

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02015/122306

発行日 平成29年3月30日(2017.3.30)

(43) 国際公開日 平成27年8月20日(2015.8.20)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)
A 6 1 B 18/00 (2006.01) A 6 1 B 17/36 3 3 0 4 C 1 6 0

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

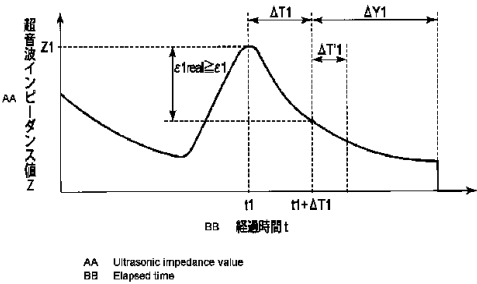
出願番号	特願2015-542890 (P2015-542890)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/052865		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成27年2月2日(2015.2.2)		東京都八王子市石川町2951番地
(11) 特許番号	特許第5942045号 (P5942045)	(74) 代理人	100108855
(45) 特許公報発行日	平成28年6月29日(2016.6.29)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	特願2014-27988 (P2014-27988)	(74) 代理人	100103034
(32) 優先日	平成26年2月17日(2014.2.17)		弁理士 野河 信久
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100140176
			弁理士 砂川 克
		(74) 代理人	100179062
			弁理士 井上 正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波処置装置

(57) 【要約】

超音波処置装置(2)は圧電素子(31A-31D)を有する。素子(31A-31D)に交流電圧Vが印加されると、素子(31A-31D)に交流電流Iが流れるとともに、素子(31A-31D)が超音波振動を発生する。振動は処置部(17)に伝達される。処置部(17)は振幅U₁で振動し、処置部(17)と生体組織(H)の間に摩擦熱を生じる。この熱が生体組織(H)を凝固及び切開する。切開の進行につれて、超音波インピーダンスZ = V / Iは漸増する。Zは時刻t₁でZ₁をとり、漸減を始める。Zが減り始めてから時間ΔT₁の間にZはε1realだけ減少する。1realがあらかじめ定められた基準ε以上である場合、Zは時刻t₁においてピークであったと判定される。その場合、処置部(17)の振幅UがU₂に減少するように、Vが減少される。その結果、処置部(17)が発生する摩擦熱が減少する。このときまでに、生体組織(H)の切開は完了している。このようにして、過剰な摩擦熱の発生が防止される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

振動発生電力を出力可能な電源と、

前記電源から前記振動発生電力が伝達されることにより、超音波振動を発生する振動発生部と、

前記振動発生部で発生した前記超音波振動が伝達され、伝達された前記超音波振動を用いて処置を行う処置部と、

前記処置部に対して開閉可能なジョーであって、前記処置部に対して前記ジョーが閉じた状態において前記処置部に当接可能な当接部を備えるジョーと、

前記電源から前記振動発生電力が出力されている状態において、前記振動発生電力の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、

前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、

検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、

保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部と、

前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、前記ピーク判定部での判定に基づいて、前記対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間だけ経過した時点において、前記ピーク検出時以前の第 1 の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第 2 の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる超音波制御部と、

を具備する超音波処置装置。

【請求項 2】

前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振動速度が前記第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 3】

前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、前記所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振幅が前記第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 2 の超音波処置装置。

【請求項 4】

前記超音波制御部は、前記第 1 の超音波出力モードにおいて一定の第 1 の振幅で前記処置部を振動させ、かつ、前記第 2 の超音波出力モードにおいて前記第 1 の振幅より小さい一定の第 2 の振幅で前記処置部を振動させる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 3 の超音波処置装置。

【請求項 5】

前記超音波制御部は、前記振動発生電力の電力値、及び、前記振動発生電力の出力に基づいて前記電源から前記振動発生部に供給される振動発生電流の電流値の少なくとも一方を調整することにより、前記第 1 の超音波出力モードと前記第 2 の超音波出力モードとの間で、前記処置部での前記超音波振動の振幅を変化させる、請求項 4 の超音波処置装置。

【請求項 6】

前記処置部が一定の第 1 の振幅で振動する第 1 の振動ステージ、及び、前記処置部が前記第 1 の振幅より小さい一定の第 2 の振幅で振動する第 2 の振動ステージを規定した場合に、前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、前記第 2 の振動ステージに対する前記第 1 の振動ステージの時間比率が前記第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 3

10

20

30

40

50

の超音波処置装置。

【請求項 7】

前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、前記第 1 の振動ステージと前記第 2 の振動ステージとの間で、前記処置部の前記超音波振動による振動状態を周期的に変化させ、

前記超音波制御部は、前記第 1 の超音波出力モードにおいて、

前記第 1 の振動ステージと前記第 2 の振動ステージとの間で、前記処置部の前記超音波振動による前記振動状態を前記第 2 の超音波出力モードと同一の変調周期で周期的に変化させるとともに、前記変調周期における前記第 1 の振動ステージが占める割合を前記第 2 の超音波出力モードより大きくする、又は、

前記処置部の前記超音波振動による前記振動状態を、前記第 1 の振動ステージに連続的に保つ、

請求項 6 の超音波処置装置。

【請求項 8】

前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、前記超音波振動の共振周波数が前記第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 2 の超音波処置装置。

【請求項 9】

前記超音波制御部は、前記ピーク検出時から前記規定時間より短い設定時間の間だけ、前記第 1 の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が大きくなる第 3 の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 10】

前記超音波制御部は、前記第 3 の超音波出力モードにおいて、所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振動速度が前記第 1 の超音波出力モードに比べて大きくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 9 の超音波処置装置。

【請求項 11】

前記インピーダンス検出部は、前記振動発生部での振動発生電流及び振動発生電圧を経時的に検出し、検出した前記振動発生電流及び前記振動発生電圧に基づいて前記超音波インピーダンス値を検出する、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 12】

前記第 1 の超音波出力モードから前記第 2 の超音波出力モードに切り替わった後に、前記電源からの前記振動発生電力の出力状態が切り替わったことを告知する告知部をさらに具備する、請求項 1 の超音波処置装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波振動が伝達される処置部と処置部に対して開閉可能なジョーとの間で処置対象を把持して、超音波振動を用いて把持された処置対象を処置する超音波処置装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献 1 には、超音波振動が伝達される処置部と、処置部に対して開閉可能なジョーと、を備える超音波処置装置が開示されている。この超音波処置装置では、電源から振動発生部に振動発生電力が伝達されることにより、振動発生部である超音波振動子で超音波振動が発生する。そして、発生した超音波振動が処置部に伝達され、伝達された超音波振動を用いて処置部は生体組織等の処置対象を処置する。ここで、ジョーの開閉方向は、超音波振動の伝達方向に対して垂直である（交差する）。処置部とジョーとの間で処置対象が把持された状態で処置部に超音波振動が伝達されることにより、処置対象と処置

10

20

30

40

50

部との間に摩擦熱が発生する。摩擦熱によって、処置対象が凝固と同時に切開される。また、超音波処置装置では、振動発生電力の超音波インピーダンス値が経時的に検出され、超音波インピーダンス値が既定の第1の閾値以上でかつ第1の閾値より大きい既定の第2の閾値以下の範囲であるか否かを判定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許出願公開第2012/0310264号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

前記特許文献1のような超音波処置装置では、超音波振動を用いて処置部とジョーとの間で把持された処置対象を凝固させながら切開することにより、超音波振動の伝達方向について処置対象の少なくとも一部の範囲において、超音波振動の伝達方向に平行でかつジョーの開閉方向に平行な分断面で、処置対象が分断される。この現象を、切れ分かれと称する。生体組織が切れ分かれることにより、処置対象が分断された範囲では、ジョーの当接部が処置部に当接する。ジョーの当接部が処置部に当接している状態で処置部に超音波振動が伝達されると、振動によって、ジョーの当接部が摩耗又は熱変形等によって破壊してしまう。このため、処置対象が切れ分かれたか否かを適切に判断することが、重要となる。

20

【0005】

ここで、処置対象が切れ分かれた時点の近傍では、ジョーの当接部と処置部との間に位置する処置対象の状態変化等に起因して、超音波インピーダンス値の経時的な変化において、ピークが発生する。前記特許文献1では、超音波インピーダンス値が既定の第1の閾値以上でかつ既定の第2の閾値以下の範囲であるか否かは、判定される。しかし、切れ分かれによって発生するピークでの超音波インピーダンス値は、超音波処置具（ハンドピース）の種類、処置対象の種類、処置対象の濡れ具合等に対応して、変化する。このため、切れ分かれによって発生するピークでの超音波インピーダンス値は、第1の閾値より小さくなる場合もあれば、第2の閾値より大きくなる場合もある。したがって、前記特許文献1では、切れ分かれによって発生する超音波インピーダンス値のピークが適切に検出されず、術者は、処置対象が切れ分かれたか否かを適切に判断できない。このため、処置部とジョーの当接部とが接触し、過剰な摩擦熱が発生する。

30

【0006】

また、切れ分かれに起因するピークが検出された場合でも、ピーク検出時において、超音波振動の伝達方向について処置対象の一部の範囲においてのみ処置対象が分断されることがある。この場合、超音波振動の伝達方向について処置対象の残りの一部の範囲では、ピーク検出時において、処置対象が分断されていない。このため、ピーク検出直後に電源からの振動発生電力の出力を停止した場合、超音波振動の伝達方向に平行でかつジョーの開閉方向に平行な分断面で処置対象が分断されない切れ残りが、発生してしまうおそれがある。したがって、過剰な摩擦熱を発生させることなく、処置対象の切れ残りを切開することが重要となる。

40

【0007】

本発明は前記課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、超音波振動を用いた処置において処置部とジョーとの間で把持された処置対象が切れ分かれたか否かを適切に判断され、処置部とジョーの当接部との接触によって過剰な摩擦熱が発生することを有効に防止する超音波処置装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記目的を達成するために、本発明のある態様の超音波処置装置は、振動発生電力を出力可能な電源と、前記電源から前記振動発生電力が伝達されることにより、超音波振動を

50

発生する振動発生部と、前記振動発生部で発生した前記超音波振動が伝達され、伝達された前記超音波振動を用いて処置を行う処置部と、前記処置部に対して開閉可能なジョーであって、前記処置部に対して前記ジョーが閉じた状態において前記処置部に当接可能な当接部を備えるジョーと、前記電源から前記振動発生電力が出力されている状態において、前記振動発生電力の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部と、前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、前記ピーク判定部での判定に基づいて、前記対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間だけ経過した時点において、前記ピーク検出時以前の第１の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第２の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる超音波制御部と、を備える。

10

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、超音波振動を用いた処置において処置部とジョーとの間で把持された処置対象が切れ分かれたか否かを適切に判断され、処置部とジョーの当接部との接触によって過剰な摩擦熱が発生することを有効に防止する超音波処置装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】第１の実施形態に係る超音波処置装置を示す概略図である。

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

【図３】第１の実施形態に係る振動子ユニット及び制御ユニットでの電氣的な接続状態を示す概略図である。

【図４】第１の実施形態に係るホーン部材及び超音波振動子を部材ごとに分解して概略的に示す斜視図である。

30

【図５】第１の実施形態に係る超音波振動子と電源との間の電氣的な接続状態を示す概略図である。

【図６】第１の実施形態に係る処置部及びジョーを概略的に示す側面図である。

【図７】第１の実施形態に係る処置部及びジョーを長手軸に垂直な断面で概略的に示す横断面図である。

【図８】第１の実施形態に係る処置部とジョーとの間で把持された処置対象の切れ分かれを説明するための概略図である。

【図９】第１の実施形態に係る電源から振動発生電力の出力が開始されてからの超音波インピーダンス値の経時的な変化の一例を示す概略図である。

【図１０】第１の実施形態に係る制御ユニットの振動発生電力の出力が開始されてからの作動状態を示すフローチャートである。

40

【図１１】第１の実施形態に係る処置部での超音波振動の振幅の経時的な変化の一例を示す概略図である。

【図１２】第１の実施形態に係るピーク検出部によって行われる対象ピークの検出処理を示すフローチャートである。

【図１３】第１の変形例に係る処置部での超音波振動の振幅の経時的な変化の一例を示す概略図である。

【図１４】第２の変形例に係る処置部での超音波振動の振幅の経時的な変化の一例を示す概略図である。

【図１５】第３の変形例に係る振動伝達部での超音波振動の共振周波数の経時的な変化の

50

一例を示す概略図である。

【図 1 6】第 4 の変形例に係る制御ユニットの振動発生電力の出力が開始されてからの作動状態を示すフローチャートである。

【図 1 7】第 4 の変形例に係る処置部での超音波振動の振幅の経時的な変化の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態について、図 1 乃至図 1 2 を参照して説明する。図 1 は、超音波処置装置 1 を示す図である。図 1 に示すように、超音波処置装置 1 は、超音波処置具（ハンドピース）2 と、制御ユニット 3 と、を備える。超音波処置具 2 は、長手軸 C を有する。長手軸 C に平行な 2 方向の一方が先端方向（図 1 の矢印 C 1 の方向）であり、先端方向とは反対方向が基端方向（図 1 の矢印 C 2 の方向）である。超音波処置具 2 は、振動子ユニット 5 と、ハンドルユニット 6 とを備える。振動子ユニット 5 は、ハンドルユニット 6 の基端方向側に着脱可能に連結される。振動子ユニット 5 の基端部には、ケーブル 7 の一端が接続されている。ケーブル 7 の他端は、制御ユニット 3 に接続されている。

【0012】

ハンドルユニット 6 は、長手軸 C に沿って延設される筒状ケース部 1 1 と、筒状ケース部 1 1 と一体に形成される固定ハンドル 1 2 と、筒状ケース部 1 1 に対して回動可能に取付けられる可動ハンドル 1 3 と、を備える。固定ハンドル 1 2 は、筒状ケース部 1 1 から長手軸 C に対して離れる状態で、延設されている。筒状ケース部 1 1 への取付け位置を中心として可動ハンドル 1 3 が回動することにより、可動ハンドル 1 3 が固定ハンドル 1 2 に対して開動作又は閉動作を行う。また、ハンドルユニット 6 は、筒状ケース部 1 1 の先端方向側に取付けられる回転操作ノブ 1 5 を備える。回転操作ノブ 1 5 は、筒状ケース部 1 1 に対して長手軸 C を中心として回転可能である。また、固定ハンドル 1 2 には、エネルギー操作入力部であるエネルギー操作入力ボタン 1 6 が設けられている。

【0013】

超音波処置具 2 は、長手軸 C に沿って延設されるシース 8 を備える。シース 8 が先端方向側から回転操作ノブ 1 5 の内部及び筒状ケース部 1 1 の内部に挿入されることにより、シース 8 がハンドルユニット 6 に取付けられる。また、超音波処置具 2 は、超音波プローブ 9 を備える。超音波プローブ 9 は、筒状ケース部 1 1 の内部からシース 8 の内部を通過して、長手軸 C に沿って延設されている。超音波プローブ 9 は、シース 8 に挿通されている。また、超音波プローブ 9 の先端部には、シース 8 の先端から先端方向に向かって突出する処置部 1 7 が、設けられている。

【0014】

シース 8 の先端部には、ジョー 1 8 が回動可能に取付けられている。可動ハンドル 1 3 は、筒状ケース部 1 1 の内部でシース 8 の内周方向側の部位に配設される可動筒状部（図示しない）に接続されている。可動筒状部の先端は、ジョー 1 8 に接続されている。固定ハンドル 1 2 に対して可動ハンドル 1 3 を開動作又は閉動作することにより、可動筒状部が長手軸 C に沿って移動する。これにより、ジョー 1 8 が、シース 8 への取付け位置を中心として回動する。ジョー 1 8 がシース 8 に対して回動することにより、ジョー 1 8 が処置部 1 7 に対して開動作又は閉動作を行う。シース 8、超音波プローブ 9 及びジョー 1 8 は、回転操作ノブ 1 5 と一体に、筒状ケース部 1 1 に対して長手軸 C を中心として、回転可能である。

【0015】

また、振動子ユニット 5 は、振動子ケース 2 1 を備える。振動子ケース 2 1 が基端方向側から筒状ケース部 1 1 の内部に挿入されることにより、振動子ユニット 5 がハンドルユニット 6 に取付けられる。筒状ケース部 1 1 の内部では、振動子ケース 2 1 は、シース 8 に連結されている。振動子ケース 2 1 は、回転操作ノブ 1 5 と一体に、筒状ケース部 1 1 に対して長手軸 C を中心として、回転可能である。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、振動子ユニット 5 の構成を示す図である。図 2 に示すように、振動子ユニット 5 は、前述の振動子ケース 2 1 と、振動子ケース 2 1 の内部に設けられる振動発生部である超音波振動子 2 2 と、超音波振動子 2 2 が取付けられるホーン部材 2 3 と、を備える。図 3 は、振動子ユニット 5 及び制御ユニット 3 での電氣的な接続状態を示す図である。図 2 及び図 3 に示すように、超音波振動子 2 2 には、電気配線部 2 5 A , 2 5 B の一端が、接続されている。制御ユニット 3 は、振動発生電力 P を出力可能な電源 2 6 を備える。電源 2 6 では、例えば、コンセント等の電力を変換回路等で振動発生電力 P に変換し、振動発生電力 P を出力する。電気配線部 2 5 A , 2 5 B の他端は、電源 2 6 に接続されている。電源 2 6 から出力された振動発生電力 P は、電気配線部 2 5 A , 2 5 B を介して、超音波振動子 2 2 に伝達される。振動発生電力 P が伝達されることにより、超音波振動子 2 2 で超音波振動が発生する。

10

【 0 0 1 7 】

ホーン部材 2 3 には、超音波振動子 2 2 が装着される振動子装着部 2 7 が、設けられている。超音波振動子 2 2 で発生した超音波振動は、ホーン部材 2 3 に伝達される。また、ホーン部材 2 3 には、振動子装着部 2 7 より先端方向側に断面積変化部 2 8 が設けられている。断面積変化部 2 8 では、先端方向に向かうにつれて長手軸 C に垂直な断面積が減少する。断面積変化部 2 8 によって、超音波振動の振幅が拡大される。ホーン部材 2 3 の先端部には、雌ネジ部 2 9 A が設けられている。また、超音波プローブ 9 の基端部には、雄ネジ部 2 9 B が設けられている。雄ネジ部 2 9 B が雌ネジ部 2 9 A に螺合することにより、ホーン部材 2 3 の先端方向側に超音波プローブ 9 が接続される。超音波プローブ 9 は、筒状ケース部 1 1 の内部で、ホーン部材 2 3 に接続される。

20

【 0 0 1 8 】

ホーン部材 2 3 に伝達された超音波振動は、ホーン部材 2 3 及び超音波プローブ 9 において、基端方向から先端方向へ長手軸 C に沿って伝達される。すなわち、ホーン部材 2 3 及び超音波プローブ 9 は、発生した超音波振動を伝達する振動伝達部である。超音波振動は、処置部 1 7 まで、先端方向へ向かって伝達される。処置部 1 7 は、伝達された超音波振動を用いて、生体組織等の処置対象を処置する。なお、振動伝達部（ホーン部材 2 3 及び超音波プローブ 9 ）では、基端（ホーン部材 2 3 の基端）及び先端（超音波プローブ 9 の先端）が、超音波振動の腹位置となる。また、超音波振動は、振動方向及び伝達方向が長手軸 C （長手軸方向）に平行な縦振動である。したがって、長手軸 C に平行な先端方向が、超音波振動の伝達方向となる。また、振動伝達部が超音波振動を伝達している状態では、処置部 1 7 を含む振動伝達部は、ある共振周波数 F で振動している。

30

【 0 0 1 9 】

図 4 は、ホーン部材 2 3 及び超音波振動子 2 2 を部材ごとに分解して示す図である。図 4 に示すように、超音波振動子 2 2 は、（本実施形態では 4 つの）リング状の圧電素子 3 1 A ~ 3 1 D を備える。それぞれの圧電素子 3 1 A ~ 3 1 D には、ホーン部材 2 3 の振動子装着部 2 7 が挿通されている。また、それぞれの圧電素子 3 1 A ~ 3 1 D は、厚み方向が超音波振動の伝達方向（すなわち、長手軸 C ）に平行で、かつ、径方向が超音波振動の伝達方向（すなわち、先端方向）に垂直な状態で、振動子装着部 2 7 に取付けられている。

40

【 0 0 2 0 】

超音波振動子 2 2 は、第 1 の電極部 3 2 と、第 2 の電極部 3 3 と、を備える。第 1 の電極部 3 2 に、電気配線部 2 5 A の一端が接続され、第 2 の電極部 3 3 に、電気配線部 2 5 B の一端が接続されている。第 1 の電極部 3 2 は、第 1 の電極リング部 3 5 A ~ 3 5 C を備える。第 1 の電極リング部 3 5 A は、圧電素子 3 1 A の先端方向側に位置し、第 1 の電極リング部 3 5 B は、長手軸 C に平行な長手軸方向について圧電素子 3 1 B と圧電素子 3 1 C との間に位置している。また、第 1 の電極リング部 3 5 C は、圧電素子 3 1 D の基端方向側に位置している。それぞれの第 1 の電極リング部 3 5 A ~ 3 5 C には、振動子装着部 2 7 が挿通されている。

50

【 0 0 2 1 】

第 2 の電極部 3 3 は、第 2 の電極リング部 3 7 A , 3 7 B を備える。第 2 の電極リング部 3 7 A は、長手軸 C に平行な長手軸方向について圧電素子 3 1 A と圧電素子 3 1 B との間に位置している。また、第 2 の電極リング部 3 7 B は、長手軸方向について圧電素子 3 1 C と圧電素子 3 1 D との間に位置している。それぞれの第 2 の電極リング部 3 7 A , 3 7 B には、振動子装着部 2 7 が挿通されている。

【 0 0 2 2 】

前述のような構成にすることにより、圧電素子 3 1 A は、第 1 の電極リング部 3 5 A と第 2 の電極リング部 3 7 A との間に挟まれ、圧電素子 3 1 B は、第 2 の電極リング部 3 7 A と第 1 の電極リング部 3 5 B との間に挟まれる。また、圧電素子 3 1 C は、第 1 の電極リング部 3 5 B と第 2 の電極リング部 3 7 B との間に挟まれ、圧電素子 3 1 D は、第 2 の電極リング部 3 7 B と第 1 の電極リング部 3 5 C との間に挟まれる。したがって、それぞれの圧電素子 3 1 A ~ 3 1 D は、第 1 の電極部 3 2 と第 2 の電極部 3 3 との間に挟まれている。

10

【 0 0 2 3 】

また、超音波振動子 2 2 は、絶縁リング 3 8 A , 3 8 B を備える。絶縁リング 3 8 A は、第 1 の電極部 3 2 の第 1 の電極リング部 3 5 A の先端方向側に位置している。絶縁リング 3 8 B は、第 1 の電極部 3 2 の第 1 の電極リング部 3 5 C の基端方向側に位置している。それぞれの絶縁リング 3 8 A , 3 8 B には、振動子装着部 2 7 が挿通されている。また、超音波振動子 2 2 は、バックマス 3 6 を備える。バックマス 3 6 は、絶縁リング 3 8 B の基端方向側に位置している。バックマス 3 6 により、圧電素子 3 1 A ~ 3 1 D 、第 1 の電極部 3 2 、第 2 の電極部 3 3 及び絶縁リング 3 8 A , 3 8 B は、先端方向に押圧されている。これにより、圧電素子 3 1 A ~ 3 1 D 、第 1 の電極部 3 2 、第 2 の電極部 3 3 及び絶縁リング 3 8 A , 3 8 B は、ホーン部材 2 3 とバックマス 3 6 との間で挟持される。

20

【 0 0 2 4 】

図 5 は、振動発生部である超音波振動子 2 2 と電源 2 6 との間の電氣的な接続状態を示す図である。図 5 に示すように、電源 2 6 と第 1 の電極部 3 2 との間は、電気配線部 2 5 A によって、電氣的に接続されている。また、電源 2 6 と第 2 の電極部 3 3 との間は、電気配線部 2 5 B によって、電氣的に接続されている。電源 2 6 から振動発生電力 P が出力されることにより、第 1 の電極部 3 2 と第 2 の電極部 3 3 との間に、振動発生電圧 V が印加される。振動発生電圧 V が印加されることにより、第 1 の電極部 3 2 と第 2 の電極部 3 3 との間に挟まれる圧電素子 3 1 A ~ 3 1 D に、振動発生電流 I が流れる。すなわち、電源 2 6 からの振動発生電力 P に基づいて、電源 2 6 から超音波振動子 2 2 に振動発生電流 I が供給される。振動発生電流 I は、電流の方向が周期的に変化する交流電流である。また、振動発生電力 P のインピーダンス値である超音波インピーダンス値 Z は、式 (1) のようになる。

30

【 0 0 2 5 】

【 数 1 】

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{V^2}{P} \quad (1)$$

40

【 0 0 2 6 】

図 6 及び図 7 は、処置部 1 7 及びジョー 1 8 の構成を示す図である。ここで、図 6 は、ジョー 1 8 が処置部 1 7 に対して開いた状態を示しており、図 7 は、ジョー 1 8 と処置部 1 7 との間に処置対象が存在せず、かつ、ジョー 1 8 を処置部 1 7 に対して閉じた状態を示している。また、図 7 は、長手軸 C に垂直な断面を示している。図 6 及び図 7 に示すように、ジョー 1 8 は、シース 8 に基端部が取り付けられるジョー本体 4 1 と、ジョー本体 4 1 に取付けられる把持部材 4 2 と、を備える。ジョー本体 4 1 及び把持部材 4 2 は、例えば導電性を有する金属から形成されている。また、ジョー 1 8 は、把持部材 4 2 に取付

50

けられるパッド部材 4 3 を備える。パッド部材 4 3 は、例えば電気絶縁性を有する P T F E から形成されている。

【 0 0 2 7 】

パッド部材 4 3 には、処置部 1 7 に対してジョー 1 8 が閉じた状態において処置部 1 7 に当接可能な当接部（当接面）4 5 が、形成されている。ジョー 1 8 と処置部 1 7 との間に処置対象が存在しない状態でジョー 1 8 を処置部 1 7 に対して閉じることにより、パッド部材 4 3 の当接部 4 5 が処置部 1 7 に当接する。当接部 4 5 は、処置部 1 7 に対向している。また、本実施形態では、当接部 4 5 は、ジョー 1 8 の開方向（図 6 及び図 7 の矢印 A 1 の方向）及び閉方向（図 6 及び図 7 の矢印 A 2 の方向）に対して垂直である。

【 0 0 2 8 】

ここで、長手軸 C に垂直で（交差し）、かつ、ジョー 1 8 の開閉方向に垂直な 2 方向を第 1 の幅方向（図 7 の矢印 B 1 の方向）及び第 2 の幅方向（図 7 の矢印 B 2 の方向）とする。当接部 4 5 の第 1 の幅方向側には、当接部 4 5 に対して傾斜する状態で処置部 1 7 に対向する傾斜対向部 4 6 A が把持部材 4 2 によって、形成されている。また、当接部 4 5 の第 2 の幅方向側には、当接部 4 5 に対して傾斜する状態で処置部 1 7 に対向する傾斜対向部 4 6 B が把持部材 4 2 によって、形成されている。当接部 4 5 が処置部 1 7 に当接した状態において、傾斜対向部 4 6 A , 4 6 B は処置部 1 7 から離間している。したがって、当接部 4 5 が処置部 1 7 に当接した状態においても、把持部材 4 2 は処置部 1 7 に接触しない。

【 0 0 2 9 】

図 3 に示すように、制御ユニット 3 は、電源 2 6 に電氣的に接続される制御部 5 1 を備える。固定ハンドル 1 2 の内部には、スイッチ部 4 7 が設けられる。エネルギー操作入力ボタン 1 6 でエネルギー操作の入力に基づいて、スイッチ部 4 7 の開閉状態が切替えられる。スイッチ部 4 7 は、振動子ケース 2 1 及びケーブル 7 の内部を通して延設される信号経路部 4 8 を介して、制御部 5 1 に接続されている。スイッチ部 4 7 が閉じられることにより、信号経路部 4 8 を介して、操作信号が制御部 5 1 に伝達される。制御部 5 1 は、超音波制御部 5 8 を備える。超音波制御部 5 8 は、伝達された操作信号に基づいて、電源 2 6 からの振動発生電力 P の出力状態を制御している。

【 0 0 3 0 】

また、制御ユニット 3 は、電源 2 6 及び制御部 5 1 に電氣的に接続されるインピーダンス検出部 5 2 と、インピーダンス検出部 5 2 及び制御部 5 1 に電氣的に接続されるピーク検出部 5 3 と、を備える。インピーダンス検出部 5 2 は、電源 2 6 から振動発生電力 P が出力されている状態において、振動発生電力 P の超音波インピーダンス値 Z を経時的に検出する。ピーク検出部 5 3 は、検出された超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化に基づいて、超音波インピーダンス値 Z のピーク（対象ピーク）を検出する。ピーク検出部 5 3 は、漸減検出部 5 5 と、仮ピーク値保持部 5 6 と、ピーク判定部 5 7 と、を備える。漸減検出部 5 5 、仮ピーク値保持部 5 6 及びピーク判定部 5 7 の詳細については、後述する。また、制御ユニット 3 は、ブザー、ランプ等の告知部 5 9 を備える。告知部 5 9 は、制御部 5 1 に電氣的に接続されている。告知部 5 9 の詳細については、後述する。また、対象ピークの説明、及び、対象ピークの検出方法についても、後述する。なお、インピーダンス検出部 5 2 は、例えば検出回路である。また、制御部 5 1 及びピーク検出部 5 3 は、例えば C P U （Central Processing Unit）、A S I C （application specific integrated circuit）等を備えるプロセッサ又は F P G A （Field Programmable Gate Array）等の論理回路、及び、メモリ（記憶部）から形成されている。

【 0 0 3 1 】

次に、超音波処置装置 1 の作用及び効果について説明する。超音波処置装置 1 を用いて生体組織等の処置対象を処置する際には、シース 8、超音波プローブ 9 及びジョー 1 8 を、処置対象が位置する体内等に挿入する。そして、処置部 1 7 に対して開いたジョー 1 8 と処置部 1 7 との間に処置対象が位置する状態まで、処置部 1 7 及びジョー 1 8 を移動させる。そして、可動ハンドル 1 3 を固定ハンドル 1 2 に対して閉じることにより、処置部

10

20

30

40

50

１７とジョー１８との間で処置対象が保持される。

【００３２】

この状態でエネルギー操作入力ボタン１６によってエネルギー操作を入力することにより、操作信号が制御部５１に伝達され、電源２６からの振動発生電力Ｐの出力が開始される。振動発生電力Ｐが伝達されることにより、圧電素子３１Ａ～３１Ｄによって振動発生電流Ｉが超音波振動に変換される。超音波振動子２２で発生した超音波振動は、ホーン部材２３及び超音波プローブ９を介して、処置部１７に伝達され、処置部１７は縦振動する。処置部１７とジョー１８との間で処置対象が把持された状態で処置部１７が縦振動することにより、処置対象と処置部１７の間に摩擦熱が発生する。摩擦熱によって、処置対象を凝固すると同時に切開する処置が行われる。

10

【００３３】

処置部１７とジョー１８との間で把持された処置対象を処置することにより、超音波振動の伝達方向について処置対象の少なくとも一部の範囲で、処置対象の切れ分かれが発生する。図８は、処置部１７とジョー１８との間で把持された処置対象Ｈの切れ分かれを説明する図である。なお、切れ分かれは、超音波振動の伝達方向（長手軸方向）について処置対象の全範囲に渡って発生することもあり、超音波振動の伝達方向（長手軸方向）について処置対象の一部の範囲にのみ発生することもある。切れ分かれが発生した部位では、超音波振動の伝達方向に平行でかつジョーの開閉方向（図８の矢印Ａ１の方向及び図８の矢印Ａ２の方向）に平行な分断面Ｄで、処置対象Ｈが分断される。分断面Ｄは、第１の幅方向（図８の矢印Ｂ１の方向）及び第２の幅方向（図８の矢印Ｂ２の方向）に対して垂直である。したがって、切れ分かれが発生した範囲では、処置対象Ｈが、分断面Ｄより第１の幅方向側の部位Ｈ１と、分断面Ｄより第２の幅方向側の部位Ｈ２と、に分断される。

20

【００３４】

切れ分かれによって処置対象Ｈが分断された範囲では、ジョー１８の当接部４５が処置部１７に当接する。ジョー１８の当接部４５が処置部１７に当接する状態で処置部１７が超音波振動によって振動（縦振動）することにより、ジョー１８の当接部４５が摩耗してしまう。このため、処置対象Ｈが切れ分かれたか否かを適切に判断することが、重要となる。なお、超音波振動の伝達方向（長手軸方向）について処置対象Ｈの一部の範囲においてのみ処置対象が分断される場合は、超音波振動の伝達方向について処置対象Ｈの残りの一部の範囲では、処置対象Ｈが分断されていない。

30

【００３５】

ここで、振動発生電力Ｐの超音波インピーダンス値Ｚは、超音波プローブ９に対する負荷、すなわち超音波プローブ９に接続された超音波振動子２２への負荷に対応して、変化する。図９は、電源２６から振動発生電力Ｐの出力が開始されてからの超音波インピーダンス値Ｚの経時的な変化の一例を示している。図９では、縦軸に超音波インピーダンス値Ｚを示し、横軸に振動発生電力Ｐの出力開始からの経過時間ｔを示している。処置対象Ｈが切れ分かれた時点の近傍までは、ジョー１８の当接部４５と処置部１７との間の処置対象Ｈの状態変化等によって、ジョー１８から処置部１７への押圧力が徐々に大きくなる。このため、超音波プローブ９に対する負荷が徐々に大きくなる。したがって、処置対象Ｈの切れ分かれるまでは、超音波インピーダンス値Ｚは経時的に漸増する。ここで、経時的に漸増するとは、経過時間ｔが進むにつれて超音波インピーダンス値Ｚが徐々に増加することを意味し、数十Ω以下の微小な増減を含みながら超音波インピーダンス値Ｚが徐々に増加することもある。

40

【００３６】

処置対象Ｈの切れ分かれると、ジョー１８の当接部４５が処置部１７の近傍に位置するため、処置部１７の超音波振動によって発生する摩擦熱に起因して、パッド部材４３が溶解し始める。このため、超音波プローブ９に対する負荷が徐々に小さくなっていると考えられる。したがって、処置対象Ｈの切れ分かれた時点の近傍より後では、超音波インピーダンス値Ｚは経時的に漸減する。ここで、経時的に漸減するとは、経過時間ｔが進むにつれて超音波インピーダンス値Ｚが徐々に減少することを意味し、数十Ω以下の微小な増減

50

を含みながら超音波インピーダンス値 Z が徐々に減少することにも含まれる。

【0037】

切れ分かれによって前述のように超音波インピーダンス値 Z が変化するため、処置対象 H の切れ分かれた時点の近傍（例えば、ジョー１８の当接部４５が処置部１７に当接し始めた時点の近傍）において、超音波インピーダンス値 Z が経時的にピーク（極大値）となる。超音波インピーダンス値 Z の経時的なピークが検出されることにより、処置対象 H が切れ分かれたか否かを、適切に判断可能となる。ここで、図９に示す一例では、超音波インピーダンス値 Z_1 が、処置対象 H の切れ分かれに起因するピーク（ピーク値）である対象ピークとなる。また、経過時間 t_1 が、対象ピークが発生する対象ピーク時となる。

【0038】

図１０は、振動発生電力 P の出力が開始されてからの制御ユニット３の作動状態を示す図（フロー）である。また、図１１は、図９に示すように超音波インピーダンス値 Z が経時的に変化する一例での、処置部１７（例えば、超音波プローブ９の先端）での超音波振動の振幅 U の経時的な変化を示している。図１１では、縦軸に超音波振動の振幅 U を示し、横軸に振動発生電力 P の出力開始からの経過時間 t を示している。図１０に示すように、第１の超音波出力モードで電源２６から振動発生電力 P の出力が開始される（ステップＳ１０１）。本実施形態では、第１の超音波出力モードにおいて、超音波制御部５８によって、振動発生電流 I の電流値（交流電流の実効値）が一定の第１の電流値 I_1 に保たれる定電流制御で、振動発生電力 P の出力状態が制御される。したがって、振動発生電流 I が一定の第１の電流値 I_1 となる状態に、超音波インピーダンス値 Z の変化に対応させて振動発生電力 P （振動発生電圧 V ）を調整している。

【0039】

ここで、処置部１７での超音波振動の振幅 U は、振動発生電流 I の電流値に比例する。第１の超音波出力モードでは、振動発生電流 I が第１の電流値 I_1 に保たれるため、図１１に示すように、処置部１７は一定の第１の振幅 U_1 で振動する。なお、処置部１７以外の部位（例えば、超音波プローブ９の基端、ホーン部材２３）においても、超音波振動の振幅は、振動発生電流 I の電流値に比例する。

【0040】

第１の超音波出力モードで振動発生電力 P の出力が開始されると、インピーダンス検出部５２によって、振動発生電力 P の超音波インピーダンス値 Z の経時的な検出が開始される（ステップＳ１０２）。これにより、超音波インピーダンス値 Z が経時的に検出される。本実施形態では、第１の超音波出力モードにおいて、処置部１７での超音波振動の振幅を一定の第１の振幅 U_1 にするために、振動発生電流 I が一定の第１の電流値 I_1 となる定電流制御が行われる。このため、振動発生電力 P 及び振動発生電圧 V の少なくとも一方の経時的な変化を検出し、検出した振動発生電力 P 及び／又は振動発生電圧 V に基づいて、式（１）を用いて、超音波インピーダンス値 Z を算出する。これにより、超音波インピーダンス値 Z が経時的に検出される。また、ある実施例では、インピーダンス検出部５２は、振動発生電圧 V 及び振動発生電流 I を経時的に検出し、式（１）を用いて、超音波インピーダンス値 Z を算出する。

【0041】

そして、ピーク検出部５３によって、超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化に基づいて、処置対象 H の切れ分かれに起因する超音波インピーダンス値 Z の対象ピークの検出処理が行われる（ステップＳ１０３）。この際、超音波インピーダンス値 Z が対象ピーク（対象ピーク値）となる対象ピーク時が検出されてもよい。

【0042】

図１２は、ピーク検出部５３によって行われる対象ピークの検出処理（図１０のステップＳ１０３）を示す図である。すなわち、図１２では、ピーク検出部５３によって対象ピークを検出する方法が示されている。図１２に示すように、対象ピークの検出処理においては、まず、漸減検出部５５が、インピーダンス検出部５２での超音波インピーダンス値 Z の検出結果に基づいて、超音波インピーダンス値 Z が漸減を開始する漸減開始時を検出

10

20

30

40

50

する（ステップ S 1 1 1）。図 9 に示す一例では、経過時間 t_1 が漸減開始時として検出される。漸減開始時が検出されると（ステップ S 1 1 1 - Yes）、仮ピーク値保持部 56 が、検出された漸減開始時での超音波インピーダンス値 Z を仮ピーク値として保持する（ステップ S 1 1 2）。図 9 に示す一例では、経過時間 t_1 での超音波インピーダンス値 Z_1 が、仮ピーク値として保持される。

【0043】

そして、ピーク判定部 57 によって、保持された仮ピーク値に対して漸減開始時以後の超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化が比較される（ステップ S 1 1 3）。図 9 に示す一例では、仮ピーク値として保持された超音波インピーダンス値 Z_1 に対して、経過時間 t_1 以後の超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化が比較される。そして、仮ピーク値に対する超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化の比較に基づいて、ピーク判定部 57 が、仮ピーク値が処置対象 H の切れ分かれに起因する対象ピークであったか否かを判定する（ステップ S 1 1 4）。図 9 に示す一例では、仮ピーク値として保持された超音波インピーダンス値 Z_1 が、対象ピーク（対象ピーク値）であったか否かが、判定される。この際、検出された漸減開始時が対象ピーク時であったか否かを、判定してもよい。図 9 に示す一例では、漸減開始時である経過時間 t_1 が対象ピーク時であったと経過時間 $t_1 + \Delta T_1$ の時点で判定される。

【0044】

ある実施例では、図 12 のステップ S 1 1 3（比較処理）で、漸減開始時から基準時間 ΔT だけ経過した後において仮ピーク値からの超音波インピーダンス値 Z の減少量 ε_{real} が基準減少量 ε 以上であったか否かが、比較される。そして、ステップ S 1 1 3 で、漸減開始時以後において連続的に超音波インピーダンス値 Z が仮ピーク値より小さくなったか否かが、比較される。この実施例では、漸減開始時から基準時間 ΔT だけ経過した後において仮ピーク値からの超音波インピーダンス値 Z の減少量 ε_{real} が基準減少量 ε 以上で、かつ、超音波インピーダンス値 Z が連続的に仮ピーク値より小さくなった場合に、仮ピーク値が対象ピークであったと判定される。図 9 に示す一例では、漸減開始時 t_1 以後において、仮ピーク値 Z_1 より連続的に超音波インピーダンス値 Z が小さくなる。そして、漸減開始時である経過時間 t_1 から基準時間 ΔT_1 経過する間での超音波インピーダンス値 Z の減少量 ε_{1real} は、基準減少量 ε_1 以上となっている。このため、図 9 に示す一例では、ピーク判定部 57 により仮ピーク値 Z_1 が対象ピークであったと判断される。したがって、経過時間 t_1 の時点（仮ピーク値 Z_1 が検出された時点）で処置対象 H の少なくとも一部が分断されていたと判断される。

【0045】

また、別のある実施例では、ステップ S 1 1 3 で、漸減開始時以後において超音波インピーダンス値 Z が漸増したか否かが、判定されてもよい。そして、漸減開始時以後に超音波インピーダンス値 Z が漸増した場合は、ステップ S 1 1 3 で、漸増し始めた漸増開始時からの超音波インピーダンス値 Z の増加量 ξ_{real} が基準増加量 ξ 以上となったか否かが、判断される。この実施例では、漸減開始時から基準時間 ΔT だけ経過した後において仮ピーク値からの超音波インピーダンス値 Z の減少量 ε_{real} が基準減少量 ε 以上で、かつ、超音波インピーダンス値 Z が漸増開始時からの増加量 ξ_{real} が基準増加量 ξ 以上にならない場合に、仮ピーク値が対象ピークであったと判定される。図 9 に示す一例では、漸減開始時 t_1 以後において、超音波インピーダンス値 Z が漸増しない。そして、漸減開始時である経過時間 t_1 から基準増加量 ξ 以上増加することはなく、かつ、基準時間 ΔT_1 経過する間での超音波インピーダンス値 Z の減少量 ε_{1real} は、基準減少量 ε_1 以上となっている。このため、図 9 に示す一例では、仮ピーク値 Z_1 が対象ピークであったと判断される。

【0046】

なお、前述の実施例では、基準時間 ΔT の長さ、基準減少量 ε の大きさ及び基準増加量 ξ の大きさは、既定の値に定まったものでなく、超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化等に対応させて設定されてもよい。したがって、状況に応じて、基準時間 ΔT 、基準減

10

20

30

40

50

少量 ε 及び基準増加量 ξ の値が変化する。また、仮ピーク値に対する漸減開始時以後の超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化の比較（ステップ S 1 1 3）、及び、仮ピーク値が対象ピークであったか否かの判定（ステップ S 1 1 4）は、前述の実施例に限るものではない。

【 0 0 4 7 】

前述のように、仮ピーク値に対する漸減開始時以後の超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化の比較（ステップ S 1 1 3）、及び、仮ピーク値が対象ピークであったか否かの判定（ステップ S 1 1 4）が行われることにより、処置対象 H の切れ分かれに起因する対象ピークが検出される。対象ピークは、対象ピーク時から基準時間 ΔT だけ経過した以後に検出される。したがって、対象ピークが検出されるピーク検出時は、対象ピーク時より後の時点であり、超音波インピーダンス値 Z が対象ピークとなる対象ピーク時に対象ピークが検出されるわけではない。図 9 に示す一例では、経過時間 $t_1 + \Delta T_1$ が、対象ピークが検出されるピーク検出時となる。

10

【 0 0 4 8 】

また、例えば、処置対象 H が厚い（処置対象 H のジョー 1 8 の開閉方向についての寸法が大きい）場合は、ジョー 1 8 の当接部 4 5 が処置対象 H に当接し、処置対象 H のジョー 1 8 との接触表面が切開され始めた瞬間に、超音波インピーダンス値 Z のピークが発生する。本実施形態では、前述のように対象ピークの検出が行われるため、当接部 4 5 の処置対象 H への当接に起因するピークが対象ピークではなかったと、判定される。このため、対象ピークとは異なるピークが対象ピークより前に発生した場合でも、適切に対象ピークが検出される。

20

【 0 0 4 9 】

図 1 0 に示すフローにしたがって、処置対象 H の切れ分かれに起因するピークが検出される（ステップ S 1 0 1 - S 1 0 3）と、超音波制御部 5 8 によって、第 1 の超音波出力モードから第 2 の超音波出力モードに電源 2 6 からの超音波電力 P の出力状態が切替えられる（ステップ S 1 0 4）。したがって、第 2 の超音波出力モードで、振動発生電力 P が出力される。本実施形態では、対象ピークが検出されたピーク検出時に、第 1 の超音波出力モードから第 2 の超音波出力モードに切替えられる。したがって、ピーク検出時から少なくとも規定時間 $\Delta T'$ だけ経過した時点では、第 2 の超音波出力モードで振動発生電力 P が出力されている。図 1 1（図 9）に示す一例では、ピーク検出時 $t_1 + \Delta T_1$ に第 1 の超音波出力モードから第 2 の超音波出力モードに切替えられるため、ピーク検出時 $t_1 + \Delta T_1$ から規定時間 $\Delta T'$ だけ経過した時点では、第 2 の超音波出力モードで振動発生電力 P が出力される。

30

【 0 0 5 0 】

本実施形態では、第 2 の超音波出力モードにおいて、超音波制御部 5 8 によって、振動発生電流 I の電流値（交流電流の実効値）が第 1 の電流値 I_1 より小さい一定の第 2 の電流値 I_2 に保たれる定電流制御で、振動発生電力 P の出力状態が制御される。したがって、振動発生電流 I が一定の第 2 の電流値 I_2 となる状態に、超音波インピーダンス値 Z の変化に対応させて振動発生電力 P （振動発生電圧 V ）を調整している。前述のように、処置部 1 7 での超音波振動の振幅 U は、振動発生電流 I の電流値に比例する。第 2 の超音波出力モードでは、振動発生電流 I が第 2 の電流値 I_2 に保たれるため、図 1 1 に示すように、処置部 1 7 は第 1 の振幅 U_1 より小さい一定の第 2 の振幅 U_2 で振動する。第 2 の振幅 U_2 の第 1 の振幅 U_1 に対する比率は、例えば 20% ~ 80% である。第 1 の超音波出力モード及び第 2 の超音波出力モードにおいて前述のように処置部 1 7 の振幅が調整されるため、所定の単位時間の間での超音波振動による処置部 1 7 の振幅 U の平均を平均振幅 U_{ave} とした場合、第 2 の超音波出力モードでは、第 1 の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間の間での処置部 1 7 の平均振幅 U_{ave} が小さくなる。

40

【 0 0 5 1 】

なお、超音波制御部 5 8 は、第 1 の超音波出力モードと第 2 の超音波出力モードとの間で、振動発生電流 I の電流値を直接的に調整してもよく、振動発生電力 P の電力値を調整

50

することにより振動発生電流 I の電流値を変化させてもよい。したがって、超音波制御部 58 は、振動発生電力 P の電力値、及び、振動発生電流 I の電流値の少なくとも一方を調整することにより、第 1 の超音波出力モードと第 2 の超音波出力モードとの間で、処置部 17 での超音波振動の振幅 U を変化させている。

【0052】

ここで、超音波振動による処置部 17 の振動速度を v とし、超音波振動の共振周波数を F とすると、式 (2) が成立する。

【0053】

【数 2】

$$v \propto U \cdot F \quad (2)$$

10

【0054】

すなわち、振動速度 v は、振幅 U と共振周波数 F との積に比例する。前述のように、第 2 の超音波出力モードでの処置部 17 の第 2 の振幅 U_2 は、第 1 の超音波出力モードでの処置部 17 の第 1 の振幅 U_1 より小さい。このため、所定の単位時間の間での超音波振動による処置部 17 の振動速度 v の平均を平均振動速度 v_{ave} とした場合、第 2 の超音波出力モードでは、第 1 の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間の間での処置部 17 の平均振動速度 v_{ave} が小さくなる。

【0055】

20

所定の単位時間の間での処置部 17 の平均振動速度 v_{ave} が小さくなると、処置対象 H の処置において処置部 17 の振動によって発生する摩擦熱の熱量が小さくなる。摩擦熱の熱量が小さくなることにより、処置対象 H の処置において処置部 17 での超音波振動による切開性能が小さくなる。したがって、第 2 の超音波出力モードでは、ピーク検出時以前の第 1 の超音波出力モードに比べて、処置部 17 での超音波振動による切開性能が小さくなる。ただし、第 2 の超音波出力モードにおいても、処置部 17 は振動しているため、摩擦熱によって処置対象 H は凝固と同時に切開される。

【0056】

ここで、超音波振動の伝達方向（長手軸方向）について処置対象 H の一部の範囲においてのみ処置対象 H が分断される（切れ分かれる）場合でも、処置対象 H が分断された範囲においてジョー 18 の当接部 45 が処置部 17 に当接する。このため、長手軸方向について処置対象 H の一部の範囲においてのみ処置対象 H が分断されて切れ分かれる場合でも、切れ分かれに起因する対象ピークが発生する。この場合、超音波振動の伝達方向について処置対象 H の残りの一部の範囲では、ピーク検出時において、処置対象 H が分断されていない。このため、ピーク検出時に電源 26 からの振動発生電力 P の出力が停止された場合、超音波振動の伝達方向（長手軸方向）に平行でかつジョー 18 の開閉方向に平行な分断面 D で処置対象 H が分断されない切れ残りが、処置対象 H の残りの一部の範囲に発生する。

30

【0057】

そこで、本実施形態では、ピーク検出時以後においても、第 2 の超音波出力モードで電源 26 から振動発生電力 P が出力される。このため、ピーク検出時以後においても、処置部 17 は振動（縦振動）し、処置部 17 において摩擦熱が発生する。したがって、ピーク検出時において一部の範囲で処置対象 H が分断されていない場合でも、摩擦熱によって、分断されていない一部の範囲において処置対象 H が凝固と同時に切開される。これにより、ピーク検出時において分断されていない一部の範囲においても、処置対象 H が分断面 D で分断される。前述のようにして、処置対象 H に切れ残りが発生することが、有効に防止される。

40

【0058】

また、第 2 の超音波出力モードでは、処置部 17 が小さい第 2 の振幅 U_2 で振動するため、前述したように、所定の単位時間の間での処置部 17 の平均振動速度 v_{ave} が小さ

50

くなり、処置部 17 の振動によって発生する摩擦熱の熱量が小さくなる。このため、ピーク検出時以後において第 2 の超音波出力モードで処置部 17 が振動しても、当接部 45 が処置部 17 に当接する部位において、パッド部材 43（当接部 45）の摩耗及び熱変形が低減される。

【0059】

図 10 に示すように、第 2 の超音波出力モードに電源 26 からの振動発生電力 P の出力状態が切替わる（ステップ S104）と、告知部 59 によって、電源 26 からの振動発生電力 P の出力状態が第 1 の超音波出力モードから第 2 の超音波出力モードに切替わったことが、告知される（ステップ S105）。ここで、告知部 59 がブザーである場合は、音を発信し、告知部 59 がランプである場合は、点灯する。告知部 59 によって、術者は、処置対象 H が切れ分かれたか否かを判断するとともに、第 2 の超音波出力モードに切替わったことを認識する。そして、電源 26 からの振動発生電力 P の出力が停止される（ステップ S106）。振動発生電力 P の出力は、術者によって手動で停止されてもよく、ピーク検出時（第 2 の超音波出力モードでの振動発生電力 P の出力開始）から所定の出力時間 ΔY だけ経過した後に自動的に停止されてもよい。図 11 に示す一例では、ピーク検出時 $t_1 + \Delta T_1$ から所定の出力時間 ΔY_1 だけ経過した後に、振動発生電力 P の出力が自動的に停止される。

【0060】

本実施形態の超音波処置装置 1 では、超音波インピーダンス値 Z の漸減開始時を検出し、漸減開始時での超音波インピーダンス値 Z を仮ピーク値として保持している。そして、仮ピーク値に対して漸減開始時以後の超音波インピーダンス値 Z の経時的な変化を比較することにより、保持された仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定している。このため、切れ分かれに起因して発生する対象ピーク（対象ピーク値）の大きさに関係なく、対象ピークを適切に検出することができる。したがって、超音波振動を用いた処置部 17 とジョー 18 との間で把持された処置対象 H の処置において、処置対象 H が切れ分かれたか否かを、適切に判断することができる。

【0061】

また、本実施形態ではピーク検出時以後においても、第 2 の超音波出力モードで電源 26 から振動発生電力 P が出力される。このため、ピーク検出時以後においても、処置部 17 は振動（縦振動）し、処置部 17 において摩擦熱が発生する。したがって、ピーク検出時において一部の範囲で処置対象 H が分断されていない場合でも、摩擦熱によって、分断されていない一部の範囲において処置対象 H が凝固と同時に切開される。これにより、処置対象 H に切れ残りが発生することを、有効に防止することができる。

【0062】

また、第 2 の超音波出力モードでは、処置部 17 が小さい第 2 の振幅 U2 で振動するため、処置部 17 の振動によって発生する摩擦熱の熱量が小さくなる。このため、ピーク検出時以後において第 2 の超音波出力モードで処置部 17 が振動しても、当接部 45 が処置部 17 に当接する部位において、パッド部材 43（当接部 45）の摩耗及び熱変形を低減させることができる。

【0063】

（変形例）

なお、第 1 の実施形態では、第 2 の超音波出力モードにおいて、処置部 17 の振幅は第 2 の振幅 U2 で一定に保たれるが、これに限るものではない。例えば、第 1 の変形例として図 13 に示すように、第 2 の超音波出力モードにおいて処置部 17（例えば、超音波プローブ 9 の先端）での超音波振動の振幅 U が経時的に変化してもよい。図 13 は、図 9 に示すように超音波インピーダンス値 Z が経時的に変化する一例での、処置部 17（例えば、超音波プローブ 9 の先端）での超音波振動の振幅 U の経時的な変化を示している。図 13 では、縦軸に超音波振動の振幅 U を示し、横軸に振動発生電力 P の出力開始からの経過時間 t を示している。

【0064】

ここで、処置部 17 が一定の第 1 の振幅 U_1 で振動する振動状態を第 1 の振動ステージ ΔS_1 と規定し、処置部 17 が第 1 の振幅 U_1 より小さい一定の第 2 の振幅 U_2 で振動する振動状態を第 2 の振動ステージ ΔS_2 と規定する。本変形例では、第 1 の超音波出力モードにおいて、処置部 17 の振動状態が、第 1 の振動ステージ ΔS_1 に連続的に保たれている。したがって、第 1 の超音波出力モードでは、一定の第 1 の振幅 U_1 で処置部 17 が振動する。超音波制御部 58 は、振動発生電力 P の電力値、及び、振動発生電流 I の電流値の少なくとも一方を調整することにより、第 1 の振動ステージ ΔS_1 と第 2 の振動ステージ ΔS_2 との間で、処置部 17 での超音波振動の振幅 U を変化させている。

【0065】

また、第 2 の超音波出力モードでは、第 1 の振動ステージ ΔS_1 と第 2 の振動ステージ ΔS_2 との間で、処置部 17 の超音波振動による振動状態が周期的に変化する。すなわち、第 2 の超音波出力モードでは、変調周期（周期） ΔW で処置部 17 の振動状態が変調される（変化する。）。なお、変調周期（超音波変調周期） ΔW は、第 1 の振動ステージ ΔS_1 の開始から次の第 1 の振動ステージ ΔS_1 の開始まで（第 2 の振動ステージ ΔS_2 の開始から次の第 2 の振動ステージ ΔS_2 の開始まで）の経過時間と、一致する。図 13 に示す一例では、第 2 の超音波出力モードにおいて、変調周期 ΔW_1 で処置部 17 の振動状態が変化する。ここで、変調周期（一周期） ΔW において第 1 の振動ステージ ΔS_1 が占める割合を第 1 の振動ステージ ΔS_1 のデューティ比（duty rate） γ とする。第 2 の超音波出力モードでは、第 2 の振幅 U_2 の第 1 の振幅 U_1 に対する比率は、例えば 20% ~ 80% であり、第 1 の振動ステージ ΔS_1 のデューティ比 γ は、例えば 25% ~ 75% となる。なお、第 1 の超音波出力モードでは、第 1 の振動ステージ ΔS_1 が連続的に保たれるため、第 1 の振動ステージ ΔS_1 のデューティ比 γ は 100% となる。

【0066】

前述のように、第 1 の超音波出力モードと第 2 の超音波出力モードとの間で第 1 の振動ステージ ΔS_1 のデューティ比 γ が変化する。このため、第 2 の超音波出力モードでは、第 2 の振動ステージ ΔS_2 に対する第 1 の振動ステージ ΔS_1 の時間比率 τ が第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる。処置部 17 の振幅 U が大きくなる第 1 の振動ステージ ΔS_1 の時間比率 τ が小さくなることにより、第 2 の超音波出力モードでは、第 1 の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間の間での処置部 17 の平均振幅 U_{ave} が小さくなる。このため、第 1 の実施形態で前述した式（2）等から、本変形例でも、第 2 の超音波出力モードでは、第 1 の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間での処置部 17 の平均振動速度 v_{ave} が小さくなる。

【0067】

所定の単位時間での処置部 17 の平均振動速度 v_{ave} が小さくなることにより、本変形例でも、第 2 の超音波出力モードでは、処置対象 H の処置において処置部 17 の振動によって発生する摩擦熱の熱量が小さくなる。摩擦熱の熱量が小さくなることにより、処置対象 H の処置において処置部 17 での超音波振動による切開性能が小さくなる。したがって、第 2 の超音波出力モードでは、ピーク検出時以前の第 1 の超音波出力モードに比べて、処置部 17 での超音波振動による切開性能が小さくなる。ただし、本変形例でも第 1 の実施形態と同様に、第 2 の超音波出力モードにおいても、処置部 17 は振動しているため、摩擦熱によって処置対象 H は凝固と同時に切開される。

【0068】

また、例えば、第 2 の変形例として図 14 に示すように、第 1 の超音波出力モードにおいて処置部 17（例えば、超音波プローブ 9 の先端）での超音波振動の振幅 U が経時的に変化してもよい。図 14 は、図 9 に示すように超音波インピーダンス値 Z が経時的に変化する一例での、処置部 17（例えば、超音波プローブ 9 の先端）での超音波振動の振幅 U の経時的な変化を示している。図 14 では、縦軸に超音波振動の振幅 U を示し、横軸に振動発生電力 P の出力開始からの経過時間 t を示している。

【0069】

本変形例では、第 2 の超音波出力モードに加えて第 1 の超音波出力モードにおいても、

第 1 の振動ステージ ΔS_1 と第 2 の振動ステージ ΔS_2 との間で処置部 17 の超音波振動による振動状態が周期的に変化する。第 1 の超音波出力モードでは、第 2 の超音波出力モードと同一の変調周期（周期） ΔW で処置部 17 の振動状態が変調される（変化する。）
 。図 14 に示す一例では、第 1 の超音波出力モード及び第 2 の超音波出力モードの両方において、第 1 の振動ステージ ΔS_1 と第 2 の振動ステージ ΔS_2 との間での処置部 17 の振動状態の変化の変調周期が ΔW_1 となる。本変形例でも、第 1 の超音波出力モードにおいて、変調周期 ΔW における第 1 の振動ステージ ΔS_1 が占める割合（すなわち、第 1 の振動ステージ ΔS_1 のデューティ比） γ が、第 2 の超音波出力モードに比べて、大きくなる。第 1 の超音波出力モードでは、第 1 の振動ステージ ΔS_1 のデューティ比 γ が例えば 80 ~ 90 % となり、第 2 の超音波出力モードでは、第 1 の振動ステージ ΔS_1 のデューティ比 γ が例えば 30 ~ 40 % となる。

【0070】

前述のように、第 1 の超音波出力モードと第 2 の超音波出力モードとの間で第 1 の振動ステージ ΔS_1 のデューティ比 γ が変化するため、本変形例でも第 1 の変形例と同様に、第 2 の超音波出力モードにおいて、第 2 の振動ステージ ΔS_2 に対する第 1 の振動ステージ ΔS_1 の時間比率 τ が第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる。このため、第 2 の超音波出力モードでは、第 1 の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間の間での処置部 17 の平均振幅 U_{ave} が小さくなり、第 1 の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間の間での処置部 17 の平均振動速度 v_{ave} が小さくなる。したがって、第 2 の超音波出力モードでは、ピーク検出時以前の第 1 の超音波出力モードに比べて、処置部 17 での超音波振動による切開性能が小さくなる。ただし、本変形例でも第 1 の実施形態と同様に、第 2 の超音波出力モードにおいても、処置部 17 は振動しているため、摩擦熱によって処置対象 H は凝固と同時に切開される。

【0071】

また、第 3 の変形例として図 15 に示すように、第 1 の超音波出力モードと第 2 の超音波出力モードとの間で、処置部 17 の振幅 U が変化しなくてもよい。代わりに、本変形例では、第 1 の超音波出力モードと第 2 の超音波出力モードとの間で、超音波振動の共振周波数 F が変化する。図 15 は、図 9 に示すように超音波インピーダンス値 Z が経時的に変化する一例での、超音波振動の共振周波数 F の経時的な変化を示している。図 15 では、縦軸に超音波振動の共振周波数 F を示し、横軸に振動発生電力 P の出力開始からの経過時間 t を示している。

【0072】

図 15 に示すように、本変形例では、第 1 の超音波出力モードにおいて超音波プローブ 9（処置部 17）は第 1 の共振周波数 F_1 で振動し、第 2 の超音波出力において超音波プローブ 9（処置部 17）は第 1 の共振周波数 F_1 より小さい第 2 の共振周波数 F_2 で振動する。第 1 の超音波出力モードでは超音波振動の第 1 の共振周波数 F_1 は、例えば 47 kHz となり、第 2 の超音波出力モードでは超音波振動の第 2 の共振周波数 F_2 は、第 1 の共振周波数 F_1 の $1/2$ の 23.5 kHz となる。第 2 の共振周波数 F_2 を第 1 の共振周波数 F_1 の $1/2$ にすることにより、第 1 の超音波出力モード及び第 2 の超音波出力モードの両方において、振動伝達部の基端（ホーン部材 23 の基端）及び振動伝達部の先端（超音波プローブ 9 の先端）が超音波振動の腹位置となる状態で、振動伝達部（ホーン部材 23 及び超音波プローブ 9）を振動させることが可能となる。なお、超音波振動の共振周波数は、振動発生電流 I の周波数を変化させることにより、変化する。

【0073】

本変形例では、第 2 の超音波出力モードにおいて、第 1 の超音波出力モードに比べて、超音波振動の共振周波数 F が小さくなる。第 1 の実施形態で前述した式（2）から、処置部 17 の振動速度 v は、振幅 U と共振周波数 F との積に比例する。共振周波数 F が小さくなることにより、第 2 の超音波出力モードでは、第 1 の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間の間での処置部 17 の平均振動速度 v_{ave} が小さくなる。したがって、第 2 の超音波出力モードでは、ピーク検出時以前の第 1 の超音波出力モードに比べて、処置部

１７での超音波振動による切開性能が小さくなる。ただし、本変形例でも第１の実施形態と同様に、第２の超音波出力モードにおいても、処置部１７は振動しているため、摩擦熱によって処置対象Ｈは凝固と同時に切開される。

【００７４】

また、前述の実施形態及び変形例では、ピーク検出時に切開性能が小さい第２の超音波出力モードに切替えられるが、これに限るものではない。例えば、第４の変形例として図１６及び図１７に示すように、ピーク検出時から設定時間 $\Delta Y'$ だけ経過した時点で、切開性能が小さい第２の超音波出力モードに切替えられてもよい。図１６は、本変形例において、振動発生電力Ｐの出力が開始されてからの制御ユニット３の作動状態（フロー）を示す図である。また、図１７は、図９に示すように超音波インピーダンス値Ｚが経時的に変化する一例での、処置部１７（例えば、超音波プローブ９の先端）での超音波振動の振幅Ｕの経時的な変化を示している。図１７では、縦軸に超音波振動の振幅Ｕを示し、横軸に振動発生電力Ｐの出力開始からの経過時間ｔを示している。

10

【００７５】

図１６及び図１７に示すように、本変形例では、超音波インピーダンス値Ｚの対象ピークの検出処理（ステップＳ１０３）によって対象ピークが検出されると、第３の超音波出力モードへ振動発生電力Ｐの電源２６からの出力状態が切替えられる（ステップＳ１２１）。すなわち、ピーク検出時に、第３の超音波出力モードでの振動発生電力Ｐの出力が開始される。そして、ピーク検出時から設定時間 $\Delta Y'$ の間だけ、第３の超音波出力モードで振動発生電力Ｐが出力される。そして、第３の超音波出力モードへの振動発生電力Ｐの出力状態の切替え時から設定時間 $\Delta Y'$ 経過すると（ステップＳ１２２－Ｙｅｓ）、切開性能（処置部１７の平均振動速度 v_{ave} ）の小さい第２の超音波出力モードへ振動発生電力Ｐの出力状態が切替えられる。すなわち、第３の超音波出力モードでの出力開始（ピーク検出時）から設定時間 $\Delta Y'$ 経過した時点で、第２の出力モードでの振動発生電力Ｐの出力が開始される。

20

【００７６】

ここで、設定時間 $\Delta Y'$ は、規定時間 $\Delta T'$ より小さく、微小時間である。すなわち、第３の超音波出力モードで振動発生電力Ｐが出力される時間は、短い。このため、本変形例でも第１の実施形態と同様に、ピーク検出時から少なくとも規定時間 $\Delta T'$ だけ経過した時点では、第２の超音波出力モードで振動発生電力Ｐが出力されている。図１７に示す一例では、ピーク検出時 $t_1 + \Delta T_1$ から規定時間 $\Delta T'_1$ より短い設定時間 $\Delta Y'_1$ の間だけ、第３の超音波出力モードで振動発生電力Ｐが出力される。そして、ピーク検出時 $t_1 + \Delta T_1$ から設定時間 $\Delta Y'_1$ 経過した時点で、第２の超音波出力モードに切替えられる。なお、設定時間 $\Delta Y'$ は、例えば１～２秒である。

30

【００７７】

本変形例では、第１の超音波出力モードにおいて、処置部１７が一定の第１の振幅 U_1 で振動し、第２の超音波出力モードにおいて、処置部１７が第１の振幅 U_1 より小さい一定の第２の振幅 U_2 で振動する。そして、第３の超音波出力モードでは、処置部１７が第１の振幅 U_1 より大きい第３の振幅 U_3 で振動する。前述のように処置部１７の振幅Ｕが変化することにより、第３の超音波出力モードでは、第１の超音波出力モード及び第２の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間の間での処置部１７の平均振動速度 v_{ave} が大きくなる。したがって、第１の実施形態で前述した式（２）から、第３の超音波出力モードでは、第１の超音波出力モードに比べて、所定の単位時間の間での処置部１７の平均振動速度 v_{ave} が大きくなる。このため、第３の超音波出力モードでは、ピーク検出時以前の第１の超音波出力モードに比べて、処置部１７での超音波振動による切開性能が大きくなる。

40

【００７８】

本変形例では、ピーク検出時から微小の設定時間 $\Delta Y'$ だけ、切開性能が高い（平均振動速度 v_{ave} が大きい）第３の超音波出力モードで電源２６から振動発生電力Ｐが出力される。このため、ピーク検出時ににおいて一部の範囲で処置対象Ｈが分断されていない場

50

合でも、分断されていない一部の範囲において、ピーク検出時以後に瞬時に処置対象 H が凝固と同時に切開される。これにより、処置対象 H に切れ残りが発生することを、さらに有効に防止することができる。

【 0 0 7 9 】

また、第 3 の超音波出力モードで振動発生電力 P が出力される設定時間 $\Delta Y'$ は、微小であり、ピーク検出時から少なくとも規定時間 $\Delta T'$ だけ経過した時点では、切開性能の小さい第 2 の超音波出力モードで振動発生電力 P が出力されている。このため、第 3 の超音波出力モードで出力が行われる本変形例においても、当接部 4 5 が処置部 1 7 に当接する部位で、パッド部材 4 3 (当接部 4 5) の摩耗及び熱変形を低減させることができる。

【 0 0 8 0 】

また、ある変形例では、超音波電力 P の出力が開始されてから、超音波振動の周波数 f の調整が、PLL (Phase Locked Loop) 制御によって、行われてもよい。この場合、超音波振動の周波数 f の調整が開始された調整開始以後において、超音波インピーダンス値 Z の極小値の検出処理が行われる。ここで、周波数 f の調整開始以後において最初に極小値 Z を検出した時点を極小検出時とすると、この変形例では、制御部 5 1 によって極小検出時に、対象ピークの検出が行われない検出不可状態から対象ピークの検出が行われる検出許可状態へ、切替えられる。すなわち、極小検出時まで対象ピークの検出が行われない状態に、ピーク検出部 5 3 が、制御されている。

【 0 0 8 1 】

また、PLL 制御によって周波数 f が調整される別の変形例では、周波数 f の調整開始時から所定の設定時間だけ経過した時点である起動時に、制御部 5 1 によって、対象ピークの検出が行われない検出不可状態から対象ピークの検出が行われる検出許可状態へ、切替えられてもよい。すなわち、この変形例では、起動時まで対象ピークの検出が行われない状態に、ピーク検出部 5 3 が、制御されている。

【 0 0 8 2 】

また、ある変形例では、ピーク検出部 5 3 が対象ピークの検出及び判定 (決定) を行わない検出不可状態 (非検出状態) とピーク検出部 5 3 が対象ピークの検出を行う検出許可状態との間の切替え操作を入力する切替操作部が、制御ユニット 3 等に設けられてもよい。

【 0 0 8 3 】

また、超音波振動に加えて、高周波電力が処置対象 H の処置に用いられてもよい。この場合、処置部 1 7 及びジョー 1 8 に高周波電力が伝達され、処置部 1 7 及びジョー 1 8 は電極として機能する。そして、処置部 1 7 とジョー 1 8 との間で把持された処置対象 H に高周波電流が流れることにより、処置対象 (生体組織) H が変成され、処置対象 H の凝固が促進される。

【 0 0 8 4 】

前述の実施形態及び変形例では、超音波処置装置 (1) は、電源 (2 6) から振動発生電力 (P) が出力されている状態において、振動発生電力 (P) の超音波インピーダンス値 (Z) を経時的に検出するインピーダンス検出部 (5 2) と、インピーダンス検出部 (5 2) での検出結果に基づいて、超音波インピーダンス値 (Z) が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部 (5 5) と、を備える。そして、超音波処置装置 (1) は、検出された漸減開始時での超音波インピーダンス値 (Z) を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部 (5 6) と、保持された仮ピーク値に対して漸減開始時以後の超音波インピーダンス値 (Z) の経時的な変化を比較することにより、保持された仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部 (5 7) と、を備える。そして、超音波処置装置 (1) は、ピーク判定部 (5 7) での判定に基づいて、対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間 ($\Delta T'$) だけ経過した時点において、ピーク検出時以前の第 1 の超音波出力モードに比べて処置部 (1 7) での超音波振動による切開性能が小さくなる第 2 の超音波出力モードで、電源 (2 6) から振動発生電力 (P) を出力させる超音波制御部 (5 8) を備える。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

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

【 0 0 8 6 】

以下、特徴的事項を付記する。

記

(付 記 項 1)

振動発生電力が伝達されることにより超音波振動を発生する振動発生部と、前記振動発生部で発生した前記超音波振動が伝達され、伝達された前記超音波振動を用いて処置を行う処置部と、前記処置部に対して開閉可能なジョーであって、前記処置部に対して前記ジョーが閉じた状態において前記処置部に当接可能な当接部を備えるジョーと、を備える超音波処置装置において、前記振動発生部への前記振動発生電力の供給を制御する制御ユニットであって、

10

前記振動発生電力を出力可能な電源と、

前記電源から前記振動発生電力が出力されている状態において、前記振動発生電力の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、

前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、

検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、

20

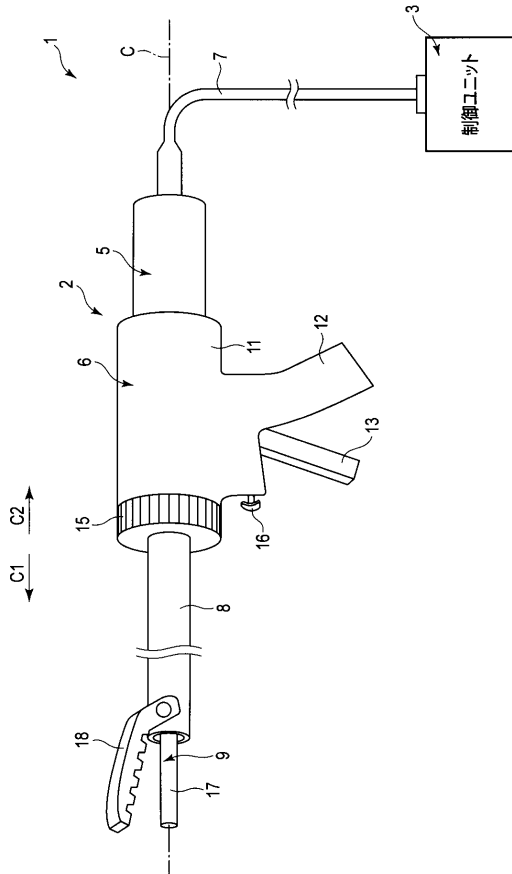
保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部と、

前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、前記ピーク判定部での判定に基づいて、前記対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間だけ経過した時点において、前記ピーク検出時以前の第1の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第2の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる超音波制御部と、

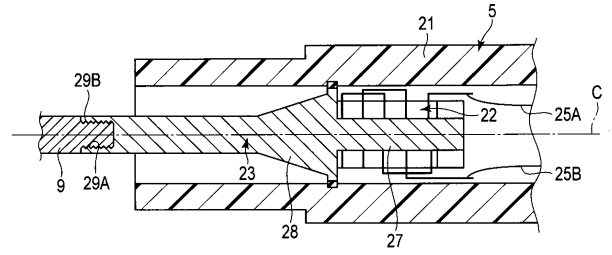
を具備する制御ユニット。

30

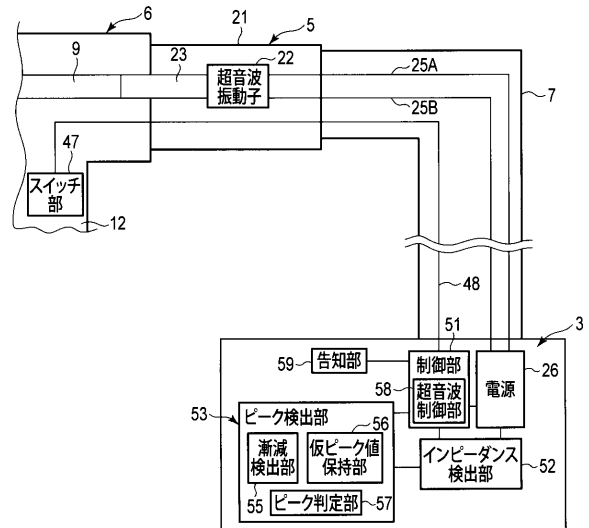
【図 1】



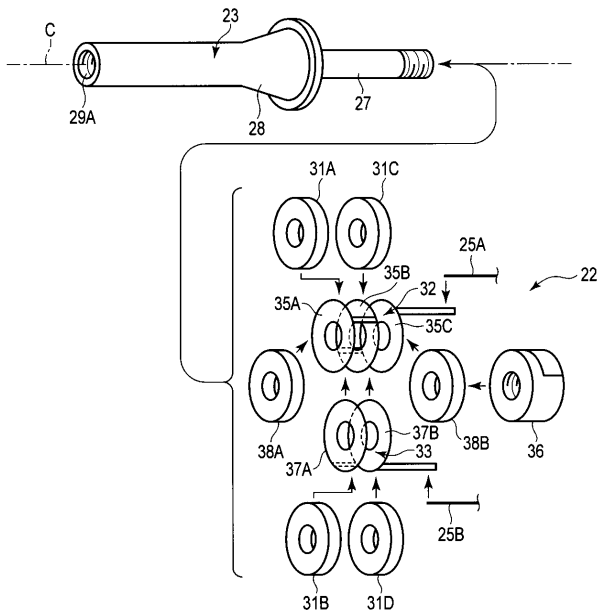
【図 2】



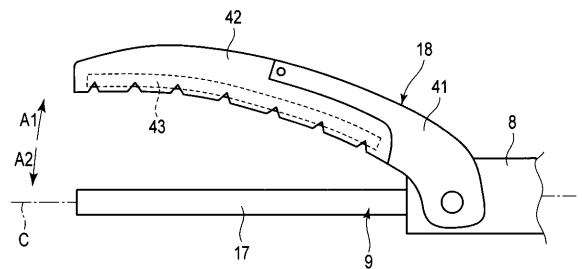
【図 3】



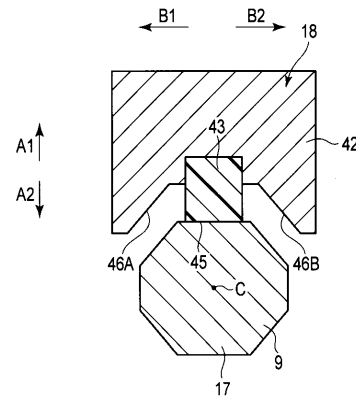
【図 4】



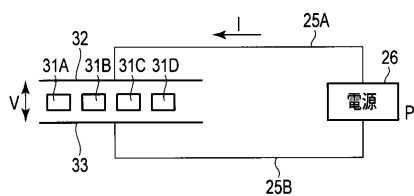
【図 6】



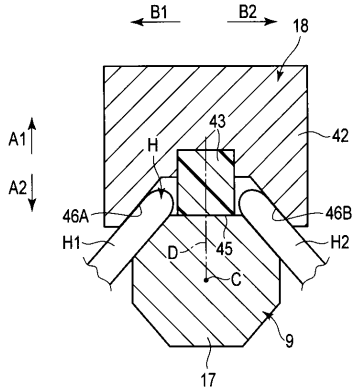
【図 7】



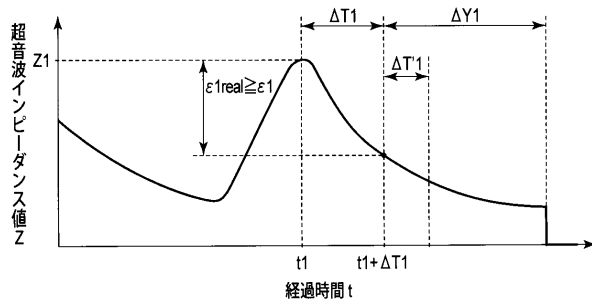
【図 5】



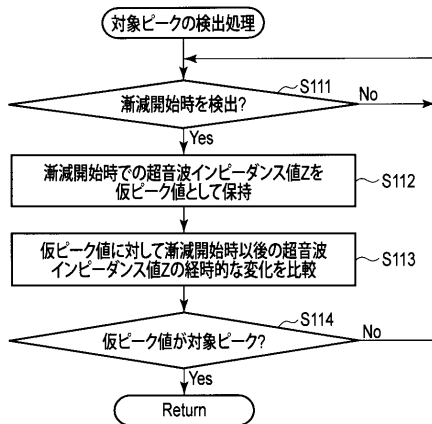
【図 8】



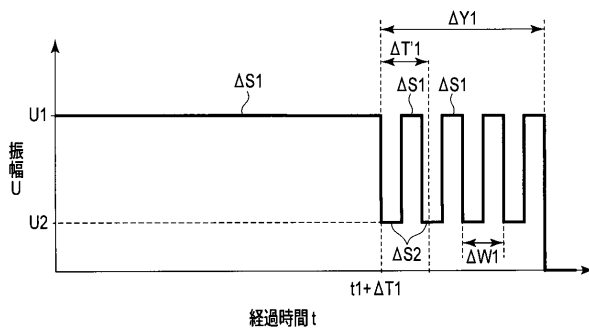
【図 9】



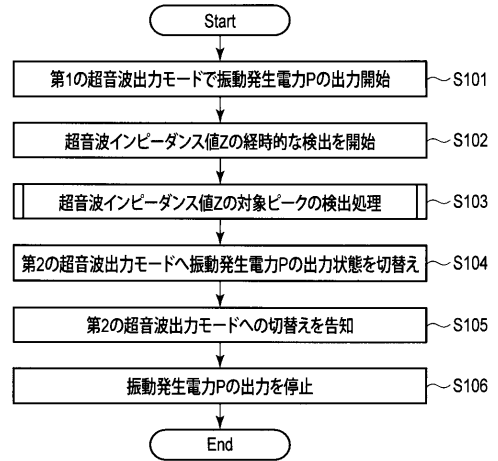
【図 1 2】



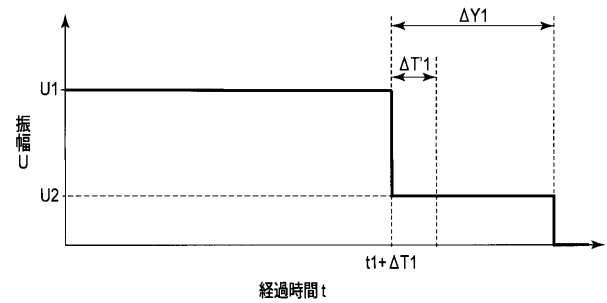
【図 1 3】



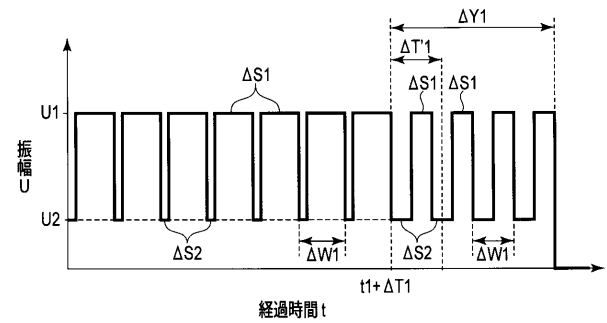
【図 1 0】



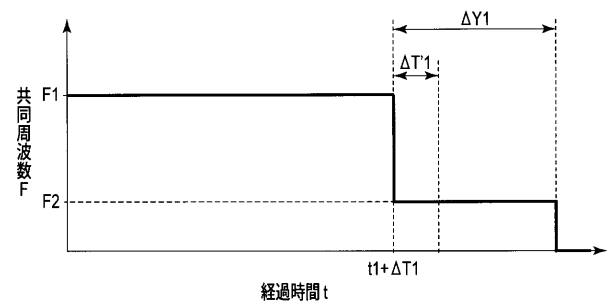
【図 1 1】



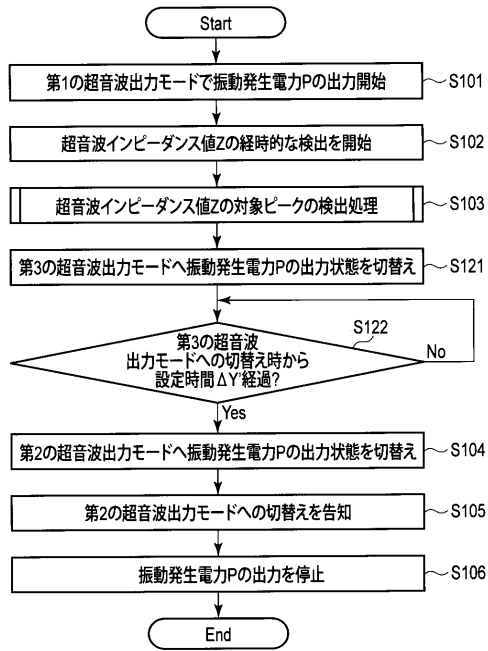
【図 1 4】



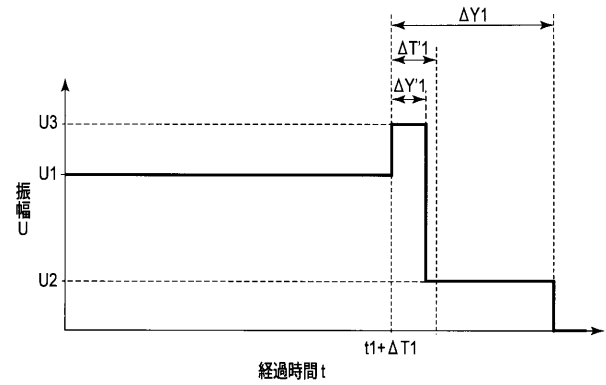
【図 1 5】



【図 16】



【図 17】



【手続補正書】

【提出日】平成27年8月27日(2015.8.27)

【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】

振動発生電力を出力可能な電源と、

前記電源から前記振動発生電力が伝達されることにより、超音波振動を発生する振動発生部と、

前記振動発生部で発生した前記超音波振動が伝達され、伝達された前記超音波振動を用いて処置を行う処置部と、

前記処置部に対して開閉可能なジョーであって、前記処置部に対して前記ジョーが閉じた状態において前記処置部に当接可能な当接部を備えるジョーと、

前記電源から前記振動発生電力が出力されている状態において、前記振動発生電力の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、

前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、

検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、

保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部と、

前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、前記ピーク判定部での判定に基づいて、前記対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間だけ経過した時点において、前記ピーク検出時以前の第1の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第2の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる超音波制御部と、

を具備する超音波処置装置。

【請求項2】

前記超音波制御部は、前記第2の超音波出力モードにおいて、所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振動速度が前記第1の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項1の超音波処置装置。

【請求項3】

前記超音波制御部は、前記第1の超音波出力モードにおいて一定の第1の振幅で前記処置部を振動させ、かつ、前記第2の超音波出力モードにおいて前記第1の振幅より小さい一定の第2の振幅で前記処置部を振動させる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項1の超音波処置装置。

【請求項4】

前記超音波制御部は、前記振動発生電力の電力値、及び、前記振動発生電力の出力に基づいて前記電源から前記振動発生部に供給される振動発生電流の電流値の少なくとも一方を調整することにより、前記第1の超音波出力モードと前記第2の超音波出力モードとの間で、前記処置部での前記超音波振動の振幅を変化させる、請求項1の超音波処置装置。

【請求項5】

前記処置部が一定の第1の振幅で振動する第1の振動ステージ、及び、前記処置部が前記第1の振幅より小さい一定の第2の振幅で振動する第2の振動ステージを規定した場合に、前記超音波制御部は、前記第2の超音波出力モードにおいて、前記第2の振動ステージに対する前記第1の振動ステージの時間比率が前記第1の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項1の超音波処置装置。

【請求項6】

前記超音波制御部は、前記第2の超音波出力モードにおいて、前記第1の振動ステージと前記第2の振動ステージとの間で、前記処置部の前記超音波振動による振動状態を周期的に変化させ、

前記超音波制御部は、前記第1の超音波出力モードにおいて、

前記第1の振動ステージと前記第2の振動ステージとの間で、前記処置部の前記超音波振動による前記振動状態を前記第2の超音波出力モードと同一の変調周期で周期的に変化させるとともに、前記変調周期における前記第1の振動ステージが占める割合を前記第2の超音波出力モードより大きくする、又は、

前記処置部の前記超音波振動による前記振動状態を、前記第1の振動ステージに連続的に保つ、

請求項5の超音波処置装置。

【請求項7】

前記超音波制御部は、前記第2の超音波出力モードにおいて、前記超音波振動の共振周波数が前記第1の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項1の超音波処置装置。

【請求項8】

前記超音波制御部は、前記ピーク検出時から前記規定時間より短い設定時間の間だけ、前記第1の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が大きくなる第3の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる、請求項1の超音波処置装置。

【請求項9】

前記超音波制御部は、前記第3の超音波出力モードにおいて、所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振動速度が前記第1の超音波出力モードに比べて大きくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項8の超音波処置装置。

【請求項10】

前記インピーダンス検出部は、前記振動発生部での振動発生電流及び振動発生電圧を経時的に検出し、検出した前記振動発生電流及び前記振動発生電圧に基づいて前記超音波インピーダンス値を検出する、請求項1の超音波処置装置。

【請求項11】

前記第1の超音波出力モードから前記第2の超音波出力モードに切り替わった後に、前記電源からの前記振動発生電力の出力状態が切り替わったことを告知する告知部をさらに具備する、請求項1の超音波処置装置。

【請求項12】

振動発生部で発生させた超音波振動を用いて処置対象を処置する超音波処置具と電氣的に接続される制御ユニットであって、

前記振動発生部を作動させる振動発生電力を出力する電源と、

前記電源から出力された前記振動発生電力に基づいて、超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、

前記インピーダンス検出部で検出された前記超音波インピーダンス値の経時的な変化に基づいて、前記超音波インピーダンス値のピークを検出するピーク判定部と、

前記ピーク判定部により前記ピークが検出されたことに基づいて、前記ピークを検出する前より前記超音波振動による切開性能を小さくする前記振動発生電力が出力される状態に前記電源を制御する超音波制御部と、

を具備する制御ユニット。

【手続補正書】

【提出日】平成27年12月16日(2015.12.16)

【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】

振動発生電力を出力可能な電源と、

前記電源から前記振動発生電力が伝達されることにより、超音波振動を発生する振動発生部と、

前記振動発生部で発生した前記超音波振動が伝達され、伝達された前記超音波振動を用いて処置を行う処置部と、

前記処置部に対して開閉可能なジョーであって、前記処置部に対して前記ジョーが閉じた状態において前記処置部に当接可能な当接部を備えるジョーと、

前記電源から前記振動発生電力が出力されている状態において、前記振動発生電力の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、

前記インピーダンス検出部で検出された前記超音波インピーダンス値の経時的な変化に基づいて、前記超音波インピーダンス値のピークを検出するピーク判定部と、

前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、少なくとも第1の超音波出力モード及び前記第1の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第2の超音波出力モードで、前記振動発生電力の前記出力状態を制御可能であり、前記ピーク判定部が前記超音波インピーダンス値の前記ピークを検出したことに基づいて、前記第1の超音波出力モードから前記第2の超音波出力モードに切り替える超音波制御部と、

を具備する超音波処置装置。

【請求項 2】

前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振動速度が前記第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 3】

前記超音波制御部は、前記第 1 の超音波出力モードにおいて一定の第 1 の振幅で前記処置部を振動させ、かつ、前記第 2 の超音波出力モードにおいて前記第 1 の振幅より小さい一定の第 2 の振幅で前記処置部を振動させる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 4】

前記超音波制御部は、前記振動発生電力の電力値、及び、前記振動発生電力の出力に基づいて前記電源から前記振動発生部に供給される振動発生電流の電流値の少なくとも一方を調整することにより、前記第 1 の超音波出力モードと前記第 2 の超音波出力モードとの間で、前記処置部での前記超音波振動の振幅を変化させる、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 5】

前記処置部が一定の第 1 の振幅で振動する第 1 の振動ステージ、及び、前記処置部が前記第 1 の振幅より小さい一定の第 2 の振幅で振動する第 2 の振動ステージを規定した場合に、前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、前記第 2 の振動ステージに対する前記第 1 の振動ステージの時間比率が前記第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 6】

前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、前記第 1 の振動ステージと前記第 2 の振動ステージとの間で、前記処置部の前記超音波振動による振動状態を周期的に変化させ、

前記超音波制御部は、前記第 1 の超音波出力モードにおいて、

前記第 1 の振動ステージと前記第 2 の振動ステージとの間で、前記処置部の前記超音波振動による前記振動状態を前記第 2 の超音波出力モードと同一の変調周期で周期的に変化させるとともに、前記変調周期における前記第 1 の振動ステージが占める割合を前記第 2 の超音波出力モードより大きくする、又は、

前記処置部の前記超音波振動による前記振動状態を、前記第 1 の振動ステージに連続的に保つ、

請求項 5 の超音波処置装置。

【請求項 7】

前記超音波制御部は、前記第 2 の超音波出力モードにおいて、前記超音波振動の共振周波数が前記第 1 の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 8】

前記超音波制御部は、ピーク検出時から設定時間の間だけ、前記第 1 の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が大きくなる第 3 の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させ、前記第 3 の超音波出力モードでの出力後に前記第 2 の超音波出力モードに切り替える、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 9】

前記超音波制御部は、前記第 3 の超音波出力モードにおいて、所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振動速度が前記第 1 の超音波出力モードに比べて大きくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 8 の超音波処置装置。

【請求項 10】

前記インピーダンス検出部は、前記振動発生部での振動発生電流及び振動発生電圧を経時的に検出し、検出した前記振動発生電流及び前記振動発生電圧に基づいて前記超音波インピーダンス値を検出する、請求項１の超音波処置装置。

【請求項１１】

前記第１の超音波出力モードから前記第２の超音波出力モードに切り替わった後に、前記電源からの前記振動発生電力の出力状態が切り替わったことを告知する告知部をさらに具備する、請求項１の超音波処置装置。

【請求項１２】

前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、

検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、

をさらに具備し、

前記ピーク判定部は、前記仮ピーク値保持部に保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である前記ピークであったか否かを判定する

請求項１の超音波処置装置。

【請求項１３】

振動発生部で発生させた超音波振動を用いて処置対象を処置する処置部を備える超音波処置具と電氣的に接続される制御ユニットであって、

前記振動発生部を作動させる振動発生電力を出力する電源と、

前記電源から出力された前記振動発生電力に基づいて、超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、

前記インピーダンス検出部で検出された前記超音波インピーダンス値の経時的な変化に基づいて、前記超音波インピーダンス値のピークを検出するピーク判定部と、

前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、少なくとも第１の超音波出力モード及び前記第１の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第２の超音波出力モードで、前記振動発生電力の前記出力状態を制御可能であり、前記ピーク判定部が前記超音波インピーダンス値の前記ピークを検出したことに基づいて、前記第１の超音波出力モードから前記第２の超音波出力モードに切り替える超音波制御部と、

を具備する制御ユニット。

【請求項１４】

前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、

検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、

をさらに具備し、

前記ピーク判定部は、前記仮ピーク値保持部に保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である前記ピークであったか否かを判定する

請求項１３の制御ユニット。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】０００８

【補正方法】変更

【補正の内容】

【０００８】

前記目的を達成するために、本発明のある態様の超音波処置装置は、振動発生電力を出力可能な電源と、前記電源から前記振動発生電力が伝達されることにより、超音波振動を

発生する振動発生部と、前記振動発生部で発生した前記超音波振動が伝達され、伝達された前記超音波振動を用いて処置を行う処置部と、前記処置部に対して開閉可能なジョーであって、前記処置部に対して前記ジョーが閉じた状態において前記処置部に当接可能な当接部を備えるジョーと、前記電源から前記振動発生電力が出力されている状態において、前記振動発生電力の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、前記インピーダンス検出部で検出された前記超音波インピーダンス値の経時的な変化に基づいて、前記超音波インピーダンス値のピークを検出するピーク判定部と、前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、少なくとも第1の超音波出力モード及び前記第1の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第2の超音波出力モードで、前記振動発生電力の前記出力状態を制御可能であり、前記ピーク判定部が前記超音波インピーダンス値の前記ピークを検出したことに基づいて、前記第1の超音波出力モードから前記第2の超音波出力モードに切り替える超音波制御部と、を備える。

本発明の別のある態様は、振動発生部で発生させた超音波振動を用いて処置対象を処置する処置部を備える超音波処置具と電氣的に接続される制御ユニットであって、前記振動発生部を作動させる振動発生電力を出力する電源と、前記電源から出力された前記振動発生電力に基づいて、超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、前記インピーダンス検出部で検出された前記超音波インピーダンス値の経時的な変化に基づいて、前記超音波インピーダンス値のピークを検出するピーク判定部と、前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、少なくとも第1の超音波出力モード及び前記第1の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第2の超音波出力モードで、前記振動発生電力の前記出力状態を制御可能であり、前記ピーク判定部が前記超音波インピーダンス値の前記ピークを検出したことに基づいて、前記第1の超音波出力モードから前記第2の超音波出力モードに切り替える超音波制御部と、を備える。

【手続補正書】

【提出日】平成28年4月5日(2016.4.5)

【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】

振動発生電力を出力可能な電源と、

前記電源から前記振動発生電力が伝達されることにより、超音波振動を発生する超音波振動子と、

前記超音波振動子で発生した前記超音波振動を用いて処置を行う処置部と、

前記処置部に対して開閉可能なジョーであって、前記処置部に対して前記ジョーが閉じた状態において前記処置部に当接可能な当接部を備えるジョーと、

前記電源から前記振動発生電力が出力されている状態において、前記超音波振動子の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、

前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、

検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、

保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部と、

前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、前記ピ

ーク判定部での判定に基づいて、前記対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間だけ経過した時点において、前記ピーク検出時以前の第１の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第２の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる超音波制御部と、
を具備する超音波処置装置。

【請求項２】

前記超音波制御部は、前記第２の超音波出力モードにおいて、所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振動速度が前記第１の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項１の超音波処置装置。

【請求項３】

前記超音波制御部は、前記第１の超音波出力モードにおいて一定の第１の振幅で前記処置部を振動させ、かつ、前記第２の超音波出力モードにおいて前記第１の振幅より小さい一定の第２の振幅で前記処置部を振動させる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項１の超音波処置装置。

【請求項４】

前記超音波制御部は、前記振動発生電力の電力値、及び、前記振動発生電力の出力に基づいて前記電源から前記超音波振動子に供給される振動発生電流の電流値の少なくとも一方を調整することにより、前記第１の超音波出力モードと前記第２の超音波出力モードとの間で、前記処置部での前記超音波振動の振幅を変化させる、請求項１の超音波処置装置。

【請求項５】

前記処置部が一定の第１の振幅で振動する第１の振動ステージ、及び、前記処置部が前記第１の振幅より小さい一定の第２の振幅で振動する第２の振動ステージを規定した場合に、前記超音波制御部は、前記第２の超音波出力モードにおいて、前記第２の振動ステージに対する前記第１の振動ステージの時間比率が前記第１の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項１の超音波処置装置。

【請求項６】

前記超音波制御部は、前記第２の超音波出力モードにおいて、前記第１の振動ステージと前記第２の振動ステージとの間で、前記処置部の前記超音波振動による振動状態を周期的に変化させ、

前記超音波制御部は、前記第１の超音波出力モードにおいて、

前記第１の振動ステージと前記第２の振動ステージとの間で、前記処置部の前記超音波振動による前記振動状態を前記第２の超音波出力モードと同一の変調周期で周期的に変化させるとともに、前記変調周期における前記第１の振動ステージが占める割合を前記第２の超音波出力モードより大きくする、又は、

前記処置部の前記超音波振動による前記振動状態を、前記第１の振動ステージに連続的に保つ、

請求項５の超音波処置装置。

【請求項７】

前記超音波制御部は、前記第２の超音波出力モードにおいて、前記超音波振動の共振周波数が前記第１の超音波出力モードに比べて小さくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項１の超音波処置装置。

【請求項８】

前記超音波制御部は、前記ピーク検出時から前記規定時間より短い設定時間の間だけ、前記第１の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が大きくなる第３の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させ、前記第３の超音波出力モードでの出力後に前記第２の超音波出力モードに切り替える、請求項１の超音波処置装置。

【請求項 9】

前記超音波制御部は、前記第 3 の超音波出力モードにおいて、所定の単位時間での前記超音波振動による前記処置部の平均振動速度が前記第 1 の超音波出力モードに比べて大きくなる状態に、前記電源からの前記振動発生電力の前記出力状態を制御する、請求項 8 の超音波処置装置。

【請求項 10】

前記インピーダンス検出部は、前記超音波振動子での振動発生電流及び振動発生電圧を経時的に検出し、検出した前記振動発生電流及び前記振動発生電圧に基づいて前記超音波インピーダンス値を検出する、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 11】

前記第 1 の超音波出力モードから前記第 2 の超音波出力モードに切り替わった後に、前記電源からの前記振動発生電力の出力状態が切り替わったことを告知する告知部をさらに具備する、請求項 1 の超音波処置装置。

【請求項 12】

超音波振動子で発生させた超音波振動を用いて処置対象を処置する処置部を備える超音波処置具と電気的に接続される制御ユニットであって、

前記超音波振動子を作動させる振動発生電力を出力する電源と、

前記電源から出力された前記振動発生電力に基づいて、前記超音波振動子の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、

前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、

検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、

保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部と、

前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、前記ピーク判定部での判定に基づいて、前記対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間だけ経過した時点において、前記ピーク検出時以前の第 1 の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第 2 の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる超音波制御部と、

を具備する制御ユニット。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

前記目的を達成するために、本発明のある態様の超音波処置装置は、振動発生電力を出力可能な電源と、前記電源から前記振動発生電力が伝達されることにより、超音波振動を発生する超音波振動子と、前記超音波振動子で発生した前記超音波振動を用いて処置を行う処置部と、前記処置部に対して開閉可能なジョーであって、前記処置部に対して前記ジョーが閉じた状態において前記処置部に当接可能な当接部を備えるジョーと、前記電源から前記振動発生電力が出力されている状態において、前記超音波振動子の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部と、

前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、前記ピーク判定部での判定に基づいて、前記対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間だけ経過した時点において、前記ピーク検出時以前の第1の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第2の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる超音波制御部と、を備える。

本発明の別のある態様は、超音波振動子で発生させた超音波振動を用いて処置対象を処置する処置部を備える超音波処置具と電気的に接続される制御ユニットであって、前記超音波振動子を作動させる振動発生電力を出力する電源と、前記電源から出力された前記振動発生電力に基づいて、前記超音波振動子の超音波インピーダンス値を経時的に検出するインピーダンス検出部と、前記インピーダンス検出部での検出結果に基づいて、前記超音波インピーダンス値が漸減を開始する漸減開始時を検出する漸減検出部と、検出された前記漸減開始時での前記超音波インピーダンス値を仮ピーク値として保持する仮ピーク値保持部と、保持された前記仮ピーク値に対して前記漸減開始時以後の前記超音波インピーダンス値の経時的な変化を比較することにより、保持された前記仮ピーク値が検出対象である対象ピークであったか否かを判定するピーク判定部と、前記電源からの前記振動発生電力の出力状態を制御する超音波制御部であって、前記ピーク判定部での判定に基づいて、前記対象ピークが検出されたピーク検出時から少なくとも規定時間だけ経過した時点において、前記ピーク検出時以前の第1の超音波出力モードに比べて前記処置部での前記超音波振動による切開性能が小さくなる第2の超音波出力モードで、前記電源から前記振動発生電力を出力させる超音波制御部と、を備える。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/052865

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B18/00(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B17/32-17/326, A61B18/00, G01R27/00-27/32

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	1996-2015
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.
A	JP 2009-254818 A (Olympus Medical Systems Corp.), 05 November 2009 (05.11.2009), paragraphs [0018] to [0037]; fig. 1 to 9 & US 2009/0259221 A1 paragraphs [0036] to [0054]; fig. 1 to 9	1-12
A	JP 63-212342 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 05 September 1988 (05.09.1988), page 2, upper left column, line 16 to page 3, upper right column, line 10; fig. 1 to 2 & JP 2718501 B2 & DE 3807004 A1 & DE 3807004 C2 & JP 1-139054 A & JP 63-212341 A & JP 63-214253 A & US 4979952 A column 5, line 62 to column 6, line 41; fig. 8 to 9	1-12

☒ 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
12 March 2015 (12.03.15)Date of mailing of the international search report
24 March 2015 (24.03.15)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/052865

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/076869 A1 (Olympus Medical Systems Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), paragraphs [0014] to [0137]; fig. 1 to 8B & CN 102209503 A & CN 102209503 B & EP 2371313 A1 & EP 2371313 A4 & EP 2371313 B1 & JP 4649545 B2 & US 2010/0168742 A1 paragraphs [0042] to [0165]; fig. 1 to 8B & US 8303579 B2	1-12

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 5 2 8 6 5	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B18/00 (2006.01) i			
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. A61B17/32-17/326, A61B18/00, G01R27/00-27/32			
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2009-254818 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2009.11.05, 段落 [0018]-[0037], 図 1-9 & US 2009/0259221 A1, 段落 [0036]-[0054], 図 1-9	1-12	
☒ 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 12.03.2015		国際調査報告の発送日 24.03.2015	
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) 木村 立人	3 I 3 6 1 6
		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 5 / 0 5 2 8 6 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 63-212342 A (オリンパス光学工業株式会社) 1988.09.05, 第 2 ページ左上欄第 16 行-第 3 ページ右上欄第 10 行, 第 1-2 図 & JP 2718501 B2 & DE 3807004 A1 & DE 3807004 C2 & JP 1-139054 A & JP 63-212341 A & JP 63-214253 A & US 4979952 A, 第 5 欄第 62 行-第 6 欄第 41 行, 図 8-9	1-12
A	WO 2010/076869 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2010.07.08, 段落 [0014]-[0137], 図 1-8B & CN 102209503 A & CN 102209503 B & EP 2371313 A1 & EP 2371313 A4 & EP 2371313 B1 & JP 4649545 B2 & US 2010/0168742 A1, 段落 [0042]-[0165], 図 1-8B & US 8303579 B2	1-12

フロントページの続き

(81)指定国 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, 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

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073

弁理士 堀内 美保子

(72)発明者 津布久 佳宏

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

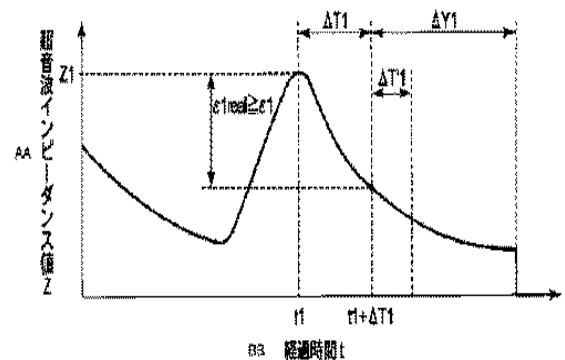
Fターム(参考) 4C160 JJ25 JJ46

(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)	超声波治疗仪		
公开(公告)号	JPWO2015122306A1	公开(公告)日	2017-03-30
申请号	JP2015542890	申请日	2015-02-02
[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	津布久佳宏		
发明人	津布久 佳宏		
IPC分类号	A61B18/00		
CPC分类号	H01L41/042 A61B17/320092 A61B18/1445 A61B2017/00026 A61B2017/00115 A61B2017/00132 A61B2017/00137 A61B2017/320093 A61B2017/320095 A61B2018/00994 B06B1/06		
FI分类号	A61B17/36.330		
F-TERM分类号	4C160/JJ25 4C160/JJ46		
代理人(译)	河野直树 井上 正 冈田隆		
优先权	2014027988 2014-02-17 JP		
其他公开文献	JP5942045B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声波处理装置 (2) 具有压电元件 (31A~31D)。当向元件 (31A-31D) 施加交流电压V时, 交流电流I流过元件 (31A-31D), 并且元件 (31A-31D) 产生超声振动。振动传递到处理部 (17)。处理部 (17) 以振幅U1振动, 在处理部 (17) 与生物体组织 (H) 之间产生摩擦热。该热量使活组织 (H) 凝结并解剖。超声阻抗 $Z = V / I$ 随着切口的进行逐渐增加。Z在时间t1取Z1, 并开始逐渐减小。在Z开始减小之后的时间 $\Delta T1$ 内, Z减小 $\epsilon 1real$ 。如果 $1real$ 大于或等于预定参考 ϵ , 则确定Z在时间t1处已达到峰值。在这种情况下, V减小, 使得治疗部 (17) 的振幅U减小为U2。结果, 减少了由处理部 (17) 产生的摩擦热。此时, 活组织 (H) 的切口已经完成。这样, 防止了产生过多的摩擦热。



AA Ultrasonic impedance value
BB Elapsed time