

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4675463号
(P4675463)

(45) 発行日 平成23年4月20日 (2011.4.20)

(24) 登録日 平成23年2月4日 (2011.2.4)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 R 31/00 (2006.01)

H O 4 R 31/00 3 3 0

H O 4 R 17/10 (2006.01)

H O 4 R 17/10 3 3 0 A

A 6 1 B 18/00 (2006.01)

A 6 1 B 17/36 3 3 0

A 6 1 B 17/22 (2006.01)

A 6 1 B 17/22 3 3 0

B O 6 B 1/06 (2006.01)

B O 6 B 1/06 Z

請求項の数 5 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-244948 (P2000-244948)
 (22) 出願日 平成12年8月11日 (2000.8.11)
 (65) 公開番号 特開2001-104328 (P2001-104328A)
 (43) 公開日 平成13年4月17日 (2001.4.17)
 審査請求日 平成19年8月9日 (2007.8.9)
 (31) 優先権主張番号 373310
 (32) 優先日 平成11年8月12日 (1999.8.12)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 595057890
 エシコン・エンドーサージェリィ・インコーポレイテッド
 Ethicon Endo-Surgery, Inc.
 アメリカ合衆国、45242 オハイオ州、シンシナティ、クリーク・ロード 4545
 (74) 代理人 100088605
 弁理士 加藤 公延
 (72) 発明者 フォスター・ビー・ストゥレン
 アメリカ合衆国、43082 オハイオ州、ウェスタービル、オルデ・ミル・コート 684

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トリムマスを用いた超音波トランスデューサを同調するための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波組立体を同調する方法において、

(a) 超音波振動の波腹部近傍に配置されているトリムマスを有するサンドイッチ型超音波トランスデューサを組み立てる工程と、

(b) 前記超音波トランスデューサの共鳴周波数を測定する工程と、

(c) 前記超音波トランスデューサのトリムマスの直径を減少させて、前記測定した超音波トランスデューサの共鳴周波数を数パーセント以内高い第2の共鳴周波数に変更する工程と、を含む方法。

【請求項 2】

超音波トランスデューサを製造するための方法において、

(a) 超音波振動の波腹部近傍に配置されているトリムマスを含むサンドイッチ型超音波トランスデューサを組み立てる工程と、

(b) 前記超音波トランスデューサの共鳴周波数を測定する工程と、

(c) 前記超音波トランスデューサのトリムマスの直径を減少させて、前記測定した超音波トランスデューサの共鳴周波数を数パーセント以内高い第2の共鳴周波数に変更する工程と、を含む方法。

【請求項 3】

超音波組立体を同調する方法において、

(a) 超音波振動の波腹部近傍に配置されているトリム領域を有するサンドイッチ型超

音波トランスデューサを組み立てる工程と、

(b) 前記超音波トランスデューサの共鳴周波数を測定する工程と、

(c) 前記トリム領域を構成する複数のトリム幅からトリム幅を選択する工程と、

(d) 前記超音波トランスデューサのトリム領域の直径を減少させて選択した前記トリム幅にすることにより、超音波トランスデューサの共鳴周波数を当該超音波トランスデューサのトリムマスの直径の減少後において数パーセント以内高い第2の共鳴周波数に同調させる工程と、を含む方法。

【請求項4】

共鳴駆動周波数を有する超音波トランスデューサ組立体において、

第1の面および第2の面を有する少なくとも1個の圧電変換素子と、

前記少なくとも1個の圧電変換素子の第1の面の近傍に配置された端部質量部分と、

前記少なくとも1個の圧電変換素子の第2の面の近傍に配置された第1の直径を有する前方質量部分と、を含み、当該前方質量部分が、

前記前方質量部分を音響導波管に連結するように構成された取付面と、

前記第1の直径よりも大きな第2の直径を有して、前記前方質量部分の音響振動の波腹部から1/8以内に配置されている環状領域と、を含み、当該環状領域の少なくとも一部分を除去することにより、前記超音波トランスデューサ組立体の共鳴周波数が数パーセント以内増大する、超音波トランスデューサ組立体。

【請求項5】

超音波組立体を同調する方法において、

(a) 超音波振動の波腹部近傍に配置されている質量要素を含むサンドイッチ型超音波トランスデューサを組み立てる工程であって、当該質量要素が直径 D_1 を有して、前記超音波トランスデューサの長手軸から半径方向に延出している、工程と、

(b) 前記超音波トランスデューサ組立体の共鳴周波数を測定する工程と、

(c) 前記質量要素の直径 D_1 を新しい直径 D_2 に減少させることにより、当該減少した直径 D_2 が前記超音波トランスデューサの共鳴周波数を数パーセント以内高い第2の共鳴周波数に変更する工程と、を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に高電力サンドイッチ型超音波トランスデューサを製造するための装置および方法に関し、特に、トリムマス（切取質量部分：trim mass）を用いた高電力サンドイッチ型超音波トランスデューサを同調する新規な方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

本出願は1999年4月15日に出願された米国特許出願第09/292,134号、1998年に6月25日に出願された第09/104,612号、1998年6月25日に出願された第09/104,789号、および1998年6月25日に出願された第09/104,648号に関連し、これらの全ての出願は本発明と同一の譲受人に譲渡されており、これらの全てが本明細書に参考文献として含まれる。

【0003】

中空コアおよび中実コアの両方を含む超音波装置は多くの医療状態の安全かつ有効な処理に使用されている。このような超音波装置、特に中実コアの超音波装置は超音波周波数で外科手術エンドイフェクタに機械的振動を伝達する形態のエネルギーにより組織を切断および/または凝固するために使用できるので有利である。超音波振動は、適当なエネルギーで組織に伝達されて適当なエンドイフェクタを使用する場合に、組織を切断、切開または焼灼するために使用できる。中実コア技法を利用する超音波装置は超音波トランスデューサから導波管を介して外科手術エンドイフェクタに伝達できるエネルギーの量の点で特に有利である。このような装置は内視鏡または腹腔鏡処理のような最少の侵襲性の処理における使用に特に適しており、この場合に、エンドイフェクタはトロカール内を通過して外

10

20

30

40

50

科手術部位に到達する。

【 0 0 0 4 】

超音波振動は、例えば、装置のハンドピース内の 1 個以上の圧電変換素子または磁気歪素子により構成できるトランスデューサを電氣的に励起することにより、外科手術エンドイフェクタ内において誘発できる。すなわち、トランスデューサ部分により発生される振動が当該トランスデューサ部分から外科手術エンドイフェクタまで延在する超音波導波管を介して外科手術エンドイフェクタに伝達される。

【 0 0 0 5 】

サンドイッチ型の超音波トランスデューサはランゲビン (Langevin) トランスデューサとも呼ばれ、高強度の超音波動作を発生することが周知であり確立されている。発明者を P. Langevin とする 1 9 2 1 年に発行された英国特許第 1 4 5 , 6 9 1 号において、金属板の間に配置されたサンドイッチ型の圧電変換材料が高強度の超音波を発生することが記載されている。また、共鳴周波数に同調して当該共鳴周波数の半波長を生成するように構成されたボルト留めの堆積型トランスデューサを利用したサンドイッチ型トランスデューサが英国特許第 8 6 8 , 7 8 4 号に記載されている。

【 0 0 0 6 】

複合型またはサンドイッチ型の高強度超音波トランスデューサは一般に前方ベル (fore-bell) および端部ベル (end-bell) または前方マス部材および後方マス部材 (mass member) または第 1 共振器および第 2 共振器を備えており、これらの間には、圧電変換素子が張力による影響を受けやすいために、環状の圧電変換素子と電極が交互に堆積されている。たいいていのこのような高強度トランスデューサはプレストレス (pre-stressed) 型である。すなわち、これらは堆積層を軸方向に貫通して圧電トランスデューサが耐えられる圧縮力の約半分の静的バイアス力を加える圧縮ボルトを使用している。このようなトランスデューサの動作時には、これらは常に圧縮状態に保たれて、この圧力は公称ゼロの最小の圧力から材料の最大圧縮強度以下の最大ピーク値まで変動する。

【 0 0 0 7 】

さらに、従来技術の別の実施形態は前方ベルおよび端部ベルの両方にネジ係合して圧縮力をトランスデューサの堆積層に加えるスタッド部材を利用している。このようなネジ付きのスタッド部材も伝達構成部品をトランスデューサ組立体に着脱するために従来技術において周知である。例えば、米国特許第 5 , 3 2 4 , 2 9 9 号および同第 5 , 7 4 6 , 7 5 6 号を参照されたい。このようなボルトおよびスタッドはサンドイッチ型トランスデューサまたは任意の取付式音響組立体における構成要素間の音響的連結を維持するために利用されている。このような連結技法は組立体の同調性を維持するために重要であり、これにより、組立体が共鳴状態で駆動できるようになる。

【 0 0 0 8 】

サンドイッチ型トランスデューサは比較的高い Q 値の装置であり、動作中に共鳴状態で駆動され、当該技術分野において既知のフィードバック制御技法により比較的狭い周波数範囲内に維持される。例えば、サンドイッチ型トランスデューサを組み込んで制御するシステムを記載している米国特許第 5 , 6 3 0 , 4 2 0 号および同第 5 , 0 2 6 , 3 8 7 号を参照されたい。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、このような装置が動作する高い Q 特性のために、サンドイッチ型トランスデューサを製造することが困難である。製造プロセス中において少なくとも 1 回各トランスデューサを個々に同調するのが一般的である。最近の製造プロセスにおいて現在利用できる厳しい許容度を伴っても、サンドイッチ型トランスデューサの設計者にとって「積み重ね (stack-up)」の問題が困難になっている。すなわち、この「積み重ね」の問題は多数個の部品を組み合わせることによる通常的な変化として現れ、各部品が設計の許容度を有していても、各部品による変化が集合して相当な変化になる。このような個々の部品の変化は、例えば、材料の異なるロットにおける材料特性における変化、組み立ての変化、および寸法の変化等により生じる。

【 0 0 1 0 】

現在において、サンドイッチ型トランスデューサはその任意の共鳴周波数に対応して望まれる長さよりも長く構成されることが当該技術分野において知られている。すなわち、組み立て中において、サンドイッチ型トランスデューサはその共鳴周波数について試験された後に、その組立体がさらに短くトリミングされて所望の同調範囲内に調整される。このトリミング処理は取付面において行われる場合が多く、この取付面にはエンドイフェクタのような別の音響組立体が取り付けられる。この取付面における面仕上げ品質は能率的な音響組立体にとって重要なパラメータであり、このようなトリミング処理が相当な製造上の問題を加えてコストを高めていることが知られている。例えば、米国特許第 5, 7 9 8, 5 9 9 号はトランスデューサが隣接する部材間において密接な面接触を必要としていて、その密接さは 1 インチ当たり 2 個のニュートンリング以内の平坦さの面仕上げを必要とすると述べている。

10

【 0 0 1 1 】

【 発明が解決しようとする課題 】

それゆえ、許容可能な滑らかさまでに既に製造された接触面におけるトリミング処理を必要としないトランスデューサの同調方法が必要である。また、個々の音響組立体の周波数共鳴における変化に対処できる音響的組立方法が必要である。加えて、例えば、許容度における「積み重ね」の問題による同調のための付加的な長さを含まない共鳴に必要な所望の長さにサンドイッチ型トランスデューサ構成部品を設計できればさらに有利である。また、既存の共鳴周波数から所望の共鳴周波数に高い Q 値の共鳴装置を同調できる製造中に音響組立体を同調する方法が提供できれば有利である。本発明は以下のようにしてこれらの必要性に対処しこれらを解決した。

20

【 0 0 1 2 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明は高電力サンドイッチ型超音波トランスデューサを製造するための方法およびこれに伴う装置であり、特に、接触面におけるトリミング処理を必要としない高電力サンドイッチ型超音波トランスデューサを同調する新規な方法である。

【 0 0 1 3 】

本発明の方法においては、トリムマス（切取質量部分）が超音波組立体を同調するために当該超音波組立体の構成部分として備えられている。このトリムマスは音響振動の波腹領域に配置されているのが好ましい。その後、このトリムマスのトリミングが製造プロセス中に行われて、音響組立体がその組み合わせられた共鳴周波数から所望の共鳴周波数を生じようになる。本発明の実施形態の一例において、上記のトリムマスは超音波組立体上に配置された環状の領域部分であって、当該組立体の長手軸から半径方向に延出している。

30

【 0 0 1 4 】

本発明に従う方法は、サンドイッチ型超音波トランスデューサを組み立てる工程と、この超音波トランスデューサの共鳴周波数を測定する工程と、複数のトリムマスからトリムマスを選択する工程とを含み、この超音波トランスデューサを選択したトリムマスにトリミングすることにより、当該超音波トランスデューサの測定した共鳴周波数が所望の共鳴周波数に変化する。

40

【 0 0 1 5 】

【 発明の実施の形態 】

本発明の新規な特徴を特に特許請求の範囲に記載するが、本発明の構成および動作方法、ならびに、そのさらに別の目的および利点は以下の図面に基づく説明を参照することにより最良に理解できる。

【 0 0 1 6 】

図 1 は本発明による超音波信号発生装置 1 5、およびサンドイッチ型超音波トランスデューサ 8 2 およびハウジング 2 0 を備えている超音波外科手術装置 1 0 を示している図である。このトランスデューサ 8 2 は「ランゲビン・スタック（Langevin stack）」として知られており、一般に変換部分 9 0、端部ベル 9 2、および前方ベル 9 4 を備えている。好

50

ましくは、このトランスデューサ 8 2 は後に詳述するように $1/2$ のシステム波長 ($n/2$) の整数個分の長さである。音響組立体 8 0 がこのトランスデューサ 8 2、取付部材 3 6、速度変換器 6 4、トリムマス (切取質量部分) 1 2 5、および前方ベル 9 4 の先端部 9 5 を備えている。

【0017】

音響組立体 8 0 のトランスデューサ 8 2 は発生装置 1 5 からの電氣的信号を機械的エネルギーに変換し、このエネルギーが超音波トランスデューサ 8 2 および取り付けられた任意のエンドイフェクタの超音波波長における長手方向の振動動作を生じる。音響組立体 8 0 が励起すると、当該音響組立体 8 0 の中に振動動作定常波が発生する。この音響組立体 8 0 に沿う任意点における振動動作の振幅はこの振動動作を測定する音響組立体 8 0 に沿う位置によって決まる。この振動動作の定常波における最小またはゼロ交差領域を一般に節 (node) (すなわち、動作が通常最小である) として呼ばれ、定常波における最大またはピークの絶対値領域を一般に波腹部 (anti-node) と言う。これらの波腹部とこれに最も近い節との間の距離は $1/4$ 波長 ($/4$) である。

【0018】

端部ベル 9 2 の先端部は変換部分 9 0 の基端部に接続しており、前方ベル 9 4 の基端部は変換部分 9 0 の先端部に接続している。これらの端部ベル 9 2 および前方ベル 9 4 はチタン、アルミニウム、ステンレススチールまたは他の任意の適当な材料により作成されているのが好ましい。これらの前方ベル 9 4 および端部ベル 9 2 は変換部分 9 0 の厚さ、端部ベル 9 2 および前方ベル 9 4 に用いた材料の密度および弾性率、およびトランスデューサ 8 2 の共鳴周波数を含む多数の変数により決められた長さを有している。この前方ベル 9 4 は単一の $1/2$ の部分を完成していてもよく、あるいは、多数個の $1/2$ の部分を含んでいてもよい。前方ベル 9 4 および速度変換器 6 4 は一体であるのが好ましいが、波腹部近傍に配置されたトリムマス 1 2 5 により分離されていてもよい。なお、図 1 および図 2 に示すように、前方ベル 9 4、速度変換器 6 4、およびトリムマス 1 2 5 が単一の構成要素として備えられている。前方ベル 9 4 はその基端部からその先端部にかけて内側にテーパ - 状になっていて、速度変換器 6 4 において示すように超音波振動の振幅を増幅できるようにしてもよく、また、前方ベル 9 4 が全く増幅作用を有さなくてもよい。

【0019】

図 2 において、トランスデューサ 8 2 の変換部分 9 0 は交互の正電極 9 6 および負電極 9 8 から成る圧電変換部分により構成されているのが好ましく、圧電変換素子 1 0 0 がこれらの電極 9 6 および 9 8 の間に交互に挟まれている。これらの圧電変換素子 1 0 0 は、例えば、鉛ジルコニウム塩 - チタン酸塩、鉛メタ - ニオブ酸塩、鉛チタン酸塩、または他の圧電変換性の結晶材料のような任意の適当な材料により作成できる。これらの正電極 9 6、負電極 9 8、および圧電変換素子 1 0 0 はそれぞれ中心部を貫通する穴を有している。また、正電極 9 6 および負電極 9 8 はそれぞれワイヤ 1 0 2 および 1 0 4 により電氣的に連結している。これらのワイヤ 1 0 2 および 1 0 4 はケーブル 2 5 内に包容されていて、超音波外科手術装置 1 0 の発生装置 1 5 に電氣的に接続している。

【0020】

さらに、図 2 は本発明による超音波トランスデューサ 8 2 およびハウジング 2 0 を含むハンドピース組立体 7 0 を示している図である。このハンドピース組立体 7 0 はケーブル 2 5、ハウジング 2 0、音響組立体 8 0、およびスタッド 5 0 を含む。さらに、ハウジング 2 0 は基端部 2 2、先端部 2 4、ノーズコーン 3 4、穴 1 1 0、および O - リング 2 1、2 3 および 3 2 を含む。音響組立体 8 0 は上記のトランスデューサ 8 2、音響アイソレータを含む補助構成部品、電極組立体 3 0、ボルト 1 0 6、正電極 9 6、負電極 9 8、およびインシュレータ 2 8 を含む。

【0021】

図 1 および図 2 において、ワイヤ 1 0 2 および 1 0 4 は発生装置 1 5 からの電氣的信号を電極 9 6 および 9 8 に伝達する。さらに、圧電変換素子 1 0 0 がフットスイッチ 1 1 8 に応じて発生装置 1 5 から供給された電氣的信号により励起されて超音波トランスデューサ

10

20

30

40

50

８２内に音響定常波を生じる。すなわち、この電気的信号が圧電変換素子１００を反復した微小変位の形態で移動させて、当該材料内における圧縮力に変化が生じる。この結果、この反復した微小変位が圧電変換素子１００を電圧勾配の軸に沿って連続的に膨張および収縮させて、超音波エネルギーの長手方向の波を生じる。この超音波エネルギーが音響組立体８０の中を通過してエンドイフェクタ（図示せず）まで伝達される。

【００２２】

音響組立体８０がエネルギーを供給するためには、当該音響組立体８０における全ての構成部品を音響的に連結する必要がある。さらに、トランスデューサ８２の先端部はスタッド５０のようなネジ接続により超音波エンドイフェクタの基端部に音響的に連結できる。

【００２３】

各圧電変換素子１００はボルト１０６により端部ベル９２および前方ベル９４の間に圧縮状態で従来的に保持されている。このボルト１０６は頭部、軸部、およびネジ付きの先端部を有しているのが好ましい。このボルト１０６は端部ベル９２、電極９６および９８、および圧電変換素子１００の各穴を通して端部ベル９２の基端部から挿入される。さらに、このボルト１０６のネジ付きの先端部が前方ベル９４の基端部におけるネジ付きの穴の中にネジ込まれる。

【００２４】

音響組立体８０の構成部品は音響的に同調されているのが好ましく、あらゆる組立体の長さが $1/2$ 波長の整数倍($n/2$)となっていて、この場合の n は所定のあるいは音響組立体８０の動作する長手方向の振動駆動周波数 f_d の波長であり、 n は任意の正の整数である。なお、この音響組立体８０は音響素子の任意の適当な配列構成を組み込むことができると考えられる。

【００２５】

次に、図２および図３において、ネジ付きの穴１０７が図２に示すボルト１０６の先端側のネジ付き部分に対応している。また、凹部１０８は音響アイソレータ２６に対応して音響組立体８０をトランスデューサハウジング２０の中に支持する。トリミング処理前のトリムマス１２５の初期的な外径は図１において理解できるようにトランスデューサハウジング２０の先端部２４の穴１１０の中に嵌合する大きさである。

【００２６】

図４はトリムマス１２５と、当該トリムマス１２５をトリミング処理する前の超音波トランスデューサの共鳴特性のグラフ１２６を示している図である。すなわち、グラフ１２６は音響組立体８０の初期的な共鳴周波数を示している。このグラフ１２６において、横軸は周波数（ヘルツ（Hz））であり、縦軸はストローク（工程）とも呼ばれることがある超音波トランスデューサ８２のエクスカッション（A）の振幅である。この図から、トリムマス１２５がその元の直径からトリミングされていない場合に、最大の振幅が５４，６００ヘルツにおいて生じることが分かる。好ましくは、トリムマス１２５は同調範囲の効率を最大にするために振動の波腹部に配置されている。当該技術分野において知られるように、振動の波腹部における直径の変更は速度を著しく変換することなく行うことができる。例えば、米国特許第５，７４６，７５６号および同第５，８７９，３６４号は波腹部の周りの速度変換器の効率および速度変換に対する寸法変化について記載している。

【００２７】

図５はトリムマス１２５の一部分を除去した後の本発明によるトリムマスと、トリミング処理後の超音波トランスデューサ８２の共鳴特性のグラフ１３０を示している図である。トリミング処理されたトリムマス１２５の部分がトリミング処理された材料部分１３５として点線で示されている。つまり、グラフ１３０は音響組立体８０のトリミング処理された共鳴周波数を示している。この図において、トリムマス１２５の元の直径の部分から点線で示した部分１３５をトリミングした後に最大振幅が５５，５００ヘルツにおいて生じることが分かる。

【００２８】

本発明は共鳴式超音波組立体の類似体としてスプリング - 質量の組み合わせを用いた単

10

20

30

40

50

純な共振器モデルとして考えることができる。すなわち、共鳴周波数を変更する振動の波腹部近傍に配置された質量の能力はスプリングの端部に吊るされた質量をその類似体として考えることができる。つまり、この質量が変位したり放出されると、このスプリング - 質量のシステムは共鳴周波数で振動する。この場合に、質量が増加すると、共鳴周波数は減少する。また、質量が減少すると、共鳴周波数は増大する。

【 0 0 2 9 】

上記のようなスプリング - 質量の類似体をトリミング処理したトリムマス 1 2 5 として用いることにより、音響組立体 8 0 の全体の共鳴周波数が増大して、製造条件の変動に対応して補正するのに使用可能な範囲内で測定した共鳴周波数から所望の共鳴周波数に変更できる。トリムマス 1 2 5 をトリミングする量は経験的な関係に基づいて連続的に推定できるが、製造の簡便さのために、トリムマス 1 2 5 のトリミング量を決定して音響組立体 8 0 を所望の共鳴周波数範囲にするためのテーブルを使用することができる。

【 0 0 3 0 】

なお、上記の質量部分を音響組立体 8 0 に付加して、当該組立体の共鳴周波数を計測した共鳴周波数から所望の共鳴周波数に減少できることも考えられる。このことは、例えば、溶接、締め込み、または接着等の当該技術分野において既知の手段により行うことができる。

【 0 0 3 1 】

表 1 は本発明の実施形態におけるトリムマス 1 2 5 から材料を除去することにより周波数領域が同調できる一例を示されている。測定したトランスデューサ 8 2 の周波数領域が 1 列目に示されている。この表から、トランスデューサ 8 2 は 5 5 , 5 0 0 ヘルツの共鳴周波数を有し得ると考えられる。このようにして表 1 の 1 列目に開示する周波数領域の一つの中に組み立て後の測定した共鳴周波数があれば、表 1 の 2 列目に従ってトリムマス 1 2 5 をトリミングすることが許容可能な周波数に対応してその設計限界内にトランスデューサを維持するために必要である。トランスデューサ 8 2 の測定した共鳴周波数が所望の周波数 5 5 , 5 0 0 H z 以下にずれている場合は、表 1 の 2 列目から適当なトリムマス 1 2 5 の最終の直径を選択してそのずれを補正することによりトランスデューサ 8 2 を所望の共鳴周波数内にすることができる。

表 1 トリムマス 1 2 5 のトリミング量

0. 7 0 0 インチの直径で	機械加工して形成する
0. 1 インチの厚さのトリム	トリムマスの直径
マス 1 2 5 の測定した周波数	

5 4 5 5 0 - 5 4 6 4 9	0. 2 9 9
5 4 6 5 0 - 5 4 7 4 9	0. 3 7 0
5 4 7 5 0 - 5 4 8 4 9	0. 4 2 8
5 4 8 5 0 - 5 4 9 4 9	0. 4 7 8
5 4 9 5 0 - 5 5 0 4 9	0. 5 2 4
5 5 0 5 0 - 5 5 1 4 9	0. 5 6 5
5 5 1 5 0 - 5 5 2 4 9	0. 6 0 4
5 5 2 5 0 - 5 5 3 4 9	0. 6 4 0
5 5 3 5 0 - 5 5 4 4 9	0. 6 7 4

【 0 0 3 2 】

本発明の別の実施形態において、単一の直径であるが厚さを変えられるトリムマス 1 2 5 が使用できる。例えば、トリムマス 1 2 5 が 0 . 7 インチの直径、および 0 . 3 インチの

厚さで、波腹部にその中心を配置することができる。この場合に、0.7インチの直径を維持しながら、トリムマス125のトリミング処理を0.3インチの厚さ部分からトリミング処理することにより行うことができる。さらに、トリムマス125の厚さおよび直径の組み合わせを同調に用いて超音波トランスデューサ82を所望の周波数にすることも可能であると考えられる。

【0033】

本発明のさらに別の実施形態において、上記トリムマス125を異なる質量の複数のワッシャとすることができる。すなわち、音響組立体80の共鳴周波数を測定して、切取質量を有するワッシャを当該音響組立体80に音響的に連結して同調することができる。この場合に、トリムマス125は音響組立体80の構成部品に一体であってもよく、あるいは、溶接、接着、圧力嵌め等の手段により音響的に音響組立体80に連結して同調処理を行うことができる。

【0034】

付加されたトリムマス125の音響組立体80の周波数を変更する能力は音響的振動の波腹部からのトリムマス125のずれにより変化する。トリムマス125が振動の節において付加されている場合は、共鳴周波数におけるその影響は当該節の近傍にトリムマス125が加える剛性が主要因となる。このスプリング-質量類似体において、節部における付加されたトリムマス125はばね定数を増大する類似体と考えることができる。あるいは、同一のトリムマス125が振動の波腹部に配置されている場合は、共鳴周波数におけるその影響はこのスプリング-質量類似体における増加した質量によるものと考えられる。また、波腹部の周り(/ 4)以内におけるトリムマス125の正確な位置の影響は波腹部近傍における質量の増減に比してほとんど目立たないが、限界の周波数領域内に同調するのに十分な作用を有している。このことは波腹部において最も正確な作用効果(周波数を変更する質量の影響)によるためであり、この作用効果は波腹部からのずれに従ってコサイン関数として減少する。

【0035】

図6は本発明による超音波トランスデューサ82の組立体またはその同調方法のフローチャートである。音響組立体80は共鳴周波数 f_0 、および有効音響長($n / 2$)を有するように構成できる。しかしながら、構成部品の各材料の特性における許容度の「積み重ね」の変化、あるいは組立体の他の態様により、音響組立体80が上記の表1に示したようにその設計された共鳴周波数からずれる可能性がある。組み立てプロセス中において、トランスデューサまたは音響組立体80の全体がその共鳴周波数について測定可能である。そこで、所望の共鳴周波数からのずれはトリムマス125のトリミング処理のための最終直径の表1から適当に選択することにより補正することができる。

【0036】

図6のフローチャートは前方ベルを選択する工程219、端部ベルを選択する工程220、少なくとも1個の圧電変換素子を選択する工程221、ボルトを選択する工程222、補助部品を選択する工程223、トランスデューサをサンドイッチ構造に組み立てる工程224、組立体の共鳴周波数を測定する工程225、適当な共鳴周波数領域を決定する工程226乃至工程230、測定した周波数領域に従う複数の最終的なトリムマスを選択する工程232乃至工程236、トリムマス125をトリミング処理する工程237、および共鳴周波数を再測定することにより適正な補正が行われたかを検査する工程242を含む。さらに、許容可能な共鳴周波数領域から外れた組立体は工程231に示すように処理システムから排除される。

【0037】

以上、本発明の好ましい実施形態を図示しかつ説明したが、当該技術分野の熟練者であれば上記の各実施形態は例示的なものに過ぎないことが明らかに理解できる。すなわち、当該技術分野の熟練者においては、本発明から逸脱することなく多くの変形、変更または置換を行うことが本明細書における開示に基づいて可能になる。従って、本発明の範囲および趣旨を特許請求の範囲およびその実施態様においてのみ定めることとする。

【 0 0 3 8 】

本発明の実施態様は以下の通りである。

(A) 超音波組立体を同調する方法において、

(a) トリムマス (切取質量部分) を有するサンドイッチ型超音波トランスデューサを組み立てる工程と、

(b) 前記超音波トランスデューサの共鳴周波数を測定する工程と、

(c) 前記超音波トランスデューサのトリムマスを変化して、前記測定した超音波トランスデューサの共鳴周波数を第 2 の共鳴周波数に変更する工程とから成る方法。

(1) 前記トリムマスが前記超音波トランスデューサの前方ベル内に配置されている実施態様 A に記載の方法。

(2) 前記トリムマスが前記超音波トランスデューサの端部ベル内に配置されている実施態様 A に記載の方法。

(3) 前記トリムマスが前記超音波トランスデューサの速度変換器内に配置されている実施態様 A に記載の方法。

(B) 超音波トランスデューサ組立体を同調する方法において、

(a) 複数のトリムマスから一定のトリムマスを選択する工程と、

(b) 前記選択したトリムマスにより超音波トランスデューサを変更することにより、前記複数のトリムマスにおける一定のトリムマスを選択する前の超音波トランスデューサの共鳴周波数を当該超音波トランスデューサの変更後において第 2 の共鳴周波数に同調する工程とから成る方法。

(C) 超音波トランスデューサを製造するための方法において、

(a) トリムマス (切取質量部分) を含むサンドイッチ型超音波トランスデューサを組み立てる工程と、

(b) 前記超音波トランスデューサの共鳴周波数を測定する工程と、

(c) 前記超音波トランスデューサのトリムマスを変化して、前記測定した超音波トランスデューサの共鳴周波数を第 2 の共鳴周波数に変更する工程とから成る方法。

(4) 実施態様 C に記載の方法に従って製造した超音波トランスデューサ。

(D) 超音波組立体を同調する方法において、

(a) トリム (切取) 領域を有するサンドイッチ型超音波トランスデューサを組み立てる工程と、

(b) 前記超音波トランスデューサの共鳴周波数を測定する工程と、

(c) 前記トリム領域を構成する複数のトリム (切取) 幅から一定のトリム幅を選択する工程と、

(d) 前記超音波トランスデューサのトリム領域をトリミングして前記一定のトリム幅にすることにより、前記複数のトリム幅における一定のトリム幅を選択する前の超音波トランスデューサの共鳴周波数を当該超音波トランスデューサのトリミング後において第 2 の共鳴周波数に同調する工程とから成る方法。

(E) 一定の振動の共鳴駆動周波数を有する超音波トランスデューサ組立体において、

第 1 の面および第 2 の面を有する少なくとも 1 個の圧電変換素子と、

前記少なくとも 1 個の圧電変換素子の第 1 の面の近傍に配置された端部質量部分と、

前記少なくとも 1 個の圧電変換素子の第 2 の面の近傍に配置された第 1 の直径を有する前方質量部分とから成り、当該前方質量部分が、

前記前方質量部分を音響導波管に連結するように構成された取付面と、

前記第 1 の直径よりも大きな第 2 の直径を有して、前記前方質量部分の音響振動の波腹部から $1/8$ 以内に配置されている環状領域とから成り、当該環状領域の少なくとも一部分を除去することにより、前記超音波トランスデューサ組立体の共鳴周波数が増大する超音波トランスデューサ組立体。

(F) 超音波組立体を同調する方法において、

前記超音波組立体内の構成要素の質量を選択的に減少して当該超音波組立体の共鳴周波数を変更する工程から成る方法。

10

20

30

40

50

(5) 前記超音波組立体が環状領域から成り、当該環状領域が前記超音波組立体の長手軸から半径方向に延出している実施態様 F に記載の方法。

(G) 超音波組立体を同調する方法において、

(a) 質量要素を含むサンドイッチ型超音波トランスデューサを組み立てる工程から成り、当該質量要素が直径 D1 を有していて、前記超音波トランスデューサの長手軸から半径方向に延出しており、さらに、

(b) 前記超音波トランスデューサ組立体の共鳴周波数を測定する工程と、

(c) 前記質量要素の直径 D1 を新しい直径 D2 に減少することにより、当該減少した直径 D2 が前記超音波トランスデューサの共鳴周波数を第 2 の共鳴周波数に変更する工程から成る方法。

10

【 0 0 3 9 】

【発明の効果】

従って、本発明によれば、接触面上のトリミング処理を必要とすることなく高電力サンドイッチ型の超音波トランスデューサを同調する新規な方法が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による超音波信号発生装置の概略図およびサンドイッチ型超音波トランスデューサおよびハウジングの平断面図である。

【図 2】本発明によるサンドイッチ型超音波トランスデューサおよびハウジングの構成部品の分解斜視図である。

【図 3】図 2 の超音波トランスデューサにおける前方ベル部分の端面図であり、本発明によるトリムマスの初期的な直径を示している図である。

20

【図 4】本発明によるトリムマスおよび当該トリムマスのトリミング処理前の超音波トランスデューサの共鳴特性のグラフを示している図である。

【図 5】本発明によるトリミング処理したトリムマスおよび当該トリムマスの部分のトリミング処理後の超音波トランスデューサの共鳴特性のグラフを示している図である。

【図 6】本発明による超音波トランスデューサ組立体および同調方法の一実施形態のフローチャートである。

【符号の説明】

1 0 超音波外科手術装置

1 5 超音波信号発生装置

30

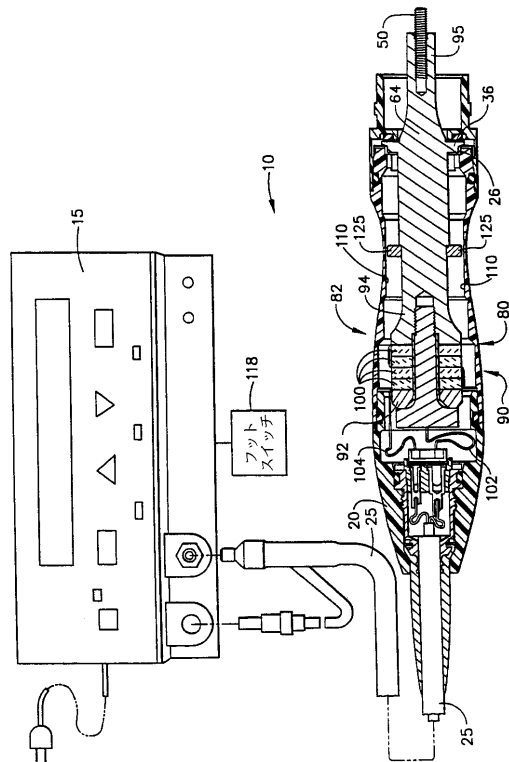
2 0 ハウジング

8 0 音響組立体

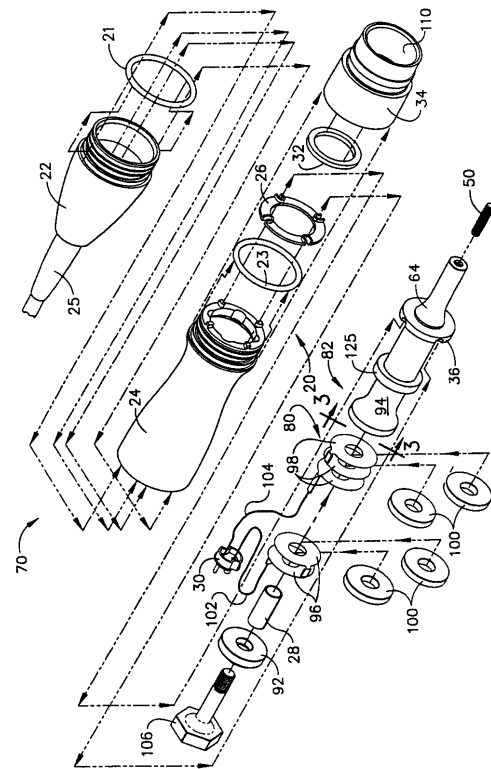
8 2 サンドイッチ型超音波トランスデューサ

1 2 5 トリムマス

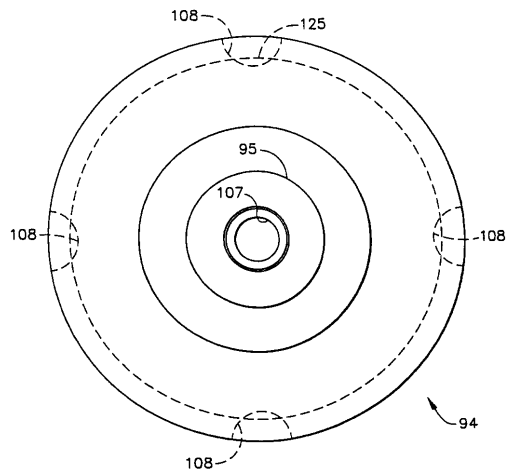
【図 1】



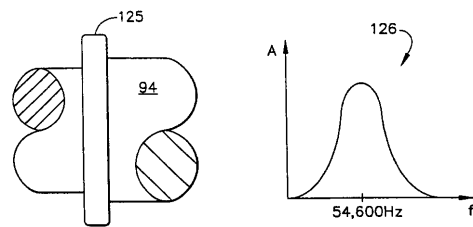
【図 2】



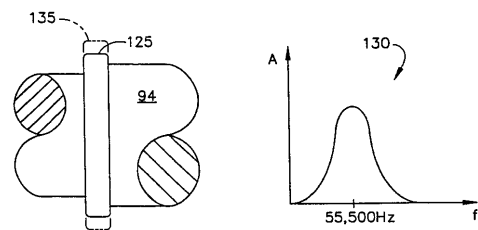
【図 3】



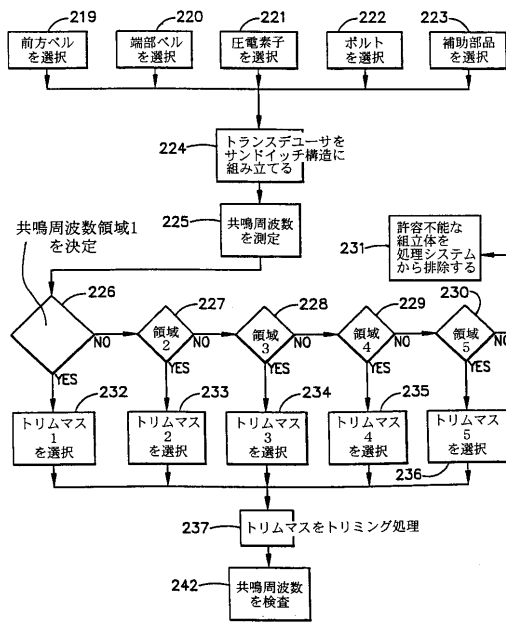
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 6 B 3/04 (2006.01) B 0 6 B 3/04

審査官 境 周一

(56)参考文献 特開平 0 9 - 0 0 1 0 6 7 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 5 3 5 4 5 (J P , A)
特開平 0 6 - 0 6 3 5 0 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H04R 1/00-31/00
B06B 1/00-3/04

专利名称(译)	使用修剪质量调谐超声换能器的装置和方法		
公开(公告)号	JP4675463B2	公开(公告)日	2011-04-20
申请号	JP2000244948	申请日	2000-08-11
[标]申请(专利权)人(译)	伊西康内外科公司		
申请(专利权)人(译)	爱惜康完 - Sajeryi公司		
当前申请(专利权)人(译)	爱惜康完 - Sajeryi公司		
[标]发明人	フォスター・ビー・ストウレン		
发明人	フォスター・ビー・ストウレン		
IPC分类号	H04R31/00 H04R17/10 A61B18/00 A61B17/22 B06B1/06 B06B3/04 H04R17/00		
FI分类号	H04R31/00.330 H04R17/10.330.A A61B17/36.330 A61B17/22.330 B06B1/06.Z B06B3/04 A61B17/32.510 H04R17/00.330.E H04R17/00.332.Y		
F-TERM分类号	4C060/EE03 4C060/EE06 4C060/EE17 4C060/EE19 4C060/JJ12 4C060/JJ17 4C060/MM26 4C160/JJ13 4C160/JJ23 4C160/JJ43 4C160/MM32 5D019/AA21 5D019/BB14 5D019/BB20 5D019/FF04 5D019/HH03 5D107/AA12 5D107/BB07 5D107/CC01 5D107/CC12 5D107/CC13 5D107/CD01 5D107/CD10 5D107/FF03 5D107/FF06		
优先权	09/373310 1999-08-12 US		
其他公开文献	JP2001104328A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种制造高功率夹层超声换能器的方法，特别是一种调整高功率夹层超声换能器的新方法，无需在接触面上进行修整处理。解决方案：本发明涉及一种制造高功率夹层超声换能器的方法和与之相关的装置，特别是一种用于调谐高功率夹层超声换能器而不需要在接触表面上进行修整处理的新方法。根据本发明的方法包括用于组装夹层超声换能器的过程，用于测量超声换能器的谐振频率的过程，以及用于从多个装饰质量（切割质量）中选择特定装饰质量的过程。超声换能器被修整到选定的调整质量，从而可以将测量的超声换能器的谐振频率改变到所需的谐振频率。

