

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6904622号  
(P6904622)

(45) 発行日 令和3年7月21日(2021.7.21)

(24) 登録日 令和3年6月28日(2021.6.28)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>FO4D 15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4D 15/00	1 O 1 D		
<b>FO4D 29/048</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4D 29/048			
<b>FO4D 29/22</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4D 29/22	E		

請求項の数 5 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2020-544972 (P2020-544972)	(73) 特許権者	000107941
(86) (22) 出願日	令和2年4月10日(2020.4.10)		セイコー化工機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2020/016091		兵庫県明石市二見町南二見15番地3
審査請求日	令和2年8月26日(2020.8.26)	(74) 代理人	110000556
			特許業務法人 有古特許事務所
		(72) 発明者	平櫛 真男
			兵庫県明石市二見町南二見15番地3
			セイコー化工機株式会社内
		審査官	田谷 宗隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気浮上式ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固定部と、

前記固定部の内部に配置され、ラジアル方向支持磁石によって生じさせるラジアル磁束によって前記固定部の中心に非接触で支持される回転部と、

前記固定部と前記回転部との間において、前記固定部に設けられた固定子と該固定子から離間して前記回転部に設けられた回転子とから構成されるモータ部と、

前記回転部の軸心の一端側に設けられたインペラと、を備え、

前記インペラは、前板と後板と、前記前板と前記後板との間に設けられ、前記インペラの中心部分から外周縁部まで延びる羽根と、を有し、

前記前板と前記後板とは、前記羽根の前記外周縁部から周方向に所定距離をあけた位置から前記インペラの中心方向に所定の大きさの切除部分をそれぞれ有し、

前記切除部分は、前記後板の前記切除部分に比べて前記前板の前記切除部分が小さく形成されている、ことを特徴とする磁気浮上式ポンプ。

【請求項2】

前記前板と前記後板の前記切除部分は、前記羽根の回転方向の前方部分が、外周縁部から前壁に形成されている、

請求項1に記載の磁気浮上式ポンプ。

【請求項3】

前記切除部分は、前記羽根と前記前板及び前記後板との接続部分から所定の距離を設け

て形成されている、  
請求項 1 又は 2 に記載の磁気浮上式ポンプ。

【請求項 4】

前記後板の切除部分の大きさに対する前記前板の切除部分の大きさの比率は、前記インペラに対して前方に向けて一定のスラスト荷重が作用する比率となるように構成されている、

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の磁気浮上式ポンプ。

【請求項 5】

前記回転部の軸心の他端部から軸心方向に離れて配置され、該回転部に近接して前記固定部の固定磁性部と連なる固定磁性壁と、前記固定磁性壁に配置され、前記ラジアル磁束の前記回転部から隙間を介して該固定磁性壁に流れる漏出磁束に重畳させるスラスト磁束を生じさせるスラスト方向軸支持力調整コイルと、を有するスラスト方向支持部と、

前記スラスト方向軸支持力調整コイルに付与される電流の大きさを制御して前記回転部に前記スラスト磁束でスラスト方向軸支持力を作用させる制御部と、をさらに備えている、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の磁気浮上式ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転部を固定部の中心で磁気によって浮上させた状態で回転させる磁気浮上式ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、回転部を固定部の中心で磁気によって浮上させることで、機械的摺動部材であるすべり軸受を不要とした磁気浮上式電動機を備えた磁気浮上式ポンプがある。磁気浮上式ポンプは、電動機の部分に機械的摺動部材がないため、コンタミネーションの発生がなく、消耗部品のメンテナンスが必要なくなる。このため、磁気浮上式ポンプは、半導体産業、医薬品関連の薬液等を取扱う分野、気体を含有する二相液を取扱う用途などにおいて採用されている。

【0003】

この種の先行技術として、本出願人が先に出願した磁気浮上式ポンプがある（例えば、特許文献 1 参照）。この磁気浮上式ポンプは、固定部と、その内部に配置されて回転中心を中心に回転する回転部と、を備え、固定部に設けられた固定子と回転部に設けられた回転子とから構成されるモータ部によって、回転部を固定部の中心で磁気浮上させて非接触で支持して回転させている。そして、回転部の軸心方向一端部に設けられたインペラによって作用するスラスト荷重の大きさを、他端部に配置されたスラスト方向力調整コイルに付与する電流の大きさを調整するようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】日本国 特開 2017 - 158325 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、磁気浮上式ポンプのインペラには、以下のようにスラスト荷重が作用する。図 13 は、従来の磁気浮上式ポンプ 200 におけるインペラ 210 の部分を示す断面図であり、図 14 は、図 13 に示す磁気浮上式ポンプ 200 においてインペラ 210 に作用するスラスト荷重 G の概略を示す図面である。図 13 に示すように、磁気浮上式ポンプ 200 のインペラ 210 は、前板 214 と後板 216 との間に羽根 213 が設けられ、吸込み口 206 から前板 214 の中央部分に設けられた開口部 211 に流体を取り込み、羽根 2

10

20

30

40

50

13で径方向外方(図は上方)の吐出口207へ圧送するようになっている。このインペラ210には、図14に示すように、前板214と後板216に流体圧が作用するが、前板214は開口部211があるため後板216より面積が小さく、前板214に作用する流体圧の総和PFよりも後板216に作用する流体圧の総和PRの方が高い力となる。この力の差により、インペラ210には前方に向けてスラスト荷重Gが作用する。

【0006】

このため、上記した先行技術では、インペラによって作用するスラスト荷重をスラスト方向力調整コイルに付与する電流の大きさを調整している。しかし、スラスト荷重は、揚程、流体の種類など、種々の要因で変化するため、磁気浮上式ポンプにおいて、使用条件に応じてインペラに作用するスラスト荷重が適切な大きさとなるようにコイル電流を調整することは難しい。

10

【0007】

そこで、本発明は、インペラに作用するスラスト荷重を構造的な構成で適切な大きさに設定できる磁気浮上式ポンプ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】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明は、固定部と、前記固定部の内部に配置され、ラジアル方向支持磁石によって生じさせるラジアル磁束によって前記固定部の中心に非接触で支持される回転部と、前記固定部と前記回転部との間において、前記固定部に設けられた固定子と該固定子から離間して前記回転部に設けられた回転子とから構成されるモータ部と、前記回転部の軸心の一端側に設けられたインペラと、を備え、前記インペラは、前板と後板と、前記前板と前記後板との間に設けられ、前記インペラの中心部分から外周縁部まで延びる羽根と、を有し、前記前板と前記後板とは、前記羽根の前記外周縁部から周方向に所定距離をあけた位置から前記インペラの中心方向に所定の大きさの切除部分をそれぞれ有し、前記切除部分は、前記後板の前記切除部分の大きさに比べて前記前板の前記切除部分の大きさが小さく形成されている。

20

【0009】

この構成により、回転部は、固定部のラジアル方向支持磁石によって生じさせるラジアル磁束によって非接触で支持され、回転部をモータ部で回転させることでインペラが回転させられる。そして、インペラの前板に設けられた切除部分を、後板に設けられた切除部分に比べて小さく形成することで、インペラに作用するスラスト荷重を適切な値にすることができる。しかも、切除部分を羽根の外周縁部から離れた位置に設けているため、羽根の外周縁部は前板と後板とに接続された状態であるため、羽根と前板及び後板とによってインペラによる流体の押し込み力を保ちつつ、インペラに作用するスラスト荷重の大きさを適切にできる。

30

【0010】

また、前記前板と前記後板の前記切除部分は、前記羽根の回転方向の前方部分が、外周縁部から前壁に形成されていてもよい。このように構成すれば、インペラが回転することで、羽根と、切除部分によって羽根の回転方向の前方部分に形成される前壁とによって流体を押し込むようにでき、流体の押し込み力を向上させることができる。

40

【0011】

また、前記切除部分は、前記羽根と前記前板及び前記後板との接続部分から所定の距離を設けて形成されていてもよい。このように構成すれば、前板及び後板と羽根がそれぞれ直交方向に交差するため、これらの接続部分における強度を保ちつつ、インペラに作用するスラスト荷重を適切な大きさにすることができる。

【0012】

また、前記後板の切除部分の大きさに対する前記前板の切除部分の大きさの比率は、前記インペラに対して前方に向けて一定のスラスト荷重が作用する比率となるように構成されていてもよい。このように構成すれば、インペラに対して作用するスラスト荷重を調整することができるので、インペラに作用するスラスト荷重を任意の大きさにすることがで

50

き、磁気浮上させた回転部を非接触で安定して支持して回転させることができる。

【0013】

また、前記回転部の軸心の他端部から軸心方向に離れて配置され、該回転部に近接して前記固定部の固定磁性部と連なる固定磁性壁と、前記固定磁性壁に配置され、前記ラジアル磁束の前記回転部から隙間を介して該固定磁性壁に流れる漏出磁束に重畳させるスラスト磁束を生じさせるスラスト方向軸支持力調整コイルと、を有するスラスト方向支持部と、前記スラスト方向軸支持力調整コイルに付与される電流の大きさを制御して前記回転部に前記スラスト磁束でスラスト方向軸支持力を作用させる制御部と、をさらに備えていてもよい。

【0014】

このように構成すれば、回転部の軸心方向の一端部から固定磁性壁に流れるラジアル磁束の漏出磁束に対し、固定磁性壁に配置させたスラスト方向軸支持力調整コイルで生じさせるスラスト磁束を重畳させて回転部にスラスト方向軸支持力を作用させることができる。よって、インペラの前板と後板とに切除部分を設けることによるスラスト荷重の調整とともに、回転部に対してスラスト方向軸支持力を作用させたスラスト荷重の調整とができる。しかも、固定磁性壁側のみならずスラスト方向軸支持力を作用させる磁路を設けることで、回転部の軸方向寸法を小さくして磁気浮上式ポンプを小型化できる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、インペラに作用するスラスト荷重を構造的な構成で適切な大きさに設定できる磁気浮上式ポンプを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る磁気浮上式ポンプを示す断面図である。

【図2】図2は、図1に示す磁気浮上式ポンプの磁気浮上式電動機におけるラジアル方向支持力を示す図面である。

【図3】図3は、図1に示す磁気浮上式ポンプの磁気浮上式電動機においてスラスト方向軸支持力を調整した状態を示す図面である。

【図4】図4は、図1に示す磁気浮上式ポンプに備えられたインペラの前板側からの斜視図である。

【図5】図5は、図4に示すインペラの後板側からの斜視図である。

【図6】図6は、図4に示すインペラとは異なる実施形態のインペラを示す前板側からの斜視図である。

【図7】図7は、インペラの切除部分を示す図面であり、(a)は図4に示すインペラの前板における切除部分を示す正面図、(b)は図5に示すインペラの後板における切除部分を示す正面図、(c)は図6に示すインペラの前板における切除部分を示す正面図である。

【図8】図8は、図4に示すインペラとはさらに異なる実施形態のインペラを示す前板側からの斜視図である。

【図9】図9は、図1に示す磁気浮上式ポンプにおいてインペラに作用するスラスト荷重の概略を示す図面である。

【図10】図10(a)は、図4と図6に示すインペラを用いた磁気浮上式ポンプにおける回転数とスラスト荷重の関係を示すグラフであり、図10(b)は、図4と図8に示すインペラを用いた磁気浮上式ポンプにおける回転数と揚程の関係を示すグラフである。

【図11】図11は、図1に示す磁気浮上式ポンプに作用するスラスト荷重とスラスト方向軸支持力を模式的に示す図面である。

【図12】図12は、図1に示す磁気浮上式ポンプにおけるスラスト方向軸支持力と電流との関係を示すグラフである。

【図13】図13は、従来の磁気浮上式ポンプにおけるインペラの部分を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図14】図14は、図13に示す磁気浮上式ポンプにおいてインペラに作用するスラスト荷重の概略を示す図面である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。この明細書及び特許請求の範囲の書類中における前後方向の概念は、図1に示す磁気浮上式ポンプ1の左方向が前方向、右方向が後方向とする。また、回転部50の回転軸心Sの方向を「方向」、方向に対して直交する水平ラジアル方向を「方向」、方向に対して直交する鉛直ラジアル方向を「方向」とする。

【0018】

(磁気浮上式ポンプの構成)

図1は、一実施形態に係る磁気浮上式ポンプ1を示す断面図である。図2は、図1に示す磁気浮上式ポンプ1の磁気浮上式電動機10におけるラジアル方向支持力を示す図面である。図3は、図1に示す磁気浮上式ポンプ1の磁気浮上式電動機10においてスラスト方向軸支持力を調整した状態を示す図面である。

【0019】

図1に示すように、磁気浮上式ポンプ1は、ケーシング2の内部に磁気浮上式電動機10が備えられている。磁気浮上式電動機10は、固定部20の内部に配置され、回転軸心Sを中心に回転軸51が回転させられる回転部50が備えられている。この回転部50は、後述するように、ラジアル方向支持部23によって生じさせる磁束のラジアル方向支持力によって固定部20とは非接触で支持される。

【0020】

固定部20には、固定子21が設けられており、この固定子21から離間して回転部50に設けられた回転子52とでモータ部40が構成されている。モータ部40は、回転子52の周囲に備えられた複数の回転子永久磁石53と、固定子21に備えられた複数の固定子巻線22とを有する。モータ部40は、永久磁石式モータ部となっている。固定子21の固定子巻線22は、制御部70と電気的に接続されている。この実施形態の制御部70は、電源を含む。制御部70は、固定子巻線22に流す電流を制御し、回転磁界を発生させ、モータ部40の回転子52を回転させて回転部50を回転させる。制御部70に回転制御用のインバータを備えさせることで、回転部50の回転速度を任意に調整できる。

【0021】

回転部50には、軸心方向の前端部(一端部)にインペラ80が設けられている。回転部50は、周囲が円筒状のカバー4で覆われている。また、回転部50と面する固定部20の内部も円筒状のカバー5で覆われている。これらのカバー4,5の間の空間は、流体が移動できる空間となっている。インペラ80は、回転部50で回転させられて、ポンプ部3の吸込み口6から吐出口7に向かって流体を送る。

【0022】

上記モータ部40の前方向と後方向に離れた位置には、ラジアル方向支持部23が備えられている。ラジアル方向支持部23は、回転部50を非接触で支持するラジアル方向支持磁石24を有している。ラジアル方向支持磁石24は、前部と後部の固定鉄心25に設けられたラジアル方向支持コイル26と、固定部20の外周位置に設けられた円筒状の第1永久磁石28と、回転部50の周囲に設けられた円筒状の第2永久磁石54と、を有している。

【0023】

上記ラジアル方向支持コイル26は、制御部70と電気的に接続されている。ラジアル方向支持コイル26は、付与される電流の大きさと方向が制御部70で制御可能となっている。上記第1永久磁石28は、固定部20の外周部に設けられており、固定子21の外周位置に設けられた固定側磁路27の前位置と後位置とに離れて設けられている。上記第2永久磁石54は、回転部50の周囲に設けられており、回転子52の回転子永久磁石53が設けられた回転側磁路55の前位置と後位置とに離れて設けられている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

上記ラジアル方向支持コイル 2 6 の間には、上記固定部 2 0 に対する上記回転部 5 0 の位置を検出するラジアル位置センサ 3 2 が備えられている。ラジアル位置センサ 3 2 は、回転軸心 S の軸心方向の前後位置に配置されたいずれのラジアル方向支持部 2 3 にも備えられている。ラジアル位置センサ 3 2 は、周方向に複数個が設けられている。これにより、固定部 2 0 に対する回転部 5 0 の前部と後部において、回転軸心 S の 方向に対する水平ラジアル方向 と鉛直ラジアル方向 とにおける位置変化を検出している。このラジアル位置センサ 3 2 は、例えば、固定部 2 0 から回転部 5 0 に備えられたセンサターゲットの変位を検出する変位センサなどとして用いることができる。このラジアル位置センサ 3 2 も、上記制御部 7 0 に接続されている。

10

## 【 0 0 2 5 】

この磁気浮上式電動機 1 0 の固定部 2 0 には、回転部 5 0 のインペラ 8 0 と反対方向の軸心方向の後端部（他端部）に近接するように固定磁性壁 3 1 が備えられている。固定磁性壁 3 1 は、ラジアル方向支持部 2 3 の固定鉄心 2 5 と連なっている固定磁性部 3 0 と連なるように設けられている。固定磁性壁 3 1 には、回転部 5 0 にスラスト方向軸支持力を作用させるスラスト方向軸支持力調整コイル 6 1 を有するスラスト方向支持部 6 0 が備えられている。スラスト方向軸支持力調整コイル 6 1 は、制御部 7 0 と電氣的に接続されている。制御部 7 0 は、スラスト方向軸支持力調整コイル 6 1 に付与する電流の大きさと方向を制御できる。

20

## 【 0 0 2 6 】

また、固定磁性壁 3 1 には、上記回転部 5 0 の後方端と固定部 2 0 とのスラスト方向位置を検出するスラスト位置センサ 3 3 が備えられている。このスラスト位置センサ 3 3 は、例えば、固定部 2 0 から回転部 5 0 に備えられたセンサターゲットの変位を検出する変位センサなどとして用いることができる。このスラスト位置センサ 3 3 は、上記制御部 7 0 に接続されている。制御部 7 0 としては、各種の制御回路を備えたコントローラとすることができる。

## 【 0 0 2 7 】

このような磁気浮上式ポンプ 1 によれば、ラジアル方向支持部 2 3 のラジアル方向支持コイル 2 6 に電流を付与することで発生するラジアル軸支持磁束によって水平ラジアル方向 及び鉛直ラジアル方向 にラジアル方向支持力が発生し、固定部 2 0 の内部に配置された回転部 5 0 を非接触の状態 で支持することができる。そして、モータ部 4 0 によって回転部 5 0 を回転させることでインペラ 8 0 が回転させられる。

30

## 【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、上記磁気浮上式電動機 1 0 によれば、永久磁石 2 8 , 5 4 の間には、N 極から S 極に向けてパイアス磁束であるラジアル磁束 s 1（太い矢印）が発生する。この図では回転軸心 S を挟んで対向する位置を示している。ラジアル磁束 s 1 は、例えば、固定部 2 0 の後部に備えられた第 1 永久磁石 2 8 の N 極から固定側磁路 2 7 を介して前部に備えられた第 1 永久磁石 2 8 の S 極へと流れる。そして、この第 1 永久磁石 2 8 の N 極から固定磁性部 2 9 とラジアル方向支持部 2 3 の固定鉄心 2 5 と回転部 5 0 の回転磁性部 5 6 を介して回転部 5 0 の前部に備えられた第 2 永久磁石 5 4 の S 極へと流れる。そして、この第 2 永久磁石 5 4 の N 極から回転部 5 0 の回転側磁路 5 5 を介して後部に備えられた第 2 永久磁石 5 4 の S 極へと流れる。そして、この第 2 永久磁石 5 4 の N 極から回転磁性部 5 7 とラジアル方向支持部 2 3 の固定鉄心 2 5 と固定磁性部 3 0 を介して後部の第 1 永久磁石 2 8 の S 極へと流れる。このように、ラジアル磁束 s 1 は、固定部 2 0 の外周部と、モータ部 4 0 の前後位置に設けられたラジアル方向支持部 2 3 の固定鉄心 2 5 と、回転部 5 0 とを通過してループ状に流れる。この永久磁石 2 8 , 5 4 によって発生させるラジアル磁束 s 1（太い矢印）に、上記ラジアル方向支持コイル 2 6 に付与する電流で発生させるラジアル磁束 s 2（細い矢印）が加えられる。この 2 つのラジアル磁束 s 1 , s 2 を同方向に発生させたり、異方向に発生させたりすることにより、磁束を強めたり弱めたりすることができ、これらのラジアル磁束 s 1 , s 2 の合成磁束の制

40

50

御により、ラジアル方向支持力を調整することができる。

【 0 0 2 9 】

また、ラジアル磁束  $s_1$ 、 $s_2$  は、回転部 50 の前部から後部に向けて流れるため、ラジアル磁束  $s_1$ 、 $s_2$  の一部が回転部 50 の後端部から隙間 H を越えて固定磁性壁 31 に漏出磁束  $s_{10}$  として流れる。この漏出磁束  $s_{10}$  は、固定磁性壁 31 から固定磁性部 30 へと流れてラジアル磁束  $s_1$ 、 $s_2$  に戻る。漏出磁束  $s_{10}$  は、回転部 50 から固定磁性壁 31 へと流れるため、この漏出磁束  $s_{10}$  によって、回転部 50 には固定磁性壁 31 に向けて引き寄せられる後向きのスラスト方向軸支持力  $F$  が生じる。

【 0 0 3 0 】

このように、ラジアル磁束  $s_1$ 、 $s_2$  の流れにより、回転部 50 には、固定磁性壁 31 に向けて後ろ向きのスラスト方向軸支持力  $F$  が作用している。このため、この磁気浮上式電動機 10 を用いた磁気浮上式ポンプ 1 によれば、インペラ 80 の部分に作用するスラスト荷重  $G$  によって回転部 50 が前方向に引かれるのに対して、反対の後方向に作用するスラスト方向軸支持力  $F$  を生じさせることができる。

【 0 0 3 1 】

一方、図 3 に示すように、上記磁気浮上式電動機 10 によれば、固定磁性壁 31 に備えさせたスラスト方向軸支持力調整コイル 61 にスラスト方向軸支持力調整コイル電流  $E_1$  (図 12) を付与することにより、固定磁性壁 31 から回転部 50 の後端に向けてスラスト磁束  $s_3$  が流れようとする(右ねじの法則)。そして、このスラスト方向軸支持力調整コイル 61 で生じさせるスラスト磁束  $s_3$  を、ラジアル方向支持磁石 24 によって生じさせるラジアル磁束  $s_1$ 、 $s_2$  の漏出磁束  $s_{10}$  に重畳させる。しかし、スラスト磁束  $s_3$  は、回転部 50 から固定磁性壁 31 に向けて流れる漏出磁束  $s_{10}$  に対して反発する磁束である。このため、回転部 50 から固定磁性壁 31 に向けて流れようとする漏出磁束  $s_{10}$  と、固定磁性壁 31 から回転部 50 に流れようとするスラスト磁束  $s_3$  とは、隙間 H の部分で互いに反発する磁束となる。よって、漏出磁束  $s_{10}$  にスラスト磁束  $s_3$  を重畳させることで、回転部 50 に、前向きのスラスト方向軸支持力  $-F$  を作用させることができる。

【 0 0 3 2 】

このように、ラジアル磁束  $s_1$ 、 $s_2$  によって生じるスラスト方向軸支持力  $F$  は、スラスト方向軸支持力調整コイル 61 のスラスト磁束  $s_3$  によって生じるスラスト方向軸支持力  $-F$  によって、前向きのスラスト方向軸支持力  $-F$  にすることができる。このスラスト方向軸支持力  $-F$  は、制御部 70 でスラスト方向軸支持力調整コイル 61 に付与される電流の大きさを制御することができる。

【 0 0 3 3 】

そして、以下のようなインペラ 80 及び異なる実施形態のインペラ 90 の構造的な構成で、インペラ 80、90 に作用するスラスト荷重  $G$  を適切な大きさに設定することができる。

【 0 0 3 4 】

(インペラの構造)

図 4 は、図 1 に示す磁気浮上式ポンプ 1 に備えられたインペラ 80 の前板側からの斜視図である。図 5 は、図 4 に示すインペラ 80 の後板側からの斜視図である。図 6 は、図 4 に示すインペラ 80 とは異なる実施形態のインペラ 90 を示す前板側からの斜視図である。なお、図 6 のインペラ 90 は、図 4 のインペラ 80 と前板 94 のみが異なるため、他の構成でインペラ 80 と同一の構成には、インペラ 80 における符号に「10」を加えた符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 3 5 】

図 4 に示すインペラ 80 は、前板 84 の中心部分に開口部 81 があり、インペラ 80 の中心部分に設けられたボス部 82 の周囲に、開口部 81 の周囲からインペラ 80 の外周縁部まで延びる複数の羽根 83 が放射状に設けられている。羽根 83 は、前板 84 と後板 8

10

20

30

40

50

6 との間に設けられており、図 5 に示すように湾曲した形状となっている。羽根 8 3 と前板 8 4 及び後板 8 6 とは、それぞれ直交方向に交差している。

【 0 0 3 6 】

図 5 に示すように、後板 8 6 の外周部分には、羽根 8 3 の外周縁部 8 3 a から周方向に所定距離をあけた部分からインペラ 8 0 の中心方向に所定の大きさの切除部分 8 7 が設けられている。切除部分 8 7 は、インペラ 8 0 の回転方向 M の前方部分は外周縁部から羽根 8 3 の湾曲に沿う曲面の前壁 8 7 a に形成され、羽根 8 3 の回転方向 M の後方部分は外周縁部からインペラ 8 0 の中心方向に向かう切り立った角度の後壁 8 7 b に形成されている。後板 8 6 の切除部分 8 7 は、できるだけ大きい形状となっている。この実施形態のインペラ 8 0 は、5 枚の羽根 8 3 を有しており、これらの羽根 8 3 の間に切除部分 8 5 が設け

10

【 0 0 3 7 】

そして、図 4 に示すように、インペラ 8 0 の前板 8 4 には、羽根 8 3 の外周縁部 8 3 a から周方向に所定距離をあけた部分からインペラ 8 0 の中心方向に所定の大きさの切除部分 8 5 が設けられている。前板 8 4 の切除部分 8 5 は、インペラ 8 0 の回転方向 M の前方部分は、外周縁部から羽根 8 3 の湾曲に沿う曲面の前壁 8 5 a に形成されている。羽根 8 3 の回転方向 M の後方部分は、後板 8 6 と同様に外周縁部からインペラ 8 0 の中心方向に向かう切り立った角度の後壁 8 5 b に形成されている。前壁 8 5 a と後壁 8 5 b は、インペラ 8 0 の回転中心を中心とする円弧状の円弧部分 8 5 c によって隣接する羽根 8 3 の後壁 8 5 b と前壁 8 5 a とにそれぞれ連なっている。前板 8 4 の切除部分 8 5 は、前壁 8 5 a が羽根 8 3 の湾曲形状と同様の湾曲形状であり、後板 8 6 と羽根 8 3 との接続部分から所定の距離を設けて形成されている。切除部分 8 5 も、5 枚の羽根 8 3 の間の部分に設けられている。前板 8 4 の切除部分 8 5 は、後板 8 6 の切除部分 8 7 に比べて小さな面積となっている。

20

【 0 0 3 8 】

図 6 に示すインペラ 9 0 は、後板 9 6 はインペラ 8 0 の後板 8 6 と同一であり、切除部分 9 7 は、インペラ 8 0 の回転方向 M の前方部分は外周縁部から羽根 8 3 の湾曲に沿う曲面の前壁 9 7 a に形成され、羽根 9 3 の回転方向 M の後方部分は外周縁部からインペラ 9 0 の中心方向に向かう切り立った角度の後壁 9 7 b に形成されている。後板 9 6 の切除部分 9 7 も、できるだけ大きい形状となっている。そして、前板 9 4 に設けられた切除部分 9 5 が、図 4 に示すインペラ 8 0 の前板 8 4 に設けられた切除部分 8 5 に比べて大きくなっている。インペラ 9 0 は、前板 9 4 の切除部分 9 5 における前壁 9 5 a と後壁 9 5 b との間に形成されている円弧部分 9 5 c の半径方向寸法を小さくすることで、切除部分 9 5 の面積をインペラ 8 0 の切除部分 8 5 に比べて大きくしている。インペラ 9 0 の切除部分 9 5 も、インペラ 9 0 の回転方向 M の前方部分にある前壁 9 5 a が、外周縁部から羽根 8 3 の湾曲に沿う曲面に形成され、後壁 9 5 b が外周縁部からインペラ 9 0 の中心方向に向かう切り立った角度で形成されている。また、インペラ 9 0 も、5 枚の羽根 9 3 を有しており、これらの羽根 9 3 の間に切除部分 9 5 が設けられている。前板 9 4 の切除部分 9 5 の面積は、後板 9 6 の切除部分 9 7 の面積に比べて小さな面積となっている。

30

【 0 0 3 9 】

これらのインペラ 8 0 , 9 0 によれば、前板 8 4 , 9 4 の切除部分 8 5 , 9 5 及び後板 8 6 , 9 6 の切除部分 8 7 , 9 7 は、インペラ 8 0 , 9 0 の外周部分における羽根 8 3 , 9 3 の外周縁部 8 3 a , 9 3 a から周方向に所定距離をあけた部分から設けられている。このため、羽根 8 3 , 9 3 の外周縁部 8 3 a , 9 3 a は、前板 8 4 , 9 4 及び後板 8 6 , 9 6 と接続された状態となっている。しかも、切除部分 8 5 , 8 7 , 9 5 , 9 7 を設けることで、羽根 8 3 , 9 3 の回転方向 M の前方部分には外周縁部から前板 8 4 , 9 4 の前壁 8 5 a , 9 5 a と、後板 8 6 , 9 6 の前壁 8 7 a , 9 7 a と、が存在するようになる。このため、インペラ 8 0 , 9 0 の回転によって羽根 8 3 , 9 3 とともに前壁 8 5 a , 8 7 a , 9 5 a , 9 7 a によっても流体を押し込むことができる。よって、インペラ 8 0 , 9 0 による吐出圧力の向上を図ることができる。

40

50



## 【 0 0 4 0 】

また、前板 8 4 , 9 4 の切除部分 8 5 , 9 5 及び後板 8 6 , 9 6 の切除部分 8 7 , 9 7 が、前板 8 4 , 9 4 及び後板 8 6 , 9 6 と羽根 8 3 , 9 3 との接続部分から所定の距離を設けて形成されている。これにより、羽根 8 3 , 9 3 と前板 8 4 , 9 4 及び後板 8 6 , 9 6 との接続部分はそれぞれ直交方向に交差した状態であるため、これらの接続部分における強度を保つことができる。

## 【 0 0 4 1 】

(インペラの切除部分)

図 7 は、インペラ 8 0 , 9 0 の切除部分 8 5 , 8 7 , 9 5 を示す図面であり、( a ) は図 4 に示すインペラ 8 0 の前板 8 4 における切除部分 8 5 を示す正面図、( b ) は図 5 に示すインペラ 8 0 の後板 8 6 における切除部分 8 7 を示す正面図、( c ) は図 6 に示すインペラ 9 0 の前板 9 4 における切除部分 9 5 を示す正面図である。図 7 では、インペラ 8 0 , 9 0 を前方から見た状態(図 4、図 6 に示す正面側から見た状態)の切除部分 8 5 , 8 7 , 9 5 と羽根 8 3 との関係を示している。( b ) は、前板 8 4 を取り除いた図である。切除部分 8 5 , 8 7 , 9 5 は、斜線で示している。これらの図では、円形のインペラ 8 0 , 9 0 の一部のみを示している。

10

## 【 0 0 4 2 】

図 7 ( a ) に示すように、図 4 のインペラ 8 0 の前板 8 4 に設けられた切除部分 8 5 は、インペラ 8 0 の回転方向 M の前方部分は外周縁部から羽根 8 3 の湾曲に沿う曲面の前壁 8 5 a に形成されている。また、羽根 8 3 の回転方向 M の後方部分は、外周縁部からインペラ 8 0 の中心方向に向かう切り立った角度の後壁 8 5 b に形成されている。そして、これらの間の部分ではインペラ 8 0 の回転中心を中心とする円弧部分 8 5 c に形成されている。切除部分 8 5 は、前板 8 4 と羽根 8 3 との接続部分(破線部分)から所定の距離を設けて形成されている。

20

## 【 0 0 4 3 】

図 7 ( b ) に示すように、図 4 のインペラ 8 0 の後板 8 6 に設けられた切除部分 8 7 は、インペラ 8 0 の回転方向 M の前方部分は外周縁部から羽根 8 3 の湾曲に沿う曲面で、隣接する羽根 8 3 の後壁 8 7 b に連なるような曲面の前壁 8 7 a に形成されている。また、羽根 8 3 の回転方向 M の後方部分は外周縁部からインペラ 8 0 の中心方向に向かう切り立った角度の後壁 8 7 b に形成されている。前壁 8 7 a は、羽根 8 3 の湾曲形状と同様の湾曲形状である。切除部分 8 7 は、後板 8 6 と羽根 8 3 との接続部分から所定の距離を設けて形成されている。

30

## 【 0 0 4 4 】

このインペラ 8 0 は、図 7 ( b ) に示す後板 8 6 に設けられた切除部分 8 7 の面積を「 1 」とすると、図 7 ( a ) に示す前板 8 4 に設けられた切除部分 8 5 の面積は「 0 . 5 」となっている。すなわち、インペラ 8 0 は、後板 8 6 の切除部分 8 7 の面積に比べて、前板 8 4 の切除部分 8 5 の面積の大きさは、1 : 0 . 5 の比率で小さく形成されている。このように、インペラ 8 0 は、後板 8 6 に最大面積の切除部分 8 7 を形成し、前板 8 4 には補助的に切除部分 8 7 よりも小さい所定面積の切除部分 8 5 を形成している。

## 【 0 0 4 5 】

図 7 ( c ) に示すように、図 6 のインペラ 9 0 の前板 9 4 に設けられた切除部分 9 5 は、インペラ 9 0 の回転方向 M の前方部分は外周縁部から羽根 9 3 の湾曲に沿う曲面の前壁 9 5 a に形成されている。また、羽根 9 3 の回転方向 M の後方部分は、外周縁部からインペラ 9 0 の中心方向に向かう切り立った角度の後壁 9 5 b に形成されている。そして、これらの間の部分ではインペラ 9 0 の回転中心を中心とする円弧部分 9 5 c に形成されている。切除部分 9 5 は、前板 9 4 と羽根 9 3 との接続部分(破線部分)から所定の距離を設けて形成されている。インペラ 9 0 の後板 9 6 は図 7 ( b ) と同一であるため、説明は省略する。

40

## 【 0 0 4 6 】

このインペラ 9 0 は、図 7 ( b ) に示す後板 8 6 ( 9 6 ) に設けられた切除部分 8 7 (

50

97)の面積を「1」とすると、図7(c)に示す前板94に設けられた切除部分95の面積は「0.65」となっている。すなわち、インペラ90は、後板96の切除部分97の面積に比べて、前板94の切除部分95の面積の大きさは、1:0.65の比率で小さく形成されている。インペラ90も、後板96に最大面積の切除部分97を形成し、前板94には補助的に切除部分97よりも小さい所定面積の切除部分95を形成している。

#### 【0047】

このように、インペラ80,90の前板84,94における切除部分85,95の面積と後板86,96における切除部分87,97の面積は、後板86,96に面積の大きい切除部分87,97を形成し、前板84,94には後板86,96の切除部分87,97よりも小さい面積の切除部分85,95を形成する、という大小関係となっている。前板84,94の切除部分85,95の大きさと後板86,96の切除部分87,97の大きさは、このような大小関係を保っていれば他の比率にすることができる。前板84,94の切除部分85,95の面積と、後板86,96の切除部分87,97の面積の差により、後述するようにスラスト荷重Gの大きさが所定の大きさとなるように設定することができる。

10

#### 【0048】

しかも、羽根83,93の部分と、前板84,94及び後板86,96の切除部分85,95,87における前壁85a,95a,87a,97aの部分でも流体を押し込むことができ、吐出圧力の向上を図ることができる。

#### 【0049】

(他の実施形態に係るインペラ)

図8は、図4に示すインペラ80とはさらに異なる実施形態のインペラ100を示す前板側からの斜視図である。なお、図8に示すインペラ100は、インペラ80とは、前板104の切除部分105における前壁105aと、後板106の切除部分107における前壁107aの形状が異なる例である。図8のインペラ100において、インペラ80と同一の構成には、インペラ80における符号に「20」を加えた符号を付し、その説明は省略する。

20

#### 【0050】

図8に示すインペラ100は、前板104に設けられた切除部分105の前壁105aが、外周部分では外周縁部からインペラ100の中心方向に向かう切り立った角度で形成されている。また、後板106に設けられた切除部分107の前壁107aも、外周部分では外周縁部からインペラ100の中心方向に向かう切り立った角度で形成されている。これにより、前板104と後板106の切除部分105,107における外周部分には、回転方向Mの前方部分に切り立った前壁105a,107aが形成されている。なお、インペラ100の他の構成はインペラ80と同一であるため、他の構成の説明は省略する。

30

#### 【0051】

このインペラ100によれば、羽根103の回転方向Mの前方部分には外周縁部から前板104の前壁105aと、後板106の前壁107aと、が存在するようになる。しかも、前壁105a,107aは外周部分が外周縁部からインペラ100の中心方向に向かう切り立った角度で形成されているため、インペラ100の回転によって羽根103とともに前壁105a,107aによって流体を押し込む力をさらに大きくすることができる。よって、インペラ100による吐出圧力の更なる向上を図ることができる。

40

#### 【0052】

(磁気浮上式ポンプに作用するスラスト荷重)

図9は、図1に示す磁気浮上式ポンプ1においてインペラ80(90,100)に作用するスラスト荷重の概略を示す図面である。図10(a)は、図4と図6に示すインペラを用いた磁気浮上式ポンプにおける回転数とスラスト荷重の関係を示すグラフであり、図10(b)は、図4と図8に示すインペラを用いた磁気浮上式ポンプにおける回転数と揚程の関係を示すグラフである。図10(a)では、スラスト荷重Gを、前方向きの荷重を(+)、後方向きの荷重を(-)として示している。

50

## 【 0 0 5 3 】

図 9 に示すように、磁気浮上式ポンプ 1 のインペラ 8 0 ( 9 0 , 1 0 0 ) には、前板 8 4 ( 9 4 , 1 0 4 ) の外周部の一部分に切除部分 8 5 ( 9 5 , 1 0 5 ) があり、後板 8 6 ( 9 6 , 1 0 6 ) の外周部の一部分に切除部分 8 7 ( 9 7 , 1 0 7 ) がある。このため、前板 8 4 ( 9 4 , 1 0 4 ) の切除部分 8 5 ( 9 5 , 1 0 5 ) が設けられた部分に作用する流体圧の総和 P F は、図 1 4 に示す前板 1 1 4 に比べて切除部分 8 5 ( 9 5 , 1 0 5 ) の面積分で小さくなる。また、後板 8 6 ( 9 6 , 1 0 6 ) の切除部分 8 7 ( 9 7 , 1 0 7 ) が設けられた部分に作用する流体圧の総和 P R は、図 1 4 に示す後板 1 1 6 に比べて切除部分 8 7 ( 9 7 , 1 0 7 ) の面積分で小さくなる。

## 【 0 0 5 4 】

このように、後板 8 6 ( 9 6 , 1 0 6 ) に大きな面積の切除部分 8 7 ( 9 7 , 1 0 7 ) を設けるとともに、前板 8 4 ( 9 4 , 1 0 4 ) に後板 8 6 ( 9 6 , 1 0 6 ) よりも小さい面積の切除部分 8 5 ( 9 5 , 1 0 5 ) を設けることにより、インペラ 8 0 ( 9 0 , 1 0 0 ) の前板 8 4 ( 9 4 , 1 0 4 ) と後板 8 6 ( 9 6 , 1 0 6 ) とにそれぞれ作用する流体圧による力を適切な値とし、インペラ 8 0 ( 9 0 , 1 0 0 ) には所定のスラスト荷重 G が作用するように制御することができる。

## 【 0 0 5 5 】

図 1 0 ( a ) に示すように、図 4 に示すインペラ 8 0 を備えた磁気浮上式ポンプ 1 によれば、一点鎖線 L 1 で示すようなスラスト荷重とすることができる。また、図 6 に示すインペラ 9 0 を備えた磁気浮上式ポンプ 1 によれば、実線 L 2 で示すようなスラスト荷重とすることができる。なお、二点鎖線 L 3 は、図 1 3 に示す切除部分がないインペラ 2 1 0 を備えた磁気浮上式ポンプ 1 0 0 におけるスラスト荷重を示している。

## 【 0 0 5 6 】

このグラフから、図 4 に示すインペラ 8 0 を用いれば、磁気浮上式ポンプ 1 の運転時におけるスラスト荷重 G をほぼゼロに近い荷重にすることができる。また、図 6 に示すインペラ 9 0 を用いれば、図 4 の示すインペラ 8 0 に比べて前板 9 4 の切除部分 9 5 の面積が増えたことで、前板 9 4 に作用する流体圧の総和 P F が図 4 のインペラ 8 0 に比べて小さくなるので、スラスト荷重 G を ( + ) の方向に少し大きくすることができる。インペラ 9 0 は、切除部分 9 5 の面積を、磁気浮上式ポンプ 1 の運転時におけるスラスト荷重 G が ( + ) 側の適切な値となるようにした一例である。

## 【 0 0 5 7 】

このように、インペラ 8 0 , 9 0 は、後板 8 6 ( 9 6 ) に大きな面積の切除部分 8 7 ( 9 7 ) を設けるとともに、前板 8 4 ( 9 4 ) に適切な小さな面積の切除部分 8 5 ( 9 5 ) を設けている。よって、インペラ 8 0 , 9 0 を備えた磁気浮上式ポンプ 1 によれば、図 1 3 に示す磁気浮上式ポンプ 1 0 0 に比べて、スラスト荷重 G を適切な小さな値にすることが可能となる。

## 【 0 0 5 8 】

また、図 1 0 ( b ) に示すように、図 4 に示すインペラ 8 0 を備えた磁気浮上式ポンプ 1 によれば、一点鎖線 L 5 で示すように、回転数の上昇とともに揚程を上げることができる。そして、図 8 に示すインペラ 1 0 0 を備えた磁気浮上式ポンプ 1 によれば、実線 L 6 で示すように、回転数の上昇とともにインペラ 8 0 に比べてより揚程を上げることができる。このように、インペラ 1 0 0 によれば、前板 1 0 4 の前壁 1 0 4 a と後板 1 0 6 の前壁 1 0 6 a とを切り立った形状としたことで、これらの前壁 1 0 4 a , 1 0 6 a による流体の押し込み力が増して揚程を上げることができる。

## 【 0 0 5 9 】

なお、図 1 0 ( a )、( b ) に示すグラフは、一例の磁気浮上式ポンプ 1 においてインペラ 8 0 , 9 0 , 1 0 0 を用いた場合の例である。磁気浮上式ポンプ 1 の構成が異なる場合、インペラ 8 0 , 9 0 , 1 0 0 に設ける切除部分 8 5 , 8 7 , 9 5 , 9 7 , 1 0 5 , 1 0 7 の面積は、後板 8 6 , 9 6 , 1 0 6 に大きい面積の切除部分 8 7 , 9 7 , 1 0 7 を形成し、前板 8 4 , 9 4 , 1 0 4 には後板 8 6 , 9 6 , 1 0 6 の切除部分 8 7 , 9 7 , 1 0

10

20

30

40

50

7よりも小さい面積の切除部分85, 95, 105を形成する、という大小関係を保って、磁気浮上式ポンプ1に応じて設定すればよい。

【0060】

(実施形態における電流値とスラスト方向軸支持力の関係)

図11は、図1に示す磁気浮上式ポンプ1に作用するスラスト荷重Gとスラスト方向軸支持力Fを模式的に示す図面である。図12は、図1に示す磁気浮上式ポンプ1におけるスラスト方向軸支持力Fとスラスト方向軸支持力調整コイル電流E1との関係を示すグラフである。図12に示す縦軸は、固定磁性壁31から回転部50に向けて生じるスラスト方向軸支持力Fを示している。スラスト方向軸支持力Fは、後向き(後)のスラスト方向軸支持力Fが「+」、前向き(前)のスラスト方向軸支持力Fが「-」となる。図11に示す横軸は、スラスト方向軸支持力調整コイル電流E1を示している。

10

【0061】

図11に示すように、磁気浮上式ポンプ1は、磁気浮上式電動機10の回転部50に対してインペラ80からスラスト荷重Gが作用するが、スラスト方向軸支持力調整コイル61にスラスト方向軸支持力調整コイル電流E1(図12)を付与することでスラスト方向軸支持力Fを生じさせることができる。

【0062】

図12に示すように、図1に示す磁気浮上式ポンプ1によれば、スラスト方向軸支持力調整コイル61に電流を流さない状態でも、後向きとなる「+」のスラスト方向軸支持力Fが発生する。しかし、スラスト方向軸支持力調整コイル61にスラスト方向軸支持力調整コイル電流E1を付与することでスラスト方向軸支持力Fを小さくでき、スラスト方向軸支持力調整コイル電流E1を調整することでスラスト方向軸支持力Fを「約0」にできる。この状態からさらにスラスト方向軸支持力調整コイル電流E1を大きくすれば、スラスト方向軸支持力Fが前向きとなる「-」の状態となる。

20

【0063】

そして、このような磁気浮上式ポンプ1において、インペラ80, 90, 100の前板84, 94, 104に設ける切除部分85, 95, 105の面積と、後板86, 96, 106に設ける切除部分87, 97, 107の面積とを適切な大きさの面積比とすることで、スラスト方向軸支持力Fが「+」側に少し作用した状態の破線Rで示す状態にすることができる。この状態は、インペラ80, 90, 100のスラスト荷重Gが「+」の方向に少し作用した状態であり、この実施形態における磁気浮上式ポンプ1では、スラスト荷重Gと引っ張り合う方向にスラスト方向軸支持力Fを作用させた状態である。この状態は、スラスト方向軸支持力Fが小さく、スラスト方向軸支持力Fを制御するスラスト方向軸支持力調整コイル電流E1が小さいため、制御が安定する。

30

【0064】

インペラ80, 90, 100のスラスト荷重Gが「+」の方向に少し作用した状態とする調整は、上記したようにインペラ80, 90, 100の前板84, 94, 104における切除部分85, 95, 105の面積と後板86, 96, 106における切除部分87, 97, 107の面積との調整によって、任意に制御することができる。よって、構造的な構成によってスラスト荷重Gを適切な大きさにすることが可能となる。

40

【0065】

(総括)

以上のように、上記磁気浮上式ポンプ1によれば、インペラ80, 90, 100の前板84, 94, 104に設ける切除部分85, 95, 105の大きさと後板86, 96, 106に設ける切除部分87, 97, 107の大きさを適切に設定することで、インペラ80, 90, 100に作用するスラスト荷重Gを適切な大きさに制御することが可能となる。すなわち、インペラ80, 90, 100によれば、羽根83, 93, 103は最大径のままで、後板86, 96, 106に大きな切除部分87, 97, 107を設けることでスラスト荷重Gが小さくなるようにし、その上で、前板84, 94, 104に適切な大きさの切除部分85, 95, 105を設けることで、インペラ80, 90, 100に作用す

50

るスラスト荷重Gを適切な大きさにすることが可能となる。

【0066】

しかも、羽根83, 93, 103は最大径であり、その前後に前板84, 94, 104の切除部分85, 95, 105における前壁85a, 95a, 105aと、後板86, 96, 106の切除部分87, 97, 107における前壁87a, 97a, 107aとがある。これにより、これらの羽根83, 93, 103と前壁85a, 95a, 105a, 87a, 97a, 107aとによって流体を押し込むことができ、吐出圧力の向上を図ることができる。よって、磁気浮上式ポンプ1の吐出圧力向上を図りながらスラスト荷重Gを適切な値に調整することが可能となる。

【0067】

(他の実施形態)

上記した実施形態における磁気浮上式ポンプ1は一例であり、他の磁気浮上式ポンプ1に上記インペラ80, 90, 100を備えさせてもよく、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【0068】

また、上記した実施形態におけるインペラ80, 90, 100は一例であり、磁気浮上式ポンプ1の仕様などに応じて、羽根83, 93, 103の数、前板84, 94, 104の切除部分85, 95, 105と後板86, 96, 106の切除部分87, 97, 107の形状、面積比などを設定すればよく、インペラ80, 90, 100は上記した実施形態に限定されるものではない。

【0069】

さらに、上記した実施形態は一例を示しており、本発明の要旨を損なわない範囲で種々の構成を変更してもよく、本発明は上記した実施形態に限定されるものではない。

【符号の説明】

【0070】

- 1 磁気浮上式ポンプ
- 6 吸込み口
- 7 吐出口
- 10 磁気浮上式電動機
- 20 固定部
- 40 モータ部
- 50 回転部
- 60 スラスト方向支持部
- 61 スラスト方向軸支持力調整コイル
- 70 制御部
- 80 インペラ
- 81 開口部
- 83 羽根
- 83a 外周縁部
- 84 前板
- 85 切除部分
- 85a 前壁
- 86 後板
- 87 切除部分
- 87a 前壁
- 90 インペラ
- 94 前板
- 95 切除部分
- 95a 前壁
- 96 後板

10

20

30

40

50

- 9 7 切除部分
- 9 7 a 前壁
- 1 0 0 インペラ
- 1 0 4 前板
- 1 0 5 切除部分
- 1 0 5 a 前壁
- 1 0 6 後板
- 1 0 7 切除部分
- 1 0 7 a 前壁
- G スラスト荷重
- L 1 一点鎖線
- L 2 実線
- L 3 二点鎖線

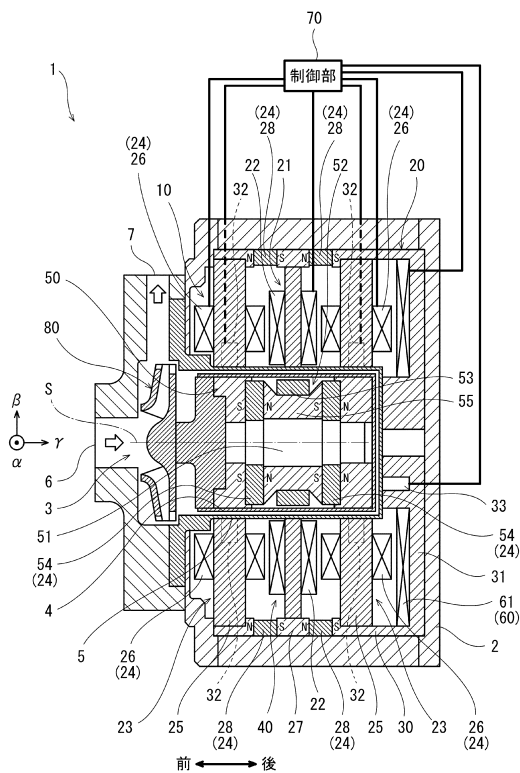
10

【要約】

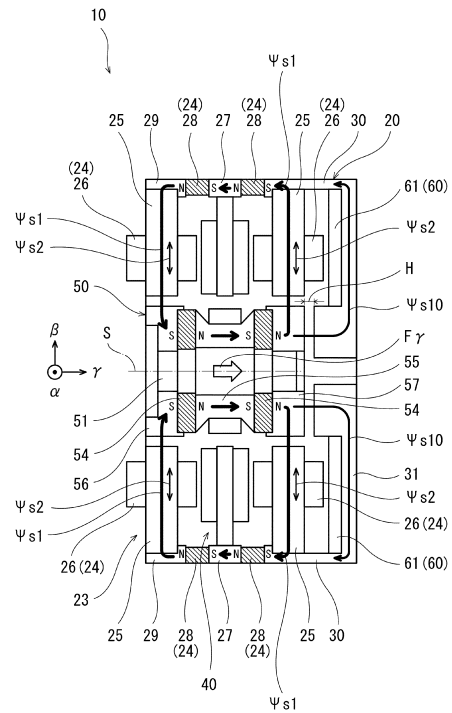
固定部と、固定部の内部に配置され、ラジアル方向支持磁石によって生じさせるラジアル磁束によって固定部の中心に非接触で支持される回転部と、固定部と回転部との間において、固定部に設けられた固定子とこの固定子から離間して回転部に設けられた回転子とから構成されるモータ部と、回転部の軸心の一端側に設けられたインペラと、を備え、インペラは、前板と後板と、前板と後板との間に設けられ、インペラの中心部分から外周縁部まで延びる羽根と、を有し、前板と後板とは、羽根の外周縁部から周方向に所定距離をあけた位置からインペラの中心方向に所定の大きさの切除部分をそれぞれ有し、切除部分は、後板の切除部分の大きさに比べて前板の切除部分の大きさが小さく形成されている。これにより、インペラに作用するスラスト荷重を構造的な構成で適切な大きさに設定できる磁気浮上式ポンプを提供できる。

20

【図 1】

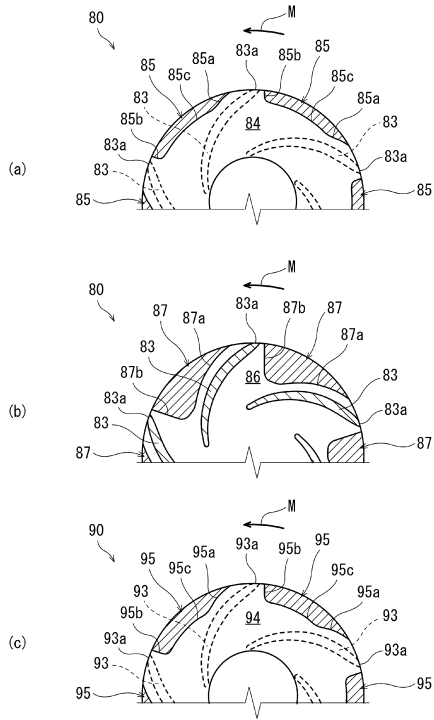


【図 2】

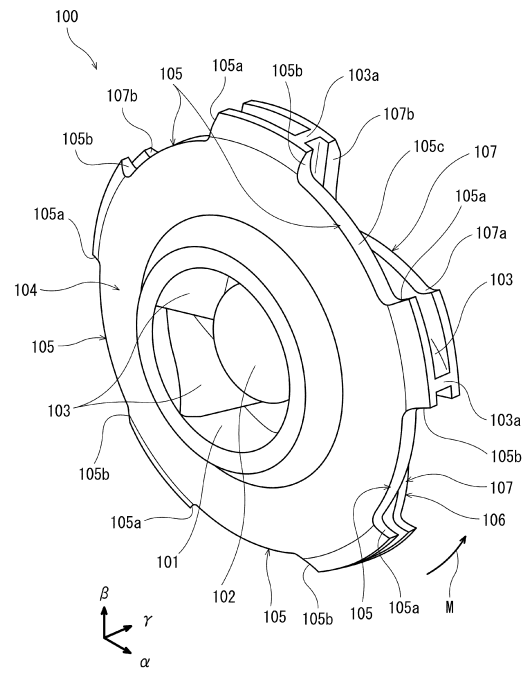




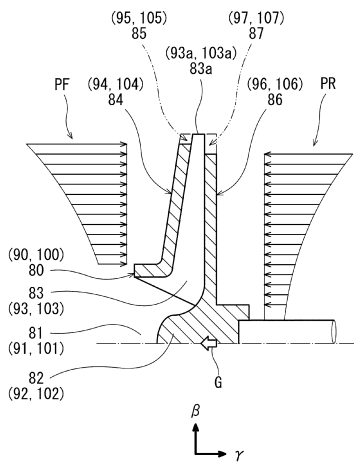
【図7】



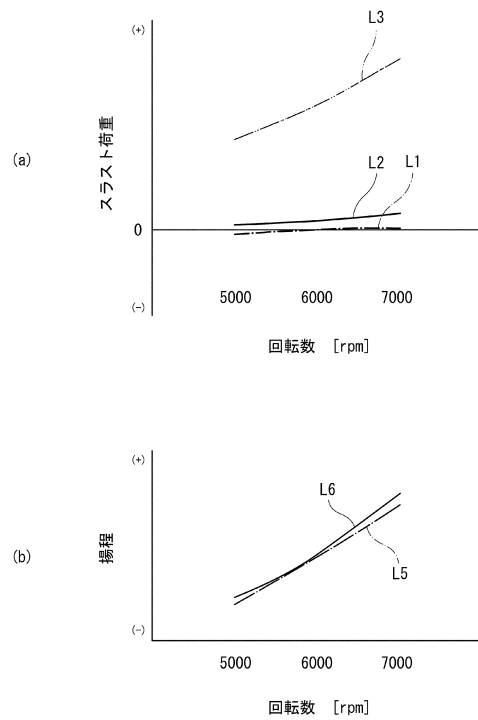
【図8】



【図9】

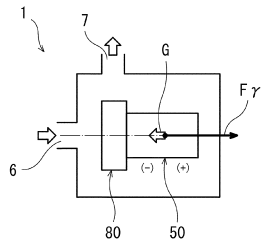


【図10】

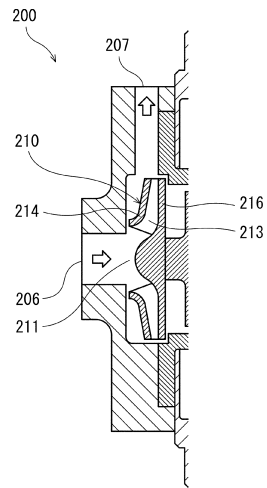




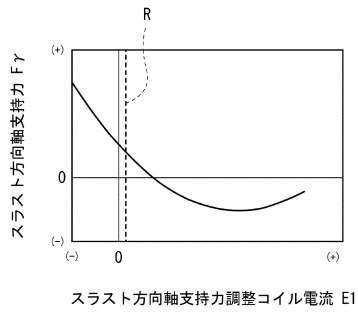
【図 1 1】



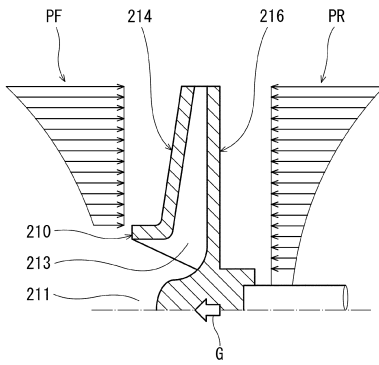
【図 1 3】



【図 1 2】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭49-85602(JP,U)  
実開昭54-93802(JP,U)  
国際公開第2019/058669(WO,A1)  
特表2017-531757(JP,A)  
特開2020-63714(JP,A)  
特開2020-63715(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 15/00  
F04D 29/048  
F04D 29/22