



【課題】回転電機の固定子鉄心の外周にフレームから大きな圧縮力が作用した場合でも、分割鉄心に生じる圧縮応力を緩和でき、且つ、局所的な応力集中が発生するのを抑制できるようにする。【解決手段】回転電機1は、フレーム4と、フレーム4の内周面に固定され、周方向に配置された複数の分割鉄心20を備えた固定子鉄心5と、分割鉄心20の外周面における周方向の中心位置に軸方向に設けられた溝30と、溝30の底部31に設けられた、径方向の外側に向けて突出した第1突出部32と、を有する。

明 細 書

発明の名称： 回転電機及び回転電機の製造方法

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、回転電機及び回転電機の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 固定子鉄心が複数の分割鉄心により構成された回転電機において、フレームに対する焼きばめや圧入等により分割鉄心に大きな圧縮応力が生じると、鉄損が増加して効率が低下することが知られている。

[0003] そこで、分割鉄心の圧縮応力を緩和するために、例えば特許文献1には、分割鉄心の外周面の中心部にあり溝形状の第1の切欠きを設け、その第1の切欠きの底面の一部に更に第2の切欠きを設けたモータが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-136101号公報（図8）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記従来技術では、第2の切欠きの位置に局部的に圧縮応力が集中するので、当該応力集中がヨーク部を通る磁束の妨げとなる可能性がある。また、フレームから固定子鉄心の外周面に作用する圧縮力は、固定子鉄心の積層方向において端部側ほど大きくなることから、圧縮力が大きい場合には積層方向端部近傍の鋼板が第2の切欠きの位置でたわみ、分割鉄心から剥離する可能性があった。

[0006] 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、固定子鉄心の外周にフレームから大きな圧縮力が作用した場合でも、分割鉄心に生じる圧縮応力を緩和でき、且つ、局部的な応力集中が発生するのを抑制することが可能な回転電機及び回転電機の製造方法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

[0007] 上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、フレームと、前記フレームの内周面に固定され、周方向に配置された複数の分割鉄心を備えた固定子鉄心と、前記分割鉄心の外周面における前記周方向の中心位置に軸方向に設けられた溝と、前記溝の底部に設けられた、径方向の外側に向けて突出した第1突出部と、を有する回転電機が適用される。

[0008] 複数の分割鉄心を備えた固定子鉄心と、前記分割鉄心の外周面に軸方向に設けられた溝と、前記溝の底部に設けられた、径方向の外側に向けて突出した第1突出部と、を有する回転電機の製造方法であって、前記複数の分割鉄心を前記周方向に接続するように配置して前記固定子鉄心を形成することと、前記固定子鉄心の外側にフレームを焼きばめにより固定することと、を有する回転電機の製造方法が適用される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、回転電機の固定子鉄心の外周にフレームから大きな圧縮力が作用した場合でも、分割鉄心に生じる圧縮応力を緩和でき、且つ、局部的な応力集中が発生するのを抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]実施形態に係る回転電機の全体構成の一例を表す軸方向断面図である。
[図2]回転電機の全体構成の一例を表す図1の| | - | |断面における断面図である。
[図3]分割鉄心の構成の一例を表す断面図である。
[図4]分割鉄心の外周面に設けられた溝の断面形状の一例を表す断面図である。
[図5]分割鉄心に生じる圧縮応力の一例を表す説明図である。
[図6A]溝による分割鉄心の圧縮応力の緩和作用の一例を表す説明図である。
[図6B]溝による分割鉄心の圧縮応力の緩和作用の一例を表す説明図である。
[図6C]溝による分割鉄心の圧縮応力の緩和作用の一例を表す説明図である。
[図6D]溝による分割鉄心の圧縮応力の緩和作用の一例を表す説明図である。
[図7]比較例1の分割鉄心の構成の一例を表す断面図である。

[図8]比較例2の分割鉄心の構成の一例を表す断面図である。

[図9]フレームから固定子鉄心の外周面に作用する圧縮力と固定子鉄心の軸方向位置との関係の一例を表す説明図である。

[図10]分割鉄心の周方向両側の端部が凹凸嵌合する変形例における分割鉄心の構造の一例を表す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、一実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお、以下において、回転電機等の構成の説明の便宜上、上下左右前後等の方向を適宜使用する場合があるが、回転電機等の各構成の位置関係を限定するものではない。

[0012] <1. 回転電機の全体構成>

図1及び図2を用いて、本実施形態に係る回転電機1の全体構成の一例について説明する。図1は回転電機1の全体構成の一例を表す軸方向断面図である。図2は回転電機1の全体構成の一例を表す横断面図であり、図1のI-I断面における横断面を示す。

[0013] 図1に示すように、回転電機1は、固定子2と、回転子3と、フレーム4と、負荷側ブラケット11と、反負荷側ブラケット13とを備えている。回転電機1は、モータ又は発電機として使用される。

[0014] 回転子3は、シャフト10と、シャフト10の外周に設けられた回転子鉄心15と、回転子鉄心15に配置された複数の永久磁石（図示省略）とを有する。回転子鉄心15は、複数の電磁鋼板が軸方向に積層されて構成されており、固定子2と径方向に対向するように配置されている。

[0015] 負荷側ブラケット11は、フレーム4の負荷側（図1中右側）に固定され、反負荷側ブラケット13は、フレーム4の反負荷側（図1中左側）に固定されている。シャフト10は、負荷側ブラケット11に設けられた負荷側軸受12と、反負荷側ブラケット13に設けられた反負荷側軸受14とにより、回転軸心AX周りに回転自在に支持されている。

[0016] なお、本明細書において「負荷側」とは回転電機1に対して負荷が取り付

けられる方向、すなわちこの例ではシャフト10が突出する方向（図1中右側）を指し、「反負荷側」とは負荷側の反対方向（図1中左側）を指す。

[0017] また、本明細書において「軸方向」とはシャフト10（回転子3）の回転軸心AXに沿った方向を指し、「周方向」とは回転軸心AX周りの周方向を指し、「径方向」とは回転軸心AXを中心とする径方向を指す。

[0018] 固定子2は、回転子3と径方向に対向するようにフレーム4の内周面に設けられている。固定子2は、フレーム4の内周面に設けられた固定子鉄心5と、固定子鉄心5に装着されたボビン6と、ボビン6に巻回された巻線7と、を有している。ボビン6は、固定子鉄心5と巻線7とを電氣的に絶縁するために、絶縁性材料で構成されている。なお、ボビン6はシート状のインシュレータでもよい。

[0019] 図2に示すように、固定子鉄心5は、複数（図示する例では12個）の分割鉄心20（鉄心片ともいう）が周方向に接続されて構成されている。各分割鉄心20は、例えばプレス抜き加工により所定の形状に形成された複数の電磁鋼板が軸方向に積層されて構成されている。分割鉄心20は、略円弧状のヨーク部21と、ヨーク部21に一体に設けられたティース部22とを有する。ティース部22は、ヨーク部21より径方向内側に向けて突出するように設けられた本体部22aと、本体部22aの内周側先端に設けられ、周方向の幅が拡大された拡幅部22bとを有する。図2に示す例では、隣り合う拡幅部22bどうしの先端は周方向で離間しているが、接触してもよい。

[0020] 各分割鉄心20は、ヨーク部21の周方向の一端部にフラットな接触面24を有し、周方向の他端部に隣接する分割鉄心20の上記接触面24と接触するフラットな接触面26を有している。複数の分割鉄心20は、周方向に隣り合う分割鉄心20の一方の分割鉄心20の接触面26に他方の分割鉄心20の接触面24が当接するように、円環状に配置されている。これにより、固定子鉄心5が構成される。

[0021] 各分割鉄心20は、ティース部22にボビン6及び巻線7が装着された後、周方向に配置されて固定子鉄心5が形成される。そして、当該固定子鉄心

5がフレーム4の内周面に圧入又は焼きばめ等により固定された後、樹脂でモールドされる。その結果、図1に示すように、固定子鉄心5（分割鉄心20）やボビン6、巻線7は、樹脂で構成された樹脂部17により一体に固定されている。各分割鉄心20の外周面には、固定子鉄心5をフレーム4の内周面に焼き嵌め等で取り付けの際のロット19等への応力集中を低減するために、溝30が軸方向に沿って設けられている。

[0022] 図2に示すように、それぞれのティース部22に装着された巻線7は、周方向に隣り合うティース部22の間のロット19に収容され、巻線7の巻回層の相対する側部同士が間隙19aを空けて配置される。間隙19aにはモールド時に樹脂が圧入され、樹脂部17が充填されている。

[0023] なお、樹脂部17は必ずしも必要ではなく、固定子鉄心5（分割鉄心20）やボビン6、巻線7を樹脂で一体化しない構成としてもよい。

[0024] <2. 分割鉄心の溝の断面形状>

図3及び図4を用いて、分割鉄心20の溝30の断面形状（軸方向に直交する断面形状）の一例について説明する。なお、図3ではボビン6及び樹脂17等の図示を省略している（後述の図5、図10も同様）。

[0025] 図3及び図4に示すように、溝30は、分割鉄心20の外周面の周方向の略中心位置に軸方向に沿って設けられている。溝30は、フレーム4の内周面に開口した開口部30aを有している。

[0026] 図4に示すように、分割鉄心20は、溝30の底部31に第1突出部32を有する。第1突出部32は、底部31から径方向の外側に向けて略台形状に突出している。なお、第1突出部32の形状は台形状に限らず、例えば矩形状や円弧状でもよい。また、溝30は、周方向に対向して設けられた2つの側面33を有している。2つの側面33は、径方向の内側に向けて周方向の溝幅が減少するように、径方向に対して所定の角度傾斜して設けられている。その結果、側面33は、接触面24、26のロット側の端部方向を向いている。具体的には、図3に示すように、側面33は、当該側面33に直交する法線nが接触面24、26における径方向の内側端部近傍を通るよう

に設けられている。

[0027] また、溝30は、フレーム4の内周面に接触した2つの第2突出部34を有する。2つの第2突出部34は、2つの側面33の各々における径方向の外側端部から互いに近づく方向に突出して設けられている。

[0028] また、溝30は、2つの鋭角状の第1切欠き部35と、2つの鋭角状の第2切欠き部36と、を有する。2つの第1切欠き部35は、第1突出部32と2つの側面33との間にそれぞれ設けられている。第2切欠き部36は、2つの側面33と2つの第2突出部34との間にそれぞれ設けられている。

[0029] 図4に示すように、第1切欠き部35及び第2切欠き部36は、軸方向に直交する断面形状が、円弧状に面取りされた形状である。

[0030] 本実施形態では、分割鉄心20を構成する1枚の鋼板の板厚が t である場合に、第1切欠き部35の曲率半径 R_1 は板厚 t よりも小さく、第2切欠き部36の曲率半径 R_2 は板厚 t よりも大きくなるように設定されている。例えば、鋼板の板厚 t が0.35mmである場合、第1切欠き部35の曲率半径 R_1 は0.3mm、第2切欠き部36の曲率半径 R_2 は0.4mmに設定される。また、第2突出部34の径方向に沿う厚さ L は、鋼板を打ち抜き加工する際の形状の精度を考慮し、例えば板厚 t の2倍以上（上記の例では0.7mm以上）に設定されている。

[0031] なお、第1突出部32の周方向両側の角部32aや、第2突出部34の先端部の径方向外側及び内側の角部34aについても、適宜の曲率半径の円弧状に面取りされた形状となっている。

[0032] <3. 溝による分割鉄心の圧縮応力の緩和作用)

図5及び図6A～図6Dを用いて、溝30による分割鉄心20の圧縮応力の緩和作用の一例について説明する。なお、図5のハッチングで示す領域は、圧縮応力が比較的高い領域（所定の値より高い領域）を示している。

[0033] 図5に示すように、固定子鉄心5をフレーム4に対し焼きばめや圧入等により固定すると、フレーム4からの締め付けにより各分割鉄心20に径方向内側向きの圧縮力 F_r が作用し、各分割鉄心20に圧縮応力が生じる。特に

、分割鉄心 20 が周方向両端に有する、隣接する分割鉄心 20 と接触する接触面 24、26 のフレーム 4 側の角部 20 a、スロット 19 側の角部 20 b、及びヨーク部 21 とティース部 22 との間の隅部 20 c 近傍では、圧縮応力が比較的高くなる。溝 30 は、分割鉄心 20 内の各方向からの圧縮応力を受けて吸収するが、特に上記圧縮応力が比較的高い部位（角部 20 a、角部 20 b、隅部 20 c）の方向からの圧縮応力 F_a 、 F_b 、 F_c を効率良く受けて吸収し、分割鉄心 20 に生じる圧縮応力を緩和する。以下、溝 30 の各力に対する緩和作用の詳細について説明する。

[0034] (3-1. 圧縮力 F_r に対する緩和作用)

通常、回転電機 1 では、フレーム 4 の内径や肉厚のばらつき、分割鉄心 20 の外径のばらつき等に起因して、フレーム 4 から固定子鉄心 5 の外周面に作用する圧縮力 F_r にはばらつきが生じる。この圧縮力 F_r のばらつきは、分割鉄心 20 に不均等な圧縮応力やひずみ等を生じさせ、鉄損の増加の一因となる。

[0035] 本実施形態では、図 6 A に点線で示すように、フレーム 4 からの圧縮力 F_r に対しては、フレーム 4 の内周面に接触して設けられた 2 つの第 2 突出部 34 が、根元部（側面 33 との接続部。第 2 切欠き部 36）を支点として、圧縮力 F_r に応じて径方向内側にたわむ。これにより、フレーム 4 からの圧縮力 F_r のばらつきが緩和される。この際、側面 33 と第 2 突出部 34 との間に設けられた第 2 切欠き部 36 が、第 2 突出部 34 を側面 33 に対してたわませるばねとして作用する。これにより、圧縮力 F_r による第 2 突出部 34 の径方向内側へのたわみが助長され、圧縮力 F_r のばらつきを緩和する効果が高められる。

[0036] (3-2. 圧縮応力 F_a に対する緩和作用)

図 6 B に点線で示すように、溝 30 に各方向から作用する圧縮応力のうち、特に接触面 24、26 のフレーム 4 側の角部 20 a の方向からの圧縮応力 F_a に対しては、2 つの第 2 突出部 34 及び 2 つの側面 33 が、第 1 切欠き部 35 を支点として溝 30 の内側にたわむことで、圧縮応力 F_a を効果的に

吸収する。この際、第1突出部32と2つの側面33との間に設けられた2つの第1切欠き部35は、第1突出部32に対して側面33をたわませるばねとして作用する。これにより、圧縮応力 F_a による第2突出部34及び側面33のたわみが助長され、圧縮応力 F_a を緩和する効果が高められる。

[0037] (3-3. 圧縮応力 F_b に対する緩和作用)

図6Cに点線で示すように、溝30に各方向から作用する圧縮応力のうち、特に接触面24, 26のスロット9側の角部20bの方向からの圧縮応力 F_b に対しては、上記圧縮応力 F_a と同様に、2つの第2突出部34及び2つの側面33が、第1切欠き部35を支点として溝30の内側にたわむことで、圧縮応力 F_b を効果的に吸収する。この際、上述したように、側面33の法線 n が接触面24, 26のスロット側端部近傍を通るように設定されており、2つの側面33の向きが圧縮応力 F_b に対して略直角となるので、側面33による圧縮応力 F_b の吸収効果が特に高められる。

[0038] (3-4. 圧縮応力 F_c に対する緩和作用)

図6Dに点線で示すように、溝30に各方向から作用する圧縮応力のうち、特にヨーク部21とティース部22の間の隅部20cの方向からの圧縮応力 F_c に対しては、2つの側面33が圧縮応力 F_c を受けて溝30の内側にたわむとともに、第1突出部32が圧縮応力 F_c を受けて径方向外側に移動するようにたわむことで、圧縮応力 F_c を効果的に吸収する。この際、第2切欠き部36が第2突出部34に対し側面33を内側にたわませるばねとして作用すると共に、第1切欠き部35が第1突出部32と側面33との間の角度を変動させて第1突出部32を外側にたわませるばねとして作用する。これにより、圧縮応力 F_c による2つの側面33のたわみ及び第1突出部32のたわみが助長され、圧縮応力 F_c の吸収効果が高められる。

[0039] なお、第1突出部32は、上述のように溝30が周方向両側から圧縮応力 F_a , F_b , F_c を受けた場合に、それらの圧縮応力に抗して突っ張るように作用する。これにより、溝30全体において分割鉄心20に生じる圧縮応力を緩和しつつ、溝30の底部31に局所的な応力集中が発生するのを抑制

することができる。

[0040] <4. 回転電機の製造方法>

本実施形態の回転電機1は、概略次のようにして組み立てられる。各分割鉄心20は、ティース部22にボビン6及び巻線7が装着された後、周方向に接続するように配置されて固定子鉄心5が形成される。そして、当該固定子鉄心5がフレーム4の内側に圧入又は焼きばめ等により固定される。その後、固定子鉄心5と固定子鉄心5に装着された複数の巻線7等とが樹脂部17で一体化される。このようにして、固定子2が組み立てられる。

[0041] 次に、シャフト10が設置された負荷側ブラケット11が、シャフト10及び回転子3を固定子2の内側に挿入させつつ、フレーム4の負荷側に固定される。そして、反負荷側ブラケット13が、反負荷側軸受14にシャフト10を圧入させつつ、フレーム4の反負荷側に固定される。以上により、回転電機1が組み上がる。なお、負荷側ブラケット11と反負荷側ブラケット13を組み付ける順番は、上記と反対としてもよい。

[0042] <5. 比較例の溝形状、課題>

以上説明した本実施形態による効果を説明する前に、比較例の溝形状及び課題の一例について説明する。

[0043] 図7に示すように、比較例1の固定子鉄心5'では、各分割鉄心20'の外周面の周方向中心位置に、径方向内側に向けて周方向の幅が拡大する形状（等脚台形状。いわゆるアリ溝形状）の溝30'が設けられている。この場合、フレーム4の内径や肉厚のばらつき、分割鉄心20'の外径のばらつき等に起因した圧縮力 F_r のばらつきにより、分割鉄心20'に不均等な圧縮応力やひずみ等が生じ易い。また、溝30'に各方向から作用する圧縮応力のうち、特に角部20bの方向からの圧縮応力 F_b や、隅部20cの方向からの圧縮応力 F_c に対しては、底部31が突っ張ってしまい、吸収効果が低い。すなわち、分割鉄心20'に生じる圧縮応力の緩和効果が充分ではない。

[0044] 一方、図8に示すように、比較例2の固定子鉄心5''では、各分割鉄心20''の溝30''の底部31に第2の溝40が設けられている。この第2の溝

40により、底部31の突っ張り作用が低減され、圧縮応力 F_b 、 F_c に対する吸収効果を高めることが可能である。しかしながら、第2の溝40の位置に局部的に圧縮応力が集中するので、当該応力集中がヨーク部21を通る磁束の妨げとなる可能性がある。

[0045] また、図9に示すように、フレーム4から固定子鉄心5の外周面に作用する圧縮力 F_r （圧縮応力）は、固定子鉄心5の積層方向（軸方向）において端部近傍で大きくなる。これにより、圧縮力 F_r が大きい場合には、積層方向端部近傍の鋼板が第2の溝40の位置で局部的な応力集中により軸方向外側にたわみ、分割鉄心20”からの剥離を生じる可能性がある。

[0046] <6. 実施形態の効果>

本実施形態によれば、上記比較例1及び比較例2の課題点を解決できる。すなわち、本実施形態では、溝30の底部31に径方向の外側に向けて突出した第1突出部32が設けられている。この第1突出部32は、溝30が周方向両側から圧縮応力 F_a 、 F_b 、 F_c 等を受けた場合に突っ張るように作用し、上記比較例2のように底部31に局部的な応力集中が発生するのを抑制できる。その一方で、底部31に第1突出部32が設けられる結果、当該第1突出部32と側面33との間に凹部（第1切欠き部35）が形成されることとなり、その凹部による溝30のたわみにより、上記比較例1に比べて圧縮応力 F_b 、 F_c 等に対する吸収効果を高めることが可能である。以上により、溝30全体において分割鉄心20に生じる圧縮応力を緩和しつつ、局部的な応力集中が発生するのを抑制することができる。その結果、ヨーク部21を通る磁束への影響を低減できると共に、積層方向端部近傍の鋼板の剥離を防止できる。

[0047] また、本実施形態では特に、溝30は、径方向の内側に向けて周方向の溝幅が減少するように、周方向に対向して設けられた2つの側面33を有する。

[0048] これにより、溝30の側面33を接触面24、26のロット9側に向けることができる。その結果、溝30に作用する圧縮応力のうち、特に接触面

24, 26のスロット9側の角部20bの方向からの圧縮応力 F_b を2つの側面33で受けて吸収することができる。

[0049] また、本実施形態では特に、溝30は、フレーム4の内周面に接触し、2つの側面33の各々における径方向の外側端部から互いに近づく方向に突出して設けられた、2つの第2突出部34を有する。

[0050] これにより、2つの第2突出部34が、根元部（側面33との接続部）を支点として、フレーム4からの圧縮力 F_r に応じてたわむことができる。その結果、フレーム4からの圧縮力 F_r のばらつきを緩和でき、分割鉄心20に不均等な圧縮応力やひずみ等が生じるのを抑制できる。

[0051] また、第2突出部34により開口部30aの幅を狭くして、上記比較例1や比較例2に比べて、フレーム4の内周面と分割鉄心20の外周面との接触面積を増大することができる。これにより、固定子2の熱を放熱させるための主路となる熱伝導面積を確保することができるので、放熱性を向上できる。

[0052] また、本実施形態では特に、溝30は、第1突出部32と2つの側面33との間にそれぞれ設けられた、2つの鋭角状の第1切欠き部35を有する。これにより、次の効果を奏する。

[0053] すなわち、第1切欠き部35は、溝30に作用する圧縮応力に応じて第1突出部32と側面33との間の角度を変化させる（第1突出部32に対して側面33をたわませる）ばねとして作用する。これにより、溝30に作用する圧縮応力 F_a , F_b , F_c を効果的に吸収することができる。

[0054] また、分割鉄心20の両端の接触面24, 26に作用する圧縮力は、フレーム4の内径や肉厚のばらつき、分割鉄心20の外径のばらつき等に起因して、それぞれ異なる。溝30では、第1切欠き部35が第1突出部32の周方向両側に設けられるので、周方向両側から作用する異なる圧縮応力をその大きさに応じて吸収できる。これにより、分割鉄心20に局所的な応力集中が生じた場合でも、その集中応力が周方向に円環状に配置された複数の分割鉄心20の全体に分散して拡がるのを防止できる。その結果、各分割鉄心2

0における圧縮応力を均等化できる。

[0055] また、本実施形態では特に、溝30は、2つの側面33と2つの第2突出部34との間にそれぞれ設けられた、2つの鋭角状の第2切欠き部36を有する。これにより、次の効果を奏する。

[0056] すなわち、第2切欠き部36は、フレーム4から第2突出部34に作用する圧縮力 F_r に応じて第2突出部34と側面33との間の角度を変化させる（第2突出部34を側面33に対してたわませる）ばねとして作用する。これにより、フレーム4からの圧縮力 F_r のばらつきを緩和する効果を高め、分割鉄心20に不均等な圧縮応力やひずみ等が生じるのを抑制できる。また、特に溝30に圧縮応力 F_c が作用する際に第2突出部34と側面33との間の角度を変化させ、圧縮応力 F_c を効果的に吸収することができる。

[0057] また、本実施形態では特に、分割鉄心20は、複数の鋼板が積層されて構成されており、第1切欠き部35及び第2切欠き部36は、軸方向に直交する断面形状が、円弧状に面取りされた形状であり、第1切欠き部35の曲率半径 R_1 は、鋼板の板厚 t よりも小さく、第2切欠き部36の曲率半径 R_2 は、鋼板の板厚 t よりも大きい。

[0058] これにより、第1切欠き部35によるばね作用を第2切欠き部36によるばね作用よりも高めることができる。その結果、第2突出部34の剛性を所定の大きさ以上に保持しつつ、圧縮応力 F_a 、 F_b 等の吸収効果を高めることができる。このようにして、溝30の形状を、各方向から作用する圧縮応力の大きさに応じてそれらの圧縮応力を吸収するのに最適な形状とし、吸収効果を高めることができる。

[0059] また、本実施形態では特に、分割鉄心20は、周方向における両側の端部に、隣接する分割鉄心20と接触する接触面24、26をそれぞれ有しており、側面33は、当該側面33に直交する法線 n が接触面24、26における径方向の内側端部近傍を通るように設けられている。

[0060] これにより、溝30の側面33を接触面24、26のロット側の端部に向けることができるので、溝30に作用する圧縮応力のうち、特に接触面2

4, 26のスロット側の角部20bの方向からの圧縮応力Fbを吸収する効果を高めることができる。

[0061] <7. 変形例>

なお、開示の実施形態は、上記に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。

[0062] 上記実施形態では、分割鉄心20の周方向の両側の端部がフラットな接触面24, 26である場合について説明したが、分割鉄心同士が凹凸嵌合する構成としてもよい。すなわち、各分割鉄心が、周方向の一方側の端部の接触面に突出部を有し、周方向の他方側の端部の接触面に、隣接する分割鉄心の突出部に係合する凹部を有してもよい。本変形例の一例を図10に示す。

[0063] 図10に示すように、本変形例の分割鉄心20Aは、周方向の一方側の端部の接触面124に突出部125を有し、周方向の他方側の端部の接触面126に、隣接する分割鉄心20Aの突出部125に嵌合する凹部127を有する。突出部125は、断面形状（軸方向に直交する断面形状）が、径方向の幅が周方向一方側の先端に向けて小さくなるテーパ形状（この例では台形状。三角形でもよい）である。凹部127は、断面形状が突出部125に対応した形状、すなわち径方向の開口幅が周方向一方側の先端に向けて小さくなる形状である。固定子鉄心5Aは、周方向に隣り合う分割鉄心20Aの一方の分割鉄心20Aの凹部127に他方の分割鉄心20Aの突出部125が嵌合されて、周方向に互いに連結されることにより構成される。

[0064] なお、分割鉄心20Aの上記以外の構成は、前述の図3に示す分割鉄心20と同様であるので説明を省略する。本変形例においても、上記実施形態と同様の効果を奏する。

[0065] なお、以上の説明において、「垂直」「平行」「平面」等の記載がある場合には、当該記載は厳密な意味ではない。すなわち、それら「垂直」「平行」「平面」とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に垂直」「実質的に平行」「実質的に平面」という意味である。

[0066] また、以上の説明において、外観上の寸法や大きさ、形状、位置等が「同

一 「同じ」「等しい」「異なる」等の記載がある場合は、当該記載は厳密な意味ではない。すなわち、それら「同一」「等しい」「異なる」とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に同一」「実質的に同じ」「実質的に等しい」「実質的に異なる」という意味である。

[0067] また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や変形例による手法を適宜組み合わせて利用しても良い。その他、一々例示はしないが、上記実施形態や変形例は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

符号の説明

[0068]	1	回転電機
	4	フレーム
	5	固定子鉄心
	20	分割鉄心
	20b	角部（内側端部）
	24	接触面
	26	接触面
	30	溝
	31	底部
	32	第1突出部
	33	側面
	34	第2突出部
	35	第1切欠き部
	36	第2切欠き部
	n	法線
	R1	曲率半径
	R2	曲率半径
	t	板厚

請求の範囲

- [請求項1] フレームと、
前記フレームの内周面に固定され、周方向に配置された複数の分割鉄心を備えた固定子鉄心と、
前記分割鉄心の外周面における前記周方向の中心位置に軸方向に設けられた溝と、
前記溝の底部に設けられた、径方向の外側に向けて突出した第1突出部と、
を有することを特徴とする回転電機。
- [請求項2] 前記溝は、
前記径方向の内側に向けて前記周方向の溝幅が減少するように、前記周方向に対向して設けられた2つの側面を有することを特徴とする請求項1に記載の回転電機。
- [請求項3] 前記溝は、
前記フレームの前記内周面に接触し、前記2つの側面の各々における前記径方向の外側端部から互いに近づく方向に突出して設けられた、2つの第2突出部を有することを特徴とする請求項2に記載の回転電機。
- [請求項4] 前記溝は、
前記第1突出部と前記2つの側面との間にそれぞれ設けられた、2つの鋭角状の第1切欠き部を有することを特徴とする請求項3に記載の回転電機。
- [請求項5] 前記溝は、
前記2つの側面と前記2つの第2突出部との間にそれぞれ設けられた、2つの鋭角状の第2切欠き部を有することを特徴とする請求項4に記載の回転電機。
- [請求項6] 前記分割鉄心は、
複数の鋼板が積層されて構成されており、

前記第1切欠き部及び前記第2切欠き部は、
前記軸方向に直交する前記断面形状が、円弧状に面取りされた形状
であり、

前記第1切欠き部の曲率半径は、前記鋼板の板厚よりも小さく、
前記第2切欠き部の曲率半径は、前記鋼板の板厚よりも大きい
ことを特徴とする請求項5に記載の回転電機。

[請求項7]

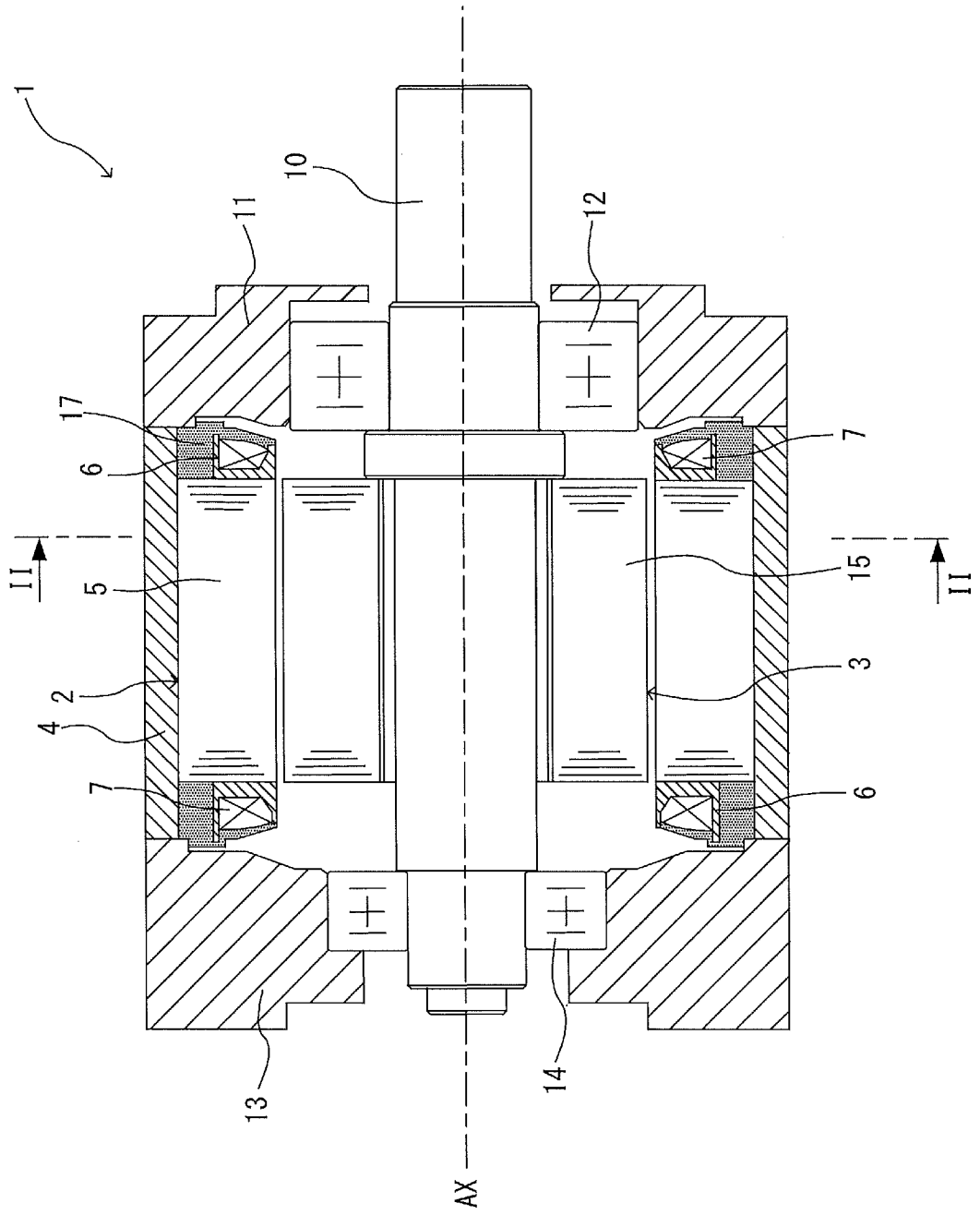
前記分割鉄心は、
前記周方向における両側の端部に、隣接する前記分割鉄心と接触す
る接触面をそれぞれ有しており、

前記側面は、
当該側面に直交する法線が前記接触面における前記径方向の内側端
部近傍を通るように設けられている
ことを特徴とする請求項2乃至6のいずれか1項に記載の回転電機。

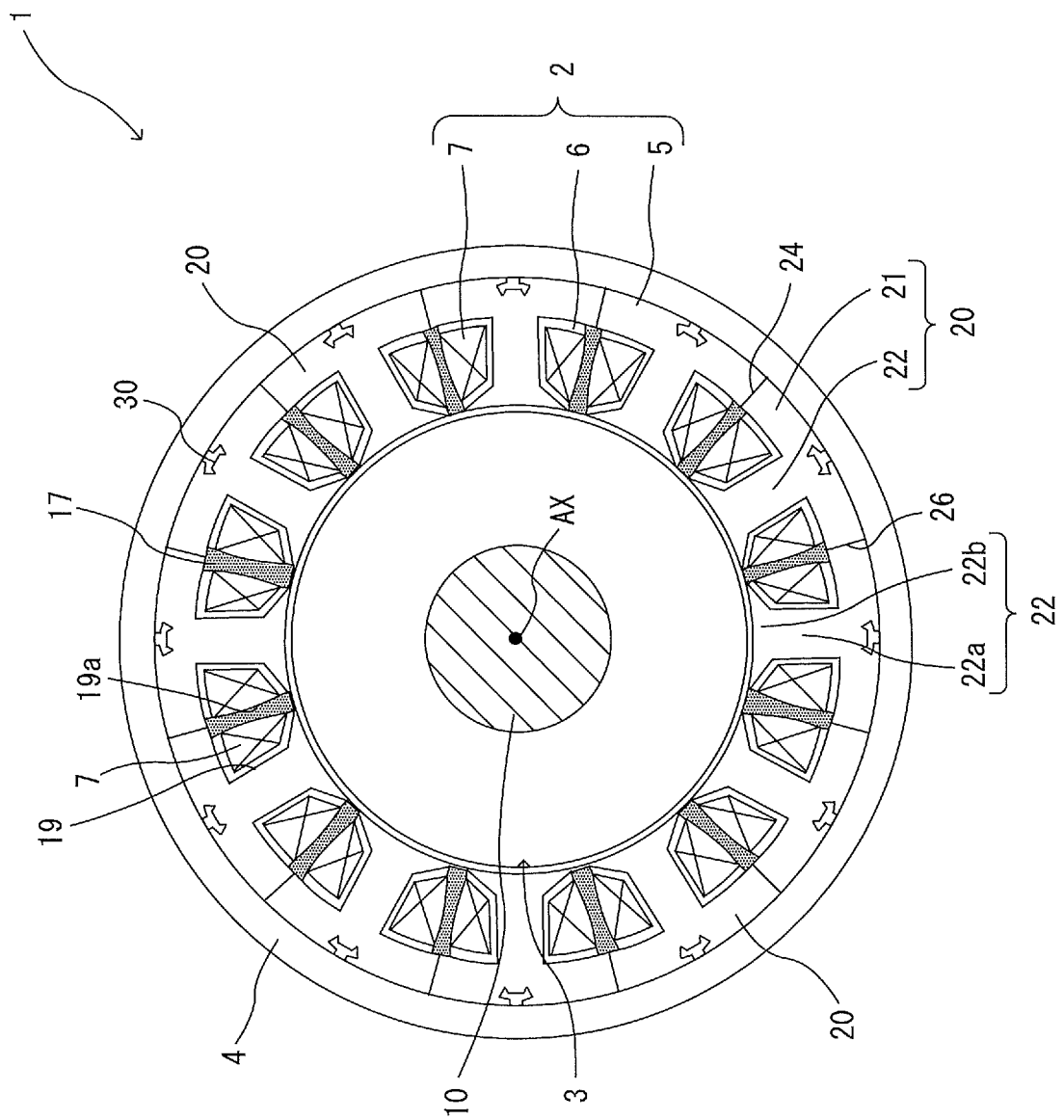
[請求項8]

複数の分割鉄心を備えた固定子鉄心と、
前記分割鉄心の外周面に軸方向に設けられた溝と、
前記溝の底部に設けられた、径方向の外側に向けて突出した第1突
出部と、を有する回転電機の製造方法であって、
前記複数の分割鉄心を前記周方向に接続するように配置して前記固
定子鉄心を形成することと、
前記固定子鉄心の外側にフレームを焼きばめにより固定することと
、
を有することを特徴とする回転電機の製造方法。

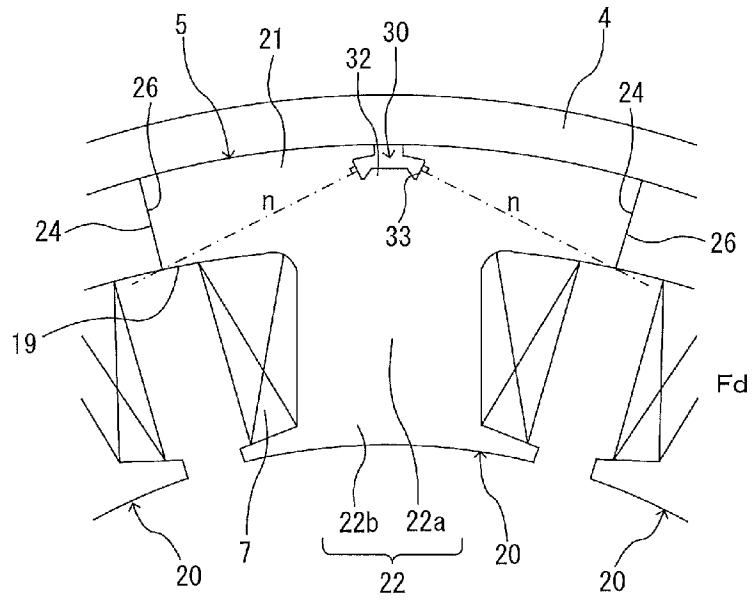
[図1]



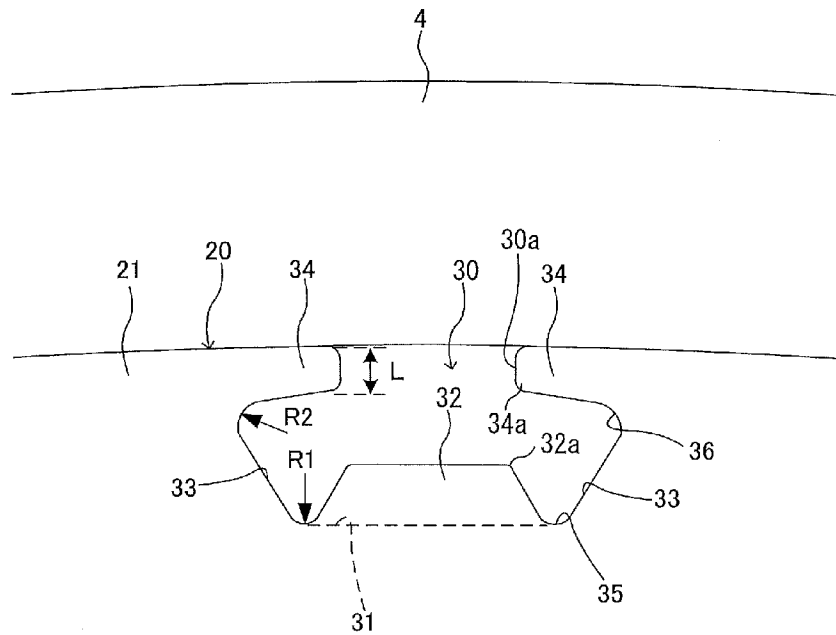
[図2]



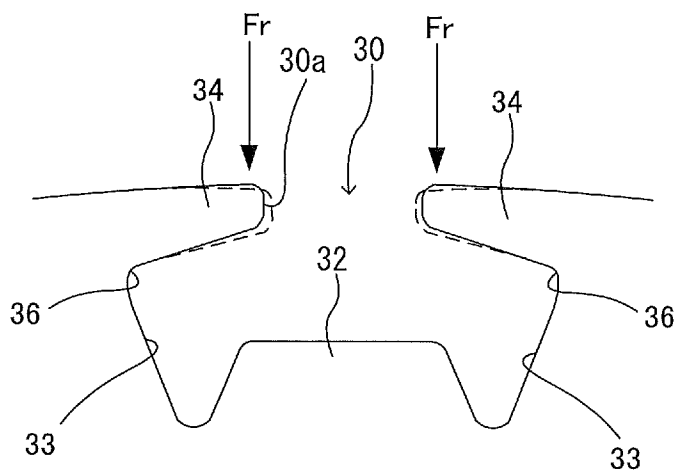
[図3]



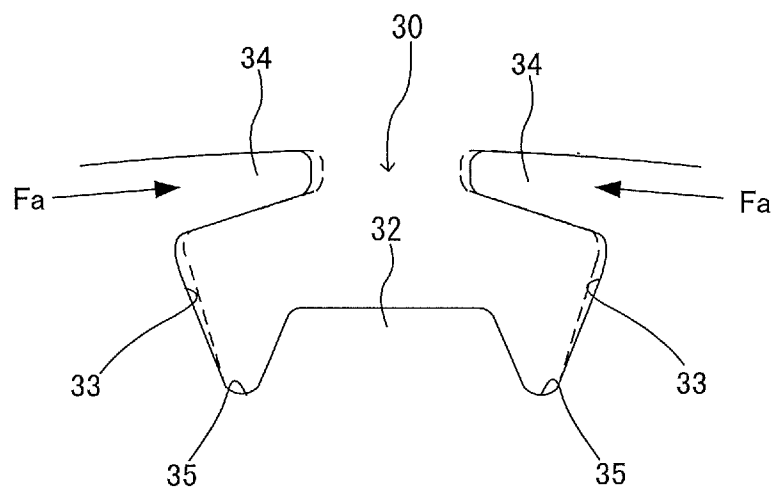
[図4]



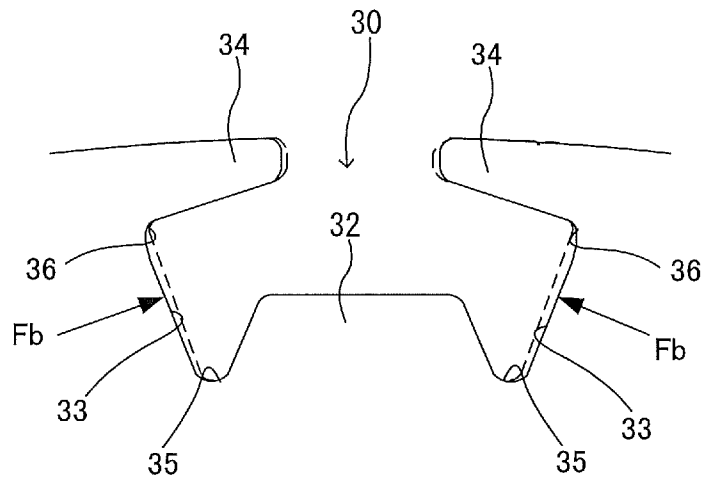
[図6A]



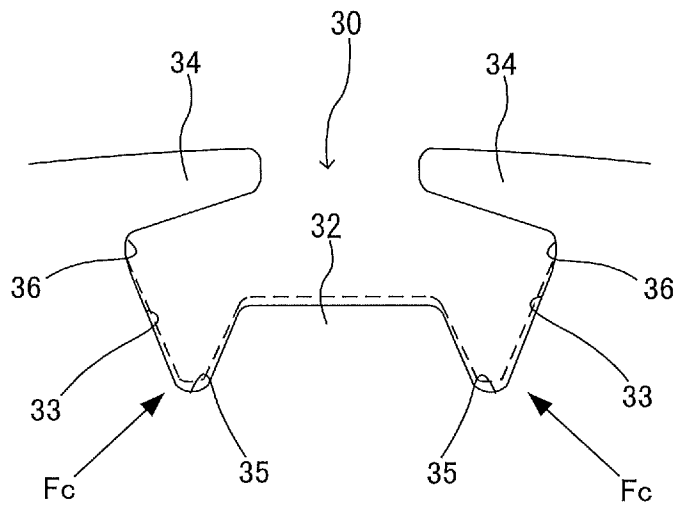
[図6B]



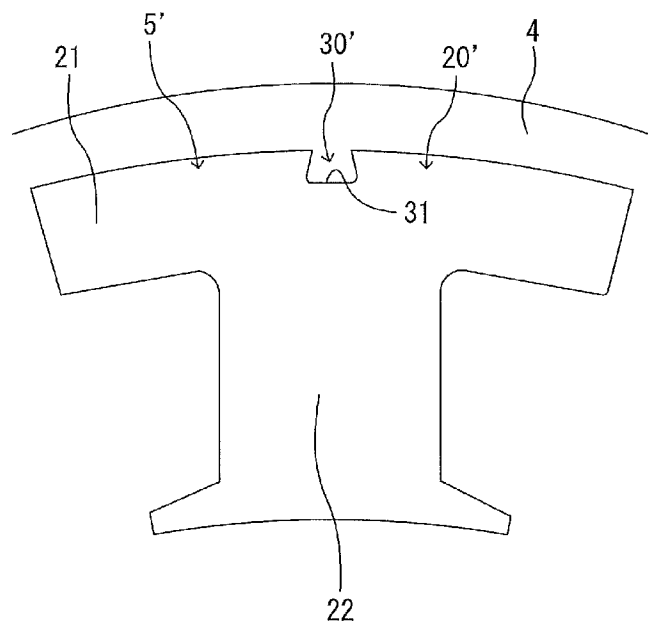
[図6C]



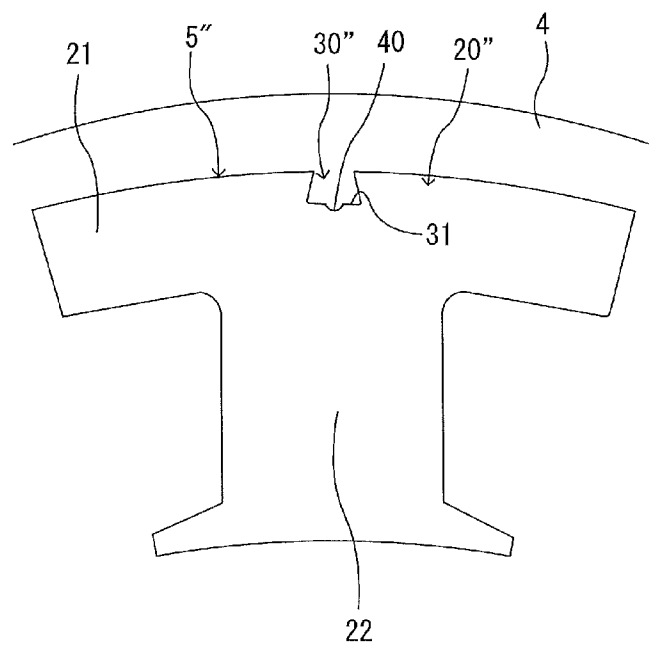
[図6D]



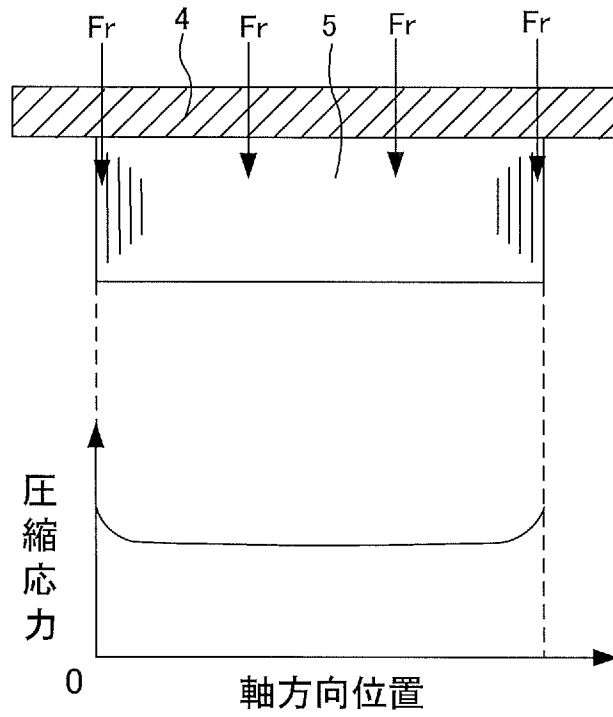
[図7]



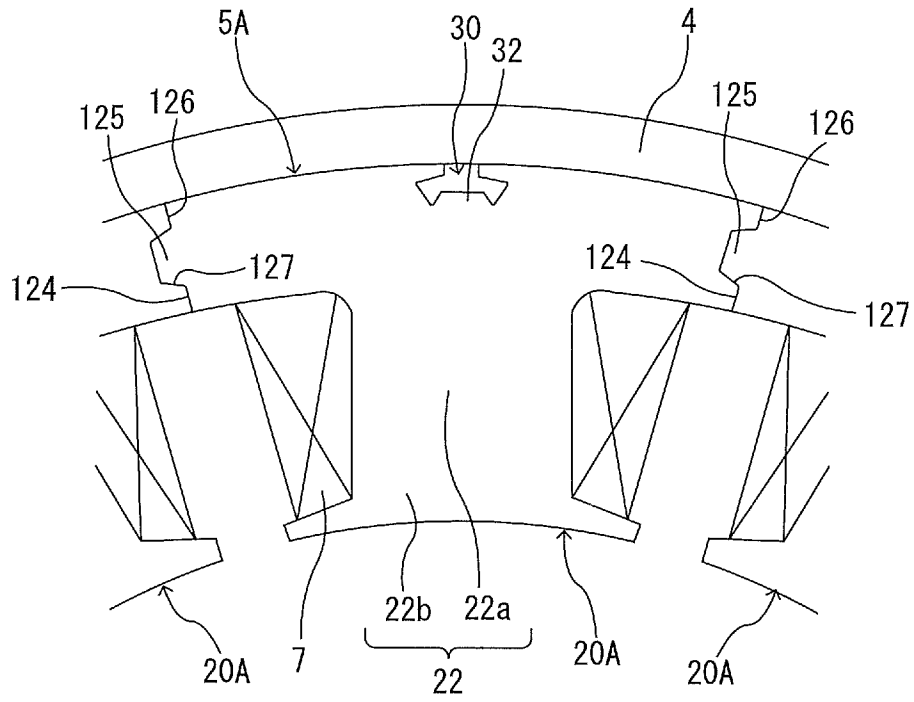
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/056032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K1/18(2006.01)i, H02K1/12(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)
H02K1/18, H02K1/12

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y A	US 2010/0213788 A1 (GUTTENBERGER, Richard, SUTTNER-REIMANN, Armin), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraphs [0031] to [0035]; fig. 1 to 8 & EP 2224576 A2 & DE 102009010782 A1	1-2 3-5, 7 6
X	JP 2005-51941 A (Toyota Motor Corp.), 24 February 2005 (24.02.2005), paragraphs [0003], [0005], [0051] to [0055]; fig. 11 to 13, 17 to 18 (Family: none)	1, 8
Y	JP 2005-110464 A (Mitsubishi Electric Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0002] to [0005], [0027] to [0038]; fig. 1 to 4 (Family: none)	3-5, 7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 17 May 2016 (17.05.16)	Date of mailing of the international search report 24 May 2016 (24.05.16)
---	--

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/JP2016/056032

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 2009-136101 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 June 2009 (18.06.2009), paragraphs [0029] to [0039]; fig. 3 to 8 (Family: none)	3-5,7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02K1/18(2006.01)i, H02K1/12(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. H02K1/18, H02K1/12

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y A	US 2010/0213788 A1 (GUTTENBERGER, Richard, SUTTNER-REIMANN, Armin) 2010.08.26, 段落[0031]-[0035], 第1-8 図 & EP 2224576 A2 & DE 102009010782 A1	1-2 3-5, 7 6
X	JP 2005-51941 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.02.24, 段落 [0003], [0005], [0051]-[0055], 第11-13, 17-18 図 (ファミリーなし)	1, 8
Y	JP 2005-110464 A (三菱電機株式会社) 2005.04.21, 段落 [0002]-[0005], [0027]-[0038], 第1-4 図 (ファミリーなし)	3-5, 7

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

17.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

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)

田村 耕作

3V

9618

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 2009-136101 A (三菱電機株式会社) 2009.06.18, 段落 [0029]-[0039], 第 3-8 図 (ファミリーなし)	3-5, 7