

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6111029号  
(P6111029)

(45) 発行日 平成29年4月5日(2017.4.5)

(24) 登録日 平成29年3月17日(2017.3.17)

(51) Int.Cl.	F 1
B 0 1 F 5/06 (2006.01)	B 0 1 F 5/06
B 0 8 B 3/10 (2006.01)	B 0 8 B 3/10
A 6 1 B 17/22 (2006.01)	A 6 1 B 17/22
B 0 1 F 3/04 (2006.01)	B 0 1 F 3/04
B 0 1 D 63/02 (2006.01)	B 0 1 D 63/02

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-167833 (P2012-167833)
(22) 出願日	平成24年7月28日 (2012.7.28)
(65) 公開番号	特開2014-24039 (P2014-24039A)
(43) 公開日	平成26年2月6日 (2014.2.6)
審査請求日	平成27年4月21日 (2015.4.21)

(73) 特許権者	509332671 大平 猛 福岡県福岡市東区馬出2-2-8 サンフ オード605号室
(73) 特許権者	504418084 京セラメディカル株式会社 大阪府大阪市淀川区宮原3丁目3-31
(74) 代理人	100137338 弁理士 辻田 朋子
(72) 発明者	大平 猛 福岡県福岡市東区馬出2-2-8 サンフ オード605号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液体供給装置及び生体洗浄装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

生体を洗浄するマイクロバブルを含む液体の排出孔を有する洗浄器具と、生体に、マイクロバブルを含む無菌性液体を供給するための供給流路を有する液体供給装置と、を備える生体洗浄装置であって、

前記液体供給装置は、前記供給流路に液体を送り込むチューブポンプと、

前記供給流路の途中に設けられ、前記液体中にマイクロバブルを発生させるマイクロバブル発生機と、を備え、

前記マイクロバブル発生機は、中空糸膜を介して液体中に無菌性微細気泡を生成するための給気膜モジュールと、その給気膜モジュールに加圧気体を供給する給気手段と、前記給気膜モジュールを経由した微細気泡を含む液体を通過させることで、液体中にマイクロバブルを発生させるせん断応力発生型ノズルと、を備えることを特徴とする、生体洗浄装置。

## 【請求項 2】

前記給気膜モジュールは、ハウジングと、該ハウジング内に設けられた、その膜厚部の内外間は気体のみが通過可能な複数の中空糸膜と、前記ハウジングの外周面に設けられた無菌水の流入口及び流出口と、前記中空糸膜の中空部に気体を供給する気体の供給口と、を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の生体洗浄装置。

## 【請求項 3】

前記給気膜モジュールは、前記液体を通す中空部を有し、その膜厚部の内外間は気体の

みが通過可能な複数の中空糸膜と、その中空糸膜の中空部の液体中に、外側から気体を圧入するための加圧室と、を備えることを特徴とする、請求項1に記載の生体洗浄装置。

【請求項4】

前記給気膜モジュールは、空気、炭酸ガス、窒素ガス、酸素、及びオゾンの少なくとも一つを選択的に透過させ微細気泡化することを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の生体洗浄装置。

【請求項5】

前記マイクロバブル発生機のせん断応力発生型ノズルは、直列或いは並列に複数段配置されていることを特徴とする、請求項1～4の何れかに記載の生体洗浄装置。

【請求項6】

前記洗浄器具に、前記チューブポンプの運転制御を行う操作手段が設けられていることを特徴とする、請求項1～5の何れかに記載の生体洗浄装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体や微細孔を有する医療器具等の洗浄対象に、微細気泡を含む液体を供給する装置として好適な液体供給装置及びそれを備えた生体洗浄装置に関する。

【背景技術】

【0002】

20

近年、マイクロバブルやナノバブル等の微細気泡についての研究が進められ、その利用方法や微細気泡の発生装置等が種々開発されている。

【0003】

例えば、特許文献1には、ナノバブルの利用方法及びその発生装置に係る技術が開示されている。この特許文献1には、ナノバブルが有する浮力の減少、表面積の増加、表面活性の増大、局所高圧場の生成、静電分極の実現による界面活性作用、及び殺菌作用等の特性を活用したナノバルブの利用方法が記載されている。

【0004】

具体的には、それらの特性や作用が相互に関連することによって、ナノバブルは各種物体に対して、汚れ成分の吸着効果（汚れ成分の剥離効果）、物体表面の高速洗浄効果、及び殺菌効果等を発揮する。これにより、各種物体を低環境負荷で洗浄することができ、汚濁水の浄化を行うことができる。また、生体へ適用して疲労回復等に利用できることが記載されている。

30

【0005】

特許文献2には、液体中にナノバブルを発生させるナノバブル発生機と、ナノバブル発生機によって発生したナノバブルを含む流体を噴出するノズルと、を備えた肛門洗浄装置の技術が開示されている。ナノバブルは超微細なため、ナノバブルを含む液体を用いて肛門を洗浄した場合、ナノバブルが肛門より進入して直腸の部分まで侵入し、それらの部分の殺菌作用及び洗浄作用を発揮することが記載されている。

【0006】

40

特許文献3には、マイクロバブル発生装置の循環路内に圧力調整槽を設け、大サイズの気泡を浮上分離させて槽内の上部空間に回収すると共に、この上部空間の気体を吸引してマイクロバブルとして液中に戻すためのマイクロバブル発生ノズルを圧力調整槽の上部に設置した技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-121962号公報

【特許文献2】特開2008-291521号公報

【特許文献3】特開2011-206689号公報

50

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

ところで、手術や治療において、患部や患部周辺に生じた体液や異物を取り除く必要が生じた場合、これを素早くきれいに取り除くことが望まれている。この除去方法の一つとして、マイクロバブルのような微細気泡を含む液体を用いて洗浄する方法が考えられる。

**【0009】**

しかしながら、特許文献1や特許文献2、特許文献3には、体液や異物の除去にマイクロバブルやナノバブルのような微細気泡を含む液体を用いて洗浄する技術を適用することについては一切記載されていない。したがって、これらの特許文献に記載の技術をそのまま採用することはできない。

10

**【0010】**

その理由は、極めてデリケートな生体組織を損傷させないための高度な工夫が種々必要となるからである。具体的には、生体組織を損傷させないように工夫すると共に、洗浄効果を高めて素早くきれいに洗浄可能な洗浄器具が必要となる。

また、患部や患部周辺を洗浄する際に、生体組織を損傷させないように工夫した無菌性微細気泡を含む液体（洗浄液）の流量、吐出圧、微細気泡の粒度分布等にも配慮する必要がある。

さらに、マイクロバブルのような微細気泡を含む液体を用いた生体の洗浄装置として、バブル水の背圧による液体の逆流防止や汚染気体の排出防止等も併せて図る必要がある。

20

このような課題は、脳外科手術に限らず、腹腔内や体腔内、腸管内等の洗浄を要する一般外科手術においても同様の課題として存在する。

また、従来のマイクロバブル発生装置として、高圧溶解型、気液2相流旋回型、多孔質型などの方法が開発されているものの、何れの方法も水流量が大き過ぎる問題に加え、水圧、空気圧の何れかが大きくなる問題があった。

**【0011】**

よって本発明は、低流量、低圧のマイクロバブルを含む液体を供給して、生体組織を損傷させることなく、洗浄効果を格段に高めて素早くきれいに洗浄することができる液体供給装置及び生体洗浄装置を提供することを課題とする。

また、本発明は、バブル水の背圧による液体の逆流や汚染気体の排出を防止することができる液体供給装置及び生体洗浄装置を提供することを課題とする。

30

**【課題を解決するための手段】****【0012】**

前記課題を解決する本発明は、洗浄対象に、マイクロバブルを含む液体を供給するための供給流路を有する液体供給装置であって、前記供給流路に液体を送り込むチューブポンプと、前記供給流路の途中に設けられ、前記液体中にマイクロバブルを発生させるマイクロバブル発生機と、を備えることを特徴とする。

**【0013】**

本発明の液体供給装置では、洗浄対象にマイクロバブルを含む液体を供給するための供給流路と、その供給流路に液体を送り込むチューブポンプと、供給流路の途中に設けられ、液体中にマイクロバブルを発生させるマイクロバブル発生機とを備える構成としたので、生体組織を損傷せることなく、洗浄効果を格段に高めて素早く無菌的に洗浄可能な低流量、低圧のマイクロバブルを含む液体を供給することができる。

40

**【0014】**

また、供給流路に液体を送り込むチューブポンプを採用しているので、液体を生体洗浄に適した低流量、低圧で供給流路に送り込むことができる上に、液体が無菌水の場合でも、その無菌状態を保持しながら供給流路に液体を送り込むことができ、バブル水の背圧による液体の逆流や汚染気体の排出等を確実に防止することができる。

**【0015】**

本発明の好ましい形態では、前記マイクロバブル発生機は、中空糸膜を介して液体中に

50

無菌性微小気泡を生成するための給気膜モジュールと、その給気膜モジュールに加圧気体を供給する給気手段と、給気膜モジュールを経由した微細気泡を含む液体を通過させることで、液体中にマイクロバブルを発生させるベンチュリー管やオリフィス等、せん断応力発生型ノズルとを備えることを特徴とする。

【0016】

このように、マイクロバブル発生機は、給気膜モジュールに加圧気体を供給する給気手段と、給気膜モジュールを経由した微細気泡を含む液体を通過させて液体中にマイクロバブルを発生させるせん断応力発生型ノズルとを備えるので、供給流路内を低流量、低圧で流れる液体中にマイクロバブルを発生させることができる。

【0017】

本発明の好ましい形態では、前記給気膜モジュールは、液体を通す中空部を有しつつ、その膜厚部の内外間は気体のみが通過可能な複数の中空糸膜と、その中空糸膜の外側から中空部内の液体中に気体を圧入するための加圧室と、を備えることを特徴とする。

給気膜モジュールをこのように構成することで、中空糸膜内を流れる低流量、低圧の液体中に効率的に微細気泡を含ませることができる。更に、外部空気は中空糸膜により除菌することができ、バブル水を無菌に保持することができる。

【0018】

本発明の好ましい形態では、前記給気膜モジュールは、空気、または炭酸ガスや窒素ガス、酸素、オゾンの少なくとも一つを選択的に透過させ微細気泡化することを特徴とする。

このようなガスによる微細気泡を含む液体を用いて生体を洗浄した場合、混入させる炭酸水が持つ保温性による血管拡張効果でT A O（閉塞性結成血管炎）やA S O（閉塞性動脈硬化症）の症状を改善したり、生体不活性な窒素ガスにより洗浄時の組織の化学的損傷を防いだり、オゾンにより洗浄部位の殺菌効果を高めたりすることができる。さらに、脈管形成や血管新生に関する血管内皮細胞増殖因子の活性化にも寄与する。

【0019】

本発明の好ましい形態では、前記マイクロバブル発生機の後段に、マイクロバブルを含む液体を循環させる循環路を有するバブル循環容器が配置されていることを特徴とする。

このように、マイクロバブル発生機の後段に、マイクロバブルを含む液体を循環させる循環路を有するバブル循環容器を配置することで、このマイクロバブルを含む液体を使用（洗浄）しているか否かにかかわらず、マイクロバブルを含む液体を連続生成してその品質を維持することができる。したがって、このマイクロバブルを含む液体を手術中の生体洗浄液等として、いつでも連続的にあるいは間欠的に使用可能になる。

【0020】

本発明の好ましい形態では、前記バブル循環容器の後段に、前記洗浄対象にマイクロバブルを含む液体を供給する洗浄用チューブポンプを配置したことを特徴とする。

このように、バブル循環容器の後段に、洗浄対象にマイクロバブルを含む液体を供給する洗浄用チューブポンプを配置した場合、この洗浄用チューブポンプを制御するだけで、液体の吐出量を制御できるので、液体供給装置の全体の機能を維持した状態で、生体洗浄時の制御系および液体供給系を簡素化することができる。

【0021】

本発明の好ましい形態では、前記洗浄用チューブポンプは、バブル循環容器内のマイクロバブルを含む液体の吸入口を有することを特徴とする。

このように、洗浄用チューブポンプが、バブル循環容器内のマイクロバブルを含む液体の吸入口を有する構成とすることで、バブル循環容器内の品質の維持されたマイクロバブルを含む液体を洗浄器具へ供給することができる。

【0022】

本発明の好ましい形態では、前記マイクロバブル発生機のせん断応力発生型ノズルが、直列或いは並列に複数段配置されていることを特徴とする。

このように、せん断応力発生型ノズルを直列或いは並列に複数段配置する構成とした場

10

20

30

40

50

合、複数段のせん断応力発生型ノズルの作用により、粒径がより均一化されたマイクロバブルを含む無菌水を迅速に発生させることができる。したがって、バブル循環容器、循環路を設けて、再度せん断応力発生型ノズルを経由させる必要性を無くすことができる。

【0023】

本発明の好ましい形態では、前記バブル循環容器は前記洗浄対象よりも上方位置に配置され、そのバブル循環容器から、マイクロバブルを含む液体の自然落下用チューブが延びていることを特徴とする。

このように、洗浄対象よりも上方位置に配置したバブル循環容器から、マイクロバブルを含む液体の自然落下用チューブが延びている構成とした場合、マイクロバブルを含む液体の吐出圧を、バブル循環容器の高さ位置を変えるだけで調整することが可能になる。これにより、マイクロバブルを含む液体の吐出圧を洗浄対象に適した吐出圧とすることができる。

10

【0024】

本発明の好ましい形態では、前記洗浄対象が、微細孔を有する医療器具であることを特徴とする。このように微細孔を有する医療器具が洗浄対象である場合でも、マイクロバブルを含む液体により迅速にかつ無菌状態で洗浄することができる。

【0025】

本発明に係る生体洗浄装置では、生体を洗浄する液体の排出孔を有する洗浄器具と、上記に記載の液体供給装置とを備えることを特徴とする。

このような構成の生体洗浄装置によれば、低流量、低圧のマイクロバブルを含む液体を供給して、洗浄器具の排出孔から吐出させつつ洗浄できるので、生体組織を損傷させることなく、洗浄効果を格段に高めて素早くきれいに洗浄することができる。また、チューブポンプの採用によって、バブル水の背圧による液体の逆流や汚染気体の排出を防止することができる。

20

【0026】

本発明の好ましい形態では、前記洗浄器具は、前記複数のせん断応力発生型ノズルのうちの最後段のせん断応力発生型ノズルに対し、前記マイクロバブルを含む液体の供給流路を介して直接接続されていることを特徴とする。

このように、洗浄器具を、最後段のせん断応力発生型ノズルに対し供給流路を介して直接接続することで、バブル循環容器や洗浄用チューブポンプを省略して、制御系を含む生体洗浄装置をより簡素化することができる。

30

【0027】

本発明の好ましい形態では、前記洗浄器具に、チューブポンプ又は洗浄用チューブポンプの運転制御を行う操作手段が設けられていることを特徴とする。

洗浄器具に、チューブポンプ又は洗浄用チューブポンプの運転制御を行う操作手段を設けた場合、洗浄器具の排出孔から、手術時におけるマイクロバブルを含む液体の吐出量や吐出停止、吐出開始等の制御を容易にかつ便利に行うことが可能になる。

【発明の効果】

【0028】

本発明により、低流量、低圧のマイクロバブルを含む液体を洗浄対象に供給して洗浄できるので、生体組織を損傷させることなく、洗浄効果を格段に高めて素早くかつ無菌状態で洗浄することができ、また、チューブポンプの採用によって、バブル水の背圧による液体の逆流や汚染気体の排出を防止することができる、といった優れた効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施形態1に係る液体供給装置の概略構成図である。

【図2】本発明の実施形態1に係る液体供給装置の中空糸膜のガス透過原理を示す説明図である。

【図3】本発明の実施形態1に係る液体供給装置の中空糸膜を用いた給気膜モジュールの一部断面正面図である。

50

【図4】本発明の実施形態1に係る液体供給装置により生成されるマイクロバブルを含む無菌水の粒度分布測定結果を示すグラフである。

【図5】本発明の実施形態2に係る液体供給装置の概略構成図である。

【図6】本発明の実施形態3に係る液体供給装置の概略構成図である。

【図7】本発明の実施形態4に係る液体供給装置の給気膜モジュールの概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

<実施形態1>

以下、本発明の実施形態1について、図1～図4を参照して説明する。

10

図1は、低流量、低圧の液体を供給する液体供給装置3の実施形態を示している。この液体供給装置3は、生体を洗浄する洗浄器具1にマイクロバブルを含む液体を供給する供給流路2を有している。したがって、この洗浄器具1と液体供給装置3とによって生体洗浄装置Sが構成されている。

【0031】

本実施形態に係る液体供給装置3は、脳外科手術において、頭蓋内血腫を洗浄する液体を供給する装置として好適な例を示すものである。ここで、マイクロバブルとは、1～200μmの気泡径を有する気泡のことをいい、1μm未満の気泡径のナノバブルも含むものとする。

【0032】

20

図示例の液体供給装置3は、無菌水(液体)wの恒温槽4と、恒温槽4内の無菌水wを供給流路2に送り込むチューブポンプ5と、無菌水中に微細気泡を発生させるための給気膜モジュール6と、給気膜モジュール6に加圧気体を供給するコンプレッサー(給気手段)7と、微細気泡を含む無菌水を通過させてマイクロバブルを発生させるせん断応力発生型ノズル8と、恒温槽4への循環路21を有するバブル循環容器9と、洗浄器具1に無菌水を供給する洗浄用チューブポンプ10と、それらの制御部11とを備えている。次いで、これらの詳細について説明する。

【0033】

恒温槽4は、無菌水wを無菌状態で長時間貯留可能に構成され、無菌水wを生体洗浄用として好ましい温度(例えば標準体温の37前後)に維持可能な機能を備えている。

30

チューブポンプ5は、無菌水wの供給流路2を兼ねた弾力性のあるチューブ本体51と、回転ローラ52と、電動モータ等の回転駆動手段(図示せず)とを有し、回転ローラ52の回転によりチューブ本体51を順次押し潰しながら回転して、チューブ本体51内の無菌水wを下流側の供給流路2へと流す機能を備えている。これにより、無菌水wの無菌状態を維持しながら低流量、低圧で送り出すことができる。例えば、水圧=0.15Mps、流量=1リットル/分程度の送水機能を発揮できるように設定される。勿論、それ以上あるはそれ以下にも設定可能である。

【0034】

給気膜モジュール6は、供給流路2の途中に設けられ、中空糸膜を介して液体中に微細気泡を発生させるためのもので、その給気膜モジュール6に加圧気体を供給するコンプレッサー(給気手段)7を備えている。加圧気体としては、空気の他に、酸素、二酸化炭素、窒素、オゾン等が必要に応じて使用される。

40

【0035】

図2は、中空糸膜61のガス透過機能を説明する図である。この図に示すように、中空糸膜61の中空部6a内に無菌水wを流しながら、中空糸膜61の外側から加圧気体を送り込むことにより、中空糸膜61の膜厚方向に形成された微細構造を通して、無菌水中に微細気泡を発生させ、これにより、微細気泡を含む無菌水を得る。この中空糸膜61には、一層の多孔質膜が一般的に用いられており、バブルサイズやバブル発生に用いるガスに応じて、ガス高選択透過性の非多孔質の超薄膜を多孔質層でサンドイッチ状に挟み込んだ構造を有する、三層複合中空糸膜が用いられることがある。

50

## 【0036】

高選択透過性ガスとしては、上記のように、空気の他に、炭酸ガス、窒素ガス、オゾン、酸素等を例示することができる。

なお、混入させる炭酸水が持つ保温性による血管拡張効果でT A O (閉塞性結成血管炎) や A S O (閉塞性動脈硬化症) の症状を改善するため、混入させる微細気泡を炭酸としたり、洗浄の際に組織の化学的損傷を防ぐために生体不活性な窒素ガスを混入ガスとしたり、または洗浄部位の殺菌効果を高めるため混入ガスをオゾンとする方法なども考えられる。

また、このようなガスによる微細気泡を含む無菌水を用いて生体を洗浄することで、脈管形成や血管新生に関する血管内皮細胞増殖因子「 V G E F (vascular endothelial growth factor) 」を活性化させることも考えられる。 10

## 【0037】

図3は上記の中空糸膜61を複数本(数百本)用いた給気膜モジュール6の具体的構造を示す、一部断面正面図である。この給気膜モジュール6は、無菌水wを通す中空部6aを有する複数の中空糸膜61と、その中空糸膜61の外側から中空糸膜61内の無菌水中に気体を圧入するための加圧室60と、を備えている。

## 【0038】

具体的には、この給気膜モジュール6は、筒状のケース本体62と、その両端にOリング63、63を介して配置された継ぎ手64、64と、その継ぎ手64を本体62に押しつけて密閉する密閉蓋65、65とを備えている。中空糸膜61はその全てがケース本体62内に配置されている。各中空糸膜61は、ケース本体62の長さ方向に沿って配置され、その一端側が給水用空間66に連通し、他端側が排水用空間67に連通している。これにより、給水口64aから給水(圧入)される無菌水wは、各中空糸膜61の中空部6aを通過する際に微細気泡を含む無菌水となり、排水口64c、供給流路2を経てせん断応力発生型ノズル8へ送り込まれる。 20

## 【0039】

給水口64aを有する一端側の継ぎ手64には、供給流路2を構成するチューブ管の端部継ぎ手2a(図1参照)を接続する雄ねじ64bが設けられている。排水口64cを有する他端側の継ぎ手64には、せん断応力発生型ノズル8への供給流路2を構成するチューブ管の端部継ぎ手2b(図1参照)を接続する雄ねじ64dが設けられている。 30

## 【0040】

給気膜モジュール6のケース本体62には、コンプレッサー7の給気管71の継ぎ手72と接続する吸気用継ぎ手68が設けられている。なお、これらの継ぎ手には何れもネジ結合方式が採用されている。

## 【0041】

この実施形態に係る給気膜モジュール6の中空糸膜61はポリエチレンで、ケース本体62はポリカーボネイトで、Oリングはシリコンでそれぞれ形成されている。

なお、中空糸膜の材料は、疎水性であればよく、ポリプロピレン、4-メチル-1-ペントン等のポリオレフィン系、ポリエーテル系、ポリメタクリル酸メチル系、ポリスルファン系、ポリアクリロニトリル系、フッ素樹脂系等を用いることができる。 40

また、ケース本体についても、アセタールやポリプロピレンなどの他の樹脂材料や金属等で形成することもできる。

## 【0042】

せん断応力発生型ノズル8は、微細気泡よりもさらに小さい気泡のマイクロバブルやナノバブルを発生させるためのベンチュリー管やオリフィス等(細くなった流路)せん断応力を発生するノズルであり、給気膜モジュール6を通過して得られた微細気泡を含む無菌水がこのノズルを通過することによりマイクロバブルを発生させる機能を備えている。

## 【0043】

バブル循環容器9は、せん断応力発生型ノズル8の後段に配置されている。このバブル循環容器9には、せん断応力発生型ノズル8を通って得られたマイクロバブルを含む無菌 50

水wを、恒温槽4へと循環させる循環路21が設けられている。せん断応力発生型ノズル8及び供給流路2を経てバブル循環容器9内に流入したマイクロバブルを含む無菌水wは、その水位が所定のレベルに達すると、循環路21を経由して恒温槽4へと循環させられるように設計されている。

【0044】

このバブル循環容器9の後段には、マイクロバブルを含む無菌水wを洗浄器具1へ供給する洗浄用チューブポンプ10が配置されている。この洗浄用チューブポンプ10は、小型のチューブポンプが採用されている。洗浄用チューブポンプ10は、バブル循環容器9内のマイクロバブルを含む液体の吸入口10a有している。これにより、低流量、低圧のマイクロバブルを含む無菌水wを洗浄器具1へ供給することができる。

10

【0045】

制御部11は、恒温槽4、チューブポンプ5、コンプレッサー7、洗浄用チューブポンプ10の運転状態を制御して、生体洗浄に適したマイクロバブルを含む無菌水を洗浄器具1から吐出させるようにプログラムされている。

また、液体供給装置3は、マイクロバブルを含む無菌水が生体組織を損傷させない粒度、流量、吐出圧等を有するように設計される。具体的には、粒径（気泡径）1μm～200μm程度の微細気泡を含む液体を生成可能に、好ましくは、図4に示すように、10μm～100μmのマイクロバブルを多く含む液体を生成可能に設計される。

【0046】

図4は、液体供給装置3により生成されるマイクロバブルを含む無菌水wの粒度分布測定結果を示すグラフである。

20

本実施形態において、上述した粒子径は、レーザー回折法の測定原理を用いて測定した粒子径である。レーザー回折式粒度分布測定装置として、Sympatec社製 レーザー回折式粒度分布測定装置HELOS&RODOSを用いることができる。

【0047】

洗浄器具1は、図1に示すように、マイクロバブルを含む無菌水wの排出孔を有する筒状部と、筒状部に形成された握り部と、洗浄用チューブポンプ10の運転制御を行う操作手段（操作ボタン）17とを備えている。この操作ボタン17は、図1において破線で示す信号回線18により制御部11に接続されている。

【0048】

本実施形態の液体供給装置3では、洗浄器具1にマイクロバブルを含む無菌水wを供給するための供給流路2と、その供給流路2に無菌水wを送り込むチューブポンプ5と、供給流路2の途中に設けられ、無菌水w中にマイクロバブルを発生させるマイクロバブル発生機Bとを備える構成としたので、生体組織を損傷させることなく、洗浄効果を格段に高めて素早くきれいに洗浄可能な低流量、低圧のマイクロバブルを含む無菌水を供給することができる。

30

【0049】

また、供給流路2に無菌水を送り込むチューブポンプ5を採用しているので、無菌水を生体洗浄に適した低流量、低圧で供給流路2に送り込むことができる上に、その無菌状態を保持しながら供給流路2に無菌水を送り込むことができる。さらに、チューブポンプ5を採用することで、バブル水の背圧による液体の逆流や汚染気体の排出等を確実に防止することができる。

40

【0050】

また、マイクロバブル発生機Bは、給気膜モジュール6に加圧気体を供給するコンプレッサー7と、給気膜モジュール6を経由した微細気泡を含む液体を通過させて液体中にマイクロバブルを発生させるせん断応力発生型ノズル8とを備えるので、供給流路2内を低流量、低圧で流れる無菌水中にマイクロバブルを発生させることができる。

また、給気膜モジュール6に用いる膜が、多孔膜、三層膜共に微細構造を介した給気であることから、加圧気体中の雑菌の侵入を阻止し、無菌気体を供給しながらマイクロバブルを発生可能である。

50

## 【0051】

また、せん断応力発生型ノズル8の後段に、マイクロバブルを含む無菌水を循環させる循環路21を有するバブル循環容器9を配置することで、このマイクロバブルを含む無菌水を使用(洗浄)しているか否かにかかわらず、マイクロバブルを含む無菌水を連続生成してその品質を維持することができる。したがって、このマイクロバブルを含む無菌水を手術中の生体洗浄液等として、いつでも連続的にあるいは間欠的に使用可能になる。

## 【0052】

また、バブル循環容器9の後段に、洗浄器具1に無菌水wを供給する洗浄用チューブポンプ10を配置した場合、この洗浄用チューブポンプ10を制御するだけで、液体の吐出量や吐出圧を制御できるので、液体供給装置3の全体の機能を維持した状態で、生体洗浄時の制御系を簡素化することができる。

10

## 【0053】

また、本実施形態に係る生体洗浄装置Sによれば、低流量、低圧のマイクロバブルを含む無菌水wを供給して、洗浄器具1の排出孔から吐出させつつ洗浄できるので、生体組織を損傷させることなく、洗浄効果を格段に高めて素早くきれいに洗浄することができる。また、チューブポンプの採用によって、バブル水の背圧による液体の逆流や汚染気体の排出を防止することができる。

## 【0054】

また、洗浄器具1に、洗浄用チューブポンプ10の運転制御を行う操作手段17を設けたことで、洗浄器具1の排出孔から、手術時におけるマイクロバブルを含む無菌水の吐出量や吐出停止、吐出開始等の制御を容易にかつ便利に行うことが可能になる。

20

## 【0055】

なお、この実施形態1では、バブル循環容器9の前段にせん断応力発生型ノズル8を1段設けた例を示したが、直列に或いは2段設けた構成としても良い。その場合には、2段のせん断応力発生型ノズル8、8の作用により、粒径がより均一化されたマイクロバブルを含む無菌水を迅速に得ることができる。したがって、循環路21を省略して、バブル循環容器9をマイクロバブルを含む無菌水の貯留タンクとして用いることもできる。

## 【0056】

## &lt;実施形態2&gt;

図5は、本発明に係る液体供給装置の実施形態2を示す概略構成図である。なお、同実施形態において、先の実施形態と基本的に同一の構成要素については、同一符号を付してその説明を簡略化する。

30

## 【0057】

この実施形態2に係る液体供給装置3は、図5に示すように、無菌水(液体)wの恒温槽4と、恒温槽4内の無菌水wを供給流路2に送り込むチューブポンプ5と、無菌水中に無菌の微細気泡を発生させるための給気膜モジュール6と、給気膜モジュール6に加圧気体を供給するコンプレッサー(給気手段)7と、微細気泡を含む無菌水を通過させてマイクロバブルを発生させるせん断応力発生型ノズル8と、それらの制御部11とを備えている。

40

## 【0058】

但し、この実施形態2では、せん断応力発生型ノズル8を直列に2段設けると共に、2段目のせん断応力発生型ノズル8を、洗浄器具1に対し供給流路2を介して直接接続する構成としたものである。したがって、この実施形態では、バブル循環容器9、循環路21、洗浄用チューブポンプ10は設けられていない。

## 【0059】

このように、せん断応力発生型ノズル8を直列に2段設ける構成とした場合、2段のせん断応力発生型ノズル8、8の作用により、粒径がより均一化されたマイクロバブルを含む無菌水を迅速に得るので、実施形態1のように、バブル循環容器9、循環路21を設けて、再度せん断応力発生型ノズル8を経由させる必要性を無くすことができる。

50

る。

【0060】

さらに、洗浄器具1を、2段目のせん断応力発生型ノズル8に対し供給流路2を介して直接接続することで、実施形態1で示したバブル循環容器や洗浄用チューブポンプを省略して、制御系を含む生体洗浄装置をより簡素化することができる。

【0061】

なお、実施形態2では、せん断応力発生型ノズル8を直列に2段配置した例を示したが、必要に応じて2段以上配置しても良い。また、並列に複数段配置してもよい。

【0062】

<実施形態3>

10

図6は、本発明に係る液体供給装置の実施形態3を示す要部の概略構成図である。なお、同実施形態において、先の実施形態と基本的に同一の構成要素については、同一符号を付してその説明を簡略化する。

【0063】

この実施形態3に係る液体供給装置3は、図6に示すように、バブル循環容器9を吊り下げて無菌水wを自重により自然落下させる構成としたものである。

即ち、吊り下げ手段30を利用して、バブル循環容器9を生体等の洗浄対象よりも上方位置に配置し、そのバブル循環容器9から、マイクロバブルを含む液体の自然落下用チューブ22が伸びている構成としたものである。この自然落下用チューブ22の先端（自由端）には図1で示した洗浄器具1等が接続される。なお、吊り下げ手段30としては特に限定されないが、高さ調整機構31を備える構成とすることが好ましい。

20

【0064】

このように、洗浄対象よりも上方位置に配置したバブル循環容器9から、マイクロバブルを含む液体の自然落下用チューブ22が伸びている構成とした場合、マイクロバブルを含む液体の吐出圧を、バブル循環容器9の高さ位置を変えるだけで調整することができる。これにより、マイクロバブルを含む液体の吐出圧を洗浄対象に適した吐出圧とすることができる。

【0065】

<実施形態4>

30

以上の実施形態では、給気膜モジュール6として、図2で示したように、中空糸膜61の中空部6a内に無菌水wを流しながら、中空糸膜61の外側から加圧気体を送り込むことにより、中空糸膜61を通して、無菌水中に微細気泡を発生させる構成としたが、例えば、図7に示す構成の給気膜モジュール100を採用することもできる。

【0066】

この給気膜モジュール100は、中空円柱状のハウジング101と、ハウジング101内に配置された多数の中空糸膜102と、ハウジング101の外周面に設けられた、無菌水wの流入口103及び出口104と、気体の供給口105と、を備えている。したがって、この給気膜モジュール100は、ハウジング101内に無菌水を流し、中空糸膜102の中空部内に気体を圧入することで、無菌水中に微細気泡を発生させる構成としている。

40

【0067】

各中空糸膜102は、図示例ではU字状に曲げられていて、両端の開口部が供給口105にそれぞれ連通するように接続されている。これにより、流入口103から給水される無菌水wは、ハウジング101内に流入して通過する際に、微細気泡を含む無菌水となり、

、  
出口104、供給流路2を経てせん断応力発生型ノズル8へ送り込まれる。

【0068】

このように、ハウジング101内に無菌水を流し、中空糸膜102の中空部内に気体を圧入する構成とした場合、無菌水wが低流量、低圧でも無菌水中に容易に微細気泡を発生

50

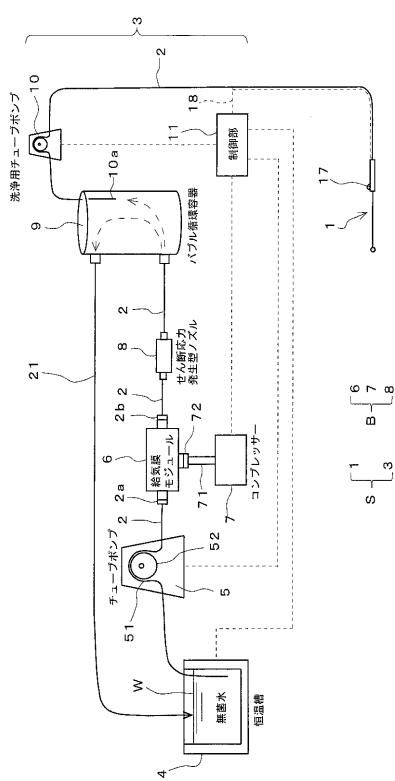
させることができる上に、給気膜モジュール自体をより小型化することができる。

【符号の説明】

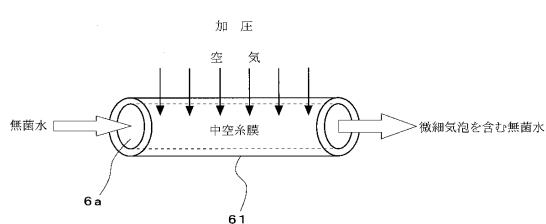
【0069】

- |                 |    |  |
|-----------------|----|--|
| 1 洗浄器具          |    |  |
| 2 供給流路          |    |  |
| 2 1 循環路         |    |  |
| 2 2 自然落下用チューブ   |    |  |
| 3 液体供給装置        |    |  |
| 3 0 吊り下げ手段      |    |  |
| 3 1 高さ調整機構      | 10 |  |
| 4 恒温槽           |    |  |
| 5 チューブポンプ       |    |  |
| 6、100 細膜モジュール   |    |  |
| 7 コンプレッサー(給気手段) |    |  |
| 8 せん断応力発生型ノズル   |    |  |
| 9 バブル循環容器       |    |  |
| 10 洗浄用チューブポンプ   |    |  |
| 11 制御部          |    |  |
| 17 操作ボタン        |    |  |
| W 無菌水(液体)       | 20 |  |
| B マイクロバブル発生装置   |    |  |
| S 生体洗浄装置        |    |  |

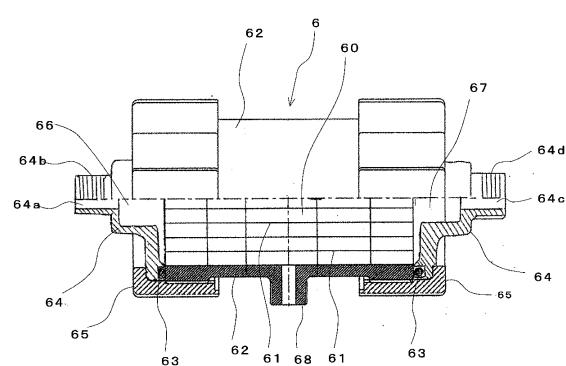
【図1】



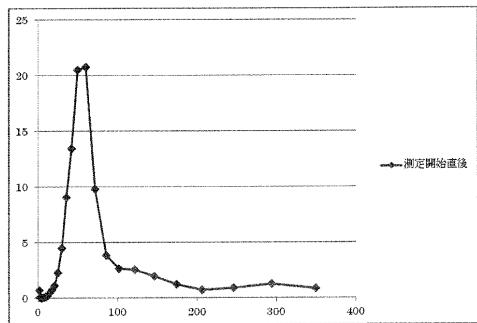
【図2】



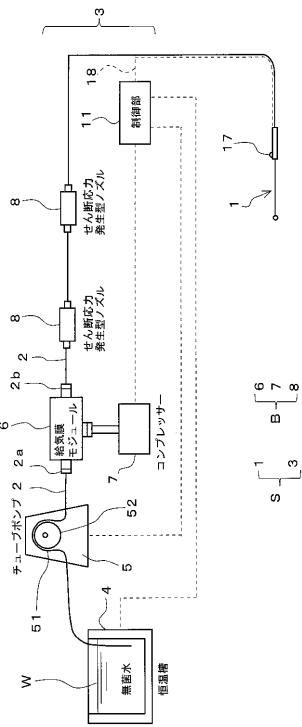
【図3】



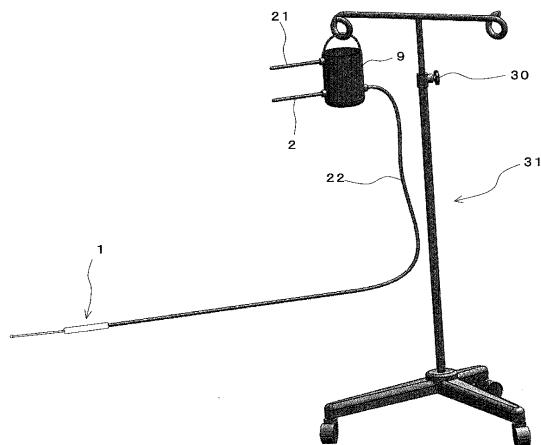
【図4】



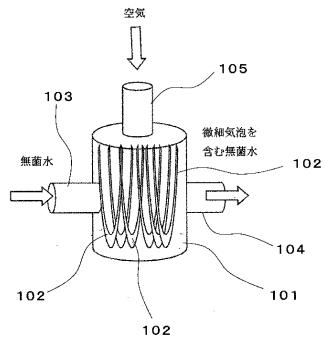
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山田 雅之

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号 かながわサイエンスパークR&D棟 D棟7階746号 大研医器株式会社内

(72)発明者 桑田 靖章

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号 かながわサイエンスパークR&D棟 D棟7階746号 大研医器株式会社内

(72)発明者 鶴丸 明香

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号 かながわサイエンスパークR&D棟 D棟7階746号 大研医器株式会社内

(72)発明者 谷崎 美江

愛知県豊橋市牛川通4丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

審査官 田中 則充

(56)参考文献 特開2007-228936 (JP, A)

特開平02-245230 (JP, A)

特開2009-286690 (JP, A)

特開2009-090214 (JP, A)

特開平08-112587 (JP, A)

特開2001-293344 (JP, A)

特開2005-245817 (JP, A)

特開2002-028462 (JP, A)

特開平06-142153 (JP, A)

特開平03-012157 (JP, A)

実開昭57-086623 (JP, U)

特開平11-139804 (JP, A)

特開2000-005586 (JP, A)

特開平03-077628 (JP, A)

特開2004-024926 (JP, A)

特開2010-005130 (JP, A)

特開2001-008854 (JP, A)

特開2007-167830 (JP, A)

特開2008-291521 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01F 1/00-5/26

A61B 17/22

B01D 63/02

B08B 3/10