

(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  
2017年6月29日(29.06.2017)



(10) 国際公開番号  
**WO 2017/110949 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H02K 3/28* (2006.01) *H02K 15/085* (2006.01)  
*H02K 3/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/088247
- (22) 国際出願日: 2016年12月21日(21.12.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2015-255438 2015年12月25日(25.12.2015) JP
- (71) 出願人: アイシン精機株式会社(AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 佐久間 昌史(SAKUMA Masafumi); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 小林 脩, 外(KOBAYASHI Osamu et al.); 〒4560002 愛知県名古屋市熱田区金山町一丁目19番13号 川島ビル 2階 Aichi (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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ROTATING ELECTRICAL MACHINE AND METHOD OF MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 回転電機およびその製造方法

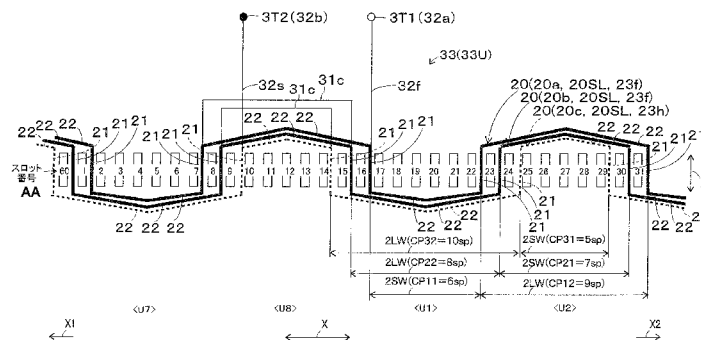


FIG. 5A:  
AA Slot number

(57) Abstract: Provided are a rotating electrical machine provided with a stator coil having a wave wound configuration capable of being assembled in phase coil units, and a method of manufacturing the same. In this rotating electrical machine, a stator coil is provided with a plurality of types of unit coil (20) having different coil pitch (CP11 to CP32) configurations, said plurality of types of unit coil (20) being at least a short-pitch winding/long-pitch winding unit coil (20SL) from among a full-pitch winding unit coil (20F) and the short-pitch winding/long-pitch winding unit coil (20SL). Further, the stator coil is provided with a plurality of phase coils (33) in which a plurality of unit coils (20) including at least one each of the plurality of types of unit coil (20) are connected electrically in series. Additionally, the plurality of unit coils (20) forming each phase coil (33) are provided with two types of unit coils (20), namely a full coil (23f) and a half coil (23h), in relation to the occupancy state of a plurality of slots (11).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/110949 A1



---

相コイル単位で組み付け可能な波巻構成の固定子コイルを備える回転電機およびその製造方法を提供する。本発明の回転電機は、固定子コイルが、全節巻単位コイル（２０Ｆ）および短節巻長節巻単位コイル（２０ＳＬ）のうちの少なくとも短節巻長節巻単位コイル（２０ＳＬ）であって、コイルピッチ（ＣＰ１１～ＣＰ３２）の構成が異なる複数種類の単位コイル（２０）を備えている。また、固定子コイルは、複数種類の単位コイル（２０）の各々を少なくとも一つずつ含む複数の単位コイル（２０）が電氣的に直列接続されている相コイル（３３）を複数備えている。さらに、各相コイル（３３）を構成する複数の単位コイル（２０）は、複数のスロット（１１）の占有状態に関して、フルコイル（２３ｆ）とハーフコイル（２３ｈ）との二種類の単位コイル（２０）を備えている。

## 明 細 書

**発明の名称：** 回転電機およびその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、波巻構成の固定子コイルを備える回転電機およびその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 二層重巻で巻装された固定子コイルの一例として、非特許文献 1 に記載の三相電機子巻線が挙げられる。非特許文献 1 の第 3・2 図には、毎極毎相スロット数が 3 の三相電機子巻線の結線図が示されている。また、非特許文献 1 の第 3・3 図には、毎極毎相スロット数が 2.5 の三相電機子巻線の結線図が示されている。これらの三相電機子巻線は、コイルの巻数および巻ピッチが同一であり、二層重巻で巻装されている。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0003] 非特許文献 1：竹内寿太郎 原著、「大学課程 電機設計学（改訂 2 版）」株式会社オーム社、平成 5 年 2 月 25 日（改訂 2 版第 1 刷）発行、43 頁～44 頁

### 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、二層重巻で巻装された固定子コイルは、固定子鉄心に組み付ける際に、スロットに挿通されるコイルサイドの組み付け順序を調整する必要があり、固定子コイルの組み付け作業が煩雑になる。このように、二層重巻で巻装された固定子コイルは、相コイル単位で組み付けることが困難であり、固定子コイルの組み付け作業の作業効率が低下する。

[0005] 本発明は、このような事情に鑑みて為されたものであり、相コイル単位で組み付け可能な波巻構成の固定子コイルを備える回転電機およびその製造方法を提供することを課題とする。

## 課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る回転電機は、複数のスロットが形成されている固定子鉄心と前記複数のスロットに巻装されている固定子コイルとを備える固定子と、前記固定子に対して移動可能に支持されている可動子鉄心と前記可動子鉄心に設けられている少なくとも一対の可動子磁極とを備える可動子とを具備する回転電機であって、前記固定子に対する前記可動子の移動方向を第一方向とし、前記複数のスロットの深さ方向を第二方向とし、前記第一方向および前記第二方向のいずれの方向に対しても直交する方向を第三方向とするとき、前記固定子コイルは、前記複数のスロットに收容されている複数のコイルサイドと、前記複数のコイルサイドの前記第三方向の一端側の前記コイルサイド同士および前記第三方向の他端側の前記コイルサイド同士を波巻構成になるように交互に接続している複数のコイルエンドとを有する単位コイルを複数備え、前記複数のコイルエンドが接続している前記コイルサイド間のコイルピッチが前記複数のスロットの数であるスロット数を前記可動子の磁極数で除した単一値に設定されている全節巻部を備える前記単位コイルを全節巻単位コイルとし、前記コイルピッチが前記全節巻部と比べて短く設定されている短節巻部と前記コイルピッチが前記全節巻部と比べて長く設定されている長節巻部とが前記第一方向において交互に繰り返され、かつ、前記短節巻部の前記コイルピッチと前記長節巻部の前記コイルピッチとを加算した隣接コイルピッチの加算値が前記スロット数を前記可動子の極対数で除した値に設定されている前記単位コイルを短節巻長節巻単位コイルとするとき、前記固定子コイルは、前記全節巻単位コイルおよび前記短節巻長節巻単位コイルのうちの少なくとも前記短節巻長節巻単位コイルであって、前記コイルピッチの構成が異なる複数種類の前記単位コイルを備え、前記複数種類の単位コイルの各々を少なくとも一つずつ含む複数の前記単位コイルが電氣的に直列接続されている相コイルを複数備えており、各前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルは、前記複数のスロットの占有状態に関して、一の前記単位コイルの前記複数のコイルサイドが前記複数のスロットに收容されたとき

に当該複数のコイルサイドが当該複数のスロットの全体を占有するフルコイルと、一の前記単位コイルの前記複数のコイルサイドが前記複数のスロットに収容されたときに当該複数のコイルサイドが当該複数のスロットの各々の半分を占有するハーフコイルと、の二種類の前記単位コイルを備えている。

### 発明の効果

[0007] 本発明に係る回転電機によれば、固定子コイルは、全節巻単位コイルおよび短節巻長節巻単位コイルのうちの少なくとも短節巻長節巻単位コイルであって、コイルピッチの構成が異なる複数種類の単位コイルを備えている。また、固定子コイルは、複数種類の単位コイルの各々を少なくとも一つずつ含む複数の単位コイルが電氣的に直列接続されている相コイルを複数備えている。さらに、各相コイルを構成する複数の単位コイルは、複数のスロットの占有状態に関して、フルコイルとハーフコイルとの二種類の単位コイルを備えている。これらにより、本発明に係る回転電機は、相コイル毎に第一方向の一方向に巻装する単層波巻構成で固定子コイルを形成することが可能であり、固定子コイルを相コイル単位で組み付けることが可能である。そのため、本発明に係る回転電機は、二層重巻で巻装された固定子コイルを備える回転電機と比べて、固定子コイルの組み付け作業の作業効率が向上する。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]第一実施形態に係り、第三方向（矢印Z方向）に垂直な平面で、回転電機100を切断した端面の一部を示す切断部端面図である。

[図2]第一実施形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から視た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図3]第一実施形態に係り、U相コイル33uの構成例を模式的に示す図である。

[図4]第一実施形態に係り、三相の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）の構成例を模式的に示す図である。

[図5A]第一実施形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から視たU相コイル33uの結線の一例を示す結線図である。

[図5B]第一実施形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図5Aに示すU相コイル33uが複数のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図6]第一実施形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図2に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図7A]第一実施形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た三相の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）の結線の一例を示す結線図である。

[図7B]第一実施形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図7Aに示す三相の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）が複数のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図8A]第一実施形態に係り、円環状コイルが凹凸変形された後の三相の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）のうちの一の相コイル33を模式的に示す模式図である。

[図8B]第一実施形態に係り、図8Aに示す相コイル33がインサータブレード3Bの支持部3B1に落とし込まれた状態で、インサータブレード3Bが固定子鉄心10の内方に挿入される様子を模式的に示す模式図である。

[図8C]第一実施形態に係り、三相の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）のうちの一の相コイル33が、コイル挿入機31によって、複数のスロット11に装着された後の状態を模式的に示す模式図である。

[図9]第一変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図10]第一変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図9に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図11]第二変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図12]第二変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図11に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図13]第三変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図14]第三変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図13に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図15]第四変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図16]第四変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図15に示す相コイル33が複数（6つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図17]第五変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図18]第五変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図17に示す相コイル33が複数（6つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図19]第六変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図20]第六変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図19に示す相コイル33が複数（6つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図21]第七変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図22]第七変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル

引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た図 2 1 に示す相コイル 3 3 が複数 (6 つ) のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図23A]第一実施形態に係り、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た U 相コイル 3 3 u が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図23B]第一実施形態に係り、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た W 相コイル 3 3 w が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図23C]第一実施形態に係り、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た V 相コイル 3 3 v が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図23D]第一実施形態に係り、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た三相の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w) の各ハーフコイル 2 3 h が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図23E]第一実施形態に係り、第一ベクトル 3 5 a と、第二ベクトル 3 5 b, 3 5 b とのなす角  $\phi a 1$ ,  $\phi a 2$  を模式的に示す図である。

[図24A]第八変形形態に係り、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た U 相コイル 3 3 u が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図24B]第八変形形態に係り、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た V 相コイル 3 3 v が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図24C]第八変形形態に係り、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た W 相コイル 3 3 w が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図24D]第八変形形態に係り、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た三相の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u、

V相コイル3 3 vおよびW相コイル3 3 w)の各ハーフコイル2 3 hが複数のスロット1 1に装着された状態を模式的に示す図である。

[図24E]第八変形形態に係り、第一ベクトル3 5 aと、第二ベクトル3 5 b, 3 5 bとのなす角 $\phi b 1$ ,  $\phi b 2$ を模式的に示す図である。

[図25]第一実施形態に係り、複数のスロット1 1の相配置の一例を示す図である。

[図26]第九変形形態に係り、第二方向(矢印Y方向)のうちのスロット開口部1 1 b側から見た三相の相コイル3 3(U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 vおよびW相コイル3 3 w)の結線の一例を示す結線図である。

[図27A]第九変形形態に係り、第三方向(矢印Z方向)のうちの一对のコイル引出部3 2 f, 3 2 s側から見たU相コイル3 3 uが複数のスロット1 1に装着された状態を模式的に示す図である。

[図27B]第九変形形態に係り、第三方向(矢印Z方向)のうちの一对のコイル引出部3 2 f, 3 2 s側から見たV相コイル3 3 vが複数のスロット1 1に装着された状態を模式的に示す図である。

[図27C]第九変形形態に係り、第三方向(矢印Z方向)のうちの一对のコイル引出部3 2 f, 3 2 s側から見たW相コイル3 3 wが複数のスロット1 1に装着された状態を模式的に示す図である。

[図27D]第九変形形態に係り、第三方向(矢印Z方向)のうちの一对のコイル引出部3 2 f, 3 2 s側から見た三相の相コイル3 3(U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 vおよびW相コイル3 3 w)の各ハーフコイル2 3 hが複数のスロット1 1に装着された状態を模式的に示す図である。

[図28A]第十変形形態に係り、第三方向(矢印Z方向)のうちの一对のコイル引出部3 2 f, 3 2 s側から見たU相コイル3 3 uが複数のスロット1 1に装着された状態を模式的に示す図である。

[図28B]第十変形形態に係り、第三方向(矢印Z方向)のうちの一对のコイル引出部3 2 f, 3 2 s側から見たW相コイル3 3 wが複数のスロット1 1に装着された状態を模式的に示す図である。

[図28C]第十変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見たV相コイル33vが複数のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図28D]第十変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た三相の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）の各ハーフコイル23hが複数のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図29]第九変形形態に係り、複数のスロット11の相配置の一例を示す図である。

[図30]第一参考形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部832f, 832s側から見た二層重巻の極対コイル832を模式的に示す図である。

[図31]第一参考形態に係り、図30に示す二層重巻における複数のスロット11の相配置の一例を示す図である。

[図32A]第一実施形態に係り、第二方向（矢印Y方向）に沿って固定子40を切断して、相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）毎に各単位コイル20の一对のコイルエンド22, 22が配設された状態の一例を模式的に示す切断部端面図である。

[図32B]第一実施形態に係り、第二方向（矢印Y方向）に沿って固定子40を切断して、相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）毎に各単位コイル20の一对のコイルエンド22, 22が配設された状態の他の一例を模式的に示す切断部端面図である。

[図33A]第二実施形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見たU相コイル33uの結線の一例を示す結線図である。

[図33B]第二実施形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た図33Aに示すU相コイル33uが複数のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図34A]第二実施形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口

部 1 1 b 側から見た三相の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w) の結線の一例を示す結線図である。

[図34B]第二実施形態に係り、第三方向(矢印 Z 方向)のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た図 3 4 A に示す三相の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w) が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図35]第十一変形形態に係り、第二方向(矢印 Y 方向)のうちのスロット開口部 1 1 b 側から見た相コイル 3 3 の構成例を模式的に示す図である。

[図36]第十一変形形態に係り、第三方向(矢印 Z 方向)のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た図 3 5 に示す相コイル 3 3 が複数(9 つ)のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図37A]第二実施形態に係り、第三方向(矢印 Z 方向)のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た U 相コイル 3 3 u が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図37B]第二実施形態に係り、第三方向(矢印 Z 方向)のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た W 相コイル 3 3 w が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図37C]第二実施形態に係り、第三方向(矢印 Z 方向)のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た V 相コイル 3 3 v が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図37D]第二実施形態に係り、第三方向(矢印 Z 方向)のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た三相の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w) の各ハーフコイル 2 3 h が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図38A]第十二変形形態に係り、第三方向(矢印 Z 方向)のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た U 相コイル 3 3 u が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図38B]第十二変形形態に係り、第三方向(矢印 Z 方向)のうちの一对のコイ

ル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た V 相コイル 3 3 v が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図38C]第十二変形形態に係り、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た W 相コイル 3 3 w が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図38D]第十二変形形態に係り、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た三相の相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w）の各ハーフコイル 2 3 h が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図39]第二実施形態に係り、複数のスロット 1 1 の相配置の一例を示す図である。

[図40]第二参考形態に係り、複数のスロット 1 1 の相配置の一例を示す図である。

[図41]図 4 0 に示す複数のスロット 1 1 の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）の一層分を、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）に 1 スロットピッチ（1 s p）分、移動させた状態を示す図である。

[図42]第十三変形形態に係り、第二方向（矢印 Y 方向）のうちのスロット開口部 1 1 b 側から見た相コイル 3 3 の構成例を模式的に示す図である。

[図43]第十三変形形態に係り、複数のスロット 1 1 の相配置の一例を示す図である。

[図44]第三参考形態に係り、複数のスロット 1 1 の相配置の一例を示す図である。

[図45]図 4 4 に示す複数のスロット 1 1 の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）の一層分を、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）に 1 スロットピッチ（1 s p）分、移動させた状態を示す図である。

[図46]第十四変形形態に係り、第二方向（矢印 Y 方向）のうちのスロット開口部 1 1 b 側から見た相コイル 3 3 の構成例を模式的に示す図である。

[図47]第十四変形形態に係り、複数のスロット 1 1 の相配置の一例を示す図

である。

[図48]図44に示す複数のスロット11の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）の一層分を、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）に2スロットピッチ（2sp）分、移動させた状態を示す図である。

[図49]第十五変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図50]第十五変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f、32s側から見た図49に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図51]第十六変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図52]第十六変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f、32s側から見た図51に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図53]第十七変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図54]第十七変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f、32s側から見た図53に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図55]第十八変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図56]第十八変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f、32s側から見た図55に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を模式的に示す図である。

[図57]第十九変形形態に係り、第二方向（矢印Y方向）のうちのスロット開口部11b側から見た相コイル33の構成例を模式的に示す図である。

[図58]第十九変形形態に係り、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f、32s側から見た図57に示す相コイル33が複数（6つ

）の-slot 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図59]第二十変形形態に係り、第二方向（矢印 Y 方向）のうちの-slot 開口部 1 1 b 側から見た相コイル 3 3 の構成例を模式的に示す図である。

[図60]第二十変形形態に係り、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た図 5 9 に示す相コイル 3 3 が複数（6 つ）の-slot 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図61]第二十一変形形態に係り、第二方向（矢印 Y 方向）のうちの-slot 開口部 1 1 b 側から見た相コイル 3 3 の構成例を模式的に示す図である。

[図62]第二十一変形形態に係り、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た図 6 1 に示す相コイル 3 3 が複数（6 つ）の-slot 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図63]第二十二変形形態に係り、第二方向（矢印 Y 方向）のうちの-slot 開口部 1 1 b 側から見た相コイル 3 3 の構成例を模式的に示す図である。

[図64]第二十二変形形態に係り、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た図 6 3 に示す相コイル 3 3 が複数（6 つ）の-slot 1 1 に装着された状態を模式的に示す図である。

[図65]第二十三変形形態に係り、第二方向（矢印 Y 方向）のうちの-slot 底部 1 1 a 側から見た相コイル 3 3 の構成例を模式的に示す図である。

[図66]第二十三変形形態に係り、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た図 6 5 に示す相コイル 3 3 が複数（9 つ）の-slot 1 1 に装着された状態の一例を模式的に示す図である。

[図67]第二十四変形形態に係り、第二方向（矢印 Y 方向）のうちの-slot 開口部 1 1 b 側から見た相コイル 3 3 の構成例を模式的に示す図である。

[図68]第二十四変形形態に係り、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た図 6 7 に示す相コイル 3 3 が複数（9 つ）の-slot 1 1 に装着された状態の一例を模式的に示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、図面は、各実

施形態および各変形形態について、共通する箇所には共通の符号が付されており、本明細書では、重複する説明が省略されている。また、一の実施形態で既述されていることは、他の実施形態および各変形形態についても適宜適用することができる。なお、図面は、概念図であり、細部構造の寸法まで規定するものではない。

[0010] <第一実施形態>

(回転電機 100 の概要)

図 1 に示すように、本実施形態の回転電機 100 は、固定子 40 と可動子 70 とを具備している。固定子 40 は、複数のスロット 11 が形成されている固定子鉄心 10 と、複数のスロット 11 に巻装されている固定子コイル 30 とを備えている。固定子コイル 30 は、波巻構成の複数の単位コイル 20 を備えている。また、可動子 70 は、固定子 40 に対して移動可能に支持されている可動子鉄心 50 と、可動子鉄心 50 に設けられている少なくとも一対の可動子磁極 61, 62 とを備えている。

[0011] 本実施形態では、固定子鉄心 10 には、60 個のスロット 11 が形成されており、固定子コイル 30 は、三相の各相 3 つ、合計 9 つの単位コイル 20 を備えている。また、本実施形態では、可動子鉄心 50 は、四組の一対の可動子磁極 61, 62 を備えている。このように、本実施形態の回転電機 100 は、8 極 60 スロット構成の三相回転電機（可動子 70 の磁極数が 2 極、固定子 40 のスロット数が 15 スロットを基本構成とする三相回転電機）であり、毎極毎相スロット数は 2.5 である。つまり、本実施形態の回転電機 100 は、毎極毎相スロット数が整数でない分数スロット構成（毎極毎相スロット数の小数点以下が 0.5 の分数スロット構成）の回転電機 100 である。また、本実施形態の回転電機 100 は、固定子 40 および可動子 70 が同軸に配設されるラジアル空隙型の円筒状回転電機である。さらに、可動子 70 は、固定子 40 の内方（回転電機 100 の軸心側）に設けられている。

[0012] ここで、固定子 40 に対する可動子 70 の移動方向を第一方向（矢印 X 方向）とする。また、複数（60 個）のスロット 11 の深さ方向を第二方向（

矢印Y方向)とする。さらに、第一方向(矢印X方向)および第二方向(矢印Y方向)のいずれの方向に対しても直交する方向を第三方向(矢印Z方向)とする。円筒状回転電機では、第一方向(矢印X方向)は、回転電機100の周方向に沿った方向に相当し、可動子70の回転方向に相当する。第二方向(矢印Y方向)は、回転電機100の径方向に沿った方向に相当し、第三方向(矢印Z方向)は、回転電機100の軸線方向に沿った方向に相当する。

[0013] 固定子鉄心10は、薄板状の電磁鋼板(例えば、ケイ素鋼板)が第三方向(矢印Z方向)に、複数積層されて形成されている。固定子鉄心10は、バックヨーク部10aと、バックヨーク部10aと一体に形成される複数(本実施形態では、60個)の固定子磁極部10bとを備えている。バックヨーク部10aは、第一方向(矢印X方向)に沿って形成されており、各固定子磁極部10bは、バックヨーク部10aから第二方向(矢印Y方向)(回転電機100の軸心方向)に突出するように形成されている。

[0014] 第一方向(矢印X方向)に隣接する固定子磁極部10b、10bの間には、スロット11が形成されており、固定子鉄心10には、複数(60個)のスロット11が形成されている。複数(60個)のスロット11には、固定子コイル30が巻装されている。なお、各固定子磁極部10bの先端部10cは、第一方向(矢印X方向)に幅広に形成されている。

[0015] 図1に示すように、第二方向(矢印Y方向)のうちのスロット開口部11b側からスロット底部11a側に向かう方向を第二方向スロット底部側(矢印Y1方向)とする。また、第二方向(矢印Y方向)のうちのスロット底部11a側からスロット開口部11b側に向かう方向を第二方向スロット開口部側(矢印Y2方向)とする。さらに、スロット11のうち、固定子コイル30が装着される部位のスロット面積を第二方向(矢印Y方向)に略二等分するように、第一方向(矢印X方向)に沿って延びる部位をスロット中央部11cとする。

[0016] 可動子70は、可動子鉄心50を備えている。可動子鉄心50は、薄板状

の電磁鋼板（例えば、ケイ素鋼板）が第三方向（矢印Z方向）に、複数積層されて円柱状に形成されている。可動子鉄心50には、シャフト（図示略）が設けられており、シャフトは、可動子鉄心50の軸心を第三方向（矢印Z方向）に貫通している。シャフトの第三方向（矢印Z方向）両端部は、軸受部材（図示略）によって、回転可能に支持されている。これにより、可動子鉄心50は、固定子40に対して移動可能（回転可能）になっている。

[0017] 可動子鉄心50には、四組の一对の可動子磁極61, 62が埋設されている。具体的には、可動子鉄心50には、第一方向（矢印X方向）に等間隔で、複数の磁石収容部（図示略）が設けられている。複数の磁石収容部には、所定磁極対分（本実施形態では四磁極対分）の永久磁石が埋設されている。可動子70は、永久磁石と、固定子40に発生する回転磁界とによって、固定子40に対して移動可能（回転可能）になっている。

[0018] 永久磁石は、例えば、公知のフェライト系磁石や希土類系磁石を用いることができる。また、永久磁石の製法は、限定されない。永久磁石は、例えば、樹脂ボンド磁石や焼結磁石を用いることができる。樹脂ボンド磁石は、例えば、フェライト系の原料磁石粉末と樹脂などを混合して、射出成形などによって可動子鉄心50に鋳込み形成することができる。焼結磁石は、例えば、希土類系の原料磁石粉末を磁界中で加圧成形して、高温で焼き固めて形成される。なお、一对の可動子磁極61, 62は、各固定子磁極部10bの先端部10cと対向する可動子鉄心50の表面（外周表面）に永久磁石を設ける表面磁石形とすることもできる。また、図2では、一对の可動子磁極61, 62のうち、一方の極性（例えば、N極）を備える可動子磁極を可動子磁極61で示し、他方の極性（例えば、S極）を備える可動子磁極を可動子磁極62で示している。

[0019] 固定子コイル30は、複数（三相の各相3つ、合計9つ）の単位コイル20を備えている。各単位コイル20は、銅などの導体（コイル）が巻き回されて形成されており、導体表面がエナメルなどの絶縁層で被覆されている。各単位コイル20の断面形状は、限定されるものではなく、任意の断面形状

とすることができる。例えば、各単位コイル 20 は、断面円形状の丸線、断面多角形状の角線などの種々の断面形状の導体（コイル）を用いることができる。また、各単位コイル 20 は、複数のより細いコイル素線を組み合わせた並列細線を用いることもできる。並列細線を用いる場合、単線の場合と比べて各単位コイル 20 に発生する渦電流損が低減され、回転電機 100 の効率が向上する。また、コイル成形に要する力を低減することができるので、コイルの成形性が向上してコイル製作が容易になる。

[0020] 図 2 に示すように、各単位コイル 20 は、複数のコイルサイド 21 と複数のコイルエンド 22 とを有しており、複数のコイルサイド 21 と複数のコイルエンド 22 とは、一体に形成されている。複数のコイルサイド 21 は、複数のスロット 11 に収容されている部位をいう。複数のコイルエンド 22 は、複数のコイルサイド 21 の第三方向（矢印 Z 方向）の一端側（同図の紙面上側）のコイルサイド 21、21 同士および第三方向（矢印 Z 方向）の他端側（同図の紙面下側）のコイルサイド 21、21 同士を波巻構成になるように交互に接続している部位をいう。なお、同図では、後述する各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c）が図示されており、一對の可動子磁極 61、62 が併せて図示されている。また、同図では、可動子磁極の三磁極分に対向する 12 個のコイルサイド 21 と 9 個のコイルエンド 22 とが図示されている。

[0021] ここで、複数のコイルエンド 22 が接続しているコイルサイド 21、21 間のコイルピッチが、複数のスロット 11 の数であるスロット数を可動子 70 の磁極数で除した単一値に設定されている部位を全節巻部 2FW とし、全節巻部 2FW を備える単位コイル 20 を全節巻単位コイル 20F とする。本実施形態の回転電機 100 は、8 極 60 スロット構成の三相回転電機なので、スロット数を可動子 70 の磁極数で除した値は、7.5 となり、整数にはならない。そのため、固定子コイル 30 の各単位コイル 20 を全節巻単位コイル 20F で構成することは困難である。

[0022] 本実施形態では、固定子コイル30は、短節巻長節巻単位コイル20SLを備えている。短節巻長節巻単位コイル20SLでは、短節巻部2SWと長節巻部2LWとが第一方向（矢印X方向）において交互に繰り返されている。短節巻部2SWは、複数のコイルエンド22が接続しているコイルサイド21、21間のコイルピッチが全節巻部2FWと比べて短く設定されている部位をいう。長節巻部2LWは、複数のコイルエンド22が接続しているコイルサイド21、21間のコイルピッチが全節巻部2FWと比べて長く設定されている部位をいう。なお、短節巻部2SWのコイルピッチと長節巻部2LWのコイルピッチとを加算した隣接コイルピッチの加算値は、スロット数を可動子70の極対数（本実施形態では、4）で除した値に設定される。

[0023] 図2に示すように、第一単位コイル20aでは、短節巻部2SWのコイルサイド21、21間のコイルピッチCP11は、6スロットピッチ（6sp）に設定されており、長節巻部2LWのコイルサイド21、21間のコイルピッチCP12は、9スロットピッチ（9sp）に設定されている。このように、短節巻部2SWのコイルピッチCP11は、スロット数を可動子70の磁極数で除した値（7.5）と比べて短く設定されている。また、長節巻部2LWのコイルピッチCP12は、スロット数を可動子70の磁極数で除した値（7.5）と比べて長く設定されている。さらに、短節巻部2SWのコイルピッチCP11と長節巻部2LWのコイルピッチCP12とを加算した隣接コイルピッチの加算値は、スロット数を可動子70の極対数で除した値（15）に設定されている。

[0024] 第二単位コイル20bでは、短節巻部2SWのコイルサイド21、21間のコイルピッチCP21は、7スロットピッチ（7sp）に設定されており、長節巻部2LWのコイルサイド21、21間のコイルピッチCP22は、8スロットピッチ（8sp）に設定されている。また、第三単位コイル20cでは、短節巻部2SWのコイルサイド21、21間のコイルピッチCP31は、5スロットピッチ（5sp）に設定されており、長節巻部2LWのコイルサイド21、21間のコイルピッチCP32は、10スロットピッチ（

10sp)に設定されている。よって、第一単位コイル20aについて上述したことは、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cについても同様に言える。

[0025] 本実施形態では、固定子コイル30は、短節巻長節巻単位コイル20SLであって、コイルピッチCP11～CP32の構成が異なる複数種類（三種類）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）を備えている。また、複数種類（三種類）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）の各々を一つずつ含む複数（3つ）の単位コイル20が電氣的に直列接続されており、相コイル33が形成されている。

[0026] 具体的には、複数（3つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）は、複数（2つ）の単位コイル間接続部31c、31cを介して、電氣的に直列接続されており、相コイル33が構成されている。単位コイル間接続部31cは、単位コイル20、20同士を電氣的に接続する部位をいう。また、相コイル33は、相コイル33を構成する複数（3つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）が巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）から巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）へ連続して巻進められて形成されていると好適である。

[0027] さらに、相コイル33は、第一コイル引出部32fと第二コイル引出部32sとからなる一对のコイル引出部32f、32sを備えていると好適である。第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の巻始めのコイルサイド21から引き出される。当該コイルサイド21を第一コイルサイド21aとする。第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）の巻終りのコイルサイド21から引き出される。当該コイルサイド21を第二コイルサイド21bとする。

[0028] 図2は、複数（3つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）が巻始めの単位コイル20（

第一単位コイル 20 a) から巻終りの単位コイル 20 (第三単位コイル 20 c) へ連続して巻進められて形成された相コイル 33 を示している。本実施形態では、各単位コイル 20 は、同図の紙面右側に向かって巻装される。本実施形態の回転電機 100 は、円筒状回転電機なので、各単位コイル 20 は、第一方向 (矢印 X 方向) である回転電機 100 の周方向に沿って一周すると、同図の紙面左側のコイルサイド 21 に到達する。同図では、相コイル 33 の巻始め部 32 a から巻終り部 32 b までの巻順が数字\*で示されている。なお、後述するように、各単位コイル 20 は、第一方向 (矢印 X 方向) である回転電機 100 の周方向に沿って複数周回、巻き回される。

[0029] 固定子コイル 30 は、複数 (3 つ) の相コイル 33 (U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w) を備えている。図 3 に示すように、複数 (3 つ) の単位コイル 20 (第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c) は、直列接続されており、U 相コイル 33 u が形成されている。第一相端子 3 T 1 は、既述の巻始め部 32 a であり、第二相端子 3 T 2 は、既述の巻終り部 32 b である。V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w は、U 相コイル 33 u と同様に形成することができる。

[0030] 本実施形態の回転電機 100 は、三相回転電機であり、U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w は、電気角で  $120^\circ$  ずつ位相がずれている。本明細書では、U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w は、この順に位相が遅れているものとする。ここで、第一方向 (矢印 X 方向) のうちの一方の方向であって、各単位コイル 20 において波巻構成になるように複数のコイルエンド 22 が複数のコイルサイド 21 を接続するときの巻方向を波巻方向とする。また、第一方向 (矢印 X 方向) のうちの一方の方向であって、波巻方向に順行する方向を第一方向波巻順行側 (矢印 X 2 方向) とする。さらに、第一方向 (矢印 X 方向) のうちの他の方向であって、波巻方向に逆行する方向を第一方向波巻逆行側 (矢印 X 1 方向) とする。本実施形態では、第一方向波巻順行側 (矢印 X 2 方向) は、図 2 の

紙面左側から紙面右側に向かう方向に相当し、第一方向波巻逆行側（矢印X 1 方向）は、同図の紙面右側から紙面左側に向かう方向に相当する。

[0031] 本実施形態では、各相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 v、W相コイル3 3 w）を構成する複数（3つ）の単位コイル2 0は、図2の紙面左側から紙面右側に向かう方向に巻装され、波巻方向が、いずれも第一方向波巻順行側（矢印X 2 方向）である。また、本実施形態では、複数（3つ）の相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 vおよびW相コイル3 3 w）は、この順に位相が遅れるように配設され、相順方向は、第一方向波巻順行側（矢印X 2 方向）である。このように、本実施形態では、各相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 v、W相コイル3 3 w）を構成する複数（3つ）の単位コイル2 0は、各波巻方向が、いずれも複数（3つ）の相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 v、W相コイル3 3 w）の相順方向と一致している。

[0032] また、図4に示すように、三相の相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 vおよびW相コイル3 3 w）は、Y結線で電氣的に接続することができる。同図では、U相の相端子は、U相端子3 T Uで示され、V相の相端子は、V相端子3 T Vで示され、W相の相端子は、W相端子3 T Wで示されている。相端子（U相端子3 T U、V相端子3 T VおよびW相端子3 T W）は、第一相端子3 T 1および第二相端子3 T 2のうちの一方に相当し、中性点3 Nは、第一相端子3 T 1および第二相端子3 T 2のうちの他方に相当する。本明細書の実施形態および変形形態では、後述するハーフコイル2 3 hが相端子（U相端子3 T U、V相端子3 T VおよびW相端子3 T W）側に配設されるように、三相の相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 vおよびW相コイル3 3 w）が、電氣的に接続されている。なお、三相の相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 vおよびW相コイル3 3 w）は、Δ結線で電氣的に接続することもできる。

[0033] さらに、本実施形態の回転電機1 0 0によれば、各相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 v、W相コイル3 3 w）は、相コイル3 3を構

成する複数（３つ）の単位コイル２０（第一単位コイル２０ａ、第二単位コイル２０ｂおよび第三単位コイル２０ｃ）が巻始めの単位コイル２０（第一単位コイル２０ａ）から巻終りの単位コイル２０（第三単位コイル２０ｃ）へ連続して巻進められて形成されている。そのため、各相コイル３３（Ｕ相コイル３３ｕ，Ｖ相コイル３３ｖ，Ｗ相コイル３３ｗ）を構成する単位コイル２０の各々を巻装した後に、別途、単位コイル２０間を接続する場合と比べて、単位コイル２０間の接続が簡素になり、固定子コイル３０の巻装作業の作業性が向上する。また、本実施形態の回転電機１００は、二層重巻や同心巻と比べて、単位コイル２０間を接続する接続部位を低減することができる。

[0034] 図２に示すように、各相コイル３３を構成する複数（３つ）の単位コイル２０は、一对の可動子磁極６１，６２のうちの一方の可動子磁極６１に対向する短節巻部２ＳＷおよび長節巻部２ＬＷのコイルピッチＣＰ１１，ＣＰ２２，ＣＰ３２のうち、巻始めの単位コイル２０（第一単位コイル２０ａ）の短節巻部２ＳＷのコイルピッチＣＰ１１が最小（６スロットピッチ（６ｓｐ））となり、巻終りの単位コイル２０（第三単位コイル２０ｃ）の長節巻部２ＬＷのコイルピッチＣＰ３２が最大（１０スロットピッチ（１０ｓｐ））となるように、巻始めの単位コイル２０（第一単位コイル２０ａ）から巻終りの単位コイル２０（第三単位コイル２０ｃ）へ順にコイルピッチが大きくなっている。

[0035] また、各相コイル３３を構成する複数（３つ）の単位コイル２０は、一对の可動子磁極６１，６２のうちの他方の可動子磁極６２に対向する短節巻部２ＳＷおよび長節巻部２ＬＷのコイルピッチＣＰ１２，ＣＰ２１，ＣＰ３１のうち、巻始めの単位コイル２０（第一単位コイル２０ａ）の長節巻部２ＬＷのコイルピッチＣＰ１２が最大（９スロットピッチ（９ｓｐ））となり、巻終りの単位コイル２０（第三単位コイル２０ｃ）の短節巻部２ＳＷのコイルピッチＣＰ３１が最小（５スロットピッチ（５ｓｐ））となるように、巻始めの単位コイル２０（第一単位コイル２０ａ）から巻終りの単位コイル２

0（第三単位コイル20c）へ順にコイルピッチが小さくなっている。

[0036] 本実施形態の回転電機100によれば、上記構成により、各相コイル33を構成する複数（3つ）の単位コイル20は、第三方向（矢印Z方向）の一端側（一对のコイル引出部32f, 32sが引き出される側。以下、同じ。）におけるコイルエンド22同士の交差の低減が容易であるとともに、第三方向（矢印Z方向）の他端側（一对のコイル引出部32f, 32sが引き出される側と異なる側。以下、同じ。）におけるコイルエンド22同士の交差の低減が容易である。

[0037] （単位コイル20の種類）

次に、複数のスロット11の占有状態に関する単位コイル20の種類について説明する。図5Aおよび図5Bは、U相コイル33uを構成する各単位コイル20が複数のスロット11に装着された状態を示しており、各単位コイル20は、電氣的に直列接続されている。図6は、図2に示す相コイル33が複数（9つ）のスロット11に装着された状態を示しており、当該複数（9つ）のスロット11は、図5Aおよび図5Bに示す複数のスロット11のスロット番号に対応している。また、図5Aおよび図5Bでは、概ね可動子磁極の四磁極分（二磁極対分）に対向するU相コイル33uが示されている。さらに、図5Aでは、U相コイル33uは、説明の便宜上、可動子70の一磁極分に対向する領域が<U7>、<U8>、<U1>および<U2>の符号で示されている。

[0038] なお、図5Bでは、各単位コイル20の巻方向が「丸印にクロス」および「丸印にドット」で示されている。「丸印にクロス」は、コイル（コイルサイド21）が第三方向（矢印Z方向）のうちの紙面手前側から紙面奥側に向かって巻き回されていることを示している。「丸印にドット」は、コイル（コイルサイド21）が第三方向（矢印Z方向）のうちの紙面奥側から紙面手前側に向かって巻き回されていることを示している。また、コイルエンド22は、後述する各単位コイル20の第二方向（矢印Y方向）の各巻進行方向W1, W2, W3を考慮して図示されており、後述する各相コイル33（U

相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) の組み付け順序を考慮して図示されている。図 5 A および図 5 B について既述したことは、後述する図 7 A および図 7 B についても同様である。また、各単位コイル 2 0 の巻方向の図示の方法は、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た相コイル 3 3 が複数のスロット 1 1 に装着された状態を模式的に示す図において同様である。

[0039] 図 5 A および図 5 B に示すように、第一単位コイル 2 0 a は、第一コイル引出部 3 2 f が引き出されるスロット番号 1 6 のスロット 1 1 のスロット開口部 1 1 b 側から巻始められる。そして、第一単位コイル 2 0 a は、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側（一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s が引き出される側）からスロット番号 1 6 のスロット 1 1 を挿通しており、第三方向（矢印 Z 方向）の他端側（一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s が引き出される側と異なる側）を経由して、スロット番号 2 2 のスロット 1 1 に渡っている（図 5 A の<U 1>で示される領域）。さらに、第一単位コイル 2 0 a は、第三方向（矢印 Z 方向）の他端側からスロット番号 2 2 のスロット 1 1 を挿通しており、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側を経由して、スロット番号 3 1 のスロット 1 1 に渡っている（図 5 A の<U 2>で示される領域）。上述したことが、可動子磁極の八磁極分（四磁極対分）繰り返される。

[0040] 第一単位コイル 2 0 a は、第一方向（矢印 X 方向）に沿って複数回（2 以上の自然数  $n$  を用いて、 $n$  回とする。）、巻き回される。図 6 に示す直線  $L_1$  は、第一単位コイル 2 0 a が 1 回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド 2 2 の渡り状態を示している。また、同図に示す直線  $L_{n-1}$  は、第一単位コイル 2 0 a が  $n-1$  回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド 2 2 の渡り状態を示している。第一単位コイル 2 0 a は、 $n$  回巻き回された後、単位コイル間接続部 3 1 c を介して、第二単位コイル 2 0 b に渡る。

[0041] 具体的には、図 5 A に示すように、第一単位コイル 2 0 a は、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側からスロット番号 1 のスロット 1 1 を挿通しており、第三方向（矢印 Z 方向）の他端側を経由して、スロット番号 7 のスロット 1

1に渡っている（図5Aの＜U7＞で示される領域）。そして、第一単位コイル20aは、第三方向（矢印Z方向）の他端側からスロット番号7のスロット11を挿通している。n-1回目までは、第一単位コイル20aは、第三方向（矢印Z方向）の一端側を経由して、スロット番号16のスロット11に渡っている。一方、n回目には、第一単位コイル20aは、第三方向（矢印Z方向）の一端側を経由して、スロット番号15のスロット11に渡っている（図5Aの＜U8＞で示される領域）。単位コイル間接続部31cは、スロット番号7のスロット11のスロット底部11a側からスロット番号15のスロット11のスロット開口部11b側に引き回されている。

[0042] 第二単位コイル20bは、スロット番号15のスロット11のスロット開口部11b側から巻始められる。そして、第二単位コイル20bは、第三方向（矢印Z方向）の一端側からスロット番号15のスロット11を挿通しており、第三方向（矢印Z方向）の他端側を経由して、スロット番号23のスロット11に渡っている（図5Aの＜U1＞で示される領域）。さらに、第二単位コイル20bは、第三方向（矢印Z方向）の他端側からスロット番号23のスロット11を挿通しており、第三方向（矢印Z方向）の一端側を経由して、スロット番号30のスロット11に渡っている（図5Aの＜U2＞で示される領域）。上述したことが、可動子磁極の八磁極分（四磁極対分）繰り返される。

[0043] また、第二単位コイル20bは、第一単位コイル20aと同様に、第一方向（矢印X方向）に沿って複数回（n回）、巻き回される。図6に示す直線L2<sub>1</sub>は、第二単位コイル20bが1回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22の渡り状態を示している。また、同図に示す直線L2<sub>n-1</sub>は、第二単位コイル20bがn-1回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22の渡り状態を示している。第二単位コイル20bは、n回巻き回された後、単位コイル間接続部31cを介して、第三単位コイル20cに渡る。

[0044] 具体的には、図5Aに示すように、第二単位コイル20bは、第三方向（矢印Z方向）の一端側からスロット番号60のスロット11を挿通しており

、第三方向（矢印Z方向）の他端側を経由して、スロット番号8のスロット11に渡っている（図5Aの<U7>で示される領域）。そして、第二単位コイル20bは、第三方向（矢印Z方向）の他端側からスロット番号8のスロット11を挿通している。n-1回目までは、第二単位コイル20bは、第三方向（矢印Z方向）の一端側を経由して、スロット番号15のスロット11に渡っている。一方、n回目には、第二単位コイル20bは、第三方向（矢印Z方向）の一端側を経由して、スロット番号14のスロット11に渡っている（図5Aの<U8>で示される領域）。単位コイル間接続部31cは、スロット番号8のスロット11のスロット底部11a側からスロット番号14のスロット11のスロット中央部11cに引き回されている。このように、第二単位コイル20bは、第一単位コイル20aと同様に巻き回されている。

[0045] 第三単位コイル20cは、スロット番号14のスロット11のスロット中央部11cから巻始められる。そして、第三単位コイル20cは、第三方向（矢印Z方向）の一端側からスロット番号14のスロット11を挿通しており、第三方向（矢印Z方向）の他端側を経由して、スロット番号24のスロット11に渡っている（図5Aの<U1>で示される領域）。さらに、第三単位コイル20cは、第三方向（矢印Z方向）の他端側からスロット番号24のスロット11を挿通しており、第三方向（矢印Z方向）の一端側を経由して、スロット番号29のスロット11に渡っている（図5Aの<U2>で示される領域）。上述したことが、可動子磁極の八磁極分（四磁極対分）繰り返される。

[0046] 第三単位コイル20cは、第一方向（矢印X方向）に沿って複数回（ $n/2$ 回）、巻き回される。図6に示す直線L3<sub>1</sub>は、第三単位コイル20cが1回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22の渡り状態を示している。また、同図に示す直線L3<sub>n-1</sub>は、第三単位コイル20cが（ $n/2-1$ ）回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22の渡り状態を示している。第三単位コイル20cは、第二コイル引出部32sが引き出されるスロツ

ト番号9のロット11のロット底部11a側で巻終わる。このように、U相コイル33uを構成する複数(3つ)の単位コイル20の巻順は、図2の数字\*で示す巻順と一致している。

[0047] U相コイル33uを構成する複数(3つ)の単位コイル20は、複数(24個)のロット11の占有状態に関して、フルコイル23fとハーフコイル23hとの二種類の単位コイル20を備えている。本実施形態では、第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bは、フルコイル23fであり、第三単位コイル20cは、ハーフコイル23hである。図2および図5Aでは、フルコイル23fは、実線で示され、ハーフコイル23hは、破線で示されている。このことは、他の実施形態および変形形態についても同様である。

[0048] フルコイル23fは、一の単位コイル20の複数(8つ)のコイルサイド21が複数(8つ)のロット11に収容されたときに、当該複数(8つ)のコイルサイド21が当該複数(8つ)のロット11の全体を占有する単位コイル20をいう。第一単位コイル20aでは、複数(8つ)のコイルサイド21は、ロット番号16、ロット番号22、ロット番号31、ロット番号37、ロット番号46、ロット番号52、ロット番号1およびロット番号7の複数(8つ)のロット11に収容されている。このとき、例えば、ロット番号16のロット11に収容されるコイルサイド21は、ロット番号16のロット11の全体を占有している。このことは、他のコイルサイド21についても同様である。

[0049] また、上述したことは、第二単位コイル20bについても同様である。第二単位コイル20bでは、複数(8つ)のコイルサイド21は、ロット番号15、ロット番号23、ロット番号30、ロット番号38、ロット番号45、ロット番号53、ロット番号60およびロット番号8の複数(8つ)のロット11に収容されている。このとき、例えば、ロット番号15のロット11に収容されるコイルサイド21は、ロット番号15のロット11の全体を占有している。このことは、他のコイルサイド

21についても同様である。

[0050] 一方、ハーフコイル23hは、一の単位コイル20の複数(8つ)のコイルサイド21が複数(8つ)のスロット11に収容されたときに、当該複数(8つ)のコイルサイド21が当該複数(8つ)のスロット11の各々の半分を占有する単位コイル20をいう。第三単位コイル20cでは、複数(8つ)のコイルサイド21は、スロット番号14、スロット番号24、スロット番号29、スロット番号39、スロット番号44、スロット番号54、スロット番号59およびスロット番号9の複数(8つ)のスロット11に収容されている。このとき、例えば、スロット番号14のスロット11に収容されるコイルサイド21は、スロット番号14のスロット11の半分を占有している。このことは、他のコイルサイド21についても同様である。

[0051] なお、図5Bおよび図6では、スロット11の占有状態が長方形の大きさで示されている。大きい長方形は、フルコイル23fのコイルサイド21が当該スロット11の全体を占有していることを示している。一方、小さい長方形は、ハーフコイル23hのコイルサイド21が当該スロット11の半分の半分を占有していることを示している。これらの図示の方法は、第三方向(矢印Z方向)のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た相コイル33が複数のスロット11に装着された状態を模式的に示す図において同様である。

[0052] 第一単位コイル20aが第一方向(矢印X方向)に沿って複数回(n回)、巻き回されるとき、第一単位コイル20aの波巻方向は、第一方向波巻順行側(矢印X2方向)である。また、図6の直線L1<sub>1</sub>に示すように、第一単位コイル20aが1回目に巻き回されるとき、最後のコイルエンド22は、スロット開口部11b側に配設されている。一方、同図の直線L1<sub>n-1</sub>に示すように、第一単位コイル20aがn-1回目に巻き回されるとき、最後のコイルエンド22は、スロット底部11a側に配設されている。

[0053] このように、第一単位コイル20aは、第一方向(矢印X方向)に沿って複数回(n回)、巻き回されることにより、第二方向(矢印Y方向)におい

ては、スロット開口部 1 1 b 側からスロット底部 1 1 a 側に巻き回されて、フルコイル 2 3 f が形成されている。このときの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向を巻進行方向 W 1 とする。第一単位コイル 2 0 a のフルコイル 2 3 f が形成されるとききの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W 1 は、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）である。

[0054] 以上のことは、第二単位コイル 2 0 b についても同様に言える。つまり、第二単位コイル 2 0 b の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、第二単位コイル 2 0 b のフルコイル 2 3 f が形成されるとききの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向を巻進行方向 W 2 とする。第二単位コイル 2 0 b のフルコイル 2 3 f が形成されるとききの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W 2 は、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）である。

[0055] 第三単位コイル 2 0 c が第一方向（矢印 X 方向）に沿って複数回（ $n/2$  回）、巻き回されるとききの第三単位コイル 2 0 c の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、図 6 の直線 L 3<sub>1</sub> に示すように、第三単位コイル 2 0 c が 1 回目に巻き回されるとききの最後のコイルエンド 2 2 は、スロット中央部 1 1 c に配設されている。一方、同図の直線 L 3<sub>n-1</sub> に示すように、第三単位コイル 2 0 c が（ $n/2 - 1$ ）回目に巻き回されるとききの最後のコイルエンド 2 2 は、スロット底部 1 1 a 側に配設されている。

[0056] このように、第三単位コイル 2 0 c は、第一方向（矢印 X 方向）に沿って複数回（ $n/2$  回）、巻き回されることにより、第二方向（矢印 Y 方向）においては、スロット中央部 1 1 c からスロット底部 1 1 a 側に巻き回されて、ハーフコイル 2 3 h が形成されている。このときの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向を巻進行方向 W 3 とする。第三単位コイル 2 0 c のハーフコイル 2 3 h が形成されるとききの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W 3 は、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）である。

[0057] 図 7 A は、図 5 A と同様に図示されており、図 7 B は、図 5 B と同様に図示されている。図 7 A および図 7 B に示すように、U 相コイル 3 3 u を構成する各単位コイル 2 0 について既述したことは、V 相コイル 3 3 v および W

相コイル 3 3 w についても同様に言える。例えば、V 相コイル 3 3 v を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 は、短節巻長節巻単位コイル 2 0 S L であって、コイルピッチ C P 1 1 ~ C P 3 2 の構成が異なる複数種類（三種類）の単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c）である。また、複数種類（三種類）の単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c）の各々を一つずつ含む複数（3 つ）の単位コイル 2 0 が電氣的に直列接続されており、V 相コイル 3 3 v が構成されている。

[0058] さらに、V 相コイル 3 3 v を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 は、複数（2 4 個）のスロット 1 1 の占有状態に関して、フルコイル 2 3 f とハーフコイル 2 3 h との二種類の単位コイル 2 0 を備えている。また、V 相コイル 3 3 v を構成する各単位コイル 2 0 の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。さらに、V 相コイル 3 3 v を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 は、フルコイル 2 3 f またはハーフコイル 2 3 h が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W 1, W 2, W 3 が、いずれも第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）である。

[0059] ここで、ハーフコイル 2 3 h の一対のコイルサイド 2 1, 2 1 のうちの一方のコイルサイド 2 1 であってスロット底部 1 1 a 側に配設されるコイルサイド 2 1 が占有するスロット 1 1 の半分に相当する部位を第一ハーフスロット部位 1 1 d とする。また、当該一対のコイルサイド 2 1, 2 1 のうちの他方のコイルサイド 2 1 であってスロット開口部 1 1 b 側に配設されるコイルサイド 2 1 が占有するスロット 1 1 の半分に相当する部位を第二ハーフスロット部位 1 1 e とする。W 相コイル 3 3 w のハーフコイル 2 3 h は、第一ハーフスロット部位 1 1 d および第二ハーフスロット部位 1 1 e の両方を備えている。このように、第一ハーフスロット部位 1 1 d および第二ハーフスロット部位 1 1 e の両方を備えるハーフコイル 2 3 h を両側占有ハーフコイル 2 3 h 1 とする。

[0060] 一方、U 相コイル 3 3 u は、第一ハーフスロット部位 1 1 d を備えている

が、第二ハーフスロット部位 1 1 e を備えていない。V 相コイル 3 3 v は、第二ハーフスロット部位 1 1 e を備えているが、第一ハーフスロット部位 1 1 d を備えていない。このように、第一ハーフスロット部位 1 1 d および第二ハーフスロット部位 1 1 e のうちの一方を備えるハーフコイル 2 3 h を片側占有ハーフコイル 2 3 h 2 とする。

[0061] 本実施形態の回転電機 1 0 0 によれば、各相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) は、複数 (2 つ) のフルコイル 2 3 f と、一つのハーフコイル 2 3 h とを備えている。具体的には、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b は、フルコイル 2 3 f であり、第三単位コイル 2 0 c は、ハーフコイル 2 3 h である。また、各単位コイル 2 0 のコイルピッチの構成は、すべて異なっている。そのため、分数スロット構成の回転電機において、上述した固定子コイル 3 0 を具備することができる。

[0062] また、本実施形態では、各相コイル 3 3 を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 は、コイルサイド 2 1 が最も近接する第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とが、単位コイル間接続部 3 1 c によって電氣的に接続されている。また、各相コイル 3 3 を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 は、コイルサイド 2 1 が最も近接する第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とが、単位コイル間接続部 3 1 c によって電氣的に接続されている。例えば、図 5 A に示すように、第一単位コイル 2 0 a のスロット番号 1 6 のスロット 1 1 に収容されるコイルサイド 2 1 は、第三単位コイル 2 0 c のスロット番号 1 4 のスロット 1 1 に収容されるコイルサイド 2 1 と比べて、第二単位コイル 2 0 b のスロット番号 1 5 のスロット 1 1 に収容されるコイルサイド 2 1 に近接している。

[0063] 本実施形態の回転電機 1 0 0 によれば、各相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 は、コイルサイド 2 1 が最も近接する単位コイル 2 0, 2 0 同士が電氣的に接続されている。そのため、コイルサイド 2 1 が最も近接する単

位コイル20を飛び越して（跨いで）、二つの単位コイル20，20を接続する場合と比べて、単位コイル間接続部31cの引き回し経路が簡素化される。

[0064] （各単位コイル20の巻進行方向）

まず、本実施形態の固定子コイル30の組み付け方法について説明し、次に、本実施形態の各単位コイル20の巻進行方向について説明する。図8A～図8Cに示すように、固定子コイル30の組み付け（スロット11への装着）は、公知のコイル挿入機（インサータ治具）を用いることができる。コイル挿入機31は、例えば、相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）単位で、複数（本実施形態では、3つ）の単位コイル20を複数（本実施形態では、24個）のスロット11に装着することができる。

[0065] 既述したように、各相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）は、複数（3つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）が巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）から巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）へ連続して巻進められて形成されていると好適である。また、各相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）を構成する複数（3つ）の単位コイル20は、コイルサイド21が最も近接する単位コイル20，20同士が電氣的に接続されていると好適である。

[0066] 例えば、巻枠および凹凸変形治具（いずれも図示略）を用いて、各相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）を構成する複数（3つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）を形成する。また、各相コイル33を構成する複数（3つ）の単位コイル20は、第一単位コイル20a、第二単位コイル20b、第三単位コイル20cの順に巻装する。

[0067] 具体的には、円筒状の巻枠を用いて、コイルを円環状に巻き回して円環状

コイルを形成する。巻枠の軸心方向のうちの巻始め部 3 2 a 側から見たコイルの巻方向が、時計回りになるように、コイルを巻き回す。また、第一単位コイル 2 0 a に相当するコイルの巻数は、 $n$  回とし、第二単位コイル 2 0 b に相当するコイルの巻数は、 $n$  回とし、第三単位コイル 2 0 c に相当するコイルの巻数は、 $n/2$  回とする。つまり、コイルは、 $(n \times 2 + n/2)$  回、巻き回される。そして、単位コイル 2 0 毎に凹凸変形治具を用いて、図 8 A に示すように、円環状コイルを矢印 F a で示す方向から変形させる。これにより、各単位コイル 2 0 の複数のコイルサイド 2 1 に相当する部位と、複数のコイルエンド 2 2 に相当する部位とが、一体に形成され、短節巻部 2 S W および長節巻部 2 L W に相当する部位がそれぞれ形成される。なお、各相コイル 3 3 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 は、短節巻部 2 S W および長節巻部 2 L W のコイルピッチの組み合わせがすべて異なっている。そのため、凹凸変形治具は、三種類必要になる。

[0068] 図 8 A に示すように、凹凸変形された後の複数（3 つ）の単位コイル 2 0 は、第一コイル引出部 3 2 f が引き出される第一コイルサイド 2 1 a が紙面奥側（下側）になり、第二コイル引出部 3 2 s が引き出される第二コイルサイド 2 1 b が紙面手前側（上側）になる。このとき、相コイル 3 3 の各単位コイル 2 0 の巻進行方向  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  は、いずれも紙面奥側（下側）から紙面手前側（上側）に向かう方向である。

[0069] 図 8 B に示すように、コイル挿入機 3 l は、相コイル 3 3 の各単位コイル 2 0 を把持するインサータブレード 3 B を備えている。インサータブレード 3 B は、スロット 1 1, 1 1 間のスロットピッチが反映されたクシ歯状の複数の支持部 3 B 1 を備えている。まず、U 相コイル 3 3 u を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 は、インサータブレード 3 B の支持部 3 B 1 に落とし込まれて、U 相コイル 3 3 u を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 が把持される。そして、図 8 B および図 8 C に示すように、インサータブレード 3 B が固定子鉄心 1 0 の内方に挿入されて、U 相コイル 3 3 u を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 は、一度に各スロット 1 1 内に挿入される。

[0070] 第一単位コイル20aが複数（8つ）の-slot 11に收容されると、第一単位コイル20aの巻進行方向W1は、第二方向-slot 底部側（矢印Y1方向）になり、フルコイル23fが形成される。これらのことは、第二単位コイル20bの巻進行方向W2についても同様に言える。また、第三単位コイル20cが複数（8つ）の-slot 11に收容されると、第三単位コイル20cの巻進行方向W3は、第二方向-slot 底部側（矢印Y1方向）になり、ハーフコイル23hが形成される。このように、U相コイル33uを構成する複数（3つ）の単位コイル20が複数（24個）の-slot 11に收容されると、フルコイル23fまたはハーフコイル23hが形成されるときに第二方向（矢印Y方向）の各巻進行方向W1, W2, W3が、いずれも第二方向-slot 底部側（矢印Y1方向）になる。

[0071] また、図8Aおよび図8Bに示すように、第三方向（矢印Z方向）のうちの対のコイル引出部32f, 32s側（これらの図では、紙面下側）から見たU相コイル33uを構成する各単位コイル20の波巻方向は、時計回りになっている。円筒状回転電機における図5Aに示すU相コイル33uを構成する各単位コイル20の上記方向視の波巻方向は、時計回りになり、図8Aおよび図8Bに示す波巻方向と一致している。つまり、U相コイル33uを構成する各単位コイル20の波巻方向は、いずれも第一方向波巻順行側（矢印X2方向）になっている。なお、図8Cに示すように、相コイル33の巻始め部32aは、-slot 開口部11b側に設けられ、相コイル33の巻終り部32bは、-slot 底部11a側に設けられる。

[0072] 以上のことは、V相コイル33vを構成する複数（3つ）の単位コイル20についても同様であり、W相コイル33wを構成する複数（3つ）の単位コイル20についても同様である。このように、各相コイル33を構成する複数（3つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）は、フルコイル23fまたはハーフコイル23hが形成されるときに第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1, W2, W3が、いずれも第二方向-slot 底部側（矢印Y1方向）になる。

[0073] 本実施形態では、後述するように、固定子コイル30は、U相コイル33u、W相コイル33w、V相コイル33vの順に、組み付けられる。そして、各相端子(3TU, 3TV, 3TW)および中性点3Nの接続などが行われる。また、各相コイル33を構成する複数の単位コイル20の複数のコイルエンド22、複数(2つ)の単位コイル間接続部31c, 31cおよび一対のコイル引出部32f, 32s(第一コイル引出部32fおよび第二コイル引出部32s)のレーシング結束が行われた後、ワニスの含浸、樹脂モールド等によって固定子コイル30が固定子鉄心10に固定される。

[0074] 本実施形態の回転電機100によれば、各相コイル33を構成する複数(3つ)の単位コイル20(第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c)は、フルコイル23fまたはハーフコイル23hが形成されるとき第二方向(矢印Y方向)の各巻進行方向W1, W2, W3が、いずれも第二方向スロット底部側(矢印Y1方向)である。よって、本実施形態の回転電機100は、コイル挿入機31(インサータ治具)を用いて、例えば、相コイル33(U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w)単位で、複数(3つ)の単位コイル20を複数(24個)のスロット11に装着することができる。具体的には、各相コイル33を構成する複数(3つ)の単位コイル20を、インサータブレード3Bの支持部3B1に落とし込んで、当該複数(3つ)の単位コイル20を把持して、当該複数(3つ)の単位コイル20を一度に各スロット11内に挿入し、装着することができる。つまり、本実施形態の回転電機100は、分数スロット構成の回転電機で一般的に実施されている二層重巻(上述した相コイル33単位での装着が難しい)と比べて、回転電機の性能を略同等に維持しつつ、固定子コイル30の組み付けに要する作業工数を短縮することができる。

[0075] なお、複数(3つ)の相コイル33(U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w)を構成する複数(9つ)の単位コイル20は、二相分の複数(6つ)の単位コイル20を連続して巻進めて、二相分の相コ

イル 3 3, 3 3 を形成することもできる。この場合、二相分の相コイル 3 3, 3 3 を一度に装着することができ、本実施形態と比べて、固定子コイル 3 0 の組み付けに要する作業工数をさらに短縮することができる。また、この場合、本実施形態と比べて、中性点 3 N の接続箇所を低減することができる。

[0076] (一対のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の配置)

次に、各相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) における一対のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の好適な配置について説明する。図 2 および図 6 に示すように、第一コイル引出部 3 2 f は、巻始めの単位コイル 2 0 (第一単位コイル 2 0 a) の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1 (第一コイルサイド 2 1 a) であって、第三方向 (矢印 Z 方向) の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と異なる側から引き出されていると好適である。また、巻始めの単位コイル 2 0 (第一単位コイル 2 0 a) は、相コイル 3 3 を構成する複数 (2 つ) のフルコイル 2 3 f のうちの長節巻部 2 L W のコイルピッチと短節巻部 2 S W のコイルピッチとの差が最大のフルコイル 2 3 f であると好適である。なお、図 6 では、第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されている。

[0077] 第二コイル引出部 3 2 s は、巻終りの単位コイル 2 0 (第三単位コイル 2 0 c) の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1 (第二コイルサイド 2 1 b) であって、第三方向 (矢印 Z 方向) の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と同じ側から引き出されていると好適である。また、巻終りの単位コイル 2 0 (第三単位コイル 2 0 c) は、当該相コイル 3 3 を構成する一つのハーフコイル 2 3 h であると好適である。なお、図 6 では、第二コイル引出部 3 2 s は、スロット底部 1 1 a 側から引き出されている。

[0078] 図 6 に示すように、本実施形態では、複数 (2 つ) の単位コイル間接続部 3 1 c, 3 1 c のうちの一つの単位コイル間接続部 3 1 c と、第二コイル引

出部 3 2 s とが、若干、干渉交差する。具体的には、第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c が、第二コイル引出部 3 2 s に近接している。そのため、第二単位コイル 2 0 b のコイルエンド 2 2 および第三単位コイル 2 0 c のコイルエンド 2 2 を、若干、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）に迂回させると良い。これにより、第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c を、若干、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）に迂回させることができる。よって、当該単位コイル間接続部 3 1 c と第二コイル引出部 3 2 s との間の干渉交差を回避することができる。

[0079] なお、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b の各コイルエンド 2 2, 2 2 間に收容することができる。第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c の各コイルエンド 2 2, 2 2 間に收容することができる。また、第一コイル引出部 3 2 f は、第一単位コイル 2 0 a のコイルエンド 2 2 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を渡らせることもできる。

[0080] 図 9 および図 1 0 に示すように、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の配置は、第一変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル 2 0 a のコイルピッチ構成は、本実施形態の第三単位コイル 2 0 c のコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル 2 0 b のコイルピッチ構成は、本実施形態の第二単位コイル 2 0 b のコイルピッチ構成に相当する。第三単位コイル 2 0 c のコイルピッチ構成は、本実施形態の第一単位コイル 2 0 a のコイルピッチ構成に相当する。

[0081] なお、各相コイル 3 3 を構成する各単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b、第三単位コイル 2 0 c）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、第一単位コイル 2 0 a は、ハーフコイル 2 3 h であり、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0

cは、フルコイル23fである。さらに、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。第二単位コイル20bは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W2が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。第三単位コイル20cは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W3が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。

[0082] 本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図10では、第一コイル引出部32fは、スロット中央部11cから引き出されている。

[0083] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）は、当該相コイル33を構成する複数（2つ）のフルコイル23fのうちの長節巻部2LWのコイルピッチと短節巻部2SWのコイルピッチとの差が最大のフルコイル23fである。なお、図10では、第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0084] 図10に示すように、本変形形態では、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f、32s側において、コイルピッチが最小の第一単位コイル20a（コイルピッチCP11であり、5スロットピッチ（5s

p) ) から巻始められる。そして、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側において、コイルピッチが最大の第三単位コイル 2 0 c（コイルピッチ C P 3 2 であり、9 スロットピッチ（9 s p））で巻終わる。このように、第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c が、この順に連続して巻進められて、コイル挿入機 3 1（インサータ治具）を用いて固定子鉄心 1 0 の複数のスロット 1 1 に組み付けられると、第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側に引き出される。つまり、第一コイル引出部 3 2 f の配策は、複数（2 つ）の単位コイル間接続部 3 1 c, 3 1 c や他の単位コイル 2 0（第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c）を迂回する必要がある、第一コイル引出部 3 2 f は、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）に、はみ出している。

[0085] その結果、本変形形態では、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b を接続する単位コイル間接続部 3 1 c と、第一コイル引出部 3 2 f とが接触して交差する。そのため、本変形形態の各相コイル 3 3 は、本実施形態と比べて、第三方向（矢印 Z 方向）に大型化する。なお、第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）に向かって引き回すこともできる。

[0086] 図 1 1 および図 1 2 に示すように、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の配置は、第二変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル 2 0 a は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 1 1 が 5 スロットピッチ（5 s p）に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 1 2 が 1 0 スロットピッチ（1 0 s p）に設定されている。第二単位コイル 2 0 b は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 2 1 が 7 スロットピッチ（7 s p）に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 2 2 が 8 スロットピッチ（8 s p）に設定されている。第三単位コイル 2 0 c は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 3 1 が 6 スロットピッチ（6 s p）に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 3 2 が 9 スロットピッチ（9 s p）

に設定されている。

[0087] なお、各相コイル 3 3 を構成する各単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b、第三単位コイル 2 0 c）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、第一単位コイル 2 0 a は、ハーフコイル 2 3 h であり、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c は、フルコイル 2 3 f である。さらに、第一単位コイル 2 0 a は、ハーフコイル 2 3 h が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W 1 が、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）である。第二単位コイル 2 0 b は、フルコイル 2 3 f が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W 2 が、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）である。第三単位コイル 2 0 c は、フルコイル 2 3 f が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W 3 が、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）である。

[0088] 本変形形態では、第一コイル引出部 3 2 f は、巻始めの単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a）の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1（第一コイルサイド 2 1 a）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a）は、相コイル 3 3 を構成する一つのハーフコイル 2 3 h である。なお、図 1 2 では、第一コイル引出部 3 2 f は、スロット中央部 1 1 c から引き出されている。

[0089] 第二コイル引出部 3 2 s は、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1（第二コイルサイド 2 1 b）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）は、当該相コイル 3 3 を構成する複数（2 つ）のフルコイル 2 3 f のうちの長節巻部 2 L W のコイルピッチと短節巻部 2 S W のコイルピッチとの

差が最大のフルコイル 23 f である。なお、図 12 では、第二コイル引出部 32 s は、スロット底部 11 a 側から引き出されている。

[0090] 図 12 に示すように、本変形形態では、複数（2 つ）の単位コイル間接続部 31 c、31 c のうちの一つの単位コイル間接続部 31 c と、第二コイル引出部 32 s とが、若干、干渉交差する。具体的には、第二単位コイル 20 b と第三単位コイル 20 c とを接続する単位コイル間接続部 31 c が、第二コイル引出部 32 s に近接している。そのため、本実施形態と同様にして、当該単位コイル間接続部 31 c と第二コイル引出部 32 s との間の干渉交差を回避すると良い。

[0091] なお、第一単位コイル 20 a と第二単位コイル 20 b とを接続する単位コイル間接続部 31 c は、第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b の各コイルエンド 22、22 間に收容することができる。第二単位コイル 20 b と第三単位コイル 20 c とを接続する単位コイル間接続部 31 c は、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c の各コイルエンド 22、22 間に收容することができる。また、第一コイル引出部 32 f は、スロット中央部 11 c から第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）に引き回すこともできる。

[0092] 本変形形態では、当該単位コイル間接続部 31 c の引き回し方向と、第一方向（矢印 X 方向）とのなす角（図 12 に示す傾斜角  $\theta 2$ ）が、本実施形態における上記なす角（図 6 に示す傾斜角  $\theta 1$ ）と比べて、大きくなっている。そのため、本変形形態では、本実施形態と比べて、当該単位コイル間接続部 31 c と第二コイル引出部 32 s との間の干渉交差が軽減されている。

[0093] 図 13 および図 14 に示すように、一对のコイル引出部 32 f、32 s の配置は、第三変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル 20 a のコイルピッチ構成は、第二変形形態の第三単位コイル 20 c のコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル 20 b のコイルピッチ構成は、第二変形形態の第二単位コイル 20 b のコイルピッチ構成に相当する。第三単位コイル 20 c のコイルピッチ構成は、第二変形形態の第一単位コ

イル 20 a のコイルピッチ構成に相当する。

[0094] なお、各相コイル 33 を構成する各单位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b、第三単位コイル 20 c）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b は、フルコイル 23 f であり、第三単位コイル 20 c は、ハーフコイル 23 h である。さらに、第一単位コイル 20 a は、フルコイル 23 f が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W1 が、第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）である。第二単位コイル 20 b は、フルコイル 23 f が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W2 が、第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）である。第三単位コイル 20 c は、ハーフコイル 23 h が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W3 が、第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）である。

[0095] 本変形形態では、第一コイル引出部 32 f は、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）の長節巻部 2LW を形成する一のコイルサイド 21（第一コイルサイド 21 a）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部 2LW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）は、相コイル 33 を構成する複数（2 つ）のフルコイル 23 f のうちの長節巻部 2LW のコイルピッチと短節巻部 2SW のコイルピッチとの差が最大のフルコイル 23 f である。なお、図 14 では、第一コイル引出部 32 f は、スロット開口部 11 b 側から引き出されている。

[0096] 第二コイル引出部 32 s は、巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20 c）の長節巻部 2LW を形成する一のコイルサイド 21（第二コイルサイド 21 b）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部 2LW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と同じ側から引き出されている。巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20 c）は、当該相コイル 33 を構成する一つのハーフコイル 23 h である。なお、

図 1 4 では、第二コイル引出部 3 2 s は、スロット底部 1 1 a 側から引き出されている。

[0097] 図 1 4 に示すように、本変形形態では、複数（2 つ）の単位コイル間接続部 3 1 c、3 1 c のうちの一つの単位コイル間接続部 3 1 c と、第一コイル引出部 3 2 f とが、若干、干渉交差する。具体的には、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c が、第一コイル引出部 3 2 f に近接している。そのため、本実施形態と同様にして、当該単位コイル間接続部 3 1 c と第一コイル引出部 3 2 f との間の干渉交差を回避すると良い。

[0098] なお、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b の各コイルエンド 2 2、2 2 間に收容することができる。第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c の各コイルエンド 2 2、2 2 間に收容することができる。また、第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b から第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）に引き回すこともできる。

[0099] 本実施形態の回転電機 1 0 0 によれば、各相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w）は、巻始めの単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a）の巻始めのコイルサイド 2 1（第一コイルサイド 2 1 a）から引き出される第一コイル引出部 3 2 f と、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）の巻終りのコイルサイド 2 1（第二コイルサイド 2 1 b）から引き出される第二コイル引出部 3 2 s とからなる一対のコイル引出部 3 2 f、3 2 s を備えている。さらに、第一コイル引出部 3 2 f は、巻始めの単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a）の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1（第一コイルサイド 2 1 a）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と異なる側から引き出されている。ま

た、第二コイル引出部 3 2 s は、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1（第二コイルサイド 2 1 b）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と同じ側から引き出されている。

[0100] これらにより、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の第二方向（矢印 Y 方向）の迂回量を低減することができ、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の引き出し経路の簡素化を図ることができる。つまり、複数（2 つ）の単位コイル間接続部 3 1 c, 3 1 c および各単位コイル 2 0 のコイルエンド 2 2 と、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s との間の干渉交差が軽減される。その結果、各相コイル 3 3 は、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側のコイルエンド 2 2 が小型化され、その配策が簡素化される。なお、上記構成は、第二変形形態の回転電機 1 0 0 も同様に備えている。

[0101] ここで、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側（一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s が引き出される側）または他端側（一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s が引き出される側と異なる側）におけるコイルエンド長さ比を考える。コイルエンド長さ比は、相コイル 3 3 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 の一磁極分の可動子磁極（可動子磁極 6 1 または可動子磁極 6 2）に対向するコイルエンド 2 2 の長さの合計をいう。なお、コイルエンド長さ比は、単位コイル 2 0 の単位巻数あたりのスロットピッチ単位のコイルエンド 2 2 の長さの合計であり、フルコイル 2 3 f およびハーフコイル 2 3 h のコイルの巻数を考慮して算出される。フルコイル 2 3 f のコイルの巻数を 1 とすると、ハーフコイル 2 3 h のコイルの巻数は、 $1/2$ （巻数比  $1/2$ ）である。

[0102] 図 2 に示すように、本実施形態では、可動子磁極 6 1 に対向する第一単位コイル 2 0 a の短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 1 1 は、6 スロットピッチ（6 s p）であり、第二単位コイル 2 0 b の長節巻部 2 L W のコイルピッ

チCP22は、8スロットピッチ（8sp）であり、第三単位コイル20cの長節巻部2LWのコイルピッチCP32は、10スロットピッチ（8sp）である。よって、第三方向（矢印Z方向）の他端側のコイルエンド長さ比（スロットピッチ単位）は、 $19 (= 6 + 8 + 10 \times 1 / 2)$ になる。一方、可動子磁極62に対向する第一単位コイル20aの長節巻部2LWのコイルピッチCP12は、9スロットピッチ（9sp）であり、第二単位コイル20bの短節巻部2SWのコイルピッチCP21は、7スロットピッチ（7sp）であり、第三単位コイル20cの短節巻部2SWのコイルピッチCP31は、5スロットピッチ（5sp）である。よって、第三方向（矢印Z方向）の一端側のコイルエンド長さ比（スロットピッチ単位）は、 $18.5 (= 9 + 7 + 5 \times 1 / 2)$ になる。このように、第三方向（矢印Z方向）の両端部におけるコイルエンド長さ比は、概ね同じである。

[0103] また、図11に示すように、第二変形形態では、第一単位コイル20aの短節巻部2SWのコイルピッチCP11は、5スロットピッチ（5sp）であり、第二単位コイル20bの短節巻部2SWのコイルピッチCP21は、7スロットピッチ（7sp）であり、第三単位コイル20cの長節巻部2LWのコイルピッチCP32は、9スロットピッチ（9sp）である。よって、第三方向（矢印Z方向）の他端側のコイルエンド長さ比（スロットピッチ単位）は、 $18.5 (= 5 \times 1 / 2 + 7 + 9)$ になる。一方、第一単位コイル20aの長節巻部2LWのコイルピッチCP12は、10スロットピッチ（10sp）であり、第二単位コイル20bの長節巻部2LWのコイルピッチCP22は、8スロットピッチ（8sp）であり、第三単位コイル20cの短節巻部2SWのコイルピッチCP31は、6スロットピッチ（6sp）である。よって、第三方向（矢印Z方向）の一端側のコイルエンド長さ比（スロットピッチ単位）は、 $19 (= 10 \times 1 / 2 + 8 + 6)$ になる。このように、第三方向（矢印Z方向）の両端部におけるコイルエンド長さ比は、概ね同じである。

[0104] 本実施形態および第二変形形態では、複数（2つ）の単位コイル間接続部

3 1 c, 3 1 c と、一対のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s との間の干渉交差の状態は概ね同様であり、第三方向（矢印 Z 方向）の両端部におけるコイルエンド長さ比も、概ね同様である。しかしながら、フルコイル 2 3 f およびハーフコイル 2 3 h の収容調整のし易さを考慮すると、本実施形態の固定子コイル 3 0 は、第二変形形態の固定子コイル 3 0 と比べて好適である。

[0105] 具体的には、ハーフコイル 2 3 h の一対のコイルサイド 2 1, 2 1 の各断面積は、フルコイル 2 3 f の一対のコイルサイド 2 1, 2 1 の各断面積の約半分であり、ハーフコイル 2 3 h は、フルコイル 2 3 f と比べて、所要収容スペースが半分で済む。さらに、ハーフコイル 2 3 h の最小屈曲半径（曲げ半径）および曲げ変形操作力は、フルコイル 2 3 f と比べて小さいので、ハーフコイル 2 3 h は、フルコイル 2 3 f と比べて、収容調整がし易い。

[0106] 本実施形態の回転電機 1 0 0 によれば、各相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w）は、相コイル 3 3 を構成する複数（2 つ）のフルコイル 2 3 f のうちの長節巻部 2 L W のコイルピッチと短節巻部 2 S W のコイルピッチとの差が最大のフルコイル 2 3 f が巻始めの単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a）であり、当該相コイル 3 3 を構成する一つのハーフコイル 2 3 h が巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）である。

[0107] これらにより、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側（一対のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側が引き出される側）において、ハーフコイル 2 3 h のコイルエンド 2 2 をフルコイル 2 3 f のコイルエンド 2 2 の内側に収容することができ、フルコイル 2 3 f の内側の空きスペース等を活用して、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側のコイルエンド 2 2 を小型化することができる。なお、本明細書では、このような観点から、本実施形態の固定子コイル 3 0 を中心に説明しているが、第二変形形態の固定子コイル 3 0 等の他の変形形態の固定子コイル 3 0 を適宜、適用しても良い。例えば、一対のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s に要するスペースを考慮して、第三方向（矢印 Z 方向）の両端部のうち、上述したコイルエンド長さ比が小さい側に一対のコイル引出部 3 2

f, 3 2 s を設けることもできる。この場合、第三方向（矢印 Z 方向）の両端部において、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の配策を含めてコイルエンド 2 2 の高さをより均等化することができ、体積効率上、好適となる場合がある。

[0108] 各相コイル 3 3 における一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の好適な配置は、毎極毎相スロット数が 1.5 の場合も概ね同様の傾向が見られる。第四変形形態の回転電機 1 0 0 は、8 極 3 6 スロット構成の三相回転電機であり、毎極毎相スロット数は 1.5 である。図 1 5 および図 1 6 に示すように、本変形形態では、固定子コイル 3 0 は、短節巻長節巻単位コイル 2 0 S L であって、コイルピッチ C P 1 1 ~ C P 2 2 の構成が異なる複数種類（二種類）の単位コイル 2 0 を備えている。また、固定子コイル 3 0 は、複数種類（二種類）の単位コイル 2 0 の各々を一つずつ含む複数（2 つ）の単位コイル 2 0 が電氣的に直列接続されている相コイル 3 3 を複数（3 つ）備えている。さらに、各相コイル 3 3 は、相コイル 3 3 を構成する複数（2 つ）の単位コイル 2 0 が巻始めの単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a）から巻終りの単位コイル 2 0（第二単位コイル 2 0 b）へ連続して巻進められて形成されている。

[0109] 本変形形態では、第一単位コイル 2 0 a は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 1 1 が 4 スロットピッチ（4 s p）に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 1 2 が 5 スロットピッチ（5 s p）に設定されている。第二単位コイル 2 0 b は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 2 1 が 3 スロットピッチ（3 s p）に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 2 2 が 6 スロットピッチ（6 s p）に設定されている。

[0110] なお、各相コイル 3 3 を構成する各単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、第一単位コイル 2 0 a は、フルコイル 2 3 f であり、第二単位コイル 2 0 b は、ハーフコイル 2 3 h である。さらに、第一単位コイル 2 0 a は、フルコイル 2 3 f が形成されときの第二方向（矢印 Y 方向

）の巻進行方向W1が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。  
第二単位コイル20bは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W2が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。

[0111] 図15および図16に示すように、本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する一つのフルコイル23fである。なお、図16では、第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されている。

[0112] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第二単位コイル20b）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル20（第二単位コイル20b）は、当該相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図16では、第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0113] 第四変形形態の各相コイル33は、本実施形態の各相コイル33と比べて、フルコイル23fの数が一つ少なくなり、単位コイル間接続部31cの数が一つ少なくなる。しかしながら、図6および図16に示すように、一对のコイル引出部32f、32sと単位コイル間接続部31cとの間の干渉交差の状態は、本実施形態と同様になっている。

[0114] 図17および図18に示すように、一对のコイル引出部32f、32sの配置は、第五変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル20aのコイルピッチ構成は、第四変形形態の第二単位コイル20

bのコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル20bのコイルピッチ構成は、第四変形形態の第一単位コイル20aのコイルピッチ構成に相当する。

[0115] なお、各相コイル33を構成する各単位コイル20（第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20b）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）である。また、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hであり、第二単位コイル20bは、フルコイル23fである。さらに、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。第二単位コイル20bは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W2が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。

[0116] 本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図18では、第一コイル引出部32fは、スロット中央部11cから引き出されている。

[0117] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第二単位コイル20b）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル20（第二単位コイル20b）は、当該相コイル33を構成する一つのフルコイル23fである。なお、図18では、第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0118] 第五変形形態の各相コイル 3 3 は、第一変形形態の各相コイル 3 3 と比べて、フルコイル 2 3 f の数が一つ少なくなり、単位コイル間接続部 3 1 c の数が一つ少なくなる。しかしながら、図 1 0 および図 1 8 に示すように、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s と単位コイル間接続部 3 1 c との間の干渉交差の状態は、同様になっている。

[0119] 図 1 9 および図 2 0 に示すように、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の配置は、第六変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル 2 0 a は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 1 1 が 4 スロットピッチ (4 s p) に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 1 2 が 5 スロットピッチ (5 s p) に設定されている。第二単位コイル 2 0 b は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 2 1 が 3 スロットピッチ (3 s p) に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 2 2 が 6 スロットピッチ (6 s p) に設定されている。

[0120] なお、各相コイル 3 3 を構成する各単位コイル 2 0 (第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b) の波巻方向は、第一方向波巻順行側 (矢印 X 2 方向) である。また、第一単位コイル 2 0 a は、ハーフコイル 2 3 h であり、第二単位コイル 2 0 b は、フルコイル 2 3 f である。さらに、第一単位コイル 2 0 a は、ハーフコイル 2 3 h が形成されるとき第二方向 (矢印 Y 方向) の巻進行方向 W 1 が、第二方向スロット底部側 (矢印 Y 1 方向) である。第二単位コイル 2 0 b は、フルコイル 2 3 f が形成されるとき第二方向 (矢印 Y 方向) の巻進行方向 W 2 が、第二方向スロット底部側 (矢印 Y 1 方向) である。

[0121] 本変形形態では、第一コイル引出部 3 2 f は、巻始めの単位コイル 2 0 (第一単位コイル 2 0 a) の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1 (第一コイルサイド 2 1 a) であって、第三方向 (矢印 Z 方向) の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル 2 0 (第一単位コイル 2 0 a) は、相コイル 3 3 を構成する一つのハーフコイル

23hである。なお、図20では、第一コイル引出部32fは、スロット中央部11cから引き出されている。

[0122] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第二単位コイル20b）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル20（第二単位コイル20b）は、当該相コイル33を構成する一つのフルコイル23fである。なお、図20では、第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0123] 第六変形形態の各相コイル33は、第二変形形態の各相コイル33と比べて、フルコイル23fの数が一つ少なくなり、単位コイル間接続部31cの数が一つ少なくなる。しかしながら、図12および図20に示すように、一对のコイル引出部32f、32sと単位コイル間接続部31cとの間の干渉交差の状態は、同様になっている。

[0124] なお、本変形形態では、単位コイル間接続部31cの引き回し方向と、第一方向（矢印X方向）とのなす角（図20に示す傾斜角 $\theta 4$ ）が、第四変形形態における上記なす角（図16に示す傾斜角 $\theta 3$ ）と比べて、大きくなっている。そのため、本変形形態では、第四変形形態と比べて、単位コイル間接続部31cと第二コイル引出部32sとの間の干渉交差が軽減されている。

[0125] 図21および図22に示すように、一对のコイル引出部32f、32sの配置は、第七変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル20aのコイルピッチ構成は、第六変形形態の第二単位コイル20bのコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル20bのコイルピッチ構成は、第六変形形態の第一単位コイル20aのコイルピッチ構成に相当する。

[0126] なお、各相コイル33を構成する各単位コイル20（第一単位コイル20

aおよび第二単位コイル20b)の波巻方向は、第一方向波巻順行側(矢印X2方向)である。また、第一単位コイル20aは、フルコイル23fであり、第二単位コイル20bは、ハーフコイル23hである。さらに、第一単位コイル20aは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向(矢印Y方向)の巻進行方向W1が、第二方向スロット底部側(矢印Y1方向)である。第二単位コイル20bは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向(矢印Y方向)の巻進行方向W2が、第二方向スロット底部側(矢印Y1方向)である。

[0127] 本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21(第一コイルサイド21a)であって、第三方向(矢印Z方向)の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)は、相コイル33を構成する一つのフルコイル23fである。なお、図22では、第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されている。

[0128] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20(第二単位コイル20b)の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21(第二コイルサイド21b)であって、第三方向(矢印Z方向)の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。巻終りの単位コイル20(第二単位コイル20b)は、当該相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図22では、第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0129] 図14および図22に示すように、第七変形形態の各相コイル33は、第三変形形態の各相コイル33と比べて、フルコイル23fの数が一つ少なくなり、単位コイル間接続部31cの数が一つ少なくなる。その結果、図22に示すように、第七変形形態では、第一コイル引出部32fと単位コイル間

接続部 3 1 c との間の干渉交差が解消されている。

[0130] このように、毎極毎相スロット数が 1. 5 の場合も、各相コイル 3 3 における一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の好適な配置は、毎極毎相スロット数が 2. 5 の場合と概ね同様である。また、毎極毎相スロット数が 3. 5 の場合、各相コイル 3 3 は、毎極毎相スロット数が 2. 5 の場合と比べて、フルコイル 2 3 f の数および単位コイル間接続部 3 1 c の数が増加する。しかしながら、各相コイル 3 3 における一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の配置を既述の形態と同様の配置にすると、一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s と単位コイル間接続部 3 1 c との間の干渉交差の状態は、概ね同様になる。つまり、毎極毎相スロット数が 3. 5 以上の場合も、各相コイル 3 3 における一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の好適な配置は、毎極毎相スロット数が 2. 5 の場合と同様である。

[0131] (相コイル 3 3 の配置)

複数（本実施形態では、3 つ）の相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w）は、第一装着工程と、第二進相装着工程と、第三進相装着工程とを備える回転電機 1 0 0 の製造方法によって、複数（6 0 個）のスロット 1 1 に装着されると好適である。これにより、本実施形態では、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、W 相コイル 3 3 w、V 相コイル 3 3 v の順に組み付けられる。なお、既述のとおり、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の順に位相が遅れているものとする。また、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）に、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の相順に配設するものとする。

[0132] 図 2 3 A に示すように、第一装着工程は、複数（3 つ）の相コイル 3 3 のうちの一の相コイル 3 3（本実施形態では、U 相コイル 3 3 u）を複数（2 4 個）のスロット 1 1 に装着する工程である。同図は、U 相コイル 3 3 u を構成する概ね二磁極対分の複数（3 つ）の単位コイル 2 0 の装着状態を示しており、残りの概ね二磁極対分の複数（3 つ）の単位コイル 2 0 の記載が省

略されている。このことは、図23B～図23Dについても同様である。また、このことは、後述する第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側から見た相コイル33が複数のスロット11に装着された状態を模式的に示す図についても同様である。

[0133] 図23Aに示すように、U相コイル33uの第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されている。一方、U相コイル33uの第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。このように、U相コイル33uは、一对のコイル引出部32f, 32sと、U相コイル33u内の各渡り線（複数（2つ）の単位コイル間接続部31c, 31c）とが、干渉交差していない。なお、既述したように、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとの間の干渉交差は、回避されている。また、U相コイル33uは、最初に装着されるので、他の相コイル33（V相コイル33vおよびW相コイル33w）の影響を受けることなく、ハーフコイル23hの一对のコイルサイド21, 21は、いずれもスロット底部11a側に配設される。つまり、U相のハーフコイル23hは、片側占有ハーフコイル23h2である。

[0134] 第二進相装着工程は、複数（3つ）の相コイル33のうちの残りの一の相コイル33を、第一装着工程で装着された相コイル33（U相コイル33u）に対して、相間最小位相差分、第一方向波巻逆行側（矢印X1方向）にずらして、複数（24個）のスロット11に装着する工程である。ここで、相間最小位相差とは、電気角 $360^{\circ}$ を相数（本実施形態では、3）で除した相間の最小位相差（電気角 $120^{\circ}$ ）をいう。また、残りの一の相コイル33は、第一装着工程で装着された相コイル33（U相コイル33u）と比べて、相間最小位相差（電気角 $120^{\circ}$ ）分、位相が進む相コイル33（本実施形態では、W相コイル33w）をいう。なお、本実施形態の回転電機100は、8極60スロット構成の三相回転電機であり、相間最小位相差（電気角 $120^{\circ}$ ）は、5スロットピッチ分に相当する。

[0135] 図23Bに示すように、W相コイル33wの第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されている。一方、W相コイル33wの第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。このように、W相コイル33wは、一对のコイル引出部32f、32sと、W相コイル33w内の各渡り線（複数（2つ）の単位コイル間接続部31c、31c）とが、干渉交差していない。なお、既述したように、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとの間の干渉交差は、回避されている。また、W相コイル33wは、U相コイル33uの後に装着されるので、ハーフコイル23hの一对のコイルサイド21、21のうちの一方のコイルサイド21がスロット底部11a側に配設され、当該一对のコイルサイド21、21のうちの他方のコイルサイド21がスロット開口部11b側に配設される。つまり、W相のハーフコイル23hは、両側占有ハーフコイル23h1である。

[0136] 第三進相装着工程は、複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）がすべて複数（60個）のスロット11に装着されるまで、直近で装着した相コイル33と比べて相間最小位相差（電気角 $120^\circ$ ）分、位相が進む相コイル33を、直近で装着した相コイル33に対して、相間最小位相差（電気角 $120^\circ$ ）分、第一方向波巻逆行側（矢印X1方向）にずらして、複数（24個）のスロット11に装着する工程である。本実施形態では、第二進相装着工程の終了時に、V相コイル33vが装着されていない。そのため、第三進相装着工程では、V相コイル33vを直近で装着した相コイル33（W相コイル33w）に対して、相間最小位相差（電気角 $120^\circ$ ）分、第一方向波巻逆行側（矢印X1方向）にずらして、複数（24個）のスロット11に装着する。これにより、複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）がすべて複数（60個）のスロット11に装着されるので、第三進相装着工程は、終了する。

[0137] 図23Cに示すように、V相コイル33vの第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されている。一方、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、スロット中央部11cから引き出されている。V相コイル33vは、V相コイル33vの第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとが、接触して交差する。なお、V相コイル33vの第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bを接続する単位コイル間接続部31cは、第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bのコイルエンド22間に收容されているので、第二コイル引出部32sとは接触して交差しない。

[0138] コイル挿入機31（インサータ治具）を用いた組み付けの結果、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、V相コイル33v内の各渡り線（複数（2つ）の単位コイル間接続部31c、31c）の第三方向（矢印Z方向）の固定子鉄心10側（紙面奥側）を通過する。また、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、U相コイル33uの各単位コイル20のコイルエンド22の第三方向（矢印Z方向）のさらに外側（紙面手前側）を通過する。なお、V相コイル33vは、最後に装着されるので、ハーフコイル23hの一对のコイルサイド21、21は、いずれもスロット開口部11b側に配設される。つまり、V相のハーフコイル23hは、片側占有ハーフコイル23h2である。

[0139] このように、他相の単位コイル20のコイルエンド22の第三方向（矢印Z方向）のさらに外側（紙面手前側）を横断する引き出し線（一对のコイル引出部32f、32sのうちの少なくとも一方）は、一相分である。本明細書では、当該引き出し線を他相横断引き出し線という。本実施形態では、V相コイル33vの第二コイル引出部32sが他相横断引き出し線である。

[0140] 図24A～図24Dに示すように、複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）は、U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33wの順（相順と同じ順序）に、複

数（60個）の-slot 11に装着することもできる（第八変形形態）。第八変形形態では、V相コイル33vは、U相コイル33uに対して、相間最小位相差（電気角120°）分、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）にずらして、複数（24個）の-slot 11に装着する。W相コイル33wは、V相コイル33vに対して、相間最小位相差（電気角120°）分、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）にずらして、複数（24個）の-slot 11に装着する。

[0141] 図24Aに示すように、第八変形形態のU相コイル33uを装着した後の状態は、図23Aに示す本実施形態のU相コイル33uを装着した後の状態と同じである。図24Bに示すように、V相コイル33vの第一コイル引出部32fは、slot開口部11b側から引き出されている。一方、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、slot中央部11cから引き出されている。

[0142] V相コイル33vは、V相コイル33vの第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとが、接触して交差する。なお、V相コイル33vの第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bを接続する単位コイル間接続部31cは、第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bのコイルエンド22間に收容されているので、第二コイル引出部32sとは接触して交差しない。

[0143] コイル挿入機31（インサータ治具）を用いた組み付けの結果、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、V相コイル33v内の各渡り線（複数（2つ）の単位コイル間接続部31c, 31c）の第三方向（矢印Z方向）の固定子鉄心10側（紙面奥側）を通過する。また、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、U相コイル33uの各単位コイル20のコイルエンド22の第三方向（矢印Z方向）のさらに外側（紙面手前側）を通過する。なお、V相コイル33vは、U相コイル33uの後に装着されるので、ハーフコイル23hの一对のコイルサイド21, 21のうちの一方のコイル

サイド21がスロット底部11a側に配設され、当該一对のコイルサイド21, 21のうちの他方のコイルサイド21がスロット開口部11b側に配設される。つまり、V相のハーフコイル23hは、両側占有ハーフコイル23h1である。

[0144] 図24Cに示すように、W相コイル33wの第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されている。一方、W相コイル33wの第二コイル引出部32sは、スロット中央部11cから引き出されている。W相コイル33wは、W相コイル33wの第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとが、接触して交差する。つまり、W相コイル33wの第二コイル引出部32sは、V相コイル33vの第二コイル引出部32sと同様に接触して交差し、V相コイル33vの第二コイル引出部32sと同様に配策されている。なお、W相コイル33wは、最後に装着されるので、ハーフコイル23hの一对のコイルサイド21, 21は、いずれもスロット開口部11b側に配設される。つまり、W相のハーフコイル23hは、片側占有ハーフコイル23h2である。

[0145] 第八変形形態では、複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）のうちの二相（V相およびW相）において、第二コイル引出部32sと、相コイル33内の一つの単位コイル間接続部31cとが、接触して交差する。一方、本実施形態では、複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）のうちの二相（V相およびW相）において、第二コイル引出部32sと、相コイル33内の一つの単位コイル間接続部31cとが、接触して交差する。このように、本実施形態の固定子コイル30は、第八変形形態の固定子コイル30と比べて、一对のコイル引出部32f, 32s（第二コイル引出部32s）と、相コイル33内の渡り線（一つの単位コイル間接続部31c）とが、接触して交差する相数が少ない。よって、本実施形態の固定子コイル30は、第八変形形態の固定子コイル30と比べて、相コイル33内の電氣的

な絶縁が必要な絶縁部位を低減することができ、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f, 32s側のコイルエンド22が小型化され、その配策が簡素化される。

[0146] また、第八変形形態では、他相横断引き出し線は、二相分であり、V相コイル33vの第二コイル引出部32sおよびW相コイル33wの第二コイル引出部32sである。一方、本実施形態では、他相横断引き出し線は、一相分であり、V相コイル33vの第二コイル引出部32sである。このように、本実施形態の固定子コイル30は、第八変形形態の固定子コイル30と比べて、他相横断引き出し線の相数が少ない。よって、本実施形態の固定子コイル30は、第八変形形態の固定子コイル30と比べて、相コイル33間の電氣的な絶縁が必要な絶縁部位を低減することができる。相コイル33内の絶縁部位および相コイル33間の絶縁部位に用いる絶縁部材は、当該部位を電氣的に絶縁することができれば良く、限定されないが、例えば、絶縁チューブなどを用いることができる。絶縁部材は、後述する他の絶縁部材についても同様である。

[0147] さらに、第八変形形態では、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、スロット中央部11cから引き出されて、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）に引き回されている。つまり、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、スロット中央部11cからスロット底部11a側まで、スロット11をスロット11の深さ方向（第二方向（矢印Y方向））に横断する。このときのスロット11の横断長をハーフ横断長とする。このことは、W相コイル33wの第二コイル引出部32sについても同様である。また、スロット開口部11b側からスロット底部11a側まで、スロット11の深さ方向（第二方向（矢印Y方向））に横断するときのスロット11の横断長をフル横断長とする。フル横断長の長さ比を1とすると、ハーフ横断長の長さ比は、0.5となる。

[0148] U相コイル33uの第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されており、スロット11を横断しない。また、各相コイル33の

第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されており、スロット 1 1 を横断しない。以上から、三相分の一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s のスロット 1 1 の横断長は、ハーフ横断長が二つ分であり、長さ比が 1 になる。

[0149] 一方、本実施形態では、V 相コイル 3 3 v の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット中央部 1 1 c から引き出されて、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）に引き回されている。つまり、V 相コイル 3 3 v の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット 1 1 の横断長がハーフ横断長（長さ比は 0.5）である。また、U 相コイル 3 3 u の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット底部 1 1 a 側から引き出されており、スロット 1 1 を横断しない。このことは、W 相コイル 3 3 w の第二コイル引出部 3 2 s についても同様である。

[0150] 各相コイル 3 3 の第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されており、スロット 1 1 を横断しない。以上から、三相分の一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s のスロット 1 1 の横断長は、ハーフ横断長が一つ分であり、長さ比が 0.5 になる。このように、本実施形態の固定子コイル 3 0 は、第八変形形態の固定子コイル 3 0 と比べて、スロット 1 1 の横断長が短縮化されている。

[0151] ここで、各相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w）を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 間をそれぞれ接続する各渡り線（2 つの単位コイル間接続部 3 1 c, 3 1 c）の一端側の端部であってスロット底部 1 1 a 側に配設される端部を第一渡り線端部 3 4 a とする。また、当該渡り線他端側の端部であってスロット開口部 1 1 b 側に配設される端部を第二渡り線端部 3 4 b とする。さらに、両側占有ハーフコイル 2 3 h 1 の第一ハーフスロット部位 1 1 d 内の一点を始点とし第二ハーフスロット部位 1 1 e 内の一点を終点とするベクトルを第一ベクトル 3 5 a とする。また、相コイル 3 3 の各渡り線（2 つの単位コイル間接続部 3 1 c, 3 1 c）の第一渡り線端部 3 4 a を始点とし第二渡り線端部 3 4 b を終点とするベクトルを第二ベクトル 3 5 b とする。

[0152] 図24Eに示すように、第八変形形態では、第一ベクトル35aと、第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bを接続する単位コイル間接続部31cの第二ベクトル35bとのなす角 $\phi b1$ は、機械角 $90^\circ$ より大きい鈍角になっている。第一ベクトル35aと、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cの第二ベクトル35bとのなす角 $\phi b2$ についても同様である。つまり、第八変形形態では、第一ベクトル35aと、第二ベクトル35b、35bとのなす角 $\phi b1$ 、 $\phi b2$ が、いずれも機械角 $90^\circ$ より大きい鈍角になっている。なお、同図では、第三方向（矢印Z方向）に垂直な同一平面（同図の紙面上）において、第一ベクトル35aと、第二ベクトル35b、35bとが配設されている。また、同図は、図24Aに示すU相コイル33uの各渡り線（2つの単位コイル間接続部31c、31c）について図示されているが、V相コイル33vおよびW相コイル33wについても同様に言える。

[0153] 一方、図23Eに示すように、本実施形態では、第一ベクトル35aと、第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bを接続する単位コイル間接続部31cの第二ベクトル35bとのなす角 $\phi a1$ は、機械角 $90^\circ$ より小さい鋭角になっている。第一ベクトル35aと、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cの第二ベクトル35bとのなす角 $\phi a2$ についても同様である。つまり、本実施形態では、第一ベクトル35aと、第二ベクトル35b、35bとのなす角 $\phi a1$ 、 $\phi a2$ が、いずれも機械角 $90^\circ$ より小さい鋭角になっている。なお、同図では、第三方向（矢印Z方向）に垂直な同一平面（同図の紙面上）において、第一ベクトル35aと、第二ベクトル35b、35bとが配設されている。また、同図は、図23Aに示すU相コイル33uの各渡り線（2つの単位コイル間接続部31c、31c）について図示されているが、V相コイル33vおよびW相コイル33wについても同様に言える。

[0154] 本実施形態の回転電機100によれば、第一ベクトル35aと、第二ベクトル35b、35bとのなす角 $\phi a1$ 、 $\phi a2$ が、いずれも機械角 $90^\circ$ より

り小さい鋭角になっている。そのため、本実施形態の回転電機 100 は、両側占有ハーフコイル 23 h 1 のコイルエンド 22、相コイル 33 内の渡り線（2つの単位コイル間接続部 31 c, 31 c）および一对のコイル引出部 32 f, 32 s の間の干渉交差を低減することができ、他相横断引き出し線の数も低減することができる。よって、本実施形態の相コイル 33 は、第八変形形態の相コイル 33 と比べて、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 32 f, 32 s 側のコイルエンド 22 が小型化され、その配策が簡素化される。

[0155] 図 25 は、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 32 f, 32 s 側から見た本実施形態の回転電機 100 の相配置を示している。同図は、図 7 A および図 7 B に示す複数のスロット 11 のうちの概ね二磁極分（一磁極対分）のスロット 11 の相配置を示している。図 25 では、図 2 および図 5 A と同様に、U 相コイル 33 u 内の接続状態が併せて図示されている。また、図 25 では、U 相コイル 33 u の複数（3つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c）のコイルピッチ CP 11 ~ CP 32 が図示されている。

[0156] さらに、図 25 では、U 相の領域が実線で囲まれて図示されている。また、「相\*」は、「相」で示すコイルサイド 21 の通電方向に対して、コイルサイド 21 の通電方向が逆方向であることを示している。U 相は、「U」で示される通電方向が順方向の領域（連続する 2.5 スロット分の領域）と、「U\*」で示される通電方向が逆方向の領域（連続する 2.5 スロット分の領域）とが交互に繰り返されている。これらのことは、V 相および W 相についても同様である。

[0157] 図 25 に示すように、複数（3つ）の相コイル 33 は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）に、U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v、W 相コイル 33 w の相順に配設されている。既述したように、各相コイル 33（U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v、W 相コイル 33 w）を構成する複数（3つ）の単位コイル 20 は、各波巻方向が、いずれも第一方向波巻順行側（矢印

X 2 方向) である。このように、本実施形態では、各相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 は、各波巻方向が、いずれも複数 (3 つ) の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) の相順方向と一致している。

[0158] 複数 (3 つ) の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w) を組み付ける際の好適な順序は、各相コイル 3 3 を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 の各波巻方向と、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 の相順方向との関係性で規定することができる。具体的には、各相コイル 3 3 を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 の各波巻方向と、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 の相順方向とが一致する本実施形態では、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、W 相コイル 3 3 w、V 相コイル 3 3 v の順に組み付けられると好適である。つまり、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 は、第一装着工程と、第二進相装着工程と、第三進相装着工程とを備える回転電機 1 0 0 の製造方法によって、複数 (6 0 個) のスロット 1 1 に装着されると好適である。

[0159] 図 2 6 に示すように、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) の相順方向は、各相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 の各波巻方向と異なる方向に設定することもできる (第九変形形態)。図 2 6 は、図 7 A に対応しており、図 7 A と同様に図示されている。

[0160] 第九変形形態では、各相コイル 3 3 を構成する各単位コイル 2 0 (第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b、第三単位コイル 2 0 c) の波巻方向は、本実施形態と同様に、第一方向波巻順行側 (矢印 X 2 方向) である。具体的には、図 2 6 に示すように、U 相コイル 3 3 u は、図 5 A および図 7 A に示す本実施形態の U 相コイル 3 3 u と同様に巻き回される。よって、U 相コイル 3 3 u を構成する各単位コイル 2 0 (第一単位コイル 2 0 a、第二

単位コイル 20 b、第三単位コイル 20 c) の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。

[0161] V相コイル 33 v の第一単位コイル 20 a は、スロット番号 26 のスロット 11 から巻始められる。そして、第一単位コイル 20 a は、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側（一对のコイル引出部 32 f, 32 s が引き出される側）からスロット番号 26 のスロット 11 を挿通しており、第三方向（矢印 Z 方向）の他端側（一对のコイル引出部 32 f, 32 s が引き出される側と異なる側）を経由して、スロット番号 32 のスロット 11（図示略）に渡っている。このように、V相コイル 33 v を構成する第一単位コイル 20 a の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。波巻方向は、V相コイル 33 v を構成する第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c についても同様である。

[0162] W相コイル 33 w の第一単位コイル 20 a は、スロット番号 21 のスロット 11 から巻始められる。そして、第一単位コイル 20 a は、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側からスロット番号 21 のスロット 11 を挿通しており、第三方向（矢印 Z 方向）の他端側を経由して、スロット番号 27 のスロット 11 に渡っている。このように、W相コイル 33 w を構成する第一単位コイル 20 a の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。波巻方向は、W相コイル 33 w を構成する第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c についても同様である。

[0163] 一方、複数（3つ）の相コイル 33（U相コイル 33 u, V相コイル 33 v, W相コイル 33 w）の相順方向は、第一方向波巻逆行側（矢印 X 1 方向）になっている。例えば、V相の第一相端子 3 T 1 に接続される第一コイル引出部 32 f は、スロット番号 26 のスロット 11 から引き出されている。W相の第一相端子 3 T 1 に接続される第一コイル引出部 32 f は、スロット番号 26 から相間最小位相差（電気角 120° 相当の 5 スロットピッチ）分、第一方向波巻逆行側（矢印 X 1 方向）にずれたスロット番号 21 のスロット 11 から引き出されている。U相の第一相端子 3 T 1 に接続される第一コ

イル引出部 3 2 f は、スロット番号 2 1 から相間最小位相差（電気角 1 2 0 ° 相当の 5 スロットピッチ）分、第一方向波巻逆行側（矢印 X 1 方向）にずれたスロット番号 1 6 のスロット 1 1 から引き出されている。このように、複数（3 つ）の相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w）の相順方向は、第一方向波巻逆行側（矢印 X 1 方向）である。

[0164] 第九変形形態では、複数（本変形形態では、3 つ）の相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w）は、第一装着工程と、第二遅相装着工程と、第三遅相装着工程とを備える回転電機 1 0 0 の製造方法によって、複数（6 0 個）のスロット 1 1 に装着されると好適である。これにより、本変形形態では、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の順に組み付けられる。なお、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の順に位相が遅れているものとする。また、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、第一方向波巻逆行側（矢印 X 1 方向）に、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の相順に配設するものとする。

[0165] 図 2 7 A に示すように、第一装着工程は、既述の第一装着工程と同様であり、複数（3 つ）の相コイル 3 3 のうちの一の相コイル 3 3（本変形形態では、U 相コイル 3 3 u）を複数（2 4 個）のスロット 1 1 に装着する工程である。

[0166] 図 2 7 A に示すように、U 相コイル 3 3 u の第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されている。一方、U 相コイル 3 3 u の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット底部 1 1 a 側から引き出されている。このように、U 相コイル 3 3 u は、一対のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s と、U 相コイル 3 3 u 内の各渡り線（複数（2 つ）の単位コイル間接続部 3 1 c, 3 1 c）とが、干渉交差していない。なお、既述したように、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c を接続する単位コイル間接続部 3 1

cと、第二コイル引出部32sとの間の干渉交差は、回避されている。また、U相コイル33uは、最初に装着されるので、他の相コイル33（V相コイル33vおよびW相コイル33w）の影響を受けることなく、ハーフコイル23hの一对のコイルサイド21, 21は、いずれもスロット底部11a側に配設される。つまり、U相のハーフコイル23hは、片側占有ハーフコイル23h2である。

[0167] 第二遅相装着工程は、複数（3つ）の相コイル33のうちの残りの一の相コイル33を、第一装着工程で装着された相コイル33（U相コイル33u）に対して、相間最小位相差分、第一方向波巻逆行側（矢印X1方向）にずらして、複数（24個）のスロット11に装着する工程である。相間最小位相差は、既述の相間最小位相差（電気角120°）と同様である。また、残りの一の相コイル33は、第一装着工程で装着された相コイル33（U相コイル33u）と比べて、相間最小位相差（電気角120°）分、位相が遅れる相コイル33（本変形形態では、V相コイル33v）をいう。

[0168] 図27Bに示すように、V相コイル33vの第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されている。一方、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。このように、V相コイル33vは、一对のコイル引出部32f, 32sと、V相コイル33v内の各渡り線（複数（2つ）の単位コイル間接続部31c, 31c）とが、干渉交差していない。なお、既述したように、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとの間の干渉交差は、回避されている。また、V相コイル33vは、U相コイル33uの後に装着されるので、ハーフコイル23hの一对のコイルサイド21, 21のうちの一方のコイルサイド21がスロット底部11a側に配設され、当該一对のコイルサイド21, 21のうちの他方のコイルサイド21がスロット開口部11b側に配設される。つまり、V相のハーフコイル23hは、両側占有ハーフコイル23h1である。

[0169] 第三遅相装着工程は、複数（３つ）の相コイル３３（Ｕ相コイル３３<sub>u</sub>、Ｖ相コイル３３<sub>v</sub>およびＷ相コイル３３<sub>w</sub>）がすべて複数（６０個）のスロット１１に装着されるまで、直近で装着した相コイル３３と比べて相間最小位相差（電気角１２０°）分、位相が遅れる相コイル３３を、直近で装着した相コイル３３に対して、相間最小位相差（電気角１２０°）分、第一方向波巻逆行側（矢印Ｘ１方向）にずらして、複数（２４個）のスロット１１に装着する工程である。本変形形態では、第二遅相装着工程の終了時に、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>が装着されていない。そのため、第三遅相装着工程では、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>を直近で装着した相コイル３３（Ｖ相コイル３３<sub>v</sub>）に対して、相間最小位相差（電気角１２０°）分、第一方向波巻逆行側（矢印Ｘ１方向）にずらして、複数（２４個）のスロット１１に装着する。これにより、複数（３つ）の相コイル３３（Ｕ相コイル３３<sub>u</sub>、Ｖ相コイル３３<sub>v</sub>およびＷ相コイル３３<sub>w</sub>）がすべて複数（６０個）のスロット１１に装着されるので、第三遅相装着工程は、終了する。

[0170] 図２７Ｃに示すように、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>の第一コイル引出部３２<sub>f</sub>は、スロット開口部１１<sub>b</sub>側から引き出されている。一方、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>の第二コイル引出部３２<sub>s</sub>は、スロット中央部１１<sub>c</sub>から引き出されている。Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>は、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>の第二単位コイル２０<sub>b</sub>および第三単位コイル２０<sub>c</sub>を接続する単位コイル間接続部３１<sub>c</sub>と、第二コイル引出部３２<sub>s</sub>とが、接触して交差する。なお、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>の第一単位コイル２０<sub>a</sub>および第二単位コイル２０<sub>b</sub>を接続する単位コイル間接続部３１<sub>c</sub>は、第一単位コイル２０<sub>a</sub>および第二単位コイル２０<sub>b</sub>のコイルエンド２２間に収容されているので、第二コイル引出部３２<sub>s</sub>とは接触して交差しない。

[0171] コイル挿入機３１（インサータ治具）を用いた組み付けの結果、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>の第二コイル引出部３２<sub>s</sub>は、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>内の各渡り線（複数（２つ）の単位コイル間接続部３１<sub>c</sub>，３１<sub>c</sub>）の第三方向（矢印Ｚ方向）の固定子鉄心１０側（紙面奥側）を通過する。また、Ｗ相コイル３３<sub>w</sub>の

第二コイル引出部 3 2 s は、U 相コイル 3 3 u の各単位コイル 2 0 のコイルエンド 2 2 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を通過する。なお、W 相コイル 3 3 w は、最後に装着されるので、ハーフコイル 2 3 h の一対のコイルサイド 2 1、2 1 は、いずれもスロット開口部 1 1 b 側に配設される。つまり、W 相のハーフコイル 2 3 h は、片側占有ハーフコイル 2 3 h 2 である。また、本変形形態では、他相横断引き出し線は、一相分であり、W 相コイル 3 3 w の第二コイル引出部 3 2 s である。

[0172] 図 2 7 A～図 2 7 D に示すように、複数（3 つ）の相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w）は、U 相コイル 3 3 u、W 相コイル 3 3 w、V 相コイル 3 3 v の順（相順と異なる順序）に、複数（6 0 個）のスロット 1 1 に装着することもできる（第十変形形態）。第十変形形態では、W 相コイル 3 3 w は、U 相コイル 3 3 u に対して、相間最小位相差（電気角  $120^\circ$ ）分、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）にずらして、複数（2 4 個）のスロット 1 1 に装着する。V 相コイル 3 3 v は、W 相コイル 3 3 w に対して、相間最小位相差（電気角  $120^\circ$ ）分、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）にずらして、複数（2 4 個）のスロット 1 1 に装着する。

[0173] 図 2 8 A に示すように、第十変形形態の U 相コイル 3 3 u を装着した後の状態は、図 2 7 A に示す第九変形形態の U 相コイル 3 3 u を装着した後の状態と同じである。図 2 8 B に示すように、W 相コイル 3 3 w の第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されている。一方、W 相コイル 3 3 w の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット中央部 1 1 c から引き出されている。W 相コイル 3 3 w は、W 相コイル 3 3 w の第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c を接続する単位コイル間接続部 3 1 c と、第二コイル引出部 3 2 s とが、接触して交差する。なお、W 相コイル 3 3 w の第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b を接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b のコイルエンド 2 2 間に収容されているので、第二コイル引出部 3 2 s とは接触

して交差しない。

[0174] コイル挿入機 31（インサータ治具）を用いた組み付けの結果、W相コイル 33w の第二コイル引出部 32s は、W相コイル 33w 内の各渡り線（複数（2つ）の単位コイル間接続部 31c、31c）の第三方向（矢印 Z 方向）の固定子鉄心 10 側（紙面奥側）を通過する。また、W相コイル 33w の第二コイル引出部 32s は、U相コイル 33u の各単位コイル 20 のコイルエンド 22 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を通過する。なお、W相コイル 33w は、U相コイル 33u の後に装着されるので、ハーフコイル 23h の一対のコイルサイド 21、21 のうちの一方のコイルサイド 21 がスロット底部 11a 側に配設され、当該一対のコイルサイド 21、21 のうちの他方のコイルサイド 21 がスロット開口部 11b 側に配設される。つまり、W相のハーフコイル 23h は、両側占有ハーフコイル 23h1 である。

[0175] 図 28C に示すように、V相コイル 33v の第一コイル引出部 32f は、スロット開口部 11b 側から引き出されている。一方、V相コイル 33v の第二コイル引出部 32s は、スロット中央部 11c から引き出されている。V相コイル 33v は、V相コイル 33v の第二単位コイル 20b および第三単位コイル 20c を接続する単位コイル間接続部 31c と、第二コイル引出部 32s とが、接触して交差する。つまり、V相コイル 33v の第二コイル引出部 32s は、W相コイル 33w の第二コイル引出部 32s と同様に接触して交差し、W相コイル 33w の第二コイル引出部 32s と同様に配設されている。なお、V相コイル 33v は、最後に装着されるので、ハーフコイル 23h の一対のコイルサイド 21、21 は、いずれもスロット開口部 11b 側に配設される。つまり、V相のハーフコイル 23h は、片側占有ハーフコイル 23h2 である。

[0176] 第十変形形態では、複数（3つ）の相コイル 33（U相コイル 33u、V相コイル 33v および W相コイル 33w）のうちの二相（V相および W相）において、第二コイル引出部 32s と、相コイル 33 内の一つの単位コイル

間接続部 31c とが、接触して交差する。一方、第九変形形態では、複数（3つ）の相コイル 33（U相コイル 33u、V相コイル 33v および W相コイル 33w）のうちの一相（W相）において、第二コイル引出部 32s と、相コイル 33 内の一つの単位コイル間接続部 31c とが、接触して交差する。このように、第九変形形態の固定子コイル 30 は、第十変形形態の固定子コイル 30 と比べて、一对のコイル引出部 32f、32s（第二コイル引出部 32s）と、相コイル 33 内の渡り線（一つの単位コイル間接続部 31c）とが、接触して交差する相数が少ない。よって、第九変形形態の固定子コイル 30 は、第十変形形態の固定子コイル 30 と比べて、相コイル 33 内の電気的な絶縁が必要な絶縁部位を低減することができ、第三方向（矢印 Z 方向）のうち的一对のコイル引出部 32f、32s 側のコイルエンド 22 が小型化され、その配策が簡素化される。

[0177] また、第十変形形態では、他相横断引き出し線は、二相分であり、V相コイル 33v の第二コイル引出部 32s および W相コイル 33w の第二コイル引出部 32s である。一方、第九変形形態では、他相横断引き出し線は、一相分であり、W相コイル 33w の第二コイル引出部 32s である。このように、第九変形形態の固定子コイル 30 は、第十変形形態の固定子コイル 30 と比べて、他相横断引き出し線の相数が少ない。よって、第九変形形態の固定子コイル 30 は、第十変形形態の固定子コイル 30 と比べて、相コイル 33 間の電気的な絶縁が必要な絶縁部位を低減することができる。

[0178] さらに、第十変形形態では、V相コイル 33v の第二コイル引出部 32s は、スロット中央部 11c から引き出されて、第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）に引き回されている。つまり、V相コイル 33v の第二コイル引出部 32s は、スロット 11 の横断長がハーフ横断長（長さ比は 0.5）である。このことは、W相コイル 33w の第二コイル引出部 32s についても同様である。

[0179] U相コイル 33u の第二コイル引出部 32s は、スロット底部 11a 側から引き出されており、スロット 11 を横断しない。また、各相コイル 33 の

第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されており、スロット 1 1 を横断しない。以上から、三相分の一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s のスロット 1 1 の横断長は、ハーフ横断長が二つ分であり、長さ比が 1 になる。

[0180] 一方、第九変形形態では、W相コイル 3 3 w の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット中央部 1 1 c から引き出されて、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）に引き回されている。つまり、W相コイル 3 3 w の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット 1 1 の横断長がハーフ横断長（長さ比は 0.5）である。また、U相コイル 3 3 u の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット底部 1 1 a 側から引き出されており、スロット 1 1 を横断しない。このことは、V相コイル 3 3 v の第二コイル引出部 3 2 s についても同様である。

[0181] 各相コイル 3 3 の第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されており、スロット 1 1 を横断しない。以上から、三相分の一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s のスロット 1 1 の横断長は、ハーフ横断長が一つ分であり、長さ比が 0.5 になる。このように、第九変形形態の固定子コイル 3 0 は、第十変形形態の固定子コイル 3 0 と比べて、スロット 1 1 の横断長が短縮化されている。

[0182] 図 2 8 A ~ 図 2 8 D に示すように、第十変形形態では、両側占有ハーフコイル 2 3 h 1 の第一ハーフスロット部位 1 1 d 内の一点を始点とし第二ハーフスロット部位 1 1 e 内の一点を終点とするベクトル（第一ベクトル 3 5 a に相当）と、単位コイル間接続部 3 1 c の第一渡り線端部 3 4 a を始点とし第二渡り線端部 3 4 b を終点とするベクトル（第二ベクトル 3 5 b に相当）とのなす角の関係は、第八変形形態と同様の関係になっている。

[0183] 一方、図 2 7 A ~ 図 2 7 D に示すように、第九変形形態では、両側占有ハーフコイル 2 3 h 1 の第一ハーフスロット部位 1 1 d 内の一点を始点とし第二ハーフスロット部位 1 1 e 内の一点を終点とするベクトル（第一ベクトル 3 5 a に相当）と、単位コイル間接続部 3 1 c の第一渡り線端部 3 4 a を始点とし第二渡り線端部 3 4 b を終点とするベクトル（第二ベクトル 3 5 b に

相当) とのなす角の関係は、本実施形態と同様の関係になっている。

[0184] これにより、第九変形形態の回転電機 100 は、両側占有ハーフコイル 23 h 1 のコイルエンド 22、相コイル 33 内の各渡り線 (複数 (2 つ) の単位コイル間接続部 31 c, 31 c) および一对のコイル引出部 32 f, 32 s の間の干渉交差を低減することができ、他相横断引き出し線の数も低減することができる。よって、第九変形形態の相コイル 33 は、第十変形形態の相コイル 33 と比べて、第三方向 (矢印 Z 方向) のうち的一对のコイル引出部 32 f, 32 s 側のコイルエンド 22 が小型化され、その配策が簡素化される。

[0185] 図 29 は、第三方向 (矢印 Z 方向) のうち的一对のコイル引出部 32 f, 32 s 側から見た第九変形形態の回転電機 100 の相配置を示している。同図は、図 25 に対応しており、図 25 と同様に図示されている。図 29 に示すように、複数 (3 つ) の相コイル 33 は、第一方向波巻逆行側 (矢印 X 1 方向) に、U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v、W 相コイル 33 w の相順に配設されている。つまり、複数 (3 つ) の相コイル 33 (U 相コイル 33 u, V 相コイル 33 v, W 相コイル 33 w) の相順方向は、第一方向波巻逆行側 (矢印 X 1 方向) である。一方、各相コイル 33 (U 相コイル 33 u, V 相コイル 33 v, W 相コイル 33 w) を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 20 は、各波巻方向が、いずれも第一方向波巻順行側 (矢印 X 2 方向) である。このように、第九変形形態では、各相コイル 33 (U 相コイル 33 u, V 相コイル 33 v, W 相コイル 33 w) を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 20 は、各波巻方向が、いずれも複数 (3 つ) の相コイル 33 (U 相コイル 33 u, V 相コイル 33 v, W 相コイル 33 w) の相順方向と異なっている。

[0186] 複数 (3 つ) の相コイル 33 (U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w) を組み付ける際の好適な順序は、各相コイル 33 を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 20 の各波巻方向と、複数 (3 つ) の相コイル 33 の相順方向との関係性で規定することができる。具体的には、各相

コイル 3 3 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0 の各波巻方向と、複数（3 つ）の相コイル 3 3 の相順方向とが異なる本変形形態では、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の順に組み付けられると好適である。つまり、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、第一装着工程と、第二遅相装着工程と、第三遅相装着工程とを備える回転電機 1 0 0 の製造方法によって、複数（6 0 個）のスロット 1 1 に装着されると好適である。

[0187] （波巻と二層重巻の関係）

次に、波巻の固定子コイル 3 0 と二層重巻の固定子コイルとの関係について説明する。ここで、第一参考形態として、二層重巻の固定子コイルについて考える。図 3 0 および図 3 1 に示すように、第一参考形態では、本実施形態で既述した部材に対応する部材は、符号番号の先頭に「8」を付して図示されている。これにより、重複する説明を省略する。例えば、本参考形態のコイルサイドは、本実施形態のコイルサイド 2 1 に対応し、本参考形態では、コイルサイド 8 2 1 と表記する。なお、これらの「対応」は、電磁気的な等価対応を意味するものではなく、構成上の対応を意味している。

[0188] 図 3 0 に示すように、二層重巻の極対コイル 8 3 2 は、コイルの巻方向およびコイルピッチが同一の複数（本参考形態では、5 つ）の単位コイル 8 2 0 によって構成されている。各単位コイル 8 2 0 は、スロット底部 8 1 1 a 側の半分のスロット 8 1 1 と、スロット開口部 8 1 1 b 側の半分のスロット 8 1 1 との間で巻き回される。また、第一方向（矢印 X 方向）に隣接する複数（本参考形態では、3 つ）の単位コイル 8 2 0 が単位コイル間接続部 8 3 1 c によって直列接続されており、第一極コイル 8 3 1 f が構成されている。

[0189] さらに、第一方向（矢印 X 方向）に隣接する複数（本参考形態では、2 つ）の単位コイル 8 2 0 が単位コイル間接続部 8 3 1 c によって直列接続されており、第二極コイル 8 3 1 s が構成されている。第二極コイル 8 3 1 s は、第一極コイル 8 3 1 f が一对の可動子磁極のうち的一方の極性の可動子磁

極に対向するときに当該一对の可動子磁極のうちの他方の極性の可動子磁極に対向する。第一極コイル 8 3 1 f および第二極コイル 8 3 1 s は、極コイル間接続部 8 3 2 c によって直列接続されており、極対コイル 8 3 2 が構成されている。

[0190] 各極対コイル 8 3 2 は、巻始め側の第一極コイル 8 3 1 f から巻終り側の第二極コイル 8 3 1 s へ引き回す極コイル間接続部 8 3 2 c を介して連続して巻進められている。これにより、第一極コイル 8 3 1 f を構成する複数（3 つ）の単位コイル 8 2 0 および第二極コイル 8 3 1 s を構成する複数（2 つ）の単位コイル 8 2 0 が直列接続されている。なお、極対コイル 8 3 2 の巻始めを巻始め部 8 3 2 a とし、巻終りを巻終り部 8 3 2 b とする。

[0191] また、各極対コイル 8 3 2 は、一对のコイル引出部 8 3 2 f, 8 3 2 s を備えている。一对のコイル引出部 8 3 2 f, 8 3 2 s は、第一コイル引出部 8 3 2 f と第二コイル引出部 8 3 2 s とからなる。第一コイル引出部 8 3 2 f は、第一極コイル 8 3 1 f を構成する一の単位コイル 8 2 0 であって巻始めの単位コイル 8 2 0 の一のコイルサイド 8 2 1 から引き出されている。第二コイル引出部 8 3 2 s は、第二極コイル 8 3 1 s を構成する一の単位コイル 8 2 0 であって巻終りの単位コイル 8 2 0 の一のコイルサイド 8 2 1 から引き出されている。

[0192] 固定子コイルは、複数（本参考形態では、4 つ）の極対コイル 8 3 2 が電氣的に並列接続された相コイルを複数（本参考形態では、3 つ）備えている。各相コイルは、各一对のコイル引出部 8 3 2 f, 8 3 2 s を介して、当該相コイルを構成する複数（本参考形態では、4 つ）の極対コイル 8 3 2 が電氣的に接続されている。本参考形態の回転電機は、本実施形態の回転電機 1 0 0 と同様に、8 極 6 0 スロット構成の三相回転電機である。

[0193] 図 3 1 は、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 8 3 2 f, 8 3 2 s 側から見た相配置を示している。図 3 1 は、図 2 5 と同様に図示されている。図 3 1 に示すように、二層重巻の固定子コイルにおいても、U 相は、「U」で示される通電方向が順方向の領域（連続する 2. 5 スロット

分の領域)と、「U\*」で示される通電方向が逆方向の領域(連続する2.5スロット分の領域)とが交互に繰り返されている。このことは、V相およびW相についても同様である。

[0194] このように、本実施形態および第一参考形態のいずれにおいても、U相は、通電方向が順方向の連続する2.5スロット分の領域と、通電方向が逆方向の連続する2.5スロット分の領域とが交互に繰り返されている。このことは、V相およびW相についても同様である。よって、本実施形態の固定子コイル30の電流分布は、二層重巻の固定子コイルの電流分布と概ね等価になっている。

[0195] また、第一参考形態の二層重巻の相コイルでは、各極対コイル832を構成する単位コイル820の数は、5つである。これらの単位コイル820は、コイルピッチがすべて同じ(図31に示すように、7スロットピッチ(7sp))である。つまり、コイルピッチの種類は、一種類であり、単位コイル820の種類は、一種類である。さらに、各単位コイル820は、スロット底部11a側の半分のスロット811と、スロット開口部11b側の半分のスロット811との間で巻き回される。そのため、本実施形態のフルコイル23fのコイルの巻数を1とすると、第一参考形態の各単位コイル820のコイルの巻数は、 $1/2$ (巻数比 $1/2$ )になっている。第一参考形態のコイルの巻数の種類は、一種類である。

[0196] 一方、本実施形態の波巻構成の相コイル33では、各相コイル33を構成する単位コイル20の数は、3つ(第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c)である。これらの単位コイル20は、コイルピッチCP11~CP32の構成が異なり、コイルピッチの種類は、三種類である。つまり、単位コイル20の種類は、三種類である。また、フルコイル23fである第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bのコイルの巻数を1とすると、ハーフコイル23hである第三単位コイル20cのコイルの巻数は、 $1/2$ (巻数比 $1/2$ )になっている。つまり、本実施形態のコイルの巻数の種類は、二種類である。

[0197] 本実施形態の回転電機100によれば、固定子コイル30は、短節巻長節巻単位コイル20SLであって、コイルピッチCP11~CP32の構成が異なる複数種類（三種類）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）を備えている。また、固定子コイル30は、複数種類（三種類）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）の各々を一つずつ含む複数（3つ）の単位コイル20が電氣的に直列接続されている相コイル33を複数（3つ）備えている。さらに、各相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）を構成する複数（3つ）の単位コイル20は、複数のスロット11の占有状態に関して、フルコイル23fとハーフコイル23hとの二種類の単位コイル20を備えている。これらにより、本実施形態の回転電機100は、分数スロット構成の回転電機において、相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）毎に第一方向（矢印X方向）の一方向に巻装する単層波巻構成で固定子コイル30を形成することが可能であり、固定子コイル30を相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）単位で組み付けることが可能である。そのため、本実施形態の回転電機100は、二層重巻で巻装された固定子コイルを備える回転電機と比べて、固定子コイル30の組み付け作業の作業効率が向上する。

[0198] （コイルエンド22の配置）

次に、固定子コイル30の複数の単位コイル20の複数のコイルエンド22の好適な形態について説明する。本実施形態では、固定子コイル30は、三相の各相3つ、合計9つの単位コイル20を備えており、複数（9つ）の単位コイル20は、一つの単位コイル20あたり8つ、三相の各相24個、合計72個のコイルエンド22を備えている。固定子コイル30の複数（9つ）の単位コイル20の複数（72個）のコイルエンド22は、第三方向（矢印Z方向）の両端部において、第二方向（矢印Y方向）または第三方向（矢印Z方向）に、相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよ

びW相コイル33w) 毎にそれぞれ配設されて、多層に形成されていると好適である。

[0199] 図32Aに示すように、固定子コイル30の複数(9つ)の単位コイル20の複数(72個)のコイルエンド22は、第三方向(矢印Z方向)の両端部において、第二方向(矢印Y方向)に、相コイル33(U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w) 毎にそれぞれ配設されて、多層に形成されている。具体的には、最初に取り付けられるU相コイル33uの複数(3つ)の単位コイル20の複数(24個)のコイルエンド22は、最もスロット底部11a側に配設されている。次に取り付けられるW相コイル33wの複数(3つ)の単位コイル20の複数(24個)のコイルエンド22は、U相コイル33uの複数(24個)のコイルエンド22と比べて、スロット開口部11b側に配設されている。最後に取り付けられるV相コイル33vの複数(3つ)の単位コイル20の複数(24個)のコイルエンド22は、最もスロット開口部11b側に配設されている。

[0200] これにより、固定子コイル30の複数(9つ)の単位コイル20の複数(72個)のコイルエンド22は、第二方向(矢印Y方向)において、多層(本実施形態では、三層)に形成されている。また、本実施形態の回転電機100は、円筒状回転電機なので、固定子コイル30の複数(9つ)の単位コイル20の複数(72個)のコイルエンド22は、第三方向(矢印Z方向)視において、略同心状に形成されている。

[0201] また、図32Bに示すように、固定子コイル30の複数(9つ)の単位コイル20の複数(72個)のコイルエンド22は、第三方向(矢印Z方向)の両端部において、第三方向(矢印Z方向)に、相コイル33(U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w) 毎にそれぞれ配設されて、多層に形成することもできる。具体的には、最初に取り付けられるU相コイル33uの複数(3つ)の単位コイル20の複数(24個)のコイルエンド22は、最も固定子鉄心10側に配設されている。次に取り付けられるW相コイル33wの複数(3つ)の単位コイル20の複数(24個)のコイ

ルエンド22は、U相コイル33uの複数(24個)のコイルエンド22と比べて、第三方向(矢印Z方向)の外側に配設されている。最後に取り付けられるV相コイル33vの複数(3つ)の単位コイル20の複数(24個)のコイルエンド22は、最も第三方向(矢印Z方向)の外側に配設されている。

[0202] これにより、固定子コイル30の複数(9つ)の単位コイル20の複数(72個)のコイルエンド22は、第三方向(矢印Z方向)において、多層(本実施形態では、三層)に形成されている。また、本実施形態の回転電機100は、円筒状回転電機なので、固定子コイル30の複数(9つ)の単位コイル20の複数(72個)のコイルエンド22は、第三方向(矢印Z方向)視において、略同心状に形成されている。

[0203] 本実施形態の回転電機100によれば、固定子コイル30の複数(9つ)の単位コイル20の複数(72個)のコイルエンド22は、第三方向(矢印Z方向)の両端部において、第二方向(矢印Y方向)または第三方向(矢印Z方向)に、相コイル33(U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w)毎にそれぞれ配設されて、多層に形成されている。そのため、本実施形態の回転電機100は、固定子コイル30の複数(72個)のコイルエンド22を簡素化および小型化することができる。また、本実施形態の回転電機100は、相コイル33(U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w)間の電氣的な絶縁を確保する絶縁部材の配設が容易である。絶縁部材は、相コイル33(U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w)間を電氣的に絶縁することができれば良く、限定されないが、例えば、シート状の相間絶縁紙などを用いることができる。

[0204] <第二実施形態>

本実施形態の回転電機100は、整数スロット構成(8極48スロット構成)の三相回転電機である点で、分数スロット構成(8極60スロット構成)の第一実施形態の回転電機100と異なる。以下、第一実施形態と異なる

点を中心に説明する。

[0205] 本実施形態の回転電機 100 は、8 極 48 スロット構成の三相回転電機（可動子 70 の磁極数が 2 極、固定子 40 のスロット数が 12 スロットを基本構成とする三相回転電機）であり、毎極毎相スロット数は 2 である。つまり、本実施形態の回転電機 100 は、毎極毎相スロット数が整数である整数スロット構成の回転電機 100 である。

[0206] 図 33A および図 33B に示すように、本実施形態においても、U 相コイル 33u は、複数（3 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20a、第二単位コイル 20b および第三単位コイル 20c）を備えている。図 33A は、図 5A に対応しており、図 5A と同様に図示されている。図 33B は、図 5B に対応しており、図 5B と同様に図示されている。また、U 相コイル 33u を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 が巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20a）から巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20c）へ連続して巻進められて形成されていると好適である。さらに、U 相コイル 33u は、第一コイル引出部 32f と第二コイル引出部 32s とからなる一对のコイル引出部 32f、32s を備えていると好適である。

[0207] 本実施形態では、固定子コイル 30 は、全節巻単位コイル 20F および短節巻長節巻単位コイル 20SL の両方の単位コイル 20 を備えている。既述したように、全節巻単位コイル 20F は、全節巻部 2FW を備えている。本実施形態の回転電機 100 は、8 極 48 スロット構成の三相回転電機なので、スロット数を可動子 70 の磁極数で除した値は、6 スロットピッチ（6sp）になる。本実施形態では、第二単位コイル 20b は、全節巻単位コイル 20F であり、全節巻部 2FW のコイルピッチ CP2 が 6 スロットピッチ（6sp）に設定されている。第二単位コイル 20b のコイルピッチの構成を第一コイルピッチ構成とする。

[0208] 第一単位コイル 20a および第三単位コイル 20c は、いずれも短節巻長節巻単位コイル 20SL である。第一単位コイル 20a は、短節巻部 2SW のコイルピッチ CP11 が 4 スロットピッチ（4sp）に設定されており、

長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 1 2 が 8 スロットピッチ ( 8 s p ) に設定されている。第三単位コイル 2 0 c は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 3 1 が 4 スロットピッチ ( 4 s p ) に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 3 2 が 8 スロットピッチ ( 8 s p ) に設定されている。つまり、第一単位コイル 2 0 a および第三単位コイル 2 0 c のコイルピッチの構成は、同じである。第一単位コイル 2 0 a および第三単位コイル 2 0 c のコイルピッチの構成を第二コイルピッチ構成とする。

[0209] このように、U 相コイル 3 3 u は、コイルピッチの構成が異なる複数種類（第一コイルピッチ構成および第二コイルピッチ構成の二種類）の単位コイル 2 0 を備えている。また、U 相コイル 3 3 u は、第一コイルピッチ構成の単位コイル 2 0 を一つ（第二単位コイル 2 0 b）含み、第二コイルピッチ構成の単位コイル 2 0 を二つ（第一単位コイル 2 0 a および第三単位コイル 2 0 c）含む複数（3 つ）の単位コイル 2 0 が電氣的に直列接続されている。具体的には、U 相コイル 3 3 u を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c）は、複数（2 つ）の単位コイル間接続部 3 1 c、3 1 c を介して、電氣的に直列接続されている。

[0210] 図 3 4 A および図 3 4 B に示すように、U 相コイル 3 3 u を構成する各単位コイル 2 0 について既述したことは、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w についても同様に言える。図 3 4 A は、図 7 A に対応しており、図 7 A と同様に図示されている。図 3 4 B は、図 7 B に対応しており、図 7 B と同様に図示されている。なお、本実施形態においても、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w は、この順に位相が遅れているものとする。また、本実施形態の回転電機 1 0 0 は、8 極 4 8 スロット構成の三相回転電機であり、相間最小位相差（電気角  $120^\circ$ ）は、4 スロットピッチ分に相当する。

[0211] 本実施形態の回転電機 1 0 0 によれば、固定子コイル 3 0 は、全節巻単位コイル 2 0 F および短節巻長節巻単位コイル 2 0 S L の両方の単位コイル 2

0であって、コイルピッチCP11～CP32の構成が異なる複数種類（第一コイルピッチ構成および第二コイルピッチ構成の二種類）の単位コイル20を備えている。また、固定子コイル30は、第一コイルピッチ構成の単位コイル20を一つ（第二単位コイル20b）含み、第二コイルピッチ構成の単位コイル20を二つ（第一単位コイル20aおよび第三単位コイル20c）含む複数（3つ）の単位コイル20が電氣的に直列接続されている相コイル33を複数（3つ）備えている。さらに、各相コイル33（U相コイル33u，V相コイル33v，W相コイル33w）を構成する複数（3つ）の単位コイル20は、複数のスロット11の占有状態に関して、フルコイル23fとハーフコイル23hとの二種類の単位コイル20を備えている。

[0212] これらにより、本実施形態の回転電機100は、整数スロット構成の回転電機において、相コイル33（U相コイル33u，V相コイル33v，W相コイル33w）毎に第一方向（矢印X方向）の一方向に巻装する単層波巻構成で固定子コイル30を形成することが可能であり、固定子コイル30を相コイル33（U相コイル33u，V相コイル33v，W相コイル33w）単位で組み付けることが可能である。そのため、本実施形態の回転電機100は、二層重巻で巻装された固定子コイルを備える回転電機と比べて、固定子コイル30の組み付け作業の作業効率が向上する。

[0213] また、本実施形態の回転電機100によれば、各相コイル33（U相コイル33u，V相コイル33v，W相コイル33w）は、一つのフルコイル23fと、二つの偶数個のハーフコイル23hとを備えている。具体的には、第二単位コイル20bは、フルコイル23fであり、第一単位コイル20aおよび第三単位コイル20cは、ハーフコイル23hである。また、第一単位コイル20aおよび第三単位コイル20cのコイルピッチの構成は、同じであり、ハーフコイル23hのコイルピッチの種類は、一種類（ハーフコイル23hの数の半分）である。そのため、整数スロット構成の回転電機において、上述した固定子コイル30を具備することができる。

[0214] さらに、各相コイル33は、相コイル33uを構成する複数（3つ）の単

位コイル 20 が巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）から巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20 c）へ連続して巻進められて形成されている。また、各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 は、一对の可動子磁極 61, 62 のうちの一方の可動子磁極 61（図示略）に対向する全節巻部 2 FW、短節巻部 2 SW および長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP2, CP11, CP32 のうち、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）の短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP11 が最小（4 スロットピッチ（4 sp））となり、巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20 c）の長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP32 が最大（8 スロットピッチ（8 sp））となるように、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）から巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20 c）へ順にコイルピッチが大きくなっている。

[0215] 各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 は、一对の可動子磁極 61, 62 のうちの他方の可動子磁極 62（図示略）に対向する全節巻部 2 FW、短節巻部 2 SW および長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP2, CP31, CP12 のうち、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）の長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP12 が最大（8 スロットピッチ（8 sp））となり、巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20 c）の短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP31 が最小（4 スロットピッチ（4 sp））となるように、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）から巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20 c）へ順にコイルピッチが小さくなっている。これらにより、本実施形態の回転電機 100 は、第一実施形態で既述の作用効果と同様の作用効果を得ることができる。

[0216] また、各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 は、コイルサイド 21 が最も近接する第一単位コイル 20 a と第二単位コイル 20 b とが、単位コイル間接続部 31 c によって電氣的に接続されている。各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 は、コイルサイド 21 が最も近接する第二単位コイル 20 b と第三単位コイル 20 c とが、単位コイ

ル間接続部 31c によって電氣的に接続されている。例えば、図 33A に示すように、第一単位コイル 20a のスロット番号 13 のスロット 11 に収容されるコイルサイド 21 は、第三単位コイル 20c のスロット番号 11 のスロット 11 に収容されるコイルサイド 21 と比べて、第二単位コイル 20b のスロット番号 12 のスロット 11 に収容されるコイルサイド 21 に近接している。

[0217] 本実施形態の回転電機 100 によれば、各相コイル 33 (U 相コイル 33u, V 相コイル 33v, W 相コイル 33w) を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 20 は、コイルサイド 21 が最も近接する単位コイル 20, 20 同士が電氣的に接続されている。よって、本実施形態の回転電機 100 は、第一実施形態で既述の作用効果と同様の作用効果を得ることができる。

[0218] また、第一単位コイル 20a は、ハーフコイル 23h が形成されるとき第二方向 (矢印 Y 方向) の巻進行方向 W1 が、第二方向スロット底部側 (矢印 Y1 方向) である。第二単位コイル 20b は、フルコイル 23f が形成されるとき第二方向 (矢印 Y 方向) の巻進行方向 W2 が、第二方向スロット底部側 (矢印 Y1 方向) である。第三単位コイル 20c は、ハーフコイル 23h が形成されるとき第二方向 (矢印 Y 方向) の巻進行方向 W3 が、第二方向スロット底部側 (矢印 Y1 方向) である。よって、本実施形態の回転電機 100 は、第一実施形態で既述の作用効果と同様の作用効果を得ることができる。なお、各相コイル 33 を構成する各単位コイル 20 (第一単位コイル 20a、第二単位コイル 20b および第三単位コイル 20c) の波巻方向は、第一方向波巻順行側 (矢印 X2 方向) である。

[0219] 図 33A および図 33B に示すように、本実施形態では、第一コイル引出部 32f は、巻始めの単位コイル 20 (第一単位コイル 20a) の短節巻部 2SW を形成する一のコイルサイド 21 (第一コイルサイド 21a) であって、第三方向 (矢印 Z 方向) の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2SW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と異なる側から引き出されていると好適である。また、巻始めの単位コイル 20 (第一単位コイル 20

a) は、U相コイル33uを構成する一組のハーフコイル23h, 23hの一方のハーフコイル23hであると好適である。なお、図33Bでは、第一コイル引出部32fは、スロット中央部11cから引き出されている。

[0220] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されていると好適である。また、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）は、当該U相コイル33uを構成する一組のハーフコイル23h, 23hの他方のハーフコイル23hであると好適である。なお、図33Bでは、第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。以上のことは、V相コイル33vについても同様であり、W相コイル33wについても同様である。

[0221] 図33Bに示すように、複数（2つ）の単位コイル間接続部31c, 31cのうちの一つの単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとが、若干、干渉交差する。具体的には、第二単位コイル20bと第三単位コイル20cとを接続する単位コイル間接続部31cが、第二コイル引出部32sに近接している。よって、第一実施形態と同様にして、当該単位コイル間接続部31cと第二コイル引出部32sとの間の干渉交差を回避すると良い。

[0222] なお、第一単位コイル20aと第二単位コイル20bとを接続する単位コイル間接続部31cは、第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bの各コイルエンド22, 22間に收容することができる。第二単位コイル20bと第三単位コイル20cとを接続する単位コイル間接続部31cは、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cの各コイルエンド22, 22間に收容することができる。また、第一コイル引出部32fは、第一単位コイル20aのコイルエンド22の第三方向（矢印Z方向）のさらに外側（紙面手前側）を渡らせることもできる。以上のことは、V相コイル33vに

についても同様であり、W相コイル33wについても同様である。

[0223] 図33Aおよび図33Bに示すように、本実施形態の各相コイル33は、第一単位コイル20aがハーフコイル23hであり、第二単位コイル20bがフルコイル23fであり、第三単位コイル20cがハーフコイル23hである。一方、図5Aおよび図5Bに示すように、第一実施形態の各相コイル33は、第一単位コイル20aがフルコイル23fであり、第二単位コイル20bがフルコイル23fであり、第三単位コイル20cがハーフコイル23hである。このように、本実施形態の各相コイル33は、第一単位コイル20aがハーフコイル23hであるのに対して、第一実施形態の各相コイル33は、第一単位コイル20aがフルコイル23fである点で異なっている。また、既述したように、コイルピッチCP11~CP32の構成も異なっている。

[0224] しかしながら、図5Bと図33Bとを比較すると、一对のコイル引出部32f, 32sと、複数(2つ)の単位コイル間接続部31c, 31cとの間の干渉交差の状態は、概ね同様になっている。そのため、各相コイル33における一对のコイル引出部32f, 32sの好適な配置は、第一実施形態と概ね同様である。

[0225] 例えば、図35に示すように、各相コイル33における一对のコイル引出部32f, 32sの配置は、第十一変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル20aのコイルピッチ構成は、本実施形態の第三単位コイル20cのコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル20bのコイルピッチ構成は、本実施形態の第二単位コイル20bのコイルピッチ構成に相当する。第三単位コイル20cのコイルピッチ構成は、本実施形態の第一単位コイル20aのコイルピッチ構成に相当する。

[0226] なお、各相コイル33を構成する各単位コイル20(第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c)の波巻方向は、第一方向波巻順行側(矢印X2方向)である。また、第一単位コイル20aおよび第三単位コイル20cは、ハーフコイル23hであり、第二単位コイル

20bは、フルコイル23fである。さらに、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。第二単位コイル20bは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W2が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。第三単位コイル20cは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W3が、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）である。

[0227] 本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する一組のハーフコイル23h、23hの一方のハーフコイル23hから引き出されている。なお、図36では、第一コイル引出部32fは、スロット中央部11cから引き出されている。

[0228] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）は、当該相コイル33を構成する一組のハーフコイル23h、23hの他方のハーフコイル23hから引き出されている。なお、図36では、第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0229] 図36に示すように、本変形形態では、第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bを接続する単位コイル間接続部31cと、第一コイル引出部32fとが接触して交差する。そのため、本変形形態の各相コイル33は

、本実施形態と比べて、第三方向（矢印Z方向）に大型化する。この結果は、第一変形形態で既述した第一実施形態に対する比較結果と同様である。なお、各相コイル33における一对のコイル引出部32f, 32sの配置は、第二実施形態に関して後述する変形形態においても、第十一変形形態と同様の配置にすることができる。しかしながら、上述した観点から、各相コイル33における一对のコイル引出部32f, 32sは、第二実施形態の配置と同様の配置にすると好適である。

[0230] なお、図33Aに示すように、本実施形態では、一对の可動子磁極61, 62のうちの一方の可動子磁極61（図示略）に対向する第一単位コイル20aの短節巻部2SWのコイルピッチCP11は、4スロットピッチ（4sp）であり、第二単位コイル20bの全節巻部2FWのコイルピッチCP2は、6スロットピッチ（6sp）であり、第三単位コイル20cの長節巻部2LWのコイルピッチCP32は、8スロットピッチ（8sp）である。また、第二単位コイル20bは、フルコイル23fであり、第一単位コイル20aおよび第三単位コイル20cは、ハーフコイル23hである。よって、第三方向（矢印Z方向）の他端側（一对のコイル引出部32f, 32sが設けられる側と異なる側）のコイルエンド長さ比（スロットピッチ単位）は、 $12 (= 6 + 4 \times 1 / 2 + 8 \times 1 / 2)$ になる。

[0231] 一对の可動子磁極61, 62のうちの他方の可動子磁極62（図示略）に対向する第一単位コイル20aの長節巻部2LWのコイルピッチCP12は、8スロットピッチ（8sp）であり、第二単位コイル20bの全節巻部2FWのコイルピッチCP2は、6スロットピッチ（6sp）であり、第三単位コイル20cの短節巻部2SWのコイルピッチCP31は、4スロットピッチ（4sp）である。よって、第三方向（矢印Z方向）の一端側（一对のコイル引出部32f, 32sが設けられる側）のコイルエンド長さ比（スロットピッチ単位）は、 $12 (= 6 + 4 \times 1 / 2 + 8 \times 1 / 2)$ になる。このように、整数スロット構成の回転電機100では、第三方向（矢印Z方向）の両端部におけるコイルエンド長さ比は、一致する。

[0232] 図37A～図37Dに示すように、本実施形態では、複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）は、第一実施形態で既述した第一装着工程と、第二進相装着工程と、第三進相装着工程とを備える回転電機100の製造方法によって、複数（48個）の-slot 11に装着されると好適である。これにより、本実施形態では、複数（3つ）の相コイル33は、U相コイル33u、W相コイル33w、V相コイル33vの順に組み付けられる。なお、複数（3つ）の相コイル33は、U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33wの順に位相が遅れているものとする。また、複数（3つ）の相コイル33は、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）に、U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33wの相順に配設するものとする。

[0233] 図37Aに示すように、U相コイル33uの第一コイル引出部32fは、slot 中央部11cから引き出されており、slot 開口部11b側に引き回されている。一方、U相コイル33uの第二コイル引出部32sは、slot 底部11a側から引き出されている。このように、U相コイル33uは、一对のコイル引出部32f、32sと、U相コイル33u内の各渡り線（複数（2つ）の単位コイル間接続部31c、31c）とが、干渉交差していない。なお、既述したように、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとの間の干渉交差は、回避されている。また、U相のハーフコイル23hは、片側占有ハーフコイル23h2である。

[0234] 図37Bに示すように、W相コイル33wの第一コイル引出部32fは、slot 中央部11cから引き出されており、slot 開口部11b側に引き回されている。一方、W相コイル33wの第二コイル引出部32sは、slot 底部11a側から引き出されている。このように、W相コイル33wは、一对のコイル引出部32f、32sと、W相コイル33w内の各渡り線（複数（2つ）の単位コイル間接続部31c、31c）とが、干渉交差していない。なお、既述したように、第二単位コイル20bおよび第三単位コ

ル 20 c を接続する単位コイル間接続部 31 c と、第二コイル引出部 32 s との間の干渉交差は、回避されている。また、W相のハーフコイル 23 h は、両側占有ハーフコイル 23 h 1 である。

[0235] 図 37 C に示すように、V 相コイル 33 v の第一コイル引出部 32 f は、スロット開口部 11 b 側から引き出されている。一方、V 相コイル 33 v の第二コイル引出部 32 s は、スロット中央部 11 c から引き出されており、スロット底部 11 a 側に引き回されている。V 相コイル 33 v は、V 相コイル 33 v の第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c を接続する単位コイル間接続部 31 c と、第二コイル引出部 32 s とが、接触して交差する。なお、V 相コイル 33 v の第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b を接続する単位コイル間接続部 31 c は、第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b のコイルエンド 22 間に収容されているので、第二コイル引出部 32 s とは接触して交差しない。

[0236] コイル挿入機 31（インサータ治具）を用いた組み付けの結果、V 相コイル 33 v の第二コイル引出部 32 s は、V 相コイル 33 v 内の各渡り線（複数（2 つ）の単位コイル間接続部 31 c、31 c）の第三方向（矢印 Z 方向）の固定子鉄心 10 側（紙面奥側）を通過する。なお、V 相のハーフコイル 23 h は、片側占有ハーフコイル 23 h 2 である。

[0237] V 相コイル 33 v の第二コイル引出部 32 s は、U 相コイル 33 u の各単位コイル 20 のコイルエンド 22 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を通過する。また、U 相コイル 33 u の第一コイル引出部 32 f は、W 相コイル 33 w の第一単位コイル 20 a のコイルエンド 22 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を通過する。さらに、W 相コイル 33 w の第一コイル引出部 32 f は、V 相コイル 33 v の第一単位コイル 20 a のコイルエンド 22 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を通過する。このように、本実施形態では、他相横断引き出し線は、三相分であり、V 相コイル 33 v の第二コイル引出部 32 s、U 相コイル 33 u の第一コイル引出部 32 f および W 相コイル 33 w の第一コイル引

出部 3 2 f である。

[0238] 図 3 8 A～図 3 8 D に示すように、複数（3 つ）の相コイル 3 3（U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v および W 相コイル 3 3 w）は、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の順（相順と同じ順序）に、複数（4 8 個）のスロット 1 1 に装着することもできる（第十二変形形態）。第十二変形形態では、V 相コイル 3 3 v は、U 相コイル 3 3 u に対して、相間最小位相差（電気角  $120^\circ$ ）分、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）にずらして、複数（2 4 個）のスロット 1 1 に装着する。W 相コイル 3 3 w は、V 相コイル 3 3 v に対して、相間最小位相差（電気角  $120^\circ$ ）分、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）にずらして、複数（2 4 個）のスロット 1 1 に装着する。

[0239] 図 3 8 A に示すように、第十二変形形態の U 相コイル 3 3 u を装着した後の状態は、図 3 7 A に示す本実施形態の U 相コイル 3 3 u を装着した後の状態と同じである。図 3 8 B に示すように、V 相コイル 3 3 v の第一コイル引出部 3 2 f は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されている。一方、V 相コイル 3 3 v の第二コイル引出部 3 2 s は、スロット中央部 1 1 c から引き出されており、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）に引き回されている。V 相コイル 3 3 v は、V 相コイル 3 3 v の第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c を接続する単位コイル間接続部 3 1 c と、第二コイル引出部 3 2 s とが、接触して交差する。なお、V 相コイル 3 3 v の第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b を接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b のコイルエンド 2 2 間に収容されているので、第二コイル引出部 3 2 s とは接触して交差しない。

[0240] コイル挿入機 3 1（インサータ治具）を用いた組み付けの結果、V 相コイル 3 3 v の第二コイル引出部 3 2 s は、V 相コイル 3 3 v 内の各渡り線（複数（2 つ）の単位コイル間接続部 3 1 c、3 1 c）の第三方向（矢印 Z 方向）の固定子鉄心 1 0 側（紙面奥側）を通過する。また、V 相コイル 3 3 v の

第二コイル引出部 32 s は、U 相コイル 33 u の各単位コイル 20 のコイルエンド 22 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を通過する。なお、V 相のハーフコイル 23 h は、両側占有ハーフコイル 23 h 1 である。

[0241] 図 38 C に示すように、W 相コイル 33 w の第一コイル引出部 32 f は、スロット開口部 11 b 側から引き出されている。一方、W 相コイル 33 w の第二コイル引出部 32 s は、スロット中央部 11 c から引き出されており、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）に引き回されている。W 相コイル 33 w は、W 相コイル 33 w の第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c を接続する単位コイル間接続部 31 c と、第二コイル引出部 32 s とが、接触して交差する。つまり、W 相コイル 33 w の第二コイル引出部 32 s は、V 相コイル 33 v の第二コイル引出部 32 s と同様に接触して交差し、V 相コイル 33 v の第二コイル引出部 32 s と同様に配策されている。なお、W 相のハーフコイル 23 h は、片側占有ハーフコイル 23 h 2 である。

[0242] 第十二変形形態では、複数（3 つ）の相コイル 33（U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w）のうちの二相（V 相および W 相）において、第二コイル引出部 32 s と、相コイル 33 内の一つの単位コイル間接続部 31 c とが、接触して交差する。一方、本実施形態では、複数（3 つ）の相コイル 33（U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w）のうちの二相（V 相および W 相）において、第二コイル引出部 32 s と、相コイル 33 内の一つの単位コイル間接続部 31 c とが、接触して交差する。このように、本実施形態の固定子コイル 30 は、第十二変形形態の固定子コイル 30 と比べて、一対のコイル引出部 32 f、32 s（第二コイル引出部 32 s）と、相コイル 33 内の渡り線（一つの単位コイル間接続部 31 c）とが、接触して交差する相数が少ない。よって、本実施形態の固定子コイル 30 は、第十二変形形態の固定子コイル 30 と比べて、相コイル 33 内の電気的な絶縁が必要な絶縁部位を低減することができ、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの二相のコイル引出部 32 f、32 s 側のコイルエンド 22 が小

型化され、その配策が簡素化される。

[0243] また、第十二変形形態では、他相横断引き出し線は、三相分であり、U相コイル33uの第一コイル引出部32f、V相コイル33vの第二コイル引出部32sおよびW相コイル33wの第二コイル引出部32sである。一方、本実施形態では、他相横断引き出し線は、三相分であり、U相コイル33uの第一コイル引出部32f、V相コイル33vの第二コイル引出部32sおよびW相コイル33wの第一コイル引出部32fである。このように、本実施形態および第十二変形形態の他相横断引き出し線の相数は、同じである。

[0244] さらに、第十二変形形態では、U相コイル33uの第一コイル引出部32fは、スロット中央部11cから引き出されて、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）に引き回されている。つまり、U相コイル33uの第一コイル引出部32fは、スロット11の横断長がハーフ横断長（長さ比は0.5）である。V相コイル33vの第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されており、スロット11を横断しない。W相コイル33wの第一コイル引出部32fは、V相コイル33vの第一コイル引出部32fと同様である。

[0245] V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、スロット中央部11cから引き出されて、第二方向スロット底部側（矢印Y1方向）に引き回されている。つまり、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、スロット11の横断長がハーフ横断長（長さ比は0.5）である。このことは、W相コイル33wの第二コイル引出部32sについても同様である。なお、U相コイル33uの第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されており、スロット11を横断しない。以上から、三相分の一对のコイル引出部32f、32sのスロット11の横断長は、ハーフ横断長が三分であり、長さ比が1.5になる。

[0246] 本実施形態では、U相コイル33uの第一コイル引出部32fは、スロット中央部11cから引き出されて、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方

向)に引き回されている。つまり、U相コイル33uの第一コイル引出部32fは、スロット11の横断長がハーフ横断長(長さ比は0.5)である。このことは、W相コイル33wの第一コイル引出部32fについても同様である。なお、V相コイル33vの第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されており、スロット11を横断しない。

[0247] V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、スロット中央部11cから引き出されて、第二方向スロット底部側(矢印Y1方向)に引き回されている。つまり、V相コイル33vの第二コイル引出部32sは、スロット11の横断長がハーフ横断長(長さ比は0.5)である。なお、U相コイル33uの第二コイル引出部32sは、スロット底部11a側から引き出されており、スロット11を横断しない。W相コイル33wの第二コイル引出部32sは、U相コイル33uの第二コイル引出部32sと同様である。以上から、三相分の一对のコイル引出部32f、32sのスロット11の横断長は、ハーフ横断長が三分であり、長さ比が1.5になる。このように、本実施形態および第十二変形形態のスロット11の横断長は、同じである。

[0248] 図38Dに示すように、第十二変形形態では、V相の二つの両側占有ハーフコイル23h1のコイルエンド22は、互いに干渉交差している。また、図38A~図38Cに示すように、各相コイル33を構成する複数(本変形形態では、3つ)の単位コイル20間を接続する複数(本変形形態では、2つ)の単位コイル間接続部31c、31cは、スロット底部11a側からスロット開口部11b側に向かって引き回されている。その結果、V相コイル33vは、V相コイル33vの第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、両側占有ハーフコイル23h1(V相の第三単位コイル20c)のコイルエンド22とが、接触して交差する。なお、V相コイル33vの第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bを接続する単位コイル間接続部31cと、両側占有ハーフコイル23h1(V相の第一単位コイル20a)のコイルエンド22とは、引き回し方向が同じであり、V相コイル33vの第一単位コイル20aおよび第二

単位コイル 20b を接続する単位コイル間接続部 31c は、第一単位コイル 20a および第二単位コイル 20b のコイルエンド 22 間に收容されるので、これらは接触して交差しない。

[0249] 図 37D に示すように、本実施形態では、二つの両側占有ハーフコイル 23h1 は、W 相のハーフコイル 23h である点で、第十二変形形態と異なる。しかしながら、第十二変形形態と同様に、二つの両側占有ハーフコイル 23h1 (W 相のハーフコイル 23h) は、互いに干渉交差している。また、W 相コイル 33w は、W 相コイル 33w の第一単位コイル 20a および第二単位コイル 20b を接続する単位コイル間接続部 31c と、両側占有ハーフコイル 23h1 (W 相の第一単位コイル 20a) のコイルエンド 22 とが、接触して交差する。

[0250] 以上のように、本実施形態の固定子コイル 30 は、第十二変形形態の固定子コイル 30 と比べて、一对のコイル引出部 32f, 32s (第二コイル引出部 32s) と、相コイル 33 内の渡り線 (一つの単位コイル間接続部 31c) とが、接触して交差する相数が少ない。しかしながら、本実施形態および第十二変形形態の他相横断引き出し線の相数は、同じである。また、本実施形態および第十二変形形態のスロット 11 の横断長は、同じである。さらに、本実施形態および第十二変形形態の両側占有ハーフコイル 23h1 に関する干渉交差の状態は、概ね同じである。したがって、相コイル 33 (U 相コイル 33u, V 相コイル 33v, W 相コイル 33w) の配置は、本実施形態および第十二変形形態のうちのいずれの形態であっても良い。以上のことは、本実施形態に関して後述する変形形態についても同様である。

[0251] 図 39 は、第三方向 (矢印 Z 方向) のうち的一对のコイル引出部 32f, 32s 側から見た本実施形態の回転電機 100 の相配置を示している。同図は、図 34A および図 34B に示す複数のスロット 11 のうちの概ね二磁極分 (一磁極対分) のスロット 11 の相配置を示している。図 39 は、図 25 に対応しており、同様に図示されている。図 39 に示すように、U 相は、「U」で示される通電方向が順方向の領域 (連続する 2 スロット分の領域) と

、「U\*」で示される通電方向が逆方向の領域（連続する2スロット分の領域）とが交互に繰り返されている。これらのことは、V相およびW相についても同様である。

[0252] 図39に示すように、複数（3つ）の相コイル33は、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）に、U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33wの相順に配設されている。既述したように、各相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）を構成する複数（3つ）の単位コイル20は、各波巻方向が、いずれも第一方向波巻順行側（矢印X2方向）である。このように、本実施形態では、各相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）を構成する複数（3つ）の単位コイル20は、各波巻方向が、いずれも複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）の相順方向と一致している。

[0253] なお、第九変形形態と同様にして、複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）の相順方向は、各相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）を構成する複数（3つ）の単位コイル20の各波巻方向と異なる方向に設定することもできる。この場合、例えば、複数（3つ）の相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）は、第一実施形態で既述した第一装着工程と、第二遅相装着工程と、第三遅相装着工程とを備える回転電機100の製造方法によって、複数（48個）のスロット11に装着することができる。これにより、複数（3つ）の相コイル33は、U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33wの順に組み付けられる。以上のことは、本実施形態に関して後述する変形形態についても同様である。

[0254] 図40は、第三方向（矢印Z方向）のうちの一对のコイル引出部32f、32s側から見た第二参考形態の回転電機100の相配置を示している。同図は、図25および図39に対応しており、同様に図示されている。第二参

考形態の回転電機 100 は、本実施形態の回転電機 100 と同様に、8 極 48 スロット構成の三相回転電機（可動子 70 の磁極数が 2 極、固定子 40 のスロット数が 12 スロットを基本構成とする三相回転電機）であり、毎極毎相スロット数は 2 である。

[0255] 本参考形態では、固定子コイル 30 は、短節巻長節巻単位コイル 20 SL であって、コイルピッチの構成が一種類の単位コイル 20 を備えている。また、各相コイル 33（U 相コイル 33 u，V 相コイル 33 v，W 相コイル 33 w）を構成する複数（2 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b）は、複数のスロット 11 の占有状態に関して、一種類の単位コイル 20（フルコイル 23 f）を備えている。つまり、本参考形態では、各相コイル 33 を構成する複数（2 つ）の単位コイル 20 は、ハーフコイル 23 h を具備していない。

[0256] 具体的には、第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b は、いずれも短節巻長節巻単位コイル 20 SL である。第一単位コイル 20 a は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP 11 が 5 スロットピッチ（5 s p）に設定されており、長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP 12 が 7 スロットピッチ（7 s p）に設定されている。第二単位コイル 20 b は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP 21 が 5 スロットピッチ（5 s p）に設定されており、長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP 22 が 7 スロットピッチ（7 s p）に設定されている。つまり、第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b のコイルピッチの構成は、同じである。また、第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b は、いずれもフルコイル 23 f である。

[0257] 本参考形態においても、U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w は、この順に位相が遅れているものとする。また、本参考形態の回転電機 100 は、8 極 48 スロット構成の三相回転電機であり、相間最小位相差（電気角  $120^\circ$ ）は、4 スロットピッチ分に相当する。図 40 に示すように、U 相は、「U」で示される通電方向が順方向の領域（連続する 2 スロット分の領域）と、「U\*」で示される通電方向が逆方向の領域（連続

する2スロット分の領域)とが交互に繰り返されている。これらのことは、V相およびW相についても同様である。なお、同図は、8極48スロット構成の三相回転電機の固定子コイル30を二層重巻で形成した場合の複数のスロット11の相配置と一致している。

[0258] 図41は、図40に示す複数のスロット11の相配置において、第二方向スロット開口部側(矢印Y2方向)の一層分を、第一方向波巻順行側(矢印X2方向)に1スロットピッチ(1sp)分、移動させた状態を示す図である。同図において、破線で示す各領域fp11～fp14内の相配置をそれぞれ入れ替える。例えば、領域fp11では、W相とU\*相とを入れ替える。他の領域fp12～fp14についても同様である。これにより、図41は、図39に示す本実施形態の回転電機100の相配置と一致する。

[0259] このように、図40に示す二層重巻構成の固定子コイルと電磁氣的に等価な波巻構成の固定子コイル30の相配置において、第二方向スロット開口部側(矢印Y2方向)の一層分を、第一方向波巻順行側(矢印X2方向)に1スロットピッチ(1sp)分、移動させて上述した入れ替えを行うことにより、本実施形態の相配置と等価になる。なお、図40に示す二層重巻構成の固定子コイルと電磁氣的に等価な波巻構成の固定子コイル30の相配置において、第二方向スロット開口部側(矢印Y2方向)の一層分を、第一方向波巻逆行側(矢印X1方向)に1スロットピッチ(1sp)分、移動させても良い。また、第二方向スロット開口部側(矢印Y2方向)の一層分を移動させる代わりに、第二方向スロット底部側(矢印Y1方向)の一層分を移動させても良い。

[0260] 第二実施形態の回転電機100は、毎極毎相スロット数が2である。そのため、上記移動量は、毎極毎相スロット数2から1を減じた1スロットピッチ(1sp)分に設定されている。これより、起磁力分布の正弦波化と、必要以上に移動させることによって生じるトルク目減りの抑制との両立を図ることができる。

[0261] 本発明は、毎極毎相スロット数が3以上の回転電機100に適用すること

もできる。第十三変形形態の回転電機 100 は、8 極 72 スロット構成の三相回転電機（可動子 70 の磁極数が 2 極、固定子 40 のスロット数が 18 スロットを基本構成とする三相回転電機）であり、毎極毎相スロット数は 3 である。

[0262] 図 42 に示すように、本変形形態では、各相コイル 33 は、複数（4 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b、第三単位コイル 20 c および第四単位コイル 20 d）を備えている。また、各相コイル 33 を構成する複数（4 つ）の単位コイル 20 が巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）から巻終りの単位コイル 20（第四単位コイル 20 d）へ連続して巻進められて形成されていると好適である。さらに、各相コイル 33 は、第一コイル引出部 32 f と第二コイル引出部 32 s とからなる一对のコイル引出部 32 f、32 s を備えていると好適である。

[0263] 本変形形態では、固定子コイル 30 は、短節巻長節巻単位コイル 20 SL であって、コイルピッチの構成が異なる複数種類（二種類）の単位コイル 20 を備えている。また、各相コイル 33（U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v、W 相コイル 33 w）を構成する複数（4 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a～第四単位コイル 20 d）は、複数のスロット 11 の占有状態に関して、フルコイル 23 f とハーフコイル 23 h との二種類の単位コイル 20 を備えている。

[0264] 具体的には、第一単位コイル 20 a～第四単位コイル 20 d は、いずれも短節巻長節巻単位コイル 20 SL である。第一単位コイル 20 a は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP11 が 6 スロットピッチ（6 sp）に設定されており、長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP12 が 12 スロットピッチ（12 sp）に設定されている。第四単位コイル 20 d は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP41 が 6 スロットピッチ（6 sp）に設定されており、長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP42 が 12 スロットピッチ（12 sp）に設定されている。つまり、第一単位コイル 20 a および第四単位コイル 20 d のコイルピッチの構成は、同じである。第一単位コイル 20 a および第四単

位コイル 20 d のコイルピッチの構成を第三コイルピッチ構成とする。

[0265] 第二単位コイル 20 b は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP 2 1 が 8 スロットピッチ (8 s p) に設定されており、長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP 2 2 が 10 スロットピッチ (10 s p) に設定されている。第三単位コイル 20 c は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP 3 1 が 8 スロットピッチ (8 s p) に設定されており、長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP 3 2 が 10 スロットピッチ (10 s p) に設定されている。つまり、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c のコイルピッチの構成は、同じである。第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c のコイルピッチの構成を第四コイルピッチ構成とする。

[0266] このように、固定子コイル 30 は、コイルピッチの構成が異なる複数種類 (第三コイルピッチ構成および第四コイルピッチ構成の二種類) の単位コイル 20 を備えている。また、固定子コイル 30 は、第三コイルピッチ構成の単位コイル 20 を二つ (第一単位コイル 20 a および第四単位コイル 20 d) 含み、第四コイルピッチ構成の単位コイル 20 を二つ (第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c) 含む複数 (4 つ) の単位コイル 20 が電氣的に直列接続されている相コイル 33 を複数 (3 つ) 備えている。具体的には、各相コイル 33 を構成する複数 (4 つ) の単位コイル 20 (第一単位コイル 20 a ~ 第四単位コイル 20 d) は、複数 (3 つ) の単位コイル間接続部 31 c, 31 c を介して、電氣的に直列接続されている。

[0267] 本変形形態では、各相コイル 33 (U 相コイル 33 u, V 相コイル 33 v, W 相コイル 33 w) は、複数 (2 つ) のフルコイル 23 f と、2 つの偶数個のハーフコイル 23 h とを備えている。具体的には、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c は、フルコイル 23 f であり、第一単位コイル 20 a および第四単位コイル 20 d は、ハーフコイル 23 h である。また、フルコイル 23 f (第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c) のコイルピッチの構成は、同じであり、フルコイル 23 f のコイルピッチの種類は、一種類である。さらに、ハーフコイル 23 h (第一単位コイル 20

aおよび第四単位コイル20d)のコイルピッチの構成は、同じであり、ハーフコイル23hのコイルピッチの種類は、一種類(ハーフコイル23hの数の半分)である。

[0268] また、各相コイル33を構成する複数(4つ)の単位コイル20は、一対の可動子磁極61, 62のうちの一方向の可動子磁極61(図示略)に対向する短節巻部2SWおよび長節巻部2LWのコイルピッチCP11, CP21, CP32, CP42のうち、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)の短節巻部2SWのコイルピッチCP11が最小(6スロットピッチ(6sp))となり、巻終りの単位コイル20(第四単位コイル20d)の長節巻部2LWのコイルピッチCP42が最大(12スロットピッチ(12sp))となるように、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)から巻終りの単位コイル20(第四単位コイル20d)へ順にコイルピッチが大きくなっている。

[0269] 各相コイル33を構成する複数(4つ)の単位コイル20は、一対の可動子磁極61, 62のうちの他方向の可動子磁極62(図示略)に対向する短節巻部2SWおよび長節巻部2LWのコイルピッチCP31, CP41, CP12, CP22のうち、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)の長節巻部2LWのコイルピッチCP12が最大(12スロットピッチ(12sp))となり、巻終りの単位コイル20(第四単位コイル20d)の短節巻部2SWのコイルピッチCP41が最小(6スロットピッチ(6sp))となるように、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)から巻終りの単位コイル20(第四単位コイル20d)へ順にコイルピッチが小さくなっている。

[0270] さらに、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21(第一コイルサイド21a)であって、第三方向(矢印Z方向)の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20(第一単

位コイル 20 a) は、相コイル 33 を構成する一組のハーフコイル 23 h, 23 h の一方のハーフコイル 23 h である。なお、第一コイル引出部 32 f は、スロット中央部 11 c から引き出すことができる。

[0271] 第二コイル引出部 32 s は、巻終りの単位コイル 20 (第三単位コイル 20 c) の短節巻部 2 SW を形成する一のコイルサイド 21 (第二コイルサイド 21 b) であって、第三方向 (矢印 Z 方向) の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 SW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル 20 (第三単位コイル 20 c) は、当該相コイル 33 を構成する一組のハーフコイル 23 h, 23 h の他方のハーフコイル 23 h である。なお、第二コイル引出部 32 s は、スロット底部 11 a 側から引き出すことができる。

[0272] 図 4 3 は、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 32 f, 32 s 側から見た本変形形態の回転電機 100 の相配置を示している。同図は、図 2 5 および図 3 9 に対応しており、同様に図示されている。図 4 3 に示すように、U 相は、「U」で示される通電方向が順方向の領域 (連続する 3 スロット分の領域) と、「U\*」で示される通電方向が逆方向の領域 (連続する 3 スロット分の領域) とが交互に繰り返されている。これらのことは、V 相および W 相についても同様である。

[0273] 図 4 3 に示すように、複数 (3 つ) の相コイル 33 は、第一方向波巻順行側 (矢印 X 2 方向) に、U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v、W 相コイル 33 w の相順に配設されている。なお、U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w は、この順に位相が遅れているものとする。また、本変形形態の回転電機 100 は、8 極 72 スロット構成の三相回転電機であり、相間最小位相差 (電気角  $120^\circ$ ) は、6 スロットピッチ分に相当する。さらに、各相コイル 33 (U 相コイル 33 u, V 相コイル 33 v, W 相コイル 33 w) を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 20 は、各波巻方向が、いずれも第一方向波巻順行側 (矢印 X 2 方向) である。このように、本変形形態では、各相コイル 33 (U 相コイル 33 u, V 相コイル 33 v, W 相

コイル 3 3 w) を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 は、各波巻方向が、いずれも複数 (3 つ) の相コイル 3 3 (U 相コイル 3 3 u, V 相コイル 3 3 v, W 相コイル 3 3 w) の相順方向と一致している。

[0274] 図 4 4 は、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た第三参考形態の回転電機 1 0 0 の相配置を示している。同図は、図 4 0 に対応しており、図 4 0 と同様に図示されている。第三参考形態の回転電機 1 0 0 は、本実施形態の回転電機 1 0 0 と同様に、8 極 7 2 スロット構成の三相回転電機 (可動子 7 0 の磁極数が 2 極、固定子 4 0 のスロット数が 1 8 スロットを基本構成とする三相回転電機) であり、毎極毎相スロット数は 3 である。

[0275] 本参考形態では、各相コイル 3 3 は、複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 (第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c) を備えている。また、固定子コイル 3 0 は、全節巻単位コイル 2 0 F および短節巻長節巻単位コイル 2 0 S L の両方の単位コイル 2 0 を備えている。本参考形態の回転電機 1 0 0 は、8 極 7 2 スロット構成の三相回転電機なので、全節巻部 2 F W のコイルピッチは、9 スロットピッチ (9 s p) になる。本参考形態では、第二単位コイル 2 0 b は、全節巻単位コイル 2 0 F であり、全節巻部 2 F W のコイルピッチ C P 2 が 9 スロットピッチ (9 s p) に設定されている。第二単位コイル 2 0 b のコイルピッチの構成を第五コイルピッチ構成とする。

[0276] 第一単位コイル 2 0 a および第三単位コイル 2 0 c は、いずれも短節巻長節巻単位コイル 2 0 S L である。第一単位コイル 2 0 a は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 1 1 が 7 スロットピッチ (7 s p) に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 1 2 が 1 1 スロットピッチ (1 1 s p) に設定されている。第三単位コイル 2 0 c は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 3 1 が 7 スロットピッチ (7 s p) に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 3 2 が 1 1 スロットピッチ (1 1 s p) に設定されている。つまり、第一単位コイル 2 0 a および第三単位コイル 2 0 c のコイル

ピッチの構成は、同じである。第一単位コイル 20 a および第三単位コイル 20 c のコイルピッチの構成を第六コイルピッチ構成とする。

[0277] このように、固定子コイル 30 は、コイルピッチの構成が異なる複数種類（第五コイルピッチ構成および第六コイルピッチ構成の二種類）の単位コイル 20 を備えている。また、固定子コイル 30 は、第五コイルピッチ構成の単位コイル 20 を一つ（第二単位コイル 20 b）含み、第六コイルピッチ構成の単位コイル 20 を二つ（第一単位コイル 20 a および第三単位コイル 20 c）含む複数（3 つ）の単位コイル 20 が電氣的に直列接続されている相コイル 33 を複数（3 つ）備えている。具体的には、各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c）は、複数（2 つ）の単位コイル間接続部 31 c、31 c を介して、電氣的に直列接続されている。

[0278] しかしながら、各相コイル 33（U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v、W 相コイル 33 w）を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c）は、複数のスロット 11 の占有状態に関して、一種類の単位コイル 20（フルコイル 23 f）を備えている。つまり、本参考形態では、各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 は、ハーフコイル 23 h を具備していない。

[0279] 本参考形態においても、U 相コイル 33 u、V 相コイル 33 v および W 相コイル 33 w は、この順に位相が遅れているものとする。また、本参考形態の回転電機 100 は、8 極 72 スロット構成の三相回転電機であり、相間最小位相差（電気角  $120^\circ$ ）は、6 スロットピッチ分に相当する。図 44 に示すように、U 相は、「U」で示される通電方向が順方向の領域（連続する 3 スロット分の領域）と、「U\*」で示される通電方向が逆方向の領域（連続する 3 スロット分の領域）とが交互に繰り返されている。これらのことは、V 相および W 相についても同様である。なお、同図は、8 極 72 スロット構成の三相回転電機の固定子コイル 30 を二層重巻で形成した場合の複数のス

ロット 1 1 の相配置と一致している。

[0280] 図 4 5 は、図 4 4 に示す複数のロット 1 1 の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）の一層分を、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）に 1 スロットピッチ（1 s p）分、移動させた状態を示す図である。同図において、破線で示す各領域 f p 2 1 ~ f p 2 5 内の相配置をそれぞれ入れ替える。例えば、領域 f p 2 1 では、W 相と U\* 相とを入れ替える。他の領域 f p 2 2 ~ f p 2 5 についても同様である。これにより、図 4 5 は、図 4 3 に示す第十三変形形態の回転電機 1 0 0 の相配置と一致する。

[0281] このように、図 4 4 に示す二層重巻構成の固定子コイルと電磁氣的に等価な波巻構成の固定子コイル 3 0 の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）の一層分を、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）に 1 スロットピッチ（1 s p）分、移動させて上述した入れ替えを行うことにより、本変形形態の相配置と等価になる。なお、図 4 4 に示す二層重巻構成の固定子コイルと電磁氣的に等価な波巻構成の固定子コイル 3 0 の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）の一層分を、第一方向波巻逆行側（矢印 X 1 方向）に 1 スロットピッチ（1 s p）分、移動させても良い。また、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）の一層分を移動させる代わりに、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）の一層分を移動させても良い。

[0282] 第十三変形形態の回転電機 1 0 0 は、毎極毎相スロット数が 3 である。そのため、上記移動量は、毎極毎相スロット数 3 から 2 を減じた 1 スロットピッチ（1 s p）分に設定されている。これより、起磁力分布の正弦波化と、必要以上に移動させることによって生じるトルク目減りの抑制との両立を図ることができる。

[0283] 毎極毎相スロット数が 3 の回転電機 1 0 0 では、固定子コイル 3 0 は、第十四変形形態の構成にすることもできる。第十四変形形態においても、回転電機 1 0 0 は、8 極 7 2 スロット構成の三相回転電機（可動子 7 0 の磁極数が 2 極、固定子 4 0 のスロット数が 1 8 スロットを基本構成とする三相回転

電機）であり、毎極毎相スロット数は3である。

- [0284] 図46に示すように、本変形形態では、各相コイル33は、複数（5つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20b、第三単位コイル20c、第四単位コイル20dおよび第五単位コイル20e）を備えている。また、各相コイル33を構成する複数（5つ）の単位コイル20が巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）から巻終りの単位コイル20（第五単位コイル20e）へ連続して巻進められて形成されていると好適である。さらに、各相コイル33は、第一コイル引出部32fと第二コイル引出部32sとからなる一对のコイル引出部32f, 32sを備えていると好適である。
- [0285] 本変形形態では、固定子コイル30は、全節巻単位コイル20Fおよび短節巻長節巻単位コイル20SLの両方の単位コイル20を備えている。本変形形態の回転電機100は、8極72スロット構成の三相回転電機なので、全節巻部2FWのコイルピッチは、9スロットピッチ（9sp）になる。本変形形態では、第三単位コイル20cは、全節巻単位コイル20Fであり、全節巻部2FWのコイルピッチCP3が9スロットピッチ（9sp）に設定されている。第三単位コイル20cのコイルピッチの構成を第七コイルピッチ構成とする。
- [0286] 第一単位コイル20aおよび第五単位コイル20eは、いずれも短節巻長節巻単位コイル20SLである。第一単位コイル20aは、短節巻部2SWのコイルピッチCP11が5スロットピッチ（5sp）に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP12が13スロットピッチ（13sp）に設定されている。第五単位コイル20eは、短節巻部2SWのコイルピッチCP51が5スロットピッチ（5sp）に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP52が13スロットピッチ（13sp）に設定されている。つまり、第一単位コイル20aおよび第五単位コイル20eのコイルピッチの構成は、同じである。第一単位コイル20aおよび第五単位コイル20eのコイルピッチの構成を第八コイルピッチ構成とする。

[0287] 第二単位コイル20bおよび第四単位コイル20dは、いずれも短節巻長節巻単位コイル20SLである。第二単位コイル20bは、短節巻部2SWのコイルピッチCP21が7スロットピッチ(7sp)に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP22が11スロットピッチ(11sp)に設定されている。第四単位コイル20dは、短節巻部2SWのコイルピッチCP41が7スロットピッチ(7sp)に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP42が11スロットピッチ(11sp)に設定されている。つまり、第二単位コイル20bおよび第四単位コイル20dのコイルピッチの構成は、同じである。第二単位コイル20bおよび第四単位コイル20dのコイルピッチの構成を第九コイルピッチ構成とする。

[0288] このように、固定子コイル30は、コイルピッチの構成が異なる複数種類(第七コイルピッチ構成～第九コイルピッチ構成の三種類)の単位コイル20を備えている。また、固定子コイル30は、第七コイルピッチ構成の単位コイル20を一つ(第三単位コイル20c)含み、第八コイルピッチ構成の単位コイル20を二つ(第一単位コイル20aおよび第五単位コイル20e)含み、第九コイルピッチ構成の単位コイル20を二つ(第二単位コイル20bおよび第四単位コイル20d)含む複数(5つ)の単位コイル20が電氣的に直列接続されている相コイル33を複数(3つ)備えている。具体的には、各相コイル33を構成する複数(5つ)の単位コイル20(第一単位コイル20a～第五単位コイル20e)は、複数(4つ)の単位コイル間接続部31cを介して、電氣的に直列接続されている。

[0289] また、各相コイル33(U相コイル33u, V相コイル33v, W相コイル33w)を構成する複数(5つ)の単位コイル20(第一単位コイル20a～第五単位コイル20e)は、複数のスロット11の占有状態に関して、フルコイル23fとハーフコイル23hとの二種類の単位コイル20を備えている。

[0290] 本変形形態では、各相コイル33(U相コイル33u, V相コイル33v, W相コイル33w)は、一つのフルコイル23fと、二つ以上(4つ)の

偶数個のハーフコイル 23 h とを備えている。具体的には、第三単位コイル 20 c は、フルコイル 23 f である。第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b、第四単位コイル 20 d および第五単位コイル 20 e は、ハーフコイル 23 h である。また、第一単位コイル 20 a および第五単位コイル 20 e のハーフコイル 23 h のコイルピッチの構成は、同じであり、第二単位コイル 20 b および第四単位コイル 20 d のハーフコイル 23 h のコイルピッチの構成は、同じである。つまり、ハーフコイル 23 h のコイルピッチの種類は、二種類（ハーフコイル 23 h の数の半分）である。

[0291] また、各相コイル 33 を構成する複数（5 つ）の単位コイル 20 は、一対の可動子磁極 61, 62 のうちの一方の可動子磁極 61（図示略）に対向する全節巻部 2FW、短節巻部 2SW および長節巻部 2LW のコイルピッチ CP3, CP11, CP21, CP42, CP52 のうち、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）の短節巻部 2SW のコイルピッチ CP11 が最小（5 スロットピッチ（5 sp））となり、巻終りの単位コイル 20（第五単位コイル 20 e）の長節巻部 2LW のコイルピッチ CP52 が最大（13 スロットピッチ（13 sp））となるように、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）から巻終りの単位コイル 20（第五単位コイル 20 e）へ順にコイルピッチが大きくなっている。

[0292] 各相コイル 33 を構成する複数（5 つ）の単位コイル 20 は、一対の可動子磁極 61, 62 のうちの他方の可動子磁極 62（図示略）に対向する全節巻部 2FW、短節巻部 2SW および長節巻部 2LW のコイルピッチ CP3, CP41, CP51, CP12, CP22 のうち、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）の長節巻部 2LW のコイルピッチ CP12 が最大（13 スロットピッチ（13 sp））となり、巻終りの単位コイル 20（第五単位コイル 20 e）の短節巻部 2SW のコイルピッチ CP51 が最小（5 スロットピッチ（5 sp））となるように、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）から巻終りの単位コイル 20（第五単位コイル 20 e）へ順にコイルピッチが小さくなっている。

[0293] さらに、第一コイル引出部 3 2 f は、巻始めの単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a）の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1（第一コイルサイド 2 1 a）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a）は、相コイル 3 3 を構成する二つ以上の偶数個（本変形形態では、4 つ）のハーフコイル 2 3 h のうちの長節巻部 2 L W のコイルピッチと短節巻部 2 S W のコイルピッチとの差が最大の一組のハーフコイル 2 3 h、2 3 h の一方のハーフコイル 2 3 h である。なお、第一コイル引出部 3 2 f は、スロット中央部 1 1 c から引き出すことができる。

[0294] 第二コイル引出部 3 2 s は、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1（第二コイルサイド 2 1 b）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）は、当該相コイル 3 3 を構成する二つ以上の偶数個（4 つ）のハーフコイル 2 3 h のうちの長節巻部 2 L W のコイルピッチと短節巻部 2 S W のコイルピッチとの差が最大の一組のハーフコイル 2 3 h、2 3 h の他方のハーフコイル 2 3 h である。なお、第二コイル引出部 3 2 s は、スロット底部 1 1 a 側から引き出すことができる。

[0295] 図 4 7 は、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの一对のコイル引出部 3 2 f、3 2 s 側から見た本変形形態の回転電機 1 0 0 の相配置を示している。同図は、図 2 5、図 3 9 および図 4 3 に対応しており、同様に図示されている。図 4 7 に示すように、U 相は、「U」で示される通電方向が順方向の領域（連続する 3 スロット分の領域）と、「U\*」で示される通電方向が逆方向の領域（連続する 3 スロット分の領域）とが交互に繰り返されている。これらのことは、V 相および W 相についても同様である。

[0296] 図 4 7 に示すように、複数（3 つ）の相コイル 3 3 は、第一方向波巻順行

側（矢印X 2 方向）に、U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 v、W相コイル3 3 wの相順に配設されている。なお、U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 vおよびW相コイル3 3 wは、この順に位相が遅れているものとする。また、本変形形態の回転電機1 0 0は、8極7 2スロット構成の三相回転電機であり、相間最小位相差（電気角 $120^\circ$ ）は、6スロットピッチ分に相当する。さらに、各相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 v、W相コイル3 3 w）を構成する複数（3つ）の単位コイル2 0は、各波巻方向が、いずれも第一方向波巻順行側（矢印X 2 方向）である。このように、本変形形態では、各相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 v、W相コイル3 3 w）を構成する複数（3つ）の単位コイル2 0は、各波巻方向が、いずれも複数（3つ）の相コイル3 3（U相コイル3 3 u、V相コイル3 3 v、W相コイル3 3 w）の相順方向と一致している。

[0297] 図4 8は、図4 4に示す複数のスロット1 1の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印Y 2 方向）の一層分を、第一方向波巻順行側（矢印X 2 方向）に2スロットピッチ（2 s p）分、移動させた状態を示す図である。同図において、破線で示す各領域f p 3 1～f p 3 9内の相配置をそれぞれ入れ替える。例えば、領域f p 3 1では、W相とU\*相とを入れ替える。他の領域f p 3 2～f p 3 9についても同様である。これにより、図4 8は、図4 7に示す第十四変形形態の回転電機1 0 0の相配置と一致する。

[0298] このように、図4 4に示す二層重巻構成の固定子コイルと電磁氣的に等価な波巻構成の固定子コイル3 0の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印Y 2 方向）の一層分を、第一方向波巻順行側（矢印X 2 方向）に2スロットピッチ（2 s p）分、移動させて上述した入れ替えを行うことにより、本変形形態の相配置と等価になる。なお、図4 4に示す二層重巻構成の固定子コイルと電磁氣的に等価な波巻構成の固定子コイル3 0の相配置において、第二方向スロット開口部側（矢印Y 2 方向）の一層分を、第一方向波巻逆行側（矢印X 1 方向）に2スロットピッチ（2 s p）分、移動させても良い。また、第二方向スロット開口部側（矢印Y 2 方向）の一層分を移動さ

せる代わりに、第二方向スロット底部側（矢印 Y 1 方向）の一層分を移動させても良い。

[0299] 第十四変形形態の回転電機 100 は、毎極毎相スロット数が 3 である。そのため、上記移動量は、毎極毎相スロット数 3 から 1 を減じた 2 スロットピッチ（2 s p）分に設定されている。これより、起磁力分布の正弦波化と、必要以上に移動させることによって生じるトルク目減りの抑制との両立を図ることができる。以上のことは、毎極毎相スロット数が 4 以上の回転電機 100 についても同様に言える。つまり、毎極毎相スロット数が  $q$ （ $q$  は 2 以上の自然数）のときには、二層重巻構成の固定子コイルと電磁氣的に等価な波巻構成の固定子コイル 30 の相配置において、第二方向（矢印 Y 方向）の一層分を、第一方向（矢印 X 方向）に、最大  $q - 1$  スロットピッチ分、移動させた相配置にすると好適である。つまり、上記移動量は、1 スロットピッチ分～ $q - 1$  スロットピッチ分のうちのいずれかであると好適である。

[0300] ここで、毎極毎相スロット数  $q$ （ $q$  は 2 以上の自然数）と上記移動量（絶対値）とを加算し、2 で除した値を第一規定量  $n \mid 1$  とする。また、第一規定量  $n \mid 1$  以上の最小の自然数を第二規定量  $n \mid 2$  とする。整数スロット構成の回転電機 100 では、固定子コイル 30 は、コイルピッチの構成に関して、第二規定量  $n \mid 2$  で示される複数種類の単位コイル 20 を備えている。例えば、第二実施形態では、毎極毎相スロット数が 2 であり、上記移動量（絶対値）は、1 スロットピッチ分である。よって、第一規定量  $n \mid 1$  は、1.5（ $= (2 + 1) / 2$ ）になり、第二規定量  $n \mid 2$  は、2 になる。既述したように、固定子コイル 30 は、コイルピッチ CP 11～CP 32 の構成が異なる複数種類（第一コイルピッチ構成および第二コイルピッチ構成の二種類）の単位コイル 20 を備えており、上記種類数は、第二規定量  $n \mid 2$  と一致している。

[0301] また、第一規定量  $n \mid 1$  から上記移動量（絶対値）を減じて、2 倍した値を第三規定量  $n \mid 3$  とする。さらに、上記移動量（絶対値）を 2 倍した値を第四規定量  $n \mid 4$  とする。整数スロット構成の回転電機 100 では、各相コ

イル 3 3 は、複数のスロット 1 1 の占有状態に関して、第三規定量  $n \mid 3$  で示される数のフルコイル 2 3 f と、第四規定量  $n \mid 4$  で示される数のハーフコイル 2 3 h との二種類の単位コイル 2 0 を備えている。

[0302] 例えば、第二実施形態では、第三規定量  $n \mid 3$  は、 $1 (= (1.5 - 1) \times 2)$  になり、第四規定量  $n \mid 4$  は、 $2 (= 1 \times 2)$  になる。既述したように、各相コイル 3 3 は、一つのフルコイル 2 3 f と、二つの偶数個のハーフコイル 2 3 h とを備えている。フルコイル 2 3 f の数は、第三規定量  $n \mid 3$  と一致しており、ハーフコイル 2 3 h の数は、第四規定量  $n \mid 4$  と一致している。以上のことは、第二実施形態で既述の各変形形態についても同様に言える。また、毎極毎相スロット数が 4 以上の回転電機 1 0 0 についても同様に言える。

[0303] 一方、分数スロット構成の回転電機 1 0 0 では、以下に示すように規定することができる。ここで、毎極毎相スロット数  $q$  ( $q$  は 2 以上の自然数) 以上の最小の自然数を第五規定量  $n F$  とする。分数スロット構成の回転電機 1 0 0 では、固定子コイル 3 0 は、コイルピッチの構成に関して、第五規定量  $n F$  で示される複数種類の単位コイル 2 0 を備えている。例えば、第一実施形態では、毎極毎相スロット数が 2.5 である。よって、第五規定量  $n F$  は、3 になる。既述したように、固定子コイル 3 0 は、コイルピッチ  $CP 1 1 \sim CP 3 2$  の構成が異なる複数種類 (三種類) の単位コイル 2 0 を備えており、上記種類数は、第五規定量  $n F$  と一致している。

[0304] また、分数スロット構成の回転電機 1 0 0 では、各相コイル 3 3 は、複数のスロット 1 1 の占有状態に関して、第五規定量  $n F$  から 1 を減じた数のフルコイル 2 3 f と、一つのハーフコイル 2 3 h との二種類の単位コイル 2 0 を備えている。例えば、第一実施形態では、第五規定量  $n F$  から 1 を減じた数は、2 である。既述したように、各相コイル 3 3 は、二つのフルコイル 2 3 f と、一つのハーフコイル 2 3 h とを備えている。フルコイル 2 3 f の数は、第五規定量  $n F$  から 1 を減じた数と一致しており、ハーフコイル 2 3 h の数は、いずれも一つであり、一致している。以上のことは、第一実施形態

で既述の各変形形態についても同様に言える。また、毎極毎相スロット数が 3、5 以上の回転電機 100 についても同様に言える。

[0305] なお、整数スロット構成および分数スロット構成のいずれの回転電機 100 においても、各相コイル 33 は、複数のスロット 11 の占有状態に関して、フルコイル 23 f とハーフコイル 23 h との二種類の単位コイル 20 を備えている。フルコイル 23 f のコイルの巻数を 1 とすると、ハーフコイル 23 h のコイルの巻数は、 $1/2$ （巻数比  $1/2$ ）になっている。つまり、コイルの巻数の種類は、二種類である。

[0306] <各単位コイル 20 の巻進行方向>

第一実施形態および第二実施形態のいずれの形態においても、各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c）は、フルコイル 23 f またはハーフコイル 23 h が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W1、W2、W3 が、いずれも第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）である。しかしながら、上述の巻進行方向 W1、W2、W3 は、いずれも第二方向スロット開口部側（矢印 Y2 方向）に設定することができる。以下、第一実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0307] 図 49 に示すように、第十五変形形態では、固定子コイル 30 は、短節巻長節巻単位コイル 20 SL であって、コイルピッチ CP11～CP32 の構成が異なる複数種類（三種類）の単位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b および第三単位コイル 20 c）を備えている。また、固定子コイル 30 は、複数種類（三種類）の単位コイル 20 の各々を一つずつ含む複数（3 つ）の単位コイル 20 が電氣的に直列接続されている相コイル 33 を複数（3 つ）備えている。さらに、各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 は、複数のスロット 11 の占有状態に関して、フルコイル 23 f とハーフコイル 23 h との二種類の単位コイル 20 を備えている。

[0308] 具体的には、第一単位コイル 20 a は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ C

P 1 1 が 5 スロットピッチ ( 5 s p ) に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 1 2 が 1 0 スロットピッチ ( 1 0 s p ) に設定されている。第二単位コイル 2 0 b は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 2 1 が 7 スロットピッチ ( 7 s p ) に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 2 2 が 8 スロットピッチ ( 8 s p ) に設定されている。第三単位コイル 2 0 c は、短節巻部 2 S W のコイルピッチ C P 3 1 が 6 スロットピッチ ( 6 s p ) に設定されており、長節巻部 2 L W のコイルピッチ C P 3 2 が 9 スロットピッチ ( 9 s p ) に設定されている。なお、第一単位コイル 2 0 a は、ハーフコイル 2 3 h であり、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c は、フルコイル 2 3 f である。つまり、各相コイル 3 3 は、複数 ( 2 つ ) のフルコイル 2 3 f と、一つのハーフコイル 2 3 h とを備えている。

[0309] また、各相コイル 3 3 は、相コイル 3 3 を構成する複数 ( 3 つ ) の単位コイル 2 0 が巻始めの単位コイル 2 0 ( 第一単位コイル 2 0 a ) から巻終りの単位コイル 2 0 ( 第三単位コイル 2 0 c ) へ連続して巻進められて形成されていると好適である。さらに、各相コイル 3 3 は、第一コイル引出部 3 2 f と第二コイル引出部 3 2 s とからなる一对のコイル引出部 3 2 f , 3 2 s を備えていると好適である。

[0310] 図 5 0 に示すように、第一単位コイル 2 0 a は、第一コイル引出部 3 2 f が引き出されるスロット番号 S N 1 のスロット 1 1 のスロット底部 1 1 a 側から巻始められる。そして、第一単位コイル 2 0 a は、第三方向 ( 矢印 Z 方向 ) の一端側 ( 一对のコイル引出部 3 2 f , 3 2 s が引き出される側。 ) からスロット番号 S N 1 のスロット 1 1 を挿通しており、第三方向 ( 矢印 Z 方向 ) の他端側 ( 一对のコイル引出部 3 2 f , 3 2 s が引き出される側と異なる側。 ) を経由して、スロット番号 S N 2 のスロット 1 1 に渡っている。さらに、第一単位コイル 2 0 a は、第三方向 ( 矢印 Z 方向 ) の他端側からスロット番号 S N 2 のスロット 1 1 を挿通しており、第三方向 ( 矢印 Z 方向 ) の一端側に渡っている。上述したことが、可動子磁極の八磁極分 ( 四磁極対分 ) 繰り返される。

- [0311] 第一単位コイル20aは、第一方向（矢印X方向）に沿って複数回（2以上の自然数 $n$ を用いて、 $n/2$ 回とする。）、巻き回される。第一実施形態と同様に、図50に示す直線 $L_{1,1}$ は、第一単位コイル20aが1回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22の渡り状態を示している。また、同図に示す直線 $L_{1,n-1}$ は、第一単位コイル20aが $(n/2-1)$ 回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22の渡り状態を示している。第一単位コイル20aは、 $n/2$ 回巻き回された後、単位コイル間接続部31cを介して、第二単位コイル20bに渡る。
- [0312] 具体的には、第一単位コイル20aは、第三方向（矢印Z方向）の他端側からスロット番号SN3のスロット11を挿通している。 $(n/2-1)$ 回目までは、第一単位コイル20aは、第三方向（矢印Z方向）の一端側を経由して、スロット番号SN1のスロット11に渡っている。一方、 $n/2$ 回目には、第一単位コイル20aは、第三方向（矢印Z方向）の一端側を経由して、スロット番号SN4のスロット11に渡っている。単位コイル間接続部31cは、スロット番号SN3のスロット11のスロット中央部11cからスロット番号SN4のスロット11のスロット底部11a側に引き回されている。
- [0313] 第二単位コイル20bは、スロット番号SN4のスロット11のスロット底部11a側から巻始められる。そして、第二単位コイル20bは、第三方向（矢印Z方向）の一端側からスロット番号SN4のスロット11を挿通しており、第三方向（矢印Z方向）の他端側を経由して、スロット番号SN5のスロット11に渡っている。さらに、第二単位コイル20bは、第三方向（矢印Z方向）の他端側からスロット番号SN5のスロット11を挿通しており、第三方向（矢印Z方向）の一端側に渡っている。上述したことが、可動子磁極の八磁極分（四磁極対分）繰り返される。
- [0314] 第二単位コイル20bは、第一方向（矢印X方向）に沿って複数回（ $n$ 回）、巻き回される。第一実施形態と同様に、図50に示す直線 $L_{2,1}$ は、第二単位コイル20bが1回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22の

渡り状態を示している。また、同図に示す直線 $L_{2n-1}$ は、第二単位コイル $20b$ が $n-1$ 回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド $22$ の渡り状態を示している。第二単位コイル $20b$ は、 $n$ 回巻き回された後、単位コイル間接続部 $31c$ を介して、第三単位コイル $20c$ に渡る。

[0315] 具体的には、第二単位コイル $20b$ は、第三方向（矢印 $Z$ 方向）の他端側からスロット番号 $SN6$ のスロット $11$ を挿通している。 $n-1$ 回目までは、第二単位コイル $20b$ は、第三方向（矢印 $Z$ 方向）の一端側を経由して、スロット番号 $SN4$ のスロット $11$ に渡っている。一方、 $n$ 回目には、第二単位コイル $20b$ は、第三方向（矢印 $Z$ 方向）の一端側を経由して、スロット番号 $SN7$ のスロット $11$ に渡っている。単位コイル間接続部 $31c$ は、スロット番号 $SN6$ のスロット $11$ のスロット開口部 $11b$ 側からスロット番号 $SN7$ のスロット $11$ のスロット底部 $11a$ 側に引き回されている。

[0316] 第三単位コイル $20c$ は、スロット番号 $SN7$ のスロット $11$ のスロット底部 $11a$ 側から巻始められる。そして、第三単位コイル $20c$ は、第三方向（矢印 $Z$ 方向）の一端側からスロット番号 $SN7$ のスロット $11$ を挿通しており、第三方向（矢印 $Z$ 方向）の他端側を経由して、スロット番号 $SN8$ のスロット $11$ に渡っている。さらに、第三単位コイル $20c$ は、第三方向（矢印 $Z$ 方向）の他端側からスロット番号 $SN8$ のスロット $11$ を挿通しており、第三方向（矢印 $Z$ 方向）の一端側に渡っている。上述したことが、可動子磁極の八磁極分（四磁極対分）繰り返される。

[0317] 第三単位コイル $20c$ は、第一方向（矢印 $X$ 方向）に沿って複数回（ $n$ 回）、巻き回される。第一実施形態と同様に、図 $50$ に示す直線 $L_{31}$ は、第三単位コイル $20c$ が $1$ 回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド $22$ の渡り状態を示している。また、同図に示す直線 $L_{3n-1}$ は、第三単位コイル $20c$ が $n-1$ 回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド $22$ の渡り状態を示している。第三単位コイル $20c$ は、第二コイル引出部 $32s$ が引き出されるスロット番号 $SN9$ のスロット $11$ のスロット開口部 $11b$ 側で巻終わる。

- [0318] 第一単位コイル20aが第一方向（矢印X方向）に沿って複数回（ $n/2$ 回）、巻き回されるとき第一単位コイル20aの波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）である。また、直線L1<sub>1</sub>に示すように、第一単位コイル20aが1回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22は、スロット底部11a側に配設されている。一方、直線L1<sub>n-1</sub>に示すように、第一単位コイル20aが（ $n/2 - 1$ ）回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22は、スロット中央部11cに配設されている。
- [0319] このように、第一単位コイル20aは、第一方向（矢印X方向）に沿って複数回（ $n/2$ 回）、巻き回されることにより、第二方向（矢印Y方向）においては、スロット底部11a側からスロット中央部11cに巻き回されて、ハーフコイル23hが形成されている。つまり、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。
- [0320] 第二単位コイル20bが第一方向（矢印X方向）に沿って複数回（ $n$ 回）、巻き回されるとき第二単位コイル20bの波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）である。また、直線L2<sub>1</sub>に示すように、第二単位コイル20bが1回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22は、スロット底部11a側に配設されている。一方、直線L2<sub>n-1</sub>に示すように、第二単位コイル20bが $n - 1$ 回目に巻き回されるとき最後のコイルエンド22は、スロット開口部11b側に配設されている。
- [0321] このように、第二単位コイル20bは、第一方向（矢印X方向）に沿って複数回（ $n$ 回）、巻き回されることにより、第二方向（矢印Y方向）においては、スロット底部11a側からスロット開口部11b側に巻き回されて、フルコイル23fが形成されている。つまり、第二単位コイル20bは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W2が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。
- [0322] 以上のことは、第三単位コイル20cについても同様に言える。つまり、第三単位コイル20cの波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）

である。また、第三単位コイル20cは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W3が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。

[0323] 第十五変形形態の回転電機100によれば、各相コイル33を構成する複数（3つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）は、フルコイル23fまたはハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1, W2, W3が、いずれも第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。よって、本変形形態の回転電機100は、相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33vおよびW相コイル33w）単位で、複数（3つ）の相コイル33を複数（24個）のスロット11に順次装着することができる。本変形形態の回転電機100は、コイル挿入機31（インサータ治具）を用いずに固定子コイル30の組み付け（例えば、直巻きなど）が可能であり、コイル挿入機31（インサータ治具）を用いる場合と比べて、製造コストを低減することができる。本変形形態の回転電機100は、後述する可動子70が固定子40の外方に設けられる回転電機に適用すると好適である。なお、上述したことは、第一実施形態で既述の各変形形態についても同様に適用することができ、第二実施形態および第二実施形態で既述の各変形形態についても同様に適用することができる。

[0324] 次に、各相コイル33（U相コイル33u、V相コイル33v、W相コイル33w）における一対のコイル引出部32f, 32sの配置について説明する。図49および図50に示すように、第十五変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図50で

は、第一コイル引出部 3 2 f は、スロット底部 1 1 a 側から引き出されている。

[0325] 第二コイル引出部 3 2 s は、巻終りの単位コイル 2 0 (第三単位コイル 2 0 c) の長節巻部 2 L W を形成する一のコイルサイド 2 1 (第二コイルサイド 2 1 b) であって、第三方向 (矢印 Z 方向) の一端側および他端側のうちの当該長節巻部 2 L W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル 2 0 (第三単位コイル 2 0 c) は、当該相コイル 3 3 を構成する複数 (2 つ) のフルコイル 2 3 f のうちの長節巻部 2 L W のコイルピッチと短節巻部 2 S W のコイルピッチとの差が最大のフルコイル 2 3 f である。なお、図 5 0 では、第二コイル引出部 3 2 s は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されている。

[0326] 図 5 0 に示すように、本変形形態では、複数 (2 つ) の単位コイル間接続部 3 1 c, 3 1 c のうちの一つの単位コイル間接続部 3 1 c と、第一コイル引出部 3 2 f とが、若干、干渉交差する。具体的には、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c が、第一コイル引出部 3 2 f に近接している。そのため、第一単位コイル 2 0 a のコイルエンド 2 2 および第二単位コイル 2 0 b のコイルエンド 2 2 を、若干、第二方向スロット開口部側 (矢印 Y 2 方向) に迂回させると良い。これにより、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c を、若干、第二方向スロット開口部側 (矢印 Y 2 方向) に迂回させることができる。よって、当該単位コイル間接続部 3 1 c と第一コイル引出部 3 2 f との間の干渉交差を回避することができる。

[0327] なお、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b の各コイルエンド 2 2, 2 2 間に収容することができる。第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c の各コイルエンド 2 2, 2 2 間に収容することができる。また、第二コイル引出部 3 2 s は、第三単位

コイル 20c のコイルエンド 22 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を渡らせることもできる。

[0328] 図 5 1 および図 5 2 に示すように、一对のコイル引出部 32f, 32s の配置は、第十六変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル 20a のコイルピッチ構成は、第十五変形形態の第三単位コイル 20c のコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル 20b のコイルピッチ構成は、第十五変形形態の第二単位コイル 20b のコイルピッチ構成に相当する。第三単位コイル 20c のコイルピッチ構成は、第十五変形形態の第一単位コイル 20a のコイルピッチ構成に相当する。

[0329] なお、各相コイル 33 を構成する各単位コイル 20（第一単位コイル 20a、第二単位コイル 20b、第三単位コイル 20c）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、第一単位コイル 20a および第二単位コイル 20b は、フルコイル 23f であり、第三単位コイル 20c は、ハーフコイル 23h である。さらに、第一単位コイル 20a は、フルコイル 23f が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W1 が、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）である。第二単位コイル 20b は、フルコイル 23f が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W2 が、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）である。第三単位コイル 20c は、ハーフコイル 23h が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W3 が、第二方向スロット開口部側（矢印 Y 2 方向）である。

[0330] 本変形形態では、第一コイル引出部 32f は、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20a）の短節巻部 2SW を形成する一のコイルサイド 21（第一コイルサイド 21a）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2SW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20a）は、相コイル 33 を構成する複数（2 つ）のフルコイル 23f のうちの長節巻部 2LW のコイルピッチと短節巻部 2SW のコ

イルピッチとの差が最大のフルコイル23fである。なお、図52では、第一コイル引出部32fは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0331] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）は、当該相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図52では、第二コイル引出部32sは、スロット中央部11cから引き出されている。

[0332] 図52に示すように、本変形形態では、第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cが、この順に連続して巻進められて、固定子鉄心10の複数のスロット11に組み付けられると、第二コイル引出部32sは、スロット開口部11b側に引き出される。つまり、第二コイル引出部32sの配策は、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cや他の単位コイル20を迂回するの必要があり、第二コイル引出部32sは、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）に引き出されている。その結果、本変形形態では、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cを接続する単位コイル間接続部31cと、第二コイル引出部32sとが接触して交差する。そのため、本変形形態の各相コイル33は、第十五変形形態と比べて、第三方向（矢印Z方向）に大型化する。

[0333] 図53および図54に示すように、一对のコイル引出部32f, 32sの配置は、第十七変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル20aは、短節巻部2SWのコイルピッチCP11が6スロットピッチ（6sp）に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP12が9スロットピッチ（9sp）に設定されている。第二単位コイル20bは、短節巻部2SWのコイルピッチCP21が7スロットピッチ（7sp）

に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP22が8スロットピッチ(8sp)に設定されている。第三単位コイル20cは、短節巻部2SWのコイルピッチCP31が5スロットピッチ(5sp)に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP32が10スロットピッチ(10sp)に設定されている。

[0334] なお、各相コイル33を構成する各単位コイル20(第一単位コイル20a、第二単位コイル20b、第三単位コイル20c)の波巻方向は、第一方向波巻順行側(矢印X2方向)である。また、第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20bは、フルコイル23fであり、第三単位コイル20cは、ハーフコイル23hである。さらに、第一単位コイル20aは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向(矢印Y方向)の巻進行方向W1が、第二方向スロット開口部側(矢印Y2方向)である。第二単位コイル20bは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向(矢印Y方向)の巻進行方向W2が、第二方向スロット開口部側(矢印Y2方向)である。第三単位コイル20cは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向(矢印Y方向)の巻進行方向W3が、第二方向スロット開口部側(矢印Y2方向)である。

[0335] 本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21(第一コイルサイド21a)であって、第三方向(矢印Z方向)の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20(第一単位コイル20a)は、相コイル33を構成する複数(2つ)のフルコイル23fのうちの長節巻部2LWのコイルピッチと短節巻部2SWのコイルピッチとの差が最大のフルコイル23fである。なお、図54では、第一コイル引出部32fは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0336] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20(第三単位コイル20c)の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21(第二コイルサイ

ド 2 1 b) であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部 2 L W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）は、当該相コイル 3 3 を構成する一つのハーフコイル 2 3 h である。なお、図 5 4 では、第二コイル引出部 3 2 s は、スロット中央部 1 1 c から引き出されている。

[0337] 図 5 4 に示すように、本変形形態では、複数（2 つ）の単位コイル間接続部 3 1 c、3 1 c のうちの一つの単位コイル間接続部 3 1 c と、第一コイル引出部 3 2 f とが、若干、干渉交差する。具体的には、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c が、第一コイル引出部 3 2 f に近接している。そのため、第十五変形形態と同様に、当該単位コイル間接続部 3 1 c と第一コイル引出部 3 2 f との間の干渉交差を回避すると良い。

[0338] なお、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b の各コイルエンド 2 2、2 2 間に收容することができる。第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c の各コイルエンド 2 2、2 2 間に收容することができる。また、第二コイル引出部 3 2 s は、第三単位コイル 2 0 c のコイルエンド 2 2 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を渡らせることもできる。

[0339] 第十七変形形態では、当該単位コイル間接続部 3 1 c の引き回し方向と、第一方向（矢印 X 方向）とのなす角（図 5 4 に示す傾斜角  $\theta 6$ ）が、第十五変形形態における上記なす角（図 5 0 に示す傾斜角  $\theta 5$ ）と比べて、大きくなっている。そのため、第十七変形形態では、第十五変形形態と比べて、当該単位コイル間接続部 3 1 c と第一コイル引出部 3 2 f との間の干渉交差が軽減されている。

[0340] 図 5 5 および図 5 6 に示すように、一对のコイル引出部 3 2 f、3 2 s の

配置は、第十八変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル20aのコイルピッチ構成は、第十七変形形態の第三単位コイル20cのコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル20bのコイルピッチ構成は、第十七変形形態の第二単位コイル20bのコイルピッチ構成に相当する。第三単位コイル20cのコイルピッチ構成は、第十七変形形態の第一単位コイル20aのコイルピッチ構成に相当する。

[0341] なお、各相コイル33を構成する各単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20b、第三単位コイル20c）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）である。また、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hであり、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20cは、フルコイル23fである。さらに、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。第二単位コイル20bは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W2が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。第三単位コイル20cは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W3が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。

[0342] 本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図56では、第一コイル引出部32fは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0343] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイ

ド 2 1 b) であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と同じ側から引き出されている。巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）は、当該相コイル 3 3 を構成する複数（2 つ）のフルコイル 2 3 f のうちの長節巻部 2 L W のコイルピッチと短節巻部 2 S W のコイルピッチとの差が最大のフルコイル 2 3 f である。なお、図 5 6 では、第二コイル引出部 3 2 s は、スロット開口部 1 1 b 側から引き出されている。

[0344] 図 5 6 に示すように、本変形形態では、複数（2 つ）の単位コイル間接続部 3 1 c、3 1 c のうちの一つの単位コイル間接続部 3 1 c と、第二コイル引出部 3 2 s とが、若干、干渉交差する。具体的には、第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c が、第二コイル引出部 3 2 s に近接している。そのため、第十五変形形態と同様に、当該単位コイル間接続部 3 1 c と第二コイル引出部 3 2 s との間の干渉交差を回避すると良い。

[0345] なお、第一単位コイル 2 0 a と第二単位コイル 2 0 b とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第一単位コイル 2 0 a および第二単位コイル 2 0 b の各コイルエンド 2 2、2 2 間に收容することができる。第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c は、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c の各コイルエンド 2 2、2 2 間に收容することができる。また、第二コイル引出部 3 2 s は、第一単位コイル 2 0 a のコイルエンド 2 2 の第三方向（矢印 Z 方向）のさらに外側（紙面手前側）を渡らせることもできる。

[0346] 第十八変形形態では、第二単位コイル 2 0 b と第三単位コイル 2 0 c とを接続する単位コイル間接続部 3 1 c の引き回し方向と、第一方向（矢印 X 方向）とのなす角（図 5 6 に示す傾斜角  $\theta 6$ ）が、第十五変形形態における上記なす角（図 5 0 に示す傾斜角  $\theta 5$ ）と比べて、大きくなっている。そのため、第十八変形形態では、第十五変形形態と比べて、当該単位コイル間接続部 3 1 c と第二コイル引出部 3 2 s との間の干渉交差が軽減されている。

[0347] このように、第十五変形形態、第十七変形形態および第十八変形形態では、複数（２つ）の単位コイル間接続部 31c, 31c と、一対のコイル引出部 32f, 32s との間の干渉交差の状態は概ね同様である。しかしながら、第一実施形態で既述したフルコイル 23f およびハーフコイル 23h の収容調整のし易さを考慮すると、第十五変形形態の固定子コイル 30 が好適である。

[0348] 第十五変形形態の回転電機 100 によれば、固定子コイル 30 は、短節巻長節巻単位コイル 20SL であって、コイルピッチ CP11~CP32 の構成が異なる複数種類（三種類）の単位コイル 20（第一単位コイル 20a、第二単位コイル 20b および第三単位コイル 20c）を備えている。また、各相コイル 33 は、複数（２つ）のフルコイル 23f と、一つのハーフコイル 23h とを備えている。さらに、各相コイル 33 は、相コイル 33 を構成する複数（３つ）の単位コイル 20 が巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20a）から巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20c）へ連続して巻進められて形成されている。また、各相コイル 33 は、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20a）の巻始めのコイルサイド 21（第一コイルサイド 21a）から引き出される第一コイル引出部 32f と、巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20c）の巻終りのコイルサイド 21（第二コイルサイド 21b）から引き出される第二コイル引出部 32s とからなる一対のコイル引出部 32f, 32s を備えている。

[0349] さらに、第一コイル引出部 32f は、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20a）である相コイル 33 を構成する一つのハーフコイル 23h の長節巻部 2LW を形成する一のコイルサイド 21（第一コイルサイド 21a）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部 2LW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、第二コイル引出部 32s は、巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20c）である当該相コイル 33 を構成する複数（２つ）のフルコイル 23f のうちの長節巻部 2LW のコイルピッチと短節巻部 2

SWのコイルピッチとの差が最大のフルコイル23fの長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。

[0350] これらにより、第三方向（矢印Z方向）の一端側（一对のコイル引出部32f, 32s側が引き出される側）において、ハーフコイル23hのコイルエンド22をフルコイル23fのコイルエンド22の内側に収容することができ、フルコイル23fの内側の空きスペース等を活用して、第三方向（矢印Z方向）の一端側のコイルエンド22を小型化することができる。

[0351] 各相コイル33における一对のコイル引出部32f, 32sの好適な配置は、毎極毎相スロット数が1.5の場合も概ね同様の傾向が見られる。第十九変形形態の回転電機100は、8極36スロット構成の三相回転電機であり、毎極毎相スロット数は1.5である。図57および図58に示すように、本変形形態では、固定子コイル30は、短節巻長節巻単位コイル20SLであって、コイルピッチCP11~CP22の構成が異なる複数種類（二種類）の単位コイル20（第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20b）を備えている。また、固定子コイル30は、複数種類（二種類）の単位コイル20の各々を一つずつ含む複数（2つ）の単位コイル20が電氣的に直列接続されている相コイル33を複数（3つ）備えている。さらに、各相コイル33を構成する複数（2つ）の単位コイル20は、複数のスロット11の占有状態に関して、フルコイル23fとハーフコイル23hとの二種類の単位コイル20を備えている。

[0352] 具体的には、第一単位コイル20aは、短節巻部2SWのコイルピッチCP11が3スロットピッチ（3sp）に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP12が6スロットピッチ（6sp）に設定されている。第二単位コイル20bは、短節巻部2SWのコイルピッチCP21が4スロットピッチ（4sp）に設定されており、長節巻部2LWのコイルピッチCP22が5スロットピッチ（5sp）に設定されている。なお、第一単位コイ

ル 20 a は、ハーフコイル 23 h であり、第二単位コイル 20 b は、フルコイル 23 f である。つまり、各相コイル 33 は、一つのフルコイル 23 f と、一つのハーフコイル 23 h とを備えている。

[0353] また、各相コイル 33 は、相コイル 33 を構成する複数（2 つ）の単位コイル 20 が巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）から巻終りの単位コイル 20（第二単位コイル 20 b）へ連続して巻進められて形成されていると好適である。さらに、各相コイル 33 は、第一コイル引出部 32 f と第二コイル引出部 32 s とからなる一对のコイル引出部 32 f, 32 s を備えていると好適である。

[0354] なお、各相コイル 33 を構成する各単位コイル 20（第一単位コイル 20 a、第二単位コイル 20 b）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、第一単位コイル 20 a は、ハーフコイル 23 h が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W1 が、第二方向スロット開口部側（矢印 Y2 方向）である。第二単位コイル 20 b は、フルコイル 23 f が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W2 が、第二方向スロット開口部側（矢印 Y2 方向）である。

[0355] 図 57 および図 58 に示すように、本変形形態では、第一コイル引出部 32 f は、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）の長節巻部 2LW を形成する一のコイルサイド 21（第一コイルサイド 21 a）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部 2LW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）は、相コイル 33 を構成する一つのハーフコイル 23 h である。なお、図 58 では、第一コイル引出部 32 f は、スロット底部 11 a 側から引き出されている。

[0356] 第二コイル引出部 32 s は、巻終りの単位コイル 20（第二単位コイル 20 b）の長節巻部 2LW を形成する一のコイルサイド 21（第二コイルサイド 21 b）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部 2LW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と同じ側

から引き出されている。また、巻終りの単位コイル 20（第二単位コイル 20 b）は、当該相コイル 33 を構成する一つのフルコイル 23 f である。なお、図 58 では、第二コイル引出部 32 s は、スロット開口部 11 b 側から引き出されている。

[0357] 第十九変形形態の各相コイル 33 は、第十五変形形態の各相コイル 33 と比べて、フルコイル 23 f の数が一つ少なくなり、単位コイル間接続部 31 c の数が一つ少なくなる。しかしながら、図 50 および図 58 に示すように、一对のコイル引出部 32 f, 32 s と単位コイル間接続部 31 c との間の干渉交差の状態は、第十五変形形態と同様になっている。

[0358] 図 59 および図 60 に示すように、一对のコイル引出部 32 f, 32 s の配置は、第二十変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル 20 a のコイルピッチ構成は、第十九変形形態の第二単位コイル 20 b のコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル 20 b のコイルピッチ構成は、第十九変形形態の第一単位コイル 20 a のコイルピッチ構成に相当する。

[0359] なお、各相コイル 33 を構成する各単位コイル 20（第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印 X2 方向）である。また、第一単位コイル 20 a は、フルコイル 23 f であり、第二単位コイル 20 b は、ハーフコイル 23 h である。さらに、第一単位コイル 20 a は、フルコイル 23 f が形成されときの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W1 が、第二方向スロット開口部側（矢印 Y2 方向）である。第二単位コイル 20 b は、ハーフコイル 23 h が形成されときの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W2 が、第二方向スロット開口部側（矢印 Y2 方向）である。

[0360] 本変形形態では、第一コイル引出部 32 f は、巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20 a）の短節巻部 2SW を形成する一のコイルサイド 21（第一コイルサイド 21 a）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2SW を形成するコイルエンド 22 が設け

られる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル 20 (第一単位コイル 20 a) は、相コイル 33 を構成する一つのフルコイル 23 f である。なお、図 60 では、第一コイル引出部 32 f は、スロット底部 11 a 側から引き出されている。

[0361] 第二コイル引出部 32 s は、巻終りの単位コイル 20 (第二単位コイル 20 b) の短節巻部 2 SW を形成する一のコイルサイド 21 (第二コイルサイド 21 b) であって、第三方向 (矢印 Z 方向) の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 SW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル 20 (第二単位コイル 20 b) は、当該相コイル 33 を構成する一つのハーフコイル 23 h である。なお、図 60 では、第二コイル引出部 32 s は、スロット中央部 11 c から引き出されている。

[0362] 第二十変形形態の各相コイル 33 は、第十六変形形態の各相コイル 33 と比べて、フルコイル 23 f の数が一つ少なくなり、単位コイル間接続部 31 c の数が一つ少なくなる。しかしながら、図 52 および図 60 に示すように、一对のコイル引出部 32 f, 32 s と単位コイル間接続部 31 c との間の干渉交差の状態は、同様になっている。

[0363] 図 61 および図 62 に示すように、一对のコイル引出部 32 f, 32 s の配置は、第二十一変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル 20 a は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP 11 が 3 スロットピッチ (3 sp) に設定されており、長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP 12 が 6 スロットピッチ (6 sp) に設定されている。第二単位コイル 20 b は、短節巻部 2 SW のコイルピッチ CP 21 が 4 スロットピッチ (4 sp) に設定されており、長節巻部 2 LW のコイルピッチ CP 22 が 5 スロットピッチ (5 sp) に設定されている。

[0364] なお、各相コイル 33 を構成する各単位コイル 20 (第一単位コイル 20 a および第二単位コイル 20 b) の波巻方向は、第一方向波巻順行側 (矢印 X2 方向) である。また、第一単位コイル 20 a は、フルコイル 23 f であ

り、第二単位コイル20bは、ハーフコイル23hである。さらに、第一単位コイル20aは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。第二単位コイル20bは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W2が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。

[0365] 本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する一つのフルコイル23fである。なお、図62では、第一コイル引出部32fは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0366] 第二コイル引出部32sは、巻終りの単位コイル20（第二単位コイル20b）の長節巻部2LWを形成する一のコイルサイド21（第二コイルサイド21b）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該長節巻部2LWを形成するコイルエンド22が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル20（第二単位コイル20b）は、当該相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図62では、第二コイル引出部32sは、スロット中央部11cから引き出されている。

[0367] 第二十一変形形態の各相コイル33は、第十七変形形態の各相コイル33と比べて、フルコイル23fの数が一つ少なくなり、単位コイル間接続部31cの数が一つ少なくなる。しかしながら、図54および図62に示すように、一対のコイル引出部32f、32sと単位コイル間接続部31cとの間の干渉交差の状態は、同様になっている。

[0368] なお、本変形形態では、単位コイル間接続部31cの引き回し方向と、第

一方向（矢印X方向）とのなす角（図62に示す傾斜角 $\theta 8$ ）が、第十九変形形態における上記なす角（図58に示す傾斜角 $\theta 7$ ）と比べて、大きくなっている。そのため、本変形形態では、第十九変形形態と比べて、単位コイル間接続部31cと第一コイル引出部32fとの間の干渉交差が軽減されている。

[0369] 図63および図64に示すように、一对のコイル引出部32f, 32sの配置は、第二十二変形形態の配置にすることもできる。本変形形態では、第一単位コイル20aのコイルピッチ構成は、第二十一変形形態の第二単位コイル20bのコイルピッチ構成に相当する。第二単位コイル20bのコイルピッチ構成は、第二十一変形形態の第一単位コイル20aのコイルピッチ構成に相当する。

[0370] なお、各相コイル33を構成する各単位コイル20（第一単位コイル20aおよび第二単位コイル20b）の波巻方向は、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）である。また、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hであり、第二単位コイル20bは、フルコイル23fである。さらに、第一単位コイル20aは、ハーフコイル23hが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W1が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。第二単位コイル20bは、フルコイル23fが形成されるとき第二方向（矢印Y方向）の巻進行方向W2が、第二方向スロット開口部側（矢印Y2方向）である。

[0371] 本変形形態では、第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する一つのハーフコイル23hである。なお、図64では、第一コイル引出部32fは、スロット底部11a側から引き出されている。

[0372] 第二コイル引出部 32 s は、巻終りの単位コイル 20（第二単位コイル 20 b）の短節巻部 2 SW を形成する一のコイルサイド 21（第二コイルサイド 21 b）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 SW を形成するコイルエンド 22 が設けられる側と同じ側から引き出されている。巻終りの単位コイル 20（第二単位コイル 20 b）は、当該相コイル 33 を構成する一つのフルコイル 23 f である。なお、図 64 では、第二コイル引出部 32 s は、スロット開口部 11 b 側から引き出されている。

[0373] 図 56 および図 64 に示すように、第二十二変形形態の各相コイル 33 は、第十八変形形態の各相コイル 33 と比べて、フルコイル 23 f の数が一つ少なくなり、単位コイル間接続部 31 c の数が一つ少なくなる。その結果、図 64 に示すように、第二十二変形形態では、第二コイル引出部 32 s と単位コイル間接続部 31 c との間の干渉交差が解消されている。

[0374] このように、毎極毎相スロット数が 1.5 の場合も、各相コイル 33 における一対のコイル引出部 32 f, 32 s の好適な配置は、毎極毎相スロット数が 2.5 の場合と概ね同様である。また、毎極毎相スロット数が 3.5 の場合、各相コイル 33 は、毎極毎相スロット数が 2.5 の場合と比べて、フルコイル 23 f の数および単位コイル間接続部 31 c の数が一つずつ増加する。しかしながら、各相コイル 33 における一対のコイル引出部 32 f, 32 s の配置を既述の形態と同様の配置にすると、一対のコイル引出部 32 f, 32 s と単位コイル間接続部 31 c との間の干渉交差の状態は、概ね同様になる。つまり、毎極毎相スロット数が 3.5 以上の場合も、各相コイル 33 における一対のコイル引出部 32 f, 32 s の好適な配置は、毎極毎相スロット数が 2.5 の場合と同様である。

[0375] <空隙面 50 g を境界面にした鏡面对称関係にある固定子コイル 30>

上述の実施形態や変形形態では、可動子 70 が固定子 40 の内方に設けられる回転電機 100 を例に説明されている。しかしながら、本発明に係る回転電機は、可動子 70 が固定子 40 の外方に設けられる回転電機についても

同様に適用することができる。第二十三変形形態は、第一実施形態と比べて、可動子 70 が固定子 40 の外方に設けられている点で異なる。以下、図 65 および図 66 に基づいて、第一実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0376] ここで、図 1 に示す固定子 40 と可動子 70 との間の空隙に形成される仮想の面であって、第一方向（矢印 X 方向）に沿って形成される面を空隙面 50g とする。図 66 に示す相コイル 33 は、空隙面 50g を境界面にして、図 6 に示す相コイル 33 を折り返した状態（鏡像）を示している。図 66 では、第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）は、紙面下方向になり、第二方向スロット開口部側（矢印 Y2 方向）は、紙面上方向になる。

[0377] 図 65 は、第二方向（矢印 Y 方向）のうちのスロット底部 11a 側から見た相コイル 33 の構成例を模式的に示す図である。第二十三変形形態の相コイル 33 と第一実施形態の相コイル 33 とは、上述した鏡像関係にあるので、図 65 に示す第二方向（矢印 Y 方向）のうちのスロット底部 11a 側から見た相コイル 33 は、図 2 に示す第二方向（矢印 Y 方向）のうちのスロット開口部 11b 側から見た相コイル 33 に対応する。

[0378] 図 65 および図 66 に示すように、各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20（第一単位コイル 20a、第二単位コイル 20b および第三単位コイル 20c）は、各波巻方向が、いずれも第一方向波巻順行側（矢印 X2 方向）である。また、各相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 は、フルコイル 23f またはハーフコイル 23h が形成されるとき第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W1, W2, W3 が、いずれも第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）である。

[0379] 本変形形態では、第二方向（矢印 Y 方向）のうちのスロット底部 11a 側から見たときに、第一方向波巻順行側（矢印 X2 方向）は、図 65 および図 66 において紙面右方向になっている。一方、第一実施形態では、第二方向（矢印 Y 方向）のうちのスロット開口部 11b 側から見たときに、第一方向波巻順行側（矢印 X2 方向）は、図 2 および図 6 において紙面右方向になっている。このように、これらの図面は、図示される方向が異なっている。そ

のため、第一方向波巻順行側（矢印X2方向）は、いずれも図面では紙面右方向になっているが、各相コイル33を構成する各单位コイル20の電流方向は、本変形形態と第一実施形態とでは、互いに逆方向になる。

[0380] 本変形形態において、各单位コイル20に流れる電流方向が第一実施形態と同じ場合、空隙面50gに発生する磁極配置（磁極の極性）が反転し、空隙面50gに発生する磁極配置の鏡面関係が維持できなくなる。そこで、本変形形態では、各相コイル33を構成する各单位コイル20の電流方向は、第一実施形態の電流方向に対して反転させる必要がある。上述したことは、第二実施形態についても同様に言え、第一実施形態および第二実施形態で既述した各変形形態についても同様に言える。

[0381] なお、本変形形態においても、各相コイル33は、相コイル33を構成する複数（3つ）の単位コイル20が巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）から巻終りの単位コイル20（第三単位コイル20c）へ連続して巻進められて形成されている。具体的には、各相コイル33を構成する複数（3つ）の単位コイル20（第一単位コイル20a、第二単位コイル20bおよび第三単位コイル20c）は、複数（2つ）の単位コイル間接続部31c、31cを介して、電氣的に直列接続されている。また、各相コイル33は、第一コイル引出部32fと第二コイル引出部32sとからなる一対のコイル引出部32f、32sを備えている。

[0382] 第一コイル引出部32fは、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）の短節巻部2SWを形成する一のコイルサイド21（第一コイルサイド21a）であって、第三方向（矢印Z方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部2SWを形成するコイルエンド22が設けられる側と異なる側から引き出されている。また、巻始めの単位コイル20（第一単位コイル20a）は、相コイル33を構成する複数（2つ）のフルコイル23fのうちの長節巻部2LWのコイルピッチと短節巻部2SWのコイルピッチとの差が最大のフルコイル23fである。なお、図66では、第一コイル引出部32fは、スロット開口部11b側から引き出されている。

[0383] 第二コイル引出部 3 2 s は、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）の短節巻部 2 S W を形成する一のコイルサイド 2 1（第二コイルサイド 2 1 b）であって、第三方向（矢印 Z 方向）の一端側および他端側のうちの当該短節巻部 2 S W を形成するコイルエンド 2 2 が設けられる側と同じ側から引き出されている。また、巻終りの単位コイル 2 0（第三単位コイル 2 0 c）は、当該相コイル 3 3 を構成する一つのハーフコイル 2 3 h である。なお、図 6 6 では、第二コイル引出部 3 2 s は、スロット底部 1 1 a 側から引き出されている。このように、本変形形態の各相コイル 3 3 における一対のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s の配置は、第一実施形態と同様に規定することができる。

[0384] <スロット中央面 4 0 c を境界面にした鏡面对称関係にある固定子コイル 3 0 >

本発明は、スロット中央面 4 0 c を境界面にした鏡面对称関係にある固定子コイル 3 0 についても同様に適用することができる。第二十四変形形態は、第一実施形態と比べて、固定子コイル 3 0 がスロット中央面 4 0 c を境界面にした鏡面对称関係になっている点で異なる。以下、図 6 7 および図 6 8 に基づいて、第一実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0385] ここで、図 1 に示すように、第二方向（矢印 Y 方向）および第三方向（矢印 Z 方向）によって形成される仮想の平面であって、スロット 1 1 を二等分する平面をスロット中央面 4 0 c とする。図 6 7 に示す相コイル 3 3 は、スロット中央面 4 0 c を境界面にして、図 2 に示す相コイル 3 3 を折り返した状態（鏡像）を示している。図 6 7 では、第一方向波巻逆行側（矢印 X 1 方向）は、紙面右方向になり、第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）は、紙面左方向になる。このことは、図 6 8 についても同様である。

[0386] 図 6 7 および図 6 8 に示すように、各相コイル 3 3 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 2 0（第一単位コイル 2 0 a、第二単位コイル 2 0 b および第三単位コイル 2 0 c）は、各波巻方向が、いずれも第一方向波巻順行側（矢印 X 2 方向）である。また、各相コイル 3 3 を構成する複数（3 つ）の単

位コイル 20 は、フルコイル 23 f またはハーフコイル 23 h が形成される  
ときの第二方向（矢印 Y 方向）の巻進行方向 W1, W2, W3 が、いずれも  
第二方向スロット底部側（矢印 Y1 方向）である。

[0387] 本変形形態では、第一方向波巻順行側（矢印 X2 方向）は、図 67 において紙面左方向になっている。一方、第一実施形態では、第一方向波巻順行側（矢印 X2 方向）は、図 2 において紙面右方向になっている。なお、これらの図面は、第二方向（矢印 Y 方向）のうちのスロット開口部 11b 側から見た図面であり、図示される方向は、一致している。このように、本変形形態の第一方向波巻順行側（矢印 X2 方向）は、第一実施形態と異なり、各相コイル 33 を構成する各単位コイル 20 の電流方向は、本変形形態と第一実施形態とは、互いに逆方向になる。そこで、第二十三変形形態と同様に、本変形形態では、各相コイル 33 を構成する各単位コイル 20 の電流方向は、第一実施形態の電流方向に対して反転させる必要がある。上述したことは、第二実施形態についても同様に言え、第一実施形態および第二実施形態で既述した各変形形態についても同様に言える。

[0388] なお、本変形形態においても、各相コイル 33 は、相コイル 33 を構成する複数（3 つ）の単位コイル 20 が巻始めの単位コイル 20（第一単位コイル 20a）から巻終りの単位コイル 20（第三単位コイル 20c）へ連続して巻進められて形成されている。また、各相コイル 33 は、第一コイル引出部 32f と第二コイル引出部 32s とからなる一対のコイル引出部 32f, 32s を備えている。これらの構成および配置は、第一実施形態と同様に規定することができる。

[0389] <円筒状回転電機>

円筒状回転電機では、以下に示す関係がある。なお、相コイル 33（U 相コイル 33u, V 相コイル 33v, W 相コイル 33w）の組み付けにおいて、直近で装着した相コイル 33 に対して、相間最小位相差（電気角  $120^\circ$ ）分、ずらすときのずらし方向を相コイル組み付け方向とする。

[0390] 第一実施形態では、第三方向（矢印 Z 方向）のうちの二対のコイル引出部

3 2 f, 3 2 s 側から見た各相コイル 3 3 を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 の各波巻方向は、時計回りである。また、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 の相順方向は、時計回りであり、波巻方向と一致している。一方、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、W 相コイル 3 3 w、V 相コイル 3 3 v の順に組み付けられるので、相コイル組み付け方向は、反時計回りになる。

[0391] 第九変形形態では、第三方向 (矢印 Z 方向) のうちの一对のコイル引出部 3 2 f, 3 2 s 側から見た各相コイル 3 3 を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 の各波巻方向は、時計回りである。一方、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 の相順方向は、反時計回りであり、波巻方向と異なっている。また、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の順に組み付けられるので、相コイル組み付け方向は、反時計回りになる。

[0392] なお、各相コイル 3 3 を構成する複数 (3 つ) の単位コイル 2 0 の各波巻方向は、反時計回りに設定することもできる。この場合において、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 の相順方向を反時計回りに設定するときは、第一実施形態と同様に、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、W 相コイル 3 3 w、V 相コイル 3 3 v の順に組み付けられると好適である。つまり、相コイル組み付け方向は、時計回りになる。一方、この場合において、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 の相順方向を時計回りに設定するときは、第九変形形態と同様に、複数 (3 つ) の相コイル 3 3 は、U 相コイル 3 3 u、V 相コイル 3 3 v、W 相コイル 3 3 w の順に組み付けられると好適である。つまり、相コイル組み付け方向は、時計回りになる。

[0393] <その他>

本発明は、上記し且つ図面に示した実施形態のみに限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲内で適宜変更して実施することができる。例えば、上記実施形態では、8 極の回転電機を例に説明したが、極数およびスロット数は、実施形態で示す極数およびスロット数に限定されるものではない。

また、本発明は、ラジアル空隙型の回転電機に限定されるものではなく、アキシアル空隙型の回転電機に適用することもできる。さらに、本発明は、三相回転電機に限定されるものではなく、複数の相コイル33を備える多相回転電機に適用することができる。また、本発明の回転電機は、種々の回転電機に用いることができ、例えば、車両の駆動用電動機、発電機、産業用の電動機、発電機などに用いることができる。

### 符号の説明

- [0394] 10：固定子鉄心、  
11：スロット、11a：スロット底部、11b：スロット開口部、  
20：単位コイル、  
20F：全節巻単位コイル、20SL：短節巻長節巻単位コイル、  
2FW：全節巻部、2SW：短節巻部、2LW：長節巻部、  
21：コイルサイド、22：コイルエンド、  
23f：フルコイル、23h：ハーフコイル、  
30：固定子コイル、  
32f：第一コイル引出部、32s：第二コイル引出部、  
33：相コイル、  
40：固定子、  
50：可動子鉄心、  
61, 62：一对の可動子磁極、  
70：可動子、  
100：回転電機、  
X：第一方向、X1：第一方向波巻逆行側、X2：第一方向波巻順行側、  
Y：第二方向、Y1：第二方向スロット底部側、Y2：第二方向スロット開口部側、  
Z：第三方向、W：巻進行方向。

## 請求の範囲

### [請求項1]

複数のスロットが形成されている固定子鉄心と前記複数のスロットに巻装されている固定子コイルとを備える固定子と、前記固定子に対して移動可能に支持されている可動子鉄心と前記可動子鉄心に設けられている少なくとも一対の可動子磁極とを備える可動子とを具備する回転電機であって、

前記固定子に対する前記可動子の移動方向を第一方向とし、前記複数のスロットの深さ方向を第二方向とし、前記第一方向および前記第二方向のいずれの方向に対しても直交する方向を第三方向とするとき、

前記固定子コイルは、前記複数のスロットに収容されている複数のコイルサイドと、前記複数のコイルサイドの前記第三方向の一端側の前記コイルサイド同士および前記第三方向の他端側の前記コイルサイド同士を波巻構成になるように交互に接続している複数のコイルエンドとを有する単位コイルを複数備え、

前記複数のコイルエンドが接続している前記コイルサイド間のコイルピッチが前記複数のスロットの数であるスロット数を前記可動子の磁極数で除した単一値に設定されている全節巻部を備える前記単位コイルを全節巻単位コイルとし、前記コイルピッチが前記全節巻部と比べて短く設定されている短節巻部と前記コイルピッチが前記全節巻部と比べて長く設定されている長節巻部とが前記第一方向において交互に繰り返され、かつ、前記短節巻部の前記コイルピッチと前記長節巻部の前記コイルピッチとを加算した隣接コイルピッチの加算値が前記スロット数を前記可動子の極対数で除した値に設定されている前記単位コイルを短節巻長節巻単位コイルとするとき、

前記固定子コイルは、前記全節巻単位コイルおよび前記短節巻長節巻単位コイルのうちの少なくとも前記短節巻長節巻単位コイルであって、前記コイルピッチの構成が異なる複数種類の前記単位コイルを備

え、前記複数種類の単位コイルの各々を少なくとも一つずつ含む複数の前記単位コイルが電氣的に直列接続されている相コイルを複数備えており、

各前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルは、前記複数のスロットの占有状態に関して、一の前記単位コイルの前記複数のコイルサイドが前記複数のスロットに収容されたときに当該複数のコイルサイドが当該複数のスロットの全体を占有するフルコイルと、

一の前記単位コイルの前記複数のコイルサイドが前記複数のスロットに収容されたときに当該複数のコイルサイドが当該複数のスロットの各々の半分を占有するハーフコイルと、

の二種類の前記単位コイルを備えている回転電機。

[請求項2]

各前記相コイルは、前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルが巻始めの前記単位コイルから巻終りの前記単位コイルへ連続して巻進められて形成されており、

各前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルは、前記一对の可動子磁極のうちの一方向の可動子磁極に対向する前記全節巻部、前記短節巻部および前記長節巻部のうちの少なくとも前記短節巻部および前記長節巻部の前記コイルピッチのうち、前記巻始めの単位コイルの前記短節巻部の前記コイルピッチが最小となり前記巻終りの単位コイルの前記長節巻部の前記コイルピッチが最大となるように、前記巻始めの単位コイルから前記巻終りの単位コイルへ順に前記コイルピッチが大きくなっており、

当該一对の可動子磁極のうち他方の可動子磁極に対向する前記全節巻部、前記短節巻部および前記長節巻部のうちの少なくとも前記短節巻部および前記長節巻部の前記コイルピッチのうち、前記巻始めの単位コイルの前記長節巻部の前記コイルピッチが最大となり前記巻終りの単位コイルの前記短節巻部の前記コイルピッチが最小となるように、前記巻始めの単位コイルから前記巻終りの単位コイルへ順に前記

コイルピッチが小さくなっている請求項 1 に記載の回転電機。

[請求項3] 各前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルは、前記コイルサイドが最も近接する前記単位コイル同士が電氣的に接続されている請求項 1 または請求項 2 に記載の回転電機。

[請求項4] 前記固定子コイルの前記複数の単位コイルの前記複数のコイルエンドは、前記第三方向の両端部において、前記第二方向または前記第三方向に前記相コイル毎にそれぞれ配設されており、多層に形成されている請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項5] 前記第二方向のうちのスロット開口部側からスロット底部側に向かう方向を第二方向スロット底部側とすると、

各前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルは、前記フルコイルまたは前記ハーフコイルが形成されるときの前記第二方向の各巻進行方向が、いずれも前記第二方向スロット底部側である請求項 1 ～請求項 4 のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項6] 各前記相コイルは、前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルが巻始めの前記単位コイルから巻終りの前記単位コイルへ連続して巻進められて形成されており、前記巻始めの単位コイルの巻始めの前記コイルサイドから引き出される第一コイル引出部と、前記巻終りの単位コイルの巻終りの前記コイルサイドから引き出される第二コイル引出部とからなる一対のコイル引出部を備え、

前記第一コイル引出部は、前記巻始めの単位コイルの前記短節巻部を形成する一の前記コイルサイドであって、前記第三方向の前記一端側および前記他端側のうちの当該短節巻部を形成する前記コイルエンドが設けられる側と異なる側から引き出され、

前記第二コイル引出部は、前記巻終りの単位コイルの前記短節巻部を形成する一の前記コイルサイドであって、前記第三方向の前記一端側および前記他端側のうちの当該短節巻部を形成する前記コイルエンドが設けられる側と同じ側から引き出されている請求項 5 に記載の回

転電機。

[請求項7] 前記固定子コイルは、前記短節巻長節巻単位コイルであって、前記コイルピッチの構成が異なる複数種類の前記単位コイルを備え、

各前記相コイルは、一つまたは複数の前記フルコイルと、一つの前記ハーフコイルとを備え、前記一つまたは複数のフルコイルのうちの前記長節巻部の前記コイルピッチと前記短節巻部の前記コイルピッチとの差が最大の前記フルコイルが前記巻始めの単位コイルであり、前記一つのハーフコイルが前記巻終りの単位コイルである請求項6に記載の回転電機。

[請求項8] 前記第二方向のうちのスロット底部側からスロット開口部側に向かう方向を第二方向スロット開口部側とすると、

各前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルは、前記フルコイルまたは前記ハーフコイルが形成されるときの前記第二方向の各巻進行方向が、いずれも前記第二方向スロット開口部側である請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項9] 前記固定子コイルは、前記短節巻長節巻単位コイルであって、前記コイルピッチの構成が異なる複数種類の前記単位コイルを備え、

各前記相コイルは、一つまたは複数の前記フルコイルと、一つの前記ハーフコイルとを備え、前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルが巻始めの前記単位コイルから巻終りの前記単位コイルへ連続して巻進められて形成されており、前記巻始めの単位コイルの巻始めの前記コイルサイドから引き出される第一コイル引出部と、前記巻終りの単位コイルの巻終りの前記コイルサイドから引き出される第二コイル引出部とからなる一対のコイル引出部を備え、

前記第一コイル引出部は、前記巻始めの単位コイルである前記相コイルを構成する前記一つのハーフコイルの前記長節巻部を形成する一の前記コイルサイドであって、前記第三方向の前記一端側および前記他端側のうちの当該長節巻部を形成する前記コイルエンドが設けられ

る側と異なる側から引き出され、

前記第二コイル引出部は、前記巻終りの単位コイルである当該相コイルを構成する前記一つまたは複数のフルコイルのうちの前記長節巻部の前記コイルピッチと前記短節巻部の前記コイルピッチとの差が最大の前記フルコイルの前記長節巻部を形成する一の前記コイルサイドであって、前記第三方向の前記一端側および前記他端側のうちの当該長節巻部を形成する前記コイルエンドが設けられる側と同じ側から引き出されている請求項 8 に記載の回転電機。

[請求項10]

前記固定子コイルは、前記短節巻長節巻単位コイルであって、前記コイルピッチの構成が異なる複数種類の前記単位コイルを備え、

各前記相コイルは、一つまたは複数の前記フルコイルと、一つの前記ハーフコイルとを備え、

前記第一方向のうちの一の方向であって、各前記単位コイルにおいて前記波巻構成になるように前記複数のコイルエンドが前記複数のコイルサイドを接続するときの巻方向を波巻方向とするとき、

各前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルは、各前記波巻方向が、いずれも前記複数の相コイルの相順方向と一致している請求項 5 ～請求項 7 のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項11]

前記第一方向のうちの一の方向であって前記波巻方向に順行する方向を第一方向波巻順行側とし、前記第一方向のうち他の方向であって前記波巻方向に逆行する方向を第一方向波巻逆行側とし、

前記複数の相コイルを前記第一方向波巻順行側に順に位相が遅れるように相順に配設するときに、

前記複数の相コイルのうちの一の前記相コイルを前記複数のスロットに装着する第一装着工程と、

前記複数の相コイルのうち残りの一の前記相コイルであって前記第一装着工程で装着された前記相コイルと比べて、電気角  $360^\circ$  を相数で除した相間最小位相差分、位相が進む前記相コイルを、前記第

一装着工程で装着された前記相コイルに対して、前記相間最小位相差分、前記第一方向波巻逆行側にずらして、前記複数のスロットに装着する第二進相装着工程と、

前記複数の相コイルがすべて前記複数のスロットに装着されるまで、直近で装着した前記相コイルと比べて前記相間最小位相差分、位相が進む前記相コイルを、前記直近で装着した前記相コイルに対して、前記相間最小位相差分、前記第一方向波巻逆行側にずらして、前記複数のスロットに装着する第三進相装着工程と、

を備える請求項 10 に記載の回転電機の製造方法。

[請求項12] 前記固定子コイルは、前記短節巻長節巻単位コイルであって、前記コイルピッチの構成が異なる複数種類の前記単位コイルを備え、

各前記相コイルは、一つまたは複数の前記フルコイルと、一つの前記ハーフコイルとを備え、

前記第一方向のうちの一の方向であって、各前記単位コイルにおいて前記波巻構成になるように前記複数のコイルエンドが前記複数のコイルサイドを接続するときの巻方向を波巻方向とするとき、

各前記相コイルを構成する前記複数の単位コイルは、各前記波巻方向が、いずれも前記複数の相コイルの相順方向と異なっている請求項 5 ～請求項 7 のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項13] 前記第一方向のうちの一の方向であって前記波巻方向に順行する方向を第一方向波巻順行側とし、前記第一方向のうち他の方向であって前記波巻方向に逆行する方向を第一方向波巻逆行側とし、

前記複数の相コイルを前記第一方向波巻逆行側に順に位相が遅れるように相順に配設するときに、

前記複数の相コイルのうちの一の前記相コイルを前記複数のスロットに装着する第一装着工程と、

前記複数の相コイルのうち残りの一の前記相コイルであって前記第一装着工程で装着された前記相コイルと比べて、電気角  $360^\circ$  を

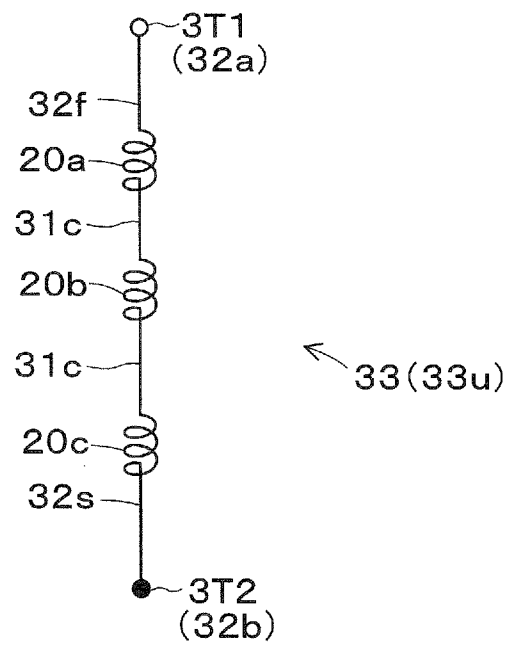
相数で除した相間最小位相差分、位相が遅れる前記相コイルを、前記第一装着工程で装着された前記相コイルに対して、前記相間最小位相差分、前記第一方向波巻逆行側にずらして、前記複数のスロットに装着する第二遅相装着工程と、

前記複数の相コイルがすべて前記複数のスロットに装着されるまで、直近で装着した前記相コイルと比べて前記相間最小位相差分、位相が遅れる前記相コイルを、前記直近で装着した前記相コイルに対して、前記相間最小位相差分、前記第一方向波巻逆行側にずらして、前記複数のスロットに装着する第三遅相装着工程と、

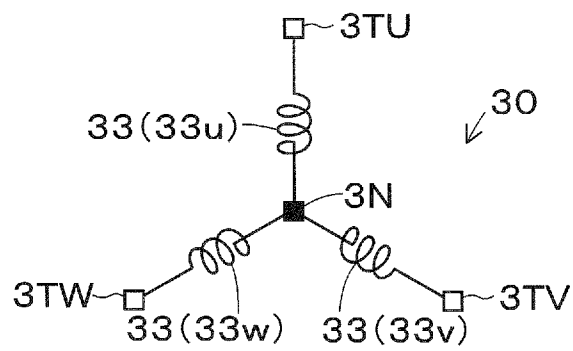
を備える請求項 1 2 に記載の回転電機の製造方法。

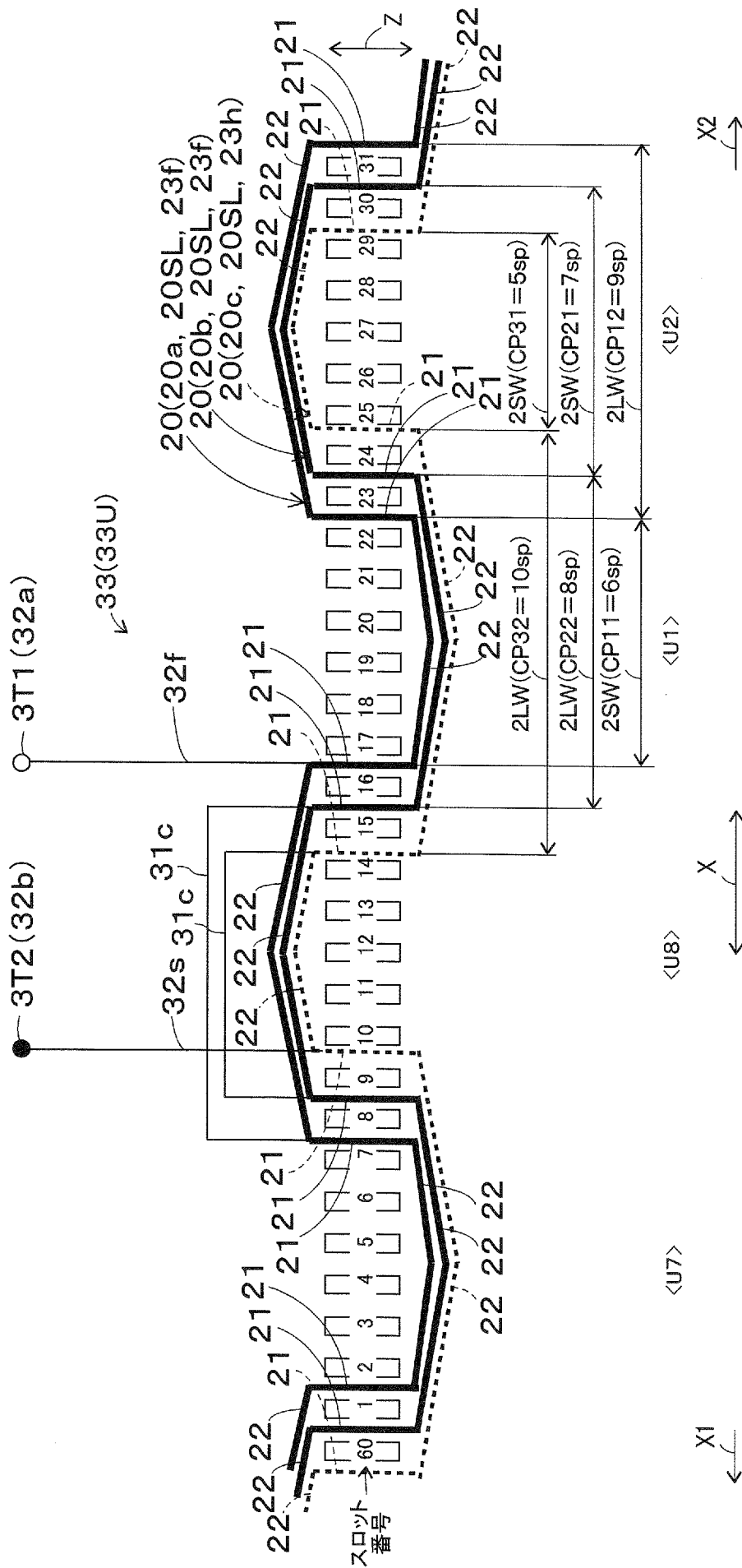


[図3]

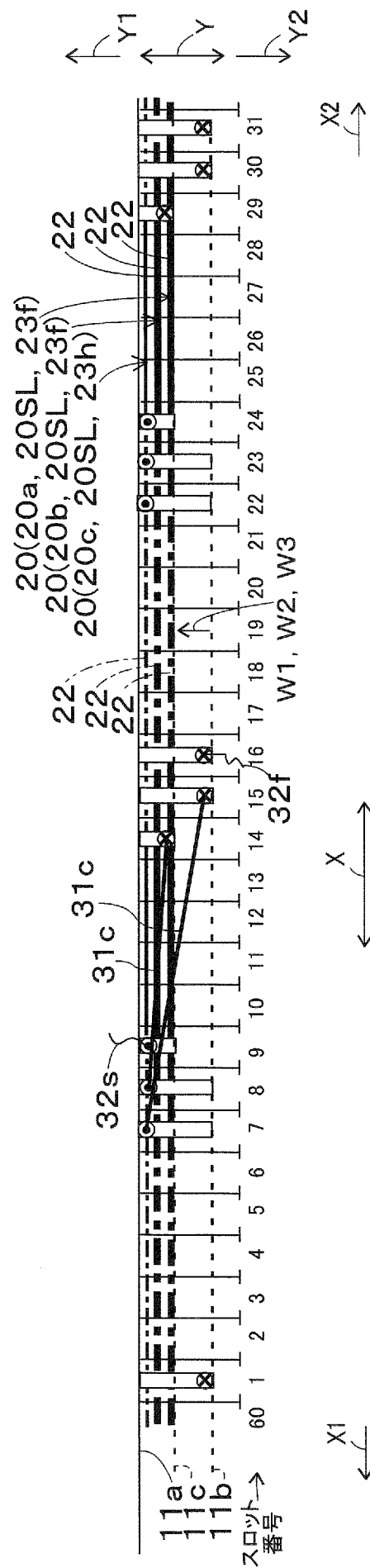


[図4]

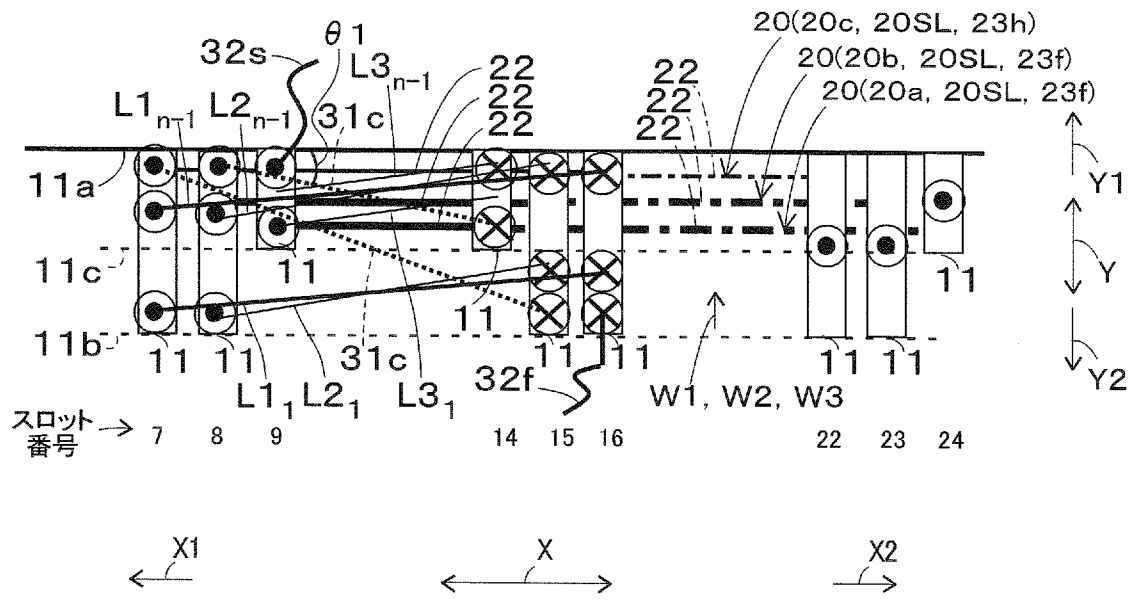




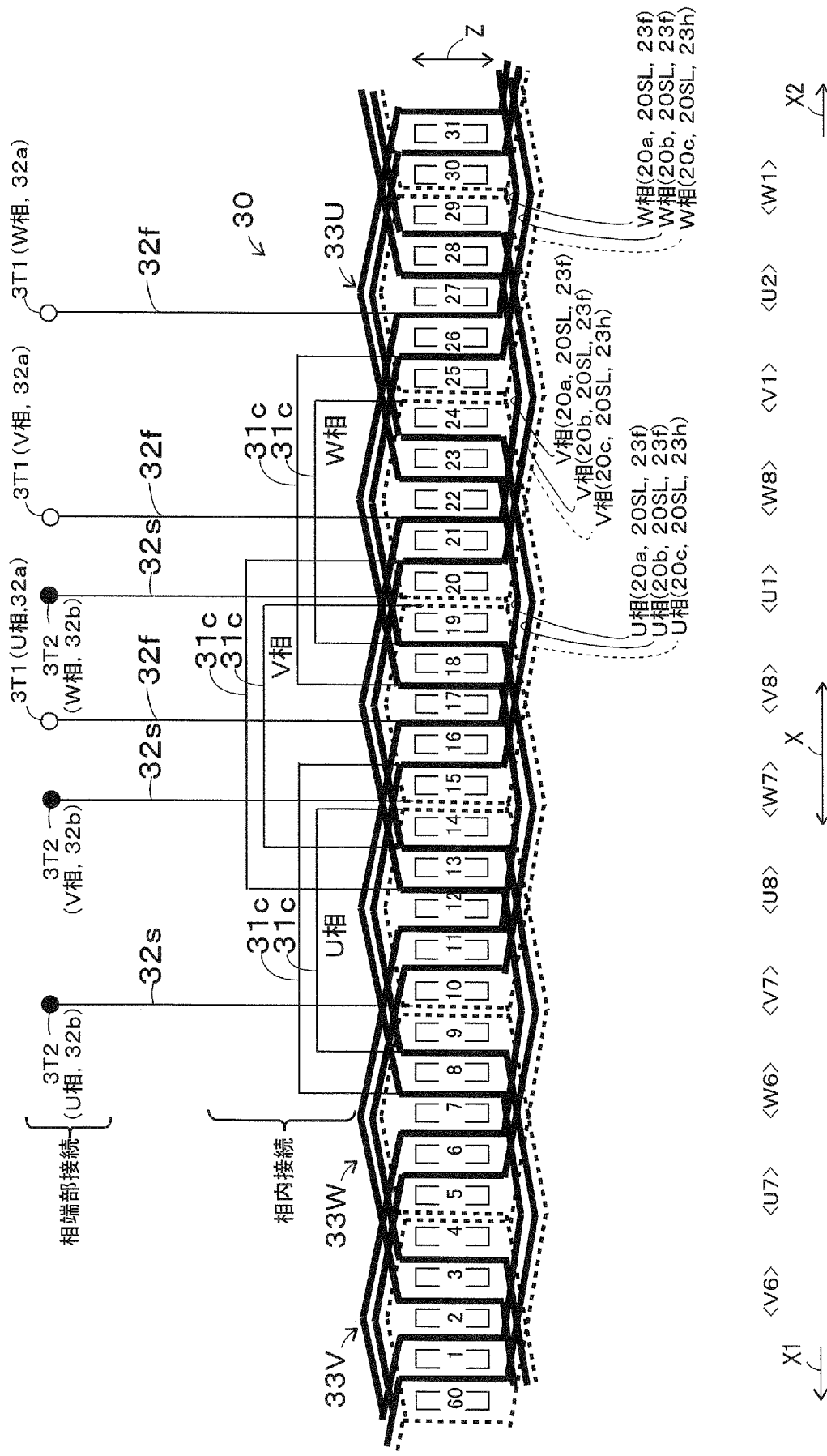
[図5B]



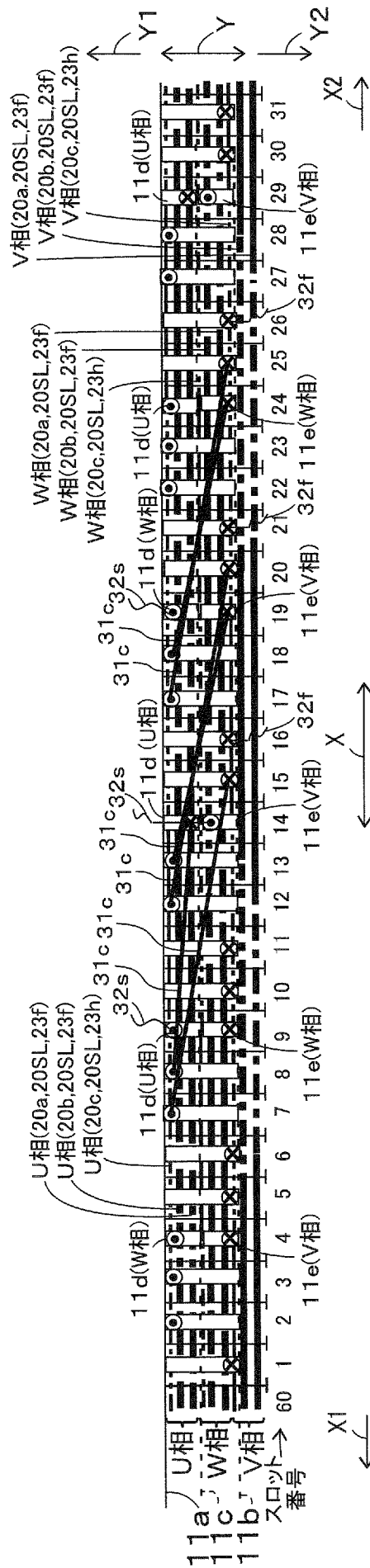
[図6]



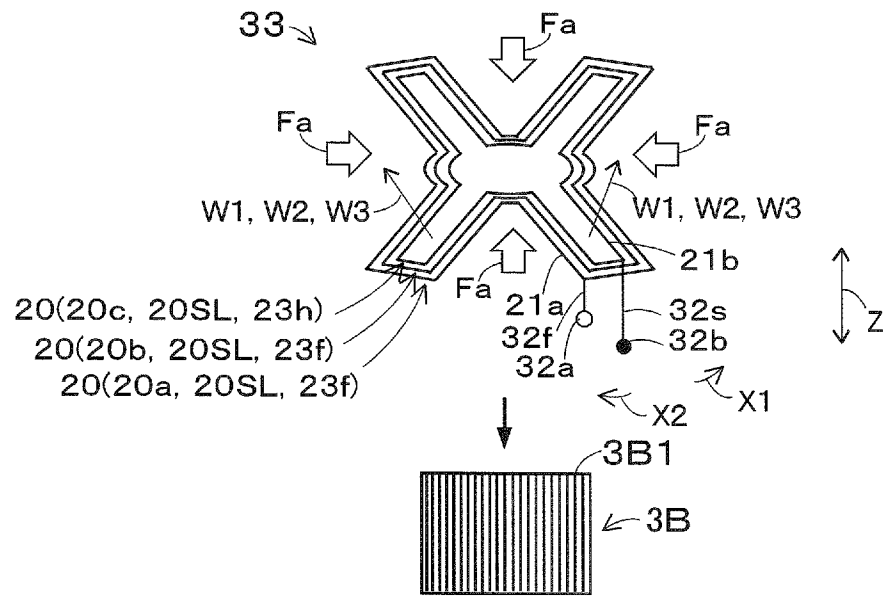
[図7A]



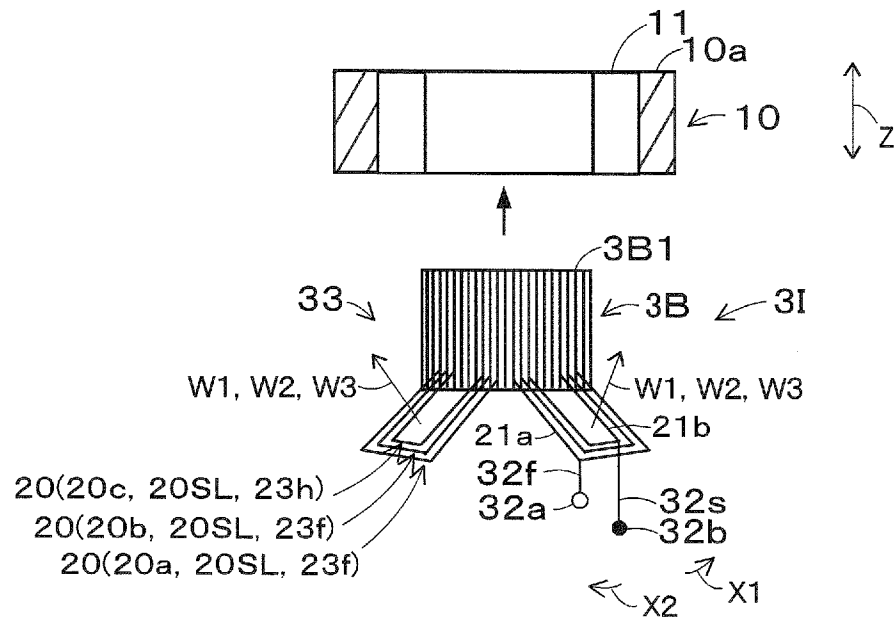
[図7B]



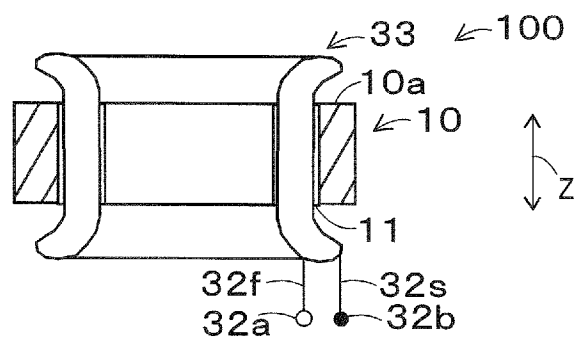
[図8A]



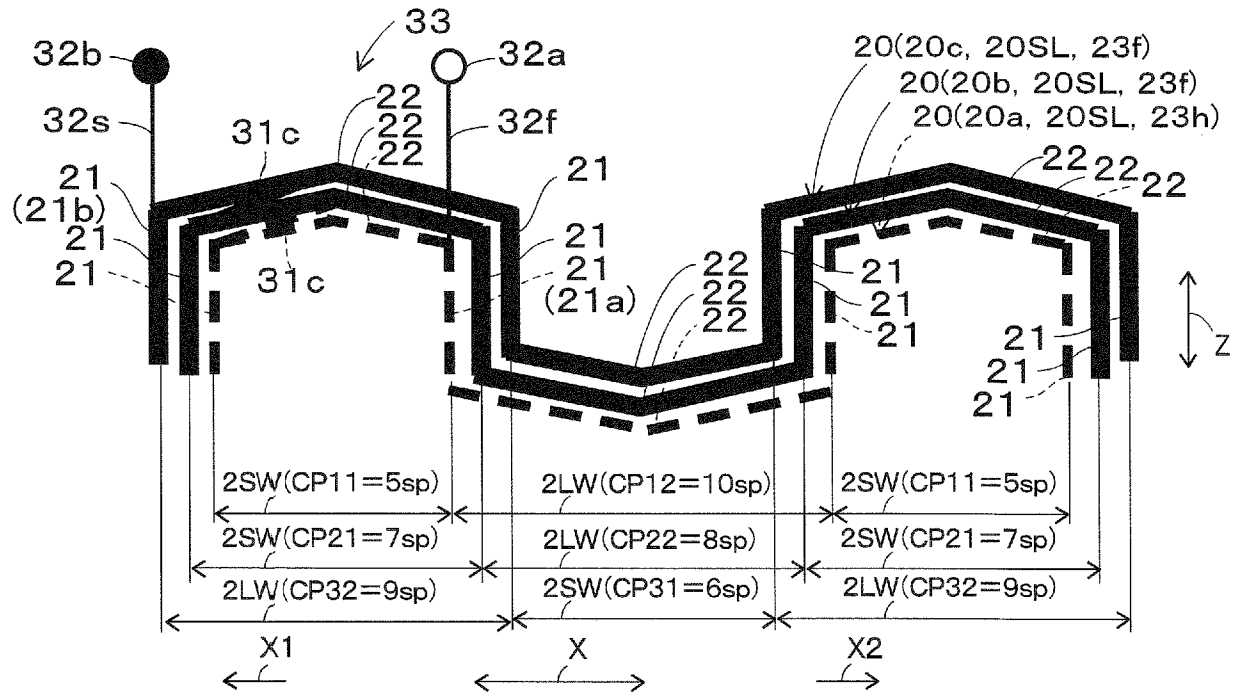
[図8B]



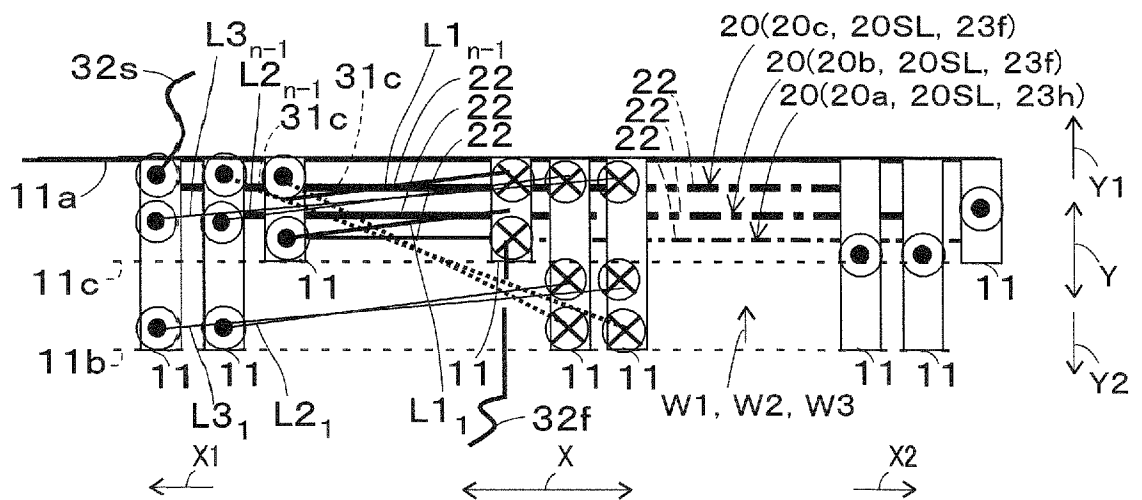
[図8C]



[図9]



[図10]

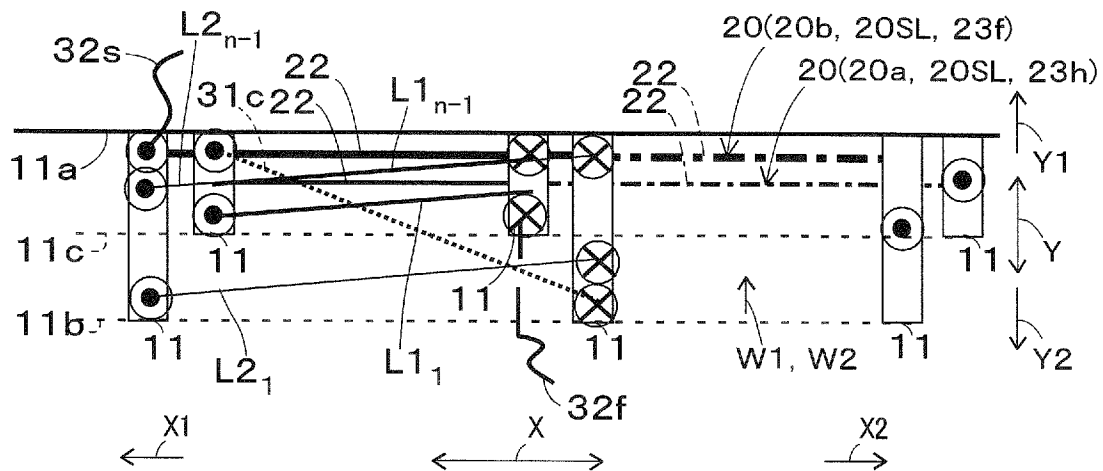




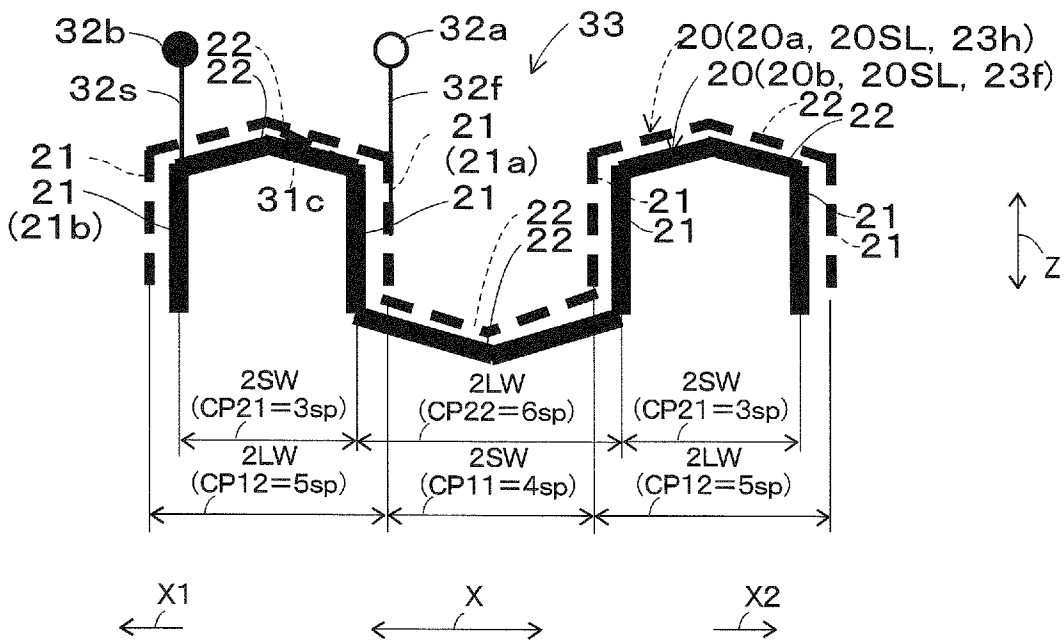


[illegible][illegible]

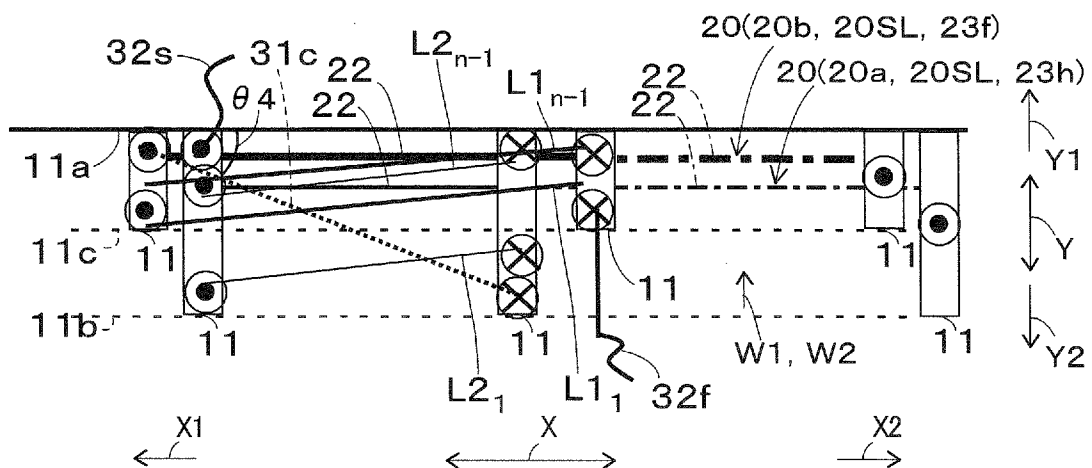
[図18]



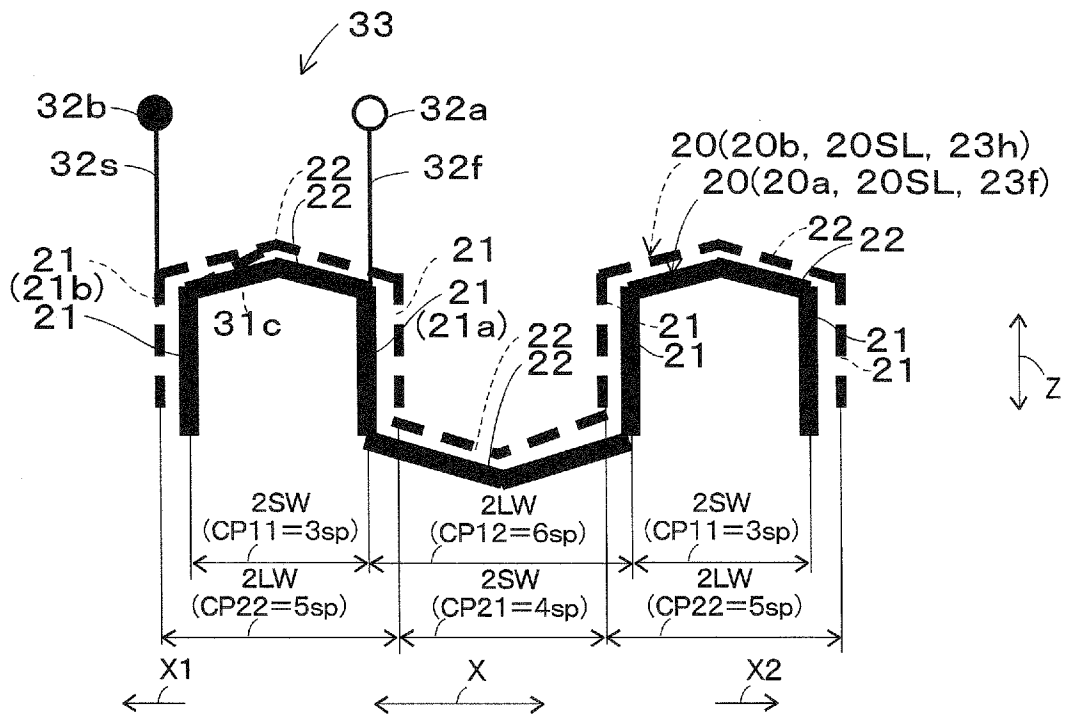
[図19]



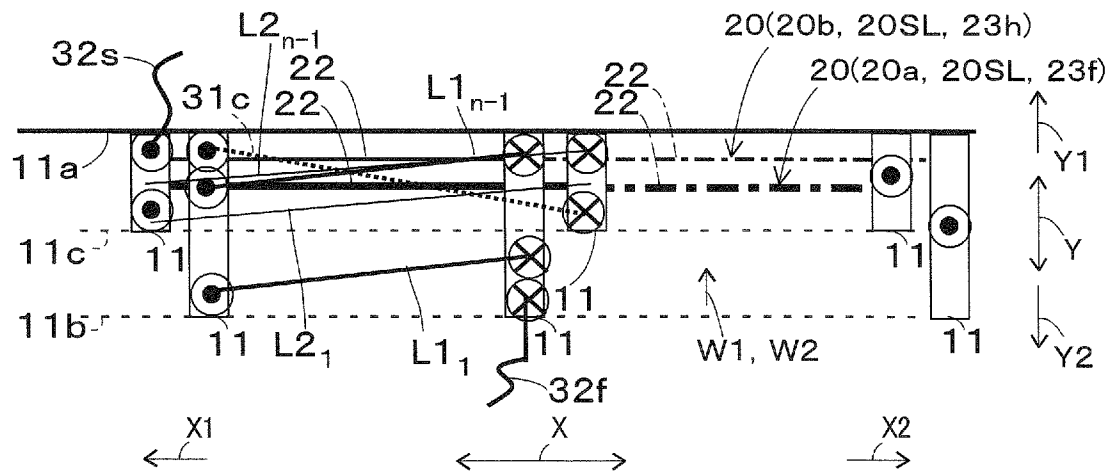
[図20]



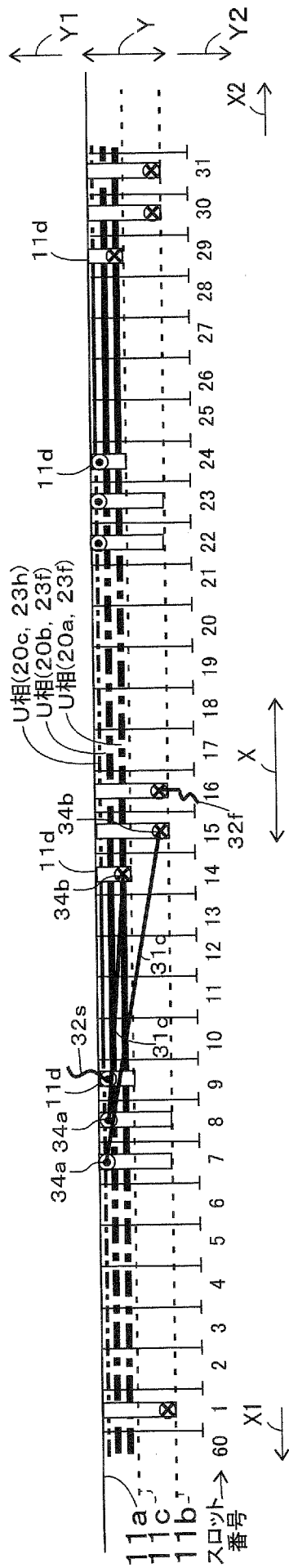
[図21]



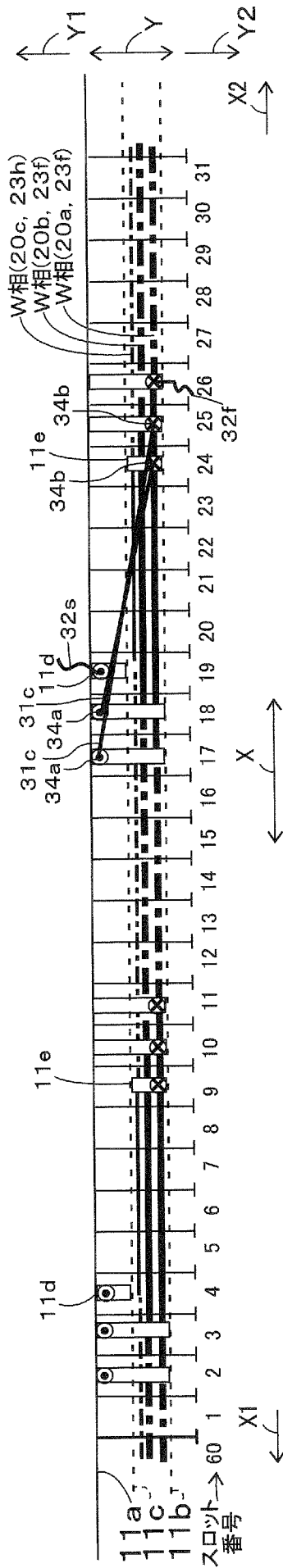
[図22]



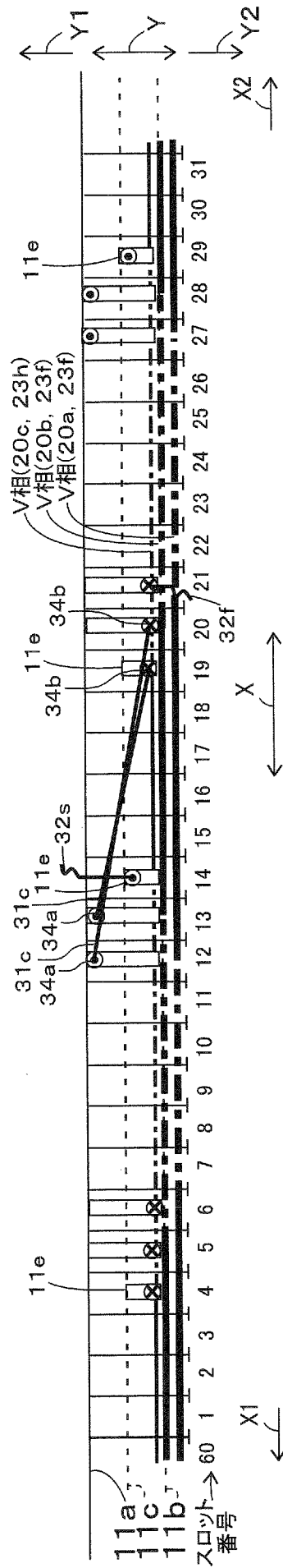
[図23A]



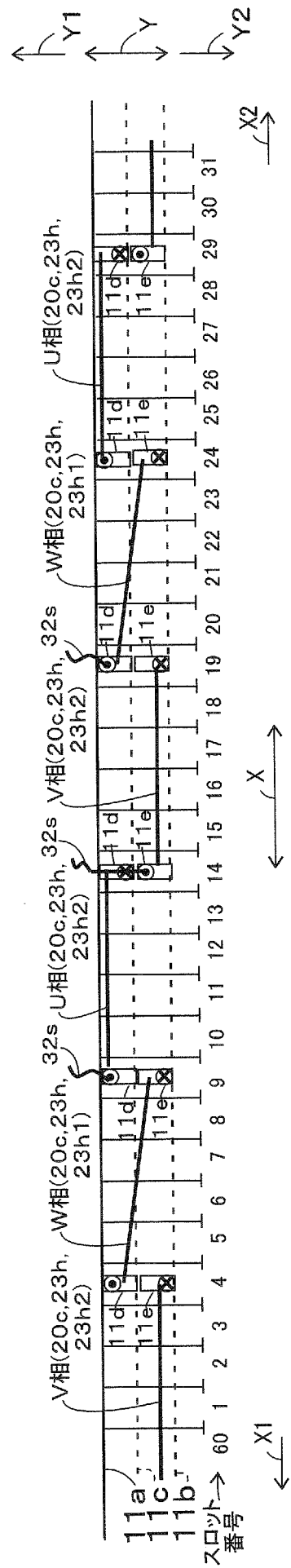
[図23B]



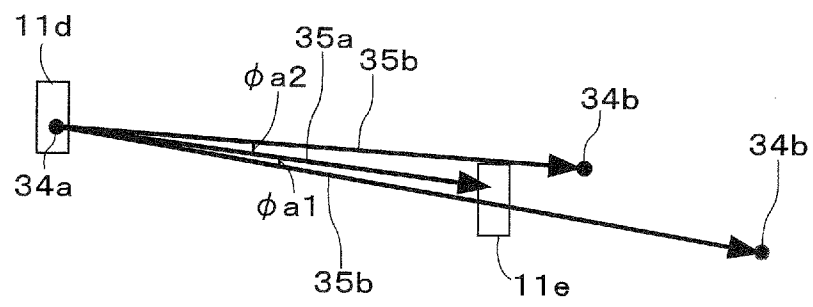
[図23C]



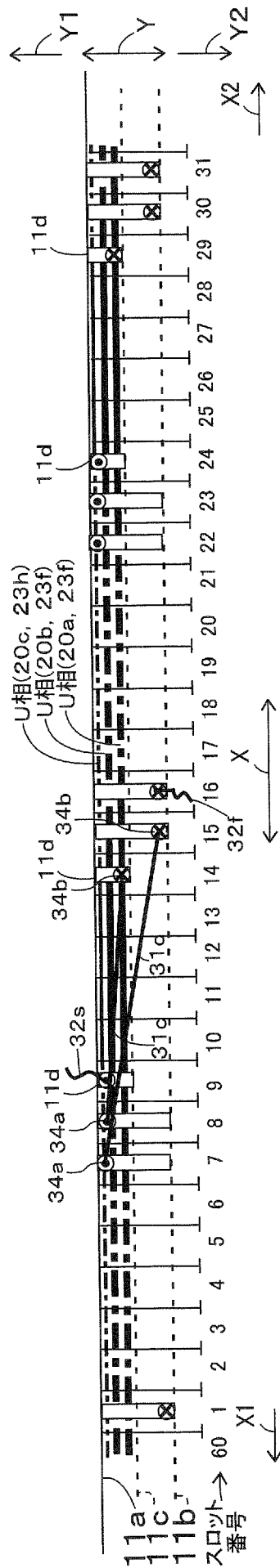
[図23D]



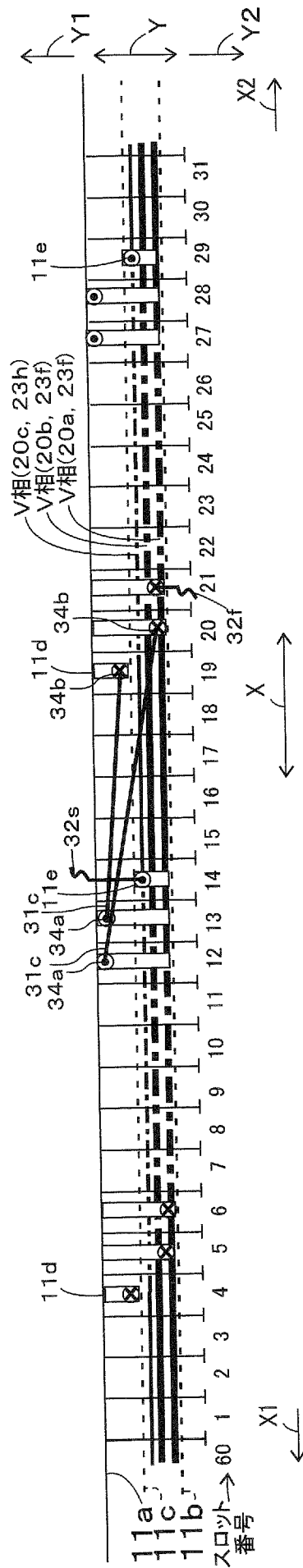
[図23E]



[図24A]



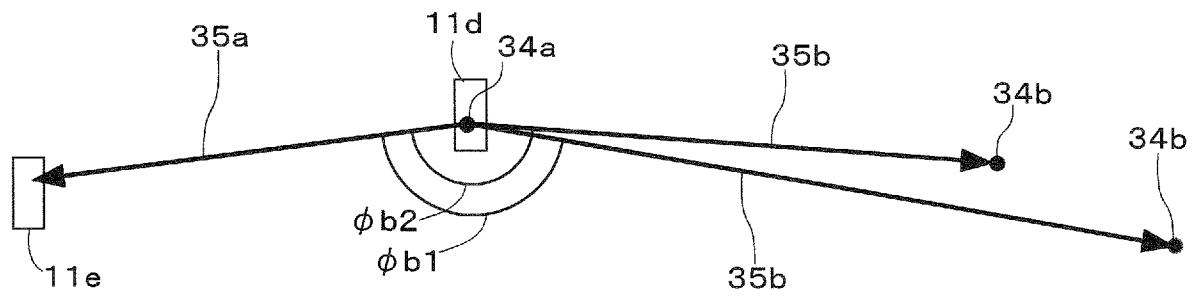
[図24B]



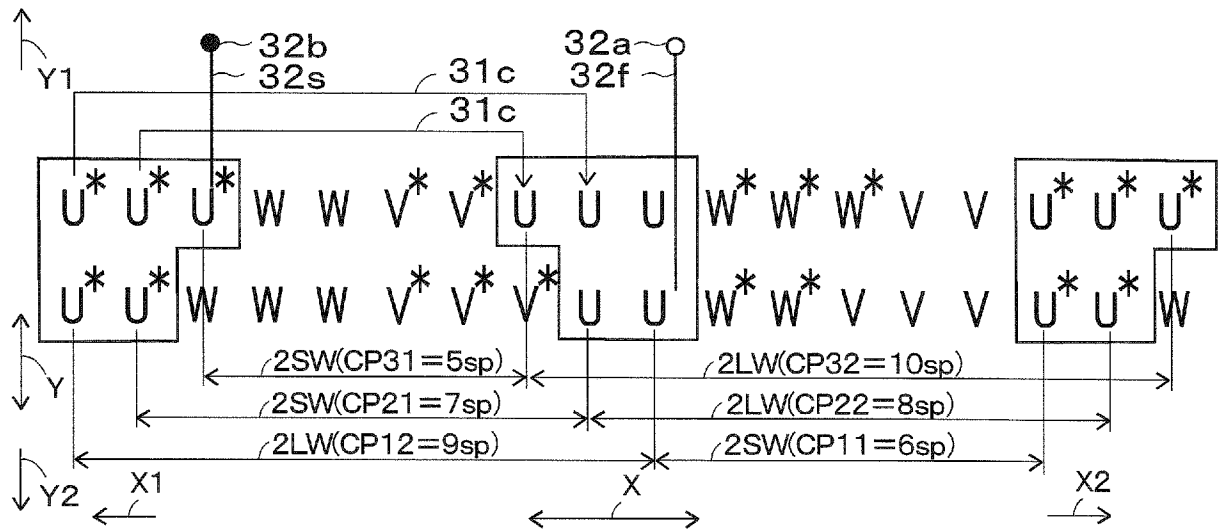




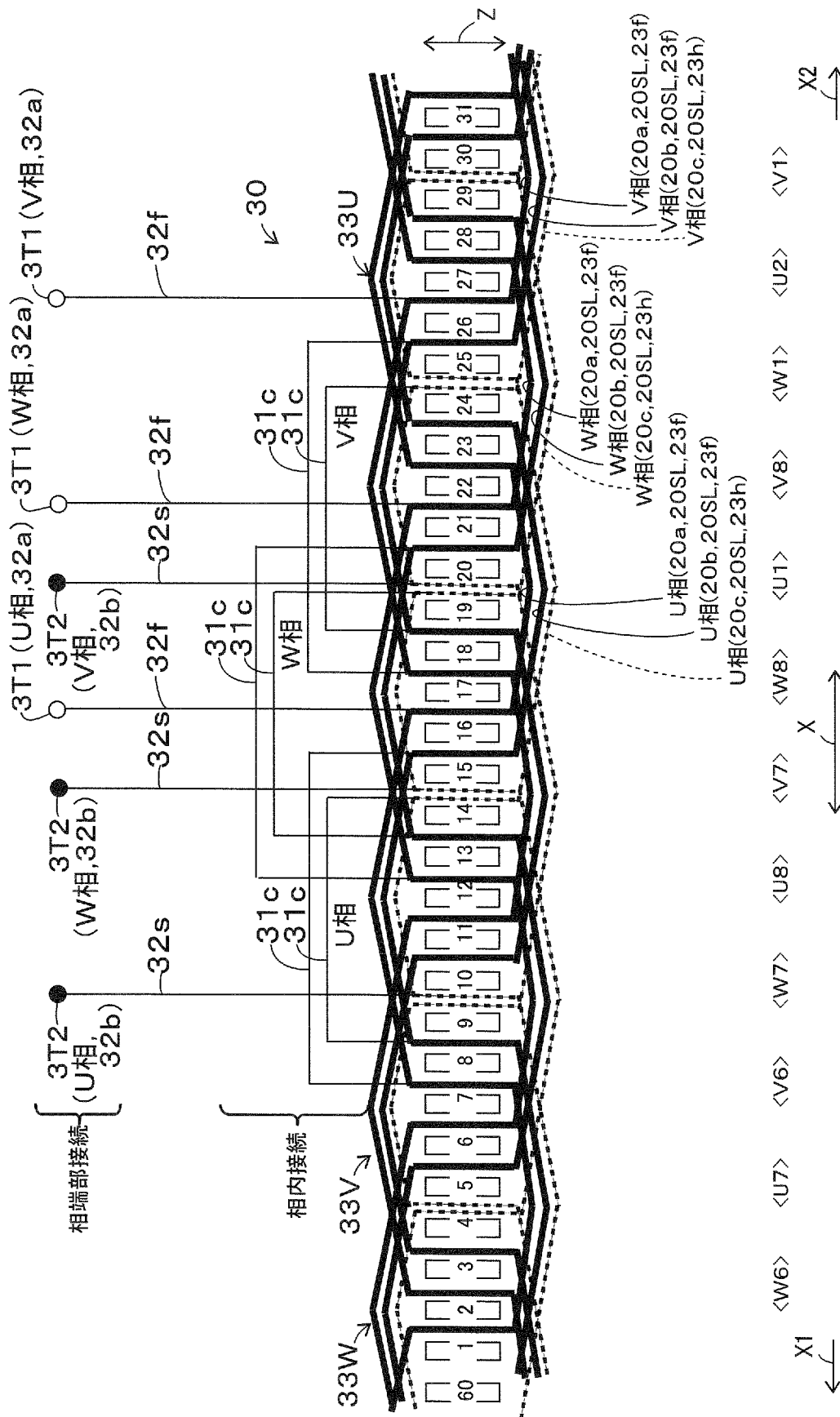
[図24E]



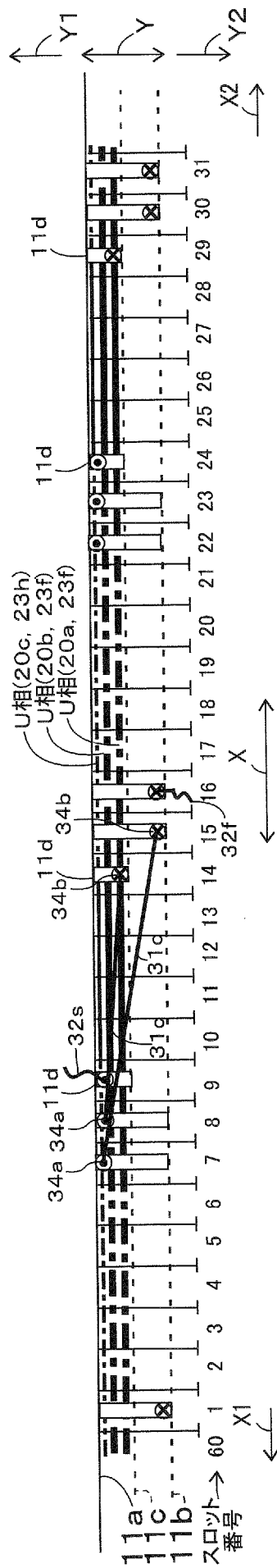
[図25]



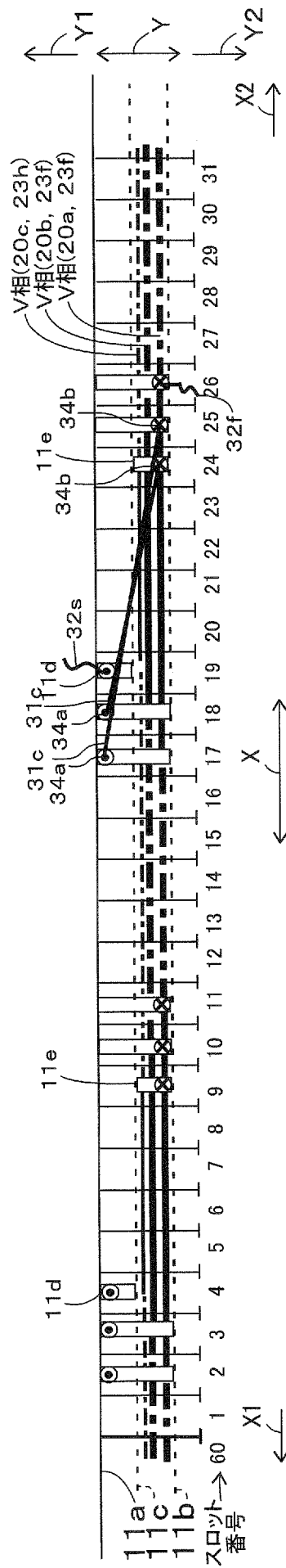
[図26]



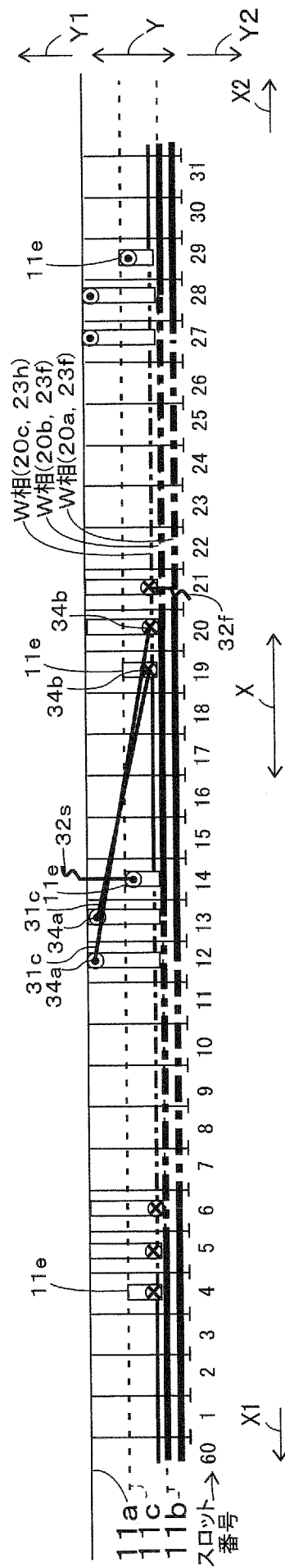
[図27A]



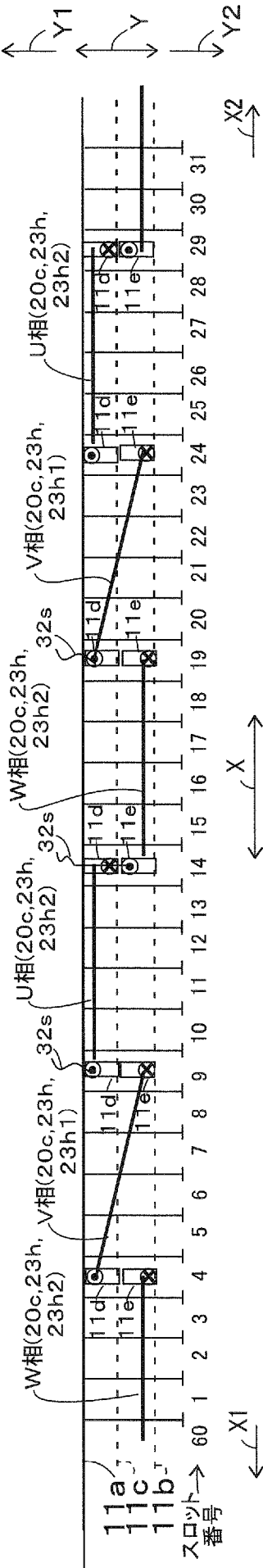
[図27B]



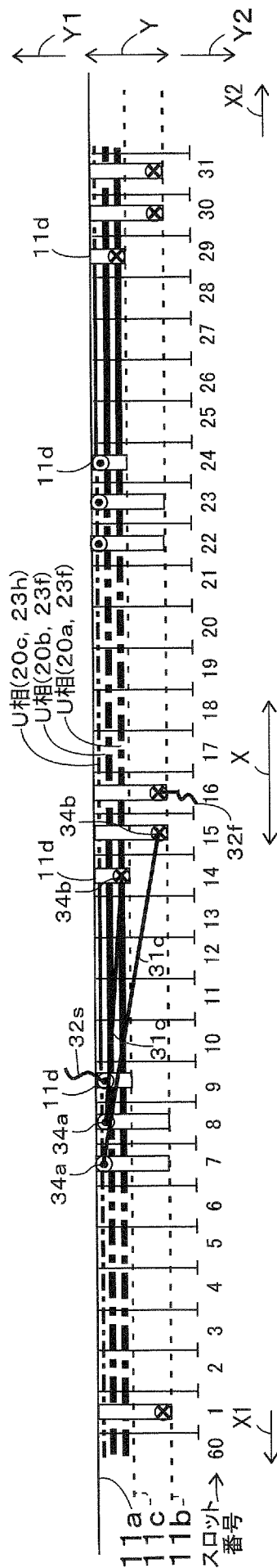
[図27C]



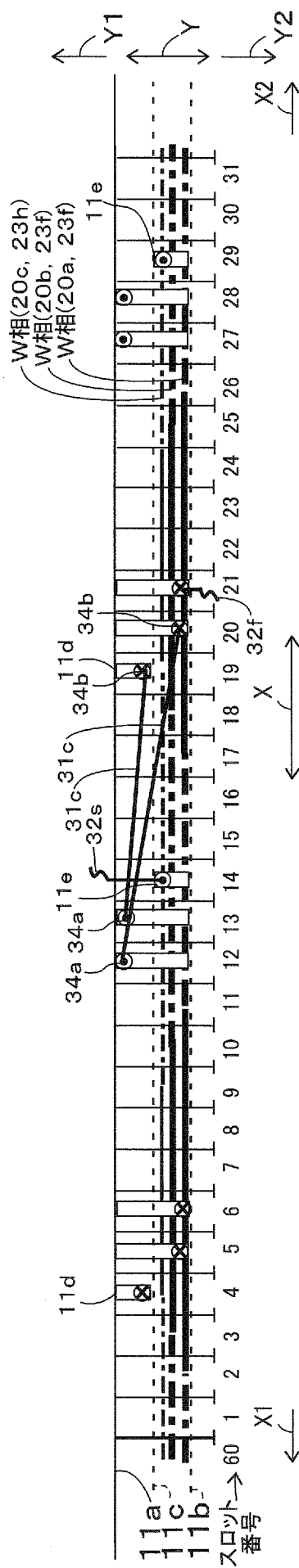
[図27D]



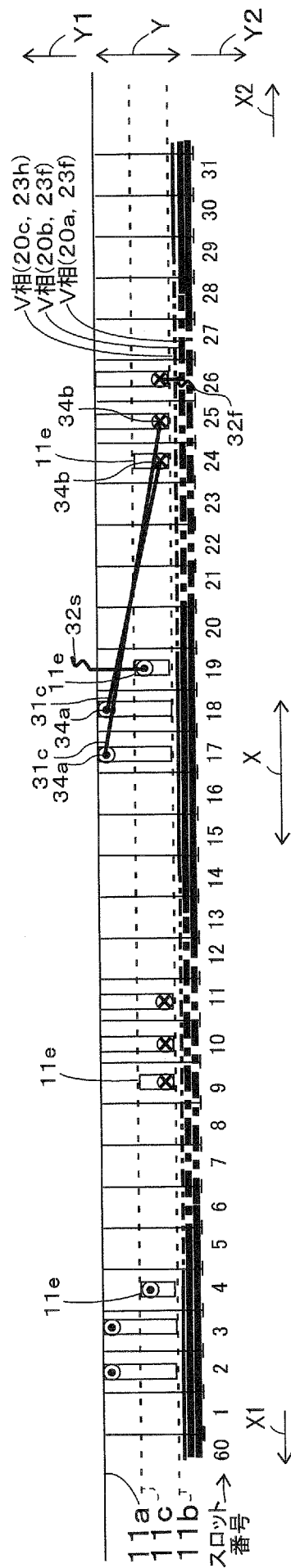
[図28A]



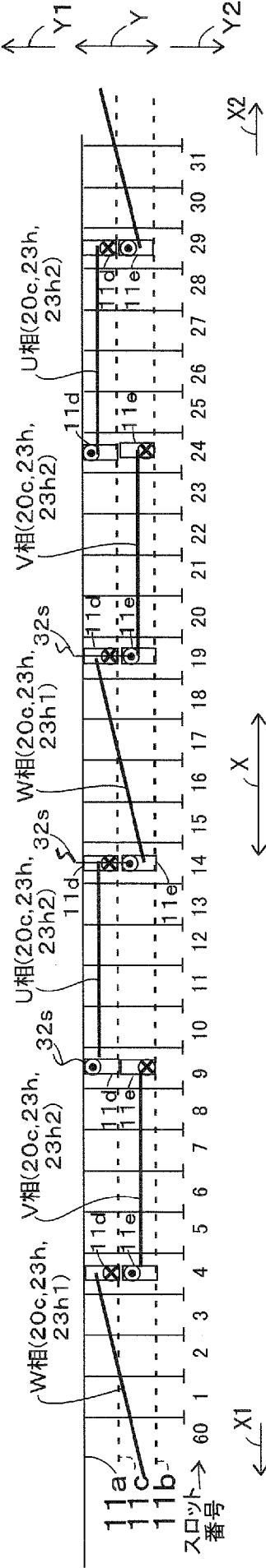
[図28B]



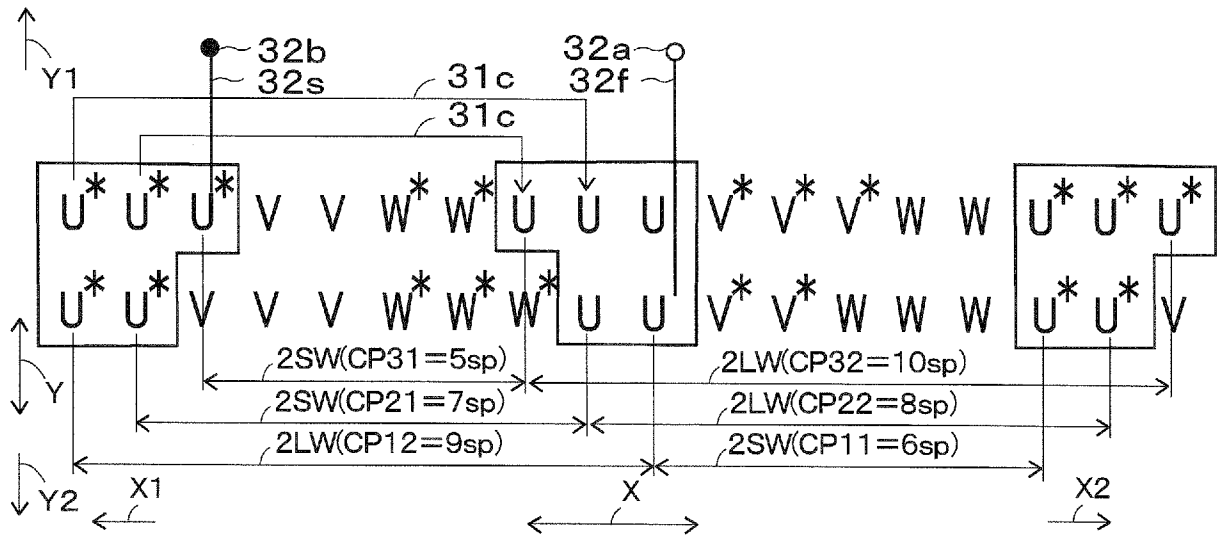
[図28C]



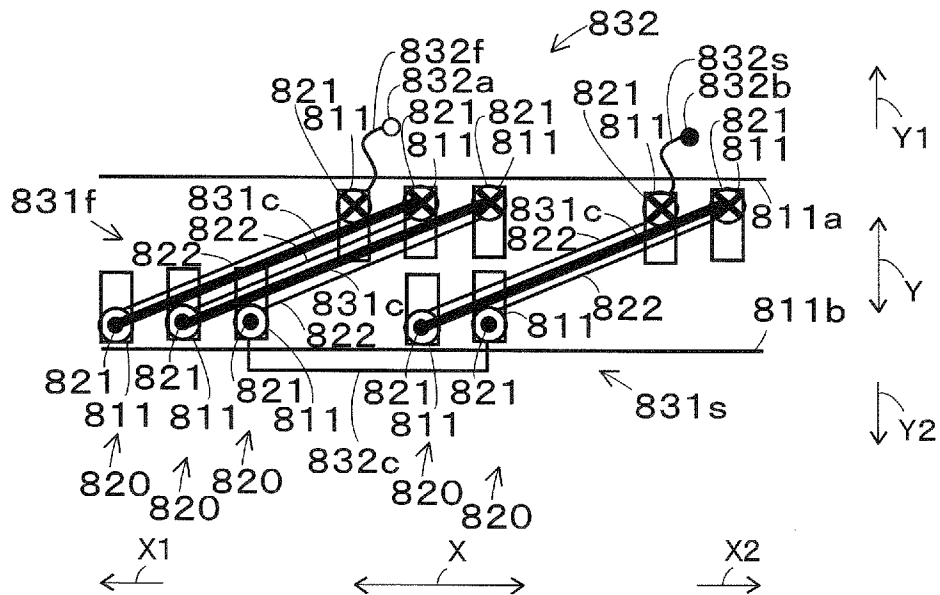
[図28D]



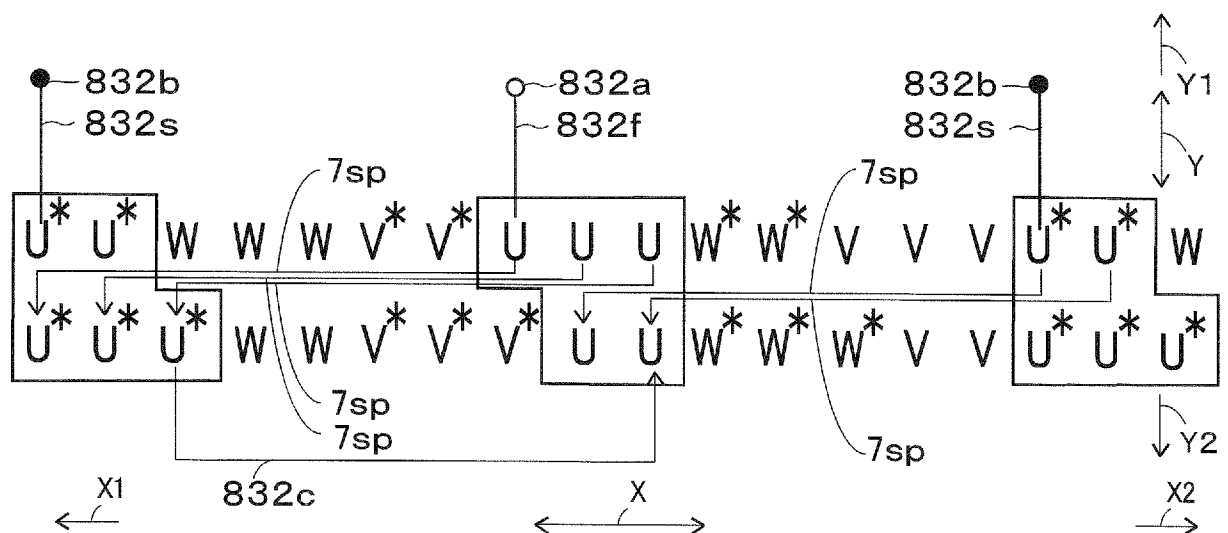
[図29]



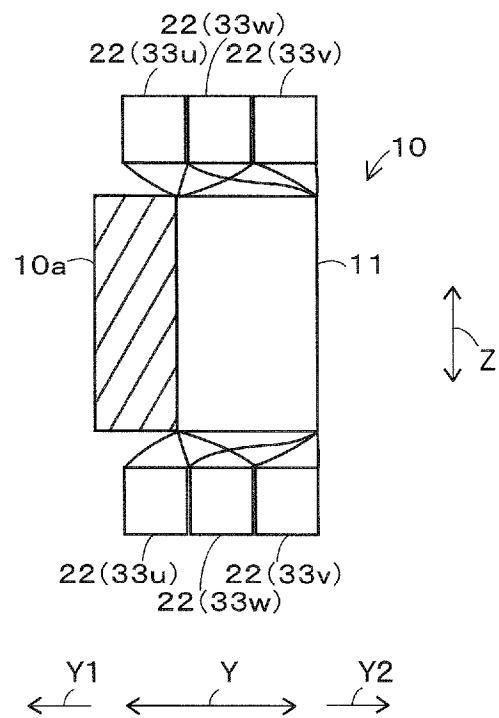
[図30]



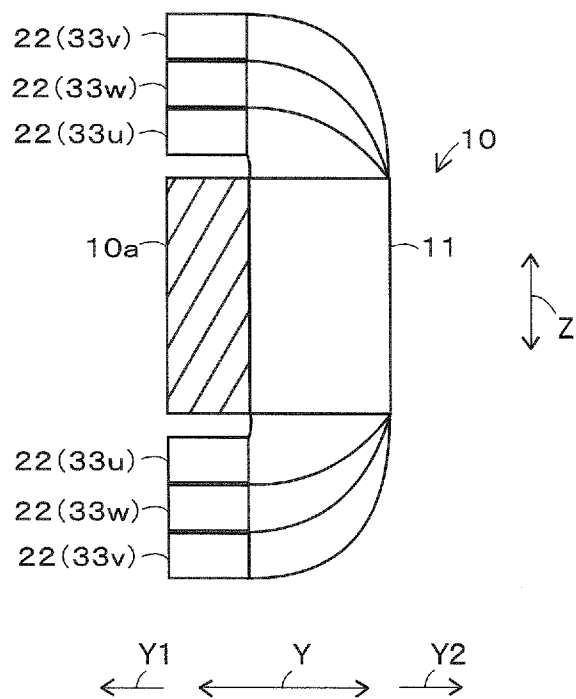
[図31]

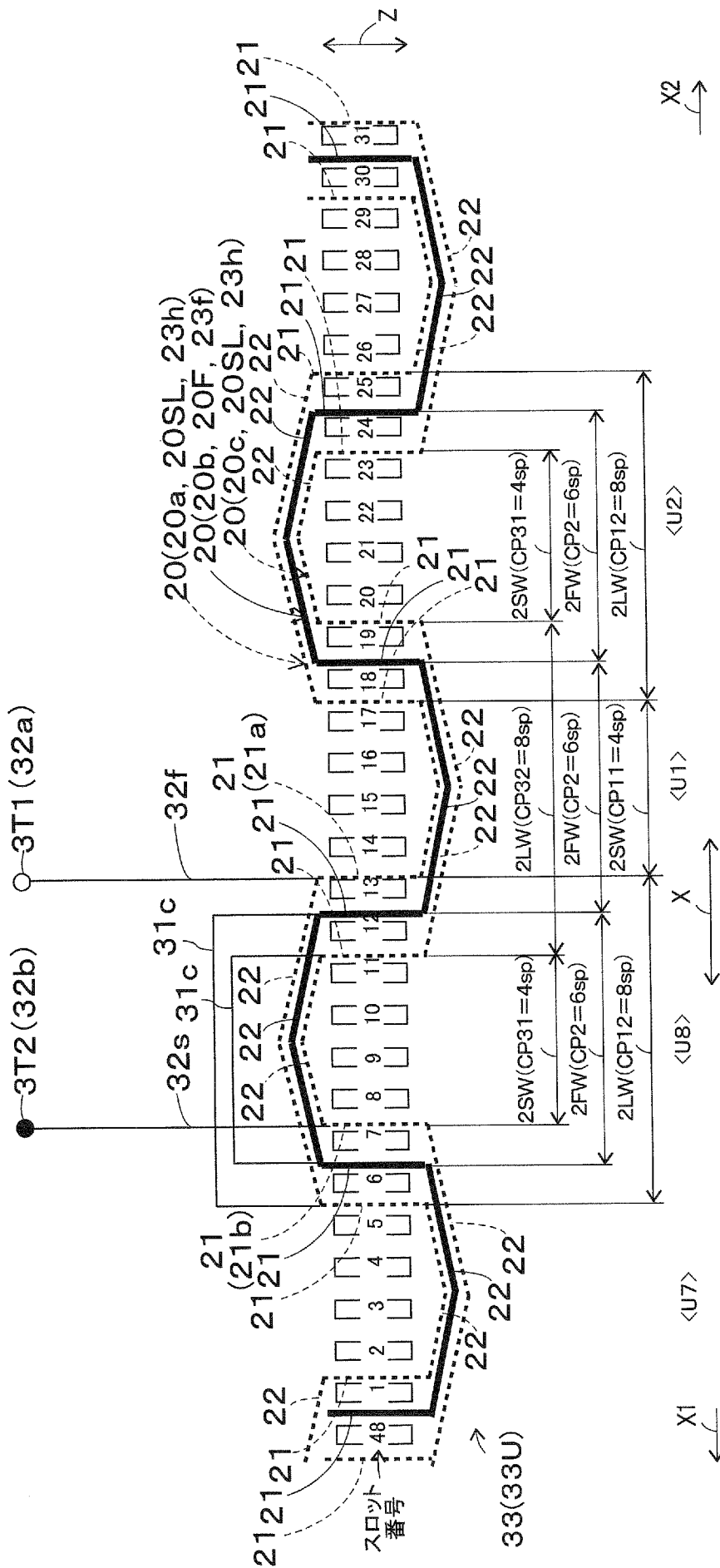


[図32A]

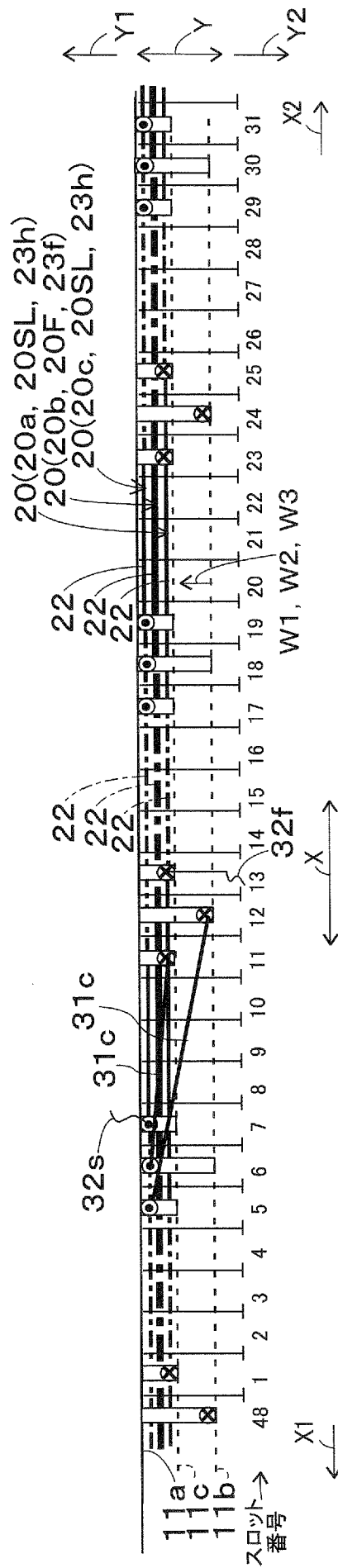


[図32B]

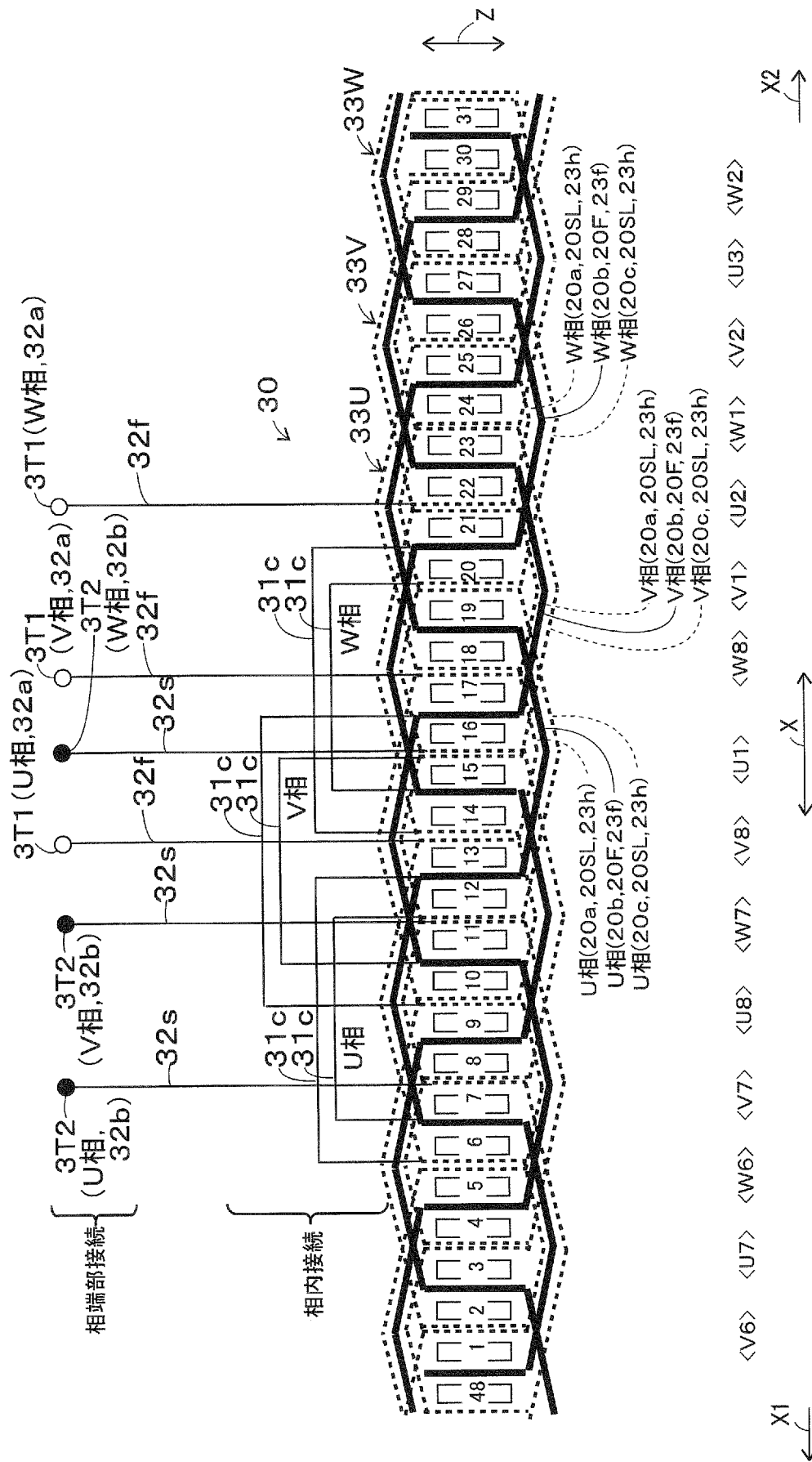




[図33B]

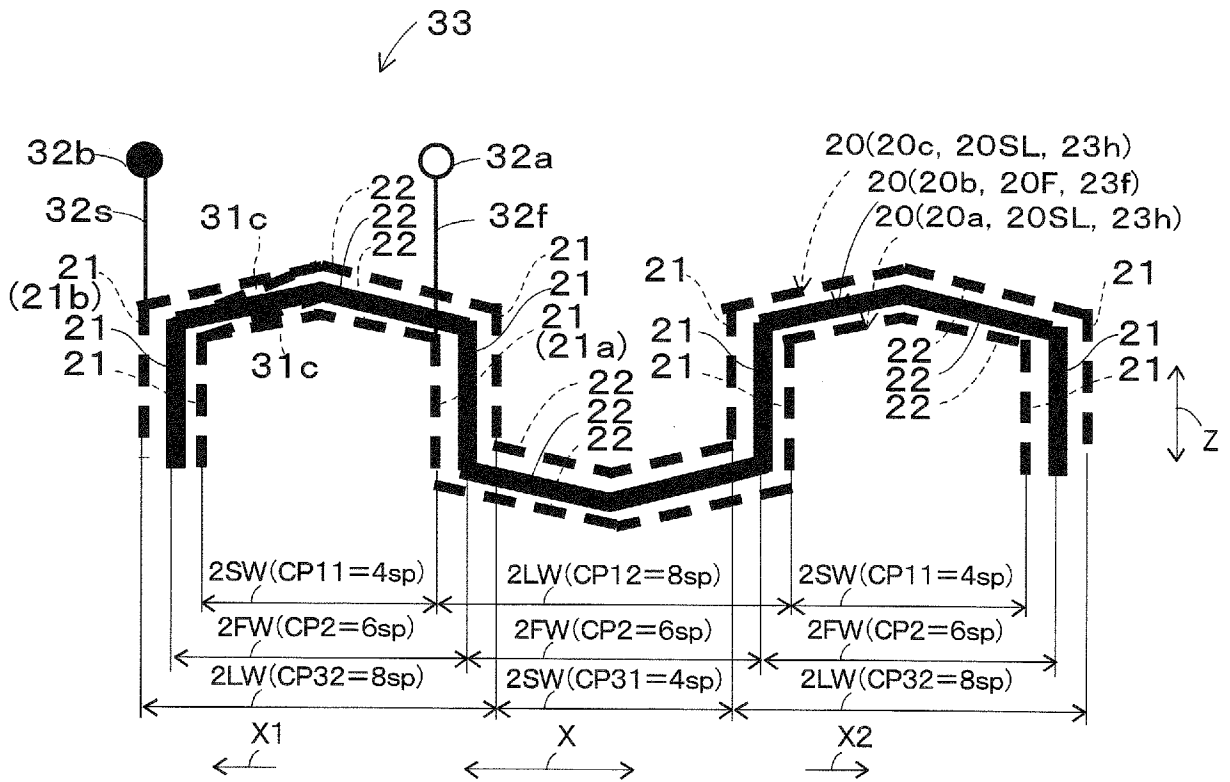


[図34A]

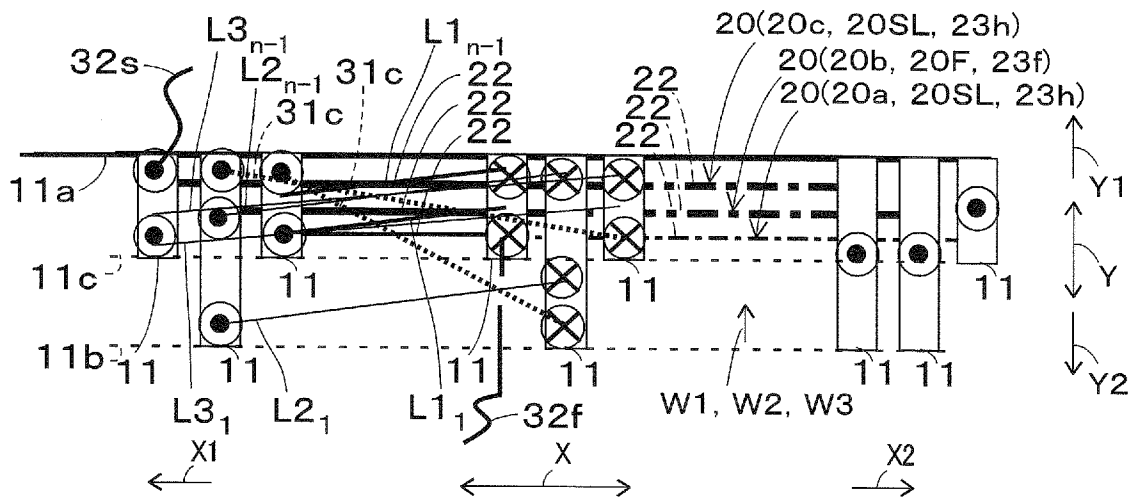




[図35]

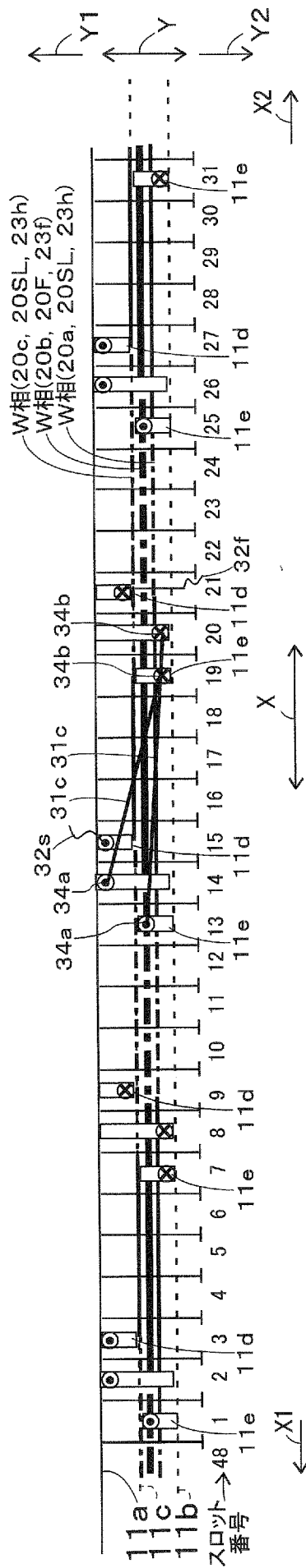


[図36]

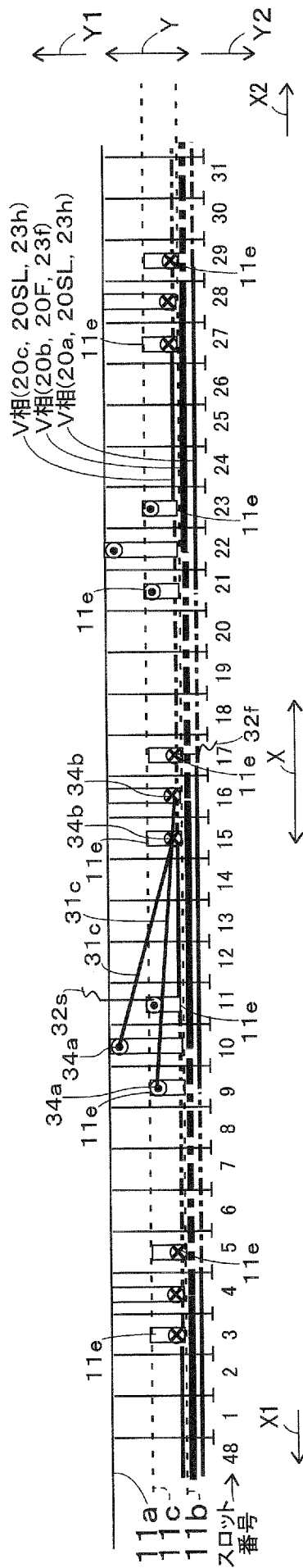




[図37B]

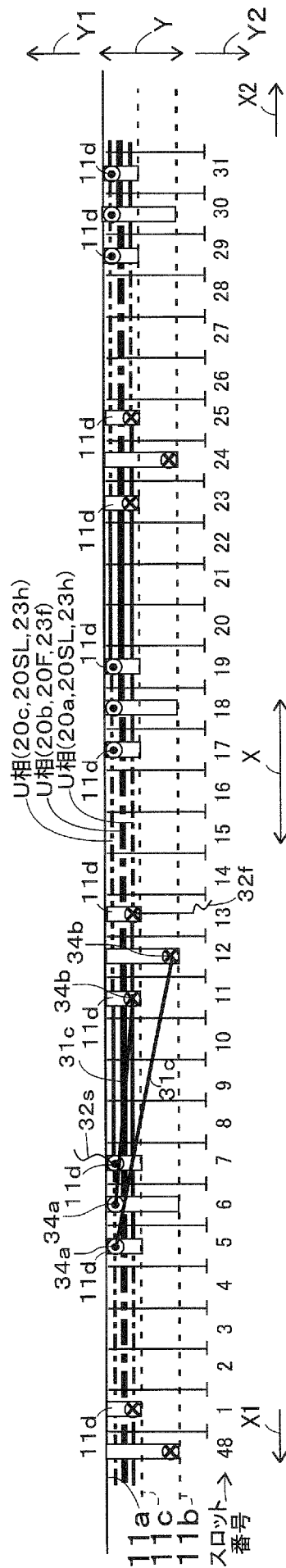


[図37C]

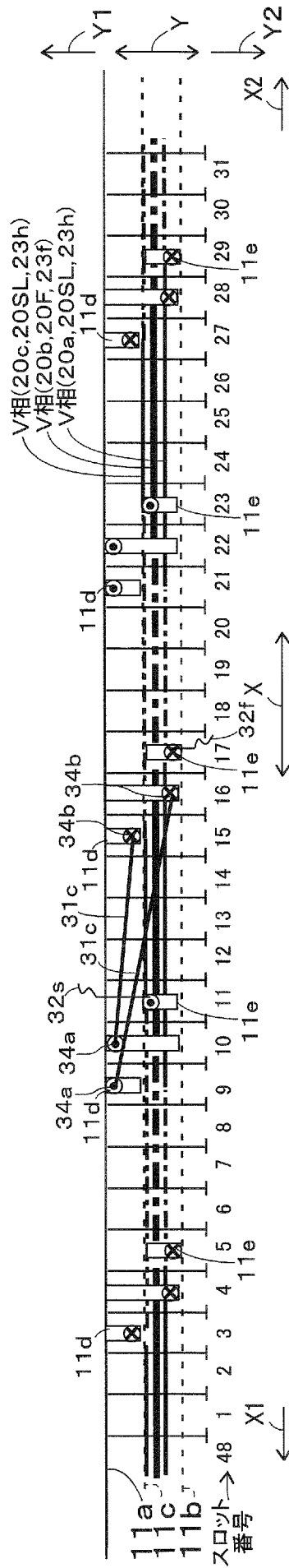




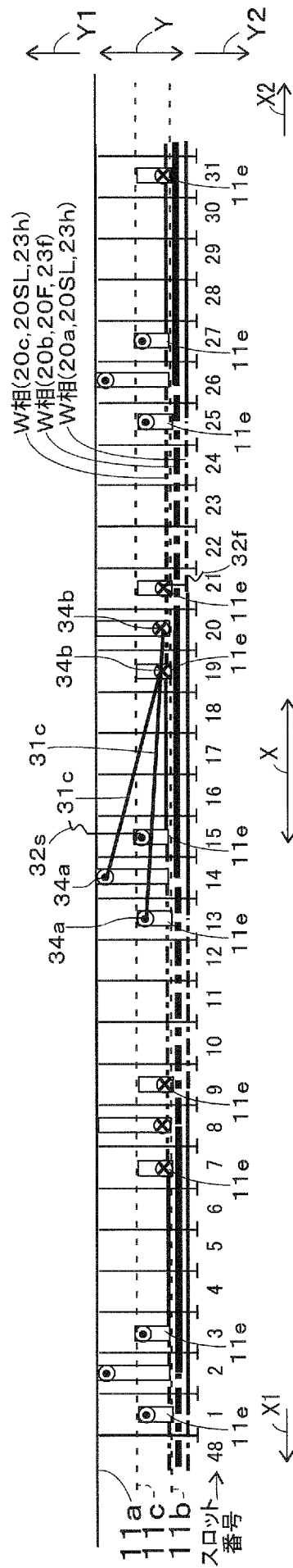
[図38A]



[図38B]

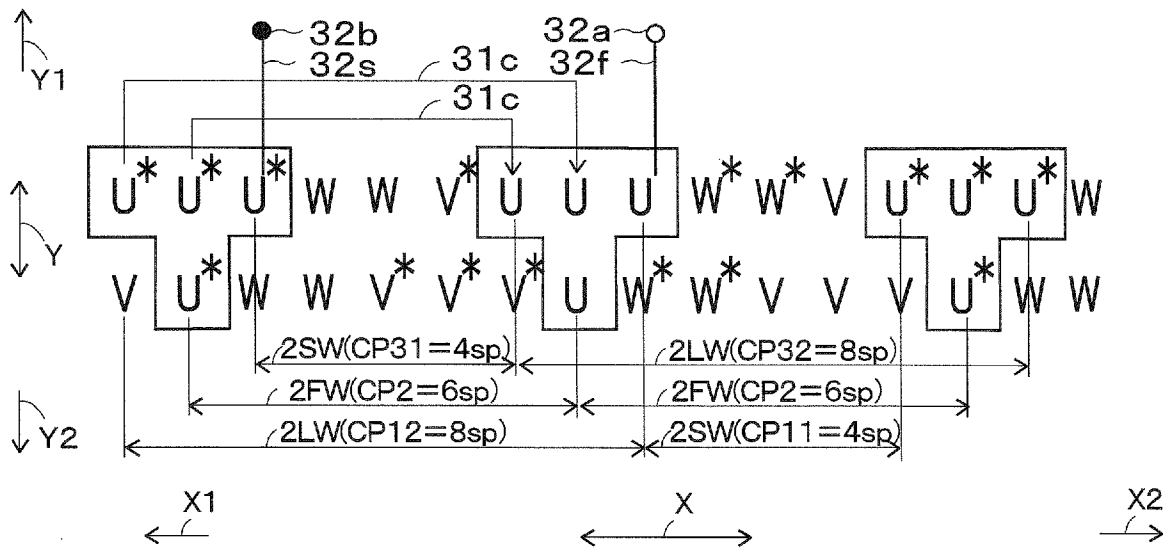


[図38C]

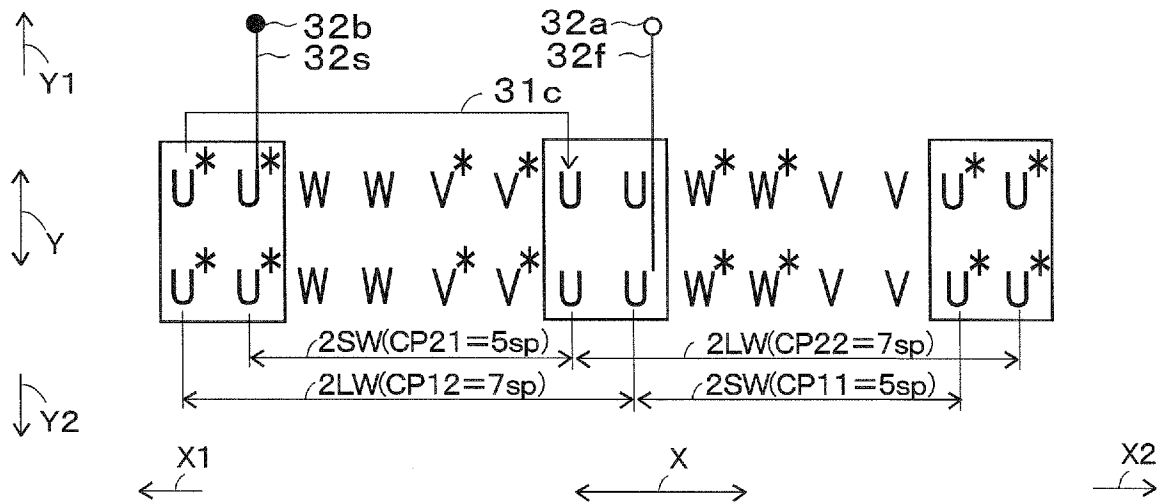




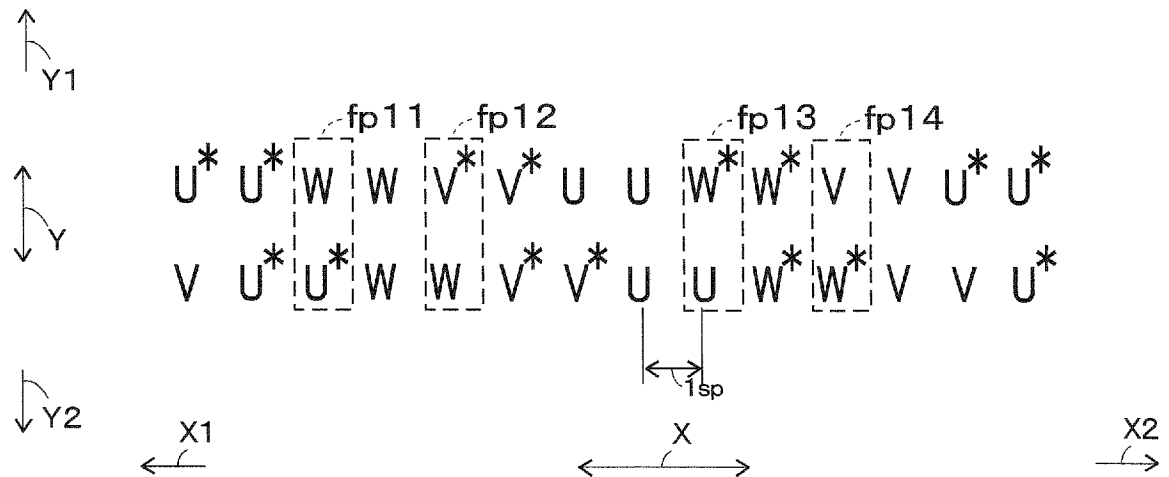
[図39]



[図40]

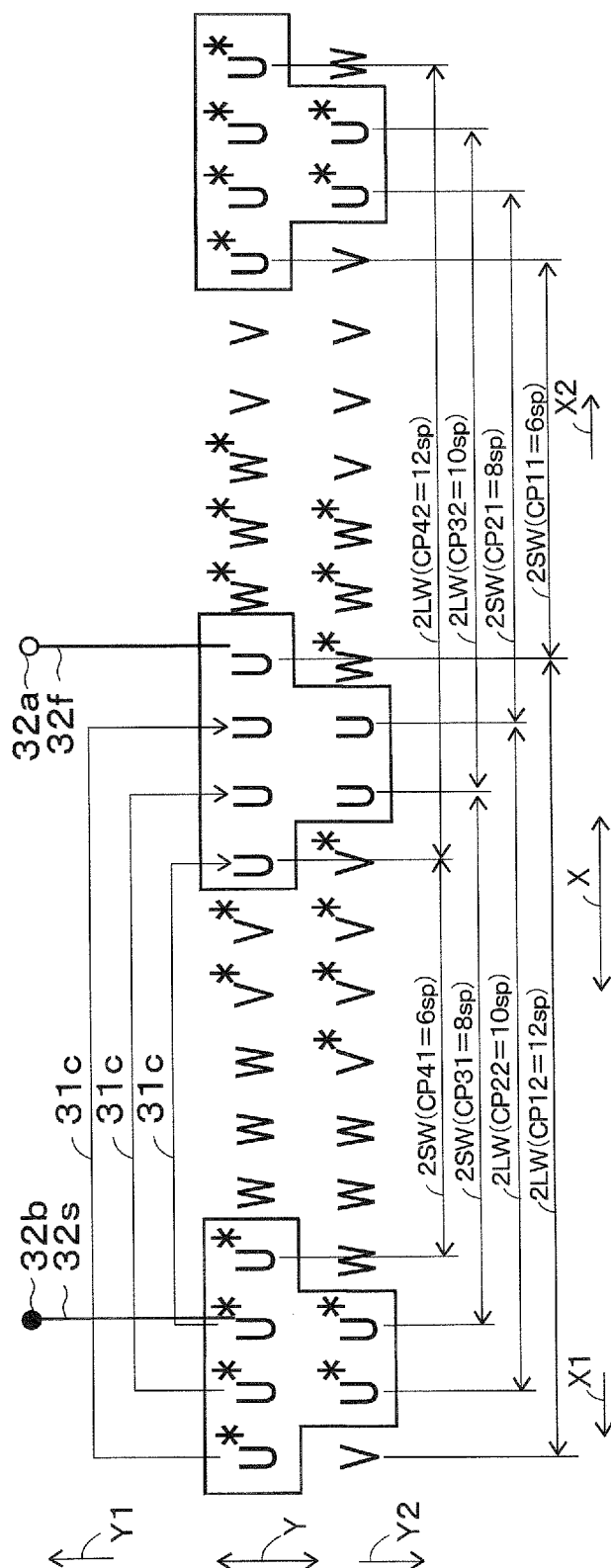


[図41]

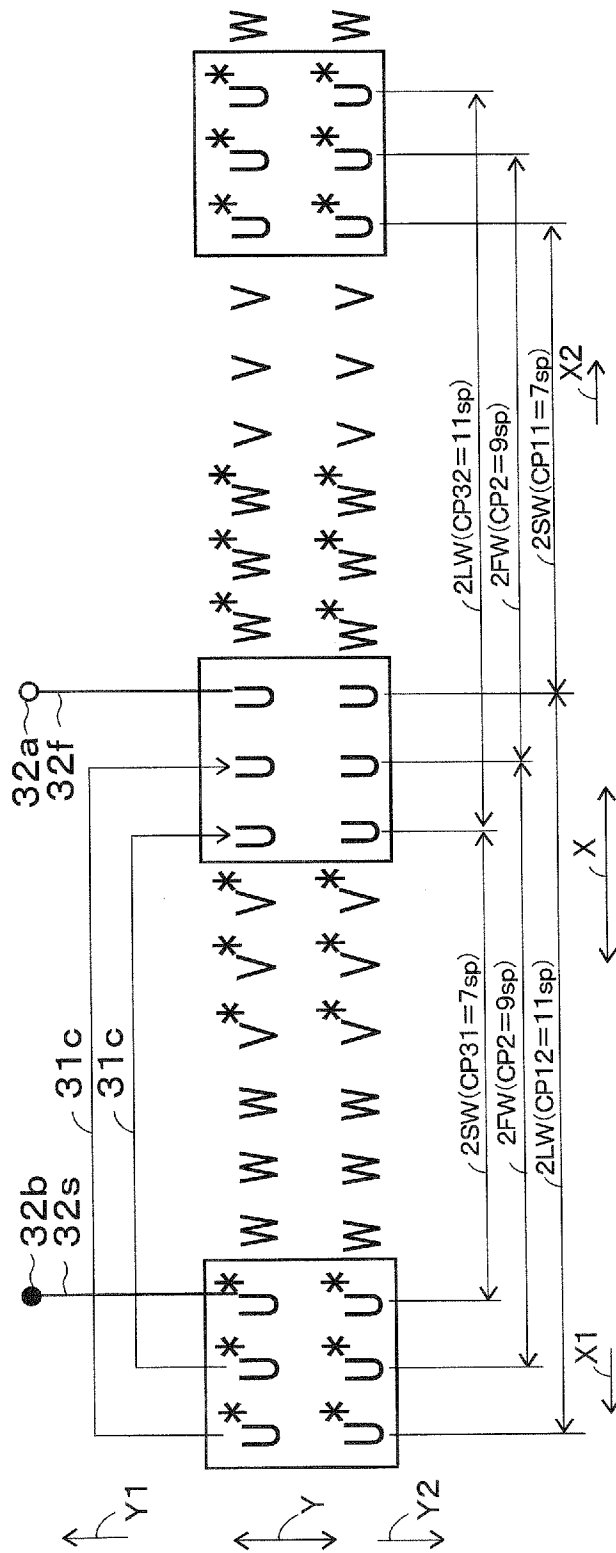


[illegible]

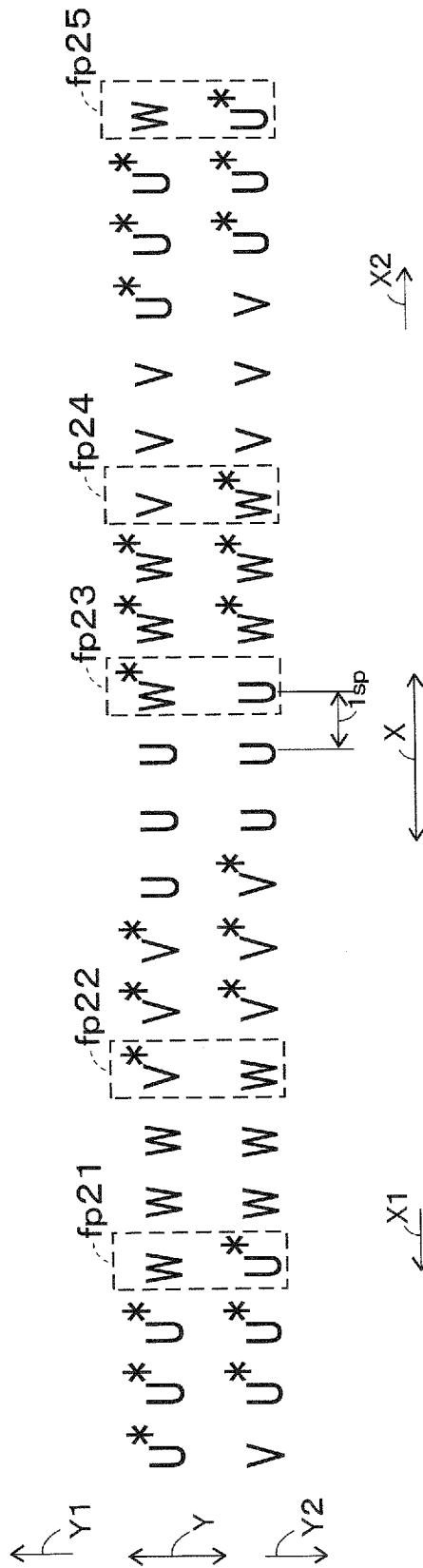
[図43]



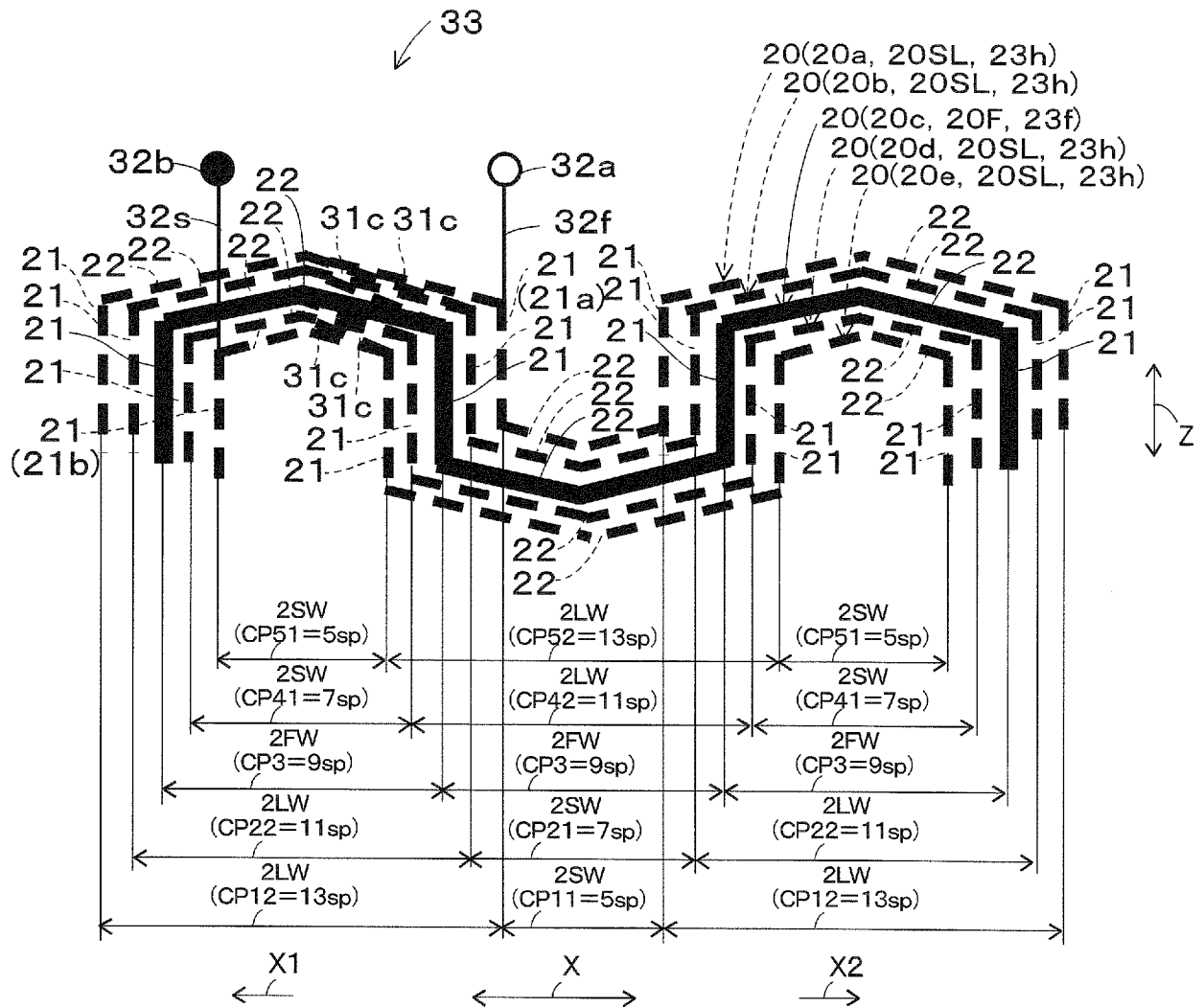
[図44]



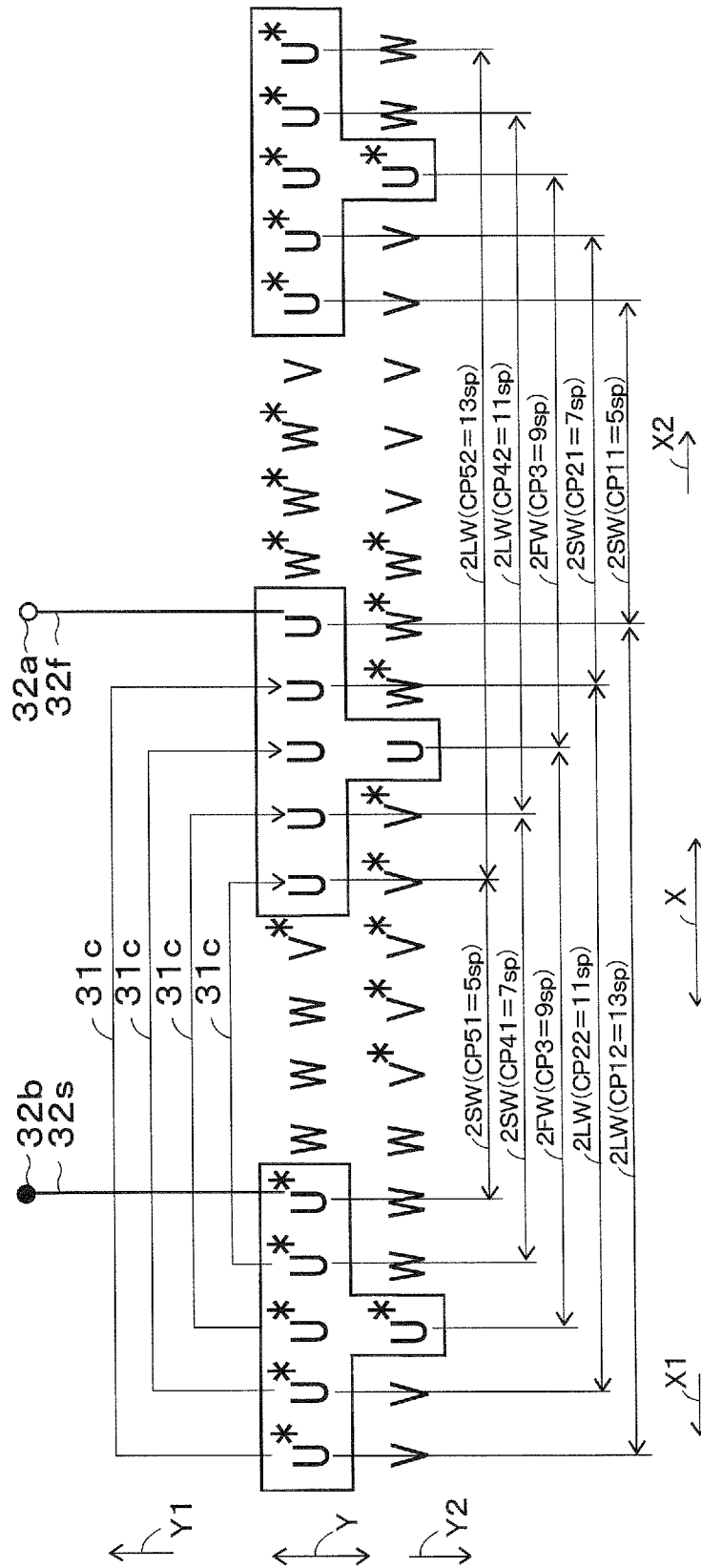
[図45]



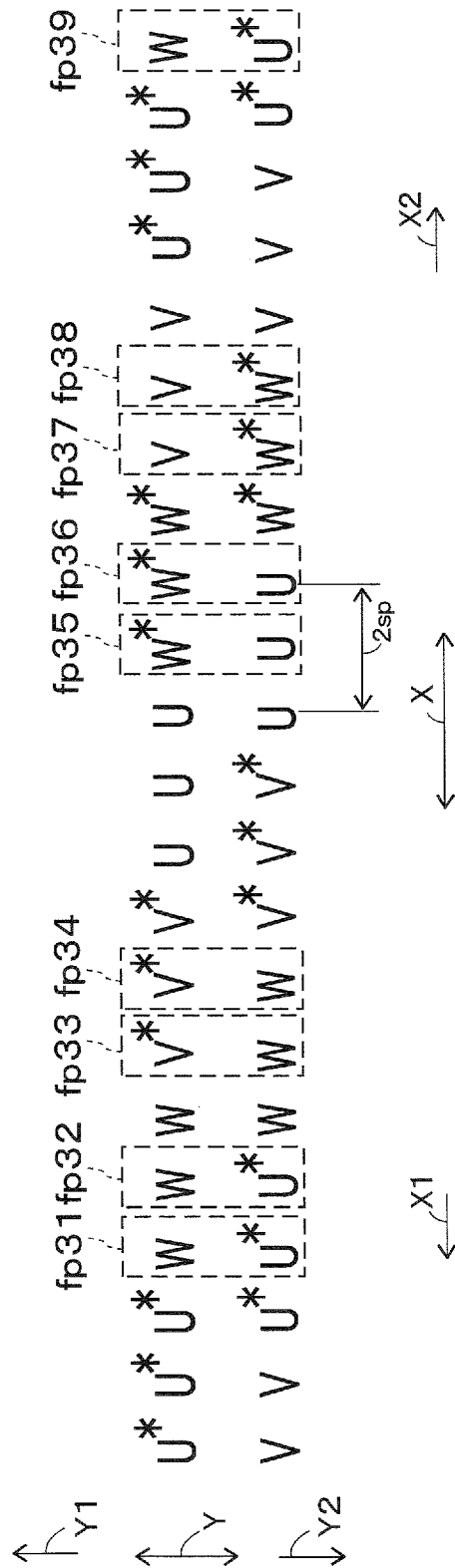
[図46]



[図47]

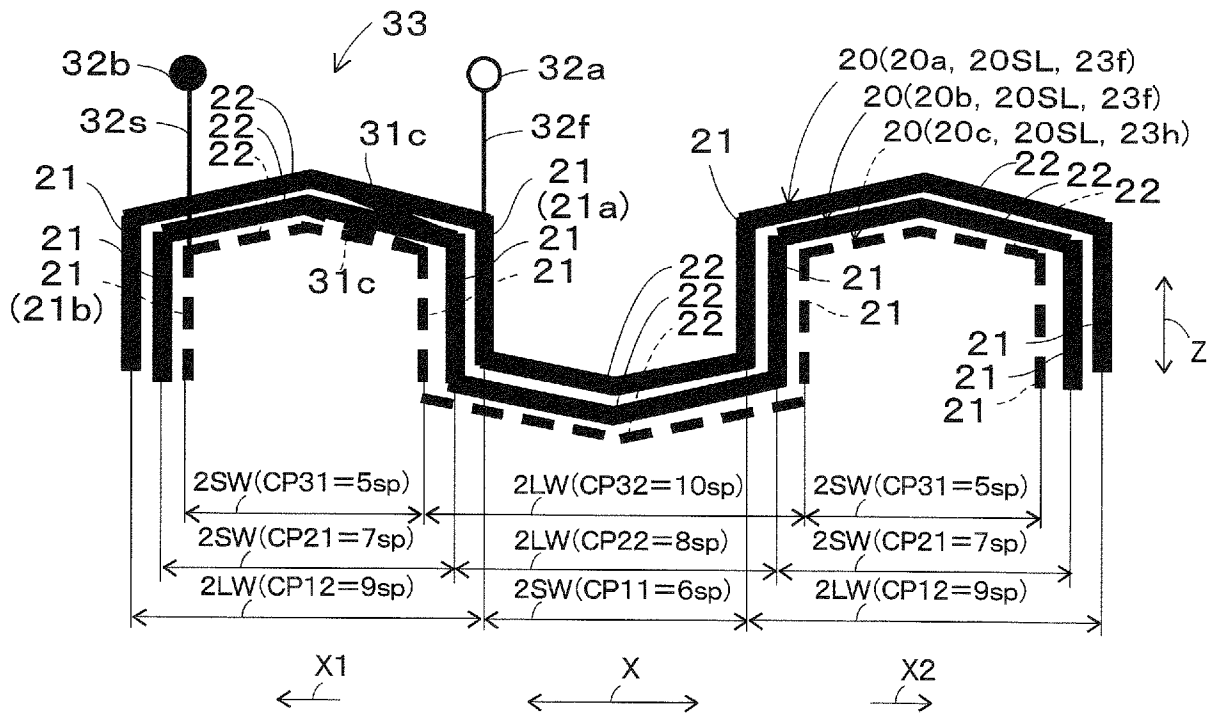


[図48]

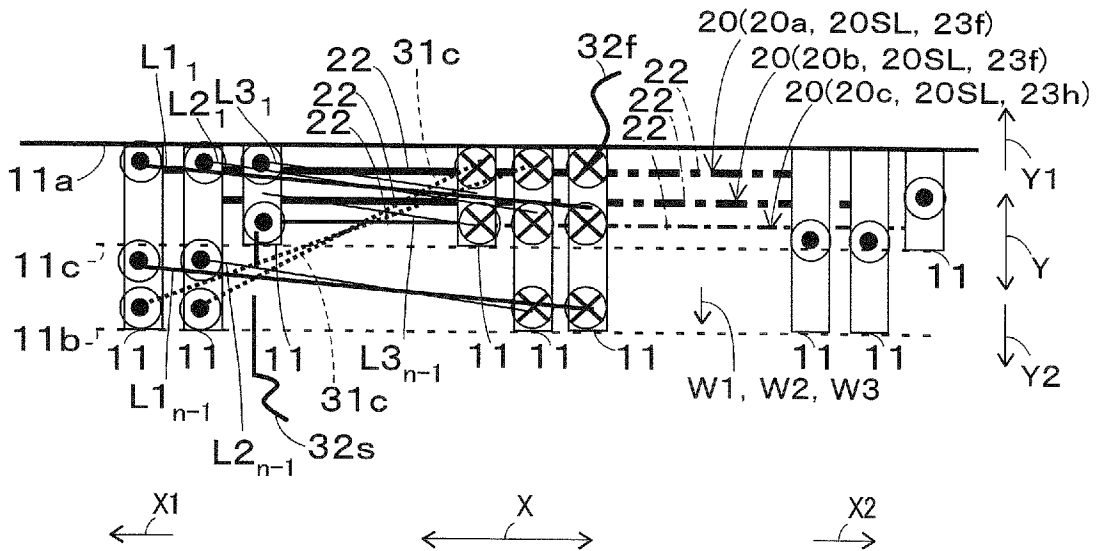




[図51]

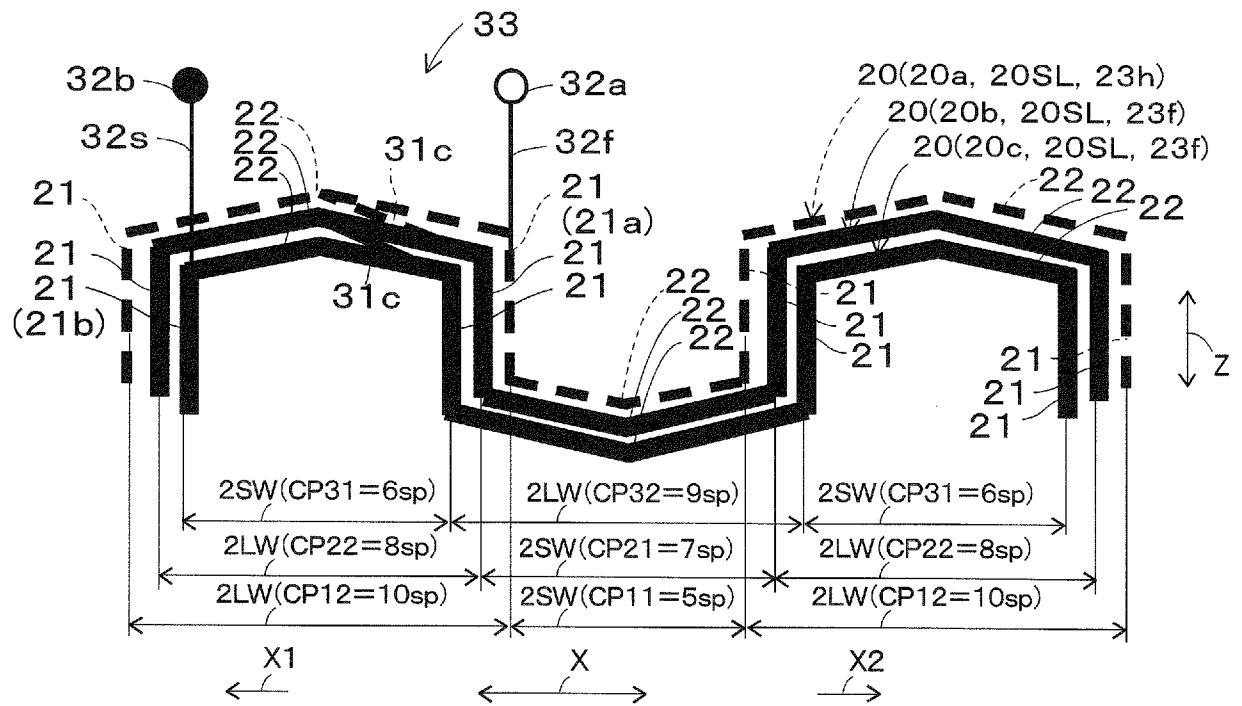


[図52]

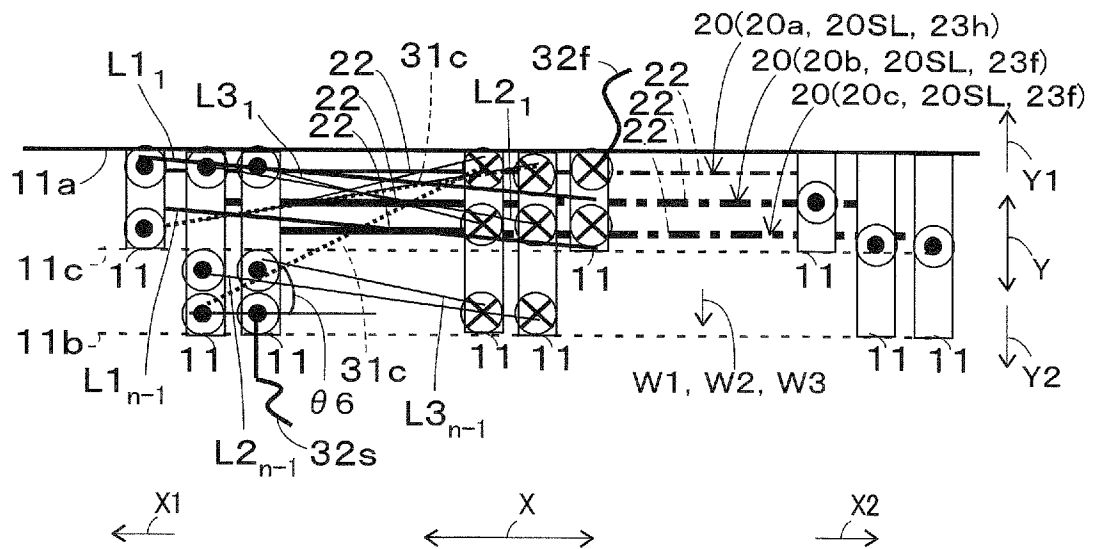




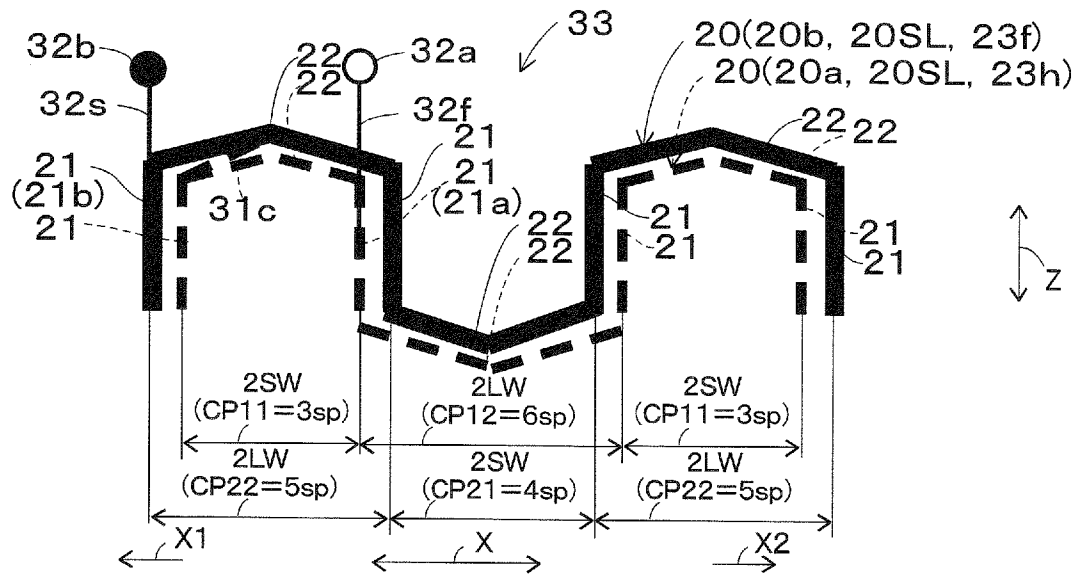
[図55]



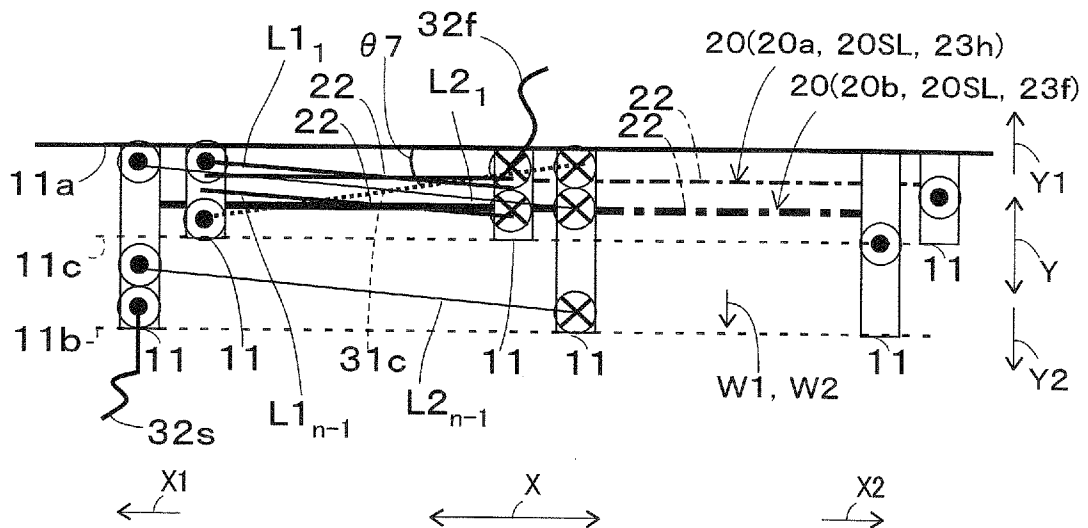
[図56]



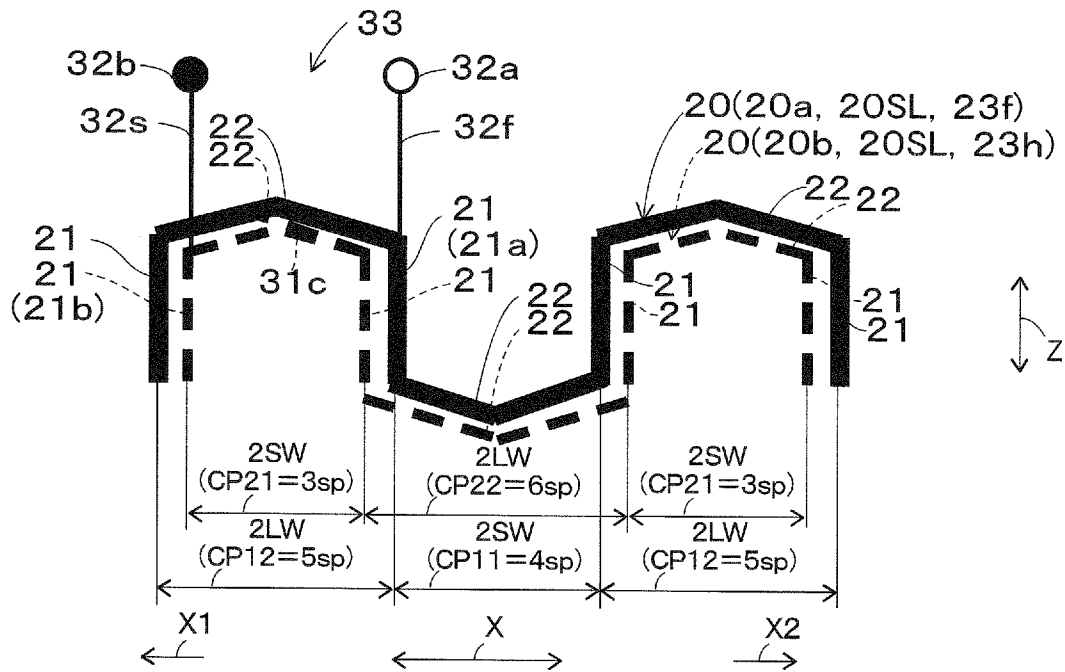
[図57]



[図58]



[図59]



[図60]

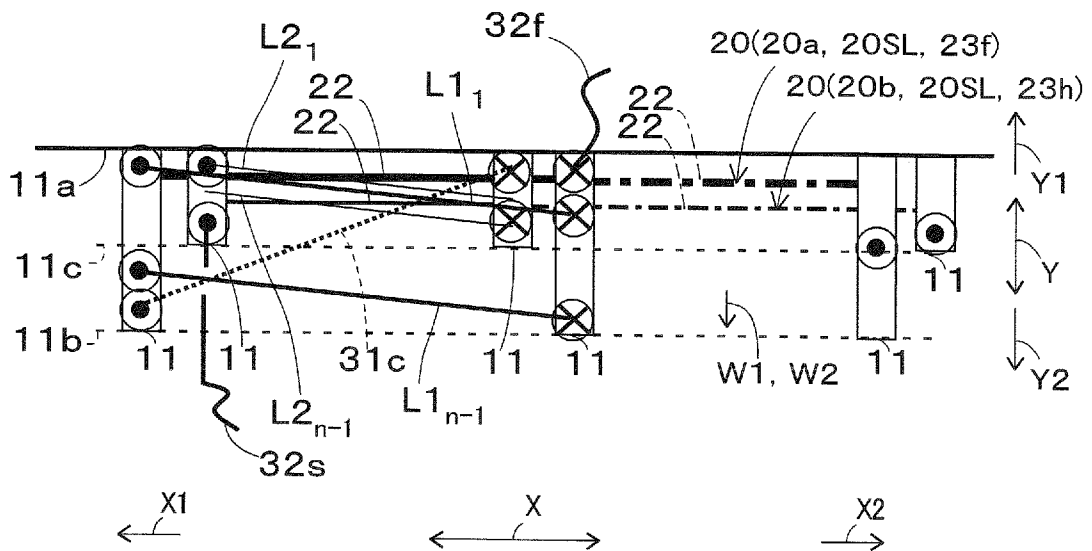
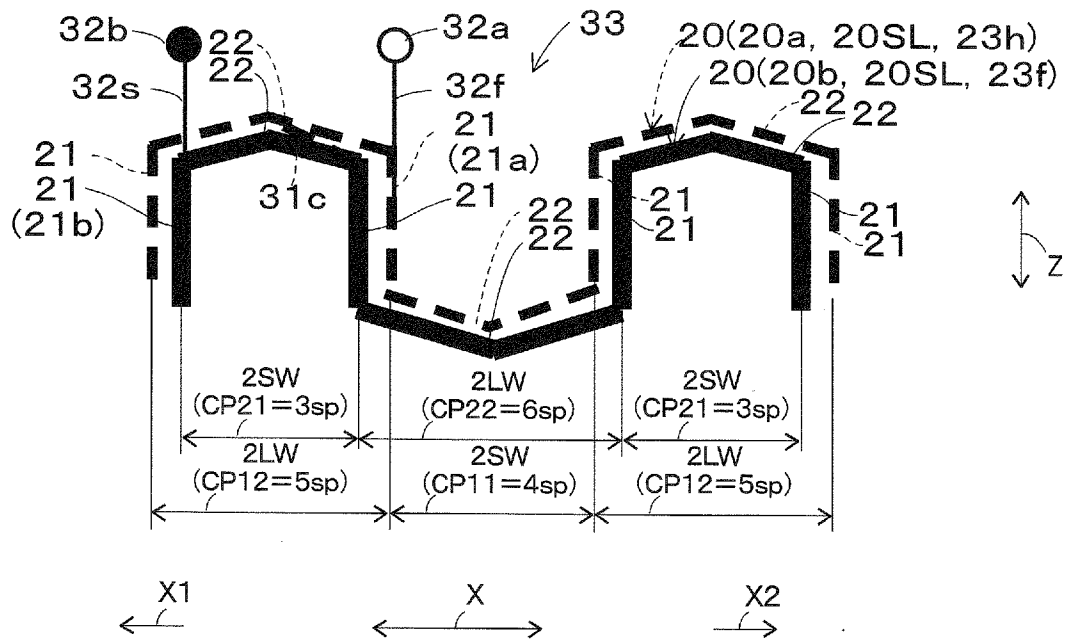
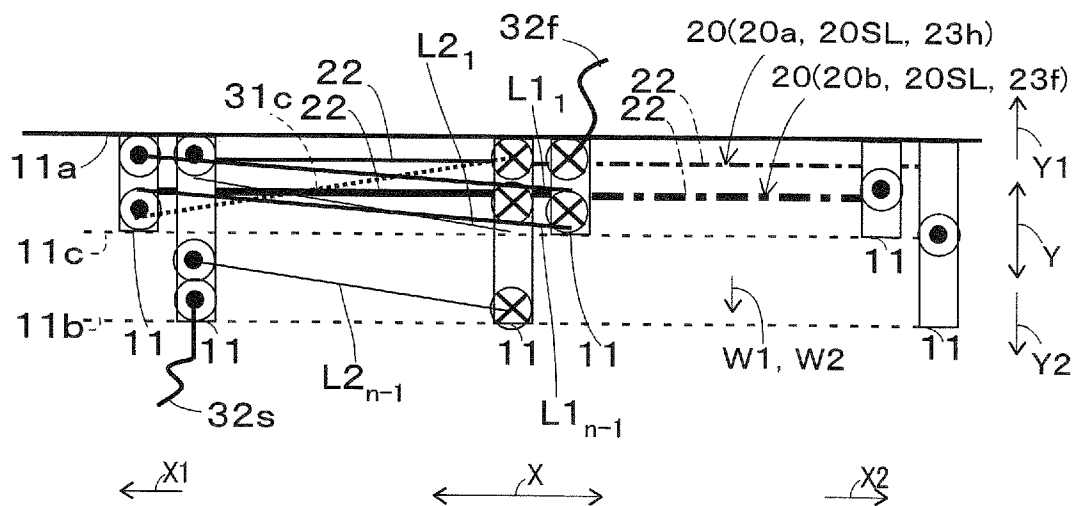


FIG. 1 is a schematic cross-sectional view of a semiconductor device 33. The device is shown in a cross-section along the X-axis, with the Z-axis indicating the vertical direction. The device features a central channel region 20 and two side regions 21. The channel region 20 is defined by a gate stack 22 and a source/drain region 21. The side regions 21 are defined by a gate stack 22 and a source/drain region 21. The device is also labeled with 32a, 32b, 32s, 32f, and 31c. Various dimensions and parameters are labeled, including 2SW, 2LW, CP11, CP12, CP21, and CP22.

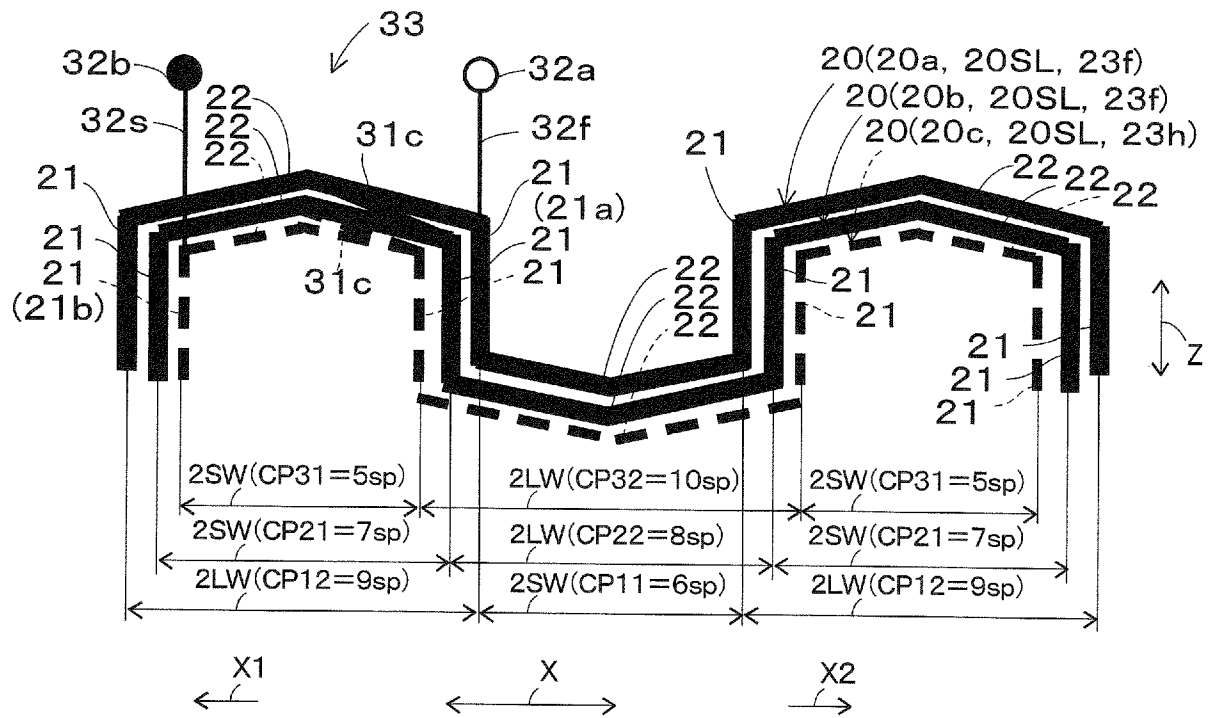
[図63]



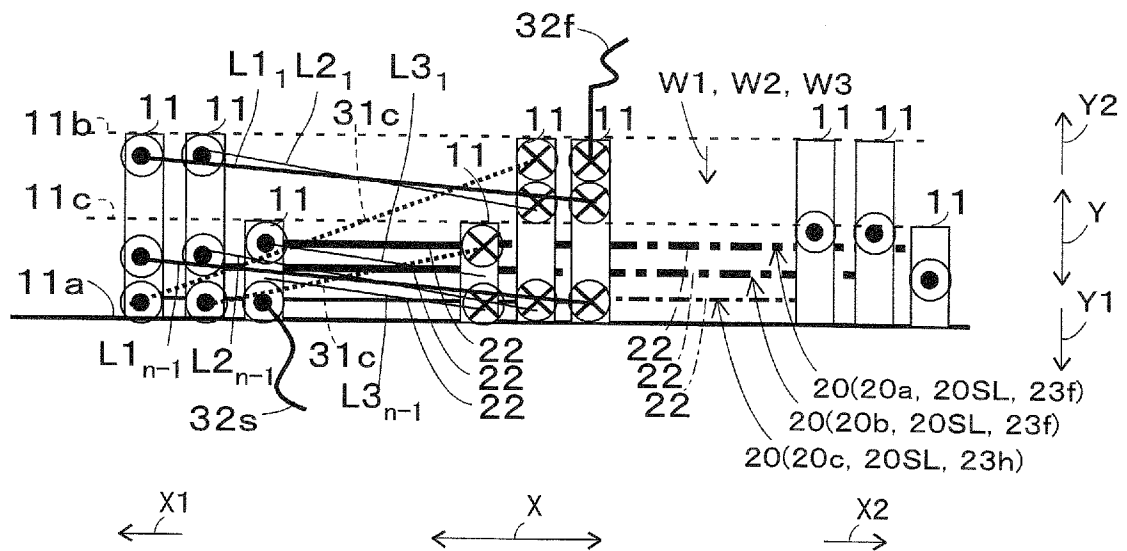
[図64]



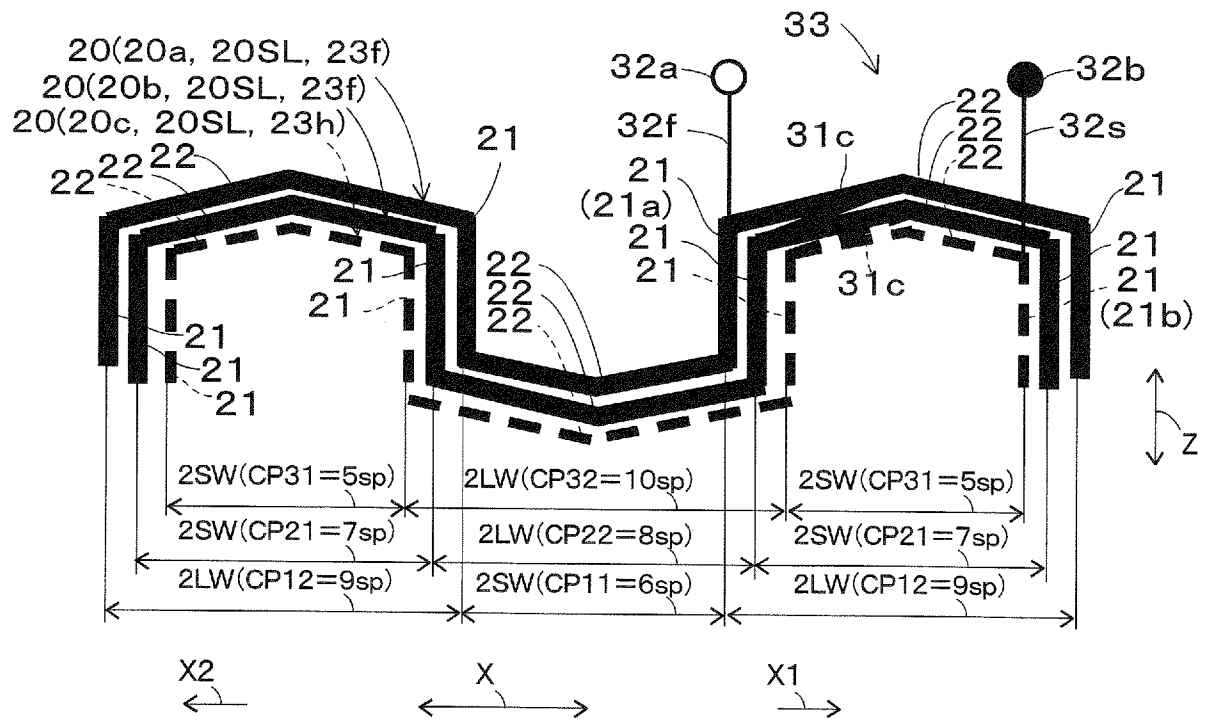
[図65]



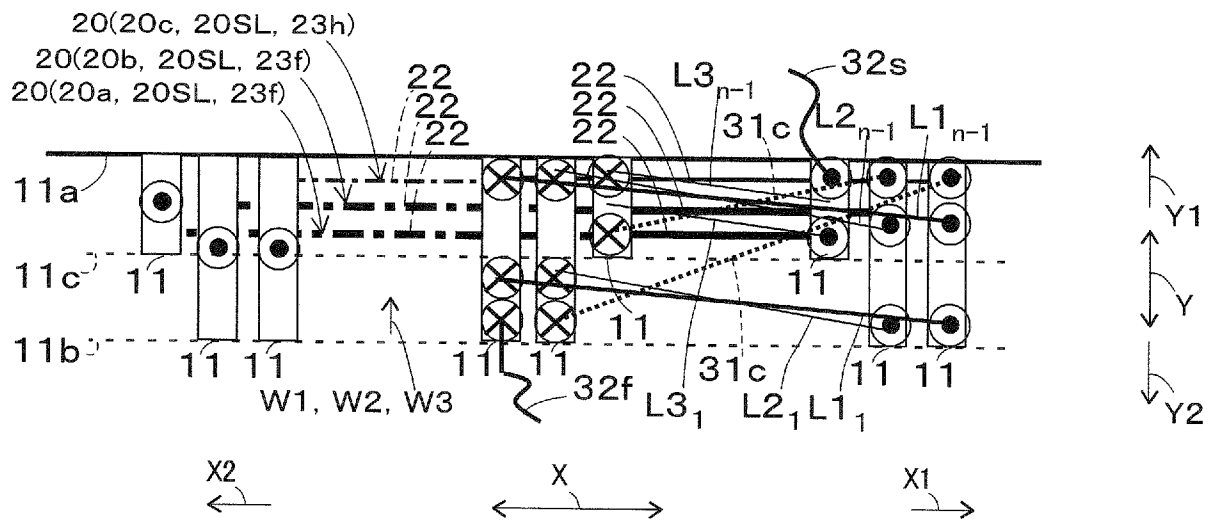
[図66]



[図67]



[図68]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/088247

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K3/28(2006.01)i, H02K3/04(2006.01)i, H02K15/085(2006.01)i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K3/28, H02K3/04, H02K15/085

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2015-126629 A (Aisin Seiki Co., Ltd.),<br>06 July 2015 (06.07.2015),<br>paragraphs [0031] to [0047], [0054] to [0061];<br>fig. 1 to 6, 8 to 9<br>(Family: none)                                                                                                                   | 1-13                  |
| A         | WO 2013/145977 A1 (Honda Motor Co., Ltd.),<br>03 October 2013 (03.10.2013),<br>paragraphs [0010] to [0019], [0046] to [0062];<br>fig. 1 to 2, 5<br>& US 2015/0028714 A1<br>paragraphs [0017] to [0026], [0053] to [0069];<br>fig. 1 to 2, 5<br>& DE 112013001755 T5 & CN 104247221 A | 1-13                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
02 March 2017 (02.03.17)

Date of mailing of the international search report  
14 March 2017 (14.03.17)

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

International application No.

PCT/JP2016/088247

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2005-6487 A (Aisin AW Co., Ltd.),<br>06 January 2005 (06.01.2005),<br>paragraphs [0028] to [0037]; fig. 1 to 4<br>& US 2004/0256942 A1<br>paragraphs [0064] to [0077]; fig. 1 to 4<br>& DE 102004024912 A1                           | 4                     |
| A         | US 2013/0154429 A1 (SIEMENS AG),<br>20 June 2013 (20.06.2013),<br>paragraph [0005]; fig. 1<br>& WO 2012/025260 A1 & DE 102010039871 A1<br>& CA 2809294 A1 & CN 103069692 A                                                              | 4                     |
| P, A      | JP 2016-152730 A (Fanuc Ltd.),<br>22 August 2016 (22.08.2016),<br>paragraphs [0019] to [0037], [0047]; fig. 1 to 8<br>& US 2016/0241100 A1<br>paragraphs [0043] to [0065], [0074]; fig. 1 to 8<br>& DE 102016102426 A1 & CN 105896780 A | 1-13                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K3/28(2006.01)i, H02K3/04(2006.01)i, H02K15/085(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K3/28, H02K3/04, H02K15/085

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 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2015-126629 A（アイシン精機株式会社）2015.07.06, 段落<br>[0031]-[0047], [0054]-[0061], 図 1-6, 8-9（ファミリーなし）                                                                                                   | 1-13           |
| A               | WO 2013/145977 A1（本田技研工業株式会社）2013.10.03, 段落<br>[0010]-[0019], [0046]-[0062], 図 1-2, 5 & US 2015/0028714 A1, 段落<br>[0017]-[0026], [0053]-[0069], 図 1-2, 5 & DE 112013001755 T5 & CN<br>104247221 A | 1-13           |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.03.2017

国際調査報告の発送日

14.03.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

安池 一貴

3 V

9 1 5 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                      |                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2005-6487 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2005.01.06, 段落[0028]-[0037], 図 1-4 & US 2004/0256942 A1, 段落 [0064]-[0077], 図 1-4 & DE 102004024912 A1                              | 4              |
| A                     | US 2013/0154429 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 2013.06.20, 段落[0005], 図 1 & WO 2012/025260 A1 & DE 102010039871 A1 & CA 2809294 A1 & CN 103069692 A                  | 4              |
| P, A                  | JP 2016-152730 A (ファナック株式会社) 2016.08.22, 段落 [0019]-[0037], [0047], 図 1-8 & US 2016/0241100 A1, 段落 [0043]-[0065], [0074], 図 1-8 & DE 102016102426 A1 & CN 105896780 A | 1-13           |