

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4005654号

(P4005654)

(45) 発行日 平成19年11月7日(2007.11.7)

(24) 登録日 平成19年8月31日(2007.8.31)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 M 1/10 (2006.01)

A 6 1 M 1/10 5 3 5

F 0 4 D 13/02 (2006.01)

F 0 4 D 13/02 G

F 0 4 D 13/02 C

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平8-347369	(73) 特許権者	000102692
(22) 出願日	平成8年12月26日(1996.12.26)		N T N株式会社
(65) 公開番号	特開平10-179730		大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(43) 公開日	平成10年7月7日(1998.7.7)	(73) 特許権者	000109543
審査請求日	平成15年4月16日(2003.4.16)		テルモ株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目44番1号
		(74) 代理人	100064746
			弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100091395
			弁理士 吉田 博由
		(74) 代理人	100091409
			弁理士 伊藤 英彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気浮上型遠心式ポンプ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

血液流入ポートおよび血液流出ポートを有するハウジングと、該ハウジング内で回転し、回転時の遠心力によって血液を送液するインペラを有する遠心式血液ポンプと、該インペラの位置を制御するための非制御式磁気軸受と、該インペラの位置を検出するための位置センサおよび電磁石を含む制御式磁気軸受と、前記制御式磁気軸受を駆動するための制御装置を備え、

前記非制御式磁気軸受および前記制御式磁気軸受の作用により前記インペラが前記ハウジング内の所定位置に保持された状態で回転する磁気浮上型遠心式ポンプ装置において、

前記制御装置は、前記磁気浮上型遠心式ポンプ装置の起動時において前記位置センサのオフセットおよびゲインが調整されたときに測定した前記インペラの非浮上時の前記位置センサ出力と、前記調整後に前記インペラが交換された場合において測定した前記インペラの非浮上時の前記位置センサ出力との差を算出し、前記算出した差に基づいて前記位置センサからの出力を調整する自動中立位置設定回路を含むことを特徴とする、磁気浮上型遠心式ポンプ装置。

【請求項2】

前記自動中立位置設定回路は、

前記位置センサ出力をデジタル信号に変換するA/D変換手段と、

前記A/D変換手段出力と前記磁気浮上型遠心式ポンプ装置の起動時において前記位置センサのオフセットおよびゲインが調整されたときに測定した前記インペラの非浮上時の

10

20

前記位置センサ出力との差を演算する演算手段と、

前記演算手段の出力信号をアナログ信号に変換するためのD/A変換手段とを含む、請求項1の磁気浮上型遠心式ポンプ装置。

【請求項3】

前記自動中立位置設定回路は、前記演算手段によって演算された差をラッチするためのラッチ手段を含む、請求項2の磁気浮上型遠心式ポンプ装置。

【請求項4】

さらに、前記自動中立位置設定回路での測定中において、前記制御式磁気軸受の電磁石への通電を制御するために、前記自動中立位置設定回路からの信号によってオン、オフが制御されるスイッチを含む、請求項1の磁気浮上型遠心式ポンプ装置。

10

【請求項5】

さらに、前記スイッチを制御するために前記自動中立位置設定回路から出力される信号をラッチするためのフリップフロップを含む、請求項4の磁気浮上型遠心式ポンプ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は磁気浮上型遠心式ポンプ装置に関し、特に、血液ポンプのような医療機器や人工心肺および人工心臓に用いられるような磁気浮上型遠心式ポンプ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

図3は磁気浮上型遠心式血液ポンプの断面構造を示す図である。図3に示す血液ポンプは、大きく分けて磁気軸受1とケーシング2とインペラ3とモータ4との4つの部分で構成されており、血液はインペラ3の回転に伴って磁気軸受1の中央の吸込口5から流入し、ケーシング2内でポンピングされ、吐出口6から排出される。

【0003】

インペラ3は図4に示すように羽根車7を挟んで円周状で等間隔に配置された永久磁石8とその反対側に設けられた強磁性体の円盤9とから構成されている。インペラ3は内部の永久磁石8とこれに対向して配置された永久磁石10からの吸引力、またはそれと反対のインペラ3の強磁性体からなる円盤9と複数個からなる磁気軸受1との吸引力の釣合いによってケーシング2内で浮上する。このとき、インペラ3は磁気軸受1によって能動制御される。また、半径方向制御および回転駆動は永久磁石8と10で構成される磁気カップリングによって行なわれる。磁気軸受1は電磁石11とセンサ12とによって構成されており、センサ12の出力を演算し、各電磁石11の電流が制御される。

30

【0004】

図5は磁気軸受1の動作を説明するために、 x ・ y の2軸の動きを考慮しない、 z 軸のみの動作およびその制御を表現した1軸分の磁気軸受制御装置を示す図である。図5において、制御回路16の動作時にインペラ3はセンサ12によって位置が測定され、センサアンプ18と制御回路16とアンプ17を介して信号が電磁石11に流れ、電流が制御される。このように、インペラ3は電磁石11の吸引力と磁気カップリングでの吸引力との釣合いによってケーシング2内の所定の位置で浮上制御される。その所定の位置はケーシング2中央(インペラ3両端面隙間 $A=B$)になるように事前にセンサアンプ18の調整による中立位置設定作業で決定されている。

40

【0005】

図6～図8は中立位置設定作業を説明するための図である。中立位置設定作業では、前準備として、図6に示すようにインペラ3に外力が加わらないように図5で示したモータ4を取外しておき、また電磁石11には通電しないようにされる。センサアンプ18ではインペラ3の移動における方向と量が、中立位置からのセンサアンプ18出力の極性と電圧で示される。そのため、まずインペラ3が中立位置になるように中立位置のときの端面隙間 A と同じ厚さ A のスペーサ23を磁気軸受1とインペラ3の間に配置し、このときのセンサアンプ18の出力が0[V]に設定され、オフセットが調整される。

50

【 0 0 0 6 】

次に、図 7 に示すように、移動量に対する出力ゲインを設定するため、スパーサ 2 3 を除き、磁気軸受 1 とインペラ 3 を密着させ、そのときの出力を予め決めた電圧 $X [v]$ に設定し、センサゲインの調整が行なわれる。その結果、図 8 に示すように、調整のために取外したモータ 4 を再度ケーシング 2 に取付けると、電磁石 1 1 が非制御状態の場合には、インペラ 3 は磁気カップリングの吸引力で磁気カップリング側ケーシング端面に密着することとなり、センサアンプ 1 8 の出力はインペラ 3 が中立位置から反対側で同じ距離 A であるため、 $-X [v]$ が出力されることになる。

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上述のごとく、図 4 に示したようにインペラ 3 内で使用している強磁性体の円盤 9 の個体差によってインペラ交換時にセンサオフセット調整が必要となる。その結果、インペラ 3 が消耗品となる開心術用の血液ポンプでは、インペラ 3 の交換時には前述の中立位置設定作業を毎回行なう必要が発生し、交換作業の手間と設定作業の熟練さが必要とされる。

【 0 0 0 8 】

それゆえに、この発明の主たる目的は、インペラおよびケーシング交換時の設定作業を省き、交換作業の迅速化、簡便化を図ることのできるように磁気浮上型遠心式ポンプ装置を提供することである。

【 0 0 0 9 】

【 課題を解決するための手段 】

請求項 1 に係る発明は、血液流入ポートおよび血液流出ポートを有するハウジングと、ハウジング内で回転し、回転時の遠心力によって血液を送液するインペラを有する遠心式血液ポンプと、インペラの位置を制御するための非制御式磁気軸受と、インペラの位置を検出するための位置センサおよび電磁石を含む制御式磁気軸受と、制御式磁気軸受を駆動するための制御装置を備え、非制御式磁気軸受および制御式磁気軸受の作用によりインペラがハウジング内の所定位置に保持された状態で回転する磁気浮上型遠心式ポンプ装置において、制御装置は、磁気浮上型遠心式ポンプ装置の起動時において位置センサのオフセットおよびゲインが調整されたときに測定したインペラの非浮上時の位置センサ出力と、調整後にインペラが交換された場合において測定したインペラの非浮上時の位置センサ出力との差を算出し、算出した差に基づいて位置センサからの出力を調整する自動中立位置 設定回路を備えて構成される。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 に係る発明では、請求項 1 の自動中立位置設定回路は、センサ出力をデジタル信号に変換する A / D 変換手段と磁気浮上型遠心式ポンプ装置の起動時において位置センサのオフセットおよびゲインが調整されたときに測定したインペラの非浮上時の位置センサ出力との差を演算する演算手段と、演算手段の出力信号をアナログ信号に変換するための D / A 変換手段とを含む。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に係る発明では、請求項 2 の自動中立位置設定回路は、演算された差をラッチするためのラッチ手段を含む。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 に係る発明では、さらに自動中立位置設定回路での測定中において制御式磁気軸受の電磁石への通電を制御するために、自動中立位置設定回路からの信号によってオン、オフが制御されるスイッチを含む。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 に係る発明では、請求項 4 のスイッチを制御するために自動中立位置設定回路から出力される信号をラッチするためのフリップフロップを含む。

【 0 0 1 4 】

【 発明の実施の形態 】

図 1 はこの発明の一実施形態を示す図である。この図 1 に示した実施形態では、前述の

10

20

30

40

50

図5に示した制御回路16とセンサアンプ18との間に自動中立位置設定回路20が設けられ、制御回路16とアンプ17との間にスイッチ19が設けられる。自動中立位置設定回路20は制御式磁気軸受の起動時にインペラ3の非浮上時のセンサ出力を測定し、予め定める設定値からの差をセンサ出力と比較演算してセンサ出力を調整するために設けられる。

【0015】

図2は図1に示した自動中立位置設定回路20の具体的なブロック図である。自動中立位置設定回路20は図2に示すように、CPU201とA/D変換器202と、D/A変換器203と、フリップフロップ204、205とによって構成される。センサアンプ18の出力はA/D変換器202に与えられてデジタル信号化されてCPU201に取込まれる。CPU201はセンサ出力を演算し、その演算結果をD/A変換器203に与えてアナログ信号化され、もとのセンサアンプ18の出力から減算される。また、図1に示した制御回路16とアンプ17との間に接続されたスイッチは、CPU201からフリップフロップ205を介して与えられるラッチ信号によってオン、オフされ、制御回路16からアンプ17への信号の接続、非接続が選択される。

10

【0016】

次に、この発明の一実施形態の具体的な動作について説明する。この発明は装置立上げ時には、一度従来の方法によって中立位置設定(オフセット、ゲイン調整)を行ない、2回目以降のインペラとケーシング交換時から採用されることを前提としている。前述の図8に示したように、電磁石11の非導通時にはインペラ3は永久磁石10と8とで構成される磁気カップリングの吸引力によってモータ側ケーシング端面に密着している。この場合、センサアンプ18の出力は $-X [v]$ が指示されている必要がある。しかし、インペラ3の個体差によっては2回目以降の交換によって使用されたインペラ3を用いた場合には $-X + x [v]$ が出力される場合があり、この設定状態では中立位置も $x [v]$ 分ずれることになる。そこで、センサアンプ18の出力を図2に示した中立位置設定回路20に入力する。

20

【0017】

センサアンプ18の出力はA/D変換器202によってデジタル信号化され、CPU201には本来の値である $-X [v]$ との差 $x [v]$ が求められる。さらに、D/A変換器203によってCPU201の出力がアナログ信号化され、センサアンプ18の出力である $-X + x [v]$ から $x [v]$ が減算される。これにより、センサアンプ18の出力を $-X [v]$ とすることができ、制御回路16へ与えられるセンサアンプ18の出力信号のずれ $x [v]$ を除去できる。その結果、インペラの個体差があっても本来の中立位置を得ることができる。

30

【0018】

一方、このようにして測定して得られた $x [v]$ は装置の起動時に設定され、それ以降装置が駆動している間中、値を保持する必要がある。そのために、D/A変換器203のアナログ信号出力を保持するために、CPU201からD/A変換器203のラッチ回路にラッチ信号が送られる。しかし、ポンプ運転中にノイズなどの影響によってCPU201が暴走した場合、ラッチ信号が補償されず、ポンプの正常動作が不可能となる。そこで、CPU201によるD/A変換器203の直接的なラッチを行わず、フリップフロップ回路204を介したラッチ回路を構成する。これにより、中立位置設定後にCPU201が暴走してもフリップフロップ回路204がリセットされない限りD/A変換器203のラッチ信号は継続され、アナログ信号出力は補償される。また、制御回路16からアンプ17への信号を接続、非接続するスイッチ19へのCPU201回路からの信号をラッチするためのフリップフロップ回路205についてもその作用は同様である。

40

【0019】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、制御式磁気軸受の起動時にインペラの非浮上時のセンサ出力を測定し、予め定める設定値からの差をセンサ出力と比較演算してセンサ出力を調

50

整するようにしたので、インペラおよびケーシング交換時の設定作業を省き、交換作業の迅速化，簡便化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一実施形態を示す図である。

【図 2】図 1 に示した自動中立位置設定回路の具体的なブロック図である。

【図 3】磁気浮上型遠心式血液ポンプの断面構造を示す図である。

【図 4】図 3 に示したインペラを示す図である。

【図 5】図 3 に示した磁気軸受の動作を説明するために、 $x \cdot y$ 2 軸の動きを考慮しない、 z 軸のみの動作およびその制御を表現した 1 軸分の磁気軸受制御装置を示す図である。

10

【図 6】インペラが中立位置になるように調整する方法を説明するための図である。

【図 7】センサゲインの調整を説明するための図である。

【図 8】オフセット調整した後、センサアンプからセンサ出力 - $X [v]$ を出力する状態を示す図である。

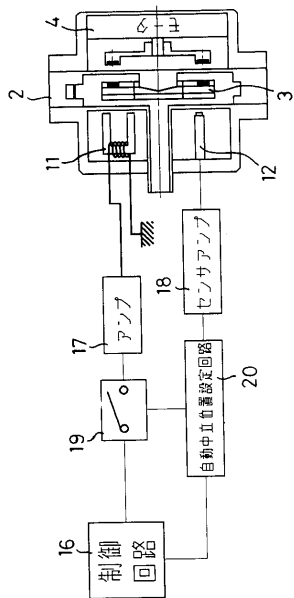
【符号の説明】

- 1 磁気軸受
- 2 ケーシング
- 3 インペラ
- 4 モータ
- 5 吸込口
- 6 吐出口
- 7 羽根車
- 8, 10 永久磁石
- 11 電磁石
- 12 センサ
- 16 制御回路
- 17 アンプ
- 18 センサアンプ
- 19 スイッチ
- 20 自動中立位置設定回路
- 201 CPU
- 202 A/D変換器
- 203 D/A変換器
- 204, 205 フリップフロップ回路

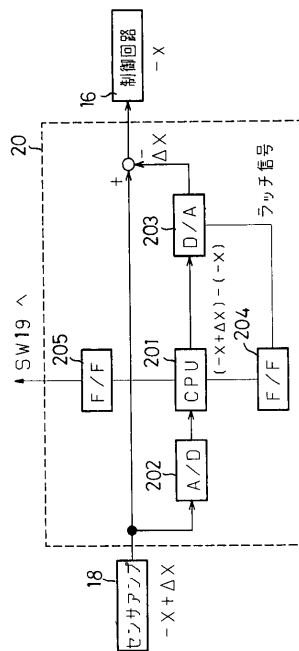
20

30

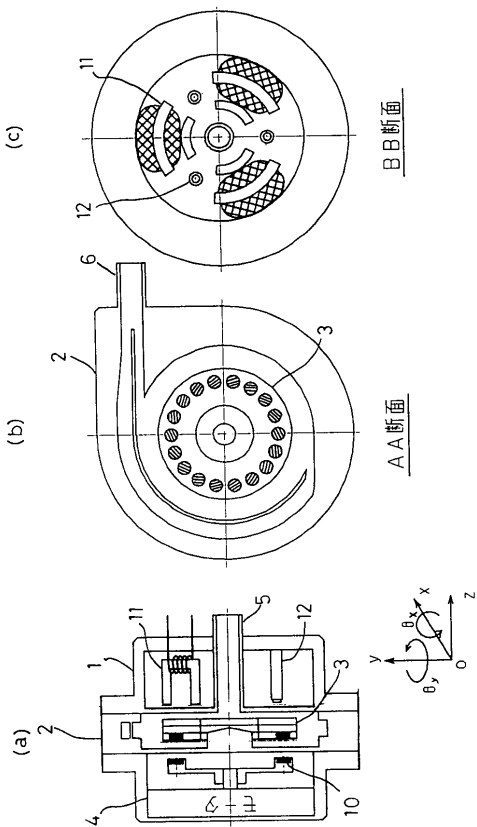
【 図 1 】



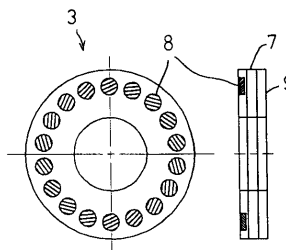
【 図 2 】



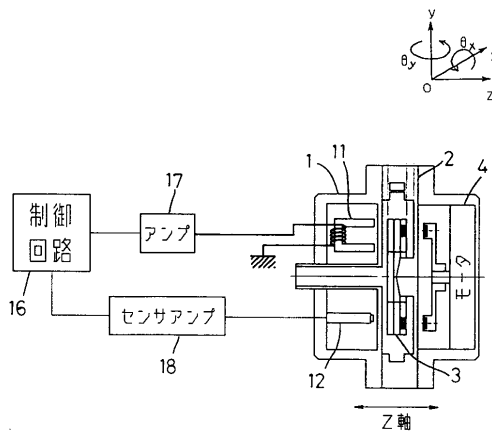
【 図 3 】



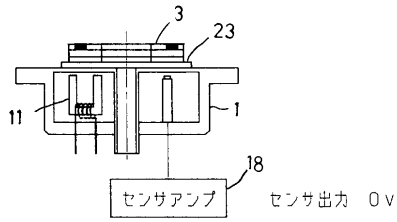
【 図 4 】



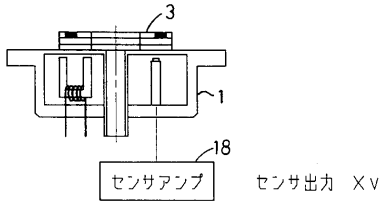
【 図 5 】



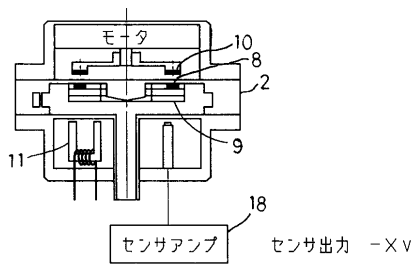
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 稔

静岡県磐田市東貝塚1342-2

(72)発明者 野尻 利彦

神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500番地 テルモ株式会社内

審査官 芦原 康裕

(56)参考文献 特開平9-303283(JP,A)

特開平9-206374(JP,A)

特開平6-10878(JP,A)

特開平6-2691(JP,A)

特開平3-229987(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61M 1/10

F04D 13/02