

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-296430

(P2005-296430A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int.Cl.⁷

A 61 B 18/00

F 1

A 61 B 17/36

3 3 0

テーマコード(参考)

4 C 0 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2004-118771 (P2004-118771)

(22) 出願日

平成16年4月14日 (2004.4.14)

(71) 出願人 390029791

アロカ株式会社

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二

(74) 代理人 100096976

弁理士 石田 純

(72) 発明者 加藤 秀典

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ株式会社内

F ターム(参考) 4C060 JJ23 JJ25 MM24

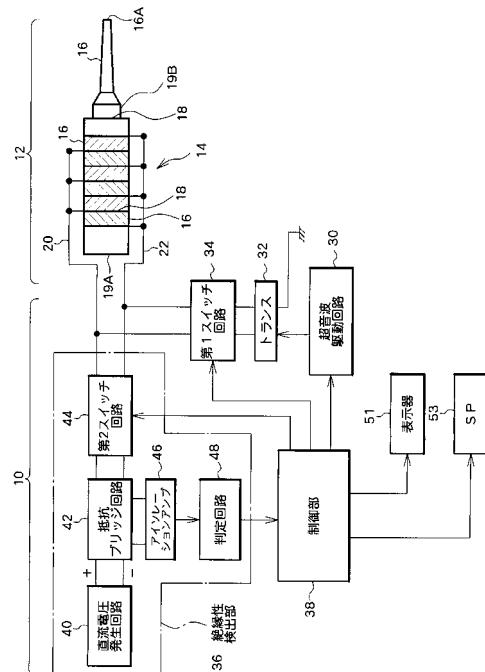
(54) 【発明の名称】超音波手術器

(57) 【要約】

【課題】超音波手術器において、ハンドピース内に設けられている超音波振動子の絶縁性が低下した場合に生ずる問題を未然に防止する。

【解決手段】超音波手術に先立って、超音波振動子14における両端間の抵抗値が絶縁性検出部36によって検出される。制御部38は、超音波振動子14の絶縁性がやや低下したような場合にはその事実をユーザーに報知し、ユーザーの確認を待って超音波手術の実行を許容する。一方、絶縁性がかなり低下したような場合には超音波手術の実行を禁止する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

手術具に対して超音波振動を伝達する超音波振動子と、
超音波手術に際して、前記超音波振動子に対して駆動信号を供給する駆動回路と、
超音波手術に先立って、前記超音波振動子における端子間の抵抗値を検出する検出部と、
前記抵抗値に基づいて、当該超音波手術器の動作の安全性を高める制御を実行する制御部と、
を含むことを特徴とする超音波手術器。

【請求項 2】

請求項 1 記載の超音波手術器において、
前記制御部は、前記抵抗値が通常範囲にある場合には当該超音波手術器を通常動作させ、
前記抵抗値が前記通常範囲よりも低い動作禁止範囲にある場合には第 1 アラームを出力し且つ前記超音波振動子への前記駆動信号の供給を禁止することを特徴とする超音波手術器。

【請求項 3】

請求項 2 記載の超音波手術器において、
前記制御部は、更に、前記抵抗値が前記通常範囲と前記動作禁止範囲の間に設定された動作選択範囲にある場合には第 2 アラームを出力し、その後のユーザーの確認入力があった場合に前記超音波振動子への前記駆動信号の供給を許容することを特徴とする超音波手術器。

【請求項 4】

請求項 1 記載の超音波手術器において、
前記超音波振動子と前記駆動回路との間に設けられたオンオフ動作する第 1 のスイッチ回路と、
前記超音波振動子と前記検出部との間に設けられたオンオフ動作する第 2 のスイッチと、
を含み、

前記制御部は、前記超音波手術に先立って前記抵抗値を検出する場合に前記第 1 のスイッチをオフ状態にし且つ前記第 2 のスイッチをオン状態にし、前記超音波手術に際しては前記第 1 のスイッチをオン状態にし且つ前記第 2 のスイッチをオフ状態にすることを特徴とする超音波手術器。

【請求項 5】

請求項 1 記載の超音波手術器において、
前記検出部は、
前記超音波振動子の端子間に直流電圧を印加するための直流電源と、
前記直流電圧が印加された状態において、前記超音波振動子における端子間の抵抗値を電圧として検出する電圧検出回路と、
を含むことを特徴とする超音波手術器。

【請求項 6】

請求項 1 記載の超音波手術器において、
当該超音波手術器は、手術器本体と、前記超音波振動子を内蔵し前記手術器本体に接続されるハンドピースと、で構成され、
前記手術器本体に対して前記ハンドピースが接続された時に、前記端子間の抵抗値が検出されることを特徴とする超音波手術器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は超音波手術器に関し、特に超音波振動子の適正動作を確保するための技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波手術器は、ホーンなどの手術具、その手術具に超音波振動を伝達する超音波振動子、その超音波振動子へ駆動信号を供給する駆動回路、などを有する。超音波振動する手術具が生体組織へ当たると、その組織が破碎等され、これによって超音波手術が行われる。超音波振動子としては、ランジュバン型超音波振動子（代表的にはボルト締め型超音波振動子）が周知である。かかる超音波振動子は、複数の圧電板、それらの間及び両側に設けられた電極板、複数の圧電板及び複数の電極板からなる積層体を貫通してそれらを締結するボルト部材、などを有する。複数の電極板に対しては、互い違いに正極と負極とが設定され、同極同士が電気的に接続される。つまり、超音波振動子には正極端子及び負極端子が設けられ、それらの端子間に高電圧の駆動信号が印加される。

【0003】

下記特許文献1には、超音波手術具が正常な使用状態か否かを判断するために駆動信号の周波数を変化させ、その時の共振状態を検出することが記載されている。しかし、駆動信号を供給してみないと、つまり超音波振動子を実際に振動させてみないと、状態判定を行えないという問題がある。

【0004】**【特許文献1】特開2000-271140号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、超音波手術器に内蔵される超音波振動子において、そこに含まれる圧電体の抵抗値は本来およそ無限大くらい非常に大きいものである。しかし、超音波手術器の消毒処理や滅菌処理などに起因して超音波手術器の内部に水や消毒液などの液体が入り込み、それによって超音波振動子の各電極間における絶縁性が低下する可能性を否定できない。従来装置において、仮に絶縁性が低下して駆動信号の供給状態に変化（電流値、電圧値、アドミッタンス値などの変化）が生じた場合には安全回路が動作して超音波手術器の動作が停止することになるが、より一層安全性を高めることが求められる。特に駆動信号の供給前に超音波振動子の絶縁性を確認しておくのが望ましい。

【0006】

本発明の目的は、超音波手術器における安全性をより高められるようにすることにある。

【0007】

本発明の他の目的は、超音波振動子の絶縁性の程度に応じて安全性を確保するための適切な制御を行えるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明は、手術具に対して超音波振動を伝達する超音波振動子と、超音波手術に際して、前記超音波振動子に対して駆動信号を供給する駆動回路と、超音波手術に先立って、前記超音波振動子における端子間の抵抗値を検出する検出部と、前記抵抗値に基づいて、当該超音波手術器の動作安全性を高める制御を実行する制御部と、を含むことを特徴とする。

【0009】

上記構成によれば、駆動信号を超音波振動子へ供給する前に、検出部によって超音波振動子における端子間の抵抗値が実際に検出され、その抵抗値に基づいて安全性の観点から制御が実行される。

【0010】

端子間の抵抗値は、一定電圧を印加した場合における電圧、あるいは、他の情報として検出することができる。望ましくは、抵抗値の大きさが1又は複数の基準値と比較され、これによって絶縁性の程度が判断される。絶縁性が大きく低下している場合、ユーザーに

10

20

30

40

50

対してその旨を報知し且つ超音波手術器の動作を禁止するようになるのが望ましい。絶縁性が低下しているが使用可能な場合においては、ユーザーにその旨を報知し、その上でユーザーの確認入力を待って超音波手術器の動作を許容するのが望ましい。もちろん、安全性を確保するための制御内容としては、上記の報知や動作禁止以外にも、超音波手術器の出力パワーの制限、動作時間の制限、その他の制限をあげができる。

【0011】

望ましくは、前記制御部は、前記抵抗値が通常範囲にある場合には当該超音波手術器を通常動作させ、前記抵抗値が前記通常範囲よりも低い動作禁止範囲にある場合には第1アラームを出力し且つ前記超音波振動子への前記駆動信号の供給を禁止する。この構成によれば、絶縁性が大きく低下している旨がユーザー側へ伝達されるのでユーザーにハンドピース交換等の必要性を認識させることができ、また強制的に使用禁止状態となるので安全である。

【0012】

望ましくは、前記制御部は、更に、前記抵抗値が前記通常範囲と前記動作禁止範囲の間に設定された動作選択範囲にある場合には第2アラームを出力し、その後のユーザーの確認入力があった場合に前記超音波振動子への前記駆動信号の供給を許容する。この構成によれば、絶縁性がやや低下しているような場合（使用可能であるが絶縁性が通常よりも低い場合）において、その事態がユーザーに報知されるので、現状のハンドピースのそのままの使用、ハンドピース交換、ハンドピースの使用断念などを諸状況（生体側の状態、手術の内容や時間など）に応じてユーザー側で判断できる。そのまま現状のハンドピースを使用する場合でもユーザーの確認入力を待ってからその使用がはじめて許容されるので、安全性を高められる。

【0013】

望ましくは、前記超音波振動子と前記駆動回路との間に設けられたオンオフ動作する第1のスイッチ回路と、前記超音波振動子と前記検出部との間に設けられたオンオフ動作する第2のスイッチと、を含み、前記制御部は、前記超音波手術に先立って前記抵抗値を検出する場合に前記第1のスイッチをオフ状態にし且つ前記第2のスイッチをオン状態にし、前記超音波手術に際しては前記第1のスイッチをオン状態にし且つ前記第2のスイッチをオフ状態にする。

【0014】

上記構成によれば、第1のスイッチ回路によって超音波振動子と駆動回路との電気的な接続の有無を切り換えることができ、第2のスイッチ回路によって超音波振動子と検出部との電気的な接続の有無を切り換えることができる。よって、抵抗値の検出時においては、超音波振動子から駆動回路を電気的に切り離して正確な検出を行うことができ、超音波手術時においては検出部を超音波振動子から電気的に切り離して生体安全性を高められる。

【0015】

望ましくは、前記検出部は、前記超音波振動子の端子間に直流電圧を印加するための直流電源と、前記直流電圧が印加された状態において、前記超音波振動子における端子間の抵抗値を電圧として検出する電圧検出回路と、を含む。

【0016】

望ましくは、当該超音波手術器は、手術器本体と、前記超音波振動子を内蔵し前記手術器本体に接続されるハンドピースと、で構成され、前記手術器本体に対して前記ハンドピースが接続された時に、前記端子間の抵抗値が検出される。

【発明の効果】

【0017】

以上説明したように、本発明によれば、超音波手術の前に端子間の抵抗値が実際に測定されるので、超音波手術器における安全性をより高められる。本発明によれば、超音波振動子の絶縁性の程度に応じて安全性を確保するための適切な制御を行える。

【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

【0018】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【0019】

図1には、本発明に係る超音波手術器の好適な実施形態が示されており、図1はその全体構成を示すブロック図である。この超音波手術器は、生体組織に対して超音波振動を伝達し、これによって組織の破碎などの処置を行うものである。生体に対して外科的な手術を行う器具であるため、超音波手術器に関しては高い安全性が要請される。

【0020】

超音波手術器は、本体10とハンドピース12とで構成される。ハンドピース12は本体10に対して図示されていないケーブルを介して着脱自在に接続される。ハンドピース12は、医者などの使用者によって把持される。ハンドピース12は、図示されるように超音波振動子14を有している。超音波振動子14はこの例ではいわゆるボルト締め型超音波振動子である。すなわち、超音波振動子14は、積層された複数の圧電板16と、それらの圧電板の間及び両端に設けられた複数の電極板18とを有し、それらを積層して構成される積層体がその前後に設けられた一対の金属ブロック19A, 19Bによって挟まれた構造を有している。一対の金属ブロック19A, 19Bは図示されていないボルトによって互いに締結されている。この構成自体は公知である。超音波振動子14にて生じた超音波振動は手術具としてのホーン17に伝達され、その先端部17Aによって超音波手術が実行される。

【0021】

より具体的に説明すると、ハンドピースの軸方向に複数の電極板18が並んでおり、それらの電極板は互い違いに配置された複数のプラス電極板及び複数のマイナス電極板で構成される。複数のプラス電極板はプラス端子(プラス側ライン)に接続されており、それが符号20によって表されている。複数のマイナス電極板はマイナス端子(マイナス側ライン)に接続されており、それが符号22によって表されている。このような結線関係により、端子間に駆動信号を供給すると、それぞれの圧電板において超音波振動が同相で生じ、超音波振動子全体として大きな振幅が得られる。ちなみに、ハンドピース12には、洗浄液を手術部位へ注ぎ込む機構、手術部位から洗浄液等を吸引する機構なども備わっているが、それらの構成については図1においては図示省略されている。また、ハンドピース12には各種スイッチが備わっているが、それらについても図示省略されている。

【0022】

本体10について説明する。本体10は超音波駆動回路30を有している。この超音波駆動回路30は、所定の周波数を持った駆動信号を生成する。その駆動信号はトランス32によって昇圧されて第1スイッチ回路34を介して超音波振動子14へ供給される。トランス32は、一次側電圧を所定倍率をもって昇圧して二次側電圧とする回路である。ここで超音波振動子14に供給される駆動信号の電圧は例えば300Vである。ちなみにその駆動信号の周波数や周期パターンなどについては手術モード等により適宜変更することができる。

【0023】

第1スイッチ回路34は、超音波手術の実行時においてのみオン動作するものである。すなわち、ハンドピース12に設けられた図示されていない手術実行スイッチが操作されると、制御部38によってそれが検知され、制御部38から超音波駆動回路30に対して信号出力命令が出され、同時に、第1スイッチ回路34に対してオン動作信号が出力される。

【0024】

本実施形態に係る超音波手術器には絶縁性検出部36が設けられている。絶縁性検出部36は、超音波手術に先立って超音波振動子14における両端子間の絶縁抵抗値を検出するものである。すなわち超音波振動子14の絶縁性の程度(良否)を測定する回路である。

【0025】

10

20

30

40

50

直流電圧発生回路 40 は、一定の直流 (DC) 電圧を生成する。その直流電圧は抵抗ブリッジ回路 42 及び第 2 スイッチ回路 44 を介して超音波振動子 14 の一対の端子 20, 22 に印加される。

【0026】

第 2 スイッチ回路 44 は、抵抗値の検出時のみオン動作するスイッチ回路である。抵抗ブリッジ回路 42 は、超音波振動子 14 の抵抗値を電圧として検出するための公知のホイートストンブリッジ回路として構成されている。抵抗ブリッジ回路 42 における特定抵抗の両端電圧は差動動作するアイソレーションアンプ 46 によって一定の比率で電圧変換され、アイソレーションアンプ 46 から出力される検出信号の電圧が判定回路 48 に入力される。判定回路 48 は両端子間の抵抗値に相当する電圧値を複数のしきい値と比較し、これによって超音波振動子 14 の絶縁性の程度を判定する。その判定結果は制御部 38 へ出力される。

10

【0027】

制御部 38 は、図 1 に示される各構成の動作制御を行っており、特に絶縁性検出部 36 から出力される判定信号に基づいて当該超音波手術器の動作にあたってその安全性を高めるための制御を実行している。絶縁性の程度がある一定値以上であれば（抵抗値が後述の通常範囲にあれば）通常の超音波手術動作が許容され、絶縁性の程度がそれよりも下回った場合（抵抗値が後述の選択動作範囲又は動作禁止範囲に入った場合）にはその低下度合いに応じて適切な安全制御を実行する。例えば、超音波手術自体の禁止あるいはユーザーへの警告などの制御が実行される。制御部 38 には表示器 51 及びスピーカ 53 が接続されている。それらの表示器 51 及びスピーカ 53 を利用してユーザーに対してアラームが報知される。

20

【0028】

後に説明するように、制御部 38 は、本体 10 に対してハンドピース 12 を接続した時点あるいは装置の電源の立ち上げ時において、つまり超音波手術を行う以前の振動子検査が必要なタイミングで、絶縁性検出部 36 を動作させ、その場合に第 2 スイッチ回路 44 をオン動作させる。そのような抵抗値の検出が完了した時点で、第 2 スイッチ回路 44 はオフ状態となる。つまり、第 1 スイッチ回路 34 は超音波手術の実行時のみオン動作し、第 2 スイッチ回路 44 は抵抗値の検出時のみオン動作する。それらの両スイッチ回路が同時にオン動作することは制御部 38 によって禁止されている。

30

【0029】

次に、図 2 を用いて図 1 に示した絶縁性検出部 36 の具体的な構成例について説明する。上述したように、直流電圧発生回路 40 と超音波振動子 14 との間には抵抗ブリッジ回路 42 及び第 2 スイッチ回路 44 が設けられている。抵抗ブリッジ回路 42 は図示されるように抵抗 R1 ~ R5 の 5 つの抵抗によって構成される。ここで抵抗 R5 の両端電圧がアイソレーションアンプ 46 によって検出されている。アイソレーションアンプ 46 から出力される検出信号は判定回路 48 に入力されている。

【0030】

判定回路 48 は、図 2 に示す例において並列配置された 2 つの判定器 60, 62 に入力されている。判定器 60 は検出信号の電圧（抵抗値 R に相当）と第 1 基準電圧（基準抵抗値 に相当）とを比較し、検出信号の電圧が第 1 基準電圧よりも高い場合に、Hi 信号を出力し、それ以外の場合にLo 信号を出力する。一方、判定器 62 においては、検出信号の電圧と第 2 基準電圧（基準抵抗値 に相当）とが比較され、判定器 62 は、検出信号の電圧が第 2 基準電圧よりも高い場合に Hi 信号を出力し、それ以外の場合に Lo 信号を出力する。ここで、 > の関係があり、すなわち判定回路 48 は、検出される抵抗値が 3 つの区分（範囲）のいずれに属するかを判定している。この例では、正常範囲、やや劣化したとみなせる範囲（選択動作範囲）、かなり劣化したと認められる範囲（動作禁止範囲）の 3 つの範囲がある。後に説明するように、抵抗値が正常範囲内にある場合には通常の超音波手術動作がそのまま許容され、抵抗値が選択動作範囲内にある場合にはユーザーにその事実を報知した上でユーザーの確認入力をまって超音波手術を許容している。この場

40

50

合においては必要に応じて安全性の観点からパワーなどの上限値が引き下げられる。抵抗値が動作禁止範囲にある場合には超音波手術の実行が禁止される。ここで第1基準電圧(つまり)及び第2基準電圧(つまり)の値はあらかじめ固定的に設定しておくことができるし、諸状況に応じて適切な値を可変設定することもできる。いずれにしても、超音波振動子14における抵抗値を実際に測定して、それによって超音波振動子14についての状態を確認した上で超音波手術を遂行させることが可能となる。

【0031】

第2スイッチ回路44は、図示されるように、プラスライン及びマイナスラインにそれぞれ設けられた2つのフォトカプラ56, 58によって構成されている。フォトカプラ56, 58は図1に示した制御部からの信号に応じてオン又はオフ動作する。

10

【0032】

また、トランス32と超音波振動子14との間には第1スイッチ回路34が設けられている。この第1スイッチ回路34はプラスライン及びマイナスラインのそれぞれに設けられた2つのスイッチ50, 52によって構成される。そして、図1に示した制御部からオン動作信号が与えられると、リレー54が動作し、これによって各スイッチ50, 52がオン動作する。

【0033】

ちなみに、符号102は本体における筐体を表している。また符号100は絶縁されたユニット部分を表している。すなわち、ハンドピース12及び絶縁性検出部36を含めてそれ以外から直流的に浮いた状態が形成されており、ハンドピースに対して何らかの事情によって高電圧が印加してしまうことを未然に防止できる。

20

【0034】

ちなみに、抵抗ブリッジ回路42は、超音波振動子14における端子間の抵抗値の大きさに反比例した電圧信号を出力する。上記の直流電圧は例えば200Vであり、また絶縁性検出部36において検出できる抵抗値の範囲は例えば0M ~ 5000Mである。その範囲に対応してアイソレーションアンプ46からは例えば0 ~ 5Vのアナログ電圧信号としての検出信号が出力される。また、上記の第1基準電圧は例えば抵抗値100Mに相当する値であり、上記の第2基準電圧は例えば抵抗値10Mに相当する値である。もちろんそれらの数値は一例である。抵抗ブリッジ回路42は上記の広範な抵抗値モニタリングに適しているものである。

30

【0035】

次に、図3を用いて、図1に示した超音波手術器の動作を説明する。初期状態においては、第1スイッチ回路34(以下、SW1)はオフ状態にあり、第2スイッチ回路44(以下、SW2)もオフ状態にある。

【0036】

S101において、本体に対してハンドピースが接続されたと判断されると、あるいは、ハンドピースが本体に接続された状態において電源が投入されると、必要に応じて、S102において電気的な回路の安定化のために一定時間経過まで待機状態とされ、その後、S103において絶縁性検出部36によって超音波振動子における両端子間の抵抗値Rが検出される。この検出にあたっては、SW2のみがオン動作する。そして検出後にSW2はオフ動作する。

40

【0037】

S104では、抵抗値Rが第1基準値よりも大きいか否かが判断され、その条件が満たされた場合にはS105が実行される。その一方において、S104の条件が満たされない場合には、更にS107において抵抗値Rが第2基準値よりも大きいか否かが判断される。その条件が満たされればS108が実行され、満たされなければS110が実行される。すなわち、S104及びS107において、抵抗値Rが、通常範囲($R >$)、動作選択範囲($> R >$)、動作禁止範囲($> R$)のいずれに属するのかが判断される。但し、通常範囲と動作禁止範囲の2つの範囲を設けてもよく、また4つ以上の範囲を設けてもよい。

50

【0038】

ここで抵抗値 R が正常範囲内である場合には、S 105において超音波手術に先立って、洗浄液の供給及び吸引を行う洗浄システムが作動する。そして、S 106においてはハンドピースに設けられた動作スイッチをオンすることにより超音波手術が実行される。この場合においては、SW1がオン動作する。

【0039】

一方、抵抗値 R が動作選択範囲に属する場合、S 108において表示器 51 に第 2 エラーが表示される。すなわち、絶縁性がやや劣化している状態を表すメッセージあるいはそれを表すシンボルなどが表示される。またスピーカ 53 から第 2 アラーム音が出力される。第 2 アラーム音は所定のパターンあるいは音色を持った音である。更に必要であれば、動作条件、例えば出力パワー、についての制限が設定される。

【0040】

S 109では、上記のような第 2 エラー表示あるいは第 2 アラーム音の出力によってその事態を認知したユーザーにより、そのような状態においても超音波手術を実行させるか否かの確認入力が求められる。ここで、そのような入力があれば S 105 以降の工程が実行されるが、そのような入力がなされなければ、あるいは超音波手術を断念する入力がなされれば S 105 以降の工程は実行されない。確認入力はハンドピースに設けられた所定スイッチの操作による。

【0041】

一方、S 110においては、絶縁性がかなり低下した状態にあるため、超音波手術の実行が強制的に禁止される。その際には第 1 エラー表示が出され、また第 1 アラーム音が出力される。ここで第 1 エラー表示は当該状態を表すメッセージあるいはシンボルなどを含むものである。第 1 エラー表示及び第 1 アラーム音のいずれも、上記の第 2 エラー表示及び第 2 アラーム音とは異なる。したがって、ユーザーは S 110において上記のような報知を受けた後、ハンドピースを交換するなどの作業をし、ハンドピースが交換された場合には S 102 からの各工程が繰り返し実行される。

【0042】

以上説明した超音波手術器によれば、超音波手術の実行に先立って超音波振動子についての絶縁性の程度を実際に測定してその絶縁性の程度に応じて超音波手術の安全性を高めるための動作が適用されるので、超音波手術器の動作信頼性を高められると共に、生体安全性を高めることができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図 1】本発明に係る超音波手術器の好適な実施形態を示すブロック図である。

【図 2】図 1 に示す絶縁性検出器の具体的な構成例を示す図である。

【図 3】図 1 に示す装置の動作例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0044】

10 本体、12 ハンドピース、14 超音波振動子、30 超音波駆動回路、34
第 1 スイッチ回路、36 絶縁性検出部、38 制御部、42 抵抗ブリッジ回路、4
4 第 2 スイッチ回路、48 判定回路。

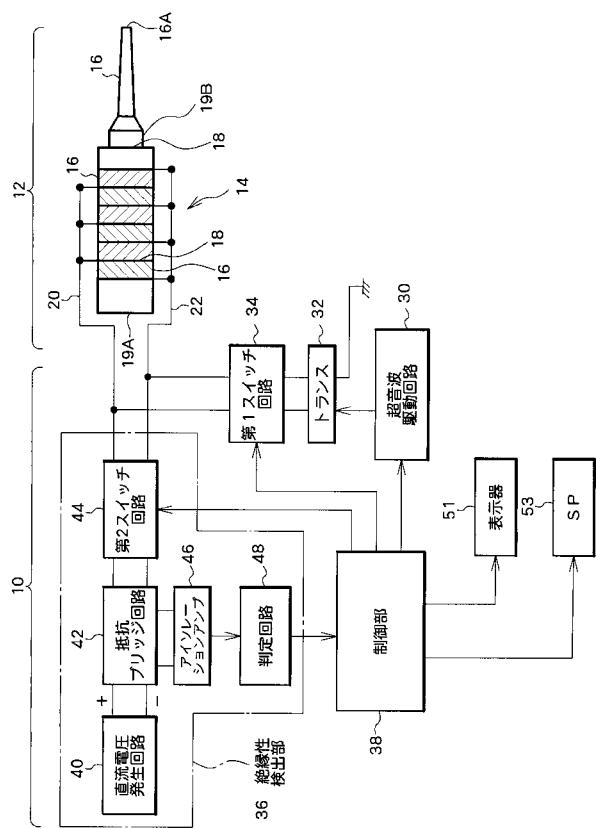
10

20

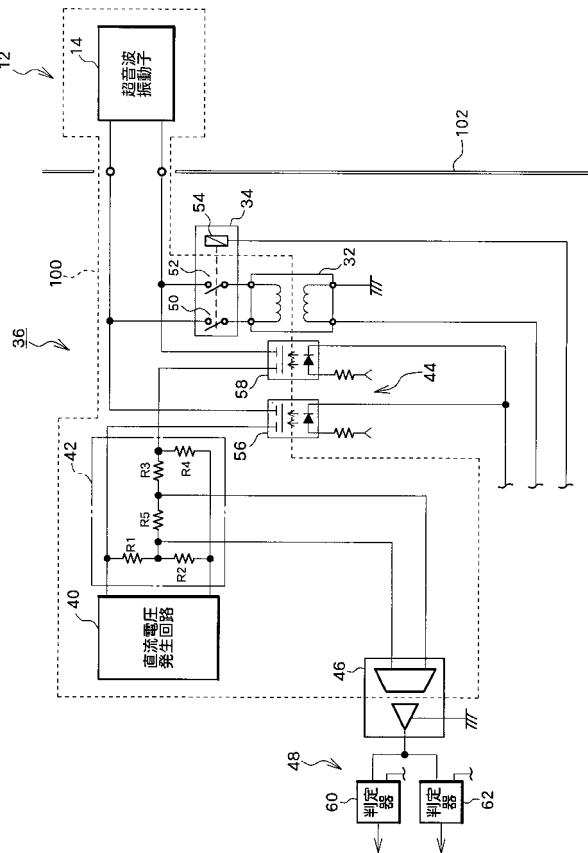
30

40

【図1】



【図2】



【図3】

