

(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2010-106748

(P2010-106748A)

(43) 公開日 平成22年5月13日(2010.5.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 4 B 49/10 (2006.01)	F O 4 B 49/10 3 1 1	3 H O 7 7
A 6 1 B 17/32 (2006.01)	A 6 1 B 17/32	3 H 1 4 5
F O 4 B 49/06 (2006.01)	F O 4 B 49/06 3 1 1	4 C 1 6 0
F O 4 B 43/04 (2006.01)	F O 4 B 43/04 B	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-279336 (P2008-279336)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成20年10月30日 (2008.10.30)		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

最終頁に続く

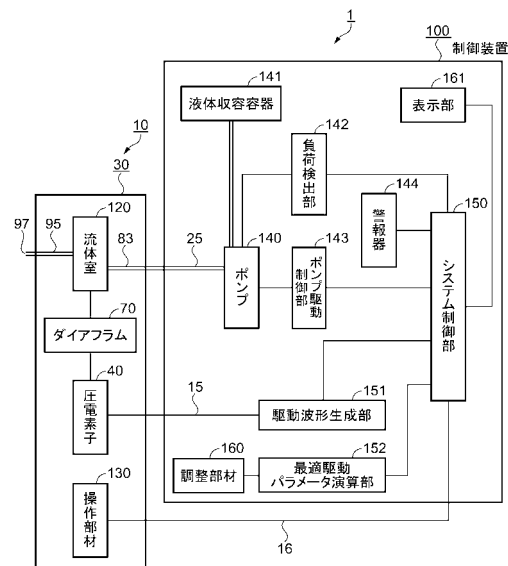
(54) 【発明の名称】 流体噴射システム、流体噴射システムの駆動方法、手術装置

(57) 【要約】

【課題】 ノズルの目詰まりを除去できる流体噴射システムを提供する。

【解決手段】 流体噴射システム1は、流体室120と、流体室120の容積を変更するダイヤフラム70と、ダイヤフラム70を駆動する圧電素子40とを有し、液体をノズル95から脈動吐出する脈動発生部30と、流体室120に液体を所定の圧力で供給するポンプ140と、圧電素子40に脈動波形を入力する駆動波形生成部151と、ポンプ140の負荷を検出する負荷検出部142と、有する制御装置100と、を備え、負荷検出部142がポンプ140の負荷の異常を検出した場合に、脈動発生部30の流体吐出圧力振幅またはポンプ140圧力発生部の供給圧力を通常駆動時よりも高くする。こうすることで、流体室120からノズル95に至る流路の目詰まりを除去することができる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

流体室と、前記流体室の容積を変更するダイヤフラムと、前記ダイヤフラムを駆動する圧電素子と、を有し、流体をノズルから脈動吐出する脈動発生部と、

前記流体室に流体を所定の圧力で供給する圧力発生部と、前記圧電素子に駆動波形を入力する駆動波形生成部と、前記圧力発生部の負荷を検出する負荷検出部と、を有する制御装置と、を備え、

前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、前記脈動発生部の流体吐出圧力振幅または前記圧力発生部の流体供給圧力を通常駆動時よりも高くすることを特徴とする流体噴射システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記駆動波形が、脈動部と休止部で構成され、

前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、前記脈動部の振幅を通常駆動時の振幅よりも大きくすることを特徴とする流体噴射システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に入力される前記駆動波形は連続した脈動部で構成されることを特徴とする流体噴射システム。

20

【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システムにおいて、

前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に入力される前記駆動波形の周波数が、前記流体室から前記ノズルの間を伝播する圧力波の共振周波数と略一致していることを特徴とする流体噴射システム。

【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システムにおいて、

前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、前記脈動部の振幅を通常駆動時の振幅よりも大きくし、且つ前記圧力発生部の前記流体室への流体供給圧力を通常駆動時よりも高くすることを特徴とする流体噴射システム。

30

【請求項 6】

請求項 1 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記負荷検出部は、前記圧力発生部の負荷を前記圧力発生部の流体送出装置の駆動速度の変化として検出することを特徴とする流体噴射システム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記負荷検出部が、前記駆動速度が規定の値以下になった場合に、前記圧力発生部の負荷の異常と判断することを特徴とする流体噴射システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記負荷検出部が、前記圧力発生部の内部に備えられる圧力センサであることを特徴とする流体噴射システム。

40

【請求項 9】

請求項 1 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、異常を報知する警報器が備えられていることを特徴とする流体噴射システム。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、前記脈動発生部及び前記圧力発生部の駆動を停止することを特徴とする流体噴射システム。

【請求項 11】

50

請求項 1 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出し、前記脈動発生部及び前記圧力発生部の駆動を停止した後、前記脈動発生部の流体吐出圧力または前記圧力発生部の流体供給圧力を通常駆動時よりも高くするよう切換える操作部材が備えられていることを特徴とする流体噴射システム。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記操作部材が、前記脈動発生部に設けられていることを特徴とする流体噴射システム。

【請求項 1 3】

請求項 1 に記載の流体噴射システムにおいて、

前記脈動発生部の休止期間では、前記駆動波形が、流体を前記ノズルの先端に達する位置まで移動する程度に前記圧電素子を充電する中間電位と、前記圧電素子が放電される電位との組み合わせで構成されていることを特徴とする流体噴射システム。

【請求項 1 4】

流体室と、前記流体室の容積を変更するダイヤフラムと、前記ダイヤフラムを駆動する圧電素子と、を有し流体をノズルから脈動吐出する脈動発生部と、前記流体室に流体を所定の圧力で供給する圧力発生部と、前記圧電素子に脈動波形を入力する駆動波形生成部と、前記圧力発生部の負荷を検出する負荷検出部と、を有する制御装置と、を備える流体噴射システムの駆動方法であって、

前記流体噴射システムの通常駆動中において、前記脈動発生部に流体を所定の圧力で供給する圧力発生部の負荷を負荷検出部により検出する工程と、

前記圧力発生部の負荷が規定値以上になった場合に警報を出力する工程と、

前記脈動発生部及び前記圧力発生部の駆動を停止する工程と、

前記脈動発生部の流体吐出圧力または前記圧力発生部の流体供給圧力を通常駆動時よりも高くするクリーニング工程と、

前記クリーニング工程終了後、通常駆動に復帰させる工程と、

を含むことを特徴とする流体噴射システムの駆動方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 ないし請求項 1 4 のいずれか一項に記載の流体噴射システムを有し、且つ前記流体噴射システムの駆動方法にて駆動されることを特徴とする手術装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体噴射装置と、流体噴射装置の制御を行う制御装置と、を有する流体噴射システムと、この流体噴射システムの駆動方法、流体噴射システムと駆動方法を用いた手術装置に関する。

【背景技術】

【0002】

噴射される流体による手術は、血管等の脈管構造を保存しながら臓器実質を切開することが可能である。さらに、切開部以外の生体組織に与える付随的損傷が軽微であることから患者の負担が小さい。また、出血が少ないため、出血が術野の視界を妨げないことから迅速な手術が可能であり、特に微小血管からの出血に難渋する肝切除等に臨床応用されている。

【0003】

生体組織を切開または切除する流体噴射装置として、流体室の容積をダイヤフラムにより変更して流体をノズルから高速な液滴としてパルス状に吐出するものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 152127 号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このような流体噴射装置を用いて生体組織を切開または切除する場合、ノズル先端部は生体組織、血液や体液に接触することが考えられ、これらによりノズル先端部の目詰まりが発生することが予想される。

【0006】

また、ノズル開口部の直径は0.1～0.2mm程度、流体室からノズルに連通する出口流路の直径も0.3mm程度と極めて細く、流体室からノズルに達する流路において目詰まりが発生することもある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0008】

[適用例1] 本適用例に係る流体噴射システムは、流体室と、前記流体室の容積を変更するダイヤフラムと、前記ダイヤフラムを駆動する圧電素子と、を有し、流体をノズルから脈動吐出する脈動発生部と、前記流体室に流体を所定の圧力で供給する圧力発生部と、前記圧電素子に駆動波形を入力する駆動波形生成部と、前記圧力発生部の負荷を検出する負荷検出部と、を有する制御装置と、を備え、前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、前記脈動発生部の流体吐出圧力振幅または前記圧力発生部の流体供給圧力を通常駆動時よりも高くすることを特徴とする。

なお、通常駆動時とは、流体噴射システムを実際に使用している場合の駆動状態を意味する。

【0009】

脈動発生部が正常（設計値どおり）に駆動していれば、圧力発生部の負荷はほぼ一定の範囲となる。ここで、流体室からノズルに至る流路に目詰まり等が発生した場合、圧力発生部の負荷は増大する。

【0010】

本適用例によれば、圧力発生部の負荷が増大したこと（負荷の異常）を検出することで、上述の目詰まりが発生していると判断する。そこで、脈動発生部の流体吐出圧力を通常駆動時よりも高くすることで目詰まりを排除し、流体室からノズルに至る流路をクリーニングすることができる。

【0011】

また、圧力発生部の流体供給圧力を高めることによっても目詰まりを排除することができる。

【0012】

[適用例2] 上記適用例に係る流体噴射システムは、前記駆動波形が、脈動部と休止部とで構成され、前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、前記脈動部の振幅を通常駆動時の振幅よりも大きくすることが好ましい。

【0013】

駆動波形が整数個の連続波形からなる脈動部と、波形が出力されない休止部とから構成される場合、脈動部の振幅（電位）、周波数を適切に選択することで流体群の噴射が切除能力に必要な脈動となる。また、休止時間により流量の制御が可能となる。

【0014】

そこで、圧力発生部の負荷異常を検出した場合に、脈動部の振幅を通常駆動時の振幅よりもさらに大きくすることで、ダイヤフラムの変位量を増加し、流体室の容積縮小量を大きくすることで流体吐出圧力振幅を通常駆動時よりも高くすることができ、目詰まりを排除することができる。

【0015】

〔適用例 3〕上記適用例に係る流体噴射システムは、前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に入力される前記駆動波形は連続した脈動部で構成されることが好ましい。

【0016】

このように前述した駆動波形のうち休止部をなくして脈動部を連続して入力することで流体の単位時間当たりの脈動回数を増加することができ、目詰まりの排除能力を高めることができる。

【0017】

〔適用例 4〕上記適用例に係る流体噴射システムは、前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に入力される前記駆動波形の周波数が、前記流体室から前記ノズルの間を伝播する圧力波の共振周波数と略一致していることが望ましい。

10

【0018】

流体室から吐出される流体の圧力波は、流体室からノズルに伝播し、ノズルからパルス状（脈動）の液滴として高速で噴射される。同時に一部の圧力波はノズル位置で反射した流体室に向かう。従って、この流体室とノズルとの間を伝播する圧力波の共振周波数と駆動波形の周波数を一致させることで、共振により圧力波の振幅が増加し、目詰まりの排除能力を高めることができる。

【0019】

〔適用例 5〕上記適用例に係る流体噴射システムは、前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、前記脈動部の振幅を通常駆動時の振幅よりも大きくし、且つ前記圧力発生部の前記流体室への流体供給圧力を通常駆動時よりも高くすることが好ましい。

20

【0020】

前述したように、脈動部の振幅を大きくすると流体室の容積縮小量が増加する。このことにより流体吐出圧力が高くなると共に吐出量が増加する。そこで、圧力発生部による流体供給圧力を高めることにより、流体室への流体供給量を増加させ、吐出量増加に対応して脈動発生部に十分な量の液体を供給することができる。

【0021】

〔適用例 6〕上記適用例に係る流体噴射システムは、前記圧力発生部の負荷は、前記圧力発生部の流体送出装置の駆動速度の変化として検出することが好ましい。

30

ここで、圧力発生部は例えばポンプであって、ピストンポンプやギヤポンプ等の流体送出装置を採用できる。

【0022】

流体室からノズルに至る流路に目詰まりが発生すると、この流路内の圧力が上昇する。すると、圧力発生部の負荷が増加しポンプの流体送出装置の駆動速度が低下する。従って、駆動速度の低下を検出することで、目詰まり判定を容易に行うことができる。

【0023】

なお、流体送出装置の駆動速度の変化は、ピストンポンプの場合はリニアエンコーダ、ギヤポンプの場合はロータリーエンコーダにより容易に、また正確に測定できる。

【0024】

40

〔適用例 7〕上記適用例に係る流体噴射システムは、前記負荷検出部が、前記駆動速度が規定の値以下になった場合に、前記圧力発生部の負荷の異常と判断することが望ましい。

【0025】

このようにすれば、流体室からノズルに至る流路に目詰まりが発生したことを的確に検出することができる。

【0026】

〔適用例 8〕上記適用例に係る流体噴射システムは、前記負荷検出部が、前記圧力発生部の内部に備えられる圧力センサであることが望ましい。

【0027】

50

流体室からノズルに至る流路に目詰まりが発生すると、この流路内の圧力が上昇し、圧力発生部の出力負荷となり圧力発生部の内部圧力が上昇する。そこで、圧力センサを用いることにより直接負荷を検出することができる。

【 0 0 2 8 】

[適用例 9] 上記適用例に係る流体噴射システムは、前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、異常を報知する警報器が備えられていることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

このように警報器を設けることによって、目詰まりが発生したことを使用者（施術者）に報知し、施術を直ちにやめることができる。

【 0 0 3 0 】

[適用例 1 0] 上記適用例に係る流体噴射システムは、前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出した場合に、前記脈動発生部及び前記圧力発生部の駆動を停止することが好ましい。

【 0 0 3 1 】

このようにすれば、圧力発生部の負荷の異常を検出した場合も駆動し続けることによる圧力上昇に伴う脈動発生部及び圧力発生部を含む流体噴射システムの故障を防止し、安全性を高めることができる。

【 0 0 3 2 】

[適用例 1 1] 上記適用例に係る流体噴射システムは、前記負荷検出部が前記圧力発生部の負荷の異常を検出し、前記脈動発生部及び前記圧力発生部の駆動を停止した後、前記脈動発生部の流体吐出圧力または前記圧力発生部の流体供給圧力を通常駆動時よりも高くするよう切換える操作部材が備えられていることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

このようにすれば、目詰まり等の異常を検出して停止した後、施術者が意識的に切換え操作をして状態を確認しながら目詰まりの除去を行うことができ、無意識に高圧の液体噴射が開始されるようなことがなく、安全性を高めることができる。

【 0 0 3 4 】

[適用例 1 2] 上記適用例に係る流体噴射システムは、前記操作部材が、前記脈動発生部に設けられていることが望ましい。

【 0 0 3 5 】

上記適用例の流体噴射システムは、脈動発生部を把持して操作する。従って、操作部材を脈動発生部に設けることで、施術者自身が手元で切換え操作を行い、目詰まりの除去ができる。

【 0 0 3 6 】

[適用例 1 3] 上記適用例に係る流体噴射システムは、前記脈動発生部の休止期間では、前記駆動波形が、流体を前記ノズルの先端に達する位置まで移動する程度に前記圧電素子を充電する中間電位と、前記圧電素子が放電される電位との組み合わせで構成されることが望ましい。

【 0 0 3 7 】

脈動発生部を用いて生体組織を切開または切除する場合、ノズル先端部は生体組織、血液や体液に接触することが考えられる。施術中の脈動発生部の休止期間にこれらが乾燥してノズル先端部の目詰まりが発生することがある。

【 0 0 3 8 】

そこで、駆動休止期間においては、流体をノズルから吐出しない程度に常に移動を繰り返すことで、ノズル先端部及びノズルから流体室に至る流路の目詰まりを抑制することができる。

【 0 0 3 9 】

[適用例 1 4] 本適用例に係る流体噴射システムの駆動方法は、流体室と、前記流体室の容積を変更するダイヤフラムと、前記ダイヤフラムを駆動する圧電素子と、を有し流体

10

20

30

40

50

をノズルから脈動吐出する脈動発生部と、前記流体室に流体を所定の圧力で供給する圧力発生部と、前記圧電素子に脈動波形を入力する駆動波形生成部と、前記圧力発生部の負荷を検出する負荷検出部と、を有する制御装置と、を備える流体噴射システムの駆動方法であって、前記流体噴射システムの通常駆動中において、前記脈動発生部に流体を所定の圧力で供給する圧力発生部の負荷を負荷検出部により検出する工程と、前記圧力発生部の負荷が規定値以上になった場合に警報を出力する工程と、前記脈動発生部及び前記圧力発生部の駆動を停止する工程と、前記脈動発生部の流体吐出圧力または前記圧力発生部の流体供給圧力を通常駆動時よりも高くするクリーニング工程と、前記クリーニング工程終了後、通常駆動に復帰させる工程と、を含むことを特徴とする。

【0040】

10

本適用例によれば、目詰まりにより圧力発生部の負荷を検出し、圧力発生部の負荷が規定値以上になった場合に、脈動発生部の流体吐出圧力または吐出量を通常駆動時よりも増加させてクリーニング（目詰まりを除去）することができ、正常な駆動と安全性を維持することができる。

【0041】

また、目詰まりを原因とする故障により脈動発生部を廃却することがなく、継続して使用できることからランニングコストを低減できるという効果がある。

【0042】

[適用例15] 本適用例に係る手術装置は、上記適用に記載の流体噴射システムを有し、且つ前記流体噴射システムの駆動方法にて駆動されることを特徴とする。

20

【0043】

本適用例によれば、施術中の脈動発生部に目詰まりが発生した場合に、容易に目詰まり除去が可能で、安定した脈動吐出を維持できると共に、安全性が高く、安心して施術することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1～図5は実施形態1に係る流体噴射システムを示し、図6，7は実施形態5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、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。

30

【0045】

また、本発明による流体噴射システムは、インク等を用いた描画、細密な物体及び構造物の洗浄、物体の切断や切除、電子機器の冷却装置、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手術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、生理食塩水、薬液等の液体であり、流体を液体と表すことがある。

（実施形態1）

【0046】

図1は、実施形態1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、液体を収容する液体収容容器と圧力発生部としてのポンプの流体送出装置と、駆動波形生成部（共に図示せず）と、を含む制御装置100と、流体送出装置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とポンプとを連通する流体供給チューブ25（以降、単にチューブ25と表す）と、から構成される。

40

【0047】

また、制御装置100と流体噴射装置10とは、駆動信号ケーブル15と、操作切換信号ケーブル16と、によって電氣的に接続されている。

【0048】

制御装置100の内部には、液体収容容器、ポンプ、駆動波形生成部及びシステム全体

50

を制御するシステム制御部とを含み、外部には、駆動条件及び駆動状態を表示する表示部 161 と、最適駆動波形を設定する調整部材 160 と、警報器 144 とが設けられている。

【0049】

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部 30 と、脈動発生部 30 に接続される接続流路管 90 とを有する。接続流路管 90 の先端部には流路の断面積が縮小された流体噴射開口部 97 を有するノズル 95 が挿着されている。

【0050】

次に、この流体噴射システム 1 における液体の流動について説明する。制御装置 100 に備えられる液体収容容器に収容された液体は、ポンプにより一定の圧力でチューブ 25 を介して脈動発生部 30 に供給される。

10

【0051】

脈動発生部 30 には流体室 120 (図 2、参照) と、この流体室 120 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て流体噴射開口部 97 から液体をパルス状に噴射する。脈動発生部 30 の詳しい説明については、図 2 ~ 図 4 を参照して後述する。

【0052】

通常駆動時におけるポンプの吐出圧力は概ね 3 気圧 (0.3 MPa) 以下に設定する。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部 30 である。従って、脈動発生部 30 に接続されるチューブ 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、柔軟で薄いチューブとし、液体を脈動発生部 30 に送液可能な範囲で低圧にすることが好ましい。

20

【0053】

続いて、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 に係る脈動発生部の主たる構成を液体の流路方向に沿って切断して示す断面図である。図 2 において、流体噴射装置 10 は、脈動発生部 30 と、脈動発生部 30 に接続される接続流路管 90 と、接続流路管 90 に挿着されるノズル 95 とから構成されている。

【0054】

脈動発生部 30 は、第 1 機枠 80 と第 2 機枠 50 のそれぞれが互いに対向する面において密接挟持されるリング形状のスペーサ 60 と、円盤状の金属薄板からなる容積変更手段としてのダイアフラム 70 とを有し、第 1 機枠 80 の壁面 80a とダイアフラム 70 とスペーサ 60 の内周壁面とで流体室 120 が構成されている。

30

【0055】

第 1 機枠 80 の外側側面にはチューブ接続管部 81 が突設されており、チューブ接続管部 81 には流入接続流路 84 が開設されている。この流入接続流路 84 は、流体室 120 に連通する入口流路 83 に連通されている。

【0056】

チューブ接続管部 81 には、チューブ 25 が圧入されている。チューブ 25 は制御装置 100 (図 1、参照) の内部に設けられるポンプに接続され、流入接続流路 84 と入口流路 83 を介して流体室 120 内に液体が供給される。

40

【0057】

また、第 1 機枠 80 には、壁面 80a の略中央に壁面 80a に対して略垂直に出口流路 88 が開設され、さらに、出口流路 88 に連通する出口接続流路 89 が開設されている。

【0058】

第 1 機枠 80 には、流体室 120 とは反対側方向に接続流路管挿着部 82 が突設され、出口流路 88 に連通する出口接続流路 89 が設けられている。この接続流路管挿着部 82 に接続流路管 90 が圧入固定されている。

【0059】

接続流路管 90 と接続流路管挿着部 82 とは圧入固定の他に、接続流路管 90 と接続流

50

路管挿着部 8 2 とに螺子部を形成して螺合固定とし、着脱可能な構造としてもよい。

【 0 0 6 0 】

接続流路管 9 0 には、出口接続流路 8 9 に連通する接続流路 9 2 が開設され、出口流路 8 8 とは反対側の先端部には、ノズル 9 5 が圧入されている。ノズル 9 5 は、接続流路 9 2 に連通するノズル流路 9 6 と、流体噴射開口部 9 7 とを有している。

【 0 0 6 1 】

ここで、出口接続流路 8 9 と接続流路 9 2 とノズル流路 9 6 とはほぼ同じ断面積を有し、この断面積は出口流路 8 8 の断面積より大きい。また、流体噴射開口部 9 7 の断面積は、接続流路 9 2 の断面積よりも縮小され、さらに出口流路 8 8 よりも縮小されている。

なお、上記断面積とは、液体の流動方向に対して垂直に切断したときの流路の断面積を表している。

10

【 0 0 6 2 】

本実施形態では、出口流路 8 8 の直径は 0 . 3 mm、接続流路 9 2 の直径は 1 . 0 mm、流体噴射開口部 9 7 の直径は 0 . 1 ~ 0 . 2 mm の範囲で設定されている。また、流体室 1 2 0 から流体噴射開口部 9 7 までの流路長は 1 0 0 ~ 2 0 0 mm の範囲で適宜設定される。

【 0 0 6 3 】

一方、第 2 機枠 5 0 は、筒状部材であって、第 2 機枠 5 0 を貫通する円筒状の孔 5 2 が開設されている。孔 5 2 の開口部の一方は下板 1 0 2 で封止されている。この孔 5 2 の内部に駆動源としての圧電素子 4 0 が配設されている。圧電素子 4 0 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。

20

【 0 0 6 4 】

圧電素子 4 0 の一方の端部は上板 1 0 1 を介してダイアフラム 7 0 に、他方の端部は下板 1 0 2 の内面に密接固着されている。

【 0 0 6 5 】

圧電素子 4 0 の対向する側面にはそれぞれ駆動電極（図示せず）が設けられ、これら駆動電極には、絶縁被覆された接続リード 1 5 a , 1 5 b からなる駆動信号ケーブル 1 5 が接続されている。

【 0 0 6 6 】

駆動信号ケーブル 1 5 は、第 2 機枠 5 0 の側面に開設された貫通孔 5 3 を通って外部に延在され、制御装置 1 0 0 に内在される駆動波形生成部 1 5 1（図 3、参照）に接続されている。なお、貫通孔 5 3 は、駆動信号ケーブル 1 5 を通した状態で封止部材 1 0 3 で封止される。

30

【 0 0 6 7 】

脈動発生部 3 0 は、その周囲を密閉し、且つ、脈動発生部 3 0 に対して着脱可能な外郭部材でカバーされる。本実施形態において、外郭部材はケース部材としての上ケース 3 5 と下ケース 3 6 とから構成されている。

【 0 0 6 8 】

上ケース 3 5 と下ケース 3 6 は、第 1 機枠 8 0 の接続流路管挿着部 8 2 と第 2 機枠 5 0 の筒部とを挟み込むようにして脈動発生部 3 0 を保持する。上ケース 3 5 と下ケース 3 6 は、図示しない固定螺子によって固定される。従って、上ケース 3 5 と下ケース 3 6 は、脈動発生部 3 0 に対して着脱可能な構造である。

40

【 0 0 6 9 】

また、上ケース 3 5 と下ケース 3 6 の互いに対向する端面の間にシール部材としてのパッキン（図示せず）が設けられており、脈動発生部 3 0 を密閉する。

【 0 0 7 0 】

また、脈動発生部 3 0 には、操作部材 1 3 0 が設けられている。操作部材 1 3 0 はスイッチであって、押しボタン型やスライド型、ロータリー型等を選択できるが、省スペース、単純操作という面から押しボタン型スイッチがより好ましい。操作部材 1 3 0 は、下ケース 3 6 に操作部以外を埋め込むように配設され、操作切換信号ケーブル 1 6（図 1、参

50

照)によって制御装置100に接続されている。

【0071】

次に、流体噴射システム1のシステム構成について説明する。

図3は、本実施形態に係る流体噴射システムの主たるシステム構成を示す構成図である。流体噴射装置10は、流体室120と流体室120の容積を変更する容積変更手段としてのダイヤフラム70と、ダイヤフラム70を駆動する圧電素子40と、操作部材130と、から構成される。

【0072】

制御装置100は、液体収容容器141(以降、単に容器141と表す)と、容器141と連通するポンプ140と、ポンプ140の駆動を制御するポンプ駆動制御部143と、を有し、ポンプ140の負荷変動を検出する負荷検出部142とを有する。

10

【0073】

ポンプ140は、ピストンポンプまたはギヤポンプ等の流体送出装置を採用でき、チューブ25によって流体室120と連通されている。負荷検出部142はピストンポンプの場合はリニアエンコーダ、ギヤポンプの場合にはロータリーエンコーダを有し、ポンプ140の負荷変動をピストンの駆動速度やギヤの回転速度の変化として検出する。

【0074】

脈動発生部30に目詰まりが発生し、ポンプ140の負荷(駆動速度)が規定値以上となった場合には、負荷異常と判断して警報を発する警報器144備えられている。警報器144は、ブザー等の音声や、光警報を採用できる。

20

【0075】

また、制御装置100は、切除組織の硬度に対応した駆動波形を演算する最適駆動パラメータ演算部152と、切除硬度を入力する調整部材160と、最適駆動パラメータに基づき圧電素子40に入力する駆動波形を生成する駆動波形生成部151と、を有している。さらに、これら各システム構成要素の全体制御を司るシステム制御部150と、表示部161と、を有している。表示部161は、切除硬度等の駆動条件、駆動状態などを表示する。

【0076】

調整部材160はロータリースイッチが好適で、ダイヤルを回転して切除硬度等の駆動条件を最適駆動パラメータ演算部152に選択入力する。最適駆動パラメータ演算部152では、選択入力された切除硬度等に適合する脈動部の振幅(電位)、周期、波形の数(パルス数)、休止時間等を算出し、駆動波形生成部151において最適な駆動波形として圧電素子40に駆動信号ケーブル15を介して入力される。

30

【0077】

次に、駆動波形の1例について図面を参照して説明する。

図4は、本実施形態に係る駆動波形の1例を例示している。まず通常駆動時の駆動波形を説明する。この例示における駆動波形は、圧電素子駆動電圧が、位相- $\pi/2$ から始まる正弦波の整数個の連続波形で構成される脈動部と、休止部(休止時間Iと表す)と、から構成されるものとする。

【0078】

なお、図中、実線で表わす駆動波形が通常駆動時を表し、脈動部の波形は振幅A1、周期T、連続する正弦波の個数nで表す。本例示では正弦波の個数を2個としている。この脈動部の波形はパースト波であり、駆動波形生成部151で上記パラメータを指定すれば容易に生成できる。

40

なお、駆動波形は正弦波に限定されず、矩形波の組み合わせでもよい。

【0079】

続いて、流体噴射システム1の動作について説明する。まず、通常駆動状態について説明する(図1~図3、参照)。

ポンプ140によって入口流路83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40が動作を行わない場合、ポンプ140の吐出圧力と入口流路側全体

50

の流体抵抗値の差によって液体は流体室 120 内に流入する。

【0080】

ここで、圧電素子 40 に例示された駆動波形が入力され、急激に圧電素子 40 が伸張したとすると、流体室 120 内の圧力は、入口流路側及び出口流路側それぞれの合成イナータンス L_1 、 L_2 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 83 に加えられていたポンプ 140 による圧力よりはるかに大きいため、入口流路 83 から流体室 120 内への液体の流入はその圧力によって減少し、出口流路 88 からの流出が増加する。

【0081】

しかし、入口流路側の合成イナータンス L_1 は、出口流路側の合成イナータンス L_2 よりも大きいため、入口流路 83 から液体が流体室 120 へ流入する流量の減少量よりも、出口流路 88 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 88 にパルス状の流体吐出、つまり、脈動流が発生する。

【0082】

この吐出の際の圧力変動（つまり、圧力波）が、接続流路管 90 の接続流路 92 内を伝播して、先端のノズル 95 の流体噴射開口部 97（共に、図 2 参照）から液体がパルス状に噴射される。流体噴射開口部 97 の直径は、出口流路 88 の直径よりも縮小されているので、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。

【0083】

一方、流体室 120 内は、入口流路 83 からの液体流入量の減少と出口流路 88 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、ポンプの圧力と、流体室 120 内の真空状態の双方によって一定時間経過後、入口流路 83 の液体は圧電素子 40 の動作前と同様な速度で流体室 120 内に向う流れが復帰する。入口流路 83 内の液体の流動が復帰した後、圧電素子 40 の伸張があれば、ノズル 95 から液体をパルス状に継続して噴射することができる。

【0084】

脈動する流体の噴射による組織切除においては、脈動の強度が大きい（つまり、流体吐出圧力振幅が大きい）と硬度が高い組織が切除可能になる。流体吐出圧力振幅は圧電素子駆動電圧の振幅 A を大きくすることで実現できる。しかし一方、同時に単位時間あたりに噴射される流体量も大きくなる。その結果、単位時間あたりの切除深さも同時に大きくなってしまう。

【0085】

執刀医が、単位時間あたりの切除深さの増加を望まない場合には、振幅 A を増加させると同時に、適正な値に連続する正弦波の個数 n を減ずるか、もしくは休止時間 I を増加する等の必要がある。

【0086】

本実施形態では、ダイヤル状の調整部材 160 を回転操作し、切除硬度を選択設定すると、制御パラメータの一つである流体噴射部駆動電圧の振幅 A が変化すると同時に、最適駆動パラメータ演算部 152 によって、別の制御パラメータである休止時間 I が変化し、切除深さが変化しないように調整される。

【0087】

なお、最適駆動パラメータ演算部 152 に代わって最適駆動パラメータテーブルを用いてもよい。切除硬度を調整部材 160 により選択し、し、最適駆動パラメータテーブルから最適な駆動パラメータを選択して駆動波形を生成する。選択した最適駆動パラメータの情報を表示部 161 にて表示すればなおよい。

【0088】

最適駆動パラメータテーブルは、手術種別、流体噴射開口部 97 の直径、切除硬度、切除深さ等の制御パラメータの組み合わせ表である。

【0089】

しかしながら、流体噴射システム 1 を手術装置として生体組織を切開または切除する場合

10

20

30

40

50

合、ノズル 95 と施術部との距離は数 mm 以下であるため、ノズル 95 の先端部は生体組織、血液や体液に接触することが考えられ、これらによりノズル先端部の目詰まりが発生することが予想される。

【0090】

また、流体噴射開口部 97 の直径は 0.1 ~ 0.2 mm 程度、流体室 120 からノズルに連通する出口流路 88 の直径も 0.3 mm 程度と極めて細く、流体室 120 から流体噴射開口部 97 に達する流路において目詰まりが発生することも考えられる。従って、これら目詰まりを除去、つまりクリーニングが必要とされる。

【0091】

続いて、流体室 120 から流体噴射開口部 97 に至る流路のクリーニングに係る駆動方法について説明する。

図 5 は、本実施形態のクリーニングに係る駆動方法を示す説明図である。図 2 ~ 図 4 も参照し、図 5 に示す工程に従い説明する。

【0092】

まず、流体噴射システム 1 を起動し通常駆動を開始する (ST10)。流体噴射システム駆動中は、負荷検出部 142 にてポンプ 140 の負荷変動を検出している (ST20)。前述したように負荷変動は、ポンプ 140 の流体送出装置の駆動速度の変化として検出する。

【0093】

ここで、脈動発生部 30 が正常 (設計値どおり) に駆動していれば、ポンプ 140 の負荷はほぼ一定の範囲となり、流体送出装置は一定の駆動速度範囲内で駆動を継続する。

【0094】

ここで、流体室 120 から流体噴射開口部 97 に至る流路に目詰まりが発生した場合、この流路内の圧力が上昇する。すると、ポンプ 140 の負荷が増加し駆動速度が低下する。従って、流体送出装置の駆動負荷と駆動速度との相関関係を設定しておけば、負荷の変動を速度の変動として検出することができる。

【0095】

ポンプ 140 の負荷が規定値以下であれば、そのまま流体噴射システム 1 の駆動を継続し (ST30)、施術が終了したときに流体噴射システムを停止する (ST40)。

【0096】

ポンプ 140 の流体送出装置の負荷が規定値以上となった場合 (つまり、駆動速度が規定の値以下になった場合) には、負荷検出部 142 からシステム制御部 150 に信号が入力され、警報器 144 にて音声や光等で警報を出力する (ST50)。警報器 144 の警報出力と共にシステム制御部 150 から駆動波形生成部 151 及びポンプ駆動制御部 143 に駆動停止命令を出力し、流体噴射システム 1 を停止する (ST60)。

【0097】

警報が出力された場合には、施術者は目詰まりが発生したと判断してクリーニング操作を開始する。クリーニング開始操作は、脈動発生部 30 を生体から離れた上で、脈動発生部 30 に設けられる操作部材 130 のスイッチ入力により行う。操作部材 130 からのクリーニング開始命令は、操作切換信号ケーブル 16 を介してシステム制御部 150 に入力され、システム制御部 150 駆動開始命令に基づきポンプ 140 及び脈動発生部 30 を起動してクリーニング動作を開始する (ST70)。

【0098】

この際、脈動発生部 30 の液体吐出圧力振幅を通常駆動時よりも高くする。脈動発生部 30 の液体吐出圧力振幅は、駆動波形の脈動部の振幅を通常駆動時よりも大きくすることで高くすることができる。

【0099】

その場合の駆動波形を図 4 において破線で図示する。この例示では、通常駆動時の振幅 A1 から振幅 A2 まで約 2 倍に高くしている。このことにより、圧電素子 40 の伸張量が増加し、流体室 120 の容積縮小量が増加する。このことにより、脈動が強くなり、液体

10

20

30

40

50

吐出圧力振幅が上昇するため目詰まりを除去することができる。

【 0 1 0 0 】

施術者が、目詰まりが除去されたと判断した場合には、操作部材 1 3 0 を再操作し、脈動発生部 3 0 とポンプ 1 4 0 とを停止し、クリーニング動作を終了する（ S T 8 0 ）。

なお、目詰まり除去の判断は、流体噴射開口部 9 7 からの液体の吐出状態を目視して行う。

【 0 1 0 1 】

続いて、操作部材 1 3 0 を操作し、システム制御部 1 5 0 からの起動命令を入力して、流体噴射システム 1（具体的には、脈動発生部 3 0 及びポンプ 1 4 0）を起動する。このときに出力される駆動波形は、通常駆動時における駆動波形である（図 4、参照）。そして、 S T 2 0 以降の工程を繰り返す。

10

【 0 1 0 2 】

なお、クリーニング動作中に負荷検出部 1 4 2 でポンプ負荷を検出し、負荷が規定値以上の場合には、クリーニング動作を継続し、負荷が規定値以下になった場合にはクリーニング動作を停止（システム停止）する方法を採用することができる。

【 0 1 0 3 】

このような方法では、負荷検出部 1 4 2 の検出基準値をクリーニング動作時のポンプ駆動速度に合わせた設定としておく。

【 0 1 0 4 】

流体噴射システムの再起動は、操作部材 1 3 0 の操作により行う。従って、操作部材 1 3 0 は、1 回路 2 接点型のスイッチとすることが好ましい。

20

【 0 1 0 5 】

また、クリーニング動作においては、駆動波形の脈動部の振幅を大きくすると共に、ポンプ 1 4 0 の液体供給圧力を高めることがより好ましい。このことにより、単位時間当りの液体供給量を増加させることができる。これは、駆動波形の脈動部の振幅を大きくすることにより液体吐出量が増加するため、液体供給量を増加させる必要があるためである。

【 0 1 0 6 】

上述した本実施形態のクリーニング動作時の駆動波形は、通常駆動時における脈動部の周期 T、休止時間 I と同じにして、振幅（電位）を変化させているが、周期 T を変化させたり、休止時間 I を変化させてもよい。

30

【 0 1 0 7 】

従って、本実施形態の流体噴射システムによれば、ポンプ 1 4 0 の負荷が増大したことを検出し、流体室 1 2 0 から流体噴射開口部 9 7 に至る流路において目詰まりが発生したと判断する。そこで、脈動発生部 3 0 の流体吐出圧力振幅を通常駆動時よりも高くすることで目詰まりを排除し、流体室 1 2 0 から流体噴射開口部 9 7 に至る流路をクリーニングすることができる。

【 0 1 0 8 】

流体吐出圧力振幅は、脈動部の振幅を通常駆動時の振幅よりもさらに大きくすることで、ダイヤフラム 7 0 の変位量を増加し、ダイヤフラム 7 0 による流体室 1 2 0 の容積縮小量を大きくし、その結果、流体室 1 2 0 内の圧力を高めることができる。

40

【 0 1 0 9 】

前述したように、脈動部の振幅を高くすると流体室 1 2 0 の容積縮小量が増加する。このことにより流体吐出圧力振幅が高くなると共に吐出量が増加する。そこで、ポンプ 1 4 0 による流体供給圧力を高めることにより、流体室 1 2 0 への流体供給量が増加し、吐出量増加に対応して脈動発生部 3 0 に十分な量の液体を供給することができる。

【 0 1 1 0 】

また、ポンプ 1 4 0 の負荷の変化は、ポンプ 1 4 0 の流体送出装置の駆動速度変化として検出する。流体室 1 2 0 から流体噴射開口部 9 7 に至る流路に目詰まりが発生すると、この流路内の圧力が上昇する。すると、ポンプ 1 4 0 の負荷が増加し駆動速度が低下する。従って、駆動速度の低下を検出することで、目詰まり判定を行うことができる。

50

【 0 1 1 1 】

また、負荷検出部 1 4 2 がポンプ 1 4 0 の負荷の規定値異常の増加を検出した場合に、異常を報知する警報器 1 4 4 が備えられている。このように警報器 1 4 4 を設けることによって、目詰まりが発生したことを施術者に報知し、施術を直ちにやめることができる。

【 0 1 1 2 】

なお、ポンプ 1 4 0 の負荷異常の検出は、瞬間的に検出した場合に異常判断とする方法や、例えば、数秒間継続した場合に異常と判断する方法であってもよい。

【 0 1 1 3 】

なお、警報器 1 4 4 は、本実施形態では制御装置 1 0 0 に配設しているが、脈動発生部 3 0 に配設してもよい。しかしながら脈動発生部 3 0 は施術者が把持する部位であるため、できるだけ軽量、小型化することが望ましい。そのことから、制御装置 1 0 0 に配設することがより好ましい。あるいは、警報器 1 4 4 を制御装置 1 0 0、脈動発生部 3 0 から離れた認識しやすい位置に単独で配設するようにしてもよい。

【 0 1 1 4 】

また、負荷検出部 1 4 2 がポンプ 1 4 0 の負荷の異常を検出した場合に、警報報知と共に脈動発生部 3 0 及びポンプ 1 4 0 の駆動を停止する。このようにすれば、ポンプ 1 4 0 の負荷の異常を検出した場合において駆動し続けることによる圧力上昇に伴う脈動発生部 3 0 及びポンプ 1 4 0 を含む流体噴射システム 1 の故障を防止し、安全性を高めることができる。

【 0 1 1 5 】

また、脈動発生部 3 0 は操作部材 1 3 0 を備えている。目詰まりを検出し脈動発生部が停止した後、施術者が意識的に操作部材 1 3 0 の切換え操作をしてクリーニング動作をする。こうすることで、無意識に高圧の液体噴射が開始されるようなことがなく、安全性を高めることができる。

【 0 1 1 6 】

さらに、本実施形態によれば、目詰まりを原因とする故障により脈動発生部 3 0 を廃却することがなく、継続して使用できることからランニングコストを低減できるという効果もある。

(実施形態 2)

【 0 1 1 7 】

続いて、実施形態 2 に係る流体噴射システムについて説明する。図面は省略するが、図 4 を参照して説明する。本実施形態に係る流体噴射システムの通常駆動時の駆動波形は、図 4 にて実線で表すように、脈動部と休止部で構成されている。

【 0 1 1 8 】

本実施形態は、負荷検出部 1 4 2 がポンプ 1 4 0 の負荷の増大（負荷異常）を検出した場合のクリーニング動作時に入力される駆動波形は連続した波形で構成される。つまり、休止時間 I が無い連続した脈動部のみで構成される。

【 0 1 1 9 】

また、脈動部の振幅は通常駆動時の振幅よりも大きく、図 4 で表される振幅 A 2 の脈動部が連続した駆動波形となる。

【 0 1 2 0 】

このように駆動波形を休止部をなくして脈動部を連続して入力することで、クリーニング動作時の単位時間当たりの脈動回数を増加することができる。さらに脈動部の振幅を通常駆動時より大きくすることで流体吐出圧力を高める。このことにより目詰まりの排除能力を高めることができる。

なお、この際、流体吐出圧力に対応して流体供給圧力を高めることがより好ましい。

(実施形態 3)

【 0 1 2 1 】

続いて、実施形態 3 について図 2 を参照して説明する。実施形態 3 は、負荷検出部 1 4 2 がポンプ 1 4 0 の負荷の増大（負荷異常）を検出した場合に入力される駆動波形の周波

10

20

30

40

50

数が、流体室 120 からノズル 95 の間を伝播する圧力波の共振周波数と略一致していることに特徴を有している。

【0122】

脈動発生部 30 で脈動流に変換された液体は、流体室 120 からノズル 95 へ圧力波が伝播することでパルス状の液滴としてノズル 95 から高速で噴射される。同時に一部の圧力波はノズル位置で反射した流体室 120 に向かう。具体的には、圧力波は、流体室 120 からノズル 95 までの流路の断面積が急激に小さい部位を往復する。

【0123】

本実施形態では、流体室 120 からノズル 95 までの距離は 100 ~ 200 mm で設定されている。また、流体室 120 からノズル 95 までの圧力波の伝播速度は概ね秒速 1500 m である。ここで、流体室 120 からノズル 95 までの距離を仮に 150 mm とすると、往復で 300 mm となり圧力波の共振周波数は 5 kHz となる。従って、駆動波形の周波数も 5 kHz とする。

10

【0124】

このように、圧力波の共振周波数と駆動波形の周波数を一致させることで、共振により圧力波の振幅が増加し、目詰まりの排除能力を高めることができる。

(実施形態 4)

【0125】

続いて、実施形態 4 について説明する。図示は省略するが図 3 を参照して説明する。実施形態 4 は、ポンプ 140 の内部に圧力センサを備えていることを特徴とする。

20

【0126】

流体室 120 から流体噴射開口部 97 に至る流路に目詰まりが発生すると、この流路内の圧力が上昇しポンプ 140 の出力負荷となる。その結果、ポンプ 140 の内部圧力が上昇する。そこで、ポンプ 140 内の流体室(圧力室)に圧力センサを配設する。

【0127】

そして、ポンプ 140 の内部圧力を通常駆動時と目詰まり発生時との圧力差を予め設定し、圧力上昇が規定値以上になった場合にクリーニング動作を開始する。クリーニング動作は、図 5 に示す説明図に記載の工程に沿って行うことができる。

【0128】

このようにすれば、目詰まりに伴うポンプ 140 の内部圧力の変化を直接検出することができる。

30

(実施形態 5)

【0129】

続いて、実施形態 5 に係る流体噴射システムについて図面を参照して説明する。実施形態 5 は、流体噴射システムを施術途中で一時休止する間に、流体室 120 から流体噴射開口部 97 に至る流路で乾燥等による目詰まりの防止が可能な駆動波形とすることに特徴を有する。

【0130】

図 6 は、本実施形態に係る休止期間中に入力される駆動波形を示す説明図、図 7 はこの駆動波形による脈動発生部の挙動を模型的に表す部分断面図である。図 6 において、駆動波形の 1 サイクルは、まず中間電位を一定時間保持する領域(1)、続いて圧電素子 40 を放電させる領域(2)、一定時間経過後に圧電素子 40 を中間電位で充電する領域(3)の組み合わせで構成されている。

40

【0131】

各領域における液体の挙動について説明する。図 7(a) は、図 6 にて(1)に図示する中間電位(電位 A3 で示す)を圧電素子 40 に印加した状態を表している。この状態では、圧電素子 40 の充電量は、フル充電に対しては中間となり、伸張量もフル充電量に対して中間程度である。従って、ダイアフラム 70 による流体室 120 の容積縮小量も中間値となる。

【0132】

50

このような中間電位の場合には、液体はノズル 9 5 の流体噴射開口部 9 7 から吐出せずに一部が先端部から覗く程度で留まる。

【0133】

この状態から、図 6 において (2) で表わす放電電位 (電位 - A 3) を印加すると圧電素子 4 0 は放電し、図 7 (b) に表す状態となる。つまり、ダイアフラム 7 0 が流体室 1 2 0 の容積を広げる状態となる。

【0134】

すると、流体室 1 2 0 の圧力が瞬間的に低下し、ノズル 9 5 内の液体は流体室 1 2 0 の容積が大きくなった分だけ流体室 1 2 0 内に引き込まれる。

【0135】

この状態から図 6 において (3) に図示する中間電位 (電位 A 3) を印加すると、図 7 (a) の状態となる。このような駆動波形を繰り返し継続すると、ノズル 9 5 内の液体は、流体噴射開口部 9 7 において図 7 (a), (b) の状態を繰り返す。

【0136】

なお、液体を吐出する際の駆動波形は、図 6 の (4) で表わすように圧電素子 4 0 に中間電位よりも高い電位 A 1 を印加する。このような場合には、図 7 (c) に表すように、圧電素子 4 0 はフル充電されて伸張し、ダイアフラム 7 0 により流体室 1 2 0 の容積縮小が最大となり、液体は液滴 2 0 0 としてパルス状に吐出される。

【0137】

生体組織を切開または切除する場合、ノズル 9 5 の先端部は生体組織、血液や体液に接触することが考えられる。その際、脈動発生部 3 0 の休止期間にこれらが乾燥してノズル 9 5 先端部 (流体噴射開口部 9 7) に目詰まりが発生することがある。

【0138】

そこで、脈動発生部の駆動休止期間 (施術休止期間) においては、液体をノズル 9 5 から吐出しない程度に常に移動を繰り返すことで、流体噴射開口部 9 7 から流体室 1 2 0 に至る流路の目詰まりを抑制することができる。

【0139】

なお、図 6 では、駆動波形が矩形波の場合を例示したが、駆動波形は合成正弦波としてもよい。

【0140】

また、実施形態 5 の駆動波形による駆動においても、実施形態 1 ~ 実施形態 4 に記載の目詰まり除去を実施すれば、なお安心して使用できる。

【0141】

本発明による流体噴射システム 1 は、インク等を用いた描画、細密な物体及び構造物の洗浄、物体の切断や切除、手術用メス等様々に採用可能であるが、生体組織を切開または切除する手術器具として好適である。

【図面の簡単な説明】

【0142】

【図 1】実施形態 1 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 に係る脈動発生部の主たる構成を液体の流路方向に沿って切断して示す断面図。

【図 3】実施形態 1 に係る流体噴射システムの主たるシステム構成を示す構成図。

【図 4】実施形態 1 に係る駆動波形の 1 例を例示する説明図。

【図 5】実施形態 1 に係る流体噴射システムの駆動方法を示す説明図。

【図 6】実施形態 5 に係る休止期間中に入力される駆動波形を示す説明図。

【図 7】実施形態 5 に係る脈動発生部の挙動を模型的に表す部分断面図。

【符号の説明】

【0143】

1 ... 流体噴射システム、3 0 ... 脈動発生部、4 0 ... 圧電素子、7 0 ... ダイアフラム、9 5 ... ノズル、9 7 ... 流体噴射開口部、1 2 0 ... 流体室、1 4 0 ... ポンプ、1 4 2 ... 負荷検

10

20

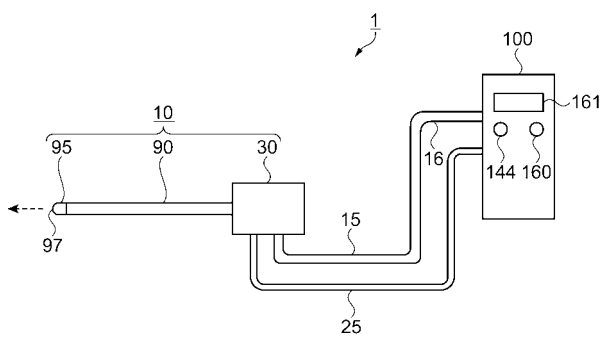
30

40

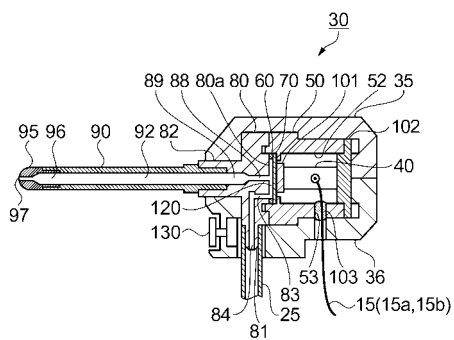
50

出部、151...駆動波形生成部。

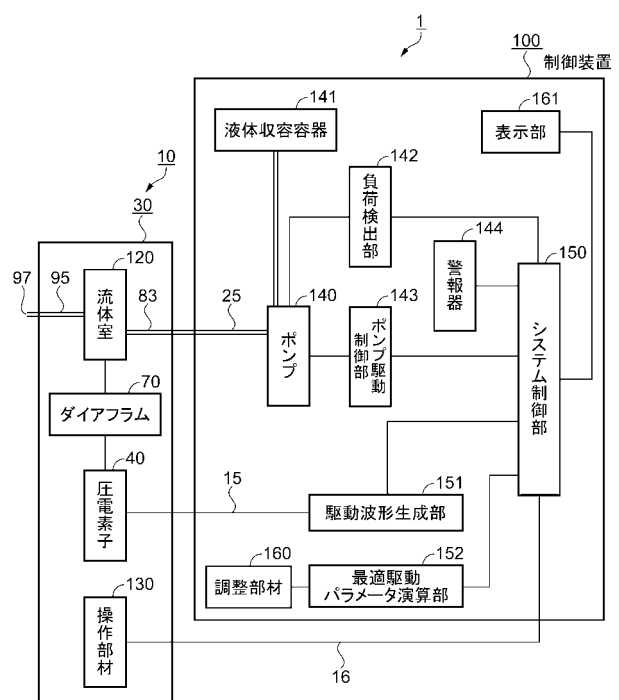
【図1】



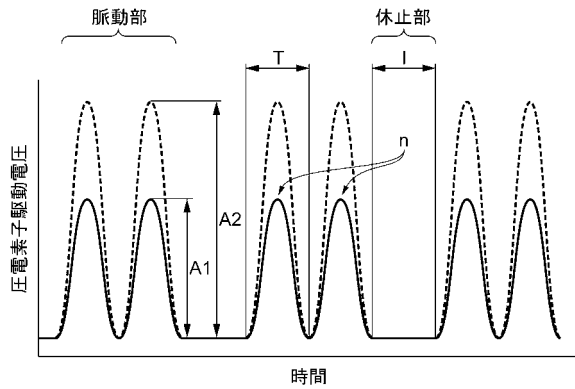
【図2】



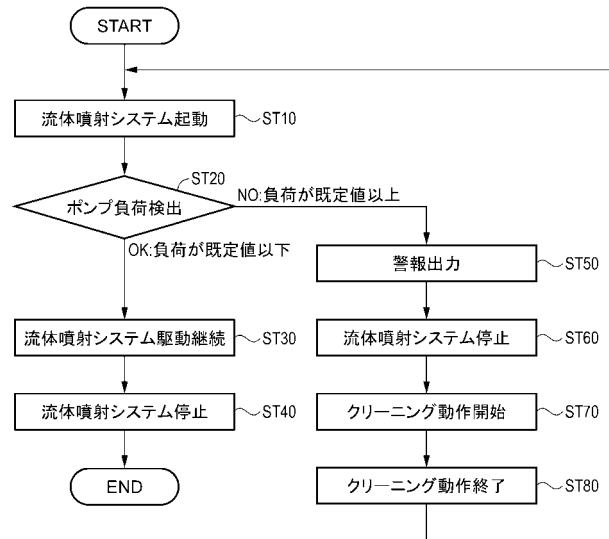
【図3】



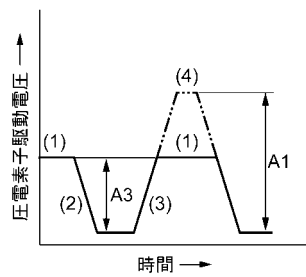
【図 4】



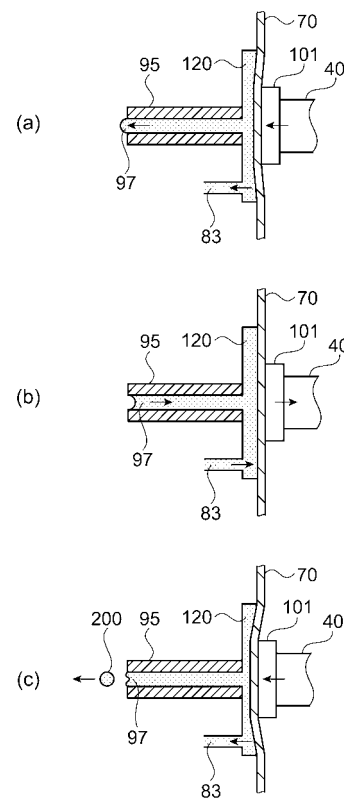
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 田端 邦夫

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

(72)発明者 宮 崎 新一

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) 3H077 AA02 AA08 BB10 CC02 DD06 EE31 FF34

3H145 AA02 AA12 AA23 BA41 CA03 CA21 DA48 EA13 EA38 EA44

EA50

4C160 FF10 MM32