

(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2005-295610

(P2005-295610A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H02K 1/02	H02K 1/02 Z	5H601
H02K 1/12	H02K 1/12 A	5H604
H02K 1/16	H02K 1/16 C	5H621
H02K 1/18	H02K 1/18 C	
H02K 1/20	H02K 1/20 A	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2004-103272 (P2004-103272)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 599014518

フジセラテック株式会社

神奈川県厚木市中町4-14-3 雅光園ビル8F

(74) 代理人 100092347

弁理士 尾仲 一宗

(72) 発明者 河村 英男

神奈川県高座郡寒川町岡田8-13-5

Fターム(参考) 5H601 AA28 BB16 CC02 CC13 CC15

DD01 DD09 DD11 DD28 EE11

EE38 GA02 GA37 GA39 GB05

GB11 GB22 GB32 GB36 GB45

GC02 GC22 GC25 GD02 GD07

GD11 GD19 GE04 HH01 HH02

最終頁に続く

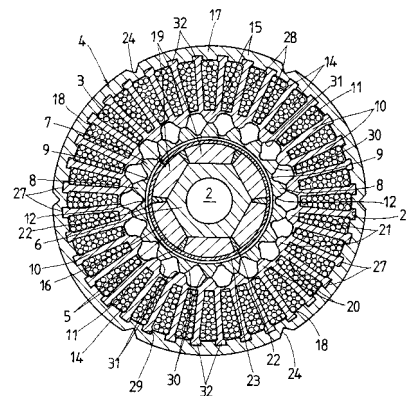
(54) 【発明の名称】 磁束制御型の永久磁石式発電機

(57) 【要約】

【課題】 この永久磁石式発電機は、ロータの回転に 응답して磁束を制御し、アウトステータを高周波交流の追従性の悪い材料で形成して磁束制御性を向上させる。

【解決手段】 ロータ3とステータ4との間に磁束を制御する磁束制御部材7を設ける。ステータ4は、コイル14を櫛部10に巻き上げたインナステータ20とそれに嵌合した磁路を構成するアウトステータ17で構成されている。アウトステータ17は、軟鋼、純鉄、13Cr-Feステンレス鋼の高周波交流の追従性が悪い材料で形成されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハウジングに固定され且つ櫛部間の複数のスロットにコイルを巻き上げたステータ、前記ハウジングに回転可能に支持され且つ周方向に順次配置された複数の直形状の永久磁石片を備えたロータ、前記ステータと前記ロータとの間の空隙に配置され且つ前記ステータに対して相対移動して磁束を制御する磁束制御部材及び前記磁束制御部材を前記ステータに対して回転移動させるアクチュエータを有する永久磁石式発電機において、

前記ステータは、内周側に前記櫛部をそれぞれ連結するブリッジ部を備え且つ外周側を前記櫛部間を開放したインナステータと、前記インナステータの外周面に嵌合し且つ円周上に磁路を形成するアウトステータとから構成され、

前記アウトステータは、少なくとも軟鋼、純鉄、 $13\text{Cr}-\text{Fe}$ ステンレス鋼等の高周波交流磁束の追随性が悪い材料で形成されていることを特徴とする永久磁石式発電機。

10

【請求項 2】

前記インナステータと前記アウトステータとの嵌合部には微小エアギャップが形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の永久磁石式発電機。

【請求項 3】

前記アウトステータの前記磁路を 1 極に相当する複数個の前記櫛部の磁路に相当する通路面積より小さい面積を持つように構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の永久磁石式発電機。

【請求項 4】

前記インナステータは、珪素鋼板等の透磁率と高周波交流の追随性が良い材料で形成され、前記アウトステータは、初透磁率が悪く、高周波磁力の追随性が悪い材料から成る薄板材を積層して構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の永久磁石式発電機。

20

【請求項 5】

前記アウトステータを構成する前記薄板材は、1 枚 1 枚独立してそれぞれが絶縁材で電気的に絶縁されていることを特徴とする請求項 4 に記載の永久磁石式発電機。

【請求項 6】

前記磁束制御部材は、パーマロイ、珪素含有率の大きい鋼板等の透磁率の大きい薄板を積層して構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の永久磁石式発電機。

30

【請求項 7】

前記アウトステータの外周面には、積層板の外周径が異なることによってフィン状段部が形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の永久磁石式発電機。

【請求項 8】

前記アウトステータの積層材は、前記軟鋼と珪素鋼板の組み合わせによって構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の永久磁石式発電機。

【請求項 9】

前記ロータは、多極ロータに構成され、回転数が大きくなったとき、交流周波数が 600 Hz を超え、磁束飽和するように積層材を組み合わせるように構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の永久磁石式発電機。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ハウジングに固定され且つ櫛部間のスロットに通して櫛部に複数のコイルを巻き上げたステータ、ハウジングに回転可能に支持され且つ周方向に順次配置された永久磁石片を備えた回転するロータ、及びステータとロータとの間の空隙に配置され且つ前記ステータに対して回転移動して磁束を制御する磁束制御部材を有する磁束制御型の永久磁石式発電機に関する。

50

【背景技術】

【0002】

近年、自動車の電気使用量は増加し、それに伴ってバッテリーが上がったり、バッテリー破裂等の事故が頻繁し、今後益々増加するものと警戒されている。また、自動車のパワーステアリング、ブレーキ装置、ナビゲーション、オーディオ、IT機器等の各種機器が普及し、自動車等の移動体の発電電力が不足している。従来型の自動車用発電機は、12V、80～100Aが一般的であり、その出力は1～1.2kWであって現状必要とされる消費電力2kWに満たないのが現状である。また、自動車では、近い将来必要となる消費電力は、2.5kW～4kWと見込まれている。

【0003】

そこで、構造が簡単で大きな発電電力を得ることができる永久磁石式発電機が使用されるようになった。近年、それを組み込んだシステムが自動車用発電機、風力発電機等として利用されることが多くなってきた。永久磁石式発電機は、磁束密度が大きいので、発電電力が大きく効率が良いことが知られているが、ロータの回転が早くなると、発電電圧が上昇し、一定電圧にすることができない。即ち、永久磁石式発電機は、ロータに永久磁石片を用いるので、磁力が変化しない構造になっており、エンジン等の駆動源の回転が変動すると、ロータの回転数が変化し、発電電圧が変化し、その発電電力をそのまま機器に用いることは不可能である。例えば、永久磁石式発電機は、発電した電力を電動機に送る場合に、電圧が変動してもその機能が十分に発揮できるが、該電力を自動車に搭載されている全ての機器を駆動しているバッテリー電圧に合わせる場合に、電圧変動を一定の電圧に揃える操作をしなければならない。即ち、自動車用発電機では、その電圧が12V又は24Vに定められているにもかかわらず、自動車用エンジンでは、回転数が600rpmから6000rpmまで大幅に変化する。従って、600rpmで12Vにセットされた発電電圧では、6000rpmでは120Vにまで変化し、殆どの電気機器は高電圧のため破壊されてしまう。そこで、自動車用発電機は、エンジン回転数が常に変動するにもかかわらず、出力電圧を一定にする必要がある。

【0004】

上記のことを解決するため、永久磁石式発電機では、回転速度に応じて磁束密度を制御して発電量を適正に制御するため、ロータとステータとの間に磁束制御リングを相対回転可能に配置し、磁束制御リングのステータに対する相対移動によって磁束を制御して一定電圧を発電するようにしたものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

また、永久磁石式発電機として、発電電圧を一定電圧にするため、ロータとステータとの間に、ステータの櫛部と同一ピッチを持った櫛歯状の回転可能な磁束制御リングを配設し、ロータの低速回転時ではステータの櫛部と磁束制御リングの歯部とを整合一致させ、ロータの高速時にはステータの櫛部と磁束制御リングの歯部とをずらして両者間に大きな空隙を発生させ、磁路抵抗を増加させて磁束を制御するものが知られている（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

また、永久磁石式発電機における磁束制御装置としては、筒部材の内周面が切り欠かれた長手方向に延びる磁路制御用凹溝が周方向に等間隔に隔置して形成され、凹溝間の凸部の内周面がステータの外周面に密接して摺動移動する面を形成しているものが知られている。ステータの巻線は、櫛部に異なった巻数で巻き上げられた複数個の巻線群、例えば、3群の巻線群1U-1V-1W、2U-2V-2W、及び3U-3V-3Wに分けられている。コントローラは、ロータの回転数に応答して筒部材のステータに対する位置制御と巻線群の直列及び/又は並列の結線の制御を行なう。コントローラは、例えば、高い電圧側は、巻線群を直列に結線して高電圧を発生させ、また、低い電圧で電流の多い側は巻線群を並列に結線して低電圧で大電流を発生させることができる。上記永久磁石式発電機は、ステータに巻き上げられた分割型の巻線を持ち、コントローラは、高電圧を得る場合には分割型の巻線の途中から引き出したラインから出力するように構成され、ロータの回転

10

20

30

40

50

数の増加に従って巻線の巻数が減少するように制御する（例えば，特許文献 2 参照）。

【特許文献 1】特開平 7 - 2 3 6 2 6 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 2 8 1 6 9 5 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 2 - 2 0 4 5 5 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 7】

しかしながら，永久磁石式発電機において，ロータとステータの間にその磁路間の磁路抵抗を増減させる磁束制御部材を配置したもののについて，磁束制御部材が円周方向に移動し，磁束制御部材の櫛状歯部とステータの櫛部の先端部との間の空隙が大きくなったとき，永久磁石の磁力は，ステータの半径方向に流れるものと磁束制御部材の周辺方向に流れるものに分離される。この磁路のうちステータ外周方向へ流れる磁力は，巻き線に作用して発電電流を作る。磁束制御を行ったとき，ステータ側に流れる磁束ができるだけ小さい方が制御性が良いことになる。永久磁石式発電機の磁束制御性は，ロータの回転数が高いほど大きいほうが制御性が良い。しかしながら，ロータの回転数が小さい場合，磁力の通りが良いほど発電電圧が良いほど起電力が大きくなるので，その性能は良いが回転数が大きいと，その必要性が無い。ステータ材料は珪素鋼板が使われていることが多いが珪素鋼板は交流磁界に対して，約 1 0 0 0 H z 程まで極めて良好に追随する。しかしながら，永久磁石式発電機は，回転数が小さい場合，磁力の通りが良いほど良い。ステータ材料は珪素鋼板が使われていることが多いが，珪素鋼板は交流磁界に対し，約 1 0 0 0 H z 程まで極めて良好に追随する。しかしながら，高周波ではこの追随性は不要である。

【0 0 0 8】

この発明の目的は，上記の問題を解決するため，軟鋼や純鉄が約 5 0 0 H z 程でその透磁性が悪化するという原理を利用し，ロータに永久磁石部材を配設し，ステータをインナステータとアウトステータとに分離し，アウトステータをインナステータに比較して高周波時に透磁性が悪化する材料で作製し，低速時には磁路を流れる磁束を抑制せず，高周波時にはステータの磁路を流れる磁束を抑制するため，ロータとステータとの間に配置した磁束制御部材をステータに対して相対移動させて磁路空隙を制御すると共に，磁束制御性を更に向上させ，それによってロータの回転変動にかかわらず常に予め決められた一定電圧を確実に発電できるように構成した磁束制御型の永久磁石式発電機を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 9】

この発明は，ハウジングに固定され且つ櫛部間の複数のスロットにコイルを巻き上げたステータ，前記ハウジングに回転可能に支持され且つ周方向に順次配置された複数の直形状の永久磁石片を備えたロータ，前記ステータと前記ロータとの間の空隙に配置され且つ前記ステータに対して相対移動して磁束を制御する磁束制御部材及び前記磁束制御部材を前記ステータに対して回転移動させるアクチュエータを有する永久磁石式発電機において，前記ステータは，内周側に前記櫛部をそれぞれ連結するブリッジ部を備え且つ外周側を前記櫛部間を開放したインナステータと，前記インナステータの外周面に嵌合し且つ円周上に磁路を形成するアウトステータとから構成され，前記アウトステータは，少なくとも軟鋼，純鉄，1 3 C r - F e ステンレス鋼等の高周波交流磁束の追随性が悪い材料で形成されていることを特徴とする永久磁石式発電機に関する。

【0 0 1 0】

この永久磁石式発電機は，前記インナステータと前記アウトステータとの嵌合部には微小エアギャップが形成されている。

【0 0 1 1】

この永久磁石式発電機は，前記アウトステータの前記磁路を 1 極に相当する複数個の前記櫛部の磁路に相当する通路面積より小さい面積を持つように構成されている。

【0 0 1 2】

10

20

30

40

50

前記インナステータは、珪素鋼板等の透磁率と高周波交流の追随性が良い材料で形成され、前記アウトステータは、初透磁率が悪く、高周波磁力の追随性が悪い材料から成る薄板材を積層して構成されている。

【0013】

前記アウトステータを構成する前記薄板材は、1枚1枚独立してそれぞれが絶縁材で電氣的に絶縁されている。

【0014】

前記磁束制御部材は、パーマロイ、珪素含有率の大きい鋼板等の透磁率の大きい薄板を積層して構成されている。

【0015】

前記アウトステータの外周面には、積層板の外周径が異なるフィン状段部が形成されている。

【0016】

前記アウトステータの積層材は、前記軟鋼と珪素鋼板の組み合わせによって構成されている。

【0017】

前記ロータは、多極ロータに構成され、回転数が大きくなったとき、交流周波数が600Hzを超え、磁束飽和するように積層材を組み合わせるように構成されている。

【発明の効果】

【0018】

この磁束制御型の永久磁石式発電機は、上記のように、ステータ外周部のアウトステータを純鉄又は軟鋼、13Cr-Feステンレス鋼の薄板にて作製されているので、高周波領域にて磁束の交番性が損なわれ、磁束制御状態が増大し、磁束制御率を向上させることができ、特に、大きな磁力を用いて大きな発電電力を発生させる永久磁石式発電機ではロータの回転数が小さい時には大きな電圧が発生し、ロータの回転数が大きくなると、その発電電圧が抑制される特性を構成することができる。

【0019】

永久磁石式発電機の発電特性が次式で表され、回転速度の上昇と共に電圧は上昇する。

$$E = 4.44 \times W_s \cdot \Phi \cdot f$$

ここで、E：電圧、 W_s ：巻き線数、 Φ ：磁力、f：周波数である。

上記の式で制御性のある項目は存在しない。そこで、この永久磁石式発電機では、磁力の強さを制御するためにロータとステータの間に磁束制御部材を設け、磁路に空隙を与える構造を構成し、磁路を流れる磁束を制御したところ、ステータ側に移動する磁力を60%ほど減少させることができた。ところが、永久磁石式発電機におけるロータの回転数が増加し、発電電圧が大幅に増加すると、より大きな磁束制御性が要求されるようになった。そこで、永久磁石式発電機の磁束制御性を解明すると、ロータから発生する磁力は放射性があるので、ステータ側に流れ易くなっている。ステータ側に流れる磁力がロータの回転が高速のときだけ流れ難くすることができれば、磁束制御性は大きく改善される。この永久磁石式発電機は、これを解決するため、軟鋼や純鉄の薄板が珪素鋼板と比較して高周波交流が飽和する特性を持っていることを利用し、軟鋼や純鉄の薄板をステータのアウトステータに使用すると、交流磁力は外周に交流磁束が通り難い部材を持つステータの櫛部に流れ難くなり、磁束制御部材を通り抜ける磁力が増し、必要とする高速時の制御性が大幅に改善された。13Cr-Feは、軟鋼と同様に、交番磁束の飽和性が良いばかりか電気抵抗が軟鋼の6倍以上、珪素鋼板の2倍以上大きいので、渦電流が発生し難くなり、効率向上に寄与される。そこで、13Cr-Feの材料を磁路を構成するアウトステータに用いることが望ましいことが分かった。

【0020】

そこで、この永久磁石式発電機は、上記のことを考慮し、磁力をより多く流したい磁束制御部材やインナステータには珪素鋼板を用い、アウトステータには軟鋼等を用いたところ、低速での通過磁力を大きくし、高速での通過磁力を抑えることになり、磁束制御性を

10

20

30

40

50

大幅に改善することになった。また、この永久磁石式発電機は、磁路を構成する部材が連続体だと誘導電流が流れて発熱するので、特に、磁路を構成する磁束制御部材、アウタステータ及びインナステータを薄板の積層構造に構成されている。また、この永久磁石式発電機は、ステータについて、アウタステータの磁力が交流磁力によって飽和すると、ステータ側の磁力は抑制され、殆どの磁力は周方向に流れ、発電電力が低減する。その結果、図4に示すように、回転数が大きい部分の無負荷電圧がサチュレートし、更に、磁束制御状態では軟鋼などの持つ初透磁率が小さいことにより、低負荷時の磁束制御性が良好となる効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

10

以下、図面を参照して、この発明による磁束制御型の永久磁石式発電機の一実施例を説明する。この永久磁石式発電機は、例えば、回転軸2を風力発電機の風車、自動車のエンジン、排気タービン、蒸気タービン、燃焼器等の駆動源に連結し、回転軸2に固定してロータ3を回転駆動して発電するものである。この永久磁石式発電機は、発電された電力を自動車等の電子機器、ヒータ、補機等で消費するのに適用できる。

【0022】

この永久磁石式発電機は、図1に示すように、ロータ3とステータ4とを収容するハウジング1、ハウジング1に一对の軸受13を介して回転可能にそれぞれ支持されている回転軸2、ロータ3の一端には押さえ板41を介して回転軸2に設けられたねじ40に固定ナット42が螺入され、他端には押さえ板45とスペーサ46が介在されており、全体として固定ナット42をねじ40に締め付けることによってロータ3が回転軸2の所定位置に固定されている。また、回転軸2は、例えば、一端がスペーサ43を介して回転軸2のねじ49にナット44を螺入することによって、ハウジング1に軸受13を介して回転自在に支持され、更に、回転軸2の端部に位置する入力となるベルトプーリ47は、ナット48が回転軸2のねじ49に螺入して固定され、ベルトプーリ47にはエンジンの出力軸に取り付けたベルトが掛けられる。

20

【0023】

この永久磁石式発電機は、図1に示すように、回転軸2に固定されている永久磁石部材5を備えたロータ3、ロータ3の外周から隔置してハウジング1に固定されているステータ4、及びステータ4の内周側にステータ4に対して相対回転可能にハウジング1に軸受を介して回転可能に取り付けられた磁束制御部材7、及び磁束制御部材7をロータ3の駆動状態に応じてステータ4に対して相対移動させる電磁弁、モータ等のアクチュエータ25から構成されている。ステータ4は、ハウジング1に固定され、櫛部10間のスロット11にコイル14を巻き上げている。磁束制御部材7は、ステータ4とロータ3との間の隙間23に配置され、磁束制御部材7とロータ3との間には隙間23が存在している。磁束制御部材7は、アクチュエータ25によってロッド26等を介して、ステータ4に対して相対移動して磁束制御部材7とステータ4との間の磁束が制御されるように構成されている。ハウジング1は、例えば、図示のように、両側の一对の本体部1A、1Bとこれらを連結するボルト36から成り、本体部1Aと1Bの間には、リング状継鉄部材であるアウタステータ17が配設されている。また、アウタステータ17は、両側からハウジング1の本体部1A、1Bによって支持されている。磁束制御部材7は、例えば、図示していないが、軸受を介してハウジング1に回転自在に支持され、ステータ4に対して回転移動可能である。

30

40

【0024】

ステータ4は、櫛状円筒部材であるインナステータ20とインナステータ20の外周面に嵌合された円筒状のアウタステータ17から構成されている。インナステータ20は、周方向にスロット11を形成して隔置状態に延びる櫛部10、内周側で隣接する櫛部10を互いに連結するブリッジ部28及びブリッジ部28より内周側で内方に延びる櫛状集合部21から構成されている。櫛状集合部21は、2個の櫛部10をブリッジ部28によって集合する構造に形成されており、幅が大きく形成されているので、磁束制御部材7との

50

磁束制御が良好に行えるようになっている。インナステータ20は、櫛部10間のスロット11にコイル14が巻き上げられている。インナステータ20は、隣接する櫛部10間が開き開口18に形成されている。櫛部10は、外開きに形成されているので、櫛部10にコイル14を巻き上げる際に、インナステータ20の外周側から行うことができ、極めて容易に達成できる。アウトステータ17には、インナステータ20の櫛部10を嵌合する長手方向に延びる凹溝29が形成されている。インナステータ20へのアウトステータ17の嵌合は、インナステータ20の櫛部10の拡大状態の先端部32がアウトステータ17の凹溝29に嵌合し、先端部32と凹溝29の間には接着剤としての樹脂材27が介在して微小なエアギャップを形成するように構成されている。更に、櫛状集合部21は、その内側先端の両側角部にチャンファ部31が形成されている。

10

【0025】

この発明による永久磁石式発電機は、特に、アウトステータ17は、軟鋼、純鉄、13Cr - Feステンレス鋼等の高周波交流磁束の追随性が悪い材料で形成されており、また、インナステータ20は、珪素鋼板等の透磁率と高周波交流の追随性が良い材料で形成されていることを特徴としている。また、アウトステータ17は、初透磁率が悪く、高周波磁力の追随性が悪い材料から成る薄板材を積層して構成されている。また、アウトステータ17を構成する薄板材は、1枚1枚が独立してそれぞれが絶縁材で電氣的に絶縁されている。インナステータ20は、珪素鋼板等から成る薄板材を積層して構成されている。この永久磁石式発電機は、ステータ4のアウトステータ17を高周波交流の追随性が悪い材料で形成したので、図4に示すように、ロータ3の回転数が大きい部分の無負荷電圧が、実線で示す珪素鋼板の場合に比較して、点線で示すようにサチュレートし、磁束制御状態では初透磁率が小さくなる効果があり、より顕著な磁束制御性が得られる。

20

【0026】

更に、この永久磁石式発電機では、アウトステータ17の磁路は、インナステータ20における1極に相当する複数個の櫛部10の磁路に相当する通路面積より小さい面積を持つように構成されている。また、アウトステータ17の外周面には、切欠き部24が形成され、例えば、長手方向に6枚の積層板の外周径がそれぞれ異なるものから成り、異なる外周径を順次に積層することによってフィン状の段部が形成されており、フィン状段部により表面積が大きくなると共に、外周径の大きい板体が小さい板体より突出し、冷却フィンの機能を果たしている。また、アウトステータ17の積層材は、磁束の抑制程度では、

30

【0027】

ロータ3は、例えば、回転軸2の外周に配置された透磁部材6、透磁部材6の外周面に配置された永久磁石部材5、及び永久磁石部材5の外周面に固定された保持パイプ16を備えている。永久磁石部材5は、周方向に隔置状態に配置され且つ軸方向に延びる永久磁石片19と、隣接する永久磁石片19間に介在された非磁性部材22とから構成されている。また、ロータ3の永久磁石部材5は、図2又は図3では、6個の円弧状の永久磁石片19を備えており、永久磁石片19はほぼ60°に相当している。ロータ3の永久磁石部材5を構成する永久磁石片19は、周方向に隣接する永久磁石片19が交互に異なった磁極即ちN極とS極とが交互に配置されるように配列されている。また、ロータ3は、複数の永久磁石片19から多極ロータに構成され、回転数が大きくなったとき、交流周波数が600Hzを超え、磁束飽和するように構成されている。

40

【0028】

磁束制御部材7は、周方向に隔置して配置され且つステータ4の櫛状集合部21と相対する突起した櫛状歯部8、及び櫛状歯部8間に凹溝12を形成するように櫛状歯部8を連結するブリッジ部9から構成され、全体的に円筒状に形成されている。また、磁束制御部材7の櫛状歯部8には、その先端の両側角部にチャンファ部30が形成されている。また、磁束制御部材7の凹溝12の底部間はチャンファ部30間の空隙より小さい空隙に形成されている。磁束制御部材7は、パーマロイ、珪素含有率の大きい鋼板等の透磁率の大き

50

い薄板材を積層して構成されている。この永久磁石式発電機では、図 2 に示す状態では、磁束制御部材 7 の櫛状歯部 8 とステータ 4 の櫛状集合部 2 1 とが互いに対向して整合状態になっており、インナステータ 2 0 を通る磁束が抑制されていない状態である。また、図 3 に示すように、コントローラの指令でアクチュエータ 2 5 が駆動して磁束制御部材 7 がステータ 4 に対して相対移動した状態であり、ステータ 4 の櫛状集合部 2 1 のチャンファ部 3 1 と磁束制御部材 7 の櫛状歯部 8 のチャンファ部 3 0 との間に、最大の磁路空隙 3 3 が形成され、インナステータ 2 0 を通る磁束が低減された抑制状態になっている。

【 0 0 2 9 】

磁束制御部材 7 は、周方向に隔置して配置され、ステータ 4 の櫛部 1 0 間のスロット 1 1 の幅より小さい幅を有する断面四角形状の櫛状歯部 8、隣接する櫛状歯部 8 を互いに連 10
繋するブリッジ部 9、櫛状歯部 8 間に形成された非透磁部の凹溝 1 2 が周方向に順次配置され、全体として円筒状に形成されている。磁束制御部材 7 の櫛状歯部 8 の周方向の幅は、ステータ 4 を構成するステータコア 1 5 の櫛部 1 0 間のスロット 1 1 の幅より小さい幅に設定されている。櫛状歯部 8 は、先端部の両側角部にチャンファ部 3 0 が形成されている。また、ステータ 4 の櫛状集合部 2 1 の先端部の両側角部にチャンファ部 3 1 が形成されている。従って、磁束制御部材 7 がステータ 4 に対して相対移動し、図 3 に示す位置になると、磁束制御部材 7 のチャンファ部 3 0 とインナステータ 2 0 のチャンファ部 3 1 と 20
の間に予め決められた所定量のクリアランス即ち磁路空隙 3 3 が形成される。また、磁路空隙 3 3 は、櫛状歯部 8 のチャンファ部 3 0 と櫛状集合部 2 1 のチャンファ部 3 1 との間に確実に形成され、磁束制御性をアップさせている。また、磁束制御部材 7 は、アクチュエータ 2 5 によって回転移動が制御される時には、磁束制御部材 7 に移動方向の上下流の一方のクリアランスと他方のクリアランスとは同程度のクリアランス量に制御されるようになっている。

【 0 0 3 0 】

また、この永久磁石式発電機は、磁束制御部材 7 をステータ 4 に対して回転移動させて磁束制御部材 7 とステータ 4 との間の空隙量を制御し、予め決められた一定の発電電圧を得るように制御することの特徴としている。磁束制御部材 7 を回転駆動するアクチュエータ 2 5 は、磁束制御部材 7 の端部に固定されたロッド 2 6 を備えた電磁弁又はモータ等から構成されている。例えば、アクチュエータ 2 5 がモータで形成された場合には、ロッド 2 6 の先端に形成したウォームを、磁束制御部材 7 の一端から延出したバーにウォームホ 30
イールに噛み合わせ、アクチュエータ 2 5 を作動してロッド 2 6 を回転させてバーを介して磁束制御部材 7 を回転移動させればよい。又は、アクチュエータ 2 5 が電磁弁に形成された場合には、ロッド 2 6 の先端を磁束制御部材 7 の一端から延出したバーに固定し、アクチュエータ 2 5 を作動してロッド 2 6 を進退させ、バーを介して磁束制御部材 7 を回転移動させればよいが、この場合には、図示していないが、リターンスプリングを設けて電磁弁の付勢が解除されると磁束制御部材 7 を元の位置に復帰させるように構成することが好ましい。コントローラは、ポジションセンサによって磁束制御部材 7 の複数位置を選定し、電磁弁のロッド 2 6 を移動させて磁束制御部材 7 を僅かな回転移動させる制御をするように構成できる。アクチュエータ 2 5 は、磁束制御部材 7 に一端を固定したロッド 2 6 は、他端が電磁弁に挿通されているので、電磁弁のコイルへの電流を制御することによっ 40
てロッド 2 6 が出入し、その時、磁束制御部材 7 は、僅かな正転又は逆転をし、ステータ 4 の櫛状集合部 2 1 と磁束制御部材 7 の非透磁部の凹溝 1 2 との位置が移動するものであり、例えば、ポジションセンサによってロッド 2 6 の位置を確かめ、電磁弁に負荷する電圧を変化させる。電磁弁に大きな電圧を加えると、移動が進み駆動力が増加するので、電圧を小さくするというような電圧制御を行なうことによって、磁束制御部材 7 を所望の位置に停止できる。また、磁束制御部材 7 には、リターンスプリング（図示せず）が設けられているので、磁束制御部材 7 は電磁弁の付勢や不付勢に応じて常にステータ 4 に対する位置が定まる状態になる。

【 0 0 3 1 】

この永久磁石式発電機は、上記のとおりであり、磁束制御部材 7 の櫛状歯部 8 の外周面 50

は、ステータ４の櫛状集合部２１の内周面に密接して摺動可能であり、ステータ４に対して相対回転可能に配置され、磁束制御部材７をアクチュエータ２５によってステータ４に対して相対的に僅かに回転移動させて磁束制御部材７のステータ４に対する位置を変更させて櫛部１０を通過する磁束を変化させ、発電電力を制御するものである。磁束制御部材７の櫛状歯部８のチャンファ部３０とインナステータ２０のチャンファ部３１との間に形成されるクリアランスは、アクチュエータ２５によって磁束制御部材７の櫛状歯部８をステータコア１５の櫛状集合部２１に対して相対移動させることによって形成される。

【産業上の利用可能性】

【００３２】

この発明による永久磁石式発電機は、例えば、風力発電機、自動車用発電機、産業用発電機等の発電機として使用して好ましく、例えば、出力軸が回転変動する風車、自動車のエンジン、排気タービン、蒸気タービン、燃焼器等の駆動源に回転軸を連結し、回転軸に固定したロータを回転駆動して発電するものであり、発電された電力を自動車等の電子機器、補機、ヒータ、照明等の機器で消費することができる。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

【図１】この発明による永久磁石式発電機の一実施例を示す概略断面図である。

【図２】図１の永久磁石式発電機の磁束を通す状態を説明するＡ－Ａ断面を示す断面図である。

【図３】図１の永久磁石式発電機の磁束を抑制した状態を説明するＡ－Ａ断面を示す断面図である。

【図４】ステータを形成する材料が珪素鋼板の場合と軟鋼の場合の周波数に対する無負荷電圧を示すグラフである。

【符号の説明】

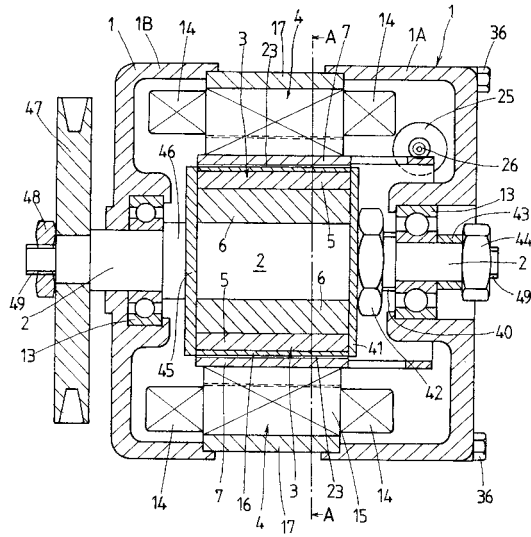
【００３４】

- １ ハウジング
- ２ 回転軸
- ３ ロータ
- ４ ステータ
- ５ 永久磁石部材
- ７ 磁束制御部材
- ８ 櫛状歯部
- ９，２８ ブリッジ部
- １０ 櫛状歯部
- １１ スロット
- １２ 凹溝
- １４ コイル
- １７ アクチュエータ
- １８ 外開き開口
- １９ 永久磁石片
- ２０ インナステータ
- ２１ 櫛状集合部
- ２５ アクチュエータ
- ２９ 凹溝
- ３０，３１ チャンファ部
- ３３ 磁路空隙

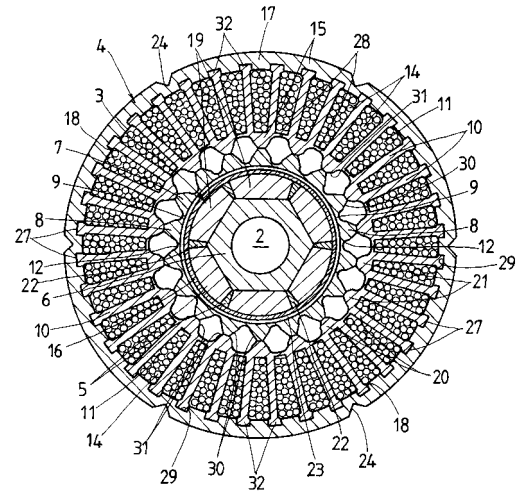
30

40

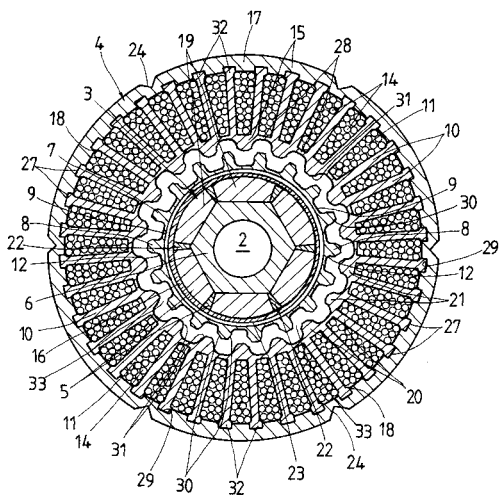
【図 1】



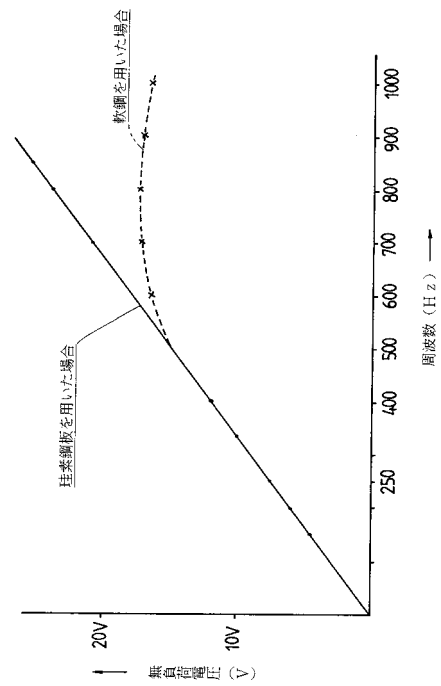
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
H 0 2 K 3/493	H 0 2 K 3/493	
H 0 2 K 21/14	H 0 2 K 21/14	G

F ターム(参考) 5H604 BB05 BB10 BB14 CC01 CC05 QC02 QC09
5H621 AA03 BB07 BB10 GA01 GA04 GA18 HH01 PP10