

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2025-503200

(P2025-503200A)

(43)公表日 令和7年1月30日(2025.1.30)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
A 6 1 M 60/825 (2021.01)	A 6 1 M 60/825	3 H 1 3 0
A 6 1 M 60/13 (2021.01)	A 6 1 M 60/13	4 C 0 7 7
A 6 1 M 60/221 (2021.01)	A 6 1 M 60/221	
A 6 1 M 60/237 (2021.01)	A 6 1 M 60/237	
A 6 1 M 60/242 (2021.01)	A 6 1 M 60/242	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全38頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2024-544651(P2024-544651)	(71)出願人	507116684
(86)(22)出願日	令和5年1月25日(2023.1.25)		アピオメド オイローパ ゲーエムベーハー
(85)翻訳文提出日	令和6年9月24日(2024.9.24)		ドイツ 5 2 0 7 4 アーヘン, ノイエン
(86)国際出願番号	PCT/EP2023/051799		ホーフア ベーク 3
(87)国際公開番号	WO2023/144201	(74)代理人	110001210
(87)国際公開日	令和5年8月3日(2023.8.3)		弁理士法人Y K I 国際特許事務所
(31)優先権主張番号	22153924.0	(72)発明者	ケルクホフス ヴォルフアング
(32)優先日	令和4年1月28日(2022.1.28)		ドイツ アーヘン ノイエンホーフア ベ
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		ーク 3 アピオメド オイローパ ゲーエ
			ムベーハー内
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW), EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES, FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV	(72)発明者	キーセリッツ エレン
	最終頁に続く		ドイツ アーヘン ノイエンホーフア ベ
		(72)発明者	ーク 3 アピオメド オイローパ ゲーエ
			ムベーハー内
		(72)発明者	ベーニング フィーテ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 血液ポンプ

(57)【要約】

本発明は、血液ポンプ10、特に血管内血液ポンプに関する。血液ポンプ10は、通路18によって接続された血流入口14および血流出口16を有するポンプハウジング12と、前記ポンプハウジング12内に配置されたインペラ20と、インペラ20を駆動するように構成された駆動ユニット26と、インペラ20を回転可能に支持する軸受装置40、42とを備え、軸受装置40、42は、少なくとも1つのピボット軸受40を備える。

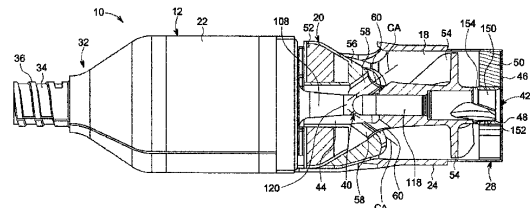


FIG. 5

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

血液ポンプ（10）、特に血管内血液ポンプであって、
通路（18）によって接続された血流入口（14）と血流出口（16）とを有するポンプハウジング（12）と、

前記ポンプハウジング（12）内に配置されたインペラ（20）と、

前記インペラ（20）を駆動するように構成された駆動ユニット（26）と、

前記インペラ（20）を回転可能に支持する軸受装置（40、42）と

を備え、

前記軸受装置（40、42）は、少なくとも1つのピボット軸受（40）を備えることを特徴とする血液ポンプ（10）。 10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の血液ポンプ（10）であって、

前記ピボット軸受（40）は、第1のピボット軸受部材（118）と第2のピボット軸受部材（120）とを備え、前記第1のピボット軸受部材（118）は、前記第2のピボット軸受部材（120）に対して枢動可能であり、

前記第1のピボット軸受部材（118）は、第1の当接部（122）を備え、前記第2のピボット軸受部材（120）は、第2の当接部（132）を備え、

前記第1のピボット軸受部材（118）の前記第1の当接部（122）は、前記第2のピボット軸受部材（120）の前記第2の当接部（132）に少なくとも部分的に接触することを特徴とする血液ポンプ（10）。 20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の血液ポンプ（10）であって、

前記第1のピボット軸受部材（118）の前記第1の当接部（122）は、球状部（124）を備え、前記第2のピボット軸受部材（120）の前記第2の当接部（132）は、第1の球状キャップ（134）を備え、

前記球状部（124）は、前記第1の球状キャップ（134）に当接し、

前記球状部（124）は、好ましくは第1の半径を有し、前記第1の球状キャップ（134）は、好ましくは第2の半径を有し、

前記第2の半径は、好ましくは前記第1の半径よりも大きいことを特徴とする血液ポンプ（10）。 30

【請求項 4】

請求項 3 に記載の血液ポンプ（10）であって、

前記第1のピボット軸受部材（118）は、支持要素（128）とボール（126）とを備え、前記ボール（126）は、前記支持要素（128）に当接し、前記球状部（124）を備え、

前記支持要素（128）は、好ましくは第3の半径を有する第2の球状キャップ（136）を備え、前記ボール（126）は、好ましくは前記第2の球状キャップ（136）に当接し、前記第3の半径は、好ましくは前記第1の半径よりも大きいことを特徴とする血液ポンプ（10）。 40

【請求項 5】

請求項 4 に記載の血液ポンプ（10）であって、

前記ボール（126）は、前記支持要素（128）に固定されることを特徴とする血液ポンプ（10）。

【請求項 6】

請求項 2 から 5 のいずれか 1 項に記載の血液ポンプ（10）であって、

前記第1のピボット軸受部材（118）の前記第1の当接部（122）は、少なくとも1つの第1の切り欠き（138）、好ましくは、前記第1の当接部（122）の円周に沿って均等に分布される複数の第1の切り欠き（138）を備えることを特徴とする血液ポンプ（10）。

【請求項 7】

請求項 2 から 6 のいずれか 1 項に記載の血液ポンプ (1 0) であって、

前記第 2 のピボット軸受部材 (1 2 0) の前記第 2 の当接部 (1 3 2) は、少なくとも 1 つの第 2 の切り欠き (1 4 0)、好ましくは、前記第 2 の当接部 (1 3 2) の円周に沿って均等に分布される複数の第 2 の切り欠き (1 4 0) を備えることを特徴とする血液ポンプ (1 0)。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の血液ポンプ (1 0) であって、

前記少なくとも 1 つの第 2 の切り欠き (1 4 0) の軸方向拡張部は、前記第 2 のピボット軸受部材 (1 2 0) の主軸に非平行であるか、または、前記少なくとも 1 つの第 2 の切り欠き (1 4 0) の前記軸方向拡張部は、前記第 2 のピボット軸受部材 (1 2 0) の前記主軸に平行であることを特徴とする血液ポンプ (1 0)。

10

【請求項 9】

請求項 1 または 2 に記載の血液ポンプ (1 0) であって、

前記第 1 のピボット軸受部材 (1 1 8) は、前記第 1 の当接部 (1 2 2) から延在するスロット (1 4 9) を備え、かつ/または、

前記スロット (1 4 9) は、前記第 1 のピボット軸受部材 (1 1 8) の前記第 1 の当接部 (1 2 2) を 2 つの部分に分割し、かつ/または、

前記スロット (1 4 9) は、前記第 1 のピボット軸受部材 (1 1 8) の回転により、前記スロットの一方の側面から前記スロットの他方の側面へのポンプ作用が生じるように構成されることを特徴とする血液ポンプ (1 0)。

20

【請求項 10】

請求項 1、2、または 9 のいずれか 1 項に記載の血液ポンプ (1 0) であって、

前記第 1 のピボット軸受部材 (1 1 8) の前記第 1 の当接部 (1 2 2) は、第 1 の球状キャップ (1 3 4) を備え、

前記第 2 のピボット軸受部材 (1 2 0) の前記第 2 の当接部 (1 3 2) は、第 1 の球状部 (1 2 4) を備えることを特徴とする血液ポンプ (1 0)。

【請求項 11】

請求項 2 から 10 のいずれか 1 項に記載の血液ポンプ (1 0) であって、

前記インペラ (2 0) は、その内部に軸受収容部 (4 4) と、前記通路 (1 8) を前記軸受収容部 (4 4) と接続する少なくとも 1 つの開口部 (5 8) とを備え、前記ピボット軸受 (4 0) は、前記軸受支持部 (4 4) 内に少なくとも部分的に配置され、かつ/または、

30

前記開口部 (5 8) は、前記第 2 のピボット軸受部材 (1 2 0) の前記第 2 の当接部 (1 3 2) のほうに、もしくは前記第 1 のピボット軸受部材 (1 1 8) の前記スロット (1 4 9) のほうに向いている中心軸 (C A) を有することを特徴とする血液ポンプ (1 0)。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の血液ポンプ (1 0) であって、

前記インペラ (2 0) は、本体 (5 6) と、前記本体 (5 6) の外周面から螺旋状に突出している少なくとも 1 つの一次ブレード (5 4) とを備え、前記開口部 (5 8) は、前記本体 (5 6) の前記外周面上に設けられた入口 (6 0) を備え、前記少なくとも 1 つの一次ブレード (5 4) の少なくとも一部は、前記本体 (5 6) の前記円周方向に、前記入口 (6 0) に接して配置されることを特徴とする血液ポンプ (1 0)。

40

【請求項 13】

請求項 2 から 12 のいずれか 1 項に記載の血液ポンプ (1 0) であって、

前記第 1 のピボット軸受部材 (1 1 8) は、前記インペラ (2 0) に取り付けられ、前記第 2 のピボット軸受部材 (1 2 0) は、前記ポンプハウジング (1 2) に取り付けられることを特徴とする血液ポンプ (1 0)。

【請求項 14】

50

請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の血液ポンプ (10) であって、

前記軸受装置 (40、42) は、少なくとも 1 つのラジアル軸受 (42) をさらに備え、前記ピボット軸受 (40) は、前記インペラ (20) の 1 つのポイントにおいて前記ポンプハウジング (12) に対して前記インペラ (20) を回転可能に支持し、前記ラジアル軸受 (42) は、前記インペラ (20) の別のポイントにおいて前記ポンプハウジング (12) に対して前記インペラ (20) を回転可能に支持し、

前記駆動ユニット (26) は、前記ポンプハウジング (12) に対して前記インペラ (20) を回転可能に駆動するように構成された非接触電磁駆動ユニットであり、

前記駆動ユニット (26) は、前記インペラ (20) 上に引力をさらに確立することを特徴とする血液ポンプ (10)。

10

【請求項 15】

請求項 14 に記載の血液ポンプ (10) であって、

前記ラジアル軸受 (42) は、第 1 のラジアル軸受部材 (150) と第 2 のラジアル軸受部材 (152) とを備え、

前記第 1 のラジアル軸受部材 (150) は、前記インペラ (20) に取り付けられ、前記第 2 のラジアル軸受部材 (152) は、前記ポンプハウジング (12) に取り付けられ、

前記第 1 のラジアル軸受部材 (150) は、カラー (154) を備え、

前記カラー (154) は、前記第 1 のラジアル軸受部材 (150) の外周面から少なくとも部分的に円周方向に延在し、

20

前記カラー (154) は、前記第 2 のラジアル軸受部材 (152) に隣接して設けられ、隙間 (G) は、前記カラー (154) と前記第 2 のラジアル軸受部材 (152) との間に軸方向に形成されることを特徴とする血液ポンプ (10)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、血液ポンプに関する。特に、本発明は、患者の血管内の血流をサポートするために患者の血管内に経皮的に挿入するための血管内血液ポンプに関する。血液ポンプはまた、心臓内血液ポンプまたは任意の他の種類の心室補助装置であってもよい。

【背景技術】

30

【0002】

さまざまな血管ポンプは、例えば、軸流血液ポンプ、遠心（すなわち放射流）血液ポンプ、または血流が軸方向力および半径方向力によって生じる混合型血液ポンプなどの従来技術で知られている。そのような血管ポンプは、心臓から動脈、例えば大動脈内への血流をサポートするために患者の心臓内に導入することができる。血液ポンプは、カテーテル処置などによって、血管系を介して心臓手術中に経皮的に導入することができる。血液ポンプが配置された後、血液は、血液ポンプによって左心室から大動脈内へ送り出され、適切な全身血流を回復させる。したがって、血液ポンプは、典型的には、通路によって接続された血流入口および血流出口を有するポンプハウジングと、前記ポンプハウジング内に配置されたインペラの形態のポンプ要素と、インペラを駆動するように構成された駆動ユニットとを備える。合致する血液ポンプは、例えば、国際公開第 2021/043776 (A1) 号で知られている。

40

【0003】

国際公開第 2021/043776 (A1) 号に開示されている血液ポンプは、インペラを非接触で駆動するように構成された駆動ユニットを備える。したがって、インペラは、ステータ内の電氣的に磁化された領域に隣接して配置された磁石を備えるという点で (in that)、ステータに磁氣的に結合されている。インペラの磁石とステータ内の磁化された領域との間の引力に基づいて、回転をインペラに伝達することができる。特に、制御された方法で制御ユニットがステータに適切な電圧を印加するという点で、インペラを回転させるステータ内に回転磁界が設けられる。

50

【0004】

インペラの回転中の摩擦損失を最小限に抑え、安全な半径方向の走行を可能にするために、インペラは、間隔をあけた地点において軸受を介して支持される。さらに、軸受は、例えば、血液粒子の凝固または沈殿によって生じた同心度からの一定のずれを許容するように構成する必要がある。したがって、使用される軸受は、軸受の意図された寿命をさらに考慮して、血液粒子の付着を極めて最小限に抑えるように構成される。

【0005】

この点に関して、インペラは、一般に、10,000rpm超および最大30,000rpmのピークで連続的に回転しながら、血液ポンプは、数週間または数カ月間、患者の体内に置かれてもよいということをさらに考慮すべきである。したがって、軸受は、高負荷にさらされ、血液粒子は、軸受の正しい機能をさらに損なう可能性がある。したがって、本発明の目的は改良された軸受装置を提供することである。

10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による血液ポンプは、上述の血液ポンプに対応するものであってもよい。したがって、血液ポンプは、血管内血液ポンプまたは心臓内血液ポンプであってもよい。第1の態様によれば、血液ポンプは、通路によって接続された血流入口および血流出口を有するポンプハウジングと、ポンプ要素、特にインペラと、インペラを駆動するように構成された駆動ユニットとを備える。インペラは、ポンプハウジング内に配置される。血液ポンプは、インペラを回転可能に支持する軸受装置をさらに備える。軸受装置は、少なくとも1つのピボット軸受を備える。ピボット軸受は、ポンプハウジングに対するインペラの回転中の同心度からの一定のずれを許容する。

20

【0007】

好ましくは、ピボット軸受は、第1のピボット軸受部材と第2のピボット軸受部材とを備える。第1のピボット軸受部材は、第2のピボット軸受部材に対して枢動可能であり、第1のピボット軸受部材は第1の当接部を備え、第2のピボット軸受部材は第2の当接部を備える。第1のピボット軸受部材の第1の当接部は、第2のピボット軸受部材の第2の当接部に少なくとも部分的に接触する。第1のピボット軸受部材の第1の当接部は、第1の接触部であってもよい。第2のピボット軸受部材の第2の当接部は、第2の接触部であってもよい。第1のピボット軸受部材の第1の当接部と第2のピボット軸受部材の第2の当接部との間の接触は、好ましくは、点接触である。点接触により、インペラの回転中の全体的な摩耗および機械的応力が低減される。これに関連して、本明細書で使用されている「少なくとも部分的に」または「部分的に」という用語は、それぞれ、部分的という意味と、全体的または完全という意味の両方があることに言及しなければならない。

30

【0008】

好ましくは、第1のピボット軸受部材の第1の当接部は、球状部を備える。第2のピボット軸受部材の第2の当接部は、第1の球状キャップを備えることができ、球状部は、第1の球状キャップに当接または接触することができる。第1の球状キャップは、第1のキャロット(calloste)であってもよい。球状部は、凸面を備えていてもよく、第1の球状キャップは、凹面を備えていてもよい。球状部と第1の球状キャップとを備えるピボット軸受は、インペラの回転中、滑らかに動き、その重心がインペラの回転軸上にあるので、さらにセルフセンタリング(self-centering)である。

40

【0009】

好ましくは、球状部は、第1の半径を有し、第1の球状キャップは、第2の半径を有する。第2の半径は、第1の半径よりも大きくてもよい。これにより、ピボット軸受のセルフセンタリング能力は、さらに向上する。さらに、球状部と第1の球状キャップとの間の点接触が確立される。

【0010】

好ましくは、第1のピボット軸受部材は、支持要素とボールとを備え、ボールは、支持

50

要素に当接することができる。ボールは、球状部を備える。ボールは、支持要素から分離していてもよく、または、支持要素と一体的に形成されていてもよい。したがって、第1のピボット軸受部材は、製造が容易である。

【0011】

好ましくは、支持要素は、第3の半径を有する第2の球状キャップを備える。ボールは、第2の球状キャップに当接していてもよく、第3の半径は、第1の半径よりも大きくてもよい。第2の球状キャップは、第2のキャロットであってもよい。第2の球状キャップは、凹面を備えていてもよい。ボールが第2の球状キャップに対して自由に回転可能である場合、第1のピボット軸受部材と第2のピボット軸受部材との間で、枢動運動の増加が起り得る。

10

【0012】

ボールは、支持要素に固定することができる。ボールは、接着剤によって、または、適切な接続要素、例えば、取付ピンによって固定することができる。したがって、第1のピボット軸受部材は、製造が容易である。これにより、ピボット軸受ひいては血液ポンプの組立てがさらに容易になる。

【0013】

好ましくは、第1のピボット軸受部材の第1の当接部は、少なくとも1つの切り欠き、好ましくは、複数の第1の切り欠きを備える。複数の第1の切り欠きは、第1の当接部の円周に沿って均等に分布し得る。好ましくは、第2のピボット軸受部材の第2の当接部は、少なくとも1つの第2の切り欠き、好ましくは、複数の第2の切り欠きを備える。複数の第2の切り欠きは、第2の当接部の円周に沿って均等に分布し得る。インペラの回転中、血流は、血流入口と血流出口との間で確立される。血流の一部は、ピボット軸受を通過するように方向付けられ、切り欠きは、ピボット軸受のすすぎおよび冷却を向上させるための流体バイパスとして機能する。

20

【0014】

好ましくは、少なくとも1つの第2の切り欠きの軸方向拡張部は、第2のピボット軸受部材の主軸に非平行であるか、または、少なくとも1つの第2の切り欠きの軸方向拡張部は、第2のピボット軸受部材の主軸に平行である。必要に応じて、少なくとも1つの第2の切り欠きは、ピボット軸受を最適にすすいで冷却するために、第2のピボット軸受部材の主軸に対して傾斜することができる。一般に、第2のピボット軸受部材の主軸は、インペラの回転軸と一致する。

30

【0015】

一実施形態では、第1のピボット軸受部材は、第1の当接部から延在するスロットを備える。好ましくは、スロットは、第1のピボット軸受部材の第1の当接部を2つの部分に分割する。この実施形態では、第1のピボット軸受部材の第1の当接部は、好ましくは、第1の球状キャップを備え、第2のピボット軸受部材の第2の当接部は、第1の球状部を備える。

【0016】

特に、スロットは、第1のピボット軸受部材の回転により、スロットの一方の側面からスロットの他方の側面へのポンプ作用が生じるように構成することができる。スロットは、好ましくは、2つの平行側面によって区切られる。好ましくは、2つの側面は、互いに対して平行、かつ/または、支持要素の中間面に対して平行である。特に、スロットは、スロットの全長にわたり、支持要素の直径全体にわたって延在していない。第1の当接部に面するスロットの第1のセクションでは、スロットは、支持要素の直径全体にわたって延在してもよい。したがって、スロットは、好ましくは、スロットの第1のセクションでは、支持要素の両側面に延在する。スロットの第2のセクションでは、スロットは、支持要素の一方の側面にのみ延在する。特に、スロットのスロット幅は、第1の当接部から離れる方向に徐々に狭くなる。

40

【0017】

好ましくは、インペラは、その内部に軸受収容部を備える。少なくとも1つの開口部は

50

、通路を軸受収容部と接続することができ、ピボット軸受は、軸受支持部内に少なくとも部分的に配置される。したがって、インペラの回転中に確立された血流の一部は、開口部を通過して軸受収容部に案内され、軸受収容部内に収容されたピボット軸受をすすいで冷却することができる。

【0018】

好ましくは、開口部は、第2のピボット軸受部材の第2の当接部のほうに向いている中心軸を有する。したがって、第1の当接部が第2の当接部に接触しているとき、中心軸も、第1のピボット軸受部材の第1の当接部に向いている。したがって、開口部を通過して軸受収容部に入る血流の一部は、インペラの回転中に互いに対して回転する第1および第2の当接部に向かって方向付けられる。したがって、軸受収容部に入る血流は、軸受部材の極めて重要な部分を冷却してすすぎ、その部分では、血液が凝固することがあり、血液粒子が沈殿することがあり、熱が発生する。

10

【0019】

好ましくは、インペラは、本体と、本体の外周面から螺旋状に突出している少なくとも1つの一次ブレードとを備え、開口部は、本体の外周面上に設けられた入口を備える。少なくとも1つの一次ブレードの少なくとも一部は、本体の円周方向に、入口に接して配置され得る。言い換えれば、入口は、少なくとも1つの一次ブレードの軸方向拡張部内で円周方向に配置される。これにより、インペラの回転によって運搬される血液の十分な部分が、入口を通過して軸受収容部に入ることが保証される。

【0020】

第1のピボット軸受部材は、インペラに取り付けることができ、第2のピボット軸受部材は、ポンプハウジングに取り付けることができる。ピボット軸受部材は、接着剤によって取り付けることができる。さらに、または代わりに、ピボット軸受部材は、圧入によって取り付けることができる。

20

【0021】

一実施形態では、軸受装置は、少なくとも1つのラジアル軸受をさらに備え、ピボット軸受は、インペラの1つのポイントにおいてハウジングに対してインペラを回転可能に支持し、ラジアル軸受は、インペラの別のポイントにおいてハウジングに対してインペラを回転可能に支持する。駆動ユニットは、ハウジングに対してインペラを回転可能に駆動するように構成された非接触電磁駆動ユニットであってもよい。駆動ユニットは、インペラ上に引力を確立することができる。したがって、インペラは、回転磁界が、インペラを駆動するための駆動ユニット内に確立されるという点で、駆動ユニットと相互作用する磁石を備えることができる。引力は、軸方向力が通常の動作状態の間にラジアル軸受に作用しないように、血流入口から離れる方向でインペラに作用する。したがって、ラジアル軸受に作用する負荷は、低減する。

30

【0022】

好ましくは、ラジアル軸受は、第1のラジアル軸受部材と第2のラジアル軸受部材とを備え、第1のラジアル軸受部材は、インペラに取り付けられ、第2のラジアル軸受部材は、ポンプハウジングに取り付けられる。第1のラジアル軸受部材は、カラーを備えることができる。カラーは、第1のラジアル軸受部材の外周面から少なくとも部分的に円周方向に延在することができる。カラーは、第2のラジアル軸受部材に隣接して設けることができ、間隙を、カラーと第2のラジアル軸受部材との間に軸方向に形成することができる。したがって、カラーは、通常の動作状態の間、第2のラジアル軸受部材に接触しない。しかしながら、インペラが（例えば、故障によって）軸方向に移動する場合に、カラーは、ポンプハウジングに対するインペラの軸方向の移動を制限する緊急当接カラーを作動する。したがって、インペラまたはポンプハウジングの起こり得る損傷が防がれる。

40

【0023】

ラジアル軸受部材は、接着剤によって取り付けることができる。さらに、または代わりに、ラジアル軸受部材は、圧入によって取り付けることができる。

【0024】

50

前述の概要および好ましい実施形態の以下の詳細な説明は、添付図面と併せて読むと、よりよく理解されるであろう。本開示を例証する目的で、図面を参照する。しかしながら、本開示の範囲は、図面に開示された特定の実施形態に限定されない。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】血液ポンプの概略斜視図である。

【図2】図1の血液ポンプの別の概略斜視図である。

【図3】図1の血液ポンプのカテーテル取付部の詳細な概略図である。

【図4】図1の血液ポンプの概略側面図である。

【図5】図1の血液ポンプの部分的な概略断面図である。

10

【図6】図1の血液ポンプのインペラの概略側面図である。

【図7】図6のインペラの概略背面図である。

【図8】インペラの代替的な実施形態の概略背面図である。

【図9】図1の血液ポンプの駆動ユニットケーシングおよび駆動ユニットの概略断面図である。

【図10】図1の血液ポンプのステータおよび絶縁アセンブリの概略分解図である。

【図11】図9の駆動ユニットケーシングのインペラ支持部の代替的な実施形態の概略断面図である。

【図12】ピボット軸受の概略詳細図である。

【図13】ピボット軸受の代替的な実施形態の概略詳細図である。

20

【図14】ピボット軸受のさらなる代替的な実施形態の概略詳細図である。

【図15】ピボット軸受のさらなる代替的な実施形態の概略詳細図である。

【図16】第2のピボット軸受部材の概略詳細図である。

【図17】第2のピボット軸受部材の代替的な実施形態の概略詳細図である。

【図18】第2のピボット軸受部材のさらなる代替実施形態の概略詳細図である。

【図19】ピボット軸受のさらなる代替的な実施形態の断面としての概略詳細図である。

【図20】図19のインペラが90°回転した状態の図である。

【図21】図19の第1のピボット軸受部材および第2のピボット軸受部材の概略詳細図である。

【図22】ラジアル軸受の概略詳細図である。

30

【図23】ラジアル軸受のさらなる概略詳細図である。

【図24】ラジアル軸受の第2のラジアル軸受部材の概略斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

血液ポンプおよびポンプハウジング

最初に図1、図2および図4を参照すると、血液ポンプ10の概略斜視図および概略側面図が示されている。この実施形態では、血液ポンプ10は、カテーテルポンプとしても知られる血管内ポンプである。血液ポンプ10は、通路18によって接続された血流入口14および血流出口16を有するポンプハウジング12を備える（例えば、図5参照）。ここで、血流出口16は、ポンプハウジング12の円周に沿って均等に分布する複数の開口部で構成される。ポンプハウジング12は、駆動ユニットケーシング22およびインペラケーシング24と、ポンプハウジング12内すなわちインペラケーシング24内に配置されたインペラ20とで構成される。駆動ユニットケーシング22およびインペラケーシング24は、チタンまたはチタン合金でできており、チタンまたはチタン合金は、高い機械的強度を提供するので、薄い厚さの駆動ユニットケーシング22およびインペラケーシング24の製造が可能になる。さらに、チタンは、生体適合性にも優れている。駆動ユニットケーシング22およびインペラケーシング24は、例えば接着により接続される。血流入口14および血流出口16は、いずれもインペラケーシング24上に設けられている。駆動ユニット26（例えば、図9参照）は、駆動ユニットケーシング22内に配置されている。駆動ユニット26の特徴は、以下により詳細に説明される。

40

50

【 0 0 2 7 】

インペラケーシング 2 4 は、駆動ユニットケーシング 2 2 の反対側の軸方向端部にカニユーレ取付部 2 8 を備える。カニユーレ取付部 2 8 は、従来の方法でカニユーレ（図示せず）を受容するように構成される。カテーテル 3 0 は、駆動ユニットケーシング 2 2 のカテーテル取付部 3 2 に取り付けられる。カテーテル 3 0 が除去された状態の図 3 の詳細図に示すように、カテーテル取付部 3 2 は、その外周面に、実質的に雄ねじに相当するねじ切り構造 3 6 を有する管状部 3 4 を備える。ねじ切り構造 3 6 は、血液ポンプ 1 0 のカテーテル 3 0 のニチノールコイル 3 8 の形態で、螺旋状部材にねじ係合するように構成される。特に、カテーテル 3 0 のニチノールコイル 3 8 は、カテーテル 3 0 をポンプハウジング 1 2 に取り付けるために、ねじ切り構造 3 6 上にねじ込まれる。

10

【 0 0 2 8 】

インペラ

図 5 は、図 4 に示す線 A - A に沿った部分断面を示している。ここで、インペラケーシング 2 4 およびインペラ 2 0 のみが断面で示されている。インペラ 2 0 は、インペラケーシング 2 4 内に配置され、軸受装置 4 0、4 2 によって回転軸 X（図 4 参照）を中心に回転可能であるという点で、通路 1 8 に沿って血液を運搬するように構成される。回転軸 X は、ポンプハウジング 1 2 の中心軸と一致する。ここで、軸受装置 4 0、4 2 は、ピボット軸受 4 0 の形態の第 1 の軸受 4 0 と、ラジアル軸受 4 2 の形態の第 2 の軸受 4 2 とを備える。インペラ 2 0 は、その内部に軸受収容部 4 4 を有する本体 5 6 を備える。ピボット軸受 4 0 は、以下により詳細に説明されるように、軸受収容部 4 4 内に部分的に配置される。ピボット軸受 4 0 により、ポンプハウジング 1 2 に対するインペラ 2 0 の一定量のピボット運動が可能になる。

20

【 0 0 2 9 】

ラジアル軸受 4 2 は、インペラケーシング 2 4 のクラウン 4 6 で支持されている。クラウン 4 6 は、血流入口 1 4 に隣接して設けられており、複数の接続アーム 5 0 によってインペラケーシング 2 4 の内周面に接続された中央管状部 4 8 を備える。この実施形態では、合計 3 つの接続アーム 5 0 が設けられ、それらは、クラウン 4 6 の中央管状部 4 8 の円周に沿って均等に分布している。もちろん、2 つのみ、または 3 つを超える接続アーム 5 0 が設けられることも考えられる。

【 0 0 3 0 】

インペラ 2 0 は、一方の軸方向端部、すなわち駆動ユニットケーシング 2 2 のほうに向いている端部に、複数の磁石 5 2 を備える。インペラ 2 0 の回転は、以下により詳細に説明されるように、インペラ 2 0 に磁氣的に結合された駆動ユニット 2 6 によって引き起こされる。

30

【 0 0 3 1 】

インペラ 2 0 が回転軸 X を中心に回転するとき、血液は、血流入口 1 4 から通路 1 8 を介して血流出口 1 6 へ運搬される。したがって、少なくとも 1 つの一次ブレード 5 4 は、インペラ 2 0 の本体 5 6 の外周面から螺旋状に突出している。この実施形態では、2 つの一次ブレード 5 4 が設けられる。一次ブレード 5 4 は、通路 1 8 に沿って一次血流を生じさせる。

40

【 0 0 3 2 】

インペラ 2 0 は、通路 1 8 を軸受収容部 4 4 と接続する少なくとも 1 つの開口部 5 8 をさらに備える。ここで、2 つの開口部 5 8 は、いずれも、インペラ 2 0 の本体 5 6 の外周面に設けられた入口 6 0 を備えて、設けられている。図 5 および図 6 に示すように、入口 6 0 は、一次ブレード 5 4 の軸方向拡張部内に円周方向に設けられている。言い換えれば、一次ブレード 5 4 の少なくとも一部は、インペラ 2 0 の本体 5 6 の円周方向に、入口 6 0 に隣接して設けられている。各開口部 5 8 は、ピボット軸受 4 0 のほうに向いている中心軸 C A を有する。

【 0 0 3 3 】

さらに、インペラは、駆動ユニットケーシング 2 2 のほうに向いているケーシング側の

50

端部 62 を有する (図 7 参照) 。複数の二次ブレード 64 は、ケーシング側の端部 62 から、駆動ユニットケーシング 22 の方向に突出している。二次ブレード 64 は、二次血流を生じさせる。二次ブレード 64 は、インペラ 20 の回転軸 X に対して非半径方向に延在する。

【 0034 】

図 7 に示す実施形態に関して、二次ブレード 64 はそれぞれ、基本円 BC (BC : base circle) 上に位置する基点 BP (BP : base point) と、終了円 EC (EC : end circle) 上に位置する終点 EP (EP : end point) とを有する (図 7 では、基点 BP および終点 EP は、二次ブレード 64 のうちの 1 つについてのみ示されている) 。基点 BP は、二次ブレード 64 の半径方向の最も内側の点であり、終点 EP は、二次ブレード 64 の半径方向の最も外側の点である。基本円 BC および終了円 EC は、共通の中心点 CCP (CCP : common center point) を有し、中心点 CCP を通って回転軸 X が伸びている。二次ブレード 64 の各々の基点 BP と終点 EP とを接続する直線 SL (SL : straight line) は、共通の中心点 CCP を通って伸びていない。したがって、複数の二次ブレード 64 の各々は、直線 SL に対して湾曲している。

10

【 0035 】

図 8 は、二次メインブレード 64 と追加の二次補助ブレード 65 とを備える代替的な実施形態を示す。二次補助ブレード 65 は、二次メインブレード 64 と比較して半径方向により短く、インペラ 20 のケーシング側の端部 62 の半径方向外側端部の円周上にあるように設けられる。

20

【 0036 】

駆動ユニットおよび駆動ユニットケーシング

ここで図 9 および図 10 を参照すると、駆動ユニット 26 がより詳細に説明される。上述のように、駆動ユニット 26 は、駆動ユニットケーシング 22 内に配置される (図 9 参照) 。駆動ユニット 26 は、ステータ 66 と絶縁アセンブリ 68 とを備える。駆動ユニット 22 は、インペラ 20 の磁石 52 と相互作用してインペラ 20 を回転軸 X の周りで回転させる回転磁界を設けるように構成される。

【 0037 】

したがって、ステータ 66 は、複数のポスト 70 と、ポスト 70 の周りに配置された複数のコイル巻線 72 とを備える。複数のポスト 70 は、インペラ 20 の回転軸 X に対して平行に配置される。コイル巻線 72 は、制御要素 (例えば、プリント回路基板 74) によって順次制御され、既知の方法で回転磁界を生成する。磁束を強化するために、ステータ 66 は、カテーテル側の端部 78 上、すなわち、組み立て状態において駆動ユニットケーシング 22 のカテーテル取付部 32 に向いているステータ 66 の側部上に設けられたバックプレート 76 をさらに備える。

30

【 0038 】

さらに、ステータ 66 は、半径方向に延在するバックボーン脚部 82 を有するバックボーン 80 を備える。バックボーン脚部 82 は、複数のポスト 70 のうちの 1 つを隣接するポストから離間させ、したがって、バックボーン脚部 82 の数は、ポスト 70 の数に等しい。バックボーン脚部 82 は、ポスト 70 を互いに円周方向に離間させる。ここで、バックボーン 80 は、星形である。ステータ 66 の組み立て状態において、バックボーン 80 は、バックプレート 76 とコイル巻線 72 との間に挟まれる。複数のポスト 70、バックプレート 76、およびバックボーン 80 は、電磁鋼などの軟磁性材料、または適切な合金、好ましくはコバルト鋼で構成される。好ましくは、複数のポスト 70、バックプレート 76 およびバックボーン 80 は、同一の材料で構成される。図示の実施形態では、6 つのポスト 70 が設けられているが、ポスト 70 の数は、もちろん、これに限定されない。

40

【 0039 】

絶縁アセンブリ 68 は、スペーサ 84 と、フロントプレート 86 と、フロントシート 88 とを備える。スペーサ 84 およびフロントプレート 86 は、スペーサアセンブリ 90 を

50

構成していると考えられてもよい。スペーサ 84 は、円周方向および軸方向に延在する管状部 92 を有する。駆動ユニット 26 の組み立て状態において、スペーサ 84 は、ステータ 66 のカテータ側側の端部 78 上に設けられ、その結果、バックプレート 76 およびバックボーン 80 は、スペーサ 84 の半径方向内側に位置する。特に、バックプレート 76 の外周面およびバックボーン脚部 82 の各々の外周面は、スペーサ 84 の管状部 92 の内周面に接触する。管状部 92 の外周面は、駆動ユニットケーシング 22 の内面、特に、駆動ユニットケーシング 22 の内周面に当接する。スペーサ 84 の直径は、ステータ 66 の直径よりも大きい。さらに、プリント回路基板 74 は、図 9 に示すように、スペーサ 84 によって部分的に収容される。

【0040】

フロントプレート 86 は、中央部分 94 と、リング形状の外側部分 96 とを備える。中央部分 94 および外側部分 96 は、フロントプレート脚部 98 によって接続されている。フロントプレート脚部 98 の数は、ポスト 70 の数に等しい。フロントプレート 86 がステータ 66 のインペラ側の端部 100 に、すなわち、駆動ユニット 26 の組み立て状態においてインペラ 20 に面する端部に設けられているという点で、フロントプレート脚部 98 は、ポスト 70 を互いに円周方向に離間させる。フロントプレート 86 は、スペーサ 84 の直径と同一の直径を有し、その結果、外側部分 96 の外周面は、駆動ユニットケーシング 22 の内周面に接触する。したがって、スペーサ 84 およびフロントプレート 86 は、駆動ユニットケーシング 22 の内周面からステータ 66 を半径方向に離間させ、その結果、ステータ 66 の任意の部分または部材と、駆動ユニットケーシング 22 との間には半径方向の接触はない。

【0041】

さらに、フロントシート 88 は、ステータ 66 と駆動ユニットケーシング 22 との間の軸方向の接触を抑制するように、ステータ 66 のインペラ側の端部 100 を覆う。特に、フロントシート 88 は、ステータ 66 と、駆動ユニットケーシング 22 のインペラ支持部 102 との間の接触を抑制する。フロントシート 88 は、約 3 ~ 9 μm 、好ましくは約 6 μm の厚さを有する箔状部材である。

【0042】

スペーサ 84、フロントプレート 86 およびフロントシート 88 は、非着磁性材料でもある非導電性材料で作られている。好ましくは、スペーサ 84、フロントプレート 86 およびフロントシート 88 は、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK: polyether ether ketone) のような熱可塑性材料でできている。

【0043】

さらに、絶縁アセンブリ 68 は、複数の収縮要素 104 を備える。特に、複数のポスト 70 の各々は、ポスト 70 とそれぞれのポスト 70 を取り囲むコイル巻線 72 との間の直接的な接触を抑制するように、収縮要素 104 のうちの 1 つによって円周方向に取り囲まれている。言い換えれば、収縮要素 104 は、それぞれのポスト 70 をそれぞれのコイル巻線 72 から電気的に分離する。図 10 に示すように、収縮要素 104 が、ポスト 70 の軸方向拡張部全体に沿って延在することは不要である。むしろ、収縮要素 104 がそれぞれのポスト 70 の軸方向拡張部の約 50% 以上に沿って延在する場合は十分である。この実施形態では、収縮要素 104 は、ポリエステルで構成された熱収縮スリーブである。

【0044】

本質的に、絶縁アセンブリ 68 は、ステータ 66 と駆動ユニットケーシング 22 の任意の部分との間の接触が回避されるという点で、漏電を大幅に抑制する。さらに、絶縁アセンブリ 68 のさまざまな部材の寸法を適合させる際に、さらなる特性を調整することができる。さらに、フロントプレート 86 およびフロントシート 88 を一体型の単一部材として提供することも可能である。

【0045】

漏電を低減する能力をさらに高めるために、駆動ユニットケーシング 22 の内面は、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) などの適切なコーティングによって部分的または完

10

20

30

40

50

全にコーティングすることができる。さらに、ステータ 66 全体を円周方向に取り囲むさらなる収縮要素を設けることができる。さらに、または代わりに、ステータ 66 は、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) などの適切なコーティングによって円周方向にコーティングすることができる。さらに、複数のポスト 70、バックプレート 76、およびバックボーン 80 は、非導電性材料、特に DLC で部分的または完全にコーティングすることができる。

【0046】

インペラ支持部 102 は、管状部材 104 と、フィルム状部分 106 と、突出ピン 108 とを備える。インペラ支持部は、駆動ユニットケーシング 22 の一方の部分であり、例えば、接着または圧入により、他方の部分に接続される。特に、管状部材 104 は、駆動ユニットケーシング 22 の別の部分の接続部 110 に接続される。

10

【0047】

フィルム状部分 106 は、絶縁アセンブリ 68 のフロントシート 88 に接触することができる。フィルム状部分 106 は、わずかに約 60 ~ 80 μm 、好ましくは 70 μm の厚さを有する。突出ピン 108 は、フィルム状部分 106 から、インペラ 20 に向かう方向に突出している。突出ピン 108 の主軸は、回転軸 X と同心である。この実施形態では、丸みを帯びた滑らかな移行部 112 がフィルム状部分 106 と突出ピン 108 との間で形成されて、インペラ 20 の回転中の機械的応力を低減するという点で、突出ピン 108 は、フィルム状部分 106 と一体的に形成されている。突出ピン 108 は、以下により詳細に説明されるように、ピボット軸受 40 の一部、すなわち第 2 のピボット軸受部材 120 をさらに支持する。第 2 のピボット軸受部材 120 は、突出ピン 108 に接着または圧入することができる。

20

【0048】

フィルム状部分 106 が比較的薄い厚さであるため、フィルム状部分 106 の機械的安定性は、インペラ支持部 102 の管状部材 104 の機械的安定性ほど高くない。したがって、駆動ユニットケーシング 22 は、ポッティング材 114 で少なくとも部分的に充填される。特に、ポッティング材 114 は、ステータ 66 および絶縁アセンブリ 68 を覆うことができる。したがって、少なくともインペラ支持部 102 とプリント回路基板 74 との間で駆動ユニットケーシング 22 を充填することができる。ポッティング材 114 は、応力亀裂などのリスクを低減するために、駆動ユニットケーシング 22 の内部からフィルム状部分 106 を補強する。

30

【0049】

インペラ支持部 102 をさらに補強するために、図 11 に示すように、インペラ支持部 102 の代替的な実施形態である補強部材 116 を設けることができる。補強部材 116 は、インペラ支持部 102 のフィルム状部分 106 から、ステータ 66 に向かう方向に突出する。この実施形態では、補強部材 116 は、フィルム状部分 106 と一体的に形成されたピン状部材である。血液ポンプ 10 の組み立て状態において、補強部材 116 は、ステータ 66 内に突出し、ポッティング材 114 によって取り囲まれる。したがって、ポッティング材 114 は、フィルム状部分 106 をさらに硬くし、補強する。

【0050】

この実施形態では、ポッティング材 114 は、好ましくは、FDA 認証を有する材料である。好ましくは、ポッティング材は、エポキシ樹脂と金属酸化物、例えば、酸化アルミニウムとの混合物である。例えば、EpoTek (登録商標) 301 および Al_2O_3 粉末の混合物を使用することができる。好ましくは、1 : 1.5 の比率の EpoTek (登録商標) 301 および Al_2O_3 粉末が使用される。

40

【0051】

軸受装置

次に、軸受装置 40、42 が、より詳細に説明される。

【0052】

まず、図 12 を参照すると、ピボット軸受 40 の形態の第 1 の軸受 40 が説明されてい

50

る。ピボット軸受 40 は、第 1 のピボット軸受部材 118 である第 1 の軸受部材と、第 2 のピボット軸受部材 120 である第 2 の軸受部材とを備える。第 1 のピボット軸受部材 118 は、インペラ 20 に取り付けられる。特に、第 1 のピボット軸受部材 118 は、インペラ 20 の軸受収容部 44 内に配置される。第 2 のピボット軸受部材 120 は、突出ピン 108 の軸方向端部に収容される。第 1 のピボット軸受部材 118 は、軸受収容部 44 に接着または圧入することができる。第 2 のピボット軸受部材 120 は、突出ピン 108 に接着または圧入することができる。

【0053】

第 1 のピボット軸受部材 118 は、凸面を有する球状部を有する第 1 の当接部 122 を備える。図 12 に示す実施形態では、球状部 124 は、第 1 のピボット軸受部材 118 のピン状支持要素 128 に接続されたボール 126 の一部である。この実施形態では、ボール 126 は、取付ピン 130 によって支持要素 128 に固定されるが、球状部 124 は、例えば図 13 または図 14 に示すように、支持要素 128 と一体的に形成することもできる。

10

【0054】

第 2 のピボット軸受部材 120 は、凹面を有する第 1 の球状キャップ 134 を有する第 2 の当接部 132 を備える。第 1 の球状キャップ 134 は、第 1 のキャロットであってもよい。第 1 の当接部 122 は、球状部 124 が第 1 の球状キャップ 134 に接触するという点で、第 2 の当接部 132 に当接する。球状部 124 と第 1 の球状キャップ 134 との間の接触は、球状部 124 が第 1 の球状キャップ 134 の第 2 の半径よりも小さい第 1 の半径を有することができるため、点接触であってもよい。点接触により、インペラ 20 の回転中の全体的な摩耗および機械的応力を低減することができる。

20

【0055】

図 15 に示す代替的な実施形態では、ボール 126 は、支持要素 128 に固定されず、支持要素 128 の軸方向端部に設けられる第 2 の球状キャップ 136 内で支持される。第 2 の球状キャップ 136 はまた、球状部 124 またはボール 126 のそれぞれの第 1 の半径よりも大きい第 3 の半径を有する凹面を備える。したがって、ボール 126 と第 2 の球状キャップ 136 との間の接触はまた、点接触であってもよく、これによって、再び、インペラ 20 の回転中の機械的応力を低減することができる。

【0056】

図 13 による代替的な実施形態に示すように、第 1 の当接部 122 は、第 1 の当接部 122 の円周に沿って均等に分布する複数の第 1 の切り欠き 138 を備えることができる。図示のように、第 1 の切り欠き 138 は、支持要素 128 の軸方向拡張部に平行な軸方向拡張部を有する。さらに、第 1 の切り欠き 138 の各々は、第 1 の当接部 122 から支持要素 128 の別の軸方向端部に向かって先細になっている。特に、第 1 の切り欠き 138 は、インペラ 20 の回転軸 X と同心である支持要素 128 の中心軸に向かって傾斜している。

30

【0057】

図 16 ~ 図 18 では、第 2 のピボット軸受部材 120 の代替的な実施形態が示される。図 17 および図 18 に示す実施形態の第 2 の当接部 132 は、第 2 の切り欠き 140 を備えることができるが、図 16 に示す実施形態の当接部 132 は、いかなる切り欠きも備えていない。図 17 による実施形態では、第 2 の切り欠き 140 は、第 2 の当接部 132 の円周に沿って均等に分布している。第 2 の切り欠き 140 の軸方向拡張部は、第 2 のピボット軸受部材 120 の中心軸に対して非平行であるが、後者は、インペラ 20 の回転軸 X と同心である。

40

【0058】

図 18 に示す代替的な実施形態では、第 2 の切り欠き 140 は、第 2 のピボット軸受部材 120 の中心軸に平行な軸方向拡張部を有する。さらに、図 18 に示す実施形態の第 2 の切り欠き 140 は、軸方向拡張部に沿って先細になっており、第 2 のピボット軸受部材 120 の中心軸に対して傾斜していてもよい。

50

【 0 0 5 9 】

図示の実施形態では、合計3つの第1の切り欠き138および3つの第2の切り欠き140が設けられている。しかしながら、第1の当接部122と第2の当接部132とでは、切り欠きの数は、異なってもよい。さらに、3つより多いまたは少ない第1の切り欠き138および第2の切り欠き140が設けられてもよい。さらに、第1の当接部122および第2の当接部132のうち的一方のみが切り欠きを備えることも可能である。

【 0 0 6 0 】

第1の切り欠き138および第2の切り欠き140は、インペラ20が回転するとき血流を促進することを目的としており、その結果、ピボット軸受40は、冷却され得る。さらに、第1の切り欠き138および第2の切り欠き140は、ピボット軸受40のすすぎ能力を改善し、したがって、血液粒子の蓄積、すなわち、血液凝固を防ぐ。

10

【 0 0 6 1 】

上述のように、インペラ20は、ピボット軸受40のほうを向いている中心軸CAを有する開口部60を備える。特に、開口部60の中心軸CAは、それぞれ第1の当接部122または第2の当接部132のほうを向いている。したがって、開口部60を通った後の血液は、第1の当接部122と第2の当接部132との間の接触領域を冷却してすすぐように、第1の当接部122と第2の当接部132との間の接触領域に向かって方向付けられる。

【 0 0 6 2 】

冷却をさらに強めるために、第1のピボット軸受部材118内の第1の中空部分142を設けることが可能である(図14参照)。第1の中空部分142は、第1のピボット軸受部材118の材料よりも高い熱伝導率を有する材料で充填される。図示の実施形態では、ピン状の第1の冷却部材144は、第1の中空部分142内に配置される。第1の冷却部材144は、インペラ20が回転するとき第1の当接部122内で発生した熱の一部を吸収し、その熱をインペラ20の軸方向拡張部に沿って供給する。

20

【 0 0 6 3 】

第2のピボット軸受部材120は、第2の中空部分146を備えることができる。第2の中空部分146は、第2のピボット軸受部材120の材料よりも高い熱伝導率を有する材料で充填される。図示の実施形態では、ピン状の第2の冷却部材148は、第2の中空部分146内に配置される。第2の冷却部材148は、インペラ20が回転するとき第2の当接部132内で発生した熱の一部を吸収し、その熱を突出ピン108の軸方向拡張部に沿って供給する。

30

【 0 0 6 4 】

第1のピボット軸受部材118は、炭化ケイ素(SIC)、アルミナ強化ジルコニア(ATZ)、ジルコニア強化アルミナ(ZTA)または酸化アルミニウム(Al₂O₃)から選択された第1のセラミック材料で、全体的または部分的に構成することができる。あるいは、第1のピボット軸受部材118は、超合金のような金属材料で、全体的または部分的に構成することができる。金属材料は、さらに第1のセラミック材料でコーティングすることができる。金属材料または第1のセラミック材料は、さらにDLCでコーティングすることができる。DLCコーティングは、ホウ素ドーブDLC膜を含むことができる。ホウ素ドーブDLC膜は、非ホウ素ドーブDLC中間層上に配置されて、接着性を向上させることができる。あるいは、第1のピボット軸受部材118は、全体的または部分的にダイヤモンドで構成することができる。

40

【 0 0 6 5 】

第2のピボット軸受部材120は、SIC、ATZ、ZTAまたはAl₂O₃から選択された第2のセラミック材料で、全体的または部分的に構成することができる。さらに、第2のピボット軸受部材120は、超合金のような金属材料で、全体的または部分的に構成することができる。金属材料は、さらに第2のセラミック材料でコーティングすることができる。金属材料または第2のセラミック材料は、さらにDLCでコーティングすることができる。DLCコーティングは、ホウ素ドーブDLC膜を含むことができる。ホウ

50

素ドーブDLC膜は、非ホウ素ドーブDLC中間層上に配置されて、接着性を向上させることができる。あるいは、第2のピボット軸受部材120は、全体的または部分的にダイヤモンドで構成することができる。

【0066】

ボール126が設けられる場合、ボールは、SIC、ATZ、ZTAまたはAl₂O₃から選択された第3のセラミック材料で、全体的または部分的に構成することができる。さらに、ボール126は、超硬合金のような金属材料で、全体的または部分的に構成することができる。金属材料は、さらに第3のセラミック材料でコーティングすることができる。金属材料または第3のセラミック材料は、さらにDLCでコーティングすることができる。DLCコーティングは、ホウ素ドーブDLC膜を含むことができる。ホウ素ドーブDLC膜は、非ホウ素ドーブDLC中間層上に配置されて、接着性を向上させることができる。あるいは、ボール126は、全体的または部分的にダイヤモンドで構成することができる。

10

【0067】

第1のセラミック材料、第2のセラミック材料、および第3のセラミック材料は、異なっても同一であってもよい。表1に示す以下の材料の組合せは、熱伝達、摩擦、摩擦、すすぎ能力、血液粒子の付着防止に関して特に適していることが証明されている。

【表1】

第1のセラミック材料	第2のセラミック材料	第3のセラミック材料
SIC	SIC	N/A
Al ₂ O ₃	ATZ	N/A
ATZ	ZTA	N/A
DLCでコーティングされたZTA	ATZ	N/A
ATZ	ATZ	ZTA

20

表1：好ましい材料の組合せ

【0068】

好ましくは、第1のピボット軸受部材118の第1のセラミック材料は、ZTAであり、第2のピボット軸受部材120の第2のセラミック材料は、ATZである。

30

【0069】

上述のように、第1の冷却部材144および第2の冷却部材148は、第1のピボット軸受部材118および第2のピボット軸受部材120のそれぞれの材料よりも高い熱伝導率を有する材料でできている。特に、第1の冷却部材144および第2の冷却部材148は、銀、銀合金、銅、または銅合金のいずれかでできている。

【0070】

もちろん、第1のピボット軸受部材118が球状部124を備え、第2のピボット軸受部材120が第1の球状キャップ134を備えることを上述で説明したが、第1のピボット軸受部材118が第1の球状キャップを備え、第2のピボット軸受部材120が球状部を備えるという点で、配置がねじられてもよい。合致する実施形態は、図19～図21に示され、以下で説明される。

40

【0071】

図19および図20に示すように、第1のピボット軸受部材118は、凹面を有する第1の当接部122、すなわち、第1の球状キャップ134または第1のキャロットのそれぞれを備えることができる。したがって、第2のピボット軸受部材120は、凸面を有する第2の当接部132、すなわち、球状部124を備えることができる。

【0072】

支持要素128は、第1の当接部122から延在するスロット149を備える。第1の当接部122に面する支持要素128の端部で、スロット149は、支持要素128の直

50

径全体にわたって延在し、したがって、第1の球状キャップ134を2つの部分に分割する(図21参照)。

【0073】

スロット149は、第1のピボット軸受部材118および/または支持要素128の回転により、スロット149の一方の側面からスロットの他方の側面へのポンプ作用が生じるように構成される。スロット149は、2つの平行な側面によって区切られる。好ましくは、2つの側面は、互いに平行である、かつ/または支持要素128の中間面に平行である。スロット149は、スロット149の全長にわたり、支持要素128の直径全体にわたって延在していない。第1の当接部122に面するスロット149の第1のセクションでは、スロット149は、支持要素128の直径全体にわたって延在する(図19および図21参照)。したがって、スロット149は、スロット149の第1のセクションでは、支持要素128の両側面に延在する。スロット149の第2のセクションでは、スロットは、支持要素128の一方の側面にのみ延在する。特に、スロットのスロット幅は、第1の当接部122から離れる方向に徐々に狭くなる。

10

【0074】

支持要素128は、第1の当接部122からラジアル軸受42に向かって軸方向に先細になっている。特に、支持要素128の直径は、スロット149の軸方向拡張部に沿って、より大きい。もちろん、支持要素128は、円筒形状を有していてもよい。

【0075】

さらに、開口部60の中心軸CAは、スロット149のほうに向いている。インペラ20の回転中に、血液は、開口部60を通して軸受収容部44に入り、スロット149内を第2のピボット軸受部材120に向かって誘導される。接触領域は、第1の当接部122および第2の当接部132の接触領域内の支持要素128の側面上のスロット149を出るときに冷却され、すすがれる。

20

【0076】

好ましくは、図19～図21に示す実施形態では、第1のピボット軸受部材118の第1のセラミック材料は、ATZであり、第2のピボット軸受部材120の第2のセラミック材料は、ZTAである。

【0077】

さらに、第1の当接部122は、ダイヤモンドコーティングでコーティングすることができる。この点に関して、第2の当接部132も、ダイヤモンドコーティングでコーティングすることができる。ダイヤモンドコーティングは、化学蒸着(CVD)ダイヤモンドコーティングであってもよい。ダイヤモンドコーティングは、上述のようなセラミック材料上に直接塗布されてもよい。もちろん、ダイヤモンドコーティングは、それぞれ別の材料、例えば、チタン、チタン合金またはステンレス鋼でできた第1の当接部122または第2の当接部132上にも塗布されてもよい。

30

【0078】

次に、ラジアル軸受42が、より詳細に説明される。

【0079】

図22は、ラジアル軸受42を斜視図および部分切断図でより詳細に示す。ラジアル軸受42は、第1のラジアル軸受部材150および第2のラジアル軸受部材152を備える。第1のラジアル軸受部材150は、クラウン46のほうに向いているインペラ20の軸方向端部に配置される。第1のラジアル軸受部材150は、インペラ20に接着または圧入することができる。第1のラジアル軸受部材150は、おおよそ円筒形であり、円周方向の突起部の形態でカラー154を備える。さらに、第1のラジアル軸受部材150は、第1のラジアル軸受部材150の外周面に沿って円周方向に均等に分布する第3の切り欠き156を備える。

40

【0080】

図22から理解できるように、第3の切り欠き156は、第1のラジアル軸受部材150の中心軸に平行ではない軸方向拡張部を有し、第1のラジアル軸受部材150の中心軸

50

【 0 0 8 7 】

さらに、第 1 のラジアル軸受部材 1 5 0 は、ダイヤモンドコーティングでコーティングされてもよい。この点に関して、第 2 のラジアル軸受部材 1 5 2 も、ダイヤモンドコーティングでコーティングされてもよい。ダイヤモンドコーティングは、化学蒸着 (C V D) ダイヤモンドコーティングであってもよい。ダイヤモンドコーティングは、上述のようなセラミック材料上に直接塗布されてもよい。もちろん、ダイヤモンドコーティングはまた、それぞれ別の材料、例えば、チタン、チタン合金またはステンレス鋼でできた第 1 のラジアル軸受部材 1 5 0 または第 2 のラジアル軸受部材 1 5 2 上に塗布されてもよい。

【 0 0 8 8 】

一般的に、セラミック材料を D L C でコーティングすることは、例えば、摩耗により D L C コーティングが損傷したり除去されたりする場合であっても、軸受装置 4 0 、 4 2 の緊急走行特性が比較的高いという利点がある。一般的に、ダイヤモンドコーティングは、耐摩耗性が高く、生体適合性が高いという利点がある。

【 0 0 8 9 】

血液ポンプの機能

プリント回路基板 7 4 を備える制御装置は、インペラ 2 0 が回転軸 X の周りを回転するようにインペラ 2 0 の磁石 5 2 と協働するような既知の方法で、ステータ 6 6 内の回転磁界を生成する。これにより、インペラ 2 0 の一次ブレード 5 4 は、血流入口 1 4 から通路 1 8 を介して血流出口 1 6 への一次血流を生じさせる。一次血流の一部は、第 3 の切り欠き 1 5 6 、インペラ切り欠き 1 5 8 および第 4 の切り欠き 1 6 0 に沿ったラジアル軸受 4 2 に沿って方向付けられ、ラジアル軸受 4 2 の冷却およびすすぎを行い、ラジアル軸受 4 2 の領域内で血液粒子が蓄積するのを防ぐ。

【 0 0 9 0 】

インペラ 2 0 の二次ブレード 6 4 は、二次血流を生じさせ、血液は、通路 1 8 から開口部 6 0 を通って軸受収容部 4 4 内に引き込まれる。そこでは、二次血流は、第 1 の切り欠き 1 3 8 および第 2 の切り欠き 1 4 0 (設けられている場合) か、またはスロット 1 4 9 のいずれかに沿って誘導され、ピボット軸受 4 0 の冷却およびすすぎを行い、ピボット軸受 4 0 の領域内で血液粒子が蓄積するのを防ぐ。次いで、二次血流は、インペラ 2 0 とインペラ支持部 1 0 2 との間に形成された空間を通して軸受収容部 4 4 から出て、血流出口 1 6 を通って血液ポンプ 1 0 から出る。

【 0 0 9 1 】

例示的な実装形態

既に説明したように、本明細書に記載の技術は、さまざまな方法で実装することができる。その点に関して、前述の開示は、以下の例示的な実装形態に記載されているシステム、方法、ならびに、それらの組合せおよび部分的組合せを含むが、これらに限定されないことを意図している。好ましい実施形態は、以下のパラグラフで説明される。

A 1 通路によって接続された血流入口および血流出口を有するポンプハウジングと、前記ポンプハウジング内に配置されたインペラと、インペラを駆動するように構成された駆動ユニットとを備えることを特徴とする、血液ポンプ、特に血管内血液ポンプ。

A 2 パラグラフ A 1 に記載の血液ポンプであって、ポンプハウジングが駆動ユニットケーシングを備え、駆動ユニットが駆動ユニットケーシング内に配置され、駆動ユニットがステータと絶縁アセンブリとを備え、絶縁アセンブリが漏電を防ぐように構成されることを特徴とする血液ポンプ。

A 3 パラグラフ A 2 に記載の血液ポンプであって、絶縁アセンブリが、ステータと駆動ユニットケーシングとの間の接触を抑制するために、ステータを駆動ユニットケーシングから離間させるように構成されたスペーサアセンブリを備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 4 パラグラフ A 3 に記載の血液ポンプであって、スペーサアセンブリが、駆動ユニットケーシングの内面、特に駆動ユニットケーシングの内周面からステータを半径方向に離間させるように構成されたスペーサを備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 5 パラグラフ A 4 に記載の血液ポンプであって、ステータが、インペラから離れるほうを向いているカテーテル側の端部を有し、スペーサがリング形状であり、管状部を有し、管状部が少なくとも部分的に円周方向に延在し、スペーサは、ステータがスペーサの管状部の半径方向内側に部分的に配置されるようにステータのカテーテル側の端部に配置されることを特徴とする血液ポンプ。

A 6 パラグラフ A 5 に記載の血液ポンプであって、スペーサの管状部が駆動ユニットケーシングの内面に当接することを特徴とする血液ポンプ。

A 7 パラグラフ A 5 または A 6 に記載の血液ポンプであって、ステータがステータのカテーテル側の端部に接触するバックプレートを備え、バックプレートがスペーサの管状部の半径方向内側に配置されることを特徴とする血液ポンプ。

10

A 8 パラグラフ A 3 ~ A 7 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、駆動ユニットがプリント回路基板をさらに備え、プリント回路基板が、スペーサアセンブリの半径方向内部に少なくとも部分的に配置されることを特徴とする血液ポンプ。

A 9 パラグラフ A 2 ~ A 8 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、絶縁アセンブリが、ステータと駆動ユニットケーシングとの間の接触を抑制するために、駆動ユニットケーシングからステータを離間させるように構成されたフロントプレートを備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 10 パラグラフ A 9 に記載の血液ポンプであって、ステータが、複数のポストと、ポストの周りに配置されたコイル巻線とを備え、フロントプレートが、中央部分と外側部分とを有し、複数のフロントプレート脚部が、中央部分とリング形状の外側部分との間に延在することを特徴とする血液ポンプ。

20

A 11 パラグラフ A 10 に記載の血液ポンプであって、フロントプレート脚部が、複数のポストの各々を隣接するポストから円周方向に離間させるように構成され、複数のポストが、リング形状の外側部分の半径方向内側に部分的に配置され、外側部分が好ましくはリング形状であることを特徴とする血液ポンプ。

A 12 パラグラフ A 1 ~ A 11 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ステータが複数のポストとポストの周りに配置されたコイル巻線とを備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 13 パラグラフ A 10 ~ A 12 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ステータが、半径方向に延在するバックボーン脚部を有するバックボーンを備え、バックボーン脚部が複数のポストの各々を隣接するポストから円周方向に離間させるように好ましくは構成されることを特徴とする血液ポンプ。

30

A 14 パラグラフ A 10 ~ A 13 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、絶縁アセンブリが、複数の収縮要素を備え、複数のポストの各々が、収縮要素のうちの 1 つによって少なくとも部分的に取り囲まれることを特徴とする血液ポンプ。

A 15 パラグラフ A 2 ~ A 14 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ステータが、インペラのほうに向いているインペラ側の端部を有し、絶縁アセンブリがフロントシートをさらに備え、フロントシートが、ステータと駆動ユニットケーシングとの間の接触を抑制するように、ステータのインペラ側の端部を覆うことを特徴とする血液ポンプ。

A 16 パラグラフ A 2 ~ A 15 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、絶縁アセンブリが、非導電性材料で少なくとも部分的に構成され、絶縁アセンブリが、非導電性材料で好ましくは全体的に構成されることを特徴とする血液ポンプ。

40

A 17 パラグラフ A 16 に記載の血液ポンプであって、非導電性材料が、熱可塑性材料、好ましくはポリアリールエーテルケトンであり、非導電性材料が、好ましくはポリエーテルエーテルケトンであることを特徴とする血液ポンプ。

A 18 パラグラフ A 1 ~ A 17 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、駆動ユニットケーシングが、チタンまたはチタン合金でできていることを特徴とする血液ポンプ。

A 19 パラグラフ A 1 ~ A 18 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、駆動ユニットケーシングの内面が、非導電性コーティング、特に、ダイヤモンドライクカーボン

50

(D L C) で少なくとも部分的にコーティングされることを特徴とする血液ポンプ。

A 2 0 パラグラフ A 1 ~ A 1 9 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ステータが、収縮要素によって円周方向に少なくとも部分的に取り囲まれ、かつ/または、ステータが、非導電性コーティングで少なくとも部分的にコーティングされることを特徴とする血液ポンプ。

A 2 1 パラグラフ A 1 ~ A 2 0 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、血液ポンプが、インペラを回転可能に支持する軸受装置をさらに備え、軸受装置が、第 1 の軸受部材と第 2 の軸受部材とを備える少なくとも 1 つの軸受を備え、第 1 の軸受部材が第 1 の当接部を備え、第 2 の軸受部材が第 2 の当接部を備え、第 1 の当接部が、第 1 のセラミック材料を備え、または第 1 のセラミック材料で構成され、かつ/または、第 2 の当接部が、第 2 のセラミック材料を備え、または第 2 のセラミック材料で構成されることを特徴とする血液ポンプ。 10

A 2 2 パラグラフ A 2 1 に記載の血液ポンプであって、第 1 のセラミック材料が、第 2 のセラミック材料とは異なるか、または第 1 のセラミック材料が第 2 のセラミック材料と同一であることを特徴とする血液ポンプ。

A 2 3 パラグラフ A 2 1 または A 2 2 に記載の血液ポンプであって、第 1 の軸受部材が、第 1 のセラミック材料で全体的に構成され、かつ/または、第 2 の軸受部材が、第 2 のセラミック材料で全体的に構成されることを特徴とする血液ポンプ。

A 2 4 パラグラフ A 2 1 または A 2 2 に記載の血液ポンプであって、第 1 の当接部が、第 1 のセラミック材料でコーティングされた金属材料、特に、超硬合金で構成され、かつ/または、第 2 の当接部が、第 2 のセラミック材料でコーティングされた金属材料、特に超硬合金で構成されることを特徴とする血液ポンプ。 20

A 2 5 パラグラフ A 2 1 ~ A 2 4 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 の当接部が、ダイヤモンドライクカーボン (D L C) でコーティングされ、かつ/または、第 2 の当接部が、ダイヤモンドライクカーボン (D L C) でコーティングされることを特徴とする血液ポンプ。

A 2 6 パラグラフ A 2 1 ~ A 2 5 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 のセラミック材料が、S I C、A T Z、Z T A または $A l_2 O_3$ から選択されることを特徴とする血液ポンプ。

A 2 7 パラグラフ A 2 1 ~ A 2 6 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 2 のセラミック材料が、S I C、A T Z、Z T A または $A l_2 O_3$ から選択されることを特徴とする血液ポンプ。 30

A 2 8 パラグラフ A 2 1 ~ A 2 7 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 の軸受部材が、少なくとも部分的にダイヤモンドで構成されるか、第 2 の軸受部材が、少なくとも部分的にダイヤモンドで構成されることを特徴とする血液ポンプ。

A 2 9 パラグラフ A 1 ~ A 1 9 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、血液ポンプが、インペラを回転可能に支持する軸受装置をさらに備え、軸受装置が、第 1 の軸受部材と第 2 の軸受部材とを備える第 1 の軸受を少なくとも備え、第 1 の軸受部材が第 1 の当接部を備え、第 2 の軸受部材が第 2 の当接部を備え、第 1 の当接部が D L C でコーティングされ、かつ/または、第 2 の当接部が D L C でコーティングされることを特徴とする血液ポンプ。 40

A 3 0 パラグラフ A 2 5 ~ A 2 9 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、D L C コーティングが、ホウ素ドーブ D L C 膜を備えるか、またはホウ素ドーブ D L C 膜から成ることを特徴とする血液ポンプ。

A 3 1 パラグラフ A 3 0 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、D L C コーティングが D L C 中間層を含み、ホウ素ドーブ D L C 膜が D L C 中間層上に配置されることを特徴とする血液ポンプ。

A 3 2 パラグラフ A 3 0 または A 3 1 に記載の血液ポンプであって、ホウ素ドーブ D L C 膜が、0 . 0 1 ~ 0 . 4、好ましくは 0 . 0 3 ~ 0 . 1、最も好ましくは 0 . 0 3 のホウ素対炭素の比を含むことを特徴とする血液ポンプ。 50

A 3 3 パラグラフ A 1 ~ A 1 9 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、血液ポンプが、インペラを回転可能に支持する軸受装置をさらに備え、軸受装置が、第 1 の軸受部材と第 2 の軸受部材とを備える第 1 の軸受を少なくとも備え、第 1 の軸受部材が第 1 の当接部を備え、第 2 の軸受部材が第 2 の当接部を備え、第 1 の当接部がダイヤモンドコーティングでコーティングされ、かつ/または、第 2 の当接部がダイヤモンドコーティングでコーティングされることを特徴とする血液ポンプ。

A 3 4 パラグラフ A 3 3 に記載の血液ポンプであって、ダイヤモンドコーティングが、化学蒸着 (CVD) デイヤモンドコーティング、または高圧高温 (HPHT) デイヤモンドコーティングであることを特徴とする血液ポンプ。

A 3 5 前述のパラグラフ A 2 1 ~ A 3 4 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 の当接部が、第 2 の当接部に少なくとも部分的に接触することを特徴とする血液ポンプ。

A 3 6 パラグラフ A 3 5 に記載の血液ポンプであって、第 1 の当接部と第 2 の当接部との間の接触が点接触であることを特徴とする血液ポンプ。

A 3 7 パラグラフ A 2 1 ~ A 3 6 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 の軸受部材が支持要素とボールとを備え、支持要素が第 1 の当接部を備え、ボールが第 1 の当接部および第 2 の当接部に当接することを特徴とする血液ポンプ。

A 3 8 パラグラフ A 3 7 に記載の血液ポンプであって、ボールが、第 3 のセラミック材料を含むか、または第 3 のセラミック材料で構成され、第 3 のセラミック材料が、SIC、AlN、ZTA または Al_2O_3 から選択されることを特徴とする血液ポンプ。

A 3 9 パラグラフ A 3 7 に記載の血液ポンプであって、ボールが、金属材料、特に超硬合金を含むか、または金属材料、特に超硬合金で構成されることを特徴とする血液ポンプ。

A 4 0 パラグラフ A 3 7 ~ A 3 9 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ボールが、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) でコーティングされることを特徴とする血液ポンプ。

A 4 1 パラグラフ A 3 7 に記載の血液ポンプであって、ボールがダイヤモンドを含むか、またはダイヤモンドで構成されることを特徴とする血液ポンプ。

A 4 2 パラグラフ A 2 1 ~ A 4 1 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 の軸受部材が、第 1 の軸受部材の材料よりも高い熱伝導率を有する材料で充填された第 1 の中空部分を備え、かつ/または、第 2 の軸受部材が、第 2 の軸受部材の材料よりも高い熱伝導率を有する材料で充填された第 2 の中空部分を備え、高い熱伝導率を有する材料が、好ましくは、銀、銀合金、銅、銅合金、およびダイヤモンドのうちの一つであることを特徴とする血液ポンプ。

A 4 3 パラグラフ A 2 1 ~ A 4 2 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、軸受装置が第 1 の軸受と第 2 の軸受とを備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 4 4 パラグラフ A 4 3 に記載の血液ポンプであって、第 1 の軸受がピボット軸受であり、第 2 の軸受がラジアル軸受であることを特徴とする血液ポンプ。

A 4 5 パラグラフ A 1 ~ A 4 4 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、血液ポンプが、インペラを回転可能に支持する軸受装置をさらに備え、軸受装置が、少なくとも 1 つのピボット軸受を備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 4 6 パラグラフ A 4 5 に記載の血液ポンプであって、ピボット軸受が、第 1 のピボット軸受部材と第 2 のピボット軸受部材とを備え、第 1 のピボット軸受部材が、第 2 のピボット軸受部材に対して枢動可能であり、第 1 のピボット軸受部材が第 1 の当接部を備え、第 2 のピボット軸受部材が第 2 の当接部を備え、第 1 のピボット軸受部材の第 1 の当接部が、第 2 のピボット軸受部材の第 2 の当接部に少なくとも部分的に接触することを特徴とする血液ポンプ。

A 4 7 パラグラフ A 4 6 に記載の血液ポンプであって、第 1 のピボット軸受部材の第 1 の当接部と、第 2 のピボット軸受部材の第 2 の当接部との間の接触が点接触であることを特徴とする血液ポンプ。

10

20

30

40

50

A 4 8 パラグラフ A 4 6 または A 4 7 に記載の血液ポンプであって、第 1 のピボット軸受部材の第 1 の当接部が球状部を備え、第 2 のピボット軸受部材の第 2 の当接部が第 1 の球状キャップを備え、球状部が球状キャップに当接することを特徴とする血液ポンプ。

A 4 9 パラグラフ A 4 8 に記載の血液ポンプであって、第 1 の球状キャップが第 1 のキャロットであることを特徴とする血液ポンプ。

A 5 0 パラグラフ A 4 8 または A 4 9 に記載の血液ポンプであって、第 1 の球状キャップが凹面を有する、かつ/または、球状部が凸面を有することを特徴とする血液ポンプ。

A 5 1 パラグラフ A 4 8 ~ A 5 0 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、球状部が第 1 の半径を有し、第 1 の球状キャップが第 2 の半径を有し、第 2 の半径が第 1 の半径よりも大きいことを特徴とする血液ポンプ。 10

A 5 2 パラグラフ A 4 8 ~ A 5 0 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 のピボット軸受部材が、支持要素とボールとを備え、ボールが支持要素に当接し、球状部を備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 5 3 パラグラフ A 5 2 に記載の血液ポンプであって、支持要素が第 3 の半径を有する第 2 の球状キャップを備え、ボールが第 2 の球状キャップに当接し、第 3 の半径が第 1 の半径よりも大きいことを特徴とする血液ポンプ。

A 5 4 パラグラフ A 5 3 に記載の血液ポンプであって、第 2 の球状キャップが第 2 のキャロットであることを特徴とする血液ポンプ。

A 5 5 パラグラフ A 5 3 または A 5 4 に記載の血液ポンプであって、第 2 の球状キャップが凹面を有することを特徴とする血液ポンプ。 20

A 5 6 パラグラフ A 5 2 ~ A 5 5 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ボールが支持要素に固定されることを特徴とする血液ポンプ。

A 5 7 パラグラフ A 4 6 ~ A 5 6 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 のピボット軸受部材の第 1 の当接部が、少なくとも 1 つの第 1 の切り欠き、好ましくは、第 1 の当接部の円周に沿って均等に分布する複数の第 1 の切り欠きを備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 5 8 パラグラフ A 4 6 ~ A 5 7 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 2 のピボット軸受部材の第 2 の当接部は、少なくとも 1 つの第 2 の切り欠き、好ましくは、第 2 の当接部の円周に沿って均等に分布する複数の第 2 の切り欠きを備えることを特徴とする血液ポンプ。 30

A 5 9 パラグラフ A 5 8 に記載の血液ポンプであって、少なくとも 1 つの第 2 の切り欠きの軸方向拡張部が、第 2 のピボット軸受部材の主軸に非平行であり、少なくとも 1 つの第 2 の切り欠きの軸方向拡張部が第 2 のピボット軸受部材の主軸に平行であることを特徴とする血液ポンプ。

A 6 0 パラグラフ A 4 6 に記載の血液ポンプであって、第 1 のピボット軸受部材が、第 1 の当接部から延在するスロットを備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 6 1 パラグラフ A 6 0 に記載の血液ポンプであって、スロットが、第 1 のピボット軸受部材の第 1 の当接部を 2 つの部分に分割することを特徴とする血液ポンプ。

A 6 2 パラグラフ A 6 0 または A 6 1 に記載の血液ポンプであって、スロットは、第 1 のピボット軸受部材の回転により、スロットの一方の側からスロットの他方の側へのポンプ作用が生じるように構成されることを特徴とする血液ポンプ。 40

A 6 3 パラグラフ A 6 0 ~ A 6 2 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、a) スロットが 2 つの平行側面によって区切られ、2 つの側面が、好ましくは、互いに対して平行、かつ/もしくは、支持要素の中間面に対して平行であり、および/または、b) スロットが、スロットの全長にわたり、支持要素の直径全体にわたって延在していないことを特徴とする血液ポンプ。

A 6 4 パラグラフ A 4 6 ~ A 6 3 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、インペラが、その内側に軸受収容部と、通路を軸受収容部と接続する少なくとも 1 つの開口部とを備え、ピボット軸受が軸受収容部内に少なくとも部分的に配置されることを特徴とす 50

る血液ポンプ。

A 6 5 パラグラフ A 6 4 に記載の血液ポンプであって、開口部が第 2 のピボット軸受部材の第 2 の当接部のほうに向いている中心軸を有することを特徴とする血液ポンプ。

A 6 6 パラグラフ A 6 4 または A 6 5 に記載の血液ポンプであって、インペラが、本体と、本体の外周面から螺旋状に突出している少なくとも 1 つの一次ブレードとを備え、開口部が、本体の外周面上に設けられた入口を備え、少なくとも 1 つの一次ブレードの少なくとも一部が、本体の円周方向に入口に接して配置されることを特徴とする血液ポンプ。

A 6 7 パラグラフ A 6 6 に記載の血液ポンプであって、入口が少なくとも 1 つの一次ブレードの軸方向拡張部内で円周方向に配置されることを特徴とする血液ポンプ。

A 6 8 パラグラフ A 4 6 ~ A 6 7 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、第 1 のピボット軸受部材がインペラに取り付けられ、第 2 のピボット軸受部材がポンプハウジングに取り付けられることを特徴とする血液ポンプ。

A 6 9 パラグラフ A 4 5 ~ A 6 8 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、軸受装置が、少なくとも 1 つのラジアル軸受をさらに備え、ピボット軸受が、インペラの 1 つのポイントにおいてハウジングに対してインペラを回転可能に支持し、ラジアル軸受が、インペラの別のポイントにおいてハウジングに対してインペラを回転可能に支持し、駆動ユニットが、ハウジングに対してインペラを回転可能に駆動するように構成された非接触電磁駆動ユニットであり、駆動ユニットが、インペラ上に引力をさらに確立することを特徴とする血液ポンプ。

A 7 0 パラグラフ A 6 9 に記載の血液ポンプであって、引力が、血流入口から離れる方向に確立され、その結果、軸方向力がラジアル軸受に作用しないことを特徴とする血液ポンプ。

A 7 1 パラグラフ A 5 9 または A 7 0 に記載の血液ポンプであって、ラジアル軸受が、第 1 のラジアル軸受部材と第 2 のラジアル軸受部材とを備え、第 1 のラジアル軸受部材がインペラに取り付けられ、第 2 のラジアル軸受部材がポンプハウジングに取り付けられ、第 1 のラジアル軸受部材がカラーを備え、カラーが第 1 のラジアル軸受部材の外周面から少なくとも部分的に円周方向に延在し、カラーが第 2 のラジアル軸受部材に隣接して設けられ、間隙が、カラーと第 2 のラジアル軸受部材との間に軸方向に形成されることを特徴とする血液ポンプ。

A 7 2 パラグラフ A 7 1 に記載の血液ポンプであって、軸方向力がカラーに作用しないことを特徴とする血液ポンプ。

A 7 3 パラグラフ A 7 1 または A 7 2 に記載の血液ポンプであって、カラーが、ハウジングに対するインペラの軸方向の移動を制限する緊急当接カラーであることを特徴とする血液ポンプ。

A 7 4 パラグラフ A 4 5 ~ A 7 3 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ピボット軸受部材が、接着および/もしくは圧入によって取り付けられ、かつ/または、ラジアル軸受部材が、接着および/もしくは圧入によって取り付けられることを特徴とする血液ポンプ。

A 7 5 パラグラフ A 1 ~ A 7 4 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、血液ポンプがステータをさらに備え、ポンプハウジングが、1 つの軸方向端部にカテーテル取付部と、別の軸方向端部にインペラ支持部とを有する駆動ユニットケーシングを備え、ステータが駆動ユニットケーシング内に配置され、駆動ユニットケーシングが、ポッティング材で少なくとも部分的に充填されることを特徴とする血液ポンプ。

A 7 6 パラグラフ A 7 5 に記載の血液ポンプであって、ポッティング材が、インペラ支持部に接触することを特徴とする血液ポンプ。

A 7 7 パラグラフ A 7 6 に記載の血液ポンプであって、ポッティング材が、エポキシ樹脂、好ましくは、エポキシ樹脂と酸化アルミニウムとの混合物、好ましくは、E p o T e k (登録商標) 3 0 1 と A l ₂ O ₃ の粉末との混合物を、好ましくは 1 : 1 . 5 の割合で含むことを特徴とする血液ポンプ。

10

20

30

40

50

A 7 8 パラグラフ A 7 5 ~ A 7 7 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、インペラ支持部が、フィルム状部分と突出ピンとを備え、突出ピンがインペラを回転可能に支持するように構成されることを特徴とする血液ポンプ。

A 7 9 パラグラフ A 7 8 に記載の血液ポンプであって、フィルム状部分が、 $60\ \mu\text{m}$ ~ $80\ \mu\text{m}$ の厚さ、好ましくは $70\ \mu\text{m}$ の厚さを有することを特徴とする血液ポンプ。

A 8 0 パラグラフ A 7 8 または A 7 9 に記載の血液ポンプであって、突出ピンがフィルム状部分と一体的に形成されていることを特徴とする血液ポンプ。

A 8 1 パラグラフ A 7 8 ~ A 8 0 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、突出ピンの中心軸が、インペラの回転軸と同心であることを特徴とする血液ポンプ。

A 8 2 パラグラフ A 7 8 ~ A 8 1 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、丸みを帯びた移行部が、フィルム状部分と突出ピンとの間に設けられることを特徴とする血液ポンプ。

A 8 3 パラグラフ A 7 5 ~ A 8 2 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、少なくとも 1 つの補強部材が、インペラ支持部からカテーテル取付部の方向に突出し、補強部材が、好ましくは駆動ユニットケーシングの内部へ突出することを特徴とする血液ポンプ。

A 8 4 パラグラフ A 8 3 に記載の血液ポンプであって、補強部材が軸方向に突出し、ポッティング材がフィルム状部分を硬くすることを特徴とする血液ポンプ。

A 8 5 パラグラフ A 8 3 または A 8 4 に記載の血液ポンプであって、ポッティング材が、少なくとも 1 つの補強部材を取り囲むことを特徴とする血液ポンプ。

A 8 6 パラグラフ A 8 3 ~ A 8 5 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、少なくとも 1 つの補強部材が、インペラの回転軸と同心であることを特徴とする血液ポンプ。

A 8 7 パラグラフ A 1 ~ A 8 6 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ポンプハウジングが駆動ユニットケーシングを備え、インペラが、一次血流を確立するように構成された少なくとも 1 つの一次ブレードを有し、インペラがケーシング側の端部を有し、ケーシング側の端部が駆動ユニットケーシングのほうを向いており、複数の二次ブレードが、二次血流を確立するように構成されたケーシング側の端部上に設けられることを特徴とする血液ポンプ。

A 8 8 パラグラフ A 8 7 に記載の血液ポンプであって、インペラが回転軸を有し、二次ブレードの各々が回転軸に対して非半径方向に延在することを特徴とする血液ポンプ。

A 8 9 パラグラフ A 8 7 または A 8 8 に記載の血液ポンプであって、二次ブレードの各々が基点と終点とを有し、基点が基本円上に位置し、終点が終了円上に位置し、基本円および終了円が、共通の中心点と同心であり、二次ブレードのうちのいずれか 1 つの基本円および終了円を接続する直線が、中心点を通して伸びていないことを特徴とする血液ポンプ。

A 9 0 パラグラフ A 8 9 に記載の血液ポンプであって、複数の二次ブレードの各々が、それぞれの直線に対して湾曲していることを特徴とする血液ポンプ。

A 9 1 パラグラフ A 1 ~ A 9 0 のいずれか 1 つに記載の血液ポンプであって、ポンプハウジングがカテーテル取付部を備え、カテーテル取付部が、血液ポンプのカテーテルの螺旋状部材をねじ係合するように構成された外周面上にねじ切り構造を備えることを特徴とする血液ポンプ。

A 9 2 パラグラフ A 9 1 に記載の血液ポンプであって、血液ポンプが螺旋状部材を有するカテーテルを備え、カテーテルは、螺旋状部材がねじ切り構造とねじ係合するという点で、カテーテル取付部に取り付けられ、螺旋状部材が、好ましくはニチノールコイルであることを特徴とする血液ポンプ。

【0092】

本明細書で使用されるように、「およそ」、「約」、「実質的に」および類似の用語は、本開示の主題が属する技術分野の当業者により受け入れられている共通の用法と調和する、広い意味を持つことが意図されている。これらの用語は、提供される精密な数値範囲にそれらの特徴の範囲を限定することなく、説明される特定の特徴を記述するのを可能に

10

20

30

40

50

することを意図していることが、本開示を検討する当業者に理解されるべきである。したがって、これらの用語は、説明される主題の非実質的または取るに足らない修正または変更が、本開示の範囲内に入るとみなされることを示しているとして解釈されるべきである。本明細書で使用されるように、「少なくとも部分的に」または「部分的に」という用語は、それぞれ、部分的という意味と、全体的または完全という意味の両方がある。

【符号の説明】

【0093】

10 血液ポンプ、 12 ポンプハウジング、 14 血流入口、 16 血流出口、
 18 通路、 20 インペラ、 22 駆動ユニットケーシング、 24 インペラケー
 シング、 26 駆動ユニット、 28 カニューレ取付部、 30 カテーテル、 32 10
 カテーテル取付部、 34 カテーテル取付部の管状部、 36 ねじ切り構造、 38
 螺旋状部材/ニチノールコイル、 40 第1の軸受/ピボット軸受、 42 第2の軸
 受/ラジアル軸受、 44 軸受収容部、 46 クラウン、 48 クラウンの中央管
 状部、 50 接続アーム、 52 磁石、 54 一次ブレード、 56 インペラの本
 体、 58 開口部、 60 入口、 62 インペラのケーシング側の端部、 64 二
 次ブレード、 65 二次補助ブレード、 66 ステータ、 68 絶縁アセンブリ、
 70 ポスト、 72 コイル巻線、 74 制御装置/プリント回路基板、 76 バッ
 クプレート、 78 ステータのカテーテル側の端部、 80 バックボーン、 82 バ
 ックボーン脚部、 84 スペーサ、 86 フロントプレート、 88 フロントシー
 ト、 90 スペーサアセンブリ、 92 スペーサの管状部、 94 フロントプレ
 ートの中央部分、 96 フロントプレートの外側部分、 98 フロントプレート 20
 脚部、 100 ステータのインペラ側の端部、 102 インペラ支持部、 104 インペラ
 支持部の管状部材、 106 フィルム状部分、 108 突出ピン、 110 接続部、
 112 移行部、 114 ポッティング材、 116 補強部材、 118 第1の軸受
 部材/第1のピボット軸受部材、 120 第2の軸受部材/第2のピボット軸受部材、
 122 第1の当接部、 124 球状部、 126 ボール、 128 支持要素、 1
 30 取付ピン、 132 第2の当接部、 134 第1の球状キャップ/第1のキャ
 ロット、 136 第2の球状キャップ/第2のキャロット、 138 第1の切り欠き
 、 140 第2の切り欠き、 142 第1の中空部分、 144 第1の冷却部材、
 146 第2の中空部分、 148 第2の冷却部材、 149 スロット、 150 第 30
 1のラジアル軸受部材、 152 第2のラジアル軸受部材、 154 カラー、 15
 6 第3の切り欠き、 158 インペラ切り欠き、 160 第4の切り欠き、 X 回
 転軸、 CA 開口部の中心軸、 CCP 共通の中心点、 BP 基点、 BC 基本円
 、 EP 終点、 EC 終了円、 G 間隙、 SL 直線。

【 図 面 】
【 図 1 】

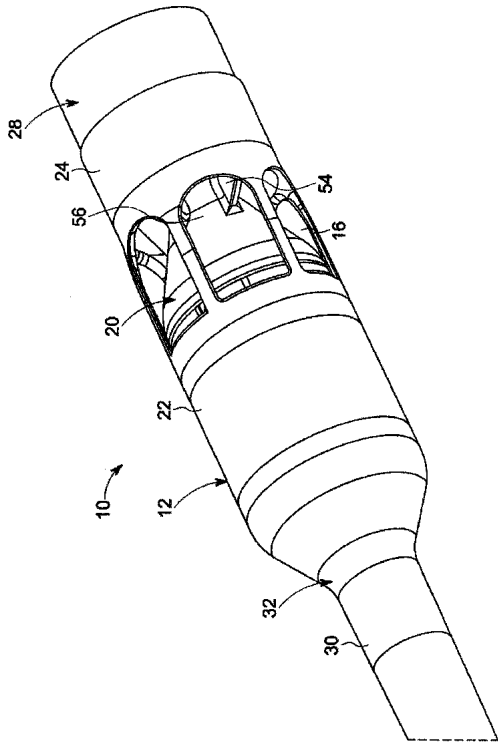


FIG. 1

【 図 2 】

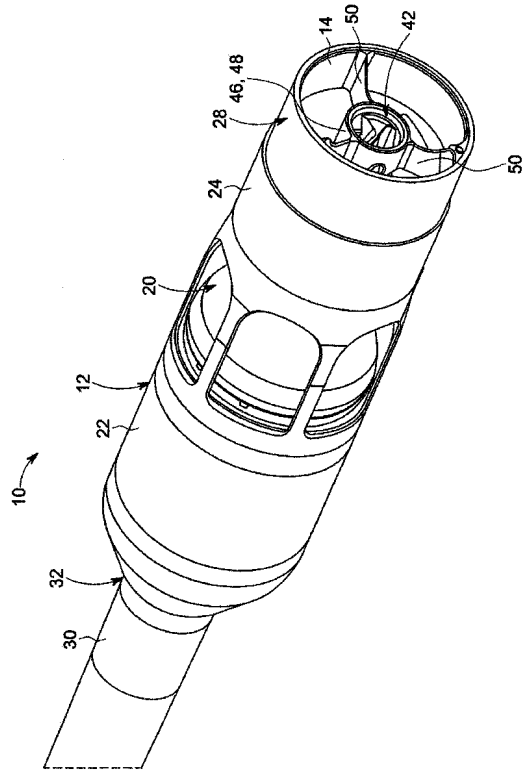


FIG. 2

【 図 3 】

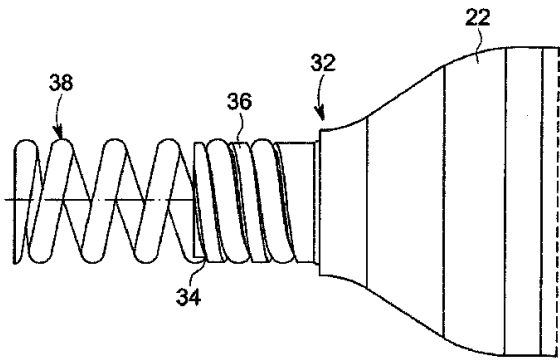


FIG. 3

【 図 4 】

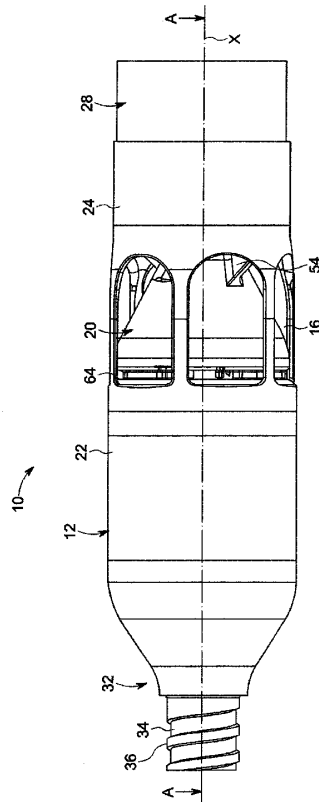


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

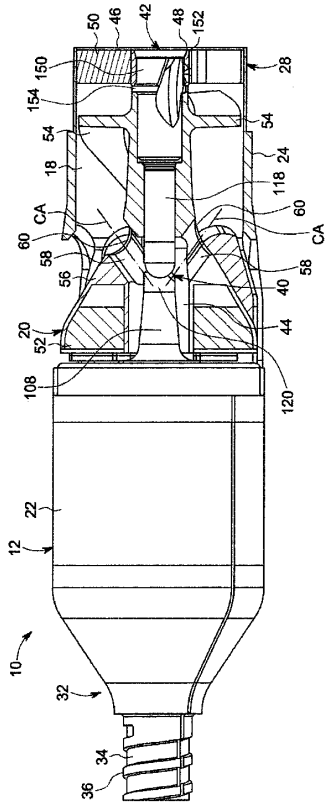


FIG. 5

【 図 6 】

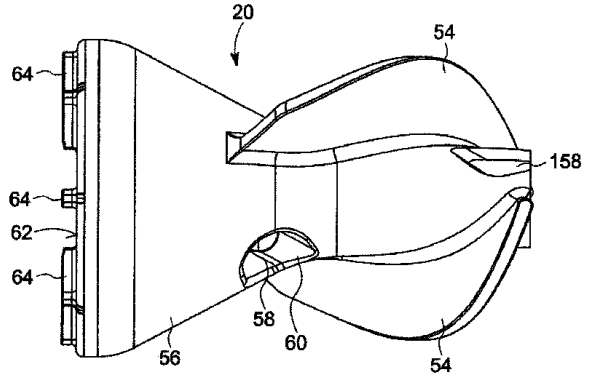


FIG. 6

10

20

【 図 7 】

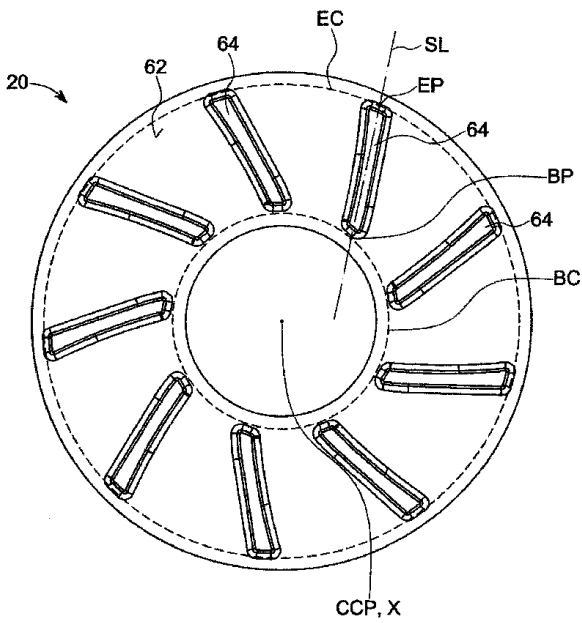


FIG. 7

【 図 8 】

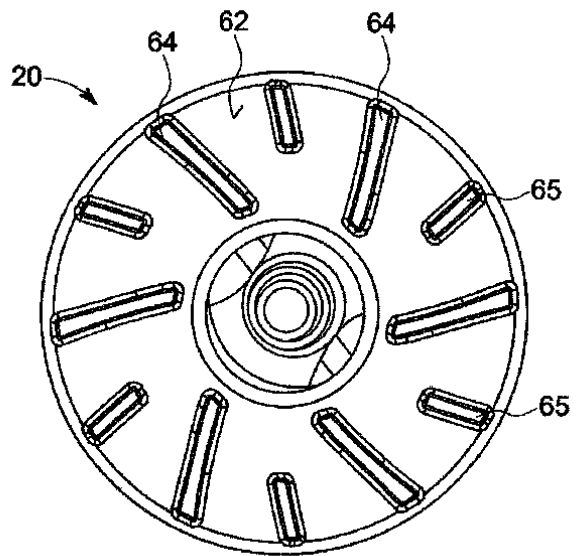


FIG. 8

30

40

50

【 図 9 】

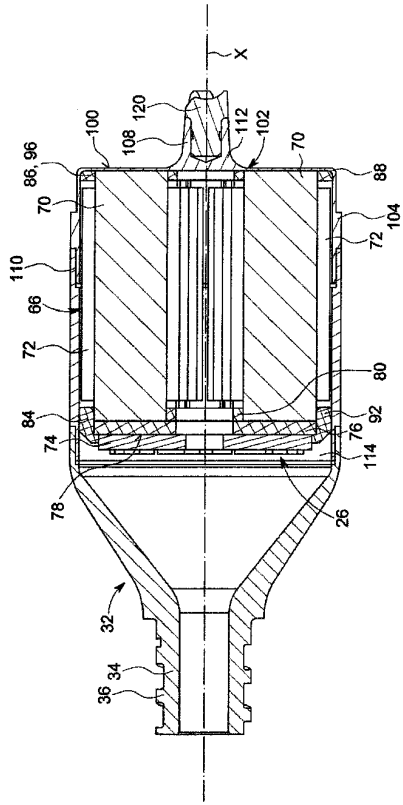


FIG. 9

【 図 10 】

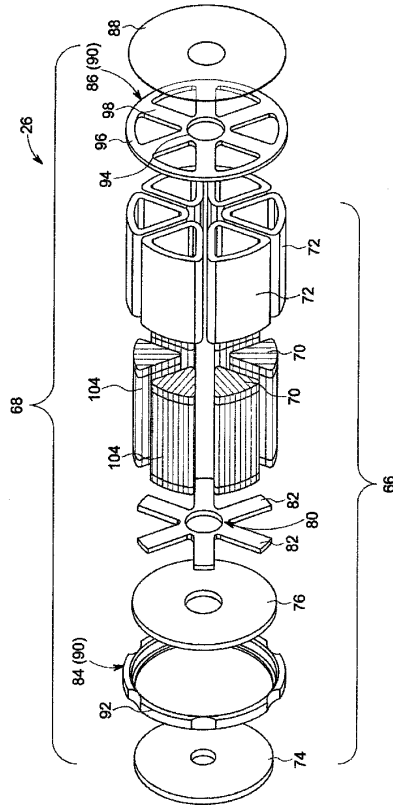


FIG. 10

10

20

【 図 11 】

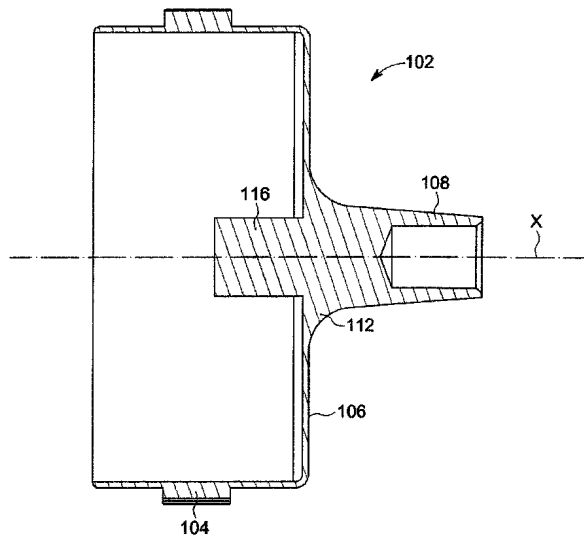


FIG. 11

【 図 12 】

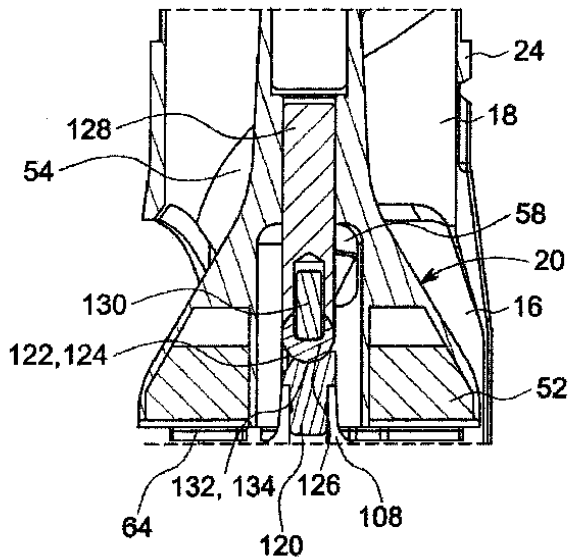


FIG. 12

30

40

50

【 図 1 3 】

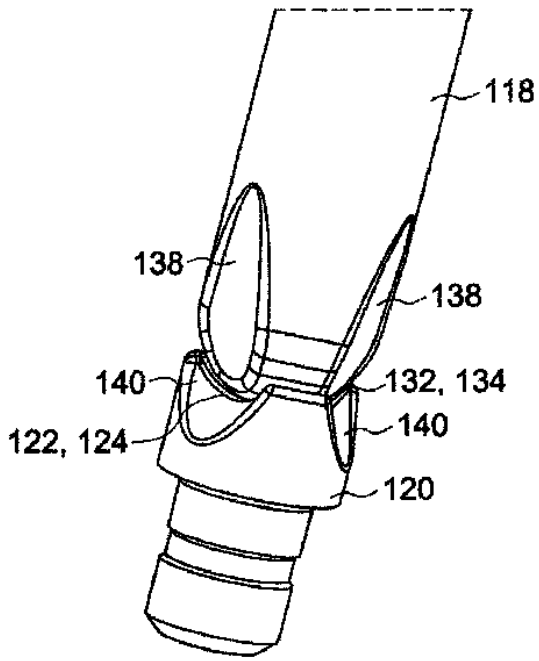


FIG. 13

【 図 1 4 】

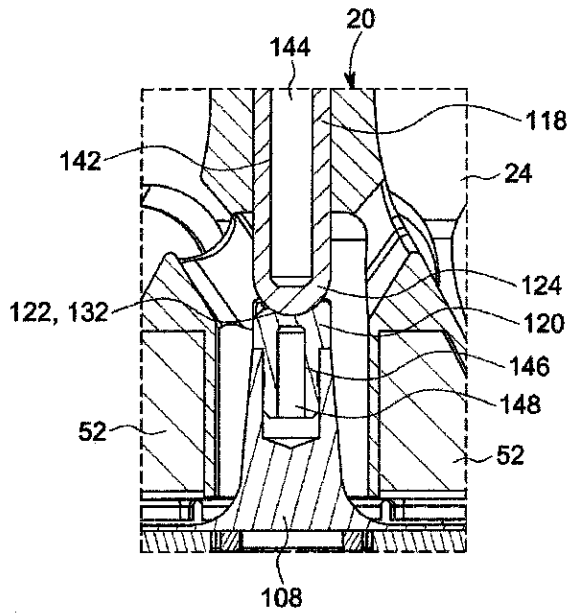


FIG. 14

10

20

【 図 1 5 】

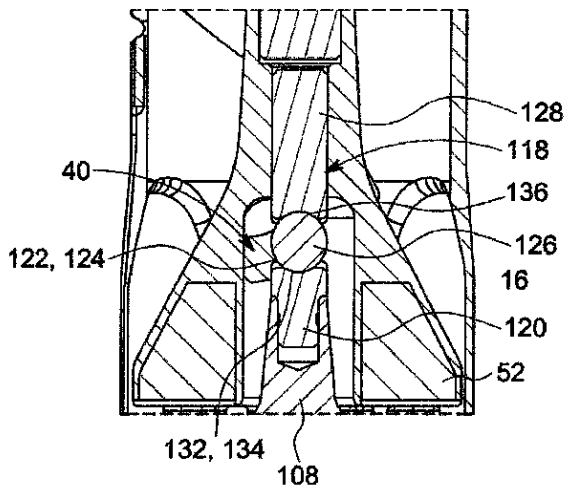


FIG. 15

【 図 1 6 】

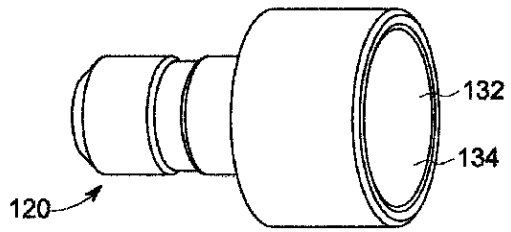


FIG. 16

30

40

50

【 図 1 7 】

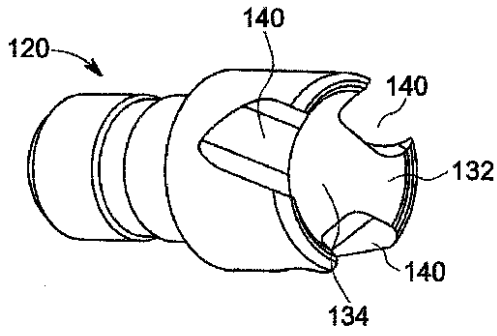


FIG. 17

【 図 1 8 】

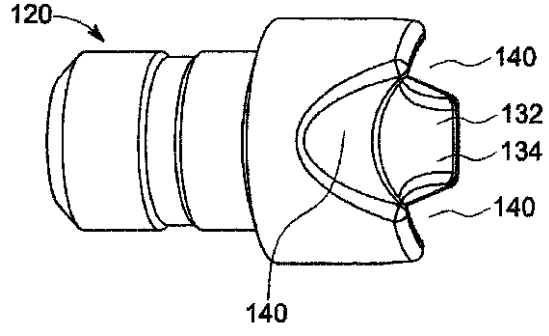


FIG. 18

10

【 図 1 9 】

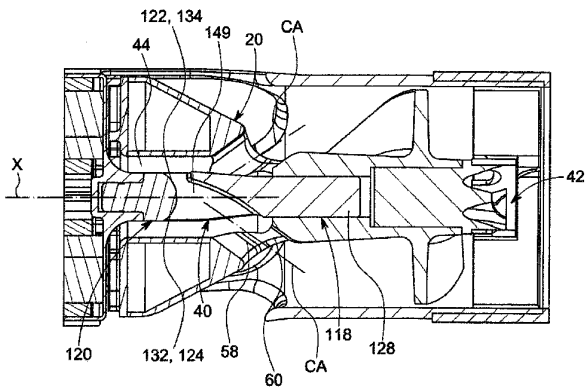


FIG. 19

【 図 2 0 】

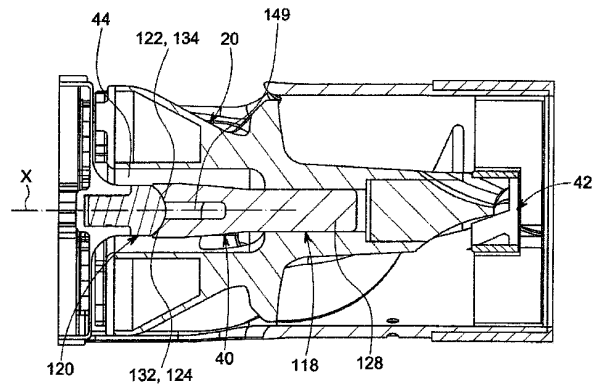


FIG. 20

20

30

40

50

【 図 2 1 】

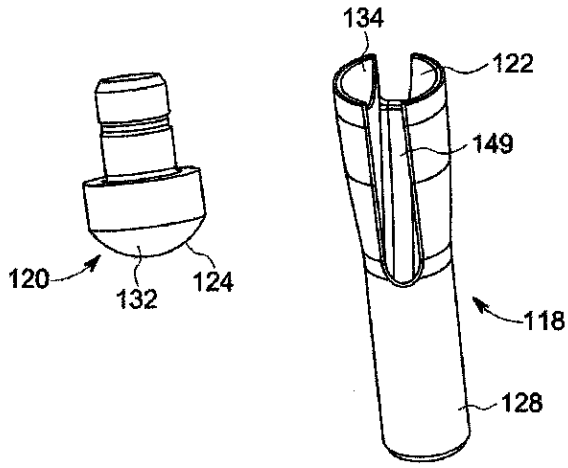


FIG. 21

【 図 2 2 】

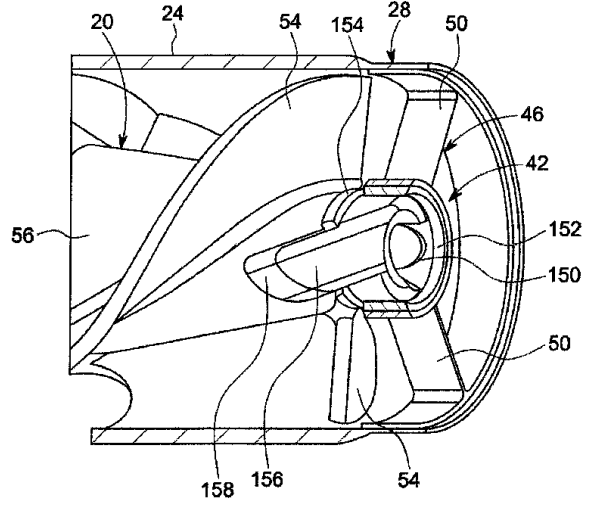


FIG. 22

10

【 図 2 3 】

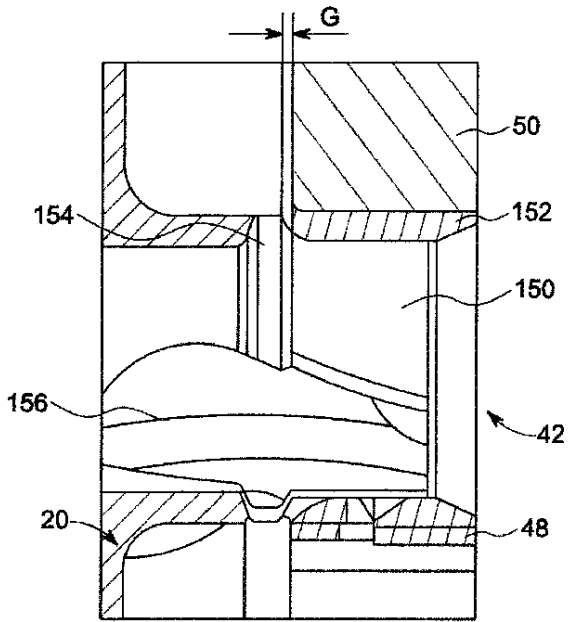


FIG. 23

【 図 2 4 】

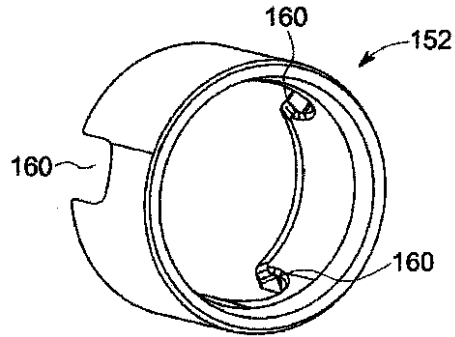


FIG. 24

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2023/051799

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

10

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

20

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

30

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims.; it is covered by claims Nos.:
1-5, 10, 13

40

Remark on Protest

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2023/051799
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. A61M60/13	A61M60/221	A61M60/422
		A61M60/804
		A61M60/825
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 093 001 A (BURGREEN GREGORY W [US] ET AL) 25 July 2000 (2000-07-25) a pivot-type ball-and-cup bearing; ball affixed; column 3, lines 15-36; figure 2A -----	1-5,10, 13
X	US 2016/144089 A1 (WOO YI-REN [US] ET AL) 26 May 2016 (2016-05-26) the whole document bearing components 150, 152, 154, 156; mechanically suspended; ball component 150 on the rotor 133 and the cup component 154 on the stator 160; paragraphs [0079], [0080]; figures 3A,4 ----- -/--	1-5,10, 13
<input checked="" type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 31 March 2023	Date of mailing of the international search report 06/06/2023	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Van Veen, Jennifer	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2023/051799

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/238172 A1 (AKDIS MUSTAFA [DE]) 29 September 2011 (2011-09-29) pivot bearing 405,414; ball 414; paragraphs [0236] - [0249]; figures 15,16 -----	1-5,10, 13
X	US 2019/343997 A1 (GRANEGGER MARCUS [DE] ET AL) 14 November 2019 (2019-11-14) the whole document -----	1-5,10, 13
X	US 2017/157309 A1 (BEGG JOHN [AU] ET AL) 8 June 2017 (2017-06-08) pivot bearing 32; paragraphs [0042], [0043]; figure 2 -----	1-4,10, 13
X	US 2008/234623 A1 (STRAUSS ANDREAS [DE] ET AL) 25 September 2008 (2008-09-25) paragraphs [0153], [0155]; figure 11 -----	1-4,10, 13
X	US 2019/282741 A1 (FRANANO F NICHOLAS [US] ET AL) 19 September 2019 (2019-09-19) the whole document paragraphs [0216] - [0224]; figures 5-12 -----	1-3,10, 13
X	US 5 713 730 A (NOSE YUKIHIRO [US] ET AL) 3 February 1998 (1998-02-03) radius of curvature R/r; ratio R/r in the range of 1 to 4; column 7, lines 13-42; figure 4 -----	1-3,10, 13
X	EP 1 027 898 A1 (KRITON MEDICAL INC [US]) 16 August 2000 (2000-08-16) the whole document ball 48; paragraphs [0028], [0030], [0046] - [0049]; figure 9 -----	1-3,10, 13
X	US 5 613 935 A (JARVIK ROBERT [US]) 25 March 1997 (1997-03-25) the whole document column 6, line 61 - column 7, line 40; figures 8-10 -----	1,2,13

1

Form PCTISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

page 2 of 2

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2023/051799

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6093001	A	25-07-2000	AU 7272998 A US 6093001 A WO 9850089 A1	27-11-1998 25-07-2000 12-11-1998
US 2016144089	A1	26-05-2016	EP 3223880 A1 US 2016144089 A1 WO 2016086137 A1	04-10-2017 26-05-2016 02-06-2016
US 2011238172	A1	29-09-2011	AT 464922 T CA 2664835 A1 DE 102006036948 A1 DK 2051751 T3 EP 2051751 A2 SI 2051751 T1 US 2011238172 A1 WO 2008017289 A2	15-05-2010 14-02-2008 07-02-2008 02-08-2010 29-04-2009 31-08-2010 29-09-2011 14-02-2008
US 2019343997	A1	14-11-2019	CN 109789257 A DE 112017004905 A5 EP 3300750 A1 US 2019343997 A1 WO 2018060436 A1	21-05-2019 06-06-2019 04-04-2018 14-11-2019 05-04-2018
US 2017157309	A1	08-06-2017	US 2017157309 A1 WO 2016004466 A1	08-06-2017 14-01-2016
US 2008234623	A1	25-09-2008	AU 2006281502 A1 CA 2619471 A1 CN 101287509 A DE 102005039446 A1 EP 1919535 A2 JP 4897811 B2 JP 2009504290 A US 2008234623 A1 WO 2007020106 A2	22-02-2007 22-02-2007 15-10-2008 22-02-2007 14-05-2008 14-03-2012 05-02-2009 25-09-2008 22-02-2007
US 2019282741	A1	19-09-2019	AU 2017257508 A1 BR 112018072194 A2 CA 3021657 A1 CN 109789289 A EP 3448487 A2 IL 262518 A JP 2019514562 A KR 20190013788 A RU 2018141837 A TW 201808356 A TW 202233270 A US 2019282741 A1 WO 2017190155 A2	15-11-2018 12-02-2019 02-11-2017 21-05-2019 06-03-2019 31-12-2018 06-06-2019 11-02-2019 29-05-2020 16-03-2018 01-09-2022 19-09-2019 02-11-2017
US 5713730	A	03-02-1998	NONE	
EP 1027898	A1	16-08-2000	AU 768864 B2 CA 2260171 A1 EP 1027898 A1 JP 2000217905 A KR 20000052056 A	08-01-2004 22-07-2000 16-08-2000 08-08-2000 16-08-2000

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2023/051799

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5613935 A	25-03-1997	AU 3494195 A	03-07-1996
		CA 2207446 A1	20-06-1996
		EP 0799060 A1	08-10-1997
		US 5613935 A	25-03-1997
		WO 9618358 A1	20-06-1996

10

20

30

40

50

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

10

1. claims: 1-5, 10, 13

A a blood pump, comprising: a pump housing, an impeller, a drive unit, and a bearing arrangement comprising at least one pivot bearing; and with the first pivot bearing member comprises a support element and a ball.

2. claims: 6-8

A a blood pump, comprising: a pump housing, an impeller, a drive unit, and a bearing arrangement comprising at least one pivot bearing; and with the first / second abutment portion of the first / second pivot bearing member comprises at least one first / second cut out.

20

3. claim: 9

A a blood pump, comprising: a pump housing, an impeller, a drive unit, and a bearing arrangement comprising at least one pivot bearing; and with the first pivot bearing member comprises a slot extending from the first abutment portion.

4. claims: 11, 12

A a blood pump, comprising: a pump housing, an impeller, a drive unit, and a bearing arrangement comprising at least one pivot bearing; and with the impeller comprises a bearing accommodation portion in its inside and at least one opening connecting the passage with the bearing accommodation portion.

30

5. claims: 14, 15

A a blood pump, comprising: a pump housing, an impeller, a drive unit, and a bearing arrangement comprising at least one pivot bearing; and with the bearing arrangement further comprises at least one radial bearing.

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 M 60/422 (2021.01)	A 6 1 M 60/422	
A 6 1 M 60/82 (2021.01)	A 6 1 M 60/82	
A 6 1 M 60/824 (2021.01)	A 6 1 M 60/824	
A 6 1 M 60/804 (2021.01)	A 6 1 M 60/804	
F 0 4 D 29/046 (2006.01)	F 0 4 D 29/046	B
F 0 4 D 29/18 (2006.01)	F 0 4 D 29/18	1 0 1

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

ドイツ アーヘン ノイエンホーフア ベーク 3 アピオメド オイローバ ゲーエムペーハー内

(72)発明者 グロース - ハルト サツシャ

ドイツ アーヘン ノイエンホーフア ベーク 3 アピオメド オイローバ ゲーエムペーハー内

F ターム (参考) 3H130 AA05 AB23 AB52 AC18 BA56E BA65E BA87E CA05 DA02X DB03X

DB05X DB07X DD01Z

4C077 AA04 CC03 CC04 DD10 EE01 FF04 JJ03 JJ08 PP16 PP24