(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年12月3日(03.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/240762 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 3/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/021468

(22) 国際出願日： 2019年5月30日(30.05.2019)

(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: 日立オートモティブ電動機システムズ株式会社 **(HITACHI AUTOMOTIVE ELECTRIC MOTOR SYSTEMS, LTD.)** [JP/JP]; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場２４７７番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 中島 照章 **(NAKASHIMA Teruaki)**; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場２４７７番地 日立オートモティブ電動機システムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 小泉 孝行 **(KOIZUMI Takayuki)**; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場２４７７番地 日立オートモティブ電動機システムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 岡田 秀徳 **(OKADA Hidenori)**; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場２４７７番地 日立オートモティブ電動機システムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 河波 光治 **(KAWANAMI Koji)**; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場２４７７番地 日立オートモティブ電動機システムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 佐藤 和久 **(SATO Kazuhisa)**; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場２４７７番地 日立オートモティブ電動機システムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

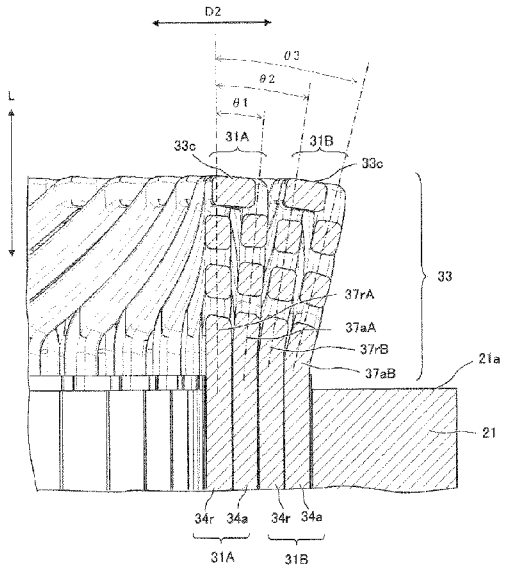
(74) 代理人: ポレール特許業務法人 **(POLAIRE I.P.C.)**; 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目１３番１１号 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** DYNAMO-ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称： 回転電機

[図9]



(57) **Abstract:** The present invention provides a novel dynamo-electrical machine with which it is possible to minimize an increase in the height of the coil end on the side at which a turn part is located, and to improve the performance of cooling the vicinity of the turn part of segment coils. According to the present invention, segment coils 31 are provided with: a first linear part 34r inserted into a specific slot 22; a second linear part 34a inserted into another specific slot 22 different from the specific slot 22; and a turn part 33 extending from one end surface part of a stator core 21 toward the outer side with respect to the axial direction of the stator core 21, the turn part 33 having a top part 33c that connects the first linear part 34r and the second linear part 34a. In each of the slots 22, the respective linear parts 34r, 34a of the plurality of segment coils 31 are inserted and disposed so as to be layered in the radial direction from the inner circumferential side to the outer circumferential side, a bend part 37 is formed between the turn part 33 and the respective linear parts 34r, 34a of the plurality of segment coils 31 layered in the radial direction, and the bend part 37 tilts the top part 33c of the turn part 33 toward the end surface of the stator core 21.

WO 2020/240762 A1

[続葉有]

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

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

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：ターン部が位置する側のコイルエンドの高さが高くなるのを抑制し、しかもセグメントコイルのターン部周辺の冷却性能を向上できる新規な回転電機を提供する。 セグメントコイル３１が、特定のスロット２２に挿入される第１の直線部３４ｒと、特定のスロット２２とは異なる他の特定のスロット２２に挿入される第２の直線部３４ａと、固定子コア２１の一方の端面部から固定子コア２１の軸線方向の外側に向けて延び、第１の直線部３４ｒ、及び第２の直線部３４ａとを接続する頂部３３ｃを有するターン部３３とを備え、夫々のスロット２２には、径方向に内周側から外周側に積層されるように複数のセグメントコイル３１の夫々の直線部３４ｒ、３４ａが挿入、配置されると共に、径方向に積層されたセグメントコイル３１の夫々の直線部３４ｒ、３４ａとターン部３３の間に屈曲部３７が形成され、この屈曲部３７がターン部３３の頂部３３ｃを固定子コア２１の端面に近づく方向に傾斜させている。

明　細　書

発明の名称 ： 回転電機

技術分野

[0001] 本発明は回転電機に係り、特に複数のスロットを有する固定子コアと、この固定子コアのスロットに収納される複数のセグメントコイルとを備えた固定子を有する回転電機に関するものである。

背景技術

[0002] 電気自動車やハイブリッド車においては、回転電機によって駆動力を得る構成とされており、この回転電機としては、複数のスロットを有する固定子コアと、この固定子コアのスロットに収納される銅製の複数のセグメントコイルとを備えた固定子を有する回転電機が使用されている。このような固定子を備えた回転電機は、例えば特開２０１７－１８９０２０号公報(特許文献１)に記載されている。

[0003] この特許文献1に記載された回転電機においては、内周面に複数の軸方向に延びたスロットを有する固定子コアと、このスロットに挿入された銅製のセグメントコイルとを備えており、固定子コアの端面部から軸方向に突出したセグメントコイルのコイルエンドの折り曲げ側(いわゆるターン部と称されている)の部位の頂部に、固定子コアの端面部と略平行な平行部が形成されている。

[0004] そして、この平行部を境にして一方の中間傾斜部には、１つの所定角度からなる傾斜を有する中間傾斜部が形成され、他方の中間傾斜部には、２つの異なった所定角度からなる２段傾斜を有する中間傾斜部が形成されている。

[0005] このような構成のセグメントコイルによれば、セグメントコイルの折り曲げ側コイルエンドにおける、隣接するコイル間の機械的な干渉を避けつつ、コイルエンドの長さを抑えた回転電機の固定子を提供することが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１７－１８９０２０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、この種の回転電機においては、固定子コアの端面部から突出したセグメントコイルの折り曲げ側コイルエンドを形成するターン部と、これに隣接するセグメントコイルの折り曲げ側コイルエンドのターン部との空間距離が小さい場合、電流を通電した時のコイルに発生した熱が空気、或いは油等の冷却媒体中に発散され難いため、コイルの電気抵抗が上昇して回転電機の性能低下を招く虞がある。

[0008] この対策として、固定子コアの端面部とセグメントコイルのターン部との空間距離を大きくすることで、冷却媒体がターン部と接する接触面積を大きくする方法があるが、ターン部の高さ、即ち折り曲げ側コイルエンドの長さが増加して小型化を阻害するという課題がある。このため、折り曲げ側コイルエンドの長さを長くしなくても、折り曲げ側コイルエンドの充分な冷却が可能な回転電機が求められている。

[0009] 本発明は、この種の回転電機における、上述の様な課題を解決することを目的としたものである。

[0010] 即ち、本発明の目的は、ターン部が位置する側のコイルエンドの長さが長くなるのを抑制し、しかもセグメントコイルのターン部周辺の冷却性能を向上できる新規な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] 本発明の特徴は、

セグメントコイルが、特定のスロットに挿入される第１の直線部と、特定のスロットとは異なる他の特定のスロットに挿入される第２の直線部と、固定子コアの一方の端面部から固定子コアの軸線方向の外側に向けて延び、第１の直線部、及び第２の直線部とを接続する頂部を有するターン部とを備え

、夫々のスロットには、径方向に内周側から外周側に積層されるように複数のセグメントコイルの夫々の直線部が挿入、配置されると共に、径方向に積層されたセグメントコイルの夫々の直線部とターン部の間に屈曲部が形成され、この屈曲部がターン部の頂部を固定子コアの端面に近づく方向に傾斜させている、ところにある。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、固定子コアの端面部から延びたターン部が径方向で外側に向かって折り曲げられていることで、夫々のセグメントコイルのターン部の間に充分な間隙が形成され、この間隙に冷却媒体が進入し易くなる、或いはコイルと冷却媒体の実質的な接触面積が大きくなることで、冷却性能の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明が適用される回転電機の軸方向の断面を示す断面図である。

[図2]図１に示す回転電機の固定子を斜め上方から見た斜視図である。

[図3]図２に示すセグメントコイルの形状を示す正面図である。

[図4]図２に示す固定子コアの軸線に直交する面である固定子コアの端面部の一部を拡大した拡大断面図である。

[図5]スロットに挿入された夫々のセグメントコイルの配置状態を説明するための説明図である。

[図6]セグメントコイルのターン部の形状とスロットの関係を説明する拡大斜視図である。

[図7]図２に示すコイルを構成する第１コイル群の配置状態を説明する拡大斜視図である。

[図8]図２に示すコイルを構成する第１、及び第２コイル群の配置状態を説明する拡大斜視図である。

[図9]本発明の第１の実施形態であって、１つのスロットを固定子コアの軸線方向の面で断面した拡大断面図である。

[図10]図８に示す第１及び第２コイル群を異なる視点からみた拡大斜視図で

ある。

[図11]本発明の第２の実施形態であって、１つのスロットを固定子コアの軸線方向の面で断面した拡大断面図である。

[図12]内周側に位置するセグメントコイルと、外周側に位置するセグメントコイルの夫々のターン部の長さを説明する説明図である。

[図13]図１２に示す外周側に位置するセグメントコイルのターン部の長さを短くできる理由を説明する説明図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されることなく、本発明の技術的な概念の中で種々の変形例や応用例をもその範囲に含むものである。

[0015] 図１は、本発明が適用される回転電機１００の断面図である。本実施形態の回転電機１００は、例えば、内燃機関を有しない電気自動車や内燃機関を有するハイブリッド車等の自動車に搭載され、駆動力を発生させる電動機としての機能と、自動車の制動時等に発電を行う発電機としての機能とを備えている。尚、発電された電力は自動車に搭載されているバッテリ等に蓄電される。

[0016] 回転電機１００は、主に、回転子１０と固定子２０とを備えている。回転子１０と固定子２０は、両側が開口された円環状のハウジング１４と、このハウジング１４の両側の開口を塞ぐフロントカバー１５、及びリアカバー１６から形成された収納空間に収納されている。フロントカバー１５、及びリアカバー１６は、ハウジング１４にボルト１７によって固定されている。

[0017] 回転子１０は、例えば、複数の平板状の電磁鋼鈑を軸線Ｌの方向に沿って積層することによって構成された概ね円柱形状の回転子コア１１と、この回転子コア１１の中央内部に固定された駆動シャフト１２とを備えている。尚、図示は省略しているが、回転子コア１１は、周方向に等角度の間隔で設けられた複数の磁石挿入孔と、この磁石挿入孔に挿入されて固定された複数の磁石(ネオジム磁石やフェライト磁石)とが備えられている。

[0018] 駆動シャフト１２は、両端に位置する２つの軸受１３によって回転自在に軸支され、回転子コア１１の軸線Ｌを中心に回転子コア１１と一体的に回転される。軸受１３は、フロントカバー１５、及びリアカバー１６の内側に配置されている。フロントカバー１５の側の軸受１３は、リテーナ１８によって支持され、リテーナ１８はボルト１９によってフロントカバー１５に固定されている。尚、駆動シャフト１２は、減速機構(図示せず)を介して、駆動輪(図示せず)に回転力を与え、また、駆動輪から回転力が与えられる。

[0019] 固定子２０は、例えば、複数の平板状の電磁鋼鈑を軸線Ｌの方向に沿って積層することによって構成された概ね円環形状の固定子コア２１と、この固定子コア２１に巻回されたコイル３０とを備えている。

[0020] 固定子コア２１の内側には、固定子コア２１の径方向Ｄ２に微小な隙間を有して回転子コア１１が回転自在に配置され、固定子コア２１の軸線Ｌと回転子コア１１の軸線Ｌとが一致している。これらの構成の回転電機は良く知られた構成であるので、これ以上の説明は省略する。

[0021] 図２は、図１に示す回転電機１００の固定子２０を取り出して斜め上方から見たものである。図２において、円環状の固定子コア２１の内周には、周方向Ｄ１に等角度の間隔で設けられ、径方向Ｄ２で外側に向かって放射状に延びる複数のスリット状のスロット２２(図４参照)を有している。

[0022] スロット２２は、固定子コア２１の軸線Ｌの方向で見て、一方の端面部２１ａから他方の端面部２１ｂまで、固定子コア２１の軸線Ｌの方向に沿って貫通している。そして、固定子コア２１の内周面に、軸線Ｌの方向にそって一方の端面部２１ａから他方の端面部２１ｂまで連続する開口部(スリット)２２ａを有している。

[0023] 固定子コア２１は、例えば４８箇のスロット２２が、周方向Ｄ１に等角度に形成されており、各スロット２２にコイル３０が配置されている。このように、スロット２２は、軸線Ｌを中心にして、固定子コア２１に放射状に形成されることになる。

[0024] また、図２に示すように、固定子２０のコイル３０は、固定子コア２１の

径方向Ｄ２において、内周側に配置された第１コイル群３０Ａと、この第１コイル群３０Ａの外周側に配置された第２コイル群３０Ｂとによって構成されている。第１コイル群３０Ａ、及び第２コイル群３０Ｂは、銅製のセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの集合体である。

[0025] 固定子コア２１の軸線Ｌの方向において、コイル３０の一方のコイルエンド３５Ａ、３５Ｂは、第１コイル群３０Ａと第２コイル群３０Ｂを構成する、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂのターン部３３(図３参照)によって構成されている。また、コイル３０の他方のコイルエンド３６Ａ、３６Ｂは、同相の所定のセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂを接続する接続部３２によって構成されている。

[0026] ここで、ターン部３３は、折り曲げ側コイルエンド３５Ａ、３５Ｂとされ、接続部３２は、接続側コイルエンド３６Ａ、３６Ｂとされ、その間はスロット挿入部３４(図３参照)とされている。尚、スロット挿入部３４は図３に示すように、直線部３４と記載することもある。

[0027] また、コイル群毎に隣接する接続側コイルエンド３６Ａ、３６Ｂは、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂを順次接続する接続部３２によって互いにＴＩＧ溶接によって接続されている。つまり、第１コイル群３０Ａの隣接するセグメントコイル３１Ａの接続部３２が順次接続され、第２コイル群３０Ｂの隣接するセグメントコイル３１Ｂの接続部３２が順次接続されている。これらの構成も良く知られているので、これ以上の説明は省略する。

[0028] そして、固定子コア２１の軸線Ｌの方向において、固定子コア２１の一方の端面部２１ａから突出する折り曲げ側コイルエンド３５の冷却性能を向上するには、コイル３０を構成するセグメントコイル３１のターン部３３の形状が重要になる。

実施例 1

[0029] 以下、本実施形態の回転電機１００の特徴であるセグメントコイル３１のターン部３３の構成について、図面を使用しながら詳細に説明する。

[0030] 図３にセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの形状を示している。セグメント

コイル３１Ａ、３１Ｂは実質的に同じ形状に形成されているので、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの構成をまとめて説明する。ただ、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂは、スロット２２に挿入した時における、径方向で外側に折り曲げられたターン部３３に特徴があり、これについては、図９で詳細に説明する。

[0031] 図３において、セグメントコイル３１は、スロット２２に配置される一対の直線部３４ａ、３４ｒを備えており、一対の直線部３４ａ、３４ｒの一方側を繋ぐようにターン部３３が形成されている。また、一対の直線部３４ａ、３４ｒの他方側が開放されて、接続部３２ａ、３２ｒが形成されている。これによって、折り曲げ側コイルエンド３５と、接続側コイルエンド３６が形成されている。

[0032] ターン部３３は、中央付近に頂部３３ｃが形成されており、この頂部３３ｃは、固定子コア２１にセグメントコイル３１が組み込まれたときに、固定子コア２１に組み込まれたセグメントコイル３１(複数)の頂部３３ｃの並びがコア端面部２１aと平行な位置関係になるように形成されている。

[0033] そして、この頂部３３ｃの一方の側で、中間傾斜部３３ｂａを介して直線部３４ａに接続され、頂部３３ｃの他方の側で、中間傾斜部３３ｂｒを介して直線部３４ｒに接続されている。したがって、ターン部３３は、セグメントコイル３１をスロット２２に配置した状態で、径方向から見た視点で、形状が「山形」の形状とされている。

[0034] 尚、中間傾斜部３３ｂａと直線部３４ａの接続部３３ａａと、中間傾斜部３３ｂｒと直線部３４ｒの接続部３３ａｒは、折り曲げられた形状となっており、これによって、中間傾斜部３３ｂａ、頂部３３ｃ、及び中間傾斜部３３ｂｒを介して、一対の直線部３４ａ、３４ｒを繋いでいる。したがって、一対の直線部３４ａ、３４ｒと、この一対の直線部３４ａ、３４ｒを接続するように折り曲げられたターン部３３とから、セグメントコイル３１は略「Ｕ」字形状に形成されることになる。

[0035] ここで、一対の直線部３４ａ、３４ｒは、セグメントコイル３１を所定ピ

ッチ分だけ離間した２つのスロット２２に配置した状態において、時計回転方向で前側にある直線部を直線部３４ａとし、時計回転方向で後側にある直線部を直線部３４ｒとしている。

[0036] 後述するように、スロット２２には、第１コイル群３０Ａ、及び第２コイル群３０Ｂを形成するセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの直線部３４ａ、３４ｒが、径方向に向けて積層される形態に配置される。積層された状態は図４に示している通りであり、これについては図４を用いて説明する。

[0037] そして、１つのスロット２２内において、直線部３４ｒは奇数層に配置され、直線部３４ａは偶数層に配置される構成となっている。尚、本実施形態では、スロット２２の最も内周側に位置する層を第１層とし、外周側に行くにしたがって第２層、第３層、第４層としている。

[0038] 図４に示しているように、コイル３０は、径方向Ｄ２の内周側に配置された第１コイル群３０Ａと、この第１コイル群３０Ａの外周側に配置された第２コイル群３０Ｂとを有している。尚、本発明の実施形態では、第１コイル群３０Ａ、及び第２コイル群３０Ｂからなる２つのコイル群を有しているが、特許文献１のように３つ以上のコイル群を有していても良いことはいうまでもない。

[0039] また、コイル３０は、占積率の低下を抑制する観点から、断面形状が矩形である平角線からなるセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂによって構成することが望ましい。もちろん、回転電機の仕様によっては、断面形状が円形のコイルを使用することも可能である。本実施形態では、平角線からなるセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂを使用している。

[0040] 図４に示しているように、夫々のスロット２２の内周壁面には、絶縁紙等からなるインシュレータ４０が配置され、第１コイル群３０Ａ、及び第２コイル群３０Ｂを構成するセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの周囲を覆っている。セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの一対の直線部３４ａ、３４ｒは、固定子コア２１の軸線Ｌの方向に延びたスロット２２に、径方向Ｄ２に積層される形で挿入、配置されている。

[0041] そして、第１コイル群３０Ａを構成する第１のセグメントコイル３１Ａの一対の直線部３４ａ、３４ｒのうち、固定子コア２１の径方向Ｄ２で見て、スロット２２の最も内周側に位置する直線部３４ｒは第１層とされている。また、最も内周側に位置する第１層の直線部３４ｒの外側に位置する、第１コイル群３０Ａを構成する第２のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ａは、第１層に対して固定子コア２１の径方向Ｄ２の外側に隣接する第２層とされている。

[0042] このように、第１のセグメントコイル３１Ａと、第２のセグメントコイル３１Ａは、同じ形状のセグメントコイルであり、夫々のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ｒ、３４ａは所定ピッチだけ離間して、固定子コア２１に環状に配置された複数のスロット２２に配置され、これらの集合で第１コイル群３０Ａが構成される。

[0043] 同様に、第２コイル群３０Ｂを構成する第３のセグメントコイル３１Ｂの一対の直線部３４ａ、３４ｒのうち、固定子コア２１の径方向Ｄ２で見て、第２層の外側に位置する直線部３４ｒは第３層とされている。また、第２コイル群３０Ｂを構成する第４セグメントコイル３１Ｂの直線部３４ａは、第３層に対して固定子コア２１の径方向Ｄ２の外側に隣接する第４層とされている。

[0044] このように、第３のセグメントコイル３１Ｂと、第４のセグメントコイル３１Ｂも、同じ形状のセグメントコイルであり、夫々のセグメントコイル３１Ｂの直線部３４ｒ、３４ａは所定ピッチだけ離間して、固定子コア２１に環状に配置された複数のスロット２２に配置され、これらの集合で第２コイル群３０Ｂが構成される。

[0045] ただ、セグメントコイル３１Ｂは外周側に配置されるので、内周側に配置されるセグメントコイル３１Ａに比べて、ターン部３３の長さ(線長)が長く形成されている。

[0046] このように、本実施形態においては、奇数層にはセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの直線部３４ｒが配置され、偶数層にはセグメントコイル３１Ａ、

３１Ｂの直線部３４ａが配置されている。上述したように、夫々のセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの一対の直線部３４ａ、３４ｒは、固定子コア２１の周方向Ｄ１で所定のピッチ間隔で離れた異なるスロット２２に配置される。

[0047] 図５は、スロット２２を径方向で内側から外側方向を見た時の、夫々のセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの配置関係を示している。

[0048] 左側のスロット２２(領域Ｌ)においては、第２コイル群３９Ｂのセグメントコイル３１Ｂの表示を省略した、第１コイル群３０Ａのセグメントコイル３１Ａを示している。また、右側のスロット２２(領域Ｒ)においては、第１コイル群３０Ａのセグメントコイル３１Ａの表示を省略した、第２コイル群３０Ｂのセグメントコイル３１Ｂを示している。

[0049] 領域(Ｌ)に示すように、スロット２２の最も内周側に位置する、第１層を形成する第１のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ｒは、図面で見て右斜め上側に中間傾斜部３３ｂｒを介して次の所定ピッチ後のスロット２２に向かって延びている。一方、第１層の径方向で外周側に隣接する第２層を形成する第２のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ａは、図面で見て斜め下側に中間傾斜部３３ｂａを介して、所定ピッチ前のスロット２２から延びてきている。

[0050] 同様に、領域(Ｒ)に示すように、スロット２２の第２層の外周側に位置する第３層を形成する第３のセグメントコイル３１Ｂの直線部３４ｒは、図面で見て右斜め上側に中間傾斜部３３ｂｒを介して次の所定ピッチ後のスロット２２に向かって延びている。一方、第３層の径方向で外周側に隣接する第４層を形成する第４のセグメントコイル３１Ｂの直線部３４ａは、図面で見て斜め下側に中間傾斜部３３ｂａを介して所定ピッチ前のスロット２２から延びてきている。

[0051] このように、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂにおいて、スロット２２に積層される奇数層の直線部３４ｒは、図面で見て右斜め上側に中間傾斜部３３ｂｒを介して次の所定ピッチ後のスロット２２に向かって延び、偶数層の

直線部３４ａは、図面で見て斜め下側に中間傾斜部３３ｂａを介して所定ピッチ前のスロット２２から延びてきている。

[0052] 図６は、図４に示す１つのセグメントコイル３１をスロット２２に挿入した状態のターン部３３の構成を示している。ここでは、第２コイル群３０Ｂのセグメントコイル３１Ｂを示しており、上述したようにセグメントコイル３１Ｂの断面は、占積率を高めるために矩形状に形成されている。

[0053] 第２コイル群３０Ｂを構成するセグメントコイル３１Ｂは、スロット２２から固定子コア２１の軸線Ｌの方向に突出するターン部３３と、所定の２つのスロット２２を貫通する一対の直線部３４ａ、３４ｒとを有する構成とされている。そして、本実施形態の回転電機１００は、この固定子コア２１のスロット２２に巻回されたセグメントコイル３１のターン部３３の形状に特徴を有している。

[0054] セグメントコイル３１Ｂの一対の直線部３４ａ、３４ｒの開放端側は、固定子コア２１の軸線Ｌの方向にスロット２２を貫通し、固定子コア２１の端面部２１ａとは反対側の端面部２１ｂから軸線Ｌの方向に沿って外側に突出する。ターン部３３と反対側の固定子コア２１の端面部２１ｂから軸線Ｌの方向に突出した開放端は、接続側コイルエンド３６となって、図２に示すように接続部３２によって順次接続される。

[0055] セグメントコイル３１Ｂのターン部３３は、図６に示すように、軸線Ｌの方向で見て、固定子コア２１の端面部２１ａから最も離れ、端面部２１ａと略平行な「一辺」よりなる頂部３３ｃを有している。

[0056] また、ターン部３３は、この頂部３３ｃの両端に接続され、固定子コア２１の端面部２１ａに近づくように、図面で下側に傾斜して延びる一対の中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒを有している。そして、夫々の中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒは、接続部３３ａａ、３３ａｒを介して一対の直線部３４ａ、３４ｒと接続されている。

[0057] 上述したように、第１コイル群３０Ａのセグメントコイル３１Ａの一方の直線部３４ｒが第１層の場合、他方の直線部３４ａは第２層となる。同様に

、第２コイル群３０Ｂのセグメントコイル３１Ｂの一方の直線部３４ｒが第３層の場合、他方の直線部３４ａは第４層となる。

[0058] したがって、一方の直線部３４ｒ(奇数層)から他方の直線部３４ａ(偶数層)に至る、中間傾斜部３３ｂｒ、頂部３３ｃ、及び中間傾斜部３３ｂaは、固定子コア２１の端面部２１ａに直交する視点で見て、内周側から外周側に向けて一層分だけ傾斜していることになる。

[0059] また、図６に示しているように、ターン部３３は、全体として頂部３３ｃを頂点とする「山形」の形状に湾曲している。そして、ターン部３３を構成する頂部３３ｃ、及び中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒは、一対の直線部３４ａ、３３ｒに対して固定子コア２１の径方向Ｄ２で外側に位置するように、屈曲部３７ａ、３７ｒを起点として径方向で外側に、端面部２１aに接近する方向に折り曲げられた傾斜形状とされている。

[0060] つまり、ターン部３３を構成する頂部３３ｃ、及び一対の中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒは、屈曲部３７ａ、３７ｒを起点にして、頂部３３ｃに近づくほど径方向で外側に大きく拡開するように傾斜を有して折り曲げられている。尚、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂは、スロットに２２に挿入される前に、上述した形状に予め成形されている。

[0061] したがって、ターン部３３を構成する、頂部３３ｃ、及び一対の中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒは、上述したように、固定子コア２１の端面部２１ａに直交する視点で見て、固定子コア２１の径方向Ｄ２で内周側から外周側に向かって１層分だけ傾斜している。また、これに加えて軸線Ｌに対して、屈曲部３７ａ、３７ｒを起点にして、頂部３３ｃ、及び中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒが、軸線Ｌから径方向で外側に遠ざかり、しかも端面部２１ａに接近するように傾斜している。

[0062] そして、このように形成されたセグメントコイル３１は、夫々のスロット２２に挿入、配置されることになる。図７においては、コイル３０を構成するセグメントコイル３１の形状を理解しやすくするために、第２コイル群３０Ｂを取り外した状態を示している。

[0063] 図７に示すように、第１コイル群３０Ａの個々のセグメントコイル３１Ａの一対の直線部３４ａ、３４ｒは、固定子コア２１の周方向Ｄ１に所定のピッチ間隔で離れた一対のスロット２２に配置される。図７に示す例においては、夫々のセグメントコイル３１Ａの一対の直線部３４ａ、３４ｒは、６ピッチ間隔で離れた一対のスロット２２に配置されている。夫々のセグメントコイル３１Ａの一対の直線部３４ａ、３４ｒのうち、一方の直線部３４ｒは、他方の直線部３４ａよりも固定子コア２１の径方向Ｄ２の最も内側に配置(図４参照)される。

[0064] このように、第１コイル群３０Ａの夫々のセグメントコイル３１の一対の直線部３４ａ、３４ｒは、固定子コア２１の周方向Ｄ１に所定のピッチ間隔で離れた一対のスロット２２に配置される。本実施形態においては、固定子コア２１の４８箇のスロット２２に、４８個のセグメントコイル３１Ａが順次配置される。

[0065] そして、スロット２２に配置された夫々のセグメントコイル３１Ａの一対の直線部３４ａ、３４ｒのターン部３３とは反対側の端部(接続側コイルエンド)を接続部３２ａ，３２ｒによって順次接続することで、複数のセグメントコイル３１Ａによって第１コイル群３０Ａが構成される。もちろん、第２コイル群３０Ｂも同様の構成となっていることは言うまでもない。

[0066] 図８は、図２に示すコイル３０を構成する第１コイル群３０Ａと第２コイル群３０Ｂの一部を拡大して示している。尚、一部のスロット２２では、最も外周側に位置する第４層のセグメントコイル３１Ｂの表示を省略している。

[0067] 図８に示すように、スロット２２の内周側に配置された第１コイル群３０Ａを構成するセグメントコイル３１Ａのターン部３３に対して、固定子コア２１の径方向Ｄ２で、第１コイル群３０Ａの外側に、第２コイル群３０Ｂを構成するセグメントコイル３１Ｂのターン部３３が配置されている。そして、夫々のセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂは、屈曲部３７ａ、３７ｒを起点として、径方向Ｄ２で外側に向けて拡開するように傾斜されている。

[0068] このように、固定子２０に巻回されるコイル３０は、第１コイル群３０Ａと第２コイル群３０Ｂによって構成され、「波巻きの分布巻き」で固定子コア２１のスロット２２に巻回されている。尚、上述したように、３つ以上のコイル群を有しても良いことはいうまでもない。

[0069] 次に、本実施形態の特徴となるターン部３３の具体的な形状について、図９を基に詳細に説明する。ここで、図９においては、図４におけるスロット２２を径方向で軸線Ｌの方向に延びる面で断面しているので、複数のセグメントコイル３１の断面が表示されている。以下では、本実施形態に関係する部分について説明する。

[0070] 図９に示すように、同一のスロット２２において、図５に示した配置形態で夫々のセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂが配置されている。そして、径方向で外側に向けて内周側から、第１コイル群３０Ａの第１のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ｒ(第１層)が配置され、その外側に第２のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ａ(第２層)が配置されている。

[0071] 更に、第２のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ａ(第２層)の外側に、第２コイル群３０Ｂの第３のセグメントコイル３１Ｂの直線部３４ｒ(第３層)が配置され、その外側に第４のセグメントコイル３１Ｂの直線部３４ａ(第４層)が配置されている。

[0072] したがって、紙面を境にして、第１層、及び第３層の直線部３４ｒに繋がる中間傾斜部３３ｂｒは、紙面の手前側に突出するように延び、逆に第２層、及び第４層の直線部３４ａに繋がる中間傾斜部３３ｂａは、紙面の奥側からスロット２２の直線部３４ａに繋がるように延びる形態となっている。

[0073] 尚、図９においては、第１コイル群３０Ａを構成するセグメントコイル３１Ａで、奇数層に配置される直線部３４ｒの屈曲部を屈曲部３７ｒＡ、偶数の層に配置される直線部３４ａの屈曲部を屈曲部３７ａＡと表記し、第２コイル群３０Ｂを構成するセグメントコイル３１Ｂで、奇数層に配置される直線部３４ｒの屈曲部を屈曲部３７ｒＢ、偶数層に配置される直線部３４ａの屈曲部を屈曲部３７ａＢと表記している。

[0074] そして、同一のスロット２２において、折り曲げ側コイルエンド３５を形成するターン部３３は、積層されたセグメントコイル３１の直線部３４a、３４ｒを屈曲部３７ａＡ、３７ｒＡ、部３７ａＢ、３７ｒＢを起点として、軸線Ｌの方向に対して固定子コア２１の径方向Ｄ２で外側に向かって折り曲げられた傾斜形状とされている。

[0075] つまり、ターン部３３を構成する頂部３３ｃ、及び一対の中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒは、屈曲部３７ａＡ、３７ｒＡ、部３７ａＢ、３７ｒＢを起点として、軸線Ｌから外側に次第に遠ざかる方向に傾斜されている。この場合、頂部３３ｃが最も軸線Ｌから遠ざかることになる。

[0076] ここで、図９に示すように、スロット２２の径方向Ｄ２の最も内周側に配置される第１コイル群３０Ａの第１層を構成する第１のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ｒは、屈曲部３７ｒＡを形成しない形状とされている。つまり、軸線Ｌと略平行に直線部３４ｒが延びて中間傾斜部３３ｂｒに接続されている形状とされている。

[0077] 尚、必要に応じて、第１コイル群３０Ａの第１層を構成する第１のセグメントコイル３１Ａの直線部３４ｒに、屈曲部３７ｒＡを形成する構成としても何ら差し支えないものである。

[0078] そして、同一のスロット２２内において、径方向Ｄ２に沿って積層されたセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの直線部３４a、３４ｒの屈曲部３７ａＡ、３７ｒＢ、３７ａＢの傾斜角θは、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの直線部３４ａ、３４ｒがスロット２２の径方向Ｄ２の外周側に位置するほど大きく設定されている。ここで、傾斜角θは、屈曲部３７ａＡ、３７ｒＢ、３７ａＢを起点として、ターン部３３の頂部３３ｃに至る線分と、固定子コア２１の軸線Ｌとのなす角を意味している。

[0079] 図９に示されている通り、第１のセグメントコイル３１Ａの第１層を形成する直線部３４ｒの屈曲部３７ｒＡの傾斜は上述した通り、傾斜角θが「θ＝０°」、すなわち軸線Ｌと平行とされている。また、第１層に隣接する第２のセグメントコイル３１Ａの第２層を形成する直線部３４ａの屈曲部３７

ａＡの傾斜は、第１層を基準として傾斜角θが「θ＝θ１」とされている。

[0080] 同様に、第２層に隣接する第３のセグメントコイル３１Ｂの第３層を形成する直線部３４ｒの屈曲部３７ｒＡの傾斜は、第１層を基準として傾斜角θが「θ＝θ２」とされている。また、第３層に隣接する第４のセグメントコイル３１Ｂの第４層を形成する直線部３４ａの屈曲部３７ａＡの傾斜は、第１層を基準として傾斜角θが「θ＝θ３」とされている。

[0081] したがって、第２層の屈曲部３７ａＡの傾斜角θ１と、第３層の屈曲部３７ｒＢの傾斜角θ２と、第４層の屈曲部３７ａＢの傾斜角θ３とは、「θ１＜θ２＜θ３」の関係を有している。例えば、本実施形態では、「θ１＝５°」「θ２＝７．５°」「θ３＝１０°」と設定されている。尚、傾斜角θは、これに限定されることなく、適切な角度を選択すれば良い。

[0082] また、夫々の傾斜角θ１、θ２、θ３の間の角度差Δθは「２．５°」と等角度に設定されているが、不等角度に設定されていても良いことはいうまでもない。また、外側に位置するほど角度差Δθを大きく設定する、或いは内側に位置するほど角度差Δθを大きく設定することも可能である。

[0083] ここで、第２層の直線部３４ａの屈曲部３７ａＡ、第３層の直線部３４ｒの屈曲部３７ｒＢ、第４層の直線部３４ａの屈曲部３７ａＢは、スロット２２の径方向Ｄ２の外周側に位置するほど、軸線Ｌの方向で見て固定子コア２１の端面部２１ａに近付くように形成されている。同様に頂部３３ｃも、スリット２２の径方向Ｄ２の外周側に位置するターン部３３ほど、軸線Ｌの方向で見て固定子コア２１の端面部２１ａに近付くように形成されている。

[0084] これによって、外周側に位置するセグメントコイル３１Ｂのターン部の線長を短くできる効果がある。これについては図１２、図１３で説明する。

[0085] 図１０は、図８に示す第１コイル群３０Ａと第２コイル群３０Ｂを異なる視点から見たものである。図１０に示すように、固定子コア２１の周方向Ｄ１に相互に隣接する２つのセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂは、周方向Ｄ１に相互に隣接する２つの頂部３３ｃの間で、固定子コア２１の径方向Ｄ２に間隙Ｇを有して対向していることが示されている。この間隙Ｇによって冷却

媒体が円滑にターン部３３に流入することができ、コイル３０を効率的に冷却することができる。

[0086] 本実施形態の回転電機１００は、上述したように、固定子コア２１と、この固定子コア２１に設けられた複数のスロット２２と、このスロット２２に配置されたセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂとを備えている。

[0087] また、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂは、図３に示すように、異なるスロット２２に配置された一対の直線部３４ａ、３４ｒと、一対の直線部３４ａ、３４ｒを接続するターン部３３を有している。そして、ターン部３３は、直線部３４ａ、３４ｒに接続された一対の中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒを有している。

[0088] また、直線部３４ａ、３４ｒとターン部３３の間には屈曲部３７ａ、３７ｒが設けられ、この屈曲部３７ａ、３７ｒの傾斜角θは、スロット２２の径方向Ｄ２の外周側に位置するほど大きく設定されている。上述したように、第２層の直線部３４ａに形成した屈曲部３７ａＡの傾斜角θ１と、第３層の直線部３４ｒに形成した屈曲部３７ｒＢの傾斜角θ２と、第４層の直線部３４ａに形成した屈曲部３７ａＢの傾斜角θ３とは、「θ１＜θ２＜θ３」の関係を有している。

[0089] このように、屈曲部３７ａ、３７ｒは、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂがスロット２２の径方向Ｄ２で外周側に位置するほど、軸線Ｌから遠ざかる方向にターン部３３を傾斜させるように折り曲げられている。つまり、セグメントコイル３１がスロット２２の径方向Ｄ２で外周側に位置するほど、頂部３３ｃ、及び中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒは、軸線Ｌの方向で見て固定子コア２１の端面部２１ａに近付くように折り曲げられている。

[0090] これにより、第１コイル群３０Ａ、及び第２コイル群３０Ｂを構成する２つのセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂにおいて、夫々のターン部３３を形成する頂部３３Ｃ、及び中間傾斜部３３ｂａ、３３ｂｒの間の空間を、径方向Ｄ２の外側に拡大することができる。

[0091] したがって、固定子コア２１の周方向Ｄ１に相互に隣接するターン部３３

に充分な間隙が形成されて機械的な干渉を回避でき、しかもこの間隙に冷却媒体が進入し易くなる、或いはコイルと冷却媒体の実質的な接触面積が大きくなることで、冷却性能の向上を図ることができる。

[0092] また、周方向Ｄ１に相互に隣接する２つの頂部３３ｃは、径方向Ｄ２に間隙Ｇを有して対向している。これにより、間隙Ｇに冷却媒体が進入しやすく、或いはコイル３０の冷却媒体との接触面積が大きくなるため、冷却効果を高めることができる。

[0093] また、固定子コア２１の周方向Ｄ１に相互に隣接するセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂは、図１０に示すように、周方向Ｄ１に相互に隣接する２つの頂部３３ｃの間で、固定子コア２１の径方向Ｄ２に間隙Ｇを有して対向している。

[0094] これにより、上述したように、固定子コア２１の周方向Ｄ１に相互に隣接する、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの機械的な干渉をより効果的かつ確実に回避することができる。

[0095] 以上説明したように、本実施形態の回転電機１００によれば、コイルエンド３５の長さを長くすることなく、折り曲げ側コイルエンド３５Ａ、３５Ｂのターン部３３の干渉を回避して冷却性能を向上させることができる。

実施例 2

[0096] 次に本発明の第２の実施形態について説明する。第１の実施形態では、第２層の直線部３４ａに形成した屈曲部３７ａＡの傾斜角θ１と、第３層の直線部３４ｒに形成した屈曲部３７ｒＢの傾斜角θ２と、第４層の直線部３４ａに形成した屈曲部３７ａＢの傾斜角θ３とは、「θ１＜θ２＜θ３」の関係を有している。

[0097] これに対して、第２の実施形態では、第２層の直線部３４ａに形成した屈曲部３７ａＡの傾斜角θ１と、第３層の直線部３４ｒに形成した屈曲部３７ｒＢの傾斜角θ２と、第４層の直線部３４ａに形成した屈曲部３７ａＢの傾斜角θ３とは、「θ１＝θ２＝θ３」の関係を有していることを特徴としている。

[0098] 図１１に示されている通り、第１のセグメントコイル３１Ａの第１層を形成する直線部３４ｒの屈曲部３７ｒＡの傾斜は上述した通り、傾斜角θが「θ＝０°」、すなわち軸線Ｌと平行とされている。また、第１層に隣接する第２のセグメントコイル３１Ａの第２層を形成する直線部３４ａの屈曲部３７ａＡの傾斜は、第１層を基準として傾斜角θが「θ＝θ１」とされている。

[0099] 同様に、第２層に隣接する第３のセグメントコイル３１Ｂの第３層を形成する直線部３４ｒの屈曲部３７ｒＡの傾斜は、第１層を基準として傾斜角θが「θ＝θ２」とされている。また、第３層に隣接する第４のセグメントコイル３１Ｂの第４層を形成する直線部３４ａの屈曲部３７ａＡの傾斜は、第１層を基準として傾斜角θが「θ＝θ３」とされている。

[0100] そして、第２層の屈曲部３７ａＡの傾斜角θ１と、第３層の屈曲部３７ｒＢの傾斜角θ２と、第４層の屈曲部３７ａＢの傾斜角θ３とは、「θ１＝θ２＝θ３」の関係を有している。例えば、本実施形態では、「θ１＝θ２＝θ３＝１０°」と設定されている。

[0101] このように傾斜角θが同じに設定された場合であっても、ターン部３３が径方向で外側に傾斜される構成とされているので、夫々のセグメントコイル３１Ａ、３１Ｂが存在する空間が大きくとれる。

[0102] これによって、固定子コア２１の周方向Ｄ１に相互に隣接するターン部３３に充分な間隙が形成されて機械的な干渉を回避でき、しかもこの間隙に冷却媒体が進入し易くなる、或いはコイルと冷却媒体の実質的な接触面積が大きくなることで、冷却性能の向上を図ることができる。

[0103] また、周方向Ｄ１に相互に隣接する２つの頂部３３ｃは、径方向Ｄ２に間隙Ｇを有して対向している。これにより、間隙Ｇに冷却媒体が進入しやすく、或いはコイル３０の冷却媒体との接触面積が大きくなるため、冷却効果を高めることができる。

[0104] また、第１の実施形態と同様に、周方向Ｄ１に相互に隣接する２つの頂部３３ｃの間で、固定子コア２１の径方向Ｄ２に間隙Ｇを有して対向している

。これにより、上述したように、固定子コア２１の周方向Ｄ１に相互に隣接する、セグメントコイル３１Ａ、３１Ｂの機械的な干渉をより効果的かつ確実に回避することができる。

[0105] 次に内周側のセグメントコイル３１Ａと外周側のセグメントコイル３１Ｂのターン部３３の線長について説明する。

[0106] 図１２に示しているように、内周側に位置するセグメントコイル３１Ａのターン部３３の線長と、外周側に位置するセグメントコイル３１Ｂのターン部３３の線長は、半径が長い外周側に位置するセグメントコイル３１Ｂの方が長くなっている。このため、この分だけコイル抵抗が大きくなり、また発熱量も増えることになる。１個だけのセグメントコイル３１Ｂだと左程の影響はないが、セグメントコイル３１Ｂは、複数、例えばｎ個のセグメントコイル３１Ｂが直列接続して用いられるので、コイル抵抗はｎ倍となって無視できなくなる恐れが生じる。

[0107] 一方、第１の実施形態、及び第２の実施形態では、第１コイル群３０Ａを構成するセグメントコイル３１Ａで、奇数層に配置される直線部３４ｒの屈曲部を屈曲部３７ｒＡ、偶数の層に配置される直線部３４ａの屈曲部を屈曲部３７ａＡとし、第２コイル群３０Ｂを構成するセグメントコイル３１Ｂで、奇数層に配置される直線部３４ｒの屈曲部を屈曲部３７ｒＢ、偶数層に配置される直線部３４aの屈曲部を屈曲部３７ａＢとしたとき、以下の関係を有している。

[0108] つまり、図１３に示しているように、第２層の直線部３４ａの屈曲部３７ａＡ、第３層の直線部３４ｒの屈曲部３７ｒＢ、第４層の直線部３４ａの屈曲部３７ａＢの形成位置は、スロット２２の径方向Ｄ２の外周側に位置するほど、軸線Ｌの方向で見て固定子コア２１の端面部２１ａに近付くように決められている。

[0109] したがって、第２層の直線部３４ａの屈曲部３７ａＡの屈曲点から固定子コイル２１の端面部２１aまでの長さ「Ｓ１」、第３層の直線部３４ｒの屈曲部３７ｒＢの屈曲点から固定子コイル２１の端面部２１aまでの長さ「Ｓ２」

、第４層の直線部３４aの屈曲部３７aＢの屈曲点から固定子コイル２１の端面部２１aまでの長さ「Ｓ３」の関係は、「Ｓ３＜Ｓ２＜Ｓ１」の関係を有している。

[0110] このため、外周側に位置しているセグメントコイル３１Ｂの屈曲部３７aＢ、３７ｒＢから固定子コイル２１の端面部２１aまでの長さが短くなる。これによって、外周側に位置するセグメントコイル３１Ｂのターン部３３の線長を短くでき、コイル抵抗が大きくなるのを抑制し、また発熱量も抑制できる効果を奏する。本実施形態では、内周側のセグメントコイル３１Ａと、外周側のセグメントコイル３１Ｂのターン部３３の長さがほぼ同じ長さに設定されるように、屈曲部３７ｒＡ、３７aA、３７ｒＢ、３７aＢの形成位置が決められている。

[0111] 以上述べた通り、本発明によれば、セグメントコイルが、特定のスロットに挿入される第１の直線部と、特定のスロットとは異なる他の特定のスロットに挿入される第２の直線部と、固定子コアの一方の端面部から固定子コアの軸線方向の外側に向けて延び、第１の直線部、及び第２の直線部とを接続する頂部を有するターン部とを備え、夫々のスロットには、径方向に内周側から外周側に積層されるように複数のセグメントコイルの夫々の直線部が挿入、配置されると共に、径方向に積層されたセグメントコイルの夫々の直線部とターン部の間に屈曲部が形成され、この屈曲部がターン部の頂部を固定子コアの端面に近づく方向に傾斜させている、構成とした。

[0112] これによれば、固定子コアの端面部から延びたターン部が径方向外側に向かって折り曲げられていることで、夫々のセグメントコイルのターン部間に充分な間隙が形成され、この間隙に冷却媒体が進入し易くなる、或いはコイルと冷却媒体の実質的な接触面積が大きくなる、といった理由で冷却性能の向上を図ることができる。

[0113] 尚、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるもの

に限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0114] ２１…固定子コア、２２…スロット、３０…コイル、３０Ａ…第１コイル群、３０Ｂ…第２コイル群、３１Ａ…セグメントコイル、３１Ｂ…セグメントコイル、３３…ターン部、３３ａａ…接続部、３３ａｒ…接続部、３３ｂａ…中間傾斜部、３３ｂｒ…中間傾斜部、３３ｃ…頂部、３４ａ…直線部、３４ｒ…直線部、３７ａＡ…屈曲部、３７ｒＡ…屈曲部、３７ａＢ…屈曲部、３７ｒＢ…屈曲部１００…回転電機、Ｄ１…周方向、Ｄ２…径方向、Ｇ…間隙、Ｌ…軸線。

請求の範囲

[請求項1] 複数のスロットを有する固定子コアと、前記固定子コアの前記スロットの夫々に収納される複数のセグメントコイルとを備えた固定子を有する回転電機であって、

前記セグメントコイルは、特定の前記スロットに挿入される第１の直線部と、特定の前記スロットとは異なる他の特定の前記スロットに挿入される第２の直線部と、前記固定子コアの一方の端面部から前記固定子コアの軸線方向の外側に向けて延び、前記第１の直線部、及び前記第２の直線部とを接続するように折り曲げられた頂部を有するターン部とを備え、

夫々の前記スロットには、径方向に内周側から外周側に積層されるように複数の前記セグメントコイルの夫々の前記直線部が挿入、配置されると共に、

径方向に積層された前記セグメントコイルの夫々の前記直線部と前記ターン部の間に屈曲部が形成され、前記屈曲部は前記ターン部の前記頂部が前記固定子コアの端面に近づく方向に前記ターン部を傾斜させている

ことを特徴とする回転電機。

[請求項2] 請求項１に記載の回転電機であって、

前記セグメントコイルの夫々の前記ターン部は、前記スロットの外周側に位置する前記セグメントコイルほど大きく傾斜されている

ことを特徴とする回転電機。

[請求項3] 請求項１に記載の回転電機であって、

前記セグメントコイルの夫々の前記ターン部は、前記スロットの前記セグメントコイルの位置に関係なく等しく傾斜されていることを特徴とする回転電機。

[請求項4] 請求項２或いは請求項３に記載の回転電機であって、

複数の前記セグメントコイルは、少なくとも、前記固定子コアの内

周側に配置された第１コイル群、及び前記第１コイル群の外周側に配置された第２コイル群を形成し、

前記第１コイル群の前記セグメントコイルの前記ターン部の線長と、前記第２コイル群の前記セグメントコイルの前記ターン部の線長とが略同一に決められている

ことを特徴とする回転電機。

[請求項5] 請求項４に記載の回転電機であって、

前記ターン部が傾斜する起点となる前記屈曲部の位置は、前記スロットの外周側に位置する前記セグメントコイルほど前記固定子コアの前記端面部に近づくように設定されている

ことを特徴とする回転電機。

[請求項6] 請求項２或いは請求項３に記載の回転電機であって、

複数の前記セグメントコイルは、少なくとも、前記固定子コアの内周側に配置された第１コイル群、及び前記第１コイル群の外周側に配置された第２コイル群を形成し、

前記セグメントコイルの前記ターン部には、前記第１の直線部と前記第２の直線部を繋ぐ中間傾斜部の間に前記頂部が形成され、

前記第１コイル群と前記第２コイル群を形成する前記セグメントコイルの相互に隣接する２つの前記ターン部は、隣接する２つの前記頂部の間で前記固定子コアの径方向に間隙を有して対向されている

ことを特徴とする回転電機。

[請求項7] 複数のスロットを有する固定子コアと、前記固定子コアの前記スロットの夫々に収納される複数のセグメントコイルとを備えた固定子を有する回転電機であって、

前記セグメントコイルは、特定の第１のスロットに挿入される第１の直線部と、特定の前記第１のスロットとは異なる特定の第２のスロットに挿入される第２の直線部と、

記第１の直線部、及び前記第２の直線部とを接続するように折り曲

げられた頂部を有するターン部とを備え、

複数の前記セグメントコイルは、少なくとも、前記固定子コアの内周側に配置された第１コイル群、及び前記第１コイル群の外周側に配置された第２コイル群を形成し、

前記第１のスロット、及び前記第２のスロットにおいて、前記第１コイル群を形成する前記セグメントコイルの前記第１の直線部は、前記第１のスロット、及び前記第２のスロットの最も内周側に第１層として配置され、前記第１コイル群を形成する前記セグメントコイルの前記第２の直線部は、前記第１のスロット、及び前記第２のスロットの前記第１層の外周側に第２層として配置され、

前記第１のスロット、及び前記第２のスロットにおいて、前記第２コイル群を形成する前記セグメントコイルの前記第１の直線部は、前記第１のスロット、及び前記第２のスロットの前記第２層の外周側に第３層として配置され、前記第２コイル群を形成する前記セグメントコイルの前記第２の直線部は、前記第１のスロット、及び前記第２のスロットの前記第３層の外周側に第４層として配置され、

前記第２層から前記第４層までの前記直線部から延びる前記ターン部との間には屈曲部が形成され、前記屈曲部は、前記屈曲部を起点として前記頂部に至る線分が径方向で外側に向かって前記固定子コアの軸線から遠ざかる方向に傾斜するように折り曲げられている

ことを特徴とする回転電機。

[請求項8] 請求項７に記載の回転電機であって、

前記屈曲部を起点として前記ターン部の前記頂部に至る線分と、前記固定子コアの軸線とのなす角度を傾斜角θとした時、

前記第２層の前記頂部に至る線分は傾斜角θ１で傾斜され、前記第３層の前記頂部に至る線分は傾斜角θ２で傾斜され、前記第４層の前記頂部に至る線分は傾斜角θ３で傾斜されると共に、

夫々の前記傾斜角θ１、θ２、θ３は、θ１＜θ２＜θ３の関係を

有している

ことを特徴とする回転電機。

[請求項9] 請求項７に記載の回転電機であって、

前記屈曲部を起点として前記ターン部の前記頂部に至る線分と、前記固定子コアの軸線とのなす角度を傾斜角θとした時、

前記第２層の前記頂部に至る線分は傾斜角θ１で傾斜され、前記第３層の前記頂部に至る線分は傾斜角θ２で傾斜され、前記第４層の前記頂部に至る線分は傾斜角θ３で傾斜されると共に、

夫々の前記傾斜角θ１、θ２、θ３は、θ１＝θ２＝θ３の関係を有している

ことを特徴とする回転電機。

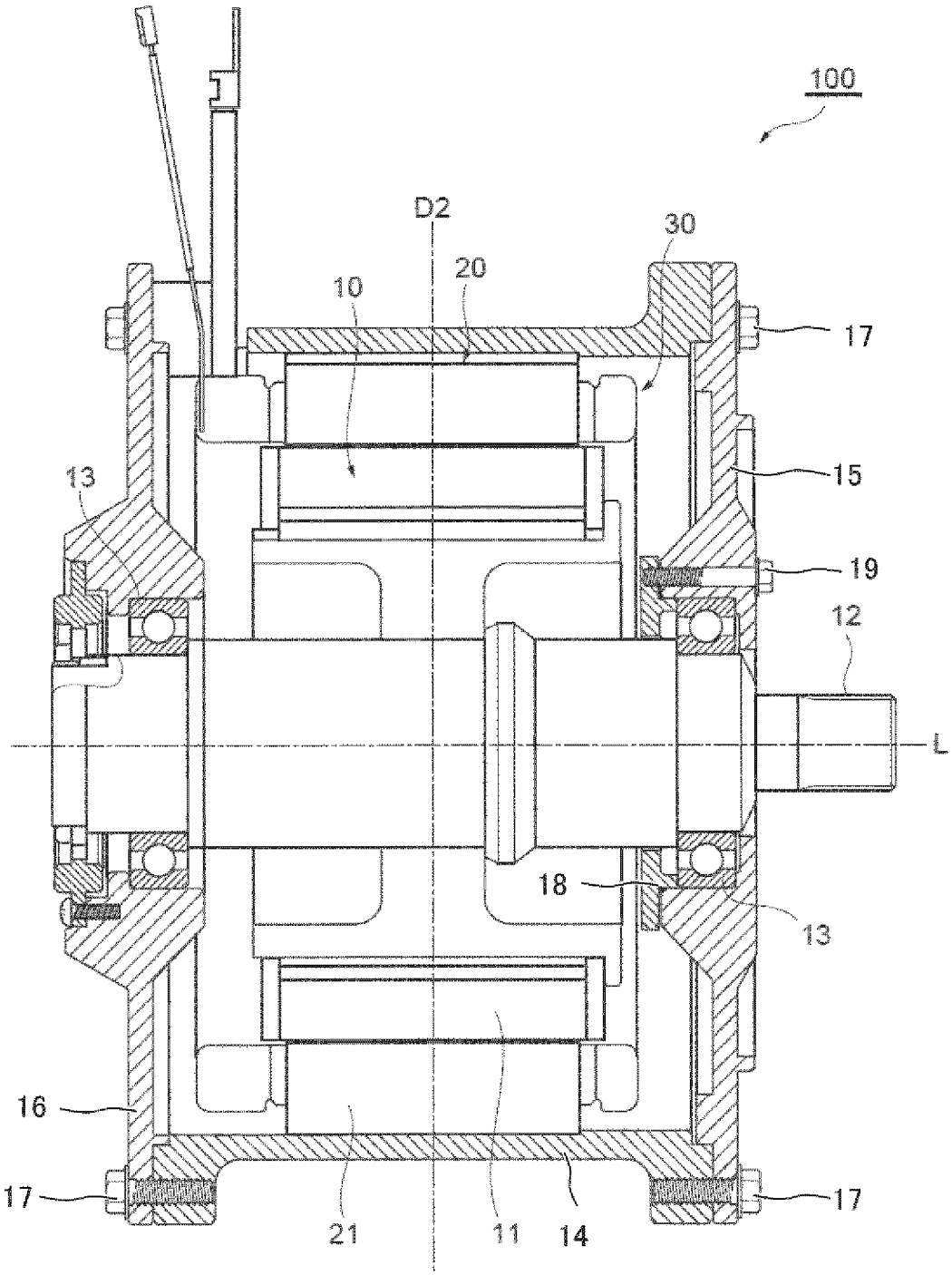
[請求項10] 請求項８或いは請求項９に記載の回転電機であって、

前記ターン部が傾斜する起点となる夫々の前記屈曲部の位置は、前記スロットの外周側に位置する前記セグメントコイルほど前記固定子コアの端面部に近づくように決められている

ことを特徴とする回転電機。

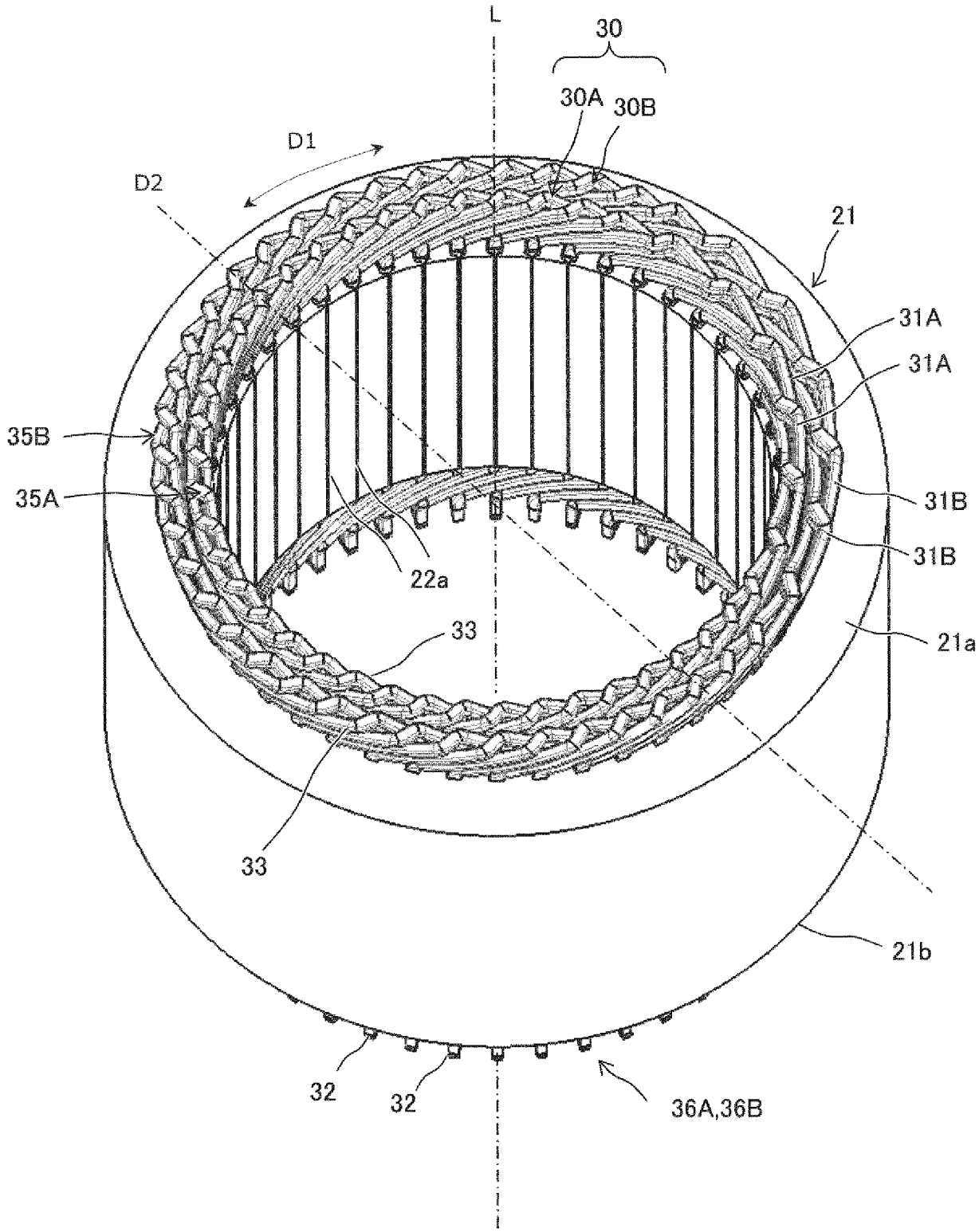
[図1]

図1



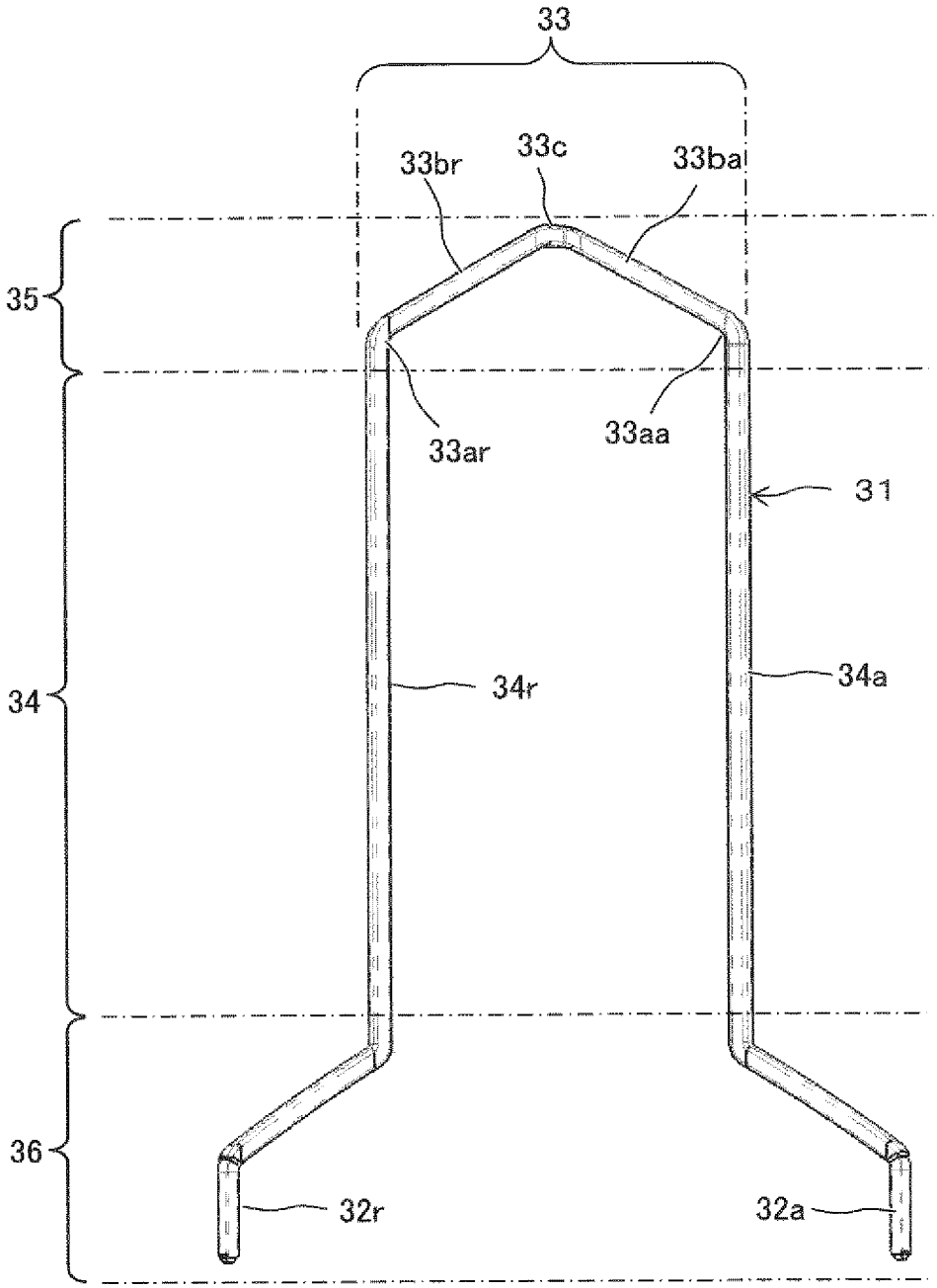
[図2]

図2


L
30
30A
30B
D1
D2
21
31A
31A
35B
35A
31B
31B
22a
33
21a
33
21b
32
32
36A,36B

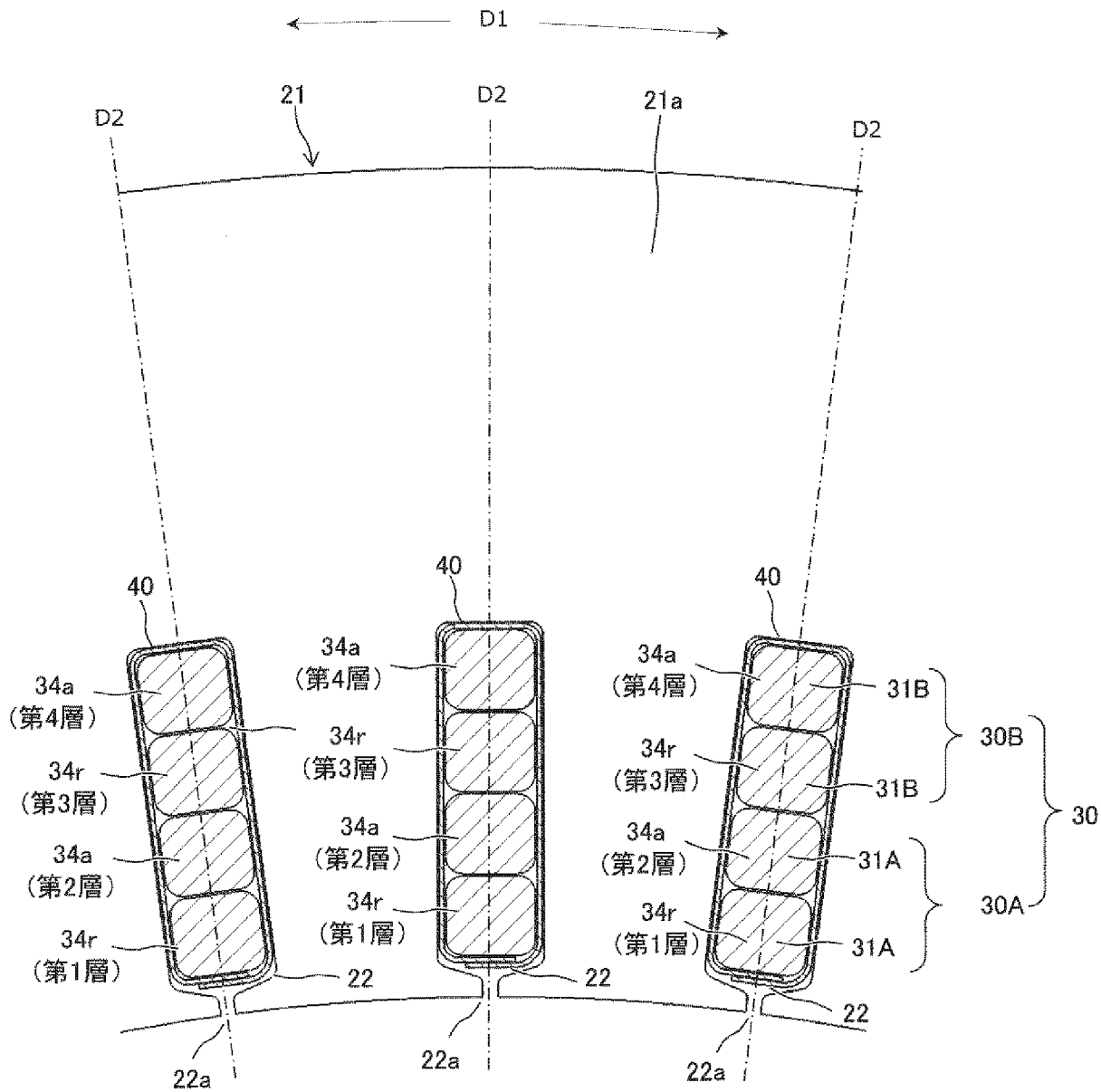
[図3]

図3



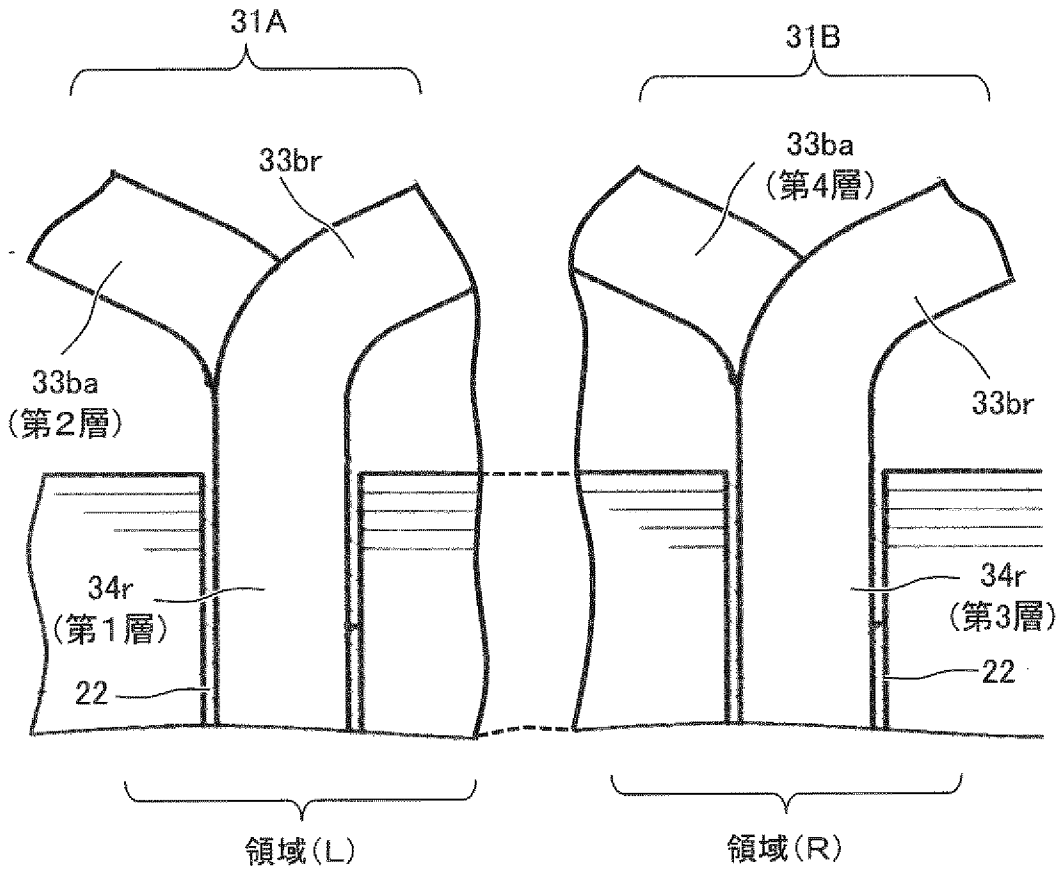
[図4]

図4


D1
21
D2
D2
21a
D2
40
40
40
34a
(第4層)
34r
(第3層)
34a
(第2層)
34r
(第1層)
34a
(第4層)
34r
(第3層)
34a
(第2層)
34r
(第1層)
34a
(第4層)
31B
34r
(第3層)
31B
34a
(第2層)
31A
34r
(第1層)
31A
30B
30
30A
22
22
22
22a
22a
22a

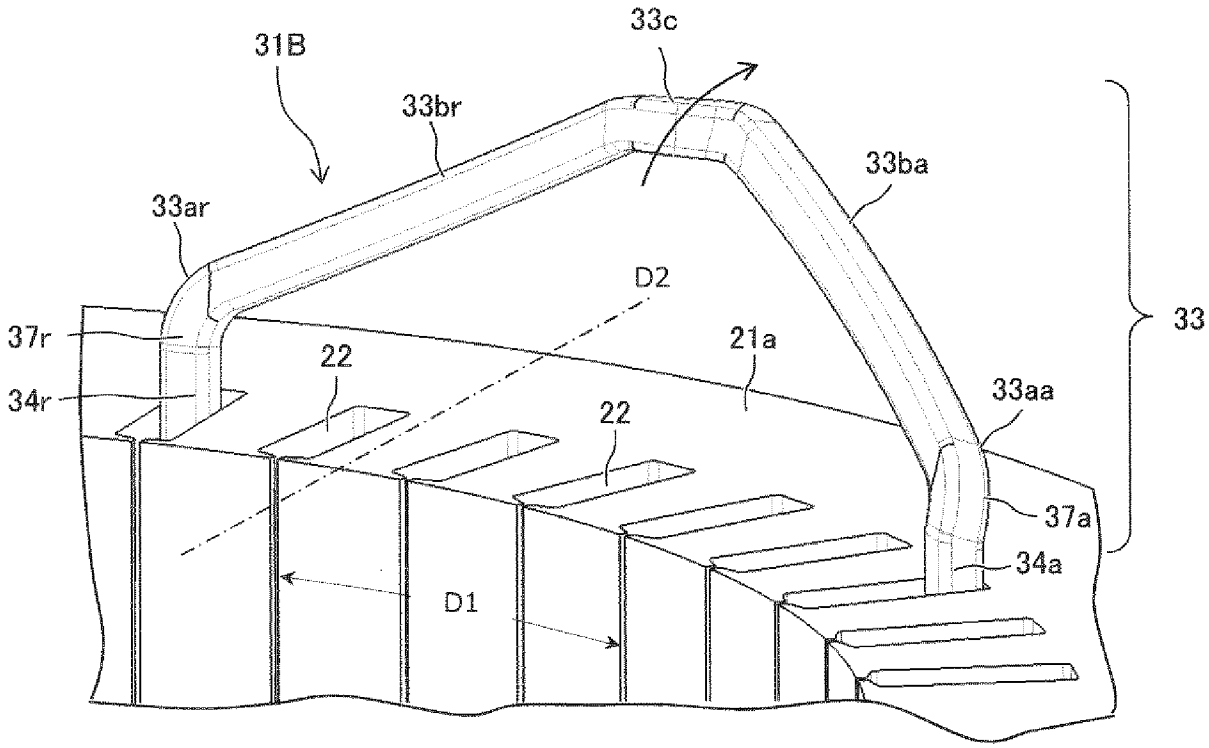
[図5]

図5


31A
31B
33br
33ba
(第4層)
33ba
(第2層)
33br
34r
(第1層)
34r
(第3層)
22
22
領域(L)
領域(R)

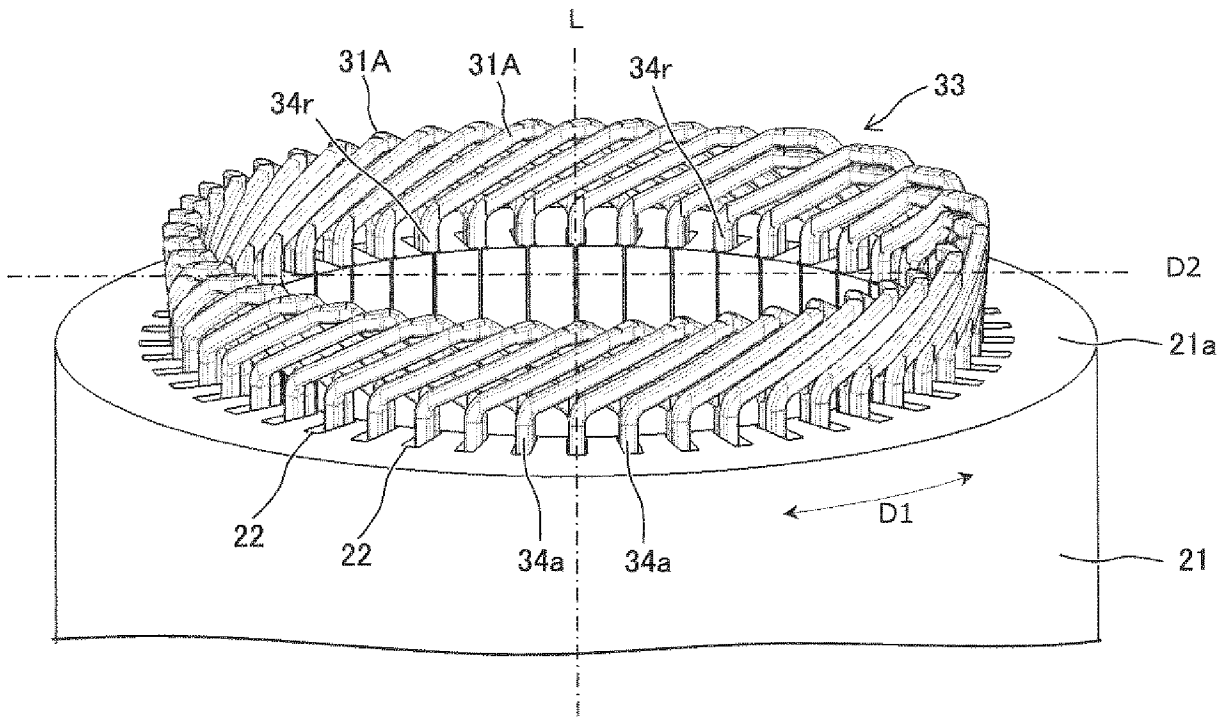
[図6]

図6


31B
33c
33br
33ba
33ar
D2
37r
21a
33
22
34r
33aa
22
37a
34a
D1

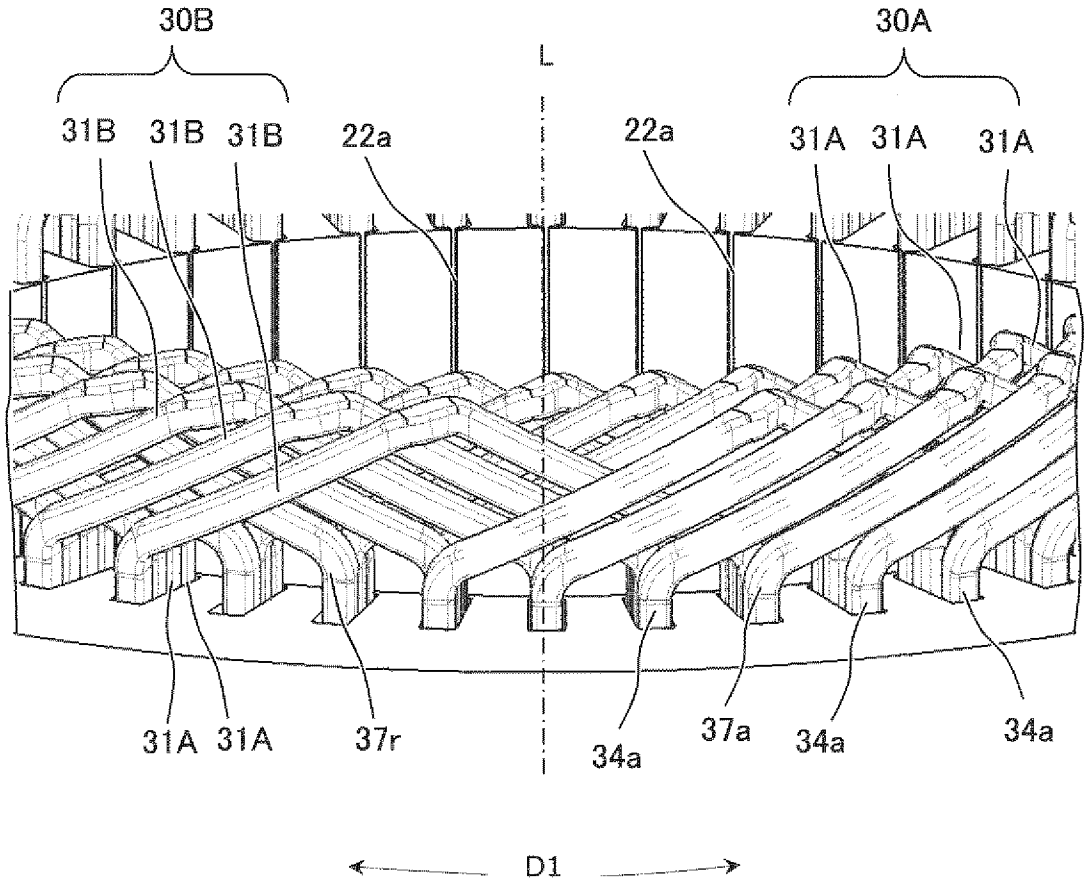
[図7]

図7


L
31A
31A
34r
34r
33
D2
21a
22
22
34a
34a
D1
21

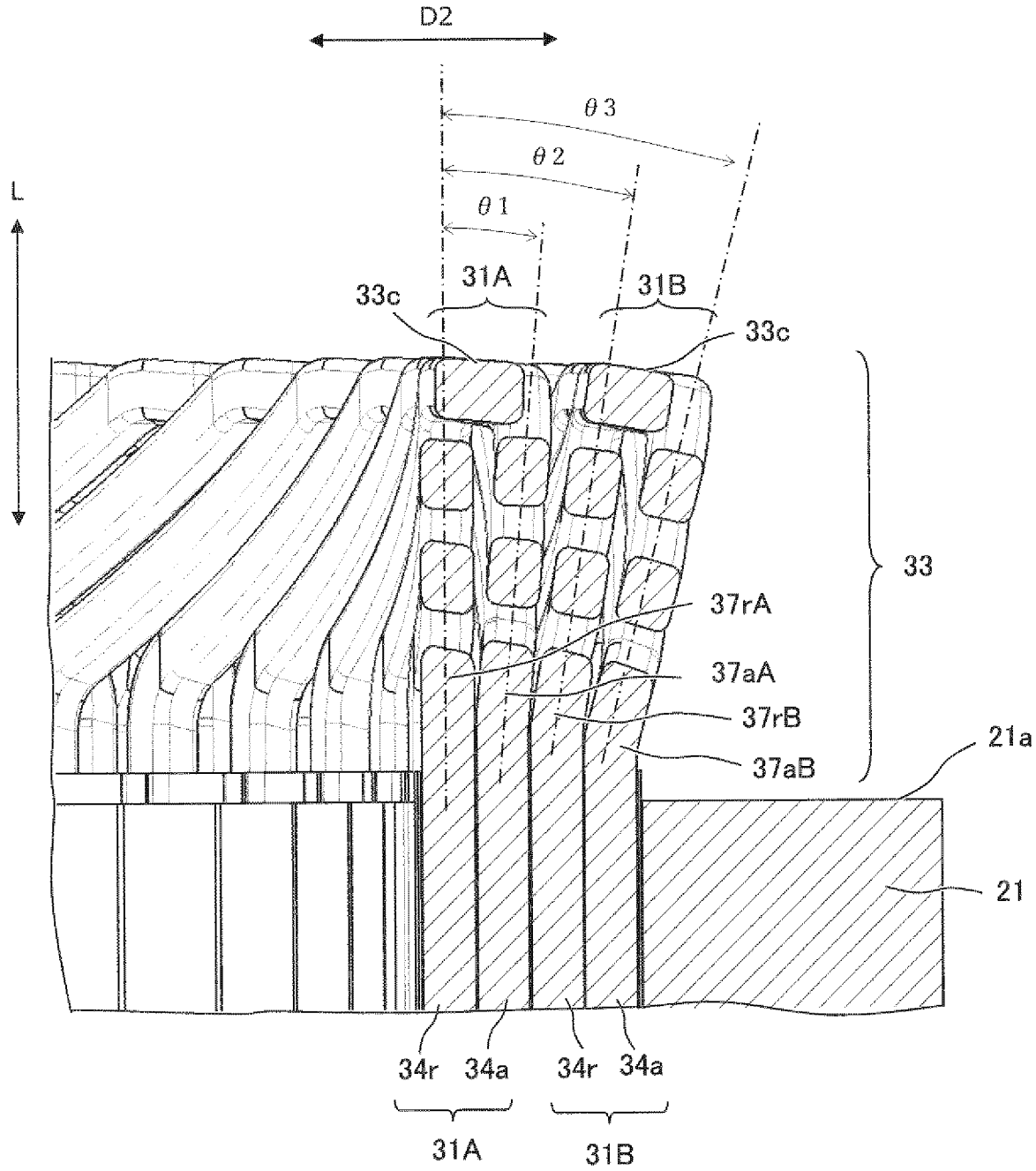
[図8]

図8


30B
30A
L
31B
31B
31B
22a
22a
31A
31A
31A
31A
31A
37r
34a
37a
34a
34a
D1

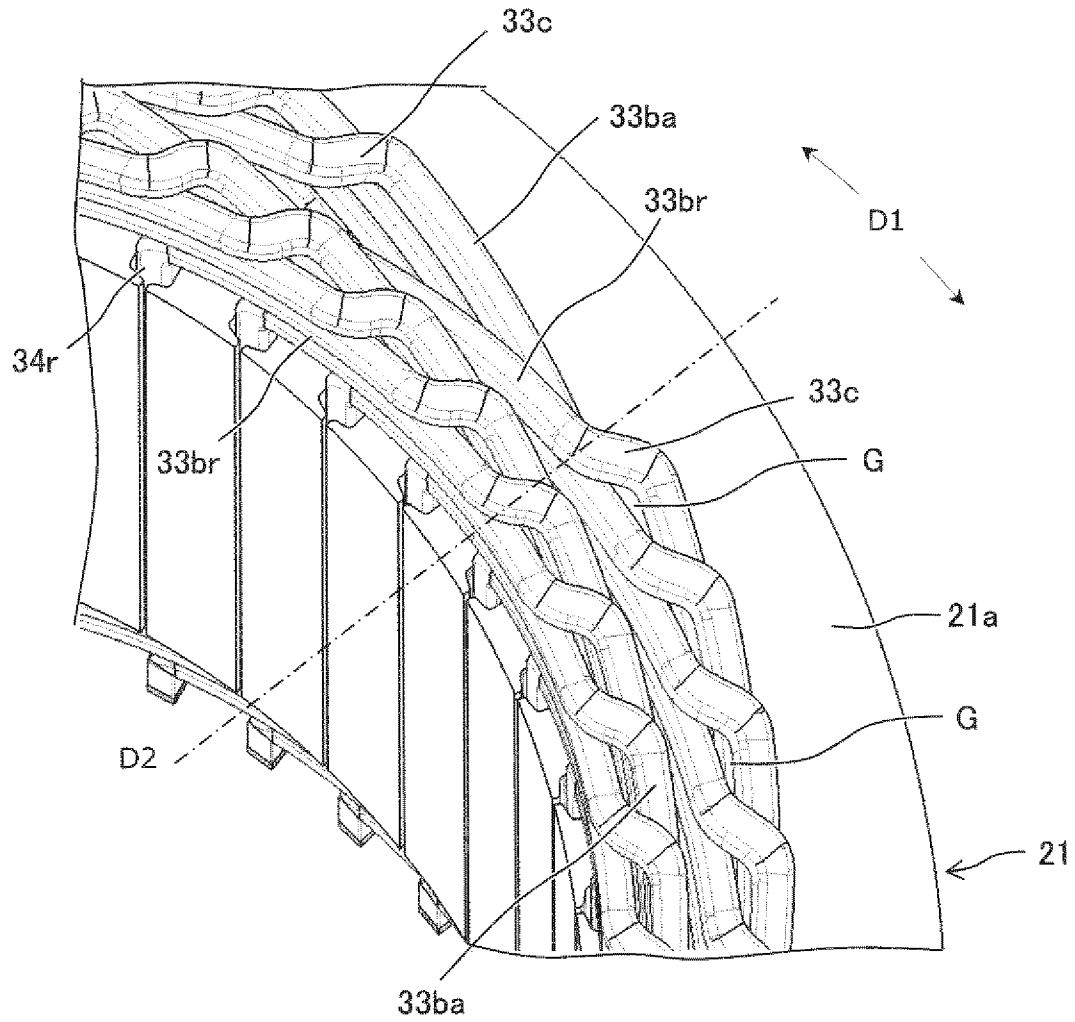
[図9]

図9


D2
θ3
θ2
θ1
L
31A
31B
33c
33c
33
37rA
37aA
37rB
37aB
21a
21
34r
34a
34r
34a
31A
31B

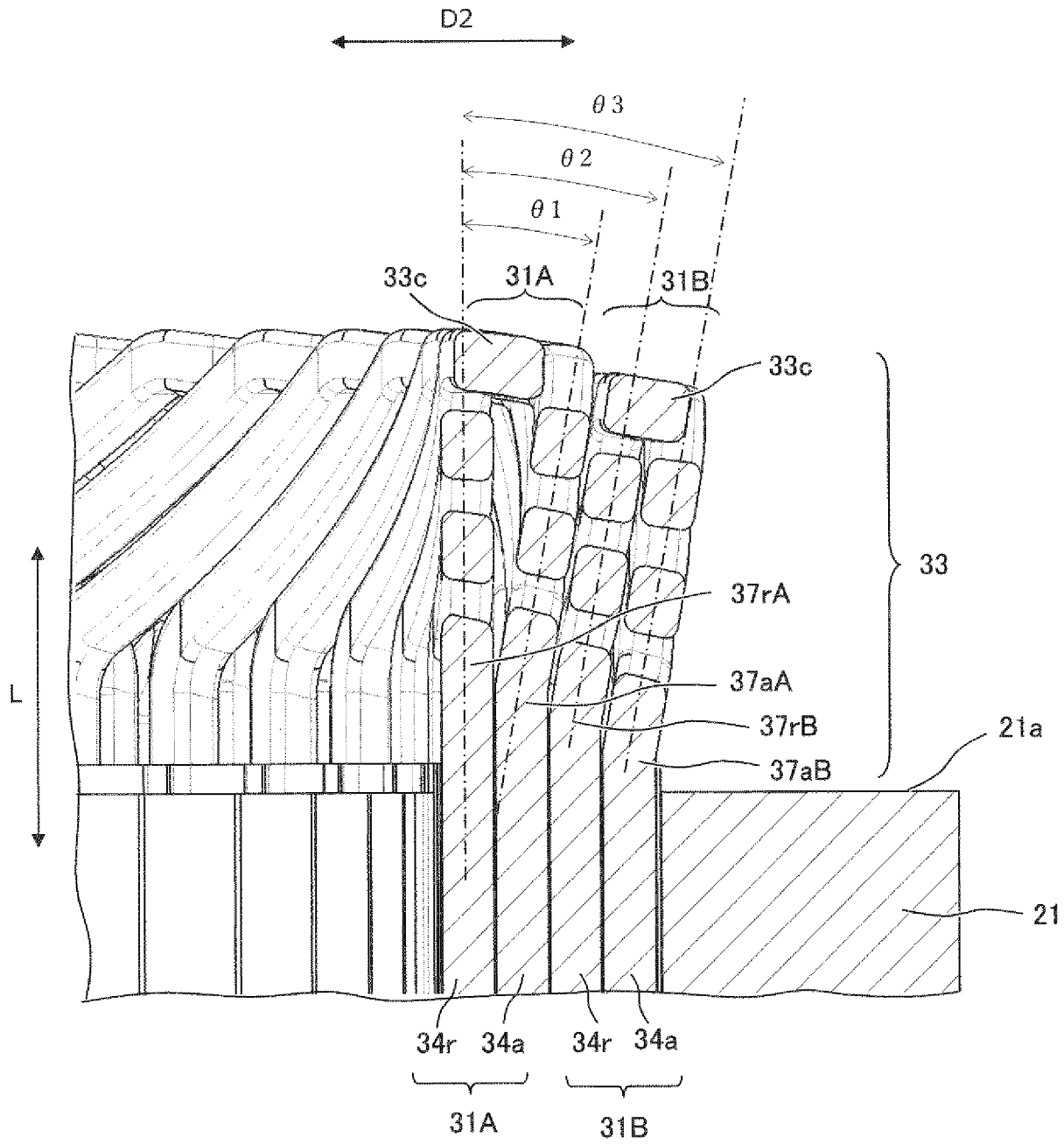
[図10]

図10



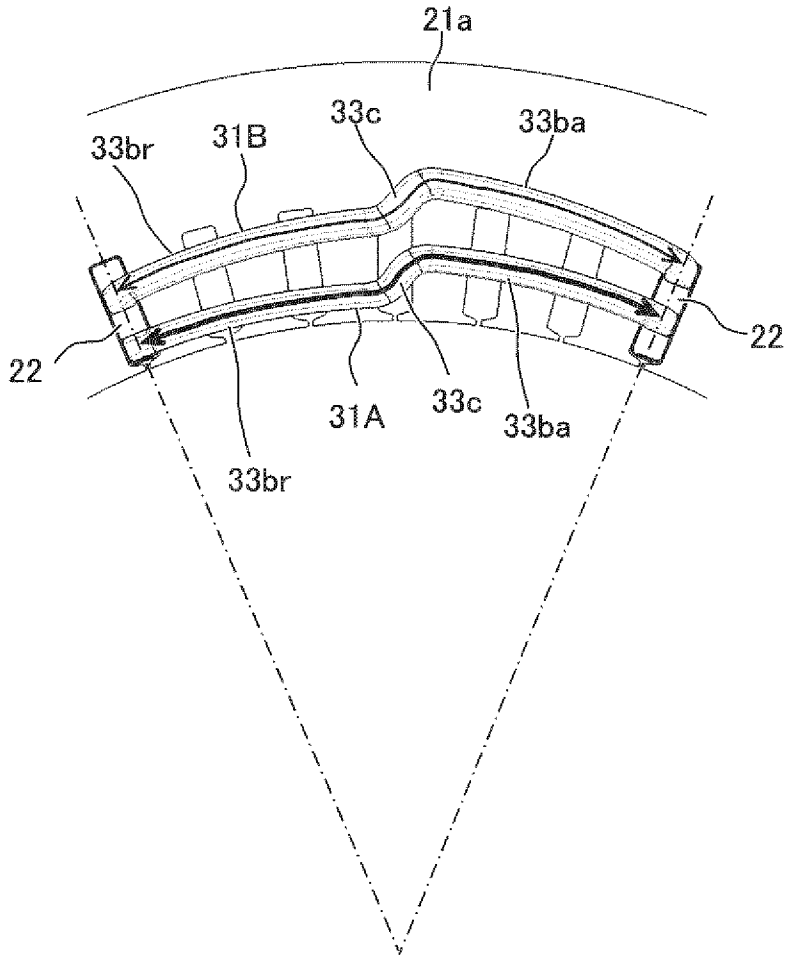
[図11]

図11


D2
θ3
θ2
θ1
33c
31A
31B
33c
33
37rA
37aA
37rB
37aB
21a
21
L
34r
34a
34r
34a
31A
31B

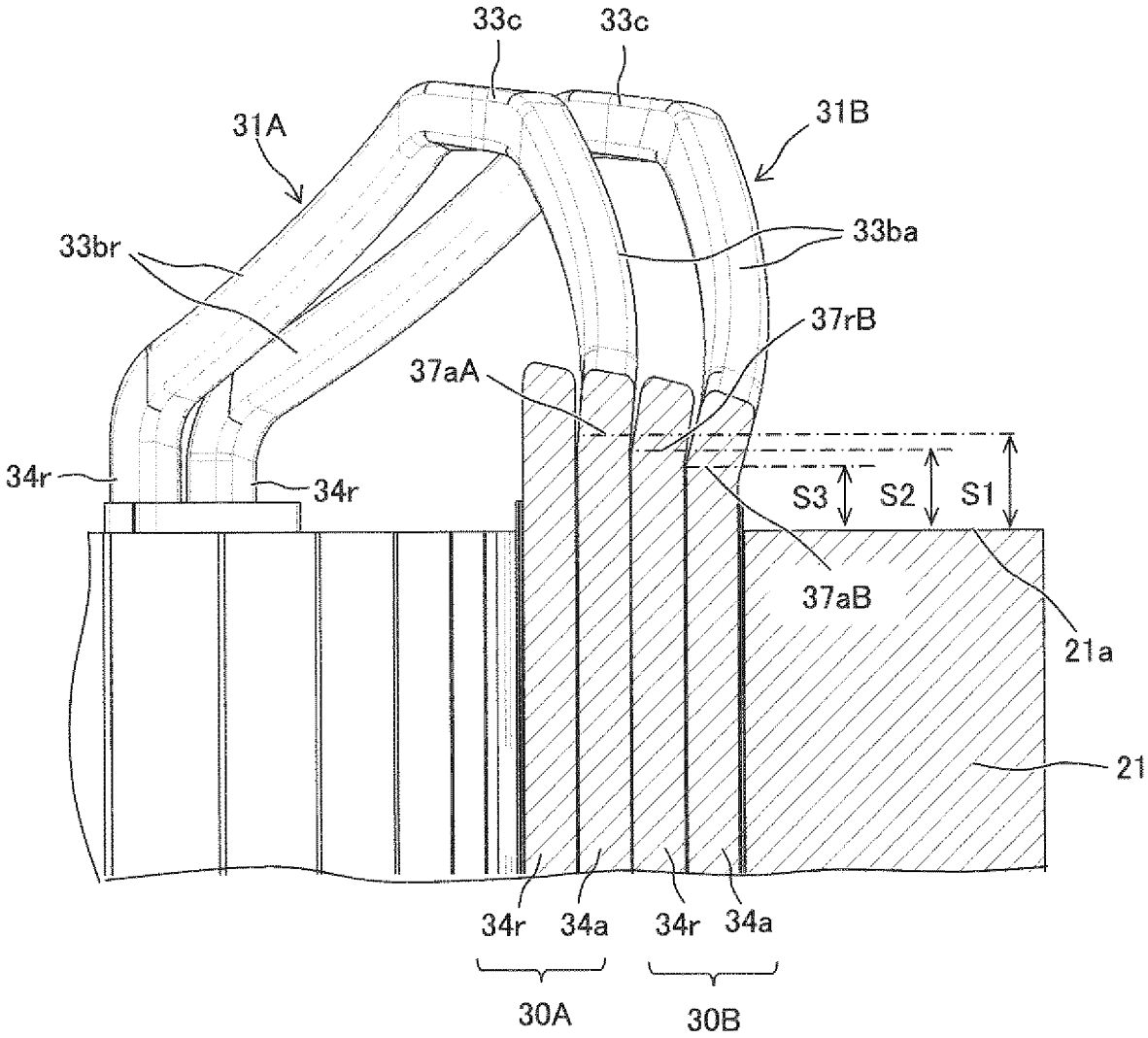
[図12]

図12



[図13]

図13


33c
33c
31A
31B
33br
33ba
37rB
37aA
34r
34r
S3
S2
S1
37aB
21a
21
34r
34a
34r
34a
30A
30B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/021468

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H02K3/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H02K3/04

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2014-197968 A (DENSO CORP.) 16 October 2014, paragraphs [0023]-[0037], fig. 1-8 & US 2014/0292119 A1, paragraphs [0043]-[0060], fig. 1-8 & CN 104079131 A	1-6 7-10
Y	JP 2004-88993 A (DENSO CORP.) 18 March 2004, paragraphs [0035]-[0044], fig. 6-14 & US 2004/0000832 A1, paragraphs [0038]-[0062], fig. 6-14 & EP 1376821 A1 & CN 1469531 A	7-10

☒ 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	Date of mailing of the international search report
01 August 2019 (01.08.2019)	13 August 2019 (13.08.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/021468

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-26964 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 15 February 2018, entire text, all drawings & US 2018/0048203 A1, entire text, all drawings & DE 102017114374 A1 & CN 107733116 A	1-10
A	WO 2009/084473 A1 (AISIN AW CO., LTD.) 09 July 2009, entire text, all drawings & US 2010/0253161 A1, entire text, all drawings & DE 112008002326 T5 & CN 101785167 A	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０２１４６８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K3/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K3/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2014-197968 A (株式会社デンソー) 2014.10.16, 段落 0023-0037, 図 1-8 & US 2014/0292119 A1, 段落 0043-0060, 図 1-8 & CN 104079131 A	1-6 7-10
Y	JP 2004-88993 A (株式会社デンソー) 2004.03.18, 段落 0035-0044, 図 6-14 & US 2004/0000832 A1, 段落 0038-0062, 図 6-14 & EP 1376821 A1 & CN 1469531 A	7-10

☑　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 ０１．０８．２０１９	国際調査報告の発送日 １３．０８．２０１９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｖ　３７３６ 服部　俊樹 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2018-26964 A (富士電機株式会社) 2018.02.15, 全文、全図 & US 2018/0048203 A1, 全文、全図 & DE 102017114374 A1 & CN 107733116 A	1-10
A	WO 2009/084473 A1 (アイシン・エィ・ダブリュ株式会社) 2009.07.09, 全文、全図 & US 2010/0253161 A1, 全文、全図 & DE 112008002326 T5 & CN 101785167 A	1-10