

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4294708号
(P4294708)

(45) 発行日 平成21年7月15日(2009.7.15)

(24) 登録日 平成21年4月17日(2009.4.17)

(51) Int. Cl.	F I		
HO2K 19/24 (2006.01)	HO2K 19/24	A	
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K 1/27	5 O 1 C	
HO2K 15/03 (2006.01)	HO2K 15/03	G	
HO2K 21/16 (2006.01)	HO2K 21/16	G	
HO2K 15/02 (2006.01)	HO2K 15/02	M	
請求項の数 5 (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2007-212991 (P2007-212991)
 (22) 出願日 平成19年8月17日(2007.8.17)
 (65) 公開番号 特開2009-50074 (P2009-50074A)
 (43) 公開日 平成21年3月5日(2009.3.5)
 審査請求日 平成21年2月2日(2009.2.2)

(73) 特許権者 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 100110423
 弁理士 曾我 道治
 (74) 代理人 100084010
 弁理士 古川 秀利
 (74) 代理人 100094695
 弁理士 鈴木 憲七
 (74) 代理人 100111648
 弁理士 梶並 順
 (74) 代理人 100122437
 弁理士 大宅 一宏
 (74) 代理人 100147566
 弁理士 上田 俊一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ボス部、該ボス部の軸方向両端縁部から径方向外方に延設された一対の継鉄部、および該一対の継鉄部のそれぞれから交互に軸方向に延設され、噛み合って周方向に配列された複数の爪状磁極部を有し、上記ボス部の軸心位置に挿通された回転軸に固着されたポールコアと、上記ボス部、上記一対の継鉄部、および上記複数の爪状磁極部に囲まれた空間内に収納された界磁コイルと、を有する回転子と、

上記回転子の外周を所定のエアギャップを介して囲繞して配設された固定子と、を備えた回転電機において、

上記複数の爪状磁極部の先端側の内周面に対向する上記一対の継鉄部の部位に該継鉄部から一体に突設された永久磁石保持部と、

上記永久磁石保持部のそれぞれに穴方向を軸方向に向けて設けられ、軸方向の少なくとも一端が開口し、かつ径方向外方に開口する、断面がC字状の円弧形の磁石フォルダ保持穴と、

上記磁石フォルダ保持穴に挿入、保持された断面がC字状の円弧形の嵌合部、該嵌合部から一体に径方向外方に突設され、上記磁石フォルダ保持穴から径方向外方に突出する断面が四角形の突出部、および該突出部と該嵌合部とに軸方向の一端から他端に貫通する断面が四角形の磁石装着穴を有する磁性材料からなる磁石フォルダと、

断面が四角形の柱状体に作製されて上記磁石装着穴のそれぞれに挿入、保持され、上記界磁コイルの作る磁界の向きと逆向きに着磁配向された永久磁石と、を備えていることを

10

20

特徴とする回転電機。

【請求項 2】

上記請求項 1 記載の回転電機において、上記磁石フォルダは、四角形が C 字状の円弧形の弦部から径方向外方に突出する外形形状を有し、かつ上記磁石装着穴を構成する穴部が形成された磁性薄板を所定枚積層して作製されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 3】

上記請求項 1 又は請求項 2 記載の回転電機において、上記永久磁石保持部が、全ての上記爪状磁極部の先端側の内周面に対向する上記一対の継鉄部の部位に突設され、

上記永久磁石が上記磁石装着穴に挿入、保持された上記磁石フォルダが、上記回転軸の中心から上記磁石フォルダのそれぞれの上記永久磁石を含む重心に向かうベクトルの総和がゼロとなるように配置されていることを特徴とする回転電機。

10

【請求項 4】

上記請求項 1 又は請求項 2 記載の回転電機において、上記永久磁石が上記磁石装着穴に挿入、保持された上記磁石フォルダが、上記永久磁石保持部の全ての上記磁石フォルダ保持穴に挿入、保持され、

上記磁石フォルダが保持された上記永久磁石保持部が、上記回転軸の中心から上記永久磁石保持部のそれぞれの上記永久磁石および上記磁石フォルダを含む永久磁石保持部全体の重心に向かうベクトルの総和がゼロとなるように配置されていることを特徴とする回転電機。

20

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の回転電機の製造方法であって、

未着磁の永久磁石を上記磁石フォルダの上記磁石装着穴に挿入、保持させる工程と、

上記未着磁の永久磁石が保持された上記磁石フォルダに磁界を印加して、該未着磁の永久磁石を着磁する工程と、

上記着磁された永久磁石が保持された上記磁石フォルダを上記磁石フォルダ保持穴に挿入、保持させる工程と、を備えていることを特徴とする回転電機の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両用交流発電機などの回転電機およびその製造方法に関し、特にランデル型の回転子における永久磁石の保持構造に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

ランデル型の回転子を用いる車両用交流発電機は、数十年にわたって自動車に使用されてきた。そして、近年の環境問題から車載される電装品の負荷が急増しており、ランデル型の回転子の発電量のより一層の増加が求められている。

【0003】

従来、このような課題を解決するために、ランデル型の回転子の周方向に対向する爪状磁極間に永久磁石を配設する手段がとられていた（例えば、特許文献 1、2 参照）。

【0004】

40

また、永久磁石をファンに一体に形成されたポケット内に保持させ、ポケットを第 1 ポールピースのボディの上面と第 2 ポールピースのポールフィンガーの下面との間に圧入してファンを第 1 ポールピースに取り付け、ポケットを第 2 ポールピースのボディの上面と第 1 ポールピースのポールフィンガーの下面との間に圧入してファンを第 2 ポールピースに取り付ける手段がとられていた（例えば、特許文献 3 参照）。

【0005】

【特許文献 1】特開昭 61 - 85045 号公報

【特許文献 2】米国特許第 4959577 号明細書

【特許文献 3】特表 2002 - 527015 号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1, 2において、永久磁石を爪状磁極部間に保持するに当たっては、永久磁石を対向する爪状磁極部に対して高精度に位置決めする必要があり、磁石保持部材を付加し、或いは磁石保持用の溝を機械加工により爪状磁極部に形成することが必要となり、生産コストの高騰および量産性の低下をもたらしていた。また、高速回転時には、隣り合う爪状磁極部間の相対的な変位が生じるので、永久磁石に加わる遠心力を爪状磁極部間で保持する構造では、安定した永久磁石の保持が得られない。

【0007】

特許文献3に記載のものでは、永久磁石を保持するポケットは一方のポールピースのボディと他方のポールピースのポールフィンガーとの間の嵌合空間に適合する概略矩形の断面形状に形成される。永久磁石を保持するポケットの保持を強固にするためには、ポールピースの嵌合面を高精度に加工する必要がある。しかし、ポールピースのポケットとの嵌合面は平面或いは緩やかな曲面であり、高性能な工作機械によるポールピースの後加工が必要となり、膨大な加工コストおよび加工時間がかかってしまう。また、高速回転時には、爪状磁極部の先端が径方向外方に変位するので、永久磁石に加わる遠心力を爪状磁極部で保持する構造では、安定した永久磁石の保持が得られない。

【0008】

この発明は、このような課題を解決するためになされたものであって、遠心力に起因する爪状磁極部の先端部の変位や隣り合う爪状磁極部間の相対的な変位が磁石保持に直接影響せず、磁石保持の信頼性を高めることができるとともに、磁石保持構造を簡素化し、磁石の組み付け性を高め、生産コストの低下および量産性を高めることができる回転電機およびその製造方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明による回転電機は、ボス部、該ボス部の軸方向両端縁部から径方向外方に延設された一对の継鉄部、および該一对の継鉄部のそれぞれから交互に軸方向に延設され、噛み合って周方向に配列された複数の爪状磁極部を有し、上記ボス部の軸心位置に挿通された回転軸に固着されたポールコアと、上記ボス部、上記一对の継鉄部、および上記複数の爪状磁極部に囲まれた空間内に収納された界磁コイルと、を有する回転子と、上記回転子の外周を所定のエアギャップを介して圍繞して配設された固定子と、を備えている。さらに、上記複数の爪状磁極部の先端側の内周面に対向する上記一对の継鉄部の部位に該継鉄部から一体に突設された永久磁石保持部と、上記永久磁石保持部のそれぞれに穴方向を軸方向に向けて設けられ、軸方向の少なくとも一端が開口し、かつ径方向外方に開口する、断面がC字状の円弧形の磁石フォルダ保持穴と、上記磁石フォルダ保持穴に挿入、保持された断面がC字状の円弧形の嵌合部、該嵌合部から一体に径方向外方に突設され、上記磁石フォルダ保持穴から径方向外方に突出する断面が四角形の突出部、および該突出部と該嵌合部とに軸方向の一端から他端に貫通する断面が四角形の磁石装着穴を有する磁性材料からなる磁石フォルダと、断面が四角形の柱状体に作製されて上記磁石装着穴のそれぞれに挿入、保持され、上記界磁コイルの作る磁界の向きと逆向きに着磁配向された永久磁石と、を備えている。

【発明の効果】

【0010】

この発明によれば、永久磁石を内蔵した磁石フォルダが継鉄部側に保持されている。そこで、遠心力に起因する爪状磁極部の変位が永久磁石に影響しないので、永久磁石の保持が容易となり、磁石保持の信頼性が上がる。また、永久磁石が爪状磁極部の内径側に位置しているので、永久磁石に作用する遠心力が小さくなり、永久磁石の保持が容易となり、磁石保持の信頼性が上がる。また、永久磁石が磁石フォルダに内蔵されているので、永久磁石の割れや欠けの発生が抑制される。

【0011】

10

20

30

40

50

また、永久磁石を内蔵した磁石フォルダが、断面C字状の円弧形の筒状の磁石フォルダ保持穴に挿入、保持されているので、磁石フォルダの保持構造が簡素化し、磁石フォルダの組み付け性が容易となる。しかも、磁石フォルダ保持穴をドリルやリーマなどの回転切削工具を用いて簡易に、高精度に作製でき、磁石フォルダと磁石フォルダ保持穴との嵌め合い部のがたつきを抑えることができる。さらに、磁石フォルダ保持穴の穴方向を軸方向に向けているので、磁石フォルダを軸方向から磁石フォルダ保持穴に挿入することができ、磁石フォルダの組み付け性が容易となる。これらのことから、生産コストの低下および量産性の向上が図られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

10

図1はこの発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機を模式的に示す断面図、図2はこの発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す分解斜視図、図3はこの発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機における磁石フォルダを構成する磁性薄板を示す斜視図、図4はこの発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機における永久磁石の磁石フォルダへの実装方法を説明する斜視図、図5および図6はそれぞれこの発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機における磁束の流れを説明するための模式図である。

【0013】

図1乃至図4において、車両用交流発電機1は、それぞれ略椀形状のアルミ製のフロントブラケット2とリヤブラケット3とからなるケース4と、回転軸16をケース4に軸受5を介して支持されて、ケース4内に回転自在に配設された回転子13と、ケース4のフロント側に延出する回転軸16の端部に固着されたプーリ6と、回転子13の軸方向の両端面に固定されたファン7と、回転子13に対して一定のエアギャップを有して、回転子13の外周を囲繞してケース4に固定された固定子10と、回転軸16のリヤ側に固定され、回転子13に電流を供給する一対のスリップリング8と、各スリップリング8に摺動するようにケース4内に配設された一対のブラシ9と、を備えている。なお、図示していないが、固定子10で生じた交流を直流に整流する整流器、固定子10で生じた交流電圧の大きさを調整する電圧調整器などがケース4内に配設されている。

20

【0014】

固定子10は、円筒状の固定子鉄心11と、固定子鉄心11に巻装され、回転子13の回転に伴い、後述する界磁コイル14からの磁束の変化で交流が生じる固定子コイル12と、を備えている。

30

【0015】

回転子13は、励磁電流が流されて磁束を発生する界磁コイル14と、界磁コイル14を覆うように設けられ、その磁束によって磁極が形成されるポールコア15と、ポールコア15の軸心位置に貫装された回転軸16と、を備えている。

ポールコア15は、それぞれ例えばS10Cなどの低炭素鋼で冷間鍛造製法により作製された第1および第2ポールコア体17, 21に分割構成されている。

【0016】

第1ポールコア体17は、外周面を円筒形状とし、回転軸挿通穴18aが軸心位置を貫通して形成された第1ボス部18と、第1ボス部18の一端縁部から径方向外側に延設された厚肉リング状の第1継鉄部19と、第1継鉄部19の外周部から軸方向他端側に延設された第1爪状磁極部20とを有している。第1爪状磁極部20は、その最外径面形状を略台形形状とし、周方向幅が先端側に向かって徐々に狭くなり、かつ、径方向厚みが先端側に向かって徐々に薄くなる先細り形状に形成され、第1継鉄部19の外周部に周方向に等角ピッチで例えば8つ配列されている。

40

【0017】

第2ポールコア体21は、外周面を円筒形状とし、回転軸挿通穴22aが軸心位置を貫通して形成された第2ボス部22と、第2ボス部22の他端縁部から径方向外側に延設された厚肉リング状の第2継鉄部23と、第2継鉄部23の外周部から軸方向一端側に延設

50

された第2爪状磁極部24とを有している。第2爪状磁極部24は、その最外径面形状を略台形形状とし、周方向幅が先端側に向かって徐々に狭くなり、かつ、径方向厚みが先端側に向かって徐々に薄くなる先細り形状に形成され、第2継鉄部23の外周部に周方向に等角ピッチで例えば8つ配列されている。

【0018】

このように構成された第1および第2ポールコア体17, 21は、第1および第2爪状磁極部20, 24を交互に噛み合わせ、かつ、第1ボス部18の他端面を第2ボス部22の一端面に突き合わせ、回転軸挿通穴18a, 22aに貫装された回転軸16に固着されている。そして、ボビン(図示せず)に巻装された界磁コイル14が、第1および第2ボス部18, 22、第1および第2継鉄部19, 23および第1および第2爪状磁極部20, 24に囲まれた空間に装着されている。ここで、第1および第2ボス部18, 22および第1および第2継鉄部19, 23が、それぞれポールコア15のボス部および一対の継鉄部に相当する。

10

【0019】

永久磁石保持部としての第1磁石保持台座30は、冷間鍛造製法により第1ポールコア体17に一体成形される。この第1磁石保持台座30が、各第2爪状磁極部24の先端側内周面と対向する第1継鉄部19の外周面上に一体に突設されている。第1磁石フォルダ保持穴31が、第1磁石保持台座30に、穴中心を軸方向に一致させて軸方向一端から他端に貫通し、かつ軸方向の一端から他端に至る全域に亘って径方向外方に開口する、穴中心に直交する断面がC字状の円弧形に形成されている。第1磁石フォルダ保持穴31を軸方向の一端から他端に至る全域に亘って径方向外方に開口する第1軸方向開口32は、第2爪状磁極部24の先端側内周面と対向している。

20

【0020】

第1磁石フォルダ33は、第1磁石フォルダ保持穴31の内径形状に適合する断面がC字状の円弧形の嵌合部34と、嵌合部34の円弧形の弦部から一体に径方向外方に突き出した断面が台形の突出部35と、嵌合部34と突出部35とを軸方向の一端から他端に貫通する台形の穴形状の磁石装着穴36と、を備えた柱状体に作製されている。そして、第1磁石フォルダ33は、プレス成型された所定枚数の磁性薄板49を積層一体化して作製されている。各磁性薄板49は、台形がC字状の円弧形の弦部から径方向外方に突出する外形形状を有し、磁石装着穴36を構成する穴部49aが台形の穴形状に形成されている。第1永久磁石37は、磁石装着穴36の内形形状に適合する外形形状、つまり断面台形の柱状体に作製され、第1磁石装着穴36に軸方向から挿入、保持される。

30

【0021】

第1磁石フォルダ33は、嵌合部34を第1磁石フォルダ保持穴31に軸方向から挿入、保持される。この時、突出部35が、第1軸方向開口32から突出し、第2爪状磁極部24の先端側内周面に対向している。そして、第1永久磁石37が、その断面台形の上辺側を第2爪状磁極部24の先端側内周面に近接させて配置されている。

【0022】

永久磁石保持部としての第2磁石保持台座40は、冷間鍛造製法により第2ポールコア体21に一体成形される。この第2磁石保持台座40が、各第1爪状磁極部20の先端側内周面と対向する第2継鉄部23の外周面上に一体に突設されている。第2磁石フォルダ保持穴41が、第2磁石保持台座40に、穴中心を軸方向に一致させて軸方向一端から他端に貫通し、かつ軸方向の一端から他端に至る全域に亘って径方向外方に開口する、穴中心に直交する断面がC字状の円弧形に形成されている。第2磁石フォルダ保持穴41を軸方向の一端から他端に至る全域に亘って径方向外方に開口する第2軸方向開口42は、第1爪状磁極部20の先端側内周面と対向している。

40

【0023】

第2磁石フォルダ43は、第2磁石フォルダ保持穴41の内径形状に適合する断面がC字状の円弧形の嵌合部44と、嵌合部44の円弧形の弦部から一体に径方向外方に突き出した断面が台形の突出部45と、嵌合部44と突出部45とを軸方向の一端から他端に貫通

50

する台形の穴形状の磁石装着穴 4 6 と、を備えた柱状体に作製されている。そして、第 2 磁石フォルダ 4 3 は、プレス成型された所定枚数の磁性薄板 4 9 を積層一体化して作製されている。各磁性薄板 4 9 は、台形が C 字状の円弧形の弦部から径方向外方に突出する外形形状を有し、磁石装着穴 4 6 を構成する穴部 4 9 a が台形の穴形状に形成されている。第 2 永久磁石 4 7 は、磁石装着穴 4 6 の内形形状に適合する外形形状、つまり断面台形の柱状体に作製され、第 2 磁石装着穴 4 6 に軸方向から挿入、保持される。

【 0 0 2 4 】

第 2 磁石フォルダ 4 3 は、嵌合部 4 4 を第 2 磁石フォルダ保持穴 4 1 に軸方向から挿入、保持される。この時、突出部 4 5 が、第 2 軸方向開口 4 2 から突出し、第 1 爪状磁極部 2 0 の先端側内周面に対向している。そして、第 2 永久磁石 4 7 が、その断面台形の上辺側を第 1 爪状磁極部 2 0 の先端側内周面に近接させて配置されている。

10

【 0 0 2 5 】

また、第 1 および第 2 永久磁石 3 7 , 4 7 は、着磁方向 5 0 が、界磁コイル 1 4 を流れる界磁電流が回転子 1 3 の軸心と直交する平面において作る磁界 5 1 の向きと反対となるように着磁配向されている。つまり、図 1 に示されるように、界磁コイル 1 4 に通電され、磁界 5 1 が矢印方向に発生された場合、第 1 および第 2 永久磁石 3 7 , 4 7 は、磁界 5 1 と逆向きに着磁配向される。ここでは、第 1 および第 2 永久磁石 3 7 , 4 7 の着磁方向 5 0 は、径方向に一致しており、その着磁方向 5 0 の延長線が対向する第 1 および第 2 爪状磁極部 2 0 , 2 4 の先端側の内周面に向かっている。なお、界磁コイル 1 4 を流れる界磁電流が作る磁界 5 1 の向きが反転した設計の場合には、第 1 および第 2 永久磁石 3 7 , 4 7 も逆向きに着磁配向される。

20

【 0 0 2 6 】

つぎに、このように構成された車両用交流発電機 1 の動作について説明する。

まず、電流がバッテリー（図示せず）からブラシ 9 およびスリップリング 8 を介して回転子 1 3 の界磁コイル 1 4 に供給され、磁束が発生される。この磁束により、第 1 ポールコア体 1 7 の第 1 爪状磁極部 2 0 が N 極に着磁され、第 2 ポールコア体 2 1 の第 2 爪状磁極部 2 4 が S 極に着磁される。

一方、エンジンの回転トルクがベルト（図示せず）およびプーリ 6 を介して回転軸 1 6 に伝達され、回転子 1 3 が回転される。そこで、回転磁界が固定子 1 0 の固定子コイル 1 2 に与えられ、起電力が固定子コイル 1 2 に発生する。この交流の起電力が、整流器で直流電流に整流され、バッテリーが充電され、或いは電気負荷に供給される。

30

【 0 0 2 7 】

つぎに、磁束の動作について図 5 および図 6 を参照しつつ説明する。

まず、界磁コイル 1 4 に通電されると、磁束 5 1 a が発生される。この磁束 5 1 a は、第 1 爪状磁極部 2 0 からエアギャップ 2 9 を通って固定子鉄心 1 1 のティース部に入る。そして、磁束 5 1 a は、固定子鉄心 1 1 のティース部からコアバック部を通って周方向に移動し、隣の第 2 爪状磁極部 2 4 に対向するティース部からエアギャップ 2 9 を通ってその第 2 爪状磁極部 2 4 に入る。ついで、第 2 爪状磁極部 2 4 に入った磁束 5 1 a は、第 2 継鉄部 2 3、第 2 ポス部 2 2、第 1 ポス部 1 8、第 1 継鉄部 1 9 を通って第 1 爪状磁極部 2 0 に至る。ここで、従来のランデル型回転子では、第 1 および第 2 ポールコア体は限界設計されているので、界磁コイルの発生する磁界により磁気飽和し、回転子で発生する磁束が減少してしまう。

40

【 0 0 2 8 】

この実施の形態では、第 1 および第 2 永久磁石 3 7 , 4 7 は、界磁コイル 1 4 の発生する磁界 5 1 の向きと反対となるように着磁配向されている。そこで、第 1 および第 2 永久磁石 3 7 , 4 7 の発生する磁界の向きは、界磁コイル 1 4 の発生する磁界 5 1 と逆向きである。この第 1 および第 2 永久磁石 3 7 , 4 7 から発生した磁束 5 2 が固定子鉄心 1 1 に鎖交するには、大きな磁気抵抗をもつエアギャップ 2 9 を往復する必要がある。また、第 1 および第 2 永久磁石 3 7 , 4 7 は、第 2 および第 1 爪状磁極部 2 4 , 2 0 の内径側に配設されており、第 1 および第 2 爪状磁極部 2 0 , 2 4 の内周面側に対してより短い磁路長

50

で周回するように配設されている。そこで、磁束 5 2 の大部分が、固定子鉄心 1 1 に迂回することなく、回転子 1 3 内部で閉じた磁気回路を形成する。

【 0 0 2 9 】

つまり、第 1 永久磁石 3 7 から発生する磁束 5 2 は、第 1 磁石保持台座 3 0 から第 1 継鉄部 1 9、第 1 ポス部 1 8、第 2 ポス部 2 2、第 2 継鉄部 2 3 および第 2 爪状磁極部 2 4 を通り、第 1 永久磁石 3 7 に戻る。また、第 2 永久磁石 4 7 から発生する磁束 5 2 は、空隙を介して第 1 爪状磁極部 2 0 に入り、第 1 継鉄部 1 9、第 1 ポス部 1 8、第 2 ポス部 2 2、第 2 継鉄部 2 3 および第 2 磁石保持台座 4 0 を通り、第 2 永久磁石 4 7 に戻る。

そこで、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 の発生する磁束 5 2 は、界磁コイル 1 4 の発生する磁束 5 1 a と逆向きとなり、第 1 および第 2 ポールコア体 1 7、2 1 を構成する磁性体の磁束密度を大幅に低減することができ、磁気飽和を解消することができる。

10

【 0 0 3 0 】

この実施の形態によれば、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 を配設しているので、磁気飽和が解消され、固定子 1 0 に鎖交する磁束が増加し、発電量が増加することができる。特に、磁気飽和が顕著な低速アイドル領域での発電量を大幅に増大できる。

また、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 は、第 1 および第 2 爪状磁極部 2 0、2 4 の内周面に対向するように配設されているので、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 は、回転子 1 3 の最外周面に対して径方向内方に位置している。そこで、固定子スロット高調波は第 1 および第 2 爪状磁極部 2 0、2 4 の最外周面部に留まり、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 を直接誘導加熱するように作用しない。その結果、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 が加熱されて、熱減磁することが未然に防止される。

20

【 0 0 3 1 】

また、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 が、第 1 および第 2 爪状磁極部 2 0、2 4 の内周面に対向するように配設されているので、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 の磁気回路が回転子内部で閉じた磁気回路となり、固定子 1 0 に鎖交する磁束成分がなくなる。そこで、無負荷無励磁における第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 の誘起電圧の発生が抑制される。その結果、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 の磁石量を増大させることができる。

【 0 0 3 2 】

また、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 が第 1 および第 2 継鉄部 1 9、2 3 に取り付けられている。そこで、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、3 7 が第 1 および第 2 爪状磁極部 2 0、2 4 の内径側に位置しているので、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 にかかる遠心力が小さくなり、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 の保持構造を簡略化できる。また、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 は遠心力に対して大きく変位する第 1 および第 2 爪状磁極部 2 0、2 4 の影響を受けないので、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 の保持が容易となる。これらのことから、第 1 および第 2 永久磁石 3 7、4 7 の保持の信頼性が向上される。

30

【 0 0 3 3 】

ここで、第 1 および第 2 ポールコア体 1 7、2 1 は冷間鍛造製法により作製されるので、高精度な磁石保持形状は得られにくい。そこで、高精度な磁石保持形状を得るには、冷間鍛造製法により作製された第 1 および第 2 ポールコア体 1 7、2 1 に NC 加工機等を用いて削り加工を施す必要があった。

40

この実施の形態では、磁石保持のための第 1 および第 2 磁石フォルダ保持穴 3 1、4 1 の穴形状が断面 C 字状の円弧形の筒状であるので、冷間鍛造製法により作製された第 1 および第 2 ポールコア体 1 7、2 1 に、ドリルやリーマなどの回転切削工具による簡便な追加加工を施すことにより、高精度の穴寸法の第 1 および第 2 磁石フォルダ保持穴 3 1、4 1 を形成できる。これにより、第 1 および第 2 磁石フォルダ保持穴 3 1、4 1 の嵌合面を回転切削工具による切削で作製でき、NC 加工機などを使っての立体的な切削加工が必要ではなく、製造時間が短縮されると共に、製造コストを低減することができる。

【 0 0 3 4 】

50

また、第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41の嵌合面の加工精度を高くすることができるので、第1および第2永久磁石37, 47が内蔵された第1および第2磁石フォルダ33, 43を第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41に、がたつき無く安定した状態で強固に保持することができる。そこで、回転子13が高速回転しても、第1および第2磁石フォルダ33, 43が第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41から抜けて飛散し、第1および第2永久磁石37, 47が損傷するような事態が回避される。

また、第1および第2永久磁石37, 47が第1および第2磁石フォルダ33, 43に内蔵されているので、自動車のエンジンによる振動が車両用交流発電機1に加わっても、第1および第2磁石フォルダ33, 43の割れや欠けの発生が抑制される。

【0035】

また、第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41が、穴中心を軸方向に一致させて、断面C字状の円弧形の筒状に作製され、第1および第2磁石フォルダ33, 43を軸方向から第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41に挿入、保持されている。そこで、磁石フォルダ33, 43の保持構造が簡略化されると共に、組み付け性が上がり、生産コストの低下および量産性の向上が図られる。

【0036】

また、第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41と第1および第2磁石フォルダ33, 43との接触面が円筒面となるので、局部的な応力集中が無く、第1および第2磁石保持台座30, 40の破損の発生が抑制される。

また、第1および第2永久磁石37, 47が断面台形の柱状体に作製されているので、砥石を用いて磁石母材から第1および第2永久磁石37, 47を効率よく切り出すことができ、材料歩留まりが高められる。

【0037】

また、第1および第2磁石フォルダ33, 43がプレス加工によって打ち抜かれた磁性薄板49を積層して作製されているので、第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41の穴形状に適合する嵌合部34, 44と第1および第2軸方向開口32, 42から延出する突出部35, 45からなる複雑な外形形状の第1および第2磁石フォルダ33, 43を、高精度に、かつ簡易に作製することができる。そこで、第1および第2磁石フォルダ33, 43を第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41にがたつき無く保持できる。また、磁石装着穴36, 46を高精度に、かつ簡易に作製することができる。そこで、第1および第2永久磁石37, 47を第1および第2磁石フォルダ33, 43にがたつき無く保持できる。さらに、嵌合部34, 44が第1および第2永久磁石37, 47と第1および第2磁石保持台座30, 40との間に介在するので、両者間の磁気抵抗が低減される。そこで、磁石磁路の磁気抵抗が低減し、磁石磁束量が増加し、回転子の磁気飽和緩和の効果がより高くなり、発電出力を増加できる。

【0038】

ここで、永久磁石は回転子13を製造する何れかの工程で着磁する必要があり、着磁状態の永久磁石をハンドリングする際には、装置の全てを非磁性化する必要がある。そこで、磁石母材から切り出した未着磁の永久磁石を第1および第2磁石フォルダ33, 43の磁石装着穴36, 46に挿入、保持させ、その後未着磁の永久磁石が保持された第1および第2磁石フォルダ33, 43に磁界を印加して、未着磁の永久磁石を着磁する。ついで、着磁された永久磁石(第1および第2永久磁石37, 47)が保持された第1および第2磁石フォルダ33, 43を第1および第2ポールコア体17, 21の第1および第2磁石フォルダ保持穴31, 41に挿入、保持させることが好ましい。つまり、第1および第2永久磁石37, 47が保持された第1および第2磁石フォルダ33, 43には、把持できる嵌合部34, 44が存在するので、ロボットや自動機によるハンドリングが容易となり、装置の全てを非磁性化する必要がなくなる。

【0039】

また、上記実施の形態では、第1永久磁石37を内蔵した第1磁石フォルダ33が周方向に隣り合う第1爪状磁極部20間の第1継鉄部19の部位に突設された8個の第1磁石

10

20

30

40

50

保持台座 30 の全てに保持されて、第 2 永久磁石 47 を内蔵した第 2 磁石フォルダ 43 が周方向に隣り合う第 2 爪状磁極部 24 間の第 2 継鉄部 23 の部位に突設された 8 個の第 2 磁石保持台座 40 の全てに保持されているので、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 が等角ピッチに配列されている。そこで、回転軸 16 の中心から第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 のそれぞれの重心に向かうベクトルの総和がゼロとなり、第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 を配設することに起因する遠心力に対する重量的なアンバランスの発生が抑制される。ここで、第 1 磁石フォルダ 33 の重心とは、第 1 永久磁石 37 と第 1 磁石フォルダ 33 とを含めた重心であり、第 2 磁石フォルダ 43 の重心とは、第 2 永久磁石 47 と第 2 磁石フォルダ 43 とを含めた重心である。

【0040】

ここで、上記実施の形態では、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 が全ての第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 に配設されているものとしているが、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 は全ての第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 に配設させる必要はなく、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 の配設個数は要求性能とコストとを勘案して適宜選択すればよい。この場合、遠心力に対して重量的なアンバランスを生じさせないために、回転軸 16 の中心から第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 を含めた第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 のそれぞれの重心に向かうベクトルの総和がゼロとなるように第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を配置すればよい。この場合、磁気的には、第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 の磁束は回転子内部で閉じているので、固定子に対して、磁気的なアンバランスも生じない。

【0041】

例えば、要求性能とコストとを勘案して、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 のそれぞれの配設個数を 6 個とした場合には、回転軸 16 の中心に対して点对称となる位置、即ち周方向に 180 度離れた位置の第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 を除く 6 個の第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 に第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を配設すればよい。これにより、回転軸 16 の中心から第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 を含めた第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 のそれぞれの重心に向かうベクトルの総和がゼロとなる。また、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 のそれぞれの配設個数を 4 個とした場合には、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 をそれぞれ 90 度の等角ピッチで第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 に配設すればよい。これによっても、回転軸 16 の中心から第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 を含めた第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 のそれぞれの重心に向かうベクトルの総和がゼロとなる。

【0042】

また、上記実施の形態では、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を保持する第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 が周方向に隣り合う第 1 および第 2 爪状磁極部 20, 24 の間の全てに配設されているものとしているが、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を保持する第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 は周方向に隣り合う第 1 および第 2 爪状磁極部 20, 24 の間の全てに配設させる必要はなく、第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 の配設個数は要求性能とコストとを勘案して適宜選択すればよい。この場合、遠心力に対して重量的なアンバランスを生じさせないために、回転軸 16 の中心から第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を保持する第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 のそれぞれの磁石保持台座全体の重心に向かうベクトルの総和がゼロとなるように第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 を配置すればよい。ここで、磁石保持台座全体の重心とは、第 1 磁石保持台座 30、第 1 永久磁石 37 および第 1 磁石フォルダ 33 を含めた重心であり、第 2 磁石保持台座 40、第 2 永久磁石 47 および第 2 磁石フォルダ 43 を含めた重心である。この場合においても、磁気的には、第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 の磁束は回転子内部で閉じているので、固定子に対して、磁気的なアンバランスも生じない。

【0043】

例えば、要求性能とコストとを勘案して、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を保持する第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 のそれぞれの配設個数を 6 個とした場合に

は、回転軸 16 の中心に対して点対称となる位置、即ち周方向に 180 度離れた位置を除く 6 箇所第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 を設け、各第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 に第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 を保持した第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を配設すればよい。これにより、回転軸 16 の中心から第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 のそれぞれの磁石保持台座全体の重心に向かうベクトルの総和がゼロとなる。また、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を保持する第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 のそれぞれの配設個数を 4 個とした場合には、4 個の第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 をそれぞれ 90 度の等角ピッチで設け、各第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 に第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 を保持した第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 を配設すればよい。これによっても、回転軸 16 の中心から第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 のそれぞれの磁石保持台座全体の重心に向かうベクトルの総和がゼロとなる。

【0044】

また、上記実施の形態では、第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 の材料については説明していないが、ランデル型の回転子構造から永久磁石を配設するための大きなスペースは確保できない。そこで、小容積の磁石で十分な磁気飽和緩和効果を得るためには、エネルギー積 $BHM A X$ が $30 MGOe$ 以上の異方性焼結希土類磁石を用いることが好ましい。

【0045】

なお、上記実施の形態では、車両用交流発電機について説明しているが、この発明は、車両用交流発電機に限らず、車両用電動機や車両用発電電動機などの回転電機に適用しても、同様の効果を奏する。

【0046】

また、上記実施の形態では、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 の突出部 35, 45 が断面台形に形成されているものとしているが、突出部の断面は台形に限定されるものではなく、断面が正方形や長方形の四角形であってもよい。なお、断面四角形の角部に面取り或いはアール加工が施されていても、よいことは言うまでもないことである。

また、上記実施の形態では、第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 が断面台形の柱状体で作製されているものとしているが、第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 は断面台形の柱状体に限定されるものではない。例えば、断面が台形、正方形、長方形などの四角形の柱状体であれば、第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 を磁石母材から効率よく切り出すことができ、材料歩留まりを高めることができる。なお、断面四角形の角部に面取り或いはアール加工が施されていても、よいことは言うまでもないことである。また、磁石装着穴 36 は、第 1 および第 2 永久磁石 37, 47 の断面四角形の外形形状に適合する断面四角形の内形形状に形成される。

【0047】

また、上記実施の形態では、第 1 および第 2 磁石フォルダ 33, 43 が所定枚の磁性薄板 49 を積層して作製されているものとしているが、第 1 および第 2 磁石フォルダは磁性材料の塊状体で一体物として作製してもよい。

【0048】

また、上記実施の形態では、第 1 および第 2 磁石フォルダ保持穴 31, 41 が、第 1 および第 2 磁石保持台座 30, 40 に、穴中心を軸方向に一致させて軸方向一端から他端に貫通し、かつ径方向外方に開口する、断面が C 字状の円弧形に形成されているものとしているが、第 1 および第 2 磁石フォルダ保持穴は必ずしも軸方向一端から他端に貫通している必要はなく、軸方向一端又は他端の少なくとも一方が開口していればよい。

また、第 1 および第 2 磁石フォルダ保持穴の穴中心を必ずしも軸方向に一致させる必要はなく、軸方向に対して傾斜していてもよい。例えば、第 1 および第 2 磁石フォルダ保持穴の穴中心を相対する第 2 および第 1 爪状磁極部の先端側の内周面と略平行にすればより好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0049】

10

20

30

40

50

【図1】この発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機を模式的に示す断面図である。

【図2】この発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す分解斜視図である。

【図3】この発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機における磁石フォルダを構成する磁性薄板を示す斜視図である。

【図4】この発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機における永久磁石の磁石フォルダへの実装方法を説明する斜視図である。

【図5】この発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機における磁束の流れを説明するための模式図である。

【図6】この発明の一実施の形態に係る車両用交流発電機における磁束の流れを説明するための模式図である。

10

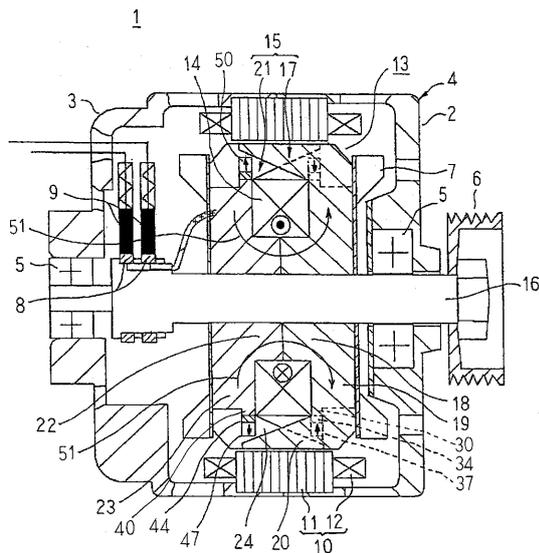
【符号の説明】

【0050】

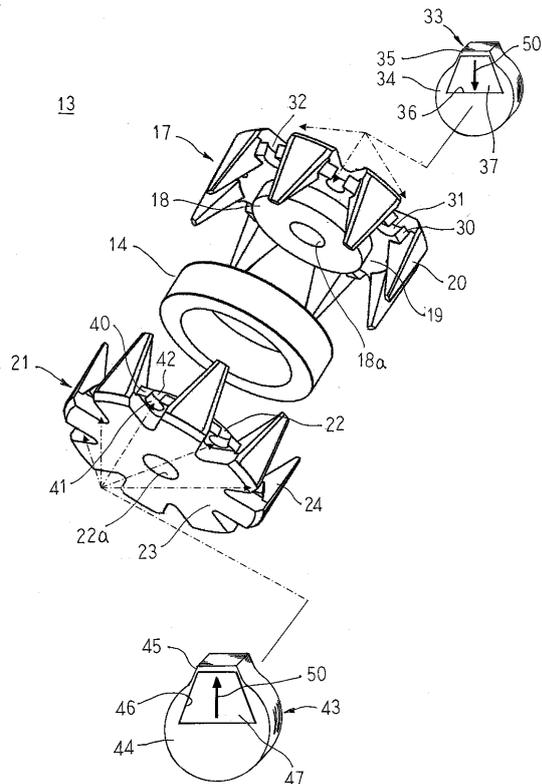
10 固定子、13 回転子、14 界磁コイル、15 ポールコア、16 回転軸、
 17 第1ポールコア体、18 第1ボス部、19 第1継鉄部、20 第1爪状磁極部、
 21 第2ポールコア体、22 第2ボス部、23 第2継鉄部、24 第2爪状磁極部、
 29 エアギャップ、30 第1磁石保持台座(永久磁石保持部)、31 第1磁石
 フォルダ保持穴、32 第1軸方向開口、33 第1磁石フォルダ、34 嵌合部、35
 突出部、36 磁石装着穴、37 第1永久磁石、40 第2磁石保持台座(永久磁石
 保持部)、41 第2磁石フォルダ保持穴、42 第2軸方向開口、43 第2磁石フォルダ、
 44 嵌合部、45 突出部、46 磁石装着穴、47 第2永久磁石、49 磁
 性薄板。

20

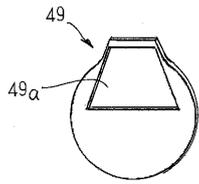
【図1】



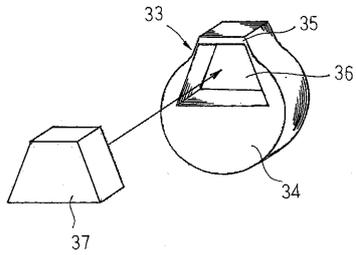
【図2】



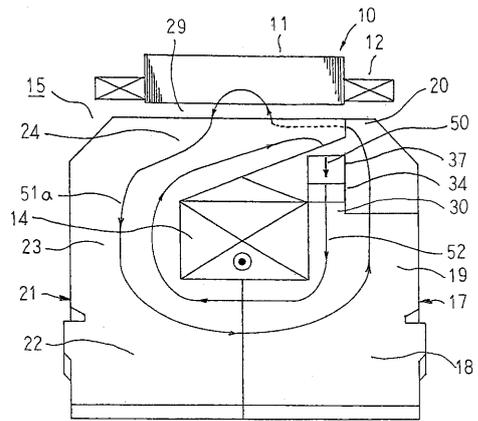
【図3】



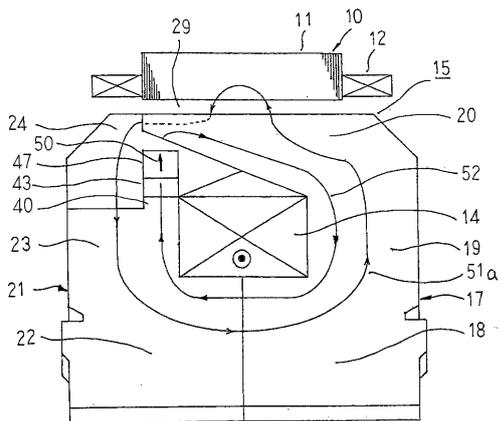
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 2 K 15/02 K

- (72)発明者 新川 寛治
東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 井上 正哉
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 秋田 裕之
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 吉澤 敏行
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 西村 慎二
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

審査官 森山 拓哉

- (56)参考文献 特開平10-136623(JP,A)
特表2002-527015(JP,A)
特開2003-244875(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 K 1 9 / 0 0 - 1 9 / 3 8
H 0 2 K 1 / 2 7
H 0 2 K 2 1 / 1 6