

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年1月28日(28.01.2016)



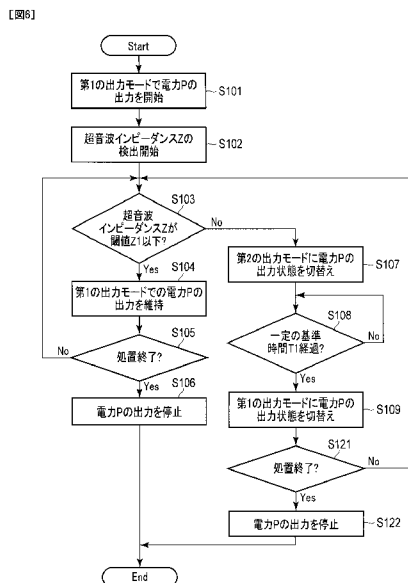
(10) 国際公開番号
WO 2016/013338 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 18/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067897
- (22) 国際出願日: 2015年6月22日(22.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-151071 2014年7月24日(24.07.2014) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川島 興 (KAWASHIMA, Ko); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 吉嶺 英人 (YOSHIMINE, Hideto); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目三番二号
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ULTRASOUND MEDICAL TREATMENT SYSTEM, ENERGY SOURCE UNIT, AND METHOD FOR OPERATION OF ENERGY SOURCE UNIT

(54) 発明の名称: 超音波処置システム、エネルギー源ユニット、及び、エネルギー源ユニットの作動方法



- S101 Commence first output mode electricity (P) output
- S102 Commence ultrasound impedance (Z) detection
- S103 Is ultrasound impedance (Z) less than or equal to threshold (Z1)?
- S104 Maintain first output mode electricity (P) output
- S105, S121 Treatment finished?
- S106, S122 Interrupt electricity (P) output
- S107 Switch electricity (P) output state to second output mode
- S108 Has given reference time (T1) elapsed?
- S109 Switch electricity (P) output state to first output mode

(57) Abstract: An energy supply unit of an ultrasound medical treatment system is capable of outputting electricity in a first output mode and a second output mode in which the electricity which is supplied to a drive power generating unit in a unit of time is greater than in the first output mode. When it is determined by a determination unit that the load which acts upon an ultrasound probe is less than or equal to a threshold, a control unit maintains the electricity output state in the first output mode, and when it is determined by the determination unit that the load is greater than the threshold, the control unit switches the electricity output state to the second output mode.

(57) 要約: 超音波処置システムのエネルギー供給部は、第1の出力モード及び前記第1の出力モードより単位時間の間に駆動力発生ユニットに供給される電力が大きくなる第2の出力モードで、電力を出力可能である。制御部は、判定部において超音波プローブに作用する負荷が閾値以下と判定された際には、前記電力の出力状態を第1の出力モードで維持し、前記判定部において前記負荷が前記閾値より大きいと判定された際には、前記電力の前記出力状態を前記第2の出力モードに切替える。

WO 2016/013338 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

超音波処置システム、エネルギー源ユニット、及び、エネルギー源ユニットの作動方法

技術分野

[0001] 本発明は、超音波振動を用いて処置を行う超音波処置具とこの超音波処置具を動作させるための電力を供給するエネルギー源ユニットとを含む超音波処置システム、超音波処置具を動作させるための電力を供給するエネルギー源ユニット、及びエネルギー源ユニットの作動方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、超音波振動子で発生させた超音波振動を超音波プローブに伝達し、その超音波プローブの先端に設けられた処置部によって処置を行なう超音波処置システムが開示されている。この超音波処置システムは、超音波振動子で超音波振動が発生している状態において、超音波振動子に供給される電力に基づいて超音波インピーダンスを検出する。超音波インピーダンスは、超音波プローブに作用する負荷に対応して変化する。超音波振動子に電力が供給されている際には、超音波インピーダンスと設定された閾値（上限インピーダンス）とが比較される。そして、超音波インピーダンスが閾値より大きくなった場合は、超音波振動子に供給される電流（交流電流の波高値）を小さくする。これにより、超音波振動子で発生する超音波振動（縦振動）の振幅が小さくなる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-27907号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 超音波振動を用いた処置として、超音波プローブの処置部を骨等の硬性組織に接触させた状態で超音波振動によって超音波プローブ（処置部）を振動（縦振動）させることにより、硬性組織を削る処置がある。このような処置においては、超音波振動によって振動する処置部が硬性組織に食込む（引っ掛かる）ことがある。処置部が硬性組織に食込んだ状態では、超音波プローブに作用する負荷が大きくなる。つまり、負荷の変化に対応して、超音波インピーダンスも大きくなる。前記特許文献1のように、超音波インピーダンス（超音波プローブに作用する負荷）が大きくなることに対応させて、超音波振動子に供給される電流を小さくし、処置部の振動の振幅を小さくする構成では、処置部が硬性組織に食込んだ状態から変化しない。すなわち、処置部が硬性組織に食込んだ状態において処置部を小さい振幅で振動させても、処置部の硬性組織への食込みは解消されない。

[0005] 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、処置部が処置対象（硬性組織）に食込んだ（引っ掛かった）際に、処置部の硬性組織への食込みが適切に解消される超音波処置システムを提供することにある。また、その超音波処置システムに設けられるエネルギー源ユニット、及び、そのエネルギー源ユニットの作動方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 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システムは、長手軸に沿って延設され、超音波振動を伝達可能で、伝達された前記超音波振動を用いて処置を行う処置部を備える超音波プローブと、前記超音波振動を発生する振動発生部を備え、前記超音波プローブを作動させる駆動力を発生する駆動力発生ユニットと、前記駆動力発生ユニットで前記駆動力を発生させる電力を出力するエネルギー供給部であって、第1の出力モード及び前記第1の出力モードより単位時間の間に前記駆動力発生ユニットに供給される前記電力が大きくなる第2の出力モードを有するエネルギー供給部と、前記超音波プローブが前記超音波振動を伝達する状態において前記超音波プロ

ープに作用する負荷を経時的に検出する負荷検出部と、前記エネルギー供給部から前記第1の出力モードで前記電力が出力されている状態において前記超音波プローブに作用する前記負荷が第1の閾値以下であるか否かを経時的に判定する判定部と、前記判定部において前記負荷が前記第1の閾値以下と判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の出力状態を第1の出力モードで維持し、前記判定部において前記負荷が前記第1の閾値より大きいと判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を前記第2の出力モードに切替える制御部と、を備える。

[0007] 本発明の別のある態様は、長手軸に沿って延設される超音波プローブを動作させる駆動力を発生する駆動力発生ユニットに電力を供給するエネルギー源ユニットであって、前記駆動力発生ユニットの振動発生部に電力を供給することにより、前記超音波プローブを通して前記超音波プローブの処置部に伝達される超音波振動を発生させ、第1の出力モード及び前記第1の出力モードより単位時間の中に前記駆動力発生ユニットに供給される前記電力が大きくなる第2の出力モードで、前記電力を出力可能なエネルギー供給部と、前記超音波プローブが前記超音波振動を伝達する状態において前記超音波プローブに作用する負荷を経時的に検出する負荷検出部と、前記エネルギー供給部から前記第1の出力モードで前記電力が出力されている状態において前記超音波プローブに作用する前記負荷が閾値以下であるか否かを経時的に判定する判定部と、前記判定部において前記負荷が前記閾値以下と判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の出力状態を第1の出力モードで維持し、前記判定部において前記負荷が前記閾値より大きいと判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を前記第2の出力モードに切替える制御部と、を備える。

[0008] 本発明の別のある態様は、長手軸に沿って延設される超音波プローブを動作させる駆動力を発生する駆動力発生ユニットに電力を供給するエネルギー源ユニットの作動方法であって、エネルギー供給部が前記駆動力発生ユニットの振動発生部に電力を供給することにより、前記超音波プローブを通して

前記超音波プローブの処置部に伝達される超音波振動を発生させることと、負荷検出部が、前記超音波プローブが前記超音波振動を伝達する状態において前記超音波プローブに作用する負荷を経時的に検出することと、判定部が、前記エネルギー供給部から第1の出力モードで前記電力が出力されている状態において前記超音波プローブに作用する前記負荷が閾値以下であるか否かを経時的に判定することと、制御部が、前記判定部での判定結果に基づいて前記エネルギー供給部からの前記電力の出力状態を制御することであって、前記判定部において前記負荷が前記閾値以下と判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を第1の出力モードで維持し、前記判定部において前記負荷が前記閾値より大きいと判定された際には、前記第1の出力モードより単位時間の中に前記駆動力発生ユニットに供給される前記電力が大きくなる第2の出力モードに前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を切替えることと、を備える。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、処置部が処置対象（硬性組織）に食込んだ（引っ掛かった）際に、処置部の硬性組織への食込みが適切に解消される超音波処置システムを提供することができる。また、その超音波処置システムに設けられるエネルギー源ユニット、及び、そのエネルギー源ユニットの作動方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

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

[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エネルギー源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の実施形態に係る超音波振動子とエネルギー供給部との間の電氣的な接続状態を示す概略図である。

[図5]第1の実施形態に係るエネルギー供給部から超音波振動子に供給される電流の経時的な変化の一例を示す概略図である。

[図6]第1の実施形態に係るエネルギー源ユニットの処置における処理を示すフローチャートである。

[図7]第1の実施形態に係るインピーダンス検出部で検出される超音波インピーダンスの経時的な変化の一例を示す概略図である。

[図8]第1の実施形態に係るインピーダンス検出部で検出される超音波インピーダンスの経時的な変化の図7とは別の一例を示す概略図である。

[図9]第1の実施形態の第1の変形例に係るエネルギー供給部から超音波振動子に供給される電流の経時的な変化の一例を示す概略図である。

[図10]第1の実施形態の第2の変形例に係るエネルギー供給部から超音波振動子に供給される電流の経時的な変化の一例を示す概略図である。

[図11]第1の実施形態の第3の変形例に係るエネルギー供給部から超音波振動子に供給される電流の経時的な変化の一例を示す概略図である。

[図12]第1の実施形態の第4の変形例に係るエネルギー供給部から超音波振動子に供給される電流の経時的な変化の一例を示す概略図である。

[図13]第1の実施形態の第5の変形例に係るエネルギー供給部から超音波振動子に供給される電流の経時的な変化の一例を示す概略図である。

[図14]第2の実施形態に係るエネルギー源ユニットの処置における処理を示すフローチャートである。

[図15]第2の実施形態に係るインピーダンス検出部で検出される超音波インピーダンスの経時的な変化の図7及び図8とは別の一例を示す概略図である。

[図16]第3の実施形態に係るエネルギー源ユニットの処置における処理を示すフローチャートである。

[図17]第3の実施形態に係るインピーダンス検出部で検出される超音波インピーダンスの経時的な変化の図7、図8及び図15とは別の一例を示す概略図である。

[図18]第3の実施形態に係るインピーダンス検出部で検出される超音波インピーダンスの経時的な変化の図7、図8、図15及び図17とは別の一例を示す概略図である。

[図19]第4の実施形態に係るエネルギー源ユニットの処置における処理を示すフローチャートである。

[図20]第5の実施形態に係る駆動力発生ユニットの構成を示す概略図である。

[図21]第5の実施形態に係るエネルギー供給部と駆動力発生ユニットとの間の電氣的な接続状態を示す概略図である。

[図22]第5の実施形態に係るアクチュエータ部に電力が供給される第2の出力モードにおいて、アクチュエータ部の圧電素子に流れる電流の経時的な変化の一例を示す概略図である。

[図23]第1の実施形態乃至第5の実施形態のある変形例に係る超音波処置具及びエネルギー源ユニットでの電氣的な接続状態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8を参照して説明する。図1は、超音波処置システム1を示す図である。図1に示すように、超音波処置システム1は、超音波処置具(ハンドピース)2と、超音波処置具2にエネルギーとして電力を供給するエネルギー源ユニット(エネルギー供給制御ユニット)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に平行な方向の一方側が先端方向(図1の矢印C1の方向)であり、先端方向とは反対側が基端方向(図1の矢印C2の方向)である。超音波処置具2は、振動子ユニット5と、保持ユニット(ハンドルユニット)6とを備える。振動子ユニット5は、保持ユニット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、エネルギー源ユニット3に接続されている。エネルギー源ユニット3は、例えば、CPU(Central Processing Unit)又はAS

I C (application specific integrated circuit) 等を備えるプロセッサを搭載した電力出力装置（エネルギー出力装置）である。

[0012] 保持ユニット6は、長手軸Cに沿って延設される筒状ケース部11を備える。筒状ケース部11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12が取付けられている。また、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が先端方向側から筒状ケース部11の内部に挿入されることにより、シース8が保持ユニット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11の内部からシース8の内部を通して、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13が、設けられている。本実施形態では、処置部13は、長手軸Cに対して交差するある1つの方向に向かって突出する突出部15が設けられる略L字状のフックである。

[0013] また、振動子ユニット5は、振動子ケース21を備える。振動子ケース21が基端方向側から筒状ケース部11の内部に挿入されることにより、振動子ユニット5が保持ユニット6に取付けられる。筒状ケース部11の内部では、振動子ケース21は、シース8に連結されている。

[0014] 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21と、振動子ケース21の内部に設けられる振動発生部である超音波振動子22と、超音波振動子22が取付けられるホーン部材23と、を備える。

[0015] 図3は、振動子ユニット5及びエネルギー源ユニット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22には、電力供給経路25A、25Bの一端が、接続されている。エネルギー源ユニット3は、電力（振動発生電力）Pを出力可能なエネルギー供給部26を備える。電力供給経路25A、25Bは、振動子ケース21の内部の電気配線、ケーブル7の内部の電気配線等から形成されている。電力供給経路25A

、25Bの他端は、エネルギー供給部26に接続されている。エネルギー供給部26は、例えば、アンプ（増幅回路）、変換回路等を備え、電源（バッテリー、コンセント等）からの電力を出力される電力Pに変換する。エネルギー供給部26から出力された電力（電気エネルギー）Pは、電力供給経路25A、25Bを介して、超音波振動子22に供給される。電力Pが供給されることにより、超音波振動子22で超音波振動が発生する。なお、本実施形態では、エネルギー供給部26からの電力Pは、超音波振動子22にのみ供給される。また、超音波振動子22に供給される電力Pは、交流電力である。

[0016] ホーン部材23には、超音波振動子22が装着される振動子装着部27が、設けられている。超音波振動子22で発生した超音波振動は、ホーン部材23に伝達される。また、ホーン部材23には、振動子装着部27より先端方向側に断面積変化部28が設けられている。断面積変化部28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28によって、超音波振動の振幅が拡大される。ホーン部材23の先端部には、雌ネジ部29A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29Bが設けられている。雄ネジ部29Bが雌ネジ部29Aに螺合することにより、ホーン部材23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11の内部で、ホーン部材23に接続される。

[0017] ホーン部材23に伝達された超音波振動は、ホーン部材23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23及び超音波プローブ9によって、発生した超音波振動を伝達する振動伝達部が形成されている。超音波振動は、処置部13まで、先端方向へ向かって伝達される。処置部13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。

[0018] なお、本実施形態では、ホーン部材23及び超音波プローブ9から形成される振動伝達部は、超音波振動を伝達する状態において、既定の共振周波数

F_r で、振動方向が長手軸C（長手方向）に平行な縦振動を行う。また、振動伝達部（ホーン部材23及び超音波プローブ9）が既定の共振周波数 F_r で縦振動する状態では、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、縦振動の腹位置となる。そして、振動伝達部が既定の共振周波数 F_r で縦振動する状態では、振動伝達部の基端と先端との間に少なくとも1つの縦振動の節位置が存在する。振動伝達部が既定の共振周波数 F_r で縦振動する状態では、縦振動の複数の腹位置及び少なくとも1つ節位置の数は定まっており、縦振動の腹位置及び節位置のそれぞれについての長手方向（すなわち先端方向及び基端方向）についての位置は定まっている。

[0019] 前述のようにして、超音波振動子22に電力（交流電力）Pが供給されることにより、処置部13を含む超音波プローブ9が作動され、超音波プローブ9が縦振動する。すなわち、超音波振動子22では、電力Pが供給されることにより、超音波プローブ9を作動させる駆動力として超音波振動が発生する。すなわち、本実施形態では、超音波振動子22によって、超音波プローブ9を作動させる駆動力を発生する駆動力発生ユニットが形成されている。

[0020] 図2に示すように、超音波振動子22は、（本実施形態では4つの）リング状の圧電素子31を備える。それぞれの圧電素子31には、ホーン部材23の振動子装着部27が挿通されている。また、超音波振動子22は、第1の電極部32と、第2の電極部33と、を備える。第1の電極部32に、電力供給経路25Aの一端が接続され、第2の電極部33に、電力供給経路25Bの一端が接続されている。

[0021] 図4は、超音波振動子22とエネルギー供給部26との間の電氣的な接続状態を示す図である。図4に示すように、エネルギー供給部26と第1の電極部32との間は、電力供給経路25Aによって、電氣的に接続されている。また、エネルギー供給部26と第2の電極部33との間は、電力供給経路25Bによって、電氣的に接続されている。エネルギー供給部26から超音

波振動子 2 2 に電力（超音波生電力）P が供給されることにより、第 1 の電極部 3 2 と第 2 の電極部 3 3 との間に、電圧（振動発生電圧）V が印加される。電圧（交流電圧）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 に、電流（振動発生電流）I が流れる。電流 I は、交流電流であり、電流の方向が周期的に変化する。処置部 1 3 を含む超音波プローブ 9 での超音波振動による縦振動の振幅は、圧電素子 3 1 に供給される電流 I の大きさ（すなわち、交流電流 I の波高値）に比例する。また、電力 P のインピーダンスである超音波インピーダンス（音響インピーダンス）Z は、以下のようになる。

[0022] [数1]

$$Z = V/I = V^2/P \quad (1)$$

[0023] また、本実施形態では、圧電素子 3 1 に流れる電流 I は、正弦波交流電流である。したがって、超音波振動子 2 2 に電力 P が供給されている状態では、電流 I の波高率（すなわち、波高値（最大値）を実効値で除算した値）は、経時的に一定に 2 の二乗根（ $\sqrt{2}$ ）となる。また、電流 I は経時的に連続して圧電素子 3 1 に流れる連続波電流である。したがって、電力 P が供給されている状態では、超音波振動子 2 2 において経時的に連続して超音波振動が発生する。なお、電流 I は、正弦波交流電流ではなく、例えば方形波交流電流、三角波交流電流等であってもよい。

[0024] 図 3 に示すように、エネルギー源ユニット（エネルギー供給制御ユニット）3 は、エネルギー供給部 2 6 に電氣的に接続される制御部 4 1 を備える。筒状ケース部 1 1 の内部には、スイッチ部 3 7 が設けられる。エネルギー操作入力ボタン 1 2 でエネルギー操作の入力に基づいて、スイッチ部 3 7 の開閉状態が切替えられる。スイッチ部 3 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 3 8 を介して、制御部 4 1 に接続されている。スイッチ部 3 7 が閉じられることにより、信号経路部 3 8 を介して、操作信号が制御部 4 1 に伝達される。伝達された操作信号に基づいて、

制御部41は、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を制御している。制御部41は、例えばCPU又はASIC等を備えるプロセッサから形成されている。

[0025] また、エネルギー源ユニット3は、インピーダンス検出部42を備える。このインピーダンス検出部42は、例えば制御部41を構成するプロセッサに設けられる電流検出回路、電圧検出回路、演算回路等の電子回路から、形成される。また、インピーダンス検出部42は、エネルギー供給部26から超音波振動子22に電力Pが供給されている状態において、電力Pの超音波インピーダンスZを経時的に検出する。インピーダンス検出部42では、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態に基づいて、電流（振動発生電流）I、電圧（振動発生電圧）Vの経時的な変化が検出される。そして、前述した式（1）を用いて、超音波インピーダンスZの経時的な変化が検出される。

[0026] ここで、超音波インピーダンスZは、超音波プローブ9に作用する負荷に対応して変化し、超音波プローブ9に作用する負荷が大きくなると、超音波インピーダンスZも大きくなる。したがって、超音波インピーダンスZを経時的に検出することにより、超音波プローブ9に作用する負荷が経時的に検出される。すなわち、インピーダンス検出部42によって、電力Pが超音波振動子22に供給される状態（すなわち、超音波プローブ9が振動を伝達する状態）において超音波プローブ9に作用する負荷を検出する負荷検出部が、形成されている。制御部41は、インピーダンス検出部42で検出される超音波インピーダンスZの経時的な変化（すなわち、超音波プローブ9に作用する負荷の経時的な変化）に基づいて、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を制御している。

[0027] エネルギー源ユニット3には、メモリ等の記憶部43が設けられている。記憶部43には、超音波処置具2の特性に関する情報、制御部41によるエネルギー供給部26の制御プログラム等が記憶されている。また、エネルギー源ユニット3には、判定部45が設けられている。この判定部45は、例

例えば制御部41を構成するプロセッサに設けられる判定回路等の電子回路から、形成される。判定部45は、インピーダンス検出部42が超音波インピーダンス Z （すなわち、超音波プローブ3に作用する負荷）を検出している状態において、超音波インピーダンス Z が閾値（第1の閾値） Z_1 以下であるか否かを経時的に判定する。すなわち、エネルギー供給部26から電力 P が出力されている状態（すなわち、超音波振動子22で超音波振動が発生している状態）において、超音波インピーダンス Z が閾値 Z_1 以下であるか否かが、判定部45によって経時的に判定される。なお、閾値 Z_1 は、記憶部43に記憶されていてもよく、エネルギー源ユニット3に設けられる設定入力部（図示しない）で、術者等によって設定されてもよい。なお、前述したインピーダンス検出部42及び判定部45の機能を制御部41が担ってもよい。

[0028] 次に、超音波処置システム1及びエネルギー源ユニット3の作用及び効果について説明する。超音波処置システム1は、例えば、骨等の硬性組織を削る処置に用いられる。超音波処置システム1を用いて処置を行う際には、シース8及び超音波プローブ9を処置対象（硬性組織）の位置する体内等に挿入する。そして、処置部13の突出部15の突出端を硬性組織に接触させる。この状態でエネルギー操作入力ボタン12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41に伝達され、エネルギー供給部26から電力（振動発生電力） P の出力が開始される。電力 P が超音波振動子（駆動力発生ユニット）22に供給されることにより、圧電素子31によって電流（振動発生電流） I が超音波振動に変換される。

[0029] そして、発生した超音波振動がホーン部材23を介して超音波プローブ9に伝達され、超音波プローブ9において超音波振動が基端方向から先端方向へ伝達される。これにより、処置部13を含む超音波プローブ9が縦振動する。突出部15の突出端が処置対象（硬性組織）に接触した状態で処置部13が縦振動することにより、硬性組織が削られる。

[0030] ここで、エネルギー供給部26は、第1の出力モード及び第2の出力モー

ドで電力Pを出力可能である。図5は、エネルギー供給部26から超音波振動子（駆動力発生ユニット）22に供給される電流（振動発生電流）Iの経時的な変化の一例を示している。図5では、縦軸に電流I（の波高値）を示し、横軸に時間tを示して、電流（交流電流）Iの波高値の経時的な変化を示している。図5の一例では、時間t1より前及び時間t2より後において第1の出力モードで電力P（第1の電力）が出力され、時間t1と時間t2との間において第2の出力モードで電力P（第2の電力）が出力されている。

[0031] 図5に示すように、エネルギー供給部26の第1の出力モードでは、超音波振動子（振動発生部）22に供給される電流Iが、経時的に連続して第1の波高値（第1の最大値）I1になる。すなわち、第1の出力モードでは、制御部41は、電流Iが経時的に一定に第1の波高値（第1の振幅）I1で保たれる定電流制御で、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を制御している。したがって、電流（振動発生電流）Iが経時的に一定に第1の波高値I1となる状態に、インピーダンス検出部42で検出される超音波インピーダンスZの経時的な変化に対応させて電圧V（電力P）を調整している。例えば、超音波インピーダンスZが増加すると、超音波インピーダンスZの増加に対応させて電圧V（電力P）を増加させ、電流Iを第1の波高値I1で経時的に維持している。

[0032] エネルギー供給部26の第2の出力モードでは、超音波振動子（振動発生部）22に供給される電流Iが、経時的に連続して第1の波高値I1より大きい第2の波高値（第2の最大値）I2になる。すなわち、第2の出力モードでは、制御部41は、電流Iが経時的に一定に第2の波高値（第2の振幅）I2で保たれる定電流制御で、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を制御している。したがって、電流（振動発生電流）Iが経時的に一定に第2の波高値I2となる状態に、インピーダンス検出部42で検出される超音波インピーダンスZの経時的な変化に対応させて電圧V（電力P）を調整している。

[0033] 前述のように、第1の出力モードにおいて超音波振動子22に供給される電流Iの第1の波高値I1に比べ、第2の出力モードにおいて超音波振動子22に供給される電流Iの第2の波高値I2が大きくなる。このため、第2の出力モードでは第1の出力モードに比べて、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（振動発生部）22に供給される電流Iが大きくなる。したがって、前述の式（1）に示す関係等から、第2の出力モードでは、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（駆動力発生ユニット）22に供給される電力Pが、第1の出力モードに比べて大きくなる。

[0034] また、処置部13を含む超音波プローブ9での縦振動の振幅は、超音波振動子22に供給される電流Iの波高値に比例する。したがって、第1の出力モードでの電流Iの第1の波高値I1に比べて第2の出力モードでの電流Iの第2の波高値I2が大きくなることにより、エネルギー供給部26の第1の出力モードの際の処置部13（例えば突出部15の突出端）での縦振動の振幅U1に比べ、第2の出力モードの際の処置部13での縦振動の振幅U2が大きくなる。これにより、第1の出力モードに比べエネルギー供給部26の第2の出力モードでは、処置部13（例えば突出部15の突出端）の長手軸Cに平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離（移動量）が、大きくなる。

[0035] 図6は、処置（例えば、硬性組織を削る処置）におけるエネルギー源ユニット3での処理を示すフローチャートである。前述のように、処置においては、処置部13（突出部15の突出端）を硬性組織に接触させた状態で、エネルギー操作の入力に基づいて、エネルギー供給部26から電力Pが出力される。図6に示すように、処置を行う際には、まず、エネルギー供給部26が、前述の第1の出力モードで電力（振動発生エネルギー）Pの出力を開始する（ステップS101）。これにより、超音波振動子22で超音波振動が発生し、発生した超音波振動が超音波プローブ9を通して処置部13に伝達される。電力Pの出力が開始されると、インピーダンス検出部42が、超音波インピーダンスZの検出を開始する（ステップS102）。これにより、

第1の出力モードで電力Pが出力される状態において、超音波インピーダンスZが経時的に検出される。超音波インピーダンスZが経時的に検出されることにより、超音波プローブ9が超音波振動を伝達する状態において、超音波プローブ9に作用する負荷が経時的に検出される。

[0036] そして、エネルギー供給部26から第1の出力モードで電力Pが出力されている状態において、判定部45が、超音波インピーダンスZが閾値（第1の閾値）Z1以下であるか否かを経時的に判定する（ステップS103）。これにより、第1の出力モードで電力Pが出力されている状態において、超音波プローブ9に作用する負荷が閾値（第1の閾値）以下であるか否かが経時的に判定される。判定部45での判定において、超音波インピーダンスZが閾値Z1以下と判定された場合は（ステップS103-Yes）、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を第1の出力モードで維持する（ステップS104）。そして、処置を続行する場合は（ステップS105-No）、ステップS103に戻り、判定部45が、超音波インピーダンスZが閾値Z1以下であるか否かを経時的に判定する。

[0037] 処置を終了する場合は（ステップS105-Yes）、エネルギー操作入力ボタン12を解放し、エネルギー操作入力ボタン12でのエネルギー操作の入力を停止する。これにより、エネルギー供給部26から超音波振動子（駆動力発生ユニット）22への電力Pの出力（供給）が停止される（ステップS106）。

[0038] 図7は、インピーダンス検出部42で検出される超音波インピーダンスZの経時的な変化の一例を示す図である。図7は、縦軸に超音波インピーダンスZ、横軸に時間tを示している。図7では、時間t3でエネルギー供給部26からの電力Pの出力が開始され、時間t4でエネルギー供給部26からの電力Pの出力が停止されている。

[0039] 図7に示すように、例えば、処置の間（すなわち、エネルギー供給部26が電力Pを出力する間）において処置部13の突出部15が硬性組織等の処置対象に食込む（引掛る）ことなく処置が行われた場合は、超音波インピー

ダンスZは経時的に連続して閾値Z1以下となる。すなわち、エネルギー供給部26が電力Pを出力する時間t3から時間t4まで、超音波インピーダンスZは常に閾値Z1以下となる。このため、時間t3から時間t4までの間では、エネルギー供給部26から第1の出力モードで電力Pが出力される状態に、制御部41がエネルギー供給部26を制御している。

[0040] 図6のステップS103において、判定部45が、超音波インピーダンスZが閾値Z1より大きいと判定した場合は（ステップS103-N）、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を第1の出力モードから第2の出力モードに切替える（ステップS107）。そして、電力Pの出力状態が第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間T1経過するまでは（ステップS108-N）、制御部41によって第2の出力モードでのエネルギー供給部26からの電力Pの出力が維持される。

[0041] エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態が第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間T1だけ経過した際（時点）に（ステップS108-Y）、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を、第2の出力モードから第1の出力モードに切替える（ステップS109）。ステップS109で第1の出力モードに切替えられると、処置を続行する場合は（ステップS121-N）、ステップS103に戻り、判定部45が、超音波インピーダンスZが閾値Z1以下であるか否かを経時的に判定する。なお、一定の基準時間T1は、例えば0.5秒～1.0秒である。

[0042] ステップS121において処置を終了する場合は（ステップS121-Y）、エネルギー操作入力ボタン12でのエネルギー操作の入力を停止する。これにより、エネルギー供給部26から超音波振動子（駆動力発生ユニット）22への電力Pの出力（供給）が停止される（ステップS122）。

[0043] 図8は、インピーダンス検出部42で検出される超音波インピーダンスZの経時的な変化の図7とは別の一例を示す図である。図8は、縦軸に超音波インピーダンスZ、横軸に時間tを示している。図8では、時間t5でエネ

ルギー供給部 26 からの電力 P の出力が開始され、時間 t 6 でエネルギー供給部 26 からの電力 P の出力が停止されている。

[0044] 骨等の硬性組織を超音波振動によって振動する処置部 13 によって削る処置においては、処置部 13（特に突出部 15）が硬性組織に食込む（引掛る）ことがある。処置部 13 が硬性組織に食込んだ状態では、超音波プローブ 9 に作用する負荷が大きくなる。このため、超音波振動子（振動発生部）22 に供給される電力 P の超音波インピーダンス Z も大きくなる。

[0045] 図 8 では、エネルギー供給部 26 から電力 P の出力が開始される時間 t 5 から時間 t 7 までは、超音波インピーダンス Z は閾値 Z 1 以下となる。ただし、図 8 では、時間 t 7 の近傍において、処置部 13 が硬性組織（処置対象）に食込み、超音波インピーダンス Z が増加する。これにより、時間 t 7 において、超音波インピーダンス Z が閾値 Z 1 より大きくなる。超音波インピーダンス Z が閾値 Z 1 より大きくなることにより、時間 t 7 において制御部 41 は、判定部 45 での判定に基づいて、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力状態を第 1 の出力モードから第 2 の出力モードに切替える。

[0046] 前述のように、第 2 の出力モードでは、第 1 の出力モードに比べて、単位時間 ΔT の間に超音波振動子 22 に供給される電流 I（電力 P）が大きくなる。そして、第 1 の出力モードの際の処置部 13 での縦振動の振幅 U 1 に比べ、第 2 の出力モードの際の処置部 13 での縦振動の振幅 U 2 が大きくなり、第 1 の出力モードに比べ第 2 の出力モードでは、処置部 13 の長手軸 C に平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離（移動量）が、大きくなる。処置部 13 の単位時間 ΔT の間の移動距離が大きくなることにより、処置部 13 が硬性組織に食込んだ状態から変化し、処置部 13 の硬性組織への食込みは解消され易くなる。

[0047] 図 8 では、時間 t 8 の近傍で処置部 13 の硬性組織への食込みが解消され、時間 t 8 において超音波インピーダンス Z が閾値 Z 1 以下になる。そして、時間 t 8 の後は、電力 P の出力が停止される時間 t 6 まで常に超音波インピーダンス Z は閾値 Z 1 以下となる。また、図 8 では、電力 P の出力が第 2

の出力モードに切替えられた時間 t_7 から一定の基準時間 T_1 経過するまでは、第2の出力モードで電力 P の出力状態を維持している。そして、時間 t_7 から一定の基準時間 T_1 経過した時間 $t_7 + T_1$ において、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力状態が第2の出力モードから第1の出力モードに切替えられる。なお、図8の一例では、第1の出力モードに切替えられる時間 $t_7 + T_1$ は、超音波インピーダンス Z が閾値 Z_1 以下になる時間 t_8 より後である。

[0048] 前述のように、本実施形態では、超音波インピーダンス Z （超音波プローブ9に作用する負荷）の経時的な変化に基づいて、エネルギー供給部26からの電力 P の出力状態を第1の出力モードと第2の出力モードとの間で切替える。このため、処置部13が硬性組織へ食込んだ（引掛った）際でも、処置部13の硬性組織への食込みを適切に解消することができる。

（第1の実施形態の変形例）

なお、第1の出力モード及び第2の出力モードのそれぞれでの電力 P の出力状態は、第1の実施形態の出力状態に限るものではない。第1の出力モード及び第2の出力モードのそれぞれでの電力 P の出力状態が第1の実施形態とは異なる第1の変形例乃至第5の変形例について、説明する。図9乃至図13のそれぞれは、対応する変形例でのエネルギー供給部26から超音波振動子（駆動力発生ユニット）22に供給される電流（振動発生電流） I の経時的な変化の一例を示している。図9乃至図13のそれぞれでは、縦軸に電流 I を示し、横軸に時間 t を示して、電流（交流電流） I の波高値の経時的な変化を示している。図9乃至図13のそれぞれでは、時間 t_1 より前及び時間 t_2 より後において第1の出力モードで電力 P が出力され、時間 t_1 と時間 t_2 との間において第2の出力モードで電力 P が出力されている。

[0049] 図9に示す第1の変形例では、第1の実施形態と同様に、エネルギー供給部26の第1の出力モードにおいて、超音波振動子（振動発生部）22に供給される電流 I が、経時的に連続して第1の波高値（第1の最大値） I_1 になる。ただし、本変形例では、第2の出力モードにおいて、超音波振動子2

2に供給される電流 I が第1の波高値（第1の振幅） I_1 及び第1の波高値 I_1 より大きい第2の波高値（第2の振幅） I_2 に経時的に交互に変化する。すなわち、第2の出力モードでは、電流 I は、第1の波高値 I_1 になる状態と第2の波高値 I_2 になる状態との間で周期的に変化する。このため、第2の出力モードでは、超音波振動子22に供給される電流 I が、断続的に第1の波高値 I_1 となり、断続的に第1の波高値 I_1 より大きい第2の波高値 I_2 となる。第2の出力モードでは、電流 I が経時的に一定に第1の波高値（第1の振幅） I_1 で保たれる定電流制御を行う状態と、電流 I が経時的に一定に第2の波高値（第2の振幅） I_2 で保たれる定電流制御を行う状態と、を経時的に交互に繰り返すことにより、制御部41がエネルギー供給部26からの電力 P の出力状態を制御している。

[0050] 前述のように、第1の出力モードでは経時的に連続して電流 I が第1の波高値 I_1 となるのに対し、第2の出力モードでは超音波振動子22に供給される電流 I が断続的に第1の波高値 I_1 より大きい第2の波高値 I_2 となる。このため、第2の出力モードでは第1の出力モードに比べて、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（振動発生部）22に供給される電流 I が大きくなる。したがって、前述の式（1）に示す関係等から、第2の出力モードでは、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（駆動力発生ユニット）22に供給される電力 P が、第1の出力モードに比べて大きくなる。

[0051] また、電流 I が第1の波高値 I_1 になる状態に比べて電流 I が第2の波高値 I_2 になる状態では、処置部13（例えば突出部15の突出端）での縦振動の振幅が大きくなる。したがって、電流 I が断続的に第2の波高値 I_2 なる第2の出力モードでは、第1の出力モードに比べて、処置部13の長手軸 C に平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離（移動量）が、大きくなる。

[0052] また、図10に示す第2の変形例では、第2の出力モードにおいて、超音波振動子22に供給される電流 I が第1の波高値（第1の振幅） I_1 より大きい第2の波高値（第2の振幅） I_2 及び第1の波高値 I_1 より小さい波高

値（振幅） I_4 に経時的に交互に変化する。すなわち、第2の出力モードでは、電流 I は、第2の波高値 I_2 になる状態と波高値 I_4 になる状態との間で周期的に変化する。このため、第2の出力モードでは、超音波振動子22に供給される電流 I が、断続的に波高値 I_4 となり、断続的に第1の波高値 I_1 より大きい第2の波高値 I_2 となる。第2の出力モードでは、電流 I が経時的に一定に波高値（振幅） I_4 で保たれる定電流制御を行う状態と、電流 I が経時的に一定に第2の波高値（第2の振幅） I_2 で保たれる定電流制御を行う状態と、を経時的に交互に繰り返すことにより、制御部41がエネルギー供給部26からの電力 P の出力状態を制御している。

[0053] ここで、第1の波高値 I_1 と波高値 I_4 との間の差は、第2の波高値 I_2 と第1の波高値 I_1 との間の差に比べて遥かに小さい。このため、電流 I が経時的に連続して第1の波高値 I_1 となる第1の出力モードに比べ、超音波振動子22に供給される電流 I が断続的に第1の波高値 I_1 より大きい第2の波高値 I_2 となる第2の出力モードでは、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（振動発生部）22に供給される電流 I が大きくなる。したがって、前述の式（1）に示す関係等から、第2の出力モードでは、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（駆動力発生ユニット）22に供給される電力 P が、第1の出力モードに比べて大きくなる。

[0054] また、電流 I が第1の波高値 I_1 になる状態に比べて電流 I が第2の波高値 I_2 になる状態では、処置部13（例えば突出部15の突出端）での縦振動の振幅が大きくなる。そして、電流が第1の波高値 I_1 になる際の処置部13での縦振動の振幅 U_1 と電流が波高値 I_4 になる際の処置部13での縦振動の振幅 U_4 との間の差は、電流が第2の波高値 I_2 になる際の処置部13での縦振動の振幅 U_2 と縦振動の振幅 U_1 との間の差に比べて遥かに小さい。したがって、電流 I が断続的に第2の波高値 I_2 なる第2の出力モードでは、第1の出力モードに比べて、処置部13の長手軸 C に平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離（移動量）が、大きくなる。

[0055] また、図11に示す第3の変形例では、エネルギー供給部26の第1の出

力モードにおいて、超音波振動子 2 2 に供給される電流 I が第 1 の波高値（第 1 の振幅） I_1 及び第 1 の波高値 I_1 より大きい第 2 の波高値（第 2 の振幅） I_2 に経時的に交互に変化する。すなわち、第 1 の出力モードでは、電流 I は、第 1 の波高値 I_1 になる状態と第 2 の波高値 I_2 になる状態との間で周期的に変化する。第 1 の出力モードでは、電流 I が経時的に一定に第 1 の波高値（第 1 の振幅） I_1 で保たれる定電流制御を行う状態と、電流 I が経時的に一定に第 2 の波高値（第 2 の振幅） I_2 で保たれる定電流制御を行う状態と、を経時的に交互に繰り返すことにより、制御部 4 1 がエネルギー供給部 2 6 からの電力 P の出力状態を制御している。また、本変形例では、第 2 の出力モードにおいて、超音波振動子 2 2 に供給される電流 I が経時的に連続して第 2 の波高値 I_2 となる。なお、第 2 の出力モードでは、電流 I が経時的に連続して第 2 の波高値 I_2 以上の波高値であればよく、例えば別のある変形例では、第 2 の出力モードにおいて、電流 I は第 2 の波高値 I_2 より大きい一定の波高値に経時的に維持される。

[0056] 前述のように、第 2 の出力モードでは経時的に連続して電流 I が第 2 の波高値 I_2 となるのに対し、第 1 の出力モードでは超音波振動子 2 2 に供給される電流 I が断続的に第 2 の波高値 I_2 より小さい第 1 の波高値 I_1 となる。このため、第 2 の出力モードでは第 1 の出力モードに比べて、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（振動発生部）2 2 に供給される電流 I が大きくなる。したがって、前述の式（1）に示す関係等から、第 2 の出力モードでは、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（駆動力発生ユニット）2 2 に供給される電力 P が、第 1 の出力モードに比べて大きくなる。

[0057] また、電流 I が第 1 の波高値 I_1 になる状態に比べて電流 I が第 2 の波高値 I_2 になる状態では、処置部 1 3（例えば突出部 1 5 の突出端）での縦振動の振幅が大きくなる。したがって、電流 I が経時的に連続して第 2 の波高値 I_2 なる第 2 の出力モードでは、第 1 の出力モードに比べて、処置部 1 3 の長手軸 C に平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離（移動量）が、大きくなる。

[0058] また、図 1 2 に示す第 4 の変形例では、第 3 の変形例と同様に、第 1 の出力モードにおいて、超音波振動子 2 2 に供給される電流 I が第 1 の波高値（第 1 の振幅） I_1 及び第 1 の波高値 I_1 より大きい第 2 の波高値（第 2 の振幅） I_2 に経時的に交互に変化する。ただし、本変形例では、第 2 の出力モードにおいて、電流 I が第 1 の波高値 I_1 及び第 2 の波高値より大きい第 3 の波高値（第 3 の振幅） I_3 に経時的に交互に変化する。第 1 の出力モードでは、電流 I が経時的に一定に第 1 の波高値 I_1 で保たれる定電流制御を行う状態と、電流 I が経時的に一定に第 2 の波高値 I_2 で保たれる定電流制御を行う状態と、を経時的に交互に繰り返すことにより、制御部 4 1 がエネルギー供給部 2 6 からの電力 P の出力状態を制御している。また、第 2 の出力モードでは、電流 I が経時的に一定に第 1 の波高値 I_1 で保たれる定電流制御を行う状態と、電流 I が経時的に一定に第 3 の波高値 I_3 で保たれる定電流制御を行う状態と、を経時的に交互に繰り返すことにより、制御部 4 1 がエネルギー供給部 2 6 からの電力 P の出力状態を制御している。

[0059] 前述のように、第 1 の出力モードでは超音波振動子 2 2 に供給される電流 I が断続的に第 2 の波高値 I_2 になるのに対し、第 2 の出力モードでは電流 I が断続的に第 2 の波高値 I_2 より大きい第 3 の波高値 I_3 になる。このため、第 2 の出力モードでは第 1 の出力モードに比べて、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（振動発生部）2 2 に供給される電流 I が大きくなる。したがって、前述の式（1）に示す関係等から、第 2 の出力モードでは、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（駆動力発生ユニット）2 2 に供給される電力 P が、第 1 の出力モードに比べて大きくなる。

[0060] また、電流 I が第 2 の波高値 I_2 になる際の処置部 1 3（例えば突出部 1 5 の突出端）の振幅 U_2 に比べて、電流 I が第 3 の波高値 I_3 になる際の処置部 1 3 の振幅 U_3 は大きくなる。これにより、第 1 の出力モードに比べエネルギー供給部 2 6 の第 2 の出力モードでは、処置部 1 3（例えば突出部 1 5 の突出端）の長手軸 C に平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離（移動量）が、大きくなる。

[0061] また、図13に示す第5の変形例では、第1の出力モード及び第2の出力モードにおいて、超音波振動子22に供給される電流Iが第1の波高値（第1の振幅）I₁及び第1の波高値I₁より大きい第2の波高値（第2の振幅）I₂に経時的に交互に変化する。したがって、第1の出力モード及び第2の出力モードでは、電流Iが経時的に一定に第1の波高値I₁で保たれる定電流制御を行う状態と、電流Iが経時的に一定に第2の波高値I₂で保たれる定電流制御を行う状態と、を経時的に交互に繰り返すことにより、制御部41がエネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を制御している。ただし、本変形例では、第2の出力モードにおいて電流Iが第2の波高値I₂になる時間 Δw_2 の単位時間 ΔT の間で占める割合が、第1の出力モードにおいて電流Iが第2の波高値I₂になる時間 Δw_1 の単位時間 ΔT の間で占める割合に比べて、大きくなる。すなわち、単位時間 ΔT の間での第2の波高値I₂になる時間（ Δw_1 又は Δw_2 ）のデューティ比（ $\Delta w_1 / \Delta T$ 又は $\Delta w_2 / \Delta T$ ）が、第1の出力モードに比べて第2の出力モードで大きくなる。

[0062] 前述のように、電流Iが第1の波高値I₁より大きい第2の波高値I₂となる時間（ Δw_1 又は Δw_2 ）が単位時間 ΔT の間に占める割合（デューティ比）が、第1の出力モードに比べて第2の出力モードにおいて大きくなる。このため、第2の出力モードでは第1の出力モードに比べて、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（振動発生部）22に供給される電流Iが大きくなる。したがって、前述の式（1）に示す関係等から、第2の出力モードでは、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（駆動力発生ユニット）22に供給される電力Pが、第1の出力モードに比べて大きくなる。

[0063] また、電流Iが第2の波高値I₂になる際の処置部13（例えば突出部15の突出端）の振幅U₂は、電流Iが第1の波高値I₁になる際の処置部13の振幅U₁に比べて、大きくなる。このため、第2の出力モードでは、処置部13が振幅U₂で振幅する時間が単位時間 ΔT の間に占める割合が、第1の出力モードに比べて、大きくなる。これにより、第1の出力モードに比

ベエネルギー供給部 26 の第 2 の出力モードでは、処置部 13（例えば突出部 15 の突出端）の長手軸 C に平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離（移動量）が、大きくなる。

[0064] 前述の第 1 の実施形態及び第 1 の変形例乃至第 5 の変形例では、第 2 の出力モードにおいて、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（駆動力発生ユニット）22 に供給される電力 P が、第 1 の出力モードに比べて大きくなる。これにより、第 2 の出力モードでは第 1 の出力モードに比べて、単位時間 ΔT の間に超音波振動子（振動発生部）22 に供給される電流 I が大きくなる。超音波振動子 22 に供給される電流 I が大きくなることにより、第 2 の出力モードでは、処置部 13（例えば突出部 15 の突出端）の長手軸 C に平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離（移動量）が、第 1 の出力モードに比べて、大きくなる。前述のような制御が行われることにより、硬性組織に処置部が食込んだ場合でも、エネルギー供給部 26 からの電力の出力状態を第 2 の出力モードに切替え、処置部 13 の長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離を大きくする。これにより、処置部 13 の硬性組織への食込みが適切に解消される。

（第 2 の実施形態）

次に、本発明の第 2 の実施形態について、図 14 及び図 15 を参照して説明する。第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態の構成を次の通り変形したものである。なお、第 1 の実施形態と同一の部分については同一の符号を付して、その説明は省略する。

[0065] 本実施形態では、処置（例えば、硬性組織を削る処置）におけるエネルギー源ユニット 3 での処理が第 1 の実施形態とは異なる。図 14 は、処置におけるエネルギー源ユニット 3 での処理を示すフローチャートである。図 14 に示すように、本実施形態でも第 1 の実施形態で前述したステップ S101 ~ S109、S121、S122 が行われる。ただし、本実施形態では、超音波インピーダンス Z が第 1 の閾値（閾値） Z_1 より大きいと判定され（ステップ S103 - N0）、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力状態が

第1の出力モードから第2の出力モードに切替えられると（ステップS107）、判定部45は、超音波インピーダンスZが第2の閾値Z2以下であるか否かを経時的に判定する（ステップS111）。ここで、第1の閾値Z1は、第1の実施形態の閾値Z1に相当し、第2の閾値Z2は第1の閾値Z1より大きい。したがって、本実施形態では、エネルギー供給部26から第2の出力モードで電力Pが出力されている状態において、超音波インピーダンスZ（すなわち、超音波プローブ9に作用する負荷）が、第1の閾値Z1より大きい第2の閾値Z2以下であるか否かが判定される。

[0066] 超音波インピーダンスZが第2の閾値Z2以下であるか否かの判定（ステップS111）は、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態が第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間T1経過するまでの間において（ステップS108-N o）、経時的に連続して行われる。第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間T1だけ経過するまで、経時的に連続して超音波インピーダンスZが第2の閾値Z2以下であった場合は（ステップS111-YesかつステップS108-Yes）、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を、第2の出力モードから第1の出力モードに切替える（ステップS109）。

[0067] 一方、第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間T1だけ経過するまでの間に超音波インピーダンスZが第2の閾値Z2より大きいと判定された場合は（ステップS111-N o）、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力Pの出力を自動的に停止する（ステップS112）。すなわち、本実施形態では、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を第2の出力モードに切替えた後において、判定部45において超音波プローブ9に作用する負荷（超音波インピーダンスZ）が第2の閾値（Z2）より大きいと判定された際に、エネルギー供給部26からの電力Pの出力が停止される。換言すると、制御部41は、超音波インピーダンスZが第2の閾値Z2を超えると直ぐに、エネルギー操作入力ボタン12で入力が行われているか否か（操作入力ボタン12が解放されているか否か）にかかわらず、エネ

ルギー供給部 26 からの電力 P の出力を停止する。これにより、超音波振動子 22 に電力 P が供給されず、超音波振動が発生しない。これにより、超音波プローブ 9 は縦振動せず、処置部 13 に超音波振動が伝達されなくなる。

[0068] 図 15 は、インピーダンス検出部 42 で検出される超音波インピーダンス Z の経時的な変化の図 7 及び図 8 とは別の一例を示す図である。図 15 は、縦軸に超音波インピーダンス Z、横軸に時間 t を示している。図 15 では、時間 t₉ でエネルギー供給部 26 からの電力 P の出力が開始される。

[0069] そして、図 15 では、硬性組織（処置対象）への食込み等に起因して時間 t₁₀ において、超音波インピーダンス Z が第 1 の閾値 Z₁ より大きくなる。これにより、制御部 41 は、時間 t₁₀ において、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力状態を第 1 の出力モードから第 2 の出力モードに切替える。ただし、第 2 の出力モードへの切替えによって単位時間 ΔT の間での処置部 13 の長手方向についての移動距離を大きくした場合でも、処置部 13 の硬性組織への食込みが解消されないことがある。硬性組織への食込みが解消されない状態で処置部 13 を振動させることにより、超音波プローブ 9 を含む超音波処置具 2 が破損したり、硬性組織において処置対象以外の部位を損傷させたりすることがある。

[0070] 硬性組織への食込みが解消されない状態で処置部 13 を振動させた場合、超音波プローブ 9 に作用する負荷がさらに増加する。このため、第 1 の閾値 Z₁ より大きくなった超音波インピーダンス Z がさらに増加する。図 15 においては、時間 t₁₀ で第 2 の出力モードに切替えられた後も、硬性組織への処置部 13 の食込みが解消されず、第 1 の閾値 Z₁ より大きい超音波インピーダンス Z がさらに増加する。

[0071] そして、時間 t₁₁ において超音波インピーダンス Z が第 2 の閾値 Z₂ より大きくなる。本実施形態では、第 2 の出力モードで電力 P が出力される状態において、超音波インピーダンス Z が第 2 の閾値 Z₂ 以下であるか否かが経時的に判定され、超音波インピーダンス Z が第 2 の閾値 Z₂ より大きくなると、電力 P の出力が停止される。このため、図 15 の一例では、超音波イ

ンピーダンス Z が第2の閾値 Z_2 より大きくなった時間 t_{11} において、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力 P の出力を自動停止する。

[0072] 前述のように電力 P の出力状態が制御されることにより、本実施形態では、硬性組織への食込みが解消されない状態で処置部13が振動（縦振動）し続けることが防止される。これにより、超音波プローブ9を含む超音波処置具2が破損することが有効に防止され、硬性組織において処置対象以外の部位を損傷させることも有効に防止される。

（第3の実施形態）

次に、本発明の第3の実施形態について、図16乃至図18を参照して説明する。第3の実施形態は、第1の実施形態の構成を次の通り変形したものである。なお、第1の実施形態と同一の部分については同一の符号を付して、その説明は省略する。

[0073] 本実施形態では、処置（例えば、硬性組織を削る処置）におけるエネルギー源ユニット3での処理が第1の実施形態とは異なる。図16は、処置におけるエネルギー源ユニット3での処理を示すフローチャートである。図16に示すように、本実施形態でも第1の実施形態で前述したステップS101～S107、S109、S121、S122が行われる。ただし、本実施形態では、第1の実施形態のステップS108が行われない。本実施形態では、超音波インピーダンス Z が閾値（第1の閾値） Z_1 より大きいと判定され（ステップS103-N \circ ）、エネルギー供給部26からの電力 P の出力状態が第1の出力モードから第2の出力モードに切替えられると（ステップS107）、判定部45は、超音波インピーダンス Z が閾値 Z_1 以下に減少したか否かを経時的に判定する（ステップS115）。すなわち、エネルギー供給部26から第2の出力モードで電力が出力されている状態において、超音波プローブ9に作用する負荷（超音波インピーダンス Z ）が閾値（第1の閾値） Z_1 以下であるか否かが、判定部45によって経時的に判定される。

[0074] 超音波インピーダンス Z が閾値 Z_1 以下であるか否かの判定（ステップS115）は、エネルギー供給部26からの電力 P の出力状態が第2の出力モ

ードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 経過するまでの間において（ステップ S_{116-N} ）、経時的に連続して行われる。第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 だけ経過するまでの間に、超音波インピーダンス Z が閾値（第1の閾値） Z_1 以下に減少した場合は（ステップ S_{115-Y} ）、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力 P の出力状態を、第2の出力モードから第1の出力モードに切替える（ステップ S_{109} ）。すなわち、電力 P の出力状態を第2の出力モードに切替えた後において、判定部45において超音波プローブ9に作用する負荷（超音波インピーダンス Z ）が閾値（ Z_1 ）以下と判定された際には、エネルギー供給部26からの電力 P の出力状態が、再び第1の出力モードに切替えられる。

[0075] 一方、第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 だけ経過するまで、経時的に連続して超音波インピーダンス Z が閾値（第1の閾値） Z_1 より大きかった場合は（ステップ S_{115-N} かつステップ S_{116-Y} ）、制御部41は、第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 の間、電力 P の出力状態を第2の出力モードで維持する。そして、第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 だけ経過した時点で、エネルギー供給部26からの電力 P の出力が自動停止される（ステップ S_{112} ）。すなわち、エネルギー供給部26からの電力 P の出力状態を第2の出力モードに切替えてから一定の基準時間 T_2 だけ連続して第2の出力モードで電力 P が出力された際に、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力 P の出力を停止する。

[0076] なお、本実施形態の一定の基準時間 T_2 は、第1の実施形態の一定の基準時間 T_1 と同一の長さであってもよく、第1の実施形態の一定の基準時間 T_1 とは長さが異なってもよい。一定の基準時間 T_2 は、例えば0.5秒～1.0秒である。

[0077] 図17は、インピーダンス検出部42で検出される超音波インピーダンス Z の経時的な変化の図7、図8及び図15とは別の一例を示す図である。図17は、縦軸に超音波インピーダンス Z 、横軸に時間 t を示している。図1

7では、時間 t_{12} でエネルギー供給部 26 からの電力 P の出力が開始され、時間 t_{13} でエネルギー供給部 26 からの電力 P の出力が停止されている。

[0078] 図 17 では、硬性組織（処置対象）への食込み等に起因して時間 t_{14} において、超音波インピーダンス Z が閾値（第 1 の閾値） Z_1 より大きくなる。これにより、制御部 41 は、時間 t_{14} において、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力状態を第 1 の出力モードから第 2 の出力モードに切替える。そして、図 17 では、時間 t_{15} の近傍において処置部 13 の硬性組織への食込みが解消される。これにより、時間 t_{15} において超音波インピーダンス Z が閾値 Z_1 以下に減少する。すなわち、第 2 の出力モードに切替えられた時間 t_{14} から一定の基準時間 T_2 だけ経過する前に、超音波インピーダンス Z が再び閾値 Z_1 以下になる。

[0079] 超音波インピーダンス Z が閾値 Z_1 以下になることにより、制御部 41 は、時間 t_{15} において、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力状態を、第 2 の出力モードから再び第 1 の出力モードに切替える。そして、時間 t_{15} から時間 t_{13} まで経時的に連続して、第 1 の出力モードで電力 P が出力される。

[0080] 前述のように、第 1 の出力モードで電力 P が出力される際に比べ、第 2 の出力モードで電力 P が出力される際は、単位時間 ΔT の間での処置部 13 の長手方向についての移動距離が大きくなる。このため、第 2 の出力モードでは、第 1 の出力モードに比べて、処置部 13（超音波プローブ 9）の移動速度が大きくなり、超音波プローブ 9 が破損し易くなる。そこで、本実施形態では、第 2 の出力モードに切替えられた後も、経時的に超音波インピーダンス Z （超音波プローブ 9 に作用する負荷）を検出している。そして、超音波インピーダンス Z が閾値 Z_1 以下に減少すると、再び第 1 の出力モードに電力 P の出力状態が切替えられる。

[0081] 前述のように電力 P の出力状態が制御されることにより、本実施形態では、第 2 の出力モードで電力 P が出力される状態でも、超音波インピーダンス

Z（超音波プローブ9に作用する負荷）の経時的な変化に対応させて、迅速に第2の出力モードから第1の出力モードに切替えられる。したがって、超音波プローブ9の破損が有効に防止される。

[0082] 図18は、インピーダンス検出部42で検出される超音波インピーダンスZの経時的な変化の図7、図8、図15及び図17とは別の一例を示す図である。図18は、縦軸に超音波インピーダンスZ、横軸に時間tを示している。図18では、時間t16でエネルギー供給部26からの電力Pの出力が開始される。

[0083] そして、図18では、硬性組織（処置対象）への食込み等に起因して時間t17において、超音波インピーダンスZが閾値（第1の閾値）Z1より大きくなる。これにより、制御部41は、時間t17において、エネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を第1の出力モードから第2の出力モードに切替える。ただし、図18では、第2の出力モードへの切替えによって単位時間 ΔT の間での処置部13の長手方向についての移動距離を大きくした場合でも、処置部13の硬性組織への食込みが解消されない。このため、電力Pの出力状態が第2の出力モードに切替えられた時間t17から一定の基準時間T2経過しても、処置部13は硬性組織に食込んだままである。したがって、時間t17から一定の基準時間T2だけ経過までの間、超音波インピーダンスZは、経時的に連続して閾値Z1より大きくなる。

[0084] 本実施形態では、第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間T2だけ経過するまで、経時的に連続して超音波インピーダンスZが閾値（第1の閾値）Z1より大きかった場合は、エネルギー供給部26からの電力Pの出力は停止される。したがって、図18においては、時間t17+T2において、電力Pの出力が自動停止される。

[0085] 前述のように電力Pの出力状態が制御されることにより、本実施形態では、硬性組織への食込みが解消されない状態で処置部13が振動（縦振動）し続けることが防止される。これにより、超音波プローブ9を含む超音波処置具2が破損することが有効に防止され、硬性組織において処置対象以外の部

位を損傷させることも有効に防止される。

(第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態について、図19を参照して説明する。第4の実施形態は、第3の実施形態の構成を次の通り変形したものである。なお、第3の実施形態と同一の部分については同一の符号を付して、その説明は省略する。

[0086] 本実施形態では、処置（例えば、硬性組織を削る処置）におけるエネルギー源ユニット3での処理が第3の実施形態とは異なる。ただし、本実施形態でのエネルギー源ユニット3の処理は、第3の実施形態での処理に第2の実施形態のステップS111の処理を組合せただけである。図19は、処置におけるエネルギー源ユニット3での処理を示すフローチャートである。

[0087] 本実施形態では、超音波インピーダンス Z が閾値（第1の閾値） Z_1 より大きいと判定され（ステップS103-N）、エネルギー供給部26からの電力 P の出力状態が第1の出力モードから第2の出力モードに切替えられると（ステップS107）、判定部45は、超音波インピーダンス Z が第1の閾値 Z_1 以下に減少したか否かを経時的に判定する（ステップS115）とともに、超音波インピーダンス Z が第2の閾値 Z_2 以下であるか否かを経時的に判定する（ステップS111）。なお、本実施形態でも第2の実施形態と同様に第1の閾値 Z_1 が第1の実施形態の閾値 Z_1 に相当し、第2の閾値 Z_2 は第1の閾値 Z_1 より大きい。

[0088] 超音波インピーダンス Z が第1の閾値 Z_1 以下であるか否かの判定（ステップS115）及び超音波インピーダンス Z が第2の閾値 Z_2 以下であるか否かの判定（ステップS111）は、エネルギー供給部26からの電力 P の出力状態が第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 経過するまでの間において（ステップS116-N）、経時的に連続して行われる。第2の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 だけ経過するまでの間に、超音波インピーダンス Z が第1の閾値 Z_1 以下に減少した場合は（ステップS115-Yes）、第3の実施形態と同様に、制御部41は

、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力状態を、第 2 の出力モードから第 1 の出力モードに切替える（ステップ S 109）。

[0089] また、第 2 の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 だけ経過するまでの間に、超音波インピーダンス Z が第 2 の閾値 Z_2 より大きくなった場合は（ステップ S 115 - No かつステップ S 111 - No）、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力が自動停止される（ステップ S 112）。一定の基準時間 T_2 の間において超音波インピーダンス Z が連続して第 2 の閾値 Z_2 以下であった場合でも（ステップ S 111 - Yes）、第 2 の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 だけ経過するまで、経時的に連続して超音波インピーダンス Z が第 1 の閾値 Z_1 より大きかった場合は（ステップ S 115 - No かつステップ S 116 - Yes）、第 3 の実施形態と同様に、第 2 の出力モードに切替えられてから一定の基準時間 T_2 だけ経過した時点で、エネルギー供給部 26 からの電力 P の出力が自動停止される（ステップ S 112）。

[0090] 前述のように電力 P の出力状態が制御されることにより、本実施形態では、図 17 に示すように超音波インピーダンス Z が経時的に変化した場合、第 2 の出力モードに切替えられた時間 t_{14} から一定の基準時間 T_2 だけ経過する前（時間 t_{15} ）に、電力 P の出力状態が第 2 の出力モードから第 1 の出力モードに切替えられる。また、図 18 に示すように超音波インピーダンス Z が変化した場合、時間 $t_{17} + T_2$ において、電力 P の出力が自動停止される。また、本実施形態では、図 15 に示すように超音波インピーダンス Z が変化した場合は、第 2 の出力モードに切替えられた時間 t_{10} から一定の基準時間 T_2 だけ経過する前（時間 t_{11} ）に、電力 P の出力が自動停止される。

[0091] 本実施形態でも、前述した実施形態と同様の作用及び効果を有する。

（第 1 の実施形態乃至第 4 の実施形態の変形例）

第 2 の実施形態乃至第 4 の実施形態では、ステップ S 112 において電力 P の出力が自動停止されるが、これに限るものではない。ステップ S 112

の代わりに、制御部41が、第1の出力モードより単位時間 ΔT の間に超音波振動子（駆動力発生ユニット）22に供給される電力Pが小さくなる第3の出力モードにエネルギー供給部26からの電力Pの出力状態を切替えてもよい。この場合は、エネルギー操作入力ボタン12でのエネルギー操作の入力を停止する。これにより、エネルギー供給部26から超音波振動子（駆動力発生ユニット）22への電力Pの出力（供給）が停止される。単位時間 ΔT の間に超音波振動子22に供給される電力Pが小さくなることにより、第3の出力モードでは、単位時間 ΔT の間に超音波振動子22に供給される電流Iが、第1の出力モードに比べて小さくなる。これにより、第3の出力モードでは第1の出力モードに比べて、単位時間 ΔT の間での処置部13の長手方向についての移動距離が小さくなり、処置部13の移動速度（振動速度）が小さくなる。

[0092] また、ある変形例では、ブザー、ランプ、ディスプレイ等の告知部（図示しない）を設け、ステップS112の代わりに告知部で術者等に電力Pの出力を停止させる告知を行ってもよい。告知する方法は、ブザーによる音発信、ランプの点灯、ディスプレイへの表示等である。

[0093] また、第1の実施形態の変形例で説明した事項については、第2の実施形態乃至第4の実施形態のそれぞれにおいても、適宜変形可能である。

[0094] 第1の実施形態乃至第4の実施形態及びその変形例では、制御部（41）は、エネルギー供給部（26）からの電力（P）の出力状態を制御することにより、第2の出力モードにおいて単位時間（ ΔT ）の間に駆動力発生ユニット（22）の振動発生部（22）に供給される電流（I）を、第1の出力モードに比べて、大きくしている。これにより、第2の出力モードでは、第1の出力モードに比べて、単位時間（ ΔT ）の間に駆動力発生ユニット（22）に供給される電力（P）が大きくなる。

（第5の実施形態）

次に、本発明の第5の実施形態について、図20乃至図22を参照して説明する。第5の実施形態は、第1の実施形態の構成を次の通り変形したもの

である。なお、第1の実施形態と同一の部分については同一の符号を付して、その説明は省略する。

[0095] 本実施形態では、超音波振動子（振動発生部）22に加えてアクチュエータ部51によって、超音波プローブ9を作動させる駆動力発生ユニットが形成されている。図20は、本実施形態の駆動力発生ユニット（超音波振動子22及びアクチュエータ部51）を示す図である。本実施形態では、ホーン部材23の基端側に接続部材52が接続され、接続部材52にアクチュエータ部51が装着されている。ある実施例では、接続部材52に超音波振動子22で発生した超音波振動が伝達され、接続部材52は、超音波プローブ9及びホーン部材23と一体に超音波振動によって振動（縦振動）する。この場合、ホーン部材23及び超音波プローブ9に加えて接続部材52によって、超音波振動子22で発生した超音波振動を伝達する振動伝達部が形成される。また、別のある実施例では、接続部材52に超音波振動子22で発生した超音波振動が伝達されず、接続部材52は超音波プローブ9及びホーン部材23と一緒に振動しない。ただし、いずれの場合においてもアクチュエータ部51で発生した駆動力（移動駆動力）は、ホーン部材23及び超音波プローブ9に伝達される。

[0096] 本実施形態では、アクチュエータ部51は、例えばインパクト振動子であり、複数の圧電素子53を備える。また、アクチュエータ部51は、第3の電極部55と、第4の電極部56と、を備える。第3の電極部55には、電気配線等から形成される電力供給経路57Aの一端が接続され、第4の電極部56には、電気配線等から形成される電力供給経路57Bの一端が接続されている。電力供給経路57A、57Bは、ケーブル7の内部を通して延設され、他端がエネルギー源ユニット3のエネルギー供給部26に接続されている。

[0097] 図21は、エネルギー供給部26と駆動力発生ユニット（超音波振動子22及びアクチュエータ部51）との間の電氣的な接続状態を示す図である。図20及び図21に示すように、本実施形態では、エネルギー供給部26か

ら電力供給経路25A、25Bを通して超音波振動子22に電力Pが供給可能であるとともに、エネルギー供給部26から電力供給経路57A、57Bを通してアクチュエータ部51に電力P'を供給可能である。したがって、エネルギー供給部26は、超音波振動子22に供給される電力Pを出力可能であるとともに、アクチュエータ部51に供給される電力P'を出力可能である。

[0098] 本実施形態でも、前述の実施形態等と同様にして、超音波プローブ9に作用する負荷（超音波インピーダンスZ）の経時的な変化が検出される。そして、制御部41は、超音波プローブ9に作用する負荷の検出結果に基づいて、前述の実施形態等と同様にして、エネルギー供給部26からの電力（P、P'）の出力状態を制御する。すなわち、本実施形態でも、前述の実施形態等と同様に、超音波プローブ9に作用する負荷の検出結果に基づいて、第1の出力モードと第2の出力モードとの間の切替えが行われる。

[0099] ただし、本実施形態では、第1の出力モードと第2の出力モードとの間で、超音波振動子22に供給される電力Pは、変化しない。すなわち、超音波振動子22に供給される電流Iの波高値、デューティ比等は、第1の出力モードと第2の出力モードとの間で変化せず、単位時間 ΔT の間に超音波振動子22に供給される電流Iは、第1の出力モード及び第2の出力モードで同一の大きさとなる。

[0100] 本実施形態では、第1の出力モードでは、超音波振動子（振動発生部）22にのみエネルギー供給部26から電力Pが供給され、アクチュエータ部51には、電力P'が供給されない。一方、第2の出力モードでは、超音波振動子22に電力Pが供給されるとともに、アクチュエータ部51に電力P'が供給される。したがって、超音波振動子22及びアクチュエータ部51から形成される駆動力発生ユニットでは、第1の出力モードにおいて単位時間 ΔT の間にエネルギー供給部26から供給される電力Pに比べて、第2の出力モードにおいて単位時間 ΔT の間にエネルギー供給部26から供給される電力（P+P'）が大きくなる。

- [0101] 電力Pが供給されることにより、超音波振動子22の圧電素子31に例えば正弦波交流電流及び連続波電流である電流Iが流れる。これにより、前述の実施形態と同様に、超音波振動子22で超音波振動が発生し、超音波振動によって超音波プローブ9が縦振動する。
- [0102] また、エネルギー供給部26からアクチュエータ部51に電力P'が出力されることにより、第3の電極部55と第4の電極部56との間に、電圧V'が印加される。電圧V'が印加されることにより、第3の電極部55と第4の電極部56との間に挟まれる圧電素子53に、電流（駆動力発生電流）I'が流れる。
- [0103] 図22は、アクチュエータ部51に電力P'が供給される第2の出力モードにおいて、アクチュエータ部51の圧電素子53に流れる電流I'の経時的な変化の一例を示す図である。図22では、縦軸に電流I'の波高値を示し、横軸に時間tを示している。図22に示すように、アクチュエータ部51に電力P'が供給される第2の出力モードでは、アクチュエータ部51の圧電素子53に瞬時的かつ断続的に電流I'が流れ、電流I'は、パルス波電流である。すなわち、所定の時間周期ΔSで瞬時的に電流I'が圧電素子53に流れる状態に、制御部41は、エネルギー供給部26からの電力P'の出力状態を制御している。
- [0104] 圧電素子53に電流I'が流れることにより、アクチュエータ部51において駆動力が発生する。アクチュエータ部51で発生した駆動力は、ホーン部材23を介して超音波プローブ9に伝達される。超音波プローブ9に駆動力（移動駆動力）が伝達されることにより、処置部13を含む超音波プローブ9は、長手軸Cに平行な長手方向について移動する。
- [0105] ここで、第2の出力モードでは、超音波振動子22で超音波振動が発生し、超音波プローブ9は縦振動している。アクチュエータ部51で駆動力が発生した際には、超音波振動子22での超音波振動の発生の有無に関係なく、発生した駆動力が超音波プローブ9に伝達される。したがって、エネルギー供給部26の第2の出力モードでは、超音波振動によって超音波プローブ9

(処置部 13) が縦振動すると同時に、アクチュエータ部 51 で発生した移動駆動力によって、超音波プローブ 9 (処置部 13) は、瞬時的かつ断続的に長手方向について移動する。

[0106] 前述のように第 1 の出力モード及び第 2 の出力モードにおいてエネルギー供給部 26 からの電力 (P , P') の出力状態が制御されることにより、第 1 の出力モードでは処置部 13 が超音波振動による縦振動のみを行う。一方、第 2 の出力モードでは、処置部 13 が超音波振動によって縦振動を行うことに加えて、アクチュエータ部 51 で発生した駆動力 (移動駆動力) によって、長手軸 C に平行な方向について断続的に移動する。これにより、第 1 の出力モードに比べエネルギー供給部 26 の第 2 の出力モードでは、処置部 13 (例えば突出部 15 の突出端) の長手軸 C に平行な長手方向についての単位時間 ΔT の間の移動距離 (移動量) が、大きくなる。したがって、本実施形態においても第 1 の実施形態と同様に、処置部 13 が硬性組織へ食込んだ (引掛った) 際でも、処置部 13 の硬性組織への食込みを適切に解消することができる。

(第 5 の実施形態の変形例)

なお、第 5 の実施形態では、第 1 の出力モードと第 2 の出力モードとの間で、超音波振動子 22 に供給される電力 P は変化しないが、これに限るものではない。例えば、第 1 の実施形態及びその変形例で前述したように第 1 の出力モードと第 2 の出力モードとの間で超音波振動子 22 に供給される電力 P (電流 I) を変化させてもよい。ただし、この場合でも、第 1 の出力モードでは、超音波振動子 (振動発生部) 22 にのみ電力 P が供給され、第 2 の出力モードでは、超音波振動子 22 に加えてアクチュエータ部 51 に電力 ($P + P'$) が供給される。

[0107] また、第 5 の実施形態では、アクチュエータ部 51 は、圧電素子 53 から形成されているが、これに限るものではない。例えば、アクチュエータ部 51 は、電力 P' が供給されることにより駆動される電動モータであってもよい。

[0108] すなわち、第5の実施形態及びその変形例では、振動発生部(22)に加えてアクチュエータ部(51)によって駆動力発生ユニットが形成されている。そして、アクチュエータ部(51)に電力(P')が供給されることにより、超音波振動とは別の移動駆動力が発生する。発生した移動駆動力は、振動発生部(22)での超音波振動の発生の有無に関係なく超音波プローブ(9)に伝達される。これにより、超音波プローブ(9)は、長手軸(C)に平行な方向について移動する。

[0109] また、第5の実施形態及びその変形例では、制御部(41)は、エネルギー供給部(26)からの電力(P, P')の出力状態を制御することにより、第1の出力モードにおいて振動発生部(22)にのみ電力(P)を供給させ、第2の出力モードにおいて振動発生部(22)に加えてアクチュエータ部(51)に電力(P, P')を供給させている。これにより、第2の出力モードでは、第1の出力モードに比べて、単位時間(ΔT)の間に駆動力発生ユニット(22)に供給される電力(P, P')が大きくなる。

(その他の変形例)

また、前述の実施形態では、超音波インピーダンスZの経時的な変化を検出することによって、超音波プローブ9に作用する負荷を経時的に検出したが、これに限るものではない。例えば、前述の実施形態等の変形例として図23に示すように、インピーダンス検出部42の代わりに、力量センサ等の力量検出部61が設けられてもよい。本変形例では、力量検出部61は、保持ユニット6の筒状ケース部11に取付けられている。なお、力量検出部61は、超音波処置具2に取付けられていればよく、例えば、シース8に取付けられていてもよい。

[0110] 力量検出部61には、信号経路部62の一端が接続されている。信号経路部62は、振動子ケース21及びケーブル7の内部を通して延設され、他端が制御部41に接続されている。力量検出部61は、超音波処置具2に作用する力量を経時的に検出することにより、超音波プローブ9に作用する負荷を経時的に検出する。超音波プローブ9に作用する負荷が大きくなると、術

者等によって印加される力量も大きくなる。したがって、超音波処置具 2 に印加される力量は、超音波プローブ 9 に作用する負荷に対応して変化する。

[0111] 超音波処置具 2 に印加される力量（すなわち、超音波プローブ 9 に作用する負荷）の経時的な変化の検出結果を示す検出信号は、信号経路部 6 2 を通して制御部 4 1 に伝達される。そして、検出信号に基づいて、判定部 4 5 は、前述の実施形態等と同様にして判定を行い、制御部 4 1 は、前述の実施形態等と同様にして、エネルギー供給部 2 6 からの電力 P の出力状態を制御する。

[0112] また、前述の実施形態等では、処置部 1 3 は、L 字状のフックであるが、これに限るものではない。例えば、処置部 1 3 は、スプーン状のヘラであってもよく、平板状のブレードであってもよい。また、例えば、シース 8 の先端部にジョー（図示しない）が回転可能に取付けられ、ジョーが処置部 1 3 に対して開閉可能であってもよい。すなわち、処置部 1 3 の形状、寸法等は、用いられる処置に適合するものであればよい。

[0113] 前述の実施形態等では、電力（ P ； P ， P' ）が供給されることにより超音波振動を含む超音波プローブ（9）を作動させる駆動力を発生する駆動力発生ユニット（2 2；2 2，5 1）が設けられている。駆動力発生ユニット（2 2；2 2，5 1）に、電力（ P ）が供給されることにより超音波プローブ（9）に伝達される超音波振動を発生する振動発生部（2 2）が設けられている。また、エネルギー供給部（2 6）は、第 1 の出力モード及び第 1 の出力モードより単位時間（ ΔT ）の間に駆動力発生ユニット（2 2；2 2，5 1）に供給される電力（ P ； P ， P' ）が大きくなる第 2 の出力モードで、電力（ P ； P ， P' ）を出力可能である。超音波プローブ（9）が超音波振動を伝達する状態においては、負荷検出部（4 2；6 1）によって超音波プローブ（9）に作用する負荷が、経時的に検出される。そして、エネルギー供給部（2 6）から第 1 の出力モードで電力（ P ； P ， P' ）が出力されている状態において、判定部（4 5）が、超音波プローブ（9）に作用する負荷が第 1 の閾値（ $Z 1$ ）以下であるか否かを経時的に判定する。そして、

制御部（４１）は、判定部（４５）において負荷が第１の閾値（Ｚ１）以下と判定された際には、エネルギー供給部（２６）からの電力（ P ； P ， P' ）の出力状態を第１の出力モードで維持し、判定部（４５）において負荷が第１の閾値（Ｚ１）より大きいと判定された際には、エネルギー供給部（２６）からの電力（ P ； P ， P' ）の出力状態を第２の出力モードに切替える。

[0114] 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。

請求の範囲

- [請求項1] 長手軸に沿って延設され、超音波振動を伝達可能で、伝達された前記超音波振動を用いて処置を行う処置部を備える超音波プローブと、
前記超音波振動を発生する振動発生部を備え、前記超音波プローブを作動させる駆動力を発生する駆動力発生ユニットと、
前記駆動力発生ユニットで前記駆動力を発生させる電力を出力するエネルギー供給部であって、第1の出力モード及び前記第1の出力モードより単位時間の中に前記駆動力発生ユニットに供給される前記電力が大きくなる第2の出力モードを有するエネルギー供給部と、
前記超音波プローブが前記超音波振動を伝達する状態において前記超音波プローブに作用する負荷を経時的に検出する負荷検出部と、
前記エネルギー供給部から前記第1の出力モードで前記電力が出力されている状態において前記超音波プローブに作用する前記負荷が第1の閾値以下であるか否かを経時的に判定する判定部と、
前記判定部において前記負荷が前記第1の閾値以下と判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の出力状態を第1の出力モードで維持し、前記判定部において前記負荷が前記第1の閾値より大きいと判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を前記第2の出力モードに切替える制御部と、
を具備する、超音波処置システム。
- [請求項2] 前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を前記第2の出力モードに切替えてから一定の基準時間だけ経過した際に、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を再び前記第1の出力モードに切替える、請求項1の超音波処置システム。
- [請求項3] 前記判定部は、前記エネルギー供給部から前記第2の出力モードで前記電力が出力されている状態において前記超音波プローブに作用する前記負荷が前記第1の閾値以下であるか否かを経時的に判定し、
前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状

態を前記第2の出力モードに切替えた後において、前記判定部において前記負荷が前記第1の閾値以下と判定された際に、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を再び前記第1の出力モードに切替える、

請求項1の超音波処置システム。

[請求項4]

前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を前記第2の出力モードに切替えてから一定の基準時間だけ連続して前記第2の出力モードで前記電力が出力された際に、前記エネルギー供給部からの前記電力の出力を停止するか、又は、前記第1の出力モードより前記単位時間の中に前記駆動力発生ユニットに供給される前記電力が小さくなる第3の出力モードに前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を切替える、請求項3の超音波処置システム。

[請求項5]

前記判定部は、前記エネルギー供給部から前記第2の出力モードで前記電力が出力されている状態において前記超音波プローブに作用する前記負荷が前記第1の閾値より大きい第2の閾値以下であるか否かを経時的に判定し、

前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を前記第2の出力モードに切替えた後において、前記判定部において前記負荷が第2の閾値より大きいと判定された際に、前記エネルギー供給部からの前記電力の出力を停止するか、又は、前記第1の出力モードより前記単位時間の中に前記駆動力発生ユニットに供給される前記電力が小さくなる第3の出力モードに前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を切替える、

請求項1の超音波処置システム。

[請求項6]

前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を制御することにより、前記第2の出力モードにおいて前記単位時間の中に前記駆動力発生ユニットの前記振動発生部に供給される電流

を、前記第1の出力モードに比べて、大きくする、請求項1の超音波処置システム。

[請求項7] 前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を制御することにより、前記第1の出力モードにおいて前記振動発生部に供給される前記電流を経時的に連続して第1の波高値にするとともに、前記第2の出力モードにおいて前記振動発生部に供給される前記電流を経時的に連続して又は断続的に前記第1の波高値より大きい第2の波高値にする、請求項6の超音波処置システム。

[請求項8] 前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を制御することにより、前記第1の出力モードにおいて前記振動発生部に供給される前記電流を第1の波高値及び前記第1の波高値より大きい第2の波高値に経時的に交互に変化させるとともに、前記第2の出力モードにおいて前記振動発生部に供給される前記電流を経時的に連続して第2の波高値以上の波高値にする、請求項6の超音波処置システム。

[請求項9] 前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を制御することにより、前記第1の出力モードにおいて前記振動発生部に供給される前記電流を第1の波高値及び前記第1の波高値より大きい第2の波高値に経時的に交互に変化させるとともに、前記第2の出力モードにおいて前記振動発生部に供給される前記電流を前記第1の波高値及び前記第2の波高値より大きい第3の波高値に経時的に交互に変化させる、請求項6の超音波処置システム。

[請求項10] 前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を制御することにより、前記第1の出力モード及び前記第2の出力モードにおいて前記振動発生部に供給される前記電流を第1の波高値及び前記第1の波高値より大きい第2の波高値に経時的に交互に変化させるとともに、前記第2の出力モードにおいて前記電流が前記第2の波高値になる時間が前記単位時間の間で占める割合を前記第1の出

力モードに比べて大きくする、請求項6の超音波処置システム。

[請求項11]

前記駆動力発生ユニットは、電力が供給されることにより、前記長手軸に平行な方向について前記超音波プローブを移動させる前記超音波振動とは別の移動駆動力を発生するアクチュエータ部を備え、

前記制御部は、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を制御することにより、前記第1の出力モードにおいて前記振動発生部にのみ前記電力を供給させるとともに、前記第2の出力モードにおいて前記振動発生部に加えて前記アクチュエータ部に前記電力を供給させる、

請求項1の超音波処置システム。

[請求項12]

前記負荷検出部は、前記振動発生部に供給される前記電力の超音波インピーダンスを経時的に検出するインピーダンス検出部を備える、請求項1の超音波処置システム。

[請求項13]

前記超音波プローブ及び前記駆動力発生ユニットを含む超音波処置具をさらに具備し、

前記負荷検出部は、前記超音波処置具に取付けられ、前記超音波処置具に作用する力量を経時的に検出する力量検出部を備える、

請求項1の超音波処置システム。

[請求項14]

長手軸に沿って延設される超音波プローブを作動させる駆動力を発生する駆動力発生ユニットに電力を供給するエネルギー源ユニットであって、

前記駆動力発生ユニットの振動発生部に電力を供給することにより、前記超音波プローブを通して前記超音波プローブの処置部に伝達される超音波振動を発生させ、第1の出力モード及び前記第1の出力モードより単位時間の間に前記駆動力発生ユニットに供給される前記電力が大きくなる第2の出力モードで、前記電力を出力可能なエネルギー供給部と、

前記超音波プローブが前記超音波振動を伝達する状態において前記

超音波プローブに作用する負荷を経時的に検出する負荷検出部と、

前記エネルギー供給部から前記第1の出力モードで前記電力が出力されている状態において前記超音波プローブに作用する前記負荷が閾値以下であるか否かを経時的に判定する判定部と、

前記判定部において前記負荷が前記閾値以下と判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の出力状態を第1の出力モードで維持し、前記判定部において前記負荷が前記閾値より大きいと判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を前記第2の出力モードに切替える制御部と、

を具備する、エネルギー源ユニット。

[請求項15]

長手軸に沿って延設される超音波プローブを動作させる駆動力を発生する駆動力発生ユニットに電力を供給するエネルギー源ユニットの作動方法であって、

エネルギー供給部が前記駆動力発生ユニットの振動発生部に電力を供給することにより、前記超音波プローブを通して前記超音波プローブの処置部に伝達される超音波振動を発生させることと、

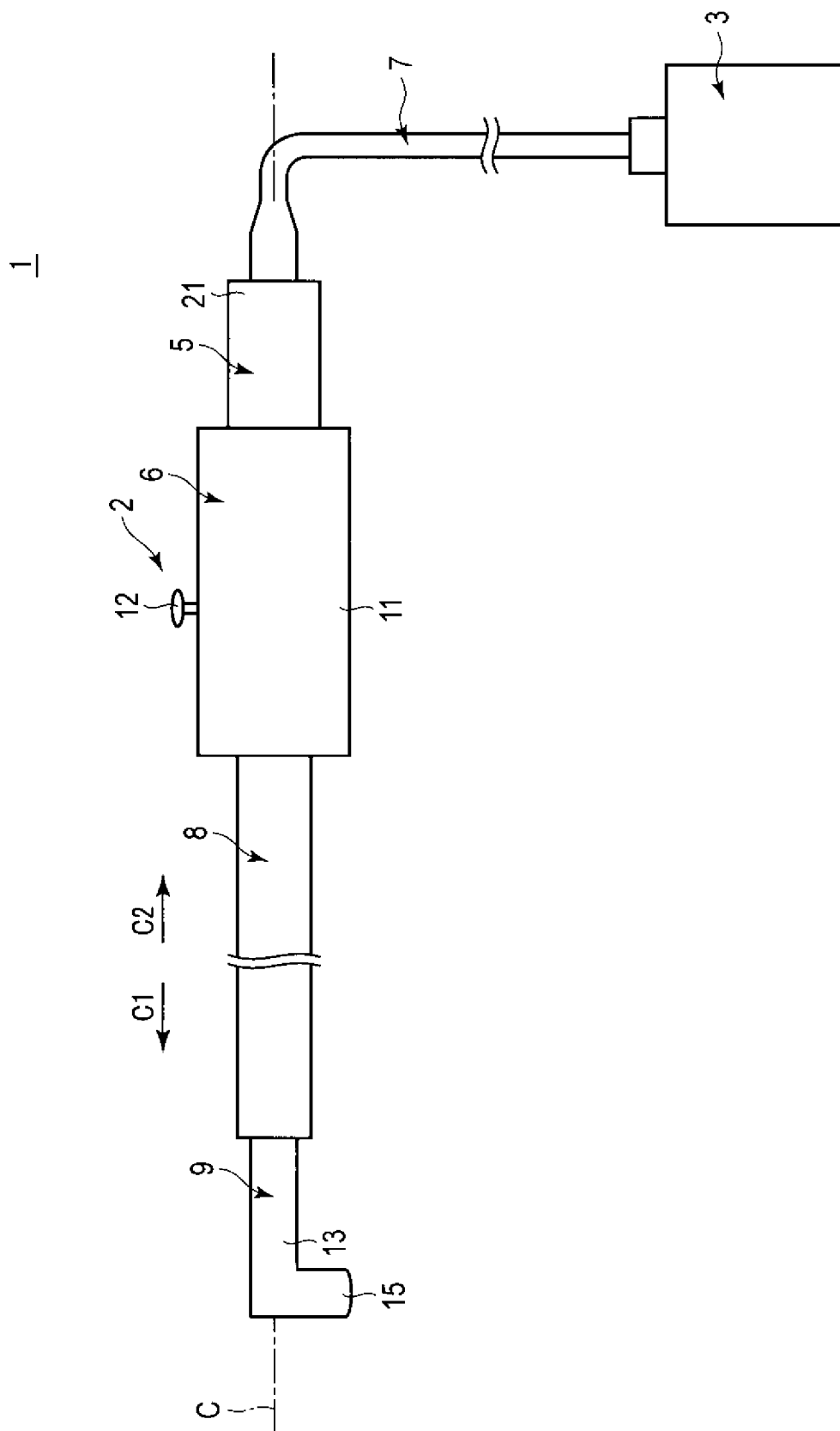
負荷検出部が、前記超音波プローブが前記超音波振動を伝達する状態において前記超音波プローブに作用する負荷を経時的に検出することと、

判定部が、前記エネルギー供給部から第1の出力モードで前記電力が出力されている状態において前記超音波プローブに作用する前記負荷が閾値以下であるか否かを経時的に判定することと、

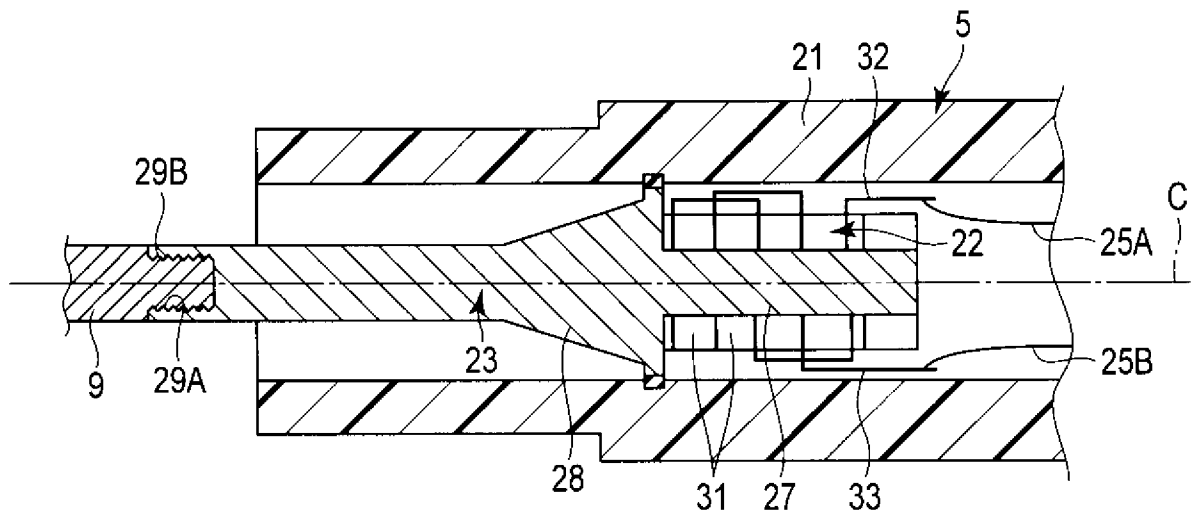
制御部が、前記判定部での判定結果に基づいて前記エネルギー供給部からの前記電力の出力状態を制御することであって、前記判定部において前記負荷が前記閾値以下と判定された際には、前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を第1の出力モードで維持し、前記判定部において前記負荷が前記閾値より大きいと判定された際には、前記第1の出力モードより単位時間の中に前記駆動力発生ユニッ

トに供給される前記電力が大きくなる第2の出力モードに前記エネルギー供給部からの前記電力の前記出力状態を切替えることと、
を具備する、作動方法。

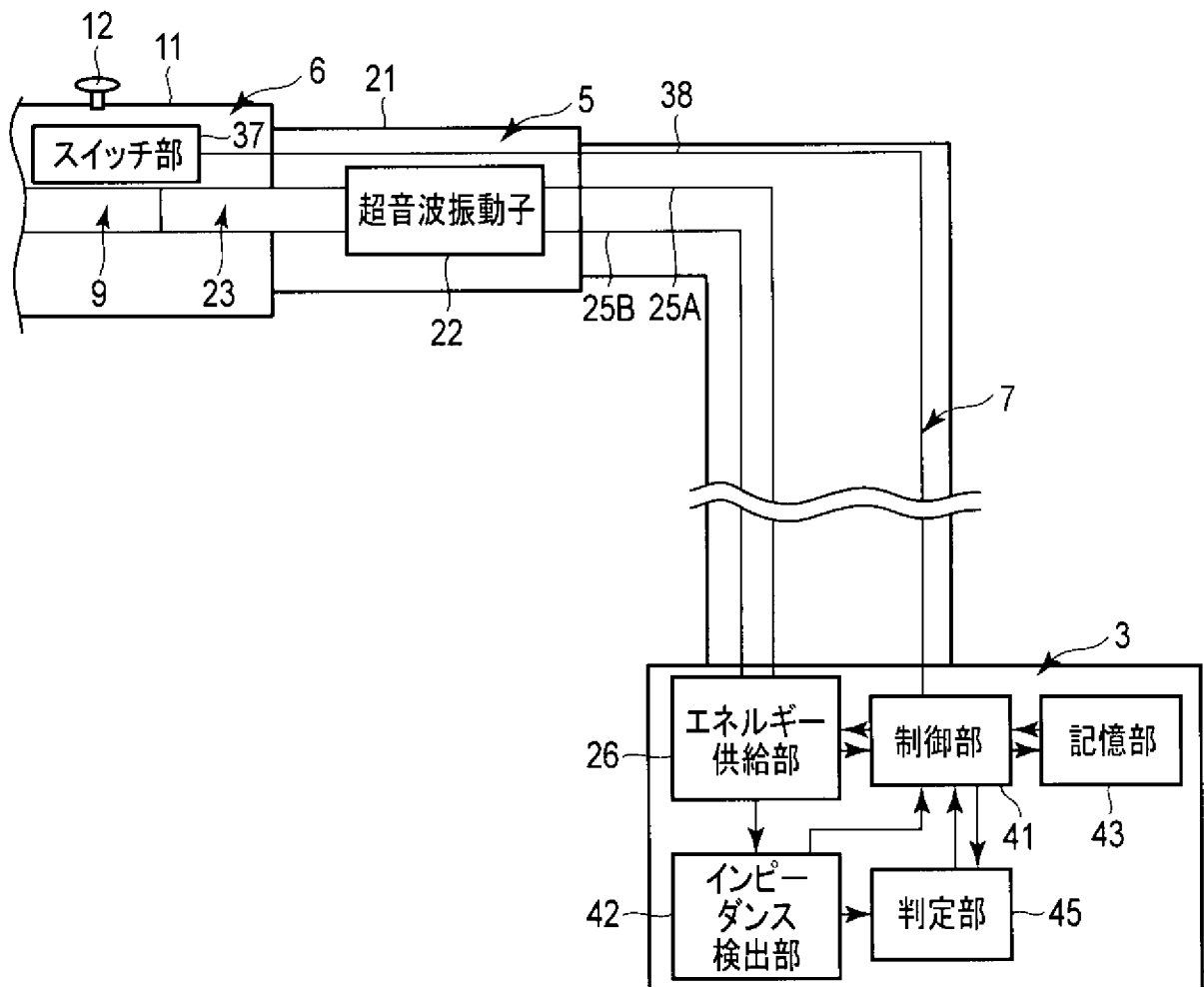
[図1]



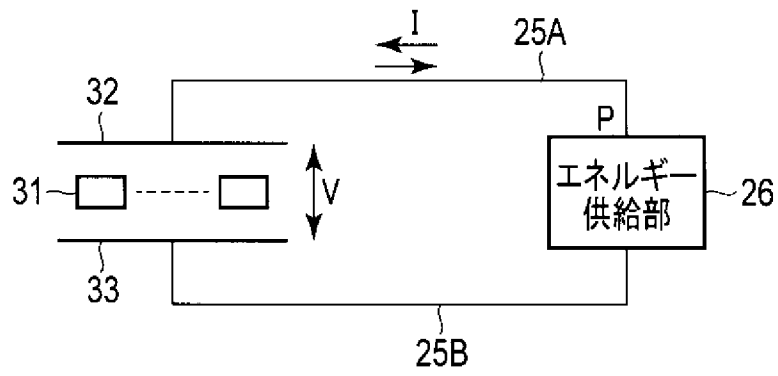
[図2]



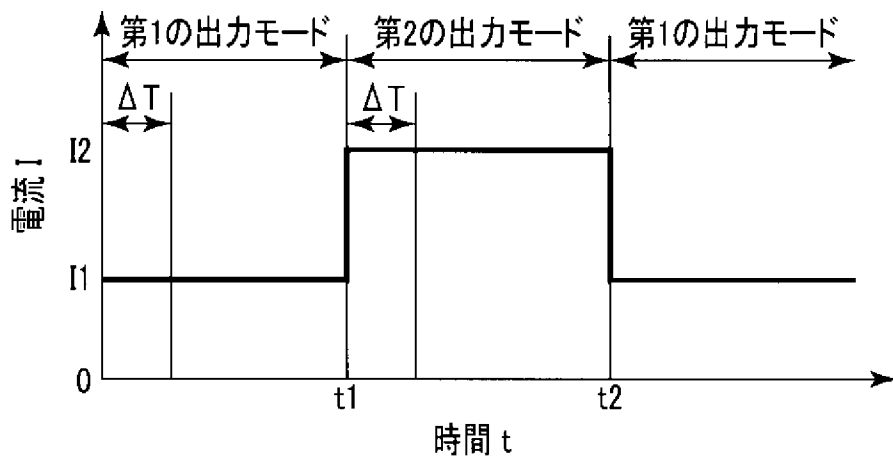
[図3]



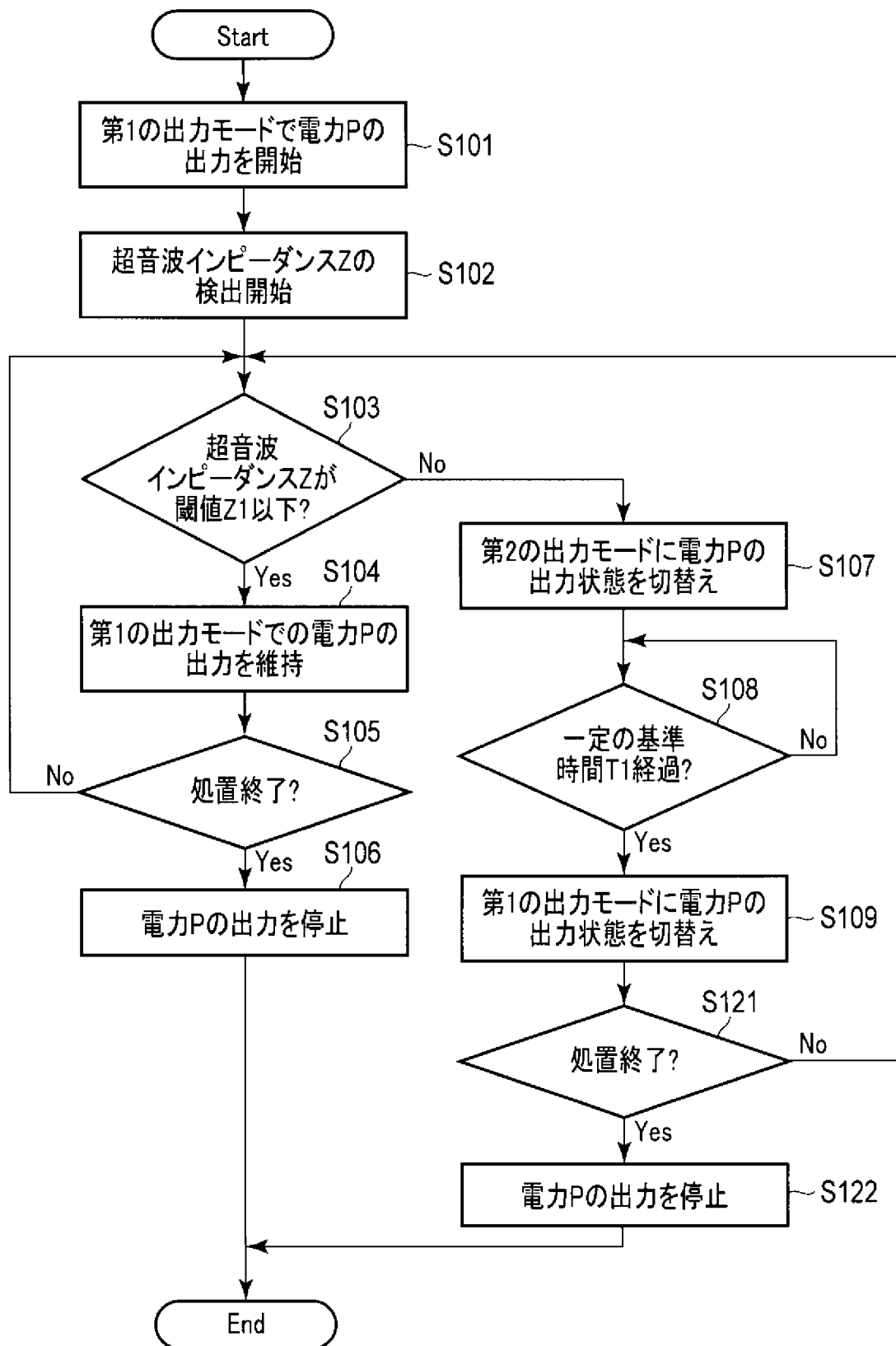
[図4]



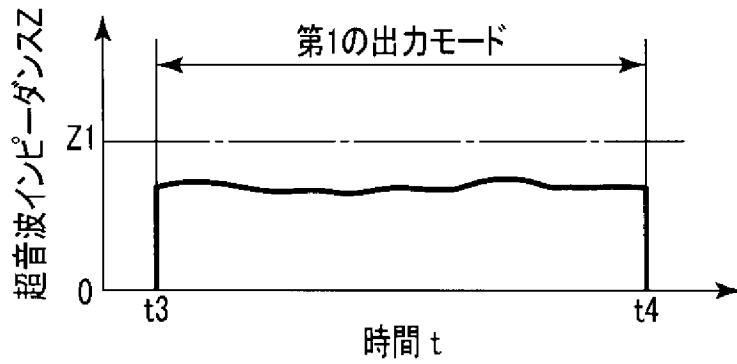
[図5]



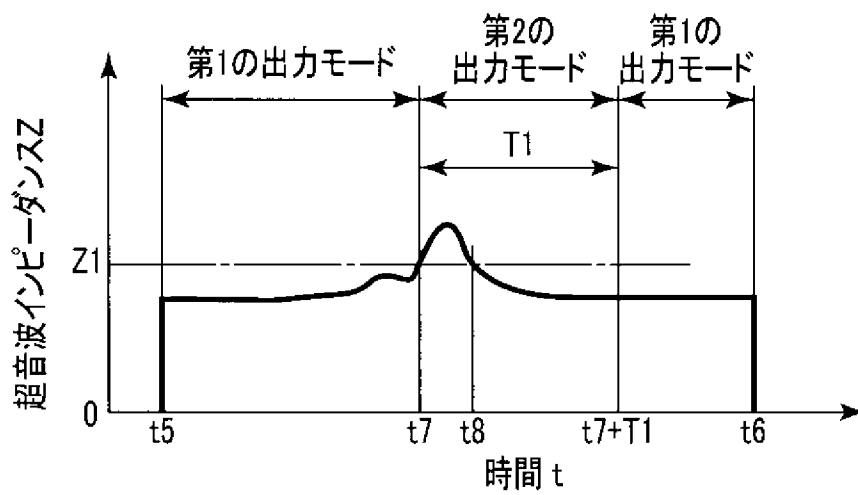
[図6]



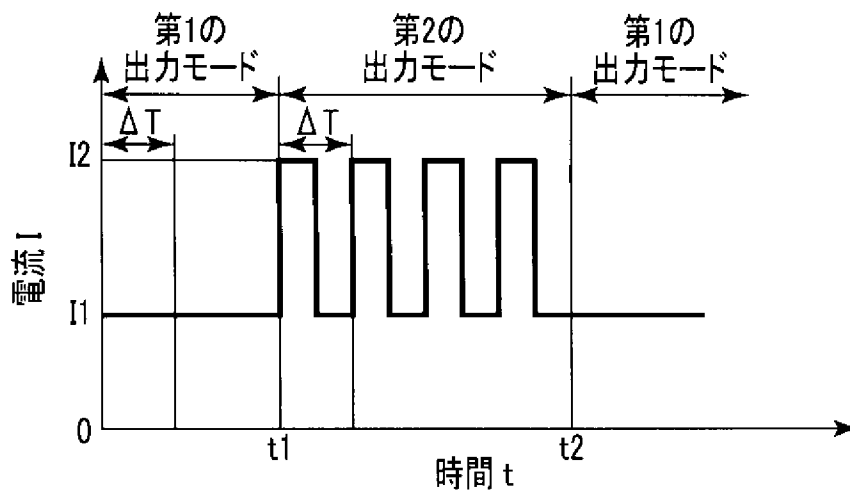
[図7]



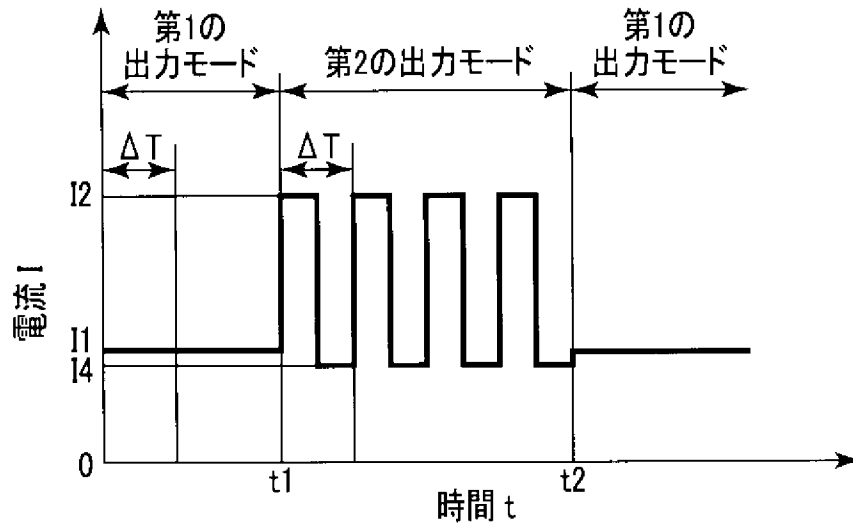
[図8]



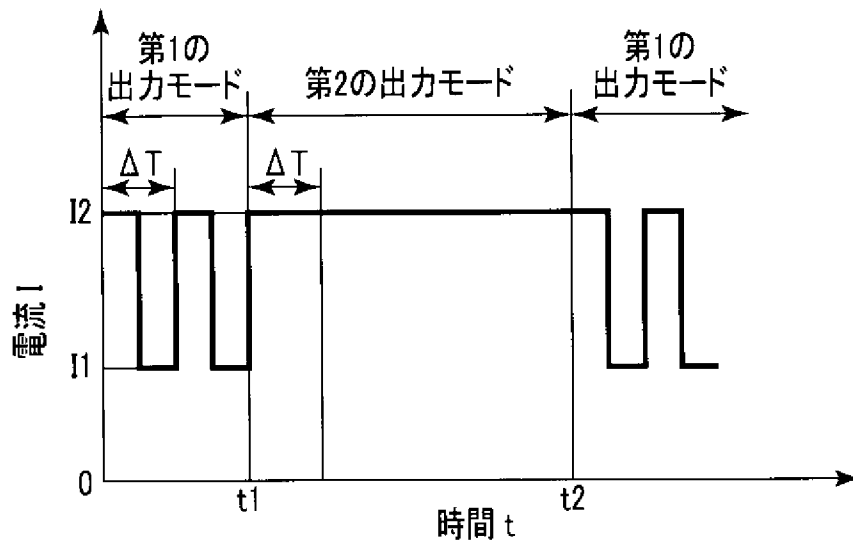
[図9]



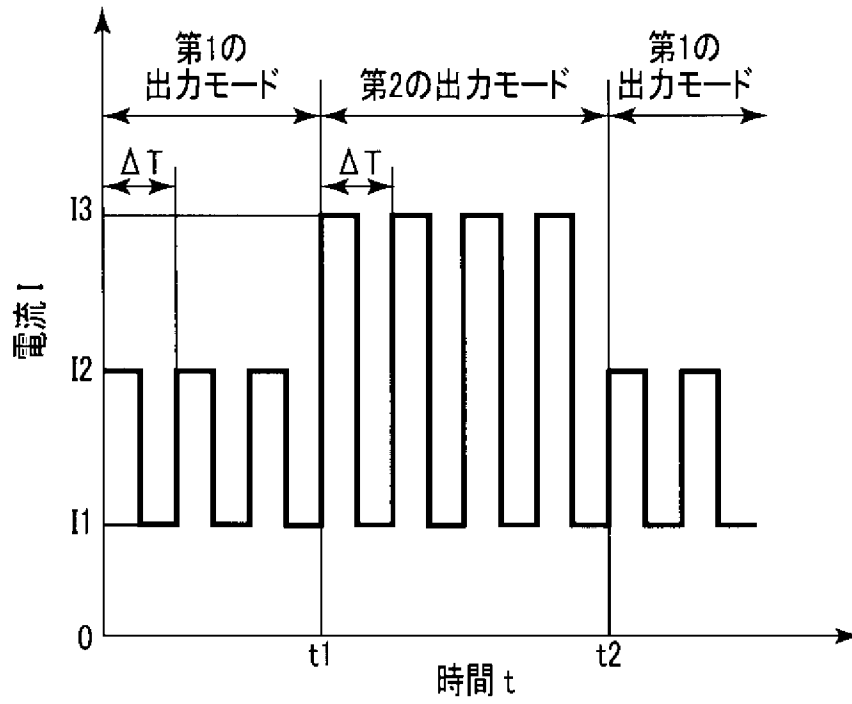
[図10]



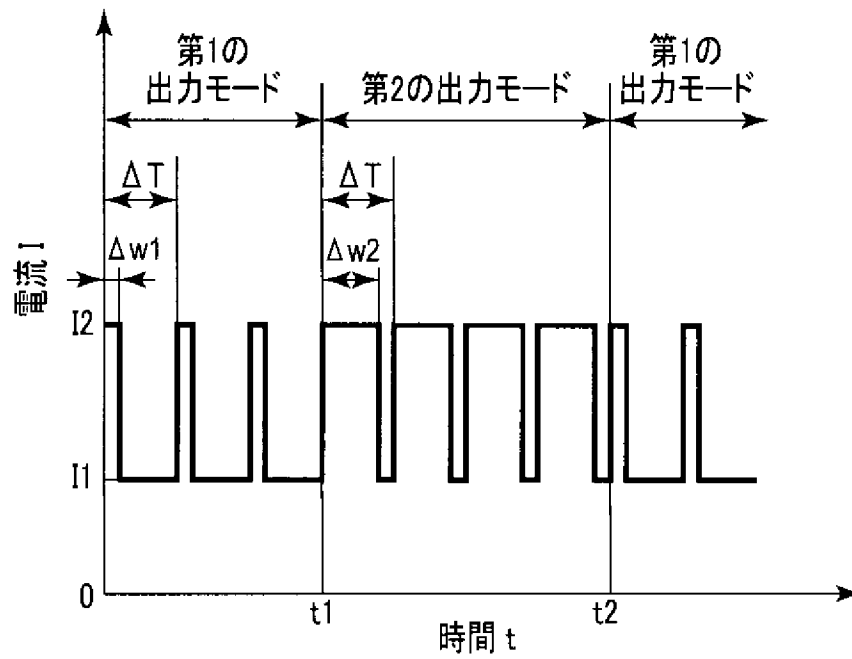
[図11]



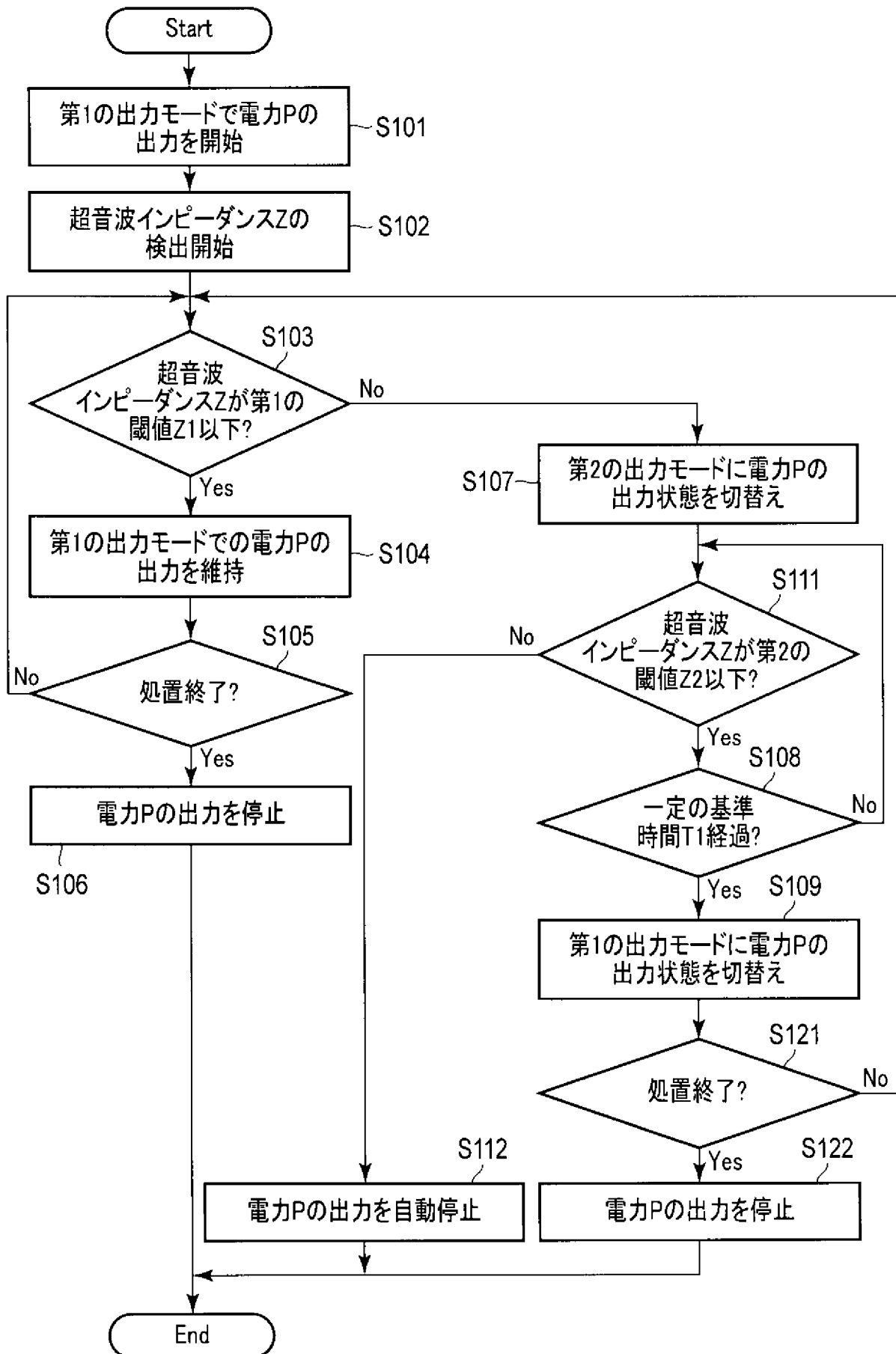
[図12]



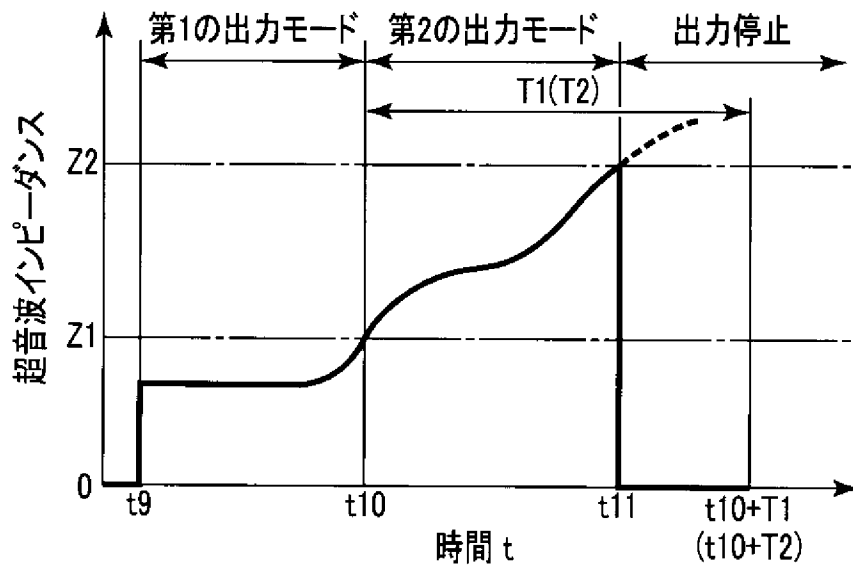
[図13]



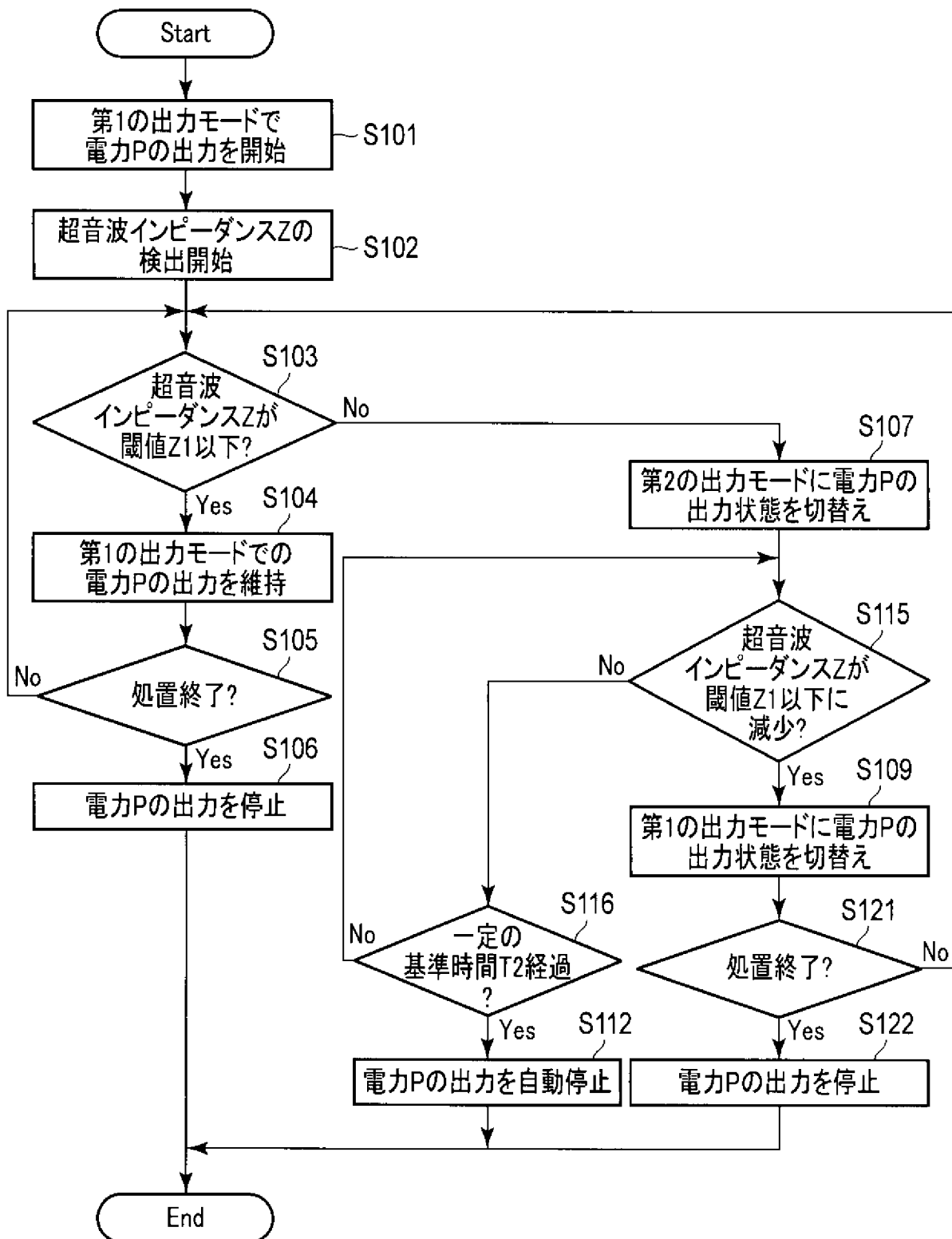
[図14]



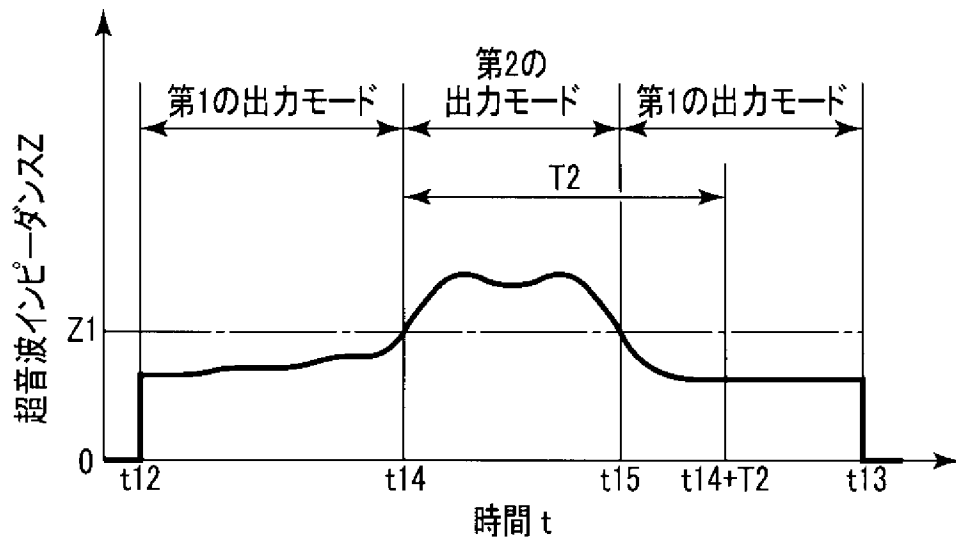
[図15]



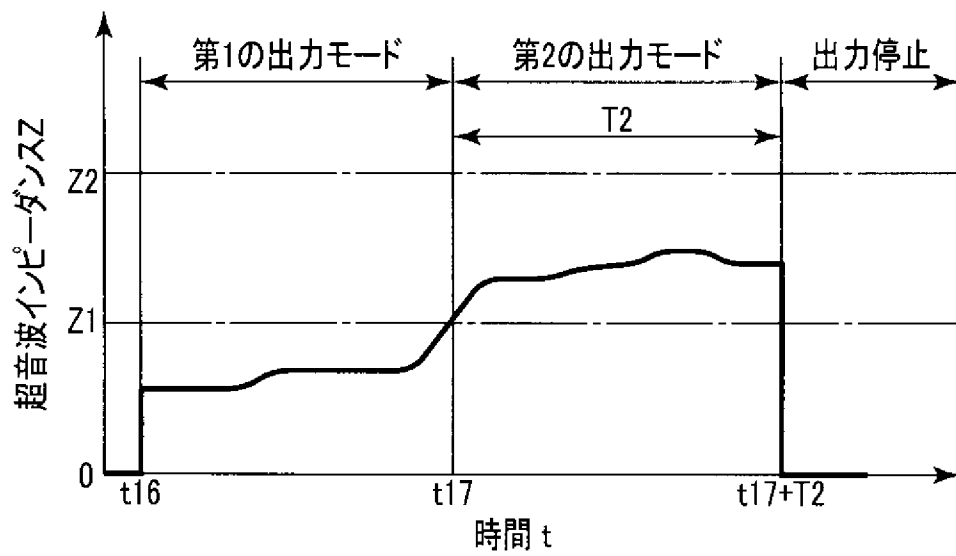
[図16]



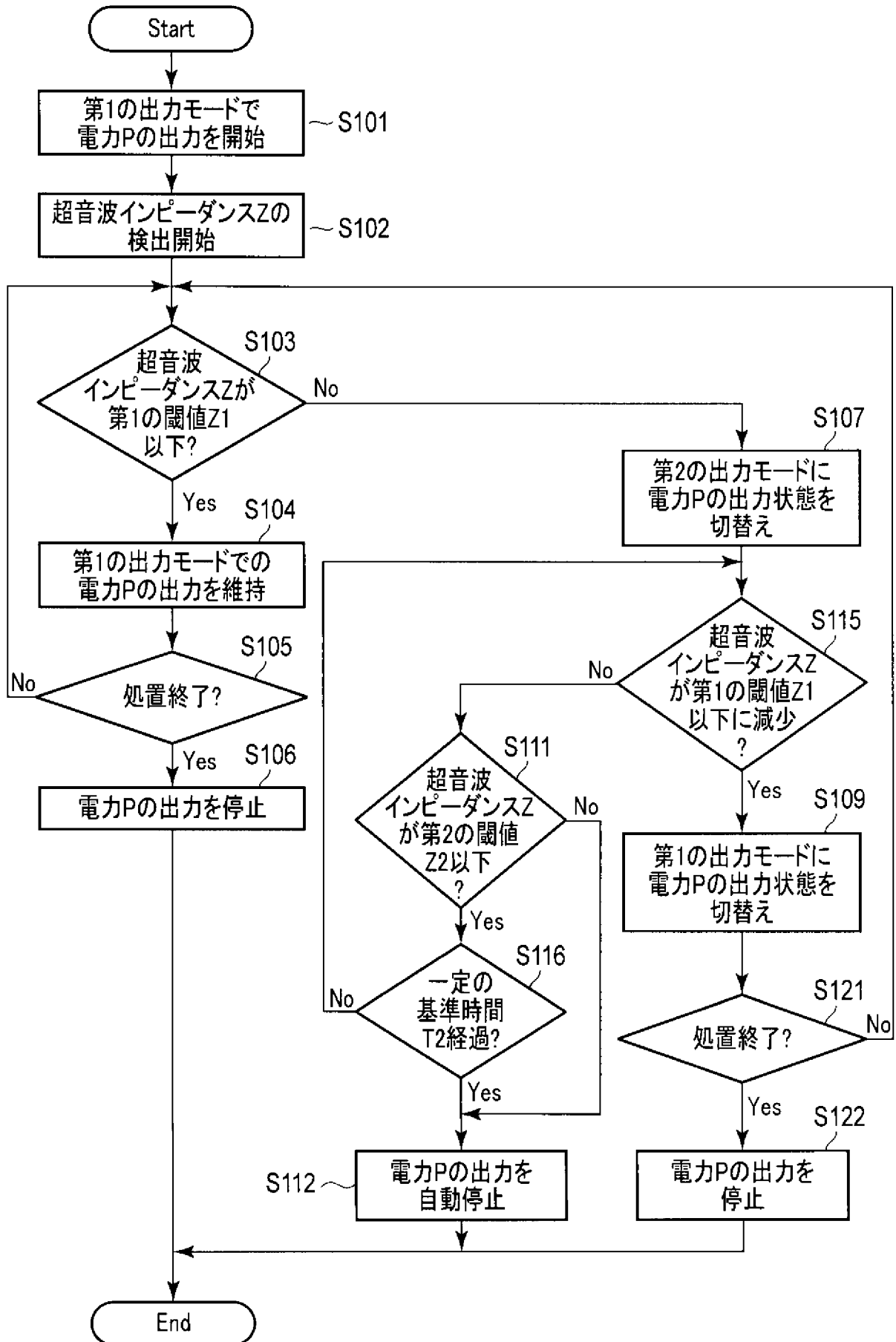
[図17]



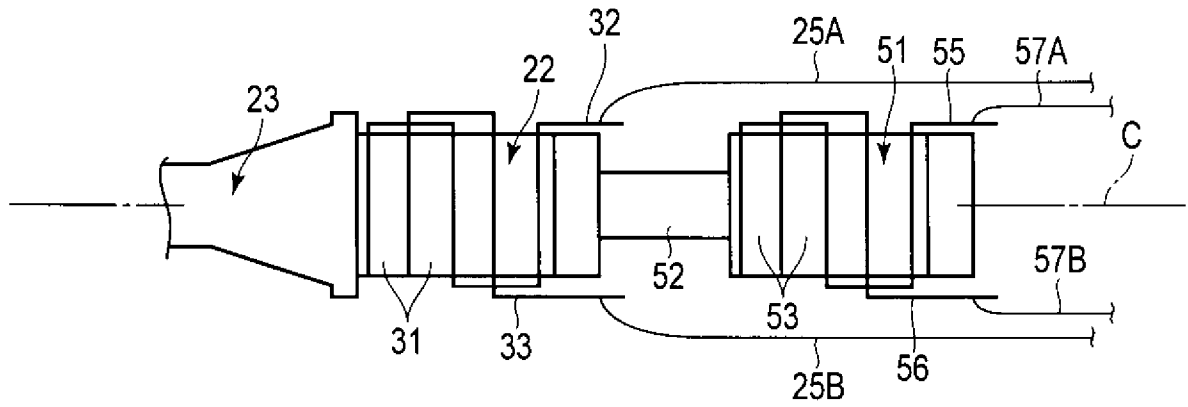
[図18]



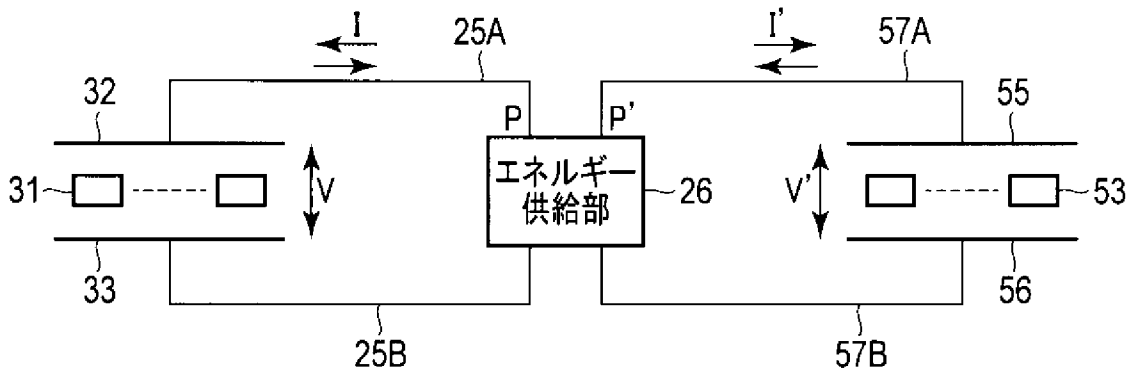
[図19]



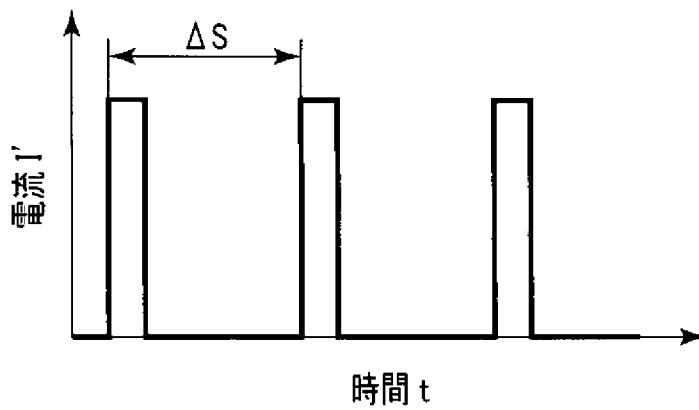
[図20]



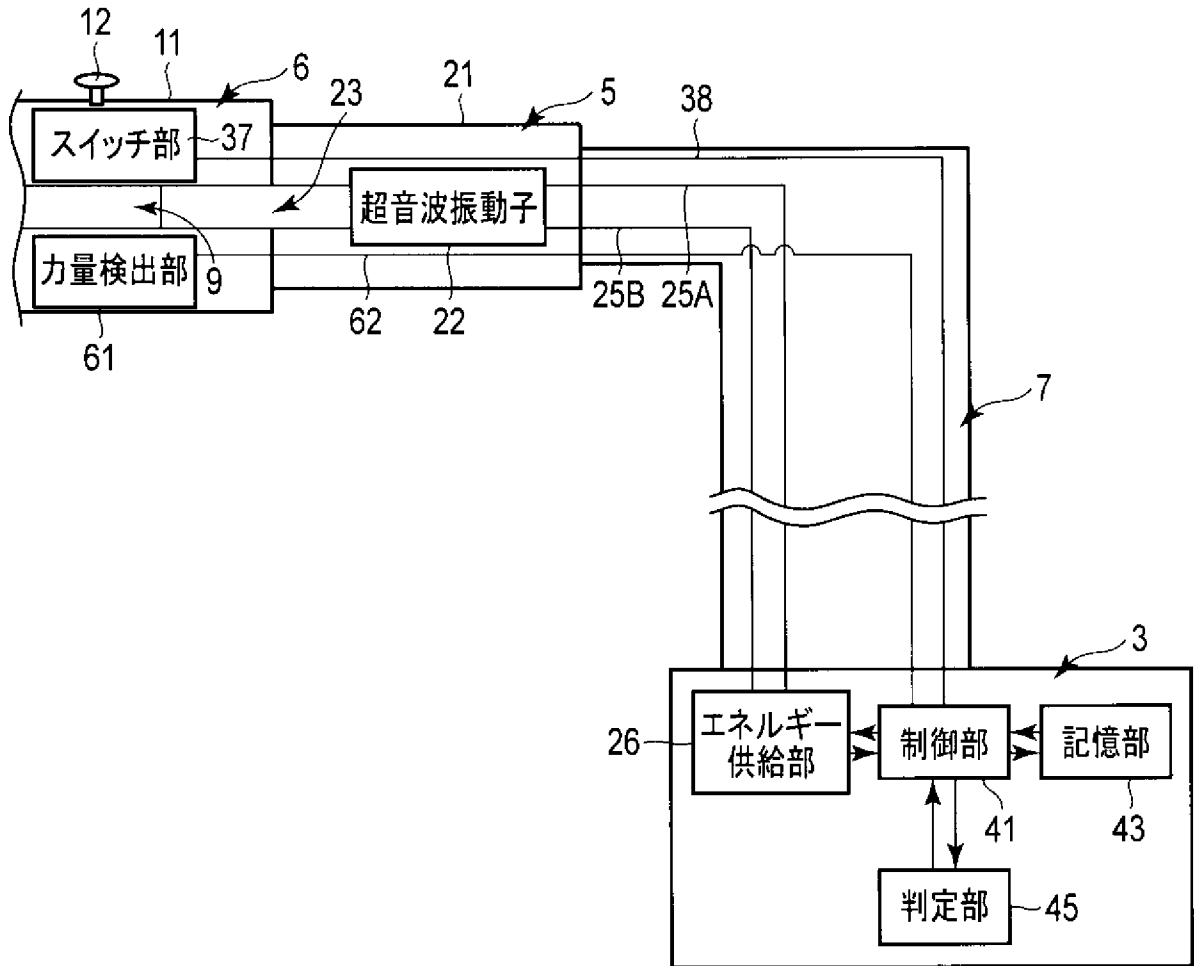
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/067897

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)
A61B18/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-027907 A (Olympus Corp.), 03 February 2005 (03.02.2005), paragraphs [0037] to [0078]; fig. 1 to 6 & US 2005/0020967 A1 & EP 1495727 A2 & DE 602004018575 D	1-5, 12-13 6-11, 14-15
Y	JP 2004-298559 A (Olympus Corp.), 28 October 2004 (28.10.2004), paragraphs [0050] to [0060]; fig. 1 to 5 (Family: none)	6-11, 14-15

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 09 September 2015 (09.09.15)	Date of mailing of the international search report 29 September 2015 (29.09.15)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（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. A61B18/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015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
X Y	JP 2005-027907 A（オリンパス株式会社）2005.02.03, 段落 [0037]-[0078], 図 1-6 & US 2005/0020967 A1 & EP 1495727 A2 & DE 602004018575 D	1-5, 12-13 6-11, 14-15
Y	JP 2004-298559 A（オリンパス株式会社）2004.10.28, 段落 [0050]-[0060], 図 1-5（ファミリーなし）	6-11, 14-15
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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	09.09.2015	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	3 I 9 4 2 4
日本国特許庁（ISA/J P）	村上 聡	
郵便番号100-8915	電話番号 03-3581-1101	内線 3386
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		