

(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2014-103741

(P2014-103741A)

(43) 公開日 平成26年6月5日(2014.6.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02K 1/27 (2006.01)	H02K 1/27 501A	5H601
H02K 1/22 (2006.01)	H02K 1/27 501M	5H622
	H02K 1/27 501K	
	H02K 1/22 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-253215 (P2012-253215)	(71) 出願人	000001247
(22) 出願日	平成24年11月19日 (2012.11.19)		株式会社ジェイテクト
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
		(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	神田 尚武
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
			株式会社ジェイテクト内
		(72) 発明者	二村 啓太
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
			株式会社ジェイテクト内
		Fターム(参考)	5H601 AA29 CC01 CC15 CC20 DD01
			DD11 EE27 GA24 GA34 GC12
			最終頁に続く

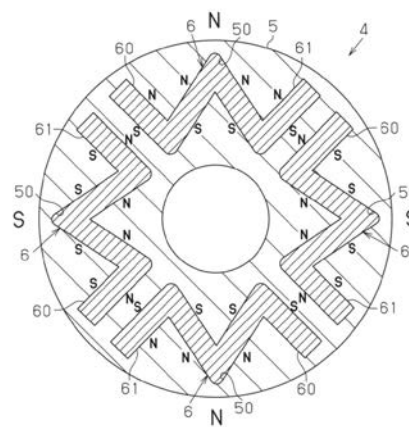
(54) 【発明の名称】 磁石埋込型ロータ

(57) 【要約】

【課題】 モータの出力トルクを高めることのできる磁石埋込型ロータを提供する。

【解決手段】 この磁石埋込型ロータ4は、円筒状のロータコア5と、ロータコア5に埋め込まれる複数の永久磁石6とを備え、各永久磁石6によりロータコア5の外周部分にN極及びS極が交互に形成されている。ここでは永久磁石6が、W字状に連結された2つのV字状永久磁石60、61からなる。

【選択図】 図2



4: 磁石埋込型ロータ 5: ロータコア
6: 永久磁石 60, 61: V字状永久磁石

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒状のロータコアと、前記ロータコアに埋め込まれる複数の永久磁石と、を備え、前記複数の永久磁石により前記ロータコアの外周部分にN極及びS極が交互に形成されてなる磁石埋込型ロータにおいて、

前記ロータコアには、その外周側に向けて開くV字状をなすように前記永久磁石が埋め込まれるとともに、このV字状永久磁石が周方向に並べて配置され、前記周方向に並べて配置された複数のV字状永久磁石により一磁極が形成されていることを特徴とする磁石埋込型ロータ。

【請求項 2】

10

請求項 1 に記載の磁石埋込型ロータにおいて、

前記一磁極を形成するV字状永久磁石同士の間接部分が、前記ロータコアの径方向に沿って同一の方向に着磁されていることを特徴とする磁石埋込型ロータ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の磁石埋込型ロータにおいて、

前記一磁極を形成する複数のV字状永久磁石の全てが、前記ロータコアの径方向に沿って同一の方向に着磁されていることを特徴とする磁石埋込型ロータ。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の磁石埋込型ロータにおいて、

2つの前記V字状永久磁石を連結したW字状の磁石が前記一磁極を形成することを特徴とする磁石埋込型ロータ。

20

【請求項 5】

請求項 2 又は 3 に記載の磁石埋込型ロータにおいて、

3つ以上の前記V字状永久磁石を連結した波形状の磁石が前記一磁極を形成することを特徴とする磁石埋込型ロータ。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の磁石埋込型ロータにおいて、

前記一磁極を形成するV字状永久磁石同士の隣接部分に隙間が設けられていることを特徴とする磁石埋込型ロータ。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁石埋込型ロータに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ロータの内部に永久磁石を埋め込んだ構造からなるIPMモータ（Interior Permanent Magnet Motor）が知られている。このIPMモータに用いられるロータとしては、特許文献1に記載のロータがある。

【0003】

特許文献1に記載のロータは、その軸方向に複数枚の電磁鋼板を積層してなる円筒状のロータコアを備えている。ロータコアには、外周側に向けて開くV字をなす一対の永久磁石が周方向に並べて配置されている。一対の永久磁石は、ロータコアの外周部分に一磁極を形成する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-147323号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

ところで、近年、I P Mモータは様々な機器で使用されており、その使用環境によっては、より高出力であることが要求されている。

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、モータの出力トルクを高めることのできる磁石埋込型ロータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、円筒状のロータコアと、前記ロータコアに埋め込まれる複数の永久磁石と、を備え、前記複数の永久磁石により前記ロータコアの外周部分にN極及びS極が交互に形成されてなる磁石埋込型ロータにおいて、前記ロータコアには、その外周側に向けて開くV字状をなすように前記永久磁石を埋め込むとともに、このV字状永久磁石を周方向に並べて配置し、前記周方向に並べて配置された複数のV字状永久磁石により一磁極を形成する。

10

【0007】

この構成のように複数のV字状永久磁石で一磁極を形成すれば、一つのV字状永久磁石のみで一磁極を形成する場合と比較して、ロータコア外周面に対向する一磁極当たりの磁石表面積を容易に増加させることができる。これによりロータコア外周面での磁束密度を増加させ易くなるため、モータのステータコイルに鎖交する有効磁束量が増加し、モータの出力トルクを高めることができる。

【0008】

上記磁石埋込型ロータについて、前記一磁極を形成するV字状永久磁石同士の隣接部分が、前記ロータコアの径方向に沿って同一の方向に着磁されていることが好ましい。

20

この構成によれば、V字状永久磁石同士の隣接部分が接触あるいは近接している場合でも、それらの隣接部分において磁束のやり取りが確実に行われるため、磁路が形成され易くなる。これにより各V字状永久磁石の隣接部分から確実に磁束を発生させることができるため、ロータコアの外周面での磁束密度が増加し、モータの出力トルクが向上する。

【0009】

上記磁石埋込型ロータについて、前記一磁極を形成する複数のV字状永久磁石の全てが、前記ロータコアの径方向に沿って同一の方向に着磁されていることが好ましい。

この構成によれば、永久磁石の着磁方向がその厚さ方向に対して所定角度をなす方向となるため、薄い永久磁石を用いた場合でも、着磁方向の厚さを確保できる。これにより永久磁石の保磁力が向上するため、ロータコア外周面での磁束密度が安定し、モータの出力トルクが安定する。

30

【0010】

上記磁石埋込型ロータについて、2つの前記V字状永久磁石を連結したW字状の磁石が前記一磁極を形成することが好ましい。

この構成によれば、一つのV字状永久磁石のみで一磁極を形成する場合と比較すると、ロータコア外周面での磁束密度が容易に増加するため、モータの出力トルクを容易に高めることができる。

【0011】

上記磁石埋込型ロータについて、3つ以上の前記V字状永久磁石を連結した波形状の磁石が前記一磁極を形成することが好ましい。

40

この構成によれば、W字状の磁石を用いる場合と比較すると、ロータコア外周面での磁束密度が更に増加するため、モータの出力トルクを更に高めることができる。

【0012】

上記磁石埋込型ロータについて、前記一磁極を形成するV字状永久磁石同士の隣接部分に隙間が設けられていることが好ましい。

この構成によれば、複数のV字状永久磁石のそれぞれの隣接部分における磁束のやり取りが確保されるため、それらの隣接部分から確実に磁束を発生させることができる。これによりモータの出力トルクを向上させることが可能である。

【発明の効果】

50

【0013】

この磁石埋込型ロータによれば、モータの出力トルクを高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】磁石埋込型ロータの第1実施形態について同ロータを用いたIPMモータの断面構造を示す断面図。

【図2】第1実施形態の磁石埋込型ロータの断面構造を示す断面図。

【図3】第1実施形態の磁石埋込型ロータについてそのロータコア外周面にN極を形成する永久磁石周辺の断面構造を示す断面図。

【図4】磁石埋込型ロータの一例についてそのロータコア外周面にN極を形成する永久磁石周辺の断面構造を示す断面図。

【図5】第1実施形態の磁石埋込型ロータの第1変形例についてそのロータコア外周面にN極を形成する永久磁石周辺の断面構造を示す断面図。

【図6】第1実施形態の磁石埋込型ロータの第2変形例についてそのロータコア外周面にN極を形成する永久磁石周辺の断面構造を示す断面図。

【図7】磁石埋込型ロータの第2実施形態についてそのロータコア外周面にN極を形成する永久磁石周辺の断面構造を示す断面図。

【図8】第1実施形態の磁石埋込型ロータの他の変形例についてそのロータコア外周面にN極を形成する永久磁石周辺の断面構造を示す断面図。

【図9】第2実施形態の磁石埋込型ロータの変形例についてそのロータコア外周面にN極を形成する永久磁石周辺の断面構造を示す断面図。

【図10】第2実施形態の磁石埋込型ロータの他の変形例についてそのロータコア外周面にN極を形成する永久磁石周辺の断面構造を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

<第1実施形態>

以下、磁石埋込型ロータの第1実施形態について説明する。はじめに、図1及び図2を参照して、本実施形態の磁石埋込型ロータを用いたIPMモータの構造について説明する。

【0016】

図1に示すように、このIPMモータは、ハウジング1の内周面に固定された円筒状のステータ2、図示しない軸受けを介してハウジング1により回転可能に支持された出力軸3、及び出力軸3の外周に一体的に取り付けられたロータ4を備えている。

【0017】

ステータ2は、その軸方向に複数枚の電磁鋼板を積層した構造からなる。ステータ2の内周面には、径方向内側に向かって延びる6つのティース20が形成されている。各ティース20にはステータコイル21が巻回されている。

【0018】

ロータ4は、その軸方向に複数枚の電磁鋼板を積層してなる円筒状のロータコア5、及びロータコア5の内部に埋め込まれた4つの永久磁石6を備えている。

図2に示すように、ロータコア5には、その軸方向に貫通する4つの磁石挿入孔50が周方向に等角度間隔で4つ形成されている。磁石挿入孔50は、ロータコア軸方向に直交する断面形状がW字状をなしている。これらの磁石挿入孔50に永久磁石6がそれぞれ挿入されている。

【0019】

永久磁石6は、ロータコア軸方向に直交する断面形状がW字状をなしている。すなわち永久磁石6は、ロータコア外周側に向けて開くV字をなす2つの永久磁石60、61をロータコア周方向に連結した形状をなしている。本実施形態では、これらの永久磁石60、61がV字状永久磁石となる。なお永久磁石6は焼結磁石により一体成形されている。4つの永久磁石6には、ロータコア外周側にN極を有するものと、ロータコア外周側にS極

を有するものとがある。これらがロータコア周方向に交互に配置されることによりロータコア5の外周部分にN極及びS極が交互に形成されている。

【0020】

このように構成されたモータでは、図1に示すステータコイル21に三相の電流が供給されると、ステータ2により回転磁界が形成される。この回転磁界に基づいてロータ4の各永久磁石6が吸引されることでロータ4にトルクが付与され、出力軸3が回転する。

【0021】

次に、図3を参照して永久磁石6の構造について詳述する。図3は、ロータコア外周部分にN極を形成する永久磁石6周辺の拡大構造を示したものである。

図3に矢印で示すように、2つのV字状永久磁石60、61のそれぞれのV字の各辺をなす線状部60a、60b、61a、61bのうち、互いに連結された線状部60b、61aと、それ以外の線状部60a、61bとで着磁方向が異なっている。詳しくは、線状部60b、61aは、ロータコア5の径方向内側から外側に向かう方向（図中の矢印aで示す方向）に着磁されている。これに対し、線状部60a、61bは、それらの厚さ方向であってV字の外側から内側に向かう方向（図中の矢印b1、b2で示す方向）に着磁されている。永久磁石6は、このように着磁されることによりロータコア外周側にN極を有し、その反対側にS極を有している。

【0022】

なお、ロータコア外周部分にS極を形成する永久磁石6は、図3に示した永久磁石6の着磁方向を逆方向にした構造からなる。

次に、本実施形態のロータ4の作用について説明する。

【0023】

本実施形態のロータ4のように、2つのV字状永久磁石60、61を連結したW字状の永久磁石6で一磁極を形成すると、1つのV字状永久磁石のみで一磁極を形成する場合と比較して、ロータコア外周面に対向する一磁極当たりの磁石表面積を容易に増加させることができる。これによりロータコア外周面での磁束密度が増加するため、ステータコイル21に鎖交する有効磁束量が増加し、モータの出力トルクを高めることができる。

【0024】

ところで、図4の参考例に示すように、仮にV字状永久磁石60、61が連結されておらず、全ての線状部65a、65b、66a、66bを厚さ方向に着磁してロータコア5の磁石挿入孔50に挿入した場合、互いに隣接する線状部60b、61aが、二点鎖線で示す境界AにおいてS極同士で背面合わせとなる。この境界Aにおいては、磁束のやり取りが行われないため、磁路が形成されず、各線状部60b、61aの境界A近傍から発生する磁束が減少するおそれがあり、好ましくない。

【0025】

この点、本実施形態では、図3に示すようにV字状永久磁石60、61の線状部60b、61aがロータコア5の径方向に沿って同一の方向に着磁されているため、線状部60b、61aが接触している場合でも、それらの境界に相当する部分Bにおいて磁束のやり取りが確実に行われるため、磁路が形成され易くなる。これにより各線状部60b、61aの境界A近傍からも確実に磁束を発生させることができるため、ロータコア外周面での磁束密度が増加し、モータの出力トルクが向上する。

【0026】

以上説明したように、本実施形態の磁石埋込型ロータ4によれば以下の効果が得られる。

(1) ロータコア5には、W字状の永久磁石6を周方向に並べて配置した。そしてW字状の永久磁石6によりロータコア5の外周部分に一磁極を形成した。これにより、一つのV字状永久磁石で一磁極を形成する場合と比較すると、ロータコア外周面での磁束密度を増加させ易くなるため、モータの出力トルクを高めることができる。

【0027】

(2) V字状永久磁石60、61においてロータコア周方向にそれぞれ隣接する線状部

10

20

30

40

50

60b, 61aを、ロータコア5の径方向に沿って同一の方向に着磁した。これにより、各線状部60b, 61aの境界A近傍からも確実に磁束を発生させることができるため、ロータコア外周面での磁束密度が増加し、モータの出力トルクが向上する。

【0028】

なお、この第1実施形態にかかる磁石埋込型ロータ4は、例えば以下の変形例のごとく、これを適宜変更して実施することもできる。

(第1変形例)

図5に、第1実施形態にかかる磁石埋込型ロータ4の第1変形例を示す。

【0029】

図5に示すように、この変形例の永久磁石6では、V字状永久磁石60, 61のそれぞれの線状部60b, 61aのみならず、それ以外の線状部60a, 61bもロータコア5の径方向に沿って同一の方向に着磁されている。このような構成によれば、永久磁石6の全体の着磁方向がその厚さ方向と所定角度をなす方向となるため、着磁方向の厚さを確保できる。これにより永久磁石6の保磁力が向上するため、ロータコア外周面の磁束密度が安定し易くなり、モータの出力トルクが安定する。このような構成は、永久磁石6の板厚が薄い場合に特に有効である。

【0030】

(第2変形例)

図6に、第1実施形態にかかる磁石埋込型ロータ4の第2変形例を示す。

図6に示すように、この変形例の永久磁石6は、ロータコア外周側に向けて開く3つのV字状永久磁石62~64を周方向に連結した形状からなり、全体として波形状をなしている。なお波形状とは、複数のV字を横方向に並べ、それらを互いに連結した形状を意味する。このように永久磁石6を波形状に形成すれば、上記実施形態のようなW字状の永久磁石6を用いる場合と比較して、ロータコア外周面に対向する一磁極当たりの磁石表面積を更に増加させることが可能である。これによりロータコア外周面での磁束密度を増加させ、モータの出力トルクの向上を容易に実現できる。

【0031】

<第2実施形態>

次に図7を参照して磁石埋込型ロータの第2実施形態について説明する。図7は、ロータコア外周側にN極を形成する永久磁石6周辺の拡大構造を示したものである。

【0032】

図7に示すように、本実施形態のロータコア5には、その軸方向に貫通するV字状の2つの磁石挿入孔51, 52が隔壁53を介して隔てられるように形成されている。そして、これらの磁石挿入孔51, 52に永久磁石65, 66がそれぞれ挿入されている。本実施形態では、これらの永久磁石65, 66がV字状永久磁石となっている。各V字状永久磁石65, 66は焼結磁石により成形されている。V字状永久磁石65, 66のそれぞれのV字をなす各辺は、線状部65a, 65b, 66a, 66bから構成される。それらのうち、ロータコア周方向に隣接する線状部65b及び線状部66aは、隔壁53を挟んで周方向に離間して設けられている。線状部65b及び線状部66aは、隔壁53を挟んでロータコア径方向に平行に延びるようにして設けられている。また各線状部65a, 65b, 66a, 66bは、それらの厚さ方向であってV字の外側から内側に向かう方向に着磁されている。これにより各V字状永久磁石65, 66はV字の内側にN極を有し、V字の外側にS極を有している。そして永久磁石6は、これらのV字状永久磁石65, 66によりロータコア外周部分にN極を形成している。

【0033】

なお、ロータコア外周部分にS極を形成する永久磁石6は、図3に示した永久磁石6の着磁方向を逆方向にした構造からなる。

次に、本実施形態のロータ4の作用について説明する。

【0034】

本実施形態のように、ロータコア周方向に並ぶ2つのV字状永久磁石65, 66で一磁

10

20

30

40

50

極を形成すれば、1つのV字状永久磁石で一磁極を形成する場合と比較して、ロータコア外周面に対向する一磁極当たりの磁石表面積を増加させ易くなる。これによりロータコア外周面での磁束密度が増加するため、ステータコイル21に作用する有効磁束量が増加し、モータの出力トルクを高めることができる。

【0035】

また本実施形態では、ロータコア周方向に並ぶ2つのV字状永久磁石65、66の間、すなわち互いに隣接する線状部65b、66aの間に隔壁53（隙間）が設けられている。本実施形態では、隔壁53を介して磁束のやり取りが可能であるため、磁路が形成され易くなり、各線状部65b、66aから確実に磁束を発生させることができる。

【0036】

以上説明したように、本実施形態の磁石埋込型ロータ4によれば以下の効果が得られる。

（3）一磁極を形成する2つのV字状永久磁石65、66においてロータコア周方向に隣接する線状部65b、66aの間に隙間を設けた。これにより線状部65b、66aにおける磁束のやり取りが確保されるため、線状部65b、66aから確実に磁束を発生させることができる。したがってモータの出力トルクを向上させることが可能である。

【0037】

<他の実施形態>

なお、上記各実施形態は、これを適宜変更した以下の形態にて実施することもできる。

・上記第1実施形態では、各V字状永久磁石60、61が互いに連結されていたが、図8に示すように各V字状永久磁石60、61が分離されていてもよい。なお、このような構成であっても、V字状永久磁石60、61の線状部60b、61aをロータコア5の径方向に沿って同一の方向（矢印aで示す方向）に着磁することが有効である。これにより、第1実施形態と同様に、線状部60b、61aの隣接部分Cにおける磁束のやり取りが確保され、磁路が形成され易くなるため、線状部60b、61aから確実に磁束を発生させることができる。このためロータコア外周面での磁束密度が増加し、モータの出力トルクが向上する。なお上記第1実施形態の第1変形例及び第2変形例でも、各V字状永久磁石60～64が分離されていてもよい。

【0038】

・上記第1実施形態の第2変形例では、一磁極を形成する波形状の永久磁石6を3つのV字状永久磁石62～64で構成したが、同永久磁石6を4つ以上のV字状永久磁石で構成してもよい。

【0039】

・上記第2実施形態のロータコア5では、V字状永久磁石65、66のそれぞれの線状部65b、66aを互いに平行となるように配置したが、図9に示すように、線状部65b、66aを互いに平行とならないように配置してもよい。

【0040】

・上記第2実施形態では、各V字状永久磁石65、66を一つの永久磁石で構成したが、各V字状永久磁石65、66を矩形状の複数の永久磁石で構成してもよい。具体的には、図10に示すように、ロータコア5に形成された一方のV字状の磁石挿入孔51を、ブリッジ部51aを介して隔てられた矩形状の2つの磁石挿入孔51b、51cにより構成する。また他方のV字状の磁石挿入孔52も、ブリッジ部52aを介して隔てられた矩形状の2つの磁石挿入孔52b、52cにより構成する。そして磁石挿入孔51b、51cにそれぞれ挿入された矩形状の永久磁石70、71により一方のV字状永久磁石65を構成し、磁石挿入孔52b、52cにそれぞれ挿入された矩形状の永久磁石72、73により他方のV字状永久磁石66を構成する。各V字状永久磁石65、66をこのように構成しても上記第2実施形態に準じた効果を得ることが可能である。なお、上記第1実施形態及びその変形例のV字状永久磁石60～64についても矩形状の複数の永久磁石で構成してもよい。また矩形状以外の形状からなる複数の永久磁石で各V字状永久磁石60～66を構成してもよい。

10

20

30

40

50

【0041】

- ・上記第2実施形態では、一磁極を形成する永久磁石6を2つのV字状永久磁石65, 66で構成したが、同永久磁石6を3つ以上のV字状永久磁石で構成してもよい。
- ・上記各実施形態及びその変形例では、永久磁石6として焼結磁石を採用したが、ボンド磁石などを採用してもよい。

【0042】

- ・上記各実施形態では、ロータ4の磁極数が4極であったが、その磁極数は2極や6極など、適宜変更可能である。また、それに応じて永久磁石6の数やステータ2の形状などを適宜変更してもよい。

【符号の説明】

10

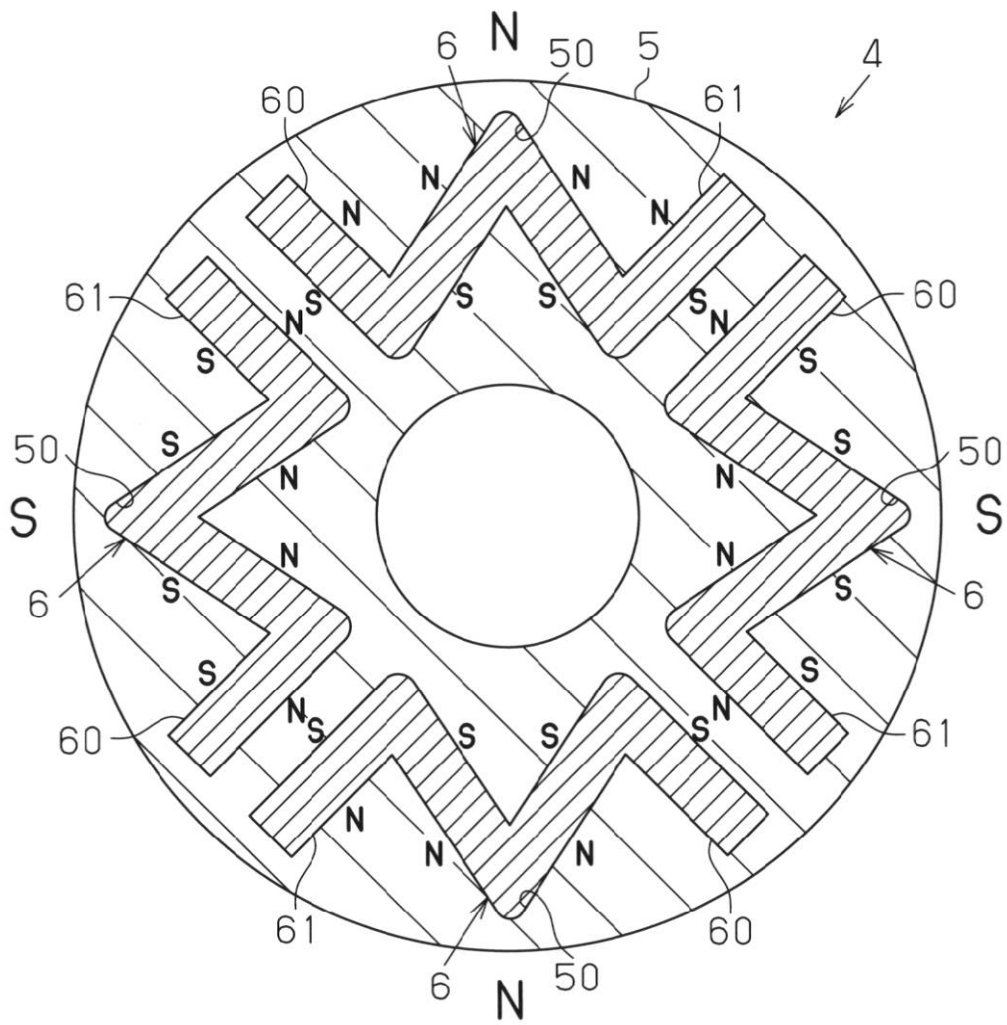
【0043】

- 4…磁石埋込型ロータ、5…ロータコア、6…永久磁石、60～66…V字状永久磁石、60a, 60b, 61a, 61b, 65a, 65b, 66a, 66b…線状部。

【図 1】

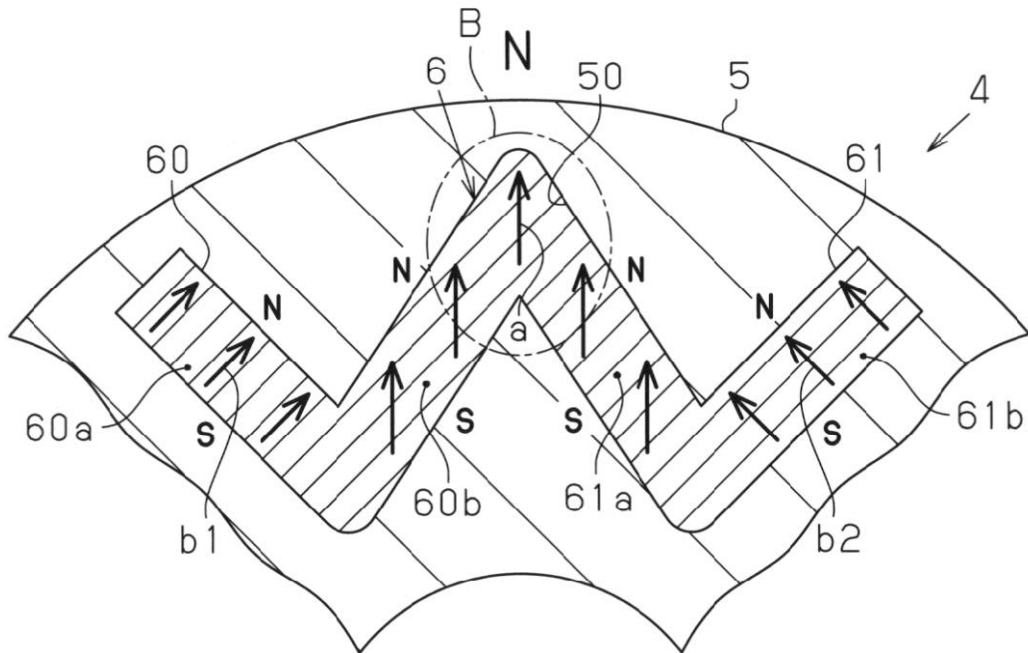


【図 2】

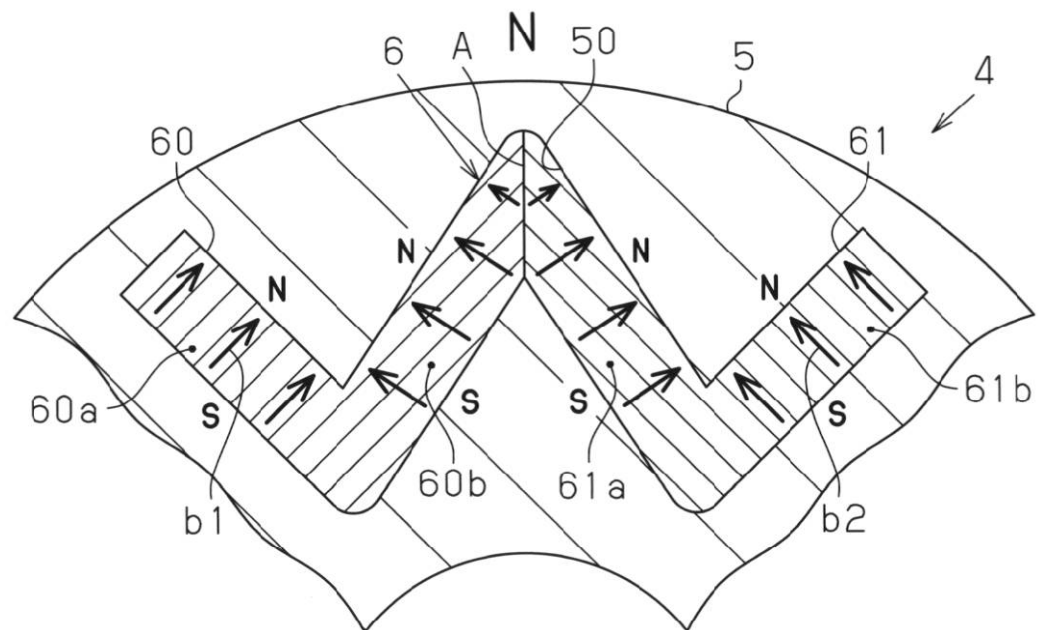


4: 磁石埋込型ロータ 5: ロータコア
 6: 永久磁石 60, 61: V字状永久磁石

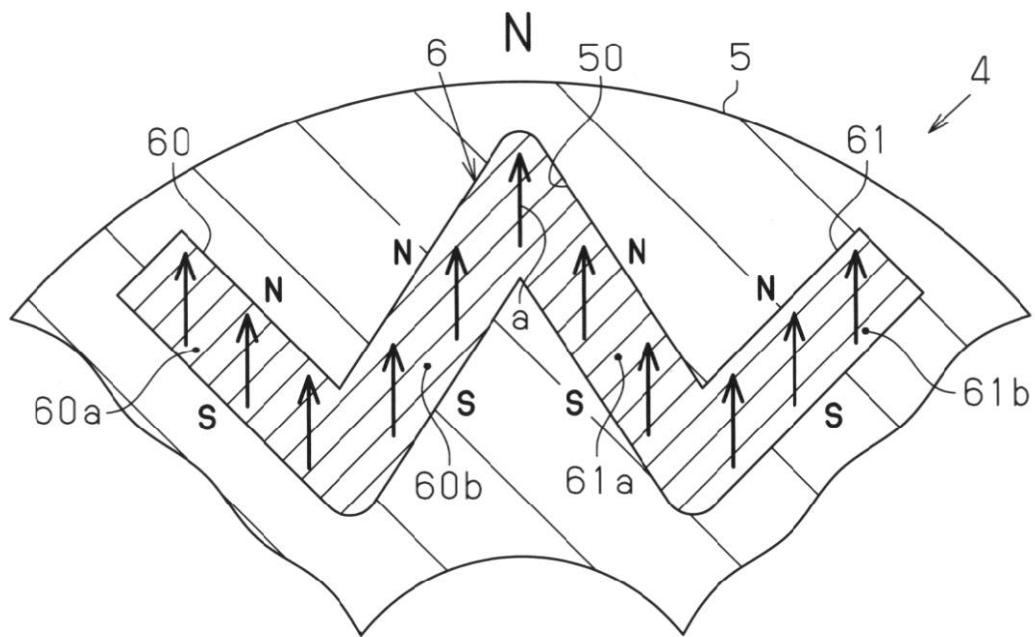
【図 3】



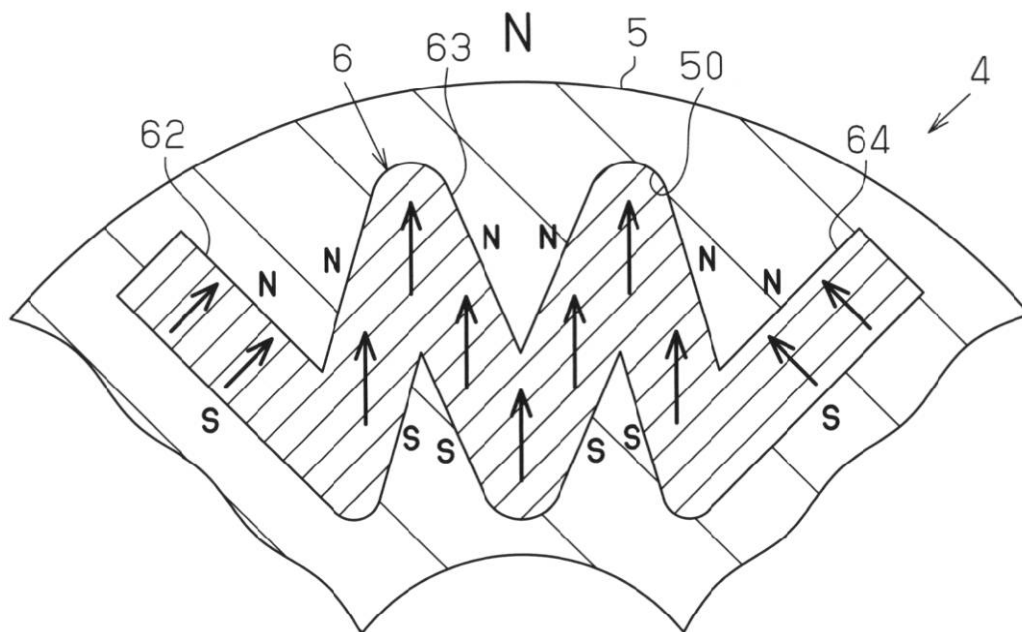
【図 4】



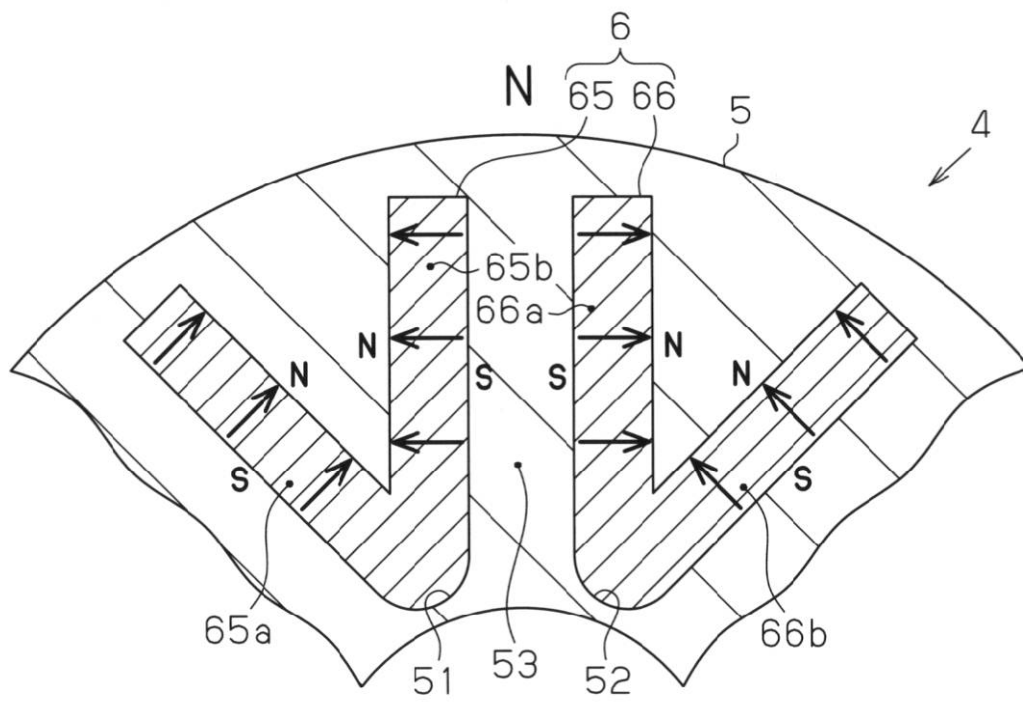
【図 5】



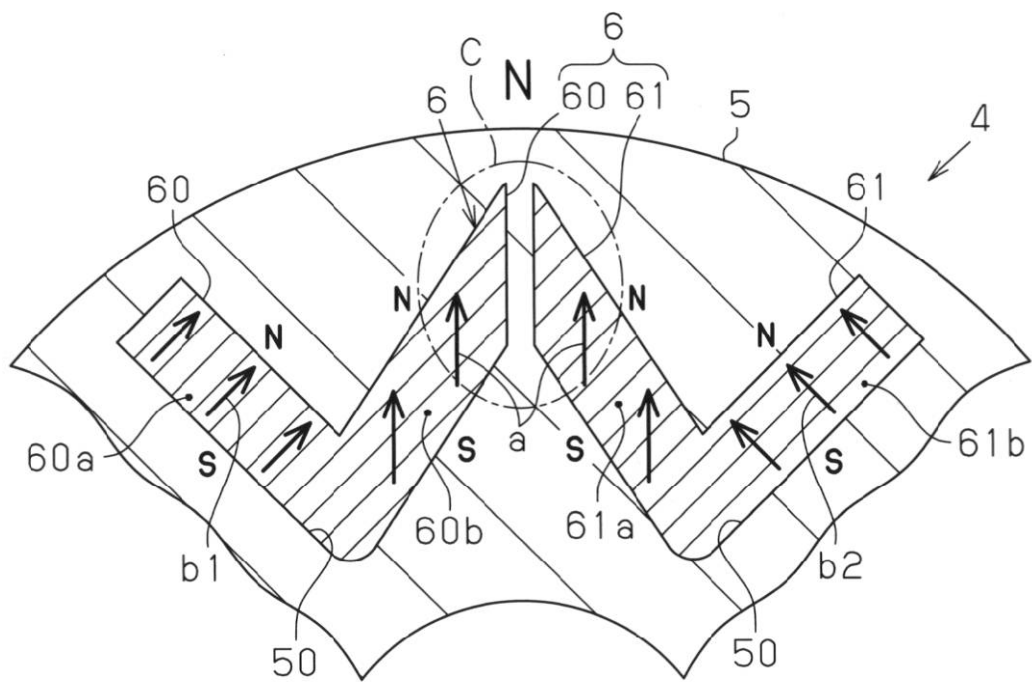
【図 6】



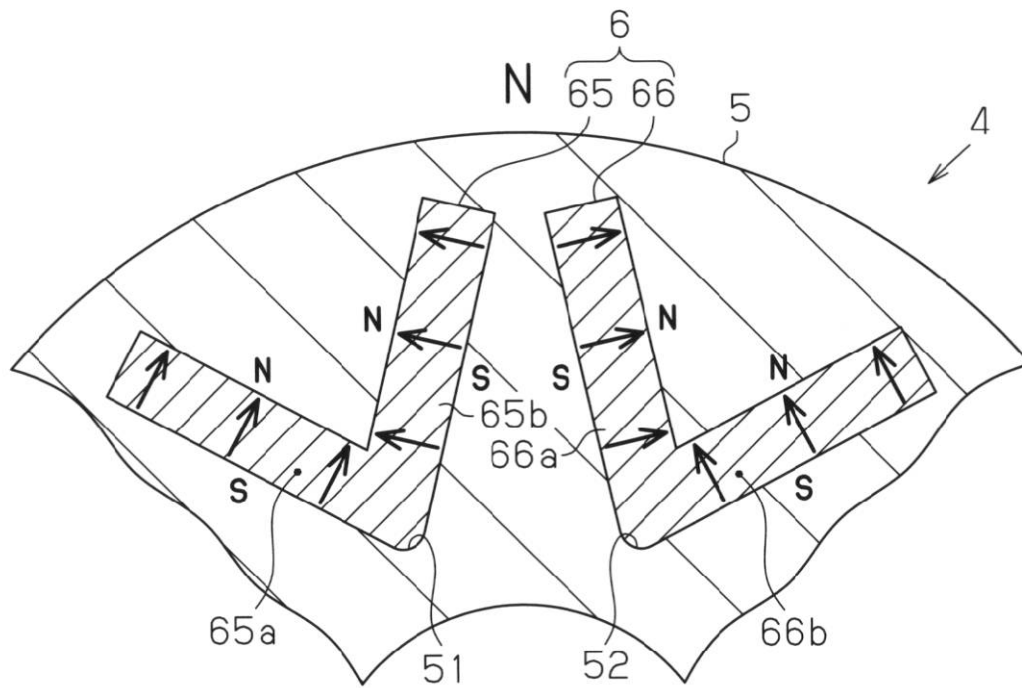
【図 7】



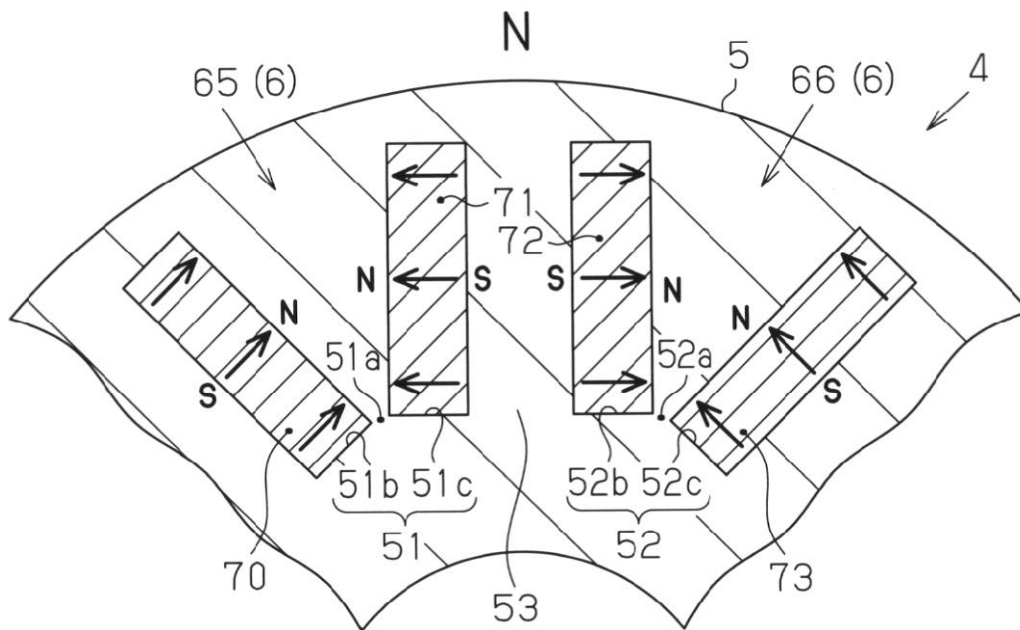
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H622 AA03 CA02 CA05 CA10 CA11 CB01 CB04 CB05 QB02