(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2014-97403
(P2014-97403A)
(43)公開日　平成26年5月29日(2014.5.29)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
A61B 18/00	(2006.01)	A61B 17/36	330	4C160

審査請求 有　請求項の数 12　ＯＬ　外国語出願　（全 32 頁）

(21)出願番号　特願2013-268057 (P2013-268057)
(22)出願日　平成25年12月25日 (2013.12.25)
(62)分割の表示　特願2011-510046 (P2011-510046)の分割
原出願日　平成21年5月21日 (2009.5.21)
(31)優先権主張番号　0809243.9
(32)優先日　平成20年5月21日 (2008.5.21)
(33)優先権主張国　英国(GB)

(71)出願人　504218831
エスアールエー・ディベロップメンツ・リミテッド
イギリス国、ティーキュー１３・７ジェイエックス、デボン、アシュバートン、ブレムリッジ、ブレムリッジ・ハウス（番地なし）
Ｂｒｅｍｒｉｄｇｅ　Ｈｏｕｓｅ，Ｂｒｅｍｒｉｄｇｅ，Ａｓｈｂｕｒｔｏｎ，Ｄｅｖｏｎ　ＴＱ１３　７ＪＸ，Ｕ．Ｋ．
(74)代理人　100108855
弁理士　蔵田　昌俊
(74)代理人　100109830
弁理士　福原　淑弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波振動子システム

(57)【要約】　（修正有）
【課題】より制御可能な、ねじれモード振動の利益の有効な適用を許容するねじれモード超音波振動を用いる外科ツールを提供する。
【解決手段】振動子スタック１１は、チタニウム製の後ろ板２０から伸びるねじを切った中心軸３２に沿って複数のピエゾ電気セラミックのリング１６と複数の金属電極１８を交互に有する。スペーサー要素１４は、後ろ板に向けて複数のセラミックリング１６と電極１８を押し付けるように保持するシャフト３２にねじで留められている。振動子スタックは、ホーン１２から伸びる細長い導波管の軸から離れて、超音波振動ツールのホーンへ偏心して搭載可能である。振動子スタックは、導波管と直交するたわみモードで振動して、ホーンおよび導波管内でねじれモード超音波振動を発生し、或いは、導波管と平行なたわみモードで振動して、ホーンおよび導波管内で縦モード超音波振動を発生する。
【選択図】図１Ｂ

図1B

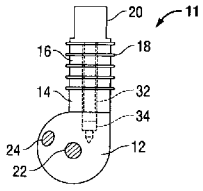

FIG. 1B

【特許請求の範囲】
【請求項１】
超音波振動を発生するように設けられた振動子スタックであって、
このスタックの第１の端部に近接して配置された後ろ板手段と上記第１の端部から離れた上記スタックの第２の端部に近接して配置されたスペーサー要素手段との間で、交互に連続して互いに留められた複数の薄層状のピエゾ電気要素および複数の薄層状の電極手段を有し、上記第２の端部によって超音波振動ツール手段へ搭載され或いは搭載可能な振動子スタック。
【請求項２】
上記各ピエゾ電気要素および上記各電極手段を通って上記後ろ板手段から伸びる細長いシャフト手段を有し、上記スペーサー要素手段が、上記シャフト手段の先端に近接して該シャフト手段に取り付けられ、上記ピエゾ電気要素および上記電極手段が上記スペーサー要素手段と上記後ろ板手段との間で圧縮されて保持される請求項１の振動子スタック。
【請求項３】
上記シャフト手段は、実質的に、当該スタックの軸の方向に伸びる請求項２の振動子スタック。
【請求項４】
上記シャフト手段は、ねじを切った手段を備えている請求項２或いは請求項３の振動子スタック。
【請求項５】
上記スペーサー要素手段は、上記ねじを切った手段に螺合可能である請求項４の振動子スタック。
【請求項６】
上記後ろ板手段は、上記シャフト手段の上記ねじを切った手段に螺合可能な第２のねじを切った要素を有する請求項２乃至請求項５のいずれかの振動子スタック。
【請求項７】
上記シャフト手段の先端によって、随意に、そのねじを切った手段によって、超音波で振動可能なツール手段へ搭載され或いは搭載可能な請求項２乃至請求項６のいずれかの振動子スタック。
【請求項８】
複数の超音波周波数振動モードを製造するように選択的に動作可能な請求項１乃至請求項７の振動子スタック。
【請求項９】
実質的に直交する少なくとも２つの面でたわみ振動モードを発生するように動作可能な請求項１乃至請求項８の振動子スタック。
【請求項１０】
当該振動子スタックの振動モードは、上記スペーサー要素手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置を選択的に調節することによって調整可能である請求項１乃至請求項９のいずれかの振動子スタック。
【請求項１１】
当該振動子スタックの振動モードは、上記後ろ板手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置、随意に、上記第２のねじを切った要素手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置を選択的に調節することによって調整可能である請求項１乃至請求項１０の振動子スタック。
【請求項１２】
上記スペーサー要素手段、および、随意に、上記後ろ板手段の上記第２のねじを切った要素は、異なる寸法および／或いは質量を有する同等の要素に選択的に交換可能である請求項１乃至請求項１１のいずれかの振動子スタック。
【請求項１３】
上記第２のねじを切った要素は、当該振動子スタックが上記後ろ板手段と上記スペーサ

ー要素手段との間で圧縮状態を維持する一方で、同等の要素に交換可能である請求項１２の振動子スタック。
【請求項１４】
上記第２のねじを切った要素は、当該振動子スタックの上記ツール手段への取り付けを維持する一方で、同等の要素に交換可能である請求項１２或いは請求項１３のいずれかの振動子スタック。
【請求項１５】
そこから伸びる細長い導波管手段を有する超音波ホーン手段を有し、且つ上記導波管手段の長手軸へ偏心して上記ホーン手段へ取り付けられた振動子スタック手段を有し、この振動子スタック手段は、請求項１乃至請求項１４の振動子スタックを含む、超音波で振動可能なツール手段。
【請求項１６】
外科ツール、随意に、腹腔鏡検査の外科方法において使用するために取り付けられた外科ツールを有する請求項１５の超音波で振動可能なツール手段。
【請求項１７】
そこから伸びる細長い導波管手段を有する超音波ホーン手段を有し、且つ上記導波管手段の長手軸へ偏心して上記ホーン手段へ取り付けられた単一の振動子スタック手段を有し、この振動子スタック手段は、代替の振動モードを有する超音波振動を上記ホーン手段および上記導波管手段内で発生するように選択的に動作可能である、超音波で振動可能なツール手段。
【請求項１８】
上記代替の振動モードは、ねじれモード超音波振動および縦モード超音波振動を有する請求項１７の超音波で振動可能なツール手段。
【請求項１９】
上記振動子スタック手段は、請求項１乃至請求項１６のいずれかの振動子スタックを有する請求項１７或いは請求項１８の超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２０】
外科ツール、随意に、腹腔鏡検査の外科方法において使用するために取り付けられた外科ツールを有する請求項１７乃至請求項１９のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２１】
上記振動子スタック手段は、上記導波管手段と実質的に平行な面内でたわみモードで振動するように動作可能であり、それにより、上記ホーン手段および上記導波管手段内で縦モード振動を発生する請求項１７乃至請求項２０のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２２】
上記振動子スタック手段は、上記導波管手段と実質的に直交する面内でたわみモードで振動するように動作可能であり、それにより、上記ホーン手段および上記導波管手段内でねじれモード振動を発生する請求項１７乃至請求項２１のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２３】
上記振動子スタック手段は、所望される振動周波数を有する選択された振動モードを上記ホーン手段および上記導波管手段内で製造するように調整可能である請求項１７乃至請求項２２のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２４】
上記振動子スタック手段は、予め選択された波長を有する共振ねじれモード振動を上記導波管手段内で製造するように調整可能である請求項１７乃至請求項２３のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２５】
上記導波管手段は、上記共振ねじれモード振動の節面に配置された放射状に突き出した

複数のスペーサーリングを備えている請求項２４の超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２６】
上記振動子スタック手段は、上記共振ねじれモード振動の複数の節面に一致し、且つ上記複数のスペーサーリングに一致した複数の節面を有する共振縦モード振動を上記導波管手段内で製造するように調整可能である請求項２５の超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２７】
上記複数のスペーサーリングは、その中の振動を実質的に孤立させるように上記導波管手段を囲むシュラウドを支持するように取り付けられている請求項２５或いは請求項２６のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２８】
上記ホーン手段は、２つ或いはそれ以上の作動センサー手段を備え、第１の上記センサー手段は、上記導波管手段によって規定された長手軸に近接して配置され、第２の上記センサー手段は、上記軸から離れて上記ホーン手段の周縁部に近接して配置している請求項１７乃至請求項２７のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
【請求項２９】
上記複数の作動センサー手段は、縦モード振動において上記各センサー手段からの信号の位相が同じである一方、当該ツール手段のねじれモード振動において上記周縁部の第２のセンサー手段からの信号が上記軸に近い第１のセンサー手段からの信号と位相がずれるように取り付けられている、請求項２８の超音波で振動可能なツール手段。
【請求項３０】
上記信号の間の違いに基づいて、ねじれモード振動および縦モード振動を識別するように設けられた制御回路手段を備えている請求項２９の超音波で振動可能なツール手段。
【請求項３１】
上記制御回路手段は、上記振動子スタック手段へ与えられた電圧、電流、および／或いは電力を、実質的にねじれモード共振をそれぞれ指し示す最大値と一致した、上記第１および第２のセンサー手段からの信号の位相の違いと比較する、請求項３０の超音波で振動可能なツール手段。
【請求項３２】
超音波振動を発生するように超音波で振動可能なツール手段へ取り付け可能な振動子スタックを製造する方法であって、
複数の薄層状のピエゾ電気要素、複数の薄層状の電極手段、後ろ板手段、およびスペーサー要素手段を用意する工程と、
上記後ろ板手段と上記スペーサー要素手段との間で、上記複数のピエゾ電気要素と複数の電極手段を互いに交互に連続して留める工程と、
を有する方法。
【請求項３３】
上記後ろ板手段から伸びる細長いシャフト手段を用意する工程と、
環状の上記複数のピエゾ電気要素と環状の上記複数の電極手段を用意する工程と、
上記シャフト手段の周りに上記複数のピエゾ電気要素と上記複数の電極手段を交互に配置する工程と、
上記後ろ板手段と上記スペーサー要素手段との間で、上記ピエゾ電気要素と電極手段が圧縮されて保持された上記シャフト手段へ上記スペーサー要素手段を取り付ける工程と、
を有する請求項３２の振動子スタックを製造する方法。
【請求項３４】
上記シャフト手段がねじを切った手段を備え、上記スペーサー要素手段がそれに螺合可能である請求項３３の振動子スタックを製造する方法。
【請求項３５】
上記後ろ板手段は、上記シャフト手段の上記ねじを切った手段に螺合可能な第２のねじを切った要素手段を有する請求項３４の振動子スタックを製造する方法。
【請求項３６】

上記スペーサー要素手段の長さおよび／或いは質量を調節することによって、例えば、そこから材料の薄層を機械加工することによって、所望される周波数の振動を発生するように当該振動子スタックを調整する工程を有する請求項３２乃至請求項３５のいずれかの振動子スタックを製造する方法。

【請求項３７】

上記後ろ板手段の長さおよび／或いは質量を調節することによって、例えば、そこから材料の薄層を機械加工することによって、所望される周波数の振動を発生するように当該振動子スタックを調整する工程を有する請求項３２乃至請求項３６のいずれかの振動子スタックを製造する方法。

【請求項３８】

上記後ろ板手段の上記第２のねじを切った要素の長さおよび／或いは質量を調節する工程を有する請求項３７の振動子スタックを製造する方法。

【請求項３９】

上記第２のねじを切った要素を分離してその長さおよび／或いは質量を調節し、それを再び取り付ける工程を有する請求項３８の振動子スタックを製造する方法。

【請求項４０】

始めにそれを分離することなく、上記第２のねじを切った要素の長さおよび／或いは質量を調節する工程を有する請求項３８の振動子スタックを製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の概要】

【０００１】

この発明は、超音波で振動するブレード或いは外科ツールの他の先端作動体を利用することによって組織を切断するための外科ツールに関する。特に、しかし排他的ではなく、この発明は、このようなツールのための超音波振動を発生する振動子システムに関する。

【０００２】

数１０年の昔は、柔らかい組織の解剖、切断、および接合のための超音波で作動されるブレードおよび剪断器具の使用に対して重大な関心が寄せられていた。

【０００３】

超音波で振動されるナイフや外科用メスなどの手段による組織の切断が知られている。外科用メスが組織を切断するとき、その有効性は、切断力によって示される。これは、構造物の分離のために必要とされる圧力、および切断部分の間でブレードが引かれるときの摩擦による引きずりに由来する。ブレードの振動は、摩擦を減少できるとともに、組織の結合力も減少できる。両方の目的は、縦モード或いはねじれモードのいずれかで振動を切断ブレードに与えることによって達成可能である。

【０００４】

個々の血管および束にされた組織の止血性の切断は、ＵＳ特許Ｎｏ．３，６３６，９４３および３，８６２，６３０に開示されている。‘９４３および‘６３０特許において、機械的振動の形での超音波エネルギーの使用は、血管の終端部分に覆いを形成することにより、人にあるような小さな切断された血管を閉じるためのツール部材によって伝えられており、手術中に絶えず続くぬぐったり浄化したりする技術を必要とする“染み出”を停止する。このようなツール部材は、外科手術を行う間、切断された血管それぞれの終端部分を同時に切断および閉じるための超音波で振動されたナイフの形である。適当な構成のツール部材は、組織の層を互いに結合し、切断されていない血管の壁を互いに接合し、後者に関して現在手術で必要とされている動脈および静脈の“縛り”の置き換えとして予見される。従って、これらの特許は、維管束組織の切断の間に摩擦によるエネルギー伝達を増大するために粗くされた表面を有するブレードを作動させる縦モードシステムを使用する。

【０００５】

加えて、ＵＳ特許Ｎｏ．５，３２２，０５５および６，２８３，９８１は、エネルギーを与えられたブレードに対してターゲット組織を押し付けるようにデザインされたヒンジ

接続された受動的な要素の追加を伴う振動するシステムを開示しており、ブレードによる組織に対する摩擦のひきずりを増大し、そして、切断プロセス中に凝固を確実にするために必要とされる加熱効果を増大する。

【０００６】

上記‘０５５特許は、ハンドピースおよびアクセサリーを有する外科器具を有する超音波外科装置に関する。ハンドピースは、電気信号をこのハンドピースに接続されたブレードの縦振動動作に変換するため振動子を伴う。アクセサリーは、組織の改良された凝固および切断を与えるため、振動するブレードに対する組織のクランプを可能にするように、ハンドピースに脱着可能に接続されている。はさみのようなグリップは、超音波で振動するブレードの一側に沿って回転されるクランプあごを動かし、縦に振動する動きの方向と垂直の方向でブレードに対して圧縮および偏向する。このクランプあごおよびブレードは、クランプした切断および凝固のため、複数のエッジを有するブレードの選択されたブレードエッジをクランプあごに並べるように、互いに回転可能であり、或いは、クランプすることなく、切断および凝固のため、クランプあごから選択されたブレードエッジを境界的に間隔をあける。

【０００７】

上記‘９８１特許は、超音波伝達ロッドおよびこの超音波伝達ロッドの先端に取り付けられた非対称の超音波で作動されるブレードを有するバランスがとられた超音波外科器具をデザインする方法に関する。この超音波で作動されるブレードは、処理部分を有する。この処理部分は、例えば、処理部分を非対称にする湾曲されたブレードのような機能的特徴を有する。このような方法において、少なくとも第１の非対称のバランスをとる特徴を有するバランスをとる部分がデザインされ、この部分が、処理部分によって発生されたいかなる不所望なトルクも相殺になるように、超音波で作動されたブレードと超音波伝達ロッドとの間に配置される。

【０００８】

上述した全てのシステムは、摩擦面での周期的なベクトル反転に関する摩擦により発生された加熱の共通の法則を共有し、凝固が組織の分離と同時に起きることを確実にする。このようなシステムにおいて、摩擦により発生された加熱の法則は、切断するブレードの縦励起の観点から説明されている。しかしながら、純縦励起は、柔らかい組織内へ振動エネルギーを伝達するのに最も有効な方法ではない。

【０００９】

さらに、Ｙｏｕｎｇ ａｎｄ Ｙｏｕｎｇとして注目されているＵＳ特許Ｎｏ．６，４２５，９０６およびＧＢ２，３７１，４９２は、エネルギー消失の主な形としてのキャビテーションを発生するためのその独特な能力を伴う、ターゲット組織内への直接的な圧縮波伝達を利用するように特別に選ばれた異なる振動モードの使用を初めに開示した。特に、このような特許は、柔らかい組織内へ振動エネルギーを伝達するようなねじれ励起の使用のためのシステムおよび方法を初めに開示している。

【００１０】

例えば、上記‘９０６特許は、ねじれモード振動を含む超音波エネルギーを発生するためのピエゾ電気ドライバーを有する、組織を切断および／或いは凝固するための外科ツールに関する。この‘９０６特許は、また、作動された導波管に対向するヒンジ接続されたあご要素によってトラップされたターゲット組織内へ集束されたエネルギー伝達を生じる、先端ねじれモード先端作動体に関する。

【００１１】

ＧＢ２，３３３，７０９特許において、多波長ねじれモード導波管の使用が、通常の外科手術で器具などを体内に最小に挿入することに関して開示されている。‘７０９特許において、エネルギー伝達のメカニズムは、剪断モードねじれシステムおよび同等の従来の圧縮波縦モードに特に関連して説明されている。上記‘７０９特許は、さらに、剪断モード伝達のための半波長の７倍或いは８倍より大きい長さを有する導波管の励起が、同様の圧縮波システムで経験させられる発酵物に比較して悪化させられたものを製造することを

開示している。
【００１２】
従って、柔らかい組織内へ振動のエネルギーを伝達するためのねじれ励起を使用することが知られる一方で、ねじれモード励起を効果的に操作するさらなる外科ツールの製造がさらに所望されている。
【００１３】
よって、この発明の目的は、上述した問題をうまく回避して、そして、特に、より制御可能な、ねじれモード振動の利益の有効な適用を許容するねじれモード超音波振動を用いる外科ツールを供給することにある。
【００１４】
本発明の第１の実施例によると、超音波振動を発生するように設けられた振動子スタックであって、このスタックの第１の端部に近接して配置された後ろ板手段と上記第１の端部から離れた上記スタックの第２の端部に近接して配置されたスペーサー要素手段との間で、交互に連続して互いに留められた複数の薄層状のピエゾ電気要素および複数の薄層状の電極手段を有し、上記第２の端部によって超音波振動ツール手段へ搭載され或いは搭載可能な振動子スタックが提供される。
【００１５】
好ましくは、上記振動子スタックは、上記各ピエゾ電気要素および上記各電極手段を通って上記後ろ板手段から伸びる細長いシャフト手段を有し、上記スペーサー要素手段が、上記シャフト手段の先端に近接して該シャフト手段に取り付けられ、上記ピエゾ電気要素および上記電極手段が上記スペーサー要素手段と上記後ろ板手段との間で圧縮されて保持される。
【００１６】
上記振動子スタックは、上記スペーサー要素手段の各面が上記ツール手段の対応する表面に直接接触する該ツール手段へ搭載され或いは搭載可能でも良い。
【００１７】
上記シャフト手段は、実質的に、当該スタックの軸の方向に伸びる。
【００１８】
都合よくは、上記シャフト手段は、ねじを切った手段を備えている。
【００１９】
上記スペーサー要素手段は、上記ねじを切った手段に螺合可能であっても良い。
【００２０】
上記後ろ板手段は、上記シャフト手段の上記ねじを切った手段に螺合可能な第２のねじを切った要素を有しても良い。
【００２１】
上記振動子スタックは、上記シャフト手段の先端によって、随意に、そのねじを切った手段によって、超音波で振動可能なツール手段へ搭載され或いは搭載可能であっても良い。
【００２２】
上記複数のピエゾ電気要素は、それぞれ、軸方向に分極されたＰＺＴセラミック材料の環状体を有する。
【００２３】
上記複数の電極手段は、それぞれ、金属、都合よくは、随意に金めっき或いは銀めっきされた真鍮の環状体を有する。
【００２４】
好ましくは、上記振動子スタックは、複数の超音波周波数振動モードを製造するように選択的に動作可能である。
【００２５】
都合よくは、上記振動子スタックは、実質的に直交する少なくとも２つの面でたわみ振動モードを発生するように動作可能である。

【００２６】
好ましくは、上記振動子スタックの振動モードは、上記スペーサー要素手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置を選択的に調節することによって調整可能である。
【００２７】
加えて或いは代りに、上記振動子スタックの振動モードは、上記後ろ板手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置、随意に、上記第２のねじを切った要素手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置を選択的に調節することによって調整可能であっても良い。
【００２８】
都合よくは、上記スペーサー要素手段、および、随意に、上記後ろ板手段の上記第２のねじを切った要素は、異なる寸法および／或いは質量を有する同等の要素に選択的に交換可能である。
【００２９】
上記第２のねじを切った要素は、上記振動子スタックが上記後ろ板手段と上記スペーサー要素手段との間で圧縮状態を維持する一方で、同等の要素に交換可能であってもよい。
【００３０】
上記第２のねじを切った要素は、上記振動子スタックの上記ツール手段への取り付けを維持する一方で交換可能であっても良い。
【００３１】
本発明の第２の実施例によると、そこから伸びる細長い導波管手段を有する超音波ホーン手段を有し、且つ上記導波管手段の長手軸へ偏心して上記ホーン手段へ取り付けられた振動子スタック手段を有し、この振動子スタック手段は、上述した第１の実施例で説明されたような振動子スタックを含む、超音波で振動可能なツール手段が提供される。
【００３２】
上記導波管手段は、上記ホーン手段から離れた端部に先端作動体手段を備えても良い。
【００３３】
上記超音波で振動可能なツール手段は、外科ツール、随意に、腹腔鏡検査の外科方法において使用するために取り付けられた外科ツールを有しても良い。
【００３４】
本発明の第３の実施例によると、そこから伸びる細長い導波管手段を有する超音波ホーン手段を有し、且つ上記導波管手段の長手軸へ偏心して上記ホーン手段へ取り付けられた単一の振動子スタック手段を有し、この振動子スタック手段は、代替の振動モードを有する超音波振動を上記ホーン手段および上記導波管手段内で発生するように選択的に動作可能である、超音波で振動可能なツール手段が提供される。
【００３５】
好ましくは、上記代替の振動モードは、ねじれモード超音波振動および縦モード超音波振動を有する。
【００３６】
都合よくは、上記振動子スタック手段は、上述した第１の実施例で説明された振動子スタックを有する。
【００３７】
上記導波管手段は、上記ホーン手段から離れた端部に先端作動体手段を備えても良い。
【００３８】
上記超音波で振動可能なツール手段は、外科ツール、随意に、腹腔鏡検査の外科方法において使用するために取り付けられた外科ツールを有しても良い。
【００３９】
上記振動子スタック手段は、上記導波管手段と実質的に平行な面内でたわみモードで振動するように動作可能であっても良く、それにより、上記ホーン手段および上記導波管手段内で縦モード振動を発生する。
【００４０】

上記振動子スタック手段は、上記導波管手段と実質的に直交する面内でたわみモードで振動するように動作可能であっても良く、それにより、上記ホーン手段および上記導波管手段内でねじれモード振動を発生する。

【００４１】

上記振動子スタック手段は、好ましくは、所望される振動周波数を有する選択された振動モードを上記ホーン手段および上記導波管手段内で製造するように調整可能である。

【００４２】

上記振動子スタック手段は、予め選択された波長を有する共振ねじれモード振動を上記導波管手段内で製造するように調整可能であっても良い。

【００４３】

上記導波管手段は、上記共振ねじれモード振動の節面に配置された放射状に突き出した複数のスペーサーリングを備えていても良い。

【００４４】

上記振動子スタック手段は、上記共振ねじれモード振動の複数の節面に一致し、且つ上記複数のスペーサーリングに一致した複数の節面を有する共振縦モード振動を上記導波管手段内で製造するように調整可能であっても良い。

【００４５】

上記複数のスペーサーリングは、その中の振動を実質的に孤立させるように上記導波管手段を囲むシュラウドを支持するように取り付けられても良い。

【００４６】

好適な実施例において、上記ホーン手段は、２つ或いはそれ以上の作動センサー手段を備え、第１の上記センサー手段は、上記導波管手段によって規定された長手軸に近接して配置され、第２の上記センサー手段は、上記軸から離れて上記ホーン手段の周縁部に近接して配置している。

【００４７】

上記複数の作動センサー手段は、縦モード振動において上記各センサー手段からの信号の位相が同じである一方、当該ツール手段のねじれモード振動において上記周縁部の第２のセンサー手段からの信号が上記軸に近い第１のセンサー手段からの信号と位相がずれるように取り付けられても良い。

【００４８】

上記ツール手段は、上記信号の間の違いに基づいて、ねじれモード振動および縦モード振動を識別するように設けられた制御回路手段を備えていても良い。

【００４９】

上記制御回路手段は、上記振動子スタック手段へ与えられた電圧、電流、および／或いは電力を、実質的にねじれモード共振をそれぞれ指し示す最大値と一致した、上記第１および第２のセンサー手段からの信号の位相の違いと比較しても良い。

【００５０】

上記複数のセンサー手段および随意に上記制御回路手段は、他の超音波で振動可能なツール手段へ与えられても良い。

【００５１】

本発明の第４の実施例によると、超音波振動を発生するように超音波で振動可能なツール手段へ取り付け可能な振動子スタックを製造する方法であって、複数の薄層状のピエゾ電気要素、複数の薄層状の電極手段、後ろ板手段、およびスペーサー要素手段を用意する工程と、上記後ろ板手段と上記スペーサー要素手段との間で、上記複数のピエゾ電気要素と複数の電極手段を互いに交互に連続して留める工程と、を有する方法が提供される。

【００５２】

好ましくは、上記方法は、上記後ろ板手段から伸びる細長いシャフト手段を用意する工程と、環状の上記複数のピエゾ電気要素と環状の上記複数の電極手段を用意する工程と、上記シャフト手段の周りに上記複数のピエゾ電気要素と上記複数の電極手段を交互に配置する工程と、上記後ろ板手段と上記スペーサー要素手段との間で、上記ピエゾ電気要素と

電極手段が圧縮されて保持された上記シャフト手段へ上記スペーサー要素手段を取り付ける工程と、を有する。

【００５３】

都合よくは、上記シャフト手段がねじを切った手段を備え、上記スペーサー要素手段がそれに螺合可能である。

【００５４】

上記後ろ板手段は、上記シャフト手段の上記ねじを切った手段に螺合可能な第２のねじを切った要素手段を有しても良い。

【００５５】

上記方法は、上記シャフト手段の先端によって、上記振動子スタックを上記ツール手段へ取り付ける工程を有する。

【００５６】

好ましくは、上記方法は、上記スペーサー要素手段の長さおよび／或いは質量を調節することによって、例えば、そこから材料の薄層を機械加工することによって、所望される周波数の振動を発生するように当該振動子スタックを調整する工程を有する。

【００５７】

代りに或いは加えて、上記方法は、上記後ろ板手段の長さおよび／或いは質量を調節することによって、例えば、そこから材料の薄層を機械加工することによって、所望される周波数の振動を発生するように当該振動子スタックを調整する工程を有しても良い。

【００５８】

上記方法は、上記後ろ板手段の上記第２のねじを切った要素の長さおよび／或いは質量を調節する工程を有しても良い。

【００５９】

上記方法は、上記第２のねじを切った要素を分離してその長さおよび／或いは質量を調節し、それを再び取り付ける工程を有しても良い。

【００６０】

代りに、上記方法は、始めにそれを分離することなく、上記第２のねじを切った要素の長さおよび／或いは質量を調節する工程を有しても良い。

【００６１】

本開示の実施例において、第１の径を有するホーン、第２の径を有するねじを切った要素、第３の径を有するとともに複数のリングを有する振動子スタック、およびこの振動子スタックに近接して配置された後ろ板を有する振動子があり、ねじを切った要素が、振動子のねじれ調整が選択的に可能なように、ホーンと振動子スタックとの間に配置されている。

【００６２】

本開示の他の実施例において、ホーンと振動子スタックとの間にねじを切った要素を配置し、このねじを切った要素のポジショニングに基づいて振動子のねじれ調整を選択的にできるようにする、振動子を調整するための方法があり、上記ホーンが第１の径を有し、上記ねじを切った要素が第２の径を有し、上記振動子スタックが、第３の径を有し、複数のリングを有し、且つ後ろ板に近接して配置されている。

【００６３】

本開示の他の実施例において、ホーンと振動子スタックとの間にねじを切った要素を配置し、このねじを切った要素のポジショニングに基づいて振動子のねじれ調整を選択的にできるようにする、振動子を製造するための方法があり、上記ホーンが第１の径を有し、上記ねじを切った要素が第２の径を有し、上記振動子スタックが、第３の径を有し、複数のリングを有し、且つ後ろ板に近接して配置されている。

【図面の簡単な説明】

【００６４】

この発明の実施形態が、添付の図面を参照して、例示により、より詳細に説明される。

【図１Ａ】図１Ａは、本発明を具体化する、ホーンへの周波数適合を容易にする延長され

たスタックを有するねじれモード振動子の概略図である。
【図１Ｂ】図１Ｂは、本発明を具体化する、栓をされる穴内に配置されたねじを切った栓を伴う延長されたスタックを有するねじれモード振動子の概略図である。
【図１Ｃ】図１Ｃは、そこから主要要素が機械加工された外接シリンダーとともに振動子の臨界寸法を図示するねじれモード振動子の概略図である。
【図２】図２は、本発明を具体化するねじれモード振動子を軸方向から見た概略図である。
【図３】図３は、本発明を具体化する、たわみスタック変位とねじれホーン変位との間の幾何学的関係の概略図である。
【図４】図４は、本発明を具体化する、変位幅分布の図示を伴う、導波管へ接続されたねじれモード振動子の概略図である。
【図４Ａ】図４Ａは、本発明を具体化する、図４のねじれモード振動子の先端作動体の詳細を示す概略図である。
【図５】図５は、本発明を具体化する、変位幅分布の図示を伴う、導波管へ接続された縦モード振動子の概略図である。
【図６】図６は、本発明を具体化する、ねじれモード導波管配置における湾曲された先端作動体を軸に沿って見た概略図である。
【図７】図７は、本発明を具体化する、図６に示されたねじれモード導波管の構成における湾曲された先端作動体の等測概略図である。
【図８Ａ】図８Ａは、本発明を具体化する、ねじれモード導波管の構成における接合具の先端作動体の等測概略図である。
【図８Ｂ】図８Ｂは、本発明を具体化するさらなる先端作動体の末端の正面図である。
【図９】図９は、本発明を具体化する、ねじれモード導波管の構成における、導波管、シュラウド、およびヒンジ接続されたあごの概略図である。
【図１０Ａ】図１０Ａは、本発明を具体化する、図９のあごの構成の概略図である。
【図１０Ｂ】図１０Ｂは、本発明を具体化する、図９のあごの構成の概略図である。
【図１０Ｃ】図１０Ｃは、本発明を具体化する、図９のあごの構成の概略図である。
【図１１】図１１は、本発明を具体化する、ねじれモード超音波発生器のための制御回路および電源回路の第１の実施形態のブロック図である。
【図１２】図１２は、本発明を具体化する、ねじれモード超音波発生器のための制御回路および電源回路の第２の実施形態のブロック図である。
【図１３】図１３は、本開示によるところの、１つがねじを切ったシャフトの基端に配置され１つが先端に配置された２つのねじを切った栓を伴う延長されたスタックを有するねじれモード振動子の代わりの実施形態の概略図である。
【００６５】
以下、図面を参照して、本開示によるところのねじれモード励起を使用することによる組織を切断するためのシステムおよび方法について詳細に説明する。
【００６６】
ここに開示の複数の実施形態が種々の変更および代替構造を可能にする一方で、その確かな図示された複数の実施形態が図面で示されて以下に詳細に説明される。しかしながら、ここに開示の複数の実施形態を開示された特定の形に限定する意図は無く、それどころか、これらの実施形態は、特許請求の範囲に規定されたようなここに開示の意図および範囲内における全ての変更、代替構造、および均等物をカバーするように仕向けられることを理解されるべきである。
【００６７】
本開示は、この開示の一部を形成する添付図面と関連して、以下に示す詳細な説明を参照することによって、よりたやすく理解される。この開示が、ここに説明されおよび／或いは図示された特定の装置、方法、状況、或いはパラメーターに限定されることなく、ここで使用された用語が、例示のみによる特定の実施形態の説明の目的のためであり且つ特許請求の範囲の主題を限定するつもりはないことが理解される。

【００６８】
本開示は、柔らかい組織内へ振動エネルギーを十分に伝達するためのねじれ超音波の使用を提案する。他のいかなる超音波ツールとも違って、例示的な実施形態の外科ツールは、強い圧縮エネルギーをターゲットとなる組織内へ向かわせて、その結果、確かな形状および速い切断がされる。これらの圧縮溝から離れて、比較的少ない有効な摩擦エネルギーがある。これは、生体構造内への不所望なエネルギーの伝達のリスクを減少し、低いゲインを伴う疲労故障の見込みを大きく減少する、細かく磨く工程を通してさらに小さくされる。例示的な実施形態の外科ツールは、圧縮エネルギーをターゲットとなる組織内へ向かわせる。エネルギーは、瞬時に伝達されて、組織蛋白質を変性させ、直ちに凝塊を形成する。同時に、外科ツールのあごが閉じられて中央ブレードが組織を切断する。その結果、速く有効な止血性の切断がされる。
【００６９】
本開示は、従来の長い外延的な装置を超えるねじれモードシステムの基本の効果を強調することをさらに提案する。本開示は、さらに、特別な開口流出を紹介するねじれ解剖器具システムの特性を身に付ける。
【００７０】
例えば、ねじれモード伝達は、縦モード伝達を超えるいくつかの利点を有する。これらいくつかの利点は、以下に限定されるものではないが、横断面変化に関する運動の増加が、断面波伝達において、同等の圧力波伝達より大きいことを含む。ねじれモード集中装置の解析は、変形させる要素に沿った断面変化に関連する慣性モーメントに従う増加を現す。対比において、圧縮波伝達は、断面領域を伴って変わる線形の力の変化に関する。この考えは、入力部と出力部との間の直径比の正方形として規定された縦モードステップ伝達のための、および直径比の第３のパワーの剪断波同等物のための動きの増加表現を引き起こす。この特性は、圧縮波同様物に関して剪断波システムのための増大されたＱおよびインピーダンス変形比に一致する。従って、共振への同調は、明確に規定された共振特性の間に差異を認めることのできるよりきわどく正確な発生器の回路構成および同調アルゴリズムを必要とする。
【００７１】
縦モードシステムとねじれモードシステムとの間の他の識別する特徴は、振動子のデザインに関する。振動子のデザインは、特別なモードに固有である。標準的なランジュバンサンドイッチ振動子は、縦モードシステム内で、圧縮波を発生させて維持するために普通に使用される。対比において、振動子スタックが接線方向に取り付けられたモード転換ホーンが、ホーンの細い端部からねじれ出力を発生させるように設けられている。この振動子スタックが、選択されたたわみモードで駆動され、ホーン内でねじれモードを発生する。代わりのたわみスタックモードは、結果として、モード転換器からの縦出力を生じる。その結果、純ねじれ或いは縦モードの各場合で、ホーンの出口に取り付けられた導波管のデザインによる。動作周波数は、一般的に、いくつかの波長にわたる導波管を伴う上音モードの結果に終わる。ホーンと振動子スタックとの間の関係は、ホーンおよび導波管アッセンブリ内で起きる複合交軸モードを許す振動するシステムを与える。補正モードを立ち上げて発生器周波数／モード制御回路構成によって補正モードをロックするため、注意深く正確な装置周波数の制御が必要とされる。以下に説明される例示的な実施形態は、共振特性の細かい調節のための駆動周波数の制御のし方を図示し、外科ツールのための所望されるモードを立ち上げる。
【００７２】
添付の図面を参照して、実施形態が以下に説明される。添付の図面は、単に例示に過ぎず、本開示の範囲を制限するつもりはない。
【００７３】
図１Ａを参照すると、本開示によるところの、ホーンへの周波数適合を容易にする延長されたスタックを有するねじれモード振動子の概略図が示されている。
【００７４】

図１Ａのねじれモード振動子１０は、ホーン１２、ねじを切った要素１４、複数のセラミックリング１６、複数の電極１８、後ろ板２０、第１センサー２２、および第２センサー２４を有する。後ろ板２０の長さＸが符号２６で示され、ねじを切った要素１４の長さＹが符号２８で示されている。

【００７５】

ここに開示の例示的な実施形態において、振動子１０は、縦の振動或いは純ねじれ波のいずれかの発生を許容する。振動子１０は、銀めっき或いは金めっきされた複数の真鍮電極１８によって分けられた多くの軸方向に分極されたＰＺＴセラミックリング１６を有する振動子スタックを有する。この振動子スタックは、（図１Ｂに示されるように）栓をされる穴３４内に配置されたねじを切った栓３２を伴ってねじ込まれた後ろ板２０を介して、振動子１０の接線に沿ってはたらく面へ圧縮するように取り付けられる。

【００７６】

さらに、図１Ａは、ホーン１２に取り付けられた少なくとも２つのピエゾ電子センサー、すなわち第１センサー２２および第２センサー２４を示す。これらセンサー２２および２４は、ねじれまたは縦ホーンモードに選択的に反応するように配置されている。前者において、各ピエゾ電子センサー２２、２４からの波形は、最小であるホーンの各センサーから最大である周縁へのねじれ変位の変化に従って位相がシフトされる。縦モードにおいて、２つのセンサーは、ホーン端面の同じ伸長変位を経験し、上記２つのピエゾ電子センサーから位相が同じ出力を生出する。これらセンサー２２、２４の特別な動作は、図１１を参照して以下にさらに説明される。

【００７７】

さらに、ねじを切った要素１４は、種々の長さ２８になるようにデザインされる。ねじを切った要素１４の長さ２８は、ホーン１２の材料や、振動子１０の１つ或いはそれ以上の要素（例えば、ホーン１２、スタックアッセンブリ、および／或いは導波管５６）の自然共振周波数のような、しかしそれに限定されない、複数のファクターに基づいて変化される。このねじを切った要素１４は、所望する適用に応じて、数ミリから２０ｍｍの間で変化される。ねじを切った要素１４の長さ２８は、ホーン１２の出力の形をとる。言い換えると、ねじを切った要素１４の長さを変化させることにより、当業者は、所望する振動或いは波（例えば、ねじれ波、純ねじれ波、縦波、たわみモード波、或いはこれら波の組み合わせ）を製造する。その上、後ろ板２０の長さ２６は、所望する適用に応じて、数ミリから２０ｍｍの間で変化され、ホーン１２によって製造された波のタイプの形もとる。好ましくは、ねじを切った要素１４のより短い長さ２８が、所望される励起或いはモードの達成に良い。例えば、ねじを切った要素１４の長さ２８は、２から１０ｍｍの範囲である。

【００７８】

再び、ねじを切った要素１４の挿入は、ホーン１２の出力として純ねじれモードの実現の最適化を可能にし、外科ツール／装置をユーザーの所望する仕様に細かくチューニングする正確な方法を可能にする。また、ねじを切った要素１４は、振動子１０の（例えば、図４および図５を参照して以下に説明される導波管５６のような）外部装置への組み込み前、或いは組み込み後（に続いて）に調節される。また、ねじを切った要素１４は、異なる均一な或いは不均一な形の変化を有する。図示の実質的に円筒状の形は単に図示しただけに過ぎない。

【００７９】

図１Ａに従って、駆動周波数は、ねじを切った要素１４をホーン１２と振動子１０の振動子スタックとの間に追加することにより、細かく調節された共振特性に制御され、外科ツールを所望するモードに励起する。加えて、図１Ａは、スタックアッセンブリの性質を変化する手段を規定し、続いて、ホーン１２の形式上の特性を規定する。振動子１０からのねじれ出力の最適化の可能性は、スタックアッセンブリの各端部でこの順番の容易さを供給或いは可能にすることによって達成される。

【００８０】

図１Ｂを参照すると、本開示によるところの、栓をされる穴内に配置されたねじを切った栓を伴う延長されたスタックを有するねじれモード振動子の概略図が示されている。

【００８１】

このねじれモード振動子１１は、ねじれモード振動子１０と実質的に同じであり、さらにここでは、構造および／或いは使用の違いを明らかにする必要の範囲のみ説明される。図１Ｂのねじれモード振動子１１は、ホーン１２、ねじを切った要素１４、複数のセラミックリング１６、複数の電極１８、後ろ板２０、第１センサー２２、および第２センサー２４を有する。加えて、この振動子１１は、栓をされる穴３４内に配置されたねじを切った栓３２を有する。

【００８２】

図１Ａに示すように、振動子スタック／アッセンブリは、振動子スタックとホーン１２との間に挿入されたねじを切った要素１４を有する。図１Ｂに示すように、ねじを切った要素１４のホーン１２への取り付けを容易にするため、栓３２が、ねじを切った要素１４の取り付けを収容するように延びている。この特徴は、ホーン１２への取り付け前に振動子スタックの全長を調節することによって、ねじを切った要素１４を組み込んだ完全なスタックの共振特性が調整されることを許容する。ねじを切った要素１４は、その先端に向けて、断面で、平行或いは先細にされている。好ましくは、ホーン１２は、先細にされたホーンである。

【００８３】

図１Ｃを参照すると、そこから主要要素が機械加工された外接シリンダーとともに振動子の臨界寸法を図示するねじれモード振動子の概略図が示されている。

【００８４】

このねじれモード振動子１３は、後ろ板２０と円筒面３１との間に配置されたスタックアッセンブリ２１を有する。このスタックアッセンブリ２１は、図１Ｃの外接円筒面３１の陰にされた領域を機械加工することによって製造された１つの接線面に搭載された隣接部材３７を介して円筒面３１に隣接する。図１Ｃおよび（以下に説明される）図２は、寸法定義振動子１３、１５を図示する。図１Ｃは、スタックアッセンブリ２１の接線搭載平面を与える外接面３１を規定する。角度θ（図３における要素４４として示されている）を通したスタックアッセンブリ２１のたわみ回転は、ホーン軸Ｏの周りにトルクを生じ、ねじれモードでホーン１２を駆動する。

【００８５】

図２を参照すると、ねじれモード振動子を軸方向から見た概略図が示されている。

【００８６】

このねじれモード振動子１５は、導波管を取り付けるためのねじを切った穴３４を有する。加えて、この振動子１５は、指数関数的なテーパー面３６、円筒腕３８、ホーン１２に近接して配置された円筒分離フランジ３３、陰にされた領域３５、および上記隣接部材３７を有する。

【００８７】

ホーン１２は、指数関数的なテーパー面３６を有して機械加工され、円筒分離フランジ３３によって阻害される。ここで、指数関数的なテーパー面３６が、外接円筒面３１（図１Ｃ参照）に接線的に切断される。さらに、スタックアッセンブリ２１（図1Ｃ参照）が、ホーン１２に近接して配置され、その円筒腕３８がホーン１２の接線面の外側腕と一致し、陰にされた領域３５によって示された内側腕に重なる。

【００８８】

図３を参照すると、本開示によるところの、たわみスタック変位とねじれホーン変位との間の幾何学的関係の概略図が示されている。

【００８９】

図３の幾何学的関係４０は、スタック変位４２、および符号４４で示された角度θを図示している。

【００９０】

スタックアッセンブリを有する振動子１０は、その円筒腕がホーン１２の接線面の外側腕に一致するように、ホーン１２に配置されている。スタック径ｄ、すなわち隣接するホーンの有効径ｄと外接された径Ｄとの間の関係は、要求された振動モードおよび共振周波数を生じるため、臨界的に選択される。

【００９１】

隣接するホーンの塊りの回転変位は、図３に図示されているようなスタックアッセンブリ内のたわみモード変位によって始められる。このモードは、ｄ’＞ｄ／２のとき可能であり、ｄ’＜＜ｄ／２である従来の軸モードスタックを使用するよりコンパクトな振動子形状を許容する。図３は、ホーン１２へのスタック変位４２の伝達を制御する幾何学形状を図示する。搭載面に対する角度θでのたわみ変位Ｆｔの分解された成分を決める方程式は、Ｔ＝Ｆｔｃｏｓθ．ｌ＝１／２Ｆｔｃｏｓ（ａｒｃｔａｎ（（ｄ－ｄ’）／ｄ））．（ｄ^{2}＋（ｄ－ｄ’）^{2}）$^{1/2}$として与えられる。

【００９２】

最適なコンパクト振動子動作のためのｄ’／Ｄ比の臨界の選択は、０．４５＜ｄ’／Ｄ＜０．５５；好ましくは０．４８２として決められ、通常（軸モードスタック）動作では、０．３＜ｄ’／Ｄ＜０．４；好ましくは０．３３３として決められる。ねじれ共振は、ホーン１２の長さ、接続部材５２（図４および図５に示されている）の径、および導波管５６（図４および図５に示されている）の寸法の臨界の選択によっていずれの場合も達成される。

【００９３】

図４を参照すると、本開示によるところの、変位幅分布の図示を伴う、導波管へ接続されたねじれモード振動子の概略図が示されている。

【００９４】

この振動子／導波管の配置５０は、図１Ａを参照して上述したねじれモード振動子１０を含む。この振動子／導波管の配置５０は、接続部材５２、第１の節面５４、導波管５６、第２の節面５８、保護チューブ６０、第３の節面６２、第４の節面６４、および先端作動体６６をさらに有する。この先端作動体６６は、導波管６８の部分および先端チップ７０を示す。矢印８０は、導波管５６のねじれ変位を図示している。

【００９５】

図４は、振動子／導波管の配置５０が作動されたとき発生された伝達波を示すグラフ７１をさらに示す。半波長７２は、ホーン１２と接続部材５２との間で発生される。半波長７４は、終わりの２つの先端節６４、６２間で発生される。１／４波長７６は、第４の節面６４と先端作動体６６の先端チップ７０との間で発生される。導波管の中間部分が繰り返しを少なくするため省略されているが、一般的には、７或いは８波長の長さを有する。図４は、（以下に説明される）スタックたわみの効果を図示するグラフ５１をさらに示している。

【００９６】

加えて、導波管５６は、共振周波数でのねじれ波伝播のため、半波長の整数倍になっている。導波管の分離は、プラスティックで補強された保護チューブ６０と導波管５６の作動領域との間に空間を生じる、節面５４、５８、６２、６４に一致した径の局所的な増大によって達成される。

【００９７】

さらに、この導波管は、基端および先端を有する延長されたシャフトとして参照される。加えて、この先端は、１つ或いはそれ以上の部分に分離される。例えば、図６－８Ｂに関連して、この先端は、３つの部分に分離される。第１の部分は第１の幅および第１の長さを有し、第２の部分は第２の幅および第２の長さを有し、第３の部分は第３の幅および第３の長さを有し、第１、第２、第３の幅は、同じ或いは互いに異なる。この第１の部分は先端作動体であり、第２の部分は接続部分であり、第３の部分は延長されたシャフトの先端のチップ部分／ブレード部分である。この先端作動体は、図４に要素７０として示された一対の溝を有するカーブされたブレードである。

【００９８】
図４Ａを参照すると、本開示によるところの、図４のねじれモード振動子の先端作動体の詳細を示す概略図が示されている。この詳細図は、一対の溝形状を示す先端チップ７０の形を示す。もちろん、当業者は、縦および／或いはねじれ励起のいずれかを達成するための多くの異なる先端形状を考え得る。
【００９９】
図５を参照すると、本開示によるところの、変位幅分布の図示を伴う、導波管へ接続された縦モード振動子の概略図が示されている。
【０１００】
振動子９０は、ねじれモード振動子５０と実質的に同じであり、さらにここでは、構造および／或いは使用の違いを明らかにする必要の範囲のみ説明される。振動子９０は、図４に示された伝達波グラフと同様の伝達波グラフを有する。グラフ９１は、振動子／導波管の配置９０が作動されたとき発生された伝達波を示す。半波長９２は、ホーン１２の中で発生される。半波長９４は、第１の節面５４と第２の節面５８との間で発生される。半波長９４は、第３の節面６２と第４の節面６４との間で発生される。１／４波長９６は、第４の節面６４と先端作動体６６の先端チップ７０との間で発生される。図５は、（以下に説明される）スタックたわみの効果を図示するグラフ９５をさらに示している。
【０１０１】
代わりの例示的な実施形態において、図５に示されるように、この振動子スタックアッセンブリは、後ろ板２０の端面８２が矢印８４によって示されているような長手方向に振れるように、変形たわみモードで作動される。このスタックの動きは、ホーン１２およびそれに取り付けられた導波管５６における圧縮波伝達と一致した周波数で、ホーン１２における縦モードを発生する。縦共振のための周波数は、$F_{tor}/F_{long}=G/E$によって示されるデザインされたねじれモード周波数に関連し、Ｇは剪断率であり、Ｅはホーン１２および導波管材料のヤング率である。
【０１０２】
これらの特徴（例えば、振動子１０内に組み込まれたねじを切った要素１４、および節面５４、５８、６２、６４）は、外科ツールシステムが、Young and Youngに開示された縦変位を生出するためホーンの先端面に取り付けられた追加の振動子スタックの必要が無いことの効果を有する、有効な変位の増大された末端長の発生の可能性を伴って、縦或いはねじれモードで交互に駆動されることを許容し、デュアルモード適用はＧＢ特許No.2,438,679として発行されている。さらに、導波管５６に機械加工された節のような突起或いは節面５４、５８、６２、６４は、複数の搭載チューブ１６０からの導波管５６の音波の分離の単純な手段を提供し、協同するヒンジ接続されたジョー１８２（図９参照）を伴って配備されたねじれ／縦共振を許容する。
【０１０３】
図４および図５の両方において、振動子の配置５０、９０は、ホーン１２の細い先端に取り付けられた調節された多くの半波長ロッドシステムにおける縦或いはねじれ共振のいずれかを発生できる。図４および図５は、グラフ５１、７１、９１、９５に示されたように、直交する面における２つのたわみスタックモードの関連する結果を図示している。特に、グラフ５１および９５は、ホーン１２および導波管５６においてねじれモードを発生するＹＺ面におけるスタックたわみの結果を図示している。図５のＸＹ面内で励起するたわみが、異なる周波数で励起された場合、出力は縦である。図４および図５は、多くの一致した節面５４、５８、６２、６４を伴うねじれおよび縦波長を製造するため選択された、交互に異なる周波数で２つの異なるモードを発生することの可能性をさらに図示している。スタックアッセンブリを調整できることは、当業者が、縦或いはねじれ出力のいずれかを最適化すること、およびこれらを適切に切り替えられたデュアル周波数電気発生器（図１１および図１２を参照して以下に説明される）に組み合わせること、を許容する。
【０１０４】
本質的に、振動のモードを決めるスタックアッセンブリおよびホーン１２、および導波

管５６は、１つ或いはそれ以上の指定された周波数で多くの半波長を含むようにその長さを調節することによって、特別なモードで共振するように調整される。さらに、グラフ５１は、矢印７１および８０によって示された、導波管５６にねじれ共振を生出するホーン１２における回転モードを発生するスタックモードを示す。ホーン１２は、いつも、その両端に波腹を伴う半波長を体現する。

【０１０５】

さらに、複数の節面５４、５８、６２、６４は、共振変位パターンの一部として達成され、導波管５６に局所的な突起を組み込むことによる機械的な分離を与えるために使用される。これらは、導波管５６とプラスティック保護ライナー（図９参照）との間にギャップを生じる。図４および図５は、両方とも、スタックたわみモード（ＸＹ面が縦、ＹＺ面がねじれ）と導波管モードとの間の関係を図示している。図５が縦システムを図示しているのに対し、図４はねじれシステムを図示している。導波管５６における唯一の違いは、圧縮波の速度が与えられた材料のための剪断速度より大きいことから、圧縮半波長がねじれより大きいことである。

【０１０６】

Young and Young, GB 2423931の従来技術は、先端チップから実質的に先細にされた湾曲された先端作動体、および隣接するブレード端に向けて集束する比較的短い溝を伴う、ねじれモード解剖器具の使用を教示している。この先端集束溝の欠落は、いくらかの横断組織結合の可能性を許容するけれども、湾曲されたブレードのチップの固まり易さを減少する。

【０１０７】

全ての先端集束特性を伴うねじれモード湾曲作動体１００、１３０を生出することが、図６および図７に図示された例示的な実施形態の１つの目的である。図６および図７は、同時に説明される。

【０１０８】

図６は、本開示によるところの湾曲された先端作動体１００を図示している。この先端作動体１００は、３つの末端導波管領域；図４で規定されたようなねじれ導波管および振動子に取り付ける断面W_0の隣接する第１の部分１０２；節分離突起１２２から１／４波長の節の無いステップ１２４を通って断面W_sの第１の末端節ステップ１２６へ延びる半波長の第２の末端部分；および末端ステップ１２６から断面W_1のねじれブレードチップ１２８へ延びる第３の末端１／４波長領域を有する。この第３の部分は、図４Ａに図示されたものと同様の２つの溝が切られた集束領域１１４を具体化し、末端ブレードの長さを規定する。

【０１０９】

この先端作動体の波形は、図６に１０１として概略的に示されており、長さＺの第２の作動体領域１２０が、節の無いステップ１２４で終わる最初の長さＸの部分１１６を伴う半波長で示されている。

【０１１０】

この節の無いステップは、湾曲されたブレード領域１１４内の臨界ねじれ変位増加の制御を許容する節増加ステップ１２６に関連してゼロ振幅増加特性を有する。

【０１１１】

本開示の例示的な実施形態の他の目的は、図６で導波管の軸から距離１１２だけずれた湾曲された作動体ブレードに関連して軸からずれた質量の慣性作用によって発生される交軸モードを小さくすることである。明らかに、入力部分$W_0$１０２と比較して末端ブレード部分１１４の径を減少することによって、不所望な交軸モードを発生する慣性モーメントが減少される。

【０１１２】

この基準を満足する境界は、不等式：$1.5 < W_0 / W_1 < 3.0$によって表現される。ゼロ増大の節の無いステップの包含は、当業者が、１２６での振幅増大に頼って末端ブレードの振幅のピークを２００ミクロンに制限することを許容する。節ねじれ増大は、式

：増大Ｋ＝（Ｗ$_{s}$／Ｗ$_{1}$）^{3}から見い出される。上述した考察は、受け入れ可能な止血性の組織解剖のための動作基準に合うブレード曲率および振幅のピーク変位を許容する。ブレード曲率は、末端チップが１０６で断面Ｗ$_{0}$によって規定された円筒外被内へ配置されることを強いられるように制御される。

【０１１３】

図６における、１２４、１２６での導波管の断面ステップの大きさ、および部分１１８のＹに沿った断面の線形ではない変化は、導波管の出力特性を個別に制御するように明らかに変化されることができ、最小の有害な交軸モードを伴う高い回転振幅を許す。上述した表現は例示的な説明として与えられ、本開示の広い適用の範囲を制限しない。

【０１１４】

図８Ａおよび図８Ｂは、特別な外科プロセスにおける対物の先端ポイントとして、本開示を通して参照されるねじれモード振動子、導波管、および先端作動体システムの使用および有効性を最適化するように仕向けられた本開示のさらなる実施例の概略図である。この機能において、ターゲットとなる組織、例えば特に大きな血管内へエネルギーを集束する先端作動体構造の複数の要素が強調され、一方で、同時に、プロセスを遅らせ或いは妨げるための組織分離を促進する特徴の詳細を変える。

【０１１５】

図８Ａは、節ステップ面１３４で導波管１４２に取り付けられた接合先端作動体１４０を示す。上記節ステップで変わる部分は、組織接触面１３６がエネルギーをターゲットの維管束組織内へ向かわせることができるように、上述した原理によるところの十分なねじれ振幅の増加を生じる。図８Ｂは、先端作動体ブレード１３６の適した外形の一例を示す。この先端作動体ブレード１３６は、実質的に平らであるが、図示のように中心が隆起されても良く、稜部１４５で合う角度を付けられた面１４８ａおよび１４８ｂを生じる。表面３６は、先端作動体の正反対の面に近接し、図８Ｂに示す導波管の軸１４６によって規定される。

【０１１６】

面１４８ａおよび１４８ｂにおけるねじれモード活性化の変位幅は、周辺部で最大であり、中心稜部１４５に沿って小さい。この特性は、上記稜部の両側で接触組織内への集束された超音波伝達を発生し、強い接合を生じる。稜部１４５に関連する低いエネルギーは、切断を遅くするゆっくりとした組織分離効果を生出し、面１４８ａおよび１４８ｂに隣接したターゲットの血管内における全く止血性の組織接合を保証する。

【０１１７】

ねじれ振動子に対してパルスモード電気駆動を与えることにより切断がさらにゆっくりにされる。この発生器が以下に図１１および図１２を参照して説明される。上述したような超音波で作動される解剖器具および接合器具の動作は、あご関節結合システムも収容する保護シュラウドに取り付けられたヒンジ接続された協働あごの設備によって向上させられる。これは、以下の図９および図１０を参照することによってより完全に図示される。

【０１１８】

図９を参照すると、本発明を具体化する、ねじれモード導波管の構成における、導波管、シュラウド、およびヒンジ接続されたあごの概略図が示されている。

【０１１９】

ねじれモード導波管の構成１５０は、１つ或いはそれ以上のライナー１５２、分離する部材１５４、導波管の軸１５６、導波管１５８、同心のチューブ１６０、固定する部材１６２、栓１６４の軸に沿った図、ソケットボール１６６、外面１６８、チューブエッジ１７０、ギャップ１７２、あご１８２の頂部１７４、クランプ特性１７６、あご１８２の第１の内側部分１７８、およびあご１８２の第２の内側部分１８０を有する。

【０１２０】

図９、図１０Ａ、図１０Ｂ、および図１０Ｃに示す本開示の他の例示的な実施形態において、導波管、相互動作するあご、保護外側ケース、および音波分離システムを組み込んだねじれモード解剖器具のヘッドが説明される。

【０１２１】
図９は、超音波組織解剖器具の先端部分を示す。あご１８２がソケットボール１６６およびクランプする特徴部１７６に取り付けられており、導波管の軸１５６と平行な面内であご１８２が回転することを許容する。本開示は、あご１８２が栓１６４に支持されて、固定部材１６２内に係合するソケットボール１６６へ取り外し可能に取り付けられることを許容する。あご１８２の取り付けは、ソケットボール１６６を有する固定部材１６２内に係合するのを許容するに十分な栓１６４の分離が進むまでギャップ１７２を広げることによって達成される。
【０１２２】
従って、ねじれモード導波管の構成１５０の伝統技術を超えるさらなる利点は、同心のチューブ１６０および１つ或いはそれ以上のライナー１５２によって示された、導波管１５８のシステムの受動要素からの音波の分離方法である。
【０１２３】
図１０Ａ、図１０Ｂ、および図１０Ｃを参照すると、本開示によるところのあごの構成の概略図が示されている。
【０１２４】
あごの構成２００は、図９のあご部分１８４と実質的に同じであり、さらにここでは、構造および／或いは使用の違いを明らかにする必要の範囲のみ説明される。あごの構成２００は、さらに、一対の軸部材２０２、および一対の受け部材２０４を有する。
【０１２５】
図１０Ａは、単に、図１０Ｂの受け部材２０４に軸部材２０２がどのように固定されるのかを図示している。図１０Ｃは、栓１６４、ソケットボール１６６、および固定部材１６２の間にリンク機構を与えるため、単に、ギャップ１７２がどのようにしてあごの構成２００の両端を分離するのかを図示している。
【０１２６】
図１１を参照すると、本開示によるところの、ねじれモード超音波発生器のための制御回路および電源回路の第１の実施形態のブロック図が示されている。
【０１２７】
このブロック図２２０は、第１の分離ブロックモジュール２２２、信号調節モジュール２２４、デジタル化モジュール２２６、ソフトウェアアルゴリズムモジュール２２８、ＤＤＳ信号発生器モジュール２３０、パワーアンプモジュール２３２、第２の分離ブロックモジュール２３４、電流センサーモジュール２５０、パワーセンサーモジュール２６０、および振幅センサーモジュール２７０を有する。電流センサーモジュール２５０、パワーセンサーモジュール２６０、および振幅センサーモジュール２７０は、ひとまとめにして出力振動子２４０として参照される。
【０１２８】
一般に、発電機は、図１－８で説明されたようなねじれモードシステムを駆動することの可能性を有する。例えば、ＤＤＳ（direct digital synthesis：直接デジタル合成）チップ２３０で制御された処理器は、振動子およびインピーダンス適合インダクター２５０、２６０、２７０を介してねじれモード振動子２４０に接続されたスイッチモードパワーアンプ２３２を駆動する。電流および電圧モニタリング要素を組み込み、適切な分離回路構成を含む適合回路が図１１に示されている。
【０１２９】
正しいモード選択を確実にするため、電流および変位モニタリング回路２５０、２６０、２７０からの出力信号は、広い周波数スキャンの間、比較される。振動子変位振幅２７０は、図１および図２に示されているように、ホーン１２に搭載されたピエゾセラミックセンサー５および６を用いてモニターされる。ホーン軸上に位置したセンサー２２からの信号は、振動子がねじれ共振であるとき、最小出力を唯一与える。センサー２４からの出力は、ねじれ共振で最大となる。各センサー２２、２４からの出力を比較することによって、ホーン１２が縦共振であるとき、最大となる。

【０１３０】
図１２を参照すると、本開示によるところの、ねじれモード超音波発生器のための制御回路および電源回路の第２の実施形態のブロック図が示されている。
【０１３１】
このブロック図３００は、出力振動子３０２、センサー３０４、電流センサー３１０、パワーセンサー３２０、振幅センサー３３０、アルゴリズム３４０、第１の出力３４２、第２の出力３４４、および駆動パワー信号３４６を有する。
【０１３２】
ねじれモード超音波発生器３００のための制御回路および電源回路のこの第２の実施形態の主な重要性は、ねじれ共振を通り抜ける発生器周波数として振動子電流変化を反映することである。これらの配置図を比較することによって、絶対的な確実性を伴ってねじれ共振を検出することができる。明らかに、それぞれの電流振幅信号は、有効な共振制御の手段として使用されることができる。しかしながら、瞬間の電力を計算するように瞬間の負荷電流および電圧を使用することにより、より有益な結果が得られる。加えて、調整アルゴリズムが最大電力に一致した共振を選択するために書かれており、制御ループアルゴリズムがおおざっぱ且つきめ細かい調整特性のために書かれている。
【０１３３】
図１３を参照すると、本開示によるところの、１つがねじを切ったシャフトの基端に配置され１つが先端に配置された２つのねじを切った栓を伴う延長されたスタックを有するねじれモード振動子の代わりの実施形態の概略図が示されている。
【０１３４】
ねじれモード振動子４００は、実質的に、図２のねじれモード振動子１１と同じであり、よって、さらにここでは、構造および／或いは使用の違いを明らかにする必要の範囲のみ説明される。この図１３のねじれモード振動子４００は、ホーン１２、ねじを切った要素１４、複数のセラミックリング１６、複数の電極１８、後ろ板２０、第１のセンサー２２、および第２のセンサー２４を有する。この振動子４００は、先細にされた穴３４内に配置されたねじを切った栓３２をさらに有する。加えて、且つ図２と比較して、この振動子４００は、ねじを切ったシャフト４２０の末端に第２のねじを切った栓４１０を有する。
【０１３５】
この代わりの例示的な実施形態において、ねじを切ったシャフト４２０は、その基端および先端の両方に締め付け可能な栓３２、４１０（或いはナット）を有する。これは、スタックアッセンブリがさらに圧縮され、一方で、ホーン１２へ取り付けられることを許容する。また、異なるサイズおよび質量を有する、スタックアッセンブリの自由端で交換可能な栓／ナット３２、４１０を使用し、質量の変化がスタックアッセンブリによって製造される共振周波数を調整することを許容する。スタックの中に存在して、シャフトは単にスタックを組み立て、そして製造された周波数をチェックし、栓／ナット３２の交換によってチューニングされるが、これは、ナット３２をアクセスしてホーン１２からスタックアッセンブリを分離する必要があることから有用性に乏しい。比較して、反対の栓３２、４１０を伴うねじを切ったシャフト４２０を有することで、アッセンブリおよび製造におけるより融通をきかせることができる。
【０１３６】
結論として、きめ細かい調整の共振は、よりきわどく正確にされた発生器の回路構成、および明確に規定された共振特性の間に差異を認めることができる調整アルゴリズムを必要とする。上記例示的な複数の実施形態は、純ねじれ振動／波および／或いは縦振動／波および／或いはたわみ振動／波を選択的に与えるための、外科ツールの１つ或いはそれ以上の要素の共振特性の有効なきめ細かな調整を提供する。
【０１３７】
図示された実施形態が例示の目的であり、振動子／導波管アッセンブリの他の多くの構成があることが理解される。よって、図示されて説明された実施形態は、発明の主題の範

囲を制限するものではなく、これら実施形態にのみ指向される。

【０１３８】

ここに説明された振動子／導波管の構成が、ここに説明された以外の広い範囲の適用に使用可能であることを理解すべきである。例えば、ここに説明された振動子／導波管の構成は、他の公知の振動子／導波管の構成と協働して使用可能である。ここに説明された振動子／導波管の構成は、人が介在しない適用にも有用にできる。

【０１３９】

本開示は、追加の実施形態として、コンピューターで読み取ることができる媒体も含む。この媒体は、本開示によるところのここに説明された方法を実行するための少なくとも１つの処理機によって実行されるように構成されたプログラム可能な命令を記録する。このコンピューターで読み取ることができる媒体は、フラッシュメモリー、ＣＤ－ＲＯＭ、ハードドライブなどを含むことができる。

【０１４０】

上述した、または他の特徴および機能、或いはそれらの代わりが、他の異なるシステムや適用に好適に組み合わせられることが高く評価される。種々の現在予見できなかった或いは予期しない代案、変更、変化、或いはその改良が当業者によって後になされ、以下の特許請求の範囲によって包含されるように仕向けられる。特許請求の範囲は、ハードウェア、ソフトウェア、或いはそれらの組み合わせの実施形態を含むことができる。

【０１４１】

本開示の図示の実施形態が図面を参照してここで説明されたが、この開示は、これらの実施形態に限定されるものではなく、開示の範囲を超えることなく、他の種々の変化および変更が当業者によってなされることが理解される。

【０１４２】

上述した本開示の教えの利益を有する当業者が、そこへの変更をもたらす。このような変更は、添付の特許請求の範囲によって規定されたような、本開示の範囲内におけるものとして構成される。

【図１Ａ】

図 1A

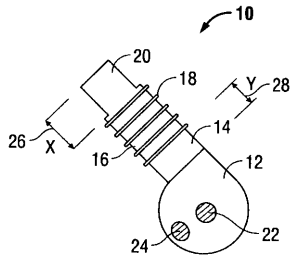

FIG. 1A

【図１Ｂ】

図 1B

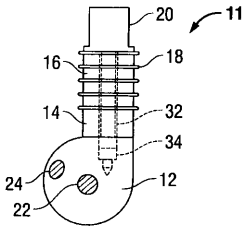

FIG. 1B

【図１Ｃ】

図 1C

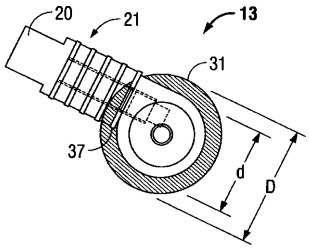

FIG. 1C

【図２】

図 2

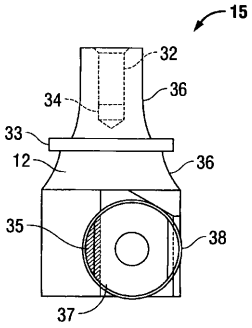

FIG. 2

【図３】

図 3

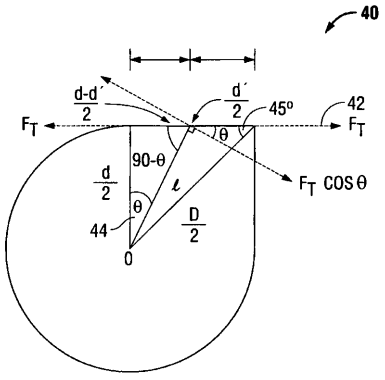

FIG. 3

【図４】

図 4

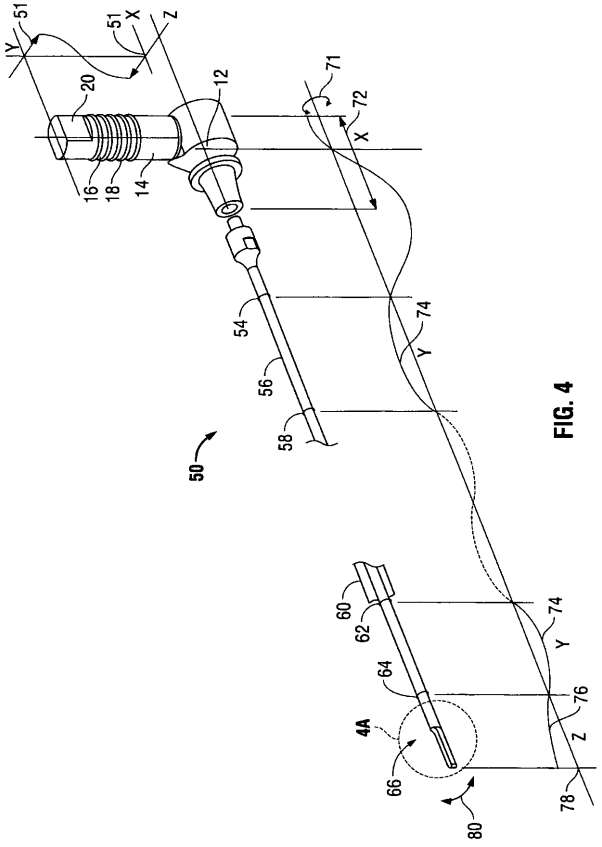

FIG. 4

【図４Ａ】

図4A

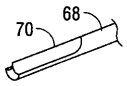

FIG. 4A

【図５】

図5

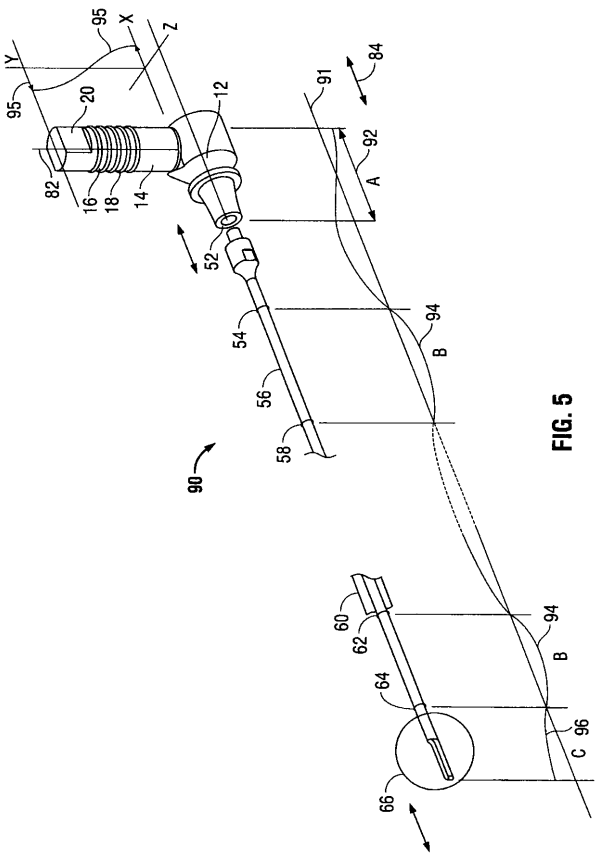

FIG. 5

【図６】

図6

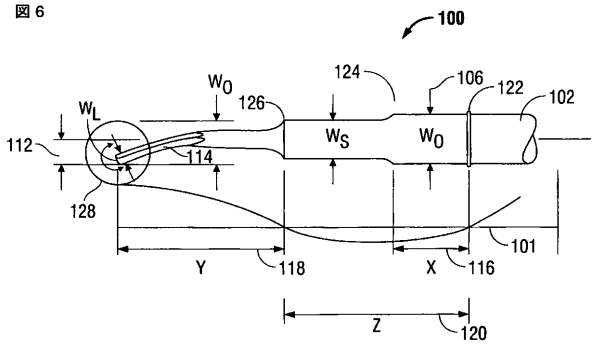

FIG. 6

【図７】

図7

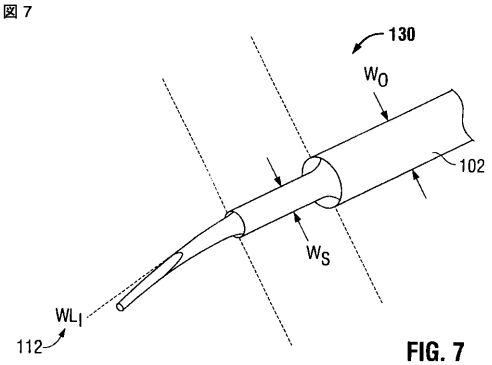

FIG. 7

【図８Ａ】

図8A

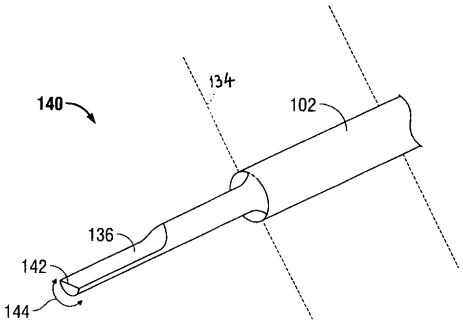

FIG. 8A

【図８Ｂ】

図8B

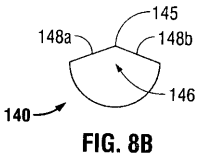

FIG. 8B

【図９】

図 9

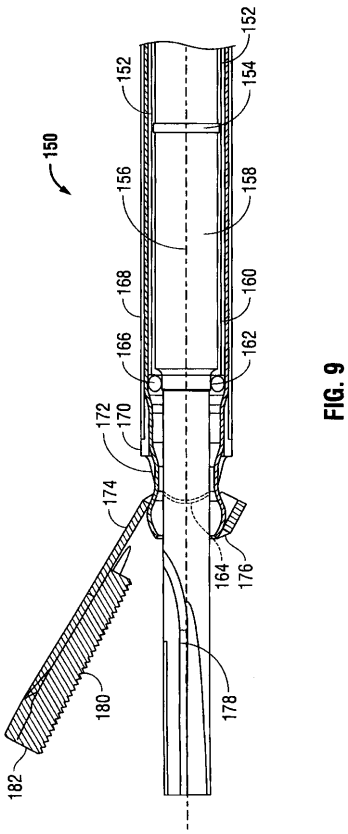

FIG. 9

【図１０Ａ】

図 10A

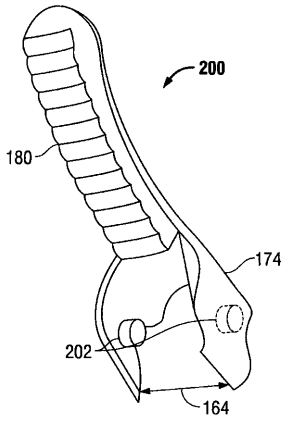

FIG. 10A

【図１０Ｂ】

図 10B

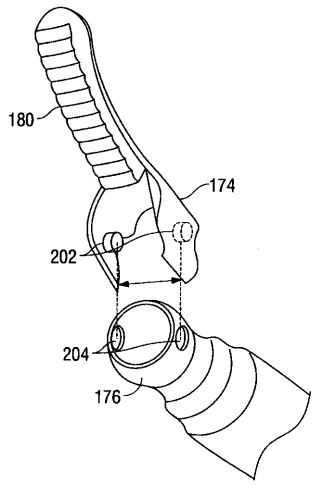

FIG. 10B

【図１０Ｃ】

図 10C

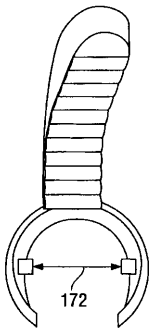

FIG. 10C

【図１１】

図 11

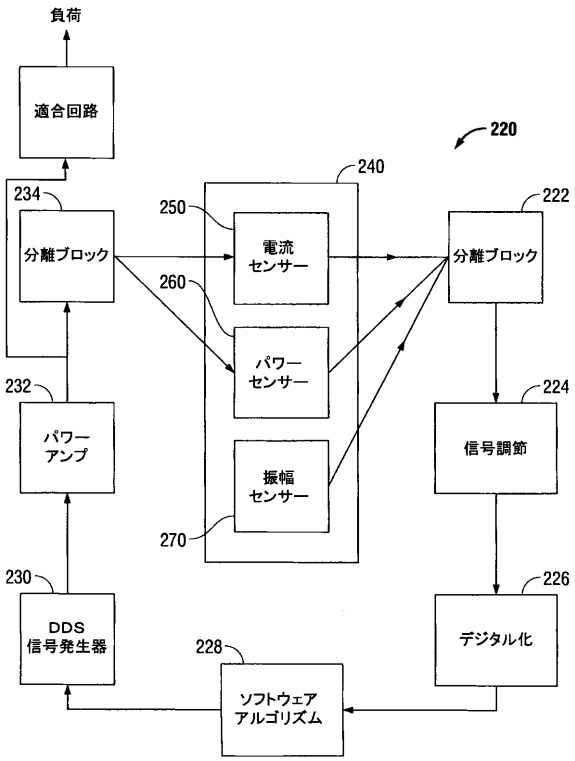

FIG. 11

【図１２】

図 12

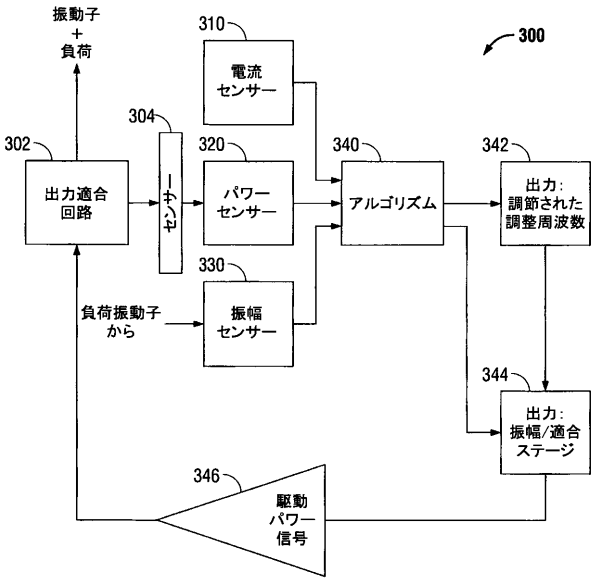

FIG. 12

【図１３】

図 13

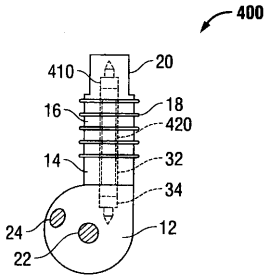

FIG. 13

【手続補正書】
【提出日】平成26年1月24日(2014.1.24)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
そこから伸びる細長い導波管手段を有する超音波ホーン手段を有し、且つ上記ホーン手段へ取り付けられた振動子スタック手段を有する超音波で振動可能なツール手段であって、
上記振動子スタック手段が、このスタックの第１の端部に近接して配置された後ろ板手段と上記第１の端部から離れた上記スタックの第２の端部に近接して配置されたスペーサー要素手段との間で交互に連続して互いに留められた複数の薄層状のピエゾ電気要素および複数の薄層状の電極手段を有し、上記第２の端部によって上記超音波振動ツール手段へ搭載され或いは搭載可能であり、上記導波管手段の長手軸へ偏心して上記ホーン手段へ取り付けられたツール手段。
【請求項２】
上記導波管手段の長手軸へ偏心して上記ホーン手段へ取り付けられた単一の上記振動子スタック手段を有し、上記振動子スタック手段が、ねじれモード超音波振動および縦モード超音波振動を有する超音波振動を上記ホーン手段および上記導波管手段内で発生するように選択的に動作可能である、請求項１に記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項３】
上記振動子スタック手段の円筒腕が、上記ホーン手段の接線面の外側腕と一致し、上記ホーン手段の接線面の内側腕に重なる、請求項１または請求項２のいずれかに記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項４】
上記振動子スタック手段は、上記導波管手段と実質的に平行な面内でたわみモードで振動するように動作可能であり、それにより、上記ホーン手段および上記導波管手段内で縦モード振動を発生する、請求項１から請求項３のいずれか１つに記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項５】
上記振動子スタック手段は、上記導波管手段と実質的に直交する面内でたわみモードで振動するように動作可能であり、それにより、上記ホーン手段および上記導波管手段内でねじれモード振動を発生する、請求項１から請求項４のいずれか１つに記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項６】
上記振動子スタック手段は、所望される振動周波数を有する選択された振動モードを上記ホーン手段および上記導波管手段内で製造するように調整可能である、請求項１から請求項５のいずれか１つに記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項７】
上記ホーン手段は、２つ或いはそれ以上の作動センサー手段を備え、第１の上記センサー手段は、上記導波管手段によって規定された長手軸に近接して配置され、第２の上記センサー手段は、上記軸から離れて上記ホーン手段の周縁部に近接して配置されている、請求項１から請求項６のいずれか１つに記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項８】
上記複数の作動センサー手段は、縦モード振動において上記各センサー手段からの信号の位相が同じである一方、当該ツール手段のねじれモード振動において上記周縁部の第２のセンサー手段からの信号が上記軸に近い第１のセンサー手段からの信号と位相がずれる

ように取り付けられている、請求項７に記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項９】
上記信号の間の違いに基づいて、ねじれモード振動および縦モード振動を識別するように設けられた制御回路手段を備えている、請求項８に記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項１０】
上記制御回路手段は、上記振動子スタック手段へ与えられた電圧、電流、および／或いは電力を、実質的にねじれモード共振をそれぞれ指し示す最大値と一致した、上記第１および第２のセンサー手段からの信号の位相の違いと比較する、請求項９に記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項１１】
上記振動子スタックは、複数の超音波周波数振動モードを製造するように選択的に動作可能である、請求項１から請求項１０のいずれか１つに記載された超音波で振動可能なツール手段。
【請求項１２】
上記振動子スタックは、実質的に直交する少なくとも２つの面でたわみ振動モードを発生するように動作可能である、請求項１から請求項１１のいずれか１つに記載された超音波で振動可能なツール手段。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１４２
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１４２】
上述した本開示の教えの利益を有する当業者が、そこへの変更をもたらす。このような変更は、添付の特許請求の範囲によって規定されたような、本開示の範囲内におけるものとして構成される。
以下、本願の出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。
［１］
超音波振動を発生するように設けられた振動子スタックであって、
このスタックの第１の端部に近接して配置された後ろ板手段と上記第１の端部から離れた上記スタックの第２の端部に近接して配置されたスペーサー要素手段との間で、交互に連続して互いに留められた複数の薄層状のピエゾ電気要素および複数の薄層状の電極手段を有し、上記第２の端部によって超音波振動ツール手段へ搭載され或いは搭載可能な振動子スタック。
［２］
上記各ピエゾ電気要素および上記各電極手段を通って上記後ろ板手段から伸びる細長いシャフト手段を有し、上記スペーサー要素手段が、上記シャフト手段の先端に近接して該シャフト手段に取り付けられ、上記ピエゾ電気要素および上記電極手段が上記スペーサー要素手段と上記後ろ板手段との間で圧縮されて保持される［１］の振動子スタック。
［３］
上記シャフト手段は、実質的に、当該スタックの軸の方向に伸びる［２］の振動子スタック。
［４］
上記シャフト手段は、ねじを切った手段を備えている［２］或いは［３］の振動子スタック。
［５］
上記スペーサー要素手段は、上記ねじを切った手段に螺合可能である［４］の振動子スタック。
［６］

上記後ろ板手段は、上記シャフト手段の上記ねじを切った手段に螺合可能な第２のねじを切った要素を有する［２］乃至［５］のいずれかの振動子スタック。
［７］
上記シャフト手段の先端によって、随意に、そのねじを切った手段によって、超音波で振動可能なツール手段へ搭載され或いは搭載可能な［２］乃至［６］のいずれかの振動子スタック。
［８］
複数の超音波周波数振動モードを製造するように選択的に動作可能な［１］乃至［７］の振動子スタック。
［９］
実質的に直交する少なくとも２つの面でたわみ振動モードを発生するように動作可能な［１］乃至［８］の振動子スタック。
［１０］
当該振動子スタックの振動モードは、上記スペーサー要素手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置を選択的に調節することによって調整可能である［１］乃至［９］のいずれかの振動子スタック。
［１１］
当該振動子スタックの振動モードは、上記後ろ板手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置、随意に、上記第２のねじを切った要素手段の長さ、質量、および／或いは軸方向の配置位置を選択的に調節することによって調整可能である［１］乃至［１０］の振動子スタック。
［１２］
上記スペーサー要素手段、および、随意に、上記後ろ板手段の上記第２のねじを切った要素は、異なる寸法および／或いは質量を有する同等の要素に選択的に交換可能である［１］乃至［１１］のいずれかの振動子スタック。
［１３］
上記第２のねじを切った要素は、当該振動子スタックが上記後ろ板手段と上記スペーサー要素手段との間で圧縮状態を維持する一方で、同等の要素に交換可能である［１２］の振動子スタック。
［１４］
上記第２のねじを切った要素は、当該振動子スタックの上記ツール手段への取り付けを維持する一方で、同等の要素に交換可能である［１２］或いは［１３］のいずれかの振動子スタック。
［１５］
そこから伸びる細長い導波管手段を有する超音波ホーン手段を有し、且つ上記導波管手段の長手軸へ偏心して上記ホーン手段へ取り付けられた振動子スタック手段を有し、この振動子スタック手段は、［１］乃至［１４］の振動子スタックを含む、超音波で振動可能なツール手段。
［１６］
外科ツール、随意に、腹腔鏡検査の外科方法において使用するために取り付けられた外科ツールを有する［１５］の超音波で振動可能なツール手段。
［１７］
そこから伸びる細長い導波管手段を有する超音波ホーン手段を有し、且つ上記導波管手段の長手軸へ偏心して上記ホーン手段へ取り付けられた単一の振動子スタック手段を有し、この振動子スタック手段は、代替の振動モードを有する超音波振動を上記ホーン手段および上記導波管手段内で発生するように選択的に動作可能である、超音波で振動可能なツール手段。
［１８］
上記代替の振動モードは、ねじれモード超音波振動および縦モード超音波振動を有する［１７］の超音波で振動可能なツール手段。

［１９］
上記振動子スタック手段は、［１］乃至［１６］のいずれかの振動子スタックを有する［１７］或いは［１８］の超音波で振動可能なツール手段。
［２０］
外科ツール、随意に、腹腔鏡検査の外科方法において使用するために取り付けられた外科ツールを有する［１７］乃至［１９］のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
［２１］
上記振動子スタック手段は、上記導波管手段と実質的に平行な面内でたわみモードで振動するように動作可能であり、それにより、上記ホーン手段および上記導波管手段内で縦モード振動を発生する［１７］乃至［２０］のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
［２２］
上記振動子スタック手段は、上記導波管手段と実質的に直交する面内でたわみモードで振動するように動作可能であり、それにより、上記ホーン手段および上記導波管手段内でねじれモード振動を発生する［１７］乃至［２１］のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
［２３］
上記振動子スタック手段は、所望される振動周波数を有する選択された振動モードを上記ホーン手段および上記導波管手段内で製造するように調整可能である［１７］乃至［２２］のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
［２４］
上記振動子スタック手段は、予め選択された波長を有する共振ねじれモード振動を上記導波管手段内で製造するように調整可能である［１７］乃至［２３］のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
［２５］
上記導波管手段は、上記共振ねじれモード振動の節面に配置された放射状に突き出した複数のスペーサーリングを備えている［２４］の超音波で振動可能なツール手段。
［２６］
上記振動子スタック手段は、上記共振ねじれモード振動の複数の節面に一致し、且つ上記複数のスペーサーリングに一致した複数の節面を有する共振縦モード振動を上記導波管手段内で製造するように調整可能である［２５］の超音波で振動可能なツール手段。
［２７］
上記複数のスペーサーリングは、その中の振動を実質的に孤立させるように上記導波管手段を囲むシュラウドを支持するように取り付けられている［２５］或いは［２６］のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
［２８］
上記ホーン手段は、２つ或いはそれ以上の作動センサー手段を備え、第１の上記センサー手段は、上記導波管手段によって規定された長手軸に近接して配置され、第２の上記センサー手段は、上記軸から離れて上記ホーン手段の周縁部に近接して配置している［１７］乃至［２７］のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。
［２９］
上記複数の作動センサー手段は、縦モード振動において上記各センサー手段からの信号の位相が同じである一方、当該ツール手段のねじれモード振動において上記周縁部の第２のセンサー手段からの信号が上記軸に近い第１のセンサー手段からの信号と位相がずれるように取り付けられている、［２８］の超音波で振動可能なツール手段。
［３０］
上記信号の間の違いに基づいて、ねじれモード振動および縦モード振動を識別するように設けられた制御回路手段を備えている［２９］の超音波で振動可能なツール手段。
［３１］
上記制御回路手段は、上記振動子スタック手段へ与えられた電圧、電流、および／或い

は電力を、実質的にねじれモード共振をそれぞれ指し示す最大値と一致した、上記第１および第２のセンサー手段からの信号の位相の違いと比較する、［３０］の超音波で振動可能なツール手段。

［３２］

超音波振動を発生するように超音波で振動可能なツール手段へ取り付け可能な振動子スタックを製造する方法であって、

複数の薄層状のピエゾ電気要素、複数の薄層状の電極手段、後ろ板手段、およびスペーサー要素手段を用意する工程と、

上記後ろ板手段と上記スペーサー要素手段との間で、上記複数のピエゾ電気要素と複数の電極手段を互いに交互に連続して留める工程と、

を有する方法。

［３３］

上記後ろ板手段から伸びる細長いシャフト手段を用意する工程と、

環状の上記複数のピエゾ電気要素と環状の上記複数の電極手段を用意する工程と、

上記シャフト手段の周りに上記複数のピエゾ電気要素と上記複数の電極手段を交互に配置する工程と、

上記後ろ板手段と上記スペーサー要素手段との間で、上記ピエゾ電気要素と電極手段が圧縮されて保持された上記シャフト手段へ上記スペーサー要素手段を取り付ける工程と、

を有する［３２］の振動子スタックを製造する方法。

［３４］

上記シャフト手段がねじを切った手段を備え、上記スペーサー要素手段がそれに螺合可能である［３３］の振動子スタックを製造する方法。

［３５］

上記後ろ板手段は、上記シャフト手段の上記ねじを切った手段に螺合可能な第２のねじを切った要素手段を有する［３４］の振動子スタックを製造する方法。

［３６］

上記スペーサー要素手段の長さおよび／或いは質量を調節することによって、例えば、そこから材料の薄層を機械加工することによって、所望される周波数の振動を発生するように当該振動子スタックを調整する工程を有する［３２］乃至［３５］のいずれかの振動子スタックを製造する方法。

［３７］

上記後ろ板手段の長さおよび／或いは質量を調節することによって、例えば、そこから材料の薄層を機械加工することによって、所望される周波数の振動を発生するように当該振動子スタックを調整する工程を有する［３２］乃至［３６］のいずれかの振動子スタックを製造する方法。

［３８］

上記後ろ板手段の上記第２のねじを切った要素の長さおよび／或いは質量を調節する工程を有する［３７］の振動子スタックを製造する方法。

［３９］

上記第２のねじを切った要素を分離してその長さおよび／或いは質量を調節し、それを再び取り付ける工程を有する［３８］の振動子スタックを製造する方法。

［４０］

始めにそれを分離することなく、上記第２のねじを切った要素の長さおよび／或いは質量を調節する工程を有する［３８］の振動子スタックを製造する方法。

フロントページの続き

(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(72)発明者 ジェームズ・アントン・スリップスゼンコ
イギリス国、ティーキュー１３・７ジェイエックス、デボン、アシュバートン、ブレムリッジ、ブレムリッジ・ハウス（番地なし）
(72)発明者 マイケル・ジェームズ・エド
イギリス国、ティーキュー１３・７ジェイエックス、デボン、アシュバートン、ブレムリッジ、ブレムリッジ・ハウス（番地なし）
(72)発明者 スティーブン・マイケル・ラドリー・ヤング
イギリス国、ティーキュー１３・７ジェイエックス、デボン、アシュバートン、ブレムリッジ、ブレムリッジ・ハウス（番地なし）

Ｆターム(参考) 4C160 JJ13 JJ43

【外国語明細書】
2014097403000001.pdf

专利名称(译)	超声换能器系统		
公开(公告)号	JP2014097403A	公开(公告)日	2014-05-29
申请号	JP2013268057	申请日	2013-12-25
[标]申请(专利权)人(译)	SRA发展公司		
申请(专利权)人(译)	S.伯爵呃发展有限公司帐篷		
[标]发明人	ジェームズアントンスリップスゼンコ マイケルジェームズエド スティーブンマイケルラドリーヤング		
发明人	ジェームズ·アントン·スリップスゼンコ マイケル·ジェームズ·エド スティーブン·マイケル·ラドリー·ヤング		
IPC分类号	A61B18/00		
CPC分类号	A61B17/320068 A61B17/320092 A61B2017/22011 A61B2017/22018 A61B2017/22024 A61B2017/22027 A61B2017/320069 A61B2017/320078 A61B2017/320089 A61B2017/320094 A61B2017/320095 A61B2017/320098 Y10T29/49005		
FI分类号	A61B17/36.330 A61B17/32.510		
F-TERM分类号	4C160/JJ13 4C160/JJ43		
优先权	2008009243 2008-05-21 GB		
其他公开文献	JP5859509B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种使用扭曲模式超声振动的手术工具，可以有效利用扭曲模式振动的好处。 换能器叠层（11）具有多个压电陶瓷环（16）和多个金属电极（18），所述多个金属电极（18）沿着从钛背板（20）延伸的螺纹中心轴（32）交替。 间隔元件14被拧到轴32上，该轴32将陶瓷环16和电极18保持在背板上。 换能器叠层可以偏心地安装在超声振动工具的喇叭上，远离从喇叭12延伸的细长波导的轴线。 振荡器叠层以正交于波导的弯曲模式振动，以在喇叭和波导中产生扭转模式超声振动，或者以平行于波导的弯曲模式振动，从而产生振动。 纵向模式的超声波振动在波导中产生。 [选择图]图1B

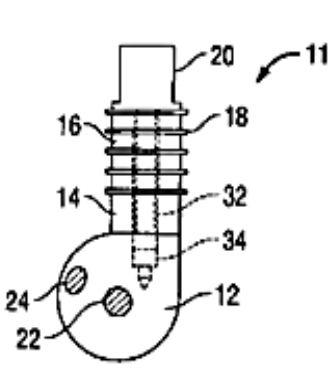

FIG. 1B