(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2016-214082
(P2016-214082A)
(43)公開日　平成28年12月15日(2016.12.15)

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

審査請求 有　請求項の数 9　ＯＬ　（全 11 頁）

(21)出願番号　特願2016-183004 (P2016-183004)
(22)出願日　平成28年9月20日 (2016.9.20)
(62)分割の表示　特願2013-102695 (P2013-102695)の分割
原出願日　平成25年5月15日 (2013.5.15)

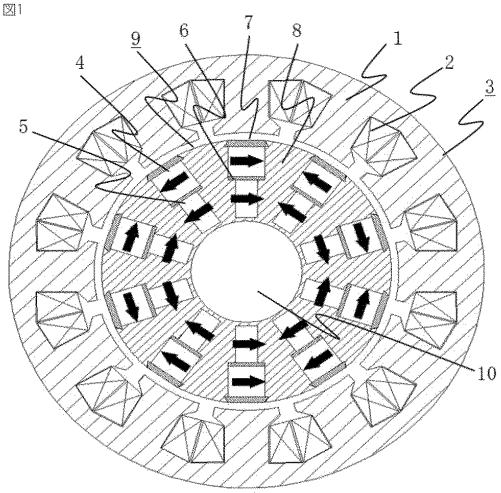
(71)出願人　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100112210
弁理士　稲葉　忠彦
(74)代理人　100108431
弁理士　村上　加奈子
(74)代理人　100153176
弁理士　松井　重明
(74)代理人　100109612
弁理士　倉谷　泰孝
(72)発明者　守田　正夫
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】永久磁石式回転電機

(57)【要約】
【課題】磁気飽和を緩和しながら回転子表面の磁束密度の向上を図り、回転電機の出力を向上させる。
【解決手段】永久磁石を略直方体形状に形成すると共に永久磁石を回転電機の径方向に複数に分割し、複数に分割された永久磁石のうち内径側永久磁石５の周方向幅を、当該内径側永久磁石５より外径側に位置する外径側永久磁石４の周方向幅よりも小さく構成し、更に内径側永久磁石５の周方向幅が外径側永久磁石４の周方向幅内に収まるように内径側永久磁石５を配置する。
【選択図】図１

図1



３ 固定子、４ 外径側永久磁石、５ 内径側永久磁石、６ スペーサ、７ 永久磁石保持材、９ 回転子、10 回転軸

【特許請求の範囲】
【請求項１】
回転軸に取り付けられる回転子と、
上記回転子の外径側に設置されると共に上記回転子と同一軸上に構成された固定子と、
上記回転子に埋め込まれた永久磁石とを有する永久磁石式回転電機であって、
上記永久磁石は、直方体形状に形成されると共に、上記永久磁石式回転電機の径方向に複数に分割されており、
上記複数に分割された永久磁石は上記回転軸を中心として放射状かつ縦長になるよう上記回転子に埋め込まれるとともに、上記永久磁石は周方向において同極が対向するように配置されており、
上記複数に分割された永久磁石のうち内径側永久磁石の周方向幅を当該内径側永久磁石より外径側に位置する外径側永久磁石の周方向幅よりも小さく構成し、
上記内径側永久磁石の周方向幅が上記外径側永久磁石の周方向幅内に収まるように上記内径側永久磁石を配置したことを特徴とする永久磁石式回転電機。
【請求項２】
上記内径側永久磁石と上記外径側永久磁石の間にスペーサを設けたことを特徴とする請求項１記載の永久磁石式回転電機。
【請求項３】
上記スペーサを非磁性材で構成したことを特徴とする請求項２記載の永久磁石式回転電機。
【請求項４】
上記スペーサの周方向幅を上記外径側永久磁石の周方向幅よりも大きくなるよう構成するとともに、上記スペーサの周方向幅内に上記外径側永久磁石の周方向幅が収まるように構成したことを特徴とする請求項２又は請求項３記載の永久磁石式回転電機。
【請求項５】
上記スペーサの内径側の周方向長さが外径側の周方向長さよりも短くなるよう構成されたことを特徴とする請求項２から請求項４のいずれか１項に記載の永久磁石式回転電機。
【請求項６】
上記スペーサの表面に凹部を設けるとともに、この凹部に上記内径側永久磁石の一部を収納したことを特徴とする請求項２から請求項５のいずれか１項に記載の永久磁石式回転電機。
【請求項７】
上記スペーサには凸部を設けるとともに、この凸部の先端面が上記内径側永久磁石と接触するように構成したことを特徴とする請求項２から請求項５のいずれか１項に記載の永久磁石式回転電機。
【請求項８】
上記内径側永久磁石及び上記外径側永久磁石のうちの少なくともいずれか１つは周方向において複数に分割して構成するとともに、上記外径側永久磁石の外径部には永久磁石保持材を設けたことを特徴とする請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の永久磁石式回転電機。
【請求項９】
上記複数に分割して構成された永久磁石のそれぞれの周方向幅を同一に構成したことを特徴とする請求項８記載の永久磁石式回転電機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、永久磁石を用いた回転電機に関するものであり、特に永久磁石の配置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】

産業用の回転電機、更には電気自動車又はハイブリッド自動車などに用いられる回転電機においては、高出力化が要求されており、永久磁石を用いた回転電機は磁束密度を高めることができるため、永久磁石式回転電機が採用されている。永久磁石式回転電機において更なる出力の向上を図ろうとすると、回転子の表面近くだけでなく、回転子のより内径側まで永久磁石を設置することにより、回転子表面の磁束密度の向上を図ることができる。

【０００３】

このとき、永久磁石の量を増やしすぎると、回転子鉄心、特に回転子鉄心の内径側が磁気飽和し、回転子表面の磁束密度の向上を図ることができなくなる。永久磁石の量を増やすためには、永久磁石の厚さを径方向に応じて変えればよい。そのために永久磁石を径方向に分割することが考えられる。径方向に分割された永久磁石を用いた回転電機として以下のものがある。

【０００４】

即ち回転子において、各磁石挿入孔内に同一形状、同一寸法の一対の永久磁石片が互いに径方向に対向配置されて取り付けられているものがあった。（特許文献１参照）

又永久磁石をロータ径方向である磁石厚み方向において、厚みの薄い断面長方形状をなす２つの磁石に分割したものがあった。（特許文献２参照）

更に挿入方向（回転子の径方向）に永久磁石を上、中、下の３つに分割し、分割磁石として構成したものがあった。（特許文献３参照）

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２００７－０４９８０５号公報

【特許文献２】特開２０１０－１４１９８９号公報

【特許文献３】特開２００２－２１８６８４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

回転電機の更なる出力の向上を図るためには、回転子の表面近くだけでなく、回転子の内径側にまで永久磁石を設けることにより、回転子表面の磁束密度の向上を図ることができるが、永久磁石の量を増やしすぎると、回転子鉄心、特に回転子鉄心の内径側が磁気飽和してしまい、回転子表面の磁束密度の向上を図ることができなくなる。上記特許文献１～３では、外径側に配置された永久磁石と内径側に配置された永久磁石の周方向長さが同じであるため、永久磁石の量が増えすぎてしまい回転子表面の磁束密度の向上を図ることができなくなるという問題点があった。

【０００７】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、回転子鉄心が磁気飽和し難くした状態で回転子表面の磁束密度の向上を図ることにより、回転電機の出力を向上させることのできる永久磁石式回転電機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

この発明に係る永久磁石式回転電機は、回転軸に取り付けられる回転子と、回転子の外径側に設置されると共に回転子と同一軸上に構成された固定子と、回転子に埋め込まれた永久磁石とを有するものであって、永久磁石は、直方体形状に形成されると共に、永久磁石式回転電機の径方向に複数に分割されており、複数に分割された永久磁石は回転軸を中心として放射状かつ縦長になるよう回転子に埋め込まれるとともに、永久磁石は周方向において同極が対向するように配置されており、複数に分割された永久磁石のうち内径側永久磁石の周方向幅を当該内径側永久磁石より外径側に位置する外径側永久磁石の周方向幅よりも小さく構成し、内径側永久磁石の周方向幅が外径側永久磁石の周方向幅内に収まるように内径側永久磁石を配置したものである。

【発明の効果】
【０００９】
上記のように構成された永久磁石式回転電機によれば、磁気飽和を緩和しながら回転子表面の磁束密度の向上を図ることができ、回転電機の出力を向上させることができる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】実施の形態１に係る永久磁石式回転電機の軸方向に垂直な面で切断した断面図である。
【図２】回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図３】回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図４】回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図５】実施の形態２に係る永久磁石式回転電機の回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図６】実施の形態３に係る永久磁石式回転電機の回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図７】回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図８】実施の形態４に係る永久磁石式回転電機の回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図９】回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図１０】実施の形態５に係る永久磁石式回転電機の回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【図１１】回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
実施の形態１.
図１は実施の形態１に係る永久磁石式回転電機の軸方向に垂直な面で切断した断面図、図２は図１において、回転子の一部を拡大して示した拡大断面図であり、永久磁石の着磁方向と磁束の関係を示したものである。尚本実施形態においては、永久磁石式回転電機として同期電動機である場合について説明する。図１に示すように、実施の形態１による永久磁石式回転電機は、回転軸１０に回転子９が取り付けられると共に、回転子９の外径側には固定子３が設置され、回転子９と固定子３は同一軸上に構成されている。
【００１２】
外径側永久磁石４と内径側永久磁石５は、回転軸１０を中心として放射状に設けられ、更に周方向において同極が対向するように回転子鉄心８に埋め込まれている。また外径側永久磁石４、内径側永久磁石５は、回転子９に縦長に埋め込まれた縦埋込（スポーク）型の埋込磁石方式となっている。
【００１３】
回転子鉄心８においては、固定子３と径方向に対向する位置に外径側永久磁石４を保持するための永久磁石保持材７が設けられており、更に外径側永久磁石４と内径側永久磁石５の間にはスペーサ６が設けられている。そして回転子鉄心８は通しボルト、またはかしめによって軸方向に積層して構成されている。また固定子３も同様に磁性部材を積層して構成されている。内径側永久磁石５の周方向幅は外径側永久磁石４の周方向幅よりも小さく構成されており、内径側永久磁石５は外径側永久磁石４の周方向幅内に収まって配置されている。
【００１４】
外径側永久磁石４および内径側永久磁石５の着磁方向１１は、図２の黒塗矢印で示されている。また、外径側永久磁石４および内径側永久磁石５の作る磁束１２は、概略図２の白抜き細矢印で示したように分布している。たとえば磁束１２は、隣り合う外径側永久磁石４同士の間、及び隣り合う内径側永久磁石５同士の間の回転子鉄心８を、略径方向外方に向かって通過している。また磁束は別の隣り合う外径側永久磁石４同士の間、及び別の

隣り合う内径側永久磁石５同士の間の回転子鉄心８を、略径方向外方から外径側永久磁石４及び内径側永久磁石５に向かって通過している。

【００１５】

図１においては、永久磁石４の数（極数）は１０個、固定子３のスロット数は１２個の場合を示しており、極数とスロット数の比は５：６であるが、これ以外の極数とスロット数の組合せでも構わない。

【００１６】

図２に示したように、外径側永久磁石４及び内径側永久磁石５の作る磁束１２は回転子鉄心８を略径方向に通過する。たとえば幅の大きな外径側永久磁石４をより内径側まで延設したとすると、内径側の回転子鉄心部分が非常に細くなり、すぐに磁気飽和を起こしてしまい、回転子表面の磁束密度向上を図ることができない。回転子鉄心８を磁気飽和させることなく外径側永久磁石４及び内径側永久磁石５の量を増やすためには、永久磁石の形状を外径側ほど周方向の長さが大きい扇形形状、あるいは台形形状に形成することが望ましい。しかし扇形形状や台形形状の永久磁石は作りにくく、現実的ではない。

【００１７】

そこで現実的な永久磁石の形状として、略直方体形状の永久磁石を組み合わせることが考えられる。例えば径方向に永久磁石を２分割し、周方向長さが大きい永久磁石を外径側永久磁石４とし、周方向長さが小さい永久磁石を内径側永久磁石５とすると、理想的な扇形形状や台形形状の永久磁石に比べると回転子鉄心８の径方向に段差を生じるので磁気飽和しやすくなるが、外径側永久磁石４と同じ周方向長さを有する内径側永久磁石５を用いた場合よりも磁気飽和が大幅に緩和される。すなわち回転子表面の磁束密度が向上し、回転電機としての出力密度も向上する。尚上記においては２分割した場合を説明したが、３分割以上に分割してもよい。

【００１８】

また回転子９が回転すると外径側永久磁石４及び内径側永久磁石５には遠心力が加わる。内径側永久磁石５に加わった遠心力により、外径側永久磁石４には外径側に押し出される力が加わる。内径側永久磁石５が外径側永久磁石４の周方向幅よりも小さい場合には、内径側永久磁石５の周方向の幅分のみ遠心力が外径側永久磁石４に加わる。そのとき外径側永久磁石４においては、内径側永久磁石５から受ける遠心力が一様ではなくなる。従ってスペーサ６がない場合には、外径側永久磁石４においては、周方向の位置により加わる遠心力が異なり局所的に応力差が生じる。即ち内径側永久磁石５の周方向両端部に対応する外径側永久磁石４の位置に大きな力の差が加わるようになり、外径側永久磁石４の割れ等が生じやすくなる。

【００１９】

スペーサ６を設けると、内径側永久磁石５の周方向両端部に生じる大きな応力差はスペーサ６にかかり、スペーサ６内で応力差が緩和されて、外径側永久磁石４に伝達される。したがって外径側永久磁石４には大きな応力差は存在しなくなり、外径側永久磁石４の割れ等が生じにくくなる。したがってスペーサ６を設けることにより、永久磁石の割れ等を生じることなく、回転子表面の磁束密度が向上し、回転電機としての出力密度も向上する。

【００２０】

なお永久磁石保持材７が回転子９の略最外径部に設けられるとともに、回転子鉄心８に対して楔状に保持されており、外径側永久磁石４及び内径側磁石５に加わる遠心力は、この永久磁石保持材７で受け止めることができる。又スペーサ６を非磁性材で構成すれば、外径側永久磁石４及び内径側永久磁石５より発生した磁束がスペーサ６を通ることなく、余分なもれ磁束が生じなくなるので、回転電機の出力密度の低下を防止できる。

【００２１】

図３、図４は他の形態による回転子を示す拡大断面図である。図３においては、永久磁石保持材７ｂの周方向の長さを外径側永久磁石４の周方向の長さよりも大きく構成すると共に、回転子鉄心８の開口幅８ａを外径側永久磁石４の周方向の長さと略同程度のものと

したものである。また図４においては、永久磁石保持材７ｃの周方向の長さを外径側永久磁石４の周方向の長さと略同程度とするとともに、回転子鉄心８の開口幅８ａを外径側永久磁石４の周方向の長さよりも小さくしたものである。

【００２２】

永久磁石保持材を図３、図４に示すような形状に構成しても、図１における永久磁石保持材７の場合とほぼ同様の効果を奏する。なお、外径側永久磁石４の周方向幅の範囲からはみ出るような箇所に内径側永久磁石５が位置するように内径側永久磁石５の周方向位置を配置すると、回転子鉄心８において、スペーサ６の近くで磁束１２が通る幅が狭くなる箇所ができてしまい、磁気飽和しやすくなるので好ましくない。外径側永久磁石４の周方向幅の範囲内に収まる箇所に内径側永久磁石５の周方向幅が位置するように配置することが望ましい。

【００２３】

実施の形態２．

図５は実施の形態２に係る永久磁石式回転電機の回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。実施の形態１では、スペーサ６の周方向幅が外径側永久磁石４の周方向幅と略等しく、スペーサ６が内径側永久磁石５の遠心力を受け持ち、受けた遠心力を外径側永久磁石４に伝達する構造であり、回転子鉄心８にスペーサ６の遠心力を受け持つ係止部がないものについて説明した。

【００２４】

本実施形態においては、スペーサ６ｂの周方向幅を外径側永久磁石４の周方向幅よりも大きくなるよう構成し、スペーサ６ｂの周方向幅内に外径側永久磁石４の周方向幅が収まるように構成した。スペーサ６ｂは、少なくとも外径側の幅が回転子鉄心８に設けられた磁石配置スペースの周方向幅よりも大きくなるよう構成されている。また磁石配置スペースの周方向幅よりも大きいスペーサ６ｂが収まるように、回転子鉄心８に磁石配置スペースの周方向幅よりも大きい周方向幅を有するスペーサ係止部２０が設けられ、スペーサ６ｂの両端の一部がスペーサ係止部２０に収まり、遠心力によって発生するスペーサ６ｂの力を係止するように配置されている。

【００２５】

内径側永久磁石５に働く遠心力は、まずスペーサ６ｂに伝達される。スペーサ６ｂに伝達された力は、スペーサ６ｂの両端部が係止されている回転子鉄心８のスペーサ係止部２０に伝わり、回転子鉄心８でスペーサ６ｂは支持される。内径側永久磁石５にかかる遠心力によりスペーサ６ｂは変形する。スペーサ６ｂが変形することにより、外径側永久磁石４を径方向外方に押し出す力が働くが、内径側永久磁石５に働く遠心力の一部を回転子鉄心８のスペーサ係止部２０で保持するので、外径側永久磁石４に働く力はその分小さくなる。したがって実施の形態１に比べて更に外径側永久磁石４は割れ等を生じにくくなる。

【００２６】

実施の形態３．

図６は実施の形態３に係る永久磁石式回転電機の回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。実施の形態１、２では、スペーサの形状に関して特に規定していない場合について説明した。本実施形態においてはスペーサの形状を規定したものである。図６においてスペーサ６ｃは外径側の周方向長さが外径側永久磁石４の幅と略等しく、内径側の周方向長さが外径側の周方向長さと比べて短くなるよう構成されている。またスペーサ６ｃを収納する回転子鉄心８に設けられたスペースもスペーサ６ｃに合わせた形状となっている。

【００２７】

スペーサ６ｃの外径側の周方向長さを外径側永久磁石４の幅と略等しく、内径側の周方向長さを外径側の周方向長さと比べて短くしたことにより、実施の形態１の場合と比較して、内径側になるに従い、周方向に隣り合うスペーサ６ｃ間における回転子鉄心８の周方向長さが長くなる。したがって実施の形態１の場合と比較して、内径側になるに従い磁気飽和が生じやすくなることを防止することができる。

【００２８】
図７は他の形態に係る永久磁石式回転電機の回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。図７においては実施の形態２と同様にスペーサ６ｄの外径側周方向長さを外径側永久磁石４の周方向幅よりも大きくなるよう構成し、更にスペーサ６ｄにおいては、内径側の周方向長さが、外径側の周方向長さと比べて短くなっている。またスペーサ６ｄを収納する回転子鉄心８に設けられたスペースも、スペーサ６ｄに合わせた形状となっている。そしてスペーサ６ｄの形状に沿ったスペーサ係止部２０ｂを有している。
【００２９】
スペーサ６ｄの内径側の周方向長さを外径側の周方向長さと比べて短くしたことにより、実施の形態２の場合と比較して、内径側になるに従い周方向に隣り合うスペーサ間の回転子鉄心８の周方向長さが長くなる。したがって実施の形態２の場合と比較して、内径になるに従い磁気飽和が生じやすくなるのを防止することができる。
【００３０】
実施の形態４.
図８は実施の形態４に係る永久磁石式回転電機の回転子の一部を拡大して示した拡大断面図である。図において、スペーサ６ｅには内径側永久磁石５を包囲するように、内径側永久磁石５と接するスペーサ６ｅの表面に凹部を設けている。スペーサ６ｅに設けた凹部に内径側永久磁石５の一部が収納される構造となっている。
【００３１】
スペーサ６ｅと内径側永久磁石５とを嵌合させ、あるいは接着等させることにより、スペーサ６ｅに内径側永久磁石５を包囲させ取り付けることで、スペーサ６ｅと内径側永久磁石５を一体化できる。スペーサ６ｅと内径側永久磁石５という２つの部品を一体化できるので、組立時には部品点数を１点減らすことができ、組立性能が向上する。
【００３２】
図９は別の形態による回転子部分を示す拡大断面図である。スペーサ６ｆには凸部を設けると共に凸部の先端面が内径側永久磁石５と接触するように構成されている。スペーサ６ｆに設けた凸部と内径側永久磁石５の周方向長さが同じで、しかも対向する状態となっている。組立方法としては、まず内径側永久磁石５を回転子鉄心に挿入し、次にスペーサ６ｆを挿入する。このときスペーサ６ｆの凸部が内径側永久磁石５を収納する収納スペース内に収まっているので、スペーサ６ｆの位置決めができる。たとえばスペーサ６ｆの周方向長さが、外径側永久磁石４の周方向長さよりも若干小さい場合でも、容易にスペーサ６ｆを中央部に配置できるので組立性能が向上する。
【００３３】
本実施の形態では実施の形態１の構造において、スペーサ形状を変形させて凹部及び凸部を設けた場合について説明したが、実施の形態２、３に示したスペーサに本実施の形態で示した凹部、凸部を設けても良い。特に実施の形態２で述べたスペーサ６ｂでは、スペーサ６ｂの周方向長さが、外径側永久磁石４の周方向幅よりも大きく、一部がスペーサ係止部２０に収納されている。スペーサ６ｂの周方向幅が外径側永久磁石の幅より大きいので、スペーサ係止部２０にほとんど隙間なくスペーサ６ｂを挿入することは困難となる。本実施形態によるスペーサ６ｅ、６ｆのような形状を採用すれば、スペーサ６ｂの中心位置決めを容易かつ正確に行うことができるので、スペーサ係止部２０の周方向に空間を生じ易くさせることができ、スペーサ６ｂを軸方向に挿入しやすくなる。即ち外径側永久磁石４の収納スペースとスペーサ６ｂとの間の隙間を大きくした状態でスペーサ６ｂを挿入できるので、スペーサ６ｂを挿入し易くなる。
【００３４】
実施の形態５.
図１０は実施の形態５による永久磁石式回転電機の回転子部分を示す拡大断面図である。図において、外径側永久磁石４ｂを２枚組み合わせて外径側永久磁石全体を構成している。内径側永久磁石については、図１０においては分割していない例を示しているが、分割してもよい。また外径側永久磁石４ｂについて図１０では２分割した場合を示している

が、３つ以上に分割しても良い。

【００３５】

永久磁石は一般的に厚さ（周方向長さ）が厚くなると焼結時に割れが生じ、製作性が低下する。そのため外径側永久磁石４の周方向長さが大きくなる場合には、製作性の低下を防止するために、周方向に複数に分割するのがよい。外径側永久磁石４ｂと内径側永久磁石５の間には、スペーサ６が存在するので、外径側永久磁石を複数に分割しても、スペーサ６の存在により、外径側永久磁石４ｂの周方向全長にわたって、内径側永久磁石５からの遠心力を受けることができる。

【００３６】

外径側永久磁石４ｂの外径部には永久磁石保持材７があるので、外径側永久磁石４ｂからの遠心力に対しては永久磁石保持材７が受け持つ。そのため外径側永久磁石４ｂが複数に分割されていても遠心力をほぼ均等に保持することができる。図１１は他の形態による回転子部分を示す拡大断面図である。外径側永久磁石４ｃと内径側永久磁石５ｂは同じ寸法（同一の周方向幅）に構成されている。外径側永久磁石４ｃを３個用いて外径側永久磁石全体を構成すると共に、内径側永久磁石５ｂを２個用いて内径側永久磁石全体を構成している。このように、外径側永久磁石４ｃと内径側永久磁石５ｂを同じ寸法の永久磁石で周方向に分割して構成したので、部品点数の削減を図ることができ、生産コストを低減できる。尚図１０、図１１の構成においては、実施の形態１で示した構成に対して永久磁石を周方向に分割した場合を示したが、実施の形態２、３、４で示した永久磁石を周方向に分割するようにしても良い。

【００３７】

尚本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

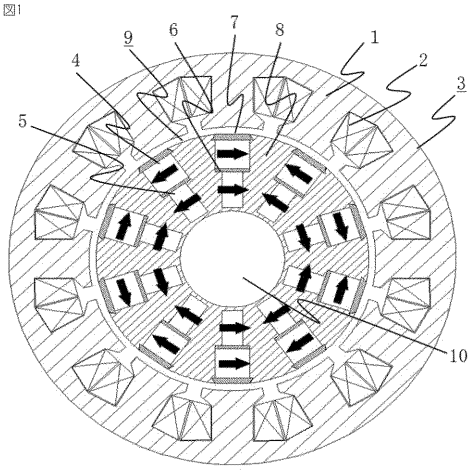
【符号の説明】

【００３８】

３　固定子、４　外径側永久磁石、５　内径側永久磁石、６，６ｂ，６ｃ　スペーサ、６ｅ　凹部、６ｆ　凸部、７　永久磁石保持材、９　回転子、１０　回転軸。

【図１】

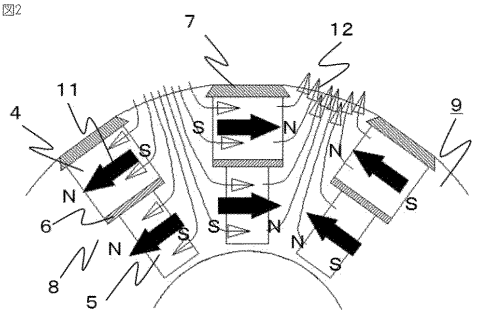
図1



３ 固定子、４ 外径側永久磁石、５ 内径側永久磁石、６ スペーサ、７ 永久磁石保持材、９ 回転子、10 回転軸

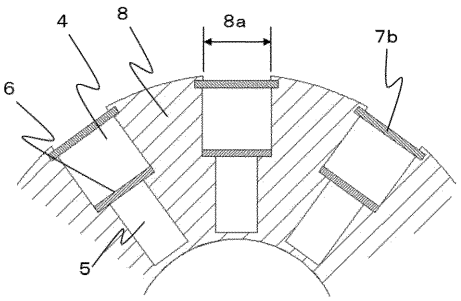
【図２】

図2



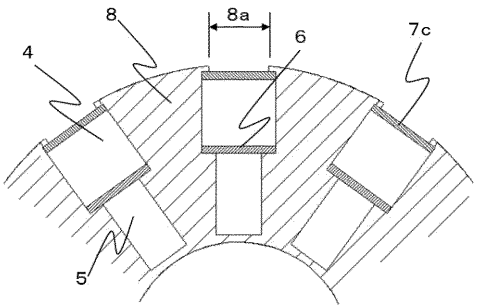
【図３】

図3



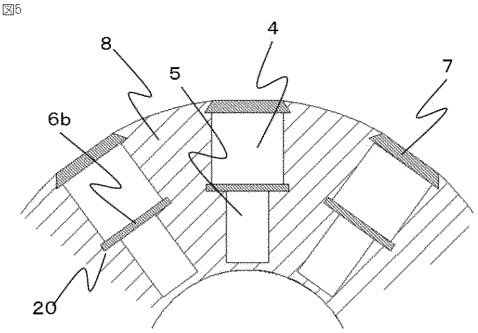
【図４】

図4



【図５】

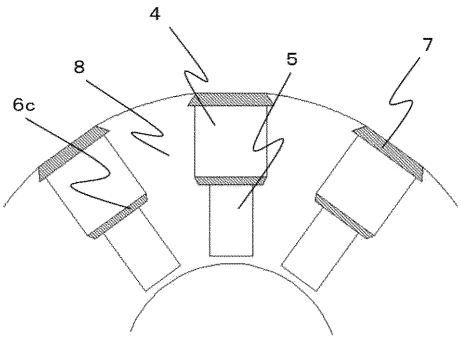
図5



6b スペーサ

【図６】

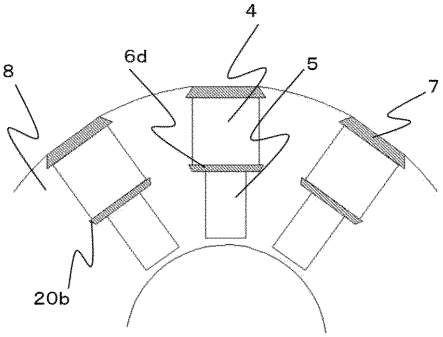
図6



6c スペーサ

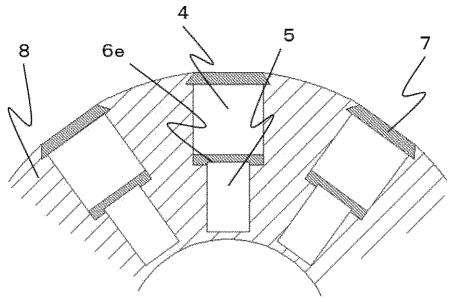
【図７】

図7



【図８】

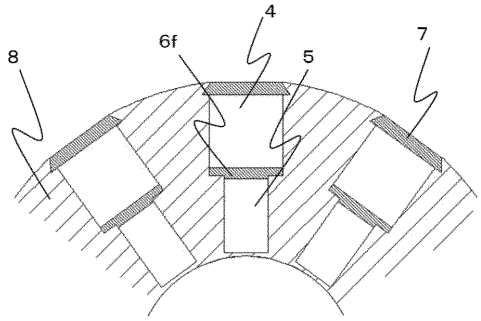
図8



6e 凹部

【図９】

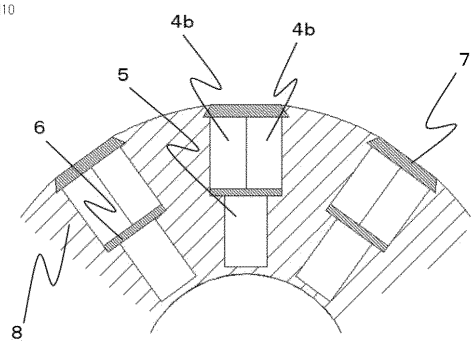
図9



6f 凸部

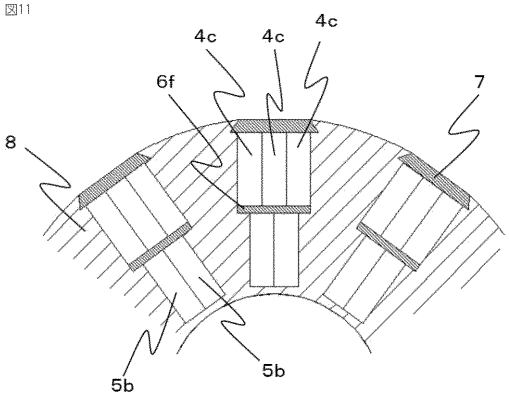
【図１０】

図10



【図１１】

図11



フロントページの続き

(72)発明者　立花　知也
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　田中　敏則
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　瀧口　隆一
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　有田　秀哲
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

Ｆターム(参考) 5H621 GA04　HH01
5H622 AA03　CA02　CA05　CB01　CB05　PP03　PP07