

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5249471号  
(P5249471)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>A 6 1 B 18/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	17/36	3 3 0	
<b>A 6 1 B 17/22</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	17/22	3 3 0	

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-549578 (P2012-549578)	(73) 特許権者	304050923
(86) (22) 出願日	平成24年2月27日(2012.2.27)		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/054802		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(87) 国際公開番号	W02012/118018	(74) 代理人	100108855
(87) 国際公開日	平成24年9月7日(2012.9.7)		弁理士 蔵田 昌俊
審査請求日	平成24年10月31日(2012.10.31)	(74) 代理人	100109830
(31) 優先権主張番号	61/447,938		弁理士 福原 淑弘
(32) 優先日	平成23年3月1日(2011.3.1)	(74) 代理人	100088683
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 中村 誠
早期審査対象出願		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100095441
			弁理士 白根 俊郎
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波振動を伝達する超音波プローブであって、  
 基端から先端まで長手軸に沿って外周部が設けられるプローブ本体と、  
 前記超音波振動の第1の腹位置から前記第1の腹位置とは異なる前記超音波振動の第2の腹位置まで前記長手軸に沿って全長に亘って、前記プローブ本体の前記外周部において開口する空洞部を、前記長手軸に沿って規定する空洞規定面と、  
 を具備する超音波プローブ。

【請求項 2】

前記空洞部は、前記長手軸に垂直な第1の垂直方向から前記第1の垂直方向とは反対方向である第2の垂直方向に向かって延設され、

前記空洞規定面は、少なくとも第1の垂直方向側の端部が前記プローブ本体の前記外周部に連続する、

請求項1の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記空洞部は、前記長手軸より前記第2の垂直方向側の部位まで前記第2の垂直方向に向かって延設されている請求項2の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記空洞部に前記長手軸に沿って延設されるチューブと、

前記プローブ本体の前記先端が接続される筒状部であって、前記チューブの内部と連通

10

20

する吸引通路を規定し、前記チューブの先端が接続される通路規定面を備える筒状部と、  
をさらに具備する請求項 1 の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記チューブの前記先端は、前記第 2 の腹位置より先端方向側に位置する前記超音波振動の節位置で前記通路規定面に接続されている請求項 4 の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記筒状部は、前記チューブが挿通される挿通孔を規定し、前記筒状部の基端に位置する前記第 2 の腹位置から前記筒状部の前記基端と前記筒状部の先端との中間位置に位置する前記節位置まで前記長手軸に沿って設けられる孔規定面を備え、

前記通路規定面は、前記節位置から前記筒状部の前記先端に位置する第 3 の腹位置まで前記長手軸に沿って設けられ、

前記吸引通路の前記長手軸に垂直な断面積は、前記挿通孔の前記長手軸に垂直な断面積より小さい、

請求項 5 の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記超音波プローブの先端面をコーティングする親水性コーティング部をさらに具備する、請求項 1 の超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波吸引装置等の超音波処置装置に用いられる超音波プローブに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、超音波吸引という処置と超音波凝固切開という処置を行う超音波処置装置が開示されている。この超音波処置装置は、基端から先端へ超音波振動を伝達する超音波プローブを備える。超音波吸引は、超音波振動している超音波プローブの先端面を用いて行われ、キャビテーションという物理現象を利用して行われる。具体的に説明すると、超音波振動により超音波プローブは毎秒数万回の高速振動を繰り返しているため、超音波プローブの先端面近傍では、周期的に圧力が変動する。圧力変動により微小時間だけ飽和蒸気圧より先端面近傍の圧力が低くなった際には、体腔内の液体あるいは超音波処置装置から生体組織の処置位置の近傍に送られた液体に微小な気泡（キャビティ）が生じる。そして、先端面近傍の圧力が大きくなる（圧縮する）際に作用する力により、発生した気泡が消滅する。以上のような物理現象を、キャビテーション現象という。気泡が消滅するときの衝撃エネルギーにより、肝細胞等の弾力性を有さない生体組織は破碎（shattered）、乳化される（emulsified）。超音波プローブの内部には、基端から先端まで吸引通路が貫通している。破碎、乳化された生体組織は、超音波プローブの先端の吸引口から吸引通路を通して、吸引回収される。以上のような作用が継続されることにより、生体組織が切除される。この際、血管等の弾力性の高い生体組織は衝撃が吸収されるため破碎され難く、生体組織が選択的に破碎される。ただし、キャビテーションにより生体組織が選択的に破碎されるが、超音波プローブの先端を生体組織の処置位置（患部）に留めた状態でキャビテーションによる処置を続けた場合、血管等の弾力性の高い生体組織も損傷する（damaged）可能性がある。このため、処置位置（患部）の表面に沿って超音波プローブが移動する状態で、キャビテーションによる処置が行われる。なお、超音波プローブでは基端から先端まで吸引通路が貫通しているため、超音波プローブは筒状に形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 27809 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

前記特許文献 1 の超音波処置装置で用いられる筒状の超音波プローブは、柱状部材を孔開け加工することにより形成される。ここで、超音波プローブの材料となる柱状部材は、長手軸に沿った寸法が長く、長手軸に垂直な方向の寸法は小さい。このような細長い柱状部材の孔開け加工は、専用のドリルを用いて長時間要して行われる。したがって、超音波プローブの製造時の作業効率が低下し、超音波プローブの製造コストも高くなる。

## 【 0 0 0 5 】

本発明は前記課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、効率よく、低コストで製造可能な超音波プローブを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

10

## 【 0 0 0 6 】

前記目的を達成するため、本発明のある態様では、超音波振動を伝達する超音波プローブであって、基端から先端まで長手軸に沿って外周部が設けられるプローブ本体と、前記超音波振動の第 1 の腹位置から前記第 1 の腹位置とは異なる前記超音波振動の第 2 の腹位置まで前記長手軸に沿って全長に亘って、前記プローブ本体の前記外周部において開口する空洞部を、前記長手軸に沿って規定する空洞規定面と、を備える超音波プローブを提供する。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 7 】

本発明によれば、効率よく、低コストで製造可能な超音波プローブを提供することができる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 8 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る超音波処置装置を示す概略図。

【図 2】第 1 の実施形態に係る振動子ユニットの構成を概略的に示す断面図。

【図 3】第 1 の実施形態に係る超音波プローブを概略的に示す斜視図。

【図 4】第 1 の実施形態に係る超音波プローブを部材ごとに分解して概略的に示す斜視図。

【図 5】第 1 の実施形態に係る超音波プローブのプローブ本体の長手軸に垂直な断面を示す断面図。

30

【図 6】第 1 の実施形態に係る超音波プローブとホーンとの間の構成を概略的に示す断面図。

【図 7】第 1 の実施形態に係る超音波プローブのプローブ本体と筒状部との間の構成を示す断面図。

【図 8】第 1 の実施形態に係る超音波プローブのプローブ本体の製造方法を示す概略図。

【図 9 A】第 1 の実施形態に係る超音波プローブのプローブ本体の図 8 とは別の製造方法を示す概略図。

【図 9 B】第 1 の実施形態に係る超音波プローブの図 9 A の製造方法により形成されたプローブ本体の、長手軸に垂直な断面を示す断面図。

【図 10】第 1 の実施形態の比較例に係る超音波プローブを概略的に示す斜視図。

40

【図 11】第 1 の実施形態に係るシースに超音波プローブが挿通された状態を概略的に示す断面図。

【図 12】第 1 の実施形態に係るシースと振動子ケースとの連結部の構成を概略的に示す断面図。

【図 13】第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る超音波処置装置を示す概略図。

【図 14】第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係るシースに超音波プローブが挿通された状態を概略的に示す断面図。

【図 15】第 1 の実施形態の第 3 の変形例に係る超音波プローブのプローブ本体を概略的に示す斜視図。

【図 16】第 1 の実施形態の第 4 の変形例に係る超音波プローブのプローブ本体を概略的

50

に示す斜視図。

【図 17】第 1 の実施形態の第 4 の変形例に係る超音波プローブのプローブ本体の長手軸に垂直な断面を示す断面図。

【図 18】第 1 の実施形態の第 5 の変形例に係る超音波プローブの先端部の構成を概略的に示す断面図。

【図 19】第 1 の実施形態の第 5 の変形例に係る超音波プローブの先端面への液体の付着状態を示す断面図。

【図 20】本発明の第 2 の実施形態に係る超音波プローブを概略的に示す斜視図。

【図 21】第 2 の実施形態に係る超音波プローブのプローブ本体を概略的に示す斜視図。

【図 22】第 2 の実施形態の第 1 の変形例に係る超音波プローブのプローブ本体を概略的に示す斜視図。

【図 23】第 2 の実施形態の第 2 の変形例に係る超音波プローブのプローブ本体を概略的に示す斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態について図 1 乃至図 12 を参照して説明する。図 1 は、本実施形態の超音波処置装置 1 を示す図である。なお、本実施形態の超音波処置装置 1 は、超音波振動によって発生したキャビテーションにより、生体組織を選択的に破碎及び切除し、切除された生体組織を吸引する超音波吸引装置である。

【0010】

図 1 に示すように、超音波処置装置 1 は、振動子ユニット 2 と、超音波プローブ（プローブユニット）3 と、シース（シースユニット）4 と、ハンドルユニット 5 とを備える。

【0011】

振動子ユニット 2 は、振動子ケース 11 を備える。振動子ケース 11 の基端には、ケーブル 6 の一端が接続されている。ケーブル 6 の他端は、電源ユニット 7 に接続されている。電源ユニット 7 は、超音波制御部 8 を備える。電源ユニット 7 には、フットスイッチ等の入力ユニット 10 が接続されている。

【0012】

図 2 は、振動子ユニット 2 の構成を示す図である。図 2 に示すように、振動子ケース 11 の内部には、電流を超音波振動に変換する圧電素子を備える超音波振動子 12 が設けられている。超音波振動子 12 には、電気信号線 13A, 13B の一端が接続されている。電気信号線 13A, 13B は、ケーブル 6 の内部を通して、他端が電源ユニット 7 の超音波制御部 8 に接続されている。超音波制御部 8 から電気信号線 13A, 13B を介して超音波振動子 12 に電流を供給することにより、超音波振動子 12 で超音波振動が発生する。超音波振動子 12 の先端方向側には、超音波振動の振幅を拡大するホーン 15 が連結されている。ホーン 15 は、振動子ケース 11 に取付けられている。超音波振動子 12 及びホーン 15 には、長手軸 C を中心に空間部 19 が形成されている。また、ホーン 15 の内周面の先端部には、雌ネジ部 16 が形成されている。

【0013】

図 3 及び図 4 は、超音波プローブ 3 の構成を示す図である。図 3 及び図 4 に示すように、超音波プローブ 3 は、プローブ本体 21 と、筒状部 31 と、チューブ 41 とを備える。

【0014】

プローブ本体 21 は、長手軸 C に沿って延設されている。プローブ本体 21 は、長手軸 C に沿って設けられる外周部 30 を備える。プローブ本体 21 の基端方向側の部位には、基端側接続部 22 がプローブ本体 21 と一体に設けられている。また、プローブ本体 21 の先端方向側の部位には、先端側接続部 23 がプローブ本体 21 と一体に設けられている。

。

【0015】

図 5 は、プローブ本体 21 の長手軸 C に垂直な断面を示す図である。図 4 及び図 5 に示

10

20

30

40

50

すように、プローブ本体 2 1 は、溝状部 2 4 を長手軸 C に沿って規定する溝規定面 2 5 を備える。溝状部 2 4 は、プローブ本体 2 1 の基端から先端まで延設されている。溝状部 2 4 は、長手軸 C に垂直な第 1 の垂直方向（図 5 の矢印 X 1 の方向）から第 1 の垂直方向とは反対方向である第 2 の垂直方向（図 5 の矢印 X 2 の方向）に向かって凹んでいる。溝状部 2 4 は、長手軸 C より第 2 の垂直方向側の部位まで第 2 の垂直方向に向かって凹んでいる。

**【 0 0 1 6 】**

すなわち、垂直な第 1 の垂直方向から第 2 の垂直方向に向かって空洞部である溝状部 2 4 が延設されている。そして、空洞規定面である溝規定面 2 5 の第 1 の垂直方向側の端部は、プローブ本体 2 1 の外周部 3 0 に連続している。また、溝規定面 2 5 は、長手軸 C に垂直な断面において円弧状に形成される曲面である。

10

**【 0 0 1 7 】**

図 4 に示すように、基端側接続部 2 2 の外周部 3 0 には、雄ネジ部 2 6 が設けられている。雄ネジ部 2 6 がホーン 1 5 の雌ネジ部 1 6 と螺合することにより、ホーン 1 5 の先端方向側に超音波プローブ 3 のプローブ本体 2 1 が取付けられる。また、基端側接続部 2 2 には、溝状部 2 4 の基端と連通する基端側溝部 2 7 が設けられている。基端側溝部 2 7 は、溝状部 2 4 と同様に、第 1 の垂直方向から第 2 の垂直方向に向かって凹んでいる。

**【 0 0 1 8 】**

図 6 は、ホーン 1 5 と超音波プローブ 3 との間の構成を示す図である。図 3 及び図 6 に示すように、ホーン 1 5 にプローブ本体 2 1 を取付けた状態では、基端側接続部 2 2 はホーン 1 5 の内周側に位置している。このため、長手軸 C に平行な方向について、ホーン 1 5 の先端の位置と溝規定面 2 5 の基端の位置とは、略一致している。したがって、ホーン 1 5 にプローブ本体 2 1 を取付けた状態では、ホーン 1 5 の先端（溝規定面 2 5 の基端）から、溝状部 2 4 が長手軸 C に沿って延設される。

20

**【 0 0 1 9 】**

図 4 に示すように、先端側接続部 2 3 には、溝状部 2 4 の先端と連通する先端側溝部 2 8 が設けられている。先端側溝部 2 8 は、溝状部 2 4 と同様に、第 1 の垂直方向から第 2 の垂直方向に向かって凹んでいる。また、先端側接続部 2 3 の内周部には、雌ネジ部 2 9 が設けられている。

**【 0 0 2 0 】**

図 3 及び図 4 に示すように、筒状部 3 1 は、プローブ本体 2 1 の先端方向側に連結される。筒状部 3 1 の外周部の基端部には、雄ネジ部 3 2 が設けられている。雄ネジ部 3 2 が先端側接続部 2 3 の雌ネジ部 2 9 と螺合することにより、筒状部 3 1 がプローブ本体 2 1 に連結される。

30

**【 0 0 2 1 】**

図 7 は、プローブ本体 2 1 の筒状部 3 1 との間の構成を示す図である。図 3 及び図 7 に示すように、プローブ本体 2 1 に筒状部 3 1 を連結した状態では、先端側接続部 2 3 は、筒状部 3 1 の外周側に位置している。このため、長手軸 C に平行な方向について、筒状部 3 1 の基端の位置と溝規定面 2 5 の先端の位置とは、略一致している。したがって、プローブ本体 2 1 に筒状部 3 1 を連結した状態では、筒状部 3 1 の基端（溝規定面 2 5 の先端）まで、溝状部 2 4 が長手軸 C に沿って延設される。また、プローブ本体 2 1 に筒状部 3 1 を連結した状態では、筒状部 3 1 の内部が溝状部 2 4 と連通している。

40

**【 0 0 2 2 】**

以上のように、ホーン 1 5 にプローブ本体 2 1 が取付けられ、かつ、プローブ本体 2 1 に筒状部 3 1 が連結されることにより、超音波振動子 1 2 で発生した超音波振動が、ホーン 1 5、プローブ本体 2 1 を介して、筒状部 3 1 の先端まで伝達される。すなわち、超音波プローブ 3 の基端から先端へ超音波振動が伝達される。この際、ホーン 1 5、プローブ本体 2 1、筒状部 3 1 により超音波振動を伝達する振動伝達部 2 0 が形成されている。なお、超音波振動は、振動の伝達方向と振動方向が一致する縦振動である。

**【 0 0 2 3 】**

50

ホーン 15 にプローブ本体 21 が取付けられ、かつ、プローブ本体 21 に筒状部 31 が連結された状態では、ホーン 15 の先端（溝規定面 25 の基端）が、超音波振動の第 1 の腹位置 A1 となる。また、筒状部 31 の基端（溝規定面 25 の先端）が、第 1 の腹位置 A1 とは異なる超音波振動の第 2 の腹位置 A2 となる。ホーン 15 にプローブ本体 21 が取付けられ、かつ、プローブ本体 21 に筒状部 31 が連結された状態で、溝状部 24 は、ホーン 15 の先端から筒状部 31 の基端まで延設されている。したがって、ホーン 15 にプローブ本体 21 が取付けられ、かつ、プローブ本体 21 に筒状部 31 が連結された状態では、第 1 の腹位置 A1 から第 2 の腹位置 A2 まで長手軸 C に沿って溝状部 24 が、溝規定面 25 により規定されている。

【0024】

ここで、第 1 の腹位置 A1 では、超音波振動の伝達方向及び振動方向（長手軸 C）に垂直な振動伝達部 20 の断面形状が変化する。すなわち、振動伝達部 20 の長手軸 C に垂直な断面形状が、長手軸 C を中心として点対称な筒状から長手軸 C を中心として点対称でない凹状へ、第 1 の腹位置 A1 で変化する。同様に、第 2 の腹位置 A2 では、超音波振動の伝達方向及び振動方向（長手軸 C）に垂直な振動伝達部 20 の断面形状が変化する。すなわち、振動伝達部 20 の長手軸 C に垂直な断面形状が、長手軸 C を中心として点対称でない凹状から長手軸 C を中心として点対称な筒状へ、第 2 の腹位置 A2 で変化する。

【0025】

また、ホーン 15 にプローブ本体 21 が取付けられ、かつ、プローブ本体 21 に筒状部 31 が連結された状態では、筒状部 31 の先端が第 1 の腹位置 A1 及び第 2 の腹位置 A2 とは異なる超音波振動の第 3 の腹位置 A3 となる。筒状部 31（超音波プローブ 3）の先端に超音波振動が伝達されることにより、キャビテーションを発生する。キャビテーションにより、肝細胞等の弾力性の低い生体組織が選択的に破碎及び乳化される。この際、血管等の弾力性の高い生体組織は、キャビテーションにより破碎されない。

【0026】

なお、プローブ本体 21 及び筒状部 31 の外周部には、段差が設けられていることが好ましい。これにより、超音波振動の振幅が拡大される。

【0027】

図 3 及び図 4 に示すように、チューブ 41 は、溝状部 24 の内部を長手軸 C に沿って延設されている。チューブ 41 は耐熱性の樹脂から形成されている。図 7 に示すように、筒状部 31 は、チューブ 41 の内部と連通する吸引通路 33 を規定する通路規定面 35 を備える。通路規定面 35 の基端にチューブ 41 の先端が接続されている。チューブ 41 の先端は、例えば接着材 34 により筒状部 31 に固定され、通路規定面 35 に接続されている。なお、通路規定面 35 へのチューブ 41 の先端の接続は、接着剤 34 以外の手法により行われてもよい。例えば、チューブ 41 の外周部に耐熱性のゴムライニングにより弾性部材を取付け、弾性部材によりチューブ 41 の先端を筒状部 31 に固定し、通路規定面 35 に接続してもよい。また、筒状部 31 の内周部に設けられた雌ネジ部とチューブ 41 の外周部に設けられた雄ネジ部とを螺合することにより、チューブ 41 の先端を筒状部 31 に固定し、通路規定面 35 に接続してもよい。

【0028】

ホーン 15 にプローブ本体 21 が取付けられ、かつ、プローブ本体 21 に筒状部 31 が連結された状態では、筒状部 31 の基端と筒状部 31 の先端との中間位置に超音波振動の第 1 の節位置（節位置）B1 が位置している。この際、通路規定面 35 は、第 1 の節位置 B1 から第 3 の腹位置 A3 まで長手軸 C に沿って設けられている。すなわち、通路規定面 35 の基端が第 1 の節位置 B1 となり、通路規定面 35 の先端が第 3 の腹位置 A3 となる。前述のように、チューブ 41 の先端は、通路規定面 35 の基端に接続されている。したがって、チューブ 41 の先端は、第 1 の節位置 B1 で通路規定面 35 に接続されている。

【0029】

また、筒状部 31 は、チューブ 41 が挿通される挿通孔 36 を規定する孔規定面 37 を備える。挿通孔 36 の径は、チューブ 41 の外径より十分に大きく形成されている。ホー

10

20

30

40

50

ン 15 にプローブ本体 21 が取付けられ、かつ、プローブ本体 21 に筒状部 31 が連結された状態では、孔規定面 37 は、第 2 の腹位置 A2 から第 1 の節位置 B1 まで長手軸 C に沿って設けられている。すなわち、孔規定面 37 の基端が第 2 の腹位置 A2 となり、孔規定面 37 の先端が第 1 の節位置 B1 となる。孔規定面 37 の先端方向側には、通路規定面 35 が連続している。

【0030】

吸引通路 33 の長手軸 C に垂直な断面積は、挿通孔 36 の長手軸 C に垂直な断面積より小さい状態に規定されている。また、吸引通路 33 の長手軸 C に垂直な断面積は、長手軸 C に垂直な断面においてチューブ 41 の内周部で囲まれた部分の面積より小さいことが好ましい。

10

【0031】

図 6 に示すように、チューブ 41 の基端は、ホーン 15 の先端より基端方向側でホーン 15 に接続されている。ホーン 15 にプローブ本体 21 が取付けられ、かつ、プローブ本体 21 に筒状部 31 が連結された状態では、チューブ 41 の基端のホーン 15 への接続位置は第 2 の節位置 B2 となる。ホーン 15 の先端は、超音波振動の第 1 の腹位置 A1 となる。したがって、第 2 の節位置 B2 は、第 1 の腹位置 A1 より基端方向側に位置している。なお、チューブ 41 の基端のホーン 15 への接続は、通路規定面 35 へのチューブ 41 の先端の接続と同様にして行われる。

【0032】

チューブ 41 の基端をホーン 15 へ接続することにより、チューブ 41 の内部は超音波振動子 12 及びホーン 15 の内部の空間部 19 に連通する。図 2 に示すように、空間部 19 には、吸引チューブ 42 の一端が接続されている。図 1 に示すように、吸引チューブ 42 は、振動子ケース 11 の外部に延出され、他端が吸引ユニット 43 に接続されている。吸引ユニット 43 は、入力ユニット 10 に接続されている。キャピテーションにより切除された生体組織を吸引する際には、入力ユニット 10 での入力等により吸引ユニット 43 を駆動する。吸引ユニット 43 を駆動することにより、切除された生体組織が吸引通路 33 に吸引される。そして、チューブ 41 の内部、空間部 19、吸引チューブ 42 の内部を順に通って、生体組織が吸引ユニット 43 まで吸引される。

20

【0033】

なお、チューブ 41 は先端が筒状部 31 に固定され、基端がホーン 15 に固定されている。このため、チューブ 41 は、プローブ本体 21 に固定してもよく、プローブ本体 21 に固定しなくてもよい。チューブ 41 をプローブ本体 21 に固定する場合は、第 1 の節位置 B1 及び第 2 の節位置 B2 とは異なる節位置で、プローブ本体 21 へ固定される。チューブ 41 のプローブ本体 21 への固定は、例えば接着剤を介して行われる。また、チューブ 41 の外周部に耐熱性のゴムライニングにより弾性部材を取付け、弾性部材によりチューブ 41 をプローブ本体 21 に固定してもよい。また、溝規定面 25 に耐熱性のゴムライニングにより弾性部材を取付け、弾性部材によりチューブ 41 をプローブ本体 21 に固定してもよい。

30

【0034】

ここで、超音波プローブ 3 の製造方法について説明する。超音波プローブ 3 を製造する際は、まず、プローブ本体 21 を形成する。図 8 は、プローブ本体 21 のある製造方法を示す図である。図 8 に示すように、プローブ本体 21、基端側接続部 22 及び先端側接続部 23 を形成する際は、平板部材 47 を曲げ加工する。これにより、溝状部 24、基端側溝部 27 及び先端側溝部 28 が形成される。そして、切削加工等により、基端側接続部 22 及び先端側接続部 23 を備えるプローブ本体 21 の形状が形成される。

40

【0035】

図 9 A は、プローブ本体 21、基端側接続部 22 及び先端側接続部 23 の別のある製造方法を示す図である。図 9 A に示すように、プローブ本体 21 を形成する際は、柱状部材 45 をフライス (fraise) 加工することにより、図 9 A の点線で示す部分を切除する。これにより、溝状部 24、基端側溝部 27 及び先端側溝部 28 が形成される。また、プロー

50

ブ本体 2 1、基端側接続部 2 2 及び先端側接続部 2 3 は、鍛造 (forging) により形成してもよい。

【 0 0 3 6 】

ここで、図 8 に示す方法でプローブ本体 2 1 を製造する場合、溝規定面 2 5 は、長手軸 C に垂直な断面において円弧状に形成される曲面であることが好ましい。また、図 9 A に示す方法でプローブ本体 2 1 を製造する場合は、図 9 B に示すように、溝規定面 2 5 は、平面部 4 4 と、平面部 4 4 の第 2 の垂直方向側に設けられる曲面部 4 6 とを備えることが好ましい。この場合、平面部 4 4 は、長手軸 C に平行、かつ、第 1 の垂直方向から第 2 の垂直方向に向かって延設されている。また、曲面部 4 6 は、長手軸 C に垂直な断面において円弧状に形成されている。以上のように溝規定面 2 5 を形成することにより、容易にフ

10

【 0 0 3 7 】

前述のように、基端側接続部 2 2 及び先端側接続部 2 3 を備えるプローブ本体 2 1 を形成した後、プローブ本体 2 1 の先端方向側に筒状部 3 1 を連結する。そして、溝状部 2 4 の内部に長手軸 C に沿ってチューブ 4 1 が配置される。そして、チューブ 4 1 の先端を筒状部 3 1 に接続する。前述のように、溝状部 2 4 は、長手軸 C より第 2 の垂直方向側の部位まで第 2 の垂直方向に向かって凹んでいる。すなわち、空洞部である溝状部 2 4 は、長手軸 C より第 2 の垂直方向側の部位まで第 2 の垂直方向に向かって延設されている。このため、溝状部 2 4 の内部に配置されるチューブ 4 1 の先端を筒状部 3 1 に容易に接続可能

20

【 0 0 3 8 】

ここで、比較例として図 1 0 に示すように、長手軸 C に沿った寸法全体が筒状に形成される超音波プローブ 3 A を考える。超音波プローブ 3 A は、柱状部材 (図示しない) を孔開け加工することにより形成される。ここで、超音波プローブ 3 A の材料となる柱状部材は、長手軸 C に沿った寸法が長く、長手軸 C に垂直な方向の寸法は小さい。このような細長い柱状部材の孔開け加工は、専用のドリルを用いて長時間要して行われ、コストも増加する。

【 0 0 3 9 】

一方、本実施形態の超音波プローブ 3 では、溝状部 2 4 が形成されたプローブ本体 2 1 が、超音波プローブ 3 の長手軸 C に沿った寸法の大部分を占めている。上述のように、プローブ本体 2 1 を形成することは、柱状部材への孔開け加工に比べ、短時間かつ低コストで行われる。また、孔開け加工が必要な筒状部 3 1 の長手軸 C に沿った寸法は小さい。このため、超音波プローブ 3 A を形成する場合に比べ、孔開け加工に要する時間は短い。したがって、効率よく、低コストで超音波プローブ 3 が製造される。

30

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、シース 4 には、超音波プローブ 3 が挿通されている。図 1 1 は、シース 4 に超音波プローブ 3 が挿通された状態を示す図である。図 1 1 に示すように、シース 4 に超音波プローブ 3 が挿通された状態では、超音波プローブ 3 の外周部とシース 4 の内周部との間に、送水経路 4 8 が形成されている。すなわち、超音波プローブ 3 の外周部及びシース 4 の内周部により、送水経路 4 8 が規定されている。

40

【 0 0 4 1 】

図 1 2 は、シース 4 と振動子ケース 1 1 との連結部の構成を概略的に示す図である。シース 4 の基端部には、筒状の中継部材 4 9 の先端部が取付けられている。シース 4 は、中継部材 4 9 に対して長手軸 C 回りに回転可能である。中継部材 4 9 の基端部には、振動子ケース 1 1 の先端部が取付けられている。

【 0 0 4 2 】

超音波プローブ 3 とシース 4 との間に形成される送水経路 4 8 は、振動子ケース 1 1 の先端面まで延設されている。中継部材 4 9 の内部には、送水チューブ 5 1 の一端が接続されている。図 1 に示すように、送水チューブ 5 1 は、ハンドルユニット 5 の外部に延出さ

50

れ、他端が送水ユニット53に接続されている。送水ユニット53は、入力ユニット10に接続されている。入力ユニット10での入力等により送水ユニット53を駆動することにより、送水チューブ51の内部、送水経路48を順に水(液体)が通る。そして、シース4の先端の超音波プローブ3との間の隙間から、生体組織等への送水が行われる。送水により、出血箇所の確認、体腔内の洗浄等が行われる。また、超音波吸引においては、送水ユニット53から処置位置の近傍に生理食塩水等の液体が送水される。

【0043】

図1に示すように、ハンドルユニット5は、筒状ケース61を備える。筒状ケース61は、振動子ケース11に取付けられる。また、筒状ケース61の先端方向側には、回転操作ノブ67が連結されている。回転操作ノブ67は、筒状ケース61に対して長手軸C回りに回転可能である。回転操作ノブ67の内周側には、シース4が取付けられている。回転操作ノブ67を回転することにより、超音波プローブ3及びシース4が回転操作ノブ67と一体に、長手軸C回りに回転する。

10

【0044】

次に、本実施形態の超音波処置装置1の作用について説明する。超音波処置装置1を用いて生体組織の超音波吸引を行う際には、超音波制御部8から電気信号線13A, 13Bを介して超音波振動子12に電流を供給することにより、超音波振動子12で超音波振動が発生する。そして、振動伝達部20(超音波プローブ3)の基端から先端へ超音波振動が伝達される。

【0045】

20

ここで、溝規定面25の基端(ホーン15の先端)に位置する第1の腹位置A1では、超音波振動の伝達方向及び振動方向(長手軸C)に垂直な振動伝達部20の断面形状が変化する。すなわち、振動伝達部20の長手軸Cに垂直な断面形状が、長手軸Cを中心として対称な筒状から長手軸Cを中心として対称でない凹状へ、第1の腹位置A1で変化する。超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部20の断面形状が大きく変化する位置では、超音波振動が長手軸Cに垂直な方向への応力の影響を受け易い。応力の影響を受けることにより、超音波振動の振動モードが変化し、超音波プローブ3の先端まで超音波振動が適切に伝達されない。

【0046】

したがって、本実施形態では、第1の腹位置A1で超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部20の断面形状が大きく変化する状態に、設定されている。第1の腹位置A1を含む超音波振動の腹位置では、振動による変位は最大となるが、長手軸Cに垂直な方向への応力はゼロとなる。したがって、超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部20の断面形状が大きく変化する第1の腹位置A1で、超音波振動に応力が作用しない。したがって、振動モードが変化しない。

30

【0047】

同様に、超音波プローブ3では、溝規定面25の先端(筒状部31の基端)に位置する第2の腹位置A2で、超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部20の断面形状が大きく変化する状態に、設定されている。前述のように、第2の腹位置A2をでは、振動による変位は最大となるが、長手軸Cに垂直な方向への応力はゼロとなる。したがって、超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部20の断面形状が大きく変化する第2の腹位置A2で、超音波振動に応力が作用しない。したがって、振動モードが変化しない。

40

【0048】

以上のようにして、超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部20の断面形状が大きく変化する位置を設けた場合も、超音波振動が長手軸Cに垂直な方向への応力の影響を受けない状態に設定されている。したがって、超音波プローブ3の先端まで、超音波振動が適切に伝達される。

【0049】

また、超音波吸引においては、送水ユニット53から処置位置の近傍に生理食塩水等の

50

液体が送水される。送水が行われた状態で筒状部 3 1 (超音波プローブ 3) の先端に超音波振動が伝達されることにより、キャビテーションを発生する。キャビテーションにより、肝細胞等の弾力性の低い生体組織が選択的に破碎され、切除される。ここで、プローブ本体 2 1 の先端方向側に筒状部 3 1 が連結されることにより、超音波プローブ 3 の先端面が筒状に形成される。例えば、プローブ本体 2 1 の先端が超音波プローブの先端を形成する場合は、超音波プローブ 3 の先端面が凹状に形成される。先端面を筒状に形成することにより、先端面が凹状に形成される場合に比べ、超音波プローブ 3 の先端面の表面積が大きくなる。超音波プローブ 3 の先端面の表面積は大きくなるため、キャビテーションが効率的に発生し、効率よく、安全に生体組織の破碎及び切除が行われる。また、筒状部 3 1 (超音波プローブ 3) の先端が超音波振動の第 3 の腹位置 A 3 であるため、超音波振動が筒状部 3 1 の先端に伝達されることにより、キャビテーションがより効率的に発生する。

10

【 0 0 5 0 】

また、チューブ 4 1 の先端は、第 1 の節位置 B 1 で筒状部 3 1 の通路規定面 3 5 に接続されている。そして、チューブ 4 1 の基端は、第 2 の節位置 B 2 でホーン 1 5 に接続されている。第 1 の節位置 B 1 及び第 2 の節位置 B 2 を含む超音波振動の節位置では、長手軸 C に垂直な方向への応力は最大となるが、振動による変位はゼロとなる。このため、振動伝達部 2 0 (超音波プローブ 3) が超音波振動する際でも、チューブ 4 1 が筒状部 3 1 及びホーン 1 5 に強固に固定される。

【 0 0 5 1 】

そして、キャビテーションにより生体組織が切除されると、切除された生体組織の吸引が行われる。吸引ユニット 4 3 を駆動することにより、切除された生体組織が吸引通路 3 3 に吸引される。そして、チューブ 4 1 の内部、空間部 1 9、吸引チューブ 4 2 の内部を順に通って、生体組織が吸引ユニット 4 3 まで吸引される。

20

【 0 0 5 2 】

ここで、吸引通路 3 3 の長手軸 C に垂直な断面積は、長手軸 C に垂直な断面においてチューブ 4 1 の内周部で囲まれた部分の面積より小さくなっている。このため、吸引通路 3 3 から吸引された生体組織が、チューブ 4 1 の内部に留まることが防止される。これにより、キャビテーションにより切除された組織が、より安定して吸引される。

【 0 0 5 3 】

そこで、前記構成の超音波プローブ 3 では、以下の効果を奏する。すなわち、超音波プローブ 3 では、溝状部 2 4 が形成されたプローブ本体 2 1 が、超音波プローブ 3 の長手軸 C に沿った寸法の大部分を占めている。溝状部 2 4 が設けられるプローブ本体 2 1 を形成することは、柱状部材への孔開け加工に比べ、短時間かつ低コストで行われる。また、超音波プローブ 3 では、孔開け加工が必要な筒状部 3 1 の長手軸 C に沿った寸法は小さい。このため、孔開け加工に要する時間が短くなる。したがって、効率よく、低コストで超音波プローブ 3 を製造することができる。

30

【 0 0 5 4 】

また、超音波プローブ 3 では、第 1 の腹位置 A 1 で超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部 2 0 の断面形状が大きく変化する状態に、設定されている。同様に、超音波プローブ 3 では、溝規定面 2 5 の先端 (筒状部 3 1 の基端) に位置する第 2 の腹位置 A 2 で、超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部 2 0 の断面形状が大きく変化する状態に、設定されている。第 1 の腹位置 A 1 及び第 2 の腹位置 A 2 を含む超音波振動の腹位置では、振動による変位は最大となるが、長手軸 C に垂直な方向への応力はゼロとなる。したがって、超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部 2 0 の断面形状が大きく変化する第 1 の腹位置 A 1 及び第 2 の腹位置 A 2 で、超音波振動に応力が作用しない。したがって、振動モードが変化しない。以上のようにして、超音波振動の伝達方向及び振動方向に垂直な振動伝達部 2 0 の断面形状が大きく変化する位置を設けた場合も、超音波振動が長手軸 C に垂直な方向への応力の影響を受けない状態に設定されている。したがって、超音波プローブ 3 の先端まで、超音波振動を適切に伝達することができる。

40

50

## 【 0 0 5 5 】

また、超音波プローブ3では、プローブ本体21の先端方向側に筒状部31が連結されているため、超音波プローブ3の先端面が筒状に形成される。先端面を筒状に形成することにより、先端面が凹状に形成される場合に比べ、超音波プローブ3の先端面の表面積が大きくなる。超音波プローブ3の先端面の表面積は大きくなるため、キャビテーションが効率的に発生し、効率よく、安全に生体組織の破碎及び切除を行うことができる。また、筒状部31（超音波プローブ3）の先端が超音波振動の第3の腹位置A3であるため、超音波振動が筒状部31の先端に伝達されることにより、キャビテーションをより効率的に発生させることができる。

## 【 0 0 5 6 】

また、超音波プローブ3では、チューブ41の先端は、第1の節位置B1で筒状部31の通路規定面35に接続されている。そして、チューブ41の基端は、第2の節位置B2でホーン15に接続されている。第1の節位置B1及び第2の節位置B2を含む超音波振動の節位置では、長手軸Cに垂直な方向への応力は最大となるが、振動による変位はゼロとなる。このため、振動伝達部20（超音波プローブ3）が超音波振動する際でも、チューブ41を筒状部31及びホーン15に強固に固定することができる。

## 【 0 0 5 7 】

また、超音波プローブ3では、溝状部24は、長手軸Cより第2の垂直方向側の部位まで第2の垂直方向に向かって延設されている。このため、溝状部24の内部に配置されるチューブ41の先端を、筒状部31に容易に接続することができる。

## 【 0 0 5 8 】

（第1の実施形態の変形例）

なお、第1の実施形態では、超音波処置装置1は、送水及び超音波振動によって発生したキャビテーションにより、生体組織を選択的に破碎及び切除し、切除された生体組織を吸引する超音波吸引のみを行うが、これに限るものではない。例えば第1の変形例として、図13に示すように、超音波プローブ3とジョー72との間で把持された血管等の生体組織の凝固切開が、超音波処置装置71により行われてよい。超音波処置装置71では、ハンドルユニット5は、固定ハンドル62、固定ハンドル62に対して開閉可能な可動ハンドル63を備える。また、シース4の先端部にジョー72が取り付けられている。可動ハンドル63を固定ハンドル62に対して開閉することにより、シース4に設けられる可動部材（図示しない）が長手軸Cに沿って移動する。これにより、ジョー72が超音波プローブ3の先端部に対して開閉動作を行う。

## 【 0 0 5 9 】

また、超音波処置装置71では、電源ユニット7は高周波電流制御部9を備える。超音波振動子12には、電気信号線13A、13Bとは別に、電源ユニット7の高周波電流制御部9からケーブル6の内部を通過して延設される電気信号線（図示しない）が接続されている。これにより、高周波電流制御部9から、超音波振動子12、ホーン15を通過して、超音波プローブ3の先端部まで、高周波電流のプローブ側電流経路が形成される。また、振動子ケース11には、電源ユニット7の高周波電流制御部9からケーブル6の内部を通過して延設される電気信号線（図示しない）が接続されている。振動子ケース11及び中継部材49は、高周波電流制御部9からの電気信号線とシース4との間を電氣的に接続する導電部（図示しない）を備える。これにより、高周波電流制御部9から、振動子ケース11の導電部、シース4を通過して、ジョー72まで、高周波電流のジョー側電流経路が形成される。なお、超音波振動子12及びホーン15と振動子ケース11との間は絶縁されている。同様に、シース4と超音波プローブ3との間は絶縁されている。

## 【 0 0 6 0 】

ジョー72と超音波プローブ3の先端部との間では、キャビテーションにより破碎されない血管等の弾力性の高い生体組織の処置が行われる。超音波プローブ3を超音波振動させることにより、超音波プローブ3と生体組織との間に摩擦熱が発生する。発生した摩擦熱によって、生体組織が切開される。また、ジョー72と超音波プローブ3の先端部との

10

20

30

40

50

間に生体組織を通して高周波電流が流れることにより、生体組織が変成される (reformed)。これにより、生体組織が凝固される。

【 0 0 6 1 】

以上のように、超音波処置装置 ( 1 , 7 1 ) は、超音波振動によって発生したキャピテーションにより、生体組織を選択的に破砕及び切除し、切除された生体組織を吸引する超音波吸引以外にも、処置機能を備えてもよい。

【 0 0 6 2 】

また、第 1 の実施形態では、超音波プローブ 3 の外周部及びシース 4 の内周部により、送水経路 4 8 が規定されているが、これに限るものではない。例えば、第 2 の変形例として図 1 4 に示すように、超音波プローブ 3 とシース 4 との間で長手軸 C に沿って延設されるチューブ 7 3 を設けてもよい。この場合、チューブ 7 3 の内部に送水経路 4 8 が形成される。チューブ 7 3 の先端は、長手軸 C に平行な方向についてシース 4 の先端と略同一の位置まで延設されている。チューブ 7 3 の基端は、送水チューブ 5 1 に接続されている。これにより、送水チューブ 5 1 の内部、送水経路 4 8 を順に通って、チューブ 7 3 の先端 (シース 4 の先端の超音波プローブ 3 との間の隙間) から生体組織等への送水が行われる。

【 0 0 6 3 】

また、第 1 の実施形態では、プローブ本体 2 1 の基端側接続部 2 2 に基端側溝部 2 7 が、先端側接続部 2 3 に先端側溝部 2 8 が設けられているが、これに限るものではない。例えば、第 3 の変形例として図 1 5 に示すように、プローブ本体 2 1 の基端側接続部 2 2 及び先端側接続部 2 3 が筒状に形成されてもよい。本変形例では、基端側接続部 2 2 の外周部 3 0 に雄ネジ部 2 6 が形成されている。そして、先端側接続部 2 3 の内周部に雌ネジ部 2 9 が形成されている。また、プローブ本体 2 1 には、溝状部 2 4 が溝規定面 2 5 により規定されている。プローブ本体 2 1 にホーン 1 5 及び筒状部 3 1 が連結された状態では、超音波振動の第 1 の腹位置 A 1 から第 1 の腹位置 A 1 とは異なる超音波振動の第 2 の腹位置 A 2 まで長手軸 C に沿って溝状部 2 4 が、溝規定面 2 5 により規定されている。

【 0 0 6 4 】

以上、第 3 の変形例から、ホーン 1 5 の先端方向側にプローブ本体 2 1 が取付けられ、かつ、プローブ本体 2 1 の先端方向側に筒状部 3 1 が連結されていればよい。そして、プローブ本体 2 1 にホーン 1 5 及び筒状部 3 1 が連結された状態で、超音波振動の第 1 の腹位置 A 1 から第 1 の腹位置 A 1 とは異なる超音波振動の第 2 の腹位置 A 2 まで長手軸 C に沿って溝状部 2 4 が、溝規定面 2 5 により規定されていればよい。

【 0 0 6 5 】

また、第 1 の実施形態では、プローブ本体 2 1 に、長手軸 C に垂直な第 1 の垂直方向から第 2 の垂直方向に向かって凹んでいる溝状部 2 4 が形成されているが、これに限るものではない。例えば、第 4 の変形例として図 1 6 及び図 1 7 に示すように、第 1 の垂直方向から第 2 の垂直方向にプローブ本体 2 1 を貫通する孔状部 7 4 が、孔規定面 7 5 によりプローブ本体 2 1 に規定されてもよい。プローブ本体 2 1 にホーン 1 5 及び筒状部 3 1 が連結された状態では、超音波振動の第 1 の腹位置 A 1 から第 1 の腹位置 A 1 とは異なる超音波振動の第 2 の腹位置 A 2 まで長手軸 C に沿って孔状部 7 4 が、孔規定面 7 5 により規定されている。孔規定面 7 5 では、第 1 の垂直方向側の端部及び第 2 の垂直方向側の端部がプローブ本体 2 1 の外周部 3 0 に連続している。以上のような構成にすることにより、振動伝達部 2 0 の長手軸 C に垂直な断面形状が、長手軸 C を中心として点対称な筒状から長手軸 C を中心として点対称でない形状へ、第 1 の腹位置 A 1 で変化する。同様に、振動伝達部 2 0 の長手軸 C に垂直な断面形状が、長手軸 C を中心として点対称でない形状から長手軸 C を中心として点対称な筒状へ、第 2 の腹位置 A 2 で変化する。

【 0 0 6 6 】

以上、第 4 の変形例から、プローブ本体 2 1 は、長手軸 C に垂直な第 1 の垂直方向から第 2 の垂直方向に向かって延設される空洞部 ( 2 4 , 7 4 ) をプローブ本体に規定する空洞規定面 ( 2 5 , 7 5 ) を備えればよい。そして、空洞部 ( 2 4 , 7 4 ) は、プローブ本

10

20

30

40

50

体 2 1 にホーン 1 5 及び筒状部 3 1 が連結された状態で記超音波振動の第 1 の腹位置 A 1 から第 1 の腹位置 A 1 とは異なる超音波振動の第 2 の腹位置 A 2 まで、長手軸 C に沿って空洞規定面 ( 2 5 , 7 5 ) により規定されていればよい。また、空洞規定面 ( 2 5 , 7 5 ) では、少なくとも第 1 の垂直方向側の端部がプローブ本体 2 1 の外周部 3 0 に連続してあればよい。

【 0 0 6 7 】

また、例えば第 5 の変形例として図 1 8 に示すように、超音波プローブ 3 の先端を形成する先端面に親水性コーティング部 7 6 が設けられてもよい。本変形例では、親水性 ( hydrophilic ) コーティング部 7 6 は、超音波プローブ 3 の先端面の全体に渡ってコーティングされている。

10

【 0 0 6 8 】

キャビテーションによる生体組織の破碎を行う際には、超音波プローブ 3 の超音波振動によって先端面の近傍の圧力が周期的に変化することにより、生体組織の処置位置の近傍に送水された液体に微小な気泡 ( キャビティ ) が生じる。そして、先端面の近傍の圧力が大きくなる ( 圧縮する ) 際に作用する力により、発生した気泡が消滅する。気泡が消滅するときの衝撃エネルギーにより、肝細胞等の弾力性を有さない生体組織は破碎、乳化される。

【 0 0 6 9 】

したがって、キャビテーションにより効率よく生体組織を破碎するには、超音波プローブ 3 の先端面と生体組織との間に適切な量の液体が存在し、先端面に送水ユニット 5 3 から送水された液体が均一に付着していることが必要である。第 1 の実施形態のように親水性コーティング部 7 6 が設けられていない場合は、表面張力等の影響で先端面に局所的に液体が付着する可能性があり、先端面に均一に液体が付着しない。このため、先端面の液体が付着していない部分では、キャビテーションにより生体組織の破碎する際の処置効率は低下してしまう。

20

【 0 0 7 0 】

これに対して、本変形例では、超音波プローブ 3 の先端面の全体に渡って親水性コーティング部 7 6 が設けられている。このため、図 1 9 に示すように、送水ユニット 5 3 から送水された液体 L が先端面の全体に均一に付着し、液体 L による一様な層が形成される。このため、先端面の全体を利用して、キャビテーションにより効率よく生体組織を破碎

30

【 0 0 7 1 】

( 第 2 の実施形態 )

次に、本発明の第 2 の実施形態について、図 2 0 及び図 2 1 を参照して説明する。第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態の構成を次の通り変形したものである。なお、第 1 の実施形態と同一の部分については同一の符号を付して、その説明は省略する。

【 0 0 7 2 】

図 2 0 は、本実施形態の超音波プローブ 3 の構成を示す図である。図 2 1 は、本実施形態のプローブ本体 2 1 の構成を示す図である。図 2 0 及び図 2 1 に示すように、超音波プローブ 3 は、第 1 の実施形態と同様に、プローブ本体 2 1 と、チューブ 4 1 とを備える。ただし、超音波プローブ 3 は、筒状部 3 1 を備えない。したがって、プローブ本体 2 1 は、先端側接続部 2 3 を備えず、基端側接続部 2 2 のみがプローブ本体 2 1 と一体に形成されている。

40

【 0 0 7 3 】

第 1 の実施形態と同様に、プローブ本体 2 1 は、基端側接続部 2 2 を介してホーン 1 5 に取付けられる。ホーン 1 5 にプローブ本体 2 1 が取付けられた状態では、ホーン 1 5 の先端 ( 溝規定面 2 5 の基端 ) が、超音波振動の第 1 の腹位置 A 1 となる。また、プローブ本体 2 1 の先端 ( 溝規定面 2 5 の先端 ) が、第 1 の腹位置 A 1 とは異なる超音波振動の第 2 の腹位置 A 2 となる。溝状部 2 4 は、プローブ本体 2 1 の先端まで延設されている。したがって、ホーン 1 5 にプローブ本体 2 1 が取付けられた状態では、第 1 の腹位置 A 1 が

50

ら第2の腹位置A2まで長手軸Cに沿って溝状部24が、溝規定面25により規定されている。以上のような構成にすることにより、振動伝達部20の長手軸Cに垂直な断面形状が、長手軸Cを中心として点対称な筒状から長手軸Cを中心として点対称でない凹状へ、第1の腹位置A1で変化する。

【0074】

また、超音波プローブ3では、プローブ本体21の先端が超音波プローブ3の先端となる。送水ユニット53から送水を行った状態で、プローブ本体21（超音波プローブ3）の先端に超音波振動が伝達されることにより、キャビテーションを発生する。プローブ本体21（超音波プローブ3）の先端が超音波振動の第2の腹位置A2であるため、超音波振動がプローブ本体21の先端に伝達されることにより、キャビテーションがより効率的に発生する。

10

【0075】

チューブ41の基端は、第1の実施形態と同様に、第1の腹位置A1より基端方向側に位置している節位置（第2の節位置）B2で、ホーン15に接続されている。チューブ41の先端は、プローブ本体21の先端まで、溝状部24の内部に延設されている。

【0076】

本実施形態では、チューブ41は、プローブ本体21に固定されている。チューブ41は、節位置B2とは異なる節位置で、プローブ本体21へ固定される。チューブ41のプローブ本体21への固定は、第1の実施形態で前述した方法と同様にして、行われる。

【0077】

そこで、前記構成の超音波プローブ3では、第1の実施形態と同様の効果に加えて、以下の効果を奏する。すなわち、超音波プローブ3では、溝状部24が形成されたプローブ本体21が、超音波プローブ3の長手軸Cに沿った寸法の全体を占めている。溝状部24が設けられるプローブ本体21を形成することは、柱状部材への孔開け加工に比べ、短時間かつ低コストで行われる。また、超音波プローブ3では、孔開け加工が必要な筒状部31が設けられていない。このため、孔開け加工を行う必要がない。したがって、より効率よく、低コストで超音波プローブ3を製造することができる。

20

【0078】

（第2の実施形態の変形例）

なお、第2の実施形態では、プローブ本体21の基端側接続部22に基端側溝部27が設けられているが、これに限るものではない。例えば、第1の変形例として図22に示すように、プローブ本体21の基端側接続部22が筒状に形成されてもよい。本変形例では、基端側接続部22の外周部30に雄ネジ部26が形成されている。また、プローブ本体21には、溝状部24が溝規定面25により規定されている。プローブ本体21にホーン15が連結された状態では、超音波振動の第1の腹位置A1からプローブ本体21の先端である超音波振動の第2の腹位置A2まで長手軸Cに沿って溝状部24が、溝規定面25により規定されている。

30

【0079】

以上、第1の変形例から、ホーン15の先端方向側にプローブ本体21が取付けられていけばよい。そして、プローブ本体21にホーン15が連結された状態で、超音波振動の第1の腹位置A1からプローブ本体21の先端である超音波振動の第2の腹位置A2まで長手軸Cに沿って溝状部24が、溝規定面25により規定されていけばよい。

40

【0080】

また、第2の実施形態では、プローブ本体21に、長手軸Cに垂直な第1の垂直方向から第2の垂直方向に向かって凹んでいる溝状部24が形成されているが、これに限るものではない。例えば、第2の変形例として図23に示すように、第1の垂直方向から第2の垂直方向にプローブ本体21を貫通する孔状部74が、孔規定面75によりプローブ本体21に規定されてもよい。プローブ本体21にホーン15が連結された状態では、超音波振動の第1の腹位置A1からプローブ本体21の先端である超音波振動の第2の腹位置A2まで長手軸Cに沿って孔状部74が、孔規定面75により規定されている。孔規定面7

50

5では、第1の垂直方向側の端部及び第2の垂直方向側の端部がプローブ本体21の外周部30に連続している。以上のような構成にすることにより、振動伝達部20の長手軸Cに垂直な断面形状が、長手軸Cを中心として点対称な筒状から長手軸Cを中心として点対称でない形状へ、第1の腹位置A1で変化する。

【0081】

以上、第2の変形例から、プローブ本体21は、長手軸Cに垂直な第1の垂直方向から第2の垂直方向に向かって延設される空洞部(24, 74)をプローブ本体に規定する空洞規定面(25, 75)を備えればよい。そして、空洞部(24, 74)は、プローブ本体21にホーン15が連結された状態で記超音波振動の第1の腹位置A1からプローブ本体21の先端である超音波振動の第2の腹位置A2まで、長手軸Cに沿って空洞規定面(25, 75)により規定されていなければならない。また、空洞規定面(25, 75)では、少なくとも第1の垂直方向側の端部がプローブ本体21の外周部30に連続していなければならない。

10

【0082】

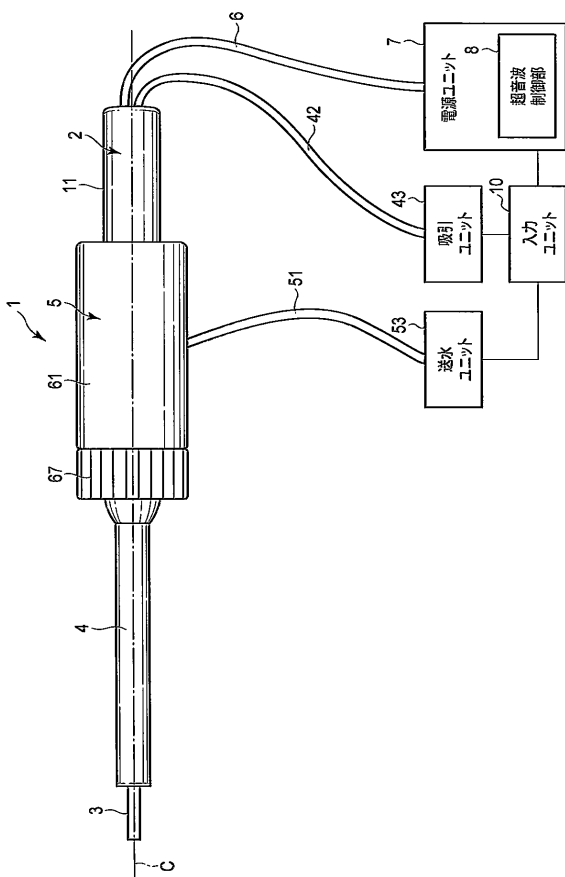
なお、第2の実施形態においても、第1の実施形態の第5の変形例と同様に、超音波プローブ3の先端面の全体に渡って、親水性コーティング部76が設けられていることが好ましい。これにより、送水ユニット53から送水された液体が先端面の全体に均一に付着する。このため、超音波プローブ3の先端面の全体を利用して、キャビテーションによりさらに効率よく生体組織を破碎することができる。

【0083】

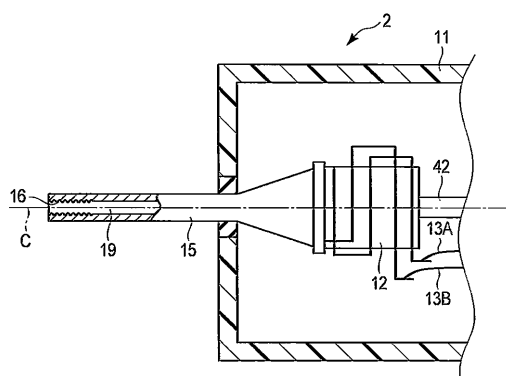
以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形ができることは勿論である。

20

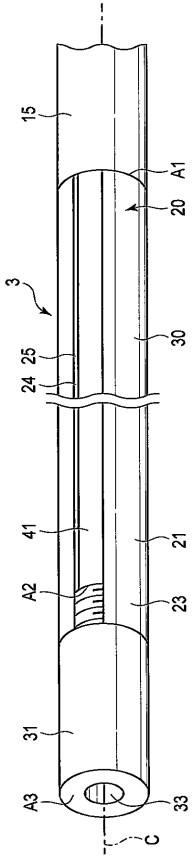
【図1】



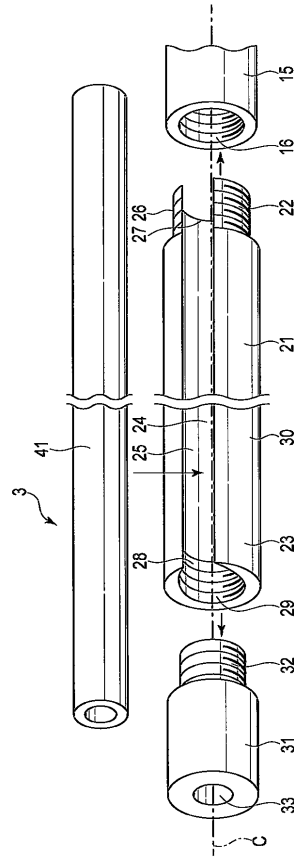
【図2】



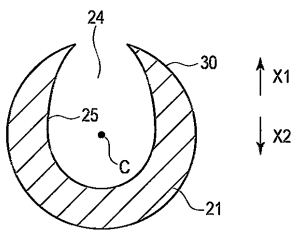
【 図 3 】



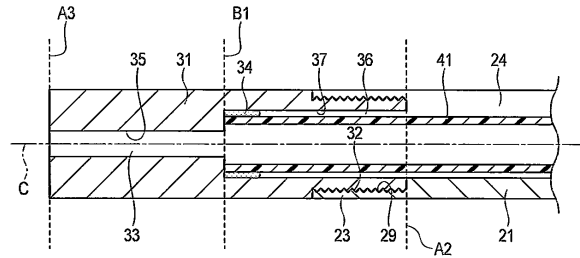
【 図 4 】



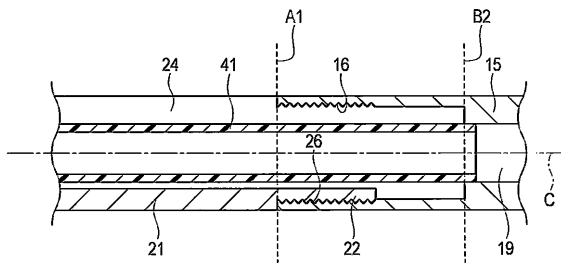
【 図 5 】



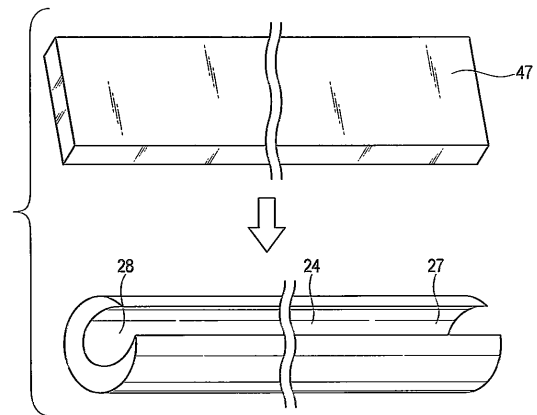
【 図 7 】



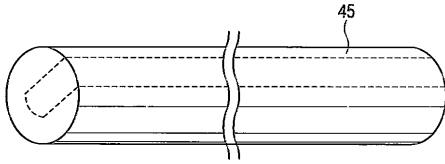
【 図 6 】



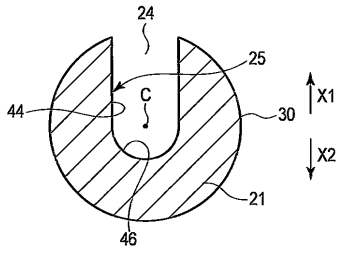
【 図 8 】



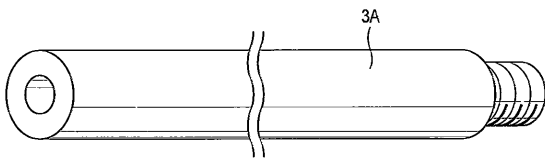
【図9A】



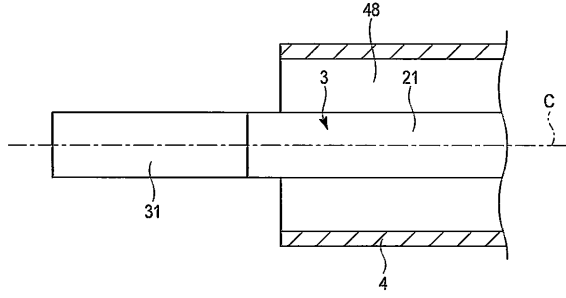
【図9B】



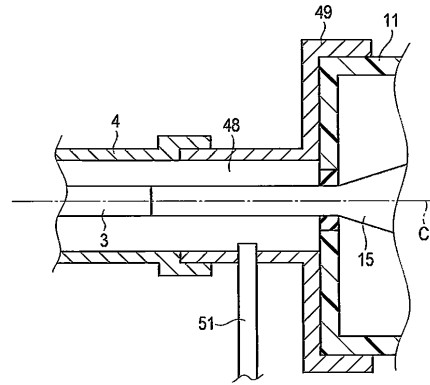
【図10】



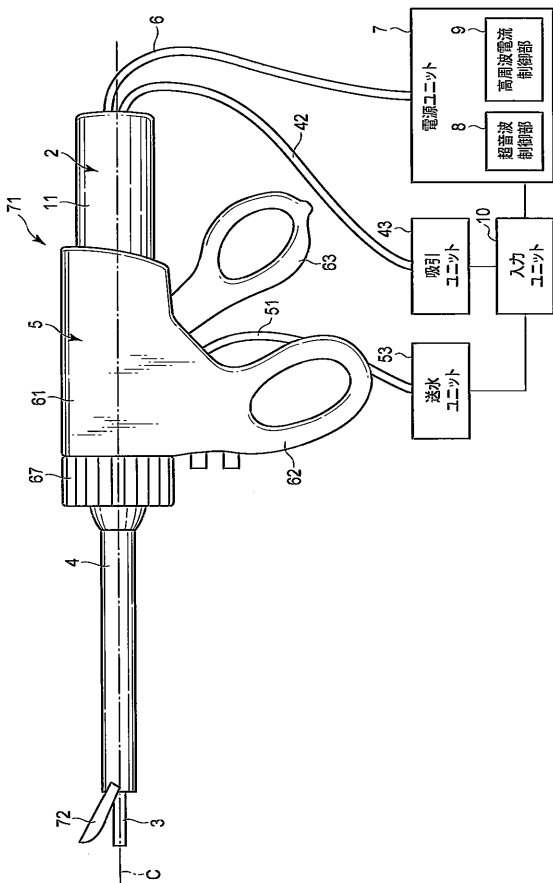
【図11】



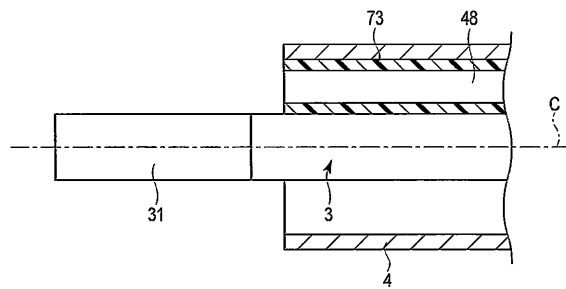
【図12】



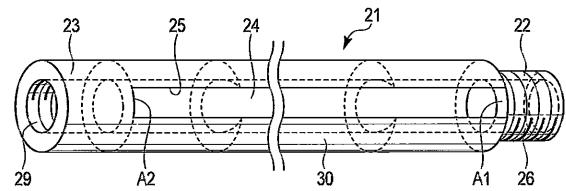
【図13】



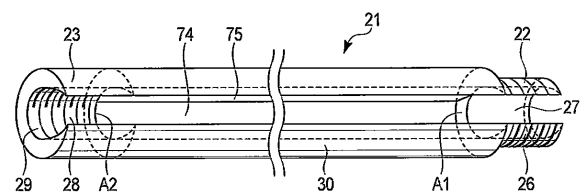
【図14】



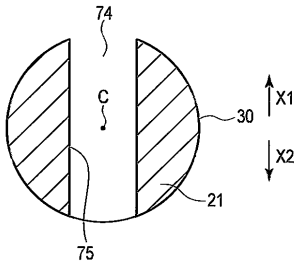
【図15】



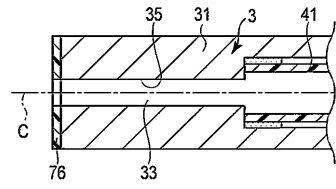
【図16】



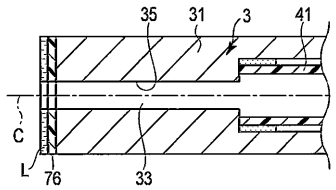
【 17 】



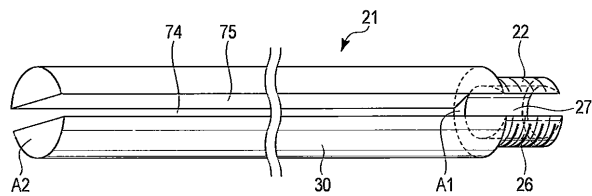
【 18 】



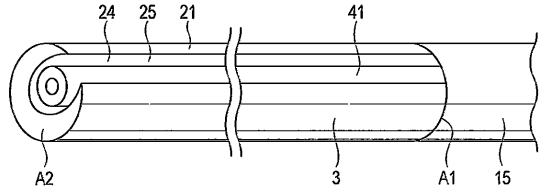
【 19 】



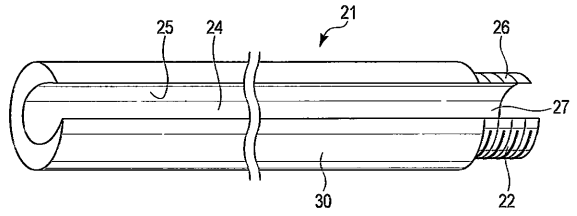
【 23 】



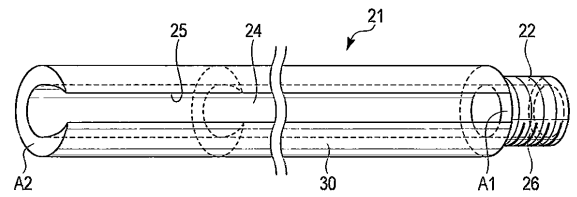
【 20 】



【 21 】



【 22 】



## フロントページの続き

(74)代理人 100119976

弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051

弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100158805

弁理士 井関 守三

(74)代理人 100172580

弁理士 赤穂 隆雄

(74)代理人 100179062

弁理士 井上 正

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073

弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290

弁理士 竹内 将訓

(72)発明者 銅 庸高

日本国東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

審査官 村上 聡

(56)参考文献 特開2001-161705(JP,A)

特開平04-212338(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 18/00

A61B 17/22