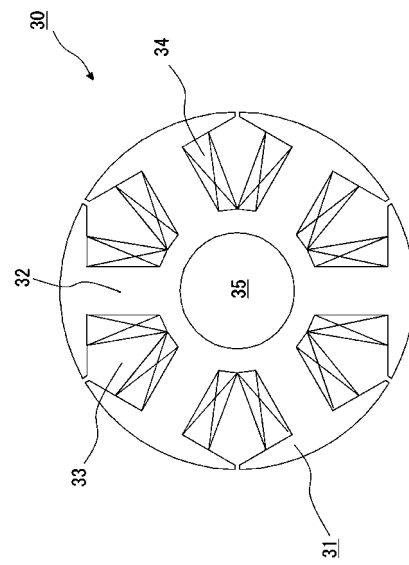
【図 6】



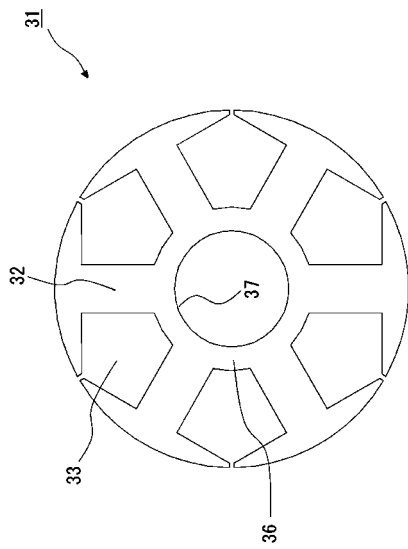
【図 7】



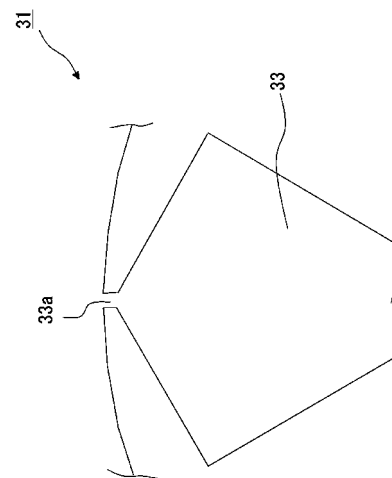
【図 8】



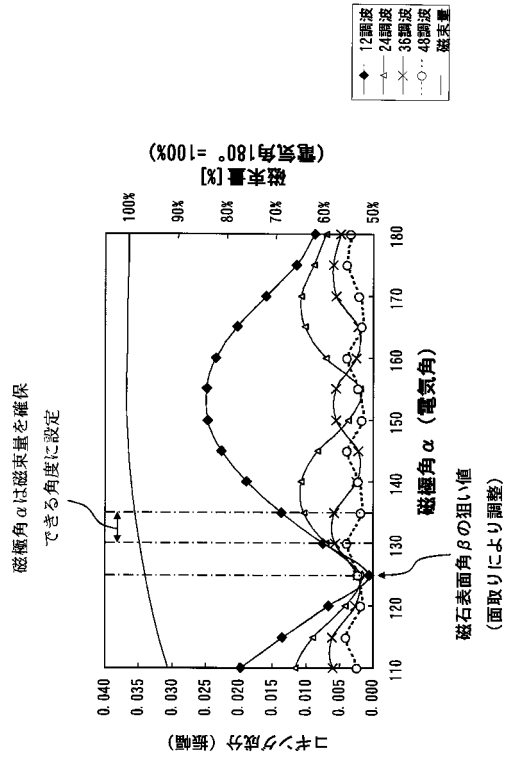
【図 9】



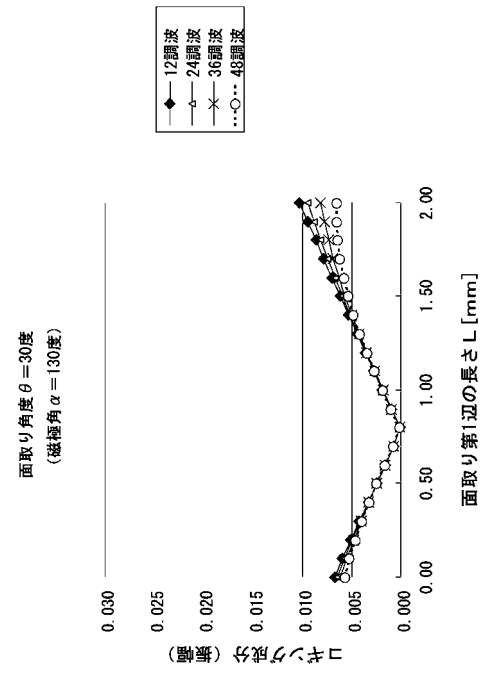
【図 10】



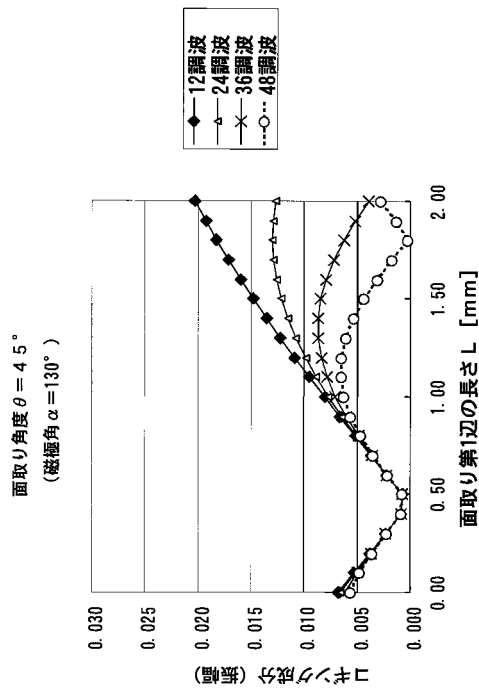
【図 1 1】



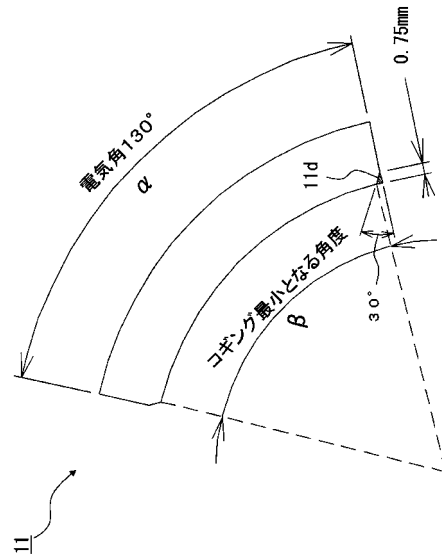
【図 1 2】



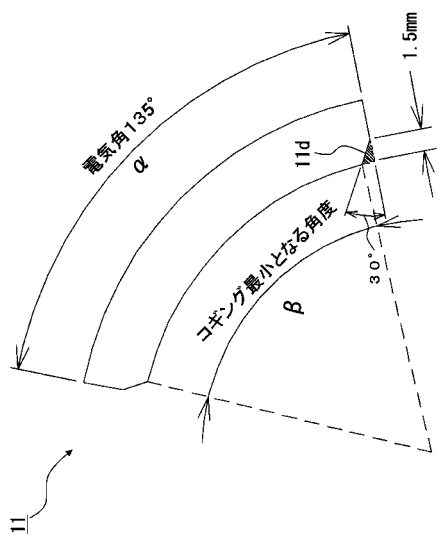
【図 1 3】



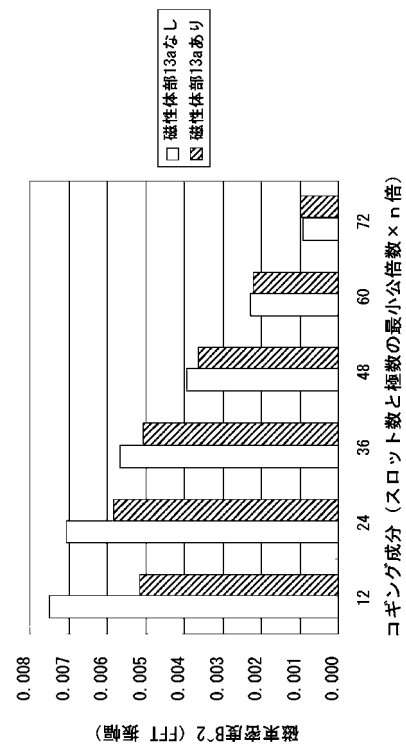
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

審査官 塩治 雅也

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 4 7 2 2 3 (J P , A)
特開平 0 6 - 0 8 6 4 8 3 (J P , A)
実開昭 6 1 - 0 2 5 0 7 8 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 K 2 1 / 2 2
H 0 2 K 1 / 2 7
H 0 2 K 2 3 / 4 0