

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) **公 開 特 許 公 報** (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002－65688

(P2002－65688A)

(43)公開日 平成14年3月5日(2002.3.5)

(51)Int.Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
A 6 1 B 18/00		B 0 6 B 1/06	Z 4 C 0 6 0
B 0 6 B 1/06		3/04	5 D 1 0 7
3/04		A 6 1 B 17/36	330

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 数)

(21)出願番号 特願2000－253918(P2000－253918)

(22)出願日 平成12年8月24日(2000.8.24)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 山田 典弘

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリン
パス光学工業株式会社内

(72)発明者 舟窪 朋樹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリン
パス光学工業株式会社内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 4 名)

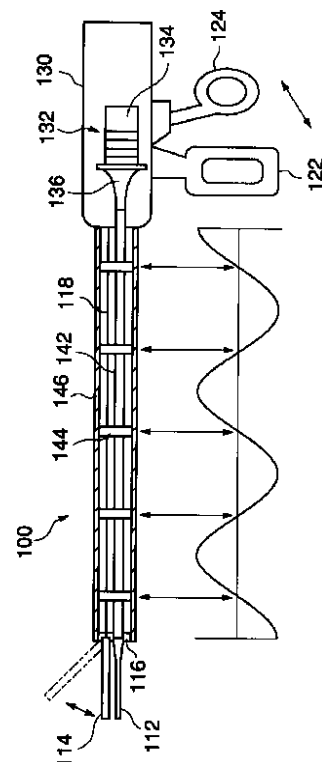
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波切開凝固装置及び超音波伝導体

(57)【要約】

【課題】超音波の伝達による損失が少なく、異音が発生し難い超音波切開凝固装置を提供する。

【解決手段】超音波凝固切開装置は、超音波振動を発生させるための超音波振動子132と、超音波振動子132で発生された超音波振動を伝達するための超音波伝達体142と、超音波伝達体142に取り付けられた固定刃112と、固定刃112に対して開閉動作される可動刃114とを備えており、超音波伝達体142は、その軸心方向に伝わる縦振動の節位置の少なくとも一つにおいて保持されており、保持された縦振動の節位置の少なくとも一つは、超音波伝達体に発生する径方向に振幅を持つ横振動の腹位置に一致している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 生体組織に対して切開・凝固等の処置を行なうための超音波凝固切開装置であり、超音波振動を発生させるための超音波振動子と、超音波振動子で発生された超音波振動を伝達するための超音波伝達体と、超音波伝達体に取り付けられた固定刃と、固定刃に対して開閉動作される可動刃とを備えており、超音波伝達体は、その軸心方向に伝わる縦振動の節位置の少なくとも一つにおいて保持されており、保持された縦振動の節位置の少なくとも一つは、超音波伝達体に発生する径方向に振幅を持つ横振動の腹位置に一致している、超音波凝固切開装置。

【請求項 2】 超音波凝固切開装置に用いられる超音波伝達体であり、縦振動の節位置の少なくとも一つが、縦振動の $1/2$ 振動数を持つ横振動または $1/3$ 振動数を持つ横振動の腹位置と一致している、超音波伝達体。

【請求項 3】 超音波凝固切開装置に用いられる棒状の中実の超音波伝達体であり、その全長は、軸心方向に進む縦振動の $1/2$ 波長の整数倍に等しく、その材質と太さは、縦振動の $1/2$ 振動数を持つ横振動と縦振動の $1/3$ 振動数を持つ横振動の次数(波の数)が偶数となるように選ばれている、超音波伝達体。

【請求項 4】 超音波凝固切開装置に用いられるパイプ状の中実の超音波伝達体であり、その全長は、軸心方向に進む縦振動の $1/2$ 波長の整数倍に等しく、その材質と内径と外径は、縦振動の $1/2$ 振動数を持つ横振動と縦振動の $1/3$ 振動数を持つ横振動の次数(波の数)が偶数となるように選ばれている、超音波伝達体。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、超音波振動を利用して切開あるいは凝固などの処置を行う超音波凝固切開装置及びこの装置に用いられる超音波伝達体に関する。

【0002】

【従来の技術】 超音波凝固切開装置における超音波伝達体の役割は、超音波振動子で発生された超音波を、加工もしくは切断する対象物に、拡大して伝達することである。一般に、圧電素子を利用した超音波振動子で発生された超音波を拡大する超音波伝達体は、超音波伝達体の軸心方向に振動を伝達させる。これを実現するためには、発熱等による損失や、所望の振動以外のモード、すなわち超音波伝達体の径方向に振幅を持つ横振動の発生を可能な限り抑制することが求められる。損失及び横振動の発生は、超音波伝達体の形状を太く短くすることである程度抑制できる。例えば、特開平 11-226499 (従来技術 1) に示されているように、横振れや異音の発生を防止するために、超音波伝達体である超音波ホーン

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、近年、生体組織に超音波を加え凝固あるいは切除するための超音波切開凝固装置においては、内視鏡観察下での治療が求められている。このような装置に用いられる超音波伝達体は細長の形状であることが必要である。例えば、特開平 9-38099 (従来技術 2) は、内視鏡に組み込まれる超音波切開凝固装置を開示している。この装置では、超音波振動子は発生された超音波を伝達棒を介して先端の固定刃に拡大して伝達することにより、生体組織の凝固・切開を行なう。この伝達棒は細長の形状であるために、固定刃部分で $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上の大きい振幅を得ようとする

と、横振動が発生し易い。
【0004】 このような横振動は、超音波振動子で発生される超音波の振動数とは異なる振動数を持つため、可聴域の耳障りな異音を発生させることがある。また、横振動は、単に不所望な異音を発生させるだけでなく、伝達される超音波のエネルギーを損失させるため、切断等の処置の所要時間が長くなったり、最悪の場合には、切断等の処置を完了できないという事態を引き起こす可能性がある。

【0005】 本発明は、このような不具合を解消するために成されたものであり、その主な目的は、超音波の伝達による損失が少なく、異音が発生し難い超音波切開凝固装置を提供することである。

【0006】 また、本発明の別の目的は、そのために、横振動が発生し難い超音波伝達体を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、一つのアスペクトにおいては、生体組織に対して切開・凝固等の処置を行なうための超音波凝固切開装置であり、超音波振動を発生させるための超音波振動子と、超音波振動子で発生された超音波振動を伝達するための超音波伝達体と、超音波伝達体に取り付けられた固定刃と、固定刃に対して開閉動作される可動刃とを備えており、超音波伝達体は、その軸心方向に伝わる縦振動の節位置の少なくとも一つにおいて保持されており、保持された縦振動の節位置の少なくとも一つは、超音波伝達体に発生する径方向に振幅を持つ横振動の腹位置に一致している。

【0008】 本発明は、別のアスペクトにおいては、前述の超音波凝固切開装置に用いられる超音波伝達体であり、縦振動の節位置の少なくとも一つが、縦振動の $1/2$ 振動数を持つ横振動または $1/3$ 振動数を持つ横振動の腹位置と一致している。

【0009】 超音波伝達体は、一例においては、棒状の中実の部材であって、その全長は、軸心方向に進む縦振動の $1/2$ 波長の整数倍に等しく、その材質と太さは、縦振動の $1/2$ 振動数を持つ横振動と縦振動の $1/3$ 振動数を持つ横振動の次数(波の数)が偶数となるように選ばれている。

【0010】超音波伝達体は、別の一例においては、パイプ状の中空の部材であって、その全長は、軸心方向に進む縦振動の $1/2$ 波長の整数倍に等しく、その材質と内径と外径は、縦振動の $1/2$ 振動数を持つ横振動と縦振動の $1/3$ 振動数を持つ横振動の次数(波の数)が偶数となるように選ばれている。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の第一の実施の形態による超音波切開凝固装置について図面を用いて説明する。

【0012】図1に示されるように、本実施形態の超音波切開凝固装置100は、生体組織に対して切開・凝固等の処置を行なうための処置部110と、処置部110を操作するための操作部120と、超音波振動を発生させるための超音波振動子ユニット130と、超音波振動子ユニット130で発生された超音波振動を処置部110に伝達するための伝達部140とを備えている。

【0013】図2に示されるように、超音波振動子ユニット130は、超音波振動を発生する超音波振動子132を含んでいる。超音波振動子132は、例えば、圧電素子と電極を交互に積層した構造体をホーン136と裏打板134とで挟みボルトで締結したボルト締めランジュンパン超音波振動子である。

【0014】伝達部140は、超音波振動子132で発生された超音波振動を伝達するための超音波伝達体142と、これを保持するための複数のスペーサ144と、これらを覆う保護部材であるシース146とを有している。

【0015】超音波伝達体142は、例えば、チタン合金製の円柱形の棒状部材である。チタン合金は、耐食性と強度が共に高く、生体適合性も有している。

【0016】超音波伝達体142は両端に雄ネジを有しており、また、超音波振動子132のホーン136の先端部分に雌ネジを有しており、超音波伝達体142とホーン136は螺合により連結されている。

【0017】超音波伝達体142は、五箇所において、シース146に固定されたスペーサ144に保持されている。保持の位置は、縦振動の伝達を阻害しないように、超音波伝達体142を伝わる縦振動の節位置が選ばれている。

【0018】図5(A)と図5(B)に示されるように、スペーサ144は、ねじ150によりシース146に固定されており、また、超音波伝達体142を保持するための穴154を有している。スペーサ144の穴154には、シリコンゴム等の弾性材料から成る外止め部材156を介して、超音波伝達体142が通される。その結果、外止め部材156の弾性変形により、超音波伝達体142は所定の位置においてスペーサ144によって保持される。

【0019】スペーサ144に対する超音波伝達体142の組付けは、超音波伝達体142を伝搬する縦振動の

節位置に当たる超音波伝達体142の所定の位置にマークを付け、そのマークの部分にシリコンゴム等の弾性材料から成る外止め部材156を嵌め込み、これをスペーサ144の穴154に通すことで行なわれる。

【0020】図2に示されるように、処置部110は、固定刃112と、可動刃114と、固定刃112に対して可動刃114を開閉動作可能に支持する可動刃支持ベース116とを有している。可動刃支持ベース116は、シース146の端部に設けられている。

【0021】固定刃112はチタン合金製の円柱形状部材であり、超音波の振幅を拡大するために、超音波伝達体142より細い径を有している。固定刃112は一方の端部に雌ネジを有しており、螺合により超音波伝達体142に取り付けられている。超音波伝達体142に取り付けられた固定刃112は、可動刃支持ベース116に形成された穴を通して延びている。

【0022】図1と図2に示されるように、操作部120は、固定ハンドル122と、可動操作ハンドル124とを有している。固定ハンドル122は超音波振動子ユニット130に固定されており、可動操作ハンドル124は固定ハンドル122に対して開閉操作可能に超音波振動子ユニット130に取り付けられている。

【0023】可動操作ハンドル124の端部は、超音波振動子ユニット130内において、操作棒118と回動可能に連結されている。操作棒118は、図5(B)に示されるように、スペーサ144の穴152を通して延びており、可動刃114の端部に回動自在に連結されている。これにより、固定ハンドル122に対する可動操作ハンドル124の開閉操作に応じて、可動刃114が固定刃112に対して開閉される。

【0024】一般に、振動の性質は、振幅、振動数、次数(波の数)により決まる。振動の節位置と腹位置は、次数に応じて決まる。振動の次数は、振動数により変わるが、媒体の材質および形状により決まる。

【0025】超音波伝達体142の軸心方向に進む縦振動の振動数は、超音波振動子132から発生する超音波振動と同じであり、超音波伝達体142に発生する横振動の振動数は、Duffingの方程式により、超音波振動子132から発生する超音波振動の $1/2$ もしくは $1/3$ のいずれかである。

【0026】従って、超音波伝達体142の材質と形状を適当に選ぶことにより、超音波振動子132から発生する超音波振動(縦振動)と、その超音波振動の $1/2$ 振動数の横振動と $1/3$ 振動数の横振動とを、所望の次数にすることができる。

【0027】本発明による超音波切開凝固装置100では、所望の振動である超音波伝達体142の軸心方向に進む縦振動に付随して発生する径方向に振幅を持つ横振動の次数(波の数)が偶数になるように、超音波伝達体142の形状と材質が選ばれている。その結果、縦振動の

節位置の少なくとも一つは、横振動の腹位置と一致している。また、超音波伝達体 142 は、少なくとも、横振動の腹位置と一致する縦振動の節位置において、スペーサ 144 により保持されている。これにより、縦振動の振幅を妨害することなく、横振動の発生が抑制されている。

【0028】以下、具体的な数値をあげて説明する。超音波振動子 132 は、ホーン 136 の先端部から振動数 50 kHz の超音波振動を発生する。超音波伝達体 142 の材質であるチタン合金は、112 GPa のヤング率と、4.5 kg/m³ の密度を有している。従って、超音波伝達体 142 に伝わる振動数 50 kHz の超音波振動の 1/4 波長は、24.7 mm である。

【0029】生体組織に対して処置を行なう固定刃 112 に超音波振動を最も効率よく伝えるため、超音波振動子 132 のホーン 136 の先端と固定刃 112 の先端で振幅が最大になる必要がある。言い換えれば、ホーン 136 の先端と固定刃 112 の先端は、超音波振動の腹位置になる必要がある。

【0030】また、用途の都合上、操作部 120 から処置部 110 までの距離は 200 mm 以上必要である。このような理由から、本実施形態では、超音波伝達体 142 の長さは、図 2 に示されるように、超音波振動の波長の 2.5 倍(次数は 5)である 247 mm に設定されている。

【0031】また、超音波伝達体 142 は、縦振動の節位置にあたる位置において、スペーサ 144 に保持されている。従って、超音波伝達体 142 は、ホーン 136 の先端から 24.7 mm、74.1 mm、123.5 mm、172.9 mm、222.3 mm の位置においてスペーサ 144 に保持されている。

【0032】前述したように、超音波伝達体 142 に発生する横振動の振動数は、Duffing の方程式より、縦振動である超音波振動の振動数の 1/2 もしくは 1/3 であるので、本実施形態では、16.7 kHz もしくは 25 kHz の横振動が発生する。振動数 16.7 kHz は可聴域にあるため、1/3 振動数の横振動の振幅が大きくなると異音が発生する。

【0033】さらに、横振動の発生を抑えるため、超音波伝達体 142 の太さは、縦振動の節位置と横振動の腹位置が一致する寸法が選ばれている。超音波伝達体 142 の太さの決定は、具体的には、次のようにして行なわれる。

【0034】まず、図 3 に示されるように、有限要素法を用いたシミュレーションにより、様々な太さの超音波伝達体 142 の固有振動数を調査する。次に、その固有振動数の中で超音波振動の 1/2 及び 1/3 振動数に最も近い固有振動の次数を調査する。そして、両方の横振動の次数が偶数になる太さを選ぶ。

【0035】本実施形態では、超音波伝達体 142 の太

さは 3.0 mm が選ばれている。この太さにおいては、1/3 振動数に最も近い固有振動の次数が 14、1/2 振動数に最も近い固有振動の次数が 16 である。

【0036】本実施形態では、結局、超音波伝達体 142 は、長さ 247 mm、太さ 3.0 mm のチタン合金製の円柱状部材である。この超音波伝達体 142 においては、図 4 に示されるように、全長の中央部において、縦振動における 3 番目の節と、1/3 振動数の横振動における 8 番目の腹と、1/2 振動数の横振動における 7 番目の腹とが一致している。このため、横振動の発生が抑制されている。

【0037】本実施形態では、固定刃 112 の長さは超音波振動の半波長分であり、振動の伝達に対する寄与は、超音波伝達体 142 に比べて小さく、実質的に無視してもよい。しかし、固定刃 112 が超音波伝達体 142 の全長と同じ程度に長い場合には、固定刃 112 を含めた固有値解析を行なう必要がある。

【0038】以下、本実施形態の変形例について述べる。

【0039】第一の変形例では、超音波伝達体 142 の材質はアルミニウム合金であり、ヤング率は 72 GPa、密度は 2.7 kg/m³ である。超音波伝達体 142 の全長は、超音波伝達体 142 を伝わる振動数 50 kHz の超音波振動の波長の 2.5 倍である 271 mm が選ばれている。超音波伝達体 142 の太さは、縦振動の 1/2 及び 1/3 振動数の横振動における次数が偶数になるように、3.8 mm に設定されている。

【0040】第二の変形例では、超音波伝達体 142 は、パイプ状の中空円筒形の部材であり、その材質は第一実施形態と同じチタン合金である。超音波伝達体 142 の全長は 247 mm に設定されており、これは超音波伝達体 142 を伝搬する超音波振動の波長の 2.5 倍に等しい。超音波伝達体 142 の外径と内径は、縦振動の 1/2 及び 1/3 振動数の横振動における次数が偶数になるように、外径が 6.4 mm、内径が 3.0 mm に設定されている。

【0041】また、超音波伝達体 142 の保持に関して、図 6 に示されるように、超音波伝達体 142 の保持強度を高めるために、超音波伝達体 142 は縦振動の節位置に溝 160 を有し、スペーサ 144 の穴 154 の側面は凹面 162 になっているとよい。このような保持は、横振動に対する負荷がより大きく、横振動の抑制が更に向上される。ただし、溝 160 は超音波伝達体 142 の振動特性に影響を与えるため、超音波伝達体の設計に際しては、溝 160 を考慮してシミュレーションを行なう必要がある。

【0042】次に、本発明の第二の実施の形態として、第一実施形態の超音波切開凝固装置に適用可能な別の超音波伝達体について図 7 と図 8 を用いて説明する。

【0043】図 7 に示されるように、本実施形態による

超音波伝達体 142 は、比較的太い一定の太さの基端部 172 と、テーパ状のホーン部 174 と、比較的細い一定の太さの中腹部 176 とを有している。

【0044】本実施形態では、超音波振動子 132 は、ホーン 136 の先端部から振動数 47 kHz の超音波振動を発生する。また、超音波伝達体 142 の材質は第一実施形態と同じであり、ホーン部 174 以外の超音波伝達体 142 に伝わる縦振動の 1/4 波長は、26.5 mm である。

【0045】基端部 172 の太さは 7 mm であり、中腹部 176 の太さは、超音波伝達体 142 の全長が 350 mm 以上であることを前提条件として、第一実施形態と同様の考えに基づいて、シミュレーションにより決められている。

【0046】このシミュレーションにおいて、中腹部 176 と基端部 172 とを滑らかに接続するため、ホーン部 174 の形状は中腹部 176 の太さに応じて若干変えている。また、それに伴い、縦振動の次数が同じでも、超音波伝達体 142 の全長も変わる。

【0047】本実施形態では、縦振動の次数を 7 (波長の 3.5 倍) に固定して、中腹部 176 の太さを 1 mm ~ 7 mm の範囲で変化させるシミュレーションの結果、全長は 370.6 mm ~ 393.7 mm の範囲で変化した。

【0048】図 8 に示されるように、様々な太さの中腹部に対して超音波伝達体 142 の縦振動の 1/2 及び 1/3 振動数に最も近い固有振動の次数を調査した。

【0049】本実施形態では、超音波伝達体 142 の中腹部 176 の太さは 3.5 mm に設定されており、この太さにおいて、1/2 振動数の横振動の次数は 22、1/3 振動数の横振動の次数は 18 である。これにより、縦振動の節位置の少なくとも一つは、横振動の腹位置と一致している。

【0050】この超音波伝達体 142 は、縦振動の 7 つの節位置のうち、ホーン部 174 に存在する 1 つの節位置を除いた 6 つの節位置において、第一実施形態と同様に、シース 146 に固定されたスペーサ 144 に保持さ*

*れる。これにより、縦振動の伝達を阻害することなく、横振動の発生が抑制される。

【0051】これまで、いくつかの実施の形態について図面を参照しながら具体的に説明したが、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で行なわれるすべての実施を含む。

【0052】

【発明の効果】本発明によれば、縦振動の伝達を阻害することなく横振動の発生が抑えられた、従って、超音波の伝達による損失が少なく、異音が発生し難い超音波凝固切開装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第一の実施の形態による超音波凝固切開装置の外観を概略的に示している。

【図 2】図 1 に示される超音波凝固切開装置の内部構造を概略的に示している。

【図 3】図 2 に示される超音波伝達体の太さに対する横振動の次数の変化を示すグラフである。

【図 4】第一の実施の形態における超音波伝達体と、これに伝わる縦振動の波形と、これに発生する横振動の波形とを示している。

【図 5】図 2 に示される超音波伝達体の保持の一形態を示しており、(A) は保持される前の様子を示し、(B) は保持されている様子を示している。

【図 6】図 2 に示される超音波伝達体の保持の別の形態を示している。

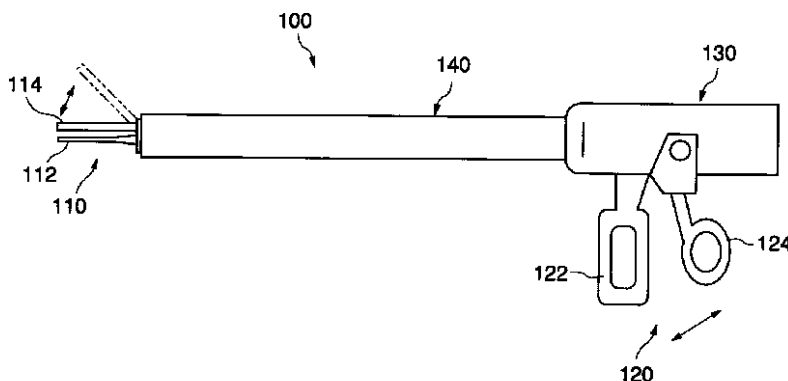
【図 7】第二の実施の形態による超音波伝達体を示している。

【図 8】図 7 に示される超音波伝達体の太さに対する横振動の次数の変化を示すグラフである。

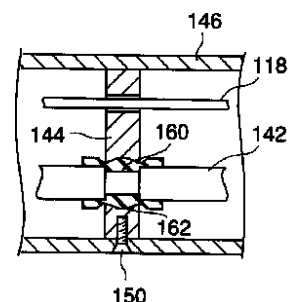
【符号の説明】

- 100 超音波凝固切開装置
- 112 固定刃
- 114 可動刃
- 132 超音波振動子
- 142 超音波伝達体

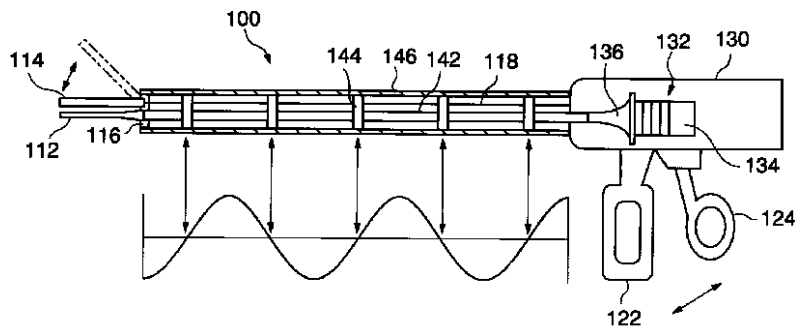
【図 1】



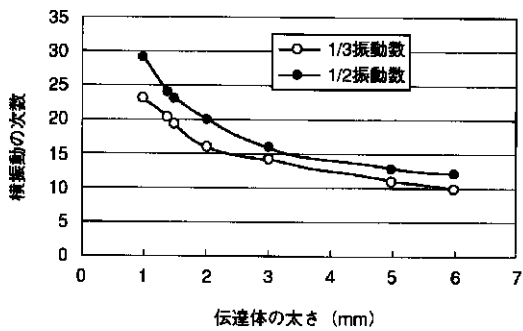
【図 6】



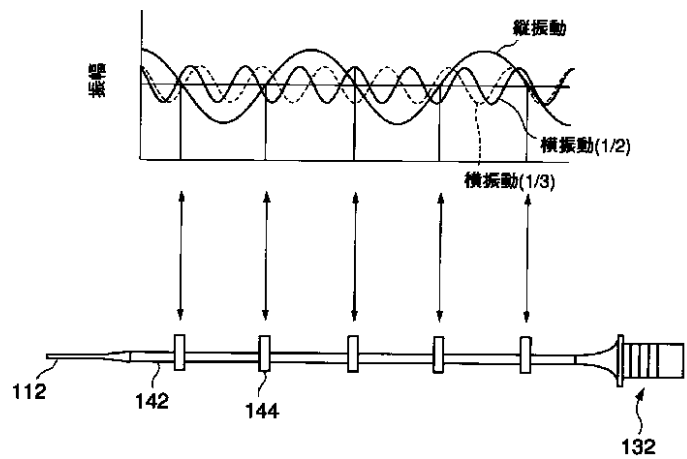
【図2】



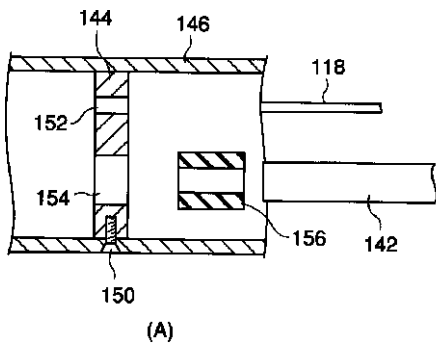
【図3】



【図4】



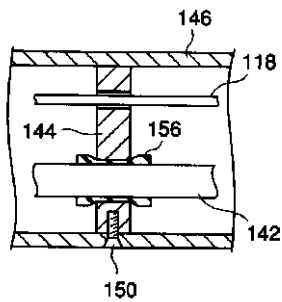
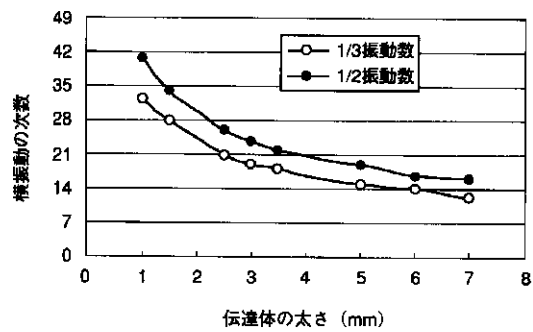
【図5】



【図7】



【図8】



(B)

专利名称(译)	超音波切开凝固装置及び超音波伝导体		
公开(公告)号	JP2002065688A	公开(公告)日	2002-03-05
申请号	JP2000253918	申请日	2000-08-24
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパス光学工業株式会社		
[标]发明人	山田典弘 舟窪朋樹		
发明人	山田 典弘 舟窪 朋樹		
IPC分类号	A61B18/00 B06B1/06 B06B3/04		
FI分类号	B06B1/06.Z B06B3/04 A61B17/36.330 A61B17/32.510		
F-TERM分类号	4C060/JJ13 4C060/JJ23 5D107/AA16 5D107/BB07 5D107/CC04 5D107/FF03 5D107/FF06 5D107/FF08 4C160/JJ13 4C160/JJ46 4C160/MM32 4C160/NN01 4C160/NN09		
其他公开文献	JP3841627B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供超声波切口/凝固装置，减少由于超声波传输造成的损失，并且难以产生异常声音。解决方案：该超声波切口/凝固装置设置有用于产生超声波振动的超声波换能器132，用于传输由超声波换能器132产生的超声波振动的超声波发射器142，安装在超声波发射器142上的固定刀片112，以及可动刀片114相对于固定刀片112打开/关闭。超声波发送器142保持在其轴向中心方向上传送的纵向振动的节点位置中的至少一个。保持超声波发射器142的节点位置中的至少一个对应于在超声波发射器142中发生并具有径向幅度的横向振动的波腹位置。

