

(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
2016年3月10日(10.03.2016)



(10) 国際公開番号

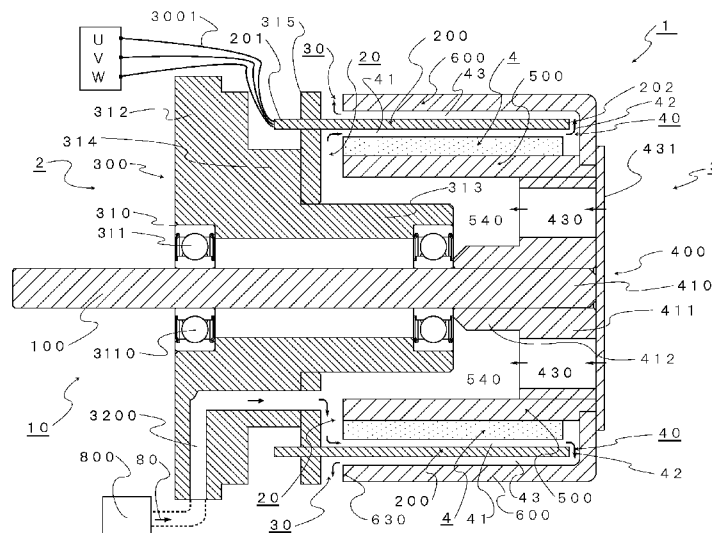
WO 2016/035358 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 9/08 (2006.01) H02K 16/02 (2006.01)
H02K 3/24 (2006.01) H02K 21/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056310
- (22) 国際出願日: 2015年3月4日(04.03.2015)
- (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 2014-180294 2014年9月4日(04.09.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社エムリンク(M-LINK CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒2420007 神奈川県大和市中央林間3丁目28-22 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 白木 学(SHIRAKI, Manabu); 〒2420007 神奈川県大和市中央林間1-5-7 株式会社エムリンク内 Kanagawa (JP). 白木 努(SHIRAKI, Tsutomu); 〒2420007 神奈川県大和市中央林間1-5-7 株式会社エムリンク内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ピー・エス・ディ(PSD); 〒0600031 北海道札幌市中央区北一条東一丁目4番地1 サン経成ビル2階 Hokkaido (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: CORELESS ROTATING ELECTRIC MACHINE PROVIDED WITH STATOR INCLUDING CYLINDRICAL COIL AND COOLING METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: 円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械およびその冷却方法



(57) Abstract: The present invention addresses a difficult-to-avoid technical problem wherein in a high-performance rotating electric machine having the purpose of size reduction, efficiency η is degraded by an increase of the internal temperature of the rotating electric machine resulting from copper loss and eddy current generated in a magnetic body. This technical problem can be addressed by: contraposing a stator 2 of a lid-type mount that has one end surface of a coreless cylindrical coil, which is capable of having electricity passed therethrough and is formed into a cylindrical shape from a multilayer conductive metal sheet structure, fixed thereto and is rotatably coupled to a drive shaft and a rotor 3 of a cup-type mount that is integrated with a magnet 4 disposed in an external cylindrical air path forming body and an internal cylindrical air path forming body that form an air gap in which is disposed the one end surface of the cylindrical coil and is coupled and fixed to the drive shaft, which penetrates the lid-type mount; feeding in or drawing out a cooling medium or cooling air to or from a space formed on the inner peripheral surface of the cylindrical coil; and directly cooling the inner and external peripheral surfaces of the cylindrical coil disposed in the air gap.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/035358 A1



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))

小型化を目的とした高機能の回転電気機械に関し、銅損および磁性体に生じる渦電流に起因する発熱による回転電気機械内部の温度上昇によって効率 η が劣化するなどの避け難い技術的課題に挑戦する。こうした技術的課題は、導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイルの一方の端面が固定された、駆動シャフトに回転自在に連結された蓋型マウントの固定子2に対して、円筒コイルの一方の端面が配置されるエアギャップを形成する外側円筒空路形成体および内側円筒空路形成体に配備されたマグネット4と共に一体化された、蓋型マウントを貫通した駆動シャフトに連結固定されたコップ型マウントの回転子3を対置させ、円筒コイルの内周面に形成された空隙に冷媒または冷却用空気を送り込みまたは引き込み、エアギャップに配置される円筒コイルの内周面および外周面を直接冷却するように構成することによって、解決することができる。

明 細 書

発明の名称：

円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械およびその冷却方法 技術分野

[0001] 本発明は、円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械およびその冷却方法に関する。より具体的には、導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された円筒コイルを含む固定子および円筒コイルを挟みエアギャップを形成する回転子によって構成された無鉄心回転電気機械および該無鉄心回転電気機械の円筒コイルを含むエアギャップを冷却するための冷却方法に関する。

背景技術

[0002] 電動モータは、電気エネルギーを運動エネルギーに変換する装置である。それは、大きくはDCモータとACモータに区分され、固定子（ステータ）と回転子（ロータ）の配置関係からインナーロータ型とアウターロータ型とに区分され、さらに巻線界磁型と永久磁石型にも区分されるが、いずれの場合にも、固定子が磁界の向きを回転させることによって回転子に影響を与えて回転させる、いわゆる回転磁界を利用するものが含まれる。

[0003] 円筒コイルを含む固定子および円筒コイルを挟みエアギャップを形成する回転子によって構成された回転磁界形モータにおいて、通電により、円筒コイルの抵抗（銅損）による発熱、さらには円筒コイルやエアギャップを形成する導体のインナーヨークとアウターヨークなどに生じる渦電流による発熱および鉄心のヒステリシス現象による発熱が起こることは、周知のことである。この磁気エネルギーを熱エネルギーに変換させる銅損やヒステリシス損失は避け難い技術的課題であることも周知である。

[0004] こうした技術的課題に伴う電動モータの出力や効率への影響に対し、また回転子を構成するインナーヨークの外周面および／またはアウターヨークの内周面に配備される永久磁石が加熱されることによるその保磁力を劣化さ

せるといった技術的課題に対しては、これまでの電動モータの内部に空気を取り入れるなど、巻線のコイル表面を冷却する試み等がなされているが、抜本的な課題解決には至っていない。本発明は、こうした技術的課題に挑戦し開発された円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械およびその冷却方法である。

[0005] 特開 2012-16218 号公報（特許文献 1）には、無鉄心型コイルのホイールインモータが記載されている。具体的には、この電動モータは、ホイールと一体化された円筒形状のアウトーヨークおよび該アウトーヨークとの間にエアギャップを形成する円筒形状のインナーヨークが固定シャフトに回転自在に取り付けられた回転子を構成し、該エアギャップに配置される円筒形状のコイル体が固定シャフトに連結固定された固定子を構成し、回転子を構成するアウトーヨークの内周面に配備された永久磁石のマグネットが固定子を構成するコイル体の外周面に対向配置するように構成されたモータである。

[0006] 特開 2012-30786 公報（特許文献 2）には、特許文献 1 に記載された回転子と固定子と同様の構成を有する無鉄心型コイルのホイールインモータが記載されている。特許文献 2 に記載の電動モータは、回転子のインナーヨークの内周面に形成される空間に該インナーヨークに固定するブレーキ手段をさらに含むものである。

[0007] 特許文献 1 には電動モータを作動させるときの発熱を冷却する手段についての記載はないが、特許文献 2 に記載の電動モータはさらに、アウトーヨークに固定されたホイールの端面を固定子に対して開放し、それを通気孔としてモータ内を外気と連通し、インナーヨークの内面とホイール内面とで形成されるモータ内の空間を冷却する手段が記載されている。これは、この通気孔は円筒形のインナーヨークの内周面に形成された該空間が外気に連通しており、ブレーキによる摩擦熱を緩和するための冷却手段と考えられるものの、後述される本発明の特徴である、コイル体および両ヨークで形成されるエアギャップを直接冷却することを意図したものではない。

[0008] 特許 2 6 5 7 1 9 2 号明細書（特許文献 3）には、リニア直流ブラシレスモータが記載されており、この電動モータは、固定電機子に対し相対的に移動する界磁マグネットを配備した移動子から構成されたりニアモータであり、本発明の対象である回転磁界形モータではない。

[0009] これはリニアモータであるが、固定電機子にエア供給通路が穿設されており、「エア供給通路から電機子コイルにエアを直接吹き付け、電機子コイルを冷却すると共にマグネットヨークに対するステータヨーク自体も冷却するようにした構成」を有する。但し、この固定電機子は、導線を多数ターン巻回形成された矩形状の空心型コイルをプリント配線基板に移動子の移動方向に合せて多数並列に貼り付けたステータヨークで構成されており、電機子コイルにエアを直接吹き付けたとしても、多数ターン巻回形成された導線を隈なく冷却することはできない。

[0010] 特開 2 0 0 6 - 2 4 6 6 7 8 号公報（特許文献 4）には、アウターロータ型のホイールインモータが記載されている。この電動モータは中空車軸にステータ側 6 極、ロータ側 4 極の突極コアで構成された S R モータにおいて、ステータ側 6 極に装着された導線を多数ターン巻回形成したコイルの冷却手段が記載されている。

[0011] その冷却手段は、中空車軸に流入通路と排気通路とを、隔壁を介して設け、流入通路によってコイルに空気を提供し、排気通路によってコイルに接した空気をステータ外に排気するものであり、これにより、特許文献 4 は、発熱したコイルを冷却した空気を排出する経路を形成したホイールインモータを提示する。但し、これも特許文献 3 と同様に、コイルに空気を直接吹き付けたとしても、空気は多数ターン巻回形成された導線の露出面をなぞるだけであり、巻回形成された導線を隈なく冷却することはできない。

[0012] 特許第 3 4 9 4 0 5 6 号公報（特許文献 5）には、環状のステータコアにコイルを巻装した固定子と、該固定子の外周を覆う筒部の内周面に永久磁石を支持させたアウターヨークからなる回転子とから構成されており、該固定子が回転自在に連結された回転軸に該回転子が固定されたアウターロータ

型磁石発電機が記載されている。

[0013] この電動モータは、該回転軸に回転自在に連結された固定子を支持するプレートに通風口を設け、ステータコアに巻装されたコイルおよび永久磁石の内面を冷却するため、回転子の底部に設けた通風口と連通させ、該回転子を回転させてプレートの通風口から空気を吸入させ、回転子の通風口から吸出し、これをさらに回転子の筒部に吹き付け、さらに永久磁石を、筒部を通して冷却する手段を含むものである。

[0014] 実開平5-22133号公報（特許文献6）には、電気自動車用のアウトロータ型ホイールインモータの内部を強制的に冷却する冷却手段が記載されている。この電動モータは、端的にはフィルターを介し、外気を中空軸に連通する冷却ファンにより該中空軸の通気口から固定子内部に取り込み、さらに固定子の巻線と回転子の内面を経由させた空気を仕切板の排気口から排気する冷却手段を含むものである。

[0015] 米国特許6,873,085号明細書（特許文献7）には、固定電機子を含む無鉄心型コイルモータおよび回転電機子に装備される円筒形状に成形された円筒コイルが記載されている。但し、この電動モータは、円筒コイルおよびアウターヨークとインナーヨークで形成される空隙に円筒コイルが配備されているが、これらを冷却する手段を有するものではない。

[0016] 特許第3704044号公報（特許文献8）には、絶縁材料のポリアミドにより相互に分離された一連の略平行な導電体を生成するパターンにより加工された円筒形のコイル体を含むDCモータ用に無鉄心電機子が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0017] 特許文献1：特開2012-16218号公報

特許文献2：特開2012-30786公報

特許文献3：特許2657192号明細書

特許文献4：特開2006-246678号公報

特許文献5：特許第3494056号公報

特許文献6：実開平5-22133号公報

特許文献7：米国特許US6,873,085 B2 明細書

特許文献8：特許第3704044号公報

非特許文献

- [0018] 非特許文献1：『史上最強カラー図解 最新モータ技術のすべてがわかる本』
赤津 観監修 ナツメ出版企画株式会社 （2013年7月20日発行）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0019] 円筒コイルを含む固定子および円筒コイルが配置されるエアギャップを形成する回転子によって構成された無鉄心回転電気機械において、円筒コイルの銅損および導体に生じる渦電流に起因する発熱によるモータ内部の温度上昇は、電動モータの効率 η を劣化させるなど、電動モータに内在する避け難い技術的課題として認識されており、そのためにも、これまで様々な提案がなされてきたが、抜本的な課題解決には至っていない。本発明者らはこれらの技術的課題に果敢に挑戦し、本発明の円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械を開発するに至った。

課題を解決するための手段

- [0020] 本発明の技術的課題は、導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイルの一方の端面が固定された、駆動シャフトに回転自在に連結された蓋型マウントの固定子2に対して、円筒コイルの一方の端面が配置されるエアギャップを形成する外側および内側の円筒空路形成体に配備されたマグネット4と共に一体化された、蓋型マウントを貫通した駆動シャフトに連結固定されたコップ型マウントの回転子3を対置させ、円筒コイルの内周面に形成された空隙に冷媒または冷却用空気を送り込みまたは引き込み、エアギャップに配置される円筒コイルの内周面および外周面、さらにエアギャップに配備されるマグネット4を直接冷却する

ように構成することによって解決することができた。

[0021] 本発明の第1の態様は、図1および図2に示されるように、長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイル200の一方の端面201を固定する蓋型マウント300の中心部310に駆動シャフト100が回転自在に連結された固定子2と、蓋型マウント300の対極に位置するカップ型マウント400に対して円筒コイル200の他方の端面202が隙間を残して閉鎖するように、かつ、カップ型マウント400に一体化された内側円筒空路形成体500および外側円筒空路形成体600との間でエアギャップを形成する第1空隙40に円筒コイル200が配置されるように構成され、さらに蓋型マウント300の中心部310を貫通した駆動シャフト100がカップ型マウント400の中心部410に連結固定され、第1空隙40には外側円筒空路形成体600の内周面および／または内側円筒空路形成体500の外周面にマグネット4が配備された回転子3と、内側円筒空路形成体500および外側円筒空路形成体600の一方の端面530、630と蓋型マウント300との間に形成される、円筒コイル200の内周側210に位置する第2空隙20および円筒コイル200の外周側220に位置する第3空隙30とからなる無鉄心回転電気機械10に関するものである。

[0022] さらに無鉄心回転電気機械10は、図1に示されるように、第2空隙20に冷媒または冷却用空気80を送り込むまたは引き込む手段を設け、該冷媒または冷却用空気80は、第1空隙40に配置される円筒コイル200の内側および外側を通り、第3空隙30から排出されるように構成されたことを特徴とする。

[0023] 本発明の一実施形態において、図2に示されるように、蓋型マウント300は、中心部310に駆動シャフト100を回転自在に支持する軸受機構311と、中心部310を含む円筒コイル200の一方の端面201を円筒状に固定する基体312と、中心部310を含む基体312から延びる円柱

３１３とから構成し、軸受機構３１１は、基体３１２および円柱３１３のそれぞれに協働する軸受３１１０を含むことができる。また基体３１２は台座３１４を含み、台座３１４に支持される円筒コイル２００の一方の端面２０１を円筒状に固定するための固定板３１５をさらに設け、固定板３１５の中心を円柱３１３が貫通して延びるように構成することができる。

[0024] 円筒コイル２００は、一方の端面２０１に接続されたリード線３００１を含み、蓋型マウント３００はさらに、冷媒または冷却用空気８０を送り込みまたは引き込むための第２空隙２０に通じる経路３２００を含むことができる。

[0025] 本発明の一実施形態において、図１、図２および図３に示されるように、カップ型マウント４００は、駆動シャフト１００が連結固定された中心部４１０を含む支持体４１１と、支持体４１１に一体成型されるかまたは別体に成形されて一体に固着される、カップ型マウント４００の外筒を構成する外側円筒空路形成体６００および内周面５１０が前記第２空隙２０に通じる空間５４０を形成するように構成されたカップ型マウント４００の内筒を構成する内側円筒空路形成体５００と、第１空隙４０を形成する外側円筒空路形成体６００の内周面６１０および／または前記内側円筒空路形成体５００の外周面５２０に配備されるマグネット４とから構成することができる。

[0026] ところでマグネット４の形状は、長辺が第１空隙４０に配置された円筒コイル２００の長さに対応し、短辺が円筒コイル２００の円周方向に隙間４０１を空けて長手方向に沿って配備されるようにした直方体に成形することができる。円筒コイル２００の長手方向に沿うようにマグネット４の各々を、隙間４０１を空けて配備することが好ましい。

[0027] 本発明の一実施形態において、図１に示されるように、カップ型マウント４００の支持体４１１は、前記駆動シャフト１００が貫通する前記蓋型マウント３００の円柱３１３に対置するように配置される円筒部４１２をさらに含み、さらにまた、内側円筒空路形成体５００の内周側５１０に形成された空間５４０に外気を取り入れるための通気孔４３０および該通気孔４３０

を覆うフィルター４３１をさらに設けることができる。

[0028] そうすることにより、回転子３の回転トルクより発生する回転子周囲の圧力差によって空間５４０に外気を取り入れることができる。フィルター４３１は回転子と一体に高速回転することによりごみをはじき飛ばすため、目詰まりしにくくなるという利点がある。

[0029] 本発明の一実施形態において、図２、図３および図４に示されるように、カップ型マウント４００はさらに、円筒コイル２００の長手方向に沿うように配備された前記マグネット４の隙間４０１に相当する内側円筒空路形成体５００の位置に内側排気孔５６０および／または外側円筒空路形成体６００の位置に外側排気孔６６０を設けることができる。

[0030] 本発明の一実施形態において、図５に示されるように、固定子２は、蓋型マウント３００に一方の端面９０１が支持された外側円筒空路形成体６００より内径が大きい保護外套９００を有する外装体９をさらに含み、外装体９は、外装体９の一部に通気孔９１０および第１空隙４０から排出される冷媒または冷却用空気８０を逃がすための排出孔９０、および、リード線３００１の取出口９０２をさらに設けることができる。

[0031] 本発明の一実施形態において、図６に示されるように、蓋型マウント３００およびカップ型マウント４００を貫通する領域の駆動シャフト１００は、中空体１１００が形成されており、蓋型マウント３００を貫通する領域の駆動シャフト１００の中空体１１００は、冷媒または冷却用空気８０を受け入れる受入口１１１０を含み、カップ型マウント４００を貫通する領域の駆動シャフト１００の中空体１１００は、冷媒または冷却用空気８０を排出する排出口１１２０を含み、受入口１１１０は蓋型マウント３００の経路３２００と連通させ、排出口１１２０は第２空隙２０に通じる空間５４０に連通させることができる。そうすることにより、第２空隙２０のみならず本無鉄心回転電気機械の内部全体が冷却されることになる。

[0032] 本発明の一実施形態において、図７に示されるように、さらには、第３空隙３０および外側排気孔６６０に対応する幅を有する２枚の円板２１００

と円板 2100 の軸心に向い 2 枚の円板 2100 に懸架された複数の羽根板 2200 で構成された水車型の外側円筒空路形成体 600 に嵌装固定される多翼遠心送風回転体 2000 を設け、そうすることにより、冷媒または冷却用空気 80 の第 1 空隙 40 内の流量をより増加させ、冷却効果を高めるようにすることができる。

[0033] 本発明の一実施形態において、円筒コイル 200 は、厚みが 5 mm 以下の積層体構造に成形されたものであり、内側円筒空路形成体 500 および外側円筒空路形成体 600 は、磁性体ヨークまたはセラミック製あるいは耐熱性樹脂製のいずれかによって成形されたものを用いてもよい。

[0034] 本発明の第 2 の態様は、図 1、図 2 および図 3 に示されるように、無鉄心回転電気機械 10 の冷却方法に関するものである。すなわち、本発明は、長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイル 200 の一方の端面 201 を固定する蓋型マウント 300 の中心部 310 に駆動シャフト 100 が回転自在に連結された固定子 2 と、蓋型マウント 300 の対極に位置するカップ型マウント 400 に対して円筒コイル 200 の他方の端面 202 が隙間を残して閉鎖するように、かつ、カップ型マウント 400 に一体化された内側円筒空路形成体 500 および外側円筒空路形成体 600 との間でエアギャップを形成する第 1 空隙 40 に円筒コイル 200 が配置されるように構成され、さらに蓋型マウント 300 の中心部 310 を貫通した駆動シャフト 100 がカップ型マウント 400 の中心部 410 に連結固定され、第 1 空隙 40 には外側円筒空路形成体 600 の内周面および／または内側円筒空路形成体 500 の外周面にマグネット 4 が配備された回転子 3 と、内側円筒空路形成体 500 および外側円筒空路形成体 600 の一方の端面 530、630 と蓋型マウント 300 との間に形成される、円筒コイル 200 の内周側 210 に位置する第 2 空隙 20 および円筒コイル 200 の外周側 220 に位置する第 3 空隙 30 とからなる無鉄心回転電気機械 10 の冷却方法である。

[0035] 本方法は、円筒コイル200への通電によって回転子3を作動させるステップと、第2空隙20に冷媒または冷却用空気80を送り込みまたは引き込むステップと、冷媒または冷却用空気80が円筒コイル200の両面を直接冷却するステップと、第1空隙40を流通した冷媒または冷却用空気80を無鉄心回転電気機械10から排出させるステップを含むものである。

[0036] 本発明の一実施形態において、図1に示されるように、蓋型マウント300は、円筒コイル200の内周側210に位置する第2空隙20に通じる経路3200をさらに含み、本方法は、経路3200から冷媒または冷却用空気80を第2空隙20に送り込むまたは引き込むステップをさらに含むことができる。

[0037] 本発明の一実施形態において、カップ型マウント400は、カップ型マウント400に内側円筒空路形成体500の内周側510に形成された空間540に外気を取り入れるための通気孔430および該通気孔430を覆うフィルター431を設け、そのことにより、本方法は、回転子3の回転トルクより発生する回転子周囲の圧力差によって外気を取り入れると同時に、第1空隙40に送り込まれた冷媒または冷却用空気80を第1空隙40に吸引させるステップをさらに含み、それにより、無鉄心回転電気機械10の内部冷却をさらに高めることができる。

[0038] 本発明の一実施形態において、図5に示されるように、固定子2は、蓋型マウント300に一方の端面201が支持された外側円筒空路形成体600より内径が大きい保護外套900を有する外装体9をさらに含み、外装体9は、外装体9の一部に通気孔910および排出孔90が設けられており、本方法は、それにより、第1空隙40から排出された冷媒または冷却用空気80を排出孔90より逃がすステップをさらに含むことができる。

[0039] 本発明の一実施形態において、図6に示されるように、蓋型マウント300およびカップ型マウント400を貫通する領域の駆動シャフト100を中空体1100に形成し、蓋型マウント300を貫通する領域の駆動シャフト100の中空体1100は、冷媒または冷却用空気80を受け入れる蓋型

マウント３００の経路３２００と連通する受入口１１１０を含み、カップ型マウント４００を貫通する領域の駆動シャフト１００の中空体１１００は、冷媒または冷却用空気８０を排出する第２空隙２０に通じる空間５４０に連通する排出口１１２０を含み、そのことにより、本方法は、冷媒または冷却用空気８０が受入口１１１０を経由し、排出口１１２０から第２空隙２０に通じる空間５４０に排出されるステップをさらに含むことができ、それにより本無鉄心回転電気機械の内部全体の冷却が可能になる。

[0040] 本発明の一実施形態において、図４、図５および図７に示されるように、マグネット４は、長辺が第１空隙４０に配置された円筒コイル２００の長さに対応し、短辺が円筒コイル２００の円周方向に隙間４０１を空けて長手方向に沿って配備されるように成形された直方体であり、カップ型マウント４００は、隙間４０１を空けて円筒コイル２００の長手方向に沿うように配備された前記マグネット４の該隙間４０１に相当する内側円筒空路形成体５００の位置に内側排気孔５６０および／または外側円筒空路形成体６００の位置に外側排気孔６６０をさらに設け、そうすることにより、本方法は、回転子３の回転トルクより発生する回転子周囲の圧力差によって第１空隙４０に送り込まれた冷媒または冷却用空気８０を第３空隙３０および外側排気孔６６０から排出させるステップをさらに含むことができる。

[0041] カップ型マウント４００はさらに、図７に示されるように、第３空隙３０および外側排気孔６６０に対応する幅を有する２枚の円板２１００と円板２１００の軸心に向い２枚の円板２１００に懸架された複数の羽根板２２００で構成された水車型の外側円筒空路形成体６００に嵌装固定される多翼遠心送風回転体２０００を設け、そうすることにより、本方法は、第３空隙３０および排気孔６６０から冷媒または冷却用空気８０を排出させる回転子３の回転トルクより発生する回転子周囲の圧力差をさらに増幅させるステップを含み、冷媒または冷却用空気８０の第１空隙４０内の流量をより増加することができる。

[0042] 本発明の第３の態様は、図８に示されるように、長手方向に複数の離間

された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイル200の一方の端面201を固定する蓋型マウント300の中心部310に駆動シャフト100が回転自在に連結された固定子2と、蓋型マウント300の中心部310を貫通した駆動シャフト100の中間部110に連結固定された中間マウント1000と、前記中間マウント1000の外周面1200に一体的に取り付けた内側円筒空路形成体500と、前記内側円筒空路形成体500の外周面520に配備されるマグネット4からなる回転子3と、蓋型マウント300の中心部310に回転自在に連結された駆動シャフト100が中間マウント1000の中心部1100を貫通した終端部120に回転自在に連結された、蓋型マウント300の対極に位置して内側円筒空路形成体500との間で円筒コイル200が配置されるエアギャップを形成する第1空隙40を形成し、かつ、第1空隙40に配置される円筒コイル200の他方の端面202が隙間を残して閉鎖するように構成された外側円筒空路形成体600を含むカップ型マウント400からなる第2回転子5と、内側円筒空路形成体500および外側円筒空路形成体600の一方の端面530, 630と蓋型マウント300との間に形成される、円筒コイル200の内周側210に位置する第2空隙20および円筒コイル200の外周側220に位置する第3空隙30からなる無鉄心回転電気機械10に関するものである。

[0043] さらに無鉄心回転電気機械10は、図8に示されるように、第2空隙20に冷媒または冷却用空気80を送り込むまたは引き込む手段を設け、該冷媒または冷却用空気80は、第1空隙40に配置される円筒コイル200の内側および外側を通り、第3空隙30から排出されるように構成されたことを特徴とする。

[0044] 本発明の一実施形態において、図8および図9に示されるように、蓋型マウント300は、中心部310に駆動シャフト100を回転自在に支持する軸受機構311と、中心部310を含む円筒コイル200の一方の端面201を円筒状に固定する基体312と、中心部310を含む基体312から

延びる円柱 313 とからなり、軸受機構 311 は、基体 312 および円柱 313 のそれぞれに協働する軸受 3110 を含むことができる。また基体 312 は台座 314 を含み、台座 314 に支持される円筒コイル 200 の一方の端面 201 を円筒状に固定するための固定板 315 をさらに設け、固定板 315 の中心を円柱 313 が貫通して延びるように構成することができる。

[0045] 図 8 および図 10 に示されるように、円筒形コイルは、一方の端面 201 に接続されたリード線 3001 を含み、蓋型マウント 300 はさらに、冷媒または冷却用空気 80 を送り込むまたは引き込むための第 2 空隙 20 に通じる経路 3200 を含むことができる。

[0046] 本発明の一実施形態において、図 8 および図 9 に示されるように、カップ型マウント 400 は、駆動シャフト 100 の終端部 120 に回転自在に連結された中心部 410 を含む支持体 420 と、中心部 410 に駆動シャフト 100 の終端部 120 を回転自在に支持する軸受機構 411 と、支持体 420 に一体成型されるかまたは別体に成形されて一体に固着される磁路を閉じるように作用する外側円筒空路形成体 600 とからなり、支持体 420 は外壁 412 および円柱 413 を含み、軸受機構 411 は外壁 412 および前記円柱 413 のそれぞれに協働する軸受 4110 を含むことができる。

[0047] また駆動シャフト 100 の中間部 110 に中心部 1110 が連結固定される中間マウント 1000 は、駆動シャフト 100 が貫通する蓋型マウント 300 の円柱 313 に対置するように配置される円筒部 1120 をさらに含むように構成することができる。

[0048] 本発明の一実施形態において、図 8 および図 9 に示されるように、内側円筒空路形成体 500 の外周面 520 に配備されるマグネット 4 は、長辺が前記第 1 空隙 40 に配置された円筒コイル 200 の長さに対応し、短辺が円筒コイル 200 の円周方向に隙間 401 を空けて長手方向に沿って成形された直方体であり、マグネット 4 の各々を円筒コイル 200 の長手方向に沿うように、該隙間 401 を空けて配備することができる。

[0049] 本発明の一実施形態において、図 10 に示されるように、固定子 2 は、

蓋型マウント 300 に一方の端面 901 が支持された外側円筒空路形成体 600 より内径が大きい保護外套 900 を有する外装体 9 をさらに含み、外装体 9 は外装体 9 の一部に第 1 空隙 40 から排出される冷媒または冷却用空気 80 を逃がすための排出孔 90、および、リード線 3001 の取出口 902 をさらに設けることができる。

[0050] 本発明の一実施形態において、外側円筒空路形成体 600 はまた、円筒コイル 200 の長手方向に沿うように配備された直方体のマグネット 4 の各々の隙間 401 に相当する位置に排気孔 660 を設けることができる。

[0051] 本発明の一実施形態において、図 11 に示されるように、蓋型マウント 300 および中間マウント 1000 を貫通する領域の駆動シャフト 100 および該駆動シャフトの中間部 110 に中空体 1100 を形成し、蓋型マウント 300 を貫通する領域に形成された中空体 1100 は、冷媒または冷却用空気 80 を受け入れる受入口 1110 を含み、中間マウント 1000 を貫通する領域に形成された中空体 1110 は、冷媒または冷却用空気 80 を排出する排出口 1120 を含み、受入口 1110 は蓋型マウント 300 の経路 3200 と連通させ、排出口 1120 は第 2 空隙 20 に通じる空間 540 に連通させることができ、それにより本無鉄心回転電気機械の内部全体の冷却が可能になる。

[0052] 本発明の一実施形態において、円筒コイル 200 は、厚みが 5 mm 以下の積層体構造に成形されたものであり、内側円筒空路形成体 500 および外側円筒空路形成体 600 は、磁性体ヨークまたはセラミック製あるいは耐熱合成樹脂製のいずれかによって成形されたものを用いてもよい。

[0053] 本発明の第 4 の態様は、図 8 および図 9 に示されるように、円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械 10 の冷却方法に関するものである。すなわち、本発明は、長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイル 200 の一方の端面 201 を固定する蓋型マウント 300 の中心部 310 に駆動シャフト 100 が回転自在に

連結された固定子 2 と、蓋型マウント 300 の中心部 310 を貫通した駆動シャフト 100 の中間部 110 に連結固定された中間マウント 1000 の外周面 1200 に一体的に取り付けた内側円筒空路形成体 500 と、内側円筒空路形成体 500 の外周面 520 に配備されるマグネット 4 からなる回転子 3 と、蓋型マウント 300 の中心部 310 に回転自在に連結された駆動シャフト 100 が中間マウント 1000 の中心部 1100 を貫通した終端部 1200 に回転自在に連結された、前記蓋型マウント 300 の対極に位置して内側円筒空路形成体 500 との間で前記円筒コイル 200 が配置されるエアギャップを形成する第 1 空隙 40 を形成し、かつ、第 1 空隙 40 に配置される円筒コイル 200 の他方の端面 202 が隙間を残して閉鎖するように構成された外側円筒空路形成体 600 を含むカップ型マウント 400 からなる第 2 回転子 5 と、内側円筒空路形成体 500 および外側円筒空路形成体 600 の一方の端面 530, 630 と蓋型マウント 300 との間に形成される、円筒コイル 200 の内周側 210 に位置する第 2 空隙 20 および円筒コイルの外周側 220 に位置する第 3 空隙 30 からなる無鉄心回転電気機械 10 の冷却方法である。

[0054] 本方法は、円筒コイル 200 への通電によって前記回転子 3 を作動させるステップと、第 2 空隙 20 に冷媒または冷却用空気 80 を送り込むまたは引き込むステップと、冷媒または冷却用空気 80 が円筒コイル 200 の両面を直接冷却するステップと、第 1 空隙 40 を流通した冷媒または冷却用空気 80 を無鉄心回転電気機械 10 から排出させるステップとを含むものである。

[0055] 本発明の一実施形態において、図 8 に示されるように、蓋型マウント 300 は、円筒コイル 200 の内周側 210 に位置する第 2 空隙 20 に通じる経路 3200 をさらに含み、本方法は、経路 3200 から冷媒または冷却用空気 80 を第 2 空隙 20 に送り込むまたは引き込むステップをさらに含むことができる。

[0056] 本発明の一実施形態において、図 10 に示されるように、固定子 2 は、

蓋型マウント３００に一方の端面２０１が支持された外側円筒空路形成体６００より内径が大きい保護外套９００を有する外装体９をさらに含み、外装体９は、外装体９の一部に排出孔９０が設けられており、第１空隙４０から排出された冷媒または冷却用空気８０を排出孔９０より逃がすステップをさらに含むことができる。

[0057] 本発明の一実施形態において、図８、図９および図１０に示されるように、マグネット４は、長辺が第１空隙４０に配置された円筒コイル２００の長さに対応し、短辺が円筒コイル２００の円周方向に隙間４０１を空けて長手方向に沿って配備されるように成形された直方体であり、カップ型マウント４００は、隙間４０１を空けて円筒コイル２００の長手方向に沿うように内側円筒空路形成体５００に配備されたマグネット４の各々の隙間４０１に相当する外側円筒空路形成体６００の位置に排気孔６６０を設け、そうすることにより、本方法は、第２回転子５の回転トルクより発生する回転子周囲の圧力差によって、第１空隙４０に送り込まれたまたは引き込まれた前記冷媒または冷却用空気８０を前記第３空隙３０および前記排気孔６６０から排出させるステップをさらに含むことができる。

[0058] 本発明の一実施形態において、図１１に示されるように、蓋型マウント３００および中間マウント１０００を貫通する領域の駆動シャフト１００を中空体１１００に形成し、蓋型マウント３００を貫通する領域の駆動シャフト１００の中空体１１００は、冷媒または冷却用空気８０を受け入れる蓋型マウント３００の経路３２００と連通する受入口１１１０を含み、中間マウント１０００を貫通する領域の駆動シャフト１００の中空体１１００は、冷媒または冷却用空気８０を排出する第２空隙２０に通じる空間５４０に連通する排出口１１２０を含み、そうすることにより、本方法は、冷媒または冷却用空気８０が受入口１１１０を経由し、排出口１１２０から第２空隙２０に通じる空間５４０に排出されるステップをさらに含むことができ、本無鉄心回転電気機械の内部も冷却されることになる。

[0059] 本発明の第５の態様は、図１２に示されるように、長手方向に複数の離

間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイル200の一方の端面201を固定する蓋型マウント300の中心部310に駆動シャフト100が回転自在に連結された固定子2と、蓋型マウント300の中心部310を貫通した駆動シャフト100の終端部120に連結固定された、蓋型マウント300の対極に位置して円筒コイル200の他方の端面202が隙間を残して閉鎖するように構成された外側円筒空路形成体600と、外側円筒空路形成体600の内周面610に配備されるマグネット4を含むカップ型マウント400からなる回転子3と、蓋型マウント300およびカップ型マウント400の間に、蓋型マウント300の中心部310を貫通した駆動シャフト100の中間部110に回転自在に連結された中間マウント1000と、カップ型マウント400に一体化された外側円筒空路形成体600との間でエアギャップを形成する第1空隙40を形成するように配置される、中間マウント1000の外周面1200に一体的に取り付けた内側円筒空路形成体500からなる第2回転子5と、内側円筒空路形成体500および外側円筒空路形成体600の一方の端面530、630と蓋型マウント300との間に形成される、円筒コイル200の内周側210に位置する第2空隙20および円筒コイル200の外周側220に位置する第3空隙30からなる無鉄心回転電気機械10に関するものである。

[0060] さらに無鉄心回転電気機械10は、図12に示されるように、第2空隙20に冷媒または冷却用空気80を送り込むまたは引き込む手段を設け、該冷媒または冷却用空気80は、第1空隙40に配置される円筒コイル200の内側および外側を通り、第3空隙30から排出されるように構成されたことを特徴とする。

[0061] 本発明の一実施形態において、図12および図13に示されるように、蓋型マウント300は、中心部310に駆動シャフト100を回転自在に支持する軸受機構311と、中心部310を含む円筒コイル200の一方の端面201を円筒状に固定する基体312と、中心部310を含む基体312

から延びる円柱３１３とからなり、軸受機構３１１は、前記基体３１２および円柱３１３のそれぞれに協働する軸受３１１０を含むことができる。また基体３１２は台座３１４を含み、台座３１４に支持される円筒コイル２００の一方の端面２０１を円筒状に固定するための固定板３１５をさらに設け、固定板３１５の中心を円柱３１３が貫通して延びるように構成することができる。

[0062] 円筒コイル２００は、一方の端面２０１に接続されたリード線３００１を含み、蓋型マウント３００はさらに、冷媒または冷却用空気８０を送り込みまたは引き込むための第２空隙２０に通じる経路３２００を含むことができる。

[0063] 本発明の一実施形態において、図１２および図１３に示されるように、カップ型マウント４００は、駆動シャフト１００の終端部１２０に連結固定された中心部４１０を含む支持体４２０と、支持体４２０に一体成型されるかまたは別体に成形されて一体に固着される、カップ型マウント４００の外筒を構成する外側円筒空路形成体６００と、外側円筒空路形成体６００の内周面６１０に配備されるマグネット４とから構成することができる。

[0064] ところでマグネット４の形状は、長辺が第１空隙４０に配置された円筒コイル２００の長さに対応し、短辺が円筒コイル２００の円周方向に隙間４０１を空けて長手方向に沿って配備されるようにした直方体に成形することができる。なお、支持体４２０は外壁４１２および円柱４１３を含むことができる。

[0065] 発明の一実施形態において、図１２および図１３に示されるように、磁路を閉じるように作用する内側円筒空路形成体５００を一体的に取り付けた中間マウント１０００は、駆動シャフト１００の前記中間部１１０に中心部１１００を回転自在に支持する軸受機構１１１０と、内側円筒空路形成体５００を外周面１２００に一体的に取り付けた中心部１１００を含む支持体１１２０および該支持体１１２０から駆動シャフト１００に沿って延びる円柱１１３０とからなり、軸受機構１１１０は、支持体１１２０および円柱１１

30のそれぞれに協働する軸受1111をさらに含むことができる。

[0066] 発明の一実施形態において、図13に示されるように、外側円筒空路形成体600の内周面610に配備されるマグネット4は、長辺が第1空隙40に配置された円筒コイル200の長さに対応し、短辺が円筒コイル200の円周方向に隙間401を空けて長手方向に沿って配備されるように成形された直方体であり、マグネット4の各々を前記円筒コイル200の長手方向に沿うように、該隙間401を空けて配備することができる。

[0067] 本発明の一実施形態において、図14に示されるように、固定子2は、蓋型マウント300に一方の端面901が支持された外側円筒空路形成体600より内径が大きい保護外套900を有する外装体9をさらに含み、外装体9は外装体9の一部に第1空隙40から排出される冷媒または冷却用空気80を逃がすための排出孔90、および、リード線3001の取出口902をさらに設けることができる。

[0068] 発明の一実施形態において、図15に示されるように、カップ型マウント400を構成する外側円筒空路形成体600は、円筒コイル200の長手方向に沿うように配備されたマグネット4の隙間401に相当する位置に排気孔660をさらに設けることができる。

[0069] カップ型マウント400はまた、第3空隙30および排気孔660に対応する幅を有する2枚の円板2100と円板2100の軸心に向い2枚の前記円板2100に懸架された複数の羽根板2200で水車型に構成された外側円筒空路形成体600に嵌装固定される多翼遠心送風回転体2000をさらに設け、そうすることにより、冷媒または冷却用空気80の第1空隙40内の流量をより増加させ、冷却効果を高めるようにすることが好ましい。

[0070] 発明の一実施形態において、円筒コイル200は、厚みが5mm以下の積層体構造に成形されたものであり、内側円筒空路形成体500および外側円筒空路形成体600は、磁性体ヨークまたはセラミック製あるいは耐熱性樹脂製のいずれかによって成形されたものを用いてもよい。

[0071] 本発明の第6の態様は、無鉄心回転電気機械10の冷却方法に関するも

のである。すなわち、本発明は、図１２および図１３に示されるように、長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイル２００の一方の端面２０１を固定する蓋型マウント３００の中心部３１０に駆動シャフト１００が回転自在に連結された固定子２と、蓋型マウント３００の前記中心部３１０を貫通した駆動シャフト１００の終端部１２０に連結固定される、蓋型マウント３００の対極に位置して円筒コイル２００の他方の端面２０２が隙間を残して閉鎖するように構成された外側円筒空路形成体６００と、外側円筒空路形成体６００の内周面６１０に配備されるマグネット４とを含むカップ型マウント４００からなる回転子３と、蓋型マウント３００およびカップ型マウント４００の間に、蓋型マウント３００の中心部３１０を貫通した駆動シャフト１００の中間部１１０に回転自在に連結された中間マウント１０００と、カップ型マウント４００に一体化された外側円筒空路形成体６００との間でエアギャップを形成する第１空隙４０を形成するように配置される、前記中間マウント１０００の外周面１２００に一体的に取り付けた内側円筒空路形成体５００とからなる第２回転子５と、内側円筒空路形成体５００および外側円筒空路形成体６００の一方の端面５３０、６３０と蓋型マウント３００との間に形成される、円筒コイル２００の内周側２１０に位置する第２空隙２０および円筒コイル２００の外周側２２０に位置する第３空隙３０からなる無鉄心回転電気機械１０の冷却方法である。

[0072] 本方法は、円筒コイル２００への通電によって回転子３を作動させるステップと、第２空隙２０に冷媒または冷却用空気８０を送り込みまたは引き込むステップと、冷媒または冷却用空気８０が円筒コイル２００の両面を直接冷却するステップと、第１空隙４０を流通した冷媒または冷却用空気８０を無鉄心回転電気機械１０から排出させるステップとを含むものである。

[0073] 発明の一実施形態において、図１２に示されるように、蓋型マウント３００は、円筒コイル２００の内周側２１０に位置する第２空隙２０に通じる

経路 3 2 0 0 をさらに含み、本方法は、経路 3 2 0 0 から冷媒または冷却用空気 8 0 を第 2 空隙 2 0 に送り込むまたは引き込むステップをさらに含むことができる。

[0074] 発明の一実施形態において、図 1 3 に示されるように、マグネット 4 は、長辺が前記第 1 空隙 4 0 に配置された円筒コイル 2 0 0 の長さに対応し、短辺が円筒コイル 2 0 0 の円周方向に隙間 4 0 1 を空けて長手方向に沿って配備されるように成形された直方体であり、カップ型マウント 4 0 0 は、隙間 4 0 1 を空けて円筒コイル 2 0 0 の長手方向に沿うように配備されたマグネット 4 の各々の隙間 4 0 1 に相当する外側円筒空路形成体 6 0 0 の位置に排気孔 6 6 0 を設け、そうすることにより、本方法は、回転子 3 の回転トルクより発生する回転子周囲の圧力差によって、第 1 空隙 4 0 に送り込まれたまたは引き込まれた冷媒または冷却用空気 8 0 を第 3 空隙 3 0 および排気孔 6 6 0 から排出させるステップをさらに含むことができる。

[0075] また他方において、図 1 4 に示されるように、固定子 2 は、蓋型マウント 3 0 0 に一方の端面 2 0 1 が支持された外側円筒空路形成体 6 0 0 より内径が大きい保護外套 9 0 0 を有する外装体 9 をさらに含み、外装体 9 は、外装体 9 の一部に排出孔 9 0 が設けられており、第 1 空隙 4 0 から排出された冷媒または冷却用空気 8 0 を排出孔 9 0 より逃がすステップをさらに含むこともできる。

[0076] カップ型マウント 4 0 0 はさらに、図 1 5 に示されるように、第 3 空隙 3 0 および外側排気孔 6 6 0 に対応する幅を有する 2 枚の円板 2 1 0 0 と該円板 2 1 0 0 の軸心に向い 2 枚の前記円板 2 1 0 0 に懸架された複数の羽根板 2 2 0 0 で水車型に構成された外側円筒空路形成体 6 0 0 に嵌装固定される多翼遠心送風回転体 2 0 0 0 を設け、そうすることにより、本方法は、第 3 空隙 3 0 および前記排気孔 6 6 0 から冷媒または冷却用空気 8 0 を排出させる、回転子 3 の回転トルクより発生する回転子周囲の圧力差をさらに増幅させるステップをさらに含み、冷媒または冷却用空気 8 0 の第 1 空隙 4 0 内の流量をより増加することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0077] [図1]本発明の一実施形態である円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械を断面図として表す模式図である。

[図2]図1に示す無鉄心回転電気機械の一部を切欠いた斜視図である。

[図3]図1に示す蓋型マウントおよびカップ型マウントを構成する部材の解体斜視図を表す模式図である。

[図4]円周方向に隙間を空けてマグネットが配備された内側円筒空路形成体の斜視図を表す模式図である。

[図5]図1に示す無鉄心回転電気機械に保護外套を有する外装体を装着した断面図（a）および斜視図（b）として表す模式図である。

[図6]図1に示す無鉄心回転電気機械の駆動シャフトの一部を中空体に成形した断面図として表す模式図である。

[図7]図1に示す外側円筒空路形成体に多翼遠心送風回転体を嵌装固定した無鉄心回転電気機械の断面図（a）および斜視図（b）（c）を表す模式図である。

[図8]本発明の別の実施態様である円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械を断面図として表す模式図である。

[図9]図8に示す蓋型マウント、中間マウント、カップ型マウントを構成する部材の解体斜視図を表す模式図である。

[図10]図8に示す無鉄心回転電気機械に保護外套を有する外装体を装着した断面図（a）および斜視図（b）として表す模式図である。

[図11]図8に示す無鉄心回転電気機械の駆動シャフトの一部を中空体に成形した断面図として表す模式図である。

[図12]本発明のさらに別の実施態様である円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械を断面図として表す模式図である。

[図13]図12に示す蓋型マウント、中間マウント、カップ型マウントを構成する部材の解体斜視図を表す模式図である。

[図14]図12に示す無鉄心回転電気機械に保護外套を有する外装体を装着し

た断面図（a）および斜視図（b）として表す模式図である。

[図15]図12に示す外側円筒空路形成体に多翼遠心送風回転体を嵌装固定した無鉄心回転電気機械の断面図（a）および斜視図（b）を表す模式図である。

[図16]無鉄心回転電気機械の一実施形態に基づく駆動試験の概要図である。

[図17]図16に示す被測定回転電気機械の断面図（a）および斜視図（b）を表す。

[図18]駆動電圧を24Vおよび48Vに設定し、負荷トルク（N・m）を変化させ、それによる回転数（rpm）および電流量（A）の変化について、被測定回転電気機械の円筒コイルの内側に形成された第2空隙に、第1に冷却用空気を供給することのない場合、第2に1気圧・20℃の冷却用空気を30リッター（stp）／分の冷却用空気を供給する場合、および、第3に144リッター（stp）／分の冷却用空気を供給する場合をそれぞれ計測した比較図である。

[図19]駆動電圧を24Vおよび48Vに設定し、負荷トルク（N・m）を変化させ、それによる出力（W）および温度（℃）の変化について、被測定電動モータの円筒コイルの内側に形成された第2空隙に、第1に冷却用空気を供給することのない場合、第2に1気圧・20℃の冷却用空気を30リッター（stp）／分の冷却用空気を供給する場合、および、第3に144リッター（stp）／分の冷却用空気を供給する場合をそれぞれ計測した比較図である。

[図20]駆動電圧を24Vおよび48Vに設定し、負荷トルク（N・m）を変化させ、それによる効率 η （％）の変化について、被測定電動モータの円筒コイルの内側に形成された第2空隙に、第1に冷却用空気を供給することのない場合、第2に1気圧・20℃の冷却用空気を30リッター（stp）／分の冷却用空気を供給する場合、および、第3に144リッター（stp）／分の冷却用空気を供給する場合をそれぞれ計測した比較図である。

[図21]駆動電圧を24Vに設定し、負荷トルク（N・m）を0.10～0.

95 (N・m) に変化させ、給気圧力を 0, 50 kPa、265 kPa としたときのそれぞれの給気流量を 0, 30 リッター (stp) /min、144 リッター (stp) /min として、回転数 (rpm)、電流 (A)、入出力 (W)、円筒コイルの内側および外側の平均温度、および、効率 (%) の実測値を表した表である。

[図22] 駆動電圧を 48 V に設定し、負荷トルク (N・m) を 0, 10 ~ 1, 05 (N・m) に変化させ、給気圧力を 0, 50 kPa、265 kPa としたときのそれぞれの給気流量を 0, 30 リッター (stp) /min、144 リッター (stp) /min として、回転数 (rpm)、電流 (A)、入出力 (W)、円筒コイルの内側および外側の平均温度、および、効率 (%) の実測値を表した表である。

発明を実施するための形態

[0078] 回転電気機械の性能の一つである発生トルク T (N・m) は、電機子コイルに流れる電流の強さ I (A) に比例し、出力 P (W) はトルク T (N・m) と回転角速度 ω (rad/s) の積で表される。一方電圧降下で見ると、電源電圧 V (V) は電機子コイルに流れる電流 I (A) と、電機子コイルの抵抗 R (Ω) との積に誘導起電力である逆起電力 E_o (V) を合算した式とつりあう。

$$T = K_t \times I \cdots (1)$$

$$P = T \times \omega \cdots (2)$$

$$V = I R + E_o \cdots (3)$$

上記の式より、トルクおよび出力を上げるにはコイル抵抗値を下げる事が重要であることがわかる。

[0079] そこで本発明を特徴づける図1～図15に示される円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械（以下、「本発明の電動モータ」と称する。）の基本構造について概観すると、基本構造の特徴は、第1に、固定電機子を構成する通電可能なコイル体として、導電性金属シートの積層体構造によって成形された円筒コイルを用いたことにある。それは、コイル体および

その製造方法として、例えば特許文献 7 および特許文献 8 に記載されているように、長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して複数枚の導電性金属シートの積層体構造から成形される、好ましくは、厚さが 5 mm 以下の一定の剛性を有するものである。

[0080] 基本構造の特徴の第 2 には、それは、円筒コイルの一方の端面を固定子 2 の内周面によって閉鎖し、円筒コイルの開放された他方の端面を、回転子 3 を構成する、例えば、永久磁石のマグネット 4 が配備された磁性体からなる外側および内側の円筒空路形成体（これらの一実施形態として、以下外側円筒空路形成体を「アウターヨーク」といい、内側円筒空路形成体を「インナーヨーク」と称することとする。）によって、断面ドーナツ状の磁界が形成される第 1 空隙すなわちエアギャップ 40 に挿入配置する構造を有する。

[0081] さらに詳細には、エアギャップ 40 に挿入配置された円筒コイルは、その内外周面を回転子 3 のアウターヨークの内周面およびインナーヨークの外周面に接しないように、かつ、その開放端面を回転子 3 の内面に接しないようにエアギャップ 40 内に僅かの間隙で浮かせた状態になる。それは、円筒コイルがこのように配置されるように固定子 2 および回転子 3 を駆動シャフトに配置する構造を有するものである。

[0082] 基本構造の特徴の第 3 には、それは、固定子 2 と円筒コイルと回転子 3 とによって、第 2 空隙 20 および第 3 空隙 30 を形成する構造を有するものである。より詳細には、第 2 空隙 20 は、回転子 3 に一体化されたアウターヨークおよびインナーヨークの開放された端面と該端面に対置する固定子 2 の内面との間に、固定子 2 の内面によって閉鎖された円筒コイルの内周面に形成され、その空隙はエアギャップ 40 に通じる。また第 3 空隙 30 は、固定子 2 の内面によって閉鎖された円筒コイルの外周面にエアギャップ 40 と外気との間に形成される。

[0083] そうなると、円筒コイルの内周面と固定子 2 の内面とで形成される閉鎖空間となる第 2 空隙 20 は、エアギャップ 40 に連通し、回転子 3 の内面を経て円筒コイルの外周面と固定子 2 の内面とアウターヨークの開放端とで形

成される開放空間となる第3空隙30とのみ連通させることができる。

[0084] 本発明の電動モータは、少なくとも第2空隙20が第3空隙30を経由してアウターヨークの開放端によって外気に通じる構造を有するものである。したがって、回転子3の回転トルクより発生する回転子周囲の圧力差によって第2空隙20は負圧状態が生成される。ここに外気を取り入れるかあるいは冷媒または冷却用空気を送り込むことにより、吸引される外気かあるいは送り込まれた冷媒または冷却用空気は、磁界が形成されたエアギャップ40を通るときに円筒コイルの内周面および外周面をなぞりながら、第3空隙30を経由してアウターヨークの開放端から排出されることになる。

[0085] 明らかなことは、本発明の電動モータは、回転子3の回転数が高まるほど、すなわち出力Wが大きくなればなるほど、回転子3の周囲の圧力差も大きくなるため、冷却効果も増すという画期的な技術的特徴を有するものである。それは、上記した本発明の電動モータの基本構造に由来するものである。すなわち、磁束密度が大きい狭隘のエアギャップ40に回転数が高まると増大する鉄損が存在しない無鉄心コイルであって厚みが5 mm以下の極薄厚の金属シートの積層体で成形された剛性を有する円筒コイルを浮かせた状態で挿入配置し、閉鎖空間の第2空隙20がアウターヨークの開放端にのみ連通させた基本構造からなる電動モータという特徴に由来する。

[0086] こうした本発明の電動モータについて、その性能を評価するための駆動実験を行った。図16は、図17に示す円筒コイルを含む固定子を備えた無鉄心回転電気機械の一実施形態（プロトタイプ・モータ）に基づく駆動実験の概要図である。

[0087] 本駆動実験は、被測定電動モータの断面図（a）および斜視図（b）から明らかなように、当該モータの出力軸にトルク計（UNIPULSE TM301）介して発電機（m-link CP8048）を結合し、発電機が発電する電力（三相PWM方式駆動電源：ICAN・TEC BLD750）を外部可変抵抗器等で消費させることで生じる負荷トルクおよび回転数から導かれる出力動力と当該モータへの入力電力とを測定することにより当

該モータの効率を求めるものである。

[0088] 当該モータへの入力電力は、駆動電源から供給される電圧と電流と駆動状態の力率とによるために、モータ駆動電源と当該モータの間に電力計（H I O K I P W 3 3 3 6 9）を入れて測定した。測定手順は、発電機負荷をほぼゼロにした近似無負荷状態から、当該モータを一定電圧 V （V）で駆動させるところから開始した。発電機外部抵抗を逐次変化させて当該モータの負荷トルクを増やし、適宜、電流 I （A）、入力電力 P_i （W）、出力動力 P_o （W）、トルク T （N・m）、回転数 N （rpm）を記録し、入力電力に対する出力動力の比（ P_o / P_i ）すなわち効率 η を求めた。

[0089] 図 17 に示される被測定電動モータの断面図（a）および斜視図（b）について概説すると、第 1 に、厚みは 1.35 mm で外径は 51 mm の円筒コイルは、幅 11 mm で長手方向の長さが 37.75 mm の第 1 空隙のエアギャップ 40 に挿入配置される。ところでマグネット 4 は、図 17 の斜視図（b）に示されるように、厚さ 3.85 mm の直方体からなる 8 極のネオジム磁石を長手方向に 1.19 mm の間隔を空けてインナーヨークの外周面に配備される。

[0090] 第 2 に、回転子 3 に一体化されたアウターヨークおよびインナーヨークの開放された端面と該端面に対置する固定子 2 の内面との間に、2.33 mm 幅の第 2 空隙および第 3 空隙が形成されており、閉鎖空間の第 2 空隙には、冷却用空気を送り込むために外部と連通する内径 3 mm の経路が設けられる。

[0091] 第 3 に、図 17 の断面図（a）に示されるように、円筒コイルの内周面とネオジム磁石 4 の外周面との間隙は、僅か 0.3 mm、円筒コイルの外周面とアウターヨークの内周面との間隙は、0.4 mm に過ぎない。いずれの間隙も狭隘であり、その技術的特徴は後述される。

[0092] 本駆動実験においては、駆動電源によって駆動電圧を 24 V および 48 V に設定した上、発電機の可変負荷によって負荷トルク（N・m）を発電機の近似無負荷状態の 0.1（N・m）から順次増加させ、それによる駆動回

転数 (rpm) および電流 (A) の変化について、被測定電動モータの円筒コイルの内側に形成された第2空隙に、〈1〉外部と連通する内径3mmの経路を閉鎖して冷却用空気を供給しない場合、〈2〉該経路を開放して1気圧・20℃の冷却用空気を30リッター (stp) /分の冷却用空気を供給する場合、および、〈3〉同様に該経路を開放して144リッター (stp) /分の冷却用空気を供給する場合をそれぞれ計測した。

[0093] 図22は、その計測値に基づいた比較図である。なお、ここに示された第2空隙に供給される空気量は、コンプレッサーで強制的に送り込まれた空気量、すなわち〈2〉の場合50kPaにより送り込まれた空気量20リッター (op) /分、〈3〉の場合265kPaにより送り込まれた空気量40リッター (op) /分のそれぞれを1気圧・20℃に換算した数値である。

[0094] 図18から明らかなように、負荷トルクを0.1N・mから順次0.65N・mまで増加させても〈1〉～〈3〉の場合に大きな差異は生じていない。より詳細には、駆動電圧が24Vに設定したとき、電流は〈1〉～〈3〉の場合が9.8A～10.2Aであり、回転数でみると、〈1〉～〈3〉の場合が2700～2800rpmである。

[0095] 駆動電圧の設定を48Vに切り替えたとき、電流は〈1〉～〈3〉の場合が10.2A～10.7Aであり、24Vに設定したときに比較しても大差ない。また回転数についてみると、24Vに設定したときには2700～2800rpmであるのに対し、48Vの設定に切り替えたときには、〈1〉～〈3〉のいずれの場合も6900rpm弱であり、24Vに設定したときの2.5倍前後であるが、〈1〉～〈3〉の場合に大きな差異はない。上記した(1)式すなわち、

$$T = K_t \times I \cdots (1)$$

において、負荷トルク (N・m) の増加にともない電流 (A) は直線的に増加しており、駆動電圧を変化させ、かつ〈1〉から〈3〉に条件を変えた場合でも上記した(1)式が成り立つことが確認された。

[0096] 本駆動実験において、負荷トルク ($\text{N} \cdot \text{m}$) を変化させ、それによる出力動力 (W) および温度 ($^{\circ}\text{C}$) の変化、および、入力電力に対する出力動力でみる効率 η (%) の変化について、駆動電圧を 24 V および 48 V に設定した上で、〈1〉から〈3〉の場合のそれぞれを計測し、その計測値を比較したのが図19および図20である。

[0097] 電動機は電力を動力に変換する装置、つまり電氣的エネルギーを機械的エネルギーに変換するためのものである。一方、発電機は動力を電力に変換するものであり、両者に構造的な違いは無いため、本発明は電動機および発電機が対象となる。エネルギー変換するプロセスにおいて、各種の損失が発生し熱に変わってしまう。一般的な回転電気機械の損失は、(i) 銅損、(ii) 鉄損（ヒステリシス損失+渦電流損失）、(iii) 機械損に分類される。この中で (i) 銅損、(ii) 鉄損が損失に占める割合が大きい。円筒コイルを含む固定子2および円筒コイルを挿入配置するエアギャップ40を含む回転子3によって構成された本発明の電動モータにおいては、無鉄心であるため (ii) 鉄損が生じることはないが、コイルに渦電流損が発生し、これも (i) 銅損とともにコイルの発熱要因となる。したがって、本発明の技術的課題の第1は、円筒コイルの発熱を制御することであり、技術的課題の第2は、エアギャップ40の長手方向にインナーヨークの外周面に配備される直方体のマグネットが加熱により保磁力を劣化させないように、マグネットの加熱を抑制することである。

[0098] マグネットの加熱による保磁力の劣化について付言すると、電動モータの多くの用途で小型化が求められているものの、同じ素材の磁石で磁束密度を高めることは難しい。ところが従来型のフェライト磁石を希土類磁石、例えばネオジム磁石に変更するだけで、同じ大きさの電動モータのトルクを高めることができる（非特許文献1の53ページを参照されたい。）。また希土類のネオジムと鉄とホウ素を主成分とするネオジム磁石についてさらに付言すると、それは、非常に磁力は強いけれども熱による減磁作用が大きく、 80°C 程度が使用限度であるという（非特許文献1の27ページを参照され

たい。)。ちなみに本駆動実験に用いた永久磁石はネオジム磁石であるが耐熱タイプを使用しており 120°C まで使用可能である。なお、本発明の電動モータに用いるマグネット4は、耐熱タイプのネオジム磁石であることがより好ましい。

[0099] 図19から明らかなことは、〈1〉の場合すなわち外部と連通する経路を閉じて冷却用空気を供給することなく負荷トルクを $0.65\text{ N}\cdot\text{m}$ まで高めると、駆動電圧を 24 V に設定したときに、円筒コイルの平均表面温度は 80°C に達し、駆動電圧を 48 V に切り替えたときには、円筒コイルの平均表面温度は 100°C に達する。駆動電圧を同じ条件に設定したまま、負荷トルクをこれ以上高めても、マグネット4の保持力を劣化させるのみならず、円筒コイルの発熱によってその抵抗値 R は増し、回転数の低下が大きくなり、それに見合う出力は得られないことになる。

[0100] ところが〈2〉の場合すなわち冷却用空気を毎分 30 リッター供給すると、駆動電圧を 24 V にしたときの負荷トルクは、円筒コイルの平均表面温度が 80°C を越える $0.85\text{ N}\cdot\text{m}$ まで高めることができ、 203 W の出力を得た。また〈3〉の場合すなわち冷却用空気を毎分 144 リッター供給すると、負荷トルクが $0.95\text{ N}\cdot\text{m}$ を越えても円筒コイルの平均表面温度が 80°C に達することはない。同様に駆動電圧を 48 V に切り替えたときについてみると、〈2〉の場合で円筒コイルの平均表面温度が 80°C を越える負荷トルクは、 $0.75\text{ N}\cdot\text{m}$ であり、そのときの出力が 519 W 、〈3〉の場合で $1.0\text{ N}\cdot\text{m}$ であり、その時点で 621 W の出力を得た。

[0101] 駆動電圧を高く設定すれば、当然、回転数 (rpm) は増大する。それによっても、出力 (W) も高くなる。出力 (W) が高くなればなるほど、円筒コイルの発熱量 (J/m^3) も増大する。そのことにより、円筒コイルの抵抗値 R は必然的に高まる。図18および図19から明らかなことは、〈2〉および〈3〉の場合には、〈1〉の場合に比べ円筒コイル表面の発熱量 (J/m^3) が冷却用空気によって奪われることで、コイルの温度上昇が抑制され、出力 (W) への影響が少ないことである。〈3〉の場合の影響は、〈2

〉の場合に比べより顕著である。

[0102] 電力モータの性能を見る尺度の一つとして、出力の大きさによって評価することが出来る。ちなみに駆動電圧を48Vに設定した場合でみると、〈1〉冷却用給気無しで円筒コイルの温度が80℃のときの負荷トルクは0.55 N・mであり、出力は410Wである。これに対し、〈2〉冷却用給気30リッター（s t p）／minで円筒コイルの温度が80℃のときの負荷トルクは0.75 N・m（〈1〉の1.36倍）であり、出力は519W（〈1〉の1.27倍）である。また冷却用給気144リッター（s t p）／minで円筒コイルの温度が80℃のときの負荷トルクは0.95 N・m（〈1〉の1.73倍）であり、出力は604W（〈1〉の1.43倍）である。

[0103] 電力モータの性能を見る上記とは別の尺度として、入力電力に対する出力動力の比（ P_o / P_i ）すなわち効率 η によって評価することができる。さらに駆動電圧を高く設定すればするほど、その性能において差が歴然となる。図20は、駆動電圧を24Vに設定したときと48Vに切り替えたときのそれぞれの〈1〉～〈3〉の場合の効率 η の変化を表したものである。

[0104] 電動モータとしては、望ましい効率 η は80%以上であるとする、駆動電圧を24Vに設定したときは、〈1〉～〈3〉の場合に大きな差はない。より詳細には、〈1〉から〈3〉の場合には効率 η が80%を越えるときの負荷トルクは0.40～0.50 N・m程度、出力は137～153W程度であり、電動モータとしての性能に大差は生じていない。図21に示す表からも明らかなように、電動モータとしての効率 η は、〈2〉および〈3〉の場合のように、冷却用空気を供給して円筒コイルを冷却したとしても、上記以上の負荷トルクにおいて80%を下回る。

[0105] ところが駆動電圧を倍の48Vに設定したときは、〈1〉～〈3〉の場合に大きな差が生じる。〈1〉の場合、円筒コイルの平均温度は100℃と限界に近いが、電動モータとしての効率 η は80%を維持している。このときの負荷トルクは0.65 N・m、出力は470W有り、本発明の電動モータ

タとしての基本構造に基づく性能の確かさを示しているものと評価されよう。図22に示す表からも明らかなように、〈2〉の場合に効率 η が80%を切るのは、負荷トルクが0.80 N・m、出力が537 Wのときであり、〈3〉の場合には負荷トルクが0.90 N・m、出力が592 Wのときである。そのときの円筒コイルの表面平均温度は、〈2〉の場合で88℃であり、〈3〉の場合では71℃に維持され、80℃には達していない。

[0106] 駆動電圧を例えば24 V、36 V、48 V、60 Vのように順次高めながら今回と同様の性能試験を行うことによって、本発明の電動モータの特徴がより鮮明にすることができるであろう。それは、今回の駆動実験結果からも容易に推定されることである。上記した技術的課題に対しては、例えば、特許文献5および6に記載されている電動モータの内部に外気を取り入れ、マグネットの表面を冷却し巻線のコイル表面を冷却する試み等がなされているが、抜本的な課題解決には至っていない。本発明は、こうした技術的課題に挑戦し開発された電動モータである。

[0107] したがって、図1に示されたように、固定子2を構成する蓋型マウント300に外気に連通する経路3200を設けるだけでなく、回転子3のカップ型マウント400にフィルター431を介し回転子3の回転トルクより発生する回転子3の周囲の圧力差によって外気を取り入れるための通気口430を設け、さらに冷却効果を高めることもできる。

[0108] さらに、図4は、本発明の電動モータの基本構造の第4を表すものである。今回の駆動実験に用いられた被電動モータを表す17図(b)の模式図に示されているように、インナーヨークの表面に駆動シャフトの長手方向に沿って接着固定された直方体のネオジム磁石は、僅かな間隔、例えば1.19 mmの間隔を空けて配備されている。

[0109] それらは、端的には、インナーヨークの表面の形状に合わせエボキシ系の接着剤等を用い、さらにはポリアミド樹脂等で固めた8極のマグネット4に相当する。1.19 mmの間隔は、各々のマグネット4の間隔401に相当し、第2空隙20に供給される冷媒または冷却用空気80が第1空隙のエ

アギャップ４０を通る際に、冷媒または冷却用空気８０の流速を高め冷却効果を高める翼体としての羽根効果すなわち吸引力を高める効果を有するものである。

[0110] 図５から図７は、本発明の電動モータの基本構造に基づき、さらに改良を加えたものである。すなわち、図５は、斜視図（ｂ）から明らかなように、図１に示す本発明の電動モータに保護外套９００を有する外装体９を装着し、外部からの異物の侵入等を防止するようにしたものである。図６は、図１に示す本発明の電動モータの駆動シャフト１００の一部を中空体１１００に成形し、該中空体１１００を経由させて閉鎖空間の第２空隙２０に冷媒または冷却用空気８０を供給し、円筒コイル２００によって閉鎖された電動モータの内部全体を冷却するようにしたものである。

[0111] さらに図７は、図１および図４に示された無鉄心回転電気機械のインナーヨーク５００およびアウターヨーク６００に設けられたマグネット４の各々の間隔４０１に対応する位置の内側排気孔５６０および外側排気孔６６０と協働し、円筒コイル２００およびマグネット４に対する冷却効果を高める多翼遠心送風回転体２０００を嵌装固定するようにしたものである。

[0112] 本発明の第２の態様である電動モータの冷却方法についてみると、それは、円筒コイル２００への通電によって回転子３を作動させ、第２空隙２０に冷媒または冷却用空気８０を送り込みまたは引き込み、冷媒または冷却用空気８０が円筒コイル２００の内周面および外周面を直接冷却し、第１空隙４０を流通した冷媒または冷却用空気８０を本電動モータから排出させる、各々のステップを含むものである。

[0113] さらに、図１に示されるように、それは、円筒コイル２００の内周側２１０に位置する第２空隙２０に通じる経路３２００を蓋型マウント３００に設け、該経路３２００から冷媒または冷却用空気８０を第２空隙２０に送り込むまたは引き込むステップ、および／または、インナーヨーク５００の内周側の第２空隙２０に通じる空間５４０に外気を取り入れるための通気孔４３０および該通気孔４３０を覆うフィルター４３１を回転子３の外面に穿設

し、回転子3の回転トルクより発生する該回転子周囲の圧力差によって、外気を取り入れると同時に第2空隙20に送り込まれた冷媒または冷却用空気80を第1空隙40に吸引させるステップをさらに含むことができる。しかも、回転数が高まるほどフィルター431にごみなどが付着しにくくなるという利点を有するため、電動モータの内部冷却をさらに高めることができる。

[0114] 本発明の第2の態様である電動モータの冷却方法は、図4、図5および図7に示されるように、カップ型マウント400は、隙間401を空けて円筒コイル200の長手方向に沿うように配備されたマグネット4の該隙間401に相当するインナーヨーク500の位置に内側排気孔560および／またはアウターヨーク600の位置に外側排気孔660をさらに設け、回転子3の回転トルクより発生する回転子3の周囲の圧力差によって、第1空隙40に送り込まれた冷媒または冷却用空気80を第3空隙30および外側排気孔660から排出させるステップをさらに含み、冷媒または冷却用空気80による冷却効果を高めるようにすることもできる。

[0115] それはまた、第3空隙30および外側排気孔660に対応する幅を有する2枚の円板2100と円板2100の軸心に向い2枚の円板2100に懸架された複数の羽根板2200で構成された水車型のアウターヨーク600に嵌装固定される多翼遠心送風回転体2000によって、第3空隙30および排気孔660から冷媒または冷却用空気80を排出させる回転子3の回転トルクより発生する回転子3の周囲の圧力差をさらに増幅させるステップを含み、冷媒または冷却用空気80の第1空隙40内の流通をより高速化することもできる。

[0116] 次に、本発明の改良型電動モータとして、図8から図11に基づいて本発明の第3および第4の態様である電動モータについてみると、固定子2を構成する蓋型マウント300の構造は、第1の態様の電動モータのものと変わらない。

[0117] 第1の態様の電動モータとの構造上の相違点は、回転子3について、マ

グネット 4 が外周面に配備されたインナーヨーク 500 を含む中間マウント 1000 を駆動シャフト 100 に固定連結した回転子 3 と、インナーヨーク 500 とで第 1 空隙すなわちエアギャップ 40 を形成して磁路を閉じるように作用するアウターヨーク 600 を含むカップ型マウント 400 が中間マウント 1000 を貫通した駆動シャフトに回転自在に連結された第 2 回転子とから構成するようにしたことである。

[0118] 本電動モータは、円筒コイル 200 への通電による始動時に回転子 3 がまず回転する。次に、第 2 回転子 5 は回転子 3 と協働して磁界を形成するので、それは、回転子 3 の回転に追従し遅れて回転を始動する。定常状態に達したときには、回転子 3 と第 2 回転子 5 とは同期して回転する。したがって、本電動モータは、回転子 3 の回転の立ち上がりまたは停止は、第 1 の態様の電動モータに比べ、アウターヨーク 600 と別体に構成されているので、始動時または停止時の慣性力すなわちイナーシャは小さいという技術的特徴を有する。ただし構造上、第 2 回転子 5 を構成するカップ型マウント 400 にインナーヨーク 500 の内周側の第 2 空隙 20 に通じる空間 540 に外気を取り入れるための通気口 430 を設けることはできない。

[0119] したがって、本電動モータの冷却方法は、図 8 に示されるように、固定子 2 に設けられた経路 3200 から冷媒または冷却用空気 80 を第 2 空隙 20 に送り込みまたは引き込み、回転子 3 および第 2 回転子 5 の回転トルクより発生する回転子 3 の周囲の圧力差によって、冷媒または冷却用空気 80 が円筒コイル 200 の内周面および外周面を直接冷却し、第 1 空隙 40 を流通した冷媒または冷却用空気 80 を本電動モータから排出させる、各々のステップを含むものである。それにより、第 2 の態様の電動モータと同様に本電動モータの内部を冷却することができる。

[0120] さらにまた、本発明のさらなる改良型電動モータとして、図 12 から図 15 に基づいて本発明の第 5 および第 6 の態様である電動モータについてみると、固定子 2 を構成する蓋型マウント 300 の構造は、第 1 の態様の電動モータの蓋型マウント 300 の構造と変わらない。

[0121] 第1の態様の電動モータとの構造上の相違点は、回転子3について、マグネット4が内周面に配備されたアウターヨーク600を含むカップ型マウント400を駆動シャフト100に固定連結した回転子3と、アウターヨーク600とで第1空隙すなわちエアギャップ40を形成して磁路を閉じるように作用するインナーヨーク500を含む中間マウント1000が固定子2と回転子3との間で駆動シャフト100に回転自在に連結された第2回転子5とから構成するようにしたことである。

[0122] 本電動モータは、円筒コイル200への通電による始動時に回転子3がまず回転する。次に、第2回転子5は回転子3と協働して磁界を形成するので、それは、回転子3の回転に追従し遅れて回転を始動する。定常状態に達したときには、回転子3と第2回転子5とは同期して回転する。したがって、本電動モータは、回転子3の回転の立ち上がりまたは停止は、第1の態様の電動モータに比べ、インナーヨーク500と別体に構成されているので、始動時または停止時の慣性力すなわちイナーシャは小さいという技術的特徴を有する。ただし図12から明らかなように、構造上、第2回転子5を構成する中間マウント1000に固定されたインナーヨーク500の内周側に第2空隙20に通じる空間540を設ける必要はない。

[0123] 本発明の第3の態様の電動モータと対比してみると、マグネット4が回転子3を構成するアウターヨーク600の内周面に接着固定するように配備されているので、回転子3の高速回転による遠心力によってマグネット4が剥離される恐れはない。またマグネット4が長手方向に間隙401を介して配備されており、間隙401に相当するアウターヨーク600の位置に排気孔660をさらに設け、第3空隙30および排気孔660に対応するようにアウターヨーク600に多翼遠心送風回転体2000を嵌装固定し、冷媒または冷却用空気80の第1空隙40内の流通をより効率化させ、本電動モータの冷却効果を高めるようにすることができる。

[0124] したがって、本電動モータの冷却方法は、図14または図15に示されるように、固定子2に設けられた経路3200から冷媒または冷却用空気8

0を第2空隙20に送り込みまたは引き込み、回転子3および第2回転子5の回転トルクより発生する回転子3または回転子5の周囲の圧力差によって、冷媒または冷却用空気80が円筒コイル200の内周面および外周面を直接冷却し、第1空隙40を流通した冷媒または冷却用空気80を本電動モータから排出させる、各々のステップを含むものである。それにより、第2の態様または第4態様の電動モータと同様に本電動モータの内部を冷却することができる。

[0125] 本発明の電動モータを実現させた最大の要因の一つは、導電性金属シートの積層体構造からなる極薄厚の力学的強度を有する円筒コイル200の開発に成功したことである。円筒コイル200は一方の端面を固定子の内面に閉鎖するように固定され、開放された他方の端面を狭隘なエアギャップ40に浮かせた状態で挿入することによって、磁束密度の高い磁界に円筒コイル200の本体が位置付けられるようにしたことである。

[0126] そうすることにより、本電動モータ内部に冷媒または冷却用空気を送り込むかまたは引き込むことができる閉鎖空間の第2空隙が形成され、そこから、円筒コイル200の内周面および外周面をなぞりながら、開放空間の第3空隙から熱せられた冷媒または冷却用空気を外部に排出できるようにしたことである。これは、駆動電圧を高く設定するほど、その冷却効果が大きいという実現不能と思われていた技術的課題を解決させたのである。

[0127] 本発明は、好ましい実施形態に関連して記載されたが、当業者であれば、本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更がなされ、均等物がそれについての要素に代替され得ることが理解されるであろう。したがって、本発明を実施するために考慮された最良の実施態様として開示された特定の実施態様に限定されるものではなく、特許請求の範囲に属する全ての実施形態を含むものであることがいとされる。

符号の説明

- [0128] 1 電機子を含む無鉄心回転電気機械の構造
2 固定子

- 3 回転子
- 4 マグネット
- 5 第2回転子
- 9 外装体
-
- 10 電機子を含む無鉄心回転電気機械
- 20 第2空隙
- 30 第3空隙
- 40 第1空隙またはエアギャップ
- 41 内側間隙
- 42 中間間隙
- 43 外側間隙
- 80 冷媒または冷却用空気
- 90 排出孔
-
- 100 駆動シャフト
- 110 駆動シャフトの中間部
- 120 駆動シャフトの終端部
-
- 200 円筒コイル
- 201 円筒コイルの（固定）端面
- 202 円筒コイルの（開放）端面
- 210 円筒コイルの内周面
- 220 円筒コイルの外周面
-
- 300 蓋型マウント
- 310 蓋型マウントの中心部
- 311 蓋型マウントの軸受機構

- 3 1 2 蓋型マウントの基体
- 3 1 3 蓋型マウントの円柱
- 3 1 4 蓋型マウントの台座
- 3 1 5 円筒コイルの固定板
- 4 0 0 カップ型マウント
- 4 0 1 マグネット間の隙間
- 4 1 0 カップ型マウントの中心部
- 4 1 1 カップ型マウントの支持体
- 4 1 2 カップ型マウントの円筒部
- 4 3 0 通気孔
- 4 3 1 通気孔用フィルター

- 5 0 0 内側円筒空路形成体またはインナーヨーク
- 5 1 0 内側円筒空路形成体またはインナーヨークの内周側
- 5 2 0 内側円筒空路形成体またはインナーヨークの外周面
- 5 3 0 内側円筒空路形成体またはインナーヨークの端面
- 5 4 0 内側円筒空路形成体またはインナーヨークの内周側空間
- 5 6 0 内側円筒空路形成体またはインナーヨークの内側排気孔
- 6 0 0 外側円筒空路形成体またはアウターヨーク
- 6 1 0 外側円筒空路形成体またはアウターヨーク
- 6 2 0 外側円筒空路形成体またはアウターヨーク
- 6 3 0 外側円筒空路形成体またはアウターヨークの端面
- 6 6 0 外側円筒空路形成体またはアウターヨークの外側排気孔

- 8 0 0 冷却装置
- 9 0 0 保護外套
- 9 0 1 保護外套の端面
- 9 1 0 通気孔

1 0 0 0 中間マウント

1 0 0 1 中間マウントの中心部

1 1 0 0 駆動シャフトの中空体

1 1 1 0 受入口

1 1 2 0 搬出口

2 0 0 0 多翼遠心送風回転体

2 1 0 0 多翼遠心送風回転体の円板

2 2 0 0 多翼遠心送風回転体の羽根板

3 0 0 1 リード線

3 1 1 0 軸受

3 2 0 0 蓋型マウントの経路

請求の範囲

[請求項1]

長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイルの一方の端面を固定する蓋型マウントの中心部に駆動シャフトが回転自在に連結された固定子と、

前記蓋型マウントの対極に位置するカップ型マウントに対して前記円筒コイルの他方の端面が隙間を残して閉鎖するように、かつ、前記カップ型マウントに一体化された内側円筒空路形成体および外側円筒空路形成体との間でエアギャップを形成する第1空隙に前記円筒コイルが配置されるように構成され、さらに前記蓋型マウントの前記中心部を貫通した前記駆動シャフトが前記カップ型マウントの中心部に連結固定され、前記第1空隙には前記外側円筒空路形成体の内周面および／または前記内側円筒空路形成体の外周面にマグネットが配備された回転子と、

前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体の一方の端面と前記蓋型マウントとの間に形成される、前記円筒コイルの内周側に位置する第2空隙および前記円筒コイルの外周側に位置する第3空隙と

からなる無鉄心回転電気機械であって、

前記第2空隙に冷媒または冷却用空気を送り込むまたは引き込む手段をさらに設け、前記冷媒または冷却用空気は、前記第1空隙に配置される前記円筒コイルの内側および外側を通り、前記第3空隙から排出されるように構成されたことを特徴とする無鉄心回転電気機械。

[請求項2]

前記蓋型マウントは、前記中心部に前記駆動シャフトを回転自在に支持する軸受機構と、前記中心部を含む前記円筒コイルの一方の端面を円筒状に固定する基体と、前記中心部を含む前記基体から前記駆動シャフトに沿って延びる円柱とから構成し、前記軸受機構は、前記基体および円柱のそれぞれに協働する軸受を含むことを特徴とする請

求項 1 に記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項3] 前記基体は台座を含み、前記台座に支持される前記円筒コイルの一方の端面を円筒状に固定するための固定板をさらに設け、前記固定板の中心を前記円柱が貫通して延びるようにしたことを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項4] 前記円筒コイルは、一方の端面に接続されたリード線を含むことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項5] 前記蓋型マウントはさらに、前記冷媒または冷却用空気を送り込みまたは引き込むための前記第 2 空隙に通じる経路を含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項6] 前記カップ型マウントは、前記駆動シャフトが連結固定された前記中心部を含む支持体と、前記支持体に一体成型されるかまたは別体に形成されて一体に固着される、前記カップ型マウントの外筒を構成する前記外側円筒空路形成体および内周面が前記第 2 空隙に通じる空間を形成するように構成された前記カップ型マウントの内筒を構成する前記内側円筒空路形成体と、前記第 1 空隙を形成する前記外側円筒空路形成体の内周面および／または前記内側円筒空路形成体の外周面に配備される前記マグネットとから構成することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項7] 前記マグネットは、長辺が前記第 1 空隙に配置された前記円筒コイルの長さに対応し、短辺が前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて長手方向に沿って配備されるように成形された直方体であることを特徴とする請求項 6 に記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項8] 前記支持体は、前記駆動シャフトが貫通する前記蓋型マウントの前記円柱に対置するように配置される円筒部をさらに含むことを特徴とする請求項 6 または 7 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項9] 前記カップ型マウントは、前記内側円筒空路形成体の内周側に形

成された前記空間に外気を取り入れるための通気孔および該通気孔を覆うフィルターをさらに含むことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項10] 前記カップ型マウントは、前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて、長手方向に沿うように配備された前記マグネットの前記隙間に相当する前記内側円筒空路形成体の位置に内側排気孔および／または前記外側円筒空路形成体の位置に外側排気孔をさらに設けることを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項11] 前記カップ型マウントは、前記第 3 空隙および前記外側排気孔に対応する幅を有する 2 枚の円板と該円板の軸心に向い 2 枚の前記円板に懸架された複数の羽根板で水車型に構成された前記外側円筒空路形成体に嵌装固定される多翼遠心送風回転体をさらに設けることを特徴とする請求項 10 に記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項12] 前記固定子は、前記蓋型マウントに一方の端面が支持された前記外側円筒空路形成体より内径が大きい保護外套を有する外装体をさらに含み、前記外装体は前記外装体の一部に通気孔および前記第 1 空隙から排出される前記冷媒または冷却用空気を逃がすための排出孔を設けたことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項13] 前記蓋型マウントおよび前記カップ型マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトは中空体が形成されており、前記蓋型マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトの前記中空体は、前記冷媒または冷却用空気を受け入れる受入口を含み、前記カップ型マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトの前記中空体は、前記冷媒または冷却用空気を排出する排出口を含み、前記受入口は前記蓋型マウントの前記経路と連通し、前記排出口は前記第 2 空隙に通じる前記空間に連通するように構成したことを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項14] 前記円筒コイルは、厚みが5 mm以下の積層体構造に成形されたものであることを特徴とする請求項1から13のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項15] 前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体は、磁性体ヨークまたはセラミック製あるいは耐熱性樹脂製のいずれかによって成形されることを特徴とする請求項1から14のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項16] 長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイルの一方の端面を固定する蓋型マウントの中心部に駆動シャフトが回転自在に連結された固定子と、

前記蓋型マウントの対極に位置するカップ型マウントに対して前記円筒コイルの他方の端面が隙間を残して閉鎖するように、かつ、前記カップ型マウントに一体化された内側円筒空路形成体および外側円筒空路形成体との間でエアギャップを形成する第1空隙に前記円筒コイルが配置されるように構成され、さらに、前記蓋型マウントの前記中心部を貫通した前記駆動シャフトが前記カップ型マウントの中心部に連結固定され、前記第1空隙には前記外側円筒空路形成体の内周面および／または前記内側円筒空路形成体の外周面にマグネットが配備された回転子と、

前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体の一方の端面と前記蓋型マウントとの間に形成される、前記円筒コイルの内周側に位置する第2空隙および前記円筒コイルの外周側に位置する第3空隙と

からなる無鉄心回転電気機械の冷却方法であって、

前記円筒コイルへの通電によって前記回転子を作動させるステップと、

前記第2空隙に冷媒または冷却用空気を送り込みまたは引き込む

ステップと

前記冷媒または冷却用空気が前記円筒コイルの両面を直接冷却するステップと、

前記第 1 空隙を流通した前記冷媒または冷却用空気を前記無鉄心回転電気機械から排出させるステップと
を含むことを特徴とする方法。

[請求項17] 前記蓋型マウントは、前記円筒コイルの内周側に位置する前記第 2 空隙に通じる経路をさらに含み、前記経路から前記冷媒または冷却用空気を前記第 2 空隙に送り込みまたは引き込むステップをさらに含むことを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

[請求項18] 前記カップ型マウントは、前記カップ型マウントに前記内側円筒空路形成体の内周側に形成された前記空間に外気を取り入れるための通気孔および該通気孔を覆うフィルターを設け、前記回転子の回転トルクより発生する前記回転子周囲の圧力差によって、外気を取り入れると同時に前記第 1 空隙に送り込まれた前記冷媒または冷却用空気を前記第 1 空隙に吸引させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 16 または 17 のいずれかに記載の方法。

[請求項19] 前記固定子は、前記蓋型マウントに一方の端面が支持された前記外側円筒空路形成体より内径が大きい保護外套を有する外装体をさらに含み、前記外装体は、前記外装体の一部に排出孔が設けられており、前記第 1 空隙から排出された前記冷媒または冷却用空気を前記排出孔より逃がすステップをさらに含むことを特徴とする請求項 16 から 18 のいずれかに記載の方法。

[請求項20] 前記蓋型マウントおよび前記カップ型マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトを中空体に形成し、前記蓋型マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトの中空体は、前記冷媒または冷却用空気を受け入れる前記蓋型マウントの経路と連通する受入口を含み、前記カップ型マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトの中空体は、前記冷媒

または冷却用空気を排出する前記第2空隙に通じる空間に連通する排出口を含み、前記冷媒または冷却用空気が前記受入口を經由し、前記排出口から前記第2空隙に通じる前記空間に排出されるステップをさらに含むこと特徴とする請求項16から19のいずれかに記載の方法。

[請求項21] 前記マグネットは、長辺が前記第1空隙に配置された前記円筒コイルの長さに対応し、短辺が前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて長手方向に沿って配備されるように成形された直方体であり、前記カップ型マウントは、前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて長手方向に沿って配備された前記マグネットの前記隙間に相当する前記内側円筒空路形成体の位置に内側排気孔および／または前記外側円筒空路形成体の位置に外側排気孔をさらに設け、前記回転子の回転トルクより発生する前記回転子周囲の圧力差によって、前記第1空隙に送り込まれた前記冷媒または冷却用空気を前記第3空隙および前記外側排気孔から排出させるステップをさらに含むに特徴とする請求項16または20のいずれかに記載の方法。

[請求項22] 前記カップ型マウントはさらに、前記第3空隙および前記外側排気孔に対応する幅を有する2枚の円板と該円板の軸心に向い2枚の前記円板に懸架された複数の羽根板で水車型に構成された前記外側円筒空路形成体に嵌装固定される多翼遠心送風回転体を設け、前記第3空隙および前記排気孔から前記冷媒または冷却用空気を排出させる前記回転子の回転による吸引作用をさらに増幅させるステップをさらに含むに特徴とする請求項請求項16から18のいずれかに記載の方法。

[請求項23] 長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイルの一方の端面を固定する蓋型マウントの中心部に駆動シャフトが回転自在に連結された固定子と、

前記蓋型マウントの前記中心部を貫通した前記駆動シャフトの中

間部に連結固定された中間マウントと、前記中間マウントの外周面に一体的に取り付けた内側円筒空路形成体と、前記内側円筒空路形成体の外周面に配備されるマグネット4からなる回転子と、

前記蓋型マウントの中心部に回転自在に連結された駆動シャフトが前記中間マウントの中心部を貫通した終端部に回転自在に連結された、前記蓋型マウントの対極に位置して前記内側円筒空路形成体との間で前記円筒コイルが配置されるエアギャップを形成する第1空隙を形成し、かつ、前記第1空隙に配置される前記円筒コイルの他方の端面が隙間を残して閉鎖するように構成された外側円筒空路形成体を含むカップ型マウントからなる第2回転子と、

前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体の一方の端面と前記蓋型マウントとの間に形成される、前記円筒コイルの内周側に位置する第2空隙および前記円筒コイルの外周側に位置する第3空隙からなる無鉄心回転電気機械であって、

前記第2空隙に冷媒または冷却用空気を送り込むまたは引き込む手段をさらに設け、前記冷媒または冷却用空気は、前記第1空隙に配置される前記円筒コイルの内側および外側を通り、前記第3空隙から排出されるように構成されたことを特徴とする無鉄心回転電気機械。

[請求項24]

前記蓋型マウントは、前記中心部に前記駆動シャフトを回転自在に支持する軸受機構と、前記中心部を含む前記円筒コイルの一方の端面を円筒状に固定する基体と、前記中心部を含む前記基体から前記駆動シャフトに沿って延びる円柱とからなり、前記軸受機構は、前記基体および円柱のそれぞれに協働する軸受を含むことを特徴とする請求項23に記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項25]

前記基体は台座を含み、前記台座に支持される前記円筒コイルの一方の端面を円筒状に固定するための固定板をさらに含み、前記固定板の中心を前記円柱が貫通して前記駆動シャフトに沿って延びるようにしたことを特徴とする請求項23または24のいずれかに記載の無

鉄心回転電気機械。

[請求項26] 前記円筒コイルは、一方の端面に接続されたリード線をさらに含むことを特徴とする請求項23から25のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項27] 前記蓋型マウントはさらに、前記冷媒または冷却用空気を送り込むまたは引き込むための前記第2空隙に通じる経路を含むことを特徴とする請求項23から26のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項28] 前記カップ型マウントは、前記駆動シャフトの終端部に回転自在に連結された前記中心部を含む支持体と、前記中心部に前記駆動シャフトの終端部を回転自在に支持する軸受機構と、前記支持体に一体成型されるかまたは別体に成形されて一体に固着される磁路を閉じるように作用する前記外側円筒空路形成体とからなり、前記支持体は外壁および円柱を含み、前記軸受機構は、前記外壁および前記円柱のそれぞれに協働する軸受を含むことを特徴とする請求項23から27のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項29] 前記駆動シャフトの前記中間部に中心部が連結固定される前記中間マウントは、前記駆動シャフトが貫通する前記蓋型マウントの前記円柱に対置するように前記駆動シャフトに沿って配置される円筒部をさらに含むことを特徴とする請求項23から28のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項30] 前記内側円筒空路形成体の前記外周面に配備される前記マグネットは、長辺が前記第1空隙に配置された前記円筒コイルの長さに対応し、短辺が前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて、長手方向に沿うように配備されるように成形された直方体であり、前記マグネットの各々を前記円筒コイルの長手方向に沿うように、前記隙間を空けて配備することを特徴とする請求項23から29のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項31] 前記外側円筒空路形成体は、前記円筒コイルの長手方向に沿うよ

うに配備された直方体の前記マグネットの各々の前記隙間に相当する位置に排気孔をさらに設けることを特徴とする請求項30に記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項32] 前記蓋型マウントおよび前記中間マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトおよび該駆動シャフトの前記中間部に中空体を形成し、前記蓋型マウントを貫通する領域に形成された前記中空体は、前記冷媒または冷却用空気を受け入れる受入口を含み、前記中間マウントを貫通する領域に形成された前記中空体は、前記冷媒または冷却用空気を排出する排出口を含み、前記受入口は前記蓋型マウントの前記経路と連通し、前記排出口は前記第2空隙に通じる空間に連通するように構成したことを特徴とする請求項23から31のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項33] 前記固定子は、前記蓋型マウントに一方の端面が支持された前記外側円筒空路形成体より内径が大きい保護外套を有する外装体をさらに含み、前記外装体は前記外装体の一部に前記第1空隙から排出される前記冷媒または冷却用空気を逃がすための排出孔を設けたことを特徴とする請求項23から32のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項34] 前記円筒コイルは、厚みが5 mm以下の積層体構造に成形されたものであることを特徴とする請求項23から33のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項35] 前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体は、磁性体ヨークまたはセラミック製あるいは耐熱合成樹脂製のいずれかによって成形されることを特徴とする請求項23から34のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項36] 長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイルの一方の端面を固定する蓋型マウン

トの中心部に駆動シャフトが回転自在に連結された固定子と、

前記蓋型マウントの前記中心部を貫通した前記駆動シャフトの中間部に連結固定された中間マウントの外周面に一体的に取り付けた内側円筒空路形成体と、前記内側円筒空路形成体の外周面に配備されるマグネットからなる回転子と、

前記蓋型マウントの中心部に回転自在に連結された駆動シャフトが前記中間マウントの中心部を貫通した終端部に回転自在に連結された、前記蓋型マウントの対極に位置して前記内側円筒空路形成体との間で前記円筒コイルを挟みエアギャップを形成する第1空隙を形成し、かつ、前記第1空隙に配置される前記円筒コイルの他方の端面が隙間を残して閉鎖するように構成された外側円筒空路形成体を含むカップ型マウントからなる第2回転子と、

前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体の一方の端面と前記蓋型マウントとの間に形成される、前記円筒コイルの内周側に位置する第2空隙および前記円筒コイルの外周側に位置する第3空隙からなる無鉄心回転電気機械の冷却方法であって、

前記円筒コイルへの通電によって前記回転子を作動させるステップと、

前記第2空隙に冷媒または冷却用空気を送り込みまたは引き込むステップと

前記冷媒または冷却用空気が前記円筒コイルの両面を直接冷却するステップと、

前記第1空隙を流通した前記冷媒または冷却用空気を前記無鉄心回転電気機械から排出させるステップと
を含むことを特徴とする方法。

[請求項37]

前記蓋型マウントは、前記円筒コイルの内周側に位置する前記第2空隙に通じる経路をさらに含み、前記経路から前記冷媒または冷却用空気を前記第2空隙に送り込むまたは引き込むステップをさらに含

むことを特徴とする請求項 36 に記載の方法。

[請求項38]

前記固定子は、前記蓋型マウントに一方の端面が支持された前記外側円筒空路形成体より内径が大きい保護外套を有する外装体をさらに含み、前記外装体は、一部に排出孔が設け、それにより前記第1空隙から排出された前記冷媒または冷却用空気を前記排出孔より逃がすステップをさらに含むことを特徴とする請求項 36 または 37 のいずれかに記載の方法。

[請求項39]

前記マグネットは、長辺が前記第1空隙に配置された前記円筒コイルの長さに対応し、短辺が前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて長手方向にそって配備されるように成形された直方体であり、カップ型マウントは、前記隙間を空けて前記円筒コイルの長手方向に沿うように前記内側円筒空路形成体に配備された前記マグネットの各々の前記隙間に相当する前記外側円筒空路形成体の位置に排気孔をさらに設け、前記第2回転子の回転トルクより発生する前記回転子周囲の圧力差によって、前記第1空隙に送り込まれた前記冷媒または冷却用空気を前記第3空隙および前記排気孔から排出させるステップをさらに含むに特徴とする請求項 36 または 38 のいずれかに記載の方法。

[請求項40]

前記蓋型マウントおよび前記中間マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトを中空体に形成し、前記蓋型マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトの前記中空体は、前記冷媒または冷却用空気を受け入れる前記蓋型マウントの前記経路と連通する受入口を含み、前記中間マウントを貫通する領域の前記駆動シャフトの前記中空体は、前記冷媒または冷却用空気を排出する前記第2空隙に通じる前記空間に連通する排出口を含み、前記冷媒または冷却用空気が前記受入口を経由し、前記排出口から前記第2空隙に通じる前記空間に排出されるステップをさらに含むに特徴とする請求項 36 または 39 のいずれかに記載の方法。

[請求項41]

長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により

形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイルの一方の端面を固定する蓋型マウントの中心部に駆動シャフトが回転自在に連結された固定子と、

前記蓋型マウントの前記中心部を貫通した前記駆動シャフトの終端部に連結固定された、前記蓋型マウントの対極に位置して前記円筒コイルの他方の端面が隙間を残して閉鎖するように構成された外側円筒空路形成体と、前記外側円筒空路形成体の内周面に配備されるマグネットとを含むカップ型マウントからなる回転子と、

前記蓋型マウントおよび前記カップ型マウントの間に、前記蓋型マウントの前記中心部を貫通した前記駆動シャフトの中間部に回転自在に連結された中間マウントと、前記カップ型マウントに一体化された前記外側円筒空路形成体との間でエアギャップを形成する第1空隙を形成するように配置される、前記中間マウントの外周面に一体的に取り付けた内側円筒空路形成体とからなる第2回転子と、

前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体の一方の端面と前記蓋型マウントとの間に形成される、前記円筒コイルの内周側に位置する第2空隙および前記円筒コイルの外周側に位置する第3空隙からなる無鉄心回転電気機械であって、

前記第2空隙に冷媒または冷却用空気を送り込みまたは引き込む手段を設け、前記冷媒または冷却用空気は、前記第1空隙に配置される前記円筒コイルの内側および外側を通り、前記第3空隙から排出されることを特徴とする無鉄心回転電気機械。

[請求項42]

前記蓋型マウントは、前記中心部に前記駆動シャフトを回転自在に支持する軸受機構と、前記中心部を含む前記円筒コイルの一方の端面を円筒状に固定する基体と、前記中心部を含む前記基体から前記駆動シャフトに沿って延びる円柱とからなり、前記軸受機構は、前記基体および円柱のそれぞれに協働する軸受を含むことを特徴とする請求項41に記載の無鉄心回転電気機械。

- [請求項43] 前記基体は台座を含み、前記台座に支持される前記円筒コイルの一方の端面を円筒状に固定するための固定板をさらに含み、前記固定板の中心を前記円柱が貫通して前記駆動シャフトに沿って延びるようにしたことを特徴とする請求項41または42のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。
- [請求項44] 前記円筒コイルは、一方の端面に接続されたリード線を含むことを特徴とする請求項41から43のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。
- [請求項45] 前記蓋型マウントは、前記冷媒または冷却用空気を送り込みまたは引き込むための前記第2空隙に通じる経路をさらに含むことを特徴とする請求項41から44のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。
- [請求項46] 前記カップ型マウントは、前記駆動シャフトの終端部に連結固定された前記中心部を含む支持体と、前記カップ型マウントの外筒を構成する前記外側円筒空路形成体と、前記外側円筒空路形成体の前記内周面配備される前記マグネットとからなり、前記支持体は外壁および円柱を含むことを特徴とする請求項41から45のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。
- [請求項47] 前記マグネットは、長辺が前記第1空隙に配置された前記円筒コイルの長さに対応し、短辺が前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて、長手方向に沿って配備されるように成形された直方体であり、前記マグネットの各々を前記円筒コイルの長手方向に沿うように、前記隙間を空けて配備することを特徴とする請求項46に記載の無鉄心回転電気機械。
- [請求項48] 磁路を閉じるように作用する前記内側円筒空路形成体を一体的に取り付けた前記中間マウントは、前記駆動シャフトの前記中間部に中心部を回転自在に支持する軸受機構と、前記内側円筒空路形成体を前記外周面に一体的に取り付けた前記中心部を含む支持体および該支持体から前記駆動シャフトに沿って延びる円柱とからなり、前記軸受機

構は、前記支持体および前記円柱のそれぞれに協働する軸受をさらに含むことを特徴とする請求項 4 1 から 4 7 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項49] 前記外側円筒空路形成体は、前記円筒コイルの長手方向に沿うように配備された前記マグネットの前記隙間に相当する位置に排気孔をさらに設けることを特徴とする請求項 4 7 に記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項50] 前記カップ型マウントは、前記第 3 空隙および前記排気孔に対応する幅を有する 2 枚の円板と円板の軸心に向い 2 枚の前記円板に懸架された複数の羽根板で水車型に構成された前記外側円筒空路形成体に嵌装固定される多翼遠心送風回転体をさらに設けることを特徴とする請求項 4 9 に記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項51] 前記固定子は、前記蓋型マウントに一方の端面が支持された前記外側円筒空路形成体より内径が大きい保護外套を有する外装体をさらに含み、前記外装体は前記外装体の一部に前記第 1 空隙から排出される前記冷媒または冷却用空気を逃がすための排出孔を設けたことを特徴とする請求項 4 1 から 5 0 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項52] 前記円筒コイルは、厚みが 5 mm 以下の積層体構造に成形されたものであることを特徴とする請求項 4 1 から 5 0 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項53] 前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体は、磁性体ヨークまたはセラミック製あるいは耐熱性樹脂製のいずれかによって成形されることを特徴とする請求項 4 1 から 5 2 のいずれかに記載の無鉄心回転電気機械。

[請求項54] 長手方向に複数の離間された線状部と絶縁層を介して重畳により形成される導電性金属シートの積層体構造によって円筒形に成形された通電可能な無鉄心の円筒コイルの一方の端面を固定する蓋型マウン

トの中心部に駆動シャフトが回転自在に連結された固定子と、

前記蓋型マウントの前記中心部を貫通した前記駆動シャフトの終端部に連結固定される、前記蓋型マウントの対極に位置して前記円筒コイルの他方の端面が隙間を残して閉鎖するように構成された外側円筒空路形成体と、前記外側円筒空路形成体の内周面に配備されるマグネットとを含むカップ型マウントからなる回転子と、

前記蓋型マウントおよび前記カップ型マウントの間に、前記蓋型マウントの前記中心部を貫通した前記駆動シャフトの中間部に回転自在に連結された中間マウントと、前記カップ型マウントに一体化された前記外側円筒空路形成体との間でエアギャップを形成する第1空隙を形成するように配置される、前記中間マウントの外周面に一体的に取り付けた内側円筒空路形成体とからなる第2回転子と、

前記内側円筒空路形成体および前記外側円筒空路形成体の一方の端面と前記蓋型マウントとの間に形成される、前記円筒コイルの内周側に位置する第2空隙および前記円筒コイルの外周側に位置する第3空隙からなる無鉄心回転電気機械の冷却方法であって、

前記円筒コイルへの通電によって前記回転子を作動させるステップと、

前記第2空隙に冷媒または冷却用空気を送り込みまたは引き込むステップと

前記冷媒または冷却用空気が前記円筒コイルの両面を直接冷却するステップと、

前記第1空隙を流通した前記冷媒または冷却用空気を前記無鉄心回転電気機械から排出させるステップと

を含むことを特徴とする方法。

[請求項55]

前記蓋型マウントは、前記円筒コイルの内周側に位置する前記第2空隙に通じる経路をさらに含み、前記経路から前記冷媒または冷却用空気を前記第2空隙に送り込みまたは引き込むステップをさらに含

むことを特徴とする請求項 5 4 に記載の方法。

[請求項56]

前記マグネットは、長辺が前記第 1 空隙に配置された前記円筒コイルの長さに対応し、短辺が前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて長手方向に沿って配備されるように成形された直方体であり、前記カップ型マウントはさらに、前記円筒コイルの円周方向に隙間を空けて長手方向に沿って配備された前記マグネットの前記隙間に相当する前記外側円筒空路形成体の位置に排気孔を設け、前記回転子の回転トルクより発生する前記回転子周囲の圧力差によって、前記第 1 空隙に送り込まれた前記冷媒または冷却用空気を前記第 3 空隙および前記排気孔から排出させるステップをさらに含むに特徴とする請求項 5 4 または 5 5 のいずれかに記載の方法。

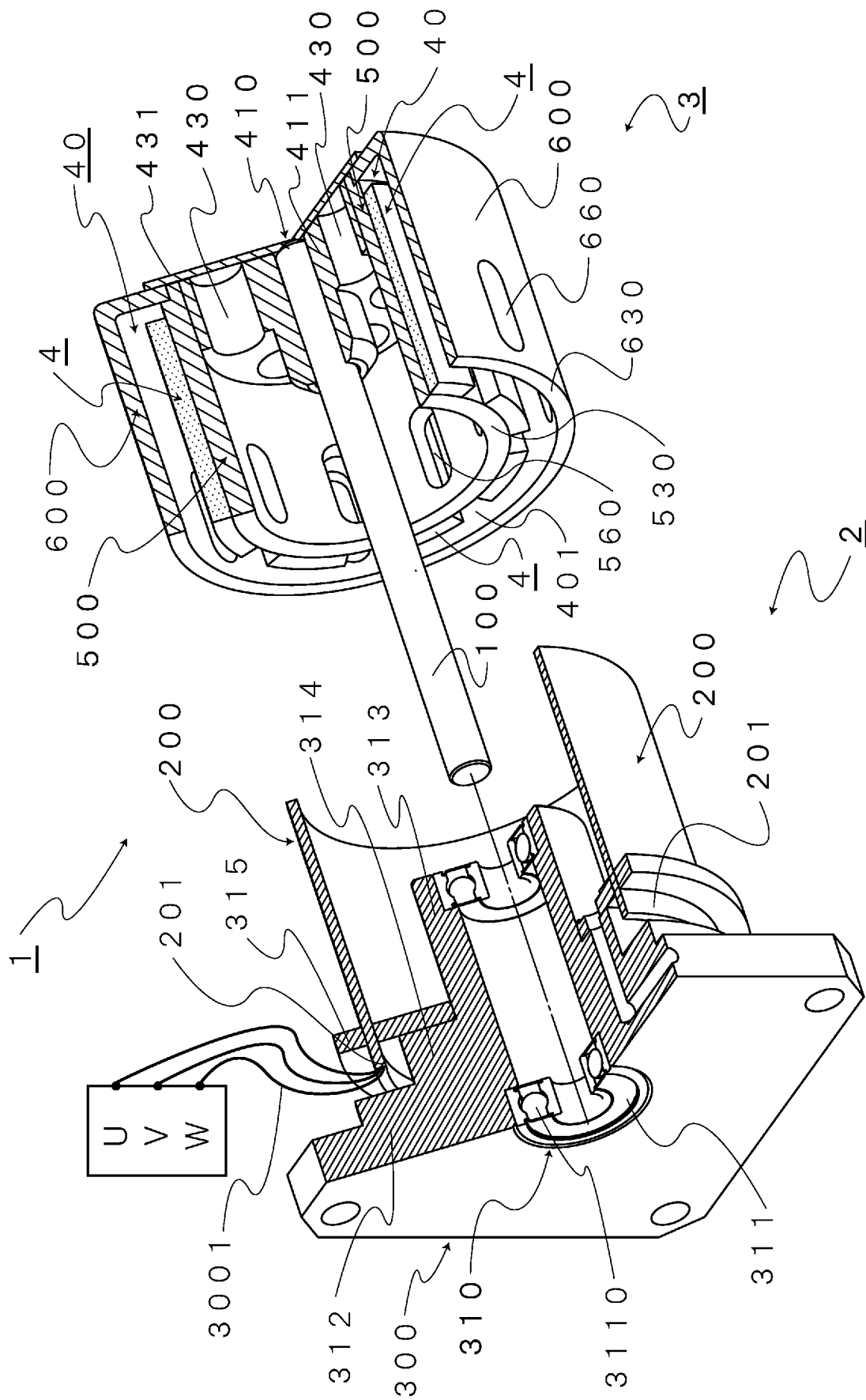
[請求項57]

前記カップ型マウントは、前記第 3 空隙および前記外側排気孔に対応する幅を有する 2 枚の円板と該円板の軸心に向い 2 枚の前記円板に懸架された複数の羽根板で水車型に構成された前記外側円筒空路形成体に嵌装固定される多翼遠心送風回転体をさらに設け、前記第 3 空隙および前記排気孔から前記冷媒または冷却用空気を排出させる前記回転子による吸引作用をさらに増幅させるステップをさらに含むに特徴とする請求項 5 6 に記載の方法。

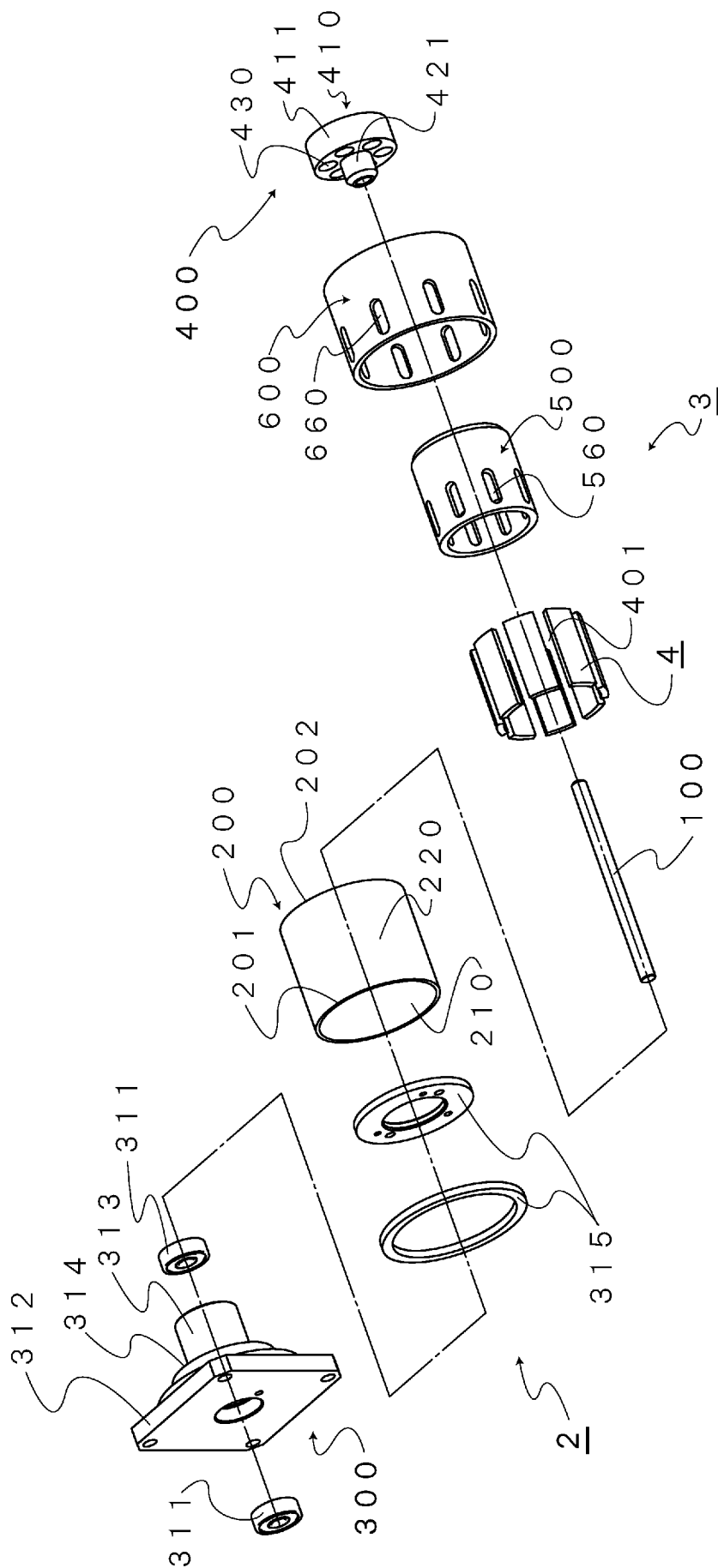
[請求項58]

前記固定子は、前記蓋型マウントに一方の端面が支持された前記外側円筒空路形成体より内径が大きい保護外套を有する外装体をさらに含み、前記外装体は、前記外装体の一部に排出孔が設けられており、前記第 1 空隙から排出された前記冷媒または冷却用空気を前記排出孔より逃がすステップをさらに含むことを特徴とする請求項 5 4 から 5 6 のいずれかに記載の方法。

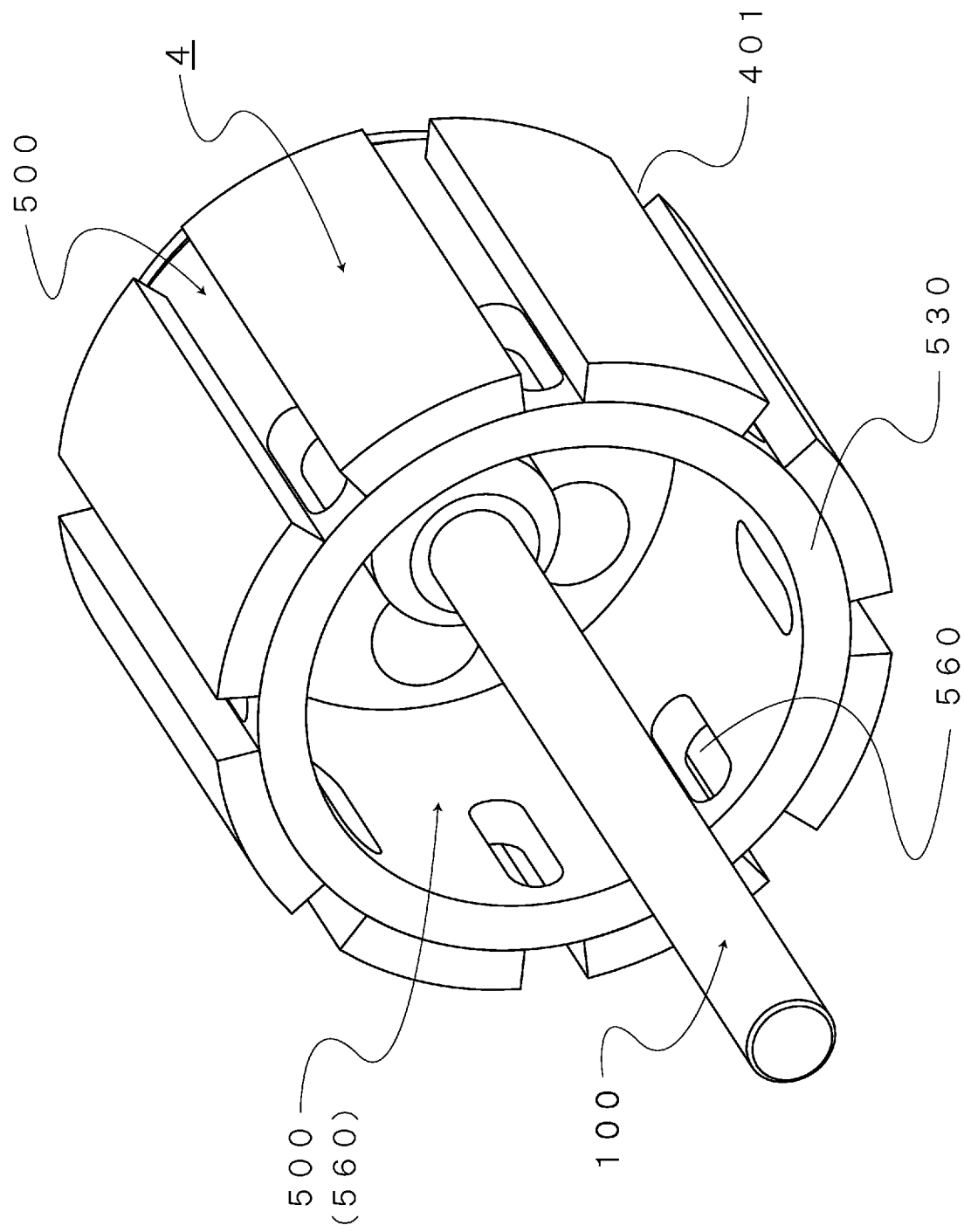
[図2]



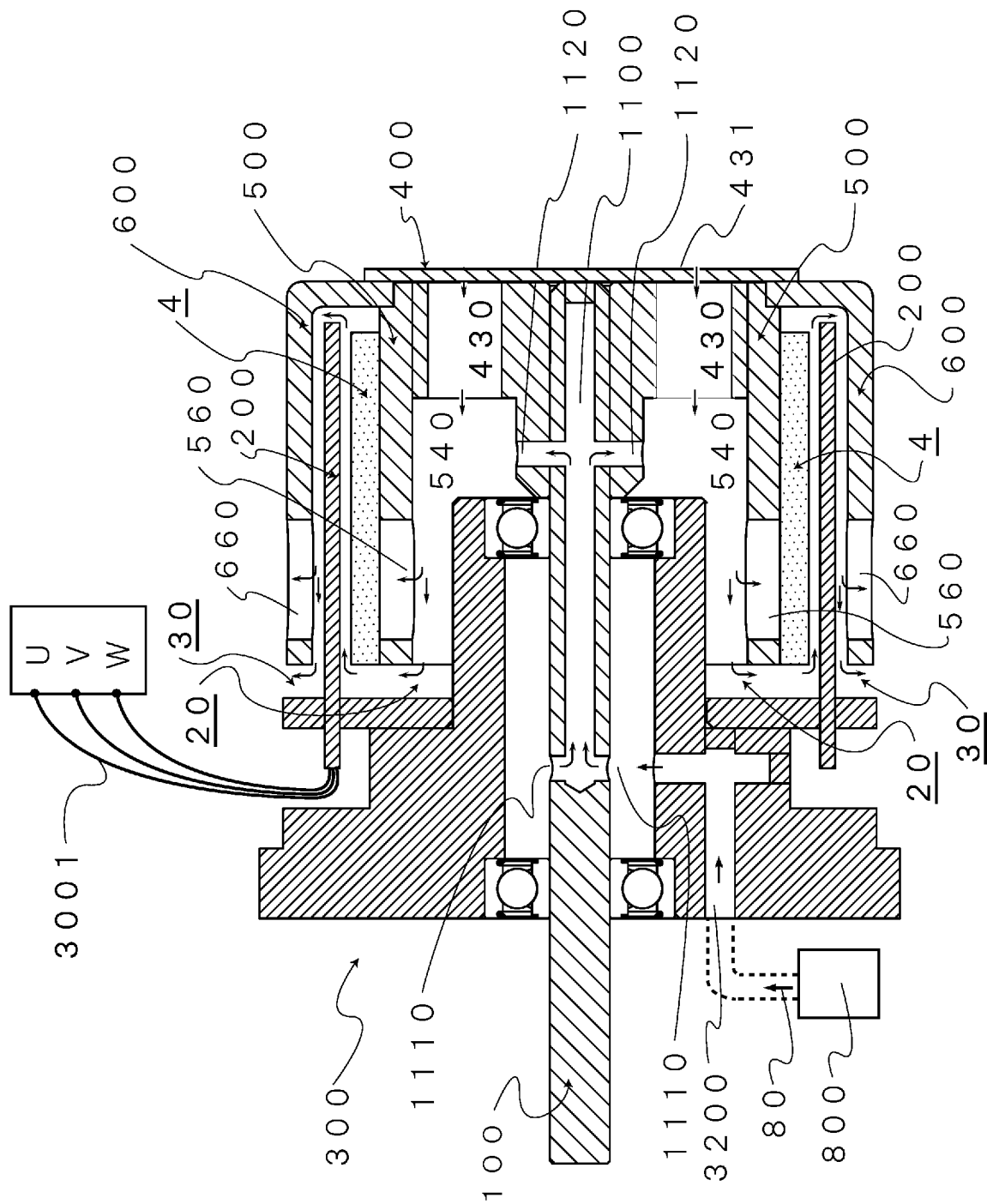
[図3]



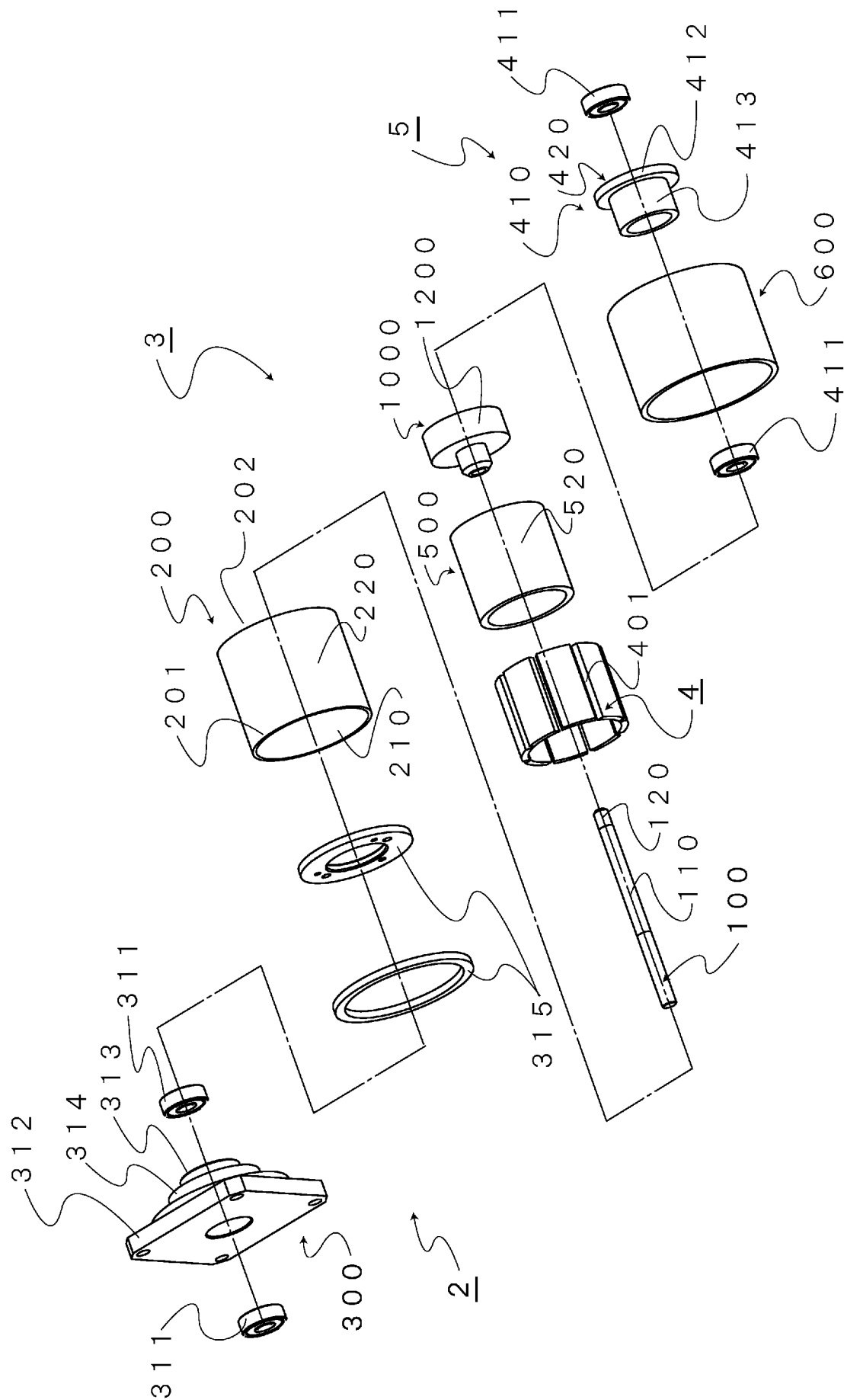
[図4]



[図6]

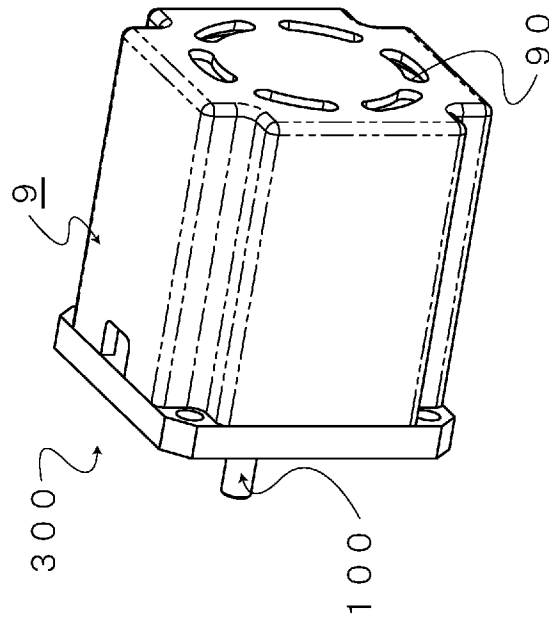


[図9]

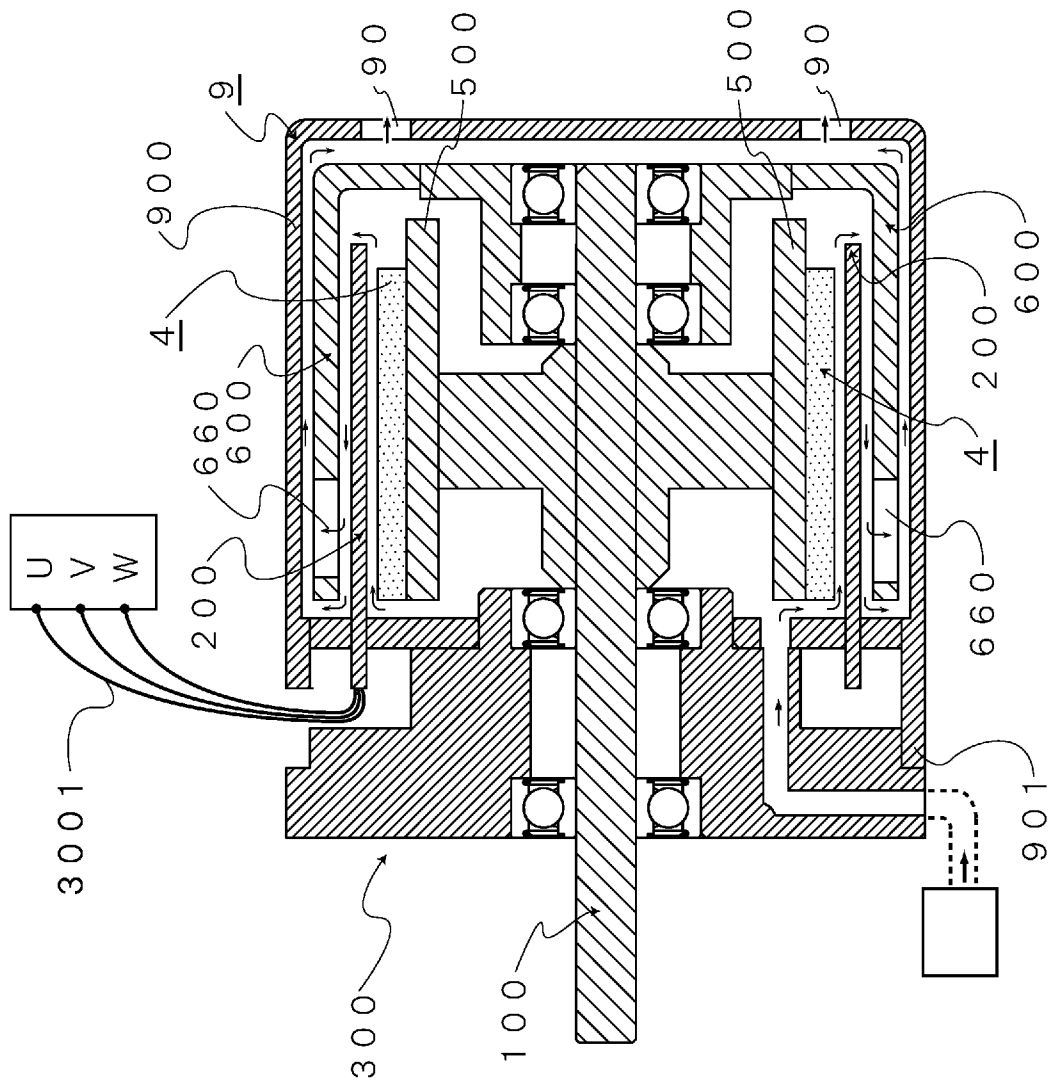


[図10]

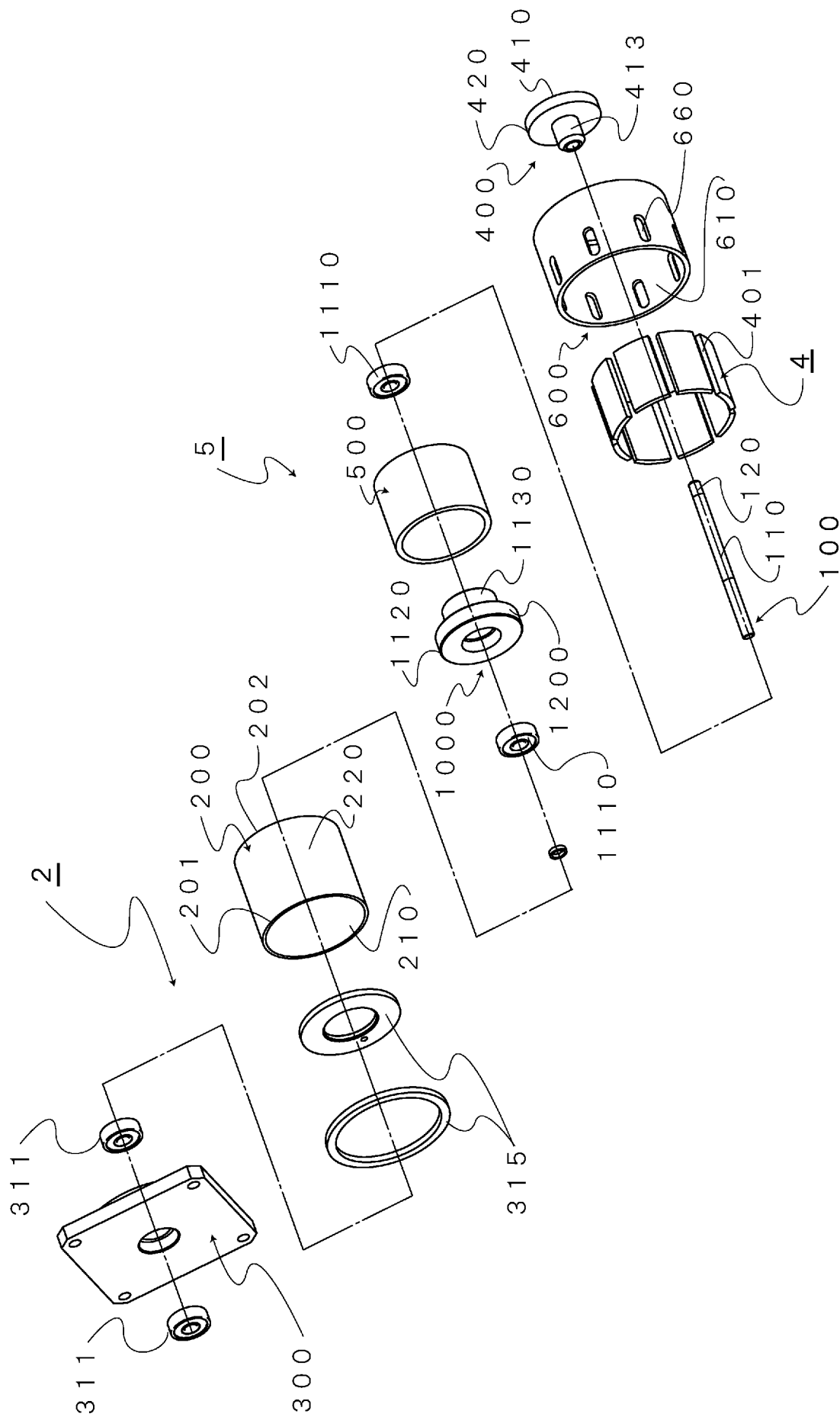
(b)



(a)

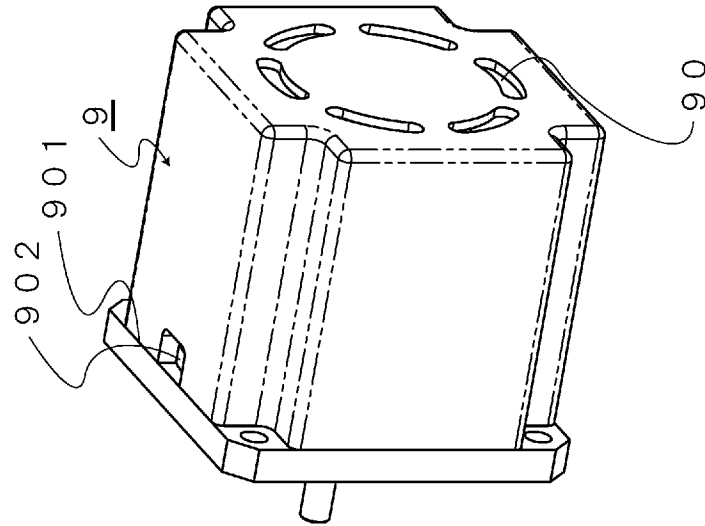


[図13]

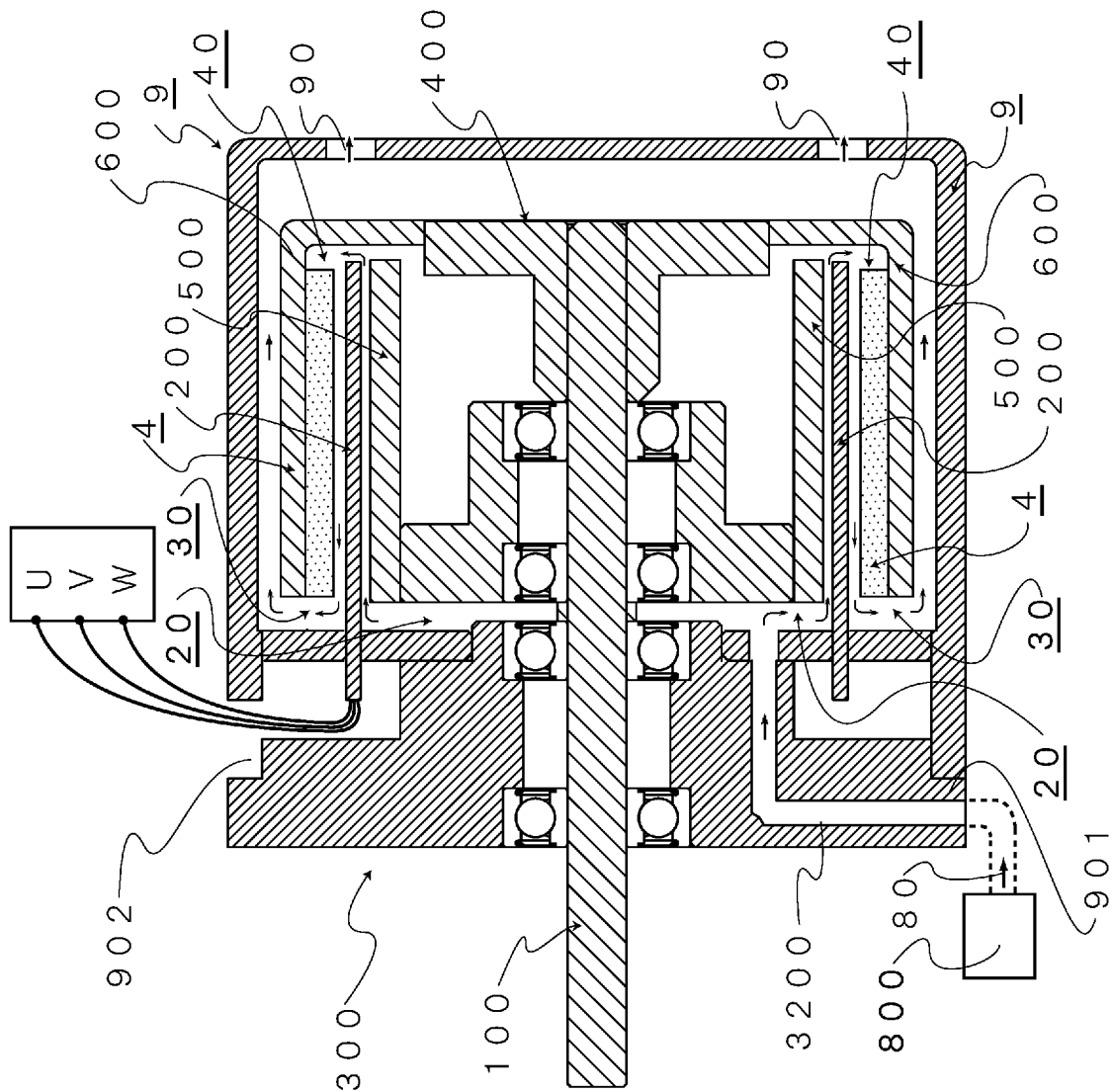


[図14]

(b)

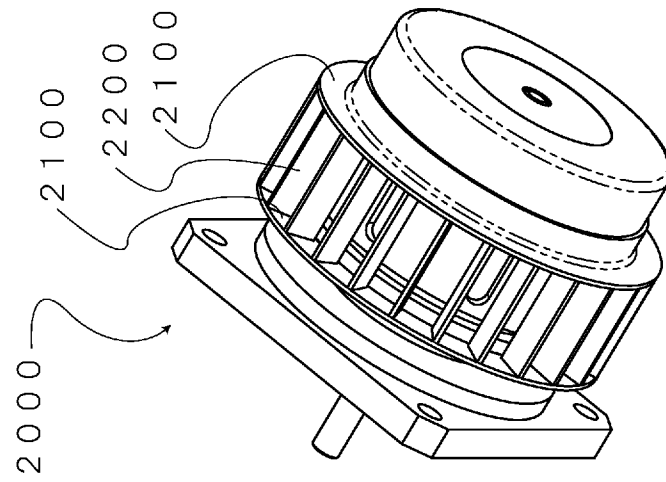


(a)

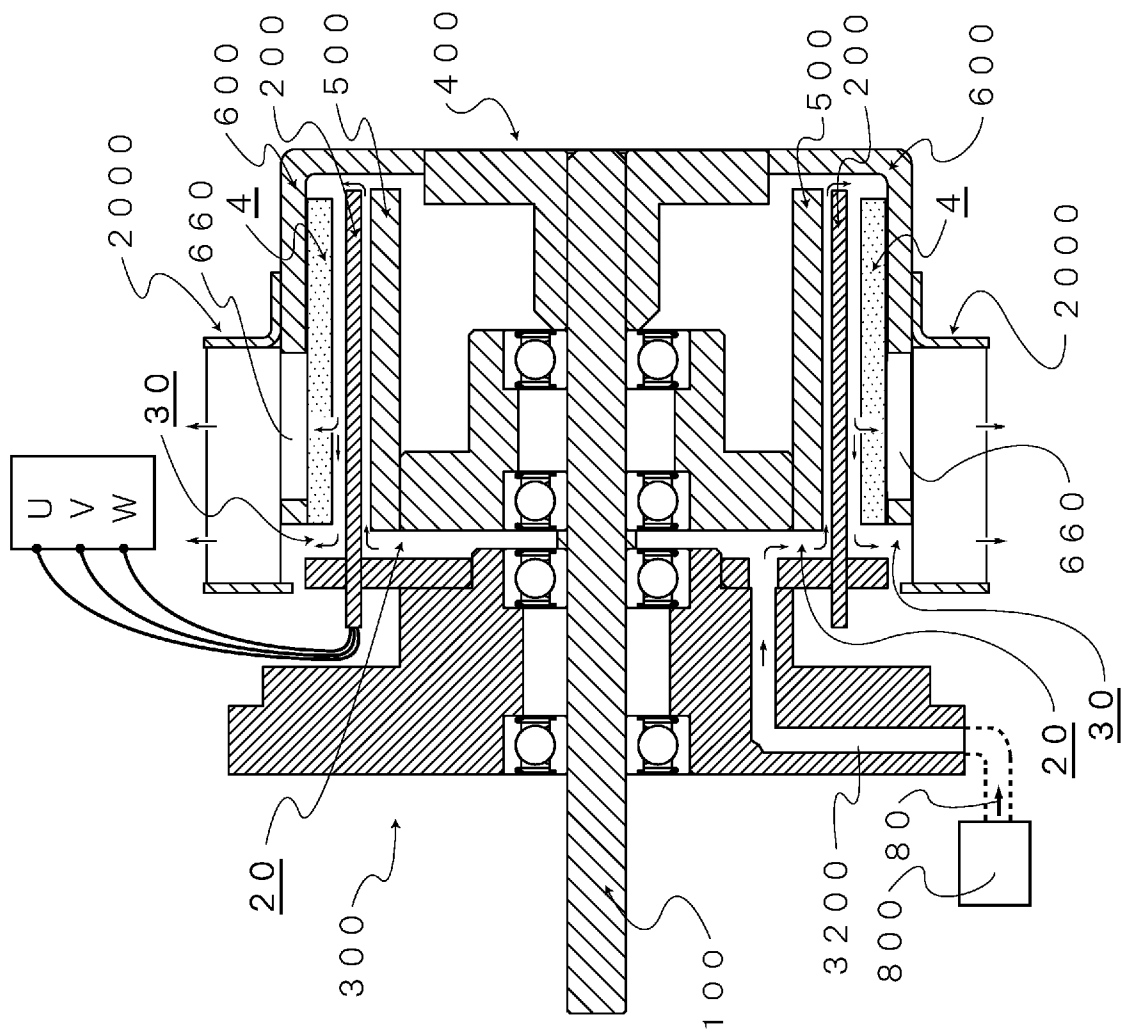


[図15]

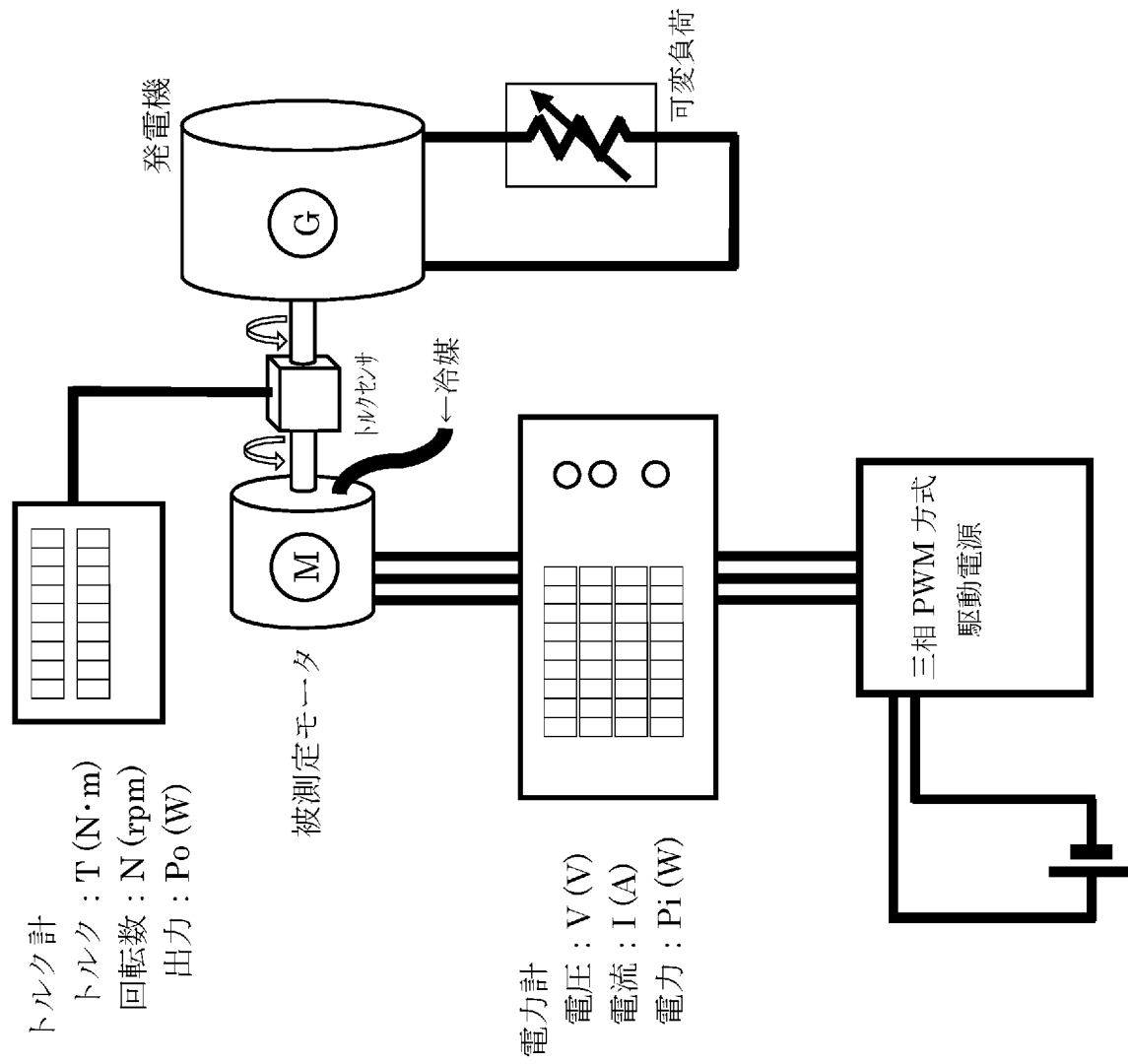
(b)



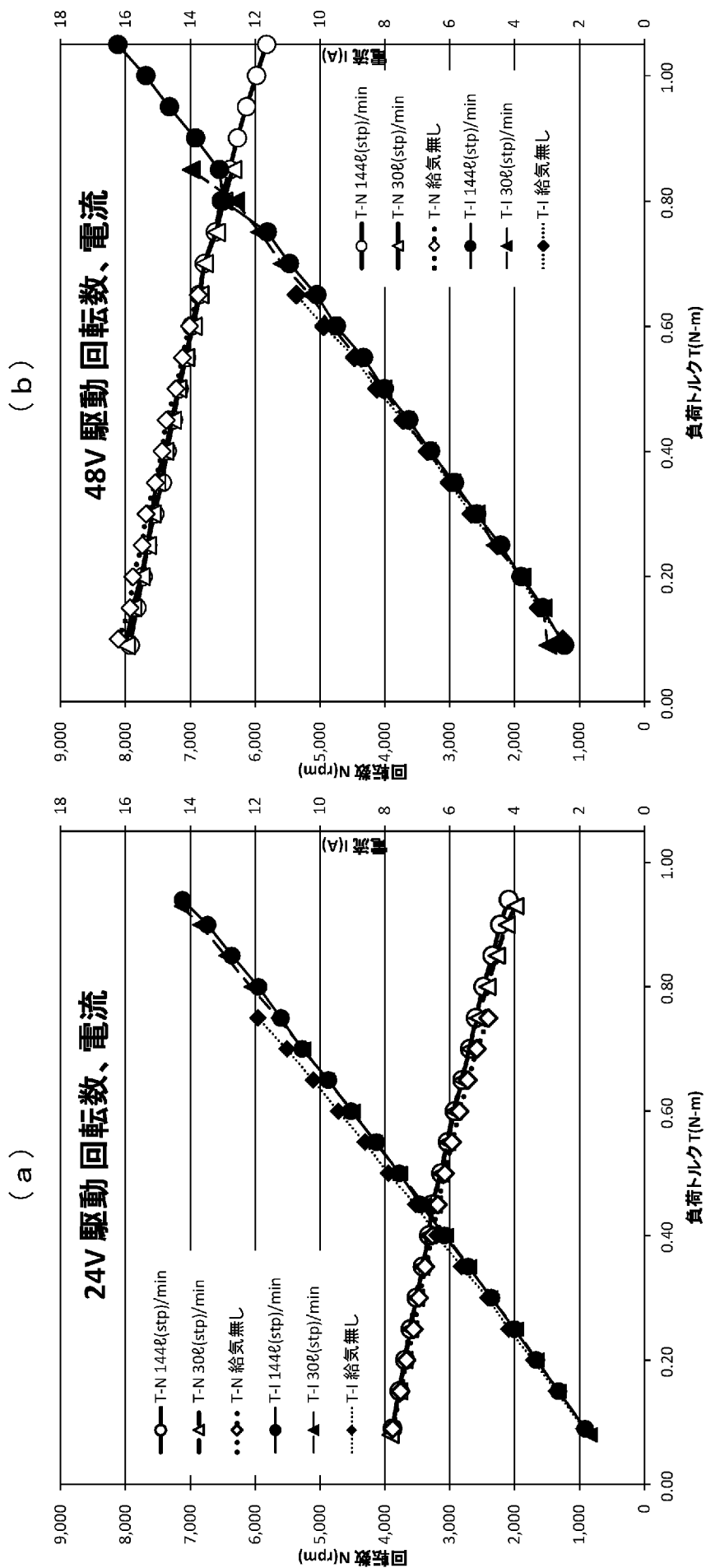
(a)



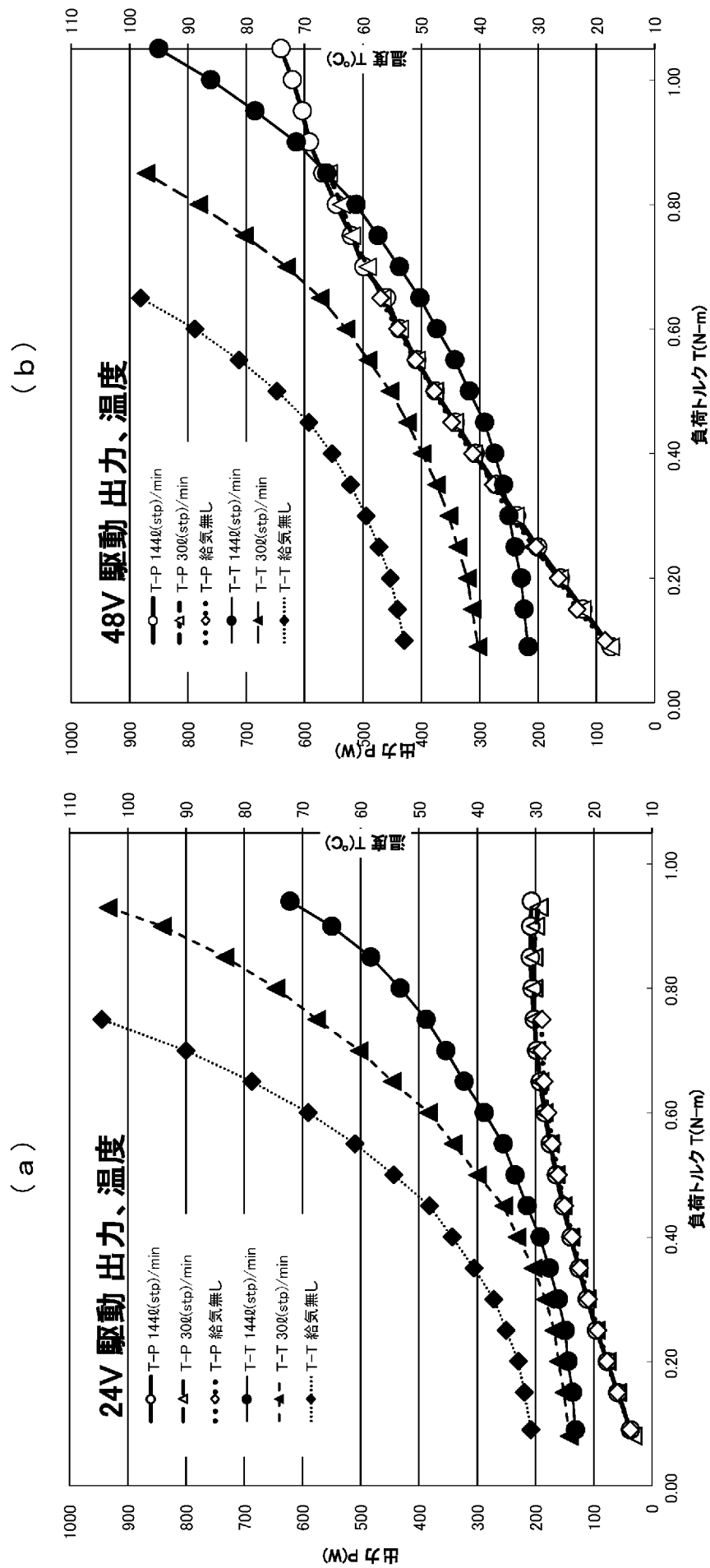
[図16]



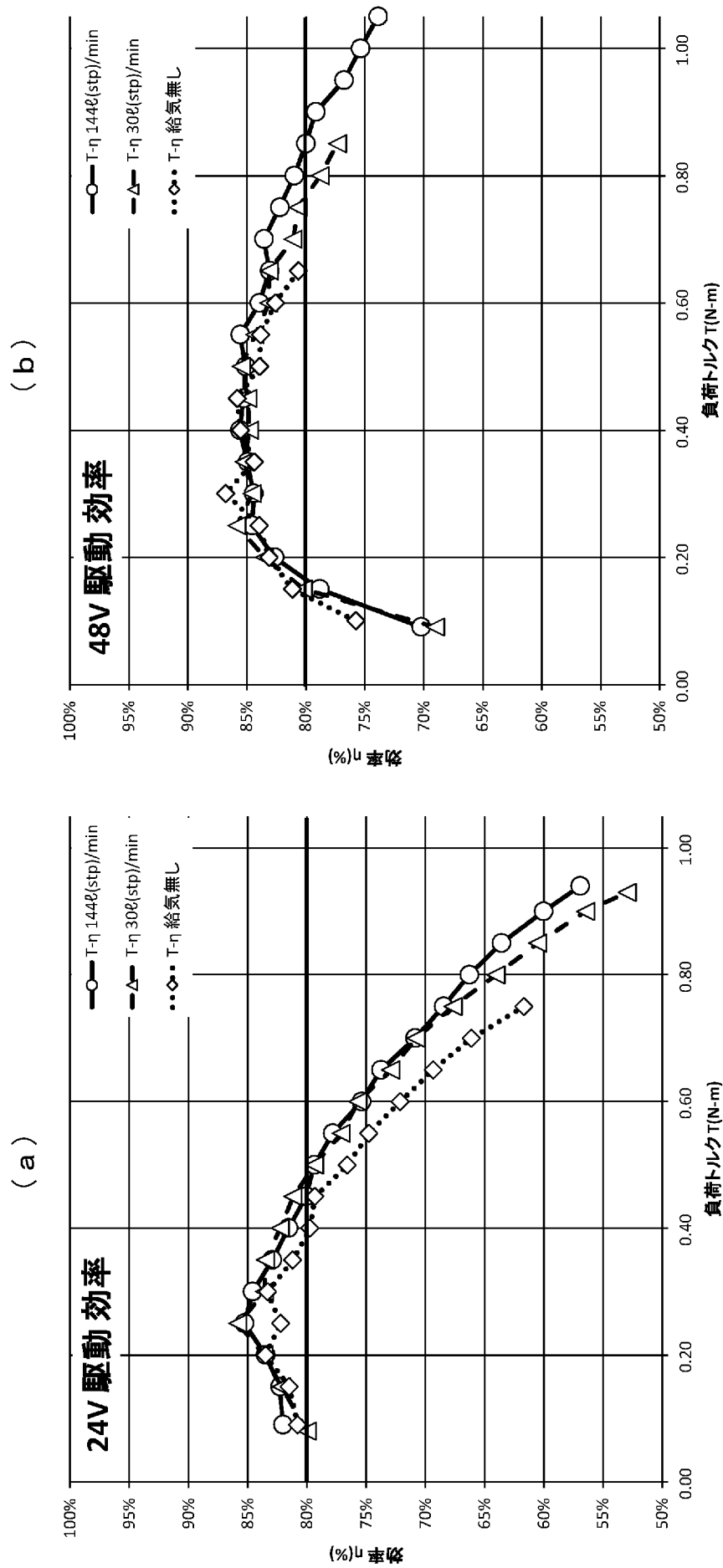
[図18]



[図19]



[図20]



[図21]

24V-給気無し				駆動電圧 :		24V		
				給気圧力 :		0 kPa		
				給気流量 :		0 ℓ(op), 0 ℓ(stp)/min		
				時間 :		1月7日 18:30-19:00-19:16		
トルク (N・m)	回転数 (RPM)	電流 (A)	入力 (W)	出力 (W)	コイル外側 (℃)	コイル内側 (℃)	平均温度 (℃)	効率
0.09	3,880	1.87	46	37	30	32	31	81%
0.15	3,757	2.73	72	59	31	33	32	81%
0.20	3,668	3.43	92	77	32	34	33	84%
0.25	3,559	4.19	113	93	34	36	35	82%
0.30	3,477	4.84	131	109	37	38	37	83%
0.35	3,378	5.65	153	124	40	41	41	81%
0.40	3,269	6.40	172	137	44	45	44	80%
0.45	3,190	7.06	189	150	48	49	48	79%
0.50	3,074	7.91	210	161	54	55	54	77%
0.55	2,967	8.62	229	171	61	62	61	75%
0.60	2,849	9.44	248	179	69	70	69	72%
0.65	2,720	10.21	267	185	78	79	79	69%
0.70	2,581	11.03	286	189	89	91	90	66%
0.75	2,406	11.92	307	189	104	105	105	62%

24V-30ℓ(stp)/min				駆動電圧 :		24 V		
				給気圧力 :		50 kPa		
				給気流量 :		20 ℓ(op), 30 ℓ(stp)/min		
				時間 :		1月9日 09:47-09:58-10:18		
トルク (N・m)	回転数 (RPM)	電流 (A)	入力 (W)	出力 (W)	コイル外側 (℃)	コイル内側 (℃)	平均温度 (℃)	効率
0.08	3,917	1.69	40	32	25	24	24	80%
0.15	3,782	2.64	72	59	26	25	25	82%
0.20	3,699	3.32	92	77	27	26	26	84%
0.25	3,622	3.96	111	95	28	26	27	86%
0.30	3,524	4.74	133	111	29	27	28	84%
0.35	3,438	5.40	151	126	32	29	30	83%
0.40	3,345	6.11	170	140	34	32	33	82%
0.45	3,251	6.80	189	153	37	34	35	81%
0.50	3,147	7.55	208	165	42	38	40	79%
0.55	3,044	8.30	227	175	46	42	44	77%
0.60	2,941	9.00	244	185	51	46	48	76%
0.65	2,825	9.79	263	192	57	52	55	73%
0.70	2,701	10.52	280	198	64	56	60	71%
0.75	2,574	11.29	299	202	72	63	68	68%
0.80	2,423	12.14	317	203	80	69	75	64%
0.85	2,278	12.92	335	203	89	77	83	61%
0.90	2,123	13.72	354	200	101	88	94	56%
0.93	1,991	14.29	366	194	111	96	103	53%

24V-144ℓ(stp)/min				駆動電圧 :		24 V		
				給気圧力 :		265 kPa		
				給気流量 :		40 ℓ(op), 144 ℓ(stp)/min		
				時間 :		1月9日 13:49-13:59-14:19		
トルク (N・m)	回転数 (RPM)	電流 (A)	入力 (W)	出力 (W)	コイル外側 (℃)	コイル内側 (℃)	平均温度 (℃)	効率
0.09	3,890	1.83	45	37	24	23	23	82%
0.15	3,780	2.65	72	59	24	24	24	82%
0.20	3,693	3.34	92	77	25	24	24	84%
0.25	3,612	4.01	111	95	26	24	25	85%
0.30	3,517	4.72	131	111	27	25	26	85%
0.35	3,421	5.44	151	125	28	27	28	83%
0.40	3,328	6.17	170	139	30	28	29	82%
0.45	3,279	6.91	190	152	32	31	31	80%
0.50	3,141	7.56	207	164	35	32	34	79%
0.55	3,038	8.27	225	175	38	34	36	78%
0.60	2,932	9.04	244	184	41	37	39	75%
0.65	2,816	9.75	260	192	45	40	42	74%
0.70	2,697	10.55	279	198	49	42	45	71%
0.75	2,603	11.21	295	202	53	45	49	68%
0.80	2,487	11.90	311	206	58	49	53	66%
0.85	2,346	12.72	329	209	64	53	58	64%
0.90	2,229	13.48	347	208	71	59	65	60%
0.94	2,098	14.25	364	207	79	65	72	57%

[図22]

48V-給気無し				駆動電圧 :		48 V		
				給気圧力 :		0 kPa		
				給気流量 :		0 ℓ(op) , 0 ℓ(stp)/min		
				時間 :		1月8日 16:02-16:32-16:46		
トルク (N・m)	回転数 (RPM)	電流 (A)	入力(W)	出力(W)	コイル外側(℃)	コイル内側(℃)	平均温度(℃)	効率
0.10	8,109	2.52	112	85	52	54	53	76%
0.15	7,929	3.28	164	133	53	55	54	81%
0.20	7,888	3.83	199	165	54	57	55	83%
0.25	7,743	4.54	242	203	56	59	57	84%
0.30	7,682	5.34	287	249	58	61	60	87%
0.35	7,538	6.02	327	276	61	64	62	84%
0.40	7,437	6.69	365	312	64	67	65	86%
0.45	7,374	7.44	406	348	68	71	69	86%
0.50	7,225	8.26	451	378	73	77	75	84%
0.55	7,123	8.95	489	410	80	83	81	84%
0.60	7,017	9.89	534	441	87	90	89	83%
0.65	6,883	10.74	583	470	97	100	98	81%

48V-30ℓ(stp)/min				駆動電圧 :		48 V		
				給気圧力 :		50 kPa		
				給気流量 :		20 ℓ(op) , 30 ℓ(stp)/min		
				時間 :		1月8日 19:05-19:35-19:53		
トルク (N・m)	回転数 (RPM)	電流 (A)	入力(W)	出力(W)	コイル外側(℃)	コイル内側(℃)	平均温度(℃)	効率
0.09	7,993	2.99	109	75	41	40	40	69%
0.15	7,890	3.13	155	124	42	40	41	80%
0.20	7,760	3.79	195	163	43	42	42	84%
0.25	7,663	4.61	244	209	44	43	44	86%
0.30	7,589	5.20	282	238	46	44	45	85%
0.35	7,528	5.94	324	276	49	46	47	85%
0.40	7,397	6.69	366	310	51	49	50	85%
0.45	7,280	7.39	404	343	54	51	52	85%
0.50	7,198	8.08	441	377	57	54	55	85%
0.55	7,079	8.86	484	408	61	57	59	84%
0.60	6,959	9.65	526	437	65	61	63	83%
0.65	6,855	10.30	562	467	70	65	67	83%
0.70	6,788	11.18	607	492	76	70	73	81%
0.75	6,604	11.87	644	519	84	77	80	81%
0.80	6,488	12.62	682	537	92	84	88	79%
0.85	6,351	13.99	723	559	102	93	97	77%

48V-144ℓ(stp)/min				駆動電圧 :		48 V		
				給気圧力 :		265 kPa		
				給気流量 :		40 ℓ(op) , 144 ℓ(stp)/min		
				時間 :		1月8日 20:45-21:15-21:38		
トルク (N・m)	回転数 (RPM)	電流 (A)	入力(W)	出力(W)	コイル外側(℃)	コイル内側(℃)	平均温度(℃)	効率
0.09	7,929	2.47	107	75	33	30	32	70%
0.15	7,828	3.15	156	123	34	31	32	79%
0.20	7,729	3.81	196	162	35	31	33	83%
0.25	7,660	4.44	238	201	35	33	34	85%
0.30	7,554	5.18	281	237	37	33	35	84%
0.35	7,438	5.86	320	272	38	34	36	85%
0.40	7,362	6.60	360	308	39	36	37	86%
0.45	7,268	7.27	401	342	42	37	39	85%
0.50	7,175	8.03	442	376	45	39	42	85%
0.55	7,069	8.68	477	408	47	41	44	86%
0.60	6,989	9.51	522	438	51	44	47	84%
0.65	6,868	10.11	554	460	54	47	50	83%
0.70	6,791	10.95	597	499	58	50	54	84%
0.75	6,620	11.63	632	520	62	53	57	82%
0.80	6,528	12.99	674	546	67	56	61	81%
0.85	6,393	13.11	711	569	72	60	66	80%
0.90	6,276	13.85	748	592	78	65	71	79%
0.95	6,138	14.65	787	604	86	71	79	77%
1.00	5,982	15.38	824	621	95	78	86	75%
1.05	5,828	16.25	868	641	104	86	95	74%

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K9/08(2006.01)i, H02K3/24(2006.01)i, H02K16/02(2006.01)i, H02K21/14(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)

H02K9/00-9/28, H02K3/24, H02K16/02, H02K21/14

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-538744 A (G & G Technology, Inc.), 24 December 2004 (24.12.2004), paragraphs [0010] to [0026]; fig. 1 to 9	1-58
Y	JP 62-189954 A (Unique Mobility, Inc.), 19 August 1987 (19.08.1987), page 4, upper right column, lines 3 to 6; fig. 1 to 2, 6	1-58
Y	JP 2010-166717 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0039] to [0048]; fig. 6	1-58
Y	JP 8-37769 A (Orto Holding AG), 06 February 1996 (06.02.1996), paragraphs [0047] to [0048]; fig. 1	1-58

☒ 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
11 May 2015 (11.05.15)

Date of mailing of the international search report
26 May 2015 (26.05.15)

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/JP2015/056310

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-268335 A (Toshiba Corp.), 20 November 1987 (20.11.1987), page 3, upper left column, lines 2 to 7; fig. 1 to 2	9-15, 18-22
Y	JP 9-168246 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 24 June 1997 (24.06.1997), paragraph [0009]; fig. 4	10-15, 21, 31-35, 39-40, 49-53, 56-58
Y	JP 5-344680 A (Toshiba Transport Engineering Inc.), 24 December 1993 (24.12.1993), paragraphs [0034] to [0035]; fig. 6 to 7	11, 13-15, 22, 50-53, 57
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 26516/1992 (Laid-open No. 80159/1993) (Shinko Electric Co., Ltd.), 29 October 1993 (29.10.1993), paragraph [0008]; fig. 1	13-15, 20-21, 32-35, 40
Y	JP 2012-16218 A (Shicoh Co., Ltd.), 19 January 2012 (19.01.2012), paragraphs [0015] to [0021]; fig. 1	15, 23-58

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2015/056310

JP 2004-538744 A	2004.12.24	US 2002/0171306 A1 US 2005/0231056 A1 US 2006/0208596 A1 US 2007/0200452 A1 WO 2002/093713 A2 EP 1388193 A2 AU 2002309909 A1
JP 62-189954 A	1987.08.19	AT 71242 T AT 196041 T AU 609707 B2 AU 657473 B2 AU 6690886 A AU 7660691 A BR 8606392 A BR 9106300 A CA 1312646 C CA 2079474 A1 CN 86108648 A DD 252933 A5 DE 69132390 T2 DK 622986 A EP 0230639 A2 EP 0522015 A1 ES 2029448 T5 FI 865263 A FI 924371 A GR 3003506 T3 GR 3020923 T3 HUT 43442 A IE 863398 L IL 81087 A IN 167623 A1 JP 5-506979 A KR 100250106 B1 KR 950010879 B1 MX 161230 A NO 923784 A NO 865229 A NZ 218718 A PL 263215 A1 RU 2083051 C1 RU 2111598 C1 US 5004944 A US 5311092 A US 5319844 A WO 1991/15892 A1 YU 220486 A ZA 8609543 A
JP 2010-166717 A	2010.07.29	(Family: none)
JP 8-37769 A	1996.02.06	US 5723933 A EP 680133 A1 DE 4414527 C1 ES 2114706 T3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2015/056310

JP 62-268335 A	1987.11.20	(Family: none)
JP 9-168246 A	1997.06.24	(Family: none)
JP 5-344680 A	1993.12.24	(Family: none)
CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 26516/1992 (Laid-open No. 80159/1993)	1993.10.29	(Family: none)
JP 2012-16218 A	2012.01.19	CN 102310763 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K9/08(2006.01)i, H02K3/24(2006.01)i, H02K16/02(2006.01)i, H02K21/14(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. H02K9/00-9/28, H02K3/24, H02K16/02, H02K21/14

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-538744 A（ジー アンド ジー テクノロジー、インコーポレイティド） 2004. 12. 24, 段落[0010]-[0026], 図 1-9	1-58
Y	JP 62-189954 A（ユニーク、モビリティ、インコーポレーテッド） 1987. 08. 19, 第 4 ページ右上欄第 3-6 行, 第 1-2, 6 図	1-58
Y	JP 2010-166717 A（日産自動車株式会社） 2010. 07. 29, 段落[0039]-[0048], 図 6	1-58

☒ 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

1 1 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 5 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

中里 翔平

3 V

3 8 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 8-37769 A (オルト ホールディング アクチェンゲゼルシャフト) 1996. 02. 06, 段落[0047]-[0048], 図 1	1-58
Y	JP 62-268335 A (株式会社東芝) 1987. 11. 20, 第 3 ページ左上欄第 2-7 行, 第 1-2 図	9-15, 18-22
Y	JP 9-168246 A (富士電機株式会社) 1997. 06. 24, 段落[0009], 図 4	10-15, 21, 31-35, 39-40, 49-53, 56-58
Y	JP 5-344680 A (東芝トランスポートエンジニアリング株式会社) 1993. 12. 24, 段落[0034]-[0035], 図 6-7	11, 13-15, 22, 50-53, 57
Y	日本国実用新案登録出願 4-26516 号(日本国実用新案登録出願公開 5-80159 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 (神鋼電機株式会社) 1993. 10. 29, 段落[0008], 図 1	13-15, 20-21, 32-35, 40
Y	JP 2012-16218 A (シコー株式会社) 2012. 01. 19, 段落[0015]-[0021], 図 1	15, 23-58

JP 2004-538744 A	2004. 12. 24	US 2002/0171306 A1
		US 2005/0231056 A1
		US 2006/0208596 A1
		US 2007/0200452 A1
		WO 2002/093713 A2
		EP 1388193 A2
		AU 2002309909 A1
JP 62-189954 A	1987. 08. 19	AT 71242 T
		AT 196041 T
		AU 609707 B2
		AU 657473 B2
		AU 6690886 A
		AU 7660691 A
		BR 8606392 A
		BR 9106300 A
		CA 1312646 C
		CA 2079474 A1
		CN 86108648 A
		DD 252933 A5
		DE 69132390 T2
		DK 622986 A
		EP 0230639 A2
		EP 0522015 A1
		ES 2029448 T5
		FI 865263 A
		FI 924371 A
		GR 3003506 T3
		GR 3020923 T3
		HUT 43442 A
		IE 863398 L
		IL 81087 A
		IN 167623 A1
		JP 5-506979 A
		KR 100250106 B1
		KR 950010879 B1
		MX 161230 A
		NO 923784 A
		NO 865229 A
		NZ 218718 A
		PL 263215 A1
		RU 2083051 C1
		RU 2111598 C1

		US 5004944 A
		US 5311092 A
		US 5319844 A
		WO 1991/15892 A1
		YU 220486 A
		ZA 8609543 A
JP 2010-166717 A	2010. 07. 29	ファミリーなし
JP 8-37769 A	1996. 02. 06	US 5723933 A
		EP 680133 A1
		DE 4414527 C1
		ES 2114706 T3
JP 62-268335 A	1987. 11. 20	ファミリーなし
JP 9-168246 A	1997. 06. 24	ファミリーなし
JP 5-344680 A	1993. 12. 24	ファミリーなし
日本国実用新案登録出願 4-26516 号(日本国実用新案登 録出願公開 5-80159 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	1993. 10. 29	ファミリーなし
JP 2012-16218 A	2012. 01. 19	CN 102310763 A