

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-45166

(P2009-45166A)

(43) 公開日 平成21年3月5日(2009.3.5)

(51) Int.Cl.  
A 6 1 B 17/32 (2006.01)F 1  
A 6 1 B 17/32テーマコード (参考)  
4 C 0 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2007-212639 (P2007-212639)  
(22) 出願日 平成19年8月17日 (2007.8.17)(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100095728  
弁理士 上柳 雅誉  
(74) 代理人 100107261  
弁理士 須澤 修  
(74) 代理人 100127661  
弁理士 宮坂 一彦  
(72) 発明者 瀬戸 毅  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
(72) 発明者 河角 和夫  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
Fターム(参考) 4C060 FF10

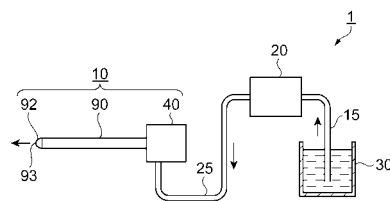
(54) 【発明の名称】 流体噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 小型・軽量にしながら使用者の好みに対応して、バランスよく把持でき、操作性がよい流体噴射装置を提供する。

【解決手段】 流体噴射装置10は、圧電素子120により駆動されるダイヤフラム70によって容積が変更可能な流体室85と流体室85の内周側壁80bに沿って連通する入口流路86、87とを有する脈動発生機構40と、出口流路83に一方の端部が連通されるとともに他方の端部にノズル92を有する接続流路管90と、入口流路86、87に連通し、ダイヤフラム70に対して略垂直方向に、且つ接続流路管90とは反対方向に圧電素子120の駆動方向に沿って延在され液体を供給する接続チューブ25a、25bに接続される流入接続流路57、58と、が備えられている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ダイヤフラムを備え、前記ダイヤフラムの変位によって容積が変更可能な流体室と、駆動信号により伸縮し、前記ダイヤフラムを変位させる圧電素子と、前記流体室に略垂直に連通する出口流路と、前記流体室の内周側壁に沿って連通する入口流路と、を有する脈動発生機構と、

前記脈動発生機構から前記圧電素子の伸縮方向に沿って延在し、前記出口流路に一方の端部が連通されるとともに他方の端部にノズルを有する接続流路管と、

前記脈動発生機構から前記圧電素子の伸縮方向に沿って前記接続流路間とは反対側に延在され、前記入口流路に一方の端部が連通されるとともに他方の端部が液体を供給する接続チューブに接続される流入接続流路と、  
が備えられていることを特徴とする流体噴射装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の流体噴射装置において、

前記流入接続流路が複数設けられていることを特徴とする流体噴射装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の流体噴射装置において、

前記入口流路が複数設けられていることを特徴とする流体噴射装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の流体噴射装置において、

前記圧電素子には駆動信号を入力するリード線が接続され、

前記リード線が、前記接続チューブに沿って延在されていることを特徴とする流体噴射装置。

20

## 【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の流体噴射装置において、

少なくとも前記接続流路管または前記ノズルのどちらか一方が電氣的に GND 接地されていることを特徴とする流体噴射装置。

## 【請求項 6】

ダイヤフラムを備え、前記ダイヤフラムの変位によって容積が変更可能な流体室と、前記流体室に略垂直に連通する出口流路と、前記流体室の内周側壁に沿って連通する入口流路と、を有する脈動発生機構と、

30

前記出口流路に一方の端部が連通されるとともに他方の端部にノズルを有する接続流路管と、

前記入口流路に連通し、前記ダイヤフラムに対して略垂直方向に、且つ前記接続流路管とは反対方向に延在される流入接続流路と、

前記流入接続流路に接続される接続チューブと、が備えられ、

前記脈動発生機構と前記接続流路管の前記脈動発生機構との接続部近傍と前記接続チューブの前記流入接続流路との接続部近傍とを覆い保持するホルダが、さらに備えられていることを特徴とする流体噴射装置。

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の流体噴射装置において、

前記ホルダが、前記脈動発生機構と前記流入接続流路と前記接続チューブとの接続部近傍とを保持するホルダケースと、前記接続流路管の前記脈動発生機構との接続部近傍に設けられる抓み部材とを備え、

40

前記ホルダケースと前記抓み部材とが着脱機構を備えていることを特徴とする流体噴射装置。

## 【請求項 8】

請求項 7 に記載の流体噴射装置において、

前記ホルダが、前記ホルダケースに対して移動可能なバランサを備えていることを特徴とする流体噴射装置。

50

**【請求項 9】**

請求項 7 または請求項 8 に記載の流体噴射装置において、  
前記ホルダが、前記脈動発生機構に対して移動可能な把持部材を備えていることを特徴とする流体噴射装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、流体を高い周波数で脈動噴射する小型、軽量の流体噴射装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

10

従来、生体組織を切開または切除する流体噴射装置として、ポンプ室の容積を変更して流体の吐出動作を行うマイクロポンプと、マイクロポンプの出口流路に一方の端部が接続され、他方の端部が出口流路の直径よりも縮小された開口部（ノズル）が設けられた接続流路と、接続流路が穿設されマイクロポンプから流動される流体の脈動を前記開口部に伝達し得る剛性を有する接続管と、が備えられるものが知られている。この流体噴射装置では、流体は脈動波群と休止部との繰り返しで流動され、高速で開口部から噴射される（例えば、特許文献 1）。

**【0003】**

**【特許文献 1】**特開 2005 - 152127 号公報（第 7，8，13，15 頁、図 1，6，7）

20

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

このような特許文献 1 の実施例 1 による流体噴射装置は、流体を流入する入口接続管と流体を吐出する接続流路管とが互いに直線方向に延在されており、流体噴射装置を小型化して操作し易くしている。しかし、ポンプ室の容積を変更するダイヤフラムを駆動する圧電素子は、入口接続管と接続流路管の延在方向に対して直角方向に突出配設されており、しかも、その位置は固定的である。そのため流体噴射装置を把持して操作する際に使用者毎の要求にあわせた操作しやすい形態にすることは困難である。

**【0005】**

30

また、このような流体噴射装置では、主要部を覆うカバーを設けているが、接続流路管は 10 ~ 20 mm の長さに設定されるため、固定的な位置にある脈動発生機構を覆うカバーを把持したときには全体のバランスがくずれ、微細な施術がしにくいことが考えられる。

**【0006】**

さらに、特許文献 1 の実施例 3 では、接続流路管の延在方向に対して入口接続管を直角方向に延在させているため、把持して操作する際に入口接続管が掌中に配設される形態となり操作しにくい。また、入口接続管には流体を供給する接続チューブが接続されていることから、把持したときに接続チューブが邪魔になる、あるいはバランスがとりにくくなることが予想される。

40

**【0007】**

本発明の目的は、小型・軽量にしながら使用者毎にバランスよく把持でき、操作性がよい流体噴射装置を提供することである。

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

本発明の流体噴射装置は、ダイヤフラムを備え、前記ダイヤフラムの変位によって容積が変更可能な流体室と、駆動信号により伸縮し、前記ダイヤフラムを変位させる圧電素子と、前記流体室に略垂直に連通する出口流路と、前記流体室の内周側壁に沿って連通する入口流路と、を有する脈動発生機構と、前記脈動発生機構から前記圧電素子の伸縮方向に沿って延在し、前記出口流路に一方の端部が連通されるとともに他方の端部にノズルを有

50

する接続流路管と、前記脈動発生機構から前記圧電素子の伸縮方向に沿って前記接続流路間とは反対側に延在され、前記入口流路に一方の端部が連通されるとともに他方の端部が液体を供給する接続チューブに接続される流入接続流路と、が備えられていることを特徴とする。

【0009】

この発明によれば、接続流路管と脈動発生機構と流入接続流路とが、圧電素子の駆動方向に対して略直線方向に延在され、延在方向に対して横方向に大きく突出する部分がない。従って、接続流路管と流入接続流路を含んで、全体として細長い形態としているので、後述するホルダを単純化できる他、小型・軽量化でき、把持しやすく、脈動発生機構近傍において把持する位置を自在に変えることが可能となるので操作しやすい流体噴射装置を実現できる。

10

【0010】

また、脈動発生機構に対して先端方向に接続流路管を、尾部方向に接続チューブを配設しているので、流体噴射装置を把持して操作する際に接続チューブが邪魔にならず、重心バランスがとりやすいという効果がある。

【0011】

また、前記流入接続流路が複数設けられていることが好ましい。

流入接続流路を複数設けることにより、流体噴射装置への十分な流体供給量を確保することができる。なお、流入接続流路の数は、所望の流体供給量にあわせて選択することができる。

20

【0012】

また、前記入口流路が複数設けられていることが好ましい。

詳しくは後述する実施の形態で説明するが、入口流路側の合成イナータンスを入口流路の数で調整することができる他、入口流路の長さ、断面積の調整がしやすくなるという効果もある。

【0013】

また、前記圧電素子には駆動信号を入力するリード線が接続され、前記リード線が、前記接続チューブに沿って延在されていることが好ましい。

【0014】

リード線を接続チューブに沿って延在させることにより、流体噴射装置を操作する際にリード線が邪魔にならず操作しやすくなる。

30

【0015】

さらに、少なくとも前記接続流路管または前記ノズルのどちらか一方が電氣的にGND接地されていることが望ましい。

万一操作中において、圧電素子またはリード線が漏電した場合にもGND接地（アース）していることで使用者の安全を確保することができる。

また、接続流路管内またはノズルを流動する流体の電荷をGND電位に維持でき、流体噴射方向を安定させることができる。

【0016】

また、本発明の流体噴射装置は、ダイアフラムを備え、前記ダイアフラムの変位によって容積が変更可能な流体室と、前記ダイアフラムを変位させる圧電素子と、前記流体室に略垂直に連通する出口流路と、前記流体室の内周側壁に沿って連通する入口流路と、を有する脈動発生機構と、前記出口流路に一方の端部が連通されるとともに他方の端部にノズルを有する接続流路管と、前記入口流路に連通し、前記ダイアフラムに対して略垂直方向に、且つ前記接続流路管とは反対方向に延在される流入接続流路と、前記流入接続流路に接続される接続チューブと、が備えられ、前記脈動発生機構と前記接続流路管の前記脈動発生機構との接続部近傍と前記接続チューブの前記流入接続流路との接続部近傍とを覆い保持するホルダが、さらに備えられていることを特徴とする。

40

【0017】

流体噴射装置にホルダを設け、このホルダを操作しやすい形状とし、把持する位置を任

50

意に変わることが可能で、一層、操作性を向上させることができる。

また、ホルダを熱伝導性が低い材質で形成すれば、操作中におけるホルダへの温度変化の伝達を抑制することができる。

【0018】

また、前記ホルダが、前記脈動発生機構と前記流入接続流路と前記接続チューブとの接続部近傍とを保持するホルダケースと前記接続流路管の前記脈動発生機構との接続部近傍に設けられる抓み部材とを備え、前記ホルダケースと前記抓み部材とが着脱機構を備えていることが好ましい。

【0019】

本発明の流体噴射装置は使用者が手に把持して操作することが多い。従って、上述したような構造にすれば、ホルダケースまたは抓み部材のサイズや形状を複数種類用意しておき、使用者の好みによってホルダケースと抓み部材との組み合わせを選択して装着することが可能で、特に手術等における微細操作をしやすいという効果がある。

【0020】

また、前記ホルダが、前記ホルダケースに対して移動可能なバランスを備えていることが好ましい。

【0021】

この流体噴射装置は、中央部に脈動発生機構、先端方向に接続流路管、脈動発生機構を挟んで後方に接続チューブ及びリード線が延在されている。そして、流体噴射装置を手で把持して操作する場合が多いため、重心バランスがよいことが要求される。従って、バランスを設けるとともに、このバランスを移動可能にすることで、バランスを移動して、最も操作性のよい位置、重心バランスにすることで微細操作をしやすいことができる。

【0022】

さらに、前記ホルダが、前記脈動発生機構に対して移動可能な把持部材を備えていることが望ましい。

【0023】

このようにすれば、流体噴射装置を把持しやすいように、掌中に納まるような把持部を設け操作性を向上させることができる。また、最も重量が大きい脈動発生機構に対して移動可能にすることで重心バランスをとりやすいことができる。

なお、先述したバランスを把持部材に設ける構造にすれば、より一層、重心バランスをとりやすいことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明に係る流体噴射システム、図2, 3は実施形態1、図4は実施形態2、図5, 6は実施形態3、図7は実施形態4、図8は実施形態5に係る流体噴射装置の概略構造を示している。なお、以下の説明で参照する図は、図示の便宜上及び説明を分かりやすくするために部材ないし部分の縦横の縮尺は実際のものとは異なる模式図である。

【0025】

また、本発明による流体噴射システム及び流体噴射装置は、インク等を用いた描画、細密な物体及び構造物の洗浄、手術用メス等様々に採用可能であるが、以下に説明する実施の形態では、生体組織を切開または切除することに好適な流体噴射装置を例示して説明する。従って、実施の形態にて用いる流体は、水または生理食塩水等の液体である。

(流体噴射システム)

【0026】

図1は、本発明に係る流体噴射システムの概略構成を示す説明図である。図1において、流体噴射システム1は、基本構成として液体を収容する液体容器30と、圧力発生部としてのポンプ20と、ポンプ20から供給される液体を脈動噴射する流体噴射装置10と、流体噴射装置10とポンプ20を連通する接続チューブ25と、ポンプ20と液体容器30とを連通する接続チューブ15とから構成されている。

## 【 0 0 2 7 】

流体噴射装置 10 は、供給された液体を高圧、高い周波数で脈動させる脈動発生機構 40 と、脈動発生機構 40 に接続される接続流路管 90 と、接続流路管 90 の先端部に流路が縮小されたノズル 92 が挿着されており、ノズル 92 には液体噴射開口部 93 が設けられている。

## 【 0 0 2 8 】

この流体噴射システム 1 における液体の流動を簡単に説明する。液体容器 30 に収容された液体は、接続チューブ 15 を介してポンプ 20 によって吸引され、一定の圧力で接続チューブ 25 を介して脈動発生機構 40 に供給される。脈動発生機構 40 には流体室 85 (図 2 (a)、参照)と、この流体室 85 の容積変更手段と、を備えており、容積変更手段を駆動し脈動を発生し液体噴射開口部 93 から液体を高速でパルス状に噴射する。脈動発生機構 40 の詳しい説明については、図 2 を参照して後述する。

10

## 【 0 0 2 9 】

なお、圧力発生部としてはポンプ 20 に限らず、流体容器としての輸液バッグをスタンド等によって脈動発生機構 40 よりも高い位置に保持するようにしてもよい。従って、ポンプ 20 は不要となり、構成を簡素化することができる他、消毒等が容易になる利点がある。

## 【 0 0 3 0 】

ポンプ 20 の吐出圧力は概ね 0.3 気圧 (0.03 MPa) 以下に設定する。また、輸液バッグを用いる場合には、脈動発生機構 40 と輸液バッグの液上面との高度差が圧力となる。輸液バッグを用いるときには 0.1 ~ 0.15 気圧 (0.01 ~ 0.015 MPa) 程度になるように高度差を設定することが望ましい。

20

## 【 0 0 3 1 】

なお、この流体噴射システム 1 を用いて手術をする際には、術者が把持する主たる部位は脈動発生機構 40 である。従って、脈動発生機構 40 までの接続チューブ 25 はできるだけ柔軟であることが好ましい。そのためには、柔軟で薄い接続チューブで、液体を脈動発生機構 40 に送液可能な範囲で低圧にすることが好ましい。

## 【 0 0 3 2 】

また、特に、脳手術のときのように、流体噴射システム 1 の故障が重大な事故を引き起こす恐れがあるような場合には、接続チューブ 25 の切断等において高圧な流体が噴射することは避けなければならない、このことから低圧にしておくことが要求される。

30

(流体噴射装置)

(実施形態 1)

## 【 0 0 3 3 】

次に、実施形態 1 に係る流体噴射装置 10 の構造について説明する。

図 2 は実施形態 1 に係る脈動発生機構の構造を示し、(a) は脈動発生機構の主たる構造を示す断面図、(b) は (a) の A - A 方向から視認した正面図、(c) は (a) の矢印 B 方向から視認した正面図、(d) は接続流路管の先端部を示す断面図である。図 2 (a) において、脈動発生機構 40 には、液体の脈動を発生する脈動発生手段を含み、液体を吐出する流路としての出口接続流路 91 を有する接続流路管 90 が接続されている。

40

## 【 0 0 3 4 】

脈動発生機構 40 は、機枠 50 と蓋機枠 80 とがそれぞれ対向する面において密接されて構成されている。機枠 50 は、鏝部 51 を有する筒状部材であって、一方の端部は底板 100 で閉鎖されている。この機枠 50 の内壁 53 で構成される空間内部に駆動源としての圧電素子 120 が配設される。

## 【 0 0 3 5 】

圧電素子 120 は、積層型圧電素子であって柱状のアクチュエータを構成する。圧電素子 120 の一方の端部は上板 125 を介してダイアフラム 70 に、他方の端部は底板 100 の上面 101 に固着されている。

## 【 0 0 3 6 】

50

ダイヤフラム 70 は、円盤状の金属薄板からなり、機枠 50 に設けられる凹部 56 内において周縁部が凹部 56 の底面に密着固着されている。圧電素子 120 に駆動信号を入力することで、圧電素子 120 の伸張、収縮に伴いダイヤフラム 70 を介して流体室 85 の容積を変更する。

【0037】

蓋機枠 80 は、機枠 50 と対向する面の中心部に封止面 80a 及び内周側壁 80b からなる凹部が形成されている。この凹部とダイヤフラム 70 とから構成された回転体形状の空間が流体室 85 である。つまり、流体室 85 は、図 2 (b) に示すように蓋機枠 80 の封止面 80a と内周側壁 80b とダイヤフラム 70 とによって囲まれた空間である。内周側壁 80b の周縁部には、封止面 80a 及び内周側壁 80b からなる凹部よりも深いリング形状の溝からなる液体溜り 84 が形成されている。そして、液体溜り 84 と流体室 85 とを連通する入口流路 86, 87 が設けられている。入口流路 86, 87 は、流体室 85 の内周側壁 80b に沿って連通し、入口流路 86, 87 それぞれの液体溜り 84 側の開口部は流入接続流路 58, 57 に向かっている。

【0038】

また、流体室 85 の略中央部には出口流路 83 が穿設されている。出口流路 83 は、流体室 85 から蓋機枠 80 に突設された出口流路管 82 まで貫通されている。なお、出口流路 83 の流体室 85 との接続部は、流体抵抗を減ずるために滑らかに丸められている。

【0039】

ポンプ 20 (図 1、参照) から入口流路 86, 87 に一定の圧力で供給される液体は、内周側壁 80b に沿って流体室 85 内を流動して旋回流を発生する。旋回流は、旋回することによる遠心力で液体が内周側壁 80b 側に押し付けられるとともに、流体室 85 内に含まれる気泡は旋回流の中心部に集中する。

【0040】

そして、中心部に集められた気泡は、出口流路 83 から排除される。このことから、出口流路 83 は旋回流の中心近傍、つまり回転体形状の軸中心部に設けられることがより好ましい。従って、圧電素子 120 による流体室 85 の微小な容積変化においても、気泡によって圧力変動が阻害されることなく十分な圧力上昇が得られる。上述したように本実施形態において、入口流路 86, 87 は旋回流発生部でもある。

【0041】

入口流路 86, 87 は、直線で流体室 85 に連通させてもよいが、狭いスペースの中で所望のイナータンスを得るためには、入口流路 86, 87 を湾曲させてもよい。

また、複数の入口流路は、互いに異なる平面形状、流路長、断面積を有していてもよい。

【0042】

なお、以上説明した流体室 85 の形状は、本実施形態 (図 2 (a)、参照) では、両端が封止された略円筒形状としているが、側面視して円錐形や台形、あるいは半球形状等でもよく限定されない。例えば、出口流路 83 と封止面 80a との接続部を漏斗のような形状にすれば、流体室 85 内の気泡を排出しやすくなる。

【0043】

出口流路管 82 には接続流路管 90 が接続されている。接続流路管 90 には出口接続流路 91 が穿設されており、出口接続流路 91 の直径は出口流路 83 の直径より大きい。また、接続流路管 90 の管部の厚さは、液体の圧力脈動を吸収しない剛性を有している。

【0044】

また、図 2 (d) に示すように、接続流路管 90 の先端部にはノズル 92 が挿着されている。このノズル 92 には液体噴射開口部 93 が穿設されている。液体噴射開口部 93 の直径は、出口流路 83 の直径より小さい。

【0045】

続いて、機枠 50 の構成について説明する。機枠 50 には、液体溜り 84 に連通する流入接続流路 57, 58 が設けられている。また、機枠 50 には流入接続流路 57, 58 に

10

20

30

40

50

連通する接続管 60, 62 が挿着されており、それらの先端部 61, 63 は底板 100 から突設されている。先端部 61, 63 は、底板 100 の外周部に設けられた切欠き部 102, 103 を貫通し（図 2（c）も参照する）、接続チューブ 25a, 25b が接続される。

【0046】

また、図 2 では流入接続流路を 2 個形成しているが、流入接続流路は 1 個でもよく、また 3 個以上でもよい。この際、液体溜り 84 がリング状の溝で形成されていることから、液体溜り 84 に連通する条件を満たせば円周方向の任意の位置に流入接続流路を配設することができる。

【0047】

同様に、入口流路も 2 個形成する構造を例示しているが、液体が内周側壁 80b に沿うように流入するように配置すれば入口流路の数は 1 個でもよく、また 3 個以上でもよい。また、液体溜り 84 を設けていることから、入口流路の液体溜り側の端部は必ずしも流入接続流路の位置近傍に配設しなくてもよい。

また、流入接続流路の数と、入口流路の数を一致させなくてもよい。

【0048】

機枠 50 と蓋機枠 80 とは、それぞれの鍔部 51, 81 にて結合することにより密着固定される。具体的には、機枠 50 の鍔部 51 の縁部には蓋機枠 80 側に突出したリング状の突起部 55 が設けられ、この突起部 55 を蓋機枠 80 の鍔部 81 の周縁に据え込み加工することで固定することができる。

この際、流体室 85 の周縁部の接合面 89（図 2（b）、参照）は、ダイアフラム 70 に密接され、蓋機枠 80 の周縁部の接合面 88 は機枠 50 の接合面 54 に密接される。

【0049】

また、液体溜り 84 の外周には、シール部材としてのパッキン 130 が設けられており、流体室 85 または液体溜り 84 から外部に液体が漏れることを防止している。

【0050】

なお、鍔部 81 と突起部 55 の接触面に液体漏れ防止のためにシール剤を塗布すれば、この結合部からの液体漏れを一層抑制することができる。

また、前述した接合面 88, 89 にシール剤を塗布してもよい。

【0051】

圧電素子 120 には駆動信号を入力するリード線 110, 111 が接続されている（図 2（a）、（c）、参照）。リード線 110, 111 は絶縁被覆された状態で、機枠 50 の筒部 52 の対向する 2 箇所に設けられる切欠き部 59 を貫通し、筒部 52 の外周側面に沿って延在される。さらに、底板 100 に設けられる切欠き部 104, 105 を貫通して接続チューブ 25a, 25b の延在方向に沿って延在されている。

【0052】

底板 100 は、図 2（c）に示すように、4 箇所の隅部に螺子穴 135 を設け、図示しない固定螺子によって機枠 50 に固定される。底板 100 が固定された状態で、底板 100 から突出した接続管 60, 62 それぞれの先端部 61, 63 に、接続チューブ 25（図 1、参照）から分岐された接続チューブ 25a, 25b が挿着されている。なお、接続チューブ 25a, 25b は、直接ポンプ 20 に接続する構造としてもよい。

【0053】

また、底板 100 には、GND 線 112 が接続されている。GND 線 112 は、リード線 110, 111 の延在方向に沿って延在される。本実施形態では、機枠 50、蓋機枠 80、接続流路管 90、底板 100 が金属製であって、それぞれが密接されていることから、脈動発生機構 40 全体が GND 接地されたことになる。ここで、機枠 50、蓋機枠 80、底板 100 のうちのいずれかを非金属で形成してもよいが、接続流路管 90 は 10 ~ 20 mm 程度の長さを有する細管であるため、構造的強度及び製造上から金属製となる。このような構造の場合には、少なくとも接続流路管 90 を GND 接地することが望ましい。

【0054】

10

20

30

40

50



次に、本実施形態における流体噴射装置 10 の動作について図 1, 2 を参照して説明する。本実施形態の脈動発生機構 40 の液体吐出は、入口流路側のイナータンス L1 (合成イナータンス L1 と呼ぶことがある) と出口流路側のイナータンス L2 (合成イナータンス L2 と呼ぶことがある) の差によって行われる。

#### 【0055】

まず、イナータンスについて説明する。

イナータンス L は、液体の密度  $\rho$ 、流路の断面積 S、流路の長さ h としたとき、 $L = \rho \times h / S$  で表される。流路の圧力差 P、流路を流れる液体の流量 Q、時間 t とした場合に、イナータンス L を用いて流路内の運動方程式を変形することで、 $P = L \times dQ / dt$  という関係が導き出される。

10

#### 【0056】

つまり、イナータンス L は、流量の時間変化に与える影響度合いを示しており、イナータンス L が大きいほど流量の時間変化が少なく、イナータンス L が小さいほど流量の時間変化が大きくなる。

#### 【0057】

また、複数の流路の並列接続や、複数の形状が異なる流路の直列接続に関する合成イナータンスは、個々の流路のイナータンスを電気回路におけるインダクタンスの並列接続、または直列接続と同様に合成して算出することができる。

#### 【0058】

なお、合成イナータンス L1 は、流入接続流路 57, 58 が入口流路 87, 86 に対して直径が十分大きく設定されているので、合成イナータンス L1 は、入口流路 86, 87 の範囲において算出される。この際、ポンプ 20 と入口流路 86, 87 を接続する接続チューブ 25a, 25b は柔軟性を有するため、合成イナータンス L1 の算出から削除してもよい。

20

#### 【0059】

また、合成イナータンス L2 は、出口接続流路 91 の直径が出口流路 83 よりもはるかに大きく、接続流路管 90 内部の流体及びの管部 (管壁) 若干の弾性変形により合成イナータンス L2 への影響は軽微である。従って、合成イナータンス L2 は出口流路 83 のイナータンスに置き換えてもよい。

なお、接続流路管 90 の管壁の厚さは、流体の圧力伝播に十分な剛性を有している。

30

#### 【0060】

そして、本実施形態では、合成イナータンス L1 が合成イナータンス L2 よりも大きくなるように、入口流路 86, 87 の流路長及び断面積、出口流路 83 の流路長及び断面積を設定する。従って、所望の合成イナータンス L1 を得るために入口流路の個数、それに対応する流路長及び断面積を設定する。

#### 【0061】

次に、脈動発生機構 40 の動作について説明する。

ポンプ 20 によって入口流路 86, 87 には、常に一定圧力の液圧で液体が供給される。その結果、圧電素子 120 が動作を行わない場合、ポンプ 20 の吐出力と入口流路側全体の流体抵抗値の差によって液体は流体室 85 内に流入する。

40

#### 【0062】

ここで、圧電素子 120 に駆動信号が入力され、急激に圧電素子 120 が伸張したとすると、流体室 85 内の圧力は、入口流路側及び出口流路側の合成イナータンス L1, L2 が十分な大きさを有していれば急速に上昇して数十気圧に達する。この圧力は、入口流路 86, 87 に加えられていたポンプ 20 による圧力よりはるかに大きいため、入口流路側から流体室 85 内への液体の流入はその圧力によって減少し、出口流路 83 からの流出が増加する。

#### 【0063】

しかし、入口流路 86, 87 の合成イナータンス L1 は、出口流路 83 の合成イナータンス L2 よりも大きいため、入口流路 86, 87 から液体が流体室 85 へ流入する流量の

50

減少量よりも、出口流路 83 から吐出される液体の増加量の方が大きい。そのことから、出口流路 83 にパルス状の流体吐出、つまり、脈動流が発生する。この吐出の際の圧力変動が、接続流路管 90 内を伝播して、先端のノズル 92 の液体噴射開口部 93 から液体が噴射される。液体噴射開口部 93 の直径は、出口流路 83 の直径よりも小さいので、液体は、さらに高圧、高速のパルス状の液滴として噴射される。

【0064】

一方、流体室 85 内は、入口流路 86, 87 からの液体流入量の減少と出口流路 83 からの液体流出の増加との相互作用で、圧力上昇直後に真空状態となる。その結果、ポンプ 20 の圧力と、流体室 85 内の真空状態の双方によって一定時間経過後、入口流路 86, 87 の液体は圧電素子 120 の動作前と同様な速度で流体室 85 内に向かう流れが復帰する。入口流路 86, 87 内の液体の流動が復帰した後、圧電素子 120 の伸張があれば、ノズル 92 からの脈動流を継続して噴射することができる。

10

【0065】

従って、上述した実施形態 1 によれば、接続流路管 90 と脈動発生機構 40 と流入接続流路 57, 58 (接続チューブ 25a, 25b 含む) とが、圧電素子 120 の駆動方向に対して略直線方向に延在され、延在方向に対して横方向に大きく突出する部分がない。従って、小型・軽量化でき、把持しやすく、脈動発生機構 40 近傍において把持する位置を自在に変えることが可能となるので操作しやすい流体噴射装置 10 を実現できる。

【0066】

また、脈動発生機構 40 に対して接続流路管 90 を先端方向に、尾部方向(後方)に接続チューブ 25a, 25b を配設しているので、流体噴射装置 10 を把持して操作する際に接続チューブ 25a, 25b が邪魔にならず、把持する位置を変えることで重心バランスがとりやすいという効果がある。

20

【0067】

また、流入接続流路を複数設けることにより、流体噴射装置 10 への十分な液体供給量を確保することができる。なお、流入接続流路の数は、所望の流体供給量にあわせて選択することができる。

【0068】

また、入口流路が複数設けられていることから合成イナータンス L1 を入口流路の数で調整することができる他、入口流路の長さ、断面積の調整がしやすくなるという効果もある。

30

【0069】

また、圧電素子 120 には駆動信号を入力するリード線 110, 111 が接続され、接続チューブ 25a, 25b に沿って延在させることにより、流体噴射装置 10 を操作する際にリード線 110, 111 が邪魔にならず操作しやすくなる。

【0070】

さらに、脈動発生機構 40 が GND 接地されていることにより、万一操作中において、圧電素子 120 またはリード線 110, 111 が短絡した場合にも使用者の安全を確保することができる。

40

また、駆動中、噴射する液体が帯電することが考えられ、このような場合には噴射方向がばらつくことが予測されるが、接続流路管 90 内を流動する流体の電荷を GND 電位に維持でき、液体噴射方向を安定させることができる。

(変形例)

【0071】

続いて、前述した実施形態 1 による脈動発生機構の変形例について図面を参照して説明する。この変形例は、機枠と蓋機枠の固定構造を螺合固定したところに特徴を有する。従って、実施形態 1 との相違部分のみを説明する。同じ機能部位には実施形態 1 と同じ符号を附している。

図 3 は、実施形態 1 の変形例に係る脈動発生機構を示し、(a) は断面図、(b) は蓋機枠を A-A 方向から視認した正面図である。図 3(a), (b) において、機枠 50 に

50

は鍔部 1 5 1 の外周部に雄螺子 1 5 2 が形成され、蓋機枠 8 0 の鍔部 1 8 1 の内周部には雌螺子 1 8 2 が形成されている。

【 0 0 7 2 】

この雄螺子 1 5 2 と雌螺子 1 8 2 を螺合固定することで、機枠 5 0 と蓋機枠 8 0 とが互いの接合面を密接させて固定される。螺合作業には、蓋機枠 8 0 に設けられる締め付け溝 1 8 3 が用いられる。

【 0 0 7 3 】

このような固定構造では、液体溜り 8 4 がリング状の溝で形成されていることから、流入接続流路 5 7 , 5 8 の配設位置は、蓋機枠 8 0 の中心部（出口流路 8 3 に相当する）からの中心距離をあわせておけば、周方向位置には拘らないという利点がある。

10

【 0 0 7 4 】

さらに、機枠 5 0 と蓋機枠 8 0 とが着脱可能な構造であるために、機枠 5 0 と蓋機枠 8 0 とをそれぞれ単体で消毒することができる。

【 0 0 7 5 】

また、他の変形例としては図示を省略するが、蓋機枠 8 0 を非金属（例えば、セラミック等）で形成する構造がある。このような構造では図 3 に示した変形例のような螺合固定は構造的強度が十分ではないことから、固定螺子を用いた固定構造を採用する。具体的には、図 2（c）に示す底板 1 0 0 と機枠 5 0 との固定構造を採用することができる。

【 0 0 7 6 】

また、蓋機枠 8 0 をセラミックにする場合には、蓋機枠 8 0 と機枠 5 0 との接合には、互いの接合面において陽極接合等の接合手段を用いることができ、固定構造を簡素化することができる。

20

【 0 0 7 7 】

蓋機枠 8 0 を非金属製とするときには、底板 1 0 0 に G N D 線を接続することができないため、接続流路管 9 0 に G N D 線を設ける構造を採用することが好ましい。

【 0 0 7 8 】

また、蓋機枠 8 0 をセラミックとする場合は、入口流路 8 6 , 8 7 をエッチング加工により形成することが可能となり、入口流路の数、長さ、断面積、平面形状を容易に形成することができる。

【 0 0 7 9 】

30

なお、実施形態 1 及び変形例では、液体溜り 8 4 をリング状の溝としているが、この形状はリング形状に限らず、流入接続流路にあわせて流入接続流路に連通する位置に個別に設ける構造としてもよい。

（実施形態 2）

【 0 0 8 0 】

続いて、本発明の実施形態 2 に係る流体噴射装置について図面を参照して説明する。実施形態 2 は、脈動発生機構を覆い保持するホルダを設けていることに特徴を有している。ホルダ以外の構造は実施形態 1 に準ずるため説明を省略する。

図 4 は、実施形態 2 に係る流体噴射装置の概略構造を示す断面図である。図 4 において、流体噴射装置 1 0 にはホルダが設けられ、ホルダは、脈動発生機構 4 0 と、接続管 6 0 , 6 2（図 2（a）、参照）と接続チューブ 2 5 a , 2 5 b との接続部近傍を保持するホルダケース 1 4 0 と、接続流路管 9 0 の脈動発生機構 4 0 との接続部近傍に設けられる抓み部材 1 9 0 とを備えて構成されている。また、ホルダケース 1 4 0 と抓み部材 1 9 0 との間には着脱機構が設けられている。

40

【 0 0 8 1 】

ホルダケース 1 4 0 は筒形状であって、脈動発生機構 4 0 の断面形状にあわせた内周部を有している。そして、尾部には、接続チューブ 2 5 a , 2 5 b、リード線 1 1 0 , 1 1 1 及び G N D 線 1 1 2 を収束するように狭められた案内孔 1 4 1 が設けられている。

また、尾部と反対方向の先端部には、着脱機構としてのフック部 1 4 2 が設けられている。このフック部 1 4 2 に抓み部材 1 9 0 が装着されている。

50

## 【0082】

抓み部材190は、フック部142側にフック固定部191と、先端側に保持部192が設けられた筒状部材である。抓み部材190は中心部に貫通孔193が穿設されており、貫通孔193に接続流路管90を蓋機枠80の上面80cに当接するまで挿通しながら着脱機構としてのフック部142とフック固定部191を係合して一体化する。貫通孔193と接続流路管90とは、抓み部材190の弾性を利用した摺動可能な嵌合関係に設定される。

## 【0083】

従って、図4に示すように、流体噴射装置10はホルダケース140と抓み部材190とが装着された状態で先端部に接続流路管90、尾部に接続チューブ25a、25b、リード線110、111及びGND線112とが延在され、全体として細長い形態となる。そして、接続チューブ25a、25b、リード線110、111及びGND線112とは、案内孔141で擬似結束されている。案内孔141の先端部内側は丸められており、接続チューブ25a、25b、リード線110、111及びGND線112を操作時に損傷しないようにしている。

## 【0084】

上述した実施形態2による構造の流体噴射装置10は、あたかも鉛筆を持つように把持して操作する。従って、流体噴射装置にホルダを設け、このホルダを操作しやすい形状とすれば、操作性を向上させることができる。また、流体噴射装置10を把持して操作する際に接続チューブ25a、25b、リード線110、111、GND線112が擬似結束されており邪魔にならず、重心バランスがとりやすいという効果がある。

また、ホルダを熱伝導性が低い材質とすれば、操作中における温度変化のホルダへの伝達を抑制することができる。

## 【0085】

また、上述したようにホルダケース140と抓み部材190とを着脱可能な構造することで、ホルダケース140または抓み部材190のサイズや形状を任意に変えることができる。具体的には、抓み部材190の指で支える保持部192の長さ、または直径、断面形状の組み合わせを複数種類用意しておき（図中、二点鎖線で表す）、使用者の好みによって選択して装着することが可能で、特に手術等における微細操作をしやすいという効果がある。

## 【0086】

なお、ホルダケース140と抓み部材190との着脱機構はフック構造に限らない。例えば、ホルダケース140のフック部142に相当する位置に雌螺子を形成し、抓み部材190のフック固定部191位置に雄螺子を形成し、螺合固定する構造とすることもできる。

（実施形態3）

## 【0087】

次に、本発明の実施形態3に係る流体噴射装置について図面を参照して説明する。実施形態3は、流体噴射装置に重心バランスをとるためのバランスを設けていることに特徴を有する。バランス以外は前述した実施形態2（図4、参照）を基本構造としている。

図5は、実施形態3に係る流体噴射装置を示し、（a）は全体の概略構造を示す断面図、（b）はバランスの1例を示す正面図、（c）はバランスとホルダケースとの接触面を模式的に表す部分断面図である。図5（a）～（c）において、ホルダケース140にはバランス200が装着されている。

## 【0088】

バランス200は、ホルダケース140に装着するリング部201と掌中に把持する重り部202とから構成されている。そして、リング部201に開設される保持孔部203をホルダケース140に装着する。保持孔部203とホルダケース140の外周部143それぞれには、図5（c）に示すように小さな凹凸が形成されている。保持孔部203とホルダケース140の外周部143との間には締め代が設けられており、装着した状態で

はその位置を維持しているが、ホルダケース 140 が表面に弾性を有するプラスチック等で形成することにより、その弾性を利用して任意位置に移動させることができる。

バラサ 200 は、ホルダケース 140 の周方向及び長手方向（矢印方向）への移動が可能である。

#### 【0089】

図 6 はバラサの変形例を示しており、(a) は正面図、(b) は側面図である。図 6 (a), (b) において、バラサ 200 は、リング部と重り部とから構成されているが、リング部が固定端 201a と固定端 201b とから構成されている。固定端 201a と固定端 201b とは、図 6 (b) に示すように厚さ方向に 2 分割することで形成される。そして、固定端 201a の先端部には抓み部 204、固定端 201b の先端部には抓み部 205 が設けられている。この抓み部 204, 205 とを内側方向（図中、矢印方向）に抓むことで保持孔部 203 が拡がりホルダケース 140 に対して移動可能（つまり、着脱可能）となり、離せば、固定端 201a, 201b とが自身の弾性力によってホルダケース 140 を圧接して固定される。

#### 【0090】

本発明の流体噴射装置 10 は、中央部に脈動発生機構 40、先端方向に接続流路管 90、脈動発生機構 40 を挟んで後方に接続チューブ 25a, 25b、リード線 110, 111、GND 線 112 が延在、配設されている。そして、流体噴射装置を手で把持して操作することから重心バランスがよいことが要求される。そこで、バラサ 200 を設けるとともに、このバラサ 200 を移動可能にすることで、使用者の好みにあわせてバラサ 200 を移動して、最も操作性のよい位置にすることにより微細操作をしやすくすることができる。

また、不要であれば、取り外して実施形態 2（図 4、参照）と同じ形態で操作することも可能である。

#### （実施形態 4）

#### 【0091】

続いて、本発明の実施形態 4 に係る流体噴射装置について図面を参照して説明する。実施形態 4 は、バラサとして複数の重りを設けていることに特徴を有している。従って、前述した実施形態 3 と異なる部分を中心に説明する。

図 7 は、実施形態 4 に係る流体噴射装置を示し、(a) は全体概略構造を示す断面図、(b) は (a) の D-D 切断面を示す縦断面図である。図 7 (a), (b) において、ホルダケース 210 は、脈動発生機構 40 を保持する保持部 211 と把持部 212 と把持部 212 内に装着される重り 220 ~ 223 と、把持部蓋 215 とから構成されている。

#### 【0092】

保持部 211 は、前述した実施形態 3（図 6 (a)、参照）と略同じ形態をしており、さらに把持部 212 が突設されている。把持部 212 は、掌中に把持しやすい扁平形状をなし、凹部 213 が穿設され、この凹部 213 内に重り 220 ~ 223 が配設されている。図 7 (b) に示すように、重り 220 ~ 223 は、それぞれ対応する凹部内に位置規制されて配置され、把持部蓋 215 を固定螺子 216（図示は省略）にて把持部 212 に固定することにより装着される。

#### 【0093】

ここで、重り 220 ~ 223 は、実施形態 3 による重り部 202 と同様な目的を有して設けられ、流体噴射装置 10 の重心バランスをとりつつ、掌中において安定して保持することを可能にしている。

#### 【0094】

なお、重り 220 ~ 223 は、一部を取り除き、所望の重量や重心位置に変えることができる。従って、重りとしては、図示した 4 個に限らずもっと多くしても、少なくしてもよく、また、形状も円柱状に限らない。

さらに、重りの配置位置も図示したような整列配置以外に任意に配置してもよい。

#### 【0095】

10

20

30

40

50

上述したように、掌中に納まるような把持部 2 1 2 を設け操作性を向上させることができる。また、最も重量が大きい脈動発生機構 4 0 に対して重り 2 2 0 ~ 2 2 3 を設け、且つ、移動可能にすることで重心バランスをとりやすくすることができる。

また、重り 2 2 0 ~ 2 2 3 を把持部 2 1 2 に設ける構造にすることで重心を掌中にすることから、より一層、流体噴射装置 1 0 を安定して把持することができ、操作性を向上させる。

(実施形態 5)

【0096】

続いて、本発明の実施形態 5 に係る流体噴射装置について図面を参照して説明する。実施形態 5 は、前述した実施形態 4 の構造 (図 7、参照) に対して、把持部材を設け、把持部材をホルダケースに対して移動可能にしたところに特徴を有している。従って、実施形態 4 との相違箇所を中心に説明する。

図 8 は、実施形態 5 に係る流体噴射装置の全体概略構造を示す断面図である。図 8 において、ホルダケース 1 4 0 には、把持部材 2 3 0 が装着されている。

【0097】

把持部材 2 3 0 は、保持部 2 3 1 と把持部 2 3 2 とから構成されている。把持部材 2 3 0 のホルダケース 1 4 0 への装着構造は、前述した実施形態 3 (図 5、参照) のホルダケース 1 4 0 とバランサ 2 0 0 との固定構造と同様な構造を採用できる。そして、把持部 2 3 2 の内部には、図示を省略するが、実施形態 4 (図 7、参照) に示すような重りを設けることも、実施形態 3 (図 5 (b)、図 6 参照) のようなバランサ 2 0 0 を把持部材 2 3 0 にインサート成形する構造とすることができる。

【0098】

従って、把持部材 2 3 0 は、ホルダケース 1 4 0 の周方向に回転させて保持すること、長手方向 (図示、矢印 (方向)) に移動させることも、重りの数や数を変化させることも適宜応用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図 1】本発明に係る流体噴射システムの概略構成を示す説明図。

【図 2】実施形態 1 に係る脈動発生機構の構造を示し、(a) は脈動発生機構の主たる構造を示す断面図、(b) は (a) の A - A 方向から視認した正面図、(c) は (a) の矢印 B 方向から視認した正面図、(d) は接続流路管の先端部を示す断面図。

【図 3】実施形態 1 の変形例に係る脈動発生機構を示し、(a) は断面図、(b) は蓋機枠を A - A 方向から視認した正面図。

【図 4】実施形態 2 に係る流体噴射装置の概略構造を示す断面図。

【図 5】実施形態 3 に係る流体噴射装置を示し、(a) は全体の概略構造を示す断面図、(b) はバランサの 1 例を示す正面図、(c) はバランサとホルダケースとの接触面を模式的に表す部分断面図。

【図 6】実施形態 3 に係るバランサの変形例を示しており、(a) は正面図、(b) は側面図。

【図 7】実施形態 4 に係る流体噴射装置を示し、(a) は全体概略構造を示す断面図、(b) は (a) の D - D 切断面を示す縦断面図。

【図 8】実施形態 5 に係る流体噴射装置の全体概略構造を示す断面図。

【符号の説明】

【0100】

1 0 ... 流体噴射装置、2 5 a , 2 5 b ... 接続チューブ、4 0 ... 脈動発生機構、5 0 ... 機枠、5 7 , 5 8 ... 流入接続流路、7 0 ... ダイアフラム、8 0 ... 蓋機枠、8 0 b ... 内周側壁、8 3 ... 出口流路、8 5 ... 流体室、8 6 , 8 7 ... 入口流路、9 0 ... 接続流路管、9 1 ... 出口接続流路、9 3 ... 液体噴射開口部、1 0 0 ... 底板、1 2 0 ... 圧電素子。

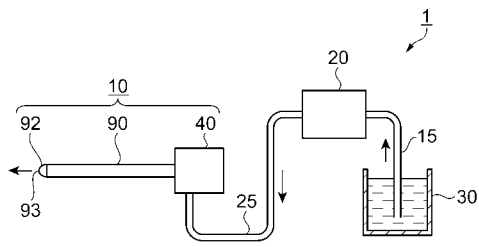
10

20

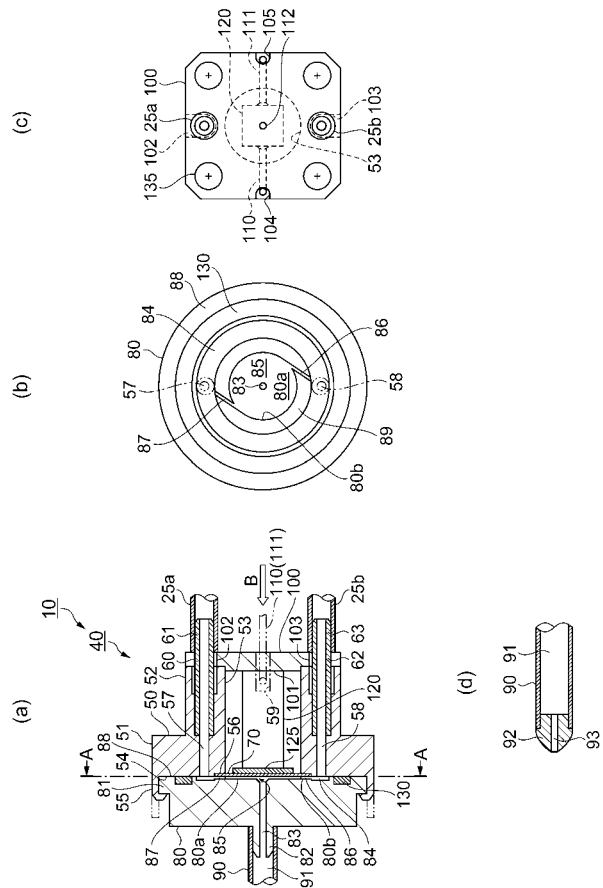
30

40

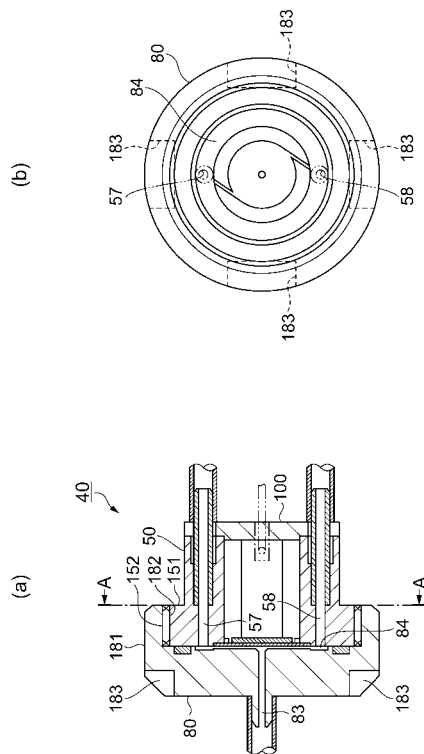
【図 1】



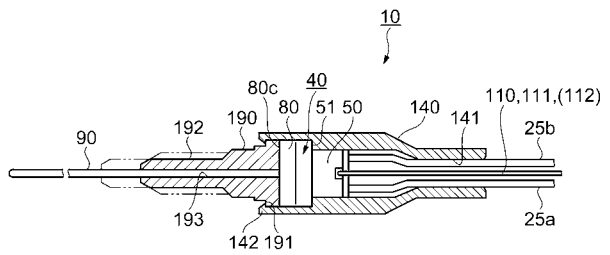
【図 2】



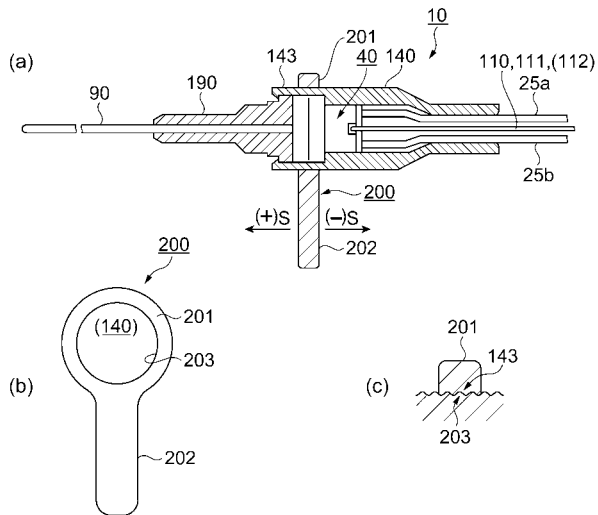
【図 3】



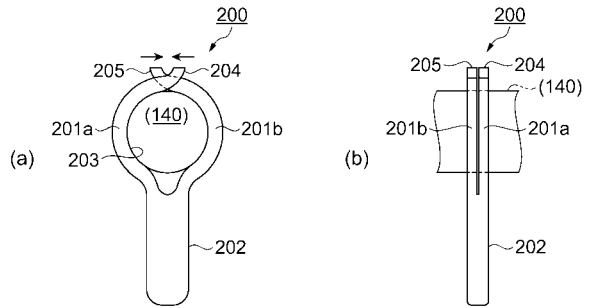
【図 4】



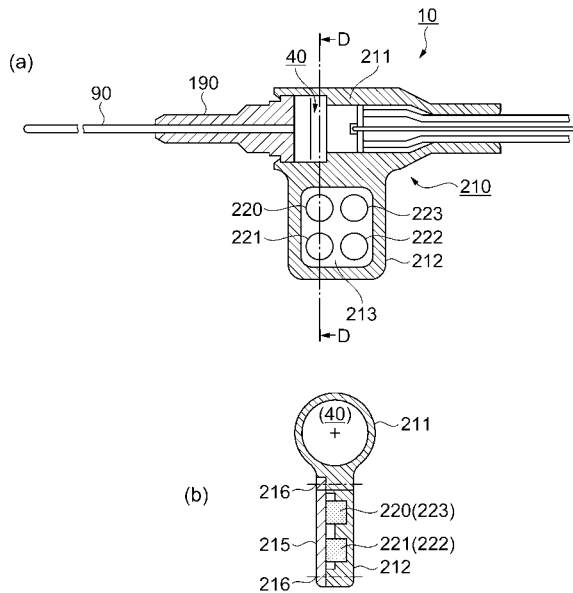
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

