

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 4 区分

【発行日】平成 29 年 5 月 25 日 (2017.5.25)

【公開番号】特開 2016-154440 (P2016-154440A)

【公開日】平成 28 年 8 月 25 日 (2016.8.25)

【年通号数】公開・登録公報 2016-051

【出願番号】特願 2016-61769 (P2016-61769)

【国際特許分類】

H 0 2 K 9/04 (2006.01)

H 0 2 K 9/06 (2006.01)

H 0 2 K 21/14 (2006.01)

【F I】

H 0 2 K 9/04 A

H 0 2 K 9/06 C

H 0 2 K 9/06 G

H 0 2 K 21/14 M

【手続補正書】

【提出日】平成 29 年 4 月 7 日 (2017.4.7)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通電可能な無鉄心の円筒コイルと、該円筒コイルの一方の端面が固定されて中心部に駆動シャフトが回転自在に連結されている蓋型マウントとを有する固定子と、

前記蓋型マウントに回転自在に連結されている前記駆動シャフトが中心部に連結固定されて前記蓋型マウントの対極に配置されている、底部と内側円筒空路形成体および外側円筒空路形成体とを有するカップ型マウントと、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前記円筒コイルの円周方向に互いに間隙を空けて配備されている複数のマグネットとを有する回転子と、  
を含み、

前記カップ型マウントは、前記底部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とで第 1 空隙のエアギャップが形成されており、前記エアギャップには、配備されている露出した前記複数のマグネットと共に、前記円筒コイルが該円筒コイルの他方の端面が前記底部との間で隙間を残して浮かせた状態で配置されており、前記カップ型マウントの一方の端面と前記蓋型マウントとの間に前記円筒コイルの内周側に位置する第 2 空隙と前記円筒コイルの外周側に位置する第 3 空隙とを有する無鉄心回転電気機械であって、

前記カップ型マウントは前記底部に前記第 2 空隙に外気を引き込む通気孔を有しており、前記回転子の回転および前記複数のマグネットの回転により発生する前記回転子周囲の圧力差によって前記第 2 空隙に引き込まれた前記外気は、前記第 1 空隙を流通し、前記第 1 空隙に露出した加熱している前記複数のマグネットおよび前記第 1 空隙に配置されている前記円筒コイルの両面を直接冷却し、前記第 3 空隙を経由して外部に排出されるようにしたことを特徴とする無鉄心回転電気機械。

【請求項 2】

前記円筒コイルは、長手方向に離間された複数の線状部を有する導電性金属シートの複数の構成された積層体構造を有する円筒形であって導電性金属シートの各々の線状部が絶

縁層で覆われている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】

前記複数のマグネットの各々は、長辺は前記第 1 空隙に配置されている前記円筒コイルの長さに対応し、短辺は前記円筒コイルの円周方向に互いに隙間を空けて、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前記円筒コイルの長手方向に沿って配備されている直方体である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】

前記カップ型マウントは、前記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 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 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、前記外側円筒空路形成体の前記第 3 空隙および / または前記外側排気孔に対応する位置に 2 枚の円板と該円板の軸心に向い前記円板に懸架された複数の羽根板とを有する多翼遠心送風回転体が嵌装固定されてい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、前記外装体は前記第 3 空隙および / または前記外側排気孔から排出される前記外気を外部に逃がす排出孔を有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 8】

通電可能な無鉄心の円筒コイルと、該円筒コイルの一方の端面が固定されて中心部に駆動シャフトが回転自在に連結されている蓋型マウントとを有する固定子と、

前記蓋型マウントに回転自在に連結されている前記駆動シャフトが中心部に連結固定されて前記蓋型マウントの対極に配置されている、底部と内側円筒空路形成体および外側円筒空路形成体とを有するカップ型マウントと、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前記円筒コイルの円周方向に互いに隙間を空けて配備されている複数のマグネットとを有する回転子と、  
を含み、

前記カップ型マウントは、前記底部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とで第 1 空隙のエアギャップが形成されており、前記エアギャップには、配備されている露出した前記複数のマグネットと共に、前記円筒コイルが該円筒コイルの他方の端面が前記底部との間で隙間を残して浮かせた状態で配置されており、前記カップ型マウントの一方の端面と前記蓋型マウントとの間には、前記円筒コイルの内周側に位置する第 2 空隙と前記円筒コイルの外周側に位置する第 3 空隙とを有しており、前記カップ型マウントは前記底部に前記第 2 空隙に外気を引き込む通気孔を有する無鉄心回転電気機械の冷却方法であって、

前記円筒コイルに通電し、前記回転子を作動させるステップと、

前記回転子の回転および前記複数のマグネットの回転により発生する前記回転子周囲の圧力差によって、前記通気孔を介して前記第 2 空隙に前記外気を引き込むステップと、

前記第 2 空隙に引き込まれた前記外気は、前記回転子の回転および前記複数のマグネットの回転に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 空隙を流通して前記第 1 空隙に露出した加熱している前記複数のマグネットおよび前記第 1 空隙に配置されている前記円筒コイルを直接冷却するステップと、

前記回転子の回転および前記複数のマグネットの回転に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 空隙を流通させた前記外気を、前記第 3 空隙を経由させ、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 9】

前記円筒コイルは、長手方向に離間された複数の線状部を有する導電性金属シートの複数で構成された積層体構造を有する円筒形であって導電性金属シートの各々の線状部が絶縁層で覆われていることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記複数のマグネットの各々は、長辺は前記第 1 空隙に配置されている前記円筒コイルの長さに対応し、短辺は前記円筒コイルの円周方向に互いに隙間を空けて、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前記円筒コイルの長手方向に沿って配備されている直方体であることを特徴とする請求項 8 または 9 のいずれかに記載の方法。

【請求項 11】

前記カップ型マウントは、前記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 8 から 10 のいずれかに記載の方法。

【請求項 12】

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、前記第 1 空隙を流通させた前記外気を、前記第 3 空隙および前記内側排気孔および / または前記外側排気孔を経由させ、前記無鉄心回転電気機械から排出させるステップさらに含むことを特徴とする請求項 8 から 11 のいずれかに記載の方法。

【請求項 13】

前記カップ型マウントは、前記外側円筒空路形成体の前記第 3 空隙および / または前記外側排気孔に対応する位置に 2 枚の円板と該円板の軸心に向い前記円板に懸架された複数の羽根板とを有する多翼遠心送風回転体が前記外側円筒空路形成体に嵌装固定されており、前記多翼遠心送風回転体によって前記回転子の回転および前記複数のマグネットの回転により発生する前記回転子周囲の圧力差をさらに高め、前記第 2 空隙に引き込まれた前記外気の流量を増加させ、それにより、前記外気は、前記第 1 空隙を流通させて前記第 3 空隙を経由して前記無鉄心回転電気機械から排出されるようにしたことを特徴とする請求項 8 から 12 のいずれかに記載の方法。

【請求項 14】

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、前記第 3 空隙および / または前記外側排気孔から排出された前記外気を前記排出孔から逃がすステップをさらに含むことを特徴とする請求項 8 から 12 のいずれかに記載の方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】円筒コイルを備えた固定子を含む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、円筒コイルを備えた固定子を含む無鉄心回転電気機械およびその冷却方法に関する。

本発明は、より具体的には、通電可能な無鉄心の円筒コイルと、該円筒コイルの一方の

端面が固定されて中心部に駆動シャフトが回転自在に連結されている蓋型マウントとを有する固定子と、その蓋型マウントに回転自在に連結されている駆動シャフトが中心部に連結固定されて蓋型マウントの対極に配置されている、底部と内側円筒空路形成体および外側円筒空路形成体とを有するカップ型マウントと、外側円筒空路形成体の内周面および／または内側円筒空路形成体の外周面に円筒コイルの円周方向に互いに間隔を空けて配備されている複数のマグネットとを有する回転子とを含み、

カップ型マウントは、該カップ型マウントの底部と内側円筒空路形成体および外側円筒空路形成体とで第１空隙のエアギャップが形成されており、エアギャップには、配備されている露出した複数のマグネットと共に、円筒コイルが該円筒コイルの他方の端面がカップ型マウントの底部との間で隙間を残して浮かせた状態で配置されており、カップ型マウントの一方の端面と蓋型マウントの間には、円筒コイルの内周側に位置する第２空隙と円筒コイルの外周側に位置する第３空隙とを有する無鉄心回転電気機械であって、

カップ型マウントは底部に第２空隙に外気を引き込む通気孔を有しており、回転子の回転および複数のマグネットの回転により発生する回転子周囲の圧力差によって第２空隙に引き込まれた外気は、第１空隙を流通して第１空隙に露出した加熱している複数のマグネットおよび第１空隙に浮かせた状態で配置されている円筒コイルの両面を直接冷却し、第３空隙を経由して外部に排出されるようにしたことを特徴とする無鉄心回転電気機械およびその冷却方法に関するものである。

#### 【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】

巻線で円筒状に形成された円筒コイルを含む固定子と該円筒コイルを挟みエアギャップを形成する回転子と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、巻線からなる円筒コイルの抵抗（銅損）による発熱、さらには巻線からなる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、よく知られていることである。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冷却用空気を送り込むことや外気を取り入れるなど、巻線からなる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。それは、何層にも巻回された巻線からなるコイルまたは円筒コイルを用いることに限界があるためである。例えば、外気を取り入れて巻線を何層にも巻回したコイルの表面上を流通させたとしても、蓄熱された巻線コイルの内部にまで冷却用空気等を送り込むことは技術的に不可能だからである。

##### 【０００５】

本発明は、こうした技術的課題に挑戦し開発された無鉄心回転電気機械に関する。より具体的には、それは、長手方向に離間された複数の線状部を有する導電性金属シートからなる積層体構造を有する円筒形であって導電性金属シートの各々の線状部が絶縁層で覆われている通電可能な無鉄心の円筒コイルを用いた無鉄心回転電気機械であることを特徴とする。実際に２層または４層の導電性金属シートからなる積層体構造の厚みは５ｍｍ程度に過ぎず、このような円筒コイルの両面を直接冷却できれば、コイルの発熱制御は可能で

ある。本発明は、この点に着目して開発されたものである。

【 0 0 0 6 】

それはまた、このような円筒コイルと該円筒コイルの一方の端面が固定されている蓋型マウントとを含む固定子に対して底部と内側円筒空路形成体および外側円筒空路形成体とで円筒コイルが配置されるエアギャップを有するカップ型マウントと外側円筒空路形成体および / または内側円筒空路形成体に円筒コイルの円周方向に互いに間隔を空けて配備されている複数のマグネットとを有する回転子が固定子の蓋型マウントの対極に配置されている無鉄心回転電気機械において、カップ型マウントにはその内側空間に外気を引き込む通気孔を設け、回転子の回転に加えて円筒コイルの円周方向に互いに間隔を空けて複数配備されたマグネットの回転により発生する回転子周囲の圧力差によって円筒コイルの内側空間に取り込まれた外気は、エアギャップ内を流通し、エアギャップに浮かせた状態で配備されている 2 層または 4 層の導電性金属シートからなる積層体構造の円筒コイルの両面を直接冷却し、外部に排出されるようにした特徴を有する無鉄心回転電気機械およびその冷却方法である。

【 0 0 0 7 】

特開 2 0 1 2 - 1 6 2 1 8 号公報 ( 特許文献 1 ) または特開 2 0 1 2 - 3 0 7 8 6 公報 ( 特許文献 2 ) には、通電可能な無鉄心の円筒コイルを用いた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コイル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複数配備された永久磁石のマグネットが固定子を構成する円筒コイルの外周面に対向配置されるモータである。

【 0 0 0 8 】

まず、特許文献 1 には電動モータを作動させるときに発生する熱を冷却することについての記載は全くない。またそれを想定したものでもない。一方、特許文献 2 には、回転子のインナーヨークの内周面に形成される空間にインナーヨークに固定するブレーキ手段をさらに含み、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、インナーヨークの内周面に形成された空間を外気と連通させる構成が示されているが、これについての記載はないが、これはブレーキ手段による摩擦熱を外部に逃がすためのものと考えられる。いずれも本発明の無鉄心回転電気機械およびその冷却方法とは関係のないホイールインモータに関するものである。

【 0 0 0 9 】

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、固定電機子にエアー供給通路が穿設され「エアー供給通路から電機子コイルにエアーを直接吹き付け、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。ただし、上述されているように導線を何層にも巻回形成された空心型コイルを用いた固定電機子が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ものであり、電機子コイルにエアーを直接吹き付けたとしても、何層にも巻回形成されたコイル内部にまで冷却空気を吹き付けることはできない。これは、いうまでもなく本発明の対象である回転磁界形モータでもない。

【 0 0 1 0 】

特開 2 0 0 6 - 2 4 6 6 7 8 号公報 ( 特許文献 4 ) には、アウト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が何層にも巻回形成されたコイルの冷却方法が記載されている。冷却方法は、中空車軸に流入通路と排気通路とを隔壁を介して設けてコイル表面上に空気を流通させた後に、該空気をステータ外に排気するものであり、空気は何層にも巻回形成された導線の露出面をなぞるだけであり、導線が巻回形成されたコイル内部の蓄熱を冷却することはできない。

## 【 0 0 1 1 】

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何層にも巻回形成された導線からなる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たアウターロータ型磁石発電機が記載されている。この電動モータは、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、ステータコアに導線が何層にも巻回されたコイルの表面および永久磁石を冷却するため、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て冷却する方法が記載されている。さらにロータヨークに外部から冷却風を吸出し、該冷却風をロータヨークの外周に吹き付けロータヨークの内部に配置されたマグネットへの冷却効果を高めることができるとしている。しかしながら、このようなアウターロータ型磁石発電機も導線が何層にも巻回されたコイル内部の蓄熱まで冷却することはできない。

## 【 0 0 1 2 】

実開平 5 - 2 2 1 3 3 号公報（特許文献 6）には、電気自動車用のアウター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方法が記載されているが、この電動モータに用いられるコイルは、特許文献 3 から 5 に記載されたコイルと同様に、導線が何層にも巻回されたコイルであり、冷却用ファンで冷却空気を送り込んでもコイル内部の蓄熱まで冷却できるものではない。

## 【 0 0 1 3 】

米国特許 6 , 8 7 3 , 0 8 5 号明細書（特許文献 7）および特許第 3 7 0 4 0 4 4 号公報（特許文献 8）には、長手方向に離間された複数の線状部を有する導電性金属シートからなる積層体構造を有する円筒形であって導電性金属シートの各々の線状部が絶縁層で覆われている通電可能な無鉄心の円筒コイルを用いたブラッシレスモータが記載されているが、エアギャップに浮かせた状態で配置される円筒コイルや露出した複数のマグネットを冷却する方法も冷却手段についても全く想定されておらず、それについての記載は一切ない。いずれも無鉄心回転電気機械の構成を有するが、本発明の無鉄心回転電気機械およびその冷却方法とは全く関係がないブラッシレスモータに関するものである。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 1 6 2 1 8 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 2 - 3 0 7 8 6 号公報

【 特許文献 3 】 特許 2 6 5 7 1 9 2 号明細書

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 6 - 2 4 6 6 7 8 号公報

【 特許文献 5 】 特許第 3 4 9 4 0 5 6 号公報

【 特許文献 6 】 実開平 5 - 2 2 1 3 3 号公報

【 特許文献 7 】 米国特許 US 6 , 8 7 3 , 0 8 5 B 2 明細書

【 特許文献 8 】 特許第 3 7 0 4 0 4 4 号公報

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 1 5 】

【 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 】

## 【 0 0 1 6 】

円筒コイルを含む固定子と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と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、無鉄心回転電気機械の効率を劣化させるなど、無鉄心回転電気機械に内在する避け難い技術的課題として認識されている

。そのために、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】

【0017】

本発明の技術的課題は、2層または4層の導電性金属シートからなる積層体構造の円筒コイルと該円筒コイルの一方の端面が固定されている蓋型マウントとを含む固定子に対して、底部と内側円筒空路形成体および外側円筒空路形成体とで円筒コイルが配置されるエアギャップを有するカップ型マウントと外側円筒空路形成体および/または内側円筒空路形成体に円筒コイルの円周方向に互いに間隔を空けて配備されている複数のマグネットとを有する回転子が蓋型マウントの対極に配置されている無鉄心回転電気機械において、カップ型マウントにはその内側空間に外気を引き込む通気孔が設けられており、回転子の回転およびマグネットの回転により発生する回転子周囲の圧力差によって円筒コイルの内側空間に取り込まれた外気は、エアギャップ内を流通し、エアギャップに浮かせた状態で配備されている円筒コイルの両面を直接冷却し、外部に排出されるように構成された無鉄心回転電気機械にすることによって解決することができた。

【0018】

本発明の第1の態様は、図1から図4および図7に示されるように、通電可能な無鉄心の円筒コイル200と、円筒コイル200の一方の端面201が固定されて中心部310に駆動シャフト100が回転自在に連結されている蓋型マウント300とを有する固定子2と、蓋型マウント300に回転自在に連結されている駆動シャフト100が中心部410に連結固定されて蓋型マウント300の対極に配置されている、底部420と内側円筒空路形成体500および外側円筒空路形成体600とを有するカップ型マウント400と、外側円筒空路形成体600の内周面610および/または内側円筒空路形成体500の外周面520に円筒コイル200の円周方向に互いに隙間401を空けて配備されている複数のマグネット4とを有する回転子3と、を含み、

カップ型マウント400は、底部420と内側円筒空路形成体500および外側円筒空路形成体600とで第1空隙のエアギャップ40が形成されており、エアギャップ40には、配備されている露出した複数のマグネット4と共に、円筒コイル200が該円筒コイル200の他方の端面202が底部420との間で隙間42を残して浮かせた状態で配置されており、カップ型マウント400の一方の端面530、630と蓋型マウント300との間に円筒コイル200の内周側210に位置する第2空隙20と円筒コイル200の外周側220に位置する第3空隙30とを有する無鉄心回転電気機械10であって、カップ型マウント400は底部420に第2空隙20に外気70を引き込む通気孔430を有しており、回転子3の回転および複数のマグネット4の回転により発生する回転子周囲の圧力差によって第2空隙20に引き込まれた外気70は、第1空隙40を流通し、第1空隙40に露出した加熱している複数のマグネット4および第1空隙40に配置されている円筒コイル200の両面210、220を直接冷却し、第3空隙30を経由し、外部に排出されるようにした無鉄心回転電気機械10に関するものである。

【0019】

本発明の第1の態様から明らかなように、無鉄心回転電気機械10は、カップ型マウント400の底部420に第2空隙20に外気70を引き込む通気孔430が設けられ、通気孔430を介し、回転子3の回転および複数のマグネット4の回転により発生する回転子周囲の圧力差によって第2空隙20に取り込まれた外気70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る。

【0020】

本発明の一つの実施形態として、カップ型マウント400は、回転子3の回転および複数のマグネット4の回転により発生する回転子周囲の圧力差によって、内側円筒空路形

成体 5 0 0 の内周側 5 1 0 に形成された第 2 空隙 2 0 に通じる空間 5 4 0 に外気 7 0 を取り入れるための複数の通気孔 4 3 0 および該通気孔 4 3 0 を覆うフィルター 4 3 1 を底部 4 2 0 に設けることができる。フィルター 4 3 1 は回転子 3 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。

【 0 0 2 1 】

本発明のもう一つ実施形態として、図 4 に示されるように、複数のマグネット 4 の各々は、長辺は第 1 空隙 4 0 に配置されている円筒コイル 2 0 0 の長さ L に対応し、短辺は円筒コイル 2 0 0 の円周方向に互いに隙間 4 0 1 を空けて、内側円筒空路形成体 5 0 0 の外周面 5 2 0 に円筒コイル 2 0 0 の長手方向に沿って配備されている直方体とすることができる。円筒コイル 2 0 0 の円周方向に互いに隙間 4 0 1 を空けて配備されている複数のマグネット 4 は、回転子 3 の回転と共に配備された複数のマグネット 4 の回転によって、第 2 空隙 2 0 に引き込まれる外気 7 0 の流量を増加させ、第 1 空隙 4 0 に流通する外気 7 0 による冷却効果をさらに高めることができる。

【 0 0 2 2 】

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 4 0 0 はさらに、円筒コイル 2 0 0 の長手方向に沿うように配備された複数のマグネット 4 の隙間 4 0 1 に相当する内側円筒空路形成体 5 0 0 の位置に内側排気孔 5 6 0 および / または外側円筒空路形成体 6 0 0 の位置に外側排気孔 6 6 0 を設けることができる。そうすることにより、第 2 空隙 2 0 に引き込まれる外気 7 0 の流量を増加させ、第 1 空隙 4 0 に流通する外気 7 0 による冷却効果をさらに高めることができる。

【 0 0 2 3 】

本発明のさらにもう一つの実施形態として、カップ型マウント 4 0 0 は、図 6 に示されるように、外側円筒空路形成体 6 0 0 の第 3 空隙 3 0 に対応する位置に 2 枚の円板 2 1 0 0 と該円板 2 1 0 0 の軸心に向い円板 2 1 0 0 に懸架された複数の羽根板 2 2 0 0 とを有する多翼遠心送風回転体が嵌装固定されている構成にすることができる。そうすることにより、外気 7 0 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。

【 0 0 2 4 】

本発明の他の一つの実施形態として、固定子 2 は、蓋型マウント 3 0 0 に一方の端面 9 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 を有する外装体をさらに含み、外装体 9 は第 3 空隙 3 0 から排出される外気 7 0 を外部に逃がす排出孔 9 0 を有する構成にすることができる。

【 0 0 2 5 】

本発明の第 2 の態様は、図 1 から図 4 および図 7 に示されるように、通電可能な無鉄心の円筒コイル 2 0 0 と、円筒コイル 2 0 0 の一方の端面 2 0 1 が固定されて中心部 3 1 0 に駆動シャフト 1 0 0 が回転自在に連結されている蓋型マウント 3 0 0 とを有する固定子 2 と、蓋型マウント 3 0 0 に回転自在に連結されている駆動シャフト 1 0 0 が中心部 4 1 0 に連結固定されて蓋型マウント 3 0 0 の対極に配置されている、底部 4 2 0 と内側円筒空路形成体 5 0 0 および外側円筒空路形成体 6 0 0 とを有するカップ型マウント 4 0 0 と、外側円筒空路形成体 6 0 0 の内周面 6 1 0 および / または内側円筒空路形成体 5 0 0 の外周面 5 2 0 に円筒コイル 2 0 0 の円周方向に互いに隙間 4 0 1 を空けて配備されている複数のマグネット 4 とを有する回転子 3 と、

を含み、

カップ型マウント 4 0 0 は、底部 4 2 0 と内側円筒空路形成体 5 0 0 および外側円筒空路形成体 6 0 0 とで第 1 空隙のエアギャップ 4 0 が形成されており、エアギャップ 4 0 には、配備されている露出した複数のマグネット 4 と共に、円筒コイル 2 0 0 が該円筒コイル 2 0 0 の他方の端面 2 0 2 が底部 4 2 0 との間で隙間 4 2 を残して浮かせた状態で配置されており、カップ型マウント 4 0 0 の一方の端面 5 3 0、6 3 0 と蓋型マウント 3 0 0 との間に円筒コイル 2 0 0 の内周側 2 1 0 に位置する第 2 空隙 2 0 と円筒コイル 2 0 0 の外周側 2 2 0 に位置する第 3 空隙 3 0 とを有しており、カップ型マウント 4 0 0 は底部 4 2 0 に第 2 空隙 2 0 に外気 7 0 を引き込む通気孔 4 3 0 を有する無鉄心回転電気機械 1 0 の



冷却方法であって、

円筒コイル 2 0 0 に通電し、回転子 3 を作動させるステップと、回転子 3 の回転および複数のマグネット 4 の回転により発生する回転子 3 の周囲の圧力差によって、カップ型マウント 4 0 0 の通気孔 4 3 0 を介し、第 2 空隙 2 0 に外気 7 0 を引き込むステップと、第 2 空隙 2 0 に引き込まれた外気 7 0 は、回転子 3 の回転および複数のマグネット 4 の回転に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 4 0 を流通し、第 1 空隙 4 0 に露出した加熱している複数のマグネット 4 および第 1 空隙 4 0 に配置されている円筒コイル 2 0 0 の両面 2 1 0 , 2 2 0 を直接冷却するステップと、回転子 3 の回転および複数のマグネット 4 の回転に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 4 0 を流通させた外気 7 0 を、第 3 空隙 3 0 を経由させ、無鉄心回転電気機械 1 0 から排出させるステップと、  
を含む方法に関するものである。

【 0 0 2 6 】

本発明の第 2 の態様から明らかなように、無鉄心回転電気機械 1 0 の冷却方法は、カップ型マウント 4 0 0 の底部 4 2 0 に設けられた第 2 空隙 2 0 に外気 7 0 を引き込むための通気孔 4 3 0 を介し、回転子 3 の回転および複数のマグネット 4 の回転により発生する回転子周囲の圧力差によって外気 7 0 を第 2 空隙 2 0 に取り込み、次に回転子 3 の回転および複数のマグネット 4 の回転により発生する回転子周囲の圧力差によって第 2 空隙 2 0 から外気 7 0 を、第 1 空隙 4 0 に流通させ、第 1 空隙 4 0 に露出した加熱している複数のマグネット 4 および第 1 空隙 4 0 に配置されている円筒コイル 2 0 0 の両面 2 1 0 , 2 2 0 を直接冷却させ、第 3 空隙 3 0 から排出させるものである。

【 0 0 2 7 】

本発明の一つの実施形態として、カップ型マウント 4 0 0 は、回転子 3 の回転および複数のマグネット 4 の回転により発生する回転子周囲の圧力差によって、内側円筒空路形成体 5 0 0 の内周側 5 1 0 に形成された第 2 空隙 2 0 に通じる空間 5 4 0 に外気 7 0 を取り入れるための複数の通気孔 4 3 0 および該通気孔 4 3 0 を覆うフィルター 4 3 1 を底部 4 2 0 に設けることができる。フィルター 4 3 1 は回転子 3 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を有する。

【 0 0 2 8 】

本発明のもう一つの実施形態として、図 4 に示されるように、複数のマグネット 4 の各々は、長辺は第 1 空隙 4 0 に配置されている円筒コイル 2 0 0 の長さ L に対応し、短辺は円筒コイル 2 0 0 の円周方向に互いに隙間 4 0 1 を空けて、外側円筒空路形成体 6 0 0 の内周面 6 1 0 および / または内側円筒空路形成体 5 0 0 の外周面 5 2 0 に円筒コイル 2 0 0 の長手方向に沿って配備されている直方体とすることができる。それにより、本方法は、回転子 3 の回転および配備された複数のマグネット 4 の回転により発生する回転子 3 周囲の圧力差をさらに高め、第 2 空隙 2 0 に引き込まれる外気 7 0 の流量を増加させ、第 1 空隙 4 0 に流通する外気 7 0 の冷却効果を高めることができるようにした方法である。

【 0 0 2 9 】

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 4 0 0 はさらに、円筒コイル 2 0 0 の長手方向に沿うように配備された複数のマグネット 4 の隙間 4 0 1 に相当する内側円筒空路形成体 5 0 0 の位置に内側排気孔 5 6 0 および / または外側円筒空路形成体 6 0 0 の位置に外側排気孔 6 6 0 を設けることができる。そうすることにより、第 2 空隙 2 0 に引き込まれる外気 7 0 の流量を増加させ、第 1 空隙 4 0 に流通する外気 7 0 による冷却効果をさらに高めることができるようにした方法である。

【 0 0 3 0 】

本発明のさらにもう一つの実施形態として、カップ型マウント 3 0 0 は、図 6 に示されるように、外側円筒空路形成体 6 0 0 の第 3 空隙 3 0 および / または外側排気孔 6 6 0 に対応する位置に 2 数の円板 2 1 0 0 と該円板 2 1 0 0 の軸心に向い円板 2 1 0 0 に懸架された複数の羽根板 2 2 0 0 とを有する多翼遠心送風回転体 2 0 0 0 が外側円筒空路形成

体 6 0 0 に嵌装固定されており、本方法は、多翼遠心送風回転体 2 0 0 0 によって、回転子 3 の回転および複数のマグネット 4 の回転により発生する回転子 3 周囲の圧力差をさらに高め、第 2 空隙 2 0 に引き込まれた外気 7 0 の流量をさらに増加させ、外気 7 0 の冷却効果をより高め、それにより、外気 7 0 を、第 1 空隙 4 0 を流通させ、第 3 空隙 3 0 および外側排気孔 6 6 0 を経由させ、第 1 空隙 4 0 に露出した加熱している複数のマグネット 4 および第 1 空隙 4 0 に配置されている円筒コイル 2 0 0 の両面 2 1 0 , 2 2 0 を直接冷却し、無鉄心回転電気機械 1 0 から排出させるようにした方法である。

#### 【 0 0 3 1 】

本発明の他のもう一つの実施形態として、図 5 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、本方法は、それにより、第 3 空隙 3 0 および外側排気孔 6 6 0 から排出された外気 7 0 を排出孔 9 0 より逃がすステップをさらに含むことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 3 2 】

【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複数の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 7】図 1 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 ) の断面図 ( a ) および斜視図 ( b ) である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【 0 0 3 3 】

回転電気機械の性能の一つである発生トルク  $T$  (  $N \cdot m$  ) 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  $T$  (  $N \cdot m$  ) と回転角速度 (  $rad / s$  ) 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  $R$  ( ) との積に誘導起電力である逆起電力  $E_0$  (  $V$  ) を合算した式とつりあう。

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

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

$$V = I R + E_0 \cdots (3)$$

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

#### 【 0 0 3 4 】

そこで本発明を特徴づける図 1 ~ 図 4 に示される円筒コイル 2 0 0 を含む固定子 2 を備えた無鉄心回転電気機械 1 0 ( 以下、「本発明の電動モータ 1 0」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 2 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 2 0 0 を用いたことにある。それは、円筒コイル 2 0 0 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、長手方向に直交する離間された複数の線状部を有する導電性金属シートの複数で構成された積層体構造を有する円筒形であって導電性金属シートの各々の線状部が絶縁層で覆われている通電可能な無鉄心の円筒コイルであって、好ましくは、2 層または 4 層からなる厚さが 5 mm 以下の一定の剛性を有する

ものである。

【0035】

基本構造の特徴の第2には、それは、円筒コイル200の一方の端面201を、固定子2を構成する蓋型マウント300の内周面によって閉鎖し、円筒コイル200の開放された他方の端面202を、回転子3を構成する、例えば、カップ型マウント400の底部420と、複数のマグネット（永久磁石）4が配備された磁性体からなる外側円筒空路形成体600および内側円筒空路形成体500（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600」といい、内側円筒空路形成体を「インナーヨーク500」と称することとする。）と、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に浮かせた状態で挿入配置する構造を有する。

【0036】

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200は、その内周面210および外周面220を回転子3のアウターヨーク600の内周面610およびインナーヨーク500の外周面520に接しないように、かつ、その開放端面202を、回転子3を構成するカップ型マウント400の底部420に接しないように、エアギャップ40内に僅かの隙間42を空け浮かせた状態になる。それは、円筒コイル200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100に配置する構造を有するものである。

【0037】

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200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210に形成され、その空隙540はエアギャップ40のみに通じる。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220にエアギャップ40と外気との間に形成される。

【0038】

そうなると、円筒コイル200の内周面210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のみに連通し、回転子3の内面を経て円筒コイル200の外周面220と固定子2の内面とアウターヨーク600の開放端とで形成される開放空間となる第3空隙30と連通させることができる。

【0039】

本発明の電動モータ10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600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の回転により発生する回転子3の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。この負圧状態によって第2空隙20に外気70を取り入れ、ここに取り込まれた外気70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200の内周面を経て外周面をなぞりながら、厚みが5mm以下の導電性金属シートの複数で構成された積層体構造の円筒コイル200の両面210, 220を直接冷却し、第3空隙30を経由し、アウターヨーク600の開放端の第3空隙30から排出されることになる。

【0040】

明らかなことは、本発明の電動モータ10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。それは、上記した本発明の電動モータ10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の円筒コイル200であって厚みが5mm以下の極薄厚の導電性金属シートの積層体構造に成形された剛性を有する円筒コイル200を浮かせた状態で挿入配置し、閉鎖空間540に通じる第2空隙20がアウターヨーク600の開放端30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。図7は、円筒コイル200を含む固定子2を備えた無鉄心回転電気機械10の一

実施形態（プロトタイプ・モータ）である。

【 0 0 4 1 】

図 7 に示される一実施形態の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 . 3 5 mm で外径は 5 1 mm の円筒コイル 2 0 0 は、幅 1 1 mm で長手方向の長さが 3 7 . 7 5 mm の第 1 空隙のエアギャップ 4 0 に挿入配置される。ところで複数のマグネット 4 は、図 7 の斜視図（ b ）に示されるように、厚さ 3 . 8 5 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 . 1 9 mm の間隔 4 0 1 を空けてインナーヨーク 5 0 0 の外周面 5 2 0 に配備される。なお間隔 4 0 1 を空けた複数のマグネット 4 の回転によるマグネット羽根機能については後述される。

【 0 0 4 2 】

第 2 に、回転子 3 に一体化されたアウターヨーク 6 0 0 およびインナーヨーク 5 0 0 の開放された端面と該端面に対置する固定子 2 の内面との間には、 2 . 3 3 mm 幅の第 2 空隙 2 0 および第 3 空隙 3 0 が形成されており、閉鎖空間の第 2 空隙 2 0 には、冷却用気を送り込むために外部と連通する内径 3 mm の経路 3 2 0 0 を設けることができる。

【 0 0 4 3 】

第 3 に、図 7 の断面図（ a ）に示されるように、円筒コイル 2 0 0 の内周面 2 1 0 とネオジム磁石の複数のマグネット 4 の外周面との間隙は僅か 0 . 3 mm であり、円筒コイル 2 0 0 の外周面 2 2 0 とアウターヨーク 6 0 0 の内周面 6 1 0 との間隙は、 0 . 4 mm に過ぎない。いずれの間隙も狭隘である。

【 0 0 4 4 】

ところで、電動機は電力を動力に変換する装置、つまり電気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なってしまう。一般的な回転電気機械の損失は、（ i ）銅損、（ i i ）鉄損（ヒステリシス損失 + 渦電流損失）、（ i i i ）機械損に分類される。この中で（ i ）銅損、（ i i ）鉄損が損失に占める割合が大きい。厚みが 5 mm 以下の導電性金属シートの複数で構成された積層体構造の円筒コイル 2 0 0 を含む固定子 2 および円筒コイル 2 0 0 を浮かせた状態で挿入配置するエアギャップ 4 0 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（ i i ）鉄損が生じることはないが、円筒コイル 2 0 0 に渦電流損が発生し、これも（ i ）銅損とともに円筒コイル 2 0 0 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 2 0 0 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 4 0 の長手方向にインナーヨーク 5 0 0 の外周面 5 2 0 に配備される直方体の複数のマグネット 4 が加熱により保磁力を劣化させないように、複数のマグネット 4 の加熱を抑制することである。

【 0 0 4 5 】

また複数の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、同じ素材のマグネット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 5 3 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、 8 0 程度が使用限度であるという（非特許文献 1 の 2 7 ページを参照されたい。）。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。

【 0 0 4 6 】

電力モータの性能を見る尺度の一つは、モータの駆動電圧を高く設定すれば、当然、回転数（ r p m ）は増大する。それにもなって、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 2 0 0 の発熱量（ J / m <sup>3</sup> ）も増大する。そのことにより、円筒コイル 2 0 0 の抵抗値 R は必然的に高まる。また、出力（ W ）の大きさによって

評価することが出来る。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 によって評価することができる。

【 0 0 4 7 】

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何層にも巻線された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。

【 0 0 4 8 】

本発明において重要なことは、図 1 に示されたように、回転子 3 を構成するカップ型マウント 4 0 0 の底部 4 2 0 に複数の通気口 4 3 0 を設けて回転子 3 の回転により発生する回転子 3 の周囲の圧力差によって、外気 7 0 を取り入れるようにしたことである。電動モータ内に外気を取り入れて電動モータのコイルやマグネットの冷却することは周知である。しかしながら、本発明の電動モータの基本構造である図 4 に示された外側円筒空路形成体 6 0 0 の内周面 6 1 0 および / または内側円筒空路形成体 5 0 0 の外周面 5 2 0 に円筒コイル 2 0 0 の円周方向に互いに隙間 4 0 1 を空けて配備されている複数のマグネット 4 に着目し、以下のようなマグネットの羽根効果が生じることを明らかにした。

【 0 0 4 9 】

図 7 ( b ) の模式図に示されているインナーヨーク 5 0 0 の表面に駆動シャフト 1 0 0 の長手方向に沿って接着固定された直方体の複数のマグネット 4 は、インナーヨーク 5 0 0 の表面の形状に合わせエポキシ系の接着剤等を用い、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 . 1 9 mm の間隔は、各々のマグネット 4 の間隔 4 0 1 に相当する。第 2 空隙に引き込まれた外気 7 0 は、回転子 3 の回転に加えて複数のマグネット 4 の回転に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 4 0 を流通し、第 1 空隙に露出した加熱している複数のマグネット 4 および第 1 空隙 4 0 に配置されている円筒コイル 2 0 0 の両面を直接冷却し、第 3 空隙 3 0 を経由して本発明の電動モータ 1 0 の外部に排出される。

【 0 0 5 0 】

図 6 は、図 1 および図 4 に示された無鉄心回転電気機械 1 0 のインナーヨーク 5 0 0 およびアウターヨーク 6 0 0 に設けられた複数のマグネット 4 の各々の間隔 4 0 1 に対応する位置に、円筒コイル 2 0 0 およびインナーヨーク 5 0 0 およびアウターヨーク 6 0 0 に配備されている複数のマグネット 4 の各々に対する冷却効果を高めるための多翼遠心送風回転体 2 0 0 0 が回転子 3 を構成するカップ型マウント 4 0 0 に嵌装固定されるようにしたものである。

【 0 0 5 1 】

そのカップ型マウント 4 0 0 は、第 3 空隙 3 0 および / または外側排気孔 6 6 0 に対応する位置に 2 枚の円板 2 1 0 0 と円板 2 1 0 0 の軸心に向い 2 枚の円板 2 1 0 0 に懸架された複数の羽根板 2 2 0 0 で構成された水車型のアウターヨーク 6 0 0 に嵌装固定される多翼遠心送風回転体 2 0 0 0 を有し、それにより、第 3 空隙 3 0 および / または外側排気孔 6 6 0 から外気 7 0 を排出させる回転子 3 の回転および複数のマグネットの回転により発生する回転子 3 の周囲の圧力差を増幅させることができる。すなわち、吸引される外気 7 0 の流量を増やし、外気 7 0 を第 1 空隙 4 0 内の流通を高速化して冷却効果を高めることができる。

【 0 0 5 2 】

本電動モータ内部に外気 7 0 を引き込むことができる閉鎖空間 5 4 0 に通じる第 2 空隙 2 0 が形成され、そこから、円筒コイル 2 0 0 の内周面 2 1 0 および外周面 2 2 0 をなぞりながら、第 3 空隙 3 0 および / または外側排気孔 6 6 0 から熱せられた外気 7 0 を外部に排出できるようにした。これは、駆動電圧を高く設定するほど、冷却効果が大きいという実現不能とされていた技術的課題を解決させた。

【 0 0 5 3 】

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】

【 0 0 5 4 】

- 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
- 9 外装体
  
- 1 0 電機子を含む無鉄心回転電気機械
- 2 0 第 2 空隙
- 3 0 第 3 空隙
- 4 0 第 1 空隙またはエアギャップ
- 4 1 内側間隙
- 4 2 中間間隙
- 4 3 外側間隙
- 7 0 第 2 空隙に引き込まれた外気
- 9 0 排出孔
  
- 1 0 0 駆動シャフト
- 1 1 0 駆動シャフトの中間部
- 1 2 0 駆動シャフトの終端部
  
- 2 0 0 円筒コイル
- 2 0 1 円筒コイルの（固定）端面
- 2 0 2 円筒コイルの（開放）端面
- 2 1 0 円筒コイルの内周面
- 2 2 0 円筒コイルの外周面
  
- 3 0 0 蓋型マウント
- 3 1 0 蓋型マウントの中心部
  
- 4 0 0 カップ型マウント
- 4 0 1 隣接するマグネットの間の隙間
- 4 1 0 カップ型マウントの中心部
- 4 2 0 カップ型マウントの底部
- 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
  
- 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の内周面
- 6 2 0 外側円筒空路形成体またはアウターヨークの外周面
- 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

- 9 0 0 保護外套
- 9 0 1 保護外套の端面

- 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

【手続補正 3】

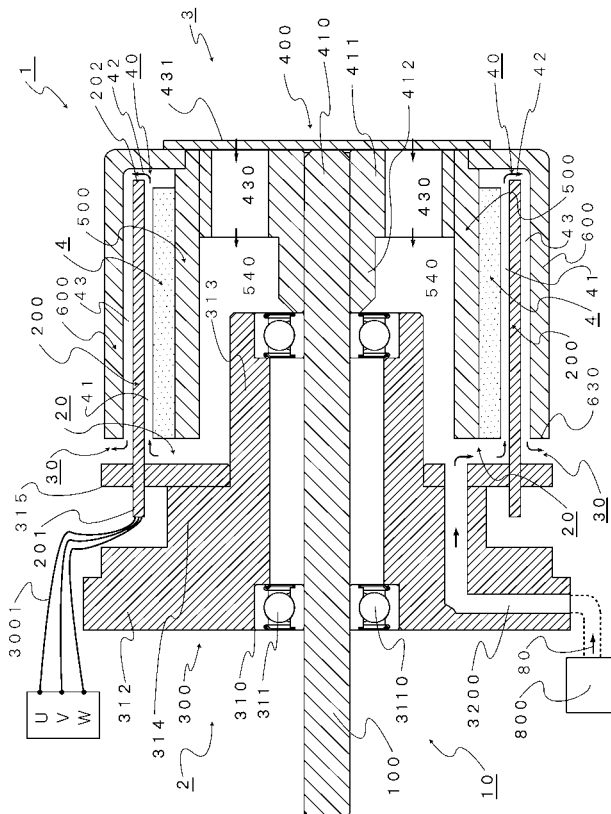
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

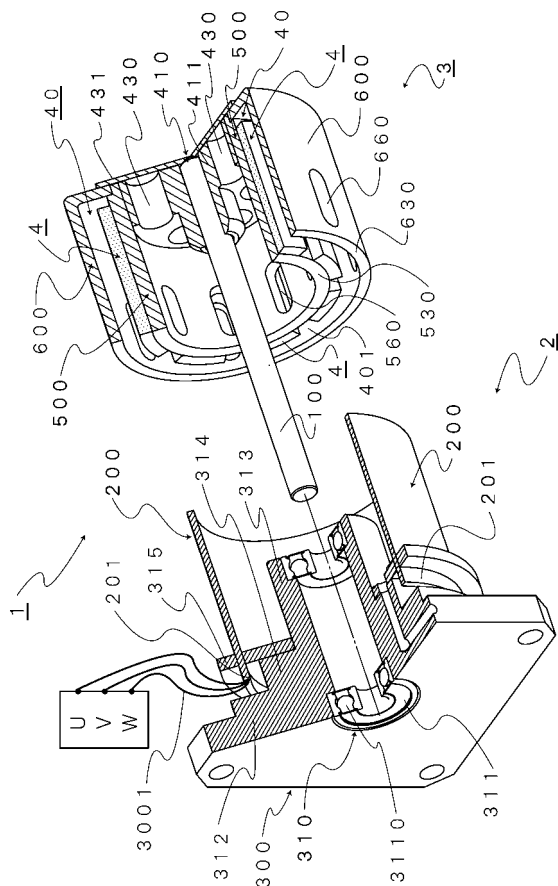
【補正方法】変更

【補正の内容】

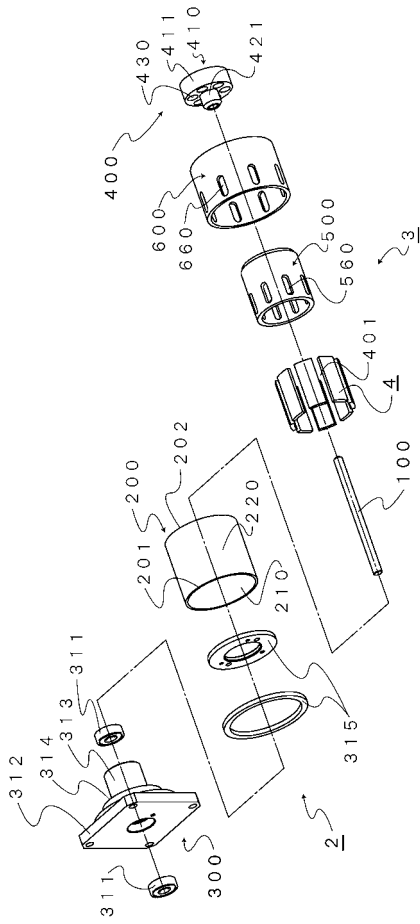
【図 1】



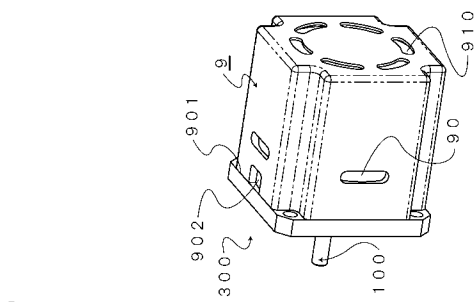
【図 2】



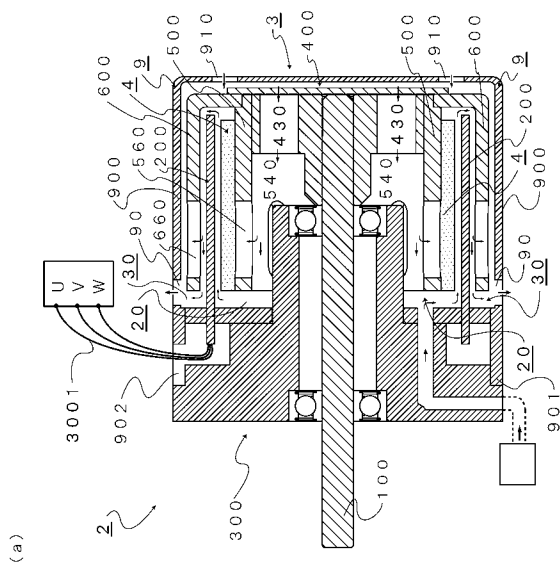
【図 3】



【図 5】

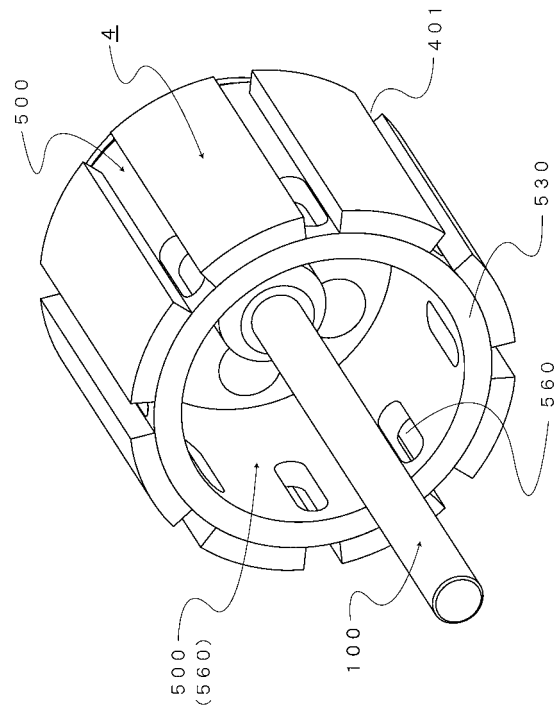


(b)

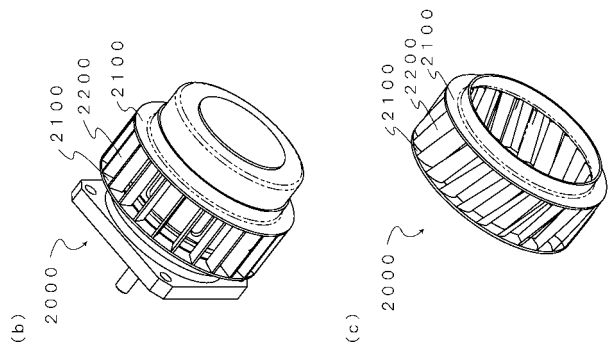


(a)

【図 4】

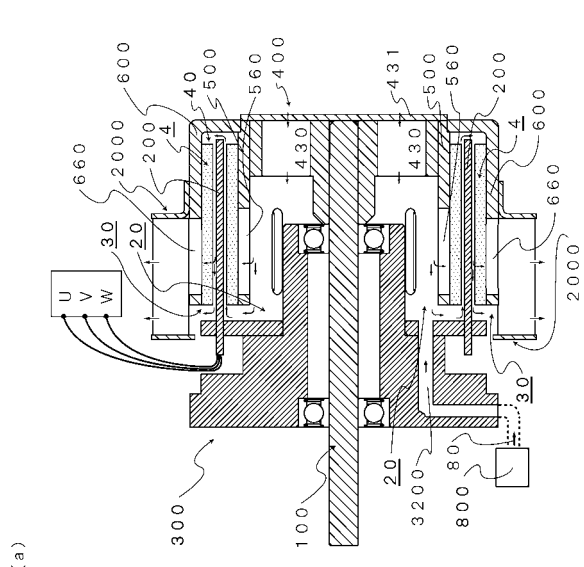


【図 6】



(b)

(c)



(a)



【圖 7】

