

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3657010号  
(P3657010)

(45) 発行日 平成17年6月8日(2005.6.8)

(24) 登録日 平成17年3月18日(2005.3.18)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

A61M 1/10  
F04D 13/02

F I

A61M 1/10 535  
F04D 13/02 C

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平10-543838	(73) 特許権者	500015445
(86) (22) 出願日	平成9年4月14日(1997.4.14)		アドバンスド バイオニクス, インコーポ レイテッド
(65) 公表番号	特表2000-516519(P2000-516519A)		アメリカ合衆国55344 ミネソタ州, ホプキンス, サウス フォーティーンズ アベニュー 620
(43) 公表日	平成12年12月12日(2000.12.12)	(74) 代理人	100066692
(86) 国際出願番号	PCT/US1997/006205		弁理士 浅村 皓
(87) 国際公開番号	W01998/046879	(74) 代理人	100072040
(87) 国際公開日	平成10年10月22日(1998.10.22)		弁理士 浅村 肇
審査請求日	平成12年5月12日(2000.5.12)	(74) 代理人	100087217
審判番号	不服2003-24248(P2003-24248/J1)		弁理士 吉田 裕
審判請求日	平成15年12月15日(2003.12.15)	(74) 代理人	100080263
			弁理士 岩本 行夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸受およびシールの無い血液ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体を移送するための血液ポンプであって、内周部、外周部および中心軸線を備えたポンプ室と、該ポンプ室の中心軸線上であってポンプ室の反対両側に配置される一対の流体入口と、該一対の入口を横切るように一対の入口の概ね中間に配置される出口手段と、前記ポンプ室内に配備されるロータであって、反対両側の極領域に向かって収束する二重円錐形状を有し、前記極領域間に延びる回転軸線を有し、該ロータの作動回転中に前記ポンプ室の軸線と共通軸線関係に配置されるロータと、前記回転軸線の概ね中間で半径方向に離間して位置するように前記ロータに配置された磁気被動手段と、エネルギー源に結合された電磁駆動手段であって、回転駆動エネルギーを前記磁気被動手段を介して前記ロータに伝える電磁駆動手段とを有する血液ポンプにおいて、前記ロータが、

(a) 前記ポンピングされる流体よりも実質的に小さい相対密度であって、流体に対して0.1から0.9までの範囲内の相対密度を有する本体と、

(b) 軸線方向長さを備えた二重円錐形状であって、前記回転軸線に沿った前記軸線方向長さが前記入口間に配備された前記ポンプ室の軸線方向長さを規定しており、前記回転軸線を横切る前記ロータ本体の直径が中間面を規定しており、前記軸線方向長さおよび前記直径は、前記ロータの外周面と前記ポンプ室の内面との間に間隙を提供するように選定されており、前記ポンプ室の前記内面と前記ロータの周辺部との間の前記間隙の大きさは、極尖端から中間面までの前記ロータの円周部の増大に実質的に比例する割合で、前記入口から前記出口に向かって徐々に増大している二重円錐形状とを有していることを特徴とする血

10

20

液ポンプ。

【請求項 2】

前記ポンプ室の内面と前記ロータの外面との間の前記間隙が流体のための流れチャンネルを形成し、且つ約 1 mm から 7 mm での範囲内である請求項 1 の血液ポンプ。

【請求項 3】

前記ポンプ室の内面と前記ロータの外面との間の前記間隙が流体のための流れチャンネルを形成しており、それによってポンピングされた流体の速度が前記入口と前記出口との間で前記ハウジングの表面に対して実質的に一定のままである請求項 2 の血液ポンプ。

【請求項 4】

流体を移送するための血液ポンプであって、内周部、外周部および中心軸線を備えたポンプ室と、該ポンプ室と極関係で且つ前記ロータの作動回転中前記ポンプ室と共通軸線をなすように配置される入口手段と、該一对の入口を横切るように一对の入口の概ね中間に配置された出口手段と、前記ポンプ室内に配備されるロータであって、反対両側の極領域に向かって収束する二重円錐形状を有し、前記極領域間に延びる回転軸線を有し、前記ポンプ室の軸線と共通軸線関係に配置されるロータと、前記回転軸線に沿って概ね中間で半径方向に離間して位置する、前記ロータに配置された磁気被動手段と、エネルギー源に結合されて回転駆動エネルギーを前記磁気被動手段を通じて前記ロータに伝える電磁駆動手段とを有する血液ポンプにおいて、前記ロータが、

(a) 前記ポンピングされる流体よりも実質的に小さい相対密度であって、前記ポンピングされる流体の密度の 10% から 90% までの範囲内の相対密度を有する本体と、

(b) 軸線方向長さを備えた二重円錐形状を有する本体であって、前記回転軸線に沿った前記軸線方向長さが前記入口間の前記ポンプ室の軸線方向長さの実質的な部分を規定しており、前記ロータ本体の形状および直径は、中間面を規定するとともに前記ロータの外面と前記ポンプ室の内面との間に間隙を提供するよう選定されており、前記ポンプ室の前記内面と前記ロータの外面との間の前記間隙の大きさが、極尖端から前記中間面にかけて前記ロータの円周部の増加に比例する割合で、前記入口から前記出口手段まで増大している本体と、

(c) 前記ロータのための唯一の支持が前記ポンピングされる流体に作り出される流体力学的力であるような構成であって、それによって前記血液ポンプのケーシング構造がロータ支持部材および軸受のないものである構成と、を有していることを特徴とする血液ポンプ。

【請求項 5】

流体を移送するための血液ポンプであって、内周部、外周部および中心軸線を備えたポンプ室と、該ポンプ室の反対側に配備された関係の一对の流体入口であって、前記ポンプ室と共通軸線をなすように配置される一对の流体入口と、該一对の入口を横切るように前記一对の入口の概ね中間に配置された出口手段と、前記ポンプ室内に配備されるロータであって、反対両側の極領域に向かって収束する二重円錐形状を有し、前記極領域間に延びる回転軸線を有し、該ロータの作動回転中に前記ポンプ室の軸線と共通軸線関係に配置されるロータと、前記回転軸線に沿って概ね中間で半径方向に離間して位置する、前記ロータに配置された磁気被動手段と、エネルギー源に結合されて回転駆動エネルギーを前記磁気被動手段を介して前記ロータに伝える電磁駆動手段とを有する血液ポンプにおいて、前記ロータが、

(a) 前記ポンピングされる流体よりも実質的に小さい相対密度であって、該流体に対して 0.1 から 0.9 までの範囲内の相対密度を有する本体を有していることを特徴とする血液ポンプ。

【発明の詳細な説明】

発明の背景

本発明は、広義の概念では、脆弱な、または攻撃的な流体を移送するための改良されたポンプに関するものである。脆弱な流体の例としては人間あるいは動物の血液が含まれており、それらはいずれも通常でない衝撃および/または剪断力に晒されることが許容できな

10

20

30

40

50

い。攻撃的な流体としては、腐食性のあるいは有毒な流体、並びに汚染が許されない流体、他にはシールおよび/または軸受を破壊してポンプ構造体のライフタイムおよび/または寿命を低減させるかも知れない流体が含まれている。例えば、有毒な流体は漏れが発展した場合極めて危険である。より具体的には、本発明は無軸受であるとともに無シールのポンプに関するものであり、ロータが流体力学的な力および浮揚力の組み合わせにより動力的に平衡状態である。本発明のポンプは、特に人間の血液を移送するようにされており、ポンピング（吸出入）される材料の品質に損傷を与えることなく、および/または該ポンピングされる材料の品質に悪影響を及ぼすことなく流体の流れを作り出すことができる。本発明のポンプに用いられるロータは、無ブラシのモーター形態で該ロータに配備されている永久磁石配列体に関連して作動する電磁駆動方式により、電磁的に回転される。

10

あるいは、永久磁石対永久磁石カップリングを用いてもよい。このように、本発明の構成は無軸受および無シールであると同時に、相対的な回転を達成する。過去、ポンプおよびその吸出入系として、無軸受および無シールであるとして特徴付けられたものが設計されてきた。このような系としては、代表的には、スリーブ軸受、ボール軸受または他の摩擦誘引軸受と同じような、事実上は実際の軸受形態である磁気浮揚手段を用いている。有効に作動するであろうが、磁気軸受を用いる構成は複雑になりがちであり、従って該構成は磁気装置、位置センサー、および急速応答性の磁気駆動手段を含む多くの付加的構成要素を必要とする。オルセン（Olsen）その他による第4, 688, 998号および第5, 195, 877号を含む、多数のかような特許が過去に取得されている。それに対し、本発明の装置は完全に無軸受および無シールであり、動力的な平衡状態

20

が、流体力学的力と浮揚力との組み合わせにより達成されている。摩擦低減用軸受を利用しているポンプに固有の欠点の中には、ボール軸受、摩擦軸受、スリーブ軸受等の使用によって生じ得る局部的熱発生が含まれている。流量の少ない状態および高圧力状態が、かような構造体を用いることによって、結果として局部的領域に生じることがある。加えて、かような軸受を備えた全てのポンプは高いばね常数が備わり、ロータ（あるいは、インペラすなわち翼車）のわずかな変位が、軸受を損傷することがあり、あるいは実際に破壊してしまう非常に大きな力が導入される。加えて、軸線方向位置の変動が生じる際はどんな時でも、構造体に異なる力が導入される。

本構造体においては、ポンプは無軸受および無シールであり、ロータは比較的大きな変位が考慮され、また有効な低屈従性を有し、そうでなければロータを所定の位置に保持するために必要とされる大きな力を生成することがない。加えて、ロータは、代表的にはポンプの回転軸線がハウジング軸線（回転軸線あるいは横方向軸線のうちのいずれか）から偏位される状況において、平衡位置を探して発見する。ポンプハウジングの回転運動は、ロータの回転軸線あるいは垂直軸線が変位することから明らかである。本構成は、極めて正確な設計上の軸線、構成および作動の必要性を除去することが判明した。位置的に固定された回転軸線が存在しないことにより、そうでなければ作り出されるであろう、ロータの軸線がその通常の中心に配置された位置から遠去かる方向に転位する際の大きな力の導入が低減される。

30

本発明の構成においては、ポンプが中心軸線を有するポンプ室を含んでおり、またロータ本体がその室内に配備され、この中で無軸受および無シールでの回転をするようになっている。ロータは、反対両側の極領域に向かって収束する二重のあるいは二重円錐の形状を有しており、回転軸線はこれら極領域間に延在している。流体入口がポンプ室内の反対両側に配置された関係で該ポンプ室に配備されており、流体が室の外部あるいは内部のいずれかの入口領域に輸送されあるいは移送される。ロータが変位した場合を除いて、通常ロータはポンプ室および流体入口の双方に対して共軸線関係になされるように配備されている。1つあるいは複数の出口が、両入口の中ほどで概ね室の中心に配備され、また代表的にはポンプ室の中心部分で接戦方向に位置決めされている。ロータの回転軸線が垂直に配備される状況において、二重円錐形態は、ロータの外側部分によって、二重円錐の上方部分では流れが下方に進行し、また二重円錐の下方部分では流れが上方に進行するようになっている。

40

50

反対両側に配置された流体入口間の流体の外部移送の例は、ハウジングの反対両側の端部で流体を導入する流体移送ラインである。内部移送の例として、ロータの反対両側の端部に延在する穴を備えてもよく、これによって構造体の内部での流体の移送を可能としている。

用語「反対両側に配置された入口」は、ロータの反対両側の端部での流体導入の利用を反映するよう意図されており、またポンピングされる全ての流体が最初はハウジングの1つの極領域に導入され、それにも係わらず流体が反対両側に配置された極領域に内部的あるいは外部的に移送される構成を含むよう意図されている。

示されたごとく、ロータの浮揚は流体力学的な力と浮揚力との組み合わせにより得られる。簡単に言えば、浮揚成分はロータ密度の注意深い選定の結果として得られ、好ましい相対密度はポンピングされる流体の相対密度に対して約0.1と0.9との間である。動的な運転モードにおいて、浮揚力は、より重要でより効果の高い流体力学的力に対して、単なる小さくて二次的に重要な成分である。

流体力学的力の成分は、流体がポンプ室を通して移動する際、その流体の運動の結果として得られる。流体の速度が高まるにつれ、流体力学的力は実質的に増大し、そしてロータ密度の適正な選定を行うことで、結果として通常の作動中に作り出される流体力学的な力が正確で安定した、そして制御可能に繰り返すことができるポンプ室内でのロータの心出しを達成する。

本発明のポンプ構造は、脆弱なおよび/または攻撃的な液体を移送するための、特に人間の血液を移送するための特定の応用例を有している。血液中的のある成分は極めて脆弱であり、また外部の力に露出される際損傷を受けるので、在来のポンプは、単に該応用例には適していない。加えて、代表的に在来のポンプ構造で見られる在来のシールおよび/または軸受は、細胞損傷に対して実質的なそしてかなりの脅威を与えている。ポンプを血液の移送に十分に適したものとする本発明のポンプの別の特徴は、その実質的に摩擦の無い動作である。いかなる摩擦力も熱エネルギーの発生の危険性を作り出し、このために熱発生に寄与するだろう。血液は温度変化、特に通常の体温を超える温度へのいかなる増加にも極めて敏感であるため、摩擦の低減および/または摩擦の事実上の回避はかなりのそして実質的な利点を提供する。

本発明の構造体は軸受を必要としないので、接触軸受で失われるエネルギーと磁気軸受での電気損失とを含む軸受内で生ずるエネルギー損失の除去を通して、エネルギー消費が低減される。インペラのための駆動力は、概ねインペラの重心の面、あるいはインペラの質量中心の面、あるいは少なくともそれに近接して置かれている。この特徴により、結果として自由体 (free-body) ジャイロスコープのジャイロスコープ効果が作り出され、また本発明の形態は、ハウジングの軸線がロータの回転軸線と相対的に回転する際、インペラを安定化させるようになっている。言い換えれば、ハウジングの位置変化によってロータの回転軸線が変更されてもよく、かくてスピン軸線が常に垂直軸線のまわりにないかもされないが、なお水平軸線のまわりにあることができる。

血液ポンプ応用例に加えて、本発明の装置は、他の流体に関して同様の利用性を見い出している。確かに、前述した攻撃的な流体を含む繊細でない流体は、本発明のポンプ装置によって適切に扱われおよび/または移動されるであろう。

#### 発明の概要

それ故、本発明の主な目的は、人間の血液のごとき脆弱な液体を移送するための改良されたポンプを提供することであり、該ポンプは無軸受であるとともに無シールであり、ロータは流体力学的力と浮揚力との組み合わせにより動力学的に平衡状態にある。

また、本発明の別の目的は、ポンピングされる材料の品質に悪影響を及ぼすような損傷を与えることなく、かような液体の均一で、一致した、すなわち矛盾の無い流れを作り出すことができる、人間の血液での応用例のための改良されたポンプを提供することである。

また、本発明の別の目的は、ロータを収容するポンプ室を利用しているポンプ構造体を提供することであり、該ロータの回転は、無ブラシの形態でロータ上に配備された永久磁石配列体に関連して作動する電磁駆動方式により達成される。

10

20

30

40

50

本発明の更に別の目的は、以下の明細書、特許請求の範囲の請求項および添付の図面を検討することによって、当業者に明らかとなる。

#### 図面の説明

図 1 は、本発明に従って作られたポンプ組立体の斜視図である。

図 2 は、図 1 に示されているとき構造体の軸線を通る垂直断面図で、実際の作動時にポンプにより作り出される流れパターンを示している。

図 3 は、図 1 に示されているポンプ構造体の水平断面図で、作動中のポンプの流れパターンの詳細を示している。

図 4 は、わずかに拡大されたスケールで取られた破断断面図で、ロータとハウジングとの間の間隙の傾きを示しており、また流体の流れの割合を実質的に一定に保持することができるやり方を図示している。

10

図 5 は、本発明に従って作られたポンプの斜視図で、患者の自然の心臓の一部として機能するポンプの 1 つの応用例を示している。

図 6 は、本発明の装置が機能することができる代表的なシステムを図示している概略図である。

#### 好適実施例の説明

本発明の好適実施例によれば、とりわけ図 1、図 2 および図 3 に特別の注意を向けてみると、共通して 10 で示されているポンプはハウジング 11 を有しており、該ハウジング 11 の内部はポンプ室 12 を画成している。言い換えれば、ハウジング 11 の内周部は室 12 の外周部である。図 2 および図 3 を見て明らかごとく、ハウジング 11 および室 12 は中心軸線を共有しており、該中心軸線は、図 2 に示されているごとく、軸線 14 に沿って延在している。ハウジング 11、すなわち室 12 は、18 および 19 のごとく出口とともに 16 および 17 のごとく一对の入口を備えている。入口 16 および 17 は、共に室への入口を画成しており、一方出口 18 および 19 は、共に出口を画成している。入口 16 および 17 は室と共軸線をなして配置され、即ち軸線 14 に沿って配置されており、入口同士は室 12 の反対両側に配備された関係をなして配置されている。出口 18 および 19 は入口の間に配置されており、また示されているごとく軸線 14 を概ね横切る方向に配備されている。

20

図 2 および図 3 に引き続き注意を向けてみると、ロータ 20 は室 12 内に配備されているとともに対称をなす二重の円錐形状を有している。この形状は 21 および 22 のごとく反対両側の極領域に向かって収束する二重の円錐を提供しており、またロータは極領域 21 および 22 間に延在している回転軸線を備えている。二重の円錐形状を形成している 2 つの円錐の各々の基部は一体に結合されているとともに共通した中心面を形成している。この共通した中心は、更に磁石 24, 24... のごとく複数個の永久磁石のための装荷用基部として利用されている。これらの磁石は、ロータ 20 の回転軸線に沿って概ね中間の、半径方向に離隔された位置に配置されており、該永久磁石は等しく半径方向に且つ正確に離隔された位置に備えられている。電磁駆動手段は 26, 26... および 27, 27... のところに備えられており、翻って、該電磁駆動手段は電気エネルギー源に結合されているとともに、回転駆動エネルギーを永久磁石 24, 24... を通じてロータに移送するようにされている。もちろん、駆動構成は一般にブラシレスモーター（すなわち無ブラシのモーター）形態と言われており、もちろん無ブラシのモーター駆動は当業界ではよく知られている。ロータ 20 の回転速度は電磁部材 26, 26... および 27, 27... に付与される磁場の周波数により首尾よく制御され、回転比率は適用される電磁界の周波数により、あるいは電磁手段 26, 26... および 27, 27... の選択的付勢により制御される。かような駆動は、もちろん通常利用されており、また当業界ではよく知られている。

30

40

ロータ 20 は、更に壁 29 および 30 により画成されており、その構造体の材料はハウジング 11 に用いられているものと同様か、あるいはそれと同じかのいずれかである。ポリカーボネート、アクリル、あるいはポリスチレンのコポリマー（共重合体）のごとき生物学的適合性の適宜の材料を用いることができ、あるいは代替的に、構造体の生物学的適合性を高めるためのコーティングを適宜の基体に塗布してもよい。装置が移植用に用いられ

50

ない場合には、その場合もちろん、血液接触面が非トロンボゲン性材料で形成されおよび/またはその材料で被覆されていれば、他の材料を用いてもよい。

ロータ20は32の箇所の中空の芯あるいは空所領域を備えており、この領域がロータ本体の相対密度を制御するための手段を提供している。好ましくは、該相対密度は、ポンピングされる流体に対するロータの相対密度の比により選定されており、多くの応用例においてはポンピングされる流体に対するロータの相対密度は約0.3および0.6の間であり、約0.1および0.9の間の相対密度が有用であると判明するであろうことは理解される。また、ロータ20の二重円錐形状は、入口16および17間のポンプ室の軸線方向長さに概ね等しい回転軸線に沿った軸線方向長さを、仕上げられた構造体に提供している。ロータ20の横断直径は、中心線33に沿うがごとく中間面に沿って画成されており、二重の収束する円錐の形状は、図4に最も詳細に図示されているごとく、ロータの表面とポンプ室の内面との間に間隙を提供している。一般に言われているように、A-AおよびB-Bで示されている間隙は、該間隙が入口領域から出口領域に向かって増大するようになっている。好ましくは、その増大の割合が極尖端から中間面までロータの円周部の増大に比例しており、ポンピングされる流体がその並進回転および回転運動および/または並進ベクトルおよび回転ベクトルに沿って移動する際、この間隙の増加がポンピングされる流体に概ね一致した割合の運動を提供する。これらの検討を心に留めて、好ましくは、ポンプ室の内面とロータの周部との間隙は約1mmから約7mmまでの間で変化し、概ね約1mmと3mmとの間の狭い範囲が好ましい。一般には、約1.5mmの間隙が好ましい。

10

入口および出口領域に関して、一般に入口の組み合わせられた領域が出口の組み合わせられた領域に概ね等しいことが好ましく、これによって流れおよび圧力でのより一層の一致を提供し、また室12内でのロータ20の適宜の流体力学的平衡状態を提供する。

20

示されたごとく、好ましくは、電磁駆動素子26, 26...および27, 27...のための駆動手段は導体巻線形をしており、また適宜の流体力学的平衡状態を達成する目的で、該巻線はいかなる軸受の形態に対しても必要性を除去する一方で、回転するロータの流体力学的平衡状態を保持するように注意深く制御され且つ選択的になされている。

示されたごとく、インペラの慣性モーメントは、重心(あるいは質量中心)近くにインペラの質量を位置決めすることにより有効に最小化される。このことは、構造的一体性に必要とされるインペラの質量を、中心により近く且つ概ね可能な限り回転軸線に近づけて移動させることにより得られるだろう。慣性モーメントは、必要とされるごとく、回転軸線に沿って構造体の強度が増加するので、ロータの内側インペラの最大半径のところにある円形、即ち環状領域内に永久磁石を配備させるとともに装荷させることによって、本発明の構造体に関連して制御可能に調節され得る。

30

ポンピングされる流体に関して、注意されるべきは、人間の血液が25で約4センチポアズの粘度を有しており、この粘度は比較的滑らかなロータの表面と血液との間に十分な摩擦を生じ、流体力学的平衡状態のための運動の十分な回転成分を得るのに十分なようになっている。ポンピングされる流体の回転速度が増加すると、もちろんその流体力学的平衡状態の効果は対応し且つ比例して増大する。ほぼ1000rpmの回転速度の状態では、流体力学的平衡状態の効果は室内でのロータの相対密度により生じる浮揚性効果を実質的に圧倒する。

40

始動目的のためには、通常機能物質として塩類が好ましく、該塩類は所望の回転速度が達せられるまでの期間用いられ、その後ポンピングされるおよび/または移送される作動溶液として血液を導入してもよい。

図示されているロータ構造体は、比較的滑らかであるものとして述べたけれども、該構造体に羽根を用いてもよく、該羽根はロータの内部に弧状に離隔された通路を形成している。言い換えれば、羽根は個々に弧状に離隔された櫂として形成されていて、離隔された流体通路および/またはチャネル(通路)を形成していてもよい。

好ましくは入口直径および出口直径が7mmであり、好ましくは相対密度が0.1乃至0.9の間であり、0.5の相対密度が好ましい。

多くの作動目的のために、Hg(水銀)で約5mmから約40mmHg(水銀)までの間で変

50

化する入口圧力が人の血液を扱う流体の活動に通常であり且つ適していると考えられる。約40 mmHg（水銀）から約150あるいは200 mmHg（水銀）までの間の出口圧力を用いてもよい。本発明の装置が移植可能なユニットとして機能する場合、もちろん出口圧力は患者の活動度および指示されるべき循環要求に左右される。

さて、図5に注意を向けられたい。図5では、患者援助ユニットとして本発明のポンプ装置を利用するためのシステムが図示されている。図5において、ポンプ40は、出口が大動脈に結合された装置として用いられてもよい。代替構造においては、出口は肺動脈に結合されていてもよい。示したごとく、本発明の装置は移送ポンプとしての応用例も有しており、またそれ故心臓機能を仮に除去しおよび/または心臓機能を仮に無能にしてしまうことを伴う外科手続きに用いられてもよい。

10

さて、図6に注意を向けられたい。ポンプ10は、心室装置あるいは心臓援助装置として機能するシステムに結合されている。ポンプ10には、動力供給装置50により動力が与えられており、また、検出比率センサー51および比率制御装置52を含むセンサーが用いられている。患者圧力レベル監視装置は入力を比率制御装置52に提供し、レベル監視装置は54のところのとき患者圧力レベル入力および圧力レベル信号55を含む情報を受ける。これらのシステムは当業界には知られており、また、本発明の装置に関連して有効に用いることができる。

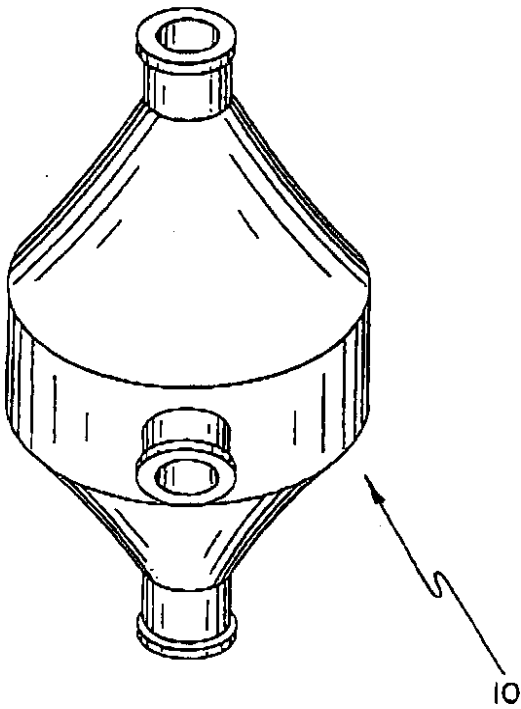
二重の円錐体について述べたが、羽根の代わりに多数円錐体を用いることができ、その場合、ロータは該ロータの軸線方向外側に配備された旋回面を備えており、該旋回面はロータの回転軸線と共軸線関係をなして配置されている。

20

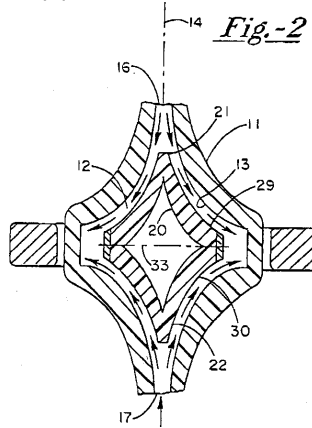
全体を通して用語「二重円錐形状」を用いたけれども、理解される通り、パラボラのごとき湾曲したラインあるいは直線により導かれるこれらの旋回面のような他の旋回面を用いて円錐体を形成してもよい。かくて、用語「円錐体」は、ここでは広く画成されているとして理解される。

もちろん、理解されるように、前記好適実施例には、各種変形形態があり、またこれらの変形は本発明の精神と範囲を事実上逸脱することなくなされ得るものである。

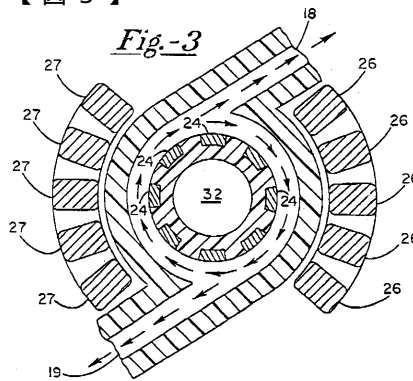
【 図 1 】 *Fig.-1*



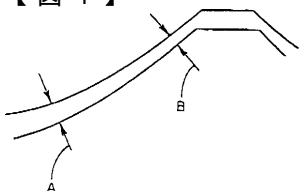
【 図 2 】 *Fig.-2*



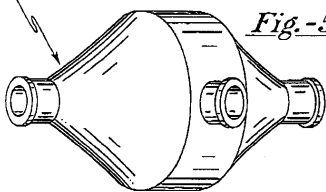
【 図 3 】 *Fig.-3*



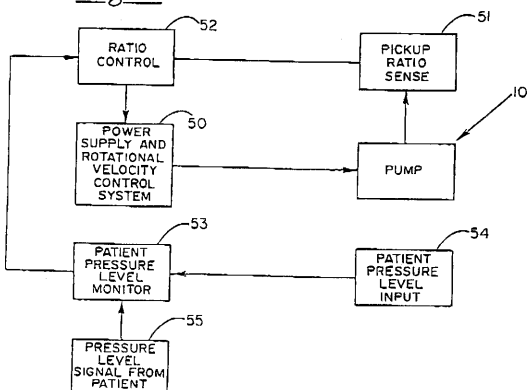
【 図 4 】 *Fig.-4*



【 図 5 】 *Fig.-5*



【 図 6 】 *Fig.-6*



---

フロントページの続き

(72)発明者 イズラエレブ, バレンティン, エム.  
アメリカ合衆国 ミネソタ, イーデン プレイリー, チャロキー トレイル ウェスト 6574

合議体

審判長 川向 和実

審判官 和泉 等

審判官 北川 清伸

(56)参考文献 特表平6 - 510586 (JP, A)  
特表昭58 - 500593 (JP, A)  
特公平6 - 34823 (JP, B1)  
国際公開第94 / 02187 (WO, A1)  
特開平3 - 106373 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

A61M 1/10,535

F04D 13/02