(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年12月3日(03.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/240617 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 15/03 (2006.01) *H02K 1/27* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/020673

(22) 国際出願日： 2019年5月24日(24.05.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 増子 智希 (**MASUKO Tomoki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 松岡 篤 (**MATSUOKA Atsushi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

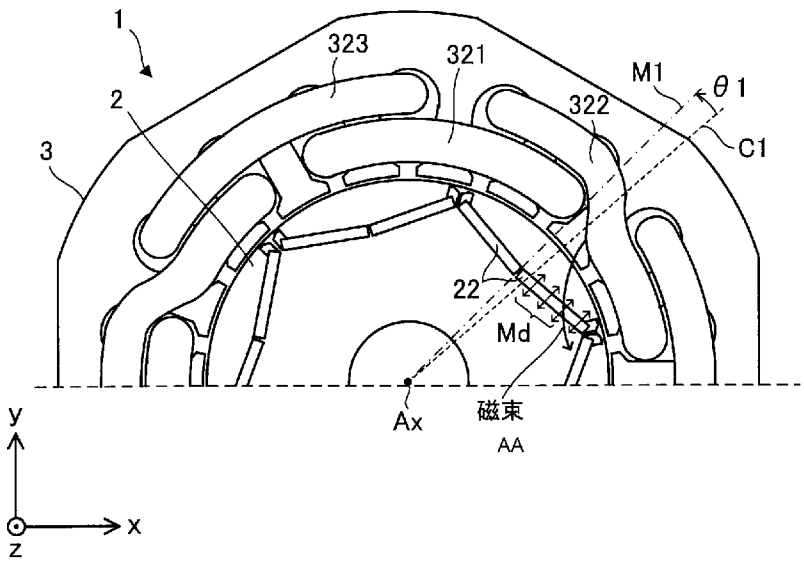
(74) 代理人: 山形 洋一, 外 (**YAMAGATA Yoichi** et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 山形・佐藤特許事務所 Tokyo (JP).

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

WO 2020/240617 A1

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

(54) 発明の名称： 電動機の製造方法、電動機、圧縮機、及び空気調和機



AA Magnetic flux

(57) **Abstract:** This method for manufacturing an electric motor (1) includes: connecting a first phase coil of a three-phase coil (32) to the plus side of a power supply for magnetization; flowing current to the three-phase coil (32) in a state in which the magnetic pole center of a rotor (2) is rotated by a first angle (θ1) with respect to the magnetic pole center of the first phase coil; switching the connection with the plus side of the power supply from the first phase coil to a second phase coil; and flowing current to the three-phase coil (32) in a state in which the magnetic pole center of the rotor (2) is rotated by a second angle (θ2) with respect to the magnetic pole center of the second phase coil.

[続葉有]

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:電動機(１)の製造方法は、３相コイル(３２)の第１相のコイルを着磁用の電源のプラス側に接続することと、回転子(２)の磁極の中心を第１相のコイルの磁極の中心に対して第１の角度(θ１)回転させた状態で３相コイル(３２)に電流を通すことと、電源のプラス側との接続を、第１相のコイルから第２相のコイルに切り替えることと、回転子(２)の磁極の中心を第２相のコイルの磁極の中心に対して第２の角度(θ２)回転させた状態で３相コイル(３２)に電流を通すこととを有する。

明　細　書

発明の名称 ：

電動機の製造方法、電動機、圧縮機、及び空気調和機

技術分野

[0001]　本発明は、電動機及び電動機の製造方法に関する。

背景技術

[0002]　一般に、固定子鉄心に取り付けられたコイル（巻線とも称する）を利用して、回転子の永久磁石（具体的には、着磁されていない磁性体）を着磁する着磁方法が知られている（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１５－９１１９２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、従来の技術では、着磁用の電源からコイルに電流を流すと、コイルに大きな力が発生し、電動機の軸方向におけるコイルの端部、すなわち、コイルエンドが変形するという問題がある。

[0005]　本発明の目的は、回転子を固定子の内側に配置した状態で着磁を行うときに、固定子の３相コイルの著しい変形を防ぐことである。

課題を解決するための手段

[0006]　本発明の一態様に係る電動機の製造方法は、

固定子鉄心及び前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられた３相コイルを持つ固定子と、磁極を持ち、前記固定子の内側に配置された回転子とを有する電動機の製造方法であって、

着磁されていない磁性体を持つ前記回転子を前記固定子の内側に配置することと、

前記３相コイルの第１相のコイルを、着磁用の電源のプラス側に接続することと、

前記回転子の前記磁極の中心を、前記電源から前記第１相のコイルに電流が流れたときに形成される前記第１相のコイルの磁極の中心に対して前記回転子の第１の回転方向に第１の角度回転させた状態で、前記３相コイルに電流を通すことと、

前記電源の前記プラス側との接続を、前記第１相のコイルから前記３相コイルの第２相のコイルに切り替えることと、

前記回転子の前記磁極の中心を、前記電源から前記第２相のコイルに電流が流れたときに形成される前記第２相のコイルの磁極の中心に対して前記回転子の第１の回転方向とは反対方向である第２の回転方向に第２の角度回転させた状態で、前記３相コイルに電流を通すことと

を備える。

本発明の他の態様に係る電動機は、

固定子鉄心及び前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられた３相コイルを持つ固定子と、

磁極を持ち、前記固定子の内側に配置された回転子と

を備え、

前記回転子は、

固定子鉄心と、

前記固定子鉄心に配置された永久磁石と

を有し、

前記回転子の軸方向と直交する平面において、前記永久磁石の一端側は、前記回転子の前記磁極の中心を、前記電源から前記３相コイルの第１相のコイルに電流が流れたときに形成される前記第１相のコイルの磁極の中心に対して前記回転子の第１の回転方向に第１の角度回転させた状態で、前記３相コイルに電流を通すことにより着磁されており、

前記回転子の軸方向と直交する前記平面において、前記永久磁石のもう一

端側は、前記回転子の前記磁極の中心を、前記電源から前記３相コイルの第２相のコイルに電流が流れたときに形成される前記第２相のコイルの磁極の中心に対して前記回転子の第１の回転方向とは反対方向である第２の回転方向に第２の角度回転させた状態で、前記３相コイルに電流を通すことにより着磁されている。

本発明の他の態様に係る圧縮機は、

密閉容器と、

前記密閉容器内に配置された圧縮装置と、

前記圧縮装置を駆動する前記電動機と

を備える。

本発明の他の態様に係る空気調和機は、

前記圧縮機と、

熱交換器と

を備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、回転子を固定子の内側に配置した状態で着磁を行うときに、固定子の３相コイルの著しい変形を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態１に係る電動機の構造を概略的に示す平面図である。

[図2]回転子の構造を概略的に示す平面図である。

[図3]固定子の一例を示す平面図である。

[図4]図３に示される固定子の内部構造を概略的に示す図である。

[図5]３相コイルにおける結線の一例を示す模式図である。

[図6]磁性体を着磁するときの３相コイルの結線パターンの例を示す図である。

[図7]磁性体を着磁するときの３相コイルの結線パターンの他の例を示す図である。

[図8]磁性体を着磁するときの３相コイルの結線パターンのさらに他の例を示す図である。

[図9]磁性体を着磁するときの３相コイルの結線パターンのさらに他の例を示す図である。

[図10]磁性体を着磁するときの３相コイルの結線パターンのさらに他の例を示す図である。

[図11]磁性体を着磁するときの３相コイルの結線パターンのさらに他の例を示す図である。

[図12]電動機の製造工程の一例を示すフローチャートである。

[図13]電動機の製造工程の一例を示す図である。

[図14]電動機の製造工程の一例を示す図である。

[図15]電動機の製造工程の一例を示す図である。

[図16]固定子の他の例を示す図である。

[図17]比較例としての電動機における着磁工程を示す図である。

[図18]電動機の製造工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルのコイルエンドに生じる径方向における電磁力の例を示す図である。

[図19]電動機の製造工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルのコイルエンドに生じる軸方向における電磁力の例を示す図である。

[図20]磁性体の着磁工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルにおける結線パターンごとの径方向における電磁力の大きさの違いを示すグラフである。

[図21]磁性体の着磁工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルにおける結線パターンごとの軸方向における電磁力の大きさの違いを示すグラフである。

[図22]基準位置に対する角度［度］と着磁用の電源からの電流値［ｋＡＴ］との関係を示すグラフである。

[図23]磁性体の着磁工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルにおける結線パターンごとの径方向における電磁力の大きさの違いを示すグ

ラフである。

[図24]磁性体の着磁工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルにおける結線パターンごとの軸方向における電磁力の大きさの違いを示すグラフである。

[図25]基準位置に対する角度［度］と着磁用の電源からの電流値［ｋＡＴ］との関係を示すグラフである。

[図26]磁性体の着磁工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルにおける結線パターンごとの径方向における電磁力の大きさの違いを示すグラフである。

[図27]磁性体の着磁工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルにおける結線パターンごとの軸方向における電磁力の大きさの違いを示すグラフである。

[図28]磁性体の着磁工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルにおける結線パターンごとの径方向における電磁力の大きさの違いを示すグラフである。

[図29]磁性体の着磁工程において、３相コイルに通電したとき、３相コイルにおける結線パターンごとの軸方向における電磁力の大きさの違いを示すグラフである。

[図30]本発明の実施の形態２に係る圧縮機の構造を概略的に示す断面図である。

[図31]本発明の実施の形態３に係る冷凍空調装置の構成を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態１．

各図に示されるｘｙｚ直交座標系において、ｚ軸方向（ｚ軸）は、電動機１の軸線Ａｘと平行な方向を示し、ｘ軸方向（ｘ軸）は、ｚ軸方向（ｚ軸）に直交する方向を示し、ｙ軸方向（ｙ軸）は、ｚ軸方向及びｘ軸方向の両方に直交する方向を示す。軸線Ａｘは、固定子３の中心であり、回転子２の回

転中心でもある。軸線Ａｘと平行な方向は、「回転子２の軸方向」又は単に「軸方向」ともいう。径方向は、回転子２又は固定子３の半径方向であり、軸線Ａｘと直交する方向である。ｘｙ平面は、軸方向と直交する平面である。矢印Ｄ１は、軸線Ａｘを中心とする周方向を示す。回転子２又は固定子３の周方向を、単に「周方向」ともいう。

[0010] 〈電動機１の構造〉

図１は、本発明の実施の形態１に係る電動機１の構造を概略的に示す平面図である。

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

[0012] 図２は、回転子２の構造を概略的に示す平面図である。

回転子２は、固定子３の内側に回転可能に配置されている。回転子２は、回転子鉄心２１と、磁性体である少なくとも１つの永久磁石２２とを有する。回転子２と固定子３との間には、エアギャップが存在する。回転子２は、軸線Ａｘを中心として回転する。

[0013] 回転子鉄心２１は、複数の磁石挿入孔２１１と、シャフト孔２１２とを有する。回転子鉄心２１は、各磁石挿入孔２１１に連通する空間である少なくとも１つのフラックスバリア部をさらに有してもよい。

[0014] 本実施の形態では、回転子２は、複数の永久磁石２２を有する。各永久磁石２２は、各磁石挿入孔２１１内に配置されている。シャフト４は、シャフト孔２１２に固定されている。

[0015] 完成品としての電動機１に備えられた各永久磁石２２は、着磁された磁性体２２である。本実施の形態では、互いに隣接する２つの永久磁石２２が、回転子２の１磁極、すなわち、Ｎ極又はＳ極を形成する。ただし、１つの永久磁石２２が回転子２の１磁極を形成してもよい。

[0016] 本実施の形態では、ｘｙ平面において、回転子２の１磁極を形成する１組の永久磁石２２は、Ｖ字形状を持つように配置されている。ただし、ｘｙ平

面において、回転子２の１磁極を形成する１組の永久磁石２２は、真っ直ぐに配置されていてもよい。

[0017] 回転子２の各磁極の中心は、回転子２の各磁極（すなわち、回転子２のＮ極又はＳ極）の中心に位置する。回転子２の各磁極（単に「各磁極」又は「磁極」とも称する）とは、回転子２のＮ極又はＳ極の役目をする領域を意味する。

[0018] 回転子２の各磁極の中心は、磁極中心線Ｍ１で示されている。図２に示される例では、磁極中心線Ｍ１は、ｘｙ平面において、回転子２の１磁極を形成する２つの永久磁石２２の間と軸線Ａｘとを通っている。すなわち、図２に示される例では、回転子２の各磁極の中心は、１磁極を形成する２つの永久磁石２２の間の位置を含む。

[0019] １つの永久磁石２２が回転子２の１磁極を形成する場合、回転子２の各磁極の中心は、ｘｙ平面における１つの永久磁石２２の中心を含む。この場合、ｘｙ平面において、磁極中心線Ｍ１は、各永久磁石２２の中心と軸線Ａｘとを通る。

[0020] 〈固定子３の構造〉

図３は、固定子３の一例を示す平面図である。

図４は、図３に示される固定子３の内部構造を概略的に示す図である。

[0021] 固定子３は、固定子鉄心３１と、３相コイル３２とを有する。

[0022] 固定子鉄心３１は、３相コイル３２が配置される複数のスロット３１１を有する。図３に示される例では、固定子鉄心３１は、１８個のスロット３１１を有する。

[0023] ３相コイル３２は、固定子鉄心３１に分布巻きで取り付けられている。図４に示されるように、３相コイル３２は、スロット３１１内に配置されたコイルサイド３２ｂと、スロット３１１内に配置されていないコイルエンド３２ａとを持つ。各コイルエンド３２ａは、軸方向における３相コイル３２の端部である。

[0024] ３相コイル３２は、少なくとも１つの内相コイル３２１、少なくとも１つ

の中相コイル３２２、及び少なくとも１つの外相コイル３２３を含む。すなわち、３相コイル３２は、第１相、第２相、及び第３相を持つ。例えば、第１相はＶ相であり、第２相はW相であり、第３相はＵ相である。本実施の形態では、３相コイル３２に電流が流れたとき、３相コイル３２は、６磁極を形成する。

[0025] 図３に示される例では、３相コイル３２は、３個の内相コイル３２１、３個の中相コイル３２２、及び３個の外相コイル３２３を持っている。ただし、各相のコイルの数は、３個に限定されない。本実施の形態では、固定子３は、２つのコイルエンド３２ａにおいて、図３に示される構造を持っている。ただし、固定子３は、２つのコイルエンド３２ａの一方において、図３に示される構造を持っていればよい。

[0026] ３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、３相コイル３２のうちの、第１相のコイル、第２相のコイル、及び第３相のコイルは、固定子鉄心３１の周方向においてこの順に配列されている。図３に示される例では、３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、３相コイル３２のうちの、中相コイル３２２、内相コイル３２１、及び外相コイル３２３は、固定子鉄心３１の周方向においてこの順に配列されている。コイルエンド３２ａにおいて、各相のコイルは周方向において等間隔に配置されている。１つのスロット３１１にいずれか１つの相のコイルが配置されている。これにより、回転子２の各永久磁石２２の磁束を有効に用いることができる。

[0027] 図３に示されるように、３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、内相コイル３２１は、外相コイル３２３に比べて固定子鉄心３１の中心の近くに位置している。この場合、例えば、第１相のコイルは中相コイル３２２であり、第２相のコイルは内相コイル３２１であり、第３相のコイルは外相コイル３２３である。

[0028] ただし、３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、第２相のコイル、第１相のコイル、及び第３相のコイルは、固定子鉄心３１の周方向においてこの順に配列されていてもよい。この場合、コイルエンド３２ａにおいて

、第１相のコイルは、第３相のコイルに比べて固定子鉄心３１の中心の近くに位置している。

[0029] 図５は、３相コイル３２における結線の一例を示す模式図である。

３相コイル３２における結線は、例えば、Ｙ結線である。言い換えると、３相コイル３２は、例えば、Ｙ結線で接続されている。この場合、内相コイル３２１、中相コイル３２２、及び外相コイル３２３は、Ｙ結線で接続されている。

[0030] 図６から図１１は、固定子３を利用して着磁されていない磁性体２２を着磁するときの３相コイル３２の結線パターンの例を示す図である。言い換えると、図６から図１１は、Ｙ結線で接続された３相コイル３２と着磁用の電源との接続状態の例を示す図である。図６から図１１に示される矢印は、電流の向きを示す。着磁用の電源を単に「電源」とも称する。本実施の形態では、電源は、直流電源である。

[0031] 図６に示される例では、電源のプラス側（すなわち、電源のプラス極側）が中相コイル３２２に接続されており、電源のマイナス側（すなわち、電源のマイナス極側）が内相コイル３２１及び外相コイル３２３に接続されている。図６に示される結線状態を、結線パターンＰ１と称する。この場合、電源から大きな電流が中相コイル３２２に流れる。電源から中相コイル３２２に流れる電流は、内相コイル３２１に流れる電流及び外相コイル３２３に流れる電流に分かれる。したがって、中相コイル３２２に流れる電流は、内相コイル３２１に流れる電流及び外相コイル３２３に流れる電流の各々よりも大きい。

[0032] 図７に示される例では、電源のプラス側が内相コイル３２１に接続されており、電源のマイナス側が中相コイル３２２及び外相コイル３２３に接続されている。図７に示される結線状態を、結線パターンＰ２と称する。この場合、電源から大きな電流が内相コイル３２１に流れる。電源から内相コイル３２１に流れる電流は、中相コイル３２２に流れる電流及び外相コイル３２３に流れる電流に分かれる。したがって、内相コイル３２１に流れる電流は

、中相コイル３２２に流れる電流及び外相コイル３２３に流れる電流の各々よりも大きい。

[0033] 図８に示される例では、電源のプラス側が外相コイル３２３に接続されており、電源のマイナス側が内相コイル３２１及び中相コイル３２２に接続されている。図８に示される結線状態を、結線パターンＰ３と称する。この場合、電源から大きな電流が外相コイル３２３に流れる。電源から外相コイル３２３に流れる電流は、内相コイル３２１に流れる電流及び中相コイル３２２に流れる電流に分かれる。したがって、外相コイル３２３に流れる電流は、内相コイル３２１に流れる電流及び中相コイル３２２に流れる電流の各々よりも大きい。

[0034] 図９に示される例では、電源のプラス側が中相コイル３２２に接続されており、電源のマイナス側が内相コイル３２１に接続されている。外相コイル３２３の一端は開放端である。図９に示される結線状態を、結線パターンＰ４と称する。この場合、電源から大きな電流が中相コイル３２２に流れる。電源から中相コイル３２２に流れる電流は、内相コイル３２１に流れ、外相コイル３２３には流れない。

[0035] 図１０に示される例では、電源のプラス側が内相コイル３２１に接続されており、電源のマイナス側が外相コイル３２３に接続されている。中相コイル３２２の一端は開放端である。図１０に示される結線状態を、結線パターンＰ５と称する。この場合、電源から大きな電流が内相コイル３２１に流れる。電源から内相コイル３２１に流れる電流は、外相コイル３２３に流れ、中相コイル３２２には流れない。

[0036] 図１１に示される例では、電源のプラス側が外相コイル３２３に接続されており、電源のマイナス側が中相コイル３２２に接続されている。内相コイル３２１の一端は開放端である。図１１に示される結線状態を、結線パターンＰ６と称する。この場合、電源から大きな電流が外相コイル３２３に流れる。電源から外相コイル３２３に流れる電流は、中相コイル３２２に流れ、内相コイル３２１には流れない。

[0037] 〈電動機１の製造方法〉

固定子３の製造方法の一例について説明する。

図１２は、電動機１の製造工程の一例を示すフローチャートである。

[0038] ステップＳ１では、回転子２を作製する。具体的には、着磁されていない磁性体２２を、回転子鉄心２１の各磁石挿入孔２１１内に配置する。ステップＳ１において、シャフト４を、シャフト孔２１２に固定してもよい。

[0039] ステップＳ２では、３相コイル３２を固定子鉄心３１に取り付ける。本実施の形態では、３相コイル３２を、分布巻きで固定子鉄心３１に取り付ける。

[0040] ステップＳ３では、内相コイル３２１、中相コイル３２２、及び外相コイル３２３を接続する。例えば、内相コイル３２１、中相コイル３２２、及び外相コイル３２３は、Ｙ結線で接続される。

[0041] ただし、３相コイル３２を、分布巻きで固定子鉄心３１に取り付ける前に、内相コイル３２１、中相コイル３２２、及び外相コイル３２３を接続してもよい。この場合、ステップＳ２において、互いに接続された内相コイル３２１、中相コイル３２２、及び外相コイル３２３を、分布巻きで固定子鉄心３１に取り付けてもよい。

[0042] ステップＳ４では、着磁されていない磁性体２２を持つ回転子２を、固定子３（具体的には、固定子鉄心３１）の内側に配置する。

[0043] 図１３は、電動機１の製造工程の一例を示す図である。

ステップＳ４において、例えば、図１３に示されるように、回転子２を基準位置に配置する。基準位置は、ｘｙ平面において、回転子２の着磁対象磁極の中心が、磁極中心線Ｍ１が電源のプラス側に接続されたコイル（本実施の形態では、第１相のコイル又は第２相のコイル）の磁極の中心と一致する位置である。

[0044] 図１３に示される例では、第１相のコイルは、中相コイル３２２である。各相のコイルの磁極の中心は、３相コイル３２に電流が流れたときに形成される磁極の中心である。図１３において、中相コイル３２２の磁極の中心は

、磁極中心線Ｃ１で示されている。磁極中心線Ｃ１は、ｘｙ平面において、３相コイル３２に電流が流れたときに形成される第１相のコイルの磁極の中心と軸線Ａｘとを通っている。具体的には、図１３に示される例において、中相コイル３２２の磁極の中心は、電源から中相コイル３２２に電流が流れたときに形成される中相コイル３２２の磁極の中心である。

[0045] ステップＳ５では、３相コイル３２を着磁用の電源に接続する。ステップＳ５において、３相コイル３２と電源との結線状態は、第１の結線状態である。第１の結線状態は、図６に示される結線状態、図７に示される結線状態、図８に示される結線状態、図９に示される結線状態、図１０に示される結線状態、又は図１１に示される結線状態である。第１の結線状態において電源のプラス側に接続されるコイルを、「第１相のコイル」と称する。

[0046] 例えば、図６及び図９に示される例では、３相コイル３２の中相コイル３２２を、電源のプラス側に接続する。この場合、中相コイル３２２を、「第１相のコイル」と称する。

[0047] 図７及び図１０に示される例では、３相コイル３２の内相コイル３２１を、電源のプラス側に接続する。この場合、内相コイル３２１を、「第１相のコイル」と称する。

[0048] 図８及び図１１に示される例では、３相コイル３２の外相コイル３２３を、電源のプラス側に接続する。この場合、外相コイル３２３を、「第１相のコイル」と称する。

[0049] 本実施の形態では、第１の結線状態は、図６又は図９に示される結線状態である。すなわち、本実施の形態では、ステップＳ５において、電源のプラス側に中相コイル３２２が接続される。

[0050] ステップＳ２からステップＳ５の工程の順序は、図１２に示される例に限定されず、適宜入れ替えてもよい。

[0051] 図１４は、電動機１の製造工程、具体的には、１回目の着磁工程の一例を示す図である。

ステップＳ６では、着磁されていない磁性体２２を持つ回転子２の磁極の

中心を、第１相のコイルの磁極の中心に対して回転子２の第１の回転方向に第１の角度θ１回転させた状態で、３相コイル３２に電流を通す。図１４に示される例では、第１相のコイルは、中相コイル３２２である。すなわち、回転子２の磁極の中心を、基準位置から回転子２の第１の回転方向に第１の角度θ１回転させた状態で、３相コイル３２に電流を通す。言い換えると、第１の結線状態において、電源から３相コイル３２（具体的には、第１相のコイル）に電流を通す。本実施の形態では、第１の回転方向は、軸線Ａｘについて反時計回りである。

[0052] 第１相のコイル（図１４では、中相コイル３２２）からの磁束の向きは、着磁対象としての磁性体２２の一端側の磁化容易方向とできるだけ平行であることが望ましい。これにより、大きな電流を用いずに磁性体２２の一端側を磁化容易方向に容易に着磁させることができる。

[0053] したがって、第１の角度θ１は、第１相のコイル（図１４では、中相コイル３２２）からの磁束の向きと、着磁対象としての磁性体２２の磁化容易方向とが平行に近い角度であることが望ましい。第１の角度θ１は、第１相のコイル（図１４では、中相コイル３２２）からの磁束の向きと、着磁対象としての磁性体２２の磁化容易方向とが平行になる角度であることがより望ましい。

[0054] 第１の結線状態が、図６、図７、又は図８に示される結線状態であるとき、電源から第１相のコイルに流れる電流は、第２相のコイルに流れる電流及び第３相のコイルに流れる電流に分かれる。すなわち、電流は、各相のコイル、すなわち、第１相のコイル、第２相のコイル、及び第３相のコイルに流れる。この場合、第１の角度θ１は、例えば、０度＜θ１≦１０度である。

[0055] 一方、第１の結線状態が、図９、図１０、又は図１１に示される結線状態であるとき、電源から第１相のコイルに流れる電流は、第２相のコイル又は第３相のコイルに流れ、第２相のコイル又は第３相のコイルの一方には流れない。すなわち、電流は、３相のうちの２つのみに流れ、３相のうちの１つには流れない。この場合、第１の角度θ１は、例えば、２．５度≦θ１≦１

２．５度である。

[0056] 第１の結線状態において、電源から３相コイル３２に電流が流れると、３相コイル３２から磁束が発生し、着磁対象としての磁性体２２が、矢印で示される方向Ｍｄに着磁される。方向Ｍｄは、磁性体２２の磁化容易方向である。回転子２は、第１相のコイル（図１４では、中相コイル３２２）の磁極の中心に対して第１の角度θ１回転させた状態であるので、磁性体２２を、磁性体２２の磁化容易方向に容易に着磁させることができる。本実施の形態では、磁性体２２の磁化容易方向は、ｘｙ平面における磁性体２２の短手方向である。

[0057] 上述のように、本実施の形態では、２つの永久磁石２２が回転子２の１磁極を形成するが、１つの永久磁石２２が回転子２の１磁極を形成してもよい。この場合、図１４に示される２つの磁性体２２は、１つの部材として一体化されている。

[0058] ステップＳ７では、３相コイル３２の接続を切り替える。具体的には、電源のプラス側との接続を、第１相のコイルから３相コイル３２の第２相のコイルに切り替える。第１相のコイルが中相コイル３２２であるとき、第２相のコイルは、内相コイル３２１又は外相コイル３２３である。これにより、３相コイル３２における通電経路が変更される。

[0059] ステップＳ７において、３相コイル３２と電源との結線状態は、第１の結線状態とは異なる第２の結線状態である。すなわち、ステップＳ７では、３相コイル３２の結線状態を、第１の結線状態から第２の結線状態に切り替える。第２の結線状態は、図６に示される結線状態、図７に示される結線状態、図８に示される結線状態、図９に示される結線状態、図１０に示される結線状態、又は図１１に示される結線状態である。第２の結線状態において電源のプラス側に接続されるコイルを、「第２相のコイル」と称する。

[0060] 本実施の形態では、第２の結線状態は、図７に示される結線状態である。すなわち、本実施の形態では、電源のプラス側との接続を、中相コイル３２２から３相コイル３２の第２相のコイル（本実施の形態では、内相コイル３

２１）に切り替える（ステップＳ７）。

[0061] 図１５は、電動機１の製造工程、具体的には、２回目の着磁工程の一例を示す図である。

ステップＳ８では、回転子２の磁極の中心を、電源から第２相のコイルに電流が流れたときに形成される第２相のコイルの磁極の中心に対して回転子２の第２の回転方向に第２の角度θ２回転させた状態で、３相コイル３２に電流を通す。図１５に示される例では、第２相のコイルは、内相コイル３２１である。第２の回転方向は、第１の回転方向とは反対方向である。すなわち、回転子２の磁極の中心を、基準位置から回転子２の第２の回転方向に第２の角度θ２回転させた状態で、３相コイル３２に電流を通す。言い換えると、第２の結線状態において、電源から３相コイル３２（具体的には、第２相のコイル）に電流を通す。

[0062] 第２の結線状態において、基準位置は、回転子２の着磁対象磁極の中心が、磁極中心線Ｍ１が第２相のコイル（図１５では、内相コイル３２１）の磁極の中心と一致する位置である。

[0063] 本実施の形態では、第２の回転方向は、軸線Ａｘについて時計回りである。ただし、第２の回転方向は、軸線Ａｘについて反時計回りでもよい。この場合、第１の回転方向は、時計回りである。

[0064] 図１５において、内相コイル３２１の磁極の中心は、磁極中心線Ｃ２で示されている。磁極中心線Ｃ２は、３相コイル３２に電流が流れたときに形成される第２相のコイルの磁極の中心を通っている。具体的には、図１５に示される例において、内相コイル３２１の磁極の中心は、電源から内相コイル３２１に電流が流れたときに形成される内相コイル３２１の磁極の中心である。

[0065] 第２相のコイル（図１５では、内相コイル３２１）からの磁束の向きは、着磁対象としての磁性体２２のもう一端側の磁化容易方向とできるだけ平行であることが望ましい。これにより、大きな電流を用いずに磁性体２２のもう一端側を磁化容易方向に容易に着磁させることができる。

[0066] したがって、第２の角度θ２は、第２相のコイル（図１５では、内相コイル３２１）からの磁束の向きと、着磁対象としての磁性体２２の磁化容易方向とが平行に近い角度であることが望ましい。第２の角度θ２は、第２相のコイル（図１５では、内相コイル３２１）からの磁束の向きと、着磁対象としての磁性体２２の磁化容易方向とが平行になる角度であることがより望ましい。

[0067] 第２の結線状態が、図６、図７、又は図８に示される結線状態であるとき、電源から第２相のコイルに流れる電流は、第１相のコイルに流れる電流及び第３相のコイルに流れる電流に分かれる。すなわち、電流は、各相のコイル、すなわち、第１相のコイル、第２相のコイル、及び第３相のコイルに流れる。この場合、第２の角度θ２は、例えば、０度＜θ２≦１０度である。

[0068] 一方、第２の結線状態が、図９、図１０、又は図１１に示される結線状態であるとき、電源から第２相のコイルに流れる電流は、第１相のコイル又は第３相のコイルに流れ、第１相のコイル又は第３相のコイルの一方には流れない。すなわち、電流は、３相のうちの２つのみに流れ、３相のうちの１つには流れない。この場合、第２の角度θ２は、例えば、２．５度≦θ１≦１２．５度である。

[0069] 第２の結線状態において、電源から３相コイル３２に電流が流れると、３相コイル３２から磁束が発生し、着磁対象としての磁性体２２が、矢印で示される方向Ｍｄに着磁される。回転子２は、第２相のコイル（図１５では、内相コイル３２１）の磁極の中心に対して第２の角度θ２回転させた状態であるので、磁性体２２を、磁性体２２の磁化容易方向に容易に着磁させることができる。

[0070] ステップＳ９では、電源から３相コイル３２を外す。これにより、電動機１が得られる。

[0071] 本実施の形態では、第１相のコイルを中相コイル３２２とし、第２相のコイルを内相コイル３２１とし、第３相のコイルを外相コイル３２３としたが、第１相のコイルは中相コイル３２２に限定されず、第２相のコイルは内相

コイル３２１に限定されず、第３相のコイルは外相コイル３２３に限定されない。例えば、第１相のコイルは内相コイル３２１でもよく、第２相のコイルは中相コイル３２２でもよく、第３相のコイルは外相コイル３２３でもよい。

[0072] 〈変形例〉

図１６は、固定子３の他の例を示す図である。

図１６に示される固定子３では、第１相のコイルの数は、回転子２の磁極数と同じであり、第２相のコイルの数は、回転子２の磁極数と同じであり、第３相のコイルの数は、回転子２の磁極数と同じである。すなわち、３相コイル３２は、６個の内相コイル３２１、６個の中相コイル３２２、及び６個の外相コイル３２３を持っている。

[0073] 図１６に示される固定子３では、３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、３相コイル３２の各相のコイルは、円環形状を持つ。すなわち、３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、６個の内相コイル３２１は円環形状を持ち、６個の中相コイル３２２は円環形状を持ち、６個の外相コイル３２３は円環形状を持つ。

[0074] 図１６に示される固定子３では、３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、３相コイル３２の各相のコイルは、同心円状に配列されている。すなわち、３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、６個の内相コイル３２１は同心円状に配列されており、６個の中相コイル３２２は同心円状に配列されており、６個の外相コイル３２３は同心円状に配列されている。

[0075] 各スロット３１１には、互いに隣接する同じ相のコイルが配置されている。

[0076] 例えば、３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、固定子鉄心３１の径方向において、第１相のコイルは第２相のコイルの外側に位置しており、第３相のコイルは第１相のコイルの外側に位置している。図１６に示される例では、第１相のコイルは中相コイル３２２であり、第２相のコイルは内相コイル３２１であり、第３相のコイルは外相コイル３２３である。

[0077] ３相コイル３２のコイルエンド３２ａにおいて、固定子鉄心３１の径方向において、第２相のコイルは第１相のコイルの外側に位置してもよく、第３相のコイルは第２相のコイルの外側に位置してもよい。

[0078] 図１６に示される固定子３は、上述の電動機１に適用可能である。図１６に示される固定子３を有する電動機１の製造方法は、上述の〈電動機１の製造方法〉で説明した方法と同じである。

[0079] 〈電動機１の製造方法の利点〉

電動機１の製造方法の利点を説明する。

図１７は、比較例としての電動機における着磁工程を示す図である。

図１７に示される例では、着磁工程において、基準位置に対する角度がゼロである。この場合、３相コイル（図１７では、中相コイル３２２）からの磁束の向きは、着磁対象としての磁性体２２の磁化容易方向に対して直角に近い。したがって、図１７に示される例では、ｘｙ平面における磁性体２２の両側を磁化容易方向に着磁させることが困難である。

[0080] これに対して、本実施の形態では、回転子２の各磁極について２回の着磁を行う。具体的には、回転子２の各磁極について、回転子２の磁極の中心を、第１相のコイルの磁極の中心に対して第１の角度θ１回転させた状態で１回目の着磁を行う。これにより、第１相のコイルからの磁束の向きが着磁対象としての磁性体２２の一端側の磁化容易方向とできるだけ平行である状態で、磁性体２２を着磁させることができる。特に、ｘｙ平面における磁性体２２の一端側が、磁化容易方向に容易に着磁される。

[0081] さらに、回転子２の各磁極について、回転子２の磁極の中心を、第２相のコイルの磁極の中心に対して回転子２の第２の回転方向Ｒ２に第２の角度θ２回転させた状態で、第２の結線状態において２回目の着磁を行う。これにより、第２相のコイルからの磁束の向きが着磁対象としての磁性体２２のもう一端側の磁化容易方向とできるだけ平行である状態で、磁性体２２を着磁させることができる。その結果、大きな電流を用いずに磁性体２２を磁化容易方向に容易に着磁させることができる。特に、ｘｙ平面における磁性体２

２のもう一端側が、磁化容易方向に容易に着磁される。したがって、図１７に示される例に比べて、着磁用の電流を小さくすることができる。

[0082] さらに、磁性体２２を磁化容易方向に容易に着磁させることができるので、回転子２の磁力を高めることができる。その結果、効率の高い電動機１を提供することができる。

[0083] しかしながら、本実施の形態では、回転子２の着磁対象磁極について２回の着磁を行うので、３相コイル３２に大きな力が発生し、図１７に示される例に比べて、３相コイル３２のコイルエンド３２ａが変形しやすい。

[0084] 図１８は、電動機１の製造工程、具体的には、磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２のコイルエンド３２ａに生じる径方向における電磁力Ｆ１の例を示す図である。図１８において、３相コイル３２に示されている矢印は、電流の向きを示す。

図１９は、電動機１の製造工程、具体的には、磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２のコイルエンド３２ａに生じる軸方向における電磁力Ｆ２の例を示す図である。

[0085] 図１８に示される例では、着磁用の電源から電流が３相コイル３２に流れると、内相コイル３２１と中相コイル３２２との間で、互いに反発する径方向における電磁力Ｆ１が発生し、内相コイル３２１と外相コイル３２３との間で、互いに反発する径方向における電磁力Ｆ１が発生する。さらに、図１９に示されるように、軸方向における電磁力Ｆ２が３相コイル３２に発生する。

[0086] 図２０は、磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２における結線パターンごとの径方向における電磁力Ｆ１の大きさの違いを示すグラフである。図２０に示されるデータは、電磁界解析で解析した結果である。図２０において、結線パターンＰ１，Ｐ２，Ｐ３は、図６から図８に示される結線パターンにそれぞれ対応する。

[0087] 結線パターンＰ３では、着磁用の電源から大きな電流が外相コイル３２３に流れ、外相コイル３２３に流れる電流は、内相コイル３２１に流れる電流

及び中相コイル３２２に流れる電流の各々よりも大きい。この場合、図２０に示されるように、外相コイル３２３に発生する電磁力Ｆ１が、他のコイルに発生する電磁力Ｆ１に比べて非常に大きい。これにより、外相コイル３２３が径方向に変形しやすい。この場合、例えば、電動機１を圧縮機に適用したとき、外相コイル３２３が、金属部品（例えば、圧縮機の密閉容器）に近づき、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することが難しい。

[0088] これに対して、結線パターンＰ１では、着磁用の電源から大きな電流が中相コイル３２２に流れ、中相コイル３２２に流れる電流は、内相コイル３２１に流れる電流及び外相コイル３２３に流れる電流の各々よりも大きい。結線パターンＰ１では、各相のコイルに発生する電磁力Ｆ１に大きな差がない。特に、外相コイル３２３に発生する電磁力Ｆ１は、他のコイルに発生する電磁力Ｆ１よりも小さい。これにより、回転子２を固定子３の内側に配置した状態で着磁を行うときに、３相コイル３２、特に外相コイル３２３の著しい変形を防ぐことができる。さらに、外相コイル３２３の変形が抑制されるので、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することができる。

[0089] 結線パターンＰ２では、着磁用の電源から大きな電流が内相コイル３２１に流れ、内相コイル３２１に流れる電流は、中相コイル３２２に流れる電流及び外相コイル３２３に流れる電流の各々よりも大きい。結線パターンＰ１では、特に、外相コイル３２３に発生する電磁力Ｆ１は、他のコイルに発生する電磁力Ｆ１よりも小さい。これにより、回転子２を固定子３の内側に配置した状態で着磁を行うときに、３相コイル３２、特に外相コイル３２３の著しい変形を防ぐことができる。さらに、外相コイル３２３の変形が抑制されるので、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することができる。

[0090] 図２１は、磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２における結線パターンごとの軸方向における電磁力Ｆ２の大きさの違いを示すグラフである。図２１において、結線パターンＰ１，Ｐ２，Ｐ３は、図２０における結線パターンＰ１，Ｐ２，Ｐ３にそれぞれ対応する。

[0091] 図２１に示されるように、軸方向における電磁力Ｆ２に関して、結線パターンに関わらず、３相コイル３２のうちの１つのコイルに大きな軸方向における電磁力Ｆ２が生じる。具体的には、結線パターンＰ３では、外相コイル３２３に電源から大きな電流が流れ、外相コイル３２３に軸方向における大きな電磁力Ｆ２が生じる。結線パターンＰ１では、中相コイル３２２に電源から大きな電流が流れ、中相コイル３２２に軸方向における大きな電磁力Ｆ２が生じる。結線パターンＰ２では、内相コイル３２１に電源から大きな電流が流れ、内相コイル３２１に軸方向における大きな電磁力Ｆ２が生じる。

[0092] 軸方向における３相コイル３２の変形に関しては、径方向における３相コイル３２の変形に比べて電動機１の性能への影響が少ない。したがって、磁性体２２の着磁工程では、第１の結線状態は、結線パターンＰ１又はＰ２であることが望ましく、同様に、第２の結線状態は、結線パターンＰ１又はＰ２であることが望ましい。すなわち、第１の結線状態が結線パターンＰ１である場合、第２の結線状態は結線パターンＰ２である。第２の結線状態が結線パターンＰ２である場合、第２の結線状態は結線パターンＰ１である。

[0093] これにより、回転子２を固定子３の内側に配置した状態で着磁を行うときに、３相コイル３２、特に外相コイル３２３の著しい変形を防ぐことができる。さらに、外相コイル３２３の変形が抑制されるので、電動機１の性能、例えば、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することができる。

[0094] 図２２は、結線パターンＰ１又はＰ２における基準位置に対する角度［度］と着磁用の電源からの電流値［ｋＡＴ］との関係を示すグラフである。図２２において、基準位置に対する角度は、上述の第１の角度θ１及び第２の角度θ２に対応する。

[0095] 図２２に示されるように、基準位置に対する角度がゼロの場合、着磁用の電源からの電流値は２７８［ｋＡＴ］である。これに対して、本実施の形態では、第１の結線状態及び第２の結線状態が結線パターンＰ１又はＰ２である場合、第１の角度θ１及び第２の角度θ２は、０度＜θ１≦１０度、０度＜θ２≦１０度である。これにより、従来の着磁方法に比べて、着磁用の電

源からの電流を低減することができる。第１の角度θ１及び第２の角度θ２は、２．５度≦θ１≦１０度、２．５度≦θ２≦１０度であるとより望ましい。第１の角度θ１は、２．５度≦θ１≦７．５度又は５度≦θ１≦１０度であることがより望ましい。図２２に示される例では、第１の角度θ１及び第２の角度θ２は、５度が最も望ましい。この場合、従来の着磁方法に比べて、約２０．５％電流値が低減される。

[0096] 図２３は、磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２における結線パターンごとの径方向における電磁力Ｆ１の大きさの違いを示すグラフである。図２３に示されるデータは、電磁界解析で解析した結果である。図２３において、結線パターンＰ４，Ｐ５，Ｐ６は、図９から図１１に示される結線パターンにそれぞれ対応する。

[0097] 結線パターンＰ６では、着磁用の電源から大きな電流が外相コイル３２３に流れる。この場合、図２３に示されるように、外相コイル３２３に発生する電磁力Ｆ１が、他のコイルに発生する電磁力Ｆ１に比べて非常に大きい。これにより、外相コイル３２３が径方向に変形しやすい。この場合、例えば、電動機１を圧縮機に適用したとき、外相コイル３２３が、金属部品（例えば、圧縮機の密閉容器）に近づき、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することが難しい。

[0098] これに対して、結線パターンＰ４では、着磁用の電源から大きな電流が中相コイル３２２に流れる。結線パターンＰ４では、電流が流れる各相のコイルに発生する電磁力Ｆ１に大きな差がない。特に、外相コイル３２３には電磁力Ｆ１が発生しない。これにより、回転子２を固定子３の内側に配置した状態で着磁を行うときに、３相コイル３２、特に外相コイル３２３の著しい変形を防ぐことができる。さらに、外相コイル３２３の変形が抑制されるので、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することができる。

[0099] 図２４は、磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２における結線パターンごとの軸方向における電磁力Ｆ２の大きさの違いを示すグラフである。図２４において、結線パターンＰ４，

Ｐ５，Ｐ６は、図２３における結線パターンＰ４，Ｐ５，Ｐ６にそれぞれ対応する。

[0100] 図２４に示されるように、軸方向における電磁力Ｆ２に関して、結線パターンに関わらず、３相コイル３２のうちの１つのコイルに大きな軸方向における電磁力Ｆ２が生じる。

[0101] 軸方向における３相コイル３２の変形に関しては、径方向における３相コイル３２の変形に比べて電動機１の性能への影響が少ない。したがって、磁性体２２の着磁工程では、第１の結線状態は、結線パターンＰ４又はＰ５であることが望ましく、同様に、第２の結線状態は、結線パターンＰ４又はＰ５であることが望ましい。すなわち、第１の結線状態が結線パターンＰ４である場合、第２の結線状態は結線パターンＰ５である。第２の結線状態が結線パターンＰ５である場合、第２の結線状態は結線パターンＰ４である。

[0102] これにより、回転子２を固定子３の内側に配置した状態で着磁を行うときに、３相コイル３２、特に外相コイル３２３の著しい変形を防ぐことができる。さらに、外相コイル３２３の変形が抑制されるので、電動機１の性能、例えば、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することができる。

[0103] 図２５は、結線パターンＰ４又はＰ５における基準位置に対する角度［度］と着磁用の電源からの電流値［ｋＡＴ］との関係を示すグラフである。図２５において、基準位置に対する角度は、上述の第１の角度θ１及び第２の角度θ２に対応する。

[0104] 図２５に示されるように、基準位置に対する角度がゼロの場合、着磁用の電源からの電流値は４５０［ｋＡＴ］である。これに対して、本実施の形態では、第１の結線状態及び第２の結線状態が結線パターンＰ４又はＰ５である場合、第１の角度θ１及び第２の角度θ２は、０度＜θ１≦１２．５度、０度＜θ２≦１２．５度である。これにより、従来の着磁方法に比べて、着磁用の電源からの電流を低減することができる。第１の角度θ１及び第２の角度θ２は、２．５度≦θ１≦１２．５度、２．５度≦θ２≦１２．５度であるとより望ましい。第１の角度θ１及び第２の角度θ２は、５度≦θ１≦

１２．５度、５度≦θ２≦１２．５度であるとより望ましい。第１の角度θ１及び第２の角度θ２は、５度≦θ１≦１０度、５度≦θ２≦１０度であるとより望ましい。図２５に示される例では、第１の角度θ１及び第２の角度θ２は、７．５度が最も望ましい。この場合、従来の着磁方法に比べて、５３．３％電流値が低減される。

[0105] さらに、結線パターンＰ４又はＰ５では、着磁用の電源からの電流を２１０［ｋＡＴ］まで低減することができる。したがって、結線パターンＰ４又はＰ５では、結線パターンＰ１又はＰ２における最小値２２１［ｋＡＴ］に比べて着磁用の電源からの電流を下げることができる。

[0106] 図２６は、図１６に示される変形例の磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２における結線パターンごとの径方向における電磁力Ｆ１の大きさの違いを示すグラフである。図２６に示されるデータは、電磁界解析で解析した結果である。図２６において、結線パターンＰ１，Ｐ２，Ｐ３は、図６から図８に示される結線パターンにそれぞれ対応する。

[0107] 図２７は、図１６に示される変形例の磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２における結線パターンごとの軸方向における電磁力Ｆ２の大きさの違いを示すグラフである。図２７において、結線パターンＰ１，Ｐ２，Ｐ３は、図２６における結線パターンＰ１，Ｐ２，Ｐ３にそれぞれ対応する。

[0108] 図２６及び図２７に示されるように、図１６に示される変形例の磁性体２２の着磁工程においても、第１の結線状態は、結線パターンＰ１又はＰ２であることが望ましく、同様に、第２の結線状態は、結線パターンＰ１又はＰ２であることが望ましい。これにより、回転子２を固定子３の内側に配置した状態で着磁を行うときに、３相コイル３２、特に外相コイル３２３の著しい変形を防ぐことができる。さらに、外相コイル３２３の変形が抑制されるので、電動機１の性能、例えば、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することができる。

[0109] 図２８は、図１６に示される変形例の磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２における結線パターンごとの径方向における電磁力Ｆ１の大きさの違いを示すグラフである。図２８に示されるデータは、電磁界解析で解析した結果である。図２８において、結線パターンＰ４，Ｐ５，Ｐ６は、図９から図１１に示される結線パターンにそれぞれ対応する。

[0110] 図２９は、図１６に示される変形例の磁性体２２の着磁工程において、３相コイル３２に通電したとき、３相コイル３２における結線パターンごとの軸方向における電磁力Ｆ２の大きさの違いを示すグラフである。図２９において、結線パターンＰ４，Ｐ５，Ｐ６は、図２８における結線パターンＰ４，Ｐ５，Ｐ６にそれぞれ対応する。

[0111] 図２８及び図２９に示されるように、図１６に示される変形例の磁性体２２の着磁工程においても、第１の結線状態は、結線パターンＰ４又はＰ５であることが望ましく、同様に、第２の結線状態は、結線パターンＰ４又はＰ５であることが望ましい。これにより、回転子２を固定子３の内側に配置した状態で着磁を行うときに、３相コイル３２、特に外相コイル３２３の著しい変形を防ぐことができる。さらに、外相コイル３２３の変形が抑制されるので、電動機１の性能、例えば、外相コイル３２３の電気絶縁性を確保することができる。

[0112] 図１６に示される変形例においても図２２及び図２５に示される特性を持つ。したがって、図１６に示される変形例においても図２２及び図２５に示される利点を持つ。

[0113] 上述のように、本実施の形態では、回転子２を固定子３の内側に配置した状態で着磁を行うときに、３相コイル３２、特に外相コイル３２３の著しい変形を防ぐことができる。さらに、本実施の形態によれば、効率の高い電動機１を提供することができる。

[0114] 実施の形態２.

本発明の実施の形態２に係る圧縮機３００について説明する。

図３０は、圧縮機３００の構造を概略的に示す断面図である。

[0115] 圧縮機３００は、電動要素としての電動機１と、ハウジングとしての密閉容器３０７と、圧縮要素（圧縮装置とも称する）としての圧縮機構３０５とを有する。本実施の形態では、圧縮機３００は、スクロール圧縮機である。ただし、圧縮機３００は、スクロール圧縮機に限定されない。圧縮機３００は、スクロール圧縮機以外の圧縮機、例えば、ロータリー圧縮機でもよい。

[0116] 圧縮機３００内の電動機１は、実施の形態１で説明した電動機１である。電動機１は、圧縮機構３０５を駆動する。

[0117] 圧縮機３００は、さらに、シャフト４の下端部（すなわち、圧縮機構３０５側と反対側の端部）を支持するサブフレーム３０８を備えている。

[0118] 圧縮機構３０５は、密閉容器３０７内に配置されている。圧縮機構３０５は、渦巻部分を有する固定スクロール３０１と、固定スクロール３０１の渦巻部分との間に圧縮室を形成する渦巻部分を有する揺動スクロール３０２と、シャフト４の上端部を保持するコンプライアンスフレーム３０３と、密閉容器３０７に固定されてコンプライアンスフレーム３０３を保持するガイドフレーム３０４とを備える。

[0119] 固定スクロール３０１には、密閉容器３０７を貫通する吸入管３１０が圧入されている。また、密閉容器３０７には、固定スクロール３０１から吐出される高圧の冷媒ガスを外部に吐出する吐出管３０６が設けられている。この吐出管３０６は、密閉容器３０７の圧縮機構３０５と電動機１との間に設けられた開口部に連通している。

[0120] 電動機１は、固定子３を密閉容器３０７に嵌め込むことにより密閉容器３０７に固定されている。電動機１の構成は、上述した通りである。密閉容器３０７には、電動機１に電力を供給するガラス端子３０９が溶接により固定されている。

[0121] 電動機１が回転すると、その回転が揺動スクロール３０２に伝達され、揺動スクロール３０２が揺動する。揺動スクロール３０２が揺動すると、揺動スクロール３０２の渦巻部分と固定スクロール３０１の渦巻部分とで形成さ

れる圧縮室の容積が変化する。そして、吸入管３１０から冷媒ガスが吸入され、圧縮されて、吐出管３０６から吐出される。

[0122] 圧縮機３００は、実施の形態１で説明した電動機１を有するので、実施の形態１で説明した利点を持つ。

[0123] さらに、圧縮機３００は実施の形態１で説明した電動機１を有するので、効率の高い圧縮機３００を提供することができる。

[0124] 実施の形態３.

本発明の実施の形態３に係る圧縮機３００を有する、空気調和機としての冷凍空調装置７について説明する。

図３１は、実施の形態３に係る冷凍空調装置７の構成を概略的に示す図である。

[0125] 冷凍空調装置７は、例えば、冷暖房運転が可能である。図３１に示される冷媒回路図は、冷房運転が可能な空気調和機の冷媒回路図の一例である。

[0126] 実施の形態３に係る冷凍空調装置７は、室外機７１と、室内機７２と、室外機７１及び室内機７２を接続する冷媒配管７３とを有する。

[0127] 室外機７１は、圧縮機３００と、熱交換器としての凝縮器７４と、絞り装置７５と、室外送風機７６（第１の送風機）とを有する。凝縮器７４は、圧縮機３００によって圧縮された冷媒を凝縮する。絞り装置７５は、凝縮器７４によって凝縮された冷媒を減圧し、冷媒の流量を調節する。絞り装置７５は、減圧装置とも言う。

[0128] 室内機７２は、熱交換器としての蒸発器７７と、室内送風機７８（第２の送風機）とを有する。蒸発器７７は、絞り装置７５によって減圧された冷媒を蒸発させ、室内空気を冷却する。

[0129] 冷凍空調装置７における冷房運転の基本的な動作について以下に説明する。冷房運転では、冷媒は、圧縮機３００によって圧縮され、凝縮器７４に流入する。凝縮器７４によって冷媒が凝縮され、凝縮された冷媒が絞り装置７５に流入する。絞り装置７５によって冷媒が減圧され、減圧された冷媒が蒸発器７７に流入する。蒸発器７７において冷媒は蒸発し、冷媒（具体的には

、冷媒ガス）が再び室外機７１の圧縮機３００へ流入する。室外送風機７６によって空気が凝縮器７４に送られると冷媒と空気との間で熱が移動し、同様に、室内送風機７８によって空気が蒸発器７７に送られると冷媒と空気との間で熱が移動する。

[0130] 以上に説明した冷凍空調装置７の構成及び動作は、一例であり、上述した例に限定されない。

[0131] 実施の形態３に係る冷凍空調装置７によれば、実施の形態１から２で説明した利点を持つ。

[0132] さらに、実施の形態３に係る冷凍空調装置７は、実施の形態２に係る圧縮機３００を有するので、効率の高い冷凍空調装置７を提供することができる。

[0133] 以上に説明した各実施の形態における特徴及び各変形例における特徴は、互いに適宜組み合わせることができる。

符号の説明

[0134] １ 電動機、 ２ 回転子、 ３ 固定子、 ７ 冷凍空調装置、 ３１ 固定子鉄心、 ３２ ３相コイル、 ３２ａ コイルエンド、 ７１ 室外機、 ７２ 室内機、 ２１１ 磁石挿入孔、 ３００ 圧縮機、 ３０５ 圧縮機構、 ３０７ 密閉容器、 ７４ 凝縮器、 ７７ 蒸発器、 ３２１ 内相コイル、 ３２２ 中相コイル、 ３２３ 外相コイル。

請求の範囲

[請求項1] 固定子鉄心及び前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられた３相コイルを持つ固定子と、磁極を持ち、前記固定子の内側に配置された回転子とを有する電動機の製造方法であって、

着磁されていない磁性体を持つ前記回転子を前記固定子の内側に配置することと、

前記３相コイルの第１相のコイルを、着磁用の電源のプラス側に接続することと、

前記回転子の前記磁極の中心を、前記電源から前記第１相のコイルに電流が流れたときに形成される前記第１相のコイルの磁極の中心に対して前記回転子の第１の回転方向に第１の角度回転させた状態で、前記３相コイルに電流を通すことと、

前記電源の前記プラス側との接続を、前記第１相のコイルから前記３相コイルの第２相のコイルに切り替えることと、

前記回転子の前記磁極の中心を、前記電源から前記第２相のコイルに電流が流れたときに形成される前記第２相のコイルの磁極の中心に対して前記回転子の第１の回転方向とは反対方向である第２の回転方向に第２の角度回転させた状態で、前記３相コイルに電流を通すことと

を備えた電動機の製造方法。

[請求項2] 前記３相コイルは、前記第１相のコイル、前記第２相のコイル、及び第３相のコイルを含み、

前記３相コイルのコイルエンドにおいて、前記第１相のコイル、前記第２相のコイル、及び前記第３相のコイルは、前記固定子鉄心の周方向においてこの順に配列されており、

前記コイルエンドにおいて、前記第２相のコイルは、前記第３相のコイルに比べて前記固定子鉄心の中心の近くに位置している

請求項１に記載の電動機の製造方法。

[請求項3] 前記３相コイルは、前記第１相のコイル、前記第２相のコイル、及び第３相のコイルを含み、

前記３相コイルのコイルエンドにおいて、前記第２相のコイル、前記第１相のコイル、及び前記第３相のコイルは、前記固定子鉄心の周方向においてこの順に配列されており、

前記コイルエンドにおいて、前記第１相のコイルは、前記第３相のコイルに比べて前記固定子鉄心の中心の近くに位置している

請求項１に記載の電動機の製造方法。

[請求項4] 前記３相コイルは、前記第１相のコイル、前記第２相のコイル、及び第３相のコイルを含み、

前記第１相のコイルが前記電源のプラス側に接続されているとき、前記電源から前記第１相のコイルに流れる電流は、前記第２相のコイルに流れる電流及び前記第３相のコイルに流れる電流に分かれ、

前記第２相のコイルが前記電源のプラス側に接続されているとき、前記電源から前記第２相のコイルに流れる電流は、前記第１相のコイルに流れる電流及び前記第３相のコイルに流れる電流に分かれる

請求項１から３のいずれか１項に記載の電動機の製造方法。

[請求項5] 前記第１の角度をθ１とし、前記第２の角度をθ２としたとき、

前記第１の角度θ１は、０度＜θ１≦１０度であり、

前記第２の角度θ２は、０度＜θ２≦１０度である

請求項４に記載の電動機の製造方法。

[請求項6] 前記３相コイルは、前記第１相のコイル、前記第２相のコイル、及び第３相のコイルを含み、

前記第１相のコイルが前記電源のプラス側に接続されているとき、前記電源から前記第１相のコイルに流れる電流は、前記第２相のコイル又は前記第３相のコイルに流れ、前記第２相のコイル又は前記第３相のコイルの一方には流れず、

前記第２相のコイルが前記電源のプラス側に接続されているとき、

前記電源から前記第２相のコイルに流れる電流は、前記第１相のコイル又は前記第３相のコイルに流れ、前記第１相のコイル又は前記第３相のコイルの一方には流れない

請求項１から３のいずれか１項に記載の電動機の製造方法。

[請求項7] 前記第１の角度をθ１とし、前記第２の角度をθ２としたとき、

前記第１の角度θ１は、０度＜θ１≦１２．５度であり、

前記第２の角度θ２は、０度＜θ２≦１２．５度である

請求項６に記載の電動機の製造方法。

[請求項8] 前記３相コイルは、前記第１相のコイル、前記第２相のコイル、及び第３相のコイルを含み、

前記第１相のコイルの数は、前記回転子の磁極数と同じであり、

前記第２相のコイルの数は、前記回転子の磁極数と同じであり、

前記第３相のコイルの数は、前記回転子の磁極数と同じである

請求項１に記載の電動機の製造方法。

[請求項9] 前記３相コイルのコイルエンドにおいて、前記３相コイルの各相のコイルは、同心円状に配列されている請求項８に記載の電動機の製造方法。

[請求項10] 前記３相コイルのコイルエンドにおいて、前記固定子鉄心の径方向において、前記第１相のコイルは前記第２相のコイルの外側に位置しており、前記第３相のコイルは前記第１相のコイルの外側に位置している請求項８又は９に記載の電動機の製造方法。

[請求項11] 前記３相コイルのコイルエンドにおいて、前記固定子鉄心の径方向において、前記第２相のコイルは前記第１相のコイルの外側に位置しており、前記第３相のコイルは前記第２相のコイルの外側に位置している請求項８又は９に記載の電動機の製造方法。

[請求項12] 前記３相コイルは、Ｙ結線で接続されている請求項１から１１のいずれか１項に記載の電動機の製造方法。

[請求項13] 固定子鉄心及び前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられた３相コ

イルを持つ固定子と、

磁極を持ち、前記固定子の内側に配置された回転子と

を備え、

前記回転子は、

固定子鉄心と、

前記固定子鉄心に配置された永久磁石と

を有し、

前記回転子の軸方向と直交する平面において、前記永久磁石の一端側は、前記回転子の前記磁極の中心を、着磁用の電源から前記３相コイルの第１相のコイルに電流が流れたときに形成される前記第１相のコイルの磁極の中心に対して前記回転子の第１の回転方向に第１の角度回転させた状態で、前記３相コイルに電流を通すことにより着磁されており、

前記回転子の軸方向と直交する前記平面において、前記永久磁石のもう一端側は、前記回転子の前記磁極の中心を、前記電源から前記３相コイルの第２相のコイルに電流が流れたときに形成される前記第２相のコイルの磁極の中心に対して前記回転子の第１の回転方向とは反対方向である第２の回転方向に第２の角度回転させた状態で、前記３相コイルに電流を通すことにより着磁されている

電動機。

[請求項14] 密閉容器と、

前記密閉容器内に配置された圧縮装置と、

前記圧縮装置を駆動する請求項１３に記載の電動機と

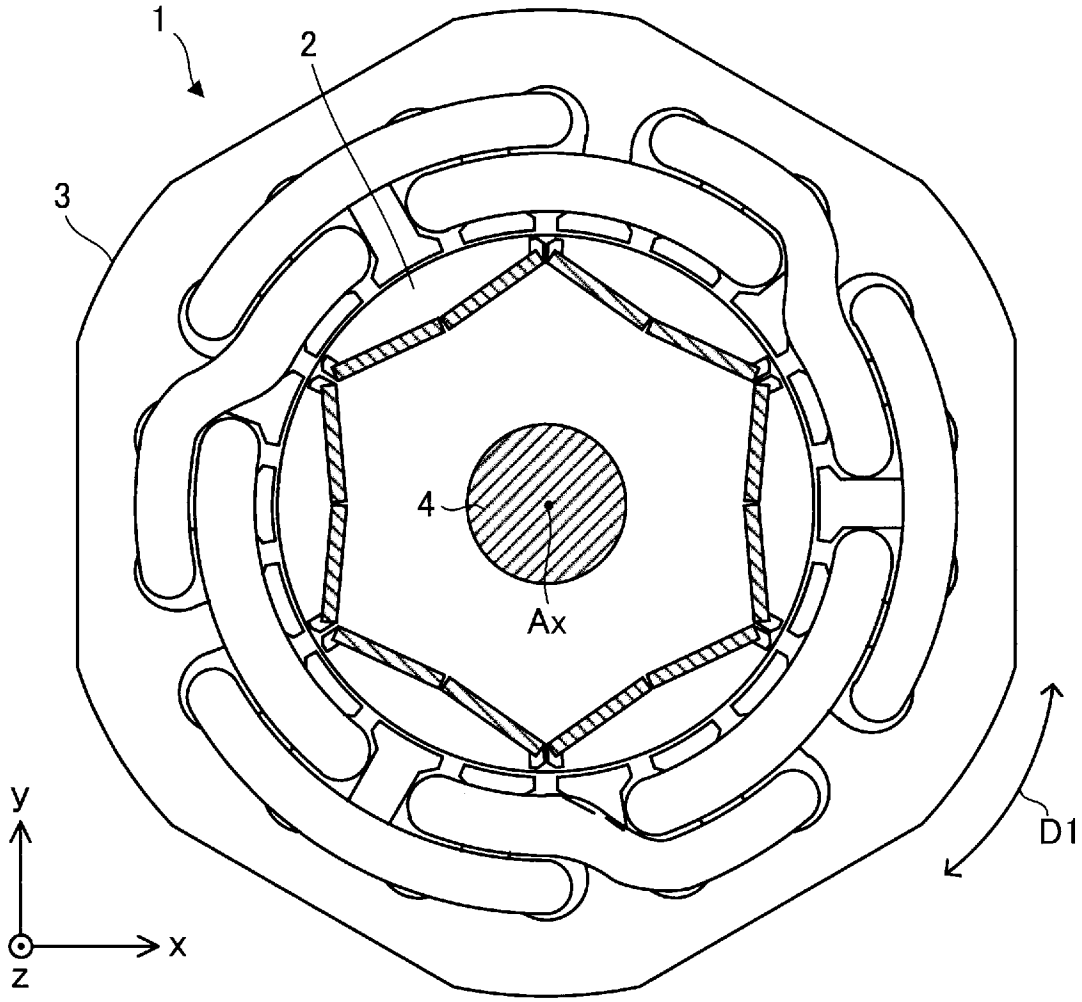
を備える圧縮機。

[請求項15] 請求項１４に記載の圧縮機と、

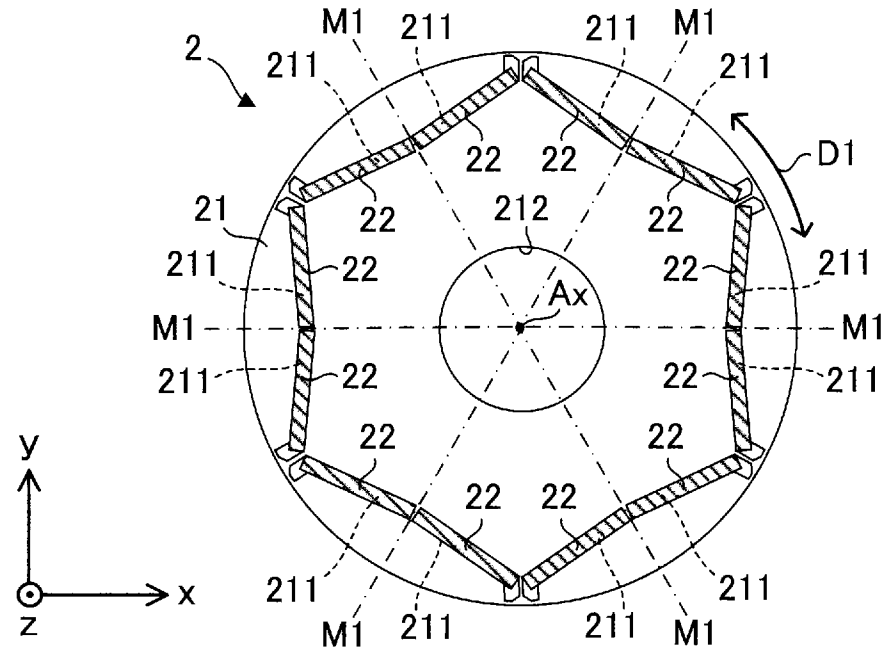
熱交換器と

を備える空気調和機。

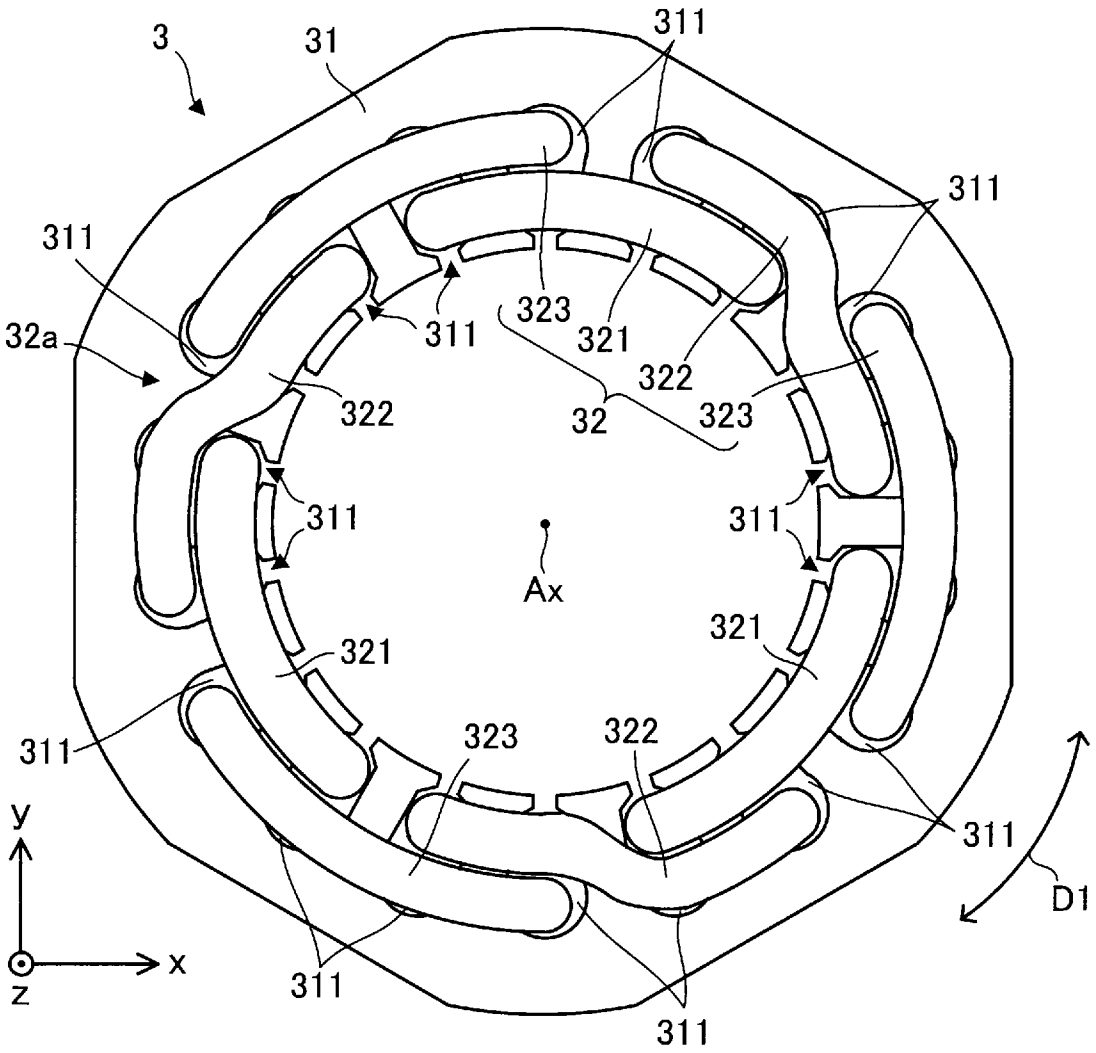
[図1]



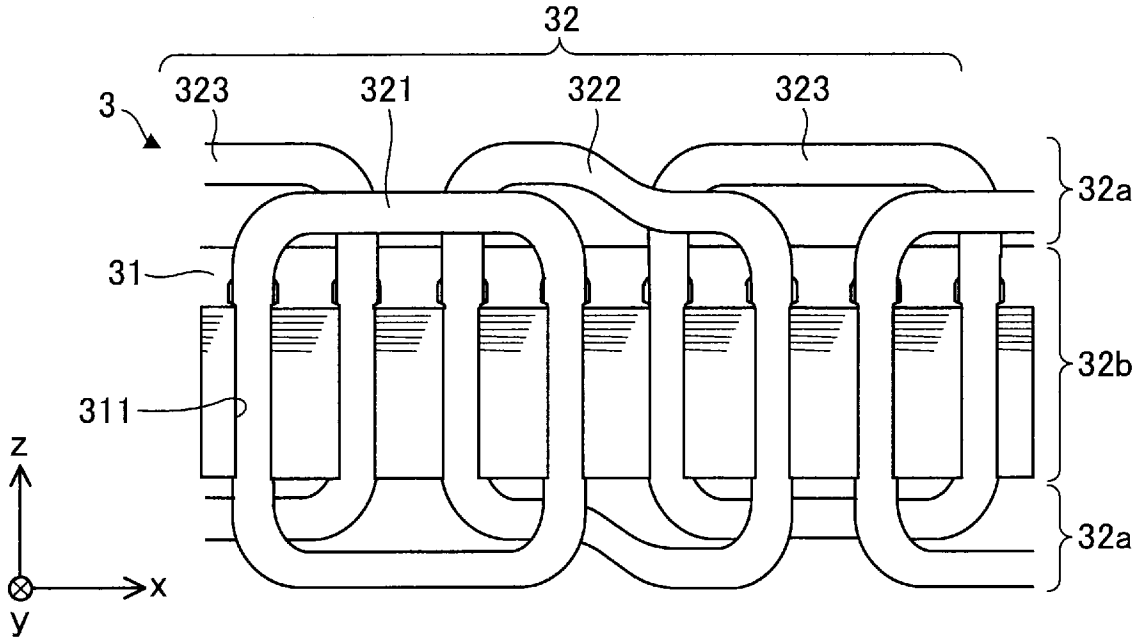
[図2]



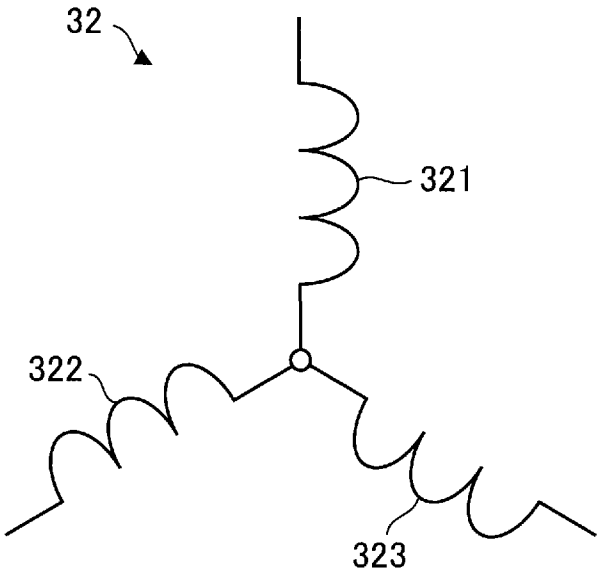
[図3]


3
31
311
311
311
311
32a
323
321
322
322
32
323
311
311
Ax
321
321
311
323
322
311
311
311
y
x
z
D1

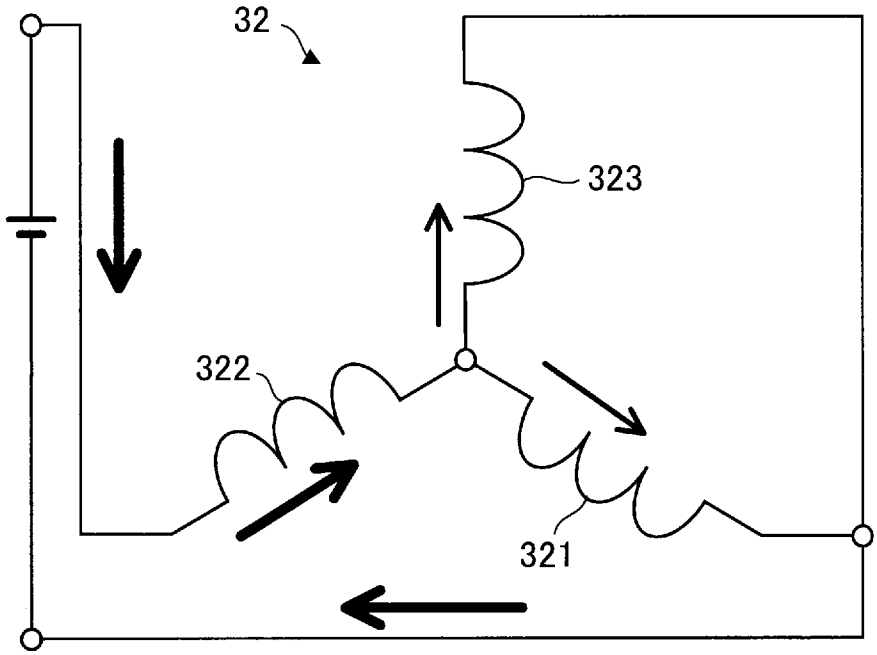
[図4]


32
323
321
322
323
3
32a
31
32b
311
32a
z
x
y

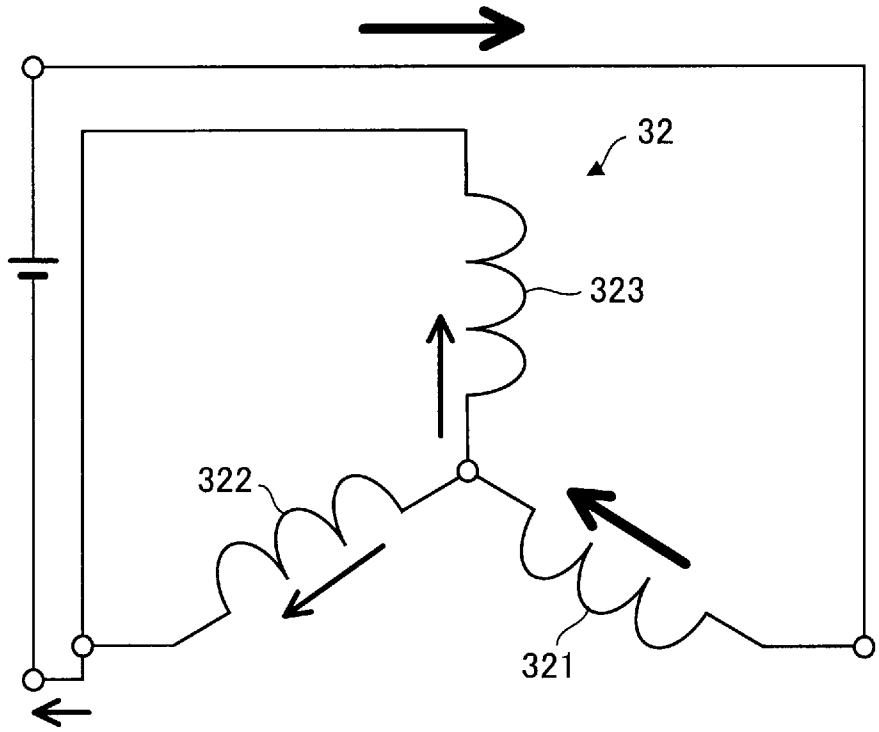
[図5]



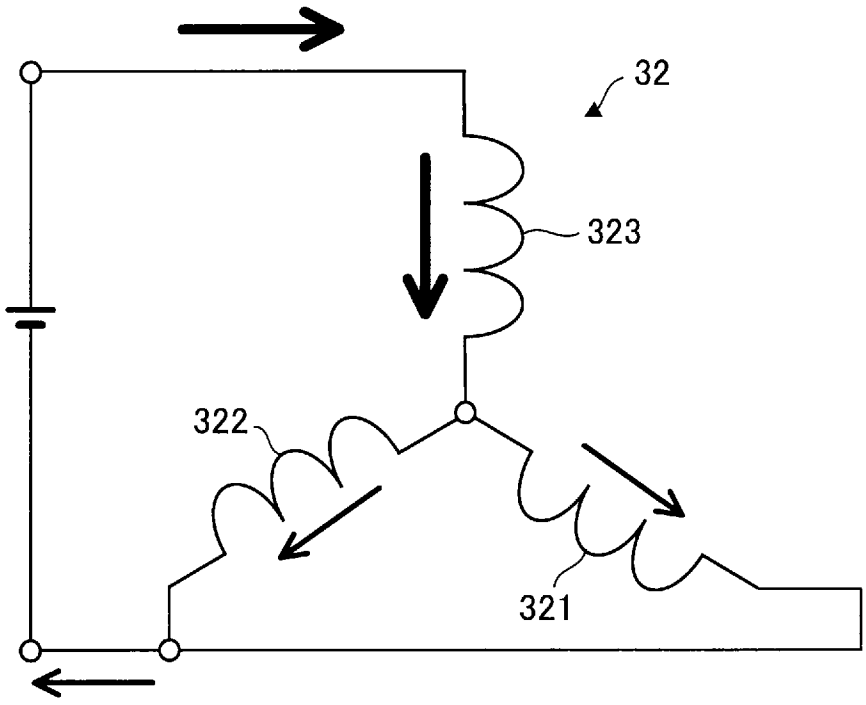
[図6]



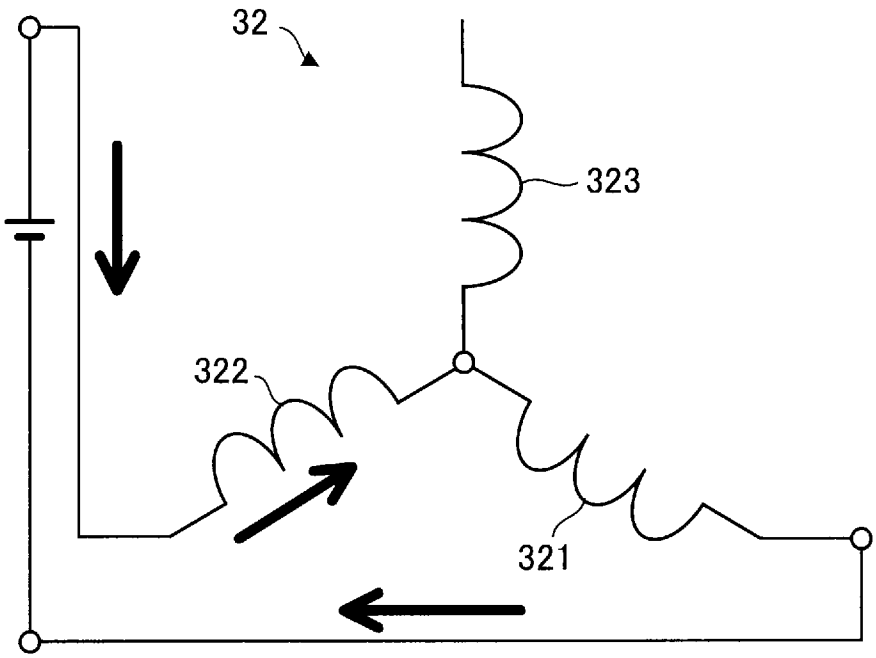
[図7]



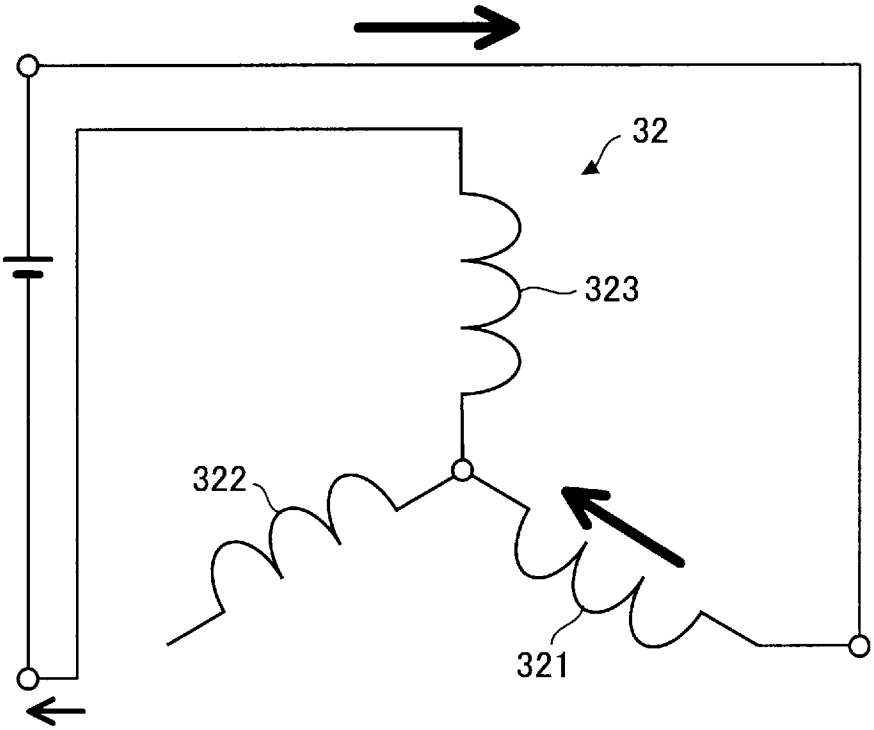
[図8]



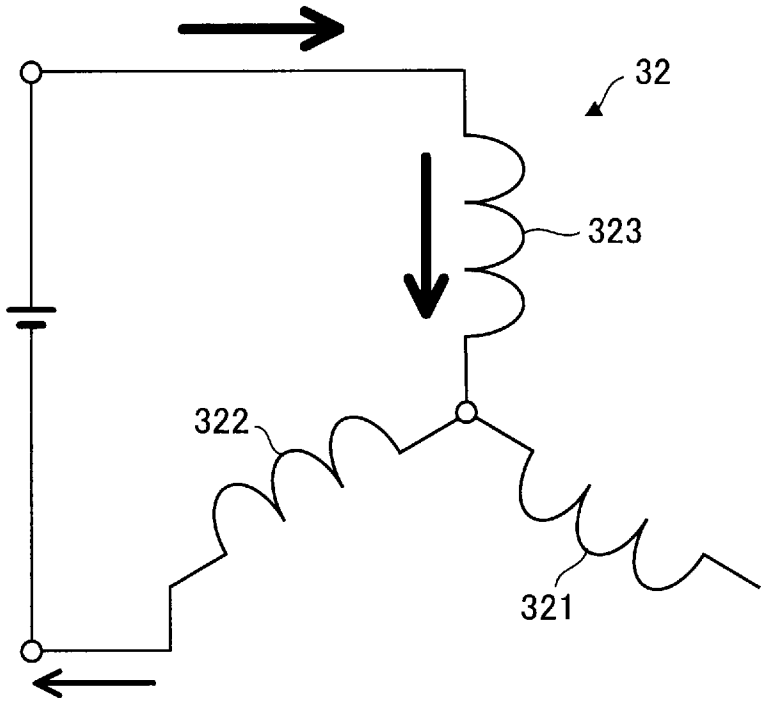
[図9]



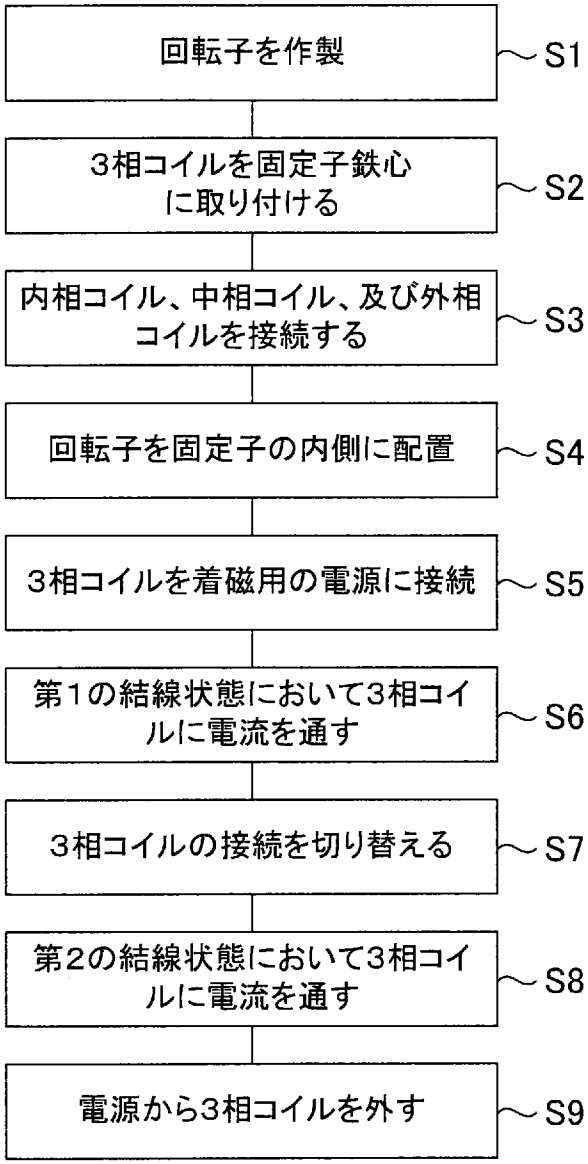
[図10]



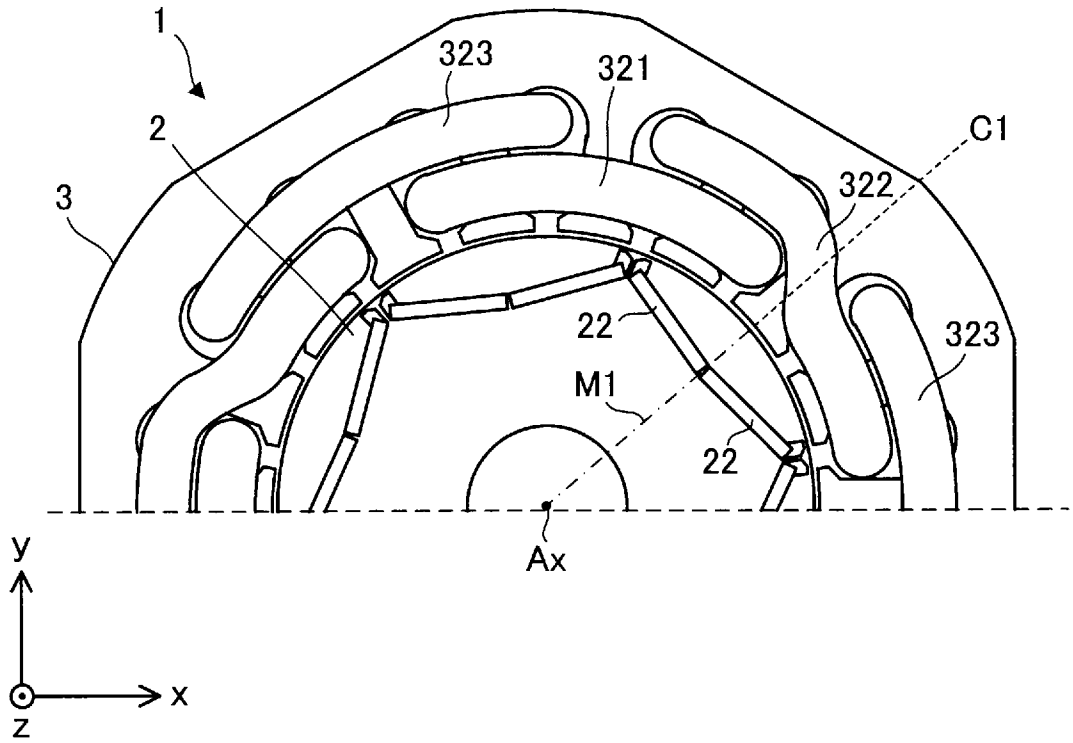
[図11]



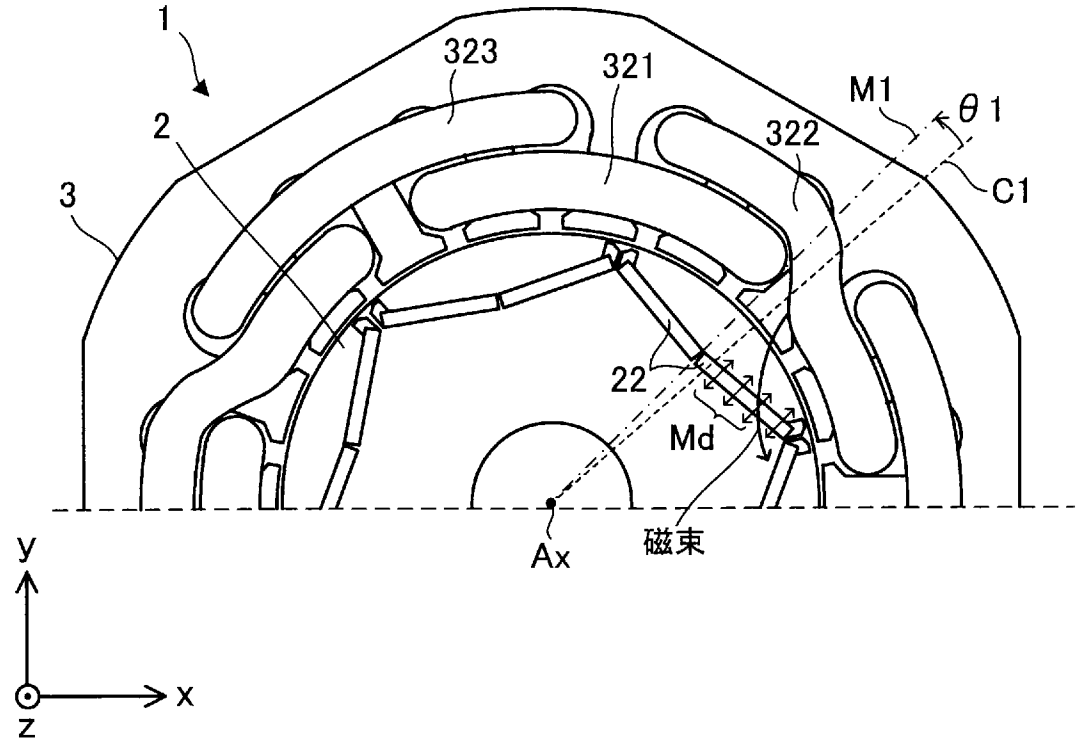
[図12]


回転子を作製
S1
3相コイルを固定子鉄心に取り付ける
S2
内相コイル、中相コイル、及び外相コイルを接続する
S3
回転子を固定子の内側に配置
S4
3相コイルを着磁用の電源に接続
S5
第1の結線状態において3相コイルに電流を通す
S6
3相コイルの接続を切り替える
S7
第2の結線状態において3相コイルに電流を通す
S8
電源から3相コイルを外す
S9

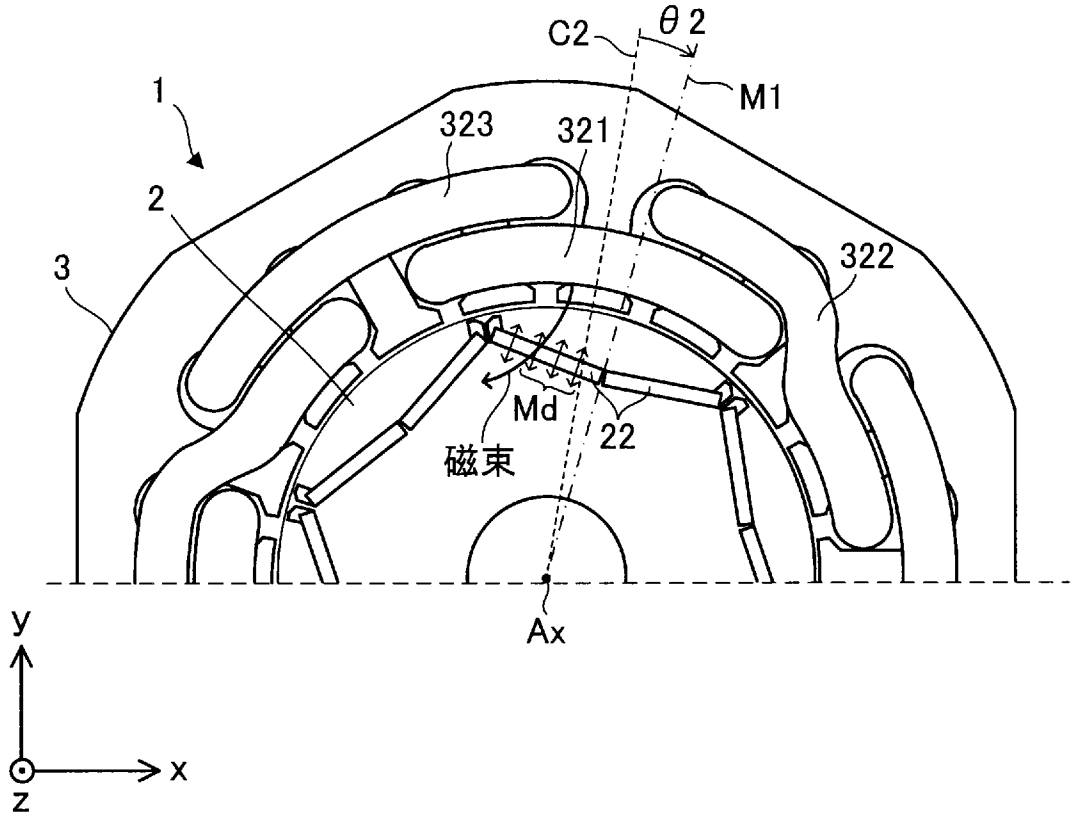
[図13]


1
323
321
2
C1
3
322
22
323
M1
22
Ax
y
x
z

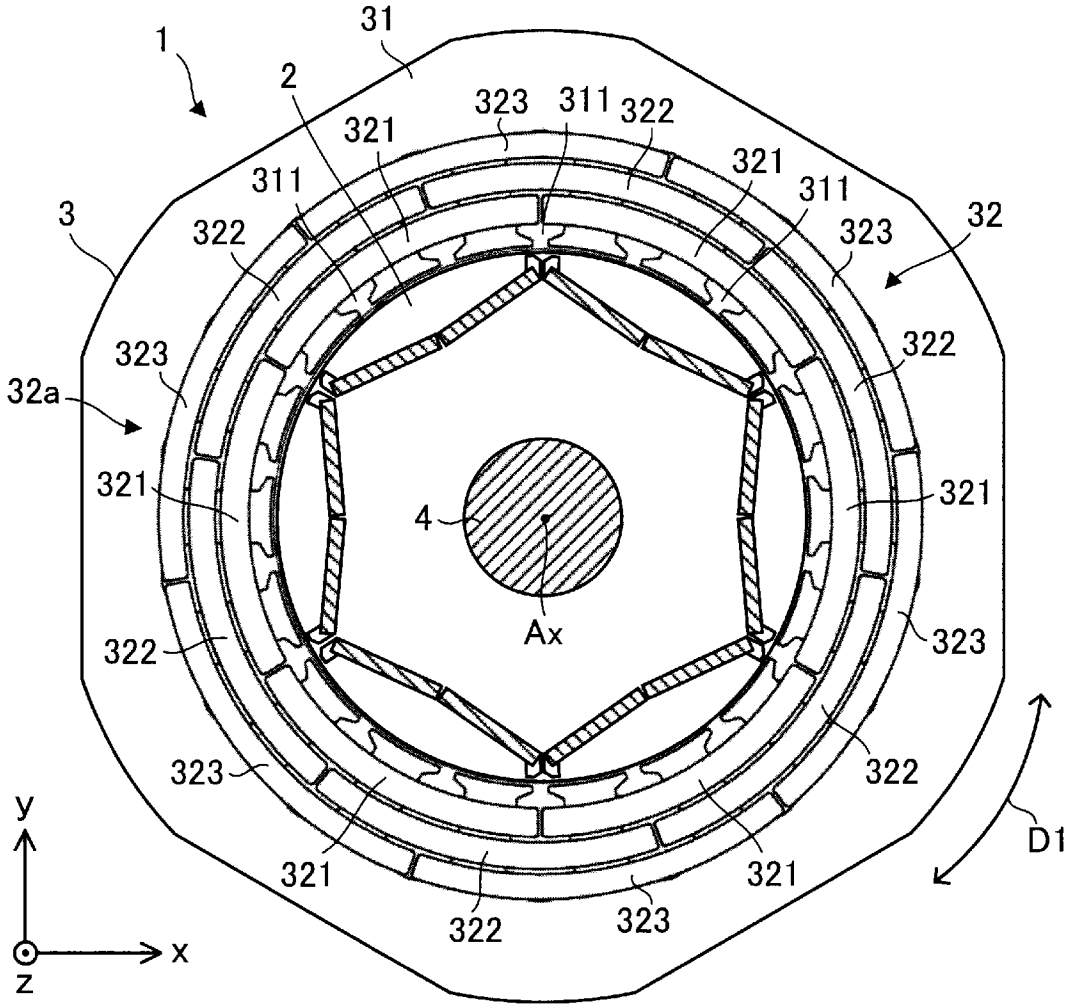
[図14]


1
323
321
M1
θ1
2
322
3
C1
22
Md
磁束
Ax
y
x
z

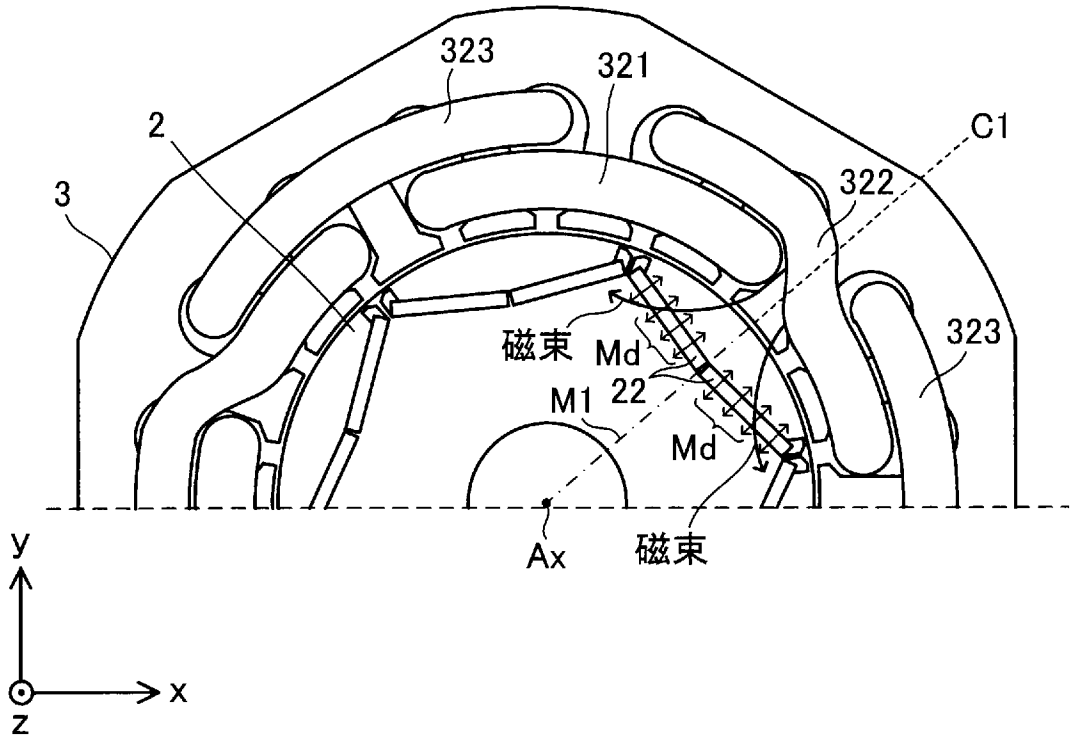
[図15]


C2
θ2
M1
1
323
321
2
3
322
Md
磁束
22
Ax
y
x
z

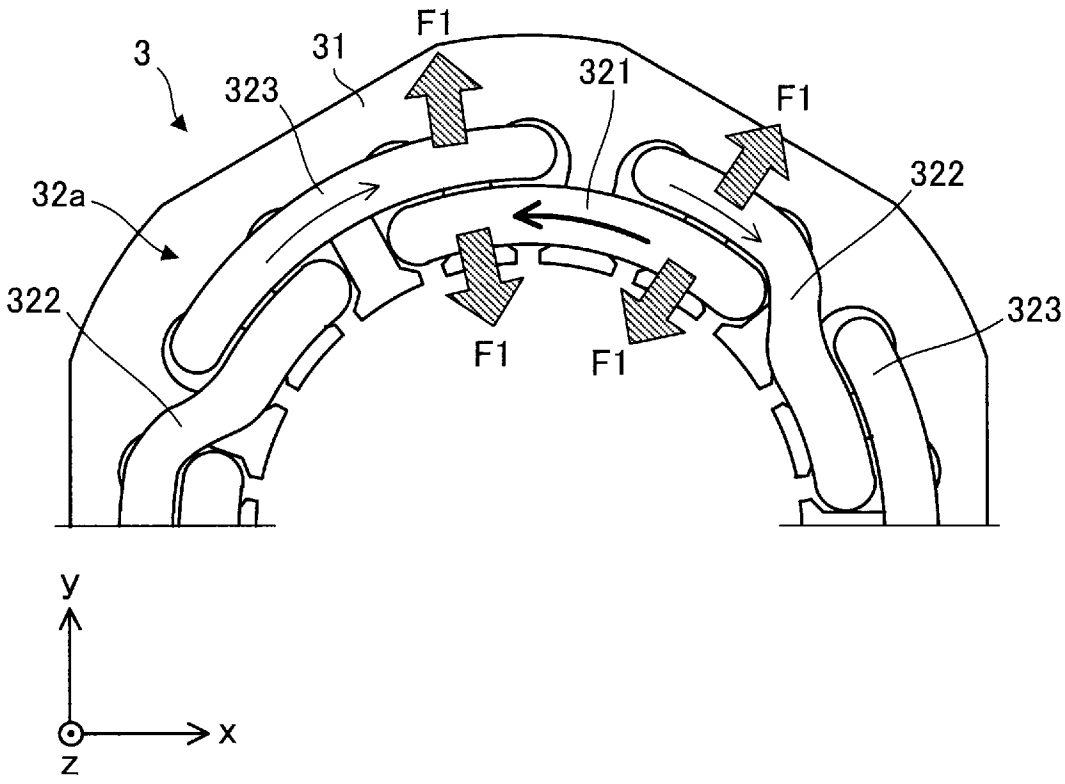
[図16]


31
1
2
323
311
322
321
311
321
311
3
322
323
32
323
322
32a
321
321
4
Ax
322
323
323
322
321
321
322
323
D1
y
x
z

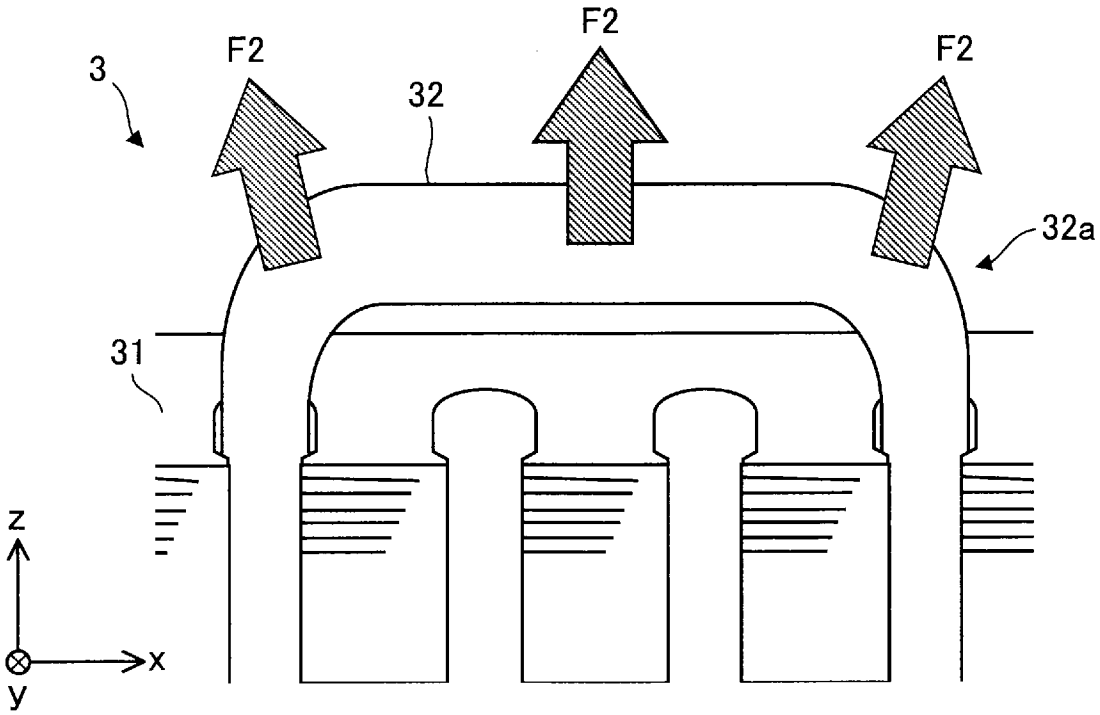
[図17]


323
321
2
C1
3
322
磁束
Md
323
22
M1
Md
Ax
磁束
y
x
z

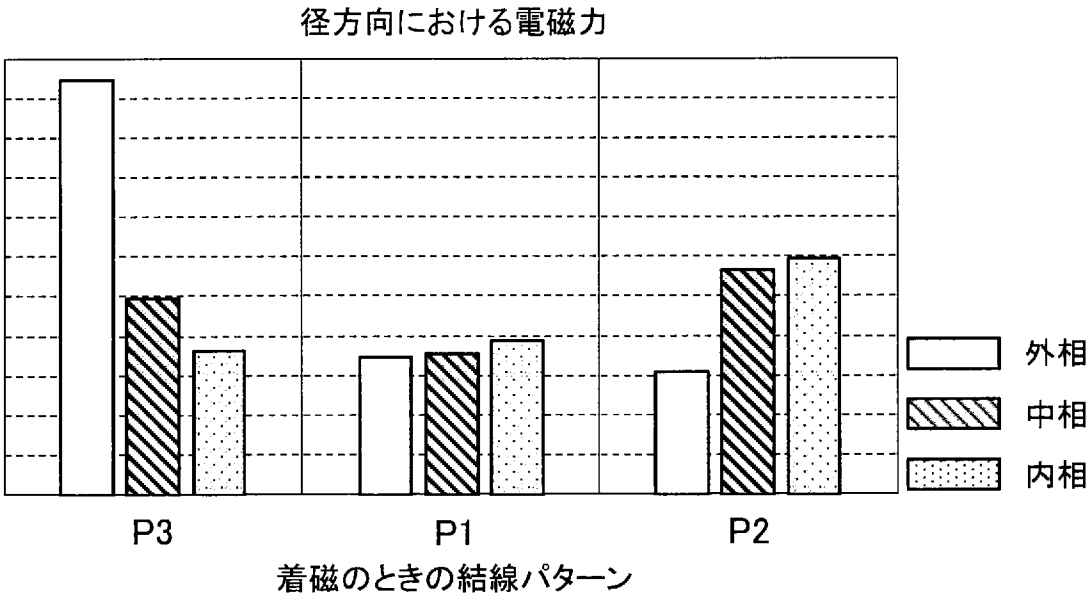
[図18]


F1
3
31
323
321
F1
322
32a
322
323
F1
F1
y
x
z

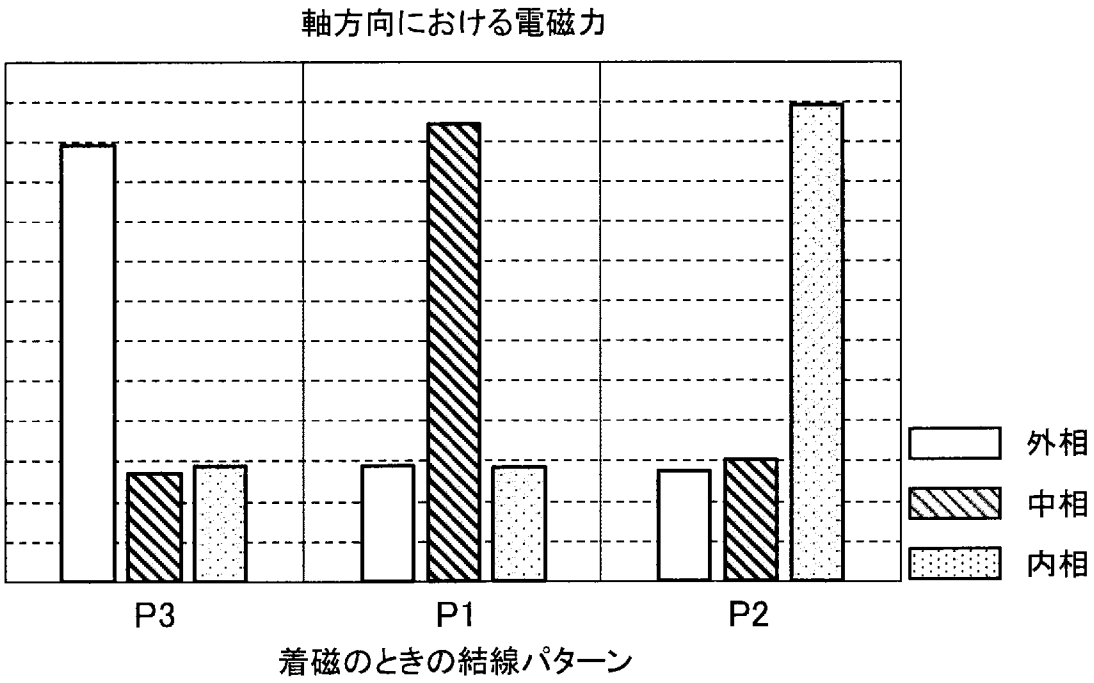
[図19]


F2
F2
F2
3
32
32a
31
z
x
y

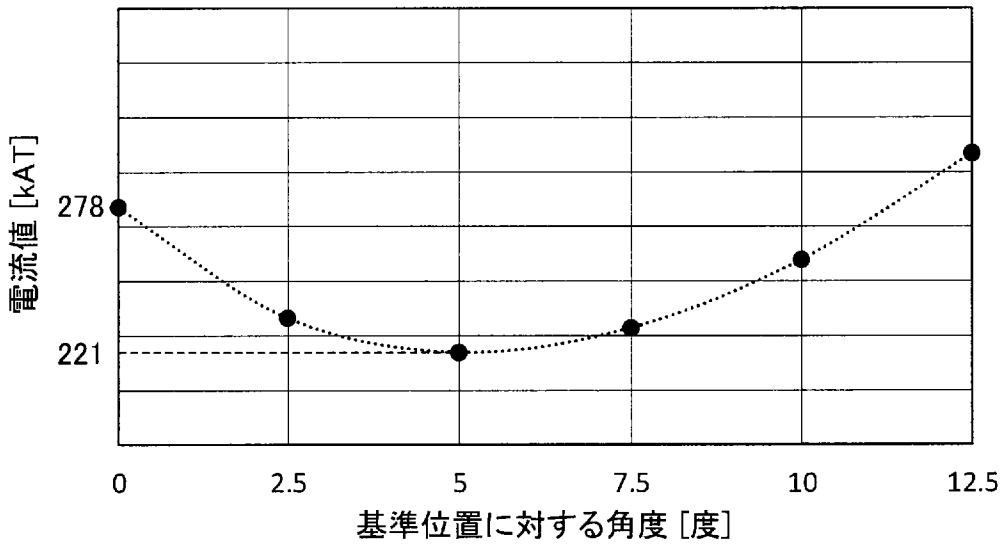
[図20]


径方向における電磁力
外相
中相
内相
P3
P1
P2
着磁のときの結線パターン

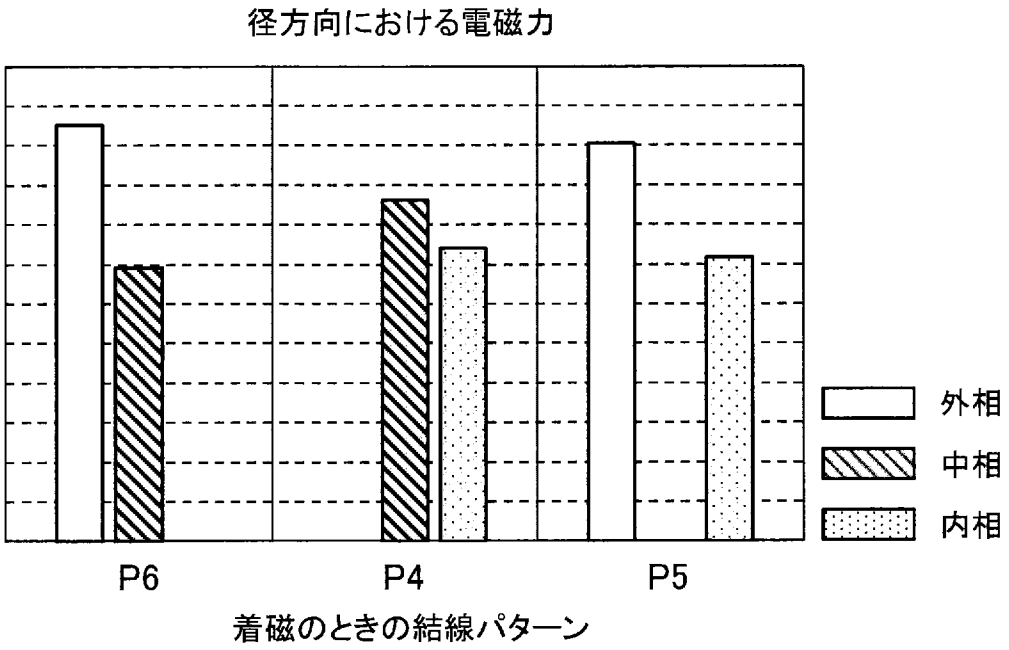
[図21]


軸方向における電磁力
外相
中相
内相
P3
P1
P2
着磁のときの結線パターン

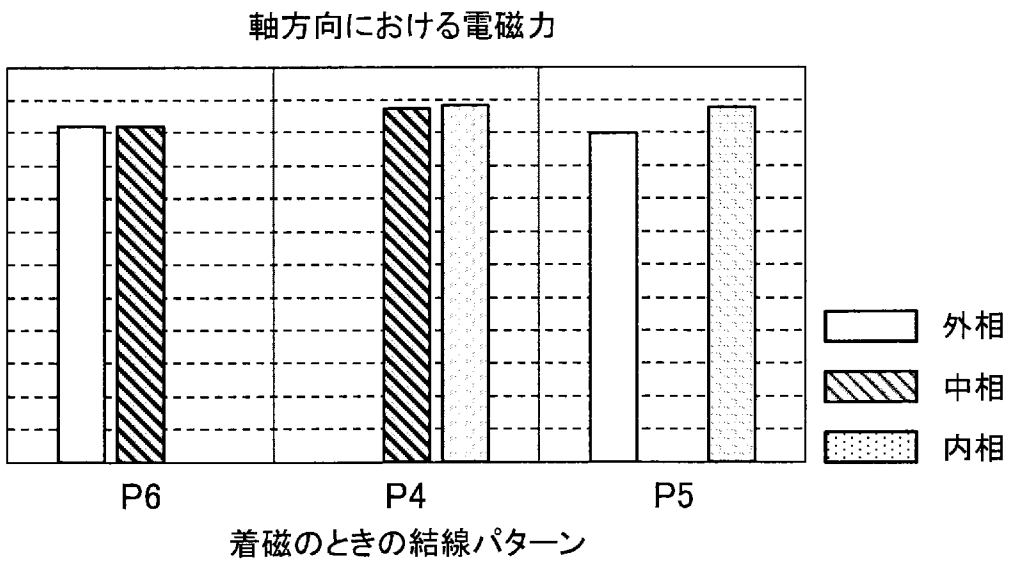
[図22]


電流値 [kAT]
278
221
0
2.5
5
7.5
10
12.5
基準位置に対する角度 [度]

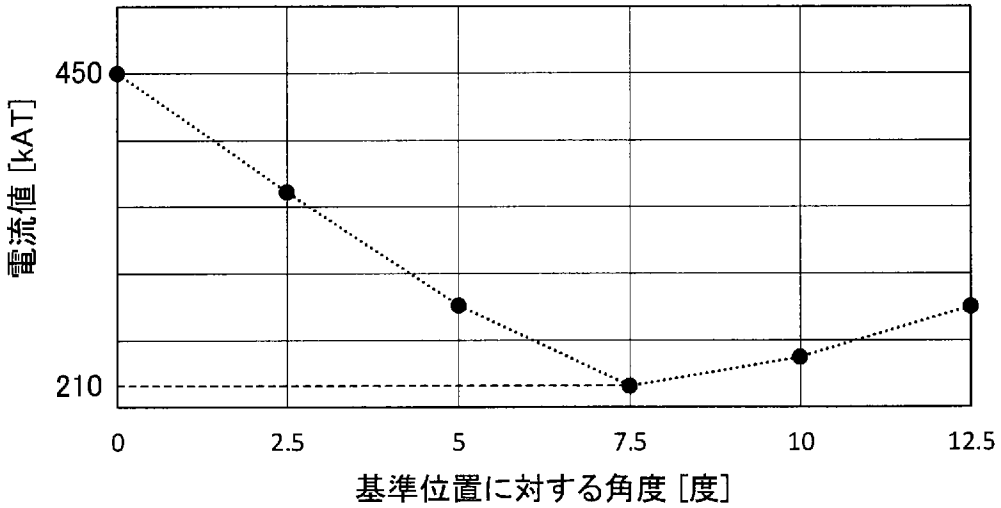
[図23]


径方向における電磁力
外相
中相
内相
P6
P4
P5
着磁のときの結線パターン

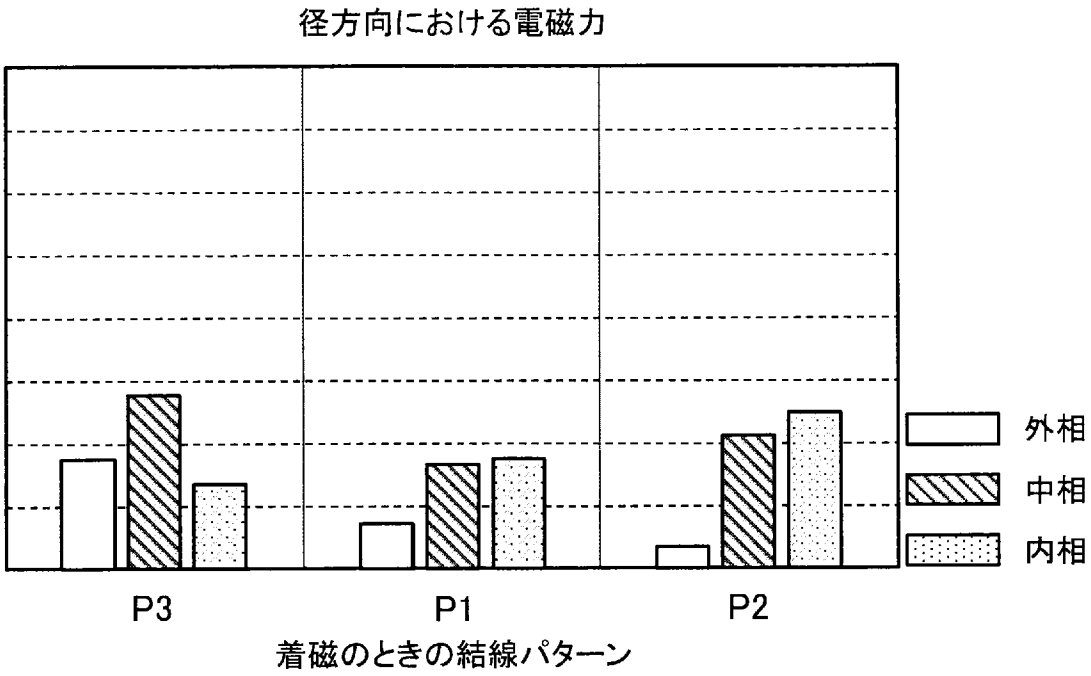
[図24]


軸方向における電磁力
外相
中相
内相
P6
P4
P5
着磁のときの結線パターン

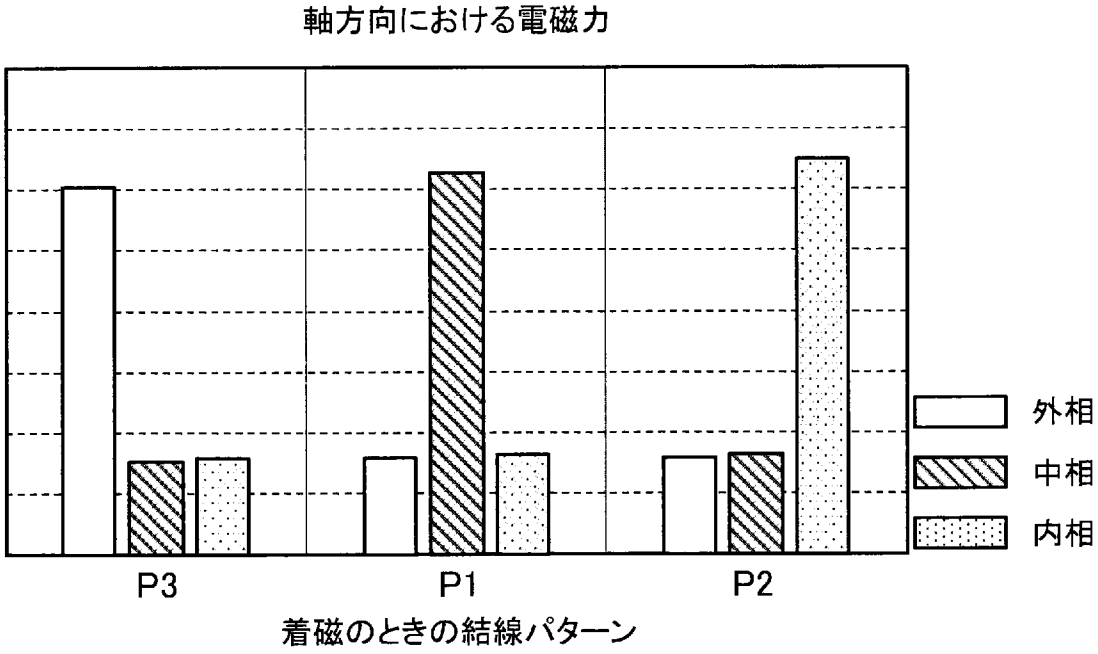
[図25]


450
210
電流値 [kAT]
0
2.5
5
7.5
10
12.5
基準位置に対する角度 [度]

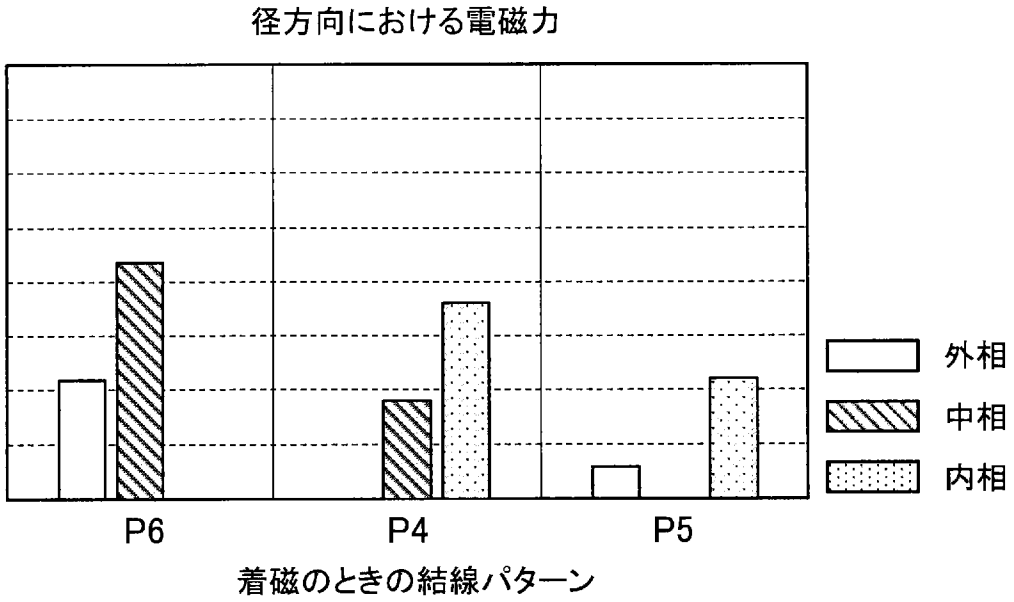
[図26]


径方向における電磁力
外相
中相
内相
P3
P1
P2
着磁のときの結線パターン

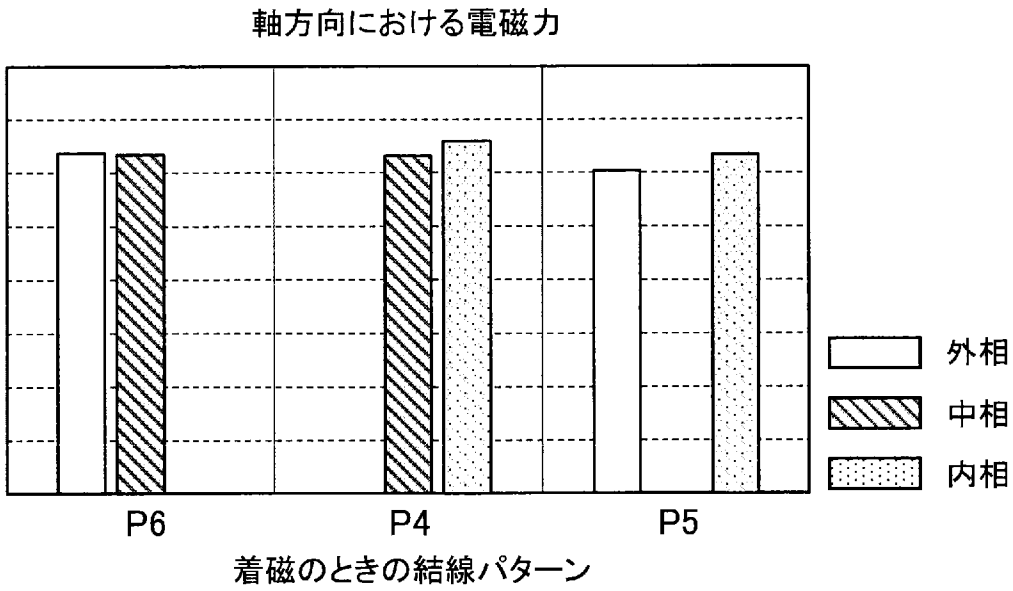
[図27]


軸方向における電磁力
外相
中相
内相
P3
P1
P2
着磁のときの結線パターン

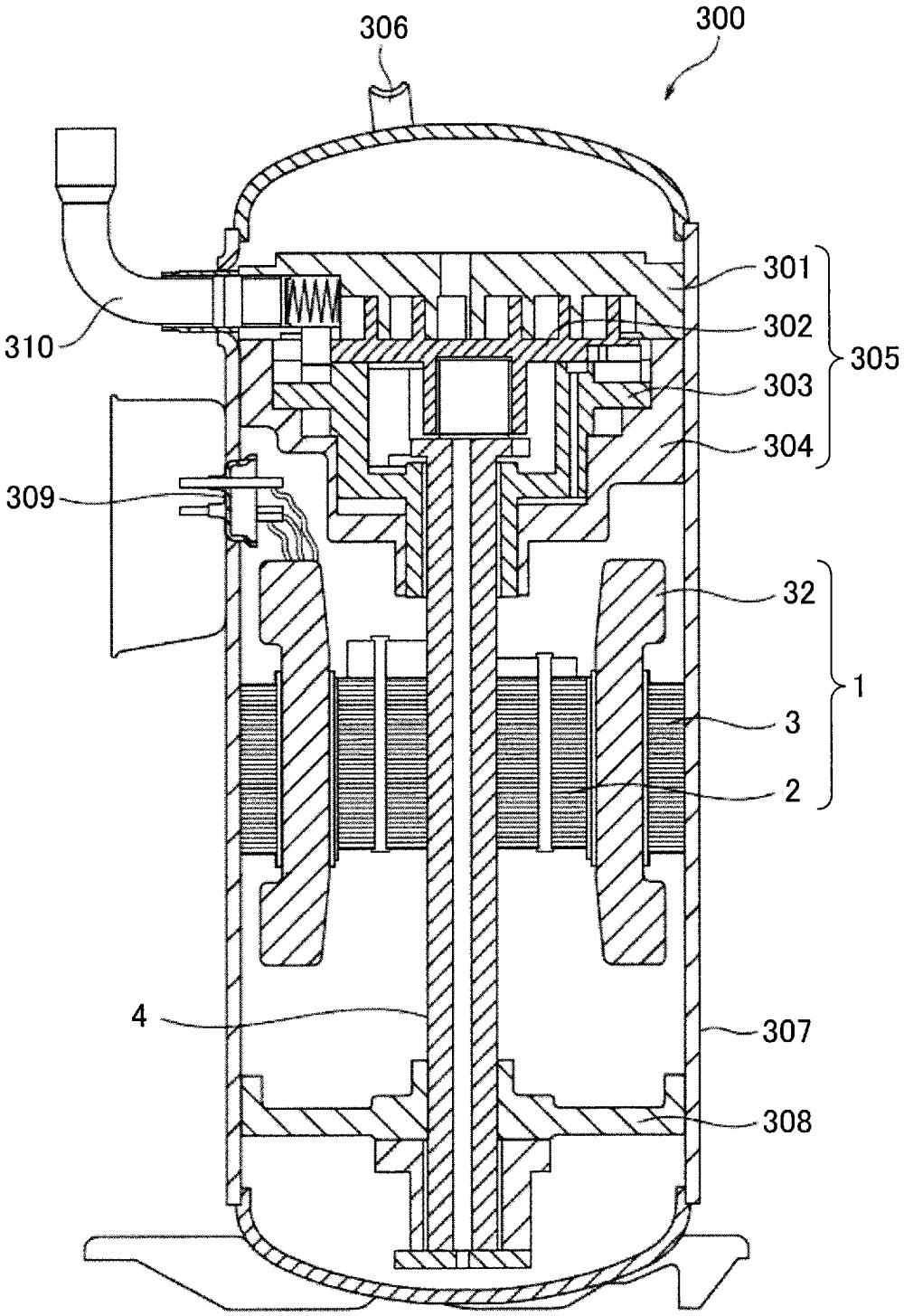
[図28]


径方向における電磁力
外相
中相
内相
P6
P4
P5
着磁のときの結線パターン

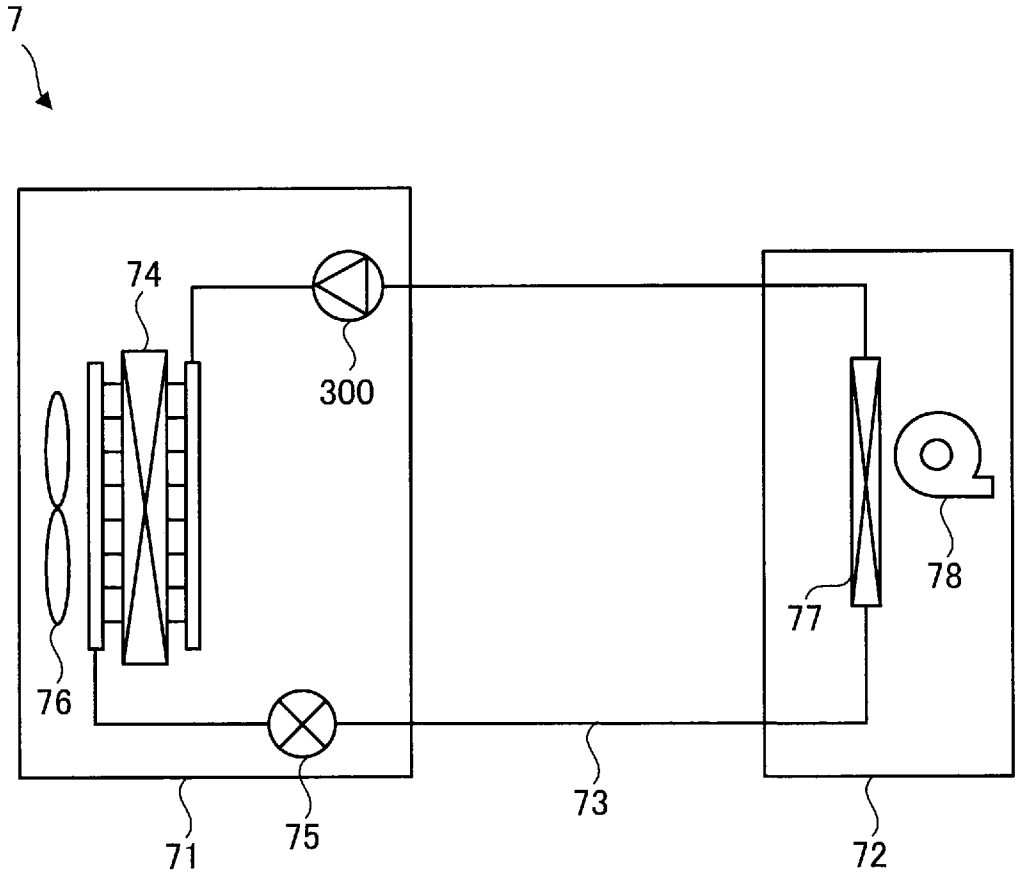
[図29]


軸方向における電磁力
外相
中相
内相
P6
P4
P5
着磁のときの結線パターン

[図30]



[図31]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/020673

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H02K15/03(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. H02K15/03, H02K1/27

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/129330 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 18 August 2016, paragraphs [0008], [0013]-[0067], fig. 1-7 & US 2018/0026502 A1, paragraphs [0021]-[0120]	1-15
A	JP 2015-91192 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 May 2015, paragraphs [0012], [0013] (Family: none)	1-15
A	WO 2017/046954 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 23 March 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-15

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16.07.2019	30.07.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０２０６７３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K15/03(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K15/03, H02K1/27

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2016/129330 A1（三菱電機株式会社）2016.08.18, 段落[0008],[0013]-[0067],図 1-7 & US 2018/0026502 A1,段落[0021]-[0120]	1-15
A	JP 2015-91192 A（三星電子株式会社）2015.05.11, 段落[0012]-[0013]（ファミリーなし）	1-15
A	WO 2017/046954 A1（三菱電機株式会社）2017.03.23, 全文,全図（ファミリーなし）	1-15

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

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

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

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

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１６．０７．２０１９	３０．０７．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　９２５６
池田　貴俊
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７