(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3681459号
(P3681459)
(45)発行日　平成17年8月10日(2005.8.10)　(24)登録日　平成17年5月27日(2005.5.27)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H02K 1/27　H02K 1/27 501A
H02K 21/16　H02K 1/27 501E
H02K 21/16 M

請求項の数 3　(全 6 頁)

(21)出願番号　特願平8-35987
(22)出願日　平成8年2月23日(1996.2.23)
(65)公開番号　特開平9-233744
(43)公開日　平成9年9月5日(1997.9.5)
審査請求日　平成15年2月24日(2003.2.24)

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100080827
弁理士　石原　勝
(72)発明者　橋本　直
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　村上　浩
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　横手　静
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】同期電動機

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
高透磁率材料から成るロータコアにロータ中心側が凸の円弧状の永久磁石をほぼ並行させてロータコアの半径方向外側と内側の２層に埋め込んだロータと、ロータの周囲にあって回転磁界を発生するステータとを備え、これらの永久磁石の端がロータ外周の近くまで延び、マグネットトルク及びリラクタンストルクを利用する同期電動機において、内層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さを、外層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さより大きくしたことを特徴とする同期電動機。
【請求項２】
外層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の間隔をｄａ、内層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の間隔をｄｂ、ロータコアの半径をｒとして、ｄａ＞ｒ／１００、ｄｂ＜４ｒ／１００、１．１ｄａ＜ｄｂ＜２ｄａとしたことを特徴とする請求項１記載の同期電動機。
【請求項３】
外層側及び内層側の永久磁石の端部の両角を円弧に形成するとともに、そのうち内層側の永久磁石の曲率中心から遠い方の角の円弧の曲率半径を他の円弧よりも大きくしたことを特徴とする請求項１又は２記載の同期電動機。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の永久磁石を埋め込んだロータを備え、マグネットトルク及びリラクタンストルクを利用する同期電動機に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

鉄などの高透磁率材料からなるロータコアに、半径方向に間隔を置いた２層の永久磁石を回転方向に複数組埋め込むことによりリラクタンストルクの有効利用を図り、マグネットトルクのみならずリラクタンストルクをも併せ利用するようにした同期電動機は、特願平７－１３４０２３号において先に提案されている。

【０００３】

このように、ロータ外周側に位置する永久磁石とロータ内周側に位置する永久磁石が間隔を置いて２層に埋設されたロータにおいては、ステータ側の巻線群によって生じる回転磁界と永久磁石の磁界との間で発生するマグネットトルク及び回転磁界による磁路が内外の永久磁石の間隔部分等に形成されることより発生するリラクタンストルクとの合成トルクで回転する。

【０００４】

上記従来の同期電動機では、図５に示すように外層側及び内層側の永久磁石１７、１８の端とロータ１３外周との間の間隔、即ち永久磁石の端部におけるロータコア１６の厚さは両方の永久磁石について同じに設定されている。その厚さは薄い程洩れ磁束が少なくなるため高トルクが得られて好ましいが、あまり薄くするとロータ回転時の遠心力によってロータコアが破壊する恐れがあるため、高速回転時に十分な強度を確保できる範囲でできるだけ薄く設定されている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の構成では洩れ磁束Ｐを一層少なくして高トルクを得ながらさらに高速回転を実現することができないという問題があった。

【０００６】

そこで、ロータの高速回転時に作用する応力状態を詳細に分析したところ、外層側の永久磁石の端よりも内層側の永久磁石の端の方が大きな応力が作用し、特にその曲率中心から遠い方の角部近傍に大きな応力が集中することが判明した。

【０００７】

本発明は、永久磁石の端部におけるロータコアの厚さを高速回転時に作用する応力に応じて必要最小限に設定することにより、高トルクを維持しつつ高速回転時における強度を十分に確保できる同期電動機を提供することを目的とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

本発明の同期電動機は、高透磁率材料から成るロータコアにロータコア中心側が凸の円弧状の永久磁石をほぼ並行させてロータコアの半径方向外側と内側の２層に埋め込んだロータと、ロータの周囲にあって回転磁界を発生するステータとを備え、これらの永久磁石の端がロータ外周の近くまで延び、マグネットトルク及びリラクタンストルクを利用する同期電動機において、内層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さを、外層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さより大きくすることにより、洩れ磁束を殆ど大きくすることなく、高速回転時の遠心力によってより大きな応力が作用する部分の強度を大きくし、高トルクを維持しつつ高速回転時における強度を十分に確保できるようにしている。

【０００９】

ここで、外層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の間隔をｄａ、内層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の間隔をｄｂ、ロータコアの半径をｒとして、ｄｂをｄａの１．１倍より大きくすることによって効果を発揮するが２倍以上ではｄａの部分の強度が相対的に弱くなるため効果が無く、またｄａはｒの１／１００以上ないと全体として高速回転時の強度が得られず、またｄｂがｒの４／１００以上になると洩れ磁束が大きくなる

ので好ましくない。

【００１０】

また、外層側及び内層側の永久磁石の端部の両角を円弧に形成して角部での応力集中を緩和するとともに、そのうち特に大きな応力が作用する内層側の永久磁石の曲率中心から遠い方の角の円弧の曲率半径を他の円弧よりも大きくすることにより、応力が極大となる部分の応力集中を緩和してさらに高速回転時の強度を高くできる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態について、図１～図４を参照して説明する。

【００１２】

図１において、１は同期電動機で、ステータ２とロータ３にて構成されている。ステータ２には複数のティース４が設けられるとともに、各ティース４、４間のスロット５には巻線（図示せず）が配されていて、それらの巻線群に電流が与えられることで回転磁界を発生するように構成されている。

【００１３】

ロータ３は、ステータ２の巻線群によって生じる回転磁界の磁束が通り易い高透磁率材料の鉄材から成るロータコア６と、ロータコア６にロータ３の極に対応して周方向に等間隔に配設された４組の永久磁石７、８とを備えている。これら永久磁石７、８はロータコア６中心側が凸の円弧状のもので、ロータコア６の半径方向に間隔をおいてほぼ並行させて外層側と内層側の２層に埋設されており、各々の端７ａ、８ａはロータコア６の外周の近くまで延びている。各組の永久磁石７、８はＳ極とＮ極が周方向に交互となるように配設され、かつ層関係にある永久磁石７と８はその外周側の極性が同一となるように配設されている。

【００１４】

そして、外層側の永久磁石７の端７ａとロータコア６の外周との間の間隔をｄａ、内層側の永久磁石８の端８ａとロータコア６の外周との間の間隔をｄｂ、ロータコア６の半径をｒとして、ｄａ＞ｒ／１００、ｄｂ＜４ｒ／１００、１．１ｄａ＜ｄｂ＜２ｄａに設定されている。また、図３に示すように、外層側及び内層側の永久磁石７、８の端７ａ、８ｂの両角はR_1～R_4の円弧に形成されており、さらに内層側の永久磁石８の曲率中心から遠い方の角の円弧R_4は、他の角の円弧R_1～R_3よりも曲率半径の大きい円弧に形成されている。

【００１５】

以上の構成において、内層側の永久磁石８の端８ａとロータコア６の外周との間の厚さｄｂを、外層側の永久磁石７の端７ａとロータコア６の外周との間の厚さｄａより大きくしているので、高速回転時の遠心力によって特に大きな応力が作用する図２のＡ点での強度が大きくなり、高速回転時におけるロータコア６の強度を十分に確保できる。また、このようにｄｂをｄａよりも大きくしても、図４に示すように、強度は大きくなっても洩れ磁束は殆ど大きくならず、高トルクを維持することができる。かくして、高トルクを維持しながら、高速回転時の強度を確保することができる。

【００１６】

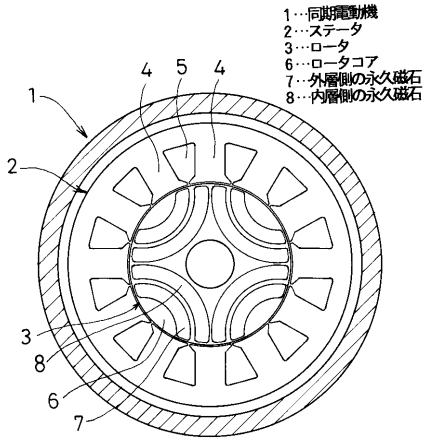
なお、上記効果を得るにはｄｂはｄａの１．１倍より大きくする必要があるが、逆に２倍以上にすると外層側の永久磁石７の端７ａにおける強度が相対的に弱くなるため効果が無くなる。又、ｄａは高速回転時の所要の強度を得るにはｒの１／１００より大きくする必要があり、またｄｂが４／１００以上になると洩れ磁束が大きくなるので好ましくない。

【００１７】

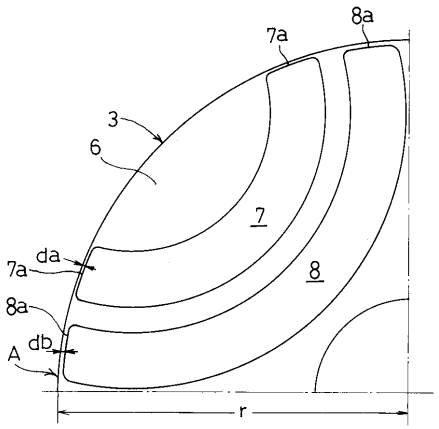
また、外層側及び内層側の永久磁石７、８の端部７ａ、８ａの両角を円弧R_1～R_4に形成しているので、永久磁石７、８の角部での応力集中が緩和されて必要な強度を安定的に確保でき、特にそのうち大きな応力が作用する内層側の永久磁石８の曲率中心から遠い方の角の円弧R_4は、その曲率半径を他の円弧R_1～R_3よりも大きくしているので、応力が極大となる部分の応力集中を特に緩和でき、さらに高速回転時の強度を高くできる。

【００１８】
【発明の効果】
本発明の同期電動機によれば、以上の説明から明らかなように、内層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さを、外層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さより大きくすることにより、洩れ磁束を殆ど大きくすることなく、高速回転時の遠心力によってより大きな応力が作用する部分の強度を大きくすることができ、高トルクを維持しつつ高速回転時における強度を十分に確保することができる。
【００１９】
また、外層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さをｄａ、内層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さをｄｂ、ロータコアの半径をｒとして、ｄａ＞ｒ／１００、ｄｂ＜４ｒ／１００、１．１ｄａ＜ｄｂ＜２ｄａとすることにより、外層側及び内層側の永久磁石の端とロータコア外周との間の厚さを可及的に小さくして洩れ磁束を小さくしながら高速回転時における強度を十分に確保することができる。
【００２０】
また、外層側及び内層側の永久磁石の端部の両角を円弧に形成して角部での応力集中を緩和するとともに、そのうち特に大きな応力が作用する内層側の永久磁石の曲率中心から遠い方の角の円弧の曲率半径を他の円弧よりも大きくすることにより、応力が極大となる部分の応力集中を緩和してさらに高速回転時の強度を高くできる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の同期電動機の一実施形態の概略構成を示す断面図である。
【図２】同実施形態のロータの部分拡大断面図である。
【図３】図２の部分拡大断面図である。
【図４】外層側の永久磁石の端とロータ本体外周との間の厚さと、内層側の永久磁石の端とロータ本体外周との間の厚さの比を変化させた時のロータ本体の強度と洩れ磁束の変化を示すグラフである。
【図５】従来例のロータの部分拡大断面図である。
【符号の説明】
１　同期電動機
２　ステータ
３　ロータ
６　ロータコア
７　外層側の永久磁石
７ａ　永久磁石７の端
８　内層側の永久磁石
８ａ　永久磁石８の端

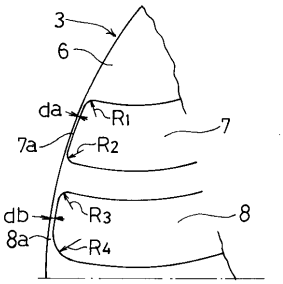
【図１】


1…同期電動機
2…ステータ
3…ロータ
6…ロータコア
7…外層側の永久磁石
8…内層側の永久磁石
1
2
3
4
5
4
8
6
7

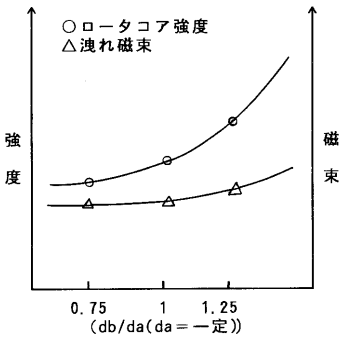
【図２】


8a
7a
3
6
7
da
7a
8
8a
db
A
r

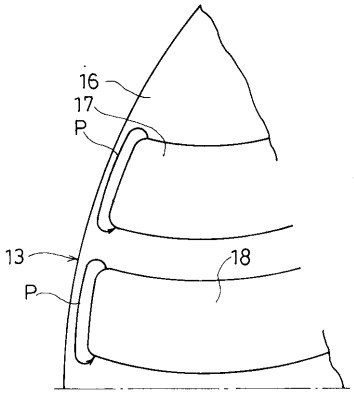
【図３】


3
6
da
R1
7
7a
R2
db
R3
8
8a
R4

【図４】


○ロータコア強度
△洩れ磁束
強度
磁束
0.75
1
1.25
(db/da(da＝一定))

【図５】


16
17
P
13
18
P

フロントページの続き

(72)発明者　本田　幸夫
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　川野　慎一朗
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　神藤　正行
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　伊藤　浩
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　浅野　能成
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

審査官　川端　修

(56)参考文献　実開平０６－０６６２７７（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H02K　1/27
H02K 21/16