

(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8月19日(19.08.2021)



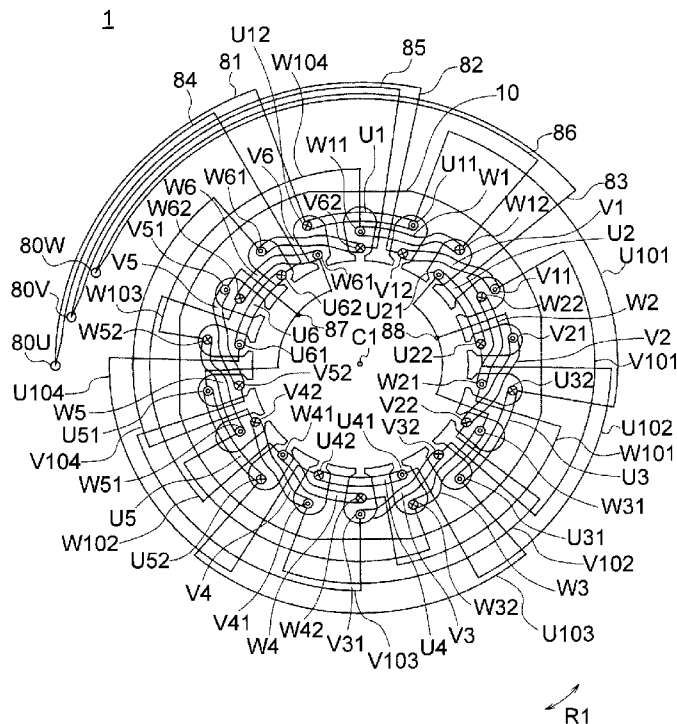
(10) 国際公開番号

WO 2021/161409 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/005296
- (22) 国際出願日: 2020年2月12日(12.02.2020)
- (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: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: 増子 智希 (MASUKO Tomoki); 〒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). 松
- 岡 篤 (MATSUOKA Atsushi); 〒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: 山形 洋一, 外 (YAMAGATA Yoichi et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 山形・佐藤特許事務所 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, 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,

(54) Title: STATOR, MOTOR, COMPRESSOR, AIR CONDITIONER, AND METHOD FOR MANUFACTURING STATOR

(54) 発明の名称: 固定子、電動機、圧縮機、空気調和装置および固定子の製造方法



(57) Abstract: A stator having 6N poles (where N is an integer equal to or greater than 1). First, second, and third coils having different phases are wound by distributed winding on a stator core having 18N slots. Each of the first to third coils has 6N coil parts wound at a 2-slot pitch. Two coil parts having different phases are positioned on the radially outer and inner sides of each of the 18N slots. The 6N coil parts of the first coil include 3N outer layer coil parts positioned on the outer side of 6N slots and 3N inner layer coil parts positioned on the inner side of the 6N slots. The 6N coil parts of



WO 2021/161409 A1

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))

the second coil include 3N outer layer coil parts positioned on the outer side of 6N slots and 3N inner layer coil parts positioned on the inner side of the 6N slots. Each of the 6N coil parts of the third coil is positioned on the outer side of one slot and the inner side of another slot. The first to third coils have 2N star connection parts that are parallel-connected so that neutral points thereof are not connected to each other.

(57) 要約 : 固定子は、6 N極 (Nは1以上の整数) を有する。1 8 N個のスロットを有する固定子鉄心に、相の異なる第1、第2および第3のコイルが分布巻で巻かれている。第1~第3のコイルは、いずれも、2スロットピッチで巻かれた6 N個のコイル部を有する。1 8 N個のスロットの各スロットには、相の異なる2つのコイル部が、径方向の外側および内側に配置されている。第1のコイルの6 N個のコイル部は、6 N個のスロットの外側に配置された3 N個の外層コイル部と、6 N個のスロットの内側に配置された3 N個の内層コイル部とを有する。第2のコイルの6 N個のコイル部は、6 N個のスロットの外側に配置された3 N個の外層コイル部と、6 N個のスロットの内側に配置された3 N個の内層コイル部とを有する。第3のコイルの6 N個のコイル部は、いずれも、1つのスロットの外側と、別のスロットの内側とに配置されている。第1~第3のコイルは、中性点が互いに結線されずに並列接続された2 N個のスター結線部を有する。

明 細 書

発明の名称：

固定子、電動機、圧縮機、空気調和装置および固定子の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、固定子、電動機、圧縮機、空気調和装置および固定子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 電動機の固定子におけるコイルの巻き方には、集中巻と分布巻とがある。分布巻は、集中巻よりも回転子の永久磁石の利用効率が高い。そのため、空気調和装置の圧縮機の電動機のように大出力が求められる用途では、分布巻が広く用いられる。

[0003] 例えば、特許文献1には、極数が12で、コイルを収容するスロットの数が36の固定子が開示されている。特許文献1の固定子では、コイルが2スロットピッチで巻かれ、各スロットには、相の異なるコイルが2つずつ配置されている。U相のコイルはスロットの外層に配置され、W相のコイルはスロットの内層に配置されている。V相のコイルは、スロットの外層と内層に半数ずつ配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5385166号公報（図4）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、スロットの外層に配置されたコイルと内層に配置されたコイルとでは、インダクタンスに差が生じる。そのため、各相のコイルに流れる電流に不均衡が生じ、電動機のトルクの脈動につながる可能性がある。

[0006] 本開示は、上記の課題を解決するためになされたものであり、各相のコイルに流れる電流の不均衡を低減し、トルクの脈動を低減することを目的とす

る。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示による固定子は、 $6N$ 極（ N は1以上の整数）を有する固定子であって、軸線を中心とする周方向に $18N$ 個のスロットを有する固定子鉄心と、固定子鉄心に分布巻で巻かれ、相の異なる第1のコイル、第2のコイルおよび第3のコイルとを有する。第1のコイル、第2のコイルおよび第3のコイルは、いずれも、2スロットピッチで巻かれた $6N$ 個のコイル部を有する。 $18N$ 個のスロットの各スロットには、相の異なる2つのコイル部が、軸線を中心とする径方向の外側および内側に配置されている。第1のコイルの $6N$ 個のコイル部は、 $18N$ 個のスロットのうち $6N$ 個のスロットの外側に配置された $3N$ 個の外層コイル部と、 $6N$ 個のスロットの内側に配置された $3N$ 個の内層コイル部とを有する。第2のコイルの $6N$ 個のコイル部は、 $18N$ 個のスロットのうち $6N$ 個のスロットの外側に配置された $3N$ 個の外層コイル部と、 $6N$ 個のスロットの内側に配置された $3N$ 個の内層コイル部とを有する。第3のコイルの $6N$ 個のコイル部は、いずれも、 $18N$ 個のスロットのうち1つのスロットの外側と、別のスロットの内側とに配置されている。第1のコイルと第2のコイルと第3のコイルとは、中性点が互いに結線されずに並列接続された $2N$ 個のスター結線部を有する。

発明の効果

[0008] 本開示では、第1のコイル、第2のコイルおよび第3のコイルが径方向において均一に配置されるため、各相のコイルのインダクタンスの差を低減することができる。その結果、各相のコイルに流れる電流の不均衡を低減し、トルクの脈動を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1の電動機を示す断面図である。

[図2]実施の形態1のコイルの配置を示す断面図である。

[図3]実施の形態1のコイルの配置を示す模式図である。

[図4]実施の形態1のコイルの結線状態を示す平面図である。

[図5]実施の形態1のコイルの結線状態を示す模式図である。

[図6]実施の形態1のスロット内絶縁フィルムを示す模式図である。

[図7]実施の形態1の相間絶縁フィルムを示す模式図である。

[図8]実施の形態1の固定子の製造工程を示すフローチャートである。

[図9]実施の形態1の固定子の製造工程を示す模式図(A)～(E)である。

[図10]実施の形態1のコイルの巻線工程を示す模式図(A)～(C)である。

。

[図11]実施の形態1の固定子の製造工程の他の例を示すフローチャートである。

[図12]図11の製造工程を示す模式図(A)～(E)である。

[図13]実施の形態2の電動機のコイルの結線状態を示す模式図である。

[図14]比較例1の電動機を示す平面図である。

[図15]比較例1のコイルの配置を示す断面図である。

[図16]比較例1のコイルの配置を示す模式図である。

[図17]比較例2の電動機を示す平面図である。

[図18]比較例2のコイルの配置を示す断面図である。

[図19]比較例2のコイルの配置を示す模式図である。

[図20]比較例3のコイルの結線状態を示す模式図である。

[図21]実施の形態1, 2および比較例3における、インダクタンスの差による損失増加を示すグラフである。

[図22]実施の形態1, 2の電動機が適用可能な圧縮機を示す縦断面図である。

。

[図23]図22の圧縮機を備えた空気調和装置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 実施の形態1.

<電動機の構成>

図1は、実施の形態1の電動機100を示す断面図である。電動機100は、3相同期電動機であり、例えば、後述する圧縮機300(図22)に用

いられる。また、電動機100は、回転子5に永久磁石55を埋め込んだ永久磁石埋込型の電動機である。

[0011] 電動機100は、固定子1と、固定子1の内側に回転可能に設けられた回転子5とを有する。固定子1と回転子5との間には、エアギャップが設けられている。

[0012] 回転子5は、円筒状の回転子鉄心50と、回転子鉄心50に取り付けられた永久磁石55とを有する。回転子鉄心50は、例えば厚さ0.1~0.7mmの複数枚の電磁鋼板を回転軸の方向に積層し、カシメ等により固定したものである。

[0013] 回転子鉄心50の径方向の中心には、円形のシャフト孔53が形成されている。シャフト孔53には、回転軸であるシャフト56が圧入により固定されている。シャフト56の中心軸である軸線C1は、回転子5の回転軸をなしている。

[0014] 以下では、シャフト56の軸線C1の方向を、「軸方向」と称する。軸線C1を中心とする周方向（図1等に矢印R1で示す）を、「周方向」と称する。軸線C1を中心とする径方向を、「径方向」と称する。

[0015] 回転子鉄心50の外周に沿って、複数の磁石挿入孔51が周方向に等間隔に形成されている。磁石挿入孔51の数は、ここでは6個である。磁石挿入孔51は、回転子鉄心50の軸方向の一端から他端まで形成されている。また、磁石挿入孔51は、回転子鉄心50の外周面に沿って、直線状に延在している。

[0016] 磁石挿入孔51の内部には、永久磁石55が配置されている。永久磁石55は平板状であり、軸方向に直交する面において矩形状の断面を有し、径方向に厚さを有する。1つの磁石挿入孔51には、1つの永久磁石55が配置されている。但し、1つの磁石挿入孔51に、複数の永久磁石55を配置してもよい。

[0017] 1つの磁石挿入孔51は、回転子5の1磁極に相当する。磁石挿入孔51の周方向の中心は、極中心となる。磁石挿入孔51は、極中心を通る径方向

の直線（磁極中心線とも称する）に直交する方向に延在している。隣り合う磁石挿入孔51の間は、極間である。

[0018] 回転子鉄心50における磁石挿入孔51の数は、回転子5の極数に相当する。回転子5の極数は、 $6N$ （ N は1以上の整数）である。ここでは $N=1$ であり、回転子5の極数は6極である。

[0019] 永久磁石55は、ネオジウム（Nd）、鉄（Fe）およびボロン（B）を含む希土類焼結磁石で構成される。但し、永久磁石55は、希土類磁石に限らず、例えばフェライト磁石であってもよい。

[0020] 永久磁石55は、径方向外側と径方向内側とが反対の磁極を有するように着磁されている。周方向に隣り合う永久磁石55は、互いに反対の磁極を外周側に向けている。

[0021] 磁石挿入孔51の周方向の両側には、フラックスバリア52がそれぞれ形成されている。フラックスバリア52は、隣り合う磁極間の漏れ磁束を抑制するための空隙である。

[0022] <固定子の構成>

固定子1は、固定子鉄心10と、固定子鉄心10に分布巻で巻かれたコイル2とを有する。固定子鉄心10は、例えば厚さ0.1~0.7mmの複数枚の電磁鋼板を軸方向に積層し、カシメ等により固定したものである。

[0023] 固定子鉄心10は、環状のヨーク部11と、ヨーク部11から径方向内側に延在する複数のティース12とを有する。周方向に隣り合うティース12の間に、スロット13が形成される。スロット13は、ティース12に巻かれるコイル2を収容する部分である。

[0024] 固定子鉄心10のスロット13の数は、スロット数とも称する。スロット数は、 $18N$ （ N は1以上の整数）である。ここでは $N=1$ であり、スロット数は18である。ティース12の数は、スロット数と同じである。

[0025] スロット13とコイル2との間には、固定子鉄心10とコイル2とを互いに絶縁するための図示しない絶縁部が設けられている。

[0026] コイル2は、第1のコイルとしてのU相コイル2Uと、第3のコイルとし

てのV相コイル2Vと、第2のコイルとしてのW相コイル2Wとを有する。

[0027] U相コイル2Uは、周方向に、6個のコイル部U1, U2, U3, U4, U5, U6を有する。V相コイル2Vは、周方向に、6個のコイル部V1, V2, V3, V4, V5, V6を有する。W相コイル2Wは、周方向に、6個のコイル部W1, W2, W3, W4, W5, W6を有する。

[0028] なお、「コイル部」とは、スロット13に挿入される2つのコイルサイド（例えば、後述するコイルサイドU11, U12）と、固定子鉄心10の軸方向端面に位置する2つのコイルエンドとを有する部分を言う。

[0029] 固定子1の極数は、コイル2U, 2V, 2Wのそれぞれが生成する磁界の数である。より具体的には、固定子1の極数は、U相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wのそれぞれにおけるコイル部の数に相当する。

[0030] 固定子1の極数は、6N（Nは1以上の自然数）である。ここではN=1であり、固定子1の極数は6極である。なお、同期電動機の場合には、固定子1の極数と、回転子5の極数が同じである。

[0031] 各相のコイル2U, 2V, 2Wの合計18のコイル部は、図1における時計回りに、コイル部U1, W1, V1, U2, W2, V2, U3, W3, V3, U4, W4, V4, U5, W5, V5, U6, W6, V6の順に配列されている。

[0032] 固定子鉄心10の各スロット13には、相の異なるコイル部が2つずつ配置されている。各スロット13内では、径方向外側と径方向内側に、2つのコイル部が配置されている。スロット13内の径方向外側は、「外層」とも称する。スロット13内の径方向内側は、「内層」とも称する。

[0033] U相コイル2U（第1のコイル）のコイル部U1, U2, U3, U4, U5, U6のうち、コイル部U1, U3, U5はスロット13の外層に配置され、コイル部U2, U4, U6はスロット13の内層に配置される。そのため、コイル部U1, U3, U5は外層コイル部と称し、コイル部U2, U4, U6は内層コイル部と称する。

[0034] W相コイル2W（第2のコイル）のコイル部W1, W2, W3, W4, W

5, W6のうち、コイル部W1, W3, W5はスロット13の外層に配置され、コイル部W2, W4, W6はスロット13の内層に配置される。そのため、コイル部W1, W3, W5は外層コイル部と称し、コイル部W2, W4, W6は内層コイル部と称する。

[0035] 一方、V相コイル2V（第3のコイル）のコイル部V1, V2, V3, V4, V5, V6は、いずれも、一方のコイルサイド（例えば、後述するコイルサイドV11）がスロット13の外層に配置され、他方のコイルサイド（例えば、後述するコイルサイドV12）がスロット13の内層に配置される。

[0036] コイル部U1～U6、コイル部V1～V6、およびコイル部W1～W6は、いずれも、2スロットピッチでスロット13に挿入される。

[0037] コイル部を2スロットピッチでスロット13に挿入するとは、コイル部を、あるスロット13と、そのスロット13から周方向に1スロットあけて隣接するスロット13（すなわち周方向に2つ目のスロット）に挿入することを言う。言い換えると、コイル部を、周方向に隣り合う2つのティース12を跨いで両側の2つのスロット13に挿入することを言う。

[0038] 図2は、コイル2U, 2V, 2Wの配置を説明するための電動機100の断面図である。コイル部U1は、コイルサイドU11, U12を有し、コイル部U2はコイルサイドU21, U22を有し、コイル部U3はコイルサイドU31, U32を有する。コイル部U4はコイルサイドU41, U42を有し、コイル部U5はコイルサイドU51, U52を有し、コイル部U6はコイルサイドU61, U62を有する。

[0039] コイル部V1は、コイルサイドV11, V12を有し、コイル部V2はコイルサイドV21, V22を有し、コイル部V3はコイルサイドV31, V32を有する。コイル部V4はコイルサイドV41, V42を有し、コイル部V5はコイルサイドV51, V52を有し、コイル部V6はコイルサイドV61, V62を有する。

[0040] コイル部W1は、コイルサイドW11, W12を有し、コイル部W2はコ

イルサイドW21, W22を有し、コイル部W3はコイルサイドW31, W32を有する。コイル部W4はコイルサイドW41, W42を有し、コイル部W5はコイルサイドW51, W52を有し、コイル部W6はコイルサイドW61, W62を有する。

[0041] 符号の末尾が「1」のコイルサイド（例えばコイルサイドU11, V31, W51等）には、同一方向に電流が流れる。符号の末尾が2のコイルサイド（例えばコイルサイドU12, V32, W52等）には、逆方向に電流が流れる。

[0042] 固定子鉄心10のいずれのスロット13にも、相の異なる2つのコイルサイド（例えば、コイルサイドU11とコイルサイドV12）が、外層と内層に配置される。

[0043] コイル部U1, U3, U5（外層コイル）のコイルサイドU11, U12, U31, U32, U51, U52は、いずれも、スロット13の外層に配置されている。コイル部U2, U4, U6（内層コイル）のコイルサイドU21, U22, U41, U42, U61, U62は、いずれも、スロット13の内層に配置されている。

[0044] コイル部W1, W3, W5（外層コイル）のコイルサイドW11, W12, W31, W32, W51, W52は、いずれも、スロット13の外層に配置されている。コイル部W2, W4, W6（内層コイル）のコイルサイドW21, W22, W41, W42, W61, W62は、いずれも、スロット13の内層に配置されている。

[0045] 一方、コイル部V1～V6のコイルサイドV11, V21, V31, V41, V51, V61は、いずれも、スロット13の外層に配置されている。コイル部V1～V6のコイルサイドV12, V22, V32, V42, V52, V62は、いずれも、スロット13の内層に配置されている。

[0046] 例えば、コイル部V1のコイルサイドV12は、同じコイル部V1のコイルサイドV11が外層に配置されたスロット13に対し、周方向に1スロットあけて隣接するスロット13の内層に配置されている。コイル部V2～V

6も、コイル部V 1と同様である。

[0047] なお、コイル部V 1～V 6のコイルサイドV 1 1, V 2 1, V 3 1, V 4 1, V 5 1, V 6 1では、周方向に隣り合う2つのコイルサイド（例えばコイルサイドV 1 1, V 2 1）が、周方向に隣り合う2つのスロット1 3のそれぞれ外層に配置されている。

[0048] また、コイル部V 1～V 6のコイルサイドV 1 2, V 2 2, V 3 2, V 4 2, V 5 2, V 6 2では、周方向に隣り合う2つのコイルサイド（例えばコイルサイドV 1 2, W 6 2）が、周方向に隣り合う2つのスロット1 3のそれぞれ内層に配置されている。

[0049] コイル部U 1, U 3, U 5およびコイル部V 1, V 3, V 5は、いずれも、軸線C 1側から見て、反時計回りに電流が流れるように各コイルサイドが配置されている。一方、コイル部W 1, W 3, W 5は、いずれも、軸線C 1側から見て、時計回りに電流が流れるように各コイルサイドが配置されている。

[0050] コイル部U 2, U 4, U 6およびコイル部V 2, V 4, V 6は、いずれも、軸線C 1側から見て、時計回りに電流が流れるように各コイルサイドが配置されている。一方、コイル部W 2, W 4, W 6は、いずれも、軸線C 1側から見て、反時計回りに電流が流れるように各コイルサイドが配置されている。

[0051] 図3は、コイル部U 1～U 6の各コイルサイド、コイル部V 1～V 6の各コイルサイド、およびコイル部W 1～W 6の各コイルサイドの配置を、固定子鉄心1 0を直線状に展開して示す模式図である。図3では、固定子鉄心1 0の軸方向一端面におけるコイルエンドを、符号Eで示す。固定子鉄心1 0の他端面にも、同様のコイルエンドEが配置されている。

[0052] コイル部U 1のコイルエンドEは、コイルサイドU 1 1, U 1 2を互いに連結し、コイル部U 2のコイルエンドEは、コイルサイドU 2 1, U 2 2を互いに連結し、コイル部U 3のコイルエンドEは、コイルサイドU 3 1, U 3 2を互いに連結する。同様に、コイル部U 4のコイルエンドEは、コイル

サイドU 4 1, U 4 2を互いに連結し、コイル部U 5のコイルエンドEは、コイルサイドU 5 1, U 5 2を互いに連結し、コイル部U 6のコイルエンドEは、コイルサイドU 6 1, U 6 2を互いに連結する。

[0053] コイル部V 1～V 6およびコイル部W 1～W 6においても、コイル部U 1～U 6と同様に、各コイル部のコイルエンドEが、2つのコイルサイドを互いに連結する。

[0054] 図4は、固定子1におけるコイル部U 1～W 6の結線状態を示す模式図である。電動機100には、インバータから駆動電圧が供給される。インバータのU相、V相およびW相の出力端子を、符号80U, 80V, 80Wで示す。

[0055] コイル部U 1は、渡り線U 101によりコイル部U 3に接続され、さらに渡り線U 103によりコイル部U 5に接続されている。すなわち、コイル部U 1, U 3, U 5は、直列に接続されている。コイル部U 1は、配線部81により出力端子80Uに接続され、コイル部U 5は、中性点87に接続されている。

[0056] コイル部U 2は、渡り線U 102によりコイル部U 4に接続され、さらに渡り線U 104によりコイル部U 6に接続されている。すなわち、コイル部U 2, U 4, U 6は、直列に接続されている。コイル部U 2は、中性点88に接続され、コイル部U 6は、配線部84により出力端子80Uに接続されている。

[0057] コイル部V 1は、渡り線V 101によりコイル部V 3に接続され、さらに渡り線V 103によりコイル部V 5に接続されている。すなわち、コイル部V 1, V 3, V 5は、直列に接続されている。コイル部V 1は、配線部82により出力端子80Vに接続され、コイル部V 5は、中性点87に接続されている。

[0058] コイル部V 2は、渡り線V 102によりコイル部V 4に接続され、さらに渡り線V 104によりコイル部V 6に接続されている。すなわち、コイル部V 2, V 4, V 6は、直列に接続されている。コイル部V 2は、中性点88

に接続され、コイル部V 6は、配線部8 5により出力端子8 0 Vに接続されている。

[0059] コイル部W 1は、渡り線W 1 0 1によりコイル部W 3に接続され、さらに渡り線W 1 0 3によりコイル部W 5に接続されている。すなわち、コイル部W 1, W 3, W 5は、直列に接続されている。コイル部W 1は、配線部8 6により出力端子8 0 Wに接続され、コイル部W 3は中性点8 8に接続されている。

[0060] コイル部W 2は、渡り線W 1 0 2によりコイル部W 4に接続され、さらに渡り線W 1 0 4によりコイル部W 6に接続されている。すなわち、コイル部W 2, W 4, W 6は、直列に接続されている。コイル部W 2は、配線部8 3により出力端子8 0 Wに接続され、コイル部W 6は、中性点8 7に接続されている。

[0061] なお、渡り線U 1 0 1~U 1 0 4, V 1 0 1~V 1 0 4, W 1 0 1~W 1 0 5、配線部8 1~8 6および中性点8 7, 8 8は、図4では固定子鉄心1 0の径方向外側あるいは内側に示されているが、実際には固定子鉄心1 0の軸方向の一端側に配置され、樹脂等で覆われている。

[0062] 図5は、図4に示したコイル部U 1~W 6の配線状態を示すブロック図である。出力端子8 0 Uに接続されたコイル部U 1, U 3, U 5と、出力端子8 0 Vに接続されたコイル部V 1, V 3, V 5と、出力端子8 0 Wに接続されたコイル部W 2, W 4, W 6とは、いずれも中性点8 7に接続されている。

[0063] すなわち、コイル部U 1, U 3, U 5（外層コイル部）と、コイル部V 1, V 3, V 5と、コイル部W 2, W 4, W 6（内層コイル部）とがスター結線で結線され、スター結線部1 0 1を構成している。

[0064] また、出力端子8 0 Uに接続されたコイル部U 2, U 4, U 6と、出力端子8 0 Vに接続されたコイル部V 2, V 4, V 6と、出力端子8 0 Wに接続されたコイル部W 1, W 3, W 5とは、いずれも中性点8 8に接続されている。

[0065] すなわち、コイル部U 2, U 4, U 6 (内層コイル部) と、コイル部V 2, V 4, V 6 と、コイル部W 1, W 3, W 5 (外層コイル部) とがスター結線で結線され、スター結線部102を構成している。

[0066] スター結線部101とスター結線部102とは、並列に接続されている。但し、スター結線部101の中性点87とスター結線部102の中性点88とは、結線されていない。

[0067] ここでは $N = 1$ の場合について説明しているが、実施の形態1の固定子1では、スロット数が $18N$ 、極数が $6N$ であり、コイル2U, 2V, 2Wはいずれも $6N$ 個のコイル部を有する。そのため、 N を用いて表すと、コイル2U, 2V, 2Wの結線状態は、以下のように表現することができる。

[0068] すなわち、U相コイル2Uの $3N$ 個の外層コイル部と、V相コイル2Vの $3N$ 個のコイル部と、W相コイル2Wの $3N$ 個の内層コイルとにより、 N 個のスター結線部101が構成される。また、U相コイル2Uの $3N$ 個の内層コイル部と、V相コイル2Vの $3N$ 個のコイル部と、W相コイル2Wの $3N$ 個の外層コイルとにより、 N 個のスター結線部102が構成される。これにより、中性点が互いに結線されていない $2N$ 個のスター結線部101, 102が構成される。

[0069] <スロット内絶縁フィルム>

図6は、固定子鉄心10、コイル部U 1~U 6, V 1~V 6, W 1~W 6、およびスロット内絶縁フィルム71を示す模式図である。上記の通り、固定子鉄心10の各スロット13には、相の異なる2つのコイルサイドが外層と内層に配置される。

[0070] そのため、各スロット13の内部には、外層と内層のコイルサイドの間に位置するように、スロット内絶縁フィルム71が配置されている。スロット内絶縁フィルム71は、ポリエチレンテレフタレート (PET) 等の絶縁性の樹脂で構成され、軸方向に長い帯状のフィルムである。

[0071] 各スロット13内にスロット内絶縁フィルム71を配置することにより、相の異なるコイルサイドを互いに絶縁することができる。

[0072] <相間絶縁フィルム>

図7は、固定子鉄心10、コイル部U1～U6、V1～V6、W1～W6、および相間絶縁フィルム91～94を示す模式図である。固定子鉄心10の軸方向端面では、相の異なる2つのコイル部のコイルエンド（例えば、コイル部U1、W1のコイルエンド）が互いに隣接する。

[0073] そのため、固定子鉄心10の軸方向端面には、相の異なるコイル部のコイルエンドを絶縁するための相間絶縁フィルム91～94が配置されている。相間絶縁フィルム91～94は、いずれもPET等の絶縁性の樹脂で構成され、軸方向に幅を有する帯状のフィルムである。

[0074] 相間絶縁フィルム91は、コイル部V1～V6の径方向外側に配置され、軸線C1を中心として360度以上延在している。相間絶縁フィルム91の長手方向の両端部91a、91bは、接着により互いに固定されている。相間絶縁フィルム91は、コイル部V1～V6と、コイル部U1、U3、U5およびコイル部W1、W3、W5とを互いに絶縁する。

[0075] 相間絶縁フィルム92は、コイル部V1～V6の径方向内側に配置され、軸線C1を中心として360度以上延在している。相間絶縁フィルム92の長手方向の両端部92a、92bは、接着により互いに固定されている。相間絶縁フィルム92は、コイル部V1～V6と、コイル部U2、U4、U6およびコイル部W2、W4、W6とを互いに絶縁する。

[0076] 3つの相間絶縁フィルム93は、コイル部U1、U3、U5の径方向内側にそれぞれ配置されている。相間絶縁フィルム93は、コイル部U1、W1を互いに絶縁し、コイル部U3、W3を互いに絶縁し、コイル部U5、W5を互いに絶縁する。

[0077] 3つの相間絶縁フィルム94は、コイル部U2、U4、U6の径方向内側にそれぞれ配置されている。相間絶縁フィルム94は、コイル部U2、W2を互いに絶縁し、コイル部U4、W4を互いに絶縁し、コイル部U6、W6を互いに絶縁する。

[0078] なお、図7には、固定子鉄心10の軸方向の一端面に配置した相間絶縁フ

ィルム 91～94 を示したが、固定子鉄心 10 の軸方向の他端面にも、同様の相間絶縁フィルム 91～94 が配置されている。

[0079] 図 7 に示した相間絶縁フィルム 91～94 は、あくまでも一例である。相の異なるコイル部のコイルエンドを互いに絶縁できれば、相間絶縁フィルムの数および配置は特に限定されない。

[0080] このように構成した固定子 1 の短節巻係数 K_p 、每極每相スロット数 q 、分布巻係数 K_d および巻線係数 K_w は、以下の通りである。

[0081] 短節巻係数 K_p は、極数、スロット数およびスロットピッチに基づき、以下の式 (1) で求められる。

$$K_p = \sin \{ \text{極数} / (\text{スロット数} / \text{スロットピッチ}) \times (\pi / 2) \} \dots (1)$$

実施の形態 1 では、極数は 6、スロット数は 18、スロットピッチは 2 であるため、短節巻係数 K_p は、 $\sin \{ 6 / (18 / 2) \times \pi / 2 \} = 0.866$ となる。

[0082] 每極每相スロット数 q は、スロット数、極数および相数から、以下の式 (2) で求められる。

$$q = \text{スロット数} / (\text{極数} \times \text{相数}) \dots (2)$$

実施の形態 1 では、スロット数は 18、極数は 6、相数は 3 であるため、每極每相スロット数 q は、 $18 / (6 \times 3) = 1$ となる。

[0083] 分布巻係数 K_d は、每極每相スロット数 q から、以下の式 (3) で求められる。

$$K_d = \sin (\pi / 6) / (q \times \sin (\pi / 6 q)) \dots (3)$$

每極每相スロット数 q は 1 であるため、分布巻係数 K_d は 1 となる。

[0084] 巻線係数 K_w は、短節巻係数 K_p と分布巻係数 K_d とから、 $K_w = K_p \times K_d$ で求められる。上記の通り、短節巻係数 K_p は 0.866 であり、分布巻係数 K_d は 1 であるため、巻線係数 K_w は、 $0.866 \times 1 = 0.866$ となる。

[0085] <固定子の製造方法>

次に、固定子1の製造方法について説明する。図8は、固定子1の製造工程を示すフローチャートである。図9(A)～(E)は、固定子1の製造工程のうち、コイル2の巻き付け工程を示す工程毎の平面図である。

- [0086] まず、複数枚の電磁鋼板を軸方向に積層し、カシメ等により固定することにより、固定子鉄心10を組み立てる(ステップS101)。
- [0087] 次に、U相コイル2Uのコイル部U1, U3, U5を、スロット13に挿入する(ステップS102)。ステップS102および以下のステップS103, S105, S107, S109で用いるインサータについては、後述する。
- [0088] 図9(A)に示すように、コイル部U1, U3, U5のコイルサイドU11, U12, U31, U32, U51, U52は、スロット13の外層に挿入される。
- [0089] 次に、W相コイル2Wのコイル部W1, W3, W5を、スロット13に挿入する(ステップS103)。図9(B)に示すように、コイル部W1, W3, W5のコイルサイドW11, W12, W31, W32, W51, W52は、コイルサイドU11, U12, U31, U32, U51, U52(図9(A))とは別のスロット13の外層に挿入される。
- [0090] 次に、コイル部U1, U3, U5, W1, W3, W5が挿入されたスロット13内に、図7を参照して説明したスロット内絶縁フィルム71を配置する(ステップS104)。
- [0091] 次に、V相コイル2Vのコイル部V1～V6を、スロット13に挿入する(ステップS105)。図9(C)に示すように、コイル部V1, V3, V5のコイルサイドV11, V31, V51は、スロット13の外層に挿入される。一方、コイルサイドV12, V32, V52は、コイルサイドU11, U31, U51(図9(A))が挿入されたスロット13の内層に挿入される。
- [0092] また、コイル部V2, V4, V6のコイルサイドV21, V41, V61は、スロット13の外層に挿入される。一方、コイルサイドV22, V42

、V62は、コイルサイドW31、W51、W11（図9（B））が挿入されたスロット13の内層に挿入される。

[0093] その後、コイル部V1～V6が挿入されたスロット13内に、図7を参照して説明したスロット内絶縁フィルム71を配置する（ステップS106）。

[0094] 次に、U相コイル2Uのコイル部U2、U4、U6を、スロット13に挿入する（ステップS107）。図9（D）に示すように、コイル部U2、U4、U6のコイルサイドU21、U41、U61は、コイルサイドW12、W32、W52（図9（B））が挿入されたスロット13の内層に挿入される。また、コイル部U2、U4、U6のコイルサイドU22、U42、U62は、コイルサイドV21、V41、V61（図9（C））が挿入されたスロット13の内層に挿入される。

[0095] その後、コイル部U2、U4、U6が挿入されたスロット13内に、図7を参照して説明したスロット内絶縁フィルム71を配置する（ステップS108）。

[0096] 次に、W相コイル2Wのコイル部W2、W4、W6を、スロット13に挿入する（ステップS109）。図9（E）に示すように、コイル部W2、W4、W6のコイルサイドW21、W41、W61は、コイルサイドU32、U52、U12（図9（A））が挿入されたスロット13の内層に挿入される。また、コイル部W2、W4、W6のコイルサイドW22、W42、W62は、コイルサイドV11、V31、V51（図9（C））が挿入されたスロット13の内層に挿入される。

[0097] 以上により、コイル部U1～U6、コイル部V1～V6およびコイル部W1～W6のスロット13への挿入、すなわち固定子鉄心10へのコイル2U、2V、2Wの巻き付けが完了する。

[0098] その後、固定子鉄心10の軸方向両端面に、図8を参照して説明した相間絶縁フィルム91～94を配置する。なお、相間絶縁フィルム91～94の配置は、スロット内絶縁フィルム71の配置と同じ工程（ステップS104

, S106, S108)で行ってもよい。

[0099] 次に、U相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wを、図6を参照して説明したように結線する(ステップS110)。すなわち、中性点が結線されていない2個のスター結線部101, 102を並列に接続する。これにより、固定子1の製造が完了する。

[0100] ここでは $N=1$ の場合について説明しているが、 N を用いて表すと、ステップS101は、 $18N$ 個のスロットを有する固定子鉄心10を組み立てる工程に相当する。ステップS102は、U相コイル2Uの $6N$ 個のコイル部のうちの $3N$ 個を、 $6N$ 個のスロットの外層に挿入する工程に相当する。ステップS103は、W相コイル2Wの $6N$ 個のコイル部のうちの $3N$ 個を、 $6N$ 個のスロット13の外層に挿入する工程に相当する。

[0101] ステップS105は、V相コイル2Vの $6N$ 個のコイル部を、いずれも、 $18N$ 個のスロット13のうちの1つのスロット13の外層と、別のスロット13の内層とに挿入する工程に相当する。

[0102] ステップS107は、U相コイル2Uの $6N$ 個のコイル部のうちの $3N$ 個を、 $6N$ 個のスロット13の内層に挿入する工程に相当する。ステップS109は、W相コイル2Wの $6N$ 個のコイル部のうち $3N$ 個を、 $6N$ 個のスロット13の内層に挿入する工程に相当する。

[0103] <インサータ>

図10(A)は、上記のステップS101, S102, S105, S107, S109で用いるインサータ6を、固定子鉄心10と共に示す斜視図である。インサータ6は、スロット13と同数のブレード(爪)61を有する自動巻線装置である。

[0104] インサータ6は、軸線C1を中心とする周方向に等間隔に配列された軸方向に長い複数のブレード(爪)61と、各ブレード61の軸方向の一端同士を連結する環状の基部60とを有する。周方向に隣り合うブレード61の間には、スリット62が形成されている。

[0105] インサータ6のスリット62には、コイル部を装着する。図10(A)に

示した例では、ステップS 105でスロット13に挿入するコイル部V 1～V 6を、インサータ6に装着している。

[0106] 図10(B)は、コイル部V 1～V 6をインサータ6に装着した状態を、固定子鉄心10側から見た上面図である。コイル部V 1～V 6は、いずれも、1スリットあけて隣接する2つのスリット62に挿入される。

[0107] 図10(C)は、インサータ6を固定子鉄心10の内側に挿入した状態を示す上面図である。インサータ6は、ブレード61がティース12の径方向内側に位置するように、挿入される。スリット62に保持されたコイル部V 1～V 6は、いずれも、周方向に1スロットあけて隣り合う2つのスロット13に挿入される。

[0108] この状態で、インサータ6を固定子鉄心10から軸方向に引き抜くと、コイル部V 1～V 6がティース12に巻かれ、スロット13に挿入された状態で固定子鉄心10に残る。すなわち、コイル部V 1～V 6のスロット13への挿入が完了する。

[0109] ここでは、コイル部V 1～V 6のスロット13への挿入について説明したが、図8に示したステップS 102では、コイル部U 1, U 3, U 5を、インサータ6によってスロット13に挿入する。ステップS 103では、コイル部W 1, W 3, W 5を、インサータ6によってスロット13に挿入する。同様に、ステップS 107では、コイル部U 2, U 4, U 6を、インサータ6によってスロット13に挿入する。ステップS 109では、コイル部W 2, W 4, W 6を、インサータ6によってスロット13に挿入する。

[0110] 図11は、実施の形態1の固定子1の製造工程の他の例を示すフローチャートである。上述した製造工程(図8)では、ステップS 107でU相コイル2Uのコイル部U 2, U 4, U 6をスロット13に挿入し、その後のステップS 109でW相コイル2Wのコイル部W 2, W 4, W 6をスロット13に挿入した。

[0111] これに対し、図11の製造工程では、ステップS 107AでW相コイル2Wのコイル部W 2, W 4, W 6をスロット13に挿入し、その後のステップ

S 1 0 9 AでU相コイル2 Uのコイル部U 2, U 4, U 6をスロット1 3に挿入する。

[0112] 図1 2 (A) ~ (E)は、図1 1の製造工程のうち、コイル2の巻き付け工程を示す工程毎の平面図である。図1 2 (A) ~ (C)は、図9 (A) ~ (C)と同じである。

[0113] 図1 2 (D)に示すように、ステップS 1 0 7 Aでは、W相コイル2 Wのコイル部W 2, W 4, W 6をスロット1 3に挿入する。コイル部W 2, W 4, W 6のコイルサイドW 2 1, W 4 1, W 6 1は、コイルサイドU 3 2, U 5 2, U 1 2 (図1 2 (B))が挿入されたスロット1 3の内層に挿入される。コイル部W 2, W 4, W 6のコイルサイドW 2 2, W 4 2, W 6 2は、コイルサイドV 1 1, V 3 1, V 5 1 (図1 2 (C))が挿入されたスロット1 3の内層に挿入される。

[0114] 図1 2 (E)に示すように、ステップS 1 0 9 Aでは、U相コイル2 Uのコイル部U 2, U 4, U 6をスロット1 3に挿入する。コイル部U 2, U 4, U 6のコイルサイドU 2 1, U 4 1, U 6 1は、コイルサイドW 1 2, W 3 2, W 5 2 (図1 2 (B))が挿入されたスロット1 3の内層に挿入される。コイル部U 2, U 4, U 6のコイルサイドU 2 2, U 4 2, U 6 2は、コイルサイドV 2 1, V 4 1, V 6 1 (図1 2 (C))が挿入されたスロット1 3の内層に挿入される。

[0115] 図1 1の製造工程は、ステップS 1 0 7, S 1 0 9の代わりにステップS 1 0 7 A, S 1 0 9 Aを実行することを除き、図8の製造工程と同様である。図1 1の製造工程で製造された固定子1の構成は、コイル部U 2, U 4, U 6およびコイル部W 2, W 4, W 6の配置を除き、図1の固定子1と同様である。

[0116] <作用>

実施の形態1の固定子1では、U相コイル2 Uは、スロット1 3の外層に配置されたコイル部U 1, U 3, U 5と、スロット1 3の内層に配置されたコイル部U 2, U 4, U 6とを有する。W相コイル2 Wは、スロット1 3の

外層に配置されたコイル部W1, W3, W5と、スロット13の内層に配置されたコイル部W2, W4, W6とを有する。V相コイル2Vのコイル部V1~V6は、いずれも、スロット13の外層と、当該スロット13に1スロットあけて隣接するスロット13の内層とに配置されている。

[0117] そのため、U相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wは、いずれも、スロット13の外層と内層にそれぞれ6つのコイルサイドを有する。このように、各相のコイル2U, 2V, 2Wのコイルサイドが径方向に均一に配置されるため、各相のコイル2U, 2V, 2Wのインダクタンスの差が低減される。

[0118] その結果、各相のコイル2U, 2V, 2Wに流れる電流の不均衡を低減することができ、電流の不均衡に起因する電動機100のトルク脈動を低減することができる。

[0119] また、図9および図12を参照して説明したように、U相コイル2Uのコイル部U1~U6、V相コイル2Vのコイル部V1~V6、およびW相コイル2Wのコイル部W1~W6は、インサータ6を用いてスロット13に挿入することができるため、製造工程を簡単にすることができる。

[0120] また、図5に示したように、スター結線部101の中性点87とスター結線部102の中性点88とが結線されていないため、スター結線部101のコイル群（コイル部U1, U3, U5, V1, V3, V5, W2, W4, W6）とスター結線部102のコイル群（コイル部U2, U4, U6, V2, V4, V6, W1, W3, W5）とを循環する電流が低減される。

[0121] 後述するように、スター結線部101, 102の中性点87, 88が結線され、スター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群とを電流が循環する場合（比較例3の図20参照）、スター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群との間にインダクタンスの差があると、スター結線部101のコイル群を流れる電流とスター結線部102のコイル群を流れる電流との間に位相差が生じ、各コイル群に流れる電流の振幅のピーク値が大きくなり、銅損が増加する。

[0122] この実施の形態1では、上記の通り、スター結線部101, 102の中性点87, 88が結線されておらず、スター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群とを循環する電流が低減される。そのため、仮に、スター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群との間にインダクタンスの差があったとしても、銅損の増加を抑制することができる。

[0123] <実施の形態の効果>

以上説明したように、実施の形態1の固定子1は、極数が6N（Nは1以上の整数）であり、18N個のスロットを有する固定子鉄心10と、固定子鉄心10に分布巻で巻かれたU相コイル2U（第1のコイル）、V相コイル2V（第2のコイル）およびW相コイル2W（第3のコイル）とを有する。コイル2U, 2V, 2Wは、いずれも、2スロットピッチで巻かれた6N個のコイル部を有する。各スロット13には、相の異なる2つのコイル部が挿入される。U相コイル2Uは、スロット13の外層（径方向外側）に挿入された3N個のコイル部U1, U3, U5と、スロット13の内層（径方向内側）に挿入された3N個のコイル部U2, U4, U6とを有する。W相コイル2Wは、スロット13の外層に挿入された3N個のコイル部W1, W3, W5と、スロット13の内層に挿入された3N個のコイル部W2, W4, W6とを有する。V相コイル2Vの6N個のコイル部V1~V6は、いずれも、スロット13の外層と、別のスロット13の内層とに挿入される。

[0124] そのため、各相のコイル2U, 2V, 2Wは、いずれも、スロット13の径方向外側と径方向内側にそれぞれ6N個のコイルサイドを有する。このように各相のコイル2U, 2V, 2Wのコイルサイドが径方向に均一に配置されるため、各相のコイル2U, 2V, 2Wのインダクタンスの差が低減される。その結果、各相のコイル2U, 2V, 2Wに流れる電流の不均衡を低減し、トルク脈動を低減することができる。

[0125] また、コイル2U, 2V, 2Wの各コイル部は、インサータ6によってスロット13に挿入することができるため、製造工程を簡単にすることができる。

[0126] また、スター結線部101、102の中性点87、88が互いに結線されていないため、スター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群とを循環する電流が低減される。従って、仮にスター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群との間にインダクタンスの差があったとしても、銅損の増加を抑制することができる。

[0127] また、3N個のコイル部U1、U3、U5（外層コイル部）と、3N個のコイル部W1、W3、W5（内層コイル部）と、3N個のコイル部V1、V3、V5とがN個のスター結線部101を構成し、3N個のコイル部U2、U4、U6（内層コイル部）と、3N個のコイル部W2、W4、W6（内層コイル部）と、3N個のコイル部V2、V4、V6とがN個のスター結線部102を構成する。スター結線部101、102のいずれにも外層のコイル部と内層のコイル部とが均等に含まれるため、スター結線部101のコイル群を流れる電流とスター結線部102のコイル群を流れる電流との不均衡を効果的に低減し、銅損の増加を低減することができる。

[0128] 実施の形態2.

次に、実施の形態2について説明する。実施の形態2の固定子は、U相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wの結線状態が、実施の形態1と異なる。

[0129] 図13は、実施の形態2の固定子におけるU相コイル2Uのコイル部U1～U6、V相コイル2Vのコイル部V1～V6、およびW相コイル2Wのコイル部W1～W6の配線状態を示すブロック図である。

[0130] 実施の形態2では、U相コイル2Uのコイル部U1、U3、U5は、配線部81により出力端子80Uに接続されると共に、中性点87に接続されている。V相コイル2Vのコイル部V1、V3、V5は、配線部82により出力端子80Vに接続されると共に、中性点87に接続されている。W相コイル2Wのコイル部W1、W3、W5は、配線部83により出力端子80Wに接続されると共に、中性点87に接続されている。

[0131] すなわち、コイル部U1、U3、U5（外層コイル部）と、コイル部V1

、V3、V5と、コイル部W1、W3、W5（外層コイル部）とがスター結線で結線され、スター結線部101を構成している。

[0132] また、U相コイル2Uのコイル部U2、U4、U6は、配線部84により出力端子80Uに接続されると共に、中性点88に接続されている。V相コイル2Vのコイル部V2、V4、V6は、配線部85により出力端子80Vに接続されると共に、中性点88に接続されている。W相コイル2Wのコイル部W2、W4、W6は、配線部86により出力端子80Wに接続されると共に、中性点88に接続されている。

[0133] すなわち、コイル部U2、U4、U6（内層コイル部）と、コイル部V2、V4、V6と、コイル部W2、W4、W6（内層コイル部）とがスター結線で結線され、スター結線部102を構成している。

[0134] スター結線部101とスター結線部102とは、並列に接続されている。但し、スター結線部101の中性点87とスター結線部102の中性点88とは、結線されていない。

[0135] 上述した実施の形態1では、図5に示したように、スター結線部101、102のいずれにも、外層コイル部と内層コイル部とが均等に含まれていた。

[0136] これに対し、実施の形態2では、図13に示したように、スター結線部101にコイル部U1、U3、U5およびコイル部W1、W3、W5（いずれも外層コイル部）が含まれ、スター結線部102にコイル部U2、U4、U6およびコイル部W2、W4、W6（いずれも内層コイル部）が含まれている。

[0137] そのため、実施の形態1と比較すると、スター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群とで電流の不均衡が生じ易く、銅損が増加する可能性がある。

[0138] しかしながら、スター結線部101の中性点87とスター結線部102の中性点88とが結線されておらず、スター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群とを循環する電流が低減されるため、後述する比較

例3（図20）と比較して、銅損の増加を抑制することができる。

[0139] また、固定子1におけるU相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wの配置は実施の形態1と同様であるため、実施の形態1と同様にトルク脈動を抑制することができる。

[0140] 比較例.

次に、実施の形態1、2と対比される比較例1～3について、図14～図20を参照して説明する。なお、説明の便宜上、比較例の構成要素の幾つかに、実施の形態1の構成要素と同一の符号を付している。

[0141] 比較例1.

図14は、比較例1の電動機100Aを示す断面図である。比較例1の電動機100Aは、固定子1AにおけるU相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wの配置が、実施の形態1と異なる。

[0142] すなわち、比較例1では、全てのU相コイル2Uがスロット13の外層に配置され、全てのW相コイル2Wがスロット13の内層に配置されている。V相コイル2Vは、径方向において、U相コイル2UとW相コイル2Wとの間に配置されている。

[0143] U相コイル2Uはコイル部U1～U6を有し、V相コイル2Vはコイル部V1～V6を有し、W相コイル2Wはコイル部W1～W6を有する。コイル部U1～W6は、いずれも2スロットピッチで、スロット13に挿入されている。

[0144] 図15は、比較例1のコイル部U1～U6、コイル部V1～V6、およびコイル部W1～W6の配置を示す図である。コイル部U1～U6がそれぞれコイルサイドを有し、コイル部V1～V6がそれぞれコイルサイドを有し、コイル部W1～W6がそれぞれコイルサイドを有することは、実施の形態1で説明した通りである。

[0145] U相コイル2Uのコイル部U1～U6のコイルサイドU11, U12, U21, U22, U31, U32, U41, U42, U51, U52, U61, U62は、いずれも、スロット13の外層に配置されている。W相コイル

2Wのコイル部W1～W6のコイルサイドW11, W12, W21, W22, W31, W32, W41, W42, W51, W52, W61, W62は、いずれも、スロット13の内層に配置されている。

[0146] 一方、コイル部V1, V3, V5のコイルサイドV11, V31, V51は、コイルサイドW22, W42, W62が挿入されたスロット13の外層に配置されている。コイルサイドV12, V32, V52は、コイルサイドU11, U31, U51が挿入されたスロット13の内層に配置されている。

[0147] また、コイル部V2, V4, V6のコイルサイドV21, V41, V61は、コイルサイドU22, U42, U62が挿入されたスロット13の外層に配置されている。コイルサイドV22, V42, V62は、コイルサイドW31, W51, W11が挿入されたスロット13の内層に配置されている。

[0148] 図16は、コイル部U1～U6の各コイルサイド、コイル部V1～V6の各コイルサイド、コイル部W1～W6の各コイルサイドの配置を、固定子鉄心10を直線状に展開して示す模式図である。

[0149] 実施の形態1で説明したように、コイル部U1～U6、コイル部V1～V6およびコイル部W1～W6のいずれにおいても、各コイル部のコイルエンドEが2つのコイルサイドを互いに連結する。

[0150] この比較例1では、U相コイル2Uのコイル部U1～U6が外相に配置され、W相コイル2Wのコイル部W1～W6が内層に配置され、V相コイル2Vのコイル部V1～V6が径方向中央に配置されている。そのため、各相のコイル2U, 2V, 2Wには、インダクタンスの差が生じやすい。

[0151] インダクタンスの小さいコイルには電流が流れにくく、インダクタンスの大きいコイルには電流が流れやすい。そのため、各相のコイル2U, 2V, 2Wを流れる電流に不均衡が生じ、電動機のトルク脈動が発生する。具体的には、電気角周期の2倍のトルク脈動が発生する。6極の電動機の場合には、回転数の6倍の周波数のトルク脈動が発生する。

[0152] これに対し、実施の形態1では、上記の通り、各相のコイル2U, 2V, 2Wのコイルサイドが径方向に均一に配置されるため、各相のコイル2U, 2V, 2Wのインダクタンスの差を低減することができる。これにより、各相のコイル2U, 2V, 2Wに流れる電流の不均衡を低減し、トルク脈動を低減することができる。

[0153] 比較例2.

図17は、比較例2の電動機100Bを示す断面図である。比較例2の電動機100Bは、固定子1BにおけるU相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wの配置が、実施の形態1と異なる。

[0154] すなわち、比較例1では、U相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wは、重ね巻で巻かれている。

[0155] より具体的には、コイル部U1は、あるスロット13内の内層と、そのスロット13に1スロットあけて隣接するスロット13の外層とに配置されるように、渦状に巻かれている。コイル部V1およびコイル部W1も、同様に渦状に巻かれている。

[0156] U相コイル2Uはコイル部U1~U6を有し、V相コイル2Vはコイル部V1~V6を有し、W相コイル2Wはコイル部W1~W6を有する。コイル部U1~W6は、いずれも2スロットピッチで、スロット13に挿入されている。

[0157] 図18は、比較例1のコイル部U1~U6、コイル部V1~V6、およびコイル部W1~W6の配置を示す図である。コイル部U1~U6がそれぞれコイルサイドを有し、コイル部V1~V6がそれぞれコイルサイドを有し、コイル部W1~W6がそれぞれコイルサイドを有することは、実施の形態1で説明した通りである。

[0158] U相コイル2Uのコイル部U1, U3, U5のコイルサイドU11, U31, U51は、いずれもスロット13の内層に配置され、コイルサイドU12, U32, U52は、いずれもスロット13の外層に配置されている。コイル部U2, U4, U6のコイルサイドU21, U41, U61は、いずれ

もスロット13の外層に配置され、コイルサイドU22, U42, U62は、いずれもスロット13の内層に配置されている。

- [0159] V相コイル2VおよびW相コイル2Wのコイルサイドの配置は、U相コイル2Uのコイルサイドの配置と同様である。
- [0160] 比較例2では、U相コイル2Uのコイル部U1~U6、V相コイル2Vのコイル部V1~V6、およびW相コイル2Wのコイル部W1~W6のいずれも、スロット13の内層に配置されるコイルサイドと、当該スロット13に1スロットあけて隣接するスロット13の外層に配置されるコイルサイドとを有する。
- [0161] 図19は、コイル部U1~U6の各コイルサイド、コイル部V1~V6の各コイルサイド、およびコイル部W1~W6の各コイルサイドの配置を、固定子鉄心10を直線状に展開して示す模式図である。
- [0162] 実施の形態1で説明したように、コイル部U1~U6、コイル部V1~V6およびコイル部W1~W6のいずれにおいても、各コイル部のコイルエンドEが2つのコイルサイドを互いに連結する。
- [0163] この比較例2では、コイル部U1~U6、コイル部W1~W6、およびコイル部V1~V6のいずれにおいても、一方のコイルサイドがスロット13の外層に位置し、他方のコイルサイドがスロット13の内層に位置する。そのため、各相のコイル2U, 2V, 2Wには、比較例1のようなインダクタンスの差は生じにくい。
- [0164] しかしながら、比較例2のコイル部U1~U6、コイル部W1~W6、およびコイル部V1~V6は、インサータ6(図10(A))でスロット13に挿入することができない。インサータ6は、コイル部をスロット13に径方向内側から挿入するが、コイル部U1~W6のどのコイル部から挿入を開始しても、最初のコイル部よりも外層に挿入しなければならないコイル部があるためである。
- [0165] そのため、比較例2のU相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wは、手作業でスロット13に挿入しなければならず、固定子1の製造工

程が複雑になる。

[0166] また、コイル部U1～W6は、いずれも相の異なるコイル部が隣接する。そのため、図7を参照して説明した相間絶縁フィルムは、コイル部U1～W6の総数である18枚必要になり、相間絶縁フィルムを設置する作業も複雑になる。

[0167] 比較例3.

図20は、比較例3の固定子におけるU相コイル2Uのコイル部U1～U6、V相コイル2Vのコイル部V1～V6、およびW相コイル2Wのコイル部W1～W6の結線状態を示すブロック図である。比較例3の固定子の構成は、実施の形態1で説明した固定子1と同様である。

[0168] 実施の形態2と同様、コイル部U1, U3, U5と、コイル部V1, V3, V5と、コイル部W1, W3, W5とがスター結線で結線され、スター結線部101を構成する。また、コイル部U2, U4, U6と、コイル部V2, V4, V6と、コイル部W2, W4, W6とがスター結線で結線され、スター結線部102を構成する。スター結線部101とスター結線部102とは、並列に接続されている。

[0169] 比較例3では、実施の形態1, 2とは異なり、スター結線部101の中性点87とスター結線部102の中性点88とが結線されている。

[0170] 実施の形態1と同様、U相コイル2U、V相コイル2VおよびW相コイル2Wが、固定子鉄心10の径方向に均等に配置されているため、比較例1のようなトルク脈動は発生しにくい。

[0171] しかしながら、比較例3では、スター結線部101のコイル群とスター結線部102のコイル群との間にインダクタンスの差がある場合に、以下の問題が生じる。

[0172] すなわち、スター結線部101の中性点87とスター結線部102の中性点88とが接続されているため、スター結線部101のコイル群（コイル部U1, U3, U5、コイル部V1, V3, V5、およびコイル部W1, W3, W5）と、スター結線部102のコイル群（コイル部U2, U4, U6、

コイル部V 2, V 4, V 6、およびコイル部W 2, W 4, W 6) とに流れる電流が均等に分流されず、電流の不均等が生じる。

[0173] インダクタンスの小さいコイル群に流れる電流は、振幅が大きくなり、位相が進む。これに対し、インダクタンスの大きいコイル群に流れる電流は、振幅が小さくなり、位相が遅れる。そのため、各コイル群に流れる電流の振幅のピーク値が大きくなり、電流と抵抗とによって発生する損失、すなわち銅損が増加する。

[0174] 図 2 1 は、実施の形態 1, 2 および比較例 3 における上記コイル群のインダクタンスの差に起因する損失増加 (W) の解析結果を示すグラフである。縦軸は、解析によって求めた、インダクタンスの差に起因する損失増加 (W) を示す。横軸は、実施の形態 1, 2 および比較例 3 を示している。電動機の回転数は 60 rps とし、トルクは 15 Nm としている。

[0175] 図 2 1 から、比較例 3 では、インダクタンスの差に起因する損失増加が 3.8 W であるのに対し、実施の形態 2 では 2.2 W まで減少しており、損失増加の低減効果が見られる。また、実施の形態 1 では、インダクタンスの差に起因する損失増加が 0.1 W まで大幅に低減されていることが分かる。

[0176] この結果から、実施の形態 1, 2 のように、スター結線部 101, 102 の中性点 87, 88 を互いに結線しないことにより、スター結線部 101 のコイル群を流れる電流とスター結線部 102 のコイル群を流れる電流との不均衡を低減し、これに伴う損失増加 (すなわち銅損の増加) を抑制できることが分かる。

[0177] また、実施の形態 1 のようにスター結線部 101, 102 のいずれにも外層コイル部と内層コイル部とが均等に含まれることにより、スター結線部 101 のコイル群を流れる電流とスター結線部 102 のコイル群を流れる電流との不均衡をさらに低減し、銅損の増加を効果的に抑制できることが分かる。

[0178] <圧縮機>

次に、実施の形態 1, 2 の電動機が適用可能な圧縮機 300 について説明

する。図22は、圧縮機300を示す断面図である。圧縮機300は、スクロール圧縮機であり、密閉容器307と、密閉容器307内に配設された圧縮機構305と、圧縮機構305を駆動する電動機100と、圧縮機構305と電動機100とを連結するシャフト56と、シャフト56の下端部（すなわち圧縮機構305側はと反対側の端部）を支持するサブフレーム308とを備えている。

[0179] 圧縮機構305は、渦巻部分を有する固定スクロール301と、固定スクロール301の渦巻部分との間に圧縮室を形成する渦巻部分を有する揺動スクロール302と、シャフト56の上端部を保持するコンプライアンスフレーム303と、密閉容器307に固定されてコンプライアンスフレーム303を保持するガイドフレーム304とを備える。

[0180] 固定スクロール301には、密閉容器307を貫通する吸入管310が圧入されている。また、密閉容器307には、固定スクロール301から吐出される高圧の冷媒ガスを外部に吐出する吐出管311が設けられている。この吐出管311は、密閉容器307の圧縮機構305と電動機100との間に設けられた図示しない開口部に連通している。

[0181] 電動機100は、固定子1を密閉容器307に嵌め込むことにより密閉容器307に固定されている。電動機100の構成は、上述した通りである。密閉容器307には、電動機100に電力を供給するガラス端子309が溶接により固定されている。

[0182] 電動機100が回転すると、その回転が揺動スクロール302に伝達され、揺動スクロール302が揺動する。揺動スクロール302が揺動すると、揺動スクロール302の渦巻部分と固定スクロール301の渦巻部分とで形成される圧縮室の容積が変化する。そして、吸入管310から冷媒ガスを吸入し、圧縮して、吐出管311から吐出する。

[0183] この圧縮機300は、実施の形態1または2で説明した電動機100を備えるため、圧縮機300の運転効率を向上することができる。

[0184] ここでは、圧縮機の一例としてスクロール圧縮機について説明したが、実

施の形態 1, 2 で説明した電動機は、スクロール圧縮機以外の圧縮機に適用してもよい。

[0185] <空気調和装置>

次に、実施の形態 1, 2 の電動機が適用可能な空気調和装置 400 について説明する。図 23 は、空気調和装置 400 (冷凍サイクル装置) を示す図である。空気調和装置 400 は、圧縮機 401 と、凝縮器 402 と、絞り装置 (減圧装置) 403 と、蒸発器 404 とを備えている。圧縮機 401、凝縮器 402、絞り装置 403 および蒸発器 404 は、冷媒配管 407 によって連結されて冷凍サイクルを構成している。すなわち、圧縮機 401、凝縮器 402、絞り装置 403 および蒸発器 404 の順に、冷媒が循環する。

[0186] 圧縮機 401、凝縮器 402 および絞り装置 403 は、室外機 410 に設けられている。圧縮機 401 は、図 22 に示した圧縮機 300 で構成されている。室外機 410 には、凝縮器 402 に空気を送風する室外送風機 405 が設けられている。蒸発器 404 は、室内機 420 に設けられている。この室内機 420 には、蒸発器 404 に空気を送風する室内送風機 406 が設けられている。

[0187] 空気調和装置 400 の動作は、次の通りである。圧縮機 401 は、吸入した冷媒を圧縮して送り出す。凝縮器 402 は、圧縮機 401 から流入した冷媒と室外の空気との熱交換を行い、冷媒を凝縮して液化させて冷媒配管 407 に送り出す。室外送風機 405 は、凝縮器 402 に室外の空気を供給する。絞り装置 403 は、開度を変化させることによって、冷媒配管 407 を流れる冷媒の圧力等を調整する。

[0188] 蒸発器 404 は、絞り装置 403 により低圧状態にされた冷媒と室内の空気との熱交換を行い、冷媒に空気の熱を奪わせて蒸発 (気化) させて、冷媒配管 407 に送り出す。室内送風機 406 は、蒸発器 404 によって熱を奪われた空気を、室内に供給する。

[0189] 圧縮機 401 (すなわち圧縮機 300) が実施の形態 1 または 2 で説明した電動機を備えるため、空気調和装置 400 の運転効率を向上することがで

きる。なお、実施の形態1または2の電動機を有する圧縮機は、他の空気調和装置あるいは冷凍サイクル装置に使用することもできる。

[0190] 以上、望ましい実施の形態について具体的に説明したが、上記の実施の形態に基づき、各種の改良または変形を行なうことができる。

符号の説明

[0191] 1 固定子、 2 コイル、 2U U相コイル（第1のコイル）、 2V V相コイル（第2のコイル）、 2W W相コイル（第3のコイル）、 5 回転子、 6 インサータ、 10 固定子鉄心、 11 ヨーク部、 12 ティース、 13 スロット、 50 回転子鉄心、 51 磁石挿入孔、 55 永久磁石、 56 シャフト、 61 ブレード、 62 スリット、 71 スロット内絶縁フィルム、 80U, 80V, 80W 出力端子、 81, 82, 83, 84, 85, 86 配線部、 87, 88 中性点、 91, 92, 93, 94 相間絶縁フィルム、 100 電動機、 101, 102 スター結線部、 300 圧縮機、 305 圧縮機構、 307 密閉容器、 400 空気調和装置、 401 圧縮機、 402 凝縮器、 403 絞り装置、 404 蒸発器、 405 室外送風機、 406 室内送風機、 407 冷媒配管、 U1, U3, U5 コイル部（外層コイル部）、 U2, U4, U6 コイル部（内層コイル部）、 V1, V3, V5 コイル部（外層コイル部）、 V2, V4, V6 コイル部（内層コイル部）、 W1, W3, W5 コイル部（外層コイル部）、 W2, W4, W6 コイル部（内層コイル部）。

請求の範囲

[請求項1]

6 N極（Nは1以上の整数）を有する固定子であって、
軸線を中心とする周方向に18N個のスロットを有する固定子鉄心
と、

前記固定子鉄心に分布巻で巻かれ、相の異なる第1のコイル、第2
のコイルおよび第3のコイルと

を有し、

前記第1のコイル、前記第2のコイルおよび前記第3のコイルは、
いずれも、2スロットピッチで巻かれた6N個のコイル部を有し、

前記18N個のスロットの各スロットには、相の異なる2つのコイ
ル部が、前記軸線を中心とする径方向の外側および内側に配置され、

前記第1のコイルの前記6N個のコイル部は、前記18N個のスロ
ットのうちの6N個のスロットの前記外側に配置された3N個の外層
コイル部と、6N個のスロットの前記内側に配置された3N個の内層
コイル部とを有し、

前記第2のコイルの前記6N個のコイル部は、前記18N個のスロ
ットのうちの6N個のスロットの前記外側に配置された3N個の外層
コイル部と、6N個のスロットの前記内側に配置された3N個の内層
コイル部とを有し、

前記第3のコイルの前記6N個のコイル部は、いずれも、前記18
N個のスロットのうちの1つのスロットの前記外側と、別のスロット
の前記内側とに配置され、

前記第1のコイルと前記第2のコイルと前記第3のコイルとは、中
性点が互いに結線されずに並列接続された2N個のスター結線部を有
する

固定子。

[請求項2]

前記第1のコイルの前記3N個の外層コイル部と、前記第2のコイ
ルの前記3N個の内層コイル部と、前記第3のコイルの前記6N個の

コイル部のうちの3N個のコイル部とが、N個のスター結線部を構成し、

前記第1のコイルの前記3N個の内層コイル部と、前記第2のコイルの前記3N個の外層コイル部と、前記第3のコイルの前記6N個のコイル部のうちの3N個のコイル部とが、N個のスター結線部を構成する

請求項1に記載の固定子。

[請求項3]

前記第1のコイルの前記3N個の外層コイル部と、前記第2のコイルの前記3N個の外層コイル部と、前記第3のコイルの前記6N個のコイル部のうちの3N個のコイル部とが、N個のスター結線部を構成し、

前記第1のコイルの前記3N個の内層コイル部と、前記第2のコイルの前記3N個の内層コイル部と、前記第3のコイルの前記6N個のコイル部のうちの3N個のコイル部とが、N個のスター結線部を構成する

請求項1に記載の固定子。

[請求項4]

前記18N個のスロットのうち、前記周方向に隣り合う2つのスロットの前記内側に、前記第3のコイルの前記6N個のコイル部のうちの2つのコイル部が挿入され、

前記2つのスロットから前記周方向の両側にそれぞれ2つ目の2つのスロットの前記外側にも、前記2つのコイル部が挿入される

請求項1から3までの何れか1項に記載の固定子。

[請求項5]

前記18N個のスロットの内部には、前記2つのコイル部のスロット挿入部を互いに絶縁する絶縁フィルムが配置されている

請求項1から4までの何れか1項に記載の固定子。

[請求項6]

前記固定子鉄心の前記軸線方向の端面に、前記第1のコイル、前記第2のコイルおよび前記第3のコイルを互いに絶縁するための絶縁フィルムが配置されている

- 請求項 1 から 5 までの何れか 1 項に記載の固定子。
- [請求項7] 請求項 1 から 6 までの何れか 1 項に記載の固定子と、
前記径方向において前記固定子の内側に配置された回転子と
を有する電動機。
- [請求項8] 前記回転子は、N 個の永久磁石を有する
請求項 7 に記載の電動機。
- [請求項9] 電動機と、前記電動機によって駆動される圧縮機構とを備え、
前記電動機は、
請求項 1 から 6 までの何れか 1 項に記載の固定子と、前記径方向に
おいて前記固定子の内側に配置された回転子とを有する
圧縮機。
- [請求項10] 圧縮機、凝縮器、減圧装置および蒸発器を備えた空気調和装置であ
って、
前記圧縮機は、電動機と、前記電動機によって駆動される圧縮機構
とを備え、
前記電動機は、
請求項 1 から 6 までの何れか 1 項に記載の固定子と、前記径方向に
おいて前記固定子の内側に配置された回転子とを有する
空気調和装置。
- [請求項11] 6 N 極 (N は 1 以上の整数) の固定子の製造方法であって、
軸線を中心とする周方向に 1 8 N 個のスロットを有する固定子鉄心
を用意する工程と、
前記固定子鉄心に、相の異なる第 1 のコイル、第 2 のコイルおよび
第 3 のコイルを分布巻で巻き付ける巻線工程と、
前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルと前記第 3 のコイルとを結線
して 2 N 個のスター結線部を形成し、前記 2 N 個のスター結線部の中
性点を互いに結線せずに並列接続する工程と
を有し、

前記第1のコイル、前記第2のコイルおよび前記第3のコイルは、いずれも、2スロットピッチで巻かれた $6N$ 個のコイル部を有し、

前記巻線工程では、前記 $18N$ 個のスロットの各スロットに、相の異なる2つのコイル部を、前記軸線を中心とする径方向の外側および内側に挿入し、

前記巻線工程は、

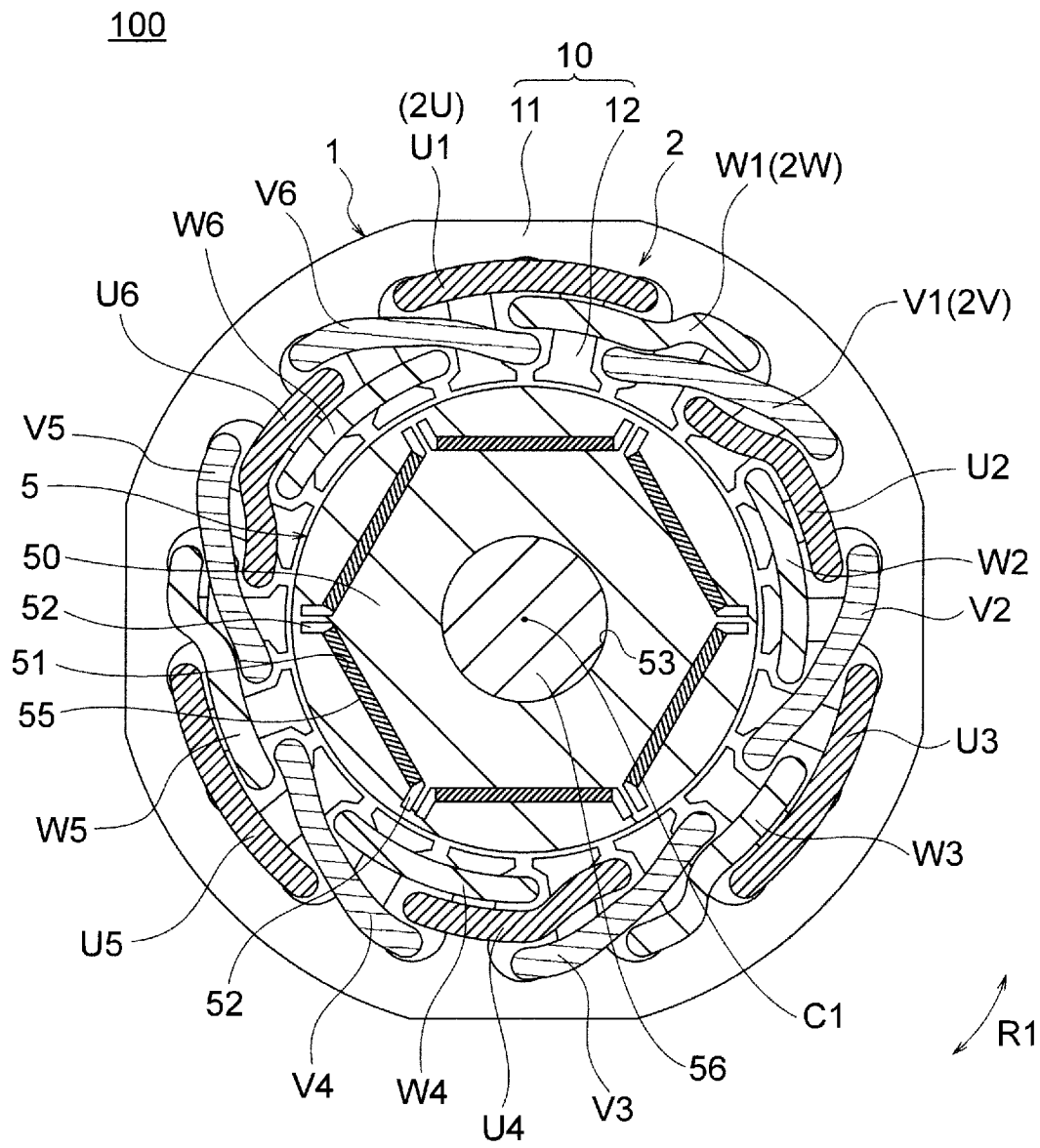
前記第1のコイルの前記 $6N$ 個のコイル部のうちの $3N$ 個を、前記 $18N$ 個のスロットのうちの $6N$ 個のスロットの前記外側に挿入し、前記第2のコイルの前記 $6N$ 個のコイル部のうちの $3N$ 個を、前記 $18N$ 個のスロットのうちの $6N$ 個のスロットの前記外側に挿入する工程と、

前記第3のコイルの前記 $6N$ 個のコイル部を、いずれも、前記 $18N$ 個のスロットのうちの1つのスロットの前記外側と、別のスロットの前記内側とに挿入する工程と、

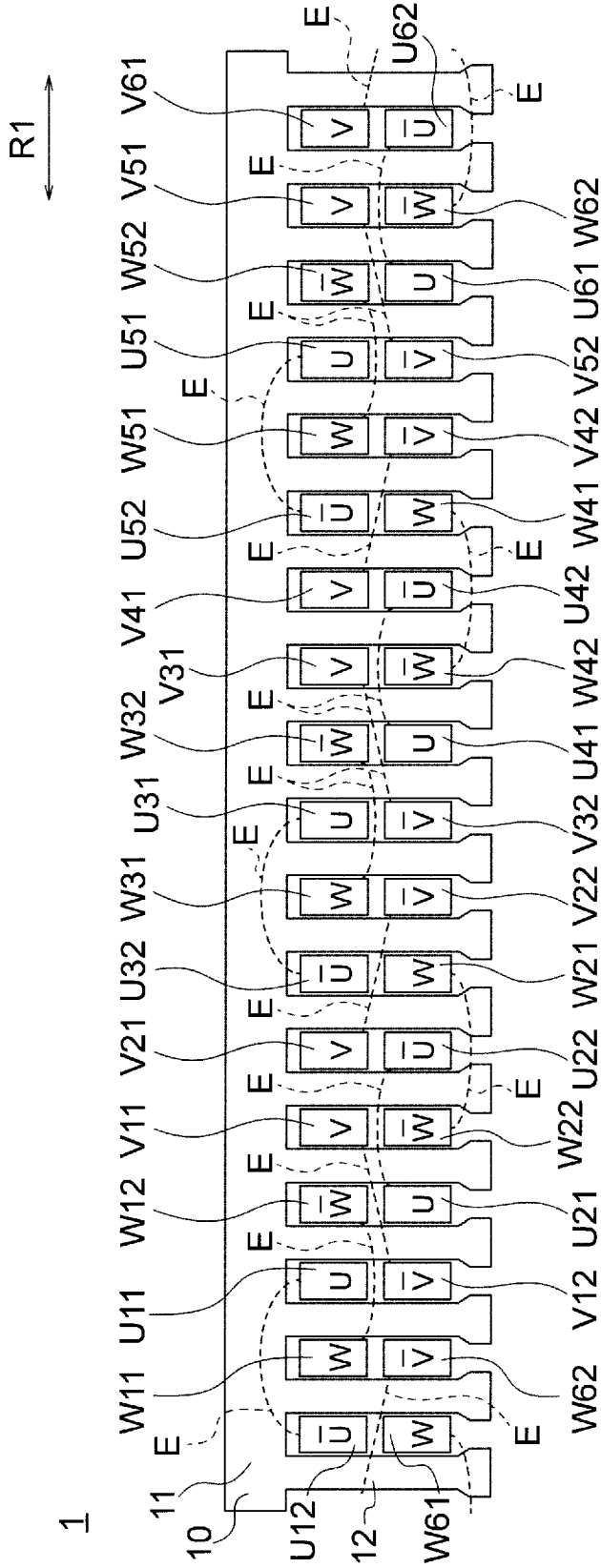
前記第1のコイルの前記 $6N$ 個のコイル部のうちの $3N$ 個を、前記 $18N$ 個のうちの $6N$ 個のスロットの前記内側に挿入し、前記第2のコイルの前記 $6N$ 個のコイル部のうち $3N$ 個を、前記 $18N$ 個のスロットのうちの $6N$ 個のスロットの前記内側に挿入する

固定子の製造方法。

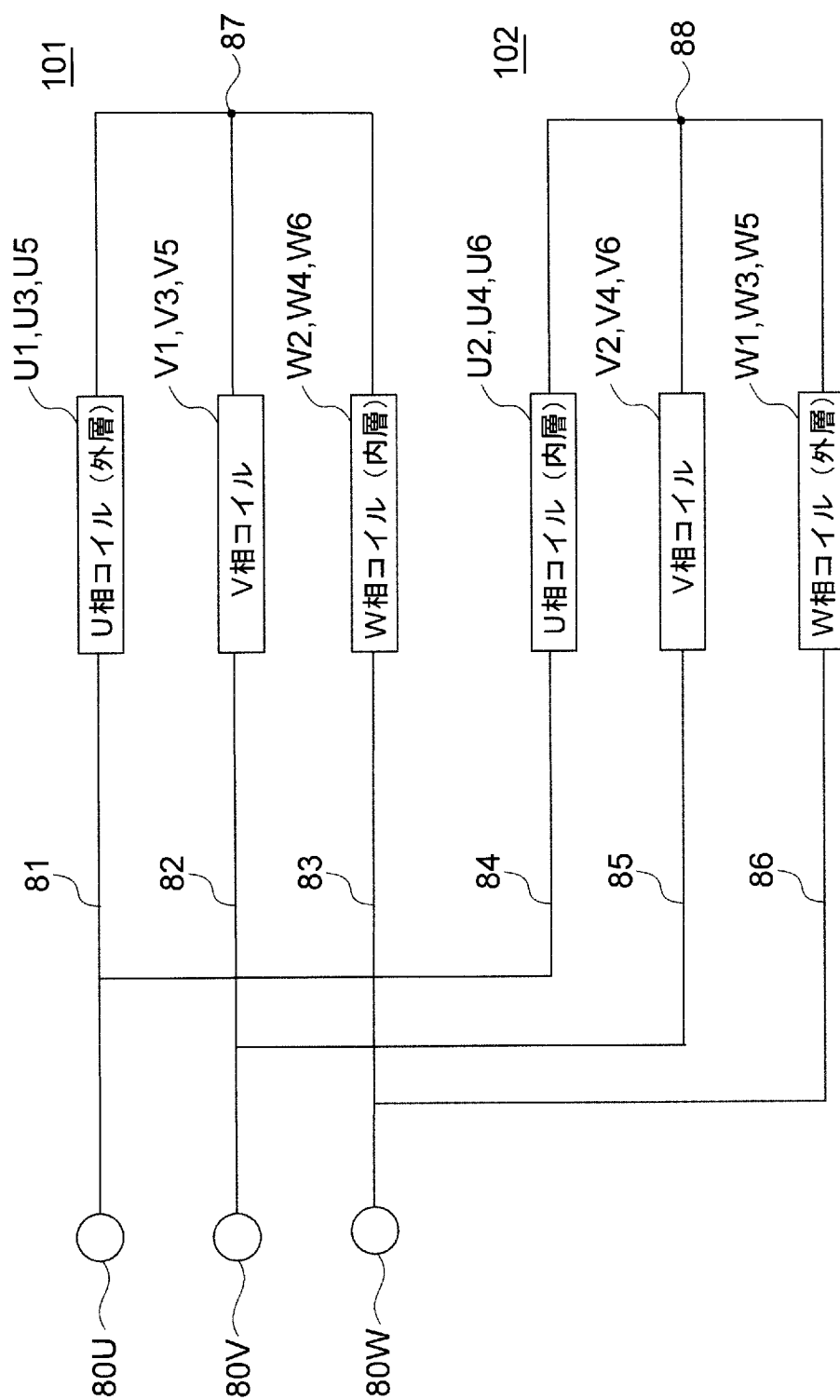
[図1]



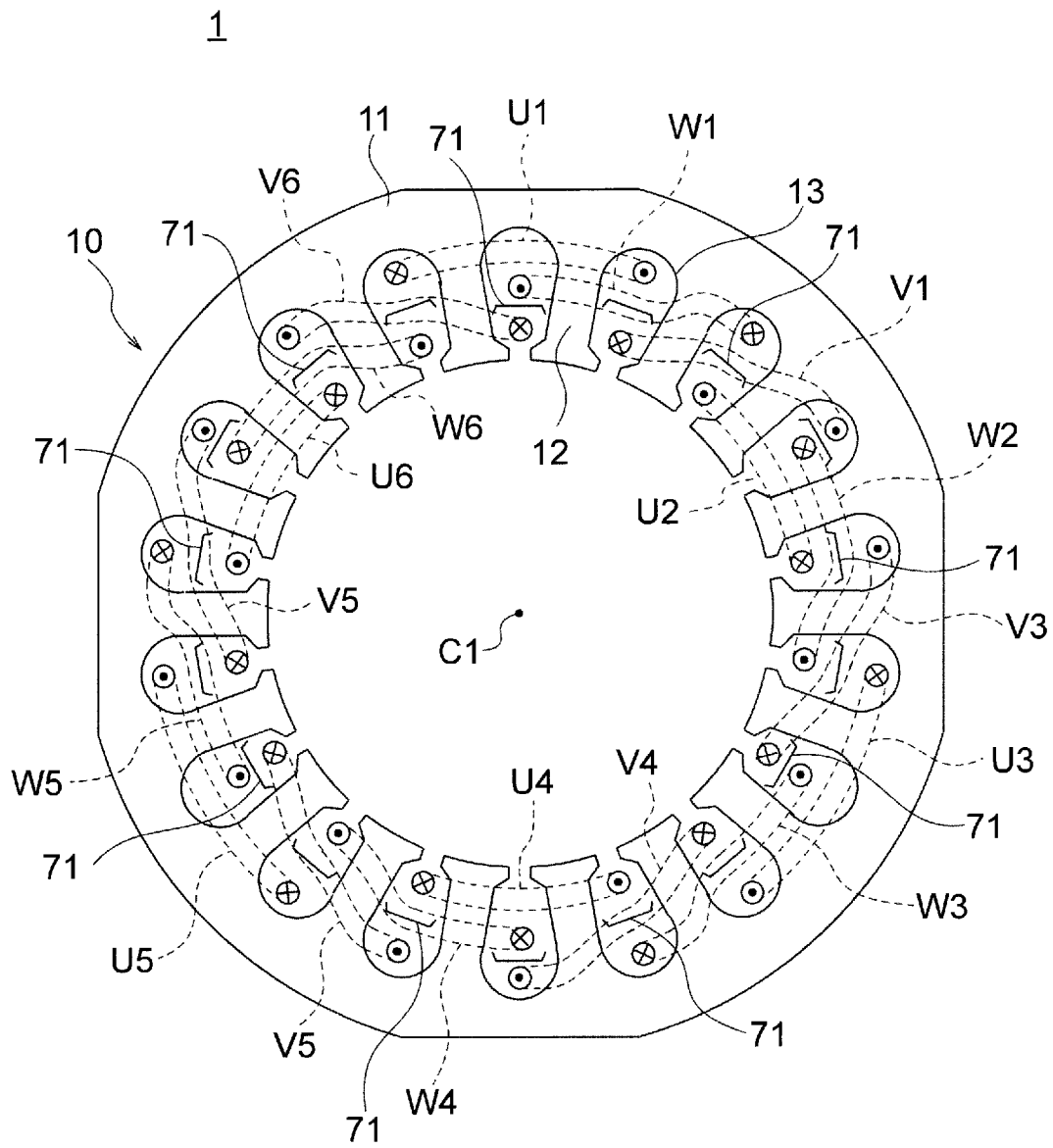
[図3]



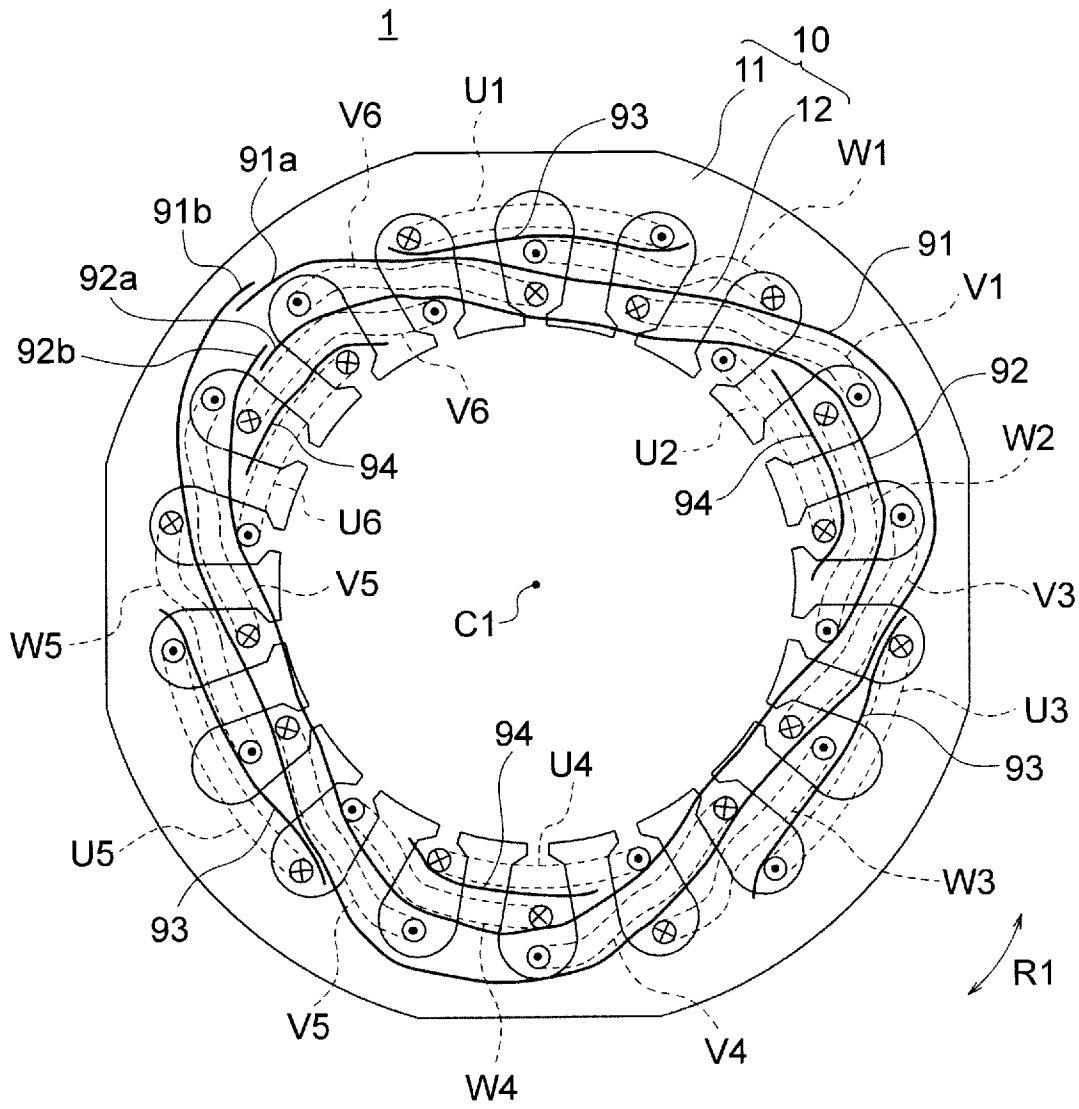
[図5]



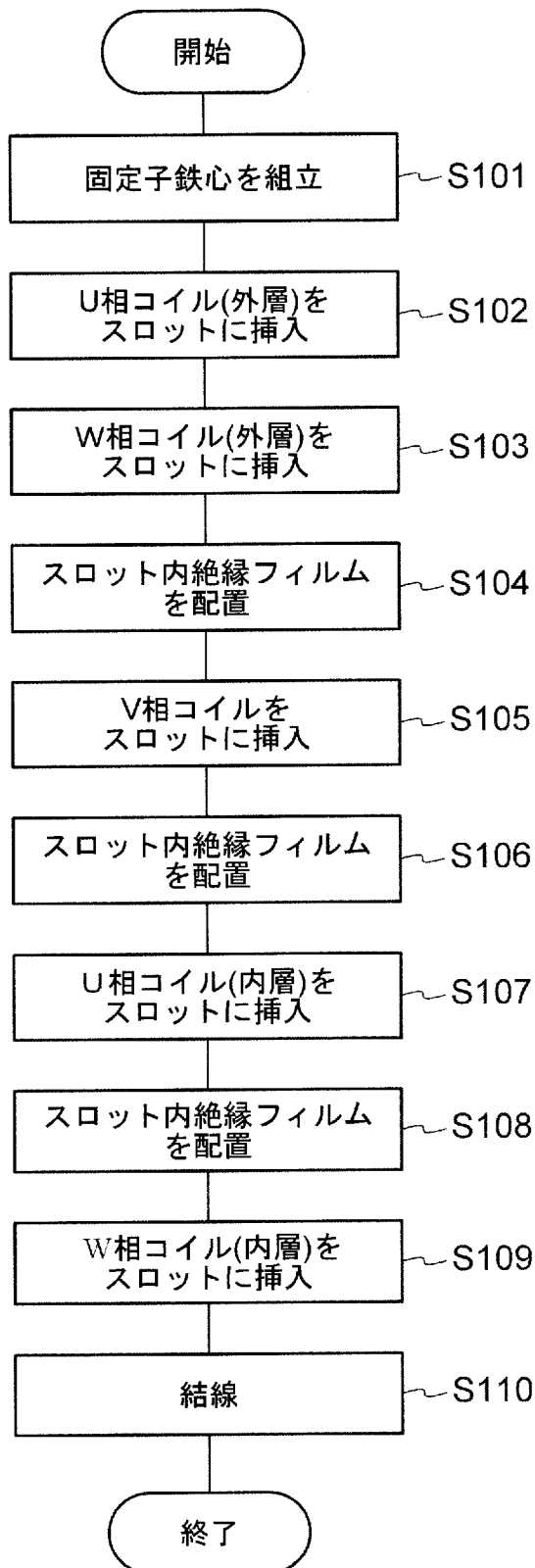
[図6]



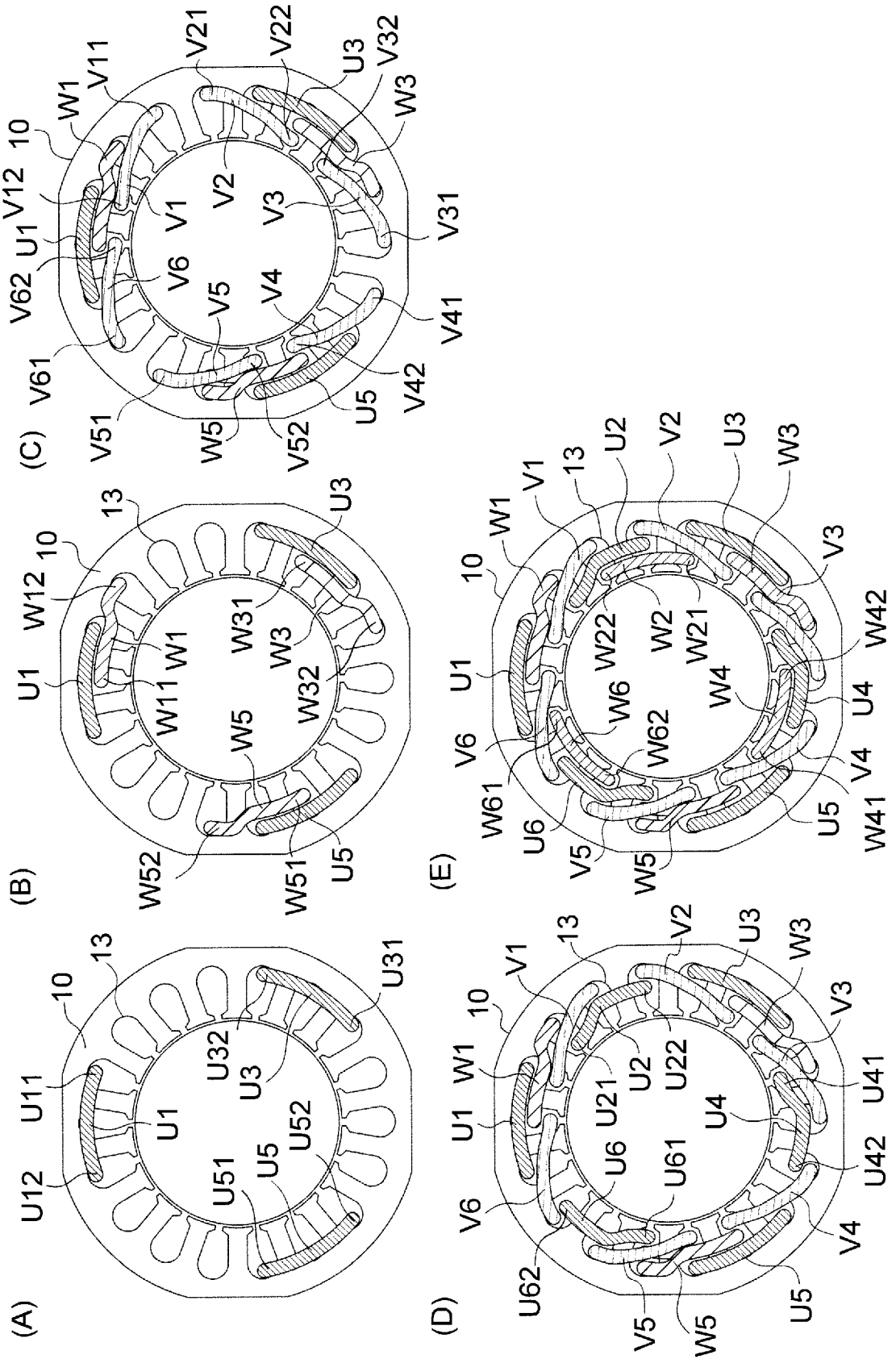
[図7]



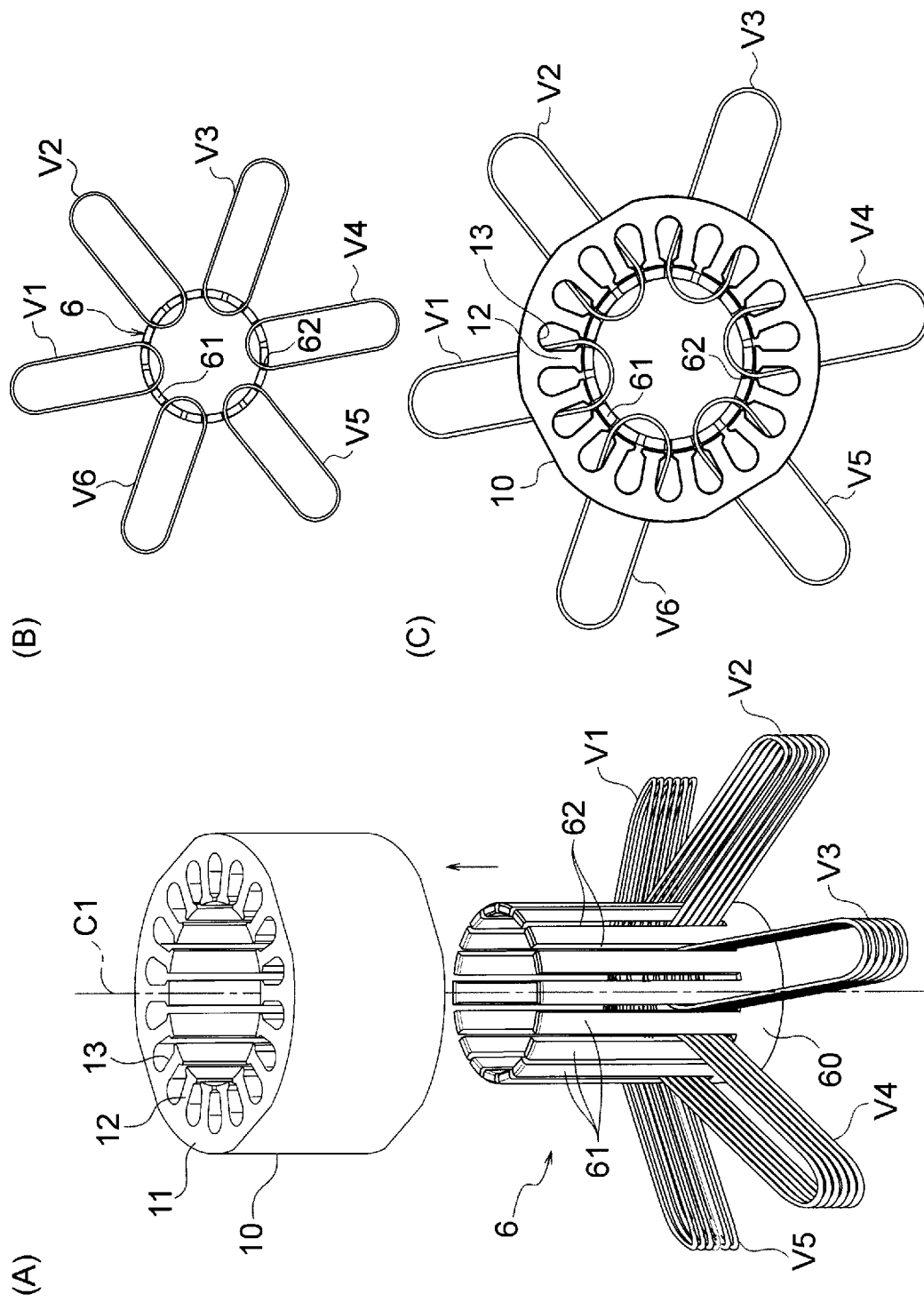
[図8]



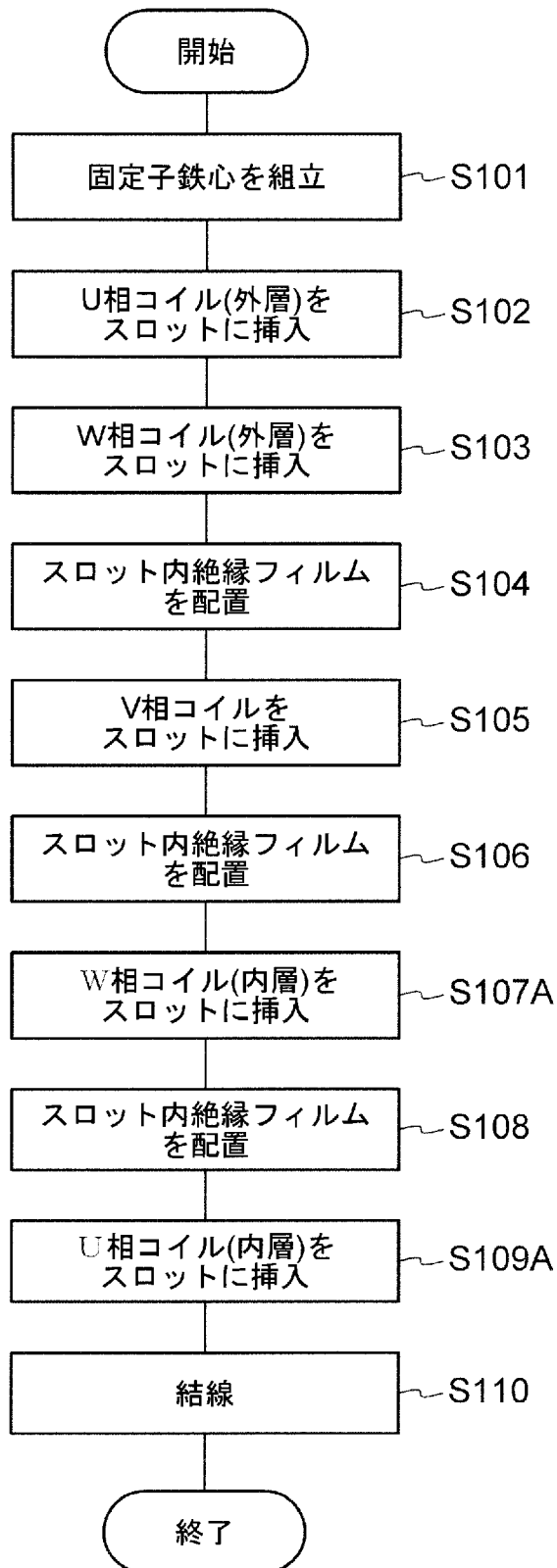
[9]



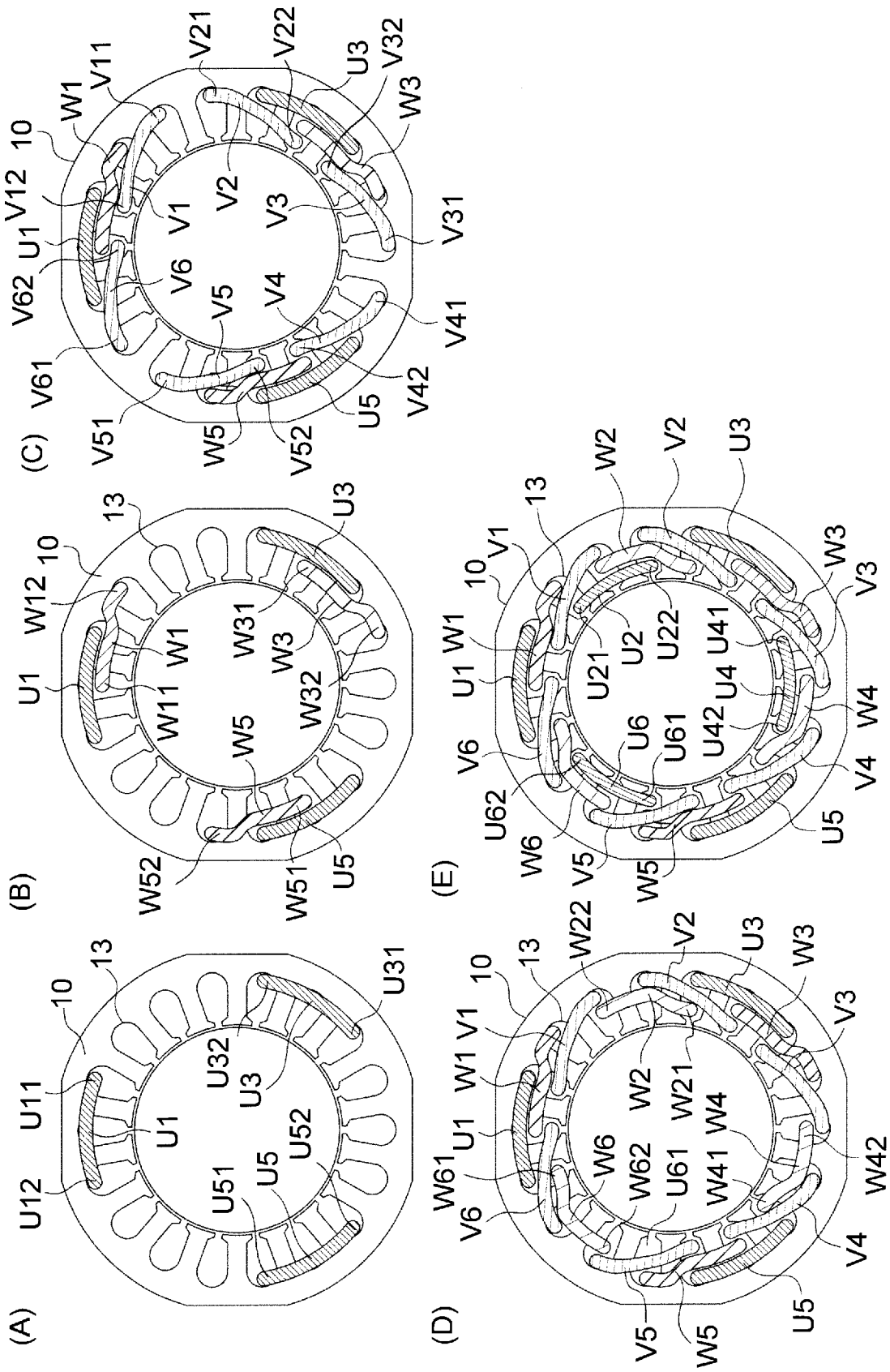
[10]



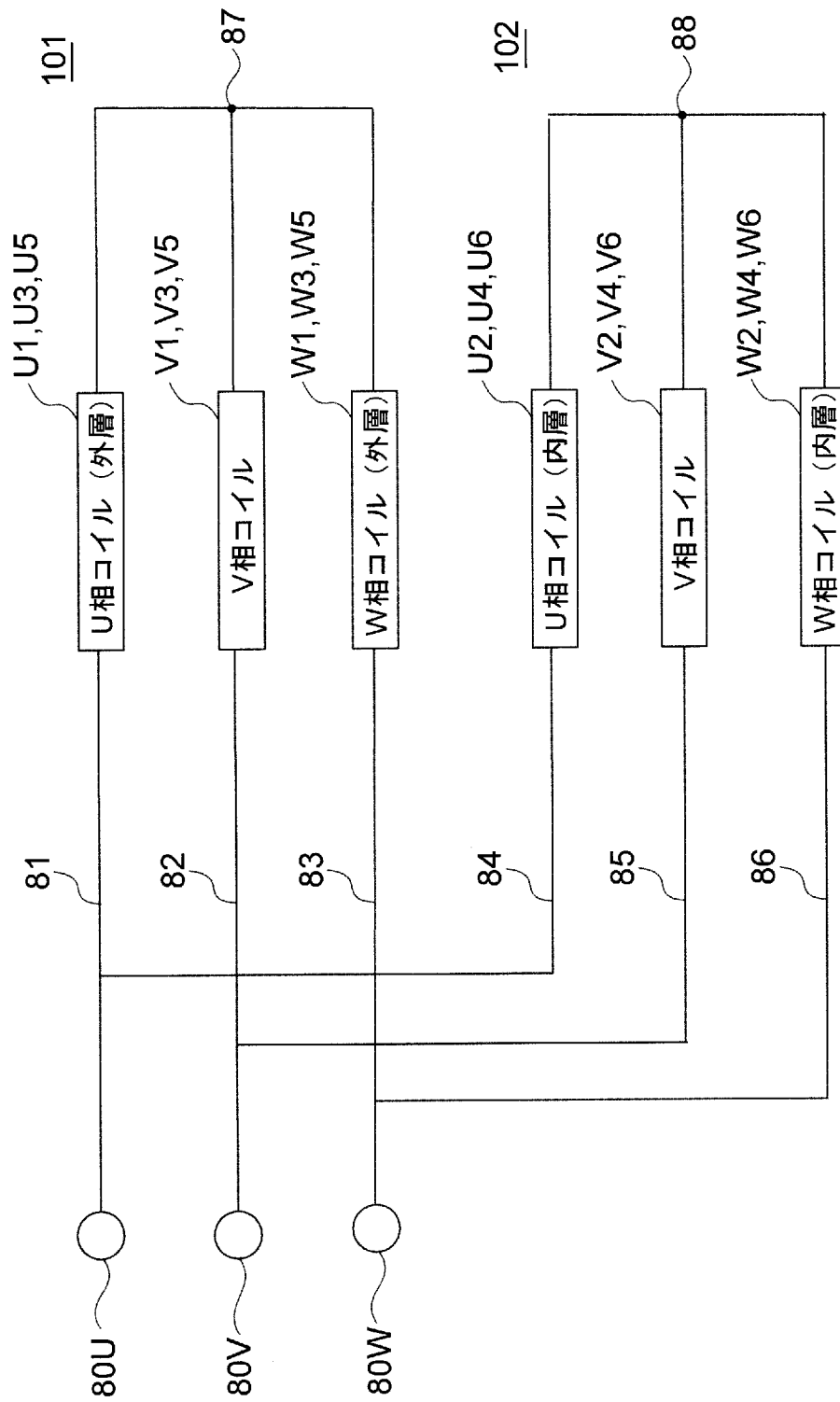
[図11]



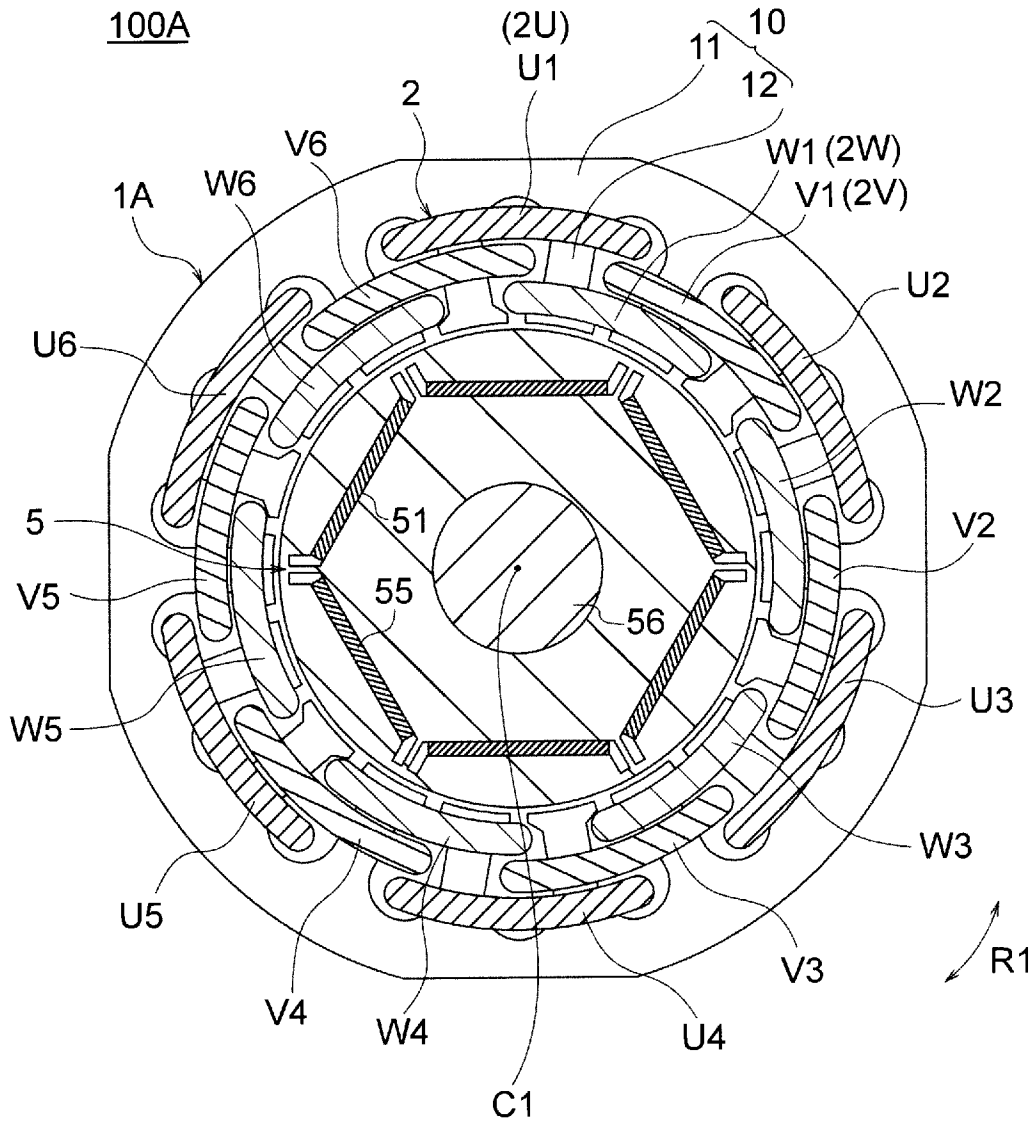
[図12]



[図13]

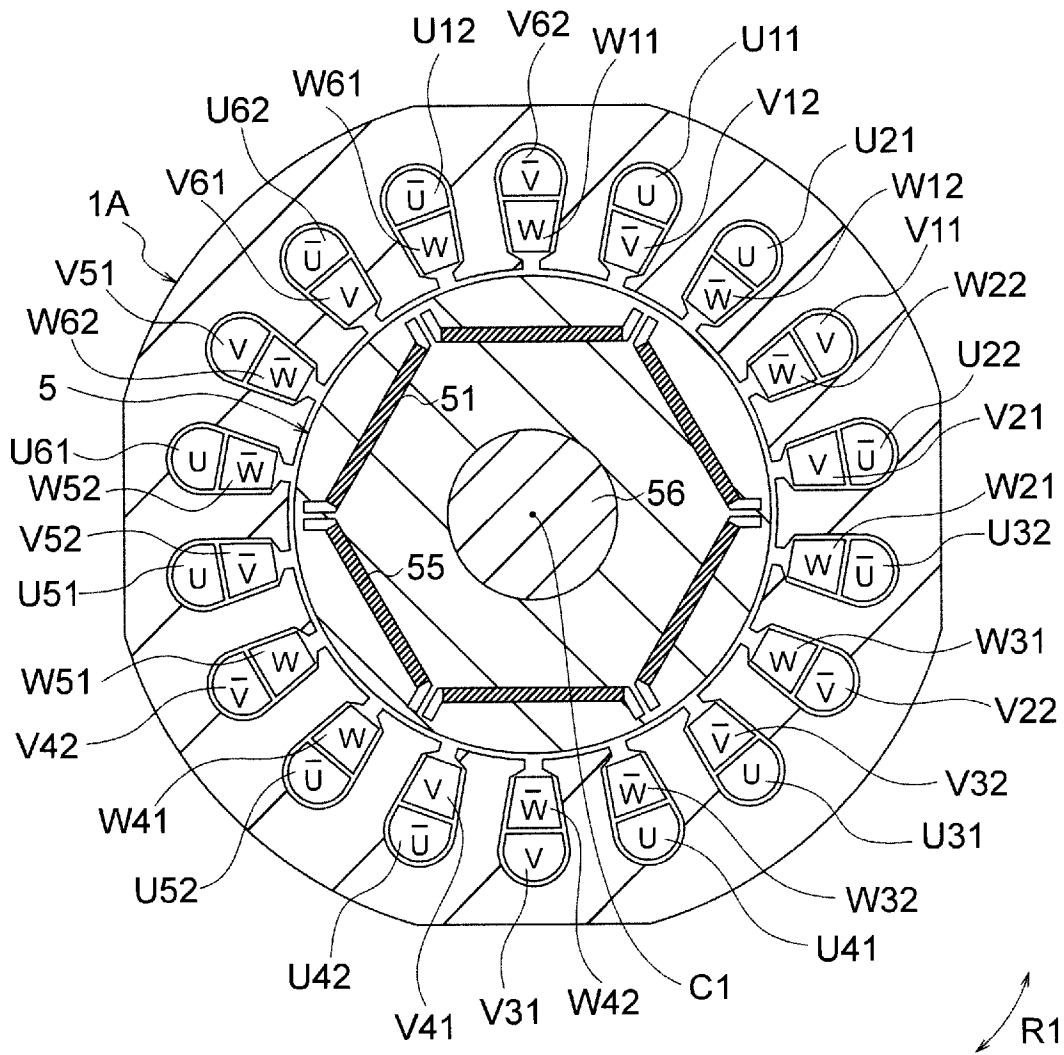


[図14]

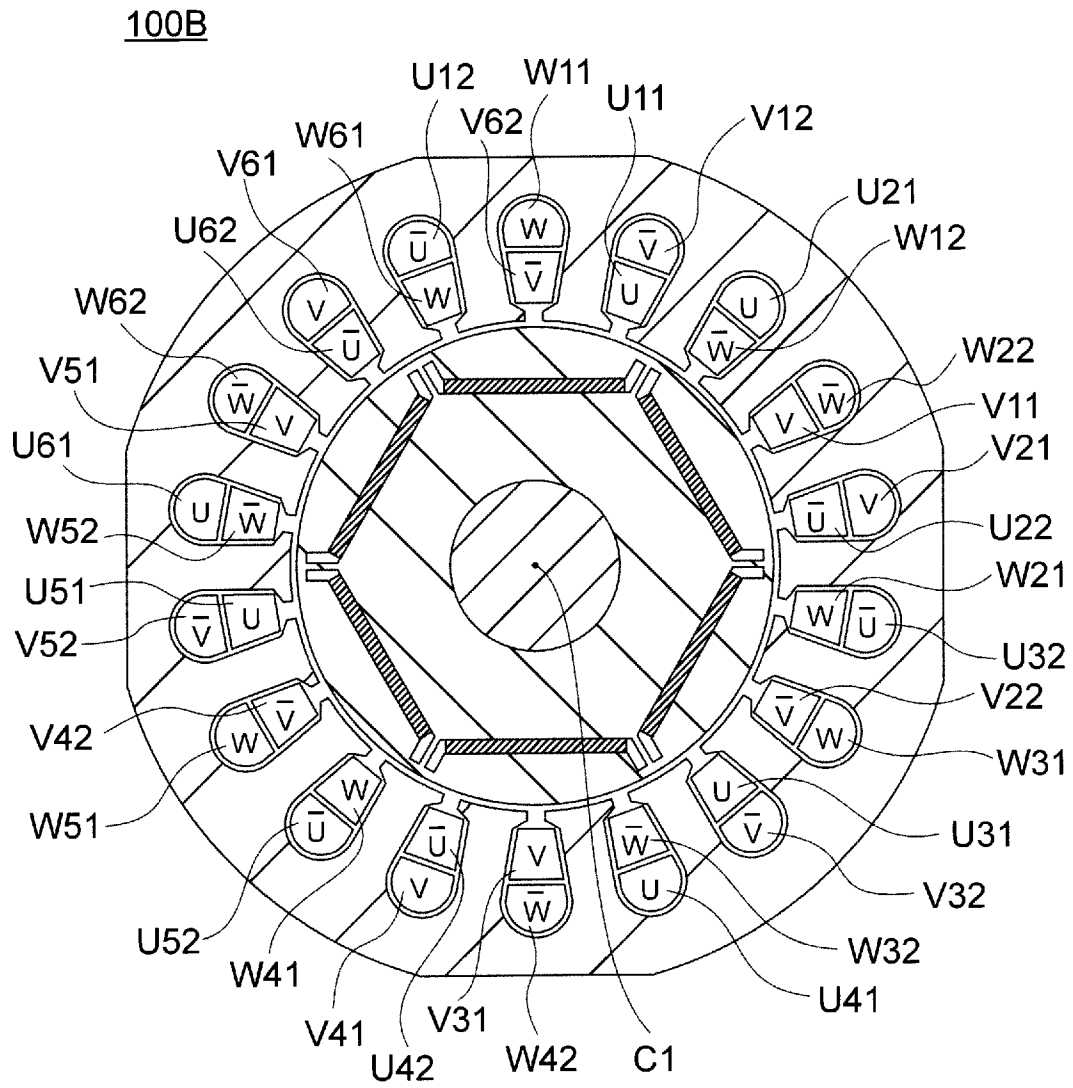


[図15]

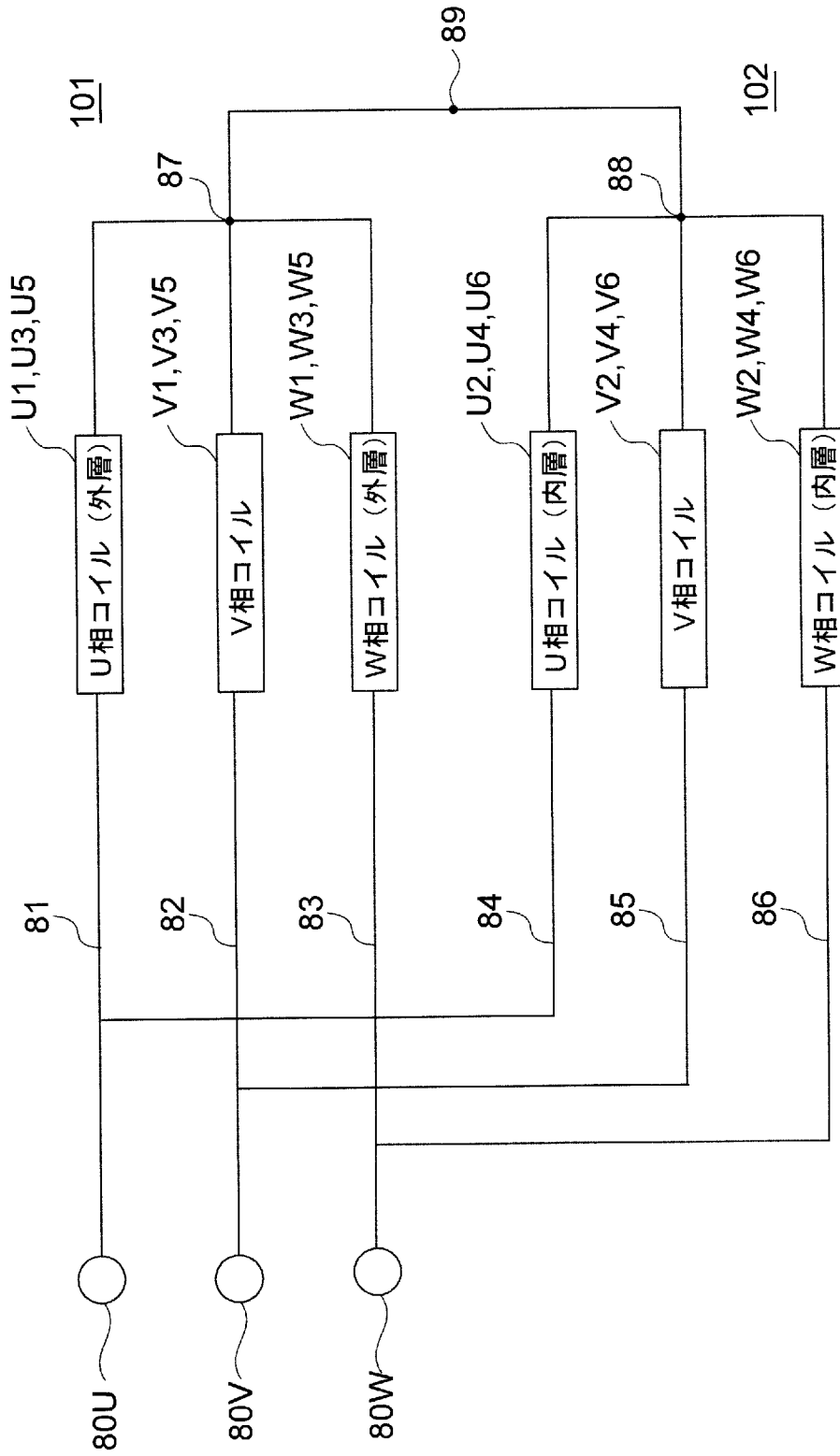
100A



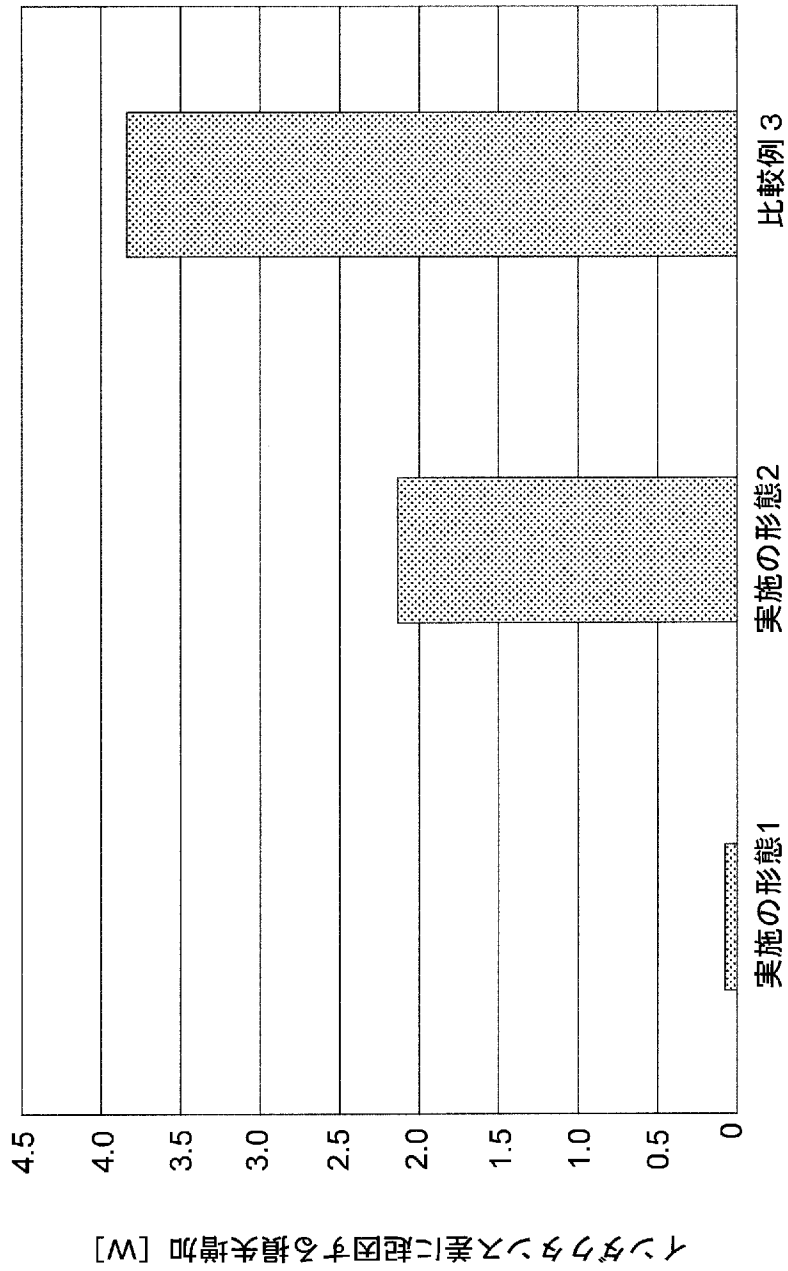
[図18]



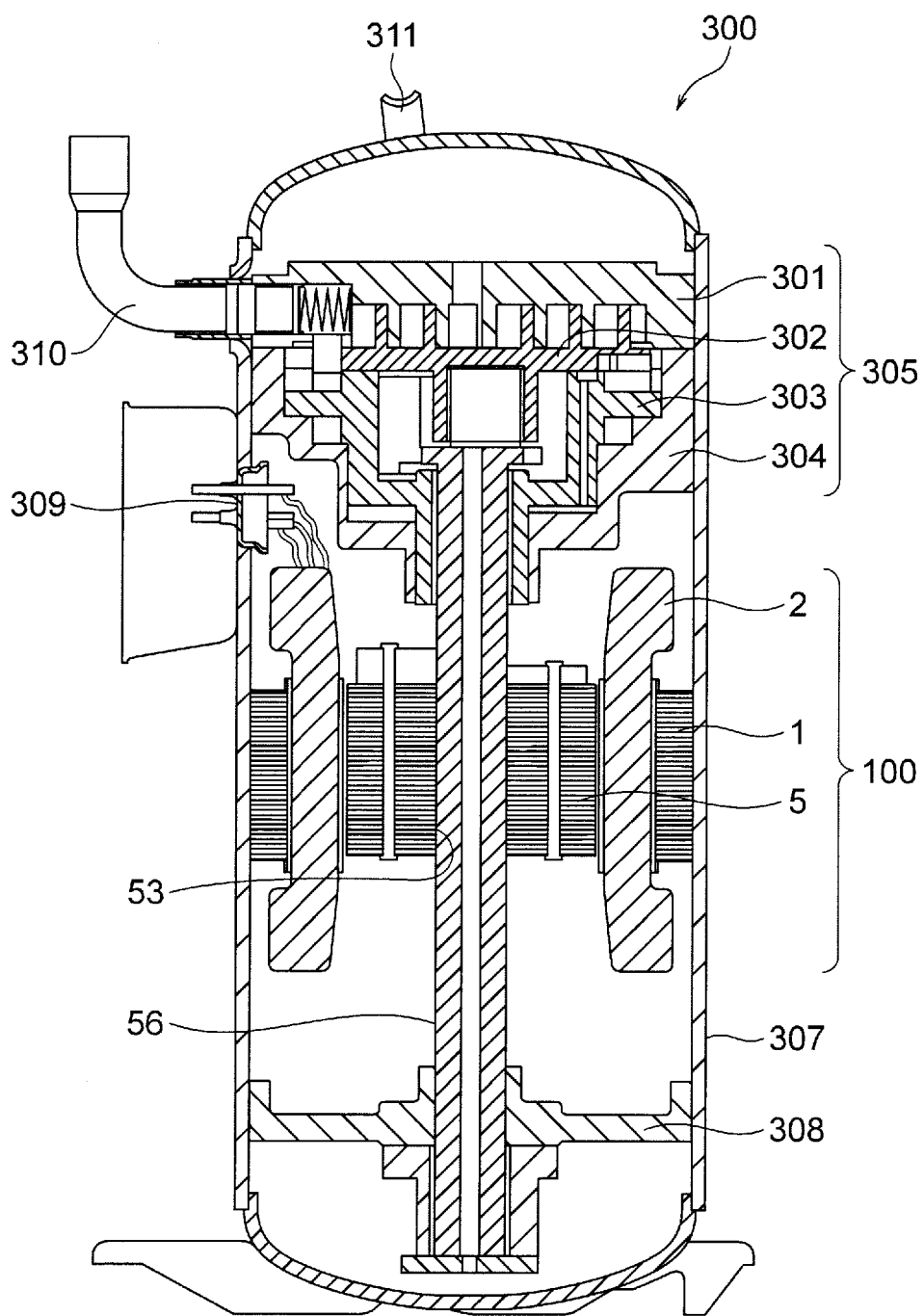
[図20]



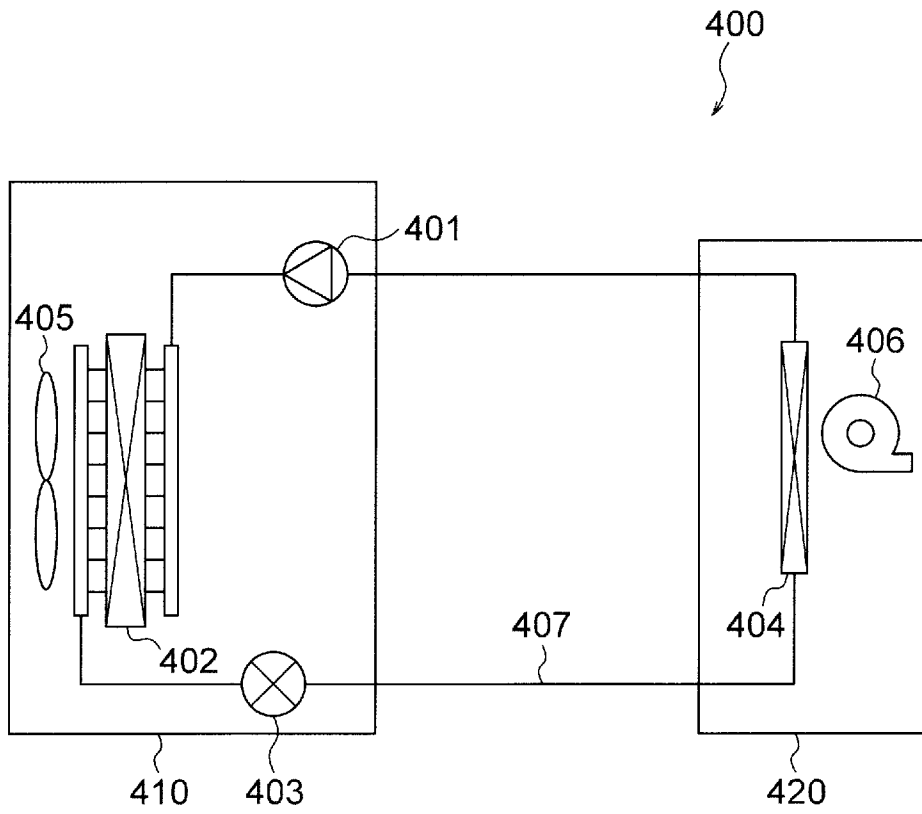
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/005296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02K3/28 (2006.01) i
FI: H02K3/28 J

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. H02K3/28

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	JP 62-250851 A (YASKAWA ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 31 October 1987, page 3, lower right column, line 10 to page 5, upper left column, line 13, fig. 1 (Family: none)	1-11
Y	JP 2005-117751 A (CHUBU ELECTRIC POWER CO., INC.) 28 April 2005, paragraphs [0029]-[0061], fig. 10 (Family: none)	1-11
Y	JP 5-191940 A (TOSHIBA CORP.) 30 July 1993, paragraphs [0007]-[0010], fig. 1 (Family: none)	2-10

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

"I" 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
23.03.2020

Date of mailing of the international search report
07.04.2020

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/JP2020/005296

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 151143/1986 (Laid-open No. 58859/1988) (AICHI-EMERSON ELECTRIC CO., LTD.) 19 April 1988, description, page 3, line 16 to page 5, line 7, fig. 4, 5 (Family: none)	5-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/005296

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 62-250851 A	31.10.1987	(Family: none)	
JP 2005-117751 A	28.04.2005	(Family: none)	
JP 5-191940 A	30.07.1993	(Family: none)	
JP 63-58859 U1	19.04.1988	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 3/28(2006.01)i FI: H02K3/28 J		
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）） H02K3/28 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 62-250851 A（株式会社安川電機製作所）31.10.1987（1987 - 10 - 31） 3頁右下欄10行 - 5頁左上欄13行，図1（ファミリーなし）	1-11
Y	JP 2005-117751 A（中部電力株式会社）28.04.2005（2005 - 04 - 28） 段落29 - 61，図10（ファミリーなし）	1-11
Y	JP 5-191940 A（株式会社東芝）30.07.1993（1993 - 07 - 30） 段落7 - 10，図1（ファミリーなし）	2-10
Y	日本国実用新案登録出願61-151143号（日本国実用新案登録出願公開63-58859号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（アイチーエマソン電機株式会社）19.04.1988（1988-04-19）明細書3頁16行 - 5頁7行，図4 - 5（ファミリーなし）	5-10
<input 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 “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	
国際調査を完了した日 23.03.2020	国際調査報告の発送日 07.04.2020	
名称及びあて先 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	権限のある職員（特許庁審査官） 若林 治男 3V 4190 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/005296

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 62-250851 A	31.10.1987	(ファミリーなし)	
JP 2005-117751 A	28.04.2005	(ファミリーなし)	
JP 5-191940 A	30.07.1993	(ファミリーなし)	
JP 63-58859 U1	19.04.1988	(ファミリーなし)	