(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3681424号

(P3681424)

(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 15/03	H02K	15/03	A
H02K 21/16	H02K	21/16	M

請求項の数 2　(全 6 頁)

(21)出願番号　特願平7-7526
(22)出願日　平成7年1月20日(1995.1.20)
(65)公開番号　特開平8-205436
(43)公開日　平成8年8月9日(1996.8.9)
審査請求日　平成14年1月21日(2002.1.21)

(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　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　楢崎　和成
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】モータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

回転磁界を与えるアウター側のステータと、高透磁率材からなるロータ本体の外周部に、ロータ半径方向に直交するように複数の永久磁石を周方向に等ピッチで埋設したインナー側のロータとを有し、マグネットトルクと共にリラクタンストルクを利用するモータにおいて、ロータ半径方向に直交する１対の長辺と、これら長辺に直交する１対の短辺とからなる長方形状の永久磁石を仮想したとき、各長方形状の仮想された永久磁石は周方向に重ならないようにロータに配置され、上記各永久磁石は、前記長方形状の仮想された永久磁石のロータ中心側長辺の両端部が切り欠かれた形状に形成されて、各永久磁石の端部間の間隔を、前記長方形状の仮想された永久磁石の端部間の間隔よりも広くしたことを特徴とするモータ。

【請求項２】

永久磁石のロータ中心側長辺の両端と、左側短辺および右側短辺のロータ中心側の端とがそれぞれ直線状の切り欠き線で結ばれ、これら切り欠き線はｑ軸方向に平行である請求項１記載のモータ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、永久磁石をロータに埋設したモータに関するものである。

【０００２】

【従来の技術】
従来から、ロータの外周部にロータ半径方向に直交して並べられた複数の永久磁石を埋設した永久磁石付モータが知られている。
【０００３】
例えば、図２に示す４つの永久磁石８はＳ，Ｎ極が交互になるようにロータ３内に埋設されている。そして、ステータ２のコイル１０に交流電流を流して、複数の界磁部６に回転磁界を生じさせることにより、ロータ３内の永久磁石８との間のマグネット吸引力や反発力を利用してロータ３を回転させている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
上記従来の構成においては、マグネットトルクを主として利用するもので、高速回転時にトルク不足を生じる問題があった。
【０００５】
近年、ロータの磁気的な突極部間に形成される磁路を利用した、リラクタンスモータが注目されている。
【０００６】
一般に図２の永久磁石付モータにおいて、界磁部６の磁束は、鉄などで構成された透磁率が大きいロータ本体３ａに対しては磁束が通りやすく、図のｑ軸方向のインダクタンスＬｑが大きくなる一方、透磁率が小さい永久磁石８などに対してはほとんど通らず、図のｄ方向のインダクタンスＬｄが小さくなる。
【０００７】
リラクタンストルクを利用するモータは、このインダクタンスＬｑ、Ｌｄの差でリラクタンストルクを発生させ、これによって回転力を得るものである。
【０００８】
しかしながら上記従来例では、図２に示すようにロータ３に埋設された複数の永久磁石８の隣接した端部間１８は、図のＬ’で示す間隔しか得られず、磁束は主に図のＰ’で示す磁路のみを通るものである。ここで、磁束は最短距離で結ばれるように磁路を形成するのであるが、図のＰ’で示す領域に流れる磁束には限界がありすぐに飽和してしまい、インダクタンスＬｑをそれ以上大きく取ることができず、リラクタンストルクを十分に活用することができなかった。
【０００９】
本発明は、永久磁石付モータであっても、マグネットトルクと共にリラクタンストルクを有効に利用することができるモータを提供することを目的とする。
【００１０】
【課題を解決するための手段】
本発明は、上記目的を達成するため、回転磁界を与えるアウター側のステータと、高透磁率材からなるロータ本体の外周部に、ロータ半径方向に直交するように複数の永久磁石を周方向に等ピッチで埋設したインナー側のロータとを有し、マグネットトルクと共にリラクタンストルクを利用するモータにおいて、ロータ半径方向に直交する１対の長辺と、これら長辺に直交する１対の短辺とからなる長方形状の永久磁石を仮想したとき、各長方形状の仮想された永久磁石は周方向に重ならないようにロータに配置され、上記各永久磁石は、前記長方形状の仮想された永久磁石のロータ中心側長辺の両端部が切り欠かれた形状に形成されて、各永久磁石の端部間の間隔を、前記長方形状の仮想された永久磁石の端部間の間隔よりも広くしたことを特徴とする。
【００１１】
また永久磁石のロータ中心側長辺の両端と、左側短辺および右側短辺のロータ中心側の端とがそれぞれ直線状の切り欠き線で結ばれ、これら切り欠き線はｑ軸方向に平行であることが好適である。
【００１２】
【作用】

本発明は上記構成によって、次のような作用を営むことができる。すなわち、ステータの界磁部間の磁束は最短距離で結ばれるように磁路を形成するが、ロータ本体表面部の図１にＰ’で示す磁路に流れる磁束には限界がありすぐに飽和してしまう。そこで、隣接する永久磁石の端部間幅を広くすることで、端部間を通過する図１にＰで示す磁路を形成して、ロータ本体内に大量の磁束を通すことが可能となる。

【００１３】

したがって、永久磁石に直交する方向では、永久磁石は低透磁率材であり磁束が通りにくく、図１のｄ方向のインダクタンスＬｄを極めて小さくすることができる一方、永久磁石の端部間を広げられて磁気的な凸極となる方向には、磁束が通り易いため、図のｑ方向のインダクタンスＬｑを大きくすることができる。この結果両インダクタンスＬｄ、Ｌｑの差を大きくでき、リラクタンストルクを有効に利用することができる。

【００１４】

したがって本発明によれば、リラクタンストルクとマグネットトルクの両方を有効に利用できる結果、マグネットトルクあるいはリラクタンストルクのみを利用するモータと比較して、高トルクを発生できるため、モータ効率の向上や小型化などの性能向上が実現できる。

【００１５】

また永久磁石のロータ中心側長辺の両端と、左側短辺および右側短辺のロータ中心側の端とがそれぞれ直線状の切り欠き線で結ばれ、これら切り欠き線はｑ軸方向に平行であるように形成すれば、比較的安価に永久磁石の磁界面を減じることなく、上記端部間を幅広に形成することができる。

【００１６】

【実施例】

以下本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。図１は本発明の実施例を示す断面図である。

【００１７】

インナー側のロータ３の内部には、高透磁率材（鉄材）からなるロータ本体３ａの外周部に半径方向に直交して等ピッチで並べられた４つの永久磁石８をＳ，Ｎ極が交互に配されるように埋設されている。ロータ半径方向に直交する１対の長辺と、これら長辺に直交する１対の短辺とからなる長方形状の永久磁石、すなわち図２に示すような永久磁石を仮想したとき、各長方形状の仮想された永久磁石は周方向に重ならないようにロータに配置され、本実施例の各永久磁石８は、前記長方形状の仮想された永久磁石のロータ中心側長辺の両端部が切り欠かれた形状に形成され、切り欠かれた部分を除いて、前記長方形状の仮想された永久磁石に重なるようにしてロータ３に配置されている。すなわち前記切り欠きにより、図２に示す従来例に比較して、各永久磁石８は、隣接する端部間１８を幅広に拡張するように、ロータ本体３ａに埋設されている。より具体的には、永久磁石８のロータ中心側長辺の両端と、左側短辺および右側短辺のロータ中心側の端とがそれぞれ直線状の切り欠き線で結ばれ、これら切り欠き線はｑ軸方向に平行であるように、前記永久磁石８が形成されている。

【００１８】

一方、アウター側のステータ２には、４つの界磁部６が設けられ、これらのコイル１０に交流電流が与えられて回転磁界が発生する。

【００１９】

ロータ３には、上記界磁部６の磁束が通り易い高透磁率材の鉄材で覆われたロータ本体３ａと、磁束が通りにくい低透磁率材の永久磁石８が存在するので、永久磁石８の中心部に直交するｄ軸方向と、これに電気角で９０度ずれた前記端部間１８の中心を通るｑ軸方向とではインダクタンスＬｄ、Ｌｑが大きく異なるように構成されている。

【００２０】

すなわち、図１に示す端部間１８は図１にＬで示すように幅広であり磁気的な凸極を形成するため、ロータ３の内部には図のＰで示す磁路が形成される。これは、Ｐ’で示す磁路

が飽和した際に、さらに磁束を流す磁路を形成するためである。

【００２１】

このような構成においては、図１のｄ軸方向では、界磁部６の磁束が通りにくくインダクタンスＬｄは極めて小さくすることができる一方、ｄ軸と電気角が９０度ずれたｑ軸方向では、磁路を形成し磁束が通り易くインダクタンスＬｑが大きくなり、両インダクタンスＬｄ、Ｌｑの差が大きくなってリラクタンストルクを有効に利用できることとなる。

【００２２】

また、ステータ２における複数の界磁部６によって生ずる回転磁界とロータ３内の永久磁石８との間で生ずるマグネット吸引力や反発力でロータ３を回転させることができ、マグネットトルクを有効に利用できる。

【００２３】

このような、リラクタンストルクとマグネットトルクを利用するモータの特性は、ｄ－ｑ座標軸上に変換された基本電圧方程式（１）式で表現される。また（１）式より、そのトルクＴは（２）式で表される。

【００２４】

【数１】

$$\begin{pmatrix} Vd \\ Vq \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R + pLd & -\omega Ld \\ \omega Ld & R + pLd \end{pmatrix} \begin{pmatrix} id \\ iq \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \omega \psi a \end{pmatrix} \quad \cdots (1)$$

$$T = Pn\{\psi a\, iq + (Ld - Lq)\, id\, iq\} \quad \cdots (2)$$

【００２５】

ただし、Ｖｄ、Ｖｑ：電機子電圧のｄ、ｇ軸成分

Ｒ：界磁巻線１相当りの抵抗

ｐ：微分演算子（ｐ＝ｄ／ｄｔ）

ω：電気角速度

ｉｄ、ｉｑ：ｄ、ｑ軸電流

Ｐｎ：極対数

φａ：マグネット磁束

Ｌｄ、Ｌｑ：ｄ、ｑ軸方向のインダクタンス

すなわち、透磁率の小さい材料である永久磁石８により、ｑ軸インダクタンスＬｑとｄ軸インダクタンスＬｄの値に差が生じて、ＬｄとＬｑで表されるインダクタンス差が大きくなり有効に（２）式の第２項に示すリラクタンストルクを発生する。さらに、（２）式の第１項に示すマグネットトルクが加えられて、両方のトルクによって回転力を得るものである。

【００２６】

なお上記実施例においては、ロータ部３をホール素子やエンコーダなどで予めその回転位置及び回転周波数が検出されていて、ステータ２の界磁部６のコイル１０に流す交流電流の位相は、リラクタンストルクとマグネットトルクとの合成トルクが大きく取れるように、ｑ軸から電気角でθ＝π／８（２２．５度）だけずらした位置でピークとなるように供給されている。

【００２７】

上記実施例では４つの永久磁石８を用いた例を示したが、それ以外の数の多極構成のものであってもかまわない。また、上記実施例においては、電流の位相をθ＝π／８（２２．５度）だけずらして与えたが、θはπ／８である必要はなく、ロータ構造や電流値に応じて調整すれば良い。さらに、上記実施例においては永久磁石８の形状は切欠部９を有する

略台形形状としたが、切欠部９は曲線状に切欠かれたものであってもかまわない。すなわち本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【００２８】

【発明の効果】

本発明によれば、マグネットトルクのみならずリラクタンストルクをも有効に利用でき、比較的簡単な構成で大きなトルクを出力する永久磁石埋設タイプのモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

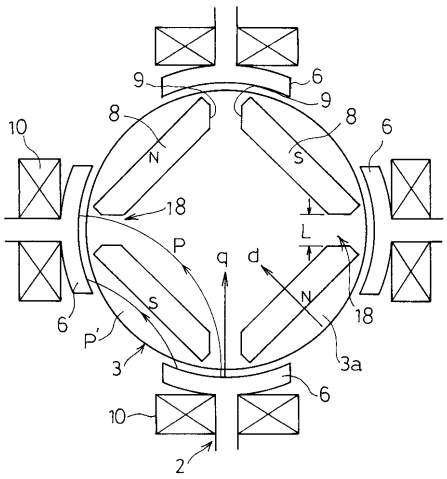
【図１】本発明の実施例を示す断面図。

【図２】従来例を示す断面図。

【符号の説明】

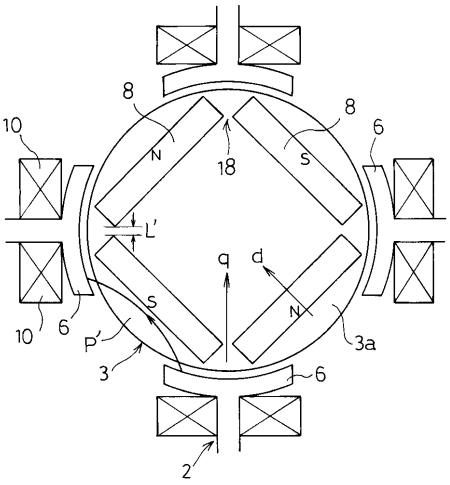
２　ステータ
３　ロータ
３ａ　ロータ本体
６　界磁部
８　永久磁石
９　切欠部
１０　コイル
１８　端部間
ｑ　ｑ軸
ｄ　ｄ軸

【図１】



2…ステータ
3…ロータ
3ａ…ロータ本体
6…界磁部
8…永久磁石（マグネット）
１８…端部間

【図２】



フロントページの続き

審査官　川端　修

(56)参考文献　実開平０６－０６６２７７（ＪＰ，Ｕ）
実開平０５－００４７３９（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H02K 1/27
H02K 15/03
H02K 21/16