

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3798677号
(P3798677)

(45) 発行日 平成18年7月19日(2006.7.19)

(24) 登録日 平成18年4月28日(2006.4.28)

(51) Int. Cl. F I
HO2K 21/14 (2006.01) HO2K 21/14 M
HO2K 1/27 (2006.01) HO2K 1/27 501A

請求項の数 6 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2001-341064 (P2001-341064) (22) 出願日 平成13年11月6日 (2001.11.6) (65) 公開番号 特開2003-153513 (P2003-153513A) (43) 公開日 平成15年5月23日 (2003.5.23) 審査請求日 平成15年12月18日 (2003.12.18)</p>	<p>(73) 特許権者 000101352 アスモ株式会社 静岡県湖西市梅田390番地 (74) 代理人 100068755 弁理士 恩田 博宣 (74) 代理人 100105957 弁理士 恩田 誠 (72) 発明者 藤田 和弘 静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株 式会社 内 審査官 三島木 英宏</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

径方向に極性が変化するように着磁された永久磁石が、隣り合う磁極が異なるように周方向に複数配置されたロータと、

前記ロータと外周面及び内周面の一方が対向する円筒部と、前記円筒部の前記ロータと対向する面において周方向に複数設けられた固定鉄心と、前記固定鉄心に巻装され、前記ロータが回転するように順次給電されるコイルと、前記固定鉄心間に、周方向に極性が変化するように配置された固定永久磁石とからなるハイブリッド式磁石を備えたステータとからなるブラシレスモータであって、

前記固定鉄心は、基端が前記円筒部と接続するとともに先端が前記ロータに向けて突出するように形成されて前記コイルが巻装された突起鉄心と、ほぼコ字状に形成されて前記コイルを覆い、端部が前記円筒部と対向する接続鉄心とからなり、

前記接続鉄心の端部は、前記円筒部と磁気絶縁され、前記固定永久磁石は、その両端において、隣り合う前記接続鉄心に当接され、隣り合う前記固定永久磁石は、同じ磁極同士が対向するように配置されたことを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項2】

前記ロータの永久磁石の磁極数は周方向に4個で、前記突起鉄心は6個であることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータ。

【請求項3】

放射状に複数の突起を有するロータと、

10

20

前記ロータと外周面及び内周面の一方が対向する円筒部と、前記円筒部の前記ロータと対向する面において周方向に複数設けられた固定鉄心と、前記固定鉄心に巻装され、前記ロータが回転するように順次給電されるコイルと、前記固定鉄心間に、周方向に極性が変化するように配置された固定永久磁石とからなるハイブリッド式磁石を備えたステータとからなるブラシレスモータであって、

前記固定鉄心は、基端が前記円筒部と接続するとともに先端が前記ロータに向けて突出するように形成されて前記コイルが巻装された突起鉄心と、ほぼコ字状に形成されて前記コイルを覆い、端部が前記円筒部と対向する接続鉄心とからなり、

前記接続鉄心の端部は、前記円筒部と磁気絶縁され、前記固定永久磁石は、その両端において、隣り合う前記接続鉄心に当接され、隣り合う前記固定永久磁石は、同じ磁極同士が対向するように配置されたことを特徴とするブラシレスモータ。

10

【請求項 4】

前記ロータの突起の周方向の幅と、前記接続鉄心の周方向の幅とは、ほぼ同じであることを特徴とする請求項 3 に記載のブラシレスモータ。

【請求項 5】

前記ロータの突起の周方向の幅は、隣り合う前記接続鉄心の周方向の端面間より大きいことを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載のブラシレスモータ。

【請求項 6】

前記ロータの突起は周方向に 4 個で、前記突起鉄心は 6 個であり、前記突起鉄心に巻装されたコイルは、180°対向する突起鉄心が同時に給電される 3 相コイルであることを特徴とする請求項 3 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載のブラシレスモータ。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ブラシレスモータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

現在、モータの開発は、例えば微小モータの開発、ステッピングモータの高精度化、消費電力の低減、高トルク化等多岐に渡っている。特に、低消費電力で高トルクの小型モータは、自動車、OA 機器、自販機器、医療・福祉機器分野など幅広く利用されている。

30

【0003】

通常、これらに用いられているモータは、永久磁石を用いたモータがほとんどであり、技術的にかなり成熟しているため、飛躍的な高効率化、小型高トルク化は難しい。

【0004】

小型高トルク化のために、例えばハイブリッド式磁石を利用したモータが知られている。例えば特開 2000-150228 号公報には、コイルと永久磁石の両方を備えたハイブリッド式磁石を備えたステッピングモータが開示されている。図 10 に示すように、この公報のハイブリッド式磁石 61 では、コ字状の鉄心 62 において、モータの軸方向に延びるようにステータに設けられた胴部 62a に、コイル 63 が巻装されている。胴部 62a の両端部から、モータの径方向に延びる両アーム部 62b の先端には、それぞれ磁性部材 64 が接合され、両磁性部材 64 によって永久磁石 65 が挟持されている。永久磁石 65 は、コイル 63 とモータの径方向において並ぶように配置されている。

40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、この公報のハイブリッド式磁石 61 では、コイル 63 と、永久磁石 65 とがモータの径方向に並ぶように構成されているため、モータを径方向において小型化しにくいという問題がある。

【0006】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、小型高トルク化を図るとともに、径方向においてコンパクト化できるブラシレスモータを提供することにある。

50

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、径方向に極性が変化するように着磁された永久磁石が、隣り合う磁極が異なるように周方向に複数配置されたロータと、前記ロータと外周面及び内周面の一方が対向する円筒部と、前記円筒部の前記ロータと対向する面において周方向に複数設けられた固定鉄心と、前記固定鉄心に巻装され、前記ロータが回転するように順次給電されるコイルと、前記固定鉄心間に、周方向に極性が変化するように配置された固定永久磁石とからなるハイブリッド式磁石を備えたステータとからなるブラシレスモータであって、前記固定鉄心は、基端が前記円筒部と接続するとともに先端が前記ロータに向けて突出するように形成されて前記コイルが巻装された突起鉄心と、ほぼコ字状に形成されて前記コイルを覆い、端部が前記円筒部と対向する接続鉄心とからなり、前記接続鉄心の端部は、前記円筒部と磁気絶縁され、前記固定永久磁石は、その両端において、隣り合う前記接続鉄心に当接され、隣り合う前記固定永久磁石は、同じ磁極同士が対向するように配置されたことを要旨とする。

10

【 0 0 0 8 】

この発明によれば、コイルが給電されていない状態では、ハイブリッド式磁石の固定永久磁石の磁力線が、接続鉄心、突起鉄心、円筒部を通る閉回路を構成するため、ロータ側に磁力が作用しない。

【 0 0 0 9 】

コイルが給電された状態では、電磁石の磁力によって固定永久磁石の磁力線が曲げられ、ロータ側に向けられる。このため、コイルが給電されることにより、ハイブリッド式磁石からは、電磁石の磁力と、固定永久磁石の磁力とが合計された強力な磁力がロータ側に作用される。この強力な磁力により、コイルが順次給電されることにより、ロータの永久磁石が引張力及び反発力を受け、ロータが回転される。

20

【 0 0 1 0 】

ブラシレスモータのステータの磁束密度はできる限り強くしたいが、強くすると大型のステータになってしまう。また、電流量を多くすると発熱が大きくなり、エネルギーロスにもなる。そこで、固定永久磁石を備えるハイブリッド式磁石を設けることにより、トルクが強く、かつ発熱が少ないブラシレスモータのステータを得ることができる。

【 0 0 1 1 】

また、固定永久磁石とコイルとが周方向に配置されるため、径方向においてコンパクト化される。従って、小型高トルク化を図るとともに、径方向においてコンパクト化できる。

30

【 0 0 1 2 】

また、円筒部の内周面がロータと対向する場合、ブラシレスモータはインナロータ型である。逆に、円筒部の外周面がロータと対向する場合、ブラシレスモータはアウトロータ型である。

【 0 0 1 3 】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、前記ロータの永久磁石の磁極数は周方向に 4 個で、前記突起鉄心は 6 個であることを要旨とする。

この発明によれば、隣り合う 2 つのコイルが給電されて、ロータの所定の永久磁石が反発力と引張力とによって回転され、引張力側に最も近づくと、ロータにおける隣の永久磁石の中心が、その永久磁石に対して引張力及び反発力を作用させることが可能な 2 つのコイル間に位置する。このため、次にこの 2 つのコイルが給電されることにより、効果的にロータを回転させることができ、最もシンプルで、配置の良い構成にすることができる。

40

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の発明は、放射状に複数の突起を有するロータと、前記ロータと外周面及び内周面の一方が対向する円筒部と、前記円筒部の前記ロータと対向する面において周方向に複数設けられた固定鉄心と、前記固定鉄心に巻装され、前記ロータが回転するように順次給電されるコイルと、前記固定鉄心間に、周方向に極性が変化するように配置された固定永久磁石とからなるハイブリッド式磁石を備えたステータとからなるブラシレスモータ

50

タであって、前記固定鉄心は、基端が前記円筒部と接続するとともに先端が前記ロータに向けて突出するように形成されて前記コイルが巻装された突起鉄心と、ほぼコ字状に形成されて前記コイルを覆い、端部が前記円筒部と対向する接続鉄心とからなり、前記接続鉄心の端部は、前記円筒部と磁気絶縁され、前記固定永久磁石は、その両端において、隣り合う前記接続鉄心に当接され、隣り合う前記固定永久磁石は、同じ磁極同士が対向するように配置されたことを要旨とする。

【 0 0 1 5 】

この発明によれば、コイルが給電されていない状態では、請求項 1 に記載の発明と同様に、固定永久磁石の磁力線は、接続鉄心、突起鉄心、円筒部を通る閉回路を構成するため、ロータ側に磁力が作用しない。また、コイルが給電された状態では、電磁石の磁力によって固定永久磁石の磁力線が曲げられ、ロータ側に向けられる。このため、コイルが給電されることにより、ハイブリッド式磁石からは、電磁石の磁力と、固定永久磁石の磁力とが合計された強力な磁力がロータ側に作用される。この強力な磁力により、ロータの突起が引張力を受けるため、コイルが順次給電されることによって、ロータが回転される。

10

【 0 0 1 6 】

このように、ステータにハイブリッド式磁石を設けることにより、トルクが強く、かつ発熱を少なくできるため、ロータに永久磁石が設けられていなくても、小型高トルク化を図ることができる。また、ロータに永久磁石が設けられていないため、その分、安く製造できる。

【 0 0 1 7 】

また、固定永久磁石とコイルとが周方向に配置されるため、径方向においてコンパクト化される。従って、小型高トルク化を図るとともに、径方向においてコンパクト化できる。また、円筒部の内周面がロータと対向する場合、ブラシレスモータはインナロータ型であり、円筒部の外周面がロータと対向する場合はアウトロータ型である。

20

【 0 0 1 8 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載の発明において、前記ロータの突起の周方向の幅と、前記接続鉄心の周方向の幅とは、ほぼ同じであることを要旨とする。

【 0 0 1 9 】

この発明によれば、ロータの突起がハイブリッド磁石の磁力によって引っ張られて、ロータの突起が、電磁石の状態のコイルを覆う接続鉄心と対向した場合に、ロータの鉄心と、接続鉄心とは、周方向においてほぼ過不足なく対向する。このため、ロータの突起と、接続鉄心との間において磁束の漏れが低減され、高トルク化を効果的に図ることができる。

30

【 0 0 2 0 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 3 又は請求項 4 に記載の発明において、前記ロータの突起の周方向の幅は、隣り合う前記接続鉄心の周方向の端面間より大きいことを要旨とする。

【 0 0 2 1 】

この発明によれば、ロータのある突起がハイブリッド磁石の磁力によって引っ張られてロータが回転し、この突起が、電磁石の状態のコイルを覆う接続鉄心と対向した場合に、ロータの別の突起は、別の接続鉄心と、周方向の一部において対向する。このため、次に、この別の接続鉄心によって覆われたコイルが給電されると、前記別の突起と前記別の接続鉄心との間では、前記対向する周方向の一部において磁束が通過し、突起が引っ張られてロータが引き続き回転する。よって、常にロータに引張力を働かせ続けることができ、ロータをスムーズに回転できる。

40

【 0 0 2 2 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 3 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の発明において、前記ロータの突起は周方向に 4 個で、前記突起鉄心は 6 個であり、前記突起鉄心に巻装されたコイルは、180°対向する突起鉄心が同時に給電される 3 相コイルであることを要旨とする。

【 0 0 2 3 】

50

この発明によれば、ある相のコイルが給電されて、この相を構成する2つのコイル側に、ロータの2つの突起が引っ張られて対向すると、ロータの残りの2つの突起は、それぞれ別のコイル間に位置する。このため、次に別の相のコイルが給電されることにより、効果的にロータを回転させることができ、最もシンプルで、配置の良い構成にすることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

以下、本発明をインナロータ型のブラシレスモータに具体化した第1の実施形態を図1～図5に従って説明する。

10

【0025】

図1(a)はブラシレスモータの模式断面図を示し、図1(b)は図1(a)のIB-I B線での一部断面模式側面図を示す。図5はロータの回転角度とコイルの通電状態との関係を示すグラフである。

【0026】

図1(b)に示すように、ブラシレスモータ11は、モータハウジング12を備え、モータハウジング12は、有底筒状のヨーク13と、エンドフレーム14とを備えている。ヨーク13の底部と、エンドフレーム14とは、各々の中心部に軸受が固設されている。ヨーク13とエンドフレーム14とで形成される空間には、ロータ18が収容されている。ロータ18の回転軸19は、前記両軸受により回転可能に支持されている。

20

【0027】

図1(a)に示すように、ロータ18のロータコア20は鉄製で、円筒状に形成されており、ロータコア20の周面には、複数の永久磁石が一体回転可能に取り付けられている。この実施形態では、ロータコア20には円弧板状の永久磁石が4個取り付けられている。これらの永久磁石を、第1回転永久磁石21, 第2回転永久磁石22, 第3回転永久磁石23, 第4回転永久磁石24と称する。各第1～第4回転永久磁石21～24は、周方向に同じ長さに形成され、隣接するように形成されている。このため、各第1～第4回転永久磁石21～24は、ロータ18の中心と両端面とがなす角が90°になっている。図1(a)に示すように、ロータ18をエンドフレーム14側から見た場合、第1～第4回転永久磁石21～24は時計方向に順に配置されている。

30

【0028】

第1～第4回転永久磁石21～24は、径方向に極性が変化するように着磁されており、図面では径方向外側の磁極のみ図示し、径方向内側の磁極は図示を省略している。

【0029】

第1回転永久磁石21は、径方向外側がN極になるように配置されている。この実施形態では、第1回転永久磁石21のN極をN1極と称し、第2回転永久磁石22のS極をS1極、第3回転永久磁石23のN極をN2極、第4回転永久磁石24のS極をS2極と称する。

【0030】

第1～第4回転永久磁石21～24は、ロータコア20の軸方向長さと同じに形成されている。

40

図1(a), (b)に示すように、ヨーク13の円筒部13aの内周面には、突起鉄心27が取り付けられている。突起鉄心27は、ヨーク13の周方向に複数配置されている。この実施形態では、6個の突起鉄心27が、ヨーク13の周方向に等角度間隔(60°間隔)で取り付けられている。各突起鉄心27は、基端が円筒部13aの内周面に取り付けられ、先端がロータ18に向けて突出するように形成されている。

【0031】

各突起鉄心27には、それぞれ巻線が巻装されてコイルが形成されている。この実施形態では、図1(a)において左上のコイルを第1コイルL1と称し、他のコイルは、図1(a)において時計方向に順に、第2コイルL2、第3コイルL3、第4コイルL4、第5

50

コイルL 5、第6コイルL 6と称する。

【0032】

第1コイルL 1、第3コイルL 3、第5コイルL 5は、給電されると径方向内側がN極になり、径方向外側がS極になるように突起鉄心27に巻装されている。逆に、第2コイルL 2、第4コイルL 4、第6コイルL 6は、給電されると径方向内側がS極になり、径方向外側がN極になるように突起鉄心27に巻装されている。

【0033】

各突起鉄心27は、接続鉄心28と一体に形成されている。各接続鉄心28は、ほぼコ字状で、各第1～第6コイルL 1～L 6をそれぞれ覆うように形成されている。接続鉄心28の端部は円筒部13aに対向している。突起鉄心27は、その先端が、接続鉄心28の中央部に連続している。また、ヨーク13の円筒部13aには、各第1～第6コイルL 1～L 6間に円弧板状のインシュレータ29が取り付けられており、接続鉄心28の端部は、インシュレータ29によって円筒部13aと磁気絶縁されている。突起鉄心27、接続鉄心28によって固定鉄心が構成されている。

10

【0034】

隣り合う接続鉄心28の間には、永久磁石が挟持されている。この実施形態では、第1コイルL 1と第2コイルL 2とで挟持された永久磁石を第1固定永久磁石31と称し、他の永久磁石は、図1(a)において時計方向に順に、第2固定永久磁石32、第3固定永久磁石33、第4固定永久磁石34、第5固定永久磁石35、第6固定永久磁石36と称する。各第1～第6固定永久磁石31～36は、インシュレータ29によって円筒部13aと磁気絶縁されている。また、各第1～第6固定永久磁石31～36は、周方向の幅が、接続鉄心28の周方向の幅より小さくなるように形成されている。

20

【0035】

各第1～第6固定永久磁石31～36は、周方向に極性が変化するように形成されている。第1固定永久磁石31は、第1コイルL 1側がN極になり、第2コイルL 2側がS極になるように形成されている。また、第2固定永久磁石32は、第2コイルL 2側がS極になり、第3コイルL 3側がN極になるように形成されている。第3固定永久磁石33は、第3コイルL 3側がN極になり、第4コイルL 4側がS極になるように形成されている。このように、第1～第6固定永久磁石31～36は、隣り合う永久磁石同士において、同じ磁極が対向するように配置されている。

30

【0036】

ヨーク13の円筒部13a、突起鉄心27、接続鉄心28、第1～第6コイルL 1～L 6、第1～第6固定永久磁石31～36により、ハイブリッド式磁石が構成されている。また、ハイブリッド式磁石とモータハウジング12とにより、ステータが構成されている。

【0037】

図1(b)に示すように、エンドフレーム14には、ロータ18と対向するように、ブラケットを介してホール素子41が取り付けられている。ブラシレスモータ11は、ロータ18の回転による第1～第4回転永久磁石21～24の磁束の変化をホール素子41によって検出し、所定の演算を行うことにより、ロータ18の位置を検出可能になっている。

【0038】

この実施形態では、ロータ18の回転角度は、図1(a)に示すように、S1極を有する第2回転永久磁石22の中央部が第1固定永久磁石31と対向する状態で、回転角度=0°とするように設定されている。第1～第6コイルL 1～L 6は、ホール素子41によって検出されるロータ18の回転位置に基づいて、図5のグラフに示すように給電されるように構成されている。

40

【0039】

次に、上記のように構成されたブラシレスモータの作用を説明する。

図2に示すように、第1～第6コイルL 1～L 6が給電されていない状態では、第1固定永久磁石31の磁力線は、N極と隣接する接続鉄心28において第1固定永久磁石31側の部分、第1コイルL 1が巻装された突起鉄心27、円筒部13a、第2コイルL 2が巻

50

装された突起鉄心 2 7、S 極と隣接する接続鉄心 2 8 において第 1 固定永久磁石 3 1 側の部分を通る閉回路を構成する。このため、第 1 固定永久磁石 3 1 の磁力は、ロータ 1 8 側に作用しない。

【 0 0 4 0 】

同様に、第 2 固定永久磁石 3 2 の磁力線は、N 極と隣接する接続鉄心 2 8 において第 2 固定永久磁石 3 2 側の部分、第 2 コイル L 2 が巻装された突起鉄心 2 7、円筒部 1 3 a、第 3 コイル L 3 が巻装された突起鉄心 2 7、S 極と隣接する接続鉄心 2 8 において第 2 固定永久磁石 3 2 側の部分を通る閉回路を構成する。このため、第 2 固定永久磁石 3 2 の磁力も、ロータ 1 8 側に作用しない。また、第 2 コイル L 2 が巻装された突起鉄心 2 7 内には、第 1 固定永久磁石 3 1 による磁力線と、第 2 固定永久磁石 3 2 による磁力線とが、径方向内側に向かうように通る。

10

【 0 0 4 1 】

同様に、第 3 固定永久磁石 3 3 の磁力線は、第 3 コイル L 3 が巻装された突起鉄心 2 7 内を径方向外側に向かい、円筒部 1 3 a を通って、第 4 コイル L 4 が巻装された突起鉄心 2 7 内を径方向内側に向かう閉回路を構成し、第 3 固定永久磁石 3 3 の磁力はロータ 1 8 側に作用しない。このため、第 3 コイル L 3 内の突起鉄心 2 7 内には、第 2 固定永久磁石 3 2 による磁力線と、第 3 固定永久磁石 3 3 による磁力線とが、径方向外側に向かうように通る。

【 0 0 4 2 】

このように、第 1 ~ 第 6 コイル L 1 ~ L 6 が給電されていない状態では、各第 1 ~ 第 6 固定永久磁石 3 1 ~ 3 6 の磁力線は、接続鉄心 2 8、突起鉄心 2 7、ヨーク 1 3 の円筒部 1 3 a を通る閉回路を構成するため、ロータ 1 8 側に作用しない。

20

【 0 0 4 3 】

また、第 1 コイル L 1、第 3 コイル L 3、第 5 コイル L 5 が巻装された突起鉄心 2 7 には、それぞれ固定永久磁石の磁力線が径方向外側に向かうように通る。また、第 2 コイル L 2、第 4 コイル L 4、第 6 コイル L 6 内が巻装された突起鉄心 2 7 には、それぞれ固定永久磁石の磁力線が径方向内側に向かうように通る。

【 0 0 4 4 】

図 3 に示すように、ロータ 1 8 の回転角度が 0 ° の状態では、この回転角度がホール素子 4 1 によって検出されることに基づいて、第 1 コイル L 1 及び第 2 コイル L 2 が給電される。

30

【 0 0 4 5 】

第 1 コイル L 1 が給電されて電磁石になると、第 1 コイル L 1 の径方向内側が N 極になり、径方向外側が S 極になるような磁界が発生する。この電磁石による磁界により、第 1 コイル L 1 が巻装された突起鉄心 2 7 には、図 2 の場合と逆向きの、径方向内側向きに磁力線が通るようになる。このため、第 1 及び第 6 固定永久磁石 3 1、3 6 の磁力線は、第 1 コイル L 1 が巻装された突起鉄心 2 7 を通る閉回路を構成できなくなり、両磁石の N 極から出る磁力線は、第 1 コイル L 1 による電磁石の磁力線とともに、ロータ 1 8 側に向かう。

【 0 0 4 6 】

このため、第 1 コイル L 1 を覆う接続鉄心 2 8 では、第 1 コイル L 1 による電磁石の磁力と、第 1 及び第 6 固定永久磁石 3 1、3 6 による磁力とが合計された強力な磁力が、ロータ 1 8 側に作用する。

40

【 0 0 4 7 】

また、第 2 コイル L 2 が給電されて電磁石になると、第 2 コイル L 2 の径方向内側が S 極になり、径方向外側が N 極になるような磁界が発生する。この電磁石による磁界により、第 2 コイル L 2 が巻装された突起鉄心 2 7 には、図 2 の場合と逆向きの、径方向外側向きに磁力線が通るようになる。このため、第 1 及び第 2 固定永久磁石 3 1、3 2 の磁力線は、第 2 コイル L 2 が巻装された突起鉄心 2 7 を通る閉回路を構成できなくなり、両磁石の S 極に入る磁力線は、第 2 コイル L 2 による電磁石の磁力線とともに、ロータ 1 8 側から

50

各S極に入る。

【0048】

このため、第2コイルL2を覆う接続鉄心28でも同様に、第2コイルL2による電磁石の磁力と、第1及び第2固定永久磁石31, 32による磁力とが合計された強力な磁力が、ロータ18側に作用する。

【0049】

よって、ロータ18の第2回転永久磁石22におけるS1極では、第2コイルL2側との間に反発力が生じ、第1コイルL1側との間に引張力が生じる。また、第1回転永久磁石21におけるN1極は第1コイルL1側との間に反発力を受け、第3回転永久磁石23におけるN2極は第2コイルL2側との間に引張力を受ける。このように、ロータ18は、電磁石の磁力と固定永久磁石の磁力とが合計された強力な磁力が回転永久磁石に作用することにより、図3中、反時計方向に回転する。

10

【0050】

図4(a)に示すように、ロータ18の回転角度が30°になり、S1極の中央部が第1コイルL1に対向すると、第1コイルL1が給電されなくなり、第2コイルL2は引き続き給電され、新たに第3コイルL3が給電される。このため、第2及び第3固定永久磁石32, 33の磁力線は、第3コイルL3が巻装された突起鉄心27を通る閉回路を構成できなくなり、両磁石のN極から出る磁力線は、第3コイルL3による電磁石の磁力線とともに、ロータ18側に向かう。

【0051】

よって、ロータ18のN2極では、第3コイルL3側との間に反発力が生じ、第2コイルL2側との間に引張力が生じる。また、S1極は第2コイルL2側との間に反発力を受け、S2極は第3コイルL3側との間に引張力を受ける。このため、ロータ18は、停止することなく引き続き回転する。

20

【0052】

同様に、図4(b)に示すように、ロータ18の回転角度が60°になり、N2極の中央部が第2コイルL2に対向すると、第2コイルL2が給電されなくなり、第3コイルL3は引き続き給電され、新たに第4コイルL4が給電される。このため、第3及び第4固定永久磁石33, 34の磁力と、第4コイルL4による磁力とが合計された磁力がロータ18側に作用し、ロータ18は引き続き回転する。

30

【0053】

同様に、図5のグラフに示すように、同時には2つのコイルが給電され、一つのコイルはロータ18が60°回転する間に連続して給電されるようにして、ロータ18が30°回転するごとに、順次第1～第6コイルL1～L6が給電される。上記のようにして、ロータ18は、第1～第6コイルL1～L6による電磁石の磁力と、第1～第6固定永久磁石31～36の磁力とが合計された強力な磁力によって、連続回転される。

【0054】

また、コイルが第1コイルL1、第2コイルL2、第3コイルL3、...の順に給電されることにより、ロータ51は反時計方向に回転する。

この実施形態によれば、以下のような効果を有する。

40

【0055】

(1) ブラシレスモータ11は、ステータにハイブリッド式磁石が取り付けられ、ロータ18に第1～第4回転永久磁石21～24が取り付けられている。このため、第1～第6コイルL1～L6が順次給電されることにより、第1～第6固定永久磁石31～36の磁力と、電磁石の磁力とが合計された強力な磁力によって、ロータ18の第1～第4回転永久磁石21～24との間で引張力及び反発力を作用させて、ロータ18を回転できる。従って、小型高トルク化を図ることができる。

【0056】

(2) 第1～第6固定永久磁石31～36と第1～第6コイルL1～L6とが周方向に交互に配置されるため、ブラシレスモータ11は径方向においてコンパクト化できる。

50

【 0 0 5 7 】

(3) ロータ 1 8 の回転永久磁石の磁極数は周方向に 4 個で、第 1 ~ 第 4 回転永久磁石 2 1 ~ 2 4 は隣接して配置され、突起鉄心は 6 個形成されている。このため、効果的にロータ 5 1 を回転させることが可能な状態において、最もシンプルで、配置の良い構成にすることができる。

【 0 0 5 8 】

(4) 第 1 ~ 第 6 固定永久磁石 3 1 ~ 3 6 は、周方向に極性が変化するように配置されている。このため、第 1 ~ 第 6 コイル L 1 ~ L 6 が給電されていない状態で、第 1 ~ 第 6 固定永久磁石 3 1 ~ 3 6 がロータ 1 8 の第 1 ~ 第 4 回転永久磁石 2 1 ~ 2 4 を直接吸引する作用を防止でき、ロータ 1 8 に悪影響を及ぼす可能性を低減できる。

10

【 0 0 5 9 】

(5) 突起鉄心 2 7 と接続鉄心 2 8 とが一体に形成されているため、突起鉄心 2 7 と接続鉄心 2 8 との間で磁束が通りやすくなっている。

(第 2 の実施形態)

次に、第 2 の実施形態を図 6 ~ 図 9 に従って説明する。この実施形態では、ロータが突起を備え、ロータに永久磁石が取り付けられていない点が前記実施形態と大きく異なっている。前記実施形態と同様の部分については同一番号を付してその詳細な説明を省略する。

【 0 0 6 0 】

図 6 は第 2 の実施形態のブラシレスモータの模式断面図を示し、図 9 はロータの回転角度とコイルの給電状態との関係を示すグラフである。

20

図 6 に示すように、このブラシレスモータのロータ 5 1 は、鉄製で、放射状に複数の突起を有するように形成されている。この実施形態では、ロータ 5 1 は 4 個の突起を有しており、断面がほぼ十字状になるように形成されている。各突起は、図 6 において回転軸 1 9 に対して左上に延びる突起を突起 R 1 と称し、時計方向に順に突起 R 2 , R 3 , R 4 と称する。突起 R 1 ~ R 4 の径方向外側端部は、円弧状に形成されている。また、ロータ 5 1 には永久磁石は取り付けられていない。

【 0 0 6 1 】

コイルは、巻装方向は第 1 の実施形態の第 1 ~ 第 6 コイル L 1 ~ L 6 と同じに構成されている。この実施形態では、図 6 において左下のコイルをコイル u 1 と称し、回転軸 1 9 を挟んでコイル u 1 と対向するコイルをコイル u 2 と称する。コイル u 1 の巻線と、コイル u 2 の巻線とは接続されており、U 相を構成する。また、コイル u 2 に対して時計方向側に隣のコイルをコイル v 1、これと対向するコイルをコイル v 2、コイル v 2 に対して時計方向側に隣のコイルをコイル w 1、これと対向するコイルをコイル w 2 と称する。コイル v 1 , v 2、コイル w 1 , w 2 もそれぞれ巻線が接続されており、それぞれ V 相、W 相を構成する。このようにコイルは、U 相、V 相、W 相の 3 相を構成するように形成されている。

30

【 0 0 6 2 】

各突起 R 1 ~ R 4 は、同じ大きさ及び形状に形成されている。各突起 R 1 ~ R 4 の周方向の幅は、接続鉄心 2 8 の周方向の幅とほぼ同じに形成されている。また、各突起 R 1 ~ R 4 の周方向の幅は、隣り合う接続鉄心 2 8 同士の周方向の端面間隔より大きくなっている。

40

【 0 0 6 3 】

このブラシレスモータでは、回転軸 1 9 に一体回転するように回転遮光板が取り付けられており、この回転遮光板を挟むように、光電素子と光源との組が、ブラケットを介して複数配置されている。回転遮光板には切欠部が形成されており、回転遮光板の回転によって光電素子の受光状態と遮光状態が切り換えられることにより、ロータの回転位置が検出されるように構成されている。ブラシレスモータは、光電素子によって検出されるロータ 5 1 の回転位置に基づいて、U 相 ~ W 相の各コイルが、図 9 のグラフに示すように給電されるように構成されている。この実施形態では、図 6 に示すようにロータ 5 1 の突起 R 1 がコイル w 1 と対向する場合に、ロータ 5 1 の回転角度を 0 ° とするよう設定されている

50

。

【0064】

U相～W相の各コイルが給電されていない状態では、各第1～第6固定永久磁石31～36の磁力線は、第1の実施形態と同様に、接続鉄心28、突起鉄心27、ヨーク13の円筒部13aを通る閉回路となるため、各磁石の磁力はロータ51側に作用しない。

【0065】

ロータ51の回転角度が0°の状態では、ロータ51の突起R1がコイルw1と対向し、突起R3がコイルw2と対向する。また、突起R2は、その一部がコイルu2を覆う接続鉄心28と対向し、突起R4は、その一部がコイルu1を覆う接続鉄心28に対向する。この状態では、ロータ51の回転角度が光電素子によって検出されることに基づいて、U相、即ちコイルu1及びコイルu2が給電される。

10

【0066】

この給電により、コイルu1による電磁石の磁力と、第4及び第5固定永久磁石34, 35の磁力とが合計された強力な磁力によって、突起R4がコイルu1側に引っ張られる。また、コイルu2による電磁石の磁力と、第1及び第2固定永久磁石31, 32の磁力とが合計された強力な磁力によって、突起R2がコイルu2側に引っ張られる。このため、ロータ51は、反時計方向に回転する。また、コイルu1、第4及び第5固定永久磁石34, 35のN極から出る磁力線は、接続鉄心28を通過して突起R4に入り、ロータ51内を通過して、突起R2から、接続鉄心28を通過してコイルu2、第1及び第2固定永久磁石31, 32のS極に入る(図7参照)。

20

【0067】

ロータ51の回転角度が30°になると、突起R4がコイルu1と対向し、突起R2がコイルu2と対向する。また、突起R3の一部がコイルv1を覆う接続鉄心28と対向し、突起R1の一部がコイルv2を覆う接続鉄心28に対向する。回転角度が30°になったことが光電素子によって検知されると、U相が給電されなくなり、新たにV相が給電される。

【0068】

この給電により、コイルv1による電磁石の磁力と、第2及び第3固定永久磁石32, 33の磁力とが合計された磁力によって、突起R3がコイルv1側に引っ張られる。また、コイルv2による電磁石の磁力と、第5及び第6固定永久磁石35, 36の磁力とが合計された磁力によって、突起R1がコイルv2側に引っ張られる。このため、ロータ51は、停止することなく引き続き反時計方向に回転する。また、コイルv1、第2及び第3固定永久磁石32, 33のN極から出る磁力線は、接続鉄心28を通過して突起R3に入り、ロータ51内を通過して、突起R1から、接続鉄心28を通過してコイルv2、第5及び第6固定永久磁石35, 36のS極に入る(図8(a)参照)。

30

【0069】

同様に、ロータ51の回転角度が60°になると、V相が給電されなくなり、新たにW相が給電され、ロータ51が引き続き反時計方向に回転される。コイルw1、第1及び第6固定永久磁石31, 36のN極から出る磁力線は、接続鉄心28を通過して突起R2に入り、ロータ51内を通過して、突起R4から、接続鉄心28を通過してコイルw2、第3及び第4固定永久磁石33, 34のS極に入る(図8(b)参照)。

40

【0070】

また、ロータ51の回転角度が90°になると、W相が給電されなくなり、再びU相が給電され、ロータ51が引き続き反時計方向に回転される。

このように、図9のグラフに示すように、ロータ51が30°回転するごとに、U、V、W相の給電が順次切り換えられる。よって、ロータ51は、コイルu1～コイルw2による電磁石の磁力と、第1～第6固定永久磁石31～36の磁力とが合計された強力な磁力によって、連続回転される。

【0071】

この実施形態によれば、前記実施形態の(2)、(4)及び(5)の効果の他に、以下の

50

ような効果を有する。

(6) ステータには、3相のコイルが設けられたハイブリッド式磁石が取り付けられ、ロータ51には突起R1～R4が形成されている。このため、3相の各コイルが順次給電されることにより、第1～第6固定永久磁石31～36の磁力と、電磁石の磁力とが合計された強力な磁力によって突起R1～R4を吸引して、ロータ51を回転できる。従って、この場合でも、小型高トルク化を図ることができる。

【0072】

(7) ロータ51の突起R1～R4の周方向の幅と、接続鉄心28の周方向の幅とは、ほぼ同じ程度に形成されている。このため、突起R1～R4が電磁石に最も引っ張られた状態では、突起R1～R4と接続鉄心28とは、周方向においてほぼ過不足なく対向する。よって、突起R1～R4と、接続鉄心28との間において磁束の漏れが低減され、高トルク化を効果的に図ることができる。

10

【0073】

(8) ロータ51の突起R1～R4の周方向の幅は、隣り合う接続鉄心28の周方向の端面間より大きく形成されている。このため、突起と接続鉄心28との少なくとも一部で対向する部分に磁束を通過させることにより、常にロータ51に引張力を働かせ続けることができ、ロータ51をスムーズに回転できる。

【0074】

(9) ロータ51の突起R1～R4の数は4個で、ステータの突起鉄心27は6個形成されており、コイルは3相に形成されているため、効果的にロータ51を回転可能に形成するうえで、最もシンプルで、配置の良い構成にすることができる。

20

【0075】

(10) コイルu1, v1, w1は、給電された状態で径方向内側がN極になるように巻装され、それぞれに対向するコイルu2, v2, w2は、給電された状態で径方向内側がS極になるように巻装されている。また、ロータ51は、突起が回転軸19を挟んで対向するように形成されている。このため、各コイルu1, v1, w1から出る磁力線が、ロータ51の突起R1, R3又は突起R2, R4を通して、それぞれコイルu2, v2, w2に入る。よって、磁束が通りやすくなっている

なお、実施形態は上記実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のように変更してもよい。

30

【0076】

・突起鉄心27と接続鉄心28とが一体に形成されることに限られず、例えば突起鉄心27と接続鉄心28とをそれぞれ別に形成し、突起鉄心27の先端に接続鉄心28の中央部を当接した構成にしてもよい。

【0077】

・第1の実施形態において、第1～第4回転永久磁石21～24は、隣接するように形成されることに限られず、例えば、各第1～第4回転永久磁石間にわずかに隙間が存在するように形成してもよい。

【0078】

・第1の実施形態において、ホール素子41は1個設けられることに限られず、複数設けてもよい。

40

・コイル及び固定永久磁石の数は、それぞれ6個であることに限られず、例えば6以外の偶数であってもよく、例えば2個、4個、8個等にしてもよい。

【0079】

・第1の実施形態において、ロータに取り付けられる固定永久磁石の数は、4個であることに限られず、例えば4以外の偶数であってもよく、例えば2個、6個、8個等にしてもよい。

【0080】

・第2の実施形態において、ロータの突起の数は、4個であることに限られず、例えば4以外の偶数であってもよく、例えば2個、6個、8個等にしてもよい。

50

【 0 0 8 1 】

・第1の実施形態において、コイルは第1コイルL1、第2コイルL2、第3コイルL3、...の順に給電されて、ロータ51を反時計方向に回転させることに限られない。例えば、 $\theta = 0^\circ$ の状態において、第4及び第5コイルL4、L5に給電すると、第4コイルL4の径方向内側がN極、第5コイルL5の径方向内側がS極になることにより、ロータ18のS2極との間にそれぞれ引張力、反発力が作用するため、ロータ18は時計方向に回転する。次に、 30° 回転したときに、第5コイルL5への給電をやめ、第4コイルL4に引き続き給電し、新たに第3コイルL3に給電すると、N2極と第3コイルL3との間に反発力が作用し、N2極と第4コイルL4との間に引張力が作用するため、ロータ18は引き続き時計方向に回転する。このように、第6コイルL6、第5コイルL5、第4コイルL4、第3コイルL3、...の順に給電して、ロータ18を時計方向に回転させてもよい。

10

【 0 0 8 2 】

・第2の実施形態において、コイルはU相、V相、W相の順に給電されて、ロータ51を反時計方向に回転させることに限られない。例えば、 $\theta = 0^\circ$ の状態において、V相のコイルに給電すると、突起R2、R4はそれぞれコイルv1、v2側に引っ張られるため、ロータ51は時計方向に回転する。次に、 30° 回転するごとにU相、W相の順に給電すると、ロータ51は引き続き時計方向に回転する。このため、コイルをW相、V相、U相の順に給電して、ロータ51を時計方向に回転させてもよい。なお、この場合、W相、U相をそれぞれ新たにU相、W相と称すると、U相、V相、W相の順に給電してロータ51

20

【 0 0 8 3 】

・第1及び第2の実施形態において、ロータの位置検出は、例えばロータリエンコーダによって位置検出するように構成してもよい。

・第2の実施形態において、ロータ51の位置検出は、回転遮光板と光電素子との組み合わせによって行われることに限られない。例えば、エンドフレーム14とヨーク13の底部との一方に光源を取り付けるとともに、他方に光電素子を取り付け、ロータ51の回転によって光源と光電素子との間に突起R1～R4が位置するときに遮光状態になり、突起R1～R4間の間隙が位置するときに受光状態になるように構成する。この光源と光電素子の組を複数取り付け、ロータ51の位置検出を可能に構成してもよい。

30

【 0 0 8 4 】

・第1の実施形態において、ロータ18の位置検出は、例えば第2の実施形態と同様に、回転遮光板と光電素子との組み合わせによってロータ18の位置検出を行うように構成してもよい。

【 0 0 8 5 】

・第2の実施形態において、ロータ51は、鉄製であることに限られず、例えば他の強磁性体で形成してもよい。

・第1の実施形態において、ロータコア20は、鉄製であることに限られず、例えば他の強磁性体で形成してもよい。

【 0 0 8 6 】

・ブラシレスモータは、インナロータ型であることに限られず、例えばアウトロータ型でもよい。

40

上記各実施形態から把握できる技術的思想について、以下に追記する。

【 0 0 8 7 】

(1) 請求項1又は請求項2に記載の発明において、前記ロータに取り付けられる前記永久磁石は、周方向に隣接して設けられている。

(2) 請求項1、請求項2及び(1)のいずれか一つに記載の発明において、前記突起鉄心と前記接続鉄心とが一体に形成されている。

【 0 0 8 8 】

(3) 請求項3～請求項6のいずれか一項に記載の発明において、前記ロータは鉄製で

50

ある。

【0089】

【発明の効果】

以上詳述したように、請求項1～請求項6に記載の発明によれば、小型高トルク化を図るとともに、径方向においてコンパクト化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)はブラシレスモータの模式断面図、(b)は(a)のIB-IB線での一部断面模式側面図。

【図2】作用を示す模式断面図。

【図3】作用を示す模式断面図。

【図4】作用を示す模式断面図。

【図5】ロータの回転角度とコイルの給電状態との関係を示すグラフ。

【図6】第2の実施形態のブラシレスモータの模式断面図。

【図7】作用を示す模式断面図。

【図8】作用を示す模式断面図。

【図9】ロータの回転角度とコイルの給電状態との関係を示すグラフ。

【図10】従来のハイブリッド式磁石を示す模式図。

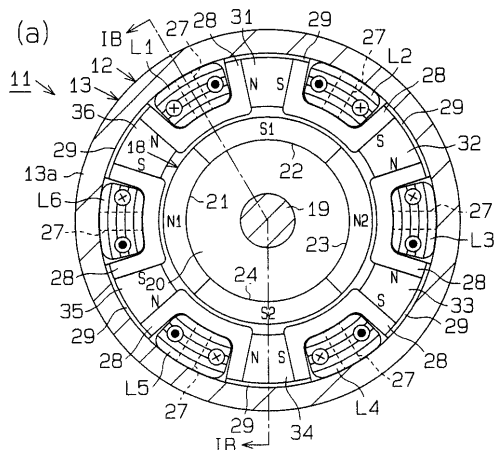
【符号の説明】

11...ブラシレスモータ、18, 51...ロータ、21~24...第1~第4回転永久磁石、R1~R4...突起、12...ステータを構成するモータハウジング、13a...ハイブリッド磁石を構成する円筒部、27...同じく突起鉄心、28...同じく接続鉄心、31~36...同じく第1~第6固定永久磁石、L1~L6...同じく第1~第6コイル、u1~w2...同じくコイル。

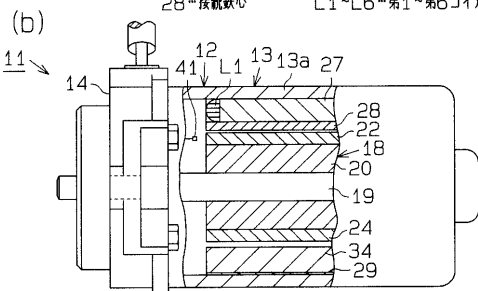
10

20

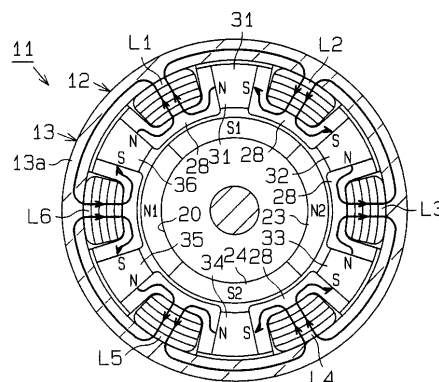
【図1】



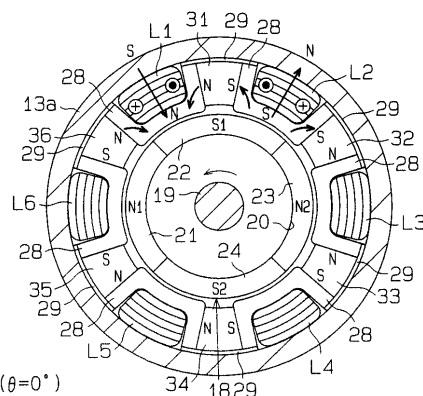
- 11-ブラシレスモータ
- 12-モータハウジング
- 13a-円筒部
- 18-ロータ
- 21~24-第1~第4回転永久磁石
- 27-突起鉄心
- 28-接続鉄心
- 31~36-第1~第6固定永久磁石
- L1~L6-第1~第6コイル



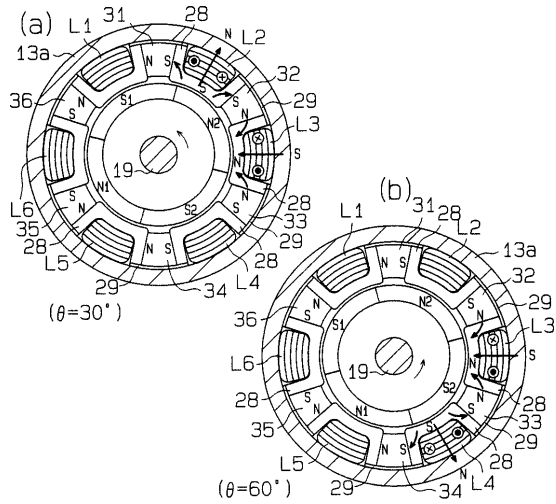
【図2】



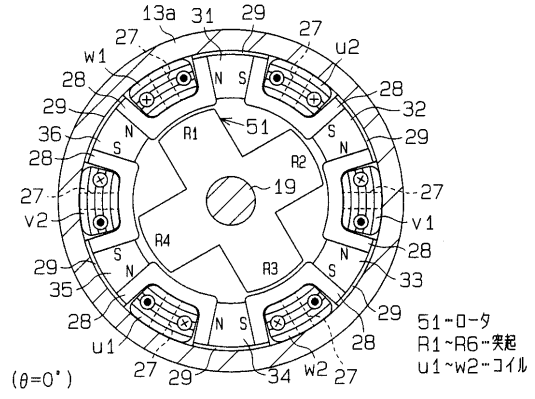
【図3】



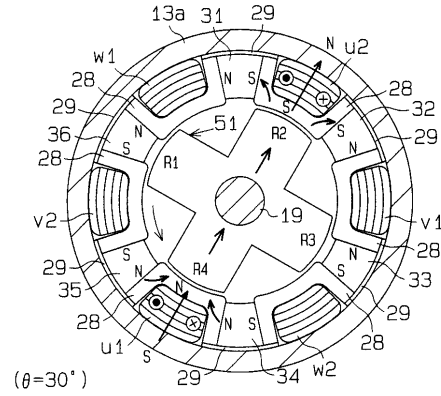
【図4】



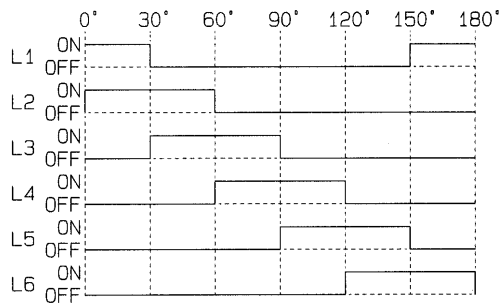
【図6】



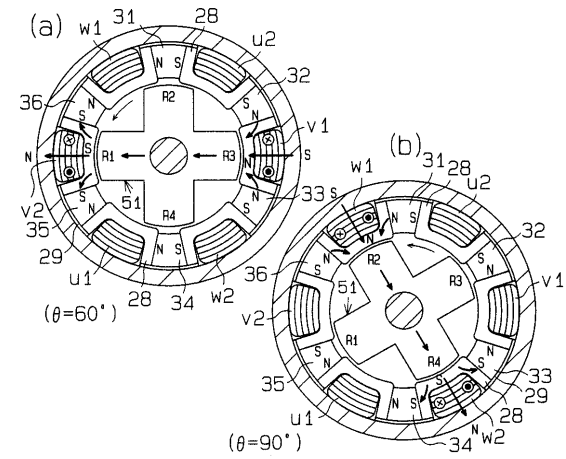
【図7】



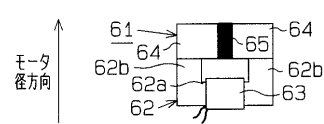
【図5】



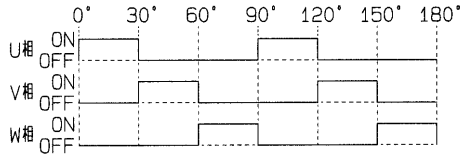
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-150228(JP,A)
特開平7-123669(JP,A)
特開昭50-65804(JP,A)
特開平10-201198(JP,A)
特開昭63-268445(JP,A)
特開2001-258221(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 21/14,
H02K 1/27