(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 12 月 5 日(05.12.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/180055 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 18/00 (2006.01) *H04R 17/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/064609

(22) 国際出願日: 2013 年 5 月 27 日(27.05.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
61/654,409 2012 年 6 月 1 日(01.06.2012) US

(71) 出願人: オリンパスメディカルシステムズ株式会社 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 銅 庸高 (AKAGANE, Tsunetaka); 〒1928512 東京都八王子市久保山町２－３ オリンパス知的財産サービス株式会社 知的財産技術部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門１丁目１２番９号 鈴榮特許綜合事務所内 Tokyo (JP).

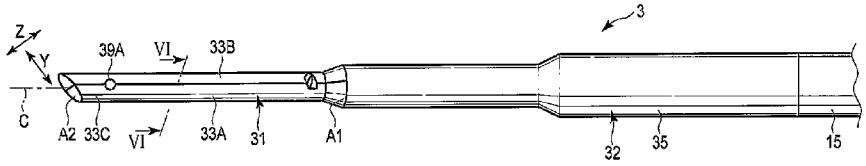
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ULTRASONIC PROBE

(54) 発明の名称 : 超音波プローブ



(57) **Abstract**: The ultrasonic probe of the present invention is provided with a plurality of connected vibrating members connected to each other, and each of the connected vibrating members is provided with a plurality of member vibrating parts extending along the longitudinal axis between a first antinode position and a second antinode position of ultrasonic vibration. The ultrasonic probe is provided with a groove specifying part for specifying a groove in each of the connected vibrating members and defining the grooves in a state in which each of the grooves forms at least a portion of a channel inside the plurality of member vibrating parts in cooperation with the groove of another connected vibrating member.

(57) 要約: 超音波プローブは、互いに対して連結される複数の連結振動部材を備え、超音波振動の第１の腹位置と第２の腹位置との間でそれぞれの前記連結振動部材が長手軸に沿って延設される複数部材振動部を備える。前記超音波プローブは、それぞれの前記連結振動部材に溝を規定し、それぞれの前記溝が他の前記連結振動部材の前記溝と協働して前記複数部材振動部の内部に通路の少なくとも一部を形成する状態に前記溝を規定する溝規定部を備える。

WO 2013/180055 A1

明　細　書

発明の名称 ： 超音波プローブ

技術分野

[0001] 本発明は、基端方向から先端方向へ長手軸に沿って超音波振動を伝達可能な超音波プローブに関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、長手軸に沿って延設される超音波プローブが開示されている。この超音波プローブは、超音波発生部である超音波振動子で発生した超音波振動を、基端方向から先端方向へ長手軸に沿って伝達可能である。超音波プローブの先端部には、生体組織等の処置対象を処置する先端処置部が設けられている。超音波振動が先端処置部に伝達されることにより、先端処置部によって処置対象が切除される（resected）。また、超音波プローブの内部には、先端部から基端方向側に長手軸に沿って延設される吸引通路が形成されている。切除された処置対象は、吸引通路を通して吸引される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第２００５／００２１０６５号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 前記特許文献１に示されるような長手軸に沿って内部に吸引通路等の通路が形成される超音波プローブは、一般的にガンドリル（gun drill）加工によって柱状部材に長手軸に沿って断面が真円状の孔を形成することにより、製造される。このようなガンドリル加工では、外径が小さく、かつ、長手軸に沿った寸法が大きい超音波プローブに、先端から基端に渡って吸引通路等の通路になる孔を形成することは困難である。

[0005] また、ガンドリル加工では、長手軸に垂直な断面での通路断面形状が真円状の孔のみしか形成できない。すなわち、長手軸に垂直な通路断面積を大き

くすることにより、処置において吸引等の性能が向上するが、ガンドリル加工では、長手軸に垂直な断面での通路断面形状が真円状でない、例えば楕円状の孔を、柱状部材に形成することができない。

[0006] 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、いかなる種類の通路が内部に設けられる場合でも、容易に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

[0007] 前記目的を達成するため、本発明のある態様は、基端方向から先端方向へ長手軸に沿って超音波振動を伝達可能な超音波プローブであって、前記超音波プローブの先端部から前記基端方向側に、前記超音波プローブの内部に通路を規定する通路規定部と、互いに対して連結される複数の連結振動部材を備え、前記超音波振動の第１の腹位置と前記第１の腹位置より前記先端方向側の前記超音波振動の第２の腹位置との間でそれぞれの前記連結振動部材が前記長手軸に沿って延設される複数部材振動部であって、前記超音波振動が伝達された状態でそれぞれの前記連結振動部材が他の前記連結振動部材と同一の振動モードで振動する複数部材振動部と、前記通路規定部に設けられ、それぞれの前記連結振動部材に溝を規定する溝規定部であって、それぞれの前記溝が他の前記連結振動部材の前記溝と協働して前記複数部材振動部の内部に前記通路の少なくとも一部を形成する状態に前記溝を規定する溝規定部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、いかなる種類の通路が内部に設けられる場合でも、容易に製造可能な超音波プローブを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [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である。

[図2]第１の実施形態に係る振動発生ユニットの構成を概略的に示す断面図である。

[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断面図である。

[図4]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である。

[図5]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である。

[図6]図４のＶＩ－ＶＩ線断面図である。

[図7]第１の変形例に係る超音波プローブの複数部材振動部の長手軸に垂直な断面を概略的に示す断面図である。

[図8]第２の変形例に係る超音波プローブの複数部材振動部の長手軸に垂直な断面を概略的に示す断面図である。

[図9]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である。

[図10A]図９のＸ－Ｘ線に沿った断面の一例を示す断面図である。

[図10B]図９のＸ－Ｘ線に沿った断面の別の一例を示す断面図である。

[図11]第３の変形例に係る超音波プローブの複数部材振動部の長手軸に垂直な断面を概略的に示す断面図である。

[図12]第４の変形例に係る超音波プローブの複数部材振動部の長手軸に平行な断面を概略的に示す断面図である。

[図13]第５の変形例に係る超音波プローブの複数部材振動部の長手軸に平行な断面を概略的に示す断面図である。

[図14]第６の変形例に係る超音波プローブと超音波発生ユニットとの間の接続を説明する概略図である。

[図15]第７の変形例に係る超音波プローブを概略的に示す斜視図である。

[図16]第８の変形例に係る超音波プローブの複数部材振動部の構成を概略的に示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] （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６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。図１に示すように、超音波処置装置１は、長手軸Ｃを有する。ここで、長手軸Ｃに平行な２方向の

一方を先端方向（図１の矢印Ｘ１の方向）とし、先端方向と反対方向を基端方向（図１の矢印Ｘ２の方向）とする。超音波処置装置１は、振動発生ユニット２と、長手軸Ｃに沿って延設される筒状の超音波プローブ３とを備える。

[0011] 振動発生ユニット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５の一端が接続されている。ケーブル５の他端は、電源ユニット６に接続されている。電源ユニット６は、超音波発生電流供給部７と、高周波電流供給部８とを備える。電源ユニット６には、入力ユニット９が接続されている。

[0012] 図２は、振動発生ユニット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振動発生部である超音波振動子１２が設けられている。超音波振動子１２には、電気配線１３Ａ，１３Ｂの一端が接続されている。電気配線１３Ａ，１３Ｂは、ケーブル５の内部を通って、他端が電源ユニット６の超音波発生電流供給部７に接続されている。超音波発生電流供給部７から電気配線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。

[0013] 超音波振動子１２には、電気配線１７の一端が接続されている。電気配線１７は、ケーブル５の内部を通って、他端が電源ユニット６の高周波電流供給部８に接続されている。高周波電流供給部８から電気配線１７を介して、超音波振動子１２及びホーン１５に高周波電流が伝達される。

[0014] 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１８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１９が形成されている。空間部１８には、チューブ部材２１の一端が接続されている。図１に示すように、チューブ部材２１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２２に接続されている。吸引ユニット２２は、入

力ユニット９に電気的に接続されている。

[0015] 図３乃至図５は、超音波プローブ３の構成を示す図である。図３乃至図５に示すように、超音波プローブ３の先端部には、生体組織等の処置対象を処置する電気メスである先端処置部３０が設けられている。また、超音波プローブ３は、複数部材振動部３１と、複数部材振動部３１より基端方向側に設けられる単一部材振動部３２と、を備える。先端処置部３０は、複数部材振動部３１の先端部に位置している。複数部材振動部３１は、チタン等から形成される複数の連結振動部材３３を備える。なお、本実施形態では、複数部材振動部３１は、２つの部材によって構成されており、第１の部材としての連結振動部材３３Ａと、第２の部材としての連結振動部材３３Ｂを備えている。また、単一部材振動部３２は、チタン等から形成される単一の一体振動部材３５のみから構成されている。

[0016] 超音波プローブ３の内部には、通路３７が通路規定部３８によって規定されている。通路３７は、超音波プローブ３の先端部（先端処置部３０）から基端方向側に延設されている。本実施形態では、長手軸Ｃに沿って超音波プローブ３の基端まで延設されている。超音波プローブ３の先端部（先端処置部３０）の外周部には、外部に対して開口する２つの開口部３９Ａ，３９Ｂが設けられている。開口部３９Ａ，３９Ｂは、長手軸回り方向について互いに対して離れて位置している。それぞれの開口部３９Ａ，３９Ｂは、通路３７に連通している。

[0017] 超音波プローブ３の基端部の外周部には、雄ネジ部４１が一体振動部材３５と一体に設けられている。雄ネジ部４１がホーン１５の雌ネジ部１９と螺合することにより、ホーン１５の先端方向側に超音波プローブ３の一体振動部材３５が取付けられる。ホーン１５に一体振動部材３５が取付けられた状態では、雄ネジ部４１は、単一部材振動部３２より基端方向側で、かつ、ホーン１５より内周方向側に位置している。以上のように、雄ネジ部４１は、単一部材振動部３２の基端方向側に振動発生ユニット２を直接的に接続する接続部となっている。

[0018] 一体振動部材３５は筒状に形成され、一体振動部材３５の内周部により通路３７の一部が規定されている。すなわち、一体振動部材３５の内周部が、通路規定部３８の一部となっている。一体振動部材３５の先端部の内周部には、雌ネジ部４２が形成されている。

[0019] 連結振動部材３３Ａの基端部には、連結振動部材３３Ｂに向かって突出する係合突起４３Ａ，４３Ｂが設けられている。また、連結振動部材３３Ｂの基端部には、係合溝４５Ａ，４５Ｂが設けられている。係合突起４３Ａは係合溝４５Ａと係合可能であり、係合突起４３Ｂは係合溝４５Ｂと係合可能である。それぞれの係合突起４３Ａ，４３Ｂが対応する係合溝４５Ａ，４５Ｂと係合することにより、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが互いに対して位置決めされた状態で連結され、複数部材振動部３１が形成される。

[0020] 超音波プローブ３では、雄ネジ構成部４７Ａが連結振動部材３３Ａと一体に設けられ、雄ネジ構成部４７Ｂが連結振動部材３３Ｂと一体に設けられている。連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが互いに対して連結された状態では、雄ネジ構成部４７Ａ，４７Ｂにより雄ネジ部４８が形成される。雄ネジ部４８が一体振動部材３５の雌ネジ部４２と螺合することにより、一体振動部材３５の先端方向側に連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが取付けられる。一体振動部材３５に連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが取付けられた状態では、雄ネジ部４８は、複数部材振動部３１より基端方向側で、かつ、一体振動部材３５より内周方向側に位置している。以上のように、雄ネジ部４８は、複数部材振動部３１の基端方向側に単一部材振動部３２を直接的に接続する接続部となっている。

[0021] 連結振動部材３３Ａには、切欠き５１Ａ，５１Ｂが設けられている。また、連結振動部材３３Ｂには、切欠き５２Ａ，５２Ｂが設けられている。連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが互いに対して連結された状態では、切欠き５１Ａ，５２Ａによって開口部３９Ａが形成される。また、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが互いに対して連結された状態では、切欠き５１Ｂ，５２Ｂによって開口部３９Ｂが形成される。

[0022] 超音波プローブ３は、一体振動部材３５がホーン１５に取付けられ、かつ、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが一体振動部材３５に取付けられることにより、振動発生ユニット２に連結される。超音波プローブ３が振動発生ユニット２に連結された状態では、通路３７の基端が、ホーン１５及び超音波振動子１２の内部に設けられる空間部１８と連通する。

[0023] 超音波プローブ３が振動発生ユニット２に連結された状態では、超音波プローブ３は基端方向から先端方向へ長手軸Ｃに沿って、超音波振動子１２で発生した超音波振動を伝達可能である。超音波振動が伝達されることにより、超音波プローブ３は、伝達方向及び振動方向が長手軸Ｃに対して平行な縦振動を行う。また、超音波プローブ３が振動発生ユニット２に連結された状態では、ホーン１５に伝達された高周波電流が、先端処置部３０まで長手軸Ｃに沿って伝達される。

[0024] 超音波振動が超音波プローブ３に伝達された状態では、複数部材振動部３１の基端（複数部材振動部３１と単一部材振動部３２との接続部）が超音波振動の第１の腹位置（anti-node position）Ａ１となり、複数部材振動部３１の先端が第１の腹位置Ａ１より先端方向側の超音波振動の第２の腹位置Ａ２となる。複数部材振動部３１は、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが互いに対して連結されることにより、形成される。したがって、複数部材振動部３１では、第１の腹位置Ａ１と第２の腹位置Ａ２との間で連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが長手軸Ｃに沿って延設されている。第１の腹位置Ａ１で、単一部材振動部３２から複数部材振動部３１に超音波振動が伝達される。すなわち、第１の腹位置Ａ１で、複数部材振動部３１の基端と単一部材振動部３２の先端が接続されている。また、第２の腹位置Ａ２は、超音波プローブ３の先端となる。

[0025] それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂは、超音波振動が超音波プローブ３に伝達された状態で、他の連結振動部材３３Ａ，３３Ｂと同一の振動モードで振動する。また、一体振動部材３５は、超音波振動が超音波プローブ３に伝達された状態で、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂと同一の振動モードで振

動する。例えば、それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂ及び一体振動部材３５は、周波数が４７Ｈｚの縦振動を行う状態に設計されている。

[0026] 超音波プローブ３の通路規定部３８は、連結振動部材３３Ａに溝５３Ａを規定し、連結振動部材３３Ｂに溝５３Ｂを規定する溝規定部５５を備える。連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが互いに対して連結された状態では、溝５３Ａ，５３Ｂにより通路３７の一部が形成される。すなわち、連結振動部材３３Ａの溝５３Ａは、連結振動部材３３Ｂの溝５３Ｂと協働して、複数部材振動部３１の内部に通路３７の一部を形成している。

[0027] 図６は、図４のＶＩ－ＶＩ線断面図である。図６に示すように、複数部材振動部３１は、長手軸Ｃに垂直な断面において、楕円状の断面形状を有する。複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状では、長手軸Ｃに垂直な第１の垂直方向（図４、図６の矢印Ｙの方向）についての第１の断面寸法Ｓ１が、長手軸Ｃに垂直で、かつ、第１の垂直方向に垂直な第２の垂直方向（図４、図６の矢印Ｚの方向）についての第２の断面寸法Ｓ２より、大きくなる。複数部材振動部３１では、第２の垂直方向の一方に向かって開口部３９Ａが開口し、第２の垂直方向の他方に向かって開口部３９Ｂが開口している。

[0028] また、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の通路断面形状は、複数部材振動部３１の断面形状に対して相似形状（analogous form）に、形成されている。そして、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の第１の垂直方向についての第１の通路寸法Ｔ１が、通路３７の第２の垂直方向についての第２の通路寸法Ｔ２より大きくなっている。すなわち、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の第１の垂直方向についての第１の通路寸法Ｔ１が、通路３７の第２の垂直方向についての第２の通路寸法Ｔ２より大きい楕円状の通路断面形状が形成される状態に、ぞれぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに溝５３Ａ，５３Ｂが規定されている。複数部材振動部３１の第１の断面寸法Ｓ１に対する通路３７の第１の通路寸法Ｔ１の第１の比率Ｒ１は、複数部材振動

部３１の第２の断面寸法Ｓ２に対する通路３７の第２の通路寸法Ｔ２の第２の比率Ｒ２に等しくなっている。

[0029] 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を製造する際には、まず、一体振動部材３５を形成する。一体振動部材３５は、柱状部材にガンドリル（gun drill）加工等で孔開けすることにより、形成される。ガンドリル加工により、一体振動部材３５の内部に通路３７の一部が形成される。ここで、一体振動部材３５が形成された状態では、雌ネジ部４２が一体振動部材３４に設けられ、雄ネジ部４１が一体振動部材３５と一体に設けられている。

[0030] 次に、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを形成する。この際、連結振動部材３３Ａに切削加工等により溝５３Ａが形成され、連結振動部材３３Ｂに切削加工等により溝５３Ｂが形成される。連結振動部材３３Ａが形成された状態では、係合突起４３Ａ，４３Ｂ及び切欠き５１Ａ，５１Ｂが連結振動部材３３Ａに設けられ、雄ネジ構成部４７Ａが連結振動部材３３Ａと一体に設けられる。また、連結振動部材３３Ｂが形成された状態では、係合溝４５Ａ，４５Ｂ及び切欠き５２Ａ，５２Ｂが連結振動部材３３Ｂに設けられ、雄ネジ構成部４７Ｂが連結振動部材３３Ｂと一体に設けられる。

[0031] そして、それぞれの係合突起４３Ａ，４３Ｂが対応する係合溝４５Ａ，４５Ｂと係合し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結する。これにより、複数部材振動部３２が形成される。この際、それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂの溝５３Ａ，５３Ｂは、他の連結振動部材（３３Ａ，３３Ｂ）の溝（５３Ａ，５３Ｂ）と協働して、複数部材振動部３１の内部に通路３７の一部を形成している。複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において通路３７の通路断面形状は、通路３７の第１の垂直方向についての第１の通路寸法Ｔ１が通路３７の第２の垂直方向についての第２の通路寸法Ｔ２より大きい楕円状に、形成されている。また、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結されることにより、雄ネジ構成部４７Ａ，４７Ｂによって雄ネジ部４８が形成される。そして、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互

いに対して連結することにより、切欠き５１Ａ，５２Ａによって開口部３９Ａが形成され、切欠き５１Ｂ，５２Ｂによって開口部３９Ｂが形成される。

[0032] そして、雄ネジ部４８を一体振動部材３５の雌ネジ部４２と螺合することにより、一体振動部材３５の先端方向側に連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを取付ける。これにより、超音波プローブ３が製造される。

[0033] ここで、ガンドリル加工では、長手軸Ｃに垂直な断面での通路断面形状が真円状でない楕円状の孔を、柱状部材に形成することができない。したがって、長手軸Ｃに垂直な通路断面形状が楕円状等の真円状でない形状の部分を通路３７が有する場合、ガンドリル加工を用いることができない。ガンドリル加工を用いることができないことにより、柱状部材に通路３７の一部となる孔を形成する作業の効率が低下してしまう。

[0034] そこで、本実施形態では、連結振動部材３３Ａに溝５３Ａを、連結振動部材３３Ｂに溝５３Ｂをそれぞれ形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結している。そして、溝５３Ａ，５３Ｂによって、長手軸Ｃに垂直な断面が真円状でない形状となる通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。すなわち、柱状部材に孔を形成する作業を行うことなく、長手軸Ｃに垂直な断面が真円状でない形状となる通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することは、ガンドリル加工を用いることなく柱状部材に孔を形成する場合に比べ、効率的に行われる。したがって、超音波プローブ３の製造時間及び製造コストが削減され、長手軸Ｃに垂直な通路断面形状が真円状でない形状の部分を通路３７が有する場合でも、容易に超音波プローブ３が製造される。

[0035] 次に、本実施形態の超音波処置装置１及び超音波プローブ３の作用について説明する。超音波処置装置１により腸間膜（mesentery）等の生体組織（処置対象）の処置を行う際には、入力ユニット９での操作によって超音波電流供給部７から超音波振動子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、超音波プローブ３の先端処置部３０まで長手軸Ｃに沿って超音波振動が伝達され、超音波プローブ３が縦振動を行う。また、入力ユニット９での操作によって、高周波電流供給部８から高周波電流が供給される。そして、超音波プローブ３の先端処置部３０まで高周波電流が伝達され、先端処置部３０から高周波電流が放電される。この状態で先端処置部３０を生体組織に接触されることにより、高周波電流によって生体組織が焼灼され（burned）、生体組織の凝固切開（cutting and coagulation）が行われる。ここで、先端処置部３０が位置する複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状では、長手軸Ｃに垂直な第１の垂直方向についての第１の断面寸法Ｓ１が、長手軸Ｃに垂直で、かつ、第１の垂直方向に垂直な第２の垂直方向についての第２の断面寸法Ｓ２より、大きくなる。このため、先端処置部３０は、処置対象の処置に適した形状に形成されている。

[0036] 超音波プローブ３では、第１の腹位置Ａ１で、複数部材振動部３１の基端方向側に単一部材振動部３２が接続されている。したがって、複数部材振動部３１の基端（単一部材振動部３２の先端）に位置する第１の腹位置Ａ１では、単一の一体振動部材３４が振動する状態から複数の連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが振動する状態に、振動する部材の数が変化する。振動する部材の数が変化する位置では、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。超音波振動が応力の影響を受けた場合、超音波振動の振動モードが変化し、超音波プローブ３が適切に縦振動を行わない状態となる。これにより、超音波プローブ３の先端処置部３０まで超音波振動が適切に伝達されなくなる。

[0037] したがって、本実施形態では、第１の腹位置Ａ１で振動する部材の数が変化する状態に、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、振動する部材の数が変化する第１の腹位置Ａ１で、超音波振動に応力が作用しない。このため、振動する部材の数の変化によ

って振動モードが変化せず、超音波プローブ３は適切に縦振動を行う。これにより、超音波プローブ３の先端処置部３０まで超音波振動が適切に伝達される。

[0038] また、先端処置部３０によって処置対象である生体組織を焼灼する際には、組織の周りに存在する液体や、処置によって生じた脂肪等を含む液体が問題となる場合がある。したがって、処置対象の処置を行う際には、入力ユニット９での操作によって、吸引ユニット２２を駆動する。そして、先端処置部３０の開口部３９Ａ又は開口部３９Ｂから液体を吸引する。開口部３９Ａ又は開口部３８Ｂから吸引された液体（例えば、組織の周りに存在する液体や処置によって生じた脂肪を含む液体）は、通路３７、空間部１８、及び、チューブ部材２１の内部を通って、吸引ユニット２２まで吸引回収される。

[0039] ここで、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において通路３７の通路断面形状は、通路３７の第１の垂直方向についての第１の通路寸法Ｔ１が通路３７の第２の垂直方向についての第２の通路寸法Ｔ２より大きい楕円状に、形成されている。すなわち、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の通路断面形状が、複数部材振動部３１の断面形状の第１の断面寸法Ｓ１及び第２の断面寸法Ｓ２に対応させて形成されている。このため、複数部材振動部３１での通路３７の通路断面形状が複数部材振動部３１の断面形状の第１の断面寸法Ｓ１及び第２の断面寸法Ｓ２に対応しない形状である真円状等に形成される場合に比べ、複数部材振動部３１での通路３７の長手軸Ｃに垂直な通路断面積が大きくなる。複数部材振動部３１での長手軸Ｃに垂直な通路断面積が大きくなることにより、処置において生じた液体等の吸引性能が向上する。

[0040] また、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の通路断面形状は、複数部材振動部３１の断面形状に対して相似形状に、形成されている。そして、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、複数部材振動部３１の第１の断面寸法Ｓ１に対する通路３７の第１の通路寸法Ｔ１の第１の比率Ｒ１は、複数部材振動部３１の第２の断面寸法Ｓ２に

対する通路３７の第２の通路寸法Ｔ２の第２の比率Ｒ２に等しくなっている。このため、複数部材振動部３１での通路３７の長手軸Ｃに垂直な通路断面積がさらに大きくなる。したがって、処置において液体の吸引性能がさらに向上する。

[0041] 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の複数部材振動部３１は、それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することにより、製造される。そして、複数部材振動部３１の内部では、溝５３Ａ，５３Ｂによって、長手軸Ｃに垂直な断面が真円状でない形状となる通路３７の一部が、形成される。すなわち、柱状部材に孔を形成する作業を行うことなく、長手軸Ｃに垂直な断面が真円状でない形状となる通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することは、ガンドリル加工を用いることなく柱状部材に孔を形成する場合に比べ、効率的に行われる。したがって、超音波プローブ３の製造時間及び製造コストが削減され、長手軸Ｃに垂直な通路断面形状が真円状でない形状の部分を通路３７が有する場合でも、容易に超音波プローブ３を製造することができる。

[0042] また、超音波プローブ３では、単一部材振動部３２と複数部材振動部３１との境界が第１の腹位置Ａ１に位置している。すなわち、第１の腹位置Ａ１で振動する部材の数が変化する状態に、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、振動する部材の数が変化する第１の腹位置Ａ１で、超音波振動に応力が作用しない。このため、振動する部材の数の変化によって振動モードが変化せず、超音波プローブ３は適切に縦振動を行う。これにより、振動する部材の数が変化する部分を有する場合でも、超音波プローブ３の先端処置部３０まで超音波振動を適切に伝達することができる。

[0043] （第１の実施形態の変形例）

第１の実施形態では、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状が楕円状であり、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面での通路３７の通路断面形状が楕円状であるが、これに限るものではない。例えば、第１の変形例として図７に示すように、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状が長方形状であってもよい。本変形例においても、第１の実施形態と同様に、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状では、長手軸Ｃに垂直な第１の垂直方向（図７の矢印Ｙの方向）についての第１の断面寸法Ｓ１が、長手軸Ｃに垂直で、かつ、第１の垂直方向に垂直な第２の垂直方向（図７の矢印Ｚの方向）についての第２の断面寸法Ｓ２より、大きくなる。

[0044] また、本変形例でも、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の通路断面形状は、複数部材振動部３１の断面形状に対して相似形状に、形成されている。そして、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の第１の垂直方向についての第１の通路寸法Ｔ１が、通路３７の第２の垂直方向についての第２の通路寸法Ｔ２より大きくなっている。すなわち、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の第１の垂直方向についての第１の通路寸法Ｔ１が、通路３７の第２の垂直方向についての第２の通路寸法Ｔ２より大きい長方形状の通路断面形状が形成される状態に、ぞれぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに溝５３Ａ，５３Ｂが規定されている。複数部材振動部３１の第１の断面寸法Ｓ１に対する通路３７の第１の通路寸法Ｔ１の第１の比率Ｒ１は、複数部材振動部３１の第２の断面寸法Ｓ２に対する通路３７の第２の通路寸法Ｔ２の第２の比率Ｒ２に等しくなっている。

[0045] また、第１の実施形態では、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の通路断面形状は、複数部材振動部３１の断面形状に対して相似形状に、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８に示すように、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状が長方形状であって、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断

面において通路３７の通路断面形状が楕円状に形成されてもよい。本変形例においても、第１の実施形態と同様に、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状では、長手軸Ｃに垂直な第１の垂直方向（図８の矢印Ｙの方向）についての第１の断面寸法Ｓ１が、長手軸Ｃに垂直で、かつ、第１の垂直方向に垂直な第２の垂直方向（図８の矢印Ｚの方向）についての第２の断面寸法Ｓ２より、大きくなる。そして、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の第１の垂直方向についての第１の通路寸法Ｔ１が、通路３７の第２の垂直方向についての第２の通路寸法Ｔ２より大きくなっている。

[0046] 前述の第１の変形例及び第２の変形例から、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の通路断面形状が、複数部材振動部３１の断面形状の第１の断面寸法Ｓ１及び第２の断面寸法Ｓ２に対応させて形成されていればよい。これにより、複数部材振動部３１での通路３７の通路断面形状が複数部材振動部３１の断面形状の第１の断面寸法Ｓ１及び第２の断面寸法Ｓ２に対応しない形状である真円状等に形成される場合に比べ、複数部材振動部３１での通路３７の長手軸Ｃに垂直な通路断面積が大きくなる。複数部材振動部３１での長手軸Ｃに垂直な通路断面積が大きくなることにより、処置において液体の吸引性能が向上する。

[0047] （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９及び図１０Ａ、図１０Ｂ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。

[0048] 図９は本実施形態の超音波プローブ３を示す図であり、図１０Ａは図９のＸ－Ｘ線に沿った断面の一例であり、図１０Ｂは図９のＸ－Ｘ線に沿った断面の別の一例である。図９に示すように、本実施形態でも第１の実施形態と同様に、複数部材振動部３１では、第１の腹位置Ａ１と第２の腹位置Ａ２との間で連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが長手軸Ｃに沿って延設されている。そ

して、第１の腹位置Ａ１で、単一部材振動部３２から複数部材振動部３１に超音波振動が伝達される。すなわち、第１の腹位置Ａ１で、複数部材振動部３１の基端方向側に単一部材振動部３２が接続されている。また、第２の腹位置Ａ２は、超音波プローブ３の先端となる。超音波プローブ３の複数部材振動部３１は、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２まで長手軸Ｃに沿って基準寸法Ｌ０を有する。

[0049] 図１０Ａ及び図１０Ｂに示すように、本実施形態では第１の実施形態と異なり、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状が真円状に形成されている。また、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、通路３７の通路断面形状も真円状に形成されている。複数部材振動部３１での通路３７の通路断面形状は、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２までの長手軸Ｃに沿った基準寸法Ｌ０の１００分の１以上の直径Ｄ０を有する。すなわち、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２までの長手軸Ｃに沿った基準寸法Ｌ０の１００分の１以上の直径Ｄ０を有する真円状の通路断面形状が形成される状態に、それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに溝５３Ａ，５３Ｂが規定される。

[0050] なお、第１の実施形態では、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを係合突起４３Ａ，４３Ｂ及び係合溝４５Ａ，４５Ｂによって連結しているが、これに限るものではない。例えば、図１０Ｂに示すように、係合突起４３Ａ，４３Ｂ及び係合溝４５Ａ，４５Ｂの代わりに、連結振動部材３３Ａに段差部３３Ａ１，３３Ａ２を設け、連結振動部材３３Ｂに段差部３３Ｂ１、３３Ｂ２を設けてもよい。そして、段差部３３Ａ１及び段差部３３Ｂ１を係合させ、かつ、段差部３３Ａ２及び段差部３３Ｂ２を係合させることにより、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが位置決された状態で連結される。

[0051] また、本実施形態では第１の実施形態とは異なり、開口部３９Ａ，３９Ｂが設けられず、超音波プローブ３の先端部（先端処置部３０）に先端方向に向かって開口する開口部５７が設けられている。連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが互いに対して連結されることにより、溝５３Ａ，５３Ｂの先端によって

開口部５７が形成される。

[0052] なお、本実施形態では、先端処置部３０は電気メスとして用いられなくてもよく、先端処置部３０により第１の実施形態で前述した処置対象の処置が行われなくてもよい。すなわち、電源ユニット６に高周波電流供給部８が設けられず、先端処置部３０に高周波電流が伝達されなくてもよい。この場合、例えば超音波処置装置１が送液ユニット（図示しない）を備え、先端処置部３０に超音波振動が伝達されるとともに、送液ユニットから生理食塩水等の液体が送液チューブ等の送液経路（図示しない）を通して処置対象の近傍に送液される。これにより、先端処置部３０の近傍でキャビテーションが発生し、肝細胞（hepatic cell）等の処置対象が破砕（shattered）及び乳化され（emulsified）、処置対象の切除（resection）が行われる。そして、開口部５７から切除された処置対象が吸引される。そして、通路３７、空間部１８、及び、チューブ部材２１の内部を通って、吸引ユニット２２まで切除された処置対象が、吸引回収される。

[0053] 本実施形態でも第１の実施形態と同様に、第１の腹位置Ａ１で振動する部材の数が変化する状態に、設定されている。前述のように、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、振動する部材の数が変化する第１の腹位置Ａ１で、超音波振動に応力が作用しない。このため、振動する部材の数の変化によって振動モードが変化せず、超音波プローブ３は適切に縦振動を行う。これにより、超音波プローブ３の先端処置部３０まで超音波振動が適切に伝達される。

[0054] 本実施形態の超音波プローブ３は、第１の実施形態の超音波プローブと同様にして、製造される。ここで、超音波プローブ３は、外径が小さく、かつ、長手軸Ｃに沿った寸法が大きい。このため、ガンドリル加工では、細長い超音波プローブ３に孔を形成することは困難である。例えば、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２までの長手軸Ｃに沿った基準寸法Ｌに対して１００分の１以上の直径Ｄ０を有する孔を通路３７の一部として複数部材振動部

３１に形成する場合、超音波プローブ３の肉厚が薄くなるため、ガンドリル加工を用いることは困難である。ガンドリル加工を用いることができないことにより、柱状部材に通路３７の一部となる孔を形成する作業の効率が低下してしまう。

[0055] そこで、本実施形態では、連結振動部材３３Ａに溝５３Ａを、連結振動部材３３Ｂに溝５３Ｂをそれぞれ形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結している。そして、溝５３Ａ，５３Ｂによって、基準寸法Ｌ０に対して直径Ｄが１００分の１以上となる通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。すなわち、柱状部材に孔を形成する作業を行うことなく、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２までの長手軸Ｃに沿った基準寸法Ｌ０に対して直径Ｄが１００分の１以上となる通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することは、ガンドリル加工を用いることなく柱状部材に孔を形成する場合に比べ、効率的に行われる。したがって、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２までの長手軸Ｃに沿った基準寸法Ｌ０に対して１００分の１以上の直径Ｄ０を有する孔を通路３７の一部として複数部材振動部３１に形成する場合でも、容易に超音波プローブ３が製造される。

[0056] 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の複数部材振動部３１は、それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することにより、製造される。そして、複数部材振動部３１の内部では、溝５３Ａ，５３Ｂによって、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２までの長手軸Ｃに沿った基準寸法Ｌ０に対して直径Ｄが１００分の１以上となる通路３７の一部が、形成される。すなわち、柱状部材に孔を形成する作業を行うことなく、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２までの長手軸Ｃに沿った基準寸法Ｌ０に対して直径Ｄが１００分の１以上となる通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。それぞ

れの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することは、ガンドリル加工を用いることなく柱状部材に孔を形成する場合に比べ、効率的に行われる。したがって、超音波プローブ３の製造時間及び製造コストが削減され、第１の腹位置Ａ１から第２の腹位置Ａ２までの長手軸Ｃに沿った基準寸法Ｌ０に対して直径Ｄが１００分の１以上となる孔を通路３７の一部として形成する場合でも、容易に超音波プローブ３を製造することができる。

[0057] また、超音波プローブ３では、単一部材振動部３２と複数部材振動部３１との境界が第１の腹位置Ａ１に位置している。すなわち、第１の腹位置Ａ１で振動する部材の数が変化する状態に、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、振動する部材の数が変化する第１の腹位置Ａ１で、超音波振動に応力が作用しない。このため、振動する部材の数の変化によって振動モードが変化せず、超音波プローブ３は適切に縦振動を行う。これにより、振動する部材の数が変化する部分を有する場合でも、超音波プローブ３の先端処置部３０まで超音波振動を適切に伝達することができる。

[0058] （その他の変形例）

なお、第３の変形例として図１１に示すように、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面形状が正方形状であってもよい。本変形例では、複数部材振動部３１の長手軸Ｃに垂直な断面において、正方形状の通路断面形状が形成される状態に、ぞれぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに溝５３Ａ，５３Ｂが規定されている。

[0059] 第１の実施形態で前述したように、ガンドリル加工では、長手軸Ｃに垂直な断面での通路断面形状が真円状でない孔を、柱状部材に形成することができない。そこで、本変形例では、連結振動部材３３Ａに溝５３Ａを、連結振動部材３３Ｂに溝５３Ｂをそれぞれ形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結している。そして、溝５３Ａ，５３Ｂによって、長手軸Ｃ

に垂直な断面が真円状でない形状となる通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することは、ガンドリル加工を用いることなく柱状部材に孔を形成する場合に比べ、効率的に行われる。

[0060] また、第４の変形例として図１２に示すように、長手軸Ｃに対して通路３７が蛇行する通路蛇行部６１が、複数部材振動部３１の内部に設けられてもよい。本変形例では、複数部材振動部３１の内部において通路蛇行部６１が形成される状態に、それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに溝５３Ａ，５３Ｂが規定されている。通路蛇行部６１が設けられることにより、長手軸Ｃに沿って通路３７が形成される場合に比べ、通路３７の全長が長くなる。通路３７の全長が長くなることにより、通路３７の占める体積が大きくなる。超音波プローブ３に超音波振動、高周波電流が伝達された状態では、超音波振動、高周波電流によって超音波プローブ３が発熱する。本変形例では、通路３７の占める体積が大きくなるため、超音波プローブ３の熱容量が低くなり、超音波プローブ３の熱交換性が向上する。したがって、超音波振動、高周波電流によって超音波プローブ３が発熱した際に、超音波プローブ３が有効に冷却される。

[0061] ガンドリル加工では、長手軸Ｃに対して蛇行する通路蛇行部６１を備える孔を、柱状部材に形成することができない。そこで、本変形例では、連結振動部材３３Ａに溝５３Ａを、連結振動部材３３Ｂに溝５３Ｂをそれぞれ形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結している。そして、溝５３Ａ，５３Ｂによって、長手軸Ｃに対して蛇行する通路蛇行部６１を備える通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することは、ガンドリル加工を用いることなく柱状部材に孔を形成する場合に比べ、効率的に行われる。

[0062] また、第５の変形例として図１３に示すように、通路３７の長手軸Ｃに垂

直な通路断面積が変化する通路断面積変化部６２が、複数部材振動部３１の内部に設けられてもよい。本変形例では、複数部材振動部３１の内部において通路断面積変化部６２が形成される状態に、それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに溝５３Ａ，５３Ｂが規定されている。通路断面積変化部６２は、開口部５７から基端方向側に延設されている。通路断面積変化部６２では、基端方向に向かうにつれて通路断面積が大きくなる。基端方向に向かうにつれて通路断面積が大きくなる通路断面積変化部６２を設けることにより、開口部５７での吸引圧が、通路断面積変化部６２を設けない場合に比べ、大きくなる。また、通路断面積変化部６２を設けることにより、通路３７において開口部５７で通路断面積が最も小さくなる。したがって、開口部５７で吸引された脂肪、生体組織等が通路３７の途中に滞留し難い。

[0063] ガンドリル加工では、長手軸Ｃに垂直な断面積が変化する通路断面積変化部６２を備える孔を、柱状部材に形成することができない。そこで、本変形例では、連結振動部材３３Ａに溝５３Ａを、連結振動部材３３Ｂに溝５３Ｂをそれぞれ形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結している。そして、溝５３Ａ，５３Ｂによって、通路３７の長手軸Ｃに垂直な通路断面積が変化する通路断面積変化部６２を備える通路３７の一部が、複数部材振動部３１の内部に形成される。それぞれの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂに対応する溝５３Ａ，５３Ｂを形成し、連結振動部材３３Ａ，３３Ｂを互いに対して連結することは、ガンドリル加工を用いることなく柱状部材に孔を形成する場合に比べ、効率的に行われる。

[0064] また、前述の実施形態では、超音波プローブ３に単一部材振動部３２が設けられているが、これに限るものではない。例えば、第６の変形例として図１４に示すように、複数部材振動部３１が振動発生ユニット２に直接的に接続されてもより。本変形例では、単一部材振動部３２は、超音波プローブ３に設けられていない。雄ネジ部４８がホーン１５の雌ネジ部１９と螺合することにより、第１の腹位置Ａ１で複数部材振動部３１の基端方向側に振動発生ユニット２が接続される。すなわち、雄ネジ部４８が、振動発生ユニット

２を第１の腹位置Ａ１で複数部材振動部３１の基端方向側に直接的に接続することが可能な接続部となっている。本変形例では、溝５３Ａ，溝５３Ｂにより複数部材振動部３１の内部に通路３７の全体が形成されている。

[0065] また、本変形例では、第１の腹位置Ａ１で単一のホーン１５が振動する状態から複数の連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが振動する状態に変化する。すなわち、第１の腹位置Ａ１で振動する部材の数が変化する状態に、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、振動する部材の数が変化する第１の腹位置Ａ１で、超音波振動に応力が作用しない。このため、振動する部材の数の変化によって振動モードが変化せず、超音波プローブ３は適切に縦振動を行う。これにより、超音波プローブ３の先端処置部３０まで超音波振動が適切に伝達される。

[0066] また、前述の実施形態では、第２の腹位置Ａ２が超音波プローブ３の先端となるが、これに限るものではない。例えば、第７の変形例として図１５に示すように、複数部材振動部３１の先端方向側に単一部材振動部３２とは別の単一部材振動部６３が設けられてもよい。単一部材振動部６３は、一体振動部材６５のみから構成されている。超音波振動が伝達された状態で、一体振動部材６５は連結振動部材３３Ａ，３３Ｂと同一の振動モードで振動する。単一部材振動部６３は、第２の腹位置Ａ２で複数部材振動部３１の先端方向側に直接的に接続される。また、単一部材振動部６３の先端が超音波プローブ３の先端となり、第２の腹位置Ａ２より先端方向側の超音波振動の第３の腹位置Ａ３となる。

[0067] 本変形例では、第２の腹位置Ａ２で複数の連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが振動する状態から単一の一体振動部材６５が振動する状態に変化する。すなわち、第２の腹位置Ａ２で振動する部材の数が変化する状態に、設定されている。第２の腹位置Ａ２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、振動する部材の数が変化する第２の腹位置Ａ２で、超音波振動に応力が作用

しない。このため、振動する部材の数の変化によって振動モードが変化せず、超音波プローブ３は適切に縦振動を行う。これにより、超音波プローブ３の先端処置部３０まで超音波振動が適切に伝達される。

[0068] また、前述の実施形態では、２つの連結振動部材３３Ａ，３３Ｂが複数部材振動部３１に設けられているが、これに限るものではない。例えば、第８の変形例として図１６に示すように、複数部材振動部３１が３つの連結振動部材３３Ａ～３３Ｃを備えてもよい。本変形例でも、連結振動部材３３Ａ～３３Ｃは互いに対して連結され、それぞれの連結振動部材３３Ａ～３３Ｃは第１の腹位置Ａ１と第２の腹位置Ａ２との間で長手軸Ｃに沿って延設されている。そして、超音波振動が伝達された状態で、連結振動部材３３Ａは、他の連結振動部材３３Ｂ，３３Ｃと同一の振動モードで振動する。

[0069] 本変形例では、それぞれの連結振動部材３３Ａ～３３Ｃに、対応する溝５３Ａ～５３Ｃが溝規定部５５により規定されている。連結振動部材３３Ａの溝５３Ａは、他の連結振動部材３３Ｂ，３３Ｃの溝５３Ｂ，５３Ｃと協働して、複数部材振動部３１の内部に通路３７の一部を形成している。

[0070] また、前述の実施形態では、超音波プローブ３の通路３７は、吸引される液体が通る吸引経路として用いられているが、これに限るものではない。例えば、通路３７を介して、処置対象の近傍に送液が行われてもよい。

[0071] 前述した変形例より、超音波プローブ３は、互いに対して連結される複数の連結振動部材（３３Ａ～３３Ｃ）が設けられ、第１の腹位置Ａ１と第２の腹位置Ａ２との間でそれぞれの連結振動部材（３３Ａ～３３Ｃ）が長手軸Ｃに沿って延設される複数部材振動部３１を備えればよい。そして、超音波振動が伝達された状態でそれぞれの連結振動部材（例えば３３Ａ）が他の連結振動部材（例えば３３Ｂ，３３Ｃ）と同一の振動モードで振動すればよい。そして、それぞれの連結振動部材（例えば３３Ａ）の溝（例えば５３Ａ）が他の連結振動部材（例えば３３Ｂ，３３Ｃ）の溝（例えば５３Ａ，５３Ｂ）と協働して、複数部材振動部３１の内部に通路３７の少なくとも一部を形成すればよい。

[0072] このような構成にすることにより、いかなる種類の通路３７が内部に設けられる場合でも、容易に超音波プローブ３を製造することができる。また、振動する部材の数が変化する部分を有する場合でも、超音波プローブ３の先端処置部３０まで超音波振動を適切に伝達することができる。

[0073] 以上、本発明の実施形態及び変形例について説明したが、本発明は前述の実施形態及び変形例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。

請求の範囲

[請求項1] 基端方向から先端方向へ長手軸に沿って超音波振動を伝達可能な超音波プローブであって、

前記超音波プローブの先端部から前記基端方向側に、前記超音波プローブの内部に通路を規定する通路規定部と、

互いに対して連結される複数の連結振動部材を備え、前記超音波振動の第１の腹位置と前記第１の腹位置より前記先端方向側の前記超音波振動の第２の腹位置との間でそれぞれの前記連結振動部材が前記長手軸に沿って延設される複数部材振動部であって、前記超音波振動が伝達された状態でそれぞれの前記連結振動部材が他の前記連結振動部材と同一の振動モードで振動する複数部材振動部と、

前記通路規定部に設けられ、それぞれの前記連結振動部材に溝を規定する溝規定部であって、それぞれの前記溝が他の前記連結振動部材の前記溝と協働して前記複数部材振動部の内部に前記通路の少なくとも一部を形成する状態に前記溝を規定する溝規定部と、

を具備する超音波プローブ。

[請求項2] 前記複数部材振動部は、前記長手軸に垂直な断面において、前記長手軸に垂直な第１の垂直方向についての第１の断面寸法が、前記長手軸に垂直で、かつ、前記第１の垂直方向に垂直な第２の垂直方向についての第２の断面寸法より大きい断面形状を有し、

前記溝規定部は、前記複数部材振動部の前記長手軸に垂直な前記断面において、前記通路の前記第１の垂直方向についての第１の通路寸法が、前記通路の前記第２の垂直方向についての第２の通路寸法より大きい通路断面形状が形成される状態に、ぞれぞれの前記連結振動部材に前記溝を規定する、

請求項１の超音波プローブ。

[請求項3] 前記複数部材振動部の前記長手軸に垂直な前記断面において、前記複数部材振動部の前記断面形状に対して前記通路の前記通路断面形状

は相似形状であり、

前記複数部材振動部の前記長手軸に垂直な前記断面において、前記複数部材振動部の前記第１の断面寸法に対する前記通路の前記第１の通路寸法の第１の比率が、前記複数部材振動部の前記第２の断面寸法に対する前記通路の前記第２の通路寸法の第２の比率と等しい、

請求項２の超音波プローブ。

［請求項4］ 前記溝規定部は、前記複数部材振動部の前記長手軸に垂直な断面において、前記第１の腹位置から前記第２の腹位置までの前記長手軸に沿った基準寸法の１００分の１以上の直径を有する真円状の通路断面形状が形成される状態に、ぞれぞれの前記連結振動部材に前記溝を規定する、請求項１の超音波プローブ。

［請求項5］ 前記溝規定部は、前記複数部材振動部の前記内部において、前記長手軸に対して前記通路が蛇行する通路蛇行部が形成される状態に、それぞれの前記連結振動部材に前記溝を規定する、請求項１の超音波プローブ。

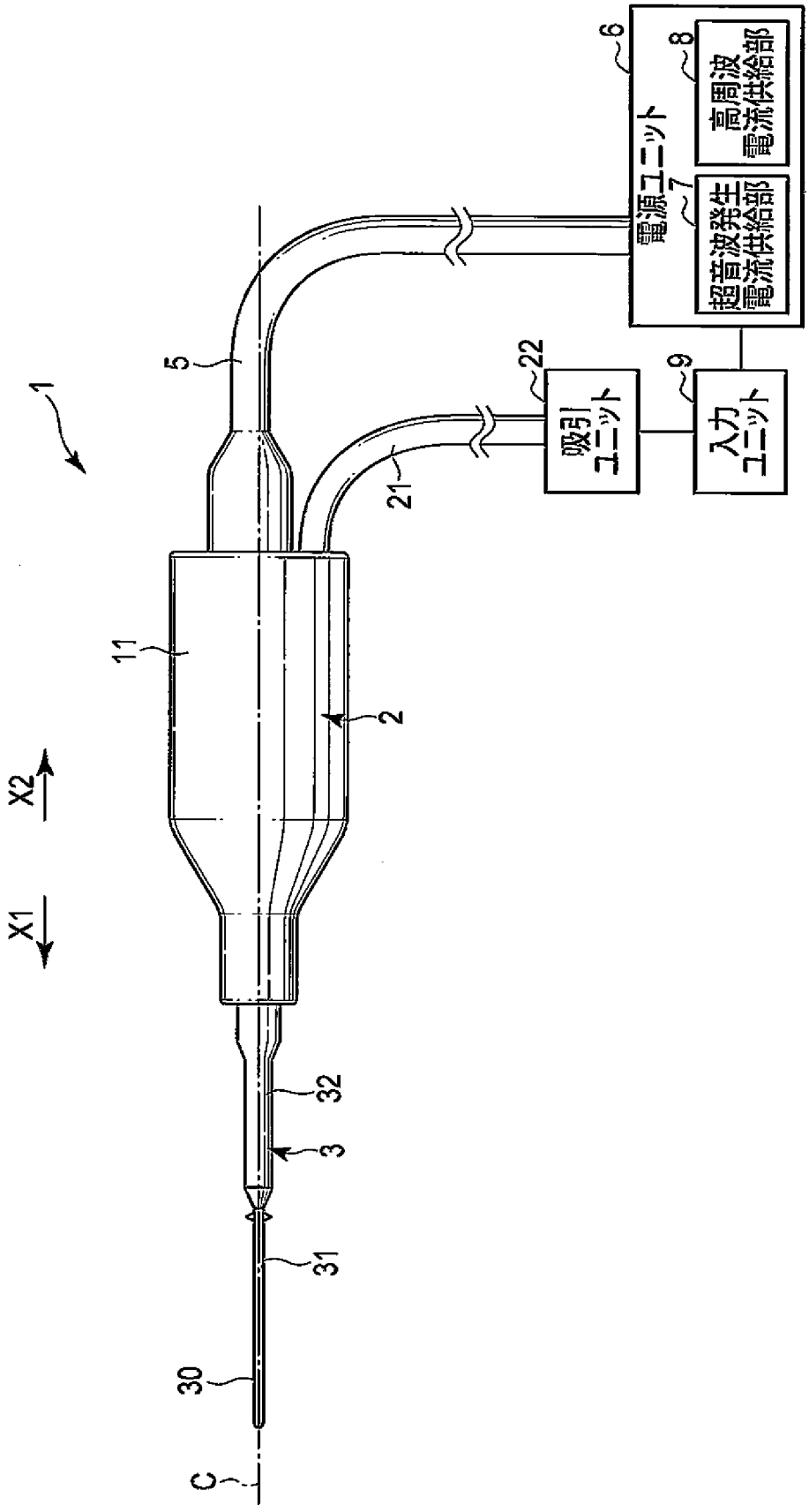
［請求項6］ 前記溝規定部は、前記複数部材振動部の前記内部において、前記通路の前記長手軸に垂直な通路断面積が変化する通路断面積変化部が形成される状態に、それぞれの前記連結振動部材に前記溝を規定する、請求項１の超音波プローブ。

［請求項7］ 前記超音波振動が伝達された状態で前記連結振動部材と同一の前記振動モードで振動する単一の一体振動部材のみから構成され、前記第１の腹位置で前記複数部材振動部の前記基端方向側に接続される単一部材振動部をさらに具備する、請求項１の超音波プローブ。

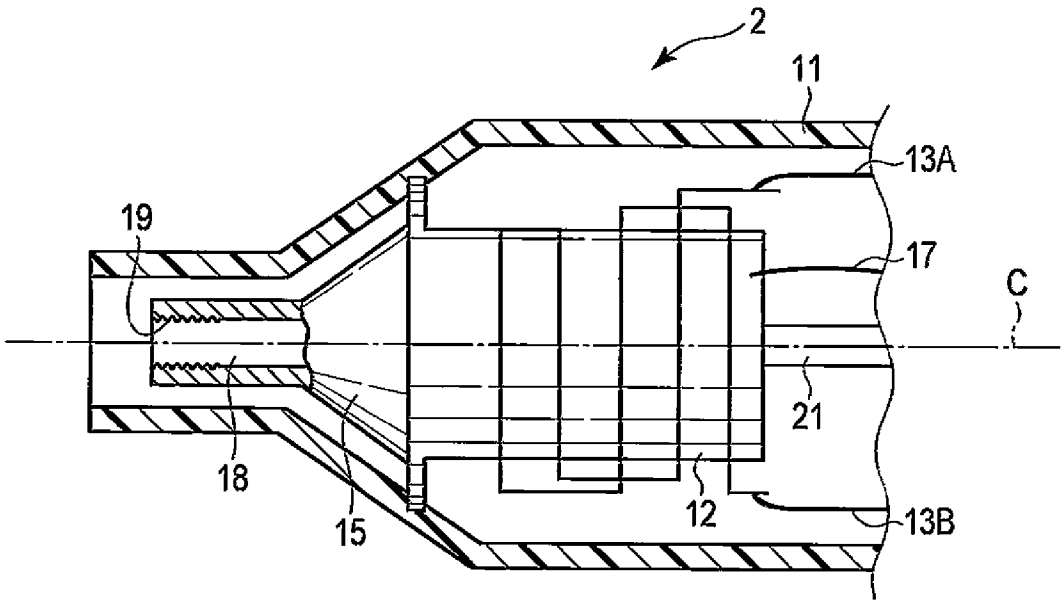
［請求項8］ 前記超音波振動を発生する振動発生ユニットを前記第１の腹位置で前記複数部材振動部の前記基端方向側に直接的に接続することが可能な接続部をさらに具備する、請求項１の超音波プローブ。

［請求項9］ 前記第２の腹位置が前記超音波プローブの先端となる請求項１の超音波プローブ。

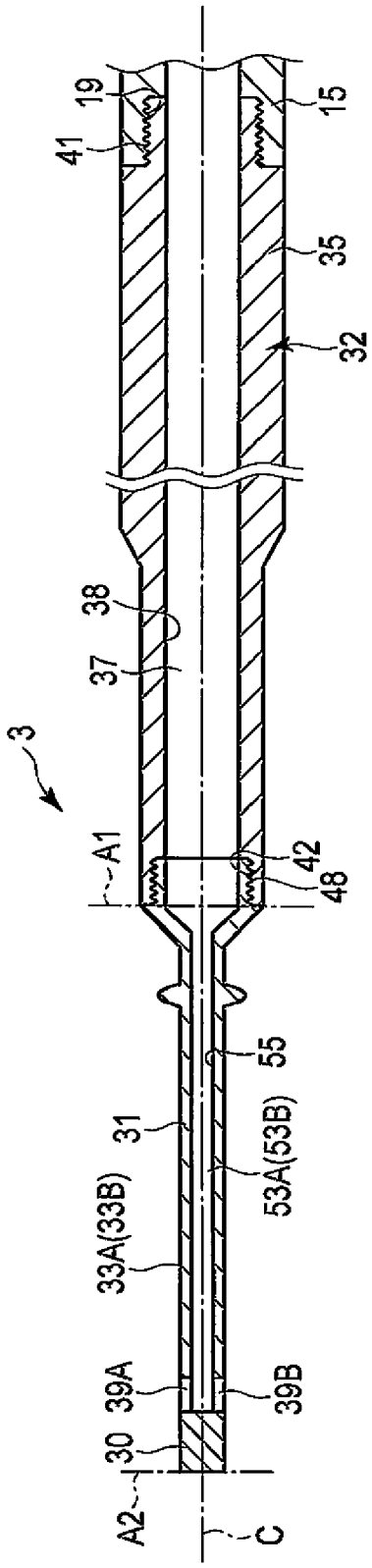
[図1]


1
X2
X1
5
11
2
32
3
31
30
C
21
22
吸引ユニット
9
入力ユニット
6
電源ユニット
7
超音波発生電流供給部
8
高周波電流供給部

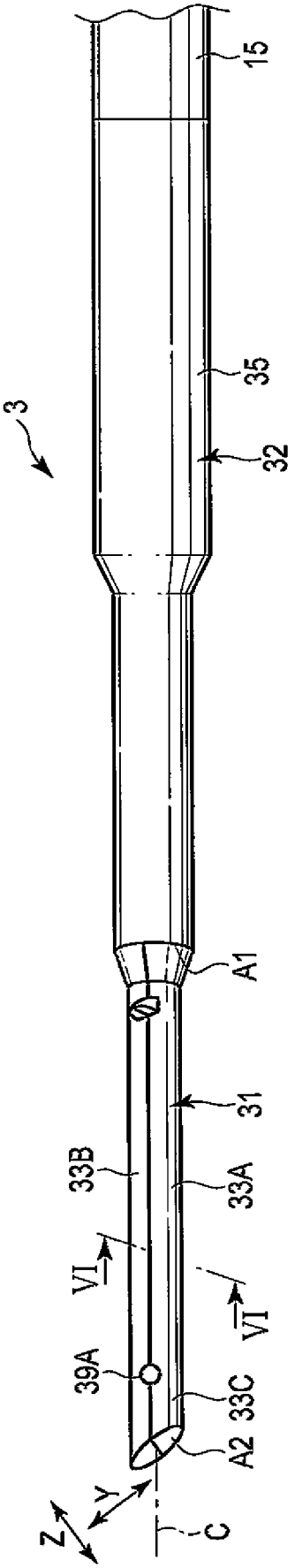
[図2]



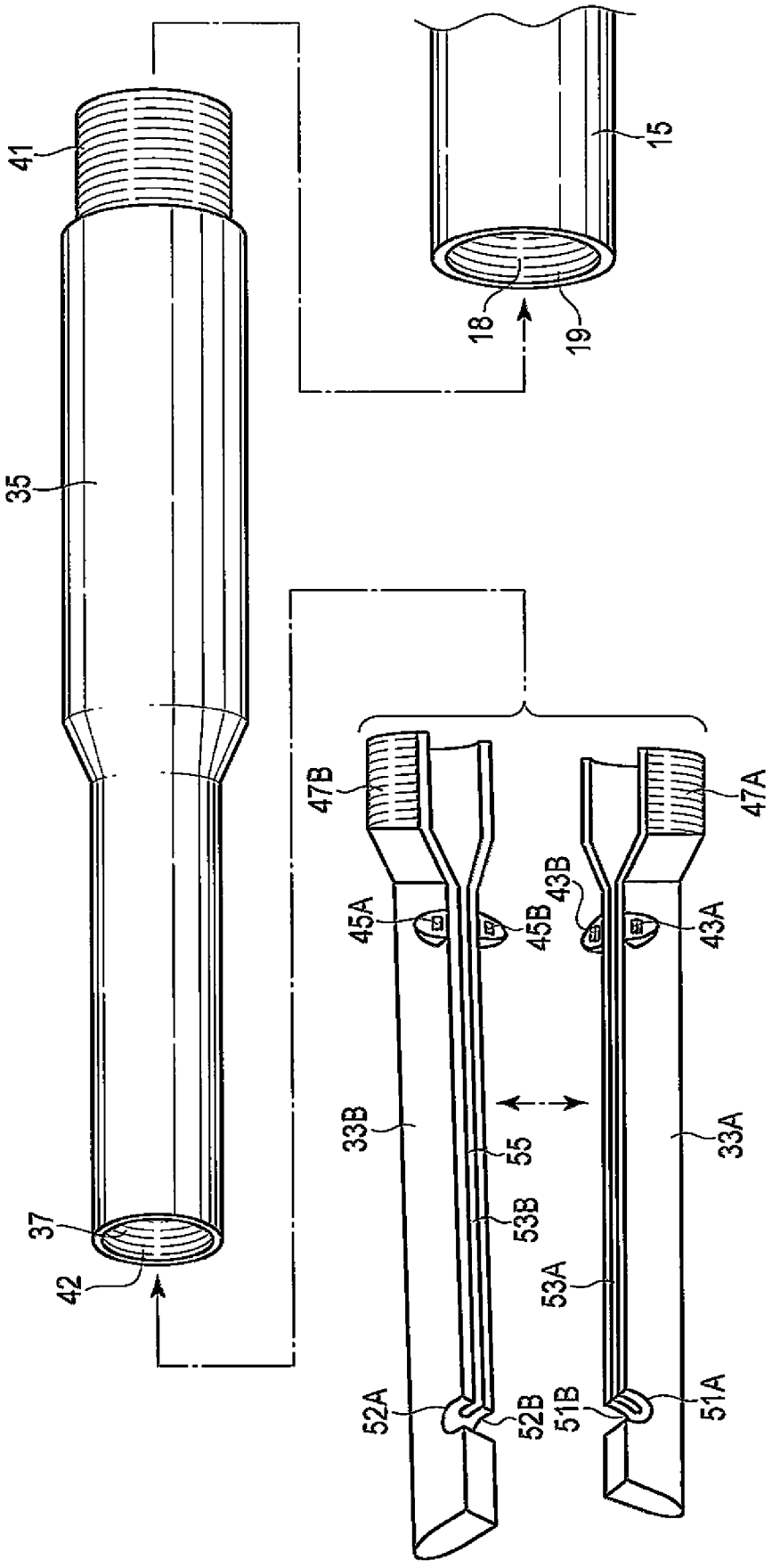
[図3]



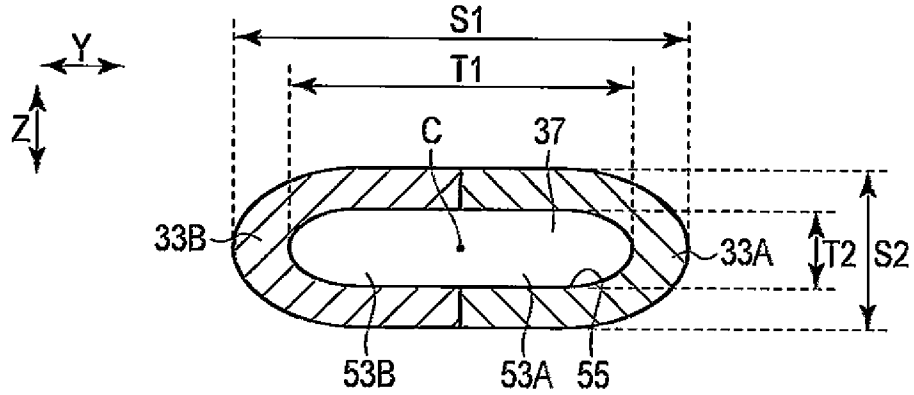
[図4]



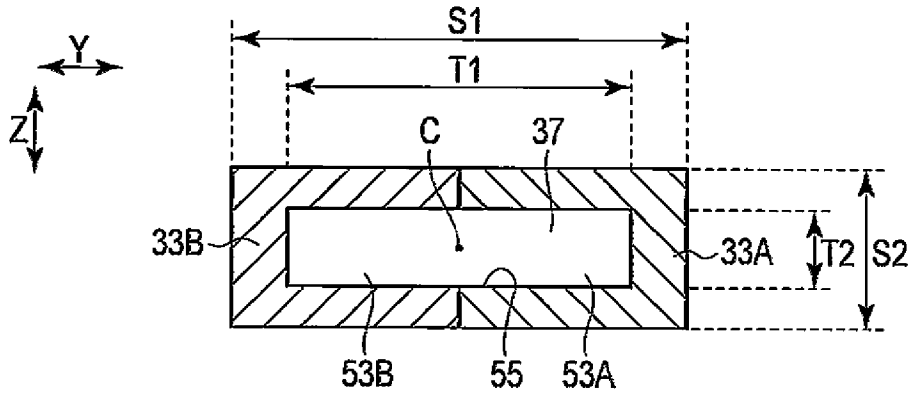
[図5]


41
15
18
19
35
47B
47A
45A
45B
43B
43A
33B
55
33A
37
53B
53A
42
52A
52B
51B
51A

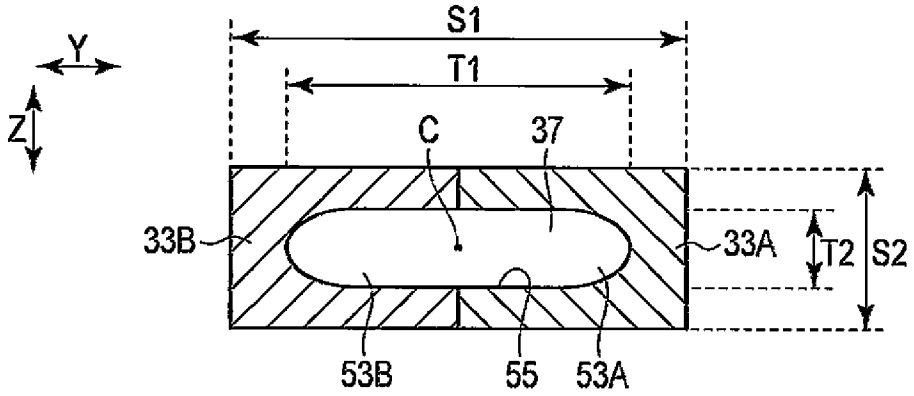
[図6]


Y
Z
S1
T1
C
37
33B
33A
T2
S2
53B
53A
55

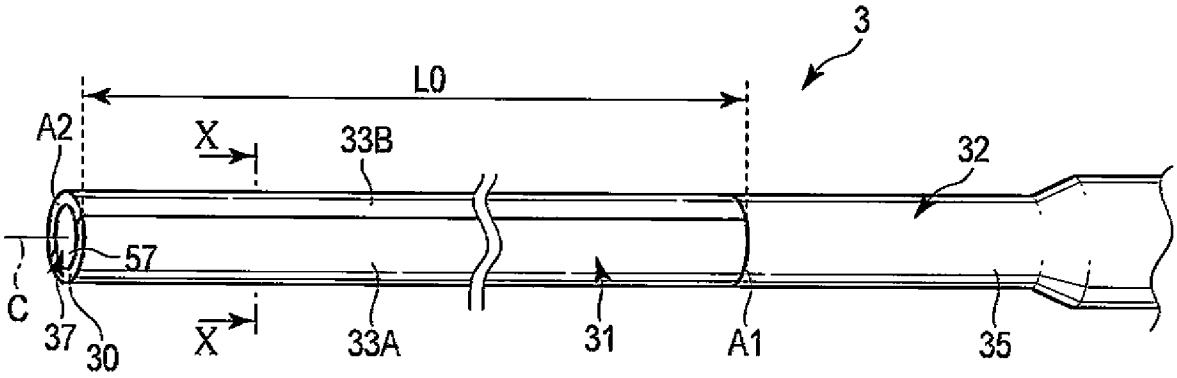
[図7]


Y
Z
S1
T1
C
37
33B
33A
T2
S2
53B
55
53A

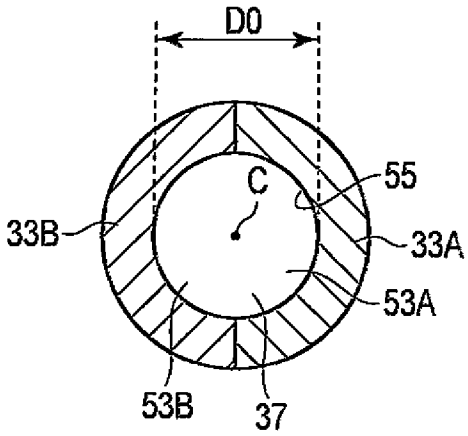
[図8]


Y
Z
S1
T1
C
37
33B
33A
T2
S2
53B
55
53A

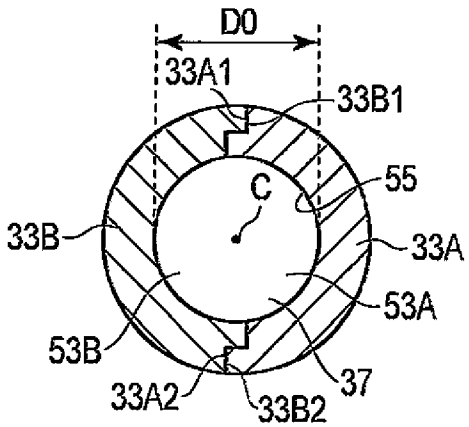
[図9]


3
L0
A2
X
33B
32
57
C
37
30
X
33A
31
A1
35

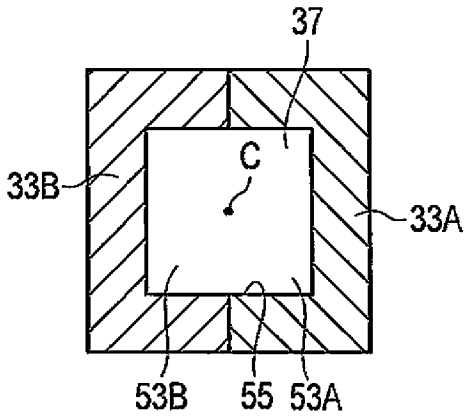
[図10A]


D0
C
55
33B
33A
53A
53B
37

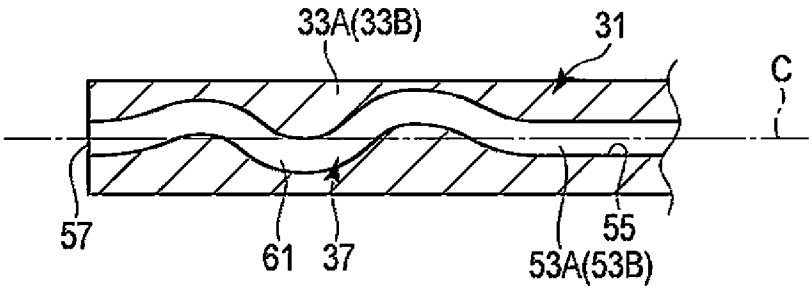
[図10B]


D0
33A1
33B1
C
55
33B
33A
53A
53B
37
33A2
33B2

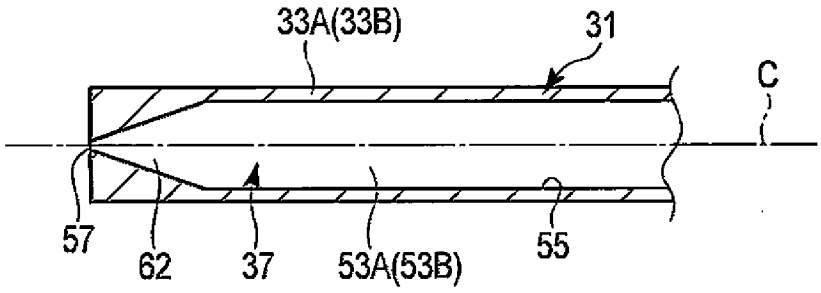
[図11]


37
C
33B
33A
53B
55
53A

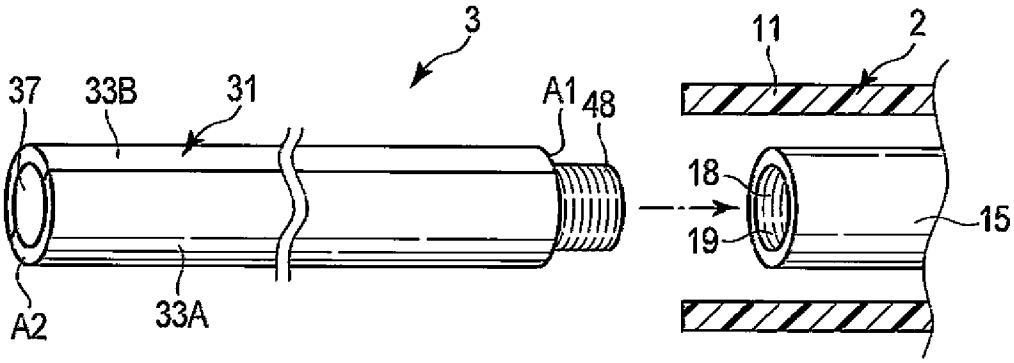
[図12]


33A(33B)
31
C
57
61
37
55
53A(53B)

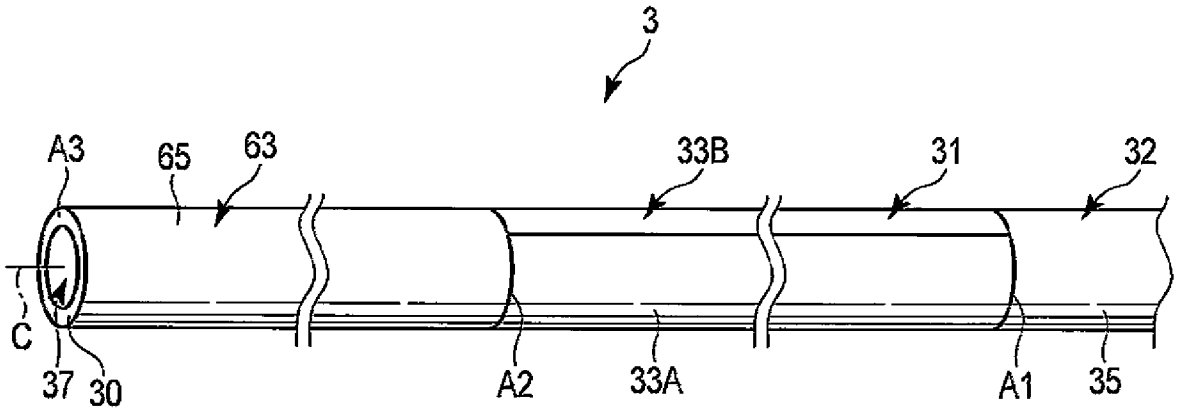
[図13]


33A(33B)
31
C
57
62
37
53A(53B)
55

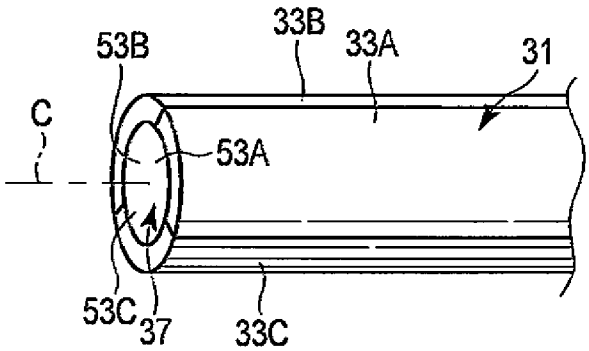
[図14]


3
11
2
37
33B
31
A1
48
18
19
15
A2
33A

[図15]


3
A3
65
63
33B
31
32
C
37
30
A2
33A
A1
35

[図16]


33B
53B
33A
31
C
53A
53C
37
33C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/064609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B18/00(2006.01)i, *H04R17/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B18/00, H04R17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1-171537 A (Sumitomo Bakelite Co., Ltd.), 06 July 1989 (06.07.1989), page 2, lower right column, line 8 to page 3, upper right column, line 7; fig. 1 (Family: none)	1-9
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 31621/1989(Laid-open No. 123216/1990) (Olympus Optical Co., Ltd.), 09 October 1990 (09.10.1990), page 5, line 19 to page 9, line 2; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 June, 2013 (24.06.13)	02 July, 2013 (02.07.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/064609

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-268260 A (Ethicon Endo-Surgery, Inc.), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text; all drawings & US 2007/0225608 A1 & EP 1844720 A1	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０６４６０９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B18/00(2006.01)i, H04R17/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B18/00, H04R17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 1-171537 A（住友ベークライト株式会社）1989.07.06，第２ページ右下欄第８行－第３ページ右上欄第７行，第１図（ファミリーなし）	１－９
A	日本国実用新案登録出願 1-31621 号（日本国実用新案登録出願公開 2-123216 号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（オリンパス光学工業株式会社）1990.10.09，第５ページ第１９行－第９ページ第２行，第１－３図（ファミリーなし）	１－９

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２４．０６．２０１３	国際調査報告の発送日 ０２．０７．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｉ　２９２２ 小宮　寛之 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３４６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2007-268260 A（エシコン・エンドーサージェリィ・インコーポレイテッド）2007.10.18，全文，全図 & US 2007/0225608 A1 & EP 1844720 A1	１－９