(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2010-504726
(P2010-504726A)
(43)公表日　平成22年2月12日(2010.2.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02K 1/27	(2006.01)	H02K	1/27	501K	5H621
H02K 21/16	(2006.01)	H02K	21/16	M	5H622

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 29 頁）

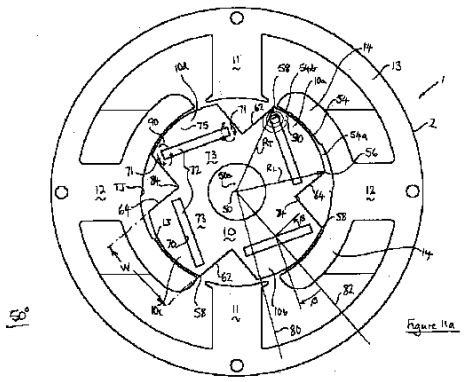
(21)出願番号　特願2009-528786 (P2009-528786)
(86)(22)出願日　平成19年9月24日 (2007.9.24)
(85)翻訳文提出日　平成21年5月22日 (2009.5.22)
(86)国際出願番号　PCT/GB2007/003611
(87)国際公開番号　WO2008/035105
(87)国際公開日　平成20年3月27日 (2008.3.27)
(31)優先権主張番号　0618729.8
(32)優先日　平成18年9月22日 (2006.9.22)
(33)優先権主張国　英国 (GB)

(71)出願人　509081333
シンクロパルス・リミテッド
イギリス国・エルエヌ６　５ユーアール・リンカーン・スケリングソープ・リンカーン　ロード・ウェストマナー・（番地なし）
(74)代理人　100064621
弁理士　山川　政樹
(74)代理人　100098394
弁理士　山川　茂樹
(72)発明者　レフリー，ポール
イギリス国・エルイー１８　３ダブリュイー・レスター・ウィッグストン・グレンドン　クローズ・７

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁束インパルスモータ

(57)【要約】
モータ（１）は、ステータ（２）と、ステータ（２）内でロータ軸（５０）の周りに回転可能に装着されたロータ（１０）と、ステータ（２）の極（１１）と、ステータ極（１１）の上の巻線と、ロータ（１０）の少なくとも１対の突極（１０ａ～１０ｄ）とを含む。ロータ（１０）は、ロータ極（１０ａ～１０ｄ）が相互に逆向きに磁化されるように磁化される。モータ（１）は、ロータ（１０）の各極（１０ａ～１０ｄ）が、ステータ極（１１）に近づくと該ロータ極を引き付け、ステータ極（１１）から遠ざかるときに該ロータ極を反発するように、ステータ（２）の極（１１）内の交番磁界を生成する制御手段が提供された電気回路を更に含み、磁界はロータ（１０）の１回転当たりにロータ（１０）の極と同じ数だけ変化する。ロータ（１０）の各極（１０ａ～１０ｄ）は、極により担持された永久磁石（７２）によって磁化され、該磁石（７２）が、磁化軸（８０）を有し、該磁化の軸（８０）は、ロータ軸（５０）の半径方向（８２）に対して傾斜している。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ステータを備え、
ステータ内でロータ軸の周りに回転可能に装着されたロータを備え、
ステータの極を備え、
ステータ極の巻線を備え、
ロータが磁化されると相互に逆向きに磁化される、該ロータの少なくとも１対の突極を備え、
ロータ各極がステータ極に近づくと該ロータ極を引き付け、ステータ極から遠ざかると該ロータ極を反発し、ロータの１回転当たりに該ロータの極と同じ数だけ交番するような交番磁界をステータの極内に生成する制御手段が設けられた電気回路を備え、
ロータ各極が該ロータ極により担持された永久磁石によって磁化され、該磁石が、各極内の横断スロット内に配置されていることを特徴とするモータ。
【請求項２】
前記ロータは、共に接続された積層体のスタックを含む、
請求項１に記載のモータ。
【請求項３】
前記ロータ軸に垂直な前記ロータの断面において前記スロットが閉鎖される、
請求項２に記載のモータ。
【請求項４】
前記ロータ軸を含む平面内の断面において、前記磁石が前記ロータ軸に平行である、
請求項１、２又は３に記載のモータ。
【請求項５】
前記ロータ軸に垂直な平面内の断面内において、前記磁石は、前記ロータ軸上に中心を置く円の接線に対して傾斜しており、該接線は、前記極の中心を通る半径に垂直な接線であり、前記傾斜の角度が５°から４０°の間である、
前記いずれかの請求項に記載のモータ。
【請求項６】
ステータを備え、
前記ステータ内でロータ軸の周りに回転可能に装着されたロータを備え、
前記ステータの極を備え、
前記ステータ極の上の巻線を備え、
前記ロータが磁化される結果として逆向きに磁化されるようになる、前記ロータの少なくとも１対の突極を備え、
前記ロータ各極が前記ステータ極に近づくと該ロータ極を引き付け、前記ステータ極から遠ざかると該ロータ極を反発し、前記ロータの１回転当たりに該ロータの極と同じ数だけ交番するような交番磁界を前記ステータの極内に生成する制御手段が設けられた電気回路を備え、
前記ロータの各極が前記極により担持された永久磁石によって磁化され、
前記ロータ軸に垂直な平面内の断面内において、前記磁石は、前記ロータ軸上に中心を置く円の接線に対して傾斜しており、該接線は、前記極の中心を通る半径に垂直な接線であり、前記傾斜角が１０°から４０°の間である、
ことを特徴とするモータ。
【請求項７】
前記傾斜角が１０°から３０°の間である、
請求項５又は請求項６に記載のモータ。
【請求項８】
前記傾斜角が１５°から２５°の間である、
請求項７に記載のモータ。
【請求項９】

前記ロータ軸に垂直な前記ロータの断面において、前記ロータ極は、前記極の中心を通る半径にわたる幅を有し、前記磁石は、前記ロータの幅の大部分を横切って延びている、前記いずれかの請求項に記載のモータ。

【請求項１０】

各ロータ積層体のリガメント部が前記スロットの各端部を定め、該リガメント部は、前記各積層体の近位根元部に対して各前記積層体の遠位極先端部分を支持し、且つ前記リガメント部によって引き起こされた前記磁石の磁束短絡を最小にしながら前記スロット内の磁石を保持するのに十分である、
請求項３に従属する請求項９に記載のモータ。

【請求項１１】

前記ロータが、その回転方向における前記ロータの前方コーナ及び後方コーナを定める端面及び側面を有する、
前記いずれかの請求項に記載のモータ。

【請求項１２】

前記磁石が、前記後方コーナに隣接し、前記磁石の磁化が前記後方コーナの領域において前記ロータを磁気的に飽和させる一方の端部と、前記前方コーナから離間し、磁気的に飽和されない他方の端部とを有する、
請求項１１に記載のモータ。

【請求項１３】

ステータと、

前記ステータ内でロータ軸の周りに回転可能に装着されたロータと、

前記ステータの第１及び第２の極と、

前記ステータ極の少なくとも一方の上の巻線と、

前記ロータが磁化されると相互に逆向きに磁化される、前記ロータの少なくとも１対の突極と、

前記ステータ極を磁気的に結合する外側バック鉄心部と、

前記ロータの隣接する極間の前記ロータ内の磁界が、前記ロータの回転の一部分において実質的に短絡されるように、前記ロータの周りに前記ステータ極の少なくとも一方から延びた内側バック鉄心部と、

前記ロータを回転駆動させるように前記巻線に給電するための電気回路と、

を備え、

前記ステータの第１の極が補極であってロータを短絡せず、

前記ステータの第２の極が界磁結合極（１２）であって、前記内側バック鉄心部を有し、

前記電気回路には、前記ロータ各極が前記ステータ極に近づくとき該ロータ極を引き付け、前記ステータ極から遠ざかると該ロータ極を反発し、前記ロータの１回転当たりに該ロータの極と同じ数だけ交番するような交番磁界を前記ステータの極内に生成する制御手段が設けられており、

前記ロータが、該ロータと前記補極との間の相互作用による電磁トルクと、前記ロータと前記界磁結合極との間の相互作用によるリラクタンストルクとの組合せによって駆動される、
ようにされたモータであって、

前記内側バック鉄心部が、前記ロータ軸に対してほぼ円周上にあり、その両端部の近傍にある端部セクタと前記端部セクタ間の中間セクタとを有し、前記中間セクタが、前記端部セクタよりも前記ロータ軸から更に離間されている、
ことを特徴とするモータ。

【請求項１４】

前記中間セクタの大部分が、前記ロータの回転方向に対して前記内側バック鉄心部の前方部分にある、
請求項１３に記載のモータ。

【請求項１５】
前記端部セクタには、前記ロータの回転方向に対して前縁セクタと後縁セクタとがあり、前記中間セクタが、前記後方セクタとの後方連結部を有し、前記後方連結部が、前記界磁結合極を通る前記ロータ軸の半径上にある、
請求項１３又は１４に記載のモータ。
【請求項１６】
前記後方連結部が、前記界磁結合極の中心を通る前記ロータ軸の半径上にある、
請求項１５に記載のモータ。
【請求項１７】
前記中間セクタは、該中間セクタの円周方向範囲が前記前縁セクタの円周方向範囲の７０％から１３０％の間にあるように位置付けられた前記前縁セクタとの前方連結部を有する、
請求項１５又は１６に記載のモータ。
【請求項１８】
前記中間セクタの円周方向範囲が、前記前縁セクタの円周方向範囲の９０％から１１０％の間にある、
請求項１７に記載のモータ。
【請求項１９】
前記ロータが、前記ロータの回転方向に対して前記ロータの前縁から延びている前方セクションと、前記ロータの回転方向に対して前記ロータの後縁から延びている後方セクションとを有する端面を含む、
請求項１３から請求項１８のいずれかに記載のモータ。
【請求項２０】
前記前方セクションが、前記後方セクションよりも前記ロータ軸に近接して離間されている、
請求項１９に記載のモータ。
【請求項２１】
前記端面が、前記ロータ軸に平行で且つ該ロータ軸から離間した軸上に中心を置く円弧である、
請求項１９又は２０に記載のモータ。
【請求項２２】
前記後方セクションの半径が、前記前方セクションの半径よりも２％から１０％の間、好ましくは３％から６％の間大きい、
請求項１９、２０又は２１に記載のモータ。
【請求項２３】
前記後方セクションの半径が、前記前方セクションの半径よりも３％から６％の間大きい、
請求項２２に記載のモータ。
【請求項２４】
前記後縁が、前記ロータと内側バック鉄心部との間の最小エアギャップを定め、前記後縁がいずれかの端部セクタに近接したときのエアギャップが、前記後縁が前記中間セクタに近接したときのエアギャップの２０％から７０％の間であり、好ましくは４０％から６０％の間である、
請求項１９から請求項２３のいずれかに記載のモータ。
【請求項２５】
前記後縁がいずれかの端部セクタに近接したときの前記最小エアギャップは、前記後縁が前記中間セクタに近接したときのエアギャップの４０％から６０％の間である、
請求項２４に記載のモータ。
【請求項２６】
前記中間セクタの半径が、前記端部セクタの半径よりも１％から３％の間大きい、

請求項１３から請求項２５のいずれかに記載のモータ。
【請求項２７】
請求項１から１２のいずれかの特徴部も有する、請求項１３から２６のいずれかに記載のモータ。
【請求項２８】
前記モータが、国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７のいずれかの請求項に記載されたモータである、
前記いずれかの請求項に記載のモータ。
【請求項２９】
添付図面の図１８及び１９を参照して本明細書で十分に説明された磁束インパルスモータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ブラシレス型電気モータに関する。
【背景技術】
【０００２】
本発明は、国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７に開示された発明の改良であり、その内容は、引用により本明細書に組み込まれる。
【０００３】
Ｄｅｏｄｈａｒ，Ｒ．Ｐ．他による論文「Ｔｈｅ　Ｆｌｕｘ－Ｒｅｖｅｒｓａｌ　Ｍａｃｈｉｎｅ：Ａ　Ｎｅｗ　Ｂｒｕｓｈｌｅｓｓ　Ｄｏｕｂｌｙ－Ｓａｌｉｅｎｔ　Ｐｅｒｍａｎｅｎｔ　Ｍａｇｎｅｔ　Ｍａｃｈｉｎｅ（磁束反転機械：新しいブラシレス二重突極永久磁石機械）」ＩＥＥＥ１９９６年（「Ｄｅｏｄｈａｒ」）では、
ステータと、
ステータ内に回転可能に装着されたロータと、
ステータの第１及び第２の極と、
ステータ極の少なくとも１つ上の巻線と、
ロータの少なくとも１対の突極と、
ステータ極を磁気的に結合する外側バック鉄心部と、
ロータの周りにステータ極の少なくとも１つから延びている内側バック鉄心部と、
を備え、ロータの隣接する極の間のロータ内の磁界がロータの回転の一部分に対して少なくとも内側バック鉄心部により部分的に短絡するようにされた機械を開示している。
【０００４】
永久磁石は、互いに同一のステータ極上に設けられている。この機械は、多相配置で構成された場合、モータとしてのみ作動することができる。この機械は、このように作動するときには標準的リラクタンスモータとして機能する。
【０００５】
国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７の発明によれば、Ｄｅｏｄｈａｒにおいて記載されたタイプのモータが提供されており、該モータは、
ロータを駆動回転させるように巻線に給電するための電気回路と、
補極であり且つロータを短絡しないステータの第１の極と、
界磁結合極（１２）であり且つ内側バック鉄心部を有するステータの第２の極と、
ロータ極が逆方向に磁化されるようにロータを磁化し、電気回路には、ロータの各極が補極に近づくときに該ロータの各極を引き付け、補極から遠ざかるときに該ロータの各極を反発するように、交番磁界をステータの補極内に生成する制御手段を備えており、磁界は、ロータの１回転当たりにロータの極と同じ数だけ交番し、ロータは、該ロータ及び補極間の相互作用による電磁トルクと、ロータ及び界磁結合極間の相互作用によるリラクタンストルクとの組合せによって駆動されるようになる、
ことによって特徴付けられる。

【０００６】
内側バック鉄心部によるロータを通る磁界の短絡は、ロータに加えられるトルクに対してプラスとマイナスの両方の影響を有する低リラクタンスパスを提供する。この作用は、短絡が始まってトルクがロータに加えられるような、リラクタンスの減少が生じるときにはプラスであるが、短絡が終わり等価の負のトルクが加えられるときにはマイナスである。このことは、マイナスの作用をモータの主駆動「パルス」と同時に発生させるように構成することができるので、全体のトルク曲線に対して平滑作用を有する。これにより、駆動パルスの大きさが小さくなり、該駆動パルスは、その代わりに短絡磁界のプラスの作用に「変換」されるようである。
【０００７】
ステータの極は好ましくは突極である。補極巻線は、ステータの補極の周りに存在することができる。界磁巻線は、界磁結合極の周りに設けることができる。更に、補極巻線及び界磁巻線は直列にすることができる。実際には、界磁巻線は、補極巻線よりも大きい磁界を発生させることができる。
【０００８】
好ましくは、ロータの隣接する極の角度範囲は、内側バック鉄心部の角度範囲とほぼ同じであり、その角度範囲はほぼ（２７０／ｎ）°（ｎはロータ極対の数）である。「角度範囲」とは、ロータの極の両方或いは内側バック鉄心部の場合には内側バック鉄心部を含む円のセグメントの角度を意味する。
【０００９】
好ましくは、ロータの極の１つの角度範囲は、補極の角度範囲とほぼ同じであり、好ましくはほぼ（９０／ｎ）°（ｎはロータ極対の数）である。好ましくは、ロータの極は、ほぼ（４５／ｎ）°（ｎはロータ極対の数）に等しい角度αにわたって極が短絡されるような、極の角度範囲を横切る様々な半径を有する。極対の１つだけが存在するときには、角度αは約４５°である。
【００１０】
好ましくは、ステータの周りに交互に配置された、各々等しい複数の補極及び界磁結合極と、界磁結合極の２倍の極数のロータの極とが存在する。実際に、２つの界磁結合極と、２つの補極と、２つの極対を有する十字形ロータとが存在することができる。この場合、角度αは約２２°である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１１】
【特許文献１】国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７
【特許文献２】欧州特許公開第４５５５７８Ａ
【非特許文献】
【００１２】
【非特許文献１】Ｄｅｏｄｈａｒ，Ｒ．Ｐ．他による論文「Ｔｈｅ　Ｆｌｕｘ－Ｒｅｖｅｒｓａｌ　Ｍａｃｈｉｎｅ：Ａ　Ｎｅｗ　Ｂｒｕｓｈｌｅｓｓ　Ｄｏｕｂｌｙ－Ｓａｌｉｅｎｔ　Ｐｅｒｍａｎｅｎｔ　Ｍａｇｎｅｔ　Ｍａｃｈｉｎｅ（磁束反転機械：新しいブラシレス二重突極永久磁石機械）」ＩＥＥＥ１９９６年（「Ｄｅｏｄｈａｒ」）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１３】
ロータが２つの極対を有する十字形である場合には、これらの極は交互に磁化される。このような構成は、トルクの観点からは好ましいが、補極の磁化方向を変える（１回転当たりにロータの極数と同じ回数）ために少なくとも２つのスイッチを有する電気回路を必要とする。
【００１４】
本発明は、特にこのようなモータの設計における改良に関するが、他のモータにおいて

も広く応用することができる。

【００１５】

本発明の目的は、ロータが永久的に磁化され、磁石が好都合に配置されているモータを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１６】

従って、本発明によれば、次のモータが提供される。すなわち、

ステータを備え、

ステータ内でロータ軸の周りに回転可能に装着されたロータを備え、

ステータの極を備え、

ステータ極の巻線を備え、

ロータが磁化されると相互に逆向きに磁化される、該ロータの少なくとも１対の突極を備え、

ロータ各極がステータ極に近づくと該ロータ極を引き付け、ステータ極から遠ざかると該ロータ極を反発し、ロータの１回転当たりに該ロータの極と同じ数だけ交番するような交番磁界をステータの極内に生成する制御手段が設けられた電気回路を備え、

ロータ各極が該ロータ極により担持された永久磁石によって磁化され、該磁石が、各極内の横断スロット内に配置されていることを特徴とするモータ

が提供される。

【００１７】

横断スロット内に磁石を配置することによって、他の配置形式が必要とされない。スロットは、取り付けられると他の固定形式が必要とされないように、密接な滑り嵌合（滑りばめ）で磁石を収容するように構築することができる。

【００１８】

好ましくは、ロータは、共に接続された積層体のスタックを含む。当該場合において、好ましくは、ロータ軸に垂直なロータの断面においてスロットが閉鎖される。従って、磁石は、ロータ軸に対して軸方向で磁石をスロットに滑動させることによって、該スロットに導入される。スロットのいずれかの端部にあるリガメント部が、ロータの根元部を幅の大部分にわたりスロットの周りの遠位ロータ先端部に連結するので、ロータの構造は、半径方向において強度がある。しかしながら、リガメント部が極めて厚い場合、磁石の磁束の過度の短絡が起こり、磁石の効果的な磁化を減少させる可能性がある。この作用は、根元部と先端部との間の連結の強度要件に合致するリガメント部の厚さを最小にすることによって、並びにより長い（より広い）磁石を利用できるように、及び磁石を短絡させるリガメント部が存在しないときのモータ用途の十分に強い磁石で利用可能な磁束と残留磁束（リガメント部が短絡磁束で飽和された後に残されたもの）とが等価になるようにロータの根元部を広げることによって、その影響を弱めることができる。

【００１９】

しかしながら、より好ましくは、ロータ軸に垂直な平面内の断面において、磁石は、ロータ軸上に中心がある円の接線に対して傾斜しており、該接線は、極の中心を通る半径に垂直な接線であり、傾斜角は５°から４０°の間である。このような構成は２つの効果を有する。

【００２０】

第１の効果は、より長い（より広い）磁石を使用することができ、ロータ極の根元部を拡張することを必要とせずに上述の利益（付随的に、４極ロータにおいて達成するのが困難となる可能性がある）を受けることができるようになることである。第２の効果は、このような構成は、ロータ内の磁束密度をバイアスする作用を有し、いずれかの所与のスタート位置におけるモータ始動時に、ロータの回転方向を所望の方向に確保するのがより容易になることである。

【００２１】

実際に、別の態様において、本発明の目的はまた、モータの始動時にモータの回転方向

を全体的により容易に確保することができるモータを提供することである。

【００２２】

従って、本発明によれば、

ステータを備え、

ステータ内でロータ軸の周りに回転可能に装着されたロータを備え、

ステータの極を備え、

ステータ極の巻線を備え、

ロータが磁化されると相互に逆向きに磁化される、該ロータの少なくとも１対の突極を備え、

ロータ各極がステータ極に近づくと該ロータ極を引き付け、ステータ極から遠ざかると該ロータ極を反発し、ロータの１回転当たりに該ロータの極と同じ数だけ交番するような交番磁界をステータの極内に生成する制御手段が設けられた電気回路を備え、

ロータ各極が該ロータ極により担持された永久磁石によって磁化され、そして、

ロータ軸に垂直な平面内の断面において、磁石は、ロータ軸上に中心を置く円の接線に対して傾斜しており、該接線は、極の中心を通る半径に垂直な接線であり、傾斜角は１０°から４０°の間である、

ことを特徴とするモータが提供される。

【００２３】

好ましくは、磁石はロータ軸に平行である。好ましくは、傾斜角は１０°から３０°の間であり、好ましくは１５°から２５°の間である。

【００２４】

本発明の上述のいずれかの態様において定義されたモータであって、ロータ軸に垂直なロータの断面において、ロータ極は極の中心を通る半径にわたる幅を有することができ、磁石は、ロータの幅の大部分を横切って延びることができる。

【００２５】

実際に、両方又は単に第１の態様によれば、各ロータ積層体のリガメント部は、スロットの各端部を定め、リガメント部は、各積層体の近位根元部に対して各積層体の遠位極先端部分を支持し、且つリガメント部によって引き起こされた磁石の磁束短絡を最小にしながらスロット内の磁石を保持するのに十分である。

【００２６】

好ましくは、ロータは、その回転方向における該ロータの前方コーナ及び後方コーナを定める端面及び側面を有する。

【００２７】

好ましくは、磁石は、後方コーナに隣接し、磁石の磁化が後方コーナの領域においてロータを磁気的に飽和させる一方の端部と、磁気的に飽和されない前方コーナから離間した他方の端部とを有する。

【００２８】

好ましくは、モータは、国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７に記載されたモータである。

【００２９】

上記で定義した磁石を傾斜させることによって、ロータの磁気形状が変更され、これをバイアスして傾斜方向に優先的に回転させる。この点に関して、傾斜の方向は、ロータ軸に対して半径方向に磁石の最も離れた端部から、ロータ軸に対して半径方向において磁石のより近接した端部に向かう方向である。

【００３０】

本発明の別の目的は、回転中の低減したトルクリップルを有する国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７に記載されたタイプのモータを提供することである。

【００３１】

本発明のこの態様によれば、

ステータと、

ステータ内でロータ軸の周りに回転可能に装着されたロータと、
ステータの第１及び第２の極と、
ステータ極の少なくとも一方の上の巻線と、
ロータが磁化される結果として逆向きに磁化されるようになる、ロータの少なくとも１対の突極と、
ステータ極を磁気的に結合する外側バック鉄心部と、
ロータの隣接する極間のロータ内の磁界が、ロータの回転の一部分において実質的に短絡するように、ロータの周りにステータ極の少なくとも一方から延びた内側バック鉄心部と、
ロータを回転駆動させるように巻線に給電する電気回路と、
を備えたモータであって、
ステータの前記第１の極が補極であってロータを短絡せず、
ステータの第２の極が界磁結合極（１２）であって、内側バック鉄心部を有し、
電気回路には、ロータ各極が補極に近づくと該ロータ極を引き付け、補極から遠ざかるときに該ロータ極を反発し、ロータの１回転当たりにロータの極と同じ数だけ交番するような交番磁界をステータの補極内に生成する制御手段が設けられ、
ロータは、該ロータと補極との間の相互作用による電磁トルクと、該ロータと界磁結合極との間の相互作用によるリラクタンストルクとの組合せによって駆動される、
ようにされたモータであって、
前記内側バック鉄心部は、ロータ軸に対して円周上にあり、その両端部の近傍にある端部セクタと端部セクタ間の中間セクタとを有し、その中間セクタは、端部セクタよりもロータ軸から更に離間している、
ことを特徴とするモータを提供する。

【００３２】
好ましくは、中間セクタの大部分は、ロータの回転方向に対して内側バック鉄心部の前方部分内にある。

【００３３】
好ましくは、端部セクタには、ロータの回転方向に対して前縁セクタ及び後縁セクタがあり、中間セクタは後方セクタとの後方連結部を有し、後方連結部は、界磁結合極を通る、好ましくは界磁結合極の中心を通るロータ軸の半径上にある。

【００３４】
好ましくは、中間セクタは、その円周方向範囲が前縁セクタの円周方向範囲の７０％から１３０％の間、好ましくは９０％から１１０％の間にあるように位置付けられた、前縁セクタとの前方連結部を有する。

【００３５】
ロータは、該ロータの回転方向に対してロータの前縁から延びている前方セクションと、該ロータの回転方向に対してロータの後縁から延びている後方セクションとを有する端面を含む。

【００３６】
好ましくは、前縁セクタ及び中間セクタの範囲は、各ロータ極の端面の円周方向範囲と同じである。

【００３７】
好ましくは、前方セクションは、後方セクションよりもロータ軸に近接して離間されている。好ましくは、端面は、ロータ軸に平行で且つ該ロータ軸から離間した軸上に中心を置く円弧である。好ましくは、後方セクションの半径は、前方セクションの半径よりも２％から１０％の間、好ましくは３％から６％の間大きい。

【００３８】
好ましくは、後縁は、ロータと内側バック鉄心部との間の最小エアギャップを定め、後縁がいずれかの端部セクタに近接するときのエアギャップは、後縁が中間セクタに近接するときのエアギャップの２０％から７０％の間であり、好ましくは４０％から６０％の間

である。言い換えると、好ましくは、中間セクタの半径は、端部セクタの半径よりも好ましくは１％から３％の間大きい。

【００３９】

中間セクタによって提供された増大されたエアギャップは、そのリラクタンスを増大させる効果を有し、ロータの前縁が前方連結部を通り過ぎるときにはロータを遅延させ、前縁が後方連結部を通り過ぎるときにはロータを加速するように構成され、該遅延は、補極とロータとの間の相互作用によって生成された最も高い電磁トルクの期間の間に構成され、加速は、補極とロータとの間の相互作用によって生成された最も低い電磁トルクの期間の間に構成され、これによりモータのトルクリップルが最小化されるようになる。

【図面の簡単な説明】

【００４０】

【図１】本発明の一部を形成するものではない、公知のモータの概略図である。

【図２】ロータが様々な角度位置である場合の、２極ロータを有するモータの概略図である。

【図３】ロータが様々な角度位置である場合の、２極ロータを有するモータの概略図である。

【図４】ロータが様々な角度位置である場合の、２極ロータを有するモータの概略図である。

【図５】ロータが様々な角度位置である場合の、２極ロータを有するモータの概略図である。

【図６】モータが国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７の発明によるものであり、ロータが永久に磁化されていることを除いては、図２と同じ図である。

【図７】モータが国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７の発明によるものであり、ロータが永久に磁化されていることを除いては、図３と同じ図である。

【図８】モータが国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７の発明によるものであり、ロータが永久に磁化されていることを除いては、図４と同じ図である。

【図９】モータが国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７の発明によるものであり、ロータが永久に磁化されていることを除いては、図５と同じ図である。

【図１０】極の永久磁化が交互にされた４極ロータを使用する、国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７の発明の更なる実施形態の同様の図である。

【図１１】ここでは、図２～図５と同様に、ロータが磁化されておらず、永久磁化がステータに内蔵されていることを除いて図１０(Ｃ)と同様の図である。

【図１２】より単純なモータの図１１に類似した図である。

【図１３】(Ａ)は図１２のモータに関するトルク曲線であり、(Ｂ)は図１０のモータに関するトルク曲線である。

【図１４】図６～９及び図１０のモータに給電する回路構成である。

【図１５】図２～５、図１１及び図１２のモータに給電する回路構成である。

【図１６】補極においてＳ極が形成されたときの図１２のモータの磁束分布を示している。

【図１７】補極においてＮ極が形成されたときの図１２のモータの磁束分布を示している。

【図１８】５０°のロータ位置における本発明によるモータの断面図である。

【図１９】９０°のロータ位置における本発明によるモータの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００４１】

例証として添付図面を参照しながら本発明を詳細に説明する。

【００４２】

図１(Ａ)は、２極ロータｂと、２つの補極ｃ、ｄ及び２つの界磁極ｅ、ｆからなるステータとを含む、公知の２極磁束インパルスモータａの基本的な構成を示している。界磁極は、１つの実施可能な構成（図示のように）により永久に磁化することができ、或いは、

（界磁極の周りに）界磁巻線が存在し、ＤＣ電流を流して図示の磁化を生成するようにする。コイル（図示せず）は、補極の周りに巻かれ、補極巻線と呼ばれる巻線を形成する。ロータの極ｇは、極の先端部に一定の半径円弧を有さない場合がある。その代わりに、極のテーパ付き曲線前縁ｈが設けられ、回転中にロータの極とステータ極のいずれかとの間に生成された半径方向エアギャップｉが変化するようにされる。また、２つのロータ極の非対称性を強調するロータ極の他の特徴部も存在することができる。例えば、図１(Ａ)～(Ｄ)に示した（好ましい）無限に変化するギャップｉの代わりに、階段部又は肩部を極先端部に形成することができる。

【００４３】

補極巻線内に電流が存在しないときには、ロータは、図１(Ａ)に示すように静止位置にある。ＤＣ電流が補極巻線に印加された場合、補極上に磁界が生成され、極ｃ上にＮ極、極ｄ上にＳ極となる（図１(Ｂ)参照）。この磁界の結果として、ロータｂは、静止位置から図１(Ｂ)に示した別の平衡位置まで回転する。補極巻線の電流の振幅が増大すると、ロータは、例えば図１(Ｃ)に示すように、別の平衡の位置に更に回転する。ここで補極巻線の電流を切断すると（更に、時計回りの方向にロータのどのような回転慣性もないと）、ロータは、反時計回りに回転して、図１(Ａ)に示す初期平衡位置に落ち着くことができる。

【００４４】

このことは、このタイプのモータに関して起こり得る始動問題を示している。モータが静止から始動して加速することができることを保証するために、補極での発生磁界の大きさは、界磁極によって生成される永久磁界よりも遙かに大きくなければならない。連続回転を保証するために、補極は、ロータを図１(Ｄ)に示す位置まで引き寄せる必要がある。この位置において、補極巻線の電流を解除すると、界磁極は、ロータを図１(Ａ)に示す位置まで時計回りに引き寄せることになる（１８０度の回転が完了する）。

【００４５】

明白なことに、モータを始動するためには大きな電流パルスが必要とされ、又は、少なくとも過剰電流を避けるために、永久磁界の大きさは小さくする必要性がある。ロータがある速度で回転しようとするとすぐに、補極で生成された大きな磁束インパルスが界磁アライメント磁束からロータを引っ張る。ロータの慣性（及び界磁アライメント磁束によって生成された幾らかのトルク）は、ロータを次の整流位置まで搬送する。従って、補極巻線内の電流は、連続的ではなく、通常約５０％のデューティを有する。

【００４６】

始動及び運転の問題を緩和するために、ある時間帯に磁界を切断するのが有利な可能性がある。しかしながら、このことは、界磁磁束を生成するために永久磁石を使用できないこと、及び補極巻線電流に加えて界磁巻線電流の整流を適切にタイミング調整しなければならないことを意味している。これにより、モータ及びパワーエレクトロニクスの設計に余分な複雑さが付加される。

【００４７】

図面の図２～５を参照すると、モータ１は、ステータ２と、該ステータ２内で回転可能に装着されたロータ１０とを含む。

【００４８】

ステータ２は、補極１１と界磁極１２とを有する。補極１１及び界磁極１２のステム又は基部は、外側バック鉄心部１３ａ、１３ｂによって連結されている。補極１１は、界磁極１２上の界磁巻線８と直列（又は並列）の補極巻線７を有する。しかしながら、補極コイル７を界磁結合極コイル８と分離しておくことには幾つかの利点がある場合がある。

【００４９】

補極１１の角度範囲ｘは約９０°である。ロータ１０は、２つの突極１０ａ、１０ｂを有し、これらの角度範囲は同様に約９０°である。各極には肩部が備えられ、ロータの前縁上に拡張エアギャップ９ａと、ロータの後縁上に薄いエアギャップ９ｂとを形成するようにされる。この拡張エアギャップ９ａは、矢印Ａの方向のロータ１０の回転を保証する

。このことは、ロータの間の磁束結合がロータの角度範囲の約半分（すなわち約４５°）でだけにわたって起こることを意味している。階段部として示したが、磁束結合と分離との間のより滑らかな移行を可能にする図１(Ａ)～(Ｂ)に示したものに類似した構成を利用することが好ましい。しかしながら、便宜上、本明細書では階段状肩部を示しており、以下図１０から図１２、並びに図１６及び図１７には示されていない。

【００５０】

界磁極１２は、内側バック鉄心部１４を間に形成する２つのリム１２ａ、１２ｂを備える。この内側バック鉄心部の角度範囲は約２７０°である。上述のように、ロータの極１０ａ、１０ｂ（すなわち、ステータ極との最小エアギャップ９ｂを提示する部分）は、各々約４５°の角度を定める。従って、図４及び図５で分かるように、ロータ１０の両方の極１０ａ、１０ｂがバック鉄心部１４に近接して位置する（すなわち、バック鉄心部によって短絡されている）ロータの回転角度αは約４５°である。

【００５１】

作動中、ロータ１０は、図２の矢印Ａの方向に回転している。この図は、ゼロ角度位置のロータ１０を示している。この位置で補極コイル７の励磁があり、Ｎ極は補極１１にある。更に図１３(Ａ)のトルク曲線を参照すると、ゼロ位置において小さな正のトルクが存在することが分かる。これは、最小リラクタンス位置には未だ達しておらず、約１５°で起こるためであり、この時点で巻線７、８への給電が停止される。次いで、ロータは、バック鉄心部１４のリム１２ｂの磁化によって印加される高トルクによって引き寄せられる。このトルクは、図４に示すように、バック鉄心部１４の境界内のロータ１０の最小リラクタンス位置が約１００°で達成されるまで、印加される。

【００５２】

しかしながら、約９０°において、すなわち最小リラクタンス位置に達する前に、巻線７、８が再通電され、且つ極１０ｂが補極コイル及び界磁コイル７、８により生成された強磁界によって引き付けられると、正のトルクが印加される。従って、トルクは、図２のゼロ位置と一致する１８０°の位置を超えるまでロータに印加され続ける。その後、サイクルは、１８０°の機械角度毎に繰り返される。

【００５３】

一方、約１３５°から１８０°の間では、補極コイル及び界磁結合コイル７、８の励磁により引き起こされる磁界の生成磁束（図５の破線矢印を参照）が、内側バック鉄心部の磁化により引き起こされた閉回路磁束ループ（実線矢印）と相互作用する。バック鉄心部１４のリム１２ｃ内の磁束線の反対方向を参照されたい。従って、この閉ループが存在する間、該閉ループにより整流磁束によって生成されたトルクが減少する。よって、図１３(Ａ)の約１６０°においてトルクの低下が見られる。それでもなお二重効果が起こっている。一方では、極１０ｂは、閉ループ磁束が交差するエアギャップを次第に「ピンチオフ」し、閉ループのマイナスの効果が低減されるようにする。他方では、極１０ｂは、補極１１と次第に接続され、極１０ａを離れ且つリム１２ｃ内の閉ループ磁束に対向する整流磁束が増大するようになる。

【００５４】

いずれの場合においても、内側バック鉄心部１４を形成する拡張界磁極１２の効果は、電力が最初に印加されたときにロータが始動する位置にロータが止まる（図４又は図５の位置のいずれかに）だけでなく、ロータが、各発生源によって発生磁界の結合を促進することである。この効果は、ロータをその低リラクタンス位置（すなわち図５）から偏位させる電流インパルスが、発生磁界が直交する図１(Ａ)～(Ｄ)に示され又は欧州特許ＥＰ４５５５７８Ａにより例示される先行技術構成において必要とされるほど大きくなる必要はないことと考えられる。また、ロータへの電力供給が平滑化され、慣性又は他の平滑化の必要性が低減される。

【００５５】

上述のモータは、本発明の態様の多くを示しているが、本発明の技術的範囲内にはないことを強調したい。

【００５６】
図６～９を参照すると、国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７の発明による図２～５のモータの変形形態が示されており、ここでロータ１０'は磁化されているが、界磁極リム１２ａ、１２ｂは磁化されていない。この実施形態は、駆動要因は異なるが、他の点では図２～５と同一である。
【００５７】
例えば、図６に示したゼロ位置の後の約１０°では、補極巻線７（及び界磁巻線８）が通電されて、補極１１にＮ極を生成する。これは、ロータ１０'を回転方向（矢印Ａ）に反発する。約４５°では、内側バック鉄心部１４を通じた発生磁気短絡におけるリラクタンス効果は、更なる駆動トルク（図１３(Ｂ)において２点鎖線で示したように、リラクタンス効果がないものを上回る）を生成する。しかしながら、この効果は、短絡が終了するときに約９０°で減少する。他方、この点において、ロータ１０'のＳ極１０ｂはＮ補極によって引き寄せられ、その引力は、１３５°から１９０°の間で増大する。このような増大は通常、この位相において磁気短絡（図９の矢印）の低リラクタンス効果が途絶えたことを除いては、ロータによって感知されるトルク（図１３(Ｂ)の破線）を増加させることになる。約１９０°では、界磁巻線７、８を通る電流は、反転して補極１１にＳ極を提供する。その後、このサイクルは、反転を繰り返すが、同じ形状のトルク曲線をもたらす。
【００５８】
図１３(Ｂ)の曲線から分かるように、ロータに印加されるトルクのうち幾らかの平滑化がある。
【００５９】
国際特許公開ＷＯ０２／１０１９０７の発明は原理上２極ロータにより機能するが、トルク曲線において１８０°の力学的回転にわたって２倍の数のピークとトラフが生じることから、図１０及び図１１に示した構成が好ましい。ロータの慣性質量が同じである場合、このことは、必要な電気回路が同じであることにもかかわらず、より滑らかな回転をもたらすことになる。
【００６０】
図１０(Ａ)において、４極ロータ１０"は、十字形状であり、磁化されて十字の周りに交互にＮ極及びＳ極１０ａ、１０ｂ、１０ｃ及び１０ｄを提示する。各極は、図２～５及び図６～９の実施形態と同様に、階段状又は曲線状で（図示せず）、回転方向制御を可能にする可変エアギャップを提供する。
【００６１】
コイルが、図１０(Ａ)の位置で通電されると、各補極１１"は、ロータ１０"のＮ極に対してＮ磁極を提供する。これは、ロータの２つのＮ極１０ａ、１０ｃを反発し、従ってロータは時計回りに動く。ここで内側バック鉄心部１４は、ロータ１０"のＮ極１０ａ、１０ｂとＳ極１０ｃ、１０ｄの対の間の低リラクタンスパスを形成し始める。
【００６２】
ロータは、図１０(Ｂ)に示した位置を超えて時計周りに数度の最小リラクタンスの位置まで回転する。これは、ステータ巻線からの通電の有無にかかわらず自然に起こることになる。ロータが図１０(Ｂ)に示す位置にあるときに、ステータコイルは、Ｎ極が補極１１のエアギャップ表面に存在するように通電される（未だ通電されてない場合、すなわち、図１０(Ａ)の位置と図１０(Ｂ)の位置との間の期間にオフにされている場合）。ここではロータのＳ極は補極に引き寄せられている。このステップにおけるトルク生成の方法は、電磁アライメントトルクとリラクタンストルクとの組合せによるものである。
【００６３】
ロータが図１０(Ｃ)に示すような位置にある場合、ステータ巻線内の電流は、可能な限り迅速に反転する。磁界内のこのインパルスは、反対方向の磁界を印加することによってロータのＮ極を「キック」し、従って、ロータを再度時計回りで押し進める。このプロセスは、９０°の回転毎に繰り返されるが、電流の方向はその都度反転する。上記で検討し

た実施形態と同様に、１つの電気サイクルは、１８０°の機械的回転毎に起こることが理解できる。補極内の磁界の反転は、この機械を往復式磁束インパルスモータとして表すことができる。

【００６４】

このモータの簡略形態（本発明によるものではない）を図１１に示し、ここでは補極及びバック鉄心部内の磁界は、一方向（すなわち、磁界は反転しない）であり、内側アイアンリング１４"は、図示のように磁化を有する。この構成は、本発明の図２～図５の実施形態に相当する。ここでは内側アイアンは、静止時にロータの４極を引き付けるための４極磁化を有する。

【００６５】

また４極ロータにおいて、図１２に示すように２極磁化を適用してもよい。しかしながらこの構成では、内側アイアン１４"'の永久磁界は、バック鉄心部１３"'と共有されることになる。

【００６６】

電流がコイル８、９に印加されると、補極がロータの極を引き付ける。この電流は、内部バックアイロンの永久磁界を強め、或いは該磁界に対向しようとして、整流時のトルク生成機構に影響を及ぼす可能性があるので、この電流の方向は重要である。しかしながら、十分なアンペアターンが印加される場合には、補極は、最も近くにあるロータ極を引き付け、（主に）リラクタンストルクが生成されることになる。補極１１"'とロータ極１０"'との間に可変のエアギャップが存在すると、この補極は、図１０(Ａ)に示したのと同様の位置にロータを引き寄せることになる。

【００６７】

電流を解除すると、ロータは、内側アイアンの永久磁化によって引き続き時計周りに回転し続ける。ロータ１０"'の永久磁化が存在しないと、整流電流は一方向とすることができる。これはまた図１１の構成にも当てはまる。

【００６８】

往復式磁束インパルスモータ（すなわち、図６～９及び図１０の実施形態）用の典型的な電気駆動回路が図１４に示されている。図１４(Ａ)は、２つのトランジスタスイッチ１６を使用した構成を示しており、整流コイル及び界磁コイル８、９それぞれのバイファイラ巻線１５ａ、１５ｂを使用して双方向磁界を生成できるようにする。或いは、双方向磁界は、図１４(Ｂ)に示すＨブリッジ構成を使用して生成することができる。

【００６９】

往復式磁束インパルスモータが十分に機能するためには、磁束の迅速な反転が重要になる。これは、スイッチ１６の両端のターンオフ電圧が最大電圧まで上昇することを制御的に可能にするスナバ回路１７を利用した図１４(Ａ)の回路によって達成することができる。従って、この高電圧は、巻線内の誘導電流に対向し、よって、この誘導電流を迅速にゼロにする。同時に他のスイッチをオンにすることにより、磁界が他の方向に構築できるようになる。第１のスイッチのオフの間に吸収される貯蔵エネルギーを用いて、単に電流が標準供給電圧で安定的に構築できるのではなく、他の巻線の電流を強制的且つ迅速に増加（又は「キックスタート」）させることができる。この理由は、電源電圧よりも遙かに高い電圧になるように貯蔵エネルギーを構成できるためである。

【００７０】

或いは、スナバ１７内の貯蔵エネルギーは、抵抗で消費するのではなく、単に電源に戻すこともできる。いずれの場合においても、スナバ回路は再生式と考えられ、回収されたエネルギーは失われず、従って、従来のＲＣＤ（抵抗－コンデンサ－ダイオード）スナバよりも効率的である。

【００７１】

単一巻線１５、単一スイッチ１６、及び再生式とすることができるスナバ回路のみを使用した、図２～５、図１１及び図１２の単純な（一方向の）磁束インパルスモータ用の典型的な回路を図１５に示している。

【００７２】
両方のタイプのモータにおいて、駆動回路の点弧は、適切なエンコーダによりステータに対するロータ位置と同期させる。他方、この同じ目的を達成するためにセンサレス技術を使用できることは想定される。
【００７３】
図１６及び図１７を参照すると、一方向磁束インパルスモータ（本発明によるものではない）は、図１６(Ａ)に示したように、ステータの内側アイアン内にパーキング磁石（Ｎ）を有する。整流が行われようとしているときには、補極１１内の磁界の方向は、ロータのトルク生成機構に影響を及ぼす。パーキング磁石がモータのエアギャップ内に「Ｎ」極を示し、コイル内の電流の方向により補極がエアギャップで「Ｓ」極にすることができる場合、モータ内の磁束パスが図１６(Ａ)に示されている。磁石による磁界と補極による磁界とが同時に発生し、ロータ極の２つに対する正味引力が大きいことは理解することができる。ロータは、図１６(Ｂ)に示す位置に動かされる。この点において、ロータの他の２つの隣接する極は、パーキング磁石の近傍に接近している。図１６(Ｂ)に示した位置でロータが停止するのではなく、磁界は、隣接する極を介した新しい（より低リラクタンスな）パスを見つける（図１６(Ｃ)参照）。モータ駆動トルクは、図１６(Ｃ)の状態で維持され、ロータの隣接する極は、磁石を通過する結合磁界と並んで引き寄せられている。
【００７４】
しかしながら、コイル内の電流が反対方向になり、補極がエアギャップに「Ｎ」磁極を示す（磁石のように）ようになると、磁石及びステータ励磁による磁界は一致しないようになる。その代わりに、これら磁界は、モータのアイアンを通る独立したパスを探すことになる（図１７を参照）。この状態は、モータを効果的且つ効率的に整流せず、結果として機械を失速させる可能性がある。従って、この構成は回避すべきである。
【００７５】
本発明の磁束インパルスモータは通常、１つ又は２つのパワートランジスタを利用して補極巻線内の電流を整流する可変速ドライブとして動作することができる。界磁巻線電流を整流する可能性を含めて、２つよりも多いトランジスタを使用する他の構成も可能であるが、これは駆動部分に複雑さとコストを付加することになる。機械の速度は、補極巻線（及び場合によっては界磁巻線）内の電流の大きさ又は継続時間のいずれか（又は両方）を変えることによって制御される。この効果は、補極において磁束のインパルスを生成するトルクの大きさを制御することである。電流の大きさは、電流をチョッピングする（通常はある高周波で）ことによって変化する。これにより始動問題が引き起こされる可能性があり、よって電流の位相角制御が代替の選択肢である（好ましくはないまでも）。位相角制御は、補極巻線の電流のターンオン時の可変遅延を導入することによって機能する。この遅延は、始動時には通常はゼロであり、所望の動作速度を達成するために大きくされる。これは、閉ループフィードバック制御システムのある形態を利用して達成することができる。
【００７６】
ここで本発明に注目すると、本発明の実施形態が図１８及び図１９に示されており、モータは、基本的な構造及び動作の点では、図１０を参照して上述されたモータとほぼ同一であり、従って、同等の構成部品について同じ参照符号が利用されている。
【００７７】
すなわち、モータ１は、外側バック鉄心部１３、補極１１、及び界磁結合極１２を定めるステータ２を有する。界磁結合極は、内側バック鉄心部１４を有する。ロータ１０は、極１０ａ～１０ｄを有する十字形（本実施形態においては）である。ロータ１０は、中心ロータ軸５０の周りに時計回りに、すなわち図面においては矢印Ａの方向に回転する。
【００７８】
各ロータ極は、円形で且つロータ軸５０に対して偏心した点５０ａに中心を置いた端面５４を有し、従って、前方セクション５４ａは、後方セクション５４ｂよりもロータ軸５０により近接するようになる。ロータの前縁５６の回転半径ＲＬは、各ロータ極１０ａ～

１０ｄの後縁５８の回転半径ＲＴよりも約４％小さい。各ロータ極の端面５４は、滑らかな円形の輪郭として図示しているが、図２～図５、又は図１０(Ｂ)に示したように階段状であってもよい。

【００７９】

各極は、ほぼ平行な側面６２、６４の間に幅Ｗを有する。幅Ｗは、ロータ１０の直径の約５０％である。この幅の大部分にわたり、各ロータ極に形成されたスロット７０内にその主要面にわたって平行に磁化された永久磁石７２が配置される。

【００８０】

ロータ１０は、各々が十字形で且つスロット７０が打ち抜かれた、積層体のスタックである。スロットの各端部におけるリガメント部７１は、ロータ１０の近位根元部７３と遠位極先端部７５とを連結する。円形の矢印で明確に見えるように、リガメント部７１は、磁石７２の端部からの磁束を短絡させ、その有効性を低減させる。従って、リガメント部は可能な限り狭く、その結果、リガメント部を飽和させるのに殆ど磁束を費やさず、残留磁束が大部分が端面５４を通ってロータ１０から出ていくようにする。

【００８１】

スロット７０は、ロータによって外接された円の接線に対して傾斜し、該接線は、各ロータ極の半径方向軸線８２に垂直である。この傾斜の角度はβで、約２０°である。

【００８２】

スロット７０は、ロータ極の後方側面６２の後縁５８付近から、前方側面６４の根元８４及び隣接ロータ極の後方側面６２付近まで延びるように形成される。

【００８３】

磁石７２の傾斜の効果は、後縁に磁束の飽和をもたらし、より大きな磁束を受け入れることに関して後縁が高リラクタンスを有するようにすることである。逆に、各ロータの前縁５６は飽和されておらず、このことは、各後縁５８に集中して示した磁束線９０によって例示されている。これは、ロータ１０がそのいずれかの回転位置からの始動時に時計回りに優先的に回転するように、ロータ１０をバイアスする。これにより、上述したような回転方向において減少していくロータ直径（２ＲＴから２ＲＬに）の効果が強化される。

【００８４】

しかしながら、傾斜した磁石の別の効果は、その端部がリガメント部７１によって短絡されることにより作動解除されるにもかかわらず、磁石の長さ（ロータ極の幅Ｗ方向における長さという意味）を増やすことができ、ロータの端面から出ていく磁束は、磁石がロータ軸に対して接線方向に配置されてロータ極の幅Ｗに広がり且つ磁束を短絡させるためのどのようなリガメント部も持たない場合とほぼ同じ量となることである。

【００８５】

スロット７０内に磁石を嵌合させることは、付加的な保持又は固定を必要としないので、磁石に関して極めて好都合な配置法である。実際に、磁石は、その磁気効果が磁石を所定位置に保持するので、嵌合すると軸方向にでさえ容易には位置を変えることはない。これらの磁石が、スロット７０内に密接に滑り嵌合する場合、スロット内への単なる押圧は、薄いリガメント部７１を有する場合であっても磁石の磁化によって強化される十分な保持力がある。磁石が接線方向にあるときでもこのような構成を利用することができ、例えば、

２つの始動方向が好ましいとすることができ且つバイアスが望まれない場合に相当する。この場合には、より広い磁石を挿入できるようにロータ極の根元部７３を拡張するなどによって、リガメント部により引き起こされる磁気効果の損失を補う別の手段が必要となる可能性がある。

【００８６】

図１９を参照すると、各内側バック鉄心部１４は、根元部１４ａと、前方ウィング１４ｂと、後方ウィング１４ｃとを有する。ロータ１０に面している内側バック鉄心部１４の内側表面は、ほぼ円形であり、軸５０上に中心を置いている。内側バック鉄心部１４の角度範囲（内側バック鉄心部１４のセクション１４ｂの前方先端部及び後方先端部をそれぞ

れ通る半径９６と９８との間）は、４極ロータを有するモータに関して上述したように、約１３５°（２７０／ｎ）である。内側バック鉄心部の半径Ｒ１は、半径ＲＴに可能な限り近く、通常は、製造公差により１ｍｍ又は２ｍｍの範囲内となる。

【００８７】

内側バック鉄心部１４の内側表面は、３つのセクタ、すなわち、前方セクタ１４Ｌと、後方セクタ１４Ｔと、中間セクタ１４Ｎとに分けられる。前方連結部ＬＪは、前方セクタ１４Ｌと中間セクタ１４Ｎとの間にあり、後方連結部ＴＪは、後方セクタ１４Ｔと中間セクタ１４Ｎとの間にある。後方連結部ＴＪは、半径９４上で根元部１４ａのほぼ中央にある。前方連結部ＬＪは、半径９４と９６とを二分する半径１００上にほぼ位置する。

【００８８】

中間セクタ１４Ｎの半径Ｒ２は、半径Ｒ１よりも２％から４％の間、好ましくは約３％大きい。

【００８９】

最初に図１８を参照すると、ロータは、上述のように時計回りに回転している。従って、ロータ極１０ａ及び１０ｃの前縁５６が、界磁結合極１２のそれぞれの内側バック鉄心部１４の前方連結部ＬＪを通り過ぎ始めると、ロータによって生じるエアギャップが次第に増加し、一方では極１０ｃ、ｄと、他方では極１０ａ、ｂとそれぞれの内側バック鉄心部との間の磁気結合のリラクタンスが次第に増加する。これは、ロータを遅延させる効果がある。しかしながら、このような遅延は、補極１１とロータ極１０ｂ、１０ｄとの間の引力によって生成された電磁トルクが最大値になると同時に生じる。従って、この効果はロータの加速を緩和することである。

【００９０】

逆に、前縁５６が後方連結部ＴＪを通過すると、リラクタンスは次第に減少し、図１９に示した位置を通るロータを加速させる。この加速は、ステータコイル内の電流が切り替わったときに、この位置における整流モータの電磁駆動トルクの損失と同時に起こる。

【００９１】

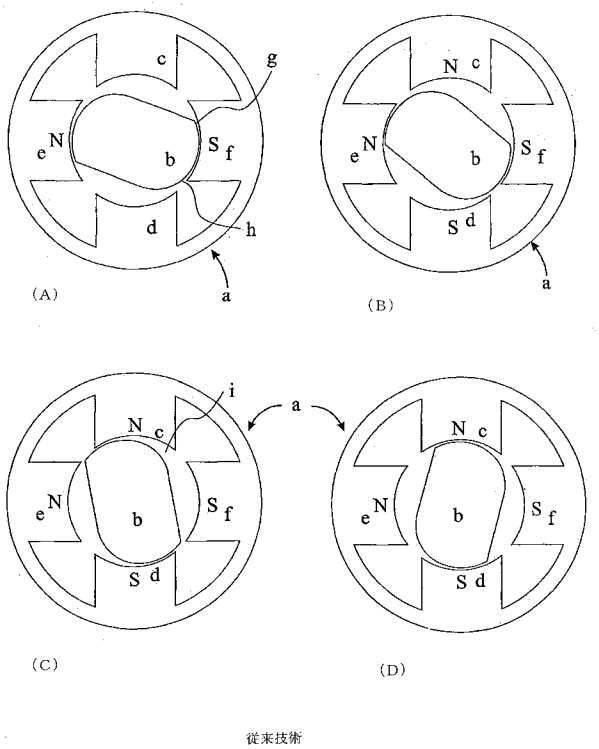
従って、中間セクタ１４Ｎの全体的な効果は、モータ１によって生成されるトルクの平滑化である。

【符号の説明】

【００９２】

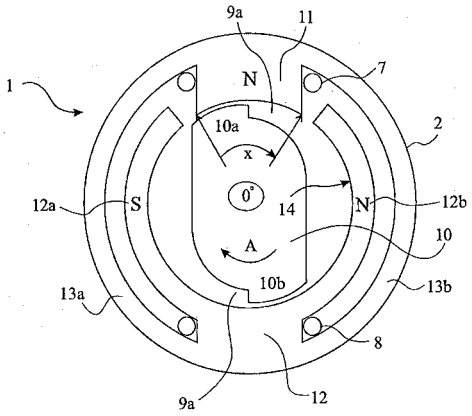
１　モータ；　２　ステータ；　１０　ロータ；
１０ａ，１０ｂ，１０ｃ，１０ｄ　ロータの突極；　１１　ステータの補極；
１２　界磁結合極；　１３　外側バック鉄心部；　１４　内側バック鉄心部；
１４Ｌ　前方セクタ；　１４Ｎ　中間セクタ；　１４Ｔ　後方セクタ；
５０　ロータ軸；　５４　ロータの端面；　５４ａ　ロータの前方セクション；
５４ｂ　ロータの後方セクション；　５６　ロータの前縁（隅部）；
５８　ロータの後縁（隅部）；　７０　スロット；　７１　リガメント部；
７２　永久磁石；　７３　ロータの近位根元部；　７５　ロータの遠位極先端部。

【図１】

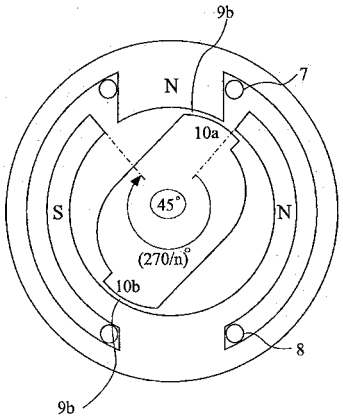


従来技術

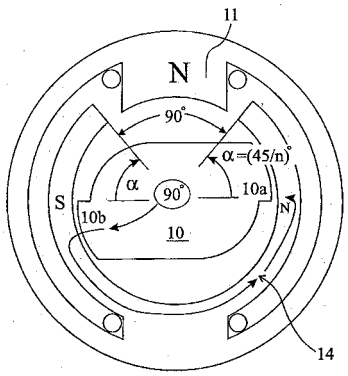
【図２】



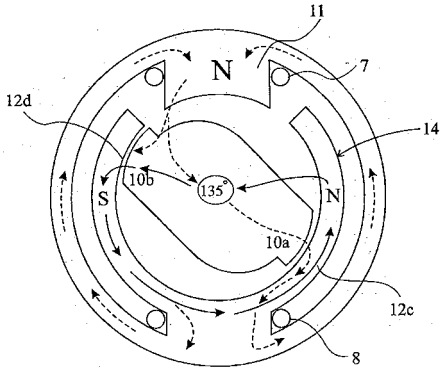
【図３】



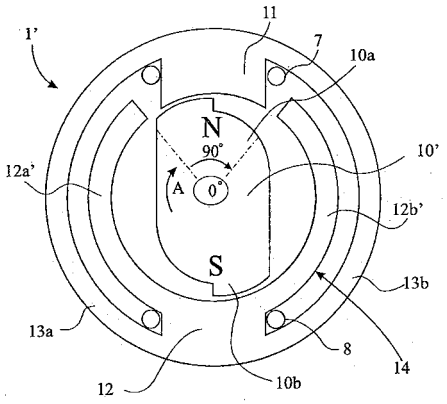
【図４】



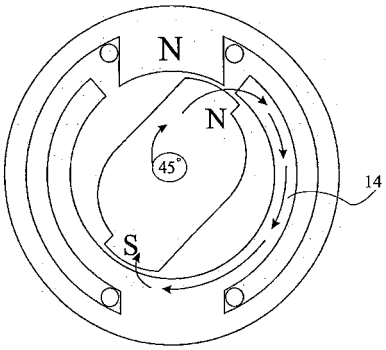
【図５】



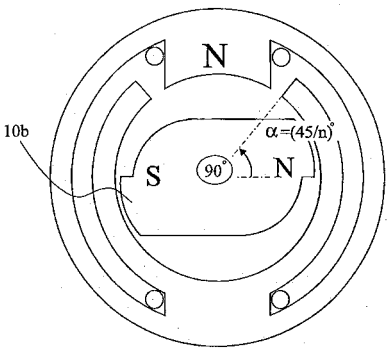
【図６】



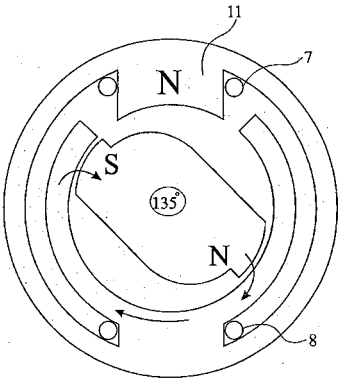
【図７】



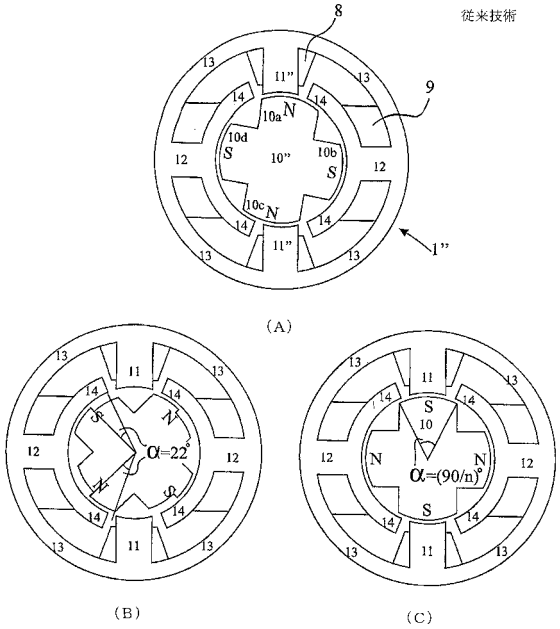
【図８】



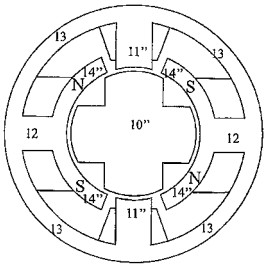
【図９】



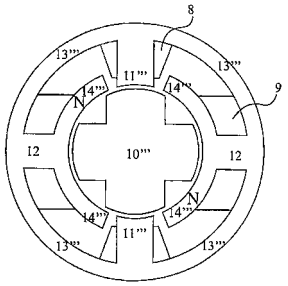
【図１０】



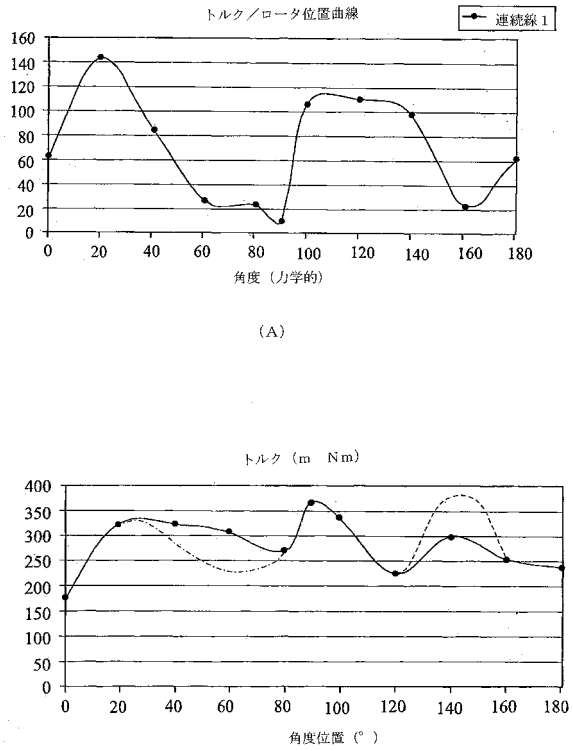
【図１１】



【図１２】



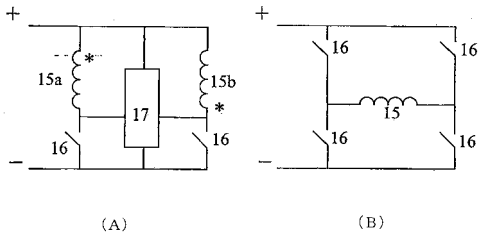
【図１３】



（A）

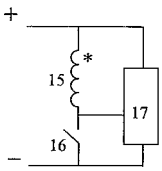
（B）

【図１４】

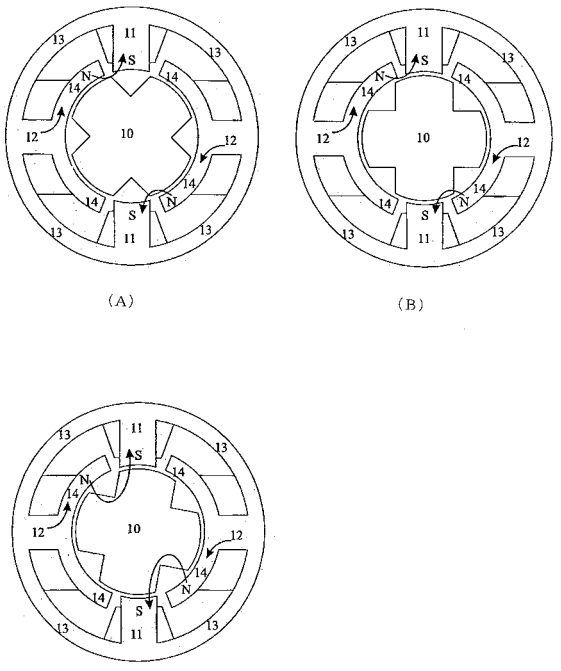


（A） （B）

【図１５】



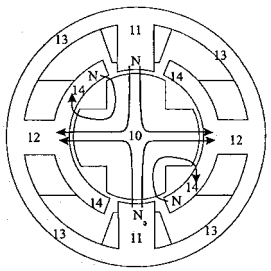
【図１６】



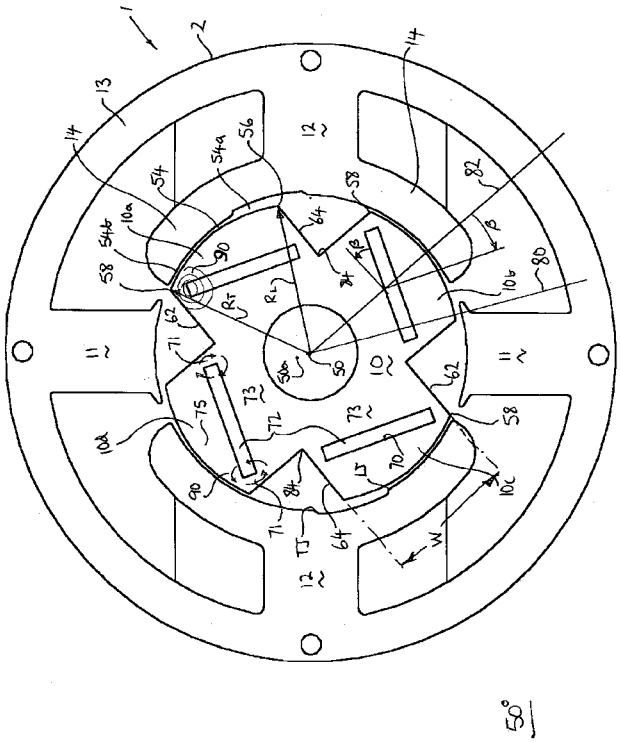
（A） （B）

（C）

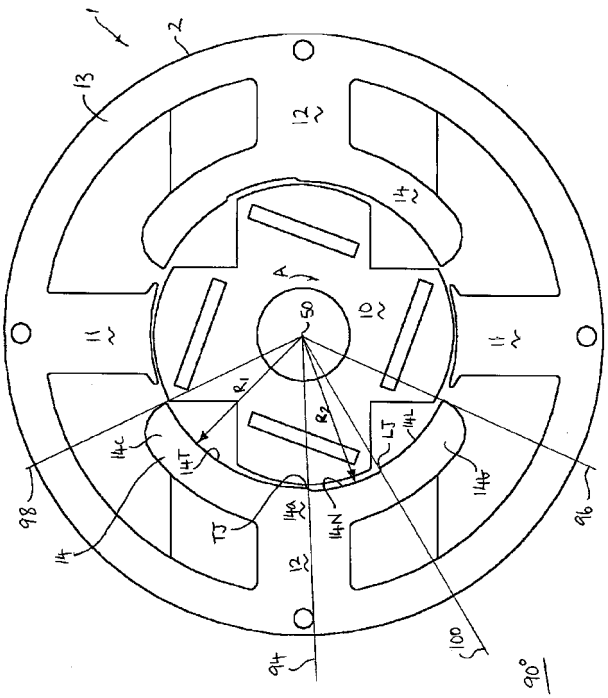
【図１７】



【図１８】



【図１９】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2007/003611

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K21/16 H02K1/27 H02K29/03 H02K1/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02/101907 A (HOBBY ROGER BARRY [GB]; LEFLEY PAUL [GB]) 19 December 2002 (2002-12-19) cited in the application page 10, line 30 - page 11, line 25 page 11, line 35 - page 13, line 5 page 14, line 7 - page 15, line 5 page 15, line 13 - line 17 page 16, line 21 - page 17, line 7; figures 2a-d,3a-c,7a,b	1-15, 17-28
Y	US 6 054 818 A (TABATA KUNIO [JP] ET AL) 25 April 2000 (2000-04-25) column 27, line 37 - column 28, line 4; figures 21-24	1-4,9,10

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
2 June 2008	10/06/2008

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Türk, Severin

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2007/003611

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 20 2004 016534 U1 (EBM PAPST ST GEORGEN GMBH & CO [DE]) 5 January 2005 (2005-01-05) the whole document	1
Y	US 6 847 144 B1 (LUO YIN-JAO [TW]) 25 January 2005 (2005-01-25) column 1, line 41 - column 3, line 38; figures 1,2,5,6	5-8,11, 12
A	JP 08 033246 A (YASKAWA ELECTRIC CORP) 2 February 1996 (1996-02-02) abstract; figures 1,2	5-8,11, 12
A	EP 0 691 727 A (PHILIPS PATENTVERWALTUNG [DE]; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 10 January 1996 (1996-01-10) figure 3	6
A	JP 2004 242495 A (NIPPON STEEL CORP) 26 August 2004 (2004-08-26) abstract; figure 2	6
Y	EP 0 676 853 A (EMERSON ELECTRIC CO [US]) 11 October 1995 (1995-10-11) column 3, line 7 - line 27; figure 1	13-15, 17-28
A	EP 0 509 635 A (HITACHI LTD [JP]; JAPAN SERVO [JP]) 21 October 1992 (1992-10-21) figures 6,7	13
A	US 5 844 343 A (HORST GARY EDWARD [US]) 1 December 1998 (1998-12-01) the whole document	13

4

* Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

International Application No. PCT/GB2007/003611

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.2

Claims Nos.: 29

1 Art. 6 PCT

Claim 29 does not comprise any concrete feature apart from the definition, which apparatus ("flux impulse motor") is meant to be protected. This, because claim 29 does not define concrete technical features, but instead contains only a vague ("substantially") reference to figs. 11a, b and c (fig. 11c not even has been originally disclosed). Claim 29 thus is totally unclear in the sense of Art. 6 PCT, as the skilled person is not able to understand the meaning of the terms of the claim from the wording of the claim alone (see also the PCT Guidelines, paragraph 5.31).

Further, also the requirements of the PCT Guidelines, paragraph 5.32 are not met, which require, that "each claim must set forth the scope of the invention sought to be protected with a reasonable degree of clarity". By a vague reference ("substantially") to figs. 11a, b and c, the skilled person can NOT determine the boundaries of the claimed invention with a reasonable degree of certainty (Requirement of the PCT Guidelines, 5.32).
This, because the word "substantially" throws doubt, whether, or not each particular feature shown in one of the figs. 11a, b is intended to be included in the scope, or not. Thus, it is unclear, what is meant to be protected.
This further, because fig. 11c has not been originally disclosed. Thus, in sum it is totally unclear, which features are to be included in the scope of the claim.

Additionally, claim 29 clearly is an independent claim, as it does not unambiguously comprise all the features of one of the other independent claims. An independent claim, however, has to specify all of the essential features needed to define the invention (PCT Guidelines, 5.33). Claim 29 however does not define any concrete features apart from the apparatus, which is intended to be protected, which is a "flux impulse motor".

In sum, claim 29 is unclear to an extent, that a meaningful search and examination are not possible. Therefore, neither a search nor an examination were carried out on claim 29, see also the PCT Guidelines, paragraph 9.01.

2 Rule 6.2(a) PCT

Rule 6.2 (a) PCT explicitly points out, that a claim shall not rely on a reference such as "as illustrated in figure ... of the drawings". Thus, as claim 29 has been drafted by a reference to multiple figures, it is not conform with the requirements of Rule 6.2 (a) PCT.

3 Conclusion

International Application No. PCT/GB2007/003611

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

As for the reasons of non-compliance with Art. 6 PCT and Rule 6.2(a) PCT, claim 29 is not considered to be meaningful searchable in the sense of Art. 17 (2) (a) (ii) PCT. Consequently, the international search report has not been established for claim 29.

The applicant's attention is drawn to the fact that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established need not be the subject of an international preliminary examination (Rule 66.1(e) PCT). The applicant is advised that the EPO policy when acting as an International Preliminary Examining Authority is normally not to carry out a preliminary examination on matter which has not been searched. This is the case irrespective of whether or not the claims are amended following receipt of the search report or during any Chapter II procedure. If the application proceeds into the regional phase before the EPO, the applicant is reminded that a search may be carried out during examination before the EPO (see EPO Guideline C-VI, 8.2), should the problems which led to the Article 17(2)PCT declaration be overcome.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/GB2007/003611

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 29
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers allsearchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search reportcovers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/GB2007/003611

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-4, 9, 10

   This invention is directed to a brushless motor in which the rotor is permanently magnetised and wherein the magnet is located in a convenient manner.

---

2. claims: 5, 6-8, 11, 12

   This invention is directed to a brushless motor in which the direction of rotation of the motor on start-up of the motor can generally more easily be assured.

---

3. claims: 13-26, 27, 28, 29

   This invention is directed to a brushless motor with reduced torque ripple during rotation.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2007/003611

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 02101907	A	19-12-2002	EP	1396068 A1	10-03-2004
			GB	2376572 A	18-12-2002
			US	2004239209 A1	02-12-2004
US 6054818	A	25-04-2000	CN	1105638 A	26-07-1995
			CN	1230495 A	06-10-1999
			CN	1230496 A	06-10-1999
			EP	0640507 A1	01-03-1995
			HK	1018163 A1	05-09-2003
			WO	9323266 A1	25-11-1993
			US	5900686 A	04-05-1999
DE 202004016534 U1		05-01-2005	JP	2005143288 A	02-06-2005
US 6847144	B1	25-01-2005	NONE		
JP 8033246	A	02-02-1996	NONE		
EP 0691727	A	10-01-1996	DE	4423620 A1	11-01-1996
			JP	8047189 A	16-02-1996
			SG	52155 A1	28-09-1998
			US	5604390 A	18-02-1997
JP 2004242495	A	26-08-2004	NONE		
EP 0676853	A	11-10-1995	AT	181188 T	15-06-1999
			DE	69510121 D1	15-07-1999
			JP	8047192 A	16-02-1996
			US	5670836 A	23-09-1997
EP 0509635	A	21-10-1992	DE	69216459 D1	20-02-1997
			DE	69216459 T2	31-07-1997
US 5844343	A	01-12-1998	BR	9503414 A	16-07-1996
			CA	2151532 A1	26-01-1996
			DE	69528124 D1	17-10-2002
			EP	0695020 A2	31-01-1996
			JP	8047224 A	16-02-1996

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

Fターム(参考) 5H621 AA02 BB07 BB08 BB09 GA04 GA06 GA11 GA20 HH01 JK14
5H622 AA02 AA03 CA02 CA07 CA10 CA12 CA13 CB01 PP10