

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-244044

(P2007-244044A)

(43) 公開日 平成19年9月20日(2007.9.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H02K 1/27 (2006.01)</b>	H02K 1/27 501M	5H019
<b>H02K 16/02 (2006.01)</b>	H02K 16/02	5H622
<b>H02K 29/00 (2006.01)</b>	H02K 29/00 Z	

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-60069 (P2006-60069)  
 (22) 出願日 平成18年3月6日(2006.3.6)

(71) 出願人 000005326  
 本田技研工業株式会社  
 東京都港区南青山二丁目1番1号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (74) 代理人 100101465  
 弁理士 青山 正和  
 (74) 代理人 100094400  
 弁理士 鈴木 三義  
 (74) 代理人 100107836  
 弁理士 西 和哉  
 (74) 代理人 100108453  
 弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

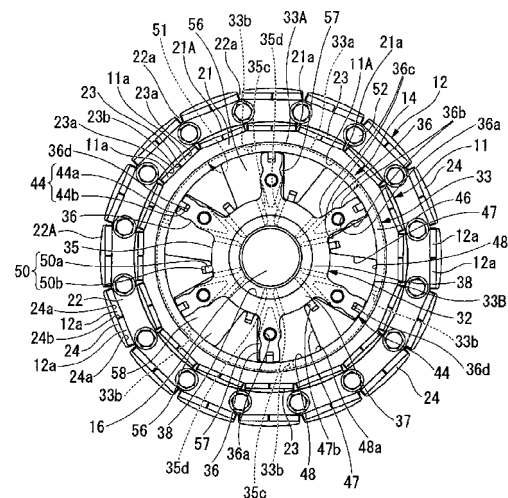
(54) 【発明の名称】 電動機

(57) 【要約】

【課題】 電動機が複雑化することを抑制しつつ、容易かつ適切に誘起電圧定数を可変とすることで、運転可能な回転数範囲およびトルク範囲を拡大し、運転効率を向上させると共に高効率での運転可能範囲を拡大することが可能な電動機を提供する。

【解決手段】 内周側永久磁石 11 a を具備する内周側回転子 1 1 および外周側永久磁石 1 2 a を具備する外周側回転子 1 2 との間の相対的な位相を変更可能な回動手段 1 4 が、外周側回転子 1 2 に対して一体回転可能に設けられた第 1 部材 3 2 と、内周側回転子 1 1 に対して一体回転可能に設けられるとともに第 1 部材 3 2 とで圧力室 5 6 , 5 7 を内周側回転子 1 1 の内側に画成する第 2 部材 3 3 とを有し、第 2 部材 3 3 に、圧力室 5 6 , 5 7 から外周側に貫通する貫通穴 3 3 b が形成され、内周側回転子 1 1 と第 2 部材 3 3 との間に貫通穴 3 3 b に連通する流路 5 1 が形成されている。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

周方向に沿って配置された内周側永久磁石を具備する内周側回転子および周方向に沿って配置された外周側永久磁石を具備する外周側回転子の互いの回転軸線が同軸に配置され、少なくとも前記内周側回転子および前記外周側回転子のいずれか一方を前記回転軸線周りに回動させることによって前記内周側回転子と前記外周側回転子との間の相対的な位相を変更可能な回動手段を備える電動機であって、

前記回動手段は、前記外周側回転子に対して一体回転可能に設けられた第 1 部材と、前記内周側回転子の内側に一体に固定されるとともに前記第 1 部材とで圧力室を前記内周側回転子の内側に画成する第 2 部材とを有し、前記圧力室への作動流体の供給で前記内周側回転子と前記外周側回転子との間の相対的な位相を変更するものであり、

10

前記第 2 部材に、前記圧力室から外周側に貫通する貫通穴が形成され、

前記内周側回転子と前記第 2 部材との間に前記貫通穴に連通する流路が形成されていることを特徴とする電動機。

## 【請求項 2】

前記第 1 部材は、前記内周側回転子の内側に配置されるとともに複数の羽根部を有して前記外周側回転子に一体に設けられたペーンロータであり、

前記第 2 部材は、前記ペーンロータの前記羽根部を回動可能に収容しつつ該羽根部と前記圧力室をそれぞれ画成する複数の凹部を有して前記内周側回転子の内側に一体に設けられたハウジングであって、

20

複数の前記圧力室それぞれに対して、前記流路に連通する前記貫通穴が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動機。

## 【請求項 3】

前記流路は、周方向に延びる螺旋状をなして、複数の前記圧力室それぞれに形成された前記貫通穴に連通しており、該流路の端部は前記内周側回転子の端面で開口していることを特徴とする請求項 2 に記載の電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電動機に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、例えば電動機の回転軸線の周囲に同心円状に設けた第 1 および第 2 回転子を備え、電動機の回転速度に応じて、あるいは、固定子に発生する回転磁界の速度に応じて第 1 および第 2 回転子の周方向の相対位置つまり位相差を制御する電動機が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

この電動機では、例えば電動機の回転速度に応じて第 1 および第 2 回転子の位相差を制御する場合には、遠心力の作用により径方向に沿って変位する部材を介して第 1 および第 2 回転子の周方向の相対位置を変更するようになっている。また、例えば固定子に発生する回転磁界の速度に応じて第 1 および第 2 回転子の位相差を制御する場合には、各回転子が慣性により回転速度を維持する状態で固定子巻線に制御電流を通電して回転磁界速度を変更することによって、第 1 および第 2 回転子の周方向の相対位置を変更するようになっている。

40

【特許文献 1】特開 2002 - 204541 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

ところで、上記従来技術の一例に係る電動機において、例えば電動機の回転速度に応じて第 1 および第 2 回転子の位相差を制御する場合には、電動機の作動状態つまり回転速度に応じた遠心力が作用する状態でのみ第 1 および第 2 回転子の位相差を制御可能であり、

50

電動機の停止状態を含む適宜のタイミングで位相差を制御することができないという問題が生じる。また、この電動機を駆動源として車両に搭載した場合等のように、この電動機に外部からの振動が作用し易い状態においては、遠心力の作用のみによって第1および第2回転子の位相差を適切に制御することが困難であるという問題が生じる。しかも、この場合には、モータに対する電源での電源電圧の変動に拘わらずに位相差が制御されることから、例えば電源電圧と電動機の逆起電圧との大小関係が逆転してしまうという不具合が生じる虞がある。

また、例えば固定子に発生する回転磁界の速度に応じて第1および第2回転子の位相差を制御する場合には、回転磁界速度が変更されることから、電動機の制御処理が複雑化してしまうという問題が生じる。

10

#### 【0004】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、電動機が複雑化することを抑制しつつ、容易かつ適切に誘起電圧定数を可変とすることで、運転可能な回転数範囲およびトルク範囲を拡大し、運転効率を向上させると共に高効率での運転可能範囲を拡大することが可能な電動機を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0005】

上記目的を達成するために、請求項1に係る発明は、周方向に沿って配置された内周側永久磁石（例えば実施形態における内周側永久磁石11a）を具備する内周側回転子（例えば実施形態における内周側回転子11）および周方向に沿って配置された外周側永久磁石（例えば実施形態における外周側永久磁石12a）を具備する外周側回転子（例えば実施形態における外周側回転子12）の互いの回転軸線が同軸に配置され、少なくとも前記内周側回転子および前記外周側回転子のいずれか一方を前記回転軸線周りに回動させることによって前記内周側回転子と前記外周側回転子との間の相対的な位相を変更可能な回動手段（例えば実施形態における回動機構14）を備える電動機（例えば実施形態における電動機10）であって、前記回動手段は、前記外周側回転子に対して一体回轉可能に設けられた第1部材（例えば実施形態におけるベーンロータ32）と、前記内周側回転子の内側に一体に固定されるとともに前記第1部材とで圧力室（例えば実施形態における第1圧力室56、第2圧力室57）を前記内周側回転子の内側に画成する第2部材（例えば実施形態におけるハウジング33）とを有し、前記圧力室への作動流体の供給で前記内周側回 30  
転子と前記外周側回転子との間の相対的な位相を変更するものであり、前記第2部材に、前記圧力室から外周側に貫通する貫通穴（例えば実施形態における貫通穴33b）が形成され、前記内周側回転子と前記第2部材との間に前記貫通穴に連通する流路（例えば実施形態における流路51）が形成されていることを特徴とする。

20

30

#### 【0006】

請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明において、前記第1部材は、前記内周側回転子の内側に配置されるとともに複数の羽根部（例えば実施形態における羽根部36）を有して前記外周側回転子に一体に設けられたベーンロータであり、前記第2部材は、前記ベーンロータの前記羽根部を回動可能に収容しつつ該羽根部とで前記圧力室をそれぞれ画成する複数の凹部（例えば実施形態における凹部48）を有して前記内周側回転子の内側 40  
に一体に設けられたハウジングであって、複数の前記圧力室それぞれに対して、前記流路に連通する前記貫通穴が形成されていることを特徴とする。

40

#### 【0007】

請求項3に係る発明は、請求項2に係る発明において、前記流路は、周方向に延びる螺旋状をなして、複数の前記圧力室それぞれに形成された前記貫通穴に連通しており、該流路の端部は前記内周側回転子の端面（例えば実施形態における端面33B）で開口していることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0008】

請求項1に係る発明によれば、内周側回転子および外周側回転子には周方向に沿って永

50

久磁石が配置されることにより、例えば外周側回転子の永久磁石による界磁磁束が固定子巻線を鎖交する鎖交磁束量を、内周側回転子の永久磁石による界磁磁束によって効率よく増大あるいは低減させることができる。そして、界磁強め状態では、電動機のトルク定数（つまり、トルク/相電流）を相対的に高い値に設定することができ、電動機運転時の電流損失を低減すること無しに、または、固定子巻線への通電を制御するインバータの出力電流の最大値を変更すること無しに、電動機が出力する最大トルク値を増大させることができる。

#### 【0009】

しかも、回動手段は、外周側回転子に対して一体回転可能に設けられた第1部材と、内周側回転子に対して一体回転可能に設けられた第2部材とで内周側回転子の内側に画成された圧力室に作動流体を供給することによって、内周側回転子と外周側回転子との間の相対的な位相を変更するものであるため、電動機が複雑化することを抑制しつつ、容易かつ適切に、しかも所望のタイミングで誘起電圧定数を可変とすることができ、その結果、運転可能な回転数範囲およびトルク範囲を拡大し、運転効率を向上させると共に高効率での運転可能範囲を拡大することが可能となる。

10

さらに、圧力室への作動流体の供給量を制御することで内周側回転子と外周側回転子との間の相対的な位相を所望の位相にすることができる。

#### 【0010】

さらに、外周側回転子および内周側回転子が回転すると、第2部材において圧力室から外周側に貫通形成された貫通穴と内周側回転子と第2部材との間の流路とを介して圧力室から作動流体をこれに含まれた不純物（コンタミネーション）とともに排出することができ、作動流体中に含まれた不純物の圧力室の壁面への堆積を抑制できる。また、圧力室から排出された作動流体が内周側回転子と第2部材との間の流路を通過して排出されるため、内周側回転子および第2部材を冷却することができる。

20

#### 【0011】

請求項2に係る発明によれば、第1部材が複数の羽根部を有するベーンロータであり、第2部材が、ベーンロータの羽根部を回動可能に収容しつつ羽根部とで圧力室をそれぞれ画成する複数の凹部を有するハウジングである場合に、複数の圧力室それぞれに対して、流路に連通する貫通穴が形成されているため、複数の圧力室それぞれについて不純物の堆積を抑制できる。

30

加えて、ベーンロータおよびハウジングが圧力室を内周側回転子の内側に画成するため、特に回転軸線方向の厚さの増大を抑えることができ、小型化が図れる。

#### 【0012】

請求項3に係る発明によれば、流路が周方向に延びる螺旋状をなしているため、外周側回転子および内周側回転子が回転すると、回転力で複数の圧力室それぞれの貫通穴から作動流体を吸い出して内周側回転子の端面から排出させることになる。このように螺旋状の流路がネジポンプとして機能して圧力室の作動流体を不純物とともに吸い出して排出するため、不純物の堆積を効果的に抑制できる。また、圧力室から排出された作動流体が内周側回転子と第2部材との間の螺旋状の流路を通過して排出されるため、内周側回転子および第2部材の全体を平均的に冷却することができる。

40

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0013】

以下、本発明の一実施形態に係る電動機について図面を参照しつつ説明する。

本実施形態に係る電動機10は、図1～図3に示すように、この電動機10の回転軸線を中心に回転可能に設けられた略円環状の内周側回転子11と、この内周側回転子11に対してその径方向外側に同軸の回転軸線を中心に回転可能に設けられ、しかも回転軸線方向の位置を合わせて設けられた略円環状の外周側回転子12と、内周側回転子11および外周側回転子12を回転させる回転磁界を発生する複数相の図1に示す固定子巻線13aを有する固定子13と、内周側回転子11および外周側回転子12に接続されるとともに非圧縮性流体である作動油（作動流体）の油圧（流体圧）で内周側回転子11と外周側回

50

転子 1 2 との間の相対的な位相を変更する回動機構（回動手段）1 4 と、回動機構 1 4 への油圧を制御する図示略の油圧制御装置とを備えたブラシレス DC モータである。この電動機 1 0 は、例えばハイブリッド車両や電動車両等の車両に駆動源として搭載されることになり、その際に、その出力軸（回動軸）1 6 はトランスミッション（図示略）の入力軸に接続され、電動機 1 0 の駆動力がトランスミッションを介して車両の駆動輪（図示略）に伝達されるようになっている。

#### 【0014】

なお、車両の減速時に駆動輪側から電動機 1 0 に駆動力が伝達されると、電動機 1 0 は発電機として機能していわゆる回生制動力を発生し、車体の運動エネルギーを電気エネルギー（回生エネルギー）として回収する。さらに、例えばハイブリッド車両においては、この電動機 1 0 の回転軸線が内燃機関（図示略）のクランクシャフトに連結されており、内燃機関の出力が電動機 1 0 に伝達された場合にも電動機 1 0 は発電機として機能して発電エネルギーを発生する。

10

#### 【0015】

内周側回転子 1 1 は、その回転軸線が電動機 1 0 の回転軸線と同軸となるように配置されるもので、図 2 に示すように、略円筒状の内周側ロータ鉄心 2 1 を有しており、この内周側ロータ鉄心 2 1 には、その外周側の部分に周方向に所定の等ピッチで複数（具体的には 1 6 箇所）の内周側磁石装着部 2 3 , ... , 2 3 が設けられている。また、内周側ロータ鉄心 2 1 の外周面 2 1 A 上には、周方向で隣り合う内周側磁石装着部 2 3 , 2 3 のすべての間位置に、回転軸線に平行に伸びる凹溝 2 1 a が半径方向に凹むように形成されている。この内周側ロータ鉄心 2 1 は、例えば焼結等により形成される。

20

#### 【0016】

各内周側磁石装着部 2 3 , ... , 2 3 は、内周側ロータ鉄心 2 1 を回転軸線に平行に貫通する一对の磁石装着孔 2 3 a , 2 3 a をそれぞれ備えている。一对の磁石装着孔 2 3 a , 2 3 a は回転軸線に平行な方向に対する断面が略長形状に形成されており、互いにセンターリップ 2 3 b を介して周方向で隣り合うように同一平面内に配置されている。なお、この平面はセンターリップ 2 3 b と回転軸線とを結んだ半径線に対し直交する。各磁石装着孔 2 3 a , 2 3 a には回転軸線に平行に伸びる略板状の永久磁石 1 1 a がそれぞれ装着されている。

30

#### 【0017】

磁石装着孔 2 3 a , ... , 2 3 a にそれぞれ装着される永久磁石 1 1 a は、すべて厚さ方向（つまり各回転子 1 1 , 1 2 の径方向）に同様に磁化されており、同一の内周側磁石装着部 2 3 に設けられた一对の磁石装着孔 2 3 a , 2 3 a に装着される一对の永久磁石 1 1 a , 1 1 a は、互いに磁化方向が同方向となるように設定されている。そして、すべての内周側磁石装着部 2 3 , ... , 2 3 において、周方向で隣り合う内周側磁石装着部 2 3 , 2 3 同士は、一方に装着される一对の永久磁石 1 1 a , 1 1 a および他方に装着される一对の永久磁石 1 1 a , 1 1 a が、互いに磁化方向が異方向となるように設定される。すなわち外周側が N 極とされた一对の永久磁石 1 1 a , 1 1 a が装着された内周側磁石装着部 2 3 には、外周側が S 極とされた一对の永久磁石 1 1 a , 1 1 a が装着された内周側磁石装着部 2 3 が、凹溝 2 1 a を介して周方向で隣接するようになっている。

40

以上により、内周側回転子 1 1 は、周方向に沿って配置された複数の永久磁石 1 1 a , ... , 1 1 a を具備している。

#### 【0018】

外周側回転子 1 2 も、回転軸線が電動機 1 0 の回転軸線と同軸となるように配置されるもので、略円筒状の外周側ロータ鉄心 2 2 を有しており、この外周側ロータ鉄心 2 2 には、その外周側の部分に周方向に所定の等ピッチで、上記した内周側磁石装着部 2 3 , ... , 2 3 と同数の外周側磁石装着部 2 4 , ... , 2 4 が設けられている。また、外周側ロータ鉄心 2 2 の外周面 2 2 A 上には、周方向で隣り合う外周側磁石装着部 2 4 , 2 4 のすべての間位置に、回転軸線に平行に伸びる凹溝 2 2 a が半径方向に凹むように形成されている。さらに、外周側ロータ鉄心 2 2 の各凹溝 2 2 a , ... , 2 2 a の各内径側つまり外周側磁石

50

装着部 2 4 , ... , 2 4 の隣り合うもの同士の間位置には、それぞれ図 1 に示すボルト挿入穴 2 2 b が軸線方向に沿って貫通形成されている。この外周側ロータ鉄心 2 2 も、例えば焼結等により形成される。

【 0 0 1 9 】

各外周側磁石装着部 2 4 , ... , 2 4 は、回転軸線に平行に貫通する一対の磁石装着孔 2 4 a , 2 4 a をそれぞれ備えている。一対の磁石装着孔 2 4 a , 2 4 a は回転軸線に平行な方向に対する断面が略長形状に形成されており、互いにセンターリップ 2 4 b を介して周方向で隣り合うように同一平面内に配置されている。なお、この平面はセンターリップ 2 4 b と回転軸線とを結んだ半径線に対し直交する。各磁石装着孔 2 4 a , 2 4 a には回転軸線に平行に伸びる略板状の永久磁石 1 2 a がそれぞれ装着されている。

10

【 0 0 2 0 】

各磁石装着孔 2 4 a , ... , 2 4 a にそれぞれ装着される永久磁石 1 2 a は、すべて厚さ方向（つまり各回転子 1 1 , 1 2 の径方向）に同様に磁化されており、同一の外周側磁石装着部 2 4 に設けられた一対の磁石装着孔 2 4 a , 2 4 a に装着される一対の永久磁石 1 2 a , 1 2 a は、互いに磁化方向が同方向となるように設定されている。そして、すべての外周側磁石装着部 2 4 , ... , 2 4 において、周方向で隣り合う外周側磁石装着部 2 4 , 2 4 同士は、一方に装着される一対の永久磁石 1 2 a , 1 2 a および他方に装着される一対の永久磁石 1 2 a , 1 2 a が、互いに磁化方向が異方向となるように設定される。すなわち外周側が N 極とされた一対の永久磁石 1 2 a , 1 2 a が装着された外周側磁石装着部 2 4 には、外周側が S 極とされた一対の永久磁石 1 2 a , 1 2 a が装着された外周側磁石装着部 2 4 が、凹溝 2 2 a を介して周方向で隣接するようになっている。

20

以上により、外周側回転子 1 2 も、周方向に沿って配置された複数の永久磁石 1 2 a , ... , 1 2 a を具備している。

【 0 0 2 1 】

そして、内周側回転子 1 1 の各内周側磁石装着部 2 3 , ... , 2 3 と外周側回転子 1 2 の各外周側磁石装着部 2 4 , ... , 2 4 とは、各回転子 1 1 , 1 2 の径方向で互に対向配置可能となるように配置されている。この対向配置状態のとき、すべての一対の永久磁石 1 1 a , 1 1 a が、いずれか対応する一対の永久磁石 1 2 a , 1 2 a と一対一で回転方向の位相を合わせる状態となる。また、内周側回転子 1 1 の各凹溝 2 1 a , ... , 2 1 a と外周側回転子 1 2 の各凹溝 2 2 a , ... , 2 2 a についても、すべての凹溝 2 1 a , ... , 2 1 a が、いずれか対応する凹溝 2 2 a と一対一で回転方向の位相を合わせる状態となる。

30

【 0 0 2 2 】

これにより、内周側回転子 1 1 と外周側回転子 1 2 との回転軸線周りの相対位置に応じて、電動機 1 0 の状態を、内周側回転子 1 1 のすべての永久磁石 1 1 a , ... , 1 1 a と外周側回転子 1 2 のすべての永久磁石 1 2 a , ... , 1 2 a とにおいて、対をなす永久磁石 1 1 a , 1 1 a と対をなす永久磁石 1 2 a , 1 2 a との同極の磁極同士が対向配置（つまり、対をなす永久磁石 1 1 a , 1 1 a と対をなす永久磁石 1 2 a , 1 2 a とが対極配置）されて界磁が最も弱められる図 2 に示す弱め界磁状態から、対をなす永久磁石 1 1 a , 1 1 a と対をなす永久磁石 1 2 a , 1 2 a との異極の磁極同士が対向配置（つまり、対をなす永久磁石 1 1 a , 1 1 a と対をなす永久磁石 1 2 a , 1 2 a とが同極配置）されて界磁が最も強められる図 4 に示す強め界磁状態に亘る適宜の状態に設定可能とされている。

40

【 0 0 2 3 】

ここで、図 1 に示す固定子 1 3 は、外周側回転子 1 2 の外周部に対向配置される略円筒状に形成され、例えば車両のトランスミッションのハウジング（図示略）等に固定されている。

【 0 0 2 4 】

次に、上記のような内周側回転子 1 1 と外周側回転子 1 2 との相対的な位相変更を行う回動機構 1 4 について説明する。

【 0 0 2 5 】

本実施形態の回動機構 1 4 は、図 1 に示すように、外周側回転子 1 2 の軸線方向両側に

50

外周側回転子 1 2 の内側の空間を覆うように固定される円板状の一对のドライブプレート（端板）3 1 , 3 1 と、これらドライブプレート 3 1 , 3 1 で挟持されることで外周側回転子 1 2 の内側に一体に設けられるベーンロータ（第 1 部材）3 2 と、内周側回転子 1 1 の内側に一体に固定されてこの内周側回転子 1 1 とともにベーンロータ 3 2 、外周側回転子 1 2 およびドライブプレート 3 1 , 3 1 の間に配置されるハウジング（第 2 部材）3 3 とを有している。ベーンロータ 3 2 およびハウジング 3 3 は、例えば焼結等により形成される。

#### 【0026】

一对のドライブプレート 3 1 , 3 1 には、それぞれの外周側の部分に、軸線方向に貫通する複数（ボルト挿入穴 2 2 b と同数）のボルト挿入穴 3 1 a , ... , 3 1 a が、同一円周上で等間隔をあけるように形成されており、これらボルト挿入穴 3 1 a , ... , 3 1 a よりも内側には軸線方向に凹む図 1 に示す環状溝 3 1 b が一側に形成されている。また、ドライブプレート 3 1 には、環状溝 3 1 b よりも内側に、軸線方向に貫通する複数のボルト挿入穴 3 1 c , ... , 3 1 c が、同一円周上で等間隔をあけるように形成されている。さらに、ボルト挿入穴 3 1 c , ... , 3 1 c の内側であるドライブプレート 3 1 の中心位置には、環状溝 3 1 b の形成側と同側に、軸線方向に沿って円筒状に突出する円筒部 3 1 d が形成されており、その内側は軸線方向に貫通する中心穴 3 1 e となっている。

10

#### 【0027】

ベーンロータ 3 2 は、図 2 および図 3 に示すように、円筒状のボス部 3 5 と、このボス部 3 5 の外周面における円周方向の等間隔位置から半径方向外側に延出する複数（上記したボルト挿入穴 3 1 c と同数（具体的には 6 箇所））の羽根部 3 6 , ... , 3 6 とを有している。

20

#### 【0028】

ボス部 3 5 の軸線方向両側は、羽根部 3 6 , ... , 3 6 と同じ軸線方向長さの挟持ベース部 3 7 が外周側に、この挟持ベース部 3 7 よりも軸線方向内側に段差状に凹む段差部 3 8 が内周側に形成された形状をなしている。ボス部 3 5 の内径側には、その軸線方向中間位置に図 1 に示す連結用スプライン 3 5 b が形成されており、連結用スプライン 3 5 b よりも軸線方向一側に、図 2 に示すように各羽根部 3 6 , ... , 3 6 の位置の内周側から最も近い羽根部 3 6 の基端の回転方向における同じ一側にそれぞれ貫通する通路穴 3 5 c , ... , 3 5 c が形成され、連結用スプライン 3 5 b よりも軸線方向逆側に、各羽根部 3 6 , ... , 3 6 の位置の内周側から最も近い羽根部 3 6 の基端の回転方向における同じ逆側にそれぞれ貫通する通路穴 3 5 d , ... , 3 5 d が形成されている。

30

#### 【0029】

図 1 に示すように、このベーンロータ 3 2 の内径側に、外周側回転子 1 2 の駆動力が伝達される出力軸 1 6 が取り付けられることになる。この出力軸 1 6 には、ボス部 3 5 の連結用スプライン 3 5 b に結合される連結用スプライン 1 6 a と、連結用スプライン 1 6 a で結合された状態でボス部 3 5 のすべての通路穴 3 5 c を連通させる環状の連通溝 1 6 b と、同状態ですべての通路穴 3 5 d を連通させる環状の連通溝 1 6 c と、連通溝 1 6 b , 1 6 c のそれぞれの両外側位置に形成されたシール溝 1 6 d , ... , 1 6 d とを有しており、これらのシール溝 1 6 d , ... , 1 6 d にはベーンロータ 3 2 との隙間をシールする図示略のシールリングがそれぞれ配設される。また、この出力軸 1 6 には、その内部を通過して連通溝 1 6 b に対し作動油を給排するための通路穴 1 6 e と、連通溝 1 6 c に対し作動油を給排するための通路穴 1 6 f とが形成されている。なお、この出力軸 1 6 には、ドライブプレート 3 1 , 3 1 よりも軸線方向外側に突出する部分に、例えば車両のトランスミッションのハウジングに保持される一对のベアリング 4 2 , 4 2 を嵌合させるベアリング嵌合部 1 6 g がそれぞれ形成されており、一方のベアリング嵌合部 1 6 g のドライブプレート 3 1 側には、出力軸 1 6 の回転を伝達するギア 4 3 がスプライン結合されている。

40

#### 【0030】

各羽根部 3 6 , ... 3 6 は、略板状をなしており、図 2 に示すように、中間位置に軸線方向に貫通するネジ穴 3 6 a がそれぞれ形成されている。また、円周方向の両側面には、そ

50

れぞれ、ネジ穴 3 6 a の形成位置よりも外周側に一对の凹状部 3 6 b , 3 6 b が軸線方向の全長に亘って形成されており、ネジ穴 3 6 a の形成位置よりも内側にも凹状部 3 6 c , 3 6 c が軸線方向の全長に亘って形成されている。さらに、各羽根部 3 6 , ... 3 6 のそれぞれの外周面には、外周面から中心側に向けて凹むシール保持溝 3 6 d が軸線方向の全長に亘って形成されている。これらシール保持部 3 6 d , ... , 3 6 d には、ハウジング 3 3 との隙間をシールするスプリングシール 4 4 がそれぞれ配置される。各スプリングシール 4 4 , ... , 4 4 は、外側に設けられてハウジング 3 3 に摺接するシール 4 4 a と、内側に設けられてシール 4 4 a を半径方向外方のハウジング 3 3 側に押圧するスプリング 4 4 b とで構成されている。

#### 【 0 0 3 1 】

内周側回転子 1 1 の内側に所定の位相関係となるように一体に嵌合されるハウジング 3 3 は、径方向厚さの薄い円筒状のベース部 4 6 と、このベース部 4 6 の内周面における円周方向の等間隔位置から半径方向内側に突出する、羽根部 3 6 と同数の突出部 4 7 , ... , 4 7 とを有している。ここで、ベース部 4 6 は、図 1 に示すように、突出部 4 7 よりも軸線方向両側に全周にわたって突出している。各突出部 4 7 , ... , 4 7 は、図 2 に示すように、それぞれ、軸線方向視で先細の略二等辺三角形形状をなしており、すべての突出部 4 7 , ... , 4 7 において、円周方向に隣り合う突出部 4 7 , 4 7 同士の各間に上記したベーンロータ 3 2 の羽根部 3 6 を配置可能な凹部 4 8 が形成される。各突出部 4 7 , ... , 4 7 には、それぞれの内端面に、外径側に向けて凹むシール保持溝 4 7 b が軸線方向の全長に亘って形成されている。これらシール保持部 4 7 b , ... , 4 7 b には、ベーンロータ 3 2 のボス部 3 5 の外周面との隙間をシールするスプリングシール 5 0 がそれぞれ配置される。これらのスプリングシール 5 0 , ... , 5 0 は、内周側に設けられてベーンロータ 3 2 のボス部 3 5 に摺接するシール 5 0 a と、外径側に設けられてシール 5 0 a をベーンロータ 3 2 側に押圧するシールスプリング 5 0 b とで構成されている。なお、ハウジング 3 3 を内周側回転子 1 1 にボルト等の締結で一体に連結しても良い。

#### 【 0 0 3 2 】

そして、本実施形態において、ハウジング 3 3 には、外周面 3 3 A に、周方向に沿って延在し、しかも延在方向先端側ほど軸線方向一侧に徐々に変位するように螺旋状をなす流路形成溝 3 3 a が形成されている。この流路形成溝 3 3 a は、図 1 および図 3 に示すように、ハウジング 3 3 の軸線方向一侧の端面 3 3 B から形成され、ハウジング 3 3 の外周面 3 3 A を複数回回って軸線方向他側の端面 3 3 B まで形成されている。また、ハウジング 3 3 には、図 2 に示すように、すべての凹部 4 8 , ... , 4 8 のそれぞれの半径方向外側の底壁面 4 8 a の円周方向の中央位置に、半径方向に沿って貫通し流路形成溝 3 3 a に連通する貫通穴 3 3 b が穿設されている。なお、各貫通穴 3 3 b , ... , 3 3 b は、螺旋状の流路形成溝 3 3 a に連通することからハウジング 3 3 の軸線方向における位置はそれぞれ異なっている。このハウジング 3 3 が内周側回転子 1 1 の内側に嵌合されると、流路形成溝 3 3 a と内周側回転子 1 1 の内周面 1 1 A とで、各貫通穴 3 3 b , ... , 3 3 b に連通する螺旋状の流路 5 1 が形成されることになる。この流路 5 1 は、内周側回転子 1 1 とハウジング 3 3 との間に形成されることになり、ハウジング 3 3 の周方向に延びる螺旋状をなし、両端部がそれぞれ内周側回転子 1 1 のハウジング 3 3 の軸線方向の端面 3 3 B で開口している。

#### 【 0 0 3 3 】

上記の各部品を組み立てる場合、例えば、一方のドライブプレート 3 1 の円筒部 3 1 d をベーンロータ 3 2 の一方の段差部 3 8 に嵌合させることにより、これらドライブプレート 3 1 およびベーンロータ 3 2 を合わせた状態で、このドライブプレート 3 1 の各ボルト挿入穴 3 1 c , ... , 3 1 c にそれぞれボルト 5 4 を挿入し、各ボルト 5 4 , ... , 5 4 をそれぞれベーンロータ 3 2 の羽根部 3 6 のネジ穴 3 6 a に螺合させる。そして、ベーンロータ 3 2 の各羽根部 3 6 , ... , 3 6 にそれぞれスプリングシール 4 4 を取り付けられた状態で、各羽根部 3 6 , ... , 3 6 をそれぞれ一対一で対応する凹部 4 8 に入れるようにして、予め内側にハウジング 3 3 が圧入された内周側回転子 1 1 を、スプリングシール 5 0 , ... , 5

10

20

30

40

50



0を取り付けた状態で一方のドライブプレート31に合わせる。そして、内周側回転子11の外側を覆うように、外側回転子12を一方のドライブプレート31に合わせた後、他方のドライブプレート31を、ベーンロータ32の他方の嵌合部38を中心穴31eに嵌合させることにより反対側から合わせて、このドライブプレート31の各ボルト挿入穴31a, ..., 31a、外周側回転子12の各ボルト挿入穴22b, ..., 22bおよび上記した一方のドライブプレート31の各ボルト挿入穴31a, ..., 31aにそれぞれボルト52を挿入し、各ボルト52, ..., 52にそれぞれナット53を螺合させる。また、この他方のドライブプレート31の各ボルト挿入穴31c, ..., 31cにそれぞれボルト54を挿入し、各ボルト54, ..., 54をそれぞれベーンロータ32の羽根部36のネジ穴36aに螺合させる。

10

## 【0034】

その結果、外周側回転子12の軸線方向両端面に固定されたドライブプレート31, 31が、それぞれベーンロータ32の各羽根部36, ..., 36とボルト54, ..., 54で一体に固定される。なお、羽根部36, ..., 36をドライブプレート31に固定するボルト54, ..., 54は、外周側回転子12をドライブプレート31に固定するボルト52, ..., 52よりも本数は少なく、かつサイズは大きいものが用いられている。

## 【0035】

その後、出力軸16がベーンロータ32の内側に嵌合され、その際に、連結スプライン16aおよび連結スプライン35bが結合される。その結果、出力軸16がベーンロータ32に一体に固定された状態となる。勿論、上記の組み立て手順は一例であり、上記とは異なる手順で組み立てることも可能である。

20

## 【0036】

以上によって、ハウジング33と一体とされた内周側回転子11が、外周側回転子12の内側且つベーンロータ32の外側であってドライブプレート31, 31の間の空間58に設けられることになり、ドライブプレート31, 31の環状溝31b, 31bに入り込むベース部46の軸線方向両側部分で回転可能に保持されることになる。さらに、ハウジング33の凹部48, ..., 48それぞれに一枚ずつベーンロータ32の羽根部36が配置される。また、ベーンロータ32にスプライン結合される出力軸16は、外周側回転子12、ドライブプレート31, 31およびベーンロータ32と一体回転可能となり、具体的には一体に固定される。なお、一体に設けられた外周側回転子12およびドライブプレート31, 31に対して回動可能となることから、内周側回転子11の軸線方向の両端面は、対向するドライブプレート31との間に図1に示す隙間59を形成可能であり、また、外周面21Aも外周側回転子12との間に若干のギャップ60を有している。

30

## 【0037】

ここで、外周側回転子12の永久磁石12a, ..., 12aと内周側回転子11の永久磁石11a, ..., 11aとが異極同士を対向させる強め界磁状態のとき、図4に示すようにすべての羽根車36, ..., 36がそれぞれ対応する凹部48内で回転方向における同じ側に隣り合う突出部47に当接することになり、当接する突出部47との間に第1圧力室56を形成するとともに、それぞれが回転方向における同じ逆側に隣り合う突出部47との間に第1圧力室56よりも広い第2圧力室57を形成することになる(言い換えれば、凹部48, ..., 48および凹部48, ..., 48に収容される羽根車36, ..., 36で第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57が形成される)。その結果、これらの第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57は、内周側回転子11の内側に画成される。

40

## 【0038】

逆に、外周側回転子12の永久磁石12a, ..., 12aと内周側回転子11の永久磁石11a, ..., 11aとが同極同士を対向させる弱め界磁状態のとき、図2に示すように、すべての羽根車36, ..., 36がそれぞれ対応する凹部48内で回転方向における同じ上記逆側に隣り合う突出部47に当接して第2圧力室57を縮小することになり、それぞれが回転方向における同じ上記一側に隣り合う突出部47との間の第1圧力室56を拡大す

50

ることになる。なお、各第1圧力室56, ..., 56にベーンロータ32の各通路穴35c, ..., 35cが一对一で常時開口するように設けられ、各第2圧力室57, ..., 57にベーンロータ32の各通路穴35d, ..., 35dが一对一で常時開口するように設けられている。

【0039】

なお、ハウジング33に形成された各貫通穴33b, ..., 33bは、羽根車36の位置によって第1圧力室56に開口する状態と第2圧力室57に開口する状態とに切り換えられることになり、第1圧力室56に開口する状態では第1圧力室56からハウジング33の外周面33A側に貫通し、しかもすべての第1圧力室56, ..., 56それぞれに対し形成された状態となる。また、各貫通穴33b, ..., 33bは、第2圧力室57に開口する状態では第2圧力室57からハウジング33の外周面33A側に貫通し、しかもすべての第2圧力室57, ..., 57それぞれに対し形成された状態となる。

【0040】

ここで、外周側回転子12および内周側回転子11は、永久磁石12a, ..., 12aおよび永久磁石11a, ..., 11aが互いに異なる極性で対向し吸引し合う図4に示す強め界磁の位置を、第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57が実質的に作動油圧を受けないときの原点位置に設定している。なお、第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57は作動油圧を受けない状態でも作動油で満たされている。そして、この原点位置にある状態から、各第1圧力室56, ..., 56に各通路穴35c, ..., 35cを介して作動油を導入する(つまり第1圧力室56, ..., 56に作動油圧を導入すると同時に各第2圧力室57, ..., 57から各通路穴35d, ..., 35dを介して作動油を排出させると、外周側回転子12および内周側回転子11は、磁力に反して相対回転し、弱め界磁状態となる。逆に、各第2圧力室57, ..., 57に各通路穴35d, ..., 35dを介して作動油を導入すると同時に各第1圧力室56, ..., 56から各通路穴35c, ..., 35cを介して作動油を排出させると、外周側回転子12および内周側回転子11は、原点位置に戻って強め界磁状態となるが、このときは、外周側回転子12の永久磁石12a, ..., 12aと内周側回転子11の永久磁石11a, ..., 11aとが磁力で吸引し合うこととなるため、各第2圧力室57, ..., 57に導入する作動油の圧力は、弱め界磁状態に位相変更する場合に必要な圧力よりも低くて済み、場合によっては油圧を導入しなくても作動油の給排のみで済む。

【0041】

ここで、電動機10は、内周側回転子11が、外周側回転子12に対して永久磁石12a, ..., 12aおよび永久磁石11a, ..., 11aを互いに同じ極性を対向させた弱め状態から原点位置に戻る際の回転方向と、減速回転時に生じる慣性モーメントの方向とを一致させている。つまり、電動機10は、車両の前進走行時に外周側回転子12および内周側回転子11を、図2および図4における時計回り方向に回転させるように設定されており、図2に示す弱め界磁状態から外周側回転子12が減速するとフローティング状態にある内周側回転子11に図4に示す強め界磁状態に戻ろうとする慣性モーメントが生じるのである。

【0042】

ここで、作動油が非圧縮性であることから、上記のような強め界磁状態および弱め界磁状態の両限界端への位相の変更は勿論、これら両限界端の間の中間位置であっても、図示略の油圧制御装置が、例えば、図示略の開閉弁の遮断ですべての第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57からの作動油の給排を停止させることで、外周側回転子12および内周側回転子11はその時点での位相関係を維持することになり、任意の界磁状態で位相変更を停止させることができる。

【0043】

以上により、上記したベーンロータ32は、外周側回転子12に対して一体に固定されて一体回転可能となり、内周側回転子11の内側に配置されることになる。しかも、ベーンロータ32は、外周側回転子12および内周側回転子11の軸線方向の両端面を覆うよ

10

20

30

40

50

うに外周側回転子 1 2 に固定されたドライブプレート 3 1 , 3 1 を介して外周側回転子 1 2 に一体に固定され、外周側回転子 1 2 の駆動力を出力する出力軸 1 6 にも一体に設けられている。また、上記したハウジング 3 3 は、内周側回転子 1 1 に対して一体に嵌合されて一体回転可能となり、その凹部 4 8 がベーンロータ 3 2 とで第 1 圧力室 5 6 および第 2 圧力室 5 7 を内周側回転子 1 1 の内側に画成する。さらに、これら第 1 圧力室 5 6 および第 2 圧力室 5 7 への作動油の給排つまり作動油圧の導入制御で、ハウジング 3 3 に対するベーンロータ 3 2 の相対的な位相を変更し、その結果、内周側回転子 1 1 と外周側回転子 1 2 との間の相対的な位相を変更することになる。ここで、内周側回転子 1 1 と外周側回転子 1 2 との間の相対的な位相は、少なくとも電気角の 1 8 0 ° だけ進角側または遅角側に变化可能となり、電動機 1 0 の状態は、内周側回転子 1 1 の永久磁石 1 1 a と外周側回転子 1 2 の永久磁石 1 2 a との同極の磁極同士が対向配置される弱め界磁状態と、内周側回転子 1 1 の永久磁石 1 1 a と外周側回転子 1 2 の永久磁石 1 2 a との異極の磁極同士が対向配置される強め界磁状態との間の適宜の状態に設定可能となる。

10

#### 【 0 0 4 4 】

加えて、外周側回転子 1 2 の駆動力を出力軸 1 6 に伝達するドライブプレート 3 1 が外周側回転子 1 2 およびベーンロータ 3 2 の軸線方向両端面にそれぞれ固定されることで包囲されるこれら外周側回転子 1 2 、ベーンロータ 3 2 および両ドライブプレート 3 1 , 3 1 の間の図 2 に示す空間 5 8 に、一体とされた内周側回転子 1 1 およびハウジング 3 3 が、周方向に回転可能に配置されている。なお、内周側回転子 1 1 およびハウジング 3 3 の一体品は、空間 5 8 内にフローティング状態で回転自在に設けられている（つまり、ドライブプレート 3 1 , 3 1 および出力軸 1 6 には固定されていない）。

20

#### 【 0 0 4 5 】

なお、例えば図 5 ( a ) に示すように内周側回転子 1 1 の永久磁石 1 1 a と外周側回転子 1 2 の永久磁石 1 2 a とが同極配置とされる強め界磁状態と、例えば図 5 ( b ) に示すように内周側回転子 1 1 の永久磁石 1 1 a と外周側回転子 1 2 の永久磁石 1 2 a とが対極配置とされる弱め界磁状態とにおいては、例えば図 6 に示すように、誘起電圧の大きさが変化することから、電動機 1 0 の状態を強め界磁状態と弱め界磁状態との間で変化させることにより誘起電圧定数  $K_e$  が変更されることになる。

#### 【 0 0 4 6 】

この誘起電圧定数  $K_e$  は、例えば各回転子 1 1 , 1 2 の回転により固定子巻線 1 3 a の巻線端に誘起される誘起電圧の回転数比であって、さらに、極対数  $p$  と、モータ外径  $R$  と、モータ積厚  $L$  と、磁束密度  $B$  と、ターン数  $T$  との積により、 $K_e = 8 \times p \times R \times L \times B \times T$  として記述可能である。これにより、電動機 1 0 の状態を強め界磁状態と弱め界磁状態との間で変化させることにより、内周側回転子 1 1 の永久磁石 1 1 a と外周側回転子 1 2 の永久磁石 1 2 a とによる界磁磁束の磁束密度  $B$  の大きさが変化し、誘起電圧定数  $K_e$  が変更されることになる。

30

#### 【 0 0 4 7 】

ここで、例えば図 7 ( a ) に示すように、電動機 1 0 のトルクは誘起電圧定数  $K_e$  と固定子巻線 1 3 a に通電される電流との積に比例（トルク  $(K_e \times \text{電流})$ ）する。

また、例えば図 7 ( b ) に示すように、電動機 1 0 の界磁弱め損失は誘起電圧定数  $K_e$  と回転数との積に比例（界磁弱め損失  $(K_e \times \text{回転数})$ ）することから、電動機 1 0 の許容回転数は誘起電圧定数  $K_e$  と回転数との積の逆数に比例（許容回転数  $(1 / (K_e \times \text{回転数}))$ ）する。

40

#### 【 0 0 4 8 】

つまり、例えば図 8 に示すように、誘起電圧定数  $K_e$  が相対的に大きい電動機 1 0 では、運転可能な回転数は相対的に低下するものの、相対的に大きなトルクを出力可能となり、一方、誘起電圧定数  $K_e$  が相対的に小さい電動機 1 0 では、出力可能なトルクは相対的に低下するものの、相対的に高い回転数まで運転可能となり、誘起電圧定数  $K_e$  に応じてトルクおよび回転数に対する運転可能領域が変化する。

このため、例えば図 9 ( a ) に示す実施例のように、電動機 1 0 の回転数が増大するこ

50

とに伴い誘起電圧定数  $K_e$  が低下傾向に変化（例えば、順次、 $A$ 、 $B (< A)$ 、 $C (< B)$  へと変化）するように設定することにより、誘起電圧定数  $K_e$  を変化させない場合（例えば、第 1 ~ 第 3 比較例）に比べて、トルクおよび回転数に対する運転可能領域が拡大する。

#### 【0049】

また、電動機 10 の出力は、誘起電圧定数  $K_e$  と固定子巻線 13 a に通電される電流と回転数との積から界磁弱め損失および他の損失を減算して得た値に比例（出力（ $K_e \times$  電流  $\times$  回転数 - 界磁弱め損失 - 他の損失））する。つまり、例えば図 9（b）に示すように、誘起電圧定数  $K_e$  が相対的に大きい電動機 10 では、運転可能な回転数は相対的に低下するものの、相対的に低い回転数領域での出力が増大し、一方、誘起電圧定数  $K_e$  が相対的に小さい電動機 10 では、相対的に低い回転数領域での出力が低下するものの、相対的に高い回転数まで運転可能になると共に相対的に高い回転数での出力が増大し、誘起電圧定数  $K_e$  に応じて出力および回転数に対する運転可能領域が変化する。このため、電動機 10 の回転数が増大することに伴い誘起電圧定数  $K_e$  が低下傾向に変化（例えば、順次、 $A$ 、 $B (< A)$ 、 $C (< B)$  へと変化）するように設定することにより、誘起電圧定数  $K_e$  を変化させない場合（例えば、第 1 ~ 第 3 比較例）に比べて、出力および回転数に対する運転可能領域が拡大する。

#### 【0050】

また、電動機 10 の効率は、固定子巻線 13 a に対する入力電力から銅損および界磁弱め損失および他の損失を減算して得た値を入力電力で除算して得た値に比例（効率（（入力電力 - 銅損 - 界磁弱め損失 - 他の損失） / 入力電力））する。

このため、相対的に低い回転数領域から中回転数領域においては、相対的に大きな誘起電圧定数  $K_e$  を選択することにより、所望のトルクを出力させるために必要とされる電流が低減し、銅損が低減する。

#### 【0051】

そして、中回転数領域から相対的に高い回転数領域においては、相対的に小さな誘起電圧定数  $K_e$  を選択することにより、界磁弱め電流が低減し、界磁弱め損失が低減する。

これにより、例えば図 10（a）に示す実施例のように、電動機 10 の回転数が増大することに伴い誘起電圧定数  $K_e$  が低下傾向に変化するように設定することにより、誘起電圧定数  $K_e$  を変化させない場合（例えば、図 10（b）に示す第 2 比較例）に比べて、回転数および回転数に対する運転可能領域が拡大すると共に、電動機 10 の効率が所定効率以上となる高効率領域 E が拡大し、さらに、到達可能な最高効率の値が増大する。

#### 【0052】

上述したように、本実施形態によれば、先ず、内周側回転子 11 および外周側回転子 12 には周方向に沿って永久磁石 11 a および永久磁石 12 a が配置されることにより、例えば外周側回転子 12 の永久磁石 12 a による界磁磁束が固定子巻線 13 a を鎖交する鎖交磁束量を、内周側回転子 11 の永久磁石 11 a による界磁磁束によって効率よく増大あるいは低減させることができる。そして、界磁強め状態では、電動機 10 のトルク定数（つまり、トルク / 相電流）を相対的に高い値に設定することができ、電動機運転時の電流損失を低減すること無しに、または、固定子巻線 13 a への通電を制御するインバータの出力電流の最大値を変更すること無しに、電動機 10 が出力する最大トルク値を増大させることができる。

#### 【0053】

しかも、回動機構 14 は、外周側回転子 12 に対して一体回転可能に設けられたベーンロータ 32 と内周側回転子 11 に対して一体回転可能に設けられたハウジング 33 とで内周側回転子 11 の内側に画成された第 1 圧力室 56, ..., 56 および第 2 圧力室 57, ..., 57 に作動油を給排することによって、内周側回転子 11 と外周側回転子 12 との間の相対的な位相を変更するものであるため、電動機 10 が複雑化することを抑制しつつ、容易かつ適切に、しかも所望のタイミングで誘起電圧定数を可変とすることができ、その結果、運転可能な回転数範囲およびトルク範囲を拡大し、運転効率を向上させると共に高効

10

20

30

40

50

率での運転可能範囲を拡大することが可能となる。

【0054】

さらに、第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57への作動油の供給量を制御することで内周側回転子11と外周側回転子12との間の相対的な位相を界磁弱め状態と界磁強め状態との間の電気角180°の範囲内で無段階に変更することができる。

加えて、ベーンロータ32およびハウジング33が第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57を内周側回転子11の内側に画成するため、電動機10の特に軸線方向の厚さの増大を抑えることができ、小型化が図れる。

【0055】

具体的に、ベーンロータ32の羽根部36, ..., 36とハウジング33の凹部48, ..., 48とで画成された第1圧力室56, ..., 56に作動油を供給しつつ第2圧力室57, ..., 57から作動油を排出させると、第1圧力室56, ..., 56が拡大する方向にハウジング33とベーンロータ32との間の相対的な位相を変更することになり、その結果、ハウジング33の外側に一体に設けられた内周側回転子11と、ベーンロータ32に一体に設けられた外周側回転子12との間の相対的な位相を変更することになり、弱め界磁状態となる。一方、逆に、第2圧力室57, ..., 57に作動油を供給しつつ第1圧力室56, ..., 56から作動油を排出させると、第2圧力室57, ..., 57が拡大する方向にハウジング33とベーンロータ32との間の相対的な位相を変更することになり、その結果、内周側回転子11と外周側回転子12との間の相対的な位相を変更することになって、強め界磁状態となる。このように回動機構14としてベーンロータ32とハウジング33とを有する簡素なベーンアクチュエータ機構を用いるため、電動機10が複雑化することを確実に抑制しつつ、容易かつ適切に、しかも所望のタイミングで誘起電圧定数を可変とすることができる。

【0056】

加えて、ベーンロータ32が軸線方向の端面を覆うように外周側回転子12に固定されたドライブプレート31, 31を介して外周側回転子12に一体に設けられ、しかも、外周側回転子12の駆動力を出力する出力軸16にも一体に設けられているため、外周側回転子12の回転を直結で出力軸16に伝達することができる一方、第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57へ導入される作動油の圧力は、内周側回転子11の内側に一体に設けられたハウジング33とベーンロータ32との間の相対的な位相、つまり内周側回転子11と外周側回転子12との間の相対的な位相の変更のために主として用いられる。したがって、作動油で発生させる必要がある圧力を低く抑えることができる。

【0057】

さらに、作動油がベーンロータ32を経由して第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57に対し給排されるため、作動油の流路形成に伴う軸線方向の厚さの増大を抑制できる。

【0058】

加えて、本実施形態では、外周側回転子12および内周側回転子11の回転時に、ハウジング33に貫通形成されたすべての貫通穴33b, ..., 33bから、遠心力で、第1圧力室56, ..., 56または第2圧力室57, ..., 57の作動油がこれに含まれた不純物(コンタミネーション)とともに外周側に若干量ずつ移動し、内周側回転子11とハウジング33との間の螺旋状の流路51を介して排出される。これにより、第1圧力室56および第2圧力室57を形成する凹部48, ..., 48の底壁面48aへの、作動油中に含まれた不純物の堆積を抑制できる。しかも、すべての第1圧力室56, ..., 56またはすべての第2圧力室57, ..., 57それぞれに対して、流路51に連通する貫通穴33bが形成されているため、それぞれについて不純物の堆積を抑制できる。また、第1圧力室56, ..., 56または第2圧力室57, ..., 57から排出された作動油が内周側回転子11とハウジング33との間の流路51を通過して排出されるため、内周側回転子11およびハウジング33を冷却することができる。

10

20

30

40

50

## 【0059】

ここで、流路51が周方向に延びる螺旋状をなしているため、外周側回転子12および内周側回転子11が回転すると、回転力で、すべての第1圧力室56, ..., 56またはすべての第2圧力室57, ..., 57に連通する各貫通穴33bから作動油を吸い出して内周側回転子11のハウジング33の回転方向に応じた端面33Bから排出させることになる。このように螺旋状の流路51がネジポンプとして機能して第1圧力室56, ..., 56または第2圧力室57, ..., 57から作動油を不純物とともに吸い出して排出するため、不純物の堆積を効果的に抑制できる。また、作動油が内周側回転子11とハウジング33との間の螺旋状の流路51を通して排出されるため、内周側回転子11およびハウジング33の全体を平均的に冷却することができる。さらに、内周側回転子11のハウジング33の端面33Bから排出された作動油は、内周側回転子11と各ドライブプレート31, 31との隙間59と、内周側回転子11と外周側回転子12とのギャップ60を通過することになり、外周側回転子12をも冷却する。加えて、作動油は、遠心力で一对のドライブプレート31, 31と外周側回転子12との間の隙間を介して外側に排出され、固定子13の主に固定子巻線13aにかかって固定子13をも冷却することになる。

10

## 【0060】

また、流路51が周方向に延びる螺旋状をなしているため、ネジオリフィスとなることで例えばドライブスタート時に良好にエア抜きを行うことができ、第1圧力室56, ..., 56および第2圧力室57, ..., 57を直ぐに作動油で満たすことができる上、作動油の排出流量を不純物の排出に必要で且つ作動に影響を与えない最小限の排出流量に抑えることができる。

20

## 【0061】

なお、ネジポンプとして機能させる必要がなければ、流路51を軸線方向に沿って延在し各貫通穴33b, ..., 33bに一对一で連通する複数の流路としても良い。

また、回動機構14は、外周側回転子12に対して一体回転可能に設けられた第1部材と、内周側回転子11の内側に一体に固定されるとともに第1部材とで圧力室を内周側回転子11の内側に画成する第2部材とを有し、圧力室への作動流体の供給で内周側回転子11および外周側回転子12の少なくともいずれか一方を回転軸線周りに回動させることによって内周側回転子11と外周側回転子12との間の相対的な位相を変更可能なものであれば良い。例えば、内周側回転子11の内側に一体に固定される第2部材の内側にヘリカルスプラインで結合する第1部材としてのリングギアを設け、圧力室への作動油の供給でリングギアを軸線方向に摺動させて、ヘリカルスプラインの捩れで外周側回転子12に対して内周側回転子11を相対的に回動させるもの等にも適用可能である。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0062】

【図1】本発明の一実施形態に係る電動機を示す要部断面図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る電動機の内周側回転子、外周側回転子および回動機構の弱め界磁状態を示す手前のドライブプレートを略した正面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る電動機の内周側回転子、外周側回転子および回動機構を示す分解斜視図である。

40

【図4】本発明の一実施形態に係る電動機の内周側回転子、外周側回転子および回動機構の強め界磁状態を示す手前のドライブプレートを略した正面図である。

【図5】図5(a)は内周側回転子の永久磁石と外周側回転子の永久磁石とが同極配置された強め界磁状態を模式的に示す図であり、図5(b)は内周側回転子の永久磁石と外周側回転子の永久磁石とが対極配置された弱め界磁状態を模式的に示す図である。

【図6】図5に示す強め界磁状態と弱め界磁状態とにおける誘起電圧を示すグラフ図である。

【図7】図7(a)は誘起電圧定数 $K_e$ に応じて変化する電動機の電流とトルクとの関係を示すグラフ図であり、図7(b)は誘起電圧定数 $K_e$ に応じて変化する電動機の回転数と界磁弱め損失との関係を示すグラフ図である。

50

【図8】誘起電圧定数  $K_e$  に応じて変化する電動機の回転数とトルクとに対する運転可能領域を示す図である。

【図9】図9(a)は誘起電圧定数  $K_e$  に応じて変化する電動機の回転数とトルクとの関係を示すグラフ図であり、図9(b)は誘起電圧定数  $K_e$  に応じて変化する電動機の回転数と出力との関係を示すグラフ図である。

【図10】図10(a)は実施例において誘起電圧定数  $K_e$  に応じて変化する電動機の回転数とトルクとに対する運転可能領域および効率の分布を示す図であり、図10(b)は第2比較例において誘起電圧定数  $K_e$  に応じて変化する電動機の回転数とトルクとに対する運転可能領域および効率の分布を示す図である。

【符号の説明】

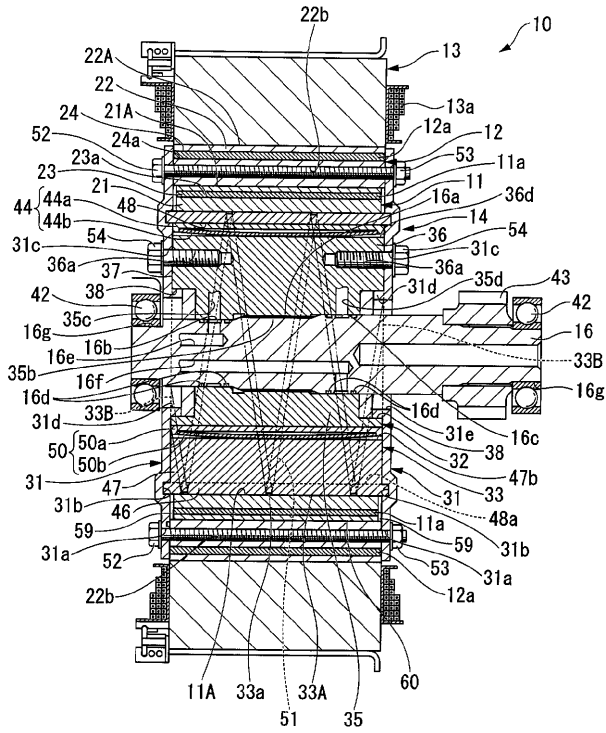
10

【0063】

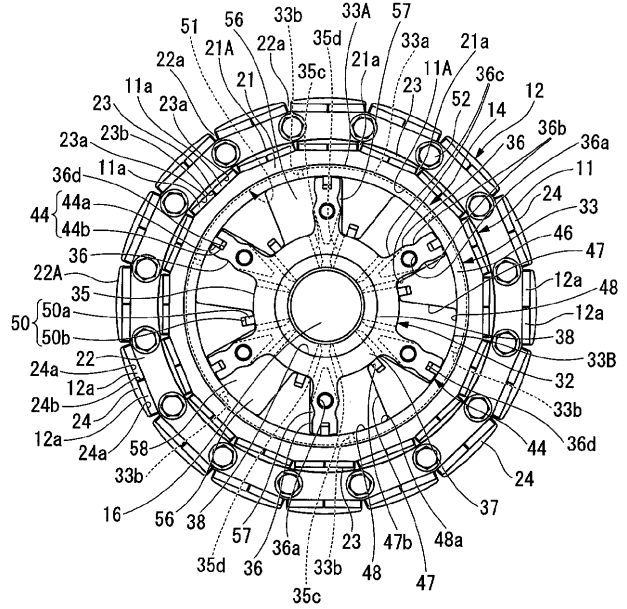
- 10 電動機
- 11 内周側回転子
- 11a 内周側永久磁石
- 12 外周側回転子
- 12a 外周側永久磁石
- 14 回動機構(回動手段)
- 32 ベーンロータ(第1部材)
- 33 ハウジング(第2部材)
- 33b 貫通穴
- 33B 端面
- 36 羽根部
- 48 凹部
- 51 流路
- 56 第1圧力室(圧力室)
- 57 第2圧力室(圧力室)

20

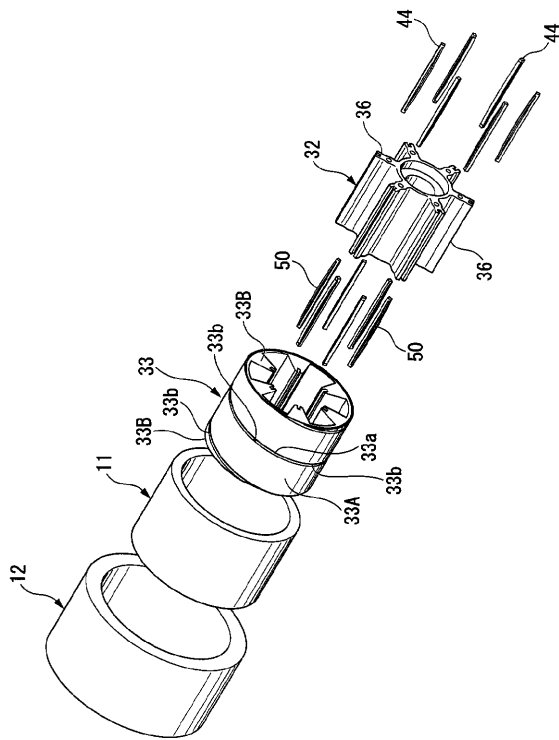
【 図 1 】



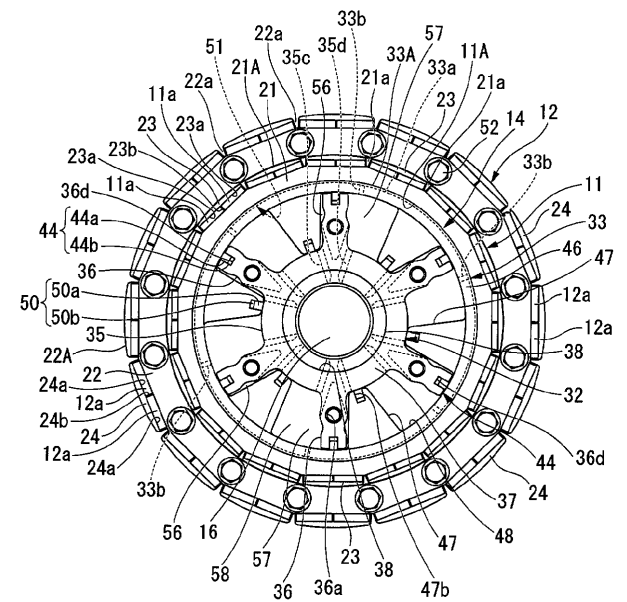
【 図 2 】



【 図 3 】



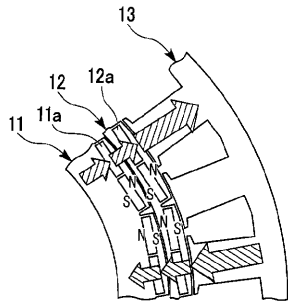
【 図 4 】



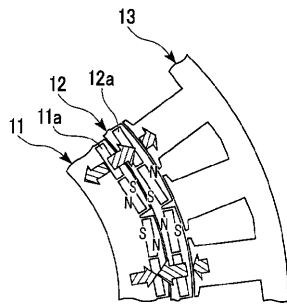


【 図 5 】

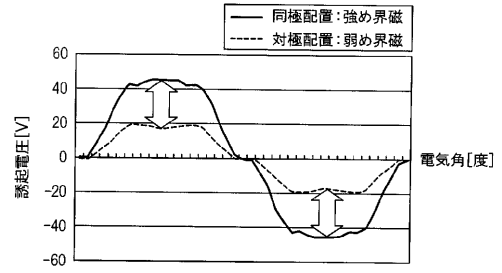
(a) 同極配置：強め界磁



(b) 対極配置：弱め界磁

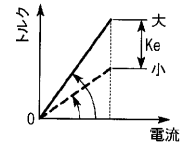


【 図 6 】

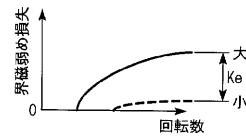


【 図 7 】

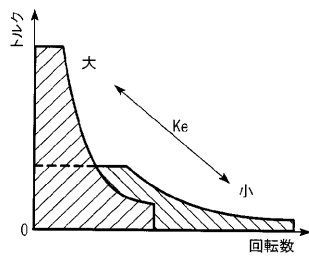
(a)



(b)

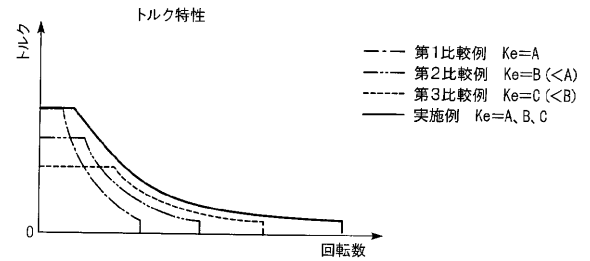


【 図 8 】

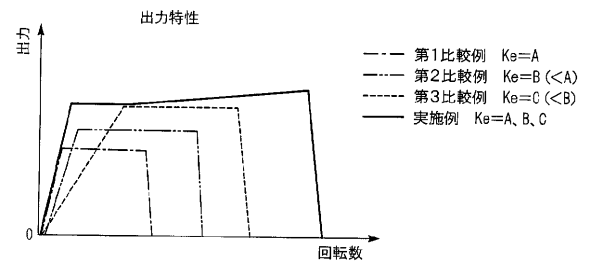


【 図 9 】

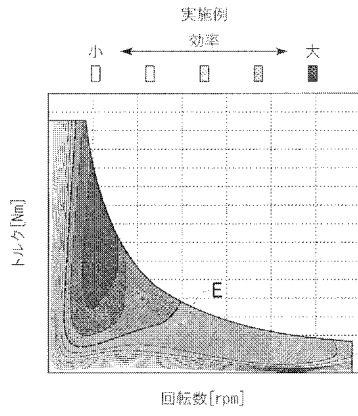
(a)



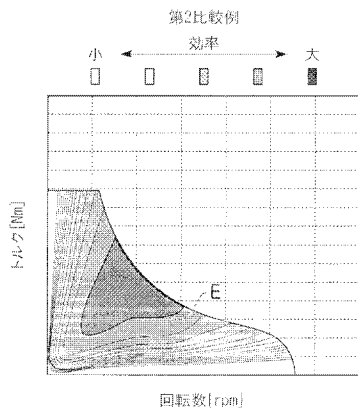
(b)



【 図 10 】  
(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 岩田 和之

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H019 AA04 CC03 CC05 CC06

5H622 AA03 CA06 CB01 PP07 QA10