(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
2022年3月31日(31.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/064624 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 1/16 (2006.01) *H02K 3/28* (2006.01)
H02K 1/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/036167

(22) 国際出願日： 2020年9月25日(25.09.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

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

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

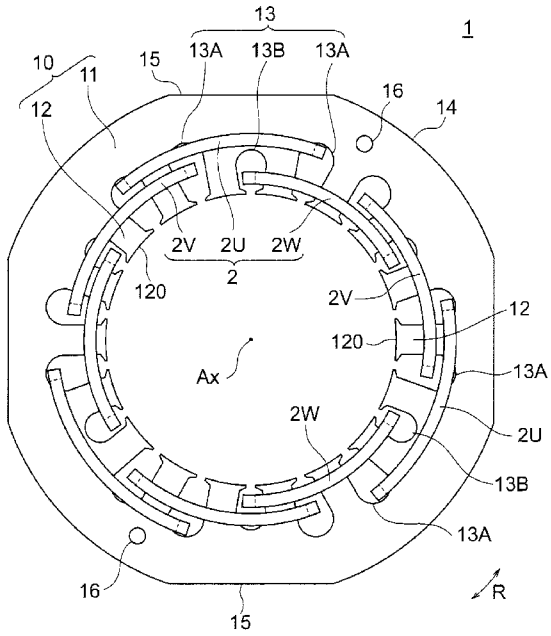
(74) 代理人: 山形 洋一, 外 (**YAMAGATA Yoichi** et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 山形・佐藤特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) **Title:** STATOR, ELECTRIC MOTOR, COMPRESSOR, REFRIGIRATION CYCLE DEVICE, AND STATOR MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称： ステータ、電動機、圧縮機、冷凍サイクル装置およびステータの製造方法



(57) **Abstract:** This stator has: a stator core having an outer circumference and an inner circumference, each of which is centered on the axial line, and having a first slot and a second slot which open on the inner circumference; a first coil wound around the stator core in a distributed winding manner and inserted into the first slot; and a second coil wound around the stator core in a distributed winding manner and inserted into the second slot. The length L1 of the first slot in the radial direction centered on the axial direction is longer than the length L2 of the second slot in the radial direction. The diameter D1 of the first coil is larger than the diameter D2 of the second coil.

(57) 要約：ステータは、いずれも軸線を中心とする外周および内周を有し、内周に開口する第１スロットと第２スロットとを有するステータコアと、ステータコアに分布巻で巻かれ、第１スロットに挿入された第１コイルと、ステータコアに分布巻で巻かれ、第２スロットに挿入された第２コイルとを有する。第１スロットの軸線を中心とする径方向の長さＬ１が、第２スロットの径方向の長さＬ２よりも長い。第１コイルの直径Ｄ１が、第２コイルの直径Ｄ２よりも大きい。

WO 2022/064624 A1

［続葉有］

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)）

明　細　書

発明の名称 ：

ステータ、電動機、圧縮機、冷凍サイクル装置およびステータの製造方法

技術分野

[0001]　本開示は、ステータ、電動機、圧縮機、冷凍サイクル装置およびステータの製造方法に関する。

背景技術

[0002]　電動機のステータは、スロットを有するステータコアと、ステータコアに分布巻または集中巻で巻き付けられたコイルとを有する。分布巻は集中巻よりも高い電動機出力を得やすいという利点がある。特許文献１には、分布巻の一種である同心巻でコイルを巻き付けた電動機が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：実開昭６３－１２４０４３号公報（第１図、第３図）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　一方、分布巻では、コイルのスロットに収まらない部分、すなわちコイルエンドが大きくなりやすい。Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相のように相の異なるコイルをステータコアに巻き付ける場合、コイルエンド同士が干渉しないように巻き付け作業を行う必要がある。

[0005]　また、コイルを挿入するためのスロットを大きく形成すると、ステータコア内の磁路が減少し、磁気飽和が生じてモータ効率が低下する。

[0006]　本開示は、上記の課題を解決するためになされたものであり、コイルの巻き付け作業を簡単にし、モータ効率を向上することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007]　本開示によるステータは、ステータは、いずれも軸線を中心とする外周お

よび内周を有し、内周に開口する第１スロットと第２スロットとを有するステータコアと、ステータコアに分布巻で巻かれ、第１スロットに挿入された第１コイルと、ステータコアに分布巻で巻かれ、第２スロットに挿入された第２コイルとを有する。第１スロットの軸線を中心とする径方向の長さＬ１が、第２スロットの径方向の長さＬ２よりも長い。第１コイルの直径Ｄ１が、第２コイルの直径Ｄ２よりも大きい。

発明の効果

[0008] 本開示では、第２スロットの長さＬ２が第１スロットの長さＬ１よりも短いため、第２スロットとステータコアの外周との間に広い磁路を形成することができる。そのため、ステータコアにおける磁気飽和を抑制し、モータ効率を向上することができる。また、第２スロットに挿入される第２コイルの直径が第１コイルの直径よりも小さいため、コイルの巻き付け作業を簡単にすることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１の電動機を示す平面図である。

[図2]実施の形態１のステータを示す平面図である。

[図3]実施の形態１のステータコアを示す平面図である。

[図4]実施の形態１のステータコアとコイルとを示す模式図（Ａ）および拡大図（Ｂ）である。

[図5]実施の形態１の第１スロットおよび第２スロットを示す模式図である。

[図6]実施の形態１の第１スロットおよび第２スロットにコイルを挿入した状態を示す模式図（Ａ）、および各コイルの断面形状を示す模式図（Ｂ）である。

[図7]実施の形態１のステータの製造工程を示すフローチャートである。

[図8]実施の形態１のコイルの巻き付け工程を説明するための模式図（Ａ）～（Ｄ）である。

[図9]実施の形態１のコイルの巻き付け工程で用いるインサータをステータコアと共に示す模式図である。

[図10]比較例と実施の形態１のステータコアの鉄損密度分布を示す図（Ａ），（Ｂ）である。

[図11]スロット断面積比とモータ効率の改善率およびコイル使用量の改善率との関係を示すグラフである。

[図12]実施の形態２のステータを示す平面図（Ａ）および変形例のステータを示す平面図（Ｂ）である。

[図13]実施の形態３のステータコアを示す平面図である。

[図14]実施の形態４のステータコアを示す平面図（Ａ）並びに各コイルの断面形状を示す模式図（Ｂ）である。

[図15]実施の形態５の電動機を示す平面図である。

[図16]実施の形態６のステータを示す平面図（Ａ）、およびステータコアを示す平面図（Ｂ）である。

[図17]実施の形態７の電動機を示す平面図である。

[図18]実施の形態７のステータを示す平面図（Ａ）、およびステータコアを示す平面図（Ｂ）である。

[図19]各実施の形態のステータコアの他の構成例を示す平面図である。

[図20]各実施の形態の電動機が適用可能な圧縮機を示す縦断面図である。

[図21]図２０の圧縮機を備えた冷凍サイクル装置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 実施の形態１．

＜電動機の構成＞

図１は、実施の形態１の電動機１００を示す平面図である。電動機１００は、３相同期電動機であり、例えば、後述する圧縮機５００（図２０）に用いられる。また、電動機１００は、ロータ５に永久磁石５５を埋め込んだ永久磁石埋込型の電動機である。

[0011] 電動機１００は、ステータ１と、ステータ１の内側に回転可能に設けられたロータ５とを有する。ステータ１とロータ５との間には、エアギャップが設けられている。ステータ１は、円筒状のシェル４の内側に組み込まれてい

る。ロータ５は、回転軸であるシャフト６に固定されている。シャフト６の中心軸である軸線Ａｘは、ロータ５の回転中心を規定する。

[0012] 以下では、シャフト６の軸線Ａｘの方向を、「軸方向」と称する。軸線Ａｘを中心とする周方向（図１等に矢印Ｒで示す）を、「周方向」と称する。軸線Ａｘを中心とする径方向を、「径方向」と称する。

[0013] ロータ５は、円筒状のロータコア５０と、ロータコア５０に取り付けられた永久磁石５５とを有する。ロータコア５０は、複数枚の鋼板を軸方向に積層し、カシメまたはリベット等により固定したものである。鋼板は、例えば、厚さ０．１～０．７ｍｍの電磁鋼板である。

[0014] ロータコア５０の径方向の中心には、円形のシャフト孔５３が形成されている。シャフト孔５３には、上記のシャフト６が圧入により固定されている。

[0015] ロータコア５０の外周に沿って、複数の磁石挿入孔５１が周方向に等間隔に形成されている。磁石挿入孔５１の数は、ここでは６である。磁石挿入孔５１は、ロータコア５０の軸方向の一端から他端まで形成されている。

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

[0017] 各磁石挿入孔５１は、ロータ５の１磁極に相当する。隣り合う磁石挿入孔５１の間は、極間部である。ここでは、磁石挿入孔５１は、その周方向中心を通る径方向の直線（すなわち磁極中心線）に直交する方向に直線状に延在している。但し、磁石挿入孔５１は、Ｖ字状に延在していてもよい。

[0018] ロータコア５０における磁石挿入孔５１の数は、ロータ５の極数に相当する。ロータ５の極数は、６である。但し、ロータ５の極数は６に限らず、２以上であればよい。

[0019] 永久磁石５５は、ネオジウム（Ｎｄ）、鉄（Ｆｅ）およびボロン（Ｂ）を

含む希土類焼結磁石で構成される。但し、永久磁石５５は、希土類磁石に限らず、例えばフェライト磁石であってもよい。隣り合う永久磁石５５は、互いに反対の磁極面を外周側に向けている。

[0020] 磁石挿入孔５１の周方向の両側には、フラックスバリア５２がそれぞれ形成されている。フラックスバリア５２は、隣り合う磁極間の漏れ磁束を抑制するための空隙である。

[0021] ＜ステータの構成＞

図２は、実施の形態１のステータ１を示す平面図である。ステータ１は、ステータコア１０と、ステータコア１０に分布巻で巻かれたコイル２とを有する。ステータコア１０は、複数枚の鋼板を軸方向に積層し、カシメ等により固定したものである。鋼板は、例えば、厚さ０．１～０．７ｍｍの電磁鋼板である。

[0022] ステータコア１０は、環状のコアバック１１と、コアバック１１から径方向内側に延在する複数のティース１２とを有する。ティース１２の径方向内側には、ロータ５（図１）に対向するティース先端部１２０が形成されている。

[0023] ステータコア１０の外周には、軸線Ａｘを中心とする円弧状の円弧部１４と、軸線Ａｘと平行な平面である切欠き部１５とが形成されている。円弧部１４および切欠き部１５は、周方向に交互に形成されている。

[0024] ステータコア１０の円弧部１４は、シェル４（図１）の内側に嵌合している。シェル４は、圧縮機５００（図２０）の密閉容器５０２の一部である。

[0025] 切欠き部１５は、Ｄカット部とも称する。切欠き部１５とシェル４との間には、冷媒が軸方向に流れる冷媒流路が形成される。なお、コアバック１１には、冷媒流路となる貫通穴１６を設けてもよい。貫通穴１６の断面形状は円形または矩形等であり、貫通穴１６の数および配置は任意である。

[0026] 周方向に隣り合うティース１２の間に、スロット１３が形成される。スロット１３は、コイル２が収容される部分である。スロット１３とコイル２との間には、ステータコア１０とコイル２とを互いに絶縁するための図示しな

い絶縁部が設けられている。

[0027] ステータコア１０におけるスロット１３の数は、スロット数と称する。スロット数は、ロータ５の極数の３倍であり、ここでは１８である。

[0028] ステータコア１０のスロット１３は、径方向長さの長い第１スロット１３Ａと、径方向長さの短い第２スロット１３Ｂとを含む。第１スロット１３Ａの数は、ロータ５の極数の２倍であり、ここでは１２である。第２スロット１３Ｂの数は、ロータ５の極数と同数であり、ここでは６である。

[0029] １つの第２スロット１３Ｂの両側に第１スロット１３Ａが配置され、これら３つのスロットで１つの組をなしている。この３つ１組のスロットが６組、すなわちロータ５の極数と同数組だけ配置されている。

[0030] 第１スロット１３Ａと第２スロット１３Ｂを区別せずに説明する場合には、スロット１３と称する。

[0031] 第１スロット１３Ａおよび第２スロット１３Ｂについてさらに説明する。図３は、ステータコア１０を示す平面図である。第１スロット１３Ａは、ステータコア１０の内周に連通するスロット開口１３０を有する。スロット開口１３０は、コイル２Ｕ（２Ｖ）を第１スロット１３Ａに挿入する際の入り口である。

[0032] 同様に、第２スロット１３Ｂは、ステータコア１０の内周に連通するスロット開口１３０を有する。スロット開口１３０は、コイル２Ｗを第２スロット１３Ｂに挿入する際の入り口である。

[0033] 第１スロット１３Ａは、径方向に長さＬ１を有する。第２スロット１３Ｂは、径方向に長さＬ２を有する。第１スロット１３Ａの長さＬ１は、第２スロット１３Ｂの長さＬ２よりも長い（Ｌ１＞Ｌ２）。

[0034] 言い換えると、軸線Ａｘから第１スロット１３Ａの最遠端までの距離Ｒ１は、軸線Ａｘから第２スロット１３Ｂの最遠端までの距離Ｒ２よりも長い（Ｒ１＞Ｒ２）。

[0035] スロット１３からステータコア１０の外周までの距離については、第１スロット１３Ａから切欠き部１５までの距離M_{min}が最も短く、第２スロット１

３Ｂから円弧部１４までの距離M_{max}が最も長い。すなわち、コアバック１１の磁路の最小幅はM_{min}であり、コアバック１１の磁路の最大幅はM_{max}である。

[0036] 図２に示すように、コイル２は、Ｕ相のコイル２Ｕと、Ｖ相のコイル２Ｖと、W相のコイル２Ｗとを有する。コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗは、分布巻、より具体的には同心巻により、ステータコア１０に巻かれている。

[0037] コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗはいずれも、コイルピッチが３スロットとなるように巻かれている。コイルピッチが３スロットとなるように巻かれるとは、コイルが３つのティース１２を跨ぐように巻かれることを言う。コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗは、径方向の位置が互いに異なる。

[0038] 具体的には、Ｕ相のコイル２Ｕが最も径方向外側に位置し、W相のコイル２Ｗが最も径方向内側に位置する。Ｖ相のコイル２Ｖは、径方向においてコイル２Ｕとコイル２Ｗとの間に位置する。但し、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの配置はこの例に限定されるものではなく、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの径方向の位置が互いに異なっていればよい。

[0039] 図４（Ａ）および（Ｂ）は、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの巻き付けパターンを示す模式図である。第１コイルとしてのコイル２Ｕは、第１スロット１３Ａに挿入されている。コイル２Ｕのうち、第１スロット１３Ａに挿入される部分を挿入部２１Ｕと称し、ステータコア１０の端面に沿って延在する部分をコイルエンド２２Ｕと称する。

[0040] もう１つの第１コイルとしてのＶ相のコイル２Ｖは、コイル２Ｕが挿入された第１スロット１３Ａとは別の第１スロット１３Ａに挿入される。コイル２Ｖのうち、第１スロット１３Ａに挿入される部分を挿入部２１Ｖと称し、ステータコア１０の端面に沿って延在する部分をコイルエンド２２Ｖと称する。

[0041] 第２コイルとしてのW相のコイル２Ｗは、第２スロット１３Ｂに挿入される。コイル２Ｗのうち、第２スロット１３Ｂに挿入される部分を挿入部２１Ｗと称し、ステータコア１０の端面に沿って延在する部分をコイルエンド２

２Ｗと称する。

[0042] 図４（Ｂ）は、２つの第１スロット１３Ａと１つの第２スロット１３Ｂを拡大して示す図である。コイル２Ｕの挿入部２１Ｕは、第１スロット１３Ａの径方向外側まで、すなわち第１スロット１３Ａの奥まで挿入される。コイル２Ｕは、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗのうち最も径方向外側に位置する外層コイルである。

[0043] コイル２Ｖの挿入部２１Ｖは、コイル２Ｕの挿入部２１Ｕが挿入された第１スロット１３Ａとは別の第１スロット１３Ａにおいて、コイル２Ｕよりも径方向内側に挿入される。コイル２Ｖは、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗのうち径方向中央に位置する中層コイルである。

[0044] コイル２Ｗの挿入部２１Ｗは、第２スロット１３Ｂ内において、コイル２Ｖよりも径方向内側に挿入される。コイル２Ｗは、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗのうち径方向内側に位置する内層コイルである。

[0045] 図５は、第１スロット１３Ａと第２スロット１３Ｂを拡大して示す図である。第１スロット１３Ａおよび第２スロット１３Ｂはいずれも、スロット開口１３０と、側端縁１３２と、湾曲端縁１３１とを有する。

[0046] スロット開口１３０は、隣り合う２つのティース先端部１２０の間に位置する。より具体的には、スロット開口１３０は、２つのティース先端部１２０の互いに対向する端面１２１の間に位置する。側端縁１３２は、ティース１２側の端縁である。湾曲端縁１３１は、ステータコア１０の外周側の端縁である。

[0047] 第１スロット１３Ａおよび第２スロット１３Ｂのそれぞれにおいて、スロット開口１３０の径方向外側の境界を規定する直線を、開口境界線Ｂとする。

[0048] 第１スロット１３Ａの湾曲端縁１３１と開口境界線Ｂと一対の側端縁１３２とで囲まれた領域の面積を、第１スロット１３Ａの断面積Ａ１と定義する。第２スロット１３Ｂの湾曲端縁１３１と開口境界線Ｂと一対の側端縁１３２とで囲まれた領域の面積を、第２スロット１３Ｂの断面積Ａ２と定義する

。

[0049] 第１スロット１３Ａの断面積Ａ１は、例えば１６５．８ｍｍである。第２スロット１３Ｂの断面積Ａ２は、例えば１２５．４ｍｍである。

[0050] なお、図３を参照して説明した長さＬ１は、スロット開口１３０の径方向長さを含む第１スロット１３Ａの径方向長さである。また、長さＬ２は、スロット開口１３０の径方向長さを含む第２スロット１３Ｂの径方向長さである。

[0051] 図６（Ａ）は、コイル２Ｕおよびコイル２Ｖが第１スロット１３Ａに挿入され、コイル２Ｗが第２スロット１３Ｂに挿入された状態を示す模式図である。図示の便宜上、図６（Ａ）では、スロット１３内のコイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗをハッチングで示している。

[0052] 図６（Ｂ）は、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの断面形状を示す模式図である。コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗはいずれも、銅またはアルミニウムで形成された導体２０１と、その周囲を覆う絶縁被膜２０２とを有する。絶縁被膜２０２の厚さは導体２０１の直径に対して非常に薄いため、導体２０１の直径はコイルの直径とみなすことができる。

[0053] コイル２Ｕは、直径Ｄ１を有する。コイル２Ｖは、コイル２Ｕの直径Ｄ１と同じ直径、すなわち直径Ｄ１を有する。コイル２Ｗは、コイル２Ｕの直径Ｄ１よりも小さい直径Ｄ２を有する。すなわち、第２スロット１３Ｂに挿入されるコイル２Ｗの直径Ｄ２は、第１スロット１３Ａに挿入されるコイル２Ｕ，２Ｖの直径Ｄ１よりも小さい。

[0054] 第１スロット１３Ａに収容されるコイル２Ｕのターン数と、第１スロット１３Ａに収容されるコイル２Ｖのターン数と、第２スロット１３Ｂに収容されるコイル２Ｗのターン数とは、互いに等しい。各コイルのターン数は、例えば１０２ターンである。

[0055] ＜ステータの製造方法＞

次に、ステータ１の製造方法について説明する。図７は、ステータ１の製造工程を示すフローチャートである。図８（Ａ）～（Ｄ）は、ステータ１の

製造工程のうち、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの巻き付け工程を示す工程毎の平面図である。

[0056] まず、複数枚の鋼板を軸方向に積層し、カシメ等で固定することにより、ステータコア１０を組み立てる（図７のステップＳ１１）。

[0057] 次に、コイル２Ｕをステータコア１０の第１スロット１３Ａに挿入する（ステップＳ１２）。言い換えると、コイル２Ｕをティース１２に巻き付ける。

[0058] 図９は、コイル２Ｕの巻き付け工程で用いるインサータ９をステータコア１０と共に示す斜視図である。インサータ９は、環状の基部９０と、基部９０から軸方向に延在する複数のブレード（爪）９１とを有する。ブレード９１の数は、ステータコア１０のスロット１３と同数である。周方向に隣り合うブレード９１の間には、スリット９２が形成されている。

[0059] インサータ９のスリット９２に、コイル２Ｕを３つの巻き付け部分に分けて装着する。コイル２Ｕの各巻き付け部分は、３つのブレード９１を跨ぐようにスリット９２に装着される。

[0060] インサータ９は、ブレード９１をティース１２に対向させるように、ステータコア１０の内周側に挿入される。スリット９２に保持されたコイル２Ｕは、図８（Ｂ）に示すように、第１スロット１３Ａに内周側から挿入される。

[0061] この状態でインサータ９をステータコア１０から軸方向に引き抜くと、コイル２Ｕが第１スロット１３Ａに挿入された状態でステータコア１０に残る。すなわち、コイル２Ｕの第１スロット１３Ａへの挿入、言い換えるとコイル２Ｕのステータコア１０への巻き付けが完了する。

[0062] 次に、コイル２Ｖを、第１スロット１３Ａに挿入する（ステップＳ１３）。具体的には、コイル２Ｕと同様にインサータ９を用い、図８（Ｃ）に示すように、コイル２Ｖを、コイル２Ｕが挿入された第１スロット１３Ａとは別の第１スロット１３Ａに、内周側から挿入する。

[0063] このとき、コイル２Ｖを、コイル２Ｕよりも径方向内側に配置する。これ

により、コイル２Ｕのコイルエンド２２Ｕとコイル２Ｖのコイルエンド２２Ｖとが、互いに干渉せずに配置される。

[0064] 次に、コイル２Ｗを、第２スロット１３Ｂに挿入する（ステップＳ１４）。コイル２Ｗは、コイル２Ｖよりも径方向内側に位置する。具体的には、コイル２Ｕ，２Ｖと同様にインサータ９を用い、図８（Ｄ）に示すように、コイル２Ｗを第２スロット１３Ｂに内周側から挿入する。

[0065] このとき、コイル２Ｗを、コイル２Ｖよりも径方向内側に配置する。これにより、コイル２Ｖのコイルエンド２２Ｖとコイル２Ｗのコイルエンド２２Ｗとが、互いに干渉せずに配置される。

[0066] また、コイルエンド２２Ｕ，２２Ｖ，２２Ｗが互いに接触しないよう、コイルエンド２２Ｕ，２２Ｖの間、およびコイルエンド２２Ｖ，２２Ｗの間には、絶縁性のフィルム等を配置する。

[0067] コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗのスロット１３への挿入が完了したのち、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗを結線する。コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの結線は、Ｙ結線でもよく、デルタ結線でもよい。電動機１００の仕様に応じて、高電圧・低電流が必要な場合にはＹ結線を選択し、低電圧・高電流が必要な場合にはデルタ結線を選択する。これにより、ステータ１の製造が完了する。

[0068] ＜作用＞

ステータコア１０にコイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗを分布巻で巻き付ける場合、コイルエンド２２Ｕ，２２Ｖ，２２Ｗが互いに干渉しないよう、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの径方向位置を異ならせる。

[0069] この場合、図９を参照して説明したインサータ９を用い、コイル２Ｕ、コイル２Ｖおよびコイル２Ｗを順にスロット１３に挿入することで（図８（Ａ）～（Ｄ））、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗを径方向外側から順に配置することができる。

[0070] このとき、コイル２Ｕを挿入するスロットと同じ長さのスロットにコイル２Ｗを挿入した場合、スロットの奥までコイル２Ｗが挿入されないため、スロット内にデッドスペースが生じる。

[0071] そこで、この実施の形態では、コイル２Ｗを挿入する第２スロット１３Ｂの径方向長さＬ２を、第１スロット１３Ａの径方向長さＬ１よりも短くしている。第２スロット１３Ｂの長さを短くすることにより、上記のデッドスペースが減少し、且つ、第２スロット１３Ｂからステータコア１０の外周までの距離が長くなる。

[0072] 図５に示したように、コアバック１１の磁路の最小幅は、各スロット１３からステータコア１０の外周（図５では切欠き部１５）までの最小距離で決まる。第２スロット１３Ｂが第１スロット１３Ａと同じ長さを有すると仮定した場合、第２スロット１３Ｂから切欠き部１５までの最小距離をＭ０は、第１スロット１３Ａの最も外周側の点を通る仮想円Ｃ１から切欠き部１５までの最小距離である。

[0073] 第２スロット１３Ｂの径方向長さを第１スロット１３Ａよりも短くすることにより、第２スロット１３Ｂから切欠き部１５までの最小距離は、上記のＭ０からＭ１まで長くなる。

[0074] その結果、少なくとも第２スロット１３Ｂが形成された箇所では、コアバック１１における磁路の幅が広がり、磁束密度が低減する。コアバック１１における磁束密度が低減することにより、磁気飽和が生じにくくなり、鉄損が低減する。

[0075] 図１０（Ａ）、（Ｂ）は、磁界解析により求めたステータコア１０の鉄損密度分布を示す図である。図１０（Ａ）は、全てのスロット１３が同じ長さを有する比較例のステータコア１０における鉄損密度分布を示し、図１０（Ｂ）は、実施の形態１のステータコア１０における鉄損密度分布を示す。

[0076] 図１０（Ａ）に示すように、全てのスロット１３が同じ長さを有する比較例では、スロット１３と切欠き部１５との距離が最も近い部分でコアバック１１の径方向幅が局所的に狭くなり、その部分では磁気飽和により鉄損密度が高くなっている。

[0077] これに対し、図１０（Ｂ）に示すように、実施の形態１では、第２スロット１３Ｂの径方向長さが短いため、第２スロット１３Ｂから切欠き部１５ま

での距離が長くなる。これにより、コアバック１１に、局所的に幅の狭い箇所が少なくなる。その結果、磁気飽和による鉄損密度の増加を抑えることができる。

[0078] すなわち、第２スロット１３Ｂから切欠き部１５までの距離を長くすることにより、コアバック１１での磁気飽和に起因する鉄損を低減し、モータ効率を向上することができる。

[0079] また、コアバック１１での磁気飽和が抑制されることにより、ステータコア１０の円弧部１４からシェル４（磁性体）に磁束が漏れにくくなる。すなわち、シェル４への漏れ磁束に起因する鉄損が抑制され、モータ効率をさらに向上することができる。

[0080] また、コアバック１１に幅の狭い箇所が少なくなることにより、ステータコア１０の剛性が向上する。ステータコア１０の剛性の向上により、電動機１００の回転時に発生する電磁加振力による振動を低減することができる。これにより、ステータコア１０とシェル４との接触による騒音が低減し、電動機１００の静音性を向上することができる。

[0081] さらに、第２スロット１３Ｂに挿入されるコイル２Ｗの直径Ｄ２は、第１スロット１３Ａに挿入されるコイル２Ｕ，２Ｖの直径Ｄ１よりも小さい（Ｄ１＞Ｄ２）。径方向長さの短い第２スロット１３Ｂに挿入されるコイル２Ｗが細いため、第２スロット１３Ｂへのコイル２Ｗの挿入が容易になる。

[0082] また、直径Ｄ１が直径Ｄ２よりも大きいため、第１スロット１３Ａにおけるコイル２Ｕ（コイル２Ｖ）の占積率と、第２スロット１３Ｂにおけるコイル２Ｗの占積率とを同じに近付けることができる。

[0083] ここで、占積率について説明する。第１スロット１３Ａにおけるコイル２Ｕの占積率ＳＦ１は、第１スロット１３Ａ内のコイル２Ｕの断面積の合計（すなわちコイル断面積Ｓ１）を第１スロット１３Ａの断面積Ａ１で除算した値である。また、第１スロット１３Ａ内のコイル断面積Ｓ１は、コイル２Ｕの断面積であるπ×Ｄ１^{2}／４にコイル２Ｕのターン数を乗算した値である。

[0084] 第１スロット１３Ａにおけるコイル２Ｖの占積率は、第１スロット１３Ａ

におけるコイル２Ｕの占積率と同じであるため、ＳＦ１で表す。

[0085] 第２スロット１３Ｂにおけるコイル２Ｗの占積率ＳＦ２は、第２スロット１３Ｂ内のコイル２Ｗの断面積の合計（すなわちコイル断面積Ｓ２）を第２スロット１３Ｂの断面積Ａ２で除算した値である。また、第２スロット１３Ｂ内のコイル断面積Ｓ２は、コイル２Ｗの断面積であるπ×Ｄ２^2／４にコイル２Ｗのターン数を乗算した値である。

[0086] 第１スロット１３Ａの占積率ＳＦ１と、第２スロット１３Ｂの占積率ＳＦ２とは、同じであることが最も望ましい（ＳＦ１＝ＳＦ２）。

[0087] 例えば、コイル２Ｕ，２Ｖの直径Ｄ１が１．０ｍｍである場合には、コイル断面積Ｓ１は８０．１ｍｍである。第１スロット１３Ａの断面積Ａ１を１６５．８ｍｍとすると、占積率ＳＦ１（＝Ｓ１／Ａ１×１００）は４８．３％となる。

[0088] また、コイル２Ｗの直径Ｄ２が０．８７ｍｍである場合には、コイル断面積Ｓ２は６０．６ｍｍである。第２スロット１３Ｂの断面積Ａ２を１２５．４ｍｍとすると、占積率ＳＦ２（＝Ｓ２／Ａ２×１００）は４８．３％となる。すなわち、ＳＦ１＝ＳＦ２となる。

[0089] 一般に、占積率が高いほどコイルの銅損が低下してモータ効率が向上し、占積率が低いほどコイルのスロットへの挿入が容易になる。

[0090] スロット１３Ａ，１３Ｂにおける占積率ＳＦ１，ＳＦ２を同じにすることにより、第１スロット１３Ａに収容されるコイル２Ｕ，２Ｖと、第２スロット１３Ｂに収容されるコイル２Ｗとで、同じように銅損を向上し、同じように挿入を容易にすることができる。

[0091] なお、第１スロット１３Ａと第２スロット１３Ｂの占積率ＳＦ１，ＳＦ２の関係は、ここで説明した関係に限定されるものではない。

[0092] すなわち、第１スロット１３Ａの占積率ＳＦ１が、第２スロット１３Ｂの占積率ＳＦ２より低くてもよい（ＳＦ１＜ＳＦ２）。

[0093] 例えば、コイル２Ｕ，２Ｖの直径Ｄ１が１．０ｍｍである場合には、上記の通り、占積率ＳＦ１は４８．３％となる。一方、コイル２Ｗの直径Ｄ２が

０．９ｍｍである場合には、コイル断面積Ｓ２は６４．９ｍｍである。第２スロット１３Ｂの断面積Ａ２を１２５．４ｍｍとすると、占積率ＳＦ２（＝Ｓ２／Ａ２×１００）は５１．７％となる。すなわち、ＳＦ１＜ＳＦ２となる。

[0094] 第１スロット１３Ａの占積率ＳＦ１に対して、第２スロット１３Ｂの占積率ＳＦ２を高くすることにより、第２スロット１３Ｂ内のコイル２Ｗの銅損を低下させることができ、これによりモータ効率を向上することができる。

[0095] あるいは、第１スロット１３Ａの占積率ＳＦ１が、第２スロット１３Ｂの占積率ＳＦ２より高くてもよい（ＳＦ１＞ＳＦ２）。

[0096] 例えば、コイル２Ｕ，２Ｖの直径Ｄ１が１．０ｍｍである場合には、上記の通り、占積率ＳＦ１は４８．３％となる。一方、コイル２Ｗの直径Ｄ２が０．８５ｍｍである場合には、コイル断面積Ｓ２は５７．９ｍｍである。第２スロット１３Ｂの断面積Ａ２を１２５．４ｍｍとすると、占積率ＳＦ２（＝Ｓ２／Ａ２×１００）は４６．１％となる。すなわち、ＳＦ１＞ＳＦ２となる。

[0097] 第１スロット１３Ａの占積率ＳＦ１に対し、第２スロット１３Ｂの占積率ＳＦ２を低くすることにより、第２スロット１３Ｂにコイル２Ｗを挿入しやすくなり、巻き付け工程をより簡単にすることができる。

[0098] 次に、スロット１３Ａ，１３Ｂの断面積比について説明する。上述した第１スロット１３Ａの断面積Ａ１に対する第２スロット１３Ｂの断面積Ａ２の比Ａ２／Ａ１を、スロット断面積比と称する。

[0099] 図１１は、スロット断面積比Ａ２／Ａ１と、モータ効率の改善率およびコイル使用量の改善率との関係を示す図である。横軸はスロット断面積比Ａ２／Ａ１を示す。左側の縦軸はモータ効率の改善率を示し、右側の縦軸はコイル使用量の改善率を示す。また、図１１において、実線で示す曲線はモータ効率を示し、破線で示す直線はコイル使用量を示す。

[0100] モータ効率の改善率は、スロット断面積比Ａ２／Ａ１が１である比較例（図１０（Ａ））のモータ効率を基準値とした、モータ効率の変化率である。

モータ効率の改善率がプラスの場合にはモータ効率が基準値よりも高く、マイナスの場合にはモータ効率が基準値よりも低い。

[0101] モータ効率は、高いほど望ましい。但し、一般に、モータ効率の低下幅が０．０１％以下であれば許容範囲内である。

[0102] コイル使用量の改善率は、スロット断面積比Ａ２／Ａ１が１である比較例（図１０（Ａ））におけるコイル２の使用量を基準値とした、コイル２の使用量の改善率である。コイル使用量の改善率がプラスの場合にはコイル２の使用量が基準値よりも多く、マイナスの場合には、コイル２の使用量が基準値よりも少ない。

[0103] コイル２の導体の材料である銅またはアルミの枯渇による調達リスクを低減するためには、コイル使用量は少ないほど望ましい。

[0104] 図９に示すモータ効率およびコイル使用量を求めるに際し、占積率ＳＦ１，ＳＦ２を同じとし（ＳＦ１＝ＳＦ２）、スロット１３Ａ，１３Ｂの断面積Ａ１，Ａ２およびコイル断面積Ｓ１，Ｓ２を変化させている。

[0105] 占積率ＳＦ１，ＳＦ２が同じであるため、スロット断面積比Ａ２／Ａ１が減少すると、コイル断面積Ｓ２がコイル断面積Ｓ１に対して小さくなる。すなわち、スロット断面積比Ａ２／Ａ１が減少するにつれて、コイル２Ｗのコイル使用量が線形的に減少する。

[0106] 一方、スロット断面積比Ａ２／Ａ１が減少すると、上記のようにコイル断面積Ｓ２が小さくなるため、コイル２Ｗが細くなって銅損が増加する。そのため、スロット断面積比Ａ２／Ａ１が０．７８を下回ると、モータ効率が比較例よりも低下する。

[0107] 図１１から、０．６４≦Ａ２／Ａ１＜１が成立する場合には、モータ効率の低下幅を０．０１％以下に抑制しつつ、コイル使用量を効果的に低減することができる。上記の通り、モータ効率の低下幅は、０．０１％以下であれば許容範囲内である。０．６４≦Ａ２／Ａ１＜１であれば、モータ効率の低下幅を許容範囲内に収めながら、コイル使用量を低減することができる。

[0108] 特に、図１１から、０．７８≦Ａ２／Ａ１＜１が成立する場合には、モー

タ効率を比較例よりも低下させずに、コイル使用量を低減することができる。

[0109] また、図１１から、Ａ２／Ａ１＝０．８９の場合にモータ効率が最大となる。上述した０．６４≦Ａ２／Ａ１＜１の範囲において、０．６４≦Ａ２／Ａ１≦０．８９の範囲では、０．８９≦Ａ２／Ａ１＜１の範囲よりもコイル使用量が少ない。そのため、０．６４≦Ａ２／Ａ１≦０．８９の範囲では、モータ効率の低下幅を許容範囲内に収めながら、コイル使用量を特に効果的に低減することができる。

[0110] また、図１１から、０．８６≦Ａ２／Ａ１≦０．９２の範囲では、モータ効率が最も高い。すなわち、モータ効率を特に効果的に向上し、なお且つコイル使用量を低減することができる。

[0111] なお、ここでは、コイル２Ｕ，２Ｖが第１スロット１３Ａに挿入され、コイル２Ｗが第２スロット１３Ｂに挿入されている。しかしながら、第１スロット１３Ａおよび第２スロット１３Ｂに挿入されるコイルは、上記の例に限定されるものではない。

[0112] すなわち、最も径方向外側に配置されるコイル（外層コイル）が第１スロット１３Ａに挿入され、２番目に径方向外側に配置されるコイル（中層コイル）が別の第１スロット１３Ａに挿入され、最も径方向内側に配置されるコイル（内層コイル）が第２スロット１３Ｂに挿入されればよい。

[0113] ＜実施の形態の効果＞

以上説明したように、実施の形態１のステータ１は、第１スロット１３Ａと第２スロット１３Ｂとを有するステータコア１０と、ステータコア１０に分布巻で巻かれたコイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗを有する。コイル２Ｕ，２Ｖ（第１コイル）は第１スロット１３Ａに挿入され、コイル２Ｗ（第２コイル）は第２スロット１３Ｂに挿入される。第１スロット１３Ａの径方向の長さＬ１は、第２スロット１３Ｂの径方向の長さＬ２よりも長く、コイル２Ｕ，２Ｖの直径Ｄ１は、コイル２Ｗの直径Ｄ２よりも大きい。

[0114] 第２スロット１３Ｂの長さＬ２が第１スロット１３Ａの長さＬ１よりも短

いため、第２スロット１３Ｂとステータコア１０の外周との間に広い磁路を形成することができる。その結果、コアバック１１における磁気飽和を抑制し、モータ効率を向上することができる。

[0115] また、第２スロット１３Ｂ内のコイル２Ｗの直径Ｄ２が小さいため、第２スロット１３Ｂへのコイル２Ｗの挿入が容易になり、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの巻き付け作業を簡単にすることができる。加えて、コイル２Ｗの直径Ｄ２が小さいため、コイル使用量を低減し、電動機１００の製造コストを低減することができる。

[0116] また、第１スロット１３Ａにおけるコイル２Ｕ，２Ｖの占積率ＳＦ１を、第２スロット１３Ｂにおけるコイル２Ｗの占積率ＳＦ２と同じにすることにより（ＳＦ１＝ＳＦ２）、コイル２Ｕ，２Ｖおよびコイル２Ｗの銅損を同じように低減し、モータ効率を向上することができる。また、コイル２Ｕ，２Ｖおよびコイル２Ｗの挿入を同じように容易にすることができる。

[0117] また、第１スロット１３Ａにおけるコイル２Ｕ，２Ｖの占積率ＳＦ１を、第２スロット１３Ｂにおけるコイル２Ｗの占積率ＳＦ２よりも低くすることにより（ＳＦ１＜ＳＦ２）、コイル２Ｗの銅損を低減し、モータ効率を向上することができる。

[0118] また、第１スロット１３Ａにおけるコイル２Ｕ，２Ｖの占積率ＳＦ１を、第２スロット１３Ｂにおけるコイル２Ｗの占積率ＳＦ２よりも高くすることにより（ＳＦ１＞ＳＦ２）、径方向長さの短い第２スロット１３Ｂにおけるコイル２Ｗの挿入を容易にすることができる。

[0119] 第１スロット１３Ａの断面積Ａ１と第２スロット１３Ｂの断面積Ａ２との間に０．６４≦Ａ２／Ａ１＜１が成立する場合には、モータ効率の低下幅を許容範囲内に収めながら、コイル使用量を低減することができる。

[0120] また、０．７８≦Ａ２／Ａ１＜１が成立する場合には、モータ効率を低下させずに、コイル使用量を低減することができる。

[0121] また、０．６４≦Ａ２／Ａ１≦０．８９が成立する場合には、モータ効率の低下を許容範囲内に収めながら、コイル使用量を特に効果的に低減するこ

とができる。

[0122] また、０．８６≦Ａ２／Ａ１≦０．９２が成立する場合には、モータ効率を特に効果的に向上し、なお且つコイル使用量を低減することができる。

[0123] また、ステータコア１０の外周に切欠き部１５が形成されているため、切欠き部１５とシェル４との間に冷媒流路が形成される。これにより、電動機１００を備えた圧縮機の運転効率を向上することができる。

[0124] また、ステータコア１０の外周において、周方向の４か所に切欠き部１５が形成されているため、一枚の電磁鋼板から図３に示した形状の鋼板部分をより多く打ち抜くことができる。そのため、電動機１００の製造コストを低減することができる。

[0125] また、第２スロット１３Ｂの数がロータ５の極数と同じであるため、図１に示したように、ロータ５のどの磁極に対しても第２スロット１３Ｂが一定の相対位置にある。これにより、磁気的なアンバランスを抑えることができる。

[0126] また、電動機１００は６極１８スロットであるため、スロット数は極数の３倍となる。スロット数が極数の３倍である場合、巻線係数が１と最大になる。これに対し、例えば６極３６スロットの場合、巻線係数は全節巻で０．９６６、短節巻で０．９３３である。巻線係数が大きいほど永久磁石５５の磁力を有効に利用できるため、電動機１００の高出力化が可能となる。また、同じ出力を得るために必要な電流が少なく済むため、銅損の低減を図ることができる。

[0127] また、ロータ５の永久磁石５５が希土類磁石またはフェライト磁石であるため、高い磁力を発生し、モータ出力を高めることができる。

[0128] 実施の形態２．

図１２（Ａ）は、実施の形態２のステータ１Ａを示す平面図である。実施の形態２のステータ１Ａは、ステータコア１０Ａの外周の形状が、実施の形態１のステータ１と異なる。具体的には、ステータコア１０Ａの外周は、６つの円弧部１４と６つの切欠き部１５とを有する。円弧部１４と切欠き部１

５とは、周方向に交互に配置されている。

[0129] ステータ１Ａには、第１の実施の形態で説明した第１スロット１３Ａおよび第２スロット１３Ｂが形成されている。第１コイルとしてのコイル２Ｕは、第１スロット１３Ａに挿入され、もう１つの第１コイルとしてのコイル２Ｖは、別の第１スロット１３Ａに挿入され、第２コイルとしてのコイル２Ｗは、第２スロット１３Ｂに挿入されている。

[0130] 切欠き部１５の数と第２スロット１３Ｂの数が同じであるため、切欠き部１５を径方向において第２スロット１３Ｂに対向させることができる。この場合、円弧部１４は、径方向において２つの第１スロット１３Ａと対向する。

[0131] 実施の形態１のステータコア１０（図３）では、第１スロット１３Ａが切欠き部１５に対向する箇所と、第１スロット１３Ａが円弧部１４に対向する箇所と、第２スロット１３Ｂが切欠き部１５に対向する箇所と、第２スロット１３Ｂが円弧部１４に対向する箇所とがあった。

[0132] これに対し、実施の形態２のステータコア１０Ａでは、第１スロット１３Ａと円弧部１４とが対向し、第２スロット１３Ｂと切欠き部１５とが対向するため、スロット１３からステータコア１０Ａの外周までの距離が一定に近づく。そのため、径方向長さの短い第２スロット１３Ｂを設けても、ステータコア１０Ａ内の磁束の流れを均一に近付けることができる。これにより、電動機１００の回転時に発生する電磁加振力を低減することができる。

[0133] 実施の形態２のステータ１Ａは、以上の点を除き、実施の形態１で説明したステータ１と同様である。

[0134] 図１２（Ｂ）は、実施の形態２の変形例のステータ１Ｂを示す平面図である。ステータ１Ｂのステータコア１０Ｂの外周は、６つの円弧部１４と６つの切欠き部１５とを有する。切欠き部１５は、径方向において２つの第１スロット１３Ａに対向している。円弧部１４は、径方向において第２スロット１３Ｂに対向している。

[0135] 変形例のステータ１Ｂでは、第１スロット１３Ａと切欠き部１５とが対向

し、第２スロット１３Ｂと円弧部１４とが対向している。そのため、径方向長さの短い第２スロット１３Ｂを設けても、ステータコア１０Ｂ内の磁束の流れを均一に近付けることができる。これにより、電動機１００の回転時に発生する電磁加振力を低減することができる。

[0136] 以上説明したように、実施の形態２では、ステータコア１０Ａ（１０Ｂ）がロータ５の極数と同じ６つの切欠き部１５を有するため、ステータコア１０Ａ（１０Ｂ）内の磁束の流れを均一に近付け、電動機１００の回転時に発生する電磁加振力を低減することができる。

[0137] 実施の形態３．

図１３は、実施の形態３のステータのステータコア１０Ｃを示す平面図である。実施の形態３のステータコア１０Ｃは、ロータ５（図１）の極数と同数の第１スロット１３Ａと、極数の２倍の第２スロット１３Ｂとを有する。すなわち、第１スロット１３Ａの数は６であり、第２スロット１３Ｂの数は１２である。

[0138] 第１コイルとしてのコイル２Ｕ（図１）は、第１スロット１３Ａに挿入される。第２コイルとしてのコイル２Ｖ（図１）は、第２スロット１３Ｂに挿入される。もう１つの第２コイルとしてのコイル２Ｗ（図１）は、別の第２スロット１３Ｂに挿入される。

[0139] コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの巻き付け時には、コイル２Ｕを第１スロット１３Ａに挿入したのち、コイル２Ｖを第２スロット１３Ｂに挿入し、コイル２Ｗを別の第２スロット１３Ｂに挿入する。

[0140] 第１スロット１３Ａおよび第２スロット１３Ｂに挿入されるコイルは、上記の例に限定されるものではない。外層コイルが第１スロット１３Ａに挿入され、中層コイルが第２スロット１３Ｂに挿入され、内層コイルが別の第２スロット１３Ｂに挿入されればよい。

[0141] ステータコア１０Ｃの外周は、４つの円弧部１４と４つの切欠き部１５とを有する。但し、実施の形態２で説明したように、６つの円弧部１４と６つの切欠き部１５とを有していてもよい。

[0142] 実施の形態３のステータは、以上の点を除き、実施の形態１で説明したステータ１と同様である。

[0143] 以上説明したように、実施の形態３では、ステータコア１０Ｃがロータ５の極数と同数の第１スロット１３Ａと、極数の２倍の第２スロット１３Ｂとを有するため、実施の形態１よりもコアバック１１における磁路の幅を広げることができ、モータ効率をさらに向上することができる。

[0144] 実施の形態４．

図１４（Ａ）は、実施の形態４のステータのステータコア１０Ｄを示す平面図である。実施の形態４のステータコア１０Ｄは、第１スロット１３Ａと、第２スロット１３Ｂと、第３スロット１３Ｃとを有する。第１スロット１３Ａ、第２スロット１３Ｂおよび第３スロット１３Ｃの数はいずれも、ロータ５の極数と同数、すなわち６である。

[0145] 第１スロット１３Ａは径方向に長さＬ１を有し、第２スロット１３Ｂは径方向に長さＬ２を有し、第３スロット１３Ｃは径方向に長さＬ３を有する。長さＬ１，Ｌ２，Ｌ３は、Ｌ１＞Ｌ２＞Ｌ３を満足する。

[0146] 言い換えると、軸線Ａｘから第１スロット１３Ａの最遠端までの長さＲ１と、軸線Ａｘから第２スロット１３Ｂの最遠端までの長さＲ２と、軸線Ａｘから第３スロット１３Ｃの最遠端までの長さＲ３とは、Ｒ１＞Ｒ２＞Ｒ３を満足する。なお、図１４には、軸線Ａｘを中心とし、Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３を直径とする仮想円Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３を破線で示す。

[0147] 第１コイルとしてのコイル２Ｕ（図１）は、第１スロット１３Ａに挿入される。第２コイルとしてのコイル２Ｖ（図１）は、第２スロット１３Ｂに挿入される。第３コイルとしてのコイル２Ｗ（図１）は第３スロット１３Ｃに挿入される。

[0148] コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの巻き付け時には、コイル２Ｕを第１スロット１３Ａに挿入し、次にコイル２Ｖを第２スロット１３Ｂに挿入し、その後、コイル２Ｗを第３スロット１３Ｃに挿入する。

[0149] スロット１３Ａ，１３Ｂ，１３Ｃに挿入されるコイルは、上記の例に限定

されるものではない。外層コイルが第１スロット１３Ａに挿入され、中層コイルが第２スロット１３Ｂに挿入され、内層コイルが第３スロット１３Ｃに挿入されればよい。

[0150] 図１４（Ｂ）は、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの断面形状を示す模式図である。実施の形態１で説明したように、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗはいずれも、導体２０１と絶縁被膜２０２とを有する。絶縁被膜２０２の厚さは導体２０１の直径に対して非常に薄いため、導体２０１の直径はコイルの直径とみなすことができる。

[0151] コイル２Ｕは、直径Ｄ１を有する。コイル２Ｖは、直径Ｄ２を有する。コイル２Ｗは、直径Ｄ３を有する。直径Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３は、Ｄ１＞Ｄ２＞Ｄ３を満足するのが望ましい。

[0152] 一般に、スロットの長さが短いほどコイルの挿入が難しくなるため、径方向長さが最も小さいスロット１３Ｃに挿入されるコイル２Ｗの直径Ｄ３を最も小さくし、二番目に小さいスロット１３Ｂに挿入されるコイル２Ｖの直径Ｄ２を二番目に小さくすることで、スロット１３Ｂ，１３Ｃへのコイル２Ｖ，２Ｗの挿入を容易にすることができる。

[0153] ステータコア１０Ｄの外周は、４つの切欠き部１５と４つの円弧部１４とを有する。但し、実施の形態２で説明したように、６つの円弧部１４と６つの切欠き部１５とを有していてもよい。

[0154] 実施の形態４のステータは、以上の点を除き、実施の形態１で説明したステータ１と同様である。

[0155] 以上説明したように、実施の形態４では、ステータコア１０Ｄが第１スロット１３Ａ、第２スロット１３Ｂおよび第３スロット１３Ｃを有し、スロット１３Ａ，１３Ｂ，１３Ｃの径方向の長さＬ１，Ｌ２，Ｌ３がＬ１＞Ｌ２＞Ｌ３を満足する。そのため、第２スロット１３Ｂおよび第３スロット１３Ｃとステータコア１０の外周との間に広い磁路を形成することができ、磁気飽和を抑制してモータ効率を向上することができる。

[0156] また、コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの直径Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３が、Ｄ１＞Ｄ２＞

Ｄ３を満足することにより、径方向長さの短い第２スロット１３Ｂおよび第３スロット１３Ｃへのコイル２Ｖ，２Ｗの挿入作業を容易にすることができる。

[0157] 実施の形態５．

図１５は、実施の形態５の電動機１００Ｅを示す図である。実施の形態５の電動機１００Ｅは、ステータ１Ｅとロータ５Ｅとを有する。電動機１００Ｅのロータ５Ｅの極数は４であり、ステータ１Ｅのスロット数は１２である。

[0158] ロータ５Ｅのロータコア５０には、４つの磁石挿入孔５１が周方向に等間隔に形成されている。各磁石挿入孔５１には１つの永久磁石５５が配置されており、各磁石挿入孔５１は１磁極に相当する。すなわち、ロータ５Ｅの極数は４である。ロータ５Ｅは、その他の点では、実施の形態１のロータ５と同様に構成されている。

[0159] 図１６（Ａ）は、電動機１００Ｅのステータ１Ｅを示す図であり、図１６（Ｂ）は、ステータコア１０Ｅを示す平面図である。図１６（Ｂ）に示すように、ステータコア１０Ｅは、１２のスロット１３を有する。

[0160] スロット１３は、径方向長さの長い第１スロット１３Ａと、径方向長さの短い第２スロット１３Ｂとを有する。第１スロット１３Ａの数は、ロータ５の極数の２倍、すなわち８である。第２スロット１３Ｂの数は、ロータ５の極数と同数、すなわち４である。

[0161] 第１コイルとしてのコイル２Ｕは、第１スロット１３Ａに挿入される。もう１つの第１コイルとしてのコイル２Ｖは、別の第１スロット１３Ａに挿入される。第２コイルとしてのコイル２Ｗは、第２スロット１３Ｂに挿入される。

[0162] コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの巻き付け時には、コイル２Ｕを第１スロット１３Ａに挿入し、次にコイル２Ｖを別の第１スロット１３Ａに挿入し、その後、コイル２Ｗを第２スロット１３Ｂに挿入する。

[0163] スロット１３Ａ，１３Ｂ，１３Ｃに挿入されるコイルは、上記の例に限定

されるものではない。外層コイルが第１スロット１３Ａに挿入され、中層コイルが別の第１スロット１３Ａに挿入され、内層コイルが第２スロット１３Ｂに挿入されればよい。

[0164] また、実施の形態３（図１３）で説明したように、第１スロット１３Ａの数をロータ５の極数と同数とし、第２スロット１３Ｂの数をロータ５の極数の２倍としてもよい。また、実施の形態４（図１４）で説明したように、ステータコア１０Ｆに、径方向長さの異なるスロット１３Ａ，１３Ｂ，１３Ｃを形成してもよい。

[0165] ステータコア１０Ｅの外周は、４つの円弧部１４と４つの切欠き部１５とを有する。但し、実施の形態２で説明したように、６つの円弧部１４と６つの切欠き部１５とを有していてもよい。

[0166] 実施の形態５の電動機１００Ｅは、以上の点を除き、実施の形態１で説明した電動機１００と同様である。

[0167] 以上説明したように、実施の形態５では、４極１２スロットの電動機１００Ｅにおいて、実施の形態１で説明した効果を得ることができる。また、実施の形態１の６極１８スロットの電動機１００と比較して極数が少ないため、電動機１００を駆動するための駆動周波数が低減する。そのため、電動機１００Ｅにおける鉄損を抑制することができる。

[0168] 実施の形態６.

図１６は、実施の形態６の電動機１００Ｆを示す図である。実施の形態６の電動機１００Ｆは、ステータ１Ｆとロータ５Ｆとを有する。電動機１００Ｆのロータ５Ｆの極数は８であり、ステータ１Ｆのスロット数は２４である。

[0169] ロータ５Ｆのロータコア５０には、８つの磁石挿入孔５１が周方向に等間隔に形成されている。各磁石挿入孔５１には１つの永久磁石５５が配置されており、各磁石挿入孔５１は１磁極に相当する。すなわち、ロータ５Ｆの極数は８である。ロータ５Ｆは、その他の点では、実施の形態１のロータ５と同様に構成されている。

[0170] 図１８（Ａ）は、電動機１００Ｆのステータ１Ｆを示す図であり、図１８（Ｂ）は、ステータコア１０Ｆを示す平面図である。図１８（Ｂ）に示すように、ステータコア１０Ｆは、２４のスロット１３を有する。

[0171] スロット１３は、径方向長さの長い第１スロット１３Ａと、径方向長さの短い第２スロット１３Ｂとを有する。第１スロット１３Ａの数は、ロータ５の極数の２倍、すなわち１６である。第２スロット１３Ｂの数は、ロータ５の極数と同数、すなわち８である。

[0172] 第１コイルとしてのコイル２Ｕは、第１スロット１３Ａに挿入される。もう１つの第１コイルとしてのコイル２Ｖは、別の第１スロット１３Ａに挿入される。第２コイルとしてのコイル２Ｗは、第２スロット１３Ｂに挿入される。

[0173] コイル２Ｕ，２Ｖ，２Ｗの巻き付け時には、コイル２Ｕを第１スロット１３Ａに挿入し、次にコイル２Ｖを別の第１スロット１３Ａに挿入し、その後、コイル２Ｗを第２スロット１３Ｂに挿入する。

[0174] スロット１３Ａ，１３Ｂ，１３Ｃに挿入されるコイルは、上記の例に限定されるものではない。外層コイルが第１スロット１３Ａに挿入され、中層コイルが別の第１スロット１３Ａに挿入され、内層コイルが第２スロット１３Ｂに挿入されればよい。

[0175] また、実施の形態３（図１３）で説明したように、第１スロット１３Ａの数をロータ５の極数と同数とし、第２スロット１３Ｂの数をロータ５の極数の２倍としてもよい。また、実施の形態４（図１４）で説明したように、ステータコア１０Ｆに、径方向長さの異なるスロット１３Ａ，１３Ｂ，１３Ｃを形成してもよい。

[0176] ステータコア１０Ｅの外周は、４つの円弧部１４と４つの切欠き部１５とを有する。但し、実施の形態２で説明したように、６つの円弧部１４と６つの切欠き部１５とを有していてもよい。

[0177] 実施の形態６の電動機１００Ｆは、以上の点を除き、実施の形態１で説明した電動機１００と同様である。

[0178] 以上説明したように、実施の形態６では、８極２４スロットの電動機１００Ｆにおいて、実施の形態１で説明した効果を得ることができる。

[0179] 上述した実施の形態１～６は、適宜変形が可能である。図１９には、他の構成例のステータコア１０Ｇを示す。このステータコア１０Ｇでは、切欠き部１５が、実施の形態１の切欠き部１５よりも径方向内側に形成されている。この場合、切欠き部１５とシェル４との間の冷媒流路が拡大するため、圧縮機の運転効率を高め、圧縮機を搭載した冷凍サイクル装置の運転効率を高めることができる。

[0180] この構成では、各スロット１３から切欠き部１５までの距離Ｍが短くなるが、少なくとも第２スロット１３Ｂが形成した部分では、コアバック１１における磁路幅を確保し、磁気飽和の発生を抑制することができる。

[0181] ＜圧縮機＞

次に、各実施の形態の電動機が適用可能な圧縮機５００について説明する。図２０は、圧縮機５００を示す縦断面図である。圧縮機５００は、ここではスクロール圧縮機であるが、これに限定されるものではない。

[0182] 圧縮機５００は、圧縮機構５１０と、圧縮機構５１０を駆動する電動機１００と、圧縮機構５１０と電動機１００とを連結する主軸５０１と、主軸５０１の下端部（副軸部）を支持するサブフレーム５０３と、これらが収容された密閉容器５０２とを有する。主軸５０１は、図１に示したシャフト６である。密閉容器５０２の底部の油だめ５０５には、冷凍機油５０４が貯留されている。

[0183] 圧縮機構５１０は、固定スクロール５１１および揺動スクロール５１２と、オルダムリング５１３と、コンプライアントフレーム５１４と、ガイドフレーム５１５とを備える。固定スクロール５１１および揺動スクロール５１２はいずれも板状渦巻歯を有し、圧縮室５１６を形成するように組み合わせられている。

[0184] 固定スクロール５１１には、密閉容器５０２を貫通した吸入管５０６が圧入されている。また、密閉容器５０２を貫通して、固定スクロール５１１の

吐出ポートから吐出される高圧の冷媒ガスを外部（冷凍サイクル）に吐出する吐出管５０７が設けられている。

[0185] 密閉容器５０２は、電動機１００が焼嵌めによって組み込まれる円筒状のシェル４を有する。また、密閉容器５０２には、電動機１００のステータ１と駆動回路とを電気的に接続するためのガラス端子５０８が溶接により固定されている。

[0186] 圧縮機５００の動作は、以下の通りである。電動機１００が回転すると、ロータ５と共に主軸５０１が回転する。主軸５０１が回転すると、揺動スクロール５１２が揺動し、固定スクロール５１１と揺動スクロール５１２との間の圧縮室５１６の容積を変化させる。これにより、吸入管５０６から圧縮室５１６に冷媒ガスを吸入して圧縮する。

[0187] 圧縮室５１６内で圧縮された高圧の冷媒ガスは、固定スクロール５１１の吐出ポート５１１ａから密閉容器５０２内に排出され、吐出管５０７から外部に排出される。また、圧縮室５１６から密閉容器５０２内に排出された冷媒ガスの一部は、ステータ１の切欠き部１５（図１）とシェル４との間の冷媒流路を通過し、電動機１００を冷却する。

[0188] 各実施の形態の電動機は、高いモータ効率を有するため、圧縮機５００の運転効率を向上し、消費エネルギーを低減することができる。

[0189] ここでは、圧縮機の一例としてスクロール圧縮機について説明したが、各実施の形態の電動機はスクロール圧縮機以外の圧縮機に適用してもよい。

[0190] ＜冷凍サイクル装置＞

次に、各実施の形態の電動機が適用可能な冷凍サイクル装置４００について説明する。図２１は、冷凍サイクル装置４００を示す図である。冷凍サイクル装置４００は、ここでは空気調和装置であるが、これに限定されるものではない。

[0191] 冷凍サイクル装置４００は、圧縮機４０１と、凝縮器４０２と、絞り装置（減圧装置）４０３と、蒸発器４０４とを備えている。圧縮機４０１、凝縮器４０２、絞り装置４０３および蒸発器４０４は、冷媒配管４０７によって

連結されて冷凍サイクルを構成している。すなわち、圧縮機４０１、凝縮器４０２、絞り装置４０３および蒸発器４０４の順に、冷媒が循環する。

[0192] 圧縮機４０１、凝縮器４０２および絞り装置４０３は、室外機４１０に設けられている。圧縮機４０１は、図２０に示した圧縮機５００で構成されている。室外機４１０には、凝縮器４０２に空気を送風する室外送風機４０５が設けられている。蒸発器４０４は、室内機４２０に設けられている。この室内機４２０には、蒸発器４０４に空気を送風する室内送風機４０６が設けられている。

[0193] 冷凍サイクル装置４００の動作は、次の通りである。圧縮機４０１は、吸入した冷媒を圧縮して送り出す。凝縮器４０２は、圧縮機４０１から流入した冷媒と室外の空気との熱交換を行い、冷媒を凝縮して液化させて冷媒配管４０７に送り出す。室外送風機４０５は、凝縮器４０２に室外の空気を供給する。絞り装置４０３は、冷媒配管４０７を流れる冷媒の圧力を調整する。

[0194] 蒸発器４０４は、絞り装置４０３により低圧状態にされた冷媒と室内の空気との熱交換を行う。冷媒は、空気の熱を奪って蒸発（気化）し、冷媒配管４０７に送り出される。室内送風機４０６は、蒸発器４０４で冷媒に熱を奪われた空気を、室内に供給する。

[0195] 各実施の形態の電動機は、高いモータ効率を有するため、圧縮機４０１の運転効率を向上し、これにより冷凍サイクル装置４００の運転効率を向上することができる。

[0196] 以上、望ましい実施の形態について具体的に説明したが、上記の実施の形態に基づき、各種の改良または変形を行なうことができる。

符号の説明

[0197] １，１Ａ，１Ｂ，１Ｅ，１Ｆ ステータ、 ２ コイル、 ２Ｕ コイル（第１コイル）、 ２Ｖ コイル（第１コイル、第２コイル）、 ２Ｗ コイル（第２コイル、第３コイル）、 ４ シェル、 ５，５Ｅ ロータ、 ６ シャフト、 ９ インサータ、 １０，１０Ａ，１０Ｂ，１０Ｃ，１０Ｄ，１０Ｅ，１０Ｆ，１０Ｇ ステータコア、 １１ コアバック、 １２

ティース、　１３　スロット、　１３Ａ　第１スロット、　１３Ｂ　第２スロット、　１３Ｃ　第３スロット、　１４　円弧部、　１５　切欠き部、　２１Ｕ，２１Ｖ，２１Ｗ　挿入部、　２２Ｕ，２２Ｖ，２２Ｗ　コイルエンド、　５０　ロータコア、　５１　磁石挿入孔、　５５　永久磁石、　９０　基部、　９１　ブレード、　９２　スリット、　１００，１００Ｅ，１００Ｆ　電動機、　１２０　ティース先端部、　１３０　スロット開口、　１３１　湾曲端縁、　１３２　側端縁、　２０１　導体、　２０２　絶縁被膜、　４００　冷凍サイクル装置、　４０１　圧縮機、　４０２　凝縮器、　４０３　絞り装置、　４０４　蒸発器、　４０５　室外送風機、　４０６　室内送風機、　４０７　冷媒配管、　４１０　室外機、　４２０　室内機、　５００　圧縮機、　５０２　密閉容器、　圧縮機構部５１０。

請求の範囲

[請求項1] いずれも軸線を中心とする外周および内周を有し、前記内周に開口する第１スロットと第２スロットとを有するステータコアと、

前記ステータコアに分布巻で巻かれ、前記第１スロットに挿入された第１コイルと、

前記ステータコアに分布巻で巻かれ、前記第２スロットに挿入された第２コイルと、

を有し、

前記第１スロットの前記軸線を中心とする径方向の長さＬ１が、前記第２スロットの前記径方向の長さＬ２よりも長く、

前記第１コイルの直径Ｄ１が、前記第２コイルの直径Ｄ２よりも大きい

ステータ。

[請求項2] 前記第１スロットにおける前記第１コイルの占積率ＳＦ１は、前記第２スロットにおける前記第２コイルの占積率ＳＦ２と同じである

請求項１に記載のステータ。

[請求項3] 前記第１スロットにおける前記第１コイルの占積率ＳＦ１は、前記第２スロットにおける前記第２コイルの占積率ＳＦ２よりも低い

請求項１に記載のステータ。

[請求項4] 前記第１スロットにおける前記第１コイルの占積率ＳＦ１は、前記第２スロットにおける前記第２コイルの占積率ＳＦ２よりも高い

請求項１に記載のステータ。

[請求項5] 前記軸線に直交する面内において、前記第１スロットの断面積Ａ１と、前記第２スロットの断面積Ａ２とが、０．６４≦Ａ２／Ａ１＜１を満足する

請求項１から４までの何れか１項に記載のステータ。

[請求項6] 前記軸線に直交する面内において、前記第１スロットの断面積Ａ１と、前記第２スロットの断面積Ａ２とが、０．７８≦Ａ２／Ａ１＜１

を満足する

請求項１から４までの何れか１項に記載のステータ。

[請求項7] 前記軸線に直交する面内において、前記第１スロットの断面積Ａ１と、前記第２スロットの断面積Ａ２とが、０．６４≦Ａ２／Ａ１≦０．８９を満足する

請求項１から４までの何れか１項に記載のステータ。

[請求項8] 前記軸線に直交する面内において、前記第１スロットの断面積Ａ１と、前記第２スロットの断面積Ａ２とが、０．８６≦Ａ２／Ａ１≦０．９２を満足する

請求項１から４までの何れか１項に記載のステータ。

[請求項9] 前記ステータコアの外周には、切欠き部が形成されている

請求項１から８までの何れか１項に記載のステータ。

[請求項10] 前記ステータコアの外周において、前記軸線を中心とする周方向の４か所または６か所に、切欠き部が形成されている

請求項１から８までの何れか１項に記載のステータ。

[請求項11] 前記ステータコアは、さらに、前記径方向の長さＬ３が前記長さＬ２よりも短い第３スロットを有し、

前記ステータコアに分布巻で巻かれ、前記第３スロットに挿入された第３コイルをさらに備える

請求項１から１０までの何れか１項に記載のステータ。

[請求項12] 前記第３コイルの直径Ｄ３は、前記第２コイルの直径Ｄ２よりも小さい

請求項１１に記載のステータ。

[請求項13] 前記第１コイル、前記第２コイルおよび前記第３コイルは、Ｙ結線またはデルタ結線で結線されている

請求項１１または１２に記載のステータ。

[請求項14] 請求項１から１３までの何れか１項に記載のステータと、

前記ステータの前記径方向の内側に配置されたロータと

を有する電動機。

[請求項15] 前記第１スロットの数または前記第２スロットの数は、前記ロータの極数と同じである

請求項１４に記載の電動機。

[請求項16] 前記ロータの極数は６であり、

前記ステータコアの前記第１スロットおよび前記第２スロットを含むスロットの総数は１８である

請求項１５に記載の電動機。

[請求項17] 前記ロータの極数は４であり、

前記ステータコアの前記第１スロットおよび前記第２スロットを含むスロットの総数は１２である

請求項１５に記載の電動機。

[請求項18] 前記ロータの極数は８であり、

前記ステータコアの前記第１スロットおよび前記第２スロットを含むスロットの総数は２４である

請求項１５に記載の電動機。

[請求項19] 前記ロータは、１つの磁極につき少なくとも１つの永久磁石を有し、

前記永久磁石は、希土類磁石またはフェライト磁石である

請求項１４から１８までの何れか１項に記載の電動機。

[請求項20] 請求項１４から１９までの何れか１項に記載の電動機と、

前記電動機によって駆動される圧縮機構と

を備えた圧縮機。

[請求項21] 請求項２０に記載の圧縮機と、凝縮器と、減圧装置と、蒸発器とを備えた

冷凍サイクル装置。

[請求項22] いずれも軸線を中心とする外周および内周を有し、前記内周に開口する第１スロットと第２スロットとを有するステータコアであって、

前記第１スロットの前記軸線を中心とする径方向の長さＬ１が前記第２スロットの前記径方向の長さＬ２よりも長いステータコアを用意する工程と、

前記第１スロットに前記内周の側から第１コイルを挿入する工程と、

前記第２スロットに前記内周の側から第２コイルを挿入する工程とを有し、

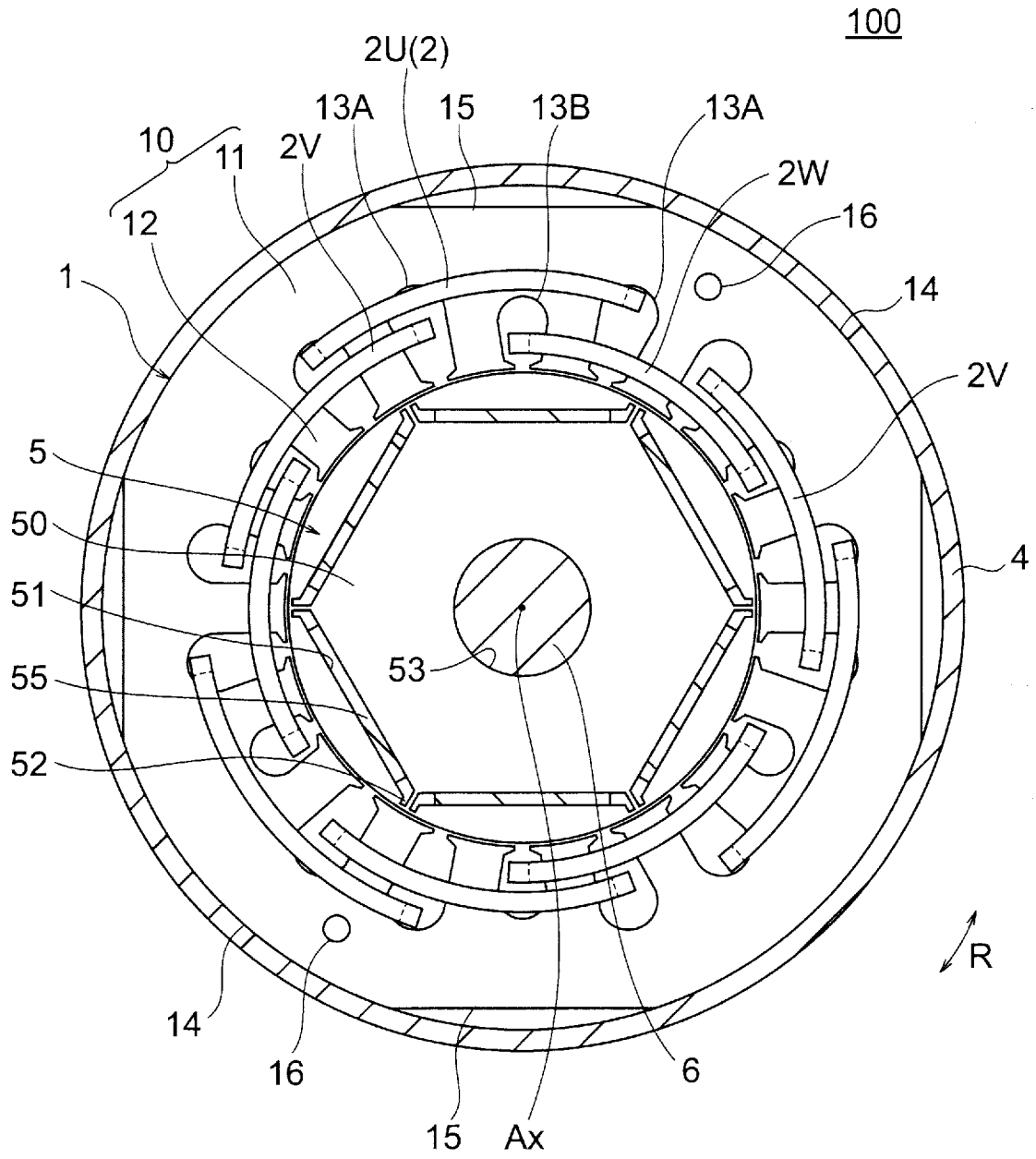
前記第１コイルの直径Ｄ１が、前記第２コイルの直径Ｄ２よりも大きい

ステータの製造方法。

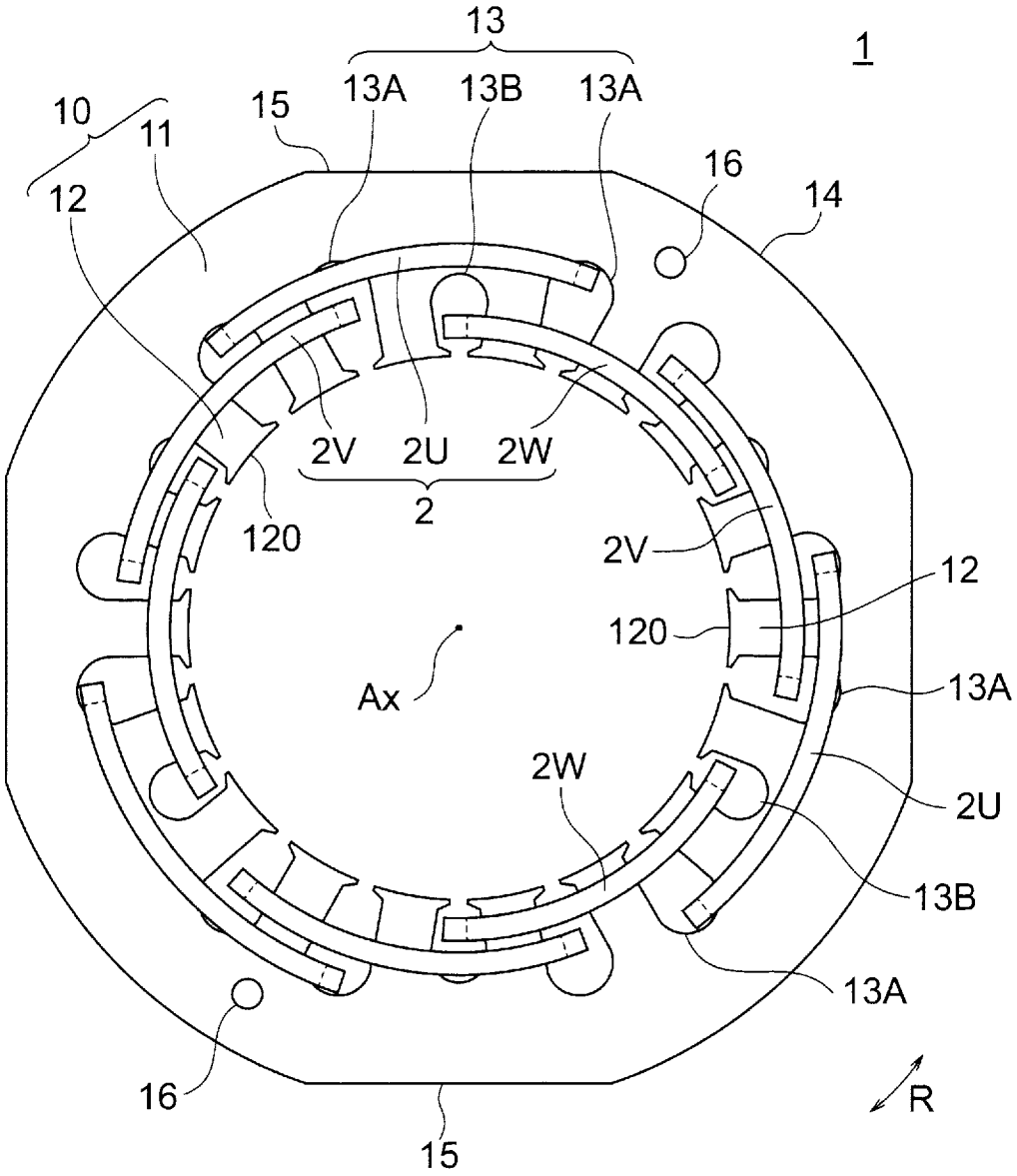
[請求項23] 前記第１スロットに前記第１コイルを挿入する工程、および前記第２スロットに前記第２コイルを挿入する工程では、インサータを用いる

請求項２２に記載のステータの製造方法。

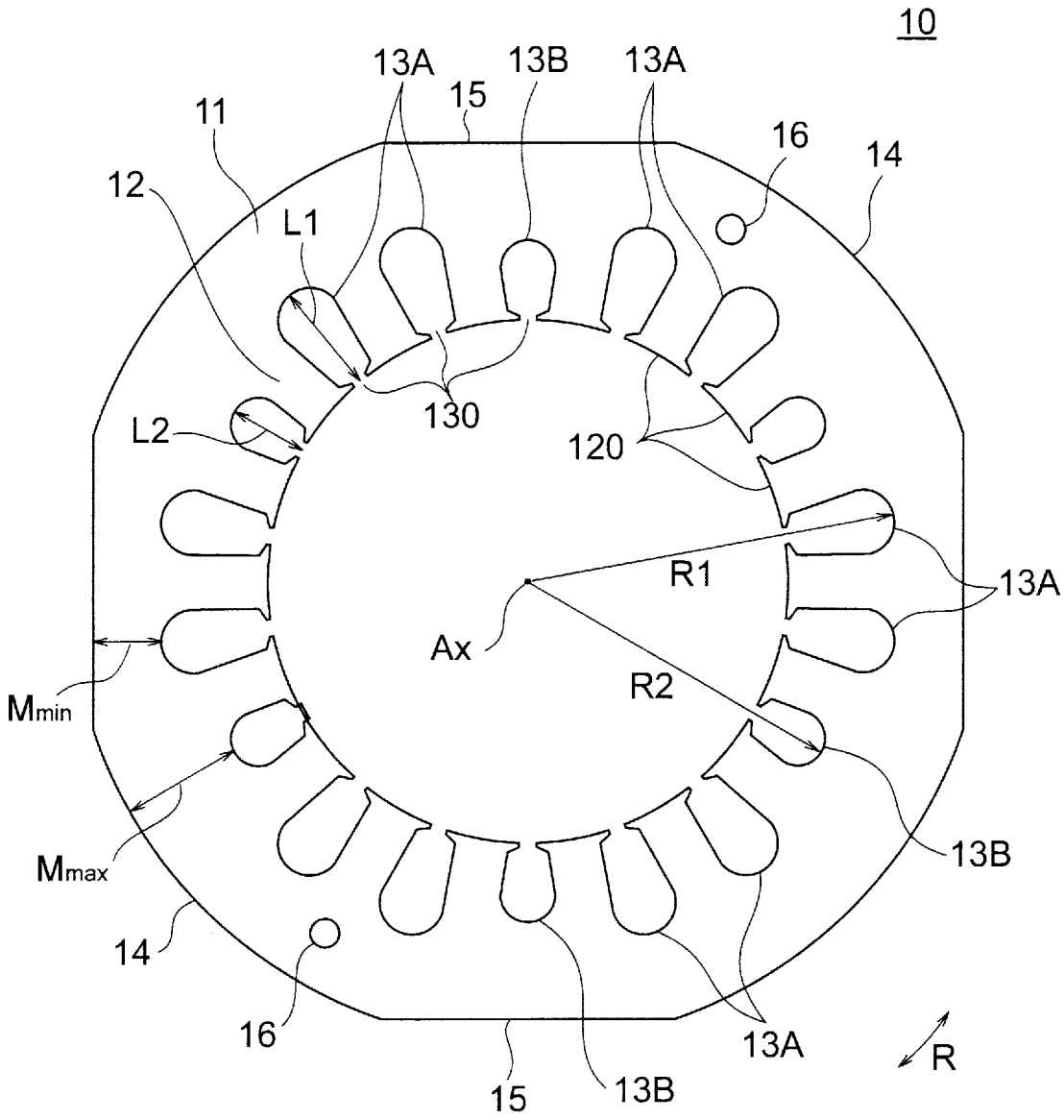
[図1]


100
2U(2)
13A
15
13B
13A
10
11
2V
2W
16
12
1
14
2V
5
50
4
51
53
55
52
R
14
16
6
15
Ax

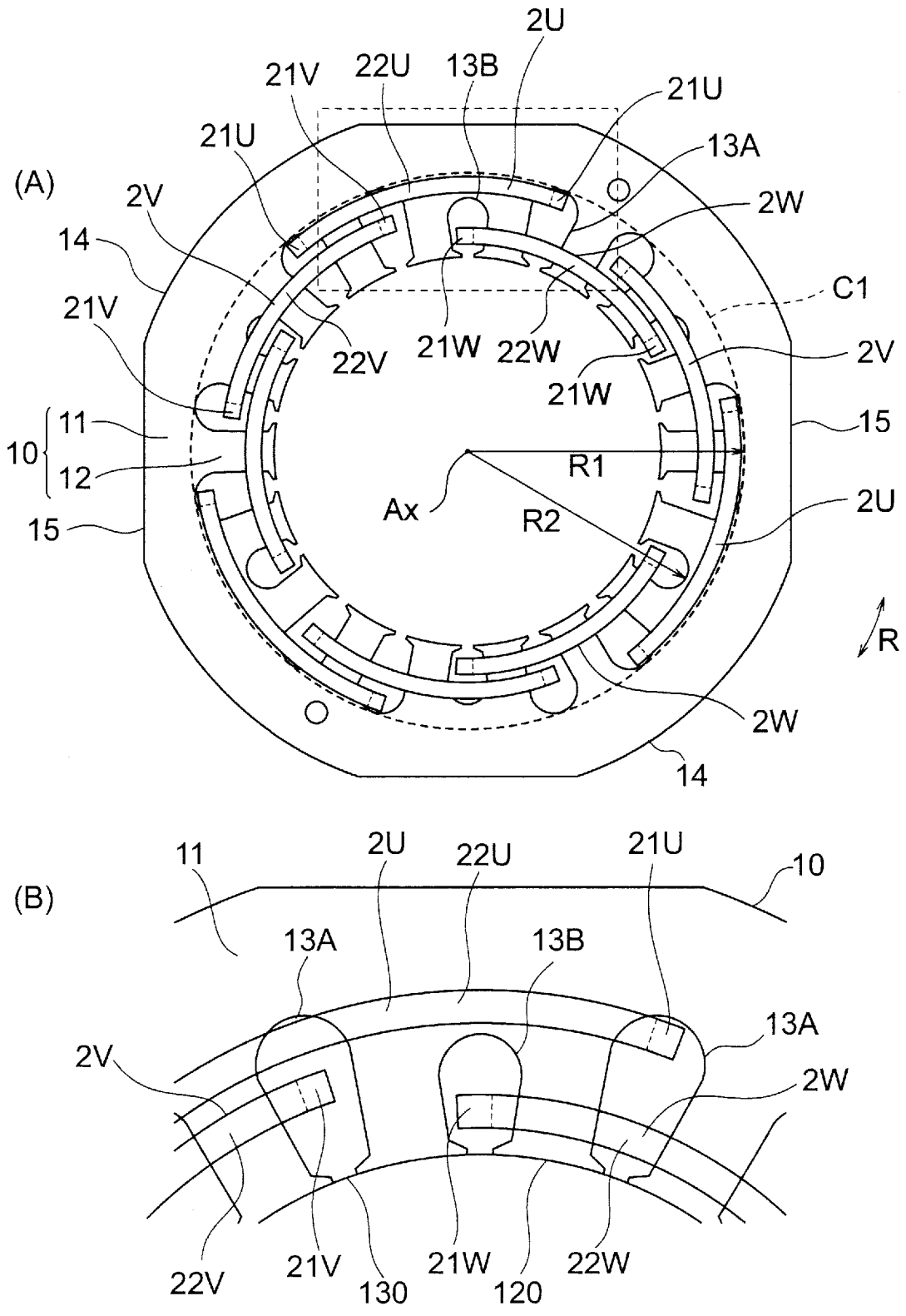
[図2]


13
1
13A
13B
13A
10
11
15
16
12
14
2V
2U
2W
2
120
2V
12
120
Ax
13A
2W
2U
13B
13A
16
15
R

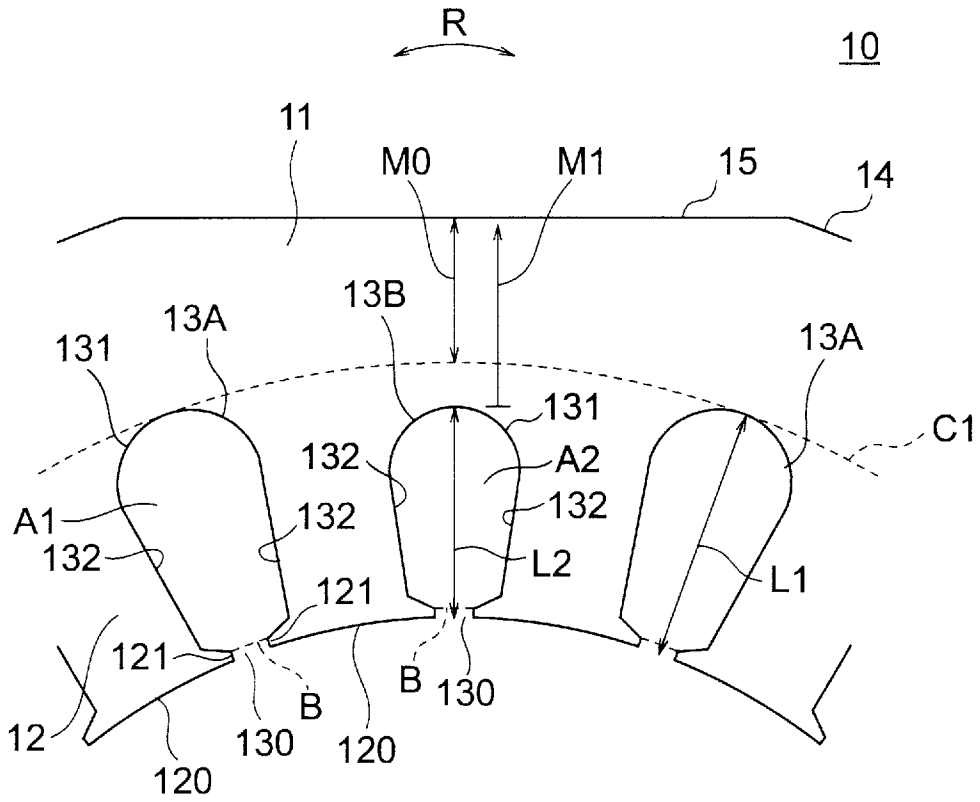
[図3]


10
13A
13B
13A
15
11
16
14
12
L1
L2
130
120
R1
13A
Ax
R2
Mmin
Mmax
13B
14
16
13A
R
15
13B

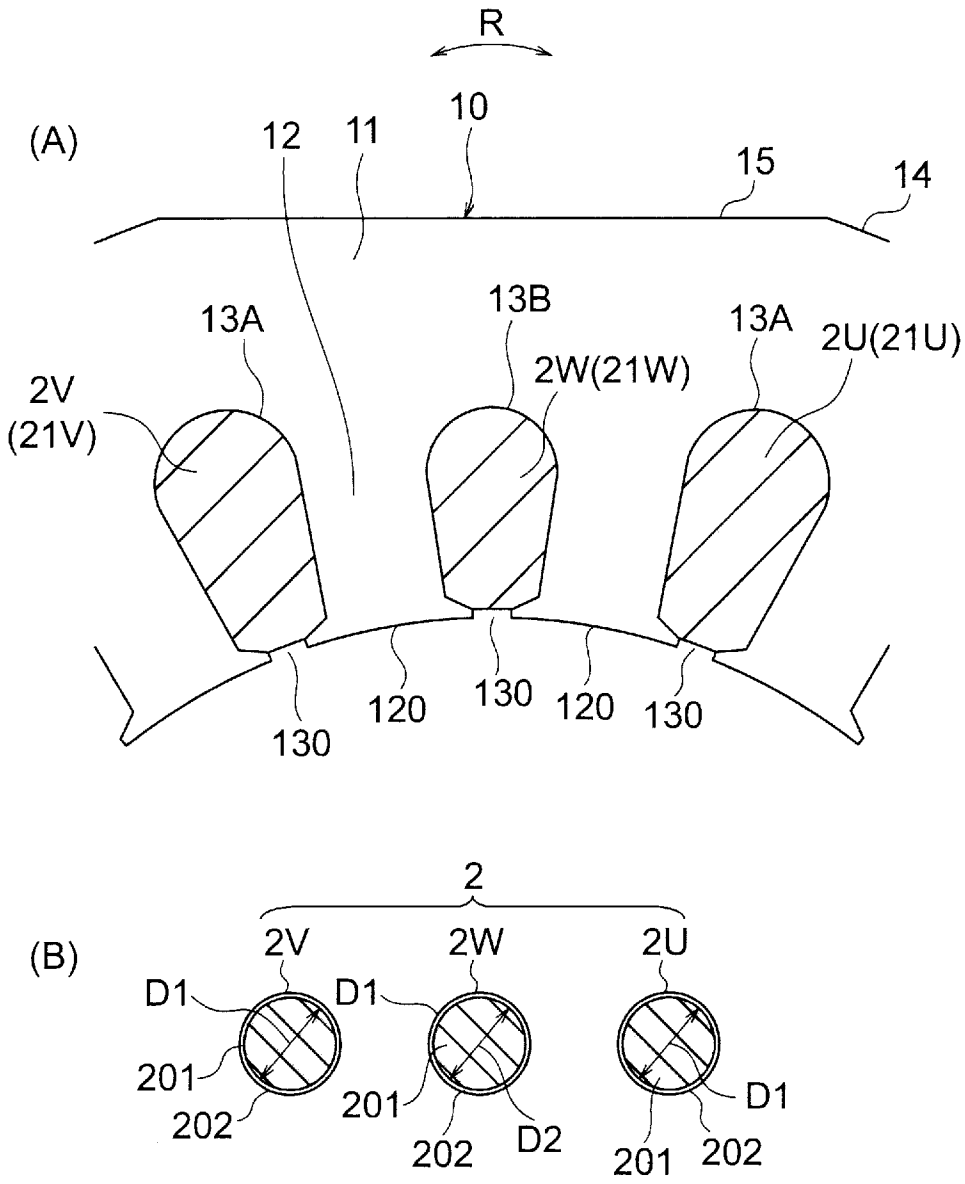
[図4]


(A)
2U
21V
22U
13B
21U
21U
13A
2V
2W
14
C1
21V
22V
21W
22W
21W
2V
15
10
11
12
R1
Ax
R2
2U
15
R
2W
14
(B)
11
2U
22U
21U
10
13A
13B
13A
2V
2W
22V
21V
130
21W
120
22W

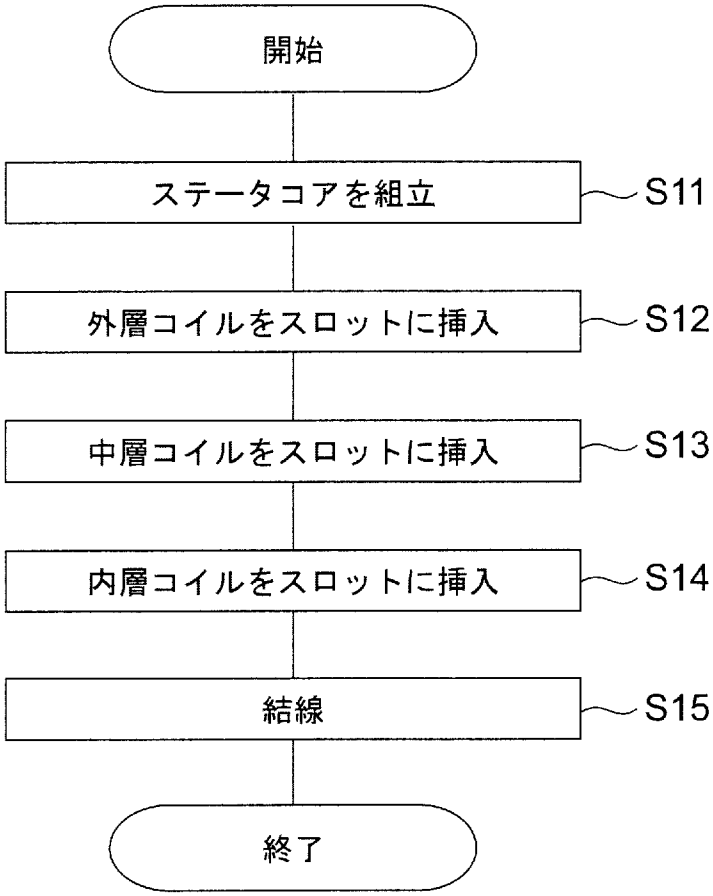
[図5]


R
10
11
M0
M1
15
14
13B
13A
131
13A
131
C1
132
A2
A1
132
132
L2
L1
121
121
B
B
130
12
130
120
120

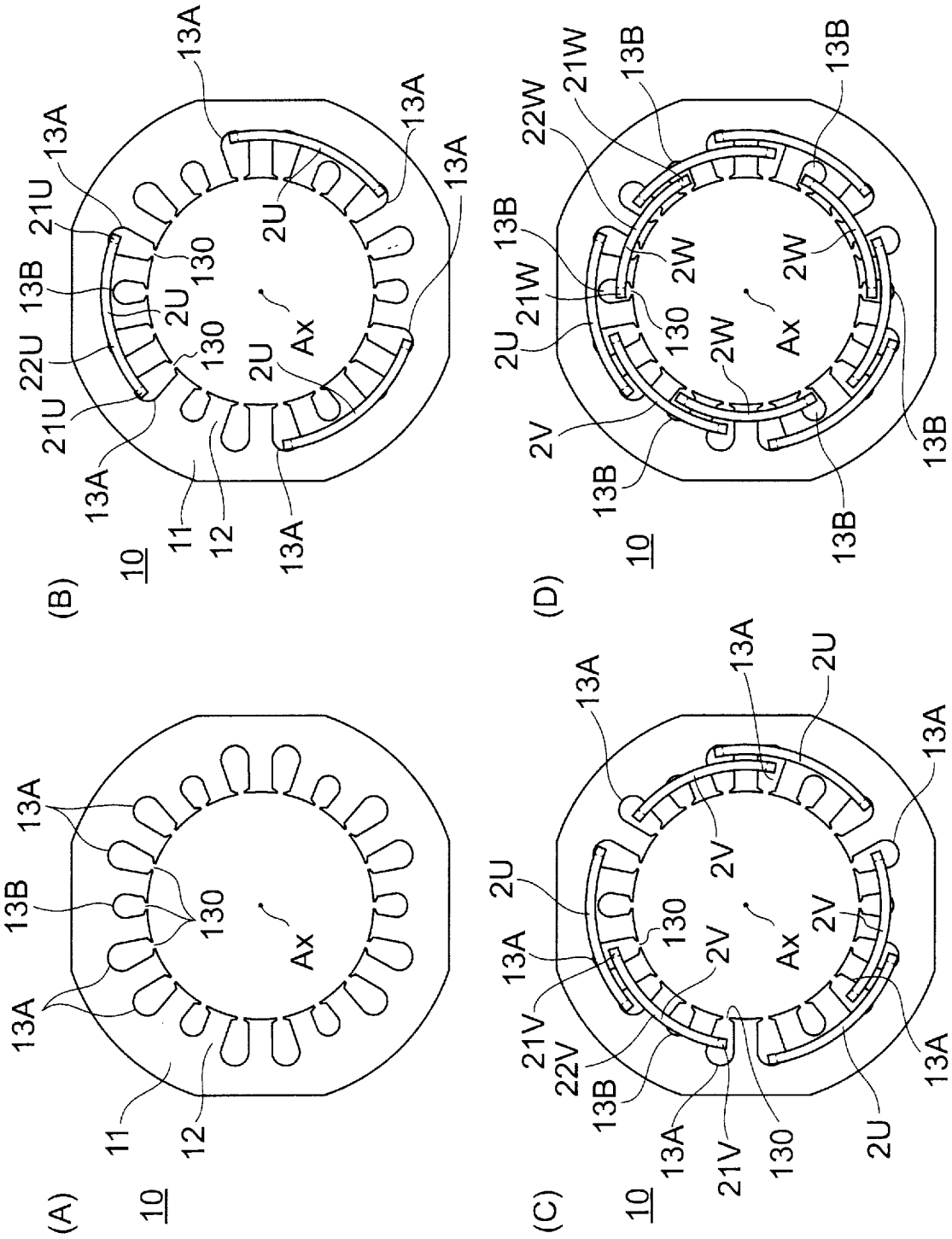
[図6]


R
(A)
10
12
11
15
14
13A
13B
13A
2U(21U)
2W(21W)
2V
(21V)
130
120
130
120
130
(B)
2
2V
2W
2U
D1
D1
201
202
201
202
D2
D1
201
202

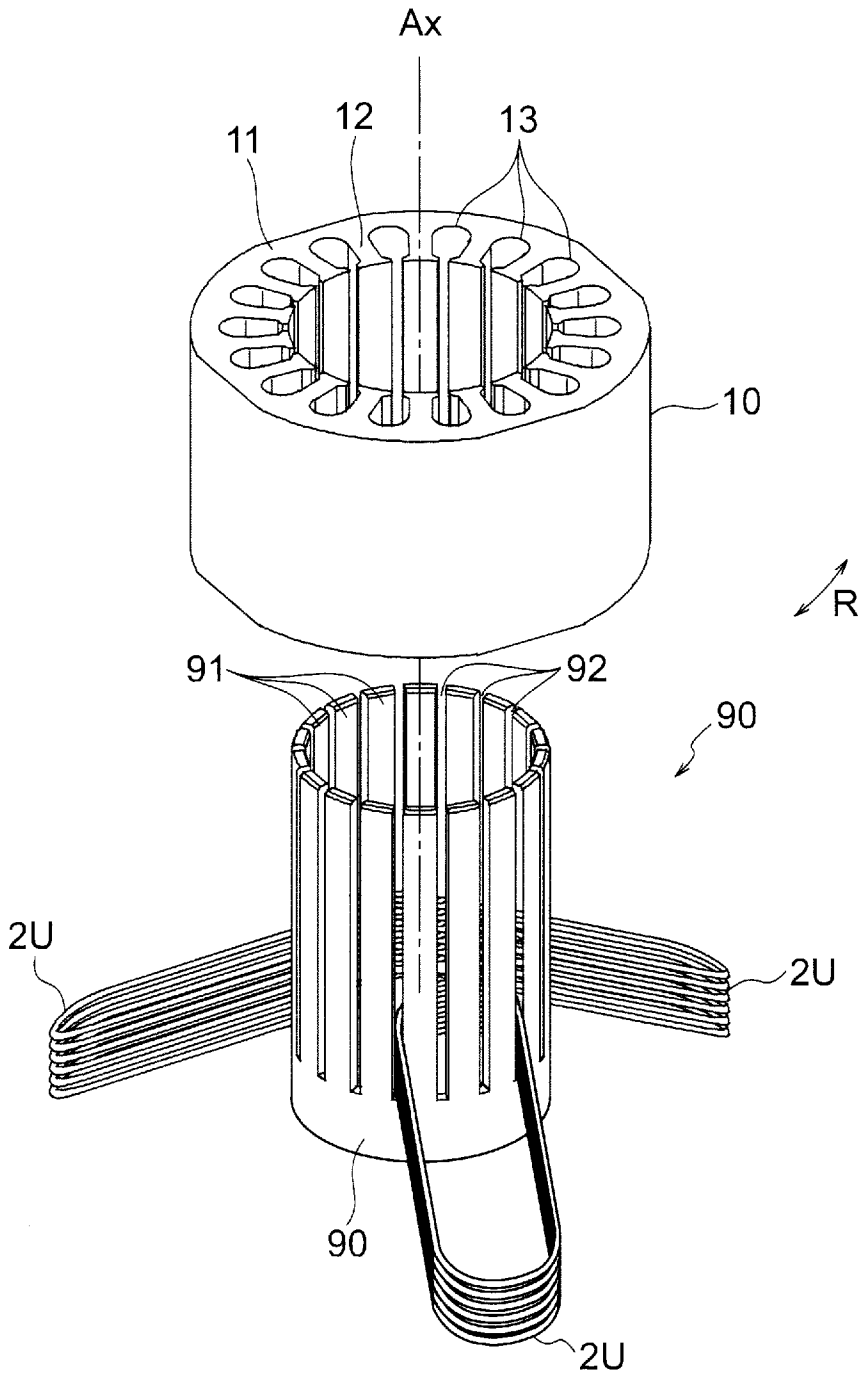
[図7]


開始
ステータコアを組立
S11
外層コイルをスロットに挿入
S12
中層コイルをスロットに挿入
S13
内層コイルをスロットに挿入
S14
結線
S15
終了

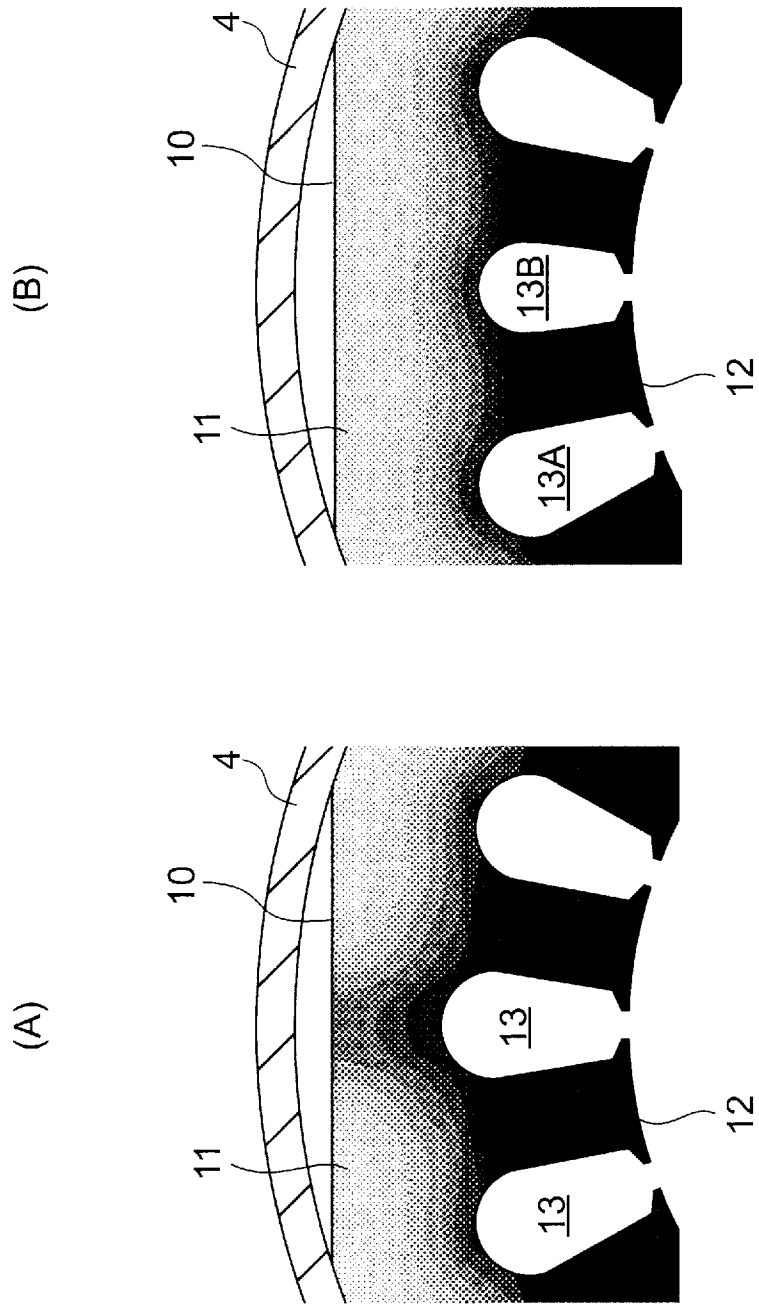
[図8]


(A)
10
11
12
13A
13B
130
Ax
(B)
10
11
12
13A
21U
22U
13B
2U
130
Ax
(C)
10
13A
21V
22V
13B
2U
2V
130
Ax
(D)
10
13B
21W
22W
2U
2V
2W
130
Ax

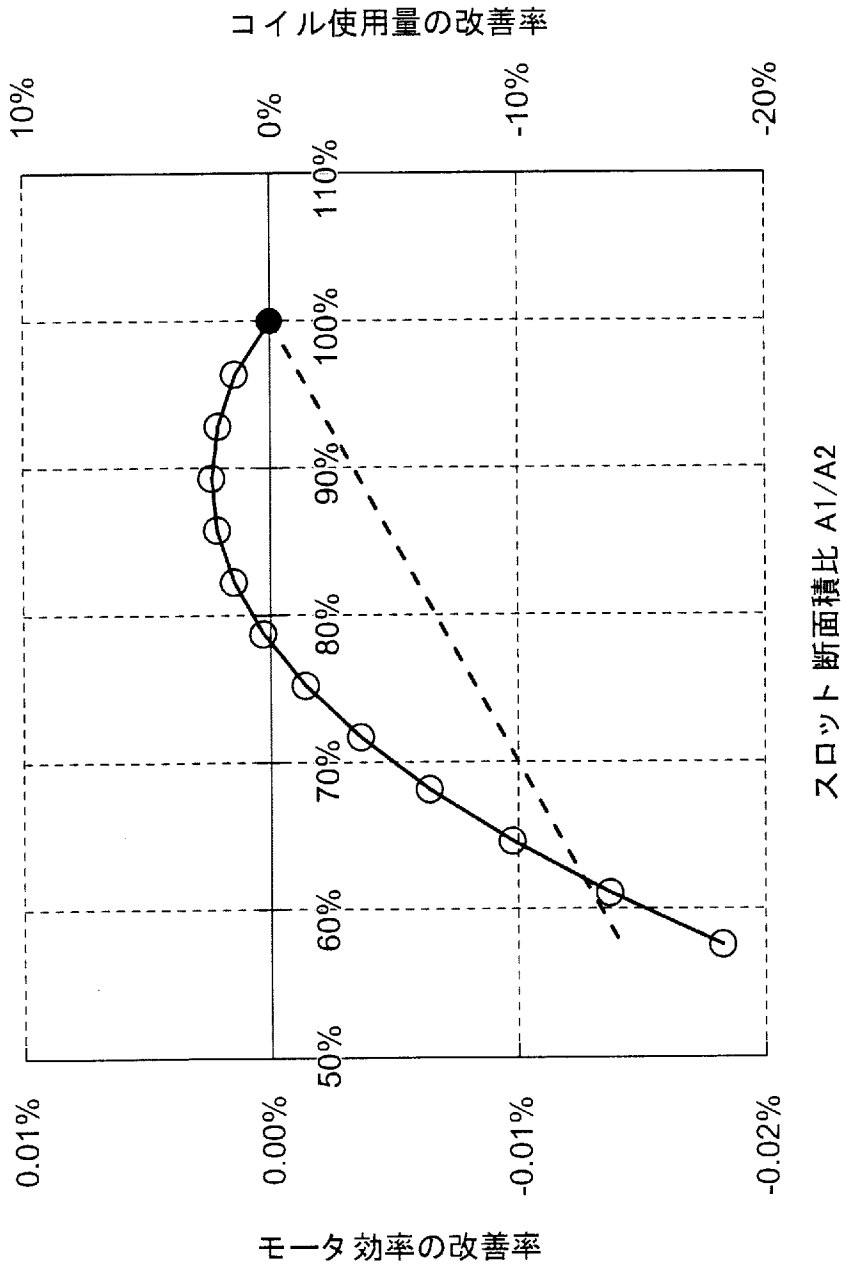
[図9]



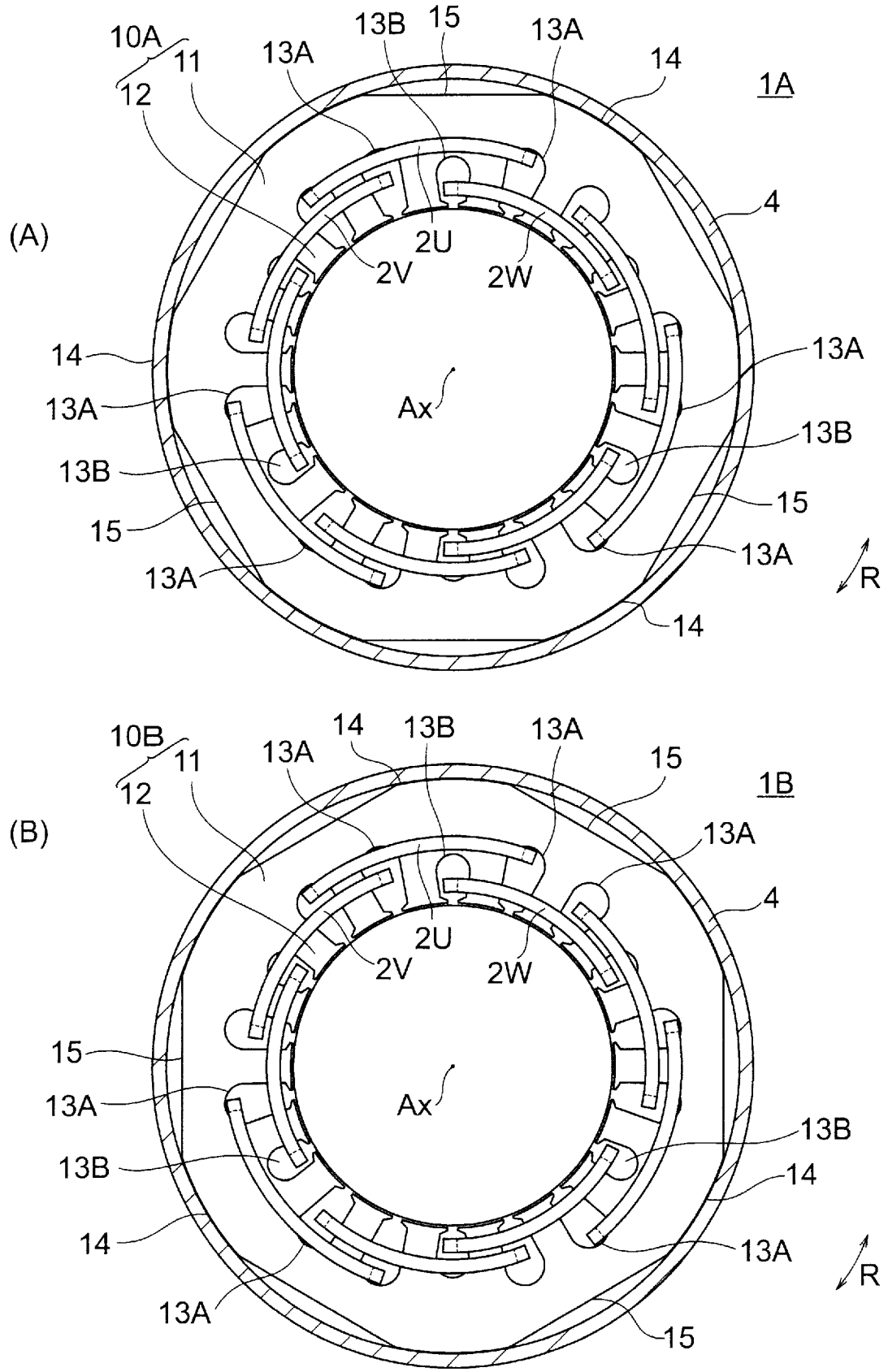
[図10]



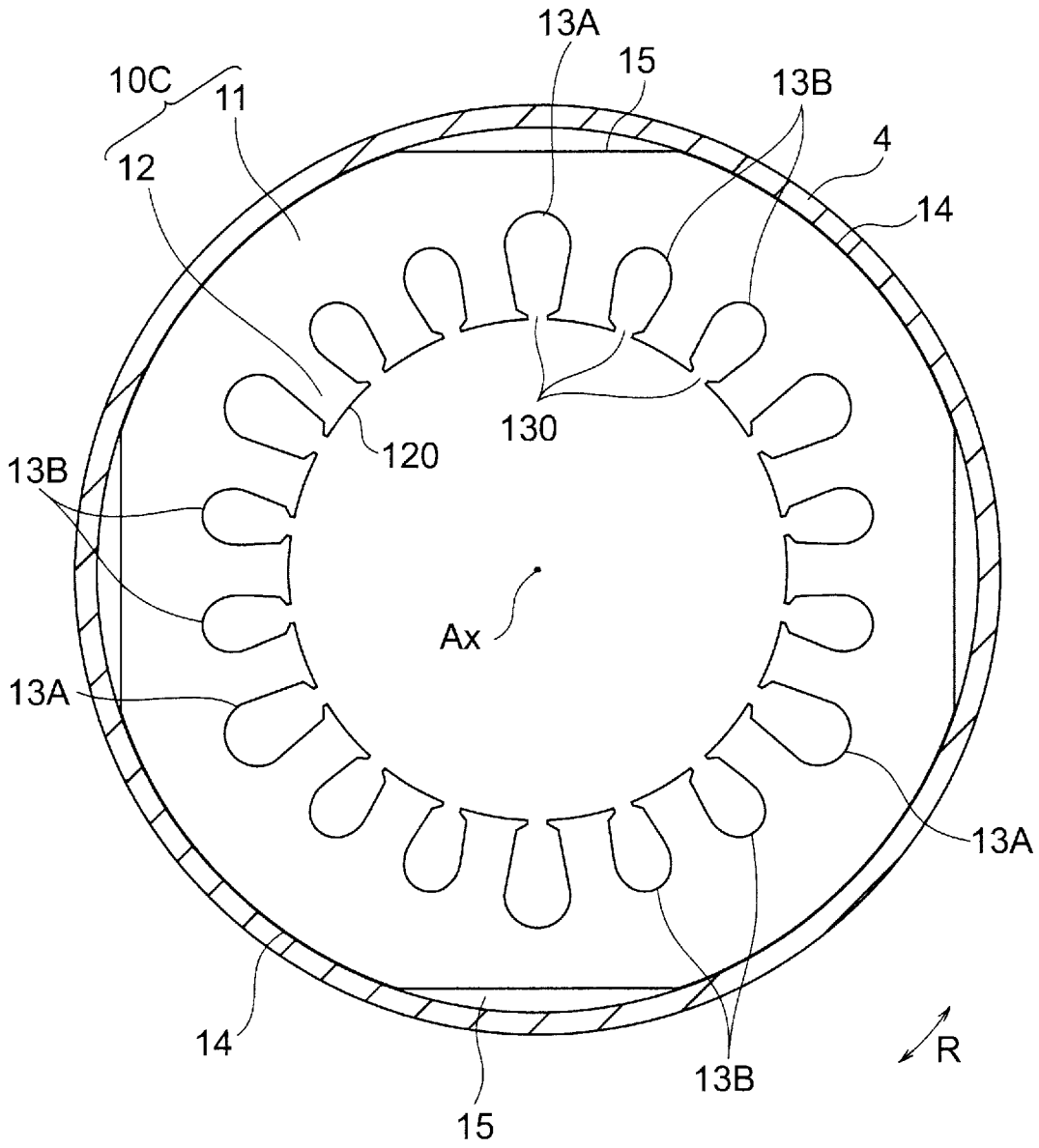
[図11]


コイル使用量の改善率
10%
0%
-10%
-20%
110%
100%
90%
80%
70%
60%
50%
スロット断面積比 A1/A2
0.01%
0.00%
-0.01%
-0.02%
モータ効率の改善率

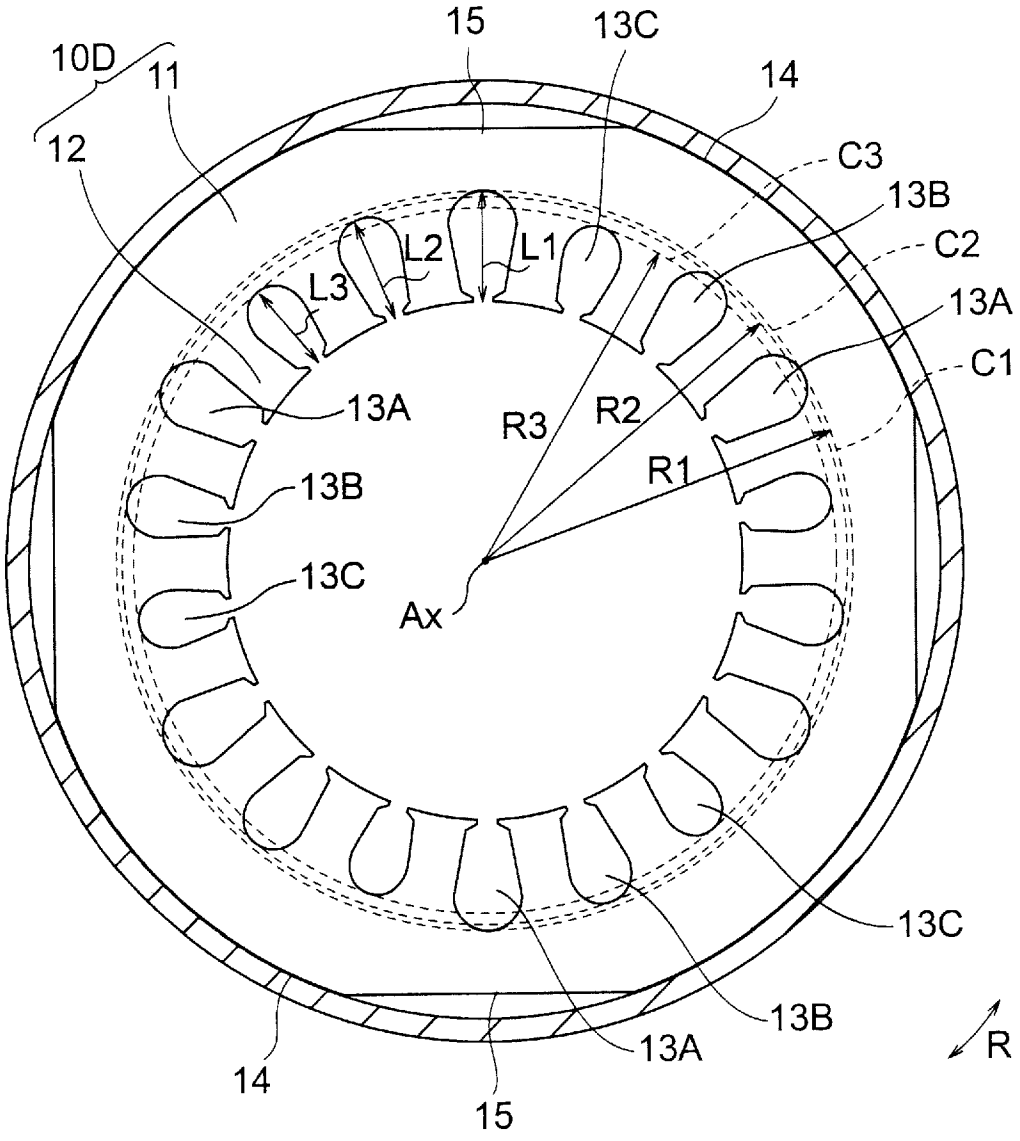
[図12]

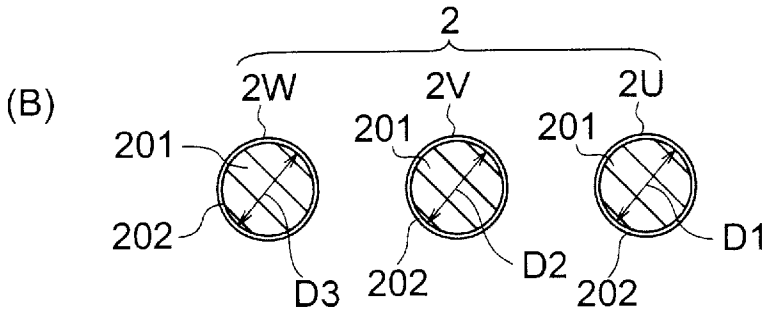

(A)
10A
11
12
13A
13B
15
13A
14
1A
4
2V
2U
2W
Ax
14
13A
13B
15
13A
14
13A
13B
15
13A
R
(B)
10B
11
12
13A
14
13B
13A
15
1B
13A
4
2V
2U
2W
Ax
15
13A
13B
14
13A
13B
14
13A
15
R

[図13]

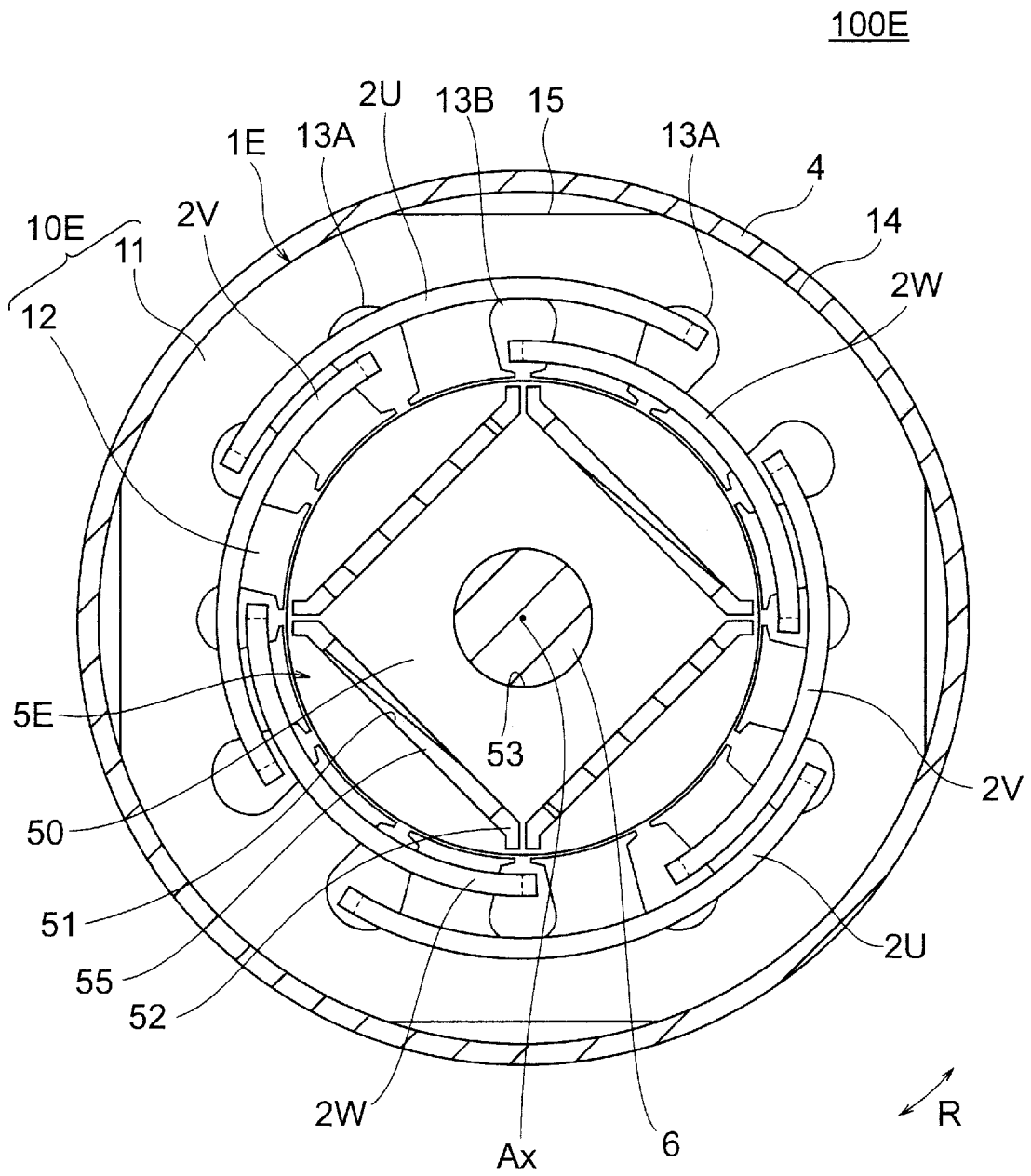


[図14]

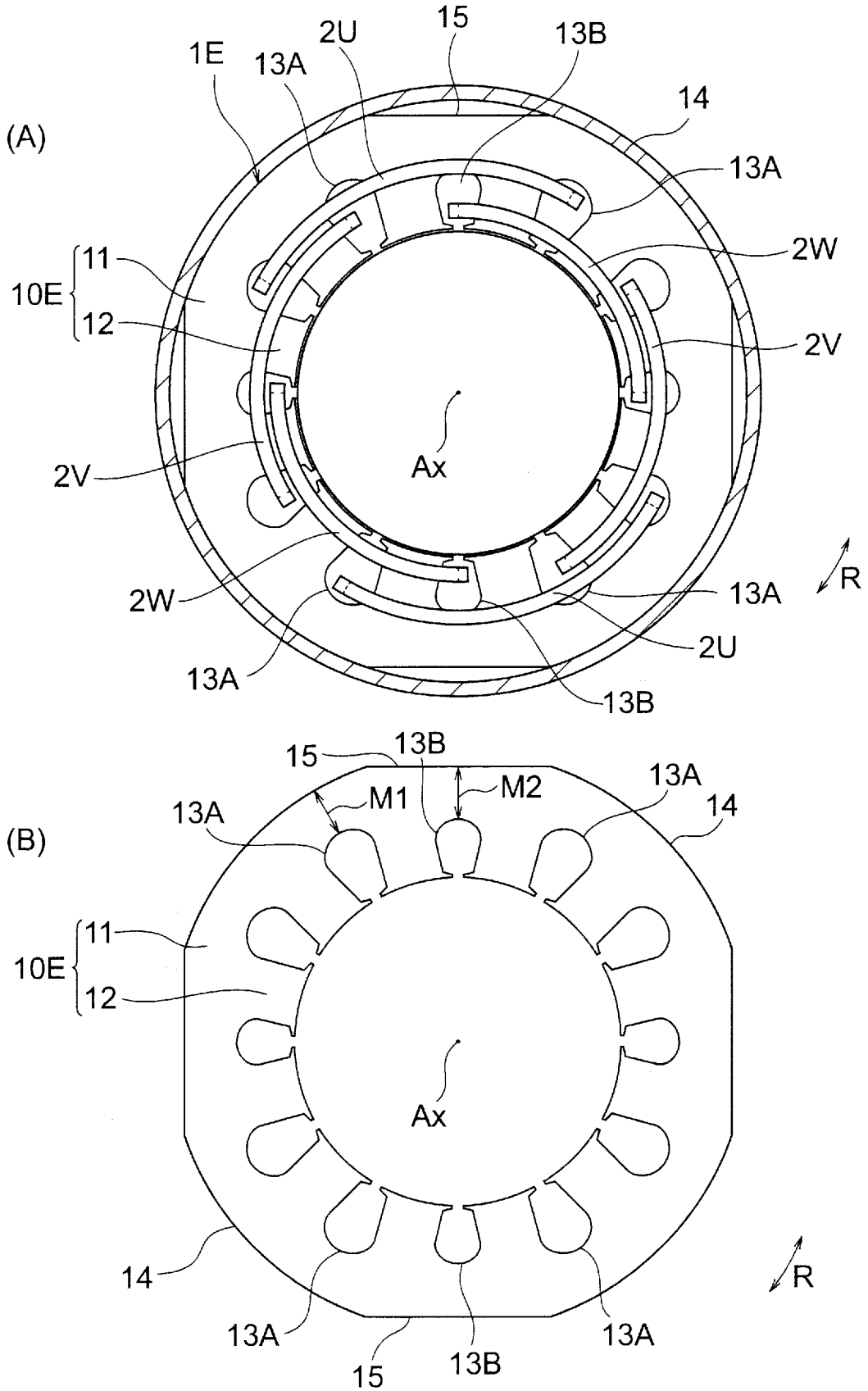

10D
11
12
15
13C
14
C3
13B
C2
13A
C1
L1
L2
L3
13A
R3
R2
R1
13B
13C
Ax
13C
13B
13A
R
14
15


(B)
2
2W
2V
2U
201
201
201
202
202
202
D3
D2
D1

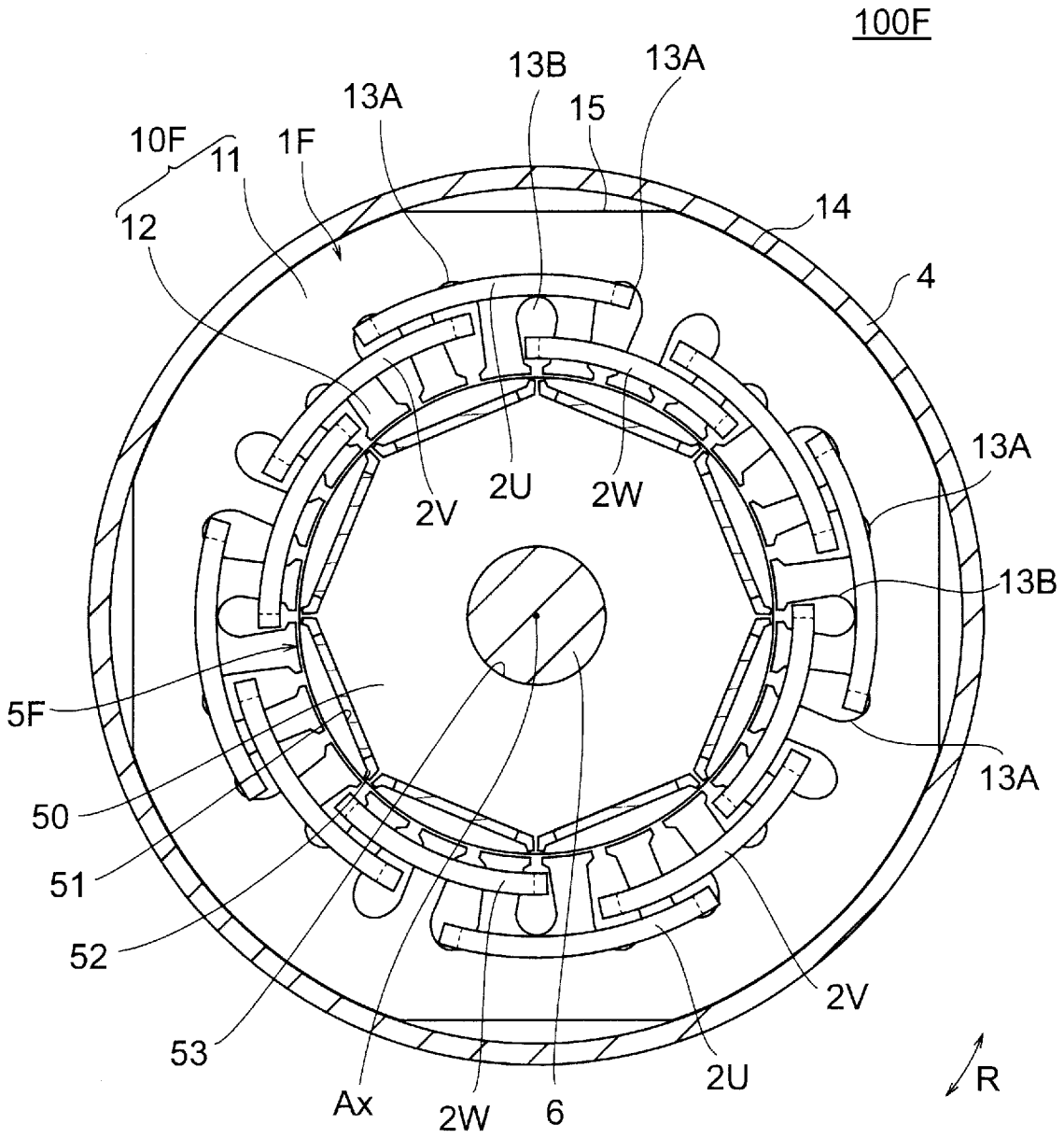
[図15]


100E
2U
13B
15
1E
13A
13A
4
10E
2V
14
11
2W
12
5E
53
2V
50
51
2U
55
52
2W
Ax
6
R

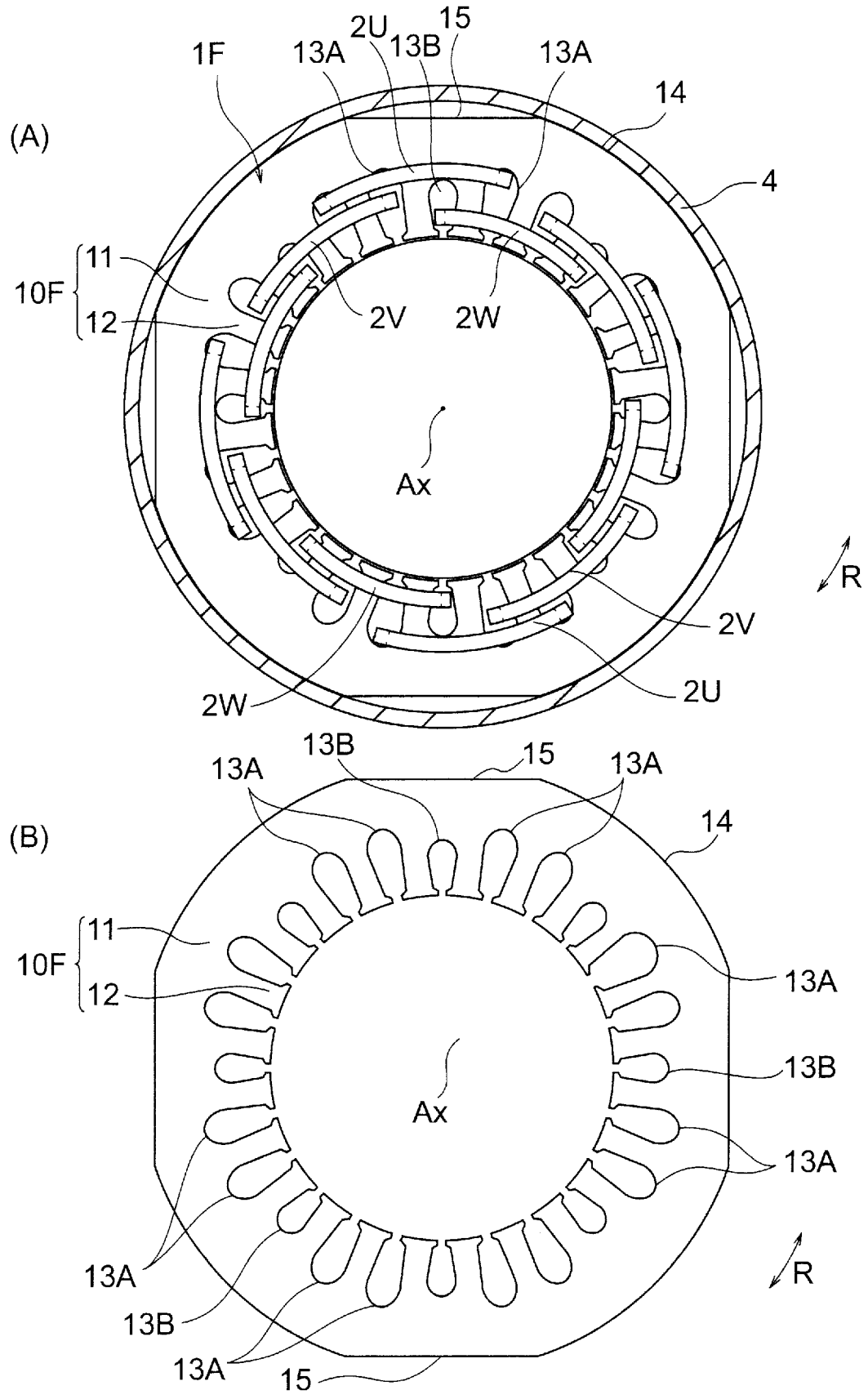
[図16]


(A)
1E
13A
2U
15
13B
14
13A
2W
2V
10E
11
12
2V
Ax
2W
13A
2U
13B
R
(B)
15
13B
M1
M2
13A
13A
14
10E
11
12
Ax
14
13A
15
13B
13A
R

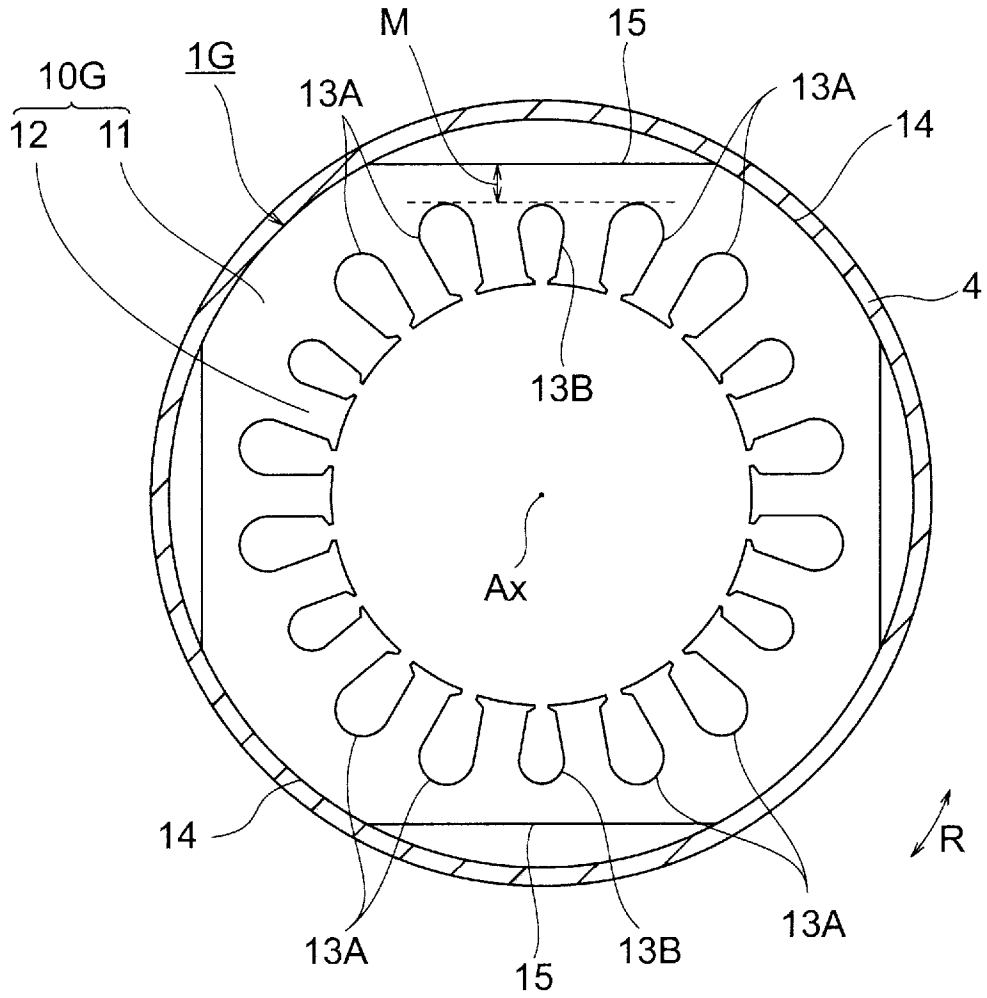
[図17]


100F
13B
13A
13A
15
10F
11
1F
14
12
4
13A
2V
2U
2W
13B
5F
13A
50
51
52
2V
53
Ax
2W
6
2U
R

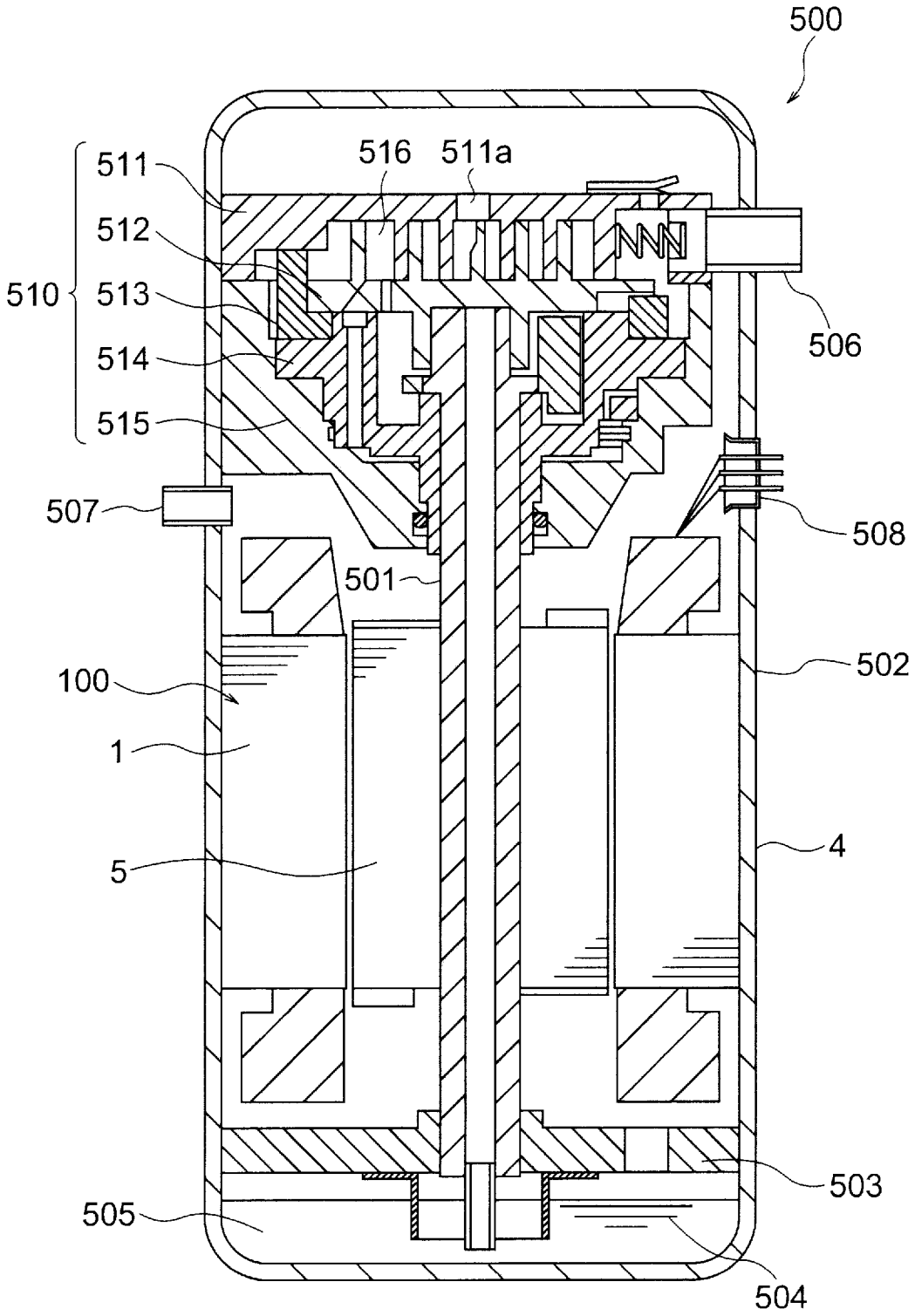
[図18]


(A)
1F
13A
2U
13B
15
13A
14
4
10F
11
12
2V
2W
Ax
R
2V
2U
2W
(B)
13B
13A
15
13A
14
10F
11
12
13A
13B
13A
Ax
R
13A
13B
13A
15

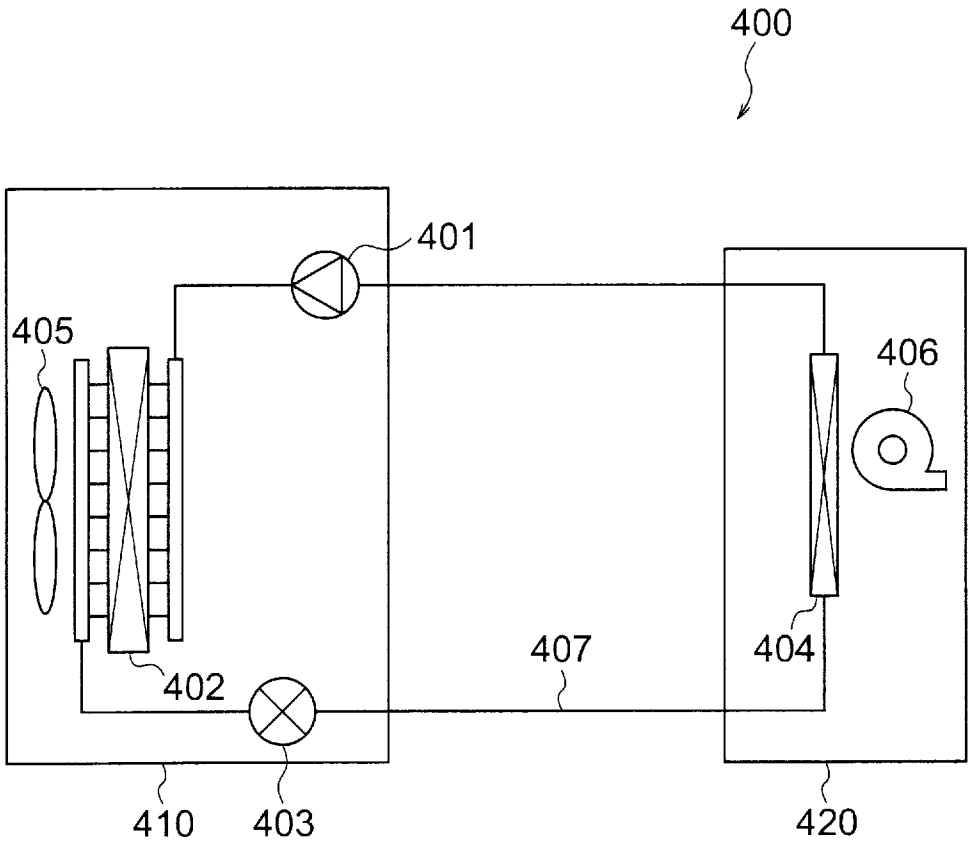
[図19]



[図20]


500
511
512
513
514
515
510
516
511a
506
507
508
501
502
100
1
5
4
503
505
504

[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/036167

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H02K1/16(2006.01)i, H02K1/12(2006.01)i, H02K3/28(2006.01)i
FI: H02K1/16 B, H02K1/12 A, H02K3/28 K

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. H02K1/16, H02K1/12, H02K3/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/098065 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21 September 2006 (2006-09-21), abstract, paragraphs [0008]-[0048], fig. 1-11	1-23
Y	JP 2008-5563 A (AMADA CO., LTD.) 10 January 2008 (2008-01-10), paragraphs [0010], [0035], [0036], [0047]	1-23
Y	JP 2017-200403 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 02 November 2017 (2017-11-02), paragraphs [0064]-[0071], fig. 8	22-23
A	JP 2001-61248 A (FUJITSU GENERAL LTD.) 06 March 2001 (2001-03-06), paragraphs [0015]-[0022]	1-23

☒ 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
26.11.2020	08.12.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/036167

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 2001-45683 A (FUJITSU GENERAL LTD.) 16 February 2001 (2001-02-16), paragraphs [0009], [0010]	1-13
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 179800/1978 (Laid-open No. 98182/1980) (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.) 08 July 1980 (1980-07-08), description, p. 3, lines 12-16	1-23
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 48393/1992 (Laid-open No. 13357/1994) (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 18 February 1994 (1994-02-18), abstract, claims	1-23
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 83679/1984 (Laid-open No. 443/1986) (TOSHIBA CORP.) 06 January 1986 (1986-01-06), claims	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/036167

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2006/098065 A1	21.09.2006	US 2007/0210668 A1 abstract, paragraphs [0006]-[0063], fig. 1-11 KR 10-2007-0005659 A CN 1947320 A JP 2006-238507 A	
JP 2008-5563 A	10.01.2008	(Family: none)	
JP 2017-200403 A	02.11.2017	WO 2017/187817 A1 CN 109075641 A	
JP 2001-61248 A	06.03.2001	(Family: none)	
JP 2001-45683 A	16.02.2001	(Family: none)	
JP 55-98182 U1	08.07.1980	(Family: none)	
JP 6-13357 U1	18.02.1994	(Family: none)	
JP 61-443 U1	06.01.1986	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/036167

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02K 1/16(2006.01)i; H02K 1/12(2006.01)i; H02K 3/28(2006.01)i
FI: H02K1/16 B; H02K1/12 A; H02K3/28 K

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））

H02K1/16; H02K1/12; H02K3/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	WO 2006/098065 A1（三菱電機株式会社）21.09.2006（2006-09-21） 要約，段落0008-0048，図1-11	1-23
Y	JP 2008-5563 A（株式会社アマダ）10.01.2008（2008-01-10） 段落0010,0035-0036,0047	1-23
Y	JP 2017-200403 A（アイシン精機株式会社）02.11.2017（2017-11-02） 段落0064-0071，図8	22-23
A	JP 2001-61248 A（株式会社富士通ゼネラル）06.03.2001（2001-03-06） 段落0015-0022	1-23
A	JP 2001-45683 A（株式会社富士通ゼネラル）16.02.2001（2001-02-16） 段落0009-0010	1-13
A	日本国実用新案登録出願53-179800号(日本国実用新案登録出願公開55-98182号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（東京芝浦電気株式会社）08.07.1980（1980-07-08）明細書第3ページ12-16行	1-23

☑ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
26.11.2020	08.12.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
小林　紀和 3V 4240

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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	日本国実用新案登録出願4-48393号(日本国実用新案登録出願公開6-13357号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM（ダイキン工業株式会社）18.02.1994（1994-02-18）要約，実用新案登録請求の範囲	1-23
A	日本国実用新案登録出願59-83679号(日本国実用新案登録出願公開61-443号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社東芝）06.01.1986（1986-01-06）実用新案登録請求の範囲	1-23

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/036167

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2006/098065 A1	21.09.2006	US 2007/0210668 A1 要約，段落0006-0063，図1-11 KR 10-2007-0005659 A CN 1947320 A JP 2006-238507 A	
JP 2008-5563 A	10.01.2008	（ファミリーなし）	
JP 2017-200403 A	02.11.2017	WO 2017/187817 A1 CN 109075641 A	
JP 2001-61248 A	06.03.2001	（ファミリーなし）	
JP 2001-45683 A	16.02.2001	（ファミリーなし）	
JP 55-98182 U1	08.07.1980	（ファミリーなし）	
JP 6-13357 U1	18.02.1994	（ファミリーなし）	
JP 61-443 U1	06.01.1986	（ファミリーなし）	