

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02019/008714

発行日 令和2年6月11日(2020.6.11)

(43) 国際公開日 平成31年1月10日(2019.1.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 17/16 (2006.01)	A 6 1 B 17/16	4 C 1 6 0
A 6 1 B 17/32 (2006.01)	A 6 1 B 17/32 5 1 0	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 48 頁)

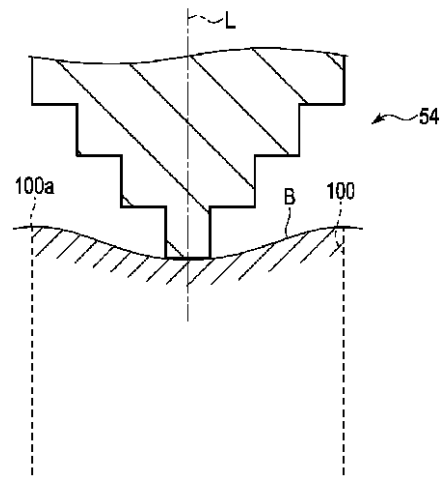
出願番号	特願2019-528273 (P2019-528273)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2017/024734		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成29年7月5日(2017.7.5)		東京都八王子市石川町2951番地
(81) 指定国・地域	AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, 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), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100179062 弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100153051 弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100199565 弁理士 飯野 茂
		(74) 代理人	100162570 弁理士 金子 早苗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波プローブ及び超音波処置アセンブリ

(57) 【要約】

超音波プローブは、超音波振動により処置対象を切削するブロック状の処置部を有する。処置部は、前記長手軸に沿って先端の第1の面と、前記第1の面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第1の面との間に第1の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第2の面とを有し、前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第1の面のうち、前記長手軸に対して直交する第1の直交方向に沿う寸法が、前記第2の面のうち、前記第1の直交方向に沿う寸法よりも小さい部分を有する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

長手軸に沿って基端側に配設された超音波トランスデューサに発生させた超音波振動を前記長手軸に沿って基端側から先端側に向かって伝達するプローブ本体部と、

前記長手軸に沿って前記プローブ本体部の先端側に設けられ、前記超音波振動により処置対象を切削する処置部であって、

前記長手軸に沿って先端の第 1 の面と、

前記第 1 の面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第 1 の面との間に第 1 の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第 2 の面と

を有し、前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第 1 の面のうち、前記長手軸に対して直交する第 1 の直交方向に沿う寸法が、前記第 2 の面のうち、前記第 1 の直交方向に沿う寸法よりも小さい部分を有する、処置部と

を具備する超音波プローブ。

【請求項 2】

前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第 1 の面の面積は、前記第 2 の面の面積よりも小さい、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記第 1 の面は、前記長手軸に対して直交又は略直交する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記第 1 の面は、平面に形成されている第 1 の縁部を含む、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記第 1 の面の前記第 1 の縁部と、前記第 2 の面との間には、前記長手軸に平行な面を有する、請求項 4 に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記第 1 の面の前記第 1 の縁部と、前記第 2 の面との間には、前記長手軸に対して傾斜する面を有する、請求項 4 に記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記処置部は、前記第 1 の面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第 1 の面の前記第 1 の縁部との間に前記第 1 の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第 3 の面を有し、

前記第 1 の面には、前記長手軸に直交する中心線が規定され、

前記第 2 の面及び前記第 3 の面は、前記長手軸及び前記中心線により形成される仮想面に対して対称に形成されている、請求項 4 に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記処置部は、前記長手軸に沿って基端側から先端側を見るときの内視鏡の視野において認識される指標を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記指標は、前記長手軸 L に沿って先端に前記第 1 の面を有し、前記第 2 の面に対して突出する凸部により形成されている、請求項 8 に記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

前記指標は、前記処置部を前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たときの最外縁に形成されている、請求項 8 に記載の超音波プローブ。

【請求項 11】

前記第 2 の面は、前記長手軸から離れた第 2 の縁部を含む領域が平面に形成されている、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 12】

前記処置部を前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第 2 の面の少なくとも一部は、前記第 1 の面に対して露出している、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

前記処置部は、前記第 2 の面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第 2 の面との間に第 2 の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第 3 の面を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 4】

前記第 1 の段差の前記長手軸に沿う第 1 の高さは、前記第 2 の段差の前記長手軸に沿う第 2 の高さに一致し、又は、前記第 1 の高さは前記第 2 の高さよりも高い、請求項 1 3 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 5】

前記第 1 の段差の前記長手軸に沿う第 1 の高さは、前記第 2 の段差の前記長手軸に沿う第 2 の高さに一致し、又は、前記第 1 の高さは前記第 2 の高さよりも低い、請求項 1 3 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 6】

前記処置部を前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記処置部の最外縁は、多角形状、楕円形状、又は、陸上競技場のトラック形状を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 7】

前記第 1 の面の前記第 1 の直交方向に沿う寸法は、前記長手軸及び前記第 1 の直交方向に対して直交する第 2 の直交方向に一定である部分を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 8】

前記第 1 の面の前記第 1 の直交方向に沿う寸法は、前記長手軸及び前記第 1 の直交方向に直交する第 2 の直交方向の位置に応じて変化する部分を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 9】

前記処置部の基端部は、前記長手軸に沿って基端側に向かうにつれて、前記長手軸に直交する断面の断面積を小さく形成する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 2 0】

請求項 1 に記載の超音波プローブと、

前記長手軸に沿って前記プローブ本体部の基端に接続され、電力の供給により超音波振動を発生させ、前記長手軸に沿って前記超音波プローブの基端に前記超音波振動を入力して前記超音波振動を前記処置部に伝達する超音波トランスデューサと

を有する超音波処置アッセンブリ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、超音波プローブ及び超音波処置アッセンブリに関する。

【背景技術】**【0002】**

例えばUS 2010/121197 A1には、超音波振動が伝達されると先端で骨に孔を形成することが可能な超音波プローブが開示されている。この超音波プローブでは、先端部の形状の孔が形成される。

【0003】

骨などの処置対象は例えば複雑な曲面を有している。US 2010/121197 A1に開示された超音波プローブは、先端面の形状のような大きな面積の孔を複雑な曲面に対して形成しようとする。処置対象に対して超音波プローブの先端面は滑り易く、孔が形成され始め難いことがある。このため、超音波プローブの先端面を処置対象の位置に位置合わせした状態を維持した状態で超音波振動を用いて容易に孔を形成し始めるなど、超音波プローブを用いた処置における処置効率を極力向上させることが求められている。

【発明の概要】

【 0 0 0 4 】

この発明は、例えば骨に孔を形成する場合などの処置効率を向上させることが可能な超音波プローブ及び超音波処置アセンブリを提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

この発明の一態様に係る超音波プローブは、長手軸に沿って基端側に配設された超音波トランスデューサに発生させた超音波振動を前記長手軸に沿って基端側から先端側に向かって伝達するプローブ本体部と、前記長手軸に沿って前記プローブ本体部の先端側に設けられ、前記超音波振動により処置対象を切削する処置部であって、前記長手軸に沿って先端の第 1 の面と、前記第 1 の面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第 1 の面との間に第 1 の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第 2 の面とを有し、前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第 1 の面のうち、前記長手軸に対して直交する第 1 の直交方向に沿う寸法が、前記第 2 の面のうち、前記第 1 の直交方向に沿う寸法よりも小さい部分を有する処置部とを有する。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 6 】

【図 1】図 1 は、第 1 及び第 2 実施形態に係る処置システムを示す概略図である。

【図 2】図 2 は、第 1 実施形態に係る処置システムの超音波プローブを示し、特に、処置部及びその近傍を拡大して示す概略図である。

【図 3】図 3 は、図 2 中の矢印 I I I 方向から見た超音波プローブの処置部の概略図である。

20

【図 4】図 4 は、図 2 に示す超音波プローブの処置部の概略的な斜視図である。

【図 5 A】図 5 A は、図 3 中の 5 A - 5 A 線に沿い、図 4 中の仮想面 α 1 で示す部位の概略的な断面図である。

【図 5 B】図 5 B は、図 3 中の 5 B - 5 B 線に沿い、図 4 中の仮想面 α 2 で示す部位の概略的な断面図である。

【図 5 C】図 5 C は、図 3 中の 5 C - 5 C 線に沿い、図 4 中の仮想面 α 3 で示す部位の概略的な断面図である。

【図 6 A】図 6 A は、図 3 中の 6 A - 6 A 線に沿い、図 4 中の仮想面 β 1 で示す部位の概略的な断面図である。

【図 6 B】図 6 B は、図 3 中の 6 B - 6 B 線に沿い、図 4 中の仮想面 β 2 で示す部位の概略的な断面図である。

30

【図 7】図 7 は、図 5 B に示す断面を有する処置部を有する超音波プローブを有する処置具で骨に凹孔を形成している状態を示す概略図である。

【図 8】図 8 は、膝蓋骨と脛骨との間の腱から採取した移植腱を示す概略図である。

【図 9 A】図 9 A は、図 8 に示す移植腱を前十字靱帯の再建のために、大腿骨側の前十字靱帯のフットプリント部に骨孔を形成した状態を示す概略図である。

【図 9 B】図 9 B は、図 8 に示す移植腱の骨片が入る大きさに、図 9 A に示す骨孔に平行に骨孔を形成した状態を示す概略図である。

【図 9 C】図 9 C は、図 8 に示す移植腱を前十字靱帯の再建のために、脛骨側の前十字靱帯のフットプリント部に骨孔を形成した状態を示す概略図である。

40

【図 9 D】図 9 D は、図 8 に示す移植腱の骨片が入る大きさに、図 9 C に示す骨孔に平行に骨孔を形成した状態を示す概略図である。

【図 9 E】図 9 E は、図 9 D に示す大腿骨側の骨孔に貫通孔を形成した状態を示す概略図である。

【図 1 0 A】図 1 0 A は、第 1 実施形態の第 1 変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 0 B】図 1 0 B は、第 1 実施形態の第 1 変形例に係る超音波プローブの処置部の先端を、孔を形成しようとする骨に当接させた状態を示す概略図である。

【図 1 0 C】図 1 0 C は、参照例に係る超音波プローブの処置部の先端を、孔を形成しようとする骨に当接させた状態を示す概略図である。

50

【図 1 1 A】図 1 1 A は、図 1 0 A に示す処置部の先端部近傍の適宜の Y X 平面での断面を示す一例である。

【図 1 1 B】図 1 1 B は、図 1 0 A に示す処置部の先端部近傍の適宜の Y X 平面での断面を示す、図 1 1 A とは異なる例である。

【図 1 1 C】図 1 1 C は、図 1 0 A に示す処置部の先端部近傍の適宜の Y X 平面での断面を示す、図 1 1 A 及び図 1 1 B とは異なる例である。

【図 1 2 A】図 1 2 A は、図 1 0 A に示す処置部の適宜の Y X 平面での断面を示す一例である。

【図 1 2 B】図 1 2 B は、図 1 0 A に示す処置部の適宜の Y X 平面での断面を示す、図 1 2 A とは異なる例である。

【図 1 2 C】図 1 2 C は、図 1 0 A に示す処置部の適宜の Y X 平面での断面を示す、図 1 2 A 及び図 1 2 B とは異なる例である。

【図 1 3 A】図 1 3 A は、第 1 実施形態の第 2 変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 3 B】図 1 3 B は、第 1 実施形態の第 2 変形例の変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 3 C】図 1 3 C は、第 1 実施形態の第 2 変形例の更なる変形例に係る超音波プローブの処置部を示す概略的な斜視図である。

【図 1 4 A】図 1 4 A は、第 1 実施形態の第 3 変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 4 B】図 1 4 B は、図 1 4 A 中の矢印 1 4 B に示す方向から見た超音波プローブの処置部の概略図である。

【図 1 5 A】図 1 5 A は、第 1 実施形態の第 4 変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 5 B】図 1 5 B は、図 1 5 A 中の矢印 1 5 B に示す方向から見た超音波プローブの処置部の概略図である。

【図 1 6 A】図 1 6 A は、第 1 実施形態の第 4 変形例の変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 6 B】図 1 6 B は、図 1 6 A 中の矢印 1 6 B に示す方向から見た超音波プローブの処置部の概略図である。

【図 1 7 A】図 1 7 A は、第 1 実施形態の第 5 変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 7 B】図 1 7 B は、図 1 7 A 中の矢印 1 7 B に示す方向から見た超音波プローブの処置部の概略図である。

【図 1 7 C】図 1 7 C は、図 1 7 B とは異なる最外縁を有する処置部を示す概略図である。

【図 1 7 D】図 1 7 D は、図 1 7 B 及び図 1 7 C とは異なる最外縁を有する処置部を示す概略図である。

【図 1 7 E】図 1 7 E は、図 1 7 B から図 1 7 D とは異なる最外縁を有する処置部を示す概略図である。

【図 1 8 A】図 1 8 A は、第 2 実施形態に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 8 B】図 1 8 B は、図 1 8 A に示すプローブの処置部を、図 1 に示す配置の状態の関節鏡を用いて観察した状態を示す概略的な斜視図である。

【図 1 9 A】図 1 9 A は、第 2 実施形態の第 1 変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 1 9 B】図 1 9 B は、図 1 9 A に示すプローブの処置部を、図 1 に示す配置の状態の関節鏡を用いて観察した状態を示す概略的な斜視図である。

【図 2 0 A】図 2 0 A は、第 2 実施形態の第 2 変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 2 0 B】図 2 0 B は、図 2 0 A に示すプローブの処置部を、図 1 に示す配置の状態の関節鏡を用いて観察した状態を示す概略的な斜視図である。

【図 2 1 A】図 2 1 A は、第 2 実施形態の第 3 変形例に係る超音波プローブの処置部及びその近傍を示す概略的な斜視図である。

【図 2 1 B】図 2 1 B は、図 2 1 A に示すプローブの処置部を、図 1 に示す配置の状態の関節鏡を用いて観察した状態を示す概略的な斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、図面を参照しながらこの発明を実施するための形態について説明する。

(第 1 実施形態)

第 1 実施形態について、図 1 から図 9 F を用いて説明する。

【0008】

図 1 に示すように、この実施形態に係る処置システム 10 は、超音波処置アッセンブリ 12 と、電源 (第 1 コントローラ) 14 と、関節鏡 (内視鏡) 16 と、コントローラ (第 2 コントローラ) 18 と、ディスプレイ 20 とを有する。処置システム 10 は、図示しない灌流装置とともに用いられることが好ましい。このため、処置システム 10 を用いた処置を行う際、例えば膝関節 110 の関節腔 110 a 内で灌流液を充填しながら循環させることができる。そして、処置システム 10 の超音波処置アッセンブリ 12 及び関節鏡 16 は、灌流液を満たした関節腔 110 a 内の処置に用いることができる。

【0009】

関節鏡 16 は、患者の例えば膝関節 110 内すなわち関節腔 110 a 内を観察する。コントローラ 18 は、関節鏡 16 によって得られた画像を取り込み、画像処理をする。ディスプレイ 20 は、コントローラ 18 での画像処理によって生成された映像を映し出す。なお、例えば処置対象部位を直接目視観察しながら処置を行う場合などのいわゆるオープン外科においては、処置システム 10 における関節鏡 (内視鏡) 16 は必ずしも必要ではない。

【0010】

超音波処置アッセンブリ 12 は、処置具 22 と、超音波トランスデューサ 24 とを有する。処置具 22 及び超音波トランスデューサ 24 は共通の長手軸 (中心軸) L 上に配設されている。特に、後述する超音波プローブ 46 及び振動体 34 は、共通の長手軸 (中心軸) L 上に配設されている。

【0011】

超音波トランスデューサ 24 は、ハウジング (振動子ケース) 32 と、ハウジング 32 の内側に配設された振動体 34 とを有する。振動体 34 は、ボルト締めランジュバン型の超音波振動子 (Bolt-clamped Langevin-type Ultrasonic Transducer) 34 a と、後述する超音波プローブ 46 の基端との接続部 34 b とを有する。接続部 34 b は振動子 34 a の先端に形成されている。接続部 34 b は超音波トランスデューサ 24 の長手軸 (中心軸) L に沿ってハウジング 32 の先端側に突出していることが好適である。超音波トランスデューサ 24 のハウジング 32 の基端からは、一端が振動子 34 a に接続され、他端が電源 14 に接続されるケーブル 36 が延出されている。

【0012】

超音波トランスデューサ 24 の振動子 34 a に電源 14 からの電力が供給されると、振動子 34 a は、長手軸 L に沿う適宜の振幅の縦振動を発生させる。超音波トランスデューサ 24 は長手軸 L に沿って先端側の接続部 34 b の形状 (ホーン形状) により、超音波振動子 34 a に発生させた超音波振動の振幅を適宜に拡大する。そして、超音波トランスデューサ 24 は、長手軸 L に沿って超音波プローブ 46 の基端に超音波振動を入力して超音波振動を後述する処置部 54 に伝達する。

【0013】

電源 14 にはスイッチ 14 a が接続されている。電源 14 は、スイッチ 14 a の操作に応じて超音波トランスデューサ 24 に適宜のエネルギー (電力) を供給して、超音波振動子

10

20

30

40

50

3 4 a に超音波振動を発生させる。スイッチ 1 4 a は、例えば押圧操作されている状態で超音波振動子 3 4 a が駆動された状態を維持し、押圧が解除されると超音波振動子 3 4 a が駆動された状態が解除される。なお、スイッチ 1 4 a は、後述するハンドル 4 2 に設けられることも好適である。

【0014】

処置具 2 2 は、ハンドル 4 2 と、シース 4 4 と、超音波プローブ 4 6 とを有する。図 2 に示すように、超音波プローブ 4 6 は、プローブ本体部 5 2 と、ブロック状の処置部 5 4 とを一体的に有する。なお、図 2 中では、処置部 5 4 及びその近傍を拡大している。処置部 5 4 は、その基端に、長手軸 L に直交するよりも緩やかな傾斜面 5 4 a を有する。傾斜面 5 4 a は、処置部 5 4 の最外縁 8 0 よりも基端側の基端部に形成されている。このため、処置部 5 4 の基端部は、長手軸 L に沿って基端側に向かうにつれて、長手軸 L に直交する断面の断面積を小さく形成する。したがって、傾斜面 5 4 a は、長手軸 L に沿って先端側から基端側に向かうにつれて小径化している。そして、傾斜面 5 4 a は、プローブ本体部 5 2 の先端と処置部 5 4 との間を滑らかに接続する。傾斜面 5 4 a の存在によって処置部 5 4 の後述する最外縁 8 0 を形成する端面 8 2 , 8 4 の長手軸 L に沿う長さを短くし、骨 B などの切削粉を長手軸 L に沿って基端側に排出し易くしている。

10

【0015】

プローブ本体部 5 2 の先端部近傍には、処置部 5 4 の先端からの距離を示す目盛 5 6 が形成されている。目盛 5 6 は、関節鏡 1 6 で観察可能である。

【0016】

20

超音波プローブ 4 6 は例えばチタン合金材などの金属材料等、超音波振動を長手軸 L に沿って基端から先端に向かって伝達可能な素材で形成されている。超音波プローブ 4 6 は、真っ直ぐに形成されていることが好ましい。プローブ本体部 5 2 の基端には、超音波トランスデューサ 2 4 の振動体 3 4 の接続部 3 4 b に接続される接続部 5 2 a を有する。このため、プローブ本体部 5 2 の基端の接続部 5 2 a には、ハウジング 3 2 に固定された超音波トランスデューサ 2 4 の接続部 3 4 b が固定されている。したがって、プローブ 4 6 の長手軸 L に沿って基端側には、超音波トランスデューサ 2 4 が配設される。

【0017】

プローブ本体部 5 2 は、超音波トランスデューサ 2 4 に発生させた縦振動の超音波振動を長手軸 L に沿って基端側から先端側に向かって伝達する。処置部 5 4 には、超音波振動子 3 4 a に発生させた超音波振動が接続部 3 4 b 及びプローブ本体部 5 2 を介して伝達される。処置部 5 4 は、長手軸 L に沿ってプローブ本体部 5 2 の先端側に設けられ、伝達された超音波振動により処置対象を切削する。処置部 5 4 は、超音波振動により処置対象である骨に孔を形成可能である。超音波振動子 3 4 a から処置部 5 4 の先端まで、真っ直ぐな長手軸 L (中心軸) 上にある。このため、処置部 5 4 には、縦振動が伝達される。

30

【0018】

プローブ 4 6 の全長は、例えば、振動子 3 4 a の共振周波数に基づく半波長の整数倍であることが好適である。プローブ 4 6 の全長は振動子 3 4 a の共振周波数に基づく半波長の整数倍に限らず、素材や振幅拡大率等により適宜に調整される。このため、プローブ 4 6 の全長は、振動子 3 4 a の共振周波数に基づく半波長の略整数倍であっても良い。振動体 3 4 及びプローブ 4 6 は、全体として、振動子 3 4 a の共振周波数及び電源 1 4 の出力における周波数で振動するように素材や長さ、径を含む形状が適宜に設定されている。

40

【0019】

振動体 3 4 の先端の接続部 3 4 b 及び振動体 3 4 の基端は振動の腹となっている。超音波プローブ 4 6 のうち、振動体 3 4 の接続部 3 4 b に接続されている基端は振動の腹となっており、処置部 5 4 は振動の腹となっている。プローブ 4 6 のプローブ本体部 5 2 の外周面には、シース 4 4 の内周面との間に図示しないスペーサが配設されている。スペーサは、長手軸 L に沿って動かない振動の節の位置の外周に配設される。また、ハンドル 4 2 に対して、プローブ本体部 5 2 は、符号 5 2 b で示す振動の節の位置の外周で支持される。

50

【0020】

処置部54は、処置部54の長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状（最外縁）80が図3に示す矩形状などの多角形状に形成されている。本実施形態に係る処置具22の処置部54は、長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たとき、最外縁80が矩形状（長方形）に形成されている。処置部54の最外縁80は、後述する骨孔（トンネル）100の外形を規定する。最外縁80は、短辺を形成する1対の端面82と、長辺を形成する1対の端面84とを有する。最外縁80は、一例として、短辺が4mmで、長辺が5mmである。なお、後述する第4変形例（図15A）で説明するように、最外縁80は正多角形であっても良い。最外縁80の形状は、1回又は複数回の処置により形成したい孔の形状に応じて、適宜に形成することができる。

10

【0021】

ここで、最外縁80の長辺に沿う方向（長辺方向）をX軸、短辺に沿う方向（短辺方向）をY軸とする。X軸は長手軸Lに対する第1の直交方向である。Y軸は長手軸Lに対する第2の直交方向である。第1の直交方向及び第2の直交方向は互いに直交している。なお、長手軸Lに沿う方向をZ軸とする。すなわち、プローブ46に対するXYZ座標系を上述したように規定する。

【0022】

短辺を形成する1対の端面82の中央に中心線Cxを取り、長辺を形成する1対の端面84の中央に中心線Cyを取る。中心線CxはY軸に平行である。中心線CyはX軸に平行である。本実施形態に係る処置部54は、中心線Cxに対称に形成され、かつ、中心線Cyに対称に形成されている。本実施形態では、第1の面62、第2の面64、第3の面66及び前記第4の面68は、長手軸L及び中心線Cxにより形成される仮想面（ZX平面）に対して対称に形成されている。本実施形態では、第1の面62、第2の面64、第3の面66及び前記第4の面68は、長手軸L及び中心線Cyを含む仮想面（YZ平面）に対して対称に形成されている。

20

そして、最外縁80は、長手軸L及び中心線Cxにより形成される仮想面（YZ平面）に対して対称に形成されていることが好ましい。最外縁80は、長手軸L及び中心線Cyにより形成される仮想面（ZX平面）に対して対称に形成されていることが好ましい。

【0023】

図3及び図4に示すように、処置部54は階段状に形成されている。処置部54は、長手軸Lに沿って基端側から先端側に向かって突出する。処置部54は、長手軸Lに沿って先端側から基端側に向かって順に、第1の面62、1対の第2の面64、2対の第3の面66、及び、2対の第4の面68を有する。これら第1の面62、1対の第2の面64、2対の第3の面66、及び、2対の第4の面68は、最外縁80を形成する部分よりも長手軸Lに沿って先端側に設けられている。処置部54は、第4の面68、第3の面66、第2の面64及び第1の面62が、長手軸Lに沿って基端側から先端側に向かうにつれて上る階段状に形成されている。第1の面62は、処置部54の先端面として形成されている。第1の面62、第2の面64、第3の面66、及び、第4の面68はそれぞれ長手軸Lに直交する平面として形成されていることが好ましい。すなわち、第1の面62、第2の面64、第3の面66、及び、第4の面68はそれぞれX軸及びY軸により形成されるXY平面に平行であることが好ましい。

30

なお、ここでは、第1の面62、第2の面64、第3の面66、及び、第4の面68はそれぞれXY平面に平行であるものとして説明するが、XY平面に対して例えば数度（°）の範囲など、僅かに傾斜した略平行であっても良い。すなわち、第1の面62、第2の面64、第3の面66、及び、第4の面68は長手軸Lに直交せずとも、略直交している状態にあることが許容される。

40

【0024】

第1の面62、第2の面64、第3の面66、及び、第4の面68は、全面が平面として形成されていることが好ましい。第1の面62は、第1の縁部（外縁）63を含む領域が平面として形成されていれば、例えば後述する中心線Cyで示す領域付近に凹部及びノ

50

又は凸部が形成されていても良い。同様に、第2の面64は、第2の縁部(外縁)65と内縁65aとを含む領域が平面として形成されていれば、後述する第1の側面72に近接する領域付近に凹部及び/又は凸部が形成されていても良い。また、第3の面66は、第3の縁部(外縁)67と内縁67aとを含む領域が平面として形成されていれば、後述する第2の側面74に近接する領域付近に凹凸が形成されていても良い。第4の面68は、第4の縁部(外縁)69と内縁69aとを含む領域が平面として形成されていれば、後述する第3の側面76に近接する領域付近に凹部及び/又は凸部が形成されていても良い。特に、第1の面62の第1の縁部(外縁)63を含む領域、第2の面64の第2の縁部(外縁)65を含む領域、第3の面66の第3の縁部(外縁)67を含む領域、第4の面68の第4の縁部(外縁)69を含む領域は、長手軸Lに直交する平面として形成されていることが好ましい。

10

なお、第1の面62を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状(第1の面62の外縁63の内側)は、第2の面64を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状(第2の面64の外縁65の内側)よりも小さい。このため、第1の面62の投影形状は、第2の面64の外縁65の内側にあり、第3の面66の外縁67の内側にあり、第4の面68の外縁(最外縁80)の内側にある。

【0025】

第1の面62は、X軸方向の端面82に隣接する直角二等辺三角形形状の面62a、62bと、その面62a、62b間に略正方形形状の面62cとを有する。第1の面62は、X軸方向に沿って、面62a、面62c、面62bが連続している。第1の面62は、Y軸方向の一端と他端との間の略中央の中心線Cy上に形成されている。略正方形形状の面62cには、仮想的な長手軸(中心軸)Lが貫通する。

20

【0026】

1対の第2の面64は、中心線CyからY軸方向の両端側(端面84)に向かってずれた位置に形成されている。第2の面64は、第1の面62に対してY軸方向の両端側に近接する位置、かつ、第1の面62に対してZ軸方向に沿ってプローブ本体部52に近接する位置にそれぞれ形成されている。第2の面64は、それぞれ略M字状又は略W字状に形成されている。

第1の面62の外縁(第1の縁部)63と1対の第2の面64の一方との間、及び、他方との間には、それぞれ4つの略矩形形状の第1の側面72が形成される。第1の側面72はそれぞれZ軸に平行である。第1の側面(段差)72は、第1の面62と第2の面64とに連続する。

30

【0027】

骨孔100の外形を規定する略矩形形状の最外縁80のうち、短辺を形成する1対の端面82は、第1の側面72とともに、第1の面62及び第2の面64の端面として形成される。

【0028】

第3の面66は、第2の面64よりも中心線CyからY軸方向の両端側(端面84)に向かってずれた位置に形成されている。第3の面66は、第2の面64に対してY軸方向の両端側に近接する位置、かつ、第2の面64に対してZ軸方向に沿ってプローブ本体部52に近接する位置にそれぞれ形成されている。第3の面66は、それぞれ略V字状に形成されている。

40

一方の第2の面64の外縁(第2の縁部)65と1対の第3の面66との間には、4つの略矩形形状の第2の側面74が形成される。他方の第2の面64と1対の第3の面66との間には、4つの略矩形形状の第2の側面74が形成される。第2の側面74はそれぞれZ軸に平行である。

【0029】

第4の面68は、第3の面66よりも中心線CyからY軸方向の両端側(端面84)に向かってずれた位置に形成されている。第4の面68は、第3の面66に対してY軸方向の両端側に近接する位置、かつ、第3の面66に対してZ軸方向に沿ってプローブ本体部

50

5 2 に近接する位置にそれぞれ形成されている。第 4 の面 6 8 は、それぞれ略三角形に形成されている。

なお、骨孔 1 0 0 の外形を規定する略矩形状の最外縁 8 0 のうち、長辺は、第 3 の面 6 6 及び第 4 の面 6 8 により形成される。

4 つの第 3 の面 6 6 の 1 つと 1 つの第 4 の面 6 8 との間には、2 つの略矩形状の第 3 の側面 7 6 が形成される。第 3 の側面 7 6 はそれぞれ Z 軸に平行である。

【0 0 3 0】

このため、処置部 5 4 を長手軸 L に沿って先端側から基端側を見たとき、図 3 に示すように、第 1 の面 6 2 だけでなく、第 2 の面 6 4、第 3 の面 6 6 及び第 4 の面 6 8 の全面が認識されるように露出している。

10

【0 0 3 1】

図 5 A から図 5 C には、図 3 及び図 4 中の中心線 C x に平行で中心線 C y に直交し、すなわち Y Z 平面に平行な面の断面を示す。図 6 A 及び図 6 B には、図 3 及び図 4 中の中心線 C x に直交し中心線 C y に平行で、すなわち Z X 平面に平行な面の断面を示す。

【0 0 3 2】

第 1 の面 6 2 の第 1 の縁部 6 3 と第 1 の側面 7 2 との間のエッジはできるだけ鋭利な直角に形成されていることが好ましい。この場合、第 1 の面 6 2 の外形状の凹孔 1 0 0 を形成し易い。第 2 の面 6 4 の第 2 の縁部 6 5 と第 2 の側面 7 4 との間のエッジはできるだけ鋭利な直角に形成されていることが好ましい。この場合、第 2 の面 6 4 の外形状の凹孔 1 0 0 を形成し易い。同様に、第 3 の面 6 6 の第 3 の縁部 6 7 と第 3 の側面 7 6 との間のエッジ、及び、第 4 の面 6 8 の第 4 の縁部 6 9 と最外縁 8 0 との間のエッジは、できるだけ鋭利な直角に形成されていることが好ましい。これらの場合、第 3 の面 6 6 の外形状の凹孔 1 0 0 を形成し易く、第 4 の面 6 8 の外形状の凹孔 1 0 0 を形成し易い。

20

【0 0 3 3】

骨孔 1 0 0 の外形を規定する略矩形状の最外縁 8 0 のうち、長辺を形成する 1 対の端面 8 4 は、第 2 の側面 7 4 及び第 3 の側面 7 6 とともに、第 3 の面 6 6 及び第 4 の面 6 8 の端面として形成される。第 3 の面 6 6 と処置部 5 4 の最外縁 8 0 との間のエッジはできるだけ鋭利な直角に形成されていることが好ましい。この場合、第 3 の面 6 6 の外形状の凹孔 1 0 0 又は貫通孔（トンネル）を形成し易い。第 4 の面 6 8 と処置部 5 4 の最外縁 8 0 との間のエッジはできるだけ鋭利な直角に形成されていることが好ましい。この場合、第 4 の面 6 8 の外形状の凹孔 1 0 0 又は貫通孔を形成し易い。

30

【0 0 3 4】

本実施形態に係る処置部 5 4 の第 1 の面 6 2 の面積 S 1 は、2 つの第 2 の面 6 4 のそれぞれの面積 S 2 よりも大きい。各第 2 の面 6 4 の面積 S 2 は、4 つの第 3 の面 6 6 のそれぞれの面積 S 3 よりも大きい。各第 3 の面 6 6 の面積 S 3 は、4 つの第 4 の面 6 8 のそれぞれの面積 S 4 よりも大きい。

【0 0 3 5】

図 5 A には、Y 軸及び Z 軸により形成される Y Z 平面に平行で、中心線 C x を通る第 1 仮想面 $\alpha 1$ （図 3 中の 5 A - 5 A 線）に沿う断面を示す。第 1 仮想面 $\alpha 1$ は、長手軸 L（Z 軸）及び長手軸 L に直交する第 1 の直交方向（Y 軸）を含む領域として規定される。

40

図 5 B には、第 2 仮想面 $\alpha 2$ （図 3 中の 5 B - 5 B 線）に沿う断面を示す。第 2 仮想面 $\alpha 2$ は、第 1 仮想面 $\alpha 1$ に平行で、中心線 C x から X 軸方向の端面 8 2 に向かってずれた位置にある。

図 5 C には、第 3 仮想面 $\alpha 3$ （図 3 中の 5 C - 5 C 線）に沿う断面を示す。第 3 仮想面 $\alpha 3$ は、第 1 仮想面 $\alpha 1$ 及び第 2 仮想面 $\alpha 2$ に平行で、第 2 仮想面 $\alpha 2$ から X 軸方向の端面 8 2 に向かってずれた位置にある。

【0 0 3 6】

図 5 A から図 5 C に示す例では、先端の第 1 の面 6 2 は、長手軸 L に直交する第 1 の直交方向（Y 軸方向）に第 1 の幅（寸法）W 1 を有する。第 1 の面 6 2 から第 1 の側面 7 2 を介して 1 段だけ基端側にある 1 対の第 2 の面 6 4 は、中心線 C y から長辺の端面 8 4 に

50

向かって、第2の(寸法)幅 W_2 を有する。第2の面64から1段だけ基端側にある2対の第3の面66は、第2の面64から長辺の端面84に向かって、第3の幅(寸法) W_3 を有する。第3の面66から1段だけ基端側にある第4の面68は、第3の面66から長辺の端面84に向かって、第4の幅(寸法) W_4 を有する。

【0037】

以下、第1の面62での幅 W_1 と、第2の面64での幅 W_2 について対比する。

図5Aに示す例では、第1の面62の第1の幅 W_1 ($W_{\alpha 1}$)は、第2の面64の1対の第2の幅 W_2 のそれぞれよりも大きい。図5A中に示す第1の幅 W_1 は、第1の面62のY軸方向に沿う最大幅となる。

図5Bに示す例では、第1の面62の第1の幅 W_1 ($W_{\alpha 2}$)は、第2の面64の1対の第2の幅 W_2 のそれぞれと等しい。

図5Cに示す例では、第1の面62の第1の幅 W_1 ($W_{\alpha 3}$)は、第2の面64の1対の第2の幅 W_2 のそれぞれよりも小さい。図5C中に示す第1の幅 W_1 は、第1の面62のY軸方向に沿う最小幅となる。

このように、本実施形態では、処置部54の第1の面62におけるY軸方向の幅 W_1 は、X軸方向の位置によって変化する。

【0038】

図6Aには、Z軸及びX軸により形成されるZX平面に平行で、中心線 C_x を通る第1仮想面 β_1 (図3中の6A-6A線)に沿う断面を示す。第1仮想面 β_1 は、長手軸L(Z軸)及び長手軸Lに直交する第2の直交方向(X軸)を含む領域として規定される。

図6Bには、第2仮想面 β_2 (図3中の6B-6B線)に沿う断面を示す。第2仮想面 β_2 は、第1仮想面 β_1 に平行で、中心線 C_y からY軸方向の端面84に向かわずれた位置にある。

【0039】

なお、本実施形態では、図3中に示す第2の面64の内縁65aと外縁65との間の幅 W_b 及び第3の面66の内縁67aと外縁67との間の幅 W_c のうち、一部は同一に形成されていることが好ましい。このため、X軸方向の適宜の位置での第2の面64及び第3の面66のY軸方向の幅 W_2 、 W_3 は、同一となる。

【0040】

次に、本実施形態に係る処置システム10の作用について説明する。

【0041】

関節は、軟骨と、皮質骨及び海綿骨とを有する。本実施形態に係る超音波処置具22は、軟骨及び骨(皮質骨及び海綿骨)の処置に用いることができる。ここでは、骨Bに骨孔100を形成する場合を例にして説明する。なお、膝関節110内の前十字靱帯を再建する手術を行う際の一連の処置について、簡単に後述する。

【0042】

プローブ46にシース44及びハンドル42を取り付けて、超音波処置具22を形成する。プローブ46の処置部54は、シース44の先端から長手軸Lに沿って先端側に突出している。超音波処置具22に超音波トランスデューサ24が取り付けられて超音波処置アセンブリ12が形成される。このとき、超音波プローブ46の基端の接続部52aと超音波トランスデューサ24の振動体34の接続部34bとを接続する。

【0043】

術者は、関節鏡16を、超音波処置アセンブリ12の後述する超音波プローブ46の処置部54に対して、図1に示すような位置関係に配置する。処置部54は、長手軸Lに沿って基端側から先端側を見るとき関節鏡(内視鏡)16の視野内に配置される。すなわち、関節鏡16を用いて得られ、ディスプレイ20に表示される像により、超音波プローブ46の処置部54を後方から観察する。術者は、骨Bのうち、凹孔100を形成したい部分の状態をディスプレイ20上で観察するとともに、その凹孔100を形成したい部分に処置具22の処置部54の先端(第1の面62)を接触させる。術者は、凹孔100を形成したい方向(所望の骨孔の方向)と、処置具22の長手軸Lとを一致させる。この

ため、第1の面62は、処置対象としての骨Bに形成される所望の骨孔の方向に直交又は略直交した状態で骨孔の形成位置に押し当てられる。なお、骨孔100の形成にあたっては、関節腔110a内に灌流液を灌流させた状態で行われる。

【0044】

本実施形態に係る処置具22の処置部54は、処置部54の長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状（最外縁）80が円形ではないため、長手軸Lの軸回りに回転させると、形成される孔の外形が異なる。このため、処置部54には、向きがあると言える。したがって、術者は、関節鏡16による像を確認しながら、プローブ46を長手軸Lの軸回りに回転させ、形成したい骨孔100の形状を決める。

【0045】

この状態で、術者はスイッチ14aを操作する。スイッチ14aが押圧操作されると、電源14から超音波プローブ46の基端に固定された振動体34の超音波振動子34aにエネルギーが供給され、超音波振動子34aに超音波振動が発生する。このため、振動体34を介して超音波プローブ46に超音波振動が伝達される。この超音波振動は、超音波プローブ46の基端から先端側に向かって伝達される。例えば、処置部54の第1の面62又はその近傍が振動の腹となっている。ここでは、第1の面62に振動の腹が形成される例について説明するが、第2の面64、第3の面66、第4の面68のいずれの位置に振動の腹が形成されても良い。

【0046】

処置部54の第1の面62は、振動子34aの共振周波数に基づく速度（例えば数m/sから数千m/s）で長手軸Lに沿って適宜の振幅で変位している。このため、振動が伝達されている状態で長手軸Lに沿って先端側に向かって処置具22を移動させて処置部54を骨Bに押し当てると、超音波振動の作用により、骨Bのうち、処置部54が接触している部分が破砕されていく。したがって、長手軸L（中心軸C）に沿って先端側に向かって処置具22すなわちプローブ46を移動させるのに応じて、骨Bには、超音波プローブ46の処置部54の長手軸L（所望の骨孔の方向）に沿って凹孔100が形成されていく。このため、第1の面62に超音波振動が伝達されると、超音波プローブ46は、凹孔（骨孔）100を長手軸L（所望の方向）に向けて形成可能である。

【0047】

骨Bが軟骨下にある場合、長手軸Lに沿って先端側に向かって超音波プローブ46の処置部54を軟骨に押し当てると、超音波振動の作用により、軟骨のうち、処置部54が接触している部分が切除され、軟骨に凹孔が形成される。

【0048】

術者はスイッチ14aを押圧操作した状態を維持し、すなわち、超音波振動子34aを振動させた状態を維持して、プローブ46の処置部54を長手軸Lに沿って前方側（Z軸に沿う方向）に移動させる。骨Bには、開口縁100aが第1の面62の外縁63の大きさ及び形状の凹孔100が形成される。すなわち、第1の面62では、深さ方向（Z軸方向）に第1の面62の形状を写し取るように均一的に超音波振動による切削が行われる。このときの凹孔100の開口縁100aは、処置部54の最外縁80よりも小さい。なお、第1の面62の外縁63は、処置部54の最外縁80の短辺を形成する1対の端面82の一部を形成する。

【0049】

このとき、骨Bに凹孔（骨孔）100を形成する切削機序の一例は、長手軸Lに沿って超音波振動が伝達されている処置具22の処置部54の第1の面62による骨Bへのハンマリング効果であると考えられる。ハンマリング効果により骨Bのうち、先端面である第1の面62に当接される位置が破砕されて長手軸Lに沿って切削されていく。

【0050】

骨Bの切削粉（debris）は、第1の面62からXY平面に沿って第1の面62の外縁63に向かって移動していく。このとき、切削粉は、第1の面62と骨Bのうちの第1の面62に対向する部位との間で更に細かく破砕されながら、XY平面に沿って第1の面62

10

20

30

40

50

の外縁 6 3 に向かって移動していく。このように、細かく破碎された切削粉は、第 1 の面 6 2 の外縁 6 3 から第 1 の側面（第 1 の段差）7 2 と骨 B との間の隙間を通して、第 2 の面 6 4 に向かって排出される。このとき、第 2 の面 6 4 は骨 B に接触していないため、骨 B の切削粉は、骨 B と第 2 の面 6 4 との間を通して、処置部 5 4 の基端側に排出される。また、骨 B の切削粉は、第 1 の面 6 2 から端面 8 2 と骨 B との間の隙間を通して処置部 5 4 の基端側に排出される。

【0051】

そして、本実施形態に係る処置部 5 4 は、最外縁 8 0 の面積 S の先端面で骨 B を破碎して切削を進めるよりも、小さい面積 S 1 の第 1 の面 6 2 により、骨 B を破碎して切削を進める。このため、骨 B を破碎するエネルギーを第 1 の面 6 2 に、より集中させることができる。したがって、最外縁 8 0 の形状の凹孔を直接形成するよりも、最外縁 8 0 の形状よりも小さい第 1 の面 6 2 の形状の凹孔 1 0 0 は形成され易い。また、第 1 の面 6 2 で骨 B を切削する場合、処置部 5 4 の最外縁 8 0 の面積 S の先端面で骨 B を切削する場合に比べて、深さ方向にプローブ 4 6 を等距離移動させる場合の切削体積を小さくする。このため、はじめから最外縁 8 0 の面積 S の先端面で骨 B を切削する場合に比べて、プローブ 4 6 の処置部 5 4 で同一深さに凹孔 1 0 0 を形成する場合の切削速度を、向上させることができる。

10

【0052】

超音波振動が伝達された第 1 の面 6 2 で凹孔 1 0 0 を深くしていくと、第 1 の面 6 2 よりも長手軸 L に沿って基端側の位置の第 2 の面 6 4 が骨 B に当てられる。そして、ハンマリング効果により、骨 B のうち、第 1 の面 6 2 に当接される位置、及び、第 2 の面 6 4 に当接される位置が破碎されて長手軸 L に沿って切削されていく。

20

【0053】

骨 B の切削粉（debris）は、第 1 の面 6 2 から X Y 平面に沿って移動して、第 1 の面 6 2 の外縁 6 3 から第 1 の側面（第 1 の段差）7 2 と骨 B との間の隙間を通して、第 2 の面 6 4 に向かって排出される。同様に、第 2 の面 6 4 から X Y 平面に沿って移動して、第 2 の面 6 4 の外縁 6 5 から第 2 の側面（第 2 の段差）7 4 と骨 B との間の隙間を通して、第 3 の面 6 6 に向かって排出される。このとき、第 3 の面 6 6 は骨 B に接触していないため、骨 B の切削粉は、骨 B と第 3 の面 6 6 との間を通して、処置部 5 4 の基端側に排出される。また、骨 B の切削粉は、第 1 の面 6 2 及び第 2 の面 6 4 から端面 8 2 と骨 B との間の隙間を通して処置部 5 4 の基端側に排出される。

30

【0054】

ここで、X 軸方向について、第 2 の面 6 4 の外縁 6 5 は、処置部 5 4 の最外縁 8 0 の短辺を形成する 1 対の端面 8 2 の一部である。このため、X 軸方向については、第 2 の面 6 4 の外縁 6 5 で形成した開口縁 1 0 0 a の大きさは、第 1 の面 6 2 の外縁 6 3 で形成した開口縁 1 0 0 a と同じで、変化しない。

【0055】

Y 軸方向について、第 2 の面 6 4 は、第 1 の面 6 2 の中心線 C y から最外縁 8 0 の長辺を形成する端面 8 4 に向かってずれた位置にある。このため、第 2 の面 6 4 の外縁 6 5 で形成される開口縁 1 0 0 a は、第 1 の面 6 2 の外縁 6 3 で形成した開口縁 1 0 0 a に比べて Y 軸方向に大きくなる。

40

【0056】

このようにして、処置部 5 4 で、第 2 の面 6 4 の外縁 6 5 の形状の開口縁 1 0 0 a を有する凹孔 1 0 0 が形成される。すなわち、プローブ 4 6 の処置部 5 4 を長手軸 L に沿って前方側に移動させると、骨 B には、処置部 5 4 の最外縁 8 0 よりも小さいが、開口縁 1 0 0 a が第 2 の面 6 4 の外縁 6 5 の形状と同じ形状の、凹孔 1 0 0 が形成される。第 2 の面 6 4 では、深さ方向（Z 軸方向）に第 2 の面 6 4 の形状を写し取るように均一的に超音波振動による切削が行われる。このときの凹孔 1 0 0 の開口縁 1 0 0 a の内側の面積は、第 1 の面 6 2 のみで形成した凹孔 1 0 0 の開口縁 1 0 0 a の内側の面積に比べて大きくなる。このときの凹孔 1 0 0 は、第 1 の面 6 2 と第 2 の面 6 4 との間に長手軸 L に平行な第 1

50

の側面（第１の段差）７２を有するため、段付き穴として形成される。

また、第１の面６２及び第２の面６４の両方で骨Ｂを切削する場合、処置部５４の最外縁８０の面積Ｓの先端面で骨Ｂを切削する場合に比べて、深さ方向にプローブ４６を等距離移動させる場合の切削体積を小さくする。このため、はじめから最外縁８０の面積Ｓの先端面で骨Ｂを切削する場合に比べて、プローブ４６の処置部５４で同一深さに凹孔１００を形成する場合の切削速度を、向上させることができる。

【００５７】

そして、第１の面６２及び第２の面６４で凹孔１００を深くしながら、第３の面６６を骨Ｂに当てて、第３の面６６の外縁６７の形状の開口縁１００ａを有する凹孔１００を形成する。すなわち、プローブ４６の処置部５４を長手軸Ｌに沿って前方側に移動させると、骨Ｂには、処置部５４の最外縁８０よりも小さいが、開口縁１００ａが第３の面６６の外縁６７の形状と同じ形状の、凹孔１００が形成される。第３の面６６では、深さ方向（Ｚ軸方向）に第３の面６６の形状を写し取るように均一的に超音波振動による切削が行われる。このときの凹孔１００の開口縁１００ａの内側の面積は、第２の面６４で形成した凹孔１００の開口縁１００ａの内側の面積に比べて大きくなる。

10

Ｙ軸方向について、第３の面６６の外縁６７で形成した開口縁１００ａは、第２の面６４の外縁６５で形成した開口縁１００ａに比べてＹ軸方向に大きくなる。第３の面６６の外縁は、処置部５４の最外縁８０の長辺（端面８４）の一部と一致している。骨Ｂの切削粉は、第１の面６２、第１の側面７２、第２の面６４、第２の側面７４、第３の面６６及び第３の側面（第３の段差）７６を通して、第４の面６８に排出される。すなわち、第３の面６６により形成される切削粉は、第１の面６２及び第２の面６４により形成された切削粉とともに、第４の面６８に向かって排出される。また、骨Ｂの切削粉の一部は、第３の側面７６を通して最外縁８０の端面８４に排出される。

20

Ｘ軸方向について、第３の面６６の外縁は、処置部５４の最外縁８０の短辺（端面８２）と同じである。このため、Ｘ軸方向については、第２の面６４の外縁６５で形成した開口縁１００ａの大きさは、第１の面６２の外縁６３で形成した開口縁１００ａと同じである。また、骨Ｂの切削粉は、第１の面６２及び第２の面６４から端面８２に排出される。

【００５８】

そして、第１の面６２、第２の面６４及び第３の面６６で凹孔１００を深くしながら、第４の面６８を骨Ｂに当てて、第４の面６８の外縁の形状の開口縁１００ａを有する凹孔１００（図７参照）を形成する。すなわち、プローブ４６の処置部５４を長手軸Ｌに沿って前方側に移動させると、骨Ｂには、開口縁１００ａが第４の面６８を含む処置部５４の最外縁８０の形状と同じ形状の、凹孔１００が形成される。第４の面６８では、深さ方向（Ｚ軸方向）に第４の面６８及び処置部５４の最外縁８０の形状を写し取るように均一的に超音波振動による切削が行われる。このときの凹孔１００の開口縁１００ａの内側の面積は、第３の面６６で形成した凹孔１００の開口縁１００ａの内側の面積に比べて大きくなる。凹孔１００は、開口縁１００ａに対して適宜の深さに形成される。

30

Ｙ軸方向について、第４の面６８の外縁で形成した開口縁１００ａは、第３の面６６の外縁で形成した開口縁１００ａに比べてＹ軸方向に大きくなる。また、このときの開口縁１００ａは、処置部５４の最外縁８０の長辺（端面８４）と同じ形状である。骨Ｂの切削粉は、処置部５４の最外縁８０の端面８２、８４に排出される。すなわち、第４の面６８により形成される切削粉は、第１の面６２、第２の面６４及び第３の面６６により形成された切削粉とともに、端面８４に向かって排出される。

40

【００５９】

したがって、図７に示すように、骨Ｂには、処置部５４の最外縁８０と同じ形状の開口縁１００ａを有する凹孔１００が形成される。

【００６０】

関節鏡１６による像では、プローブ本体部５２の先端部の目盛５６が観察できる。術者は、関節鏡１６による像の目盛５６を判断して、凹孔１００の深さを推測する。所望の深さの凹孔１００が形成されたとき、スイッチ１４ａの押圧を解除する。プローブ４６に対

50

する超音波振動の伝達が解除される。

【 0 0 6 1 】

なお、必要な深さの凹孔 1 0 0 が形成されていない場合であっても、切削粉などにより、処置部 5 4 の観察が阻害される場合は、一旦、スイッチ 1 4 a の押圧を解除し、処置部 5 4 への超音波振動の伝達を停止する。処置部 5 4 が再度観察可能になってから、再度、スイッチ 1 4 a を押圧して、超音波振動を処置部 5 4 に伝達する。

【 0 0 6 2 】

このように、第 1 の面 6 2、第 2 の面 6 4、第 3 の面 6 6 及び第 4 の面 6 8 で順に開口縁 1 0 0 a の面積を大きくしていく場合、各面（例えば第 1 の面 6 2）に伝達される超音波振動による作用により生じる切削粉は、処置部 5 4 の最外縁 8 0 の面積 S と同じ面積の先端面で骨 B を切削する場合に比べて少なくなる。また、第 1 の面 6 2 と第 2 の面 6 4 との間には、長手軸 L（Z 軸方向）に沿ってズレ（第 1 の段差）があるため、第 1 の面 6 2 及び第 2 の面 6 4 で同時に骨 B を切削しても、切削粉の排出タイミングは、第 1 の側面 7 2 の長手軸 L に沿った長さ分だけズレが生じる。また、例えば第 1 の面 6 2 で切削された切削粉は、長手軸 L に沿って処置部 5 4 の基端側に向かって移動するため、第 2 の面 6 4 でさらに細かく破碎され、第 3 の面 6 6 でさらに細かく破碎され、第 4 の面 6 8 でさらに細かく破碎され得る。同様に、例えば第 2 の面 6 4 で切削された切削粉は、第 3 の面 6 6 でさらに細かく破碎され、第 4 の面 6 8 でさらに細かく破碎され得る。このため、第 1 の側面 7 2 と骨 B との間、第 2 の側面 7 4 と骨 B との間等に、切削粉が挟まって処置部 5 4 と骨 B との間に摩擦が生じるのを極力防止している。さらに、本実施形態による処置部 5 4 で骨孔 1 0 0 を形成する場合、大面積により一面が押し固められるのを防止している。したがって、第 1 の面 6 2、第 2 の面 6 4、第 3 の面 6 6 及び第 4 の面 6 8 での切削粉の排出がそれぞれスムーズに行われ、所望の深さの凹孔 1 0 0 を形成する速度を、処置部 5 4 の最外縁 8 0 の面積 S の先端面で骨 B を切削する場合に比べて上昇させることができる。

【 0 0 6 3 】

そして、第 1 の面 6 2 に伝達された超音波振動による作用によって生じた切削粉は、上述したように、第 2 の面 6 4 に伝達された超音波振動による作用によって破碎され、第 3 の面 6 6 に伝達された超音波振動による作用によって破碎され、第 4 の面 6 8 に伝達された超音波振動による作用によって破碎される。このため、第 1 の面 6 2 の縁部 6 3 により形成される骨孔 1 0 0 の仕上げ面よりも、第 2 の面 6 4 の縁部 6 5 により形成される骨孔 1 0 0 の仕上げ面の方が滑らかになり得る。同様に、第 2 の面 6 4 の縁部 6 5 により形成される骨孔 1 0 0 の仕上げ面よりも、第 3 の面 6 6 の縁部 6 7 により形成される骨孔 1 0 0 の仕上げ面の方が滑らかになり得る。第 3 の面 6 6 の縁部 6 7 により形成される骨孔 1 0 0 の仕上げ面よりも第 4 の面 6 8 の縁部 6 9 により形成される骨孔 1 0 0 の仕上げ面の方が滑らかになり得る。したがって、本実施形態に係る階段状の処置部 5 4 を用いることで、中心線 C y から Y 軸方向に離れるほど、骨孔 1 0 0 を形成したときの仕上げ面は滑らかになり得る。

【 0 0 6 4 】

さらに、図 5 A から図 5 C を参照して、処置部 5 4 の第 1 の面 6 2、第 2 の面 6 4 の Y 軸方向に沿う断面での、幅 W の違いに基づく切削性能を比較する。ここでは、第 1 の面 6 2 と、1 対の第 2 の面 6 4 のうちの一方との関係を説明する。

【 0 0 6 5 】

ここで、プローブ 4 6 に超音波振動が伝達されているとき、処置部 5 4 の先端（第 1 の面 6 2）又はその近傍は、振動の腹位置となっている。そして、処置部 5 4 の先端（第 1 の面 6 2）及びその近傍で超音波振動の伝達による振幅が長手軸 L に沿って最も大きくなっている。第 1 の面 6 2 から第 4 の面 6 8 までの長手軸 L に沿う長さは、数ミリメートルである。第 1 の面 6 2 から第 4 の面 6 8 が形成された部位は、振動の節から長手軸 L に沿って先端側に離間している。なお、処置部 5 4 の先端から 1 つ目の振動の節位置は、第 1 の面 6 2 から数センチメートル程度離れた位置にあり、例えば処置部 5 4 の傾斜面 5 4 a

よりも基端側の位置にある。第1の面62が振動の腹位置である場合、第1の面62で長手軸Lに沿う方向の振動（縦振動）の最も大きな振幅が得られる。このとき、第4の面68での縦振動の振幅は、実質的に腹位置と同レベルである。このため、超音波振動が伝達された状態で、第4の面68の単位面積当たりの骨Bの切削性能は、第1の面62に比べて、殆ど変化せず、実質的に同レベルとなる。すなわち、第4の面68よりも長手軸Lに沿って先端側にある第2の面64、第3の面66での単位面積当たりの骨Bの切削性能も、第1の面62に対して殆ど変化せず、実質的に同レベルとなる。

【0066】

処置部54の図4中の面α1での図5Aに示す断面では、第1の面62のY軸方向の幅W1は、第2の面64のY軸方向の幅W2に比べて大きい。第1の面62及び第2の面でのX軸方向の微小な幅が単位幅であると仮定する。このとき、単位幅と第1の面62の幅W1とによる領域による単位時間あたりの骨Bの切削量（切削粉の量）と、単位幅と第2の面64の幅W2とによる領域による単位時間あたりの骨Bの切削量（切削粉の量）との相違は、幅W1，W2の大きさに依存する。ここでは、第1の面62のY軸方向の幅W1の方が、第2の面64のY軸方向の幅W2よりも大きい。そして、第1の面62によって進む凹孔100の深さと、第2の面64によって進む凹孔100の深さとは、第1の面62と第2の面64との位置関係が変化しないため、同一である。このため、超音波振動が伝達された状態で長手軸Lに沿って処置部54を前進させて凹孔100を深くする場合、第2の面64で骨Bを切削する量は、第1の面62で骨Bを切削する量よりも少ない。したがって、超音波振動が伝達された状態で、第2の面64の作用により切削粉を発生させる量は、第1の面62から切削粉を発生させる量よりも少ない。このとき、長手軸Lに沿って第1の面62と第2の面64とで同じエネルギーが供給されているものと仮定すると、小さい領域（第2の面64）の方が大きい領域（第1の面62）よりも微細な加工を行える。したがって、処置部54の図5Aに示す断面では、第1の面62で骨孔100の面（側面）を形成するよりも、第2の面64で骨孔100の面（側面）を形成する方が、切削面の仕上げ面が滑らかになる。

【0067】

処置部54の図4中の面α3での図5Cに示す断面では、第1の面62のY軸方向の幅W1は、第2の面64のY軸方向の幅W2に比べて小さい。第2の面64のY軸方向の幅W2及び第3の面66のY軸方向の幅W3は、同一である。第4の面68のY軸方向の幅W4は、幅W1，W2，W3に比べて小さい。なお、先端が尖っているなど、骨Bとの接触面積が小さい（幅W1が小さい）ほど、骨Bに対して凹孔100が形成され始めるまでの時間を短縮できることは当業者に容易に理解される。したがって、処置の初期に、面積S1の小さな領域（第1の幅W1を有する位置）で処置すると、軸ズレを生じ難くした状態で、より早期に深さ方向に処置部54を移動させて凹孔100を形成し始めることができる。したがって、幅W1が小さい部分を有する処置部54を用いて骨孔100を形成する場合、所望の位置に対する、処置部54の位置ズレが生じ難くなる。骨Bのような硬組織に凹孔100を形成する処置を行おうとする場合、はじめは骨Bと処置部54との間の引っ掛かりがないため滑りやすい。しかしながら、図5Cに示す断面のように、第1の面（先端面）62に幅が小さい部位を形成することで、早期に凹孔100を形成し始めることができる。凹孔100は、処置部54の第1の面62の形状に形成されるため、骨Bと処置部54との間の位置関係が維持され易い。

【0068】

処置部54の図4中の面α2での図5Bに示す断面では、第1の面62のY軸方向の幅W1は、第2の面64のY軸方向の幅W2と同じである。このとき、骨孔100を形成する場合の処置部54の位置ズレを防止しつつ、より早期に、凹孔100を形成し始めることができるとともに、凹孔100の形成を進めていく際の第1の面62及び第2の面64は、切削面の仕上げ面を略均質にすることができる。すなわち、図5Bに示す断面では、図5Aに示す断面における作用と、図5Cに示す断面における作用とのバランスを取って、より早期に凹孔100を形成し、かつ、切削面の仕上げ面を均一化している。

【 0 0 6 9 】

図 5 A から図 5 C を用いて説明したように、Y 軸方向に沿い、X 軸方向に非常に狭い範囲について考察すると、本実施形態に係る処置部 5 4 は、幅 W 1 が小さい部分（図 5 C 参照）を有するため、超音波振動を伝達させた処置部 5 4 の第 1 の面 6 2 に骨 B を当接させると、より早期に、凹孔 1 0 0 が形成され始める。このため、第 1 の面 6 2 のうち、幅 W 1 が小さい部分（図 5 C 参照）だけでなく、幅 W 1 が小さい部分に連続して形成されている幅 W 1 が大きい部分（図 5 A 及び図 5 B 参照）でも、第 1 の面 6 2 の形状の凹孔 1 0 0 がより早期に形成され始める。したがって、骨 B の所望の位置から凹孔 1 0 0 を形成する位置がずれ難い。そして、第 1 の面 6 2 の面積 S 1 は、円形でなく、適宜の大きさであるため、長手軸 L の周方向に処置部 5 4 が回転するのを抑制でき、長手軸 L に沿って真っ直ぐに凹孔 1 0 0 が形成されていく。

10

【 0 0 7 0 】

上述したように、第 1 の面 6 2 と骨 B との間の切削仕上げ、及び、第 2 の面 6 4 と骨 B との間の切削仕上げは、単位時間あたりの切削粉の排出量に依存し得る。本実施形態では、第 1 の面 6 2 において、X 軸方向に沿って、幅 W 1 の大きさが変化している。実際には、切削された骨 B の切削粉は第 1 の面 6 2 の振動の影響を受け、ランダムな方向に向かうと考えられる。このため、仕上げ面は X 軸方向に沿った位置に応じて大きく変化するものではなく、略均一に形成される。したがって、ミクロ的に見ると、Y 軸方向に沿って幅 W 1 の方が幅 W 2 よりも大きい部位では、第 1 の面 6 2 と骨 B との間の切削仕上げは、第 2 の面 6 4 と骨 B との間の切削仕上げよりも粗くなる。しかしながら、本実施形態に係る処置部 5 4 では、幅 W が X 軸方向に沿って変化しているため、マクロ的に見ると、Y 軸方向に沿って幅 W 1 の方が幅 W 2 よりも大きい部位でも、第 1 の面 6 2 と骨 B との間の切削仕上げは、第 2 の面 6 4 と骨 B との間の切削仕上げに対して、粗くなり難い。

20

【 0 0 7 1 】

骨 B を切削する場合、処置部 5 4 の最外縁 8 0 の断面積 S の先端面で骨 B を切削する場合に比べて、第 1 の面 6 2 の面積 S 1 が小さいため、凹孔 1 0 0 の深さ方向にプローブ 4 6 を等距離移動させる場合に骨 B の切削体積を小さくすることができる。このため、はじめから最外縁 8 0 の面積 S の先端面で骨 B を切削する場合に比べて、プローブ 4 6 の処置部 5 4 で同一深さに凹孔 1 0 0 を形成する場合の切削速度を、向上させることができる。

【 0 0 7 2 】

次に、図 8 に示す、両端に骨片 2 3 2 a , 2 3 2 b が付着している膝蓋腱 2 3 2 を移植腱 2 3 0 として使用する例について説明する。

30

一方の骨片 2 3 2 a は膝蓋骨（図示せず）の一部である。膝蓋骨側の骨片 2 3 2 a は略三角柱状である。他方の骨片 2 3 2 b は脛骨 1 1 4 の一部である。脛骨 1 1 4 側の骨片 2 3 2 b は直方体状である。そして、骨片 2 3 2 a , 2 3 2 b の外形はそれぞれ例えば 1 0 mm × 5 mm 程度である。具体的には、移植腱の長手軸に直交する断面の外形は略矩形形状又は矩形に近い略楕円状などに形成される。このような移植腱を B T B 腱と称する。

【 0 0 7 3 】

一例として、図 9 A から図 9 F に概略的に示すように、インサイドアウト法を用いて、大腿骨 1 1 2 及び脛骨 1 1 4 に凹孔（骨孔）1 0 0 , 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 を形成する場合の手技について簡単に説明する。ここで、本実施形態に係る処置部 5 4 の最外縁 8 0 の外形は、短辺が 4 mm で、長辺が 5 mm である。このため、大腿骨 1 1 2 に複数の凹孔 1 0 0 , 1 0 1 を並設し、脛骨 1 1 4 に複数の凹孔 1 0 2 , 1 0 3 を並設する。凹孔 1 0 0 , 1 0 1 を並設したとき、開口縁 1 0 0 a , 1 0 1 a を、例えば 1 0 mm × 5 mm 程度の矩形状にする。同様に、凹孔 1 0 2 , 1 0 3 を並設したとき、開口縁 1 0 2 a , 1 0 3 a を、例えば 1 0 mm × 5 mm 程度の矩形状にする。骨片 2 3 2 a , 2 3 2 b の大きさによつては、例えば 5 回など、複数回の処置により連続した凹孔を形成しても良い。移植腱 2 3 0 をスクリューで固定する場合、スクリューを入れる隙間を考慮して、凹孔を形成しても良い。

40

【 0 0 7 4 】

50

移植腱 230 は損傷した前十字靱帯が付着している部分と同じ部分に配置されることが好ましい。したがって、骨孔 100 は、前十字靱帯が付着していた部位と同じ部位に形成する。損傷した前十字靱帯が付着している部分を図示しない処置ユニットを用いて郭清し、前十字靱帯が付着していたフットプリント部 116, 118 を明確にする。このとき、適宜の超音波処置具、アブレーダ、高周波処置具など（いずれも図示せず）を用いることができる。

【0075】

骨孔 100 のうち、移植腱 230 の骨片 232 a, 232 b が挿入される位置は、移植腱 230 の外形に即した大きさ及び形状であることが好適である。このため、移植腱 230 を採取したときに、移植腱 230 の大きさ（外形）を測定しておく。

10

【0076】

そして、フットプリント部 116, 118 に対して、骨孔 100, 101, 102, 103 を形成する位置をマーキングするなどして確定する。図示しないが、フットプリント部 116 は、大腿骨 112 の顆間窩の外側壁後部にある。また、フットプリント部 118 は、脛骨 114 の前顆間区の内側にある。

【0077】

適宜のポータルから超音波処置具 22 の処置部 54 を膝関節 110 の関節腔 110 a 内に挿入する。また、関節鏡 16 の先端を関節腔 110 a 内に挿入する。このとき、処置部 54 と関節鏡 16 とは、図 1 に示すような位置関係にある。そして、関節鏡 16 で関節腔 110 a 内を確認しながら、処置部 54 の先端（第 1 の面 62）を大腿骨 112 のフットプリント部 116 に当接させる。

20

【0078】

そして、図 9 A に示すように、大腿骨 112 のフットプリント部 116 に、第 1 の骨孔（ここでは凹孔）100 を形成する。図 9 B に示すように、大腿骨 112 のフットプリント部 116 に、第 1 の骨孔 100 に隣接する第 2 の骨孔 101 を形成する。このとき、第 1 の骨孔 100 の開口縁 100 a 及び第 2 の骨孔 101 の開口縁 101 a により、1 つの略矩形状の開口縁を形成する。このとき、凹孔 100, 101 の形成速度を向上させるとともに、凹孔 100, 101 の仕上げ面を極力滑らかにする。

【0079】

同様に、図 9 C に示すように、脛骨 114 のフットプリント部 118 に、第 3 の骨孔（ここでは凹孔）102 を形成する。図 9 D に示すように、脛骨 114 のフットプリント部 118 に、第 3 の骨孔 102 に隣接する第 4 の骨孔 103 を形成する。このとき、第 3 の骨孔 102 の開口縁 102 a 及び第 4 の骨孔 103 の開口縁 103 a により、1 つの略矩形状の開口縁を形成する。このとき、凹孔 102, 103 の形成速度を向上させるとともに、凹孔 102, 103 の仕上げ面を極力滑らかにする。

30

【0080】

図 9 E に示すように、大腿骨 112 に、例えばドリル等を用いて貫通孔 101 b を形成する。

移植腱 230 の向きを考慮して、移植腱 230 を大腿骨 112 側の骨孔 100, 101 に配置するとともに、脛骨 114 側の骨孔 102, 103 に配置する。大腿骨 112 と移植腱 230 との固定、及び、脛骨 114 と移植腱 230 との固定は、従来から知られている方法を適宜に利用すればよい。

40

このとき、骨孔 100, 101 の内周面が滑らかであると、粗い状態よりも骨片 232 a を配置し易くなる。また、骨孔 102, 103 の内周面が滑らかであると、粗い状態よりも骨片 232 b を配置し易くなる。本実施形態では、骨孔 100, 101, 102, 103 の内周面を極力滑らかに形成することができるため、骨孔 100, 101, 102, 103 に移植腱 230 の骨片 232 a, 232 b を入れ易く、処置効率が向上する。

【0081】

大腿骨 112 側の骨孔 100, 101 及び脛骨 114 側の骨孔 102, 103 を、移植腱 230 の形状に合わせて形成することで、移植腱 230 と骨孔 100, 101 との間に

50

形成される隙間、及び、移植腱 230 と骨孔 102, 103 との間に形成される隙間を極力小さくすることができる。そして、移植腱 230 と骨との間の隙間が小さいため、骨として再生されるべき体積を少なくし移植腱 230 の靱帯化を進み易くすることができる。

【0082】

また、骨孔 100, 101, 102, 103 を本実施形態で説明した処置部 54 を有する超音波プローブ 46 を用いて形成することにより、ダイレータで孔を押し広げることをしていない。したがって、例えば骨密度が低い患者に対しても、骨折を抑制できるため、移植腱 230 を用いた手技を行い易くすることができる。

【0083】

また、関節腔 110a 内には、切除した前十字靱帯等、浮遊軟組織が存在し得る。適宜の処置具が長手軸 L の軸回りに回転する場合、浮遊軟組織が処置具に巻き付くおそれがある。本実施形態に係る処置具 22 のプローブ 46 は、長手軸 L に沿って僅かな範囲で移動するだけであるため、浮遊軟組織がプローブ 46 に巻き付くなど、処置の邪魔になることを防止することができる。

【0084】

ここでは、骨孔として、凹孔 100, 101, 102, 103 を形成する例について説明したが、上述した処置部 54 を有する超音波プローブ 46 を用いて貫通孔を形成しても良い。また、凹孔 100, 101, 102, 103 を形成した後、ドリル等を用いて、大腿骨 112 及び脛骨 114 にそれぞれ貫通孔を形成しても良い。

【0085】

また、ここでは、BTB 腱を例にして説明したが、例えば貫通孔の骨孔を形成するのであれば、STG 腱を移植腱の一部として用いても良い。STG 腱の外形は、腱を折り返しているため、円形断面ではなく、例えば略楕円に近い矩形状となることが多い。この場合も、移植腱の外形に合わせて、超音波処置具 22 を用いて、骨孔 100, 101, 102, 103 を形成する。

【0086】

以上説明したように、本実施形態によれば、例えば骨に孔を形成する場合に孔の形成速度を向上させ、及び/又は、孔の仕上げ面を極力滑らかにするなど、処置効率を向上させることが可能な超音波プローブ 46 及び超音波処置アセンブリ 12 を提供することができる。

【0087】

(第1実施形態の第1変形例)

上述した実施形態の処置部 54 は、X 軸方向に沿って幅 W1, W2 が変化する例について説明した。図 10A に示す処置部 54 は第 1 の面 62 を頂上とする階段状に形成されている。具体的には、処置部 54 は、第 4 の面 68、第 3 の面 66、第 2 の面 64 及び第 1 の面 62 が、長手軸 L に沿って基端側から先端側に向かうにつれて上る階段状に形成されている。第 1 の面 62、1 対の第 2 の面 64、1 対の第 3 の面 66、及び、1 対の第 4 の面 68 の形状はそれぞれ同一の矩形状である。そして、この変形例のプローブ 46 の処置部 54 は、X 軸方向に沿って幅 W1, W2 がそれぞれ一定で、変化しない場合を示す。同様に、この変形例のプローブ 46 の処置部 54 は、X 軸方向に沿って幅 W3, W4 がそれぞれ同一で、変化しない。処置部 54 は、第 4 の面 68、第 3 の面 66、第 2 の面 64 及び第 1 の面 62 が、長手軸 L に沿って基端側から先端側に向かうにつれて上る階段状に形成されている。第 1 の面 62 の幅 W1 は、第 2 の面 64 の幅 W2 よりも小さい。このため、第 1 の面 62 の面積 S1 よりも、第 2 の面 64 の面積 S2 の方が大きい。また、第 2 の面 64、第 3 の面 66 及び第 4 の面 68 の面積 S2, S3, S4 は同一である。処置部 54 を長手軸 L に沿って先端側から基端側を見たときの最外縁 80 の投影形状は、矩形状である。第 4 の面 68 は、最外縁 80 に対して長手軸 L に沿って先端側に隣接している。

【0088】

図 11A に示す断面を有する処置部 54 の例では、第 1 の側面 72、第 2 の側面 74 及び第 3 の側面 76 が長手軸 L に平行である。第 1 の側面 (段差) 72 は、第 1 の面 62 と

10

20

30

40

50

第2の面64とに連続する。第2の側面(段差)74は、第2の面64と第3の面66とに連続する。第3の側面(段差)76は、第3の面66と第4の面68とに連続する。このため、処置部54を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たとき、第1の面62だけでなく、第2の面64、第3の面66及び第4の面68が、全面的に認識可能であり、露出している。例えば、第2の面64のうち、内縁65aが第1の面62により隠されない。同様に、第3の面66の内縁67aは第2の面64により隠されず、第4の面68の内縁69aは第3の面66により隠されない。したがって、第1の面62、1対の第2の面64、1対の第3の面66及び1対の第4の面68は、凹孔100を形成する際、骨Bに対してそれぞれ各面62, 64, 66, 68の全面で接触する。

なお、第1の面62を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状(第1の面62の外縁63の内側)は、第2の面64を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状(第2の面64の外縁65の内側)よりも小さい。このため、第1の面62の投影形状は、第2の面64の外縁65の内側にあり、第3の面66の外縁67の内側にあり、第4の面68の外縁(最外縁80)の内側にある。これは、図11Bから図12Cに示す処置部54においても同様である。

ここで、例えば複雑な曲面を有する骨Bに対して処置部54の先端を当接させようとするとき、処置部54の先端の寸法が小さい方が、確実に所望の位置に当接させ易い。本変形例の処置部54では、上述したように、図11Aに示す処置部54は、図10Bに示すように、第1の面62のY軸方向の幅(寸法)W1が第2の面64のY軸方向の幅(寸法)W2に比べて小さい。このため、複雑な曲面を有する骨Bに対して第1の面62を接触

させ易い。

なお、参考として、図10Cに示す、最外縁180と先端面162とが同一外形を有する処置部154を有する超音波プローブを用いる場合と比較する。

図10Bに示す、本変形例の処置部54を用いる場合、第1の面62に対する骨Bへの接触面積の割合を、図10Cに示す参考としての処置部154を用いる場合に比べて大きくし易い。このため、第1の面62に伝達される超音波振動によるエネルギーがより多く骨Bに伝達され易い。このため、本変形例の処置部54を用いる場合、より早期に凹孔100を形成し始めることができる。そして、第1の面62の平面状の縁部63により、所望の形状の初期孔を形成することができる。

このため、本変形例のように、処置部54の第1の面62と骨Bとの接触面積を極力小さくすることで、所望の位置に所望の向きに骨Bに初期孔を形成させ易い。そして、第1の面62に続いて、第2の面64で骨Bを切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔100を形成していくことができる。

なお、図10Cに示す参考として示す例の処置部154を用いる場合、先端面に対する骨Bの接触面積の割合が小さくなり得る。このとき、長手軸Lに沿って処置部54を移動させようとしても骨Bの切削が始まり難い場合、処置部154が例えば破線で示すように滑り易くなるなど、処置部154の位置が孔を形成したい所望の位置からズレが生じるおそれがある。

【0089】

図11Bに示す断面を有する処置部54の例では、第1の側面72、第2の側面74及び第3の側面76が長手軸Lに傾斜している。第1の面62の第1の縁部63と、第2の面64との間には、長手軸Lに対して傾斜する面(第1の側面72)を有する。第1の面62から第2の面64に向かう第1の側面72は、第2の面64に向かうにつれて長手軸Lに近づく。第2の面64から第3の面66に向かう第2の側面74は、第3の面66に向かうにつれて長手軸Lに近づく。第3の面66から第4の面68に向かう第3の側面76は、第4の面68に向かうにつれて長手軸Lに近づく。また、第2の面64のうち、内縁65aからY軸方向に距離D1の領域は、凹孔100を形成する際に骨Bに接触し難い。この領域は、切削粉を排出する領域として用いられる。同様に、第3の面66の内側の内縁67aからY軸方向に距離D2の領域は、凹孔100を形成する際に骨Bに接触し難い。この領域は、切削粉を排出する領域として用いられる。第4の面68の内側の内縁6

9 a から Y 軸方向に距離 D 3 の領域は、凹孔 1 0 0 を形成する際に骨 B に接触し難い。この領域は、切削粉を排出する領域として用いられる。このため、凹孔 1 0 0 を形成する際の骨 B との接触面積は、第 1 の面 6 2 で最も大きくなる。1 対の第 2 の面 6 4、1 対の第 3 の面 6 6 及び 1 対の第 4 の面 6 8 と骨 B との接触面積は、第 1 の面 6 2 との接触面積よりも小さくなる。

なお、処置部 5 4 を長手軸 L に沿って先端側から基端側を見たとき、第 1 の面 6 2 だけでなく、第 2 の面 6 4 の一部、第 3 の面 6 6 の一部及び第 4 の面 6 8 の一部も、認識可能であり、露出している。第 2 の面 6 4 は、第 1 の面 6 2 に一部（内側）が隠されているが、第 2 の面 6 4 の一部は、第 1 の面 6 2 に対して露出している。第 3 の面 6 6 は、第 2 の面 6 4 に一部（内側）が隠されているが、第 3 の面 6 6 の一部は、第 2 の面 6 4 に対して露出している。第 4 の面 6 8 は、第 3 の面 6 6 に一部（内側）が隠されているが、第 4 の面 6 8 の一部は、第 3 の面 6 6 に対して露出している。

10

【0090】

図 1 1 B 中の第 2 の面 6 4 の内側の内縁 6 5 a から距離 D 1 の領域は、凹孔 1 0 0 を形成する際に骨 B に接触し難い。この領域は、切削粉を排出する領域として用いられる。同様に、第 3 の面 6 6 の内側の内縁 6 7 a から距離 D 2 の領域は、凹孔 1 0 0 を形成する際に骨 B に接触し難い。この領域は、切削粉を排出する領域として用いられる。第 4 の面 6 8 の内側の内縁 6 9 a から距離 D 3 の領域は、凹孔 1 0 0 を形成する際に骨 B に接触し難い。この領域は、切削粉を排出する領域として用いられる。

この場合、超音波振動を伝達させながら、長手軸 L に沿って処置部 5 4 を移動させたとき、第 1 の側面 7 2 と第 2 の面 6 4 との境界付近が骨 B に接触しない。このため、第 1 の側面 7 2 と第 2 の面 6 4 との境界付近では、骨 B との摩擦が生じず、灌流液に触れている。したがって、超音波プローブ 4 6 を用いた骨孔 1 0 0 の加工時に必要な力量を最小にできる。また、超音波プローブ 4 6 を用いた処置時に、骨 B から受ける抗力を低減できる。また、第 1 の側面 7 2 と第 2 の面 6 4 との境界付近は、切削粉の排出路として用いられる。このため、凹孔 1 0 0 を形成する速度を上昇させることができる。

20

【0091】

さらに、処置部 5 4 の Y 軸方向に沿う幅（端面 8 4 間の幅）は、図 1 1 A に示す例の幅 D a よりも、図 1 1 B に示す例の幅 D b が小さくなる。このため、図 1 1 A 及び図 1 1 B に示す例について、第 1 の面 6 2 から第 4 の面 6 8 の面積 S 1, S 2, S 3, S 4 がそれぞれ同一である場合、処置部 5 4 の端面 8 4 間の大きさは、図 1 1 B に示す例で、図 1 1 A に示す例よりも小さくなり得る。

30

図 1 1 B に示す、長手軸に対して直交する Y 軸方向（第 1 の直交方向）に沿う断面における単位時間あたりの骨 B の切削量（切削粉の量）は、各面 6 2, 6 4, 6 6, 6 8 のうち、骨 B を切削するのに寄与する部位の幅（寸法）に依存する。ここでは、第 1 の面 6 2 は、全面が骨 B を切削するのに寄与する部位として用いられる。第 2 の面 6 4 では、骨 B を切削するのに寄与する部位は、幅 W 2 から幅 D 2 を引いた寸法に依存する。第 3 の面 6 6 では、骨 B を切削するのに寄与する部位は、幅 W 3 から幅 D 3 を引いた寸法に依存する。第 4 の面 6 8 では、骨 B を切削するのに寄与する部位は、幅 W 4 から幅 D 4 を引いた寸法に依存する。

40

そして、第 1 の面 6 2 のうち、骨 B を切削するのに寄与する部位は、長手軸 L に対して直交する Y 軸方向（第 1 の直交方向）に沿って第 2 の面 6 4 よりも小さい寸法に形成されている。このため、図 1 1 A に示す処置部 5 4 の例と同様に、図 1 1 B に示す処置部 5 4 を用いることで、所望の位置に所望の向きに骨 B に初期孔を形成させ易い。そして、第 1 の面 6 2 に続いて、第 2 の面 6 4 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 1 0 0 を形成していくことができる。

ここで、第 2 の面 6 4 によって進む凹孔 1 0 0 の深さと、第 3 の面 6 6 によって進む凹孔 1 0 0 の深さととは、第 2 の面 6 4 と第 3 の面 6 6 との位置関係が変化しないため、同一である。同様に、第 2 の面 6 4 によって進む凹孔 1 0 0 の深さは、第 4 の面 6 8 が進む凹孔 1 0 0 の深さに一致する。このため、超音波振動が伝達された状態で長手軸 L に沿って

50

処置部 5 4 を前進させて凹孔 1 0 0 を深くする場合、第 3 の面 6 6 で骨 B を切削する量は、第 2 の面 6 4 で骨 B を切削する量よりも少ない。したがって、超音波振動が伝達された状態で、第 3 の面 6 6 の作用により切削粉を発生させる量は、第 2 の面 6 4 から切削粉を発生させる量よりも少ない。このとき、長手軸 L に沿って第 2 の面 6 4 と第 3 の面 6 6 とで同じエネルギーが供給されているものと仮定すると、小さい寸法の領域（第 3 の面 6 6 の一部）の方が大きい寸法の領域（第 2 の面 6 4）よりも切削性能を発揮し易い。したがって、図 1 1 B に示す処置部 5 4 は、第 2 の面 6 4 の外縁 6 5 で骨孔 1 0 0 の面（側面）を形成するよりも、第 3 の面 6 6 の外縁 6 7 で骨孔 1 0 0 の面（側面）を形成する方が、切削面の仕上げが滑らかになる。

これは、最外縁 8 0 を形成する面（第 4 の面）6 8 とその一段上の面（第 3 の面）6 6 との関係においても同様である。すなわち、第 4 の面 6 8 の骨 B を切削するのに寄与する部位を、第 3 の面 6 6 の骨 B を切削するのに寄与する部位よりも小さくすることで、最外縁 8 0 と同じ大きさの開口縁 1 0 0 a を形成する際の凹孔 1 0 0 の壁面をより滑らかにすることができる。

したがって、長手軸 L（Z 軸方向）に沿って先端側から基端側に向かい、かつ Y 軸方向に沿う各面 6 4，6 6，6 8 の骨 B を切削するのに寄与する部位の面積を、徐々に小さくしている。このため、図 1 1 B に示す例の処置部 5 4 は、長手軸 L から最外縁 8 0 に近づく面 6 4，6 6，6 8 の縁部 6 5，6 7，8 0 ほど、骨 B を切削して開口縁 1 0 0 a を形成する際の凹孔 1 0 0 の壁面を滑らかにすることができる。

【0092】

なお、図 1 1 B 中には、幅 D 1 は幅 D 2 よりも小さく、幅 D 2 は幅 D 3 よりも小さく描いている。幅 D 1，D 2，D 3 の大きさは、適宜に設定可能である。幅 D 1，D 2，D 3 を同一にしても良く、例えば幅 D 1 を幅 D 2 よりも大きくし、幅 D 2 を幅 D 3 よりも大きくしても良い。

【0093】

図 1 1 C に示す断面を有する処置部 5 4 の例では、第 1 の側面 7 2、第 2 の側面 7 4 及び第 3 の側面 7 6 が長手軸 L に傾斜している。すなわち、第 1 の面 6 2 の第 1 の縁部 6 3 と、第 2 の面 6 4 との間には、長手軸 L に対して傾斜する面（第 1 の側面 7 2）を有する。第 1 の面 6 2 から第 2 の面 6 4 に向かう第 1 の側面 7 2 は、第 2 の面 6 4 に向かうにつれて長手軸 L から遠ざかる。第 2 の面 6 4 から第 3 の面 6 6 に向かう第 2 の側面 7 4 は、第 3 の面 6 6 に向かうにつれて長手軸 L から遠ざかる。第 3 の面 6 6 から第 4 の面 6 8 に向かう第 3 の側面 7 6 は、第 4 の面 6 8 に向かうにつれて長手軸 L から遠ざかる。このため、処置部 5 4 を長手軸 L に沿って先端側から基端側を見たとき、第 1 の面 6 2 だけでなく、第 2 の面 6 4、第 3 の面 6 6 及び第 4 の面 6 8 も、認識可能であり、露出している。

【0094】

このため、第 1 の側面 7 2、第 2 の側面 7 4 及び第 3 の側面 7 6 が、凹孔 1 0 0 を形成する際に、骨 B の切削面として機能する。特に、第 1 の側面 7 2、第 2 の側面 7 4 及び第 3 の側面 7 6 のうち、長手軸 L に沿う方向の振動成分が、骨 B を切削するのに寄与する。第 1 の側面 7 2、第 2 の側面 7 4 及び第 3 の側面 7 6 は、図 1 1 A 及び図 1 1 B に示す例よりも、加工が容易で、応力集中を防止することができる。そして、図 1 1 C に示す処置部 5 4 は、同一の最外縁 8 0 を有する状態に形成される場合であっても、肉部が多い（処置部 5 4 が形成される際に加工により除去される量が少ない）ため、図 1 1 A 及び図 1 1 B に示す処置部 5 4 よりも耐久性を向上させることができる。

なお、第 1 の面 6 2 のうち、骨 B を切削するのに寄与する部位は、長手軸 L に対して直交する Y 軸方向（第 1 の直交方向）に沿って第 2 の面 6 4 よりも小さい寸法に形成されている。このため、図 1 1 A に示す処置部 5 4 の例と同様に、図 1 1 C に示す処置部 5 4 を用いることで、所望の位置に所望の向きに骨 B に初期孔を形成させ易い。そして、第 1 の面 6 2 に続いて、第 2 の面 6 4 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 1 0 0 を形成していくことができる。

【0095】

図 1 1 C 中の第 1 の面 6 2 の外側の外縁 6 3 から第 2 の面 6 4 の内側の内縁 6 5 a までの Y 軸方向の距離を D 1 とする。第 2 の面 6 4 の外側の外縁 6 5 から第 3 の面 6 6 の内側の内縁 6 7 a までの Y 軸方向の距離を D 2 とする。第 3 の面 6 6 の外側の外縁 6 7 から第 4 の面 6 8 の内側の内縁 6 9 a までの Y 軸方向の距離を D 3 とする。

【 0 0 9 6 】

より大きな面積の開口縁 1 0 0 a を有する凹孔 1 0 0 を、長手軸 L に沿ってできるだけ短い距離の移動により形成したい場合があり得る。各面 6 2 , 6 4 , 6 6 , 6 8 の面積 S 1 , S 2 , S 3 , S 4 を同一にしておきたい場合、各側面 7 2 , 7 4 , 7 6 が平行である図 1 1 A に示す場合、又は、図 1 1 B に示す場合は、Y 軸方向への面 (平面) の数 (段数) を多くする必要がある。

10

【 0 0 9 7 】

上述したように、プローブ 4 6 に超音波振動が伝達されたとき、処置部 5 4 では、長手軸 L に沿って例えば第 1 の面 6 2 に振動の腹位置がある。このとき、第 n の面 (n は 2 以上の自然数) では、第 1 の面 6 2 よりも長手軸 L に沿って基端側の位置にあり、振動の腹位置から外れている。このため、原理的には、第 n の面での長手軸 L に沿う方向の振幅は、第 1 の面 6 2 での長手軸 L に沿う方向の振幅よりも小さくなる。したがって、第 1 の面 6 2 での切削能力に対して、第 n の面での切削能力は低下し得る。したがって、段数 (n の値) を多くし過ぎると、第 1 の面 6 2 と第 n の面との間で、切削能力に差が生じるおそれがある。

この変形例では、第 1 の側面 7 2 は、第 1 の面 6 2 の外縁 6 3 から第 2 の面 6 4 の内縁 6 5 a に向かう平面として形成されている。そして、第 2 の面 6 4 の内縁 6 5 a は、第 1 の面 6 2 の外縁 6 3 よりも長手軸 L に対して離間している。ここでは、長手軸 L に沿って先端側から基端側を見たとき、第 1 の面 6 2 の外縁 6 3 と、第 2 の面 6 4 の内縁 6 5 a との間の第 1 の側面 7 2 が認識される。

20

【 0 0 9 8 】

第 1 の面 6 2 の中央 (長手軸 L) の位置から、第 4 の面 6 8 の端面 8 4 との間の距離 D c は、図 1 1 A に示す例の距離 D a よりも大きく、図 1 1 B に示す例の距離 D b よりも大きい。各面 6 2 , 6 4 , 6 6 , 6 8 が同一面積の場合であっても、最外縁 8 0 の面積 S を大きくすることができる。このため、この変形例の図 1 1 C に示す例に係る処置部 5 4 を有するプローブ 4 6 を用いる場合、長手軸 L に沿う方向の長さを調整する必要がなく、長手軸 L に沿う 1 回の操作でより大きな開口縁 1 0 0 a を有する凹孔 1 0 0 を形成することができる。

30

【 0 0 9 9 】

なお、図 1 1 C に示す例に係る処置部 5 4 は、プローブ 4 6 に対する超音波振動の伝達により、第 1 の側面 7 2 も、長手軸 L に沿って振動する。このため、第 1 の側面 7 2 でも、骨 B を切削することができる。

【 0 1 0 0 】

したがって、図 1 1 A から図 1 1 C に示すように、処置部 5 4 の側面 7 2 , 7 4 , ... の向きを調整することで、端面 8 4 間の幅が適宜に調整される。このため、例えば、幅 D a , D b , D c の処置部 5 4 を有するプローブ 4 6 がラインナップされる。したがって、長手軸 L に沿う 1 回の操作で形成したい骨孔 1 0 0 の開口縁 1 0 0 a の大きさに合わせて、プローブ 4 6 がラインナップから選択される。

40

【 0 1 0 1 】

図 1 2 B に示す断面を有する処置部 5 4 の例では、第 1 の面 6 2 と第 2 の面 6 4 との間の第 1 の高さ H 1 の方が、第 2 の面 6 4 と第 3 の面 6 6 との間の第 2 の高さ H 2 よりも大きい場合を示す。このため、第 1 の面 6 2 と第 2 の面 6 4 との間の第 1 の段差 (第 1 の側面 7 2) の長手軸 L に沿う第 1 の高さ H 1 は、第 2 の面 6 4 と第 3 の面 6 6 との間の第 2 の段差 (第 2 の側面 7 4) の長手軸 L に沿う第 2 の高さ H 2 よりも高い。

この場合、図 1 に示す関節鏡 1 6 と処置部 5 4 との位置関係によるが、プローブ 4 6 の処置部 5 4 に対して、図 1 に示す配置の後方からの関節鏡 1 6 による観察によって、処置

50

部 5 4 の先端が観察され易くなる。このように、処置部 5 4 の先端が関節鏡 1 6 を通して観察される場合、第 1 の面 6 2 で凹孔 1 0 0 を作成する際に、処置部 5 4 の第 1 の面 6 2 の位置及び向きを安定させ易い。

第 1 の面 6 2 の Y 軸方向の寸法（幅）W 1 を第 2 の面 6 4 の Y 軸方向の寸法（幅）W 2 に比べて小さくしている。このため、処置部 5 4 を用いて、所望の位置に所望の向きに骨 B に初期孔を形成させ易い。そして、第 1 の面 6 2 に続いて、第 2 の面 6 4 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 1 0 0 を形成していくことができる。

【 0 1 0 2 】

図 1 2 C に示す断面を有する処置部 5 4 の例では、第 1 の面 6 2 と第 2 の面 6 4 との間の第 1 の高さ H 1 の方が、第 2 の面 6 4 と第 3 の面 6 6 との間の第 2 の高さ H 2 よりも小さい場合を示す。このため、第 1 の面 6 2 と第 2 の面 6 4 との間の第 1 の段差の長手軸 L に沿う第 1 の高さ H 1 は、第 2 の面 6 4 と第 3 の面 6 6 との間の第 2 の段差の長手軸 L に沿う第 2 の高さ H 2 よりも低い。

このように、高さ H 1 が高さ H 2 に比べて小さくても、第 1 の面 6 2 で適宜の凹孔 1 0 0 を形成することができる。第 2 の面 6 4 に対する第 1 の面 6 2 の長手軸 L に沿う突出高さ H 1 が小さいため、処置部 5 4 の耐久性を高くすることができる。

第 1 の面 6 2 の Y 軸方向の寸法（幅）W 1 を第 2 の面 6 4 の Y 軸方向の寸法（幅）W 2 に比べて小さくしている。このため、処置部 5 4 を用いて、所望の位置に所望の向きに骨 B に初期孔を形成させ易い。そして、第 1 の面 6 2 に続いて、第 2 の面 6 4 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 1 0 0 を形成していくことができる。

【 0 1 0 3 】

図 1 2 A に示す断面を有する処置部 5 4 の例では、第 1 の面 6 2 と第 2 の面 6 4 との間の第 1 の高さ H 1 と、第 2 の面 6 4 と第 3 の面 6 6 との間の第 2 の高さ H 2 とが同一である場合を示す。このため、第 1 の面 6 2 と第 2 の面 6 4 との間の第 1 の段差の長手軸 L に沿う第 1 の高さ H 1 は、第 2 の面 6 4 と第 3 の面 6 6 との間の第 2 の段差の長手軸 L に沿う第 2 の高さ H 2 に一致する。

この場合、突出高さ H 1 , H 2 を同一にすることで、高さ H 1 が高さ H 2 よりも大きい場合に比べて、処置部 5 4 の構造の強度を高く維持することができる。すなわち、図 1 2 A に示す構造の処置部 5 4 は、例えば骨 B からの反力等が付加されても、耐久性を高く維持することができる。また、この場合、関節鏡 1 6 との位置関係によっては、処置部 5 4 の先端、すなわち第 1 の面 6 2 の先端が関節鏡 1 6 を通して観察可能となる。このように、処置部 5 4 の先端が関節鏡 1 6 を通して観察される場合、第 1 の面 6 2 で凹孔 1 0 0 を作成する際に、処置部 5 4 の第 1 の面 6 2 の位置及び向きを安定させ易い。

第 1 の面 6 2 の Y 軸方向の寸法（幅）W 1 を第 2 の面 6 4 の Y 軸方向の寸法（幅）W 2 に比べて小さくしている。このため、処置部 5 4 を用いて、所望の位置に所望の向きに骨 B に初期孔を形成させ易い。そして、第 1 の面 6 2 に続いて、第 2 の面 6 4 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 1 0 0 を形成していくことができる。

【 0 1 0 4 】

図 1 2 A から図 1 2 C に示す処置部 5 4 の構造は、関節鏡 1 6 を用いた処置部 5 4 の先端の視認性を重視するか、処置部 5 4 の構造の安定性を重視するかにより、適宜に選択される。したがって、例えば、高さ H 1 を調整した処置部 5 4 を有するプローブ 4 6 がラインナップされる。したがって、関節鏡 1 6 を用いて第 1 の面 6 2 を適切な向き及び位置に配置することを重要視する場合、高さ H 1 が大きな処置部 5 4 を有するプローブ 4 6 がラインナップから選択される。関節鏡 1 6 を用いて第 1 の面 6 2 を適切な向き及び位置に配置することよりも、処置部 5 4 のふらつき等を防止したり、処置部 5 4 の構造の安定性を重要視する場合、高さ H 1 が小さな処置部 5 4 を有するプローブ 4 6 がラインナップから選択される。

【 0 1 0 5 】

そして、処置部 5 4 は、図 1 2 A から図 1 2 C に示すように高さ H 1 , H 2 を適宜に調整し、かつ、図 1 1 A から図 1 1 C に示すように、側面 7 2 , 7 4 , ... を長手軸 L に平行

にするか否かを適宜に選択して、形成され得る。

【0106】

(第1実施形態の第2変形例)

図13Aに示すように、第1の面62は、X軸方向に沿って複数に分割されている。この場合、第1の面62の面積S1を小さく形成することができる。例えば、Y軸方向に沿って、第1の面62の幅(寸法)を、第2の面64の幅(寸法)に対して小さくすることができる。このため、第1の面62でより早期に凹孔100を形成し始めることができる。また、X軸方向の端面82に沿って、第1の側面72が形成されている。このため、図1に示す配置の関節鏡16で、処置部54の向きを確認し易い。このため、端面82に沿う第1の側面72は、関節鏡16を通して骨Bに対する処置部54の向きを認識するのに用いられる。

10

なお、第1の面62を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状(第1の面62の外縁63の内側)は、第2の面64を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状(第2の面64の外縁65の内側)よりも小さい。このため、第1の面62の投影形状は、第2の面64の外縁65の内側にあり、第3の面66の外縁67の内側にあり、第4の面68の外縁(最外縁80)の内側にある。これは、図13Bから図17Eに示す処置部54においても同様である。

【0107】

なお、図13Aに示す例では、第1の面62と第2の面64との間の第1の側面72の高さは例えば1mmである。第1の面62はそれぞれ例えば1mm×1mmに形成されている。また、図13Aに示す処置部54の例では、第1の面62から第4の面68を有する4段に形成されている。

20

【0108】

図13Bに示す例の処置部54は、図13Aに示す例に対して、Y軸方向に面の数を多くし、段数を多くしている。第1の面62と第2の面64との間の第1の側面72の高さは例えば0.5mmである。第1の面62はそれぞれ例えば0.5mm×0.5mmに形成されている。また、図13Bに示す処置部54の例では、第1の面62から第6の面71を有する6段に形成されている。図13Bに示す例の場合、第2の側面74から第5の側面79の高さもそれぞれ例えば0.5mmに形成されている。このように、第1の側面72から第5の側面79の高さを調整することで、図13Aに示す例に対して、第1の面62と第2の面64との間、第2の面64と第3の面66との間等の長手軸Lに沿う高さ方向の距離を大きくしない。したがって、図13Aに示す例だけでなく、図13Bに示す例においても、各面62, 64, 66, ...における長手軸Lに沿う方向の振幅の差が発生するのを抑制することができる。

30

【0109】

なお、図13A及び図13Bに示す例では、X軸方向にのみ、第1の面62が並設される例について説明した。図13Cに示すように、X軸方向だけでなく、Y軸方向に、第1の面62が並設されることも好適である。図13C中、先端面が第1の面62として形成される。第2の面64には、第1の側面72が長手軸Lに対して先端側に突出している。最外縁80は略矩形状に形成されている。第3の面66は、端面82, 84の間の角部にそれぞれ形成されている。処置部54がこのように形成されていることも好適である。

40

【0110】

(第1実施形態の第3変形例)

上述した例では、処置部54がY軸方向に沿って複数の面(平面)62, 64, 66, 68を有するなど、Y軸方向に沿って面(平面)が階段状に形成されている例について説明した。

【0111】

ここでは、図14A及び図14Bに示すように、処置部54は、Y軸方向だけでなく、X軸方向に沿って階段状に複数の面(平面)62, 64, 66, 68が形成されている。Y軸方向の第2の面64及びX軸方向の第2の面64は同一の面(XY平面上)で連続し

50

、環状に形成されている。同様に、Y軸方向の第3の面66及びX軸方向の第3の面66は同一の面(XY平面上)で連続し、環状に形成されている。すなわち、処置部54は、略ピラミッド状などの階段状に形成されていることも好適である。

【0112】

図14Bに示す処置部54は、第1の面62のY軸方向の幅(寸法)Wy1が第2の面64のY軸方向の幅(寸法)Wy2に比べて小さい。このように、Y軸方向に沿って処置部54の第1の面62と骨Bとの接触面積を極力小さくすることで、所望の位置に所望の向きに骨Bに初期孔を形成させ易い。そして、第1の面62に続いて、第2の面64で骨Bを切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔100を形成していくことができる。この場合も、上述した実施形態で説明したのと同様に、はじめから最外縁80の面積Sの先端面で骨Bを切削する場合に比べて、プローブ46の処置部54で所望の深さの凹孔100を形成する場合の切削速度を、向上させることができる。

10

【0113】

第1実施形態では、第1の面62が最外縁80の端面82に連続している例について説明した。この変形例の処置部54の第1の面62は、最外縁80の端面82に連続していない。このため、第1の面62の面積S1は、第1実施形態で説明した処置部54の第1の面62の面積S1に比べて小さくすることが容易である。そして、第1の面62で凹孔100を形成し始める際の速度を、第1実施形態で説明した場合よりも早くすることができる。このため、骨Bに対して、より早期に処置部54の第1の面62で第1の面62を写し取った凹孔100を形成することができる。

20

【0114】

(第1実施形態の第4変形例)

図15Aから図16Bに示すように、処置部54の先端部は、第1の面62、第1の側面72及び第2の面64のみ有することも好適である。第2の面64の外縁は、処置部54の最外縁80として形成されている。

【0115】

図15A及び図15Bに示す処置部54では、第1の面62の面積S1は、第2の面64の面積S2に比べて小さい。最外縁80は、長方形に限ることはなく、正方形であっても良い。すなわち、最外縁80は、正多角形であっても良い。第1の面62の面積S1は、第2の面64の面積S2よりも小さいため、凹孔100を形成し始めるのが容易である。このため、第1の面62で、骨Bにより早期に凹孔100を形成することができる。そして、第2の面64の外縁65の形状を、凹孔100の開口縁100aの形状として写し取ることができる。

30

このため、処置部54のうち、長手軸Lに沿う面(処置面)の数(段数)は、4つ、6つに限ることはなく、2つであっても良い。

ここでは、Y軸方向及びX軸方向に沿って処置部54の第1の面62と骨Bとの接触面積をそれぞれ極力小さくすることで、所望の位置に所望の向きに骨Bに初期孔を形成させ易い。そして、第1の面62に続いて、第2の面64で骨Bを切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔100を形成していくことができる。この場合も、上述した実施形態で説明したのと同様に、はじめから最外縁80の面積Sの先端面で骨Bを切削する場合に比べて、プローブ46の処置部54で所望の深さの凹孔100を形成する場合の切削速度を、向上させることができる。

40

【0116】

図16A及び図16Bに示す処置部54では、第1の面62の面積S1は、第2の面64の面積S2に比べて大きい。図15A及び図15Bに示す例よりも、第1の面62での深さ方向への切削速度は劣ることが考えられるが、同一深さの大きな面積の凹孔100を形成することができる。第2の面64の外縁65の形状を、凹孔100の開口縁100aの形状として写し取ることができる。また、第2の面64の面積S2を小さくしているため、第2の面64の外縁65、すなわち、最外縁80での仕上げ面を、極力滑らかにすることができる。

50

【 0 1 1 7 】

(第 1 実施形態の第 5 変形例)

図 1 7 A 及び図 1 7 B に示す処置部 5 4 は、第 1 の面 (平面) 6 2 と、第 2 の面 (平面) 6 4 と、第 3 の面 (平面) 6 6 とを有する。ここでの処置部 5 4 は、上述した変形例を含む実施形態とは異なり、3つの平面 6 2 , 6 4 , 6 6 を有する。

【 0 1 1 8 】

図 1 7 A 及び図 1 7 B に示す処置部 5 4 は、第 1 の面 6 2 が円形状に形成され、第 2 の面 6 4 が円環状に形成されている。第 1 の面 6 2 の面積 S_1 は、第 2 の面 6 4 の面積 S_2 と同一又は略同一である。第 3 の面 6 6 は、略矩形状に形成されている。第 3 の面 6 6 の面積 S_3 は、第 2 の面 6 4 の面積 S_2 よりも大きい。そして、第 3 の面 6 6 の外縁 6 7 の形状を、凹孔 1 0 0 の開口縁 1 0 0 a の形状として写し取ることができる。処置部 5 4 がこのように形成されていても、関節鏡 1 6 を通して観察される像に基づいて、術者がプロープ 4 6 の長手軸 L の軸回りの向きを調整することで、所望の凹孔 1 0 0 を形成することができる。

10

【 0 1 1 9 】

処置部 5 4 のうち、長手軸 L に沿う面 (処置面) の数 (段数) は、4つ、6つ又は2つに限ることはなく、3つであっても良い。

【 0 1 2 0 】

図 1 7 C に示す処置部 5 4 は、端面 8 2 , 8 4 間の角部を、図 1 7 B に示す鋭利な状態に対して、適宜の半径の $1/4$ 円として形成している。一方、第 3 の面 6 6 と最外縁 8 0 との間のエッジは、できるだけ鋭利な直角に形成されていることが好ましい。

20

【 0 1 2 1 】

図 1 7 D に示す処置部 5 4 では、長手軸 L に沿って先端側から基端側を見たとき、処置部 5 4 の最外縁 8 0 は、概略的には、2つの長辺と2つの半円とで形成される陸上競技場のトラック形状などの環状に形成されている。図 1 7 E に示す処置部 5 4 では、処置部 5 4 の最外縁 8 0 が略楕円状に形成されている。

第 1 の面 6 2 のうち、骨 B を切削するのに寄与する部位は、長手軸 L に対して直交する Y 軸方向 (第 1 の直交方向) に沿って第 2 の面 6 4 よりも小さい寸法に形成されていることが好ましい。この場合、図 1 7 B から図 1 7 E に示す処置部 5 4 を用いることで、所望の位置に所望の向きに骨 B に初期孔を形成させ易い。そして、第 1 の面 6 2 に続いて、第 2 の面 6 4 及び第 3 の面 6 6 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 1 0 0 を形成していくことができる。

30

【 0 1 2 2 】

処置部 5 4 の最外縁 8 0 は、四角形に限らず、五角形、六角形など、適宜の形状又はそれに近い形状に形成される。

【 0 1 2 3 】

超音波処置具 2 2 の処置部 5 4 の最外縁 (投影形状) 8 0 は、多角形状、略多角形状、楕円形状、若しくは略楕円形状など、適宜の形状に形成される。このため、図 9 A から図 9 E で示したように、移植腱 2 3 0 の外形に合わせて処置部 5 4 で適宜に凹孔 1 0 0 , 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 を形成すると、凹孔 1 0 0 , 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 と移植腱 2 3 0 との間の空間量を極力小さくし、かつ、大腿骨 1 1 2 及び脛骨 1 1 4 の切削量を少なくすることができる。

40

【 0 1 2 4 】

(第 2 実施形態)

第 2 実施形態について、図 1 8 A 及び図 1 8 B を用いて説明する。この実施形態は各変形例を含む第 1 実施形態の変形例であって、第 1 実施形態で説明した部材と同一の部材又は同一の機能を有する部材には極力同一の符号を付し、詳しい説明を省略する。

【 0 1 2 5 】

本実施形態は、図 1 0 A に示す処置部 5 4 の変形例である。本実施形態では、図 1 8 A に示すように、第 1 の面 6 2 に、骨 B の所望の位置に凹孔 1 0 0 を形成する直前の、凹孔

50

100の形成予定位置と第1の面62の向きとの位置関係を認識させる指標90を有する例について説明する。

なお、第1の面62を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状(第1の面62の外縁63の内側)は、第2の面64を長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たときの投影形状(第2の面64の外縁65の内側)よりも小さい。このため、第1の面62の投影形状は、第2の面64の外縁65の内側にあり、第3の面66の外縁67の内側にあり、第4の面68の外縁(最外縁80)の内側にある。これは、図19Aから図21Bに示す処置部54においても同様である。

【0126】

本実施形態に係る処置部54は、第1の面62、第1の側面72、第2の面64、第2の側面74、第3の面66、第3の側面76、第4の面68及び第4の側面78とを有する。第1の面62、第2の面64、第3の面66及び第4の面68は、それぞれ長方形に形成されている。このため、処置部54は、階段状に形成されている。なお、第1の面62、第2の面64、第3の面66及び第4の面68はX軸方向に沿って延びている。第1の面62、第2の面64、第3の面66及び第4の面68のY軸方向の幅は、X軸方向の幅に比べて小さい。第1の面62の面積S1は、第2の面64の面積S2よりも大きい。第2の面64の面積S2と第3の面66の面積S3は同じである。第3の面66の面積S3と第4の面68の面積S4は同じである。

なお、ここでは、後述する凸部92により、凸部92の先端が先端面となり、第1の面62が先端から2番目の面となる。

【0127】

処置部54は、長手軸Lに沿って基端側から先端側を見るときの関節鏡(内視鏡)16の視野内で認識される指標90を有する。指標90として、第1の面62には凸部92が形成されている。凸部92は、矩形状の第1の面62から長手軸Lに沿って先端側に向かって突出している。凸部92は、本実施形態では、4つの角にそれぞれ形成されている。凸部92の長手軸Lに沿う突出長は、第1の面62と第2の面64との間の高さと同程度(図12A参照)でも良く、凸部92の突出長が第1の面62と第2の面64との間の高さに対して高くても低くても良い。そして、凸部92の先端と、第1の面62の間には、段差(第1の段差)が存在している。凸部92の先端は、長手軸Lに沿って直交又は略直交していても、していなくても良い。このため、凸部92の先端は、鋭利な状態であっても良い。ここでは、凸部92の先端に面積S0を有するものとして説明する。

長手軸Lに沿って先端側から基端側を見たとき、凸部92のうち、長手軸Lに対して直交するY軸方向(第1の直交方向)に沿う幅(寸法)が、第1の面62のうち、Y軸方向に沿う幅(寸法)W1よりも小さい。

【0128】

指標90は、第4の面68に形成され第3の側面76に沿う凹部94を有する。図示しないが、凹部94は、1対の端面84の一方にのみ形成されていても良く、両方に形成されていても良い。

【0129】

関節鏡16及び処置具22の処置部54を図1に示す状態に配置すると、処置部54は図18Bに示すように、関節鏡16により認識される。そして、指標90の凸部92及び凹部94の両方又は片方が認識される。

【0130】

このとき、術者は、骨Bに対する超音波プローブ46の処置部54の長手軸Lの軸回りの向きを容易に認識することができる。凸部92が中心線Cy上に形成されているため、骨孔100の中央と中心線Cyとの位置関係を認識させ易い。このため、骨Bに対する処置部54を所望の位置に配置した状態で、超音波振動を用いて凹孔100を形成することができる。

【0131】

また、凹孔100を形成する処置により切削粉が排出され続けているとき、処置部54

10

20

30

40

50

の先端側ほど、切削粉が邪魔になり、処置部 5 4 の先端側を認識するのが難しくなっていくことがある。凹部 9 4 が最外縁 8 0 に形成されていることで、凹孔 1 0 0 を形成する処置により切削粉が排出され続けている場合であっても、骨 B に対する処置部 5 4 の向きが認識され易い。

【 0 1 3 2 】

各凸部 9 2 の先端面の面積 S_0 は、第 1 の面 6 2 の面積 S_1 よりも小さい。凸部 9 2 は第 1 の面 6 2 の 4 つの角から長手軸 L に沿って前方側に延出されている。本実施形態のように、処置部 5 4 の第 1 の面 6 2 と骨 B との接触面積を適宜に小さくし、かつ、4 つの凸部 9 2 で凹孔 1 0 0 を形成することで、所望の位置に所望の向きに骨 B に初期孔を形成させ易い。このため、4 つの凸部 9 2 で、第 1 の面 6 2 に先駆けて、第 1 の面 6 2 の外縁 6 3 の形状の凹孔 1 0 0 が容易に形成される。凸部 9 2 によって 4 つの凹孔が形成されることで、処置部 5 4 が長手軸 L に対して回転方向の位置ズレを生じ難くした状態で、より早期に深さ方向に処置部 5 4 を移動させて凹孔 1 0 0 を形成し始めることができる。したがって、例えば 4 つなどの複数の凸部 9 2 で凹孔 1 0 0 を形成すると、凸部 9 2 に続いて、第 1 の面 6 2 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 1 0 0 を形成していくことができる。

なお、凸部 9 2 の先端面は、伝達される縦振動を骨 B に効率的に負荷するため、長手軸 L に直交する平面として形成されることが好ましい。一方、凸部 9 2 の先端面の面積を極力小さくする場合、超音波振動を用いて骨 B を切削可能（凹孔 1 0 0 を形成可能）な強度を維持していることが求められる。

【 0 1 3 3 】

そして、第 1 の面 6 2、第 2 の面 6 4、第 3 の面 6 6 の順に骨 B を切削し始めることで、凹孔 1 0 0 の開口縁 1 0 0 a を所望の形状に広げることができる。

【 0 1 3 4 】

また、図 1 1 A から図 1 1 C を用いて説明したように、面 6 2、6 4、6 6、...、及び、側面 7 2、7 4、... を形成することで、長手軸 L に沿う 1 回の操作で形成したい骨孔 1 0 0 の大きさ等に合わせて処置部 5 4 の大きさを設定することができる。このため、処置部 5 4 の大きさの設定によっては、凸部 9 2 の視認性を向上させることができる。

また、図 1 2 A から図 1 2 C に示すのと同様に、第 1 の面 6 2 から突出する凸部 9 2 の突出量は、適宜に設定される。このため、凸部 9 2 の突出量の設定によっては、凸部 9 2 の視認性を向上させることができる。

なお、本実施形態における処置部 5 4 では、第 1 の面 6 2 から第 4 の面 6 8、及び、第 1 の側面 7 2 から第 4 の側面 7 8 が、例えば図 1 1 A から図 1 2 C に示す形状に形成されることが好適であることはもちろんである。

【 0 1 3 5 】

（第 2 実施形態の第 1 変形例）

本変形例は、図 1 3 C に示す処置部 5 4 の変形例である。本変形例では、図 1 9 A に示すように、凸部 9 2 は、中心線 C_x 、 C_y 上に形成され、かつ、端面 8 2、8 4 に連続している。第 3 の面 6 6 は、第 2 の面 6 4 に対する凹部 9 4 として、端面 8 2、8 4 の間の角部にそれぞれ形成されている。すなわち、凹部 9 4 は、最外縁 8 0 の端面 8 2、8 4 にまたがって形成されている。

【 0 1 3 6 】

関節鏡 1 6 及び処置具 2 2 の処置部 5 4 を図 1 に示す状態に配置すると、処置部 5 4 は図 1 9 B に示すように、関節鏡 1 6 により認識される。そして、指標 9 0 の凸部 9 2 及び凹部 9 4 の両方又は片方が認識される。

【 0 1 3 7 】

このとき、術者は、骨 B に対する超音波プローブ 4 6 の処置部 5 4 の長手軸 L の軸回りの向きを容易に認識することができる。凸部 9 2 が中心線 C_x 、 C_y 上に形成され、かつ、端面 8 2、8 4 に連続しているため、骨孔 1 0 0 の中央と中心線 C_x 、 C_y との位置関係を認識させ易い。このため、骨 B に対する処置部 5 4 を所望の位置に配置した状態で、

超音波振動を用いて凹孔 100 を形成することができる。

【0138】

凹部 94 が最外縁 80 に形成されていることで、形成するのを予定している骨 B の孔の位置及び処置部 54 の向きが認識され易い。

【0139】

長手軸 L に沿って先端側から基端側を見たとき、凸部 92 のうち、長手軸 L に対して直交する Y 軸方向（第 1 の直交方向）に沿う幅（寸法）が、第 1 の面 62 のうち、Y 軸方向に沿う幅（寸法）よりも小さい。同様に、X 軸方向（第 2 の直交方向）に沿う幅（寸法）が、第 1 の面 62 のうち、X 軸方向に沿う幅（寸法）よりも小さい。各凸部 92 の先端面の面積 S0 は、第 1 の面 62 の面積 S1 よりも小さい。凸部 92 は Cx, Cy 上に形成されている。凸部 92 によって 4 つの凹孔がより早期に形成される。このため、処置部 54 が長手軸 L に対して回転方向の位置ズレを生じ難くした状態で、より早期に長手軸 L に沿って深さ方向に処置部 54 を移動させて凹孔 100 を形成し始めることができる。したがって、例えば 4 つなどの複数の凸部 92 で凹孔 100 を形成すると、凸部 92 に続いて、第 1 の面 62 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 100 を形成していくことができる。

10

【0140】

（第 2 実施形態の第 2 変形例）

図 20A に示すように、第 1 の面 62 の 4 つの角に凸部 92 を有するとともに、最外縁 80 の端面 82, 84 間の中心線 Cx, Cy 上に凹部 94 が形成されている。第 3 の面 66 は、第 2 の面 64 に対する凹部 94 として、最外縁 80 の端面 82, 84 間の中心線 Cx, Cy 上にそれぞれ形成されている。

20

【0141】

関節鏡 16 及び処置具 22 の処置部 54 を図 1 に示す状態に配置すると、処置部 54 は図 20B に示すように、関節鏡 16 により認識される。そして、指標 90 の凸部 92 及び凹部 94 の両方又は片方が認識される。

【0142】

このとき、術者は、骨 B に対する超音波プローブ 46 の処置部 54 の長手軸 L の軸回りの向きを容易に認識することができる。凸部 92 が第 1 の面 62 の角に形成され、かつ、端面 82, 84 に連続しているため、形成したい骨孔 100 の中央の位置と、凸部 92 との位置関係を認識させ易い。このため、骨 B に対する処置部 54 を所望の位置に配置した状態で、超音波振動を用いて凹孔 100 を形成することができる。

30

【0143】

凹部 94 が最外縁 80 に形成されていることで、形成するのを予定している骨 B の孔の位置及び処置部 54 の向きが認識され易い。

【0144】

長手軸 L に沿って先端側から基端側を見たとき、凸部 92 のうち、長手軸 L に対して直交する Y 軸方向（第 1 の直交方向）に沿う幅（寸法）が、第 1 の面 62 のうち、Y 軸方向に沿う幅（寸法）よりも小さい。同様に、X 軸方向（第 2 の直交方向）に沿う幅（寸法）が、第 1 の面 62 のうち、X 軸方向に沿う幅（寸法）よりも小さい。各凸部 92 の先端面の面積 S0 は、第 1 の面 62 の面積 S1 よりも小さい。凸部 92 は第 1 の面 62 の角に形成されている。凸部 92 によって 4 つの凹孔がより早期に形成される。このため、処置部 54 が長手軸 L に対して回転方向の位置ズレを生じ難くした状態で、より早期に長手軸 L に沿って深さ方向に処置部 54 を移動させて凹孔 100 を形成し始めることができる。したがって、凸部 92 で凹孔 100 を形成すると、凸部 92 に続いて、第 1 の面 62 で骨 B を切削し、所望の位置に所望の向きに凹孔 100 を形成していくことができる。

40

【0145】

（第 2 実施形態の第 3 変形例）

本変形例は、図 14A 及び図 14B に示す処置部 54 の変形例である。図 21A に示すように、処置部 54 は、略ピラミッド状に形成されている。第 1 の面 62 は凸部 92 を有

50

する。凸部 9 2 は、第 1 の面 6 2 の 4 つの角にそれぞれ形成されている。

【 0 1 4 6 】

関節鏡 1 6 及び処置具 2 2 の処置部 5 4 を図 1 に示す状態に配置すると、処置部 5 4 は図 2 1 B に示すように、関節鏡 1 6 により認識される。そして、指標 9 0 の凸部 9 2 が認識される。

【 0 1 4 7 】

このとき、術者は、骨 B に対する超音波プローブ 4 6 の処置部 5 4 の長手軸 L の軸回りの向きを容易に認識することができる。凸部 9 2 が第 1 の面 6 2 の角に形成され、かつ、第 1 の側面 7 2 に連続しているため、形成したい骨孔 1 0 0 の中央の位置と、凸部 9 2 との位置関係を認識させ易い。このため、骨 B に対する処置部 5 4 を所望の位置に配置した状態で、超音波振動を用いて凹孔 1 0 0 を形成することができる。

10

【 0 1 4 8 】

各凸部 9 2 の先端面の面積 S 0 は、第 1 の面 6 2 の面積 S 1 よりも小さい。凸部 9 2 は第 1 の面 6 2 の角に形成されている。凸部 9 2 によって 4 つの凹孔がより早期に形成される。このため、処置部 5 4 が長手軸 L に対して回転方向の位置ズレを生じ難くした状態で、より早期に長手軸 L に沿って深さ方向に処置部 5 4 を移動させて凹孔 1 0 0 を形成し始めることができる。

【 0 1 4 9 】

したがって、図 1 8 A から図 2 1 B に示す例では、指標 9 0 により、骨 B のうちの骨孔 1 0 0 を形成したい位置に対する処置具 2 2 の処置部 5 4 の向きを、関節鏡 1 6 の視下で適宜の状態に容易に合わせることができる。

20

【 0 1 5 0 】

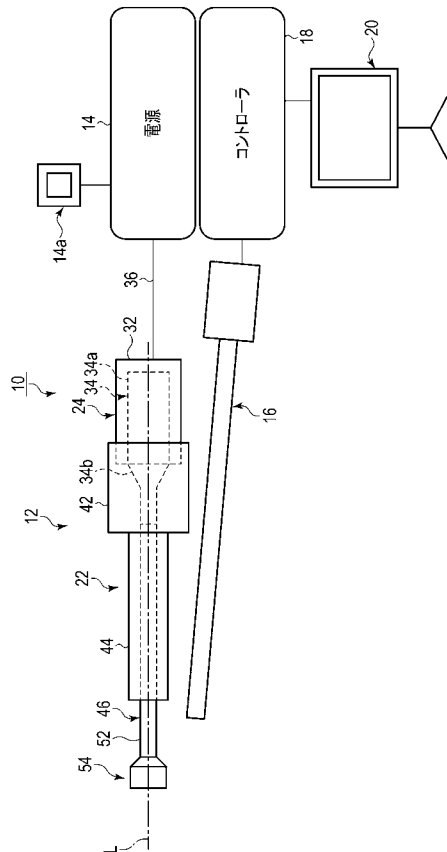
また、指標 9 0 として凸部 9 2 を有する場合、初期切削を行い、骨 B に対して処置部 5 4 が滑るのを防止することができる。このため、本実施形態によれば、例えば骨に孔を形成する場合などの処置効率を向上させることが可能な超音波プローブ及び超音波処置アッセンブリを提供することができる。

【 0 1 5 1 】

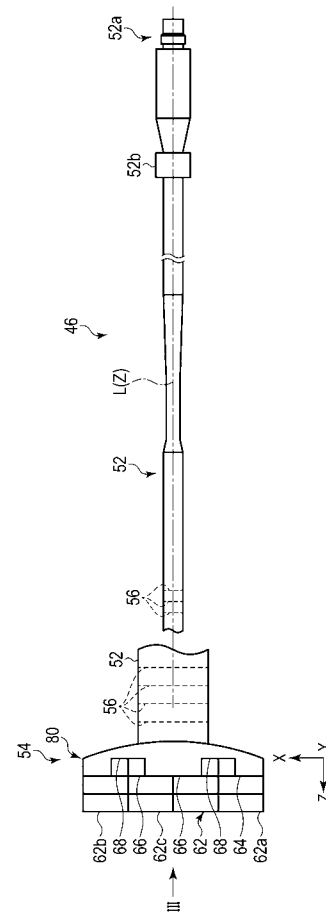
これまで、幾つかの実施形態について図面を参照しながら具体的に説明したが、この発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で行なわれるすべての実施を含む。

30

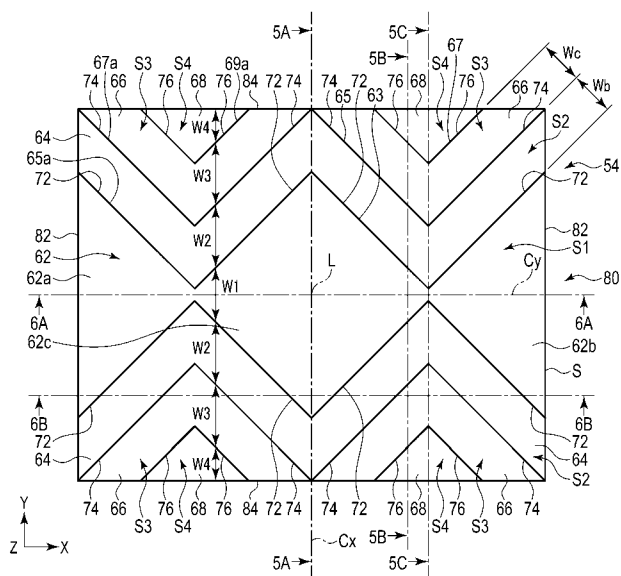
【図 1】



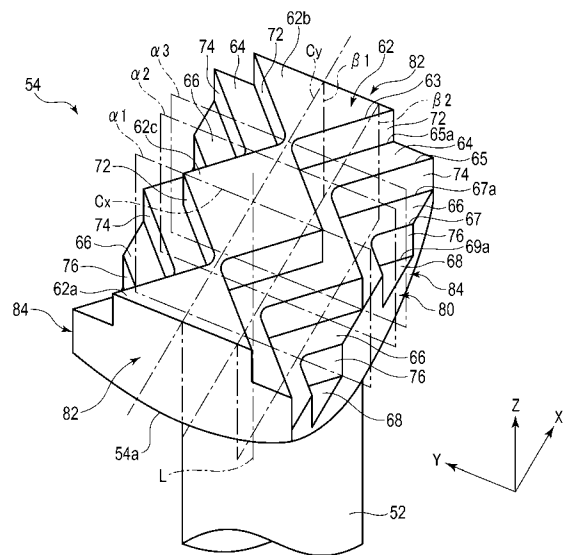
【図 2】



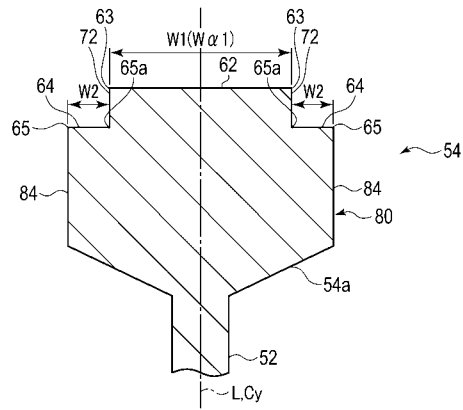
【図 3】



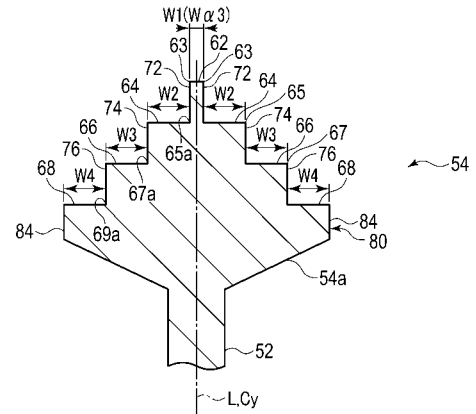
【図 4】



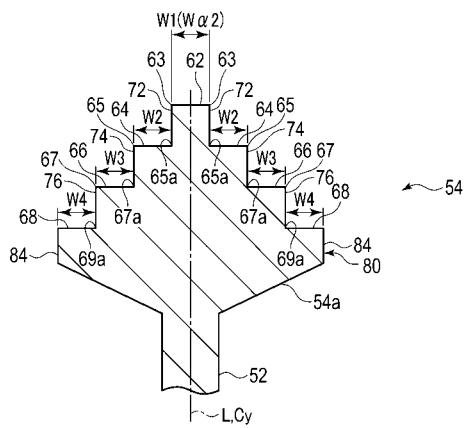
【図 5 A】



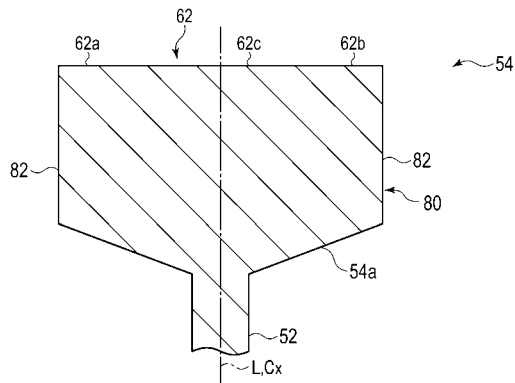
【図 5 C】



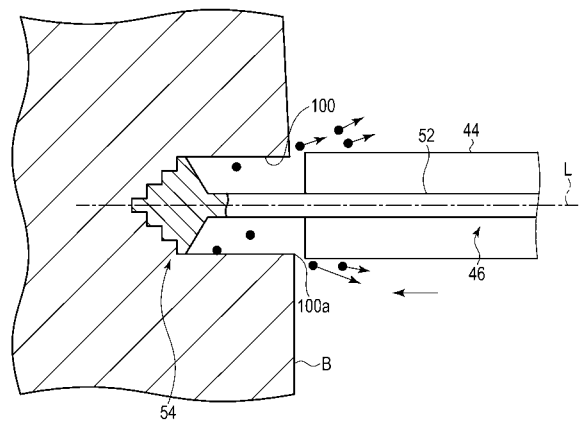
【図 5 B】



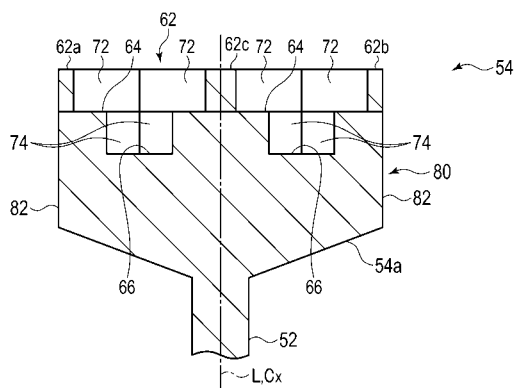
【図 6 A】



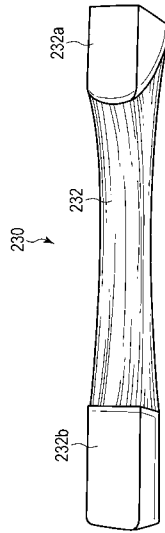
【図 7】



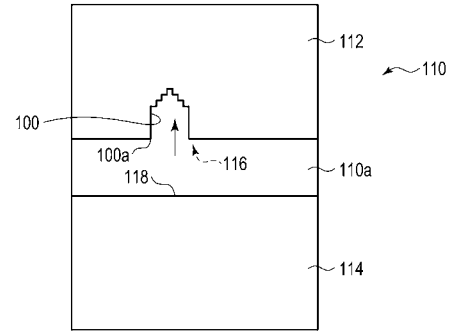
【図 6 B】



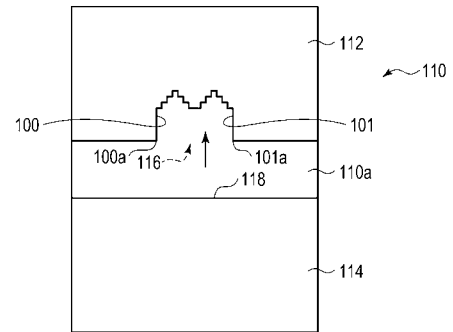
【図 8】



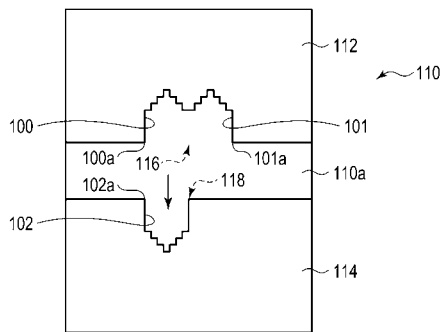
【図 9 A】



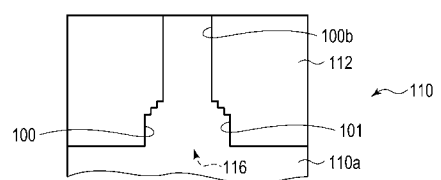
【図 9 B】



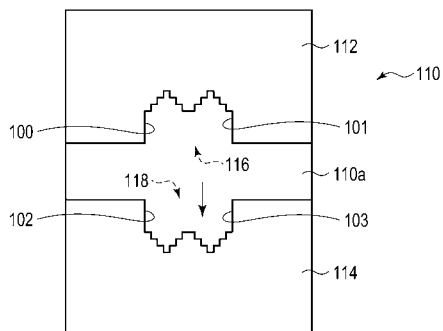
【図 9 C】



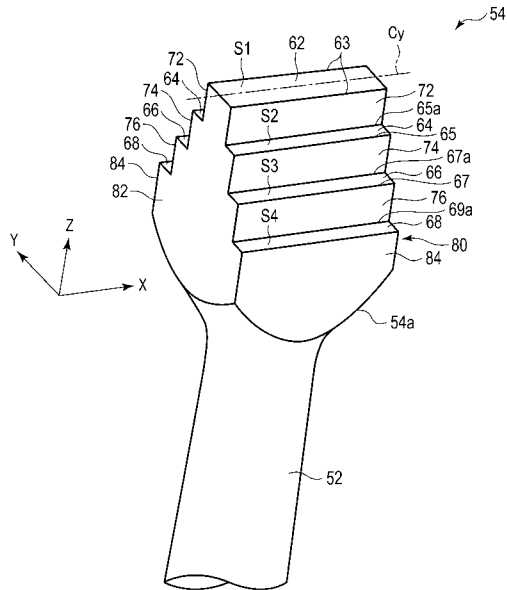
【図 9 E】



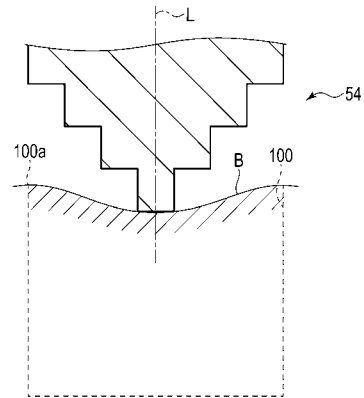
【図 9 D】



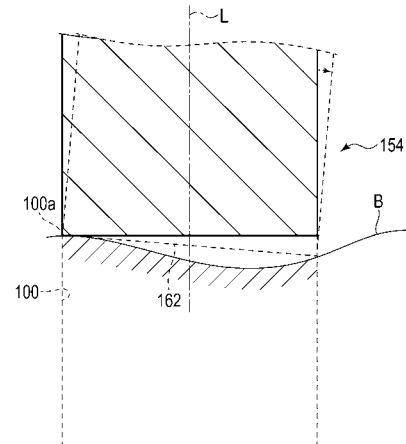
【図 10 A】



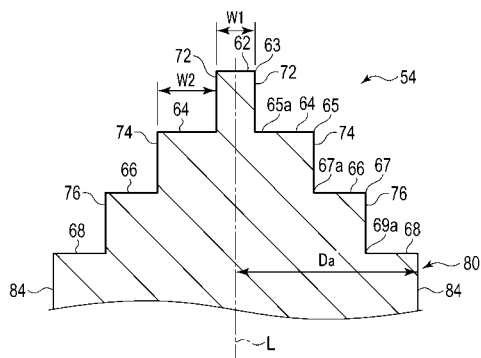
【図 10 B】



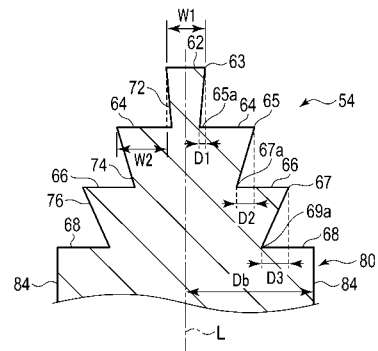
【図 10 C】



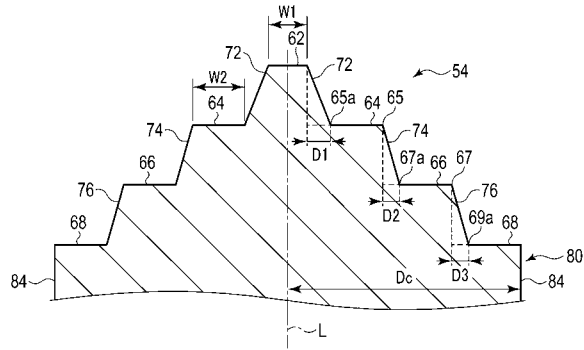
【図 11 A】



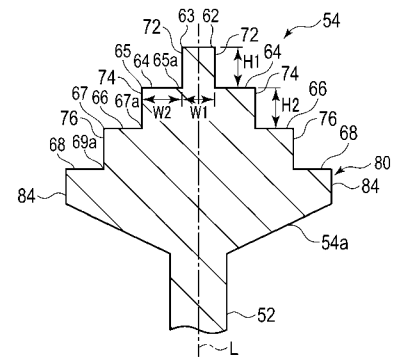
【図 11 B】



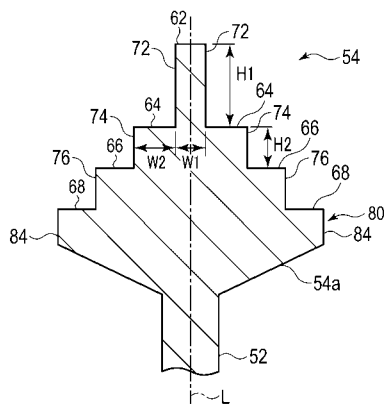
【図 1 1 C】



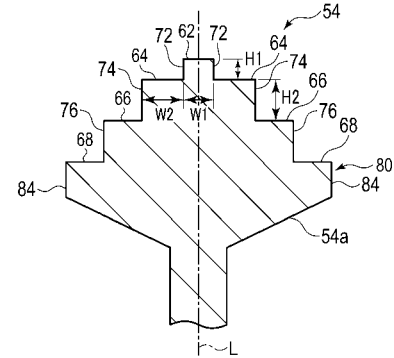
【図 1 2 A】



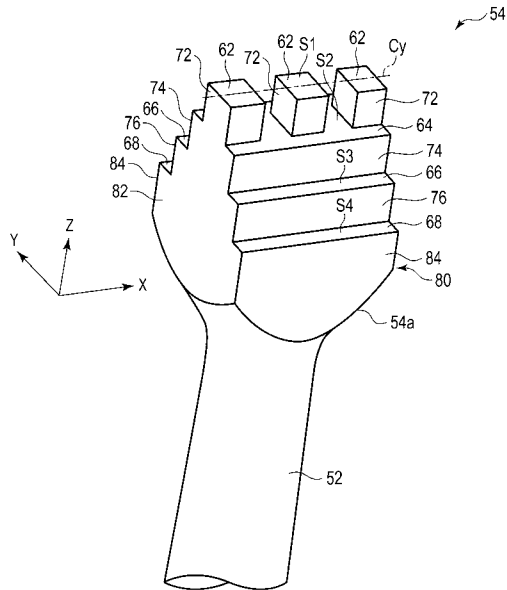
【図 1 2 B】



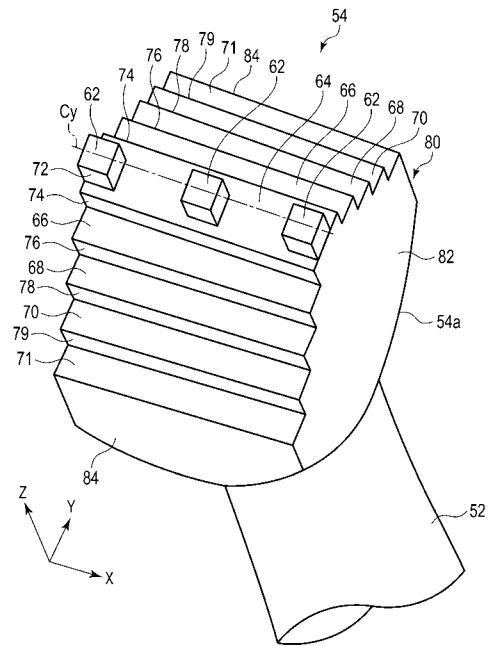
【図 1 2 C】



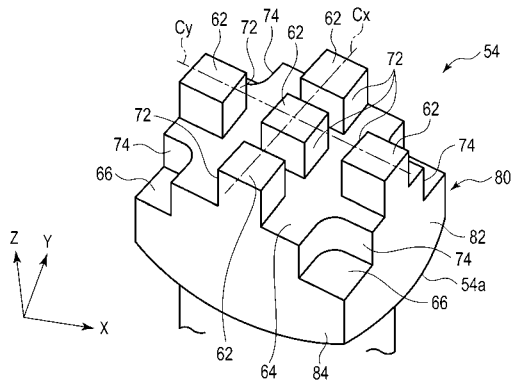
【図 13 A】



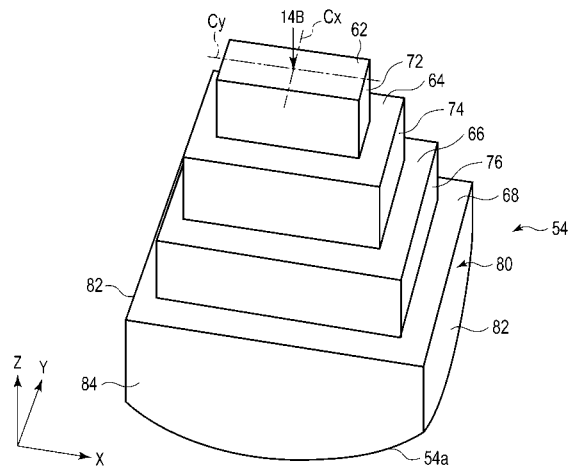
【図 13 B】



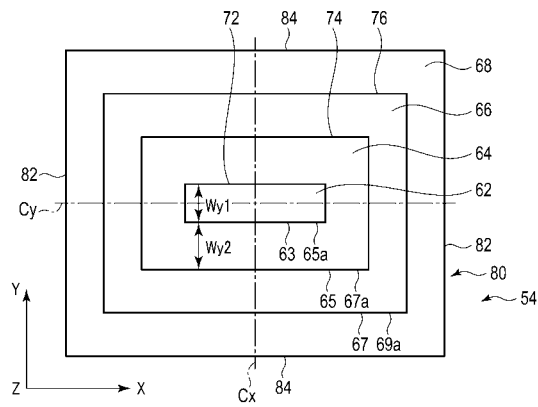
【図 13 C】



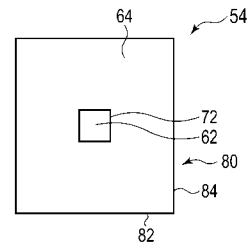
【図 14 A】



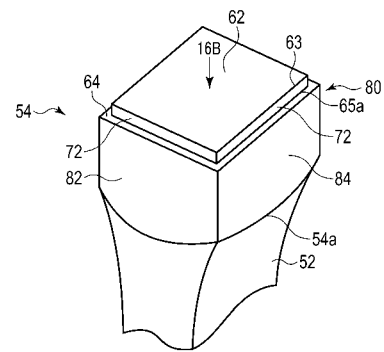
【図 14 B】



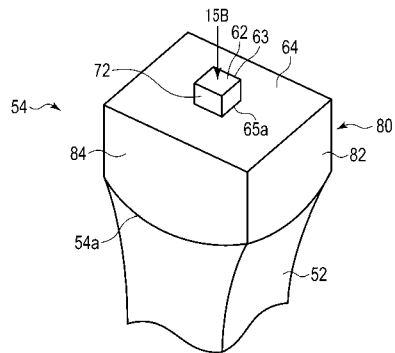
【図 15 B】



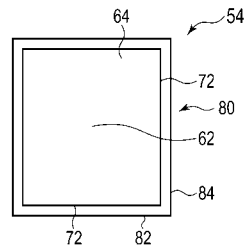
【図 16 A】



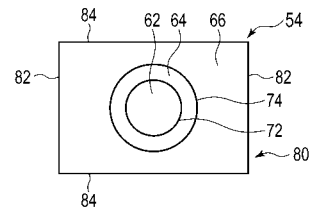
【図 15 A】



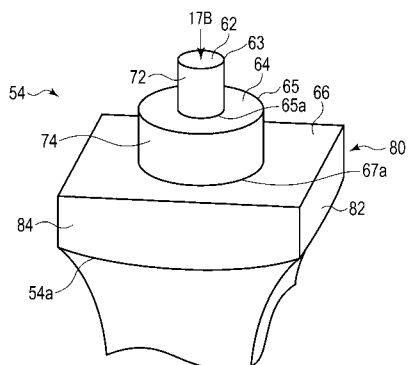
【図 16 B】



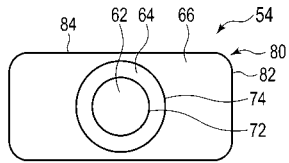
【図 17 B】



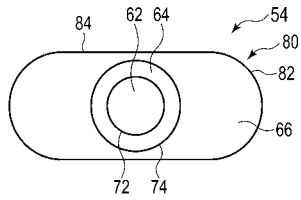
【図 17 A】



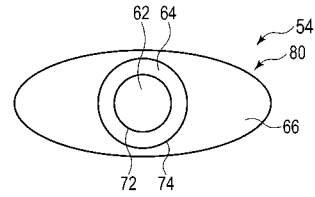
【図 17 C】



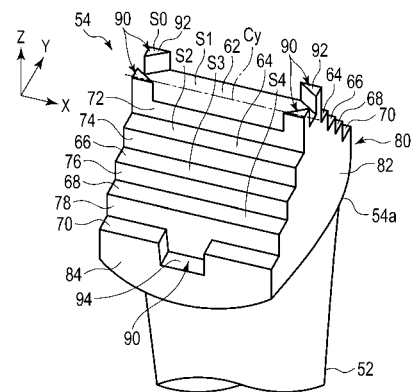
【図 17 D】



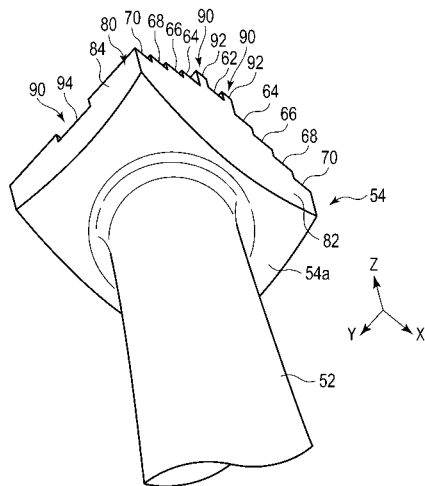
【図 17 E】



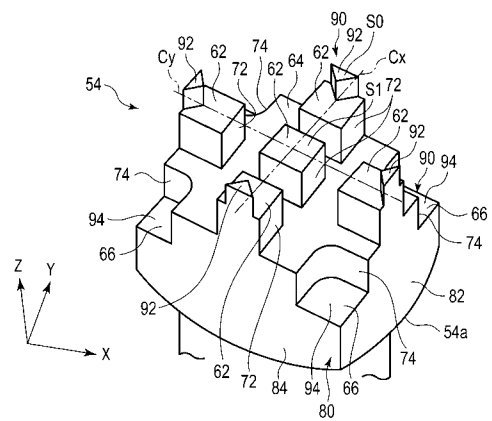
【図 18 A】



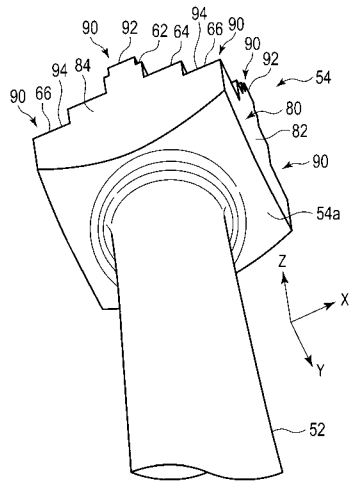
【図 18 B】



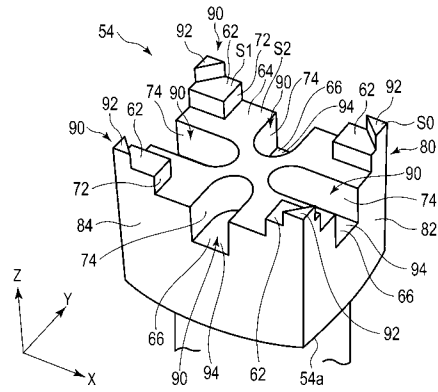
【図 19 A】



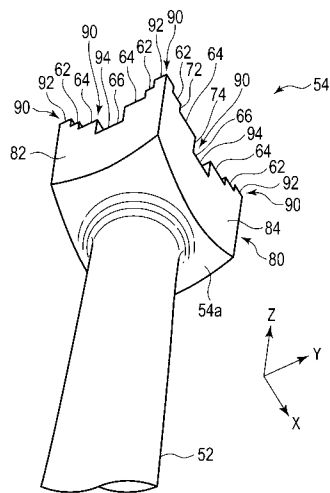
【図 19 B】



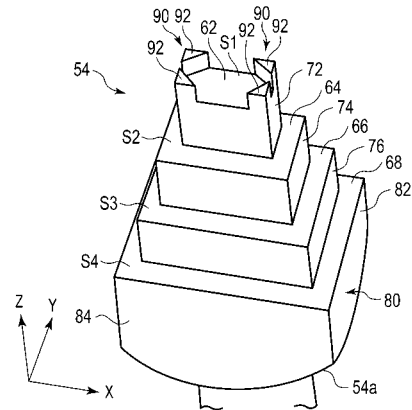
【図 20 A】



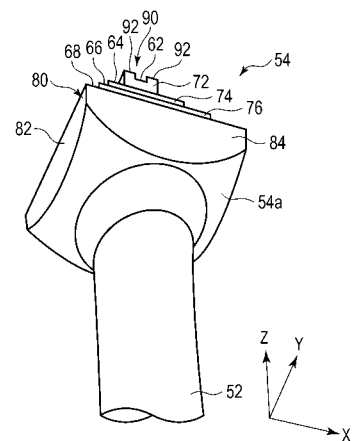
【図 20 B】



【図 21 A】



【図 21 B】



【手続補正書】

【提出日】令和1年12月25日(2019.12.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

長手軸に沿って基端側に配設された超音波トランスデューサに発生させた超音波振動を前記長手軸に沿って基端側から先端側に向かって伝達するプローブ本体部と、

前記長手軸に沿って前記プローブ本体部の基端側に設けられ、前記超音波トランスデューサと接続する超音波トランスデューサ接続部と、

前記長手軸に沿って前記プローブ本体部の先端側に設けられ、前記超音波振動により処置対象を切削する処置部であって、

前記長手軸に対して直交又は略直交する第 1 の切削面と、

前記第 1 の切削面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第 1 の切削面との間に第 1 の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第 2 の切削面と、

前記第 2 の切削面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第 2 の切削面との間に第 2 の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第 3 の切削面と

を有し、前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第 1 の切削面のうち、前記長手軸に対して直交する第 1 の直交方向に沿う寸法が、前記第 2 の切削面のうち、前記第 1 の直交方向に沿う寸法よりも小さい部分を有する、処置部と

を具備する超音波プローブ。

【請求項 2】

前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第 1 の切削面の面積は、前記第 2 の切削面の面積よりも小さい、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記第 1 の切削面は、第 1 の縁部を含む領域が平面に形成されている、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記第 1 の切削面の前記第 1 の縁部と、前記第 2 の切削面との間には、前記長手軸に平行な面を有する、請求項 3 に記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記第 1 の切削面の前記第 1 の縁部と、前記第 2 の切削面との間には、前記長手軸に対して傾斜する面を有する、請求項 3 に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記第 1 の切削面には、前記長手軸に直交する中心線が規定され、

前記第 2 の切削面及び前記第 3 の切削面は、前記長手軸及び前記中心線により形成される仮想面に対して対称に形成されている、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記処置部は、前記長手軸に沿って基端側から先端側を見るときの内視鏡の視野において認識される指標を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記指標は、前記長手軸に沿って先端に前記第 1 の切削面を有し、前記第 2 の切削面に対して突出する凸部により形成されている、請求項 7 に記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記指標は、前記処置部を前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たときの最外縁に形成されている、請求項 7 に記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

前記第 2 の切削面は、前記長手軸から離れた第 2 の縁部を含み、前記第 2 の切削面の領域が平面に形成されている、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 1】

前記処置部を前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第 2 の切削面の少なくとも一部は、前記第 1 の切削面に対して露出している、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 2】

前記第 1 の段差の前記長手軸に沿う第 1 の高さは、前記第 2 の段差の前記長手軸に沿う第 2 の高さに一致し、又は、前記第 1 の高さは前記第 2 の高さよりも高い、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 3】

前記第 1 の段差の前記長手軸に沿う第 1 の高さは、前記第 2 の段差の前記長手軸に沿う第 2 の高さに一致し、又は、前記第 1 の高さは前記第 2 の高さよりも低い、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 4】

前記処置部を前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記処置部の最外縁は、多角形状、楕円形状、又は、陸上競技場のトラック形状を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 5】

前記第 1 の切削面の前記第 1 の直交方向に沿う寸法は、前記長手軸及び前記第 1 の直交方向に対して直交する第 2 の直交方向に一定である部分を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 6】

前記第 1 の切削面の前記第 1 の直交方向に沿う寸法は、前記長手軸及び前記第 1 の直交方向に直交する第 2 の直交方向の位置に応じて変化する部分を有する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 7】

前記処置部の基端部は、前記長手軸に沿って基端側に向かうにつれて、前記長手軸に直交する断面の断面積を小さく形成する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 8】

前記プローブ本体部に前記超音波振動が伝達しているときの振動の節位置となる位置に設けられ、ハンドルに支持される支持部を具備する、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 1 9】

電力の供給により超音波振動を発生させる超音波トランスデューサと、
長手軸に沿って基端側から先端側に向かって前記超音波振動を伝達可能な超音波プローブであって、

前記長手軸に沿って基端側に配設された前記超音波トランスデューサに発生させた前記超音波振動を前記長手軸に沿って基端側から先端側に向かって伝達するプローブ本体部と、

前記長手軸に沿って前記プローブ本体部の基端側に設けられ、前記超音波トランスデューサと接続する超音波トランスデューサ接続部と、

前記長手軸に沿って前記プローブ本体部の先端側に設けられ、前記超音波振動により処置対象を切削する処置部であって、

前記長手軸に対して直交又は略直交する第 1 の切削面と、

前記第 1 の切削面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第 1 の切削面との間に第 1 の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第 2 の切削面と、

前記第 2 の切削面よりも前記長手軸に沿って基端側に設けられ、前記第 2 の切削面との間に第 2 の段差を有し、前記長手軸に対して直交又は略直交する第 3 の切削面と

を有し、前記長手軸に沿って先端側から基端側を見たとき、前記第 1 の切削面のうち、前記長手軸に対して直交する第 1 の直交方向に沿う寸法が、前記第 2 の切削面のうち、

前記第 1 の直交方向に沿う寸法よりも小さい部分を有する、処置部と
を有する超音波プローブと、
を有する超音波処置アッセンブリ。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/024734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B17/16(2006.01)i, A61B17/32(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)

A61B17/16, A61B17/32

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2001-079013 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 27 March 2001 (27.03.2001), paragraphs [0029] to [0037]; fig. 1 to 4	1-6, 11-12, 16-20
Y		8, 10
A	(Family: none)	7, 9, 13-15
Y	JP 2016-041215 A (Gunze Ltd.), 31 March 2016 (31.03.2016), paragraph [0027]; fig. 3 to 6 (Family: none)	8, 10

☒ 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 August 2017 (15.08.17)Date of mailing of the international search report
29 August 2017 (29.08.17)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/024734

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 010779/1992 (Laid-open No. 070515/1993) (Aloka Co., Ltd.), 24 September 1993 (24.09.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	WO 2016/205335 A1 (STRYKER EUROPEAN HOLDINGS I, LLC), 22 December 2016 (22.12.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-20

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 2 4 7 3 4	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B17/16(2006, 01)i, A61B17/32(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. A61B17/16, A61B17/32			
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 1971-2017年 日本国実用新案登録公報 1996-2017年 日本国登録実用新案公報 1994-2017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	JP 2001-079013 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001.03.27, 段落[0029]-[0037], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-6, 11-12, 16 -20	
Y		8, 10	
A		7, 9, 13-15	
Y	JP 2016-041215 A (グンゼ株式会社) 2016.03.31, 段落[0027], 図 3-6 (ファミリーなし)	8, 10	
☒ 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 15.08.2017		国際調査報告の発送日 29.08.2017	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 沼田 規好 電話番号 03-3581-1101 内線 3386	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 2 4 7 3 4
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	日本国実用新案登録出願 04-010779 号 (日本国実用新案登録出願公開 05-070515 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (アロカ株式会社) 1993. 09. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20
A	WO 2016/205335 A1 (STRYKER EUROPEAN HOLDINGS I, LLC) 2016. 12. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20

フロントページの続き

- (72)発明者 藤崎 健
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内
- (72)発明者 坂本 宜瑞
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内
- (72)発明者 横山 謙
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内
- (72)発明者 吉嶺 英人
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内
- F ターム(参考) 4C160 JJ42 JJ50 LL07 LL28

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声波探头和超声波处理组件		
公开(公告)号	JPWO2019008714A1	公开(公告)日	2020-06-11
申请号	JP2019528273	申请日	2017-07-05
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	藤崎健 坂本宜瑞 横山謙 吉嶺英人		
发明人	藤崎 健 坂本 宜瑞 横山 謙 吉嶺 英人		
IPC分类号	A61B17/16 A61B17/32		
CPC分类号	A61B17/16 A61B17/32 A61B17/320016 A61B17/320068 A61B2017/320073 A61B2217/007		
FI分类号	A61B17/16 A61B17/32.510		
F-TERM分类号	4C160/JJ42 4C160/JJ50 4C160/LL07 4C160/LL28		
代理人(译)	井上 正 河野直树 饭野滋 金子早苗		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声波探头具有通过超声波振动切割被治疗体的块状的治疗部。处理部沿着长度轴设置在顶端的第一表面上，并且相对于第一表面沿着纵向轴设置在基端侧，并且第一表面设置在第一表面之间。在第一表面中，当沿着从纵向侧的方向观察从远端侧的近端侧时，具有与纵向轴线正交或基本正交的第二表面的台阶，沿着与纵向轴线正交的第一正交方向的第二表面的尺寸小于沿着第一正交方向的第二表面的尺寸。

