

(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2014-155415

(P2014-155415A)

(43) 公開日 平成26年8月25日(2014.8.25)

(51) Int.Cl.
H02K 15/03

F I
H O 2 K 15/03

テーマコード (参考)
5H622

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-25769 (P2013-25769)
(22) 出願日 平成25年2月13日 (2013. 2. 13)

(71) 出願人 000001247
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 吉川 浩
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 平光 明
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) 5H622 AA03 CA02 CA07 CA10 QB01

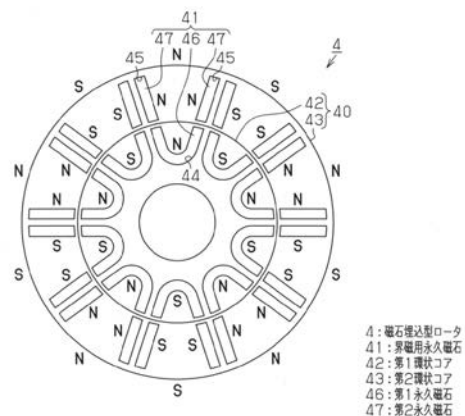
(54) 【発明の名称】 磁石埋込型ロータ及び磁石埋込型ロータの製造方法

(57) 【要約】

【課題】界磁用永久磁石の着磁率を向上させ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、第1永久磁石46が埋め込まれた第1環状コア42と、第1永久磁石46とは別体の第2永久磁石47が埋め込まれた第2環状コア43とを備え、第1環状コア42の外周に第2環状コア43が嵌合された構造からなる。そして第1永久磁石46及び第2永久磁石47により界磁用永久磁石41が構成される。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 永久磁石が埋め込まれた第 1 環状コアと、

前記第 1 永久磁石とは別体の第 2 永久磁石が埋め込まれ、前記第 1 環状コアの外周に嵌合される第 2 環状コアと、を備え、

前記第 1 永久磁石及び前記第 2 永久磁石により界磁用永久磁石が構成されることを特徴とする磁石埋込型ロータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の磁石埋込型ロータにおいて、

前記第 1 環状コア及び前記第 2 環状コアのそれぞれの嵌合面には、各環状コアの周方向に係合する係合構造が形成されることを特徴とする磁石埋込型ロータ。

10

【請求項 3】

第 1 環状コアに埋め込まれた磁性部材を着磁して第 1 永久磁石にする工程と、

第 2 環状コアに埋め込まれた磁性部材を着磁して第 2 永久磁石にする工程と、

前記第 1 永久磁石及び前記第 2 永久磁石により界磁用永久磁石が構成されるように、着磁工程を経た前記第 1 環状コアの外周に、着磁工程を経た前記第 2 環状コアを組み付ける工程と、を備えることを特徴とする磁石埋込型ロータの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

20

本発明は、磁石埋込型ロータ及びその製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

ロータの内部に界磁用の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磁石埋込型ロータの製造方法としては、例えば特許文献 1 に記載の方法が知られている。特許文献 1 では、複数の磁石挿入孔が形成された円筒状のロータを用意し、その磁石挿入孔に磁性部材を埋め込んだ後、ロータの外周を覆うように着磁装置を配置する。そして着磁装置によりロータの外周面からその内部に磁束を供給することにより、ロータに埋め込まれた磁性部材を着磁し、界磁用の永久磁石にする。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2010 - 193587 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、特許文献 1 のようにロータの外周面から磁束を供給する場合、ロータに埋め込まれた磁性部材に供給可能な磁束量は、ロータの外周面の表面積、及び着磁装置から供給可能な単位面積当たりの磁束量により決定される。ここで着磁装置から供給可能な単位面積当たりの磁束量には限界があるため、磁性部材の着磁面の面積に対してロータの外周面の面積が小さい場合、磁性部材に十分な磁束を供給することが困難となり、永久磁石の着磁率が低下する。

40

【0005】

またロータの外周面から磁束を供給する場合、ロータの径方向内側の部分ほど磁束が供給され難くなる。そのためロータの径方向内側の部分に磁性部材が埋め込まれている場合、磁性部材に十分な磁束を供給することが困難となり、永久磁石の着磁率が低下する。

【0006】

そして、これらの要因により永久磁石の着磁率が低下した場合、永久磁石から十分な磁束が発生せず、ロータの外周面での磁束密度が低下する。これはモータのステータコイル

50

に鎖交する有効磁束量の減少を招き、モータの出力トルクを低下させる要因となる。

【 0 0 0 7 】

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、界磁用永久磁石の着磁率を向上させることのできる磁石埋込型ロータ、及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決する磁石埋込型ロータは、第 1 永久磁石が埋め込まれた第 1 環状コアと、前記第 1 永久磁石とは別体の第 2 永久磁石が埋め込まれ、前記第 1 環状コアの外周に嵌合される第 2 環状コアと、を備え、前記第 1 永久磁石及び前記第 2 永久磁石により界磁用永久磁石が構成される。

10

【 0 0 0 9 】

また上記課題を解決する磁石埋込型ロータの製造方法は、第 1 環状コアに埋め込まれた磁性部材を着磁して第 1 永久磁石にする工程と、第 2 環状コアに埋め込まれた磁性部材を着磁して第 2 永久磁石にする工程と、前記第 1 永久磁石及び前記第 2 永久磁石により界磁用永久磁石が構成されるように、着磁工程を経た前記第 1 環状コアの外周に、着磁工程を経た前記第 2 環状コアを組み付ける工程と、を備える。

【 0 0 1 0 】

上記構成及び上記製造方法によれば、第 1 環状コアに埋め込まれた磁性部材を着磁して第 1 永久磁石にする工程と、第 2 環状コアに埋め込まれた磁性部材を着磁して第 2 永久磁石にする工程とを別々に行うことができる。このように各環状コアの着磁工程を別々に行えば、第 1 環状コア及び第 2 環状コアのそれぞれの外周面から磁束を供給することができるため、各環状コアに埋め込まれた磁性部材に十分な磁束を供給することができる。特にロータの径方向内側に配置される第 1 環状コアの磁性部材、すなわち磁束の供給が従来困難であった部位にも十分な磁束を供給できる点でその効果は大きい。そして各環状コアに埋め込まれた磁性部材に十分な磁束を供給することができれば、各環状コアの永久磁石を十分に着磁することができるため、結果的に界磁用永久磁石の着磁率を向上させることができる。

20

【 0 0 1 1 】

上記磁石埋込型ロータについて、前記第 1 環状コア及び前記第 2 環状コアのそれぞれの嵌合面には、各環状コアの周方向に係合する係合構造が形成されることが有効である。

30

この構成によれば、係合構造によって各環状コアの周方向の位置ずれを防止することができる。すなわち第 1 永久磁石及び第 2 永久磁石の周方向の位置ずれを防止することができる。これにより第 1 永久磁石及び第 2 永久磁石により構成される界磁用永久磁石の磁力をよりの確に保持することができるため、モータの出力トルクを確保することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

この磁石埋込型ロータ及びその製造方法によれば、界磁用永久磁石の着磁率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 1 3 】

【図 1】磁石埋込型ロータの一実施形態について同ロータを用いた I P M モータの断面構造を示す断面図。

【図 2】実施形態の磁石埋込型ロータについてその平面構造を示す平面図。

【図 3】実施形態の磁石埋込型ロータについてその界磁用永久磁石周辺の拡大構造を示す平面図。

【図 4】実施形態の磁石埋込型ロータの製造方法について第 1 環状コアの着磁工程を模式的に示す平面図。

【図 5】実施形態の磁石埋込型ロータの製造方法について第 2 環状コアの着磁工程を模式的に示す平面図。

50

【図 6】実施形態の磁石埋込型ロータの製造方法について第 1 環状コア及び第 2 環状コアの組み付け工程を示す斜視図。

【図 7】磁石埋込型ロータの他の実施形態についてその平面構造を示す平面図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、磁石埋込型ロータの一実施形態について説明する。はじめに、図 1 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。

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。

10

【0015】

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 12 個のティース 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。

【0016】

ロータ 4 は、円筒状のロータコア 40、及びロータコア 40 の内部に埋め込まれた 10 個の U 字状の界磁用永久磁石 41 を備えている。

図 2 に示すように、ロータコア 40 は、第 1 環状コア 42 の外周に第 2 環状コア 43 が嵌合された構造からなる。すなわちロータコア 40 は、2 つの環状コア 42、43 により径方向に分割された構造からなる。なお各環状コア 42、43 は、軸方向に複数枚の電磁鋼板を積層して構成されている。

20

【0017】

第 1 環状コア 42 には、その軸方向に貫通する第 1 磁石挿入孔 44 が等角度間隔で 10 個形成されている。第 1 磁石挿入孔 44 は、第 1 環状コア 42 の軸方向に直交する断面形状が U 字状をなしている。これらの第 1 磁石挿入孔 44 には、ボンド磁石からなる U 字状の第 1 永久磁石 46 がそれぞれ挿入されている。図 3 に示すように、第 1 永久磁石 46 は、U 字の内側の部分と外側の部分とが異なる磁極となるように着磁されている。図 2 に示すように、第 1 環状コア 42 には、U 字の内側の部分が N 極に着磁された第 1 永久磁石 46 と、U 字の内側の部分が S 極に着磁された第 1 永久磁石 46 とが周方向に交互に配置されている。

30

【0018】

第 2 環状コア 43 には、その周方向に対をなし軸方向に貫通する第 2 磁石挿入孔 45 が等角度間隔で 10 個形成されている。一对の第 2 磁石挿入孔 45 は、第 1 磁石挿入孔 44 の U 字両腕部を第 1 環状コア 42 の径方向外側に延長させた位置に配置されており、第 2 環状コア 43 の軸方向に直交する断面形状が直線状をなしている。これら第 2 磁石挿入孔 45 には、ボンド磁石からなる一对の直線状の第 2 永久磁石 47 が挿入されている。図 3 に示すように、第 2 永久磁石 47 は、一对の永久磁石の対向部分とその反対側の部分とが異なる磁極となるように着磁されている。図 2 に示すように、第 2 環状コア 43 は、対向部分が N 極に着磁された一对の第 2 永久磁石 47 と、対向部分が S 極に着磁された一对の第 2 永久磁石 47 とが周方向に交互に配置されている。

40

【0019】

そしてロータコア 40 では、第 1 環状コア 42 の第 1 永久磁石 46 及び第 2 環状コア 43 の第 2 永久磁石 47 により U 字状の界磁用永久磁石 41 が構成される。この界磁用永久磁石 41 により、ロータコア 40 は、その外周部分に周方向に沿って N 極及び S 極を交互に有する 10 極構造を有している。

【0020】

このように構成された IPM モータでは、ステータコイル 21 に三相の電流が供給されると、回転磁界が形成される。この回転磁界と、界磁用永久磁石 41 が形成する磁界とが作用することによりロータ 4 にトルクが付与され、出力軸 3 が回転する。

【0021】

50

次に、ロータ４の製造方法についてその作用とともに説明する。

ロータ４の製造に際してはまず、電磁鋼板を積層して第１環状コア４２及び第２環状コア４３をそれぞれ成形する。その後、図４に示すように第１環状コア４２の第１磁石挿入孔４４に磁性部材４８を射出成形で埋め込むとともに、図５に示すように第２環状コア４３の第２磁石挿入孔４５に磁性部材４９を射出成形で埋め込む。そして各環状コア４２，４３について着磁工程を別々に行う。

【００２２】

すなわち第１環状コア４２については、図４に示すように、その外周面を囲むように第１着磁装置５を配置する。第１着磁装置５は、第１環状コア４２において磁性部材４８のＵ字両腕部に挟まれた部位の外周面にそれぞれ対向配置される１０個の着磁ヨーク５０と、各着磁ヨーク５０に巻回された着磁コイル５１とから構成される。第１着磁装置５は、図示しない電源から着磁コイル５１に電流が供給されると、図中に破線で示すように第１環状コア４２を介して隣り合う着磁ヨーク５０，５０間を結ぶように磁路を形成する。この磁路により磁性部材４８が着磁され、第１永久磁石４６となる。

【００２３】

また図５に示すように、第２環状コア４３についても、第２着磁装置６を用いて同様の着磁工程を行う。なお第２着磁装置６は、第２環状コア４３において一对の磁性部材４９により挟まれた部位の外周面にそれぞれ対向配置される１０個の着磁ヨーク６０と、各着磁ヨーク６０に巻回された着磁コイル６１とから構成される。第２着磁装置６は、着磁コイル６１への電流供給に基づいて図中に破線で示すように磁路を形成する。これにより第２環状コア４３の磁性部材４９が着磁され、第２永久磁石４７となる。

【００２４】

その後、図６に示すように、第１永久磁石４６及び第２永久磁石４７が全体としてＵ字状をなすように、また第１永久磁石４６及び第２永久磁石４７が形成する磁極が一致するように、第１環状コア４２の外周に第２環状コア４３を圧入等により組み付け、それらを嵌合させる。これによりＵ字状の界磁用永久磁石４１が埋め込まれたロータ４が完成する。

【００２５】

このように第１環状コア４２に埋め込まれた磁性部材４８の着磁工程と、第２環状コア４３に埋め込まれた磁性部材４９の着磁工程とを別々に行えば、第１環状コア４２及び第２環状コア４３のそれぞれの外周面から磁束を供給することができるため、各環状コア４２，４３に埋め込まれた磁性部材４８，４９に十分な磁束を供給することができる。また、このような着磁方法を採用すれば、図４に示すように、ロータ４の径方向内側に配置される第１環状コア４２の磁性部材４８と着磁ヨーク５０との距離が大幅に短くなる。そのため、磁束の供給が従来困難であった径方向内側の磁性部材４８にも十分な磁束を供給することができる。そして各環状コア４２，４３に埋め込まれた磁性部材４８，４９に十分な磁束を供給することができれば、各環状コア４２，４３の永久磁石４６，４７を十分に着磁することができるため、結果的に界磁用永久磁石４１の着磁率を向上させることができる。これによりＩＰＭモータの高出力化や小型化が可能となる。

【００２６】

以上説明したように、本実施形態のロータ４によれば以下の効果が得られる。

(１)ロータ４を、第１永久磁石４６が埋め込まれた第１環状コア４２と、第１永久磁石４６とは別体の第２永久磁石４７が埋め込まれた第２環状コア４３とにより構成した。そして第１環状コア４２の外周に第２環状コア４３を嵌合させ、第１永久磁石４６及び第２永久磁石４７により界磁用永久磁石４１を構成した。これにより界磁用永久磁石４１の着磁率を向上させることができる。

【００２７】

なお、上記実施形態は、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。

・第１環状コア４２及び第２環状コア４３のそれぞれの嵌合面には、ロータ４の周方向に係合する係合構造を設けてもよい。例えば図７に示すように、第１環状コア４２におい

10

20

30

40

50

て嵌合面となる外周面には、外側に突出する凸部 4 2 a を形成する。また第 2 環状コア 4 3 において嵌合面となる内周面には、凸部に係合する凹部 4 3 a を形成する。このような凸部 4 2 a 及び凹部 4 3 a からなる係合構造を設ければ、第 1 環状コア 4 2 及び第 2 環状コア 4 3 の周方向の位置ずれを防止することができる。すなわち第 1 永久磁石 4 6 及び第 2 永久磁石 4 7 の周方向の位置ずれを防止することができる。これにより第 1 永久磁石 4 6 及び第 2 永久磁石 4 7 により構成される界磁用永久磁石 4 1 の磁力をよりの確に保持することができるため、モータの出力トルクを確保することができる。

【 0 0 2 8 】

・上記実施形態では、各環状コア 4 2 , 4 3 が電磁鋼板の積層構造からなるものであったが、各環状コア 4 2 , 4 3 が単数の電磁鋼板からなるものであってもよい。また各環状コア 4 2 , 4 3 の材質として、電磁鋼板に代えて、電磁軟鉄を用いてもよい。

10

【 0 0 2 9 】

・上記実施形態では、第 1 永久磁石 4 6 及び第 2 永久磁石 4 7 としてボンド磁石を用いたが、例えば焼結磁石などを用いてもよい。

・上記実施形態では、界磁用永久磁石 4 1 を U 字状に形成したが、界磁用永久磁石 4 1 の形状はこれに限定されない。例えば界磁用永久磁石 4 1 を V 字状やコ字状に形成してもよい。また界磁用永久磁石 4 1 の形状に併せて、第 1 永久磁石 4 6 及び第 2 永久磁石 4 7 のそれぞれの形状を適宜変更してもよい。

【 0 0 3 0 】

・上記実施形態では、ロータコア 4 0 を 2 つの環状コア 4 2 , 4 3 により構成したが、ロータコア 4 0 を 3 つ以上の環状コアにより構成してもよい。すなわちロータコア 4 0 の分割数は適宜変更可能である。

20

【 0 0 3 1 】

・上記実施形態では、着磁装置 5 , 6 が着磁コイル 5 1 , 6 1 により着磁用の磁路を形成するものであったが、これに代えて、着磁装置 5 , 6 が例えば永久磁石により着磁用の磁路を形成するものであってもよい。

【 0 0 3 2 】

・上記実施形態では、ロータ 4 の磁極数が 1 0 極であったが、ロータ 4 の磁極数には限定はなく、適宜変更してもよい。また、ロータ 4 の磁極数に併せて第 1 環状コア 4 2 及び第 2 環状コア 4 3 のそれぞれの形状を変更したり、第 1 永久磁石 4 6 及び第 2 永久磁石 4 7 のそれぞれの数や形状などを変更してもよい。

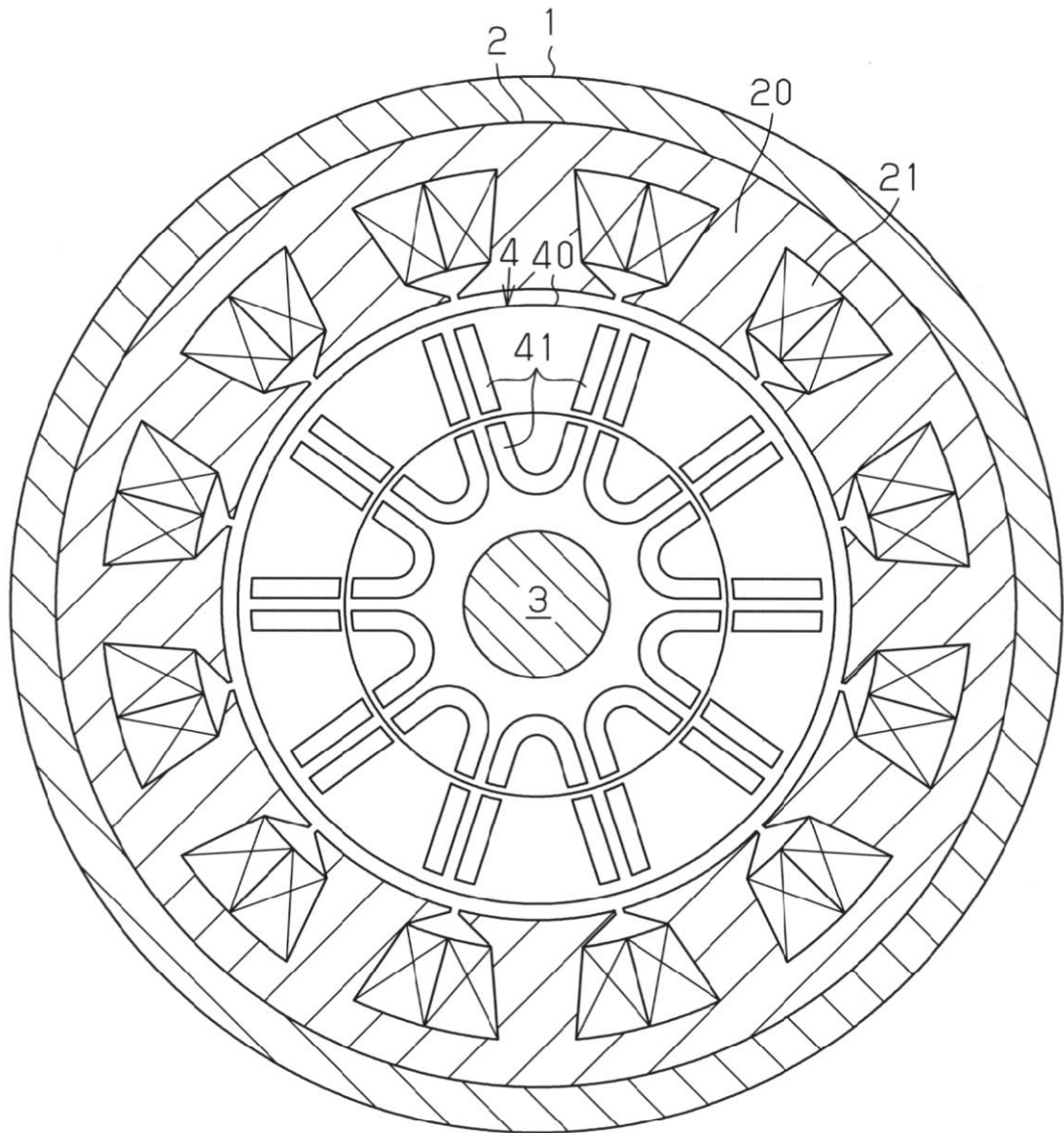
30

【 符号の説明 】

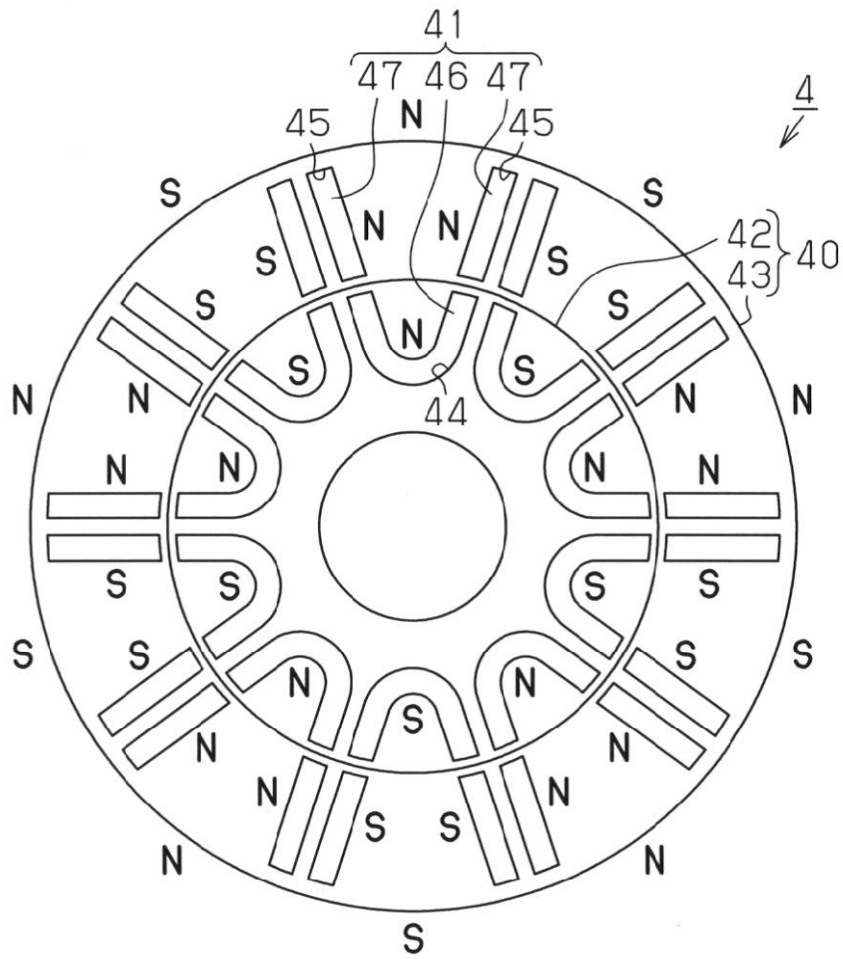
【 0 0 3 3 】

4 ... 磁石埋込型ロータ、 4 0 ... ロータコア、 4 1 ... 界磁用永久磁石、 4 2 ... 第 1 環状コア、 4 3 ... 第 2 環状コア、 4 6 ... 第 1 永久磁石、 4 7 ... 第 2 永久磁石、 4 8 , 4 9 ... 磁性部材。

【図 1】

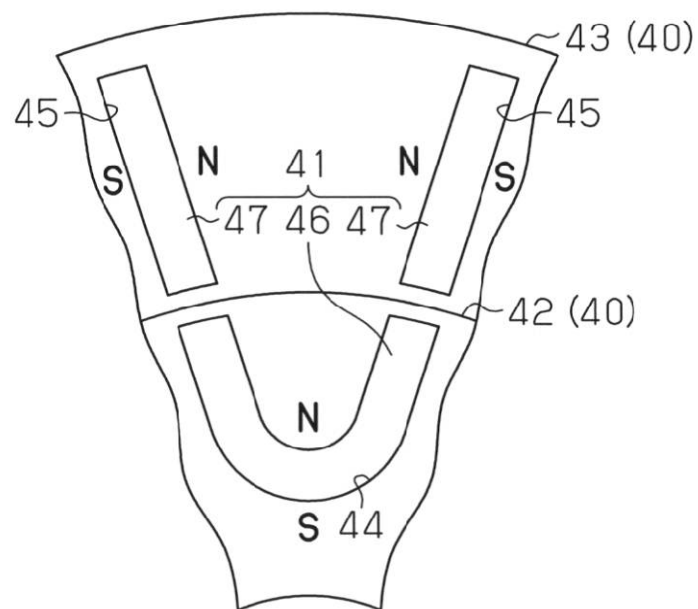


【図2】

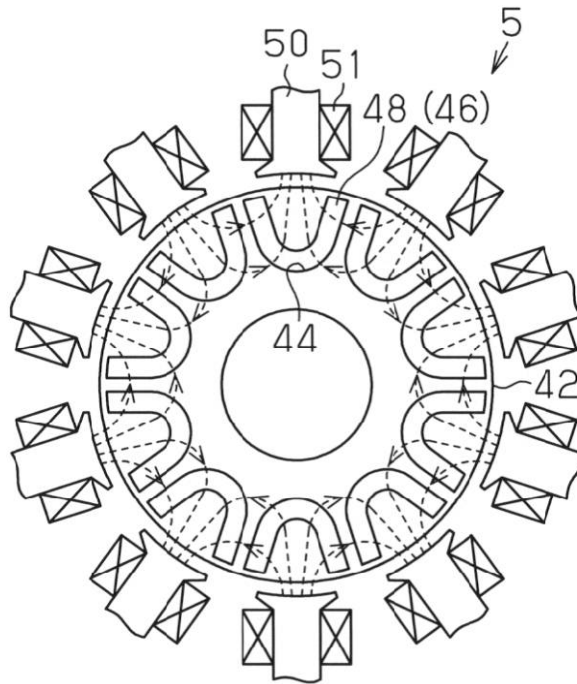


- 4 : 磁石埋込型ロータ
 41 : 界磁用永久磁石
 42 : 第1環状コア
 43 : 第2環状コア
 46 : 第1永久磁石
 47 : 第2永久磁石

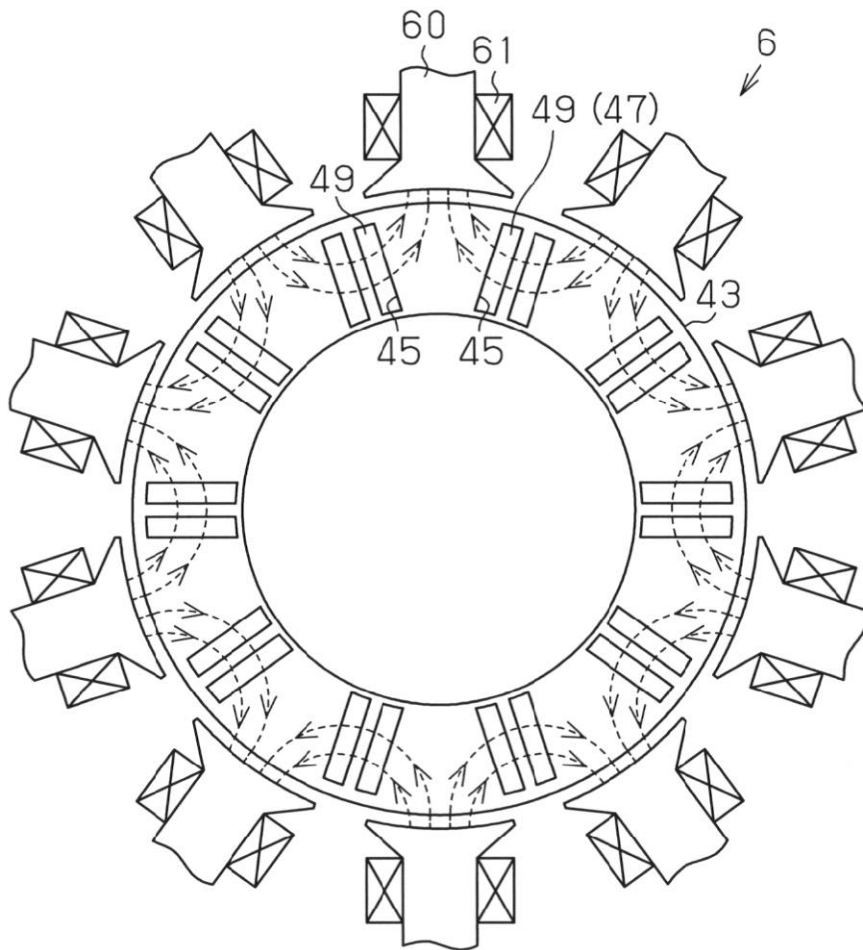
【図3】



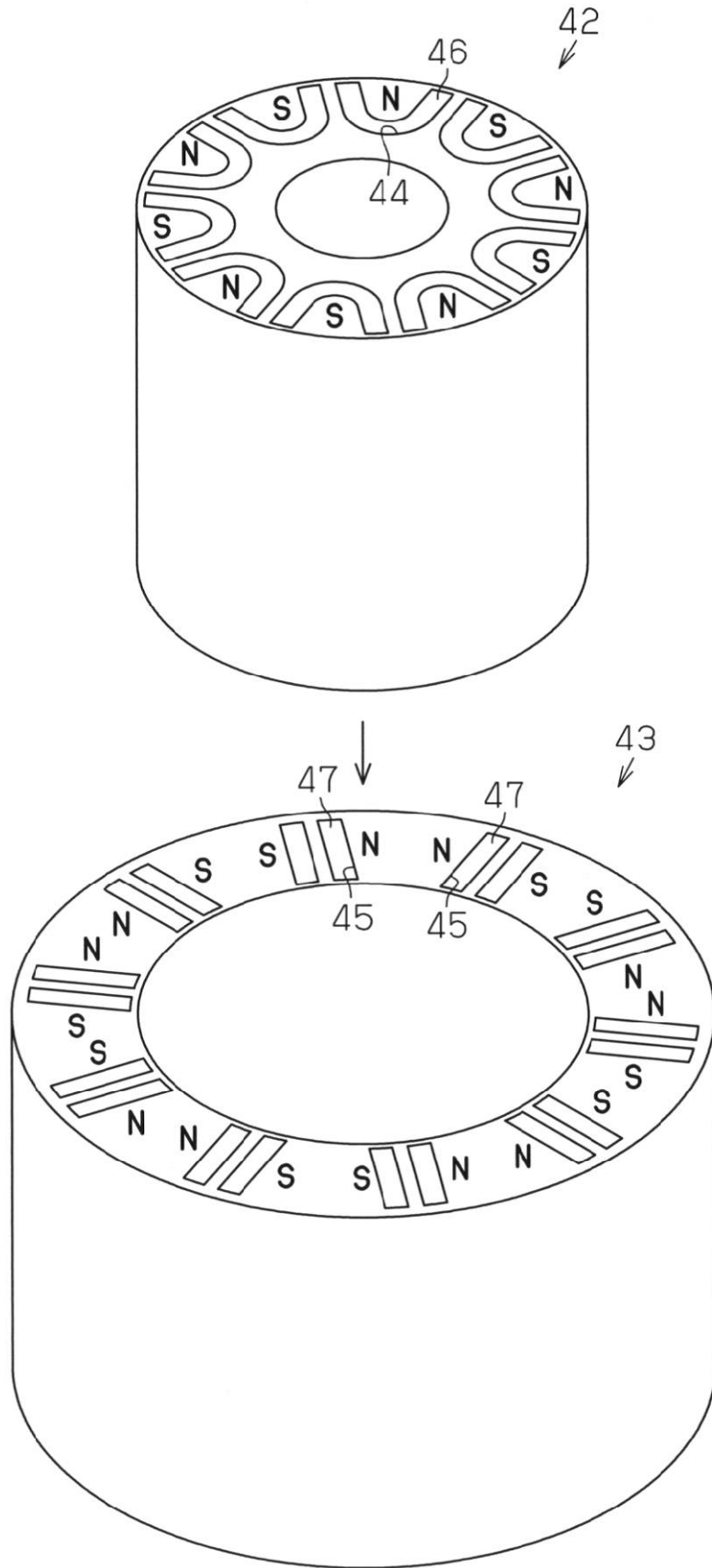
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

