

(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
2016 年 10 月 20 日(20.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/166848 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/061609
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 15 日(15.04.2015)
- (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: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 会田 宙司(AIDA, Hiroshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 嶋田 咲(SHIMADA, Saki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 浅尾 淑人(ASAO, Yoshihito); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 阿久津 悟(AKUTSU, Satoru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 1 番 1 号 国際ビルディング 8 階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).

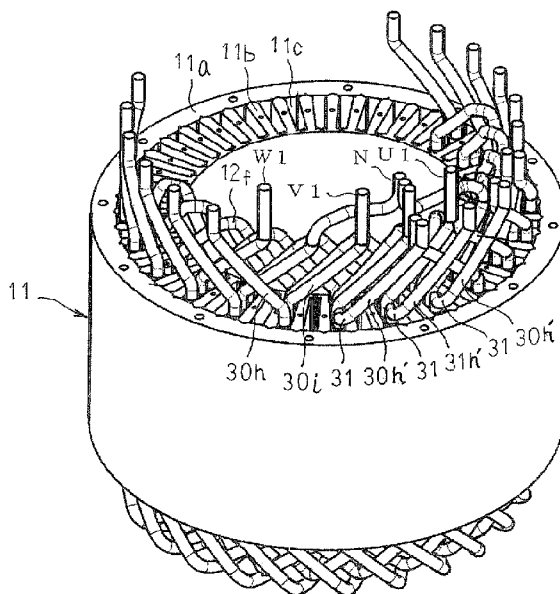
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: STATOR AND ELECTROMOTIVE MACHINE

(54) 発明の名称: 固定子および回転電機



(57) Abstract: The present invention improves stator productivity by reducing the number of steps to bend joint coil sections, while also improving the vibration resistance of a stator and an electromotive machine by shortening the lengthwise axis of the stator. Each phase coil comprises a 1st phase coil and 2nd phase coil, wherein groups of coil bodies are arranged circumferentially in an alternating sequence within the plurality of coil bodies that constitute the phase coil, and wherein said groups of coil bodies are connected in series in circumferential order. The phase coil is constituted by connecting the ends of the coil termini which extend from the same radial positions in the slots of the 1st phase coil and the 2nd phase coil, said positions being either: outward in the direction of the axis of the stator iron core and outward in the direction of the radius of the group of coil ends; or outward in the direction of the axis of the stator iron core and inward in the direction of the radius of the group of coil ends. The coil termini of the 1st phase coil of the phase coils of the three phases each have a joint coil section, which extends from a slot within one pole pitch, then bends and extends in the same circumferential direction, in order to approach the

end of the coil terminus of the 2nd phase coil, to which the coil terminus of the 1st phase coil is connected.

(57) 要約:

[続葉有]



この発明は、ジョイントコイル部の曲げ工程数を低減して固定子の生産性を向上できるとともに、固定子の軸長を短縮して、耐振性を向上できる固定子および回転電機を得る。相コイルは、それぞれ、相コイルを構成する複数のコイル体のなかの周方向に一つおきに配列されたコイル体の群を、周方向の配列順に直列に接続して構成された第1相コイルと第2相コイルとを有し、相コイルは、固定子鉄心の軸方向外方、かつコイルエンド群の径方向外方、又は固定子鉄心の軸方向外方、かつコイルエンド群の径方向内方で、第1相コイルと第2相コイルのスロット内の同じ径方向位置から延び出るコイル端末の端部同士を接続して構成され、三相の相コイルの第1相コイルのコイル端末は、1磁極ピッチ内のスロットから延び出た後、曲げられて周方向の同じ方向に延び、接続対象の第2相コイルのコイル端末の端部に接近するジョイントコイル部を有する。

明 細 書

発明の名称： 固定子および回転電機

技術分野

[0001] この発明は、導体線を分布巻きに巻回して作製された複数のコイル体により構成される固定子巻線を有する固定子、および該固定子を備えた回転電機に関するものである。

背景技術

[0002] 従来の回転電機では、複数のU字状のコイル片を固定子鉄心の3スロット離れたスロット対のそれぞれに軸方向の一侧から挿入し、固定子鉄心の軸方向の他側に突出するコイル片の端部同士を接続して複数の1ターンのコイルを作製し、作製された複数の1ターンのコイルを接続して複数ターンの相コイルを構成していた（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 他の従来の回転電機では、帯状導電部を有し、この帯状導電部と一体で、かつこの帯状導電部から長手方向に略平行に延出された腕部を、帯状導電部の板厚方向に屈曲してなる導電部材と、この導電部材を保持する絶縁材と、巻回された複数のコイルと、を備え、腕部にコイルを接続していた（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3419721号公報

特許文献2：特許第3613262号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載の従来の回転電機では、相コイルは、スロット内の外周側から1番目の位置から延び出た一方のコイル片が周方向に曲げられて、3スロット離れたスロット内の外周側から1番目の位置から延び出た他方のコイル片に接合されて、構成されていた。そこで、接合されるコイル片に曲げ

加工を施す必要がある。しかしながら、特許文献 1 に記載の従来の回転電機では、各相コイルにおける、3 スロット離れたスロット内の外周側から 1 番目の位置から延び出て接合されるコイル片は、周方向に互いに離れており、相毎に、コイル片に曲げ加工を施すことになるので、多数の曲げ工程が必要となり、生産性が低下するという課題があった。

[0006] また、特許文献 2 に記載の従来の回転電機では、複数のコイルが、コイルエンド群の軸方向外方に位置する絶縁材に保持された導電部材の腕部に接続して相コイルを作製しているので、固定子の軸長が長くなり、耐振性が悪化するという課題があった。

[0007] この発明は、上記課題を解決するためになされたもので、複数の相コイルを構成するためのジョイントコイル部が 1 磁極ピッチ内のスロット内の最外周位置又は最内周位置から出て周方向の同じ方向に延びるようにして、複数の相コイルのジョイントコイル部を一工程で同時に曲げ加工することを可能とし、生産性を向上できるとともに、固定子の軸方向長さを短縮し、耐振性を向上できる固定子および該固定子を備えた回転電機を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] この発明の固定子は、スロットが周方向に配列してなる円環状の固定子鉄心と、それぞれ、導体線を分布巻きに巻いて作製され、上記固定子鉄心に 1 スロットピッチで上記スロットの総数と同数装着されたコイル体を有する三相巻線と、を備えている。上記コイル体は、分布巻きに巻回された上記導体線の第 1 コイル端末と第 2 コイル端末が上記固定子鉄心の軸方向の一端側に突出するように作製され、上記三相巻線を構成する 3 つの相コイルのそれぞれは、第 1 相コイルと第 2 相コイルを有し、上記第 1 相コイルと上記第 2 相コイルは、それぞれ、同じ相コイルを構成する複数の上記コイル体のなかの周方向に一つおきに配列された上記コイル体の群を、一方のコイル体の上記第 1 コイル端末と他方のコイル体の上記第 2 コイル端末とを接続して、周方向の配列順に直列に接続して構成される。上記相コイルは、上記固定子鉄心

の軸方向外方、かつコイルエンド群の径方向外方、又は上記固定子鉄心の軸方向外方、かつコイルエンド群の径方向内方で、上記第 1 相コイルと上記第 2 相コイルの上記スロット内の同じ径方向位置から延び出るコイル末端の端部同士を接続して構成され、上記三相巻線を構成する 3 つの上記相コイルの上記第 1 相コイルの上記コイル末端は、1 磁極ピッチ内の上記スロットから延び出た後、曲げられて周方向の同じ方向に延び、接続対象の上記第 2 相コイルのコイル末端の端部に接近するジョイントコイル部を有する。

発明の効果

[0009] この発明によれば、相コイルは、固定子鉄心の軸方向外方、かつコイルエンド群の径方向外方、又は固定子鉄心の軸方向外方、かつコイルエンド群の径方向内方で、第 1 相コイルと第 2 相コイルのスロット内の同じ径方向位置から延び出るコイル末端の端部同士を接続して構成されている。そこで、コイル末端の端部同士の接続部が、軸方向から見て固定子鉄心の端面内に位置しており、ケースや回転子との干渉がない。また、コイル末端の端部同士の接続部が、径方向から見てコイルエンド群の頂部より軸方向外方に突出していないので、固定子の軸方向長さを短縮できるとともに、耐振性が向上される。

[0010] また、三相巻線を構成する 3 つの相コイルの第 1 相コイルのコイル末端は、1 磁極ピッチ内のスロットから延び出た後、曲げられて周方向の同じ方向に延び、接続対象の第 2 相コイルのコイル末端の端部に接近するジョイントコイル部を有する。そこで、3 つの相コイルのジョイントコイル部の曲げ工程を一工程で同時に行うことができるので、ジョイントコイル部の曲げ工程数が著しく低減され、固定子の生産性が向上される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]この発明の実施の形態 1 に係る回転電機の構成を模式的に示す断面図である。

[図2]この実施の形態 1 に係る回転電機における固定子巻線を構成するコイル体を示す斜視図である。

[図3]この実施の形態 1 に係る回転電機における固定子巻線の相コイルを示す斜視図である。

[図4]この実施の形態 1 に係る回転電機における固定子鉄心に 1 本のコイル体を装着した状態を示す端面図である。

[図5]この実施の形態 1 に係る回転電機における第 1 U 1 相コイルと第 2 U 1 相コイルの結線方法を説明する端面図である。

[図6]この実施の形態 1 に係る回転電機における第 1 三相交流巻線の要部を示す斜視図である。

[図7]この発明の実施の形態 1 に係る固定子を示す斜視図である。

[図8]この実施の形態 2 に係る回転電機における第 1 U 1 相コイルと第 2 U 1 相コイルの結線方法を説明する端面図である。

[図9]この実施の形態 2 に係る回転電機における第 1 三相交流巻線の要部を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0012] 実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る回転電機の構成を模式的に示す断面図、図 2 はこの実施の形態 1 に係る回転電機における固定子巻線を構成するコイル体を示す斜視図、図 3 はこの実施の形態 1 に係る回転電機における固定子巻線の相コイルを示す斜視図、図 4 はこの実施の形態 1 に係る回転電機における固定子鉄心に 1 本のコイル体を装着した状態を示す端面図、図 5 はこの実施の形態 1 に係る回転電機における第 1 U 1 相コイルと第 2 U 1 相コイルの結線前の状態を示す端面図、図 6 はこの実施の形態 1 に係る回転電機における固定子の要部を示す斜視図、この発明の実施の形態 1 に係る固定子を示す斜視図である。なお、図 4 および図 5 中、1、7、・・・43 は、便宜的に、スロットの周方向の配列順にふったスロット番号である。また、図 4 では、コイル体は第 1 から第 4 直線部のみを示している。また、図 5 では、便宜上、一部のコイル体を省略している。

[0013] 図 1 において、回転電機 100 は、ケース 1 内に回転可能に配設された回

転子 5 と、回転子 5 を囲繞するように回転子 5 と同軸に配設されてケース 1 に保持された固定子 10A と、を備える。

[0014] 回転子 5 は、回転子鉄心 6 と、回転子鉄心 6 の軸心位置を貫通するように挿入されて回転子鉄心 6 に固着された回転軸 7 と、を備えている。回転子 5 は、ケース 1 に保持された軸受 2、3 に回転軸 7 を支持されて、ケース 1 内に配設されている。

[0015] 固定子 10A は、電磁鋼板を積層して作製された固定子鉄心 11 と、固定子鉄心 11 に巻装された固定子巻線 12A と、を備える。固定子鉄心 11 は、図 4 に示されるように、円環状のコアバック 11a と、それぞれ、コアバック 11a の内壁面から径方向内方に突出して、周方向に等角ピッチで配列された 48 本のティース 11b と、を備える。そして、コアバック 11a と周方向に隣り合う 2 つのティース 11b とで囲まれた空間がスロット 11c となる。

[0016] 固定子巻線 12A は、複数のコイル体 30 を備える。コイル体 30 は、図 2 に示されるように、導体線 14 を、略六角形で同心状に 2 ターン巻いて作製された、分布巻き、かつ重ね巻きのコイル体であり、6 スロット角度間隔だけ離れて 2 列に配列された第 1 から第 4 直線部 30a, 30b, 30c, 30d と、第 1 直線部 30a の一端から延び出る第 1 コイル端末 30h と、第 1 直線部 30a と第 2 直線部 30b の他端同士を連結する第 1 コイルエンド 30e と、第 2 直線部 30b と第 3 直線部 30c の一端同士を連結する第 2 コイルエンド 30f と、第 3 直線部 30c と第 4 直線部 30d の他端同士を連結する第 3 コイルエンド 30g と、第 4 直線部 30d の一端から延び出る第 2 コイル端末 30i と、を備える。ここで、6 スロット角度間隔とは、周方向に連続する 6 つのティース 11b の両側に位置するスロット 11c のスロット中心間の間隔であり、ここでは 1 磁極ピッチに相当する。

[0017] そして、第 1 および第 3 直線部 30a, 30c は、図 4 に示されるように、スロット番号 7 番のスロット 11c 内の第 4 層と第 2 層に収納され、第 2 および第 4 直線部 30b, 30d は、スロット番号 1 番のスロット 11c 内

の第1層と第3層に収納される。なお、第1から第4直線部30a, 30b, 30c, 30dが収納されるスロット11c内の径方向位置は、径方向内方から外方に向かって、第1層、第2層、第3層、第4層とする。

[0018] 第1コイルエンド30eは、第1から第4直線部30a, 30b, 30c, 30dの列間の中央部の頂部と、頂部と第1および第2直線部30a, 30bの他端とを連結する一对の傾斜部と、を有する。そして、一对の傾斜部は、頂部により、径方向に略3dだけ変位されている。なお、dは、コイル体30がスロット11cの対に装着された時の導体線14の径方向厚みである。

[0019] 同様に、第2コイルエンド30fは、第1から第4直線部30a, 30b, 30c, 30dの列間の中央部の頂部と、頂部と第2および第3直線部30b, 30cの一端とを連結する一对の傾斜部と、を有する。そして、一对の傾斜部は、頂部により、径方向に略dだけ変位されている。

[0020] 同様に、第3コイルエンド30gは、第1から第4直線部30a, 30b, 30c, 30dの列間の中央部の頂部と、頂部と第3および第4直線部30c, 30dの他端とを連結する一对の傾斜部と、を有する。そして、一对の傾斜部は、頂部により、径方向に略dだけ変位されている。

[0021] 第1コイル端末30hは、第1直線部30aの一端から、第3直線部30cの一端から延び出る傾斜部と略同じ傾斜角度で、逆の方向に延び出る傾斜部と、傾斜部の先端から軸方向に延びる端部と、を備える。第2コイル端末30iは、第4直線部30dの一端から、第2直線部30bの一端から延び出る傾斜部と略同じ傾斜角度で、逆の方向に延び出る傾斜部と、傾斜部の先端から軸方向に延びる端部と、を備える。ここで、軸方向とは、第1直線部30aの長さ方向と平行な方向である。

[0022] このように構成された48本のコイル体30が、それぞれ、6スロット角度間隔離れたスロット11cの対に収納されて、1スロットピッチで周方向に配列される。各スロット11cには、第1から第4直線部30a, 30b, 30c, 30dが径方向に1列に並んで収納されている。そして、スロッ

ト番号 $(1 + 6n)$ のスロット 11c の群に装着された 8 本のコイル体 30 により U1 相コイル 21 が構成される。なお、 n は、0 と自然数である。

[0023] つぎに、U1 相コイル 21 を構成するコイル体 30 の結線について図 3、図 5 および図 6 を参照しつつ説明する。

[0024] スロット番号 1 番と 7 番のスロット 11c の対に収納されたコイル体 30 の第 2 コイル端末 30i の端部が、スロット番号 37 番と 43 番のスロット 11c の対に収納されたコイル体 30 の第 1 コイル端末 30h の端部に接して径方向に並ぶ。そこで、第 1 および第 2 コイル端末 30h, 30i の端部同士が T i g 溶接などにより接合され、2 本のコイル体 30 は接続される。このようにして、スロット番号 1 番と 7 番のスロット 11c の対、スロット番号 37 番と 43 番のスロット 11c の対、スロット番号 25 番と 31 番のスロット 11c の対、およびスロット番号 13 番と 19 番のスロット 11c の対に収納された 4 本のコイル体 30 を直列に接続した第 1 U1 相コイル 211 が形成される。つまり、スロット番号 $(1 + 6n)$ のスロット 11c の群に装着された 8 本のコイル体 30 のなかの 1 つおきのコイル体 30 の群を周方向の配列順に直列に接続した第 1 U1 相コイル 211 が構成される。

[0025] 同様に、スロット番号 43 番と 1 番のスロット 11c の対、スロット番号 31 番と 37 番のスロット 11c の対、スロット番号 19 番と 25 番のスロット 11c の対、およびスロット番号 7 番と 13 番のスロット 11c の対に収納された 4 本のコイル体 30 を直列に接続した第 2 U1 相コイル 212 が形成される。つまり、スロット番号 $(1 + 6n)$ のスロット 11c の群に装着された 8 本のコイル体 30 のなかの、残る 1 つおきのコイル体 30 の群を周方向の配列順に直列に接続した第 2 U1 相コイル 212 が構成される。

[0026] このようにして、それぞれ、4 本のコイル体 30 を直列に接続して形成された第 1 および第 2 U1 相コイル 211, 212 が構成される。そして、図 3 に示されるように、第 1 U1 相コイル 211 の端部に位置するコイル体 30 の第 1 コイル端末 30h (以下、ジョイントコイル部 30h' とする) のスロット番号 7 番のスロット 11c からの延び出し部を曲げて曲げ部 31 を

形成し、傾斜部を径方向外方に変位させる。さらに、スロット番号7番のスロット11cから延び出るジョイントコイル部30h'の傾斜部を、第3直線部30cの一端から延び出る傾斜部と略同じ傾斜角度で、同じ方向に延ばす。これにより、スロット番号7番のスロット11cから延び出るジョイントコイル部30h'の端部が、第2U1相コイル212の端部に位置するコイル体30のスロット番号1番のスロット11cから延び出る第1コイル端末13hの端部に接して径方向に並ぶ。そこで、ジョイントコイル部30h'と第1コイル端末30hの端部同士がTig溶接などにより接続される。これにより、スロット番号(1+6n)のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30を直列に接続したU1相コイル21が構成される。U1相コイル21の両端に位置するコイル体30のスロット番号7番と13番から延び出る第2コイル端末30iの一方がU1相口出し線U1となり、他方が中性点結線端末Nとなる。

[0027] ここで、第1U1相コイル211のジョイントコイル部30h'と第2U1相コイル212のコイル端末である第1コイル端末30hは、それぞれ、スロット11c内の第4層から延び出している。そこで、逆向きに曲げられたジョイントコイル部30h'のスロット11cからの延び出し部に曲げ部31を形成して、傾斜部を径方向外方に変位させている。これにより、逆向きに曲げられたジョイントコイル部30h'は、傾斜部が他の第1コイル端末30hの傾斜部と干渉することなくコアバック11aの軸方向外方を周方向に延びて、接続対象の第1コイル端末30hの端部に接続される。

[0028] なお、スロット番号(2+6n)のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30によりU2相コイルが形成される。スロット番号(3+6n)のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30によりV1相コイルが形成される。スロット番号(4+6n)のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30によりV2相コイルが形成される。スロット番号(5+6n)のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30によりW1相コイルが形成される。スロット番号(6+6n)のスロット11cの群

に装着された8本のコイル体30によりW2相コイルが形成される。そして、U2相コイル、V1相コイル、V2相コイル、W1相コイル、W2相コイルも、それぞれ、8本のコイル体30をU1相コイル21と同様に結線して形成されるので、その説明を省略する。

[0029] ここで、U1相コイル、V1相コイルおよびW1相コイルの第1相コイルのジョイントコイル部30h'は、図6に示されるように、1磁極ピッチ内の3つのスロット11cから延び出て、互いに近接して、周方向の同じ方向に延び、接続対象の第2相コイルの第1コイル端末30hのそれぞれに接合されている。さらに、U1相コイル、V1相コイルおよびW1相コイルの中性点結線末端である第2相コイルの第2コイル端末30iが接合される。これにより、U1相コイル、V1相コイルおよびW1相コイルがY結線されて、第1三相交流巻線が形成される。

[0030] そして、図示されていないが、U2相コイル、V2相コイルおよびW2相コイルが同様にY結線され、第2三相交流巻線が形成される。そして、固定子巻線12Aは、図7に示されるように、第1三相交流巻線と第2三相交流巻線とから構成される。

[0031] このように構成された固定子10Aでは、固定子鉄心11の軸方向の一端側において、第1コイル端末30hと第2コイル端末30iとを連結してなる導体線14の部分と、第2コイルエンド30fとが、径方向に並んで、1スロットピッチで周方向に配列して、第1コイルエンド群12aを構成している。また、固定子鉄心11の軸方向の他端側において、第1コイルエンド30eと第3コイルエンド30gとが、径方向に並んで、1スロットピッチで周方向に配列して、第2コイルエンド群12bを構成している。

[0032] この実施の形態1では、分布巻き、かつ重ね巻きのコイル体30が、1スロットピッチで固定子鉄心11にスロット11cの総数と同数配設されている。各相コイルは、それぞれ、同相のコイル体30の群なかの、周方向に1つおきのコイル体30の群を、一方のコイル体30の第1コイル端末30hと他方のコイル体30の第2コイル端末30iとを接続して、周方向の配列

順に直列に接続して形成された第1相コイルと第2相コイルを備える。さらに、相コイルは、第1相コイルのジョイントコイル部13h'を、第2相コイルのコイル末端である第1コイル末端13hに直接接続して構成されている。そして、ジョイントコイル部30h'と第1コイル末端30hの端部同士の接続部は、固定子鉄心11の軸方向外方、かつ第1コイルエンド群12aの径方向外方に位置している。

[0033] したがって、ジョイントコイル部30h'と第1コイル末端30hの端部同士の接続部は、軸方向からみて固定子鉄心11の端面内に位置しており、ケース1との干渉がない。また、ジョイントコイル部30h'と第1コイル末端30hの端部同士の接続部は、第1コイルエンド群12aの径方向外方に位置しているので、ジョイントコイル部30h'と第1コイル末端30hの端部同士の接続部が第1コイルエンド群12aの頂部から軸方向外方に突出していない。すなわち、ジョイントコイル部30h'と第1コイル末端30hの端部同士の接続部の軸方向高さが、第1コイルエンド群12aの軸方向高さ以下となっている。そこで、固定子10Aの軸長が短くなるので、回転電機100の軸長を短縮することができ、耐振性を向上させることができる。さらに、導体線14の長さが短くなるので、固定子巻線12Aの電気抵抗を低減できる。

[0034] さらに、U1相コイル、V1相コイルおよびW1相コイルのジョイントコイル部30h'が、1磁極ピッチ内のスロット11cから延び出た後、互いに近接して、周方向の同じ方向に延びて、接続対象の第1コイル末端30hに接近するように形成されている。そこで、3本のジョイントコイル部30h'の曲げ加工を一工程で同時に行うことができる。同様に、U2相コイル、V2相コイルおよびW2相コイルのジョイントコイル部30h'が、1磁極ピッチ内のスロット11cから延び出た後、互いに近接して、周方向の同じ方向に延びて、接続対象の第1コイル末端30hに接近するように形成されている。そこで、3本のジョイントコイル部30h'の曲げ加工を一工程で同時に行うことができる。

したがって、ジョイントコイル部30h'の曲げ工程数が著しく低減され、固定子10Aの生産性が向上される。

[0035] ジョイントコイル部30h'が他の第1コイル端末30hに対して周方向の逆方向に延びているので、ジョイントコイル部30h'と他の第1コイル端末30hとの径方向の重なりが低減し、電気絶縁性が向上される。

ジョイントコイル部30h'のスロット11cからの延び出し部に曲げ部31を形成して、傾斜部を径方向外方に変位させているので、ジョイントコイル部30h'を他のコイル体30と干渉することなく接続対象のコイル端末30hに接続でき、接続作業性が向上される。

[0036] 実施の形態2.

図8はこの実施の形態2に係る回転電機における第1U1相コイルと第2U1相コイルの結線方法を説明する端面図、図9はこの実施の形態2に係る回転電機における第1三相交流巻線の要部を示す斜視図である。なお、図8中、1、7、・・・43は、便宜的に、スロットの周方向の配列順にふったスロット番号である。また、図8では、便宜上、一部のコイル体を省略している。

[0037] 実施の形態2による固定子においても、48本のコイル体30が、それぞれ、6スロット角度間隔離れたスロット11cの対に収納されて、1スロットピッチで周方向に配列される。各スロット11cには、第1から第4直線部30a、30b、30c、30dが径方向に1列に並んで収納されている。そして、スロット番号(1+6n)のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30によりU1相コイル22が構成される。

[0038] つぎに、U1相コイル22を構成するコイル体30の結線について図8および図9を参照しつつ説明する。

[0039] スロット番号1番と7番のスロット11cの対に収納されたコイル体30の第2コイル端末30iの端部が、スロット番号37番と43番のスロット11cの対に収納されたコイル体30の第1コイル端末30hの端部に接して径方向に並ぶ。そこで、第1および第2コイル端末30h、30iの端部

同士がT i g溶接などにより接合され、2本のコイル体30は接続される。このようにして、スロット番号1番と7番のスロット11cの対、スロット番号37番と43番のスロット11cの対、スロット番号25番と31番のスロット11cの対、およびスロット番号13番と19番のスロット11cの対に収納された4本のコイル体30を直列に接続した第1U1相コイル221が形成される。つまり、スロット番号 $(1+6n)$ のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30のなかの1つおきのコイル体30の群を周方向の配列順に直列に接続した第1U1相コイル221が構成される。

[0040] 同様に、スロット番号43番と1番のスロット11cの対、スロット番号31番と37番のスロット11cの対、スロット番号19番と25番のスロット11cの対、およびスロット番号7番と13番のスロット11cの対に収納された4本のコイル体30を直列に接続した第2U1相コイル222が形成される。つまり、スロット番号 $(1+6n)$ のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30のなかの、残る1つおきのコイル体30の群を周方向の配列順に直列に接続した第2U1相コイル222が構成される。

[0041] このようにして、それぞれ、4本のコイル体30を直列に接続して形成された第1および第2U1相コイル221, 222が構成される。そして、第2U1相コイル222の端部に位置するコイル体30のジョイントコイル部30h'が、スロット番号1番のスロット11cから延び出し、周方向に延びて、第1U1相コイル221の端部に位置するコイル体30のスロット番号7番のスロット11cから延び出る第1コイル端末13hの端部に接して径方向に並ぶ。そこで、ジョイントコイル部30h'と第1コイル端末30hの端部同士がT i g溶接などにより接続される。これにより、スロット番号 $(1+6n)$ のスロット11cの群に装着された8本のコイル体30を直列に接続したU1相コイル22が構成される。U1相コイル22の両端に位置するコイル体30のスロット番号7番と13番から延び出る第2コイル端末30iの一方がU1相口出し線U1となり、他方が中性点結線端末Nとなる。

[0042] ここで、第2 U 1 相コイル 2 2 2 のジョイントコイル部 3 0 h' は、図 8 に示されるように、軸方向外方から見て、スロット 1 1 c 内の第 4 層から延び出した後、他のコイル体 3 0 の第 1 コイル端末 3 0 h を避けつつ周方向に延びて、最短距離で接続対象の第 1 コイル端末 3 0 h に接するように形成されている。本発明では、このように、スロット 1 1 c から延び出たジョイントコイル部 3 0 h' が、他のコイル体 3 0 を避けつつ最短距離で接続対象の第 1 コイル端末 3 0 h に接するように延びることを、他のコイル体 3 0 を避けつつ周方向に直線的に延びる、と表現する。

[0043] なお、スロット番号 $(2 + 6n)$ のスロット 1 1 c の群に装着された 8 本のコイル体 3 0 により U 2 相コイルが形成される。スロット番号 $(3 + 6n)$ のスロット 1 1 c の群に装着された 8 本のコイル体 3 0 により V 1 相コイルが形成される。スロット番号 $(4 + 6n)$ のスロット 1 1 c の群に装着された 8 本のコイル体 3 0 により V 2 相コイルが形成される。スロット番号 $(5 + 6n)$ のスロット 1 1 c の群に装着された 8 本のコイル体 3 0 により W 1 相コイルが形成される。スロット番号 $(6 + 6n)$ のスロット 1 1 c の群に装着された 8 本のコイル体 3 0 により W 2 相コイルが形成される。そして、U 2 相コイル、V 1 相コイル、V 2 相コイル、W 1 相コイル、W 2 相コイルも、それぞれ、8 本のコイル体 3 0 を U 1 相コイル 2 2 と同様に結線して形成される。

[0044] そして、U 1 相コイル、V 1 相コイルおよび W 1 相コイルの第 2 相コイルのジョイントコイル部 3 0 h' が、図 9 に示されるように、1 磁極ピッチ内の 3 つのスロット 1 1 c から延び出て、互いに近接して、周方向の同じ方向に延び、接続対象の第 1 相コイルの第 1 コイル端末 3 0 h のそれぞれに接合されている。さらに、U 1 相コイル、V 1 相コイルおよび W 1 相コイルの中性点結線用端末である第 2 相コイルの第 2 コイル端末 3 0 i が接合される。これにより、U 1 相コイル、V 1 相コイルおよび W 1 相コイルが Y 結線されて、第 1 三相交流巻線が形成される。

[0045] そして、図示されていないが、U 2 相コイル、V 2 相コイルおよび W 2 相

コイルが同様にY結線され、第2三相交流巻線が形成される。そして、固定子巻線12Bは、第1三相交流巻線と第2三相交流巻線とから構成される。

[0046] このように構成された固定子10Bでは、固定子鉄心11の軸方向の一端側において、第1コイル端末30hと第2コイル端末30iとを連結してなる導体線14の部分と、第2コイルエンド30fとが、径方向に並んで、1スロットピッチで周方向に配列して、第1コイルエンド群12aを構成している。また、固定子鉄心11の軸方向の他端側において、第1コイルエンド30eと第3コイルエンド30gとが、径方向に並んで、1スロットピッチで周方向に配列して、第2コイルエンド群12bを構成している。そして、ジョイントコイル部30h'と第1コイル端末30hの端部同士の接続部は、固定子鉄心11の軸方向外方、かつ第1コイルエンド群12aの径方向外方に位置している。

[0047] このように、実施の形態2では、コイル体30の接続方法およびジョイントコイル部30h'の配線方法が異なることを除いて、上記実施の形態1と同様に構成されている。したがって、この実施の形態2においても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

[0048] この実施の形態2によれば、第2相コイルのジョイントコイル部30h'が、スロット11cから延び出た後、他の第1コイル端末30hと周方向の同じ方向に延びて、接続対象の第1相コイルの第1コイル端末30hに接続されている。したがって、固定子鉄心11に装着される48本のコイル体30は、第1コイル端末30hが同形状なり、第2コイル端末30iが同形状となり、コイル体30の組立や結線の作業性が向上される。

また、ジョイントコイル部30h'が、スロット11cから延び出た後、周方向に直線的に延びて、接続対象の第1コイル端末30hに接続されているので、ジョイントコイル部30h'を最短距離で接続対象の第1コイル端末30hに接続でき、導体線14の長さが短くなり、固定子巻線12Bの電気抵抗を低減できる。

[0049] なお、上記実施の形態2では、ジョイントコイル部が、スロットから延び

出た後、周方向に直線的に延びて、接続対象の第1コイル端末に接続されているが、上記実施の形態1と同様に、ジョイントコイル部のスロットからの延び出し部に曲げ部を形成してもよい。

[0050] また、上記各実施の形態では、48個のスロットが設けられている固定子鉄心を用いたが、スロット総数は48個に限定されない。また、スロット数が毎極毎相当たり2の割合で形成されているものとしているが、毎極毎相当たりのスロット数は2に限定されず、1でもよく、3以上でもよい。そして、毎極毎相当たりのスロット数が2で、コイル体の直線部が挿入されるスロットの間隔が6スロット角度間隔（1磁極ピッチ）であったが、毎極毎相当たりのスロット数が1の場合には、コイル体の直線部が挿入されるスロットの間隔は、3スロット角度間隔（1磁極ピッチ）となる。

[0051] また、上記各実施の形態では、コイル体が全節巻きに構成されているが、コイル体は短節巻きや長節巻きに構成されてもよい。つまり、コイル体の直線部が挿入されるスロットの間隔は6スロット角度間隔（1磁極ピッチ）に限定されない。

また、上記各実施の形態では、固定子巻線を構成する第1および第2三相交流巻線が、U相コイル、V相コイルおよびW相コイルをY結線して作製されているが、第1および第2三相交流巻線は、U相コイル、V相コイルおよびW相コイルをΔ結線して作製されてもよい。

[0052] また、上記各実施の形態では、コイル体の第1直線部がスロット内の第4層に収納されているが、コイル体の第1直線部は、スロット内に第1層に収納されてもよい。この場合、ジョイントコイル部は、コイルエンド群の内周側、かつ固定子鉄心の軸方向外側を周方向に延びて、接続対象の第1コイル端末に接続される。また、第1直線部がスロット内の第1層又は第4層に収納されていれば、第2、第3および第4直線部のスロット内の径方向位置は、コイル体を構成する導体線の巻き方により適宜選択できる。

[0053] また、上記各実施の形態では、コイル体が導体線を同心状に2ターン巻回して作製されているが、導体線の巻き数は2ターンに限定されない。

また、上記各実施の形態では、コイル体が、導体線を同心状に巻回して作製された分布巻きかつ重ね巻きのコイル体であるが、コイル体は、分布巻きかつ重ね巻きのコイル体に限定されず、固定子鉄心に1スロットピッチでスロット総数と同数配設されていれば、導体線を分布巻きに巻回したコイル体やU字状のセグメントコイルでもよい。

請求の範囲

[請求項1]

スロットが周方向に配列してなる円環状の固定子鉄心と、
それぞれ、導体線を分布巻きに巻いて作製され、上記固定子鉄心に
1 スロットピッチで上記スロットの総数と同数装着されたコイル体を
有する三相巻線と、を備えた固定子において、

上記コイル体は、分布巻きに巻回された上記導体線の第1 コイル端
末と第2 コイル末端が上記固定子鉄心の軸方向の一端側に突出するよ
うに作製され、

上記三相巻線を構成する3つの相コイルのそれぞれは、第1 相コイ
ルと第2 相コイルを有し、

上記第1 相コイルと上記第2 相コイルは、それぞれ、同じ相コイル
を構成する複数の上記コイル体のなかの周方向に一つおきに配列され
た上記コイル体の群を、一方のコイル体の上記第1 コイル末端と他方
のコイル体の上記第2 コイル末端とを接続して、周方向の配列順に直
列に接続して構成され、

上記相コイルは、上記固定子鉄心の軸方向外方、かつコイルエンド
群の径方向外方、又は上記固定子鉄心の軸方向外方、かつコイルエン
ド群の径方向内方で、上記第1 相コイルと上記第2 相コイルの上記ス
ロット内の同じ径方向位置から延び出るコイル末端の端部同士を接続
して構成され、

上記三相巻線を構成する3つの上記相コイルの上記第1 相コイルの
上記コイル末端は、1 磁極ピッチ内の上記スロットから延び出た後、
曲げられて周方向の同じ方向に延び、接続対象の上記第2 相コイルの
コイル末端の端部に接近するジョイントコイル部を有する固定子。

[請求項2]

上記ジョイントコイル部が、上記スロットから延び出た後、当該ジ
ョイントコイル部の上記スロット内の径方向位置と同じ上記スロット
内の径方向位置から延び出た上記コイル末端が周方向に延びる方向と
逆方向に延びて、接続対象の上記コイル末端に接続されている請求項

1 記載の固定子。

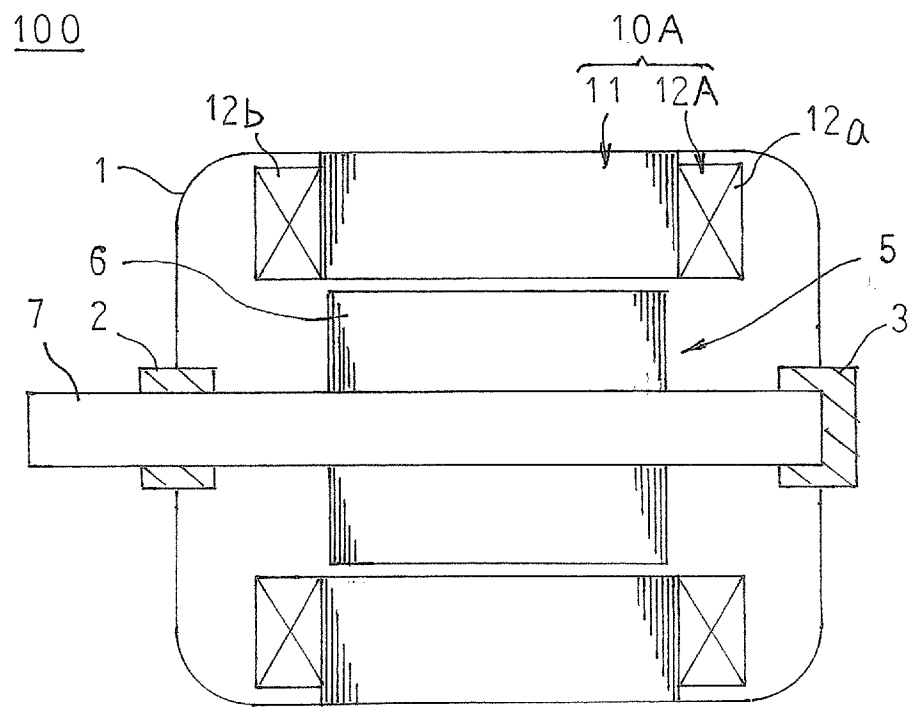
[請求項3] 上記ジョイントコイル部が、上記スロットから延び出た後、当該ジョイントコイル部の上記スロット内の径方向位置と同じ上記スロット内の径方向位置から延び出た上記コイル末端が周方向に延びる方向と同じ方向に延びて、接続対象の上記コイル末端に接続されている請求項 1 記載の固定子。

[請求項4] 上記ジョイントコイル部は、上記スロットから延び出た部分に、径方向外方又は径方向内方に変位する曲げ部を有する請求項 2 又は請求項 3 記載の固定子。

[請求項5] 上記ジョイントコイル部は、上記スロットから延び出た後、直線的に延びて接続対象の上記コイル末端に接続されている請求項 2 又は請求項 3 記載の固定子。

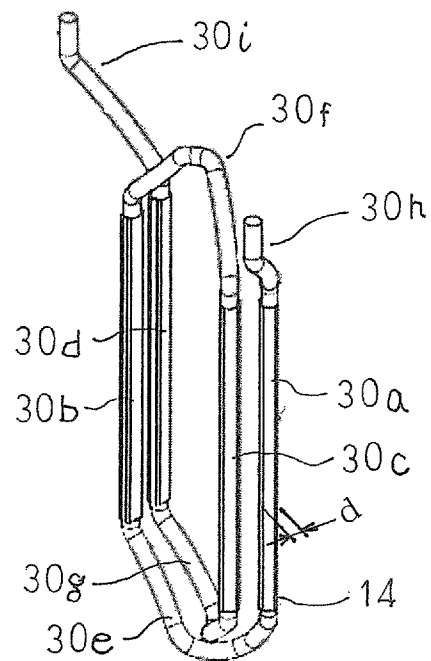
[請求項6] 請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の固定子を備えた回転電機。

[図1]

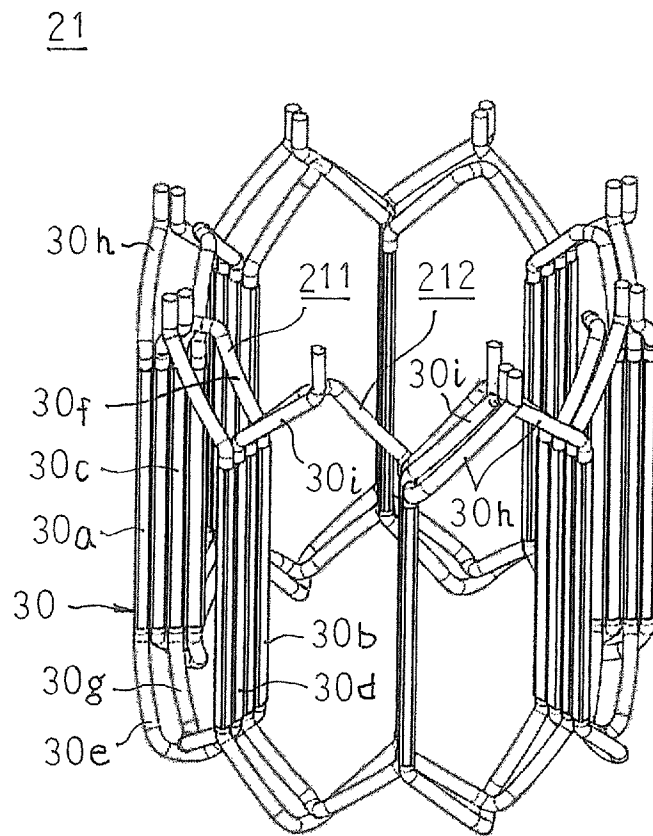


[図2]

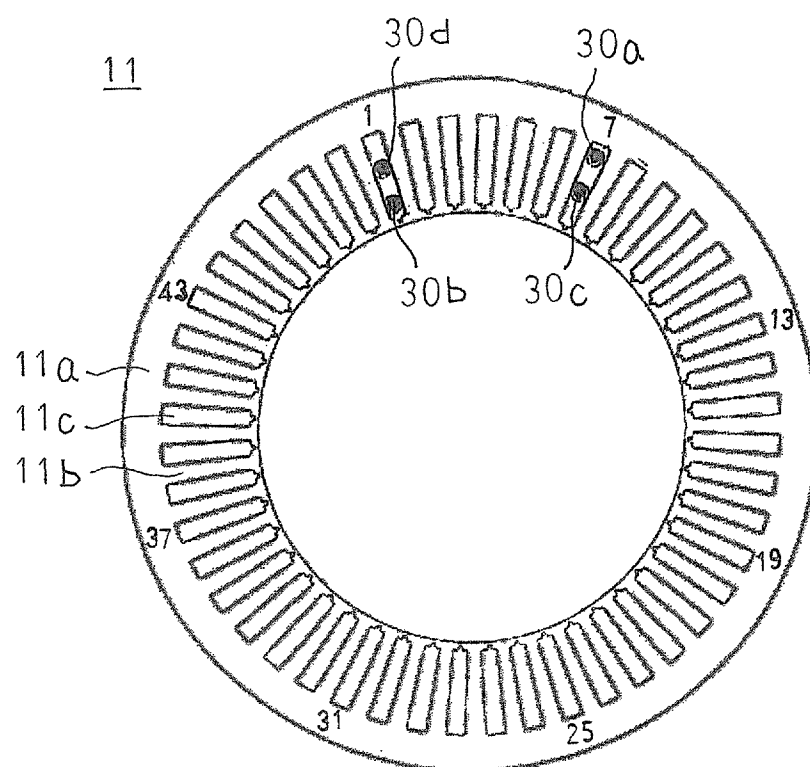
30



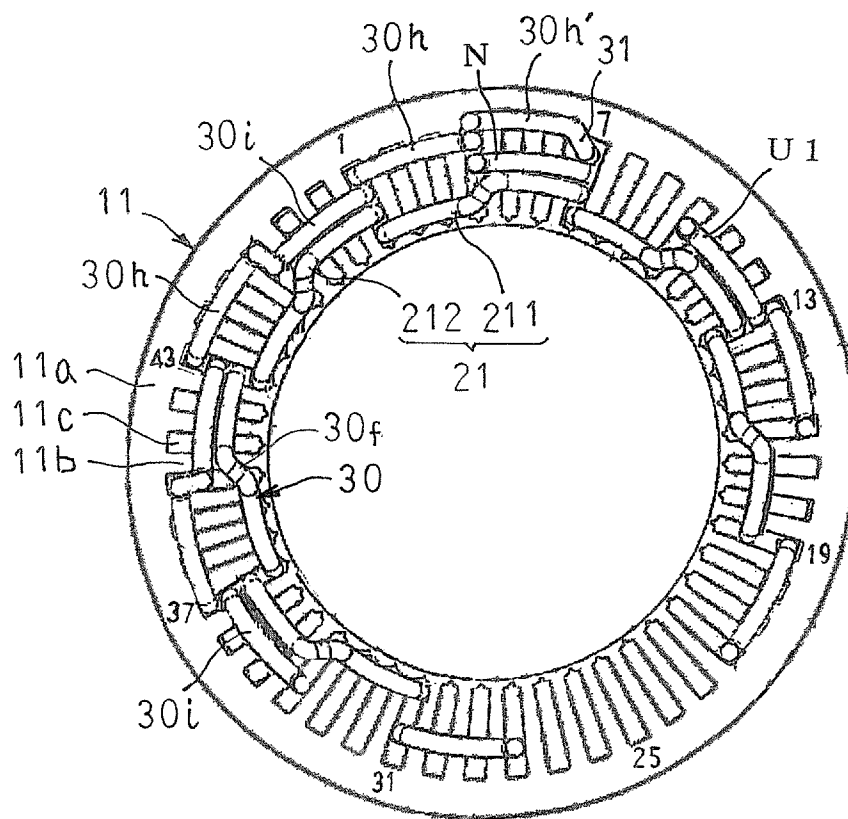
[図3]



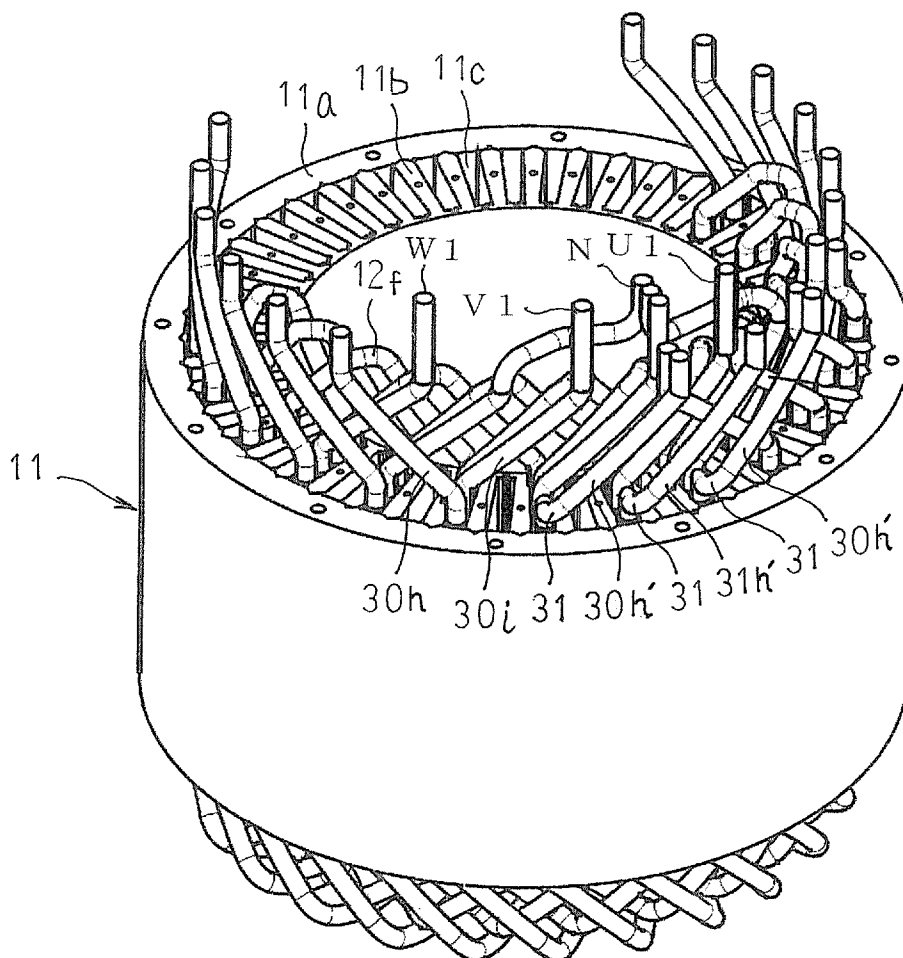
[図4]



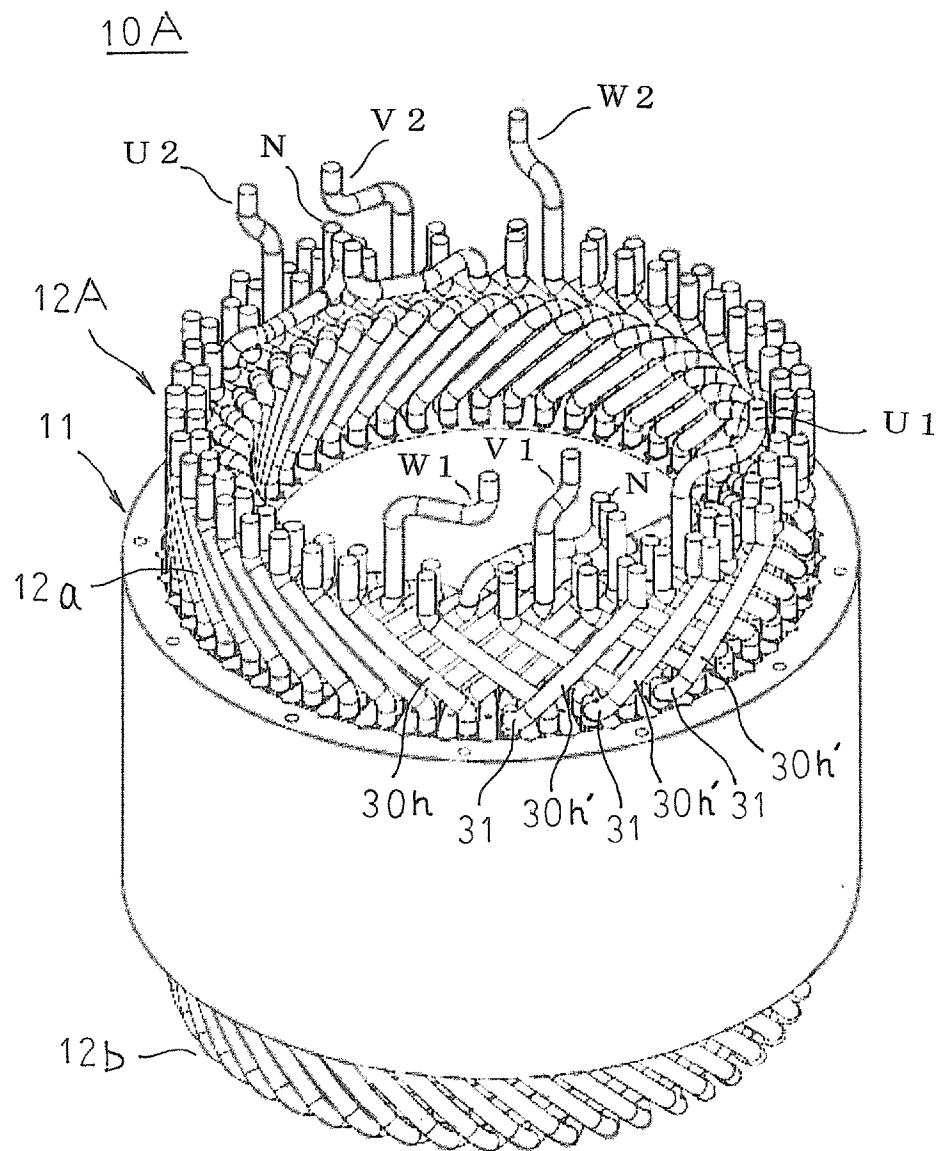
[図5]



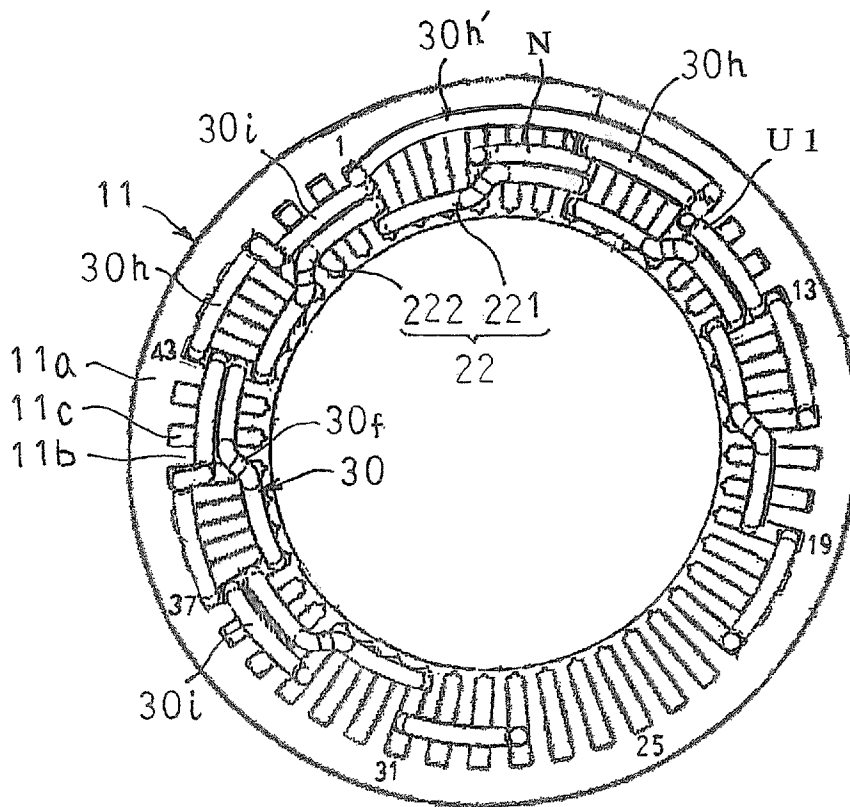
[図6]



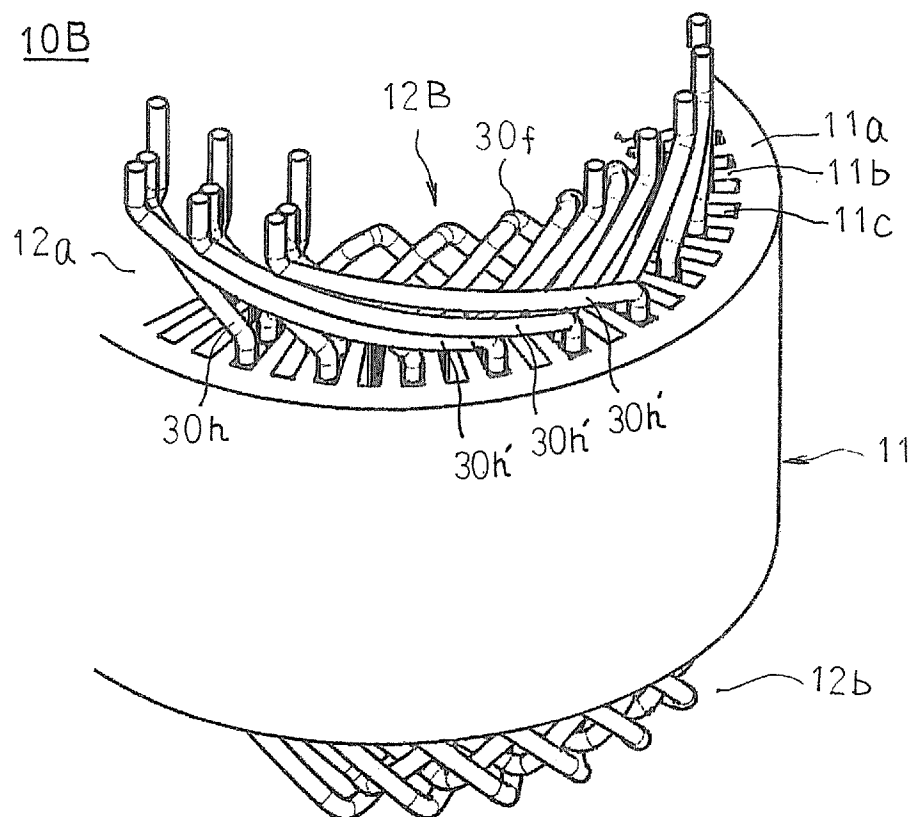
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K3/28(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)

H02K3/28

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2012-55074 A (Aisin AW Co., Ltd.), 15 March 2012 (15.03.2012), paragraphs [0021] to [0041]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-6
A	JP 2011-166945 A (Toyota Industries Corp.), 25 August 2011 (25.08.2011), paragraphs [0038] to [0044]; fig. 9 to 10 (Family: none)	1-6
A	WO 2015/029579 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 05 March 2015 (05.03.2015), paragraph [0036]; fig. 15 (Family: none)	1-6

☐ 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
30 June 2015 (30.06.15)

Date of mailing of the international search report
07 July 2015 (07.07.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K3/28(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. 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	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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2012-55074 A（アイシン・エイ・ダブリュ株式会社）2012.03.15, 段落 0021-0041, 図 1-3（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2011-166945 A（株式会社豊田自動織機）2011.08.25, 段落 0038-0044, 図 9-10（ファミリーなし）	1-6
A	WO 2015/029579 A1（三菱電機株式会社）2015.03.05, 段落 0036, 図 15（ファミリーなし）	1-6

☐ 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

3 0 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 7 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

宮地 将斗

3 V

5 0 6 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7