

(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
2016年7月14日(14.07.2016)



(10) 国際公開番号

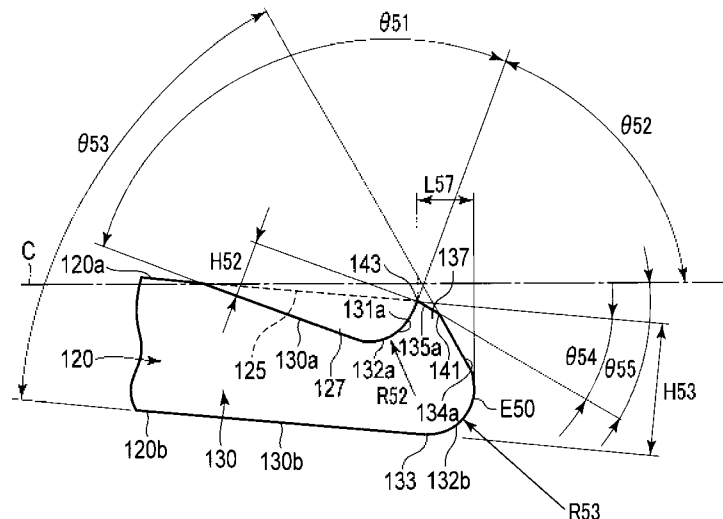
WO 2016/111050 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 18/00 (2006.01) A61B 17/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/076183
- (22) 国際出願日: 2015年9月15日(15.09.2015)
- (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:
特願 2015-001839 2015年1月7日(07.01.2015) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉嶺 英人 (YOSHIMINE, Hideto); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝3丁目2番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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).

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC PROBE

(54) 発明の名称: 超音波プローブ



(57) Abstract: Disclosed is an ultrasonic probe wherein a bent section is constantly disposed within a projection plane of a probe main body section when the probe main body section is viewed along a longitudinal axis from a base end toward a leading end. The bent section has: a first bent surface that is bent with respect to the peripheral surface of the probe main body section such that the first bent surface extends close to the longitudinal axis and in contact with the longitudinal axis; a second bent surface that is bent with respect to the first bent surface, said second bent surface being bent in the bending direction of the first bent surface and in the direction to be away from the longitudinal axis; and a third bent surface, which is, with respect to the second bent surface, bent in the direction to be close to the longitudinal axis, said direction being the opposite direction to the bending direction of the first bent surface, and which extends toward an extending line of the first bent surface. The bent section has: a first treatment part, which is positioned on the extending line or on the side opposite to the longitudinal axis with a boundary therebetween, said boundary being the extending line.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/111050 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

前記湾曲部は、前記長手軸に沿って前記基端から前記先端に向かって前記プローブ本体部をみたときに、前記プローブ本体部の投影面内に常に配置される。前記湾曲部は、前記長手軸に近づいて前記長手軸上に接するように前記プローブ本体部の周面に対して折れ曲がる第 1 折曲面と、前記第 1 折曲面の折曲方向且つ前記長手軸から離れる方向に向かって前記第 1 折曲面に対して折れ曲がる前記第 2 折曲面と、前記第 1 折曲面の折曲方向とは逆側である前記長手軸に近づく方向に向かって前記第 2 折曲面に対して折れ曲がり、前記第 1 折曲面の延長線に向かって延びる前記第 3 折曲面とを有する。前記湾曲部は、前記第 3 折曲面に対して前記第 1 折曲面の折曲方向に折れ曲がる第 1 処置面と、前記延長線上に位置する、または前記延長線を境界として前記長手軸とは境界を挟んで反対側に位置する処置部位とを有する。

明 細 書

発明の名称：超音波プローブ

技術分野

[0001] 本発明は、超音波振動によって例えば硬骨組織及び軟骨組織の切削を行う超音波プローブに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、超音波プローブ（超音波ホーン）を備える超音波処置システムが開示されている。この超音波処置システムでは、振動発生部（超音波振動機構）で発生した超音波振動が、超音波プローブにおいて基端から先端へ伝達される。超音波プローブの先端部には、メス部が面状の処置部位として形成されている。

[0003] メス部では、超音波プローブの外表面が凸凹状に形成される。メス部を患部に接触させた状態で、メス部に超音波振動が伝達されることにより、患部が切削される。患部は、例えば、骨、その他の硬性組織である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-152098号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 処置として、内視鏡（硬性鏡）による観察下で関節において患部を切削することがある。この場合、超音波プローブの先端部を狭い腔に挿入し、患部に超音波プローブの処置部位を接触させる。そして、処置部位を患部に接触させた状態で、超音波振動が処置部位に伝達されることにより、患部が切削される。

[0006] 前記特許文献1の超音波プローブは、プローブ本体部の先端部に配設され、プローブ本体部に対して直角よりも小さい範囲で折れ曲がっている湾曲部を有する。湾曲部は、長手軸に沿って基端から先端に向かってプローブ本体

部をみたときに、プローブ本体部の投影面外に常に配置される。湾曲部は、湾曲部の先端部に配設され、処置部位を含む処置部を有する。ここで、腔は狭く、患部は曲面状に形成されている。このため、前記特許文献1の湾曲部の形状は、狭い腔にて患部を処置するために適していない。よって、湾曲部において、狭い空間でも、患部を適切に処置できる形状が求められている。

[0007] 本発明は、これらの事情に鑑みてなされたものであり、狭い空間であっても患部を適切に処置できる形状を有する超音波プローブを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の超音波プローブの一態様は、膝関節を超音波振動で処置するために、前記超音波振動を伝達する膝関節用の超音波プローブであって、長手軸に沿って延設され、基端から先端へ前記超音波振動を伝達するプローブ本体部と、前記プローブ本体部の長手軸に対して折れ曲がる中心軸を有し、前記プローブ本体部の先端部に連続し、前記プローブ本体部に対して折れ曲がっている湾曲部と、を具備し、前記湾曲部は、前記長手軸に沿って前記基端から前記先端に向かって前記プローブ本体部をみたときに、前記プローブ本体部の投影面内に常に配置され、前記湾曲部は、処置部位を有し、前記湾曲部の先端部に配設される処置部と、前記処置部に連続し、前記長手軸に近づいて前記長手軸上に交差するように前記プローブ本体部の周面に対して折れ曲がる第1折曲面と、前記処置部に配設され、前記第1折曲面の折曲方向且つ前記長手軸から離れる方向に向かって前記第1折曲面に対して折れ曲がる第2折曲面と、前記処置部に配設され、前記第1折曲面の折曲方向とは逆側である前記長手軸に近づく方向に向かって前記第2折曲面に対して折れ曲がり、前記第1折曲面の延長線に向かって延びる第3折曲面と、前記処置部に配設され、前記第3折曲面に対して前記第1折曲面の折曲方向に折れ曲がる第1処置面と、を有し、前記処置部位は、前記第3折曲面と前記第1処置面との連続部位に配設され、前記第1折曲面の前記延長線上に位置するまたは前記第1折曲面の前記延長線を境界として前記長手軸とは前記境界を挟んで反

対側に位置する処置部位とを有する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、狭い空間であっても患部を適切に処置できる形状を有する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

[0010] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る超音波処置システムを示す図である。

[図2]図2は、振動体ユニットの構成を示す図である。

[図3]図3は、第1の実施形態に係るプローブ本体部の先端部の側面図である。

[図4]図4は、第1の実施形態に係るプローブ本体部の先端部の上面図である。

[図5A]図5Aは、図3に示す断面積減少部周辺の拡大図である。

[図5B]図5Bは、図5Aに示す5B-5B線における断面図である。

[図6]図6は、図3に示す処置部周辺の拡大図である。

[図7]図7は、第1の実施形態に係る振動体ユニットが規定の周波数範囲で縦振動する状態での、先端側から2番目の振動腹と最も先端側の振動腹との間における、縦振動の振幅及び超音波振動による応力を示す概略図である。

[図8A]図8Aは、超音波プローブの処置の一例を示す図である。

[図8B]図8Bは、超音波プローブの処置の一例を示す図である。

[図9]図9は、第2の実施形態に係るプローブ本体部の先端部の側面図である。

[図10]図10は、第2の実施形態に係るプローブ本体部の先端部の上面図である。

[図11]図11は、図10に示す処置部周辺の拡大図及び図11に示す11-11線における断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。

〔第 1 の実施形態〕

図 1 と図 2 と図 3 と図 4 と図 5 A と図 5 B と図 6 と図 7 と図 8 A と図 8 B とを参照して第 1 の実施形態について説明する。なお一部の図面では、図示の明瞭化のために、一部の部材の図示を省略または簡略している。図 3 において、破線 F 1 及び破線 F 2 で示す範囲が、シース 7 の先端より先端側に突出する。

[0012] 図 1 は、本実施形態の超音波処置システム 1 を示す図である。図 1 に示すように、超音波処置システム 1 は、超音波処置具（ハンドピース）2 と、エネルギー処置装置 3 と、振動子ユニット 5 と、を備える。超音波処置具 2 は、長手軸 C を有する。ここで、長手軸 C に平行な方向を長手軸方向とする。長手軸方向の一方が先端側（図 1 の矢印 C 1 の方向）であり、先端側とは反対方向が基端側（図 1 の矢印 C 2 の方向）である。本実施形態の超音波処置具 2 は、例えば、膝関節を超音波によって処置するために用いられる。

[0013] 超音波処置具 2 は、保持ユニット 6 と、シース 7 と、超音波プローブ 8 と、を備える。保持ユニット 6 は、術者が保持する保持ケーシング 11 と、保持ケーシング 11 に取付けられ、術者が操作するためのエネルギー操作入力部であるエネルギー操作ボタン 12 と、を備える。保持ユニット 6 の先端側には、長手軸 C に沿って延設される中空な筒状部材であるシース 7 が連結されている。このシース 7 の内部には、超音波プローブ（振動伝達部材）8 が挿通されている。なお、超音波プローブ 8 の先端部は、シース 7 の先端から先端側に向かって突出している。超音波プローブ 8 は、例えば膝関節を超音波振動で処置するために、超音波振動を伝達する膝関節用の超音波プローブである。

[0014] また、保持ユニット 6 の基端側には、振動子ケース 13 を有する振動子ユニット 5 が連結されている。振動子ユニット 5 には、ケーブル 15 の一端が接続されている。ケーブル 15 の他端は、エネルギー処置装置 3 に接続されている。エネルギー処置装置 3 は、例えば、エネルギー制御装置である。エネルギー処置装置 3 は、電源と、電源からの電力を振動発生電力に変換する

変換回路と、CPU (Central Processing Unit) 又はASIC (application specific integrated circuit) を備えるプロセッサ (制御部) と、メモリ等の記憶部と、を備える。保持ケーシング11の内部には、エネルギー操作ボタン12でのエネルギー操作の入力によって開閉状態が変化するスイッチ (図示しない) が設けられる。スイッチは、振動子ユニット5及びケーブル15の内部を通して延設される信号経路を介して、エネルギー処置装置3のプロセッサに電氣的に接続されている。また、超音波処置システム1では、保持ケーシング11の内部及び振動子ケース13の内部を通して、振動体ユニット20が延設されている。

[0015] 図2は、振動体ユニット20の構成を示す図である。図2に示すように、振動体ユニット20は、前述の超音波プローブ8と、振動発生部である複数の圧電素子で構成された超音波振動子21と、中継伝達部材22と、を備える。超音波振動子21及び中継伝達部材22は、振動子ケース13の内部に配置され、中継伝達部材22は、振動子ケース13によって支持されている。超音波振動子21は、中継伝達部材22に取付けられている。保持ケーシング11の内部で中継伝達部材22の先端側に超音波プローブ8が接続される。中継伝達部材22には、長手軸Cに垂直な断面積が先端側に向かって減少する断面積変化部23が設けられている。断面積変化部 (ホーン部) 23は、超音波振動子21より先端側に位置している。超音波振動子21には、電気配線25A, 25Bの一端が接続されている。電気配線25A, 25Bは、ケーブル15の内部を通して延設され、他端がエネルギー処置装置3に接続されている。

[0016] エネルギー操作ボタン12でのエネルギー操作の入力によってスイッチが閉状態になることにより、エネルギー処置装置3では、制御部が変換回路を制御し、電気配線25A, 25Bを通して振動発生電力 (振動発生電流) を超音波振動子21に供給する。これにより、超音波振動子21で超音波振動が発生し、発生した超音波振動が中継伝達部材22を介して超音波プローブ8に伝達される。この際、中継伝達部材22の断面積変化部23で、超音波

振動の振幅が拡大される。

[0017] [プローブ本体部 3 1]

超音波プローブ 8 は、長手軸 C に沿って延設されるプローブ本体部 3 1 を備える。プローブ本体部 3 1 は、長手軸 C を軸中心として、略真直ぐに延設されている。プローブ本体部 3 1 の基端側には、係合接続部 3 2 が設けられている。係合接続部 3 2 が中継伝達部材 2 2 に設けられる係合溝（図示しない）と係合することにより（例えば、雌ネジと雄ネジとの螺合により）、中継伝達部材 2 2 の先端側にプローブ本体部 3 1 が接続される。中継伝達部材 2 2 にプローブ本体部 3 1 が接続されることにより、プローブ本体部 3 1 の基端に形成される当接面 3 3 が中継伝達部材 2 2 と当接する。プローブ本体部 3 1 へは、当接面 3 3 を通して、中継伝達部材 2 2 から超音波振動が伝達される。

[0018] プローブ本体部 3 1 に超音波振動が伝達されることにより、プローブ本体部 3 1（超音波プローブ 8）において、基端から先端へ超音波振動が伝達される。プローブ本体部 3 1 が超音波振動を伝達する状態では、振動体ユニット 2 0 は、既定の周波数を含む規定の周波数範囲で、振動方向が長手軸方向に平行な縦振動を行う。この際、振動体ユニット 2 0 の基端（中継伝達部材 2 2 の基端）に、縦振動の振動腹の 1 つである振動腹（最基端振動腹）A 1 が位置し、振動体ユニット 2 0 の先端（超音波プローブ 8 の先端）に、縦振動の振動腹の 1 つである振動腹（最先端振動腹）A 2 が位置する。ここで、振動腹 A 1 は、縦振動の振動腹の中で最も基端側に位置し、振動腹 A 2 は、縦振動の振動腹の中で最も先端側に位置する。ある実施例では、振動体ユニット 2 0 は、超音波振動を伝達することにより、47 kHz（規定の周波数）で縦振動を行う状態に設計され、実際に、46 kHz 以上 48 kHz 以下の周波数範囲（規定の周波数範囲）で縦振動する。

[0019] 超音波プローブ 8 は、長手軸方向について先端から基端（係合接続部 3 2 の基端）まで全長 L 1 を有する。ある実施例では、全長 L 1 は、183.1 mm であることが好ましい。また、超音波プローブ 8 は、長手軸方向につい

て先端から当接面 33（プローブ本体部 31 の基端）まで長手寸法 L_2 を有する。ある実施例では、長手寸法 L_2 は、177.1 mm であることが好ましい。

[0020] プローブ本体部 31 には、ホーン部（第 1 のホーン部）35 が設けられている。ホーン部 35 では、長手軸 C に垂直な断面積が先端側に向かって減少する。ホーン部（断面積減少部）35 は、当接面 33 より先端側に位置し、プローブ本体部 31 は、長手軸方向に当接面 33 からホーン部 35 の基端（振動入力端）E1 まで長手寸法 L_3 を有する。ある実施例では、長手寸法 L_3 は、29 mm であることが好ましい。また、ホーン部（第 1 のホーン部）35 は、長手軸方向について基端（振動入力端）E1 から先端（振動出力端）E2 までホーン長手寸法（第 1 のホーン長手寸法） L_4 を有する。ある実施例では、ホーン長手寸法 L_4 は、20 mm であることが好ましい。

[0021] プローブ本体部 31 は、長手軸方向について当接面 33 からホーン部 35 の基端 E1 まで、外径が略一定に保たれる。したがって、プローブ本体部 31 では、当接面 33 及びホーン部 35 の基端 E1 において外径 D_1 を有する。ある実施例では、外径 D_1 は、7 mm であることが好ましい。また、ホーン部 35 では、先端側に向かって断面積が減少するため、ホーン部 35 の先端 E2 では、プローブ本体部 31 は、外径 D_1 より小さい外径 D_2 を有する。すなわち、ホーン部 35 では、外径 D_1 から外径 D_2 までプローブ本体部 31 の外径が先端側に向かって減少する。ある実施例では、外径 D_2 は、3.8 mm であることが好ましい。

[0022] 振動体ユニット 20 が規定の周波数範囲（例えば 46 kHz 以上 48 kHz 以下）で縦振動する状態では、縦振動の振動節の 1 つである振動節 N1 がホーン部 35 の基端 E1 又は基端 E1 の近傍に位置し、長手軸方向について縦振動のいずれの振動腹もホーン部 35 から離れて位置している。このため、先端側に向かって断面積が減少するホーン部 35 では、縦振動（超音波振動）の振幅が拡大される。ある実施例では、ホーン部 35 の基端 E1 に振動腹での振幅が $18 \mu\text{m}$ の縦振動が伝達され、ホーン部 35 で縦振動の振幅が

拡大される。なお、規定の周波数範囲に含まれる規定の周波数（例えば47 kHz）で振動体ユニット20が縦振動する状態では、振動節N1がホーン部35の基端E1に位置する。

[0023] プローブ本体部31には、ホーン部（第2のホーン部）36が設けられている。ホーン部36では、長手軸Cに垂直な断面積が先端側に向かって減少する。ホーン部（断面積減少部）36は、ホーン部（第1のホーン部）35より先端側に位置し、プローブ本体部31は、長手軸方向に当接面33からホーン部36の基端（振動入力端）E3まで長手寸法L5を有する。ある実施例では、長手寸法L5は、88.1mmであることが好ましい。また、ホーン部（第2のホーン部）36は、長手軸方向について基端（振動入力端）E3から先端（振動出力端）E4までホーン長手寸法（第2のホーン長手寸法）L6を有する。ある実施例では、ホーン長手寸法L6は、14mmであることが好ましい。

[0024] プローブ本体部31は、長手軸方向についてホーン部（第1のホーン部）35の先端E2からホーン部（第2のホーン部）36の基端E3まで、外径が略一定に保たれる。したがって、プローブ本体部31では、ホーン部36の基端E3において外径D2を有する。すなわち、ホーン部35の先端E2及びホーン部36の基端E3では、プローブ本体部31の外径が、外径D2となり、略同一の大きさとなる。また、ホーン部36では、先端側に向かって断面積が減少するため、ホーン部36の先端E4では、プローブ本体部31は、外径D2より小さい外径D3を有する。すなわち、ホーン部36では、外径D2から外径D3までプローブ本体部31の外径が先端側に向かって減少する。ある実施例では、外径D3は、2.7mmであることが好ましい。

[0025] 振動体ユニット20が規定の周波数範囲（例えば46kHz以上48kHz以下）で縦振動する状態では、縦振動の振動節の1つである振動節N2がホーン部36の基端E3又は基端E3の近傍に位置し、長手軸方向について縦振動のいずれの振動腹もホーン部36から離れて位置している。このため

、先端側に向かって断面積が減少するホーン部 36 では、縦振動（超音波振動）の振幅が拡大される。なお、規定の周波数範囲に含まれる規定の周波数（例えば 47 kHz）で振動体ユニット 20 が縦振動する状態では、振動節 N2 がホーン部 36 の基端 E3 に位置する。また、振動体ユニット 20 が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、振動節 N2 は、振動節 N1 より先端側に位置する。

[0026] プローブ本体部 31 には、断面積増加部 37 が設けられている。断面積増加部 37 では、長手軸 C に垂直な断面積が先端側に向かって増加する。断面積増加部 37 は、ホーン部（第 2 のホーン部）36 より先端側に位置し、プローブ本体部 31 は、長手軸方向に当接面 33 から断面積増加部 37 の先端（振動出力端）E6 まで長手寸法 L7 を有する。ある実施例では、長手寸法 L7 は、116.7 mm であることが好ましい。また、断面積増加部 37 は、長手軸方向について基端（振動入力端）E5 から先端（振動出力端）E6 まで延設寸法 L8 を有する。延設寸法 L8 は、小さいため、断面積増加部 37 では、基端 E5 から先端 E6 までの距離が小さくなる。

[0027] プローブ本体部 31 は、長手軸方向についてホーン部（第 2 のホーン部）36 の先端 E4 から断面積増加部 37 の基端 E5 まで、外径が略一定に保たれる。したがって、プローブ本体部 31 では、断面積増加部 37 の基端 E5 において外径 D3 を有する。すなわち、ホーン部 36 の先端 E4 及び断面積増加部 27 の基端 E5 では、プローブ本体部 31 の外径が、外径 D3 となり、略同一の大きさとなる。また、断面積増加部 37 では、先端側に向かって断面積が増加するため、断面積増加部 37 の先端 E6 では、プローブ本体部 31 は、外径 D3 より大きい外径 D4 を有する。すなわち、断面積増加部 37 では、外径 D3 から外径 D4 までプローブ本体部 31 の外径が先端側に向かって増加する。ある実施例では、外径 D4 は、ホーン部 36 の基端 E3 での外径 D2 と略同一である。この場合、外径 D4 は、3.8 mm であることが好ましい。

[0028] 振動体ユニット 20 が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、縦振動の

振動腹の1つである振動腹A3が断面積増加部37に位置している。超音波振動による応力がゼロになる振動腹A3が断面積増加部37に位置するため、先端側に向かって断面積が増加する断面積増加部37においても、縦振動（超音波振動）の振幅はほとんど減少しない。なお、振動体ユニット20が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、振動腹A3は、振動節N2より先端側に位置し、本実施形態では、振動腹A3は、縦振動の振動腹の中で2番目に先端側に位置する。

[0029] プローブ本体部31は、弾性部材（図示しない）を介してシース7に支持される被支持部38を備える。被支持部38は、断面積増加部37より先端側に位置している。プローブ本体部31は、長手軸方向に断面積増加部37の先端E6から被支持部38の基端E7まで長手寸法L9を有する。ある実施例では、長手寸法L9は、24.1mmであることが好ましい。また、被支持部38は、長手軸方向について基端E7から先端E8まで延設寸法L10を有する。延設寸法L10は、小さく、ある実施例では、延設寸法L10は、3mmであることが好ましい。

[0030] プローブ本体部31は、長手軸方向について断面積増加部37の先端E6から被支持部38の基端E7まで、外径が略一定に保たれる。したがって、プローブ本体部31では、被支持部38の基端E7において外径D4を有する。すなわち、断面積増加部37の先端E6及び被支持部38の基端E7では、プローブ本体部31の外径が、外径D4となり、略同一の大きさとなる。被支持部38の基端部では、プローブ本体部31の外径が、外径D4から外径D5に減少する。ある実施例では、外径D5は、外径D4に比べ0.4mm程度だけ小さくなる。被支持部38では、長手軸方向について大部分に渡って、プローブ本体部31の外径が、外径D5で略一定に保たれる。そして、被支持部38の先端部において、プローブ本体部31の外径が、外径D5から外径D6に増加する。これにより、プローブ本体部31は、被支持部38の先端E8において外径D6を有する。被支持部38の先端E8での外径D6は、被支持部38の基端E7での外径D4と略同一である。このため

、被支持部 38 の基端 E 7 及び先端 E 8 では、長手軸 C に垂直なプローブ本体部 31 の断面積が略同一となる。ある実施例では、外径 D 6 は、3.8 mm であることが好ましい。

[0031] 振動体ユニット 20 が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、縦振動の振動節の 1 つである振動節 N 3 が被支持部 38 に位置している。このため、プローブ本体部 31（超音波プローブ 8）は、縦振動している状態においても、被支持部 38 で弾性部材を介してシース 7 に取付けられる。また、縦振動の振動節 N 3 でシース 7 に支持されるため、振動体ユニット 20 が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、被支持部 38 からシース 7 への超音波振動の伝達が防止される。振動体ユニット 20 が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、振動節（最先端振動節）N 3 は、振動節 N 2 より先端側に位置し、縦振動の振動節の中で最も先端側に位置している。また、被支持部 38 の基端 E 7 及び先端 E 8 では、長手軸 C に垂直なプローブ本体部 31 の断面積が略同一となるため、被支持部 38 では、縦振動の振幅はほとんど変化しない。

[0032] また、シース 7 の先端は、被支持部 38 の先端 E 8 より先端側に位置する。したがって、振動体ユニット 20 が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、振動節の中で最も先端側に位置する振動節 N 3 は、シース 7 の内部に位置する。ただし、被支持部 38 の先端 E 8 とシース 7 の先端との間の長手軸方向についての距離は、小さく、ある実施例では数 mm 程度である。

[0033] 図 3 及び図 4 は、超音波プローブ 8 の先端部の構成を示す図である。ここで、長手軸 C に垂直な（交差する）ある 1 つの方向を第 1 の垂直方向（図 2 及び図 3 のそれぞれにおいれ矢印 P 1 の方向）とし、第 1 の垂直方向（第 1 の交差方向）とは反対方向を第 2 の垂直方向（図 2 及び図 3 のそれぞれにおいて矢印 P 2 の方向）とする。また、長手軸 C に垂直で（交差し）、かつ、第 1 の垂直方向（第 1 の交差方向）及び第 2 の垂直方向（第 2 の交差方向）に垂直な 2 方向の一方を、第 1 の幅方向（図 4 において矢印 B 1 の方向）とする。そして、第 1 の幅方向とは反対方向を第 2 の幅方向（図 4 において矢

印B2の方向)とする。ここで、図2及び図3は、超音波プローブ8を第1の幅方向側から見た図であり、図4は、超音波プローブ8を第2の垂直方向側から見た図である。

[0034] 図3及び図4に示すように、プローブ本体部31は、被支持部38より先端側の位置まで延設されている。すなわち、プローブ本体部31の先端E9は、被支持部38の先端E8より先端側に位置している。ただし、被支持部38の先端E8とプローブ本体部31の先端E9との間の長手軸方向についての距離は、小さく、ある実施例では0.6mm程度である。

[0035] 前述のように、プローブ本体部31では、ホーン部(第1のホーン部)35及びホーン部(第2のホーン部)36において縦振動の振幅が拡大され、断面積増加部37及び被支持部38において縦振動の振幅がほとんど変化しない。前述のような構成であるため、ある実施例では、プローブ本体部31の基端(当接面33)に振動腹での振幅が $18\mu\text{m}$ の縦振動が伝達された場合に、プローブ本体部31のE6において、振幅が $80\mu\text{m}$ の縦振動になる。

[0036] [プローブ本体部31の先端部31a]

図1に示すように、プローブ本体部31は、シース7の先端から外部に向かって露出(突出)する先端部31aを有している。例えば被支持部38の先端E8よりも前方が、先端部31aとして機能する。

[0037] 図3に示すように、先端部31aは、後述する刃先部143を含む基準面31bと、基準面31bとは反対側に配設される反対面31cとを有している。基準面31bはプローブ本体部31の上面であり、反対面31cはプローブ本体部31の下面である。基準面31b及び反対面31cは、プローブ本体部31が先端部31aの先端E50に向かって細くなるように、絞られている。図3と図4とに示すように、基準面31b及び反対面31cにおいて、絞り開始位置S1は、長手軸C方向において、先端E50から長手寸法L50離れた位置となっている。長手寸法L50は、32mmであることが好ましい。絞り開始位置S1は、テーパ部101の基端とプローブ本体部3

1の先端E9との連続位置であり、プローブ本体部31とテーパ部101との間の境界位置となる。

[0038] 図3と図4とに示すように、プローブ本体部31の周方向において、基準面31bと反対面31cとは、プローブ本体部31の両側面31dと連続している。図4に示すように、両側面31dの一部は、先端E50に向かって細くなるように絞られている。図3と図4とに示すように、両側面31dにおいて、絞り開始位置S2は、長手軸C方向において、先端E50から長手寸法L51離れた位置となっている。長手寸法L51は、25mmであることが好ましい。なお両側面31dの一部は絞られておらず、図4に示すように絞り終了位置S3は、先端E50から長手寸法L53離れた位置となっている。長手寸法L53は、10mmであることが好ましい。また絞り開始位置S1から絞り開始位置S2において、両側面31dの一部は絞られていない。

[0039] 図3と図4とに示すように、プローブ本体部31は、先端部31aに配設される、テーパ部101（断面積減少部）と、中継延設部103と、湾曲部105とを有している。テーパ部101の先端部は中継延設部103の基端部と連続し、中継延設部103の先端部は湾曲部105の基端部と連続している。

[0040] 図3と図4とに示すように、テーパ部101の最大外径D7は、3.8mmであることが好ましい。テーパ部101の最小外径D8は、1.7mmであることが好ましい。

[0041] 図3に示すように、テーパ部101の一部101aは、基準面31bに含まれ、例えばテーパ部101の上面である。テーパ部101の一部101bは、反対面31cに含まれ、例えばテーパ部101の下面である。一部101a, 101bは、絞り開始位置S1から絞り終了位置S4まで絞られている。絞り終了位置S4は、絞り開始位置S1よりも前方に位置する。絞り開始位置S1から絞り終了位置S4までの長手寸法L54は、18mmであることが好ましい。一部101a, 101bは、後述する絞り部位として機能

する。

[0042] 図3と図4とに示すように、テーパ部101の先端部における両側面31dは、絞り開始位置S2から絞り終了位置S4まで絞られている。

テーパ部101の基端部における両側面31dは、絞られておらず、この長さは、絞り開始位置S1から絞り開始位置S2までの長さとなっている。

[0043] テーパ部101では、先端側に向かうにつれて、長手軸Cに垂直な断面積が減少する。振動体ユニット20が規定の周波数範囲（例えば46kHz以上48kHz以下）で縦振動する状態では、縦振動の振動節の1つである振動節（最先端振動節）N3が被支持部38に位置し、テーパ部101の基端（E9）の近傍に位置している。そして、振動体ユニット20が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、長手軸方向について縦振動のいずれの振動腹もテーパ部101から離れて位置している。このため、先端側に向かって断面積が減少するテーパ部101では、縦振動（超音波振動）の振幅が拡大される。ある実施例では、テーパ部101の基端（E9）に振動腹での振幅が80μmの縦振動が伝達された場合に、先端E50が140μm～150μmの縦振動になる。

また、本実施形態では、テーパ部101の基端（E9）から先端（S4）までの長手軸方向についての寸法が、振動体ユニット20が規定の周波数範囲で縦振動する状態での8分の1波長（ $\lambda/8$ ）より大きくなる。ある実施例では、振動体ユニット20が46kHz以上48kHz以下（規定の周波数範囲）で縦振動する状態において、振動節（最先端振動節）N3から振動腹（最先端振動腹）A2である先端E50までの4分の1波長（ $\lambda/4$ ）が34.4mm以上35.2mm以下となる。これに対し、この実施例では、テーパ部101の基端（E9）から絞り終了位置S3までの長手軸方向についての寸法が22mm程度となり、振動体ユニット20が46kHz以上48kHz以下（規定の周波数範囲）で縦振動する状態での8分の1波長より大きくなる。また、テーパ部101では、長手軸方向について基端（E9）と絞り終了位置S4との間の長手寸法L54も、17.9mm以上18.1mm

m以下である。したがって、長手寸法L 5 4も、振動体ユニット2 0が4 6 k H z以上4 8 k H z以下（規定の周波数範囲）で縦振動する状態での8分の1波長より大きくなる。

[0044] 図3に示すように、中継延設部1 0 3における基準面3 1 bと反対面3 1 cとは、絞られておらず、長手軸Cに沿って平行に配設されている。図4に示すように、中継延設部1 0 3の先端部における両側面3 1 dは、絞り終了位置S 3から絞り終了位置S 4まで絞られている。中継延設部1 0 3の長さは、絞り終了位置S 3から絞り終了位置S 4までの長さとなっている。この部位は、後述する平行部位として機能する。

[0045] 図5 Aに示すように、湾曲部1 0 5は、プローブ本体部3 1の中心軸である長手軸Cに対して折れ曲がる中心軸C 0を有している。湾曲部1 0 5の中心軸C 0は、湾曲部1 0 5の基端部から湾曲部1 0 5の先端部に向かって長手軸Cから離れるように（下方に向かうように）折れ曲がる。中心軸C 0は、直線状に延びている。そして図3と図5 Aに示すように、湾曲部1 0 5は、プローブ本体部3 1の先端側にてプローブ本体部3 1に対して折れ曲がっている。湾曲部1 0 5は、長手軸Cから離れるように直線状に折れ曲がる。折れ曲がっている湾曲部1 0 5は、長手軸Cに沿って基端から先端に向かってプローブ本体部3 1をみたときに、プローブ本体部3 1の投影面内に常に配置される。図4に示すように湾曲部1 0 5における両側面3 1 dは、絞られておらず、長手寸法L 5 3を有する部分に該当する。

[0046] 図3と図5 Aと図6とに示すように、湾曲部1 0 5は、断面積減少部1 1 0と、断面積均一部1 2 0と、処置部1 3 0とを有している。断面積減少部1 1 0の基端部は、中継延設部1 0 3の先端部と連続する。断面積均一部1 2 0の基端部は、断面積減少部1 1 0の先端部と連続する。処置部1 3 0の基端部は、断面積均一部1 2 0の先端部と連続する。断面積減少部1 1 0は湾曲部1 0 5の基端部に配設され、処置部1 3 0は湾曲部1 0 5の先端部と連続し、断面積均一部1 2 0は断面積減少部1 1 0と処置部1 3 0との間に配設されこれらに連続する。処置部1 3 0は、例えば、膝関節における患部

200である大腿骨を処置する。

[0047] 図3と図5Aとに示すように、断面積減少部110の一部110aは、基準面31bに含まれ、例えば断面積減少部110の上面である。一部110aは、テーパ状に絞られている。具体的には、一部110aは、中継延設部103における基準面31bに対して、長手軸Cに近づく方向に（長手軸Cに向かって下方に）直線状に折れ曲がっている。折れ曲がり角度 $\theta 50$ は5度以上20度以下となっている。

図3と図5Aとに示すように、断面積減少部110の一部110bは、反対面31cに含まれ、例えば断面積減少部110の下面である。一部110bは、長手軸Cに対して平行に配設されている。一部110bと長手軸Cとの間の長手寸法L56は、0.95mmであることが好ましい。

図5Aに示すように、一部110aと一部110bとによって、湾曲部105の中心軸C0に含まれる断面積減少部110の中心軸C1は、長手軸Cに対して長手軸Cから離れる方向に（長手軸Cに対して下方に向かって）直線状に折れ曲がる。

[0048] 図3と図5Aとに示すように、断面積均一部120は、均一の太さとなっている。図5Aと図5Bとに示すように、断面積均一部120の高さH51は、1.4mmが好ましい。断面積均一部120の幅W51は、2.8mmが好ましい。断面積均一部120の周囲において、角R51は、0.5mmとなっている。

[0049] 図5Aに示すように、断面積均一部120の一部120aは、基準面31bに含まれ、例えば断面積均一部120の上面である。一部120aは、基準面31bに含まれる断面積減少部110の一部110aと連続し、一部110aと同一直線上に配設されている。このため、一部120aは、一部110aと同様に、中継延設部103における基準面31bに対して、長手軸Cに近づく方向に（長手軸Cに向かって下方に）直線状に折れ曲がっている。折れ曲がり角度 $\theta 50$ は5度以上20度以下となっている。図3と図6とに示すように、一部120aの先端部が長手軸C上に交差するように、一部

120aは長手軸Cまで延びている。

[0050] 図3と図5Aとに示すように、一部120aは、処置部130に連続し、長手軸Cに近づいて長手軸C上に交差するようにプローブ本体部31の周面に対して折れ曲がる第1折曲面として機能する。

[0051] 図3と図5Aとに示すように、断面積均一部120の一部120bは、反対面31cに含まれ、例えば断面積均一部120の下面である。一部120aは、反対面31cに含まれる断面積減少部110の一部110bと連続している。一部120bは、一部110bに対して、長手軸Cから離れる方向に（長手軸Cに対して下方に向かって）に直線状に折れ曲がっている。折れ曲がり角度 $\theta 50$ は、前記した折れ曲がり角度 $\theta 50$ と同様に、5度以上20度以下となっている。このように折れ曲がり角度 $\theta 50$ は、一部110aと断面積均一部120の周面とにおける折れ曲がり角度と同一である。これにより、一部120aは、一部120bと平行に配設されることとなる。図3と図6とに示すように、一部120bの先端部は、長手軸Cよりも下方に位置する。

[0052] 図5Aに示すように、一部120aと一部120bとによって、湾曲部105の中心軸C0に含まれる断面積均一部120の中心軸C2は、断面積減少部110の中心軸C1に対して長手軸Cから離れる方向に（長手軸Cに対して下方に向かって）直線状に折れ曲がっている。折れ曲がり角度 $\theta 50$ は、前記した折れ曲がり角度 $\theta 50$ と同様に、5度以上20度以下となっている。なお湾曲部105の中心軸C0は、プローブ本体部31の長手軸に対して5度以上8度以下の角度で折れ曲がるのが好適である。つまり、折れ曲がり角度 $\theta 50$ は、5度以上8度以下であることが好適である。

[0053] 図3と図5Aとに示すように、先端E50から反対面31cの折れ曲がり開始位置E14までの長手寸法L55は、8.5mmが好ましい。折れ曲がり開始位置E14は、一部110bと一部120bとの連続部位である。このため、湾曲部105は、折れ曲がり開始位置E14を基準に形成される。長手寸法L55は、断面積均一部120の長さ処置部130の長さとの和

を示す。

[0054] 湾曲部 105 の折れ曲がりにおいて、湾曲部 105 は、処置部位である刃先部 143 及び後述する突出部 137 の周面を含みプローブ本体部 31 の上面に対して折れ曲がっている上面と、湾曲部 105 の中心軸 C0 を挟んで湾曲部 105 の上面とは反対側に備えられ、プローブ本体部 31 の下面に対して折れ曲がっている下面とを有する。湾曲部 105 の上面は、例えば、基準面 31b における一部 110a, 120a, 130a を含む。湾曲部 105 の下面は、例えば、反対面 31c における一部 110b, 120b, 130b を含む。プローブ本体部 31 の上面は、例えば、中継延設部 103 の一部 103a である。一部 103a は、基準面 31b に含まれ、例えば中継延設部 103 の上面である。プローブ本体部 31 の下面は、例えば、中継延設部 103 の一部 103b 及び一部 110b である。一部 103b は、一部 110b と同様に、反対面 31c に含まれる。一部 103b は、中継延設部 103 の下面である。プローブ本体部 31 の上面に対する湾曲部 105 の上面の折れ曲がり開始位置 E15 は、一部 103a と一部 110a との連続部位である。プローブ本体部 31 の下面に対する湾曲部 105 の下面の折れ曲がり開始位置 E14 は、一部 110b と一部 120b との連続部位である。折れ曲がり開始位置 E15 は、折れ曲がり開始位置 E14 よりも基端側に位置する。プローブ本体部 31 と湾曲部 105 とは、プローブ本体部 31 から湾曲部 105 へ超音波振動が伝達されている状態で、規定の周波数範囲で振動する。プローブ本体部 31 と湾曲部 105 とが規定の周波数範囲で振動している状態において、折れ曲がり開始位置 E14, 15 は、複数の振動節における最先端の振動節 N3 よりも前方つまり湾曲部 105 の先端部側に位置する。

[0055] 図 4 に示すように、処置部 130 の幅 W52 は、断面積均一部 120 の幅 W51 と同様に、2.8mm であることが好ましい。

[0056] 図 3 と図 6 とに示すように、処置部 130 の一部 130a は、基準面 31b に含まれ、例えば処置部 130 の上面である。一部 130a は、基準面 3

1 bに含まれる断面積均一部 1 2 0 の一部 1 2 0 a に対して長手軸 C から離れる方向に（長手軸 C に対して下方に向かって）直線状に折れ曲がっている。一部 1 3 0 a は、処置部 1 3 0 に配設され、第 1 折曲面である一部 1 2 0 a の折曲方向且つ長手軸 C から離れる方向に向かって第 1 折曲面に対して折れ曲がる第 2 折曲面として機能する。

[0057] 図 3 と図 6 とに示すように、この一部 1 3 0 a は、円弧状に滑らかに湾曲して、基準面 3 1 b に含まれる一部 1 3 1 a に連続している。一部 1 3 1 a は、処置部 1 3 0 に配設され、第 1 折曲面である一部 1 2 0 a の折曲方向とは逆側である長手軸 C に近づく方向に向かって第 2 折曲面である一部 1 3 0 a に対して折れ曲がり、第 1 折曲面である一部 1 2 0 a の延長線 1 2 5 に向かって延びる第 3 折曲面として機能する。この一部 1 3 1 a は、一部 1 3 0 a に対して長手軸 C に向かって、一部 1 2 0 a の延長線 1 2 5 に当接する位置または延長線 1 2 5 よりも下方の位置にまで延びている。一部 1 3 1 a は、例えば処置部 1 3 0 の上面である。

[0058] 図 6 に示すように、一部 1 3 0 a, 1 3 1 a における湾曲面部 1 3 2 a の高さ方向において、角 R 5 2 は 0.5 mm となっている。湾曲面部 1 3 2 a において、一部 1 3 1 a は、一部 1 3 0 a に対して角度 $\theta 5 1$ で傾斜している。角度 $\theta 5 1$ は、90 度である。一部 1 3 0 a に対する一部 1 3 1 a の高さ H 5 2 は、0.6 mm が好ましい。長手軸 C 方向と一部 1 3 1 a との間に形成される角度 $\theta 5 2$ は、55 度以上 85 度以下となっている。

[0059] 図 6 に示すように、一部 1 3 0 a, 1 3 1 a によって、基準面 3 1 b の先端部には、凹部 1 2 7 が形成される。

[0060] 図 3 と図 6 とに示すように、処置部 1 3 0 の一部 1 3 0 b は、反対面 3 1 c に含まれ、例えば処置部 1 3 0 の下面である。一部 1 3 0 b は、反対面 3 1 c に含まれる断面積均一部 1 2 0 の一部 1 2 0 b と連続し、一部 1 2 0 b と同一直線上に配設されている。一部 1 3 0 b は、湾曲面部 1 3 2 a よりも前方にまで延びている。一部 1 3 0 b は、長手軸 C 且つ後方に向かって円弧状に滑らかに湾曲して、基準面 3 1 b に含まれる一部 1 3 4 a に連続してい

る。一部134aは、例えば処置部130の上面である。

[0061] 図6に示すように、一部130b、134aにおける湾曲面部132bの高さ方向において、角R53は0.5mmとなっている。一部134aは、一部130bに対して角度 $\theta 53$ で傾斜している。角度 $\theta 53$ は、55度である。図4に示すように、湾曲面部132bの幅方向において、角R54は0.5mmとなっている。

[0062] 図6に示すように、一部130bと湾曲面部132bとの境界点133は、プローブ本体部31の径方向において、処置部130のなかで長手軸Cから最も離れている部位である。この境界点133は、プローブ本体部31の径方向において、長手軸Cと最大外径D7を有するテーパ部101の一部（例えばE9）における反対面31cとの間に位置する。つまり長手軸Cに沿って基端から先端をみたときに、境界点133を有する処置部130を含む湾曲部105は、テーパ部101の投影面内に常に配置される。

[0063] 図3と図6とに示すように、一部134aは、後方に向かって折れ曲がって、基準面31bに含まれる一部135aに連続している。この連続部位（折れ曲がり部分）は刃先部141として機能する。刃先部141は、処置部130の幅方向（矢印B2方向）に沿って線状に形成されており、一部134a及び一部135aの端部である。一部135aは、例えば処置部130の上面である。

[0064] 図6に示すように、一部135aは、延長線125に対して角度 $\theta 54$ で折れ曲がっている。角度 $\theta 54$ は、25度である。言い換えると、一部135aは、断面積均一部120の中心軸C2に対して、角度 $\theta 54$ で傾斜している。

[0065] 図3と図6とに示すように、一部135aは、一部131aと連続している。一部135aは、一部135aと一部131aとの連続部位を中心に一部134aに向かって（長手軸Cから離れるように（下方に向かうように））角度 $\theta 55$ で傾斜している。角度 $\theta 55$ は、30度以上45度以下である。このような一部135aは、第3折曲面である一部131aに対して第1

折曲面である一部120aの折曲方向に折れ曲がる第1処置面として機能する。なお本実施形態では、一部134aは、一部135aよりも前方に配設され、一部135aに対して長手軸Cから離れる方向に折れ曲がる第2処置面として機能する。

[0066] 図3と図6とに示すように、一部135aと一部131aとの連続部位は、刃先部143として機能する。このため、一部135aは、刃先部143を有していることとなる。そして一部135aは、刃先部143を中心に、一部120aの折曲方向且つ一部120aの延長線125から離れる方向に刃先部143に対して折れ曲がることとなる。また一部134a、135aは、長手軸Cに対して傾斜している。

[0067] 図6に示すように、長手方向において湾曲面部132bに形成される先端E50と刃先部143との間の長手寸法L57は、0.6mmであることが好ましい。図3と図4と図6とに示すように、刃先部143は、処置部130の幅方向に沿って線状に形成されており、一部131a及び一部135aの端部である。刃先部143と境界点133との間の高さH53は、1.4mmが好ましい。高さH13は、後述する突出部137を含む処置部130の先端部の高さであり、処置部130の幅W52よりも短い。なお幅W52は、前記したように、2.8mmであることが好ましい。長手軸Cに沿った一部135a（第1処置面）の長さは、刃先部143（処置部位）から湾曲部105の先端E20までの長手寸法L57の25%以上である。刃先部143は、処置部130と一部131aと一部135aとにおいて最も高い位置に配設されている。図6に示すように刃先部143を含む一部135aは、一部120aの延長線125上または延長線125よりも下方に位置する。刃先部143は、第3折曲面である一部131aと第1処置面である一部135aとの連続部位に設けられる。刃先部143は、図6に示すように第1折曲面である一部120aの延長線125上に位置する、または第1折曲面である一部120aの延長線125を境界として長手軸Cとは境界を挟んで反対側に位置する処置部位として機能する。つまり刃先部143は、延長線

125に当接する位置または延長線125よりも下方の位置に配設される。

[0068] 図6に示すように、前記した処置部130の形状において、処置部130は、長手軸Cに対する湾曲部105の中心軸C0の折れ曲がり方向とは逆側に突出する突出部137と、突出部137の端部に配設されることによって長手軸Cに対する中心軸C0の折れ曲がり方向とは逆側の位置に配設され、膝関節を処置する処置部位である刃先部143とを有することとなる。

[0069] 突出部137は、例えば、湾曲面部132aと一部131a, 135a, 134aとに囲まれる領域部分である。湾曲面部132aと一部131a, 135a, 134aとは、突出部137の周面である。突出部137の端部とは、一部131aと一部135aとの連続部位である。突出部137の最大高さは、一部130aに対する一部131aの高さH52である。

[0070] プローブ本体部31は、先端部31aにおいて、前記したようなテーパ部101と中継延設部103と湾曲部105とを有する。見方を変えると、超音波プローブ8は、絞り部位と平行部位と交差部位とを有する。

[0071] 図3に示すように、絞り部位は、プローブ本体部31の先端部に配設され、長手軸Cに向かって先細に絞られる。絞り部位は、一部101a, 101bを有する。一部101a, 101bは、長手軸Cを中心に上下対称に配設され、互いに同じ長さや形状や傾斜とを有する。このため上面における絞り角度は、下面における絞り角度と同一である。絞り部位を含むプローブ本体部31と湾曲部105とは、絞り部位を含むプローブ本体部31から湾曲部105へ超音波振動が伝達されている状態で、規定の周波数範囲で振動する。絞り部位を含むプローブ本体部31と湾曲部105とが規定の周波数範囲で振動している状態において、絞り部位の長手寸法L54は、振動の8分の1波長よりも大きい。絞り部位と絞り部位よりも先端側に配設されている処置部130とは、振動の4分の1波長の中に配設される。

[0072] 図3と図5Aとに示すように、平行部位は、プローブ本体部31の先端部且つ絞り部位よりも前方に配設され、絞り部位に連続し、長手軸Cに平行である。平行部位は、例えば、中継延設部103における基準面31b及び反

対面 31c と、断面積減少部 110 における反対面 31c とを有する。言い換えると、平行部位は、例えば、中継延設部 103 の一部 103a, 103b と、断面積減少部 110 の一部 110b とを有する。基準面 31b (一部 103a) は、長手軸 C に平行な上面である。反対面 31c (一部 103b, 110b) は、長手軸 C を挟んで上面とは反対側に配設される下面であり、長手軸 C に平行で、上面よりも長い。一部 103a と一部 103b とは、長手軸 C を中心に上下対称に配設され、互いに同じ長さで形状とを有する。一部 110b が配設されるため、平行部位における下面は、平行部位における上面よりも長く、平行部位における上面よりも先端側にまで延びている。

[0073] 図 5A と図 6 とに示すように、交差部位は、湾曲部 105 に配設され、平行部位に連続し、長手軸 C に交差する。交差部位は、例えば、湾曲部 105 における基準面 31b を有する。言い換えると、交差部位は、断面積均一部 120 の一部 120a を有する。

[0074] 前記したように、折れ曲がっている湾曲部 105 は、長手軸 C に沿って基端から先端に向かってプローブ本体部 31 をみたときに、プローブ本体部 31 の投影面内に常に配置される。そして、一部 101b は、長手軸 C に向かって絞られる。連続する一部 103b は一部 101b の先端に連続し且つ長手軸 C に平行であり、一部 110b は一部 103b の先端に連続し且つ長手軸 C に平行である。一部 103b, 110b はプローブ本体部 31 の投影面内に常に配置される。一部 120b, 130b は、長手軸 C から離れる方向に直線状に折れ曲がっているが、一部 103b, 110b と同様にプローブ本体部 31 の投影面内に常に配置される。このため、図 3 に示すように、反対面 31c 側、且つ、プローブ本体部 31 の投影面内には、スペース 145 が形成される。スペース 145 は、長手軸 C 方向において基端 E9 (一部 101a の基端) と一部 130b の先端との間に位置し、且つ、プローブ本体部 31 の先端部 31a の側方に位置する。スペース 145 は、プローブ本体部 31 の先端部 31a を挟んで、刃先部 143 とは逆側に配設される。

[0075] [作用・効果]

次に、本実施形態の超音波プローブ8の作用及び効果について説明する。

例えば膝関節の内視鏡観察下手術において、一般的には、患部200にアプローチするために配設される図示しないポート部（開口部）は所定の位置に定められている。

[0076] 超音波プローブ8の形状において、超音波プローブ8の長手軸に沿って超音波プローブ8の基端部から先端部に向かって超音波プローブ8をみたときに、本実施形態とは異なり、超音波プローブ8の先端部が基端部の投影面外に常に配置されるように、先端部は基端部に対して折れ曲がっているとする。そして、処置部130が先端部に配置されているとする。この場合、一般的にポート部は狭く、筒状部材は細く、膝関節における腔は狭く、大腿骨の周面は曲面状に形成されている。このため、前記した超音波プローブ8の形状では、筒状部材に対する超音波プローブ8の挿入性と、患部200への超音波プローブ8における処置部位のアプローチ性が低下する虞が生じる。超音波プローブ8において、振動方向によって処置できる方向が決まる。超音波プローブ8が適切な状態で患部200に接触されないと、処置の効率が低下する。また腔は狭く、患部は曲面状に形成されている。このため前記した超音波プローブ8の形状では、狭い腔にて患部200を処置するために適していない。また前記した超音波プローブ8の形状では、患部に接触する前に、患部以外の部位に接触し患部以外の部位を傷つけてしまう虞がある。このように、超音波プローブは狭い腔にて患部を処置するために適していない。

[0077] 本実施形態では、湾曲部105は、プローブ本体部31に対して折れ曲がっている。この湾曲部105において、長手軸C方向に沿って基端から先端をみたときに、境界点133を有する処置部130を含む湾曲部105は、テーパ部101の投影面内に常に配置される。第1折曲面である一部120aが長手軸Cに近づいて長手軸C上に接するようにプローブ本体部31の周面に対して折れ曲がっている。そして処置部位である刃先部143は、第1折曲面である一部120aの延長線125上に位置する、または第1折曲面

である一部 120a の延長線 125 を境界として長手軸 C とは境界を挟んで反対側に位置する。刃先部 143 は、処置部 130 の幅方向に沿って線状に形成されている。

このため大腿骨と脛骨との間の腔が狭く、大腿骨の下面が曲面状に形成されていても、超音波プローブ 8 は、超音波プローブ 8 の形状によって、患部 200 を適切に処置できる。また膝関節に限定されることはなく、膝関節以外の関節（例えば肩関節）の狭い腔において、超音波プローブ 8 は、超音波プローブ 8 の形状によって、患部 200 を適切に処置できる。また、図 8A と図 8B とに示すように、患部 200 である大腿骨への超音波プローブ 8 における処置部位である刃先部 143 のアプローチ性及び患部 200 に対する処置効率を向上できる。特にプローブ本体部 31 が患部 200 に対して斜めにアプローチされても、刃先部 143 が傾いているため、処置効率を向上できる。また本実施形態では、図 8A と図 8B とに示すように、プローブ本体部 31 をプローブ本体部 31 の軸周りに回転させ、刃先部 143 の向きを変えることによって、大腿骨のどの部位であっても、容易に処置を可能にでき、処置効率及び処置クオリティを向上できる。また患部 200 が十字靱帯の奥に存在する場合、刃先部 143 を患部 200 に容易にアプローチできる。

[0078] 湾曲部 105 の中心軸は、プローブ本体部 31 の長手軸 C に対して 5 度以上 8 度以下の角度で折れ曲がる。これによりポート部が狭く筒状部材が細くても、プローブ本体部 31 が筒状部材に挿入されれば、湾曲部 105 を有するプローブ本体部 31 において、筒状部材へのプローブ本体部 31 の挿入性を向上できる。また湾曲部 105 の湾曲の程度によって、湾曲部 105 を有するプローブ本体部 31 は筒状部材を挿通可能となり、挿通時に、湾曲部 105 が筒状部材の内周面に当接しないですむ。そして図 8A と図 8B とに示すように、患部 200 である大腿骨への超音波プローブ 8 における処置部位である刃先部 143 のアプローチ性及び患部 200 に対する処置効率を向上できる。本実施形態では、図 8A と図 8B とに示すように、プローブ本体部 31 をプローブ本体部 31 の軸周りに回転させ、刃先部 143 の向きを変え

ることによって、大腿骨のどの部位であっても、容易に処置を可能にでき、処置効率及び処置クオリティを向上できる。患部 200 が十字靱帯の奥に存在する場合、刃先部 143 を患部 200 に容易にアプローチできる。

[0079] 処置部位である刃先部 143 は、湾曲部 105 の中心軸 C0 の折れ曲がり方向とは逆側の位置に配設される。このため、刃先部 143 をプローブ本体部 31 の投影面積内に常に配置できる。プローブ本体部 31 が細い筒状部材に挿入される際、刃先部 143 を筒状部材の内周面に当接させずにできる。また大腿骨のどの部位であっても、刃先部 143 のアプローチ性を向上できる。

[0080] 処置部 130 は湾曲部 105 の細い先端部である。処置部 130 の先端部の高さが処置部 130 の幅よりも短いため、処置部 130 が薄い状態で、処置部 130 の強度を確保できる。強度が確保されるため、テーパ部 101 で縦振動の振幅 V を拡大しても、処置部 130 の折れを防止できる。そして、折れが防止された状態で、拡大した縦振動の振幅 V によって骨などの硬い患部 200 を処置できる。また処置部 130 が薄いため、処置部 130 を容易に患部 200 にアプローチできる。

[0081] 折れ曲がり開始位置 E15 は、折れ曲がり開始位置 E14 よりも基端側に位置する。このため、逃げ部としてのスペース 145 を形成できるため、狭い腔において患部 200 へアクセス性を向上できる。具体的には、例えば患部 200 である大腿骨の下面が処置されるとする。スペース 145 が形成されることにより、例えば反対面 31c が大腿骨の下面に対向する脛骨の上面に当接することを防止できる。つまり、患部 200 以外の部位が意図せずに処置されてしまうことを防止でき及び傷つくことを防止できる。そして、超音波プローブ 8 は、狭い空間でも患部 200 に容易にアクセスできる。また湾曲部 105 の先端部を細く及び軽くでき、狭い腔における処置効率を向上できる。

[0082] 折れ曲がり開始位置 E14, 15 は、最先端の振動節 N3 よりも湾曲部 105 の先端部側に位置する。このためテーパ部 101 で拡大された縦振動の

振幅Vを刃先部143に伝達でき、処置効率を向上できる。

[0083] 絞り部位と平行部位と交差部位とによって、プローブ本体部31の先端部を先細にでき、アプローチ性を向上できる。さらに、逃げ部としてのスペース145を形成できるため、狭い腔における処置効率を向上できる。具体的には、例えば患部200である大腿骨の下面が処置されるとする。スペース145が形成されることにより、例えば反対面31cが大腿骨の下面に対向する脛骨の上面に当接することを防止できる。つまり、患部200以外の部位が意図せずに処置されてしまうことを防止でき及び傷つくことを防止できる。そして、超音波プローブ8は、狭い空間でも患部200に容易にアクセスできる。また湾曲部105の先端部を細く及び軽くでき、狭い腔における処置効率を向上できる。

[0084] 患部200が例えば骨のように硬い場合、縦振動の振幅Vを拡大する必要がある。本実施形態では、絞り部位を含むテーパ部101によって、縦振動の振幅Vを確実に拡大できる。

[0085] 刃先部143を含む一部135aは、刃先部143を中心に一部134aに向かって長手軸Cに対して角度 $\theta 55$ で傾斜している。このため、プローブ本体部31が長手軸C方向に沿って進退する際、刃先部143を含む一部135aによって、例えば患部200の曲面状の側面を処置できる。

[0086] 刃先部141を含む一部134aと刃先部143を含む一部135aとは、患部200を切削してもよい。一部134aと一部135aとによって患部200が切削されることにより、刃先部141、143によって切削された箇所のみが凹むことが防止され、患部200の周面において段差が形成されることが防止される。

[0087] 一部131aと一部135aと一部134aとによって刃先部141、143が形成され、つまり刃先部が2段形成される。このため本実施形態では、刃先部が1つしか配設されていない場合に比べて、処置部130の厚みと強度とを確保できる。また第1処置面の長さは、刃先部143から湾曲部105の先端までの長手寸法L57の25%以上である。このため、処置部1

30の厚みと強度とを確保できる。強度が確保されるため、テーパ部101で縦振動の振幅Vを拡大しても、処置部130の折れを防止できる。そして、折れが防止された状態で、拡大した縦振動の振幅Vによって骨などの硬い患部200を処置できる。

[0088] 本実施形態では、テーパ部101と中継延設部103とが配設され、所定の長さが確保されている。このため、振幅が拡大されても、プローブ本体部31の先端部31aの所定部位に応力が集中することを防止でき、プローブ本体部31の先端部31a全体に応力を分散できる。

[0089] 図7は、振動体ユニット20が規定の周波数範囲で縦振動する状態での、先端側から2番目の振動腹A3と最も先端側の振動腹A2との間における、縦振動の振幅V及び超音波振動による応力 σ を示している。図7では、横軸に長手軸方向についての位置を示し、縦軸に振幅V及び応力 σ を示している。また、図7では、縦振動の振幅Vの変化を実線で示し、応力 σ の変化を一点鎖線で示している。

[0090] 図7に示すように、振動体ユニット20が規定の周波数範囲で縦振動する状態では、最も先端側の振動節N3より先端側にテーパ部101が位置し、テーパ部101で縦振動の振幅Vが拡大される。例えば、振動腹での振幅が $80\mu\text{m}$ の縦振動が、テーパ部101によって、振動腹での振幅が $140\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下の縦振動に拡大される。また、超音波振動による応力 σ は、振動節及び超音波振動の伝達方向に垂直な断面積が減少する部分で大きくなり、振動腹でゼロとなる。したがって、図7に示すように、振動節N3からテーパ部101の先端である絞り終了位置S4との間において、応力 σ が大きくなる。

[0091] ここで、本実施形態では、テーパ部101の基端(E9)から絞り終了位置S4までの長手軸方向についての寸法が、振動体ユニット20が規定の周波数範囲で縦振動する状態での8分の1波長($\lambda/8$)より大きくなる。そして、テーパ部101では、長手軸方向について基端(E9)と絞り終了位置S4との間の長手寸法L54も、振動体ユニット20が規定の周波数範囲

で縦振動する状態での8分の1波長より大きくなる。テーパ部101の基端(E9)から絞り終了位置S4までの長手軸方向についての寸法が大きくなることにより、振動節N3からテーパ部101の絞り終了位置S4との間の全長に渡って、超音波振動による応力 σ が略均一に保たれる。すなわち、振動節N3からテーパ部101の絞り終了位置S4との間において、応力が局所的に大きくなることが(すなわち、ピークが発生することが)、有効に防止される。例えば、ある実施例では、振動腹での振幅が大きくなる(例えば80 μ m)縦振動がテーパ部101の基端(E9)に伝達されても、振動体ユニット20が規定の周波数範囲(例えば46kHz以上48kHz以下)で縦振動する状態では、振動節N3からテーパ部101の絞り終了位置S4との間において応力 σ が300Mpa程度で略均一に保たれる。すなわち、本実施形態では、振動節N3からテーパ部101の絞り終了位置S4との間において(例えば、テーパ部101の先端である絞り終了位置S4で)、応力が局所的に700Mpa程度まで大きくなることが防止される。応力 σ が局所的に大きくなることが防止されるため、超音波振動による超音波プローブ8の破損を有効に防止することができる。

[0092] 本実施形態では、超音波プローブ8が骨などの硬い患部200を超音波振動によって処置する場合、テーパ部101で縦振動の振幅Vを拡大させる必要があり、刃先部143を患部200に押し付ける必要がある。処置時において、絞り部位を含むテーパ部101と湾曲部105とは、拡大した振幅Vと押し付けとによって折れる虞がある。本実施形態では、長手寸法L54は、超音波プローブ8の振動体ユニット20が縦振動する状態での8分の1波長よりも大きい。絞り部位と処置部130とは、振動体ユニット20が縦振動する状態での4分の1波長の中に配設される。このため長手寸法L54において応力が分散され、つまり前記したように、応力が局所的に大きくなることが防止される。また中継延設部103と湾曲部105とにおいて応力が減少する。よって、超音波振動による超音波プローブ8の破損を有効に防止でき、振幅Vの拡大と折れの防止とを両立できる。

[0093] 本実施形態では、段差が形成されないようにプローブ本体部 31 は形成されており、プローブ本体部 31 の先端部 31 a は絞られているのみである。

これによりキャビテーションの発生を抑制でき、患部 200 が処置される際にキャビテーションが観察視野を妨げることを防止でき、言い換えると術者の視認性を向上できる。そして、キャビテーションが患部 200 を傷つけることを防止でき、キャビテーションがプローブ本体部 31 の先端部 31 a を傷つけることを防止できる。断面積均一部 120 の周囲において角 R51 が形成され、湾曲面部 132 a において角 R52 が形成され、一部 130 b の湾曲面部 132 b において角 R53 と角 R54 とが形成される。このため、断面積均一部 120 と湾曲面部 132 b とにおいて、キャビテーションの発生を抑制でき、キャビテーションが患部 200 を傷つけることを防止できる。

また前記において、断面積均一部 120 と湾曲面部 132 a と湾曲面部 132 b とが患部 200 に接触しても、角 R51, R52, R53, R54 によって患部 200 が傷つけられることを防止できる。角 R51 の曲面部分は、長手軸方向について図 3 の範囲 F1, F2 に渡って形成されてもよい。すなわち、角 R51 の曲面部分は、長手軸方向について超音波プローブ 8 の先端からテーパ部 101 まで延設され、超音波プローブ 8 においてシース 7 の先端からの突出部分（露出部分）に形成される。

[0094] [第 2 の実施形態]

本実施形態では、図 9 と図 10 と図 11 とを参照して第 1 の実施形態とは異なる点のみ記載する。

[0095] 全長 L1 は、183.2 mm であることが好ましい。長手寸法 L2 は、177.2 mm であることが好ましい。長手寸法 L53 は、10 mm であることが好ましい。

[0096] 図 9 と図 11 とに示すように、湾曲面部 132 a において、例えば角 R52 は 0.4 mm となっている。一部 130 a に対する一部 131 a の高さ H52 は、0.7 mm が好ましい。

- [0097] 図 1 1 に示すように、湾曲面部 1 3 2 b の幅方向において、角 R 5 4 は 1 mm となっている。
- [0098] 図 1 1 に示すように、一部 1 3 5 a と一部 1 3 0 a の平面方向に対して直交する直交方向との間に形成される角度 $\theta 5 6$ は、70 度である。一部 1 3 5 a の長手寸法 L 6 0 は、0.2 mm が好ましい。
- [0099] 図 1 1 に示すように、湾曲面部 1 3 2 b は、長手軸 C 且つ後方に向かって円弧状に滑らかに湾曲しており、基準面 3 1 b に含まれる一部 1 3 4 a に連続している。湾曲面部 1 3 2 b と一部 1 3 4 a とにおける湾曲部 1 3 2 c の高さ方向において、角 R 5 5 は 0.4 mm となっている。一部 1 3 4 a は、長手軸 C に対して角度 $\theta 5 7$ で曲がっている。角度 $\theta 5 7$ は、55 度である。
- [0100] 図 1 1 に示すように、一部 1 3 4 a は、長手軸 C 且つ後方に向かって円弧状に滑らかに湾曲しており、一部 1 3 5 a に連続している。一部 1 3 4 a と一部 1 3 5 a とにおける湾曲部 1 3 2 d の高さ方向において、角 R 5 6 は 0.4 mm となっている。一部 1 3 5 a は、長手軸 C に対して角度 $\theta 5 8$ で曲がっている。角度 $\theta 5 8$ は、25 度である。
- [0101] 図 1 1 に示すように、長手方向において湾曲面部 1 3 2 b に形成される先端 E 5 0 と刃先部 1 4 3 との間の長手寸法 L 6 1 は、0.6 mm が好ましい。
- [0102] 図 1 1 に示すように、刃先部 1 4 3 を含む一部 1 3 5 a の全面が一部 1 2 0 a の延長線 1 2 5 上に配置されるように、一部 1 3 5 a は、刃先部 1 4 3 を中心に、刃先部 1 4 3 に対して一部 1 2 0 a の折曲方向に折れ曲がっている。または刃先部 1 4 3 を含む一部 1 3 5 a の全面が一部 1 2 0 a の延長線 1 2 5 を境界として長手軸 C とは境界を挟んで反対側に位置するように、一部 1 3 5 a は、刃先部 1 4 3 を中心に、刃先部 1 4 3 に対して一部 1 2 0 a の折曲方向に折れ曲がっている。つまり刃先部 1 4 3 を含む一部 1 3 5 a の全面は、延長線 1 2 5 と同一平面上または延長線 1 2 5 よりも下方の平面上に配設される。

- [0103] 図 1 1 に示すように刃先部 1 4 3 を含む一部 1 3 1 a と一部 1 3 5 a とは、円弧状に形成されている。この場合、刃先部 1 4 3 の円弧を形成する中心位置と刃先部 1 4 3 との間の長手寸法 L 6 2 は、2 mm であることが好ましい。中心位置は、一部 1 3 0 a 側に形成される。
- [0104] 本実施形態では、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。本実施形態では、刃先部 1 4 1 が解消されており、湾曲部 1 3 2 c, 1 3 2 d によってさらにキャビテーションの発生を抑制できる。刃先部 1 4 3 を含む一部 1 3 1 a と一部 1 3 5 a とは、円弧状に形成されている。このため、患部 2 0 0 に対する処置性を向上できる。
- [0105] 本発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。

請求の範囲

- [請求項1] 膝関節を超音波振動で処置するために、前記超音波振動を伝達する膝関節用の超音波プローブであって、
- 長手軸に沿って延設され、基端から先端へ前記超音波振動を伝達するプローブ本体部と、
- 前記プローブ本体部の長手軸に対して折れ曲がる中心軸を有し、前記プローブ本体部の先端部に連続し、前記プローブ本体部に対して折れ曲がっている湾曲部と、
- を具備し、
- 前記湾曲部は、前記長手軸に沿って前記基端から前記先端に向かって前記プローブ本体部をみたときに、前記プローブ本体部の投影面内に常に配置され、
- 前記湾曲部は、
- 処置部位を有し、前記湾曲部の先端部に配設される処置部と、
- 前記処置部に連続し、前記長手軸に近づいて前記長手軸上に交差するように前記プローブ本体部の周面に対して折れ曲がる第1折曲面と、
- 、
- 前記処置部に配設され、前記第1折曲面の折曲方向且つ前記長手軸から離れる方向に向かって前記第1折曲面に対して折れ曲がる第2折曲面と、
- 前記処置部に配設され、前記第1折曲面の折曲方向とは逆側である前記長手軸に近づく方向に向かって前記第2折曲面に対して折れ曲がり、前記第1折曲面の延長線に向かって延びる第3折曲面と、
- 前記処置部に配設され、前記第3折曲面に対して前記第1折曲面の折曲方向に折れ曲がる第1処置面と、
- を有し、
- 前記処置部位は、前記第3折曲面と前記第1処置面との連続部位に配設され、前記第1折曲面の前記延長線上に位置するまたは前記第1

折曲面の前記延長線を境界として前記長手軸とは前記境界を挟んで反対側に位置する超音波プローブ。

[請求項2] 前記湾曲部の中心軸は、前記プローブ本体部の前記長手軸に対して5度以上8度以下の角度で折れ曲がっている請求項1に記載の超音波プローブ。

[請求項3] 前記処置部は、前記長手軸に対する前記湾曲部の前記中心軸の折れ曲がり方向とは逆側に突出する突出部をさらに有し、

前記処置部位は、前記突出部の端部に配設されることによって前記長手軸に対する前記湾曲部の前記中心軸の折れ曲がり方向とは逆側の位置に配設される請求項1に記載の超音波プローブ。

[請求項4] 前記湾曲部は、

前記処置部位及び前記突出部を含み前記プローブ本体部の上面に対して折れ曲がっている上面と、

前記中心軸を挟んで前記湾曲部の前記上面とは反対側に備えられ、前記プローブ本体部の下面に対して折れ曲がっている下面と、

を有し、

前記プローブ本体部の前記上面に対する前記湾曲部の前記上面の折れ曲がり開始位置は、前記プローブ本体部の前記下面に対する前記湾曲部の前記下面の折れ曲がり開始位置よりも基端側に位置する請求項3に記載の超音波プローブ。

[請求項5] 前記処置部の先端部の高さは、前記処置部の幅よりも短い請求項1に記載の超音波プローブ。

[請求項6] 前記プローブ本体部と前記湾曲部とは、前記プローブ本体部から前記湾曲部へ前記超音波振動が伝達されている状態で、規定の周波数範囲で振動し、

前記プローブ本体部と前記湾曲部とが前記規定の周波数範囲で振動している状態において、前記湾曲部の折れ曲がり開始位置は、複数の振動節における最先端の振動節よりも前記湾曲部の先端部側に位置す

る請求項 1 に記載の超音波プローブ。

[請求項7] 前記プローブ本体部の前記先端部に配設され、前記長手軸に向かって先細に絞られる絞り部位と、

前記プローブ本体部の前記先端部且つ前記絞り部位よりも前方に配設され、前記絞り部位に連続し、前記長手軸に平行な平行部位と、

前記湾曲部に配設され、前記平行部位に連続し、前記長手軸に交差する交差部位と、

を有する請求項 1 に記載の超音波プローブ。

[請求項8] 前記平行部位は、

前記長手軸に平行な上面と、

前記長手軸を挟んで前記上面とは反対側に配設され前記長手軸に平行で前記上面よりも長い下面と、

を有する請求項 7 に記載の超音波プローブ。

[請求項9] 前記絞り部位は、前記プローブ本体部の前記先端部の上面と下面とに形成され、

前記上面における絞り角度は、前記下面における絞り角度と同一である請求項 7 に記載の超音波プローブ。

[請求項10] 前記長手軸に沿った前記第 1 処置面の長さは、前記処置部位から前記湾曲部の先端までの長手寸法の 25% 以上である請求項 1 に記載の超音波プローブ。

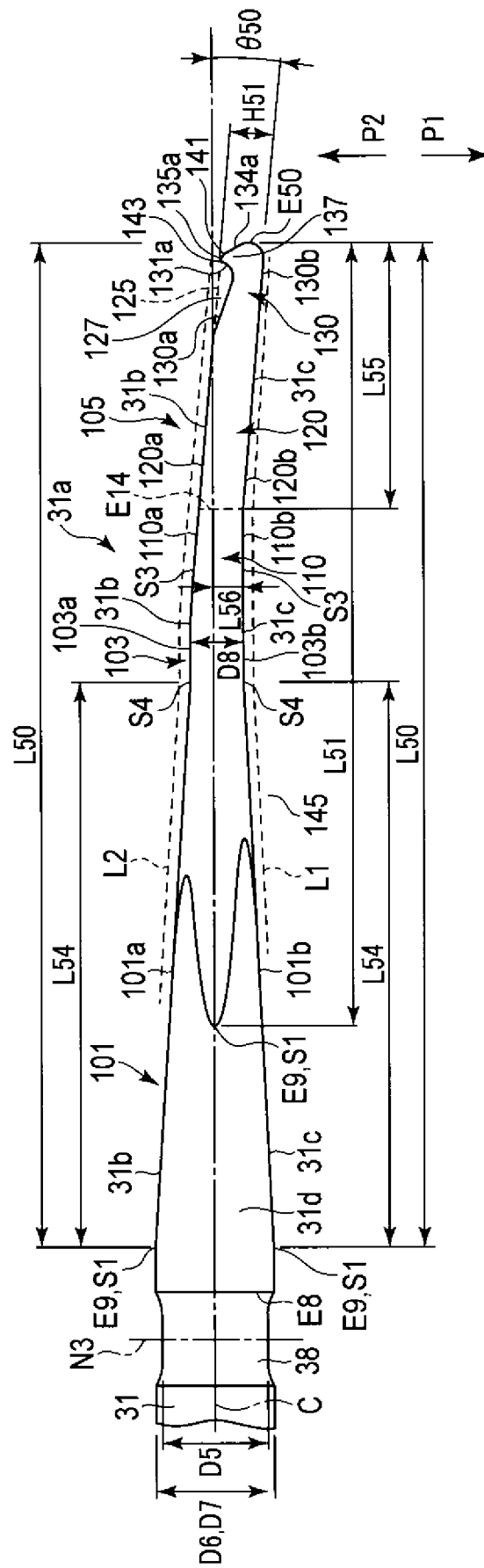
[請求項11] 前記プローブ本体部の前記先端部に配設され、前記長手軸に向かって先細に絞られる絞り部位を具備し、

前記絞り部位を含む前記プローブ本体部と前記湾曲部とは、前記プローブ本体部から前記湾曲部へ前記超音波振動が伝達されている状態で、規定の周波数範囲で振動し、

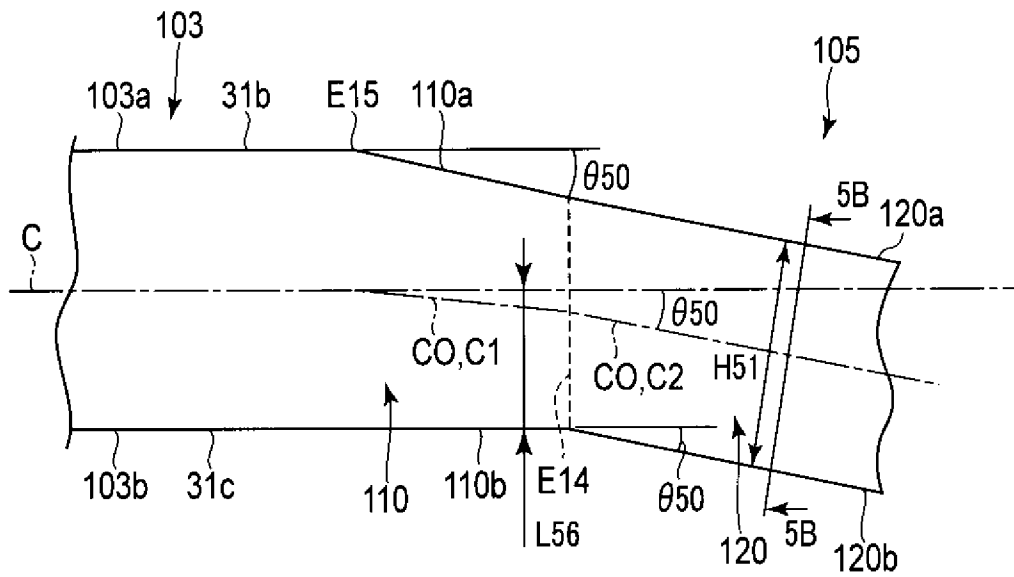
前記絞り部位を含む前記プローブ本体部と前記湾曲部とが前記規定の周波数範囲で振動している状態において、

前記絞り部位の長手寸法は、振動の 8 分の 1 波長よりも大きく、

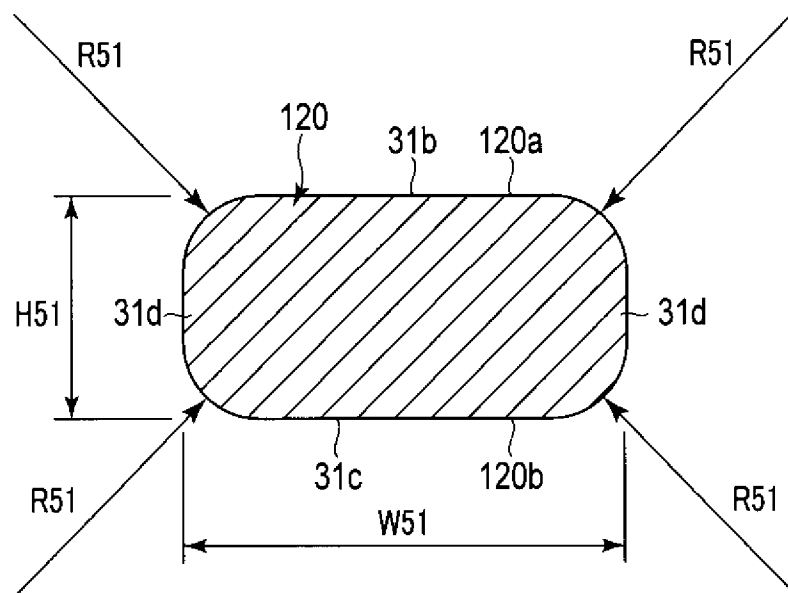
前記絞り部位と前記絞り部位よりも先端側に配設されている前記処置部とは、振動の4分の1波長の中に配設される請求項1に記載の超音波プローブ。

$$\begin{array}{c} \xrightarrow{C1} \\ \xleftarrow{C2} \end{array}$$


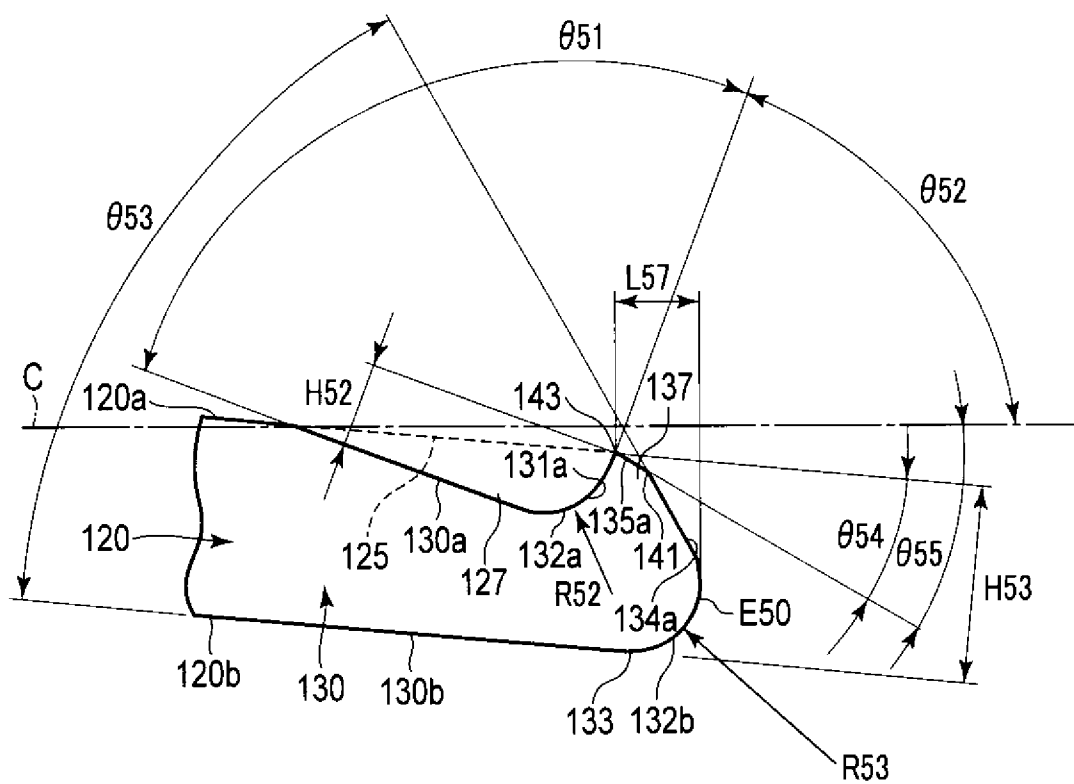
[図5A]



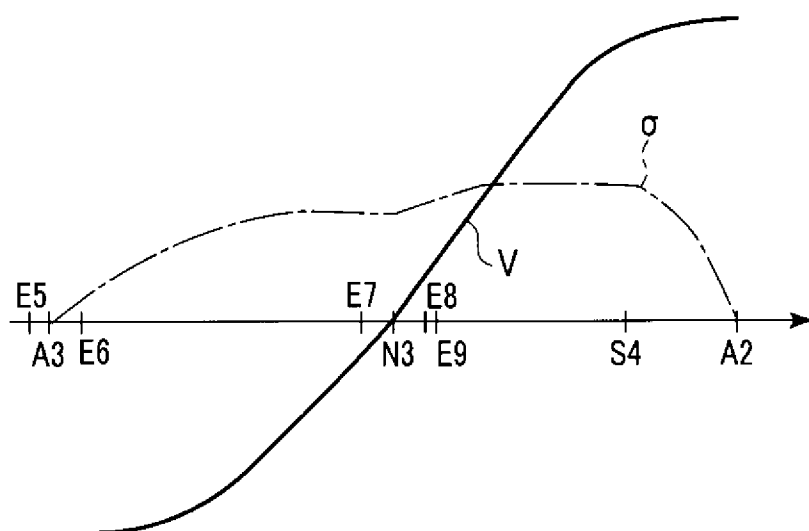
[図5B]



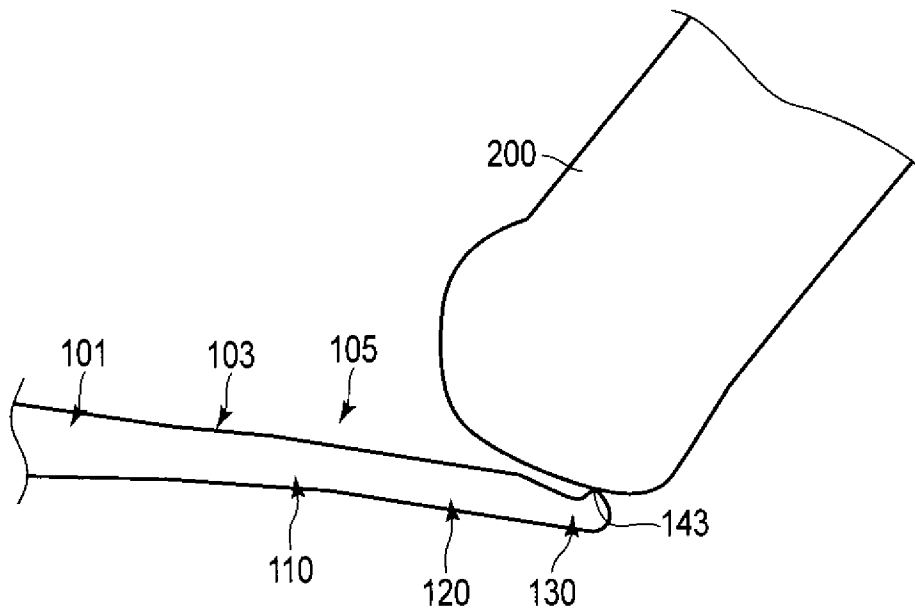
[図6]



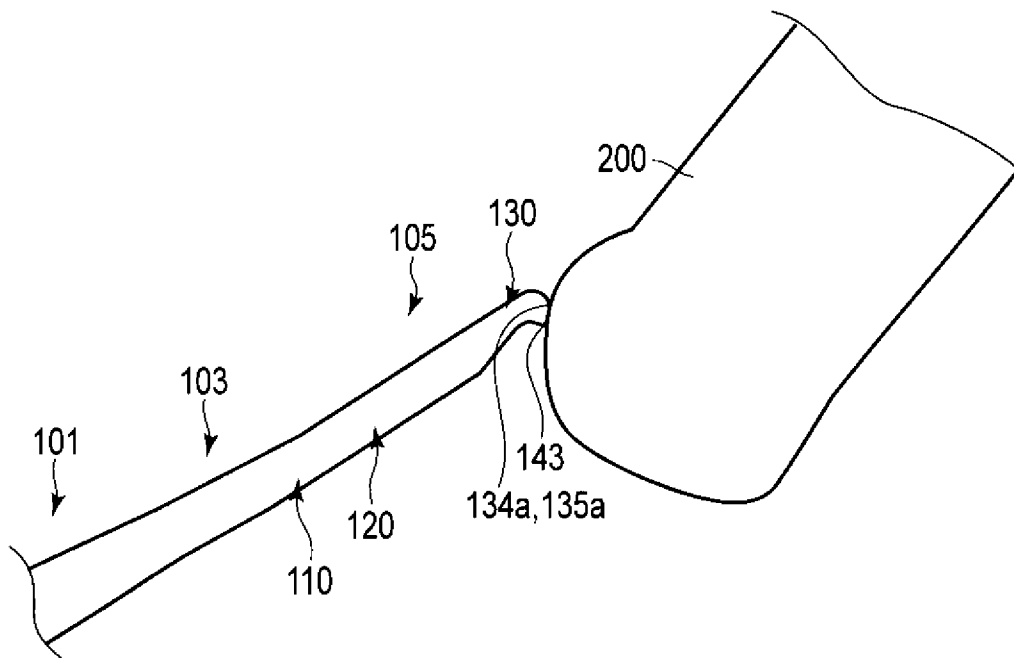
[図7]



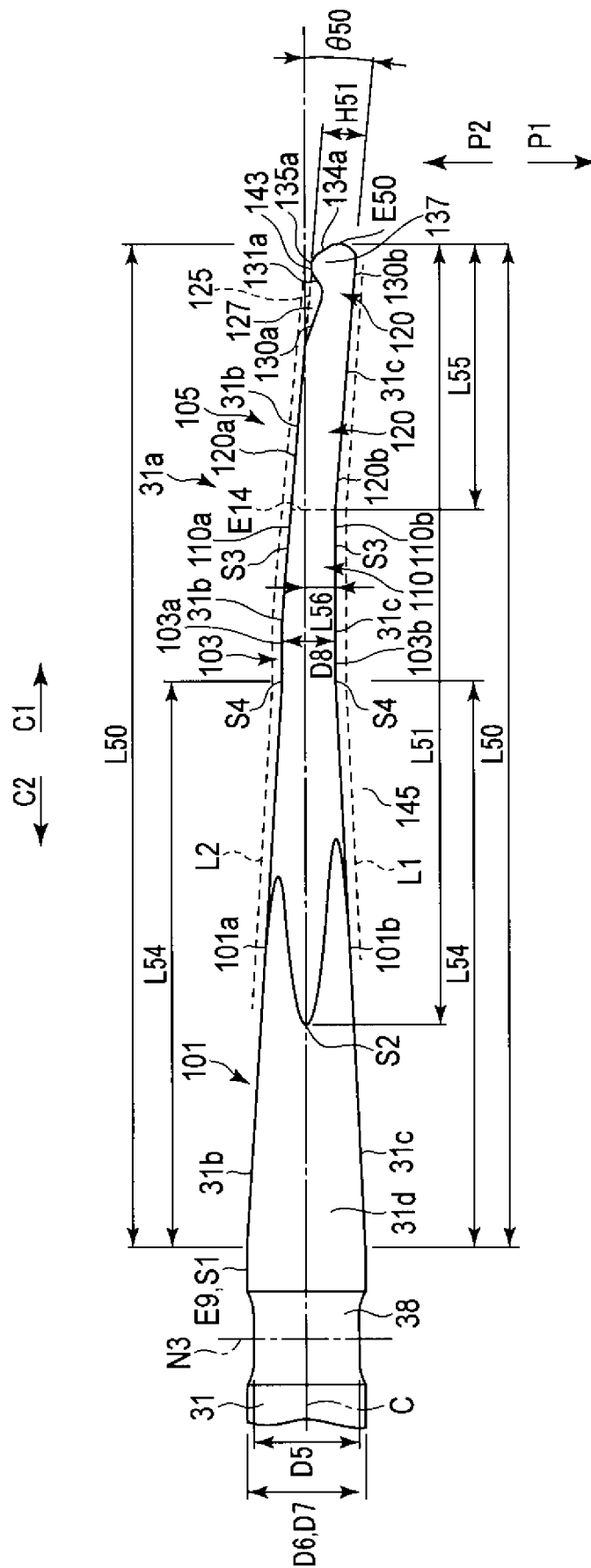
[図8A]



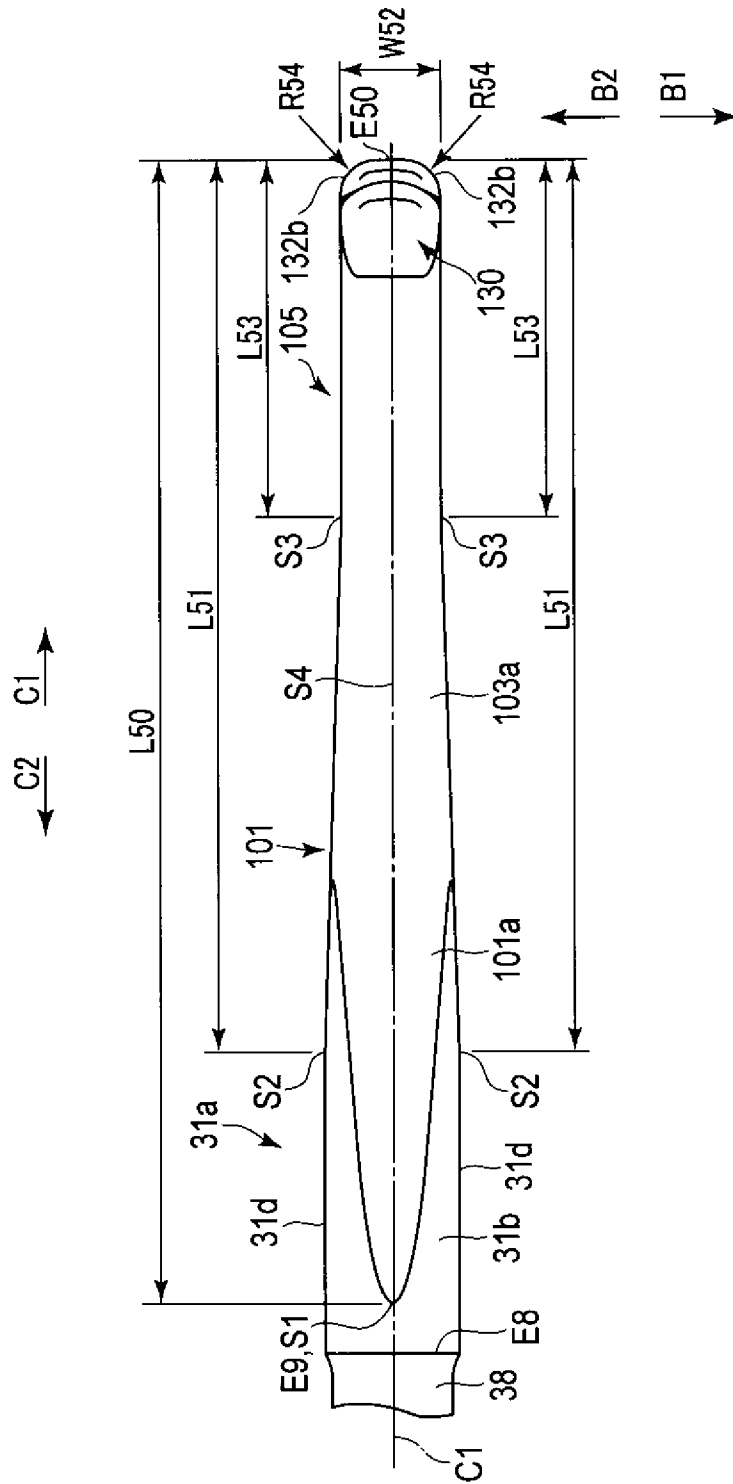
[図8B]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/076183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B18/00(2006.01) i, A61B17/56(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, A61B17/56

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y	US 2009/0326535 A1 (Cornelio BLUS), 31 December 2009 (31.12.2009), fig. 1 & WO 2008/012359 A1 & EP 2051643 A & IT TO20060113 U	1-2, 6-11 3-5
Y	US 4832683 A (SUMITOMO BAKELLITE CO., LTD.), 23 May 1989 (23.05.1989), fig. 5 & WO 1987/001575 A1 & EP 238667 A1 & DE 3687833 A & AU 6134286 A & CA 1264634 A	3-5

☐ 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
15 December 2015 (15.12.15)

Date of mailing of the international search report
28 December 2015 (28.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B18/00(2006.01)i, A61B17/56(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（I P C））

Int.Cl. A61B18/00, A61B17/56

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X Y	US 2009/0326535 A1 (Cornelio BLUS) 2009.12.31, 図 1 & WO 2008/012359 A1 & EP 2051643 A & IT T020060113 U	1-2, 6-11 3-5
Y	US 4832683 A (SUMITOMO BAKELLITE COMPANY LIMITED) 1989.05.23, 図 5 & WO 1987/001575 A1 & EP 238667 A1 & DE 3687833 A & AU 6134286 A & CA 1264634 A	3-5

☐ 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

1 5 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

村上 聡

3 I

9 4 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 8 6