

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 回転電気機械のロータ

技術分野

[0001] 本発明は、永久磁石形同期回転電気機械のロータの構造に関する。

背景技術

[0002] 従来、永久磁石形同期モータや永久磁石形同期発電機などの、界磁に永久磁石を用いた永久磁石形同期回転電気機械が知られている。永久磁石形同期回転電気機械は、ロータへの永久磁石保持態様の違いから、磁石がロータ表面に組み込まれた表面磁石形(SPM: Surface Permanent Magnet)と、磁石がロータの鉄心内部に組み込まれた埋込磁石形(IPM: Interior permanent Magnet)とに大きく分類される。特許文献1には、そのうち表面磁石形の回転電気機械が示されている。

[0003] 特許文献1に記載の永久磁石形回転電気機械は、電機子鉄心に電機子巻線が巻回されて成るステータと、ステータの軸心部に回転可能に内挿されたロータとを備えている。このロータは、シャフトと、シャフトの軸方向に並んで当該シャフトの周面を覆う複数の保持環と、複数の保持環の内周面に固着された界磁用の複数の永久磁石とを備えている。軸方向に並ぶ複数の保持環は互いに溶接接合されている。この回転電気機械では、ロータが回転しているときに永久磁石に作用する遠心力によって当該永久磁石が飛び出さないように、複数の保持環によって永久磁石がロータの周囲に保持される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-266919号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、上記のような表面磁石形の永久磁石形同期回転電気機械のロータにおいて、回転電気機械のロータの回転を高速化しても所定の性能を発揮

し得る永久磁石の保持構造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] 近年では、永久磁石の高性能化と低価格化に伴い、大型の回転電気機械にも永久磁石が使われるようになった。このような大型の回転電気機械では、永久磁石が大きくなり、更に、ロータの回転が高速化されることにより、永久磁石からの渦電流によるエネルギー損失も大きくなる。特許文献1の回転電気機械では、永久磁石を保持する複数の保持環は導体であり、ここにも渦電流が流れて渦電流損が発生する。特許文献1の複数の保持環は溶接により一体化されていることから電気抵抗が小さく、保持環に生じる渦電流によるエネルギー損失を抑えることができない。

[0007] そこで、本発明の第一の態様に係る回転電気機械のロータは、ロータ軸と、前記ロータ軸に外嵌された軸方向に延びる筒状のスリーブと、前記ロータ軸と前記スリーブとの半径方向の間に設けられ、前記スリーブによって前記ロータ軸の周囲に保持された界磁用の複数の永久磁石とを備え、前記スリーブが前記軸方向に並ぶ複数のショートスリーブから成り、隣接するショートスリーブの前記軸方向に突き合わされた端部同士がトルク伝達可能に機械的に接合されていることを特徴としている。

[0008] 上記ロータでは、スリーブが軸方向に細分化されており、且つ、ショートスリーブ同士が機械的に接合されていることから、スリーブが一体物である場合やショートスリーブ同士が溶接で接合されている場合と比較して、スリーブの電気抵抗が大きく、渦電流の電流路が短くなる。その結果、スリーブを流れる渦電流が減少し、渦電流損を低減することができる。よって、ロータの回転が高速化しても、回転電気機械は所定の性能を発揮することができる。

[0009] また、ショートスリーブ同士がトルク伝達可能に接合されているので、スリーブを利用して回転トルクを伝達することが可能である。

[0010] 更に、スリーブが軸方向に細分化されているので、スリーブが一体物であ

る場合と比較して加工が容易となる。その結果、スリーブの形状精度を高めることができ、回転電気機械の出力密度を向上させた大型のロータを容易に実現することができる。

[0011] 上記回転電気機械のロータにおいて、前記隣接するショートスリーブの前記軸方向に突き合わされた端部同士がフェースギアカップリングにより接合されている。

[0012] これにより、ショートスリーブのフェースギア同士を噛み合わせるだけでショートスリーブ同士の円周方向の連結、円周方向の位置決め、及び自動調心が為されるので、ロータの製造作業を簡易化することができる。

[0013] 上記回転電気機械のロータは、前記スリーブを前記軸方向の両側から挟み込んで、前記隣接するショートスリーブ同士を圧接させる、前記ロータ軸に固定された一对のエンド部材を更に備えている。

[0014] このように一对のエンド部材で複数のショートスリーブを挟み込むことによって、複数のショートスリーブを一体化することができる。

[0015] 上記回転電気機械のロータにおいて、前記複数のショートスリーブのうちのひとつと、前記ロータ軸に固定された一对のエンド部材のうちのひとつとが、トルク伝達可能に機械的に接合されている。

[0016] これにより、ロータの回転時にロータ軸から遊離した永久磁石がスリーブに押し付けられるので、この永久磁石のトルクがスリーブを介してロータ軸へ伝達される。

[0017] 上記回転電気機械のロータにおいて、前記複数のショートスリーブが非磁性材料で構成されている。

[0018] これにより、スリーブによってロータの電磁気設計に与える影響を抑えることができる。

[0019] ところで、表面磁石形の回転電気機械では、ロータの回転数の増加に伴い磁石に作用する遠心力が増大して、遠心力がロータ軸の外周面から遊離する。そうすると、磁石がスリーブに十分に押し付けられなければ、磁石のトルクをロータ軸に効率的に伝達することができなくなって所定の性能が得られ

なくなったり、ロータのバランスが崩れて振動が生じたりする。

[0020] そこで、本発明の第二の態様に係る回転電気機械のロータは、
ロータ軸と、
前記ロータ軸に外嵌された軸方向に延びる筒状のスリーブと、
前記ロータ軸と前記スリーブとの半径方向の間に設けられ、前記スリーブによって前記ロータ軸の周囲に保持された界磁用の複数の永久磁石と、
前記複数の永久磁石の一部が、前記ロータ軸の外周面において同一円周上に並んで環状列を形成しており、前記環状列の円周方向に隣接している永久磁石の間においてこれらの永久磁石と同一円周上に配置され、前記ロータ軸にトルク伝達可能に固定されたストッパとを備えることを特徴としている。

[0021] また、上記第一の態様に係る回転電気機械のロータにおいて、前記複数の永久磁石の一部が、前記ロータ軸の外周面において同一円周上に並んで環状列を形成しており、前記ロータが、前記環状列の円周方向に隣接している永久磁石の間においてこれらの永久磁石と同一円周上に配置され、前記ロータ軸にトルク伝達可能に固定されたストッパを更に備えていてもよい。

[0022] 上記のようにロータに備えられたストッパにより、ロータの回転時にロータ軸から遊離した永久磁石の円周方向への移動が阻止されるので、ロータ軸に対する永久磁石の円周方向位置が保持される。また、ロータの回転時にロータ軸から遊離した永久磁石がストッパに押し付けられるので、この永久磁石のトルクがストッパを介してロータ軸へ伝達される。このように、永久磁石がロータ軸から遊離しても永久磁石のトルクをロータ軸へ伝達することができるので、ロータの回転が高速化しても、回転電気機械は所定の性能を発揮することができる。また、ロータのバランスが崩れることに起因する振動を抑えることができる。

[0023] 上記第一及び第二の態様に係る回転電気機械のロータにおいて、前記ストッパが非磁性材料で構成されていてよい。

[0024] これにより、ストッパによってロータの電磁気設計に与える影響を抑えることができる。

[0025] 上記第一及び第二の態様に係る回転電気機械のロータにおいて、前記ストッパが、前記ロータ軸に形成されたキー溝に嵌め込まれた基部と、前記ロータ軸の外周面から半径方向に突出する頭部とを有するキーであってよい。

[0026] これにより、ロータ軸にトルク伝達可能に接合されたストッパを単純且つ製造容易な構造で実現することができる。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、表面磁石形の永久磁石形同期回転電気機械のロータにおいて、ロータの回転を高速化しても、回転電気機械が所定の性能を発揮することのできる、永久磁石の保持構造を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る永久磁石形回転電気機械の概略構成を示す断面図である。

[図2]図2は、ロータの軸方向と直交する概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0029] 次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。先ず、図1を参照しながら、本発明の一実施形態に係る回転電気機械100の概略構成から説明する。図1は本発明の一実施形態に係る永久磁石形回転電気機械の概略構成を示す断面図である。この図において、ロータ5は下半分のみが断面で示されている。

[0030] 回転電気機械100は、ステータ1とロータ5とを備えている。ステータ1は、電機子鉄心に電機子巻線が巻回されて成る（いずれも図示略）。ロータ5は、ロータ軸9と、ロータ軸9の周面を取り囲むスリーブ3と、ロータ軸9の外周面とスリーブ3の内周面との間に配置された複数の界磁用の永久磁石11とを備えている。ロータ5はステータ1の軸心部に挿入され、ステータ1に対しロータ5が回転自在となるようにロータ軸9が軸受7に支持されている。上記構成の回転電気機械100では、ステータ1に生じた回転磁界とロータ5に生じた界磁とにより回転トルクが発生し、ロータ5が回転する。

[0031] 次に、ロータ 5 の構造について詳細に説明する。図 2 はロータ 5 の軸方向 X と直交する概略断面図である。

[0032] 図 1 及び図 2 に示すように、ロータ軸 9 の周囲には、複数の永久磁石 1 1 が円周方向に並べられて環状列を成している。そして、複数の永久磁石 1 1 の環状列がロータ 5 の軸方向 X に並べられている。

[0033] 永久磁石 1 1 の環状列には、内周面側（即ち、ロータ軸 9 側）が S 極、外周側（即ち、スリーブ 3 側）が N 極に磁化されたものと、外周面側が S 極、内周面側が N 極に磁化されたものとが、極数に応じて交互に配置されている。本実施形態においては、内周面側が S 極に磁化された 1 ペアの永久磁石 1 1 と、内周側が N 極に磁化された 1 ペアの永久磁石 1 1 とが交互に円周方向に並べられており、合計 8 個の永久磁石 1 1 によって 1 つの環状列が形成されている。

[0034] 内周面側が S 極に磁化された 1 ペアの永久磁石 1 1 と、内周側が N 極に磁化された 1 ペアの永久磁石 1 1 との円周方向の間に、これらの永久磁石 1 1 と同一円周上に配置されたストッパ 4 が設けられている。本実施形態に係るストッパ 4 は、ロータ軸 9 に打ち込まれたキー 4 1 である。本実施形態において、1 の永久磁石 1 1 の環状列に対し、4 箇所においてストッパ 4 が設けられているが、ストッパ 4 は少なくとも 1 箇所に設けられていればよい。

[0035] キー 4 1 は、例えば、軽量で且つ遠心力に耐えうる強度を有するチタン合金などの非磁性体材料で構成されている。ロータ軸 9 の外周面には、軸方向 X に延びる複数のキー溝 9 2 が、円周方向に所定間隔で設けられている。キー 4 1 の根部 4 1 b はキー溝 9 2 に嵌め込まれ、これにより、キー 4 1 がロータ軸 9 に固定されている。また、このように固定されたキー 4 1 からロータ軸 9 へトルクの伝達が可能である。キー 4 1 の頭部 4 1 a はキー溝 9 2 より半径方向外向きに突出しており、このキー 4 1 の頭部 4 1 a は環状列を形成している永久磁石 1 1 と同一円周上に位置している。キー 4 1 のうち頭部 4 1 a が実質的にストッパ 4 として機能する。

[0036] 各永久磁石 1 1 を軸方向 X から見たときに、各永久磁石 1 1 は内周側円弧

と比べて外周側円弧が若干大きい扇形形状を有している。そして、キー４１を軸方向Ｘから見たときに、キー４１の少なくとも頭部４１ａも扇形形状を有している。本実施形態では、キー４１を軸方向Ｘから見たときに、キー４１の根部４１ｂも扇形形状を有するが、キー４１の根部４１ｂの形状はこれに限定されない。上記のように、ロータ５を軸方向Ｘから見たときに、ロータ軸９の周囲に配置される複数の永久磁石１１及びキー４１の頭部４１ａが扇形形状を有しているので、隣接する永久磁石１１間、及び、隣接する永久磁石１１とキー４１との間の間隙を詰めることができ、永久磁石１１の円周方向への移動をより効果的に阻止することができる。

[0037] ロータ５のスリーブ３は、軸方向Ｘに並ぶ複数のショートスリーブ３０から構成されている。各ショートスリーブ３０は、例えば、ニッケル合金などの遠心力に耐えうる強度を有する非磁性材料で構成されている。各ショートスリーブ３０の軸方向Ｘの寸法は、永久磁石１１の軸方向Ｘの寸法より長く、本実施形態においては、各ショートスリーブ３０の軸方向Ｘの寸法は永久磁石１１の軸方向Ｘの寸法のおよそ２倍となっている。但し、ショートスリーブ３０と永久磁石１１の軸方向Ｘの寸法関係は本実施形態に限定されない。

[0038] 複数のショートスリーブ３０の軸方向Ｘの両端、即ち、スリーブ３の軸方向Ｘの両端には、一对のエンド部材３１、３２が設けられている。一方のエンド部材３１はロータ軸９に固定されている。他方のエンド部材３２はナット状であって、その内周に雌ネジ３２１が形成されている。この雌ネジ３２１には、ロータ軸９に形成された雄ネジ９１が螺入されている。

[0039] 各ショートスリーブ３０は軸方向Ｘの両端部に円形の開口を有し、各開口縁には円周方向に規則的に並んだ複数の放射状に延びる歯によってフェースギア３３が形成されている。軸方向Ｘに隣接するショートスリーブ３０間では、軸方向Ｘの対向面の各々に設けられたフェースギア３３の歯が噛み合うことにより、フェースギアカップリングが形成されている。このフェースギアカップリングにより、隣接するショートスリーブ３０の円周方向の連結、

円周方向の位置決め、及び自動調心が為されている。

[0040] 軸方向Xに並ぶ複数のショートスリーブ30は、一対のエンド部材31, 32によって軸方向X両側から加圧され、隣接するショートスリーブ30同士が軸方向Xに圧接されている。このようにして軸方向Xに隣接するショートスリーブ30同士が、円周方向と軸方向Xに相対的移動不能に固定されることによって、機械的に突き合わせ接合されている。このように機械的に接合された隣接するショートスリーブ30同士はトルクを伝達可能である。そして、このように軸方向Xに順次接続された複数のショートスリーブ30によって筒状（中空軸状）のスリーブ3が形成されている。

[0041] 続いて、上記構成のロータ5の製造方法について説明する。

[0042] まず、ロータ軸9にエンド部材31を軸方向Xから嵌めて、エンド部材31をロータ軸9に溶接などによって固定する。エンド部材31はロータ軸9から半径方向に出っ張ったフランジ形状を成している。エンド部材31の軸方向Xの一方側であって永久磁石11が配置される側には、フェースギア33が形成されている。なお、エンド部材31は、ロータ軸9の加工により当該ロータ軸9と一体的に成形されたものであってもよい。

[0043] 次に、ロータ軸9の周囲に複数の永久磁石11を配置し、各永久磁石11を接着剤等によってロータ軸9の外周面に貼りつける。続いて、ロータ軸9の各キー溝92にキー41が打ち込む。ここで、キー41の外周面と永久磁石11の外周面とが概ね面一となってもよいし、キー41の外周面が永久磁石11の外周面よりも若干半径方向外側へ位置していてもよい。

[0044] 続いて、ロータ軸9に複数のショートスリーブ30を順に軸方向Xから嵌める。ここで、最初に嵌められたショートスリーブ30とエンド部材31とを軸方向Xに突き合わせて、これらの突き合わせ面に形成されたフェースギア33の歯を噛み合わせる。また、軸方向Xに並ぶショートスリーブ30を軸方向Xに突き合わせて、これらの突き合わせ面に形成されたフェースギア33の歯を噛み合わせる。ロータ軸9にショートスリーブ30を嵌める前又は後で、ショートスリーブ30と永久磁石11又はキー41との半径方向の

間隙を例えば硬化樹脂材料製の充填材で埋める。

[0045] 最後に、ロータ軸 9 にエンド部材 3 2 を軸方向 X から嵌める。ここで、エンド部材 3 1 及びエンド部材 3 2 によってスリーブ 3 を軸方向 X の両側から挟み込んで加圧することによって、隣接するショートスリーブ 3 0 同士が軸方向 X に圧接されるように、エンド部材 3 2 の雌ネジ 3 2 1 をロータ軸 9 の雄ネジ 9 1 にねじ込む。なお、ロータ軸 9 に最後に嵌められたショートスリーブ 3 0 において、エンド部材 3 2 と接触する面にはフェースギア 3 3 は形成されていない。以上の工程により、ロータ 5 を製造することができる。

[0046] 以上に説明したように、本実施形態の回転電気機械 1 0 0 のロータ 5 は、ロータ軸 9 と、ロータ軸 9 に外嵌された軸方向 X に延びる筒状のスリーブ 3 と、ロータ軸 9 とスリーブ 3 との半径方向の間に設けられ、スリーブ 3 によってロータ軸 9 の周囲に保持された界磁用の複数の永久磁石 1 1 とを備えている。そして、スリーブ 3 は、軸方向 X に並ぶ複数のショートスリーブ 3 0 から成り、隣接するショートスリーブ 3 0 の軸方向 X に突き合わされた端部同士がトルク伝達可能に機械的に接合されている。

[0047] 回転電気機械 1 0 0 のロータ 5 が回転すると、永久磁石 1 1 に渦電流が生じ、同様に、スリーブ 3 にも渦電流が生じる。ここで、スリーブ 3 が軸方向 X に細分化された構成となっているので、スリーブ 3 が一体物である場合やショートスリーブ 3 0 同士が溶接で接合されている場合と比較してスリーブ 3 の電気抵抗が大きく、渦電流の電流路（渦電流の流れる長さ）が短くなる。その結果、スリーブ 3 を流れる渦電流が全体として減少し、渦電流損の低減により、回転電気機械 1 0 0 のエネルギー損失を抑えることができる。更に、渦電流による発熱も抑制できるので、スリーブ 3 の温度上昇による永久磁石 1 1 の永久減磁のリスクを軽減することができる。

[0048] 上記ロータ 5 では、ショートスリーブ 3 0 同士がトルク伝達可能に接合されているので、スリーブ 3 を利用して回転トルクを伝達することが可能となる。

[0049] 上記ロータ 5 では、スリーブ 3 が軸方向 X に細分化された構成となってい

るので、ロータ5の軸方向×長さが半径と比較して長尺となる場合には、スリーブ3が一体物である場合と比較して加工が容易となる。その結果、スリーブ3の形状精度を高めることができる。更に、ショートスリーブ30同士は溶接ではなく機械的に接合されていることから、ショートスリーブ30同士を溶接するためにその溶接熱が永久磁石11に及ばないように溶接部を避けて永久磁石11を配置したり、そのためにショートスリーブ30と永久磁石11とを精確に位置決めしたりすることが不要である。よって、回転電気機械100の出力密度を向上させた大型のロータ5を容易に実現することができる。

[0050] また、本実施形態のロータ5において、隣接するショートスリーブ30の軸方向×に突き合わされた端部同士の機械的接合はフェースギアカップリングによりなされている。なお、フェースギアカップリングには、カービックカップリングやハースカップリングなどがあるが、突き合わせ面に形成されたフェースギア33が噛み合う態様であればいずれでもよい。

[0051] このようにショートスリーブ30同士の機械的接合方式としてフェースギアカップリングを用いることで、ショートスリーブ30のフェースギア33同士を噛み合わせるだけでショートスリーブ30の円周方向の連結、円周方向の位置決め、及び自動調心が為される。これにより、ロータ5の製造においてスリーブ3を形成する作業を簡易化することができる。更に、フェースギアカップリングによって結合された複数のショートスリーブ30は一体的な中空軸と等しい状態となるので、ボルトなどの他の接手に比較して高トルクの伝達が可能であり、また、ロータ5の高速回転中もショートスリーブ30同士の相対的位置を良好に固定することができる。

[0052] 上記のようにショートスリーブ30同士の機械的接合方式としてフェースギアカップリングを用いることが望ましいが、機械的接合方式はこれに限定されない。ショートスリーブ30同士の機械的接合方式は、トルク伝達可能に両者を突き合わせ接合できるものであればよい。このような機械的接合方式として、例えば、一方のショートスリーブ30にインターナルギアを形成

し、他方のショートスリーブ30にエクスターナルギアを形成して、これらのギアの歯を噛み合わせたギアカップリングや、双方のショートスリーブ30の突き合わせ端部にエクスターナルギアを形成し、これらのエクスターナルギアと噛み合うインターナルギアを有するカラーでショートスリーブ30を繋ぎ合わせるギアカップリングなどを挙げることができる。

[0053] また、本実施形態のロータ5は、ロータ軸9に固定された一对のエンド部材31, 32を備えている。これら一对のエンド部材31, 32は、スリーブ3を軸方向Xの両側から挟み込んで、隣接するショートスリーブ30同士を圧接させている。

[0054] このように一对のエンド部材31, 32によってスリーブ3が軸方向X両側から挟み込まれることによって、隣接するショートスリーブ30同士が軸方向Xに圧接され、複数のショートスリーブ30が一体化される。このような構造によれば、ロータ5の製造において、隣接するショートスリーブ30を個々に圧接する作業を行わなくて済むので、ロータ5の製造作業を簡易化することができる。

[0055] また、本実施形態のロータ5において、ロータ軸9に最初に嵌められたショートスリーブ30と、ロータ軸9に固定されたエンド部材31とがトルク伝達可能に機械的に接合されている。但し、ショートスリーブ30とエンド部材31の組み合わせは上記に限定されず、複数のショートスリーブ30のうちの一つと、ロータ軸9に固定された一对のエンド部材31, 32のうちの一つとが、トルク伝達可能に機械的に接合されていればよい。ここでは、エンド部材31とショートスリーブ30との機械的接合方式としてフェースギアカップリングが採用されているが、機械的接合方式はこれに限定されない。

[0056] 一般に、表面磁石形の回転電気機械100では、ロータ5の回転が高速となると、永久磁石11に作用する遠心力によって永久磁石11がロータ軸9の表面から遊離し（浮き上がり）、半径方向外側へ飛び出そうとする。これに対し、本実施形態のロータ5では、永久磁石11はその半径方向外側に位

置するスリーブ3によって半径方向外向きの移動が阻止され、永久磁石11はロータ軸9の外周面に保持される。このとき、ロータ軸9の表面から遊離した永久磁石11は、スリーブ3に押し付けられており、永久磁石11とスリーブ3内周面との摩擦により永久磁石11とスリーブ3とが一体となって回転する。ここで、スリーブ3とロータ軸9とがトルク伝達可能に接合されているので、ロータ5の永久磁石11の磁界と回転磁界の極によって生じる永久磁石11のトルク（マグネットトルク）はスリーブ3を介してロータ軸9へ伝達される。このように、永久磁石11がロータ軸9から遊離しても、永久磁石11のトルクを確実にロータ軸9へ伝達することができる。よって、ロータ5の回転を高速化しても、回転電気機械100の所定の性能を得ることができる。

[0057] また、本実施形態のロータ5において、複数の永久磁石11の一部が、ロータ軸9の外周面において同一円周上に並んで環状列を形成しており、この環状列の円周方向に隣接している永久磁石11の間にストッパ4が設けられている。ストッパ4は、環状列を成す永久磁石11と同一円周上に配置されており、ロータ軸9にトルク伝達可能に固定されている。

[0058] 前述の通りロータ5の回転時に遠心力によってロータ軸9の表面から遊離した永久磁石11は、永久磁石11とロータ軸9との間にトルクに起因する剪断力が生じ、永久磁石11がロータ軸9の外周面上を円周方向へ移動しようとする。これに対し、本実施形態に係るロータ5では、ストッパ4（キヤ41の頭部41a）によって永久磁石11のロータ軸9に対する円周方向への移動が阻止されるので、ロータ軸9に対する永久磁石11の円周方向位置が保持される。これにより、ロータ5の良好な回転バランスが維持され、回転電気機械100の電氣的な制御が安定的に維持される。

[0059] そして、上記のようにロータ軸9の表面から遊離した永久磁石11はロータ軸9の表面から遊離した永久磁石11はストッパ4に押し付けられており、永久磁石11のトルクはストッパ4を介してロータ軸9へ伝達される。このように、永久磁石11がロータ軸9から遊離しても、永久磁石11のトル

クを確実にロータ軸 9 へ伝達することができる。よって、ロータ 5 の回転を高速化しても、回転電気機械 100 の所定の性能を得ることができる。

[0060] また、本実施形態のロータ 5 では、上記ストッパ 4 が、ロータ軸 9 に形成されたキー溝 9 2 に嵌め込まれた根部 4 1 b と、ロータ軸 9 の外周面から半径方向に突出する頭部 4 1 a とを有するキー 4 1 として実現されている。

[0061] このようにして、ロータ軸 9 にトルク伝達可能に接合されたストッパ 4 を単純且つ製造容易な構造とすることができる。但し、本発明に係るストッパ 4 はキー 4 1 に限定されず、ロータ軸 9 に対しトルク伝達可能に固定されており、且つ、永久磁石 11 の円周方向の移動を阻止することができる部材であればよい。

[0062] また、本実施形態のロータ 5 において、各ショートスリーブ 30 及びストッパ 4 は、いずれも非磁性材料で構成されている。これにより、スリーブ 30 やストッパ 4 によってロータ 5 の電磁気設計に与える影響を抑えることができる。特に、ショートスリーブ 30 の材料として、電気抵抗が小さいものを選ぶと、渦電流による発熱をより効果的に抑制することができる。

[0063] 以上に本発明の好適な実施形態を説明した。この説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

符号の説明

[0064] 1 : ステータ
3 : スリーブ
4 : ストッパ
4 1 : キー
4 1 a : 頭部
4 1 b : 根部
5 : ロータ

- 9 : ロータ軸
- 1 1 : 永久磁石
- 3 0 : ショートスリーブ
- 3 1 : エンド部材
- 3 2 : エンド部材
- 3 3 : フェースギア
- 9 2 : キー溝
- 1 0 0 : 回転電気機械

請求の範囲

- [請求項1] ロータ軸と、
前記ロータ軸に外嵌された軸方向に延びる筒状のスリーブと、
前記ロータ軸と前記スリーブとの半径方向の間に設けられ、前記スリーブによって前記ロータ軸の周囲に保持された界磁用の複数の永久磁石とを備え、
前記スリーブが前記軸方向に並ぶ複数のショートスリーブから成り、隣接するショートスリーブの前記軸方向に突き合わされた端部同士がトルク伝達可能に機械的に接合されている、
回転電気機械のロータ。
- [請求項2] 前記隣接するショートスリーブの前記軸方向に突き合わされた端部同士がフェースギアカップリングにより接合されている、
請求項1に記載の回転電気機械のロータ。
- [請求項3] 前記スリーブを前記軸方向の両側から挟み込んで、前記隣接するショートスリーブ同士を圧接させる、前記ロータ軸に固定された一対のエンド部材を更に備える、
請求項1又は2に記載の回転電気機械のロータ。
- [請求項4] 前記複数のショートスリーブのうちの一つと、前記ロータ軸に固定された一対のエンド部材のうちの一つとが、トルク伝達可能に機械的に接合されている、
請求項3に記載の回転電気機械のロータ。
- [請求項5] 前記複数のショートスリーブが非磁性材料で構成されている、
請求項1～4のいずれか一項に記載の回転電気機械のロータ。
- [請求項6] 前記複数の永久磁石の一部が、前記ロータ軸の外周面において同一円周上に並んで環状列を形成しており、
前記環状列の円周方向に隣接している永久磁石の間においてこれらの永久磁石と同一円周上に配置され、前記ロータ軸にトルク伝達可能に固定されたストッパを更に備える、

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の回転電気機械のロータ。

[請求項7]

ロータ軸と、

前記ロータ軸に外嵌された軸方向に延びる筒状のスリーブと、

前記ロータ軸と前記スリーブとの半径方向の間に設けられ、前記スリーブによって前記ロータ軸の周囲に保持された界磁用の複数の永久磁石と、

前記複数の永久磁石の一部が、前記ロータ軸の外周面において同一円周上に並んで環状列を形成しており、前記環状列の円周方向に隣接している永久磁石の間においてこれらの永久磁石と同一円周上に配置され、前記ロータ軸にトルク伝達可能に固定されたストッパとを備える、

回転電気機械のロータ。

[請求項8]

前記ストッパが非磁性材料で構成されている、

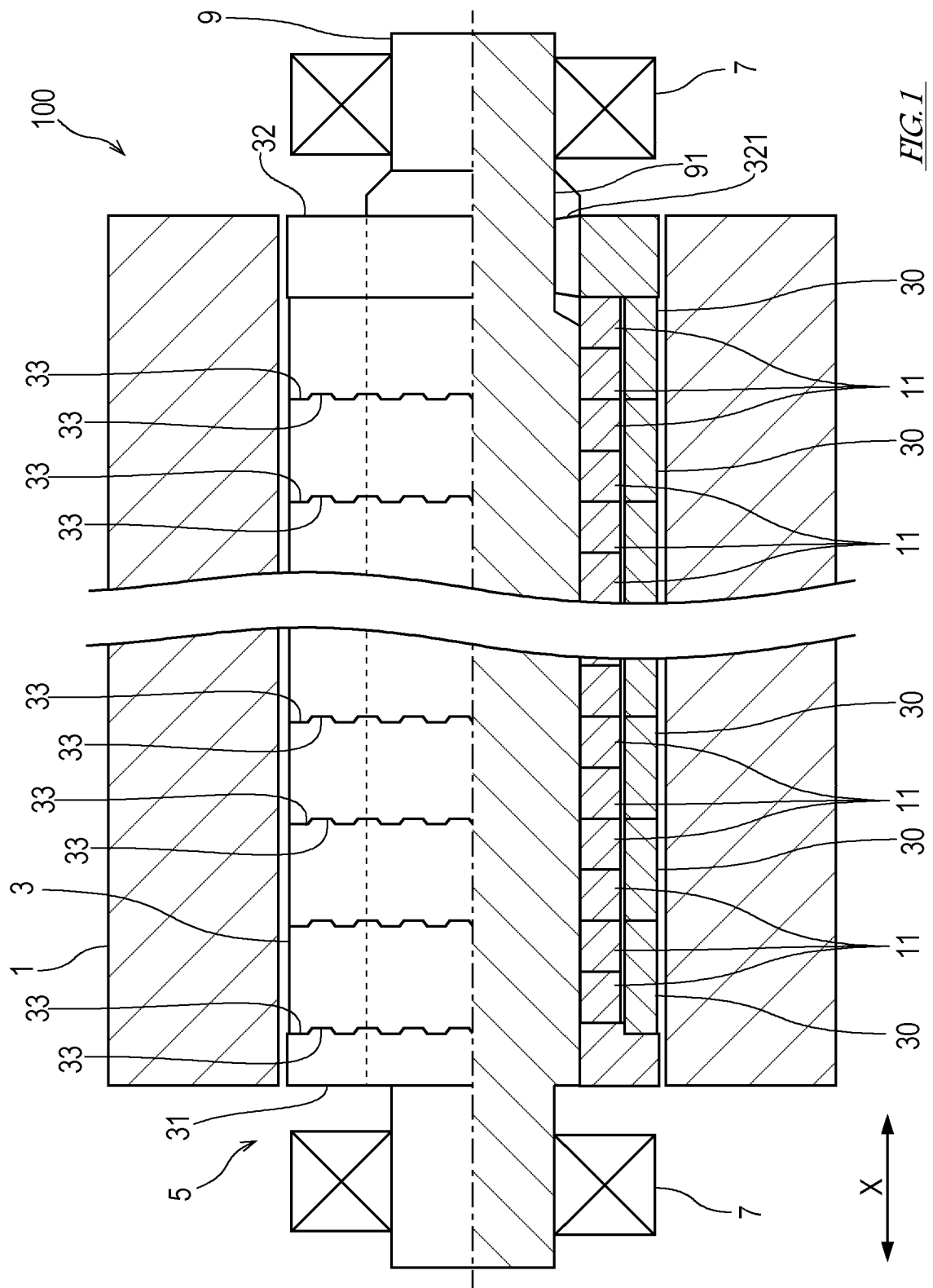
請求項 6 又は 7 に記載の回転電気機械のロータ。

[請求項9]

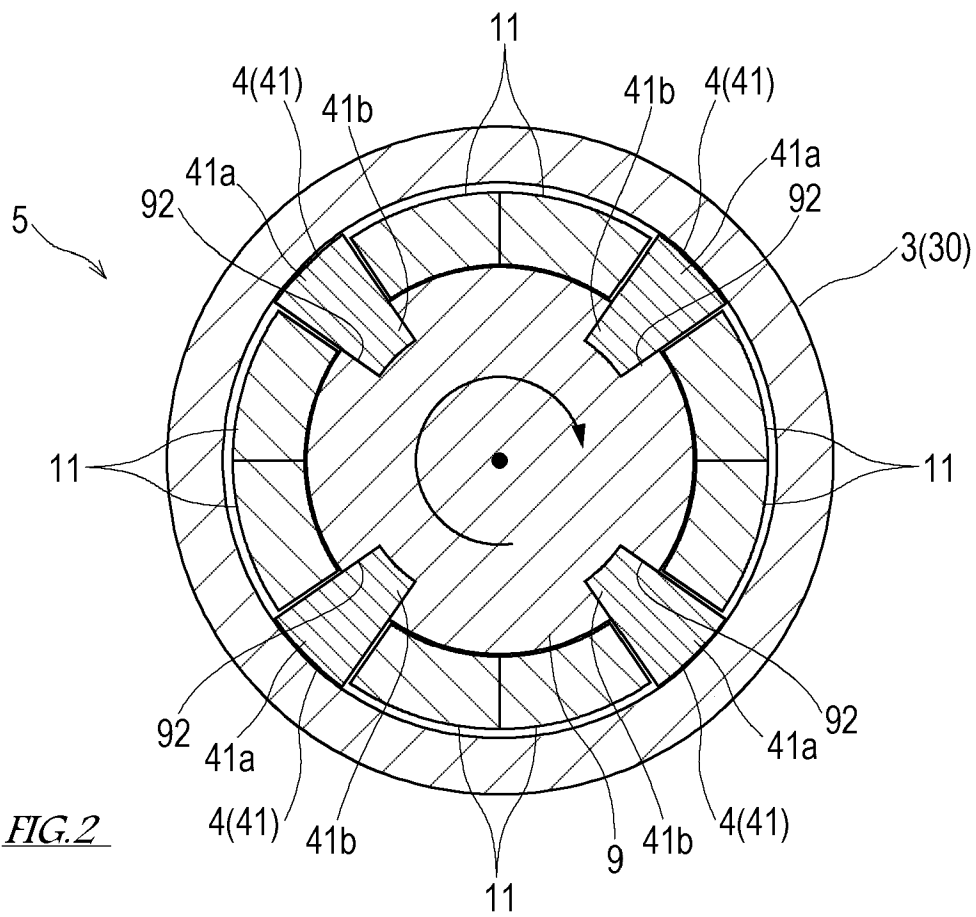
前記ストッパが、前記ロータ軸に形成されたキー溝に嵌め込まれた基部と、前記ロータ軸の外周面から半径方向に突出する頭部とを有するキーである、

請求項 6 ～ 8 のいずれか一項に記載の回転電気機械のロータ。

[図1]



[図2]

FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/004639

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/27(2006.01)i, H02K1/22(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K1/27, H02K1/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-289493 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 01 November 1996 (01.11.1996), entire text; all drawings & US 5744887 A entire text; all drawings & CN 1142701 A	1-9
A	US 2008/0238234 A1 (Saban et al.), 02 October 2008 (02.10.2008), entire text; all drawings & EP 1976096 A2	1-9
X	JP 2008-295178 A (Meidensha Corp.), 04 December 2008 (04.12.2008), paragraphs [0058] to [0062]; fig. 1, 3 (Family: none)	7-9
A		1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 January 2017 (10.01.17)

Date of mailing of the international search report
24 January 2017 (24.01.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K1/27 (2006.01)i, H02K1/22 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K1/27, H02K1/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 8-289493 A（松下電器産業株式会社） 1996.11.01, 全文、全図 & US 5744887 A, 全文、全図 & CN 1142701 A	1-9
A	US 2008/0238234 A1（S a b a n e t a l.） 2008.10.02, 全文、全図 & EP 1976096 A2	1-9

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.01.2017

国際調査報告の発送日

24.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

▲桑▼原 恭雄

3 V

4484

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2008-295178 A (株式会社明電舎) 2008.12.04, 段落 [0 0 5 8] - [0 0 6 2]、図1、図3 (ファミリーなし)	7 - 9 1 - 6