

(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
2011 年 12 月 8 日(08.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/152197 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/061257
- (22) 国際出願日: 2011 年 5 月 17 日(17.05.2011)
- (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 2010-126808 2010 年 6 月 2 日(02.06.2010) JP
特願 2010-126807 2010 年 6 月 2 日(02.06.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アイシン精機株式会社 (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 知宏 (SATO Tomohiro) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町 2 丁目 1 番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP).

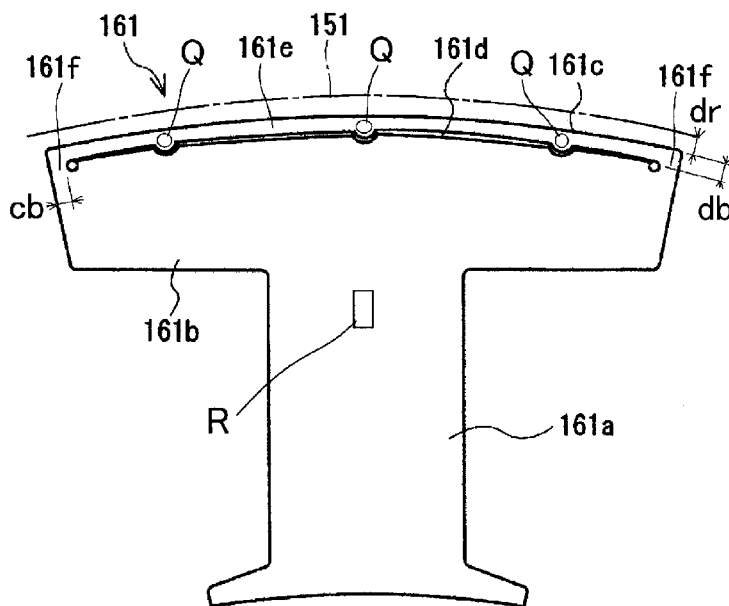
- (74) 代理人: 小林 脩 (KOBAYASHI Osamu); 〒4560002 愛知県名古屋市中熱田区金山町一丁目 1 9 番 1 3 号 川島ビル 2 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRICAL ROTARY MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機

【図3】



(57) Abstract: Disclosed is an electrical rotary machine in which a slit penetrates an edge of an outer circumferential surface of a back yoke part of a split core, leaving both end sections of the back yoke part in the circumferential direction. As a result, the slit assumes a buffer position and a bridge part receives the majority of surface pressure from a cylindrical portion of a retaining ring, and therefore the surface pressure from the cylindrical portion of the retaining ring received by the back yoke part excluding the bridge part is reduced, thereby making it possible to reduce stress that is generated. It is consequently possible for the retaining force of the split core to be retained by the retaining ring, and also for the efficiency of the electrical rotary machine to be increased by reducing iron loss inside the back yoke part and for damage to the electrical rotary machine to be prevented by preventing buckling of the back yoke part.

(57) 要約: 回転電機は、スリットが分割コアのバックヨーク部の外周縁部にバックヨーク部の周方向両端部を残して貫設されている。これにより、スリットが緩衝部位となってブリッジ部が保持リングの円筒部からの面圧の大部分を受けることになるので、ブリッジ部を除くバックヨーク部が保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リングによる分割コアの保持力の維持と、バックヨーク部内部の鉄損の低減による回転電機の効率向上およびバックヨーク部の座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。



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： 回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、ステータのコアに通電することによりロータを駆動する回転電機に関する。

背景技術

[0002] 保持リングの円筒部の内周面に、夫々コイルが巻回された複数のコアが円環状に保持されて形成されたステータと、ステータと半径方向に対向するように形成されたロータとを備えた回転電機に関する従来技術が、例えば、特許文献１に開示されている。これは、主にハイブリッド車両の車輪駆動用のモータとして使用されるもので、複数のコアを円環状に並べた状態で保持リングの円筒部の内周面に固定し、その後、保持リングをモータハウジング内に取り付けている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特許第３６６６７２７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した特許文献１に開示された回転電機においては、複数の分割コア６が保持リングの円筒部の内周部に圧入されて固定されている。図１６において、ステータの保持リング５の円筒部５１の内周面に、複数の分割コア６を円環状に並べて取り付けた場合の、各分割コア６における応力の発生状態を示す。夫々の分割コア６は図略のコイルが巻回されたティース部６１と、ティース部６１の半径方向外方に接続されたバックヨーク部６２とを有している。互いに隣接する分割コア６は、バックヨーク部６２の円周方向の端部同士を突き合わせた状態で、保持リング５の円筒部５１の内周部に所定の締め代（分割コア６の外径－保持リング５の円筒部５１の内径）を持って圧入さ

れている。

[0005] 図 16 に示すように、分割コア 6 の保持リング 5 の円筒部 5 1 への圧入により、各々のバックヨーク部 6 2 の外周面は、保持リング 5 の円筒部 5 1 の内周面から半径方向内方に略均等な押圧力（面圧）を受けている。また、バックヨーク部 6 2 の両端部は、隣接した分割コア 6 のバックヨーク部 6 2 から、円周方向の押圧力を受けている。したがって、バックヨーク部 6 2 には、圧縮応力が発生しやすくなる。

[0006] ここで、回転電機の各々の部材には寸法上のばらつきがあり、このばらつきによって上述した締め代も変動する。寸法上のばらつきを考慮して、最悪の場合でも上述した所定の締め代が維持されるように各部材の寸法を設定すると、締め代が大きくなった場合、保持リング 5 の円筒部 5 1 の内周面からバックヨーク部 6 2 の外周面に加えられる面圧が増大する。そして、バックヨーク部 6 2 に発生した応力が過大になった場合、バックヨーク部 6 2 内部の鉄損（応力鉄損）を増大させ、回転電機の効率を低下させる。また、各々の分割コア 6 は多数の薄い電磁鋼板が積層されて形成されているため、バックヨーク部 6 2 の座屈、すなわちバックヨーク部 6 2 が圧縮荷重により軸方向に折れ曲がる変形が発生し、回転電機が損傷するおそれがある。

[0007] 複数の分割コア 6 を保持リング 5 の円筒部 5 1 の内周面に固定する方法として、上述した常温による圧入以外に焼き嵌めがある。これは、保持リング 5 を加熱して、その円筒部 5 1 の内径を拡張させた状態で円環状に並べた複数の分割コア 6 を嵌め込み、その後、保持リング 5 を冷却して、その円筒部 5 1 の内径を収縮させることにより、保持リング 5 の円筒部 5 1 の内周面に複数の分割コア 6 を固定する方法である。しかしながら、この方法によっても、分割コア 6 と冷却後の保持リング 5 の円筒部 5 1 との間の締め代が大きい場合には、バックヨーク部 6 2 に発生する過大な応力によって、バックヨーク部 6 2 内部の鉄損が増大して回転電機の効率が低下する点およびバックヨーク部 6 2 が座屈して回転電機が損傷するおそれがある点については、圧入による場合と同様であった。

[0008] 分割コア 6 を保持リング 5 の円筒部 5 1 に強固に取り付けるためには、分割コア 6 と保持リング 5 の円筒部 5 1 との間に所定以上の締め代を必要とし、該締め代が大きければ保持リング 5 の円筒部 5 1 の内周面からバックヨーク部 6 2 の外周面に加えられる面圧は増大し、バックヨーク部 6 2 に発生する応力も増大する。すなわち、保持リング 5 による分割コア 6 の保持力の維持と、バックヨーク部 6 2 内部の鉄損の増大による回転電機の効率の低下およびバックヨーク部 6 2 の座屈による回転電機の損傷とは相反する課題であった。

[0009] 保持リング 5 の円筒部 5 1 の内周面からバックヨーク部 6 2 の外周面に加えられる面圧は、保持リング 5 の円筒部 5 1 の厚さを薄くすることにより低減させることができる。しかしながら、保持リング 5 の円筒部 5 1 の厚さを薄くすると保持リング 5 の円筒部 5 1 の内周部に複数の分割コア 6 を圧入もしくは焼き嵌めしたときに保持リング 5 の円筒部 5 1 が破断するおそれがある。

[0010] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、保持リングによる分割コアの保持力を維持しつつ、保持リングからの面圧によるコア内部の鉄損を低減し、且つコアの座屈を防止する回転電機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上述した課題を解決するために、請求項 1 に係る発明は、ハウジングに対し回転可能に取り付けられたロータと、前記ロータに対し半径方向外方に対向して設けられ、円筒部を有し前記ハウジングに取り付けられた保持リング、および電磁鋼板製のコアプレートを積層して構成され、各々コイルが巻回されるとともに前記円筒部の内周面に固定された複数の分割コアを有するステータと、を備え、各々の前記分割コアは、前記保持リングに取り付けられた状態において、半径方向に延び、コイルが巻回されたティース部と、前記ティース部の半径方向外方に接続され、円周方向に延在したバックヨーク部と、を有しており、複数の前記分割コアは、隣接する前記バックヨーク部の

端面が互いに当接して円環状に配置された状態で、前記保持リングの円筒部の内周に圧入又は焼き嵌めにより締め代を持って面圧を付与されて前記保持リングに嵌着されている回転電機であって、前記分割コアの前記バックヨーク部にスリットが前記バックヨーク部の周方向両端部を残して貫設されていることである。

[0012] 請求項 2 に係る発明は、請求項 1 において、前記スリットは、該スリットから前記バックヨーク部の外周までの距離と前記保持リングの円筒部の内周から外周までの距離とが同じになるように形成されていることである。

[0013] 請求項 3 に係る発明は、請求項 1 において、前記スリットは、前記面圧が大きくなるほど、前記保持リングの円筒部の内周から外周までの距離に対する前記スリットから前記バックヨーク部の外周までの距離の割合が大きくなるように形成されていることである。

[0014] 請求項 4 に係る発明は、請求項 1 ～ 3 の何れか一項において、前記分割コアは、前記積層された各電磁鋼板同士が前記スリットから前記バックヨーク部の外周までの間でダボカシメされていることである。

[0015] 請求項 5 に係る発明は、請求項 1 ～ 3 の何れか一項において、前記分割コアは、前記積層された各電磁鋼板同士が前記スリットから前記バックヨーク部の外周までの間で接着されていることである。

[0016] 請求項 6 に係る発明は、ハウジングに対し回転可能に取り付けられたロータと、前記ロータに対し半径方向外方に対向して設けられ、円筒部を有し前記ハウジングに取り付けられた保持リング、および電磁鋼板製のコアプレートを積層して構成され、各々コイルが巻回されるとともに前記円筒部の内周面に固定された複数の分割コアを有するステータと、を備え、各々の前記分割コアは、前記保持リングに取り付けられた状態において、半径方向に延び、コイルが巻回されたティース部と、前記ティース部の半径方向外方に接続され、円周方向に延在したバックヨーク部と、を有しており、複数の前記分割コアは、隣接する前記バックヨーク部の端面が互いに当接して円環状に配置された状態で、前記保持リングの円筒部の内周に圧入又は焼き嵌めにより

締め代を持って面圧を付与されて前記保持リングに嵌着され、少なくとも前記バックヨーク部の円周方向中央部分において、前記バックヨーク部には円周方向を長手方向とするスリットが形成されていることである。

[0017] 請求項 7 に係る発明は、請求項 6 において、前記スリットの円周方向における長さは、前記ティース部の円周方向長さ以上であることである。

[0018] 請求項 8 に係る発明は、請求項 1 ～ 7 の何れか一項において、前記バックヨーク部の外周縁部に前記スリットが形成されたことである。

[0019] 請求項 9 に係る発明は、請求項 1 に記載の回転電機であって、各々の前記分割コアは、複数の第 1 コアプレートおよび複数の第 2 コアプレートが所定の順で積層されることにより構成され、前記第 1 コアプレートは、該第 1 コアプレートの外周が前記第 2 コアプレートの外周よりも半径方向外方に突出するように形成され、前記第 1 コアプレートの前記バックヨーク部にスリットが前記バックヨーク部の周方向両端部を残して貫設されていることである。

[0020] 請求項 10 に係る発明は、請求項 9 において、前記第 1 コアプレートは、該第 1 コアプレートの外周から前記第 2 コアプレートの外周までの距離が前記締め代以上となるように形成されていることである。

[0021] 請求項 11 に係る発明は、請求項 9 又は 10 において、複数の前記分割コアは、互いに隣接する前記分割コアを夫々構成する前記第 1 コアプレートの前記バックヨーク部の周方向端面同士の間接位置と前記第 2 コアプレートの前記バックヨーク部の周方向端面同士の接合位置とが周方向にずれるように、前記第 1 コアプレートおよび前記第 2 コアプレートが所定の順で積層されて構成され前記保持リングに嵌着されていることである。

[0022] 請求項 12 に係る発明は、請求項 9 ～ 11 の何れか一項において、複数の前記分割コアは、互いに隣接する前記分割コアを夫々構成する前記第 1 コアプレートの前記バックヨーク部の周方向端面同士が当接し、前記第 2 コアプレートの前記バックヨーク部の周方向端面同士間に空隙が生じるように、前記第 1 コアプレートおよび前記第 2 コアプレートが所定の順で積層されて構

成され前記保持リングに嵌着されていることである。

[0023] 請求項 1 3 に係る発明は、請求項 9 ～ 1 2 の何れか一項において、前記スリットはプレス加工により前記第 1 コアプレートに形成され、積層された複数の前記第 1 コアプレートおよび複数の前記第 2 コアプレートはダボカシメされていることである。

[0024] 請求項 1 4 に係る発明は、請求項 9 ～ 1 3 の何れか一項において、前記第 1 コアプレートの外周には、前記第 2 コアプレートとの積層時の位置決め用の切り欠きが、前記第 2 コアプレートの外周まで達するように形成されていることである。

[0025] 請求項 1 5 に係る発明は、請求項 9 ～ 1 4 の何れか一項において、複数の前記第 1 コアプレートおよび複数の前記第 2 コアプレートが所定の順で積層された前記分割コアは、両端に前記第 2 コアプレートが積層されることにより構成されていることである。

[0026] 請求項 1 6 に係る発明は、ハウジングに対し回転可能に取り付けられたロータと、前記ロータに対し半径方向外方に対向して設けられ、円筒部を有し前記ハウジングに取り付けられた保持リング、および電磁鋼板製のコアプレートを積層して構成され、各々コイルが巻回されるとともに前記円筒部の内周面に固定された複数の分割コアを有するステータと、を備え、各々の前記分割コアは、前記保持リングに取り付けられた状態において、半径方向に延び、コイルが巻回されたティース部と、前記ティース部の半径方向外方に接続され、周方向に延在したバックヨーク部と、を有しており、複数の前記分割コアは、隣接する前記バックヨーク部の端面が互いに当接して円環状に配置された状態で、前記保持リングの円筒部の内周に圧入又は焼き嵌めにより締め代を持って面圧を付与されて前記保持リングに嵌着され、各々の前記分割コアは、複数の第 1 コアプレートおよび複数の第 2 コアプレートが所定の順で積層されることにより構成され、前記第 1 コアプレートは、該第 1 コアプレートの外周が前記第 2 コアプレートの外周よりも半径方向外方に突出するように形成され、少なくとも前記第 1 コアプレートの前記バックヨーク部

の円周方向中央部分において、前記バックヨーク部には円周方向を長手方向とするスリットが形成されていることである。

[0027] 請求項 17 に係る発明は、請求項 16 において、前記スリットの円周方向における長さは、前記第 1 コアプレートの前記ティース部の円周方向長さ以上であることである。

[0028] 請求項 18 に係る発明は、請求項 9 ～ 17 の何れか一項において、前記第 1 コアプレートの前記バックヨーク部の外周縁部に前記スリットが形成されたことである。

発明の効果

[0029] 請求項 1 に係る発明によれば、スリットは、分割コアのバックヨーク部にバックヨーク部の周方向両端部を残して貫設されている。これにより、スリットが緩衝部位となってスリットとバックヨーク部の外周との間の部分（以下、ブリッジ部という）が保持リングの円筒部からの面圧の大部分を受けることになるので、ブリッジ部を除くバックヨーク部が保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リングによる分割コアの保持力の維持と、バックヨーク部内部の鉄損の低減による回転電機の効率向上およびバックヨーク部の座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。

[0030] 請求項 2 に係る発明によれば、スリットは、該スリットからバックヨーク部の外周までの距離、すなわちブリッジ部の半径方向の厚さと、保持リングの円筒部の内周から外周までの距離、すなわち保持リングの円筒部の半径方向の厚さとが同じになるように形成されている。ブリッジ部の半径方向の厚さと保持リングの円筒部の半径方向の厚さとを同じにすることにより、ブリッジ部が保持リングの円筒部からの面圧の大部分を受けることになるので、ブリッジ部を除くバックヨーク部で発生する応力を低減、例えば従来発生していた応力の半分にすることができる。保持リングからの見かけ上の分割コアの剛性は低下することになるので、保持リングの円筒部の半径方向の厚さを従来の円筒部の半径方向の厚さよりも薄くすることができ、その結果、分

割コアの外径を円筒部の半径方向の厚さを薄くした分だけ広げてその部分にブリッジ部を形成することができる。

[0031] ハウジングの小型化が進む中、保持リングの円筒部の外径は一定以上に大きくすることができないが、保持リングの円筒部の外径は従来の円筒部の外径のままで、保持リングの円筒部の半径方向の厚さを従来の円筒部の半径方向の厚さの例えば $1/2$ にし、分割コアの外径を従来の円筒部の半径方向の厚さの $1/2$ だけ広げてその部分にブリッジ部を形成し、保持リングの円筒部の剛性とブリッジ部の剛性とを略等しくすることができ、ブリッジ部で保持リングの円筒部からの面圧の大部分を受けることができる。よって、回転電機の大きさは従来の回転電機の大きさと同じままで、ブリッジ部以外のバックヨーク部の面積（体積）を従来と略同一にして磁束の流れを従来と同様に確保でき、保持リングによる分割コアの保持力の維持と、バックヨーク部内部の鉄損の低減による回転電機の効率向上およびバックヨーク部の座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。

[0032] 請求項 3 に係る発明によれば、スリットは、保持リングの円筒部からの面圧が大きくなるほど、保持リングの円筒部の内周から外周までの距離、すなわち保持リングの円筒部の半径方向の厚さに対するスリットからバックヨーク部の外周までの距離、すなわちブリッジ部の半径方向の厚さの割合が大きくなるように形成されている。これにより、ブリッジ部の強度が向上するので、保持リングの円筒部からの面圧が大きくなっても該面圧の大部分を受けることができ、ブリッジ部を除くバックヨーク部で発生する応力を低減させることができる。

[0033] 請求項 4 に係る発明によれば、分割コアは、積層された各電磁鋼板同士がスリットからバックヨーク部の外周までの間でダボカシメされている。これにより、バックヨーク部、特にブリッジ部が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができ、回転電機の損傷を防止することができる。

[0034] 請求項 5 に係る発明によれば、分割コアは、積層された各電磁鋼板同士がスリットからバックヨーク部の外周までの間で接着されている。これにより

、ブリッジ部の半径方向の厚さが薄くてダボカシメができない場合であっても、バックヨーク部、特にブリッジ部が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができ、回転電機の損傷を防止することができる。

[0035] 請求項 6 に係る発明によれば、スリットは、少なくともバックヨーク部の円周方向中央部分において円周方向が長手方向となるように形成されている。これにより、スリットが緩衝部位となってブリッジ部が保持リングの円筒部からの面圧の大部分を受けることになるので、ブリッジ部を除くバックヨーク部が保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リングによる分割コアの保持力の維持と、バックヨーク部内部の鉄損の低減による回転電機の効率向上およびバックヨーク部の座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。

[0036] 請求項 7 に係る発明によれば、スリットは、その円周方向における長さが、ティース部の円周方向長さ以上となるように形成されている。スリットが円周方向に長いほど、ブリッジ部を除くバックヨーク部が保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、バックヨーク部内部の鉄損をさらに低減させて回転電機の効率を大幅に向上させることができ、またバックヨーク部の座屈を防止して回転電機の損傷を防止することができる。

[0037] 請求項 8 に係る発明によれば、スリットは、分割コアのバックヨーク部の外周縁部に貫設されている。これにより、保持リングの円筒部からの面圧はバックヨーク部の外周縁部に設けられたブリッジ部のみで受けることになるので、バックヨーク部の大部分において保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リングによる分割コアの保持力の維持と、バックヨーク部内部の鉄損の低減による回転電機の効率向上およびバックヨーク部の座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。

[0038] 請求項 9 に係る発明によれば、各々の分割コアは、複数の第 1 コアプレー

トおよび複数の第2コアプレートが所定の順で積層されることにより構成され、第1コアプレートは、該第1コアプレートの外周が第2コアプレートの外周よりも半径方向外方に突出するように形成され、第1コアプレートのバックヨーク部にスリットがバックヨーク部の周方向両端部を残して貫設されている。これにより、保持リングの円筒部からの面圧は、第2コアプレートのバックヨーク部よりも突出している第1コアプレートのバックヨーク部のみが受けることになる。したがって、第1コアプレートに形成されたスリットが緩衝部位となって該スリットと第1コアプレートのバックヨーク部の外周との間の部分（以下、ブリッジ部という）が保持リングの円筒部からの面圧を受けることになるので、ブリッジ部を除くバックヨーク部が保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。

[0039] さらに、面圧を受ける第1コアプレートは、面圧を受けない第2コアプレートにより挟み込まれて保持リングに固定されているので、ブリッジ部の軸方向の動きを抑えることができ、ブリッジ部同士をダボカシメや接着等により固定しなくても、ブリッジ部が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができる。よって、保持リングによる分割コアの保持力の維持と、バックヨーク部内部の鉄損の低減による回転電機の効率向上およびバックヨーク部の座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。

[0040] 請求項10に係る発明によれば、第1コアプレートは、該第1コアプレートの外周から第2コアプレートの外周までの距離が締め代以上となるように形成されている。これにより、保持リングの円筒部からの面圧は、常に、第2コアプレートのバックヨーク部には掛からず、第1コアプレートのバックヨーク部のみが受けることになるので、第2コアプレートのバックヨーク部で発生する応力を確実に低減し、第2コアプレートのバックヨーク部内部の鉄損を低減することができる。

[0041] 請求項11に係る発明によれば、複数の分割コアは、互いに隣接する分割コアを夫々構成する第1コアプレートのバックヨーク部の周方向端面同士の当接位置と第2コアプレートのバックヨーク部の周方向端面同士の接合位置

とが周方向にずれるように、第1コアプレートおよび第2コアプレートが所定の順で積層されて構成され保持リングに嵌着されている。これにより、第1コアプレートのバックヨーク部は、隣接する第2コアプレートのバックヨーク部に挟持されることになるので、第1コアプレートのバックヨーク部の周方向端面が、隣接する第2コアプレートのバックヨーク部の周方向端面に当たって拗れることはなく、該バックヨーク部の周方向端面同士の当接を確実にすることができる。

[0042] 請求項12に係る発明によれば、複数の分割コアは、互いに隣接する分割コアを夫々構成する第1コアプレートのバックヨーク部の周方向端面同士が当接し、第2コアプレートのバックヨーク部の周方向端面同士間に空隙が生じるように、第1コアプレートおよび第2コアプレートが所定の順で積層されて構成され保持リングに嵌着されている。これにより、保持リングの円筒部からの面圧は、互いに隣接する分割コアを夫々構成する第2コアプレートのバックヨーク部間において殆ど伝播することはない、第2コアプレートのバックヨーク部内部の鉄損の増大を防止することができる。

[0043] 請求項13に係る発明によれば、スリットはプレス加工により第1コアプレートに形成され、積層された複数の第1コアプレートおよび複数の第2コアプレートはダボカシメされている。スリットの半径方向の幅をプレス加工可能なように広くした場合、ブリッジ部が保持リングの円筒部から受ける圧縮荷重により座屈して軸方向に折れ曲がりやすくなる。しかし、面圧を受ける第1コアプレートは、面圧を受けない第2コアプレートにより挟み込まれて保持リングに固定されているので、ブリッジ部の軸方向の動きを抑えて座屈を防止することができ、この結果、スリットの半径方向の幅をプレス加工可能なように広くすることができる。よって、スリットの形成および第1コアプレートおよび第2コアプレートの表裏面におけるダボカシメ用の凹凸部の形成を一連のプレス加工のみにより対応できるため、分割コアの製造コストを低減することができる。

[0044] 請求項14に係る発明によれば、第1コアプレートの外周には、第2コア

プレートとの積層時の位置決め用の切り欠きが、第2コアプレートの外周まで達するように形成されている。複数の第1コアプレートおよび複数の第2コアプレートは型内にて積層するが、第1コアプレートは該第1コアプレートの外周が第2コアプレートの外周よりも半径方向外方に突出するように形成されているので、第1コアプレートの外周のみが型の内壁に当接し、第2コアプレートの外周は型の内壁に当接しないことになる。このため、複数の第1コアプレートおよび複数の第2コアプレートは型内にて高精度に積層することが困難となる。しかし、第2コアプレートの外周まで達する位置決め用の切り欠きが第1コアプレートの外周に形成されているので、位置決め用の切り欠きに嵌まる位置決め部材を型の内壁に設けておくことにより、複数の第1コアプレートおよび複数の第2コアプレートは型内にて高精度に積層することができる。

[0045] 請求項15に係る発明によれば、積層された分割コアは、両端に第2コアプレートが積層されることにより構成されている。これにより、積層両端の第2コアプレートよりも内層側に第1コアプレートが挟み込まれるので、第1コアプレートのブリッジ部の軸方向の動きを抑えることができ、ブリッジ部が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができる。

[0046] 請求項16に係る発明によれば、各々の分割コアは、複数の第1コアプレートおよび複数の第2コアプレートが所定の順で積層されることにより構成され、第1コアプレートは、該第1コアプレートの外周が第2コアプレートの外周よりも半径方向外方に突出するように形成され、少なくともバックヨーク部の円周方向中央部分において円周方向が長手方向となるスリットが形成されている。これにより、保持リングの円筒部からの面圧は、第2コアプレートのバックヨーク部よりも突出している第1コアプレートのバックヨーク部のみが受けることになる。したがって、第1コアプレートに形成されたスリットが緩衝部位となってブリッジ部が保持リングの円筒部からの面圧を受けることになるので、ブリッジ部を除くバックヨーク部が保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。

- [0047] さらに、面圧を受ける第1コアプレートは、面圧を受けない第2コアプレートにより挟み込まれて保持リングに固定されているので、ブリッジ部の軸方向の動きを抑えることができ、ブリッジ部同士をダボカシメや接着等により固定しなくても、ブリッジ部が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができる。よって、保持リングによる分割コアの保持力の維持と、バックヨーク部内部の鉄損の低減による回転電機の効率向上およびバックヨーク部の座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。
- [0048] 請求項17に係る発明によれば、スリットは、その円周方向における長さが、第1コアプレートのティース部の円周方向長さ以上となるように形成されている。スリットが円周方向に長いほど、ブリッジ部を除く第1コアプレートのバックヨーク部が保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、第1コアプレートのバックヨーク部内部の鉄損をさらに低減させて回転電機の効率を大幅に向上させることができ、また第1コアプレートのバックヨーク部の座屈を防止して回転電機の損傷を防止することができる。
- [0049] 請求項18に係る発明によれば、スリットは、第1コアプレートのバックヨーク部の外周縁部に貫設されている。これにより、保持リングの円筒部からの面圧はバックヨーク部の外周縁部に設けられたブリッジ部のみで受けることになるので、バックヨーク部の大部分において保持リングの円筒部から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リングによる分割コアの保持力の維持と、バックヨーク部内部の鉄損の低減による回転電機の効率向上およびバックヨーク部の座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。

図面の簡単な説明

- [0050] [図1]本発明の第1および第2の実施の形態の回転電機を備えたハイブリッド車両の車輪駆動系を示す断面図である。
- [図2]第1の実施形態の回転電機のスレータの平面図である。
- [図3]図2に示すスレータに含まれる分割コア単体の平面図である。

[図4] (A) は、本実施形態の回転電機の保持リングの円筒部と分割コアとの締め代と面圧との関係を示す図、(B) は、従来の回転電機の保持リングの円筒部と分割コアとの締め代と面圧との関係を示す図である。

[図5] (A), (B), (C) は、本実施形態の回転電機の分割コアが保持リングに取り付けられた場合に発生する最小主応力分布、磁束密度分布および鉄損密度分布を、有限要素法 (FEM) を用いて解析した結果を示す図である。

[図6] (A), (B), (C) は、従来の回転電機の分割コアが保持リングに取り付けられた場合に発生する最小主応力分布、磁束密度分布および鉄損密度分布を、有限要素法 (FEM) を用いて解析した結果を示す図である。

[図7] 第2の実施形態の回転電機のステータの平面図である。

[図8] 図7に示すステータに含まれる分割コア単体の分解斜視図である。

[図9] 図8に示す分割コアを構成する第1コアプレートおよび第2コアプレートの平面図である。

[図10] 図8に示す分割コアの一部を示す側面図である。

[図11] 隣接する分割コアの接合部を示す図である。

[図12] 隣接する分割コアの接合部の別例を示す図である。

[図13] 図8に示す分割コアを形成する際の型内の様子を示す平面図である。

[図14] (A) は、本実施形態の回転電機の保持リングの円筒部と分割コアとの締め代と面圧との関係を示す図、(B) は、従来の回転電機の保持リングの円筒部と分割コアとの締め代と面圧との関係を示す図である。

[図15] (A) は、本実施形態の回転電機の分割コアが保持リングに取り付けられた場合に発生する最小主応力分布、磁束密度分布および鉄損密度分布を、有限要素法 (FEM) を用いて解析した結果を示す図、(B) は、従来の回転電機の分割コアが保持リングに取り付けられた場合に発生する最小主応力分布、磁束密度分布および鉄損密度分布を、有限要素法 (FEM) を用いて解析した結果を示す図である。

[図16] 回転電機の分割コアに応力が発生するメカニズムを説明するための模

式図である。

発明を実施するための形態

- [0051] 本発明の第１の実施の形態による回転電機について図１乃至図３を参照して説明する。この回転電機１は、ハイブリッド車両の車輪駆動用の同期モータである。なお、図１において、左方を回転電機１およびクラッチ装置３の前方といい、右方を後方ということがあるが、実際の車両上における方向とは無関係である。また、説明中において回転軸方向または軸方向という場合、特に断らなければ、回転電機１の回転軸Ｃに沿った方向、すなわち図１における左右方向を意味する。また、図２および図３において、分割コア１６に嵌合されたボビン１６２、１６３およびコイル１６４は省略されている。
- [0052] 図１に示すように、モータハウジング１１（本発明の「ハウジング」に該当する）は、回転電機１を構成するロータ１３およびステータ１４を内蔵した状態で、前方をモータカバー１２により封止されている。モータカバー１２の前方には、図示しない車両のエンジンが取り付けられ、モータハウジング１１の後方には、図示しないトランスミッションが配設されている。また、ロータ１３とエンジンとの間には、湿式多板クラッチであるノーマリクローズタイプのクラッチ装置３が介装されている。さらに、回転電機１は、トランスミッションを介して図示しない車両の駆動輪と接続されており、回転電機１による駆動力が駆動輪に入力される。
- [0053] 回転電機１が搭載された車両は、エンジンにより走行する場合、エンジンがトランスミッションを介して駆動輪を回転させる。このとき回転電機１を作動してエンジンを補助することもできる。また、回転電機１により走行する場合、回転電機１がトランスミッションを介して駆動輪を回転させる。この時、クラッチ装置３をリリースさせて、エンジンと回転電機１との間の接続を解除している。さらに、回転電機１は、クラッチ装置３を介してエンジンにより駆動され、発電機としても機能する。
- [0054] モータカバー１２の内周端には、軸受３１を介してクラッチ装置３のインプットシャフト３２が、回転軸Ｃを中心に回転可能に取り付けられている。

回転軸Cは、エンジン、回転電機1およびトランスミッションのタービンシャフト2の回転軸でもある。インプットシャフト32は、エンジンのクランクシャフトと接続されている。また、インプットシャフト32は、クラッチ装置3の係合部33を介して、クラッチアウト34と接続されている。係合部33が係脱することにより、インプットシャフト32とクラッチアウト34との間が断続される。クラッチアウト34は、回転電機1のロータ13に連結されるとともに、半径方向内方へと延びて、内端においてタービンシャフト2とスプライン嵌合している。また、クラッチアウト34とモータハウジング11の固定壁111との間には、双方の間の相対回転が可能なように、ベアリング装置35が介装されている。

[0055] 回転電機1のロータ13は、クラッチアウト34を介して、モータハウジング11に回転可能に取り付けられている。ロータ13は、積層された複数の電磁鋼板131を一对の保持プレート132a, 132bにより挟み、これに固定部材133を貫通させて端部をかしめることにより形成されている。また、ロータ13の円周上には、図示しない複数の界磁極用マグネットが設けられている。一方の保持プレート132bは、クラッチアウト34に取り付けられ、これにより、ロータ13はクラッチアウト34と連結されている。

[0056] また、モータハウジング11の内周面には、ロータ13と半径方向に対向するように、回転電機1のステータ14が取り付けられている。ステータ14は、保持リング15の内周面に、回転磁界発生用の複数の分割コア16が円環状に並ぶように焼き嵌めにより締め代を持って面圧を付与されて嵌着されて形成されている（図2示）。保持リング15は、鋼板をプレス成形して形成されており、リング状の円筒部151と、円筒部151の軸方向の一側の端部に接続され、全周に亘って半径方向外方に延びる外周フランジ152とを有し、さらに、外周フランジ152の円周上の3箇所には、夫々半径方向外方にさらに延びた取付フランジ153が形成されている（図2示）。

[0057] 取付フランジ153は、ステータ14をモータハウジング11に取り付け

るために形成されており、夫々１個の取付穴１５４、あるいは１個の取付穴１５４および１個の位置決め用穴１５５が貫通している（図２示）。保持リング１５において、円筒部１５１と外周フランジ１５２および取付フランジ１５３とが接続された部位は、全周に亘って、所定の大きさの曲率を有する曲面に形成されている。

[0058] 一方、各々の分割コア１６は、複数のケイ素鋼板（電磁鋼板）が積層されることにより形成されたティース部１６１ａを備えている。ティース部１６１ａには一対のボビン１６２，１６３が装着され、ボビン１６２，１６３は、ティース部１６１ａの外周面を囲むように互いに嵌合している。さらに、ボビン１６２，１６３の回りには、回転磁界を発生させるためのコイル１６４が巻回されている。ティース部１６１ａの周囲に巻回されたコイル１６４は、図示しないバスリングを介して外部のインバータと接続される。上述した構成を備えた回転電機１において、コイル１６４に例えば三相の交流電流が供給されることによりステータ１４において回転磁界が発生し、回転磁界に起因する吸引力または反発力によって、ロータ１３がステータ１４に対し回転される。

[0059] 上述した分割コア１６は、保持リング１５に取り付けられた状態において半径方向に延び、コイル１６４が巻回されたティース部１６１ａと、ティース部１６１ａの半径方向外方に接続され、円周方向に延在したバックヨーク部１６１ｂとを有している（図２，３示）。これにより各々の分割コア１６は、およそＴ字状を呈している。保持リング１５に取り付けられた複数の分割コア１６は、隣接するものとの間で、バックヨーク部１６１ｂの端部同士を突き合わせることで円環状に並び、コア列ＣＲを形成している（図２示）。

[0060] また、各々の分割コア１６には、少なくともバックヨーク部１６１ｂの円周方向中央部分において、円周方向が長手方向とするスリット１６１ｄが形成されている。すなわち、バックヨーク部１６１ｂの外周面１６１ｃから所定距離だけ半径方向内方に位置する外周縁部において、バックヨーク部１６

161bの周方向両端部を残して円周方向に延在し、且つバックヨーク部161bを軸方向に貫通したスリット161dが形成されている（図2、3示）。各スリット161dは、円周方向における長さが、ティース部161aの円周方向長さ以上となるように形成されている。各スリット161dは、スリット幅が、鋼板の厚さ（ t ）の2倍より小さい場合、例えば $t = 0.3\text{ mm}$ のときスリット幅が 0.6 mm より狭い場合は、エッチング加工やレーザ加工が必要であるが、例えば 0.6 mm から 0.8 mm と比較的広いので、プレス加工により形成される。なお、バックヨーク部161bに形成されるスリット161dは、図3に示した形状に限定されるべきではなく、バックヨーク部161b上を円周方向に延在していれば種々の形状が適用可能である。

[0061] 各スリット161dからバックヨーク部161bの外周面161cまでの部位、すなわち各ブリッジ部161eは、各スリット161dが緩衝部位となって保持リング15の円筒部151からの面圧の大部分を受けることになる（図2示）。そこで、ブリッジ部161eを除くバックヨーク部161bで発生する応力を例えば半減するために、スリット161dからバックヨーク部161bの外周面161cまでの距離、すなわちブリッジ部161eの半径方向の厚さ d_b と、保持リング15の円筒部151の内周から外周までの距離、すなわち保持リング15の円筒部151の厚さ d_r とが同じになるように形成されている（図3示）。

[0062] また、保持リング15の円筒部151の厚さ d_r に対するブリッジ部161eの半径方向の厚さ d_b の割合が大きくなるように各スリット161dを形成し、ブリッジ部161eの強度を向上させることにより、保持リング15の円筒部151からの面圧が大きくなっても該面圧の大部分を受けることができ、ブリッジ部161eを除くバックヨーク部161bで発生する応力を低減させることができる。

[0063] また、各スリット161dは、スリット161dの端部からバックヨーク部161bの端部までの部位（以下、ブリッジ脚部161fという）が、回

転電機 1 が回転したときに分割コア 1 6 に掛かる回転トルクや車両が例えば側面衝突したときに分割コア 1 6 に掛かる軸方向力により破断しないように形成されている。すなわち、ブリッジ脚部 1 6 1 f の円周方向の長さ c b は、上述の回転トルクや軸方向力から決定されている（図 3 示）。

[0064] 上述したように、ブリッジ部 1 6 1 e は、スリット 1 6 1 d が緩衝部位となって保持リング 1 5 の円筒部 1 5 1 からの面圧の大部分を受けることになるので、ブリッジ部 1 6 1 e が圧縮荷重により軸方向に折れ曲がる座屈を防止するために、3 箇所点 Q においてダボカシメされている（図 3 示）。なお、分割コア 1 6 のブリッジ部 1 6 1 e を除く部位では、発生する応力は低減されているので、分割コア 1 6 の略中央部の 1 箇所の点 R においてダボカシメすればよい（図 3 示）。また、ブリッジ部 1 6 1 e の半径方向の厚さが薄くてダボカシメができない場合は、ブリッジ部 1 6 1 e で積層された各電磁鋼板同士を接着剤により接着するとよい。

[0065] 上述したように、複数の分割コア 1 6 は、円筒部 1 5 1 の内周面に焼き嵌めにより取り付けられる。保持リング 1 5 は所定温度に加熱されて、その内径が拡張される。加熱された円筒部 1 5 1 に対し、分割コア 1 6 のバックヨーク部 1 6 1 b を互いに当接させて、複数の分割コア 1 6 を円環状に並べた状態で挿入していく。分割コア 1 6 が円筒部 1 5 1 内に挿入された後、保持リング 1 5 は冷却されて収縮し、各々の分割コア 1 6 を強固に保持することができる。

[0066] また、分割コア 1 6 を保持リング 1 5 内に取り付ける方法として、常温における圧入を適用してもよい。さらに、圧入により分割コア 1 6 を保持リング 1 5 内に保持させる場合、分割コア 1 6 と円筒部 1 5 1 との間に接着剤を介在させ、その保持力を増大させてもよい。分割コア 1 6 が取り付けられた保持リング 1 5 は、モータハウジング 1 1 に固定される。取付フランジ 1 5 3 をモータハウジング 1 1 のボス部 1 1 2 に当接させた後、取付ボルト 1 7 を取付穴 1 5 4 に挿通し、ボス部 1 1 2 に螺合させることにより、取付フランジ 1 5 3 はモータハウジング 1 1 に取り付けられる。

[0067] 図4（A）は、本実施形態の保持リング15の円筒部151と分割コア16との締め代Vと面圧Pとの関係を示す図、図4（B）は、従来の保持リング5の円筒部51と分割コア6との締め代Vと面圧Pとの関係を示す図である。図5（A）、（B）、（C）は、本実施形態の分割コア16が保持リング15に取り付けられた場合に発生する最小主応力分布、磁束密度分布および鉄損密度分布を、有限要素法（FEM）を用いて解析した結果を示す図である。図6（A）、（B）、（C）は、従来の分割コア6が保持リング5に取り付けられた場合に発生する最小主応力分布、磁束密度分布および鉄損密度分布を、有限要素法（FEM）を用いて解析した結果を示す図である。図5および図6において、領域に付されている数字が小さいほど、最小主応力、磁束密度および鉄損密度は高く、領域に付されている数字が大きいほど、最小主応力、磁束密度および鉄損密度は低くなる。

[0068] 図4（A）、（B）に示す面圧P1、P1は、保持リング5、15の円筒部51、151に対し分割コア6、161を円周方向および軸方向に保持可能、すなわち保持リング5、15の円筒部51、151に対し分割コア6、161が円周方向に回転せず軸方向に抜けない最小の面圧を表している。また、面圧P2、P3は、保持リング5、15の円筒部51、151の引張限界、すなわち保持リング5、15の円筒部51、151が破断する最大の面圧を表している。本実施形態の場合、保持リング15の円筒部151の軸方向の断面積は、従来の保持リング5の円筒部51の軸方向の断面積の略半分になっているため、面圧P2は面圧P3に対し略半分になっている。そして、本実施形態の分割コア161においては、保持リング15の円筒部151からの面圧Pによりブリッジ部161eが撓むので、締め代Vにより本実施形態の保持リング15の円筒部151に掛かる負荷は、同一の締め代Vにより従来の保持リング5の円筒部51に掛かる負荷よりも小さくなる。

[0069] 従って、本実施形態においては、締め代Vを大きくしても面圧Pの増加を抑えることができる。すなわち、従来は、締め代をV4にしたときに最大の面圧P31（＜P3）、例えば5.2MPaに達していたが、本実施形態で

は、締め代 V_4 より1.5倍以上大きい締め代 V_2 にしたときに面圧 P_{31} の半分の最大の面圧 P_{21} ($< P_2$)、例えば2.6 MPaに達している。このように本実施形態の締め代の成立範囲 $V_1 \sim V_2$ 、例えば0.074 mm $\sim$ 0.48 mm (Δ 0.406 mm)を従来の締め代の成立範囲 $V_3 \sim V_4$ 、例えば0.024 mm $\sim$ 0.298 mm (Δ 0.274 mm)よりも拡張することができる。よって、回転電機1の各々の部材の寸法上のばらつきの許容範囲(加工公差)は従来のものよりも広がるので、保持リング15の円筒部151と分割コア16との面圧が過度に増大することを抑制することができる。

[0070] そして、図5(A)、(B)、(C)および図6(A)、(B)、(C)から明らかなように、従来の分割コア6のバックヨーク部62に発生した応力は過大な応力、例えば33.4 MPaの圧縮応力となっていたが(図6(A)示)、本実施形態の分割コア16のバックヨーク部161bに発生した応力は、ブリッジ部161e(点線の長円aで囲まれた部分)のみが過大な応力、例えば33.4 MPaの圧縮応力となり、その他の部分、特にバックヨーク部161bの両端部(点線の楕円bで囲まれた部分)の応力は低減された応力、例えば3.8 MPaの圧縮応力となる(図5(A)示)。また、本実施形態の分割コア16のバックヨーク部161bの両端部(点線の楕円で囲まれた部分)における磁束密度(図5(B)示)は、従来の分割コア6のバックヨーク部62の両端部(点線の楕円で囲まれた部分)における磁束密度(図6(B)示)よりも低減されている。そして、本実施形態の分割コア16のバックヨーク部161bの両端部(点線の楕円で囲まれた部分)における鉄損密度(図5(C)示)は、従来の分割コア6のバックヨーク部62の両端部(点線の楕円で囲まれた部分)における鉄損密度(図6(C)示)よりも緩和されている。

[0071] 以上説明したように、第1の実施形態の回転電機1によれば、スリット161dは、分割コア16のバックヨーク部161bにバックヨーク部161bの周方向両端部を残して貫設されている。これにより、スリット161d

が緩衝部位となってブリッジ部 161 e が保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧の大部分を受けることになるので、ブリッジ部 161 e を除くバックヨーク部 161 b が保持リング 15 の円筒部 151 から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リング 15 による分割コア 16 の保持力の維持と、バックヨーク部 161 b 内部の鉄損の低減による回転電機 1 の効率向上およびバックヨーク部 161 b の座屈の防止による回転電機 1 の損傷防止とを両立させることができる。

[0072] また、第 1 の実施形態の回転電機 1 によれば、スリット 161 d は、ブリッジ部 161 e の半径方向の厚さと、保持リング 15 の円筒部 151 の半径方向の厚さとが同じになるように形成されている。ブリッジ部 161 e の半径方向の厚さと保持リング 15 の円筒部 151 の半径方向の厚さとを同じにすることにより、ブリッジ部 161 e が保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧の大部分を受けることになるので、ブリッジ部 161 e を除くバックヨーク部 161 b で発生する応力を低減、例えば従来発生していた応力の半分にすることができる。保持リング 15 からの見かけ上の分割コア 16 の剛性は低下することになるので、保持リング 15 の円筒部 151 の半径方向の厚さを従来の円筒部 51 の半径方向の厚さよりも薄くすることができ、その結果、分割コア 16 の外径を円筒部 151 の半径方向の厚さを薄くした分だけ広げてその部分にブリッジ部 161 e を形成することができる。

[0073] モータハウジング 11 の小型化が進む中、保持リング 15 の円筒部 151 の外径は一定以上に大きくすることができないが、保持リング 15 の円筒部 151 の外径は従来の円筒部 51 の外径のままで、保持リング 15 の円筒部 151 の半径方向の厚さを従来の円筒部 51 の半径方向の厚さの例えば $1/2$ にし、分割コア 16 の外径を従来の円筒部 51 の半径方向の厚さの $1/2$ だけ広げてその部分にブリッジ部 161 e を形成し、保持リング 15 の円筒部 151 の剛性とブリッジ部 161 e の剛性とを略等しくすることができ、ブリッジ部 161 e で保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧の大部分を受けることができる。よって、回転電機 1 の大きさは従来の回転電機の大き

さと同じままで、ブリッジ部 161e 以外のバックヨーク部 161b の面積（体積）を従来と略同一にして磁束の流れを従来と同様に確保でき、保持リング 15 による分割コア 16 の保持力の維持と、バックヨーク部 161b 内部の鉄損の低減による回転電機 1 の効率向上およびバックヨーク部 161b の座屈の防止による回転電機 1 の損傷防止とを両立させることができる。

[0074] また、第 1 の実施形態の回転電機 1 によれば、スリット 161d は、保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧が大きくなるほど、保持リング 15 の円筒部 151 の半径方向の厚さに対するブリッジ部 161e の半径方向の厚さの割合が大きくなるように形成されている。これにより、ブリッジ部 161e の強度が向上するので、保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧が大きくなっても該面圧の大部分を受けることができ、ブリッジ部 161e を除くバックヨーク部 161b で発生する応力を低減させることができる。

[0075] また、第 1 の実施形態の回転電機 1 によれば、分割コア 16 は、積層された各電磁鋼板同士がスリット 161d からバックヨーク部 161b の外周面 161c までの間でダボカシメされている。これにより、バックヨーク部 161b、特にブリッジ部 161e が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができ、回転電機 1 の損傷を防止することができる。

[0076] また、第 1 の実施形態の回転電機 1 によれば、分割コア 16 は、積層された各電磁鋼板同士がスリット 161d からバックヨーク部 161b の外周面 161c までの間で接着されている。これにより、ブリッジ部 161e の半径方向の厚さが薄くてダボカシメができない場合であっても、バックヨーク部 161b、特にブリッジ部 161e が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができ、回転電機 1 の損傷を防止することができる。

[0077] また、第 1 の実施形態の回転電機 1 によれば、スリット 161d は、少なくともバックヨーク部 161b の円周方向中央部分において円周方向が長手方向となるように形成されている。これにより、スリット 161d が緩衝部位となってブリッジ部 161e が保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧の大部分を受けることになるので、ブリッジ部 161e を除くバックヨーク

部 1 6 1 b が保持リング 1 5 の円筒部 1 5 1 から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リング 1 5 による分割コア 1 6 の保持力の維持と、バックヨーク部 1 6 1 b 内部の鉄損の低減による回転電機 1 の効率向上およびバックヨーク部 1 6 1 b の座屈の防止による回転電機 1 の損傷防止とを両立させることができる。

[0078] また、第 1 の実施形態の回転電機 1 によれば、スリット 1 6 1 d は、その円周方向における長さが、ティース部 1 6 1 a の円周方向長さ以上となるように形成されている。スリット 1 6 1 d が円周方向に長いほど、ブリッジ部 1 6 1 e を除くバックヨーク部 1 6 1 b が保持リング 1 5 の円筒部 1 5 1 から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、バックヨーク部 1 6 1 b 内部の鉄損をさらに低減させて回転電機 1 の効率を大幅に向上させることができ、またバックヨーク部 1 6 1 b の座屈を防止して回転電機 1 の損傷を防止することができる。

[0079] また、第 1 の実施形態の回転電機 1 によれば、スリット 1 6 1 d は、分割コア 1 6 のバックヨーク部 1 6 1 b の外周面 1 6 1 c 縁部に貫設されている。これにより、保持リング 1 5 の円筒部 1 5 1 からの面圧はバックヨーク部 1 6 1 b の外周面 1 6 1 c 縁部に設けられたブリッジ部 1 6 1 e のみで受けることになるので、バックヨーク部 1 6 1 b の大部分において保持リング 1 5 の円筒部 1 5 1 から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リング 1 5 による分割コア 1 6 の保持力の維持と、バックヨーク部 1 6 1 b 内部の鉄損の低減による回転電機 1 の効率向上およびバックヨーク部 1 6 1 b の座屈の防止による回転電機 1 の損傷防止とを両立させることができる。

[0080] 次に、本発明の第 2 の実施の形態による回転電機について説明する。第 2 の実施の形態の回転電機は、図 1 に示す第 1 の実施の形態の回転電機 1 と基本的には同一の構成であり、分割コア 1 6 が異なる構成となっている。以下の説明では、第 1 の実施の形態の回転電機 1 と同一構成部材は同一番号を付して詳細な説明を省略する。

[0081] 図7に示すように、各々の分割コア16は、保持リング15に取り付けられた状態において半径方向に延び、コイル164が巻回されたティース部161aと、ティース部161aの半径方向外方に接続され、周方向に延在したバックヨーク部161bとを有している（図7示）。これにより各々の分割コア16は、およそT字状を呈している。保持リング15に取り付けられた複数の分割コア16は、隣接するものとの間で、バックヨーク部161bの端部同士を突き合わせることににより円環状に並び、コア列CRを形成している。

[0082] ティース部161aには一対のボビン162、163が装着され、ボビン162、163は、ティース部161aの外周面を囲むように互いに嵌合している。さらに、ボビン162、163の回りには、回転磁界を発生させるためのコイル164が巻回されている。ティース部161aの周囲に巻回されたコイル164は、図示しないバスリングを介して外部のインバータと接続される。上述した構成を備えた回転電機1において、コイル164に例えば三相の交流電流が供給されることによりステータ14において回転磁界が発生し、回転磁界に起因する吸引力または反発力によって、ロータ13がステータ14に対し回転される。

[0083] 図8に示すように、各々の分割コア16は、2種類の形状のケイ素鋼板製の第1コアプレート165および第2コアプレート166が所定の順、例えば1枚ずつ交互に、もしくは任意の枚数ずつ交互に複数枚積層されることにより形成されている。第1コアプレート165には、少なくとも第1バックヨーク部165bの円周方向中央部分において、円周方向を長手方向とするスリット165dが形成されている。すなわち、第1コアプレート165には、分割コア16のバックヨーク部161bを構成する部分（以下、第1バックヨーク部165bという）の外周165cから所定距離だけ半径方向内方に位置する外周縁部において、第1バックヨーク部165bの周方向両端部を残して周方向に延在し、且つ第1バックヨーク部165bを軸方向に貫通したスリット165dが形成されている。各スリット165dは、円周方

向における長さが、第1コアプレート165の第1ティース部165aの円周方向長さ以上となるように形成されている。第2コアプレート166における分割コア16のバックヨーク部161bを構成する部分（以下、第2バックヨーク部166bという）には、上記スリット165dに該当するものは形成されていない。

[0084] 各スリット165dから第1バックヨーク部165bの外周165cまでの部位、すなわち各ブリッジ部165eは、各スリット165dが緩衝部位となって保持リング15の円筒部151からの面圧を受けることになる（図7示）。そこで、第1コアプレート165と第2コアプレート166が同じ枚数ずつ積層される場合、ブリッジ部165eを除く第1バックヨーク部165bで発生する応力を例えば半減するために、スリット165dから第1バックヨーク部165bの外周165cまでの距離、すなわちブリッジ部165eの半径方向の厚さdbを、保持リング15の円筒部151の内周から外周までの距離、すなわち保持リング15の円筒部151の厚さdrの2倍になるように形成されている。

[0085] また、保持リング15の円筒部151の厚さdrに対するブリッジ部165eの半径方向の厚さdbの割合が大きくなるように各スリット165dを形成し、ブリッジ部165eの強度を向上させることにより、保持リング15の円筒部151からの面圧が大きくなっても該面圧を受けることができ、ブリッジ部165eを除く第1バックヨーク部165bで発生する応力を低減させることができる。

[0086] また、各スリット165dは、スリット165dの端部から第1バックヨーク部165bの端部までの部位（以下、ブリッジ脚部165fという）が、回転電機1が回転したときに分割コア16に掛かる回転トルクや車両が例えば側面衝突したときに分割コア16に掛かる軸方向力により破断しないように形成されている。すなわち、ブリッジ脚部165fの周方向の長さcbは、上述の回転トルクや軸方向力から決定されている。各スリット165dは、スリット幅が、鋼板の厚さ（t）の2倍より小さい場合、例えばt=0

、3 mmのときスリット幅が0.6 mmより狭い場合は、エッチング加工やレーザ加工が必要であるが、例えば0.6 mmから0.8 mmと比較的広いので、プレス加工により形成される。なお、第1バックヨーク部165bに形成されるスリット165dは、図8に示した形状に限定されるべきではなく、第1バックヨーク部165b上を周方向に延在していれば種々の形状が適用可能である。

[0087] 図9に示すように、分割コア16において、第1コアプレート165は、該第1コアプレート165の第1バックヨーク部165bの外周165cが、第2コアプレート166の第2バックヨーク部166bの外周166cよりも半径方向外方に突き出るように形成されている。この突出長さ、すなわち第1バックヨーク部165bの外周165cから第2バックヨーク部166bの外周166cまでの距離 s_b は、保持リング15の円筒部151との締め代以上となるように形成されている。

[0088] これにより、図10に示すように、複数の分割コア16は、第1バックヨーク部165bの外周165cが、第2バックヨーク部166bの外周166cよりも締め代以上の距離 s_b だけ半径方向外方に突き出た状態で保持リング15の円筒部151に嵌着されるので、保持リング15の円筒部151の内周面には、第2バックヨーク部166bの外周166cは当接せず、第1バックヨーク部165bの外周165cのみが当接する。

[0089] また、図9に示すように、分割コア16において、第1コアプレート165における分割コア16のティース部161aを構成する部分（以下、第1ティース部165aという）は、第2コアプレート166における分割コア16のティース部161aを構成する部分（以下、第2ティース部166aという）と同一の形状に形成されているが、第1コアプレート165の第1バックヨーク部165bは、第2コアプレート166の第2バックヨーク部166bに対し、夫々の外周165c、166cの長さ u_{b1} 、 u_{b2} は略同一のままで、周方向に所定長 v_b 分だけずれるように形成されている。

[0090] これにより、図11に示すように、複数の分割コア16は、互いに隣接す

る分割コア 16 を夫々構成する第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b の周方向端面同士の当接位置 r_1 と、第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 166b の周方向端面同士の接合位置 r_2 とが周方向にずれた状態で、第 1 コアプレート 165 および第 2 コアプレート 166 が交互に積層されて構成され、保持リング 15 の円筒部 151 に嵌着されている。そして、隣接する第 1 バックヨーク部 165b の周方向端面同士が当接され、第 2 バックヨーク部 166b の周方向端面部に挟持されている。隣接する第 2 バックヨーク部 166b の周方向端面同士は軽く接合されてもよいが、微小隙間を持って接合されていてもよい。

[0091] また、第 2 コアプレート 166 は、該第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 166b の外周 166c の長さ u_{b2} が、第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b の外周 165c の長さ u_{b1} よりも僅かに短くなるように形成してもよい。これにより、図 12 に示すように、複数の分割コア 16 は、互いに隣接する分割コア 16 を夫々構成する第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b の周方向端面同士が当接し、第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 166b の周方向端面同士間に空隙 x が生じる状態で、第 1 コアプレート 165 および第 2 コアプレート 166 が交互に積層されて構成される。

[0092] 各々の分割コア 16 は、図 13 に示すように、電磁鋼板をプレス加工により打ち抜いて形成した第 1 コアプレート 165 および第 2 コアプレート 166 が、型 167 内にて位置決めされて順次積層されダボカシメで結合されて形成される。ここで、上述したように、ブリッジ部 165e は、スリット 165d が緩衝部位となって保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧を受けることになる。しかし、各々の分割コア 16 において、第 1 コアプレート 165 のブリッジ部 165e は第 2 コアプレート 166 に挟持されることになるので、ブリッジ部 165e が圧縮荷重により軸方向に折れ曲がる座屈の発生は防止される。

[0093] よって、分割コア 16 を型 167 内にて形成するとき、少なくとも最下層

および最上層のコアプレートは、スリット 1 6 5 d を有していない第 2 コアプレート 1 6 6 とすることにより、座屈しやすいブリッジ部 1 6 5 e がスリット 1 6 5 d によって形成された第 1 コアプレート 1 6 5 を、座屈が生じやすい分割コア 1 6 の両端に配置しないので、ブリッジ部 1 6 5 e の座屈を防止することができる。上述の理由からブリッジ部 1 6 5 e をダボカシメして強度補強する必要はなく、分割コア 1 6 は、第 1、第 2 コアプレート 1 6 5, 1 6 6 が第 1、第 2 バックヨーク部 1 6 5 b, 1 6 6 b におけるスリット 1 6 5 d よりも半径方向内方の周方向の 2 箇所の点 Q と第 1、第 2 ティース部 1 6 5 a, 1 6 6 a の略中央の 1 箇所の点 R においてダボカシメで結合して構成されている。

[0094] また、第 1 コアプレート 1 6 5 は、第 1 バックヨーク部 1 6 5 b の外周 1 6 5 c が、第 2 バックヨーク部 1 6 6 b の外周 1 6 6 c よりも距離 s_b だけ半径方向外方に突き出ているので、第 1 コアプレート 1 6 5 に対して第 2 コアプレート 1 6 6 を型 1 6 7 内にて位置決めすることが困難である。このため、第 1 コアプレート 1 6 5 の第 1 バックヨーク部 1 6 5 b の外周 1 6 5 c には、第 2 コアプレート 1 6 6 との積層時の位置決め用の 2 つ（3 つとしてもよい）の切り欠き 1 6 5 f が、第 2 コアプレート 1 6 6 の第 2 バックヨーク部 1 6 6 b の外周 1 6 6 c まで達するように形成されている。

[0095] そして、型 1 6 7 内には、切り欠き 1 6 5 f に入り込んで第 1、第 2 バックヨーク部 1 6 5 b, 1 6 6 b の外周 1 6 5 c, 1 6 6 c に当接して位置決めする位置決め部材として 2 つ（3 つ）の第 1 突出部 1 6 7 a と、第 1、第 2 ティース部 1 6 5 a, 1 6 6 a の周方向の両側部に当接して位置決めする位置決め部材として 2 つの第 2 突出部 1 6 7 b とが設けられている。なお、第 2 コアプレート 1 6 6 の第 2 バックヨーク部 1 6 6 b の外周 1 6 6 c においても、切り欠き 1 6 5 f に対応する位置に微小な切り欠きを形成しておくことにより、型 1 6 7 内での第 1 コアプレート 1 6 5 に対する第 2 コアプレート 1 6 6 の位置決め精度をさらに向上させることができる。

[0096] 上述したように、複数の分割コア 1 6 は、円筒部 1 5 1 の内周面に焼き嵌

めにより取り付けられる。保持リング 15 は所定温度に加熱されて、その内径が拡張される。加熱された円筒部 151 に対し、分割コア 16 のバックヨーク部 161b を互いに当接させて、複数の分割コア 16 を円環状に並べた状態で挿入していく。分割コア 16 が円筒部 151 内に挿入された後、保持リング 15 は冷却されて収縮し、各々の分割コア 16 を強固に保持することができる。

[0097] また、分割コア 16 を保持リング 15 内に取り付ける方法として、常温における圧入を適用してもよい。さらに、圧入により分割コア 16 を保持リング 15 内に保持させる場合、分割コア 16 と円筒部 151 との間に接着剤を介在させ、その保持力を増大させてもよい。分割コア 16 が取り付けられた保持リング 15 は、モータハウジング 11 に固定される。取付フランジ 153 をモータハウジング 11 のボス部 112 に当接させた後、取付ボルト 17 を取付穴 154 に挿通し、ボス部 112 に螺合させることにより、取付フランジ 153 はモータハウジング 11 に取り付けられる。

[0098] 図 14 (A) は、本実施形態の保持リング 15 の円筒部 151 と分割コア 16 との締め代 V と面圧 P との関係を示す図、図 14 (B) は、従来の保持リング 5 の円筒部 51 と分割コア 6 との締め代 V と面圧 P との関係を示す図である。図 15 (A) は、本実施形態の分割コア 16 が保持リング 15 に取り付けられた場合に発生する最小主応力分布を、有限要素法 (FEM) を用いて解析した結果を示す図であり、左半分は第 1 コアプレート 165 の最小主応力分布を示し、右半分は第 2 コアプレート 166 の最小主応力分布を示している。図 15 (B) は、従来の分割コア 6 が保持リング 5 に取り付けられた場合に発生する最小主応力分布を、有限要素法 (FEM) を用いて解析した結果を示す図である。図 15 において、領域に付されている数字が小さいほど、最小主応力は高く、領域に付されている数字が大きいほど、最小主応力は低くなる。

[0099] 図 14 (A), (B) に示す面圧 P_1 , P_1 は、保持リング 5, 15 の円筒部 51, 151 に対し分割コア 6, 161 を周方向および軸方向に保持可

能、すなわち保持リング 5, 15 の円筒部 5 1, 15 1 に対し分割コア 6, 16 1 が周方向に回転せず軸方向に抜けない最小の面圧を表している。また、面圧 P_2 , P_3 は、保持リング 5, 15 の円筒部 5 1, 15 1 の引張限界、すなわち保持リング 5, 15 の円筒部 5 1, 15 1 が破断する最大の面圧を表している。本実施形態の場合、保持リング 15 の円筒部 15 1 の軸方向の断面積は、従来の保持リング 5 の円筒部 5 1 の軸方向の断面積の略半分になっているため、面圧 P_2 は面圧 P_3 に対し略半分になっている。そして、本実施形態の分割コア 16 1 においては、保持リング 15 の円筒部 15 1 からの面圧 P によりブリッジ部 16 1 e が撓むので、締め代 V により本実施形態の保持リング 15 の円筒部 15 1 に掛かる負荷は、同一の締め代 V により従来の保持リング 5 の円筒部 5 1 に掛かる負荷よりも小さくなる。

[0100] 本実施形態においては、締め代 V を大きくしても面圧 P の増加を抑えることができる。すなわち、従来は、締め代を V_4 にしたときに最大の面圧 P_3 1 ($< P_3$) に達していたが、本実施形態では、締め代 V_4 より 1.5 倍以上大きい締め代 V_2 にしたときに面圧 P_3 1 の半分の最大の面圧 P_2 1 ($< P_2$) に達している。このように本実施形態の締め代の成立範囲 $V_1 \sim V_2$ を従来の締め代の成立範囲 $V_3 \sim V_4$ よりも拡張することができる。よって、回転電機 1 の各々の部材の寸法上のばらつきの許容範囲（加工公差）は従来のものよりも広がるので、保持リング 15 の円筒部 15 1 と分割コア 16 との面圧が過度に増大することを抑制することができる。

[0101] そして、図 15 (A), (B) から明らかなように、従来の分割コア 6 のバックヨーク部 6 2 に発生した応力は過大な応力（圧縮応力）となっていたが（図 15 (B) 示）、本実施形態の分割コア 16 のバックヨーク部 16 1 b に発生した応力は、第 1 コアプレート 16 5 のブリッジ部 16 5 e（点線の長円 a で囲まれた部分）が過大な応力（圧縮応力）となり、その他の部分、特に第 1 コアプレート 16 5 の第 1 バックヨーク部 16 5 b の中央部（点線の楕円 b で囲まれた部分）並びに第 2 コアプレート 16 6 の第 2 ティース部 16 6 a および第 2 バックヨーク部 16 6 b の応力は極めて低減された応

力（圧縮応力）となる（図 15（A）示）。よって、本実施形態の分割コア 16 のバックヨーク部 161b の鉄損は、従来の分割コア 6 のバックヨーク部 62 の鉄損よりも低減される。

[0102] 以上説明したように、第 2 の実施形態の回転電機 1 によれば、各々の分割コア 16 は、複数の第 1 コアプレート 165 および複数の第 2 コアプレート 166 が所定の順で積層されることにより構成され、第 1 コアプレート 165 は、該第 1 コアプレート 165 の外周 165c が第 2 コアプレート 166 の外周 166c よりも半径方向外方に突出するように形成され、第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b にスリット 165d が第 1 バックヨーク部 165b の周方向両端部を残して貫設されている。

[0103] これにより、保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧は、第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 166b よりも突出している第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b のみが受けることになる。したがって、第 1 コアプレート 165 に形成されたスリット 165d が緩衝部位となってブリッジ部 165e が保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧を受けることになるので、ブリッジ部 165e を除く第 1 バックヨーク部 165b が保持リング 15 の円筒部 151 から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。

[0104] さらに、面圧を受ける第 1 コアプレート 165 は、面圧を受けない第 2 コアプレート 166 により挟み込まれて保持リング 15 に固定されているので、ブリッジ部 165e の軸方向の動きを抑えることができ、ブリッジ部 165e 同士をダボカシメや接着等により固定しなくても、ブリッジ部 165e が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができる。よって、保持リング 15 による分割コア 16 の保持力の維持と、バックヨーク部 161b 内部の鉄損の低減による回転電機 1 の効率向上およびバックヨーク部 161b の座屈の防止による回転電機 1 の損傷防止とを両立させることができる。

[0105] また、第 2 の実施形態の回転電機 1 によれば、スリット 165d は、ブリッジ部 165e の半径方向の厚さが、保持リング 15 の円筒部 151 の半径

方向の厚さの2倍になるように形成されている。ブリッジ部165eが保持リング15の円筒部151からの面圧を受けることになるが、第1コアプレート165と第2コアプレート166が同じ枚数ずつ積層される場合、ブリッジ部165eの半径方向の厚さを保持リング15の円筒部151の半径方向の厚さの2倍にすることにより、ブリッジ部165eを除く第1バックヨーク部165bで発生する応力を低減、例えば従来発生していた応力の半分にすることができる。保持リング15からの見かけ上の分割コア16の剛性は低下することになるので、保持リング15の円筒部151の半径方向の厚さを従来の円筒部51の半径方向の厚さよりも薄くすることができ、その結果、分割コア16の外径を円筒部151の半径方向の厚さを薄くした分だけ広げてその部分にブリッジ部165eを形成することができる。

- [0106] モータハウジング11の小型化が進む中、保持リング15の円筒部151の外径は一定以上に大きくすることができないが、保持リング15の円筒部151の外径は従来の円筒部51の外径のままで、保持リング15の円筒部151の半径方向の厚さを従来の円筒部51の半径方向の厚さの例えば1/2にし、分割コア16の外径を従来の円筒部51の半径方向の厚さの1/2だけ広げ、従来の円筒部51の半径方向の厚さの2倍の厚さのブリッジ部165eを形成し、保持リング15の円筒部151の剛性とブリッジ部165eの剛性とを略等しくすることができ、ブリッジ部165eで保持リング15の円筒部151からの面圧を受けることができる。ブリッジ部165eを有する第1コアプレート165はブリッジ部165eの無い第2コアプレート166に挟み込まれているので、ブリッジ部165eの厚さが従来の円筒部51の半径方向の厚さの2倍となることでブリッジ部165eの鉄損が大きくなっても全体の鉄損には影響せず特に問題はない。よって、回転電機1の大きさは従来の回転電機の大きさと同じままで、ブリッジ部165e以外の第1バックヨーク部165bの面積（体積）を従来と略同一にして磁束の流れを従来と同様に確保でき、保持リング15による分割コア16の保持力の維持と、バックヨーク部161b内部の鉄損の低減による回転電機1の効

率向上およびバックヨーク部 161b の座屈の防止による回転電機 1 の損傷防止とを両立させることができる。

[0107] また、第 2 の実施形態の回転電機 1 によれば、スリット 165d は、保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧が大きくなるほど、保持リング 15 の円筒部 151 の半径方向の厚さに対するブリッジ部 165e の半径方向の厚さの割合が大きくなるように形成されている。これにより、ブリッジ部 165e の強度が向上するので、保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧が大きくなっても該面圧を受けることができ、ブリッジ部 165e を除く第 1 バックヨーク部 165b で発生する応力を低減させることができる。

[0108] また、第 2 の実施形態の回転電機 1 によれば、第 1 コアプレート 165 は、該第 1 コアプレート 165 の外周 165c から第 2 コアプレート 166 の外周 166c までの距離 s_b が締め代以上となるように形成されている。これにより、保持リング 15 の円筒部 151 からの面圧は、常に、第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 166b には掛からず、第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b のみが受けることになるので、第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 166b で発生する応力を確実に低減し、第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 166b 内部の鉄損を低減することができる。

[0109] また、第 2 の実施形態の回転電機 1 によれば、複数の分割コア 16 は、互いに隣接する分割コア 16 を夫々構成する第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b の周方向端面同士の当接位置 r_1 と、第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 166b の周方向端面同士の接合位置 r_2 とが周方向にずれるように、第 1 コアプレート 165 および第 2 コアプレート 166 が所定の順で積層されて構成され保持リング 15 に嵌着されている。これにより、第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b は、隣接する第 2 コアプレート 166 の第 1 バックヨーク部 166b に挟持されることになるので、第 1 コアプレート 165 の第 1 バックヨーク部 165b の周方向端面が、隣接する第 2 コアプレート 166 の第 2 バックヨーク部 16

6 bの周方向端面に当たって拗れることはなく、第2バックヨーク部166 bの周方向端面同士の当接を確実にすることができる。

[0110] また、第2の実施形態の回転電機1によれば、複数の分割コア16は、互いに隣接する分割コア16を夫々構成する第1コアプレート165の第1バックヨーク部165 bの周方向端面同士が当接し、第2コアプレート166の第2バックヨーク部166 bの周方向端面同士間に空隙が生じるように、第1コアプレート165および第2コアプレート166が所定の順で積層されて構成され保持リング15に嵌着されている。これにより、保持リング15の円筒部151からの面圧は、互いに隣接する分割コア16を夫々構成する第2コアプレート166の第2バックヨーク部166 b間において殆ど伝播することではなく、第2コアプレート166の第2バックヨーク部166 b内部の鉄損の増大を防止することができる。

[0111] また、第2の実施形態の回転電機1によれば、スリット165 dはプレス加工により第1コアプレート165に形成され、積層された複数の第1コアプレート165および複数の第2コアプレート166はダボカシメされている。スリット165 dの半径方向の幅をプレス加工可能なように広くした場合、ブリッジ部165 eが保持リング15の円筒部151から受ける圧縮荷重により座屈して軸方向に折れ曲がりやすくなる。しかし、面圧を受ける第1コアプレート165は、面圧を受けない第2コアプレート166により挟み込まれて保持リング15に固定されているので、ブリッジ部165 eの軸方向の動きを抑えて座屈を防止することができ、この結果、スリット165 dの半径方向の幅をプレス加工可能なように広くすることができる。よって、スリット165 dの形成および第1コアプレート165および第2コアプレート166の表裏面におけるダボカシメ用の凹凸部の形成を一連のプレス加工のみにより対応できるため、分割コア16の製造コストを低減することができる。

[0112] また、第2の実施形態の回転電機1によれば、第1コアプレート165の外周165 cには、第2コアプレート166との積層時の位置決め用の切り

欠き 165 f が、第 2 コアプレート 166 の外周 166 c まで達するように形成されている。複数の第 1 コアプレート 165 および複数の第 2 コアプレート 166 は型 167 内にて積層するが、第 1 コアプレート 165 は該第 1 コアプレート 165 の外周 165 c が第 2 コアプレート 166 の外周 166 c よりも半径方向外方に突出するように形成されているので、第 1 コアプレート 165 の外周 165 c のみが型 167 の内壁に当接し、第 2 コアプレート 166 の外周 166 c は型 167 の内壁に当接しないことになる。このため、複数の第 1 コアプレート 165 および複数の第 2 コアプレート 166 は型 167 内にて高精度に積層することが困難となる。

[0113] しかし、第 2 コアプレート 166 の外周 166 c まで達する位置決め用の切り欠き 165 f が第 1 コアプレート 165 の外周 165 c に形成されているので、位置決め用の切り欠き 165 f に嵌まる位置決め部材として第 1 突出部 167 a を型 167 の内壁に設けておくことにより、複数の第 1 コアプレート 165 および複数の第 2 コアプレート 166 は型 167 内にて高精度に積層することができる。

[0114] また、第 2 の実施形態の回転電機 1 によれば、積層された分割コア 16 は、両端に第 2 コアプレート 166 が積層されることにより構成されている。これにより、積層両端の第 2 コアプレート 166 よりも内層側に第 1 コアプレート 165 が挟み込まれるので、第 1 コアプレート 165 のブリッジ部 165 e の軸方向の動きを抑えることができ、ブリッジ部 165 e が座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができる。

[0115] また、第 2 の実施形態の回転電機 1 によれば、各々の分割コア 16 は、複数の第 1 コアプレート 165 および複数の第 2 コアプレート 166 が所定の順で積層されることにより構成され、第 1 コアプレート 165 は、該第 1 コアプレート 165 の外周 165 c が第 2 コアプレート 166 の外周 166 c よりも半径方向外方に突出するように形成され、少なくとも第 1 バックヨーク部 165 b の円周方向中央部分において円周方向が長手方向となるスリット 165 d が形成されている。これにより、保持リング 15 の円筒部 15 1

からの面圧は、第2コアプレート166の第2バックヨーク部166bよりも突出している第1コアプレート165の第1バックヨーク部165bのみが受けることになる。したがって、第1コアプレート165に形成されたスリット165dが緩衝部位となってブリッジ部165eが保持リング15の円筒部151からの面圧を受けることになるので、ブリッジ部165eを除く第1バックヨーク部165bが保持リング15の円筒部151から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。

[0116] さらに、面圧を受ける第1コアプレート165は、面圧を受けない第2コアプレート166により挟み込まれて保持リング15に固定されているので、ブリッジ部165eの軸方向の動きを抑えることができ、ブリッジ部165e同士をダボカシメや接着等により固定しなくても、ブリッジ部165eが座屈して軸方向に折れ曲がることを防止することができる。よって、保持リング15による分割コア16の保持力の維持と、バックヨーク部161b内部の鉄損の低減による回転電機1の効率向上およびバックヨーク部161bの座屈の防止による回転電機の損傷防止とを両立させることができる。

[0117] また、第2の実施形態の回転電機1によれば、スリット165dは、その円周方向における長さが、第1コアプレート165の第1ティース部165aの円周方向長さ以上となるように形成されている。スリット165dが円周方向に長いほど、ブリッジ部165eを除く第1バックヨーク部165bが保持リング15の円筒部151から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、第1バックヨーク部165b内部の鉄損をさらに低減させて回転電機1の効率を大幅に向上させることができ、また第1バックヨーク部165bの座屈を防止して回転電機1の損傷を防止することができる。

[0118] また、第2の実施形態の回転電機1によれば、スリット165dは、第1コアプレート165の第1バックヨーク部165bの外周縁部に貫設されている。これにより、保持リング15の円筒部151からの面圧は第1バックヨーク部165bの外周縁部に設けられたブリッジ部165eのみで受ける

ことになるので、第1バックヨーク部165bの大部分において保持リング15の円筒部151から受ける面圧を低減して発生する応力を低減することができる。よって、保持リング15による分割コア16の保持力の維持と、第1バックヨーク部165b内部の鉄損の低減による回転電機1の効率向上および第1バックヨーク部165bの座屈の防止による回転電機1の損傷防止とを両立させることができる。

[0119] なお、本発明は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、次のように変形または拡張することができる。本発明は、複数の電磁鋼板を積層して形成された分割コアのみではなく、金属磁性粉末を加圧成形して形成した分割コアにも適用可能である。

産業上の利用可能性

[0120] 本発明に係る回転電機1は、同期モータ、誘導モータ、直流モータ等の家庭用電器に設けられるモータあるいは一般的な産業用機械を駆動するモータに適用可能である。

符号の説明

[0121] 1：回転電機、11：モータハウジング（ハウジング）、13：ロータ、14：ステータ、15：保持リング、16：分割コア、151：円筒部、161a：ティース部、161b：バックヨーク部、161c：外周面、161d：スリット、161e：ブリッジ部、165：第1コアプレート、165a：第1ティース部、165b：第1バックヨーク部、165c：外周、165d：スリット、165e：ブリッジ部、165f：切り欠き、166：第2コアプレート、166a：第2ティース部、166b：第2バックヨーク部、166c：外周、167：型。

請求の範囲

[請求項1]

ハウジングに対し回転可能に取り付けられたロータと、
前記ロータに対し半径方向外方に対向して設けられ、円筒部を有し
前記ハウジングに取り付けられた保持リング、および電磁鋼板製のコ
アプレートを積層して構成され、各々コイルが巻回されるとともに前
記円筒部の内周面に固定された複数の分割コアを有するステータと、
を備え、
各々の前記分割コアは、前記保持リングに取り付けられた状態にお
いて、半径方向に延び、コイルが巻回されたティース部と、
前記ティース部の半径方向外方に接続され、円周方向に延在したバ
ックヨーク部と、を有しており、
複数の前記分割コアは、隣接する前記バックヨーク部の端面が互い
に当接して円環状に配置された状態で、前記保持リングの円筒部の内
周に圧入又は焼き嵌めにより締め代を持って面圧を付与されて前記保
持リングに嵌着されている回転電機であって、
前記分割コアの前記バックヨーク部にスリットが前記バックヨーク
部の周方向両端部を残して貫設されている回転電機。

[請求項2]

請求項1において、
前記スリットは、該スリットから前記バックヨーク部の外周までの
距離と前記保持リングの円筒部の内周から外周までの距離とが同じに
なるように形成されている回転電機。

[請求項3]

請求項1において、
前記スリットは、前記面圧が大きくなるほど、前記保持リングの円
筒部の内周から外周までの距離に対する前記スリットから前記バック
ヨーク部の外周までの距離の割合が大きくなるように形成されている
回転電機。

[請求項4]

請求項1～3の何れか一項において、
前記分割コアは、前記積層された各電磁鋼板同士が前記スリットか

ら前記バックヨーク部の外周までの間でダボカシメされている回転電機。

[請求項5] 請求項 1 ～ 3 の何れか一項において、
前記分割コアは、前記積層された各電磁鋼板同士が前記スリットから前記バックヨーク部の外周までの間で接着されている回転電機。

[請求項6] ハウジングに対し回転可能に取り付けられたロータと、
前記ロータに対し半径方向外方に対向して設けられ、円筒部を有し前記ハウジングに取り付けられた保持リング、および電磁鋼板製のコアプレートを積層して構成され、各々コイルが巻回されるとともに前記円筒部の内周面に固定された複数の分割コアを有するステータと、
を備え、

各々の前記分割コアは、前記保持リングに取り付けられた状態において、半径方向に延び、コイルが巻回されたティース部と、

前記ティース部の半径方向外方に接続され、円周方向に延在したバックヨーク部と、を有しており、

複数の前記分割コアは、隣接する前記バックヨーク部の端面が互いに当接して円環状に配置された状態で、前記保持リングの円筒部の内周に圧入又は焼き嵌めにより締め代を持って面圧を付与されて前記保持リングに嵌着され、

少なくとも前記バックヨーク部の円周方向中央部分において、前記バックヨーク部には円周方向を長手方向とするスリットが形成されている回転電機。

[請求項7] 請求項 6 において、
前記スリットの円周方向における長さは、前記ティース部の円周方向長さ以上である回転電機。

[請求項8] 請求項 1 ～ 7 の何れか一項において、
前記バックヨーク部の外周縁部に前記スリットが形成された回転電機。

- [請求項9] 請求項1において、
- 各々の前記分割コアは、複数の第1コアプレートおよび複数の第2コアプレートが所定の順で積層されることにより構成され、
- 前記第1コアプレートは、該第1コアプレートの外周が前記第2コアプレートの外周よりも半径方向外方に突出するように形成され、前記第1コアプレートの前記バックヨーク部にスリットが前記バックヨーク部の周方向両端部を残して貫設されている回転電機。
- [請求項10] 請求項9において、
- 前記第1コアプレートは、該第1コアプレートの外周から前記第2コアプレートの外周までの距離が前記締め代以上となるように形成されている回転電機。
- [請求項11] 請求項9又は10において、
- 複数の前記分割コアは、互いに隣接する前記分割コアを夫々構成する前記第1コアプレートの前記バックヨーク部の周方向端面同士の間接位置と前記第2コアプレートの前記バックヨーク部の周方向端面同士の間接位置とが周方向にずれるように、前記第1コアプレートおよび前記第2コアプレートが所定の順で積層されて構成され前記保持リングに嵌着されている回転電機。
- [請求項12] 請求項9～11の何れか一項において、
- 複数の前記分割コアは、互いに隣接する前記分割コアを夫々構成する前記第1コアプレートの前記バックヨーク部の周方向端面同士の間接し、前記第2コアプレートの前記バックヨーク部の周方向端面同士間に空隙が生じるように、前記第1コアプレートおよび前記第2コアプレートが所定の順で積層されて構成され前記保持リングに嵌着されている回転電機。
- [請求項13] 請求項9～12の何れか一項において、
- 前記スリットはプレス加工により前記第1コアプレートに形成され、積層された複数の前記第1コアプレートおよび複数の前記第2コア

プレートはダボカシメされている回転電機。

[請求項14]

請求項9～13の何れか一項において、

前記第1コアプレートの外周には、前記第2コアプレートとの積層時の位置決め用の切り欠きが、前記第2コアプレートの外周まで達するように形成されている回転電機。

[請求項15]

請求項9～14の何れか一項において、

複数の前記第1コアプレートおよび複数の前記第2コアプレートが所定の順で積層された前記分割コアは、両端に前記第2コアプレートが積層されることにより構成されている回転電機。

[請求項16]

ハウジングに対し回転可能に取り付けられたロータと、

前記ロータに対し半径方向外方に対向して設けられ、円筒部を有し前記ハウジングに取り付けられた保持リング、および電磁鋼板製のコアプレートを積層して構成され、各々コイルが巻回されるとともに前記円筒部の内周面に固定された複数の分割コアを有するステータと、を備え、

各々の前記分割コアは、前記保持リングに取り付けられた状態において、半径方向に延び、コイルが巻回されたティース部と、

前記ティース部の半径方向外方に接続され、周方向に延在したバックヨーク部と、を有しており、

複数の前記分割コアは、隣接する前記バックヨーク部の端面が互いに当接して円環状に配置された状態で、前記保持リングの円筒部の内周に圧入又は焼き嵌めにより締め代を持って面圧を付与されて前記保持リングに嵌着され、

各々の前記分割コアは、複数の第1コアプレートおよび複数の第2コアプレートが所定の順で積層されることにより構成され、

前記第1コアプレートは、該第1コアプレートの外周が前記第2コアプレートの外周よりも半径方向外方に突出するように形成され、少なくとも前記第1コアプレートの前記バックヨーク部の円周方向中央

部分において、前記バックヨーク部には円周方向を長手方向とするスリットが形成されている回転電機。

[請求項17]

請求項16において、

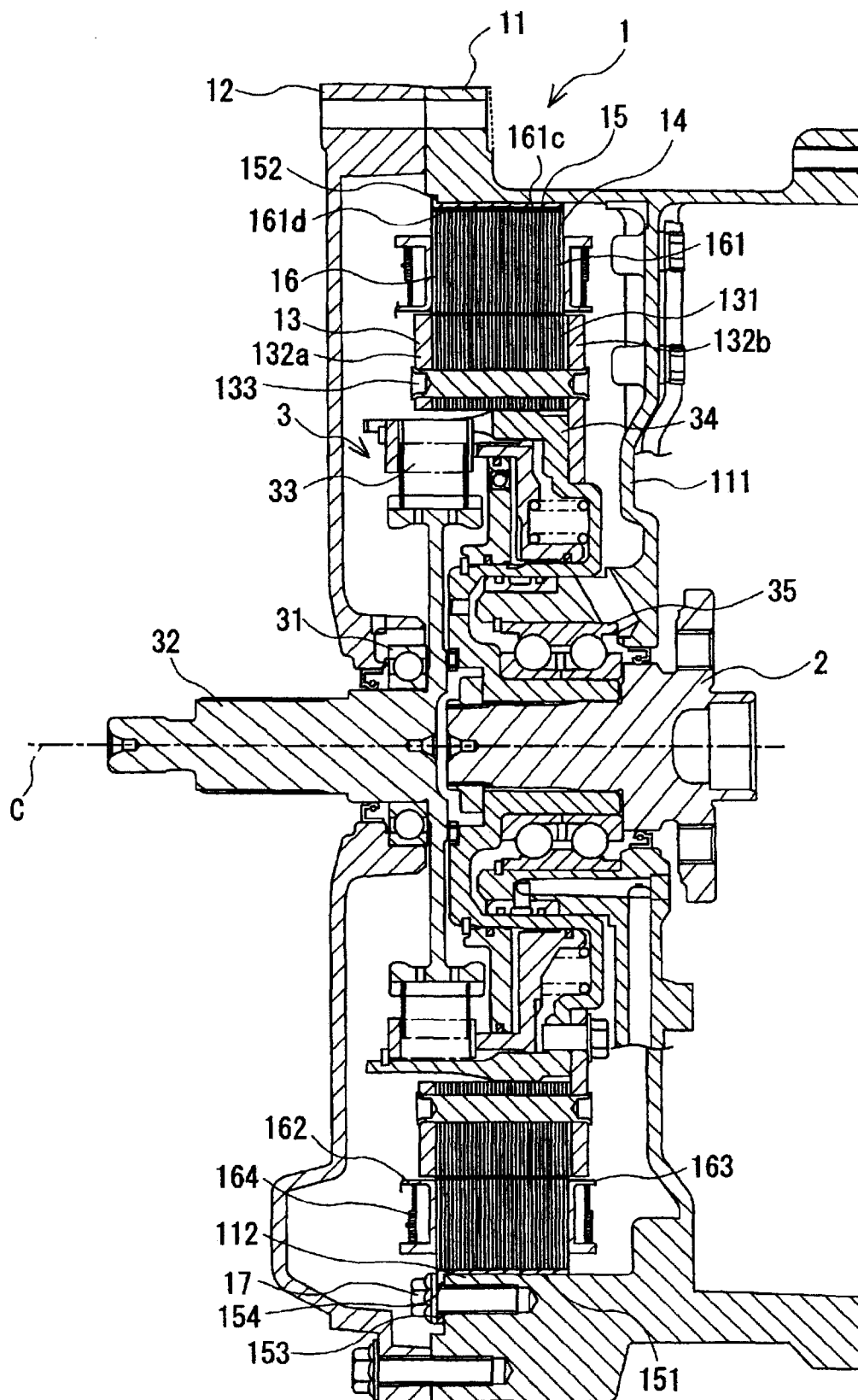
前記スリットの円周方向における長さは、前記第1コアプレートの前記ティース部の円周方向長さ以上である回転電機。

[請求項18]

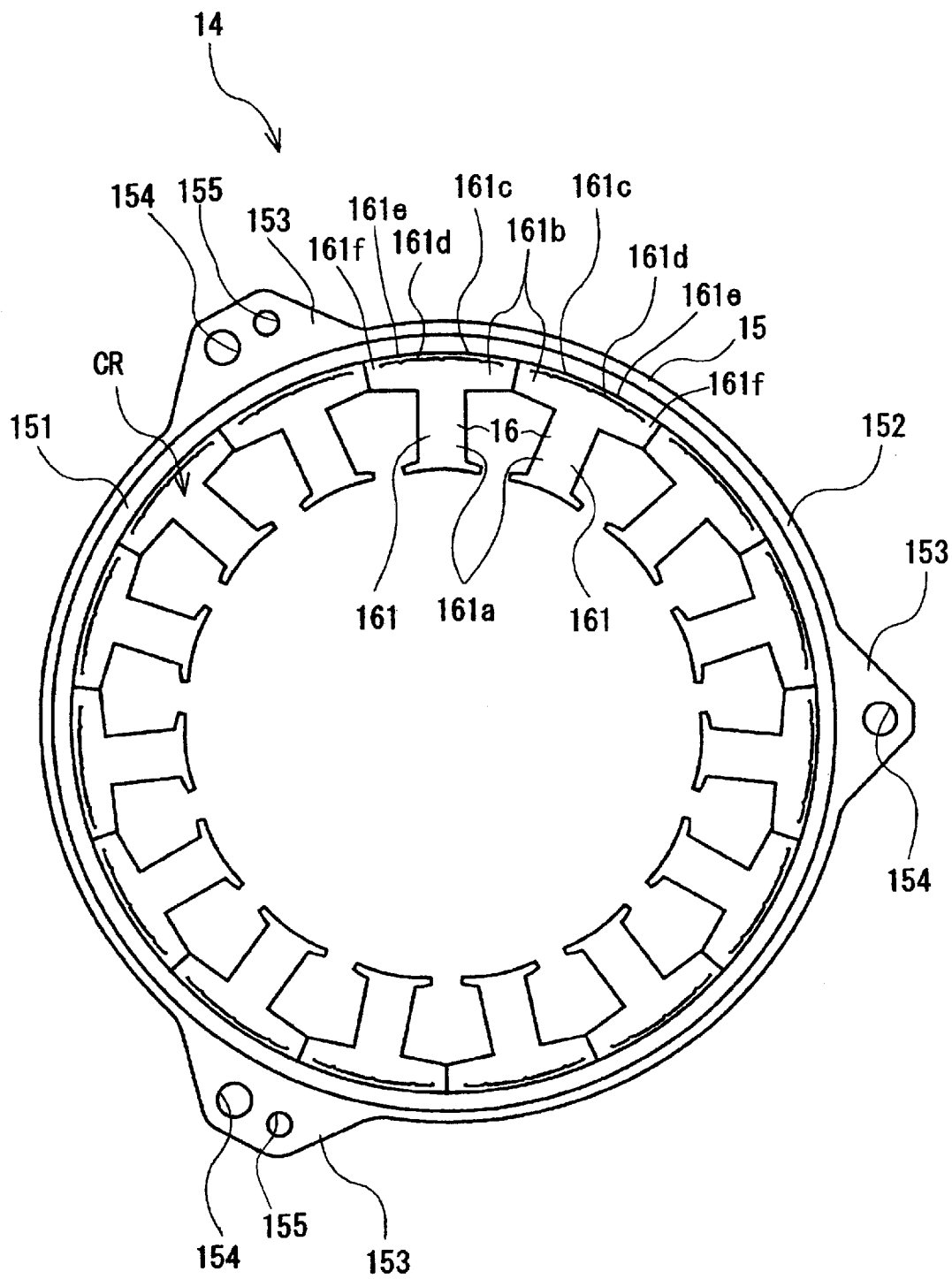
請求項9～17の何れか一項において、

前記第1コアプレートの前記バックヨーク部の外周縁部に前記スリットが形成された回転電機。

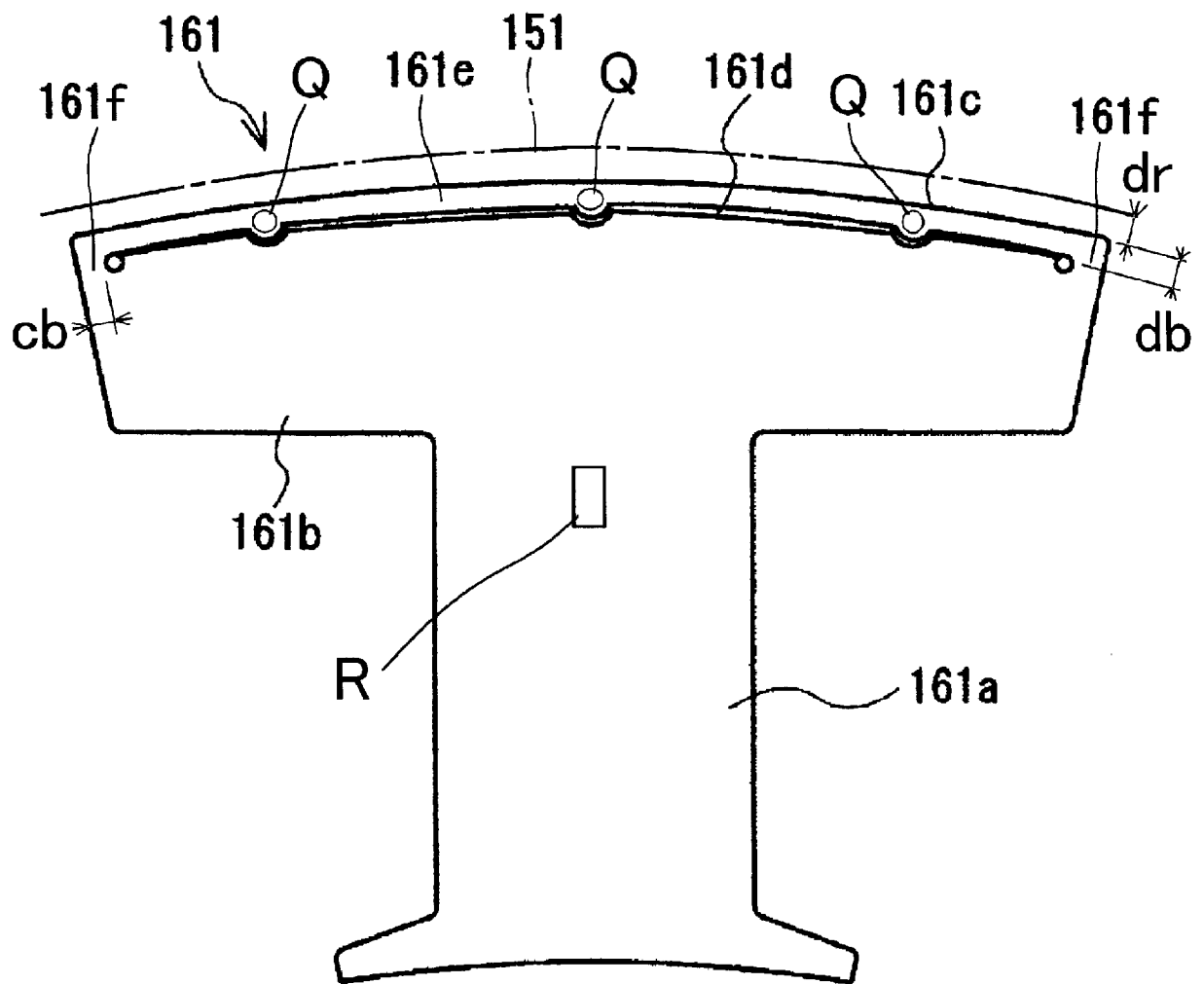
[図1]



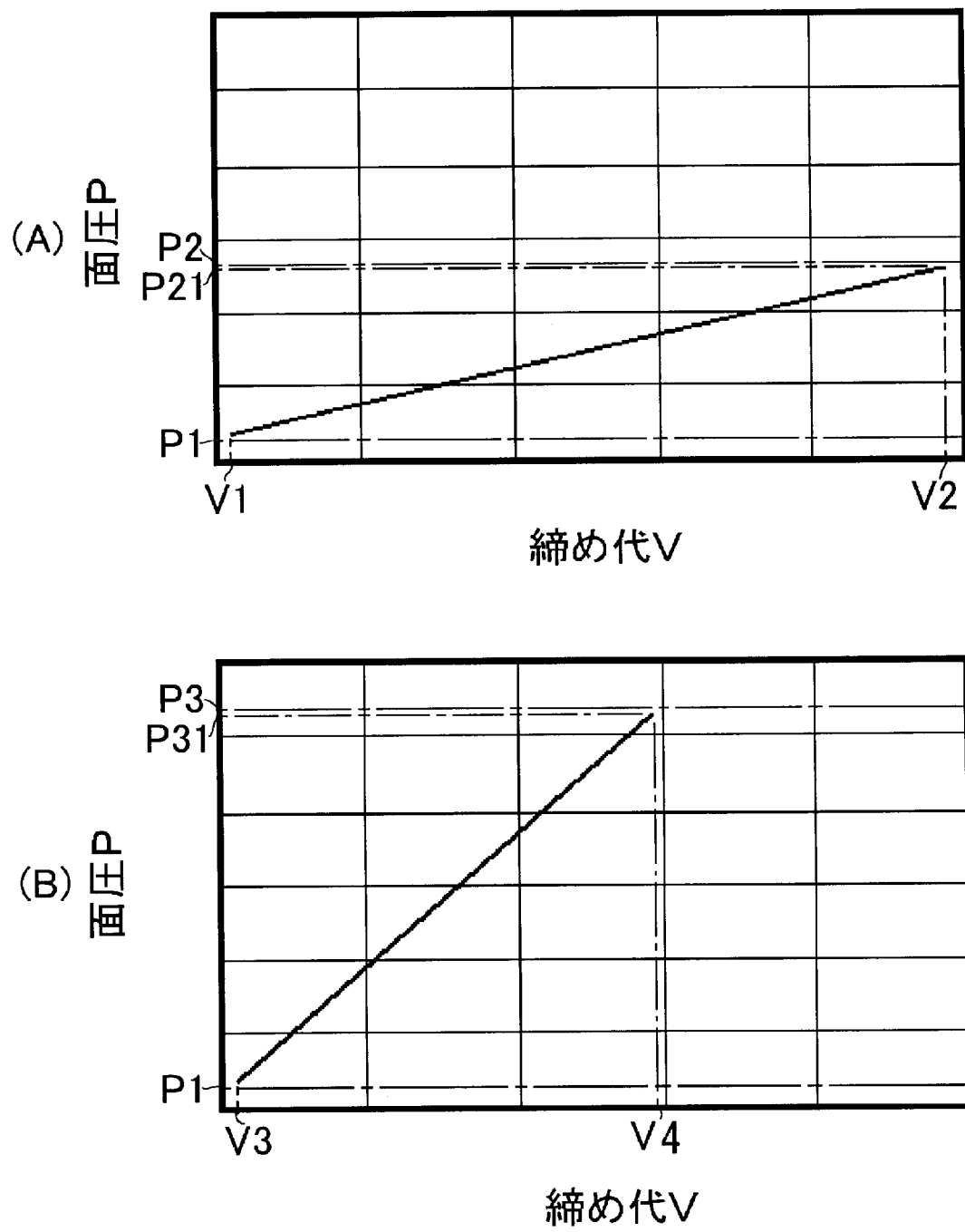
[図2]



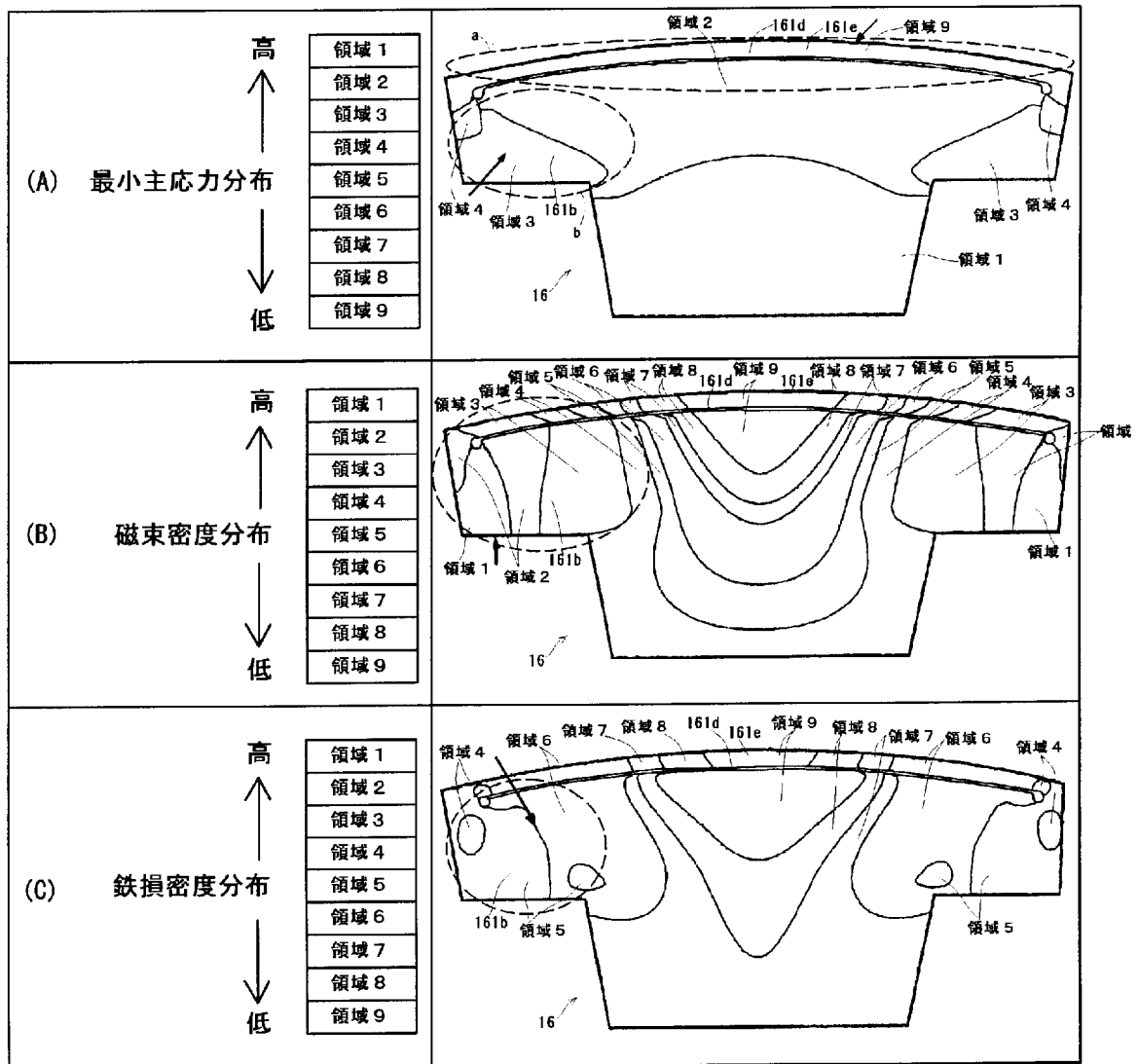
[図3]



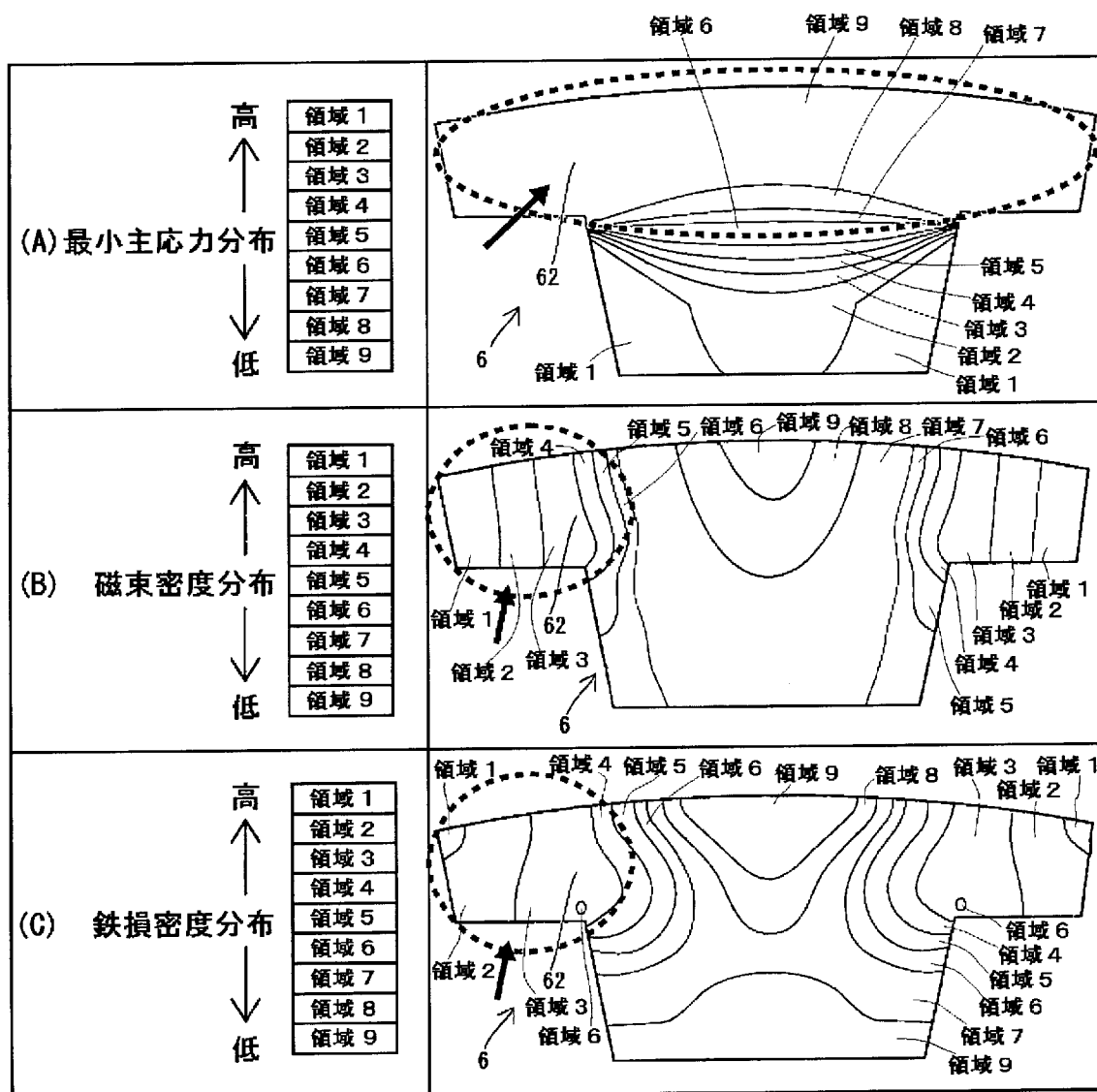
[図4]



[図5]

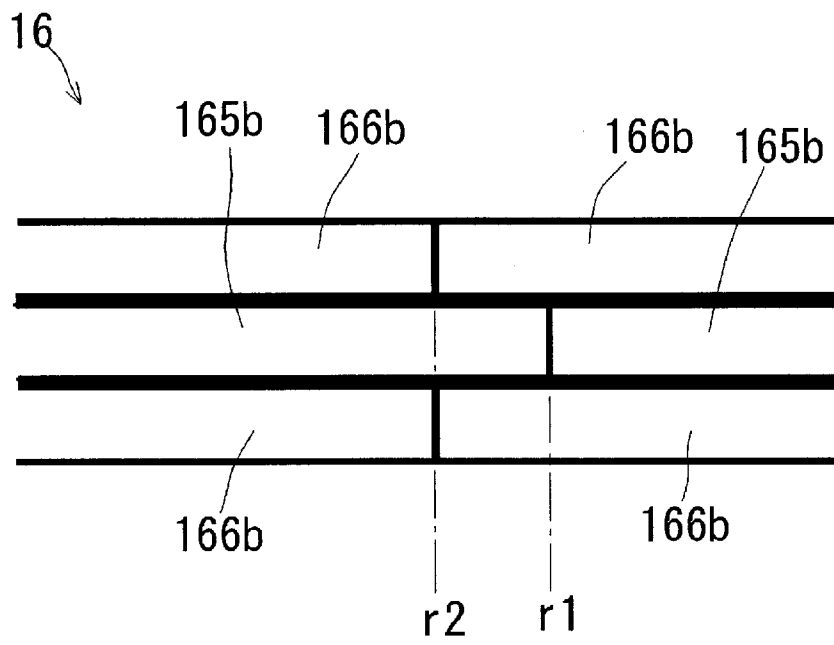


[図6]

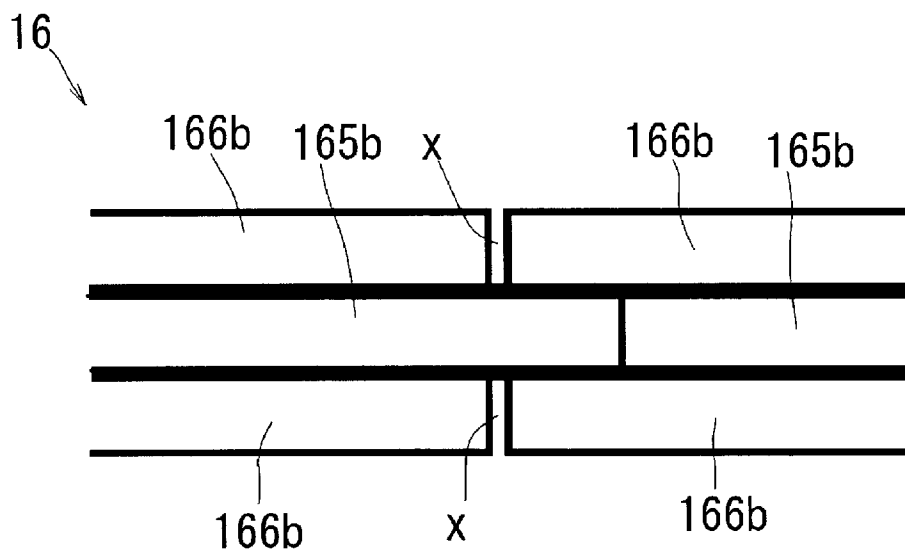


A cross-sectional view of a multi-layered structure 16. The structure consists of five horizontal layers. The top layer is labeled 166b. The second layer from the top is labeled 165b. The third layer from the top is labeled 165c. The fourth layer from the top is labeled 166c. The bottom layer is labeled 166b. The structure is shown in a perspective view, with a dashed line indicating a break in the middle. A dimension line at the bottom indicates a width 'sb'.

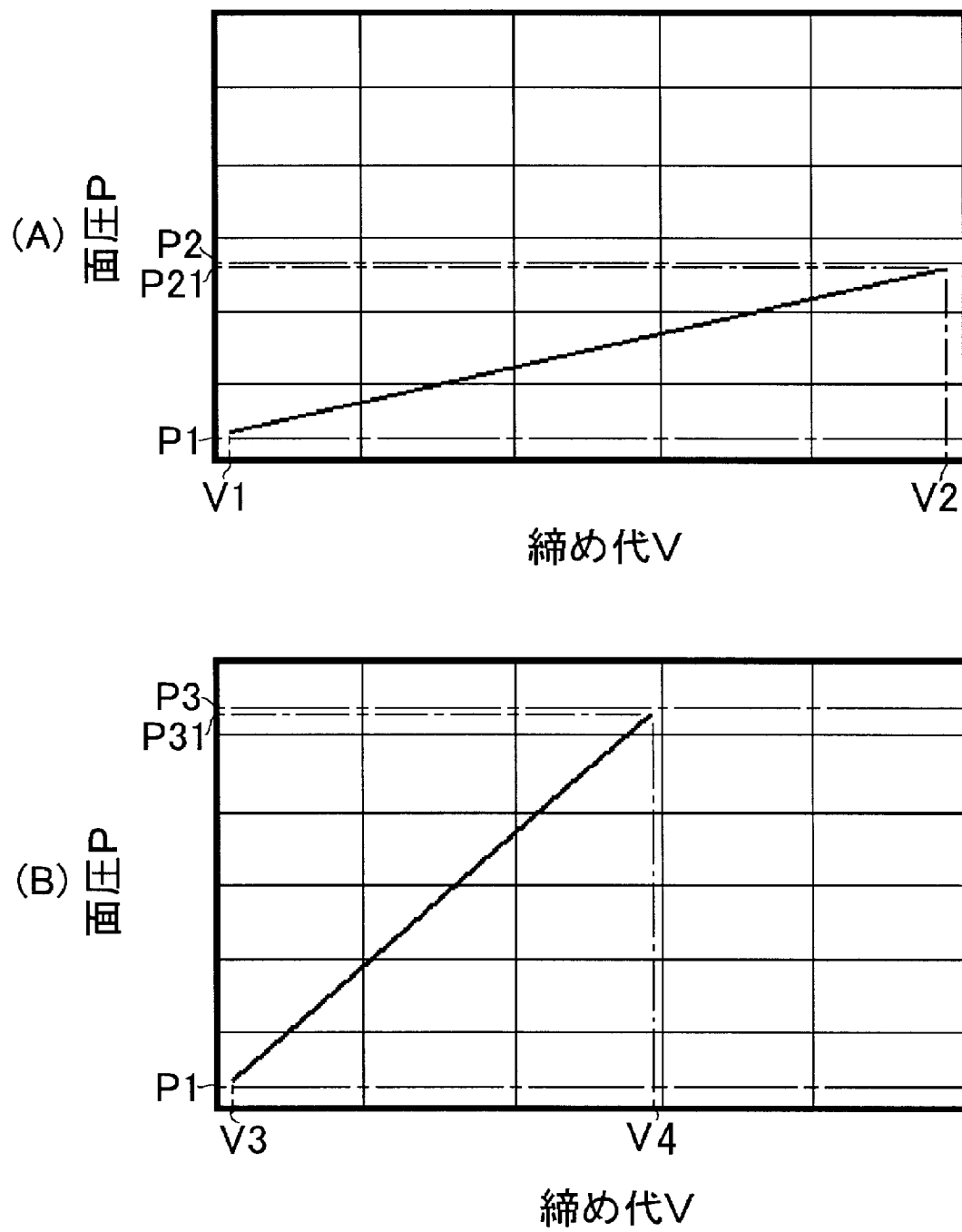
[図11]



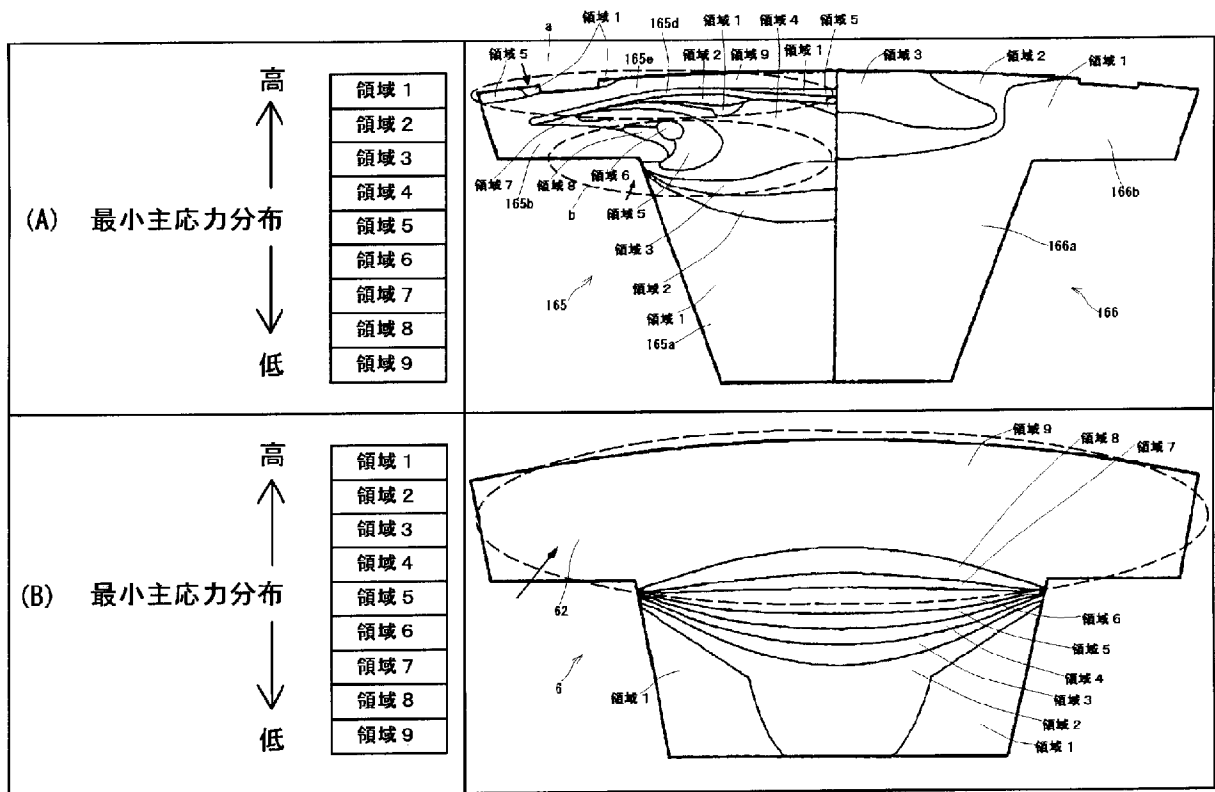
[図12]



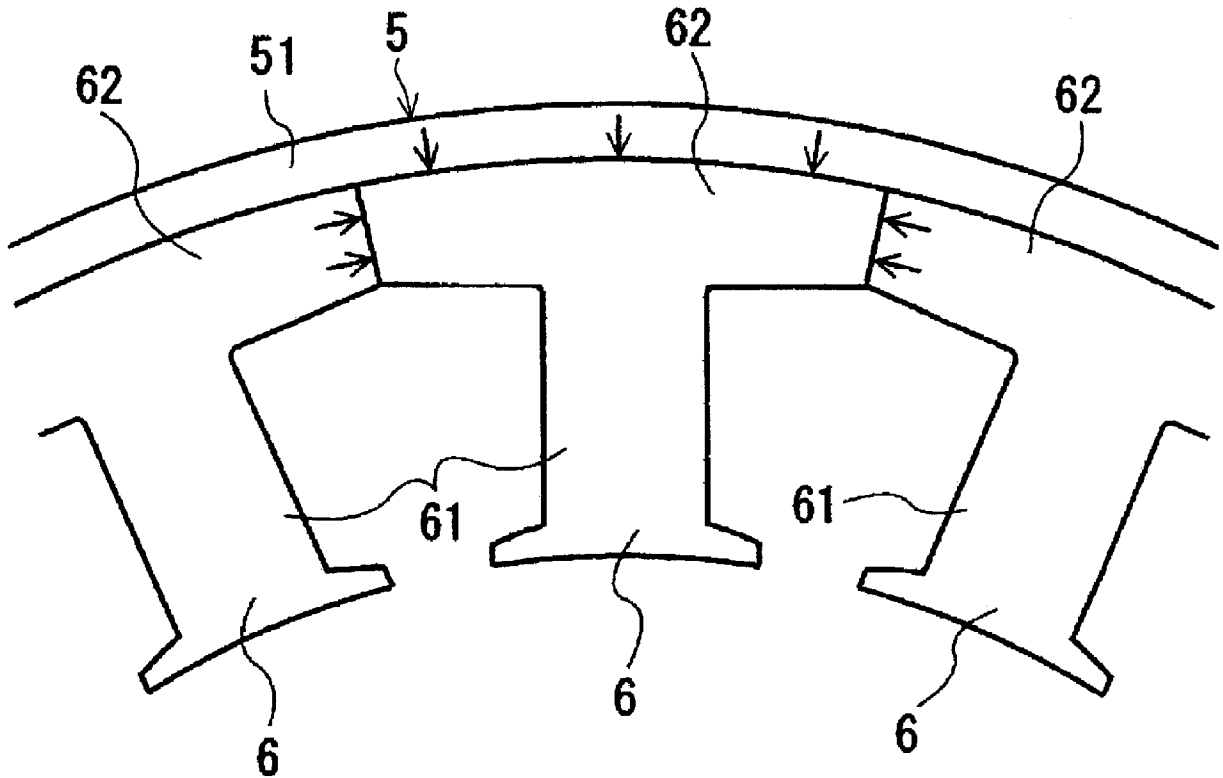
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/061257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

H02K1/18

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2010-114951 A (Toyota Motor Corp.), 20 May 2010 (20.05.2010), paragraphs [0002] to [0004]; fig. 15 to 16 (Family: none)	1-18
Y	JP 2009-136101 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 June 2009 (18.06.2009), paragraphs [0040] to [0043]; fig. 9 to 10 (Family: none)	1-18
Y	JP 2005-51941 A (Toyota Motor Corp.), 24 February 2005 (24.02.2005), paragraph [0050]; fig. 10 (Family: none)	1-18

☒ 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
26 July, 2011 (26.07.11)

Date of mailing of the international search report
02 August, 2011 (02.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/061257

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 2008-104325 A (Toyota Motor Corp.), 01 May 2008 (01.05.2008), paragraphs [0025] to [0053]; fig. 1 to 7 & US 2010/0007236 A1 & WO 2008/047942 A1	1-18
Y	JP 2008-220112 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 September 2008 (18.09.2008), entire text; all drawings (Family: none)	9-15
Y	JP 60-84934 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 May 1985 (14.05.1985), page 2, upper left column, line 16 to upper right column, line 1; fig. 3 (Family: none)	9-15
Y	JP 2007-104830 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 April 2007 (19.04.2007), paragraphs [0030] to [0046]; fig. 7 to 8 (Family: none)	11,12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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（I P C））

Int.Cl. 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2010-114951 A（トヨタ自動車株式会社）2010.05.20, 【0002】－【0004】、第15－16図（ファミリーなし）	1－18
Y	JP 2009-136101 A（三菱電機株式会社）2009.06.18, 【0040】－【0043】、第9－10図（ファミリーなし）	1－18
Y	JP 2005-51941 A（トヨタ自動車株式会社）2005.02.24, 【0050】、第10図（ファミリーなし）	1－18

☒ 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

2 6 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

大山 広人

3 V

3 0 2 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

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 2008-104325 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.05.01, 【0025】 - 【0053】, 第1 - 7図 & US 2010/0007236 A1 & WO 2008/047942 A1	1 - 18
Y	JP 2008-220112 A (三菱電機株式会社) 2008.09.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	9 - 15
Y	JP 60-84934 A (松下電器産業株式会社) 1985.05.14, 第2頁左上欄第16行 - 右上欄第1行, 第3図 (ファミリーなし)	9 - 15
Y	JP 2007-104830 A (三菱電機株式会社) 2007.04.19, 【0030】 - 【0046】, 第7 - 8図 (ファミリーなし)	11, 12