

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6343092号  
(P6343092)

(45) 発行日 平成30年6月13日 (2018. 6. 13)

(24) 登録日 平成30年5月25日 (2018. 5. 25)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>HO2K</b>	<b>1/20</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/20	A
<b>HO2K</b>	<b>9/19</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	9/19	Z

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2017-502757 (P2017-502757)	(73) 特許権者	516290818
(86) (22) 出願日	平成27年3月19日 (2015. 3. 19)		ブリベル テクノロジーズ, リミティド
(65) 公表番号	特表2017-511116 (P2017-511116A)		ライアビリティ カンパニー
(43) 公表日	平成29年4月13日 (2017. 4. 13)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 900
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/021453		68, ロサンゼルス, バレー オーク ド
(87) 国際公開番号	W02015/148258		ライブ 5781
(87) 国際公開日	平成27年10月1日 (2015. 10. 1)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成28年9月27日 (2016. 9. 27)		弁理士 青木 篤
(31) 優先権主張番号	61/971, 421	(74) 代理人	100102819
(32) 優先日	平成26年3月27日 (2014. 3. 27)		弁理士 島田 哲郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100123582
(31) 優先権主張番号	62/091, 276		弁理士 三橋 真二
(32) 優先日	平成26年12月12日 (2014. 12. 12)	(74) 代理人	100153084
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大橋 康史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 横断液冷式回転子および固定子を有する誘導電動機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- 回転軸と、前記回転軸に対して平行なシャフトおよび複数の積重ねられた磁気積層体を有する回転子鉄心と、を有する回転子、

を含む電気機械において、

- 前記回転子鉄心の前記積層体の各々が、重複して複数の回転子流体チャネルを形成する複数の孔を有し、前記複数の回転子流体チャネルのうちの1つの回転子流体チャネルが前記回転軸と完全に整列されておらず、前記1つの回転子流体チャネルは、前記積層体の前記回転軸方向の長さ全体にわたり軸方向であり、さらに、前記積層体内部に横断方向の構成要素(230)を有しており、

- 前記シャフトが、前記回転子流体チャネルと流体連通状態にある流体通路を有している、

ことを特徴とする電気機械。

【請求項 2】

- 前記回転子流体チャネルと流体連通状態にある回転子マニホールド流体チャネルを有する回転子マニホールド、

をさらに含み、

- 前記回転子マニホールド流体チャネルが、前記回転子マニホールドと前記回転子マニホールド流体チャネル内の流体との間の熱伝達を増強させるように構成された内部構造を有し、

- 前記回転子がさらに、複数の軸方向パーと2つのエンドリングを有する回転子かごを

含み、

- 前記回転子マニホールドが、前記2つのエンドリングのうち一方のエンドリングの内部に埋め込まれた突起を有する、

ことを特徴とする請求項1に記載の機械。

【請求項3】

- 固定子巻線と複数の積重ねられた磁気積層体を有する固定子鉄心とを有する固定子であって、前記固定子鉄心の前記積層体の各々が、重複して複数の固定子流体チャネルを形成する複数の孔を有し、前記複数の固定子流体チャネルのうちの1つの固定子流体チャネルが完全には軸方向でない、固定子と、

- 前記回転子流体チャネルと流体連通状態にある回転流体継手と、  
を含む電気機械において、

前記回転子および前記固定子が、前記回転子と前記固定子の間にエアギャップを含む磁気回路を形成するように構成されている、

ことを特徴とする請求項1に記載の機械。

【請求項4】

- 前記固定子鉄心の前記積層体の複数の、前記孔が前記シャフトと同軸の螺旋上にあり、および/または

- 前記回転子鉄心の前記積層体の複数の前記孔が前記シャフトと同軸の螺旋上にある、  
ことを特徴とする請求項3に記載の機械。

【請求項5】

- 前記固定子流体チャネルと流体連通状態にある固定子マニホールド流体チャネルを有する固定子マニホールドと、

- 前記回転子流体チャネルと流体連通状態にある回転子マニホールド流体チャネルを有する回転子マニホールド、

のうちの少なくとも1つをさらに含む、

ことを特徴とする請求項3に記載の機械。

【請求項6】

前記固定子鉄心にしっかり固定された流れ誘導装置および/または前記回転子鉄心にしっかり固定された流れ誘導装置をさらに含む、

ことを特徴とする請求項5に記載の機械。

【請求項7】

前記固定子鉄心および前記回転子鉄心の少なくとも1つが、

- 前記鉄心の第1の端部に少なくとも1つの孔を有する第1の積層体と、

- 前記第1の端部とは反対側の前記鉄心の一端部に少なくとも1つの孔を有する第2の積層体と、  
を含み、

- 前記第2の積層体が前記第1の積層体のいずれの孔とも重複しない孔を有し、

- 前記第1の積層体が前記第2の積層体のいずれの孔とも重複しない孔を有する、

ことを特徴とする請求項5に記載の機械。

【請求項8】

前記固定子鉄心が、約  $0.4 \text{ w/m}$  よりも高い熱伝導率を有する電気絶縁性樹脂を含み、

前記樹脂が、約10%未満の空隙率で、

- 前記固定子鉄心と前記固定子巻線との間の空間、および/または

- 前記固定子マニホールドと前記固定子巻線の最終巻回との間の空間、および/または

- 前記固定子巻線内の空間、

を充填している、

ことを特徴とする請求項5に記載の機械。

【請求項9】

- 前記固定子マニホールド流体チャネルが、複数の積重ねられた固定子マニホールド冷却器

10

20

30

40

50

積層体を含み、

- 前記固定子マニホールド冷却器積層体が、複数の固定子冷却器孔を有し、前記固定子冷却器孔が重複して複数の固定子マニホールド冷却器流体チャネルを形成している、  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の機械。

【請求項 10】

前記複数の固定子マニホールド冷却器流体チャネルの 1 つの固定子マニホールド冷却器流体チャネルが完全には軸方向でない、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の機械。

【請求項 11】

前記固定子鉄心および前記回転子鉄心の各々が、

- 第 1 の軸方向配向および複数の実質的に同一の第 1 の孔を有する第 1 の積層体と、
- 第 2 の軸方向配向および複数の実質的に同一の第 2 の孔を有する第 2 の積層体と、  
を含み、  
前記第 1 の孔の 1 つは、前記第 2 の孔の 1 つと形状および / またはサイズが異なっており、および / または  
前記第 1 の軸方向配向が前記第 2 の軸方向配向と異なっている、  
ことを特徴とする請求項 3 に記載の機械。

10

【請求項 12】

前記固定子鉄心および前記回転子鉄心の少なくとも 1 つが、

- 第 1 の積層体と、
- 前記第 1 の積層体に隣接し、これと実質的に同一でかつ前記第 1 の積層体と実質的に同じ軸方向配向を有する第 2 の積層体と、  
を含む、  
ことを特徴とする請求項 3 に記載の機械。

20

【請求項 13】

前記固定子鉄心の外部表面および / または前記回転子鉄心の外部表面が、樹脂で封止されている、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の機械。

【請求項 14】

前記固定子流体チャネル内および前記回転子流体チャネル内に流体をさらに含み、  
前記流体が、オートマチックトランスミッションオイル、変圧器油および水性溶液からなる群から選択される、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の機械。

30

【請求項 15】

漏出した流体を主流体回路に戻すように構成された排油ポンプをさらに含む、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明に係る実施形態の 1 つ以上の態様は、電動機に関し、より詳細には、電気機械の冷却用システムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

動力対質量比（比出力）は、電動機、特に電気自動車およびハイブリッド車に動力供給するのに使用される電動機のための重要な測定基準である。比出力が増大すれば、所与の性能レベルを維持しながら電動機質量を削減することができる。これにより、直接的および間接的の両面において経済的利益が得られる。

【0003】

出力は、軸速度とトルクの積に等しく、出力（ひいては比出力）は、速度とトルクの両方を増大させることによって増大可能である。

50

速度については、遠心応力によって回転子が機械的に損傷を受ける時点が究極的な限界である。この限界は、電動機のタイプが異なれば異なる。

誘導電動機については、回転子構造は比較的強靱で、したがって相対的に高い速度が安全に許容される。一部の設計について、150m/秒という回転子表面速度が可能である。

#### 【0004】

究極的トルク限界も同様に、電動機のタイプが異なれば異なる。トルク限界は、ギャップの磁束密度の2乗に比例する。他の因子も同様にトルクに影響を及ぼす。

誘導電動機の場合、漏れインダクタンスが1つの因子であり、ピークトルクはこのパラメータと反比例して変動し得る。したがって、誘導電動機については、漏れインダクタンスを削減することによって、より高い比トルクが達成される。

10

#### 【0005】

電気周波数の2乗におおよそ比例する鉄損が生成される。速度(rpm)は電気周波数に比例することから、鉄損はおおよそ軸速度の2乗と共に変動することになる。

同様にして、導体損失も電流におおよそ比例する。

同じく、トルクは、(最大磁束密度の条件下で)電流に対しおおよそ比例する。したがって、導体損失は、おおよそトルクの2乗と共に変動する。したがって、速度とトルクが互いに比例して維持される場合、効率は一定にとどまることになる。

こうして、例えば、速度とトルクの両方が倍増した場合、損失およびスルーパワー(through power)は両方共、4倍増大し、一方効率は略一定にとどまる。

20

しかしながら熱伝達も同様に、4倍増大するはずである。したがって、電動機における有効な冷却を提供するためのシステムに対するニーズが存在する。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

本開示の実施形態の態様は、10kw~1000kwの範囲内の機械について10kw/kgを超える連続比出力レベルを可能にする誘導電動機を冷却するためのシステムおよび方法に向けられている。これらの非常に高い比出力レベルを達成するために、回転子の表面速度は、固定子および回転子の電流密度をおおよそ1500A/cm<sup>2</sup>として、おおよそ120m/秒に維持される。結果としての導体および鉄比損失はそれぞれ、おおよそ5W/cm<sup>3</sup>および1W/cm<sup>3</sup>である。

30

これらの高レベルの熱発生に対処するために、必要とされる比熱伝達は、(機械のアクティブボリューム全体にわたり平均して)おおよそ0.1W/cm<sup>3</sup>/である。

熱は、流体(すなわち冷却材)が1つおきの磁気積層体内で孔により形成される狭い領域を通して横断して流れる「横断積層体冷却」と呼ばれる液冷システムおよび方法を用いて除去される。

所要熱伝達レベルは、流体として油(ATFまたは変圧器油)を用いることにより達成可能である。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明の一実施形態によると、

電気機械であって、

固定子巻線と複数の積重ねられた磁気積層体を有する固定子鉄心とを有する固定子であって、固定子鉄心の積層体の各々が、重複して複数の固定子流体チャネルを形成する複数の孔を有し、複数の固定子流体チャネルのうちの1つの固定子流体チャネルが完全には軸方向でない、固定子と；

40

シャフトと複数の積重ねられた磁気積層体を有する回転子鉄心とを有する回転子であって、回転子鉄心の積層体の各々が、重複して複数の回転子流体チャネルを形成する複数の孔を有する、回転子と；

回転子流体チャネルと流体連通状態にある回転流体継手と；

50

を含むものにおいて、  
回転子および固定子が、回転子と固定子の間にエアギャップを含む磁気回路を形成するように構成されている、  
電気機械が提供される。

【0008】

一実施形態において、固定子鉄心の積層体の複数の孔は、シャフトと同軸の螺旋上にあり、および/または回転子鉄心の積層体の複数の孔は、シャフトと同軸の螺旋上にある。

【0009】

一実施形態において、複数の回転子流体チャネルのうちの1つの回転子流体チャネルは、完全には軸方向でない。

10

【0010】

一実施形態において、機械は、固定子流体チャネルと流体連通状態にある固定子マニホールド流体チャネルを有する固定子マニホールドと、回転子流体チャネルと流体連通状態にある回転子マニホールド流体チャネルを有する回転子マニホールドのうちの少なくとも1つを含んでいる。

【0011】

一実施形態において、固定子鉄心の積層体には、第1の孔と第2の孔が含まれ、第1の孔は第2の孔と形状および/またはサイズが異なっており；および/または回転子鉄心の積層体には、第1の孔および第2の孔が含まれ、第1の孔は第2の孔と形状および/またはサイズが異なっている。

20

【0012】

一実施形態において、回転子鉄心および固定子鉄心のうちの少なくとも1つは、  
第1の軸方向配向および複数の実質的に同一の第1の孔を有する第1の積層体と；  
第2の軸方向配向および複数の実質的に同一の第2の孔を有する第2の積層体と；を含み、  
第1の孔の1つは、第2の孔の1つと形状および/またはサイズが異なっており、および/または第1の軸方向配向は第2の軸方向配向と異なっている。

【0013】

回転子鉄心および固定子鉄心の各々には、  
第1の軸方向配向および複数の実質的に同一の第1の孔を有する第1の積層体と；  
第2の軸方向配向および複数の実質的に同一の第2の孔を有する第2の積層体と；が含まれ、  
ここで第1の孔の1つは、第2の孔の1つと形状および/またはサイズが異なっており、および/または第1の軸方向配向は第2の軸方向配向と異なっている。

30

【0014】

一実施形態において、固定子鉄心および回転子鉄心の少なくとも1つは、  
孔を有する第1の積層体と；  
第1の積層体に隣接し、第1の積層体の孔とサイズおよび/または形状が異なる孔を有する第2の積層体と；を含む。

【0015】

一実施形態において、回転子鉄心および固定子鉄心の少なくとも1つは、第1の積層体と；第1の積層体に隣接し、これと実質的に同一でかつ第1の積層体と実質的に同じ軸方向配向を有する第2の積層体と、を含む。

40

【0016】

一実施形態において、固定子の積層体の第1の積層体は、固定子の積層体の第2の積層体と実質的に同一であり、および/または、回転子の積層体の第1の積層体は、回転子の積層体の第2の積層体と実質的に同一である。

【0017】

一実施形態において、機械は、固定子鉄心にしっかり固定された流れ誘導装置および/または回転子鉄心にしっかり固定された流れ誘導装置を含む。

50

## 【0018】

一実施形態において、機械は、回転子の積層体の孔内に延在する突起を有する流れ誘導装置と、固定子の積層体の孔内に延在する突起を有する流れ誘導装置、の少なくとも1つを含む。

## 【0019】

一実施形態において、回転子鉄心は、回転子鉄心の一方の端部にある第1の積層体と第2の積層体とを含み、第1の積層体は少なくとも1つの孔を有し、第2の積層体は、第1の積層体のいずれの孔とも重複しない1つの孔を有し、および/または、固定子鉄心には、固定子鉄心の一方の端部にある第1の積層体と第2の積層体とを含み、第1の積層体は少なくとも1つの孔を有し、第2の積層体は第1の積層体のいずれの孔とも重複しない1つの孔を有する。

10

## 【0020】

一実施形態において、回転子鉄心および固定子鉄心の少なくとも1つは、鉄心の第1の端部に少なくとも1つの孔を有する第1の積層体と、第1の端部とは反対側の鉄心の一端部に少なくとも1つの孔を有する第2の積層体とを含み、第2の積層体は第1の積層体のいずれの孔とも重複しない孔を有し、第1の積層体は第2の積層体のいずれの孔とも重複しない孔を有する。

## 【0021】

一実施形態において、固定子鉄心は、約  $0.4 \text{ W/m}$  よりも高い熱伝導率を有する電気絶縁性樹脂を含み、この樹脂は、約10%未満の空隙率で、固定子鉄心と固定子巻線の間の空間、および/または固定子マニホールドと固定子巻線の最終巻回との間の空間を充填している。

20

## 【0022】

一実施形態において、固定子マニホールドは、回転流体継手と流体連通状態にある。

## 【0023】

一実施形態において、固定子マニホールド流体チャネルは、複数の積重ねられた固定子マニホールド冷却器積層体を含み、固定子マニホールド冷却器積層体は、複数の固定子冷却器孔を有し、固定子冷却器孔は重複して複数の固定子マニホールド冷却器流体チャネルを形成している。

## 【0024】

一実施形態において、複数の固定子マニホールド冷却器流体チャネルの1つの固定子マニホールド冷却器流体チャネルは、完全には軸方向でない。

30

## 【0025】

一実施形態において、機械は、回転子流体チャネルと流体連通状態にある回転子マニホールド流体チャネルを有する回転子マニホールドを含み、ここで回転子マニホールド流体チャネルは、回転子マニホールドと回転子マニホールド流体チャネル内の流体との間の熱伝達を増強させるように構成された内部構造を有し、回転子はさらに、複数の軸方向バーと2つのエンドリングを有する回転子かごを含み、回転子マニホールドは、2つのエンドリングのうちの一方のエンドリングの内部に埋め込まれた突起を有する。

## 【0026】

一実施形態において、回転子マニホールドは、バランス材料をしっかりと固定するように構成された突起、陥凹または孔を有する。

40

## 【0027】

一実施形態において、機械は、シャフトの一端部を支持するように構成された軸受；および軸受を支持するように構成されたエンドベルを含み、ここで軸受は、シャフトとエンドベルの間の導電性経路の一部を成していない。

## 【0028】

一実施形態において、固定子鉄心の外部表面および/または回転子鉄心の外部表面は、樹脂で封止されている。

## 【0029】

50

一実施形態において、機械は、固定子鉄心を取り囲むエンクロージャを含み、エンクロージャは、機械からの流体の漏出を防止するように構成されている。

【0030】

一実施形態において、機械は、固定子流体チャネル内および回転子流体チャネル内に流体を含み、この流体は、オートマチックトランスミッションオイル、変圧器油および水性溶液からなる群から選択される。

【0031】

一実施形態において、機械は、漏出した流体を主流体回路に戻すように構成された排油ポンプをさらに含む。

【0032】

本発明の一実施形態によると、回転子と；固定子と；固定子を冷却するための第1の冷却手段と；回転子を冷却するための第2の冷却手段と、を含む電気機械において、第1の冷却手段が、複数の固定子流体チャネルを含み、固定子流体チャネルの1つが完全には軸方向でなく、第2の冷却手段が、複数の回転子流体チャネルを含む電気機械が提供されている。

【0033】

本発明の一実施形態によると、

固定子巻線と；

複数の積重ねられた磁気固定子積層体を含む固定子鉄心であって、固定子積層体の各々が複数の固定子孔を有し、固定子孔が重複して複数の固定子流体チャネルを形成し、複数の固定子流体チャネルのうちの1つの流体チャネルが完全には軸方向でない固定子鉄心を含む固定子と；

シャフトと；

複数の積重ねられた磁気回転子積層体を含む回転子鉄心であって、回転子積層体の各々が複数の回転子孔を有し、回転子孔が重複して複数の回転子流体チャネルを形成し、複数の回転子流体チャネルのうちの1つの流体チャネルが完全には軸方向でない回転子鉄心を含む回転子と；

回転子流体チャネルと流体連通状態にある回転流体継手と；

固定子の一端部にしっかりと固定され、バランスパテをしっかりと固定するように構成された機構を含むエンドベルと；

エンドベルにより支持されシャフトの一端部を支持するように構成された軸受であって、内輪、外輪および非導電性要素を含み、内輪が外輪から絶縁されている軸受と；

固定子流体チャネルと流体連通状態にあり、かつ回転流体継手と流体連通状態にある固定子マニホールド流体チャネルを含む固定子マニホールドと；

回転流体継手および回転子流体チャネルと流体連通状態にある回転子マニホールド流体チャネルを含む回転子マニホールドと；

漏出した流体を主流体回路まで戻すように構成されている排油ポンプと；

を含む電気機械が提供されている。

【0034】

本発明のこれらのおよび他の特徴および利点は、明細書、クレームおよび添付図面を参考にして評価され理解されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1a】本発明の一実施形態に係る電動機の軸方向断面図である。

【図1b】本発明の一実施形態に係る図1のライン1b-1bに沿って切り取った電動機の横断面図である。

【図1c】本発明の一実施形態に係る図1のライン1c-1cに沿って切り取った電動機の横断面図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る、流体流を表わした積層体構造の概略的断面図である。

。

10

20

30

40

50

【図 3 a】本発明の一実施形態に係る、第 1 の回転子積層体タイプの平面図である。

【図 3 b】本発明の一実施形態に係る、第 2 の回転子積層体タイプの平面図である。

【図 3 c】本発明の一実施形態に係る、第 3 の回転子積層体タイプの平面図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係る、回転子鉄心の分解斜視図である。

【図 5 a】本発明の一実施形態に係る、第 1 の固定子積層体タイプの平面図である。

【図 5 b】本発明の一実施形態に係る、第 2 の固定子積層体タイプの平面図である。

【図 5 c】本発明の一実施形態に係る、第 3 の固定子積層体タイプの平面図である。

【図 6 a】本発明の一実施形態に係る、第 1 の固定子マニホールド冷却器積層体タイプの平面図である。

【図 6 b】本発明の一実施形態に係る、第 2 の固定子マニホールド冷却器積層体タイプの平面図である。 10

【図 6 c】本発明の一実施形態に係る、第 3 の固定子マニホールド冷却器積層体タイプの平面図である。

【図 7 a】本発明の一実施形態に係る、固定子マニホールド冷却器を含む後部固定子マニホールドの平面図である。

【図 7 b】本発明の一実施形態に係る、ライン A - A に沿った図 7 a の固定子マニホールドの断面図である。

【図 7 c】本発明の一実施形態に係る、マニホールド冷却器積層体を伴う後部固定子マニホールドの分解斜視図である。

【図 7 d】本発明の一実施形態に係る、流れ誘導装置を形成する突起を示す後部固定子マニホールドの平面図である。 20

【図 8 a】本発明の一実施形態に係る、回転子マニホールドの平面図である。

【図 8 b】本発明の一実施形態に係る、ライン A - A に沿った図 8 a の回転子マニホールドの断面図である。

【図 8 c】本発明の一実施形態に係る、ライン B - B に沿った図 8 a の回転子マニホールドの断面図である。

【図 8 d】本発明の一実施形態に係る、回転子の部分断面図である。

【図 9】本発明の一実施形態に係る、回転子鉄心と固定子鉄心の分解斜視図である。

【図 10】本発明の一実施形態に係る、螺旋形流体通路を伴う回転子鉄心の分解斜視図である。 30

【発明を実施するための形態】

【0036】

添付図面に関連して以下に記す詳細な説明は、本発明にしたがって提供される横断液冷式回転子および固定子を伴う誘導電動機の例示的实施形態の説明として意図されたものであり、本発明を構築または使用することのできる唯一の形態を表わすように意図されたものではない。

この説明は、例示されている実施形態に関連して本発明の特徴を明記している。

しかしながら、同じまたは等価の機能および構造を異なる実施形態により達成することも可能であり、これらの実施形態も同様に、本発明の精神および範囲内に包含されるように意図されているということを理解すべきである。 40

本明細書中の他の箇所で示されている通り、同じ要素番号は、同じ要素または特徴を標示するように意図されている。

【0037】

図 1 a は、例えば固定子 163 および回転子 170 を含む誘導電動機などの電気機械 100 の軸方向断面図である。

一実施形態において、電動機は、固定子鉄心 101 用に 1 つそして回転子鉄心 127 用に 1 つの計 2 つの並列流体流回路を有する。

別の実施形態において、固定子鉄心 101 用および回転子鉄心 127 用のそれぞれの流体流回路は、直列になるように配置可能である。

固定子 163 は、巻線 105 を伴う積層された固定子鉄心 101、前部および後部固定 50



子マニホルド 103 および 135、ならびに前部および後部固定子マニホルド冷却器 104 および 160 を含む。

回転子 170 は、かご 159 を伴う積層された回転子鉄心 127、前部および後部回転子マニホルド 109 および 155、ならびに部分的に中空であるシャフト 115 を含む。

電動機はさらに、前部および後部エンドベル 107 および 157、前部および後部回転シャフトシール 113 および 149、ならびに前部および後部軸受 123、141 を含む。

エアギャップ 137 が回転子鉄心 127 と固定子鉄心 101 を分離している。

—実施形態においては、固定子マニホルドの少なくとも 1 つは、それぞれのエンドベルと一体を成す部分である。

図 1 b および 1 c は、電動機を中心における (図 1 b)、および最終巻回、固定子マニホルドおよび軸受を通過する切断平面における (図 1 c)、電動機内の横断面を示している。

#### 【0038】

固定子マニホルド 103、135 は、5 つの機能すなわち、

流体流を固定子流体通路 131 へおよびこの固定子流体通路から分配すること、

流体を回転子流体通路 139 へおよび回転子流体通路からエンドベル 107、157 内の流体チャネル 112、153 を介して移送すること、

熱を巻線の最終巻回 172 から流体に伝達すること、

固定子鉄心 101 に対して軸方向圧縮を提供すること、そして

エンドベルを位置設定ししっかり固定すること、という機能に役立つ。

回転子鉄心の各面 174、176 に取付けられた回転子マニホルド 109、155 は、回転子流体通路 139 へおよびこの回転子流体通路から流体流を分配すること、

熱をエンドリング 1310 から流体に伝達すること、

エンドリング 1310 を機械的に補強すること、

回転子鉄心 127 に対して軸方向圧縮を提供すること、そして

動的バランス用手段を提供すること、という 5 つの機能に役立つ。

エンドベル 107、157 は各々、

軸受支持体を提供すること、

固定子マニホルドポート 178 と流体継手 180 の間の流体流のためのチャネルを提供すること、

および流体継手 180 を収容すること、という 3 つの機能に役立つ。

#### 【0039】

図 2、3 a ~ 3 c および 4 に示されている通り、回転子鉄心 127 は、積重ねられた磁気積層体 310、320、330 で構成されており、これらの積層体は各々、完全にまたは部分的に整列して流体通路 210、220 を形成する分布した孔 315、325、335 を含んでいる (図 2)。回転子流体通路 210、220 は、集合的に回転子流体通路 139 として言及される場合がある。

図 2 は、回転子鉄心 127 に使用される流体流通路 139 を概略的に例示する断面図である。

—実施形態において、回転子鉄心 127 は、3 つのそれぞれの孔構成を有する (それぞれタイプ 1、2 および 3 と呼ばれる) 3 つのタイプの積層体 310、320、330 で構成される。積層体は、磁気積層体であり得る。

タイプ 3 の積層体は、積層体スタックの端部 240、250 において使用され、「流れ誘導装置」として役立ち、一方、タイプ 1 および 2 は、端部積層体の内部で交互に積重ねられている。

タイプ 1 の積層体の孔 315 は互いに整列され、タイプ 1 および 2 の積層体のスタックを通過して延在し積層体に対して実質的に直交する通路 210、220 を形成する。(図 2 に示された配向で垂直である) これらの通路の各々は、タイプ 1 の積層体 310 の隣接する孔の対 315 を分離しているウェブ 312 によって、タイプ 1 の積層体 310 毎に部分

10

20

30

40

50

的に遮断されている。

図2に示されている通り、単一のタイプ3の積層体330(上端部240)は、スタック内部の第1の通路セット(これは「奇数付番の通路」と呼ぶことができる)210に入口流を誘導するのに役立ち、一方、反対側の端部(下端部)250では、単一のタイプ3の積層体330が出口流を第2の(「偶数付番の」)通路220に制限している。

図2の配置では、どの通路210、220もスタック全体を通して延在していないことから、スタックを通る各々の流体経路または「流体チャネル」260は、その長さの各部分全体にわたり軸方向(図2では垂直)であり、同様に、水平矢印により表わされている通り、スタック内部に横断方向(例えば図2中の方位角または水平方向)の構成要素230も有している。

10

この構成では、こうして流れは奇数付番の通路から偶数付番の通路に向って狭い領域257を通過して強制的に流され、この領域では、流体内部の短い熱流経路に起因して熱伝達効率が極めて高い。

流体流のこれらの横断方向領域については、各流体チャネルの幅は1つの積層体厚みに等しい。したがって、特徴的な熱流距離は、積層体厚みのおよそ4分の1である。

狭い領域257と結びつけられた広い総表面積と組合せられたこれらの非常に短い熱流距離のため、積層体と流体の間の高い熱伝達を達成することが可能である。例えば非磁気積層体またはマニホルド内に組込まれた機構などの他の要素を、タイプ3の磁気積層体に代る流れ誘導装置として使用することができる。

固定子鉄心積層体は、マニホルド冷却器と同様に配置された孔を有することができる。

20

#### 【0040】

本明細書中で使用されている「流れ誘導装置」とは、積層体スタック内の通路の全てではなく一部の中へのまたはそこからの流体の流出入を可能にする構造のことである。

流れ誘導装置は、タイプ1の積層体の孔の全てではなく一部と重複する1セットの孔335を伴う、上述の磁気積層体でよく、あるいは、類似の孔を伴う例えばアルミニウムなどの非磁気材料のシートでもよく、あるいは、類似の孔または例えばタイプ1の積層体の孔の1つ以上を遮断するのに充分遠位まで1つ以上の通路内に延在する突起190(図7d)を伴う、マニホルドの形に一体化された構造でもよい。

#### 【0041】

本明細書中で使用される専門用語の中で、それぞれ第1の積層体および第2の積層体の中にある第1の孔と第2の孔は、2つの積層体が隣接し2つの孔が従来の意味合いで重複する場合、すなわち第1および第2の孔を通過して延在する開放経路が存在する場合、「重複する」と言われる。

30

隣接していない第1のおよび第2の積層体については、それぞれ第1の積層体および第2の積層体内にある第1の孔および第2の孔は、同様に、第2の積層体上に軸方向に投影される第1の孔が第2の孔と重複する場合、すなわち両方の孔を通過して延在する電動機の軸に対して平行な直線が存在する場合に、「重複する」と言われる。

#### 【0042】

孔の数が増大するにつれて、流体流経路は短縮され、単位流量あたりの損失水頭は低減され、一方熱伝達は本質的に一定にとどまり得る。こうして、孔の数が適切に多いと、オートマチックトランスミッションオイル(ATF)252または変圧器油255などの流体について比較的低い損失水頭を達成することができる。

40

水または、エチレングリコールなどの添加剤と混合された水などの水性溶液253も同様に、冷却液として使用可能である。水は、他の冷却剤に比べて高い比熱容量を有し得る。このような水性冷却液は、電気機械100の部品を腐食させる高いリスクが伴う可能性があるが、添加剤を用いてこのリスクを軽減することが可能である。その上、このリスクは、長い機械寿命が求められていないレース用電動機などの利用分野においては、受容可能なものであり得る。

例えば、非常に薄い積層体が使用される一部のケースにおいては、タイプ1およびタイプ2の積層体をまとめることができる。

50

例えば、流れ誘導装置間の積層体スタックは、2つまたは3つの積層体の交互の群で構成することができ、積層体は、各群の内部で同じである（すなわち、... 1 1、2 2、1 1 ...のシーケンス、または... 1 1 1、2 2 2、1 1 1 ...などのシーケンスで積重ねられる）。3超の積層体の群を使用することもできる。

#### 【0043】

回転子の中で、タイプ1の積層体310は、比較的幅広の流体孔315を有する可能性があり、2つのタイプ3の積層体330の間で、タイプ3の積層体330の孔335と類似する比較的狭い孔325を有するタイプ2の積層体320と交番させてもよい。

#### 【0044】

再び図1aを参照すると、回転子鉄心127の後端部において、後部回転子マニホールド155はシャフト115からの流体を受取り、この流体は次に半径方向外向きに、回転子鉄心127内の回転子流体通路139まで分配される。

反対側の端部において、前部回転子マニホールド109は、受取った流体を半径方向内向きにシャフト115へと誘導する。

回転子スタックの端部において、回転子流れ誘導装置108、158は、入口および出口流を、入口と出口の間の各流体経路が横断方向流を含むような形で誘導する。

#### 【0045】

一実施形態においては、いかなる流れ誘導装置も使用されず、全ての積層体は同一であり、したがって回転子内部の流れは単純な軸流である。積層体は例えば全て図3aに示されたタイプのものもよい。この実施形態は、例えば図4の実施形態のものよりも低い熱伝達を提供し得るものの、その生産コストは比較的低い可能性がある。

回転子および固定子のための並行な流体流回路を流体が流れる割合は、例えば積層体流体孔のサイズの好適な調整またはこれらの流体流回路の一方または両方の流体経路内のオリフィスまたは他の計量狭窄などの他の配置によって、調整可能である。

#### 【0046】

図5a~5cを参照すると、一実施形態において、固定子鉄心101は回転子鉄心127と同様、積重ねられた磁気積層体で構成されており、これらの積層体の各々は、部分的に整列（すなわち重複）して流体チャネルを形成する分布した孔を含んでいる。

回転子鉄心127の積層体の場合がそうであるように、固定子鉄心スタックの2つの端部上の積層体は、流れ誘導装置として作用するように構成されたタイプ3の積層体530でもよく、例えば、タイプ3の積層体530の隣接する孔間の角度の2分の1だけ1つのタイプ3の積層体530が他のタイプ3の積層体530に対して時計様に移動している。

積層体スタックの残りは、2つの交番する積層体タイプで構成でき、そのうちの第1のもの、すなわちタイプ1の積層体510は、偶数の比較的幅広の流体孔515を有し、第2のもの、すなわちタイプ2の積層体520は、偶数の比較的狭い流体孔525を有する。

タイプ3の積層体530の各々は、タイプ1またはタイプ2の積層体の半数の流体孔535を有することができ、タイプ3の積層体530の流体孔535は同様に、比較的狭いものでもよい。

一部の実施形態において、積層体スタックは、同一の積層体で構成され、ここで時計様の移動は、上述の横断方向冷却がなおも樹立されるような形で、隣接する積層体（または積層体群）の間で改変される。

このような実施形態によって提供される伝熱率は、異なる孔幅を有する2つのタイプの積層体を使用される場合の伝熱率よりも低い可能性がある。

#### 【0047】

例えば大型機械向けなどの一部の実施形態において、積層体は、2つ以上の同心的孔セットを含むことができる。

例えば、各積層体は、積層体の中心軸を中心とした第1の円上に配置された第1の孔セットと同様、第1の円と同心で第1の円より大きいまたは小さい第2の円を中心とする第2の孔セットも含んでよい。第2の孔セットは、第1の孔セットと同数の孔を含むこと

10

20

30

40

50

ができ、第2の孔セットの孔は、第1の孔セットの孔と方位角的に整列可能である。

第1および第2の孔セットは、部品の内部（例えば固定子、回転子またはマニホルド冷却器の内部）で別個の流体回路の一部を成すことができ、流体回路は、流れ誘導装置および流れ誘導装置に対する外部の流体連通の構成に応じて、直列または並列となるように配置可能である。

一部の実施形態においては、孔は同一でなく、サイズ、形状および/または配位が変動する。

#### 【0048】

全ての固定子積層体はスロットを含むことができ、これらのスロットは完全に整列して従来の巻線スロットを形成する。

固定子鉄心101の後端部において、後部固定子マニホルド135は入口133からの流体を受取り、この流体は次に、固定子流体通路131へと分配される。

固定子鉄心101の反対側の端部において、前部固定子マニホルド103は、固定子鉄心101から受取った流体を出口129に向けて誘導する。

固定子鉄心101の後端部においては、後部固定子流れ誘導装置134が、流体の進入を奇数付番されたスタック孔内に誘導し、一方、前端部では前部固定子流れ誘導装置102が流体の退出を偶数付番のスタック孔に制限する。

#### 【0049】

再び図1aを参照すると、一実施形態において、固定子マニホルド103および135は、流体の漏出が発生しないように固定子鉄心101のそれぞれの面に対し封止される。これは、封止剤、平形ガスケット、Oリングまたは他の手段を用いて達成可能である。

一実施形態において、2つの固定子マニホルドおよび2つのエンドベルは、タイロッド（図示せず）を収容するための機構（例えば孔）を有し、タイロッドを用いて共に引っ張られる。

#### 【0050】

シャフト115の後端部に位置設定されたシャフトの後部軸方向孔143および後部半径方向孔147、151は、1つ以上の後部エンドベル流体チャネル153から受取った流体を後部回転子マニホルド155内部の1つ以上の後部回転子マニホルド流体チャネル140に連通させる。

同様に、シャフト115の前端部内に位置設定された前部軸方向孔119および前部半径方向孔121、125は、1つ以上の前部回転子マニホルド流体チャネル126から受取った流体を、前部エンドベル流体チャネル112まで連通させる。

シャフト115は、各々の軸方向の場所において1つ以上（例えば4つ）の半径方向孔を有することができる。

後部シャフトプラグ145および前部シャフトプラグ117は、流体がシャフト端部から退出するのを防止する。

後部回転シャフトシール149は、後部エンドベル流体チャネル153から受取った流体を拘束して、流れが完全に後部半径方向孔147に誘導されるようにする。同様に、前部回転シャフトシール113は、シャフト前部半径方向孔121から受取った流体を拘束して、流れが完全に前部エンドベル流体チャネル112に誘導されるようにする。

今度は、後部エンドベル流体チャネル153が、整列し封止する孔を介して後部固定子マニホルド流体チャネル161から流体流を受取る。同様に、前部エンドベル流体チャネル112は流体流を前部固定子マニホルド103に戻す。

シャフトシール、軸方向および半径方向シャフト孔およびシャフトプラグの組合せは、回転流体継手として役立つ。

一部の実施形態において、これらの機能は、上述のものに代って外部流体継手により果たされる。

#### 【0051】

前部および後部軸受123、141は、従来のものであってよく、かつ電動機を冷却するために使用される流体かまたは別個の流体のいずれかにより封止または潤滑可能である

10

20

30

40

50

電力が無フィルタインバータにより提供される場合には、軸受の少なくとも1つを絶縁して、軸受を通して高周波循環電流が流れるのを妨げるようにすることができる。

これは、セラミックまたはハイブリッドセラミック軸受を使用することによってかまたは内側または外側絶縁スリーブを含む少なくとも1つの軸受を使用することによって、達成可能である。

#### 【0052】

固定子巻線は従来のものであってよい。冷却を増強するために、最終巻回を固定子マニホルド103および135と熱的に接触させることができる。

熱的接触は、酸化アルミニウム充填エポキシなどの熱伝導性樹脂を使用することによって補助される。

(例えば伝導性増強成分の添加により)樹脂の熱伝導率が増大するにつれて、樹脂の粘度は増大して製造中の巻線105内への樹脂の進入をより困難にする可能性がある。

この問題は、熱可塑性物質封入技術を使用することによって克服可能であり、金型を使用することができ、注封用樹脂を圧力下で注入することができる。

このアプローチでは、 $4.0 \text{ W/m}$  を超える熱伝導率を有する注封用樹脂を有効に使用できる(すなわち、このような樹脂を用いた場合、許容可能な程度に低い空隙率を達成できる)。

注封用樹脂165を用いて、例えば、巻線105と固定子鉄心101の間の空間を充填してこれらの間に良好な熱経路を提供しながら固定子鉄心101から巻線105を絶縁することができ;同じ樹脂を同じプロセスによって塗布して、固定子鉄心101の内部表面を封止し、こうして流体が積層体間のギャップを通して回転子キャビティ内に漏出するのを防ぐことができる。

同じ樹脂165は同様に、固定子巻線内に進入して、固定子巻線内部のあらゆる空間を充填し、こうして巻線内部の熱伝導を改善することもできる。

一実施形態において、注封用樹脂165の熱伝導率は $0.4 \text{ W/m}$  ~  $10.0 \text{ W/m}$  である。

固定子マニホルドの内径には、巻線105を固定子マニホルドから電気的に絶縁させるために、誘電材料のシートまたはコーティングを具備することができる。

#### 【0053】

巻線105の活性部分と固定子鉄心101の間の熱伝達も同様に増大させることができる。

この目的で、スロット壁に対して塗布されるエポキシ粉末被膜などの樹脂コーティングの使用および従来のスロットライナーの除去は、伝熱率を増大させる可能性がある。

さらに、上述の熱可塑性物質が活性スロット領域全体に進入できるようにすることによって、活性巻線要素ならびに最終巻回のために非常に高い熱伝達を達成することができる。

一実施形態において、スロット内には(樹脂コーティングの代りにまたはそれに加えて)、巻線105と固定子鉄心101の間に高い熱伝達を提供しながら積層体から巻線105を電気的に絶縁するためにスロットライナーまたは増強した熱伝導率を有するスロットライナーが使用される。

#### 【0054】

一実施形態において、最終巻回の断面は、従来の「隆起パターン」とは異なり矩形として維持される。こうして、巻線105が完成した後マニホルドを容易に設置できるようにしながら、直線的壁を伴う単純なマニホルド設計が可能となる。

この設計は同様に、最終巻回と固定子マニホルドの間の熱伝達の改善も可能にし、この熱伝達は、固定子マニホルドと最終巻回の間のあらゆるギャップを充填するために樹脂165を具備する(例えば注入する)ことによって、さらに改善できるであろう。

固定子マニホルドは、最終巻回の上面と熱的に接触させることのできる上部フランジを含み得る。例えば、固定子マニホルドは、環状端部要素により接合される2つの短い同心

10

20

30

40

50

管状区分を含み得る。

内部管区分は、最終巻回と熱的に接触している上部フランジを形成することができる。

この機構により、巻線 105 のための追加の保護を提供しながら、最終巻回と流体の間の熱伝達がさらに改善される。

【0055】

図 6 a ~ 6 c および図 7 a ~ 7 c を参照すると、各々の固定子マニホルドの内部には、マニホルドの壁と流体の間の熱伝達を増強するための構造を追加することができる。

例えば、回転子鉄心および固定子鉄心の両方の中で使用されるものと類似の孔を有する環状の金属（例えばアルミニウム）積層体が積重ねられて（かつ共に接着されるであろう）、マニホルド冷却要素を形成する（図 6 a ~ 6 c および 7 c を参照のこと）。

前部要素は前部固定子マニホルド冷却器 104 と呼ばれ、後部要素は、後部固定子マニホルド冷却器 160 と呼ばれる。これらの要素は、固定子マニホルド流体チャネル 128 および 161 の内部に圧入可能であり、こうしてそれぞれのマニホルド冷却器およびマニホルドの間に有効な熱的接触が達成されることになる。

回転子鉄心および固定子鉄心と同様に、マニホルド冷却器は、2つのタイプ 3 の積層体 630 の間に、交番するタイプ 1 の積層体 610 とタイプ 2 の積層体 620 のスタックを含んでいてよく、タイプ 3 の積層体 630 は、互いとの関係において時計様に移動させられて、マニホルド冷却器の流れ誘導装置として作用する。

タイプ 1 の積層体 610 は、比較的広い流体孔 615 を有することができ、タイプ 2 の積層体 620 およびタイプ 3 の積層体 630 は、比較的狭い流体孔 625、635 を有することができる。

これらの要素を通る流体流は、最終巻回から固定子マニホルド壁を通して伝達される熱を効率良く除去するのに役立つ。

例えば回転子かご 159 のエンドリングから流体への熱流を増大させるために、回転子マニホルド 109、155 内の回転子マニホルド冷却器として、類似の内部構造（例えば積層体セット）を利用することができる。

図 1 a および 7 b では、固定子マニホルド冷却器 104、160 の構造の一部の詳細が簡略化されており、概略的に示されている。簡略化のために、固定子マニホルドの入口 133 または出口 129 は、図 7 b および 7 c には示されていない。

前部固定子マニホルド 103 は、後部固定子マニホルド 136 と類似に、または、同一にされる。

図 7 d は、後部固定子マニホルド 135 内の突起 190 を示し、この突起は、固定子マニホルド冷却器のタイプ 2 の積層体の交番する孔を遮断するようにサイズ決定され位置づけされている。この種の突起 190 が使用されている場合、積層体スタックの構成は、突起がスタックの端部を形成することになるタイプ 2 の積層体の孔の一部（例えば半分）と係合する（すなわちそれを遮断する）ことができるように、突起 190 と係合するスタックの端部からタイプ 3 およびタイプ 1 の積層体を省略できるという点において、図 2 のものと異なっている可能性がある。

【0056】

図 8 a ~ 8 c を参照すると、回転子マニホルドは、シャフト孔 710 を形成する中央管状部分を有している。中央管状部分は、流体がシャフト 115 の半径方向孔 125、151 と回転子マニホルド流体チャネル 730 の間を流れることができるようにするカットアウト 720 を有している。

回転子マニホルドは、図 8 b および図 8 c に示されている通り、バランス用パテなどのバランス用材料をしっかりと固定する一助とするためのストップ 750 を含み得る。

ストップ 750 の 1 つ以上の表面は、孔、突出部または陥凹などの機構 755 を有することができ、あるいは 1 つ以上の表面は、ストップ 750 に対するバランス用パテの固定を容易にするために粗化され得る（すなわち 1 つ以上の表面は、複数の小さい突出部および陥凹を含むことができる）。

機構 755 は、図 8 b に概略的に示されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 7 】

回転子かご 1 5 9 は、従来通りであり得、かつ鑄造され得（例えばアルミニウムまたは銅）、あるいは構造化され得る（例えば銅）。

一実施形態において、回転子かご 1 5 9 は、回転子鉄心 1 2 7 上で所定の場所に回転子マニホルドと共に鑄造される。

回転子マニホルドは、鑄造プロセス中溶融金属用の流体経路として作用する孔 7 6 0 を有することができる。

回転子マニホルド内のこれらの孔 7 6 0 は、同様に、鑄造後回転子マニホルドに対し回転子かご 1 5 9 を定着させて、回転子の強度を増大させることもできる。

回転子マニホルド 1 0 9、1 5 5（図 8 a ~ c 参照）は、回転子かご 1 5 9 が鑄造される場合にエンドリング内部に格納される外側リムまたは他の機構を含むことができる。

このリムは、エンドリングに追加の機械的強度を提供し、こうしてエンドリングの故障なく回転速度を増大させることができる。

図 8 d に示されている通り、回転子マニホルドはエンドリング 1 3 1 0 の内側にあり得、エンドリング内に延在する機構は、環状部分および、エンドリング 1 3 1 0 内に延在してエンドリング 1 3 1 0 をしっかり固定し冷却する（「T 字形」断面を有する）管状部分を含み得る。

図 8 d の実施形態における前部または後部回転子マニホルド 1 0 9、1 5 5 の比率は、図 1 a の対応する要素のものとは異なっている。

同様にして、例えば、図 7 a の実施形態における固定子マニホルド 1 3 5 の比率は、図 1 a および図 1 c のものと異なっている。

当業者であれば理解する通り、このような変動ならびに構成要素の比率における他の変動は、本発明の範囲および精神内に入る。

図 9 は、回転子鉄心および固定子鉄心の分解斜視図である。

## 【 0 0 5 8 】

図 1 0 を参照すると、一部の実施形態において、回転子鉄心の各々の積層体 3 1 0、3 2 0、3 3 0 は、隣接する積層体 3 1 0、3 2 0、3 3 0 との関係において時計様に移動させることができ、こうして、タイプ 2 の積層体 3 2 0 の孔 3 2 5 により形成された流体通路 1 3 9 は、直線ではなく、湾曲して、回転子の中心軸すなわち回転子シャフトと同軸の螺旋を形成している。

例えば、図 1 0 の実施形態において、各孔 3 2 5 は 4 つのこのような螺旋のうちの一つの上にあり、図 1 0 にはこれらの螺旋のうち 2 つの螺旋 1 0 1 0、1 0 2 0 が識別されている。

前部回転子流れ誘導装置 3 3 0 の 2 つの孔 3 3 5 は 4 つの螺旋のうちの一つの上にあり、後部回転子流れ誘導装置 3 3 0 の 2 つの孔 3 3 5 は、4 つの螺旋のうちの一つの上にある。

螺旋のピッチは、図 1 0 に示されているものより大きいあるいは小さいものであり得る。

一実施形態において、ピッチは、螺旋バーを伴う回転子かごのものと一致するように選択され、回転子の長さ全体にわたりバー間隔の  $1/2 \sim 1 1/2$  の時計様の移動に対応し得る。

同様にして、他の実施形態において、固定子または一方または両方のマニホルド冷却器の流体通路は螺旋状であり得る。

## 【 0 0 5 9 】

一部の利用分野では、開示された誘導機 1 0 0 の機能的要素が、付随する要素の一部であり得、その逆も同じである。

例えば、誘導機械 1 0 0 がギヤボックスを駆動する場合、ギヤピニオンは、電動機シャフト 1 1 5 と一体を成す部分であり得、一方、対応する軸受はギヤボックスの一部を成す。

同様にして、流体継手の一方または両方または一方または両方の固定子マニホルドが、

10

20

30

40

50

ギヤボックス、インバータまたはタンデム機械などの外部要素の部品でもあり得る。

その上、電気機械 100 は誘導電動機として説明されてきたが、それは DC ブラシレス機械、リニア機械、またはギヤボックスを含む機械などの別の機械であるかまたはその一部を成し得る。

一実施形態において、電気機械は、永久磁石回転子を伴う永久磁石機械であり、固定子は、上述の機構の一部または全てを含む。

一実施形態において、電気機械の一部を成すかまたは電気機械に結合されたギヤボックスは、固定子マニホールド、エンドベル、軸受、および/または流体継手を含むかまたは支持する。

電気機械の回転子は、図 1 a の実施形態にあるように、固定子の内部にあり得るか、または電気機械は、固定子が回転子の内部にある「インサイドアウト」構成で構築され得る。

任意の 1 つの積層体内部の流体孔は、形状および/またはサイズが同一または異なる場合があり、1 つの積層体内の流体孔は別の積層体内の流体孔と同一であり得、あるいは形状および/またはサイズが別の積層体内の流体孔と異なる場合もある。

一実施形態においては、電気機械の固定子のみまたは回転子のみが冷却される。

#### 【0060】

固定子鉄心および回転子鉄心の両方について、積層体間の小さいギャップ、または「積層体間亀裂」が、流体の漏出をひき起こし得る。

このような漏出を削減するために、いくつかの手段が利用可能である。

固定子および回転子の両方について、浸透性封止剤を外部に塗布するかまたは積層体間亀裂内に浸潤させることができる。

固定子については、エポキシ粉末被膜などの外部樹脂被膜を適用することができ、これが「一体型エンクロージャ」として役立つ。

エンクロージャ 185 (図 1 a) は、固定子全体にわたって設置され固定子マニホールドまたはエンドベルに封止された、例えばアルミニウムスリーブなどのスリーブであり得る。

シールは、Oリング、封止剤 187 または圧着により実施され得る。

最後に、回転子キャビティ内に入るあらゆる流体の漏出について、漏出した流体を主流体回路に戻すために、小型排油ポンプ 136 (図 1 a) を使用することができる。

#### 【実施例】

#### 【0061】

プロトタイプ of の 4 極機械を設計し、製造し、熱試験に付した。

機械のおおよその合計質量は 12.2 kg であり、マニホールドおよび注封剤を含めた固定子質量は 7.3 kg であり、シャフトを含む回転子質量は 3.8 kg である。

外径は 157.5 mm (6.2 インチ) であり、シャフト突出部を除く全長は 154.9 mm (6.1 インチ) である。固定子および回転子の有効スタック高さは 63.5 mm (2.50 インチ) である。積層体厚みは 0.254 mm (0.010 インチ) である。

固定子および回転子の両方についての流体流および熱伝達データは、表 1 に列挙されている。

#### 【0062】

表 1 固定子および回転子データ

固定子流体流	毎分 11 リットル
固定子損失水頭 (ATF、25 )	48 kPa(7 psi)
固定子熱放散	254 W
ATF入口温度 (定常状態)	28.4
地鉄温度	29.3
温度差	0.9
熱インピーダンス (冷却用チャネルからATFへ)	0.0035 /W

10

20

30

40

50



回転子流体流	毎分 5 リットル
回転子損失水頭 (ATF、25 )	48 kPa(7 psi)
回転子熱放散	86 W
ATF入口温度 (定常状態)	21.3
回転子表面温度	26.3
温度差	5.0
熱インピーダンス (回転子表面からATFへ)	0.058 /W
熱インピーダンス (回転子表面から冷却用チャンネルへ)	0.044 /W
熱インピーダンス (冷却用チャンネルからATFへ)	0.014 /W

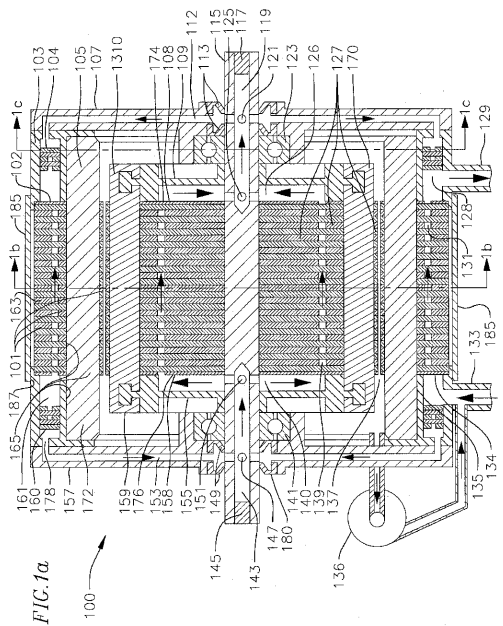
【 0 0 6 3 】

10

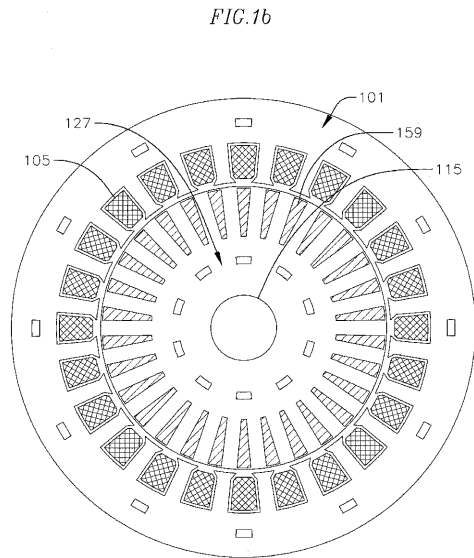
横断液冷式回転子および固定子を伴う誘導電動機の例示的实施形態について、本明細書中で具体的に説明し例示してきたが、当業者には、多くの修正および変形形態が明白になるものである。したがって、本発明の原理にしたがって構築された横断液冷式回転子および固定子を伴う誘導電動機を、本明細書中に具体的に説明されたもの以外の形で実施できるということを理解すべきである。

本発明は、以下の請求項において、および、その等価物においても、同様に定義されている。

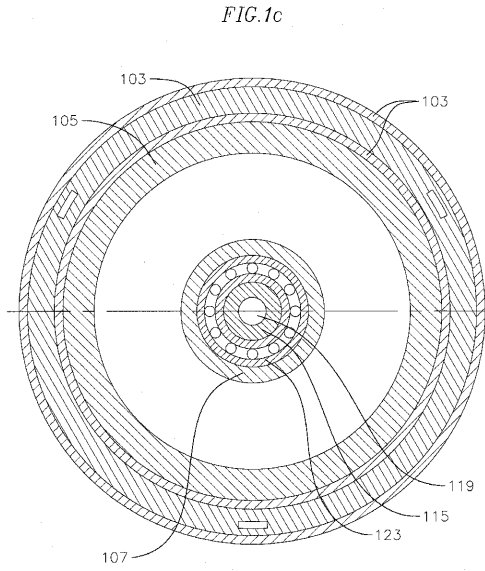
【 図 1 a 】



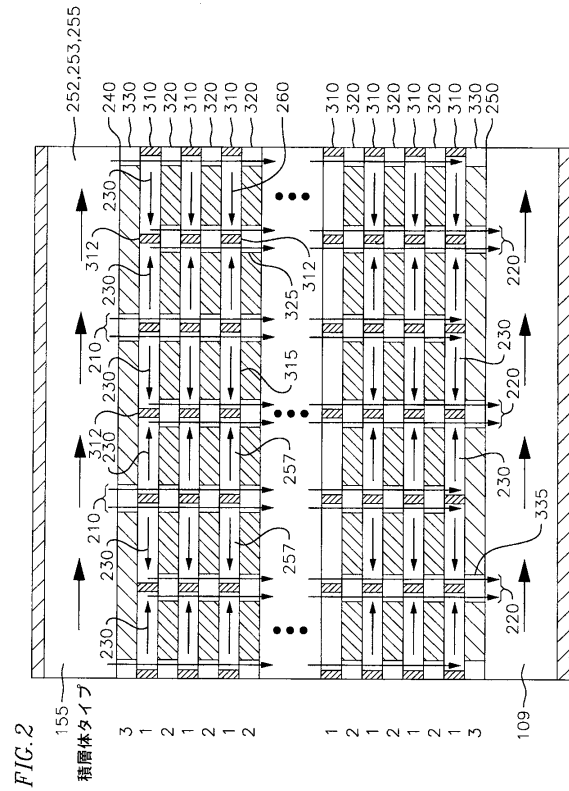
【 図 1 b 】



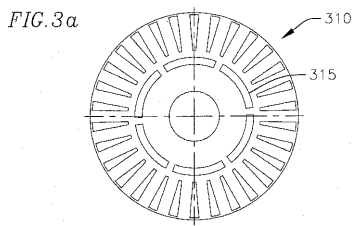
【 図 1 c 】



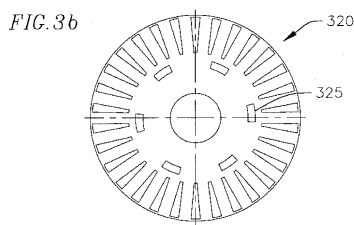
【 図 2 】



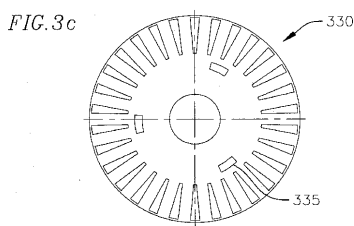
【 図 3 a 】



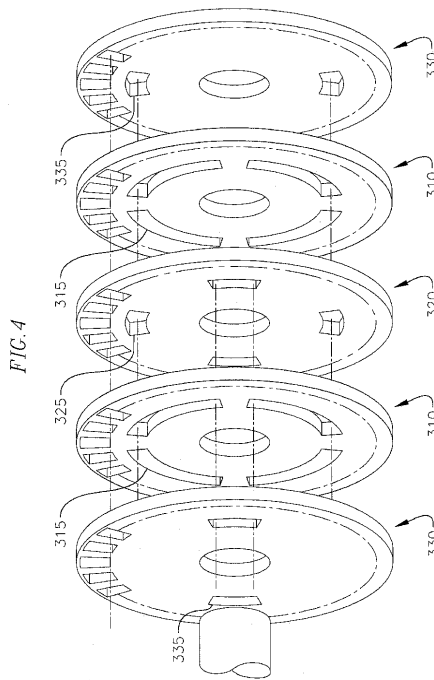
【 図 3 b 】



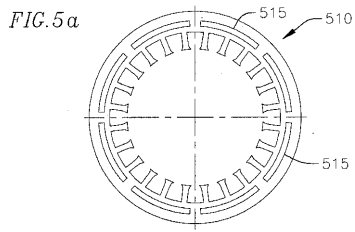
【 図 3 c 】



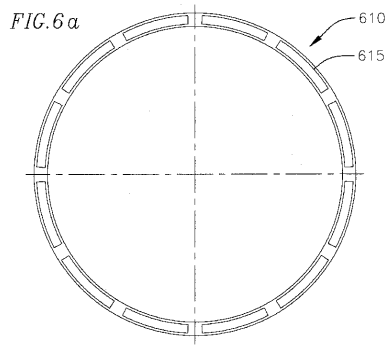
【 図 4 】



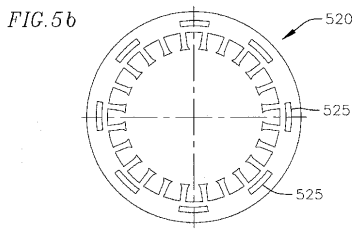
【図 5 a】



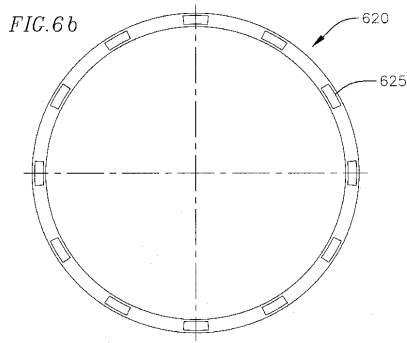
【図 6 a】



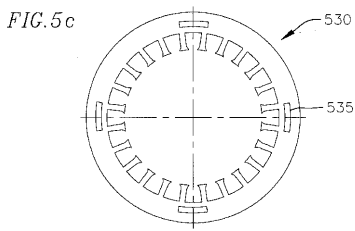
【図 5 b】



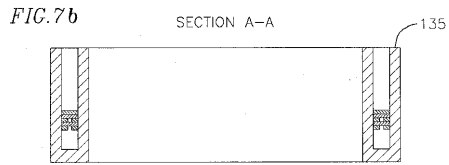
【図 6 b】



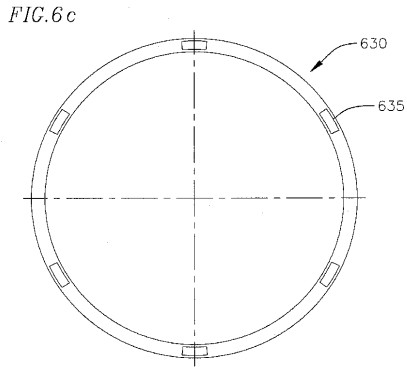
【図 5 c】



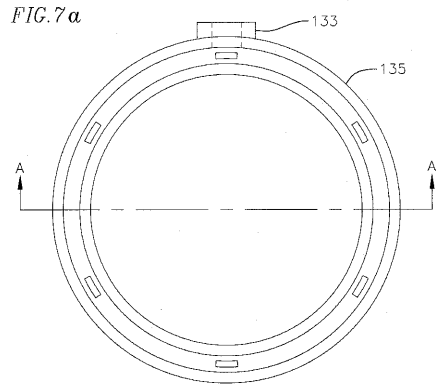
【図 7 b】



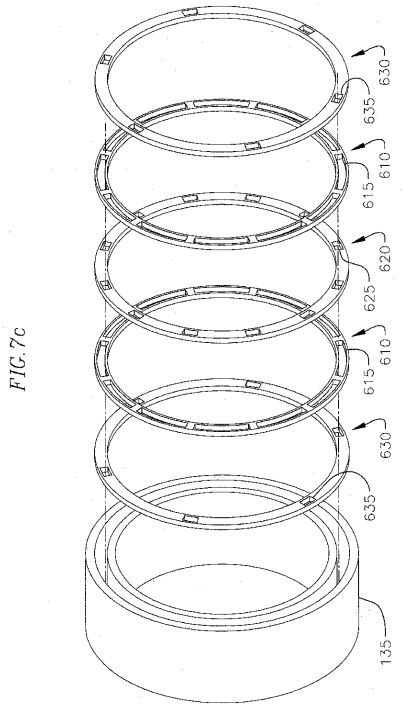
【図 6 c】



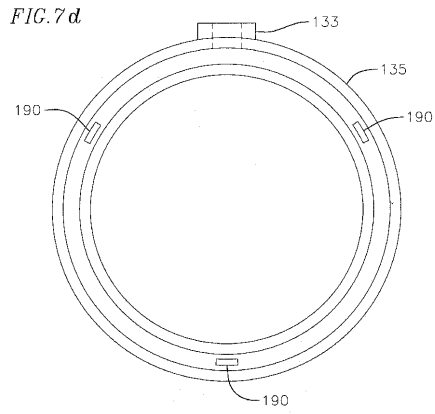
【図 7 a】



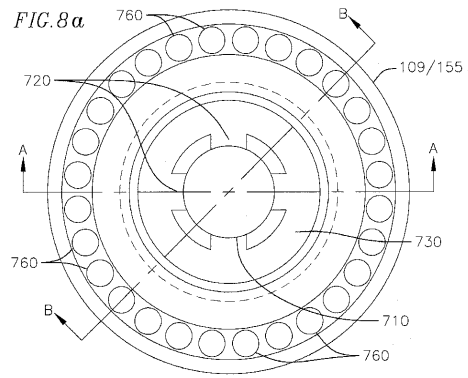
【 7 c 】



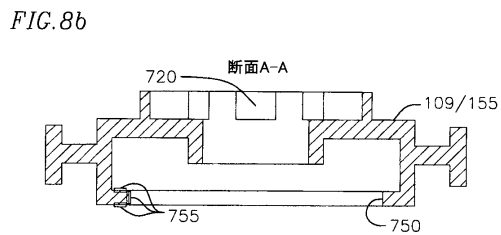
【 7 d 】



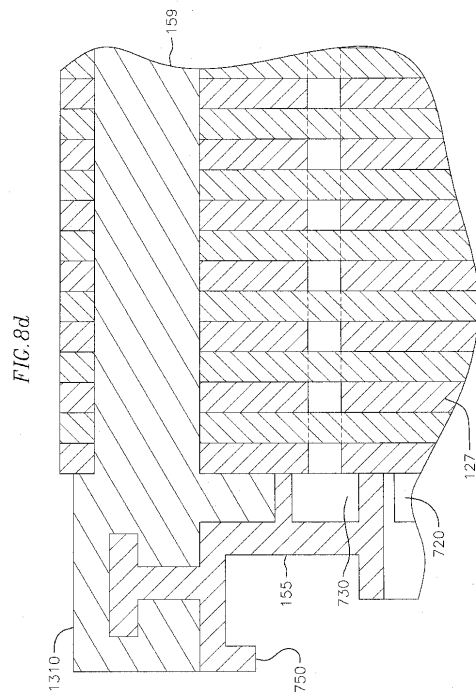
【 8 a 】



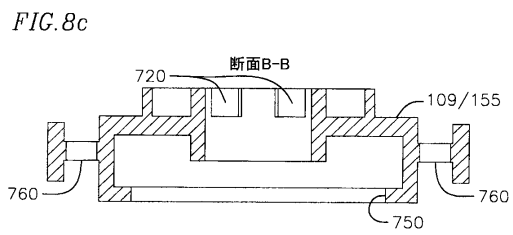
【 8 b 】



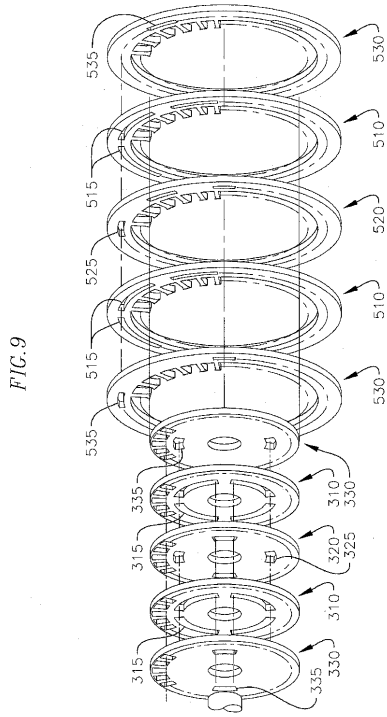
【 8 d 】



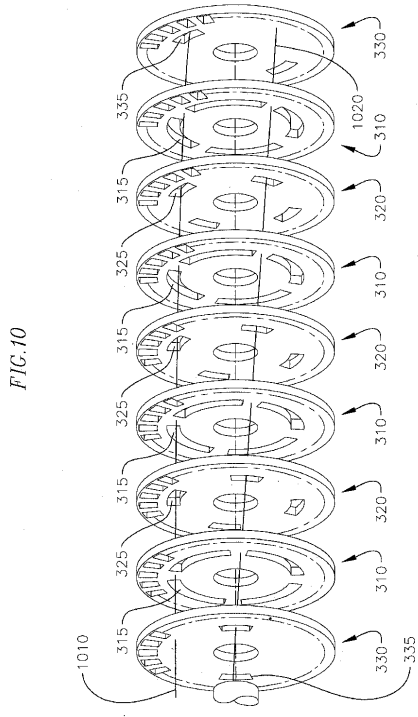
【 8 c 】



【図 9】



【図 10】



## フロントページの続き

(74)代理人 100160705

弁理士 伊藤 健太郎

(74)代理人 100157211

弁理士 前島 一夫

(72)発明者 ウォーリー イー・リップル

アメリカ合衆国, カリフォルニア 91001, アルタデナ, アレグレ レーン 3308

(72)発明者 エリック イー・リップル

アメリカ合衆国, カリフォルニア 90068, ロサンゼルス, バレー オーク ドライブ 5781

審査官 服部 俊樹

(56)参考文献 特開2011-254571(JP, A)

特開2002-034206(JP, A)

特開2008-109817(JP, A)

特開昭59-041161(JP, A)

特開2011-120402(JP, A)

特開2003-324871(JP, A)

特開平10-336965(JP, A)

特開2007-312580(JP, A)

実開昭60-174445(JP, U)

特開2002-165410(JP, A)

特開昭62-081954(JP, A)

特開2011-234505(JP, A)

特開2014-045586(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/20

H02K 9/19