

(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2008-131663

(P2008-131663A)

(43) 公開日 平成20年6月5日(2008.6.5)

(51) Int.Cl.
H02K 16/02 (2006.01)F1
H02K 16/02

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 15 ○ L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-310161 (P2006-310161)
(22) 出願日 平成18年11月16日 (2006.11.16)(71) 出願人 000002853
ダイキン工業株式会社
大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
梅田センタービル
(74) 代理人 100088672
弁理士 吉竹 英俊
(74) 代理人 100088845
弁理士 有田 貴弘
(74) 代理人 100103229
弁理士 福市 朋弘
(72) 発明者 中増 伸
滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

最終頁に続く

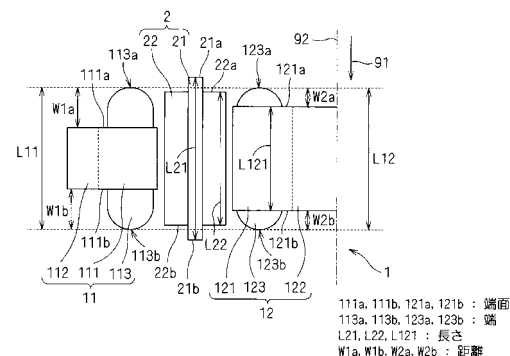
(54) 【発明の名称】 回転電機、圧縮機、送風機、空気調和機

(57) 【要約】

【課題】回転電機のトルクを大きくしつつも、当該回転電機を小型化することが目的とされる。

【解決手段】回転電機1は、界磁子2と、電機子11、12とを備える。電機子11は界磁子2の外周側に配置される。ティース111は界磁子2に対して外周側から対向する。ティース111には、所定の軸92に沿う一方向91を向き、当該一方向91へと順に配置される端面111a、111bが含まれる。電機子12は界磁子2の内周側に配置される。ティース121には、所定の軸92に沿う一方向91を向き、当該一方向91へと順に配置される端面121a、121bが含まれる。端面111aは、端面121aに対して一方向91へと退いている。端面111bは、端面121bに対して一方向91とは反対方向へと退いている。巻線113の端113aと端面111aとの間の距離W1aは、巻線123の端123aと端面121aとの間の距離W2aよりも大きい。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の軸（92）の周りで環状を呈する界磁子（2）と、
前記界磁子の外周側に配置される第1の電機子（11）と、
前記界磁子の内周側に配置される第2の電機子（12）と
を備え、
前記第1の電機子は、
前記所定の軸の周りで環状に配置され、それぞれ界磁子に外周側から対向する第1のティース（111）の複数と、
前記第1のティースのそれぞれに巻回される第1の巻線（113）と
を有し、
前記第1のティースは、
前記所定の軸に沿う一方向（91）を向き、前記一方向へと順に配置される第1及び第2の端面（111a, 111b）
を含み、
前記第2の電機子は、
前記所定の軸の周りで環状に配置され、それぞれ界磁子に内周側から対向する第2のティース（121）の複数と、
前記第2のティースのそれぞれに巻回される第2の巻線（123）と
を有し、
前記第2のティースは、
前記一方向を向き、前記一方向へと順に配置される第3及び第4の端面（121a, 121b）
を含み、
前記第1の端面は、前記第3の端面に対して前記一方向へと退き、
前記第2の端面は、前記第4の端面に対して前記一方向とは反対方向へと退き、
前記一方向について、前記第1の巻線の外周側の端（113a, 113b）のうち前記第1のティースに対して前記第1の端面（111a）と同じ側にある第1の端（113a）と、当該第1の端面との間の距離である第1の距離（W1a）は、前記第2の巻線の外周側の端（123a, 123b）のうち前記第2のティースに対して前記第3の端面（121a）と同じ側にある第2の端（123a）と、当該第3の端面との間の距離である第2の距離（W2a）よりも大きい、
回転電機。

【請求項 2】

前記一方向（91）について、前記第1の端（113a）の位置と前記第2の端（123a）の位置とは略一致する、請求項1記載の回転電機。

【請求項 3】

前記一方向について、前記第1の巻線の外周側の前記端（113a, 113b）のうち前記第1のティース（111）に対して前記第2の端面（111b）と同じ側にある第3の端（113b）と、当該第2の端面との間の距離である第3の距離（W1b）は、前記第2の巻線の外周側の前記端（123a, 123b）のうち前記第2のティース（121）に対して前記第4の端面（121b）と同じ側にある第4の端（123b）と、当該第4の端面との間の距離である第4の距離（W2b）よりも大きい、請求項1または請求項2記載の回転電機。

【請求項 4】

前記一方向（91）について、前記第3の端（113b）の位置と前記第4の端（123b）の位置とは略一致する、請求項3記載の回転電機。

【請求項 5】

前記第1のティース（111）の、内周側から外周側へと向かう方向に対する断面の面積のうち最小である第1の面積（S1）は、前記第2のティース（121）の、内周側か

ら外周側へと向かう方向に対する断面の面積のうち最小である第2の面積（S2）よりも大きい、請求項1乃至請求項4のいずれか一つに記載の回転電機。

【請求項6】

前記第1の面積（S1）の前記第2の面積（S2）に対する比率は、前記所定の軸（92）から前記界磁子（2）の外周までの距離（R1）の、前記所定の軸から前記界磁子の内周までの距離（R2）に対する比率と略同一である、請求項5記載の回転電機。

【請求項7】

前記界磁子（2）は、前記一方向（91）に延在する磁石（21）を有し、

前記一方向について、前記磁石の長さ（L21）は前記第2のティース（121）の長さ（L121）よりも大きい、

10

請求項1乃至請求項6のいずれか一つに記載の回転電機。

【請求項8】

前記界磁子（2）は、前記所定の軸（92）の周りで環状を呈するコア（22）を有し、

前記一方向について、前記コアの長さ（L22）は前記第2のティース（121）の長さ（L121）よりも大きい、

請求項1乃至請求項7のいずれか一つに記載の回転電機。

【請求項9】

前記界磁子（2）は、前記コア（22）に設けられ、前記一方向（91）に延在する磁石（21）を更に有し、

20

前記一方向について、前記磁石の長さ（L21）は前記コアの長さ（L22）よりも大きい、

請求項8記載の回転電機。

【請求項10】

前記界磁子（2）は、前記所定の軸（92）の周りで環状を呈するコア（22）を有し、

前記コアは、前記一方向（91）について、前記第1または前記第2のティース（111, 121）の界磁子側から見た中心の位置（r11, r12）と同じ位置（r2）からの、前記コアの一端（22a）までの距離（L22a）と、他端（22b）までの距離（L22b）とが異なる、

30

請求項1乃至請求項9のいずれか一つに記載の回転電機。

【請求項11】

前記第1のティース（111）は、外周側から内周側に向かう方向（93）に対する断面が、当該方向に行くに従って広がる、請求項1乃至請求項10のいずれか一つに記載の回転電機。

【請求項12】

前記第2のティース（121）は、内周側から外周側へと向かう方向（94）に対する断面が、当該方向に行くに従って広がる、請求項1乃至請求項11のいずれか一つに記載の回転電機。

【請求項13】

40

請求項1乃至請求項12のいずれか一つに記載の回転電機を電動機として搭載する、圧縮機。

【請求項14】

請求項1乃至請求項12のいずれか一つに記載の回転電機を電動機として搭載する、送風機。

【請求項15】

請求項13に記載の圧縮機、及び請求項14に記載の送風機の少なくともいずれか一方を搭載する、空気調和機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は回転電機に関し、特に二つの電機子を有する回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

電動機などの回転電機は、小型化され、効率が高められることが望ましい。例えば、磁束を磁石で励磁する電動機は、サイズが小さくすることが可能である。

【0003】

一方、回転電機で発生するトルクは、電機子に配置された巻線の巻数、巻線に流れる電流、及び巻線に鎖交する磁束の量に比例する。回転電機のサイズは大きい程、巻線の巻数を増やすことができ、以って磁束の量を増やすことができる。また、回転電機のサイズは大きい程、界磁子に設けられる磁石の磁極面積を大きくすることができ、以って巻線に鎖交する磁束の量を増やすことができる。よって、トルクを高めるという観点からは、回転電機のサイズは大きい方が望ましい。

【0004】

すなわち、発生するトルクの増大と、回転電機の小型化とはトレードオフの関係にある。

【0005】

磁石で励磁する電動機において、トルク T と許容損失 W_c との関係は、式 (1) で表される。ここで、係数 K_m はモータコンスタントと通称される。かかる関係は、例えば下掲の非特許文献 1 に紹介されている。

【0006】

【数 1】

$$T = W_c \cdot \sqrt{K_m} \quad \dots \quad (1)$$

【0007】

温度上昇と放熱の関係を考慮すれば、寸法が同一の電動機であって冷却条件が同じである場合には、許容損失 W_c はほぼ一定であると考えることができる。この場合、係数 K_m が大きい程、トルク T が大きくなる。

【0008】

係数 K_m は式 (2) で表すことができる。ここで符号 p は極対数、符号 Φ は巻線に鎖交する磁束の量の最大値 Φ 、符号 f_s は巻線の占積率、符号 S_t は巻線用スロットの全断面積、符号 ρ は巻線の固有抵抗、符号 l はコイルの平均長を、それぞれ表す。電流及び磁束の波形はそれぞれ正弦波状とした。また、回転電機のサイズが小さい場合には、回転電機の損失のほとんどは銅損であるため、鉄損を無視した。

【0009】

【数 2】

$$K_m = (1/2) p \cdot \Phi \cdot \sqrt{(f_s \cdot S_t) / \rho \cdot l} \quad \dots \quad (2)$$

【0010】

係数 K_m を大きくするためには、以下の手段 (i) ~ (vi) のいずれか少なくとも一つが有効であることが、式 (2) からわかる。

【0011】

- (i) 巻線の占積率 f_s を大きくすること、
- (ii) コイルの平均長 l を小さくすること、
- (iii) 巻線の固有抵抗 ρ を小さくすること、
- (iv) 巻線に鎖交する磁束量の最大値 Φ を大きくすること、
- (v) 極対数 p を大きくすること、
- (vi) 巻線用スロットの全断面積 S_t を大きくすること。

【0012】

全断面積 S_t を大きくするという観点から（手段vi）、二つの電機子を有するモータが提案されている。具体的には、環状を呈する界磁子に対して、内周側及び外周側のそれぞれに電機子が設けられる。当該電動機は、「ダブルアマチュア電動機」と通称されている。かかる技術は、例えば特許文献1に開示されている。

【0013】

その他、本発明に関連する技術が特許文献2及び非特許文献2に開示されている。

【0014】

【特許文献1】特開2002-369467号公報

【特許文献2】特開2002-335658号公報

【非特許文献1】大西和夫、「永久磁石モータのトルク評価と最適構造の検討」、電気学会論文誌D産業応用部門誌、平成7年、第115巻、第7号、第930頁～第935頁

【非特許文献2】大川光吉、「永久磁石磁気回路入門」、総合電子出版社、第32頁～第34頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかし、従来の技術では、回転電機を小型化すればトルクが小さくなるおそれがあった。

【0016】

本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、回転電機のトルクを大きくしつつも、当該回転電機を小型化することが目的とされる。

【課題を解決するための手段】

【0017】

この発明の請求項1にかかる回転電機は、所定の軸（92）の周りで環状を呈する界磁子（2）と、前記界磁子の外周側に配置される第1の電機子（11）と、前記界磁子の内周側に配置される第2の電機子（12）とを備え、前記第1の電機子は、前記所定の軸の周りで環状に配置され、それぞれ界磁子に外周側から対向する第1のティース（111）の複数と、前記第1のティースのそれぞれに巻回される第1の巻線（113）とを有し、前記第1のティースは、前記所定の軸に沿う一方向（91）を向き、前記一方向へと順に配置される第1及び第2の端面（111a, 111b）を含み、前記第2の電機子は、前記所定の軸の周りで環状に配置され、それぞれ界磁子に内周側から対向する第2のティース（121）の複数と、前記第2のティースのそれぞれに巻回される第2の巻線（123）とを有し、前記第2のティースは、前記一方向を向き、前記一方向へと順に配置される第3及び第4の端面（121a, 121b）を含み、前記第1の端面は、前記第3の端面に対して前記一方向へと退き、前記第2の端面は、前記第4の端面に対して前記一方向とは反対方向へと退き、前記一方向について、前記第1の巻線の外周側の端（113a, 113b）のうち前記第1のティースに対して前記第1の端面（111a）と同じ側にある第1の端（113a）と、当該第1の端面との間の距離である第1の距離（W1a）は、前記第2の巻線の外周側の端（123a, 123b）のうち前記第2のティースに対して前記第3の端面（121a）と同じ側にある第2の端（123a）と、当該第3の端面との間の距離である第2の距離（W2a）よりも大きい。

【0018】

この発明の請求項2にかかる回転電機は、請求項1記載の回転電機であって、前記一方向（91）について、前記第1の端（113a）の位置と前記第2の端（123a）の位置とは略一致する。

【0019】

この発明の請求項3にかかる回転電機は、請求項1または請求項2記載の回転電機であって、前記一方向について、前記第1の巻線の外周側の前記端（113a, 113b）のうち前記第1のティース（111）に対して前記第2の端面（111b）と同じ側にある

第3の端(113b)と、当該第2の端面との間の距離である第3の距離(W1b)は、前記第2の巻線の外周側の前記端(123a, 123b)のうち前記第2のティース(121)に対して前記第4の端面(121b)と同じ側にある第4の端(123b)と、当該第4の端面との間の距離である第4の距離(W2b)よりも大きい。

【0020】

この発明の請求項4にかかる回転電機は、請求項3記載の回転電機であって、前記一方向(91)について、前記第3の端(113b)の位置と前記第4の端(123b)の位置とは略一致する。

【0021】

この発明の請求項5にかかる回転電機は、請求項1乃至請求項4のいずれか一つに記載の回転電機であって、前記第1のティース(111)の、内周側から外周側へと向かう方向に対する断面の面積のうち最小である第1の面積(S1)は、前記第2のティース(121)の、内周側から外周側へと向かう方向に対する断面の面積のうち最小である第2の面積(S2)よりも大きい。

【0022】

この発明の請求項6にかかる回転電機は、請求項5記載の回転電機であって、前記第1の面積(S1)の前記第2の面積(S2)に対する比率は、前記所定の軸(92)から前記界磁子(2)の外周までの距離(R1)の、前記所定の軸から前記界磁子の内周までの距離(R2)に対する比率と略同一である。

【0023】

この発明の請求項7にかかる回転電機は、請求項1乃至請求項6のいずれか一つに記載の回転電機であって、前記界磁子(2)は、前記一方向(91)に延在する磁石(21)を有し、前記一方向について、前記磁石の長さ(L21)は前記第2のティース(121)の長さ(L121)よりも大きい。

【0024】

この発明の請求項8にかかる回転電機は、請求項1乃至請求項7のいずれか一つに記載の回転電機であって、前記界磁子(2)は、前記所定の軸(92)の周りで環状を呈するコア(22)を有し、前記一方向について、前記コアの長さ(L22)は前記第2のティース(121)の長さ(L121)よりも大きい。

【0025】

この発明の請求項9にかかる回転電機は、請求項8記載の回転電機であって、前記界磁子(2)は、前記コア(22)に設けられ、前記一方向(91)に延在する磁石(21)を更に有し、前記一方向について、前記磁石の長さ(L21)は前記コアの長さ(L22)よりも大きい。

【0026】

この発明の請求項10にかかる回転電機は、請求項1乃至請求項9のいずれか一つに記載の回転電機であって、前記界磁子(2)は、前記所定の軸(92)の周りで環状を呈するコア(22)を有し、前記コアは、前記一方向(91)について、前記第1または前記第2のティース(111, 121)の界磁子側から見た中心の位置(r11, r12)と同じ位置(r2)からの、前記コアの一端(22a)までの距離(L22a)と、他端(22b)までの距離(L22b)とが異なる。

【0027】

この発明の請求項11にかかる回転電機は、請求項1乃至請求項10のいずれか一つに記載の回転電機であって、前記第1のティース(111)は、外周側から内周側に向かう方向(93)に対する断面が、当該方向に行くに従って広がる。

【0028】

この発明の請求項12にかかる回転電機は、請求項1乃至請求項11のいずれか一つに記載の回転電機であって、前記第2のティース(121)は、内周側から外周側へと向かう方向(94)に対する断面が、当該方向に行くに従って広がる。

【0029】

10

20

30

40

50

この発明の請求項 1 3 にかかる圧縮機は、請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれか一つに記載の回転電機を電動機として搭載する。

【0030】

この発明の請求項 1 4 にかかる送風機は、請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれか一つに記載の回転電機を電動機として搭載する。

【0031】

この発明の請求項 1 5 にかかる空気調和機は、請求項 1 3 に記載の圧縮機、及び請求項 1 4 に記載の送風機の少なくともいずれか一方を搭載する。

【発明の効果】

【0032】

この発明の請求項 1 または請求項 3 にかかる回転電機によれば、第 1 の端面は第 3 の端面に対して一方向へと退き、第 2 の端面は第 4 の端面に対して一方向とは反対方向へと退いているので、第 1 の電機子の一方向についての長さが大きくなることを抑制できる。よって、第 1 の巻線の巻数を第 2 の巻線の巻数よりも大きくしたり、第 1 の巻線を第 2 の巻線よりも太くしたりしても、回転電機は大型化しない。すなわち、回転電機の大型化を抑制しつつも、第 2 の巻線に比べて第 1 の巻線において多くの磁束を発生させて、回転電機のトルクを大きくすることができる。

【0033】

この発明の請求項 2 にかかる回転電機によれば、回転電機が大型化することを抑制しつつも、回転電機のトルクを大きくすることができる。

【0034】

この発明の請求項 4 にかかる回転電機によれば、第 1 の電機子の一方向についての長さ、第 2 の電機子の一方向についての長さをほぼ同じとすることができる。よって、回転電機が大型化することを抑制しつつも、回転電機のトルクを大きくすることができる。

【0035】

この発明の請求項 5 または請求項 6 にかかる回転電機によれば、界磁子の磁束について、第 1 のティースに流れる磁束の磁束密度と、第 2 のティースに流れる磁束の磁束密度とをほぼ同じとすることができる。そして、磁石を設けて得た界磁子においては、第 1 及び第 2 の電機子のそれぞれの磁気抵抗をほぼ等しくすることで、磁石の動作点が同じときに第 1 及び第 2 の電機子のそれぞれに流れる磁束の量を最大にすることができる。よって、

【0036】

この発明の請求項 7 にかかる回転電機によれば、磁石の磁極面積を大きくすることで、第 1 及び第 2 の巻線に多くの磁束を鎖交させることができる。よって、回転電機のトルクを大きくすることができる。

【0037】

この発明の請求項 8 にかかる回転電機によれば、第 2 の電機子と界磁子との間のエアギャップの面積が増大するので、当該エアギャップの磁気抵抗が低減する。そして、磁石を設けて得た界磁子においては、磁石のパーミアンス係数を大きくする（以下では、「動作点を高める」という。）ことで発生する磁束を増大させ、第 1 及び第 2 の巻線に多くの磁束を鎖交させることができる。よって、回転電機のトルクを大きくすることができる。

【0038】

この発明の請求項 9 にかかる回転電機によれば、磁石の磁極面積が大きくなるのでより多くの磁束を発生させることができるので、第 1 及び第 2 の巻線に鎖交する磁束の量が増える。しかも、磁石の一方向についての端の少なくとも一方がコアから突出し、磁石の突出した部分で生じた磁束は、磁気抵抗の低いコアへと導かれる。よって、磁石の当該端での磁束の短絡が防止される。これにより、第 1 及び第 2 の巻線に磁石の磁束の多くを鎖交させることができ、以って回転電機のトルクを大きくすることができる。

【0039】

この発明の請求項 1 0 にかかる回転電機によれば、回転電機を駆動する際に必要なスラ

10

20

30

40

50

スト力を発生させることができる。

【0040】

この発明の請求項11にかかる回転電機によれば、第1の電機子と界磁子との間のエアギャップの面積が増大するので、当該エアギャップの磁気抵抗が低減する。磁石を設けて得た界磁子においては、磁石の動作点を高めることで発生する磁束を増大させ、第1及び第2の巻線に多くの磁束を鎖交させることができる。よって、回転電機のトルクを大きくすることができる。

【0041】

この発明の請求項12にかかる回転電機によれば、第2の電機子と界磁子との間のエアギャップの面積が増大するので、当該エアギャップの磁気抵抗が低減する。磁石を設けて得た界磁子においては、磁石の動作点を高めることで発生する磁束を増大させ、第1及び第2の巻線に多くの磁束を鎖交させることができる。よって、回転電機のトルクを大きくすることができる。

10

【0042】

この発明の請求項13にかかる圧縮機によれば、効率良く冷媒を圧縮することができる。

【0043】

この発明の請求項14にかかる送風機によれば、効率よく風を送り出すことができる。

【0044】

この発明の請求項15にかかる空気調和機によれば、効率良く温度を調節することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

1. 回転電機の構造

図1及び図2は、本発明にかかる回転電機1を概念的に示す。図1では、回転電機1の中心軸である所定の軸92に直交する断面が、図2では、図1に示される位置A-Aでの断面が、それぞれ示されている。

【0046】

回転電機1は、界磁子2と、電機子11、12とを備える。

【0047】

界磁子2は、所定の軸92の周りで環状を呈する。界磁子2は、コア22と磁石21とを有する。具体的には、コア22は、所定の軸92の周りで周方向95に沿って環状を呈する。磁石21は、コア22に設けられ、所定の軸92に沿って延在する。磁石21は、コア22に埋め込まれても良いし（図1及び図2）、コア22の電機子11、12側のそれぞれの表面の少なくともいずれか一方に設けられても良い。なお、界磁子2は、環状の磁石21のみで構成されても良い。

30

【0048】

図1では、界磁子2の極数が4の場合が示されている。具体的には、4つの磁石21が所定の軸92の周りで環状に配置されている。磁石21はいずれも、電機子11、12側の表面のそれぞれに異なる極性を呈する。そして、周方向95に沿って隣接する磁石21同士は、電機子11側の表面に異なる極性を呈する。

40

【0049】

電機子11は、ティース111の複数、ヨーク112及び巻線113を有し、界磁子2の外周側に配置される。ヨーク112は、所定の軸92の周りで環状を呈する。

【0050】

ティース111のそれぞれは、所定の軸92の周りで環状に配置され、ヨーク112に対して内周側から連結され、そして界磁子2に対して外周側から対向する。ティース111の各々は、端面111a、111bを有する。端面111a、111bはいずれも、所定の軸92に沿う方向を向いている。

【0051】

50

図 2 では、所定の軸 9 2 に沿って端面 1 1 1 a から端面 1 1 1 b へと向かう方向が一方向 9 1 として示されている。一方向 9 1 を用いて、端面 1 1 1 a, 1 1 1 b を次のように把握することができる。すなわち、端面 1 1 1 a, 1 1 1 b は、所定の軸 9 2 に沿う一方向 9 1 を向き、当該一方向 9 1 へと順に配置される。

【0052】

巻線 1 1 3 は、ティース 1 1 1 のそれぞれに巻回され、端 1 1 3 a, 1 1 3 b を含む。端 1 1 3 a, 1 1 3 b は、一方向 9 1 について巻線 1 1 3 の外周側の端である。そして、端 1 1 3 a はティース 1 1 1 に対して端面 1 1 1 a と同じ側にあり、端 1 1 3 b はティース 1 1 1 に対して端面 1 1 1 b と同じ側にある。

【0053】

電機子 1 2 は、ティース 1 2 1 の複数、ヨーク 1 2 2、巻線 1 2 3 を有し、界磁子 2 の内周側に配置される。ヨーク 1 2 2 は、所定の軸 9 2 の周辺に位置する。

【0054】

ティース 1 2 1 のそれぞれは、所定の軸 9 2 の周りで環状に配置され、ヨーク 1 2 2 に対して外周側から連結され、そして界磁子 2 に対して内周側から対向する。ティース 1 2 1 の各々は、端面 1 2 1 a, 1 2 1 b を有する。端面 1 2 1 a, 1 2 1 b はいずれも、所定の軸 9 2 に沿う方向を向いている。

【0055】

端面 1 1 1 a, 1 1 1 b と同様に一方向 9 1 (図 2) を用いて、端面 1 2 1 a, 1 2 1 b を次のように把握することができる。すなわち、端面 1 2 1 a, 1 2 1 b は、所定の軸 9 2 に沿う一方向 9 1 を向き、当該一方向 9 1 へと順に配置される。

【0056】

巻線 1 2 3 は、ティース 1 2 1 のそれぞれに巻回され、端 1 2 3 a, 1 2 3 b を含む。端 1 2 3 a, 1 2 3 b は、一方向 9 1 について巻線 1 2 3 の外周側の端である。そして、端 1 2 3 a はティース 1 2 1 に対して端面 1 2 1 a と同じ側にあり、端 1 2 3 b はティース 1 2 1 に対して端面 1 2 1 b と同じ側にある。

【0057】

ティース 1 1 1 への巻線 1 1 3 の巻き方、及びティース 1 2 1 への巻線 1 2 3 の巻き方のそれぞれには、集中巻や分布巻が採用できる。巻線 1 1 3, 1 2 3 の接続には、直列接続や並列接続が採用できる。巻線 1 1 3, 1 2 3 のそれぞれに 3 相電流が流れる場合には、巻線 1 1 3, 1 2 3 の接続には、スター結線やデルタ結線などが採用できる。

【0058】

ティース 1 1 1 とティース 1 2 1 とは次のような関係にある。すなわち、端面 1 1 1 a は、端面 1 2 1 a に対して一方向 9 1 へと退いている。端面 1 1 1 b は、端面 1 2 1 b に対して一方向 9 1 とは反対方向へと退いている。

【0059】

巻線 1 1 3 と巻線 1 2 3 とは次のような関係にある。すなわち、端 1 1 3 a と端面 1 1 1 a との間の距離 $W1a$ は、端 1 2 3 a と端面 1 2 1 a との間の距離 $W2a$ よりも大きい。また、端 1 1 3 b と端面 1 1 1 b との間の距離 $W1b$ は、端 1 2 3 b と端面 1 2 1 b との間の距離 $W2b$ よりも大きい。

【0060】

上述した回転電機 1 によれば、端面 1 1 1 a が端面 1 2 1 a に対して一方向 9 1 へと退き、端面 1 1 1 b が端面 1 2 1 b に対して一方向 9 1 とは反対方向へと退いているので、電機子 1 1 の一方向 9 1 についての長さ $L11$ が大きくなることを抑制できる。よって、巻線 1 1 3 の巻数を巻線 1 2 3 の巻数よりも大きくしたり、巻線 1 1 3 を巻線 1 2 3 よりも太くしたりしても、回転電機 1 は大型化しない。すなわち、回転電機 1 の大型化を抑制しつつも、巻線 1 2 3 に比べて巻線 1 1 3 において多くの磁束を発生させて、回転電機 1 のトルクを高めることができる。

【0061】

なお、図 1 は、極数 P と、ティース 1 1 1, 1 2 1 のそれぞれの本数 Y との組合せ (P

10

20

30

40

50

、Y)が(4, 6)の回転電機1を示しているが、組合せ(P, Y)には他の組合せを採用しても良く、上述した回転電機1と同様の効果が得られる。

【0062】

上述した回転電機1について、次の態様が望ましい。すなわち、一方向91について、巻線113の端113aの位置と、巻線123の端123aの位置とは略一致する。

【0063】

さらには、一方向91について、巻線113の端113bの位置と、巻線123の端123bの位置とが略一致することが望ましい。

【0064】

かかる態様によれば、電機子11の長さL11と、電機子12の一方向91についての長さL12とをほぼ同じすることができる。よって、回転電機1が大型化することを抑制しつつも、回転電機1のトルクを大きくすることができる。

【0065】

例えば、巻線113の端113aの位置は、巻線123の端123aの位置よりも一方向とは反対方向へとずれていても良い。かかる態様は図3に示されている。

【0066】

図3に示される回転電機1は、回転軸99と端板5とを更に備える。端板5は、一方向91とは反対方向から電機子12に離間して被さる。界磁子2は、端板5を介して回転軸99に接続される。

【0067】

かかる態様によれば、一方向91について、巻線113の端113aの位置が、端板5の界磁子2とは反対側の端面5aの位置に略一致するまで、巻線113をティース111に巻回することができる。よって、回転電機1を顕著には大型化させずに、電機子11で発生する磁束を増大することでき、以って回転電機1のトルクを大きくすることができる。

【0068】

同様に、巻線113の端113bの位置は、巻線123の端123bの位置よりも一方向へとずれていても良い。

【0069】

2. ティースについて

図1では、ティース111の、内周側から外周側へと向かう方向に対する断面の面積S1が示されている。面積S1は、ティース111の当該断面の面積のうち最小のものである。また、ティース121の、内周側から外周側へと向かう方向に対する断面の面積S2も示されている。面積S2は、ティース121の当該断面の面積のうち最小のものである。

【0070】

図1に示されるように、面積S1は面積S2よりも大きいことが望ましい。例えば、面積S1の面積S2に対する比率が、所定の軸92から界磁子2の外周までの距離R1の、所定の軸92から界磁子2の内周までの距離R2に対する比率と略同一にされる。

【0071】

かかる態様によれば、界磁子2の磁束について、ティース111に流れる鎖交磁束の磁束密度と、ティース121に流れる鎖交磁束の磁束密度とをほぼ同じすることができる。そして、磁石21を設けて得た界磁子2においては、電機子11, 12のそれぞれの磁気抵抗をほぼ等しくすることで、磁石21の動作点が同じときに電機子11, 12のそれぞれに流れる磁束の量を最大にすることができる。よって、回転電機1のトルクを大きくすることができる。

【0072】

具体的には、鎖交磁束の磁束密度を、ティース111とティース121とでほぼ同じにすることで、ティース111での磁気抵抗とティース121での磁気抵抗とをほぼ同じにすることができる。

10

20

30

40

50

【0073】

例えば、ティース111, 121のいずれか一方の磁気抵抗が他方の磁気抵抗より大きくなると、当該一方では磁束の流れが阻害される。これにより、当該他方での磁束の流れも阻害される。

【0074】

しかし、上述のようにティース111, 121の磁気抵抗をほぼ同じにすることで、磁束の流れが阻害されにくくなる。よって、回転電機1の効率が低下することが防止される。

【0075】

かかる効果は、コア22の電機子11, 12側のそれぞれの表面に磁石21が設けて得た界磁子2において、特に顕著に現れる。

10

【0076】

図4は、図1で示される位置A-Aでの回転電機1の断面であって、ティース111及びティース121の形状を概念的に示す。

【0077】

ティース111は、外周側から内周側へと向かう方向93に対する断面が、当該方向93に行くに従って拡がる。かかる形状によれば、界磁子2から流れる磁束の多くをティース111に導くことができる。

【0078】

しかも、電機子11と界磁子2との間のエアギャップの面積が増大するので、当該エアギャップの磁気抵抗が低減する。磁石21を設けて得た界磁子2においては、磁石21の動作点を高めることで磁石21で発生する磁束を増大させ、巻線113, 123に多くの磁束を鎖交させることができる。よって、回転電機1のトルクを大きくすることができる。

20

【0079】

ティース121は、内周側から外周側へと向かう方向94に対する断面が、当該方向94に行くに従って拡がる。かかる形状によれば、界磁子2から流れる磁束の多くをティース121に導くことができる。しかも、上述したのと同様に、電機子12と界磁子2との間のエアギャップの磁気抵抗が低減する。

【0080】

かかる形状を有するティース111の構造について、より具体的に図5を用いて説明する。図5は、図4で一点鎖線で囲まれた領域W1を拡大して示す。なお、ティース121についてもティース111と同様である。

30

【0081】

ティース111は、磁性体51, 52を有する。磁性体51は、自身が属するティース111が突出する方向93と同じ方向へと、ヨーク112から延びる。

【0082】

磁性体52は、磁性体51の方向91についての一端51aに設けられる。磁性体52は、磁性体51の方向91についての他端51bにも設けることができる。

【0083】

磁性体52は一体であって、根部521と鰐部522とを含む。根部521は、自身が属するティース111が突出する方向93と同じ方向へとヨークから延びる。

40

【0084】

鰐部522は、根部521のヨーク112とは反対側の端から、磁性体51とは反対側へと延びる。図5では、鰐部522は方向91に沿って延びている。

【0085】

かかる態様によれば、磁性体52は一体であるので、例えば板状の磁性体52を折り曲げるだけで根部521と鰐部522とを成形することができ、以ってティース111の成形が容易である。

【0086】

50

磁性体 5 1 は、方向 9 1 に積層された複数の磁性体板 5 1 1 を有しても良い。かかる磁性体 5 1 によれば、鉄損を低減できる。

【0087】

3. 界磁子について

図 2 乃至図 4 では、磁石 2 1 の一方向 9 1 についての長さ L 2 1 は、ティース 1 2 1 の一方向 9 1 についての長さ L 1 2 1 よりも大きい。

【0088】

かかる態様によれば、磁石 2 1 の磁極面積を大きくすることで、巻線 1 1 3, 1 2 3 に多くの磁束を鎖交させることができ、以って回転電機 1 のトルクを大きくすることができる。

【0089】

また、長さ L 2 1 は、コア 2 2 の一方向 9 1 についての長さ L 2 2 よりも大きい（図 2 乃至図 4）。かかる態様によれば、磁石 2 1 の一方向 9 1 についての端 2 1 a, 2 1 b の少なくとも一方がコア 2 2 から突出する。磁石 2 1 の突出した部分で生じた磁束は、磁気抵抗の低いコア 2 2 へと導かれる。よって、突出した端 2 1 a, 2 1 b で、磁石 2 1 の磁極面の一方から他方へと磁束が短絡することが防止される。なお、図 2 乃至図 4 では、端 2 1 a, 2 1 b のいずれもがコア 2 2 から突出している場合が示されている。

【0090】

図 2 乃至図 4 ではさらに、コア 2 2 の長さ L 2 2 が、ティース 1 2 1 の長さ L 1 2 1 よりも大きい場合が示されている。かかる態様によれば、電機子 1 2 と界磁子 2 との間のエアギャップの面積が増大するので、当該エアギャップの磁気抵抗が低減する。そして、磁石 2 1 を設けて得た界磁子 2 においては、磁石の動作点を高めることで、巻線 1 1 3, 1 2 3 に磁石 2 1 の磁束の多くを鎖交させることができる。よって、回転電機 1 のトルクを大きくすることができる。

【0091】

図 6 は、図 1 で示される位置 A-A での回転電機 1 の断面であって、界磁子 2 の形状を概念的に示す。

【0092】

ティース 1 1 1 は、界磁子 2 側から見た中心を位置 r 1 1 に有する。ティース 1 2 1 は、界磁子 2 側から見た中心を位置 r 1 2 に有する。

【0093】

界磁子 2 は、一方向 9 1 について、位置 r 1 1 または位置 r 1 2 と同じ位置 r 2 からの、コア 2 2 の一端 2 2 a までの距離 L 2 2 a と、他端 2 2 b までの距離 L 2 2 b とが異なる。具体的に図 6 では、距離 L 2 2 b が距離 L 2 2 a よりも大きい。なお、図 6 では、一方向 9 1 について位置 r 1 1 と位置 r 1 2 とが一致している場合が示されている。

【0094】

かかる回転子 2 の形状によれば、回転電機 1 を駆動する際に必要なスラスト力を発生させることができる。

【0095】

例えば、一方向 9 1 について、界磁子 2 の中心の位置を、ティース 1 1 1 またはティース 1 2 1 の中心の位置 r 1 1, r 1 2 から、一方向 9 1 またはそれとは反対方向へと変位させることでも、界磁子 2 において位置 r 2 からの距離 L 2 2 a と距離 L 2 2 b とを異ならせることができる。このとき、以下に説明するように、ティース 1 1 1, 1 2 1 に対する界磁子 2 の変位の大きさが小さくても、必要なスラスト力を発生させることができる。

【0096】

図 7 は、ティース 1 1 1, 1 2 1 に対する界磁子 2 の変位の大きさ（以下、単に「変位」という。）x（横軸）と、エアギャップに蓄えられる磁気エネルギー W g（縦軸）との関係を示す。変位 x を値 x 1 まで大きくしても、磁気エネルギー W g はほとんど低下しない。これは、エアギャップの磁束密度がほとんど低下しないからである。変位 x が値 x 1 から値 x 2 の範囲にある場合には、変位 x が大きくなるに従って磁気エネルギー W g は顕

10

20

30

40

50

著に低下する。そして、変位 x が値 x_2 からさらに大きくなるに従って磁気エネルギー W_g は 0 に漸近する。

【0097】

スラスト力は、変位 x の関数として表された磁気エネルギー W_g を、変位 x で微分して得られる。

【0098】

図 7 では、電機子が一つだけ設けられた回転電機の、変位 x と磁気エネルギー W_g との関係を破線 201 で示している。当該回転電機では、磁気エネルギー W_g の変位 x に対する変化量（変位 x での微分）が、回転電機 1 よりも小さいことがわかる。すなわち、変位 x が値 x_1 から値 x_2 の間にある場合には、回転電機 1 の方が、変位 x の変化量が小さくても磁気エネルギー W_g の変化量は大きく、以ってスラスト力は顕著に変化する。

10

【0099】

スラスト力は、回転電機 1 の一方向 91 についての振動を抑制することができる。例えば、よって、回転電機 1 を圧縮機などに搭載した場合には振動による騒音が低減できる。また、回転電機 1 を DVD (Digital Versatile Disk) 等の再生機やレコーダなどに搭載して、アクチュエータとして用いた場合には、読取りや書込みのエラーを低減することができる。

【0100】

ただし、図 7 に示される関係からもわかるように、変位 x を顕著に大きくすると磁気エネルギー W_g が小さくなり、以って回転電機 1 に流れる磁束の量も小さくなる。よって、変位 x は、回転電機 1 に必要な磁束量とスラスト力の両方を考慮して選択することが望ましい。

20

【0101】

上述した回転電機 1 はいずれも、例えば冷媒を圧縮する圧縮機や、送風を行う送風機などに搭載することができる。また、かかる圧縮機や送風機は、空気調和機に搭載することができる。特に車載用の空気調和機では、自身に搭載する回転電機を小型化する必要があり、本発明にかかる回転電機 1 を採用することが望ましい。

【0102】

回転電機 1 は、例えば発電機として駆動することもできる。

【0103】

30

4. その他の態様

なお、上述した回転電機 1 とは異なり、例えば端面 111a を端面 121a に対して一方向 91 とは反対方向へと突出させても良いし、端面 111b を端面 121b に対して一方向 91 へと突出させても良い。

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図 1】本発明にかかる回転電機を概念的に示す断面図である。

【図 2】本発明にかかる回転電機を概念的に示す断面図である。

【図 3】本発明にかかる回転電機を概念的に示す断面図である。

【図 4】本発明にかかる回転電機を概念的に示す断面図である。

40

【図 5】図 4 で示される領域 W1 を拡大して示す図である。

【図 6】本発明にかかる回転電機を概念的に示す断面図である。

【図 7】変位 x と磁気エネルギー W_g との関係を示す図である。

【符号の説明】

【0105】

2 界磁子

11, 12 電機子

21 磁石

22 コア

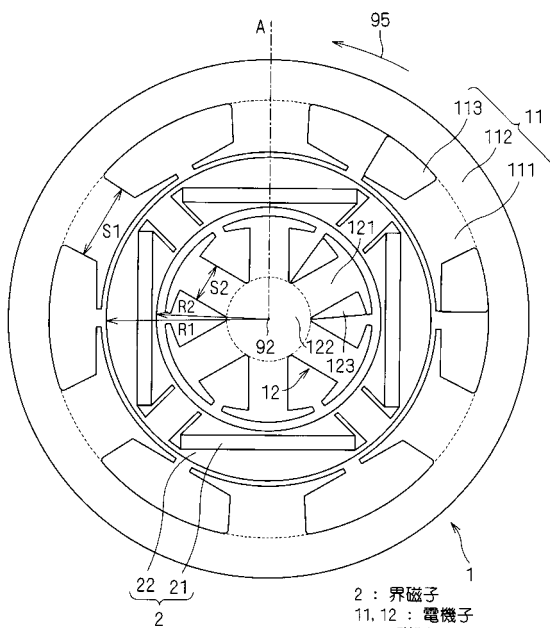
91 一方向

50

9 2 所定の軸
 1 1 1, 1 1 2 ティース
 1 1 1 a, 1 1 1 b, 1 2 1 a, 1 2 1 b 端面
 1 1 3, 1 2 3 巻線
 1 1 3 a, 1 1 3 b, 1 2 3 a, 1 2 3 b 端
 S 1, S 2 面積
 R 1, R 2, L 2 2 a, L 2 2 b 距離
 L 2 1, L 2 2, L 1 2 1 長さ
 r 1 1, r 1 2, r 2 位置
 W 1 a, W 1 b, W 2 a, W 2 b 距離

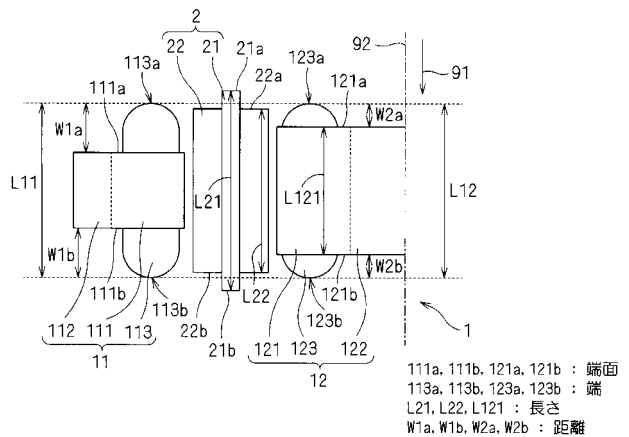
10

【図 1】

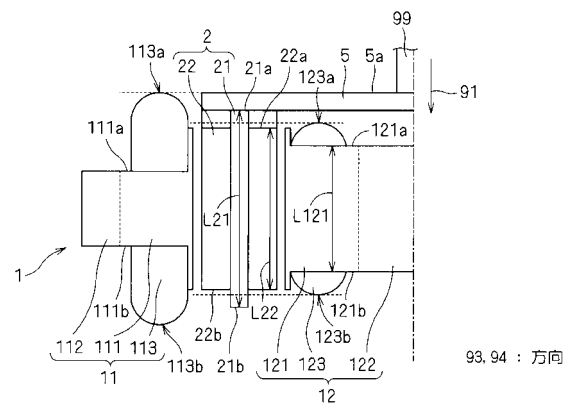


2 : 界磁子
 11, 12 : 電機子
 21 : 磁石
 22 : コア
 91 : 一方向
 92 : 所定の軸
 111, 112 : ティース
 113, 123 : 巻線
 S1, S2 : 面積
 R1, R2 : 距離

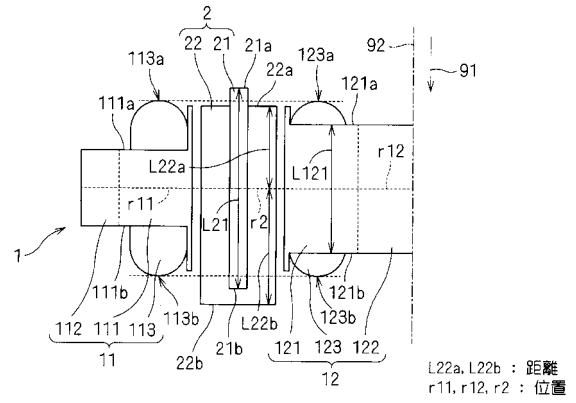
【図 2】



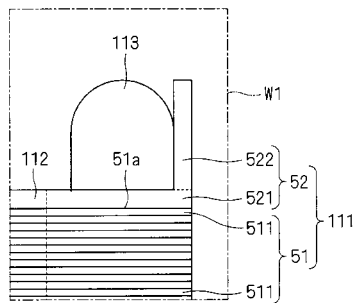
【図 3】



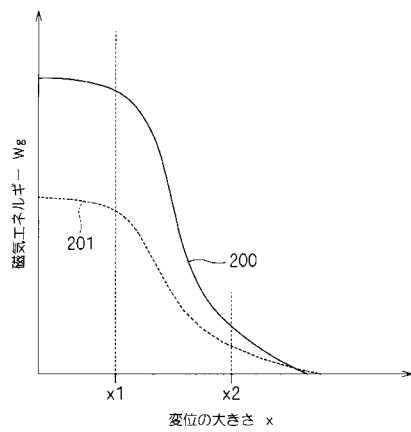
【図 6】



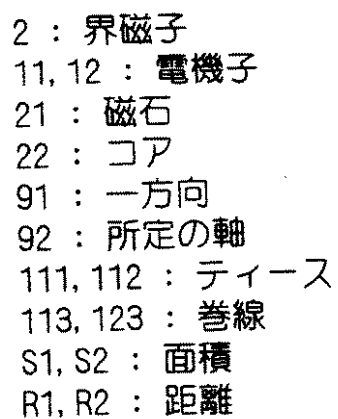
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 俊成

滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(72)発明者 浅野 能成

滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内