

(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2006-334268

(P2006-334268A)

(43) 公開日 平成18年12月14日(2006.12.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 17/32 (2006.01)	A 6 1 B 17/32 3 3 0	4 C 0 6 0
A 6 1 B 18/00 (2006.01)	A 6 1 B 17/36 3 3 0	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2005-165212 (P2005-165212)
 (22) 出願日 平成17年6月6日(2005.6.6)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. テフロン

(71) 出願人 504180239
 国立大学法人信州大学
 長野県松本市旭三丁目1番1号
 (72) 発明者 橋本 稔
 長野県上田市常田3-15-1 信州大学
 繊維学部内
 Fターム(参考) 4C060 FF06 FF12 FF19 FF27 FF40

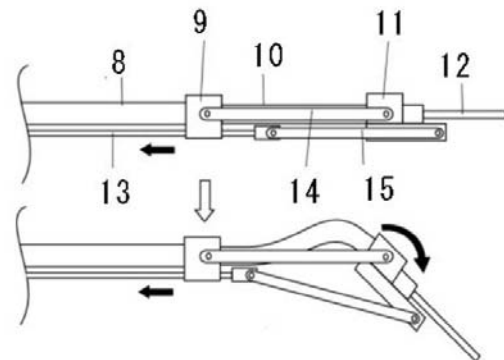
(54) 【発明の名称】 リンク機構を用いて超弾性合金振動伝達体を能動的に湾曲伸展させる超音波駆動メス。

(57) 【要約】

【課題】内視鏡下手術における術者の負担を軽減させるために能動的に湾曲伸展する超音波駆動メスを提供する。

【解決手段】超音波振動伝達体に相当する部位において超弾性特性を有するTi-Ni合金を使用する伝達手段と、超音波振動伝達体を能動的に湾曲・伸展させるスライド式リンク機構と、その手段・機構における制御手段としてアクチュエータを有する超音波駆動メスを提供する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

切開部位に接触するカッター部、該カッター部に一体のまたは連続する超弾性合金からなる超音波振動伝達体、該超音波振動伝達体に該超音波振動を与える超音波発生装置、該超音波振動伝達体を湾曲伸展させるリンク機構、および該リンク機構を操作するハンドルを有する超音波駆動メス。

【請求項 2】

前記超弾性合金と超音波発生装置の接合手段として圧着による接合手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波駆動メス。

【請求項 3】

前記超弾性合金に湾曲・伸展させるための外力を加えられる外装を有することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波駆動メス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡下手術における術者の負担を軽減させることを目的とした超音波駆動メスの能動湾曲化に関するものである。

【背景技術】

【0002】

内視鏡下手術は、内視鏡、鉗子、メス等の器具を挿入し、内視鏡の画像を見ながら行う手術法である。低侵襲性、術後QOL(Quality of Life)の向上という点において非常に優れた外科手術法であり、患者にとって大きなメリットをもたらす。

【0003】

一方、術者に対して専門的なトレーニングや過大な集中力を要求するなどのデメリットを有する。その理由の一つは、手術器具が腹壁の部分で拘束され直線的な動きしかできないため体内組織に対するアプローチの方向を変えられない為である。

【0004】

従って、安全性と多機能性に優れ、組織損傷が少なく、良好な視野を保った手術装置を開発することが要求される。

【0005】

一方、手術装置の一つとして、軟組織の止血と切開を同時にかつ低温で行なうことができる超音波駆動メスがある。周辺組織への損傷が他のエネルギー形態を使用した手術装置よりも少ない特徴を持っており、内視鏡下手術に使用されている。一方、超音波駆動メス先端で発生するキャビテーション作用の危険性が数多く報告されている。

【0006】

超音波駆動メス先端が能動的に湾曲・伸展できれば、組織に対するアプローチの方向を制御することが可能となり、操作性改善の観点から非常に有用であると言える。

【0007】

これまでに鉗子等の手術器具の能動湾曲化が行われている。能動化の手法は、先端近傍に関節機構を用いて湾曲・伸展させる方法、形状記憶合金を加熱・冷却して湾曲・伸展させる方法である。

【0008】

しかし、超音波振動の伝達経路内に関節機構を挿入することは振動伝達特性を著しく低下させる可能性がある。また、超音波振動の伝達経路に形状記憶合金を用い、形状記憶合金を能動的に湾曲・伸展させる場合、プローブそのものが加熱・冷却されるため振動伝達経路であるプローブの特性が変化し、振動伝達特性が湾曲時と伸展時で大きく変化してしまう可能性がある。以上のように、鉗子に用いられている従来の能動湾曲化手法を超音波駆動メスに使用することは困難である。

【0009】

一方、超弾性合金(Super elasticity alloy : SEA、以降SEAと略す)を超音波伝達体と

10

20

30

40

50

する方法は、特許文献 1 に記載されている。しかし、ここでは尿管結石を破碎したり血栓を切除したりする超音波処理装置に使用されるものであり、内視鏡下手術（腹腔鏡下手術を含む）を使用することを目的としていない。そのため、体外からの操作で超音波伝導体を湾曲・伸展させる方法について考慮されていない。

【 0 0 1 0 】

また、超音波伝導体として超弾性合金を使用した場合の振動伝達特性について理論解析および実験が一切行われておらず、この手法で超音波振動の伝達が可能かどうか明確ではない。

【 0 0 1 1 】

さらに、特許文献 1 に記載された方法により超音波伝導体を製作されておらず、この手法を用いた可撓性超音波伝達体の実現可能性について問題がある。 10

【特許文献 1】特開昭 63-59946 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

本発明は前記の課題を解決するためになされたもので、内視鏡下手術における術者の負担を軽減させるために能動的に湾曲伸展する超音波駆動メスを提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

この発明の他の目的は、超弾性合金を超音波駆動メスの振動伝達体として使用することにより大きな湾曲・伸展領域を提供することにある。 20

【 0 0 1 4 】

また、本発明の他の目的は、リンク機構を用いて振動伝達媒体に力を印加することにより、能動的な湾曲・伸展運動を可能とする方法を提供することにある。

【 0 0 1 5 】

また、提案手法の超音波伝達特性を理論的実験的に解析することである。

【 0 0 1 6 】

さらに、提案手法により能動湾曲超音波駆動メスを製作するうえでの諸問題とその解決法を示し、実用化技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

前記の目的を達成するための特許請求の範囲の請求項 1 に記載された発明は、超音波振動伝達体に相当する部位において超弾性特性を有する Ti-Ni 合金を使用する伝達手段と、超音波振動伝達体を能動的に湾曲・伸展させるスライド式リンク機構と、その手段・機構における制御手段としてアクチュエータを有する超音波駆動メスである。

【 0 0 1 8 】

同じく請求項 2 に記載された発明は、前記超弾性合金と超音波発生装置との接合手段として均一な圧力による圧着手段を有する請求項 1 に記載の超音波駆動メスである。

【 0 0 1 9 】

請求項 3 に記載された発明は、前記超弾性合金超音波伝達体に湾曲・伸展させるための外力を加えられるフレキシブルな外装を有する請求項 1 に記載の超音波駆動メスである。 40

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、超音波駆動メス先端が能動的に湾曲・伸展でき、組織に対するアプローチの方向を制御することが可能となり、術者の操作性改善が可能となる。

【 0 0 2 1 】

また、超音波駆動メス先端で発生するキャビテーションの方向を制御することが可能となり、手術中の事故を減少させることが可能となる。

【 0 0 2 2 】

さらに、従来超音波駆動メス先端を組織に近づけられなかった手術部位に対しても、超 50

音波駆動メスの利用を可能となり、超音波駆動メスの幅広い部位への利用を可能とする。

【実施例】

【0023】

以下、本発明の実施例を詳細に説明するが、本発明の範囲はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0024】

図1は本発明が適用される内視鏡下手術の一実施形態の外観的構成を示す概略図である。

【0025】

鉗子1、超音波駆動メス3、内視鏡4は体表面に取り付けられたトラカール2を介して体内に挿入される。術者は、内視鏡4の画像を見ながら、体外から鉗子1、超音波駆動メス3を操作して手術を実施する。

【0026】

図2は本発明が適用される超音波駆動メスの基本構成を示す概略図である。5は超音波振動を発生する部位で圧電素子より構成されている。6は発生された超音波振動の振幅を増幅するためのホーンである。7は超音波振動をメス先端に伝達するためのプローブである。

【0027】

図3は本発明が適用される超音波駆動メスの超音波振動伝達体の湾曲・伸展機構を示す概略図である。

【0028】

8はステンレス製超音波振動伝達体を内部に含むアルミニウム製カバーである。9はアルミニウム製カバー8とリンク機構を接続する固定部Aである。10はSEA製超音波振動伝達体を内部に含むフレキシブルテフロンチューブである。11はテフロンチューブ10とリンク機構を接続する固定部Bである。12はSEA製プローブの先端部であり、組織に直接接触し、切開と止血を行う部位である。13はスライドすることによりSEA製プローブにモーメントを発生させて湾曲するためのリンク0である。14は固定部Bの位置を保持するためのリンク1である。固定部Bの位置は14により保持されるが、角度については自由に回転する構造である。15はリンク0のスライド運動を固定部Bに伝達させ、固定部Bを回転させるモーメントを発生させるリンク2である。

【0029】

図4は本発明を適用する超音波駆動メスの超音波振動伝達体の湾曲・伸展機構の内部構造の概略図である。

【0030】

SEA製超音波振動伝達体12は、ステンレス製超音波振動伝達体17と接合され、その振動の節の部分にシリコンゴムリング16を介してテフロンチューブ10に接触している。これにより、振動伝達体12はその振動の節においてのみテフロンチューブ10を保持することが可能となり、振動伝達体12の振動がテフロンチューブ10に伝わらない構造となる。また、テフロンチューブ10は固定部A9においてアルミニウム製プローブカバー8と接合される構造を有する。テフロンチューブ10の外径は4[mm]、内径は2.5[mm]である。

【0031】

図5は本発明を適用する超音波駆動メスの固定部Aの断面を示す概略図である。リンク1は固定部Aにねじで固定される構造を有する。

【0032】

図6は本発明を適用する超音波駆動メスの固定部Bの断面を示す概略図である。18は固定部Bをリンク1に自由回転を許して接続するためのピンである。部品Bでテフロンチューブ10は固定部B18で固定されておらず、湾曲した際に固定部Bとの間で滑ることができる。

【0033】

10

20

30

40

50

図 7 は本発明を適用する超音波駆動メスのステンレス製振動伝達体とSEA製振動伝達体の圧着接合に用いるジグを示す図である。

ステンレス製振動伝達体に穴を開けてSEA製振動伝達体を挿入し、その接合部をジグ 19 で挟み、万力により圧着することにより接合する。

【0034】

図 8 は本発明を適用する超音波駆動メスの湾曲・伸展機構の制御部を示す図である。20 は湾曲・伸展機構を駆動させるためにDCモータである。21 は歯車 22 をケーシングに保持するための軸受けである。モータ 20 により歯車 22 を回転させ、リンク 0 を左右方向に変位させることにより、湾曲・伸展機構の湾曲角度を制御する。リンク 0 の変位量の制御は、術者がモータの駆動スイッチをON/OFFさせることにより実施する。

10

【0035】

本発明を適用する超音波駆動メスの実施例を作成した。制御部 24 で使用されるモータにはescap DCモータ (17N783,2W) を使用している。体内挿入部の長さ445.8[mm]、最大直径が約 $\phi 10$ [mm]となった。湾曲・伸展機構部で使用されているSEA製振動伝達体の長さは130[mm]、直径は $\phi 1.2$ [mm]となった。最大の湾曲角度は60[deg]となった。

【0036】

超音波駆動メスの振動伝達体を湾曲させた際に振動状態がどのように変化するかを解析する。湾曲とともに共振周波数が大きく変化すれば共振状態を維持することが困難となる。また、縦振動の振幅が湾曲により大幅に減少すると超音波駆動メスの性能に影響がでる。湾曲により横振動の振幅が増大すると切開部位の幅が広がり、意図しない部位を傷つける可能性がある。そこで、有限要素法を用いて実際の振動伝達体に近い寸法で湾曲時の振動状態の解析を行う。解析には有限要素法ソフトANSYSを用いる。

20

【0037】

本発明を適用する超音波駆動メスの振動状態解析で用いた有限要素法モデルについて説明する。SEA製振動伝達体 12、ステンレス製振動伝達体 17、ステンレス製ホーン 23 より構成されている。超音波振動伝達体の軸方向をZ軸、Z軸に垂直で湾曲面内の方向をX軸とする。さらに、右手系を構成するようにY軸をとる。3次元2節点のはり要素より構成される。0.1[mm]ピッチで要素分割した。ホーン 23 と振動伝達体 12、17 は中実円筒である。各部の直径は次のようである。ホーン部 23 は直径 $\phi 7$ [mm]、長さ52.2[mm]である。ステンレス製振動伝達部 17 は直径 $\phi 3$ [mm]、長さ310[mm]である。SEA製振動伝達部 12 は直径 $\phi 1.2$ [mm]、長さは130[mm]である。

30

【0038】

材料特性は次の値を用いる。ステンレスとSEAの密度はそれぞれ 7.93×10^3 [kg/m³] と 3.13×10^3 [kg/m³] とする。ステンレスのヤング率は 1.9×10^{11} [N/m²] を用いる。ステンレスの減衰係数は0.001とする。SEAのヤング率は応力により変化する事から、引張り試験により応力-歪曲線を測定する。

【0039】

図 9 は本発明を適用する超音波駆動メスで使用するSEAの応力-歪曲線の測定結果である。SEAとしてTi-Ni合金を用いた。この曲線を二次曲線で近似し、ヤング率を算出する。応力-歪曲線にはヒステリシスが存在するが本解析では、負荷側の関係を用いてヤング率を算出する。SEAの減衰係数はステンレスの減衰係数と同じ値を用いる。

40

【0040】

図 10 は本発明を適用する超音波駆動メスの振動状態解析に用いたモデルの概略図である。このモデルの振動の節となる節点 26 のX軸方向の変位を拘束し、SEA製振動伝達体 12 の固定部Bの節点 27 にY軸周りのモーメントを与え、X'方向の変位を拘束し湾曲させた。ホーン 23 の左端に軸方向に1[N]の正弦波振動を与え、SEA製振動伝達体 12 の先端のZ'軸方向の縦振動とX'軸方向の横振動を計算した。

【0041】

図 11 は本発明を適用する超音波駆動メスの有限要素法振動解析における共振周波数の計算結果である。湾曲角0[deg]の共振周波数を 1 として、湾曲角変化に伴う共振周波数の

50

変化を示している。湾曲角度60[deg]において0.23%の減少となった。ヤング率の低下が強く影響を与え、湾曲に伴い共振周波数が減少したものと考えられる。これは、超音波駆動メスのコントローラを用いて共振させるのに問題ない程度の変化だといえる。

【0042】

図12は本発明を適用する超音波駆動メスの有限要素法振動解析における縦振動振幅の計算結果である。湾曲角0[deg]の縦振動振幅を1として、湾曲角変化に伴う縦振動振幅の変化を示している。縦振動の振幅は、湾曲とともに減少し、60[deg]において約39%の減少となった。

【0043】

図13は本発明を適用する超音波駆動メスの有限要素法振動解析における横振動振幅の計算結果である。湾曲角0[deg]の縦振動振幅を1として、湾曲角変化に伴う横振動振幅の変化を示している。横振動の振幅は、湾曲とともに増加し、60[deg]において約0.27の振幅となった。

10

【0044】

図14は本発明を適用する超音波駆動メスの共振周波数の測定結果である。共振周波数の計測にはインピーダンスアナライザ(HIOKI 3522 LCR HiTESTER)を用いる。インピーダンスが最も小さくなる周波数を共振周波数とした。この結果は、それぞれ10回計測し、その平均と標準偏差を表示したものである。湾曲していない状態では、共振周波数は47605[Hz]となった。共振周波数は、60[deg]において約0.05%の変化となった。これは計測誤差の範囲内であり、湾曲させても共振周波数の変化ないといえる。

20

【0045】

図15は本発明を適用する超音波駆動メスの縦振動振幅の測定結果である。振幅の計測には、レーザ変位計(GRAPHTEC LASER VIBROMETER AT3500)を用いる。縦振動は、湾曲角度とともに減少し50[deg]において約43.3%の減少となっている。

【0046】

図16は本発明を適用する超音波駆動メスの横振動振幅の測定結果である。横振動は、湾曲角度とともに増加し、50[deg]においては、縦振動の0[deg]における振幅の約16.4%となった。

【0047】

有限要素法解析と実験の結果はともに変動の傾向は同じとなった。以上より、本発明を適用する超音波駆動メスの振動状態が明らかとなった。さらに、メスの共振周波数は湾曲させても変化しないこと、縦振動振幅は湾曲角50[deg]程度で40%程度減少するが、振動可能なことが明らかとなった。

30

【0048】

本発明を適用するリンク式能動湾曲機構を用いて湾曲時の切開能を評価した。鶏肉にメス先端を押し付けた。プローブを押し付けると、0[deg]、50[deg]ともに穿孔することができた。また、押し付けた周りの部位が白く変色していることがわかる。このことから、湾曲時に止血能を有することを示せた。

【医療への利用可能性】

【0049】

内視鏡下手術は堪能摘出術を初めとして、さまざまな外科手術に利用されようとしている。本発明は、術者の負担軽減に繋がるものである。さらに、体内の患部へのアプローチが不可能なことから、これまでは内視鏡下手術の利用をあきらめてきた手術に対しても、内視鏡下手術を可能とする道を開くものである。これらにより、手術の安全性の確保や患者のQOLの向上に繋がるものと考えられる。

40

【0050】

近年、ダビンチなど手術ロボットが開発され、その普及が進んでいる。本発明は、これらの手術ロボットへ搭載可能で、これにより手術ロボットへの超音波駆動メス搭載の可能性大幅に拡大できるものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 5 1 】

【図 1】本発明を適用する超音波駆動メスの一実施形態の全体構成を示す図である。

【図 2】本発明を適用する超音波駆動メスの一般的構成を示す図である。

【図 3】本発明を適用する超音波駆動メスの超音波振動伝達体の湾曲・伸展機構を示す図である。

【図 4】本発明を適用する超音波駆動メスの超音波振動伝達体の湾曲・伸展機構の内部構造を示す図である。

【図 5】本発明を適用する超音波駆動メスの固定部 A の断面を示す概略図である。

【図 6】本発明を適用する超音波駆動メスの固定部 B の断面を示す概略図である。

【図 7】本発明を適用する超音波駆動メスのステンレス製振動伝達体と SEA 製振動伝達体の圧着接合に用いるジグを示す図である。 10

【図 8】本発明を適用する超音波駆動メスの湾曲・伸展機構の制御部を示す図である。

【図 9】本発明を適用する超音波駆動メスで使用する SEA の応力-歪曲線である。

【図 10】本発明を適用する超音波駆動メスの振動状態解析に用いたモデルの概略図である。

【図 11】本発明を適用する超音波駆動メスの有限要素法振動解析における共振周波数の計算結果である。

【図 12】本発明を適用する超音波駆動メスの有限要素法振動解析における縦振動振幅の計算結果である。

【図 13】本発明を適用する超音波駆動メスの有限要素法振動解析における横振動振幅の計算結果である。 20

【図 14】本発明を適用する超音波駆動メスの共振周波数の測定結果である。

【図 15】本発明を適用する超音波駆動メスの縦振動振幅の測定結果である。

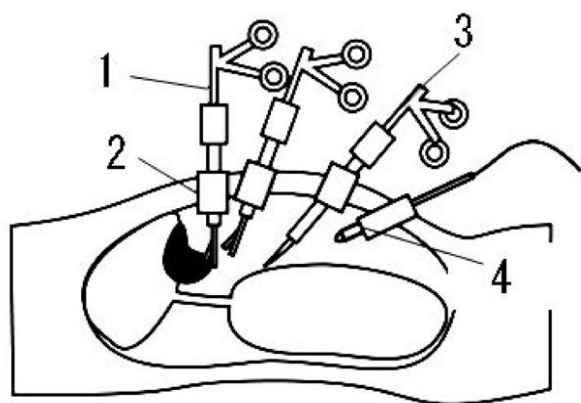
【図 16】本発明を適用する超音波駆動メスの横振動振幅の測定結果である。

【符号の説明】

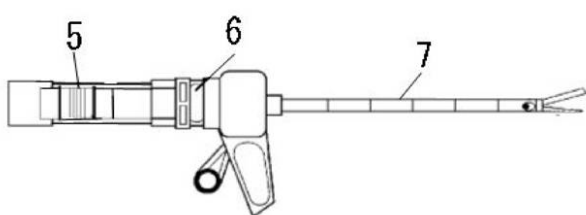
【 0 0 5 2 】

1 は鉗子、2 はトラカール、3 は超音波駆動メス、4 は内視鏡、5 は振動発生素子、6 はホーン、7 はプローブ（振動伝達体）、8 はプローブカバー、9 は固定部 A、10 はテフロンチューブ、11 は固定部 B、12 は SEA プローブ、13 はリンク 0、14 はリンク 1、15 はリンク 2、16 はシリコンゴムリング、17 はステンレス製超音波振動伝達体、18 はピン、19 は圧着接合用ジグ、20 はモータ、21 は軸受け、22 は歯車、23 はホーン、24 は振動の節となる節点、25 は湾曲角である。 30

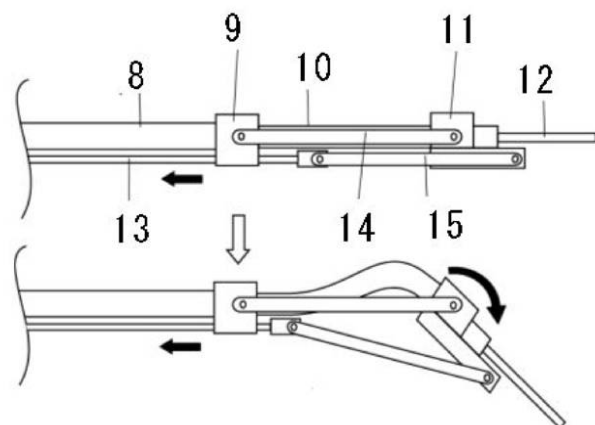
【図 1】



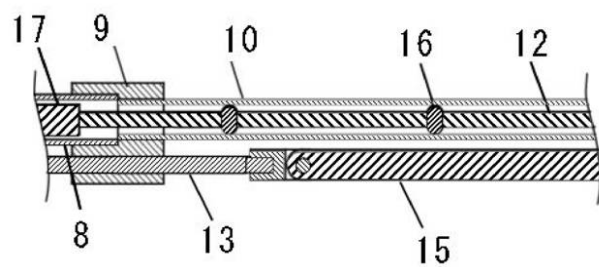
【図 2】



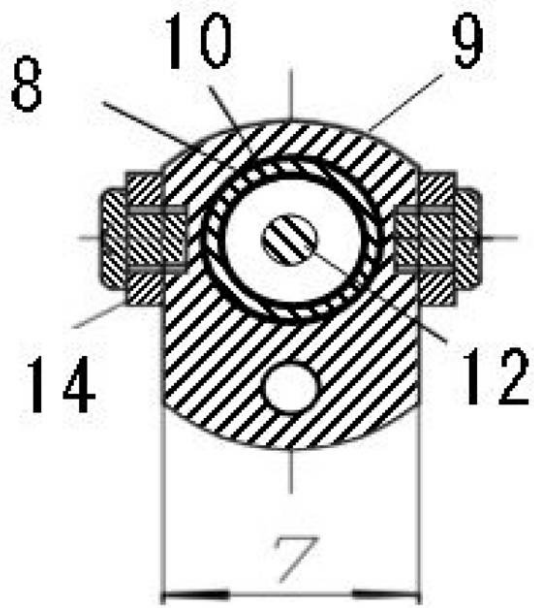
【図 3】



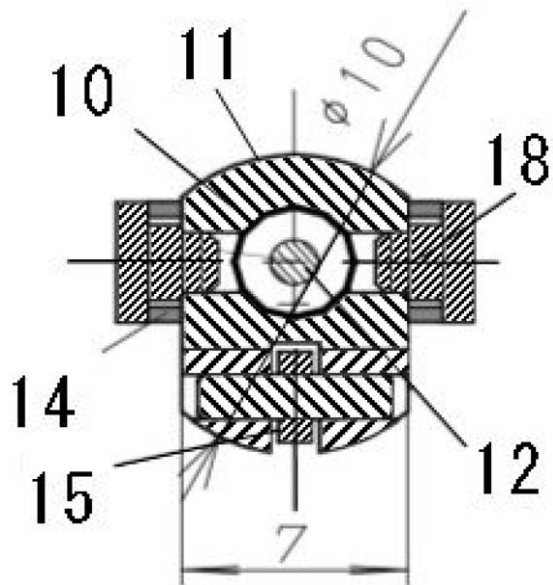
【図 4】



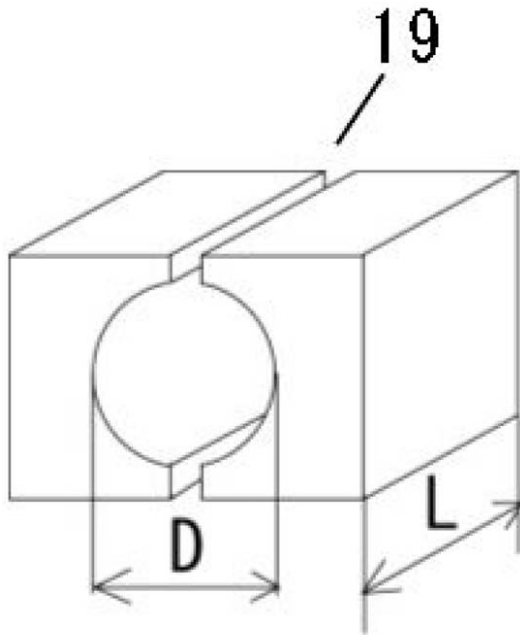
【 図 5 】



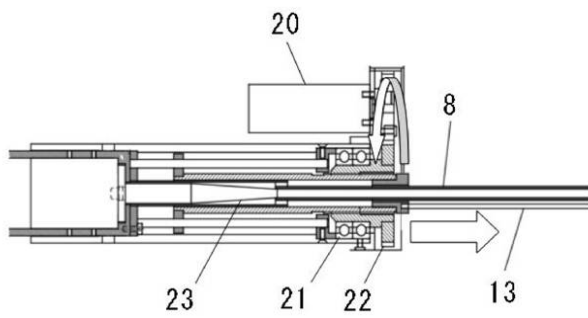
【 図 6 】



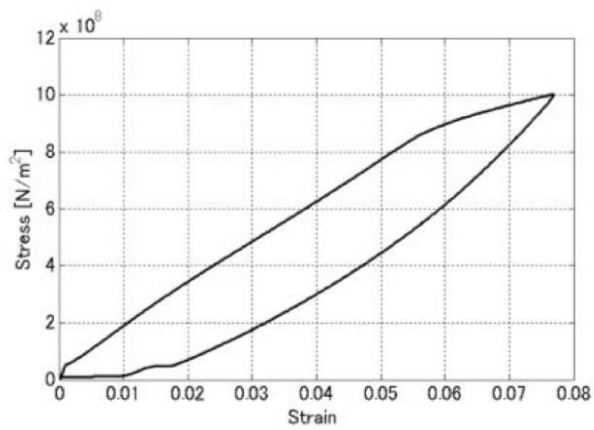
【図 7】



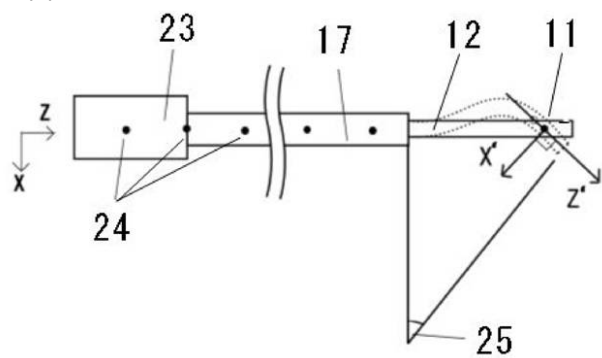
【図 8】



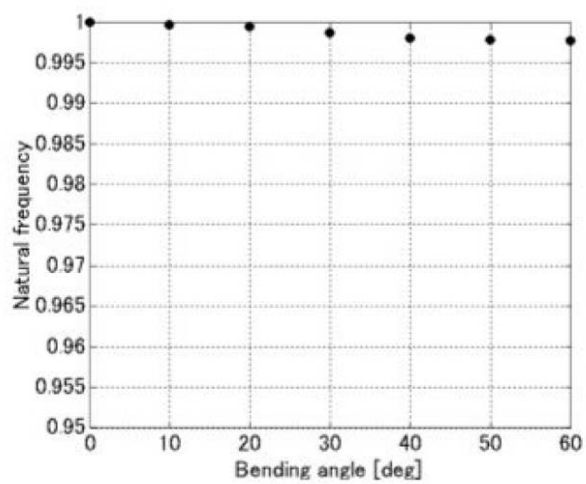
【図 9】



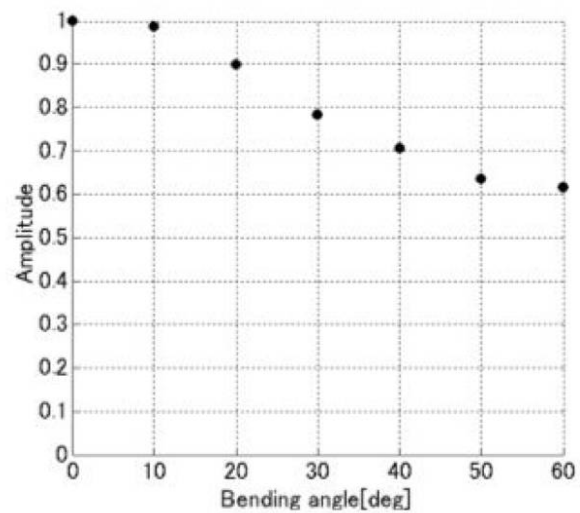
【図 10】



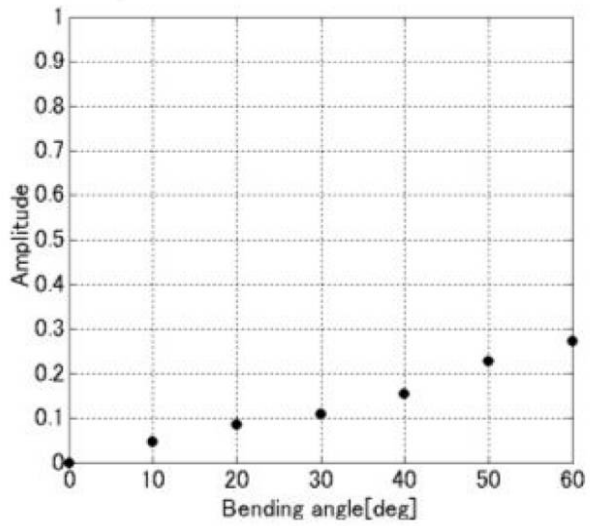
【図 11】



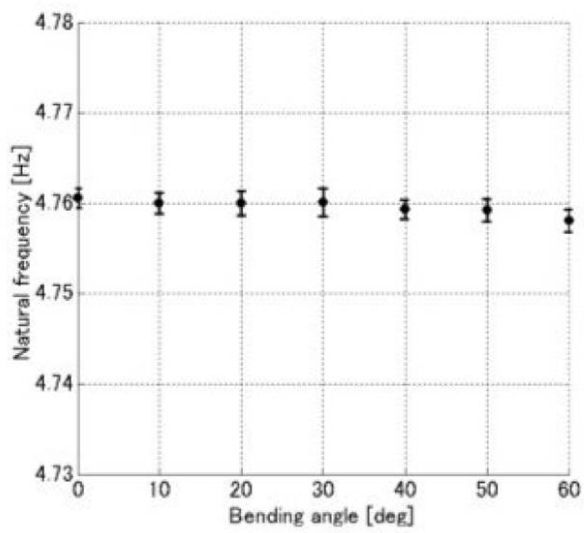
【図 12】



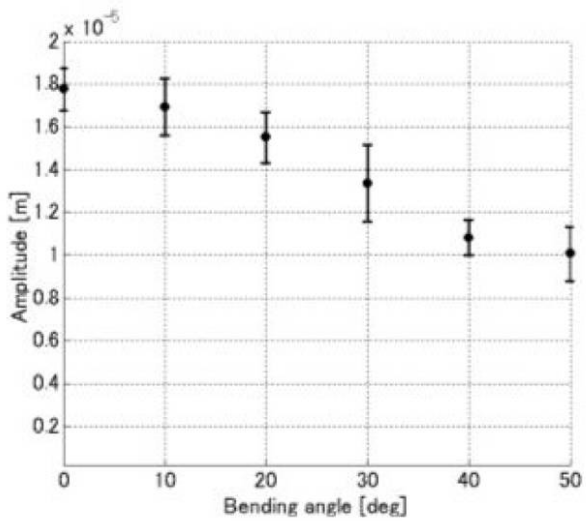
【 図 1 3 】



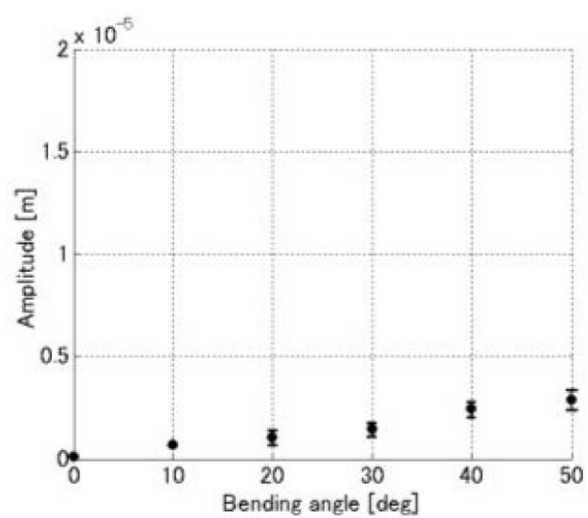
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【図 16】



专利名称(译)	超声波驱动刀，用于通过连杆机构主动弯曲和延伸超弹性合金振动传递体。		
公开(公告)号	JP2006334268A	公开(公告)日	2006-12-14
申请号	JP2005165212	申请日	2005-06-06
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人信州大学		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人信州大学		
[标]发明人	橋本稔		
发明人	橋本稔		
IPC分类号	A61B17/32 A61B18/00		
FI分类号	A61B17/32.330 A61B17/36.330 A61B17/32.510		
F-TERM分类号	4C060/FF06 4C060/FF12 4C060/FF19 4C060/FF27 4C060/FF40 4C160/FF06 4C160/FF48 4C160/FF60 4C160/JJ14 4C160/JJ43 4C160/JJ46 4C160/KL02 4C160/KL03 4C160/MM32 4C160/NN02 4C160/NN09 4C160/NN12 4C160/NN23		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波驱动的手术刀，该手术刀主动弯曲和延伸，以减轻内窥镜手术时操作者的负担。ŽSOLUTION：超声波驱动手术刀具有：传输装置，其在对应于超声波振动发射器的部分使用具有超弹性的Ti-Ni合金;一种用于主动弯曲和拉伸超声波振动发射器的滑动式连接机构;和致动器作为装置和机构的控制装置。Ž

