

(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2004-236400

(P2004-236400A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H02K 19/10

H02K 19/10

A

5H002

H02K 1/22

H02K 1/22

A

5H619

H02K 1/24

H02K 1/24

A

5H622

H02K 1/27

H02K 1/27

5O1A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-19857 (P2003-19857)

(22) 出願日 平成15年1月29日(2003.1.29)

(71) 出願人 000144027

株式会社ミツバ

群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地

(74) 代理人 100102853

弁理士 鷹野 寧

(72) 発明者 田中 裕人

群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地

株式会社ミツバ内

(72) 発明者 峯岸 三奈子

群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地

株式会社ミツバ内

Fターム(参考) 5H002 AA01 AE07

5H619 AA01 BB01 BB06 BB13 BB15

BB24 PP02 PP05 PP08

5H622 AA03 CA02 CA06 CA13

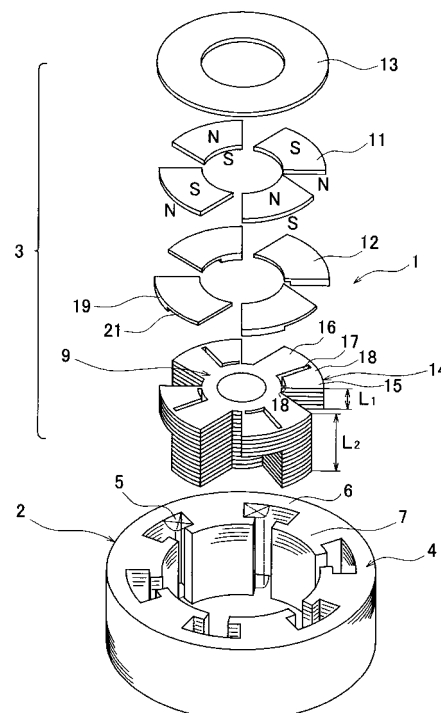
(54) 【発明の名称】 リラクタンスモータ

(57) 【要約】

【課題】リラクタンスモータにおいて効率良くトルクアップを図る。

【解決手段】巻線5が巻装された突極7を備えるステータ2と、マグネット11を備えステータ2の突極とは異なる個数の突極14を有するロータ3とからなるリラクタンスモータにおいて、ロータ3の突極14に、マグネットトルク発生用の第1突極部15と、リラクタンストルク発生用の第2突極部16とを設ける。ロータコア9の端部には、第1ヨーク12と、マグネット11及び第2ヨーク13が取り付けられる。第1突極部15は第1ヨーク12の上段部19と当接し、第2突極部16と第1ヨーク12の下段部21との間には空隙22が形成される。ロータ3の内部にてマグネットトルクとリラクタンストルクの磁気回路が分離され、ロータコア9が磁氣的に飽和しにくくなり、通常のSRモータよりも高トルクが得られる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイルが巻装された複数の突極を備えるステータと、マグネットが取り付けられ前記ステータの突極とは異なる個数の複数の突極を有するロータとを有してなるリラクタンスモータであって、

前記ロータの突極は、前記マグネットと磁氣的に接続され前記マグネットと前記ステータの前記突極との間に生じる磁氣的吸引力によりマグネットトルクを発生させる第 1 突極部と、前記第 1 突極部とは別個に設けられ、前記ステータの前記突極との間に生じる磁氣的吸引力によりリラクタンストルクを発生させる第 2 突極部とを有することを特徴とするリラクタンスモータ。

10

【請求項 2】

コイルが巻装された複数の突極を備えるステータと、前記ステータの突極とは異なる個数の複数の突極が形成されたロータコアを備えるロータとを有してなるリラクタンスモータであって、

前記ロータコアの軸方向端部に取り付けられた複数の第 1 ヨークと、

前記第 1 ヨークの外側に取り付けられた複数のマグネットと、

前記マグネットの外側に取り付けられ、前記各マグネットを磁氣的に接続する第 2 ヨークとを備え、

前記ロータコアの突極は、前記第 1 ヨークと接する第 1 突極部と、前記第 1 突極部とは別個に設けられ、前記第 1 ヨークに対し空隙を介して対向する第 2 突極部とを有することを特徴とするリラクタンスモータ。

20

【請求項 3】

請求項 2 記載のリラクタンスモータにおいて、前記第 1 ヨークは、前記第 1 突極部と接する第 1 段部と、前記上段部よりも薄肉に形成され前記第 2 突極部との間に前記空隙を形成する第 2 段部とを有することを特徴とするリラクタンスモータ。

【請求項 4】

請求項 1～3 の何れか 1 項に記載のリラクタンスモータにおいて、前記第 1 突極部は前記第 2 突極部よりも軸方向の長さが短いことを特徴とするリラクタンスモータ。

【請求項 5】

請求項 1～4 の何れか 1 項に記載のリラクタンスモータにおいて、前記第 1 突極部と前記第 2 突極部は周方向に沿って隣接配置され、前記第 1 突極部と前記第 2 突極部との間は、前記ロータコアの前記突極に形成されたエアホールによって隔離されることを特徴とするリラクタンスモータ。

30

【請求項 6】

請求項 5 記載のリラクタンスモータにおいて、前記第 1 突極部と前記第 2 突極部との間は、前記ロータコアの前記突極に形成されたブリッジ部によって前記エアホールを挟んで連結されることを特徴とするリラクタンスモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

40

本発明は、リラクタンストルクを利用して動作するリラクタンスモータに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、電気自動車やモータとエンジンを共用するいわゆるハイブリッドカー等においては、高価な永久磁石を使用せず、構造が簡単かつ堅牢であり高速回転や耐環境性に優れたリラクタンスモータの一種として SR モータ (Switched Reluctance Motor) の使用が検討されている。一般に SR モータは、コイルを巻装したステータの内側に、磁性鋼板よりなるロータをステータと同軸上に回転自在に配置した構成となっている。ステータの内周側には内向きに突出する突極が形成されており、この突極にはコイルが巻装され巻線を形成している。ロータの外周には外向きに突出する突極が放射状に

50

形成されており、ロータの回転に伴ってステータの突極と近接・対向・離隔するようになっている。ロータの突極とステータの突極は、ある突極同士が対向したとき他の突極同士の位置がずれるように、相互に倍数関係ではない偶数個に設定される。すなわち、例えばロータの突極が４個の場合、ステータの突極を６個に設定し、ロータの突極が６個の場合にはステータの突極を８個に設定する。

【０００３】

このようなＳＲモータでは、例えばステータの一对の対向する巻線に電流を流すと、ステータの突極からロータの突極へ向かう磁束が発生する。これにより、ロータの突極がステータの突極に引き付けられロータにトルクが発生する。前述のように、ステータとロータの突極は、ある突極同士が対向すると他の突極同士にはずれが生じるように設定されている。そこで、他のずれた状態にある突極の巻線に通電すると、ずれた状態の突極が引き付けられロータが回転する。この操作を連続的に行うことにより、ロータの突極が連続的にステータの突極に引き付けられ、ロータが軸回りに回転する。

【０００４】

一方、ＳＲモータをさらに高トルク化すべく、リラクタンストルクに加えてマグネットトルクを利用する方式も検討されている。図４は、このような方式による従来のＳＲモータの構成を示す説明図である。図４に示すように、モータ５１は、ロータ５２にマグネット５３を配した構成となっており、ＳＲモータとブラシレスモータの要素を併せ持つハイブリッド構造となっている。ロータ５２はステータ５４内にて回転自在に支持されており、マグネット５３はロータコア５５の中に埋め込まれたＩＰＭ（Ｉｎｔｅｒｉｏｒ　Ｐｅｒｍａｎｅｎｔ　Ｍａｇｎｅｔ）構造となっている。ステータ５４の突極５６にはコイル５７が巻装され、一对の対向巻線に電流を流すと、ロータ５２の突極５８が吸引されると共に、マグネット５３との間にも吸引力や反発力が発生し、リラクタンストルクとマグネットトルクによりロータ５２が回転する。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、図４のような構成のモータでは、リラクタンストルクとマグネットトルクが同じ部位に作用する構成となっており、両トルクを発生させるための磁路が共通している。このため、電流量が大きくなるとロータコア５５が磁氣的に飽和し易く、インダクタンスが減少しリラクタンストルクが小さくなるという問題があった。このため、ハイブリッド型のＳＲモータは通常のＳＲモータよりは高トルクが得られるものの、効果的なトルクアップを図ることができずその改善が求められていた。

【０００６】

本発明の目的は、リラクタンスマータにおいて効率良くトルクアップを図ることにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

本発明のリラクタンスマータは、コイルが巻装された複数個の突極を備えるステータと、マグネットが取り付けられ前記ステータの突極とは異なる個数の複数個の突極を有するロータとを有してなるリラクタンスマータであって、前記ロータの突極は、前記マグネットと磁氣的に接続され前記マグネットと前記ステータの前記突極との間に生じる磁氣的吸引力によりマグネットトルクを発生させる第１突極部と、前記第１突極部とは別個に設けられ、前記ステータの前記突極との間に生じる磁氣的吸引力によりリラクタンストルクを発生させる第２突極部とを有することを特徴とする。

【０００８】

また、本発明のリラクタンスマータは、コイルが巻装された複数個の突極を備えるステータと、前記ステータの突極とは異なる個数の複数個の突極が形成されたロータコアを備えるロータとを有してなるリラクタンスマータであって、前記ロータコアの軸方向端部に取り付けられた複数個の第１ヨークと、前記第１ヨークの外側に取り付けられた複数個のマグネットと、前記マグネットの外側に取り付けられ、前記各マグネットを磁氣的に接続する第２ヨークとを備え、前記ロータコアの突極は、前記第１ヨークと接する第１突極部と

、前記第 1 突極部とは別個に設けられ、前記第 1 ヨークに対し空隙を介して対向する第 2 突極部とを有することを特徴とする。

【0009】

本発明にあっては、SRモータにマグネットを配したリラクタンスモータにて、ロータコアの突極をマグネットトルク発生用の第 1 突極部とリラクタンストルク発生用の第 2 突極部とから構成したので、ロータ内部にてマグネットトルクとリラクタンストルクの磁気回路を分離できる。このため、電流量が大きくなってもロータコアが磁氣的に飽和しにくくなり、ブラシレスモータと同様の駆動方式を採用しつつ単なる SRモータよりも高トルクが得ることができる。

【0010】

前記リラクタンスモータにおいて、前記第 1 ヨークに、前記第 1 突極部と接する第 1 段部と、前記上段部よりも薄肉に形成され前記第 2 突極部との間に前記空隙を形成する第 2 段部を設けても良い。これにより、マグネットの磁束を上段部を介して効率良く第 1 突極部側に収束して磁気回路を形成でき、磁束の有効活用が図られ、モータ効率が向上する。

【0011】

また、前記第 1 突極部を前記第 2 突極部よりも軸方向の長さを短く形成しても良い。これにより、第 1 突極部と第 2 突極部との間には磁気抵抗に差が生じ、第 1 突極部を飽和させ透磁率を低下させることにより、第 2 突極部とステータ側の突極との間でリラクタンストルクを効率良く発生させることができる。

【0012】

さらに、前記第 1 突極部と前記第 2 突極部を周方向に沿って隣接配置し、前記第 1 突極部と前記第 2 突極部との間を前記ロータコアの前記突極に形成されたエアホールによって隔離しても良い。これにより、第 1 突極部と第 2 突極部を流れる磁束を分離することができ、ロータコアが磁氣的に飽和しにくくなる。この場合、前記第 1 突極部と前記第 2 突極部との間を、前記ロータコアの前記突極に形成されたブリッジ部によって前記エアホールを挟んで連結するようにしても良い。これにより、第 1 突極部と第 2 突極部を形成する部位を有する鋼板をしてロータコアを形成でき、部品点数や組付工数の削減が図られる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は本発明の一実施の形態であるリラクタンスモータの構成を示す説明図、図 2 は図 1 のリラクタンスモータの分解斜視図である。当該リラクタンスモータ 1（以下、モータ 1 と略記する）は、図 1、2 に示すように、ステータ 2 と、ステータ 2 の内側に回転自在に配設されたロータ 3 とから構成される。

【0014】

ステータ 2 は図示しないハウジングに収容され、ステータコア 4 と複数の巻線 5 を備えている。ステータコア 4 は、ケイ素鋼板等の磁性鋼板を複数枚積層して形成され、ハウジング内に固定される。ステータコア 4 は、円筒状のヨーク部 6 と、ヨーク部 6 の内側に径方向内側に向けて突出する 6 個の突極 7 とから構成される。巻線 5 は各突極 7 にコイルを巻回して形成される。モータ 1 は 3 相のモータとなっており、巻線 5 は U、V、W の各相の巻線 5 U a、5 U b、5 V a、5 V b、5 W a、5 W b を構成している。

【0015】

図 3 はロータ 3 の構成を示す斜視図である。ロータ 3 は、図 2、3 に示すように、シャフト 8 とロータコア 9、マグネット 11、第 1 及び第 2 ヨーク 12、13 とから構成される。シャフト 8 は、ハウジングに設けた軸受によって回転自在に支持されている。シャフト 8 の回転角度は図示しないシャフト位置センサにて検出され、その出力信号の周期やパルス幅からロータ 3 の回転数が算出される。

なお、別途回転数検出センサがあればそれを利用しても良い。ロータコア 9 は、ケイ素鋼板等の磁性鋼板を複数枚積層して形成され、シャフト 8 に固定されている。ロータコア 9 には、外周側に 4 個の突極 14 が設けられている。ロータコア 9 の軸方向端部（図 2、3

10

20

30

40

50

において上端部)には、第1ヨーク12と第2ヨーク13に挟まれる形でマグネット11が取り付けられる。ロータ3はステータ2内に同軸に挿入配置され、その突極14とステータ2の突極7との間には所定の間隙が形成される。

【0016】

ロータコア9の突極14には、第1突極部15と第2突極部16が設けられている。第1突極部15と第2突極部16は周方向に沿って隣接配置され、両者の間はL字形のエアホール17によって隔離されている。エアホール17の両端にはブリッジ部18が形成され、第1突極部15と第2突極部16は、ブリッジ部18によってエアホール17を挟んで連結されている。第1突極部15の軸方向の長さ L_1 は、第2突極部16よりも軸方向の長さ L_2 よりも短く形成されている($L_1 < L_2$)。すなわち、ロータコア9の長さ L_1 の部分は、ブリッジ部18によって第1突極部15となる部分が形成された鋼板が積層され、長さ L_1 を超えた部分は、第2突極部16となる部分のみが形成された鋼板が積層されている。

10

【0017】

ロータコア9の上端には、突極14に対応して扇形の第1ヨーク12が4個取り付けられている。第1ヨーク12は上段部(第1段部)19と下段部(第2段部)21とからなる段付形状となっており、上段部19が第1突極部15と直接接触する形でロータコア9上に載置される。下段部21は上段部19よりも薄肉に形成されており、上段部19を第1突極部15上に固定すると、第2突極部16との間に空隙22が形成される。

【0018】

第1ヨーク12の上にはそれぞれマグネット11が取り付けられる。マグネット11には4個の扇形のセグメント磁石が使用され、隣接するマグネット11同士が異極となるように配置される。マグネット11の図2, 3において下面側はその全面が第1ヨーク12に接触している。マグネット11の上にはリング状の第2ヨーク13が取り付けられる。第2ヨーク13にはマグネット11の上面全面が接触しており、各マグネット11を磁氣的に接続している。

20

【0019】

このような構成からなるモータ1では、次のような2系統の磁気回路が成立する。まず、マグネット11に関し、マグネット11→第1ヨーク12→第1突極部15→ステータコア4(突極7→ヨーク部6→突極7)→第1突極部15→第1ヨーク12→マグネット11→第2ヨーク13→マグネット11なる磁束の流れが生まれる(磁気回路A)。この磁気回路Aは、通常のブラシレスモータにおける磁気回路と同様であり、これによりマグネットトルクが発生する。この場合、第1突極部15と第2突極部16との間はエアホール17にて隔離されており、磁気回路Aの磁束はブリッジ部18にて若干の漏れはあるものの、磁束は細いブリッジ部18にはほとんど流れず専ら第1突極部15を流れる。

30

【0020】

また、磁気回路Aでは、第1ヨーク12が段付形状となっているので、マグネット11の磁束は、第1ヨーク12の上段部19に第1突極部15に流れる。すなわち、下段部21と第2突極部16との間には空隙22があり、磁気ギャップとして作用するため磁束は第2突極部16側には流れず、上段部19に集中して第1突極部15側へと流れる。これにより、マグネット11の磁束を効率良く第1突極部15側に収束して磁気回路を形成でき、磁束の有効活用が図られ、モータ効率が向上する。

40

【0021】

一方、例えば巻線5に通電すると、ステータ2の突極7と第2突極部16との間に磁束が発生し、第2突極部16に関して、第2突極部16→ステータコア4の突極7→第2突極部16なる磁気回路Bが成立する。この磁気回路Bは、通常のSRモータにおける磁気回路と同様であり、これによりリラクタンストルクが発生する。

【0022】

この場合も、磁気回路Bの磁束はブリッジ部18にはほとんど流れず専ら第2突極部16を流れ、磁気回路A, Bはほぼ分離された形で成立する。すなわち、当該モータ1では、

50

マグネットトルクを発生させる磁気回路Aとリラクタンストルクを発生させる磁気回路Bがそれぞれ独立して形成され、互いに干渉しにくい構成となっている。従って、電流量が大きくなってもロータコア9が磁氣的に飽和しにくく、インダクタンスの減少が抑制されリラクタンストルクの低下を防止できる。また、巻線5による磁界がマグネット11を通りにくいので、マグネット11が減磁しにくく、その分、モータ効率が向上する。

【0023】

さらに、磁気回路Bでは、第1突極部15は第2突極部16に比して軸方向の長さが短くなっているため ($L_1 < L_2$)、第2突極部16の表面が磁氣的に飽和し易くなっている。すなわち、第1突極部15と第2突極部16との間には磁気抵抗に差が設けられており、第1突極部15を飽和させ透磁率を低下させることにより、第2突極部16と突極7との間でリラクタンストルクが効率良く発生するようになっている。 10

【0024】

このようなモータ1は、通常、SRモータは1相励磁方式であるのに対し、ブラシレスモータと同様に2相励磁方式にて駆動される。そこで、例えば図1の状態では巻線5Va, 5Wbに通電すると、図1, 3に破線にて示したような磁気回路Aが成立する(マグネット11(N極)→第1ヨーク12→第1突極部15a→ステータコア4(突極7Va→ヨーク部6→突極7Wb)→第1突極部15b→第1ヨーク12→マグネット11(S極)→第2ヨーク13→マグネット11)。このとき、第1突極部15aと突極7Vaとの間には磁氣的吸引力が発生する。また、第1突極部15bと突極7Wbとの間には磁氣的反発力が発生する。 20

これにより、第1突極部15aは突極7Vaに引き付けられ、ロータ3が時計回りに回転する。すなわち、巻線5Va, 5Wbの通電に伴い、マグネット11によってもたらされるマグネットトルクにより、ロータ3が図3の矢示X方向に回転する。

【0025】

一方、巻線5Va, 5Wbに通電すると、第2突極部16bと突極7Wbとの間に磁気回路Bが成立する(第2突極部16b→突極7Wb→第2突極部16b)。第2突極部16bと突極7Wbとの間には磁氣的吸引力が発生し、第2突極部16bは突極7Wbに引き寄せられ、ロータ3は時計回りに回転する。さらに巻線5Va, 5Wbの通電を続けロータ3が時計回りに回転すると、第2突極部16aが突極7Vaに対向し始め、そこに磁気回路Bが成立する(第2突極部16a→突極7Va→第2突極部16a)。第2突極部16aと突極7Vaとの間には磁氣的吸引力が発生し、第2突極部16aは突極7Vaに引き寄せられ、ロータ3は時計回りに回転する。すなわち、巻線5Va, 5Wbの通電に伴い、第2突極部16a, 16b及び突極7Va, 7Wbによってもたらされるリラクタンストルクにより、ロータ3が図3の矢示X方向に回転する。 30

【0026】

突極7Vaと第2突極部16aの中心同士が対向すると、第1突極部15aの一部が次の突極7Waに対向する位置に来る。そこで、突極7Wa, 7Uaの巻線5Wa, 5Uaに通電すると、第1突極部15aが突極7Waに引き付けられる。その際、第2突極部16bと突極7Uaの間にも磁氣的吸引力が発生しており、第2突極部16bは突極7Uaに引き寄せられる。第1突極部15aが突極7Waに引き付けられると、やがて第2突極部16aが突極7Waに対向し始める。そして、第2突極部16aが突極7Waに引き寄せられ、ロータ3は時計回りの回転を持続させる。このように、各相の巻線5を順次通電することにより突極14はマグネットトルクとリラクタンストルクによって連続的に突極7に引き付けられ、ロータ3はステータ2内にてシャフト8と共に回転する。 40

【0027】

このように、モータ1では、SRモータにマグネット11を配したハイブリッド構造を採用すると共に、ロータコア9の突極14を、マグネットトルク発生用の第1突極部15とリラクタンストルク発生用の第2突極部16とから構成している。第1突極部15と第2突極部16は磁氣的に概ね隔離された構成となっており、それぞれ独立して磁束が流れ、ロータ内部にてマグネットトルクとリラクタンストルクの磁気回路が分離される。このため、 50

電流量が大きくなってもロータコア 9 が磁氣的に飽和しにくく、モータ 1 は通常の S R モータに比して高トルクが得られる。また、磁石量に比してトルク増大量が大きく、磁石量を抑えつつ効果的なトルクアップを図るも可能となる。発明者らの実験によれば、I P M 構造のブラシレスモータの磁石量とトルクをそれぞれ「1」としたとき、本発明のモータ 1 では、磁石量「0.63」で「0.81」のトルクを得ることができた。

【0028】

本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

例えば、前述の実施の形態では、ロータコア 9 をケイ素鋼板の積層構造とし、第 1 突極部 15 と第 2 突極部 16 をブリッジ部 18 にて連結した構成としたが、両突極部 15, 16 を独立した別部品としても良い。この場合、磁気回路 A, B は完全に分離され、ブリッジ部 18 における漏れ磁束をなくすることができるので、より効率良く磁束を利用できさらに高トルクを得ることが可能となる。なお、前述の実施の形態ではブリッジ部 18 をエアホール 17 の両端に設けたが、その位置は両端には限定されず、L 字形の屈曲部等、エアホール 17 の中程に設けても良い。また、ロータ 3 として、図 2, 3 のロータ 3 を上下反転させた形のものを現ロータ 3 の下側に加えた構成を採り、更なるトルクアップを図ることも可能である。

【0029】

【発明の効果】

本発明のリラクタンسモータによれば、ロータコアの突極をマグネットトルク発生用の第 1 突極部とリラクタンストルク発生用の第 2 突極部とから構成したので、ロータ内部にてマグネットトルクとリラクタンストルクの磁気回路を分離できる。従って、電流量が大きくなってもロータコアが磁氣的に飽和しにくくなり、通常の S R モータよりも高トルクが得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態であるリラクタンスモータの構成を示す説明図である。

【図 2】図 1 のリラクタンスモータの分解斜視図である。

【図 3】ロータ 3 の構成を示す斜視図である。

【図 4】従来のリラクタンスモータの構成を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 リラクタンスモータ
- 2 ステータ
- 3 ロータ
- 4 ステータコア
- 5 巻線
- 5 U a, 5 V a, 5 W a 巻線
- 6 ヨーク部
- 7 突極
- 7 U a, 7 V a, 7 W a, 7 W a, 7 W b, 7 W c 突極
- 8 シャフト
- 9 ロータコア
- 11 マグネット
- 12 第 1 ヨーク
- 13 第 2 ヨーク
- 14 突極
- 15 第 1 突極部
- 15 a ~ 15 d 第 1 突極部
- 16 第 2 突極部
- 16 a ~ 16 d 第 2 突極部
- 17 エアホール

10

20

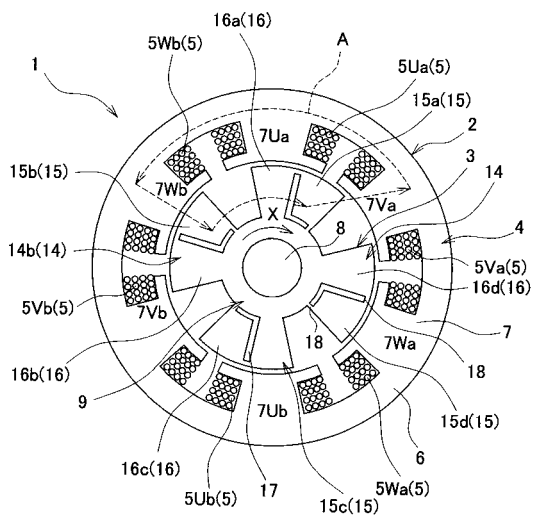
30

40

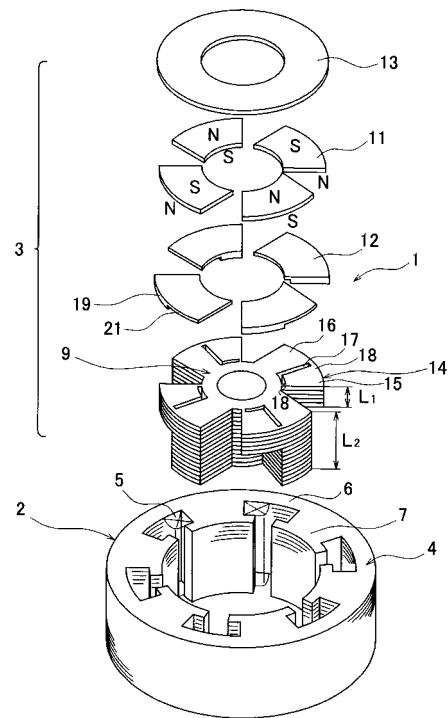
50

- 1 8 ブリッジ部
- 1 9 上段部
- 2 1 下段部
- 2 2 空隙
- 5 1 モータ
- 5 2 ロータ
- 5 3 マグネット
- 5 4 ステータ
- 5 5 ロータコア
- 5 6 突極
- 5 7 コイル
- 5 8 突極

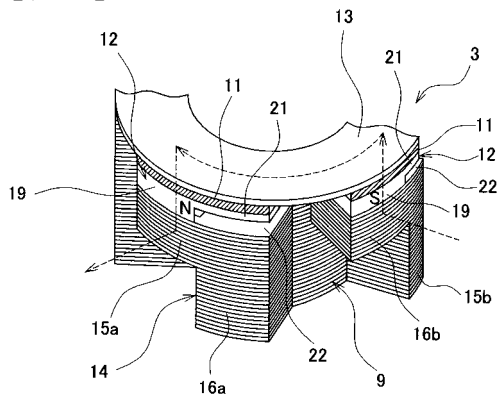
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

