

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-526797

(P2011-526797A)

(43) 公表日 平成23年10月20日(2011.10.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 18/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 17/36 3 3 0	4 C 1 6 0
<b>B 0 6 B 1/06 (2006.01)</b>	B 0 6 B 1/06 Z	5 D 1 0 7
<b>B 0 6 B 1/02 (2006.01)</b>	B 0 6 B 1/02 K	
<b>H 0 1 L 41/187 (2006.01)</b>	H 0 1 L 41/18 1 0 1 D	
<b>H 0 1 L 41/22 (2006.01)</b>	H 0 1 L 41/22 Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-510046 (P2011-510046)  
 (86) (22) 出願日 平成21年5月21日 (2009.5.21)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年1月24日 (2011.1.24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2009/001281  
 (87) 国際公開番号 W02009/141618  
 (87) 国際公開日 平成21年11月26日 (2009.11.26)  
 (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 100091351  
 弁理士 河野 哲

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】

振動子スタック(10)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)に沿って複数の圧電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(20)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(10)は、ホーン(12)から伸びる細長い導波管(56)の軸から離れて、超音波振動ツールのホーン(12)へ偏心して搭載可能である。振動子スタック(10)は、導波管(56)と直交するたわみモードで振動して、ホーン(12)および導波管(56)内でねじれモード超音波振動を発生し、或いは、導波管(56)と平行なたわみモードで振動して、ホーン(12)および導波管(56)内で縦モード超音波振動を発生する。

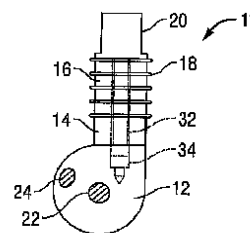


FIG. 1B

**【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圧電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】**

上記各圧電電気要素および上記各電極手段を通し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、上記圧電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

10

20

30

40

50

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 1 2 の振動子スタック。

【請求項 1 4】

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 1 2 或いは請求項 1 3 のいずれかの振動子スタック。

【請求項 1 5】

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 1 4 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。

10

【請求項 1 6】

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 1 5 の超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 1 7】

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。

20

【請求項 1 8】

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 1 7 の超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 1 9】

上記振動子スタック手段は、請求項 1 乃至請求項 1 6 のいずれかの振動子スタックを有する請求項 1 7 或いは請求項 1 8 の超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 2 0】

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 1 7 乃至請求項 1 9 のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。

30

【請求項 2 1】

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 7 乃至請求項 2 0 のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 2 2】

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 7 乃至請求項 2 1 のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。

40

【請求項 2 3】

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 7 乃至請求項 2 2 のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 2 4】

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 1 7 乃至請求項 2 3 のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 2 5】

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

50

複数のスペーサーリングを備えている請求項 2 4 の超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 2 6】

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 2 5 の超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 2 7】

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 2 5 或いは請求項 2 6 のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 2 8】

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 1 7 乃至請求項 2 7 のいずれかの超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 2 9】

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 2 8 の超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 3 0】

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 2 9 の超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 3 1】

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 3 0 の超音波で振動可能なツール手段。

【請求項 3 2】

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、

複数の薄層状の圧電電気要素、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、上記複数の圧電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 3 3】

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、

環状の上記複数の圧電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圧電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、上記圧電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 3 2 の振動子スタックを製造する方法。

【請求項 3 4】

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 3 3 の振動子スタックを製造する方法。

【請求項 3 5】

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 3 4 の振動子スタックを製造する方法。

【請求項 3 6】

10

20

30

40

50

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 3 2 乃至請求項 3 5 のいずれかの振動子スタックを製造する方法。

【請求項 3 7】

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 3 2 乃至請求項 3 6 のいずれかの振動子スタックを製造する方法。

【請求項 3 8】

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 3 7 の振動子スタックを製造する方法。

【請求項 3 9】

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工程を有する請求項 3 8 の振動子スタックを製造する方法。

【請求項 4 0】

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 3 8 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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 0 6 】

上記 ' 0 5 5 特許は、ハンドピースおよびアクセサリ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。

10

【 0 0 0 7 】

上記 ' 9 8 1 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。

20

【 0 0 0 8 】

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。

30

【 0 0 0 9 】

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。

【 0 0 1 0 】

例えば、上記 ' 9 0 6 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 piezo 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 ' 9 0 6 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。

40

【 0 0 1 1 】

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。' 7 0 9 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 ' 7 0 9 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

50

開示している。

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

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。

【 0 0 1 4 】

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 piezo 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。

10

【 0 0 1 5 】

好ましくは、上記振動子スタックは、上記各 piezo 電気要素および上記各電極手段を通じ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 piezo 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。

20

【 0 0 1 6 】

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。

【 0 0 1 7 】

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。

【 0 0 1 8 】

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。

【 0 0 1 9 】

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。

30

【 0 0 2 0 】

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。

【 0 0 2 1 】

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。

【 0 0 2 2 】

上記複数の piezo 電気要素は、それぞれ、軸方向に分極された P Z T セラミック材料の環状体を有する。

40

【 0 0 2 3 】

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。

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

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。

50

## 【 0 0 2 6 】

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。

## 【 0 0 2 7 】

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。

## 【 0 0 2 8 】

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。

## 【 0 0 2 9 】

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。

## 【 0 0 3 0 】

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。

## 【 0 0 3 1 】

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。

## 【 0 0 3 2 】

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。

## 【 0 0 3 3 】

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。

## 【 0 0 3 4 】

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。

## 【 0 0 3 5 】

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。

## 【 0 0 3 6 】

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。

## 【 0 0 3 7 】

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。

## 【 0 0 3 8 】

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。

## 【 0 0 3 9 】

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。

## 【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

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シ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シ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】

上記複数のスペーシングは、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

10

20

30

40

50

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。

10

【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】

20

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。

30

【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。

40

【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

50

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 1 B】図 1 B 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 1 C】図 1 C 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 4 A】図 4 A 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 8 A】図 8 A 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 8 B】図 8 B 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、シユラウド、およびヒンジ接続されたあごの概略図である。

【図 10 A】図 10 A 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 10 B】図 10 B 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 10 C】図 10 C 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。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 8 】

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。

10

## 【 0 0 6 9 】

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。

## 【 0 0 7 0 】

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。

20

## 【 0 0 7 1 】

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。代替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。

30

40

## 【 0 0 7 2 】

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。

## 【 0 0 7 3 】

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。

## 【 0 0 7 4 】

50

図 1 A のねじれモード振動子 1 0 は、ホーン 1 2、ねじを切った要素 1 4、複数のセラミックリング 1 6、複数の電極 1 8、後ろ板 2 0、第 1 センサー 2 2、および第 2 センサー 2 4 を有する。後ろ板 2 0 の長さ X が符号 2 6 で示され、ねじを切った要素 1 4 の長さ Y が符号 2 8 で示されている。

【 0 0 7 5 】

ここに開示の例示的な実施形態において、振動子 1 0 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 1 0 は、銀めっき或いは金めっきされた複数の真鍮電極 1 8 によって分けられた多くの軸方向に分極された P Z T セラミックリング 1 6 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 1 B に示されるように ) 栓をされる穴 3 4 内に配置されたねじを切った栓 3 2 を伴ってねじ込まれた後ろ板 2 0 を介して、振動子 1 0 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。

【 0 0 7 6 】

さらに、図 1 A は、ホーン 1 2 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 2 2 および第 2 センサー 2 4 を示す。これらセンサー 2 2 および 2 4 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 2 2、2 4 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 2 2、2 4 の特別な動作は、図 1 1 を参照して以下にさらに説明される。

【 0 0 7 7 】

さらに、ねじを切った要素 1 4 は、種々の長さ 2 8 になるようにデザインされる。ねじを切った要素 1 4 の長さ 2 8 は、ホーン 1 2 の材料や、振動子 1 0 の 1 つ或いはそれ以上の要素 ( 例えば、ホーン 1 2、スタックアッセンブリ、および / 或いは導波管 5 6 ) 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 1 4 は、所望する適用に応じて、数ミリから 2 0 mm の間で変化される。ねじを切った要素 1 4 の長さ 2 8 は、ホーン 1 2 の出力の形をとる。言い換えると、ねじを切った要素 1 4 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 2 0 の長さ 2 6 は、所望する適用に応じて、数ミリから 2 0 mm の間で変化され、ホーン 1 2 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 1 4 のより短い長さ 2 8 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 1 4 の長さ 2 8 は、2 から 1 0 mm の範囲である。

【 0 0 7 8 】

再び、ねじを切った要素 1 4 の挿入は、ホーン 1 2 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 1 4 は、振動子 1 0 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 5 6 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 1 4 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。

【 0 0 7 9 】

図 1 A に従って、駆動周波数は、ねじを切った要素 1 4 をホーン 1 2 と振動子 1 0 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 1 A 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 1 2 の形式上の特性を規定する。振動子 1 0 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。

【 0 0 8 0 】

10

20

30

40

50

図 1 B 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。

【 0 0 8 1 】

このねじれモード振動子 1 1 は、ねじれモード振動子 1 0 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 1 B のねじれモード振動子 1 1 は、ホーン 1 2、ねじを切った要素 1 4、複数のセラミックリング 1 6、複数の電極 1 8、後ろ板 2 0、第 1 センサー 2 2、および第 2 センサー 2 4 を有する。加えて、この振動子 1 1 は、栓をされる穴 3 4 内に配置されたねじを切った栓 3 2 を有する。

【 0 0 8 2 】

図 1 A に示すように、振動子スタック / アセンブリは、振動子スタックとホーン 1 2 との間に挿入されたねじを切った要素 1 4 を有する。図 1 B に示すように、ねじを切った要素 1 4 のホーン 1 2 への取り付けを容易にするため、栓 3 2 が、ねじを切った要素 1 4 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 1 2 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 1 4 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 1 4 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 1 2 は、先細にされたホーンである。

【 0 0 8 3 】

図 1 C 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。

【 0 0 8 4 】

このねじれモード振動子 1 3 は、後ろ板 2 0 と円筒面 3 1 との間に配置されたスタックアセンブリ 2 1 を有する。このスタックアセンブリ 2 1 は、図 1 C の外接円筒面 3 1 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 3 7 を介して円筒面 3 1 に隣接する。図 1 C および ( 以下に説明される ) 図 2 は、寸法定義振動子 1 3、1 5 を図示する。図 1 C は、スタックアセンブリ 2 1 の接線搭載平面を与える外接面 3 1 を規定する。角度 ( 図 3 における要素 4 4 として示されている ) を通したスタックアセンブリ 2 1 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 1 2 を駆動する。

【 0 0 8 5 】

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。

【 0 0 8 6 】

このねじれモード振動子 1 5 は、導波管を取り付けるためのねじを切った穴 3 4 を有する。加えて、この振動子 1 5 は、指数関数的なテーパ面 3 6、円筒腕 3 8、ホーン 1 2 に近接して配置された円筒分離フランジ 3 3、陰にされた領域 3 5、および上記隣接部材 3 7 を有する。

【 0 0 8 7 】

ホーン 1 2 は、指数関数的なテーパ面 3 6 を有して機械加工され、円筒分離フランジ 3 3 によって阻害される。ここで、指数関数的なテーパ面 3 6 が、外接円筒面 3 1 ( 図 1 C 参照 ) に接線的に切断される。さらに、スタックアセンブリ 2 1 ( 図 1 C 参照 ) が、ホーン 1 2 に近接して配置され、その円筒腕 3 8 がホーン 1 2 の接線面の外側腕と一致し、陰にされた領域 3 5 によって示された内側腕に重なる。

【 0 0 8 8 】

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。

【 0 0 8 9 】

図 3 の幾何学的関係 4 0 は、スタック変位 4 2、および符号 4 4 で示された角度 を図示している。

【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

50

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  $\theta$  でのたわみ変位  $F_t$  の分解された成分を決める方程式は、 $T = F_t \cos \theta$ 、 $l = 1/2 F_t \cos(\arctan((d - d')/d))$ 、 $(d^2 + (d - d')^2)^{1/2}$  として与えられる。

10

#### 【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。

20

#### 【0094】

この振動子/導波管の配置 50 は、図 1 A 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。

30

#### 【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、プラスチ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。

40

#### 【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 - 8 B 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。

50

## 【 0 0 9 8 】

図 4 A 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 7 0 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。

## 【 0 0 9 9 】

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。

## 【 0 1 0 0 】

振動子 9 0 は、ねじれモード振動子 5 0 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 9 0 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 9 1 は、振動子 / 導波管の配置 9 0 が作動されたとき発生された伝達波を示す。半波長 9 2 は、ホーン 1 2 の中で発生される。半波長 9 4 は、第 1 の節面 5 4 と第 2 の節面 5 8 との間で発生される。半波長 9 4 は、第 3 の節面 6 2 と第 4 の節面 6 4 との間で発生される。1 / 4 波長 9 6 は、第 4 の節面 6 4 と先端作動体 6 6 の先端チップ 7 0 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 9 5 をさらに示している。

## 【 0 1 0 1 】

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センブリは、後ろ板 2 0 の端面 8 2 が矢印 8 4 によって示されているような長手方向に振られるように、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 1 2 およびそれに取り付けられた導波管 5 6 における圧縮波伝達と一致した周波数で、ホーン 1 2 における縦モードを発生する。縦共振のための周波数は、 $F_{t o r} / F_{l o n g} = G / E$  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 1 2 および導波管材料のヤング率である。

## 【 0 1 0 2 】

これらの特徴 ( 例えば、振動子 1 0 内に組み込まれたねじを切った要素 1 4、および節面 5 4、5 8、6 2、6 4 ) 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 G B 特許 No. 2, 438, 679 として発行されている。さらに、導波管 5 6 に機械加工された節のような突起或いは節面 5 4、5 8、6 2、6 4 は、複数の搭載チューブ 1 6 0 からの導波管 5 6 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 1 8 2 ( 図 9 参照 ) を伴って配備されたねじれ / 縦共振を許容する。

## 【 0 1 0 3 】

図 4 および図 5 の両方において、振動子の配置 5 0、9 0 は、ホーン 1 2 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 5 1、7 1、9 1、9 5 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 5 1 および 9 5 は、ホーン 1 2 および導波管 5 6 においてねじれモードを発生する Y Z 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 X Y 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 5 4、5 8、6 2、6 4 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 1 1 および図 1 2 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。

## 【 0 1 0 4 】

本質的に、振動のモードを決めるスタックアセンブリおよびホーン 1 2、および導波

10

20

30

40

50

管 5 6 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 5 1 は、矢印 7 1 および 8 0 によって示された、導波管 5 6 にねじれ共振を生出するホーン 1 2 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 1 2 は、いつも、その両端に波腹を伴う半波長を体現する。

#### 【 0 1 0 5 】

さらに、複数の節面 5 4、5 8、6 2、6 4 は、共振変位パターンの一部として達成され、導波管 5 6 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 5 6 とプラスチック保護ライナー（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（X Y 面が縦、Y Z 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 5 6 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。

#### 【 0 1 0 6 】

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、いくつ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。

#### 【 0 1 0 7 】

全ての先端集束特性を伴うねじれモード湾曲作動体 1 0 0、1 3 0 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。

#### 【 0 1 0 8 】

図 6 は、本開示によるところの湾曲された先端作動体 1 0 0 を図示している。この先端作動体 1 0 0 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 1 0 2；節分離突起 1 2 2 から 1 / 4 波長の節の無いステップ 1 2 4 を通って断面  $W_1$  の第 1 の末端節ステップ 1 2 6 へ延びる半波長の第 2 の末端部分；および末端ステップ 1 2 6 から断面  $W_1$  のねじれブレードチップ 1 2 8 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 4 A 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 1 1 4 を具体化し、末端ブレードの長さを規定する。

#### 【 0 1 0 9 】

この先端作動体の波形は、図 6 に 1 0 1 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 1 2 0 が、節の無いステップ 1 2 4 で終わる最初の長さ X の部分 1 1 6 を伴う半波長で示されている。

#### 【 0 1 1 0 】

この節の無いステップは、湾曲されたブレード領域 1 1 4 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 1 2 6 に関連してゼロ振幅増加特性を有する。

#### 【 0 1 1 1 】

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 1 1 2 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  $W_0$  1 0 2 と比較して末端ブレード部分 1 1 4 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。

#### 【 0 1 1 2 】

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、1 2 6 での振幅増大に頼って末端ブレードの振幅のピークを 2 0 0 ミクロンに制限することを許容する。節ねじれ増大は、式

10

20

30

40

50

：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 8 A および図 8 B 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 8 A 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 8 B 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 148 a および 148 b を生じる。表面 36 は、先端作動体の正反対の面に近接し、図 8 B に示す導波管の軸 146 によって規定される。

【0116】

面 148 a および 148 b 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 148 a および 148 b 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 10 A、図 10 B、および図 10 C 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。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 1 】

図 9 は、超音波組織解剖器具の先端部分を示す。あご 1 8 2 がソケットボール 1 6 6 およびクランプする特徴部 1 7 6 に取り付けられており、導波管の軸 1 5 6 と平行な面内であご 1 8 2 が回転することを許容する。本開示は、あご 1 8 2 が栓 1 6 4 に支持されて、固定部材 1 6 2 内に係合するソケットボール 1 6 6 へ取り外し可能に取り付けられることを許容する。あご 1 8 2 の取り付けは、ソケットボール 1 6 6 を有する固定部材 1 6 2 内に係合するのを許容するに十分な栓 1 6 4 の分離が進むまでギャップ 1 7 2 を広げることによって達成される。

## 【 0 1 2 2 】

従って、ねじれモード導波管の構成 1 5 0 の伝統技術を超えるさらなる利点は、同心のチューブ 1 6 0 および 1 つ或いはそれ以上のライナー 1 5 2 によって示された、導波管 1 5 8 のシステムの受動要素からの音波の分離方法である。

## 【 0 1 2 3 】

図 1 0 A、図 1 0 B、および図 1 0 C 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。

## 【 0 1 2 4 】

あごの構成 2 0 0 は、図 9 のあご部分 1 8 4 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 2 0 0 は、さらに、一对の軸部材 2 0 2、および一对の受け部材 2 0 4 を有する。

## 【 0 1 2 5 】

図 1 0 A は、単に、図 1 0 B の受け部材 2 0 4 に軸部材 2 0 2 がどのように固定されるのかを図示している。図 1 0 C は、栓 1 6 4、ソケットボール 1 6 6、および固定部材 1 6 2 の間にリンク機構を与えるため、単に、ギャップ 1 7 2 がどのようにしてあごの構成 2 0 0 の両端を分離するのかを図示している。

## 【 0 1 2 6 】

図 1 1 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。

## 【 0 1 2 7 】

このブロック図 2 2 0 は、第 1 の分離ブロックモジュール 2 2 2、信号調節モジュール 2 2 4、デジタル化モジュール 2 2 6、ソフトウェアアルゴリズムモジュール 2 2 8、D D S 信号発生器モジュール 2 3 0、パワーアンプモジュール 2 3 2、第 2 の分離ブロックモジュール 2 3 4、電流センサーモジュール 2 5 0、パワーセンサーモジュール 2 6 0、および振幅センサーモジュール 2 7 0 を有する。電流センサーモジュール 2 5 0、パワーセンサーモジュール 2 6 0、および振幅センサーモジュール 2 7 0 は、ひとまとめにして出力振動子 2 4 0 として参照される。

## 【 0 1 2 8 】

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、D D S (direct digital synthesis: 直接デジタル合成) チップ 2 3 0 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 2 5 0、2 6 0、2 7 0 を介してねじれモード振動子 2 4 0 に接続されたスイッチモードパワーアンプ 2 3 2 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 1 1 に示されている。

## 【 0 1 2 9 】

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 2 5 0、2 6 0、2 7 0 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 2 7 0 は、図 1 および図 2 に示されているように、ホーン 1 2 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 2 2 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 2 4 からの出力は、ねじれ共振で最大となる。各センサー 2 2、2 4 からの出力を比較することによって、ホーン 1 2 が縦共振であるとき、最大となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 0 】

図 1 2 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。

## 【 0 1 3 1 】

このブロック図 3 0 0 は、出力振動子 3 0 2、センサー 3 0 4、電流センサー 3 1 0、パワーセンサー 3 2 0、振幅センサー 3 3 0、アルゴリズム 3 4 0、第 1 の出力 3 4 2、第 2 の出力 3 4 4、および駆動パワー信号 3 4 6 を有する。

## 【 0 1 3 2 】

ねじれモード超音波発生器 3 0 0 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。

10

## 【 0 1 3 3 】

図 1 3 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。

20

## 【 0 1 3 4 】

ねじれモード振動子 4 0 0 は、実質的に、図 2 のねじれモード振動子 1 1 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 1 3 のねじれモード振動子 4 0 0 は、ホーン 1 2、ねじを切った要素 1 4、複数のセラミックリング 1 6、複数の電極 1 8、後ろ板 2 0、第 1 のセンサー 2 2、および第 2 のセンサー 2 4 を有する。この振動子 4 0 0 は、先細にされた穴 3 4 内に配置されたねじを切った栓 3 2 をさらに有する。加えて、且つ図 2 と比較して、この振動子 4 0 0 は、ねじを切ったシャフト 4 2 0 の末端に第 2 のねじを切った栓 4 1 0 を有する。

。

## 【 0 1 3 5 】

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 4 2 0 は、その基端および先端の両方に締め付け可能な栓 3 2、4 1 0 ( 或いはナット ) を有する。これは、スタックアセンブリがさらに圧縮され、一方で、ホーン 1 2 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、スタックアセンブリの自由端で交換可能な栓 / ナット 3 2、4 1 0 を使用し、質量の変化がスタックア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 3 2 の交換によってチューニングされるが、これは、ナット 3 2 をアクセスしてホーン 1 2 からスタックア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 3 2、4 1 0 を伴うねじを切ったシャフト 4 2 0 を有することで、ア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。

30

40

## 【 0 1 3 6 】

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。

## 【 0 1 3 7 】

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

50

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。

10

【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。

20

【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 1 A】

図 1A

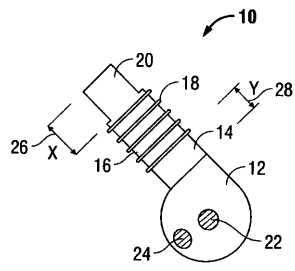


FIG. 1A

【図 1 B】

図 1B

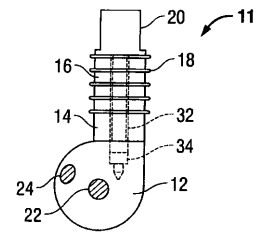


FIG. 1B

【図 1 C】

図 1C

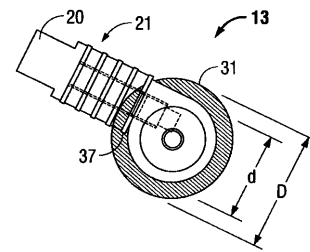


FIG. 1C

【図 2】

図 2

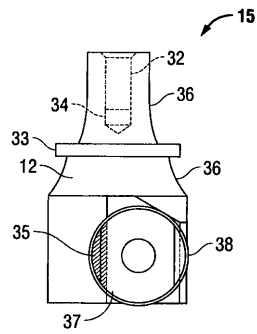


FIG. 2

【図 3】

図 3

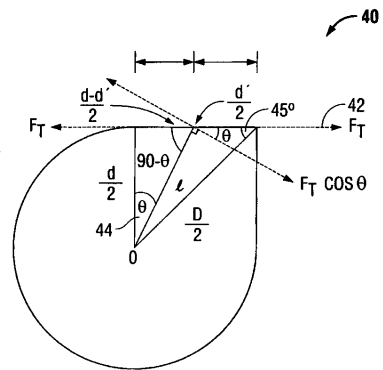
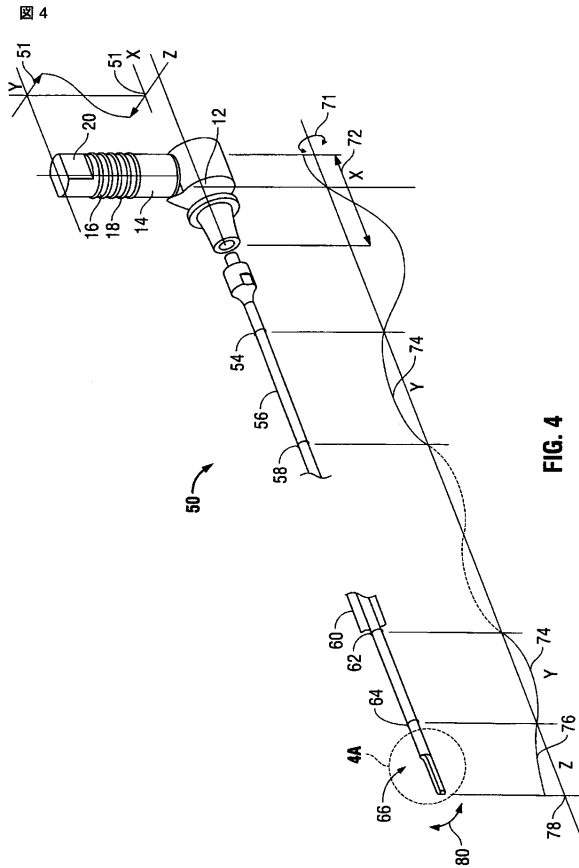
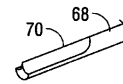


FIG. 3

【 図 4 】

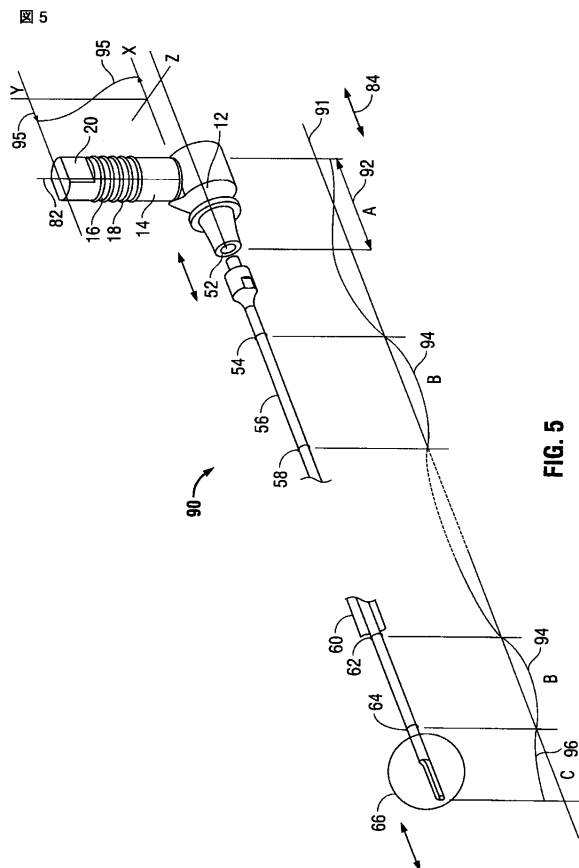


【 図 4 A 】

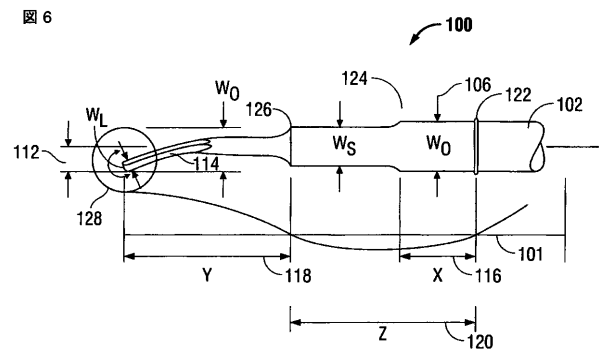


**FIG. 4A**

【 図 5 】



【 図 6 】



**FIG. 6**

【 図 7 】

図 7

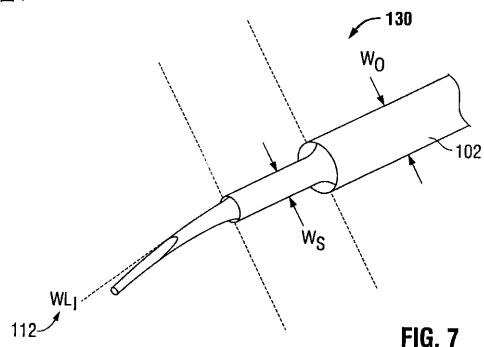


FIG. 7

【 図 8 A 】

図 8A

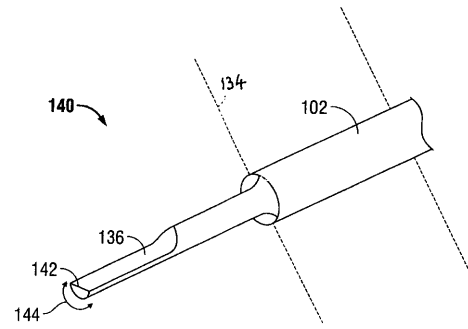


FIG. 8A

【 図 8 B 】

図 8B

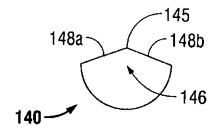


FIG. 8B

【 図 9 】

図 9

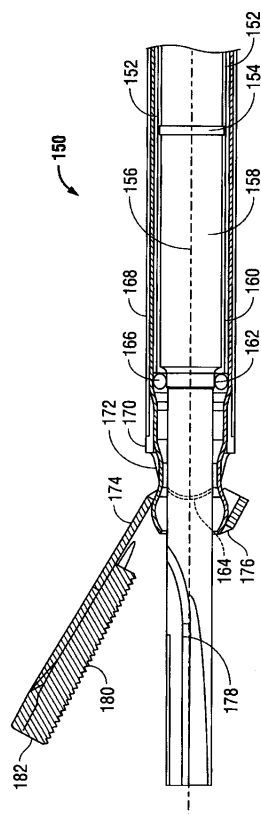


FIG. 9

【 図 10 A 】

図 10A

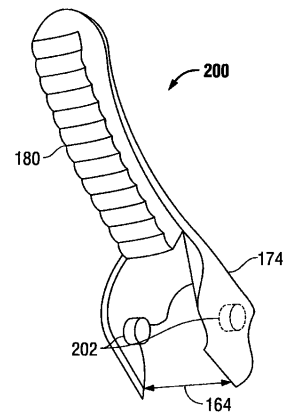


FIG. 10A

【図 10B】

図 10B

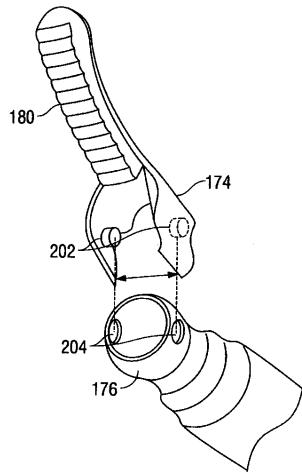


FIG. 10B

【図 10C】

図 10C

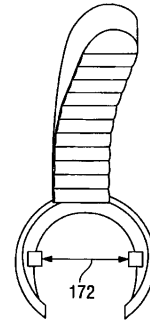


FIG. 10C

【図 11】

図 11

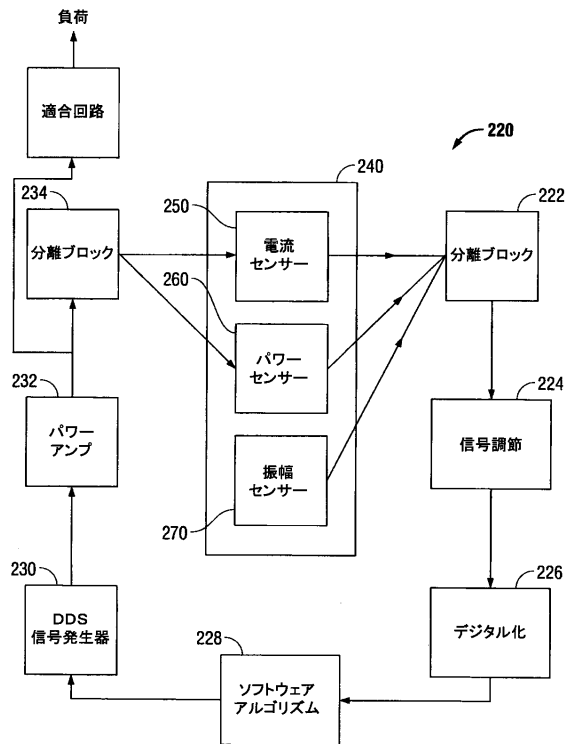


FIG. 11

【図 12】

図 12

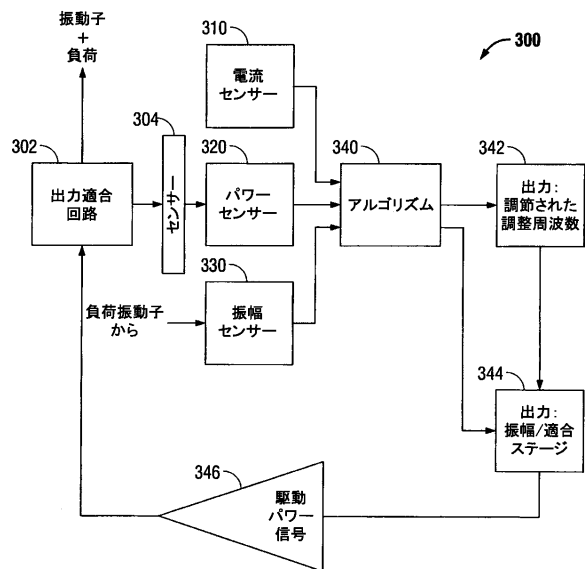


FIG. 12

【 図 13 】

図 13

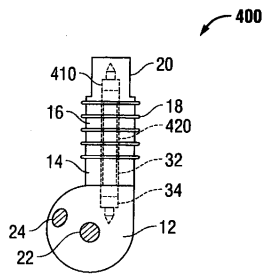


FIG. 13

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/GB2009/001281
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. A61B17/32 B06B1/00 B06B3/00 B06B1/06 ADD. A61B17/22		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B B06B A61F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 5 180 363 A (IDEMOTO MORITO [JP] ET AL) 19 January 1993 (1993-01-19) column 2, line 29 - column 4, line 11; figures 1-21 column 4, line 36 - line 65 column 6, line 23 - column 8, line 41 -----	1-7, 32-35 8-9
X	US 5 728 130 A (ISHIKAWA MANABU [JP] ET AL) 17 March 1998 (1998-03-17) column 5, line 26 - column 6, line 51; figures 1,2,13,18-24, column 10, line 15 - line 50 column 12, line 13 - column 13, line 47 -----	1-9, 32-35
X	WO 00/00096 A1 (ALCON LAB INC [US]) 6 January 2000 (2000-01-06) page 2, line 10 - page 4, line 31; figures 1-4 ----- -/-	1-9, 31-35
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  2 December 2009		Date of mailing of the international search report  19/02/2010
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Neef, Tatjana

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/GB2009/001281

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/045887 A1 (SAKURAI TOMOHISA [JP] ET AL) 6 March 2003 (2003-03-06) paragraph [0014] - paragraph [0021]; figures 1-11 paragraph [0053] - paragraph [0065] paragraph [0087] - paragraph [0091] paragraph [0104] - paragraph [0108]	1-9, 32-35
A	US 2004/178700 A1 (FUNAKUBO TOMOKI [JP]) 16 September 2004 (2004-09-16) paragraph [0022]; figures 1-15 paragraph [0055] - paragraph [0164]	1-9, 32-35
X	WO 01/32087 A1 (PALADINO JOSIP [HR]; STIMAC TIHOMIR [HR]) 10 May 2001 (2001-05-10)	1-7, 32-35
A	page 7, paragraph 1 - page 9, paragraph 1; figures 1,2	8-9
X	US 5 897 569 A (KELLOGG SCOTT [US] ET AL) 27 April 1999 (1999-04-27)	1-7, 32-35
A	column 4, line 53 - column 7, line 29	8-9
X	WO 2007/014142 A2 (PIEZOINNOVATIONS [US]) 1 February 2007 (2007-02-01)	1-7, 32-35
A	paragraph [0033] - paragraph [0037]; figures 1-4,9,10 paragraph [0045]	8-9
A	GB 2 438 679 A (SRA DEVELOPMENTS LTD [GB]) 5 December 2007 (2007-12-05) page 2, paragraph 4 - page 6, paragraph 1; figures 1,2	1-9, 32-35
A	US 4 922 902 A (WUCHINICH DAVID G [US] ET AL) 8 May 1990 (1990-05-08) column 4, line 13 - column 12, line 59; figures 1,5 column 14, line 45 - column 18, line 67	1-9, 32-35
A	EP 0 970 660 A (ETHICON ENDO SURGERY INC [US]) 12 January 2000 (2000-01-12) paragraph [0004]; figures 1-9 paragraph [0015] - paragraph [0039]	1-9, 32-35

Form PCT/ISA210 (continuation of second sheet) (April 2005)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/GB2009/001281**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
  
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-9, 32-35

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/GB2009/001281

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

## 1. claims: 1-9, 32-35

Transducer stack adapted to generate ultrasonic vibrations, and method of producing the same, stack comprises alternating arrangement of piezo-electric elements and laminar electrodes, fastened together between back plate means and spacer means, mountable to an ultrasonically vibratable tool and the stack being operable to produce a plurality of ultrasonic- frequency vibrational modes, flexural modes in two substantially orthogonal planes  
---

## 2. claims: 1, 10-14, 32, 36-40

Transducer stack adapted to generate ultrasonic vibrations, and method of producing the same, stack comprises alternating arrangement of piezo-electric elements and laminar electrodes, fastened together between back plate means and spacer means, mountable to an ultrasonically vibratable tool, wherein transducer stack is tunable  
---

## 3. claims: 15-31

Ultrasonically vibratable tool means comprising an ultrasonic horn having waveguide means extending therefrom and a transducer stack mounted to the horn eccentrically to a longitudinal axis of the waveguide; the transducer stack with alternating arrangement of piezo-electric elements and laminar electrodes, fastened together between back plate means and spacer means,  
---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2009/001281

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5180363	A	19-01-1993	NONE
US 5728130	A	17-03-1998	NONE
WO 0000096	A1	06-01-2000	AU 4200599 A 17-01-2000 US 6077285 A 20-06-2000 US 6402769 B1 11-06-2002
US 2003045887	A1	06-03-2003	NONE
US 2004178700	A1	16-09-2004	JP 4328113 B2 09-09-2009 JP 2004282841 A 07-10-2004
WO 0132087	A1	10-05-2001	AU 1401500 A 14-05-2001 HR 990264 A2 30-06-2001
US 5897569	A	27-04-1999	CA 2261505 A1 11-08-2000 EP 1025806 A1 09-08-2000 ES 2263254 T3 01-12-2006 JP 2000237204 A 05-09-2000
WO 2007014142	A2	01-02-2007	EP 1908130 A2 09-04-2008 US 2007063618 A1 22-03-2007
GB 2438679	A	05-12-2007	AU 2007266881 A1 06-12-2007 CA 2652740 A1 06-12-2007 CN 101453958 A 10-06-2009 EP 2023830 A1 18-02-2009 WO 2007138295 A1 06-12-2007 JP 2009538660 T 12-11-2009 US 2010004667 A1 07-01-2010
US 4922902	A	08-05-1990	NONE
EP 0970660	A	12-01-2000	AU 764913 B2 04-09-2003 AU 3684399 A 13-01-2000 CA 2276313 A1 29-12-1999 DE 69933616 T2 30-08-2007 ES 2274605 T3 16-05-2007 JP 3510158 B2 22-03-2004 JP 2000051226 A 22-02-2000 US 6328751 B1 11-12-2001

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**H 0 1 L 41/09 (2006.01)** H 0 1 L 41/08 C

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠

(74)代理人 100109830  
 弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100075672  
 弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100095441  
 弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618  
 弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034  
 弁理士 野河 信久

(74)代理人 100140176  
 弁理士 砂川 克

(72)発明者 スリップスゼンコ、ジェームズ・アントン  
 イギリス国、ティーキュー 1 3 ・ 7 ジェイエックス、デボン、アシュバートン、プレムリッジ、プレムリッジ・ハウス(番地なし)

(72)発明者 エド、マイケル・ジェームズ  
 イギリス国、ティーキュー 1 3 ・ 7 ジェイエックス、デボン、アシュバートン、プレムリッジ、プレムリッジ・ハウス(番地なし)

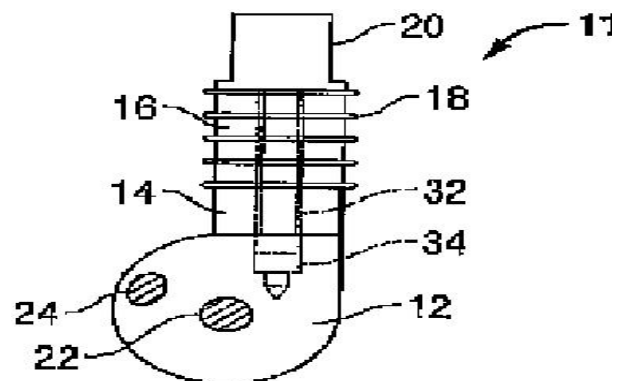
(72)発明者 ヤング、スティーブ・マイケル・ラドリー  
 イギリス国、ティーキュー 1 3 ・ 7 ジェイエックス、デボン、アシュバートン、プレムリッジ、プレムリッジ・ハウス(番地なし)

F ターム(参考) 4C160 JJ13 JJ34 JJ43 JJ46 MM32  
 5D107 AA12 AA14 BB07 CC04 FF03

专利名称(译)	超声换能器系统		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011526797A</a>	公开(公告)日	2011-10-20
申请号	JP2011510046	申请日	2009-05-21
[标]申请(专利权)人(译)	SRA发展公司		
申请(专利权)人(译)	S.伯爵呢发展有限公司帐篷		
[标]发明人	スリップスゼンコジエームズアントン エドマイケルジエームズ ヤングステイーブンマイケルラドリー		
发明人	スリップスゼンコ、ジエームズ・アントン エド、マイケル・ジエームズ ヤング、ステイーブン・マイケル・ラドリー		
IPC分类号	A61B18/00 B06B1/06 B06B1/02 H01L41/187 H01L41/22 H01L41/09		
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 B06B1/06.Z B06B1/02.K H01L41/18.101.D H01L41/22.Z H01L41/08.C		
F-TERM分类号	4C160/JJ13 4C160/JJ34 4C160/JJ43 4C160/JJ46 4C160/MM32 5D107/AA12 5D107/AA14 5D107/BB07 5D107/CC04 5D107/FF03		
代理人(译)	河野 哲 中村 诚		
优先权	2008009243 2008-05-21 GB		
其他公开文献	JP2011526797A5		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

换能器叠层 (10) 包括压电陶瓷环 (16)，其与沿着从钛背板 (20) 延伸的带螺纹的中心轴 (32) 的金属电极 (18) 交替。螺纹连接到轴 (32) 上的垫片或螺纹元件 (14) 保持陶瓷环 (16) 和电极 (18) 压靠背板 (20)。换能器叠层 (10) 可偏心地安装到超声波振动工具的喇叭 (12) 上，远离从喇叭 (12) 延伸的细长波导 (56) 的轴线。换能器叠层 (10) 可以以垂直于波导 (56) 的弯曲模式振动，在喇叭 (12) 中产生扭转模式超声波振动，并且波导 (56)，或者以平行于波导 (56) 的弯曲模式，在喇叭 (12) 和波导 (56) 中产生纵向模式超声波振动。可以通过调节沿螺纹元件 (14) 的轴 (32)，后板 (20) 和/或安装的第二螺纹元件 (410) 的长度，质量和/或位置来调节换能器叠层 (10)。到后板 (20)。运动传感器 (22,24) 可以安装到喇叭 (12)。喇叭 (12) 和波导 (56) 的扭转振动模式可以通过外围传感器 (24) 的运动幅度超过近轴传感器 (22) 的运动幅度来识别。可以响应地控制换能器叠层 (10) 的操作于此。



**FIG. 1B**