

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

隔壁で仕切られた第 1 および第 2 の室を含むハウジングと、
前記第 1 の室内において前記隔壁に交差する軸を回転軸として回転可能に設けられ、回転時の遠心力によって液体を送るインペラと、

前記第 2 の室内に設けられ、前記隔壁を介して前記インペラを回転駆動させる駆動部と

、
前記隔壁に沿う前記インペラの一方面に設けられ、同一の円に沿って配置された複数の第 1 の永久磁石とを備え、

前記駆動部は、前記複数の第 1 の永久磁石に対向して設けられ、回転磁界を生成するための複数の空芯コイルを含み、

前記インペラの前記一方面と反対側の他方面またはそれに対向する前記第 1 の室の内壁に第 1 の動圧溝が形成され、前記インペラの前記一方面またはそれに対向する前記隔壁に第 2 の動圧溝が形成され、

前記インペラの外周面もしくはそれに対向する前記第 1 の室の内周面、または前記インペラの内周面もしくはそれに対向する前記第 1 の室の外周面に第 3 の動圧溝が形成されている、遠心式ポンプ装置。

【請求項 2】

前記駆動部は、前記複数の空芯コイルの前記隔壁と反対側に配置され、前記複数の空芯コイルと磁氣的に結合される磁性体をさらに含む、請求項 1 に記載の遠心式ポンプ装置。

【請求項 3】

前記複数の第 1 の永久磁石は、隣接する磁極が互いに異なるように同一の円に沿って配置される、請求項 1 または 2 に記載の遠心式ポンプ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は遠心式ポンプ装置に関し、特に、回転時の遠心力によって液体を送るインペラを備えた遠心式ポンプ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、隔壁によってモータ駆動室とロータ室とに分離した構造のキャンドモータが多く用いられている。このようなモータは、たとえば、粉塵をきらう環境下で使用される半導体製造ラインの純水輸送用ポンプや、生体液を輸送するポンプに使用されている。

【0003】

特開 2010 - 261394 号公報（特許文献 1）には、流体動圧軸受によるインペラの非接触浮上と、キャンドモータ構造を特徴とするアキシアルギャップ型の遠心式ポンプが記載されている。流体動圧軸受によるインペラの非接触浮上を特徴とするアキシアルギャップ型の遠心式ポンプでは、インペラとモータとの間に働くアキシアル方向吸引力を相殺するように、インペラを挟んだ反対側でリング状永久磁石等によりアキシアル方向の吸引力バランスをとっている。

【0004】

しかし、これらの永久磁石等による吸引力は、インペラが一方向へ近づくとよりその方向へ近づこうとする負剛性（不安定要素）の成分である。また、例えば流量が多い場合には、流体出口の位置の影響で周方向に圧力差が生じ、インペラがモータの回転中心からラジアル方向へ偏心してしまう。このため、この遠心式ポンプは、駆動モータ側のアキシアル方向吸引力や、それを相殺するためのリング磁石側のアキシアル方向吸引力の相互バランスにより、外乱や流体力によってインペラが定常浮上位置からずれてしまう場合がある。

【0005】

このように、インペラの偏心により変化したアキシアル吸引力を制御する方法として、

10

20

30

40

50

特開 2010 - 261394 号公報 (特許文献 1) では、モータ側吸引力がリング状磁石部の吸引力変化と釣合うように、モータ電流位相を調整することで対応していた。これにより、外乱や動作条件によりインペラがラジアル方向へ偏心しても、インペラのアキシャル方向の浮上位置を変化させずに安定回転を維持することが可能であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2010 - 261394 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

上述のように、特開 2010 - 261394 号公報に記載されたような遠心式ポンプでは、外乱や動作条件によりインペラがラジアル方向へ偏心しても、インペラのアキシャル方向の浮上位置を変化させずに安定回転を維持するために、モータ側吸引力がリング状永久磁石部の吸引力変化と釣合うようにモータ電流位相を調整する等の対策が行なわれている。

【0008】

しかしモータ電流位相を変化させるということは、種々の問題が生じるおそれがある。例えばモータを最大効率点で動作させていた状況から電流位相が変化してしまうと、モータ効率の低下を招く可能性がある。また例えば、最大トルク点で動作させていた状況から電流位相を変化させると、発生トルクが低下しポンプ出力の低下やモータの脱調の可能性があった。

20

【0009】

クリーン状態が必須であるポンプ用途では、インペラとポンプ室の内壁との接触等による汚染物質の発生、およびその混入は確実に防ぐ必要がある。その一方で、モータの効率低下やポンプ出力低下はできる限り避けることが望ましい。

【0010】

この発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、その目的は、汚染防止と効率や性能の低下の防止とを両立することができる遠心式ポンプ装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

この発明は、要約すると、遠心式ポンプ装置であって、ハウジングと、インペラと、駆動部と、複数の第 1 の永久磁石とを備える。

【0012】

ハウジングは、隔壁で仕切られた第 1 および第 2 の室を含む。インペラは、第 1 の室内において隔壁に交差する軸を回転軸として回転可能に設けられ、回転時の遠心力によって液体を送る。駆動部は、第 2 の室内に設けられ、隔壁を介してインペラを回転駆動させる。複数の第 1 の永久磁石は、隔壁に沿うインペラの一方向に設けられ、同一の円に沿って配置される。

40

【0013】

駆動部は、複数の第 1 の永久磁石に対向して設けられ、回転磁界を生成するための複数の空芯コイルを含む。インペラの一方向と反対側の他方向またはそれに対向する第 1 の室の内壁に第 1 の動圧溝が形成され、インペラの一方向またはそれに対向する隔壁に第 2 の動圧溝が形成され、インペラの外周面もしくはそれに対向する第 1 の室の内周面、またはインペラの内周面もしくはそれに対向する第 1 の室の外周面に第 3 の動圧溝が形成されている。

【0014】

上記に示したように、駆動部のコイルはコアレス構造とすることでアキシャル吸引力が働かない構成とし、そのため駆動部側吸引力を相殺するためのリング状永久磁石も配置せ

50

ず、インペラに作用する負剛性成分を排除している。また、従来の構造ではリング磁石によりインペラのラジアル方向復元力を確保していたが、本装置の場合はインペラの内外周面、或いはそれに対向する第1の室内壁面に新たなラジアル動圧溝を追加することで、ラジアル方向を支持した構造としている。

【0015】

好ましくは、駆動部は、複数の空芯コイルの隔壁と反対側に配置され、複数の空芯コイルと磁氣的に結合される磁性体をさらに含む。

【0016】

好ましくは、複数の第1の永久磁石は、隣接する磁極が互いに異なるように同一の円に沿って配置される。

【発明の効果】

【0017】

従来の構成では、駆動モータ側の吸引力や、それを相殺するためのリング磁石側の吸引力のアキシアル方向の負剛性成分が、インペラ拳動の不安定の原因となっていたが、本発明では駆動部のコイルを空芯コイルとすることによってアキシアル方向に働く吸引力を排除した構成とし、インペラの浮上回転時の安定性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施の形態の遠心式ポンプ装置のポンプ部1の外観を示す正面図である。

【図2】図1に示したポンプ部1の側面図である。

【図3】図2のIII-III線断面図である。

【図4】図3のIV-IV線断面図である。

【図5】インペラ10のシュラウドに埋設された磁石の詳細な配置を示す図である。

【図6】図3のVI-VI線断面図である。

【図7】図4からインペラ10を取り外した状態を示す断面図である。

【図8】図3のVII-VII線断面図からインペラを取り外した状態を示す断面図である。

【図9】シュラウドの外周面に形成された動圧溝の第1例を示す図である。

【図10】シュラウドの外周面に形成された動圧溝の第2例を示す図である。

【図11】図5に示した永久磁石の配置の第1変形例である。

【図12】図5に示した永久磁石の配置の第2変形例である。

【図13】図5に示した永久磁石の配置の第3変形例である。

【図14】図5に示した永久磁石の配置の第4変形例である。

【図15】図5に示した永久磁石の配置の第5変形例である。

【図16】動圧溝を設ける位置を変更したポンプ部1の第1変形例の要部を示す断面図である。

【図17】動圧溝161, 162の具体的構成を例示する図である。

【図18】図17の動圧溝の形状の変形例を示す図である。

【図19】動圧溝を設ける位置を変更したポンプ部1の第2変形例の要部を示す断面図である。

【図20】動圧溝を設ける位置を変更したポンプ部1の第3変形例の要部を示す断面図である。

【図21】動圧溝を設ける位置を変更したポンプ部1の第4変形例の要部を示す断面図である。

【図22】動圧溝を設ける位置を変更したポンプ部1の第5変形例の要部を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中

10

20

30

40

50

同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【 0 0 2 0 】

[ポンプ部の基本構成の説明]

図 1 は、本発明の実施の形態の遠心式ポンプ装置のポンプ部 1 の外観を示す正面図である。図 2 は、図 1 に示したポンプ部 1 の側面図である。図 3 は、図 2 の I I I - I I I 線断面図である。図 4 は、図 3 の I V - I V 線断面図である。

【 0 0 2 1 】

図 1 ~ 図 4 を参照して、この遠心式ポンプ装置のポンプ部 1 は、非磁性材料で形成されたハウジング 2 を備える。ハウジング 2 は、円柱状の本体部 3 と、本体部 3 の一方の端面の中央に立設された円筒状の流入ポート 4 と、本体部 3 の外周面に設けられた円筒状の流出ポート 5 とを含む。流出ポート 5 は、本体部 3 の外周面の接線方向に延在している。

10

【 0 0 2 2 】

ハウジング 2 内には、図 3 に示すように、隔壁 6 によって仕切られたポンプ室 7 およびモータ室 8 が設けられている。ポンプ室 7 内には、図 3 および図 4 に示すように、中央に貫通孔 10 a を有する円板状のインペラ 10 が回転可能に設けられている。インペラ 10 は、ドーナツ板状の 2 枚のシュラウド 11, 12 と、2 枚のシュラウド 11, 12 間に形成された複数（たとえば 6 つ）のベーン 13 とを含む。シュラウド 11 は流入ポート 4 側に配置され、シュラウド 12 は隔壁 6 側に配置される。シュラウド 11, 12 およびベーン 13 は、非磁性材料で形成されている。

20

【 0 0 2 3 】

2 枚のシュラウド 11, 12 の間には、複数のベーン 13 で仕切られた複数（この場合は 6 つ）の通路 14 が形成されている。通路 14 は、図 4 に示すように、インペラ 10 の中央の貫通孔 10 a と連通しており、インペラ 10 の貫通孔 10 a を始端とし、外周縁まで徐々に幅が広がるように延びている。換言すれば、隣接する 2 つの通路 14 間にベーン 13 が形成されている。なお、本実施の形態では、複数のベーン 13 は等角度間隔で設けられ、かつ同じ形状に形成されている。したがって、複数の通路 14 は等角度間隔で設けられ、かつ同じ形状に形成されている。

【 0 0 2 4 】

インペラ 10 が回転駆動されると、流入ポート 4 から流入した液体は、遠心力によって貫通孔 10 a から通路 14 を介してインペラ 10 の外周部に送られ、流出ポート 5 から流出する。

30

【 0 0 2 5 】

[永久磁石の配置の説明]

図 5 は、インペラ 10 のシュラウドに埋設された磁石の詳細な配置を示す図である。図 4 および図 5 を参照して、シュラウド 12 には複数（たとえば 8 個）の永久磁石 17 が埋設されている。複数の永久磁石 17 は、隣接する磁極が互いに異なるようにして、等角度間隔で同一の円に沿って隙間を設けて配置される。換言すれば、モータ室 8 側に N 極を向けた永久磁石 17 と、モータ室 8 側に S 極を向けた永久磁石 17 とが等角度間隔で隙間を設けて同一の円に沿って交互に配置されている。

40

【 0 0 2 6 】

図 6 は、図 3 の V I - V I 線断面図である。図 3 および図 6 を参照して、モータ室 8 内には、複数（たとえば 9 個）の空芯コイル 20 が設けられている。複数の空芯コイル 20 は、インペラ 10 の複数の永久磁石 17 に隔壁を挟み対向して、等角度間隔で同一の円に沿って配置される。空芯コイル 20 は、磁性体などが配置されていない空芯部 18 の周りにコイル配線が巻回されている。

【 0 0 2 7 】

複数の空芯コイルの隔壁と反対側にはバックヨークとなる磁性体 19 を配置し、空芯コイル 20 の磁束を強めている。なお、バックヨークは無くてもよい。

【 0 0 2 8 】

9 個の空芯コイル 20 には、たとえば 120 度通電方式で電圧が印加される。すなわち

50

、 9 個の空芯コイル 20 は、 3 個ずつグループ化される。各グループの第 1 ~ 第 3 の空芯コイル 20 には、 U 相、 V 相、 W 相の三相電圧 V U、 V V、 V W が印加される。第 1 の空芯コイル 20 には、 0 ~ 120 度の期間に正電圧が印加され、 120 ~ 180 度の期間に 0 V が印加され、 180 ~ 300 度の期間に負電圧が印加され、 300 ~ 360 度の期間に 0 V が印加される。したがって、第 1 の空芯コイル 20 の先端面（インペラ 10 側の端面）は、 0 ~ 120 度の期間に N 極になり、 180 ~ 300 度の期間に S 極になる。電圧 V V の位相は電圧 V U よりも 120 度遅れており、電圧 V W の位相は電圧 V V よりも 120 度遅れている。したがって、第 1 ~ 第 3 の空芯コイル 20 にそれぞれ電圧 V U、 V V、 V W を印加することにより、回転磁界を形成することができ、複数の空芯コイル 20 とインペラ 10 の複数の永久磁石 17 との吸引力および反発力により、インペラ 10 を回転させることができる。

10

【 0029 】

[動圧溝の説明]

図 7 は、図 4 からインペラを取り外した状態を示す断面図である。図 8 は、図 3 の V I I - V I I I 線断面図からインペラを取り外した状態を示す断面図である。

【 0030 】

図 7、図 8 に示すように、インペラ 10 のシュラウド 12 に対向する隔壁 6 の表面には複数の動圧溝 21 が形成され、シュラウド 11 に対向するポンプ室 7 の内壁には複数の動圧溝 22 が形成されている。インペラ 10 の回転数が所定の回転数を超えると、動圧溝 21、22 の各々とインペラ 10 との間に動圧軸受効果が発生する。これにより、動圧溝 21、22 の各々からインペラ 10 に対して抗力が発生し、インペラ 10 はポンプ室 7 内で非接触状態で回転する。すなわち、動圧溝 21 と動圧溝 22 によりインペラ 10 のアキシャル方向が支持される。

20

【 0031 】

詳しく説明すると、複数の動圧溝 21 は、図 7 に示すように、インペラ 10 のシュラウド 12 に対応する大きさに形成されている。各動圧溝 21 は、隔壁 6 の中心から若干離間した円形部分の周縁（円周）上に一端を有し、渦状に（換言すれば、湾曲して）隔壁 6 の外縁付近まで、幅が徐々に広がるように延びている。また、複数の動圧溝 21 は略同じ形状であり、かつ略同じ間隔に配置されている。動圧溝 21 は凹部であり、動圧溝 21 の深さは 0.005 ~ 0.4 mm 程度であることが好ましい。動圧溝 21 の数は、6 ~ 36 個程度であることが好ましい。

30

【 0032 】

図 7 では、10 個の動圧溝 21 がインペラ 10 の中心軸に対して等角度で配置されている。動圧溝 21 は、いわゆる内向スパイラル溝形状となっているので、インペラ 10 が時計方向に回転すると、動圧溝 21 の外径部から内径部に向けて液体の圧力が高くなる。このため、インペラ 10 と隔壁 6 の間に反発力が発生し、これが動圧力となる。

【 0033 】

このように、インペラ 10 と複数の動圧溝 21 の間に形成される動圧軸受効果により、インペラ 10 は隔壁 6 から離れ、非接触状態で回転する。このため、インペラ 10 と隔壁 6 の間に液体流路が確保される。さらに、通常状態において、動圧溝 21 によるインペラ 10 と隔壁 6 の間の攪拌作用とポンプ動作で生じたインペラの内外径部の圧力差による液体の流れ（漏れ流量）とによって、両者間における部分的な液体滞留の発生を防止することができる。

40

【 0034 】

また、動圧溝 21 の角の部分は、少なくとも 0.05 mm 以上の R を持つように丸められていることが好ましい。

【 0035 】

また、複数の動圧溝 22 は、図 8 に示すように、複数の動圧溝 21 と同様、インペラ 10 のシュラウド 11 に対応する大きさに形成されている。各動圧溝 22 は、ポンプ室 7 の内壁の中心から若干離間した円形部分の周縁（円周）上に一端を有し、渦状に（換言すれ

50

ば、湾曲して)ポンプ室7の内壁の外縁付近まで、幅が徐々に広がるように延びている。また、複数の動圧溝22は、略同じ形状であり、かつ略同じ間隔で配置されている。動圧溝22は凹部であり、動圧溝22の深さは0.005~0.4mm程度があることが好ましい。動圧溝22の数は、6~36個程度であることが好ましい。図8では、10個の動圧溝22がインペラ10の中心軸に対して等角度に配置されている。

【0036】

なお、動圧溝22の角となる部分は、少なくとも0.05mm以上のRを持つように丸められていることが好ましい。

【0037】

このように、インペラ10と複数の動圧溝22の間に形成される動圧軸受効果により、インペラ10はポンプ室7の内壁から離れ、非接触状態で回転する。また、ポンプ部1が外的衝撃を受けたときや、動圧溝21による動圧力が過剰となったときに、インペラ10のポンプ室7の内壁への密着を防止することができる。動圧溝21によって発生する動圧力と動圧溝22によって発生する動圧力は異なるものとなってもよい。

10

【0038】

ただし、インペラ10のシュラウド12と隔壁6との隙間と、インペラ10のシュラウド11とポンプ室7の内壁との隙間とが略同じ状態でインペラ10が回転することが好ましい。インペラ10に作用する流体力などの外乱が大きく、一方の隙間が狭くなる場合には、その狭くなる側の動圧溝による動圧力を他方の動圧溝による動圧力よりも大きくし、両隙間を略同じにするため、動圧溝21と22の形状を異ならせることが好ましい。

20

【0039】

なお、図7および図8では、動圧溝21, 22の各々を内向スパイラル溝形状としたが、他の形状の動圧溝21, 22を使用することも可能である。ただし、液体を循環させる場合は、液体をスムーズに流すことが可能な内向スパイラル溝形状の動圧溝21, 22を採用することが好ましい。

【0040】

図9は、シュラウドの外周面に形成された動圧溝の第1例を示す図である。図10は、シュラウドの外周面に形成された動圧溝の第2例を示す図である。

【0041】

図9を参照して、動圧溝61, 62は、それぞれシュラウド11, 12の外周面に形成される。動圧溝61, 62の先端は、インペラ10の回転方向と逆の方向に向けられている。インペラ10が矢印の方向に回転すると、動圧溝61, 62の先端部に向けて液体の圧力が高くなる。このため、インペラ10とポンプ室7の内周面との間に反発力が発生し、これが動圧力となる。

30

【0042】

図10に示した第2例でも、動圧溝64, 65がポンプ室7の内周面側ではなく、それぞれシュラウド11, 12の外周面に形成される。動圧溝64, 65の各々の深さは、インペラ10の回転方向と逆の方向に向かって徐々に浅くなっている。この変形例でも、インペラ10が矢印の方向に回転すると、動圧溝64, 65の先端部に向けて液体の圧力が高くなる。このため、インペラ10とポンプ室7の内周面との間に反発力が発生し、これが動圧力となる。

40

【0043】

[永久磁石の配置の変形例]

図5では、複数の永久磁石17が、隣接する磁極が互いに異なるようにして、等角度間隔で同一の円に沿って隙間を設けて配置された例を示した。

【0044】

図11~図15は、図5に示した永久磁石の配置の変形例である。

図11(a)(b)の変形例では、インペラ10に複数の永久磁石17と複数の永久磁石67とが設けられている。永久磁石67の数は、永久磁石17の数と同じである。永久磁石67は、円周方向(インペラ10の回転方向)に着磁されている。複数の永久磁石1

50

7と複数の永久磁石67とは、1つずつ交互に等角度間隔で同一の円に沿ってハルバッハ配列構造で配置されている。換言すると、隔壁6側にN極を向けた永久磁石17と、隔壁6側にS極を向けた永久磁石17とが等角度間隔で隙間を設けて同一の円に沿って交互に配置されている。各永久磁石67のN極は隔壁6側にN極を向けた永久磁石17に向けて配置され、各永久磁石67のS極は隔壁6側にS極を向けた永久磁石17に向けて配置される。複数の永久磁石17同士の形状は同じであり、複数の永久磁石67同士の形状は同じである。永久磁石17の形状と永久磁石67の形状は、同じでもよいし、異なってもよい。この変形例では、永久磁石17と空芯コイル20との吸引力を抑制するとともに、トルクの起因となる磁束を強めることができるので、最も永久磁石を小型化することができる。つまり、インペラ10を最も軽量化することができ、かつモータギャップが広い場合でもエネルギー効率を高めることができる。

【0045】

図12に示した他の変形例では、回転子(インペラ10のシュラウド12)は回転軸方向に着磁された永久磁石17Aと、周方向に着磁された永久磁石67Aと磁性体70Aを含んでいる。永久磁石17Aは隣り合う磁石の磁極の向きが異なるように配置され、さらに永久磁石17Aの隔壁6側端面に永久磁石67Aが永久磁石17Aと同じ磁極同士が近づくように配置される。

【0046】

永久磁石17Aと永久磁石67Aは同じ数である。永久磁石67Aの着磁方向長さは、永久磁石17Aの幅より短く、永久磁石67Aの着磁方向長さの中央を永久磁石17Aの隣り合う磁石同士の境界と一致させると周方向に隙間ができ、その隙間に磁性体70Aを配置する。この場合、磁性体70Aに磁束が集束し、磁性体が無い場合や通常のハルバッハ配列の構成(図11)の構成と比べ、より強い界磁磁束が得られ高トルク化を図ることができる。さらに図12の配置では、永久磁石17A, 67Aのパーミアンス係数の低下を抑制することができる。

【0047】

図13は、図12の構成において、永久磁石17Aの隔壁6と反対側の端面に磁性体72を配置している。磁性体72の効果でさらに磁束を強めることができる。

【0048】

図14は別の磁石配置を示す。固定子と回転子の間に隔壁6を備えたキャンドモータにおいて、回転子は回転軸方向に着磁された永久磁石17Bと、周方向に着磁された永久磁石67Bと磁性体70Bから成り、永久磁石17Bは隣り合う磁石の磁極の向きが異なり、隙間を設けて配置され、永久磁石67Bがその隙間に隔壁6側配置される。限られたスペースで磁石を配置する場合、この構成は永久磁石17Bの扁平率が小さくなるためパーミアンス係数を図12より大きくすることができる。永久磁石17Bと永久磁石67Bは同じ数である。永久磁石67Bは、円周方向(ロータの回転方向)に着磁されている。複数の永久磁石17Bと複数の永久磁石67Bとは、1つずつ交互に等角度間隔で同一の円に沿ってハルバッハ配列構造で配置されている。換言すると、隔壁6側にN極を向けた永久磁石17Bと、隔壁6側にS極を向けた永久磁石17Bとが等角度間隔で隙間を設けて同一の円に沿って交互に配置されている。各永久磁石67BのN極は隔壁6側にN極を向けた永久磁石17Bに向けて配置され、各永久磁石67BのS極は隔壁6側にS極を向けた永久磁石17Bに向けて配置される。複数の永久磁石17B同士の形状は同じであり、複数の永久磁石67B同士の形状は同じである。永久磁石17Bの軸方向長さは永久磁石67Bの幅より短く、配置したとき、隔壁6側に段差ができるようにし、その段差部に磁性体70Bを配置する。この場合も磁性体70Bに磁束が集束し、磁性体が無い場合や通常のハルバッハ配列の構成(図11)と比べ、より強い界磁磁束が得られ高トルク化を図ることができる。さらに永久磁石17B, 67Bのパーミアンス係数の低下を抑制することができる。

【0049】

図15に示した構成は、図14の構成において、永久磁石17Bの隔壁6と反対側の端

面に磁性体 7 2 を配置している。磁性体 7 2 の効果でさらに磁束を強めることができる。

【 0 0 5 0 】

また、シュラウド 1 2 に埋設されている複数の永久磁石 1 7 は、隣接する磁極が互いに異なるようにして、等角度間隔で同一の円に沿って隙間を設けず配置されてもよい。

【 0 0 5 1 】

[動圧溝の変形例]

図 1 6 は、動圧溝を設ける位置を変更したポンプ部 1 の第 1 変形例の要部を示す断面図である。この図 1 6 と図 3 とは対比される図である。図 1 6 において、この遠心式ポンプ装置が図 3 の遠心式ポンプ装置と異なる点は、インペラ 1 0 の外周面に対向するポンプ室 7 の内周面に動圧溝 1 6 1 , 1 6 2 が形成されている点である。動圧溝 1 6 1 , 1 6 2 は、インペラ 1 0 の外周面に対する動圧力を発生し、インペラ 1 0 の外周面がポンプ室 7 の内周面に接触することを防止する。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 7 は、動圧溝 1 6 1 , 1 6 2 の具体的構成を例示する図である。図 1 7 において、ポンプ室 7 の内周面のうちのシュラウド 1 1 の外周面に対向する領域には、V字型の動圧溝 1 6 1 がインペラ 1 0 の回転方向に所定のピッチで形成されている。V字型の動圧溝 1 6 1 の先端（鋭角部）はインペラ 1 0 の回転方向に向けられている。同様に、ポンプ室 7 の内周面のうちのシュラウド 1 2 の外周面に対向する領域には、V字型の動圧溝 1 6 2 がインペラ 1 0 の回転方向に所定のピッチで形成されている。V字型の動圧溝 1 6 2 の先端（鋭角部）はインペラ 1 0 の回転方向に向けられている。ポンプ室 7 の内周面のうちのシュラウド 1 1 , 1 2 の隙間に対向する領域には、所定深さの溝 6 3 がリング状に形成されている。インペラ 1 0 が矢印の方向に回転すると、動圧溝 1 6 1 , 1 6 2 の先端部に向けて液体の圧力が高くなる。このため、インペラ 1 0 とポンプ室 7 の内周面との間に反発力が発生し、これが動圧力となる。

20

【 0 0 5 3 】

図 1 8 は、図 1 7 の動圧溝の形状の変形例を示す図である。図 1 8 において、この変形例では、動圧溝 1 6 1 , 1 6 2 がそれぞれ動圧溝 1 6 4 , 1 6 5 で置換されている。動圧溝 1 6 4 , 1 6 5 の各々は、帯状に形成され、インペラ 1 0 の回転方向に延在している。動圧溝 1 6 4 , 1 6 5 の各々の深さは、インペラ 1 0 の回転方向に向かって徐々に浅くなっている。この変形例でも、インペラ 1 0 が矢印の方向に回転すると、動圧溝 1 6 4 , 1 6 5 の先端部に向けて液体の圧力が高くなる。このため、インペラ 1 0 とポンプ室 7 の内周面との間に反発力が発生し、これが動圧力となる。

30

【 0 0 5 4 】

図 1 9 ~ 図 2 2 は、動圧溝を設ける位置を変更したポンプ部 1 の第 2 ~ 第 5 変形例の要部を示す断面図である。図 1 9、図 2 0 に示すように、動圧溝 2 1 を隔壁 6 に設ける代わりに、動圧溝 1 2 1 をインペラ 1 0 のシュラウド 1 2 の表面に設けてもよい。また、動圧溝 2 2 をポンプ室 7 の内壁側に設ける代わりに、動圧溝 1 2 2 をインペラ 1 0 のシュラウド 1 1 の表面に設けてもよい。

【 0 0 5 5 】

さらに、図 1 9 に示すようにインペラ 1 0 の外周面に動圧溝 6 1 , 6 2 を形成してもよい。また図 2 0 に示すようにインペラ 1 0 の外周面に対向するポンプ室 7 の外周壁に動圧溝 1 6 1 , 1 6 2 を形成してもよい。これらによりインペラのラジアル方向の支持力を発生させることができる。

40

【 0 0 5 6 】

また、図 2 1 に示すように、動圧溝 6 1 , 6 2 をインペラのシュラウド 1 1 , 1 2 の外周面に設ける代わりに、動圧溝 2 6 1 , 2 6 2 をインペラ 1 0 のシュラウド 1 1 , 1 2 の内周面表面に設けてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、図 2 2 に示すように、動圧溝 1 6 1 , 1 6 2 をポンプ室 7 の外周壁に設ける代わりに、動圧溝 3 6 1 , 3 6 2 をインペラ 1 0 のポンプ室 7 の内周壁に設けてもよい。

50

【 0 0 5 8 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、固定子と回転子の間に隔壁を備えたキャンドモータにおいて、駆動部 9 や永久磁石等による吸引力（負剛性成分）を無くすことができ、インペラの安定浮上回転が可能となる。さらにコギングの低減が図れ、スムーズな回転始動が実現できる。

【 0 0 5 9 】

最後に、再び図 3、図 1 6、図 1 9 ~ 図 2 2 を参照して、本実施の形態を総括する。本実施の形態の遠心ポンプ装置は、ハウジング 2 とインペラ 1 0 と駆動部 9 と、複数の永久磁石 1 7 とを含む。

【 0 0 6 0 】

ハウジング 2 は、隔壁 6 で仕切られたモータ室 8 およびポンプ室 7 を含む。インペラ 1 0 は、ポンプ室 7 内において隔壁 6 に交差する軸を回転軸として回転可能に設けられ、回転時の遠心力によって液体を送る。駆動部 9 は、モータ室 8 内に設けられ、隔壁 6 を介してインペラ 1 0 を回転駆動させる。複数の永久磁石 1 7 は、隔壁 6 に沿うインペラ 1 0 の一方面に設けられ、同一の円に沿って配置される。

【 0 0 6 1 】

駆動部 9 は、複数の永久磁石 1 7 にそれぞれ対向して設けられ、回転磁界を生成するための複数の空芯コイル 2 0 を含む。インペラ 1 0 の一方面と反対側の他方面またはそれに対向するポンプ室 7 の内壁に動圧溝 2 2 または 1 2 2 が形成され、インペラの一方面またはそれに対向する隔壁 6 に動圧溝 2 1 または 1 2 1 が形成され、インペラ 1 0 の外周面もしくはそれに対向するポンプ室 7 の内周面、またはインペラ 1 0 の内周面もしくはそれに対向するポンプ室 7 の外周面に動圧溝 6 1 , 6 2 , 1 6 1 , 1 6 2 , 2 6 1 , 2 6 2 , 3 6 1 , 3 6 2 が形成されている。

【 0 0 6 2 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

1 ポンプ部、2 ハウジング、3 本体部、4 流入ポート、5 流出ポート、6 隔壁、7 ポンプ室、8 モータ室、1 0 インペラ、1 0 a 貫通孔、1 1 , 1 2 シュラウド、1 3 ベーン、1 4 通路、1 7 , 1 7 A , 1 7 B , 6 7 , 6 7 A , 6 7 B 永久磁石、1 8 空芯部、1 9 , 7 0 A , 7 0 B , 7 2 磁性体、2 0 空芯コイル、2 1 , 2 2 , 6 1 , 6 2 , 6 4 , 6 5 , 1 2 1 , 1 2 2 , 1 6 1 , 1 6 2 , 2 6 1 , 2 6 2 , 3 6 1 , 3 6 2 動圧溝。

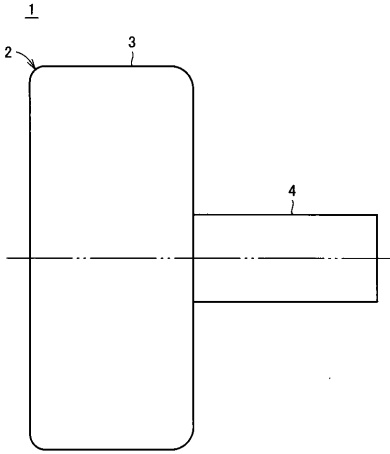
10

20

30

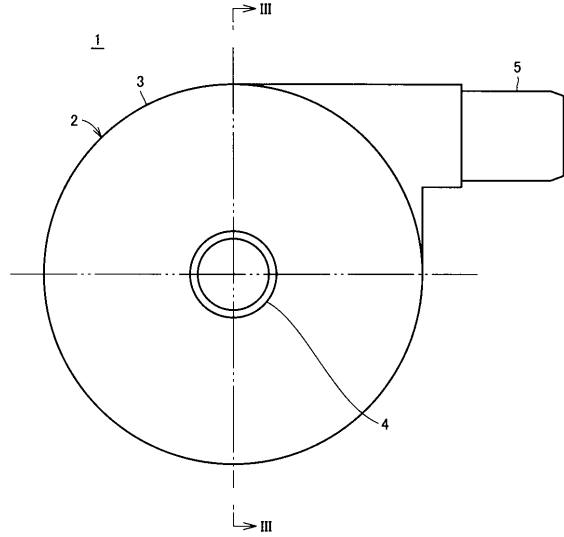
【 図 1 】

図1



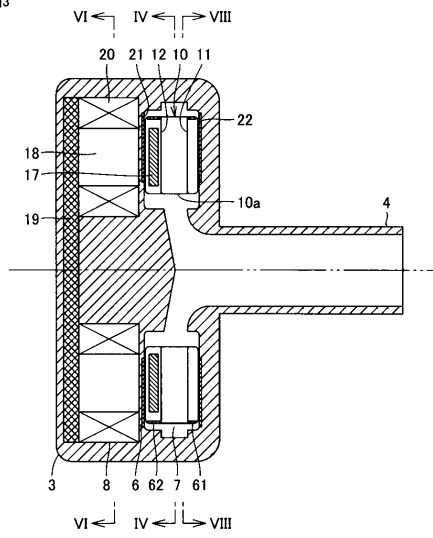
【 図 2 】

図2



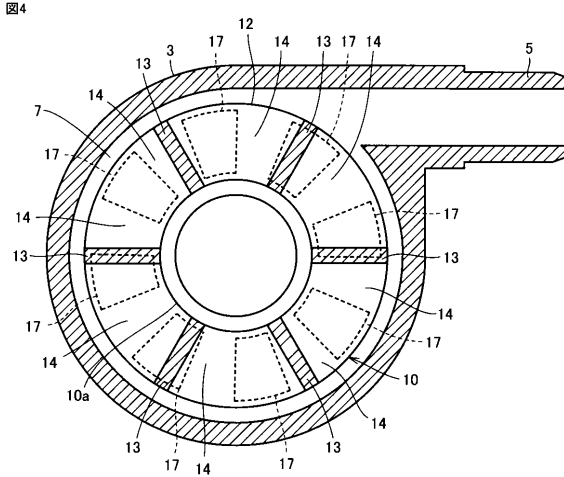
【 図 3 】

図3

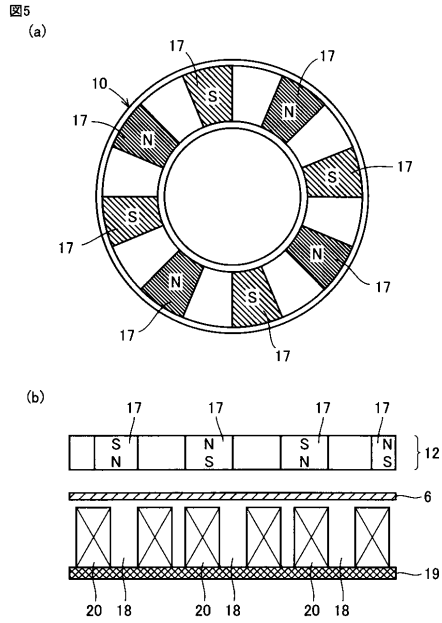


【 図 4 】

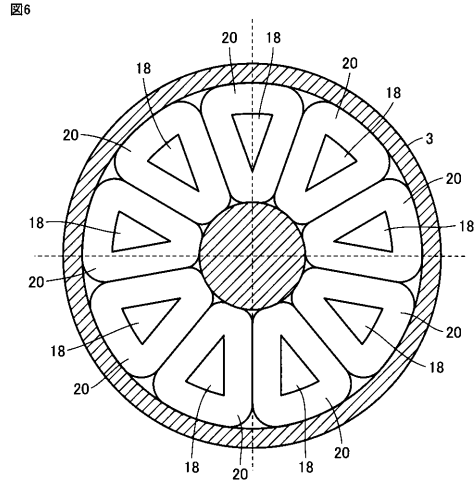
図4



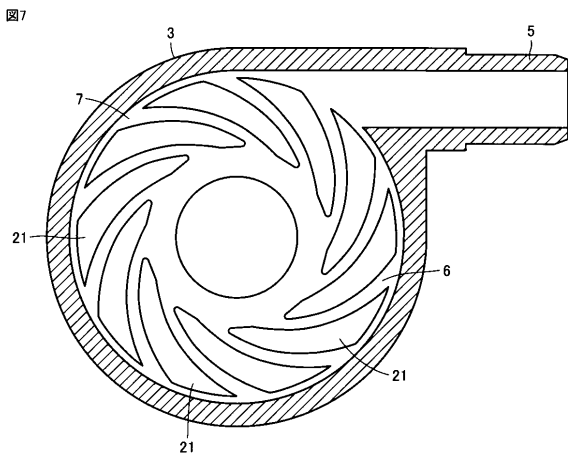
【 図 5 】



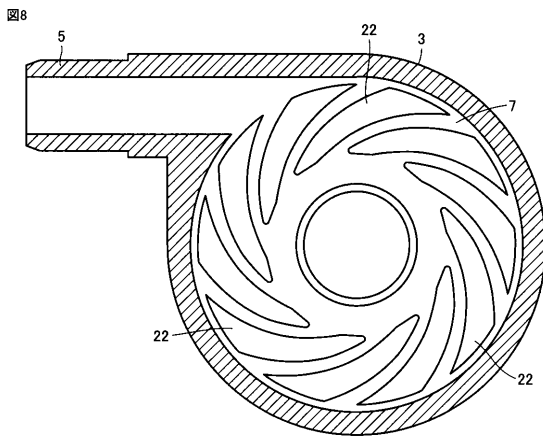
【 図 6 】



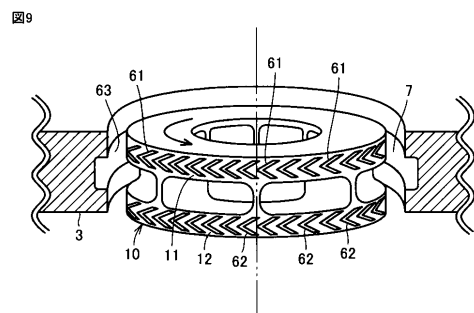
【 図 7 】



【 図 8 】

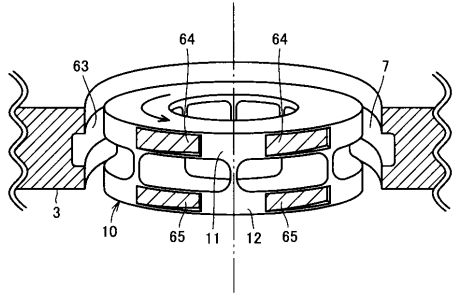


【 図 9 】



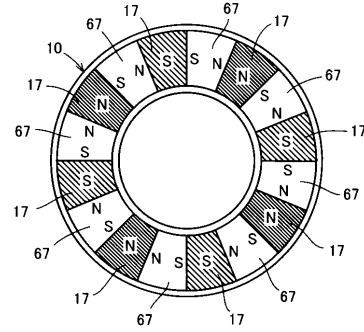
【 図 1 0 】

図10

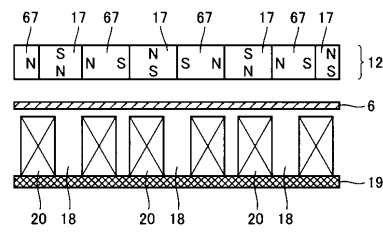


【 図 1 1 】

図11 (a)

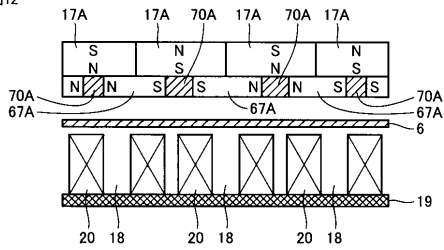


(b)



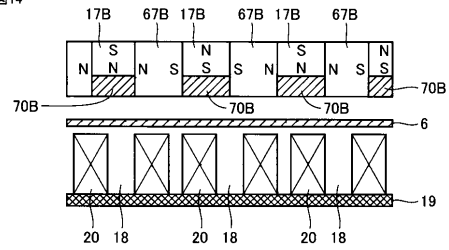
【 図 1 2 】

図12



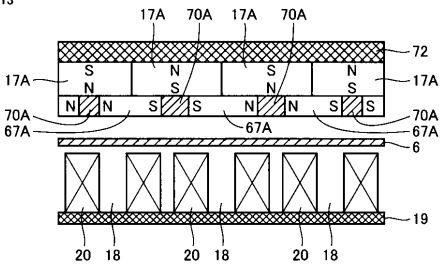
【 図 1 4 】

図14



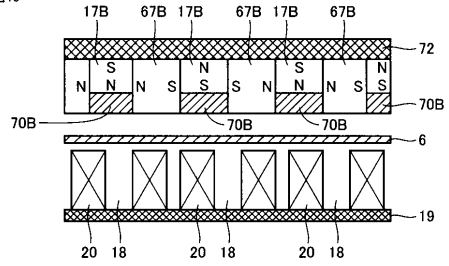
【 図 1 3 】

図13



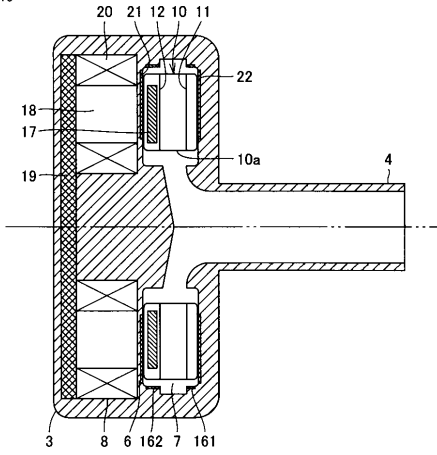
【 図 1 5 】

図15



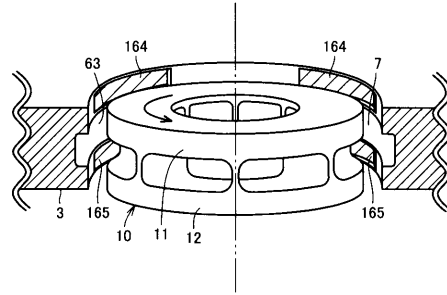
【 図 1 6 】

図16



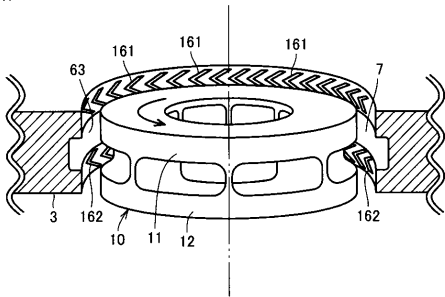
【 図 1 8 】

図18



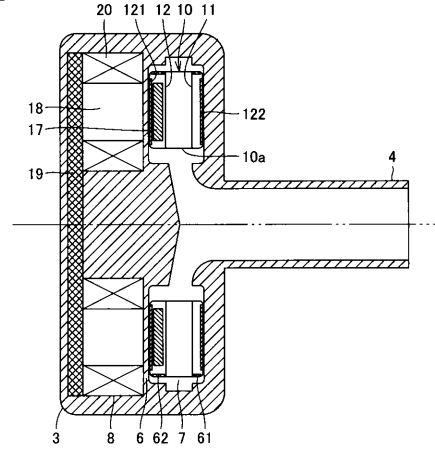
【 図 1 7 】

図17



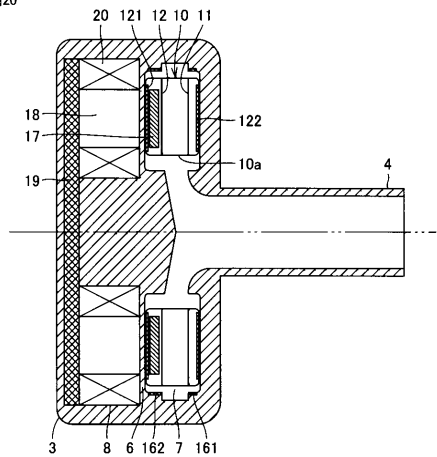
【 図 1 9 】

図19



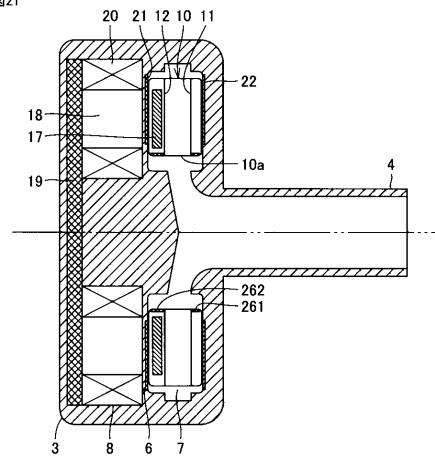
【 図 2 0 】

図20



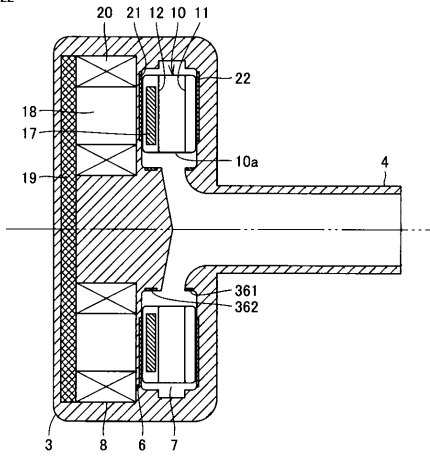
【 図 2 1 】

図21



【 図 2 2 】

図22



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
H 0 2 K 21/24 (2006.01)	F 0 4 D	29/42		E
A 6 1 M 1/00 (2006.01)	H 0 2 K	7/08		A
	H 0 2 K	21/24		M
	A 6 1 M	1/00	5 0 0	

Fターム(参考) 3H130 AA03 AA05 AB12 AB22 AB43 AB46 AC02 AC18 BA42A BA42C
 BA45A BA45C BA68A BA68C BA73A BA73C BA73E BA74A BA74C BA74E
 BA87A BA87C BA87E CA05 CB09 DA01X DB01X DB02X DB05X DD03X
 DD04X DH03Z EA07A EA07C EA07E EB01A EB01C EC01C EC01G
 4C077 AA30 DD08
 5H607 BB13 GG12 GG15
 5H621 GB03 HH01