



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 025 233 A1** 2009.12.03

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 025 233.6**

(22) Anmeldetag: **27.05.2008**

(43) Offenlegungstag: **03.12.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 17/3203** (2006.01)  
**A61B 17/94** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Erbe Elektromedizin GmbH, 72072 Tübingen, DE**

(74) Vertreter:  
**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München**

(72) Erfinder:  
**Fischer, Klaus, 72202 Nagold, DE; Schäller, Daniel, 72074 Tübingen, DE; Voigtländer, Matthias, 72810 Gomaringen, DE; Szyrach, Mara, 72070 Tübingen, DE; Sigle, Irina, 72116 Mössingen, DE; Blobel, Lars, 72119 Ammerbuch, DE; Enderle, Markus, 72070 Tübingen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

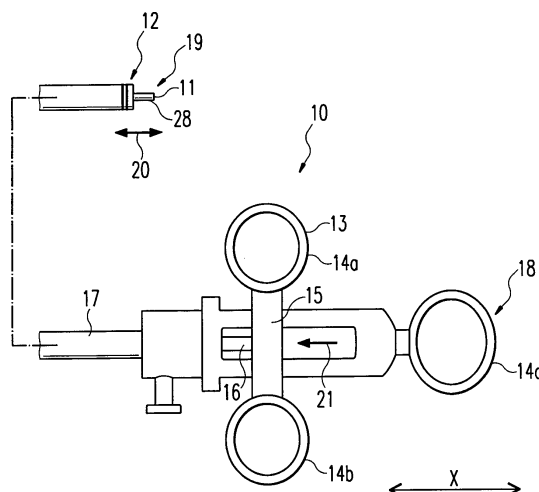
<b>US</b>	<b>59 44 686</b>	<b>A</b>
<b>DE</b>	<b>10 2007 002486</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>06 91 183</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>69 42 649</b>	<b>B2</b>
<b>WO</b>	<b>2004/0 14 460</b>	<b>A2</b>
<b>DE</b>	<b>20 2005 009717</b>	<b>U1</b>

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Wasserstrahlchirurgieinstrument**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Wasserstrahlchirurgieinstrument mit einer Zufuhrleitung zum Zuführen einer Schneidflüssigkeit und einer Ausstoßdüse zum Formen und Ausstoßen eines Flüssigkeitsstrahls mit einem vorbestimmten Aufweitungswinkel und/oder einer vorbestimmten Austrittsenergie. Eine Strahlformungseinrichtung ist derart relativ zur Ausstoßdüse angeordnet, dass der Flüssigkeitsstrahl durch die Strahlformungseinrichtung hinsichtlich seines Aufweitungswinkels und/oder seiner Austrittsenergie einstellbar oder eingestellt ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Wasserstrahlchirurgieinstrument nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Bei einer Resektion von Gewebe, insbesondere von Tumor-Gewebe im Gastrointestinaltrakt, welches auf die Mukosa begrenzt ist, soll möglichst in einer Sitzung und möglichst vollständig ektomiert werden können. Dazu wird üblicherweise die Schlingentechnik oder die Kappentechnik eingesetzt, bei der in Abhängigkeit vom Schlingendurchmesser bzw. vom Kappendurchmesser unterschiedlich große kreisrunde Resektate erstellt werden.

**[0003]** Um auch großflächige Tumore mit einem Durchmesser von mehr als acht Zentimetern in einer Sitzung und möglichst vollständig ektomieren zu können, wird beispielsweise in der WO 2006/108480 A1 vorgeschlagen, bei der endoskopischen Mukosaresektion vor der Resektion zuerst die Mukosa durch eine flexible Nadel mit Flüssigkeit zu unterspritzen. Die Nadel wird dabei in der Submukosa platziert. Durch das Eindringen der Flüssigkeit in die Mukosa wird diese von der Muskularis Propria abgelöst, wobei ein Flüssigkeitskissen unter der Mukosa entsteht. Dadurch werden ein Sicherheitsabstand zur Muskularis Propria sowie ein Wärmeschutz gewonnen. Beispielsweise mit einem flexiblen Nadelmesser, insbesondere aber einem HF-Chirurgieinstrument wird dann die Mukosaresektion durchgeführt. Alternativ wird im Stand der Technik auch eine Resektion mittels Argon-Plasma-Koagulation beschrieben.

**[0004]** Bei dem Wasserstrahlchirurgieinstrument gemäß dem Stand der Technik tritt ein gebündelter Wasserstrahl an einem distalen Ende des Instrumentes mit hohem Druck aus und durchdringt die weiche Schleimhaut (Mukosa). In der Submukosa (in der elastischen faserigen Verschiebeschicht) wird die eindringende Flüssigkeit derart aufgefangen, dass ein Flüssigkeitskissen entsteht.

**[0005]** Für eine solche selektive Gewebetrennung gemäß dem Stand der Technik wird ein Flüssigkeitsstrahl mit einem hohen Wasserstrom und hoher Geschwindigkeit verwendet. Aufgrund der Geometrie entsteht am Düsenaustritt ein laminarer Wasserstrahl mit dem Durchmesser der Düse.

**[0006]** Als problematisch dabei anzusehen ist, dass es bei einer solchen endoskopischen submukosalen Dissektion zu einer Perforation der Muskularis Propria (im Folgenden vereinfachend auch als Muskularis bezeichnet) durch den Wasserstrahl kommen kann. Dadurch kommt es zu gefährlichen inneren Blutungen, die darüber hinaus auch die Sicht des Operateurs behindern, so dass ein Freispülvorgang des OP-Situs durchgeführt werden muss. Dies erfordert

ein Herausnehmen des Instrumentes aus dem Arbeitskanal, was mit weiteren Verzögerungen und einer weiteten Gefährdung des Patienten einhergeht.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Wasserstrahlchirurgieinstrument aufzuzeigen, welches eine erleichterte Geweberesektion ermöglicht, insbesondere das Risiko einer Perforation der Muskularis bzw. das Risiko von inneren Blutungen reduziert. Diese Aufgabe wird durch ein Wasserstrahlchirurgieinstrument nach Patentanspruch 1 gelöst.

**[0008]** Insbesondere wird die Aufgabe durch ein Wasserstrahlchirurgieinstrument gelöst, bei dem eine Zufuhrleitung zum Zuführen einer Schneidflüssigkeit und eine Ausstoßdüse zum Formen und Ausstoßen eines Flüssigkeitsstrahls mit einem vorbestimmten Aufweitungswinkel und/oder einer vorgeschriebenen Austrittsenergie vorgesehen sind, wobei eine Strahlformungseinrichtung vorgesehen und derartig relativ zur Ausstoßdüse angeordnet ist, dass der Flüssigkeitsstrahl durch die Strahlformungseinrichtung hinsichtlich seines Aufweitungswinkels und/oder seiner Austrittsenergie einstellbar oder eingestellt ist.

**[0009]** Ein wesentlicher Punkt der Erfindung liegt darin, dass aufgrund der Variation des Aufweitungswinkels und/oder der Austrittsenergie des Flüssigkeitsstrahls das Wasserstrahlchirurgieinstrument an ein konkret vorliegendes Gewebe angepasst werden kann. Beispielsweise kann dadurch die unterschiedliche Gewebesichtdicke im Ösophagus, Magen, Colon und Rektum berücksichtigt werden, indem der Druck des Flüssigkeitsstrahls auf das jeweilige Gewebe angepasst wird. Eine Variation des Aufweitungswinkels hat weiterhin den Vorteil, dass zu Beginn einer endoskopischen submukosalen Dissektion die Ausbreitung eines zu entfernenden Tumors durch Färbemittel, zum Beispiel Methylenblau od. dgl. sichtbar gemacht werden kann.

**[0010]** Vorzugsweise ist die Strahlformungseinrichtung zur Einstellung des Aufweitungswinkels und/oder der Austrittsenergie in ihrer Relativposition zur Ausstoßdüse veränderbar, wodurch eine besonders einfache und wenig aufwändige Einstellung des Aufweitungswinkels und/oder der Austrittsenergie gewährleistet ist.

**[0011]** In einer weiteren konkreten Ausführungsform ist die Strahlaufweitungsvorrichtung in einem vorzugsweise flexiblen Umhüllungsrohr gelagert. Der mit einer solchen Bauweise verbundene Bauaufwand ist besonders gering.

**[0012]** Vorzugsweise umfasst die Strahlaufweitungsvorrichtung des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes ein Drallelement, welches dem Flüssigkeitsstrahl zu dessen Aufweitung und/oder Verminderung der Austrittsenergie eine Drehströmung aufprägt. Da-

durch kann die Aufweitung und/oder Austrittsenergie des Flüssigkeitsstrahls besonders einfach eingestellt werden.

**[0013]** Vorzugsweise umfasst die Strahlaufweitungsvorrichtung des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes ein Ablenkorgan, das mindestens teilweise in den Flüssigkeitsstrahl ragend zu dessen Ablenkung oder Aufweitung und/oder Verminderung der Austrittsenergie oder zum Durchlassen eines unveränderten Flüssigkeitsstrahls positionierbar ist. Ein solches Ablenkorgan ist besonders einfach herzustellen.

**[0014]** Vorzugsweise umfasst die Strahlaufweitungsvorrichtung eine Luft- und/oder Flüssigkeitszufuhreinrichtung, welche dem Flüssigkeitsstrahl Luft und/oder Flüssigkeit zu dessen Ablenkung und/oder Aufweitung und/oder Verminderung seiner Austrittsenergie zuführt. Eine solche Bauweise ist dann vorteilhaft, wenn ein Verschieben großer Teile der Strahlaufweitungsvorrichtung vermieden oder verringert werden soll.

**[0015]** In einer bevorzugten Ausführung umfasst die Strahlaufweitungsvorrichtung des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes eine Venturi-Düse zum Zumischen eines Gases oder einer Flüssigkeit. Dadurch können auf einfache Weise und genau portioniert Gas oder eine Flüssigkeit zugemischt werden.

**[0016]** Vorzugsweise ist das Wasserstrahlchirurgieinstrument auch zum Freispülen eines Operationsfeldes und/oder zum Reinigen einer Bildaufnahmeverrichtung eines Endoskops ausgebildet. Dadurch werden mehrere Funktionen des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes zweckmäßig in einem Instrument vereinigt und die Operation erleichtert. Vorzugsweise ist das Wasserstrahlchirurgieinstrument in einen Arbeitskanal eines Endoskops einsetzbar ausgebildet, was endoskopische Operationen ermöglicht.

**[0017]** In einer bevorzugten Ausführung ist der Ausstoßdüse des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes ein Düsenabstandshalter zur Variation des Abstandes der Ausstoßdüse von einem zu behandelnden Gewebe zugeordnet. Auch dadurch ergibt sich eine erleichterte Handhabung des Instrumentes.

**[0018]** Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0019]** Nachfolgend wird die Erfindung auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, die anhand der Abbildungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen:

**[0020]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Wasserstrahlchirurgieinstrumentes,

**[0021]** [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung eines distalen Endes des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes aus [Fig. 1](#) vor einer Einspritzung von Flüssigkeit in die Submukosa,

**[0022]** [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung des distalen Endes aus [Fig. 2](#) des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes aus [Fig. 1](#) bei bzw. nach einer Einspritzung von Flüssigkeit in die Submukosa,

**[0023]** [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung einer konkreten Weiterbildung des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes (distales Ende) in einer ersten Einstellposition,

**[0024]** [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung der Ausführungsform gemäß [Fig. 4](#) in einer zweiten Einstellposition,

**[0025]** [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung einer von der Ausführungsform gemäß [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) abweichenden Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes (distales Ende) in einer ersten Einstellposition,

**[0026]** [Fig. 7](#) Querschnitt durch den Flüssigkeitsstrahl aus [Fig. 6](#) entlang der Linie VII-VII,

**[0027]** [Fig. 8](#) eine schematische Darstellung der Ausführungsform gemäß [Fig. 6](#) in einer zweiten Einstellposition,

**[0028]** [Fig. 9](#) Querschnitt des Flüssigkeitsstrahls entlang der Linie IX-IX in [Fig. 8](#),

**[0029]** [Fig. 10](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes (distales Ende) in einer ersten Einstellposition,

**[0030]** [Fig. 11](#) die Ausführungsform gemäß [Fig. 10](#) in einer zweiten Einstellposition,

**[0031]** [Fig. 12](#) eine weitere Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes (distales Ende) in einer ersten sowie in einer zweiten Einstellposition,

**[0032]** [Fig. 13](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes (distales Ende),

**[0033]** [Fig. 14](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes (distales Ende),

**[0034]** [Fig. 15](#) Querschnitt durch den Flüssigkeitsstrahl entlang der Linie XV-XV aus [Fig. 14](#),

**[0035]** [Fig. 16](#) eine weitere Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes (distales Ende),

[0036] [Fig. 17](#) eine weitere Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstruments,

[0037] [Fig. 18](#) Querschnitt durch den Flüssigkeitsstrahl (distales Ende) entlang der Linie XVIII-XVIII aus [Fig. 17](#),

[0038] [Fig. 19](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstruments (distales Ende),

[0039] [Fig. 20](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstruments (distales Ende),

[0040] [Fig. 21](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Wasserstrahlchirurgieinstruments (distales Ende) und

[0041] [Fig. 22–Fig. 27](#) konkrete Ausführungsformen einer Ausstoßdüse des Wasserstrahlchirurgiegerätes.

[0042] In [Fig. 1](#) ist ein Wasserstrahlchirurgieinstrument **10** zu sehen, wobei über eine Zufuhrleitung **22** einer Ausstoßdüse **11** eine Schneidflüssigkeit zuführbar ist. An der Ausstoßdüse **11**, welche an einem distalen Ende **19** angeordnet ist, tritt ein Wasserstrahl **2** (siehe [Fig. 3](#)), der mittels einer Strahlformungseinrichtung **12** bezüglich seines Aufweitungswinkels  $\alpha$  (siehe [Fig. 3](#)) und seiner Austrittsenergie einstellbar ist, aus. Die Strahlformungseinrichtung **12** ist in [Fig. 1](#) nur angedeutet und wird in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 25](#) in verschiedenen Ausführungsformen ausführlicher beschrieben.

[0043] Die Strahlformungseinrichtung **12** wird über ein Einstellelement **13** eingestellt bzw. gesteuert. Das Einstellelement **13** umfasst drei Griffelemente **14a**, **14b**, **14c**, wobei das Griffelement **14c** an einem proximalen Ende **18** des Wasserstrahlchirurgieinstruments **10** angeordnet ist. Die Griffelemente **14a** und **14b** sind über eine Querverbindung **15** miteinander verbunden, wobei diese Querverbindung **15** wiederum mit einem Schaft **16** fest verbunden ist.

[0044] Der hohle Schaft **16**, welcher eine Zufuhrleitung **22** umfasst, ist innerhalb eines flexiblen Umhüllungsrohrs **17** geführt und kann in einer Längsrichtung **X** des Wasserstrahlchirurgieinstruments **10** verschoben werden. Weiterhin umfasst der Schaft **16** ein Schaftendstück **28**, an dem die Ausstoßdüse **11** angeordnet ist. Die Ausstoßdüse **11** ist also im Folgenden immer als Bestandteil des Schaftes **16** zu sehen und muss nicht zwangsläufig eine Austrittsöffnung des Strahlformungsinstrumentes umfassen.

[0045] Das Einstellelement **13**, welches fest mit dem Schaft **16** verbunden ist, ist dabei derartig ausgeführt, dass ein Daumen in das Griffelement **14c**

einsteckbar ist und der Zeige- und Ringfinger derselben Hand in die Griffelemente **14a** und **14b** einführbar ist, so dass mit einer Aufspreizbewegung der Finger der Schaft **16** in Richtung distales Ende **19** bewegt wird, während ein Zusammenziehen der Finger zu einer Bewegung in Richtung proximales Ende **18** führt.

[0046] Die Pfeile **20** und **21** kennzeichnen hierbei die Bewegung des Schaftes **16** einschließlich des Querelements **15** und der Griffelemente **14a** und **14b** (Pfeil **21**) und die damit korrespondierende Bewegung der Zufuhrleitung **22** bzw. der Ausstoßdüse **11** (Pfeil **20**).

[0047] Für den Fall, dass das Wasserstrahlchirurgieinstrument **10** in Kombination bzw. baulicher Einheit mit einer HF-Einrichtung ausgeführt ist, umfasst der Schaft **16** vorzugsweise eine aktive Elektrode der HF-Einrichtung.

[0048] In [Fig. 2](#) ist das distale Ende **19** des Wasserstrahlchirurgieinstruments **10** zu sehen, wobei die Ausstoßdüse **11** gegen eine Mukosa **3** eines Gewebes **1** gedrückt ist. [Fig. 2](#) beschreibt dabei den Zustand des Gewebes **1** vor einem Einspritzungsvorgang von Flüssigkeit in eine Submukosa **4**. Der Abstand der Ausstoßdüse **11** zu einer Muskularis **5** ist äußerst gering, so dass der Flüssigkeitsstrahl **2** (siehe [Fig. 3](#)), insbesondere ein laminarer Flüssigkeitsstrahl bei einer hohen kinetischen Energie durch die jeweiligen Gewebeschichten, nämlich die Mukosa **3**, die Submukosa **4** und die Muskularis (Propria) **5** gelangen kann. Es kommt dabei also eventuell auch zu einer Perforation der Muskularis **5**, welche einerseits unerwünscht und andererseits hochschädlich für den Patienten ist.

[0049] [Fig. 3](#) zeigt das distale Ende **19** des Wasserstrahlchirurgieinstruments **10**, wobei die Ausstoßdüse **11** leicht in die Mukosa eingedrückt ist. Der Flüssigkeitsstrahl **2** ist einem Winkel  $\alpha$  entsprechend aufgeweitet, so dass eine auf die Muskularis **5** auftreffende Energiedichte des Flüssigkeitsstrahls **2** so gering ist, dass es hier (praktisch) nicht zu einer Perforation der Muskularis **5** kommen kann. Die Submukosa **4** wird auf die gewünschte Weise und ohne Schäden am Patienten zu verursachen mit Flüssigkeit unterspritzt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass der Winkel  $\alpha$  des Flüssigkeitsstrahls **2** zur Variation der Energieflächendichte des auf der Muskularis auftreffenden Strahls an die jeweilige Bedingung angepasst werden kann. Beispielsweise wird ein anderer Winkel  $\alpha$  bei einer Behandlung von Gewebeschichten im Ösophagus eingestellt, als bei der Behandlung im Magen, Colon und Rektum.

[0050] In [Fig. 4](#) ist eine erste konkrete Ausführungsform der Strahlformungseinrichtung **12** (nur distales Ende **19**) zu sehen. Die Strahlformungseinrichtung

**12** umfasst hier ein elastisches Element **24** mit lippenartigen Ausbuchtungen **25**. In [Fig. 4](#) ist dabei der Schaft **16** derartig in Richtung des distalen Endes **19** geschoben, dass die Ausstoßdüse **11**, welche hier einen laminaren Flüssigkeitsstrahl **2** ausstößt, außerhalb des Umhüllungsrohrs **17** angeordnet ist. Die Ausstoßdüse **11** umfasst hier also gleichzeitig die Austrittsöffnung. In [Fig. 5](#) ist der Schaft **16** derart zurückgezogen, dass die Ausstoßdüse **11** zwischen den Ausbuchtungen **25** zu liegen kommt. Der aus der Ausstoßdüse **11** austretende laminare Flüssigkeitsstrahl **2** wird dabei durch die Form der Ausbuchtungen **25**, welche dem distalen Ende **19** näher liegen, und der Umhüllungsrohröffnung **23** geformt bzw. gegenüber dem Strahl **2** in [Fig. 4](#) aufgeweitet. In diesem Fall fungiert die Umhüllungsrohröffnung **23** als Austrittsöffnung. Beim Zurückziehen der Ausstoßdüse **11** wird der Strahl also aufgeweitet, wohingegen beim Herausstoßen der Ausstoßdüse **11** der Strahl enger gestaltet wird.

[0051] In [Fig. 6](#) und [Fig. 8](#) ist eine weitere konkrete Ausführungsform der Strahlformungseinrichtung **12** zu sehen. In [Fig. 6](#) ist der Schaft **16** in einer derartigen Position, dass ein Federelement **26** das elastische Element **24** mit Druck beaufschlagt. Die Ausstoßdüse **11** liegt dabei außerhalb des Umhüllungsrohrs **17**, so dass der Flüssigkeitsstrahl **2** ungehindert entweichen kann. Wie aus [Fig. 7](#), die einen Querschnitt durch den Flüssigkeitsstrahl **2** entlang der Linie VII-VII aus [Fig. 6](#) zeigt, zu ersehen ist, ist die Ausstoßdüse **11** aus [Fig. 6](#) als dünner Schlitz (nicht in [Fig. 6](#) zu sehen) ausgebildet. Aufgrund der Kapillarkräfte wird dadurch der Flüssigkeitsstrahl, wie aus [Fig. 7](#) ersichtlich, parallel zur Führung des Schlitzes verbreitert.

[0052] In [Fig. 8](#) ist der Schaft **16** zurückgezogen und das Federelement **26** entspannt. Die Ausstoßdüse **11** kommt hier innerhalb des elastischen Elements **24** derart zu liegen, dass der Flüssigkeitsstrahl **2** beim Austreten aus dem Wasserstrahlchirurgieinstrument **10** gehindert wird, woraus der in [Fig. 9](#) gezeigte Querschnitt des Flüssigkeitsstrahls **2**, der entlang der Schnittlinie IX-IX aus [Fig. 8](#) angefertigt wurde, resultiert.

[0053] In [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) ist das distale Ende **19** des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes **10** mit einer alternativen Ausführungsform der Strahlformungseinrichtung **12** zu sehen. Die Strahlformungseinrichtung **12** besteht hier im Wesentlichen aus dem Schaftendstück **28**, an welchem die Ausstoßdüse **11** angeordnet ist, aus dem Umhüllungsrohr **17** und einer weiteren Umhüllung **27**. Die Umhüllung **27** dient dabei insbesondere der Formgebung bzw. Krümmung des flexiblen Umhüllungsrohrs **17**.

[0054] In [Fig. 10](#) ist das Schaftendstück **28** mit der Ausstoßdüse **11** teilweise außerhalb des Umhül-

lungsrohrs **17** angeordnet, so dass der Flüssigkeitsstrahl **2** im Wesentlichen laminar aus dem Wasserstrahlchirurgieinstrument **10** austritt.

[0055] In [Fig. 11](#) ist das Schaftendstück **28** in das Umhüllungsrohr **17**, welchem eine Krümmung durch die Umhüllung **27** aufgeprägt ist, zurückgezogen. Der laminare Strahl aus der Ausstoßdüse **11** prallt auf eine Innenwandung **29** des Umhüllungsrohrs **17**, wodurch ein verbreiteter Flüssigkeitsstrahl (gegenüber [Fig. 10](#)) aus dem Umhüllungsrohr **17** austritt. Die Energie des aus dem Umhüllungsrohr **17** austretenden Flüssigkeitsstrahls **2** hängt von der Entfernung der Ausstoßdüse **11** von der Umhüllungsrohröffnung **23** ab. Dadurch lässt sich auf einfache Weise sowohl die Form des Flüssigkeitsstrahls **2**, als auch dessen Energie beeinflussen.

[0056] In [Fig. 12](#) ist eine besonders einfache Ausführungsform des distalen Endes **19** des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes **10** zu sehen. Die Energie und Aufspreizung des das Wasserstrahlchirurgieinstrument **10** verlassenden Strahls **2** wird auch hier lediglich durch die Stellung des Schaftendstücks **28** bzw. der Ausstoßdüse **11** eingestellt. Dabei gilt auch hier, dass in Abhängigkeit vom Abstand der Ausstoßdüse **11** (soweit diese innerhalb des Umhüllungsrohrs **17** angeordnet ist) von der Umhüllungsrohröffnung **23** die Energie des Flüssigkeitsstrahls **2** mit zunehmendem Abstand geringer wird.

[0057] [Fig. 13](#) zeigt eine Ausführungsform ähnlich wie [Fig. 12](#), nur dass hier das Schaftendstück **28** mit der Ausstoßdüse **11** derartig ausgeformt ist, dass der Flüssigkeitsstrahl nach dem Austritt aus der Ausstoßdüse **11** gegen die Innenwandung **29** des Umhüllungsrohrs **17** prallt und dadurch Energie verliert.

[0058] [Fig. 14](#) zeigt eine weitere besondere Ausführungsform des distalen Endes **19** des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes **10**, wobei das bereits aus den zuvor beschriebenen Ausführungsformen bekannte Umhüllungsrohr **17** innerhalb eines zusätzlichen Hohlkörpers **30** angeordnet ist. Das Umhüllungsrohr **17** steht dabei derart aus dem Hohlkörper **30** hinaus, dass die Ausstoßdüse **11** außerhalb des Hohlkörpers **30** liegt. Zwischen dem Hohlkörper **30** und dem Umhüllungsrohr **17** sind vier Kanäle **30** angeordnet, von denen nur zwei in [Fig. 14](#) zu sehen sind, um Flüssigkeit mit großem Volumenstrom zum Freispülen des OP-Situs zu erhalten. Die Kanäle **30** können unmittelbar beim Schneiden mit Hilfe beispielsweise der HF-Chirurgie zum Dampf- und zur Rauchabsaugung genutzt werden, insbesondere auch um ein Beschlagen der Optik an einem Endoskop zu vermeiden. [Fig. 15](#) zeigt den Querschnitt des ausstehenden Strahls **2** entlang der Linie XV-XV in [Fig. 14](#).

[0059] [Fig. 16](#) zeigt eine weitere Ausführungsform des distalen Endes **19** des Wasserstrahlchirurgieins-

trumentes **10**. Die Ausstoßdüse **11** ist hier innerhalb des Umhüllungsrohrs **17** angeordnet. Der aus der Ausstoßdüse austretende Strahl **2** wird durch Beimischung eines gasförmigen Mediums, welches über einen Zuführkanal **32** zugeführt wird, zerstäubt bzw. aufgeweitet, so dass ein verbreiteter und energetisch abgeschwächter Flüssigkeitsstrahl die Umhüllungsrohröffnung **23** verlässt. Alternativ kann anstatt eines gasförmigen Mediums auch ein flüssiges Medium zur Zerstäubung des aus der Ausstoßdüse **11** austretenden Flüssigkeitsstrahls **2** verwendet werden.

**[0060]** In [Fig. 17](#) ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform des distalen Endes **19** des Wasserstrahlchirurgieinstrumentes **10** zu sehen. [Fig. 18](#) zeigt einen Querschnitt durch den Flüssigkeitsstrahl **2** entlang der Linie XVIII-XVIII aus [Fig. 17](#). In der Ausführungsform von [Fig. 17](#) sorgt ein Drallelement **38**, welches innerhalb des Umhüllungsrohres **17** ausgebildet ist, dafür, dass dem Flüssigkeitsstrahl **2** eine Zwangsdrehrichtung aufgeprägt wird. In der vorliegenden Ausführungsform ist das Drallelement **38** konkret als Innenschraube ausgebildet.

**[0061]** Dadurch weisen Tröpfchen des Flüssigkeitsstrahls **2** eine Geschwindigkeitskomponente in eine Richtung senkrecht auf eine mittlere Ausbreitungsrichtung des Strahles auf. Die Strahlaufweitung bzw. die Energie des Flüssigkeitsstrahls kann beispielsweise durch die exakte geometrische Ausgestaltung des Drallelements **38** voreingestellt sein oder auch durch Verschieben des Drallelements während des Einsatzes eingestellt werden.

**[0062]** An dieser Stelle soll betont werden, dass die Dimensionierung der Innenschraube **38** in [Fig. 17](#) nicht maßstabsgetreu gezeichnet ist. Je nach gewünschter Aufweitung wird der Fachmann die Dimensionierung der Innenschraube **38** entsprechend anpassen. Auch ist es prinzipiell denkbar, die Innenschraube **38** nach [Fig. 17](#) näher an die Ausstoßdüse **11** heranzurücken bzw. in die Ausstoßdüse **11** zu integrieren.

**[0063]** Die [Fig. 19](#), [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) zeigen noch konkrete Weiterbildungen des (der) elastischen Elements (Elemente) **24**. Das elastische Element **24** kann dabei beispielsweise aus Schaumstoff, Gummi od. dgl. geformt sein. In [Fig. 19](#) ist das elastische Element **24** Bestandteil des Umhüllungsrohrs **17** und ist mit diesem im Wesentlichen aus einem Stück gefertigt.

**[0064]** Dem gegenüber ist in [Fig. 21](#) das elastische Element **24** zwar in das Umhüllungsrohr **17** integriert, ist aber als separates Bauteil ausgebildet.

**[0065]** In [Fig. 20](#) übernimmt ein Schwingungselement **33**, welches mit einer runden oder schlitzförmigen

Bohrung (nicht in [Fig. 20](#) zu sehen) versehen ist, die Auffächerung und Abschwächung des Flüssigkeitsstrahls **2**. Dichtelemente **34** dichten die Ausstoßdüse **11** gegenüber einem inneren Bereich des Umhüllungsrohrs **17** ab.

**[0066]** In den [Fig. 22](#) bis [Fig. 27](#) werden noch konkrete Ausführungsformen der Ausstoßdüse **11** bzw. der Umhüllungsrohröffnung **23** beschrieben.

**[0067]** In [Fig. 22](#) ist die Ausstoßdüse **11** zur Erzeugung eines haarfeinen laminaren Flüssigkeitsstrahls als separates Düsenelement bzw. als Rubinsteinelement **35** ausgebildet.

**[0068]** In [Fig. 23](#) umfasst die Ausstoßdüse **11** ein getrennt angebrachtes dünnes Kapillarrohr **36** ebenso zur Erzeugung eines haarfeinen laminaren Flüssigkeitsstrahls.

**[0069]** In [Fig. 24](#) umfasst die Ausstoßdüse **11** eine gesondert angebrachte dünne Lochblende **37** zur Erzeugung eines haarfeinen laminaren Flüssigkeitsstrahls. Eine Gratbildung an einer Innenseite der Ausstoßdüse **11** erzeugt einen turbulenten Flüssigkeitsstrahl (siehe [Fig. 25](#)).

**[0070]** In [Fig. 26](#) umfasst die Ausstoßdüse **11** einen dünnen Schlitz als Austrittsöffnung des Flüssigkeitsstrahls. Aufgrund der Kapillarkräfte wird der Flüssigkeitsstrahl **2** beim Austreten am Rand gehindert und verbreitert sich.

**[0071]** [Fig. 27](#) zeigt eine Ausstoßdüse **11**, welche ein eingeschnürtes Kapillarrohr **36** als Austrittsöffnung für den Flüssigkeitsstrahl **2** umfasst. Aufgrund von Kapillarkräften wird der Flüssigkeitsstrahl **2** an einem Rand verlangsamt und es kommt so zu einem turbulenten Flüssigkeitsstrahl.

**[0072]** An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass alle oben beschriebenen Teile für sich alleine gesehen und in jeder Kombination, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellten Details als erfindungswesentlich beansprucht werden. Abänderungen hiervon sind dem Fachmann geläufig.

**[0073]** Insbesondere sei darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Wasserstrahlchirurgieinstrument **10** sowohl als eigenständiges Bauteil hergestellt sein kann, als auch als Bestandteil eines HF-Chirurgieinstrumentes eingesetzt werden kann. In diesem Fall kann dann der Schaft **16** auch zugleich als HF-Elektrode fungieren.

**[0074]** Alternativ hierzu kann das beschriebene Wasserstrahlchirurgieinstrument **10** auch in Kombination mit einem Argon-Plasma-Koagulations-Instrument zum Einsatz kommen.

## Bezugszeichenliste

<b><math>\alpha</math></b>	Aufweitungswinkel
<b>X</b>	Längsrichtung
<b>1</b>	Gewebe
<b>2</b>	Flüssigkeitsstrahl
<b>3</b>	Mukosa
<b>4</b>	Submukosa
<b>5</b>	Muskularis
<b>10</b>	Wasserstrahlchirurgieinstrument
<b>11</b>	Ausstoßdüse
<b>12</b>	Strahlformungseinrichtung
<b>13</b>	Einstellelement
<b>14a-c</b>	Griffelement
<b>15</b>	Querverbindung
<b>16</b>	Schaft
<b>17</b>	Umhüllungsrohr
<b>18</b>	proximales Ende
<b>19</b>	distales Ende
<b>20</b>	Pfeil
<b>21</b>	Pfeil
<b>22</b>	Zufuhrleitung
<b>23</b>	Umhüllungsrohröffnung
<b>24</b>	elastisches Element
<b>25</b>	Ausbuchtung
<b>26</b>	Federelement
<b>27</b>	Umhüllung
<b>28</b>	Schaftendstück
<b>29</b>	Innenwandung
<b>30</b>	Hohlkörper
<b>31</b>	Kanal
<b>32</b>	Zuführkanal
<b>33</b>	Schwingungselement
<b>34</b>	Dichtelement
<b>35</b>	Rubinstein
<b>36</b>	Kapillarrohr
<b>37</b>	Lochblende
<b>38</b>	Drallelement

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2006/108480 A1 [\[0003\]](#)



**Patentansprüche**

1. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10), umfassend eine Zufuhrleitung (16) zum Zuführen einer Schneidflüssigkeit und eine Ausstoßdüse (11) zum Formen und Ausstoßen eines Flüssigkeitsstrahls (2) mit einem vorbestimmten Aufweitungswinkel ( $\alpha$ ) und/oder einer vorbestimmten Austrittsenergie, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Strahlformungseinrichtung (12) vorgesehen und derart relativ zur Ausstoßdüse (11) angeordnet ist, dass der Flüssigkeitsstrahl (2) durch die Strahlformungseinrichtung (12) hinsichtlich seines Aufweitungswinkels ( $\alpha$ ) und/oder seiner Austrittsenergie einstellbar oder eingestellt ist.

2. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungseinrichtung (12) zur Einstellung des Aufweitungswinkels ( $\alpha$ ) und/oder der Austrittsenergie in ihrer Relativposition zur Ausstoßdüse veränderbar ist.

3. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungseinrichtung (12) in einem vorzugsweise flexiblen Umhüllungsrohr (17) gelagert ist.

4. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungseinrichtung (12) ein Drallelement (38) umfasst, welches dem Flüssigkeitsstrahl (2) zu dessen Aufweitung und/oder Verminderung der Austrittsenergie eine Drehströmung aufprägt.

5. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungseinrichtung (12) ein Ablenkorgan umfasst, das mindestens teilweise in den Flüssigkeitsstrahl (2) ragend zu dessen Ablenkung oder Aufweitung und/oder Verminderung der Austrittsenergie oder zum Durchlassen eines unveränderten Flüssigkeitsstrahls (2) positionierbar ist.

6. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungseinrichtung (12) eine Luft- und/oder Flüssigkeitszufuhreinrichtung umfasst, welche dem Flüssigkeitsstrahl Luft und/oder Flüssigkeit zu dessen Ablenkung und/oder Aufweitung und/oder Verminderung seiner Austrittsenergie zuführt.

7. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungseinrichtung (12) eine Venturi-Düse zum Zumischen eines Gases oder einer Flüssigkeit umfasst.

8. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es zum Freispülen eines Operationsfeldes ausgebildet ist.

9. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es zum Reinigen einer Bildaufnahmevorrichtung eines Endoskops ausgebildet ist.

10. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es in einen Arbeitskanal eines Endoskops einsetzbar ausgebildet ist.

11. Wasserstrahlchirurgieinstrument (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausstoßdüse (11) ein Düsenabstandshalter zur Variation des Abstandes der Ausstoßdüse (11) von einem zu behandelnden Gewebe zugeordnet ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

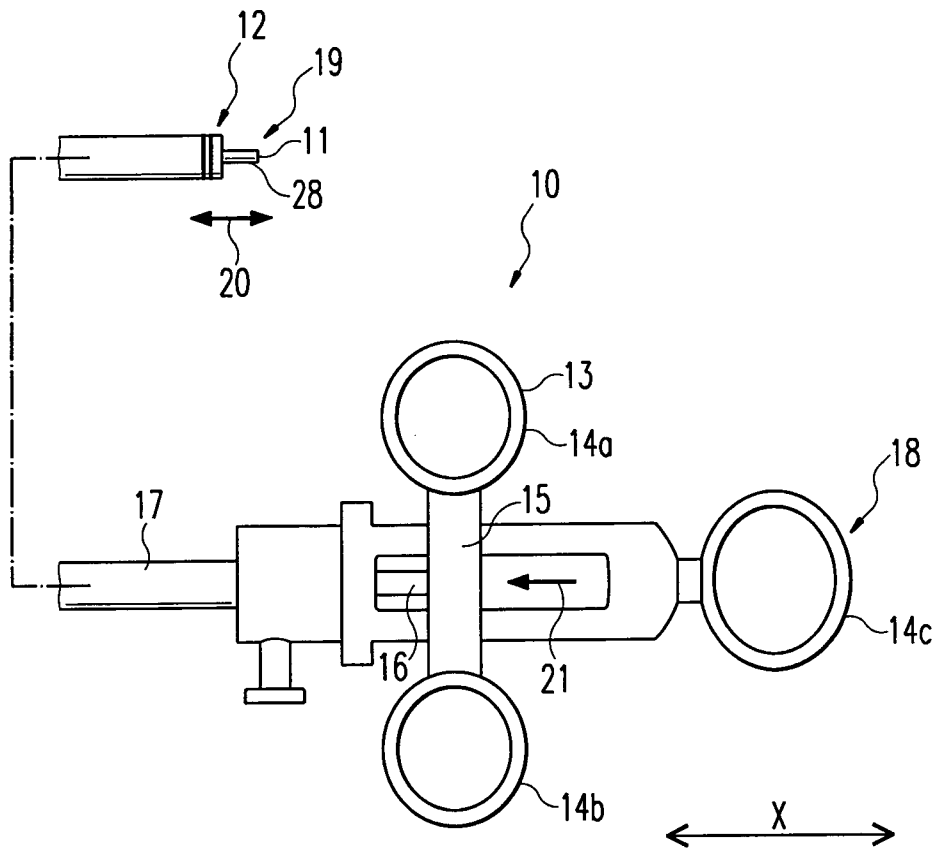


Fig. 1

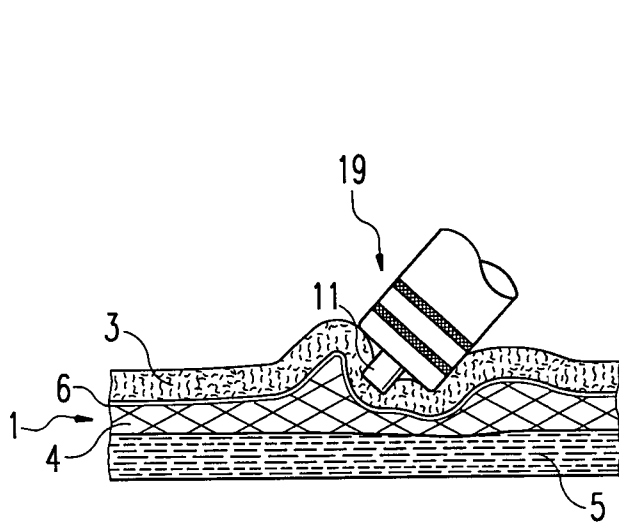


Fig. 2

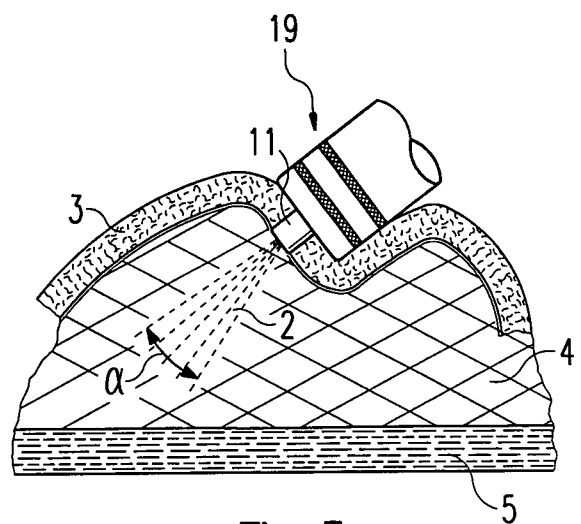
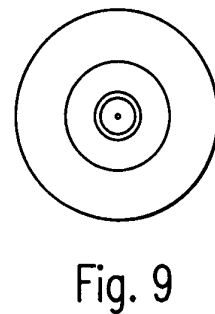
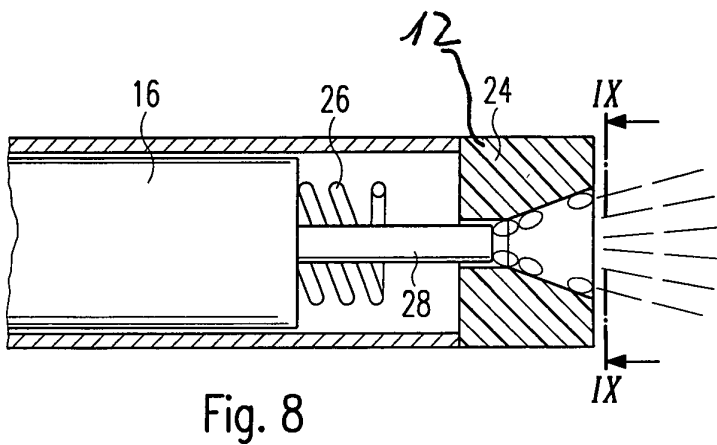
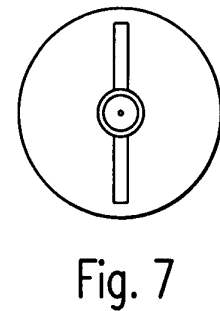
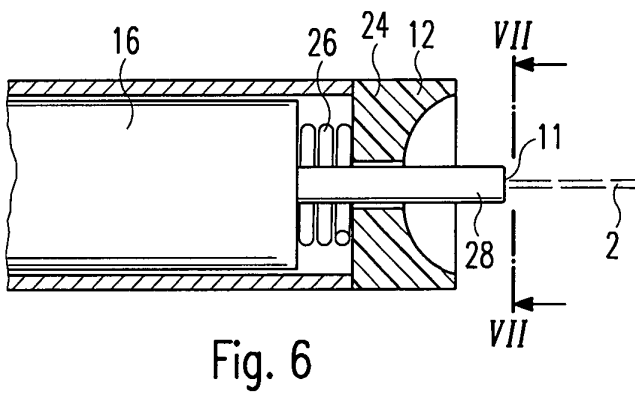
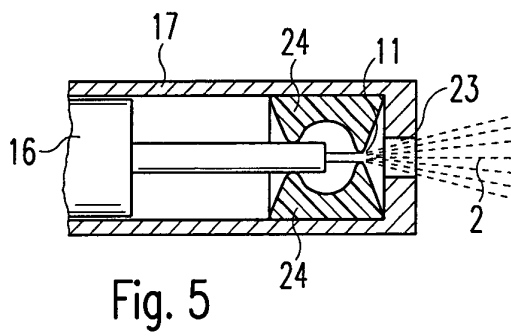
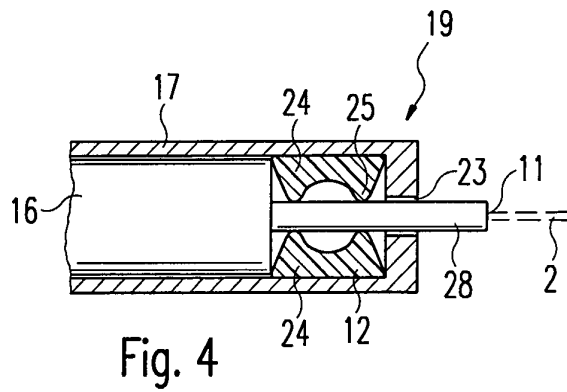


Fig. 3



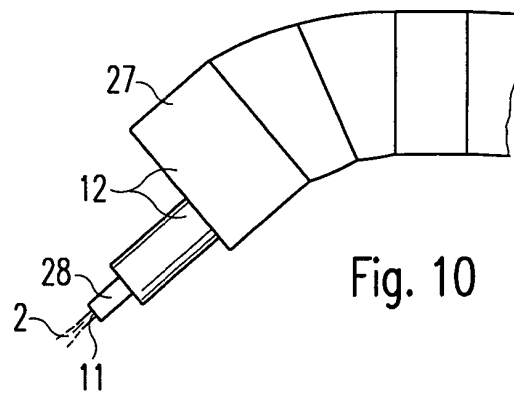


Fig. 10

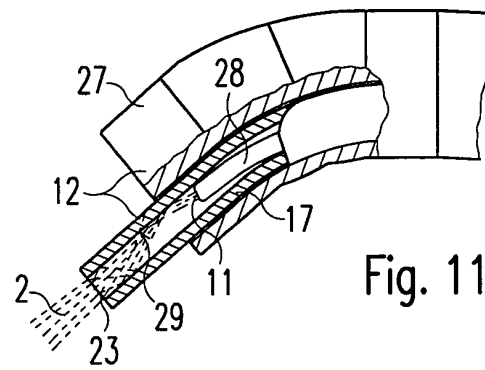


Fig. 11

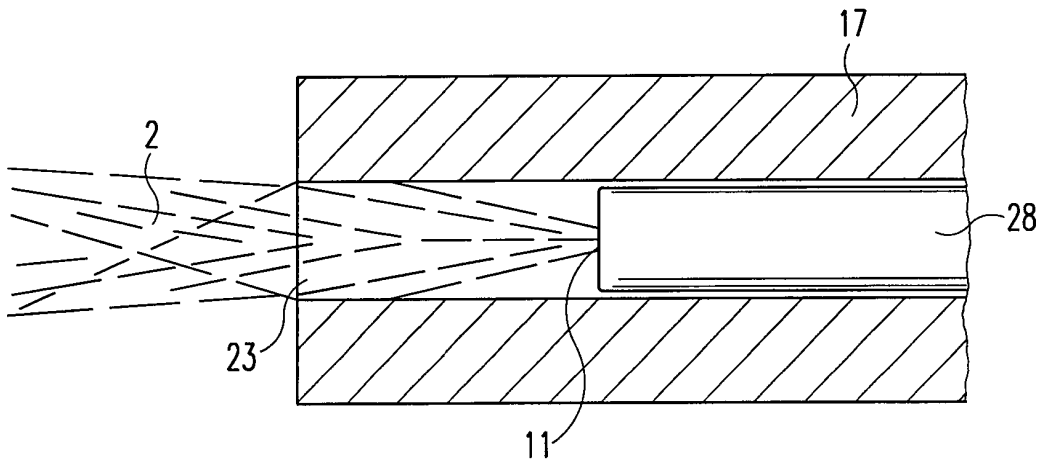
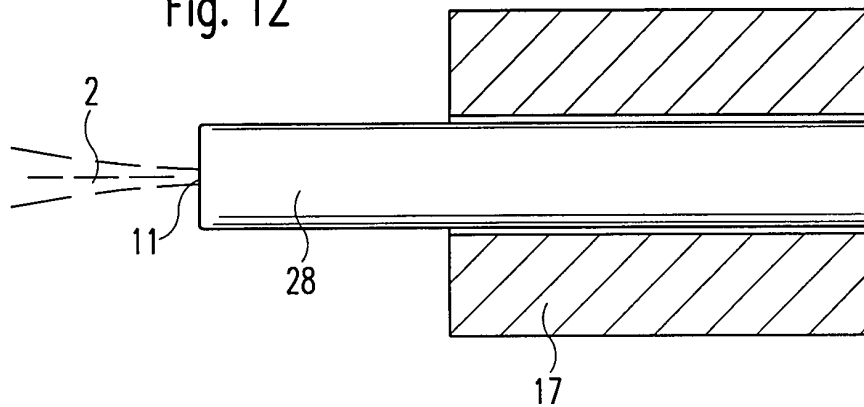


Fig. 12



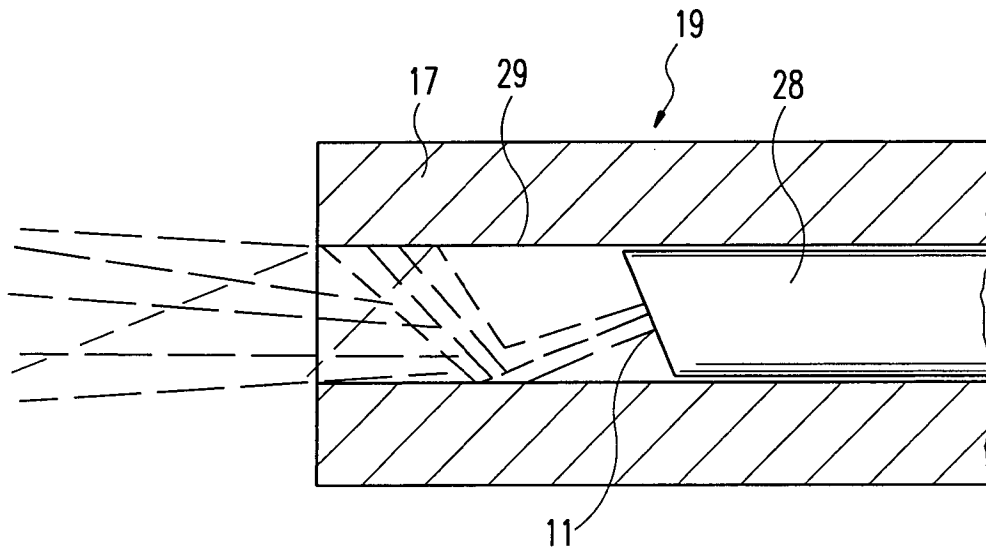


Fig. 13

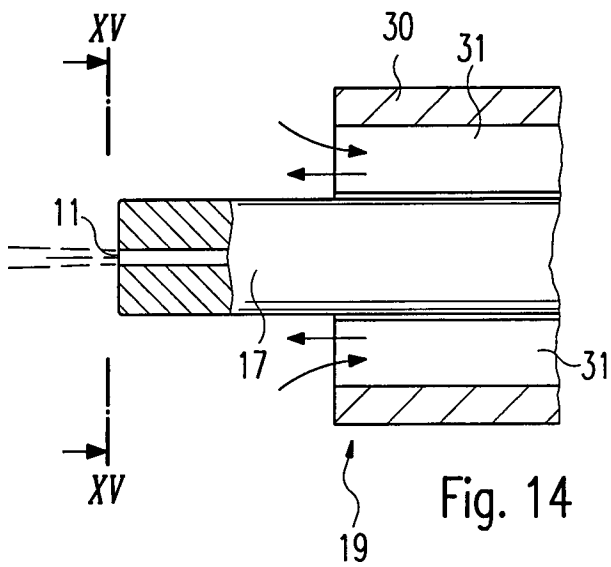


Fig. 14

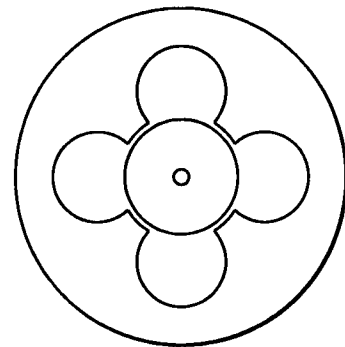


Fig. 15

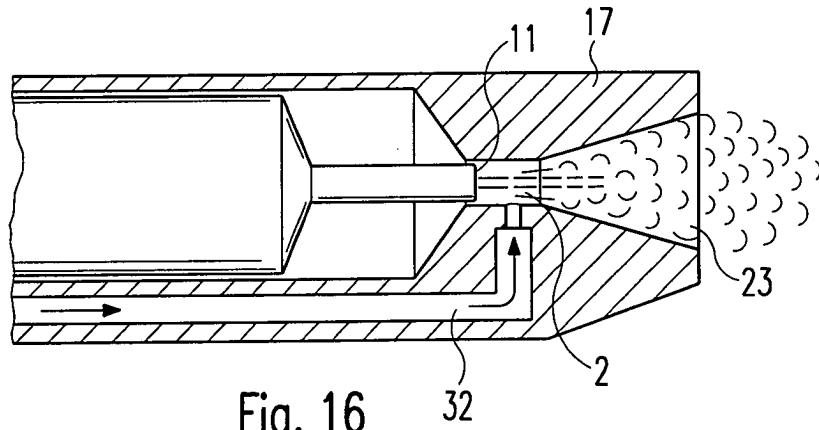


Fig. 16

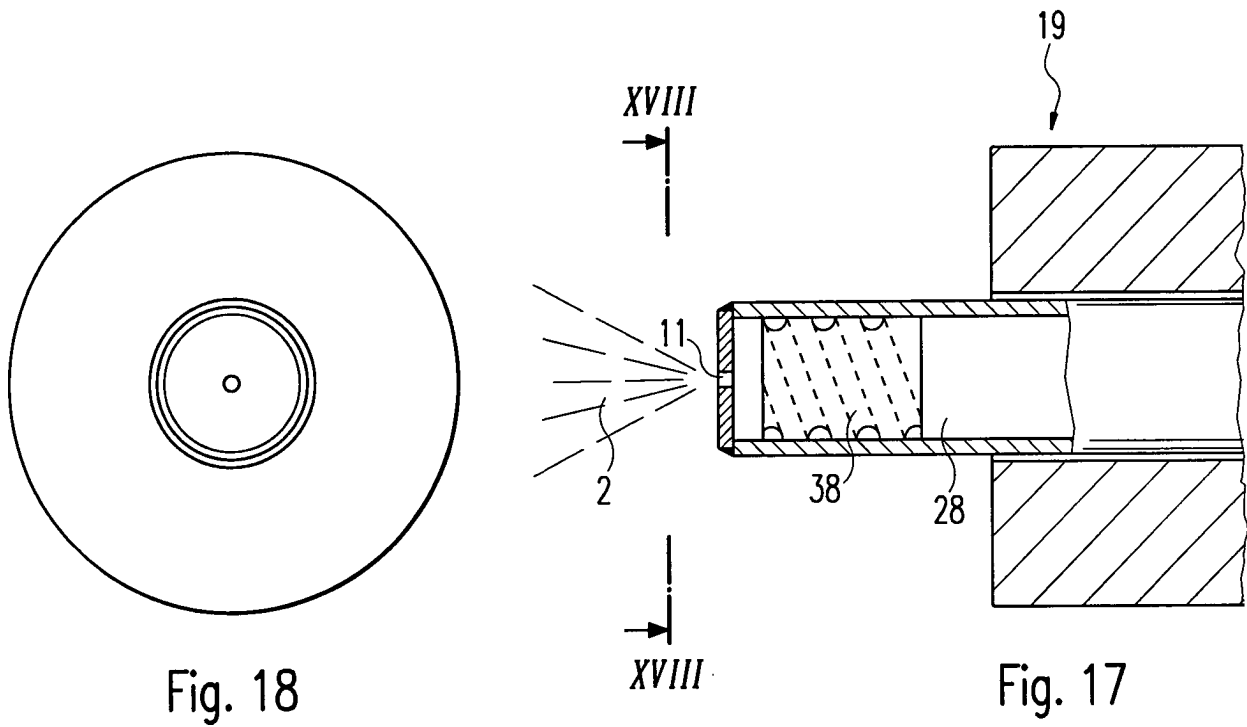


Fig. 18

Fig. 17

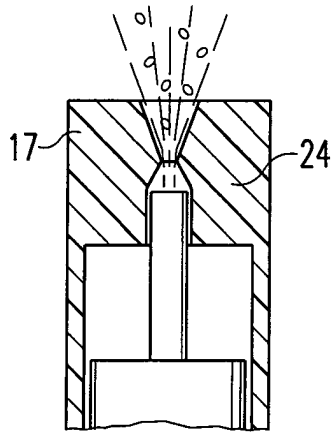


Fig. 19

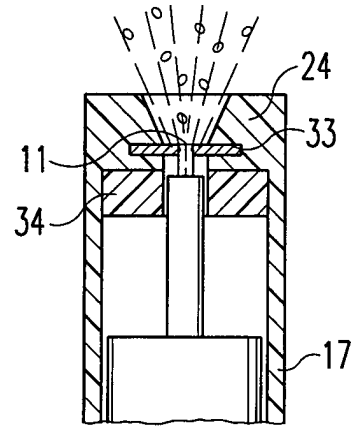


Fig. 20

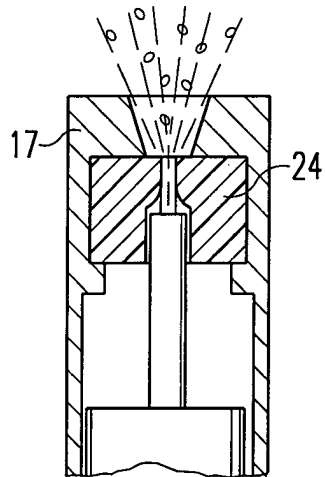


Fig. 21

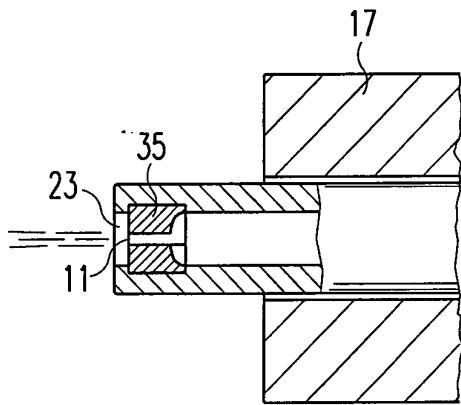


Fig. 22

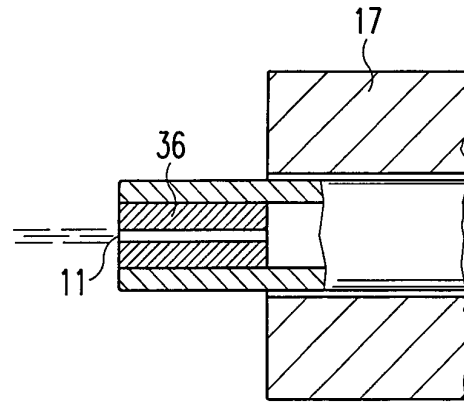


Fig. 23

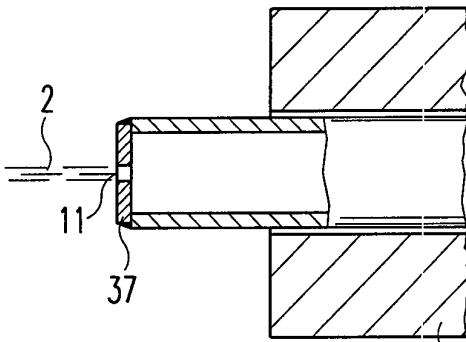


Fig. 24

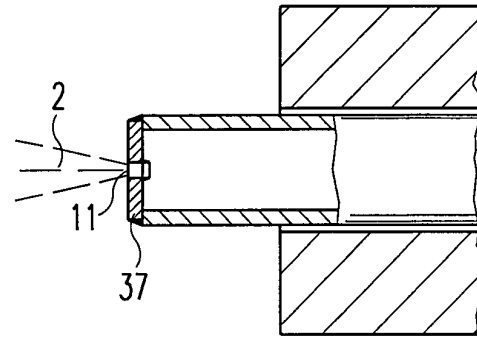


Fig. 25

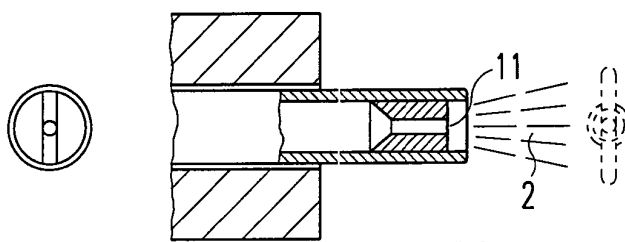


Fig. 26

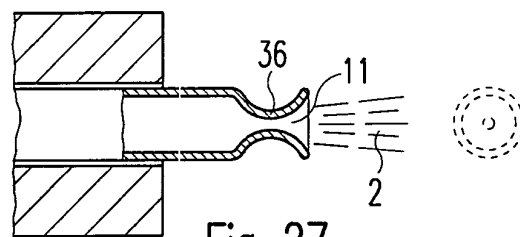


Fig. 27