

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6402739号  
(P6402739)

(45) 発行日 平成30年10月10日(2018.10.10)

(24) 登録日 平成30年9月21日(2018.9.21)

(51) Int.Cl. F 1  
H02K 16/00 (2006.01) H02K 16/00

請求項の数 7 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-83666 (P2016-83666)                  (22) 出願日 平成28年4月19日(2016.4.19)                  (65) 公開番号 特開2017-195683 (P2017-195683A)                  (43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)                  審査請求日 平成29年3月23日(2017.3.23)</p>	<p>(73) 特許権者 000003137                  マツダ株式会社                  広島県安芸郡府中町新地3番1号                  (74) 代理人 100067828                  弁理士 小谷 悦司                  (74) 代理人 100115381                  弁理士 小谷 昌崇                  (74) 代理人 100176304                  弁理士 福成 勉                  (72) 発明者 岡本 和夫                  広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ                  株式会社内                  審査官 島倉 理</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸及びこの回転軸と共に回転するロータ本体を備えるロータと、  
 前記回転軸の回転方向に並ぶ複数のコイルを含み、前記ロータ本体に対して前記回転軸の軸方向に所定のエアギャップを隔てて配置されたアキシャルステータと、  
 前記回転軸の回転方向に並ぶ複数のコイルを含み、前記ロータ本体の径方向外側に所定のエアギャップを隔てて配置されたラジアルステータと、を備え、  
 前記ロータ本体は、前記アキシャルステータに対向して配置されて当該アキシャルステータとの間で磁気交換を行う複数のアキシャル用永久磁石と、このアキシャル用永久磁石の反アキシャルステータ側に隣接して配置されたアキシャル用バックヨークと、前記アキシャル用永久磁石とは別の永久磁石であって、前記ラジアルステータに対向して配置されて当該ラジアルステータとの間で磁気交換を行う複数のラジアル用永久磁石と、このラジアル用永久磁石の反ラジアルステータ側に隣接して配置された筒状のラジアル用バックヨークと、を備え、

前記アキシャル用バックヨークは前記ラジアル用バックヨークに密接する状態で当該ラジアル用バックヨークの内側に配置されている、ことを特徴とするアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機。

【請求項2】

請求項1に記載のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機において、  
 前記ロータは、ロータ本体として前記アキシャルステータの両側に配置された第1ロー

タ本体および第2ロータ本体を備える、ことを特徴とするアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機において、前記アキシャル用永久磁石と前記ラジアル用永久磁石とは、前記ロータ本体の同一回転角度位置に各々配置されている、ことを特徴とするアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機。

【請求項4】

請求項3に記載のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機において、同一角度位置に配置された前記アキシャル用永久磁石および前記ラジアル用永久磁石は、互いにエアギャップ側の磁極が同じ磁極である、ことを特徴とするアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機。

10

【請求項5】

請求項1乃至4の何れか一項に記載のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機において、前記ロータは、前記回転軸を通じて前記ロータ本体に冷却液を循環させる冷却液循環通路を備えている、ことを特徴とするアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機。

【請求項6】

請求項1乃至5の何れか一項に記載のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機において、

20

前記アキシャルステータおよび前記ラジアルステータは、各々、ステータコアとこのステータコアに装着された前記コイルとを備える円環状のステータ本体を備え、

当該回転電機は、前記アキシャルステータおよび前記ラジアルステータの各ステータ本体のうち、少なくとも一方のステータ本体の前記コイルを収納する環状の閉空間と、前記閉空間に冷却液を給排可能な冷却液給排部とを備えている、ことを特徴とするアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機。

【請求項7】

請求項1乃至6の何れか一項に記載のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機において、

前記ロータ、前記アキシャルステータおよび前記ラジアルステータが収容されるケースを備え、

30

前記アキシャルステータは、ステータコアとこのステータコアに装着された前記コイルとを備える円環状のステータ本体と、このステータ本体に対して前記軸方向両側から各々組付けられて当該ステータ本体の径方向外側に延在する一対の支持プレートとを含み、前記各支持プレートの周縁部が前記ケースに固定されることにより当該ケースに組み付けられている、ことを特徴とするアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アキシャル方向およびラジアル方向の双方で磁気交換を行うアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機（モータ、又は発電機、又はモータ兼発電機）に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

発生トルクの増大を目的として、上記のようなアキシャル・ラジアル複合ギャップ型の回転電機の開発が行われている。例えば、特許文献1には、その一例として永久磁石同期電動機が開示されている。この電動機は、出力軸（回転軸）の周囲に永久磁石（界磁）と強磁性体からなる界磁ティースとが交互に配列された円盤状のロータと、このロータの径方向外側に所定のエアギャップ（ラジアルギャップ）を保持して配置されたラジアル電機子、および前記ロータの軸方向両側にそれぞれ所定のエアギャップ（アキシャルギャップ

50

)を保って配置された一対のアキシャル電機子からなるステータと、を備えている。この電動機よれば、アキシャル方向およびラジアル方向の双方で磁気交換が行われるので、比較的コンパクトな構成で発生トルクの増大が期待できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-165927号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1のような回転電機では、一つの永久磁石がラジアル電機子とアキシャル電機子とに共通化されているため、永久磁石に対して電機子から受ける逆磁界が過剰となり、不可逆減磁が起き易くなると考えられる。そのため、より高トルクを発生させるうえで改善の余地がある。

【0005】

本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものであり、アキシャル・ラジアル複合ギャップ型の回転電機に関し、より発生トルクの増大に寄与する技術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】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機は、回転軸及びこの回転軸と共に回転するロータ本体を備えるロータと、前記回転軸の回転方向に並ぶ複数のコイルを含み、前記ロータ本体に対して前記回転軸の軸方向に所定のエアギャップを隔てて配置されたアキシャルステータと、前記回転軸の回転方向に並ぶ複数のコイルを含み、前記ロータ本体の径方向外側に所定のエアギャップを隔てて配置されたラジアルステータと、を備え、前記ロータ本体は、前記アキシャルステータに対向して配置されて当該アキシャルステータとの間で磁気交換を行う複数のアキシャル用永久磁石と、このアキシャル用永久磁石の反アキシャルステータ側に隣接して配置されたアキシャル用バックヨークと、前記アキシャル用永久磁石とは別の永久磁石であって、前記ラジアルステータに対向して配置されて当該ラジアルステータとの間で磁気交換を行う複数のラジアル用永久磁石と、このラジアル用永久磁石の反ラジアルステータ側に隣接して配置された筒状のラジアル用バックヨークと、を備え、前記アキシャル用バックヨークは前記ラジアル用バックヨークに密接する状態で当該ラジアル用バックヨークの内側に配置されているものである。

【0007】

この構成によれば、アキシャル用永久磁石とアキシャルステータとの間で磁気交換が行われる一方で、アキシャル用永久磁石とは別に設けられた、ラジアル用永久磁石とラジアルステータとの間で磁気交換が行われる。すなわち、アキシャル用とラジアル用とで永久磁石が個別に設けられた構造であるため、アキシャル用とラジアル用とで永久磁石が共通化された従来の構造に比べて、永久磁石に対して電機子から受ける逆磁界が過剰となり、不可逆減磁が起き易くなることがない。従って、総磁束量の増大、ひいては発生トルクの増大に寄与するものとなる。

【0008】

なお、上記の記載において、ここで言う「磁気交換」とは、磁化の交換相互作用を意味する。

【0009】

上記構成において、前記ロータは、ロータ本体として前記アキシャルステータの両側に配置された第1ロータ本体および第2ロータ本体を備えるのが好適である。

【0010】

この構成によれば、ロータとアキシャルステータとの磁気交換面積をより増大させるこ

10

20

30

40

50

とができ、発生トルクの増大により一層寄与するものとなる。

【0011】

上記構成において、前記アキシャル用永久磁石と前記ラジアル用永久磁石とは、前記ロータ本体の同一回転角度位置に各々配置されているのが好適である。

【0012】

この構成によれば、各ステータのコイルの位置を揃えることができるので、簡素化でき、またモータ制御も容易になる。

【0013】

この場合、同一角度位置に配置された前記アキシャル用永久磁石および前記ラジアル用永久磁石は、互いにエアギャップ側の磁極が同じ磁極であるのが好適である。

10

【0014】

アキシャル用永久磁石とアキシャルステータとの間に形成される磁束と、ラジアル用永久磁石とラジアルステータとの間に形成される磁束とが互いに影響し合っ(干渉して)トルク発生を阻害することが抑制される。

【0015】

なお、上記の回転電機において、前記ロータは、前記回転軸を通じて前記ロータ本体に冷却液を循環させる冷却液循環通路を備えているのが好適である。

【0016】

この構成によれば、ロータ本体の各永久磁石を効果的に冷却することが可能となり、永久磁石の高温化に伴うモータ効率の低下を抑制することが可能となる。

20

【0017】

また、前記アキシャルステータおよび前記ラジアルステータは、各々、ステータコアとこのステータコアに装着された前記コイルとを備える円環状のステータ本体を備え、当該回転電機は、前記アキシャルステータおよび前記ラジアルステータの各ステータ本体のうち、少なくとも一方のステータ本体の前記コイルを収納する環状の閉空間と、前記閉空間に冷却液を給排可能な冷却液給排部とを備えているのが好適である。

【0018】

この構成によれば、アキシャルステータ又は/及びラジアルステータロータの各コイルを効果的に冷却することが可能となり、コイルの高温化に伴うモータ効率の低下を抑制することが可能となる。

30

【0019】

なお、上記回転電機においては、前記ロータ、前記アキシャルステータおよび前記ラジアルステータが収容されるケースを備え、前記アキシャルステータは、ステータコアとこのステータコアに装着された前記コイルとを備える円環状のステータ本体と、このステータ本体に対して前記軸方向両側から各々組付けられて当該ステータ本体の径方向外側に延在する一対の支持プレートとを含み、前記各支持プレートの周縁部が前記ケースに固定されることにより当該ケースに組み付けられているのが好適である。

【0020】

この構成によれば、アキシャルステータを安定的かつ確実にケースで支持することが可能となる。

40

【発明の効果】

【0021】

以上説明したように、本発明のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機によれば、発生トルクの増大に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明のアキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機の斜視図である。

【図2】上記回転電機の断面図である。

【図3】ケースを外した状態の上記回転電機の斜視図である。

【図4】図3の回転電機を軸方向(軸方向(+))側から見た図である。

50

【図5】(a)は反エアギャップ側(軸方向(+))側から見た第1ロータ本体の斜視図であり、(b)はアキシアルギャップ側(軸方向(-))側から見た第1ロータ本体の斜視図である。

【図6】ロータ本体の組立工程図である。

【図7】ロータ本体の組立工程図である。

【図8】ロータ本体の組立工程図である。

【図9】図4の回転電機から第1ロータ本体を外した図である。

【図10】アキシアルステータの斜視図である。

【図11】支持プレートを外した状態のアキシアルステータの斜視図である。

【図12】第1ラジアルステータの斜視図である。

10

【図13】本発明の変形例に係るアキシアル・ラジアル複合ギャップ型回転電機の断面図である。

【図14】(a)変形例に係るロータ本体をエアギャップ側から見た斜視図であり、(b)は、同ロータ本体を反エアギャップ側から見た斜視図である。

【図15】(a)変形例に係るロータ本体のラジアルバックヨークの斜視図であり、(b)は、アキシアルバックヨークが組み付けられたラジアルバックヨークの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好ましい実施の一形態について詳述する。

【0024】

20

[全体構成]

図1は、本発明の第1実施形態に係るアキシアル・ラジアル複合ギャップ型回転電機1A(以下、回転電機1Aと略す)の斜視図であり、図2は、回転電機1Aの断面図である。また、図3は、後記ケース8を外した上記回転電機1Aの斜視図であり、図4は、図3の回転電機1Aを後記軸方向から見た図(平面図)である。

【0025】

これらの図に示すように、回転電機1Aは、回転軸10を中心に備えるロータ2と、当該ロータ2の後記ロータ本体12A、12Bの間に介在し、ロータ本体12A、12Bに対して回転軸10の軸方向に所定のエアギャップ(アキシアルギャップ)を隔てて対向配置されたアキシアルステータ4と、ロータ本体12A、12Bの径方向外側に各々所定のエアギャップ(ラジアルギャップ)を隔てて対向配置されたラジアルステータ6A、6Bと、前記ロータ2および各ステータ4、6A、6Bが収容されるケース8とを備えている。

30

【0026】

なお、以下の説明では、特に言及する場合を除き、回転軸10と平行な方向を「軸方向又はアキシアル方向」、回転軸10と直交する方向を「径方向又はラジアル方向」、回転軸10(ロータ2)の回転方向を「周方向」と称す。また、便宜上、回転軸10と平行な方向において、その一方側を軸方向(+))側、これと反対側を軸方向(-))側と称す。

【0027】

前記ロータ2は、所定間隔を隔てて対向配置される円盤状の一对のロータ本体12A、12Bと、ロータ本体12A、12Bの中心を貫通する前記回転軸10とを含む。

40

【0028】

各ロータ本体12A、12Bは、回転軸10に固定されており、回転軸10はベアリング9を介してケース8に回転自在に支持されている。

【0029】

詳しくは、図2に示すように、回転軸10は、主軸部11aを中心としてその軸方向両側に各々スプライン軸部11b、ねじ軸部11cおよび支持軸部11dをその順番で備えた多段軸構造を有している。主軸部11aの径(外径)が最も大きく、順次、スプライン軸部11b、ねじ軸部11c、支持軸部11dの順番で径が小さくなっている。一方、ロータ本体12A、12Bの中心には、前記スプライン軸部11bに対応するスプライン溝

50

を備えた貫通孔 14 が形成されている。そして、回転軸 10 の両側から、前記貫通孔 14 にそれぞれスプライン軸部 11b が挿入されるように各ロータ本体 12A、12B が装着され、さらに、各ロータ本体 12A、12B の外側から各ねじ軸部 11c に各々ナット部材 16 が螺着されている。これにより、各ロータ本体 12A、12B が、各々スペーサ 17 を介してナット部材 16 と回転軸 10 の主軸部 11a との間に挟持されている。つまり、各ロータ本体 12A、12B は、回転軸 10 と一体回転可能となるように、当該回転軸 10 にスプライン結合されている。

【0030】

前記ロータ本体 12A、12B (第 1 ロータ本体 12A、第 2 ロータ本体 12B) の基本的な構造は同一である。ここでは、二つのロータ本体 12A、12B のうち、軸方向 (+) 側に位置する第 1 ロータ本体 12A の構成について説明し、その後、第 1 ロータ本体 12A と第 2 ロータ本体 12B との関係について言及することにする。

10

【0031】

第 1 ロータ本体 12A、アキシャルステータ 4 に対向して配置されて当該アキシャルステータ 4 との間で磁気交換 (磁化の交換相互作用) を行う複数のアキシャル用永久磁石 22 と、当該アキシャル用永久磁石 22 とは別の永久磁石であって、第 1 ラジアルステータ 6A に対向して配置されて当該第 1 ラジアルステータ 6A との間で磁気交換を行う複数のラジアル用永久磁石 26 とを備えている。

【0032】

具体的に説明すると、第 1 ロータ本体 12A は、図 2 及び図 5 (a)、(b) に示すように、中心に上記貫通孔 14 を備えた円盤状のベース部材 20 と、このベース部材 20 に各々組み付けられた、複数のアキシャル用永久磁石 22、アキシャル用バックヨーク 24、複数のラジアル用永久磁石 26、ラジアル用バックヨーク 28 および複数のクランプ部材 30 とで構成されている。

20

【0033】

図 6 に示すように、ベース部材 20 は、円形のプレート部 20a とその中心部で当該ベース部材 20a から軸方向に突出するボス部 20b とを備えており、全体が非磁性材料 (アルミなどのセラミック、強化プラスチック、オーステナイト系ステンレス、アルミ等) により一体に形成されている。このベース部材 20 の外周に、前記ラジアル用バックヨーク 28 が配置されている。

30

【0034】

ラジアル用バックヨーク 28 は、軟磁性体から構成されている。詳しくは、ラジアル用バックヨーク 28 は、表面に電氣的絶縁処理を施した軟磁性金属粉末、例えば Fe、Fe-Si 系および Fe-Ni 系などの金属粉末がバインダーと共に圧縮成型された成型体である。ラジアル用バックヨーク 28 は、前記ボス部 20b におけるベース部材 20 の軸方向寸法 (厚み寸法) と同等の軸方向寸法を有した円筒形の部材であり、ベース部材 20 の前記プレート部 20a に外嵌されている。

【0035】

そして、図 7 に示すように、ベース部材 20 のプレート部 20a、ボス部 20b 及びラジアル用バックヨーク 28 により形成された円環状の凹部に、前記アキシャル用バックヨーク 24 と前記複数のアキシャル用永久磁石 22 とが積層した状態で配置されるとともに、前記ラジアル用バックヨーク 28 の外周面上に、前記複数のラジアル用永久磁石 26 が配置されている。

40

【0036】

アキシャル用バックヨーク 24 は、ラジアル用バックヨーク 28 と同等の成型体、すなわち、上記軟磁性金属粉末を主成分とする成型体であり、軸方向に偏平な円環状であり、プレート部 20a に当接する状態で、すなわち上記円環状の凹部の内底面に当接する状態で、ボス部 20b の外周面とラジアル用バックヨーク 28 の内周面との間に嵌入されている。なお、ベース部材 20 のプレート部 20a には、周方向にジグザグに延びる溝部 21 (図 6 参照) が形成されており、当該溝部 21 がアキシャル用バックヨーク 24 により軸

50

方向から覆われている。これにより、当該第1ロータ本体12Aの内部に、径方向に蛇行しながら（図6中の破線参照）周方向に冷却液を循環させる冷却液ジャケット32（図2参照）が形成されている。

【0037】

前記複数のアキシャル用永久磁石22は、ボス部20bの外周面とラジアル用バックヨーク28の内周面との隙間に嵌入され、前記アキシャル用バックヨーク24に積層されている。各アキシャル用永久磁石22は、軸方向に偏平な略扇形の形状を有している。これらアキシャル用永久磁石22は、隣接する磁石22のエアギャップ側（軸方向（-）側）の磁極が交互に異なるように配列されている。各アキシャル用永久磁石22は、図5（a）に示すように、上記隙間に嵌入された状態で、当該エアギャップ側の面（磁気交換面）が前記ボス部20bの軸方向端面およびラジアル用バックヨーク28の軸方向端面と面一となっている。つまり、前記ボス部20bの軸方向端面およびラジアル用バックヨーク28の軸方向端面と、アキシャル用バックヨーク24の軸方向端面との段差寸法は、アキシャル用永久磁石22の厚み寸法と同等の寸法に設定されている。

10

【0038】

前記複数のラジアル用永久磁石26は、ラジアル用バックヨーク28の軸方向寸法と同等の厚み寸法を有した断面長方形で、かつ軸方向視円弧状に形成されている。これらラジアル用永久磁石26は、隣接する磁石26のエアギャップ側（第1ラジアルステータ6Aとのエアギャップ側）の磁極が交互に異なるように配列されている。

【0039】

なお、第1ロータ本体12Aにおいて、アキシャル用永久磁石22とラジアル用永久磁石26とは、図5（b）に示すように、同一回転角度位置に配置されている。すなわち、ラジアル用永久磁石26の軸方向視の周方向長（弧長）は、扇形である上記アキシャル用永久磁石22の中心角に対応した寸法とされ、各々のアキシャル用永久磁石22の外側（第1ロータ本体12Aの径方向外側）に一つのラジアル用永久磁石26が位置するように、各ラジアル用永久磁石26が配列されている。

20

【0040】

また、同一角度位置に配置されたアキシャル用永久磁石22とラジアル用永久磁石26とは、各々、エアギャップ側の磁極が互いに同じ磁極とされている。すなわち、エアギャップ側の磁極がN極であるアキシャル用永久磁石22と同一回転角度位置に配置されるラジアル用永久磁石26のエアギャップ側の磁極はN極とされ、エアギャップ側の磁極がS極であるアキシャル用永久磁石22と同一回転角度位置に配置されるラジアル用永久磁石26のエアギャップ側の磁極はS極とされている。これにより、アキシャル用永久磁石22とアキシャルステータ4との間に形成される磁束と、ラジアル用永久磁石26とラジアルステータ6A、6Bとの間に形成される磁束とが互いに影響し合っ（干渉して）トルク発生を阻害するといったことが抑制される。

30

【0041】

アキシャル用永久磁石22、アキシャル用バックヨーク24、ラジアル用永久磁石26及びラジアル用バックヨーク28は、クランプ部材30によりベース部材20に一体的に固定されている。アキシャル用永久磁石22、アキシャル用バックヨーク24、ラジアル用永久磁石26及びラジアル用バックヨーク28は、例えば接着剤などでベース部材20に固定されているが、当該固定状態がクランプ部材30により補強されている。

40

【0042】

クランプ部材30は、図6に示すように、ベース部材20、アキシャル用永久磁石22、アキシャル用バックヨーク24、ラジアル用永久磁石26及びラジアル用バックヨーク28を、周方向における各永久磁石22、26の端部の位置で軸方向両側から一体に挟み込む。これにより、ベース部材20に対するアキシャル用永久磁石22等の固定強度を補強する。当例では、アキシャル用永久磁石22およびラジアル用永久磁石26の数は8個であり、アキシャル用永久磁石22等は8個のクランプ部材30でベース部材20に固定されている。

50

## 【 0 0 4 3 】

クランプ部材 3 0 は、径方向に延びる一対のアーム部 3 1 a と、これらアーム部 3 1 a を連結する連結部 3 1 b とを有するコ字型の形状を有している。クランプ部材 3 0 は、図 5 ( a )、( b ) 及び図 6 に示すように、互いに隣接する一組のアキシャル用永久磁石 2 2 の周方向端部および互いに隣接する一組のラジアル用永久磁石 2 6 の周方向端部を挟み込むようにこれらに装着されている。これにより、ベース部材 2 0、アキシャル用永久磁石 2 2、アキシャル用バックヨーク 2 4、ラジアル用永久磁石 2 6 及びラジアル用バックヨーク 2 8 が、当該クランプ部材 3 0 により一体に軸方向両側から押さえ込まれている。

## 【 0 0 4 4 】

図 8 に示すように、各アキシャル用永久磁石 2 2 の周方向両端部には段差部 2 2 a が各々形成され、同様に、各ラジアル用永久磁石 2 6 の周方向両端部にも段差部 2 6 a が各々形成されている(図 7、図 1 5 では省略)。また、図 6 及び図 7 に示すように、ラジアル用バックヨーク 2 8 の両端面のうち、クランプ部材 3 0 に対応する位置には各々当該クランプ部材 3 0 に対応する幅の溝部 2 8 a が形成され、また、ベース部材 2 0 のボス部 2 0 b の端面うち、クランプ部材 3 0 に対応する位置には、各々当該クランプ部材 3 0 に対応する幅の径方向に延びる溝部 2 0 2 が形成され、ボス部 2 0 b の反ボス部側の面のうち、クランプ部材 3 0 に対応する位置には、各々当該クランプ部材 3 0 に対応する幅の径方向に延びる溝部 2 0 1 が形成されている。すなわち、クランプ部材 3 0 は、周方向に隣接するアキシャル用永久磁石 2 2 の間および周方向に隣接するラジアル用永久磁石 2 6 の間に介在した状態で上記各段差部 2 2 a、2 6 a に係合し、かつ、ラジアル用バックヨーク 2 8、プレート部 2 0 a 及びボス部 2 0 b の上記各溝部 2 8 a、2 0 1、2 0 2 に嵌入されている。これにより、図 5 ( a )、( b ) に示すように、各クランプ部材 3 0 (各アーム部 3 1 a 及び連結部 3 1 b) の表面と、アキシャル用永久磁石 2 2、ラジアル用永久磁石 2 6、ラジアル用バックヨーク 2 8、ベース部材 2 0 (プレート部 2 0 a、ボス部 2 0 b) の表面とが面一となっている。

## 【 0 0 4 5 】

クランプ部材 3 0 の各アーム部 3 1 a は、各々の先端に、互いに反対向きに延びる爪部 3 0 1 を備えている。これらの爪部 3 0 1 は、図 5 ( a )、( b ) に示すように、ベース部材 2 0 (プレート部 2 0 a、ボス部 2 0 b) の端面から軸方向に突出している。図 2 に示すように、第 1 ロータ本体 1 2 A が回転軸 1 0 に固定された状態で、各クランプ部材 3 0 の軸方向 (+) 側の爪部 3 0 1 は、上記スペーサ 1 7 に形成された図外の円環状の溝部に挿入され、軸方向 (-) 側の爪部 3 0 1 は、回転軸 1 0 の上記主軸部 1 1 a の端面に形成された円環状の溝部 1 0 1 (図 9 参照) に挿入されている。これにより、クランプ部材 3 0 が抜け止めされ、ベース部材 2 0、アキシャル用永久磁石 2 2、アキシャル用バックヨーク 2 4、ラジアル用永久磁石 2 6 及びラジアル用バックヨーク 2 8 がクランプ部材 3 0 により一体化された状態が維持されている。

## 【 0 0 4 6 】

第 1 ロータ本体 1 2 A の構造は以上の通りである。第 2 ロータ本体 1 2 B の構造も第 1 ロータ本体 1 2 A と同一であるが、図 2 に示すように、第 2 ロータ本体 1 2 B は、第 1 ロータ本体 1 2 A とは逆向き、すなわち、アキシャル用永久磁石 2 2 が軸方向 (+) 側を向く状態で回転軸 1 0 に固定されている。

## 【 0 0 4 7 】

なお、第 1 ロータ本体 1 2 A の各アキシャル用永久磁石 2 2 と第 2 ロータ本体 1 2 B の各アキシャル用永久磁石 2 2 とは互いに同一の回転角度位置に配置されている。つまり、第 1 ロータ本体 1 2 A の各アキシャル用永久磁石 2 2 と第 1 ロータ本体 1 2 A の各アキシャル用永久磁石 2 2 とは、上記アキシャルステータ 4 を挟んで互いに軸方向に向かい合っている。但し、向かい合うアキシャル用永久磁石 2 2 同士は、エアギャップ側の磁極が互いに異なっている。つまり、各ロータ本体 1 2 A、1 2 B の同一の回転角度位置に位置するアキシャル用永久磁石 2 2 同士は、エアギャップ側の磁極が互いに異なる磁極となっている。これにより、アキシャルステータ 4 とその両側の各ロータ本体 1 2 A、1 2 B の各

10

20

30

40

50



アキシシャル用永久磁石 2 2 とが互いに影響し合っ (干渉して) トルク発生を阻害するといったことが抑制される。

【 0 0 4 8 】

なお、各ロータ本体 1 2 A、1 2 B の上記冷却液ジャケット 3 2 には、回転軸 1 0 を通じてオイル等の冷却液の給排が可能となっている。詳しくは、図 2 及び図 5 ( b ) に示すように、ベース部材 2 0 には、回転軸 1 0 の主軸部 1 1 a の端面に対向する位置で開口して冷却液ジャケット 3 2 に連通するロータ側液供給通路 3 4 と、貫通孔 1 4 を挟んで当該ロータ側液供給通路 3 4 とは径方向反対側の位置に、同じく主軸部 1 1 a の端面に対向する位置に開口して冷却液ジャケット 3 2 に連通するロータ側液排出通路 3 5 とが形成されている。一方、回転軸 1 0 には、主軸部 1 1 a の両端面の位置に開口して上記ロータ側液供給通路 3 4 に連通する軸側液供給通路 3 6 と、主軸部 1 1 a の両端面の位置に開口して上記ロータ側液排出通路 3 5 に連通する軸側液排出通路 3 7 とが形成されている。これにより、軸側液供給通路 3 6 およびロータ側液供給通路 3 4 を通じて冷却液が回転軸 1 0 から各ロータ本体 1 2 A、1 2 B の冷却液ジャケット 3 2 に供給され、各ロータ本体 1 2 A、1 2 B 内を流通した後、ロータ側液排出通路 3 5 および軸側液排出通路 3 7 を通じて各ロータ本体 1 2 A、1 2 B から回転軸 1 0 に排出されるようになっている。

10

【 0 0 4 9 】

なお、当実施形態では、各ロータ本体 1 2 A、1 2 B の上記冷却液ジャケット 3 2 と各通路 3 4 ~ 3 7 とにより、本発明の「冷却液循環通路」が構成されている。

【 0 0 5 0 】

前記アキシシャルステータ 4 は、上記ロータ 2 の両ロータ本体 1 2 A、1 2 B の間に配置されている。

20

【 0 0 5 1 】

図 9 は、図 4 の回転電機から第 1 ロータ本体と支持プレート 4 6 の周縁部 (段差部より外径部) を外した図であり、図 1 0 は、アキシシャルステータ 4 の斜視図であり、図 1 1 は、後記支持プレート 4 6 を外した状態のアキシシャルステータ 4 の斜視図である。

【 0 0 5 2 】

アキシシャルステータ 4 は、周方向に並ぶ複数 (当例では 1 2 個) のステータコア 4 2 および各ステータコア 4 2 に装着 (巻回) されて周方向に並ぶ U 相、V 相、W 相の複数のコイル 4 4 を備えた円環状のステータ本体 4 0 と、軸方向の両側からステータ本体 4 0 を支持する一対の支持プレート 4 6 と、ステータ本体 4 0 の内外の位置でそれぞれ前記一対の支持プレート 4 6 を連結する第 1、第 2 の円筒部材 4 8、4 9 とを含む。

30

【 0 0 5 3 】

ステータコア 4 2 は、ブロック状のコア本体 4 3 a と、このコア本体 4 3 a の側面に固定された非磁性材料からなる支持部材 4 3 b と、これらを包囲する絶縁性材料からなる筒状のボビン (図示省略) とを有する。コア本体 4 3 a は、複数枚の電磁鋼板が積層一体化されたもので、軸方向視で台形状に形成されている。そして、前記コイル 4 4 が、支持部材 4 3 b およびボビンの外側からステータコア 4 2 に対して装着 (巻回) されている。

【 0 0 5 4 】

前記一対の支持プレート 4 6 は、非磁性材料 (アルミナなどのセラミック、強化プラスチック、オーステナイト系ステンレス、アルミ等) により形成された円盤状の部材である。各支持プレート 4 6 は、ステータ本体 4 0 を軸方向両側から挟み込み、当該ステータ本体 4 0 を支持した状態で上記円筒部材 4 8、4 9 を介して互いに連結、固定されている。

40

【 0 0 5 5 】

なお、図 2 及び図 1 0 に示すように、各支持プレート 4 6 のうち、その径方向におけるステータ本体 4 0 の外側には段差部が形成されており、上記第 2 円筒部材 4 9 は、各支持プレート 4 6 の当該段差部の間に位置する。このように、各支持プレート 4 6 に段差部が形成されることで、後記ラジアルステータ 6 A、6 B のコイル 5 8 と支持プレート 4 6 との干渉を避けるようになっている。

【 0 0 5 6 】

50

図10に示すように、各支持プレート46は、回転軸10の主軸部11aが貫通する円形の軸孔46aを備えている。各支持プレート46は、ケース8の外径と同等の外径寸法を有し、ステータ本体40からその径方向外側に延在している(図2参照)。つまり、各支持プレート46の周縁部は、アキシアルステータ4のフランジ部を形成している。

【0057】

各支持プレート46は、軸孔46aを中心として、その周囲に前記コア本体43aに対応する形状の複数の窓部46bを備えている。他方、ステータ本体40の各コア本体43aは、図2に示すように、支持部材43bの端面から軸方向外側に突出しており、当該突出部分が前記窓部46bに嵌合するように、各支持プレート46がステータ本体40の両側に重ねられている。このように支持プレート46の軸孔46aにコア本体43aの端部が嵌合することで、各ステータコア42のコア本体43aの端面(磁気交換面)が各ロータ本体12A、12Bに直に対面している。

【0058】

なお、各支持プレート46とステータ本体40との間には、各支持プレート46とステータ本体40との間を液密状態にシールするシール部材が挟み込まれている。

【0059】

前記ステータ本体40の径方向内側には、第1円筒部材48が配置され、径方向外側には、第1円筒部材48よりも大径の第2円筒部材49が配置されている。これら第1、第2の円筒部材48、49は、支持プレート46と同様に非磁性材料(アルミなどのセラミック、強化プラスチック、オーステナイト系ステンレス、アルミ等)で形成されている。各円筒部材48、49は、図2に示すように、両支持プレート46の間に介設されている。各支持プレート46は、軸方向外側から各々図外のボルトにより第1、第2の円筒部材48、49に固定されている。これにより、ステータ本体40が各支持プレート46に支持されるとともに、アキシアルステータ4に、ステータ本体40の前記コイル44を収納する円環状の閉空間、すなわち、両支持プレート46および第1、第2の円筒部材48、49からなる、冷却液循環用の冷却液ジャケット45(図2参照)が形成されている。そして、第2円筒部材49の頂部に、冷却液ジャケット45に対して冷却液を導入するためのパイプ等のアキシアル用冷却液導入ポート $P_{01}$ が備えられる一方、底部に、冷却液ジャケット45から冷却液を導出するためのパイプ等のアキシアル用冷却液導出ポート $P_{02}$ が備えられている。

【0060】

前記ラジアルステータ6A、6B(第1ラジアルステータ6A、第2ラジアルステータ6B)は、各々、前記ロータ本体12A、12Bの径方向外側に所定のエアギャップ(ラジアルギャップ)を隔てて配置されている。具体的には、第1ロータ本体12Aの径方向外側に第1ラジアルステータ6Aが配置され、第2ロータ本体12Bの径方向外側に第2ラジアルステータ6Bが配置されている。

【0061】

各ラジアルステータ6A、6Bの構造は同一であり、ここでは、第1ラジアルステータ6Aの構成について説明する。

【0062】

図12は、第1ラジアルステータ6A(6B)の斜視図である。図4及び図12に示すように、第1ラジアルステータ6Aは、周方向に連結された複数(当例では12個)のコアユニット50と、これらコアユニット50を径方向外側から支持する円筒状の支持リング52とを備えた円環状に構成されている。

【0063】

各コアユニット50は、分割コア54と、この分割コア54の周囲に装着される筒状のボビン56と、分割コア54に対してボビン56の外側から巻回されるコイル58とを含む。

【0064】

前記分割コア54は、第1ラジアルステータ6Aのステータコアを構成するものである

10

20

30

40

50

。つまり、上記の通り、複数のコアユニット50が周方向に連結されることにより、各コアユニット50の分割コア54同士が協働して円環状のステータコアを形成する。

【0065】

分割コア54は、図4に示すように、周方向に延びるバックコア部55aと、その中心から径方向中心（ロータ中心）に向かって延びるティース部55bとを有した、軸方向視略T字型の形状を有する。詳しく図示していないが、分割コア54は、略T字型に形成された所定枚数の電磁鋼板が軸方向に積層されることにより構成されており、これにより、上記ラジアル用永久磁石26の幅（軸方向の寸法/図2では左右方向の寸法）と同等又はそれよりも若干小さい厚みを有している。

【0066】

前記バックコア部55aの周方向両端には、各々、隣接する分割コア54のバックコア部55aと連結可能な連結部（図示省略）が形成されている。これにより、隣接するコアユニット50の分割コア54同士が、図4に示すように周方向に連結されている。

【0067】

ボビン56は、絶縁性を有する樹脂材料から形成されており、分割コア54のティース部55bを包囲するようにその外周面上に装着されている。ボビン56の両端には、各々、鏝部56a、56bが形成されている。鏝部56a、56bは、第1ラジアルステータ6Aの軸方向および周方向に延在している。各鏝部56a、56bの周方向端部には、各々、隣接するボビン56の鏝部56a、56bとを水密状態に連結可能な連結部（図示省略）が形成されている。これにより、隣接するコアユニット50のボビン56同士も図4

【0068】

このように、隣接する分割コア54のバックコア部55a同士が連結されるとともに、隣接するボビン56の鏝部56a、56b同士が連結されることにより、各コアユニット50が周方向に連結されている。そして、このように周方向に連結された複数のコアユニット50の外周面上に、樹脂材料等、絶縁体からなる前記支持リング52が外嵌されている。これにより、周方向にU相、V相、W相の複数のコイル58が並んだ第1ラジアルステータ6Aが構成されている。

【0069】

なお、各ボビン56の鏝部56a、56bの軸方向端部は、ケース8および支持プレート46の後記溝部に液密状態で嵌合されている。これにより、第1ラジアルステータ6Aに、各コアユニット50のコイル58が収納される円環状の閉空間、すなわち、ケース8、支持プレート46および両鏝部56a、56bからなる、冷却液循環用の冷却液ジャケット53（図2参照）が形成されている。そして、第1ラジアルステータ6Aの頂部に位置するコアユニット50のボビン56に、冷却液ジャケット53に対して冷却液を導入するためのパイプ等のラジアル用冷却液導入ポートP<sub>11</sub>が接続される一方、第1ラジアルステータ6Aの底部（図2では下端部）に位置するコアユニット50のボビン56に、冷却液ジャケット53から冷却液を導出するためのパイプ等のアキシャル用冷却液導出ポートP<sub>12</sub>が備えられている。各ポートP<sub>11</sub>、P<sub>12</sub>はケース8に保持されている。

【0070】

なお、ラジアルステータ6A、6Bについては、周方向に連結された上記複数のコアユニット50が本発明の「ステータ本体」に相当する。また、上記ポートP<sub>11</sub>、P<sub>12</sub>および上述したアキシャル用のポートP<sub>01</sub>、P<sub>02</sub>が本発明の「冷却液給排部」に相当する。

【0071】

第1ラジアルステータ6Aの構造は以上の通りである。第2ラジアルステータ6Bの構造も第1ラジアルステータ6Aの構造と同一であるが、図2に示すように、第2ラジアルステータ6Bは、アキシャルステータ4を挟んで第1ラジアルステータ6Aとは対称な向きになっている。

【0072】

上記ケース 8 は、セラミックや繊維強化樹脂で構成されている。ケース 8 は、図 1 および図 2 に示すように、回転電機 1 A の軸方向 (+) 側に位置する第 1 サイドケース 8 a と、軸方向 (-) 側に位置する第 2 サイドケース 8 b とで構成される。サイドケース 8 a、8 b は、向きが異なるだけで構成は同一である。

【 0 0 7 3 】

各サイドケース 8 a、8 b は、軸方向に延びる円筒状の周壁部 8 0 とその一端を塞ぐ端面部 8 2 とを備えており、これら周壁部 8 0 と端面部 8 2 とが同一材料により一体に形成されている。端面部 8 2 の中心には、軸孔 8 2 a が形成されおり、端面部 8 2 の内側には、軸孔 8 2 a と同心上にベアリング 9 が固定されている。

【 0 0 7 4 】

各サイドケース 8 a、8 b は、周壁部 8 0 同士が向かい合わせの状態であキシャルステータ 4 に取り付けられている。詳しくは、図 2 に示すように、回転軸 1 0 (支持軸部 1 1 d) が上記ベアリング 9 及び軸孔 8 2 a を通じて外側に導出され、この状態で、各サイドケース 8 a、8 b の周壁部 8 0 が、アキシャルステータ 4 の周縁部、つまり、支持プレート 4 6 の周縁部に突き当てられ、当該周縁部に図外のボルトにより固定されている。

【 0 0 7 5 】

なお、図 2 に示すように、第 1 ラジアルステータ 6 A は、第 1 サイドケース 8 a と軸方向 (+) 側の支持プレート 4 6 との間に挟持されており、第 2 ラジアルステータ 6 B は、第 2 サイドケース 8 b と軸方向 (-) 側の支持プレート 4 6 との間に挟持されている。

【 0 0 7 6 】

詳しくは、第 1 サイドケース 8 a の端面部 8 2 と軸方向 (+) 側の支持プレート 4 6 の各々対向面には、回転軸 1 0 を中心とした同心円上に二重の円形溝が形成されている。そして、上記コアユニット 5 0 のボビン 5 6 の鏝部 5 6 a、5 6 b (の軸方向端部) が各々上記円形溝に嵌合した状態で、第 1 ラジアルステータ 6 A が第 1 サイドケース 8 a の端面部 8 2 と支持プレート 4 6 との間に挟持されている。第 2 ラジアルステータ 6 B も同様にして、第 2 サイドケース 8 b の端面部 8 2 と支持プレート 4 6 との間に挟持されている。

【 0 0 7 7 】

なお、第 1 ラジアルステータ 6 A の各コイル 5 8 と第 2 ラジアルステータ 6 B の各コイル 5 8 とは同一角度位置に位置しており、また、各ラジアルステータ 6 A、6 B の各コイル 5 8 とアキシャルステータ 4 のコイル 4 4 とは同一角度位置に位置している。また、同一角度位置に位置するコイル 4 4、5 8 は同一相のコイルとされている。すなわち、各ステータ 4、6 A、6 B は、コイル 4 4、5 8 が互いに同一角度位置に位置し、かつ同一角度位置に位置するコイル 4 4、5 8 が同一相となるように、互いにケース 8 を介して周方向に位置決めされた状態で組み付けられている。

【 0 0 7 8 】

[ 作用効果 ]

上記回転電機 1 A によれば、ロータ 2 の各ロータ本体 1 2 A、1 2 B にアキシャル用永久磁石 2 2 とラジアル用永久磁石 2 6 とが個別に設けられていて、アキシャル用永久磁石 2 2 とアキシャルステータ 4 との間で磁気交換が行われる一方で、ラジアル用永久磁石 2 6 とラジアルステータ 6 A、6 B との間で磁気交換が行われる。すなわち、アキシャル用とラジアル用とで永久磁石 (界磁) が個別に設けられた構造である。そのため、アキシャル用およびラジアル用として永久磁石 (界磁) が共通化されている従来の構造に比べるとトータルの磁気交換面積を増大させることができ、電機子から受ける逆磁界に対する余裕が増大する。

【 0 0 7 9 】

しかも、上記回転電機 1 A によれば、アキシャル用永久磁石 2 2 とアキシャルステータ 4 との間、およびラジアル用永久磁石 2 6 とラジアルステータ 6 A、6 B との間で各々良好かつ安定的な磁束形成が可能であり、これにより、上記のような磁気交換面積の増大と相まって効果的に発生トルクを増大させることができるという利点もある。すなわち、アキシャル用永久磁石 2 2 とラジアル用永久磁石 2 6 とはロータ本体 1 2 A、1 2 B の同一

10

20

30

40

50

回転角度位置に各々配置され、さらに、同一角度位置に配置されるアキシヤル用永久磁石 22 およびラジアル用永久磁石 26 の各々エアギャップ側の磁極は互いに同じ磁極とされているので、アキシヤル用永久磁石 22 とアキシヤルステータ 4 との間に形成される磁束と、ラジアル用永久磁石 26 とラジアルステータ 6A、6B との間に形成される磁束とが互いに影響し合っ（干渉して）トルク発生を阻害するといったことが抑制される。また、第 1 ロータ本体 12A の各アキシヤル用永久磁石 22 と第 2 ロータ本体 12B の各アキシヤル用永久磁石 22 とは互いに同一の回転角度位置に配置されており、各ロータ本体 12A、12B の同一の回転角度位置のアキシヤル用永久磁石 22 同士は、エアギャップ側の磁極が互いに異なる磁極とされているので、アキシヤルステータ 4 とその両側の各ロータ本体 12A、12B の各アキシヤル用永久磁石 22 とに亘って良好に安定的な磁束が形成される。そのため、上記回転電機 1A によれば、磁気交換面積の増大による総磁束量の増大および良好かつ安定的な磁束形成が可能であり、これにより効果的に発生トルクを増大させることができる。

10

## 【0080】

また、上記回転電機 1A によれば、軟磁性金属粉からなる成型体であるアキシヤル用バックヨーク 24 およびラジアル用バックヨーク 28 が互いに嵌合した状態でアキシヤル用永久磁石 22 およびラジアル用永久磁石 26 の背後に位置しているため、アキシヤル方向の磁束路とラジアル方向の磁束路とが互いに補完することができ、その結果、総磁束量が増大する。従って、この点でも効果的に発生トルクを増大させることができる。

20

## 【0081】

なお、上記回転電機 1A では、総磁束量の増大に伴いアキシヤル用およびラジアル用の各永久磁石 22、26 や各コイル 44、58 の発熱量が増大することが予想され、当該発熱による効率の低下が懸念される。しかし、上記回転電機 1A によれば、ロータ 2 については、各ロータ本体 12A、12B に各々冷却液ジャケット 32 が形成され、回転軸 10 を通じて冷却液を循環させることが可能となっている。また、アキシヤルステータ 4 および各ラジアルステータ 6A、6B についても、各々、コイル 44、58 が収納される円環状の冷却液ジャケット 45、53 が設けられ、冷却液導入ポート P<sub>01</sub>、P<sub>11</sub> 及び冷却液導入ポート P<sub>02</sub>、P<sub>12</sub> を通じて冷却液を循環させることができる。特に、コイル 44、58 については、これらを冷却液に浸漬させながら当該冷却液を循環させることができる。そのため、各永久磁石 22、26 や各コイル 44、58 の効果的な抜熱が可能であり、これにより、当該発熱に起因する回転電機 1A の効率低下を抑制することができる。

30

## 【0082】

## [変形例等]

上記回転電機 1A は、本発明に係るアキシヤル・ラジアル複合ギャップ型回転電機の好ましい実施形態の例示であって、その具体的な構成は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。例えば、以下のような構成を採用することもできる。

## 【0083】

(1) 上記回転電機 1A のロータ 2 は、2つのロータ本体 12A、12B を備えているがロータ本体は 1 つでもよい。図 13 は、ロータ本体が 1 つの場合の構成例である。なお、同図では、便宜上、ロータ本体およびラジアルステータの符号として、図 2 の第 1 ロータ本体 12A および第 1 ラジアルステータ 6A の符号を用いている。

40

## 【0084】

図 13 に示す回転電機 1B は、図 2 に示した回転電機 1A の第 2 ロータ本体 12B および第 2 ラジアルステータ 6B が省略され、その代わりに、アキシヤルステータ 4 の反ロータ本体側（軸方向（-）側）にバックヨーク 5 が配設された構成を有する。バックヨーク 5 は、回転軸 10 を中心として帯状の電磁鋼板が渦巻状に巻かれたドーナツ型のもの（巻きコア）であり、ステータ本体 40 の内径、外径とほぼ同等の内径、外径を有している。バックヨーク 5 は、ケース 8 に設け受けられたバックヨーク 5 を収める溝に嵌め込んで位置決めされ、ケース 8 を支持プレート 46 の周縁部に図外のボルトで固定することで、ステータ本体 40 と接触する。なお、バックヨーク 5 とコア本体 43a との間には、絶縁

50

フィルムを挟み込むと良い。各積層間の表面に凹凸が存在する場合、積層間の磁束の流れが不均一化して鉄損が増大することを、避けることができる。バックヨーク5の具体的な構造は渦巻状以外の構造であってもよいが、渦巻状のバックヨーク5によれば、当該バックヨーク5における磁束流れ方向に電磁鋼板間の隙間が形成されることがないため円滑な磁束流れの形成、ひいては発生トルクを増大するうえで有利となる。

**【0085】**

(2) 上記回転電機1Aのロータ2は、図14(a)、(b)に示すように、隣接するアキシャル用永久磁石22の間にアキシャル用磁性部29aが配置されるとともに、隣接するラジアル用永久磁石26の間にラジアル用磁性部29bが配置されるものであってもよい。

10

**【0086】**

詳しく説明すると、各磁性部29a、29bは、上記バックヨーク24、28と同様、Fe、Fe-Si系及びFe-Ni系などの軟磁性金属粉を主成分とする成型体であり、当例では、両磁性部29a、29bは、図15(a)に示すように、ラジアル用バックヨーク28に一体に形成されている。すなわち、ラジアル用バックヨーク28は、円環状のバックヨーク本体部28aと、その周方向に一定間隔で設けられるアキシャル用磁性部29a及びラジアル用磁性部29bを備え、これらバックヨーク本体部28a、アキシャル用磁性部29a及びラジアル用磁性部29bが上記軟磁性金属粉を主成分とする同一材料により一体に成型されている。

20

**【0087】**

図15(b)に示すように、アキシャル用磁性部29aは、バックヨーク本体部28aの一方側の軸方向端面に当該端面から軸方向に突出するように設けられている。アキシャル用磁性部29aは、当該バックヨーク本体部28aの中心に向かって伸びる略扇形を成しており、当該中心側の端部(すなわち先端部)は、ベース部材20の上記ボス部20bの周面に当接している。一方、ラジアル用磁性部29bは、バックヨーク本体部28aの外周面から径方向外側に突出するように設けられている。

**【0088】**

そして、図15(b)に示すように、アキシャル用バックヨーク24がアキシャル用磁性部29aの反エアギャップ側の面に当接するようにバックヨーク本体部28a(バックヨーク本体部28a)の内側に嵌入され、隣接するアキシャル用磁性部29aの間に各々アキシャル用永久磁石22が配置されてアキシャル用バックヨーク24に積層されるとともに、隣接するラジアル用磁性部29bの間に各々ラジアル用永久磁石26が配置されている。この状態で、互いに隣接するアキシャル用永久磁石22とアキシャル用磁性部29aとの周方向端部、および互いに隣接するラジアル用永久磁石26とラジアル用磁性部29bとの周方向端部とに一体にクランプ部材30が装着されている。この構成により、図14(a)、(b)に示すように、ベース部材20、アキシャル用永久磁石22、アキシャル用バックヨーク24、ラジアル用永久磁石26及びラジアル用バックヨーク28が、当該クランプ部材30により一体化されている。

30

**【0089】**

このような図14(a)、(b)に示すロータ本体12A、12Bによれば、上記の通り、隣接するアキシャル用永久磁石22の間に軟磁性材料からなるアキシャル用磁性部29aが配置され、隣接するラジアル用永久磁石26の間に同様に軟磁性材料からなるラジアル用磁性部29bが配置されているので、アキシャル方向およびラジアル方向の双方向において、各々リラクタンストルクが増大する。そのため、回転電機1Aにおいて、より効果的に発生トルクを増大させることが可能となる。特に、リラクタンストルクが増大することで、高回転域でのトルク確保に有利となる。

40

**【0090】**

なお、図14(a)、(b)に示すロータ12の構成は、図13に示した回転電機1Bにも適用可能である。また、図14(a)、(b)の例では、磁性部29a、29bはラジアル用バックヨーク28に一体に設けられているが、勿論、ラジアル用バックヨーク2

50

8とは別体であってもよい。

【0091】

(3)上記回転電機1A、1Bでは、アキシャル用バックヨーク24とラジアル用バックヨーク28とが個別に設けられているが、これらは一体に成型されたものであってもよい。

【符号の説明】

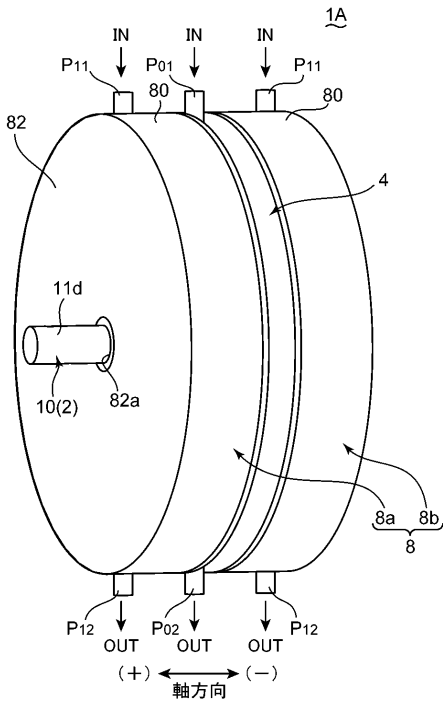
【0092】

- 1A、1B アキシャル・ラジアル複合ギャップ型回転電機
- 2 ロータ
- 4 アキシャルステータ
- 6A 第1ラジアルステータ
- 6B 第2ラジアルステータ
- 8 ケース
- 8a 第1サイドケース
- 8b 第2サイドケース
- 10 回転軸
- 12A 第1ロータ本体
- 12B 第2ロータ本体
- 14 貫通孔
- 22 アキシャル用永久磁石
- 24 アキシャル用バックヨーク
- 26 ラジアル用永久磁石
- 28 ラジアル用バックヨーク

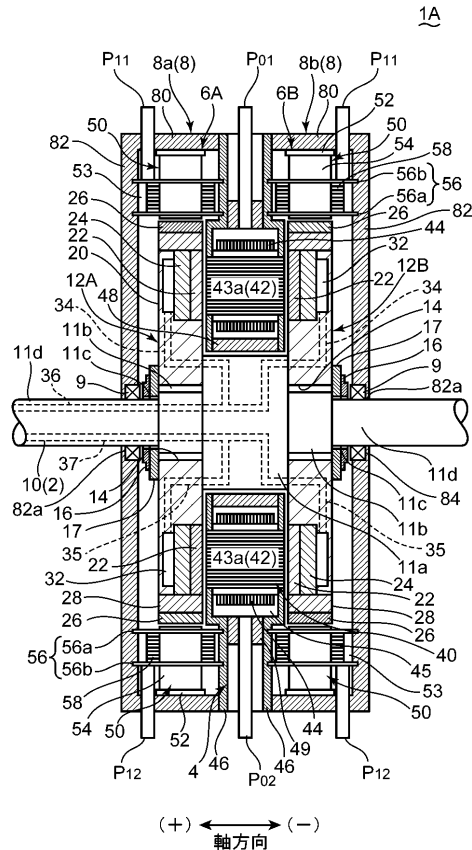
10

20

【図1】



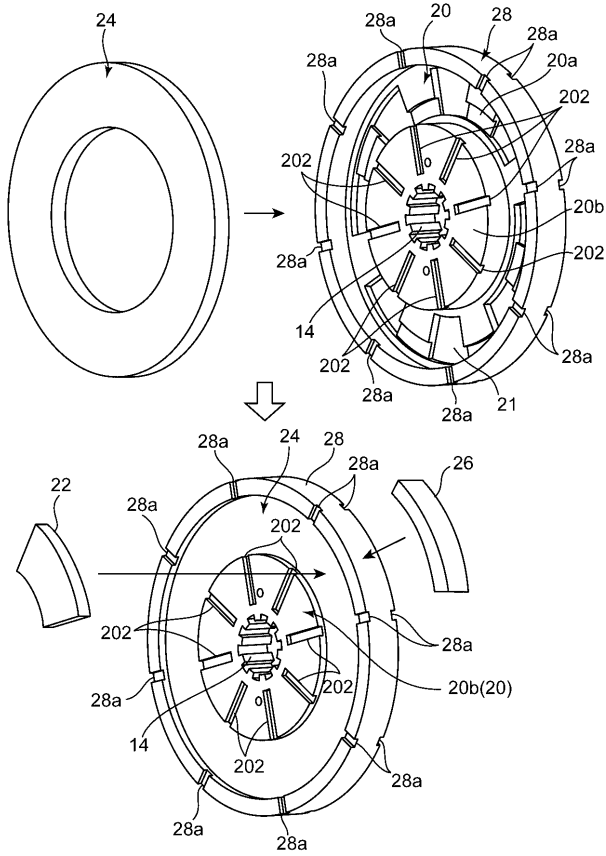
【図2】



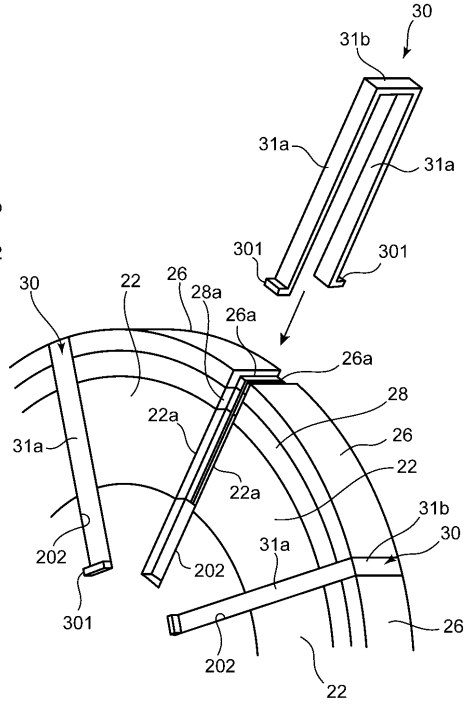




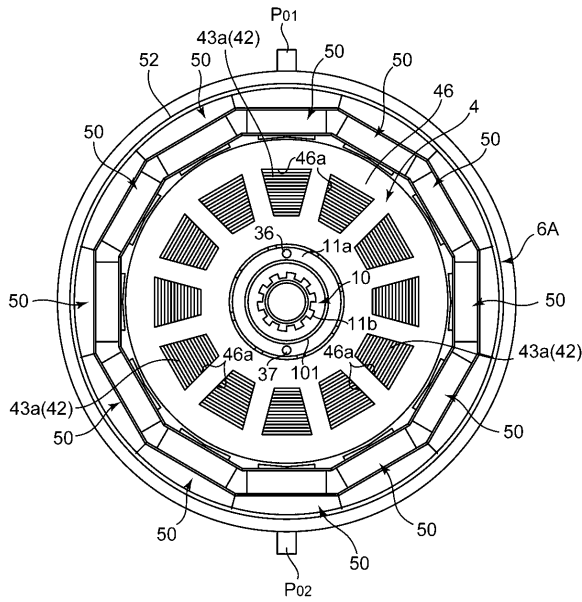
【図7】



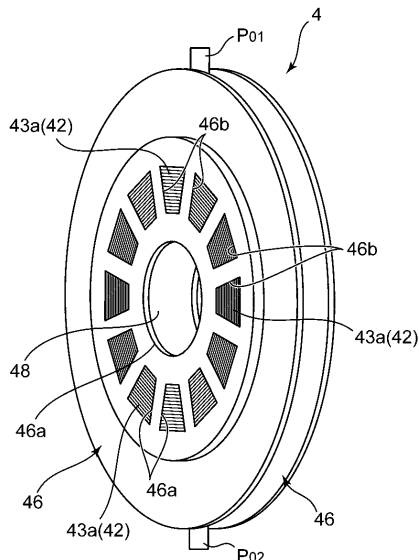
【図8】



【図9】

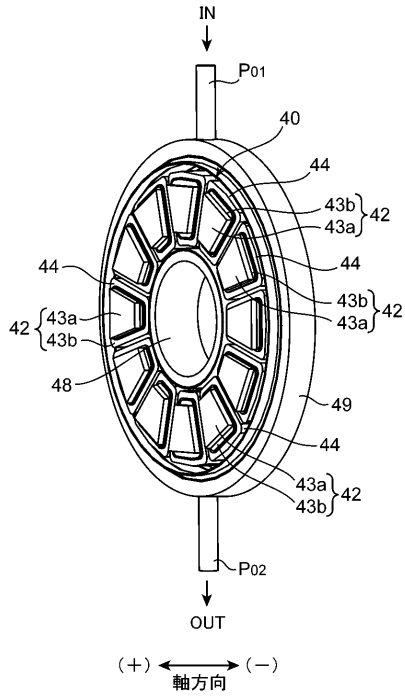


【図10】

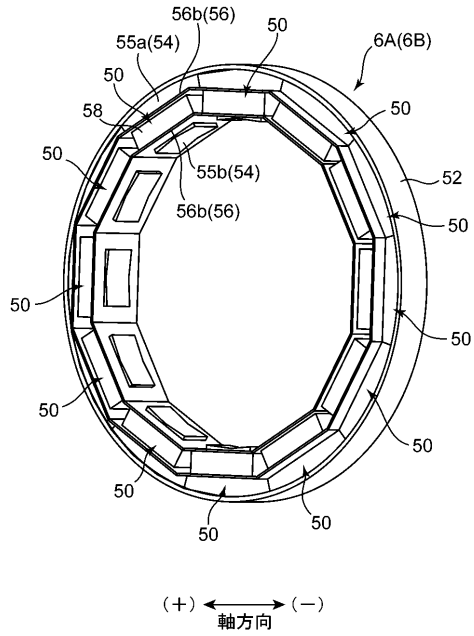


(+) ← → (-)  
軸方向

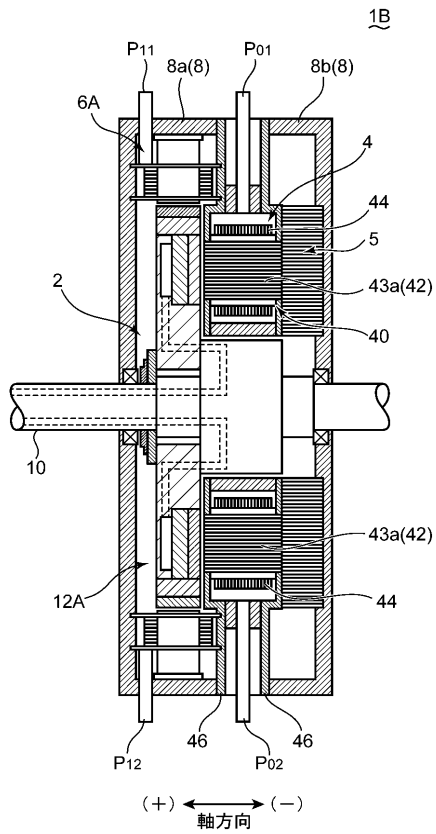
【図11】



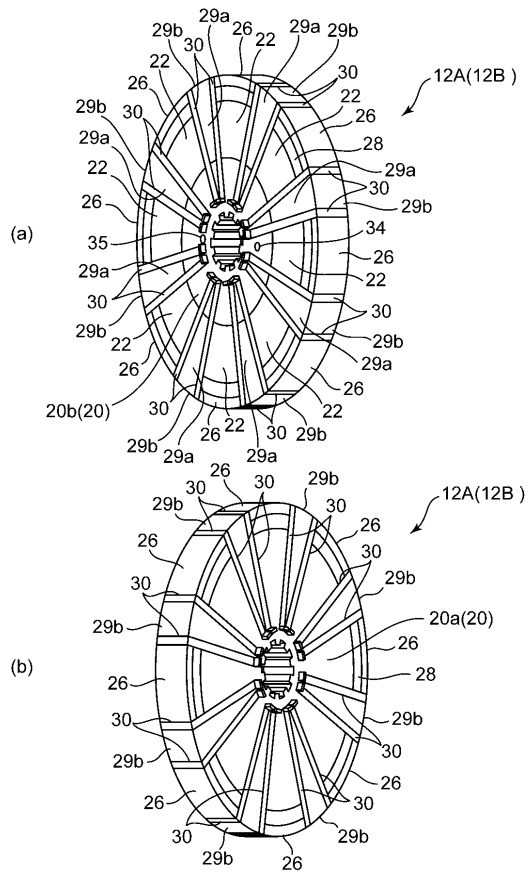
【図12】



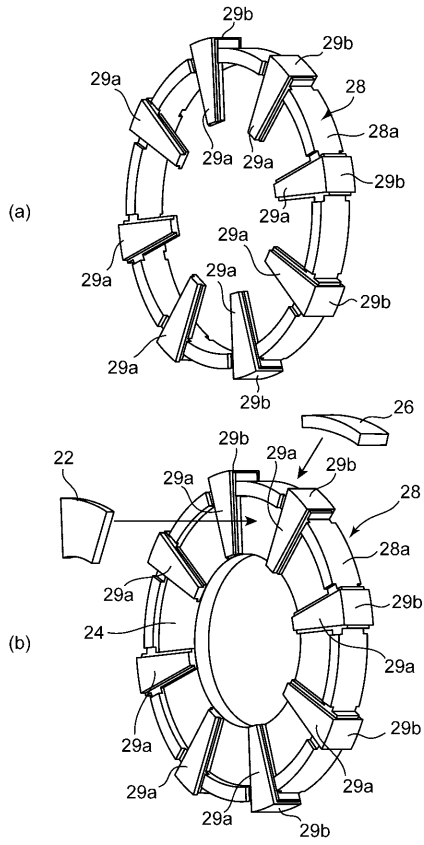
【図13】



【図14】



【 図 15 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-043839(JP,A)  
米国特許出願公開第2009/0001831(US,A1)  
米国特許出願公開第2009/0021095(US,A1)  
米国特許出願公開第2008/0278020(US,A1)  
特開2005-318782(JP,A)  
特表2012-518376(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02K 16/00