

(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2010-279230

(P2010-279230A)

(43) 公開日 平成22年12月9日(2010.12.9)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
HO2K	16/04	(2006.01)	HO2K 16/04	3J102
F16C	32/04	(2006.01)	F16C 32/04	A 5H607
HO2K	7/14	(2006.01)	HO2K 7/14	B 5H621
HO2K	21/24	(2006.01)	HO2K 21/24	M
HO2K	7/09	(2006.01)	HO2K 7/09	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2009-132239 (P2009-132239)
 (22) 出願日 平成21年6月1日(2009.6.1)

(71) 出願人 504203572
 国立大学法人茨城大学
 茨城県水戸市文京2丁目1番1号
 (74) 代理人 100074631
 弁理士 高田 幸彦
 (74) 代理人 100161702
 弁理士 橋本 宏之
 (72) 発明者 増澤 徹
 茨城県日立市中成沢町四丁目12番1号
 国立大学法人茨城大
 学 工学部内
 Fターム(参考) 3J102 AA01 BA02 BA11 BA19 CA19
 DA02 DA09 DA12 DA16 DB05
 DB11 DB12 DB22 DB24 DB37
 GA06

最終頁に続く

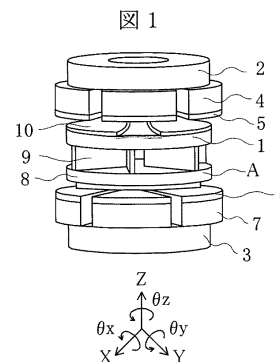
(54) 【発明の名称】 アキシタル型磁気浮上モータおよびアキシタル型磁気浮上モータを備えたアキシタル型磁気浮上遠心ポンプ

(57) 【要約】

【課題】 小型軽量で高いトルクが発生でき、軸方向位置および回転制御と傾き制御の簡単な構成、軸方向位置および回転制御と傾き制御の容易なアキシタル型磁気浮上モータおよびアキシタル型磁気浮上遠心ポンプを提供する。

【解決手段】 上部ステータの突極にロータの軸方向位置および回転制御を行なう上部軸方向位置・回転制御用コイルおよびロータの傾き制御を行なう上部傾き制御用コイルを巻回して設ける。下部ステータの突極にロータの軸方向位置および回転制御を行なう下部軸方向位置・回転制御用コイルおよびロータの傾き制御を行なう下部傾き制御用コイルを巻回して設ける。上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび上部傾き制御用コイルと下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび下部傾き制御用コイルをロータの軸線方向に沿って対称的に配置する。上部ステータと下部ステータでロータの回転制御を行なう。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ロータと、前記ロータ側に突出して延びた突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの上部に離間配置された上部ステータと、前記ロータ側に突出して延びた突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの下部に離間配置された下部ステータを備え、前記上部ステータと前記下部ステータで発生させる磁気吸引力を釣り合わせることにより、前記ロータを前記軸線方向に沿ってアキシシャル磁気浮上させながら前記ロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータの軸方向上面には上側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向下面には下側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう上部傾き制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう下部傾き制御用コイルを前記下部ステータの前記突極に巻回して設け、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルと前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルを前記ロータの前記軸線方向に沿って対称的に配置したことを特徴とするアキシシャル型磁気浮上モータ。

10

【請求項 2】

請求項 1 のアキシシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータにインペラを設けたことを特徴とするアキシシャル型磁気浮上モータ。

20

【請求項 3】

請求項 1 のアキシシャル型磁気浮上モータにおいて、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の根元部に巻回して設け、上部傾き制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設け、前記下部傾き制御用コイルは、前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設け、下部軸方向位置・回転制御用コイルは前記下部ステータの前記突極の根元部に巻回して設けたことを特徴とするアキシシャル型磁気浮上モータ。

【請求項 4】

請求項 3 のアキシシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータにインペラを設けたことを特徴とするアキシシャル型磁気浮上モータ。

30

【請求項 5】

請求項 1 のアキシシャル型磁気浮上モータにおいて、上部傾き制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設け、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の根元部に巻回して設け、前記下部傾き制御用コイルは、前記下部ステータの前記突極の根元部に巻回して設け、下部軸方向位置・回転制御用コイルは前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けたことを特徴とするアキシシャル型磁気浮上モータ。

【請求項 6】

請求項 5 のアキシシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータにインペラを設けたことを特徴とするアキシシャル型磁気浮上モータ。

40

【請求項 7】

請求項 1 のアキシシャル型磁気浮上モータにおいて、上部傾き制御用コイルと前記上部軸方向位置・回転制御用コイルは前記上部ステータの前記突極に混合して巻回して設け、前記下部傾き制御用コイルと下部軸方向位置・回転制御用コイルは前記下部ステータの前記突極に混合して巻回して設けたことを特徴とするアキシシャル型磁気浮上モータ。

【請求項 8】

請求項 7 のアキシシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータにインペラを設けたことを特徴とするアキシシャル型磁気浮上モータ。

【請求項 9】

ロータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って

50

前記ロータの上部に離間配置された上部ステータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの下部に離間配置された下部ステータを備え、前記上部ステータと前記下部ステータで発生させる磁気吸引力を釣り合わせるにより、前記ロータを前記軸線方向に沿ってアキシャル磁気浮上させながら前記ロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータの軸方向上面には上側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向下面には下側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう上部軸方向位置・回転制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう下部軸方向位置・回転制御用コイルを前記下部ステータの前記突極に巻回して設け、前記上部ステータの前記突極および前記下部ステータの前記突極のいずれか一方のみに前記ロータの傾き制御を行なう傾き制御用コイルを巻回して設けたことを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータ。

10

【請求項 10】

請求項 9 のアキシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータにインペラを設けたことを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータ。

【請求項 11】

ロータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータに離間配置されたステータと、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータに離間配置された吸引力発生体を備え、前記ステータと前記吸引力発生体で発生させる磁気吸引力を釣り合わせるにより、前記ロータを前記軸線方向に沿ってアキシャル磁気浮上させながら前記ロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータの軸方向の上面には上側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう傾き制御用コイルを前記ステータの前記突極に巻回して設け、前記吸引力発生体は静止磁場による吸引力を発生することを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータ。

20

【請求項 12】

請求項 10 のアキシャル型磁気浮上モータにおいて、前記吸引力発生体は、前記ロータの軸方向の下面に下側永久磁石を設け、磁性材料を離間配置すること、前記ロータの軸方向の下面に磁性材料を貼り付け、電磁石または永久磁石を離間配置すること、前記ロータにかかる重力を利用することのいずれか一つを採用することを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータ。

30

【請求項 13】

請求項 11 のアキシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータにインペラを設けたことを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータ。

【請求項 14】

ハウジングと、前記ハウジングに形成されたポンプ室を備え、前記ポンプ室にインペラを有するロータを配置するとともに、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの上部に離間配置された上部ステータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの下部に離間配置された下部ステータを備え、前記上部ステータと前記下部ステータで発生させる磁気吸引力を釣り合わせるにより、前記ロータを前記軸線方向に沿ってアキシャル磁気浮上させながら前記ロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、前記ロータの軸方向上面には上側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向下面には下側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう上部傾き制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう下部傾き制御用コイルを前記下部ステータの前記突極に巻回して設け、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルと前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルを前記ロータ

40

50

の前記軸線方向に沿って対称的に配置したことを特徴とするアキシヤル型磁気浮上モータを備えたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプ。

【請求項 15】

請求項 4 に定義したアキシヤル型磁気浮上モータを用いたことを特徴とするアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプ。

【請求項 16】

請求項 6 に定義したアキシヤル型磁気浮上モータを用いたことを特徴とするアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプ。

【請求項 17】

請求項 8 に定義したアキシヤル型磁気浮上モータを用いたことを特徴とするアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプ。

10

【請求項 18】

請求項 10 に定義したアキシヤル型磁気浮上モータを用いたことを特徴とするアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプ。

【請求項 19】

請求項 13 に定義したアキシヤル型磁気浮上モータを用いたことを特徴とするアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、アキシヤル型磁気浮上モータおよびアキシヤル型磁気浮上モータを備えたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプに関し、特に小型軽量の磁気浮上人工心臓を実現するアキシヤル型磁気浮上モータおよびアキシヤル型磁気浮上モータを備えたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプに関する。

【0002】

本発明は、特にロータとその軸線方向に沿って、ロータの上部に配置された上部ステータおよびロータの下部に配置された下部ステータとを備え、ロータをロータの軸線方向に沿ってアキシヤル磁気浮上させながらロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシヤル型磁気浮上モータおよびこのアキシヤル型磁気浮上モータを備えたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプに関する。

30

【背景技術】

【0003】

ロータを磁気的作用によってその軸線方向に沿ってアキシヤル磁気浮上させながらロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させる構成の磁気浮上モータとして、例えば磁気浮上回転モータ、高速回転機、工作機械用の高速スピンドル、さらにはその応用例としての医療分野における人工心臓の遠心ポンプ等への応用がある。磁気浮上のモータ方式としてロータの軸線方向に沿ってロータの軸方向の位置ならびにロータの回転の制御を行なうアキシヤル型磁気浮上モータおよびアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプが知られている。(特許文献 1)

【0004】

40

特許文献 1 に示されたアキシヤル型磁気浮上モータは、ロータの上方に上部ステータ、下方に下部ステータを配置し、ロータの周囲にリング状外側永久磁石を配置した構成である。上部ステータの電磁石はロータ上面の上側永久磁石と共働して、ロータの軸方向位置および傾き制御を行ない、下部ステータはロータ下面の永久磁石と共働してロータの回転制御を行なう。このアキシヤル型磁気浮上モータにおいては、ロータのラジアル方向の変動ないし振動はロータ周面に設けたリング状内側永久磁石とこれと同心配置のリング状外側永久磁石との間の相互反発力により抑制し、ラジアル方向の受動安定性でロータを支持している。

【0005】

上述の特許文献 1 に示されたアキシヤル型磁気浮上モータでは、上部ステータに設けた

50

4個の電磁石はロータに対して吸引力を作用させてロータの軸方向の位置制御を担っているがロータの回転制御は兼用していない。一方、下部ステータの電磁石が回転制御を担っている。従って、上部ステータにおいてロータの軸方向に着磁したバイアス磁束発生用としてロータの軸方向の位置を制御し、ロータの回転は下部ステータが担っている。すなわち、上部ステータはロータの軸線Z方向におけるアキシャル制御を行ない、下部ステータはロータの軸線Zのまわりの回転制御を行なっている。

【0006】

また、上述の特許文献1に示されたアキシャル型磁気浮上モータでは、上部ステータに設けた電磁石は、ロータの上側永久磁石と共働してロータの傾きを制御する傾き制御用電磁石として機能している。すなわち、上部ステータの電磁石は、ロータが軸線Zに対して偏位した傾きに対する制御を担っている。

10

【0007】

上述の特許文献1に示されたアキシャル型磁気浮上モータでは、上部ステータでロータの位置とロータの傾きを制御し、ロータの回転制御と上部ステータに対するバイアス力を発生する下部ステータを備えており、軸方向位置制御は、上部ステータの吸引力と下部ステータの磁気吸引力の大きさを釣り合わせて行われている。またロータの傾き制御は永久磁石によるバイアス磁束と電磁石による磁束に基づいて行われている。

【0008】

上述の特許文献1に示されたアキシャル型磁気浮上モータでは、成人用の循環系疾患患者および呼吸器系疾患患者の救命のための磁気浮上人工心臓の実現するアキシャル型磁気浮上モータに関するものであり、ロータの直径すなわちラジアル方向の寸法が大きく大型になりロータの重量が増大し、また磁気浮上を担う上部ステータとモータ機能を担う下部ステータの異なる役割の上下磁気吸引力を釣り合わせる構造であった。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2005-16677

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の解決しようとする課題は、ラジアル方向に小さい寸法を有する小型軽量のアキシャル型磁気浮上モータおよびアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

30

【0011】

本発明の解決しようとする課題は、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御構成が簡単なアキシャル型磁気浮上モータおよびアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

【0012】

本発明の解決しようとする課題は、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御が容易なアキシャル型磁気浮上モータおよびアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

40

【0013】

本発明の解決しようとする課題は、小型で高いトルクが発生可能なアキシャル型磁気浮上モータおよびアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

【0014】

本発明の解決しようとする課題は、上部ステータおよび下部ステータの両ステータでロータの回転制御ができるアキシャル型磁気浮上モータおよびアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【0015】

本発明では、上記目的を達成するために、ロータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの上部に離間配置される上部ステータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの下部に離間配置される下部ステータを備え、前記上部ステータと前記下部ステータで発生させる磁気吸引力を釣り合わせるにより、前記ロータを前記軸線方向に沿ってアキシャル磁気浮上させながら前記ロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータの軸方向上面には上側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向下面には下側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう上部傾き制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう下部傾き制御用コイルを前記下部ステータの前記突極に巻回して設け、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルと前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルを前記ロータの前記軸線方向に沿って対称的に配置したことを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータにある。前記ロータ部分にインペラを設けてもよい。

10

【0016】

本発明のアキシャル型磁気浮上モータにおける突極と前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルと前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルとの配置については少なくとも三つの構成がある。一例として、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルを前記上部ステータの前記突極の根元部に巻回して設け、前記上部傾き制御用コイルを前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設ける。また、前記上部傾き制御用コイル前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設け、前記上部傾き制御用コイルを前記上部ステータの前記突極の根元部に巻回して設ける。他の例として、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルを前記下部ステータの前記突極の根元部に巻回して設け、前記下部傾き制御用コイルを前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設ける。また、前記下部傾き制御用コイルを前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設け、前記下部傾き制御用コイルを前記下部ステータの前記突極の根元部に巻回して設ける。その他の例として、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に両コイルを規則的にまたは不規則的に入り交ぜて混合して巻回して設け、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルを前記下部ステータの前記突極に両コイルを規則的にまたは不規則的に入り交ぜて混合して巻回して設ける。

20

30

【0017】

本発明では、上記目的を達成するために、ロータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの上部に離間配置された上部ステータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの下部に離間配置された下部ステータを備え、前記上部ステータと前記下部ステータで発生させる磁気吸引力を釣り合わせるにより、前記ロータを前記軸線方向に沿ってアキシャル磁気浮上させながら前記ロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータの軸方向上面には上側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向下面には下側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう上部軸方向位置・回転制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう下部軸方向位置・回転制御用コイルを前記下部ステータの前記突極に巻回して設け、前記上部ステータの前記突極および前記下部ステータの前記突極のいずれか一方のみに前記ロータの傾き制御を行なう傾き制御用コイルを設け、4極以上のロータ上側、下側の永久磁石を用いたことを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータにある。前記ロータ部分にインペラを設けてもよい。このアキシャル型磁気浮上モータを有し、そのロータ部分にインペラを形成したアキシャル型磁気浮上

40

50

遠心ポンプにある。

【0018】

本発明では、上記目的を達成するために、ロータと、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータに離間配置されたステータと、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータに離間配置された吸引力発生体を備え、前記ステータと前記吸引力発生体で発生させる吸引力を釣り合わせるにより、前記ロータを前記軸線方向に沿ってアキシャル磁気浮上させながら前記ロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシャル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータの軸方向の上面には上側永久磁石を設け、前記ステータと前記ロータの上面との間に前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう傾き制御用コイルを設け、4極以上の極数のロータ上側永久磁石を用い、前記吸引力発生体は磁場等による吸引力を発生することを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータにある。前記吸引力発生体の実現方法としては、前記ロータの軸方向の下面に下側永久磁石を設け、磁性部材を離間配置する方法、前記ロータの軸方向の下面に磁性材料を貼り付け、電磁石または永久磁石を離間配置する方法、前記ロータにかかる重力を利用する方法等がある。前記ロータ部分にインペラを設けてもよい。このアキシャル型磁気浮上モータを有し、そのロータ部分にインペラを形成したアキシャル型磁気浮上遠心ポンプにある。

10

【0019】

本発明では、上記目的を達成するために、ハウジングと、前記ハウジングに形成されたポンプ室を備え、前記ポンプ室にインペラを有するロータを配置するとともに、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの上部に離間配置される上部ステータと、前記ロータ側に突出して延びる突極を有し、前記ロータの軸線方向に沿って前記ロータの下部に離間配置された下部ステータを備え、前記上部ステータと前記下部ステータで発生させる磁気吸引力を釣り合わせるにより、前記ロータを前記軸線方向に沿ってアキシャル磁気浮上させながら前記ロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、前記ロータの軸方向上面には上側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向下面には下側永久磁石を設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう上部傾き制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設け、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行なう下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行なう下部傾き制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設け、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルと前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルを前記ロータの前記軸線方向に沿って対称的に配置したことを特徴とするアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプにある。

20

30

【発明の効果】

【0020】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータにおいて、ラジアル方向の小さい寸法を有する小型軽量のアキシャル型磁気浮上モータを得ることができた。

40

【0021】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータにおいて、ロータの軸方向位置と回転制御の構成とロータの傾き制御の構成が簡単なアキシャル型磁気浮上モータを得ることができた。

【0022】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータにおいて、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御の容易なアキシャル型磁気浮上モータを得ることができた。

【0023】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータにおいて、小型で高いトルクが発生可能なアキシャル型磁気浮上モータを得ることができた。

50

【 0 0 2 4 】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータにおいて、上部ステータおよび下部ステータの両ステータでロータの回転制御可能なアキシャル型磁気浮上モータを得ることができた。

【 0 0 2 5 】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御が容易なアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを得ることができた。

【 0 0 2 6 】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御の容易なアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを得ることができた。

10

【 0 0 2 7 】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、小型で高いトルクが発生可能なアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを得ることができた。

【 0 0 2 8 】

本発明によって、アキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、上部ステータおよび下部ステータの両ステータで回転制御可能なアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを得ることができた。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータの一実施例の原理構成を示す外観斜視図である。

【 図 2 】図 1 に示す本発明によるアキシャル型磁気浮上モータの一実施例における制御システム構成を示すブロック図である。

【 図 3 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータにおけるロータ部分の一実施例を示す平面図である。

【 図 4 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータにおけるステータの一実施例を示す外観斜視図である。

30

【 図 5 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータにおける軸方向制御および回転制御用コイルと傾き制御用コイルとステータの一実施例を示す外観斜視図である。

【 図 6 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータにおけるロータ部分の他の実施例を示す平面図である。

【 図 7 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータにおけるステータの他の実施例を示す外観斜視図である。

【 図 8 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータにおける軸方向制御・回転制御用コイルと傾き制御用コイルとステータの他の実施例を示す外観斜視図である。

【 図 9 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプの一実施例を示す側面図である。

40

【 図 1 0 】本発明によるアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプの一実施例で図 9 の X - X 線に沿った断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 0 】

以下、本発明のアキシャル型磁気浮上モータおよびこのアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを実施するための形態を図面に示す実施例に沿って説明する。図 1 は、本発明によるアキシャル型磁気浮上モータの一実施例の原理構成を示す外観斜視図である。

【 0 0 3 1 】

図 1 のアキシャル型磁気浮上モータ A は、主としてロータ 1、このロータ 1 の軸線 Z に

50

沿ってロータ1の上部に配置されたデスク型上部ステータ2、ロータ1の軸線Zに沿ってロータ1の下部に配置されたデスク型下部ステータ3から構成されている。また、ロータ1は2枚のロータヨーク8および6枚のインペラ9を備えており、ロータヨーク8の外表面に2個の永久磁石10をそれぞれ設けている。

【0032】

また、図1のアキシシャル型磁気浮上モータAは、上部ステータ2の突極には、3相2極の回転磁界を発生するロータ1の軸方向位置および回転を制御する上部軸方向位置・回転制御用コイル4が突極の根元に巻回されており、ロータ1の傾きを制御する上部傾き制御用コイル5が突極の先端部に巻回されている。また、下部ステータ3の突極の根元には、3相2極の回転磁界を発生するロータ1の下部軸方向位置・回転制御用コイル7、下部ステータ3のと突極の先端部にはロータ1の傾きを制御する下部傾き制御用コイル6が巻回されている。

10

【0033】

さらに、図1のアキシシャル型磁気浮上モータAにおいては、ロータ1には、浮上回転用の2極の永久磁石10が軸方向両面に配置されている。ロータ1は、上部ステータ2、下部ステータ3により軸方向両面から挟み込まれ、上部ステータ2、下部ステータ3で発生する磁気吸引力を釣り合わせるにより軸方向に磁気支持され回転する。本発明のアキシシャル型磁気浮上モータAは、上部ステータ2と下部ステータ3の両ステータでロータ1の回転制御を行なっている。

【0034】

また、ロータ1の上下面に永久磁石10を上下で90度ずらして配置し、上部ステータ2、下部ステータ3の両ステータに配置した上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6で、ロータ1のラジアル方向2軸まわりの傾きを制御している。ラジアル方向位置については、受動安定性を用いて静的に支持している。上部ステータ2、上部軸方向位置・回転制御用コイル4、上部傾き制御用コイル5と下部ステータ3、下部軸方向位置・回転制御用コイル7、下部傾き制御用コイル6とはロータ1の軸線Xに対向して、かつこの軸線Xに対して対称的に配置されている。

20

【0035】

図1のアキシシャル型磁気浮上モータAにおけるロータ1の軸方向位置制御および回転制御は、上述したように上部ステータ2、下部ステータ3の両ステータを用いて行なう。ロータ1の軸方向位置制御は、上部ステータ2、下部ステータ3の上部軸方向位置・回転制御用コイル4と下部軸方向位置・回転制御用コイル7の両コイルに与える3相2極の回転磁界のd軸電流を変化させ、ロータ1上下に働く吸引力の大きさを釣り合わせて行なっている。ロータ1の回転制御は、上部ステータ2、下部ステータ3の両ステータにU相、V相、W相の3相2極の回転磁界のq軸電流により回転トルクを発生させて行なっている。ロータ1の軸方向位置制御および回転制御はベクトル制御を用いそれぞれ独立に制御している。

30

【0036】

本発明の一実施例のアキシシャル型磁気浮上モータAでは、d軸成分の電流値、q軸成分の電流値を用いて、ロータ1の軸方向吸引力と回転制御を独立に行なっている。実際には、最終的に決定したd軸成分の電流値、q軸成分の電流値を3相2極の回転磁界に変換し、その回転磁界を軸方向位置・回転制御用コイル4、6の両コイルに与えて、3相2極の回転磁界で制御している。

40

【0037】

図1のアキシシャル型磁気浮上モータAにおけるロータ1の傾き制御は、上述したように上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6の両コイルを用いて行なう。すなわち、6個の突極に6個のコイルを巻いてあるが全ての傾き制御用コイルで同一方向に磁束を発生させ、ロータ1に配置した永久磁石のS極側とN極側に働く磁気吸引力の不均衡を生じさせて行なう。前述したように、ロータ1の上下面に上下で90度ずらして配置した永久磁石10と上部ステータ2、下部ステータ3の両ステータに配置した上部傾き制御用コ

50

イル5と下部傾き制御用コイル6で、ロータ1のラジアル方向2軸まわりの傾きを制御している。

【0038】

アキシアル型磁気浮上モータAのロータ1のx軸回りおよびy軸回りの傾きを検出しロータ1の傾き制御を行なうが、傾き制御に用いる永久磁石10はロータ1として回転する。このため、回転角の検出をし、x軸回りおよびy軸回りの傾きを回転座標系の傾きに変換し、傾き制御を行なう。

【0039】

本発明のアキシアル型磁気浮上モータAにおける制御システムについて説明する。図2において、アキシアル型磁気浮上モータAに設けた上部軸方向位置および回転制御用コイル4と下部軸方向位置および回転制御用コイル7、および上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6に対応して設けた過電流センサ21よりロータ1の軸方向位置・回転制御用および傾きの変位を表わす検出信号がA/Dコンバータ22を介して制御部23に送られる。この制御部23に設けた軸方向位置制御手段23a、回転制御手段23bおよび傾き制御手段23cにおいて、上部軸方向位置・回転制御用コイル4と下部軸方向位置・回転制御用コイル7、および上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6に流すべきコイル電流値が算出され、これが電源24に接続された増幅器(アンプ)25に出力される。

10

【0040】

このように、傾き制御用として発生させ磁界相を発生させる上部傾き制御用コイル5、磁界相を発生させる下部傾き制御用コイル6とU相、V相、W相の3相2極の回転磁界を発生させる上部軸方向位置・回転制御用コイル4と下部軸方向位置・回転制御用コイル7の各相(U、V、W相)に電流を増幅器(アンプ)25を介して入力する。制御には、デジタルPID制御を用いる。dSPACE(商品名)を用いて高速のデジタル信号処理をする。過電流センサ21の信号は、A/Dコンバータ22を介してdSPACEに取り込み上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6に流す電流を計算し、増幅器(アンプ)25に出力する。また、制御部23の制御プログラムはC言語などを用いて作成され、その具体例として例えばMATLAB.5.3simulink(商品名)が用いられる。

20

【0041】

本発明のアキシアル型磁気浮上型モータの一実施例を説明する。アキシアル型磁気浮上型モータA1はネオジウム系磁石を使用したType1-Nd型モータを採用した。図3は、本発明によるアキシアル型磁気浮上モータA1におけるロータ部分の一実施例を示す平面図である。

30

【0042】

アキシアル型磁気浮上型モータA1のロータ31は1極を2個の永久磁石により構成し、合計4個の永久磁石32a1、32a2をロータ31のロータヨークに貼り付けて2極のロータ31を構成している。永久磁石32a1、32a2の形状は扇形構造であり、各永久磁石32a1、32a2の厚さは1mmである。ロータ31のロータヨークの寸法は、外径24mm、内径8mm、厚さは2mmである。永久磁石32a1、32a2はネオジウム系磁石を採用した。ロータ31は2個のロータヨークを備えており、ロータヨークに対向して他のロータヨークを有し、2個のロータヨークの間に6枚のインペラを設けている。なお、ロータ31の他のロータヨークの表面にも同じ形状の様な永久磁石が設けられている。

40

【0043】

図3に示すロータ31と共働するデスク型ステータについて説明する。図4は本発明によるアキシアル型磁気浮上モータA1におけるステータの一実施例を示す外観斜視図である。

【0044】

アキシアル型磁気浮上型モータA1のデスク型ステータ34は60度毎に等間隔で設け

50

た6個の突極34aから構成されている。突極34aはストレート突極構造を採用し、断面は扇形構造を採用した。ステータ34の寸法は、外径24mm、内径8mm、突極34aの高さは5mmである。

【0045】

図3に示すロータ31と図4に示すデスク型ステータ34に関連する軸方向位置および回転制御用の軸方向位置・回転制御用コイルと傾き制御用コイルの構成を説明する。図5は本発明によるアキシアル型磁気浮上モータA1における軸方向制御・回転制御用コイルと傾き制御用コイルの一実施例を示す外観斜視図である。

【0046】

アキシアル型磁気浮上モータA1のステータ34の6個のすべての突極34aには、軸方向位置・回転制御用として、U相、V相、W相の3相2極の回転磁界を発生させるように軸方向位置・回転制御用コイル35(電磁石用コイル)を巻き、その上に傾き制御用として相、相どちらかの磁界を発生させるように傾き制御用コイル(電磁石コイル)36を巻いた。すなわち、軸方向位置・回転制御用コイル35は、突極34aの根元部に巻回されており、傾き制御用コイル36は、突極34aの先端部に巻回されている。軸方向位置・回転制御用コイル35と傾き制御用コイル36は線径0.4mmの導線を用い、1突極あたり軸方向位置・回転制御用を27巻き、傾き制御用を5巻きとした。

【0047】

本発明のアキシアル型磁気浮上型モータの他の実施例を説明する。アキシアル型磁気浮上型モータA2はネオジウム系磁石を使用したType2-Nd型モータおよびサマリウム系磁石を使用したType2-Sm型モータを採用した。図6は本発明によるアキシアル型磁気浮上モータA2におけるロータ部分の他の実施例を示す平面図である。

【0048】

アキシアル型磁気浮上型モータA2のロータ41は1極を2個の永久磁石により構成し、合計4個の永久磁石42a1、42a2および永久磁石42b1、42b2をロータのヨーク43に貼り付けて2極のモータロータ41を構成している。永久磁石42a1、42a2および永久磁石42b1、42b2の形状は、ステータ44、ロータ41間の空隙における磁束密度が正弦波状に発生する形状を採用した。各永久磁石42a1、42a2および永久磁石42b1、42b2の厚さは0.7mmである。モータロータ41のロータヨークの寸法は、外径24mm、内径8mm、厚さは2mmである。永久磁石42a1、42a2および永久磁石42b1、42b2はネオジウム系磁石とサマリウムコバルト系磁石の2種類を採用した。ロータ41は2個のロータヨークを備えており、ロータヨークに対向して他のロータヨークを有し、2個のロータヨークの間に6枚のインペラを設けている。なお、ロータ41の他のロータヨークの表面にも同じ形状の様な永久磁石が設けられている。

【0049】

図6に示すロータ41と共働するデスク型ステータ44について説明する。図7は本発明によるアキシアル型磁気浮上モータA2におけるステータの他の実施例を示す外観斜視図である。

【0050】

上記したアキシアル型磁気浮上モータA2のデスク型ステータ44は60度毎に等間隔で設けた6個の突極から構成されている。ステータ44の突極44aはストレート突極構造を採用し、断面は扇形構造を採用した。ステータ44の寸法は、外径24mm、内径16mm、突極44aの高さは5mmである。

【0051】

図6に示すロータ41と図7に示すデスク型ステータ44に関連する軸方向位置および回転制御用の軸方向位置・回転制御用コイルと傾き制御用コイルの構成を説明する。図8は本発明によるアキシアル型磁気浮上モータA2における軸方向制御・回転制御用コイルと傾き制御用コイルの一実施例を示す外観斜視図である。

【0052】

10

20

30

40

50

アキシャル型磁気浮上モータ A 2 のステータ 4 4 の 6 個のすべての突極 4 4 a には、軸方向位置および回転制御用として、U 相、V 相、W 相の 3 相 2 極の回転磁界を発生させるように軸方向位置・回転制御用コイル（電磁石用コイル）4 7 を巻き、その上に傾き制御用として 相、相どちらかの磁界を発生させるように傾き制御用コイル（電磁石コイル）4 6 を巻いた。すなわち、軸方向位置・回転制御用コイル 4 7 は、突極 4 4 a の根元に巻回されており、傾き制御用コイル 4 6 は、突極 4 4 a の先端部に巻回されている。軸方向位置・回転制御用コイル 4 7 と傾き制御用コイル 4 6 は線径 0.4 mm の導線を用い、1 突極あたり軸方向位置・回転制御用を 4 3 巻き、傾き制御用を 5 巻きとした。

【0053】

次に本発明によるアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプについて説明する。図 9 は、本発明によるアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプの一実施例を示す側面図、図 10 はアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプの一実施例で図 9 の X - X 線に沿った断面図である。

10

【0054】

このアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプ P は、主として遠心ポンプ P の固定フレームを構成するポンプハウジング 5 1、このポンプハウジング 5 1 内に区画して形成されたポンプ室 5 2、吸込口 5 3、吐出口 5 4 で構成されている。

【0055】

また、このアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプ P においては、上述した他の一実施例であるアキシャル型磁気浮上モータ A 2 を採用している。すなわち、図 6 に示したロータ、図 7 に示したステータ、図 8 に示した軸方向制御・回転制御用コイルと傾き制御用コイルからなるアキシャル型磁気浮上モータ A 2 の構成を基本的に採用している。

20

【0056】

アキシャル型磁気浮上遠心ポンプ P は、ロータ 6 1 を配置し、このロータ 6 1 は、ポンプケーシング 5 1 内に形成されたポンプ室 5 2 内に配置されるとともに遠心型のインペラ 6 1 a を一体的に備えている。このロータ 6 1 は軸線 Z のまわりに回転可能に、かつその軸線 Z に沿って上下動可能になっている。このロータ 6 1 は、その上面に設けた永久磁石 6 2 a を、その下面に永久磁石 6 2 b を配置している。永久磁石 6 2 a の上部にはデスク型上部ステータ 6 3 を配置し、永久磁石 6 2 a の下部にはデスク型下部ステータ 6 4 を配置している。上部ステータ 6 3 の突極には上部軸方向制御・回転制御用コイル 6 5 と上部傾き制御用コイル 6 6 を設けている。下部ステータ 6 4 の上方には下部軸方向制御・回転制御用コイル 6 7 と下部傾き制御用コイル 6 8 を設けている。

30

【0057】

アキシャル型磁気浮上遠心ポンプ P の上部ステータ 6 2、上部軸方向制御・回転制御用コイル 6 5 と上部傾き制御用コイル 6 6 と下部ステータ 6 4、下部軸方向制御・回転制御用コイル 6 7 と下部傾き制御用コイル 6 8 は対向して配置され、ロータ 6 1 の軸線 X に対して対称的に配置されている。

40

【0058】

上述のように構成されたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプ P において、ロータ 6 1 が上部ステータ 6 2 および下部ステータ 6 3 のそれぞれの上部軸方向制御・回転制御用コイル 6 5 と下部軸方向制御・回転制御用コイル 6 7 により、磁気浮上状態で回転駆動され、これによってロータ 6 1 のインペラ 6 1 a が回転して、吸込口 5 3 よりポンプ室 5 2 に流入したポンプ給送流体（例えば、血液）が遠心作用を受けて吐出口 5 4 より外部に給送され、ポンプ動作が遂行される。

【0059】

上述のアキシャル型磁気浮上遠心ポンプ P は、ロータ 6 1 を回転支持する軸受を不要とした無接触状態で回転駆動されるので、潤滑用グリースによる吐出液の汚染や機械的接触

50

による磨耗くずの混入の恐れがないので、高純度の液の給送に適している。

【 0 0 6 0 】

上述のアキシャル型磁気浮上モータの実施例では2極のアキシャル型磁気浮上モータについて説明したがこれに限定されなく、例えば4極、6極等多極のアキシャル型磁気浮上モータを採用できる。また、モータに用いられる永久磁石は、ネオジウム系磁石およびサマリウム系磁石を採用されたがこれに限定されない。また、ロータの軸方向位置・回転制御用コイルとロータの傾き制御用コイルの配置は、実施例のアキシャル型磁気浮上モータ構成に限定されなく、アキシャル型磁気浮上モータにおいて、軸方向位置・回転制御用コイルをステータの突極の根元部側に傾き制御用コイルを突極の先端部側に配置してもよい。また、軸方向位置・回転制御用コイルと傾き制御用コイルをステータの突極に両コイルを入り交せて混合して配置してもよい。

10

【 0 0 6 1 】

例えば、アキシャル型磁気浮上4極モータの場合、傾き制御用の磁場を6極の回転磁界として、片側のステータにのみ軸方向位置・回転制御用コイルに加えて傾き制御用コイルを配置してもよい。この場合、他側のステータには、傾き制御用コイルは設けられていなく、軸方向位置・回転制御用コイルのみを配置することになる。このような構造のアキシャル型磁気浮上モータのロータ部分にインペラを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを得ることもできる。

【 0 0 6 2 】

さらに、例えば、アキシャル型磁気浮上4極モータとして傾き制御用の磁場を6極の回転磁界として片側に1個のステータ構造を採用し、この片側1個のステータに傾き制御用コイルを配置してもよい。そして、この片側1個のステータに対し、ロータに対向する他側に磁場等による磁気吸引力の発生体として代用可能な電磁石、永久磁石等の吸引力発生体を設置してもよい。この吸引力発生体は重力でも代用できる。このような構造のアキシャル型磁気浮上モータのロータ部分にインペラを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを得ることもできる。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

1	...	ロータ	
2	...	上部ステータ	
3	...	下部ステータ	
4	...	軸方向位置・回転制御用コイル	
5	...	傾き制御用コイル	
6	...	傾き制御用コイル	
7	...	軸方向位置・回転制御用コイル	
8	...	ロータヨーク	
9	...	インペラ	
10	...	永久磁石	
21	...	過電流センサ	
22	...	A / Dコンデンサ	
23	...	制御部	
23 a	...	軸方向位置制御手段	
23 b	...	回転制御手段	
23 c	...	傾き制御手段	
24	...	電源	
25	...	増幅器 (アンプ)	
31	...	ロータ	
32 a 1	...	永久磁石	
32 a 2	...	永久磁石	
34	...	ステータ	

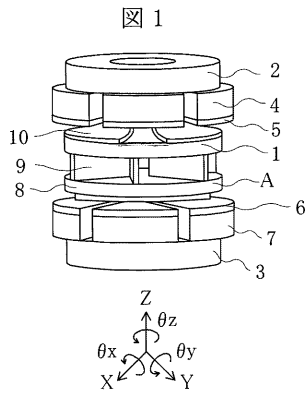
30

40

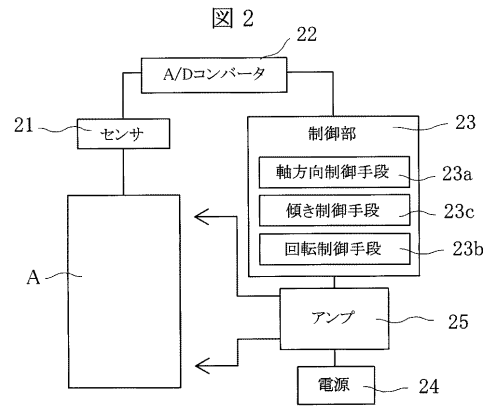
50

3 4 a	...	突極	
3 5	...	軸方向位置・回転制御用コイル	
3 6	...	傾き制御用コイル	
4 1	...	ロータ	
4 2 a 1	...	永久磁石	
4 2 a 2	...	永久磁石	
4 4	...	ステータ	
4 4 a	...	突極	
4 6	...	傾き制御用コイル	
4 7	...	軸方向位置・回転制御用コイル	10
5 1	...	ポンプケーシング	
5 2	...	ポンプ室	
5 3	...	吸込口	
5 4	...	吐出口	
6 1	...	ロータ	
6 1 a	...	インペラ	
6 2 a	...	永久磁石	
6 2 b	...	永久磁石	
6 3	...	上部ステータ	
6 4	...	下部ステータ	20
6 5	...	上部軸方向位置・回転制御用コイル	
6 6	...	上部傾き制御用コイル	
6 7	...	下部軸方向位置・回転制御用コイル	
6 8	...	下部傾き制御用コイル	
A	...	アキシヤル型磁気浮上モータ	
A 1	...	アキシヤル型磁気浮上モータ	
A 2	...	アキシヤル型磁気浮上モータ	
P	...	アキシヤル型磁気浮上遠心ポンプ	

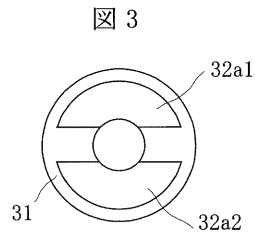
【 図 1 】



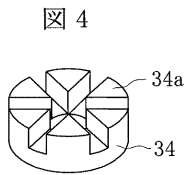
【 図 2 】



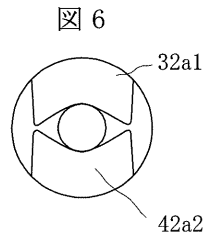
【 図 3 】



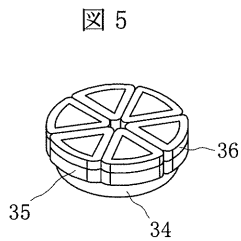
【 図 4 】



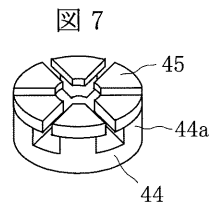
【 図 6 】



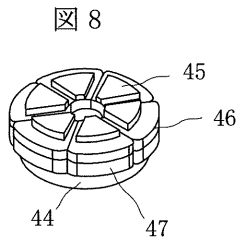
【 図 5 】



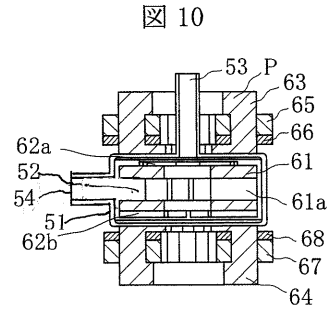
【 図 7 】



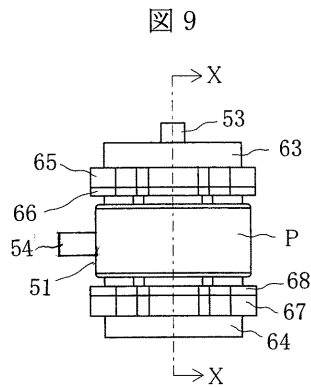
【図 8】



【図 10】



【図 9】



【手続補正書】

【提出日】平成21年7月24日(2009.7.24)

【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】

ロータと、少なくとも一つのステータを備え、

前記ステータは、前記ロータの回転中心軸の軸線方向に沿って前記ロータと離間配置され、前記ロータ側に突出して延びた突極を有し、

前記ロータの前記ステータに対向する面には永久磁石が設けられ、

前記突極には、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行う軸方向位置・回転制御用コイル、および前記ロータの傾き制御を行う傾き制御用コイルが巻回されて設けられることによって、前記ステータに、前記軸方向位置・回転制御用コイルと、前記傾き制御用コイルとが一体的に形成されること

を特徴とするアキシアル型磁気浮上モータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のアキシアル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータ側に突出して延びた突極を有し、前記ロータの前記軸線方向に沿って前記ロータの上部に離間配置された上部ステータと、

前記ロータ側に突出して延びた突極を有し、前記ロータの前記軸線方向に沿って前記ロータの下部に離間配置された下部ステータとを備え、

前記ロータの前記軸方向上面には上側永久磁石が設けられ、前記ロータの前記軸方向下

面には下側永久磁石が設けられ、

前記ロータの軸方向位置および回転制御を行う上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行う上部傾き制御用コイルが前記上部ステータの前記突極に巻回して設けられ、

前記ロータの軸方向位置および回転制御を行う下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行う下部傾き制御用コイルが前記下部ステータの前記突極に巻回して設けられ、

前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルと、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルとが、前記ロータの前記軸線方向に沿って対称的に配置されていること

を特徴とするアキシアル型磁気浮上モータ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のアキシアル型磁気浮上モータにおいて、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記上部傾き制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルは前記下部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルは、前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられたことを特徴とするアキシアル型磁気浮上モータ。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のアキシアル型磁気浮上モータにおいて、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記上部傾き制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルは前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルは、前記下部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられたことを特徴とするアキシアル型磁気浮上モータ。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のアキシアル型磁気浮上モータにおいて、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記上部傾き制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルは前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルは、前記下部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられたことを特徴とするアキシアル型磁気浮上モータ。

【請求項 6】

請求項 2 に記載のアキシアル型磁気浮上モータにおいて、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記上部傾き制御用コイルは前記上部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルは前記下部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルは、前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられたことを特徴とするアキシアル型磁気浮上モータ。

【請求項 7】

請求項 2 に記載のアキシアル型磁気浮上モータにおいて、前記上部傾き制御用コイルと前記上部軸方向位置・回転制御用コイルとが前記上部ステータの前記突極に混合して巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルと前記下部軸方向位置・回転制御用コイルとが前記下部ステータの前記突極に混合して巻回して設けられたことを特徴とするアキシアル型磁気浮上モータ。

【請求項 8】

請求項 2 に記載のアキシアル型磁気浮上モータにおいて、前記上部軸方向位置・回転制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設けられ、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルを前記下部ステータの前記突極に巻回して設けられ、前記上部ステータの前記突極および前記下部ステータの前記突極のいずれか一方のみに前記傾き制御用コイル

を巻回して設けられたことを特徴とするアキシヤル型磁気浮上モータ。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のアキシヤル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータの前記軸線方向に沿って前記ロータに離間配置された吸引力発生体を備え、前記吸引力発生体は前記ロータに対する吸引力を発生し、前記吸引力と前記ステータが発生する磁気吸引力が釣り合うことにより前記ロータが前記軸線方向に沿ってアキシヤル磁気浮上されることを特徴とするアキシヤル型磁気浮上モータ。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のアキシヤル型磁気浮上モータにおいて、前記吸引力発生体が、前記ロータの下側に配置離間配置された磁性材料部と、前記ロータの前記軸方向下面に設けられた永久磁石とから構成されることを特徴とするアキシヤル型磁気浮上モータ。

【請求項 11】

請求項 9 に記載のアキシヤル型磁気浮上モータにおいて、前記吸引力発生体が、前記ロータの下側に配置離間配置された電磁石または永久磁石と、前記ロータの前記軸方向下面に貼り付けられた磁性材料部とから構成されることを特徴とするアキシヤル型磁気浮上モータ。

【請求項 12】

請求項 9 に記載のアキシヤル型磁気浮上モータにおいて、前記吸引力発生体が、前記ロータに作用する重力または何らかの吸引力を利用するものであることを特徴とするアキシヤル型磁気浮上モータ。

【請求項 13】

請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載のアキシヤル型磁気浮上モータを用いたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプであって、

ハウジングと、前記ハウジングに形成されたポンプ室を備え、

前記ロータにインペラが設けられ、

当該ロータが、前記ポンプ室に配置されること

を特徴とするアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプ。

【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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アキシヤル型磁気浮上モータおよびアキシヤル型磁気浮上モータを備えたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプに関し、特に小型軽量の磁気浮上人工心臓を実現するアキシヤル型磁気浮上モータおよびアキシヤル型磁気浮上モータを備えたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプに関する。

【0002】

本発明は、特にロータとその軸線方向に沿って、ロータの上部に配置された上部ステータおよびロータの下部に配置された下部ステータとを備え、ロータをロータの軸線方向に沿ってアキシヤル磁気浮上させながらロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させるアキシヤル型磁気浮上モータおよびこのアキシヤル型磁気浮上モータを備えたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプに関する。

【背景技術】

【0003】

ロータを磁気的作用によってその軸線方向に沿ってアキシヤル磁気浮上させながらロータの軸線のまわりに非接触状態で回転させる構成の磁気浮上モータとして、例えば磁気浮上回転モータ、高速回転機、工作機械用の高速スピンドル、さらにはその応用例としての

医療分野における人工心臓の遠心ポンプ等への応用がある。磁気浮上のモータ方式としてロータの軸線方向に沿ってロータの軸方向の位置ならびにロータの回転の制御を行なうアキシャル型磁気浮上モータおよびアキシャル型磁気浮上遠心ポンプが知られている。(特許文献1)

【0004】

特許文献1に示されたアキシャル型磁気浮上モータは、ロータの上方に上部ステータ、下方に下部ステータを配置し、ロータの周囲にリング状外側永久磁石を配置した構成である。上部ステータの電磁石はロータ上面の上側永久磁石と共働して、ロータの軸方向位置および傾き制御を行ない、下部ステータはロータ下面の永久磁石と共働してロータの回転制御を行なう。このアキシャル型磁気浮上モータにおいては、ロータのラジアル方向の変動ないし振動はロータ周面に設けたリング状内側永久磁石とこれと同心配置のリング状外側永久磁石との間の相互反発力により抑制し、ラジアル方向の受動安定性でロータを支持している。

【0005】

上述の特許文献1に示されたアキシャル型磁気浮上モータでは、上部ステータに設けた4個の電磁石はロータに対して吸引力を作用させてロータの軸方向の位置制御を担っているがロータの回転制御は兼用していない。一方、下部ステータの電磁石が回転制御を担っている。従って、上部ステータにおいてロータの軸方向に着磁したバイアス磁束発生用としてロータの軸方向の位置を制御し、ロータの回転は下部ステータが担っている。すなわち、上部ステータはロータの軸線Z方向におけるアキシャル制御を行ない、下部ステータはロータの軸線Zのまわりの回転制御を行なっている。

【0006】

また、上述の特許文献1に示されたアキシャル型磁気浮上モータでは、上部ステータに設けた電磁石は、ロータの上側永久磁石と共働してロータの傾きを制御する傾き制御用電磁石として機能している。すなわち、上部ステータの電磁石は、ロータが軸線Zに対して偏位した傾きに対する制御を担っている。

【0007】

上述の特許文献1に示されたアキシャル型磁気浮上モータでは、上部ステータでロータの位置とロータの傾きを制御し、ロータの回転制御と上部ステータに対するバイアス力を発生する下部ステータを備えており、軸方向位置制御は、上部ステータの吸引力と下部ステータの磁気吸引力の大きさを釣り合わせて行われている。またロータの傾き制御は永久磁石によるバイアス磁束と電磁石による磁束に基づいて行われている。

【0008】

上述の特許文献1に示されたアキシャル型磁気浮上モータでは、成人用の循環系疾患患者および呼吸器系疾患患者の救命のための磁気浮上人工心臓の実現するアキシャル型磁気浮上モータに関するものであり、ロータの直径すなわちラジアル方向の寸法が大きく大型になりロータの重量が増大し、また磁気浮上を担う上部ステータとモータ機能を担う下部ステータの異なる役割の上下磁気吸引力を釣り合わせる構造であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2005-16677

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の解決しようとする課題は、ラジアル方向に小さい寸法を有する小型軽量のアキシャル型磁気浮上モータおよびアキシャル型磁気浮上モータを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

【0011】

本発明の解決しようとする課題は、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き

制御構成が簡単なアキシアル型磁気浮上モータおよびアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

【0012】

本発明の解決しようとする課題は、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御が容易なアキシアル型磁気浮上モータおよびアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

【0013】

本発明の解決しようとする課題は、小型で高いトルクが発生可能なアキシアル型磁気浮上モータおよびアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

【0014】

本発明の解決しようとする課題は、上部ステータおよび下部ステータの両ステータでロータの回転制御ができるアキシアル型磁気浮上モータおよびアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明では、上記目的を達成するために、ロータと、少なくとも一つのステータを備え、

前記ステータは、前記ロータの回転中心軸の軸線方向に沿って前記ロータと離間配置され、前記ロータ側に突出して延びた突極を有し、

前記ロータの前記ステータに対向する面には永久磁石が設けられ、

前記突極には、前記ロータの軸方向位置および回転制御を行う軸方向位置・回転制御用コイル、および前記ロータの傾き制御を行う傾き制御用コイルが巻回されて設けられることによって、前記ステータに、前記軸方向位置・回転制御用コイルと、前記傾き制御用コイルとが一体的に形成されること

を特徴とするアキシアル型磁気浮上モータを提供する。

【0016】

また、本発明は、前記アキシアル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータ側に突出して延びた突極を有し、前記ロータの前記軸線方向に沿って前記ロータの上部に離間配置された上部ステータと、

前記ロータ側に突出して延びた突極を有し、前記ロータの前記軸線方向に沿って前記ロータの下部に離間配置された下部ステータとを備え、

前記ロータの前記軸方向上面には上側永久磁石が設けられ、前記ロータの前記軸方向下面には下側永久磁石が設けられ、

前記ロータの軸方向位置および回転制御を行う上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行う上部傾き制御用コイルが前記上部ステータの前記突極に巻回して設けられ、

前記ロータの軸方向位置および回転制御を行う下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記ロータの傾き制御を行う下部傾き制御用コイルが前記下部ステータの前記突極に巻回して設けられ、

前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルと、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルとが、前記ロータの前記軸線方向に沿って対称的に配置されていること

を特徴とするアキシアル型磁気浮上モータを提供する。

【0017】

当該アキシアル型磁気浮上モータが備える上部ステータの突極における前記上部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記上部傾き制御用コイルの配置と、下部ステータの突極における前記下部軸方向位置・回転制御用コイルおよび前記下部傾き制御用コイルの配置については少なくとも六つの構成がある。すなわち、

(1) 前記上部軸方向位置・回転制御用コイルが前記上部ステータの前記突極の根元部に

巻回して設けられ、前記上部傾き制御用コイルが前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられる。また、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルが前記下部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルが前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられる。

(2) 前記上部軸方向位置・回転制御用コイルが前記上部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記上部傾き制御用コイルが前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられる。また、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルが前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルが前記下部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられる。

(3) 前記上部軸方向位置・回転制御用コイルが前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記上部傾き制御用コイルが前記上部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられる。また、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルが前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルが前記下部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられる。

(4) 前記上部軸方向位置・回転制御用コイルが前記上部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられ、前記上部傾き制御用コイルが前記上部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられる。また、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルが前記下部ステータの前記突極の根本部に巻回して設けられ、前記下部傾き制御用コイルが前記下部ステータの前記突極の先端部に巻回して設けられる。

(5) 前記上部傾き制御用コイルと前記上部軸方向位置・回転制御用コイルとが前記上部ステータの前記突極に混合して巻回して設けられる。また、前記下部傾き制御用コイルと前記下部軸方向位置・回転制御用コイルとが前記下部ステータの前記突極に混合して巻回して設けられる。

(6) 前記上部軸方向位置・回転制御用コイルを前記上部ステータの前記突極に巻回して設けられ、前記下部軸方向位置・回転制御用コイルを前記下部ステータの前記突極に巻回して設けられ、前記上部ステータの前記突極および前記下部ステータの前記突極のいずれか一方のみに前記傾き制御用コイルを巻回して設けられる。

【0018】

また、本発明は、前記アキシヤル型磁気浮上モータにおいて、前記ロータの前記軸線方向に沿って前記ロータに離間配置された吸引力発生体を備え、前記吸引力発生体は前記ロータに対する吸引力を発生し、前記吸引力と前記ステータが発生する磁気吸引力が釣り合うことにより前記ロータが前記軸線方向に沿ってアキシヤル磁気浮上されることを特徴とするアキシヤル型磁気浮上モータを提供する。前記吸引力発生体としては少なくとも以下の構成がある。

(1) 前記ロータの下側に配置離間配置された磁性材料部と、前記ロータの前記軸方向下面に設けられた永久磁石とから構成される。

(2) 前記ロータの下側に配置離間配置された電磁石または永久磁石と、前記ロータの前記軸方向下面に貼り付けられた磁性材料部とから構成される。

(3) 前記ロータに作用する重力または何らかの吸引力を利用するものである。

【0019】

上記目的を達成するため、本発明は、前記アキシヤル型磁気浮上モータを用いたアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプであって、

ハウジングと、前記ハウジングに形成されたポンプ室を備え、

前記ロータにインペラが設けられ、

当該ロータが、前記ポンプ室に配置されること

を特徴とするアキシヤル型磁気浮上遠心ポンプを提供する。

【発明の効果】

【0020】

本発明によって、アキシヤル型磁気浮上モータにおいて、ラジアル方向の小さい寸法を有する小型軽量のアキシヤル型磁気浮上モータを得ることができた。

【0021】

本発明によって、アキシアル型磁気浮上モータにおいて、ロータの軸方向位置と回転制御の構成とロータの傾き制御の構成が簡単なアキシアル型磁気浮上モータを得ることができた。

【0022】

本発明によって、アキシアル型磁気浮上モータにおいて、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御の容易なアキシアル型磁気浮上モータを得ることができた。

【0023】

本発明によって、アキシアル型磁気浮上モータにおいて、小型で高いトルクが発生可能なアキシアル型磁気浮上モータを得ることができた。

【0024】

本発明によって、アキシアル型磁気浮上モータにおいて、上部ステータおよび下部ステータの両ステータでロータの回転制御可能なアキシアル型磁気浮上モータを得ることができた。

【0025】

本発明によって、アキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御が容易なアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを得ることができた。

【0026】

本発明によって、アキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、ロータの軸方向位置および回転制御とロータの傾き制御の容易なアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを得ることができた。

【0027】

本発明によって、アキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、小型で高いトルクが発生可能なアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを得ることができた。

【0028】

本発明によって、アキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプにおいて、上部ステータおよび下部ステータの両ステータで回転制御可能なアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを得ることができた。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータの一実施例の原理構成を示す外観斜視図である。

【図2】図1に示す本発明によるアキシアル型磁気浮上モータの一実施例における制御システム構成を示すブロック図である。

【図3】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータにおけるロータ部分の一実施例を示す平面図である。

【図4】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータにおけるステータの一実施例を示す外観斜視図である。

【図5】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータにおける軸方向制御および回転制御用コイルと傾き制御用コイルとステータの一実施例を示す外観斜視図である。

【図6】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータにおけるロータ部分の他の実施例を示す平面図である。

【図7】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータにおけるステータの他の実施例を示す外観斜視図である。

【図8】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータにおける軸方向制御・回転制御用コイルと傾き制御用コイルとステータの他の実施例を示す外観斜視図である。

【図9】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプの一実施例を示す側面図である。

【図10】本発明によるアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプの一実施例で図9のX-X線に沿った断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明のアキシアル型磁気浮上モータおよびこのアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプを実施するための形態を図面に示す実施例に沿って説明する。図1は、本発明によるアキシアル型磁気浮上モータの一実施例の原理構成を示す外観斜視図である。

【0031】

図1のアキシアル型磁気浮上モータAは、主としてロータ1、このロータ1の軸線Zに沿ってロータ1の上部に配置されたデスク型上部ステータ2、ロータ1の軸線Zに沿ってロータ1の下部に配置されたデスク型下部ステータ3から構成されている。また、ロータ1は上下に2枚のロータヨーク8およびヨーク間に6枚のインペラ9を備えており、ロータヨーク8の外表面に2個の永久磁石10をそれぞれ設けている。

【0032】

また、図1のアキシアル型磁気浮上モータAは、上部ステータ2の突極には、その根本部に、3相2極の回転磁界を発生するロータ1の軸方向位置および回転を制御する上部軸方向位置・回転制御用コイル4が巻回されており、突極の先端部にロータ1の傾きを制御する上部傾き制御用コイル5が巻回されている。また、下部ステータ3の突極の根元部には、3相2極の回転磁界を発生するロータ1の下部軸方向位置・回転制御用コイル7、下部ステータ3の突極の先端部にはロータ1の傾きを制御する下部傾き制御用コイル6が巻回されている。

【0033】

さらに、図1のアキシアル型磁気浮上モータAにおいては、ロータ1には、浮上回転用の2極の永久磁石10が軸方向両面に配置されている。ロータ1は、上部ステータ2、下部ステータ3により軸方向両面から挟み込まれ、上部ステータ2、下部ステータ3で発生する磁気吸引力を釣り合わせるにより軸方向に磁気支持され回転する。本実施の形態のアキシアル型磁気浮上モータAは、上部ステータ2と下部ステータ3の両ステータによってロータ1の回転制御が行なわれている。

【0034】

また、ロータ1の上下面に永久磁石10が上下で90度ずらして配置され、上部ステータ2、下部ステータ3の両ステータに配置した上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6で、ロータ1のラジアル方向2軸まわりの傾きを制御している。ラジアル方向位置については、受動安定性を用いて静的に支持している。上部ステータ2、上部軸方向位置・回転制御用コイル4、上部傾き制御用コイル5と下部ステータ3、下部軸方向位置・回転制御用コイル7、下部傾き制御用コイル6とはロータ1の軸線Xと軸線Yで形成される面上に、かつインペラを中心として対称的に配置されている。

【0035】

図1のアキシアル型磁気浮上モータAにおけるロータ1の軸方向位置制御および回転制御は、上部ステータ2、下部ステータ3の両ステータを用いて行なわれる。ロータ1の軸方向位置制御は、上部ステータ2、下部ステータ3の上部軸方向位置・回転制御用コイル4と下部軸方向位置・回転制御用コイル7の両コイルに与える3相2極の回転磁界のd軸電流を変化させ、ロータ1上下に働く吸引力の大きさを釣り合わせて行なっている。ロータ1の回転制御は、上部ステータ2、下部ステータ3の両ステータにU相、V相、W相の3相2極の回転磁界のq軸電流により回転トルクを発生させて行なっている。ロータ1の軸方向位置制御および回転制御はベクトル制御を用いそれぞれ独立に行われる。

【0036】

本発明の実施の形態に係るアキシアル型磁気浮上モータAでは、d軸成分の電流値、q軸成分の電流値を用いて、ロータ1の軸方向吸引力と回転制御を独立に行なうが、最終的に決定したd軸成分の電流値、q軸成分の電流値を3相2極の回転磁界に変換し、その回

転磁界を軸方向位置・回転制御用コイル4、6の両コイルに与えて、3相2極の回転磁界で制御することで行う。

【0037】

図1に示すアキシャル型磁気浮上モータAにおけるロータ1の傾き制御は、上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6の両コイルを用いて行なわれる。6個の突極に6個のコイルを巻いてあり、全ての傾き制御用コイルで同一方向に磁束を発生させ、ロータ1に配置した永久磁石のS極側とN極側に働く磁気吸引力の不均衡を生じさせて行なう。前述したように、ロータ1の上下面に上下で90度ずらして配置した永久磁石10と上部ステータ2、下部ステータ3の両ステータに配置した上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6で、ロータ1のラジアル方向2軸まわりの傾きを制御している。

【0038】

アキシャル型磁気浮上モータAのロータ1のX軸回りおよびY軸回りの傾きを検出しロータ1の傾き制御を行なうが、傾き制御に用いる永久磁石10はロータ1として回転する。このため、回転角の検出をし、X軸回りおよびY軸回りの傾きを回転座標系の傾きに変換し、傾き制御を行なう。

【0039】

本実施の形態のアキシャル型磁気浮上モータAにおける制御システムについて説明する。図2において、アキシャル型磁気浮上モータAに設けた上部軸方向位置および回転制御用コイル4と下部軸方向位置および回転制御用コイル7、および上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6に対応して設けた過電流センサ21よりロータ1の軸方向位置・回転制御用および傾きの変位を表わす検出信号がA/Dコンバータ22を介して制御部23に送られる。この制御部23に設けた軸方向位置制御手段23a、回転制御手段23bおよび傾き制御手段23cによって、上部軸方向位置・回転制御用コイル4と下部軸方向位置・回転制御用コイル7、および上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6に流すべきコイル電流値が算出され、これが電源24に接続された増幅器(アンプ)25に出力される。

【0040】

このように、傾き制御用として発生させ磁界相を発生させる上部傾き制御用コイル5、磁界相を発生させる下部傾き制御用コイル6とU相、V相、W相の3相2極の回転磁界を発生させる上部軸方向位置・回転制御用コイル4と下部軸方向位置・回転制御用コイル7の各相(U、V、W相)に電流を増幅器(アンプ)25を介して入力する。制御には、デジタルPID制御を用いる。dSPACE(商品名)を用いて高速のデジタル信号処理をする。過電流センサ21の信号は、A/Dコンバータ22を介してdSPACEに取り込み上部傾き制御用コイル5と下部傾き制御用コイル6に流す電流を計算し、増幅器(アンプ)25に出力する。また、制御部23の制御プログラムはC言語などを用いて作成され、その具体例として例えばMATLAB.5.3simulink(商品名)が用いられる。

【0041】

本発明の実施の形態に係るアキシャル型磁気浮上型モータの実施態様を説明する。アキシャル型磁気浮上型モータA1はネオジウム系磁石を使用したType1-Nd型モータを採用している。図3は、本発明によるアキシャル型磁気浮上モータA1におけるロータ部分の実施態様を示す平面図である。

【0042】

アキシャル型磁気浮上型モータA1のロータ31は1極を2個の永久磁石により構成し、合計4個の永久磁石32a1、32a2をロータ31のロータヨークに貼り付けて2極のロータ31を構成している。永久磁石32a1、32a2の形状は扇形構造として形成してあり、各永久磁石32a1、32a2の厚さは1mmである。ロータ31のロータヨークの寸法は、外径24mm、内径8mm、厚さは2mmである。永久磁石32a1、32a2はネオジウム系磁石を採用した。ロータ31は2個のロータヨークを備えており、1つのロータヨークに対向して他のロータヨークを有し、2個のロータヨークの間に6枚

のインペラを設けている。なお、ロータ31の他のロータヨークの表面にも同じ形状とした永久磁石が設けられている。

【0043】

図3に示すロータ31と共働するデスク型ステータについて説明する。図4は本発明によるアキシシャル型磁気浮上モータA1におけるステータの実施態様を示す外観斜視図である。

【0044】

アキシシャル型磁気浮上型モータA1のデスク型ステータ34は60度毎に等間隔で設けた6個の突極34aから構成されている。突極34aはストレート突極構造を採用し、断面は扇形構造を採用している。ステータ34の寸法は、外径24mm、内径8mm、突極34aの高さは5mmである。

【0045】

図3に示すロータ31と図4に示すデスク型ステータ34に関連する軸方向位置および回転制御用の軸方向位置・回転制御用コイルと傾き制御用コイルの構成を説明する。図5は本発明によるアキシシャル型磁気浮上モータA1における軸方向制御・回転制御用コイルと傾き制御用コイルの実施態様を示す外観斜視図である。

【0046】

アキシシャル型磁気浮上モータA1のステータ34の6個のすべての突極34aには、軸方向位置・回転制御用として、U相、V相、W相の3相2極の回転磁界を発生させるように軸方向位置・回転制御用コイル35（電磁石用コイル）を巻き、その上に傾き制御用として相、相どちらかの磁界を発生させるように傾き制御用コイル（電磁石コイル）36を巻いた。すなわち、軸方向位置・回転制御用コイル35は、突極34aの根元部に巻回されており、傾き制御用コイル36は、突極34aの先端部に巻回されている。軸方向位置・回転制御用コイル35と傾き制御用コイル36は線径0.4mmの導線を用い、1突極あたり軸方向位置・回転制御用を27巻き、傾き制御用を5巻きとした。

【0047】

本発明のアキシシャル型磁気浮上型モータの他の実施の形態を説明する。アキシシャル型磁気浮上型モータA2はネオジウム系磁石を使用したType 2-Nd型モータおよびサマリウム系磁石を使用したType 2-Sm型モータを採用している。図6は本発明によるアキシシャル型磁気浮上モータA2におけるロータ部分の他の実施態様を示す平面図である。

【0048】

アキシシャル型磁気浮上型モータA2のロータ41は1極を2個の永久磁石により構成し、合計4個の永久磁石42a1、42a2および永久磁石42b1、42b2をロータのヨーク43に貼り付けて2極のモータロータ41を構成している。永久磁石42a1、42a2および永久磁石42b1、42b2の形状は、ステータ44、ロータ41間の空隙における磁束密度が正弦波状に発生する形状を採用した。各永久磁石42a1、42a2および永久磁石42b1、42b2の厚さは0.7mmである。モータロータ41のロータヨークの寸法は、外径24mm、内径8mm、厚さは2mmである。永久磁石42a1、42a2および永久磁石42b1、42b2はネオジウム系磁石とサマリウムコバルト系磁石の2種類を採用した。ロータ41は2個のロータヨークを備えており、ロータヨークに対向して他のロータヨークを有し、2個のロータヨークの間に6枚のインペラを設けている。なお、ロータ41の他のロータヨークの表面にも同じ形状の様な永久磁石が設けられている。

【0049】

図6に示すロータ41と共働するデスク型ステータ44について説明する。図7は本実施の形態によるアキシシャル型磁気浮上モータA2におけるステータの他の実施態様を示す外観斜視図である。

【0050】

上記したアキシシャル型磁気浮上モータA2のデスク型ステータ44は60度毎に等間隔

で設けた 6 個の突極から構成されている。ステータ 4 4 の突極 4 4 a はストレート突極構造を採用し、断面は扇形構造を採用した。ステータ 4 4 の寸法は、外径 24 mm、内径 16 mm、突極 4 4 a の高さは 5 mm である。

【0051】

図 6 に示すロータ 4 1 と図 7 に示すデスク型ステータ 4 4 に関連する軸方向位置および回転制御用の軸方向位置・回転制御用コイルと傾き制御用コイルの構成を説明する。図 8 は本発明によるアキシアル型磁気浮上モータ A 2 における軸方向制御・回転制御用コイルと傾き制御用コイルの実施態様を示す外観斜視図である。

【0052】

アキシアル型磁気浮上モータ A 2 のステータ 4 4 の 6 個のすべての突極 4 4 a には、軸方向位置および回転制御用として、U 相、V 相、W 相の 3 相 2 極の回転磁界を発生させるように軸方向位置・回転制御用コイル（電磁石用コイル）4 7 を巻き、その上に傾き制御用として 相、相どちらかの磁界を発生させるように傾き制御用コイル（電磁石コイル）4 6 を巻いた。すなわち、軸方向位置・回転制御用コイル 4 7 は、突極 4 4 a の根元部に巻回されており、傾き制御用コイル 4 6 は、突極 4 4 a の先端部に巻回されている。軸方向位置・回転制御用コイル 4 7 と傾き制御用コイル 4 6 は線径 0.4 mm の導線を用い、1 突極あたり軸方向位置・回転制御用を 4 3 巻き、傾き制御用を 5 巻きとした。

【0053】

次に本発明の実施の形態に係るアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプについて説明する。図 9 は、本発明の実施の形態に係るアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプの実施態様を示す側面図、図 10 はアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプの実施態様で図 9 の X-X 線に沿った断面図である。

【0054】

このアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプ P は、主として遠心ポンプ P の固定フレームを構成するポンプハウジング 5 1、このポンプハウジング 5 1 内に区画して形成されたポンプ室 5 2、吸込口 5 3、吐出口 5 4 で構成されている。

【0055】

また、このアキシアル型磁気浮上モータを備えたアキシアル型磁気浮上遠心ポンプ P においては、上述した他の実施形態であるアキシアル型磁気浮上モータ A 2 を採用している。すなわち、図 6 に示したロータ、図 7 に示したステータ、図 8 に示した軸方向制御・回転制御用コイルと傾き制御用コイルからなるアキシアル型磁気浮上モータ A 2 の構成を基本的に採用している。

【0056】

アキシアル型磁気浮上遠心ポンプ P は、ロータ 6 1 を配置し、このロータ 6 1 は、ポンプケーシング 5 1 内に形成されたポンプ室 5 2 内に配置されるとともに遠心型のインペラ 6 1 a を一体的に備えている。このロータ 6 1 は軸線 Z のまわりに回転可能に、かつその軸線 Z に沿って上下動可能になっている。このロータ 6 1 は、その上面に設けた永久磁石 6 2 a を、その下面に永久磁石 6 2 b を配置している。永久磁石 6 2 a の上部にはデスク型上部ステータ 6 3 を配置し、永久磁石 6 2 a の下部にはデスク型下部ステータ 6 4 を配置している。上部ステータ 6 3 の突極には上部軸方向制御・回転制御用コイル 6 5 と上部傾き制御用コイル 6 6 が設けられている。下部ステータ 6 4 の上方には下部軸方向制御・回転制御用コイル 6 7 と下部傾き制御用コイル 6 8 が設けられている。

【0057】

アキシアル型磁気浮上遠心ポンプ P の上部ステータ 6 2、上部軸方向制御・回転制御用コイル 6 5 と上部傾き制御用コイル 6 6 と下部ステータ 6 4、下部軸方向制御・回転制御用コイル 6 7 と下部傾き制御用コイル 6 8 は対向して配置され、ロータ 6 1 の軸線 X に対して対称的に配置されている。

【0058】

上述のように構成されたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプ P において、ロータ 6 1 が上部ステータ 6 2 および下部ステータ 6 3 のそれぞれの上部軸方向制御・回転制御用コイル 6 5 と下部軸方向制御・回転制御用コイル 6 7 により、磁気浮上状態で回転駆動され、これによってロータ 6 1 のインペラ 6 1 a が回転して、吸込口 5 3 よりポンプ室 5 2 に流入したポンプ給送流体（例えば、血液）が遠心作用を受けて吐出口 5 4 より外部に給送され、ポンプ動作が遂行される。

【0059】

上述のアキシャル型磁気浮上遠心ポンプ P は、ロータ 6 1 を回転支持する軸受を不要とした無接触状態で回転駆動されるので、潤滑用グリスによる吐出液の汚染や機械的接触による磨耗くずの混入の恐れがないので、高純度の液の給送に適している。

【0060】

上述のアキシャル型磁気浮上モータの実施の形態では 2 極のアキシャル型磁気浮上モータについて説明したがこれに限定されなく、例えば 4 極、6 極等多極のアキシャル型磁気浮上モータを採用できる。また、モータに用いられる永久磁石は、ネオジウム系磁石およびサマリウム系磁石を採用されたがこれに限定されない。また、ロータの軸方向位置・回転制御用コイルとロータの傾き制御用コイルの配置は、実施例のアキシャル型磁気浮上モータ構成に限定されなく、アキシャル型磁気浮上モータにおいて、軸方向位置・回転制御用コイルをステータの突極の根元部側に傾き制御用コイルを突極の先端部側に配置してもよい。また、軸方向位置・回転制御用コイルと傾き制御用コイルをステータの突極に両コイルを入り交えて混合して配置してもよい。

【0061】

例えば、アキシャル型磁気浮上 4 極モータの場合、傾き制御用の磁場を 6 極の回転磁界として、片側のステータにのみ軸方向位置・回転制御用コイルに加えて傾き制御用コイルを配置してもよい。この場合、他側のステータには、傾き制御用コイルは設けられていなく、軸方向位置・回転制御用コイルのみを配置することになる。このような構造のアキシャル型磁気浮上モータのロータ部分にインペラを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを得ることもできる。

【0062】

さらに、例えば、アキシャル型磁気浮上 4 極モータとして傾き制御用の磁場を 6 極の回転磁界として片側に 1 個のステータ構造を採用し、この片側 1 個のステータに傾き制御用コイルを配置してもよい。そして、この片側 1 個のステータに対し、ロータに対向する他側に磁場等による磁気吸引力の発生体として代用可能な電磁石、永久磁石等の吸引力発生体を設置してもよい。この吸引力発生体は重力でも代用できる。このような構造のアキシャル型磁気浮上モータのロータ部分にインペラを備えたアキシャル型磁気浮上遠心ポンプを得ることもできる。

【符号の説明】

【0063】

1 ... ロータ、2 ... 上部ステータ、3 ... 下部ステータ、4 ... 軸方向位置・回転制御用コイル、5 ... 傾き制御用コイル、6 ... 傾き制御用コイル、7 ... 軸方向位置・回転制御用コイル、8 ... ロータヨーク、9 ... インペラ、10 ... 永久磁石、21 ... 過電流センサ、22 ... A / D コンデンサ、23 ... 制御部、23 a ... 軸方向位置制御手段、23 b ... 回転制御手段、23 c ... 傾き制御手段、24 ... 電源、25 ... 増幅器（アンプ）、31 ... ロータ、32 a 1 ... 永久磁石、32 a 2 ... 永久磁石、34 ... ステータ、34 a ... 突極、35 ... 軸方向位置・回転制御用コイル、36 ... 傾き制御用コイル、41 ... ロータ、42 a 1 ... 永久磁石、42 a 2 ... 永久磁石、44 ... ステータ、44 a ... 突極、46 ... 傾き制御用コイル、47 ... 軸方向位置・回転制御用コイル、51 ... ポンプケーシング、52 ... ポンプ室、53 ... 吸込口、54 ... 吐出口、61 ... ロータ、61 a ... インペラ、62 a ... 永久磁石、62 b ... 永久磁石、63 ... 上部ステータ、64 ... 下部ステータ、65 ... 上部軸方向位置・回転制御用コイル、66 ... 上部傾き制御用コイル、67 ... 下部軸方向位置・回転制御用コイル、68 ... 下部傾き制御用コイル、A ... アキシャル型磁気浮上モータ、A1 ... アキシャル型磁気浮上モータ、

A 2 ... アキシアル型磁気浮上モータ、 P ... アキシアル型磁気浮上遠心ポンプ。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】図面

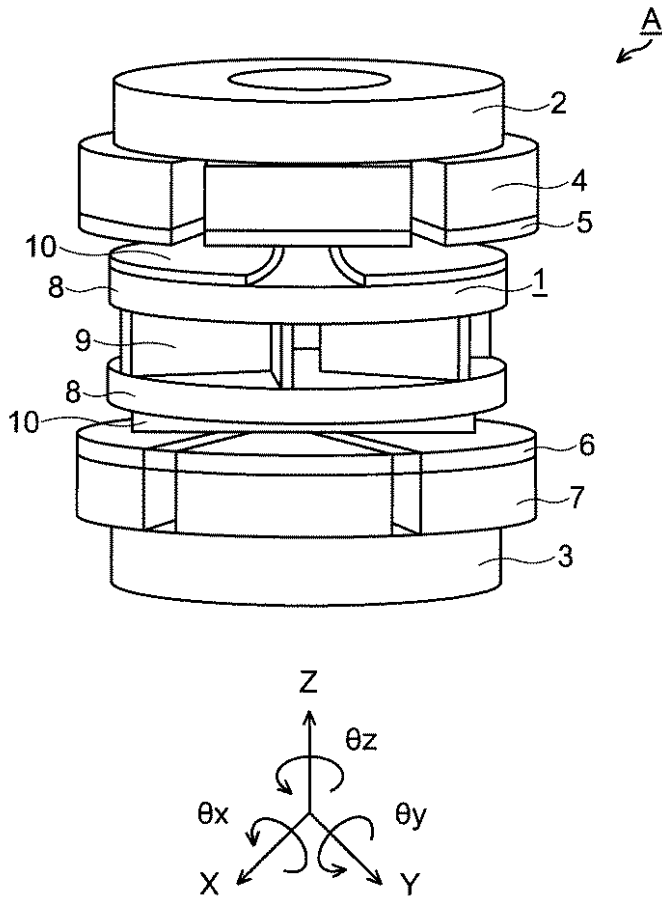
【補正対象項目名】図 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】

図 1



【手続補正 4】

【補正対象書類名】図面

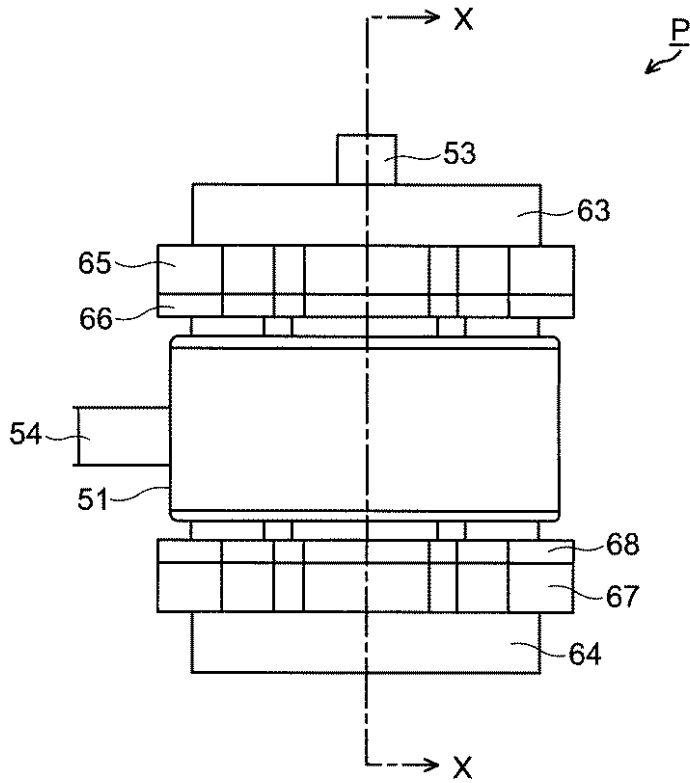
【補正対象項目名】図 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 9】

図 9



【手続補正 5】

【補正対象書類名】図面

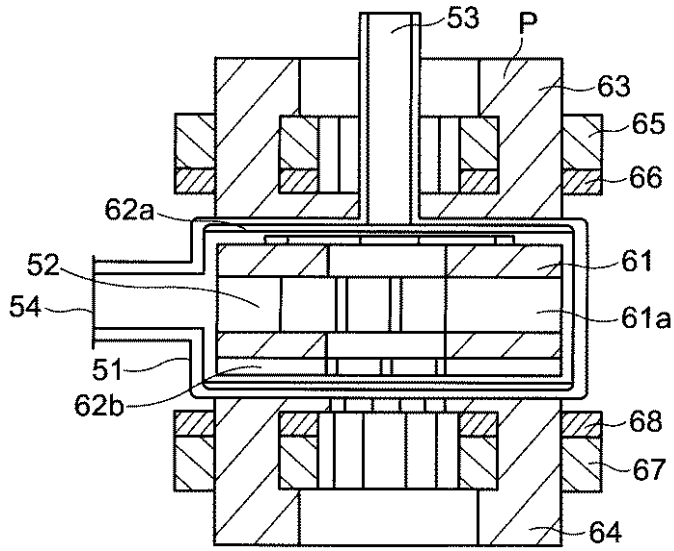
【補正対象項目名】図 1 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 10】

図 10



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H607 BB01 BB07 BB13 BB25 CC01 CC03 DD16 FF06 GG19
5H621 BB01 BB07 HH01 JK19