

(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2011-156193
(P2011-156193A)

(43) 公開日 平成23年8月18日(2011.8.18)

(51) Int.Cl.
A61B 17/32 (2006.01)

F I
A61B 17/32

テーマコード (参考)
4C160

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-20956 (P2010-20956)
(22) 出願日 平成22年2月2日 (2010.2.2)

(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 関野 博一
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
(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

最終頁に続く

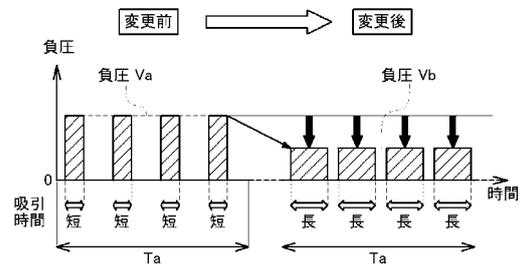
(54) 【発明の名称】 液体噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 噴射口から噴射した液体や術部に溜まった血液、および切除された生物組織を吸引するに際して、必要な吸引量を確保しながら、切除されていない生物組織を吸引して損傷させることを低減可能とする。

【解決手段】 脈動流の形態で噴射口から噴射される液体の圧力によって術部の生物組織を切除する。こうして脈動流の形態で噴射されることで術部に溜まった液体などは、吸引手段によって吸引される。吸引手段が術部の液体を吸引するに際しては、吸引負圧を周期的に変動させることができるようになっている。従って、液体を吸引する条件を様々に変更することが可能となっており、その結果として、必要な吸引量を確保しながらも生物組織を吸い込むおそれのない適切な条件で吸引することが可能となっている。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

噴射口から生物組織に向けて液体を噴射することで、該生物組織の切除を行う液体噴射装置であって、

前記液体を前記噴射口から噴射する液体噴射手段と、

吸引負圧を周期的に変動させて、前記噴射された液体および前記切除された生物組織の少なくともいずれかを吸引する吸引手段と

を備える液体噴射装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の液体噴射装置であって、

前記液体噴射手段は、前記液体を前記噴射口から脈動流の形態で噴射し、さらに、前記液体噴射手段が前記噴射口から噴射する液体量に関する情報を取得する噴射量取得手段と、

前記取得された前記噴射口から噴射される液体量に関する情報に基づいて、吸引条件を設定する吸引条件設定手段と

を備える液体噴射装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の液体噴射装置であって、

前記吸引手段は、吸引と吸引停止とを周期的に繰り返す手段である液体噴射装置。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の液体噴射装置であって、

前記吸引負圧の最大値である最大負圧を設定する最大負圧設定手段を備える液体噴射装置。

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 に記載の液体噴射装置であって、

前記吸引負圧が変動する周期である吸引周期を設定する吸引周期設定手段を備える液体噴射装置。

【請求項 6】

請求項 1 または請求項 2 に記載の液体噴射装置であって、

前記吸引周期内で前記吸引負圧が所定負圧よりも大きくなる期間である吸引期間を設定する吸引期間設定手段を備える液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、噴射口から液体を噴射する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年では、手術の際に水や生理食塩水などの液体を加圧して術部に噴きつけることにより、液体の圧力によって生物組織を切除する手術手法が開発されている。こうした手術に用いる液体噴射装置では、ノズルの先端に設けられた噴射口から液体が噴射されるようになっており、操作者はノズルの噴射口を術部に向けて液体を噴射させることで、術部の生物組織を切除することが可能である。

【0003】

また、噴射口から噴射した液体が術部の周囲に溜まると、たとえば術部が見え難くなって生物組織を所望の位置で切除することが困難となったり、あるいは噴射した液体の勢いが術部に溜まった液体や切除によって術部に溜まる血液などによって弱められて、切除力が弱められたりする。さらには、切除された生物組織（切除組織）が噴射した液体によって飛散し、例えば切除された悪性腫瘍が術部以外の他の生物組織に到達し悪影響を及ぼすなどの弊害が生じ得る。そこで、噴射口の近傍に吸引ポンプに接続した吸引口を設けておき、噴射口を術部に近づけた際に術部に溜まった液体や切除組織や血液を吸引口から吸引

10

20

30

40

50

することで、このような弊害が生じることを回避する技術が提案されている（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平6-90957号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、提案されている技術では、術部の状況によっては、術部の周囲に溜まった液体や血液、あるいは切除組織とともに、術部の切除されていない生物組織を吸いこむことで、生物組織を傷つけてしまう虞がある。かといって、生物組織の損傷を避けるべく吸引量を抑えたのでは、噴射口から噴射した液体や切除組織を十分に吸引することができず、上述した弊害が生じ得る。

10

【0006】

この発明は、従来技術が有する上述した課題を解決するためになされたものであり、噴射口から噴射した液体や術部に溜まった血液、および切除された生物組織を吸引するに際して、必要な吸引量を確保しながら、切除されていない生物組織を吸引して損傷させることを低減可能な技術の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

上述した課題の少なくとも一部を解決するために、本発明の液体噴射装置は次の構成を採用した。すなわち、

噴射口から生物組織に向けて液体を噴射することで、該生物組織の切除を行う液体噴射装置であって、

前記液体を前記噴射口から噴射する液体噴射手段と、

吸引負圧を周期的に変動させて、前記噴射された液体および前記切除された生物組織の少なくともいずれかを吸引する吸引手段と

を備えることを要旨とする。

【0008】

30

このような本発明の液体噴射装置では、噴射口から噴射される液体の圧力によって術部の生物組織を切除する。また、こうして噴射されることで術部に溜まった液体や、切除された生物組織は、吸引手段によって吸引される。そして、吸引手段は、術部の液体を吸引するに際して、吸引負圧を周期的に変動させることができるようになっている。

【0009】

尚、本発明において、吸引負圧を「周期的に変動させる」とは、周期的に高い負圧と低い負圧とが繰り返される態様によって吸引負圧を変動させることを意味している。従って、吸引負圧を「周期的に変動させる」態様としては、単に高い負圧値と低い負圧値とを交互に繰り返す態様に限らず、高い負圧値と低い負圧値との間で、負圧値が連続的に変動する態様も含まれる。

40

【0010】

所定の吸引負圧によって液体を吸引する場合、吸引すべき液体の分量に応じて吸引負圧を設定するしかなく、液体を吸引する条件（ここでは吸引負圧）を自由に変更することはできなくなっている。一方、吸引負圧を周期的に変動させることとすれば、吸引負圧の値や、吸引負圧の変動周期などの吸引条件を変更することができるので、たとえ、ある吸引条件では液体と一緒に生物組織を吸い込みそうになったとしても、吸引条件を変更することで、必要な吸引量を確保しながらも生物組織を吸い込むおそれのない適切な条件で吸引することが可能となる。特に、液体が噴射される術部の状況は一様ではなく、最適な吸引条件は様々に異なっているものと考えられる。従って、吸引負圧を周期的に変動させながら吸引することで、吸引条件の選択自由度を大幅に増やすことが可能となり、その結果、

50

術部に応じた最適な吸引条件を選択することが可能となる。

【0011】

また、上述した本発明の液体噴射装置では、液体を噴射口から脈動流の形態で噴射することとし、液体を吸引するための吸引条件を設定するに際して、噴射口から噴射された液体量に関する情報を取得し、取得された情報に基づいて吸引条件を設定することとしてもよい。

【0012】

ここで、本発明において、液体を「脈動流の形態で」噴射するとは、噴射される液体の流量または流速が変動を伴った状態で噴射されることを意味する。従って、液体を脈動流の形態で噴射する態様としては、液体の噴射と停止とを繰り返しながら噴射する間欠噴射が含まれるが、液体の流量または流速が変動していればよいから、必ずしも間欠噴射である必要はない。

10

【0013】

吸引すべき液体の吸引量は、噴射した液体量に連動して増減する。従って、噴射した液体量に関する情報に基づいて吸引条件を設定してやれば、脈動流の形態で液体を噴射することで、液体の流量または流速が変動を伴った状態で液体が噴射されたとしても、噴射量の変化に応じて、適切に液体を吸引することが可能となる。

【0014】

また、上述した本発明の液体噴射装置では、液体を吸引する状態と液体を吸引しない状態とを、周期的に繰り返しながら術部の液体を吸引することとしてもよい。

20

【0015】

こうすれば、術部の液体を吸引するにあたり、液体を吸引するか、あるいは吸引を停止するかを、周期的に繰り返す制御を行うだけでよいので、複数の吸引負圧によって負圧を変動させる場合と比較して、吸引負圧を変動させる制御や機構を簡単にすることができる。また、生物組織が吸い込まれ易い状況では、吸引負圧を弱めるだけでは生物組織の損傷を十分に回避できない場合がある。例えば、術部が複雑に入り組んで生物組織に吸引負圧が作用しやすい状況では、吸引力を弱めただけでは生物組織の吸い込みを回避できない場合もおこり得る。このような状況では、吸引状態と、吸引しない状態とを繰り返しながら液体を吸引することで、生物組織の吸い込みを回避することが可能となる。

【0016】

また、上述した本発明の液体噴射装置では、周期的に変動する吸引負圧の最大負圧を設定可能としてもよい。

30

【0017】

吸引負圧の最大負圧は、生物組織を吸い込む力を直接的に決定し、しかも設定を変更したことによる効果も直感的に把握できる。従って、吸引負圧の最大負圧を設定可能としておくことにより、適切な吸引条件を容易に設定することが可能となる。

【0018】

また、上述した本発明の液体噴射装置では、吸引負圧が変動する周期である吸引周期を設定可能としてもよい。

【0019】

吸引周期も、上述した吸引負圧の最大負圧と同様に、生物組織の吸い込み易さに影響を与える吸引条件の1つとなっている。従って、吸引周期を設定可能としておくことにより、適切な吸引条件を容易に設定することが可能となる。

40

【0020】

また、上述した本発明の液体噴射装置では、吸引負圧の変動周期内で負圧が所定負圧よりも大きくなる期間である吸引期間を設定可能としてもよい。

【0021】

吸引期間も、上述した最大負圧、および吸引周期と同様に、生物組織の吸い込み易さに影響を与える吸引条件の1つとなっている。従って、吸引期間を設定可能としておくことにより、適切な吸引条件を容易に設定することが可能となる。

50

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本実施例の液体噴射装置の大まかな構成を示した説明図である。

【図2】本実施例の液体噴射装置に設けられた噴射機構の詳細な構成を示した説明図である。

【図3】本実施例の液体噴射装置が液体を吸引するための構成を示した説明図である。

【図4】本実施例の吸引制御部が実行する吸引機構駆動処理を示した説明図である。

【図5】吸引機構駆動処理をおこなった結果、吸引口に負圧が付与される様子を示した説明図である。

【図6】吸引側の2つのパラメータを任意の値に決定することで、液体の吸引条件が変化の様子を示した説明図である。 10

【図7】本実施例の液体噴射装置を用いて術部の液体を吸引する際に、生物組織の損傷が抑えられる様子を例示した説明図である。

【図8】間欠時間にも負圧を作用させることとした第1変形例における液体の吸引条件を示した説明図である。

【図9】第2変形例の液体噴射装置の大まかな構成を示した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下では、上述した本願発明の内容を明確にするために、次のような順序に従って実施例を説明する。 20

A．装置構成：

B．本実施例の吸引機構駆動処理：

C．変形例：

C - 1．第1変形例：

C - 2．第2変形例：

C - 3．第3変形例：

【0024】

A．装置構成：

図1は、本実施例の液体噴射装置の大まかな構成を示した説明図である。図示されているように、本実施例の液体噴射装置10は、生理食塩水や薬液などの液体が貯められた液体タンク140や、液体タンク140から液体を吸い上げる吸上ポンプ130や、吸上ポンプ130が吸い上げた液体を加圧して流路管120に送り出す噴射機構100や、液体噴射装置10によって噴射された液体などを吸引するための吸引機構150や、液体噴射装置10の動作を制御する制御部160などから構成されている。 30

【0025】

噴射機構100によって加圧された液体は、流路管120を通過して流路管120の先端に設けられた噴射口122から生体の術部へと噴射され、液体の圧力によって術部の生物組織を切除することができるようになっている。また、噴射した液体等をそのままにしておくと切除や術部の視認性に支障をきたすので、噴射口122の近傍には図示しない吸引口が設けられている。吸引口は上述した吸引機構150に接続されており、吸引機構150を駆動して吸引口に負圧を作用させることで、噴射口122から術部に噴射された液体や、生物組織を切除した際に出た血液、切除された生物組織（切除組織）などを吸引口から吸引することが可能となっている。 40

【0026】

液体噴射装置10が液体を噴射する動作、あるいは液体を吸引する動作は、制御部160によって制御されている。図1に示されているように、本実施例の制御部160には、液体噴射装置10が液体を噴射する動作を制御する噴射制御部161と、液体噴射装置10が液体を吸引する動作を制御する吸引制御部165とが設けられており、噴射制御部161は吸上ポンプ130と噴射機構100とに接続され、吸引制御部165は、吸引機構150に接続されている。 50

【 0 0 2 7 】

噴射制御部 1 6 1 は、吸上ポンプ 1 3 0 を制御して噴射機構 1 0 0 に供給する液体の量を変化させるとともに、噴射機構 1 0 0 を制御して噴射機構 1 0 0 が液体を噴射する条件を変化させている。また、噴射機構 1 0 0 は、液体を間欠的に（あるいは強弱を付けて）噴射する。このことに対応して、噴射制御部 1 6 1 には、吸上ポンプ 1 3 0 が噴射機構 1 0 0 に供給する液体量を設定するための液体供給量設定ダイヤル 1 6 2 と、噴射機構 1 0 0 が 1 回あたりに噴射する液体量を設定するための噴射量設定ダイヤル 1 6 3 と、噴射周期を設定するための噴射周期設定ダイヤル 1 6 4 とが設けられている。

【 0 0 2 8 】

また、吸引機構 1 5 0 は、吸引口から液体を間欠的に（あるいは強弱をつけて）吸引しており、吸引制御部 1 6 5 は、吸引時の負圧の大きさや、吸引の周期や、吸引を継続する時間（吸引時間）を制御している。このことに対応して、吸引制御部 1 6 5 には、吸引負圧を設定する吸引負圧設定ダイヤル 1 6 6 と、吸引周期を設定する吸引周期設定ダイヤル 1 6 7 と、吸引時間を設定する吸引時間設定ダイヤル 1 6 8 とが設けられている。

10

【 0 0 2 9 】

尚、吸引制御部 1 6 5 には、3つの設定ダイヤル（吸引負圧設定ダイヤル 1 6 6 ，吸引周期設定ダイヤル 1 6 7 ，吸引時間設定ダイヤル 1 6 8 ）が設けられているが、液体噴射装置 1 0 の操作者は、常にこれら3つの設定ダイヤルを操作しなくてもよい。詳細には後述するが、操作者が操作できるのは、3つの設定ダイヤルの中から任意に選んだ2つの設定ダイヤルのみでよく、2つの設定ダイヤルを操作すると、残りの1つの設定は自ずから決定される。そこで、それぞれの設定ダイヤルには、選択スイッチが設けられている。すなわち、吸引負圧設定ダイヤル 1 6 6 には吸引負圧選択スイッチ 1 6 6 s が設けられており、吸引周期設定ダイヤル 1 6 7 には吸引周期選択スイッチ 1 6 7 s が、吸引時間設定ダイヤル 1 6 8 には吸引時間選択スイッチ 1 6 8 s がそれぞれ設けられている。そして、吸引機構 1 5 0 が液体を吸引する条件を変化させる際には、操作者は、これらの選択スイッチ 1 6 6 s ， 1 6 7 s ， 1 6 8 s のうち、設定したい2つの選択スイッチを選択して ON にした状態で、選択したスイッチに対応する設定ダイヤルを操作する。こうすることで、操作した設定ダイヤルの設定値を吸引条件に反映させることができるようになっている。

20

【 0 0 3 0 】

また、以上のような本実施例の液体噴射装置 1 0 では、高い圧力で液体を噴射して大きな切除力が得られるように、次のような噴射機構 1 0 0 を採用している。

30

【 0 0 3 1 】

図 2 は、本実施例の液体噴射装置 1 0 に設けられた噴射機構 1 0 0 の構成を示した説明図である。図 2 (a) に示されているように、噴射機構 1 0 0 は、吸上ポンプ 1 3 0 によって液体が供給される供給流路 1 0 2 と、吸上ポンプ 1 3 0 から供給された液体が充填される加圧室 1 0 4 と、加圧室 1 0 4 から流路管 1 2 0 に向かって液体が押し出される噴射流路 1 0 6 などから構成されている。加圧室 1 0 4 には、 piezo 素子 1 1 0 が膜部材（いわゆるダイヤフラム） 1 1 2 を介して接続されており、 piezo 素子 1 1 0 に電圧を印加して piezo 素子を伸縮させることにより、膜部材 1 1 2 を駆動して加圧室 1 0 4 内の容積を変化させることが可能となっている。

40

【 0 0 3 2 】

液体を噴射する際には、まず、図 2 (a) に示されているように、 piezo 素子 1 1 0 に電圧を印加して piezo 素子 1 1 0 を収縮させ、加圧室 1 0 4 の容積を広げる。このとき、吸上ポンプ 1 3 0 によって加圧室 1 0 4 に液体が供給されるので、加圧室 1 0 4 の容積を広げると加圧室 1 0 4 が液体で満たされる。続いて、図 2 (b) に示されているように、 piezo 素子 1 1 0 を伸長させて加圧室 1 0 4 を圧縮する。このとき、加圧室 1 0 4 には噴射流路 1 0 6 と供給流路 1 0 2 との2つの流路が接続されているが、これらの流路は狭く形成されているので、 piezo 素子 1 1 0 で加圧室 1 0 4 を圧縮することで加圧室 1 0 4 内の流体の圧力を十分に高めることができる。この圧力により、加圧室 1 0 4 内の液体は噴射流路 1 0 6 の方向に強く押し出され、その結果、噴射流路 1 0 6 に接続された噴射口 1

50

22から液体を勢いよく噴射することが可能となる。尚、加圧室104内の液体は噴射流路106だけでなく供給流路102にも押し出されるが、各流路への液体の流れ込み易さ（いわゆるイナータンス）は流路の長さや流路の断面積等によって定まるので、供給流路102および噴射流路106の長さや断面積を適切に設定すれば、供給流路102に流れ込む液体の量を噴射流路106に流れ込む液体の量よりも少なく抑えることができる。これにより、加圧室104内の液体の大半を噴射流路106に押し出して、噴射流路106に接続された噴射口122から高い速度で噴射することが可能となる。

【0033】

こうして液体を噴射した後は、再びピエゾ素子を収縮させ（図2（a）を参照）、その後ピエゾ素子110を伸長させれば（図2（b）を参照）、液体を再び噴射することができる。こうした動作を繰り返すことにより、本実施例の液体噴射装置10では、液体滴を繰り返し、勢いよく噴射することが可能となっており、勢いよく噴射された液体滴が対象に衝突する時の高い圧力を利用して、生物組織を切除する能力を高めている。

10

【0034】

また、こうして液体を噴射することで術部の生物組織を切除すると、液体や血液、および切除組織などが術部に溜まることで術部が見え難くなったり、あるいは術部に溜まった液体等が邪魔になって生物組織の切除能力が低下したりする虞がある。そこで、本実施例の液体噴射装置10では、次のような構成によって、術部に溜まった液体等を吸引する。

【0035】

図3は、液体噴射装置10が液体等の吸引を行うための構成を示した説明図である。図3（a）に示されているように、流路管120の先端に設けられた噴射口122の近傍には複数の吸引口124が設けられており、これら複数の吸引口124は、噴射口122を中心として噴射口122を取り巻くように配置されている（図3（b）を参照）。また、複数の吸引口124は、流路管120の側面にかかるように、噴射口122から噴射機構100側に離れて配置されている。さらに、本実施例の流路管120は二重管構造に形成されており、内側の管の内部は噴射機構100と噴射口122とを接続する噴射流路106となっているが、内側の管と外側の管とによって挟まれた領域は、吸引口124と吸引機構150とを接続する吸引流路126となっている。

20

【0036】

また、吸引流路126は、吸引機構150の中で開閉バルブ152を介して吸引ポンプ154に接続されており、吸引ポンプ154を作動させた状態で開閉バルブ152を開け閉めすることで、吸引ポンプ154で発生させた負圧を吸引口124に付与するか否かを切り替えることができるようになっている。

30

【0037】

このような構成を備えた本実施例の液体噴射装置10では、術部に溜まった液体等を吸引する際、術部に噴射口122を接近させた状態で吸引機構150の吸引ポンプ154を作動させる。すると、噴射口122の周囲に配置された吸引口124（図3（b）を参照）に負圧が付与されることで、噴射口122の周囲（すなわち術部）に溜まった液体等が吸引される。

40

【0038】

ここで、術部の周囲に液体等が溜まることを避けるためには、噴射した分の液体や、生物組織を切除した際に出た血液、さらには切除組織を吸引する必要がある。このためには液体等の吸引時に十分な吸引量を確保することが求められる。かといって、液体等を吸引する力が強すぎると、術部の周囲に溜まった液体等とともに切除されていない生物組織を吸いこんで生物組織を傷つけてしまう虞がある。こうした事態を避けるためには、液体等の吸引力を抑えて生物組織を吸い込み難くすることも考えられるが、これでは術部に噴射した液体等を十分に吸引することができなくなり、結局は、術部に液体等が溜まって術部が見え難くなったり、液体噴射装置10の切除能力が低下したりするといった弊害が生じうる。そこで、本実施例の液体噴射装置10では、上述した2つの問題を回避す

50

るために、以下のような方法によって術部に溜まった液体等を吸引している。

【0039】

図4は、本実施例の吸引機構駆動処理を示したフローチャートである。前述したように、本実施例の吸引制御部165は噴射制御部161に接続されており(図1を参照)、吸引制御部165は、噴射制御部161を介して液体の噴射が開始されたことを把握することにより、以下に示す吸引機構駆動処理を開始する。

【0040】

吸引機構駆動処理を開始すると、先ず始めに、噴射制御部161から噴射側のパラメータを取得する(ステップS100)。ここで、噴射側のパラメータとは、図1を用いて前述した噴射制御部161の液体供給量設定ダイヤル162や、噴射量設定ダイヤル163や、噴射周期設定ダイヤル164によって設定される値のことである。噴射制御部161と吸引制御部165とは互い接続されていることから、吸引制御部165は噴射制御部161を介して噴射側のパラメータを取得することができる。

10

【0041】

続いて、吸引側のパラメータを取得する(ステップS102)。ここで、吸引側のパラメータとは、図1を用いて前述した吸引制御部165の吸引負圧設定ダイヤル166や、吸引周期設定ダイヤル167や、吸引時間設定ダイヤル168によって設定される値のことである。また、前述したように、これら3つの設定ダイヤル166、167、168は、操作者によって選択された2つを設定可能とすればよく、2つのパラメータを設定すると、残りのパラメータは自ずから決定される。そこで、吸引側のパラメータを取得するに際しては、選択スイッチ166s、167s、168sによって「選択された」パラメータを取得する(ステップS102)。

20

【0042】

こうして吸引側の「選択された」パラメータを取得したら(ステップS102)、ステップS100で取得した噴射側のパラメータ、およびステップS102で取得した2つの吸引側のパラメータから、操作者によって選択されなかったパラメータを決定する(ステップS104)。ここで、操作者によって選択された2つのパラメータから残りのパラメータ(未選択のパラメータ)が決定されるのは、次のような理由による。

【0043】

先ず、吸引機構駆動処理のステップS100で取得した噴射側のパラメータは、吸上ポンプ130が噴射機構100に供給する液体量や、噴射機構100が1回あたりに噴射する液体量や、噴射機構100の噴射周期を表しており、これら噴射側のパラメータを取得することで、液体噴射装置10が一定時間内に液体を噴射する量を決定することができる。また、術部に液体が溜まることを防ぐには、噴射した分の液体を吸引するとともに、液体を噴射して生物組織を切除した際に出た血液、さらには切除組織などを吸引すればよい。従って、一定時間内の液体の噴射量が決まることで、液体の噴射量に連動して一定時間内に吸引すべき液体等の量も決定される。一定時間内に吸引すべき液体等の量は、一定時間の液体の噴射量から導き出すことができる。また、切除組織の量や切除によって出る血液量は術部の状態によっても変化するため、一定時間内に吸引すべき液体等の量は、操作者が調整できることが望ましい。

30

40

【0044】

一方、吸引側の3つのパラメータ(吸引負圧、吸引周期、吸引時間)が決まると、吸引量が決定する。従って、噴射側のパラメータが決定されて液体の噴射量が決まっている条件下では、一定時間内に吸引すべき液体等の吸引量も決まるので、操作者が2つのパラメータを設定すると、残りの1つのパラメータの設定値は、必要な吸引量から、ある値に決まるのである。以下ではこの点について補足して説明する。

【0045】

先ず、吸引側の3つのパラメータ(吸引負圧、吸引周期、吸引時間)から、吸引周期を選択して所望の値に設定したとする。一定時間の吸引量は噴射量に基づいて決まっているから、設定した周期内に吸引すべき液体等の量が決定される。続いて、周期内での吸引

50

時間をある時間に設定すると、周期内に吸引すべき液体等の量から吸引負圧は決まる。例えば、周期内での吸引時間を比較的長い時間に設定した場合は、吸引負圧は比較的低い値に設定することができる。逆に、周期内での吸引時間を比較的短い時間に設定した場合は、吸引負圧を比較的高い値に設定する。

【 0 0 4 6 】

図 4 に示した吸引機構駆動処理のステップ S 1 0 4 では、以上のようにして、操作者によって選択された 2 つのパラメーターから残りの「未選択の」パラメーターを決定する処理を行う。こうして吸引側の 3 つのパラメーター（吸引負圧、吸引周期、吸引時間）が全て決定されたら、それら吸引側のパラメーターに基づいて吸引機構 1 5 0 を駆動する（ステップ S 1 0 6 ）。

10

【 0 0 4 7 】

続いて、液体噴射装置 1 0 が液体の吸引を終了するか否かを判断する（ステップ S 1 0 8 ）。本実施例の液体噴射装置 1 0 では、液体の噴射を終了すると同時に液体の吸引も終了するようになっている。従って、ステップ S 1 0 8 では、液体の噴射を制御する噴射制御部 1 6 1 を介して、液体の噴射が終了したか否かを把握することで液体の吸引を終了するか否かを判断する（ステップ S 1 0 8 ）。

【 0 0 4 8 】

そして、未だ液体の噴射が継続中の場合には、液体等の吸引も継続すると判断して（ステップ S 1 0 8 : n o ）、再び吸引機構駆動処理のステップ S 1 0 0 に戻って上述した一連の処理を行う。こうした処理を繰り返しているうちに、やがて操作者が液体の噴射を終了すると、吸引を終了すると判断して（ステップ S 1 0 8 : y e s ）、吸引機構駆動処理を終了する。尚、液体の噴射が終了しても、血液や切除組織が溜まっているため、吸引を継続したい場合も考えられる。従って、液体の噴射を終了してから一定時間の経過後に吸引を終了するようにしてもよく、また、吸引終了の命令を操作者が入力できるようにしてもよい。

20

【 0 0 4 9 】

図 5 は、本実施例の吸引機構駆動処理を行った結果、吸引口に負圧が付与される様子を示した説明図である。尚、図 5 では、操作者によって、3 つの吸引側のパラメーターのうち、吸引周期、および吸引負圧が設定された場合に、吸引口 1 2 4 に負圧が付与される様子が示されている。

30

【 0 0 5 0 】

操作者によって、吸引周期が時間 T_a あたり 4 回に設定され、また、吸引負圧が V_a に設定されたとする。このとき、前述した吸引機構駆動処理によって吸引すべき液体量が決定されているので、残る吸引側のパラメーターである吸引時間は、液体の吸引量、吸引周期、吸引負圧に基づいて自ずから決定される。その結果、図 5 に示されるように、吸引口 1 2 4 には、操作者に設定された吸引負圧（ V_a ）によって、設定された周期（4 回 / 時間 T_a ）ごとに、決定された時間だけ負圧が付与されることとなる。尚、図中の斜線によって示された部分の面積は液体等の吸引量に相当する。ここで、前述したように、本実施例の液体噴射装置 1 0 では、3 つの吸引側のパラメーター（吸引負圧、吸引周期、吸引時間）のうち 2 つのパラメーターは任意の値に設定することができるようになっており、2 つのパラメーターの値を決めることで、以下に示すように、液体を吸引する条件を変化させることが可能となっている。

40

【 0 0 5 1 】

図 6 は、吸引側の 2 つのパラメーターを任意の値に決定することで、液体等の吸引条件が変化する様子を示した説明図である。尚、図 6 には、吸引周期、および吸引負圧を任意の値に決定した場合の 2 通りの吸引条件が示されている。また、図 6 の 2 通りの吸引条件については、吸引すべき液体等の量は変わらないものとする。

【 0 0 5 2 】

図 6 の左側には、図 5 に示した場合と同じ吸引負圧（ V_a ）と吸引周期（4 回 / 時間 T_a ）に決定した場合の吸引条件が示されている（図中では変更前と表示）。この条件では

50

、吸引負圧 V_a が比較的高い値となっている分、決められた吸引量を満たすために吸引時間が短くなっている。その結果、短い時間に高い負圧で吸引する周期を繰り返すような吸引条件となっている。これに対して、図6の右側には、吸引周期を上述した変更前と同じ吸引周期（4回/時間 T_a ）に決定し、吸引負圧を変更前よりも低い吸引負圧（ V_b ）に決定した場合の吸引条件が示されている（図中では変更後と表示）。この条件では、吸引負圧 V_b が負圧 V_a よりも低くなっている分、決められた吸引量を満たすために吸引時間が長くなっている。その結果、変更前に示した吸引条件と比較して、長い時間に低い負圧で吸引する周期を繰り返すような吸引条件に変化させることが可能となっている。

【0053】

以上のように、本実施例の液体噴射装置10では、吸引周期、および吸引負圧を任意の値に決定することで、液体等を吸引する吸引条件を変化させることができる。また、図6に示した例に限らず、吸引周期、吸引負圧に設定する値は、操作者が所望する値に変更することができるので、設定する値の大小によって、液体等を吸引する吸引条件を微妙に変化させることができる。更に、操作者は、吸引周期、および吸引負圧に限らず、3つの吸引側のパラメータ（吸引負圧、吸引周期、吸引時間）の中から、任意の2つのパラメータを選択して、選択したパラメータの値を自由に設定することができる。このため、本実施例の液体噴射装置10では、液体等の吸引量は同じであっても、吸引条件を様々に変化させることが可能となっている。そして、このことは、生物組織を切除する手術を行うに際して、きわめて大きな効果を発揮させることとなる。以下ではこの点について説明する。

10

20

【0054】

先ず、生物組織を切除する手術を行うに際しては、様々な術部の状況が想定される。例えば、術部の生物組織の強度に着目すれば、硬い組織もあれば柔らかい組織もあり、また術部の広さに着目すれば、術部の組織がそれほど入り組んでいないような広い術部もあれば、組織が複雑に入り組んだ狭い術部もある。このように術部の状況が同じでない以上は、術部に溜まった液体等を吸引する際に、術部を傷つけずに吸引可能な吸引条件も種々に変化すると考えられる。この点で、本実施例の液体噴射装置10では、術部の液体等を吸引する吸引条件を様々に変更可能であるため、術部の状況に応じた最適な吸引条件を選択することができる。その結果、術部の切除されていない生物組織を極力傷つけることなく、術部に溜まった液体等を吸引することが可能となる。

30

【0055】

図7は、本実施例の液体噴射装置を用いて術部の液体等を吸引する際に、切除されていない生物組織の損傷が極力抑えられる様子を例示した説明図である。尚、図7に示した例は、生物組織が複雑に込み入っている部分などの、術部が比較的狭い場合に該当する。

【0056】

術部の生物組織を切除すべく噴射口122から液体を噴射すると、図7(a)に示されるように術部の周囲に液体が溜まっていくので、液体を噴射すると同時に吸引口124から液体等を吸引する動作を行う。このとき、術部が狭く、吸引口124のすぐそばまで生物組織が迫っているような状態では、図7(b)に示されるように、術部の液体等だけでなく、吸引口124の近くの生物組織が吸引口124に吸い寄せられることとなる。このような状況で、例えば、吸引時間を比較的短く設定すると、術部の生物組織が吸引口124に吸い寄せられても直ぐに吸引時間が終了するので、図7(c)に示されているように、生物組織は吸引口124から離れる。従って、生物組織が吸引口12に吸い込まれて損傷してしまう事態を回避することができる。

40

【0057】

以上に説明したように、本実施例の液体噴射装置10では、術部の状況に応じた最適な吸引条件を選択可能とすることで、術部の切除されていない生物組織を極力傷つけることなく術部に溜まった液体等を吸引することができる。また、吸引側のパラメータを変更して吸引条件を変えた場合であっても、液体等の吸引量は維持されるので、噴射した液体などが術部に溜まることで術部が見え難くなってしまうたり、あるいは術部に溜まった液

50

体等が障壁となって生物組織の切除能力が低下したりするといった弊害が生ずることもない。

【0058】

C. 変形例 :

上述した実施例には、いくつかの変形例が考えられる。以下では、これらの変形例について簡単に説明する。なお、以下の変形例では、上述した実施例と同様の構成部分については実施例と同様の符号を付し、また、同様の構成部分については詳細な説明を省略する。

【0059】

C - 1. 第1変形例 :

前述した実施例の液体噴射装置10では、吸引側のパラメーターによって指定された吸引時間のみ、吸引口124に負圧を作用させるものと説明した。しかし、吸引時間と吸引時間との間で、吸引口124に負圧を作用させていない時間(以下、間欠時間と呼ぶ)にも、吸引時間とは異なる大きさの負圧を吸引口124に作用させることとしてもよい。

【0060】

図8は、間欠時間にも負圧を作用させることとした場合における吸引条件の変化を示した説明図である。尚、図8の左側には、間欠時間に負圧を作用させない場合の吸引条件が(図中では変更前と表示)示されており、図8の右側には、間欠時間中にも少しだけ負圧を作用させた場合の吸引条件(図中では変更後と表示)が示されている。

【0061】

間欠時間にも吸引口124に負圧を作用させることとすると、間欠時間に負圧を作用させない場合と比べて、液体の吸引量が増加する。従って、同じ量の液体を吸引するのであれば、間欠時間に吸引する液体の量が増えた分、従来の吸引時間に吸引する液体の量を減らすことができる。その結果、図8に示されるように、間欠時間にも負圧を作用させた場合(変更後)では、間欠時間に負圧を作用させない場合(変更前)と比べて、変更前の吸引時間における吸引負圧を低くすることができる。こうして吸引負圧を抑えることとすれば、術部の液体等を吸引する際に切除されていない生物組織に与える負荷を軽減することができるので、生物組織の損傷をより一層抑えることが可能となる。

【0062】

C - 2. 第2変形例 :

前述した実施例および第1変形例の液体噴射装置10では、流路管120は二重管構造となっており、流路管120の先端に吸引口124を設けておくとともに、流路管120の内側の管と外側の管との間の領域を吸引流路126として利用することで、流路管120に液体の噴射機能と液体の吸引機能の両方を持たせるものと説明した。しかし、流路管120は専ら液体を噴射するために利用することとし、流路管120とは別に、液体の吸引するための吸引管を設けることとしてもよい。

【0063】

図9は、第1変形例の液体噴射装置の大まかな構成を示した説明図である。図示されているように、第1変形例の液体噴射装置10では、流路管120とは別に、液体を吸引するための吸引管128が設けられており、吸引管128の先端付近の側面には吸引口124が設けられている。そして、吸引口124は、吸引管128の内部に設けられた図示しない吸引流路126を介して吸引機構150へと接続されている。なお、吸引口124の設けられる位置は上記に限定されない。

【0064】

このような第2変形例の液体噴射装置10では、操作者は、流路管120の先端を一定方向にむけて術部の生物組織を切除している間にも、吸引管128を自由に移動させることができる。従って、術部に溜まった液体等を吸引するに際しては、様々な角度から吸引口124を術部に臨ませることが可能となる。その結果、例えば、生物組織が複雑に入り組んだ術部などでは、吸引口124をより適切な角度で術部に臨ませることにより、吸い込みにくいような領域に溜まった液体等についても効率よく吸引することができる。また

10

20

30

40

50

、術部の生物組織を切除している最中に切除されていない生物組織を吸いこんでしまった場合であっても、吸引管 1 2 8 のみを術部から遠ざければよいので、現在行っている手術を途中で中断する必要がなく、従って手術時間にロスが生ずることを回避することが可能である。

【 0 0 6 5 】

C - 3 . 第 3 変形例 :

前述した実施例、第 1 変形例、および第 2 変形例では、操作者は吸引側の 3 つのパラメーター（吸引負圧、吸引周期、吸引時間）から 2 つのパラメーターを選択して任意の値に設定することができるものと説明した。しかし、操作者が設定可能なパラメーターは吸引負圧、および吸引周期のみとし、吸引時間については吸引量を満たすように自ずから決定されることとしてもよい。

10

【 0 0 6 6 】

吸引側の 3 つのパラメーターのうち、吸引負圧、および吸引周期は、吸引時間に比べて吸引条件への影響を直感的に把握し易いパラメーターとなっており、従って吸引負圧と吸引周期とが設定可能であれば、概ね操作者が望む吸引条件に近づけることができるものと考えられる。そこで、吸引側のパラメーターを設定する際には、吸引負圧と吸引周期とを設定可能とし、吸引時間は自動的に決定することとする。こうすれば、吸引時間を設定するために必要な構成（吸引時間設定ダイヤル 1 6 8 や、吸引時間選択スイッチ 1 6 8 s）を省略することができることに加えて、吸引制御部 1 6 5 が吸引条件を決定するための制御を簡略化することが可能となる。

20

【 0 0 6 7 】

以上、本実施例の液体噴射装置について説明したが、本発明は上記すべての実施例および変形例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施することが可能である。本実施例では、噴射機構によって液体をパルス状に噴射するものとして説明したが、液体を噴射する態様はパルス状に限られず、どのような態様で噴射してもよい。

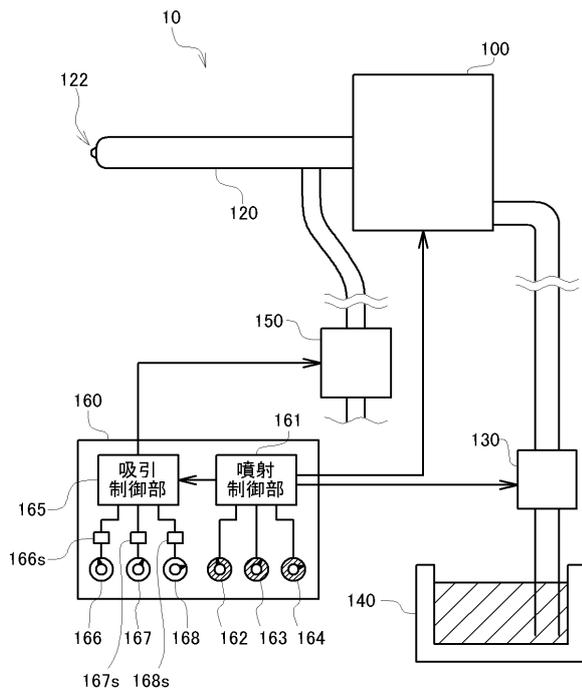
【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

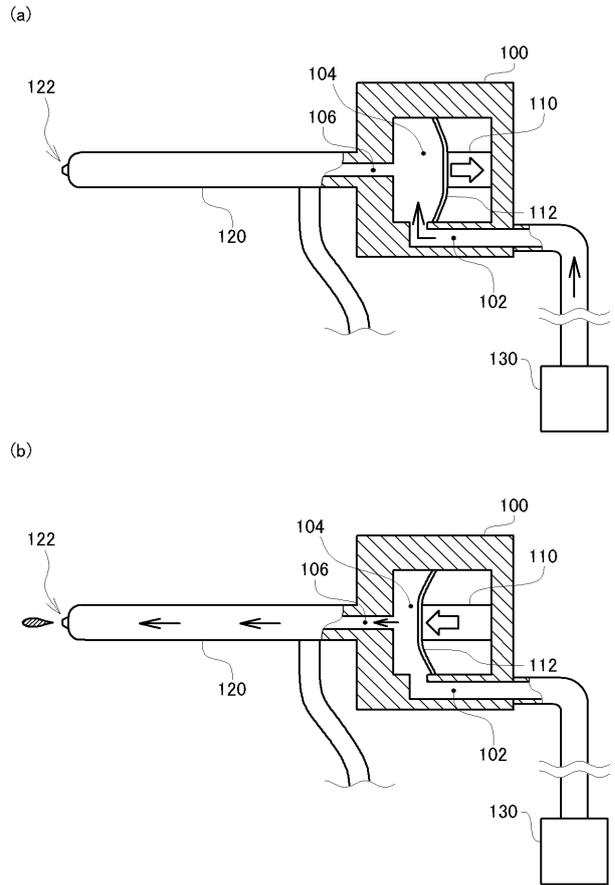
1 0 ... 液体噴射装置、	1 0 0 ... 噴射機構、	1 0 2 ... 供給流路、
1 0 4 ... 加圧室、	1 0 6 ... 噴射流路、	1 1 0 ... ピエゾ素子、
1 1 2 ... 膜部材、	1 2 0 ... 流路管、	1 2 2 ... 噴射口、
1 2 4 ... 吸引口、	1 2 6 ... 吸引流路、	1 3 0 ... 吸上ポンプ、
1 4 0 ... 液体タンク、	1 5 0 ... 吸引機構、	1 5 2 ... 開閉バルブ、
1 5 4 ... 吸引ポンプ、	1 6 0 ... 制御部、	1 6 1 ... 噴射制御部、
1 6 5 ... 吸引制御部、		

30

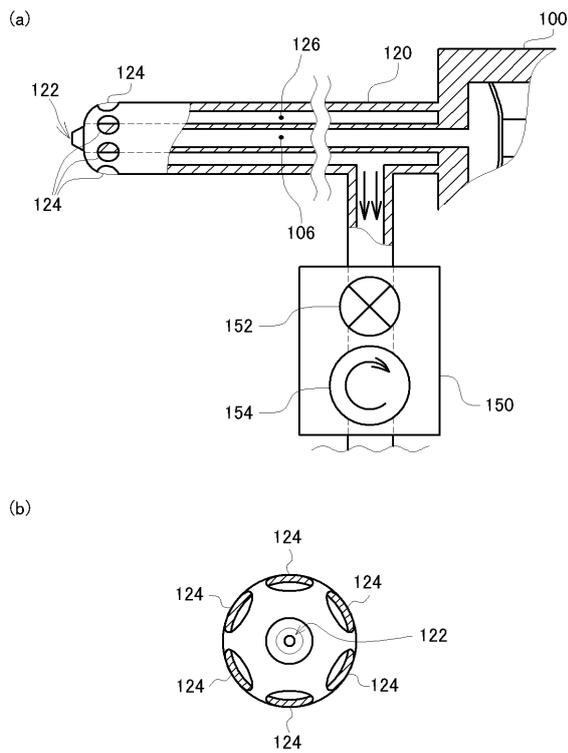
【図1】



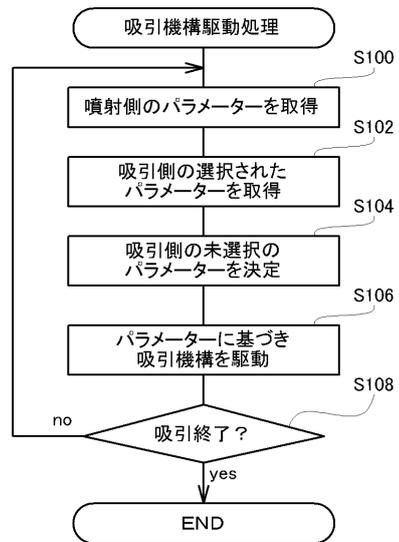
【図2】



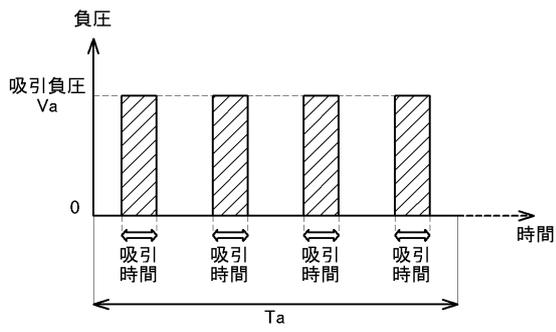
【図3】



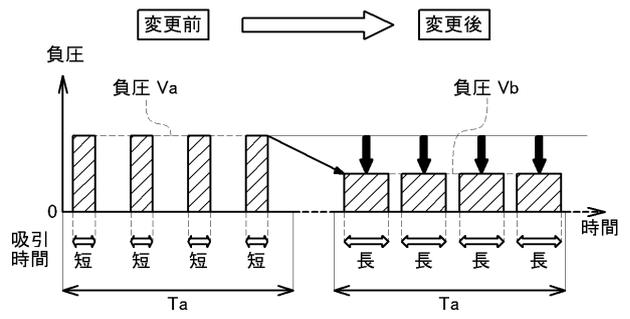
【図4】



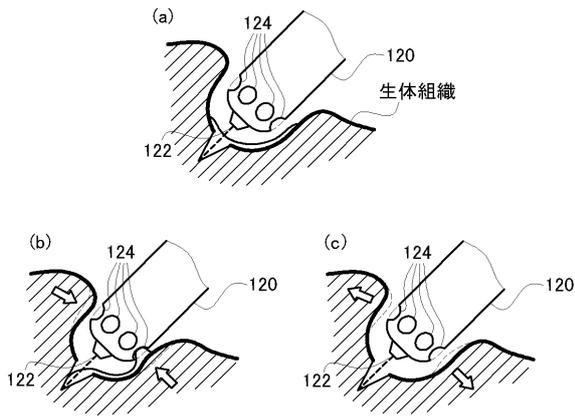
【 図 5 】



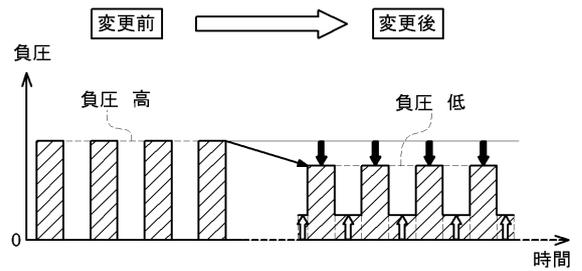
【 図 6 】



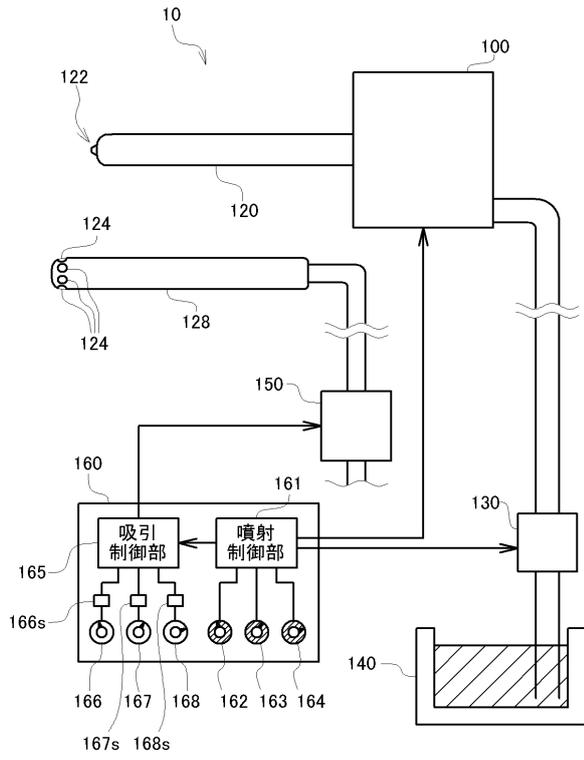
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 小島 英揮

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) 4C160 FF10 MM32