

(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
2021年12月16日(16.12.2021)



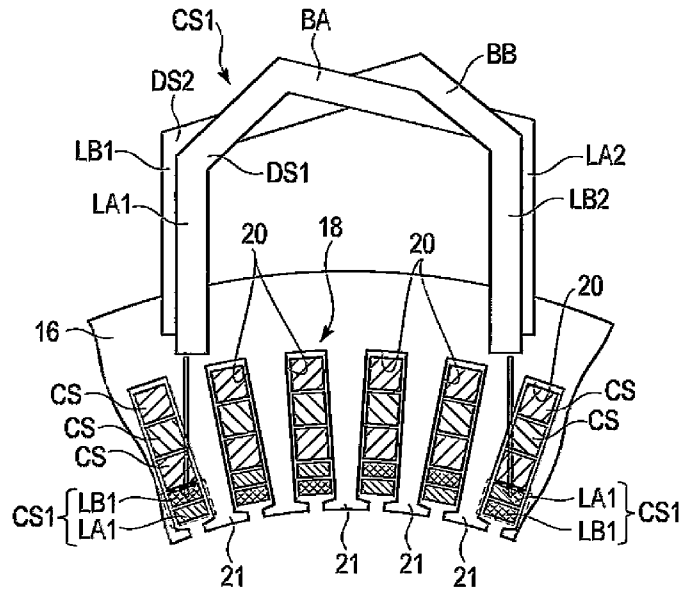
(10) 国際公開番号

WO 2021/250790 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 3/12 (2006.01) H02K 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/022741
- (22) 国際出願日: 2020年6月9日(09.06.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝インフラシステムズ株式会社 (TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 遠井 敬大 (TOI, Takahiro); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 牧野 宏明 (MAKINO, Hiroaki); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝インフラシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 粟津 稔 (AWAZU, Minoru); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 松下 真琴 (MATSUSHITA, Makoto); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝インフラシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 安井 和也 (YASUI, Kazuya); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝インフラシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 鹿野 将 (KANO, Masaru); 〒2120013 神奈川県川

(54) Title: STATOR FOR ROTARY ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機の固定子



(57) Abstract: According to an embodiment, this stator comprises: a stator iron core 16 that has a plurality of slots 20; and multiphase segment coils that each have a plurality of coil segments having a first wiring section, a second wiring section, and a bridging section respectively disposed inside different slots, the plurality of coil segments being formed from rectangular conductors. At least coil segments CS1 disposed on the innermost circumferential side are configured by joining together a plurality of divided segments DS1, DS2 which respectively have first wiring sections LA1, LB1, second wiring sections LA2, LB2, and bridging sections BA, BB, the divided segments DS1, DS2 being formed from rectangular



WO 2021/250790 A1

崎市幸区堀川町 7 2 番地 3 4 東芝インフラ
システムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人スズエ国際特許事務所
(S & S INTERNATIONAL PPC); 〒1050001 東
京都港区虎ノ門一丁目 1 2 番 9 号 スズエ
・アンド・スズエビル Tokyo (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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

conductors having a cross-sectional area smaller than other coil segments. The bridging sections of the divided segments are disposed so as to cross each other in the radial direction. The first wiring sections are disposed inside the slots while being aligned in a first direction in the radial direction, and the second wiring sections are disposed inside the slots while being aligned in a direction opposite to the first direction.

(57) 要約: 実施形態によれば、固定子は、複数のスロット 20 を有する固定子鉄心 16 と、異なるスロット内にそれぞれ配置された第 1 線状部および第 2 線状部と架橋部とを有し平角導体で形成された複数のコイルセグメントをそれぞれ有する複数相のセグメントコイルと、を備えている。少なくとも最も内周側に配置されているコイルセグメント CS 1 は、それぞれ第 1 線状部 LA 1, LB 1 および第 2 線状部 LA 2, LB 2 と架橋部 BA, BB とを有し断面積が他のコイルセグメントよりも小さい平角導体で形成された複数本の分割セグメント DS 1, DS 2 を互いに接合して構成されている。分割セグメントの架橋部は、径方向に互いに交差して配置されている。第 1 線状部は、スロット内において、径方向の第 1 方向に並んで配置され、第 2 線状部は、スロット内において第 1 方向と逆方向に並んで配置されている。

明 細 書

発明の名称： 回転電機の固定子

技術分野

[0001] この発明の実施形態は、回転電機の固定子に関する。

背景技術

[0002] 回転電機は、環状の固定子と、固定子の界磁領域に回転自在に設けられた回転子と、を備えている。固定子は、複数のスロットを有する環状の固定子鉄心と、固定子鉄心に装着された複数相の固定子コイルと、を有している。これらの固定子コイルは、複数のスロット内に配置された線状導体で構成されている。各スロットにおいて、複数本の線状導体が径方向に並んで配置されている。固定子コイルは、固定子鉄心の両端面から軸方向に突出するコイルエンドを有している。

近年、特に小型化の要求が高い移動体駆動用の回転電機の固定子では、平角導線から成るU字形状のコイル片（コイルセグメント）を固定子鉄心のスロットに挿入し、端部を捻り溶接することで成型されるセグメントコイルというコイル構成が採用されている。セグメントコイルを用いることで、細丸線を用いた固定子コイルに比べ、スロット内空間利用率の向上及びコイルエンドの縮小を図ることができる。素線径の太い平角導体を用いてセグメントコイルを構成することで、電気抵抗が低減され、低速回転時の低損失化が実現される。

[0003] 一方、高速回転時は導体を流れる電流や通過する磁束が高周波化するため、導体内に渦電流が誘導され、これに起因した損失の増加が懸念される。この対策として素線径の細い平角導線を複列化して用いることで損失増加を軽減できる。しかしながら、素線数増加に伴い絶縁物の体積が増加することで、スロット内の空間利用率が低下し、結果として低速回転時の損失低減効果を得られないなど、異なる回転数領域間での背反問題が介在していた。また、線状導体を複列化した場合、コイルにおける渦電流（還流電流）の発生を

抑制するため、分割された複数本の線状導体の少なくとも一部に捻りを入れることで、複数本の線状導体の配設位置を転位する構成としている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特許第6491727号公報
特許文献2：特許第6330656号公報
特許文献3：特許第5854268号公報
特許文献4：特開2013-138594号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 上記のように構成された回転電機の固定子において、固定子コイルの少なくとも一部を複列化した場合、線状導体の引き回しが複雑になるとともに、捻りを入れることにより、コイルエンドの構成が複雑化する。

本発明の実施形態の課題は、コイルエンドの小型化および簡素化を図ることが可能な回転電機の固定子を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 実施形態によれば、回転電機の固定子は、中心軸線を有する環状のヨークと前記ヨークの内周から延出する複数のティースとを有し、隣合うティースの間にスロットが形成されている固定子鉄心と、異なるスロット内にそれぞれ配置された第1線状部および第2線状部と前記固定子鉄心の外方に位置し前記第1線状部および第2線状部を互いに連結した架橋部とを有し平角導体で形成された複数のコイルセグメントをそれぞれ有する複数相のセグメントコイルと、を備えている。前記中心軸線の方法を軸方向、前記中心軸線と直交する方向を径方向、前記中心軸線の周りの方向を周方向とした場合、前記スロット内に前記径方向に並んで複数本の第1線状部あるいは第2線状部が配置され、前記スロット内において少なくとも最も内周側に配置されているコイルセグメントは、それぞれ第1線状部および第2線状部と前記固定子鉄

心の外方に位置し前記第1線状部および第2線状部を互いに連結した架橋部とを有し前記平角導体よりも断面積が小さい平角導体で形成された複数本の分割セグメントを互いに接合して構成されている。前記複数の分割セグメントの架橋部は、前記径方向に互いに交差して配置され、前記複数の分割セグメントの前記第1線状部は、前記スロット内において、前記径方向の第1方向に並んで配置され、前記第2線状部は、前記スロット内において前記第1方向と逆方向に並んで配置されている。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]図1は、第1実施形態に係る回転電機を示す縦断面図。
- [図2]図2は、第1実施形態に係る回転電機の横断面図。
- [図3]図3は、前記回転電機の固定子の第1端面側を示す斜視図。
- [図4]図4は、前記固定子の断面の一部および分割セグメントを模式的に示す図。
- [図5]図5は、前記固定子の第1端面側の一部を拡大して示す斜視図。
- [図6]図6は、前記固定子の第1端面側の一部を示す平面図。
- [図7]図7は、前記固定子の第1端面側の一部および複列化された内周側のセグメントコイルを示す斜視図。
- [図8]図8は、前記固定子の第2端面側の一部を示す斜視図。
- [図9]図9は、前記固定子の第2端面側の一部を示す平面図。
- [図10]図10は、複列化されたコイルセグメントにおける磁束の通過状態を模式的に示す図。
- [図11]図11は、第2実施形態に係る固定子の第1端面側の一部および複列化された内周側のセグメントコイルを示す斜視図。
- [図12]図12は、第2実施形態に係る前記固定子の第1端面側の一部を示す平面図。
- [図13]図13は、第3実施形態に係る固定子の第1端面側の一部および複列化された内周側のセグメントコイルを示す斜視図。
- [図14]図14は、第3実施形態に係る前記固定子の第1端面側の一部を示す

平面図。

[図15]図15は、第1変形例に係る固定子の断面の一部および分割セグメントを模式的に示す図。

[図16]図16は、第2変形例に係る固定子の断面の一部および分割セグメントを模式的に示す図。

[図17]図17は、第3変形例に係る固定子の断面の一部および分割セグメントを模式的に示す図。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。なお、開示はあくまで一例にすぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更について容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。

[0009] (第1実施形態)

初めに、実施形態に係る固定子が適用される回転電機の一例について説明する。

図1は、第1実施形態に係る回転電機の縦断面図であり、中心軸線C1を中心として片側の半分だけを示している。図2は、回転電機の横断面図である。

図1に示すように、回転電機10は、例えば、永久磁石型の回転電機として構成されている。回転電機10は、環状あるいは円筒状の固定子12と、固定子12の内側に中心軸線C1の回りで回転自在に、かつ固定子12と同軸的に支持された回転子14と、これら固定子12および回転子14を支持するケーシング30と、を備えている。

以下の説明では、中心軸線C1の延在方向を軸方向、中心軸線C1回りに

回転する方向を周方向、軸方向および周方向に直交する方向を径方向と称する。

[0010] 図1および図2に示すように、固定子12は、円筒状の固定子鉄心16と固定子鉄心16に装着された回転子巻線（セグメントコイル）18とを備えている。固定子鉄心16は、磁性材、例えば、ケイ素鋼などの円環状の電磁鋼板17を多数枚、同芯状に積層して構成されている。多数枚の電磁鋼板17は、固定子鉄心16の外周面の複数個所を溶接することにより、互いに積層状態に連結されている。固定子鉄心16は、軸方向一端に位置する第1端面16a、および軸方向他端に位置する第2端面16bを有している。第1端面16aおよび第2端面16bは、中心軸線C1と直交して延在している。

[0011] 固定子鉄心16の内周部には、複数（例えば、72個）の-slot 20が形成されている。本実施形態において、複数のslot 20は、円周方向に等間隔を置いて並んでいる。なお、複数のslot 20の円周方向の間隔については、等間隔でない構成とすることも可能である。各slot 20は、固定子鉄心16の内周面に開口し、固定子鉄心の径方向において、その内周面から外周面に向けた方向に延出している。各slot 20は、固定子鉄心16の軸方向の全長に亘って延在している。各slot 20の一端は第1端面16aに開口し、他端は第2端面16bに開口している。なお、slot 20は、固定子鉄心16の内周面に開口していない構成としてもよい。すなわち、slot 20は、固定子鉄心16において軸方向に沿って貫通する貫通孔として形成されてもよい。

複数のslot 20を形成することにより、固定子鉄心16の内周部は、中心軸線C1に向かって突出する複数（例えば、本実施形態では72個）のティース21を構成している。ティース21は、周方向に沿って等間隔を置いて配置されている。このように、固定子鉄心16は、円環状のヨーク部と、ヨーク部の内周面から中心軸線C1に向かって径方向に突出した複数のティース21とを一体に有している。周方向に隣合う一對のティース21の間

にスロット20が形成されている。

[0012] 複数のスロット20にコイル18が埋め込まれ、各ティース21に巻き付けられている。コイル18は、固定子鉄心16の第1端面16aおよび第2端面16bから軸方向外側に向かって延出するコイルエンド18a、18bを有するように設けられている。コイル18に交流電流を流すことにより、固定子12（ティース21）に所定の鎖交磁束が形成される。

[0013] 図1に示すように、固定子鉄心16の軸方向両端には鉄心押え26が設けられている。

ケーシング30は、ほぼ円筒状の第1ブラケット32aと、お椀形状の第2ブラケット32bと、を有している。第1ブラケット32aは、固定子鉄心16の駆動端側に位置する鉄心押え26に連結されている。第2ブラケット32bは、反駆動端側に位置する鉄心押え26に連結されている。第1および第2ブラケット32a、32bは、例えば、アルミニウム合金等で形成されている。第1ブラケット32aの先端側に、環状のベアリングブラケット34がボルトにて同軸的に締結されている。ベアリングブラケット34の中央部に、例えば、ころ軸受35を内蔵した第1軸受部36が締結されている。第2ブラケット32bの中央部に、例えば玉軸受37を内蔵した第2軸受部38が締結されている。

[0014] 一方、回転子14は、第1および第2軸受部36、38により、中心軸線C1を中心に回転自在に支持された円柱形状のシャフト（回転軸）42と、シャフト42の軸方向ほぼ中央部に固定された円筒形状の回転子鉄心44と、回転子鉄心44内に埋め込まれた複数の永久磁石46と、を有している。回転子鉄心44は、磁性材、例えば、ケイ素鋼などの円環状の電磁鋼板47を多数枚、同芯状に積層した積層体として構成されている。回転子鉄心44は中心軸線C1と同軸的に形成された内孔48を有している。シャフト42は内孔48に挿通および嵌合され、回転子鉄心44と同軸的に延在している。回転子鉄心44の軸方向両端に、略円板状の端板54、鉄心押え56が設けられている。

[0015] 図1および図2に示すように、回転子鉄心44は、固定子鉄心16の内側に僅かな隙間（エアギャップ）を置いて同軸的に配置されている。すなわち、回転子鉄心44の外周面は、僅かな隙間をおいて、固定子鉄心16の内周面（ティース21の先端面）に対向している。

回転子鉄心44には、軸方向に貫通する複数の磁石埋め込み孔が形成されている。各磁石埋め込み孔内に永久磁石46が装填および配置され、例えば、接着剤等により回転子鉄心44に固定されている。各永久磁石46は、回転子鉄心44の全長に亘って延在している。また、複数の永久磁石46は、回転子鉄心44の周方向に所定の間隔を置いて配列されている。

[0016] 図2に示すように、回転子鉄心44は、それぞれ回転子鉄心44の半径方向あるいは放射方向に延びるd軸、およびd軸に対して電氣的に90°離間したq軸を有している。ここでは、隣合う磁極間の境界および中心軸線C1を通過して放射方向に延びる軸をq軸とし、q軸に対して電氣的に直角な方向をd軸としている。d軸およびq軸は、回転子鉄心44の円周方向に交互に、かつ、所定の位相で設けられている。

回転子鉄心44の円周方向において、各d軸の両側に2つの永久磁石46が配置されている。本実施形態において、各永久磁石46は、断面が矩形状の細長い平板状に形成され、回転子鉄心44の軸方向長さとはほぼ等しい長さを有している。中心軸線C1と直交する回転子鉄心44の横断面でみた場合、永久磁石46は、それぞれd軸に対して傾斜している。2つの永久磁石46は、例えば、ほぼV字状に並んで配置されている。ここでは、永久磁石46の内周側の端はそれぞれd軸に隣接し、僅かな隙間をおいて互いに対向している。永久磁石46の外周側の端は、回転子鉄心44の円周方向に沿ってd軸から離間し、回転子鉄心44の外周面の近傍およびq軸の近傍に位置している。これにより、永久磁石46の外周側の端は、隣合う磁極の永久磁石46の外周側端と、q軸を挟んで隣接対向している。本実施形態において、回転子鉄心44は、円周方向に並んだ12磁極を構成し、各磁極は2つの永久磁石46を含んでいる。

なお、永久磁石46の形状は、断面が矩形状の細長い平板状に限定されることなく、種々の形状を用いることができる。

[0017] 次に、固定子12の構成について詳細に説明する。

図3は、固定子の第1端面側を示す斜視図、図4は、固定子の断面の一部および分割セグメントを模式的に示す図である。

図3に示すように、固定子12は、3相（U相、V相およびW相）の交流電源によって駆動される。例えば、U相に対応し並列接続されたコイル18、V相に対応し並列接続されたコイル18、およびW相に対応し並列接続されたコイル18が、分布型の配置により、ティース21に巻き付けられている。すなわち、それぞれ並列接続されたU相、V相およびW相に対応する合計6本のコイル18が、ティース14に巻き付けられている。後述するように、コイル18は、各磁極に関して3相（U、V、W）のコイルを含み、各相のコイルは1磁極に対応する6スロットの内、2スロットに配置されている。なお、固定子12の各相において、コイルは並列接続したものに限らず、直列接続されたコイルを用いることも可能である。

各コイル18は、平角導体で形成された複数のコイルセグメントを互いに接合して一本に形成されたセグメントコイルで構成されている。平角導体は、長手方向に垂直な断面（横断面）が略矩形の形状をしているか、少なくとも、長手方向に垂直な断面の形状が対向する2長辺を有している。平角導体の横断面が矩形である場合、四隅は直角である必要はなく、面取りやR加工がされていてもよい。平角導体は、先端の導通部を除いて、ほぼ全周がエナメル等の絶縁層で覆われている。

[0018] 後述するように、各コイルセグメントは、それぞれ異なるスロット20に挿入、配置される第1線状部および第2線状部と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部および第2線状部を連結する架橋部と、を一体に有している。複数の架橋部はコイルエンド18bを構成している。第1線状部および第2線状部は、それぞれ固定子鉄心16の第1端面16aから固定子鉄心16の外方に延出した延出端部を有している。これら

の延出端部は、周方向に折り曲げられているとともに、コイル18のコイルエンド18aを構成している。

[0019] 図2および図4に示すように、各スロット20の中に複数本、例えば、4本の第1線状部あるいは第2線状部が配置され、矩形の一辺同士が対向した状態でスロット20の径方向に並んで配置されている。スロット20内において、4つの線状部の周囲に絶縁シートSPが巻かれている。4つのコイルセグメントCSの内、少なくとも1つのコイルセグメントは、複数に分割され複列化されている。本実施形態では、スロット20の最内周側に配置されたコイルセグメントCS1は、例えば、2つの分割セグメントDS1、DS2で構成されている。分割セグメントDS1、DS2は、他のコイルセグメントCSの横断面の面積の約半分程度の横断面積を有する平角導体により、すなわち、他のコイルセグメントCSとよりも細い平角導体により、形成されている。

[0020] 図4に示すように、分割セグメントDS1は、第1線状部LA1および第2線状部LA2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LA1および第2線状部LA2を連結する架橋部BAと、を一体に有している。同様に、分割セグメントDS2は、第1線状部LB1および第2線状部LB2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LB1および第2線状部LB2を連結する架橋部BBと、を一体に有している。

[0021] 一对の第1線状部LA1、LB1はスロット20内に配置され径方向の第1方向に並んで互いに隣接している。例えば、第1線状部LA1がスロット20の最内周側に、第1線状部LB1が第1線状部LA1の径方向の外側に隣接して配置されている。第2線状部LA2、LB2は、第1線状部LA1、LB1から、例えば、5つ離れたスロット20に配置され互いに隣接している。ここで、架橋部BAおよび架橋部BBは、固定子鉄心16の径方向に互いに交差して配置されている。これにより、第2線状部LA2、LB2は、第1線状部LA1、LB1と配置関係が入れ代わり、逆の配置関係となっ

ている。すなわち、第2線状部L A 2、L B 2は上記第1方向と逆方向に並んで配置され、第2線状部L B 2がスロット20の最内周側に、第2線状部L A 2が第2線状部L B 2の径方向の外側に隣接して配置されている。

なお、第2線状部L A 2、L B 2が第1線状部L A 1、L B 1から離れるスロット数は、5つに限らず、固定子の電気設計に応じて種々の値をとることが可能である。

[0022] 図5は、前記固定子の第1端面側の一部を拡大して示す斜視図、図6は、前記固定子の第1端面側の一部を示す平面図である。

図5および図6に示すように、1相のセグメントコイル18は、スロット20の最内周側に配置された第1コイルセグメントCS1と、第1コイルセグメントCS1を周方向の両側から挟むように配置されスロット20の最内周側に配置された第2コイルセグメントCS2と、を含んでいる。第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2は、それぞれ複列化され、それぞれ2つの分割セグメントで構成されている。

一例では、U相の第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2が周方向に隣合う2つのスロット20に並んで配置され、これらのスロット20に周方向に隣接する2つのスロット20にV相の第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2が並んで配置されている。更に、V相の第1、第2コイルセグメントCS1、CS2が配置されている2つのスロット20に周方向に隣接する2つのスロット20に、W相の第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2が並んで配置されている。このように、スロット20の最内周側において、U相コイルセグメント、V相コイルセグメント、W相コイルセグメントが2本ずつ周方向に順に並んで配置されている。

[0023] 図7は、1相の第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2の配置構成を示す斜視図である。

図示のように、第1コイルセグメントCS1は、分割セグメント（第1分割セグメント、第2分割セグメント）DS1、DS2で構成されている。分

割セグメントDS1は、第1線状部LA1および第2線状部LA2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LA1および第2線状部LA2を連結する架橋部BAと、を一体に有している。同様に、分割セグメントDS2は、第1線状部LB1および第2線状部LB2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LB1および第2線状部LB2を連結する架橋部BBと、を一体に有している。

[0024] 第1コイルセグメントCS1の一对の第1線状部LA1、LB1はスロット20内に配置され径方向に並んで互いに隣接している。例えば、第1線状部LA1がスロット20の最内周側に、第1線状部LB1が第1線状部LA1の径方向の外側に隣接して配置されている。第1線状部LA1、LB1において、固定子鉄心16の第2端面16から突出するしている延出端部は、固定子鉄心16の径方向の内側に折曲げられ、更に、軸方向に折り曲げられている。これにより、第1線状部LA1、LB1の延出端部は、スロット20の内周側端よりも、すなわち、固定子鉄心16の内周よりも、径方向内側にずれて位置している。

[0025] 分割セグメントDS1の架橋部BAは、第1線状部LA1の延出端から固定子鉄心16の周方向に沿って第2端面16bとほぼ平行に延びる第1区間SA1と、第1区間SA1の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第1クランク部CR1と、第1クランク部CR1の終端から第2線状部LA2の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第2端面16bとほぼ平行に延びる第2区間SA2と、を有している。第1クランク部CR1は、第1線状部LA1と第2線状部LA2との間のほぼ中間に位置している。架橋部BAは、平角導体を捩じることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。一例では、第2線状部LA2は、第1線状部LA1から5つ離れたスロット20内に配置されている。

なお、分割セグメントDS1の架橋部BAは、固定子鉄心16の周方向の位置が異なるスロット20内に収納される分割セグメントDS1を接続する

部分であることから、第1区間SA1や第2区間SA2を必ずしも固定子鉄心16の第2端面16bに平行（またはほぼ平行）としなくても構わず、種々の形状とすることができる。

分割セグメントDS1の架橋部BAは、第2端面16bと間隔を置いて対向している。第1区間SA1は、固定子鉄心16の内周縁よりも内周側にずれて位置している。第1クランク部CR1を設けることにより、第2区間SA2は、第1区間SA1に対して、径方向の外側に分割セグメントDS1の厚さの約3倍分だけ、ずれて位置している。これにより、第2線状部LA2は、第1線状部LA1に対して、厚さ1枚分だけ径方向の外側にずれた状態でスロット20内に配置されている。

[0026] 分割セグメントDS2の架橋部BBは、第1線状部LB1の延出端から固定子鉄心16の周方向に沿って第2端面16bとほぼ平行に延びる第1区間SB1と、第1区間SB1の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第2クランク部CR2と、第2クランク部CR2の終端から第2線状部LB2の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第2端面16bとほぼ平行に延びる第2区間SB2と、を有している。第2クランク部CR2は、第1線状部LB1と第2線状部LB2との間のほぼ中間に位置している。架橋部BBは、平角導体を捩じることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。一例では、第2線状部LB2は、第1線状部LB1から5つ離れたスロット20内に配置されている。

なお、分割セグメントDS2の架橋部BBについても、固定子鉄心16の周方向の位置が異なるスロット20内に収納される分割セグメントDS2を接続する部分であることから、第1区間SB1や第2区間SB2を必ずしも固定子鉄心16の第2端面16bに平行（またはほぼ平行）としなくても構わず、種々の形状とすることができる。

[0027] 第1線状部LB1および第2線状部LB2は、分割セグメントDS1の第1線状部LA1および第2線状部LA2よりも平角導体の幅のほぼ2倍分だ

け高く固定子鉄心16から軸方向に延出している。これにより、架橋部BBは、架橋部BAよりも大きな間隔を置いて第2端面16bとほぼ平行に対向している。第1区間SB1は、スロット20の内周側端よりも内周側にずれて位置し、ほぼ固定子鉄心16の内周縁の上に位置している。また、第1区間SB1は、分割セグメントDS1の第1区間SA1に対し、平角導体の厚さ分だけ径方向の外側にずれて位置し、かつ、平角導体の幅分だけ軸方向の上方（第2端面16bから離れる方向）にずれて位置している。第2クランク部CR2は、軸方向において第1クランク部CR1の上方に重なって位置し、かつ、第1クランク部CR1と交差して延びている。平角導体の長手方向に沿った第2クランク部CR2の延出長さ（径方向の高さ）（第2長さ）は、第1クランク部CR1の延出長さ（第1長さ）の半分以下に形成されている。これにより、第2区間SB2は、分割セグメントDS1の第2区間SA2に対し、平角導体の厚さ分だけ径方向の内側にずれて位置し、更に、平角導体の幅分だけ軸方向の上方（第2端面16bから離れる方向）にずれて位置している。第2線状部LB2は、第1線状部LB1に対して径方向の内側に位置し、スロット20内において、最内周側に配置されている。

このようにして、分割セグメントDS1の架橋部BAと分割セグメントDS2の架橋部BBとは、径方向に交差して延在し、第1線状部LA1、LB1の位置関係が、第2線状部LA2、LB2の位置関係と逆転している。すなわち、第1線状部LA1は第1線状部LB1に対して径方向の内側に位置し、第2線状部LA2は第2線状部LB2に対して径方向の外側に位置している。

[0028] 第1コイルセグメントCS1を周方向の両側から挟むように配置された第2コイルセグメントCS2は、分割セグメント（第3分割セグメント、第4分割セグメント）DS3、DS4で構成されている。分割セグメントDS3は、第1線状部LC1および第2線状部LC2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LC1および第2線状部LC2を連結した架橋部BCと、を一体に有している。同様に、分割セグメントDS

4は、第1線状部LD1および第2線状部LD2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LD1および第2線状部LD2を連結する架橋部BDと、を一体に有している。

[0029] 第2コイルセグメントCS2の一对の第1線状部LC1、LD1は、第1コイルセグメントCS1の第1線状部LA1、LB1が配置されているスロット20の1つ隣り（周方向外側）のスロット20の内に配置され、径方向の第1方向に並んで互いに隣接している。例えば、第1線状部LC1がスロット20の最内周側に、第1線状部LD1が第1線状部LC1の径方向の外側に隣接して配置されている。第1線状部LC1、LD1において、固定子鉄心16の第2端面16から突出している延出端部は、固定子鉄心16の径方向の内側に折曲げられ、更に、軸方向に折り曲げられている。これにより、本実施形態では、第1線状部LC1、LD1の延出端部は、スロット20の内周側端よりも、すなわち、固定子鉄心16の内周よりも、径方向内側にずれて位置している。

[0030] 分割セグメントDS3の架橋部BCは、第1線状部LC1の延出端から固定子鉄心16の周方向に沿って第2端面16bとほぼ平行に延びる第1区間SC1と、第1区間SC1の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第1クランク部（第3クランク部）CR3と、第1クランク部CR3の終端から第2線状部LA2の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第2端面16bとほぼ平行に延びる第2区間SC2と、を有している。第1クランク部CR3は、第1線状部LC1と第2線状部LC2との間のほぼ中間に位置している。架橋部BCは、平角導体を振じることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。一例では、第2線状部LC2は、第1線状部LC1から7つ離れたスロット20、すなわち、第1コイルセグメントCS1の第2線状部LA2、LB2が配置されているスロット20の1つ隣り（周方向外側）のスロット20、内に配置されている。なお、第2線状部LC2が第1線状部LC1から離れるスロット数は7つに限らず、固定子の電気設計に応じて種々の値

を取りうる。

第1線状部LC1および第2線状部LC2は、分割セグメントDS1の第1線状部LA1および第2線状部LA2よりも平角導体のほぼ幅分だけ高く固定子鉄心16から軸方向に延出している。これにより、架橋部BCは、架橋部BAよりも大きな間隔を置いて第2端面16bとほぼ平行に対向している。

なお、分割セグメントDS3の架橋部BCについても、固定子鉄心16の周方向の位置が異なるスロット20内に収納される分割セグメントDS3を接続する部分であることから、第1区間SC1や第2区間SC2を必ずしも固定子鉄心16の第2端面16bに平行（またはほぼ平行）としなくても構わず、種々の形状とすることができる。

[0031] 架橋部BCの第1区間SC1は、固定子鉄心16の内周縁よりも内周側にずれて位置している。第1クランク部CR3を設けることにより、第2区間SC2は、第1区間SC1に対して、分割セグメントDS3の厚さの約3倍分だけ径方向の外側にずれて位置している。これにより、第2線状部LC2は、第1線状部LC1に対して、厚さ1枚分だけ径方向の外側にずれた状態でスロット20内に配置されている。架橋部BCの第1区間SC1、第1クランク部CR3、第2区間SC2は、それぞれ分割セグメントDS1の第1区間SA1、第1クランク部CR1、第2区間SA2に軸方向に重なって配置されている。

[0032] 分割セグメントDS4の架橋部BDは、第1線状部LD1の延出端から固定子鉄心16の周方向に沿って第2端面16bとほぼ平行に延びる第1区間SD1と、第1区間SD1の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第2クランク部（第4クランク部）CR4と、第2クランク部CR4の終端から第2線状部LD2の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第2端面16bとほぼ平行に延びる第2区間SD2と、を有している。第2クランク部CR4は、第1線状部LD1と第2線状部LD2との間のほぼ中間に位置している。架橋部BDは、平角導体を振じることな

く、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。一例では、第2線状部LD2は、第1線状部LD1から7つ離れたスロット20内に配置されている。

なお、第2線状部LD2が第1線状部LD1から離れるスロット数は7つに限らず、固定子の電気設計に応じて種々の値を取りうる。また、分割セグメントDS4の架橋部BDについても、固定子鉄心16の周方向の位置が異なるスロット20内に収納される分割セグメントDS4を接続する部分であることから、第1区間SD1や第2区間SD2を必ずしも固定子鉄心16の第2端面16bに平行（またはほぼ平行）としなくても構わず、種々の形状とすることができる。

[0033] 第1線状部LD1および第2線状部LD2は、分割セグメントDS3の第1線状部LC1および第2線状部LC2よりも平角導体の幅のほぼ2倍分だけ高く固定子鉄心16から軸方向に延出している。これにより、架橋部BDは、架橋部BCよりも大きな間隔を置いて第2端面16bとほぼ平行に対向している。第1区間SD1は、スロット20の内周側端よりも内周側にずれて位置し、ほぼ固定子鉄心16の内周縁の上に位置している。また、第1区間SD1は、分割セグメントDS3の第1区間SC1に対し、平角導体の厚さ分だけ径方向の外側にずれて位置し、かつ、平角導体の幅の2倍分だけ軸方向の上方（第2端面16bから離れる方向）にずれて位置している。第2クランク部CR4は、軸方向において第1クランク部CR3の上方に重なって位置し、かつ、第1クランク部CR3と交差して延びている。平角導体の長手方向に沿った第2クランク部CR4の延出長さ（径方向の高さ）は、第1クランク部CR3の延出長さの半分以下に形成されている。これにより、第2区間SD2は、分割セグメントDS3の第2区間SC2に対し、平角導体の厚さ分だけ径方向の内側にずれて位置し、更に、平角導体の幅の2倍分だけ軸方向の上方（第2端面16bから離れる方向）にずれて位置している。これにより、第2線状部LD2は、第1線状部LC1に対して径方向の内側に位置し、スロット20内において、最内周側に配置されている。架橋部

BDの第1区間SD1、第2クランク部CR4、第2区間SD2は、それぞれ分割セグメントDS2の第1区間SB1、第2クランク部CR2、第2区間SB2に軸方向に重なって配置されている。

[0034] このようにして、分割セグメントDS3の架橋部BCと分割セグメントDS4の架橋部BDとは、径方向に交差して延在し、第1線状部LC1、LD1の位置関係が、第2線状部LD2、LC2の位置関係と逆転している。すなわち、第1線状部LC1は第1線状部LD1に対して径方向の内側に位置し、第2線状部LC2は第2線状部LD2に対して径方向の外側に位置している。第2線状部LC2、LD2は、前述した第1方向と逆方向に並んで配置されている。

[0035] 図8は、固定子の第1端面側の一部を示す斜視図、図9は、固定子の第1端面側の一部を示す平面図である。

図示のように、固定子鉄心16の第1端面16aの側において、コイルセグメントCSの第1線状部および第2線状部は、第1端面16aから固定子鉄心16の外側に延出した延出部を有している。これらの延出部は、それぞれ周方向に所定角度折曲げられ、軸方向に対し傾斜して延在している。同様に、分割セグメントDS1～DS4の第1線状部および第2線状部は、それぞれ第1端面16aから固定子鉄心16の外側に延出した延出部を有している。これらの延出部は、それぞれ周方向に所定角度折曲げられ、軸方向に対し傾斜して延在している。各延出端部の延出端は第1端面16aとほぼ平行な端面（接合面）dsを構成している。

[0036] 各スロット20に挿通された4本の第1あるいは第2線状部の延出部は、交互に一方向および逆方向に折曲げられている。すなわち、最外周に位置するコイルセグメントCSの第1あるいは第2線状部の延出部は、固定子鉄心16の周方向の一方向に折り曲げられ、1つ内側のコイルセグメントCSの第1あるいは第2線状部の延出部は、円周方向の他方向（逆方向）に折り曲げられている。更に1つ内側のコイルセグメントCSの第1あるいは第2線状部の線状部は、前記一方向に折り曲げられている。更に、最内周に位置す

る分割セグメントCS1、CS2の第1あるいは第2線状部の延出部は、前記他方向に折り曲げられている。

異なる複数のスロット20から延出している4本の延出部の端面dsが、固定子鉄心16の径方向に沿ってほぼ一列に、かつ、ほぼ面一に並んで位置している。4本の延出部の内、最内周のコイルセグメントCS1、CS2の延出部の各々は、2つの分割セグメントの2つの端面ds1、ds2を含んでいる。

[0037] 各列の4つの延出部の端面dsは、2つずつ（2本ずつ）互いに溶接され、電氣的に導通している。すなわち、外周側の2本の延出部の端面dsが互いに溶接され、2つの端面dsに跨る溶接ビードWBが形成される。内周側の2本の延出部の端面dsが互いに溶接され、溶接ビードWBが形成されている。この際、2つの分割セグメントの2つの端面ds1（あるいはds2）が互いに溶接により接合され、分割セグメント同士が電氣的に接合され、更に、前記2つの端面ds1（あるいはds2）が隣りのコイルセグメントCSの延出部の端面dsに同時に接合されている。これにより、3つの端面ds、ds1、ds1（あるいは3つの端面ds、ds2、ds2）に跨る溶接ビードWBが形成される。延出部の端面dsの溶接には、例えば、レーザー溶接を用いることができる。コイルセグメントの各溶接部あるいは接合部は、粉体塗装、ワニス等の絶縁材料で覆われる。

上記のようにコイルセグメントの延出端同士を接続することにより、3相のセグメントコイル18が構成される。これらコイルセグメントの延出部は、第1端面16aから突出するコイルエンド18aを構成している。コイル18の内、3本のコイルに、それぞれ図示しないU相接続端子TU、V相接続端子TV、W相接続端子TWが接続されている。本実施形態は固定子12のコイル並列数を2とした場合を例示しており、コイル並列数に応じた接続端8がそれぞれ設けられる。

以上のように、本実施形態では、3相、12磁極、72スロットの回転電機を構成し、更に、1磁極に相当する固定子鉄心16のスロット数を6スロ

ットとし、各相のコイルは1磁極について2スロットに配置された構成としている。

[0038] 本実施形態に係る回転電機およびその固定子によれば、コイル18をセグメントコイルで構成することにより、固定子鉄心16の第1端面16aおよび第2端面16bから突出するコイルエンド18a、18bの突出高さを大幅に削減し、固定子12の小型化を実現することができる。また、スロット20内で径方向に整列した3ターン以上のセグメントコイルの内、少なくとも最内周に位置するコイルセグメントCS1、CS2を複列化し、線径の細い平角導体からなる複数の分割セグメントDS1~DS4で構成している。最内周のセグメントコイルを複列化することで導体数増加に伴うスロット空間利用率低下を抑制し、低速回転時の損失低減効果を維持することができる。同時に、コイルセグメントを径方向に分割することでスロット20を周方向に横断する磁束と直交する導体の断面積を小さくし、高速回転時に導体内に発生する渦電流およびこれに起因した損失を低減することができる。

複列化されたコイルセグメントでは、複数の分割セグメントの両端が互いに溶接され電氣的に接合されているため、複列化した1組のコイルにおいて溶接点間に閉回路が存在する。コイルエンドが転位構成を持たない場合、閉回路内に循環電流が誘導され、新たな損失増加要因となる。一方、本実施形態のように、2本の分割セグメントの架橋部を交差させ、第1線状部の位置関係と第2線状部の位置関係を転位する構成とした場合、この循環電流の発生を抑制することができる。そのため、新たな損失増加要因を生むことなく複列化した最内周コイルによる低損失化が可能となる。

[0039] 図10は、複列化されたコイルセグメントにおける磁束の通過状態を模式的に示す図である。図10(a)に示のように、2本の分割セグメントDS1、DS2の架橋部を交差させ両端の溶接点を転位させた場合、各溶接点と交差位置との間のループに互い逆向きの磁束が通過することになる。そのため、図10(b)に示すように、一方のループと他方のループとに生じる循環電流I1、I2の向きが逆となり、互いに打ち消し合うように作用する。

そのため、循環電流の発生が抑制され、損失増加を防止することが可能となる。

両端部の位置関係を逆転する転位構成は、分割セグメントDS1、DS2を捻ることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げて第1区間SA1、SB1と第2区間SA2、SB2とをレーンチェンジすることにより得られる。そのため、捻る場合に比較して、セグメントコイルの製造、組み立てが容易となる。

[0040] 更に、本実施形態によれば、それぞれ複列化された第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2において、架橋部の第1クランク部CR1、CR3および第2クランク部CR2、CR4は、周方向に隣り合う他相のコイルセグメントの間に位置するスロットの直上に位置し、他相のコイルセグメントに干渉することなく他相のコイルセグメントの近傍に配置することができる。そのため、コイルエンド18bの小型化および簡素化を図ることが可能となる。

また、本実施形態においては、線長の長い第1クランク部CR1、CR3を線長の短い第2クランク部CR2、CR3の下方、すなわち、固定子鉄心16側に配置する構成とすることにより、コイルセグメントの設置、組み立て作業を容易にすることができる。

以上のことから、本実施形態によれば、渦電流の発生を抑制しつつ、コイルエンドの小型化および簡素化を図ることが可能な回転電機の固定子が得られる。

[0041] 次に、他の実施形態に係る固定子について説明する。以下に述べる他の実施形態において、上述した第1実施形態と同一の部分には、同一の参照符号を付してその詳細な説明を省略あるいは簡略化し、第1実施形態と異なる部分を中心に説明する。

(第2実施形態)

図11は、第2実施形態に係る固定子の1相の第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2の配置構成を示す斜視図、図12は、

前記固定子の第1端面側の一部を示す平面図である。

図示のように、第2実施形態によれば、複列化された第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2において、長さの短いクランク部CR2、CR4を有する架橋部BB、BDが固定子鉄心16の軸方向に重なって配置され、これらの架橋部の上に、長さの長いクランク部CR1、CR2を有する架橋部BA、BCが配置されている。また、架橋部BA、BCは、固定子鉄心16の径方向に重なって配置されている。これにより、コイルエンドの延出高さを低減し、一層の小型化を図ることができる。

[0042] 詳細には、第1コイルセグメントCS1は、分割セグメントDS1、DS2で構成されている。第1コイルセグメントCS1の一对の第1線状部LA1、LB1はスロット20内に配置され径方向に並んで互いに隣接している。例えば、第1線状部LA1がスロット20の最内周側に、第1線状部LB1が第1線状部LA1の径方向の外側に隣接して配置されている。第1線状部LA1、LB1において、固定子鉄心16の第2端面16から突出している延出端部は、固定子鉄心16の径方向の内側に折曲げられ、更に、軸方向に折り曲げられている。これにより、第1線状部LA1、LB1の延出端部は、スロット20の内周側端よりも、すなわち、固定子鉄心16の内周よりも、径方向内側にずれて位置している。

[0043] 分割セグメントDS1の架橋部BAは、第1線状部LA1の延出端から固定子鉄心16の周方向に沿って第2端面16bとほぼ平行に延びる第1区間SA1と、第1区間SA1の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第1クランク部CR1と、第1クランク部CR1の終端から第2線状部LA2の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第2端面16bとほぼ平行に延びる第2区間SA2と、を有している。第1クランク部CR1は、第1線状部LA1と第2線状部LA2との間のほぼ中間に位置している。架橋部BAは、平角導体を捩じることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。一例では、第2線状部LA2は、第1線状部LA1から5つ離れたスロット20内に配

置されている。

分割セグメントDS1の架橋部BAは、第2端面16bと間隔を置いて対向している。一例では、第1区間SA1は、固定子鉄心16の内周縁よりも内周側にずれて位置している。第1クランク部CR1を設けることにより、第2区間SA2は、第1区間SA1に対して、径方向の外側に分割セグメントDS1の厚さの約3倍分だけ、ずれて位置している。これにより、第2線状部LA2は、第1線状部LA1に対して、厚さ1枚分だけ径方向の外側にずれた状態でスロット20内に配置されている。

[0044] 分割セグメントDS2の架橋部BBは、第1線状部LB1の延出端から固定子鉄心16の周方向に沿って第2端面16bとほぼ平行に延びる第1区間SB1と、第1区間SB1の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第2クランク部CR2と、第2クランク部CR2の終端から第2線状部LB2の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第2端面16bとほぼ平行に延びる第2区間SB2と、を有している。第2クランク部CR2は、第1線状部LB1と第2線状部LB2との間のほぼ中間に位置している。架橋部BBは、平角導体を捩じることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。一例では、第2線状部LB2は、第1線状部LB1から5つ離れたスロット20内に配置されている。

[0045] 第1線状部LB1および第2線状部LB2は、分割セグメントDS1の第1線状部LA1および第2線状部LA2よりも平角導体の幅のほぼ2倍分だけ低く固定子鉄心16から軸方向に延出している。これにより、架橋部BBは、架橋部BAよりも小さい間隔を置いて第2端面16bとほぼ平行に対向している。一例では、第1区間SB1は、スロット20の内周側端よりも内周側にずれて位置し、ほぼ固定子鉄心16の内周縁の上に位置している。また、第1区間SB1は、分割セグメントDS1の第1区間SA1に対し、平角導体の厚さ分だけ径方向の外側にずれて位置し、かつ、平角導体の幅分だけ軸方向の下方（第2端面16bに接近する方向）にずれて位置している。

第2クランク部CR2は、軸方向において第1クランク部CR1の下方に重なって位置し、かつ、第1クランク部CR1と交差して延びている。平角導体の長手方向に沿った第2クランク部CR2の延出長さ（径方向の高さ）は、第1クランク部CR1の延出長さの半分以下に形成されている。これにより、第2区間SB2は、分割セグメントDS1の第2区間SA2に対し、平角導体の厚さ分だけ径方向の内側にずれて位置し、更に、平角導体の幅分だけ軸方向の下方（第2端面16bに接近する方向）にずれて位置している。第2線状部LB2は、第2線状部LB1に対して径方向の内側に位置し、スロット20内において、最内周側に配置されている。

このようにして、分割セグメントDS1の架橋部BAと分割セグメントDS2の架橋部BBとは、径方向に交差して延在し、第1線状部LA1、LB1の位置関係が、第2線状部LA2、LB2の位置関係と逆転している。すなわち、第1線状部LA1は第1線状部LB1に対して径方向の内側に位置し、第2線状部LA2は第2線状部LB2に対して径方向の外側に位置している。

[0046] 第1コイルセグメントCS1を周方向の両側から挟むように配置された第2コイルセグメントCS2は、分割セグメントDS3、DS4で構成されている。第2コイルセグメントCS2の一对の第1線状部LC1、LD1は、第1コイルセグメントCS1の第1線状部LA1、LB1が配置されているスロット20の1つ隣り（周方向外側）のスロット20の内に配置され、径方向に並んで互いに隣接している。例えば、第1線状部LC1がスロット20の最内周側に、第1線状部LD1が第1線状部LC1の径方向の外側に隣接して配置されている。第1線状部LC1、LD1において、固定子鉄心16の第2端面16から突出している延出端部は、固定子鉄心16の径方向の内側に折曲げられ、更に、軸方向に折り曲げられている。これにより、第1線状部LC1、LD1の延出端部は、スロット20の内周側端よりも、すなわち、固定子鉄心16の内周よりも、径方向内側にずれて位置している。特に、第1線状部LC1の延出端部は、第1線状部LD1よりも大きく、例えば

、第1線状部の厚さの3倍程度、径方向内側にずれて位置している。

[0047] 分割セグメントDS3の架橋部BCは、第1線状部LC1の延出端から固定子鉄心16の周方向に沿って第2端面16bとほぼ平行に延びる第1区間SC1と、第1区間SC1の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第1クランク部CR3と、第1クランク部CR3の終端から第2線状部LA2の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第2端面16bとほぼ平行に延びる第2区間SC2と、第2区間SC2の中途部に設けられ径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第5クランク部CR5と、を有している。第1クランク部CR3は、第1線状部LC1と第2線状部LC2との間のほぼ中間に位置している。第1クランク部CR3の延出長さ（径方向の高さ）は、平角導体の厚さの約3倍程度に形成されている。一方、第5クランク部CR5の径方向の延出長さは、平角導体の厚さとほぼ等しく形成されている。

架橋部BCは、平角導体を振じることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。第2線状部LC2は、第1線状部LC1から7つ離れたスロット20、すなわち、第1コイルセグメントCS1の第2線状部LA2、LB2が配置されているスロット20の1つ隣り（周方向外側）のスロット20、内に配置されている。

第1線状部LC1および第2線状部LC2は、分割セグメントDS1の第1線状部LA1および第2線状部LA2とほぼ同等の高さだけ固定子鉄心16から軸方向に延出している。これにより、架橋部BCは、架橋部BAと同等の間隔を置いて第2端面16bとほぼ平行に対向し、更に、架橋部BAの径方向内側に位置し架橋部BAと径方向に対向している。

[0048] 一例では、架橋部BCの第1区間SC1は、固定子鉄心16の内周縁よりも内周側にずれて位置している。第1クランク部CR3を設けることにより、第2区間SC2は、第1区間SC1に対して、分割セグメントDS3の厚さの約3倍分だけ径方向の外側にずれて位置している。第5クランク部CR5を設けることにより、第2区間SC2の終端部は厚さ1枚分だけ更に径方

向の外側にずれて位置している。これにより、第2線状部LC2は、第1線状部LC1に対して、厚さ1枚分だけ径方向の外側にずれた状態でスロット20内に配置されている。架橋部BCの第1区間SC1、第1クランク部CR3、第2区間SC2は、それぞれ分割セグメントDS1の第1区間SA1、第1クランク部CR1、第2区間SA2に径方向に重なって配置されている。

[0049] 分割セグメントDS4の架橋部BDは、第1線状部LD1の延出端から固定子鉄心16の周方向に沿って第2端面16bとほぼ平行に延びる第1区間SD1と、第1区間SD1の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第2端面16bとほぼ平行に延びる第2クランク部CR4と、第2クランク部CR4の終端から第2線状部LD2の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第2端面16bとほぼ平行に延びる第2区間SD2と、を有している。第2クランク部CR4は、第1線状部LD1と第2線状部LD2との間のほぼ中間に位置している。架橋部BDは、平角導体を捩じることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。第2線状部LD2は、第1線状部LD1から7つ離れたスロット20内に配置されている。

[0050] 第1線状部LD1および第2線状部LD2は、分割セグメントDS3の第1線状部LC1および第2線状部LC2よりも平角導体の幅分だけ低く固定子鉄心16から軸方向に延出している。これにより、架橋部BDは、架橋部BCよりも小さい間隔を置いて第2端面16bとほぼ平行に対向している。第1区間SD1は、スロット20の内周側端よりも内周側にずれて位置し、ほぼ固定子鉄心16の内周縁の上に位置している。また、第1区間SD1は、分割セグメントDS3の第1区間SC1に対し、平角導体の厚さの3倍分だけ径方向の外側にずれて位置し、かつ、平角導体の幅分だけ軸方向の下方（第2端面16bに接近する方向）にずれて位置している。第2クランク部CR4は、軸方向において第1クランク部CR3の下方に重なって位置し、かつ、第1クランク部CR3と交差して延びている。平角導体の長手方向に

沿った第2クランク部CR4の延出長さ（径方向の高さ）は、第1クランク部CR3の延出長さの1/3程度に形成されている。これにより、第2区間SD2は、分割セグメントDS3の第2区間SC2と径方向の同一位置に位置し、更に、平角導体の幅の分だけ軸方向の下方（第2端面16bに接近する方向）にずれて位置している。すなわち、第2区間SD2は、分割セグメントDS2の第2区間SB2と分割セグメントDS3の第2区間SC2との間に位置し、軸方向に重なって配置されている。

その結果、第2線状部LD2は、第2線状部LC1に対して径方向の内側に位置し、スロット20内において、最内周側に配置されている。架橋部BDの第1区間SD1、第2クランク部CR4、第2区間SD2は、それぞれ分割セグメントDS2の第1区間SB1、第2クランク部CR2、第2区間SB2に軸方向に重なって配置されている。

[0051] このようにして、分割セグメントDS3の架橋部BCと分割セグメントDS4の架橋部BDとは、径方向に交差して延在し、第1線状部LC1、LD1の位置関係が、第2線状部LD2、LC2の位置関係と逆転している。すなわち、第1線状部LC1は第1線状部LD1に対して径方向の内側に位置し、第2線状部LC2は第2線状部LD2に対して径方向の外側に位置している。

第2実施形態において、固定子の他の構成は、前述した第1実施形態と同一である。

なお、第2実施形態においても、分割セグメントの架橋部の第1区間や第2区間を必ずしも固定子鉄心16の第2端面16bに平行（またはほぼ平行）としなくても構わず、種々の形状とすることができる。

以上のように構成された第2実施形態においても、第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2の両端部の位置関係を逆転する転位構成は、分割セグメントDS1、DS2、DS3、DS4を捻ることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げて第1区間SA1、SB1、SC1、SD1と第2区間SA2、SB2、SC2、SD2とをレー

ンチェンジすることにより得られる。そのため、捻る場合に比較して、セグメントコイルの製造、組み立てが容易となる。

[0052] 更に、本実施形態によれば、それぞれ複列化された第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2において、架橋部の第1クランク部CR1、CR3および第2クランク部CR2、CR4は、周方向に隣り合う他相のコイルセグメントの間に位置するスロットの直上に位置し、他相のコイルセグメントに干渉することなく他相のコイルセグメントの近傍に配置することができる。そのため、コイルエンド18bの小型化および簡素化を図ることが可能となる。

また、本実施形態においては、複列化された第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2において、長さの短いクランク部CR2、CR4を有する架橋部BB、BDが固定子鉄心16の軸方向に重なって配置され、これらの架橋部の上に、長さの長いクランク部CR1、CR2を有する架橋部BA、BCが配置されている。また、架橋部BA、BCは、固定子鉄心16の径方向に重なって配置されている。これにより、コイルエンドの延出高さを低減し、一層の小型化を図ることができる。

以上のことから、第2実施形態によれば、渦電流の発生を抑制しつつ、コイルエンドの小型化および簡素化を図ることが可能な回転電機の固定子が得られる。

[0053] (第3実施形態)

図13は、第3実施形態に係る固定子の1相の第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2の配置構成を示す斜視図、図14は、前記固定子の第1端面側の一部を示す平面図である。

上述した第2実施形態では、第2コイルセグメントCS2の分割セグメントDS3の架橋部BCは、第1コイルセグメントCS1の分割セグメントDS1の架橋部BAに対して固定子鉄心16の径方向に重なって配置されている。これに対して、第3実施形態によれば、図示のように、分割セグメントDS3の架橋部BCは、分割セグメントDS1の架橋部BAに対して固定子

鉄心 16 の径方向に重なって配置されている。

詳細には、第 2 コイルセグメント CS 2 において、分割セグメント DS 3 の第 1 線状部 LC 1 はスロット 20 の最内周側に配置されている。第 1 線状部 LC 1 において、固定子鉄心 16 の第 2 端面 16 から突出している延出端部は、固定子鉄心 16 の径方向の内側に折曲げられ、更に、軸方向に折り曲げられている。これにより、第 1 線状部 LC 1 の延出端部は、例えば、第 1 線状部の厚さ分だけ、スロット 20 の内周側端よりも径方向内側にずれて位置している。

[0054] 分割セグメント DS 3 の架橋部 BC は、第 1 線状部 LC 1 の延出端から固定子鉄心 16 の周方向に沿って第 2 端面 16 b とほぼ平行に延びる第 1 区間 SC 1 と、第 1 区間 SC 1 の終端から径方向の外方に向かって傾斜し第 2 端面 16 b とほぼ平行に延びる第 1 クランク部 CR 3 と、第 1 クランク部 CR 3 の終端から第 2 線状部 LA 2 の延出端部まで周方向に沿って、かつ、第 2 端面 16 b とほぼ平行に延びる第 2 区間 SC 2 と、を有している。第 1 クランク部 CR 3 は、第 1 線状部 LC 1 と第 2 線状部 LC 2 との間のほぼ中間に位置している。第 1 クランク部 CR 3 の延出長さ（径方向の高さ）は、平角導体の厚さの約 3 倍程度に形成されている。

架橋部 BC は、平角導体を振じることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げることで形成されている。第 2 線状部 LC 2 は、第 1 線状部 LC 1 から 7 つ離れたスロット 20、すなわち、第 1 コイルセグメント CS 1 の第 2 線状部 LA 2、LB 2 が配置されているスロット 20 の 1 つ隣り（周方向外側）のスロット 20、内に配置されている。

第 1 線状部 LC 1 は、分割セグメント DS 1 の第 1 線状部 LA 1 よりも平角導体の幅分だけ高く固定子鉄心 16 から軸方向に延出している。これにより、架橋部 BC の第 1 区間 SC 1、第 1 クランク部 CR 3、第 2 区間 SC 2 は、それぞれ分割セグメント DS 1 の架橋部 BA の第 1 区間 SA 1、第 1 クランク部 CR 1、第 2 区間 SA 2 に軸方向に重なって配置されている。

[0055] 第 3 実施形態において、第 1 コイルセグメント CS 1 および第 2 コイルセグ

メントCS2の他の構成は、前述した第2実施形態と同一である。第3実施形態においても、分割セグメントの架橋部の第1区間や第2区間を必ずしも固定子鉄心16の第2端面16bに平行（またはほぼ平行）としなくても構わず、種々の形状とすることができる。

以上のように構成された第3実施形態においても、第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントSC2の両端部の位置関係を逆転する転位構成は、分割セグメントDS1、DS2、DS3、DS4を捻ることなく、厚さ方向あるいは厚さ方向と直交する方向に折り曲げて第1区間SA1、SB1、SC1、SD1と第2区間SA2、SB2、SC2、SD2とをレーンチェンジすることにより得られる。そのため、捻る場合に比較して、セグメントコイルの製造、組み立てが容易となる。

更に、本実施形態によれば、それぞれ複列化された第1コイルセグメントCS1および第2コイルセグメントCS2において、架橋部の第1クランク部CR1、CR3および第2クランク部CR2、CR4は、周方向に隣り合う他相のコイルセグメントの間に位置するスロットの直上に位置し、他相のコイルセグメントに干渉することなく他相のコイルセグメントの近傍に配置することができる。そのため、コイルエンド18bの小型化および簡素化を図ることが可能となる。

以上のことから、第3実施形態においても、渦電流の発生を抑制しつつ、コイルエンドの小型化および簡素化を図ることが可能な回転電機の固定子が得られる。

[0056] 上述した実施形態において、スロット20の最内周に位置するコイルセグメントを2本の分割セグメントに複列化する構成を示しているが、複列化は、2本に限らず、3本あるいは4本の分割セグメントに分割することも可能である。

(第1変形例)

図15は、第1変形例に係る固定子の断面の一部および分割セグメントを模式的に示すである。

図示のように、第1変形例では、スロット20の最内周側に配置されたコイルセグメントCS1は、3本の分割セグメント（第1、第2、第3分割セグメント）DS1、DS2、DS3に分割され複列化されている。分割セグメントDS1、DS2、DS3は、他のコイルセグメントCSの横断面の面積の約1/3程度の断面積を有する平角導体により、すなわち、他のコイルセグメントCSとよりも細い平角導体により、形成されている。

[0057] 分割セグメントDS1は、第1線状部LA1および第2線状部LA2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LA1および第2線状部LA2を連結する架橋部BAと、を一体に有している。分割セグメントDS2は、第1線状部LB1および第2線状部LB2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LB1および第2線状部LB2を連結する架橋部BBと、を一体に有している。同様に、分割セグメントDS3は、第1線状部LC1および第2線状部LC2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LC1および第2線状部LC2を連結する架橋部BCと、を一体に有している。

[0058] 3本の第1線状部LA1、LB1、LC1はスロット20内に配置され径方向に並んで互いに隣接している。例えば、第1線状部LA1がスロット20の最内周側に、第1線状部LB1が第1線状部LA1の径方向の外側に、第1線状部LC1が第1線状部LB1の径方向の外側に、隣接して配置されている。一例では、第2線状部LA2、LB2、LC2は、第1線状部LA1、LB1、LC1から5つ離れたスロット20に配置され互いに隣接している。架橋部BAは、架橋部BBに対して固定子鉄心16の径方向に交差して配置され、架橋部BAの一部は、架橋部BBの径方向外側に位置している。架橋部BCは、架橋部BBに対して固定子鉄心16の径方向に交差して配置され、架橋部BCの一部は、架橋部BBの径方向の内側に位置している。

これにより、第2線状部LA2、LC2は、第1線状部LA1、LC1と配置関係が入れ代わり、逆の配置関係となっている。すなわち、第2線状部LC2がスロット20の最内周側に、第2線状部LA2が第2線状部LB2

を挟んで第2線状部LC2の径方向の外側に隣接して配置されている。

架橋部BA、BB、BCの構成には、前述した第1、第2、第3実施形態に示した構成のいずれも適用可能である。

[0059] 以上のように、コイルセグメントの分割数を増やすことにより、スロット20を周方向に横断する磁束と直交する導体の断面積を一層小さくし、高速回転時に導体内に発生する渦電流およびこれに起因した損失を低減することができる。3本の分割セグメントの架橋部を交差させ、第1線状部の位置関係と第2線状部の位置関係をとを転位する構成とすることにより、循環電流の発生を抑制することができる。そのため、新たな損失増加要因を生むことなく複列化した最内周コイルによる低損失化が可能となる。

[0060] (第2変形例)

図16は、第2変形例に係る固定子の断面の一部および分割セグメントを模式的に示すである。

図示のように、第2変形例では、スロット20の最内周側に配置されたコイルセグメントCS1は、4本の分割セグメント(第1、第2、第3、第4分割セグメント)DS1、DS2、DS3、DS4に分割され複列化されている。分割セグメントDS1、DS2、DS3は、他のコイルセグメントCSの横断面の面積の約1/4程度の断面積を有する平角導体により形成されている。

[0061] 分割セグメントDS1、DS2、DS3と同様に、分割セグメントDS4は、第1線状部LD1および第2線状部LD2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LD1および第2線状部LD2を連結する架橋部BDと、を一体に有している。

4本の第1線状部LA1、LB1、LC1、LD1はスロット20内に配置され径方向に並んで互いに隣接している。例えば、第1線状部LA1がスロット20の最内周側に位置し、その外側に、第1線状部LB1、LC1、LD1が順に並んでいる。一例では、第2線状部LA2、LB2、LC2、LD2は、第1線状部LA1、LB1、LC1から5つ離れたスロット20

に配置され互いに隣接している。

[0062] 分割セグメントDS1、DS2の架橋部BA、BBは、分割雪面とDS3、DS4の架橋部BC、BDに対して固定子鉄心16の径方向に交差して配置され、架橋部BA、BBの一部は、架橋部BC、BDの径方向外側に位置している。

これにより、第2線状部LA2、LB2および第2線状部LC2、LD2は、第1線状部LA1、LB1および第1線状部LC1、LD1と配置関係が入れ代わり、逆の配置関係となっている。すなわち、第2線状部LC2がスロット20の最内周側に位置し、その外側に、第2線状部LD2、LA2、LB2が順に並んでいる。

架橋部BA、BB、BC、BDの構成には、前述した第1、第2、第3実施形態に示した構成のいずれも適用可能である。

[0063] 以上のように、第2変形例においても、コイルセグメントの分割数を増やすことにより、スロット20を周方向に横断する磁束と直交する導体の断面積を一層小さくし、高速回転時に導体内に発生する渦電流およびこれに起因した損失を低減することができる。4本の分割セグメントの架橋部を交差させ、第1線状部の位置関係と第2線状部の位置関係を転位する構成とすることにより、循環電流の発生を抑制することができる。そのため、新たな損失増加要因を生むことなく複列化した最内周コイルによる低損失化が可能となる。

[0064] (第3変形例)

図17は、第3変形例に係る固定子の断面の一部および分割セグメントを模式的に示すである。

図示のように、第3変形例では、スロット20の最内周側に配置されたコイルセグメントCS1に加えて、スロット20の最外周側に配置されたコイルセグメントCS4は、複数、例えば、2本の分割セグメントDS1、DS2に分割され複列化されている。分割セグメントDS1、DS2は、他のコイルセグメントCSの横断面の面積の約1/2程度の断面積を有する平角導

体により形成されている。

コイルセグメントCS4の分割セグメントDS1は、第1線状部LA1および第2線状部LA2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LA1および第2線状部LA2を連結する架橋部BAと、を一体に有している。同様に、分割セグメントDS2は、第1線状部LB1および第2線状部LB2と、固定子鉄心16の外側に第2端面16bと対向して位置し第1線状部LB1および第2線状部LB2を連結する架橋部BBと、を一体に有している。

[0065] コイルセグメントCS4において、2本の第1線状部LA1、LB1はスロット20内に配置され径方向に並んで互いに隣接している。例えば、第1線状部LB1がスロット20の最外周側に配置され、第1線状部LA1が第1線状部LB1の径方向の内側に隣接して配置されている。一例では、第2線状部LA2、LB2は、第1線状部LA1、LB1から5つ離れたスロット20に配置され互いに隣接している。架橋部BAは、架橋部BBに対して固定子鉄心16の径方向に交差して配置され、架橋部BAの一部は、架橋部BBの径方向外側に位置している。

これにより、第2線状部LA2、LB2は、第1線状部LA1、LB1と配置関係が入れ代わり、逆の配置関係となっている。すなわち、第2線状部LA2がスロット20の最外周側に、第2線状部LB2が第2線状部LA2の径方向の内側に隣接して配置されている。

架橋部BA、BBの構成には、前述した第1、第2、第3実施形態に示した構成のいずれも適用可能である。また、コイルセグメントCS1の構成は、前述した第1、第2、第3実施形態に示した構成のいずれも適用可能である。

[0066] 以上のように、スロット20の最内周側のコイルセグメントCS1および最外周側のコイルセグメントCS4を複列化することにより、スロット20を周方向に横断する磁束と直交する導体の断面積を一層小さくし、高速回転時に導体内に発生する渦電流およびこれに起因した損失を低減することがで

きる。各コイルセグメントCS 1、CS 4において、2本の分割セグメントDS 1、DS 2の架橋部を交差させ、第1線状部の位置関係と第2線状部の位置関係とを転位する構成とすることにより、循環電流の発生を抑制することができる。そのため、新たな損失増加要因を生むことなく複列化した最内周コイルによる低損失化が可能となる。

なお、第3変形例においても、コイルセグメントの複列化は、2本に限らず、3本以上の分割セグメントにより複列化してもよい。

[0067] 本発明のいくつかの実施形態および変形例を説明したが、これらの実施形態および変形例は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態や変形例は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

例えば、コイルの巻数、コイルセグメントの設置数は、上述した実施形態に限定されることなく、適宜、増減可能である。例えば、1つのスロットに4本あるいは8本のセグメントの線状部が配置されるように構成してもよい。回転子の寸法、材質、形状等は、前述した実施形態に限定されることなく、設計に応じて種々変更可能である。本実施形態に係る回転子および電動機は、永久磁石界磁電動機に限らず、誘導電動機にも適用可能である。

請求の範囲

[請求項1]

中心軸線を有する環状のヨークと前記ヨークの内周から延出する複数のティースとを有し、隣合うティースの間にスロットが形成されている固定子鉄心と、

異なるスロット内にそれぞれ配置された第1線状部および第2線状部と前記固定子鉄心の外方に位置し前記第1線状部および第2線状部を互いに連結した架橋部とを有し平角導体で形成された複数のコイルセグメントをそれぞれ有する複数相のセグメントコイルと、を備え、

前記中心軸線の方法を軸方向、前記中心軸線と直交する方法を径方向、前記中心軸線の周りの方法を周方向とした場合、

前記スロット内に前記径方向に並んで複数本の第1線状部あるいは第2線状部が配置され、

前記スロット内において少なくとも最も内周側に配置されているコイルセグメントは、それぞれ第1線状部および第2線状部と前記固定子鉄心の外方に位置し前記第1線状部および第2線状部を互いに連結した架橋部とを有し前記平角導体よりも断面積が小さい平角導体で形成された複数本の分割セグメントを互いに接合して構成され、

前記複数の分割セグメントの架橋部は、前記径方向に互いに交差して配置され、

前記複数の分割セグメントの前記第1線状部は、前記スロット内において、前記径方向の第1方向に並んで配置され、前記第2線状部は、前記スロット内において前記第1方向と逆方向に並んで配置されている、

回転電機の固定子。

[請求項2]

前記最も内周側に配置されているコイルセグメントは、第1分割セグメントおよび第2分割セグメントで構成された第1コイルセグメントと、第3分割セグメントおよび第4分割セグメントで構成され、前記第1コイルセグメントを前記周方向の両側から挟むように配置され

た第2コイルセグメントと、を含み、

前記第1分割セグメントの架橋部は、前記第1線状部の延出端から前記周方向に延在する第1区間と、前記第1区間から前記径方向の外周側に第1長さ屈曲する第1クランク部と、前記第1クランク部から前記第2線状部の延出端まで前記周方向に延在し前記第1区間に対して前記径方向の外側に前記第1長さ分だけずれて位置する第2区間とを有し、

前記第2分割セグメントの架橋部は、前記第1線状部の延出端から前記周方向に延在する第1区間と、前記第1区間から前記径方向の外周側に前記第1長さよりも短い第2長さ屈曲する第2クランク部と、前記第2クランク部から前記第2線状部の延出端まで前記周方向に延在し前記第1区間に対して前記径方向の外側に前記第2長さ分だけずれて位置する第2区間とを有し、

前記第1クランク部および第2クランク部は、前記軸方向に重なって配置され、前記第2クランク部は前記第1クランク部と交差して延在している

請求項1に記載の回転電機の固定子。

[請求項3]

前記第3分割セグメントの架橋部は、前記第1線状部の延出端から前記周方向に延在する第1区間と、前記第1区間から前記径方向の外周側に第1長さ屈曲する第3クランク部と、前記第3クランク部から前記第2線状部の延出端まで前記周方向に延在し前記第1区間に対して前記径方向の外側に前記第1長さ分だけずれて位置する第2区間とを有し、

前記第4分割セグメントの架橋部は、前記第1線状部の延出端から前記周方向に延在する第1区間と、前記第1区間から前記径方向の外周側に前記第1長さよりも短い第2長さ屈曲する第4クランク部と、前記第4クランク部から前記第2線状部の延出端まで前記周方向に延在し前記第1区間に対して前記径方向の外側に前記第2長さ分だけず

れて位置する第2区間とを有し、

前記第3クランク部および第4クランク部は、前記軸方向に重なって配置され、前記第4クランク部は前記第3クランク部と交差して延在している

請求項2に記載の回転電機の固定子。

[請求項4] 前記第3クランク部は、前記軸方向において前記第1クランク部の上に重なって配置され、前記第2クランク部は、前記軸方向において前記第3クランク部の上に重なって配置され、前記第4クランク部は、前記軸方向において前記第2クランク部の上に重なって配置されている請求項3に記載の回転電機の固定子。

[請求項5] 前記第4クランク部は、前記軸方向において前記第2クランク部の上に重なって配置され、前記第1クランク部および第3クランク部は、前記軸方向において前記第4クランク部の上に重なって配置され、前記径方向および前記周方向において互いに重なって配置されている請求項3に記載の回転電機の固定子。

[請求項6] 前記第4クランク部は、前記軸方向において前記第2クランク部の上に重なって配置され、前記第1クランク部は、前記軸方向において前記第4クランク部の上に重なって配置され、前記第3クランク部は、前記軸方向において前記第1クランク部の上に重なって配置されている請求項3に記載の回転電機の固定子。

[請求項7] 前記第1コイルセグメントは、第3分割セグメントを更に有し、前記第1分割セグメント、第2分割セグメント、第3分割セグメントの前記第1線状部は、前記スロットの内で前記径方向の第1方向に並んで配置され、前記第1分割セグメント、第2分割セグメント、第3分割セグメントの前記第2線状部は、他の前記スロットの内において前記第1方向と逆方向に並んで配置されている請求項2に記載の回転電機の固定子。

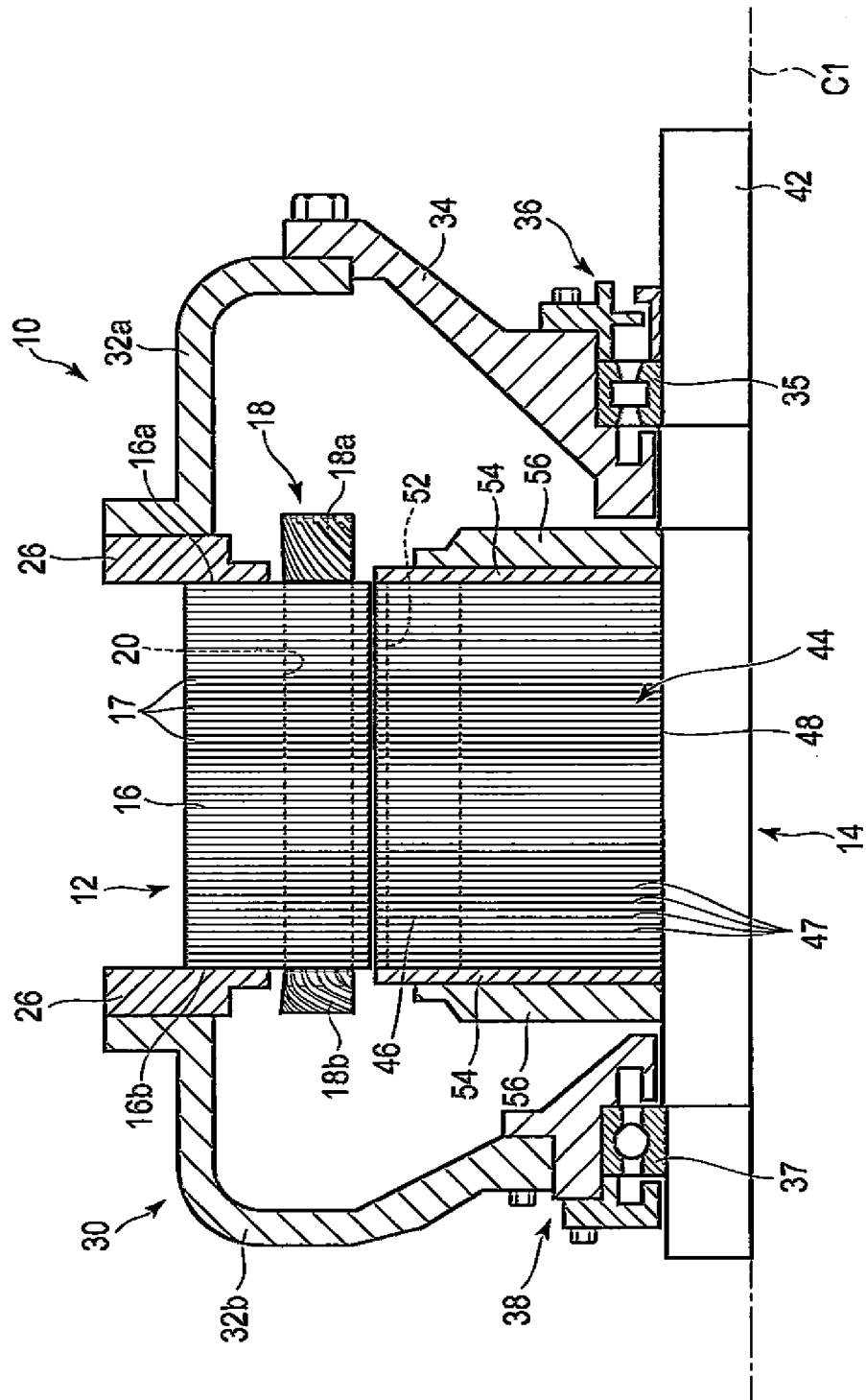
[請求項8] 前記スロット内において最も外周側に配置されているコイルセグメ

ントは、それぞれ第1線状部および第2線状部と前記固定子鉄心の外方に位置し前記第1線状部および第2線状部を互いに連結した架橋部とを有し前記平角導体よりも断面積が小さい平角導体で形成された複数本の分割セグメントを互いに接合して構成され、

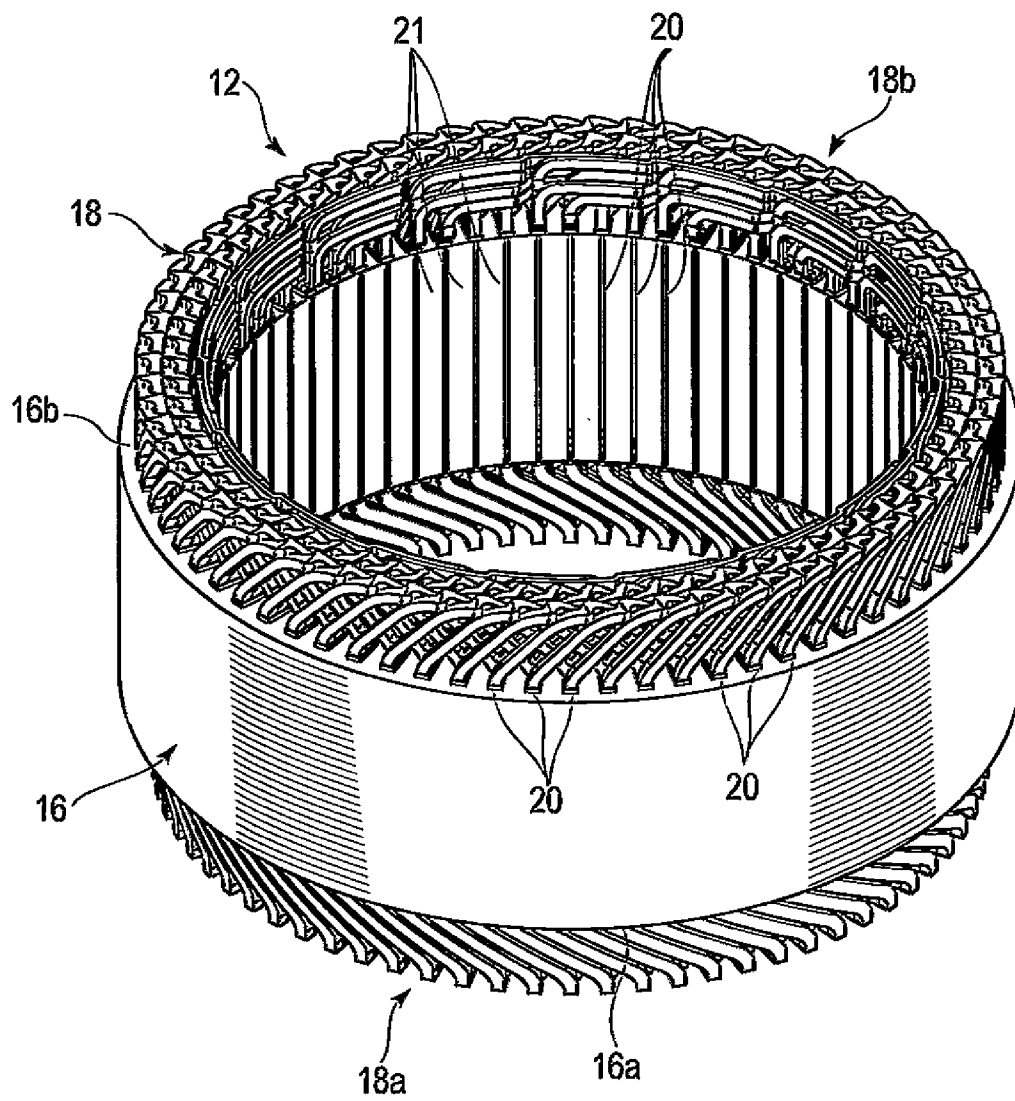
前記複数の分割セグメントの架橋部は、前記径方向に互いに交差して配置され、

前記複数の分割セグメントの前記第1線状部は、前記スロット内において、前記径方向の第1方向に並んで配置され、前記第2線状部は、他の前記スロット内において前記第1方向と逆方向に並んで配置されている請求項1に記載の回転電機の固定子。

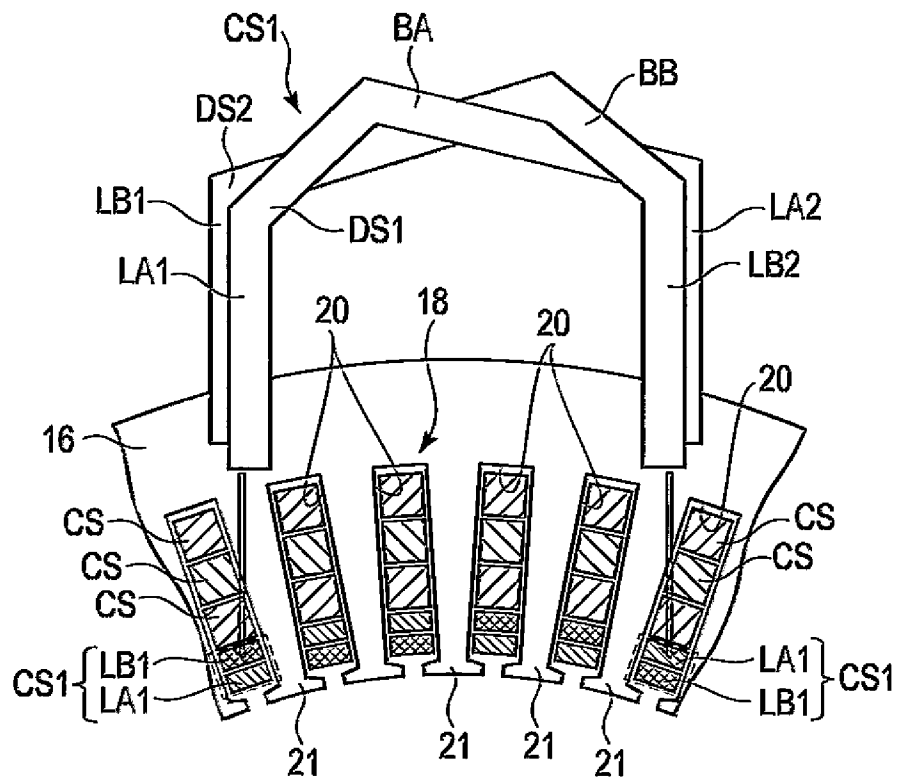
[図1]



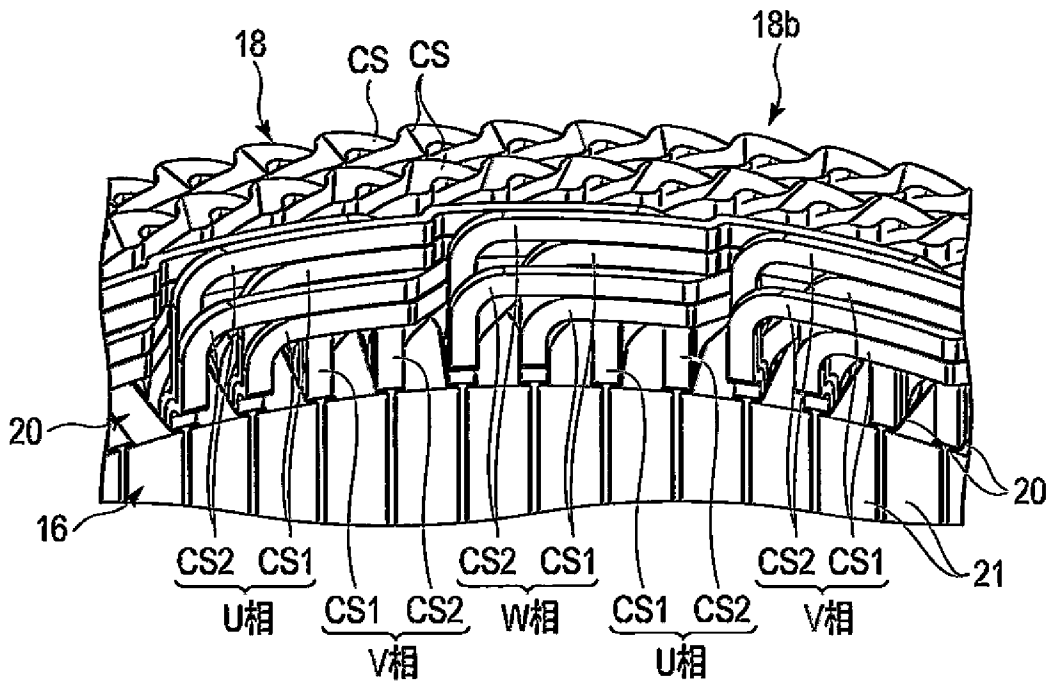
[図3]



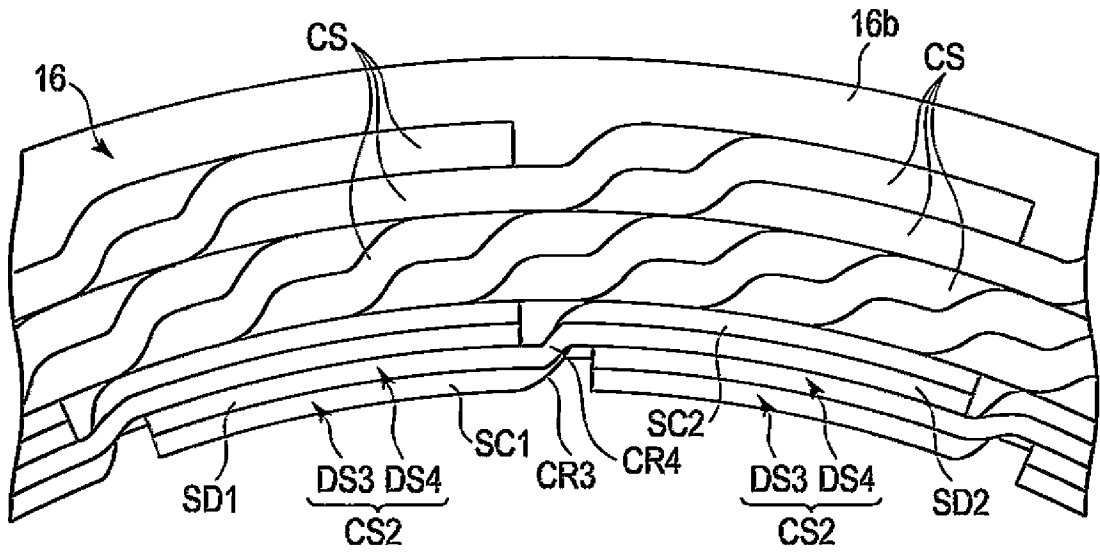
[図4]



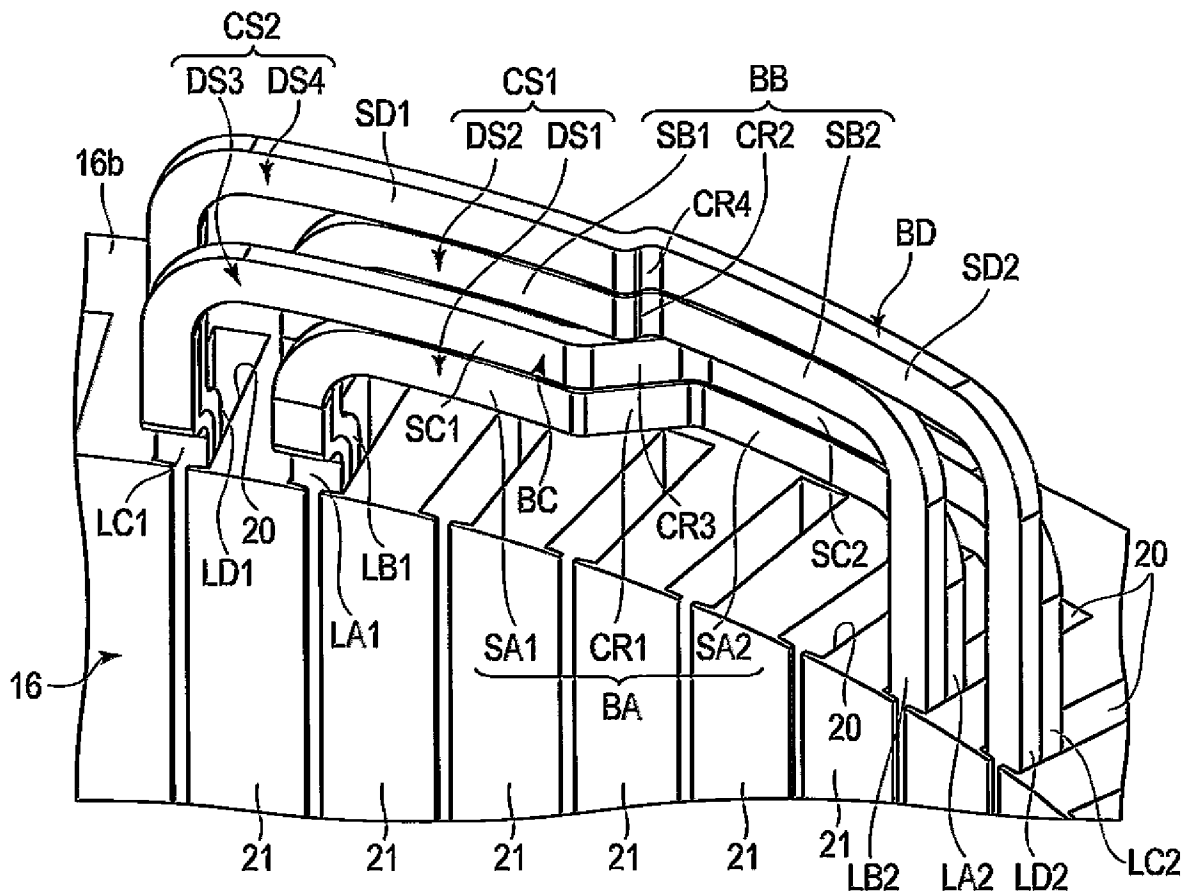
[図5]



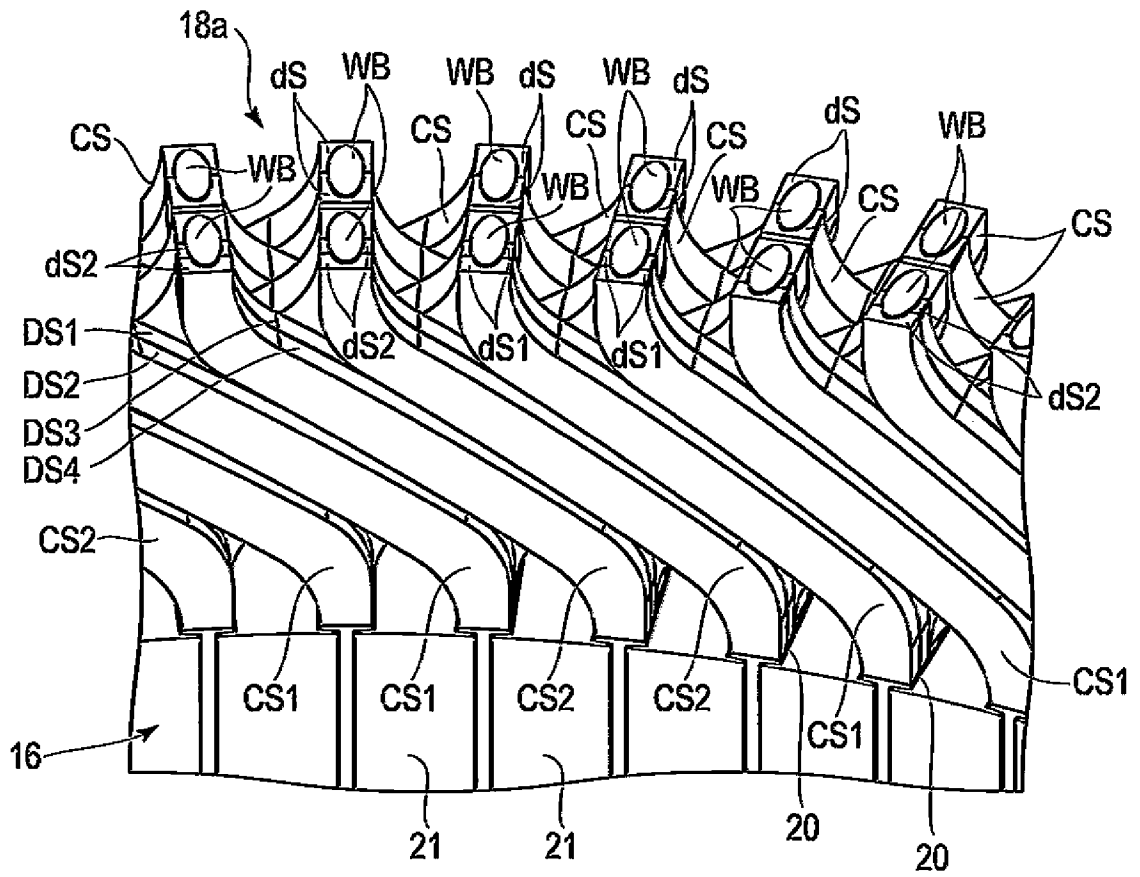
[図6]



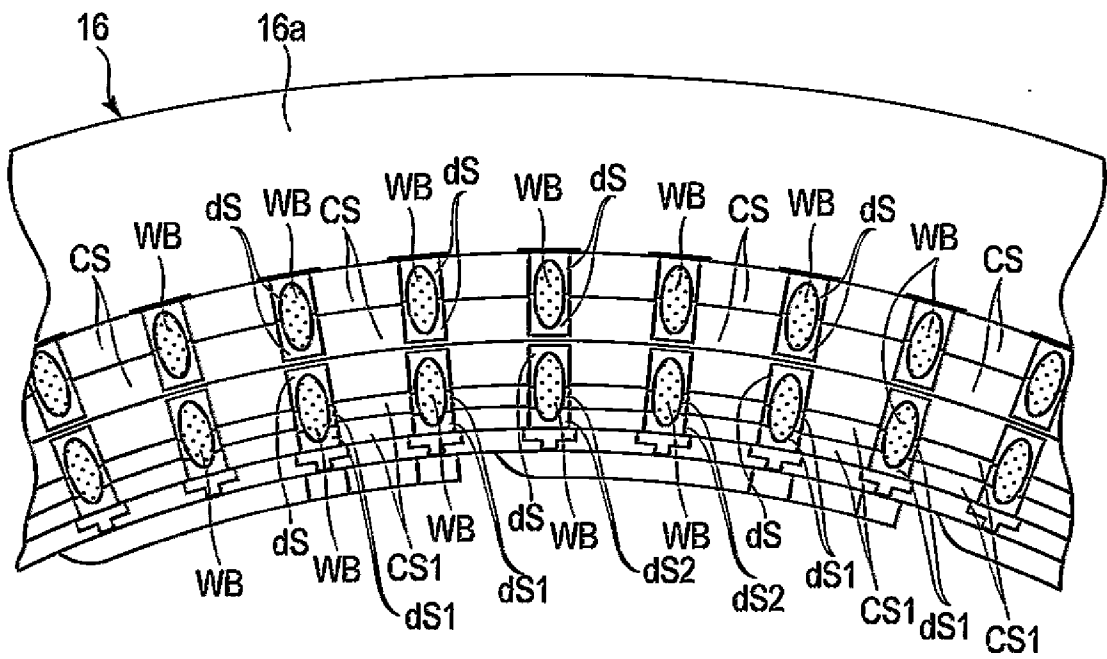
[図7]



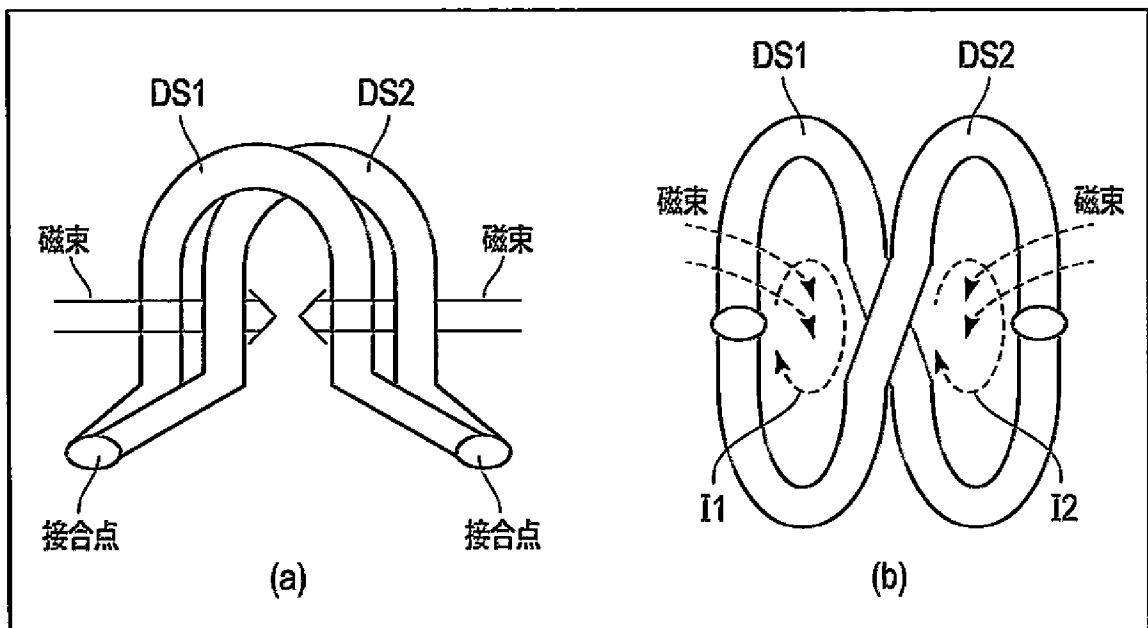
[図8]



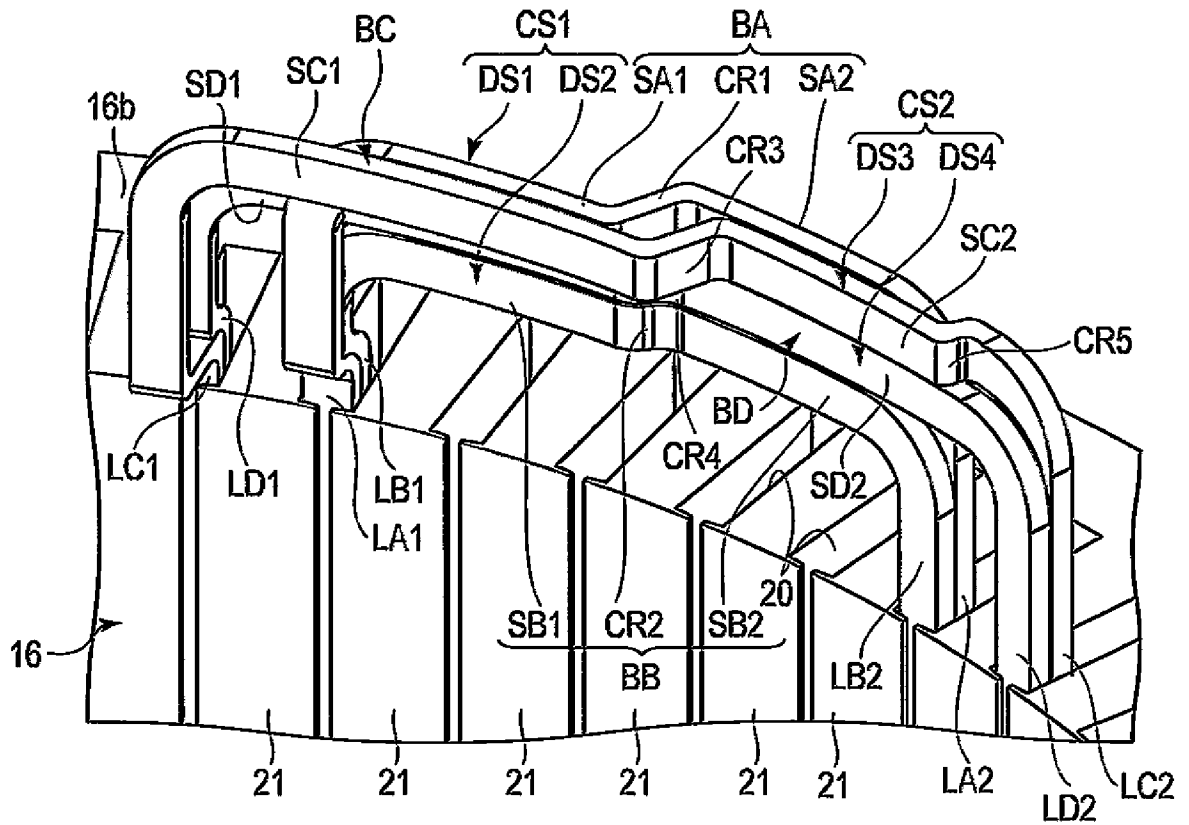
[图9]



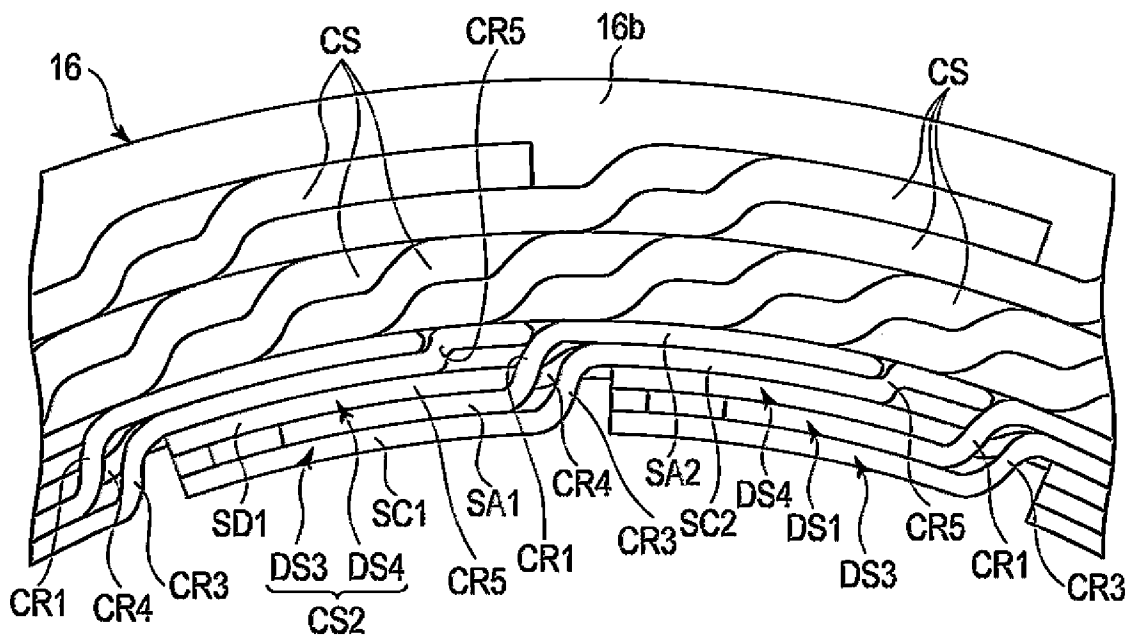
[图10]



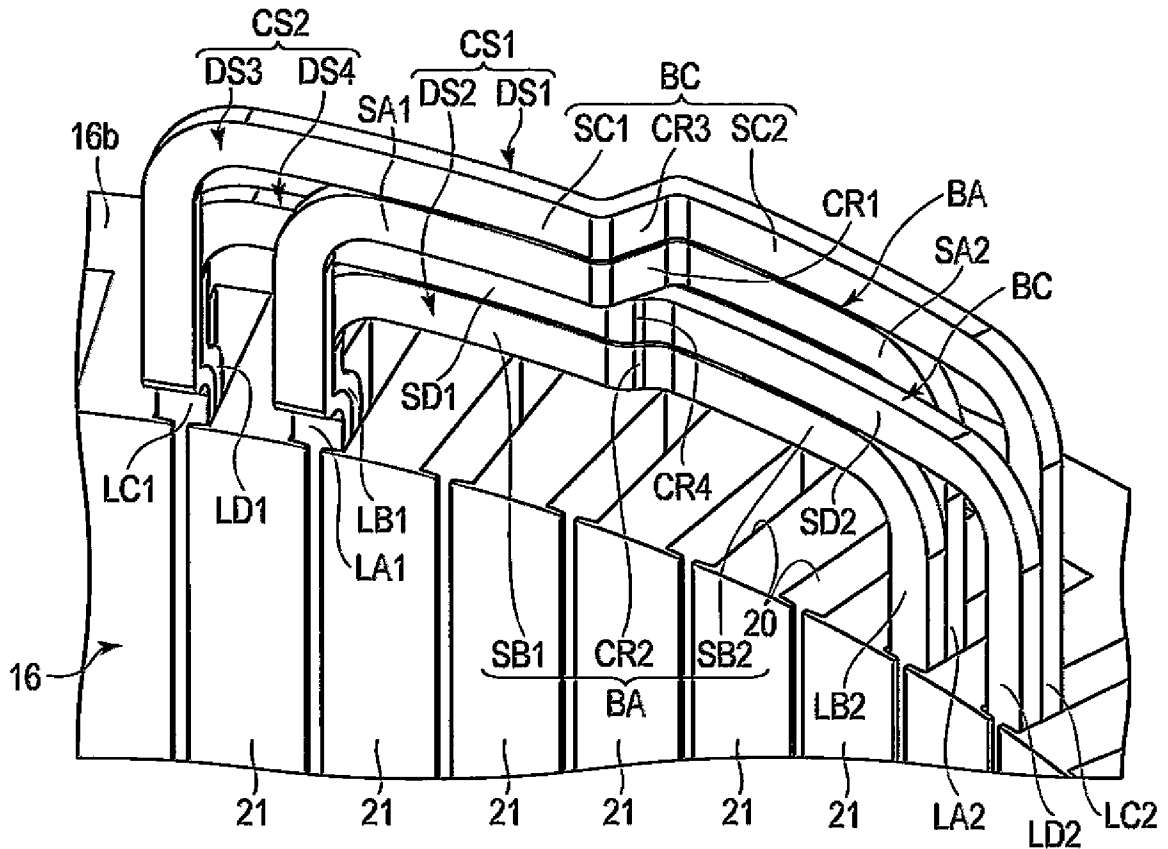
[図11]



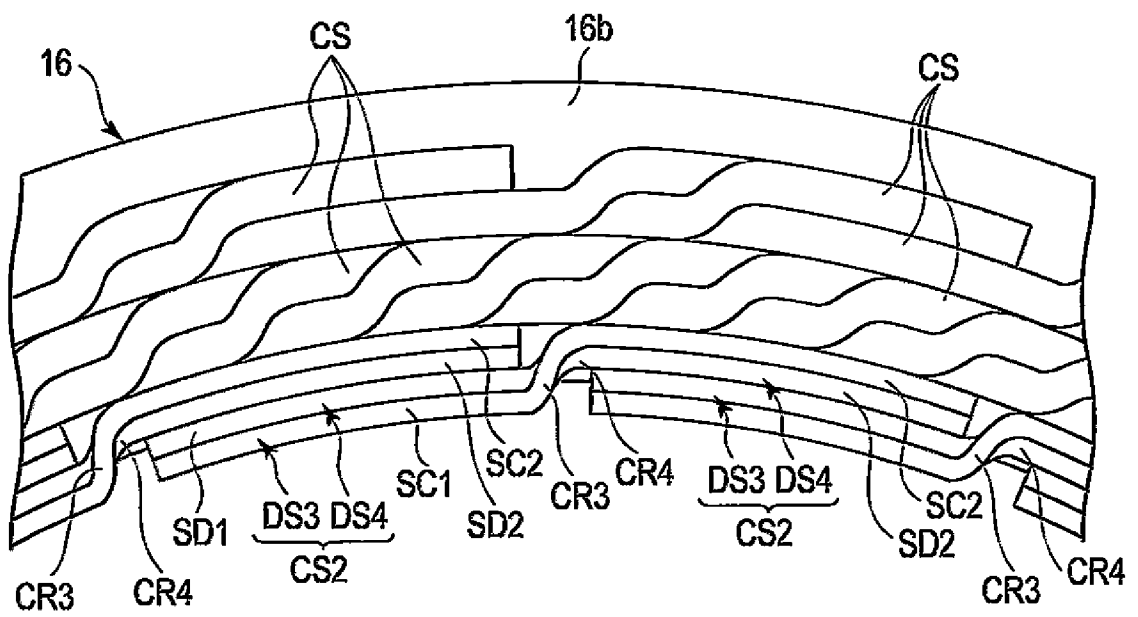
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/022741

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02K3/12 (2006.01) i, H02K3/28 (2006.01) i
 FI: H02K3/12, H02K3/28 M

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. H02K3/12, H02K3/28

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 1971-2020
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 A	JP 6330656 B2 (DENSO CORP.) 30 May 2018, paragraphs [0016]-[0040], [0045]-[0055], fig. 2-6, 9	1, 8 2-7
Y A	JP 2013-138594 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 11 July 2013, paragraphs [0089]-[0111], fig. 1-4	1, 8 2-7
Y A	JP 2012-143068 A (DENSO CORP.) 26 July 2012, paragraphs [0044]-[0051], [0081]-[0085], fig. 3-6, 14	1, 8 2-7
Y	JP 2018-85911 A (TAIDA ELECTRONIC IND CO., LTD.) 31 May 2018, paragraphs [0020]-[0036], fig. 1-5	1, 8

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
12.08.2020

Date of mailing of the international search report
25.08.2020

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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2020/022741

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 2012-186938 A (DENSO CORP.) 27 September 2012, paragraphs [0019]-[0023], [0030]-[0032], fig. 1, 2, 7	1, 8
Y	JP 2017-216832 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 07 December 2017, paragraphs [0021], [0053]-[0059], fig. 7, 8	8
A	JP 2020-54193 A (KOMATSU LTD.) 02 April 2020, paragraphs [0015]-[0024], fig. 4, 7	2-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/022741

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 6330656 B2	30.05.2018	(Family: none)	
JP 2013-138594 A	11.07.2013	US 2014/0300239 A1 paragraph [0121]- [0143], fig. 1-4 WO 2013/061904 A1 CN 103959609 A	
JP 2012-143068 A	26.07.2012	US 2012/0161567 A1 paragraphs [0044]- [0053], [0102]- [0105], fig. 3-6, 15 DE 102011057061 A1 CN 102545418 A	
JP 2018-85911 A	31.05.2018	US 2018/0152070 A1 paragraphs [0027]- [0044], fig. 1-5 EP 3327903 A1 KR 10-1843692 B1	
JP 2012-186938 A	27.09.2012	(Family: none)	
JP 2017-216832 A	07.12.2017	(Family: none)	
JP 2020-54193 A	02.04.2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) H02K 3/12(2006.01)i; H02K 3/28(2006.01)i FI: H02K3/12; H02K3/28 M		
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)) H02K3/12; H02K3/28		
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 - 2020年	
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 6330656 B2 (株式会社デンソー) 30.05.2018 (2018-05-30) 段落 [0016] - [0040], [0045] - [0055], 図2-6, 9 - 10	1,8
A		2-7
Y	JP 2013-138594 A (住友電気工業株式会社) 11.07.2013 (2013-07-11) 段落 [0089] - [0111], 図1-4	1,8
A		2-7
Y	JP 2012-143068 A (株式会社デンソー) 26.07.2012 (2012-07-26) 段落 [0044] - [0051], [0081] - [0085], 図3-6, 1 4	1,8
A		2-7
Y	JP 2018-85911 A (台達電子工業股▲ふん▼有限公司) 31.05.2018 (2018-05-31) 段落 [0020] - [0036], 図1-5	1,8
Y	JP 2012-186938 A (株式会社デンソー) 27.09.2012 (2012-09-27) 段落 [0019] - [0023], [0030] - [0032], 図1-2, 7	1,8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	“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抵触するものではなく、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	
“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		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
12.08.2020	25.08.2020	
名称及びあて先	権限のある職員 (特許庁審査官)	
日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	上野 力 3V 3748	
	電話番号 03-3581-1101 内線 3358	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2017-216832 A (本田技研工業株式会社) 07.12.2017 (2017 - 12 - 07) 段落 [0021], [0053] - [0059], 図7-8	8
A	JP 2020-54193 A (株式会社小松製作所) 02.04.2020 (2020 - 04 - 02) 段落 [0015] - [0024], 図4, 7	2-7

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/022741

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6330656 B2	30.05.2018	(ファミリーなし)	
JP 2013-138594 A	11.07.2013	US 2014/0300239 A1 段落 [0121] - [0143], 図1-4 WO 2013/061904 A1 CN 103959609 A	
JP 2012-143068 A	26.07.2012	US 2012/0161567 A1 段落 [0044] - [0053], [0102] - [0105], 図3-6, 15 DE 102011057061 A1 CN 102545418 A	
JP 2018-85911 A	31.05.2018	US 2018/0152070 A1 段落 [0027] - [0044], 図1-5 EP 3327903 A1 KR 10-1843692 B1	
JP 2012-186938 A	27.09.2012	(ファミリーなし)	
JP 2017-216832 A	07.12.2017	(ファミリーなし)	
JP 2020-54193 A	02.04.2020	(ファミリーなし)	