

(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2007-74776

(P2007-74776A)

(43) 公開日 平成19年3月22日(2007.3.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K 1/27 5O1M	5H601
HO2K 1/22 (2006.01)	HO2K 1/27 5O1G	5H621
HO2K 21/16 (2006.01)	HO2K 1/27 5O2Z	5H622
HO2K 21/22 (2006.01)	HO2K 1/27 5O2G	
	HO2K 1/22 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-256388 (P2005-256388)
 (22) 出願日 平成17年9月5日(2005.9.5)

(71) 出願人 000001340
 国産電機株式会社
 静岡県沼津市大岡3744番地
 (74) 代理人 100073450
 弁理士 松本 英俊
 (72) 発明者 高橋 正勝
 静岡県沼津市大岡3744番地 国産電機株式会社内
 (72) 発明者 金澤 宏至
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
 Fターム(参考) 5H601 AA29 BB01 CC01 CC02 CC15
 DD01 DD02 DD09 DD11 DD18
 DD23 EE18 GA02 GA39 GB05
 GB13 JJ10 KK03 KK21
 最終頁に続く

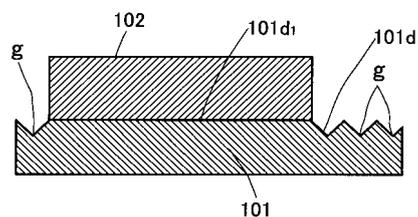
(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【要約】

【課題】 渦電流の低減を図って、高効率化と高出力化とを図った磁石界磁回転形の回転電機を提供する。

【解決手段】 周方向に伸びる磁石取付面を有する回転子ヨーク101と、回転子ヨークの周方向に間隔をあけて配置されて磁石取付面に取り付けられた界磁構成用の複数の永久磁石102とを有する磁石回転子と、この磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えた回転電機において、回転子ヨーク101の磁石取付面101dに、回転子ヨーク101の周方向に伸びる多数の溝gを、回転子ヨーク101の軸線方向に並べて形成した。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁石を取り付けるために用いられる部分を有する磁石取付面を備えた回転子ヨークと、相互間に間隔をあけた状態で配置されて前記回転子ヨークの磁石取付面に取り付けられた複数の界磁構成用の永久磁石とを有する磁石回転子と、前記磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えた回転電機において、

前記磁石取付面の少なくとも一部に、前記磁石取付面を流れる渦電流のループを横切る多数の溝が並設されている回転電機。

【請求項 2】

周方向に伸びる磁石取付面を有する回転子ヨークと、前記回転子ヨークの周方向に間隔をあけて配置されて前記磁石取付面に取り付けられた界磁構成用の複数の永久磁石とを有する磁石回転子と、前記磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えた回転電機において、

前記回転子ヨークの磁石取付面に、前記回転子ヨークの周方向に伸びる多数の溝が、該回転子ヨークの軸線方向に並べて形成されている回転電機。

【請求項 3】

前記多数の溝は、前記磁石取付面の少なくとも永久磁石から外れた部分の全体に分布するように設けられている請求項 2 に記載の回転電機。

【請求項 4】

前記回転子ヨークはカップ状に形成されていて、その内周面が前記磁石取付面となっている請求項 2 または 3 に記載の回転電機。

【請求項 5】

前記回転子ヨークは円柱状または円筒状に形成されていて、該回転子ヨークの外周面が前記磁石取付面となっている請求項 2 または 3 に記載の回転電機。

【請求項 6】

前記磁石取付面の各永久磁石が配置される部分は平坦に形成され、各永久磁石は、磁石取付面の平坦な部分に接着されている請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転子ヨークに磁石を取り付けてなる磁石回転子と、電機子鉄心に電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えた磁石界磁回転形の回転電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

磁石発電機やブラシレスモータ等の磁石界磁回転形の回転電機は、磁石取付面を有する回転子ヨークとこの回転子ヨークの磁石取付面に取り付けられた複数の界磁構成用の永久磁石とを有する磁石回転子と、磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に電機子コイルを巻装してなる固定子とにより構成される。

【0003】

この種の回転電機では、回転子ヨークと鎖交する磁束が磁石回転子の回転に伴って変化するため、回転子ヨークの表面に渦電流が流れ、この渦電流と回転子ヨークの電気抵抗とにより渦電流損が生じる。渦電流損は、回転電機の効率を低下させる原因となる他、回転子の温度を上昇させる原因になるため、渦電流損が大きいと回転電機の出力が制限されるという問題が生じる。従って、渦電流損はできるだけ少なくすることが好ましい。

【0004】

渦電流損を低減するためには、磁束の通路となる部分をケイ素鋼板の積層体により構成すればよいが、磁石界磁回転形の回転電機の回転子ヨークをケイ素鋼板の積層体により構成することは容易ではなく、一般には行なわれてない。

10

20

30

40

50

【0005】

磁石界磁回転形の回転電機の渦電流損の低減を図るための従来技術としては、特許文献1に示されているように、各永久磁石の磁極面に多数の溝を形成するようにしたものである。

【特許文献1】特開2004-260951号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のように、磁石界磁回転形の回転電機の渦電流損を低減するために、永久磁石の磁極面に多数の溝を形成することが提案されているが、永久磁石の磁極面に多数の溝を形成した場合には、磁石の強度が弱くなるため、磁石が破損しやすくなるという問題が生じる。特許文献1に示された発明では、溝を形成した磁石の磁極面を樹脂でコーティングすることにより、磁石の機械的強度が低下するのを防ぐようにしているが、磁石を樹脂でコーティングすると、コーティング用の樹脂が必要になる上に、加工に手間がかかるため、コストが高くなるのを避けられない。また永久磁石の磁極面を樹脂でコーティングすると、磁石回転子の磁極と電機子鉄心の磁極部との間のギャップが、樹脂コーティングの厚み分だけ大きくなるため、回転電機の性能が低下するおそれがある。

10

【0007】

本発明の目的は、磁石の強度を低下させたり、製造コストを上昇させたりすることなく、渦電流損を低減させて、高効率化と高出力化とを図ることができるようにした回転電機を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、磁石を取り付けるために用いられる部分を有する磁石取付面を備えた回転子ヨークと、相互間に間隔をあけた状態で配置されて回転子ヨークの磁石取付面に取り付けられた複数の界磁構成用の永久磁石とを有する磁石回転子と、磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えた回転電機に係わるもので、本発明においては、磁石取付面の少なくとも一部に、磁石取付面を流れる渦電流のループを横切る多数の溝が並設される。

【0009】

上記のように、磁石取付面の少なくとも一部に、磁石取付面を流れる渦電流のループを横切る多数の溝を形成すると、渦電流のループが多数の溝により遮断されるため、渦電流に対する電気抵抗が増加して渦電流が制限される。渦電流損は、渦電流の二乗と電気抵抗との積により決まるため、渦電流を制限することにより渦電流損を大幅に低減することができる。また磁石の磁極面に溝を形成する必要がないため、磁石の強度を低下させたり、製造コストを上昇させたりすることなく、渦電流損を低減させて、高効率化と高出力化とを図ることができる。

30

【0010】

通常、磁石取付面は、回転子ヨークの周方向に伸びるように設けられ、複数の永久磁石は、回転子ヨークの周方向に間隔をあけて配置されて磁石取付面に取り付けられる。この場合には、渦電流ループを横切る溝を回転子ヨークの周方向に伸びるように設けて、この溝を、回転子ヨークの軸線方向に多数並べて形成するのが好ましい。

40

【0011】

上記のように、多数の溝を回転子ヨークの周方向に伸びるように設けると、回転子ヨークを回転させながら磁石取付面の一部を削り取ることにより各溝を形成することができるため、溝を形成するための加工を容易にすることができる。

【0012】

なお渦電流ループを横切る溝は、必ずしも回転子ヨークの周方向に伸びるように形成する必要はなく、回転子ヨークの軸線方向や、軸線方向に対して傾斜した方向に伸びるように形成してもよい。回転子ヨークを鋳造により製造する場合には、鋳造の際に同時に渦電

50

流ループを横切る溝を形成することができる。この場合は、成形用の金型の分離（型抜き）を容易にするために、各溝を回転子ヨークの軸線方向に伸びるように設けるのが好ましい。

【0013】

渦電流を効果的に抑制するためには、多数の溝は、磁石取付面の少なくとも永久磁石から外れた部分の全体に分布するように設けるのが好ましい。

【0014】

本発明は、回転子が固定子の外側で回転する外転形の回転電機にも、回転子が固定子の内側で回転する内転形の回転電機にも適用することができる。外転形の回転電機では、通常、回転子ヨークがカップ状に形成される。回転子ヨークがカップ状に形成される場合、
10 回転子ヨークの周壁部の内周面が磁石取付面となる。

【0015】

内転形の回転電機においては、回転子ヨークが円柱状または円筒状に形成されて、その外周面が磁石取付面とされる。

【0016】

本発明の好ましい態様では、磁石取付面の各永久磁石が配置される部分が平坦に形成され、各永久磁石は、磁石取付面の平坦な部分に接着により固定される。

【0017】

上記のように、渦電流ループを横切る溝を磁石取付面の全体に設けるのではなく、磁石取付面の磁石が配置される部分は平坦に形成して、この平坦な部分に磁石を接着するよう
20 にすると、磁石の取付強度を高めることができる。

【発明の効果】

【0018】

以上のように、本発明によれば、磁石取付面の少なくとも永久磁石から外れた部分に、磁石取付面を流れる渦電流のループを横切る多数の溝を形成したので、渦電流に対して磁石取付面の電気抵抗を増加させて、渦電流を制限することができ、渦電流損による回転子の温度上昇を抑制することができる。また回転電機で生じる電力損失の低減を図ることができるため、回転電機の高出力化と高効率化とを図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下図面を参照して本発明の好ましい実施形態の構成を詳細に説明する。

図1及び図2はフライホイール磁石発電機等の回転子外転形の回転電機の構成例を示したものである。これらの図において、1は磁石回転子、2は固定子である。磁石回転子1は、回転子ヨーク101と、回転子ヨーク101に取り付けられた永久磁石102, 102, ...とからなっている。
30

【0020】

回転子ヨーク101は、鉄等の強磁性材料により、ほぼカップ状を呈するように形成されていて、円筒状の周壁部101aと、周壁部101aの軸線方向の一端を閉鎖するように設けられた底壁部101bとを一体に有し、底壁部101bの中央部には、ボス101cが設けられている。ボス101cを図示しない回転軸に嵌合させて該回転軸に対して固
40 定することにより、磁石回転子1に回転軸が取り付けられる。

【0021】

この例では、回転子ヨーク101の周壁部101aの内周面が、回転子ヨークの周方向に伸びる磁石取付面101dとなっていて、この磁石取付面に、回転子ヨークの周方向に間隔をあけて配置された界磁構成用の複数の円弧状の永久磁石102が取り付けられている。本実施形態では、永久磁石102が12個設けられ、これらの永久磁石が等角度間隔で配置されて磁石取付面101dに接着されている。永久磁石102, 102, ...は、それぞれの内周面に交互に異なる極性の磁極が現われるように、交互に着磁方向を異ならせて回転子ヨークの径方向に着磁されている。回転子ヨーク101と12個の永久磁石102とにより12極の磁石回転子1が構成されている。
50

【0022】

なお本明細書において、「磁石取付面」は、その一部が磁石を取り付けるために用いられる面であって、磁石を取り付けるために磁石に実際に接触させられる面のみを意味するものではなく、磁石により隠されることなく露呈された状態で配置される面をも含む。即ち、磁石取付面の内、磁石を取り付けるために用いられない部分（磁石が接触しない部分）は、磁石により隠されることなく固定子の磁極に対面させられる。

【0023】

固定子2は、所定の形状に打ち抜かれた鋼板の積層体からなっていて、環状の継鉄部201aから18個の突極部201bを放射状に突出させた構造を有する電機子鉄心201と、電機子鉄心201の突極部201b, 201b, ...にそれぞれ巻回された電機子コイル202, 202, ...とからなっている。この固定子においては、電機子鉄心201の各突極部201bの先端が磁極部Pとなっていて、電機子鉄心201の各磁極部Pが磁石回転子1の磁極に所定のギャップを介して対向させられる。電機子鉄心201と電機子コイル202とにより18極の固定子2が構成されている。この固定子は、電機子鉄心201の継鉄部201aに形成された取付孔201cに挿入した図示しないボルトを固定子取付部に設けられたネジ孔にねじ込むことにより、固定子取付部に固定される。

10

【0024】

この種の回転電機においては、磁石回転子1が回転すると、各永久磁石102から出て磁石取付面101dと鎖交する磁束が、磁石回転子1の回転に伴って交番するため、磁石取付面101dに渦電流が流れ、この渦電流の二乗と渦電流が流れる回路の電気抵抗との積により決まる渦電流損が生じる。

20

【0025】

本発明においては、この渦電流損を低減するため、磁石取付面101dの少なくとも一部、好ましくは、永久磁石102から外れた部分（各永久磁石に接触せずに露呈されている部分）に、磁石取付面101dを流れる渦電流のループを横切る多数の溝が並設される。渦電流ループとしては、各永久磁石102の周囲を取り囲む大ループと、無数の小ループとがあるが、本発明においては、少なくとも磁石を囲む渦電流の大ループL（図4参照）を横切るように磁石取付面101dに多数の溝を形成して、渦電流の大ループを多数の溝により遮断する。このように渦電流の大ループを横切るように溝を形成した場合、当然のことながら、渦電流の小ループも溝で遮断されることになる。

30

【0026】

本実施形態では、図3及び図4に示すように、回転子ヨークの磁石取付面101dの少なくとも各永久磁石102から外れた部分（各永久磁石の周囲の部分）に、回転子ヨーク101の周方向に伸びる多数の溝g, g, ...が、回転子ヨークの軸線方向に並べて形成されている。なお図3は図1のA-A線断面であり、図4は、図1に示した回転電機の磁石回転子の一部を示した展開図である。回転子ヨークの周方向に伸びる各溝gは、回転子ヨーク101をその中心軸線を中心にして回転させながら、回転子ヨークの内周面の、溝g, g, ...をそれぞれ形成すべき部分を次々とバイトで削り取ることにより簡単に形成することができる。溝gは、磁石取付面101dの少なくとも永久磁石から外れた部分の全体に均一に分布するように設けることが好ましい。

40

【0027】

本実施形態では、磁石102を囲む渦電流の大ループLを横切るように各溝gが形成されている。このように、磁石取付面の少なくとも永久磁石から外れた部分に、磁石を取り囲む渦電流のループLを横切る多数の溝gを形成すると、渦電流が流れるループの実効長を長くして、ループの電気抵抗を大きくすることができるため、磁石回転子の回転に伴って流れる渦電流を制限することができる。従って、渦電流損による回転子の温度上昇を抑制することができる。また回転電機で生じる電力損失の低減を図ることができる。

【0028】

溝gを磁石取付面の全体に亘るように設けた場合、各永久磁石と磁石取付面との接触面積が減少するため、磁石を接着により取り付ける場合に、磁石の取付強度が低下するおそ

50

れがある。従って、溝 g は各永久磁石が配置される部分 avoiding 設けるのが好ましい。

【0029】

図5は、磁石取付面101dの、各永久磁石が配置される部分 avoiding (永久磁石から外れた部分に) 溝 g を設けて、各永久磁石102が配置される部分を平坦面101d1とした例を示している。このように、各永久磁石が取り付けられる部分を平坦面としておくと、磁石102を接着により固定する場合に、磁石と磁石取付面との接触面積を増加させて、磁石の接着強度を高めることができるため、磁石の取付強度が不足するおそれを無くすることができる。

【0030】

磁石取付面101dの、各永久磁石が取り付けられる部分を平坦に形成する場合、平坦に形成する部分 avoiding 溝 g を加工するようにしても良いが、回転子ヨークの周方向に伸びる溝 g を形成する場合、溝 g の加工を容易にするためには、磁石取付面の全体(回転子ヨークの周方向の全体)に亘るように各溝 g を形成するのが好ましい。

10

【0031】

そのため、各永久磁石が取り付けられる部分を平坦に形成する場合、回転子ヨークの磁石取付面の全体に亘るように一連の溝 g を形成した後、図6に示したように、磁石102が取り付けられる部分を樹脂や金属により埋めることにより、平坦面101d1を形成するようにするのが好ましい。

【0032】

上記の実施形態では、外転形の磁石回転子が用いられる場合を例にとったが、内転形の磁石回転子が用いられる回転電機にも本発明を適用することができるのはもちろんである。図7は、内転形の磁石回転子を備えた回転電機の例を示したもので、同図において1は内転形の磁石回転子、2は固定子である。

20

【0033】

図7に示された磁石回転子1は、円柱状または円筒状に形成された回転子ヨーク101と、回転子ヨーク101に取り付けられた永久磁石102, 102, ...とからなっている。図示の例では、回転子ヨーク101の外周面が磁石取付面101dとなっていて、この磁石取付面に、等角度間隔で配置された複数の永久磁石102, 102, ...が接着等により固定されている。回転子ヨーク101と永久磁石102とにより12極の内転形磁石回転子1が構成され、回転子ヨーク101の軸心部に回転軸103が取り付けられている。

30

【0034】

固定子2は、所定の形状に打ち抜かれた鋼板の積層体からなっていて、環状の継鉄部201aの内周から18個の突極部201bを径方向の内側に放射状に突出させた構造を有する電機子鉄心201と、電機子鉄心201の突極部201b, 201b, ...にそれぞれ巻回された電機子コイル202, 202, ...とからなっている。電機子鉄心201と電機子コイル202とにより18極の固定子2が構成され、この固定子2の内側に磁石回転子1が該固定子と同心的に配置されている。図示の固定子においては、電機子鉄心201の各突極部201bの先端が磁極部Pとなっていて、電機子鉄心201の各磁極部Pが、磁石回転子1の磁極に所定のギャップを介して対向させられる。

40

【0035】

このような外転形の磁石回転子が用いられる場合にも、回転子ヨーク101の外周の磁石取付面101dに、渦電流のループを横切る多数の溝を形成することにより渦電流損の低減を図ることができる。

【0036】

図3及び図4に示したように、多数の溝 g を回転子ヨークの周方向に伸びるように設けると、回転子ヨークを回転させながら磁石取付面の一部を削り取ることにより各溝を形成することができるため、溝を形成するための加工を容易にすることができるが、渦電流ループを横切る溝 g は、必ずしも回転子ヨークの周方向に伸びるように形成する必要はなく

50

、回転子ヨークの軸線方向や、軸線方向に対して傾斜した方向に伸びるように形成してもよい。

【0037】

回転子ヨークは、鋳造品でも良く、プレス加工品でもよい。回転子ヨークを鋳造により製造する場合には、鋳造の際に同時に渦電流ループを横切る溝を形成することができる。この場合は、成形用の金型の分離（型抜き）を容易にするために、各溝を回転子ヨークの軸線方向に伸びるように設けるのが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の一実施形態に係わる回転電機の全体的な構成を示した正面図である。 10

【図2】図1に示した回転電機の縦断面図である。

【図3】図1のA-A線に沿って断面して示した磁石回転子の断面図である。

【図4】図1に示した回転電機の磁石回転子の一部を示した展開図である。

【図5】図1のB-B線に沿って断面して示した磁石回転子の断面図である。

【図6】本発明の他の実施形態の図5に相当する断面図である。

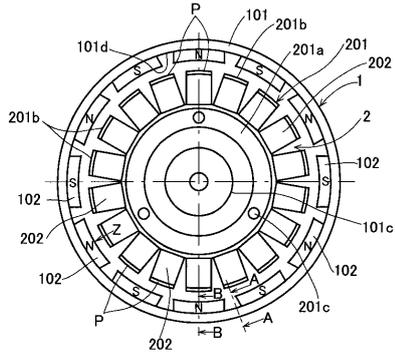
【図7】本発明の他の実施形態に係わる回転電機の全体的な構成を示した正面図である。

【符号の説明】

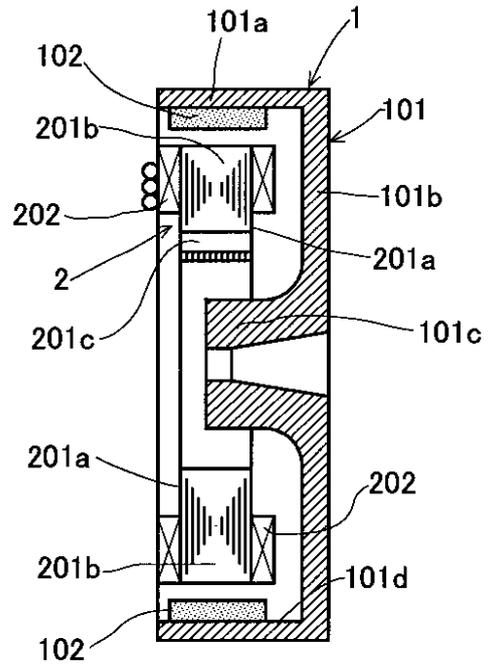
【0039】

- 1 磁石回転子
- 101 回転子ヨーク
- 101d 磁石取付面
- 102 永久磁石
- 2 固定子
- 201 電機子鉄心
- 202 電機子コイル
- g 溝
- L 渦電流の大ループ

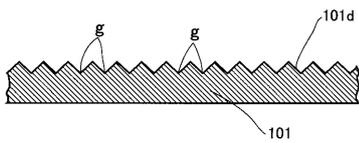
【 図 1 】



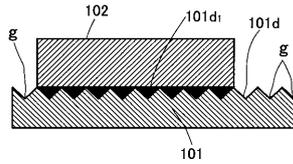
【 図 2 】



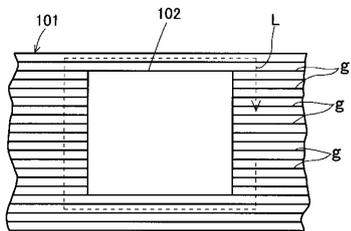
【 図 3 】



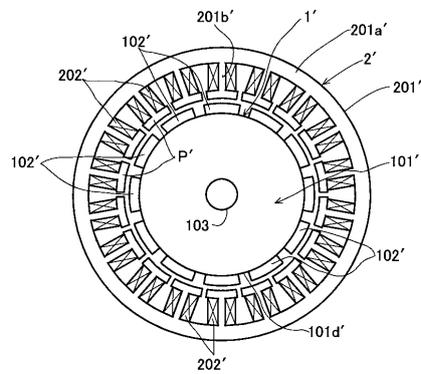
【 図 6 】



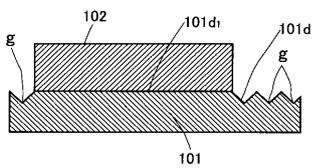
【 図 4 】



【 図 7 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I		テーマコード(参考)
	H 0 2 K 21/16	M	
	H 0 2 K 21/22	M	

Fターム(参考) 5H621 GA04 GA09 HH01 JK02 JK05
5H622 AA03 CA02 CA10 CB03 CB06 PP19