



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 18 393 T2** 2004.07.15

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 914 067 B1**

(51) Int Cl.⁷: **A61B 17/34**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 18 393.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/03052**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 908 572.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/037821**

(86) PCT-Anmeldetag: **19.02.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **03.09.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.05.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.09.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.07.2004**

(30) Unionspriorität:
808638 28.02.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:
Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, Ohio, US

(72) Erfinder:
KELLOGG, Scott, Esmond, US

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

(54) Bezeichnung: **VERRIEGELUNGSVORRICHTUNG FÜR EIN ULTRASCHALLINSTRUMENT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**Fachgebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich ganz allgemein auf eine Ultraschallvorrichtung und im besonderen auf einen Ultraschallsper- oder Bremsmechanismus, welcher die Ultraschallschwingungen eines Übertragungssteiles dämpfen kann.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Minimal-invasive endoskopische chirurgische Verfahren finden auf Grund des reduzierten Traumas für den Patienten und ihres äußerst kosteneffektiven Wesens zunehmend Verbreitung. In solchen Verfahren wird typischerweise eine Trokarbaugruppe eingesetzt, um das Durchstechen der Wand einer Körperhöhle des Patienten zu bewirken. Eine typische Trokarbaueinheit besteht aus einer äußeren röhrenförmigen Kanüle und einem inneren gewebedurchstechenden Obturator, der eine Durchstechspitze aufweist. In ihrem Einsatz wird die Trokareinheit derart positioniert, daß der Obturator vorwärts geschoben werden kann, um mit der Durchstechspitze eine Öffnung in der Wand der Körperhöhle zu schaffen, um danach die Kanüle durch die Öffnung einzuführen. Der Obturator wird dann aus dem Inneren der Kanüle entfernt, wobei die Kanüle dann als Zugang für das Einführen der chirurgischen Instrumente und anderer Vorrichtungen, die mit dem auszuführenden chirurgischen Eingriff zu tun haben, dient.

[0003] Viele Trokareinheiten besitzen einen zurückziehbaren oder entfernbaren Schild, der auf diese Weise den Bereich der Einheit, der das Gewebe durchsticht, abdeckt. Wenn die Trokareinheit zum Einstechen in die Körperhöhle eines Patienten positioniert wird, dann kann der Schild zurückgezogen werden, um die Durchstechspitze zum Durchstechen der Wand der Körperhöhle freizugeben. Nachdem in die Körperhöhle eingestochen wurde, wird die Durchstechspitze des Obturators von neuem bedeckt. Wenn zum Beispiel in der Bauchchirurgie die Bauchfellhöhle erreicht ist, dann bedeckt der Schild die Durchstechspitze des Obturators.

[0004] Der Einsatz der chirurgischen Ultraschallinstrumente findet ebenfalls auf Grund der einzigartigen Funktionseigenschaften derartiger Geräte eine zunehmende Verbreitung. In Abhängigkeit von der spezifischen Gerätekonfiguration und den Funktionsparametern können solche Vorrichtungen im wesentlichen gleichzeitig das Schneiden von Gewebe und eine Hämostase durchführen, was wiederum in wünschenswerter Weise das Trauma für den Patienten minimiert.

[0005] Das US-Patent Nr. 5.449.370 offenbart eine Ultraschall-Trokareinheit, die einen Ultraschall-Obturator einschließt, der so ausgebildet ist, daß er eine Ultraschallpenetration einer Wand einer Körperhöhle bewirkt, um nachfolgend eine röhrenförmige Kanüle

der Trokareinheit einzuführen. Der Obturator der Trokareinheit ist mit einer stumpfen oder runden Spitze versehen, um das Patiententrauma, das auf die Penetration der Körperhöhle folgt, zu minimieren. Wenn der Obturator das Gewebe des Patienten durchdringt, dann schaltet ein Rückkopplungsmechanismus die an den Obturator gelieferte Ultraschallenergie ab oder reduziert diese.

[0006] Die vorliegende Erfindung ist auf einen Sperr- oder Bremsmechanismus gerichtet, der die an ein Übertragungsglied gelieferte Ultraschallenergie mechanisch dämpft.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0007] Eine Ultraschallspene, die nach den Prinzipien der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist, ist so eingerichtet, daß sie die Vibrationen eines Übertragungsgliedes mechanisch dämpft. Die Spene greift an der Peripherie eines Übertragungsgliedes an, um die Vibrationen des Übertragungsgliedes zu dämpfen, anzuhalten oder zu reduzieren. Wenn die Spene mit dem Übertragungsglied in Eingriff steht, wird das Übertragungsglied mit einer Kraft beaufschlagt, um zu verhindern, daß die Ultraschallenergie über das Übertragungsglied übertragen wird.

[0008] Die Spene kann auch an dem Übertragungsglied angreifen, um eine unbeabsichtigte Abgabe von Ultraschallenergie zu verhindern. Die Spene kann an jeder geeigneten Ultraschallvorrichtung oder chirurgischen Ultraschallvorrichtung verwendet werden, wie zum Beispiel an einem Ultraschallskalpell und einem Ultraschalltrokar.

[0009] Eine chirurgische Ultraschallvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Wandlereinheit, die so eingerichtet ist, daß sie, wenn sie unter elektrischer Energie steht, mit einer Ultraschallfrequenz schwingt. Ein Übertragungsglied ist so eingerichtet, daß es Ultraschallschwingungen von der Wandlereinheit aufnimmt und die Ultraschallschwingungen von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende überträgt. Eine Bremseinrichtung ist so gestaltet, daß sie eine Außenfläche des Übertragungsgliedes mit einer Kraft beaufschlagt, um die Ultraschallschwingungen, die von dem ersten Ende des Übertragungsstabes zu dem zweiten Ende des Übertragungsstabes übertragen werden, zu dämpfen.

[0010] Ein Verfahren, das mit der beschriebenen Vorrichtung angewendet werden kann, umfaßt die Schritte: das Vorsehen eines Ultraschall-Trokarobturators, der einen Ultraschall-Wellenleiter enthält, mit einem End-Manipulator an dem distalen Ende, das Positionieren des Trokarobturators in einer Trokarkanüle, das Positionieren des Trokarobturators in Kontakt mit einer Wand der Körperhöhle und das Vibrieren des End-Manipulators mit Ultraschall, um eine Penetrationsöffnung zu schaffen. Das Verfahren sieht weiterhin vor: die Schritte des Vorschiebens des Ultraschallobturators in die Penetrationsöffnung hinein, das Feststellen, wenn die Penetration abge-

geschlossen ist und das Anlegen einer Bremseinrichtung an den Obturator, um die Ultraschallvibrationen des End-Manipulators zu dämpfen sowie das Verschieben der Trokarkanüle in die Penetrationsöffnung.

[0011] Andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden ausführlichen Beschreibung, den beigefügten Zeichnungen und den angefügten Ansprüchen ohne weiteres deutlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] **Fig. 1** ist eine fragmentarische Darstellung in einem Teilschnitt einer Ausführungsform eines chirurgischen Systems gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0013] **Fig. 2** ist eine schematische Darstellung einer Sperre des chirurgischen Systems von **Fig. 1** in einer zurückgezogenen Position.

[0014] **Fig. 3** ist eine schematische Darstellung der Sperre von **Fig. 2** in einer Eingriffsposition.

[0015] **Fig. 3A** ist eine Schnittdarstellung der Sperre von **Fig. 3** entlang der Schnittlinie A-A.

[0016] **Fig. 4** ist eine Explosivdarstellung einer Ultraschall-Trokareinheit.

[0017] **Fig. 5** ist eine schematische Darstellung einer Sperre der Ultraschall-Trokareinheit von **Fig. 4** in Eingriff mit einem Übertragungsglied.

[0018] **Fig. 6** ist eine schematische Darstellung der Sperre von **Fig. 5**, wobei diese von dem Übertragungsglied gelöst ist.

[0019] **Fig. 7** ist eine schematische Darstellung der Ultraschall-Trokareinheit von **Fig. 5** mit einem Gewebelastsensor in einer zurückgezogenen Position.

[0020] **Fig. 8** ist eine schematische Darstellung der Ultraschall-Trokareinheit von **Fig. 5** mit einem Gewebelastsensor in einer ausgefahrenen Position.

[0021] **Fig. 8A** ist eine vergrößerte Darstellung eines Teiles der Spene von **Fig. 7**.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0022] Obwohl die vorliegende Erfindung verschiedene mögliche Ausführungsformen zuläßt, wird in den Zeichnungen ein gegenwärtig bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt und im folgenden beschrieben, wobei es als selbstverständlich betrachtet wird, daß die vorliegende Offenbarung lediglich als eine Veranschaulichung der Erfindung anzusehen ist und nicht darauf abzielt, die Erfindung auf die dargestellten spezifischen Ausführungsformen zu beschränken.

[0023] In **Fig. 1** wird eine gegenwärtig bevorzugte Ausführungsform eines chirurgischen Systems **10** dargestellt. Das chirurgische System **10** umfaßt generell einen Generator **30**, eine Griffstückeinheit **50**, ein akustisches oder Übertragungsglied **80** und eine Sperr- oder Bremseinrichtung **130**. Der Generator **30** sendet durch das Kabel **32** ein elektrisches Signal

von ausgewählter Amplitude, Frequenz und Phase, die durch ein Steuersystem des Generators **30** bestimmt werden. Wie im weiteren noch beschrieben werden wird, bewirkt das Signal ein Ausdehnen und Zusammenziehen eines oder mehrerer piezoelektrischer/n Elementes) der Akustikeinheit **80**, wodurch die elektrische Energie in mechanische Bewegung umgewandelt wird. Die mechanische Bewegung erzeugt Longitudinalwellen von Ultraschallenergie, die sich durch die Akustikeinheit **80** als stehende Schallwelle fortpflanzt, um die Akustikeinheit **80** mit einer ausgewählten Frequenz und Amplitude vibrieren zu lassen. Ein am distalen Ende der Akustikeinheit **80** angeordneter Endmanipulator **88** wird so plaziert, daß er sich in Kontakt mit dem Gewebe des Patienten befindet, um die Ultraschallenergie auf das Gewebe zu übertragen. Die Zellen des Gewebes, die sich in Kontakt mit dem End-Manipulator **88** der Akustikeinheit **80** befinden, bewegen sich mit dem End-Manipulator **88** und vibrieren.

[0024] Durch die Ankopplung des Endmanipulators **88** an das Gewebe wird als Ergebnis der inneren Zellreibung in dem Gewebe Wärmeenergie oder Hitze erzeugt. Die Hitze ist ausreichend, um Protein-Wasserstoff-Bindungen aufzubrechen, was zur Folge hat, daß die stark strukturierten Proteine (das heißt, Kollagen und Muskelproteine) denaturiert werden (das heißt, sie in eine niedere Aufbauform zu überführen). Mit dem Denaturieren der Proteine bildet sich ein klebriges Koagulat, so daß durch dieses kleine Blutgefäße versiegelt oder koaguliert werden, wenn die Temperatur des Koagulats unter 100°C liegt. Eine tiefere Koagulation von größeren Blutgefäßen wird dadurch erreicht, daß man den Effekt länger wirken läßt.

[0025] Die Übertragung von Ultraschallenergie auf das Gewebe verursacht weitere Effekte einschließlich eines mechanischen Zerreißen, des Schneidens, der Zerstörung von Zellen durch Kavitation, des Auseinanderreißen von Zellen und der Emulsionsbildung. Die erreichbare Größe der Inzisionen sowie der erreichbare Grad von Koagulation variiert mit der Vibrationsamplitude des Endmanipulators **88**, der Stärke des durch den Benutzer beaufschlagten Druckes und der Schärfe des Endmanipulators **88**. Der End-Manipulator **88** der Akustikeinheit **80** im chirurgischen System **10** zeigt die Tendenz, Vibrationsenergie des Systems **10** auf das mit dem End-Manipulator **88** in Kontakt befindliche Gewebe zu fokussieren, wodurch der Eintrag der Wärme- und mechanischen Energie intensiviert und lokalisiert wird.

[0026] Wie in **Fig. 1** gezeigt wird, umfaßt der Generator **30** ein Steuersystem, das fest mit dem Generator **30** verbunden ist, einen Netzschalter **34** und eine Triggereinrichtung **36**. Der Netzschalter **34** regelt die Zuführung von elektrischem Strom zum Generator **30**, und wenn dieser durch die Triggereinrichtung **36** aktiviert ist, dann liefert der Generator **30** die Energie, um die Akustikeinheit **80** des chirurgischen Systems **10** mit einer vorherbestimmten Frequenz und den

Endmanipulator **88** mit einem vorherbestimmten Pegel der Vibrationsamplitude zu fahren. Der Generator **30** kann die Akustikeinheit **80** mit bzw. zu jeder geeigneten Resonanzfrequenz der Akustikeinheit **80** fahren bzw. erregen.

[0027] Wenn der Generator **30** über die Triggereinrichtung **36** unter Strom gesetzt wird, kann die vom Generator **30** gelieferte elektrische Energie an der Wandlereinheit **82** der Akustikeinheit **80** kontinuierlich anliegen, bis der Bremsmechanismus oder die Sperre **130** eingesetzt wird, wie unten noch beschrieben werden wird oder der Triggermechanismus **36** deaktiviert wird. Ein Phasenregelkreis im Steuersystem des Generators **30** überwacht die Rückkopplung von der Akustikeinheit **80**. Der Phasenregelkreis stellt die Frequenz der vom Generator **30** gelieferten elektrischen Energie ein, um eine ausgewählte Oberwellenfrequenz der Akustikeinheit **80** anzupassen. Außerdem hält eine zweite Rückkopplungsschleife in dem Steuersystem den an die Akustikeinheit **80** abgegebenen elektrischen Strom auf einem vorgewählten konstanten Pegel, um eine im wesentlichen konstante Vibrationsamplitude am Endmanipulator **88** der Akustikeinheit **80** zu erreichen. Das an die Akustikeinheit **80** gegebene elektrische Signal bewirkt, daß das distale Ende in einem Bereich von, zum Beispiel, ungefähr 20 kHz bis 100 kHz und vorzugsweise in dem Bereich von ungefähr 54 kHz bis 56 kHz und am vorteilhaftesten bei ungefähr 55,5 kHz in longitudinaler Richtung vibriert. Die Amplitude der Akustikvibrationen am Endmanipulator **88** kann zum Beispiel durch Steuerung der Amplitude des durch den Generator **30** in die Wandlereinheit **82** der Akustikeinheit **80** eingegebenen elektrischen Signals geregelt werden.

[0028] Wie oben festgestellt wurde, kann der Benutzer über die Triggereinrichtung **36** des Generators **30** diesen einschalten, so daß die Akustikeinheit **80** kontinuierlich mit elektrischer Energie versorgt werden kann. In einer Ausführungsform besitzt die Triggereinrichtung **36** vorzugsweise einen Fußschalter, der über ein Kabel oder eine Schnur mit dem Generator **30** lösbar verbunden oder an diesem befestigt ist. In einer weiteren Ausführungsform kann ein Handschalter in der Griffstückeinheit **50** enthalten sein, so daß der Generator **30** auf diese Weise durch einen Benutzer aktiviert werden kann.

[0029] Der Generator **30** besitzt weiterhin eine elektrische Anschlußleitung **38**, die mit einer chirurgischen Stromversorgungseinheit verbunden oder in eine gewöhnliche elektrische Steckdose eingesteckt werden kann. Ebenfalls kommt in Betracht, daß der Generator **30** auch durch eine Gleichstromquelle, wie zum Beispiel durch eine Batterie gespeist werden kann. Der Generator **30** kann jeder geeignete Generator sein, wie zum Beispiel das Modell Nr. GENO1, das bei Ethicon Endo-Surgery, Inc. erhältlich ist.

[0030] Es wird weiter auf **Fig. 1** Bezug genommen. Die Griffstückeinheit **50** umfaßt ein mehrteiliges Gehäuse oder ein äußeres Gehäuse **52**, das eingerich-

tet ist, um den Benutzer von den Vibrationen der Akustikeinheit **80** zu isolieren. Das Gehäuse **52** ist vorzugsweise von zylindrischer Form und ist so ausgebildet, daß ein Halten durch den Benutzer in herkömmlicher Weise möglich ist, aber es kann auch jede geeignete Form und Größe aufweisen, die es ermöglicht, vom Benutzer gegriffen zu werden. Das Gehäuse **52** wird zwar als ein aus mehreren Teilen bestehendes dargestellt, es kann aber auch aus einem einzelnen oder einem einheitlichen Bauteil bestehen.

[0031] Das Gehäuse **52** der Griffstückeinheit **50** ist vorzugsweise aus einem festen Kunststoff gefertigt, wie zum Beispiel Ultem[®]. Es ist auch möglich, daß das Gehäuse **52** aus verschiedenen Stoffen gefertigt sein kann, einschließlich anderer Kunststoffe (das heißt, hochverdichtetes Polysterol oder Polypropylen). Eine geeignete Griffstückeinheit **50** ist das Modell Nr. HP050, das bei Ethicon Endo-Surgery, Inc. erhältlich ist.

[0032] Wie in **Fig. 1** dargestellt wird, umfaßt die Griffstückeinheit **50** ganz allgemein ein proximales Ende **54**, ein distales Ende **56** und eine darin angeordnete, sich in Längsrichtung erstreckende axiale Öffnung oder einen solchen Hohlraum **58**. Das distale Ende **56** der Griffstückeinheit **50** enthält eine Öffnung **60**, die so eingerichtet ist, daß sich durch diese die Akustikeinheit **80** des chirurgischen Systems **10** erstrecken kann. Das proximale Ende **54** der Griffstückeinheit **50** ist durch ein Kabel **32** mit dem Generator **30** verbunden. Das Kabel **32** kann Belüftungsrohre oder Luftkanäle **62** enthalten, die das Zuführen von Luft in die Griffstückeinheit **50** ermöglichen, um die Wandlereinheit **82** der Akustikeinheit **80** zu kühlen.

[0033] Weiter zu **Fig. 1**, die Akustikeinheit **80** enthält generell einen Wandlerstapel oder eine Wandlereinheit **82** und ein Übertragungsglied. Das Übertragungsglied kann eine Halterungsvorrichtung **84**, einen Übertragungsstab oder Wellenleiter **86** und einen End-Manipulator oder Applikator **88** enthalten. Die Wandlereinheit **82**, die Halterungsvorrichtung **84**, der Übertragungsstab **86** und der End-Manipulator **88** sind vorzugsweise akustisch aufeinander derart abgestimmt, daß die Baulänge jedes Teiles ein Ganzzahliges der halben Systemwellenlänge ($n\lambda/2$) beträgt, wobei die Wellenlänge λ die Wellenlänge einer vorher ausgewählten oder longitudinalen Betriebschwingungsfrequenz f der Akustikeinheit **80** bezeichnet. Es ist auch vorgesehen, daß die Akustikeinheit **80** jede geeignete Anordnung von Akustikelementen enthalten kann. So kann zum Beispiel die Akustikeinheit **80** eine Wandlereinheit und einen End-Manipulator enthalten (das heißt, die Akustikeinheit **80** kann ohne eine Halterungsvorrichtung und einen Übertragungsstab ausgebildet sein).

[0034] Die Wandlereinheit **82** der Akustikeinheit **80** wandelt die elektrischen Signale vom Generator **30** in mechanische Energie um, was eine Längsvibrationsbewegung des Endmanipulators **88** bei Ultraschallfrequenzen zur Folge hat. Wenn der Akustikeinheit

80 Energie zugeführt wird, wird durch die Akustikeinheit **80** eine Vibrationsbewegungen ausführende stehende Welle erzeugt. Die Amplitude dieser Vibrationsbewegung an jedem beliebigen Punkt entlang der Akustikeinheit **80** hängt von dem Ort entlang der Akustikeinheit **80** ab, an dem die Vibrationsbewegung gemessen wird. Ein Minimum oder ein Nulldurchgang der die Vibrationsbewegungen ausführenden stehenden Welle wird im allgemeinen als Knoten bezeichnet (das heißt, wo die axiale Bewegung gewöhnlich minimal und die radiale Bewegung gewöhnlich klein sind), und ein Absolutwertmaximum oder ein Scheitelwert in der stehenden Welle wird im allgemeinen als Antiknoten bezeichnet. Die Entfernung zwischen einem Antiknoten und dem dazu nächsten Knoten beträgt eine viertel Wellenlänge (U4).

[0035] Wie in **Fig. 1** dargestellt wird, enthält die Wandlereinheit **82** der Akustikeinheit **80**, die auch unter der Bezeichnung "Langevin Stapel" bekannt ist, im allgemeinen einen magnetischen Verstärkerbereich **90**, einen ersten Resonator **92** und einen zweiten Resonator **94**. Die Wandlereinheit **82** ist vorzugsweise ein Ganzzahliges der halben Systemwellenlänge ($n\lambda/2$) bezogen auf die Länge. Es ist selbstverständlich, daß die vorliegende Erfindung alternativ so ausgeführt sein kann, daß sie eine Wandlereinheit enthält, die aus magnetostriktiven, elektromagnetischen oder elektrostatischen Wandlern besteht.

[0036] Das distale Ende des ersten Resonators **92** ist mit dem proximalen Ende des magnetischen Verstärkers **90** verbunden, und das proximale Ende des zweiten Resonators **94** ist mit dem distalen Ende des magnetischen Verstärkers **90** verbunden. Der erste Resonator **92** und der zweite Resonator **94** sind vorzugsweise aus Titan, Aluminium, Stahl oder einem anderen geeigneten Material gefertigt. Der erste Resonator **92** und der zweite Resonator **94** weisen eine Länge auf, die durch eine Anzahl von Variablen bestimmt wird, einschließlich der Dicke des magnetischen Verstärkerbereiches **90**, der Dichte und des Elastizitätsmoduls des in den Resonatoren **92** und **94** verwendeten Materials und der Grundfrequenz der Wandlereinheit **82**. Der zweite Resonator **94** kann innen vom proximalen Ende hin zum distalen Ende konisch verlaufen, um die Ultraschallvibrationsamplitude zu verstärken.

[0037] Der magnetische Verstärkerbereich **90** der Wandlereinheit **82** umfaßt vorzugsweise einen piezoelektrischen Abschnitt aus abwechselnd positiven Elektroden **96** und negativen Elektroden **98**, wobei die piezoelektrischen Elemente **100** zwischen den Elektroden **96** und **98** alternieren. Die piezoelektrischen Elemente **100** können aus jedem geeigneten Material gefertigt sein, wie zum Beispiel aus Blei-Zirkonat-Titanat, Blei-Meta-Niobat, Blei-Titanat oder keramischem piezoelektrischen Kristallmaterial. Eine durchgehende Bohrung verläuft mittig durch jede der positiven Elektroden **96**, der negativen Elektroden **98** und durch jedes der piezoelektrischen Elemente **100**.

Die positiven Elektroden **96** und die negativen Elektroden **98** sind elektrisch mit den Leitungen **102** bzw. **104** verbunden. Die Leitungen **102** und **104** übertragen das elektrische Signal vom Generator **30** zu den Elektroden **96** und **98**.

[0038] Wie in **Fig. 1** dargestellt, werden die piezoelektrischen Elemente **100** durch einen Bolzen **106** zwischen dem ersten Resonator **92** und dem zweiten Resonator **94** unter Druck gehalten. Der Bolzen **106** besteht vorzugsweise aus einem Kopf, einem Schaft und einem mit Gewinde versehenem distalen Ende. Der Bolzen **106** wird vom proximalen Ende des ersten Resonators **92** her durch die Bohrungen des ersten Resonators **92**, der Elektroden **96** und **98** und der piezoelektrischen Elemente **100** gesteckt. Das mit Gewinde versehene distale Ende des Bolzen **106** wird in eine mit Gewinde versehene Bohrung in dem proximalen Ende des zweiten Resonators **94** eingeschraubt.

[0039] Durch ein elektrisches Signal von dem Generator **30** werden die piezoelektrischen Elemente **100** erregt und erzeugen in der Akustikeinheit **80** eine akustische stehende Welle. Das elektrische Signal bewirkt Störungen in den piezoelektrischen Elementen **100** in der Form von wiederholt auftretenden kleinen Verschiebungen, was zu großen Druckkräften in dem Material führt. Die wiederholt auftretenden kleinen Verschiebungen bewirken, daß sich die piezoelektrischen Elemente **100** entlang der Achse des Spannungsgefälles kontinuierlich ausdehnen und zusammenziehen, wodurch sich hochfrequente Longitudinalwellen mit Ultraschallenergie aufbauen. Diese Ultraschallenergie wird durch die Akustikeinheit **80** auf den Endmanipulator **88** übertragen.

[0040] Die Halterungsvorrichtung **84** der Akustikeinheit **80** weist ein proximales Ende und ein distales Ende auf und kann eine Länge haben, die im wesentlichen gleich dem Ganzzahligen der halben Systemwellenlänge ist. Das proximale Ende der Halterungsvorrichtung **84** ist vorzugsweise axial ausgerichtet und mit dem distalen Ende des zweiten Resonators **94** durch eine mit Innengewinde versehene Verbindung nahe einem Antiknoten gekoppelt. (Gemäß dieser Offenbarung definiert sich der Begriff "nahe"/"in der Nähe" als "genau an" oder "sehr nahe bei"). Es ist ebenfalls als Möglichkeit in Betracht zu ziehen, die Halterungsvorrichtung **84** durch jedes geeignete Mittel an dem zweiten Resonator **94** zu befestigen und den zweiten Resonator **94** und die Halterungsvorrichtung **84** als Einzelbauteil oder als einheitliches Bauteil auszubilden.

[0041] Die Halterungsvorrichtung **84** ist mit dem Gehäuse **52** der Griffstückeinheit **50** in der Nähe eines Knotens verbunden oder an dem Gehäuse gelagert. Die Halterungsvorrichtung **84** kann einen Ring **108** als integralen Bestandteil enthalten, der auf ihrem Umfang angebracht ist. Der Ring als integraler Bestandteil **108** ist vorzugsweise in einer in dem Gehäuse **52** der Griffstückeinheit **50** eingearbeiteten Ringnut **110** vorgesehen, um die Halterungsvorrichtung

84 an dem Gehäuse **52** anzubringen. Ein elastisches Teil oder Material **112**, wie zum Beispiel ein Paar Dichtungsringe aus Silikonkautschuk, die über Abstandshalter angebracht werden, kann zwischen der Ringnut **110** des Gehäuses **52** und dem integralen Ring **108** der Halterungsvorrichtung **84** plaziert werden, um ein Übertragen der Ultraschallvibrationen von der Halterungsvorrichtung **84** auf das Gehäuse **52** zu reduzieren oder zu verhindern.

[0042] Die Halterungsvorrichtung **84** kann in einer vorher festgelegten axialen Lage durch eine Vielzahl von Stiften **114**, vorzugsweise durch vier, gesichert werden. Die Stifte **114** sind in Längsrichtung und um 90 Grad relativ zueinander beabstandet um den Außenumfang der Halterungsvorrichtung **84** angebracht. Die Stifte **114** sind mit dem Gehäuse **52** der Griffstückeinheit **50** verbunden und werden durch Kerben in dem integralen Ring **108** der Halterungsvorrichtung **84** angebracht. Die Stifte **114** sind vorzugsweise aus rostfreiem Stahl gefertigt.

[0043] Die Halterungsvorrichtung **84** ist vorzugsweise so ausgeführt, daß sie die Amplituden der Ultraschallvibrationen, die durch die Akustikeinheit **80** auf das distale Ende des Endmanipulators **88** übertragen werden, verstärkt. In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Halterungsvorrichtung **84** einen konisch verlaufenden Festkörperhornstrahler. Sobald die Ultraschallenergie durch die Halterungsvorrichtung **84** übertragen wird, wird die Geschwindigkeit der durch die Halterungsvorrichtung **84** übertragenen Schallwelle verstärkt. Es wird jede geeignete Form für die Ausführung der Halterungsvorrichtung **84** in Betracht gezogen, wie zum Beispiel ein stufenförmiges Horn, ein konisches Horn, ein Horn mit Exponentialverlauf oder dergleichen mehr.

[0044] Das distale Ende der Halterungsvorrichtung **84** ist mit dem proximalen Ende des Übertragungsstabes **86** verbunden. Es wird in Betracht gezogen, daß der Übertragungsstab **86** durch jedes geeignete Mittel, wie zum Beispiel eine Innengewindeverbindung an der Halterungsvorrichtung **84** angebracht werden kann. Die Halterungsvorrichtung **84** ist in der Nähe eines Antiknotens vorzugsweise an den Übertragungsstab **86** gekoppelt.

[0045] Der Übertragungsstab **86** kann zum Beispiel eine Länge von im wesentlichen gleich dem Ganzzahligen einer halben Systemwellenlänge ($n\lambda/2$) haben. Der Übertragungsstab **86** kann vorzugsweise aus einem festen Kernschaft, der aus einem Material gefertigt ist, in dem sich in effizienter Weise Ultraschallenergie fortpflanzen kann, wie zum Beispiel Titanlegierungen (das heißt, Ti-6Al-4V) oder einer Aluminiumlegierung gefertigt werden. Es wird auch die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß der Übertragungsstab **86** aus jedem geeigneten Material gefertigt werden kann. Der Übertragungsstab **86** kann ebenfalls, wie im Fachgebiet bekannt ist, die durch den Übertragungsstab **86** an den End-Manipulator **88** übertragenen mechanischen Vibrationen verstärken.

[0046] Wie in **Fig. 1** dargestellt wird, umfaßt der

Übertragungsstab **86** stabilisierende Silikonringe oder elastische Halterungen **116**, die an einer Vielzahl von Knoten positioniert sind. Die Silikonringe **116** dämpfen unerwünschte Vibrationen und isolieren die Ultraschallenergie von einer entfernbaren Hülse **120**, wodurch der Ultraschallenergiefluß in Längsrichtung zu dem distalen Ende des End-Manipulators **88** mit einem Maximum von Effektivität gesichert wird.

[0047] Die entfernbare Hülse **120** ist an das distale Ende **56** der Griffstückeinheit **50** gekoppelt. Die Hülse **120** umfaßt generell einen Adapter oder Kopfkegel **122** und ein langgestrecktes röhrenförmiges Element **124**. Das langgestreckte röhrenförmige Element **124** erstreckt sich von dem Adapter **122** und hat eine Öffnung, die sich durch diesen in Längsrichtung erstreckt. Die Hülse **120** kann auf das distale Ende des Gehäuses geschraubt werden oder in diesem einschnappen. Der Übertragungsstab **86** der Akustikeinheit **80** erstreckt sich durch die Öffnung des röhrenförmigen Elementes **124**, und der Übertragungsstab **86** wird durch die Silikonringe **116** von dem röhrenförmigen Element **124** isoliert.

[0048] Der Adapter **122** der Hülse **120** ist vorzugsweise aus Utem® gefertigt, und das röhrenförmige Element **124** ist aus rostfreiem Stahl hergestellt. Alternativ kann der Übertragungsstab **86** polymeres Material aufweisen, das den Übertragungsstab **86** umgibt, um diesen gegen Außenkontakt zu isolieren.

[0049] Das distale Ende des Übertragungsstabes **86** kann an das proximale Ende des End-Manipulators **88** durch eine Innengewindeverbindung gekoppelt sein, vorzugsweise an oder in der Nähe eines Antiknotens. Es wird auch in Betracht gezogen, daß der End-Manipulator **88** durch jedes geeignete Mittel, wie zum Beispiel durch eine Schweißverbindung oder dergleichen, an den Übertragungsstab angebracht werden kann. Obgleich der End-Manipulator **88** lösbar von dem Übertragungsstab **86** sein kann, wird auch in Betracht gezogen, daß der End-Manipulator **88** und der Übertragungsstab **86** als ein einziges Bauteil ausgebildet sein können.

[0050] Der End-Manipulator **88** kann einen distalen Bereich **88b** aufweisen, der eine kleinere Querschnittsfläche besitzt als dessen proximaler Bereich **88a**, wodurch ein Aufwärtsübergang der Vibrationsamplitude geschaffen wird. Der Aufwärtsübergang funktioniert wie ein Geschwindigkeitswandler, wie er im Fachgebiet bekannt ist, wodurch die Größe der Ultraschallvibration, die von dem proximalen Bereich **88a** zu dem distalen Bereich **88b** des End-Manipulators **88** übertragen wird, zunimmt.

[0051] Der End-Manipulator **88** hat vorzugsweise eine Länge von im wesentlichen gleich einem ganzzahligen Vielfachen der halben Systemwellenlänge ($n\lambda/2$). Der End-Manipulator **88** ist an einem Antiknoten positioniert, um ein Maximum an Längsauslenkung des distalen Endes zu erzeugen. Wenn die Wandlereinheit **82** erregt wird, dann ist das distale Ende des End-Manipulators **88** so konfiguriert, daß

es sich longitudinal in einem Bereich von, zum Beispiel, annähernd 10 Mikrometer bis 500 Mikrometer Spitze-zu-Spitze, und vorzugsweise in einem Bereich von ungefähr 30 Mikrometer bis 100 Mikrometer, bei einer vorherbestimmten Vibrationsfrequenz und am vorteilhaftesten bei 90 Mikrometer bewegt.

[0052] Der End-Manipulator **88** ist vorzugsweise aus einem festen Kernschaft hergestellt, der aus einem Material gefertigt ist, in dem sich Ultraschallenergie fortpflanzt, wie zum Beispiel Titanlegierungen (das heißt, Ti-6Al-4V) oder einer Aluminiumlegierung. Es ist auch möglich, daß der End-Manipulator **88** aus anderem geeigneten Material gefertigt werden kann. Es wird auch die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß der End-Manipulator **88** eine Oberflächenbehandlung erfahren kann, um die Energieabgabe und den gewünschten Gewebe-Effekt zu verbessern. So kann zum Beispiel der End-Manipulator **88** feinstbearbeitet, überzogen, galvanisiert, ätzpoliert, gesandet, geschruppt oder eingekerbt werden, um das Koagulieren im Gewebe zu steigern. Außerdem kann der End-Manipulator **88** angespitzt oder so geformt werden, daß seine Energieübertragungseigenschaften gesteigert werden. So kann zum Beispiel der End-Manipulator **88** blattförmig, hakenförmig oder kugelförmig sein.

[0053] Es wird jetzt auf die **Fig. 2, 3 und 3a** Bezug genommen. Darin werden schematische Darstellungen der Sperre **130** des chirurgischen Systems **10** gezeigt. Die Sperre **130** ist vorzugsweise nahe dem proximalen Ende des Übertragungsgliedes **86** positioniert. Es ist beabsichtigt, daß die Sperre **130** an jeder geeigneten Stelle entlang der Akustikeinheit **80** positioniert werden kann. So kann zum Beispiel und ohne Einschränkung, die Sperre **130** so positioniert werden, daß sie die Wandlereinheit **82**, die Halterungsvorrichtung **84** oder den End-Manipulator **88** kontaktiert. Es wird auch in Betracht gezogen, daß eine Vielzahl von Sperren entlang der Akustikeinheit positioniert werden kann.

[0054] Wie der Fachmann erkennen wird, kann die Sperre **130** des chirurgischen Systems **10** mit der Griffstückeinheit verbunden oder in dieser oder in der entfernbaren Hülse eingebaut sein. Wie in den **Fig. 2, 3 und 3a** gezeigt wird, umfaßt die Sperre **130** ein Gehäuse **132** und Bremseinrichtungen **134a** und **134b**. Die Bremseinrichtungen **134a** und **134b** sind vorzugsweise auf gegenüberliegenden Seiten des Übertragungsstabes **86** gelagert. Es wird auch in Betracht gezogen, daß die Sperre **130** jede geeignete Anzahl von Bremseinrichtungen **134a** und **134b** (das heißt, 1 bis 6) aufweisen kann und in jeder geeigneten Anordnung gelagert werden kann, um an dem Übertragungsstab **86** anzugreifen.

[0055] Die Sperre **130** kann manuell oder automatisch bewegt werden. Zum Beispiel kann die Sperre **130** gegen die Akustikeinheit gepreßt werden, wenn der Benutzer die Bremseinrichtungen **134a** und **134b** drückt, um die Ultraschallenergie zu dämpfen, zu reduzieren und/oder anzuhalten. Alternativ kann die

Sperre **130** aktiviert werden, um die Ultraschallenergie zu dämpfen, zu reduzieren und/oder anzuhalten, wenn der End-Manipulator **88** das gewünschte Gewebe eines Patienten (d. h. die Bauchwand oder die Innenwand eines Herzens eines Patienten) penetriert hat.

[0056] Eine Detektoreinheit kann verwendet werden, um zu entscheiden, wann die Bewegung des End-Manipulators **88** aufhören muß. Der Mechanismus des Detektors kann verwendet werden, um zu ermitteln, wann der End-Manipulator **88** das Gewebe penetriert hat, um an diesem Punkt die Spene **130** aktivieren zu können, um die an den End-Manipulator **88** gelieferte Ultraschallenergie zu dämpfen. Der Mechanismus des Detektors kann einen Lastwechselsensor enthalten, der erkennt, wenn der End-Manipulator **88** angemessenes Gewebe penetriert hat, und der mechanisch die Aktivierung der Bremseinrichtungen **134a** und **134b** auslöst. Es wird in Betracht gezogen, daß die Sperre **130** aktiviert werden kann, wenn der Innenwiderstandspegel, der einer angemessenen Penetration entspricht, getastet oder nachgewiesen wird. So offenbart zum Beispiel das US-Patent Nr. 5.449.370 einen Rückkopplungsmechanismus, der die Änderungen in der Last oder im Innenwiderstand des End-Manipulators abtastet. Es wird erkannt, daß die Sperre **130** auch ausgelöst werden kann, wenn ein Benutzer einen Knopf oder einen Schalter drückt, der in dem Generator, der Griffstückeinheit oder der entfernbaren Hülse integriert sein kann, oder die Sperre **130** kann aktiviert werden, indem die Einheit durch jedes geeignete Mittel, wie zum Beispiel einen mechanischen Auslöser, betätigt wird.

[0057] Die Bremseinrichtungen **134a** und **134b** der Sperre **130** schließen vorzugsweise federnde Elemente **136a** und **136b** und Bremsklötze **138a** und **138b** ein. Die Bremsklötze **138a** und **138b** sind vorzugsweise von rechteckiger Form. Es wird ebenfalls in Betracht gezogen, daß die Bremsklötze **138a** und **138b** von jeder Form oder Größe sein können. Die Bremsklötze **138a** und **138b** können aus einem einzelnen Klotz oder aus einer Vielzahl von Klötzen bestehen.

[0058] Die Bremsklötze **138a** und **138b** erreichen vorzugsweise eine hohe Betriebstemperatur auf und sind so konstruiert, daß sie den Übertragungsstab **86** nicht zerkratzen oder durchtrennen. Die Bremsklötze **138a** und **138b** können aus Polytetrafluorethylen (PTFE/TFE) oder Fluorethylenpropylen (FEP) gefertigt sein. Es wird auch zuerkannt, daß die Bremsklötze **138a** und **138b** aus jedem geeignetem Material, das im Fachgebiet bekannt ist, bestehen können.

[0059] Die Bremsklötze **138a** und **138b** haben jeder vorzugsweise eine Vorderfläche **135a** bzw. **135b**, die dem Umfang des Übertragungsstabes **86** entsprechen. Wie in **Fig. 3a** gezeigt wird, hat jede der Vorderflächen **135a** und **135b** eine konkave Fläche oder Nut **139a** bzw. **139b**, um an dem Übertragungsstab **86** anzugreifen. Es wird auch in Betracht gezogen,

daß die Vorderflächen der Bremseinrichtungen **134a** und **134b** jede gewünschte Form aufweisen und daß sie im wesentlichen eben sein können. Es wird auch in Betracht gezogen, daß die Bremsklötze **138a** und **138b** von Stützplatten getragen werden, welche die Bremsklötze halten.

[0060] Die federnden Elemente **136a** und **136b** sind an den Rückseiten der Bremsklötze **138a** und **138b** angebracht. Die federnden Elemente **136a** und **136b** versehen die Bremsklötze **138a** und **138b** in Richtung des Übertragungsstabes **86** mit einer Vorspannung. Vorzugsweise bestehen die federnden Elemente **136a** und **136b** aus Federn. Es wird auch in Betracht gezogen, daß die federnden Elemente **136a** und **136b** aus jedem geeigneten Mechanismus bestehen können, um die Bremsklötze **138a** und **138b** vorzuspannen, wie zum Beispiel eine Magnetspule, pneumatische Kolben etc.

[0061] Die Bremsklötze **138a** und **138b** der Sperre **130** können so eingerichtet sein, daß sie an der Peripherie der Akustikeinheit an jedem geeigneten Punkt oder Ort angreifen, um die Ultraschallvibrationen des Übertragungsstabes und/oder des End-Manipulators zu dämpfen, zu reduzieren oder anzuhalten. Die Bremsklötze **138a** und **138b** werden vorzugsweise an die Akustikeinheit in der Nähe eines Antiknotens angelegt.

[0062] In Funktion: die Bremseinrichtungen **134a** und **134b** der Sperre **130** befinden sich in einer zurückgezogenen Position oder nicht in Eingriff, wie in **Fig. 2** gezeigt wird. In dieser Position werden die Bremsklötze **138a** und **138b** in einem vorher festgelegten Abstand zum Übertragungsstab **86** gehalten. Wenn man wünscht, daß eine Ultraschallvibration des Übertragungsstabes gedämpft oder angehalten werden soll, werden die Bremseinrichtungen **134a** und **134b** gegen den Übertragungsstab gedrückt, wie in **Fig. 3** gezeigt wird. Wenn die Bremsklötze **138a** und **138b** der Bremseinrichtungen **134a** und **134b** gegen den Übertragungsstab gedrückt werden, wird die Impedanz des Ultraschall-Übertragungsstabes ausreichend erhöht, so daß der Generator **30** nicht mehr mit der Resonanzfrequenz des Übertragungsstabes synchron läuft und ein entsprechendes Steuersignal erzeugen kann. In der Folge hört die Bewegung des Übertragungsgliedes auf und der Generator meldet einen Dauerton.

[0063] Es wird jetzt auf **Fig. 4** Bezug genommen. Diese zeigt eine beispielhafte Ultraschall-Trokareinheit **200**. Es ist selbstverständlich, daß die Ultraschall-Trokareinheit **200** in vieler Hinsicht in Übereinstimmung mit dem oben beschriebenen chirurgischen System **10** ausgebildet sein kann. Folglich ist zum Zweck der vorliegenden Erfindung die Trokareinheit **200** in Übereinstimmung mit dem oben beschriebenen chirurgischen System **10** ausgebildet werden, es sei denn, es ist anders vermerkt. Die Ultraschall-Trokareinheit **200** unterscheidet sich von dem in **Fig. 1** dargestelltem chirurgischem System **10** darin, daß die Trokareinheit **200** einen Ultraschal-

lobturator enthält, der in Verbindung mit einer röhrenförmigen Trokarkanüle verwendet werden kann. Das US-Patent Nr. 5.449.370 offenbart eine Ultraschall-Trokareinheit, die einen Ultraschalllobturator enthält, der so ausgebildet ist, daß er eine Ultraschallpenetration der Wand einer Körperhöhle bewirkt, um nachfolgend eine röhrenförmige Kanüle der Trokareinheit einzuführen.

[0064] Wie in **Fig. 4** dargestellt wird, schließt die Trokareinheit **200** eine Akustikeinheit ein, die als Obturator **180** ausgebildet ist, der in vieler Hinsicht in Bauweise und Funktion der vorher beschriebenen Akustikeinheit des chirurgischen Systems **10** entspricht. Die Komponenten der Trokareinheit **200**, die generell den Komponenten des chirurgischen Systems **10** entsprechen, sind mit gleichen Bezugszahlen in der Einhunderter- und Zweihunderterserie bezeichnet.

[0065] Der Obturator **180** der Trokareinheit **200** umfaßt ein Gehäuse **152**, in dem eine Wandlereinheit **182**, konfiguriert in Übereinstimmung mit der vorher beschriebenen Wandlereinheit **82**, angeordnet ist. Um die Handhabung des Obturators **180** zu erleichtern, ist vorzugsweise ein Handgriff **153** vorgesehen, der an das Gehäuse **152** der Trokareinheit angefügt ist. Ein Paar von Verschlussclips **155**, die manuell betätigt werden können, sind vorzugsweise an dem oberen Teil des Handgriffes **153** vorgesehen, um gemeinsam eine lösbare und schließbare Anbringung an das proximale Gehäuse **157** der Trokarkanüle **159** der Trokareinheit zu schaffen. Die Trokarkanüle **159** einschließlich einer röhrenförmigen Kanüle **161** kann in einer lösbaren Schließenanbringung an dem Obturator **180** der Einheit positioniert werden, wobei der Obturator **180** in einer generell teleskopartigen Beziehung coaxial in der röhrenförmigen Kanüle **161** angeordnet ist.

[0066] Wie bereits bemerkt wurde, ist der Obturator **180** generell in Übereinstimmung mit der vorher beschriebenen Akustikeinheit **80** des chirurgischen Systems **10** ausgebildet. Zu diesem Zweck enthält der Obturator **180** einen generell langgestreckten Übertragungsstab oder Wellenleiter **186**, der einen Manipulatorbereich **188** am distalen Ende aufweist. Der End-Manipulator **188** kann mit den Stücken des Wellenleiters eine Einheit bilden (d. h. einstöckig sein), oder der End-Manipulator kann ein separates Bauteil sein, das an den langgestreckten Wellenleiter angefügt ist, wie zum Beispiel durch eine Schraubverbindung oder dergleichen. Der Wellenleiter **186** ist funktionell mit der Wandlereinheit **182** durch eine geeignete Haltevorrichtung **184** verbunden, wodurch die Ultraschallenergie durch den Wellenleiter von der Wandlereinheit übertragen wird.

[0067] In der bevorzugten Form ist der langgestreckte Wellenleiter **186** in einem generell röhrenförmigen hülsenartigen, nicht-schwingenden Gehäuse eingehaust, wobei das Gehäuse generell coaxial um den Wellenleiter **186** positioniert ist. In der dargestellten Ausführungsform ist diese bevorzugte Anord-

nung in der Form einer Vielzahl von röhrenförmigen Hülselementen **220** vorgesehen, die in sich eine Vielzahl von elastischen Isolationshalterungen **216** tragen, die so funktionieren, daß sie in wünschenswerter Weise die röhrenförmigen Hülselemente von der durch den Wellenleiter **186** beförderten Ultraschallenergie isolieren. Folglich funktionieren die Halterungen **216** in der Art und Weise der Halterungen **116** der Akustikeinheit **80** des vorher beschriebenen chirurgischen Systems **10**. Die röhrenförmigen Elemente **220** können durch eine Schnappverbindung, eine Gewindeverbindung oder andere geeignete Mittel zusammengefügt werden.

[0068] In der dargestellten Ausführungsform der Trokareinheit wird der Zusammenbau des äußeren hülsenähnlichen Gehäuses des distalen Endbereiches des Obturators **180** dadurch erleichtert, daß ein Paar von Hülseanteilen **221**, die mit einem Kopplungselement **213** in einer zusammenwirkenden Beziehung stehen, vorgesehen ist. Das Kopplungselement **213** kann eine Schlitzmuffe aufweisen, welche im Zusammenwirken mit den Hülseanteilen **221** diese aufnimmt, wobei es möglich ist, daß das äußerste distale Hülseanteil **221**, wenn es notwendig ist, von dem Kopplungselement **213** entfernt wird.

[0069] Das äußere röhrenförmige Gehäuse des Obturators **180** enthält weiterhin ein Zwischenglied **217**, das funktionell mit dem äußersten distalen Hülseanteil **221** verbunden ist, wobei wiederum eine Isolierhalterung **216** vorzugsweise vorgesehen ist, um das Zwischenglied **217** von der Vibrationsenergie des innen angeordneten Wellenleiters **186** zu isolieren.

[0070] In Funktion: Der Ultraschallobturator **180** der Einheit ist teleskopartig in der röhrenförmigen Kanüle **161** der Trokarkanüle **159** positioniert. Die Verschlußclips **155** sind vorzugsweise mit dem proximalen Gehäuse **157** der Trokarkanüle **159** in Eingriff, so daß das ganze Instrument als Einheit durch den Handgriff **153** ohne Probleme gehandhabt werden kann. Das freie Ende des Obturators einschließlich des End-Manipulators **188** ragt aus dem distalen Endbereich der röhrenförmigen Kanüle **161** heraus, wobei der Obturator in der Kanüle positioniert ist.

[0071] Es wird jetzt auf die Fig. 5, 6, 7, 8 und 8a Bezug genommen. Darin werden schematische Darstellungen einer Sperre **300** dargestellt, die so ausgebildet ist, daß sie mit der Trokareinheit **200** von Fig. 4 verwendet werden kann. Die Sperre **300** kann an jeder geeigneten Stelle mit dem Obturator oder der röhrenförmigen Trokarkanüle verbunden oder Teil von den genannten sein, wie der Fachmann erkennen wird. Die Sperre **300** umfaßt vorzugsweise ein Gehäuse **310**, einen Obturator, der einen Wellenleiter **316** enthält, Bremseinrichtungen **320a** und **320b**, einen Armierungsbund **330** und einen Rückstellknopf **340**.

[0072] Die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** sind vorzugsweise an gegenüberliegenden Seiten des Wellenleiters **316** angebracht. Die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** sind vorzugsweise nahe dem

proximalen Ende des Wellenleiters **316** positioniert. Es wird auch in Betracht gezogen, daß die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** an jeder geeigneten Stelle entlang der Akustikeinheit positioniert werden können. Es ist selbstverständlich, daß die Sperre **300** jede geeignete Anzahl von Bremseinrichtungen **320a** und **320b** (das heißt, 1 bis 6) aufweisen und in jeder geeigneten Anordnung, um an dem Übertragungsstab **186** anzugreifen, angebracht sein kann.

[0073] Die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** enthalten vorzugsweise federnde Elemente **322a** und **322b** und Bremsklötze **324a** und **324b**. Die Bremsklötze **324a** und **324b** sind vorzugsweise von rechteckiger Form. Es wird ebenfalls in Betracht gezogen, daß die Bremsklötze **324a** und **324b** von jeder Form oder Größe sein können. Die Bremsklötze **324a** und **324b** erreichen vorzugsweise eine hohe Betriebstemperatur und sind derart konstruiert, daß sie den Wellenleiter **316** des Obturators nicht zerkratzen oder durchtrennen. Die Bremsklötze **324a** und **324b** können aus Polytetrafluorethylen (PTFE/TFE) oder Fluorethylenpropylen (FEP) gefertigt sein. Es wird auch zuerkannt, daß die Bremsklötze **324a** und **324b** aus jedem geeigneten Material, das im Fachgebiet bekannt ist, bestehen können.

[0074] Die Bremsklötze **324a** und **324b** haben vorzugsweise eine Vorderfläche, die dem Umfang des Wellenleiters **316** entspricht. Die Vorderfläche hat vorzugsweise eine konkave Oberfläche oder eine Nut, um den Wellenleiter **316** aufzunehmen. Es wird auch in Betracht gezogen, daß die Vorderflächen der Bremseinrichtungen **320a** und **320b** jede gewünschte Form aufweisen und daß sie im wesentlichen eben sein können.

[0075] Die federnden Elemente **322a** und **322b** sind an den Rückseiten der Bremseinrichtungen **320a** und **320b** angebracht. Die federnden Elemente **322a** und **322b** versehen die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** in Richtung des Wellenleiters **316** mit einer Vorspannung.

[0076] Vorzugsweise enthält jedes der federnden Elemente **322a** und **322b** eine Feder. Es wird auch in Betracht gezogen, daß die federnden Elemente **322a** und **322b** aus jedem geeigneten Mechanismus bestehen können, um die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** vorzuspannen, wie zum Beispiel eine Magnetspule, pneumatische Kolben etc.

[0077] Der Armierungsbund **330** der Sperre **130** steht vorzugsweise unter Federdruck. Wenn die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** gegen den Wellenleiter **316** gedrückt werden, dann befindet sich der Bund **330** in einer zurückgezogenen Position, wie in Fig. 5 gezeigt wird. Wenn dann die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** von dem Wellenleiter **316** weg bewegt werden, dann befindet sich der Bund **330** vorzugsweise zwischen den Bremseinrichtungen **320a** und **320b**, wie in Fig. 6 gezeigt wird. Der Armierungsbund **330** hält die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** von dem Wellenleiter **316** zurück. Der Armierungsbund **330** ist durch ein federndes Element **339**,

wie zum Beispiel eine Feder vorgespannt.

[0078] Die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** können ebenfalls Nockenflächen **328a** und **328b** aufweisen. Die geneigten Oberflächen **328a** und **328b** sind vorzugsweise vom proximalen Ende zum distalen Ende nach innen geneigt. Wenn der Rückstellknopf **340** in Richtung des Pfeiles **350a** in **Fig. 5** geschoben wird, dann greift der Rückstellknopf an den geneigten Oberflächen **328a** und **328b** an und drückt die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** weg von dem Wellenleiter **316**, wie in **Fig. 6** gezeigt wird.

[0079] Die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** der Sperre **300** sind so ausgebildet, daß sie an dem Umfang des Wellenleiters **186** an einem geeigneten Punkt oder Ort entlang der Akustikeinheit angreifen, um die Ultraschallvibrationen zu dämpfen oder anzuhalten. Die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** greifen vorzugsweise in der Nähe eines Antiknotens an.

[0080] Zuerst liegen die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** an dem Wellenleiter **316** an, und der Rückstellknopf **340** ist rückwärtig zu den Bremseinrichtungen **320a** und **320b** positioniert, wie in **Fig. 5** gezeigt wird. Die Sperre **300** wird dann seitlich dadurch verschoben, daß der Rückstellknopf **340** vorwärts geschoben wird, um die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** von dem Wellenleiter **316** wegzudrücken, wie in **Fig. 6** gezeigt wird. In dieser Position werden die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** in einer vorher festgelegten Entfernung von dem Wellenleiter **316** durch den Armierungsbund **330** gehalten. Der Armierungsbund **330** wird durch die Feder **339** in den Raum zwischen den Bremseinrichtungen **320a** und **320b** gelenkt. Dann kann der Chirurg den Generator aktivieren, um die Akustikeinheit zu erregen.

[0081] Als nächstes wird die Trokareinheit positioniert, so daß das distale Ende des Ultraschallobturators sich in Kontakt mit der Wand der zu durchdringenden Körperhöhle befindet. Entweder vor oder nach einer solchen Positionierung wird das Ultraschallsystem erregt, wodurch die Übertragung von Ultraschallenergie von einer Wandlereinheit zum distalen Ende des Obturators bewirkt wird. Durch Beaufschlagung mit einem geeigneten Druck über den Handgriff **153** (siehe **Fig. 4**) kann das distale Ende des Obturators dazu gebracht werden, daß es die Wand der Körperhöhle durchdringt, wenn Ultraschallenergie, die durch den Wellenleiter übertragen wird, auf die Zellstrukturen der Wand einwirkt.

[0082] Wie in **Fig. 7** gezeigt wird, beginnt der Chirurg die Trokareinheit gegen das Gewebe eines Patienten zu pressen. Wenn der Gewebelastsensor **350** zurückgezogen wird, schiebt sich ein zentraler Stab von unten in den Raum zwischen den Bremseinrichtungen **320a** und **320b**. Wenn der Obturator vorwärts in das Gewebe geschoben wird, zieht sich der Gewebelastsensor **350** weiter zurück, was bewirkt, daß sich der zentrale Stab gegen den Armierungsbund **330** preßt und diesen aus der Stellung zwischen den Bremseinrichtungen **320a** und **320b** herausbewegt, wie in der **Fig. 7** gezeigt wird. Der zentrale Stab **351**

hat vorzugsweise einen kleineren Durchmesser als der Armierungsbund **330**, die Bremseinrichtungen bewegen sich leicht nach innen, wodurch verhindert wird, daß der Armierungsbund **330** wieder zur Anlage kommt, aber nicht weit genug, daß er an dem Wellenleiter **316** des Obturators angreift. Die Ultraschall-Trokareinheit wird dann durch das Gewebe gestoßen und hinein in einen Hohlraum, wie die Bauchfellhöhle.

[0083] Wenn der Obturator in die Höhle eintritt, hört der Widerstand auf den Gewebelastsensor **350** im wesentlichen auf, und der Gewebelastsensor **350** wird, zum Beispiel durch eine Feder (nicht dargestellt), vorwärtsbewegt. Wenn der Gewebelastsensor **350** sich vorwärtsbewegt, dann tritt der zentrale Stab **351** aus dem Bereich zwischen den Bremsen heraus und ermöglicht so, daß diese den Wellenleiter **316** kontaktieren. Wenn die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** gegen den Obturator geschoben werden, dann erhöhen die Bremseinrichtungen **320a** und **320b** vorzugsweise ausreichend den Innenwiderstand des Ultraschallwellenleiters, so daß der Generator nicht mehr mit der Resonanzfrequenz der Akustikeinheit synchron läuft und ein entsprechendes Steuersignal erzeugen kann. In der Folge hört die Bewegung des Wellenleiters auf und der Generator meldet einen Dauerton.

[0084] Nachdem die Penetrationsöffnung durch den Ultraschallobturator ausgebildet wurde, kann der Betrieb des Ultraschallsystems beendet werden. Der Obturator wird distal vorwärts geschoben, so daß die rückwärtsliegende und am Anfang ausgebildete Penetrationsöffnung ausreichend erweitert wird, so daß nachfolgend die röhrenförmige Kanüle der Trokarkanüle eingeführt werden kann. Die Kanüle wird dann durch die aufgeweitete und vergrößerte Öffnung vorwärts geschoben, wobei der Ultraschallobturator vor oder nach der Einführung der röhrenförmigen Kanüle durch die vergrößerte Penetrationsöffnung entfernt wurde. Die Funktion der Verschlussclips erlaubt, daß der Obturator gelöst und vollständig von der Trokarkanüle entfernt wird und der gewünschte chirurgische endoskopische Eingriff durchgeführt werden kann.

[0085] Aus dem Vorhergehenden wird man feststellen, daß zahlreiche Modifikationen und Variationen vorgenommen werden können ohne vom Umfang des neuen Konzeptes der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es ist selbstverständlich, daß die vorliegende Beschreibung zur Veranschaulichung der Erfindung gedacht ist und nicht als Beschränkung der Erfindung auf die spezifische dargestellte Ausführungsform. Es ist beabsichtigt, durch die beigefügten Ansprüche alle derartigen Modifikationen, wie sie im Schutzzumfang der Ansprüche liegen, zu erfassen.

Patentansprüche

1. Ultraschallvorrichtung, die für ein chirurgisches Instrument geeignet ist, umfassend:

ein Übertragungsteil (**84, 86, 88**) mit einem ersten und einem zweiten Ende, welches eine Ultraschallschwingung empfangen und vom ersten Ende zum zweiten Ende zu übertragen vermag, gekennzeichnet durch eine Bremseinrichtung (**130**), welche derart ausgebildet ist; daß sie zwischen einer Nichteingriffsposition, in welcher die Ultraschallschwingung durch das Übertragungsteil übertragen werden kann und einer Eingriffsposition, in welcher die Bremseinrichtung am Übertragungsteil anliegt, bewegbar ist um dadurch die Übertragung der Ultraschallschwingung durch das Übertragungsteil hindurch zu dämpfen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Bremseinrichtung mindestens ein Bremsselement aufweist, das zwischen der Eingriffsposition und der Nichteingriffsposition bewegbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher das Bremsselement eine Bremsfläche aufweist, welche mit dem Übertragungsteil in Kontakt gebracht werden kann.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die Bremseinrichtung einen ersten Bremsklotz sowie einen gegenüberliegenden zweiten Bremsklotz aufweist, wobei der erste und der zweite Bremsklotz mit dem Übertragungsteil in Kontakt gebracht werden können.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, welche weiterhin eine Wandlerbaugruppe aufweist, um als Reaktion auf zugeführte elektrische Energie mit Ultraschallfrequenz in Schwingungen zu geraten, wobei die Wandlerbaugruppe an das erste Ende des Übertragungsteiles gekoppelt ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, weiterhin umfassend:
eine Haltevorrichtung mit einem ersten und einem zweiten Ende, welche derart ausgebildet ist, daß sie die Ultraschallschwingung von der Wandlerbaugruppe empfängt, um sie vom ersten Ende der Haltevorrichtung zu ihrem zweiten Ende und dann zum Übertragungsteil zu übertragen, wobei das erste Ende der Haltevorrichtung mit der Wandlerbaugruppe und das zweite Ende der Haltevorrichtung mit dem Übertragungsteil gekoppelt ist und
einen Endmanipulator mit einem ersten und einem zweiten Ende, welcher derart ausgebildet ist, daß er die Ultraschallschwingung vom Übertragungsteil empfängt und von seinem ersten Ende zu seinem zweiten Ende überträgt bis die Bremsvorrichtung betätigt wird, wobei das zweite Ende des Endmanipulators in der Nähe eines Schwingungsbauches angeordnet und sein erstes Ende mit dem zweiten Ende des Übertragungsteiles gekoppelt ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

die eine Trokar-Baugruppe ist, welche umfaßt:
eine Kanüle einschließlich eines Griffes sowie eines Kanülenrohres, das sich von dem Griff aus erstreckt sowie einen Obturator, welcher durch die Kanüle einführbar ist und welcher einen Ultraschallwandler, das Übertragungsteil und den Endmanipulator umfaßt, wobei der Ultraschallwandler mit einer gewählten Frequenz zu schwingen vermag.

8. Trokar-Baugruppe nach Anspruch 7 umfassend:
eine Armierungseinrichtung für den Obturator, um die Übertragung von Ultraschallschwingungen über das Übertragungsteil zum Endmanipulator zu ermöglichen, wobei die Armierungseinrichtung entgegengesetzt zur Bremseinrichtung wirkt, um die Bremseinrichtung lösbar außerhalb der Eingriffsposition zu halten.

9. Trokar-Baugruppe nach Anspruch 8, bei welcher:
die Armierungseinrichtung einen auf dem Übertragungsteil angeordneten Armierungsring aufweist, der in eine Position zum Lösen der Bremsvorrichtung bewegbar ist, wenn der Obturator in distaler Richtung aus dem Kanülenrohr vorgeschoben wird.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welcher das Übertragungsteil ein Übertragungsstab ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

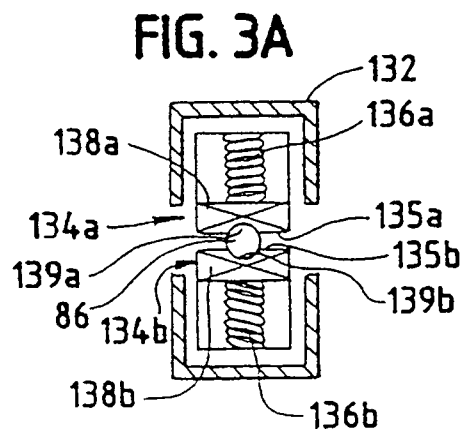
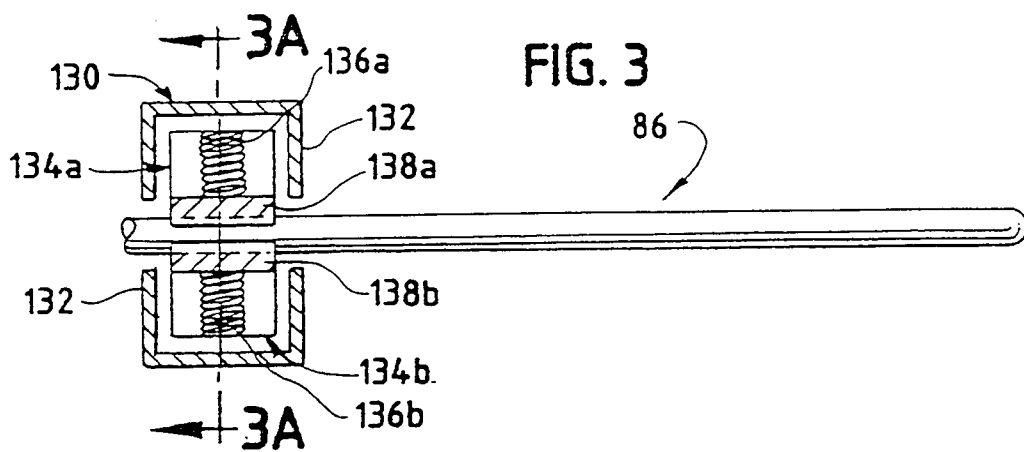
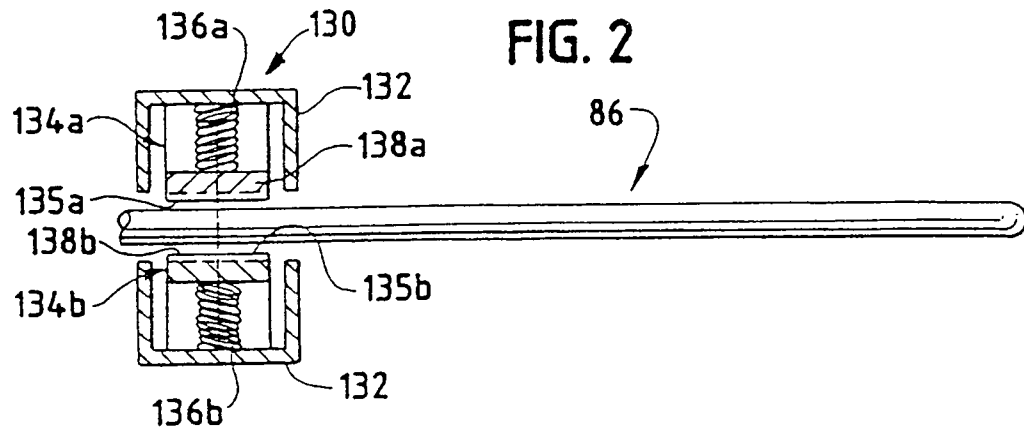


FIG. 5

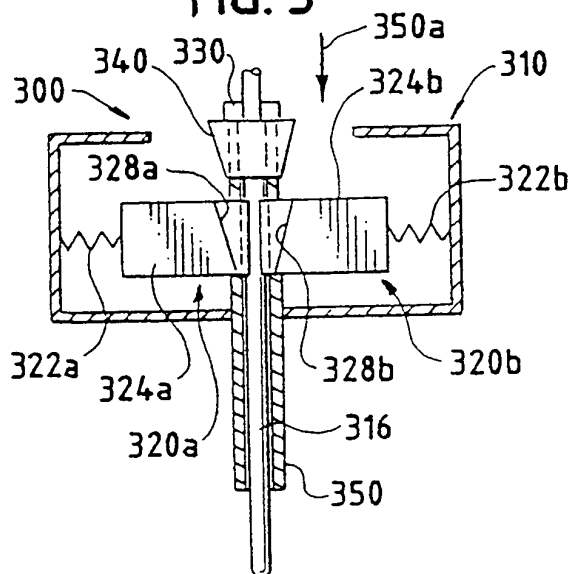


FIG. 6

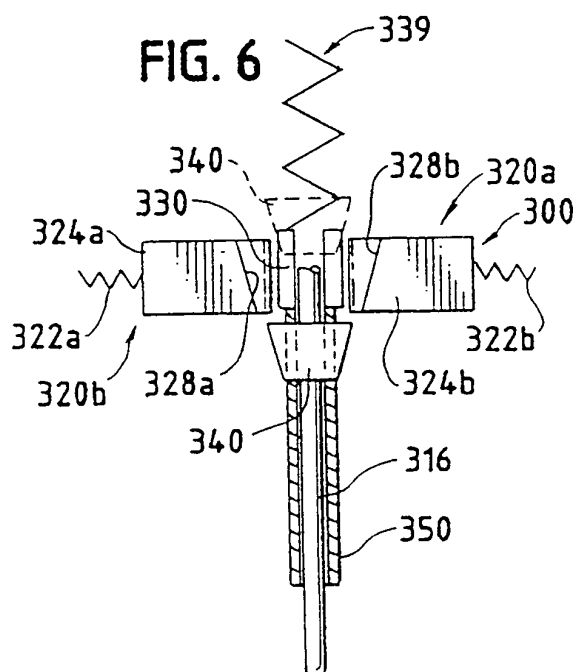


FIG. 7

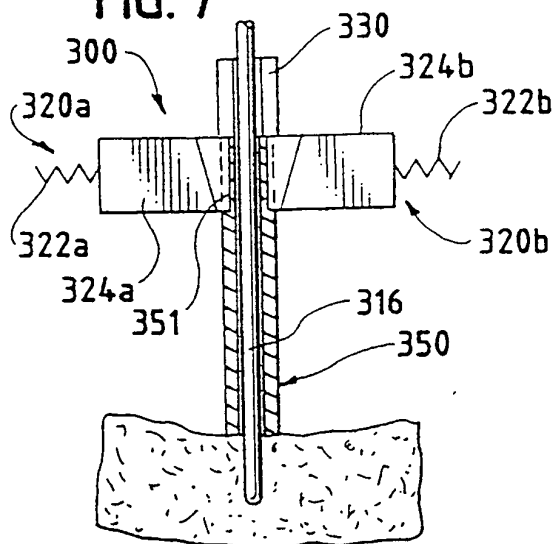


FIG. 8A

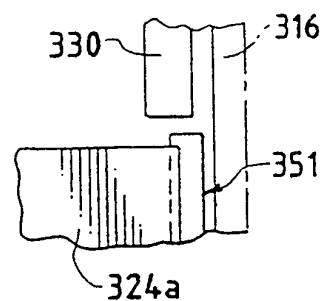


FIG. 8

