



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 29 199 T2** 2005.01.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 917 481 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 29 199.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IL97/00027**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 900 411.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/001181**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.01.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **15.01.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.05.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **19.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.01.2005**

(51) Int Cl.⁷: **A61M 35/00**
B67D 5/52

(30) Unionspriorität:

11880196	05.07.1996	IL
12002197	16.01.1997	IL

(73) Patentinhaber:

Tav-Tech Ltd., Yehud, IL

(74) Vertreter:

Maiwald Patentanwalts GmbH, 40221 Düsseldorf

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

TAVGER, Michael, 12900 Katzrin, IL

(54) Bezeichnung: **GERÄT UND VERFAHREN ZUR REINIGUNG VON GEWEBE**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Behandlung von lebendem Gewebe und insbesondere die Reinigung von offenem lebendem Gewebe.

[0002] Die Reinigung von offenem in vivo Gewebe, wie von Menschen oder Tieren während chirurgischer Vorgänge, erfordert die Entfernung von festen Fremdstoffen vom Gewebe wie Fäden, Staub, Sandpartikel und dergleichen, und organisches Material, wie Eiter, Fette, und dergleichen. Organisches Material neigt dazu, sehr viel stärker als nicht organisches Material am Gewebe anzuhaften, und ist daher schwerer davon zu entfernen. Während dementsprechend nicht organisches Material durch einen Flüssigkeitsstrahl vom Gewebe entfernt werden kann, ist es oft nicht möglich, einige organische Materialien auf diesem Wege zu entfernen. Noch spezieller, und problematischer sind die Partikel, welche kleiner sind als die Dicke der Grenzschicht des Fluidstrahls, welcher über dem Gewebe verläuft; wobei die Grenzschicht dadurch gekennzeichnet ist, dass sie eine Fließgeschwindigkeit hat, die sich nahe an der Fließoberfläche verringert, und auf der Oberfläche null ist.

[0003] Die kleinsten Partikel, welche sich in der Grenzschicht befinden, zeigen einen Haftwiderstand einer Stärke, die ausreichend ist, um fest auf der Oberfläche zu bleiben und nicht vom Flüssigkeitsstrahl wegbewegt zu werden, auch wenn dieser eine sehr hohe Geschwindigkeit hat.

[0004] Bei dem Versuch, das Problem zu lösen, sind mehrere Vorrichtungen entsprechend dem Stand der Technik entwickelt worden, welche mit gepulsten Waschstrahlen arbeiten, wie in USP 4.350.158 und 4.982.730 beschrieben. Diese gepulsten Strahlvorrichtungen arbeiten auf der Basis eines Flüssigkeitsstrahles mit einer reduzierten Grenzschichtdicke, um kleine Partikel wegzubewegen. Diese Vorrichtungen, haben jedoch generell komplizierte Konstruktionen, benötigen große Mengen an Flüssigkeit, und sind entwickelt worden, um nur eine kleine Verbesserung gegenüber der nichtgepulsten Vorrichtungen zu bieten.

[0005] Die vorliegende Erfindung stellt eine Einrichtung zur Reinigung von lebendem Gewebe, beispielsweise während chirurgischer Vorgänge an Menschen oder Tieren zur Verfügung, welches die bekannten Nachteile überwindet.

[0006] Im Speziellen wird danach gesucht, ein Reinigungsgerät zur Verfügung zu stellen, welches eine sterile Flüssigkeit in einer Weise am Gewebe anwendet, das für das Entfernen von sogar sehr kleinen Fremdstoffen geeignet ist, wodurch eine effektivere Reinigung des Gewebes als in der bekannten Art möglich ist.

[0007] Darüber hinaus ist die Reinigung dafür ausgelegt, relativ kleine Mengen von Flüssigkeit zu benötigen, wobei es nicht nur effektiver und weniger verschwenderisch als bisher bekannte Verfahren ist, sondern auch zweckmäßiger und weniger verschmutzend als andere Verfahren zu nutzen ist.

[0008] Ein Verfahren, die Einrichtung der Erfindung zu nutzen, ist weiterhin dadurch gekennzeichnet, einen therapeutischen Effekt für das zu reinigende Gewebe zu erzielen.

[0009] Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Einrichtung eine Flüssigkeit und ein Gas gemäß Anspruch 1 als Arbeitsfluide für die Reinigung des lebenden Gewebes einsetzt.

[0010] Entsprechend einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, verlässt der Gasstrom mit einem Druck einer ersten Größe die Ventileinrichtung und strömt in das Gas-Flüssigkeits-Vereinigungselement hinein, und die Vereinigungseinrichtung bewirkt einen Druckabfall in dem hindurchströmenden Gasstrom, so dass der Druck des Gas-Flüssigkeitsausflusses hinter dem Fluidausfluss eine zweite Größe hat, wobei die erste Größe mindestens das Zweifache der zweiten Größe beträgt, um eine Schockwelle in dem Gas-Flüssigkeitsstrom hinter dem Fluidauslass zu erzeugen und ein Zerstäuben des Flüssigkeitsanteils in mikroskopisch kleine Tröpfchen zu bewirken, wodurch ein Nebel in dem Gasanteil des Ausflusses gebildet wird.

[0011] Entsprechend einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, weist die Fluidauslasseneinrichtung ebenfalls eine Einrichtung für die Aufbringung einer auf das zu reinigende Gewebe ausübende Saugkraft auf.

[0012] Zusätzlich entsprechend einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, umfasst die Fluidauslasseneinrichtung ferner ein innenliegendes Düsenelement zum Erzeugen eines Ausflusses einer sterilen Flüssigkeit, wobei das Düsenelement umfasst:

- einen hinteren Teil, der derart ausgebildet ist, dass er auf das innenliegende Düsenelement passt und der derart angeordnet ist, dass er auf das innen liegende Düsenelement passt, um dazwischen einen Durchgang für den Gasstrom zu bilden;
- einen eingeschnürten Teil, der durch eine nach vorn gerichtete Verjüngung des hinteren Teils gebildet ist;
- einen vorderen Teil, der eine Öffnung bildet und sich nach hinten in Richtung des eingeschnürten Teils verjüngt,

[0013] wobei der Durchgang derart ausgebildet ist, dass er sich in Richtung des vorderen Teils der Düse

in zunehmendem Maße derart verengt, dass der durch den Durchgang strömende Gasstrom mindestens auf Schallgeschwindigkeit beschleunigt wird, und wobei sich der vordere Teil in Richtung der darin ausgebildeten Öffnung erweitert, so dass sich der beschleunigte Gasstrom ausdehnt und somit einen Druckabfall auf einen subatmosphärischen Druck erfährt, so dass, wenn die Düsenöffnung nahe an das durch Schmutzpartikel verschmutzte Gewebe heran gebracht ist, die Partikel dem subatmosphärischen Druck ausgesetzt sind, um dadurch von dem Gewebe gelöst zu werden.

[0014] Vorzugsweise weist der Gas- Flüssigkeits-Ausfluss hinter dem Fluidauslass beinahe eine Schallgeschwindigkeit auf.

[0015] Entsprechend einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, ist der Gaseinlass der Gasleitungseinrichtung zur Verbindung mit einer unter Druck stehenden Sauerstoffquelle vorgesehen und der Ausfluss ist ein Ausfluss eines sterilen Flüssigkeitsnebels in einem Hochgeschwindigkeits-Sauerstoffstrom.

[0016] Dabei wird ebenfalls ein Verfahren für das Reinigen von lebendem Gewebe beschrieben, welches umfasst:

Zugabe einer Quelle steriler Flüssigkeit zu einem Fluss von unter Druck stehendem Gas, um dabei eine gepumpte Einspeisung derselben in einen Fluidversorgungskopf zu bewirken;
Einspeisung des unter Druck stehenden Gases in den Fluidversorgungskopf
Vereinigung des Gases und der zu dem Versorgungskopf zugegebenen Flüssigkeit, um ein Gas-Flüssigkeitsausfluss in Form eines sterilen Flüssigkeitsnebels in einem Hochgeschwindigkeits-Gasstrom zu erzeugen; und
Beaufschlagung des lebenden Gewebes durch den Gas- Flüssigkeits- Ausfluss, um dadurch die Verunreinigungen hiervon zu befreien.

[0017] Zusätzlich umfasst der Schritt der Zufuhr des unter Druck stehenden Gases eine Zufuhr des Gases mit einem Druck einer ersten Größe, und der Schritt der Vereinigung bewirkt einen Druckabfall in dem Gasstrom, so dass der Druck des Gas- Flüssigkeits-Ausflusses eine zweite Größe aufweist, wobei die erste Größe mindestens das Zweifache der zweiten Größe beträgt, um eine Schockwelle in dem Gas-Flüssigkeits- Auslass zu erzeugen, und ein Zerstäuben des Flüssigkeitsanteils des Ausflusses in mikroskopische Tröpfchen zu bewirken, wodurch ein Nebel in dem Gasanteil des Ausflusses gebildet wird.

[0018] Das Verfahren umfasst vor dem Schritt der Vereinigung ebenfalls die Bereitstellung eines Gas-Ausflusses; wodurch eine Entspannung des Gasausflusses verursacht wird, wobei eine Reduktion des

Druckes auf einen Unterdruck desselben gebildet wird, was eine Saugkraft und ein Flüssigkeitsausfluss in Verbindung mit dem entspannten Gasausfluss bewirkt.

[0019] Dabei ist ebenfalls ein Verfahren der Reinigung und der Heilung von beschädigtem, lebendem Gewebe beschrieben, welches umfasst:

Zugabe einer Quelle steriler Flüssigkeit zu einem Fluss von unter Druck stehendem Sauerstoff, um dabei eine gepumpte Einspeisung derselben in einen Fluidversorgungskopf zu bewirken;
Einspeisung des unter Druck stehenden Sauerstoffs in den Fluidversorgungskopf
Vereinigung des Sauerstoffes und der zu dem Versorgungskopf zugegebenen Flüssigkeit, um ein Sauerstoff- Flüssigkeitsausfluss in Form eines sterilen Flüssigkeitsnebels in einem Hochgeschwindigkeits- Sauerstoffstrom zu erzeugen; und
Beaufschlagung des beschädigten Gewebes durch den Sauerstoff- Flüssigkeits-Ausfluss, um dadurch die Verunreinigungen von dem Gewebe zu entfernen, seine Austrocknung zu vermeiden, und die Heilung desselben zu bewirken.

[0020] Die vorliegende Erfindung wird leicht anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen verstanden und wahrgenommen, wobei:

[0021] Fig. 1 ist eine Gesamtansicht der Flüssigkeits- Gas- Vorrichtung der vorliegenden Erfindung;

[0022] Fig. 2A ist eine vergrößerte, teilgeschnittene Ansicht des Behälters aus Fig. 1;

[0023] Fig. 2B ist eine vergrößerte Querschnittansicht des Versorgungsdeckels des Behälters der Fig. 2A, geschnitten entlang der B-B- Linie.

[0024] Fig. 3A ist eine detaillierte Querschnittansicht des Flüssigkeits- Versorgungskopfes, gezeigt in Fig. 1, im Gebrauch;

[0025] Fig. 3B ist eine vergrößerte detaillierte Darstellung eines Teils des Ventilmechanismus, in geöffneten Positionen;

[0026] Fig. 3C ist eine vergrößerte detaillierte Darstellung eines Teils des Ventilmechanismus, in geschlossenen Positionen;

[0027] Fig. 4 ist ein teilweise Seitenansicht des Fluidversorgungskopfes, konstruiert in Übereinstimmung mit einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung, und besitzt einen Ventiltteil, welcher so beschaffen ist, einen Saugdruck in der unmittelbaren Nähe zu schaffen; und

[0028] Fig. 5 ist eine vergrößerte, schematische,

seitlich geschnittene Ansicht der Düse des Fluidversorgungskopfes, gezeigt in **Fig. 4**, darstellend die Bildung des dabei entstehenden Saugdruckes.

[0029] In Bezug auf **Fig. 1** stellt die Erfindung eine Vorrichtung zur Verfügung, generell bezeichnet mit **10**, welche eine Flüssigkeit und ein Gas als Arbeitsfluide für die Reinigung von lebendem Gewebe einsetzt, wie menschliches oder tierisches Gewebe während chirurgischer Vorgänge. Es wird anhand der folgenden Beschreibung deutlich, dass sich die vorliegende Einrichtung dadurch auszeichnet, dass sie hoch effektiv für die Entfernung von verunreinigenden Partikeln von lebendem Gewebe ist, inbegriffen sehr kleine Partikel, welche nicht durch vorbekannte Verfahren entfernt werden können. Die vorliegende Einrichtung benötigt weiterhin relativ kleine Mengen an Flüssigkeit, und somit wird bei der Durchführung der Reinigung während der chirurgischen Vorgänge das Gewebe nicht trocken und es verursacht keine Ansammlungen an großen Mengen von Flüssigkeit in der Benutzerumgebung. Der Gebrauch von Sauerstoff, hat darüber hinaus einen therapeutischen Effekt, welcher ohnehin gut bekannt ist. Hinzu kommt, dass der Gebrauch von Sauerstoff als Gasquelle die Anwendung der Einrichtung nicht nur im Operationsraum ermöglicht, sondern in jeder Krankenhauseinrichtung, die einen Standard Sauerstoffversorgungsausgang hat.

[0030] Einrichtung **10** umfasst einen Behälter **12** für die Aufnahme einer Versorgung einer sterilen Flüssigkeit, wie eine geeignete Kochsalzlösung, eine 0,9% Natrium Chlorid Lösung, geeignet für eine Spülung, und ein Fluidversorgungskopf **14**. Nun ebenfalls verweisend auf **Fig. 3A**, hat der Kopf **14** einen Flüssigkeitseingangsanschluss **16**, einen Gaseingangsanschluss **18**, und eine Fluidauslassereinrichtung **20**, durch welche ein Gas und ein Flüssigkeitsnebelausfluss nahe der Schallgeschwindigkeit geschaffen wird. Dieser Ausfluss ist es, welcher für die Reinigung gebraucht wird, wie unten beschrieben.

[0031] Anhand des Beispiels, kann der Behälter **12** durch den Fünf- Wege Versorgungsdeckel verschlossen werden, welcher anhand eines Schraubverschlusses (nicht gezeigt) mit dem Behälter befestigt, oder durch einen Schnappverschluss oder andere geeignete Verschlüsse. Nunmehr ebenfalls Bezug nehmend auf **Fig. 2A** und **2B**, weist der Versorgungsdeckel **22** einen Gaseinlassanschluss, erste und zweite Gasauslassanschlüsse, jeweils bezeichnet mit **26** und **28** (**Fig. 1** und **2B**), einen Flüssigkeitseinlassanschluss **30** und einen Flüssigkeitsauslassanschluss **32** auf.

[0032] Eine erste Gasleitung **34** weist ein Einlassende **36** auf, welches vorzugsweise abnehmbar über einen Sauerstoffanschluss **38** an einen Sauerstoffauslass **40** verbunden ist, gemeinsam bezeichnet als

eine Verbindung wie die „Silbermann 2000“ Sauerstoff Verbindung, gut bekannt und verbreitet in vielen Krankenhäusern in Israel und weltweit, und ist damit einer zentralen Hochdrucksauerstoffversorgung zugehörig. Vorzugsweise hat die Sauerstoffversorgung einen einsatzbereiten, nicht- pulsierenden Druckkopf mit etwa 3 bar. Die erste Gasleitung **34** hat ebenfalls ein Auslassende **42**, der befestigt ist über eine geeignete Schrauben- oder Schnappverbindung **44** zum Gaseinlass **24**. Eine zweite Gasleitung, bezeichnet mit **46**, weist ein Einlassende **48** und ein Auslassende **50** auf. Das Einlassende **48** ist über eine der Kupplung **44** ähnliche Kupplung **52** angeschlossen an einen ersten Gasauslassanschluss **26**, und ein Auslassende **50** ist über eine ebenfalls der Kupplung **44** ähnlichen Kupplung **54** angeschlossen, an einen Eingangsteil **18'** einer zweiten Gasleitung **19**, angeschlossen an einen Gaseingang **18** des Versorgungskopfes **14**, wie in **Fig. 3A** dargestellt.

[0033] Eine Flüssigkeitsleitung **56** weist ein Einlassende **58** auf, welches über eine der Kupplung **44** ähnlichen Kupplung **59** an einen Flüssigkeitsauslassanschluss **32** des Versorgungsdeckels **22** angeschlossen ist, und weist weiterhin ein Auslassende **60** auf, welches angeschlossen ist über eine geeignete ebenfalls der Kupplung **44** ähnlichen Kupplung **62** an einen Einlassanschluss **16'** einer zweiten Flüssigkeitsleitung **17**, verbunden mit dem Flüssigkeitsanschluss **16** des Versorgungskopfes **14**, wie in **Fig. 3A** gezeigt.

[0034] Eine weiteres Rohrteil, bezeichnet mit **66**, (**Fig. 1** und **2A**) ist angeschlossen an den Flüssigkeitseinlassanschluss **30** des Versorgungsdeckels **22**, und hat ein freies Ende **68**, welches in Richtung des Bodens des Behälters **12** verläuft und welches in einem Flüssigkeitseinlass **70** endet.

[0035] Wie in den **Fig. 2A** und **2B** zu sehen, ist der Versorgungsdeckel **22** so geformt, dass der Gaseinlassanschluss **24** verbunden ist mit dem ersten und dem zweiten Gasauslassanschluss **26** und **28**, dadurch wird ein Strömen des Gases von der ersten Gasleitung **34** (**Fig. 1**) durch den Deckel **22** in eine zweite Gasleitung **46** (**Fig. 1**) ermöglicht, wobei ebenfalls eine Druckversorgung mit Gas in den Behälter **12** über einen zweiten Gasauslassanschluss **28** ermöglicht wird. Der Flüssigkeitseinlassanschluss **30** und der Flüssigkeitsauslassanschluss **32** sind ebenfalls miteinander verbunden, obwohl der Gas- und der Flüssigkeitsfluss in dem Deckel **22** getrennt sind.

[0036] Damit wird deutlich, dass wenn der Gasfluss durch die erste und zweite Gasleitung **34** und **46** durch eine entsprechende Bedienung des daumenbetätigten Hebels **72** des Versorgungskopfes **14** (untenstehend beschrieben) möglich ist, ein Teil des unter Druck stehenden Gases über einen zweiten Gas-

auslassanschluss in den Behälter **12** eintritt, womit die Flüssigkeit in dem Behälter druckbeaufschlagt ist. Diese Erhöhung des Druckes, gekoppelt mit einer Druckdifferenz zwischen dem Inneren des Behälters und der Auslassvorrichtung **20** des Versorgungskopfes **14**, bewirkt einen Ausfluss der Flüssigkeit aus dem Behälter in den Flüssigkeitseinlass **70** des Rohrtells **66** und damit in die Flüssigkeitsleitung **56**. Wie aus der untenstehenden Beschreibung der **Fig. 3A–3C** deutlich wird, ist der Druck gerade nach der Fluid- Auslassvorrichtung **20** bei Atmosphärendruck, wodurch es möglich wird, den beschriebenen Flüssigkeitsausfluss hervorzurufen. Vorzugsweise sind die Hebel **72** mit einem geeigneten Mittel (nicht dargestellt) verbunden, um gleichzeitig betätigt zu werden.

[0037] Bezug genommen wird nun auf die **Fig. 3A**, **3B** und **3C**, in denen der Fluidversorgungskopf **14** (**Fig. 3A**) und Teile des Ventilmechanismus desselben (**Fig. 3B** und **3C**) im Einzelnen gezeigt sind. Wie oben beschrieben, hat der Fluidversorgungskopf **14** einen Flüssigkeitseingangsanschluss **16**, einen Gaseingangsanschluss **18** und eine Flüssigkeitsauslassvorrichtung **20**, wodurch ein Ausfluss eines Gas- und Flüssigkeitsnebels nahe der Schallgeschwindigkeit geschaffen wird.

[0038] Für Fachleute wird deutlich, dass die Konstruktion des Fluidversorgungskopfes **14**, wie nachfolgend in Verbindung mit den **Fig. 3A–3C** beschrieben, nur ein mögliches Beispiel ist, und andere geeignete Verbindungstypen und Ventile gemäß der Erfindung eingesetzt werden können.

[0039] Der Fluidversorgungskopf **14** umfasst eine Ventilanordnung, generell bezeichnet mit **79**, welche einen Durchgang der Flüssigkeit und des Gases vom Flüssigkeitseingangsanschluss **16** und dem Gaseingangsanschluss **18** zu einem Gas- Flüssigkeits- Vereinigungsdüsenelement **108** ermöglicht, wie nachfolgend beschrieben. Die Ventilkonstruktion **79** umfasst einen Körper **80**, der in einem hinteren Teil einen Flüssigkeitseinlassanschluss **16** und einen Gaseinlassanschluss **18** aufweist. Der Körper **80** umfasst weiterhin seitlich angeordnete Flüssigkeits- und Gasventilkammern, bezeichnet mit **82** und **84**, die zwar voneinander getrennt sind, jedoch unter Berücksichtigung der Eingangsanschlüsse **16** und **18** über eine erste Flüssigkeitsversorgungsbohrung **86** und eine erste Gasversorgungsbohrung **88** verbunden sind. Die Ventilkammern **82** und **84** sind ebenfalls verbunden über eine zweite Flüssigkeitsversorgungsbohrung **90** und eine zweite Gasversorgungsbohrung **92** zu einem vorderen Teil des Körpers **80**, generell bezeichnet mit **94**.

[0040] Der vordere Körperteil **94** weist einen darin nach innen gerichteten Aussparungsteil **96** auf, und einen äußeren Aussparungsteil **98**, welcher das inne-

re Aussparungsteil umfasst. Der innere Aussparungsteil **96** kommuniziert mit der zweiten Flüssigkeitsversorgungsbohrung **90**, und der äußere Aussparungsteil kommuniziert mit der zweiten Gasversorgungsbohrung **92**. Ein inneres Düsenelement **100** ist innerhalb des inneren Aussparungsteils **96** angeordnet, um an die zweite Flüssigkeitsversorgungsbohrung **90** anzugrenzen, und endet in einer sich verengenden frontgebohrten Düsenöffnung **102**, durch die ein feiner Strahl der Flüssigkeit abgegeben wird. Ein zylindrisches Gas- Flüssigkeits- Vereinigungselement **108** ist innerhalb des äußeren Aussparungsteils **98** konzentrisch mit dem inneren Düsenelement **100** montiert.

[0041] Das Vereinigungselement **108** hat einen vorderen Teil, generell mit **110** bezeichnet, welches gegen eine Öffnung **112** konvergierend ausgeformt ist, wobei dieses allgemein coaxial mit der Düsenöffnung **102** des inneren Düsenelements **100** angeordnet ist. Das Vereinigungselement **108** ist so beschaffen, einen zentralen Übergang des Gasdurchflusses in den Kopf **14** in Richtung des aus dem Vorderteil der Düsenöffnung **102** austretenden Flüssigkeitsstrahls zu bewirken. Dementsprechend vermischen sich der Flüssigkeitsstrahl und der Gasfluss miteinander und gehen über in einen gemeinsamen Gas- und Flüssigkeitsstrahl im vorderen Teil **110** des Vereinigungselements **108** über.

[0042] Jede der Ventilkammern **82** und **84** beinhaltet einen Ventilmechanismus, der wie unten beschrieben eine typische Konstruktion aufweist. Da diese kennzeichnenden Ventilmechanismen gleich zu einander sind, sind sie beide mit dem Bezugszeichen **120** gekennzeichnet, und die gemeinsamen Komponenten der Ventilmechanismen sind ebenfalls mit den gleichen Bezugszeichen nummeriert. Jedes der Ventilmechanismen **120** besitzt ein zylindrisches Sitzelement **122**, in dem sich eine innere Ventilplatte **124** befindet.

[0043] In Bezug auf die **Fig. 3B** und **3C** ist zu sehen, dass im vorliegenden Beispiel die Ventilplatte **124** eine allgemein konische, nach außen hin kegelförmige Ventilöffnung **126** ausweist, in der ein konisches Ventilelement **128** sitzt. Das Ventilelement sitzt anhand eines Federspannmittels **130**, wie einer Spannfeder, ohne jede entgegenwirkende Kraft in einer eingefahrenen, dichtenden Position innerhalb der Öffnung **126**, wie in **Fig. 3C** gezeigt. Jeder daumenbetätigte Hebel **72** (**Fig. 1** und **3A**) weist eine darin eingeformte quer hindurchlaufende Gewindebohrung **134** (**Fig. 3A**) auf. Wie in **Fig. 3A** gezeigt, erstreckt sich ein Schraubenelement **136** durch die Bohrung **134** und endet in einem aufgeweiteten Endteil **138**. Ein Schraubenmutterelement **140** ist mit dem Endteil **138** verbunden und zur freien Drehung über die Längsachse **142** des Schraubenelements relativ dazu angeordnet. Das Schraubenmutterelement **140**

ist in einer kolbenartigen Hülse **144** eingesetzt, welche für eine axiale Bewegung entlang einer einwärts ausgeformten Führung **146** in dem Sitzelement **122** angeordnet ist. In der in **Fig. 3C** gezeigten Stellung ist zu sehen, dass die Ventilöffnung **126** durch das Ventilelement **128** verschlossen ist. Die Drehung des Hebels **72** in einer vorgegebenen Richtung ist geeignet, um eine nach innen gerichtete, lineare Verschiebung des Schraubenelements **136** zu bewirken. Da das Schraubenelement **140** zum Rotieren um die Achse **142** frei ist, erfährt es keine drehende Bewegung, und ist lediglich durch das Schraubenelement **136** einwärts gedrückt. Diese Einwärtsbewegung bewirkt eine entsprechende Einwärtsbewegung der Hülse **144** entlang der Führung **146**, welche auf die hintere Aufweitung **148** des Ventilelements **128** wirkt, so dass es einwärts gedrückt wird, wie durch die Pfeile **149** in **Fig. 3B** gezeigt, wodurch eine teilweise Öffnung der Ventilöffnung **126** wird und ein Durchfluss des Gases oder der Flüssigkeit ermöglicht wird.

[0044] Die Ventilplatte weist eine Vielzahl von ersten radialen Bohrungen **150**, ausgebildet im hinteren Teil desselben auf, welche mit dem Inneren des Ventilsitzelements **122** kommunizieren. Das Ventilsitzelement **122** hat eine oder mehrere zweite radiale Bohrungen **152**, welche mit der externen Aussparung **154** kommunizieren.

[0045] Die Aussparung **154** und die zweiten Flüssigkeits- und Gasversorgungsbohrungen **90** und **92** sind so ausgebildet, dass das Öffnen der Ventilöffnungen **126** den Durchfluss der Flüssigkeit oder des Gases entlang des Strömungsweges, bestehend aus der Ventilöffnung **126**, den ersten radialen Bohrungen **150** der Ventilplatte **124**, den zweiten radialen Bohrungen **152** des Ventilsitzelements **122**, der Aussparung **154** und beiden Versorgungsbohrungen **90** oder **92**, ermöglicht.

[0046] Wie obenstehend beschrieben, steht das Gas unter Druck, und steht mit einem stetigen Druck von 2–3 bar zur Verfügung. Obwohl während des Durchflusses durch den Versorgungskopf **14** ein minimaler Druckabfall möglich ist, ist der Versorgungskopf so konstruiert, um solch einen Druckverlust zu minimieren, um somit sicher zu stellen, dass der Fluidruck einen Überdruck von 2 bar behält bis zu dem Punkt, wo der vereinigte Strahl durch die Öffnung **112** des Vereinigungselements **108** in die Atmosphäre übergeht.

[0047] Für Fachleute ist es verständlich, dass, wenn der vereinigte Fluidstrahl in den Atmosphärendruck übergeht, dieser einen augenblicklichen Druckabfall von 2 bar oder mehr auf 1 bar erfährt. Ein plötzlicher Druckabfall dieser Größe führt zu einer Geschwindigkeit des vereinigten Strahls an dem Punkt der Freisetzung in die Atmosphäre, die sich an die Geschwindigkeit des Schalls, und zwar 330 m/s annähert, und

zu der Entstehung einer Schockwelle im Strahl führt. Der Effekt der Schockwelle ist, den flüssigen Teil des kombinierten Strahls in mikroskopische Wassertropfen zu zerstäuben, so dass ein Strahl erhältlich ist, der aus einem flüssigen Nebel im Gasstrahl besteht und nahe der Schallgeschwindigkeit ist.

[0048] Es ist vom Erfinder vorgeschlagen worden, dass wenn der Versorgungskopf **14** gegen das zu reinigende Gewebe in einem Abstand von typischerweise bis zu 10 cm gehalten wird, dieses von den mikroskopisch kleinen Tropfen beschossen wird und alle Verunreinigungen darauf somit gewaltsam von dem Gewebe entfernt werden und dieses somit gereinigt wird.

[0049] Eine derartige Benetzung der Verunreinigungen, und zwar durch mikroskopische Tröpfchen, bewirken eine erhebliche Erhöhung ihres aerodynamischen Widerstandes, so dass die Kraft des Beschusses durch den vereinigten Fluidjet in der Lage ist, die Verunreinigungen von der Gewebeoberfläche zu entfernen und diese in dem Tröpfchenstrom weg zu bewegen. Die Zunahme des aerodynamischen Widerstandes der Partikel wird zum einen bekräftigt durch die Befeuchtung durch die Tröpfchen, und zum anderen durch das Fehlen eines Flüssigkeitsstromes auf der Gewebeoberfläche mit einer stabilen Grenzschicht. Dementsprechend, da keine Verunreinigungsmaterie mehr durch eine stabile Grenzschicht des Flüssigkeitsstroms geschützt ist, ist alles offen für die Entfernung durch den Gas-Flüssigkeitsstrom.

[0050] Im Folgenden wird auf **Fig. 4** Bezug genommen, welche einen generell mit **200** bezeichneten Fluidversorgungskopf darstellt, und **Fig. 5**, welche im Detail die Düse **202** des Fluidversorgungskopfes **200**, ausgebildet in Übereinstimmung mit einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung, darstellt. Der Versorgungskopf **200** ist ähnlich dem Versorgungskopf **14**, obenstehend gezeigt und beschrieben in Verbindung mit **Fig. 1** und **3A**, und ist daher hierin nicht erneut beschrieben, ausgenommen in Bezug auf die Unterschiede zwischen dem Versorgungskopf **200** und dem Versorgungskopf **14**. Dementsprechend sind die in beiden **Fig. 1** oder **3A** gezeigten Komponenten des Versorgungskopfes **200**, in denen sie gleiche Teile haben, in **Fig. 5** gekennzeichnet durch gleiche Bezugszeichen, jedoch mit einem (')- Vermerk.

[0051] Wieder Bezug nehmend auf **Fig. 5**, ist der Versorgungskopf **200** durch eine generell mit **202** bezeichnete Düse gekennzeichnet, welche ein einheitliches hinteres Element, ein Gasvereinigungsteil **204** und eine Front, ein Saugteil **206**, aufweist. Die Düse **202** hat generell eine Sanduhrstruktur, so dass ein hinterer Teil **204** und ein vorderer Teil **206** kegelförmig in einer eingeschnürten Taille oder einem Übergangsteil **208** entgegengesetzt ineinander laufen.

Das innere Düsenelement **100'** ist so geformt, dass es aus dem Übergangsteil **208** leicht auskragt, und hat ein entsprechend leicht eingeschnürtes Taillenteil **210**, dessen Durchmesser wir gezeigt in den Saugteil **206** auskragt.

[0052] Der durch den Pfeil **212** gekennzeichnete Gasstrahl tritt bei Atmosphärenüberdruck in den sich kranzförmig verengenden Durchgang **214** ein, begrenzt durch das innere Düsenelement **100'** und die Düse **202**, und beschleunigt von einer Unterschallgeschwindigkeit am Eingang **216** des eingeschnürten Durchgangs auf Schallgeschwindigkeit und an einer Stelle **218** einen halben Weg längs des Durchgangs auf Überschallgeschwindigkeit an einer Stelle **219**, wo die Einschnürung des Durchgangs wegen einer Stufe, die durch die Vorderkante **220** des inneren Düsenelements **100'** gebildet wird, plötzlich endet. Wenn der Gasstrahl in die Aufweitung des vorderen Düsenteils **206** von der Übergangszone **208** einläuft, expandiert dieser schlagartig. Die damit erzeugte Expansionswelle durchläuft einen erheblichen Druckabfall auf mindestens einen Unterdruck, wobei eine konische Verdünnungszone **221** entlang der inneren Oberfläche **222** des vorderen Düsenteils **206** ausgelöst wird.

[0053] Ein beschleunigender Flüssigkeitsstrom tritt aufgrund des Durchlaufs durch die Düsenöffnung **102'** in den Überschallgasstrom ein, und erfährt aufgrund des starken Druckabfalls, wie im Wesentlichen oben in Verbindung mit **Fig. 1–3C** beschrieben, eine Zerstäubung in mikroskopisch kleine Tröpfchen, welche in dem Gasstrahl mitbewegt werden, um einen vermischten Gas- Flüssigkeits- Nebel zu bilden.

[0054] Wenn der Fluidversorgungskopf **200** nahe an das mit verschiedenen Verunreinigungspartikeln behaftete Gewebe in einem Abstand von beispielsweise 3...8 mm gehalten wird, werden diese Partikel wegen des beschriebenen im Düsenraum erhaltenen Unterdruckes entfernt. Zusätzlich zu dem Beschuss mit mikroskopischen Flüssigkeitstropfen wie obenstehend in Verbindung mit **Fig. 1–3C** beschrieben, werden die Verunreinigungspartikel ebenfalls aufgrund einer Saugkraft entfernt, wenn die Düse nahe an das zu reinigende Gewebe gebracht wird, was dazu beiträgt, die Partikel vom zu reinigenden Gewebe zu lösen, bevor sie in dem Gas-Flüssigkeitsnebel wegtransportiert werden.

[0055] Es ist für Fachleute ersichtlich, dass der Bereich der vorliegenden Erfindung nicht auf das begrenzt ist, was im Einzelnen obenstehend gezeigt und beschrieben ist. Stattdessen ist der Bereich der Erfindung ausschließlich auf die Ansprüche begrenzt, welche folgen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**10**) zum Reinigen von lebendem Gewebe unter Einsatz von Flüssigkeit und Gas als Arbeitsfluide, mit:

einem Behälter (**12**) für eine sterile Flüssigkeit, einem Fluidzuführkopf (**14,200**) mit einem Flüssigkeitseintrittsport (**16**) und einem Gaseintrittsport (**18**), einer Fluidauslasseinrichtung (**20**) und einer Ventileinrichtung (**79**) zwischen den Eintrittsports (**16,18**) und der Fluidauslasseinrichtung (**20**) zum selektierbaren Strömen entweder der Flüssigkeit oder des Gases von den Eintrittsports (**16,18**) zu der Fluidauslasseinrichtung (**20**);

einer Flüssigkeitsleitungseinrichtung (**56**) zwischen einem Flüssigkeitseinlass (**58**) in dem Behälter (**12**) und einem Flüssigkeitsauslass (**60**), der mit dem Flüssigkeitseintrittsport (**16**) des Zuführkopfs (**14,200**) verbunden ist;

einer Gasleitungseinrichtung (**34**) zwischen einem Gaseinlass (**36**) und einem Gasauslass (**42**), wobei der Gaseinlass (**36**) mit einer Druckgasquelle verbindbar ist und der Gasauslass (**42**) mit dem Gaseintrittsport (**18**) des Zuführkopfs (**14,200**) verbunden ist, und wobei die Gasleitungseinrichtung (**34**) über einen Auslassport (**26**) mit dem Behälter (**12**) verbunden ist; und

einer Einrichtung zum selektierbaren Inkontaktbringen der Quelle steriler Flüssigkeit mit einem Druckgasstrom, der von dem Gaseinlass (**36**) zu dem Gasauslass (**42**) und in den Gaseintrittsport (**18**) des Fluidzuführkopfs (**14,200**) strömt, wobei die sterile Flüssigkeit durch die Flüssigkeitsleitungseinrichtung (**56**) von dem Einlass (**58**) zu dem Auslass (**60**) und in den Flüssigkeitseintrittsport (**16**) des Fluidzuführkopfs (**14,200**) gepumpt wird,

wobei die Fluidauslasseinrichtung (**20**) ein Düsenelement (**108,202**) zum Aufnehmen der Gas- und Flüssigkeitsströme und zum Vereinigen dieser Ströme zu einem Gas-Flüssigkeits-Ausfluss, der die Vorrichtung (**10**) in Form eines sterilen Flüssigkeitsnebels in einem Hochgeschwindigkeits-Gasstrom durch den Fluidauslass (**20**) verlässt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Gasstrom mit einem Druck einer ersten Größe aus der Ventileinrichtung (**79**) heraus und in das Gas-Flüssigkeits-Vereinigungselement (**108,202**) hinein strömt und die Vereinigungseinrichtung (**108,202**) einen Druckabfall in dem hindurch strömenden Gasstrom bewirkt, so dass der Druck des Gas-Flüssigkeits-Ausflusses hinter dem Fluidauslass (**20**) eine zweite Größe hat, wobei die erste Größe mindestens das Zweifache der zweiten Größe beträgt, um eine Schockwelle in dem Gas-Flüssigkeits-Strom hinter dem Fluidauslass (**20**) zu erzeugen und ein Zerstäuben des Flüssigkeitsanteils des Ausflusses in mikroskopische Tröpfchen zu bewirken, wodurch ein Nebel in dem Gasanteil des Ausflusses gebildet wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der der Gas-Flüssigkeits-Ausfluss hinter dem Fluidauslass (20) nahezu Schallgeschwindigkeit hat.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Gasseinlass (36) der Gasleitungseinrichtung (34) zum Verbinden mit einer unter Druck stehenden Sauerstoffquelle vorgesehen ist und der Ausfluss ein Ausfluss eines sterilen Flüssigkeitsnebels in einem Hochgeschwindigkeits-Sauerstoffstrom ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der die Fluidauslasseinrichtung (20) ferner eine Einrichtung (206) zum Aufbringen einer Saugkraft auf das zu reinigende Gewebe aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der die Fluidauslasseinrichtung (20) ferner mit einem innen liegenden Düsenelement (100') zum Erzeugen eines Ausflusses einer sterilen Flüssigkeit versehen ist und das Düsenelement (202) aufweist:

einen hinteren Teil (204), der derart ausgebildet ist, dass er auf das innen liegende Düsenelement (100') passt und der derart angeordnet ist, dass er auf das innen liegende Düsenelement (100') passt, um dazwischen einen Durchgang für den Gasstrom zu bilden;

einen eingeschnürten Teil (208), der durch eine nach vorn gerichtete Verjüngung des hinteren Teils (204) gebildet ist;

einen vorderen Teil (206), der eine Öffnung bildet und sich nach hinten in Richtung des eingeschnürten Teils (208) verjüngt,

wobei der Durchgang derart ausgebildet ist, dass er sich in Richtung des vorderen Teils (206) der Düse (202) in zunehmendem Maße derart verengt, dass der durch den Durchgang strömende Gasstrom mindestens auf Schallgeschwindigkeit beschleunigt wird, und wobei sich der vordere Teil (206) in Richtung der darin ausgebildeten Öffnung erweitert, so dass sich der beschleunigte Gasstrom ausdehnt und somit einen Druckabfall auf einen subatmosphärischen Druck erfährt, so dass, wenn die Düsenöffnung nahe an das durch Schmutzpartikel verschmutzte Gewebe (224) heran gebracht ist, die Partikel dem subatmosphärischen Druck ausgesetzt sind, um dadurch von dem Gewebe (224) gelöst zu werden.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Zuführkopf (14,200) derart ausgebildet ist, dass er bei der Benutzung mit einer Hand gehalten wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

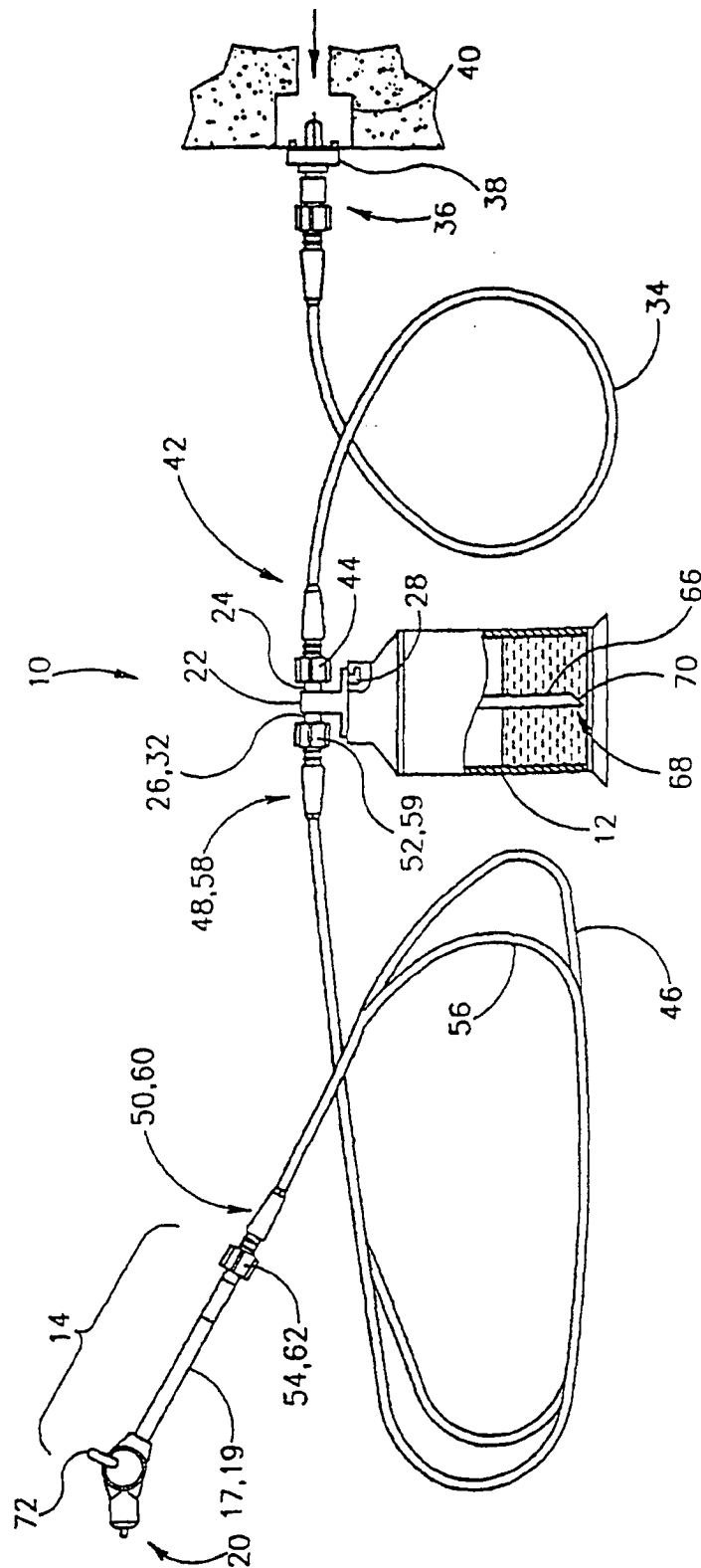
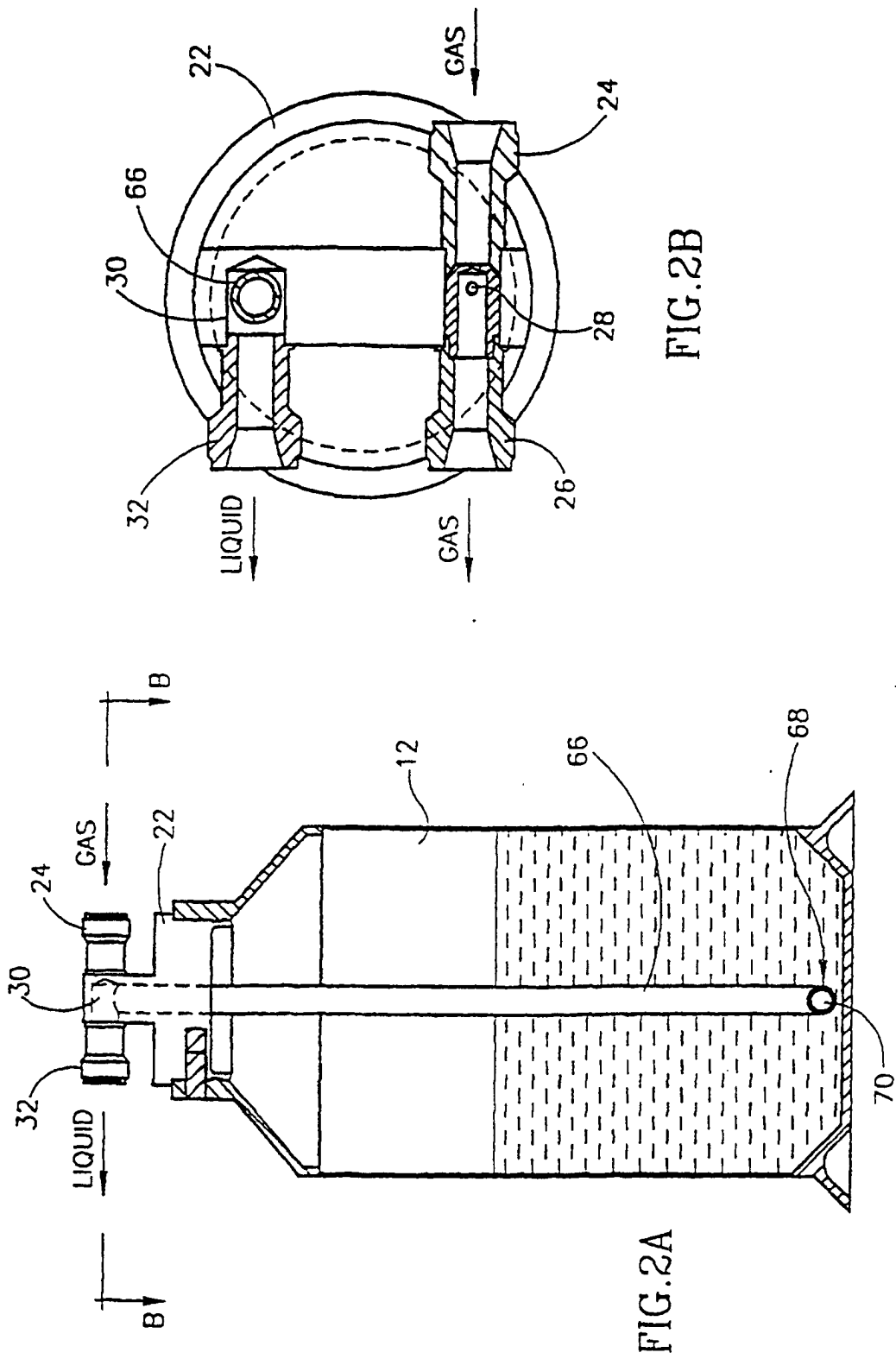


FIG.1



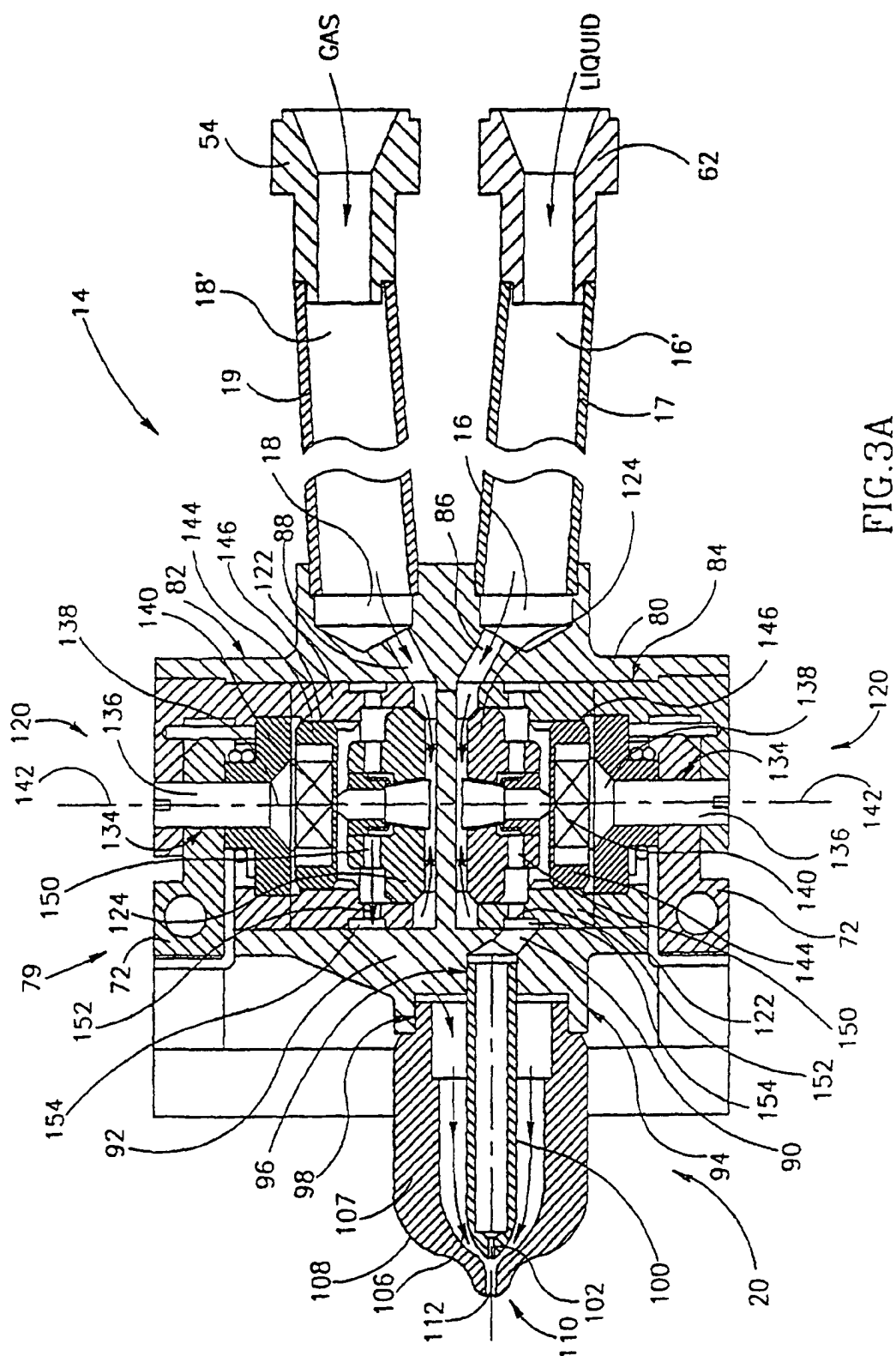


FIG. 3A

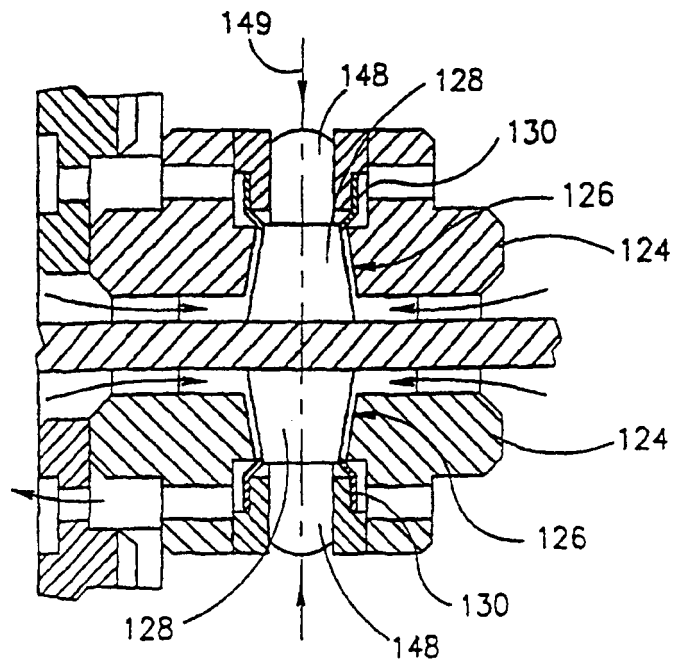


FIG. 3B

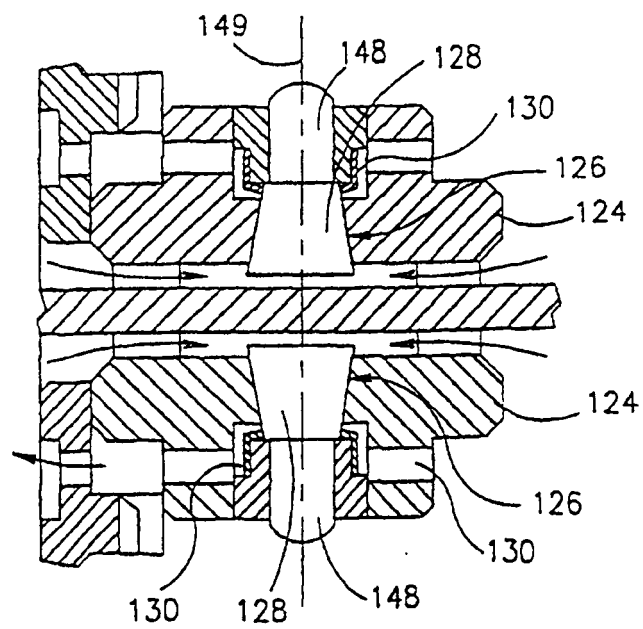


FIG. 3C

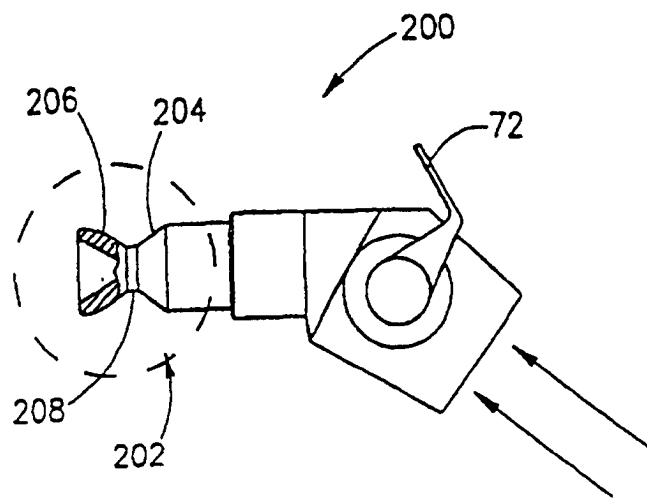


FIG. 4

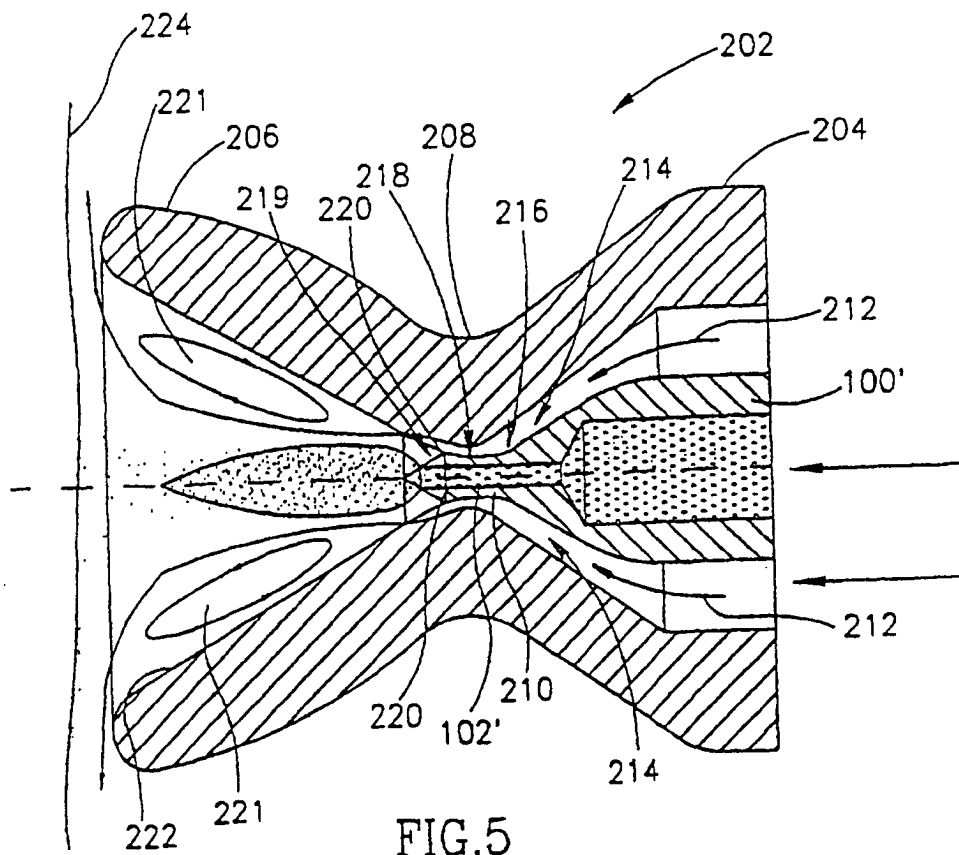


FIG. 5