

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年5月22日(22.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/100385 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/14 (2006.01) *H02K 1/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/035081
- (22) 国際出願日: 2019年9月5日(05.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-212322 2018年11月12日(12.11.2018) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP). 住友電工焼結合金株式会社(SUMITOMO ELECTRIC SINTERED ALLOY, LTD.) [JP/JP]; 〒7160192 岡山県高梁市成羽町成羽2901番地 Okayama (JP).
- (72) 発明者: 齋藤 達哉(SAITO Tatsuya); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 中

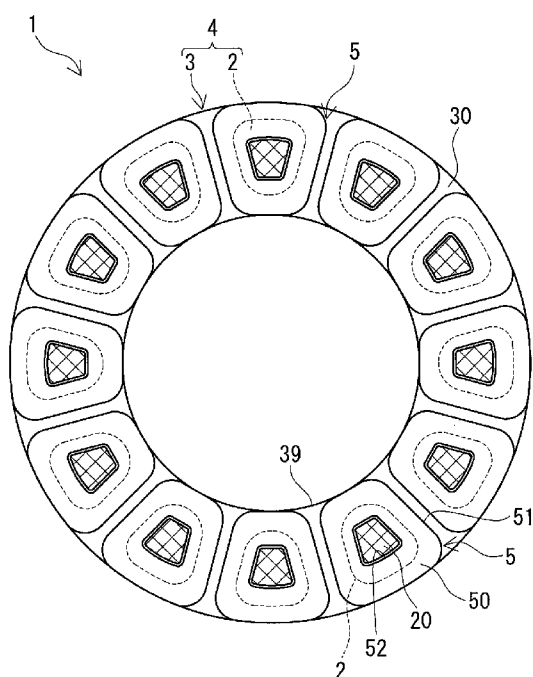
村 悠一(NAKAMURA Yuichi); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 上野 友之(UENO Tomoyuki); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 山野 宏, 外(YAMANO Hiroshi et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島六丁目1番3号 アストロ新大阪第2ビル10階 啓明特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: CORE, STATOR, AND ROTARY ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: コア、ステータ、及び回転電機



(57) Abstract: A core for use in an axial gap type rotary electric machine comprises: a main body; and a plurality of frame-shaped flanges, wherein the main body includes an annular yoke and a plurality of columnar teeth arranged side by side in a circumferential direction of the yoke, each of the flanges is fixed to a tip of the corresponding tooth, the yoke and the plurality of teeth are configured of an integrated powder compact, each of the flanges is configured of a powder compact having a through hole, the tip of the tooth is inserted into the through-hole, the end face of the tooth is exposed from the through-hole, and in a plan view in the axial direction of the yoke, a ratio of an area of the end face of the tooth to an area in an outer peripheral edge of the flange is 7.5% or more.

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: アキシアルギャップ型回転電機に用いられるコアであって、本体部と、複数の棒状の鏢部とを備え、前記本体部は、環状のヨークと、前記ヨークの周方向に並ぶ複数の柱状のティースとを備え、各前記鏢部は、各前記ティースの先端部に固定され、前記ヨークと複数の前記ティースとは、一体の圧粉成形体で構成され、各前記鏢部は、貫通孔を有する圧粉成形体で構成され、前記ティースの先端部は、前記貫通孔に挿通されて、前記ティースの端面が前記貫通孔から露出されており、前記ヨークの軸方向の平面視で、前記鏢部の外周縁内の面積に対する前記ティースの端面の面積の割合が7.5%以上である、コア。

明 細 書

発明の名称：コア、ステータ、及び回転電機

技術分野

[0001] 本開示は、コア、ステータ、及び回転電機に関する。

本出願は、2018年11月12日付の日本国出願の特願2018-212322に基づく優先権を主張し、前記日本国出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1は、回転電機の一つとして、ロータとステータとがロータの軸方向に対向して配置されたアキシアルギャップ型のモータを開示する。この種の回転電機に用いられるステータは、ヨーク及び複数のティースを有するコアと、各ティースに配置されるコイルとを備える。代表的には、ヨークは、円環板状の部材である。各ティースは、ヨークの軸方向に突出する柱状の部材であり、ヨークの周方向に離間して並ぶ。特許文献1は、更に、ティースにおけるヨークとの連結端とは反対側の端部に板状の鰭部を設けることを開示する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-044829号公報

発明の概要

[0004] 本開示のコアは、
アキシアルギャップ型回転電機に用いられるコアであって、
本体部と、複数の柱状の鰭部とを備え、
前記本体部は、環状のヨークと、前記ヨークの周方向に並ぶ複数の柱状のティースとを備え、
各前記鰭部は、各前記ティースの先端部に固定され、
前記ヨークと複数の前記ティースとは、一体の圧粉成形体で構成され、

各前記鏝部は、貫通孔を有する圧粉成形体で構成され、

前記ティースの先端部は、前記貫通孔に挿通されて、前記ティースの端面が前記貫通孔から露出されており、

前記ヨークの軸方向の平面視で、前記鏝部の外周縁内の面積に対する前記ティースの端面の面積の割合が7.5%以上である。

[0005] 本開示のステータは、
本開示のコアと、
各前記ティースに配置されるコイルとを備える。

[0006] 本開示の回転電機は、
本開示のステータを備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、実施形態のコアの一例を示す概略平面図である。

[図2]図2は、実施形態のコアの一例について、コアの一部を示す概略斜視図である。

[図3]図3は、実施形態のコアにおいて、ティースの先端部の外周面と鏝部の貫通孔の内周面との間隔を説明する図である。

[図4]図4は、実施形態のコアであって、隣り合う鏝部が近接領域を向かい合って備える例について、コアの一部を示す概略平面図である。

[図5]図5は、実施形態のコアであって、隣り合う鏝部が近接領域をヨークの周方向の同じ側に備える例について、コアの一部を示す概略平面図である。

[図6A]図6Aは、実施形態のコアであって段差部を備えるティースの一部を示す部分断面図である。

[図6B]図6Bは、実施形態のコアであって傾斜面を備えるティースの一部を示す部分断面図である。

[図7]図7は、実施形態のステータの一例を示す概略平面図である。

[図8]図8は、実施形態の回転電機の一例を示す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] [本開示が解決しようとする課題]

アキシシャルギャップ型回転電機に用いられるコアとして、ステータを組み立て易く、高いトルクが得られる回転電機を構築できることが望まれる。

[0009] そこで、本開示は、高いトルクを有する回転電機を構築でき、ステータの製造性にも優れるコアを提供することを目的の一つとする。

[0010] また、本開示は、高いトルクを有する回転電機を構築でき、製造性にも優れるステータを提供することを他の目的の一つとする。

[0011] 更に、本開示は、高いトルクを有し、製造性にも優れる回転電機を提供することを別の目的の一つとする。

[0012] [本開示の効果]

本開示のコアは、高いトルクを有する回転電機を構築でき、ステータの製造性にも優れる。

[0013] 本開示のステータは、高いトルクを有する回転電機を構築でき、製造性にも優れる。

[0014] 本開示の回転電機は、高いトルクを有し、製造性にも優れる。

[0015] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

(1) 本開示の一態様に係るコアは、

アキシシャルギャップ型回転電機に用いられるコアであって、

本体部と、複数の枠状の鍔部とを備え、

前記本体部は、環状のヨークと、前記ヨークの周方向に並ぶ複数の柱状のティースとを備え、

各前記鍔部は、各前記ティースの先端部に固定され、

前記ヨークと複数の前記ティースとは、一体の圧粉成形体で構成され、

各前記鍔部は、貫通孔を有する圧粉成形体で構成され、

前記ティースの先端部は、前記貫通孔に挿通されて、前記ティースの端面が前記貫通孔から露出されており、

前記ヨークの軸方向の平面視で、前記鍔部の外周縁内の面積に対する前記ティースの端面の面積の割合が7.5%以上である。

[0016] 本開示のコアは、鏝部を備える。そのため、本開示のコアは、鏝部によってティースに磁束を通過させ易い、鏝部によってコイルの脱落を防止し易いといった効果を有しつつ、ステータの組立作業性に優れる。ステータの組立作業性に優れる理由の一つは、本開示のコアは、本体部と鏝部とを備える組物であり、鏝部を備えていない状態で各ティースにコイルを配置できるからである。従って、本開示のコアは、ステータやアキシアルギャップ型回転電機を製造し易い。

[0017] また、本開示のコアは、以下に説明するように、トルクの低下を抑制でき、高いトルクを有するアキシアルギャップ型回転電機を構築できる。

[0018] 本開示のコアは、上述のように組物であるものの、ヨークとティースとが一体物である。そのため、ヨークとティースとの間に磁気ギャップとなる隙間が生じない。このような本開示のコアは、ヨークとティースとが別部材である特許文献1のコアに比較して、ティースからヨークに磁束を良好に通過させられる。特に、本開示のコアは、鏝部の外周縁内の面積に対するティースの端面の面積の割合が7.5%以上と高い。以下、上記面積の割合を露出面積率と呼ぶことがある。上記露出面積率が高いため、鏝部の貫通孔から露出されるティースが磁束を直接受けられる上に、鏝部からティースに磁束が通過し易い。その結果、トルクの低下が抑制され易い。

[0019] 更に、本開示のコアは、鏝部を備えるものの、コギングトルクの増大も低減できる。鏝部を備える場合、通常、隣り合う鏝部の間隔が狭いことでコギングトルクが増大し易い。しかし、本開示のコアは、鏝部の内周面とティースの外周面との間に生じる隙間を磁気ギャップとして利用できる。上記隙間によって磁気抵抗を増大できるため、磁石の回転に伴う磁束の変化が小さくなり易い。そのため、コギングトルクの増大が低減され易い。

[0020] (2) 本開示のコアの一例として、

前記鏝部は、前記先端部の外周面と前記貫通孔の内周面との間隔が0.05mm以下である近接領域を有する形態が挙げられる。

[0021] 上記形態におけるティースと鏝部の近接領域との上記間隔は非常に狭い。

そのため、上記形態における鏝部の近接領域は、ティースに実質的に接する領域と見なせる。また、鏝部の近接領域とティースとの間に生じ得る隙間は磁気ギャップになり難いといえる。そのため、上記形態は、鏝部の近接領域からティースに磁束を通過させ易い。従って、上記形態は、トルクの低下をより抑制し易く、高いトルクを有するアキシアルギャップ型回転電機を構築できる。

[0022] (3) 上記(2)のコアの一例として、

前記貫通孔の周長に対して、前記近接領域における前記貫通孔の周方向に沿った長さの割合が20%超である形態が挙げられる。

[0023] 上記形態は、鏝部の近接領域が長いため、鏝部の近接領域からティースに磁束をより通過させ易い。従って、上記形態は、トルクの低下を更に抑制し易く、より高いトルクを有するアキシアルギャップ型回転電機を構築できる。

[0024] (4) 上記(2)又は(3)のコアの一例として、

前記先端部の外周面と前記貫通孔の内周面との間隔の最大値と最小値との差が0.40mm未満である形態が挙げられる。

[0025] 上記形態は、上記間隔が局所的に大きな箇所、即ち大きな磁気ギャップとなる箇所を有さないといえる。そのため、上記形態は、鏝部からティースに磁束を通過させ易い。従って、上記形態は、トルクの低下を抑制し易く、高いトルクを有するアキシアルギャップ型回転電機を構築できる。

[0026] (5) 上記(2)から(4)のいずれか一つのコアの一例として、

前記鏝部は、前記近接領域の少なくとも一部を前記鏝部における前記ヨークの外周縁側に備える形態が挙げられる。

[0027] 上記形態は、以下に説明するように近接領域を長く有し易い。近接領域が長いことで、上記形態は、鏝部の近接領域からティースに磁束をより通過させ易い。従って、上記形態は、トルクの低下を更に抑制し易く、より高いトルクを有するアキシアルギャップ型回転電機を構築できる。

[0028] 代表的には、鏝部の外形は台形状である。このような形状の鏝部における

ヨークの外周縁側に位置する領域の長さは、ヨークの内周縁側に位置する領域の長さよりも長い。以下、上記鏑部におけるヨークの外周縁側に位置する領域、即ち上記鏑部において、貫通孔から露出するティースの端面の周縁よりも外周側に位置する領域を外周領域と呼ぶことがある。また、上記鏑部におけるヨークの内周縁側に位置する領域、即ち上記鏑部において、貫通孔から露出するティースの端面の周縁よりも内周側に位置する領域を内周領域と呼ぶことがある。鏑部の外周領域に近接領域を含むコアは、近接領域を長く確保し易い。

[0029] (6) 上記(2)から(5)のいずれか一つのコアの一例として、

前記ヨークの周方向に隣り合う前記ティースに固定される前記鏑部は、前記近接領域の少なくとも一部を両前記ティースが対向する側に備える形態が挙げられる。

[0030] 上記形態では、隣り合う鏑部の近接領域が向かい合って配置される。そのため、隣り合うティースは、各鏑部の近接領域を経て磁束を通過させ易い。従って、上記形態は、トルクの低下を抑制し易く、高いトルクを有するアキシシャルギャップ型回転電機を構築できる。上記形態が多相交流回転電機に利用される場合、各ティースには同相のコイル、異相のコイルのいずれが配置されてもよい。

[0031] (7) 上記(6)のコアの一例として、

隣り合う前記ティースには、同相のコイルが配置される形態が挙げられる。

[0032] 上記形態は、異相のコイルが配置される場合に比較して、トルクの低下をより抑制し易い。

[0033] (8) 上記(2)から(5)のいずれか一つのコアの一例として、

前記近接領域の少なくとも一部を前記鏑部における前記ヨークの周方向の同じ側に備える形態が挙げられる。

[0034] 上記形態は、各鏑部の近接領域から各ティースに磁束を通過させ易い。従って、上記形態は、トルクの低下を抑制し易く、高いトルクを有するアキシ

ャルギャップ型回転電機を構築できる。また、上記形態は、各ティースに対して各鏝部の固定状態を一様にできるため、コアの製造性にも優れる。

[0035] (9) 本開示のコアの一例として、

前記ティースは、前記鏝部が載置される段差部を有する形態が挙げられる。

[0036] 上記形態は、ティースに対して鏝部を安定して配置でき、ティースと鏝部とを固定し易い。従って、上記形態は、コアの製造性にも優れる。

[0037] (10) 上記(9)のコアの一例として、

前記段差部の高さは、前記鏝部の厚さ以上である形態が挙げられる。

[0038] 上記形態において段差部の高さとは鏝部の厚さとが等しければ、代表的にはティースの端面と鏝部の端面とが面一になる。そのため、上記形態のコアを備えるステータとロータとの間隔を調整することが容易である。上記形態において段差部の高さが鏝部の厚さよりも大きいほど、コギングトルクが低減され易い。

[0039] (11) 上記(10)のコアの一例として、

前記段差部の高さと前記鏝部の厚さとの差が0 mm超3 mm以下である形態が挙げられる。

[0040] 上記形態は、上記差が上述の特定の範囲を満たすため、コギングトルクを低減しつつ、トルクの低下を抑制できる。

[0041] (12) 上記(9)から(11)のいずれか一つのコアの一例として、

前記段差部の底面と前記段差部の周面との交差角度が90°であり、

前記貫通孔の内周面と前記鏝部における前記段差部の底面に載置される面との交差角度が90°である形態が挙げられる。

[0042] 上記形態における段差部及び鏝部は、形状が単純であり、成形し易い。そのため、上記形態は、コアの製造性にも優れる。

[0043] (13) 上記(11)のコアの一例として、

前記ティースの先端部は、前記ティースの端面に交差する傾斜面を含み、前記傾斜面における前記端面の延長面に対する角度が5°以上60°以下

である形態が挙げられる。

[0044] 上記形態においてティースの傾斜面が鏝部の端面から突出する場合には、コギングトルクが低減され易い。

[0045] (14) 本開示のコアの一例として、

前記コアの構成材料は、純鉄、Siを含む鉄基合金、又はAlを含む鉄基合金を含む形態が挙げられる。

[0046] 上記形態において純鉄を含む場合には、コアが高い飽和磁束密度を有し易い、コアが緻密になり易い、コアが成形され易く製造性に優れる、といった効果を奏する。上記形態において鉄基合金を含む場合には、コアが低損失になり易い。

[0047] (15) 本開示のコアの一例として、

前記コアの相対密度は90%以上である形態が挙げられる。

[0048] 上記形態は、相対密度が90%以上と高く緻密である。このような形態は、飽和磁束密度が高いといった磁気特性に優れるアキシアルギャップ型回転電機を構築できる。

[0049] (16) 本開示の一態様に係るステータは、

上記(1)から(15)のいずれか一つのコアと、
各前記ティースに配置されるコイルとを備える。

[0050] 本開示のステータは、本開示のコアを備えるため、各ティースにコイルを容易に配置できる。従って、本開示のステータは、製造性に優れる。また、本開示のステータは、本開示のコアを備えるため、トルクの低下を抑制でき、高いトルクを有するアキシアルギャップ型回転電機を構築できる。

[0051] (17) 本開示の一態様に係る回転電機は、

本開示のステータを備える。

[0052] 本開示の回転電機は、本開示のステータを備えるため、ステータを組み立て易く、製造性に優れる。また、本開示の回転電機は、本開示のステータを備えるため、トルクの低下を抑制でき、高いトルクを有する。

[0053] [本開示の実施形態の詳細]

以下、図面を参照して、本開示の実施形態を具体的に説明する。図中の同一符号は、同一名称物を示す。

[0054] [コア]

図1～図6Bを参照して、実施形態のコア1を説明する。

図1、図4、図5、及び後述する図7は、実施形態のコア1をヨーク3の軸方向から平面視した平面図である。上記の各図は、ヨーク3の表裏面のうち、ティース2が設けられる側の面、ここでは表面30を平面視している。なお、図4、図5は、コア1の一部のみ示す。

図2は、実施形態のコア1の一部を示す斜視図であり、一組のティース2及び鏢部5について、ティース2と鏢部5とを分解し、鏢部5をティース2に固定する前の状態を示す。

図3は、一組のティース2及び鏢部5について、ティース2の端面20及び鏢部5の端面50側をティース2の軸方向から平面視した平面図である。

図6A、図6Bは、実施形態のコア1をティース2の軸方向に平行な平面で切断した断面図であり、ティース2の先端部及びその近傍、並びに鏢部5のみを示す。図6A、図6Bの断面図は、コア1を図2に示すVⅠ-VⅠ切断線で切断した断面図に相当する。

図1～図6B、及び後述する図7、図8は、説明の便宜上、適宜縮尺を変更している。

[0055] 〈概要〉

以下、主に図1、図2を参照して、コア1の概要を説明する。

実施形態のコア1は、環状のヨーク3と、複数の柱状のティース2と、複数の板状の鏢部5とを備える。各鏢部5は、各ティース2の先端部に設けられる。コア1は、アキシアルギャップ型回転電機に用いられる。代表的には、コア1は、ステータのコアに利用できる。アキシアルギャップ型回転電機の一例は、後述の図8に示す回転電機9が挙げられる。ステータの一例は、後述の図7に示すステータ8が挙げられる。コア1は、各ティース2にコイル80（図7、図8）が配置されて、コイル80がつくる磁束や磁石95（

図 8) の磁束が通過する磁気回路の構成部材として利用される。

[0056] 実施形態のコア 1 では、ヨーク 3 と複数のティース 2 とが一体物であり、各鏝部 5 は上記一体物とは独立した部材である。また、各鏝部 5 は、貫通孔 5 2 を有する枠状の部材である。ティース 2 の端面 2 0 は貫通孔 5 2 から露出される。特に、実施形態のコア 1 では、ヨーク 3 の軸方向の平面視で、鏝部 5 の外周縁 5 1 内の面積に対するティース 2 の端面 2 0 の面積の割合、即ち露出面積率が 7. 5 % 以上である。

以下、詳細に説明する。

[0057] 〈本体部〉

実施形態のコア 1 は、本体部 4 を構成部材の一つとする。本体部 4 は、ヨーク 3 と、ヨーク 3 の周方向に並ぶ複数のティース 2 とを備える。また、本体部 4 は、ヨーク 3 と複数のティース 2 とが一体の圧粉成形体で構成される。コア 1 は、一つの本体部 4 と、複数の鏝部 5 との組物であるものの、ヨーク 3 とティース 2 とが一体物である。そのため、ヨーク 3 とティース 2 との間に磁気ギャップとなる隙間が生じない。従って、コア 1 は、ヨーク 3 とティース 2 とが別部材であるコアに比較して、ティース 2 からヨーク 3 に磁束を良好に通過させられる。

[0058] 《ヨーク》

ヨーク 3 は、平面形状が円環状である板部材である。ヨーク 3 の表裏面のうち、一面、ここでは表面 3 0 は、ティース 2 が突出して設けられる面である。ヨーク 3 は、ヨーク 3 の周方向に並ぶティース 2 のうち、隣り合うティース 2 同士を磁氣的に結合する。ヨーク 3 は、その中央部に軸孔 3 9 を備える。軸孔 3 9 は、ヨーク 3 の表裏面を貫通する。

[0059] 《ティース》

各ティース 2 は、柱状の部材であり、ヨーク 3 の表面 3 0 に直交するように突出する。また、各ティース 2 は、ヨーク 3 の周方向に所定の間隔をあけて配置される。代表的には、図 1 に例示するように、各ティース 2 は、ヨーク 3 の周方向に等間隔に配置される。なお、ヨーク 3 の表面 3 0 に直交する

方向は、ヨーク 3 の軸孔 3 9 の軸方向に平行な方向に相当する。また、各ティース 2 の軸方向は、ヨーク 3 の軸方向に平行な方向に相当する。図 1 では、ヨーク 3 の軸方向は紙面直交方向に相当する。

[0060] 代表的には、各ティース 2 の形状、大きさは同一である。

ティース 2 の外形は、代表的には、ティース 2 の軸方向に直交する平面で切断した断面形状がティース 2 の軸方向に一樣な形状である角柱状等が挙げられる。本例のティース 2 は、上記断面形状が台形状である四角柱体である。また、本例のティース 2 は、鰐部 5 が固定される先端部を除いて、ティース 2 の軸方向に一樣な断面形状を有する。上記断面形状が台形状であるティース 2 は、断面積を大きく確保し易い。また、コア 1 のデッドスペースが低減され易い。その結果、占積率が高いステータ 8 が構築され易い。その他の外形として、上記断面形状が二等辺三角形等の三角形形状である角柱体等が挙げられる。また、別の外形として、上記断面形状が長方形である直方体、上記断面形状が円形である円柱等が挙げられる。

[0061] ここでの「台形状」、「三角形形状」は、幾何学上の台形、三角形だけでなく、本例のように角部に丸みを有する形状を含めて、実質的に台形、三角形と見なされる範囲を含む。例えば、断面の輪郭が直線を含む場合、上記範囲は、この直線の延長線の交点が多角形の頂点をなす形状を含む。又は、例えば、断面の輪郭が曲線及び直線を含む場合、上記範囲は、この曲線の接線と直線又は直線の延長線との交点が多角形の頂点をなす形状を含む。

[0062] ティース 2 の個数は、2 個以上であればよく、適宜選択できる。上記個数は、例えば 3 個以上、更に 6 個以上でもよい。図 1 は、上記個数が 12 個である本体部 4 を例示する。

[0063] 各ティース 2 におけるヨーク 3 との連結端とは反対側に位置する先端部に、各鰐部 5 が固定される。即ち、各ティース 2 の一端部はヨーク 3 との連結箇所をなす。各ティース 2 の他端部は鰐部 5 の固定箇所をなす。鰐部 5 が固定された状態において、ティース 2 の端面 2 0 は、鰐部 5 から露出される。図 1 及び後述の図 7 は、分かり易いように、端面 2 0 にクロスハッチングを

付している。

[0064] 端面20の形状は、ティース2において先端部を除く箇所（図2）の形状に相似、又は本例のように概ね相似な形状であることが挙げられる。以下、ティース2において先端部を除く箇所を中間箇所と呼ぶ。このようなコア1を用いて回転電機9を構築すると、ティース2の周方向の任意の位置に対して、端面20から磁石95の磁束が通過し易い。なお、代表的には、端面20は、本例のようにヨーク3の表面30に平行な平面で構成され、磁束と直交するように配置される。また、代表的には、周面21は、本例のようにヨーク3の表面30に直交するように設けられる。

[0065] その他、端面20の形状は、ティース2における中間箇所の周面21の形状とは非相似な形状としてもよい。例えば、ティース2における中間箇所の周面21の形状が台形状であれば、端面20の形状は円形、三角形等でもよい。但し、磁束の通過の観点からは、端面20の形状は、上述のように周面21の形状と相似又は概ね相似な形状が好ましい。

[0066] ティース2は、先端部に段差部25を有してもよい（図2）。段差部25には鍔部5が載置される。端面20の大きさ、段差部25の形状等を含めて、ティース2の先端部の詳細は、〈ティースと鍔部との関係〉の項で説明する。

[0067] 《大きさ》

ヨーク3の大きさ、ティース2の大きさは、回転電機9に応じて適宜選択できる。

[0068] ヨーク3の大きさは、例えば外径、内径、厚さ等が挙げられる。ヨーク3の外径は、例えば30mm以上300mm以下が挙げられる。ヨーク3の内径、ここでは軸孔39の直径は、例えば5mm以上150mm以下が挙げられる。ヨーク3の厚さは、例えば1.0mm以上10mm以下、更に1.5mm以上7.0mm以下が挙げられる。

[0069] ティース2の大きさは、例えば断面積、高さ等が挙げられる。ここでのティース2の断面積とは、ティース2の軸方向に直交する平面で切断した断面

の面積である。ティース2が段差部25を有する場合には、上述の先端部を除く中間箇所断面積である。ティース2の高さは、ヨーク3の表面30から端面20までの距離である。ティース2の断面積は、例えば 5 mm^2 以上 800 mm^2 以下が挙げられる。ティース2の高さは、例えば 3 mm 以上 40 mm 以下が挙げられる。

[0070] 〈鰐部〉

各鰐部5は、各ティース2の先端部に固定される棒状の板部材である。各鰐部5は、貫通孔52を有する圧粉成形体で構成される。各貫通孔52には、各ティース2の先端部が挿通される。代表的には、各鰐部5の形状、大きさは同一である。

[0071] 《機能・作用》

鰐部5は、以下に説明するように、ティース2により多くの磁束を通過させる機能を有する。ティース2の先端部に固定された状態では、鰐部5は、ティース2の周面21から、周面21に直交する方向に突出する。そのため、鰐部5が固定されたティース2の先端部の平面積は、端面20の面積と鰐部5の端面50との合計面積となる。従って、鰐部5が固定されたティース2の先端部の平面積は、ティース2の中間箇所の断面積に比較して、鰐部5によって増大されているといえる。このようなコア1を用いて回転電機9を構築すると、コア1における磁石95に対向する面積が、鰐部を有しない場合に比較して大きい。そのため、コア1は、鰐部5によって、ティース2に磁石95の磁束を集め易く、上記磁束をより多く通過させ易い。

[0072] コア1は、鰐部5を備えるものの、以下に説明するように、ステータ8や回転電機9の製造性に優れる。コア1は、ティース2を備える本体部4と鰐部5とが分離可能な組物である。そのため、ステータ8や回転電機9の製造過程で、ティース2の先端に鰐部5が配置されていない状態で、ティース2にコイル80を配置することができる。従って、コア1とコイル80との組立作業が行い易い。そして、コイル80が配置されたティース2と、鰐部5とを一体化する。例えば、上記ティース2の先端部を鰐部5の貫通孔52に

挿通させてティース２と鏝部５とを接着剤等で接合したり、圧入や焼嵌め等によって固定したりすることが挙げられる。焼嵌めを行う際には、例えば鏝部５を適宜な温度に加熱することができる。このようにティース２と鏝部５とが固定されることで、本体部４と鏝部５とが一体化される。

[0073] その他、鏝部５は、ティース２からコイル８０が脱落することを防止する機能等を有する。また、コア１は、鏝部５を備えるものの、以下に説明するように、コギングトルクの増大も低減できる。ティース２の先端部の外周面と鏝部５の貫通孔５２を形成する内周面５２０（図２）との間に隙間が生じ得るものの、コア１は、この隙間を磁気ギャップとして利用できる。この磁気ギャップによって、鏝部５とティース２との間で磁気抵抗が増大する。このようなコア１を用いて回転電機９を構築すると、磁石９５の回転に伴う磁束の変化が小さくなり易い。なお、各図は、分かり易いように、上記隙間を大きく示す。

[0074] 《形状》

鏝部５の外周形状、即ち外周縁５１が描く形状は、ティース２における中間箇所の周面２１の形状に相似、又は本例のように概ね相似な形状が挙げられる。この場合、ティース２の周方向の任意の位置に対して、鏝部５によって磁石９５の磁束を通過させ易くする効果が良好に得られる。

[0075] 鏝部５の内周形状、即ち貫通孔５２の内周面５２０が描く形状は、本例に示すように鏝部５の外周形状に相似な形状が挙げられる。この場合、鏝部５の外周縁５１と内周面５２０との間隔、即ち幅が鏝部５の周方向に均一になり易い。そのため、ティース２の周方向の任意の位置に対して、鏝部５によって磁石９５の磁束を通過させ易くする効果が一様に得られ易い。鏝部５の内周形状は、鏝部５の外周形状とは非相似な形状としてもよいが、磁束の通過の観点からは、上述のように相似な形状、又は概ね相似な形状が好ましい。

[0076] また、鏝部５の内周形状は、本例に示すようにティース２の端面２０の形状に相似な形状が挙げられる。この場合、鏝部５の内周面５２０とティース

2の先端部の外周面との間に生じる隙間が局所的に大きくなることを防止し易い。局所的に大きな隙間は、大きな磁気ギャップとなる。鏝部5の内周面520とティース2の先端部の外周面との間に大きな磁気ギャップが存在すると、トルクの低下が生じる。上記大きな磁気ギャップが低減されることで、トルクの低下が抑制される。

[0077] 本例の鏝部5の外周形状及び内周形状は、角部を丸めた台形状である。鏝部5がティース2に固定された状態において、鏝部5の輪郭における台形の長辺部分は、ヨーク3の外周縁側に配置される。上記台形の短辺部分は、ヨーク3の内周縁側に配置される。なお、代表的には、端面50及びその反対側の面は、本例のように平面で構成される。

[0078] 〈ティースと鏝部との関係〉

以下、主に図3～図6Bを参照して、ティース2の先端部、鏝部5の貫通孔52を詳細に説明する。

[0079] 《露出面積率》

実施形態のコア1は、鏝部5の貫通孔52からティース2の一部、具体的には先端部の端面20を露出させる。そのため、鏝部5とティース2との間に、磁束と直交する方向に配置される磁気ギャップが低減され易い。以下、この磁気ギャップを直交ギャップと呼ぶ。コア1では、上記直交ギャップの大きさがティース2の中間箇所断面積よりも小さい。場合によっては、コア1は、上記直交ギャップを実質的に有さない。コア1は、直交ギャップが小さいことで、鏝部5からティース2に磁石95（図8）の磁束を通過させ易い。そのため、コア1は、ティース2と鏝部5とが独立した部材であるものの、両者間に生じる磁気ギャップに起因するトルクの低下を抑制できる。この点は、例えば後述の試験例1の試料No. 101とNo. 1とを比較参照するとよい。

[0080] 定量的には、鏝部5の外周縁51内の面積 S_5 に対して、貫通孔52から露出されるティース2の端面20の面積 S_2 の割合、即ち露出面積率が7.5%以上である。露出面積率(%)は、 $(S_2/S_5) \times 100$ で求められる。な

お、上述の鏝部5における面積 S_5 は、貫通孔52の面積も含む。

[0081] 上述の露出面積率が7.5%以上であれば、ティース2の端面20が磁石95の磁束を直接受けられる。また、上記露出面積率が7.5%以上であれば、上述の直交ギャップが低減され易い。そのため、鏝部5からティース2に磁石95の磁束が通過し易い。従って、コア1は、トルクの低下を抑制し易く、高いトルクを有する回転電機9を構築できる。

[0082] 上述の露出面積率が高いほど、トルクの低下が抑制され易い。トルクの低下の更なる抑制を望む場合、上記露出面積率は8.0%以上、更に10%以上が好ましい。この点は、後述の試験例2を参照するとよい。

[0083] 上述の露出面積率は、例えば90%以下であれば、鏝部5の幅をある程度大きく確保することができる。そのため、鏝部5による通過磁束の増大効果やコイル80の脱落防止効果等が得られ易い。また、鏝部5の幅がある程度大きいと、鏝部5を成形し易く、鏝部5の製造性にも優れる、鏝部5を取り扱い易く、ティース2と鏝部5との組立作業性にも優れるといった効果が期待できる。上記効果を望む場合、上記露出面積率は80%以下、更に70%以下、60%以下、60%未満でもよい。

[0084] 《近接領域とティースとの間隔》

鏝部5の貫通孔52の大きさは、代表的には、ティース2の挿通作業を行い易いように、裕度を加味して、ティース2の先端部の大きさよりも大きく設計する。その結果、ティース2の先端部の外周面と、貫通孔52の内周面520との間に隙間が生じる。この隙間は、磁気ギャップとなり、トルクの低下を招く一因となる。一方、本発明者らは、貫通孔52の周方向の少なくとも一部に上記隙間が非常に小さい箇所が存在すれば、トルクの低下を抑制できる、との知見を得た。この理由は、鏝部5における上記間隔が狭い領域からティース2に磁石95の磁束を通過させ易いためと考えられる。そこで、鏝部5は、ティース2の先端部の外周面と、鏝部5の貫通孔52の内周面520との間隔が0.05mm以下である領域を有することが好ましい。ティース2の先端部の外周面と、鏝部5の貫通孔52の内周面520との間隔

は、ティース2の先端部の外周面上の点と、鏝部5の貫通孔52の内周面520上の点とを結んだ直線の距離のうち、最も短い距離である。以下、鏝部5における上記間隔が0.05mm以下を満たす領域を近接領域55と呼ぶ。図3～図5は、貫通孔52における内周面520近くの領域の一部に二点鎖線のクロスハッチングを付して、近接領域55を仮想的に示す。

[0085] ティース2の先端部と鏝部5の近接領域55との間隔は0.05mm以下と非常に狭い。このような鏝部5の近接領域55は、ティース2の先端部に実質的に接するといえる。また、ティース2の先端部と鏝部5の近接領域55との間隔が0.05mm以下であれば、ティース2の先端部と鏝部5の近接領域55との隙間は磁気ギャップになり難いといえる。このようなコア1を用いて回転電機9を構築すれば、鏝部5の近接領域55は、ティース2に磁石95の磁束を通過させ易い。そのため、この回転電機9は、トルクの低下をより抑制し易く、高いトルクを有し易い。

[0086] ティース2の先端部と鏝部5の近接領域55との間隔が小さいほど、近接領域55を利用して、ティース2に磁石95の磁束を通過させ易く、トルクの低下を抑制し易い。トルクの低下の更なる抑制を望む場合、上記間隔は0.04mm以下、更に0.03mm以下、0.02mm以下が好ましい。コア1は、上記間隔が実質的に0mmの箇所を有してもよい。例えば、上述のティース2と鏝部5との固定に圧入等を利用すれば、鏝部5は、上記間隔が0mmの箇所を長く確保し易い。

[0087] 《接合割合》

鏝部5の近接領域55は長いほど好ましい。定量的には、鏝部5の貫通孔52の周長 L_5 に対して、近接領域55における貫通孔52の周方向に沿った長さ L_{55} の割合が20%超であることが挙げられる。以下、上記周長 L_5 に対する長さ L_{55} の割合を接合割合と呼ぶ。上記接合割合(%)は、 $(L_{55}/L_5) \times 100$ で求められる。

[0088] 上述の接合割合が20%超であれば、鏝部5の近接領域55が長いといえる。そのため、近接領域55を利用して、磁石95の磁束がティース2によ

り通過し易い。その結果、トルクの低下がより抑制され易い。トルクの低下の更なる抑制を望む場合、上記接合割合は25%以上、更に30%以上、35%以上が好ましい。

[0089] 上述の接合割合は100%以下の範囲で大きいほど好ましい。一方、上記接合割合が例えば70%以下であれば、上述の挿通作業上の裕度を大きく確保することができる。その結果、ティース2と鏝部5との組立作業が行い易い。組立作業性の向上を望む場合、上記接合割合は65%以下、更に60%でもよい。

[0090] 《間隔の最大差》

鏝部5が近接領域55を有することで、ティース2の先端部の外周面と鏝部5の貫通孔52の内周面520との間隔が相対的に大きな箇所が生じる場合がある。この場合でも、上記間隔の最大値と最小値との差が0.40mm未満であることが好ましい。以下、この差を間隔の最大差と呼ぶ。図3では、上記間隔の最小値 g_{min} は、鏝部5の内周面520において近接領域55が存在する箇所に位置し、上記間隔の最大値 g_{max} は、鏝部5の内周面520においてヨーク3の内周縁側、図3では下側の角部に位置する場合を例示する。また、図3では、近接領域55の一部は、鏝部5の内周面520においてヨーク3の外周縁側、図3では上側に位置する場合を例示する。

[0091] 上述の間隔の最大差が0.40mm未満であれば、コア1は、ティース2の先端部の外周面と鏝部5の貫通孔52の内周面520との間隔が局所的に大きな箇所を有していないといえる。上記間隔が局所的に大きな箇所は、大きな磁気ギャップとなる。そのため、上記間隔の最大差が0.40mm未満であれば、コア1は、大きな磁気ギャップを有さず、鏝部5からティース2に磁石95の磁束を通過させ易い。従って、トルクの低下が抑制され易い。上記間隔の最大差が小さいほど、コア1は、大きな磁気ギャップをより確実に有さず、ティース2に磁束を通過させ易く、トルクの低下をより抑制し易い。トルクの低下の更なる抑制を望む場合、上記間隔の最大差は0.35mm以下、更に0.30mm以下が好ましい。

[0092] 上述の間隔の最大差は0 mmでもよい。この場合、ティース2の先端部の外周面と鏝部5の貫通孔52の内周面520との間隔が貫通孔52の周方向に一樣な大きさであるといえる。上記間隔が一樣な大きさである場合、上記間隔が0.20 mm以下、更に0.15 mm以下、0.10 mm以下であれば、コア1は、鏝部5に近接領域55を有していなくても、鏝部5からティース2に磁石95の磁束を通過させ易い。そのため、トルクの低下が抑制され易い。この点は、後述の試験例1を参照するとよい。

[0093] 鏝部5が近接領域55を有すると共に、上記間隔の最大差が0.40 mm未満であることが好ましい。この理由は、近接領域55によって、ティース2に磁石95の磁束を通過させ易い上に、鏝部5において近接領域55以外の領域も、ティース2の先端部の外周面の近くに存在するといえるからである。そのため、鏝部5からティース2に磁束をより通過させ易く、トルクの低下が抑制され易い。この点は、後述の試験例3を参照するとよい。

[0094] 《近接領域の位置》

鏝部5は、貫通孔52の周方向の任意の位置に近接領域55を備えられる。図3に例示するように、鏝部5は、近接領域55の少なくとも一部を鏝部5におけるヨーク3の外周縁側に備えることが挙げられる。この場合、近接領域55が長くなり易い。例えば、鏝部5の内周形状が台形状等であり、台形の長辺部分がヨーク3の外周縁側に位置すれば、鏝部5におけるヨーク3の外周縁側に位置する外周領域56の長さは、鏝部5におけるヨーク3の内周縁側に位置する内周領域57の長さよりも長い。そのため、近接領域55の少なくとも一部が鏝部5の外周領域56に設けられると、近接領域55が長く確保され易い。近接領域55が長いほど、上述の接合割合が大きくなる。その結果、コア1は、近接領域55からティース2に磁束をより通過させ易く、トルクの低下をより抑制し易い。

[0095] 図3は、鏝部5の外周領域56と、鏝部5におけるヨーク3の周方向の一方側の領域とにわたってL字状に近接領域55を備える場合を例示する。その他、コア1は、鏝部5の外周領域56にのみ近接領域55を備えてもよい。

。又は、コア 1 は、鏑部 5 の内周領域 5 7 のみ、又は鏑部 5 におけるヨーク 3 の周方向の一方側の領域のみに近接領域 5 5 を備えてもよい。

[0096] 鏑部 5 は近接領域 5 5 の少なくとも一部を鏑部 5 の外周領域 5 6 に備えると共に、上述の接合割合が 35 % 以上であることが好ましい。この理由は、近接領域 5 5 によって、ティース 2 に磁石 9 5 の磁束をより通過させ易く、トルクの低下をより抑制し易いからである。接合割合については、後述の試験例 4 を参照するとよい。

[0097] 又は、図 4 に例示するように、ヨーク 3 の周方向に隣り合うティース 2 に固定される鏑部 5 は、近接領域 5 5 の少なくとも一部を両ティース 2 が対向する側に備えることが挙げられる。この場合、隣り合う鏑部 5 の近接領域 5 5 は、向かい合っている。そのため、隣り合うティース 2 に各鏑部 5 の近接領域 5 5 から磁束が通過し易く、トルクの低下が抑制され易い。

[0098] 上述のように隣り合う鏑部 5 が近接領域 5 5 を向かい合って備えるコア 1 を多相交流回転電機に利用する場合、隣り合う各ティース 2 には同相のコイル 8 0 又は異相のコイル 8 0 が配置される。特に、隣り合うティース 2 に同相のコイル 8 0 が配置されると、異相のコイル 8 0 が配置される場合に比較して、トルクの低下がより抑制され易い。この点は、後述の試験例 5 を参照するとよい。

[0099] 例えば、コア 1 を三相交流回転電機に利用する場合、以下の配置が挙げられる。図 4 の左から 1 番目のティース 2 及び 2 番目のティース 2 に U 相のコイル 8 0 を配置する。図 4 の左から 3 番目のティース 2 及び 4 番目のティース 2 に図示しない V 相のコイルを配置する。図 4 の左から 5 番目のティース 2 及び図示しない 6 番目のティース 2 に図示しない W 相のコイルを配置する。この場合、隣り合うティース 2 であって異相のコイル 8 0 が配置されるティース 2、例えば図 4 の左から 2 番目のティース 2 及び 3 番目のティース 2 に対しては、両ティース 2 が互いに離れる側に近接領域 5 5 が配置される。図 4 は、紙面左側の二つのティース 2 にコイル 8 0 が配置された状態を二点鎖線で仮想的に示す。この点は後述する図 5 も同様である。

[0100] 又は、図5に例示するように、鏝部5は、近接領域55の少なくとも一部を鏝部5におけるヨーク3の周方向の同じ側に備えることが挙げられる。この場合、各鏝部5の近接領域55から各ティース2に磁束が通過し易く、トルクの低下が抑制され易い。また、この場合、各鏝部5から各ティース2への磁束の通過状態が一様になり易く、磁束が乱れ難くなり、トルクの脈動も低減し易いと期待される。更に、この場合、各ティース2に対して各鏝部5の固定状態が一様になり易い。この点でコア1は製造性にも優れる。なお、図5は、近接領域55の一部を各鏝部5の貫通孔52の右側に備える場合を例示する。

[0101] 各鏝部5の近接領域55をヨーク3の周方向の同じ側に備えるコア1を用いて回転電機9を構築する場合、各鏝部5は、ロータ90（図9）の回転方向と同じ側、上記回転方向と逆側のいずれに近接領域55を備えてもよい。特に、各鏝部5が上記回転方向と同じ側に近接領域55を備えると、逆側に備える場合に比較して、トルクの低下がより抑制され易い。この点は、後述の試験例5を参照するとよい。

[0102] 《段差部》

以下、図6Aを主に参照して、段差部25を説明する。

ティース2が先端部に段差部25を備えると、コア1の製造過程では、ティース2に対して鏝部5が安定して配置される。そのため、段差部25を備えるコア1は、段差部25を有さない場合に比較して、ティース2と鏝部5とを接着剤等で固定したり、圧入や焼嵌めの際に鏝部5をティース2の所定の位置に配置したりし易く、製造性に優れる。

[0103] 段差部25は、底面250と、周面251とを備える。代表的には、底面250は端面20に平行な平面で構成され（図2も参照）、鏝部5の端面50とは反対側の面が載置される。周面251は、代表的には、ティース2の周面21に平行な面で構成される。このような段差部25において、底面250と周面251との交差角度が90°であることが挙げられる。また、この段差部25に対応して、鏝部5の貫通孔52の内周面520と鏝部5にお

けるティース2の段差部25の底面250に載置される面との交差角度が90°であることが挙げられる。この場合、段差部25の形状及び鏝部5の形状が単純であり、高精度に成形されたティース2及び鏝部5が得られ易い。従って、コア1は製造性に優れる。

[0104] 段差部25の高さ h をティース2の端面20と底面250との距離とする。鏝部5の厚さ t を鏝部5の端面50とその反対側の面との距離とする。例えば、段差部25の高さ h は鏝部5の厚さ t と同等であることが挙げられる。また、この場合、代表的には、ティース2の端面20と段差部25の周面251との交差角度が90°であることが挙げられる。この場合、図2に例示するように、ティース2と鏝部5とが固定された状態において、ティース2の端面20と鏝部5の端面50とは面一になる。このコア1を用いてステータ8及び回転電機9を構築する場合、ステータ8とロータ90との間隔の調整が行い易い。

[0105] 又は、例えば、段差部25の高さ h は鏝部5の厚さ t よりも大きいことが挙げられる。この場合、図6Aに例示するようにティース2と鏝部5とが固定された状態において、ティース2の端面20及びその近傍が鏝部5の端面50から突出する。このようにティース2の一部が鏝部5から突出する場合、ティース2の突出高さが大きいほど、即ち高さ h が大きく、高さ h と厚さ t との差 $\Delta(h - t)$ が大きいほど、コギングトルクが低減され易い。但し、上記差 $\Delta(h - t)$ が大き過ぎると、トルクの低下が生じ易い。

[0106] 定量的には、ティース2の段差部25の高さ h と鏝部5の厚さ t との差 $\Delta(h - t)$ が0mm超3mm以下であることが挙げられる。上記差 $\Delta(h - t)$ が0mm超であれば、コギングトルクが低減され易い。コギングトルクの更なる低減を望む場合、上記差 $\Delta(h - t)$ は0.5mm以上、更に1.0mm以上でもよい。上記差 $\Delta(h - t)$ が3mm以下であれば、コギングトルクが低減されつつ、トルクの低下が抑制される。トルクの低下の更なる抑制を望む場合、上記 $\Delta(h - t)$ は2.5mm以下、更に2.0mm以下でもよい。この点は、後述の試験例6を参照するとよい。

- [0107] 上述のようにティース2の先端部の一部が鏝部5から突出する場合、ティース2の端面20の角部は、平面取りされたような形状としてもよい。具体的には、ティース2の先端部は、ティース2の端面20に交差する傾斜面22を含むことが挙げられる。傾斜面22を含む場合は、上述の端面20の角部が直角である場合に比較して、コギングトルクがより低減され易い。この理由は、ティース2が磁石95の磁束を受け易くなり、磁束の急激な変化が緩和され易いからである。また、傾斜面22を含むと、ティース2の端面20の角部に欠け等が生じ難く、ティース2は強度にも優れる。図6Aは、傾斜面22を二点鎖線で仮想的に示す。
- [0108] ティース2の傾斜面22における端面20の延長面に対する角度 θ は 5° 以上 60° 以下であることが挙げられる。上記角度 θ が 5° 以上であれば、コギングトルクが低減され易い。コギングトルクの更なる低減を望む場合、上記角度 θ は 10° 以上、更に 20° 以上、 30° 以上でもよい。一方、上記角度 θ が 60° 以下であれば、ティース2における鏝部5からの突出高さが小さくなり易く、トルクの低下が抑制され易い。トルクの低下の更なる抑制を望む場合、上記角度 θ は 55° 以下、更に 50° 以下でもよい。
- [0109] 鏝部5の角部も平面取りされたような形状であると、即ち図6Bに二点鎖線で仮想的に示すよう傾斜面54を有すると、上述と同様の理由によりコギングトルクが低減され易い。また、鏝部5の角部に欠け等が生じ難く、鏝部5は強度にも優れる。鏝部5の傾斜面54における端面50の延長面に対する角度 α は 5° 以上 60° 以下であることが挙げられる。上記角度 α がこの範囲であれば、上述のようにコギングトルクが低減されつつ、トルクの低下が抑制される。
- [0110] ティース2が段差部25を有さなくてもよい。この場合、例えば、ティース2の先端部の外周面と鏝部5の貫通孔52の内周面520とは、接着剤等で固定されてもよいし、圧入等によって固定されてもよい。段差部25を有さないコア1は、ティース2と鏝部5との間において、上述の直交ギャップを最も低減できるため、トルクの低下をより抑制し易い。但し、ティース2

が段差部 25 を有さないことで、段差部 25 を有する場合に比較して、ティース 2 と鏝部 5 とが固定され難い。そこで、例えば、図 6 B に示すように、鏝部 5 の貫通孔 52 の内周面 520 は、ティース 2 の傾斜面 22 に対応した傾斜面 53 を含むことが挙げられる。この場合、ティース 2 の傾斜面 22 によって、鏝部 5 の傾斜面 53 が支持される。このようなコア 1 は、段差部 25 を有していなくても、ティース 2 の先端部が鏝部 5 を安定して支持できるため、製造性に優れる。

[0111] なお、図 6 B では、ティース 2 の端面 20 と鏝部 5 の端面 50 とが面一である場合を例示するが、ティース 2 の端面 20 及びその近傍は鏝部 5 の端面 50 から突出してもよい。この場合、ティース 2 における鏝部 5 の端面 50 からの突出量は、0 mm 超 3 mm 以下が好ましい。

[0112] 〈構成材料〉

コア 1 の構成材料は、軟磁性材料を含む。代表的には、コア 1 は、主として軟磁性材料から構成される。軟磁性材料は、例えば、純鉄、又は鉄基合金が挙げられる。

[0113] ここでの純鉄とは、純度が 99% 以上、即ち Fe（鉄）の含有量が 99 質量% 以上のものである。純鉄は、飽和磁束密度が高い、成形性に優れる、圧縮成形によって緻密化し易い、といった効果を奏する。そのため、純鉄を含むと、飽和磁束密度が高いコア 1、相対密度が高く緻密なコア 1、製造過程では成形し易く、製造性に優れるコア 1 が得られる。また、コア 1 が緻密であれば、飽和磁束密度をより高め易い上に、強度等の機械的特性にも優れる。

[0114] ここでの鉄基合金は、添加元素を含み、残部が Fe 及び不可避不純物からなるものである。鉄基合金は、一種又は二種以上の添加元素を含む。添加元素は、例えば、Si（珪素）、Al（アルミニウム）、Cr（クロム）等が挙げられる。鉄基合金の具体例として、Si を含む鉄基合金である Fe-Si 系合金、Al を含む鉄基合金である Fe-Al 系合金、Si 又は Al に加えて Cr を含む鉄基合金等が挙げられる。鉄基合金の電気抵抗は、純鉄より

も大きい。そのため、コア 1 は、鉄基合金を含むと、渦電流損等の鉄損を低減でき、低損失になり易い。コア 1 は、純鉄と鉄基合金との双方を含んでもよい。

[0115] 本体部 4 を構成する圧粉成形体、鏍部 5 を構成する圧粉成形体はいずれも、軟磁性材料からなる粉末粒子の集合体である。上記圧粉成形体は、主として、上記粉末粒子が塑性変形によって相互に噛み合うことで所定の形状を維持する。代表的には、圧粉成形体は、図示しない金型を用いて、軟磁性材料からなる粉末を含む原料粉末を圧縮成形することで製造できる。

[0116] 軟磁性粉末は、軟磁性材料からなる粉末粒子の表面に絶縁被覆を有する被覆粒子を含んでもよい。コア 1 は、被覆粒子を含むと、渦電流損等の鉄損を低減でき、低損失になり易い。特に、コア 1 は、純鉄からなる粉末粒子と絶縁被覆とを有する被覆粒子を含むと、飽和磁束密度が高く、磁気特性に優れる上に、低損失になり易い。絶縁被覆の構成材料は、例えばリン酸塩、シリカといった酸化物等が挙げられる。リン酸塩は、鉄又は鉄基合金からなる粉末粒子との密着性に優れる上に、変形性にも優れる。そのため、リン酸塩からなる絶縁被覆は、成形時、上述の鉄系の粉末粒子の変形に追従して変形し易く、損傷し難い。従って、健全な絶縁被覆を備える圧粉成形体が製造される。コア 1 は、このような圧粉成形体を備えることで、低損失になり易い。

[0117] 〈相対密度〉

コア 1 の相対密度が高く、緻密であると、コア 1 は飽和磁束密度等の磁気特性、強度等の機械的特性に優れて好ましい。定量的には、本体部 4 の相対密度、鏍部 5 の相対密度はいずれも、90%以上であることが好ましい。上記相対密度が90%以上であれば、コア 1 は、高い飽和磁束密度を有する上に、強度にも優れる。例えば、ティース 2 に鏍部 5 を配置する際等で、ティース 2 や鏍部 5 の欠け等が防止される。磁気特性の向上、機械的特性の向上等を望む場合、上記相対密度は93%以上、更に95%以上が好ましい。

[0118] ここでの相対密度とは、コア 1 を構成する圧粉成形体の理論密度に対する実際に測定した圧粉成形体の実測密度の比率 (%) である。上記理論密度は

、圧粉成形体を構成する軟磁性材料の真密度を等価な値として利用できる。

[0119] 〈その他〉

コア 1 は、ティース 2 と鏝部 5 とを固定する図示しない樹脂部を備えることが挙げられる。樹脂部を備えるコア 1 は、本体部 4 と鏝部 5 とが分離せず、一体物として扱い易い。

[0120] 上記樹脂部は、例えば、ティース 2 と鏝部 5 との隙間に充填される接着剤によって構成されることが挙げられる。又は、樹脂部は、本体部 4 と鏝部 5 とを一体に覆うモールド部としてもよい。モールド部の一部は、ティース 2 と鏝部 5 との隙間に充填される。コア 1 を覆うモールド部は、コア 1 とコイル 80（図 7）との間の電気絶縁性を高める部材、更に機械的な保護や外部環境からの保護を行う部材としても機能する。モールド部は、コア 1 とコイル 80（図 7）とを一体に覆ってもよい。

[0121] 〈製造方法〉

本体部 4 を構成する圧粉成形体、鏝部 5 を構成する圧粉成形体は、上述のように原料粉末を所定の形状に圧縮成形することで製造できる。圧縮成形には、プレス成形機等が利用できる。原料粉末は、軟磁性材料の粉末に加えて、バインダや潤滑剤を含んでもよい。金型に潤滑剤が塗布されてもよい。

[0122] 原料粉末に利用する軟磁性材料の粉末の平均粒径は、例えば $20\ \mu\text{m}$ 以上 $350\ \mu\text{m}$ 以下が挙げられる。上記粉末の平均粒径が上記の範囲であると、上記粉末を取り扱い易い上に、圧縮成形し易い。上記粉末の平均粒径は $40\ \mu\text{m}$ 以上 $300\ \mu\text{m}$ 以下、更に $250\ \mu\text{m}$ 以下でもよい。ここでの上記粉末の平均粒径は、レーザ回折・散乱式粒子径・粒度分布測定装置を用いて測定し、積算質量が全粒子の質量の 50% となる粒径とする。

[0123] 圧縮成形時の圧力が高いほど、緻密化し易く、相対密度が高いコア 1 が製造される。上記圧力は、例えば $700\ \text{MPa}$ 以上、更に $980\ \text{MPa}$ 以上が挙げられる。

[0124] 圧縮成形後、成形体に必要に応じて熱処理を施すことが挙げられる。例えば、熱処理によって、歪みを除去することで、低損失なコア 1 が製造される。

。又は、例えば、熱処理によって、バインダや潤滑剤を除去することが挙げられる。原料粉末が上述の被覆粒子を含む場合、熱処理温度は、絶縁被覆の分解温度以下が好ましい。

[0125] (実施形態の主な作用・効果)

実施形態のコア 1 は、鏑部 5 を備えるものの、ティース 2 を備える本体部 4 と鏑部 5 とが独立した部材である。そのため、コア 1 は、各ティース 2 に鏑部 5 が配置されていない状態で、各ティース 2 にコイル 80 を配置することができる。このようなコア 1 を備えるステータやアキシアルギャップ型回転電機は、製造性に優れる。

[0126] 特に、実施形態のコア 1 は、杵状の鏑部 5 を備えてティース 2 の端面 20 を露出させると共に、露出面積率を特定の範囲とする。そのため、コア 1 を備えるアキシアルギャップ型回転電機は、トルクの低下を抑制でき、高いトルクを有する。以下の試験例で、トルクの低下の抑制効果を具体的に説明する。

[0127] [ステータ]

図 7 を参照して、実施形態のステータ 8 を説明する。

実施形態のステータ 8 は、コア 1 と、コア 1 に備えられる各ティース 2 に配置されるコイル 80 とを備える。このステータ 8 は、アキシアルギャップ型回転電機、例えば回転電機 9 に用いられる。図 7 は、図 1 に示すコア 1 を備える場合を例示する。

[0128] 各コイル 80 は、巻線を螺旋状に巻回してなる筒状部を備える。この例のコイル 80 は、巻線を被覆平角線とする四角筒状のエッジワイズ巻きコイルである。なお、図 7 は、筒状部のみを示し、巻線の両端部は図示を省略している。

[0129] 実施形態のステータ 8 は、ティース 2 と鏑部 5 とが分離可能な実施形態のコア 1 を備える。そのため、コイル 80 を別途作製しておき、鏑部 5 を配置する前のティース 2 の外側にコイル 80 を嵌めることで、各ティース 2 にコイル 80 を容易に配置することができる。また、コイル 80 をティース 2 に

挿通させた後、各ティース２の先端部に鏑部５を固定すれば、コイル８０がヨーク３と鏑部５との間に介在されると共にティース２が挿通されたステータ８を製造することができる。コア１を構成部材とするステータ８は、製造過程で、巻線の巻回工程と、ティース２へのコイル８０の配置工程とを独立した工程にできる。そのため、各ティース２に巻線を直接巻回する必要が無い。従って、巻線を巻回し易く、コイル８０の製造が容易である。

[0130] かつ、実施形態のステータ８は、実施形態のコア１を備えるため、トルクの低下を抑制でき、高いトルクを有するアキシアルギャップ型回転電機を構築できる。

[0131] [回転電機]

図８を参照して、実施形態の回転電機９を説明する。

図８は、回転電機９の回転軸９１に平行な平面で切断した断面図である。

[0132] 実施形態の回転電機９は、実施形態のステータ８を備える。詳しくは、回転電機９は、ロータ９０と、ステータ８とを備え、ロータ９０とステータ８とが軸方向に対向して配置されたアキシアルギャップ型のものである。このような回転電機９は、モータ又は発電機に利用できる。図８は、一つのロータ９０が二つのステータ８で挟まれるように組み付けられるシングルロータ、ダブルステータ型のものを例示する。その他、一つのロータ９０と一つのステータ８とを備える形態、一つのステータ８が二つのロータ９０で挟まれるように組み付けられる形態等が挙げられる。

[0133] ステータ８及びロータ９０は、円柱状の内部空間を有するケース９２に収納される。ケース９２は、円筒部と、二つのプレート部とを備える。円筒部は、ステータ８及びロータ９０の外周を囲む。円筒部の両側にそれぞれプレート部が配置される。ステータ８及びロータ９０は、二つのプレート部に挟まれるようにケース９２に収納される。ステータ８は、コア１のヨーク３の外周面がケース９２のプレート部に嵌め込まれることで、ケース９２に固定される。両プレート部は、その中心部に貫通孔を備える。貫通孔には軸受け９３が設けられ、軸受け９３を介して回転軸９１が挿通される。また、ヨー

ク 3 の軸孔 3 9 にも図示しない軸受けが設けられ、この軸受を介して、回転軸 9 1 が挿通される。回転軸 9 1 は、ケース 9 2 内を貫通する。

[0134] ロータ 9 0 は、複数の磁石 9 5 と、磁石 9 5 を支持するロータ本体とを備える平板状の部材である。各磁石 9 5 は、例えば鏢部 5 の平面形状に対応した平面形状を有する平板状である。ロータ本体は、円環状の部材であり、回転軸 9 1 によって回転可能に支持される。各磁石 9 5 は、ロータ本体の周方向に等間隔に配置される。また、各磁石 9 5 は、回転軸 9 1 の軸方向に着磁される。ロータ本体の周方向に隣り合う磁石 9 5 の磁化方向は互いに逆である。ロータ本体が回転すると、磁石 9 5 もロータ本体と共に回転する。

[0135] ステータ 8 は、ティース 2 の端面 2 0 及び鏢部 5 の端面 5 0 がロータ 9 0 の磁石 9 5 に対向するように配置される。ロータ 9 0 が回転すると、ティース 2 の端面 2 0 及び鏢部 5 の端面 5 0 は、回転する磁石 9 5 からの磁束を受ける。

[0136] 実施形態の回転電機 9 は、実施形態のステータ 8 を備える。上述のようにステータ 8 は組み立て易いため、回転電機 9 は製造性に優れる。また、実施形態の回転電機 9 は、実施形態のステータ 8 を備えるため、トルクの低下を抑制でき、高いトルクを有する。

[0137] [試験例]

環状のヨークと、複数のティースと、各ティースの端部に設けられる鏢部とを備えるコアを三相交流アキシアルギャップ型モータのステータに用いたときのトルクをシミュレーションによって調べた。

[0138] 以下の試験では、電磁界解析ソフトウェア、ここでは株式会社 J S O L 製「J M A G」を用いて解析した。シミュレーションに用いたコアのモデルはいずれも、構成材料を純鉄とし、相対密度が 9 0 % 以上である圧粉成形体とする。鏢部の内周形状及び外周形状、ティースの端面の形状はいずれも相似な台形状であると共に、ティースの周面に概ね相似な形状である。鏢部及びティースにおいて台形の長辺部分は鏢部におけるヨークの外周縁側に配置される。各コアの大きさは、本質的に同じ大きさとする。また、以下の各試験

では、コアの形状、ティースと鏝部との間隔が異なる点等を除いて、ティースに配置するコイルの通電条件、ティースの先端側に配置される磁石の回転条件を同じとしてトルクを調べた。

[0139] [試験例 1]

この試験では、ヨークと、ティースと、鏝部とを備えるコアのモデルについて、分割位置の相違によるトルクへの影響を調べた。

[0140] (試料の説明)

試料 N o. 100 のコアは、ヨークと、ティースと、鏝部とが一体に成形された場合を仮想した理想の形状である。試料 N o. 100 のコアは、複数の分割片の組物ではなく、一体成形物であり、ヨークとティース間及びティースと鏝部間に磁気ギャップとなり得る隙間が無い。

[0141] 試料 N o. 101 のコアは、試料 N o. 100 の理想のコアに対して、ティースと鏝部とが分割されたコアである。つまり、このコアは、ヨークとティースとが一体成形物であり、鏝部が上記一体成形物とは独立した部材である。鏝部は貫通孔を有しない平板材であり、ティースの端面に接合される。そのため、試料 N o. 101 のコアは、ティースと鏝部との間に磁気ギャップとなり得る隙間がある。上記隙間の平面積は、ティースの断面積と同等である。上記隙間の間隔は 0.1 mm とする。試料 N o. 101 のコアでは、上記磁気ギャップは、磁束と直交する方向に配置される直交ギャップである。

[0142] 試料 N o. 102, N o. 103 のコアは、試料 N o. 100 の理想のコアに対して、ヨークとティースとが分割されたコアである。つまり、各コアは、ティースと鏝部とが一体成形物であり、ヨークが上記一体成形物とは独立した部材である。

[0143] 試料 N o. 102 のコアでは、ヨークは、円環状の平板材であり、ヨークの表面にティースの端面が接合される。ここでのヨークの表面及びティースの端面は平面である。そのため、試料 N o. 102 のコアは、ヨークとティースとの間に磁気ギャップとなり得る隙間がある。上記隙間の平面積は、テ

ィースの断面積と同等である。上記隙間の間隔は0.1 mmとする。試料N o. 102のコアでは、上記磁気ギャップは、磁束と直交する方向に配置される直交ギャップである。

[0144] 試料N o. 103のコアでは、ヨークは、ティースの一端部が挿入される貫通孔を有する円環状の平板材である。そのため、試料N o. 103のコアは、ヨークの貫通孔の内周面とティースの一端部の外周面との間に磁気ギャップとなり得る環状の隙間がある。上記環状の隙間は、上記貫通孔の周方向に一樣な間隔とし、上記間隔を0.1 mmとする。

[0145] 試料N o. 104のコアは、試料N o. 100の理想のコアに対して、ティースがその軸方向に直交する方向に分割されたコアである。つまり、このコアは、ティースの一部とヨークとが一体成形物である分割片と、ティースの残部と鏝部とが一体成形物である分割片とを備える。そのため、試料N o. 104のコアは、ティースの軸方向の中間位置に磁気ギャップとなり得る隙間がある。上記隙間の平面積は、ティースの断面積と同等である。上記隙間の間隔は0.1 mmとする。試料N o. 104のコアでは、上記磁気ギャップは、磁束と直交する方向に配置される直交ギャップである。

[0146] 試料N o. 1のコアは、試料N o. 100の理想のコアに対して、ティースと鏝部とが分割されたコアである。つまり、このコアは、ヨークとティースとが一体成形物であり、鏝部が上記一体成形物とは独立した部材である。鏝部は、ティースの先端部が挿入される貫通孔を有する枠状の部材であり、貫通孔からティースの端面を露出させる。試料N o. 1のコアは、ティースの先端部の外周面と鏝部の貫通孔の内周面との間に磁気ギャップとなり得る環状の隙間がある。上記環状の隙間は、上記貫通孔の周方向に一樣な間隔とし、上記間隔を0.1 mmとする。ティースは、先端部に段差部を有する。段差部の高さhと鏝部の厚さtとは等しい。試料N o. 1のコアにおける露出面積率は37.7%である。露出面積率の求め方は試験例2で説明する。

[0147] (試験条件)

この試験では、以下のステータコアを備えるモータを仮想し、このモータ

のトルクを検討した。

(ステータコアの条件)

コイル巻数は30ターンである。

コアは、14極12スロットである。

ティースの断面積は102 mm²である。

ヨークの外径は100 mmである。

ヨークの内径は70 mmである。

[0148] 各試料のトルク (N・m) を表1に示す。また、試料No. 100のトルクを基準として、各試料のトルクの低減率 (%) を求めた。トルクの低減率は、 $\{(\text{各試料のトルク} - \text{試料No. 100のトルク}) / \text{試料No. 100のトルク}\} \times 100$ で求めた。トルクの低減率 (%) も表1に示す。

[0149] [表1]

試料 No.	コア 形状	トルク (N・m)	トルク低減率 (%)
100	分割なし	3.28	—
101	鰐部：独立 ヨーク・ティース：一体	3.01	-8%
102	ヨーク：独立 ティース・鰐部：一体	3.00	-9%
103	ヨーク：独立 ティース・鰐部：一体 ヨークに孔有り	3.06	-7%
104	ティース：分割	2.96	-10%
1	鰐部：独立 ヨーク・ティース：一体 鰐部に孔有り	3.22	-2%

[0150] 表1に示すように、試料No. 1は、試料No. 100に対するトルクの低減率が試料No. 101～No. 104に比較して小さく、高いトルクを有することが分かる。定量的には、試料No. 1のトルクの低減率は、7%未満、更に5%以下である。この理由の一つとして、試料No. 1のコアは、ヨークとティースとが一体であり、ティースからヨークに磁束を通過させ易かったことが考えられる。このことは、試料No. 101のトルクが試料

N o. 102のトルクよりも高いことから裏付けられる。また、別の理由の一つとして、試料N o. 1のコアは、分割片間に生じる隙間が小さく、上記隙間が磁気ギャップ、特に直交ギャップとなり難いことが考えられる。このことは、直交ギャップが大きい試料N o. 101, N o. 102, N o. 104のトルクが非常に小さいこと、試料N o. 1のトルクが試料N o. 101のトルクに比較して大きいことから裏付けられる。

[0151] この試験から、ヨークと、ティースと、鰐部とを備えるコアを分割する場合、以下の構成が好ましいことが示された。ヨークとティースとが一体物であり、鰐部が独立部材である。鰐部には貫通孔が設けられる。貫通孔にはティースが挿入されて、貫通孔からティースの端面が露出される。

[0152] [試験例2]

この試験では、試験例1で用いた試料N o. 1のコアに対して、鰐部の貫通孔の大きさを変更し、貫通孔から露出されるティースの端面の面積を変更した。鰐部の貫通孔から露出されるティースの面積の相違によるトルクへの影響を調べた。

[0153] この試験に用いた各試料のコアの基本的な構成は、試料N o. 1と同様である。即ち、ティースの先端部の外周面と鰐部の貫通孔の内周面との間隔は0.1mmであり、ティースは段差部を有し、高さ h =厚さ t である。上記間隔は、貫通孔の全周にわたって均一な大きさである。

[0154] 各試料について、鰐部の外周縁内の面積 S_5 と、鰐部の貫通孔から露出されるティースの端面の面積 S_2 とを求めた。鰐部の面積 S_5 は鰐部の貫通孔の面積を含む。この鰐部の面積 S_5 に対するティースの面積 S_2 の割合、即ち、露出面積率(%)を $(S_2/S_5) \times 100$ によって求め、その値を表2に示す。各試料のトルク(N・m)を表2に示す。また、試験例1と同様に試料N o. 100のトルクを基準として、各試料のトルクの低減率(%)を求め、結果を表2に示す。

[0155]

[表2]

試料 No.	露出面積率 (S_2/S_5) × 100	トルク (N・m)	トルク低減率 (%)
105	5.3%	3.04	-7%
3	7.5%	3.15	-4%
2	10.2%	3.20	-2%
1	37.7%	3.22	-2%

[0156] 表2に示すように、試料No. 1～No. 3は、試料No. 100に対するトルクの低減率が試料No. 105に比較して小さく、高いトルクを有することが分かる。定量的には、試料No. 1～No. 3のトルクの低減率は、7%未満である。特に、試料No. 1, No. 2のトルクの低減率は5%以下である。この理由の一つとして、試料No. 1～No. 3のコアは、試料No. 105のコアよりも露出面積率が高いため、鰐部の貫通孔から露出されるティースが磁束を直接受けられる上に、鰐部からティースに磁束を通過させ易いことが考えられる。

[0157] この試験から、露出面積率は、5.5%以上、特に7.5%以上であれば、トルクの低下を効果的に抑制でき、高いトルクを有し易いことが示された。また、この試験から、露出面積率が高いほど、ここでは30%以上、更に35%以上であると、トルクの低下をより抑制し易いことが分かる。なお、露出面積率の上限は特に制限されず、鰐部をティースに設置可能であれば、例えば90%でもよい。

[0158] [試験例3]

この試験では、試験例2で用いた試料No. 2のコアに対して、鰐部の貫通孔にティースの端面を偏って配置し、ティースの先端部の外周面と鰐部の貫通孔の内周面との間隔が貫通孔の周方向に不均一な状態に変更した。上記間隔の大きさの相違によるトルクへの影響を調べた。

[0159] この試験に用いた各試料のコアは、ティースの端面の面積及び鰐部の外周縁内の面積を一定とし、露出面積率を試料No. 2の値、即ち10.2%とする。鰐部の内周形状及び外周形状、ティースの端面の形状はいずれも相似

な台形状であると共に、ティースの周面に概ね相似な形状である。ティースは段差部を有し、高さ h ＝厚さ t である。このような各コアに対して、上記間隔が表3に示す間隔の最大差（mm）を満たすように鋸部の貫通孔の大きさを変更した。また、鋸部の貫通孔に対して、ティースの端面を偏って配置した。表3の間隔の最大差とは、上記間隔の最大値と上記間隔の最小値との差である。

[0160] ここでは、ティースの先端部の外周面と鋸部の貫通孔の内周面とが接する領域、即ち上記間隔が0.05mm以下である近接領域を主としてヨークの周方向の同じ側に設けた。上記間隔が大きい箇所をヨークの周方向の逆側に設けた。上記間隔の最小値は0mmであり、上記間隔の最大値は表3（mm）に示す間隔の最大差に等しい。なお、近接領域において、鋸部の貫通孔の周長に対して鋸部の周方向に沿った長さの割合、即ち接合割合は45%であり、20%超である。

[0161] 各試料のトルク（N・m）を表3に示す。また、試験例1と同様に試料No. 100のトルクを基準として、各試料のトルクの低減率（%）を求め、結果を表3に示す。

[0162] [表3]

試料 No.	間隔の最大差 最大値－最小値 (mm)	トルク (N・m)	トルク低減率 (%)
15	0.50	3.08	-6%
4	0.38	3.12	-5%
5	0.30	3.20	-2%

[0163] 表3に示すように、試料No. 4, No. 5, No. 15はいずれも、試料No. 100に対するトルクの低減率が小さく、高いトルクを有することが分かる。定量的には、試料No. 4, No. 5, No. 15におけるトルクの低減率は7%未満である。特に、試料No. 4, No. 5のトルクの低減率は5%以下であり、試料No. 15におけるトルクの低減率よりも小さい。この理由の一つとして、試料No. 4, No. 5のコアは、間隔の最大

差が0.40mm未満と小さく、ティースと鏝部の貫通孔との間の隙間が磁気ギャップになり難かったことが考えられる。特に、試料No. 5におけるトルクの低減率は3%以下であり、試料No. 4よりもトルクの低下が小さい。このことから、試料No. 5のコアでは、間隔の最大差が0.30mm以下と更に小さいため、ティースと鏝部の貫通孔との間の隙間が磁気ギャップに更になり難かったと考えられる。また、この試験では、試料No. 5のコアは、ティースと鏝部の貫通孔との間に0.30mmの隙間があるものの、上述の試料No. 2と同等程度の高いトルクを有する。

[0164] この試験から、間隔の最大差が0.40mm未満、好ましくは0.30mm以下であれば、トルクの低下を効果的に抑制でき、高いトルクを有し易いことが示された。なお、間隔の最大差の下限は特に制限されない。鏝部とティースとを高精度に製造可能であり、両者を損傷することなく組立可能であれば、間隔の最大差は例えば0mmでもよい。

[0165] [試験例4]

この試験では、試験例3と同様にして、試験例2で用いた試料No. 2のコアに対して、ティースの先端部の外周面と鏝部の貫通孔の内周面との間隔が貫通孔の周方向に不均一な状態に変更した。また、鏝部に上記間隔が0.05mm以下である近接領域を設けると共に、近接領域における鏝部の貫通孔の周方向に沿った長さ、及び近接領域の配置位置を変更した。上記近接領域の長さ、配置位置の相違によるトルクへの影響を調べた。

[0166] この試験に用いた各試料のコアの基本的事項は、試験例3と同様である。即ち、ティースの端面の面積及び鏝部の外周縁内の面積は一定である。露出面積率は10.2%であり、ティースは段差部を有し、高さ h =厚さ t である。間隔の最大差は、0.20mmであり、0.40mm未満である。

[0167] 試料No. 7のコアは、鏝部におけるヨークの外周縁側に近接領域を備える。試料No. 6のコアは、鏝部におけるヨークの内周縁側に近接領域を備えると共に、近接領域の上記長さが試料No. 7よりも短い。

[0168] 各試料のコアについて、鏝部の貫通孔の周長 L_5 と、近接領域における鏝部

の周方向に沿った長さ L_{55} とを求めた。そして、周長 L_5 に対する近接領域の長さ L_{55} の割合、即ち接合割合を $(L_{55}/L_5) \times 100$ によって求め、その値を表4に示す。また、各試料のトルク(N・m)を表4に示す。更に、試験例1と同様に試料No. 100のトルクを基準として、各試料のトルクの低減率(%)を求め、結果を表4に示す。

[0169] [表4]

試料 No.	近接領域 接合割合	トルク (N・m)	トルク低減率 (%)
16	10%	3.08	-6%
6	22%	3.13	-5%
7	37%	3.22	-2%

[0170] 表4に示すように、試料No. 6, No. 7, No. 16のコアはいずれも、試料No. 100に対するトルクの低減率が小さく、高いトルクを有することが分かる。定量的には、試料No. 6, No. 7, No. 16におけるトルクの低減率は7%未満である。特に、試料No. 6, No. 7のトルクの低減率は5%以下であり、試料No. 16におけるトルクの低減率より小さい。この理由の一つとして、試料No. 6, No. 7のコアは、近接領域の接合割合が20%超であり、近接領域からティースに磁束を通過させ易かったことが考えられる。特に、試料No. 7におけるトルクの低減率は3%以下であり、試料No. 6よりもトルクの低下が小さい。このことから、試料No. 7のコアでは、近接領域の接合割合が35%以上と更に大きいため、近接領域からティースに磁束を更に通過させ易かったと考えられる。また、この試験では、試料No. 7のコアにおける上述の間隔の最大差は上述の試料No. 2よりも大きいものの、試料No. 7のコアは、試料No. 2と同等以上の高いトルクを有する。

[0171] この試験から、鰐部が近接領域を備える場合に近接領域の接合割合が20%超、好ましくは30%以上、更に35%以上であると、トルクの低下を効果的に抑制でき、高いトルクを有し易いことが示された。また、近接領域の

接合割合を大きくするには、例えば、近接領域を鏝部におけるヨークの外周領域に設けることが示された。なお、近接領域の接合割合の上限値は特に制限されない。例えば、鏝部は、貫通孔の全周にわたって近接領域を有してもよい。つまり、近接領域の接合割合は100%でもよい。

[0172] [試験例5]

この試験では、試験例4と同様にして、試験例2で用いた試料No. 2のコアに対して、ティースの先端部の外周面と鏝部の貫通孔の内周面との間隔が貫通孔の周方向に不均一な状態に変更した。また、鏝部に上記間隔が0.05mm以下である近接領域を設けると共に、近接領域の配置位置を変更した。上記近接領域の配置位置の相違、ロータの回転方向の相違によるトルクへの影響を調べた。

[0173] この試験に用いた各試料のコアの基本的事項は、試験例4と同様である。即ち、ティースの端面の面積及び鏝部の外周縁内の面積は一定である。露出面積率は10.2%であり、ティースは段差部を有し、高さ h ＝厚さ t である。間隔の最大差は、0.2mmであり、0.40mm未満である。近接領域の接合割合は22%であり、20%超である。

[0174] 試料No. 8, No. 9のコアは、隣り合うティースに固定される鏝部において、ティースが対向する側に近接領域を備えた。即ち、隣り合う鏝部の近接領域は、向かいあって配置される。試料No. 8のコアでは、上記隣り合うティースに異相のコイルを配置した。試料No. 9のコアでは、上記隣り合うティースに同相のコイルを配置した。

[0175] 試料No. 10, No. 11のコアは、各鏝部の近接領域をヨークの周方向の同じ側に備えた。試料No. 10のコアは、各鏝部の近接領域をロータの回転方向と同じ側に備える。試料No. 11のコアは、各鏝部の近接領域をロータの回転方向と逆側に備える。

[0176] 各試料のトルク ($N \cdot m$) を表5に示す。また、試験例1と同様に試料No. 100のトルクを基準として、各試料のトルクの低減率 (%) を求め、結果を表5に示す。

[0177] [表5]

試料 No.	近接領域 配置位置	トルク (N・m)	トルク低減率 (%)
8	対向(異相)	3.18	-3%
9	対向(同相)	3.20	-2%
10	回転方向と同じ側	3.21	-2%
11	回転方向と逆側	3.19	-3%

[0178] 表5に示すように、試料No. 8～No. 11はいずれも、試料No. 100に対するトルクの低減率が比較的小さく、高いトルクを有することが分かる。定量的には、試料No. 8～No. 11におけるトルクの低減率は5%以下である。この理由の一つとして、試料No. 8～No. 11のコアは、近接領域を有することで、近接領域からティースに磁束を通過させ易かったことが考えられる。また、この試験では、試料No. 8～No. 11のコアはいずれも、ティースと鰐部の貫通孔との間に隙間があるものの、上述の試料No. 2と同等程度の高いトルクを有する。

[0179] この試験では、隣り合うティースに固定される鰐部において、ティースが対向する側に近接領域を備える場合、各ティースに同相のコイルが配置されると、トルクの低下がより抑制され易いといえる（試料No. 9参照）。また、この試験では、各鰐部の近接領域がヨークの周方向の同じ側に設けられる場合、近接領域の配置位置がロータの回転方向と同じ側であると、トルクの低下がより抑制され易いといえる（試料No. 10参照）。

[0180] [試験例6]

この試験では、試験例1, 2で用いた試料No. 1のコアに対して、ティースの段差部の高さ h (mm)を変更し、鰐部の貫通孔から露出されるティースの突出高さを変更した。ティースの突出高さの相違によるトルクへの影響、コギングトルクへの影響を調べた。

[0181] この試験では、試験例1, 2で用いた試料No. 1のコアに対して、ティースの段差部の高さ h (mm)を変更した以外の点は、試料No. 1と同様とした。即ち、ティースの端面の面積及び鰐部の外周縁内の面積は一定であ

る。露出面積率は37.7%である。ティースの先端部の外周面と鍔部の貫通孔の内周面との間隔は0.1mmである。上記間隔は、貫通孔の全周にわたって均一な大きさである。各試料のティースの段差部の高さ h (mm)、鍔部の厚さ t (mm)を表6に示す。

[0182] 試料No. 1のコアでは、ティースの先端部の角部において、段差部の底面と段差部の周面との交差角度が 90° である。また、鍔部の内周面と鍔部における段差部の底面に載置される面との交差角度が 90° である。ティースの端面と鍔部の端面とは面一である。この交差角度に関する点は、上述の試験例1～5の各試料であって段差部を有する試料において同様である。

[0183] 試料No. 12～No. 14の形状は、ティースの先端部において鍔部の端面から突出する部分の角部を平面取りしたような形状とした。ティースの先端部は、ティースの端面に交差する傾斜面を含む。ティースの傾斜面におけるティースの端面の延長面に対する角度は $5^\circ \sim 60^\circ$ の範囲から選択した。ティースの傾斜面は、鍔部の貫通孔から露出される。なお、面取り形状により、試料No. 12～No. 14におけるティースの端面の面積は、厳密には試料No. 1よりも若干小さい。そこで、ここでの露出面積率は、ティースにおける鍔部の端面に位置する箇所の最大断面積とする。

[0184] 各試料のトルク (N・m)、コギングトルク (cN・m、センチニュートン・メートル)を表6に示す。また、試験例1と同様に試料No. 100のトルクを基準として、各試料のトルクの低減率 (%)を求め、結果を表6に示す。

[0185] [表6]

試料 No.	$\Delta(h-t)$ (mm)	トルク (N・m)	トルク低減率 (%)	コギングトルク (cN・m)	ティース 段差部 高さ h (mm)	厚さ t (mm)
1	0	3.22	-2%	5.1	2	2
12	1	3.19	-3%	4.2	3	2
13	2	3.15	-4%	3.1	4	2
14	3	3.12	-5%	1.3	5	2

[0186] 表6に示すように、試料No. 1, No. 12～No. 14はいずれも、

試料N o. 100に対するトルクの低減率が比較的小さく、高いトルクを有することが分かる。定量的には、試料N o. 12～N o. 14におけるトルクの低減率は5%以下である。この理由の一つとして、試料N o. 12～N o. 14のコアは、試料N o. 1と同様に露出面積率が高いため、鰐部の貫通孔から露出されるティースが磁束を直接受けられる上に、鰐部からティースに磁束を通過させ易いことが考えられる。

[0187] 但し、試料N o. 1, N o. 12～N o. 14では、コギングトルクの大きさが異なる。ティースの段差部の高さ h (mm)と鰐部の厚さ t (mm)との差 Δ ($h - t$) (mm)が大きいほど、コギングトルクが小さい。定量的には、差 Δ ($h - t$)が0mmである試料N o. 1に比較して、差 Δ ($h - t$)が0mm超、ここでは更に1mm以上と大きいほど、コギングトルクが効果的に低減される。但し、差 Δ ($h - t$)が大きいほど、トルクの低下がみられる。この点は、例えば試料N o. 12とN o. 14とを比較参照することから裏付けられる。

[0188] この試験から、ティースの先端部に段差部を備える場合、鰐部の貫通孔からティースの端面側の領域が突出するように、ティースの段差部の高さ h と鰐部の厚さ t とを調整することで、コギングトルクも低減できることが示された。特に、差 Δ ($h - t$)が0mm超3mm以下であれば、コギングトルクが低減されつつ、トルクの低下が抑制されるといえる。

[0189] 上述の試験例1～6から、ティースの先端部に鰐部を備えるコアにおいて、以下の条件(1)～(3)を満たすことで、ティース、ヨーク、鰐部の一体物に比較して、トルクの低下を抑制できることが示された。また、以下の条件(1)を満たすことで、上記一体物に比較して、アキシアルギャップ型回転電機や、この回転電機に利用されるステータは、組み立て易く、製造性に優れるといえる。

(1) ヨークとティースとが一体物であり、鰐部がティースに対して分割された部材である。

(2) 鰐部は貫通孔を有し、この貫通孔からティースの端面を露出させる。

(3) ティースの端面における鏝部の貫通孔から露出される割合、即ち露出面積率が7.5%以上である。

[0190] なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。例えば、上述の試験例1～6において、コアの材質、相対密度、ティース及び鏝部の形状等を変更できる。

符号の説明

- [0191] 1 コア
- 2 ティース、20 端面、21 周面、22 傾斜面、25 段差部、250 底面、251 周面
- 3 ヨーク、30 表面、39 軸孔
- 4 本体部
- 5 鏝部、50 端面、51 外周縁、52 貫通孔、520 内周面53, 54 傾斜面、55 近接領域、56 外周領域、57 内周領域
- 8 ステータ、80 コイル
- 9 回転電機、90 ロータ、91 回転軸、92 ケース、93 軸受け
- 95 磁石
- g_{min} 間隔の最小値、 g_{max} 間隔の最大値
- h 高さ、 t 厚さ、 $\Delta(h-t)$ 高さと厚さとの差、 θ, α 角度

請求の範囲

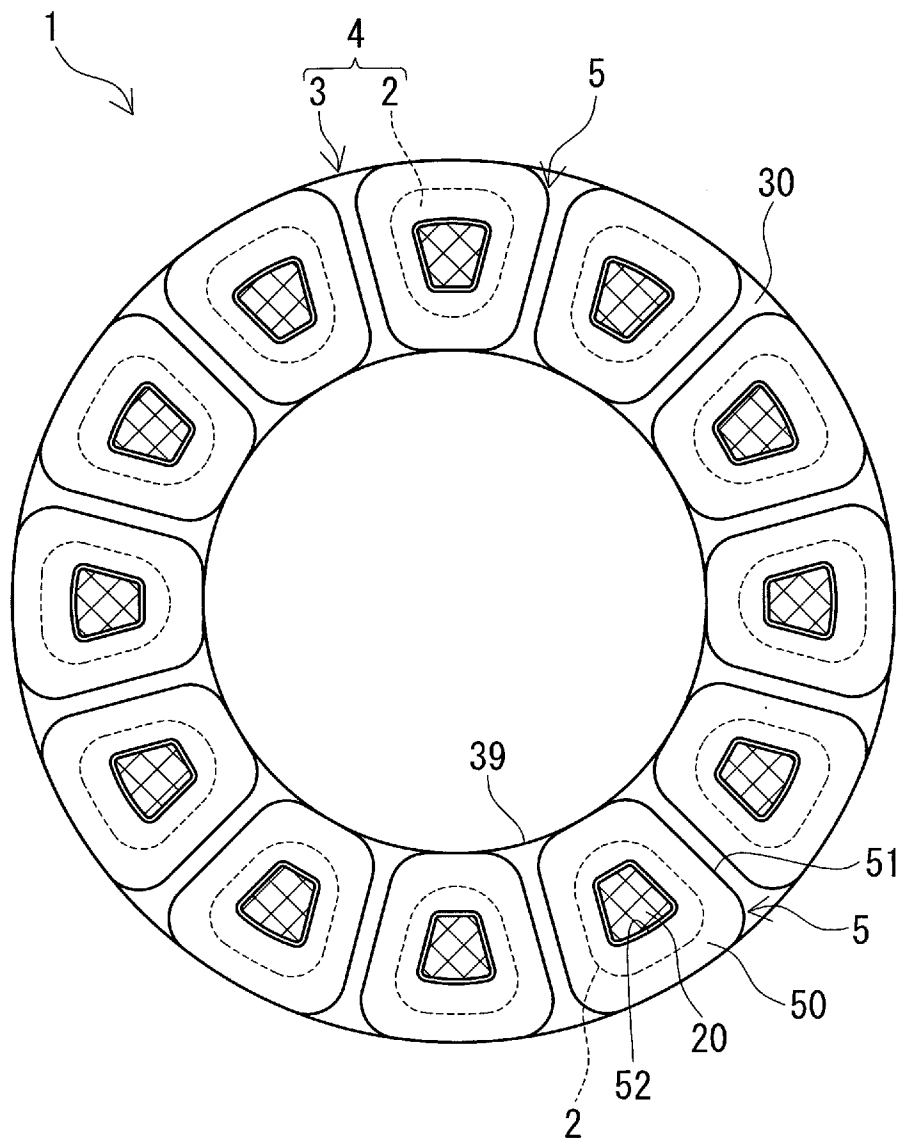
- [請求項1] アキシシャルギャップ型回転電機に用いられるコアであって、
 本体部と、複数の枠状の鏝部とを備え、
 前記本体部は、環状のヨークと、前記ヨークの周方向に並ぶ複数の
柱状のティースとを備え、
 各前記鏝部は、各前記ティースの先端部に固定され、
 前記ヨークと複数の前記ティースとは、一体の圧粉成形体で構成さ
れ、
 各前記鏝部は、貫通孔を有する圧粉成形体で構成され、
 前記ティースの先端部は、前記貫通孔に挿通されて、前記ティース
の端面が前記貫通孔から露出されており、
 前記ヨークの軸方向の平面視で、前記鏝部の外周縁内の面積に対す
る前記ティースの端面の面積の割合が7.5%以上である、
コア。
- [請求項2] 前記鏝部は、前記先端部の外周面と前記貫通孔の内周面との間隔が
0.05mm以下である近接領域を有する請求項1に記載のコア。
- [請求項3] 前記貫通孔の周長に対して、前記近接領域における前記貫通孔の周
方向に沿った長さの割合が20%超である請求項2に記載のコア。
- [請求項4] 前記先端部の外周面と前記貫通孔の内周面との間隔の最大値と最小
値との差が0.40mm未満である請求項2又は請求項3に記載のコ
ア。
- [請求項5] 前記鏝部は、前記近接領域の少なくとも一部を前記鏝部における前
記ヨークの外周縁側に備える請求項2から請求項4のいずれか1項に
記載のコア。
- [請求項6] 前記ヨークの周方向に隣り合う前記ティースに固定される前記鏝部
は、前記近接領域の少なくとも一部を両前記ティースが対向する側に
備える請求項2から請求項5のいずれか1項に記載のコア。
- [請求項7] 隣り合う前記ティースには、同相のコイルが配置される請求項6に

記載のコア。

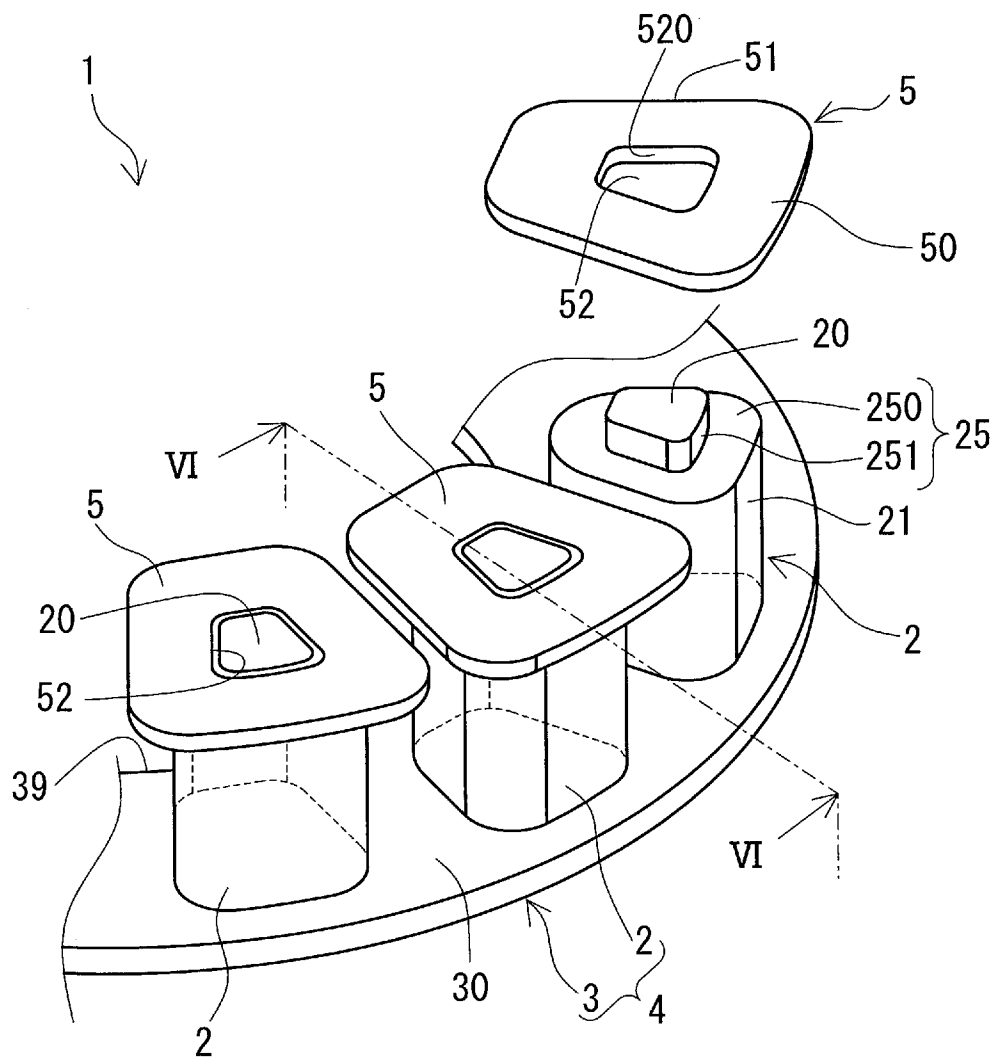
- [請求項8] 前記近接領域の少なくとも一部を前記鏑部における前記ヨークの周方向の同じ側に備える請求項2から請求項5のいずれか1項に記載のコア。
- [請求項9] 前記ティースは、前記鏑部が載置される段差部を有する請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のコア。
- [請求項10] 前記段差部の高さは、前記鏑部の厚さ以上である請求項9に記載のコア。
- [請求項11] 前記段差部の高さとは前記鏑部の厚さとの差が0 mm超3 mm以下である請求項10に記載のコア。
- [請求項12] 前記段差部の底面と前記段差部の周面との交差角度が90°であり、
前記貫通孔の内周面と前記鏑部における前記段差部の底面に載置される面との交差角度が90°である請求項9から請求項11のいずれか1項に記載のコア。
- [請求項13] 前記ティースの先端部は、前記ティースの端面に交差する傾斜面を含み、
前記傾斜面における前記端面の延長面に対する角度が5°以上60°以下である請求項11に記載のコア。
- [請求項14] 前記コアの構成材料は、純鉄、Siを含む鉄基合金、又はAlを含む鉄基合金を含む請求項1から請求項13のいずれか1項に記載のコア。
- [請求項15] 前記コアの相対密度は90%以上である請求項1から請求項14のいずれか1項に記載のコア。
- [請求項16] 請求項1から請求項15のいずれか1項に記載のコアと、
各前記ティースに配置されるコイルとを備える、
ステータ。
- [請求項17] 請求項16に記載のステータを備える、

回転電機。

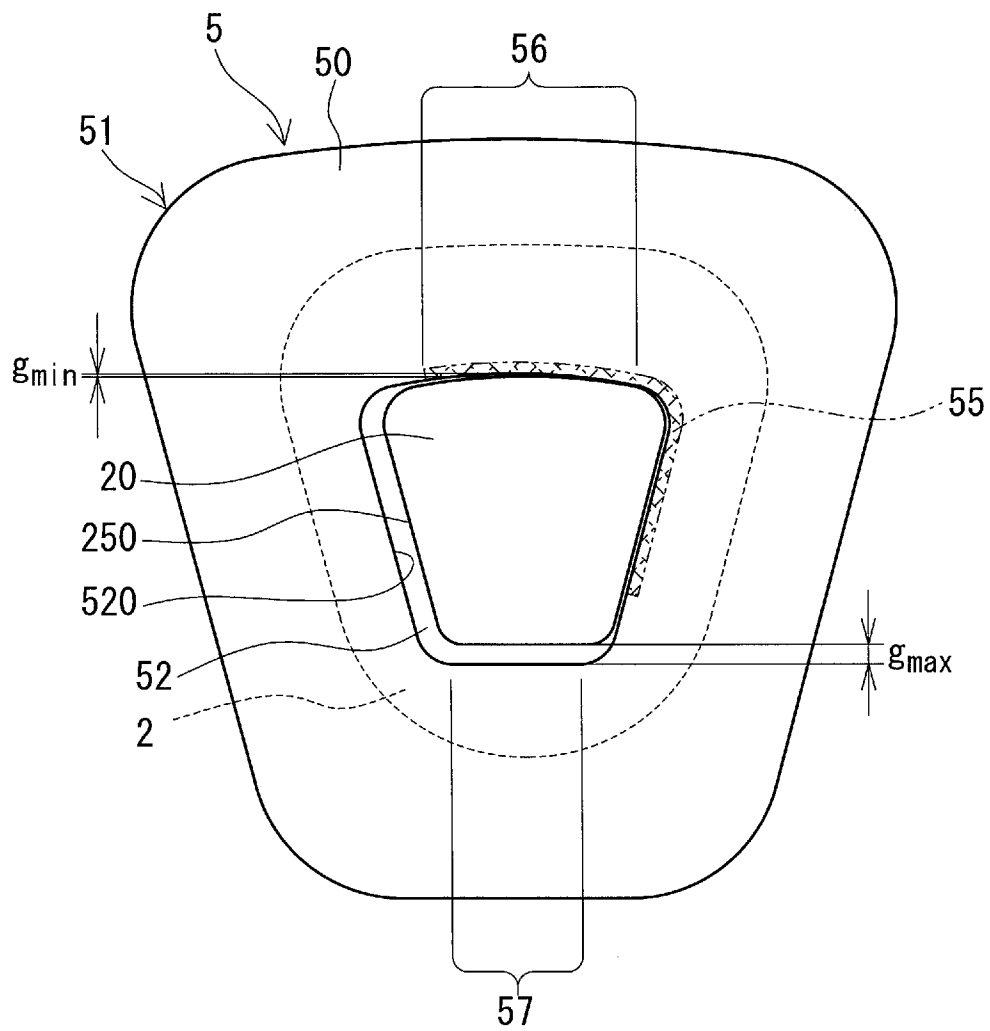
[図1]



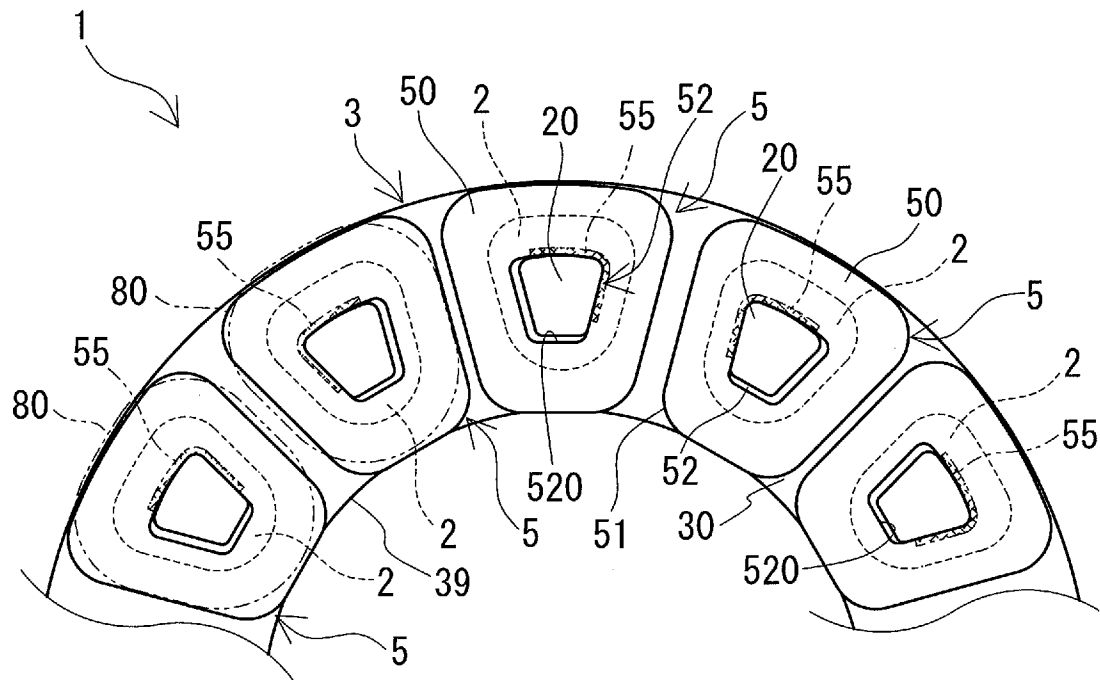
[図2]



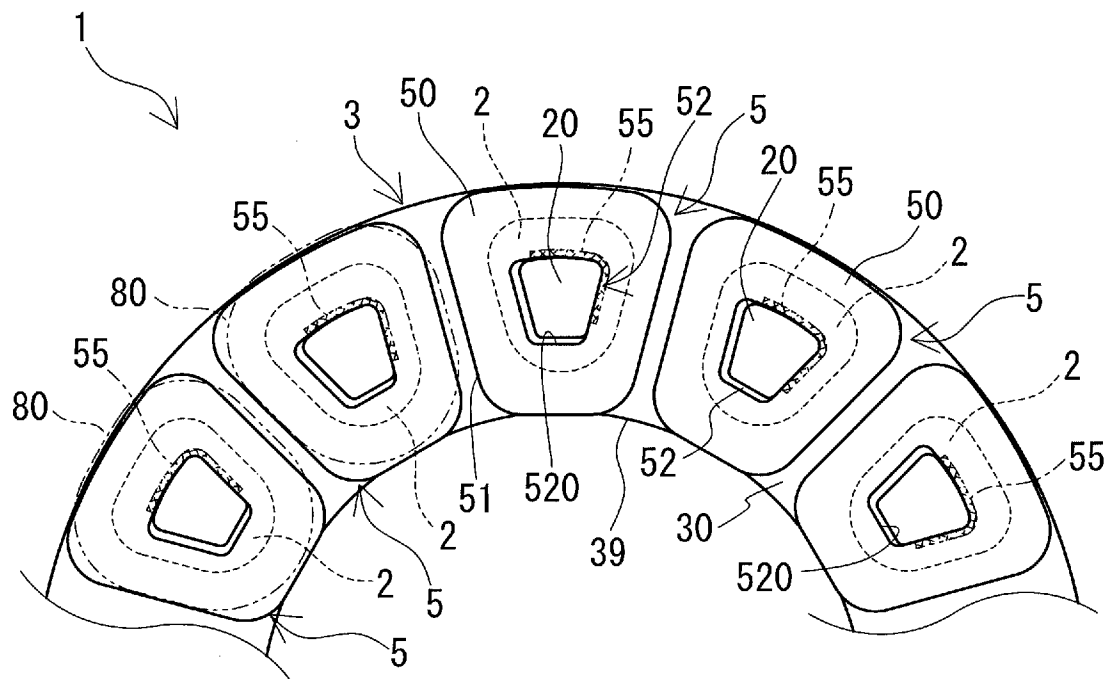
[図3]



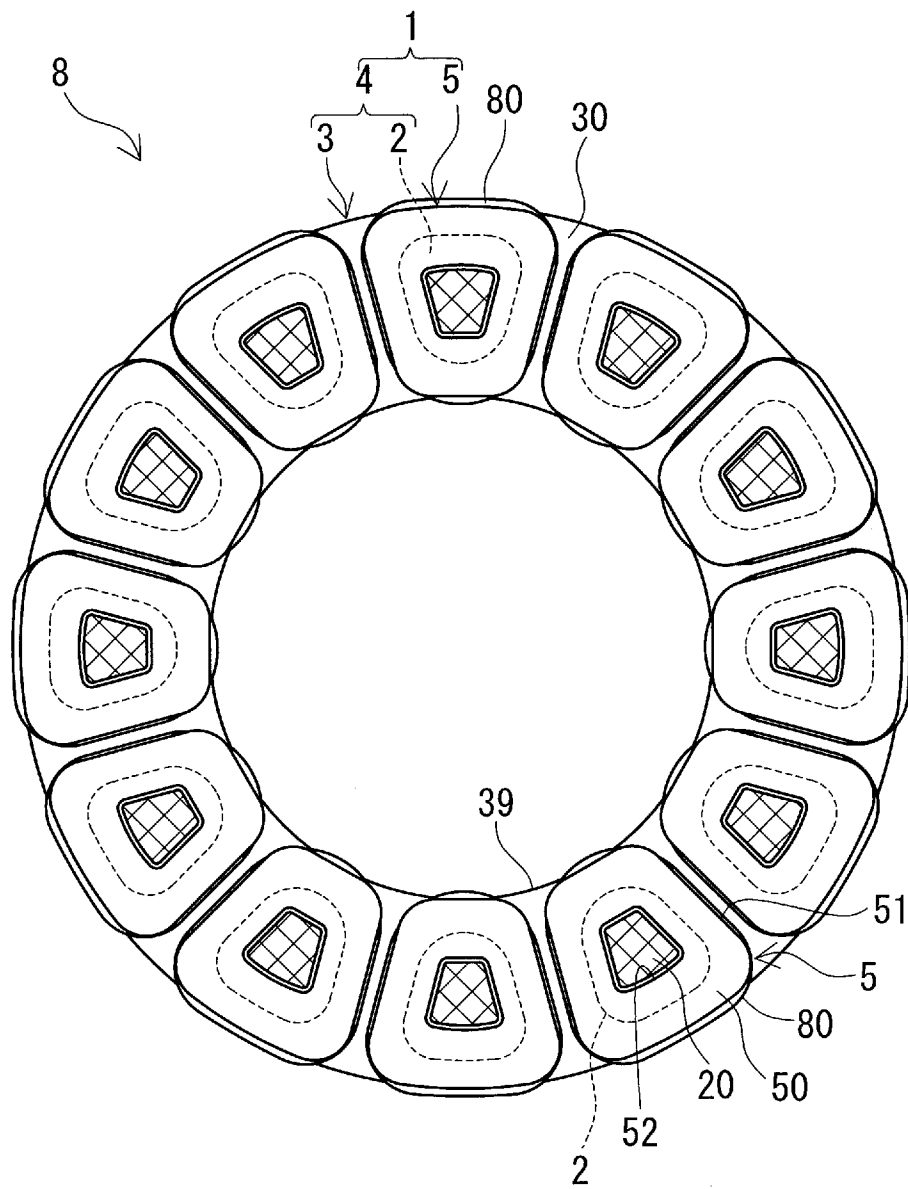
[図4]



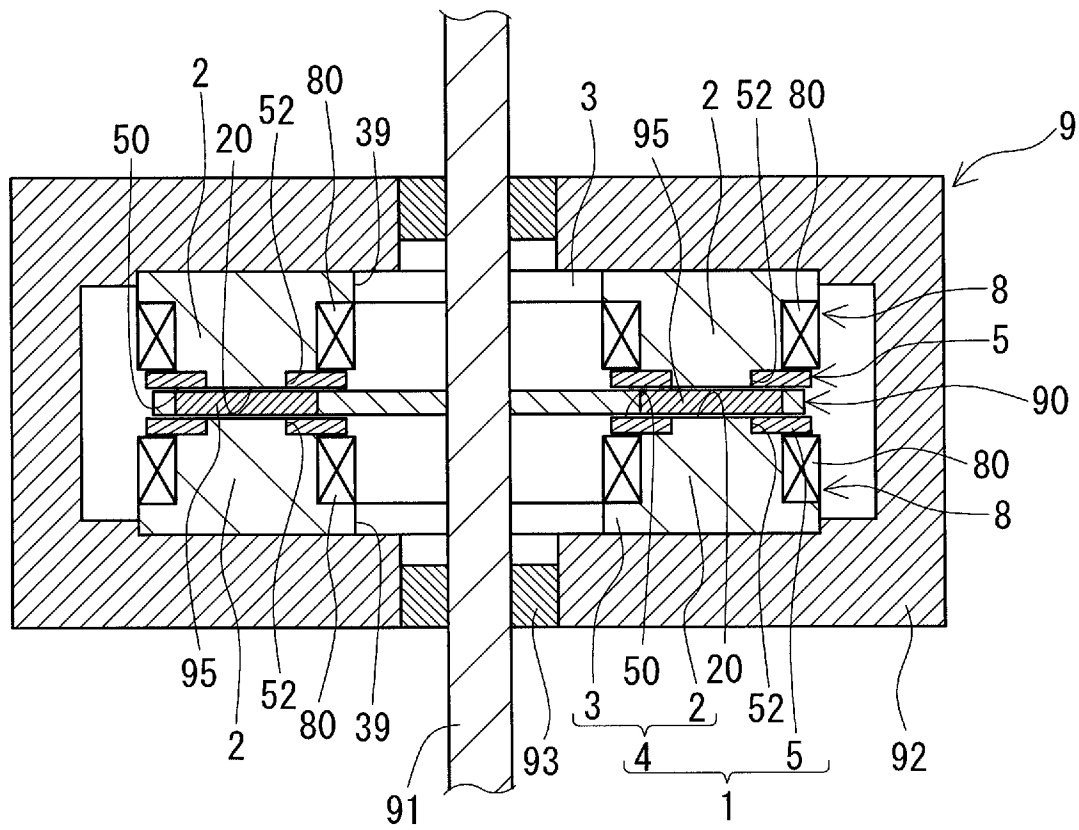
[図5]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/035081

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02K1/14 (2006.01) i, H02K1/18 (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)

Int. Cl. H02K1/14, H02K1/18

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y	JP 2006-311702 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 09 November 2006, paragraphs [0004], [0011]-[0016], fig. 3 (Family: none)	1-17
Y	JP 2005-287217 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 13 October 2005, paragraph [0021], fig. 5, 6 (Family: none)	1-17
Y	JP 2006-204052 A (NSK LTD.) 03 August 2006, paragraph [0037], fig. 2-4 (Family: none)	2-17
Y	JP 2014-230444 A (MINEBEA CO., LTD.) 08 December 2014, paragraphs [0015]-[0026], fig. 1, 2 (Family: none)	10-17



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
08.11.2019

Date of mailing of the international search report
26.11.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/035081

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-284025 A (FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO., LTD.) 16 December 2010, paragraphs [0018]-[0021], fig. 1, 2 (Family: none)	13-17
Y	JP 2006-14436 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 12 January 2006, paragraph [0025] (Family: none)	14-17
A	JP 2014-531185 A (TE CONNECTIVITY INDIA PRIVATE LIMITED) 20 November 2014, paragraphs [0034]- [0037], fig. 3 & US 2014/0312885 A1, paragraphs [0042]-[0045], fig. 3 & WO 2013/060601 A1 & EP 2771646 A1 & CA 2852740 A1 & CN 103890546 A	10-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K1/14(2006.01)i, H02K1/18(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. H02K1/14, H02K1/18

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y	JP 2006-311702 A（日産自動車株式会社）2006.11.09, [0004], [0011]-[0016], 図3（ファミリーなし）	1-17
Y	JP 2005-287217 A（日産自動車株式会社）2005.10.13, [0021], 図5-6 （ファミリーなし）	1-17
Y	JP 2006-204052 A（日本精工株式会社）2006.08.03, [0037], 図2-4 （ファミリーなし）	2-17

☒ 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

08.11.2019

国際調査報告の発送日

26.11.2019

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）

服部 俊樹

3V

3736

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
Y	JP 2014-230444 A (ミネベア株式会社) 2014. 12. 08, [0015]-[0026], 図 1-2 (ファミリーなし)	10-17
Y	JP 2010-284025 A (富士電機システムズ株式会社) 2010. 12. 16, [0018]-[0021], 図 1-2 (ファミリーなし)	13-17
Y	JP 2006-14436 A (住友電気工業株式会社) 2006. 01. 12, [0025] (フ ァミリーなし)	14-17
A	JP 2014-531185 A (ティーイー コネクティビティ インディア プラ イベート リミテッド) 2014. 11. 20, [0034]-[0037], 図 3 & US 2014/0312885 A1, [0042]-[0045], 図 3 & WO 2013/060601 A1 & EP 2771646 A1 & CA 2852740 A1 & CN 103890546 A	10-17