

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6240229号  
(P6240229)

(45) 発行日 平成29年11月29日(2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月10日(2017.11.10)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>FO4C 25/02 (2006.01)</b>	FO4C 25/02	M
<b>FO4C 29/00 (2006.01)</b>	FO4C 25/02	K
<b>FO4C 18/18 (2006.01)</b>	FO4C 29/00	T
<b>FO4C 18/16 (2006.01)</b>	FO4C 29/00	U
<b>F16H 55/06 (2006.01)</b>	FO4C 29/00	B

請求項の数 8 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-6803 (P2016-6803)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成28年1月18日(2016.1.18)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2016-156373 (P2016-156373A)		東京都大田区羽田旭町11番1号
(43) 公開日	平成28年9月1日(2016.9.1)	(74) 代理人	100140109
審査請求日	平成29年4月17日(2017.4.17)		弁理士 小野 新次郎
(31) 優先権主張番号	特願2015-35641 (P2015-35641)	(74) 代理人	100106208
(32) 優先日	平成27年2月25日(2015.2.25)		弁理士 宮前 徹
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100146710
早期審査対象出願			弁理士 鐘ヶ江 幸男
		(74) 代理人	100186613
			弁理士 渡邊 誠
		(74) 代理人	100172041
			弁理士 小畑 統照

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対向して配置された一対の軸と、  
 前記一対の軸に設けられた一対のポンプロータと、  
 前記一対の軸に設けられ、磁石の異磁極を対向させて直接磁気カップリングを形成する一対のモーターータと、  
 前記一対の軸に設けられ、前記一対のポンプロータの同期をとるための一対のギヤと、  
 を備え、  
 前記一対のギヤは、相互に非接触となるように前記一対のギヤの歯間のクリアランスが設定されており、  
 前記一対のギヤの歯間のクリアランスは、前記一対のポンプロータ間のクリアランスより小さく設定される、

真空ポンプ。

【請求項2】

請求項1の真空ポンプにおいて、  
 前記一対のモーターータの外周に配置された電機子をさらに備え、  
 前記電機子は、前記一対のモーターータの外周に所定の間隙を保って楕円状に配置される、

真空ポンプ。

【請求項3】

請求項 1 又は 2 の真空ポンプにおいて、  
前記一対のギヤは、潤滑剤が充填されていない空間に配置される、  
真空ポンプ。

【請求項 4】

請求項 3 の真空ポンプにおいて、  
前記一対のギヤは、前記一対のポンプロータが配置されるポンプ室内に配置される、  
真空ポンプ。

【請求項 5】

請求項 3 の真空ポンプにおいて、  
前記一対のギヤは、前記一対のモータロータが配置されるモータ室内に配置される、  
真空ポンプ。

10

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項の真空ポンプにおいて、  
前記一対のギヤの少なくとも一方は、自己潤滑性のある材料で形成される、  
真空ポンプ。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項の真空ポンプにおいて、  
前記一対のギヤの少なくとも一方は、樹脂で形成される、  
真空ポンプ。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項の真空ポンプにおいて、  
前記一対のギヤの少なくとも一方は、表面に潤滑剤がコーティングされている、  
真空ポンプ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

真空ポンプは、容器内から気体を排出することによって容器内に負圧を形成するポンプ  
である。真空ポンプには様々な種類がある。例えば、対向する一対の軸に設けられた一対  
のポンプロータを同期反転させることによって気体を排出する真空ポンプが知られている  
。

30

【0003】

この真空ポンプは、永久磁石が外周に設けられたモータロータ、又は、永久磁石が内部  
に埋め込まれたモータロータ、を一対の軸それぞれに設け、モータロータの異磁極面によ  
ってステータコアを介して磁気カップリングを形成する。この真空ポンプは、モータロー  
タ間の磁気カップリングを用いて、一対のポンプロータを同期反転させる。この真空ポン  
プは、ステータコアを介して磁気カップリングを形成するので、磁気回路が 2 軸間だけで  
はなく片軸内でも構成され、その結果、磁気カップリング力が弱くなる。

40

【0004】

そこで、一対のポンプロータの同期ずれを抑制するためのギヤが、一対の軸それぞれに  
取り付けられる。磁気カップリング力の弱さを補うためにギヤを用いて同期をとるので、  
ギヤへかかる荷重は比較的大きい。そのため、ギヤは、比較的大きな強度を保つために大  
型化する。さらに、ギヤの接触による摩耗などを抑制するために、モータ室及びポンプ室  
とは別に潤滑油などを充填した空間を設け、その空間内にギヤを設けることが考えられる  
。しかしながら、この態様は、真空ポンプの構造が複雑化し、かつ、真空ポンプが大型化  
する。

【0005】

一方、磁気カップリング力を強くした真空ポンプも知られている。この真空ポンプは、

50

永久磁石が外周に設けられたモーターロータを一对の軸それぞれに取り付け、ステータコアを介さずにモーターロータの異磁極面によって直接磁気カップリングを形成する。この真空ポンプによれば、ギヤを使用することなしに、2軸を同期反転させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平8-319967号公報

【特許文献2】特開2001-37175号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記の直接磁気カップリングを形成する真空ポンプは、微小な固形物を吸引した場合に、ポンプロータ間の固形物の噛み込みなどによってポンプロータの同期ずれが発生し、ポンプロータ同士が接触する場合がある。この場合には、真空ポンプが停止に至るおそれがある。また、固形物がポンプロータの回転力で排除されたとしても、ポンプロータが接触すると、ポンプロータに傷が生じる場合がある。この場合、真空ポンプの性能が維持できなくなり、真空ポンプが停止に至るおそれがある。

【0008】

そこで、本願発明は、ポンプロータの同期ずれが発生した場合であってもポンプロータ同士が接触するのを抑制することができる簡素な構造の真空ポンプを実現することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

一実施形態の真空ポンプは、対向して配置された一对の軸と、前記一对の軸に設けられた一对のポンプロータと、前記一对の軸に設けられ、磁石の異磁極を対向させて直接磁気カップリングを形成する一对のモーターロータと、前記一对の軸に設けられ、前記一对のポンプロータの同期をとるための一对のギヤと、を備える。

【0010】

一実施形態の真空ポンプによれば、一对のポンプロータの同期ずれが発生した場合には、一对のギヤが相互に接触することによって一对のポンプロータの同期ずれを解消することができる。その結果、一実施形態の真空ポンプによれば、ポンプロータ同士が接触するのを抑制することができる。これに加えて、本実施形態の真空ポンプは、一对のモーターロータが直接磁気カップリングを形成しており、磁気カップリング力が充分大きい。このため、真空ポンプが微小な固形物などを吸引していない通常状態では、一对のモーターロータの磁気カップリング力のみで一对のポンプロータが同期回転し、一对のギヤは相互に接触しない。したがって、一对のギヤに求められる強度は比較的小さいので、一对のギヤを小型化することができる。さらに、一对のギヤ相互の接触頻度が少なく摩耗し難いため、一对のギヤは、例えば潤滑油などを充填した空間に配置しなくてもよい。このため、真空ポンプの構造を簡素化するとともに小型化を実現することができる。

【0011】

一実施形態の真空ポンプにおいて、前記一对のギヤは、相互に非接触となるように前記一对のギヤの歯間のクリアランスが設定されており、前記一对のギヤの歯間のクリアランスは、前記一对のポンプロータ間のクリアランスより小さく設定されてもよい。

【0012】

これによれば、一对のポンプロータの同期ずれが発生した場合には、一对のポンプロータが接触する前に、一对のギヤが接触する。一对のギヤが接触して相互に連れ回ることによって、一对のポンプロータの同期がとられる。その結果、一对のポンプロータは、相互に接触していない状態で同期回転することができる。

【0013】

一実施形態の真空ポンプにおいて、前記一对のモーターロータの外周に配置された電機子

10

20

30

40

50

をさらに備え、前記電機子は、前記一对のモータロータの外周に所定の間隙を保って楕円状に配置されてもよい。これによれば、一对のモータロータが直接磁気カップリングを形成し、充分大きな磁気カップリング力を得ることができる。

【0014】

一実施形態の真空ポンプにおいて、前記一对のギヤは、潤滑剤が充填されていない空間に配置されてもよい。また、前記一对のギヤは、前記一对のモータロータが配置されるポンプ室内に配置されてもよい。また、前記一对のギヤは、前記一对のモータロータが配置されるモータ室内に配置されてもよい。

【0015】

すなわち、一对のギヤ相互の接触頻度が少なく摩耗し難いため、一对のギヤは、潤滑油などを充填した空間に配置しなくてもよい。このため、真空ポンプの構造を簡素化するとともに小型化を実現することができる。

【0016】

一実施形態の真空ポンプにおいて、前記一对のギヤの少なくとも一方は、自己潤滑性のある材料で形成されてもよい。また、前記一对のギヤの少なくとも一方は、樹脂で形成されてもよい。また、前記一对のギヤの少なくとも一方は、表面に潤滑剤がコーティングされていてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、一実施形態の真空ポンプの概略断面図である。

【図2】図2は、一実施形態の駆動モータの構造を示す断面図である。

【図3】図3は、駆動モータの巻線の結線を示す図である。

【図4A】図4Aは、図3の結線の電流の流れを示す図である。

【図4B】図4Bは、図2の駆動モータの電機子巻線の電流の流れとポンプロータの回転を示す図である。

【図5A】図5Aは、図3の結線の電流の流れを示す図である。

【図5B】図5Bは、図2の駆動モータの電機子巻線の電流の流れとポンプロータの回転を示す図である。

【図6A】図6Aは、図3の結線の電流の流れを示す図である。

【図6B】図6Bは、図2の駆動モータの電機子巻線の電流の流れとポンプロータの回転を示す図である。

【図7A】図7Aは、図3の結線の電流の流れを示す図である。

【図7B】図7Bは、図2の駆動モータの電機子巻線の電流の流れとポンプロータの回転を示す図である。

【図8A】図8Aは、図3の結線の電流の流れを示す図である。

【図8B】図8Bは、図2の駆動モータの電機子巻線の電流の流れとポンプロータの回転を示す図である。

【図9A】図9Aは、図3の結線の電流の流れを示す図である。

【図9B】図9Bは、図2の駆動モータの電機子巻線の電流の流れとポンプロータの回転を示す図である。

【図10】図10は、ギヤの歯間のクリアランスを模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本願発明の一実施形態に係る真空ポンプ装置を図面に基づいて説明する。

【0019】

図1は、一実施形態の真空ポンプの概略断面図である。本実施形態は、真空ポンプの一例としてスクリー真空ポンプを説明する。しかしながら、これに限らず、ルーツポンプなどの同期反転型の真空ポンプに本願発明を適用することができる。また、本実施形態の真空ポンプ1000は、例えば、走査型電子顕微鏡の分析対象物を設置する空間の排気のために用いられる。しかしながら、真空ポンプ1000は、これに限らず、例えば、半導

10

20

30

40

50

体製造装置における排気のためなど様々な用途で用いられ得る。

【 0 0 2 0 】

図 1 に示すように、真空ポンプ 1 0 0 0 は、駆動モータ部 2 0 0 と、駆動モータ部 2 0 0 によって回転駆動される一対のポンプロータ部 3 0 0 , 4 0 0 と、を備える。

【 0 0 2 1 】

ポンプロータ部 3 0 0 は、ポンプ主軸 3 1 0 と、ポンプ主軸 3 1 0 に取り付けられたスクリー型のポンプロータ 3 1 2 と、を備える。

【 0 0 2 2 】

また、ポンプロータ部 4 0 0 は、ポンプ主軸 3 1 0 に対向して配置されたポンプ主軸 4 1 0 と、ポンプ主軸 4 1 0 に取り付けられたスクリー型のポンプロータ 4 1 2 と、を備える。ポンプロータ 3 1 2 とポンプロータ 4 1 2 は、互いに対向する。また、ポンプロータ 3 1 2 のスクリーとポンプロータ 4 1 2 のスクリーは、図 1 に示すように所定のクリアランス S 1 , S 2 を保って離間している。

【 0 0 2 3 】

ポンプロータ 3 1 2 及びポンプロータ 4 1 2 は、図示されていない上ケーシングと、下ケーシング 3 3 0 と、によって形成されるポンプ室 5 0 0 内に配置される。

【 0 0 2 4 】

ポンプ主軸 3 1 0 , 4 1 0 の第 1 端部は、軸受 3 4 0 , 4 4 0 によって軸支される。一方、ポンプ主軸 3 1 0 , 4 1 0 は、駆動モータ部 2 0 0 とポンプロータ部 3 0 0 , 4 0 0 との境界部分において、軸受 3 4 2 , 4 4 2 によって軸支されている。ポンプ主軸 3 1 0 , 4 1 0 の第 2 端部は、軸受 3 4 2 , 4 4 2 によって軸支された箇所から駆動モータ部 2 0 0 の方へ突き出ている。

【 0 0 2 5 】

次に、駆動モータ部 2 0 0 の構成について説明する。駆動モータ部 2 0 0 は、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 と、固定子ヨーク 1 2 0 と、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 と、を備える。

【 0 0 2 6 】

モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 はそれぞれ、ポンプ主軸 3 1 0 , 4 1 0 の第 2 端部に取り付けられる。モータロータ 1 1 0 とモータロータ 2 1 0 は、互いに対向する。固定子ヨーク 1 2 0 は、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 を取り囲む。

【 0 0 2 7 】

ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 はそれぞれ、ポンプ主軸 3 1 0 , 4 1 0 に取り付けられる。ギヤ 3 8 0 とギヤ 4 8 0 は、互いに対向する。

【 0 0 2 8 】

モータロータ 1 1 0 , 2 1 0、固定子ヨーク 1 2 0、及び、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 は、モータフレーム 1 3 0 によって形成されるモータ室 6 0 0 内に配置される。

【 0 0 2 9 】

次に、駆動モータ部 2 0 0 について詳細に説明する。図 2 は、一実施形態の駆動モータの構造を示す断面図である。図 3 は、駆動モータの巻線の結線を示す図である。

【 0 0 3 0 】

モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 は、その表面に永久磁石 1 1 2 , 2 1 2 が周設される。具体的には、本実施形態においては、永久磁石 1 1 2 , 2 1 2 の極対数はそれぞれ 3 であり、S , N , S , N , S , N の 6 極がそれぞれのモータロータ 1 1 0 , 2 1 0 の周囲に設けられる。なお、本実施形態では、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 の表面に永久磁石 1 1 2 , 2 1 2 が周設された SPM ( Surface Permanent Magnet ) モータを備える真空ポンプを例示したが、本発明はこれには限定されない。例えば、永久磁石がモータロータの内部に埋め込まれている IPM ( Interior Permanent Magnet ) モータを備える真空ポンプに対しても、本発明を適用することができる。

【 0 0 3 1 】

固定子ヨーク 1 2 0 は、楕円状にモータロータ 1 1 0 , 2 1 0 を取り囲む。固定子ヨー

10

20

30

40

50

ク 1 2 0 には、複数の電機子 1 2 2 が設けられる。電機子 1 2 2 はそれぞれ、電機子鉄芯 1 2 4 と、電機子鉄芯 1 2 4 に巻き回された巻線 1 2 6 と、を備える。電機子 1 2 2 は、共通の固定子ヨーク 1 2 0 に嵌めこまれて位置決めされる。電機子 1 2 2 は、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 の外周面と所定の間隙 1 だけ離間して配置される。電機子 1 2 2 は、一对のモータロータ 1 1 0 , 2 1 0 の外周に所定の間隙を保って楕円状に配置される。

【 0 0 3 2 】

巻線 1 2 6 はそれぞれ、U , V , W , U ´ , V ´ , W ´ の 6 スロットに分割されている。ここで、U ´ は U の逆相であり、V ´ は V の逆相であり、W ´ は W の逆相であることを示している。図 3 に示すように、U 1 , U 2 , V 1 , V 2 , 及び、W 1 , W 2 は、直列に接続されており、等しいターン数の巻線である。U 1 , U 1 ´ , V 1 , V 1 ´ , W 1 , W 1 ´ の巻線と、U 2 , U 2 ´ , V 2 , V 2 ´ , W 2 , W 2 ´ の巻線は、対称線 B に対して対称に配置される。また、U 1 , U 2 , V 1 , V 2 , W 1 , W 2 の巻線と、U 1 ´ , U 2 ´ , V 1 ´ , V 2 ´ , W 1 ´ , W 2 ´ の巻線は、対称線 C に対して対称に配置される。ここで、巻線 1 2 6 は、図 3 に示すように U 1 , U 2 が直列に接続され、その逆相である U 1 ´ , U 2 ´ が直接に接続され、両者が並列に接続されて U 相を構成している。V 相及び W 相についても同様であり、全体として U , V , W の各相が Y 形に結線される。

10

【 0 0 3 3 】

モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 は、所定の軸間距離 t を保って配置されている。モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 にはそれぞれ、外周に N , S 交互に且つ等間隔に 6 極に着磁された永久磁石 1 1 2 , 2 1 2 が設けられる。モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 は、6 極の永久磁石 1 1 2 , 2 1 2 のうち対称線 C を挟んで対向する 2 極ずつを磁気カップリングとして使用する。モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 は、互いの異磁極面を対向させて磁気カップリングを形成し、互いに逆方向にのみ同期回転する。

20

【 0 0 3 4 】

モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 は、外周同士が所定の間隙距離 0 を保って対向する。本実施形態の真空ポンプ 1 0 0 0 は、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 が鉄心などのステータコアを介在せずに空間を隔てて直接対向している。すなわち、本実施形態の真空ポンプ 1 0 0 0 は、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 が直接磁気カップリングを形成する真空ポンプである。ここで、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 間のクリアランスが大き過ぎると、磁気カップリング力が低下する。本実施形態は、電機子鉄芯 1 2 4 とモータロータ 1 1 0 , 2 1 0 外周との距離を 1、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 間の間隙距離を 0 としたとき、0 1 ~ 3 1 程度となっている。これにより、永久磁石 1 1 2 , 2 1 2 間の吸引力と、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 と電機子 1 2 2 との間の吸引力と、がほぼキャンセルされ、磁気カップリング力が充分大きくなる。

30

【 0 0 3 5 】

駆動モータ部 2 0 0 は、1 2 個の電機子 1 2 2 を備える。電機子 1 2 2 は、対称線 C に関して対称になるように 6 極ずつ配置される。また、巻線 1 2 6 は、対称線 C に関して対称な位置において、同相かつ逆向きに電機子鉄芯 1 2 4 に巻き回される。駆動モータ部 2 0 0 は、対称位置の巻線 1 2 6 に逆方向の通電を行うことにより、逆相の関係を形成する。これによって駆動モータ部 2 0 0 は、1 つのモータとして駆動される。駆動モータ部 2 0 0 は、1 つの 3 相モータとして駆動されるので、駆動電源装置も 1 つでよい。

40

【 0 0 3 6 】

図 4 A ~ 図 9 A は、図 3 の結線の電流の流れを示す図である。図 4 B ~ 図 9 B は、図 2 の駆動モータの電機子巻線の電流の流れとポンプロータの回転を示す図である。駆動モータ部 2 0 0 は、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 の磁極位置に応じて、図 4 A ~ 図 9 A の矢印に示すように 6 通りの通電の切換えを繰り返す。これによって、駆動モータ部 2 0 0 は、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 を図 4 B ~ 図 9 B の矢印の方向に同期反転させて回転を継続する。

【 0 0 3 7 】

なお、モータロータ 1 1 0 , 2 1 0 の磁極の数、電機子 1 2 2 の数、及び、これらの組

50

み合せは、本実施形態で示したものに限定されず、任意である。例えば、モータロータ 110, 210 の磁極数がそれぞれ 4 個、電機子 122 の数が 6 個などであってもよい。

【0038】

次に、ギヤ 380, 480 について説明する。図 10 は、ギヤの歯間のクリアランスを模式的に示す図である。図 10 は、ギヤ 380, 480 の一部分のみを示している。図 10 に示すように、ギヤ 380 の歯 380 a とギヤ 480 の歯 480 a との間のクリアランスは、G1, G2 に設定される。ここで、ギヤ 380 の歯 380 a とギヤ 480 の歯 480 a との間のクリアランス G1, G2 は、ポンプロータ 312 とポンプロータ 412 との間のクリアランス S1, S2 と比較すると、 $G1, G2 < S1, S2$  という関係のバックラッシュ寸法になっている。言い換えると、ポンプロータ 312, 412 及びギヤ 380, 480 は、 $G1, G2 < S1, S2$  となるように形成される。

10

【0039】

本実施形態の真空ポンプ 1000 において、モータロータ 110, 210 は、対向する異磁極で鉄心を介さずに直接マグネットカップリングを形成し、同期して反転するようになっている。このため、ポンプロータ 312, 412 は、真空ポンプ 1000 の運転時に非接触にて同期反転が可能となる。これに加えて、ギヤ 380, 480 は、相互に接触することなく回転が可能である。そのため、真空ポンプ 1000 は、ギヤ 380, 480 の接触抵抗、グリース、又は、潤滑油の損失を無くすることが可能である。これにより、本実施形態は、ギヤ損失が少ない、高効率であり、高速回転が可能な真空ポンプ 1000 を提供することができる。また、真空ポンプ 1000 が何らかの理由により異物を吸引した時や、真空ポンプ 1000 内部に生成物が付着した時も、ギヤ 380, 480 がポンプロータ 312, 412 の接触より先に噛みあう。したがって、本実施形態の真空ポンプ 1000 は、ポンプロータ 312, 412 同士を接触することなしに、ポンプロータ 312, 412 を同期反転させることができる。

20

【0040】

この点について詳細に説明するために、真空ポンプ 1000 が微小な固形物を吸引したと仮定する。この場合、固形物がポンプロータ 312, 412 間に噛み込まれることなどによって、ポンプロータ 312, 412 の同期ずれが発生するおそれがある。

【0041】

しかしながら、本実施形態の真空ポンプは、ギヤ 380, 480 を備えている。ポンプロータ 312, 412 の同期ずれが発生した場合には、ギヤ 380, 480 が相互に接触することによってポンプロータ 312, 412 の同期ずれを解消する。その結果、真空ポンプ 1000 は、ポンプロータ同士が接触するのを抑制することができる。

30

【0042】

さらに具体的には、真空ポンプ 1000 は、ギヤ 380 の歯 380 a とギヤ 480 の歯 480 a との間のクリアランス G1, G2 よりも、ポンプロータ 312 とポンプロータ 412 との間のクリアランス S1, S2 のほうが大きくなっている。したがって、ポンプロータ 312, 412 の同期ずれが発生した場合には、ポンプロータ 312 とポンプロータ 412 とが接触する前に、ギヤ 380 とギヤ 480 とが先に接触する。ギヤ 380 とギヤ 480 とが接触して相互に連れ回ることによって、ポンプロータ 312, 412 の同期がとられる。その結果、ポンプロータ 312 とポンプロータ 412 は、相互に接触していない状態で同期回転することができる。

40

【0043】

これに加えて、本実施形態の真空ポンプは、上述のように、モータロータ 110, 210 が直接磁気カップリングを形成しており、磁気カップリング力が充分大きい。このため、真空ポンプ 1000 が微小な固形物などを吸引していない通常状態では、モータロータ 110, 210 の磁気カップリング力のみでポンプロータ 312, 412 が同期回転する。その結果、通常状態では、ギヤ 380, 480 は、クリアランス G1, G2 を保って相互に接触しない。すなわち、ギヤ 380, 480 は、真空ポンプ 1000 が微小な固形物を吸引するなどの非通常状態によってポンプロータ 312, 412 の同期ずれが発生した

50

ときのための非常用の部品である。

【 0 0 4 4 】

通常状態においてギヤ 3 8 0 , 4 8 0 は、クリアランス G 1 , G 2 を保って相互に接触しないので、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 に求められる強度は比較的小さい。したがって、本実施形態の真空ポンプ 1 0 0 0 によれば、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 を小型化することができる。また、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 相互の接触頻度が少なく摩耗し難いため、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 は、例えば潤滑油などを充填した空間に配置しなくてもよい。

【 0 0 4 5 】

本実施形態において、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 は、潤滑剤が充填されていない空間であるモータ室 6 0 0 内に配置される。また、これに限らず、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 は、潤滑剤が充填されていない空間であるポンプ室 5 0 0 内に配置されてもよい。ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 は、潤滑剤が充填されていない空間に配置される場合には、潤滑油又はグリースを用いずに使用することができる。また、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 の少なくとも一方が、テフロン（登録商標）、樹脂などの自己潤滑性のある材料で形成されていてもよい。この場合には、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 の少なくとも一部分が、自己潤滑性のある材料で形成されてもよい。例えば、歯 3 8 0 a , 4 8 0 a の少なくとも一部分が、自己潤滑性のある材料で形成されていてもよいし、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 の少なくとも一方の表面全面、または、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 同士の接触部分の表面が、自己潤滑性のある材料で形成されてもよい。また、ギヤ 3 8 0 , 4 8 0 の少なくとも一方は、表面に潤滑剤がコーティングされていてもよい。本実施形態の真空ポンプ 1 0 0 0 によれば、潤滑剤が充填された空間をポンプ室 5 0 0 及びモータ室 6 0 0 とは別に設けなくてもよいので、真空ポンプ 1 0 0 0 の構造を簡素化するとともに小型化を実現することができる。

【符号の説明】

【 0 0 4 6 】

1 1 0 , 2 1 0 モータロータ  
 1 1 2 , 2 1 2 永久磁石  
 1 2 0 , 2 2 0 固定子ヨーク  
 1 2 2 電機子  
 1 2 4 電機子鉄芯  
 1 2 6 巻線  
 1 3 0 モータフレーム  
 2 0 0 駆動モータ部  
 3 0 0 , 4 0 0 ポンプロータ部  
 3 1 0 , 4 1 0 ポンプ主軸  
 3 1 2 , 4 1 2 ポンプロータ  
 3 8 0 , 4 8 0 ギヤ  
 5 0 0 ポンプ室  
 6 0 0 モータ室  
 1 0 0 0 真空ポンプ  
 G 1 , G 2 クリアランス  
 S 1 , S 2 クリアランス

10

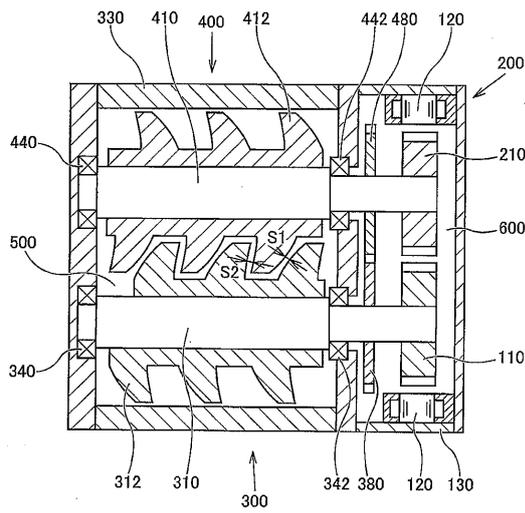
20

30

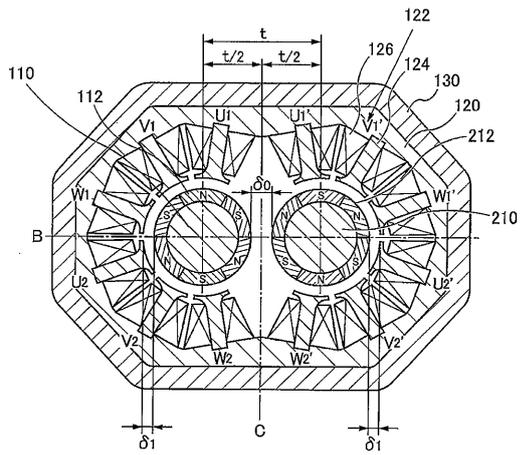
40

【図 1】

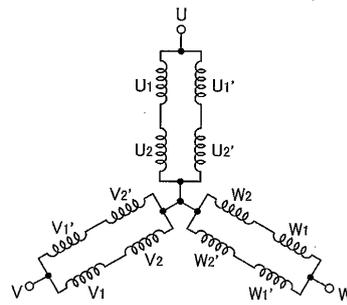
1000



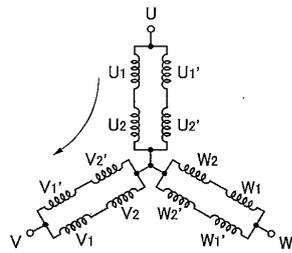
【図 2】



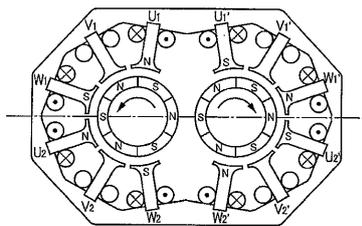
【図 3】



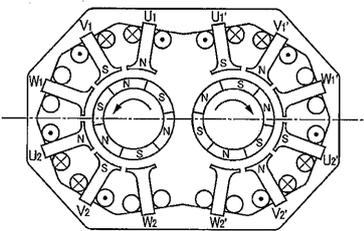
【図 4 A】



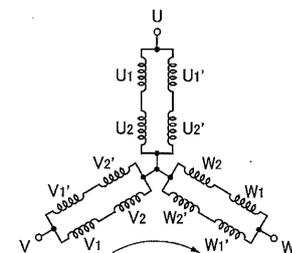
【図 5 B】



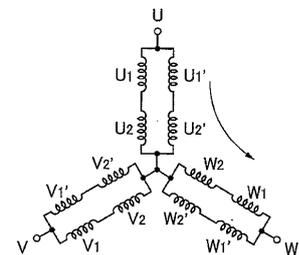
【図 4 B】



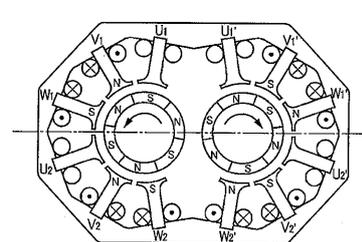
【図 6 A】



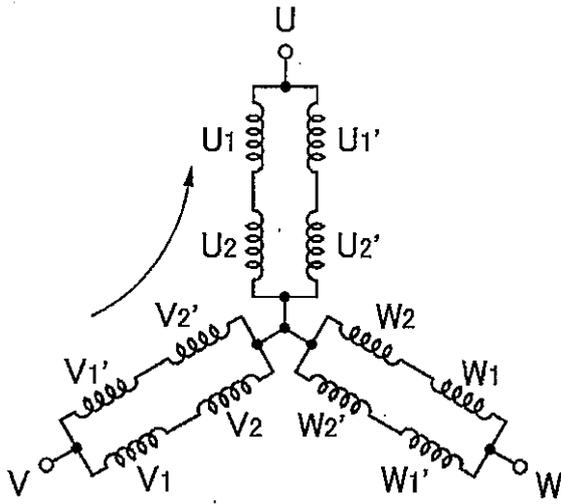
【図 5 A】



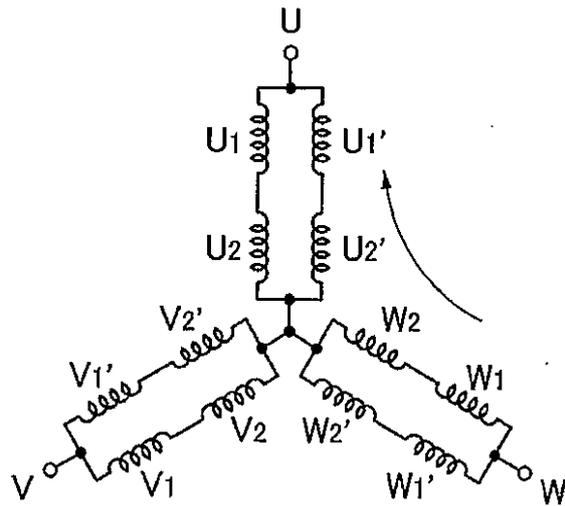
【図 6 B】



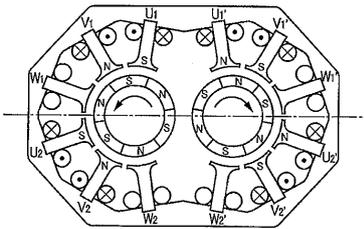
【 7 A 】



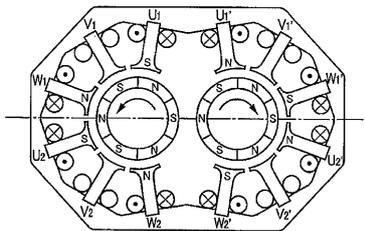
【 8 A 】



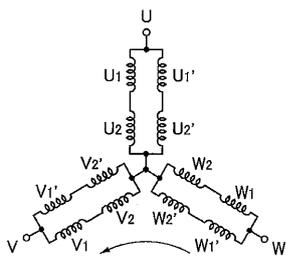
【 7 B 】



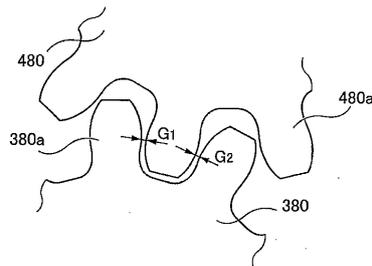
【 8 B 】



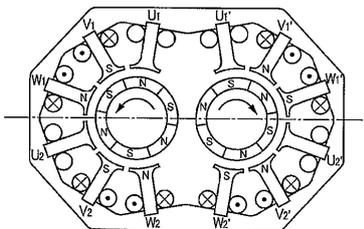
【 9 A 】



【 10 】



【 9 B 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H 0 2 K 16/00	(2006.01)	F 0 4 C	18/18	B
H 0 2 K 21/14	(2006.01)	F 0 4 C	18/16	H
		F 1 6 H	55/06	
		H 0 2 K	16/00	
		H 0 2 K	21/14	Z

- (72)発明者 小島 善徳  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 吉田 真也  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 塩川 篤志  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 関口 信一  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内

審査官 所村 陽一

- (56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 1 2 7 1 5 7 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 0 2 8 4 7 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 2 0 4 8 5 5 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 1 7 9 2 2 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 2 5 7 1 6 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 2 3 1 9 3 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 2 0 8 8 6 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 4 / 0 3 1 5 8 5 ( W O , A 1 )  
欧州特許出願公開第 0 0 7 3 3 8 0 4 ( E P , A 2 )  
欧州特許出願公開第 0 2 4 3 1 6 1 3 ( E P , A 2 )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
F 0 4 C 2 5 / 0 2