

(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)

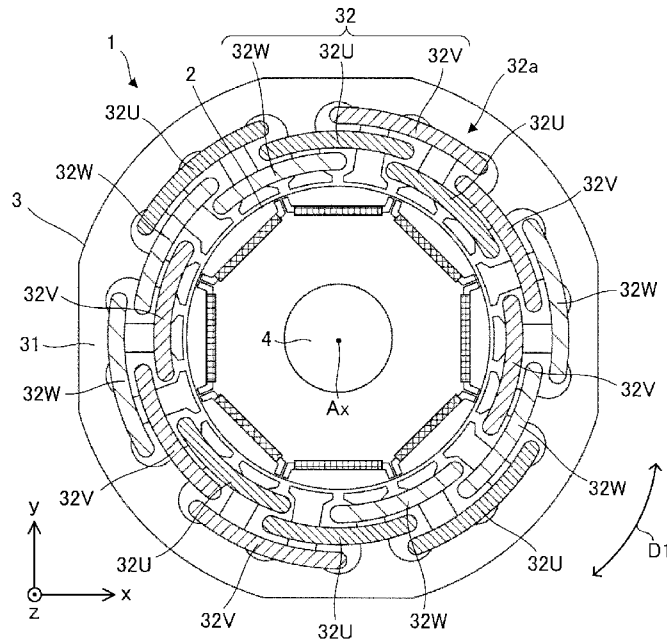


(10) 国際公開番号
WO 2021/161406 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/005250
- (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:石川 淳史 (ISHIKAWA 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). 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, ELECTRIC MOTOR, COMPRESSOR, AIR CONDITIONER, AND METHOD FOR MANUFACTURING STATOR

(54) 発明の名称: 固定子、電動機、圧縮機、空気調和機、及び固定子の製造方法



(57) Abstract: A stator (3) comprises a stator core (31) and three-phase coils (32) attached to the stator core (31) by distributed winding. The three-phase coils (32) comprise, at a coil end (32a), 3 × n U-phase coils (32U), 3 × n V-phase coils (32V), and 3 × n W-phase coils (32W). Each of the 3 × n U-phase coils (32U), 3 × n V-phase coils (32V), and 3 × n W-phase coils (32W) includes n sets of coil groups in which first through third coils form a set. At the coil end (32a), the first through third coils are arranged at a two-slot pitch in that order in the circumferential direction, and at the coil end



WO 2021/161406 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))

(32a), at least two of the first through third coils of at least one phase are mutually adjacent in the radial direction.

(57) 要約 : 固定子 (3) は、固定子鉄心 (31) と、固定子鉄心 (31) に分布巻きで取り付けられた 3 相コイル (32) とを有する。3 相コイル (32) は、コイルエンド (32a) において $3 \times n$ 個の U 相コイル (32U)、 $3 \times n$ 個の V 相コイル (32V)、及び $3 \times n$ 個の W 相コイル (32W) を有する。 $3 \times n$ 個の U 相コイル (32U)、 $3 \times n$ 個の V 相コイル (32V)、及び $3 \times n$ 個の W 相コイル (32W) の各々は、第 1 から第 3 のコイルを一組とする n 組のコイル群を含む。コイルエンド (32a) において、第 1 から第 3 のコイルは、周方向にこの順に 2 スロットピッチで配列されており、コイルエンド (32a) において、少なくとも 1 つの相のうちの第 1 から第 3 のコイルのうちの少なくとも 2 つが、径方向において互いに隣接している。

明 細 書

発明の名称：

固定子、電動機、圧縮機、空気調和機、及び固定子の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、電動機用の固定子に関する。

背景技術

[0002] 一般に、3相コイルを有する固定子が知られている（例えば、特許文献1）。特許文献1に開示された固定子鉄心は、24個のスロットを持ち、3相コイルは8磁極を形成し、1磁極に対するスロット数は、3である。この固定子では、各相のコイルが3スロット毎（3スロットピッチとも称する）に配置されており、重ね巻きで固定子鉄心に取り付けられており、各スロットに同じ相の2つのコイルが配置されている。この場合、この固定子は、回転子からの磁束を100%利用できるという利点がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：実開昭53-114012号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の技術では、1つのスロットに2つのコイルを配置した場合、コイルの位置によってコイル間におけるインダクタンスに差が生じ、3相コイルに流れる電流間でバランスを失う。その結果、電動機におけるトルクリップルが増加し、銅損などの損失が増加する。

[0005] 本開示の目的は、3相コイルにおけるインダクタンスのバランスを改善し、電動機におけるトルクリップルの増加及び損失の増加を抑えることである。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様に係る固定子は、
固定子鉄心と、
前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられた3相コイルと
を備え、
前記固定子鉄心は、 $9 \times n$ 個（ n は1以上の整数）のロットを有し、
前記 $9 \times n$ 個のロットの各々は、前記3相コイルのうちの1つのコイル
が配置される内層と、径方向における前記内層の外側に設けられており前記
3相コイルのうちの1つのコイルが配置される外層とを含み、
前記3相コイルは、前記3相コイルのコイルエンドにおいて $3 \times n$ 個のU
相コイル、 $3 \times n$ 個のV相コイル、及び $3 \times n$ 個のW相コイルを有し、 $4 \times$
 n 個の磁極を形成し、
前記 $3 \times n$ 個のU相コイル、前記 $3 \times n$ 個のV相コイル、及び前記 $3 \times n$
個のW相コイルの各々は、第1から第3のコイルを一組とする n 組のコイル
群を含み、
前記コイルエンドにおいて、前記第1から第3のコイルは、周方向にこの
順に2ロットピッチで配列されており、
前記コイルエンドにおいて、少なくとも1つの相のうちの前記第1から第
3のコイルのうち少なくとも2つが、前記径方向において互いに隣接して
いる。
本開示の他の態様に係る電動機は、
前記固定子と、
前記固定子の内側に配置された回転子と
を備える。
本開示の他の態様に係る圧縮機は、
密閉容器と、
前記密閉容器内に配置された圧縮装置と、
前記圧縮装置を駆動する前記電動機と
を備える。

本開示の他の態様に係る空気調和機は、
前記圧縮機と、
熱交換器と
を備える。

本開示の他の態様に係る固定子の製造方法は、

9 × n 個（n は 1 以上の整数）のスロットを有する固定子鉄心と、前記固定子鉄心に取り付けられた 3 相コイルとを有する固定子の製造方法であって、

前記 9 × n 個のスロットの各々は、前記 3 相コイルのうちの 1 つのコイルが配置される内層と、径方向における前記内層の外側に設けられており前記 3 相コイルのうちの 1 つのコイルが配置される外層とを含み、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて 3 × n 個の U 相コイル、3 × n 個の V 相コイル、及び 3 × n 個の W 相コイルを有し、4 × n 個の磁極を形成し、

前記 3 × n 個の U 相コイル、前記 3 × n 個の V 相コイル、及び前記 3 × n 個の W 相コイルの各々は、第 1 から第 3 のコイルを一組とする n 組のコイル群を含み、

前記コイルエンドにおいて、前記第 1 から第 3 のコイルを、前記周方向にこの順に 2 スロットピッチで分布巻きで配列することと、

前記コイルエンドにおいて、少なくとも 1 つの相のうちの前記第 1 から第 3 のコイルのうちの少なくとも 2 つが前記径方向において互いに隣接するように前記第 1 から第 3 のコイルを配列することと

を備える。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、3 相コイルにおけるインダクタンスのバランスが改善され、電動機におけるトルクリップルの増加及び損失の増加を抑えることができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施の形態1に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。
- [図2]回転子の構造を概略的に示す断面図である。
- [図3]固定子の構造を概略的に示す上面図である。
- [図4]スロット内の3相コイルの配置を示す図である。
- [図5]コイルエンド及びスロット内の3相コイルの配置を示す図である。
- [図6]コイルエンドに配置された絶縁部材の位置の例を示す図である。
- [図7]コイルエンドに配置された絶縁部材の位置の他の例を示す図である。
- [図8]スロット内に配置された絶縁部材の位置の例を示す図である。
- [図9]固定子の製造工程の一例を示すフローチャートである。
- [図10]3相コイルを固定子鉄心内に挿入するための挿入器具の例を示す図である。
- [図11]ステップS11における第3のコイルの挿入工程を示す図である。
- [図12]ステップS12における第2のコイルの挿入工程を示す図である。
- [図13]ステップS14における第1のコイルの挿入工程を示す図である。
- [図14]比較例に係る電動機を示す上面図である。
- [図15]図14に示される固定子のスロット内の3相コイルの配置を示す図である。
- [図16]実施の形態2に係る電動機1の構造を概略的に示す上面図である。
- [図17]コイルエンド及びスロット内の3相コイルの配置を示す図である。
- [図18]固定子の製造工程の一例を示すフローチャートである。
- [図19]ステップS21における第2のコイルの挿入工程を示す図である。
- [図20]ステップS22における第3のコイルの挿入工程を示す図である。
- [図21]ステップS24における第1のコイルの挿入工程を示す図である。
- [図22]実施の形態3に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。
- [図23]スロット内の3相コイルの配置を示す図である。
- [図24]コイルエンド及びスロット内の3相コイルの配置を示す図である。
- [図25]固定子の製造工程の一例を示すフローチャートである。
- [図26]ステップS31における第2のコイルの挿入工程を示す図である。

[図27]ステップS 3 2におけるU相コイルの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。

[図28]ステップS 3 4におけるV相コイルの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。

[図29]ステップS 3 6におけるW相コイルの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。

[図30]実施の形態4に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。

[図31]コイルエンド及びスロット内の3相コイルの配置を示す図である。

[図32]固定子の製造工程の一例を示すフローチャートである。

[図33]ステップS 4 1におけるU相コイルの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。

[図34]ステップS 4 3におけるV相コイルの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。

[図35]ステップS 4 5におけるW相コイルの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。

[図36]ステップS 4 6における各相のコイルの第2のコイルの挿入工程を示す図である。

[図37]実施の形態5に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。

[図38]図37に示される電動機に対応する電動機を示す上面図である。

[図39]実施の形態6に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。

[図40]図39に示される電動機に対応する電動機を示す上面図である。

[図41]実施の形態7に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。

[図42]図41に示される電動機に対応する電動機を示す上面図である。

[図43]実施の形態8に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。

[図44]図43に示される電動機に対応する電動機を示す上面図である。

[図45]実施の形態9に係る圧縮機の構造を概略的に示す断面図である。

[図46]実施の形態10に係る冷凍空調装置の構成を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態 1.

各図に示される x y z 直交座標系において、 z 軸方向 (z 軸) は、電動機 1 の軸線 A_x と平行な方向を示し、 x 軸方向 (x 軸) は、 z 軸方向 (z 軸) に直交する方向を示し、 y 軸方向 (y 軸) は、 z 軸方向及び x 軸方向の両方に直交する方向を示す。軸線 A_x は、固定子 3 の中心であり、回転子 2 の回転中心でもある。軸線 A_x と平行な方向は、「回転子 2 の軸方向」又は単に「軸方向」ともいう。径方向は、回転子 2 又は固定子 3 の半径方向であり、軸線 A_x と直交する方向であり、軸線 A_x から離れる方向である。 x y 平面は、軸方向と直交する平面である。矢印 D_1 は、軸線 A_x を中心とする周方向を示す。回転子 2 又は固定子 3 の周方向を、単に「周方向」ともいう。

[0010] 〈電動機 1〉

図 1 は、実施の形態 1 に係る電動機 1 の構造を概略的に示す上面図である。

[0011] 電動機 1 は、複数の磁極を持つ回転子 2 と、固定子 3 と、回転子 2 に固定されたシャフト 4 とを有する。電動機 1 は、例えば、永久磁石同期電動機である。

[0012] 回転子 2 は、固定子 3 の内側に回転可能に配置されている。回転子 2 と固定子 3 との間には、エアギャップが存在する。回転子 2 は、軸線 A_x を中心として回転する。

[0013] 図 2 は、回転子 2 の構造を概略的に示す断面図である。

回転子 2 は、回転子鉄心 2 1 と、複数の永久磁石 2 2 とを有する。

[0014] 回転子鉄心 2 1 は、複数の磁石挿入孔 2 1 1 と、シャフト 4 が配置されるシャフト孔 2 1 2 とを有する。回転子鉄心 2 1 は、各磁石挿入孔 2 1 1 に連通する空間である少なくとも 1 つのフラックスバリア部をさらに有してもよい。

[0015] 本実施の形態では、回転子 2 は、複数の永久磁石 2 2 を有する。各永久磁石 2 2 は、各磁石挿入孔 2 1 1 内に配置されている。

[0016] 1 つの永久磁石 2 2 が、回転子 2 の 1 磁極、すなわち、N 極又は S 極を形

成する。ただし、2以上の永久磁石22が回転子2の1磁極を形成してもよい。

[0017] 本実施の形態では、 x y 平面において、回転子2の1磁極を形成する1つの永久磁石22は、真っ直ぐに配置されている。ただし、 x y 平面において、回転子2の1磁極を形成する1組の永久磁石22が、V字形状を持つように配置されていてもよい。

[0018] 回転子2の各磁極の中心は、回転子2の各磁極（すなわち、回転子2のN極又はS極）の中心に位置する。回転子2の各磁極（単に「各磁極」又は「磁極」とも称する）とは、回転子2のN極又はS極の役目をする領域を意味する。

[0019] 〈固定子3〉

図3は、固定子3の構造を概略的に示す上面図である。

図4は、スロット311内の3相コイル32の配置を示す図である。

図5は、コイルエンド32a及びスロット311内の3相コイル32の配置を示す図である。図5は、図4に示される固定子3の展開図である。図5において、破線は、コイルエンド32aにおける各相のコイルを示し、鎖線は、各スロット311内の内層と外層との間の境界を示す。

図3に示されるように、固定子3は、固定子鉄心31と、固定子鉄心31に分布巻きで取り付けられた3相コイル32とを有する。

[0020] 固定子鉄心31は、3相コイル32が配置される $9 \times n$ 個（ n は1以上の整数）のスロット311を有する。図4及び図5に示されるように、 $9 \times n$ 個のスロット311の各々は、3相コイル32のうちの1つのコイルが配置される内層と、径方向における内層の外側に設けられており3相コイル32のうちの1つのコイルが配置される外層とを含む。すなわち、図4及び図5に示される例では、各スロット311内の空間は、内層及び外層に分けられている。本実施の形態では、 $n = 2$ である。したがって、図3から図5に示される例では、固定子鉄心31は、18個のスロット311を有する。

[0021] 3相コイル32（すなわち、各相のコイル）は、スロット311内に配置

されたコイルサイドと、スロット 3 1 1 内に配置されていないコイルエンド 3 2 a とを持つ。各コイルエンド 3 2 a は、軸方向における 3 相コイル 3 2 の端部である。

[0022] 3 相コイル 3 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、 $3 \times n$ 個の U 相コイル 3 2 U、 $3 \times n$ 個の V 相コイル 3 2 V、及び $3 \times n$ 個の W 相コイル 3 2 W を有する (図 1)。すなわち、3 相コイル 3 2 は、第 1 相、第 2 相、及び第 3 相の 3 相を持つ。例えば、第 1 相は U 相であり、第 2 相は V 相であり、第 3 相は W 相である。本実施の形態では、3 相の各々を、U 相、V 相、及び W 相と称する。図 1 に示される各 U 相コイル 3 2 U、各 V 相コイル 3 2 V、及び各 W 相コイル 3 2 W を、単にコイルとも称する。

[0023] 本実施の形態では、 $n = 2$ である。したがって、図 1 に示される例では、コイルエンド 3 2 a において、3 相コイル 3 2 は、6 個の U 相コイル 3 2 U、6 個の V 相コイル 3 2 V、及び 6 個の W 相コイル 3 2 W を持っている。ただし、各相のコイルの数は、6 個に限定されない。本実施の形態では、固定子 3 は、2 つのコイルエンド 3 2 a において、図 3 に示される構造を持っている。ただし、固定子 3 は、2 つのコイルエンド 3 2 a の一方において、図 3 に示される構造を持っていればよい。

[0024] 3 相コイル 3 2 に電流が流れたとき、3 相コイル 3 2 は、 $4 \times n$ 個の磁極を形成する。本実施の形態では、 $n = 2$ である。したがって、本実施の形態では、3 相コイル 3 2 に電流が流れたとき、3 相コイル 3 2 は、8 磁極を形成する。

[0025] 図 3 に示されるように、各コイルエンド 3 2 a において周方向に隣接する 3 つの U 相コイル 3 2 U を、それぞれ、第 1 のコイル U 1、第 2 のコイル U 2、第 3 のコイル U 3 と称する。図 3 に示されるように、各コイルエンド 3 2 a において周方向に隣接する 3 つの V 相コイル 3 2 V を、それぞれ、第 1 のコイル V 1、第 2 のコイル V 2、第 3 のコイル V 3 と称する。図 3 に示されるように、各コイルエンド 3 2 a において周方向に隣接する 3 つの W 相コイル 3 2 W を、それぞれ、第 1 のコイル W 1、第 2 のコイル W 2、第 3 のコ

イルW3と称する。各第1のコイルU1、各第2のコイルU2、各第3のコイルU3、各第1のコイルV1、各第2のコイルV2、各第3のコイルV3、各第1のコイルW1、各第2のコイルW2、及び各第3のコイルW3を、単にコイルとも称する。

[0026] 〈U相コイル32U〉

図5に示されるように、6個のU相コイル32Uは、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する第1から第3のコイルU1、U2、及びU3を一組とする2組のコイル群Ugを含む。言い換えると、6個のU相コイル32Uは2組のコイル群Ugを含み、6個のU相コイル32Uのうちの各コイル群Ugは、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3を含む。

[0027] 各コイルエンド32aにおいて、6個のU相コイル32Uのうちのn組のコイル群Ugは、固定子3の周方向に等間隔で配列されている。各コイルエンド32aにおいて、各コイル群Ugのうちの第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3は、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。

[0028] 2スロットピッチとは、「2スロット毎」を意味する。すなわち、2スロットピッチとは、隣接するコイルが2スロット毎にスロット311に配置されることを意味する。言い換えると、2スロットピッチとは、隣接するコイルが1スロットおきにスロット311に配置されることを意味する。

[0029] 本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、各コイル群Ugのうちの第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3は、固定子3の径方向にこの順に配列されている。言い換えると、各コイルエンド32aにおいて、各コイル群Ugのうちの第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3は、固定子3の径方向に固定子鉄心31の内側よりこの順に配列されている。各コイル群Ugのうちの第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3は、直列に接続されている。各コイル群Ugのうちの第2のコイルU2は、他の2つのコイルU1及びU3とは

逆向きに固定子鉄心 3 1 に巻かれている。

[0030] 各コイル群 U_g のうちの第 1 のコイル U_1 の一部及び第 2 のコイル U_2 の一部は、18 個のスロット 3 1 1 のうちの 1 つのスロット 3 1 1 に配置されている。この場合において、各コイル群 U_g のうちの第 2 のコイル U_2 の他の一部及び第 3 のコイル U_3 の一部は、18 個のスロット 3 1 1 のうちのもう 1 つのスロット 3 1 1 に配置されている。

[0031] 各コイル群 U_g のうちの第 1 のコイル U_1 の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに 1 つのスロット 3 1 1 に配置されている。各コイル群 U_g のうちの第 3 のコイル U_3 の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに 1 つのスロット 3 1 1 に配置されている。

[0032] 例えば、図 4 及び図 5 において、第 1 のコイル U_1 の一部は第 1 のコイル U_1 の第 1 の部分 U_{1a} であり、第 1 のコイル U_1 の他の一部は第 1 のコイル U_1 の第 2 の部分 U_{1b} であり、第 2 のコイル U_2 の一部は第 2 のコイル U_2 の第 1 の部分 U_{2a} であり、第 2 のコイル U_2 の他の一部は第 2 のコイル U_2 の第 2 の部分 U_{2b} であり、第 3 のコイル U_3 の一部は第 3 のコイル U_3 の第 1 の部分 U_{3a} であり、第 3 のコイル U_3 の他の一部は第 3 のコイル U_3 の第 2 の部分 U_{3b} である。

[0033] ただし、本出願において、第 1 のコイル U_1 の一部を第 1 のコイル U_1 の第 2 の部分 U_{1b} と読み替えてもよく、第 1 のコイル U_1 の他の一部を第 1 のコイル U_1 の第 1 の部分 U_{1a} と読み替えてもよく、第 2 のコイル U_2 の一部を第 2 のコイル U_2 の第 2 の部分 U_{2b} と読み替えてもよく、第 2 のコイル U_2 の他の一部を第 2 のコイル U_2 の第 1 の部分 U_{2a} と読み替えてもよく、第 3 のコイル U_3 の一部を第 3 のコイル U_3 の第 2 の部分 U_{3b} と読み替えてもよく、第 3 のコイル U_3 の他の一部を第 3 のコイル U_3 の第 1 の部分 U_{3a} と読み替えてもよい。

[0034] 〈V 相コイル 3 2 V〉

図 5 に示されるように、6 個の V 相コイル 3 2 V は、各コイルエンド 3 2 a において周方向に隣接する第 1 から第 3 のコイル V_1 、 V_2 、及び V_3 を

一組とする2組のコイル群V_gを含む。言い換えると、6個のV相コイル3 2 Vは2組のコイル群V_gを含み、6個のV相コイル3 2 Vのうちの各コイル群V_gは、各コイルエンド3 2 aにおいて周方向に隣接する第1のコイルV₁、第2のコイルV₂、及び第3のコイルV₃を含む。

[0035] 各コイルエンド3 2 aにおいて、6個のV相コイル3 2 Vのうちのn組のコイル群V_gは、固定子3の周方向に等間隔で配列されている。各コイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群V_gのうちの第1のコイルV₁、第2のコイルV₂、及び第3のコイルV₃は、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。

[0036] 本実施の形態では、各コイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群V_gのうちの第1のコイルV₁、第2のコイルV₂、及び第3のコイルV₃は、固定子3の径方向にこの順に配列されている。言い換えると、各コイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群V_gのうちの第1のコイルV₁、第2のコイルV₂、及び第3のコイルV₃は、固定子3の径方向に固定子鉄心3 1の内側よりこの順に配列されている。各コイル群V_gのうちの第1のコイルV₁、第2のコイルV₂、及び第3のコイルV₃は、直列に接続されている。各コイル群V_gのうちの第2のコイルV₂は、他の2つのコイルV₁及びV₃とは逆向きに固定子鉄心3 1に巻かれている。

[0037] 各コイル群V_gのうちの第1のコイルV₁の一部及び第2のコイルV₂の一部は、18個のスロット3 1 1のうちの1つのスロット3 1 1に配置されている。この場合において、各コイル群V_gのうちの第2のコイルV₂の他の一部及び第3のコイルV₃の一部は、18個のスロット3 1 1のうちのもう1つのスロット3 1 1に配置されている。

[0038] 各コイル群V_gのうちの第1のコイルV₁の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに1つのスロット3 1 1に配置されている。各コイル群V_gのうちの第3のコイルV₃の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに1つのスロット3 1 1に配置されている。

[0039] 例えば、図4及び図5において、第1のコイルV₁の一部は第1のコイル

V 1 の第 1 の部分 V 1 a であり、第 1 のコイル V 1 の他の一部は第 1 のコイル V 1 の第 2 の部分 V 1 b であり、第 2 のコイル V 2 の一部は第 2 のコイル V 2 の第 1 の部分 V 2 a であり、第 2 のコイル V 2 の他の一部は第 2 のコイル V 2 の第 2 の部分 V 2 b であり、第 3 のコイル V 3 の一部は第 3 のコイル V 3 の第 1 の部分 V 3 a であり、第 3 のコイル V 3 の他の一部は第 3 のコイル V 3 の第 2 の部分 V 3 b である。

[0040] ただし、本出願において、第 1 のコイル V 1 の一部を第 1 のコイル V 1 の第 2 の部分 V 1 b と読み替えてもよく、第 1 のコイル V 1 の他の一部を第 1 のコイル V 1 の第 1 の部分 V 1 a と読み替えてもよく、第 2 のコイル V 2 の一部を第 2 のコイル V 2 の第 2 の部分 V 2 b と読み替えてもよく、第 2 のコイル V 2 の他の一部を第 2 のコイル V 2 の第 1 の部分 V 2 a と読み替えてもよく、第 3 のコイル V 3 の一部を第 3 のコイル V 3 の第 2 の部分 V 3 b と読み替えてもよく、第 3 のコイル V 3 の他の一部を第 3 のコイル V 3 の第 1 の部分 V 3 a と読み替えてもよい。

[0041] 〈W相コイル 3 2 W〉

図 5 に示されるように、6 個の W 相コイル 3 2 W は、各コイルエンド 3 2 a において周方向に隣接する第 1 から第 3 のコイル W 1, W 2, 及び W 3 を一組とする 2 組のコイル群 W g を含む。言い換えると、6 個の W 相コイル 3 2 W は 2 組のコイル群 W g を含み、6 個の W 相コイル 3 2 W のうちの各コイル群 W g は、各コイルエンド 3 2 a において周方向に隣接する第 1 のコイル W 1、第 2 のコイル W 2、及び第 3 のコイル W 3 を含む。

[0042] 各コイルエンド 3 2 a において、6 個の W 相コイル 3 2 W のうちの n 組のコイル群 W g は、固定子 3 の周方向に等間隔で配列されている。各コイルエンド 3 2 a において、各コイル群 W g のうちの第 1 のコイル W 1、第 2 のコイル W 2、及び第 3 のコイル W 3 は、固定子 3 の周方向にこの順に 2 スロットピッチで配列されている。

[0043] 本実施の形態では、各コイルエンド 3 2 a において、各コイル群 W g のうちの第 1 のコイル W 1、第 2 のコイル W 2、及び第 3 のコイル W 3 は、固定

子3の径方向にこの順に配列されている。言い換えると、各コイルエンド32aにおいて、各コイル群W_gのうちの第1のコイルW₁、第2のコイルW₂、及び第3のコイルW₃は、固定子3の径方向に固定子鉄心31の内側よりこの順に配列されている。各コイル群W_gのうちの第1のコイルW₁、第2のコイルW₂、及び第3のコイルW₃は、直列に接続されている。各コイル群W_gのうちの第2のコイルW₂は、他の2つのコイルW₁及びW₃とは逆向きに固定子鉄心31に巻かれている。

[0044] 各コイル群W_gのうちの第1のコイルW₁の一部及び第2のコイルW₂の一部は、18個のスロット311のうちの1つのスロット311に配置されている。この場合において、各コイル群W_gのうちの第2のコイルW₂の他の一部及び第3のコイルW₃の一部は、18個のスロット311のうちのもう1つのスロット311に配置されている。

[0045] 各コイル群W_gのうちの第1のコイルW₁の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに1つのスロット311に配置されている。各コイル群W_gのうちの第3のコイルW₃の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに1つのスロット311に配置されている。

[0046] 例えば、図4及び図5において、第1のコイルW₁の一部は第1のコイルW₁の第1の部分W_{1a}であり、第1のコイルW₁の他の一部は第1のコイルW₁の第2の部分W_{1b}であり、第2のコイルW₂の一部は第2のコイルW₂の第1の部分W_{2a}であり、第2のコイルW₂の他の一部は第2のコイルW₂の第2の部分W_{2b}であり、第3のコイルW₃の一部は第3のコイルW₃の第1の部分W_{3a}であり、第3のコイルW₃の他の一部は第3のコイルW₃の第2の部分W_{3b}である。

[0047] ただし、本出願において、第1のコイルW₁の一部を第1のコイルW₁の第2の部分W_{1b}と読み替えてもよく、第1のコイルW₁の他の一部を第1のコイルW₁の第1の部分W_{1a}と読み替えてもよく、第2のコイルW₂の一部を第2のコイルW₂の第2の部分W_{2b}と読み替えてもよく、第2のコイルW₂の他の一部を第2のコイルW₂の第1の部分W_{2a}と読み替えても

よく、第3のコイルW3の一部を第3のコイルW3の第2の部分W3bと読み替えてもよく、第3のコイルW3の他の一部を第3のコイルW3の第1の部分W3aと読み替えてもよい。

[0048] 〈コイルエンド32aにおけるコイルの配置〉

各コイルエンド32aにおける3相コイル32の配置について具体的に以下に説明する。上述のように、 $3 \times n$ 個のU相コイル32U、 $3 \times n$ 個のV相コイル32V、及び $3 \times n$ 個のW相コイル32Wの各々は、第1から第3のコイルを一組とするn組のコイル群を含む。各コイルエンド32aにおいて、n組のコイル群は、固定子3の周方向に等間隔で配列されている。各相において、1組のコイル群（各コイル群とも称する）は、周方向に連続的に配列された3つのコイルである。言い換えると、各相において、1組のコイル群は、周方向に隣接する3つのコイルである。

[0049] 各相の各コイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。各相の各コイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルは、固定子3の径方向にこの順に配置されている。

[0050] 各コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、各相の第1のコイル及び第2のコイルが、径方向において互いに隣接しており、各相の第2のコイル及び第3コイルが、径方向において互いに隣接している。

[0051] 各相の各コイルエンド32aにおいて、n組のコイル群の各々の第1から第3のコイルが配置される領域は、内側領域、中間領域、及び外側領域に分かれている。内側領域は、固定子鉄心31の中心に最も近い領域であり、外側領域は、固定子鉄心31の中心から最も離れている領域であり、中間領域は、内側領域と外層との間の領域である。本実施の形態では、各コイル群のコイルエンド32aにおいて、第1のコイルは内側領域に配置されており、第2のコイルは中間領域に配置されており、第3のコイルは外側領域に配置

されている。すなわち、各コイル群のコイルエンド32aにおいて、第1のコイルは、径方向における第2のコイルの内側に配置されており、第3のコイルは、径方向における第2のコイルの外側に配置されており、第2のコイルは、第1のコイルと第3のコイルとの間に配置されている。

[0052] 〈スロット311内のコイルの配置の概要〉

図4及び図5に示されるように、3相コイル32の各相のコイルの第1のコイルは、スロット311の内層に配置されている。3相コイル32の各相のコイルの第2のコイルは、スロット311の内層又は外層に配置されている。3相コイル32の各相のコイルの第3のコイルは、スロット311の外層に配置されている。

[0053] したがって図4及び図5に示されるように、各相のコイルは、スロット311の6箇所の外層に配置されており、スロット311の6箇所の内層に配置されている。

[0054] 〈スロット311内のU相コイル32Uの配置〉

スロット311内のU相コイル32Uの配置を以下に具体的に説明する。

U相コイル32Uのうちの各第1のコイルの一部は、U相コイル32Uのうちの第2のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。U相コイル32Uのうちの各第1のコイルの他の一部は、W相コイル32Wのうちの第3のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。したがって、U相コイル32Uのうちの各第1のコイルの他の一部は、スロット311内において、径方向におけるW相コイル32Wの第3のコイルの内側に配置されている。

[0055] U相コイル32Uのうちの各第2のコイルの一部は、U相コイル32Uのうちの第1のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。U相コイル32Uのうちの各第2のコイルの他の一部は、U相コイル32Uのうちの第3のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。

[0056] U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの一部は、U相コイル32Uの

うちの第2のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、V相コイル32Vのうちの第1のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。したがって、U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、スロット311内において、径方向におけるV相コイル32Vの第1のコイルの外側に配置されている。

[0057] 〈スロット311内のV相コイル32Vの配置〉

スロット311内のV相コイル32Vの配置を以下に具体的に説明する。

V相コイル32Vのうちの各第1のコイルの一部は、V相コイル32Vのうちの第2のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。V相コイル32Vのうちの各第1のコイルの他の一部は、U相コイル32Uのうちの第3のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。したがって、V相コイル32Vのうちの各第1のコイルの他の一部は、スロット311内において、径方向におけるU相コイル32Uの第3のコイルの内側に配置されている。

[0058] V相コイル32Vのうちの各第2のコイルの一部は、V相コイル32Vのうちの第1のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。V相コイル32Vのうちの各第2のコイルの他の一部は、V相コイル32Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。

[0059] V相コイル32Vのうちの各第3のコイルの一部は、V相コイル32Vのうちの第2のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。V相コイル32Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル32Wのうちの第1のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。したがって、V相コイル32Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、スロット311内において、径方向におけるW相コイル32Wの第1のコイルの外側に配置されている。

[0060] 〈スロット311内のW相コイル32Wの配置〉

スロット 3 1 1 内の W 相コイル 3 2 W の配置を以下に具体的に説明する。

W 相コイル 3 2 W のうちの各第 1 のコイルの一部は、W 相コイル 3 2 W のうちの第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置されている。W 相コイル 3 2 W のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、V 相コイル 3 2 V のうちの第 3 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置されている。したがって、W 相コイル 3 2 W のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、スロット 3 1 1 内において、径方向における V 相コイル 3 2 V の第 3 のコイルの内側に配置されている。

[0061] W 相コイル 3 2 W のうちの各第 2 のコイルの一部は、W 相コイル 3 2 W のうちの第 1 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の外層に配置されている。W 相コイル 3 2 W のうちの各第 2 のコイルの他の一部は、W 相コイル 3 2 W のうちの第 3 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置されている。

[0062] W 相コイル 3 2 W のうちの各第 3 のコイルの一部は、W 相コイル 3 2 W のうちの第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の外層に配置されている。W 相コイル 3 2 W のうちの各第 3 のコイルの他の一部は、U 相コイル 3 2 U のうちの第 1 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の外層に配置されている。したがって、W 相コイル 3 2 W のうちの各第 3 のコイルの他の一部は、スロット 3 1 1 内において、径方向における U 相コイル 3 2 U の第 1 のコイルの外側に配置されている。

[0063] 〈コイルの配置の変形例〉

各コイル群の第 1 のコイルの位置と第 3 のコイルの位置とを互いに入れ替えてもよい。この場合、各相のコイルエンド 3 2 a において、各コイル群の第 3 のコイル、第 2 のコイル、及び第 1 のコイルは、固定子 3 の周方向にこの順に 2 スロットピッチで配列され、固定子 3 の径方向にこの順に配置される。

[0064] 〈巻線係数〉

本実施の形態では、電動機 1 における巻線係数 k_w は、（短節巻係数 k_p

) × (分布巻係数 k_d) で求められる。

[0065] 分布巻きの3相コイル32の短節巻係数 k_p は、1つのコイルが鎖交できる磁束量の比率を示す係数である。Pを3相コイル32の磁極の数、Qをスロット311の数、Sをスロットピッチの数とすると、短節巻係数 k_p は、次の式で求められる。

$$k_p = \sin \left[\left\{ P / (Q / S) \right\} \times (\pi / 2) \right]$$

本実施の形態では、 $P=8$ 、 $Q=18$ 、 $S=2$ である。よって、 $k_p=0.985$ である。

[0066] 分布巻きの3相コイル32の分布巻係数 k_d は、3相コイル32に鎖交する磁束の位相差を補正する係数である。qを毎極毎相スロット数とすると、分布巻係数 k_d は、次の式で求められる。

$$k_d = \left\{ \sin (\pi / 6) \right\} / \left\{ q \times \sin (\pi / 6 q) \right\}$$

本実施の形態では、 $q=3$ である。よって、 $k_d=0.960$ である。

[0067] したがって、本実施の形態では、電動機1の巻線係数 k_w は、 $0.985 \times 0.960 = 0.945$ である。

[0068] 〈絶縁部材33〉

図6は、コイルエンド32aに配置された絶縁部材33の位置の例を示す図である。

図7は、コイルエンド32aに配置された絶縁部材33の位置の他の例を示す図である。

[0069] 固定子3は、3相コイル32の各相のコイルを絶縁する絶縁部材33を有してもよい。絶縁部材33は、例えば、絶縁紙である。図6に示される例では、周方向において隣接している2つのコイルの間に固定子鉄心31のティースが存在しているので、周方向において隣接している2つのコイルは互いに絶縁されている。例えば、U相コイル32Uの第1のコイルU1及びW相コイル32Wの第1のコイルW1は、互いに絶縁されている。

[0070] したがって、図6に示される例では、コイルエンド32aにおいて、第1のコイルと第2のコイルとの間に絶縁部材33が配置され、第2のコイルと

第3のコイルとの間に絶縁部材33が配置されている。これにより、絶縁部材33のコストを低減することができ、絶縁部材33を効率的にコイルエンド32aに配置することができる。

[0071] 図7に示される例では、コイルエンド32aにおいて、互いに隣接する相間に絶縁部材33が配置されている。例えば、U相コイル32UとV相コイル32Vとの間に絶縁部材33が配置されており、U相コイル32UとW相コイル32Wとの間に絶縁部材33が配置されており、V相コイル32VとW相コイル32Wとの間に絶縁部材33が配置されている。これにより、絶縁部材33のコストを低減することができ、絶縁部材33を効率的にコイルエンド32aに配置することができる。

[0072] 図8は、スロット311内に配置された絶縁部材33の位置の例を示す図である。

図8に示されるように、1つのスロット311内に異なる相のコイルが配置される場合、そのスロット311の外層と内層との間に絶縁部材33が配置される。これにより、1つのスロット311内に配置された異なる相のコイルが互いに絶縁される。

[0073] 〈固定子3の製造方法〉

固定子3の製造方法の一例について説明する。

固定子3の製造方法は、各コイルエンド32aにおいて、第1から第3のコイルを、周方向にこの順に2スロットピッチで分布巻きで配列することと、各コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが径方向において互いに隣接するように第1から第3のコイルを配置することを含む。n=2の場合、固定子3の製造方法は、各相のコイルエンド32aにおいて、2組のコイル群を、固定子3の周方向に等間隔で配列することを含む。

固定子3の製造方法の一例についてより具体的に以下に説明する。

[0074] 図9は、固定子3の製造工程の一例を示すフローチャートである。

図10は、3相コイル32を固定子鉄心31内に挿入するための挿入器具

9の例を示す図である。

[0075] 図11は、ステップS11における第3のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップS11では、図11に示されるように、予め作製された固定子鉄心31に、各相の第3のコイルを挿入器具9で取り付ける。具体的には、固定子鉄心31の-slot311の外層に、各相の第3のコイルを分布巻きで配置する。すなわち、U相コイル32Uの第3のコイル、V相コイル32Vの第3のコイル、及びW相コイル32Wの第3のコイルを、分布巻きで-slot311の外層に配置する。

[0076] 例えば、U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの一部は、U相コイル32Uのうちの第2のコイルが配置される-slot311の外層に配置される。U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、V相コイル32Vのうちの第1のコイルが配置される-slot311の外層に配置される。したがって、U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、-slot311内において、径方向におけるV相コイル32Vの第1のコイルの外側に配置される。

[0077] V相コイル32Vのうちの各第3のコイルの一部は、V相コイル32Vのうちの第2のコイルが配置される-slot311の外層に配置される。V相コイル32Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル32Wのうちの第1のコイルが配置される-slot311の外層に配置される。したがって、V相コイル32Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、-slot311内において、径方向におけるW相コイル32Wの第1のコイルの外側に配置される。

[0078] W相コイル32Wのうちの各第3のコイルの一部は、W相コイル32Wのうちの第2のコイルが配置される-slot311の外層に配置される。W相コイル32Wのうちの各第3のコイルの他の一部は、U相コイル32Uのうちの第1のコイルが配置される-slot311の外層に配置される。したがって、W相コイル32Wのうちの各第3のコイルの他の一部は、-slot3

1 1 内において、径方向におけるU相コイル3 2 Uの第1のコイルの外側に配置される。

[0079] 図1 0に示される挿入器具9で3相コイル3 2を固定子鉄心3 1に挿入する場合、挿入器具9のブレード9 1間にコイルを配置し、コイルと共にブレード9 1を固定子鉄心3 1の内側に挿入する。次に、コイルを軸方向にスライドさせ、スロット3 1 1内に配置する。後述するステップS 1 2及びS 1 4においても同じ方法で3相コイル3 2を固定子鉄心3 1に挿入する。

[0080] 図1 2は、ステップS 1 2における第2のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップS 1 2では、図1 2に示されるように、固定子鉄心3 1に各相の第2のコイルを挿入器具9で取り付ける。具体的には、スロット3 1 1の外層又は内層に各相の第2のコイルを分布巻きで配置する。

[0081] 例えば、U相コイル3 2 Uのうちの各第2のコイルの一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第1のコイルが配置されるスロット3 1 1の外層に配置される。U相コイル3 2 Uのうちの各第2のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。

[0082] V相コイル3 2 Vのうちの各第2のコイルの一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第1のコイルが配置されるスロット3 1 1の外層に配置される。V相コイル3 2 Vのうちの各第2のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。

[0083] W相コイル3 2 Wのうちの各第2のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第1のコイルが配置されるスロット3 1 1の外層に配置される。W相コイル3 2 Wのうちの各第2のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。

[0084] ステップS 1 3では、3相コイル3 2の各相のコイルを絶縁するように、絶縁部材3 3がスロット3 1 1内に配置される。例えば、各第1のコイルを固定子鉄心3 1に挿入する前に、絶縁部材3 3を第3のコイルが配置された

スロット 3 1 1 内に配置する。

[0085] 図 1 3 は、ステップ S 1 4 における第 1 のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップ S 1 4 では、図 1 3 に示されるように、固定子鉄心 3 1 に各相の第 1 のコイルを挿入器具 9 で取り付ける。具体的には、スロット 3 1 1 の内層に、各相の第 1 のコイルを分布巻きで配置する。すなわち、U 相コイル 3 2 U の第 1 のコイル、V 相コイル 3 2 V の第 1 のコイル、及び W 相コイル 3 2 W の第 1 のコイルを、分布巻きでスロット 3 1 1 の内層に配置する。

[0086] 例えば、U 相コイル 3 2 U のうちの各第 1 のコイルの一部は、U 相コイル 3 2 U のうちの第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。U 相コイル 3 2 U のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、W 相コイル 3 2 W のうちの第 3 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。したがって、U 相コイル 3 2 U のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、スロット 3 1 1 内において、径方向における W 相コイル 3 2 W の第 3 のコイルの内側に配置される。

[0087] V 相コイル 3 2 V のうちの各第 1 のコイルの一部は、V 相コイル 3 2 V のうちの第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。V 相コイル 3 2 V のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、W 相コイル 3 2 W のうちの第 3 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。したがって、V 相コイル 3 2 V のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、スロット 3 1 1 内において、径方向における W 相コイル 3 2 W の第 3 のコイルの内側に配置される。

[0088] W 相コイル 3 2 W のうちの各第 1 のコイルの一部は、W 相コイル 3 2 W のうちの第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。W 相コイル 3 2 W のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、V 相コイル 3 2 V のうちの第 3 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。したがって、W 相コイル 3 2 W のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、スロット 3 1 1 内において、径方向における V 相コイル 3 2 V の第 3 のコイルの内側に

配置される。

[0089] ステップS 1 1 からステップS 1 4 では、3相コイル3 2の各コイルエンド3 2 a及びスロット3 1 1において3相コイル3 2が上述の配列を持つように、3相コイル3 2が分布巻きで固定子鉄心3 1に取り付けられる。

[0090] 例えば、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、n組のコイル群は、固定子3の周方向に等間隔で配列され、且つ、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルが固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されるように、3相コイル3 2が分布巻きで固定子鉄心3 1に取り付けられる。この場合、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルが固定子3の径方向において固定子鉄心3 1の内側よりこの順に配置されるように、3相コイル3 2が分布巻きで固定子鉄心3 1に取り付けられる。

[0091] これにより、3相コイル3 2の各コイルエンド3 2 aにおいて、第2のコイルが第1のコイルの外側に位置し、第3のコイルが第2のコイルの外側に位置するように、3相コイル3 2が固定子鉄心3 1に取り付けられる。

[0092] ステップS 1 5では、U相コイル3 2 U、V相コイル3 2 V、及びW相コイル3 2 Wを互いに接続する。例えば、U相コイル3 2 U、V相コイル3 2 V、及びW相コイル3 2 Wは、Y結線又はデルタ結線で接続される。さらに、接続された3相コイル3 2の形を整える。その結果、図3に示される固定子3が得られる。

[0093] 〈比較例〉

図1 4は、比較例に係る電動機1 aを示す上面図である。

図1 5は、図1 4に示される固定子3 aのスロット内の3相コイル3 2の配置を示す図である。図1 5は、図1 4に示される固定子3 aの展開図である。

比較例では、3相コイル3 2が重ね巻きで固定子鉄心3 1に取り付けられている。この場合、各コイルエンド3 2 aにおいて、各コイルの片側がスロット3 1 1の外層に配置され、そのコイルの他方側が他のスロット3 1 1の

内層に配置されている。

[0094] したがって、3相コイル32を重ね巻きで固定子鉄心31に取り付ける場合、挿入器具（例えば、図10に示される挿入器具9）を用いて、3相コイル32を固定子鉄心31に取り付けることが難しい。そのため、通常、比較例のような重ね巻きで3相コイル32を固定子鉄心31に取り付ける場合、手で3相コイル32を固定子鉄心に取り付ける。この場合、固定子3の生産性が下がる。

[0095] 各スロットに2つのコイルを配置する場合、各スロット内の2つのコイル間にインダクタンスの差が生じる。この場合、電動機の駆動中に3相コイルに流れる電流のばらつきが相間に生じ、インダクタンスの大きい相に電流が流れにくく、インダクタンスの小さい相に電流が流れやすい。その結果として、トルクリップルが生じる。例えば、電気角周期の2倍のトルクリップルが生じる。8磁極を形成する固定子を有する電動機では、回転速度の8倍の周波数のトルクリップルが生じる。

[0096] コイル群の間にインダクタンスの差が生じている場合、電流がコイル群に均等に流れず、電流の不均衡が生じる。この場合、インダクタンスの小さいコイル群に流れる電流の振幅は大きくなり、電流の位相が進む。インダクタンスの大きいコイル群に流れる電流の振幅は小さくなり、電流の位相が遅れる。その結果、位相がずれた状態で電動機のトルクが出力されるので、各コイル群に流れる電流の振幅のピーク値の和が、相電流の振幅のピーク値の和よりも大きくなるため、コイルの抵抗によって発生する銅損などの損失が増加する。

[0097] 〈固定子3の利点〉

本実施の形態における固定子3によれば、3相コイル32におけるインダクタンスのバランスが改善される。したがって、固定子3を有する電動機1におけるトルクリップルの増加及び損失の増加を抑えることができる。

[0098] さらに、固定子3では、コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向におい

て互いに隣接している。すなわち、径方向に同じ相のコイルが重なっている。そのため、各相のコイルを絶縁するための絶縁部材 33 を削減することができる。

[0099] 固定子 3 の製造方法によれば、上述の利点を持つ固定子 3 を製造することができる。さらに、固定子 3 の製造方法によれば、挿入器具 9 を用いて 3 相コイル 32 を固定子鉄心 31 に取り付けることができる。そのため、例えば、比較例として説明した固定子 3a に比べて、固定子 3 を効率的に製造することができる。

[0100] 実施の形態 2.

図 16 は、実施の形態 2 に係る電動機 1 の構造を概略的に示す上面図である。

実施の形態 2 では、3 相コイル 32 の配置が、実施の形態 1 で説明した配置と異なる。実施の形態 2 では、実施の形態 1 と異なる構成について説明する。本実施の形態において説明されない構成は、実施の形態 1 と同じ構成とすることができる。

[0101] 〈固定子 3〉

図 17 は、コイルエンド 32a 及びスロット 311 内の 3 相コイル 32 の配置を示す図である。図 17 は、図 16 に示される固定子 3 の展開図である。図 17 において、破線は、コイルエンド 32a における各相のコイルを示し、鎖線は、各スロット 311 内の内層と外層との間の境界を示す。

[0102] 図 16 及び図 17 に示される例では、実施の形態 1 と同様に、固定子鉄心 31 は、18 個のスロット 311 を有する。

[0103] 〈コイルエンド 32a におけるコイルの配置〉

各コイルエンド 32a において、n 組のコイル群は、固定子 3 の周方向に等間隔で配列されている。各相のコイルエンド 32a において、各コイル群を構成する第 1 から第 3 のコイルは、固定子 3 の周方向にこの順に 2 スロットピッチで配列されている。各コイルエンド 32a において、少なくとも 1 つの相のうちの第 1 から第 3 のコイルのうちの少なくとも 2 つが、径方向に

において互いに隣接している。本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、各相の第2のコイル及び第3のコイルが、径方向において互いに隣接している。

[0104] 各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの外側に配置されており、第1のコイル及び第3のコイルの一方が他方よりも固定子鉄心31の中心に近い。すなわち、各相のコイルエンド32aにおいて、第1のコイル及び第3のコイルの一方が他方よりも軸線Axに近い。具体的には、各相のコイルエンド32aにおいて、第3のコイルよりも第1のコイルの方が固定子鉄心31の中心に近い。

[0105] 本実施の形態では、各コイル群のコイルエンド32aにおいて、第1のコイルは内側領域に配置されており、第2のコイルは外側領域に配置されており、第3のコイルは中間領域に配置されている。すなわち、各コイル群のコイルエンド32aにおいて、第1のコイルは、径方向における第2のコイルの内側に配置されており、第2のコイルは、径方向における第3のコイルの外側に配置されており、第3のコイルは、第1のコイルと第2のコイルとの間に配置されている。

[0106] 各第3のコイルは、隣接する他の相の第1のコイルとその他の相の第2のコイルとの間に配置されている。例えば、V相の第3のコイルは、U相の第1のコイルとU相の第2のコイルとの間に配置されている。したがって、各コイル群のコイルエンド32aにおいて、第1のコイルは、第2のコイルから離間している。

[0107] 〈スロット311内のコイルの配置の概要〉

3相コイル32の各相のコイルの第1のコイルは、スロット311の内層に配置されている。3相コイル32の各相のコイルの第2のコイルは、スロット311の外層に配置されている。3相コイル32の各相のコイルの第3のコイルは、スロット311の内層又は外層に配置されている。

[0108] すなわち、各第1のコイルは、スロット311の内層に配置されており、

各第2のコイルは、スロット311の外層に配置されている。各第3のコイルの一端は、スロット311の内層に配置されており、他端は、他のスロット311の外層に配置されている。

[0109] したがって、各相のコイルは、スロット311の外層に6箇所配置されており、スロット311の内層に6箇所配置されている。

[0110] 〈スロット311内のU相コイル32Uの配置〉

スロット311内のU相コイル32Uの配置を以下に具体的に説明する。

U相コイル32Uのうちの各第1のコイルの一部は、U相コイル32Uのうちの第2のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。U相コイル32Uのうちの各第1のコイルの他の一部は、W相コイル32Wのうちの第3のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。したがって、U相コイル32Uのうちの各第1のコイルの他の一部は、スロット311内において、径方向におけるW相コイル32Wの第3のコイルの内側に配置されている。

[0111] U相コイル32Uのうちの各第2のコイルの一部は、U相コイル32Uのうちの第1のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。U相コイル32Uのうちの各第2のコイルの他の一部は、U相コイル32Uのうちの第3のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。

[0112] U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの一部は、U相コイル32Uのうちの第2のコイルが配置されたスロット311の内層に配置されている。U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、V相コイル32Vのうちの第1のコイルが配置されたスロット311の外層に配置されている。したがって、U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、スロット311内において、径方向におけるV相コイル32Vの第1のコイルの外側に配置されている。

[0113] 〈スロット311内のV相コイル32Vの配置〉

スロット311内のV相コイル32Vの配置を以下に具体的に説明する。

V相コイル3 2 Vのうちの各第1のコイルの一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。V相コイル3 2 Vのうちの各第1のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、V相コイル3 2 Vのうちの各第1のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるU相コイル3 2 Uの第3のコイルの内側に配置されている。

[0114] V相コイル3 2 Vのうちの各第2のコイルの一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。V相コイル3 2 Vのうちの各第2のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。

[0115] V相コイル3 2 Vのうちの各第3のコイルの一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。V相コイル3 2 Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、V相コイル3 2 Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第1のコイルの外側に配置されている。

[0116] 〈スロット3 1 1内のW相コイル3 2 Wの配置〉

スロット3 1 1内のW相コイル3 2 Wの配置を以下に具体的に説明する。

W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるV相コイル3 2 Vの第3のコイルの内側に配置されている。

[0117] W相コイル3 2 Wのうちの各第2のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。W相コイル3 2 Wのうちの各第2のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。

[0118] W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるU相コイル3 2 Uの第1のコイルの外側に配置されている。

[0119] 絶縁部材3 3は、実施の形態1と同じように配置できる。

[0120] 〈コイルの配置の変形例〉

各コイル群の第1のコイルの位置と第3のコイルの位置とを互いに入れ替えてもよい。この場合、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群の第3のコイル、第2のコイル、及び第1のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列され、第1のコイルよりも第3のコイルの方が固定子鉄心3 1の中心に近い。この場合、各コイル群のコイルエンド3 2 aにおいて、第3のコイルは、第2のコイルから離間している。

[0121] 〈固定子3の製造方法〉

実施の形態2で説明した固定子3の製造方法の一例について説明する。

図1 8は、固定子3の製造工程の一例を示すフローチャートである。

[0122] 図1 9は、ステップS 2 1における第2のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップS 2 1では、図1 9に示されるように、予め作製された固定子鉄心3 1に、各相の第2のコイルを挿入器具9で取り付ける。具体的には、固定子鉄心3 1のスロット3 1 1の外層に、各相の第2のコイルを分布巻きで

配置する。すなわち、U相コイル32Uの第2のコイル、V相コイル32Vの第2のコイル、及びW相コイル32Wの第2のコイルを、分布巻きでスロット311の外層に配置する。

[0123] 図20は、ステップS22における第3のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップS22では、図20に示されるように、固定子鉄心31に各相の第3のコイルを挿入器具9で取り付ける。具体的には、スロット311の外層又は内層に各相の第3のコイルを分布巻きで配置する。

[0124] 例えば、U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの一部は、U相コイル32Uのうちの第2のコイルが配置されたスロット311の内層に配置される。U相コイル32Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、V相コイル32Vのうちの第1のコイルが配置されるスロット311の外層に配置される。

[0125] V相コイル32Vのうちの各第3のコイルの一部は、V相コイル32Vのうちの第2のコイルが配置されたスロット311の内層に配置される。V相コイル32Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル32Wのうちの第1のコイルが配置されるスロット311の外層に配置される。

[0126] W相コイル32Wのうちの各第3のコイルの一部は、W相コイル32Wのうちの第2のコイルが配置されたスロット311の内層に配置される。W相コイル32Wのうちの各第3のコイルの他の一部は、U相コイル32Uのうちの第1のコイルが配置されるスロット311の外層に配置される。

[0127] ステップS23では、3相コイル32の各相のコイルを絶縁するように、絶縁部材33がスロット311内に配置される。例えば、各第1のコイルを固定子鉄心31に挿入する前に、絶縁部材33を第3のコイルが配置されたスロット311内に配置する。この場合、第3のコイルの一部及び第2のコイルが、スロット311の外層に配置されているので、実施の形態1と比べて、絶縁部材33をスロット311内に配置しやすい。

[0128] 図21は、ステップS24における第1のコイルの挿入工程を示す図であ

る。

ステップS 2 4では、図 2 1に示されるように、固定子鉄心 3 1に各相の第 1のコイルを挿入器具 9で取り付け。具体的には、固定子鉄心 3 1のスロット 3 1 1の内層に、各相の第 1のコイルを分布巻きで配置する。すなわち、U相コイル 3 2 Uの第 1のコイル、V相コイル 3 2 Vの第 1のコイル、及びW相コイル 3 2 Wの第 1のコイルを、分布巻きでスロット 3 1 1の内層に配置する。

[0129] 例えば、U相コイル 3 2 Uのうちの各第 1のコイルの一部は、U相コイル 3 2 Uのうちの第 2のコイルが配置されたスロット 3 1 1の内層に配置される。U相コイル 3 2 Uのうちの各第 1のコイルの他の一部は、W相コイル 3 2 Wのうちの第 3のコイルが配置されたスロット 3 1 1の内層に配置される。

[0130] V相コイル 3 2 Vのうちの各第 1のコイルの一部は、V相コイル 3 2 Vのうちの第 2のコイルが配置されたスロット 3 1 1の内層に配置される。V相コイル 3 2 Vのうちの各第 1のコイルの他の一部は、U相コイル 3 2 Uのうちの第 3のコイルが配置されたスロット 3 1 1の内層に配置される。

[0131] W相コイル 3 2 Wのうちの各第 1のコイルの一部は、W相コイル 3 2 Wのうちの第 2のコイルが配置されたスロット 3 1 1の内層に配置される。W相コイル 3 2 Wのうちの各第 1のコイルの他の一部は、V相コイル 3 2 Vのうちの第 3のコイルが配置されたスロット 3 1 1の内層に配置される。

[0132] ステップS 2 1からステップS 2 4では、3相コイル 3 2の各コイルエンド 3 2 a及びスロット 3 1 1において3相コイル 3 2が上述の配列を持つように、3相コイル 3 2が分布巻きで固定子鉄心 3 1に取り付けられる。

[0133] 例えば、各相のコイルエンド 3 2 aにおいて、n組のコイル群は、固定子 3の周方向に等間隔で配列され、且つ、各相のコイルエンド 3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第 1から第 3のコイルが固定子 3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されるように、3相コイル 3 2が分布巻きで固定子鉄心 3 1に取り付けられる。この場合、各相のコイルエンド 3 2 aにおい

て、各コイル群を構成する第1のコイル、第3のコイル、及び第2のコイルが固定子3の径方向において固定子鉄心31の内側よりこの順に配置されるように、3相コイル32が分布巻きで固定子鉄心31に取り付けられる。

[0134] したがって、3相コイル32の各コイルエンド32aにおいて、第2のコイルが、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの外側に配置され、第1のコイル及び第3のコイルの一方が他方よりも固定子鉄心31の中心に近くに配置されるように、3相コイル32が固定子鉄心31に取り付けられる。

[0135] ステップS25では、U相コイル32U、V相コイル32V、及びW相コイル32Wを互いに接続する。例えば、U相コイル32U、V相コイル32V、及びW相コイル32Wは、Y結線又はデルタ結線で接続される。さらに、接続された3相コイル32の形を整える。その結果、図16に示される固定子3が得られる。

[0136] 〈固定子3の利点〉

本実施の形態における固定子3によれば、3相コイル32におけるインダクタンスのバランスが改善される。したがって、固定子3を有する電動機1におけるトルクリップルの増加及び損失の増加を抑えることができる。

[0137] さらに、固定子3では、コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。具体的には、径方向に同じ相のコイルが部分的に重なっている。そのため、各相のコイルを絶縁するための絶縁部材33を削減することができる。

[0138] 固定子3の製造方法によれば、上述の利点を持つ固定子3を製造することができる。さらに、固定子3の製造方法によれば、挿入器具9を用いて3相コイル32を固定子鉄心31に取り付けることができる。そのため、例えば、比較例として説明した固定子3aに比べて、固定子3を効率的に製造することができる。

[0139] 実施の形態3.

図22は、実施の形態3に係る電動機1の構造を概略的に示す上面図である。

実施の形態3では、3相コイル32の配置が、実施の形態1で説明した配置と異なる。実施の形態3では、実施の形態1と異なる構成について説明する。本実施の形態において説明されない構成は、実施の形態1と同じ構成とすることができる。

[0140] 〈固定子3〉

図23は、スロット311内の3相コイル32の配置を示す図である。

図24は、コイルエンド32a及びスロット311内の3相コイル32の配置を示す図である。図24は、図23に示される固定子3の展開図である。図24において、破線は、コイルエンド32aにおける各相のコイルを示し、鎖線は、各スロット311内の内層と外層との間の境界を示す。

[0141] 図23及び図24に示される例では、実施の形態1と同様に、固定子鉄心31は、18個のスロット311を有する。

〈コイルエンド32aにおけるコイルの配置〉

各コイルエンド32aにおいて、n組のコイル群は、固定子3の周方向に等間隔で配列されている。各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。各コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、U相の第1のコイル及び第2のコイルが、径方向において互いに隣接しており、U相の第2のコイル及び第3コイルが、径方向において互いに隣接しており、V相の第1のコイル及び第2のコイルが、径方向において互いに隣接している。

[0142] 各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの外側に配置されている。各コイルエンド32aにおいて

、W相コイル32Wの第1のコイル及び第3のコイルは、3相コイル32の中で最も固定子鉄心31の中心に近い。

[0143] 図22に示される例では、各コイルエンド32aにおいて、U相コイル32Uの各第1のコイル及び各第3のコイルは、中間領域に配置されており、U相コイル32Uの各第2のコイルは、外側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、V相コイル32Vの各第1のコイルの一部は、内側領域に配置されており、V相コイル32Vの各第1のコイルの他の一部は、中間領域に配置されており、V相コイル32Vの各第2のコイルは、外側領域に配置されており、V相コイル32Vの各第3のコイルの一部は、内側領域に配置されており、V相コイル32Vの各第3のコイルの他の一部は、中間領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、W相コイル32Wの各第1のコイル及び各第3のコイルは、内側領域に配置されており、W相コイル32Wの各第2のコイルは、外側領域に配置されている。

[0144] 〈スロット311内のコイルの配置の概要〉

各相の各第2のコイルは、スロット311の外層に配置されている。

[0145] U相コイル32Uの第1のコイルの一部は、スロット311の内層に配置されており、U相コイル32Uの第1のコイルの他の一部は、他のスロット311の外層に配置されている。U相コイル32Uの第3のコイルの一部は、スロット311の内層に配置されており、U相コイル32Uの第3のコイルの他の一部は、他のスロット311の外層に配置されている。

[0146] V相コイル32Vの第1のコイルは、スロット311の内層に配置されている。V相コイル32Vの第3のコイルの一部は、スロット311の内層に配置されており、V相コイル32Vの第3のコイルの他の一部は、他のスロット311の外層に配置されている。

[0147] W相コイル32Wの第1のコイル及び第3のコイルは、スロット311の内層に配置されている。

[0148] 〈スロット311内のU相コイル32Uの配置〉

スロット311内のU相コイル32Uの配置を以下に具体的に説明する。

U相コイル3 2 Uのうちの各第1のコイルの一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。U相コイル3 2 Uのうちの各第1のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、U相コイル3 2 Uのうちの各第1のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第3のコイルの外側に配置されている。

[0149] U相コイル3 2 Uのうちの各第2のコイルは、スロット3 1 1の外層に配置されている。

[0150] U相コイル3 2 Uのうちの各第3のコイルの一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。U相コイル3 2 Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、U相コイル3 2 Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるV相コイル3 2 Vの第1のコイルの外側に配置されている。

[0151] 〈スロット3 1 1内のV相コイル3 2 Vの配置〉

スロット3 1 1内のV相コイル3 2 Vの配置を以下に具体的に説明する。

V相コイル3 2 Vのうちの各第1のコイルは、スロット3 1 1の内層に配置されている。具体的には、V相コイル3 2 Vの各第1のコイルの一部は、V相コイル3 2 Vの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。V相コイル3 2 Vの各第1のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、V相コイル3 2 Vの各第1のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるU相コイル3 2 Uの第3のコイルの内側に配置されている。

[0152] V相コイル3 2 Vのうちの各第2のコイルは、スロット3 1 1の外層に配置されている。

[0153] V相コイル3 2 Vのうちの各第3のコイルの一部は、スロット3 1 1の内層に配置されており、V相コイル3 2 Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、他のスロット3 1 1の外層に配置されている。具体的には、V相コイル3 2 Vのうちの各第3のコイルの一部は、V相コイル3 2 Vの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されており、V相コイル3 2 Vのうちの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、V相コイル3 2 Vの各第3のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第1のコイルの外側に配置されている。

[0154] 〈スロット3 1 1内のW相コイル3 2 Wの配置〉

スロット3 1 1内のW相コイル3 2 Wの配置を以下に具体的に説明する。

W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第2のコイルの内側に配置されている。W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるV相コイル3 2 Vの第3のコイルの内側に配置されている。

[0155] W相コイル3 2 Wのうちの各第2のコイルは、スロット3 1 1の外層に配置されている。

[0156] W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第2のコイルの内側に配置されている。W相コイル3 2

Wの各第3のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wの各第3のコイルの一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるU相コイル3 2 Uの第1のコイルの内側に配置されている。

[0157] 絶縁部材3 3は、実施の形態1と同じように配置できる。

[0158] 〈コイルの配置の変形例〉

各コイル群の第1のコイルの位置と第3のコイルの位置とを互いに入れ替えてもよい。この場合、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群の第3のコイル、第2のコイル、及び第1のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されており、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの外側に配置されている。

[0159] 〈固定子3の製造方法〉

実施の形態3で説明した固定子3の製造方法の一例について説明する。

図2 5は、固定子3の製造工程の一例を示すフローチャートである。

[0160] 図2 6は、ステップS 3 1における第2のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップS 3 1では、図2 6に示されるように、予め作製された固定子鉄心3 1に、各相の第2のコイルを挿入器具9で取り付ける。具体的には、スロット3 1 1の外層に各相の第2のコイルを分布巻きで配置する。すなわち、U相コイル3 2 Uの第2のコイル、V相コイル3 2 Vの第2のコイル、及びW相コイル3 2 Wの第2のコイルを、分布巻きでスロット3 1 1の外層に配置する。

[0161] 図2 7は、ステップS 3 2におけるU相コイル3 2 Uの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップS 3 2では、図2 7に示されるように、固定子鉄心3 1にU相コイル3 2 Uの第1のコイル及び第3のコイルを挿入器具9で取り付ける。具

体的には、スロット 3 1 1 の外層又は内層に U 相コイル 3 2 U の第 1 のコイル及び第 3 のコイルを分布巻きで配置する。

[0162] 例えば、U 相コイル 3 2 U のうちの各第 1 のコイルの一部は、U 相コイル 3 2 U のうちの第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。U 相コイル 3 2 U のうちの各第 1 のコイルの他の一部は、W 相コイルのうちの第 3 のコイルが配置されるスロット 3 1 1 の外層に配置される。

[0163] U 相コイル 3 2 U のうちの各第 3 のコイルの一部は、U 相コイル 3 2 U のうちの第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。U 相コイル 3 2 U のうちの各第 3 のコイルの他の一部は、V 相コイル 3 2 V のうちの第 1 のコイルが配置されるスロット 3 1 1 の外層に配置される。

[0164] ステップ S 3 3 では、3 相コイル 3 2 の各相のコイルを絶縁するように、絶縁部材 3 3 がスロット 3 1 1 内に配置される。例えば、U 相コイル 3 2 U の第 1 のコイル及び第 3 のコイルが絶縁されるように、固定子鉄心 3 1 の 4 箇所絶縁部材 3 3 が配置される。

[0165] 図 2 8 は、ステップ S 3 4 における V 相コイル 3 2 V の第 1 のコイル及び第 3 のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップ S 2 4 では、図 2 8 に示されるように、固定子鉄心 3 1 に V 相コイル 3 2 V の第 1 のコイル及び第 3 のコイルを挿入器具 9 で取り付ける。体的には、スロット 3 1 1 の外層又は内層に V 相コイル 3 2 V の第 1 のコイル及び第 3 のコイルを分布巻きで配置する。

[0166] 例えば、V 相コイル 3 2 V の各第 1 のコイルの一部は、V 相コイル 3 2 V の第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。V 相コイル 3 2 V の各第 1 のコイルの他の一部は、U 相コイル 3 2 U の第 3 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。V 相コイル 3 2 V のうちの各第 3 のコイルの一部は、V 相コイル 3 2 V の第 2 のコイルが配置されたスロット 3 1 1 の内層に配置される。V 相コイル 3 2 V の各第 3 のコイルの他の一部は、W 相コイル 3 2 W の第 1 のコイルが配置されるスロット 3 1 1 の外層に配置される。

- [0167] ステップS 3 5では、3相コイル3 2のV相コイル3 2 Vを絶縁するように、絶縁部材3 3がスロット3 1 1内に配置される。具体的には、V相コイル3 2 Vの第3のコイルの他の一部が配置されたスロット3 1 1内において、その第3のコイルの内側に絶縁部材3 3が配置される。
- [0168] 図2 9は、ステップS 3 6におけるW相コイル3 2 Wの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。
- ステップS 3 6では、図2 9に示されるように、固定子鉄心3 1にW相コイル3 2 Wの第1のコイル及び第3のコイルを挿入器具9で取り付ける。具体的には、スロット3 1 1の内層にW相コイル3 2 Wの第1のコイル及び第3のコイルを分布巻きで配置する。
- [0169] 例えば、W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。W相コイル3 2 Wの各第3のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。
- [0170] ステップS 3 1からステップS 3 6では、3相コイル3 2の各コイルエンド3 2 a及びスロット3 1 1において3相コイル3 2が上述の配列を持つように、3相コイル3 2が分布巻きで固定子鉄心3 1に取り付けられる。
- [0171] 例えば、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、n組のコイル群は、固定子3の周方向に等間隔で配列され、且つ、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されるように、3相コイル3 2が分布巻きで固定子鉄心3 1に取り付けられる。この場合、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの外側に配置さ

れ、各コイルエンド32aにおいて、W相コイル32Wの第1のコイル及び第3のコイルは、3相コイル32の中で最も固定子鉄心31の中心に近く配置される。

[0172] ステップS37では、U相コイル32U、V相コイル32V、及びW相コイル32Wを互いに接続する。例えば、U相コイル32U、V相コイル32V、及びW相コイル32Wは、Y結線又はデルタ結線で接続される。さらに、接続された3相コイル32の形を整える。その結果、図22に示される固定子3が得られる。

[0173] 〈固定子3の利点〉

本実施の形態における固定子3によれば、3相コイル32におけるインダクタンスのバランスが改善される。したがって、固定子3を有する電動機1におけるトルクリップルの増加及び損失の増加を抑えることができる。

[0174] さらに、固定子3では、コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。具体的には、径方向に同じ相のコイルが部分的に重なっている。そのため、各相のコイルを絶縁するための絶縁部材33を削減することができる。

[0175] 固定子3の製造方法によれば、上述の利点を持つ固定子3を製造することができる。さらに、固定子3の製造方法によれば、挿入器具9を用いて3相コイル32を固定子鉄心31に取り付けることができる。そのため、例えば、比較例として説明した固定子3aに比べて、固定子3を効率的に製造することができる。

[0176] さらに、固定子3の製造方法によれば、各相の各コイル群の第1のコイルと第3のコイルとを直列に接続した状態で、各相のコイルを固定子鉄心31に取り付けることができる。そのため、各相のコイルをスロット311に配置した後に第1のコイルと第3のコイルとを接続する必要がない。

[0177] さらに、固定子3の製造方法によれば、ステップS32、S34、及びS36において、各コイルエンド32aに、4つのコイルを同時に配置する。

そのため、各コイル群のうちの2つのコイルを挿入器具9に設置した状態で、これらの2つのコイルを互いに接続することができ、接続されたコイルを挿入器具9で固定子鉄心31に取り付けることができる。したがって、3相コイル32を固定子鉄心31に取り付けた後の結線作業を減らすことができる。

[0178] さらに、 $x y$ 平面において、同じスロット311内に配置された異なる相のコイル間に、他の相のコイルが存在しない。例えば、 $x y$ 平面において、1つのスロット311内に配置されたV相コイル32Vの第3のコイルとW相コイル32Wの第1のコイルとの間にU相コイルが存在しない。したがって、スロット311内に絶縁部材33を配置するときに、絶縁部材33をスロット311内に軸方向に容易に挿入することができる。

[0179] 実施の形態4.

図30は、実施の形態4に係る電動機1の構造を概略的に示す上面図である。

実施の形態4では、3相コイル32の配置が、実施の形態1で説明した配置と異なる。実施の形態4では、実施の形態1と異なる構成について説明する。本実施の形態において説明されない構成は、実施の形態1と同じ構成とすることができる。

[0180] 〈固定子3〉

図31は、コイルエンド32a及びスロット311内の3相コイル32の配置を示す図である。図31は、図30に示される固定子3の展開図である。図31において、破線は、コイルエンド32aにおける各相のコイルを示し、鎖線は、各スロット311内の内層と外層との間の境界を示す。

[0181] 図30に示される例では、実施の形態1と同様に、固定子鉄心31は、18個のスロット311を有する。

〈コイルエンド32aにおけるコイルの配置〉

コイルエンド32aにおいて、 n 組のコイル群は、固定子3の周方向に等間隔で配列されている。各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を

構成する第1から第3のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。各コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、W相の第1のコイル及び第2のコイルが、径方向において互いに隣接しており、W相の第2のコイル及び第3コイルが、径方向において互いに隣接しており、V相の第2のコイル及び第3のコイルが、径方向において互いに隣接している。

[0182] 各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの内側に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、U相コイル32Uのうちの第1のコイル及び第3のコイルは、3相コイル32の中で固定子鉄心31の中心から最も離れている。

[0183] 図30に示される例では、各コイルエンド32aにおいて、U相コイル32Uの各第1のコイル及び各第3のコイルは、外側領域に配置されており、U相コイル32Uの各第2のコイルは、内側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、V相コイル32Vの各第1のコイルの一部は、中間領域に配置されており、V相コイル32Vの各第1のコイルの他の一部は、外側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、V相コイル32Vの各第2のコイルは、内側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、V相コイル32Vの各第3のコイルの一部は、中間領域に配置されており、V相コイル32Vの各第1のコイルの他の一部は、外側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、W相コイル32Wの各第1のコイル及び各第3のコイルは、中間領域に配置されており、W相コイル32Wの各第2のコイルは、内側領域に配置されている。

[0184] 〈スロット311内のコイルの配置の概要〉

各相の各第2のコイルは、スロット311の内層に配置されている。

[0185] U相コイル32Uの第1のコイル及び第3のコイルは、スロット311の

外層に配置されている。

[0186] V相コイル3 2 Vの第1のコイルの一部は、スロット3 1 1の内層又は外層に配置されている。V相コイル3 2 Vの第3のコイルは、スロット3 1 1の外層に配置されている。

[0187] W相コイル3 2 Wの第1のコイル及び第3のコイルは、スロット3 1 1の内層又は外層に配置されている。

[0188] 〈スロット3 1 1内のU相コイル3 2 Uの配置〉

スロット3 1 1内のU相コイル3 2 Uの配置を以下に具体的に説明する。

U相コイル3 2 Uのうちの各第1のコイルの一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。U相コイル3 2 Uのうちの各第1のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、U相コイル3 2 Uのうちの各第1のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第3のコイルの外側に配置されている。

[0189] U相コイル3 2 Uのうちの各第2のコイルは、スロット3 1 1の内層に配置されている。

[0190] U相コイル3 2 Uのうちの各第3のコイルの一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。U相コイル3 2 Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、U相コイル3 2 Uのうちの各第3のコイルの他の一部は、スロット3 1 1内において、径方向におけるV相コイル3 2 Vの第1のコイルの外側に配置されている。

[0191] 〈スロット3 1 1内のV相コイル3 2 Vの配置〉

スロット3 1 1内のV相コイル3 2 Vの配置を以下に具体的に説明する。

V相コイル3 2 Vのうちの各第1のコイルの一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。

V相コイル3 2 Vの各第1のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、V相コイル3 2 Vの各第1のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるU相コイル3 2 Uの第3のコイルの内側に配置されている。

[0192] V相コイル3 2 Vのうちの各第2のコイルは、スロット3 1 1の内層に配置されている。

[0193] V相コイル3 2 Vのうちの各第3のコイルの一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。V相コイル3 2 Vの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、V相コイル3 2 Vの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第1のコイルの外側に配置されている。

[0194] 〈スロット3 1 1内のW相コイル3 2 Wの配置〉

スロット3 1 1内のW相コイル3 2 Wの配置を以下に具体的に説明する。

W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第2のコイルの外側に配置されている。W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるV相コイル3 2 Vの第3のコイルの内側に配置されている。

[0195] W相コイル3 2 Wのうちの各第2のコイルは、スロット3 1 1の内層に配置されている。

[0196] W相コイル3 2 Wの各第3のコイルの一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wの各第3のコイルの一部は、U相コイル3 2 Uのうちのその第1のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるU相コイル3 2 Uのその第1のコイルの内側に配置されている。W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1の外層に配置されている。したがって、W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの他の一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されたスロット3 1 1内において、径方向におけるW相コイル3 2 Wの第2のコイルの外側に配置されている。

[0197] 絶縁部材3 3は、実施の形態1と同じように配置できる。

[0198] 〈コイルの配置の変形例〉

各コイル群の第1のコイルの位置と第3のコイルの位置とを互いに入れ替えてもよい。この場合、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群の第3のコイル、第2のコイル、及び第1のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されており、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの内側に配置されている。

[0199] 〈固定子3の製造方法〉

実施の形態4で説明した固定子3の製造方法の一例について説明する。

図3 2は、固定子3の製造工程の一例を示すフローチャートである。

[0200] 図3 3は、ステップS 4 1におけるU相コイル3 2 Uの第1のコイル及び第3のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップS 4 1では、図3 3に示されるように、予め作製された固定子鉄心3 1に、U相コイル3 2 Uの第1のコイル及び第3のコイルを挿入器具9で取り付ける。具体的には、スロット3 1 1の外層にU相コイル3 2 Uの第1のコイル及び第3のコイルを分布巻きで配置する。

[0201] ステップS 4 2では、3相コイル3 2の各相のコイルを絶縁するように、

絶縁部材 33 がスロット 311 内に配置される。例えば、U 相コイル 32U の第 1 のコイル及び第 3 のコイルが絶縁されるように、固定子鉄心 31 の 4 箇所、すなわち 4 箇所に絶縁部材 33 が配置される。

[0202] 図 34 は、ステップ S43 における V 相コイル 32V の第 1 のコイル及び第 3 のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップ S43 では、図 34 に示されるように、予め作製された固定子鉄心 31 に、V 相コイル 32V の第 1 のコイル及び第 3 のコイルを挿入器具 9 で取り付ける。具体的には、スロット 311 の外層又は内層に V 相コイル 32V の第 1 のコイル及び第 3 のコイルを分布巻きで配置する。

[0203] 例えば、V 相コイル 32V のうちの各第 1 のコイルの一部は、スロット 311 の外層に配置される。V 相コイル 32V の各第 1 のコイルの他の一部は、U 相コイル 32U のうちの第 3 のコイルが配置されたスロット 311 の内層に配置される。したがって、V 相コイル 32V の各第 1 のコイルの他の一部は、U 相コイル 32U のうちの第 3 のコイルが配置されたスロット 311 内において、径方向における U 相コイル 32U のうちの第 3 のコイルの内側に配置される。V 相コイル 32V のうちの各第 3 のコイルの一部は、スロット 311 の外層に配置される。V 相コイル 32V の各第 3 のコイルの他の一部も、スロット 311 の外層に配置される。

[0204] ステップ S44 では、3 相コイル 32 の各相のコイルを絶縁するように、絶縁部材 33 がスロット 311 内に配置される。例えば、コイル群が絶縁されるように、固定子鉄心 31 の 4 箇所に絶縁部材 33 が配置される。

[0205] 図 35 は、ステップ S45 における W 相コイル 32W の第 1 のコイル及び第 3 のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップ S45 では、図 35 に示されるように、予め作製された固定子鉄心 31 に、W 相コイル 32W の第 1 のコイル及び第 3 のコイルを挿入器具 9 で取り付ける。具体的には、固定子鉄心 31 のスロット 311 の内層又は外層に、W 相コイル 32W の第 1 のコイル及び第 3 のコイルを分布巻きで挿入する。

[0206] 例えば、W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されるスロット3 1 1の外層に配置される。W相コイル3 2 Wのうちの各第1のコイルの他の一部は、V相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの一部は、W相コイル3 2 Wの第2のコイルが配置されるスロット3 1 1の外層に配置される。W相コイル3 2 Wのうちの各第3のコイルの他の一部は、U相コイル3 2 Uのうちの第1のコイルが配置されたスロット3 1 1の内層に配置される。

[0207] 図3 6は、ステップS 4 6における各相のコイルの第2のコイルの挿入工程を示す図である。

ステップS 4 6では、図3 6に示されるように、予め作製された固定子鉄心3 1に、各相のコイルの第2のコイルを挿入器具9で取り付ける。具体的には、スロット3 1 1の内層に、各相の第2のコイルを分布巻きで配置する。すなわち、U相コイル3 2 Uの第2のコイル、V相コイル3 2 Vの第2のコイル、及びW相コイル3 2 Wの第2のコイルを、スロット3 1 1の内層に分布巻きで配置する。

[0208] ステップS 4 1からステップS 4 6では、3相コイル3 2の各コイルエンド3 2 a及びスロット3 1 1において3相コイル3 2が上述の配列を持つように、3相コイル3 2が分布巻きで固定子鉄心3 1に取り付けられる。

[0209] 例えば、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、n組のコイル群は、固定子3の周方向に等間隔で配列され、且つ、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されるように、3相コイル3 2が分布巻きで固定子鉄心3 1に取り付けられる。この場合、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの内側に配置され、各コイルエンド3 2 aにおいて、U相コイル3 2 Uのうちの第1のコイル及び第3のコイルは、3相コイル3 2の中で固定子鉄心3 1の中心から最

も離れている。

[0210] ステップS 4 7では、U相コイル3 2 U、V相コイル3 2 V、及びW相コイル3 2 Wを互いに接続する。例えば、U相コイル3 2 U、V相コイル3 2 V、及びW相コイル3 2 Wは、Y結線又はデルタ結線で接続される。さらに、接続された3相コイル3 2の形を整える。その結果、図3 0に示される固定子3が得られる。

[0211] 〈固定子3の利点〉

本実施の形態における固定子3によれば、3相コイル3 2におけるインダクタンスのバランスが改善される。したがって、固定子3を有する電動機1におけるトルクリップルの増加及び損失の増加を抑えることができる。

[0212] さらに、固定子3では、コイルエンド3 2 aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。具体的には、径方向に同じ相のコイルが部分的に重なっている。そのため、各相のコイルを絶縁するための絶縁部材3 3を削減することができる。

[0213] 固定子3の製造方法によれば、上述の利点を持つ固定子3を製造することができる。さらに、固定子3の製造方法によれば、挿入器具9を用いて3相コイル3 2を固定子鉄心3 1に取り付けることができる。そのため、例えば、比較例として説明した固定子3 aに比べて、固定子3を効率的に製造することができる。

[0214] さらに、固定子3の製造方法によれば、各相の各コイル群の第1のコイルと第3のコイルとを直列に接続した状態で、各相のコイルを固定子鉄心3 1に取り付けることができる。そのため、各相のコイルをスロット3 1 1に配置した後に第1のコイルと第3のコイルとを接続する必要がない。

[0215] さらに、固定子3の製造方法によれば、ステップS 4 1、S 4 3、及びS 4 5において、各コイルエンド3 2 aに、4つのコイルを同時に配置する。そのため、各コイル群のうちの2つのコイルを挿入器具9に設置した状態で、これらの2つのコイルを互いに接続することができ、接続されたコイルを

挿入器具 9 で固定子鉄心 3 1 に取り付けることができる。したがって、3 相コイル 3 2 を固定子鉄心 3 1 に取り付けた後の結線作業を減らすことができる。

[0216] さらに、 $x y$ 平面において、同じスロット 3 1 1 内に配置された異なる相のコイル間に、他の相のコイルが存在しない。例えば、 $x y$ 平面において、1 つのスロット 3 1 1 内に配置された V 相コイル 3 2 V の第 3 のコイルと W 相コイル 3 2 W の第 1 のコイルとの間に U 相コイルが存在しない。したがって、スロット 3 1 1 内に絶縁部材 3 3 を配置するときに、絶縁部材 3 3 をスロット 3 1 1 内に軸方向に容易に挿入することができる。

[0217] 実施の形態 5.

〈電動機 1〉

図 3 7 は、実施の形態 5 に係る電動機 1 の構造を概略的に示す上面図である。

本実施の形態では、「 n 」の値が、実施の形態 1 で説明した「 n 」の値と異なる。本実施の形態では、 $n = 1$ である。本実施の形態では、実施の形態 1 と異なる構成について説明する。本実施の形態において説明されない詳細は、実施の形態 1 と同じ詳細とすることができる。

[0218] 〈固定子 3〉

固定子鉄心 3 1 は、3 相コイル 3 2 が配置される $9 \times n$ 個のスロット 3 1 1 を有する。実施の形態 1 で説明したように、 $9 \times n$ 個のスロット 3 1 1 の各々は、3 相コイル 3 2 のうちの 1 つのコイルが配置される内層と、径方向における内層の外側に設けられており 3 相コイル 3 2 のうちの 1 つのコイルが配置される外層とを含む。本実施の形態では、 $n = 1$ である。したがって、本実施の形態では、固定子鉄心 3 1 は、9 個のスロット 3 1 1 を有する。

[0219] 3 相コイル 3 2 (すなわち、各相のコイル) は、スロット 3 1 1 内に配置されたコイルサイドと、スロット 3 1 1 内に配置されていないコイルエンド 3 2 a とを持つ。各コイルエンド 3 2 a は、軸方向における 3 相コイル 3 2 の端部である。

[0220] 3相コイル32は、各コイルエンド32aにおいて、 $3 \times n$ 個のU相コイル32U、 $3 \times n$ 個のV相コイル32V、及び $3 \times n$ 個のW相コイル32Wを有する(図1)。すなわち、3相コイル32は、第1相、第2相、及び第3相の3相を持つ。例えば、第1相はU相であり、第2相はV相であり、第3相はW相である。本実施の形態では、3相の各々を、U相、V相、及びW相と称する。図1に示される各U相コイル32U、各V相コイル32V、及び各W相コイル32Wを、単にコイルとも称する。

[0221] 本実施の形態では、 $n=1$ である。したがって、図1に示される例では、コイルエンド32aにおいて、3相コイル32は、3個のU相コイル32U、3個のV相コイル32V、及び3個のW相コイル32Wを持っている

[0222] 3相コイル32に電流が流れたとき、3相コイル32は、 $4 \times n$ 個の磁極を形成する。本実施の形態では、 $n=1$ である。したがって、本実施の形態では、3相コイル32に電流が流れたとき、3相コイル32は、4磁極を形成する。

[0223] 図38は、図37に示される電動機1に対応する電動機1を示す上面図である。

図38に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのU相コイル32Uを、それぞれ、第1のコイルU1、第2のコイルU2、第3のコイルU3と称する。図38に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのV相コイル32Vを、それぞれ、第1のコイルV1、第2のコイルV2、第3のコイルV3と称する。図38に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのW相コイル32Wを、それぞれ、第1のコイルW1、第2のコイルW2、第3のコイルW3と称する。各第1のコイルU1、各第2のコイルU2、各第3のコイルU3、各第1のコイルV1、各第2のコイルV2、各第3のコイルV3、各第1のコイルW1、各第2のコイルW2、及び各第3のコイルW3を、単にコイルとも称する。

[0224] 〈U相コイル32U〉

実施の形態1で説明したように、 $3 \times n$ 個のU相コイル32Uは、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する第1から第3のコイルU1、U2、及びU3を一組とするn組のコイル群を含む。言い換えると、 $3 \times n$ 個のU相コイル32Uはn組のコイル群を含み、 $3 \times n$ 個のU相コイル32Uのうちの各コイル群は、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3を含む。

[0225] 各コイルエンド32aにおいて、各コイル群のうちの第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3は、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。

[0226] 本実施の形態では、 $n = 1$ である。したがって、図38に示されるように、各コイルエンド32aにおいて、3個のU相コイル32Uは、周方向に隣接する第1から第3のコイルU1、U2、及びU3を一組とする1組のコイル群で構成されている。

[0227] 本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、3個のU相コイル32Uのうちの第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3は、固定子3の径方向にこの順に配列されている。言い換えると、各コイルエンド32aにおいて、3個のU相コイル32Uのうちの第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3は、固定子3の径方向に固定子鉄心31の内側よりこの順に配列されている。3個のU相コイル32Uのうちの第1のコイルU1、第2のコイルU2、及び第3のコイルU3は、直列に接続されている。3個のU相コイル32Uのうちの第2のコイルU2は、他の2つのコイルU1及びU3とは逆向きに固定子鉄心31に巻かれている。

[0228] 3個のU相コイル32Uのうちの第1のコイルU1の一部及び第2のコイルU2の一部は、9個のスロット311のうちの1つのスロット311に配置されている。この場合において、3個のU相コイル32Uのうちの第2のコイルU2の他の一部及び第3のコイルU3の一部は、9個のスロット311のうちのもう1つのスロット311に配置されている。

[0229] 3個のU相コイル32Uのうちの第1のコイルU1の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに1つのスロット311に配置されている。3個のU相コイル32Uのうちの第3のコイルU3の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに1つのスロット311に配置されている。

[0230] 〈V相コイル32V〉

実施の形態1で説明したように、 $3 \times n$ 個のV相コイル32Vは、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する第1から第3のコイルV1, V2, 及びV3を一組とするn組のコイル群を含む。言い換えると、 $3 \times n$ 個のV相コイル32Vはn組のコイル群を含み、 $3 \times n$ 個のV相コイル32Vのうちの各コイル群は、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する第1のコイルV1、第2のコイルV2、及び第3のコイルV3を含む。

[0231] 各コイルエンド32aにおいて、各コイル群のうちの第1のコイルV1、第2のコイルV2、及び第3のコイルV3は、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。

[0232] 本実施の形態では、 $n = 1$ である。したがって、図38に示されるように、各コイルエンド32aにおいて、3個のV相コイル32Vは、周方向に隣接する第1から第3のコイルV1, V2, 及びV3を一組とする1組のコイル群で構成されている。

[0233] 本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、3個のV相コイル32Vのうちの第1のコイルV1、第2のコイルV2、及び第3のコイルV3は、固定子3の径方向にこの順に配列されている。言い換えると、各コイルエンド32aにおいて、3個のV相コイル32Vのうちの第1のコイルV1、第2のコイルV2、及び第3のコイルV3は、固定子3の径方向に固定子鉄心31の内側よりこの順に配列されている。3個のV相コイル32Vのうちの第1のコイルV1、第2のコイルV2、及び第3のコイルV3は、直列に接続されている。3個のV相コイル32Vのうちの第2のコイルV2は、他の2つのコイルV1及びV3とは逆向きに固定子鉄心31に巻かれている。

[0234] 3個のV相コイル3 2 Vのうちの第1のコイルV 1の一部及び第2のコイルV 2の一部は、9個のスロット3 1 1のうちの1つのスロット3 1 1に配置されている。この場合において、3個のV相コイル3 2 Vのうちの第2のコイルV 2の他の一部及び第3のコイルV 3の一部は、9個のスロット3 1 1のうちのもう1つのスロット3 1 1に配置されている。

[0235] 3個のV相コイル3 2 Vのうちの第1のコイルV 1の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに1つのスロット3 1 1に配置されている。3個のV相コイル3 2 Vのうちの第3のコイルV 3の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに1つのスロット3 1 1に配置されている。

[0236] 〈W相コイル3 2 W〉

実施の形態1で説明したように、 $3 \times n$ 個のW相コイル3 2 Wは、各コイルエンド3 2 aにおいて周方向に隣接する第1から第3のコイルW 1, W 2, 及びW 3を一組とするn組のコイル群W gを含む。言い換えると、6個のW相コイル3 2 Wはn組のコイル群を含み、 $3 \times n$ 個のW相コイル3 2 Wのうちの各コイル群は、各コイルエンド3 2 aにおいて周方向に隣接する第1のコイルW 1、第2のコイルW 2、及び第3のコイルW 3を含む。

[0237] 各コイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群のうちの第1のコイルW 1、第2のコイルW 2、及び第3のコイルW 3は、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。

[0238] 本実施の形態では、 $n = 1$ である。したがって、図38に示されるように、各コイルエンド3 2 aにおいて、3個のW相コイル3 2 Wは、周方向に隣接する第1から第3のコイルW 1, W 2, 及びW 3を一組とする1組のコイル群で構成されている。

[0239] 本実施の形態では、各コイルエンド3 2 aにおいて、3個のW相コイル3 2 Wのうちの第1のコイルW 1、第2のコイルW 2、及び第3のコイルW 3は、固定子3の径方向にこの順に配列されている。言い換えると、各コイルエンド3 2 aにおいて、3個のW相コイル3 2 Wのうちの第1のコイルW 1、第2のコイルW 2、及び第3のコイルW 3は、固定子3の径方向に固定子

鉄心 3 1 の内側よりこの順に配列されている。3 個の W 相コイル 3 2 W のうちの第 1 のコイル W 1、第 2 のコイル W 2、及び第 3 のコイル W 3 は、直列に接続されている。3 個の W 相コイル 3 2 W のうちの第 2 のコイル W 2 は、他の 2 つのコイル W 1 及び W 3 とは逆向きに固定子鉄心 3 1 に巻かれている。

[0240] 3 個の W 相コイル 3 2 W のうちの第 1 のコイル W 1 の一部及び第 2 のコイル W 2 の一部は、9 個の スロット 3 1 1 のうちの 1 つの スロット 3 1 1 に配置されている。この場合において、3 個の W 相コイル 3 2 W のうちの第 2 のコイル W 2 の他の一部及び第 3 のコイル W 3 の一部は、9 個の スロット 3 1 1 のうちの もう 1 つの スロット 3 1 1 に配置されている。

[0241] 3 個の W 相コイル 3 2 W のうちの第 1 のコイル W 1 の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに 1 つの スロット 3 1 1 に配置されている。3 個の W 相コイル 3 2 W のうちの第 3 のコイル W 3 の他の一部は、他の相のコイルの一部とともに 1 つの スロット 3 1 1 に配置されている。

[0242] 〈コイルエンド 3 2 a におけるコイルの配置〉

各コイルエンド 3 2 a における 3 相コイル 3 2 の配置について具体的に以下に説明する。上述のように、 $3 \times n$ 個の U 相コイル 3 2 U、 $3 \times n$ 個の V 相コイル 3 2 V、及び $3 \times n$ 個の W 相コイル 3 2 W の各々は、第 1 から第 3 のコイルを一組とする n 組のコイル群を含む。各相において、1 組のコイル群（各コイル群とも称する）は、周方向に連続的に配列された 3 つのコイルである。言い換えると、各相において、1 組のコイル群は、周方向に隣接する 3 つのコイルである。

[0243] 各相の各コイルエンド 3 2 a において、各コイル群を構成する第 1 から第 3 のコイルは、固定子 3 の周方向にこの順に 2 スロットピッチで配列されている。各相の各コイルエンド 3 2 a において、各コイル群を構成する第 1 から第 3 のコイルは、固定子 3 の径方向にこの順に配置されている。

[0244] 各コイルエンド 3 2 a において、少なくとも 1 つの相のうちの第 1 から第 3 のコイルのうちの少なくとも 2 つが、径方向において互いに隣接している

。本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、各相の第1のコイル及び第2のコイルが、径方向において互いに隣接しており、各相の第2のコイル及び第3コイルが、径方向において互いに隣接している。

[0245] 本実施の形態では、各コイル群のコイルエンド32aにおいて、第1のコイルは内側領域に配置されており、第2のコイルは中間領域に配置されており、第3のコイルは外側領域に配置されている。すなわち、各コイル群のコイルエンド32aにおいて、第1のコイルは、径方向における第2のコイルの内側に配置されており、第3のコイルは、径方向における第2のコイルの外側に配置されており、第2のコイルは、第1のコイルと第3のコイルとの間に配置されている。

[0246] 〈スロット311内のコイルの配置の概要〉

3相コイル32の各相のコイルの第1のコイルは、スロット311の内層に配置されている。3相コイル32の各相のコイルの第2のコイルは、スロット311の内層又は外層に配置されている。3相コイル32の各相のコイルの第3のコイルは、スロット311の外層に配置されている。

[0247] したがって、各相のコイルは、スロット311の3箇所の外層に配置されており、スロット311の3箇所の内層に配置されている。

[0248] 〈スロット311内のU相コイル32Uの配置〉

スロット311内のU相コイル32Uの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態1における〈スロット311内のU相コイル32Uの配置〉で説明した配置と同じである。

[0249] 〈スロット311内のV相コイル32Vの配置〉

スロット311内のV相コイル32Vの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態1における〈スロット311内のV相コイル32Vの配置〉で説明した配置と同じである。

[0250] 〈スロット311内のW相コイル32Wの配置〉

スロット311内のW相コイル32Wの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態1における〈スロット311内のW相

コイル3 2 Wの配置〉で説明した配置と同じである。

[0251] 〈コイルの配置の変形例〉

各コイル群の第1のコイルの位置と第3のコイルの位置とを互いに入れ替えてもよい。この場合、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群の第3のコイル、第2のコイル、及び第1のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列され、固定子3の径方向にこの順に配置される。

[0252] 〈巻線係数〉

本実施の形態では、電動機1における巻線係数 k_w は、(短節巻係数 k_p) × (分布巻係数 k_d) で求められる。

[0253] 分布巻きの3相コイル3 2の短節巻係数 k_p は、1つのコイルが鎖交できる磁束量の比率を示す係数である。Pを3相コイル3 2の磁極の数、Qをスロット3 1 1の数、Sをスロットピッチの数とすると、短節巻係数 k_p は、次の式で求められる。

$$k_p = \sin \left[\left\{ P / (Q / S) \right\} \times (\pi / 2) \right]$$

本実施の形態では、 $P = 4$ 、 $Q = 9$ 、 $S = 2$ である。よって、 $k_p = 0.985$ である。

[0254] 分布巻きの3相コイル3 2の分布巻係数 k_d は、3相コイル3 2に鎖交する磁束の位相差を補正する係数である。毎極毎相スロット数を q とすると、分布巻係数 k_d は、次の式で求められる。

$$k_d = \left\{ \sin (\pi / 6) \right\} / \left\{ q \times \sin (\pi / 6 q) \right\}$$

本実施の形態では、 $q = 3$ である。よって、 $k_d = 0.960$ である。

[0255] したがって、本実施の形態では、電動機1の巻線係数 k_w は、 $0.985 \times 0.960 = 0.945$ である。

[0256] 〈絶縁部材3 3〉

絶縁部材3 3は、実施の形態1と同じように配置できる。

[0257] 〈固定子3の製造方法〉

固定子3の製造方法は、実施の形態1における〈固定子3の製造方法〉で

説明した方法と同じである。

[0258] 〈固定子 3 の利点〉

本実施の形態における固定子 3 によれば、実施の形態 1 における 〈固定子 3 の利点〉で説明した利点と同じ利点が得られる。

[0259] 実施の形態 6.

〈電動機 1〉

図 39 は、実施の形態 6 に係る電動機 1 の構造を概略的に示す上面図である。

本実施の形態では、「n」の値が、実施の形態 2 で説明した「n」の値と異なる。本実施の形態では、 $n = 1$ である。本実施の形態では、 $n = 1$ の場合において実施の形態 5 と異なる構成、方法などの詳細について説明する。本実施の形態において説明されない詳細は、実施の形態 2 又は 5 と同じ詳細とすることができる。

[0260] 〈固定子 3〉

本実施の形態で説明されない固定子 3 の詳細は、実施の形態 5 における 〈固定子 3〉で説明した詳細を採用可能である。

[0261] 図 40 は、図 39 に示される電動機 1 に対応する電動機 1 を示す上面図である。

図 40 に示されるように、各コイルエンド 32a において周方向に隣接する 3 つの U 相コイル 32U を、それぞれ、第 1 のコイル U1、第 2 のコイル U2、第 3 のコイル U3 と称する。図 40 に示されるように、各コイルエンド 32a において周方向に隣接する 3 つの V 相コイル 32V を、それぞれ、第 1 のコイル V1、第 2 のコイル V2、第 3 のコイル V3 と称する。図 40 に示されるように、各コイルエンド 32a において周方向に隣接する 3 つの W 相コイル 32W を、それぞれ、第 1 のコイル W1、第 2 のコイル W2、第 3 のコイル W3 と称する。各第 1 のコイル U1、各第 2 のコイル U2、各第 3 のコイル U3、各第 1 のコイル V1、各第 2 のコイル V2、各第 3 のコイル V3、各第 1 のコイル W1、各第 2 のコイル W2、及び各第 3 のコイル W

3を、単にコイルとも称する。

[0262] 〈コイルエンド3 2 aにおけるコイルの配置〉

各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。各コイルエンド3 2 aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。本実施の形態では、各コイルエンド3 2 aにおいて、各相の第2のコイル及び第3のコイルが、径方向において互いに隣接している。

[0263] 各相のコイルエンド3 2 aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの外側に配置されており、第1のコイル及び第3のコイルの一方が他方よりも固定子鉄心3 1の中心に近い。すなわち、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、第1のコイル及び第3のコイルの一方が他方よりも軸線Axに近い。具体的には、各相のコイルエンド3 2 aにおいて、第3のコイルよりも第1のコイルの方が固定子鉄心3 1の中心に近い。

[0264] 本実施の形態では、各コイル群のコイルエンド3 2 aにおいて、第1のコイルは内側領域に配置されており、第2のコイルは外側領域に配置されており、第3のコイルは中間領域に配置されている。すなわち、各コイル群のコイルエンド3 2 aにおいて、第1のコイルは、径方向における第2のコイルの内側に配置されており、第2のコイルは、径方向における第3のコイルの外側に配置されており、第3のコイルは、第1のコイルと第2のコイルとの間に配置されている。

[0265] 各第3のコイルは、隣接する他の相の第1のコイルとその他の相の第2のコイルとの間に配置されている。例えば、V相の第3のコイルは、U相の第1のコイルとU相の第2のコイルとの間に配置されている。したがって、各コイル群のコイルエンド3 2 aにおいて、第1のコイルは、第2のコイルから離間している。

[0266] 〈スロット3 1 1内のコイルの配置の概要〉

3相コイル32の各相のコイルの第1のコイルは、スロット311の内層に配置されている。3相コイル32の各相のコイルの第2のコイルは、スロット311の外層に配置されている。3相コイル32の各相のコイルの第3のコイルは、スロット311の内層又は外層に配置されている。

[0267] すなわち、各第1のコイルは、スロット311の内層に配置されており、各第2のコイルは、スロット311の外層に配置されている。各第3のコイルの一端は、スロット311の内層に配置されており、他端は、他のスロット311の外層に配置されている。

[0268] したがって、各相のコイルは、スロット311の外層に3箇所配置されており、スロット311の内層に3箇所配置されている。

[0269] 〈スロット311内のU相コイル32Uの配置〉

スロット311内のU相コイル32Uの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態2における〈スロット311内のU相コイル32Uの配置〉で説明した配置と同じである。

[0270] 〈スロット311内のV相コイル32Vの配置〉

スロット311内のV相コイル32Vの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態2における〈スロット311内のV相コイル32Vの配置〉で説明した配置と同じである。

[0271] 〈スロット311内のW相コイル32Wの配置〉

スロット311内のW相コイル32Wの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態2における〈スロット311内のW相コイル32Wの配置〉で説明した配置と同じである。

[0272] 〈コイルの配置の変形例〉

各コイル群の第1のコイルの位置と第3のコイルの位置とを互いに入れ替えてもよい。この場合、各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群の第3のコイル、第2のコイル、及び第1のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列され、第1のコイルよりも第3のコイルの方が固定子鉄心31の中心に近い。この場合、各コイル群のコイルエンド32

aにおいて、第3のコイルは、第2のコイルから離間している。

[0273] 〈巻線係数〉

電動機1における巻線係数 k_w は、実施の形態5で説明した巻線係数 k_w と同じである。

[0274] 〈固定子3の製造方法〉

固定子3の製造方法は、実施の形態2における〈固定子3の製造方法〉で説明した方法と同じである。

[0275] 〈固定子3の利点〉

本実施の形態における固定子3によれば、実施の形態2における〈固定子3の利点〉で説明した利点と同じ利点が得られる。

[0276] 実施の形態7.

〈電動機1〉

図41は、実施の形態7に係る電動機1の構造を概略的に示す上面図である。

本実施の形態では、「 n 」の値が、実施の形態3で説明した「 n 」の値と異なる。本実施の形態では、 $n=1$ である。本実施の形態では、 $n=1$ の場合において実施の形態5と異なる構成、方法などの詳細について説明する。本実施の形態において説明されない詳細は、実施の形態3又は5と同じ詳細とすることができる。

[0277] 〈固定子3〉

本実施の形態で説明されない固定子3の詳細は、実施の形態5における〈固定子3〉で説明した詳細を採用可能である。

[0278] 図42は、図41に示される電動機1に対応する電動機1を示す上面図である。

図41に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのU相コイル32Uを、それぞれ、第1のコイルU1、第2のコイルU2、第3のコイルU3と称する。図41に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのV相コイル32Vを、それぞれ、

第1のコイルV1、第2のコイルV2、第3のコイルV3と称する。図41に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのW相コイル32Wを、それぞれ、第1のコイルW1、第2のコイルW2、第3のコイルW3と称する。各第1のコイルU1、各第2のコイルU2、各第3のコイルU3、各第1のコイルV1、各第2のコイルV2、各第3のコイルV3、各第1のコイルW1、各第2のコイルW2、及び各第3のコイルW3を、単にコイルとも称する。

[0279] 〈コイルエンド32aにおけるコイルの配置〉

各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。各コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、U相の第1のコイル及び第2のコイルが、径方向において互いに隣接しており、U相の第2のコイル及び第3コイルが、径方向において互いに隣接しており、V相の第1のコイル及び第2のコイルが、径方向において互いに隣接している。

[0280] 各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの外側に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、W相コイル32Wの第1のコイル及び第3のコイルは、3相コイル32の中で最も固定子鉄心31の中心に近い。

[0281] 本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、U相コイル32Uの各第1のコイル及び各第3のコイルは、中間領域に配置されており、U相コイル32Uの各第2のコイルは、外側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、V相コイル32Vの各第1のコイルの一部は、内側領域に配置されており、V相コイル32Vの各第1のコイルの他の一部は、中間領域に配置されており、V相コイル32Vの各第2のコイルは、外側領域に配置されており、V相コイル32Vの各第3のコイルの一部は、内側領域に

配置されており、V相コイル3 2 Vの各第3のコイルの他の一部は、中間領域に配置されている。各コイルエンド3 2 aにおいて、W相コイル3 2 Wの各第1のコイル及び各第3のコイルは、内側領域に配置されており、W相コイル3 2 Wの各第2のコイルは、外側領域に配置されている。

[0282] 〈スロット3 1 1内のコイルの配置の概要〉

各相の各第2のコイルは、スロット3 1 1の外層に配置されている。

[0283] U相コイル3 2 Uの第1のコイルの一部は、スロット3 1 1の内層に配置されており、U相コイル3 2 Uの第1のコイルの他の一部は、他のスロット3 1 1の外層に配置されている。U相コイル3 2 Uの第3のコイルの一部は、スロット3 1 1の内層に配置されており、U相コイル3 2 Uの第3のコイルの他の一部は、他のスロット3 1 1の外層に配置されている。

[0284] V相コイル3 2 Vの第1のコイルは、スロット3 1 1の内層に配置されている。V相コイル3 2 Vの第3のコイルの一部は、スロット3 1 1の内層に配置されており、V相コイル3 2 Vの第3のコイルの他の一部は、他のスロット3 1 1の外層に配置されている。

[0285] W相コイル3 2 Wの第1のコイル及び第3のコイルは、スロット3 1 1の内層に配置されている。

[0286] したがって、各相のコイルは、スロット3 1 1の外層に3箇所配置されており、スロット3 1 1の内層に3箇所配置されている。

[0287] 〈スロット3 1 1内のU相コイル3 2 Uの配置〉

スロット3 1 1内のU相コイル3 2 Uの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態3における〈スロット3 1 1内のU相コイル3 2 Uの配置〉で説明した配置と同じである。

[0288] 〈スロット3 1 1内のV相コイル3 2 Vの配置〉

スロット3 1 1内のV相コイル3 2 Vの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態3における〈スロット3 1 1内のV相コイル3 2 Vの配置〉で説明した配置と同じである。

[0289] 〈スロット3 1 1内のW相コイル3 2 Wの配置〉

スロット 3 1 1 内の W 相コイル 3 2 W の第 1 のコイル、第 2 のコイル、及び第 3 のコイルの配置は、実施の形態 3 における〈スロット 3 1 1 内の W 相コイル 3 2 W の配置〉で説明した配置と同じである。

[0290] 〈コイルの配置の変形例〉

各コイル群の第 1 のコイルの位置と第 3 のコイルの位置とを互いに入れ替えてもよい。この場合、各相のコイルエンド 3 2 a において、各コイル群の第 3 のコイル、第 2 のコイル、及び第 1 のコイルは、固定子 3 の周方向にこの順に 2 スロットピッチで配列されており、各コイル群を構成する第 1 から第 3 のコイルのうちの第 2 のコイルは、固定子 3 の径方向において第 1 のコイル及び第 3 のコイルの外側に配置されている。

[0291] 〈巻線係数〉

電動機 1 における巻線係数 k_w は、実施の形態 5 で説明した巻線係数 k_w と同じである。

[0292] 〈固定子 3 の製造方法〉

固定子 3 の製造方法は、実施の形態 3 における〈固定子 3 の製造方法〉で説明した方法と同じである。

[0293] 〈固定子 3 の利点〉

本実施の形態における固定子 3 によれば、実施の形態 3 における〈固定子 3 の利点〉で説明した利点と同じ利点が得られる。

[0294] 実施の形態 8.

〈電動機 1〉

図 4 3 は、実施の形態 8 に係る電動機 1 の構造を概略的に示す上面図である。

本実施の形態では、「 n 」の値が、実施の形態 4 で説明した「 n 」の値と異なる。本実施の形態では、 $n = 1$ である。本実施の形態では、 $n = 1$ の場合において実施の形態 5 と異なる構成、方法などの詳細について説明する。本実施の形態において説明されない詳細は、実施の形態 4 又は 5 と同じ詳細とすることができる。

[0295] 〈固定子3〉

本実施の形態で説明されない固定子3の詳細は、実施の形態5における〈固定子3〉で説明した詳細を採用可能である。

[0296] 図44は、図43に示される電動機1に対応する電動機1を示す上面図である。

図43に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのU相コイル32Uを、それぞれ、第1のコイルU1、第2のコイルU2、第3のコイルU3と称する。図43に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのV相コイル32Vを、それぞれ、第1のコイルV1、第2のコイルV2、第3のコイルV3と称する。図43に示されるように、各コイルエンド32aにおいて周方向に隣接する3つのW相コイル32Wを、それぞれ、第1のコイルW1、第2のコイルW2、第3のコイルW3と称する。各第1のコイルU1、各第2のコイルU2、各第3のコイルU3、各第1のコイルV1、各第2のコイルV2、各第3のコイルV3、各第1のコイルW1、各第2のコイルW2、及び各第3のコイルW3を、単にコイルとも称する。

[0297] 〈コイルエンド32aにおけるコイルの配置〉

各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルは、固定子3の周方向にこの順に2スロットピッチで配列されている。各コイルエンド32aにおいて、少なくとも1つの相のうちの第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、径方向において互いに隣接している。本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、W相の第1のコイル及び第2のコイルが、径方向において互いに隣接しており、W相の第2のコイル及び第3コイルが、径方向において互いに隣接しており、V相の第2のコイル及び第3のコイルが、径方向において互いに隣接している。

[0298] 各相のコイルエンド32aにおいて、各コイル群を構成する第1から第3のコイルのうちの第2のコイルは、固定子3の径方向において第1のコイル及び第3のコイルの内側に配置されている。各コイルエンド32aにおいて

、U相コイル32Uのうちの第1のコイル及び第3のコイルは、3相コイル32の中で固定子鉄心31の中心から最も離れている。

[0299] 本実施の形態では、各コイルエンド32aにおいて、U相コイル32Uの各第1のコイル及び各第3のコイルは、外側領域に配置されており、U相コイル32Uの各第2のコイルは、内側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、V相コイル32Vの各第1のコイルの一部は、中間領域に配置されており、V相コイル32Vの各第1のコイルの他の一部は、外側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、V相コイル32Vの各第2のコイルは、内側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、V相コイル32Vの各第3のコイルの一部は、中間領域に配置されており、V相コイル32Vの各第1のコイルの他の一部は、外側領域に配置されている。各コイルエンド32aにおいて、W相コイル32Wの各第1のコイル及び各第3のコイルは、中間領域に配置されており、W相コイル32Wの各第2のコイルは、内側領域に配置されている。

[0300] 〈スロット311内のコイルの配置の概要〉

各相の各第2のコイルは、スロット311の内層に配置されている。

[0301] U相コイル32Uの第1のコイル及び第3のコイルは、スロット311の外層に配置されている。

[0302] V相コイル32Vの第1のコイルの一部は、スロット311の内層又は外層に配置されている。V相コイル32Vの第3のコイルは、スロット311の外層に配置されている。

[0303] W相コイル32Wの第1のコイル及び第3のコイルは、スロット311の内層又は外層に配置されている。

[0304] したがって、各相のコイルは、スロット311の外層に3箇所配置されており、スロット311の内層に3箇所配置されている。

[0305] 〈スロット311内のU相コイル32Uの配置〉

スロット311内のU相コイル32Uの第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルの配置は、実施の形態4における〈スロット311内のU相

コイル 3 2 U の配置〉で説明した配置と同じである。

[0306] 〈スロット 3 1 1 内の V 相コイル 3 2 V の配置〉

スロット 3 1 1 内の V 相コイル 3 2 V の第 1 のコイル、第 2 のコイル、及び第 3 のコイルの配置は、実施の形態 4 における〈スロット 3 1 1 内の V 相コイル 3 2 V の配置〉で説明した配置と同じである。

[0307] 〈スロット 3 1 1 内の W 相コイル 3 2 W の配置〉

スロット 3 1 1 内の V 相コイル 3 2 V の第 1 のコイル、第 2 のコイル、及び第 3 のコイルの配置は、実施の形態 4 における〈スロット 3 1 1 内の V 相コイル 3 2 V の配置〉で説明した配置と同じである。

[0308] 〈コイルの配置の変形例〉

各コイル群の第 1 のコイルの位置と第 3 のコイルの位置とを互いに入れ替えてもよい。この場合、各相のコイルエンド 3 2 a において、各コイル群の第 3 のコイル、第 2 のコイル、及び第 1 のコイルは、固定子 3 の周方向にこの順に 2 スロットピッチで配列されており、各コイル群を構成する第 1 から第 3 のコイルのうちの第 2 のコイルは、固定子 3 の径方向において第 1 のコイル及び第 3 のコイルの内側に配置されている。

[0309] 〈巻線係数〉

電動機 1 における巻線係数 k_w は、実施の形態 5 で説明した巻線係数 k_w と同じである。

[0310] 〈固定子 3 の製造方法〉

固定子 3 の製造方法は、実施の形態 4 における〈固定子 3 の製造方法〉で説明した方法と同じである。

[0311] 〈固定子 3 の利点〉

本実施の形態における固定子 3 によれば、実施の形態 4 における〈固定子 3 の利点〉で説明した利点と同じ利点が得られる。

[0312] 実施の形態 9.

実施の形態 9 に係る圧縮機 3 0 0 について説明する。

図 4 5 は、圧縮機 3 0 0 の構造を概略的に示す断面図である。

- [0313] 圧縮機 300 は、電動要素としての電動機 1 と、ハウジングとしての密閉容器 307 と、圧縮要素（圧縮装置とも称する）としての圧縮機構 305 とを有する。本実施の形態では、圧縮機 300 は、スクロール圧縮機である。ただし、圧縮機 300 は、スクロール圧縮機に限定されない。圧縮機 300 は、スクロール圧縮機以外の圧縮機、例えば、ロータリー圧縮機でもよい。
- [0314] 圧縮機 300 内の電動機 1 は、実施の形態 1 から 8 のうちの 1 つで説明した電動機 1 である。電動機 1 は、圧縮機構 305 を駆動する。
- [0315] 圧縮機 300 は、さらに、シャフト 4 の下端部（すなわち、圧縮機構 305 側と反対側の端部）を支持するサブフレーム 308 を備えている。
- [0316] 圧縮機構 305 は、密閉容器 307 内に配置されている。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 4 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。
- [0317] 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 306 が設けられている。この吐出管 306 は、密閉容器 307 の圧縮機構 305 と電動機 1 との間に設けられた開口部に連通している。
- [0318] 電動機 1 は、固定子 3 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 1 の構成は、上述した通りである。密閉容器 307 には、電動機 1 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。
- [0319] 電動機 1 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 から冷媒ガスが吸入さ

れ、圧縮されて、吐出管306から吐出される。

[0320] 圧縮機300は、実施の形態1から8のうちの1つで説明した電動機1を有するので、実施の形態1から8のうちの1つで説明した利点を持つ。

[0321] さらに、圧縮機300は実施の形態1から8のうちの1つで説明した電動機1を有するので、圧縮機300の性能を改善することができる。

[0322] 実施の形態10。

実施の形態9に係る圧縮機300を有する、空気調和機としての冷凍空調装置7について説明する。

図46は、実施の形態10に係る冷凍空調装置7の構成を概略的に示す図である。

[0323] 冷凍空調装置7は、例えば、冷房運転が可能である。図46に示される冷媒回路図は、冷房運転が可能な空気調和機の冷媒回路図の一例である。

[0324] 実施の形態10に係る冷凍空調装置7は、室外機71と、室内機72と、室外機71及び室内機72を接続する冷媒配管73とを有する。

[0325] 室外機71は、圧縮機300と、熱交換器としての凝縮器74と、絞り装置75と、室外送風機76（第1の送風機）とを有する。凝縮器74は、圧縮機300によって圧縮された冷媒を凝縮する。絞り装置75は、凝縮器74によって凝縮された冷媒を減圧し、冷媒の流量を調節する。絞り装置75は、減圧装置とも言う。

[0326] 室内機72は、熱交換器としての蒸発器77と、室内送風機78（第2の送風機）とを有する。蒸発器77は、絞り装置75によって減圧された冷媒を蒸発させ、室内空気を冷却する。

[0327] 冷凍空調装置7における冷房運転の基本的な動作について以下に説明する。冷房運転では、冷媒は、圧縮機300によって圧縮され、凝縮器74に流入する。凝縮器74によって冷媒が凝縮され、凝縮された冷媒が絞り装置75に流入する。絞り装置75によって冷媒が減圧され、減圧された冷媒が蒸発器77に流入する。蒸発器77において冷媒は蒸発し、冷媒（具体的には、冷媒ガス）が再び室外機71の圧縮機300へ流入する。室外送風機76

によって空気が凝縮器 74 に送られると冷媒と空気との間で熱が移動し、同様に、室内送風機 78 によって空気が蒸発器 77 に送られると冷媒と空気との間で熱が移動する。

[0328] 以上に説明した冷凍空調装置 7 の構成及び動作は、一例であり、上述した例に限定されない。

[0329] 実施の形態 10 に係る冷凍空調装置 7 によれば、実施の形態 1 から 8 で説明した利点を持つ。

[0330] さらに、実施の形態 10 に係る冷凍空調装置 7 は、実施の形態 9 に係る圧縮機 300 を有するので、冷凍空調装置 7 の性能を改善することができる。

[0331] 以上に説明した各実施の形態における特徴及び各変形例における特徴は、互いに適宜組み合わせることができる。

符号の説明

[0332] 1 電動機、 2 回転子、 3 固定子、 7 冷凍空調装置、 31 固定子鉄心、 32 3相コイル、 32a コイルエンド、 32U U相コイル、 32V V相コイル、 32W W相コイル、 71 室外機、 72 室内機、 300 圧縮機、 305 圧縮機構、 307 密閉容器、 74 凝縮器、 77 蒸発器。

請求の範囲

- [請求項1] 固定子鉄心と、
前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられた3相コイルと
を備え、
前記固定子鉄心は、 $9 \times n$ 個（ n は1以上の整数）のロットを有し、
前記 $9 \times n$ 個のロットの各々は、前記3相コイルのうちの1つのコイルが配置される内層と、径方向における前記内層の外側に設けられており前記3相コイルのうちの1つのコイルが配置される外層とを含み、
前記3相コイルは、前記3相コイルのコイルエンドにおいて $3 \times n$ 個のU相コイル、 $3 \times n$ 個のV相コイル、及び $3 \times n$ 個のW相コイルを有し、 $4 \times n$ 個の磁極を形成し、
前記 $3 \times n$ 個のU相コイル、前記 $3 \times n$ 個のV相コイル、及び前記 $3 \times n$ 個のW相コイルの各々は、第1から第3のコイルを一組とする n 組のコイル群を含み、
前記コイルエンドにおいて、前記第1から第3のコイルは、周方向にこの順に2ロットピッチで配列されており、
前記コイルエンドにおいて、少なくとも1つの相のうちの前記第1から第3のコイルのうちの少なくとも2つが、前記径方向において互いに隣接している
固定子。
- [請求項2] 前記コイルエンドにおいて、前記 n 組のコイル群は、前記周方向に等間隔で配列されており、前記 n は2である請求項1に記載の固定子。
- [請求項3] 前記 n は1である請求項1に記載の固定子。
- [請求項4] 前記第1のコイルは、前記内層に配置されており、
前記第3のコイルは、前記外層に配置されており、

前記U相コイルの前記各第2のコイルの一部は、前記U相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記U相コイルの前記各第2のコイルの他の一部は、前記U相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの内層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第2のコイルの一部は、前記V相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第2のコイルの他の一部は、前記V相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの内層に配置されており、

前記W相コイルの前記各第2のコイルの一部は、前記W相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記W相コイルの前記各第2のコイルの他の一部は、前記W相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されている

請求項1から3のいずれか1項に記載の固定子。

[請求項5] 前記コイルエンドにおいて、前記第1から第3のコイルは、前記固定子の径方向にこの順に配置されている請求項4に記載の固定子。

[請求項6] 前記第1のコイルは、前記内層に配置されており、
前記第2のコイルは、前記外層に配置されており、
前記U相コイルの前記各第3のコイルの一部は、前記U相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの内層に配置されており、

前記U相コイルの前記各第3のコイルの他の一部は、前記V相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置さ

れており、

前記V相コイルの前記各第3のコイルの一部は、前記V相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第3のコイルの他の一部は、前記W相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記W相コイルの前記各第3のコイルの一部は、前記W相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記W相コイルの前記各第3のコイルの他の一部は、前記U相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されている

請求項1から3のいずれか1項に記載の固定子。

[請求項7]

前記コイルエンドにおいて、前記第2のコイルは、前記固定子の径方向において前記第1のコイル及び前記第3のコイルの外側に配置されており、

前記コイルエンドにおいて、前記第1のコイル及び前記第3のコイルの一方が他方よりも前記固定子鉄心の中心に近い

請求項6に記載の固定子。

[請求項8]

前記第2のコイルは、前記外層に配置されており、

前記W相コイルの前記第1のコイル及び前記第3のコイルは、前記内層に配置されており、

前記U相コイルの前記各第1のコイルの一部は、前記U相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記U相コイルの前記各第1のコイルの他の一部は、前記W相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置さ

れており、

前記U相コイルの前記各第3のコイルの一部は、前記U相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記U相コイルの前記各第3のコイルの他の一部は、前記V相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第1のコイルの一部は、前記V相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第1のコイルの他の一部は、前記U相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第3のコイルの一部は、前記V相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第3のコイルの他の一部は、前記W相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されている

請求項1から3のいずれか1項に記載の固定子。

[請求項9] 前記コイルエンドにおいて、前記第2のコイルは、前記固定子の径方向において前記第1のコイル及び前記第3のコイルの外側に配置されており、

前記コイルエンドにおいて、前記W相コイルの前記第1及び第3のコイルは、前記3相コイルの中で最も前記固定子鉄心の中心に近い
請求項8に記載の固定子。

[請求項10] 前記第2のコイルは、前記内層に配置されており、
前記U相コイルの前記第1のコイル及び前記第3のコイルは、前記

外層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第1のコイルの一部は、前記V相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第1のコイルの他の一部は、前記U相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第3のコイルの一部は、前記V相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記V相コイルの前記各第3のコイルの他の一部は、前記W相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記W相コイルの前記各第1のコイルの一部は、前記W相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されており、

前記W相コイルの前記各第1のコイルの他の一部は、前記V相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記W相コイルの前記各第3のコイルの一部は、前記U相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置されており、

前記W相コイルの前記各第3のコイルの他の一部は、前記W相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記外層に配置されている

請求項1から3のいずれか1項に記載の固定子。

[請求項11]

前記コイルエンドにおいて、前記第2のコイルは、前記固定子の径方向において前記第1のコイル及び前記第3のコイルの内側に配置さ

れている請求項10に記載の固定子。

[請求項12] 請求項1から11のいずれか1項に記載の固定子と、
前記固定子の内側に配置された回転子と
を備えた電動機。

[請求項13] 密閉容器と、
前記密閉容器内に配置された圧縮装置と、
前記圧縮装置を駆動する請求項12に記載の電動機と
を備えた圧縮機。

[請求項14] 請求項11に記載の圧縮機と、
熱交換器と
を備えた空気調和機。

[請求項15] $9 \times n$ 個 (n は1以上の整数)のスロットを有する固定子鉄心と、
前記固定子鉄心に取り付けられた3相コイルとを有する固定子の製造
方法であって、

前記 $9 \times n$ 個のスロットの各々は、前記3相コイルのうちの1つの
コイルが配置される内層と、径方向における前記内層の外側に設けら
れており前記3相コイルのうちの1つのコイルが配置される外層とを
含み、

前記3相コイルは、前記3相コイルのコイルエンドにおいて $3 \times n$
個のU相コイル、 $3 \times n$ 個のV相コイル、及び $3 \times n$ 個のW相コイル
を有し、 $4 \times n$ 個の磁極を形成し、

前記 $3 \times n$ 個のU相コイル、前記 $3 \times n$ 個のV相コイル、及び前記
 $3 \times n$ 個のW相コイルの各々は、第1から第3のコイルを一組とする
 n 組のコイル群を含み、

前記コイルエンドにおいて、前記第1から第3のコイルを、周方向
にこの順に2スロットピッチで分布巻きで配列することと、

前記コイルエンドにおいて、少なくとも1つの相のうちの前記第1
から第3のコイルのうちの少なくとも2つが前記径方向において互い

に隣接するように前記第1から第3のコイルを配列することと
を備えた固定子の製造方法。

[請求項16]

9×n個（nは1以上の整数）のロットを有する固定子鉄心と、
前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられた3相コイルとを有する固
定子の製造方法であって、

前記9×n個のロットの各々は、内層と、径方向における前記内
層の外側に設けられた外層とを含み、

前記3相コイルは、前記3相コイルのコイルエンドにおいて3×n
個のU相コイル、3×n個のV相コイル、及び3×n個のW相コイル
を有し、4×n個の磁極を形成し、

前記3×n個のU相コイル、前記3×n個のV相コイル、及び前記
3×n個のW相コイルの各々は、第1から第3のコイルを一組とする
n組のコイル群を含み、

前記U相コイルの前記第1のコイル、前記V相コイルの前記第1の
コイル、及び前記W相コイルの前記第1のコイルを、分布巻きで前記
内層に配置することと、

前記U相コイルの前記第3のコイル、前記V相コイルの前記第3の
コイル、及び前記W相コイルの前記第3のコイルを、分布巻きで前記
外層に配置することと、

前記U相コイルの前記各第2のコイルの一部をもう1つの前記スロ
ットの前記外層に配置し、前記U相コイルの前記各第2のコイルの他
の一部を、前記U相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロ
ットの内層に分布巻きで配置し、前記V相コイルの前記各第2のコイ
ルの一部を、もう1つの前記スロットの前記外層に配置し、前記V相
コイルの前記各第2のコイルの他の一部を、前記V相コイルの前記第
3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に分布巻きで配置し
、前記W相コイルの前記各第2のコイルの一部を、もう1つの前記ス
ロットの前記外層に配置し、前記W相コイルの前記各第2のコイルの

他の一部を、前記W相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に分布巻きで配置することと

を備えた固定子の製造方法。

[請求項17]

9 × n 個 (n は 1 以上の整数) 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きで取り付けられた3相コイルとを有する固定子の製造方法であって、

前記 9 × n 個のスロットの各々は、内層と、径方向における前記内層の外側に設けられた外層とを含み、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて 3 × n 個の U 相コイル、3 × n 個の V 相コイル、及び 3 × n 個の W 相コイルを有し、4 × n 個の磁極を形成し、

前記 3 × n 個の U 相コイル、前記 3 × n 個の V 相コイル、及び前記 3 × n 個の W 相コイルの各々は、第 1 から第 3 のコイルを一組とする n 組のコイル群を含み、

前記 U 相コイルの前記第 2 のコイル、前記 V 相コイルの前記第 2 のコイル、及び前記 W 相コイルの前記第 2 のコイルを、分布巻きで前記外層に配置することと、

前記 U 相コイルの前記第 1 のコイル、前記 V 相コイルの前記第 1 のコイル、及び前記 W 相コイルの前記第 1 のコイルを、分布巻きで前記内層に配置することと、

前記 U 相コイルの前記各第 3 のコイルの一部を、前記 U 相コイルの前記第 2 のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置し、前記 U 相コイルの前記各第 3 のコイルの他の一部を、もう 1 つの前記スロットの前記外層に分布巻きで配置し、前記 V 相コイルの前記各第 3 のコイルの一部を、前記 V 相コイルの前記第 2 のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置し、前記 V 相コイルの前記各第 3 のコイルの他の一部を、もう 1 つの前記スロットの前記外層に分布巻きで配置し、前記 W 相コイルの前記各第 3 のコイルの一部を、前記 W 相コ

イルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置し、前記W相コイルの前記各第3のコイルの他の一部を、もう1つの前記スロットの前記外層に分布巻きで配置することと

を備えた固定子の製造方法。

[請求項18]

9 × n 個 (n は 1 以上の整数) 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きで取り付けられた3相コイルとを有する固定子の製造方法であって、

前記 9 × n 個のスロットの各々は、内層と、径方向における前記内層の外側に設けられた外層とを含み、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて 3 × n 個の U 相コイル、3 × n 個の V 相コイル、及び 3 × n 個の W 相コイルを有し、4 × n 個の磁極を形成し、

前記 3 × n 個の U 相コイル、前記 3 × n 個の V 相コイル、及び前記 3 × n 個の W 相コイルの各々は、第 1 から第 3 のコイルを一組とする n 組のコイル群を含み、

前記 U 相コイルの前記第 2 のコイル、前記 V 相コイルの前記第 2 のコイル、及び前記 W 相コイルの前記第 2 のコイルを、分布巻きで前記外層に配置することと、

前記 W 相コイルの前記第 1 のコイル及び前記第 3 のコイルを、分布巻きで前記内層に配置することと、

前記 W 相コイルの前記第 1 のコイル及び前記第 3 のコイルを、分布巻きで前記内層に配置することと、

前記 U 相コイルの前記各第 1 のコイルの一部を、前記 U 相コイルの前記第 2 のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置し、前記 U 相コイルの前記各第 1 のコイルの他の一部を、もう 1 つの前記スロットの前記外層に分布巻きで配置し、前記 U 相コイルの前記各第 3 のコイルの一部を、前記 U 相コイルの前記第 2 のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置し、前記 U 相コイルの前記各第 3 のコ

イルの他の一部を、もう1つの前記スロットの前記外層に分布巻きで配置することと、

前記V相コイルの前記各第1のコイルの一部を、前記V相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置し、前記V相コイルの前記各第1のコイルの他の一部を、前記U相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に分布巻きで配置し、前記V相コイルの前記各第3のコイルの一部を、前記V相コイルの前記第2のコイルが配置された前記スロットの前記内層に配置し、前記V相コイルの前記各第3のコイルの他の一部を、もう1つの前記スロットの前記外層に分布巻きで配置することと

を備えた固定子の製造方法。

[請求項19]

$9 \times n$ 個 (n は1以上の整数)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きで取り付けられた3相コイルとを有する固定子の製造方法であって、

前記 $9 \times n$ 個のスロットの各々は、内層と、径方向における前記内層の外側に設けられた外層とを含み、

前記3相コイルは、前記3相コイルのコイルエンドにおいて $3 \times n$ 個のU相コイル、 $3 \times n$ 個のV相コイル、及び $3 \times n$ 個のW相コイルを有し、 $4 \times n$ 個の磁極を形成し、

前記 $3 \times n$ 個のU相コイル、前記 $3 \times n$ 個のV相コイル、及び前記 $3 \times n$ 個のW相コイルの各々は、第1から第3のコイルを一組とする n 組のコイル群を含み、

前記U相コイルの前記第1のコイル及び前記第3のコイルを、分布巻きで前記外層に配置することと、

前記U相コイルの前記第2のコイル、前記V相コイルの前記第2のコイル、及び前記W相コイルの前記第2のコイルを、分布巻きで前記内層に配置することと、

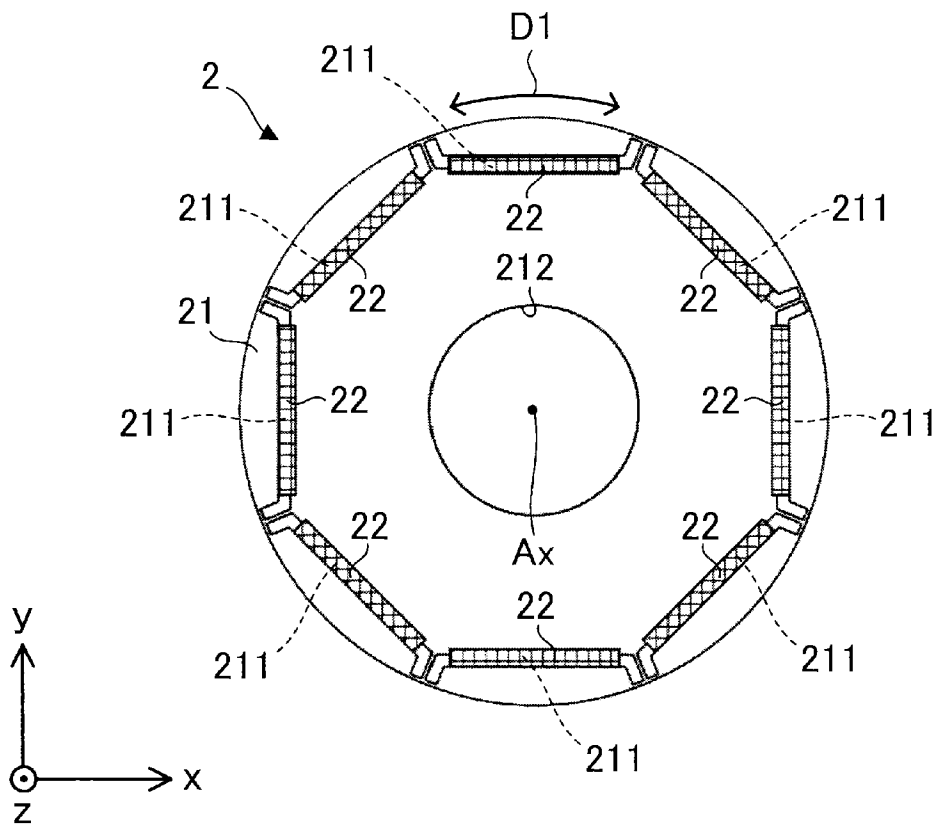
前記V相コイルの前記各第1のコイルの一部を、もう1つの前記ス

ロットの前記外層に配置し、前記V相コイルの前記各第1のコイルの他の一部を、前記U相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に分布巻きで配置し、前記V相コイルの前記各第3のコイルの一部を、もう1つの前記スロットの前記外層に配置し、前記V相コイルの前記各第3のコイルの他の一部を、もう1つの前記スロットの前記外層に分布巻きで配置することと、

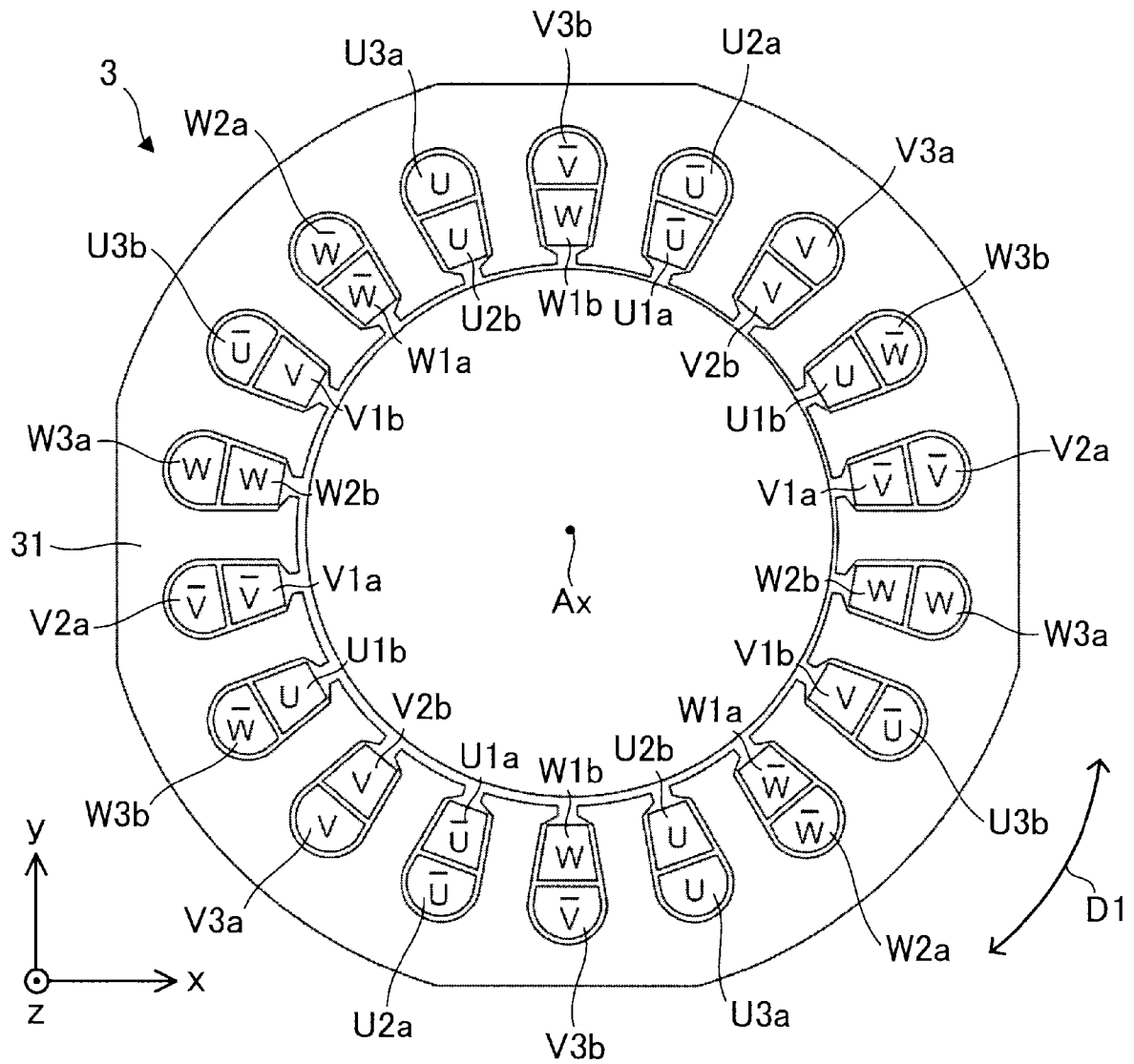
前記W相コイルの前記各第1のコイルの一部を、もう1つの前記スロットの前記外層に配置し、前記W相コイルの前記各第1のコイルの他の一部を、前記V相コイルの前記第3のコイルが配置された前記スロットの前記内層に分布巻きで配置し、前記W相コイルの前記各第3のコイルの一部を、もう1つの前記スロットの前記外層に配置し、前記W相コイルの前記各第3のコイルの他の一部を、前記U相コイルの前記第1のコイルが配置された前記スロットの前記内層に分布巻きで配置することと

を備えた固定子の製造方法。

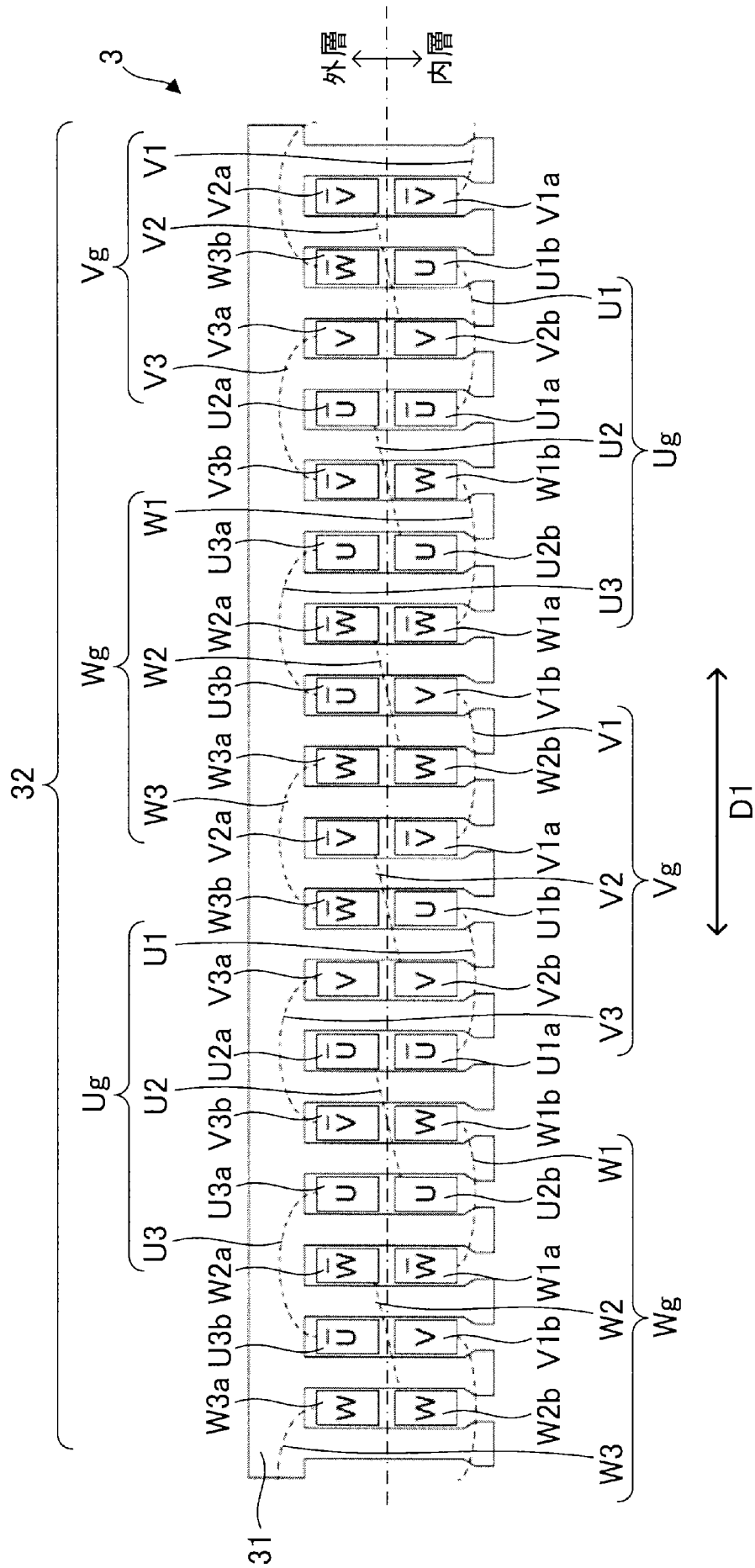
[図2]



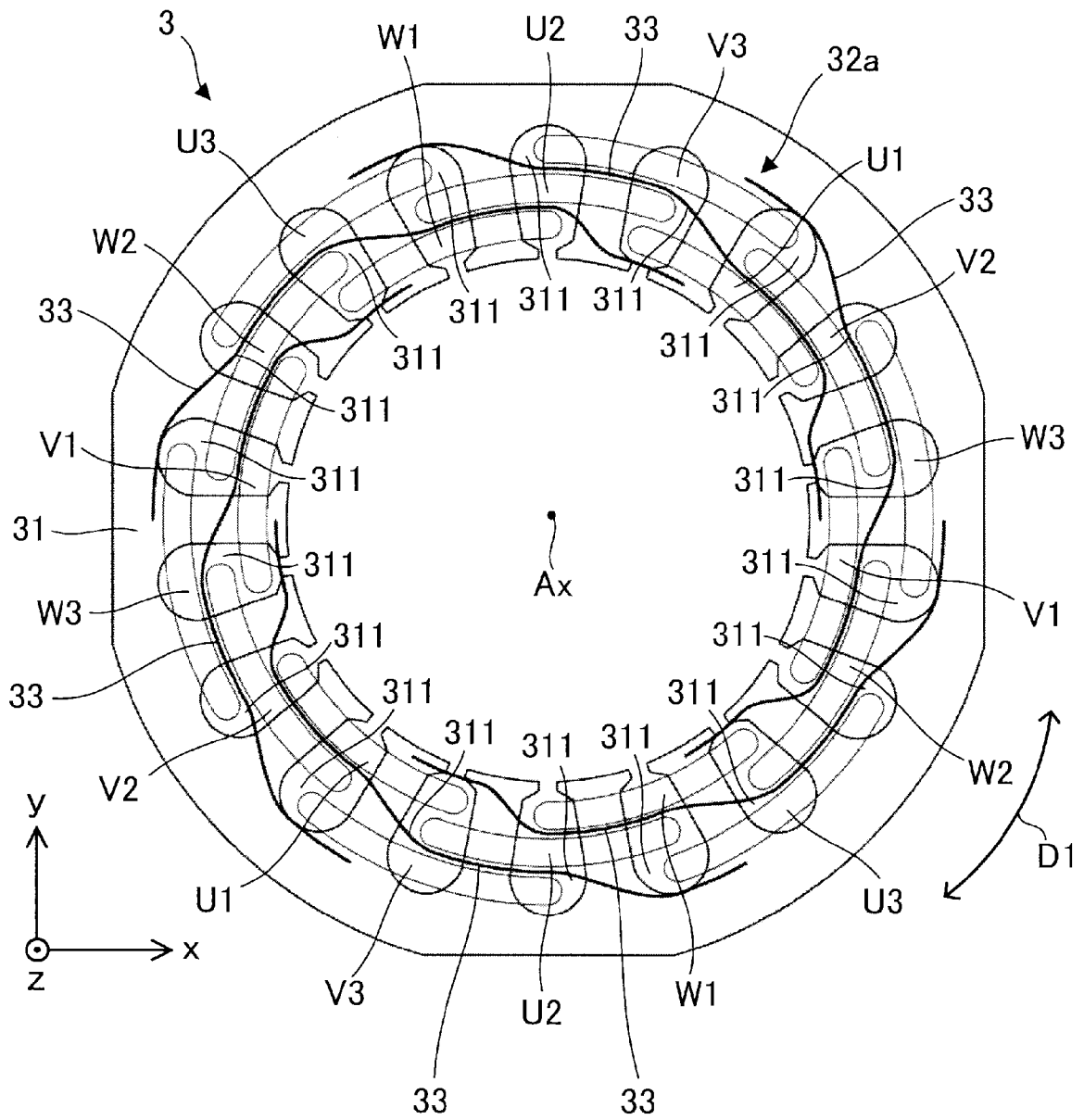
[図4]



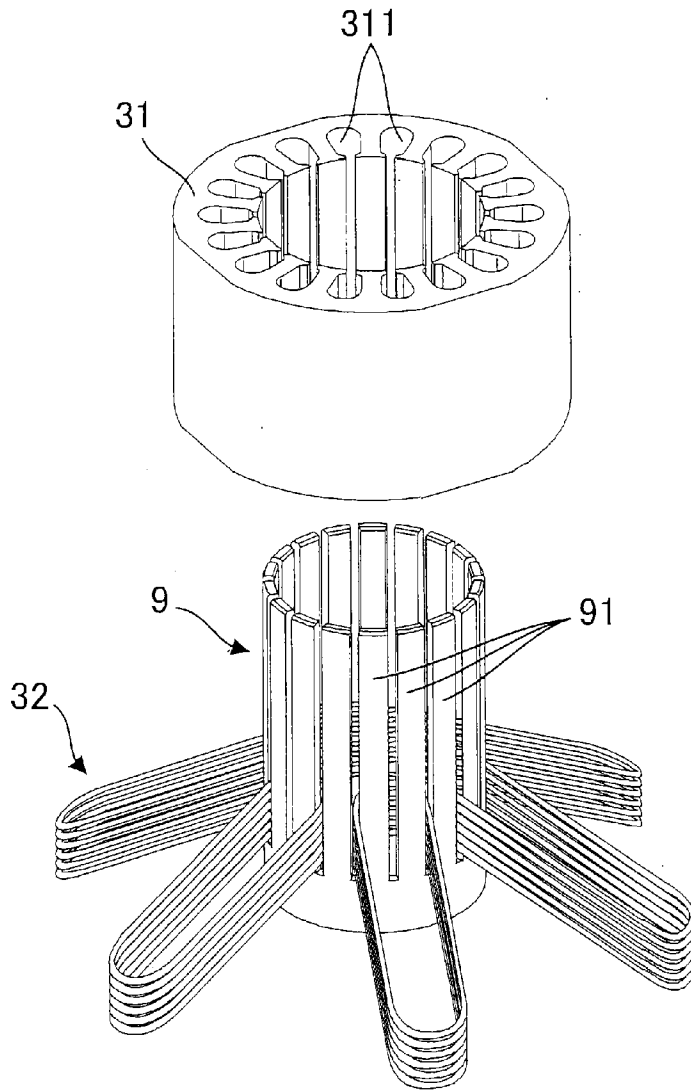
[図5]



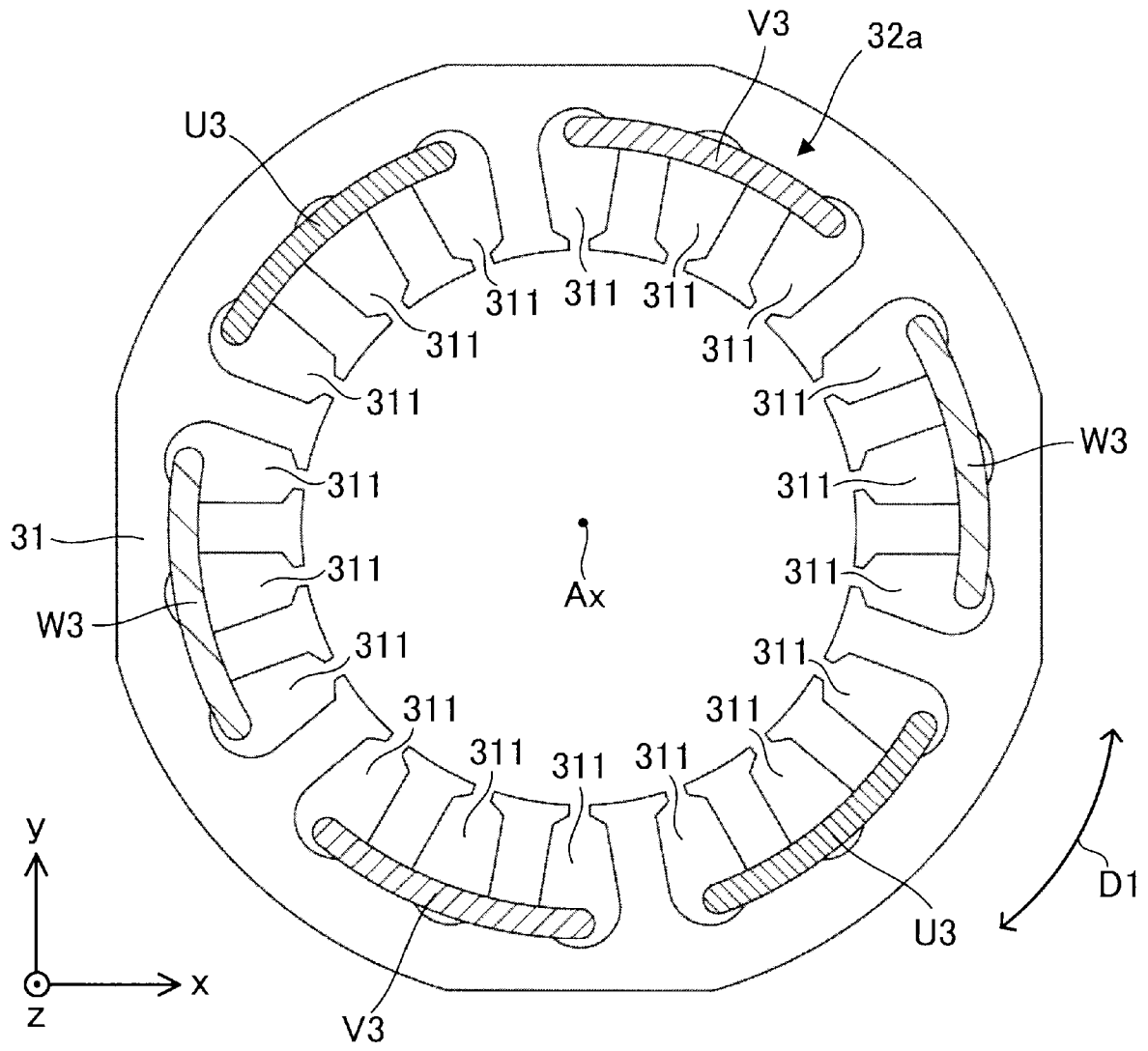
[図7]



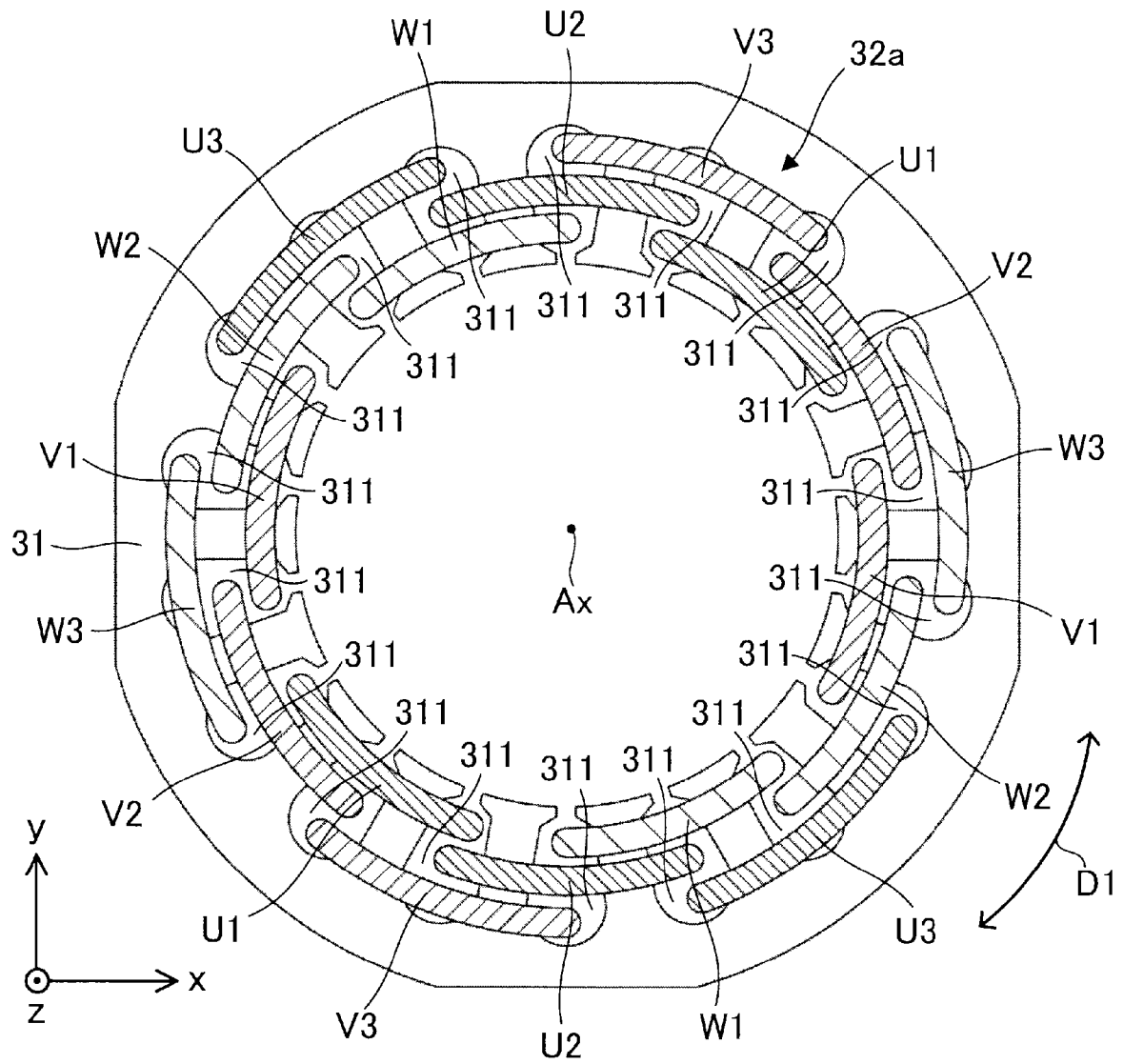
[図10]



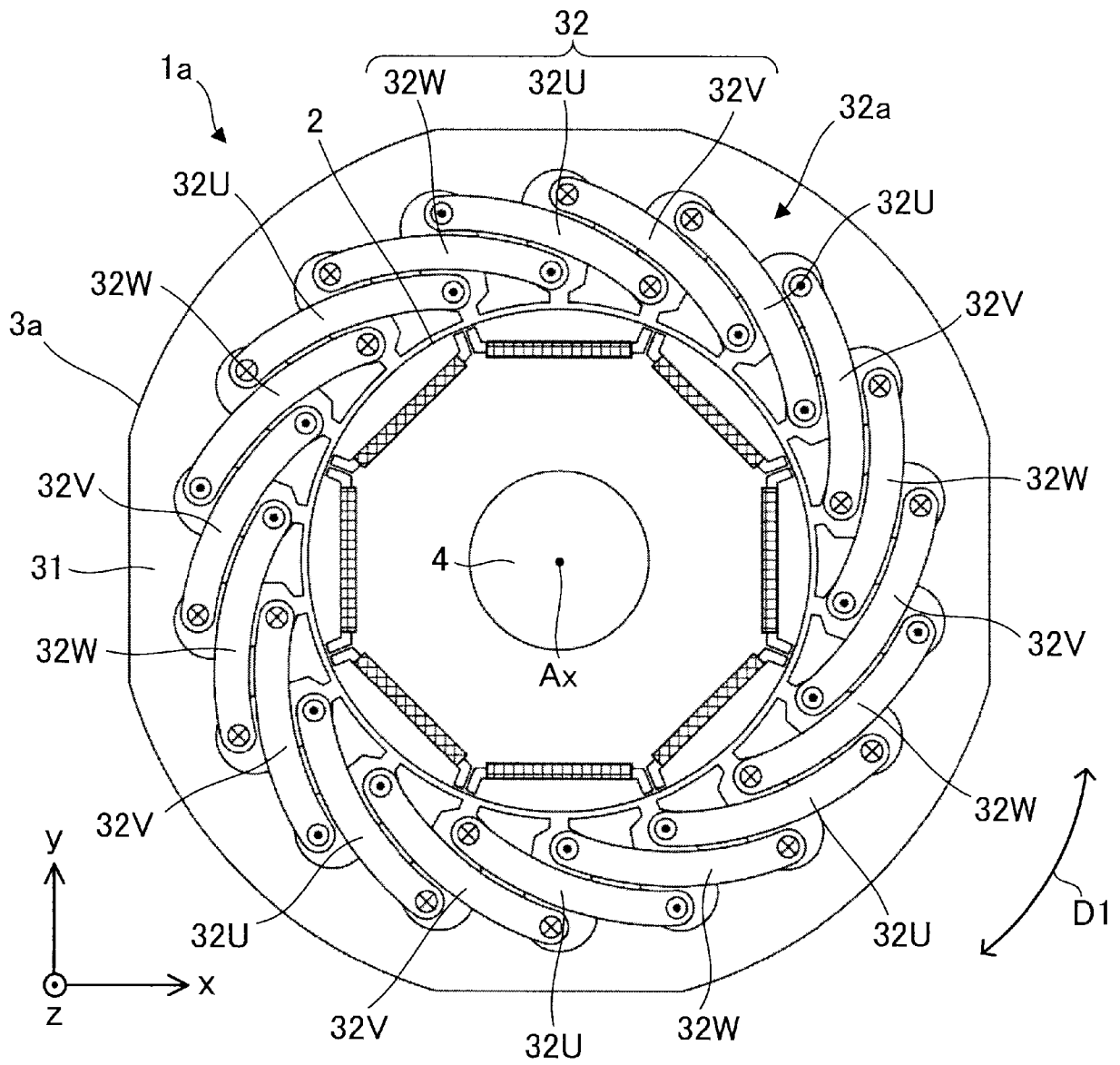
[図11]



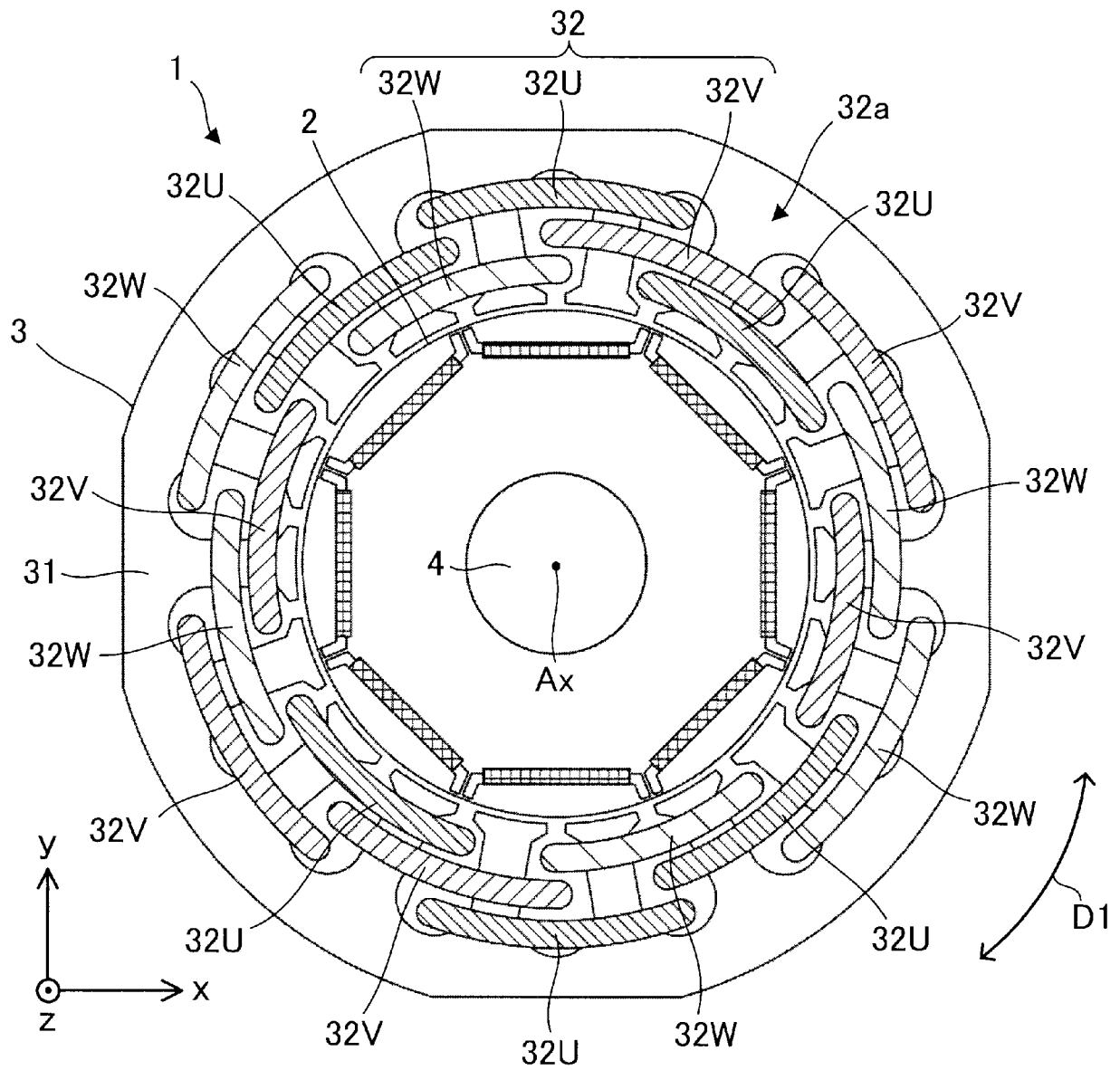
[図13]



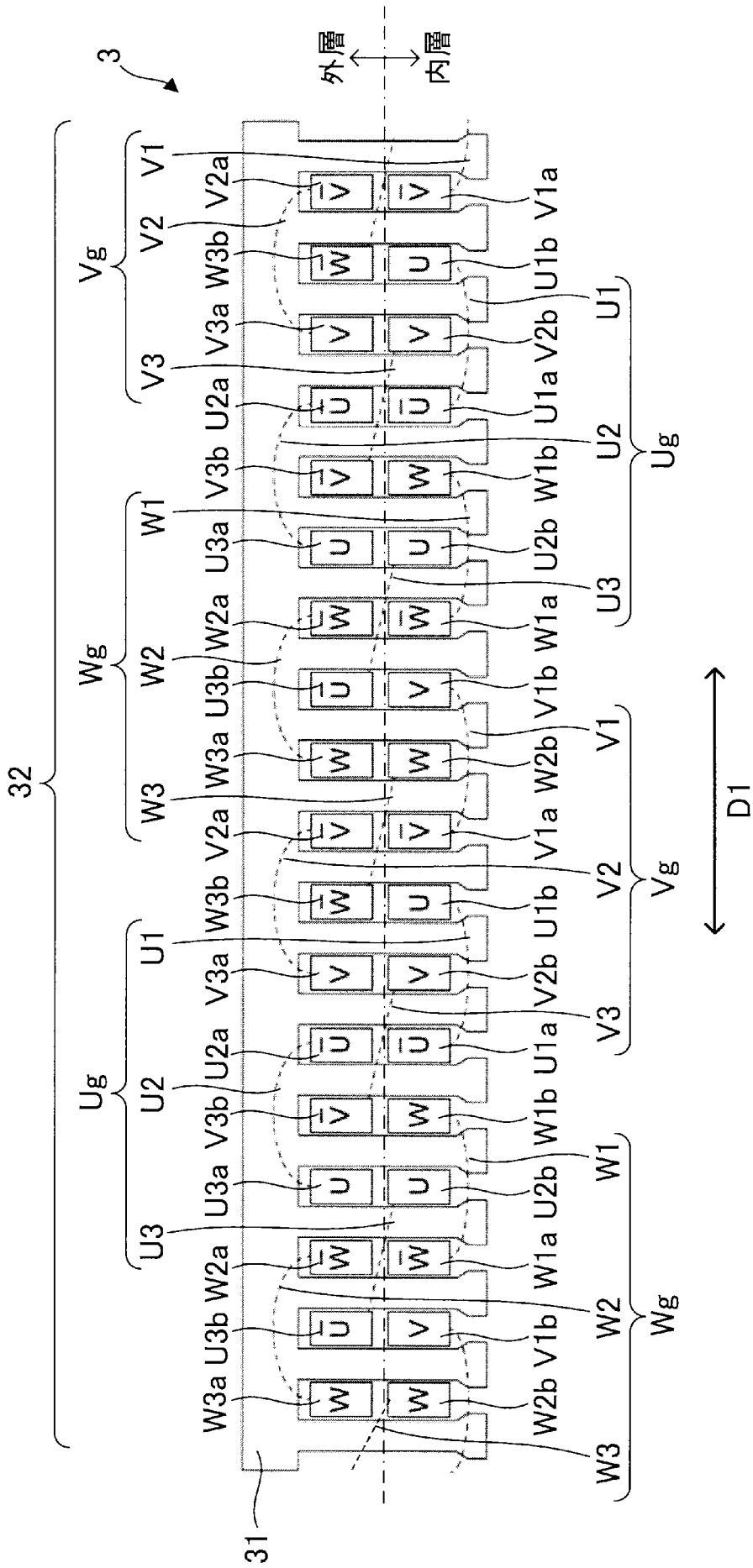
[図14]



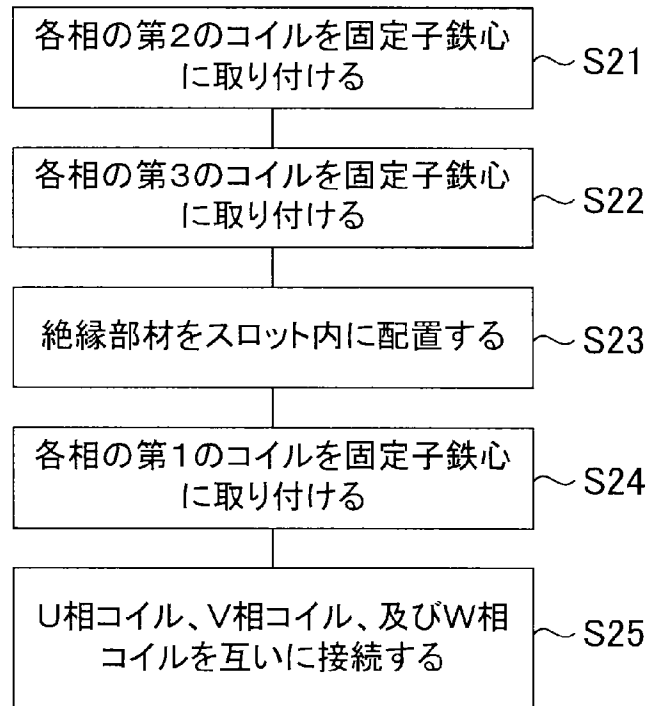
[図16]



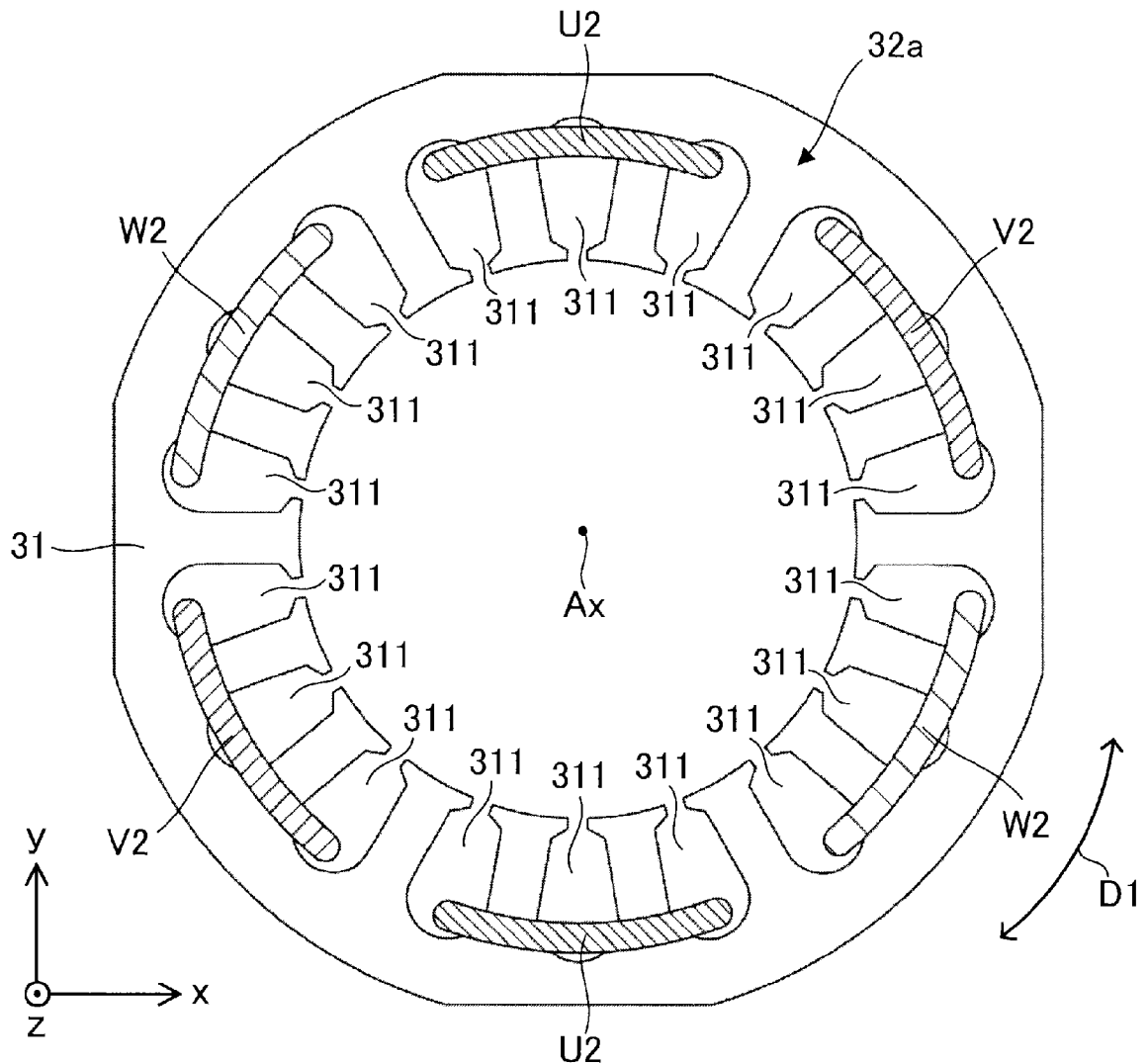
[図17]



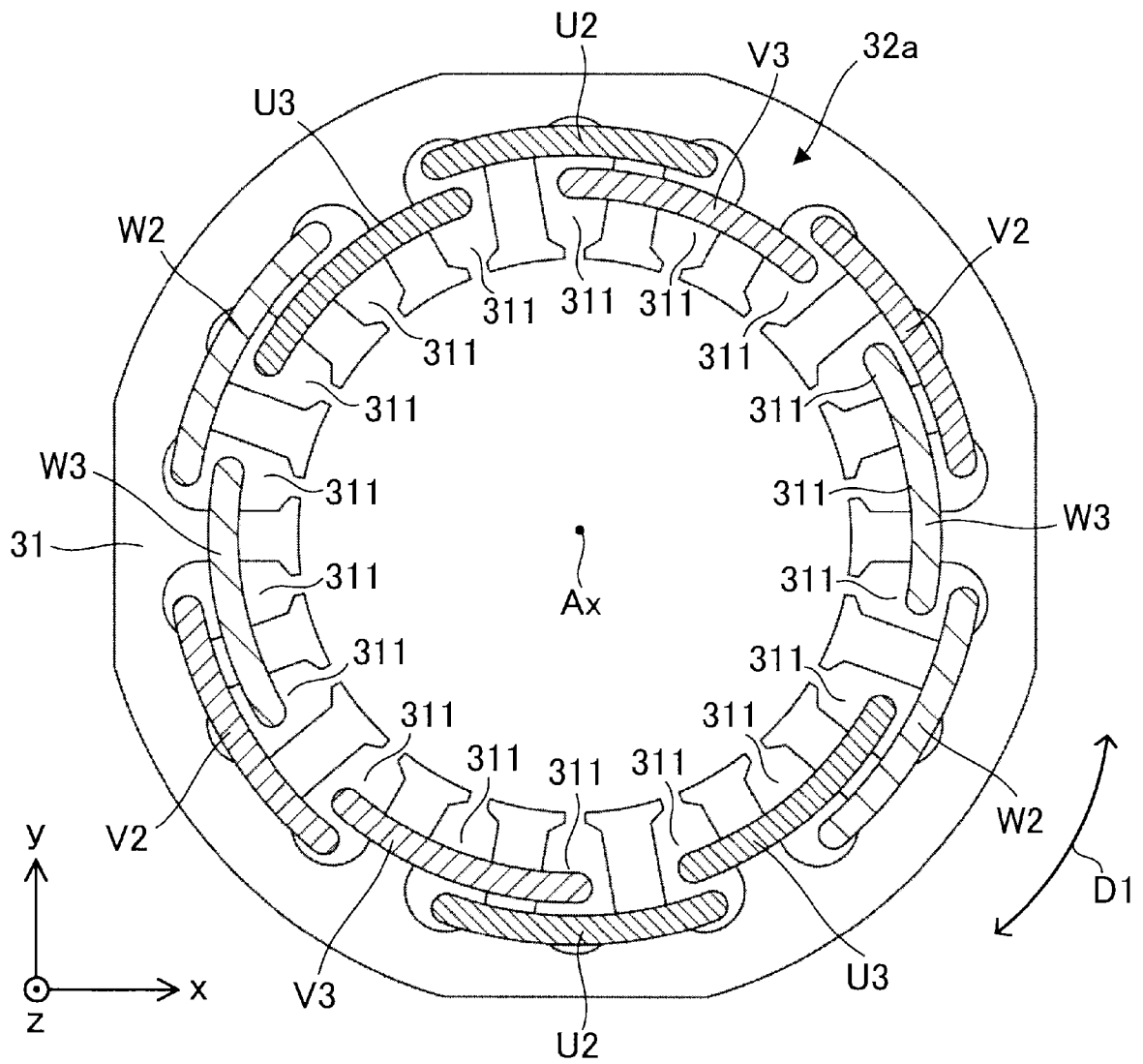
[図18]



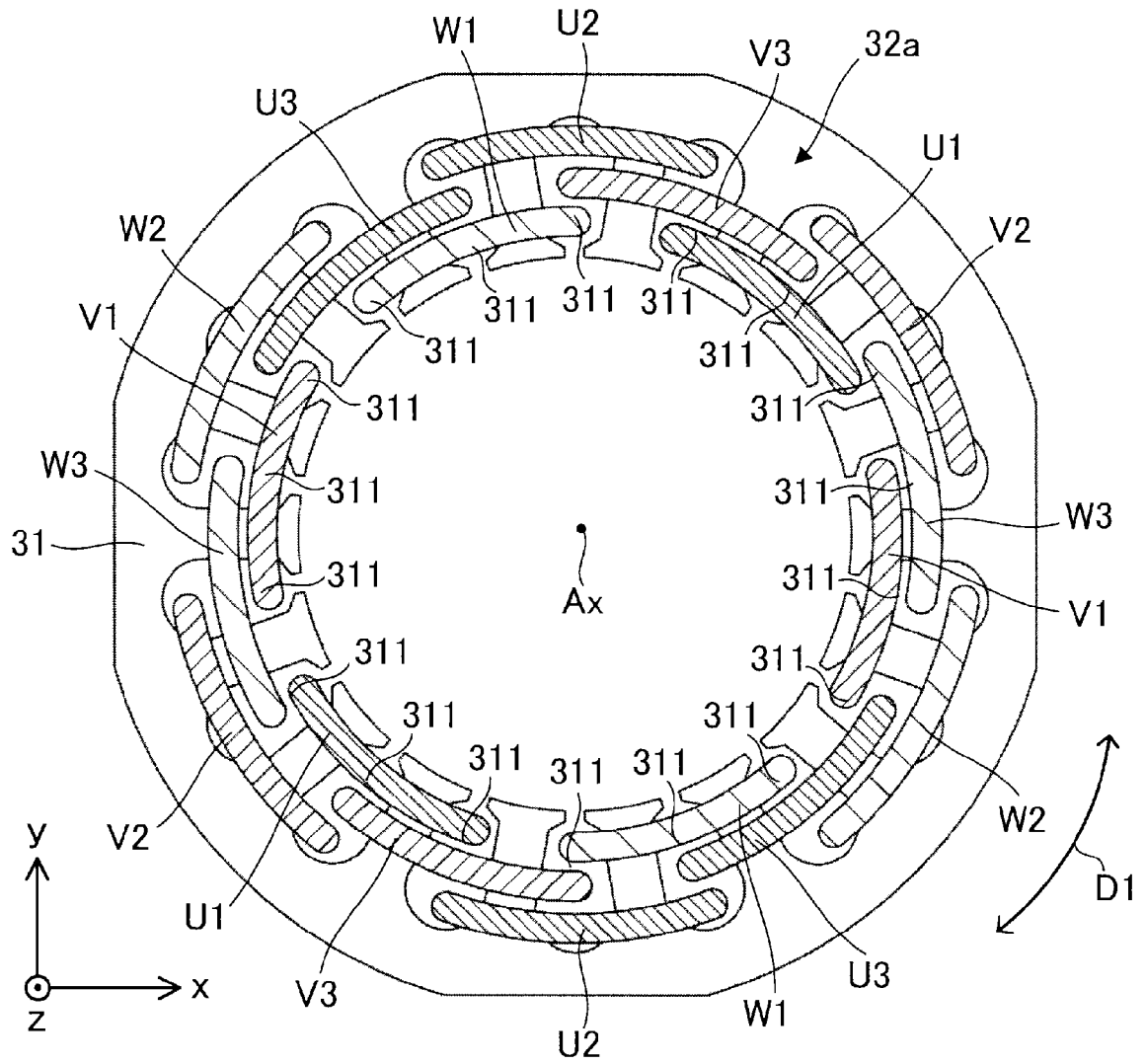
[図19]



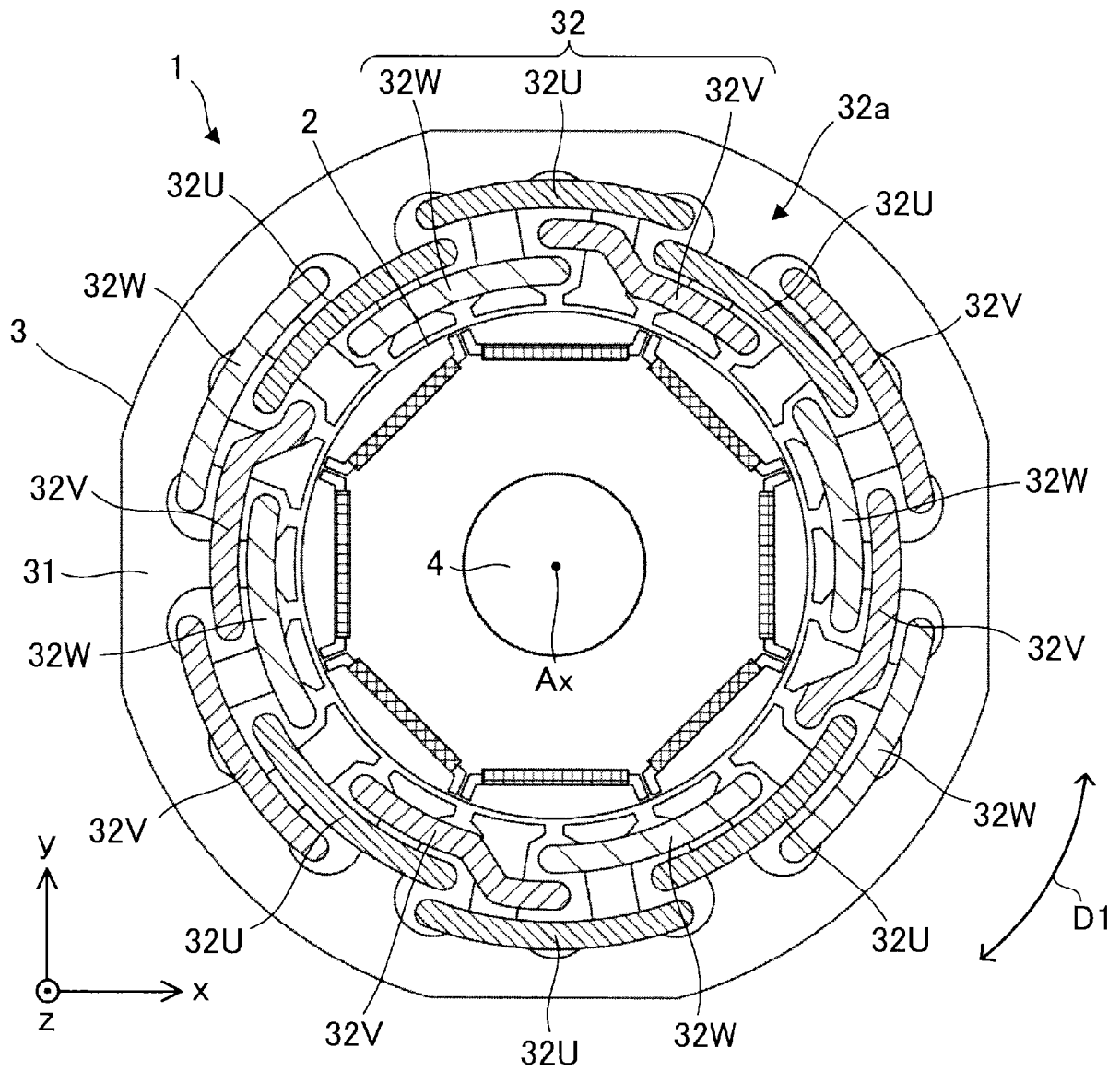
[図20]



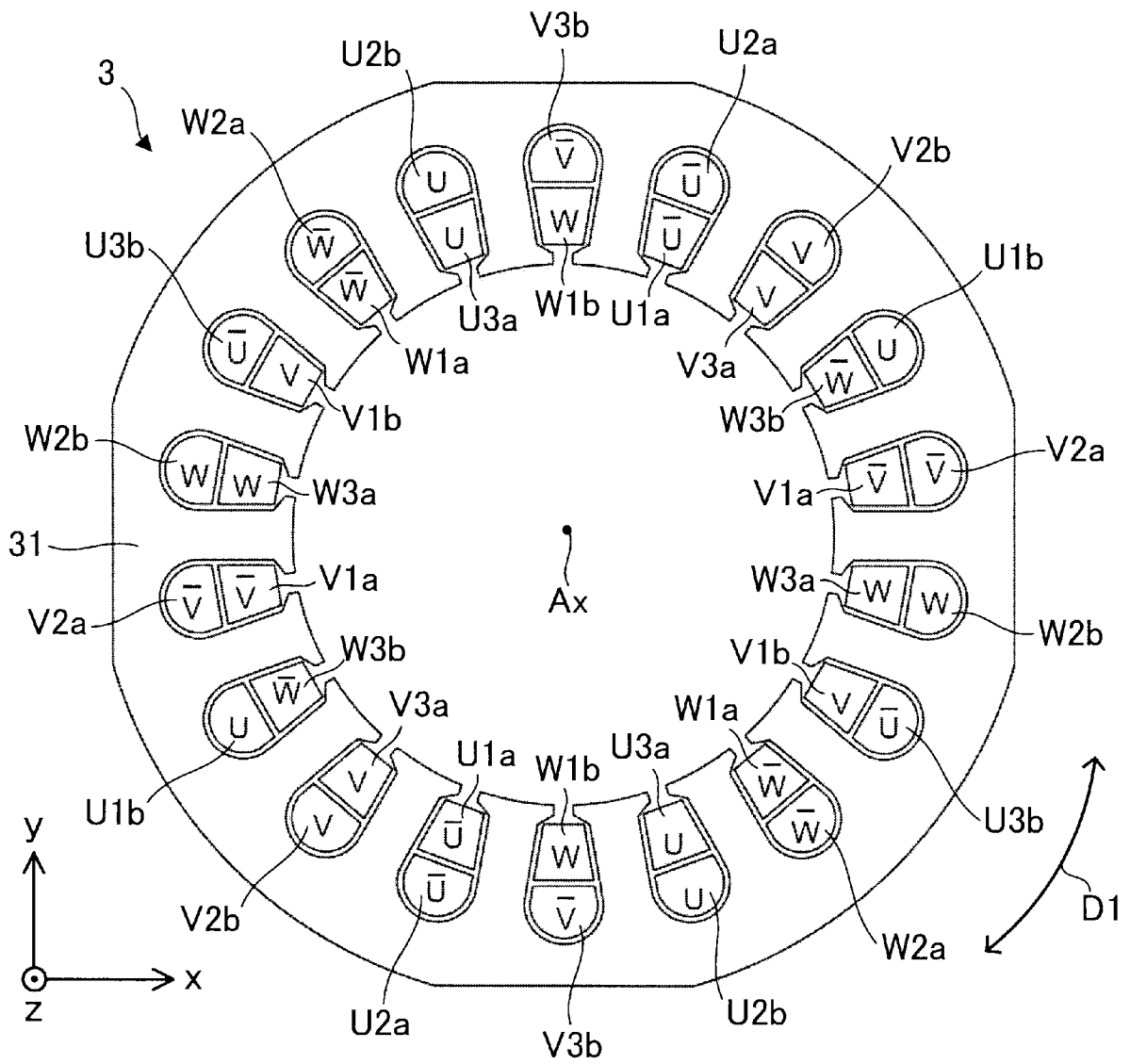
[図21]



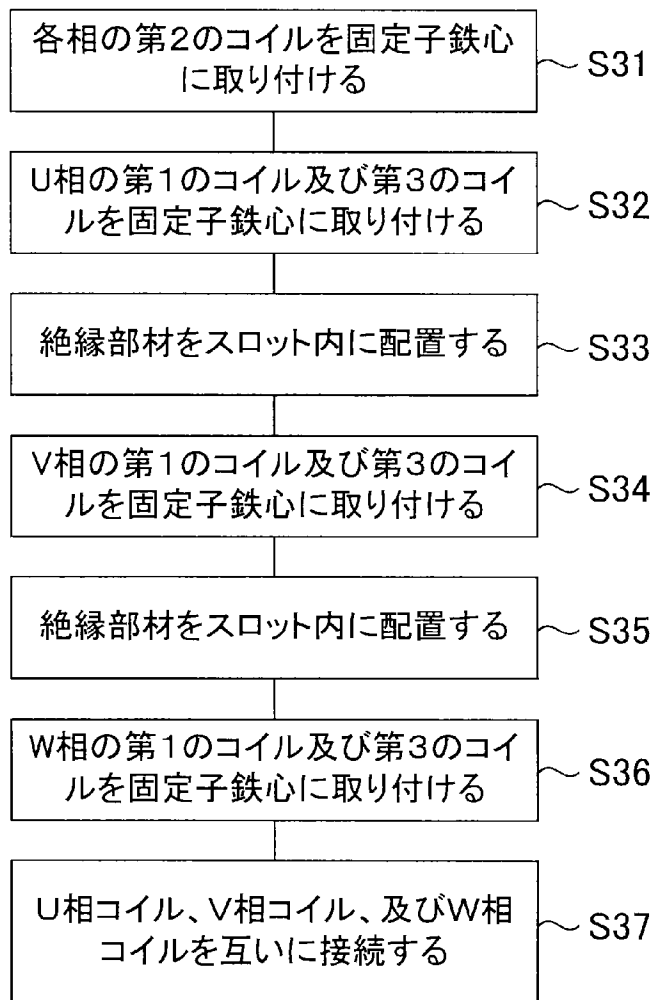
[図22]



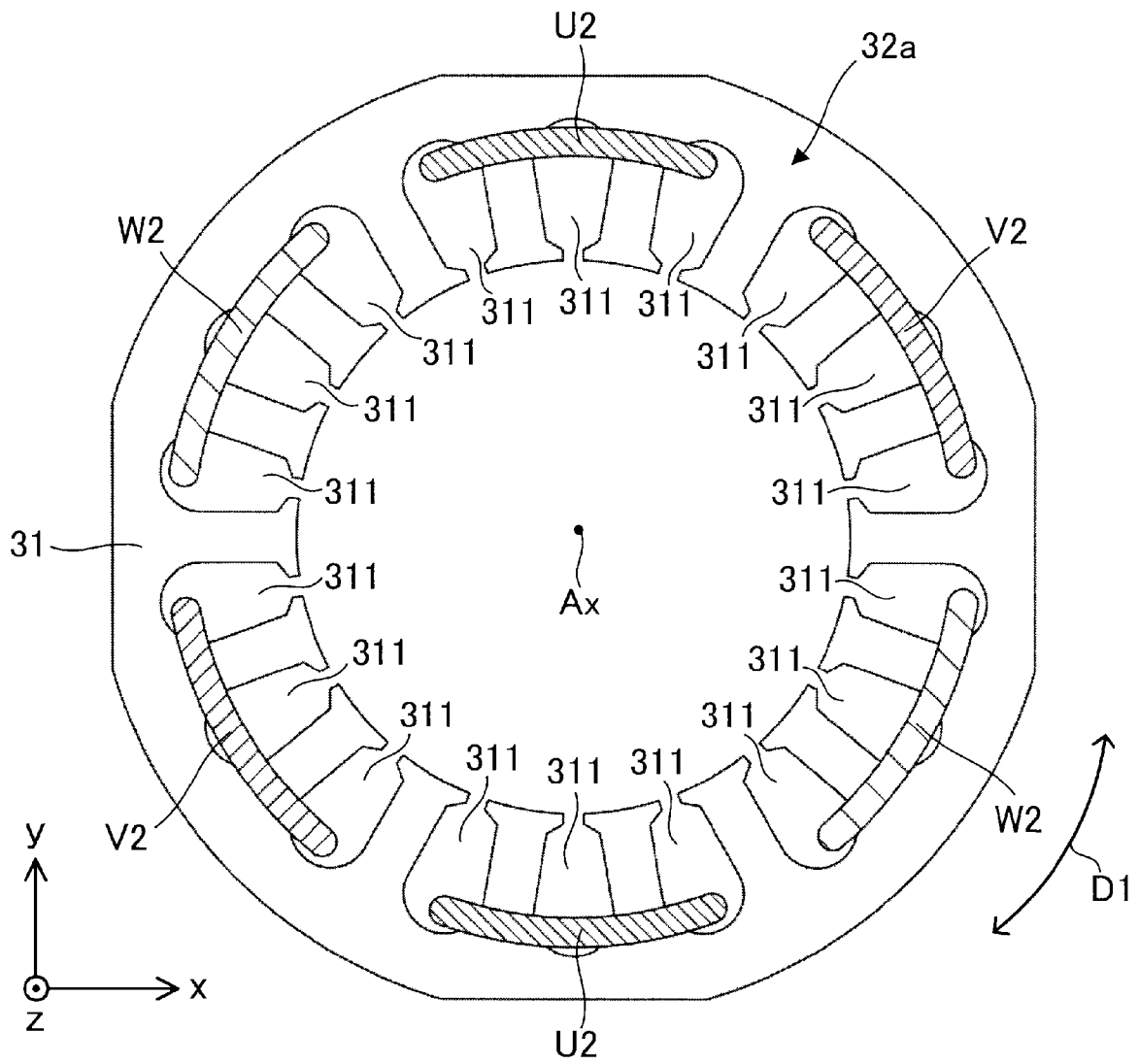
[図23]



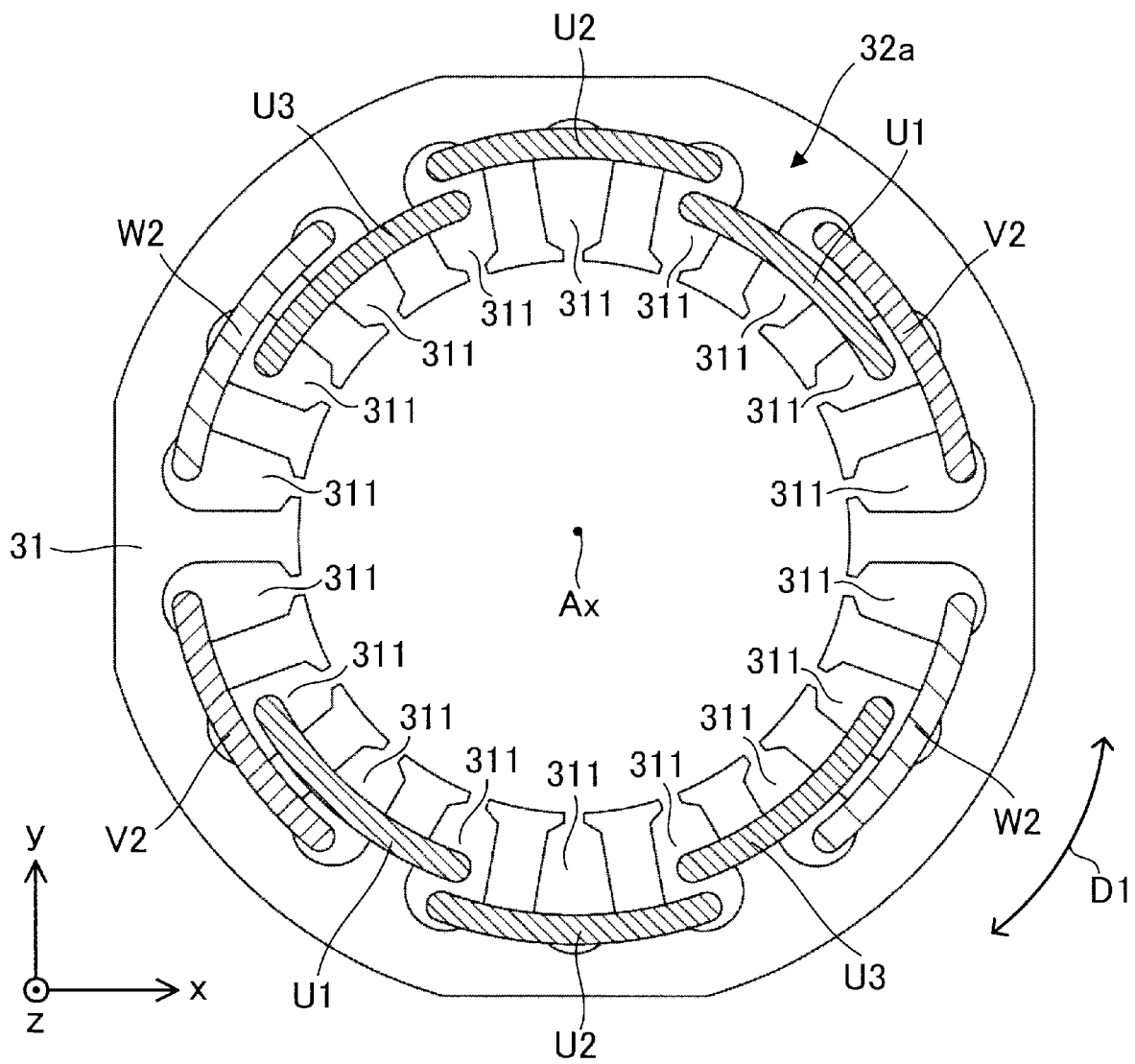
[図25]



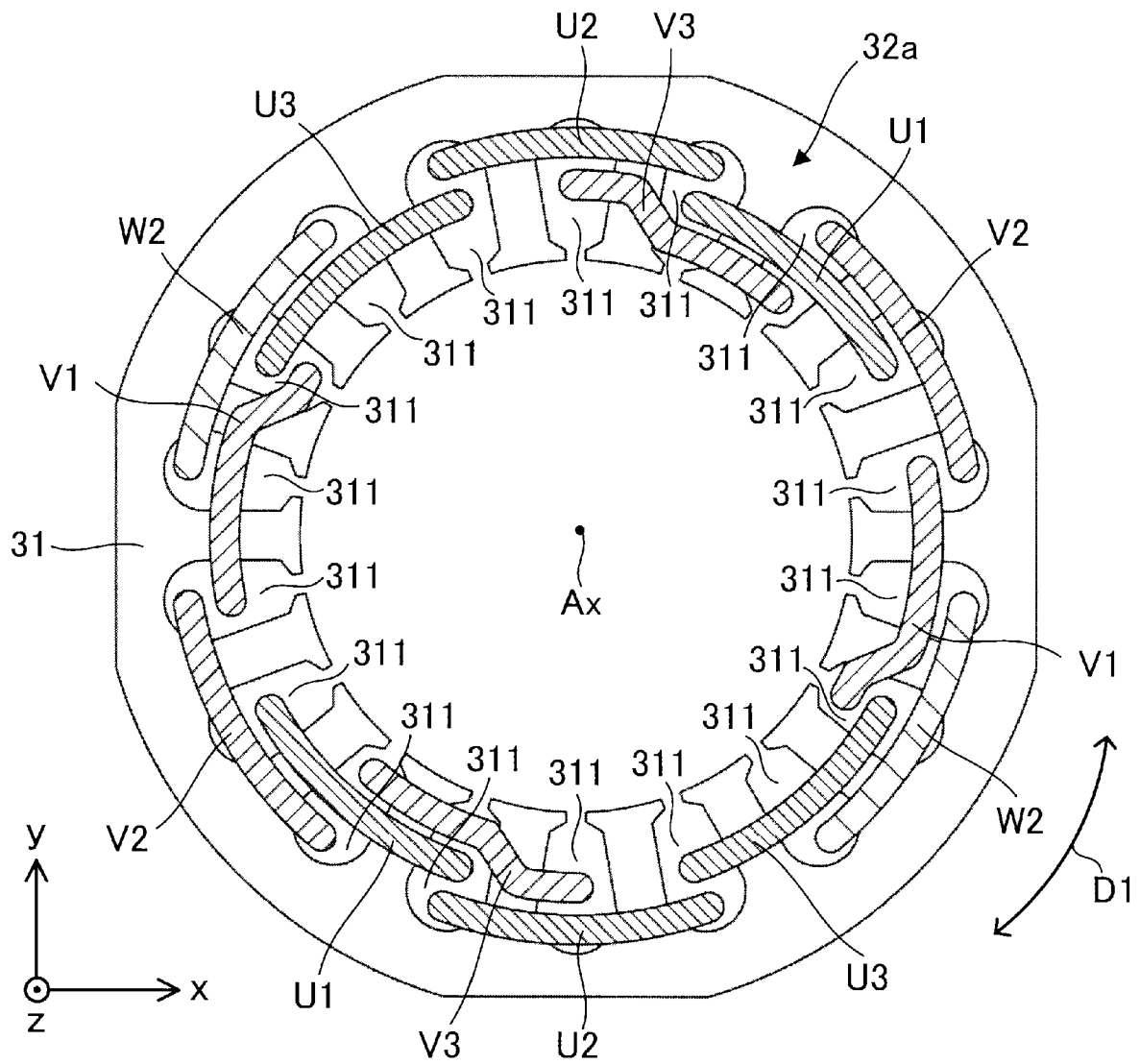
[図26]



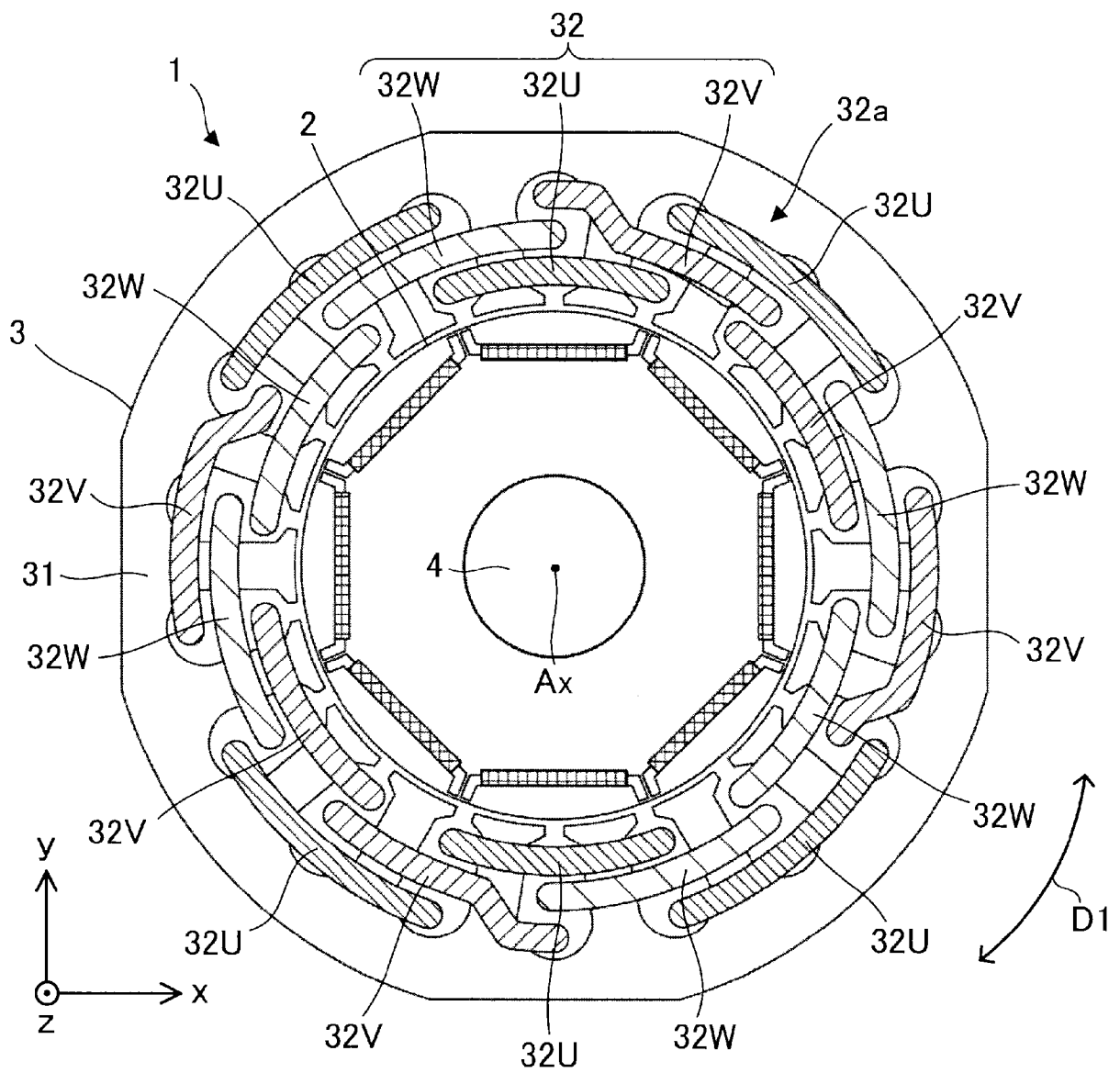
[図27]



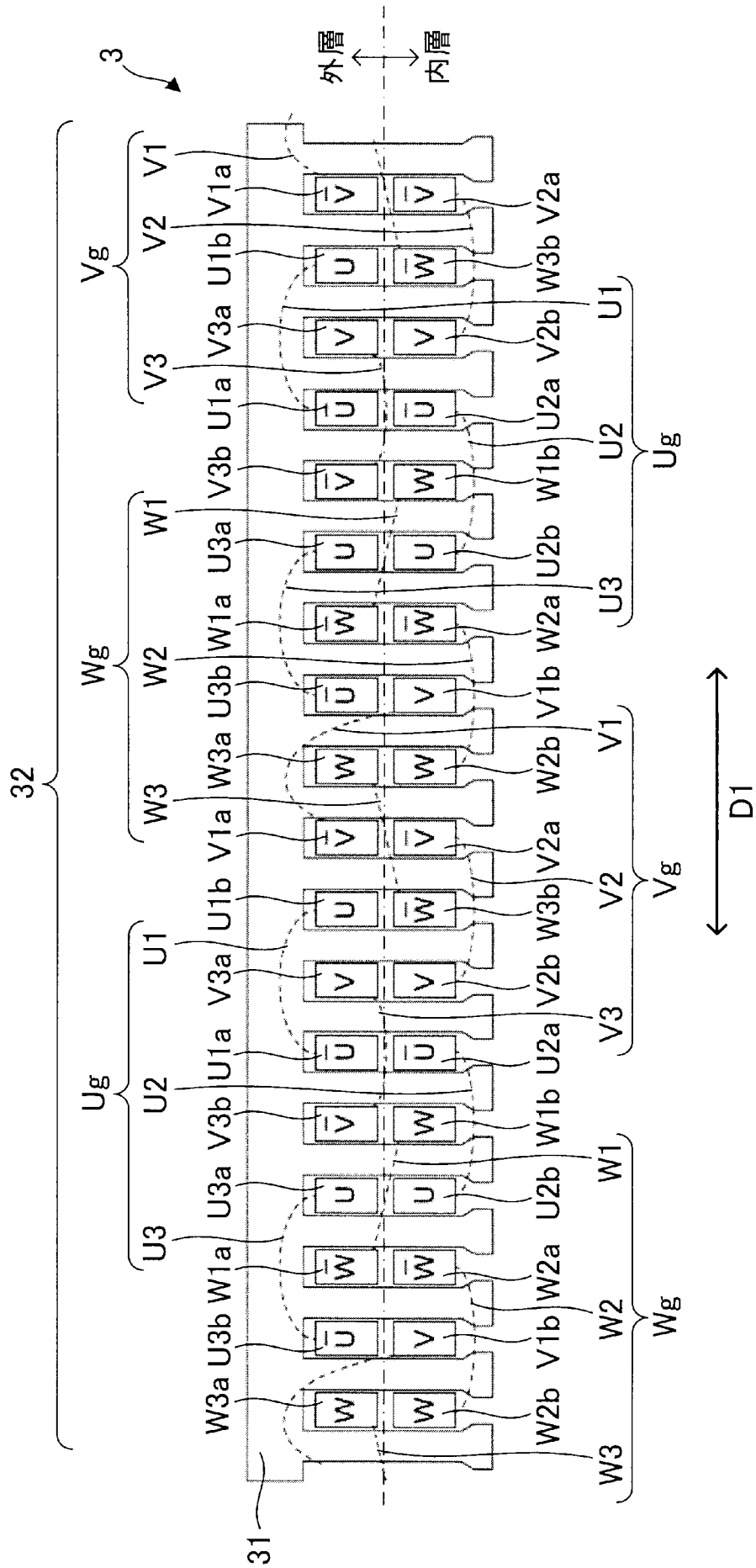
[図28]



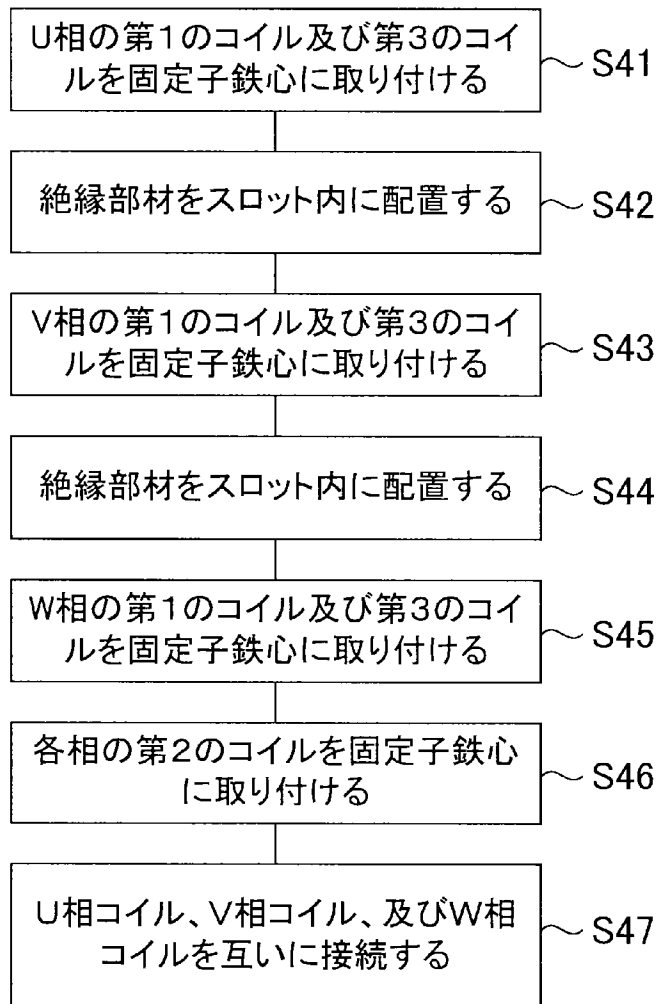
[図30]



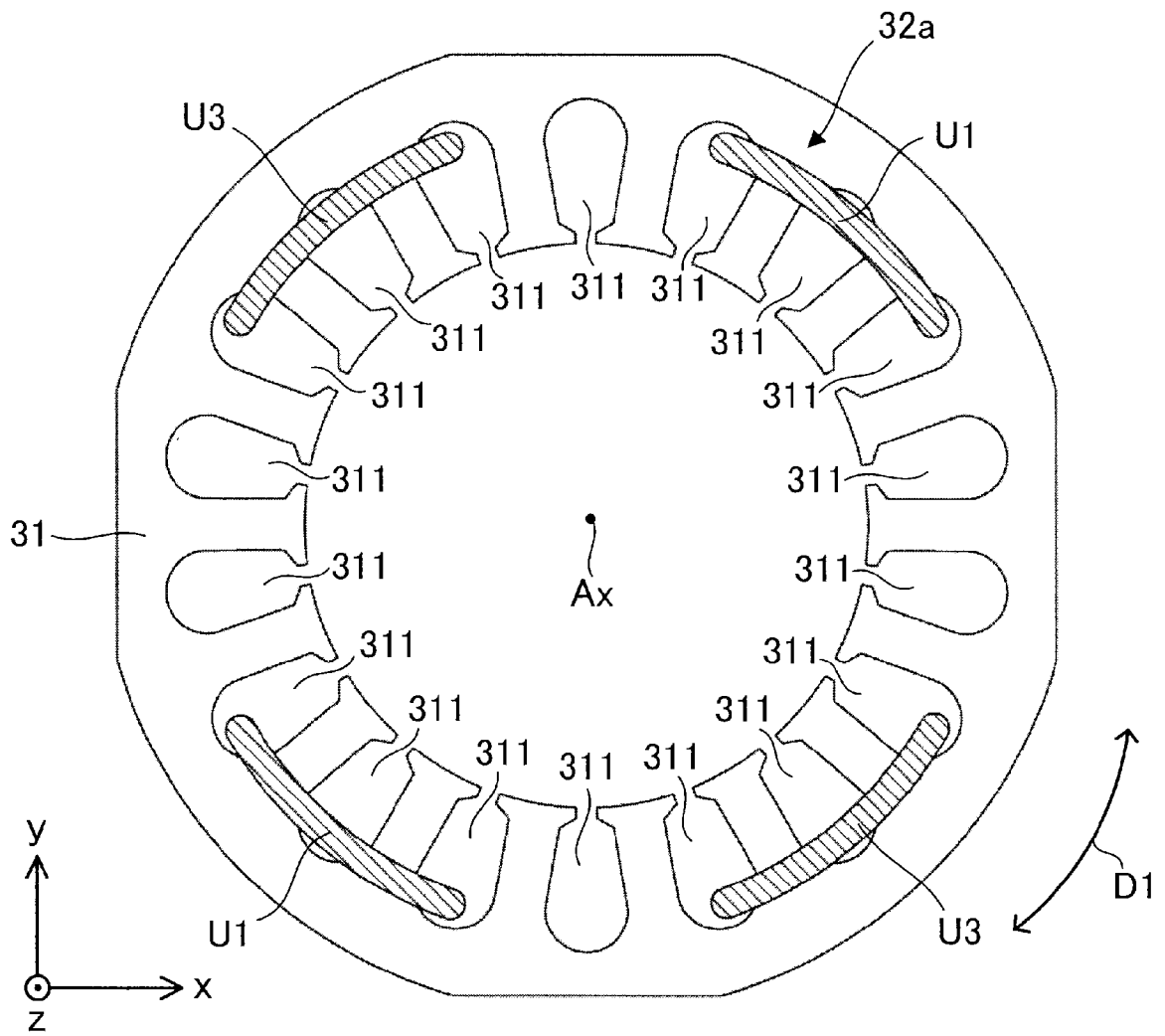
[図31]



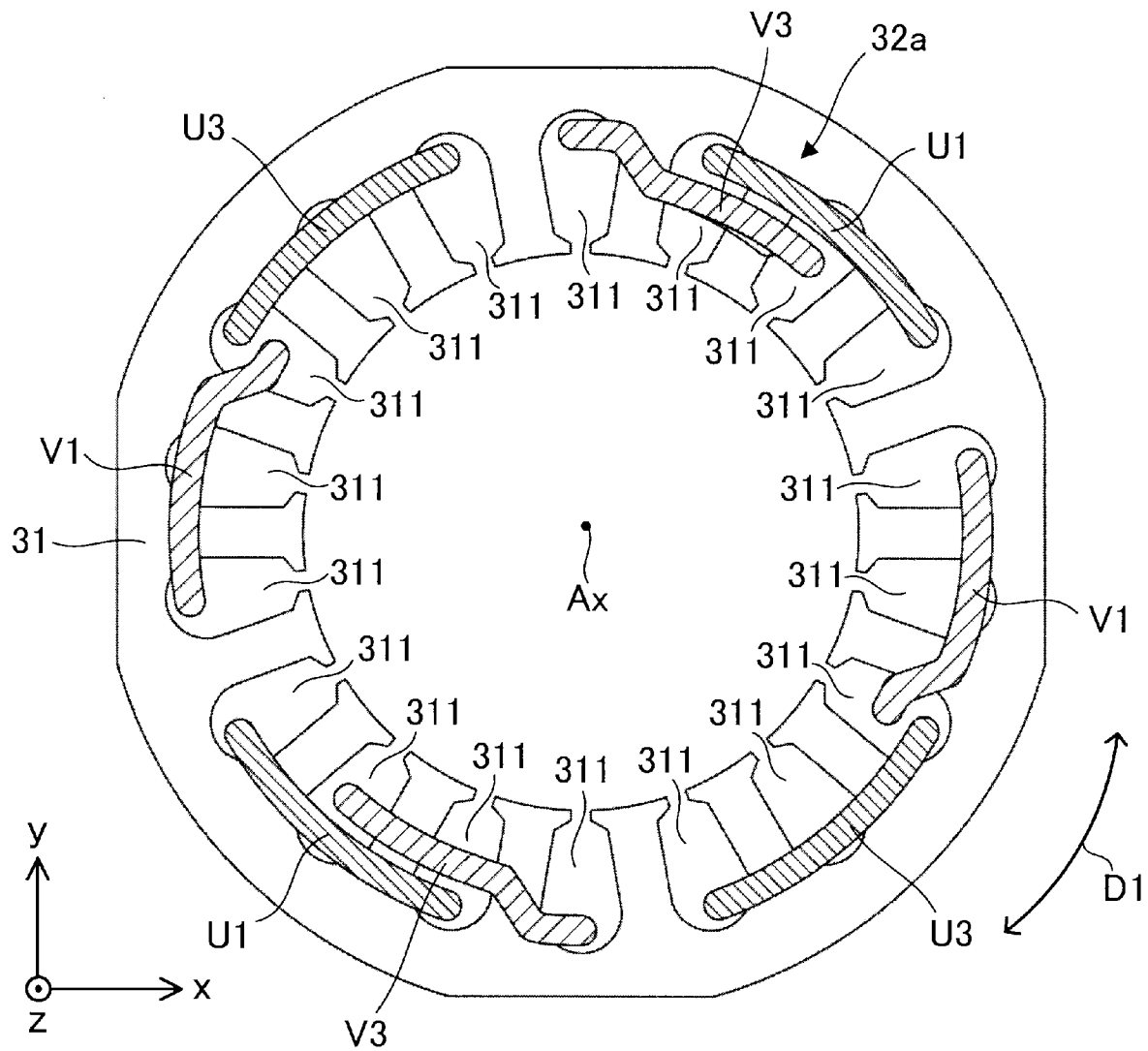
[図32]



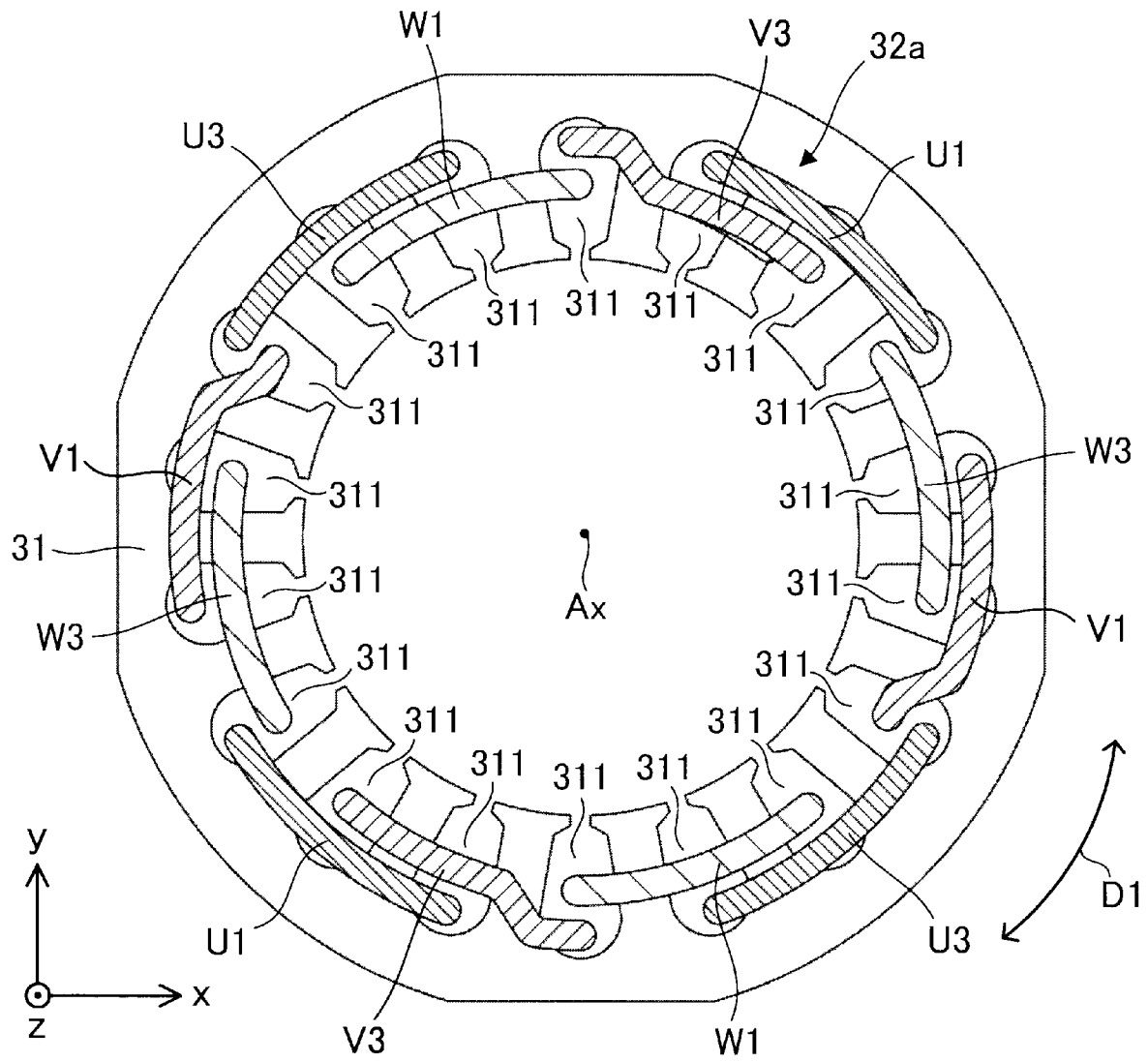
[図33]



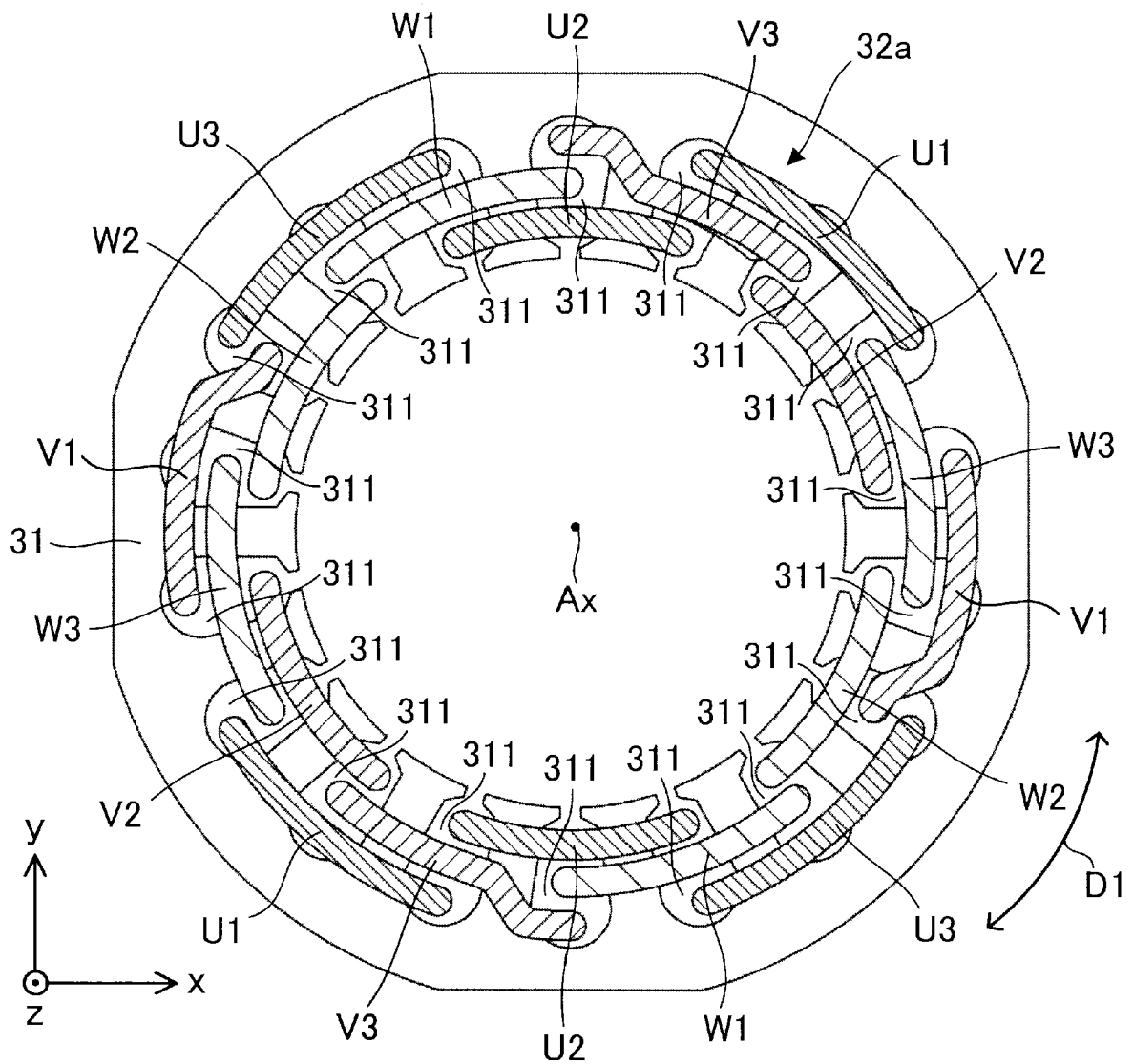
[図34]



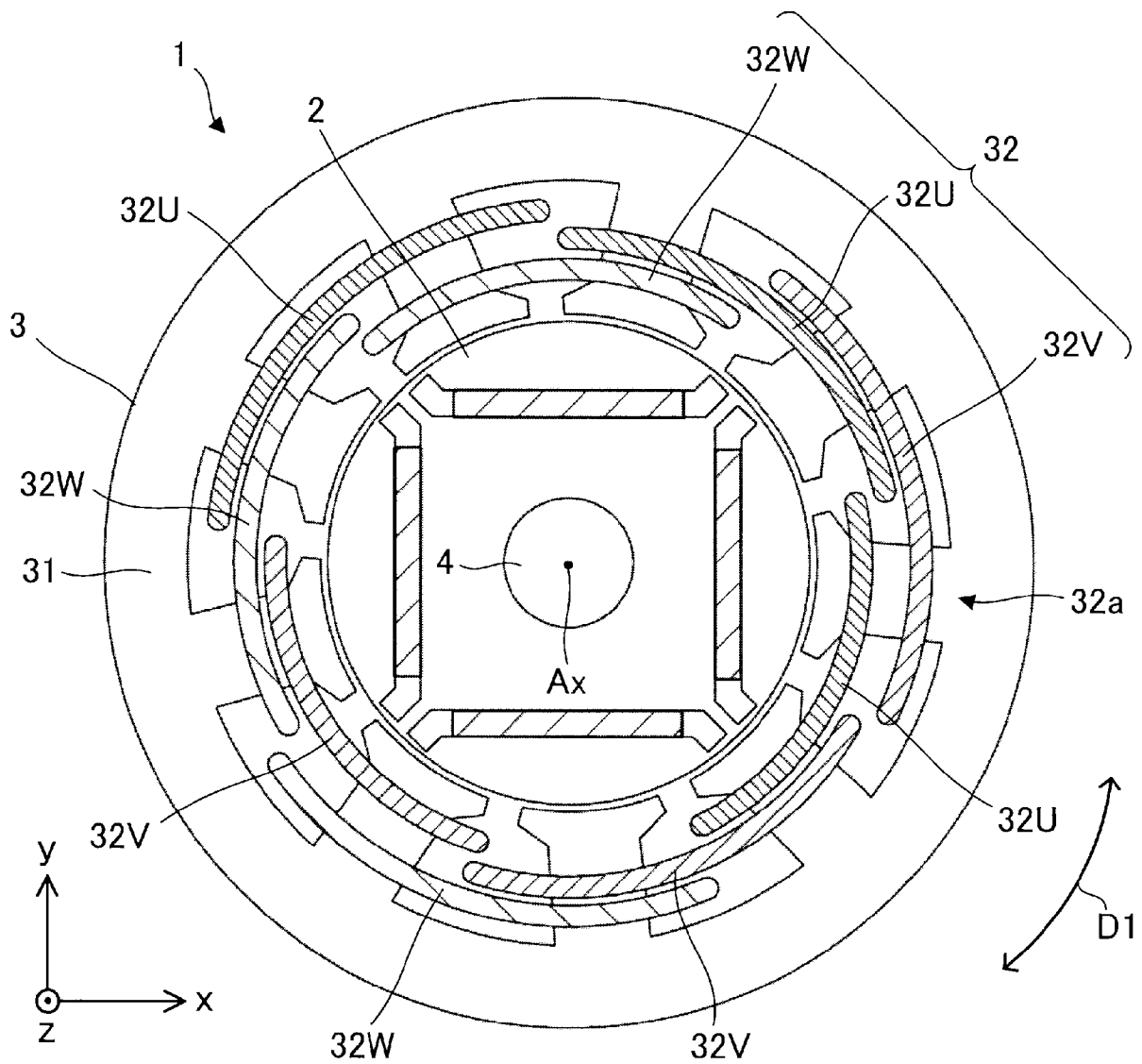
[図35]



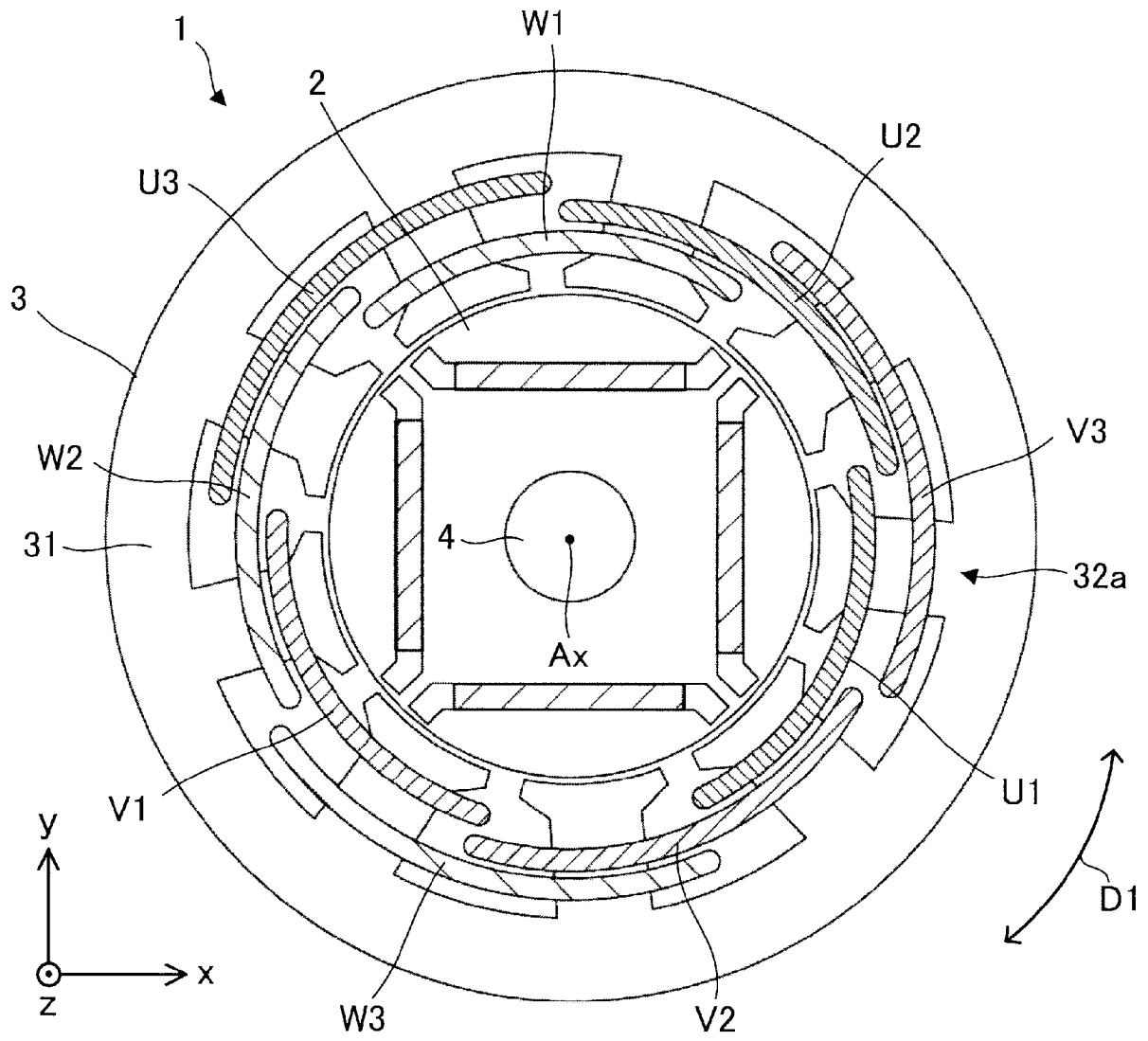
[図36]



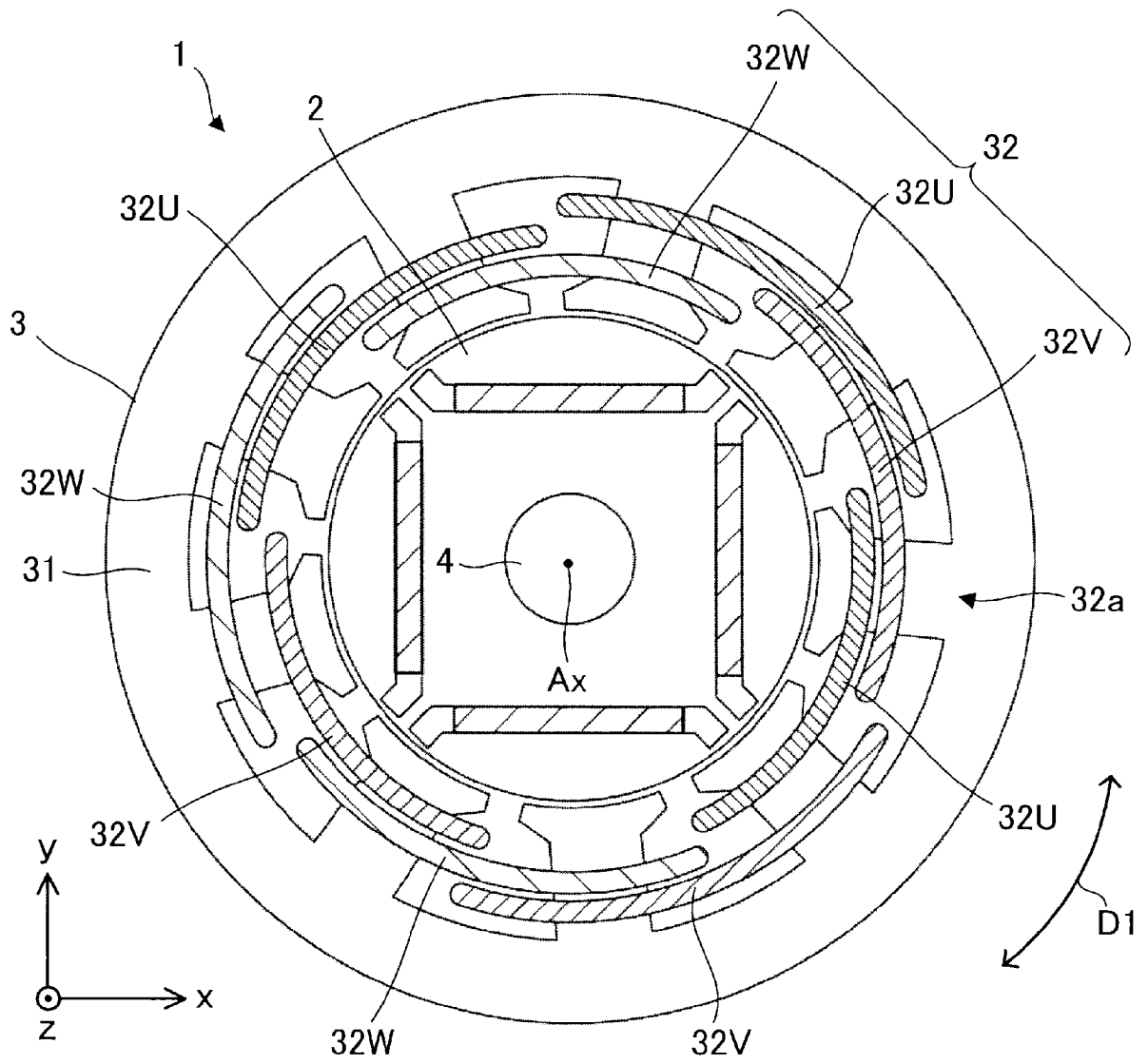
[図37]



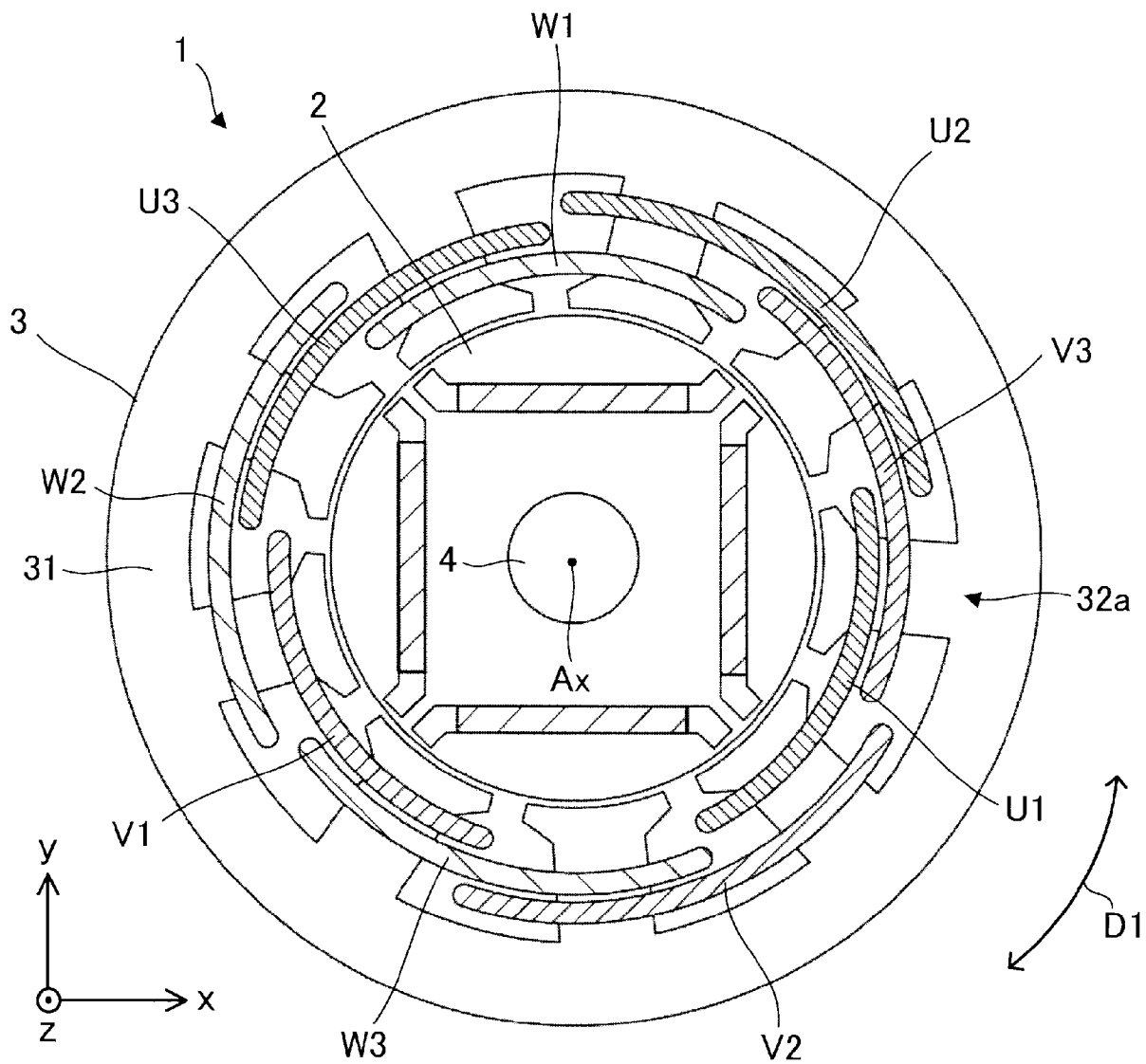
[図38]



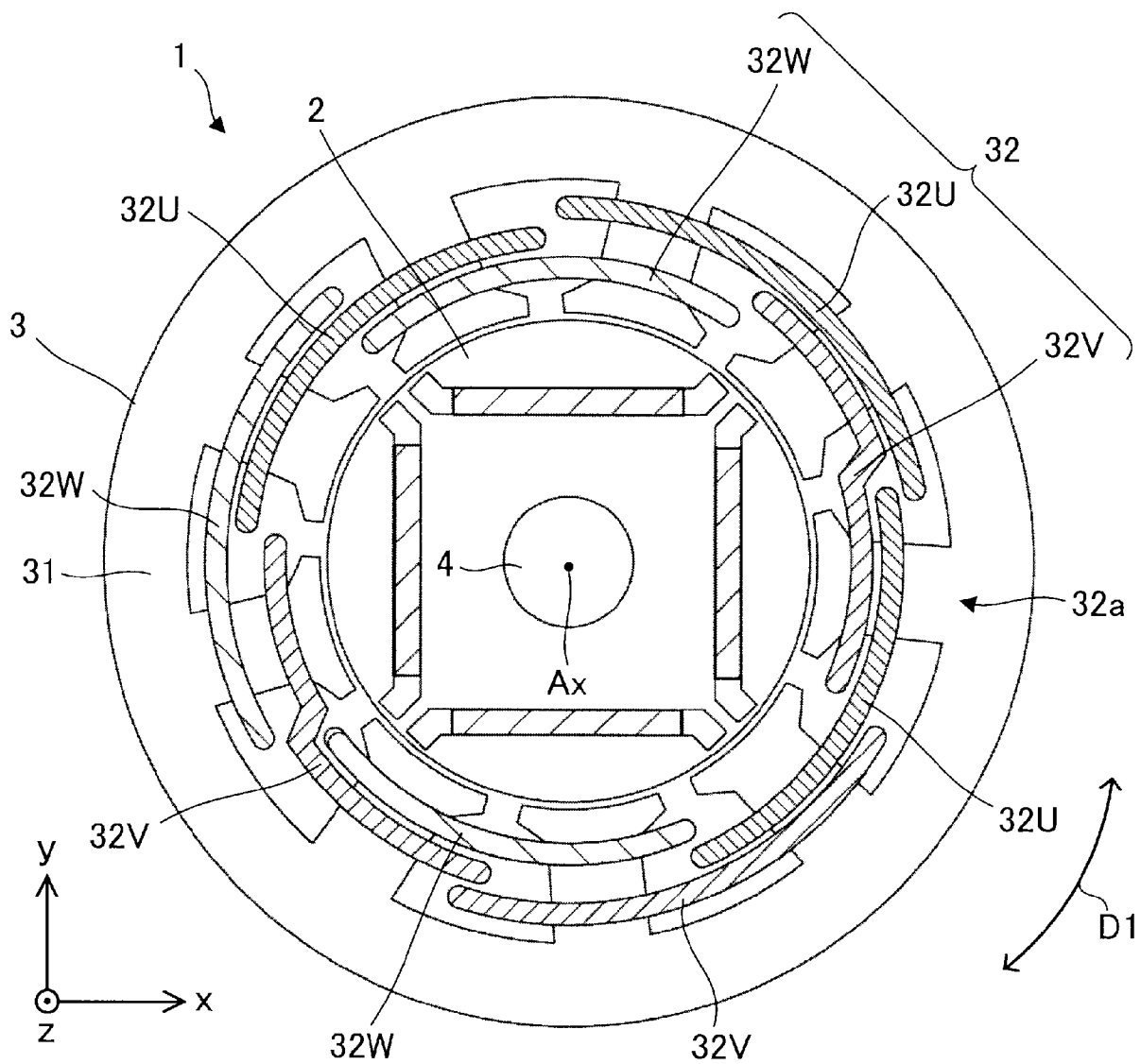
[図39]



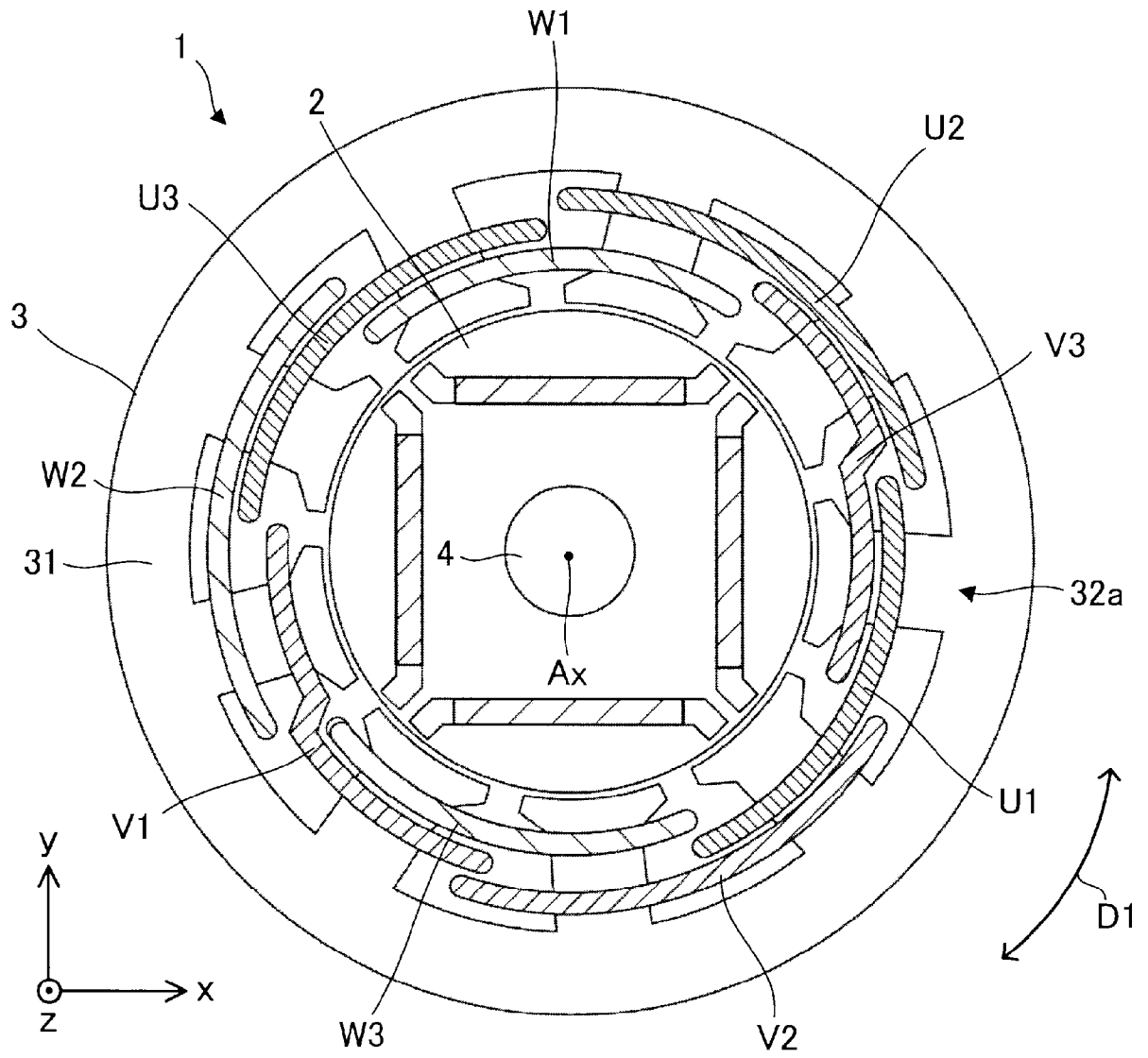
[図40]



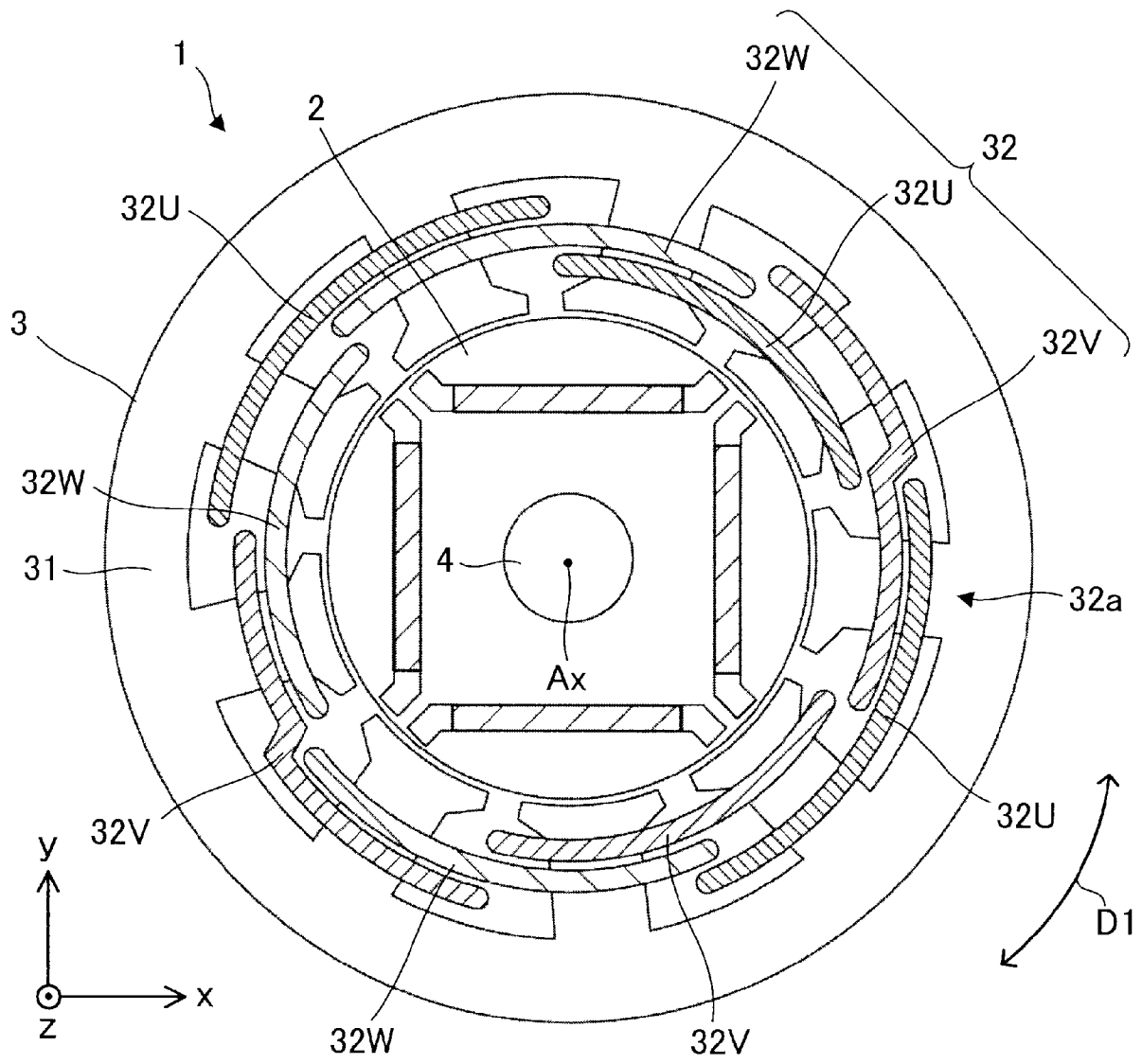
[図41]



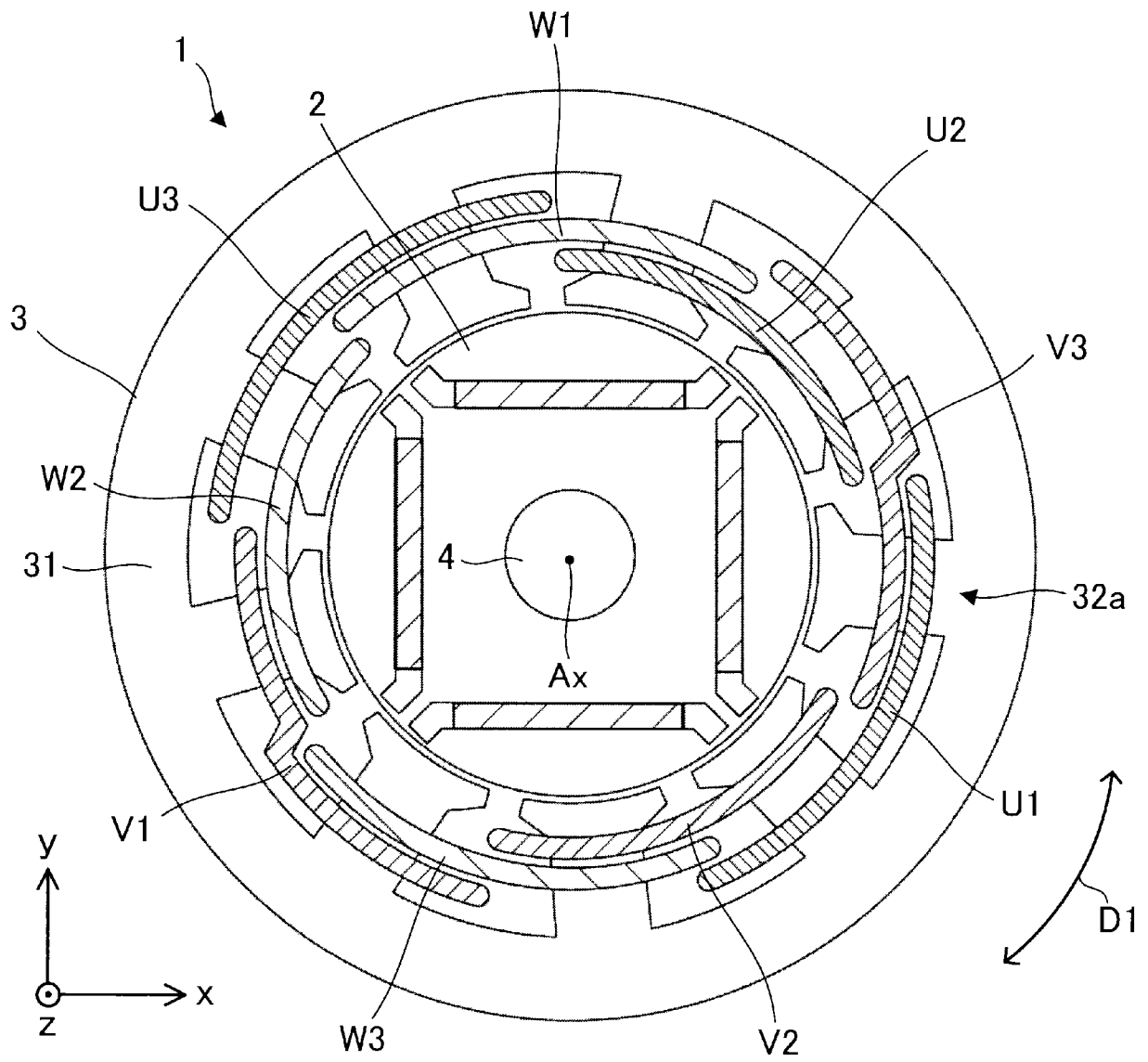
[図42]



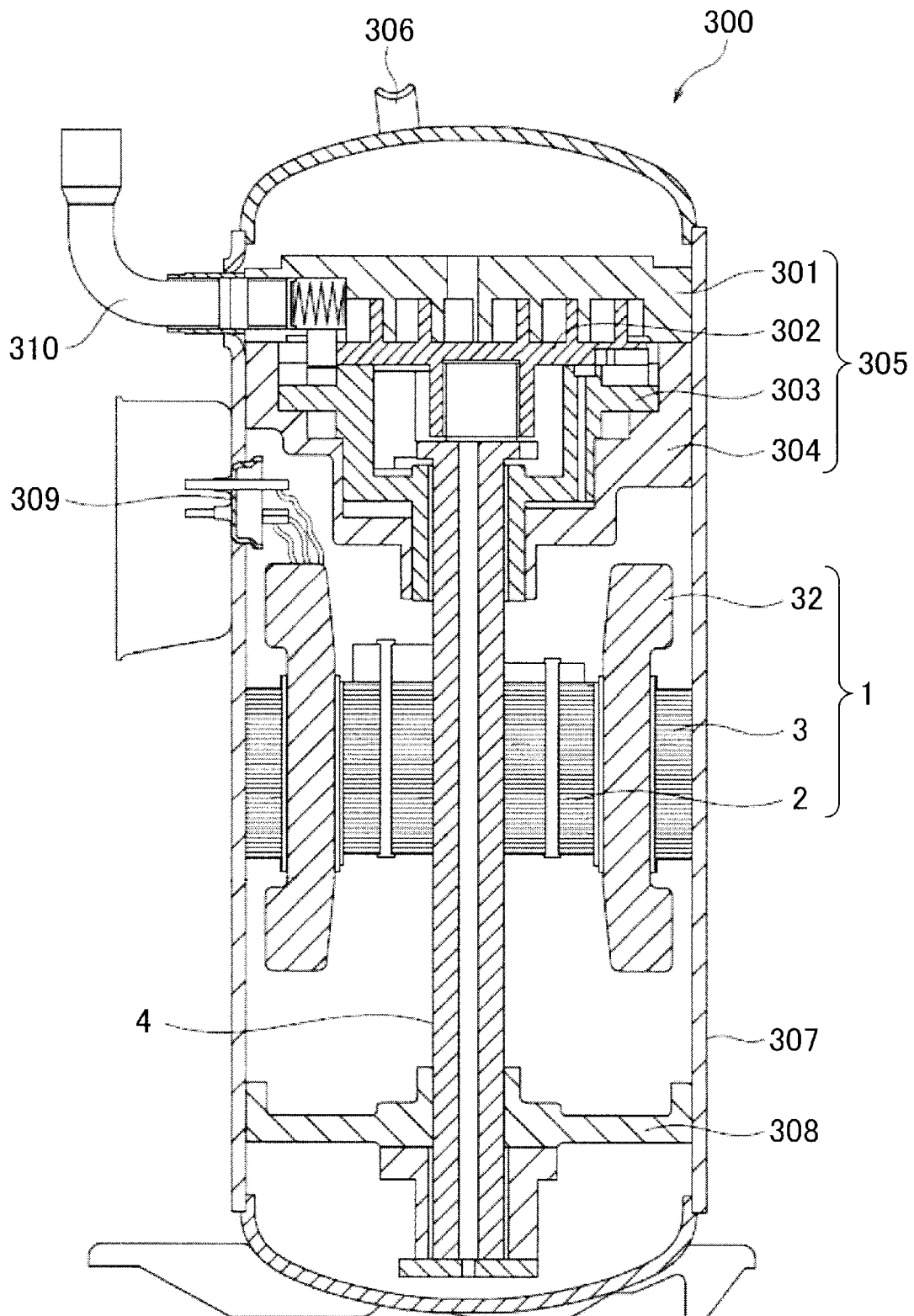
[図43]



[図44]

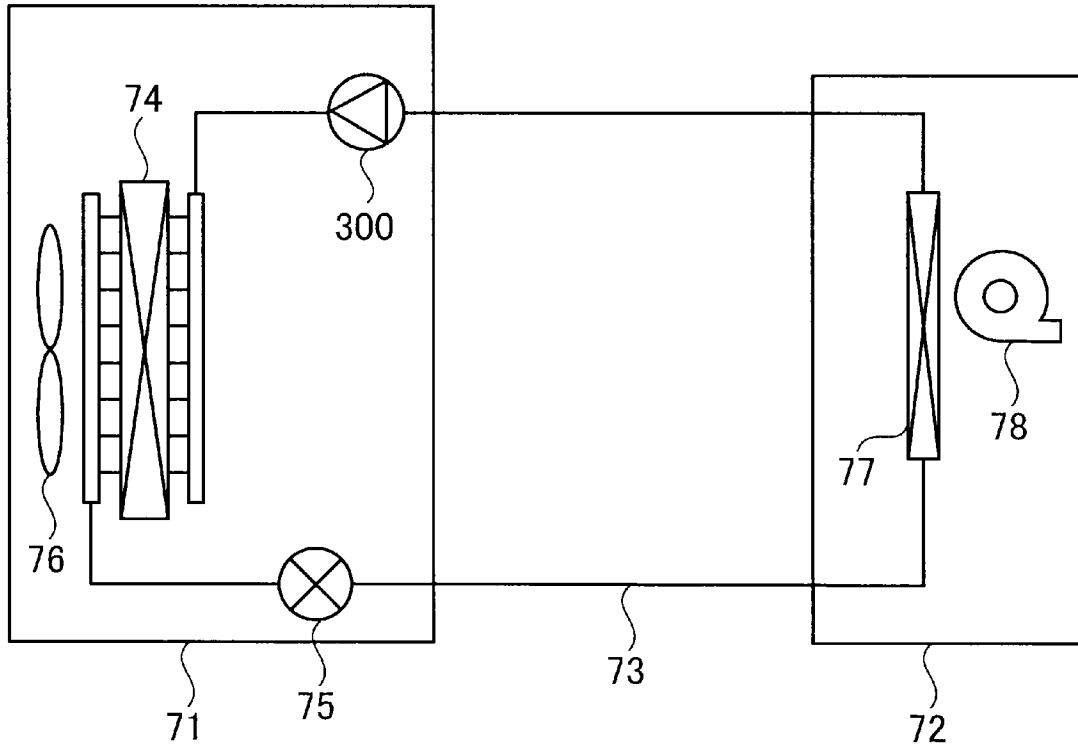


[図45]



[図46]

7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/005250

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	1-19
Y	JP 5-191940 A (TOSHIBA CORP.) 30 July 1993, paragraphs [0007]-[0010], fig. 1	1-19

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 15.03.2020	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 REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/005250

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 62-250851 A	31.10.1987	(Family: none)	
JP 5-191940 A	30.07.1993	(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	1-19
Y	JP 5-191940 A (株式会社東芝) 30.07.1993 (1993 - 07 - 30) 段落7-10, 図1	1-19
<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	“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 “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 “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	18.03.2020	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
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/005250

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 62-250851 A	31.10.1987	(ファミリーなし)	
JP 5-191940 A	30.07.1993	(ファミリーなし)	