



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 34 825 T2** 2007.10.18

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 144 080 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B01D 46/12** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 34 825.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/28204**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 967 162.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/032296**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.11.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **08.06.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.10.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **10.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.10.2007**

(30) Unionspriorität:

<b>110229 P</b>	<b>30.11.1998</b>	<b>US</b>
<b>137497 P</b>	<b>04.06.1999</b>	<b>US</b>

(74) Vertreter:

**HOEGER, STELLRECHT & PARTNER**  
**Patentanwälte, 70182 Stuttgart**

(73) Patentinhaber:

**Pall Corp., East Hills, N.Y., US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**BOOTH, S., Charles, Livonia, MI 48150, US**

(54) Bezeichnung: **FILTER ZUR VERWENDUNG IN DER MEDIZINTECHNIK**

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**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Diese Erfindung betrifft einen Filter für die Verwendung in medizinischen Verfahren, insbesondere für die Verwendung bei laparoskopischer oder endoskopischer Chirurgie.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Während mancher medizinischer Verfahren, z.B. laparoskopischer oder endoskopischer Chirurgie, wird ein geeignetes Gas in den Abdominalhohlraum eingebracht, um das Abdomen aufzublasen. Das Aufblasen des Abdomens pflegt die inneren Organe zu trennen und einen vergrößerten Hohlraum zu schaffen, in welchem die Operation durchgeführt wird. Z.B. können ein oder mehrere Trokare verwendet werden, um das Abdomen zu punktieren, und Einblasgas kann durch mindestens einen der Trokare geleitet werden, um das Abdomen aufzublasen. Eines oder mehrere Instrumente, die bei der Operation beteiligt sind, z.B. ein Laparoskop, ein Skalpell, ein Laser und/oder ein Elektrokauter können durch den (die) entsprechenden Trokar(e), wie benötigt, eingebracht werden.

**[0003]** Wenn ein bestimmtes Verfahren das Schneiden von Gewebe und/oder Blutgefäßen erforderlich macht, können Laser, Ultraschallgewebefragmentierungsvorrichtungen und Elektrokauter verwendet werden, da sie leicht zu handhaben sind und relativ saubere Schnitte erzeugen. Ferner haben sie eine kauterisierende Wirkung und begrenzen somit das Bluten.

**[0004]** Nachdem die Operation abgeschlossen ist, wird das Gas, das verwendet wurde, um den Hohlraum aufzublasen, aus dem Abdominalhohlraum abgelassen. Zusätzlich kann der Chirurg, da das Schneiden mit Lasern, Ultraschallgewebefragmentierungsvorrichtungen und Elektrokautern oft Dampf oder „Rauch“ erzeugt, der die Sicht des Chirurgen auf die Operationsstelle vernebelt oder verhindert, das Gas (einschließlich des Rauches) während der Operation ablassen, um den Rauch aus dem Abdominalhohlraum zu entfernen. Z.B. kann der Chirurg ein Ventil, das mit einer Kanüle verbunden ist, die mit einem der Trokare kommuniziert, freigeben und den Rauch an die umgebende Atmosphäre ablassen. Alternativ kann der Rauch rezirkuliert werden, z.B. von einem Trokar abgezogen werden und in den Abdominalhohlraum durch einen anderen Trokar wieder eingebracht werden.

**[0005]** Der Rauch kann jedoch toxisches, riechendes und auf andere Weise unerwünschtes Material (z.B. Benzol, Wasserstoffzyanid, Toluol, Formaldehyd, Kohlenmonoxid, Viren, Bakterien, Zellen und/oder Körperflüssigkeiten von krankhaftem Gewebe des Patienten) enthalten, welches, wenn es in die Umgebung des Operationssaals abgegeben wird, den Chirurgen und das chirurgische Team einem Gesundheitsrisiko aussetzen könnte. Zusätzlich kann die Abgabe oder Rezirkulation dieses Rauchs (der z.B. Bakterien und/oder Viren enthalten kann) den Patienten dem Risiko einer zusätzlichen Kontamination, z.B. über Absorption durch das Peritoneum oder durch Eindringen in den Körper an einer Stelle, die verschieden von dem Abdominalhohlraum ist, aussetzen.

**[0006]** Es wurden Anstrengungen unternommen einen Teil des Gases, das aus dem Abdominalhohlraum des Patienten austritt, zu filtern. Aber diese Filter litten an einer Reihe von Nachteilen. Z.B. sind einige der Filter klobig und beeinträchtigen die Sicht des Chirurgen und/oder die Möglichkeit des Chirurgen sich um die Operationsstelle herum zu bewegen. Die Filter können leicht verstopfen, scheitern daran genügend unerwünschtes Material zu entfernen und/oder können einen arbeitsintensiven Aufwand (eventuell mehrere Schritte erforderlich) erfordern um zu funktionieren. Spezielle Ausrüstung (z.B. Instrumente, Ventile und/oder Rauchabsauger) müssen eventuell mit diesen Filtern verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich können die Filter für die Verwendung mit einstellbaren Gasfließraten und/oder Gasfließraten von etwa 1 Liter/min oder mehr bei Standardeinblasdruck ungeeignet sein.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung sorgt für die Verbesserung von zumindest einigen der Nachteile des Standes der Technik. Diese und andere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der wie unten dargelegten Beschreibung offensichtlich.

**[0008]** D1 (US Patent Nr. 5 108 474) offenbart einen Rauchfilter, der hermetisch abgedichtet in ein Gehäuse oder einen Kanister eingesetzt ist. Der Filter wird in einem herkömmlichen Vakuumsystem verwendet und der Filter ist im Auslass des Rauchfiltergehäuses angeordnet.

**[0009]** D2 (US Patent Nr. 4 561 868) offenbart eine Kanisterfilteranordnung für die Verwendung in einer Vakuumleitung zum Fangen von Partikeln und Flüssigkeiten aus Fluiden, die durch die Vakuumleitung gesaugt werden, mit einem schalenförmig geformten Behälterabschnitt und einem Deckelabschnitt, der über dem Behälter in abdichtendem Eingriff mit demselben angeordnet ist.

**[0010]** D3 (US Patent Nr. 5 507 847) offenbart eine verbesserte Filtereinheit, die für die Verwendung in einer Vielfalt von Reinfluftfiltrationsanwendungen geeignet ist.

**[0011]** D4 (Internationale Veröffentlichung Nr. WO 98/31451 entsprechend EP 0 960 644 A1) offenbart ein Filtermedium, bei dessen Verwendung ein langlebiges Kompaktluftreinigungssystem mit einer Funktion zur Entfernung schwebender feiner Partikeln aus der Luft und einer Funktion zur Zersetzung von Organismen zur desodorierenden und antibakteriellen Wirkung, geschaffen wird.

**[0012]** D5 (US Patent Nr. 4 487 606) offenbart eine Saugkanisteranordnung, die einen eingeschlossenen Behälter mit einer ersten Öffnung, um einen Sog in dem Behälter zu schaffen, und einer zweiten Öffnung, um Fluide einschließlich Flüssigkeiten und Gase während des Soges in den Behälter zu saugen, enthält.

**[0013]** D6 (US Patent Nr. 5 647 881) offenbart einen Staubsaugersack mit einer Hochfeinpartikelentfernungswirkung unter normalen und Schockbelastungsbedingungen, wobei die Schockbelastung eine Kurzzeitherausforderung mit hohen Partikelkonzentrationen enthält (z.B. wenn ein Vakuum verwendet wird, um einen Abfallhaufen aufzunehmen).

**[0014]** D7 (DE 196 06 718 A1) offenbart einen mehrschichtigen Sackfilter mit einem Filtersack und einer Sicherungsplatte, insbesondere für Staubsauger.

**[0015]** D8 (US Patent Nr. 4 894 074) offenbart einen Filter, der aus hohlen zylindrischen offenporigen Keramikschaumzylinderelementen und einer Endplatte aus gasundurchlässigem Material besteht, als Einsatz in einer Filterschale zur Reinigung von Abgasen von Dieselmotoren, in welchem die Abgase durch die aktiven Filterabschnitte im Wesentlichen normal zur Zylinderachse strömen.

**[0016]** D9 (US Patent Nr. 5 205 850) offenbart einen Partikelfilter mit einem Gehäuse mit gegenüberliegenden Enden, einem Paar Trägerwänden, die an jeweilige gegenüberliegende Enden des Gehäuses angrenzen und darin einen Innenraum begrenzen und einem Paar von reinen Gaskammern, die an den jeweiligen gegenüberliegenden Ende des Gehäuses an den Seiten der jeweiligen Trägerwände außerhalb des Innenraumes vorgesehen sind.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0017]** Gemäß der Erfindung wird eine medizinische Filtervorrichtung zum Filtern von Rauch enthaltendem Gas, das aus einem Körperhohlraum eines Patienten entlüftet wird, geschaffen, umfassend ein Filtergehäuse mit einem inneren Hohlraum, wobei das Gehäuse zumindest eine erste Seitenwand und eine zweite Seitenwand hat, wobei die erste und die zweite Seitenwand jeweils mindestens einen Abschnitt aufweisen, der flexibel ist und es erlaubt das Gas hindurchtritt; und einen Rauchfilter, der Rauch aus Gas filtern kann mit zumindest einem ersten porösen Filterelement und einem zweiten porösen Filterelement, wobei das erste und das zweite Filterelement jeweils ein hydrophobes zurückhaltendes Element enthalten; wobei die Filtervorrichtung eingerichtet ist, um zu erlauben, dass Gas in den inneren Hohlraum durch das erste poröse Filterelement und durch die erste Seitenwand des Gehäuses und durch das zweite poröse Filterelement und durch die zweite Seitenwand des Gehäuses hindurchtritt, eine Leitung, die in einem Verbinder endet und eine Strömungssteuervorrichtung, die in der Leitung vorgesehen ist, um die Strömung des Rauchs in das Filtergehäuse zu steuern.

**[0018]** In bevorzugten Ausführungsformen entfernt die Filtervorrichtung laparoskopischen Rauch und reduziert Geruch, wenn das Gas durch die Vorrichtung an die Außenseite des Gehäuses tritt.

**[0019]** Ausführungsformen des Filters und der Filtervorrichtung sind für die Verwendung bei jeder gewünschten, konstanten oder variablen Gasströmungsrate geeignet. Vorzugsweise kann die Filtervorrichtung an jedes geeignete System (z.B. ein System für die Verwendung in laparoskopischer Chirurgie) angefügt werden. In einer Ausführungsform erlaubt die Filtervorrichtung (die Teil eines Sets sein kann) eine Einhandgasströmungseinstellung.

**[0020]** Ausführungsformen der Erfindung sind insbesondere für die Verwendung in Operationsumgebungen,

insbesondere für die Verwendung in der laparoskopischen Chirurgie, da sie erlauben können, dass das chirurgische Verfahren rascher und/oder kosteneffizienter durchgeführt wird, z.B. durch Reduzierung der Menge an kostbarer Chirurgen-, Schwestern-, Techniker- und/oder Operationssaalzeit, die für das Verfahren benötigt wird. Zeiteinsparungen sind besonders vorteilhaft, da z.B. wie aus 1999 zumindest eine Studie den Wert der Zeit im Operationssaal während laparoskopischer Chirurgie gut über \$120 pro Minute schätzt.

**[0021]** Typischerweise umfasst der Gasfilter ein Rauchfilterelement mit zumindest einer hydrophoben Membran (vorzugsweise einer hydrophoben mikroporösen Membran) und/oder mindestens einem hydrophoben faserförmigen Medium, durch welches das zu behandelnde Fluid (z.B. Gas) durchtritt. Das Element hat zwei gegenüberliegende Seiten (z.B. eine erste Seite und eine gegenüberliegende zweite Seite in Bezug auf ein zu behandelndes Fluid, wobei zumindest ein Teil des Gases durch das Element hindurchgeführt wird) mit einem zentralen Abschnitt dazwischen. Die Poren in dem Element erlauben im Allgemeinen eine Fluidkommunikation zwischen den beiden gegenüberliegenden Seiten (z.B. zwischen der ersten und der zweiten Seite) des Elements.

**[0022]** Der Rauchfilter kann jede geeignete Porenstruktur haben, z.B. eine Dioctylphthalat-(DOP)-Rauchdurchdringungsfineinheit oder eine Porenfeinheit (z.B. Möglichkeit Partikel einer gegebenen Größe in einem bestimmten Grad, wie z.B. mit Bubblepoint nachgewiesen, zu entfernen). Der Rauchfilter kann eine Porenstruktur haben, die einheitlich, im Wesentlichen einheitlich ist, oder sie kann in einer kontinuierlichen, einer diskontinuierlichen oder einer stufenförmigen Weise variieren. Z.B. kann der Rauchfilter eine abgestufte Porenstruktur haben. In einigen Ausführungsformen enthält der Rauchfilter eine Vielzahl von Elementen und/oder Schichten, wobei einzelne Elemente und/oder Schichten verschiedene Porenstrukturen, z.B. verschiedene Porenfeinheiten haben. Z.B. kann der Rauchfilter ein Rauchfilterelement mit einer Vielzahl von Schichten umfassen, wobei zumindest zwei Schichten verschiedene Porenfeinheiten haben.

**[0023]** Der Rauchfilter kann zusätzliche Elemente, Schichten oder Strukturen enthalten, die auch Membranen oder andere poröse Medien sein können. Z.B. kann in einigen Ausführungsformen der Rauchfilter zusätzliche Komponenten enthalten, die verschiedene Strukturen und/oder Funktionen haben, z.B. zumindest eine von Vorfiltration, Geruchsreduktion, Träger, Drainage, Abstand und Dämpfung. In einigen Ausführungsformen, in denen der Rauchfilter ein oder mehrere zusätzliche Elemente enthält, ist mindestens ein Abschnitt jedes der zusätzlichen Elemente flexibel.

**[0024]** Wie hier verwendet, umfasst der Ausdruck „Rauch“ Gas (z.B. das Einblasgas sowie einen Teil des Materials und/oder einige der Nebenprodukte, die bei der Abtragung von Geweben und/oder Blutgefäßen erzeugt werden (z.B. Aerosole und Tröpfchen). Rauch kann zusätzliches Material, wie zumindest eines von Bakterien und Viren enthalten.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0025]** [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer zusammengesetzten Rauchfiltervorrichtung.

**[0026]** [Fig. 2](#) ist eine Explosionsansicht einer Ausführungsform einer Rauchfiltervorrichtung mit einer Rauchfilteranordnung gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0027]** [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht der Ausführungsform, die in [Fig. 1](#) dargestellt ist, entlang der Linie 3-3 mit der Rauchfilteranordnung, die in [Fig. 2](#) dargestellt ist.

**[0028]** [Fig. 4](#) ist eine Explosionsansicht einer anderen Ausführungsform einer Rauchfiltervorrichtung mit einer Rauchfilteranordnung gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0029]** [Fig. 5](#) ist eine Explosionsansicht einer anderen Ausführungsform einer Rauchfiltervorrichtung mit einer Rauchfilteranordnung gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0030]** [Fig. 6](#) ist eine Querschnittsansicht einer anderen Ausführungsform einer Rauchfiltervorrichtung gemäß der Erfindung, wobei die Vorrichtung kein Gehäuse enthält und ein Abschnitt der ersten Seitenwand der Vorrichtung eine Oberfläche des ersten Rauchfilters umfasst, und ein Abschnitt der zweiten Seitenwand der Vorrichtung eine Oberfläche des zweiten Rauchfilters umfasst.

**[0031]** [Fig. 7](#) ist eine Ansicht von oben ([Fig. 7a](#)) und eine Querschnittsansicht ([Fig. 7b](#), entlang der Linie

7b-7b in [Fig. 7a](#)) einer anderen Ausführungsform einer zusammengesetzten Rauchfiltervorrichtung, wobei die Vorrichtung ein Sammelrohr mit einer Einlassöffnung enthält.

**[0032]** Jede der Komponenten der Erfindung wird nun detaillierter unten beschrieben, wobei gleiche Komponenten gleiche Bezugszeichen haben.

**[0033]** Die [Fig. 1-Fig. 5](#) zeigen eine perspektivische Ansicht einer zusammengesetzten Vorrichtung ([Fig. 1](#)), eine Explosionsansicht ([Fig. 2](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)) und eine Querschnittsansicht ([Fig. 3](#)) von Ausführungsformen einer Filtervorrichtung gemäß der Erfindung, wobei die Vorrichtung ausgeführt ist, um Gas zu erlauben (z.B. in Form von Rauch) in das Innere der Vorrichtung einzutreten, durch den/die Gasfilter und durch einen Abschnitt des Gehäuses der Filtervorrichtung zu treten. Typischerweise enthält jeder Gasfilter (im Folgenden als ein „Rauchfilter“ bezeichnet) eine Vielzahl von Elementen, die Gas erlauben hindurchzutreten, z.B. ein Rauchfilterelement, sowie ein Vorfilterelement und/oder ein geruchsreduzierendes Element.

**[0034]** In den in [Fig. 2-Fig. 5](#) dargestellten Ausführungsformen enthält die Rauchfiltervorrichtung **300** ein Filtergehäuse **50** mit einer ersten Seitenwand **5** und einer zweiten Seitenwand **55**, wobei zumindest ein Abschnitt jeder dieser ersten und zweiten Seitenwand flexibel (z.B. faltbar) und porös ist. Die Filtervorrichtung **300** enthält eine Filteranordnung **200**, die einen ersten Rauchfilter **100** und einen zweiten Rauchfilter **101** umfasst, typischerweise mit einem Raum **90** zwischen dem ersten Rauchfilter und dem zweiten Rauchfilter. Die dargestellte Filtervorrichtung enthält auch einen Einlass **75** mit einer Einlassöffnung und die Filtervorrichtung ist so angeordnet, dass sie Gas erlaubt durch den Einlass in den Raum **90** zwischen dem ersten und dem zweiten Rauchfilter **100**, **101** zu treten, wobei ein Teil des Gases infolge durch den ersten Rauchfilter **100** und die erste Seitenwand **5** und ein anderer Teil des Gases durch den zweiten Rauchfilter **101** und die zweite Seitenwand **55** tritt.

**[0035]** In der in den [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) gezeigten Ausführungsform enthält die Filtervorrichtung ein Sammelrohr **700**. Wie in [Fig. 7b](#) gezeigt, enthält in der dargestellten Ausführungsform das Sammelrohr den Einlass **75**, wodurch dem Gas erlaubt wird, durch das Sammelrohr und den Einlass und in den Raum **90** zwischen dem ersten und dem zweiten Rauchfilter **100** und **101** zu treten, wobei ein Teil des Gases infolge durch den ersten Rauchfilter **100** und die erste Seitenwand **5** und ein anderer Teil des Gases durch den zweiten Rauchfilter **101** und die zweite Seitenwand **55** tritt.

**[0036]** Der erste und der zweite Rauchfilter **100**, **101** umfassen jeweils ein poröses Rauchfilterelement **1**, **11** mit zumindest einem hydrophoben zurückhaltenden Element. Vorzugsweise umfasst das hydrophobe zurückhaltende Element ein Mikroorganismus und/oder Virus zurückhaltendes Element. Das hydrophobe zurückhaltende Element umfasst typischerweise zumindest eine Membran und/oder zumindest einen Tiefenfilter. Typischerweise enthält der Rauchfilter zusätzliche Elemente, wie ein Vorfilterelement und/oder ein geruchsreduzierendes Element. In der ersten Ausführungsform, die in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt ist, enthalten der erste und der zweite Rauchfilter auch ein Vorfilterelement **2**, **22** und ein geruchsreduzierendes Element **3**, **33**, wobei das poröse Rauchfilterelement **1**, **11** zwischen dem Vorfilterelement **2**, **22** und dem geruchsreduzierenden Element **3**, **33** angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann auch das hydrophobe zurückhaltende Element Vorfilterung schaffen.

**[0037]** Vorzugsweise ist die Rauchfilteranordnung **200** am Gehäuse **50** befestigt. Z.B. ist gemäß den Ausführungsformen, die in den [Fig. 3](#) und [Fig. 7b](#) gezeigt sind, der erste Rauchfilter **100** an einem Abschnitt der ersten Seitenwand **5** dichtend angebracht und der zweite Rauchfilter **101** ist an einem Abschnitt der zweiten Seitenwand **55** dichtend angebracht. Die in [Fig. 7b](#) dargestellte Ausführungsform zeigt auch Abschnitte des ersten und zweiten Rauchfilters, die an einem Abschnitt des Sammelrohres **700** dichtend angeordnet sind.

**[0038]** Die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen zwei andere Ausführungsformen der Filtervorrichtung **300**, wobei der Rauchfilter ein poröses Rauchfilterelement **1**, **11** und ein geruchsreduzierendes Element **3**, **33** enthält. In der Ausführungsform, die in [Fig. 4](#) gezeigt ist, ist das geruchsreduzierende Element **3**, **33** stromabwärts des porösen Rauchfilterelement **1**, **11** angeordnet und in der Ausführungsform, die in [Fig. 5](#) gezeigt ist, ist das geruchsreduzierende Element stromaufwärts des porösen Rauchfilterelementes angeordnet.

**[0039]** Die [Fig. 6](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform der Filtervorrichtung, wobei die Vorrichtung eines Gehäuses entbehrt und die Vorrichtung angeordnet ist, um Gas zu erlauben in das Innere der Vorrichtung einzutreten und durch die Gasfilter zur Außenseite der Vorrichtung hindurchzutreten.

**[0040]** Die Rauchfiltervorrichtung **300** wird als Teil eines Sets verwendet, welches zusätzliche Komponenten,

wie mindestens eine Leitung, eine Strömungssteuervorrichtung und einen Verbinder enthält. Typischerweise enthält das Set eine Rauchfiltervorrichtung, mindestens eine Leitung, mindestens eine Strömungssteuervorrichtung und mindestens einen Verbinder. Die [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) stellen Ausführungsformen eines Sets **500** mit der Filtervorrichtung **300**, einem Verbinder **550**, ersten und zweiten Leitungen **501**, **502** und einer Strömungssteuervorrichtung **600** dar.

**[0041]** In einer anderen Ausführungsform (z.B. wie in [Fig. 7a](#) gezeigt) enthält das Set zumindest einen Verbinder zwischen der ersten Leitung **501** und der Filtervorrichtung **300**. Geeignete Binder enthalten, sind jedoch nicht beschränkt auf, ein Universalanschlussstück oder eine Universalkupplung, wie ein Lueranschlussstück; ein Aufschiebeanschlussstück, wie ein Anschlussstück mit Widerhacken und dergleichen.

**[0042]** Wenn man sich nun den einzelnen Komponenten der Rauchfiltervorrichtung gemäß den Ausführungsformen der Erfindung zuwendet, sind diese Komponenten mit dem Gas, das verwendet wird, kompatibel und für solche Protokolle, die die Erzeugung von Rauch beinhalten, sind diese Komponenten kompatibel mit dem Rauch, der in dem Protokoll (z.B. Laparoskopie, Endoskopie, Thorakoskopie, geburtshilfliche Gyneskopie) erzeugt wird und sie können aus einer Vielzahl von Materialien hergestellt werden. In einigen Ausführungsformen sind die Komponenten kompatibel mit einem oder mehreren Desinfektions- und/oder Sterilisationsprotokollen, einschließlich z.B. der Verwendung von Ethylenoxid oder Gammasterilisation.

**[0043]** In jenen Ausführungsformen, in denen die Vorrichtung ein Gehäuse enthält, kann das Gehäuse **50** von jedem geeigneten Aufbau und jeder geeigneten Größe sein. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse leichtgewichtig. In einer Ausführungsform kann das Gehäuse ohne die Verwendung einer Form geformt werden. Das Gehäuse kann z.B. im Allgemeinen tropfenförmig, rund, oval, quadratisch, rechteckig oder dreieckig sein. In der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform hat das Gehäuse **50** einen im Allgemeinen taschenförmigen Aufbau mit ersten und zweiten Seitenwänden, einem offenen Ende und einem abgedichteten Ende, wobei das offene Ende an dem Einlass befestigt (z.B. abgedichtet) ist. In der in [Fig. 7a](#) gezeigten Ausführungsform hat das Gehäuse einen im Allgemeinen abgerundeten Aufbau mit ersten und zweiten Seitenwänden, wobei die Seitenwände an dem Sammelrohr **700** befestigt (z.B. abgedichtet) sind. Typischerweise ist zumindest ein Abschnitt jeder der ersten und zweiten Seitenwand **5**, **55** flexibel. In einigen Ausführungsformen ist zumindest ein wesentlicher Teil (z.B. mindestens etwa 50% der Fläche) jeder der Seitenwände flexibel und das Gehäuse kann im Wesentlichen vollständig flexibel sein.

**[0044]** Die Filtervorrichtung kann zusätzliche Komponenten enthalten, z.B. kann das Gehäuse ein Sammelrohr **700** ([Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#)) enthalten, das typischerweise einen herkömmlichen Einlassströmungsweg in das Innere der Vorrichtung schafft. Gemäß der in den [Fig. 7a](#) und insbesondere [Fig. 7b](#) dargestellten Ausführungsform, ist zumindest ein Teil von jeder der ersten und zweiten Seitenwände **5**, **55** vorzugsweise flexibel. Das Sammelrohr kann flexibel oder im Wesentlichen unflexibel sein.

**[0045]** Eine Vielfalt an Materialien, die dem Gas erlauben dorthin hindurchzugehen ist für das Gehäuse geeignet. Typischerweise hat das Material ein geringes Profil, geringes Gewicht und ist kompakt. Z.B. kann das Gehäuse ein oder mehrere Gitter (z.B. Polyester oder Polypropylen) und/oder ein oder mehrere poröse gewebte und/oder nicht gewebte Materialien haben, z.B. aber nicht beschränkt auf REEMAY™ (Reemay, Inc.) und TYPAR™ (Reemay, Inc.). Das Gehäuse kann eine Vielzahl von Schichten enthalten.

**[0046]** Typischerweise enthält das Gehäuse **50** ein oder mehrere Blätter nicht gewebten Materials, die aneinander befestigt sind (z.B. dichtend verbunden). Falls erwünscht, kann das Gehäuse ein einziges Blatt, das ein- oder mehrmals vor der Befestigung gefaltet wird, enthalten. Das Gehäuse kann z.B. an den Enden, Seiten oder an anderen Komponenten der Filtervorrichtung und/oder des Sets (wie, aber nicht beschränkt auf, eine oder mehrere Komponenten des Rauchfilters, einer Leitung, einem Verbinder, einem Sammelrohr oder einem Durchlass), unter Verwendung eines Klebstoffes, eines Lösungsmittels, Radiofrequenzabdichtung, Ultraschallabdichtung und/oder Wärmeabdichtung dichtend befestigt sein. Falls gewünscht kann das Gehäuse jede Anzahl von Dichtungen, mit oder ohne einer Dichtung an einer oder mehreren Komponenten des Rauchfilters und/oder des Sets enthalten.

**[0047]** In jenen Ausführungsformen, in denen die Rauchfiltervorrichtung, ein Gehäuse und einen Rauchfilter enthält, ist der Rauchfilter mit dem Gehäuse verbunden, um Gas zu erlauben in die Vorrichtung einzutreten, um durch den Filter und durch das Gehäuse hindurchzugehen. In jenen Ausführungsformen, in denen die Rauchfiltervorrichtung kein Gehäuse enthält (z.B. wie in [Fig. 6](#) gezeigt) ist die Vorrichtung angeordnet, um dem Gas zu erlauben in die Vorrichtung einzutreten um durch den Rauchfilter an die Außenseite der Vorrichtung zu treten.



**[0048]** Gemäß diesen Ausführungsformen enthält der Rauchfilter mindestens ein poröses Rauchfilterelement mit einem hydrophoben zurückhaltenden Element, das typischerweise mindestens eine mikroporöse hydrophobe Membran und/oder mindestens ein hydrophobes Tiefenfiltermedium enthält. Die Ausführungsform der Filtervorrichtung **300**, die in den [Fig. 2-Fig. 6](#) dargestellt ist (sowie die Ausführungsform der Filtervorrichtung, die in [Fig. 7b](#) dargestellt ist) hat zwei Rauchfilter **100**, **101**, die jeweils ein poröses Rauchfilterelement **1**, **11** mit einem hydrophoben zurückhaltenden Element enthalten. Das poröse Rauchfilterelement kann einen Abschnitt oder eine Vielzahl von Abschnitten haben und/oder kann eine Vielzahl von Schichten enthalten. Alternativ oder zusätzlich kann das poröse Rauchfilterelement eine Vielzahl von Medien (z.B. mindestens eine hydrophobe Membran und mindestens ein faserförmiges hydrophobes Medium enthalten).

**[0049]** Typischerweise ist die DOP-Rauchpenetrationsfeinheit des Rauchfilterelements **1**, **11** geringer als die Feinheit des geruchsreduzierenden Elements.

**[0050]** In jenen Ausführungsformen, in denen das hydrophobe zurückhaltende Element mindestens eine Membran enthält, ist die Porenstruktur (z.B. die Porenfeinheit oder die Porengröße) des Rauchfilterelementes **1**, **11** typischerweise geringer als die Porenstruktur des geruchsreduzierenden Elements. In einigen jener Ausführungsformen, in denen das Rauchfilterelement **1**, **11** nicht ein Tiefenfilter ist (z.B. in denen das Filterelement keine Vorfiltration liefert), ist die Porenstruktur des Filterelements geringer als die Porenstruktur des getrennten Vorfiltrationselements.

**[0051]** Das Rauchfilterelement kann in Übereinstimmung mit mehreren Faktoren ausgewählt werden, einschließlich der Natur und Größe der ungewünschten Materialien im Rauch, der gewünschten Strömungsrate und des annehmbaren Druckabfalls durch den Rauchfilter.

**[0052]** In einer bevorzugten Ausführungsform verhindert das Rauchfilterelement im Wesentlichen den Durchgang von Bakterien durch dasselbe. In einer noch bevorzugteren Ausführungsform verhindert das Rauchfilterelement im Wesentlichen auch den Durchgang von Viren durch dasselbe. Z.B. können die Ausführungsformen des Rauchfilterelements mindestens etwa 95% der Bakterien im Rauch entfernen und mindestens etwa eine 4 log Virenreduktion schaffen. In bevorzugteren Ausführungsformen kann das Rauchfilterelement mindestens etwa 99% der Bakterien (in einigen Ausführungsformen, mindestens etwa 5 log Bakterienreduktion schaffend) entfernen und mindestens etwa eine 5 log Virusreduktion schaffen.

**[0053]** In einer noch mehr bevorzugten Ausführungsform kann das Rauchfilterelement im Wesentlichen 100% der Bakterien (in einigen Ausführungsformen, mindestens etwa 7 log Bakterienreduktion schaffend) entfernen und mindestens etwa eine 7 log Virusreduktion schaffen.

**[0054]** Typischerweise entfernt das Rauchfilterelement mindestens etwa 99,97% der Rauchpartikel mit Durchmessern von mindestens etwa 0,3 µm oder größer und bevorzugter entfernt es mindestens etwa 99,999% oder mehr (z.B. mindestens etwa 99,9995%) der Rauchpartikel mit Durchmessern von mindestens etwa 0,12 µm. Zur Veranschaulichung hat in einer Ausführungsform das Rauchfilterelement eine DOP-Rauchpenetration (z.B. gemessen mit ASTM D2986-71) bei 0,3 µm bei 10,5 ft/Minute (5,3 cm/s) Gasströmung von mindestens etwa 0,03 %, bevorzugter mindestens etwa 0,015%.

**[0055]** Typischerweise hat in jener Ausführungsform, in der das Rauchfilterelement eine Membran enthält, das Rauchfilterelement **1**, **11** eine Porenfeinheit (z.B. nachgewiesen durch Bubblepoint) von etwa 10 Mikrometer oder geringer, bevorzugter etwa 5 Mikrometer oder geringer, und noch mehr bevorzugt etwa 2 Mikrometer oder geringer.

**[0056]** Ohne an irgendeinen bestimmten Mechanismus gehalten zu sein, glaubt man, dass kleine Partikel, wie Bakterien und Viren durch das Rauchfilterelement durch Diffusion entfernt werden, die starke zwischenmolekulare Kräfte (d.h. Van der Waals-Kräfte) enthält, selbst wenn das Element Poren von einer Größe haben kann, die größer ist als die Größe der Partikel (freie Partikel oder Partikel, die in einem Tropfen suspendiert sind). Zusätzlich können Partikel, einschließlich größerer Partikel, durch zumindest eines von Spannen, Impaktion und/oder Abfangen entfernt werden.

**[0057]** Typischerweise ist die effektive Filterfläche der (des) Rauchfilter(s) mindestens 12,9 cm<sup>2</sup> (etwa 2 in<sup>2</sup>), bevorzugter mindestens etwa 19,4 cm<sup>2</sup> (etwa 3 in<sup>2</sup>). In einigen Ausführungsformen ist die wirksame Filterfläche etwa 22,6 cm<sup>2</sup> (etwa 3,5 in<sup>2</sup>) oder mehr, z.B. im Bereich von etwa 32,3 cm<sup>2</sup> bis etwa 51,6 cm<sup>2</sup> (etwa 5 in<sup>2</sup> bis etwa 8 in<sup>2</sup>) oder mehr.

**[0058]** Das Rauchfilterelement kann aus jedem geeigneten natürlichen und/oder synthetischen Material hergestellt werden, das ein Substrat, Fasern oder eine Membran bilden kann, das bzw. die mit dem Gas und Rauch kompatibel ist bzw. sind. In einigen Ausführungsformen sind kommerziell erhältliche Materialien bevorzugt. Geeignete Polymere umfassen, sind aber nicht beschränkt auf, Polytetrafluorethylen (PTFE), jedes Nylon, z.B. 6, 6T, 11, 46, 66 und 610, Polyvinylidendifluoride (PVDF), Polyethersulfon (PES), Polypropylen und Polyester.

**[0059]** Andere geeignete Materialien umfassen Zellulosederivate. Harzfreie Materialien, wie Glasfasern, einschließlich Mikrogas und/oder laminiertes Glas, können ebenfalls verwendet werden.

**[0060]** Kommerziell erhältliche Medien, wie jene, die von Pall Corporation (East Hills, NY) unter den Marken SUPOR® und PALLFLEX® erhältlich sind, sind ebenfalls geeignet. Andere geeignete kommerziell erhältliche Medien enthalten, sind aber nicht beschränkt auf, H&V HO-VOGLAS™ (Hollingsworth & Vose Company, East Walpole, MA) und VERIFLO™ (Enhanced Filter, Ventura, CA).

**[0061]** Das Rauchfilterelement kann unbehandelt bleiben oder kann behandelt werden, um seine Effektivität zu erhöhen. Oberflächenmerkmale des Elements können durch chemische Reaktion, umfassend z.B. Nass- oder Trockenoxidation, durch Beschichten oder Ablagern eines Polymers auf der Oberfläche oder durch eine Pfropfreaktion modifiziert werden (z.B. um die Critical Wetting Surface Tension (CWST) zu beeinflussen, um eine Oberflächenladung, z.B. eine positive oder eine negative Ladung, zu enthalten und/oder die Polarität oder Hydrophilie der Oberfläche zu ändern). Modifizierungen umfassen, z.B. Bestrahlung, ein polares oder geladenes Monomer, Beschichtung und/oder Härten der Oberfläche mit einem geladenen Polymer und Durchführen einer chemischen Modifikation, um funktionale Gruppen an der Oberfläche anzuhängen. Pfropfreaktionen können durch Aussetzen einer Energiequelle, wie Gasplasma, Hitze, einem Van der Graff Generator, Ultraviolettlicht, Elektronenstrahl oder verschiedenen anderen Formen der Strahlung oder durch Oberflächenätzen oder Ablagerung unter Verwendung von Plasmabehandlung aktiviert werden. Das Rauchfilterelement kann anfänglich hydrophil sein und behandelt werden, um es hydrophob zu machen, und/oder das Rauchfilterelement kann behandelt werden, um seine Hydrophobie zu steigern (d.h. es hydrophober zu machen).

**[0062]** Das Rauchfilterelement kann eine Vielzahl von Ausgestaltungen haben. Z.B. kann das Element im Wesentlichen eben, gefaltet, gerippt oder zylindrisch sein.

**[0063]** Wie zuvor angemerkt, kann der Rauchfilter **100**, **101** zusätzliche Komponenten, wie zusätzliche Elemente enthalten. Z.B. kann der Rauchfilter ein oder mehrere stromaufwärts gelegene und/oder stromabwärts gelegene Elemente, wie ein Vorfilterelement, ein geruchsreduzierendes Element sowie Trag- und/oder Drainageelemente enthalten. In einigen Ausführungsformen ist zumindest ein Abschnitt jedes der Elemente des Rauchfilters flexibel, z.B. biegsam.

**[0064]** Der Rauchfilter kann einen Verbundwerkstoff enthalten, z.B. indem eine oder mehrere Komponenten an das Rauchfilterelement, z.B. durch Laminieren befestigt sind. Alternativ oder zusätzlich können die zusätzlichen Elemente vom Rauchfilter getrennt sein.

**[0065]** Vorzugsweise enthält der Rauchfilter auch ein geruchsreduzierendes Element. Der Rauchfilter kann auch ein Vorfilterelement enthalten oder das zurückhaltende Element kann Zurückhaltung und Vorfiltration bieten (z.B. kann die zurückhaltende Membran eine Vielzahl von Tiefenfilterelementen und/oder Faserschichten enthalten).

**[0066]** In den in den [Fig. 2-Fig. 5](#) und [Fig. 7b](#) veranschaulichten Ausführungsformen enthält der Rauchfilter auch ein geruchsreduzierendes Element **3**, **33**, das stromabwärts des hydrophoben Elements ([Fig. 2-Fig. 4](#) und [Fig. 7b](#)) oder stromaufwärts des hydrophoben Elements ([Fig. 5](#)) angeordnet ist. Die veranschaulichende Ausführungsform, die in [Fig. 6](#) gezeigt ist, enthält kein geruchsreduzierendes Element.

**[0067]** Die in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellte Ausführungsform enthält Vorfilterelemente **2**, **22** und geruchsreduzierende Elemente **3**, **33**. Jedes dieser Elemente kann eine Vielzahl von Schichten enthalten. Vorzugsweise sind das Vorfilterelement und das geruchsreduzierende Element sehr offen, und haben gute Porosität. Das Vorfilterelement und das geruchsreduzierende Element können jedes geeignete gewebte Material oder Nonwoven-Material enthalten, und können aus natürlichem und/oder synthetischem Material, z.B. Fasern, Polymermaterial und/oder Glas gebildet werden. Beispielhafte Materialien umfassen Polypropylen, Polyester, Polyethersulfon, Kohlenstoff (vorzugsweise Aktivkohle, z.B. Aktivkohle und/oder Novolitfasern) und/oder Mikrogas. Der Kohlenstoff kann granular und in einer Matrix eingebettet sein oder als Fasern in einer Mischung (z.B.



einer Baumwolle/Zellulose Mischung) eingemischt sein.

**[0068]** In einigen Ausführungsformen, die ein getrenntes Vorfilterelement enthalten, umfasst das Vorfilterelement ein faserförmiges Medium, z.B. enthaltend Polymerfasern und/oder Glasfasern.

**[0069]** In einigen Ausführungsformen, die ein geruchsreduzierendes Element enthalten, reduziert das geruchsreduzierende Element auch den Durchgang von unerwünschten Substanzen, wie anderen chemischen Stoffen und/oder organischen Dämpfen durch dasselbe. Z.B. kann in einer anschaulichen Ausführungsform, die ein geruchsreduzierendes Element enthält, das Element den Durchgang von mindestens einem von Benzol, Formaldehyd, Wasserstoffcyanid, und Toluol durch dasselbe reduzieren.

**[0070]** In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das geruchsreduzierende Element ein Kohlenstoffmedium, vorzugsweise ein Aktivkohlemedium, noch bevorzugter ein faserförmiges Aktivkohlemedium. Ein Beispiel für ein geeignetes kommerziell erhältliches Medium ist die Aktivkohle ULTRASORB™ (Enhanced Filter, Ventura, CA), z.B. als ein faserförmiges oder granuliertes Laminat. Ein anderes Beispiel eines geeigneten kommerziell erhältlichen Mediums ist AQF®-Medium (AQF Technologies, Charlotte, NC), z.B. Aktivkohle in einer dreidimensionalen Nonwoven-Polyesterstruktur.

**[0071]** Typischerweise befindet sich in jenen Ausführungsformen, die ein geruchsreduzierendes Element enthalten, das geruchsreduzierende Element stromabwärts des hydrophoben zurückhaltenden Elements, d.h. das Gas tritt durch das zurückhaltende Element bevor es durch das geruchsreduzierende Element tritt. In manchen Ausführungsformen, jedoch z.B. wie in [Fig. 5](#) gezeigt, kann das geruchsreduzierende Element stromaufwärts des hydrophoben zurückhaltenden Elements sein, und es kann das erste Element in dem Rauchfilter sein.

**[0072]** In einigen Ausführungsformen enthält der Rauchfilter **100**, **101** auch ein oder mehrere Fensterelemente, z.B. Fensterelemente **4**, **44**, wie sie in den [Fig. 2-Fig. 6](#) und [Fig. 7b](#) gezeigt sind. Ein oder mehrere Fensterelemente können ein oder mehrere Fenster oder eine oder mehrere Öffnungen haben. Die Ausführungsformen, der in den Figuren gezeigten Fensterelemente **4**, **44** haben ein Fenster oder eine Öffnung.

**[0073]** Die Fensterelemente und Fenster können von jeder geeigneten Zahl, Größe und/oder Form (z.B. rechteckig, kreisförmig, dreieckig, oval) sein. Der Rauchfilter kann eine Vielzahl von Fensterelementen mit verschiedenen Merkmalen (z.B. Form, Größe und/oder Anzahl der Fenster) haben und ein Fensterelement kann eine Vielzahl von Fenstern mit verschiedenen Merkmalen haben.

**[0074]** In einer typischen Ausführungsform schafft zumindest ein Fensterelement einen Oberflächenbereich zum aneinander Befestigen der Elemente des Rauchfilters oder zum Befestigen des Filters am Gehäuse. Z.B. erlauben in den in den [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 7b](#) dargestellten Ausführungsformen Fensterelemente, die an dem Rauchfilterelement **1**, **11** und dem Vorfilterelement **2**, **22** befestigt sind, dass diese Elemente miteinander dichtend verbunden werden. Gemäß der Ausführungsform, die in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt ist, erlauben die Fensterelemente auch, dass der Rauchfilter an die innere Oberfläche der Seitenwände des Gehäuses (mit dem geruchsreduzierenden Element zwischen dem Rauchfilterelement und der Seitenwand angeordnet) dichtend befestigt ist. Gemäß der Ausführungsform, die in [Fig. 7b](#) dargestellt ist, kann das Fensterelement auch an dem Sammelrohr **700** befestigt sein.

**[0075]** Das Fensterelement kann auch erlauben, den Einlass an das Gehäuse dichtend anzubringen. Das Fensterelement kann z.B. an jeder der gegenüberliegenden Oberflächen eines Rauchfilterelements oder Vorfilterelements befestigt sein. Befestigen, z.B. Abdichten, kann umfassen z.B. die Verwendung eines Klebstoffes, eines Lösungsmittels, Radiofrequenzdichten, Ultraschalldichten und/oder Wärmedichten. In einigen Ausführungsformen, z.B. einigen Ausführungsformen, die eine Unterkomponente oder Unteranordnung der Filtervorrichtung, die Kohlenstoffmedien enthält, schaffen, kann Radiofrequenzdichten weniger erwünscht sein.

**[0076]** Typische Materialien, die geeignet sind, um das bzw. die Fensterelement(e) herzustellen, umfassen, sind aber nicht beschränkt auf, z.B. weichgemachtes Polyvinylchlorid (PVC), Polyester, Polyurethan, Polycarbonat, Polypropylen, Polyolefin, Polyethylen, Etylenvinylacetat (EVA) und Materialkombinationen.

**[0077]** Gemäß der Erfindung können Ausführungsformen der Rauchfiltervorrichtung in jedem medizinischen Protokoll verwendet werden, das das Entlüften von Gas aus einem Körperhohlraum eines Patienten einschließt, und es kann mit jeder geeigneten Gasströmungsrate verwendet werden. Die Gasströmungsrate kann konstant oder variabel sein und kann von niedrigen Strömungsraten, z.B. etwa 0,5 l/min oder weniger, bis zu

etwa 15 l/min oder auch mehr reichen. In einigen Ausführungsformen, z.B. einigen Ausführungsformen eines Rauchfiltersets, das eine Rauchfiltervorrichtung enthält, enthält das Set auch eine Gasströmungssteuervorrichtung, wie ein Ventil, einen Verschluss oder eine Klemme (einschließlich einer Schraubklemme oder Kneifklemme). In einigen Ausführungsformen kann die Strömungssteuervorrichtung mit einer Hand bedient werden. Falls gewünscht kann die Strömungssteuervorrichtung einstellbar sein.

**[0078]** Die Rauchfiltervorrichtung ist insbesondere in jenen Protokollen nützlich, die die Produktion von Rauch (z.B. erzeugt durch eine Laser, eine elektroakustische Vorrichtung oder eine Ultraschallgewebsfragmentierungsvorrichtung) enthalten. Typischerweise ist die Vorrichtung geeignet Rauch für bis zu etwa 6 min kumulativer Kauterisierung oder mehr, mit einer Reduktion im Gasstrom von etwa 50 % oder weniger zu filtern. In einigen Ausführungsformen ist die Vorrichtung geeignet Rauch für bis zu etwa 6 min kumulativer Kauterisierung oder mehr, mit einer Reduktion im Gasstrom von etwa 40 % oder weniger, z.B. etwa 30 % oder weniger zu filtern. In einer Ausführungsform ist die Vorrichtung geeignet Rauch für bis zu etwa 6 min kumulativer Kauterisierung oder mehr, mit einer Reduktion im Gasstrom von etwa 20 % oder weniger zu filtern.

**[0079]** In Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der Erfindung kann eine Rauchfiltervorrichtung mindestens eine Chemikalie aus (z.B. in oder in Verbindung mit) dem Rauch entfernen, um z.B. einen Belastungsgrenzwert zu schaffen, der gleich oder geringer als der OSHA Standard ist. Beispielhafte Chemikalien, die in Rauch enthalten sind, und Aussetzungsgrenzwerte umfassen jene, die in Surgical Smoke: What We Know Today (Valleylab Inc., Boulder, CO, copyright 1996), z.B. in "Tabelle 5: Chemicals, Exposure Limits and Associated Health Effects" (Seite 12) aufgelistet, angeführt sind. Z.B. kann eine Ausführungsform des Rauchfilters zumindest eine der folgenden Chemikalien aus Rauch entfernen: Acetaldehyd, Acrolein, Acetonitril, Benzol, Wasserstoffcyanid, Kohlenmonoxid, Formaldehyd, polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs), Styrol, Toluol und Xylol.

**[0080]** Ausführungsformen der Rauchfiltervorrichtung gemäß der Erfindung können eine beliebige Anzahl von Rauchfiltern z.B. einen einzelnen Rauchfilter, zwei Rauchfilter oder mehr als zwei Rauchfilter haben, und die Rauchfiltervorrichtung kann ein Gehäuse enthalten oder es kann ihr an einem Gehäuse mangeln. Ein Abschnitt eines Rauchfilters (z.B. eine Oberfläche des Filters) kann einen Abschnitt einer Seite oder einer Stirnfläche der Rauchfiltervorrichtung bilden. Alternativ oder zusätzlich kann eine Ausführungsform der Rauchvorrichtung ein Gehäuse mit mindestens einem Abschnitt (z.B. einem Abschnitt mindestens einer Seitenwand) enthalten, der flexibel ist, und Gas den Durchtritt durch denselben erlaubt, wobei die Vorrichtung so angeordnet ist, dass sie dem Gas den Durchtritt durch den Rauchfilter und den flexiblen Abschnitt des Gehäuses erlaubt.

**[0081]** In noch einer anderen Ausführungsform ist das Gehäuse im Wesentlichen nicht flexibel und/oder der Rauchfilter ist im Wesentlichen nicht flexibel. Das Gehäuse kann eine oder mehrere offene Abschnitte enthalten (z.B. an zumindest einer Seite der Vorrichtung), der bzw. die Gas den Durchtritt durch einen flexiblen oder nicht flexiblen Rauchfilter und durch den bzw. die offenen Abschnitt(e) der Vorrichtung erlauben. Alternativ oder zusätzlich kann die Rauchfiltervorrichtung ein im Wesentlichen nicht flexibles Gehäuse enthalten und kann angeordnet sein, um dem Rauchfilter zu erlauben sich in dem Gehäuse während der Verwendung zu biegen.

#### BEISPIEL 1

**[0082]** Die Rauchfiltervorrichtung ist mit dem Aufbau, wie er im Allgemeinen in den [Fig. 1-Fig. 3](#) dargestellt ist, hergestellt. Jede Filterelementscheibe hat einen effektiven Durchmesser von 2,25 Zoll (5,72 cm). Die Rauchfilterelemente sind PTFE-Membranen, die zumindest 99,999 % der Rauchpartikeln mit Durchmessern von mindesten 0,10 µm oder größer, mit 20 l/min Gasstrom entfernen. Die Vorfilterelemente sind H&V HOVOGLAS™ (Hollingsworth & Vose Co.) Faserelemente und die geruchsreduzierenden Elemente sind ULTRASORB (Enhanced Filter) Aktivkohlefasern (Stufe ACF-200) mit einem Basisgewicht von 200 g/m<sup>2</sup>. Die Fenserelemente sind PVC-Bögen, die geschnitten wurden, um ein zentrales Fenster mit einem Durchmesser von 2,25 Zoll (5,72 cm) zu bilden. Das Gehäuse ist REEMAY (Reemay, Inc.) Nonwoven-Medium. Die Leitung ist ein flexibler PVC Schlauch.

**[0083]** Die Elemente und das Gehäuse sind miteinander dichtend verbunden, um einen zentralen Hohlraum zu schaffen, der durch die Vorfilter begrenzt ist. Der flexible Schlauch ist in das Gehäuse eingebracht und daran dichtend angeschlossen. Die Filtervorrichtung, die faltbar ist, ist so angeordnet, dass sie Gas den Durchtritt durch den Schlauch in den zentralen Hohlraum erlaubt, um durch die stromabwärts gelegenen Vorfilter und in Folge durch die Rauchfilterelemente, die geruchsreduzierenden Elemente und die Seitenwände des Gehäuses zu treten.

**[0084]** Die Rauchfiltervorrichtung ist mit einer Gasglühvorrichtung, die mit einer Hand einstellbar ist, einer zusätzlichen Leitung und einem Luerbesteck verbunden, das in Folge während einer laparoskopischen Cholezystektomie (Gallenblasenentfernung) mit einem Trokar verbunden ist. Der CO<sub>2</sub>-Gasstrom ist (bei häufigen Kauterisierungsereignissen) 11 l/min (d.h. die Verringerung im Gasstrom ist geringer als 10%) bei einem konstanten Druck von 15 mm Hg (2 kPa) (0,29 psi). Die Sicht des Chirurgen ist durch den Rauch in dem Abdominalhohlraum nicht behindert und es besteht keine Notwendigkeit das Verfahren zu stoppen und den Rauch aus dem Abdomen zu entlüften. Es gibt keinen bemerkbaren Geruch beim Durchtritt des Gases durch die Rauchfiltervorrichtung.

**[0085]** Dieses Beispiel zeigt, dass eine Rauchfiltervorrichtung gemäß der Erfindung für die Verwendung beim Filtern von Rauch während Elektrokauterisierung geeignet ist.

#### BEISPIEL 2

**[0086]** Eine Rauchfiltervorrichtung wird, wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt.

**[0087]** Die Rauchfiltervorrichtung ist mit einer Gasstromvorrichtung, die mit einer Hand einstellbar ist, einer zusätzlichen Leitung und einem Luerbesteck verbunden, das in Folge während einer laparoskopischen Cholezystektomie (Gallenblasenentfernung) mit einem Trokar verbunden ist. Der CO<sub>2</sub>-Gasstrom ist (wenn häufige Harmonic-Scalpel™-Verwendung beginnt) 11 l/min und nach 9 min kumulativer Harmonic-Scalpel-Verwendung bleibt der Gasstrom über 9 l/min (d.h. die Abnahme im Gasstrom ist geringer als 20 %) bei einem konstanten Druck von 15 mm Hg (2 kPa) (0,29 psi). Die Sicht des Chirurgen wird durch Aerosol im Abdominalhohlraum nicht behindert und es besteht keine Notwendigkeit das Verfahren zu stoppen und Aerosol aus dem Abdomen zu entlüften. Es gibt keinen bemerkbaren Geruch in dem Gas, das durch die Rauchfiltervorrichtung durchtritt.

**[0088]** Dieses Beispiel zeigt, dass eine Rauchfiltervorrichtung gemäß der Erfindung geeignet ist, um Rauch zu filtern und für die Verwendung mit einer Harmonic-Scalpel™-Vorrichtung.

#### VORRICHTUNG 3

**[0089]** Dieses Beispiel wurde geschaffen, um zu zeigen ob Rauchfilter, die in Vorrichtungen gemäß der Erfindung vorgesehen sind, flüchtige organische Chemikalien in Kauterrauch entfernen können.

**[0090]** Drei Ausführungsformen der Rauchfiltervorrichtung wurden hergestellt und getestet. Die erste Vorrichtung wird, wie in Beispiel 1 im Allgemeinen beschrieben, hergestellt aber ohne eine Strömungssteuervorrichtung und eine extra Leitung. Die zweite Vorrichtung wird in einem ähnlichen Aufbau hergestellt; jedoch sind die geruchsreduzierenden Elemente AQF®-Medien 2750 (AQF Technologies, Charlotte, NC) mit einem Basisgewicht von 600 g/m<sup>2</sup> statt den ULTRASORB™ Medien, die in Beispiel 1 verwendet wurden.

**[0091]** Die dritte Vorrichtung hat einen Aufbau, wie er im Allgemeinen in [Fig. 4](#) gezeigt ist, wobei jedes Rauchfilterelement zwei H&V NOVOGAS™ Faserelemente hat und die geruchsreduzierenden Elemente ULTRASORB™ Aktivkohlenfasern (Stufe ACF-200) mit einem Basisgewicht von 200 g/m<sup>2</sup> sind. Die Vorrichtung enthält keine Membran. Die Fensterelemente, das Gehäuse (und die Abdichtung desselben) sowie die Leitung sind wie in Beispiel 1 beschrieben.

**[0092]** Die Rauchfiltervorrichtungen werden getrennt mit einer Testkammer verbunden. Die Testkammer enthält einen Deckel mit zwei Trokarhülsenzugangsöffnungen. Ein Kohlendioxidbehälter ist mit einem Insufflator verbunden und ein Insufflationsschlauchset verbindet den Insufflator mit der Kammer.

**[0093]** Eine erster Trokar wird verwendet, um das Kauterskalpell durch eine Trokarhülsenzugangsöffnung in die Kammer zu bringen, um Rauch zu erzeugen, und die andere Trokarhülsenzugangsöffnung wird als eine Sammelöffnung für entweder eine gefilterte Probe oder eine Kontrollprobe verwendet. Die Filtervorrichtung ist über den zweiten Trokar an der Sammelöffnung angeschlossen. Für jeden Test wird ein mit Tenax TA Polymerharz (Scientific Instrument Services, Ringoes, NJ) behandeltes Röhrchen, stromabwärts der Filtervorrichtung angeordnet, um die Substanzen von Interesse zu absorbieren und das mit Polymer behandelte Röhrchen wird getrennt und das Harz desorbiert, um die Substanz von Interesse zu quantifizieren. Die Röhrchen sind vorbereitet, um die folgenden Substanzen zu quantifizieren: 3-Methyl-2-butenal, Benzol, Styrol, Toluol und Ethylbenzol.

**[0094]** Rindsleber wird auf einer Grundplatte in der Testkammer angeordnet und die Kammer wird abgedich-

tet. Der Insufflator wird angedreht und auf 15 mm Hg bei einer maximalen Füllrate von 40 l/min eingestellt. Die Trokaröffnungen werden über einen Absperrhahn geschlossen. Ein 10-Sekunden-Kauterstoß vernebelt die Kammer und 6 Stöße werden erzeugt, um eine kumulative Gesamtheit von 1 min Rauch zu schaffen. Nach jedem Stoß werden die Trokarabsperrhähne geöffnet, um dem Gas zu erlauben für etwa 30 sec durch die Öffnungen und die Filtervorrichtung zu strömen. Die Absperrhähne werden dann geschlossen. Nach der Registrierung der gesamten Gasströmung durch den Insufflator wird das mit Polymer behandelte Röhrchen getrennt und für Desorption gelagert.

**[0095]** Die Filtervorrichtung wird dann entfernt, und ein Kontrollröhrchen wird angebracht. Eine weitere Minute Rauch wird vorgesehen und durch die Öffnungen, wie zuvor beschrieben, durchgelassen und das mit Polymer behandelte Röhrchen wird getrennt und für Desorption gelagert.

**[0096]** Die Filtervorrichtung wird dann wieder verbunden (ohne ein mit Polymer behandeltes Röhrchen) und eine weitere Minute Rauch wird durch den Filter durchgelassen. Die Kammer wird dann geleert und ein mit Polymer behandeltes Röhrchen wird verbunden. Eine weitere Minute Rauch wird, wie zuvor beschrieben, geschaffen (für eine kumulative Gesamtzeit von 3 min Rauch) und das Röhrchen wird getrennt und für Desorption gelagert.

**[0097]** Die Filtervorrichtung wird dann entfernt und ein anderes Kontrollröhrchen wird angebracht. Eine weitere Minute Rauch wird, wie zuvor beschrieben, geschaffen und das Röhrchen wird getrennt und für Desorption gelagert.

**[0098]** Das oben beschriebene Verfahren, d.h. mit einem Filter und mit einer Kontrolle (ohne einen Filter) wird wiederholt unter Verwendung eines neuen Filters, um jede Substanz von Interesse zu testen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargelegt.

## TABELLE

Entfernungseffizienz (Einheit = Nanogramm)

<u>3-Metyl-2-Butenal</u>	<u>Minute 1</u>	<u>Minute 3</u>	<u>Kontrolle</u>	<u>Mittel %</u>
erste Vorrichtung	0	0	35	100,0
zweite Vorrichtung	0	0	23	100,0
dritte Vorrichtung	0	0	42	100,0
 <u>Benzol</u>	 <u>Minute 1</u>	 <u>Minute 3</u>	 <u>Kontrolle</u>	 <u>Mittel %</u>
erste Vorrichtung	17	17	460	96,3
zweite Vorrichtung	31	10	440	95,3
dritte Vorrichtung	57	62	390	84,7
 <u>Styrol</u>	 <u>Minute 1</u>	 <u>Minute 3</u>	 <u>Kontrolle</u>	 <u>Mittel %</u>
erste Vorrichtung	0	0	110	100,0
zweite Vorrichtung	0	0	120	100,0
dritte Vorrichtung	0	18	0	nicht anwendbar
 <u>Toluol</u>	 <u>Minute 1</u>	 <u>Minute 3</u>	 <u>Kontrolle</u>	 <u>Mittel %</u>
erste Vorrichtung	14	39	420	93,7
zweite Vorrichtung	28	23	470	94,6
dritte Vorrichtung	47	63	640	91,4
 <u>Ethyl Benzol</u>	 <u>Minute 1</u>	 <u>Minute 3</u>	 <u>Kontrolle</u>	 <u>Mittel %</u>
erste Vorrichtung	0	104	104	50,0
zweite Vorrichtung	0	28	110	87,3
dritte Vorrichtung	183	0	210	56,4

**[0099]** Insbesondere in Bezug auf 3-Metyl-2-butenal, das für eine Substanz gehalten wird, die für einen wesentlichen Anteil des während Kauterisierung erzeugten, schlechten Geruchs verantwortlich ist, verringern die Rauchfiltervorrichtungen 3-Metyl-2-butenal unter die Nachweisgrenzen, sowohl in der ersten als auch der dritten Minute der Belastung, wohingegen die Kontrollniveaus zwischen 23 ng und 42 ng liegen. Geruch wird in den gefilterten Proben nicht bemerkt, wohingegen Geruch in jeder der Kontrollproben bemerkt wird.

**[0100]** Wie in der Tabelle gezeigt, reduzieren diese Ausführungsformen der Rauchfiltervorrichtung zusätzlich zur Entfernung von 3-Metyl-2-butenal die Niveaus der folgenden organischen Substanzen: Benzol, Styrol und Toluol.

**[0101]** Dieses Beispiel zeigt, dass Rauchfiltervorrichtungen gemäß der Erfindung organische flüchtige Stoffe, einschließlich einiger der flüchtigen Stoffe, die für verantwortlich für einen Teil des schlechten Geruches, der während Kauterisierung erzeugt wird, gehalten werden, entfernen.

**Patentansprüche**

1. Medizinische Filtervorrichtung zum Filtern von Rauch enthaltendem Gas, das aus einem Körperhohlraum eines Patienten entlüftet wird, umfassend:

ein Filtergehäuse (50) mit einem inneren Hohlraum (90), wobei das Gehäuse zumindest eine erste Seitenwand (5) und eine zweite Seitenwand (55) hat, wobei die erste und die zweite Seitenwand (5, 55) jeweils mindestens einen Abschnitt aufweisen, der flexibel ist und es erlaubt das Gas hindurchtritt; und einen Rauchfilter, der Rauch aus Gas filtern kann mit zumindest einem ersten porösen Filterelement (100) und einem zweiten porösen Filterelement (101), wobei das erste und das zweite Filterelement (100, 101) jeweils ein hydrophobes zurückhaltendes Element enthalten; wobei die Filtervorrichtung eingerichtet ist, um zu erlauben, dass Gas in den inneren Hohlraum (90) durch das erste poröse Filterelement (100) und durch die erste Seitenwand (5) des Gehäuses und durch das zweite poröse Filterelement (101) und durch die zweite Seitenwand (55) des Gehäuses hindurchtritt, eine Leitung (501, 502), die in einem Verbinder (550) endet und eine Strömungssteuervorrichtung (600), die in der Leitung (501, 502) vorgesehen ist, um die Strömung des Rauchs in das Filtergehäuse (50) zu steuern.

2. Medizinische Filtervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste Wand des Gehäuses (5) und die zweite Wand des Gehäuses (55) jeweils ein Nonwoven-Medium enthalten.

3. Medizinische Filtervorrichtung nach Anspruch 2, wobei die erste Seitenwand (5) des Gehäuses und die zweite Seitenwand (55) des Gehäuses miteinander dichtend verbunden sind.

4. Medizinische Filtervorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die effektive Filterfläche mindestens etwa 12,9 cm<sup>2</sup> (etwa 2 in<sup>2</sup>) ist.

5. Medizinische Filtervorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, ferner enthaltend ein erstes geruchsreduzierendes Element mit einem Kohlemedium (3) und ein zweites geruchsreduzierendes Element mit einem Kohlemedium (33).

6. Medizinische Filtervorrichtung nach Anspruch 5, wobei das erste poröse Filterelement (100) stromaufwärts des ersten geruchsreduzierenden Elementes (13) und das zweite poröse Filterelement (101) stromaufwärts des zweiten geruchsreduzierenden Elementes (133) angeordnet ist.

7. Medizinische Filtervorrichtung nach Anspruch 5, wobei das erste poröse Filterelement (100) stromabwärts des ersten geruchsreduzierenden Elementes (13) und das zweite poröse Filterelement (101) stromabwärts des zweiten geruchsreduzierenden Elementes (133) angeordnet ist.

8. Medizinische Filtervorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das erste poröse Filterelement (100) und das zweite poröse Filterelement (101) jeweils eine Membran enthalten.

9. Medizinische Filtervorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, ferner umfassend ein erstes Fensterelement (4) mit einem Oberflächenbereich zum sicheren Verbinden von Elementen der Vorrichtungen miteinander.

10. Medizinische Filtervorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, ferner umfassend einen Einlassanschluss, wobei die Leitung (501, 502) mit dem Anschluss in Verbindung steht.

11. Filtervorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 10, wobei ein Trokar mit dem Verbinder (550) verbunden ist.

12. Verfahren zur Entfernung von Rauch, der während einer Operation erzeugt wurde, umfassend: Durchleiten des Rauchs durch die Filtervorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 10, um ein von Rauch befreites Gas zu schaffen.

13. Verfahren zum Filtern von Rauch gemäß Anspruch 12, umfassend: Zuleiten von Rauch enthaltendem Gas, das in einem Körperhohlraum erzeugt wurde, in eine Rauchfiltervorrichtung mit einem Gehäuse (50) mit mindestens einer ersten Seitenwand (5) und einer zweiten Seitenwand (55), wobei die erste und die zweite Seitenwand (100, 101) jeweils ein Nonwoven-Medium enthalten, wobei die Vorrichtung einen Rauchfilter enthält, der geeignet ist Rauch zu filtern und zumindest ein erstes poröses Filtermedium (100) und ein erstes geruchsreduzierendes Element (3) und ein zweites poröses Filterelement (101) und ein zweites geruchsreduzierendes Element (33) hat, wobei die ersten und die zweiten Filterelemente (100, 101) jeweils ein hydrophobes zurückhaltendes Element enthalten und das erste und das zweite geruchsreduzierende Element (3, 33) jeweils ein Aktivkohlemedium enthalten;



DE 699 34 825 T2 2007.10.18

Durchleiten des Rauch enthaltenden Gases durch den Rauchfilter und Durchleiten des von Rauch befreiten Gases durch die erste und die zweite Seitenwand (**5, 55**) des Gehäuses (**50**).

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

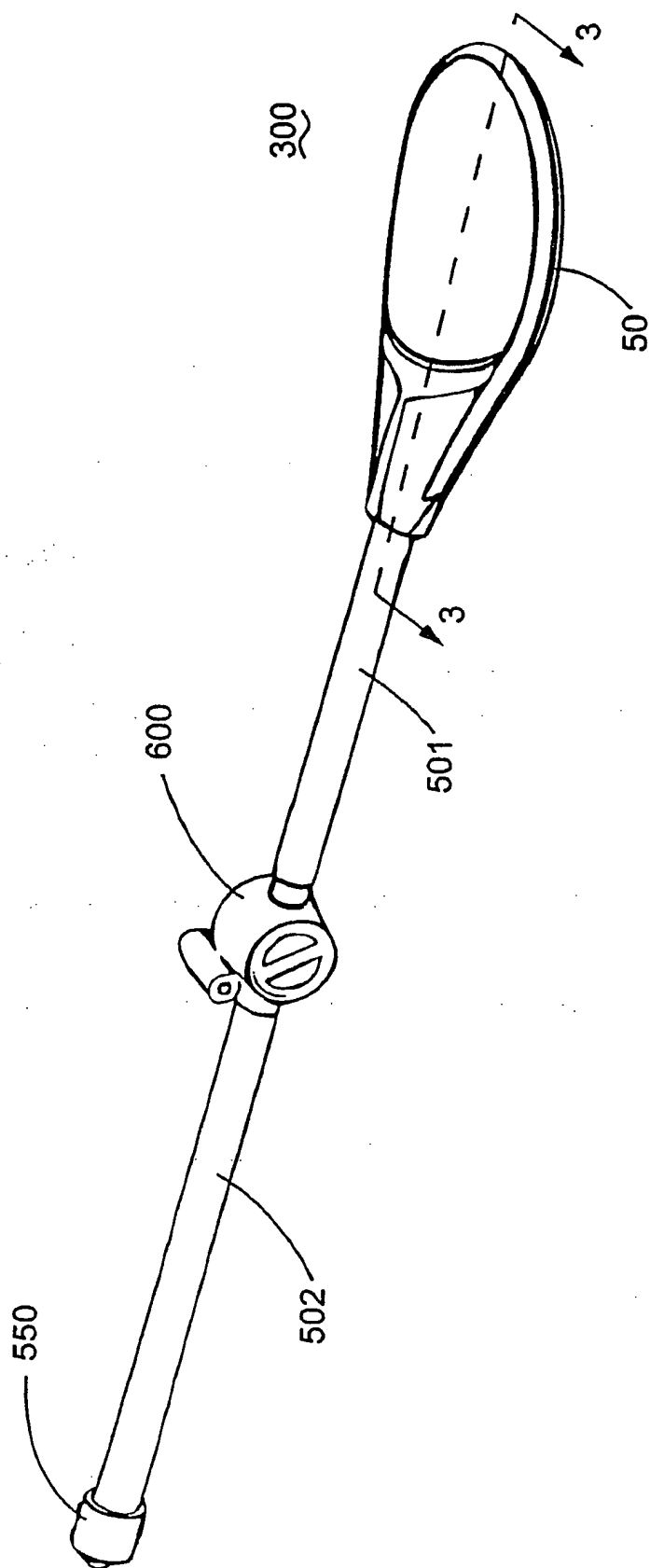
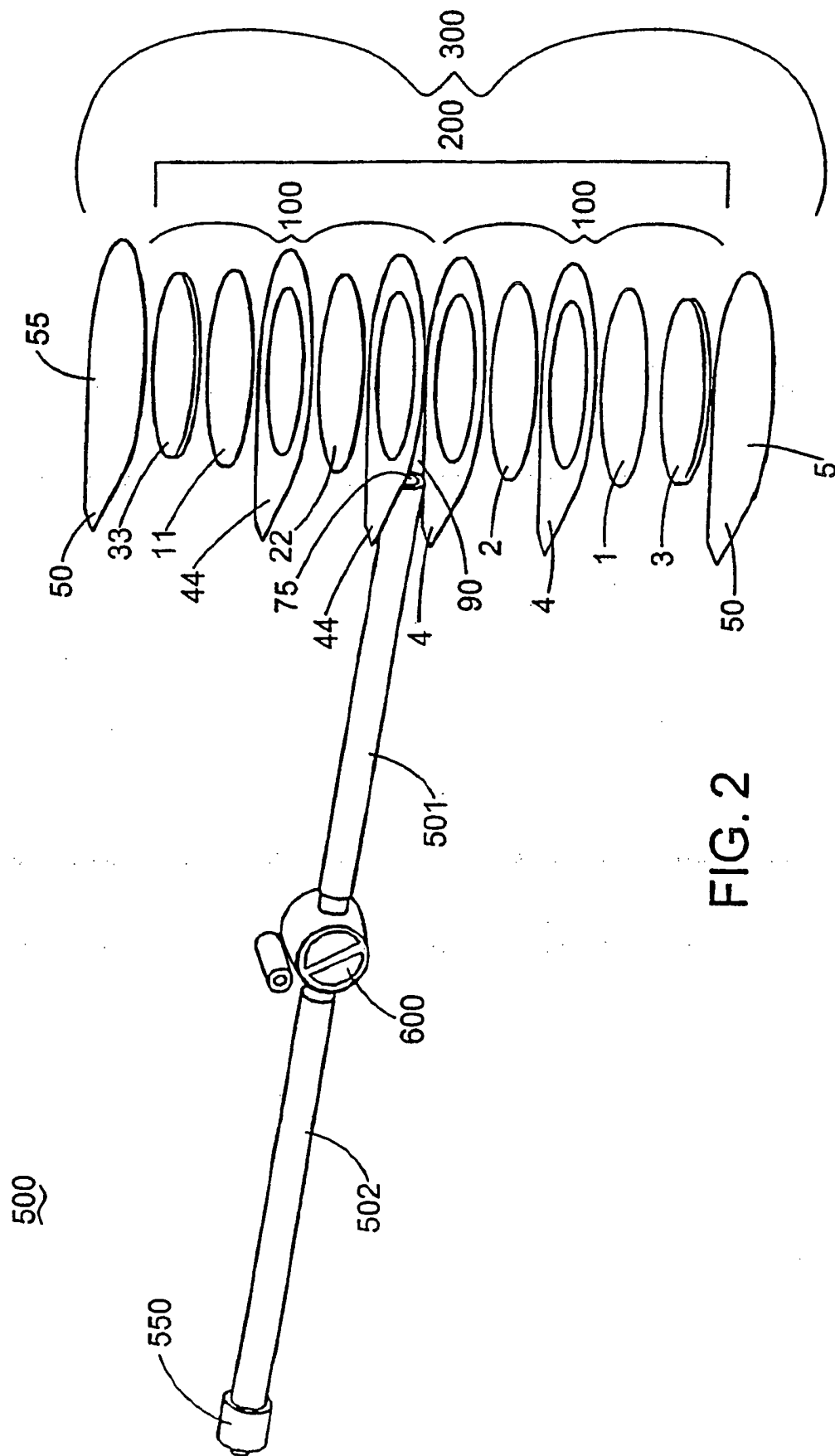


FIG. 1



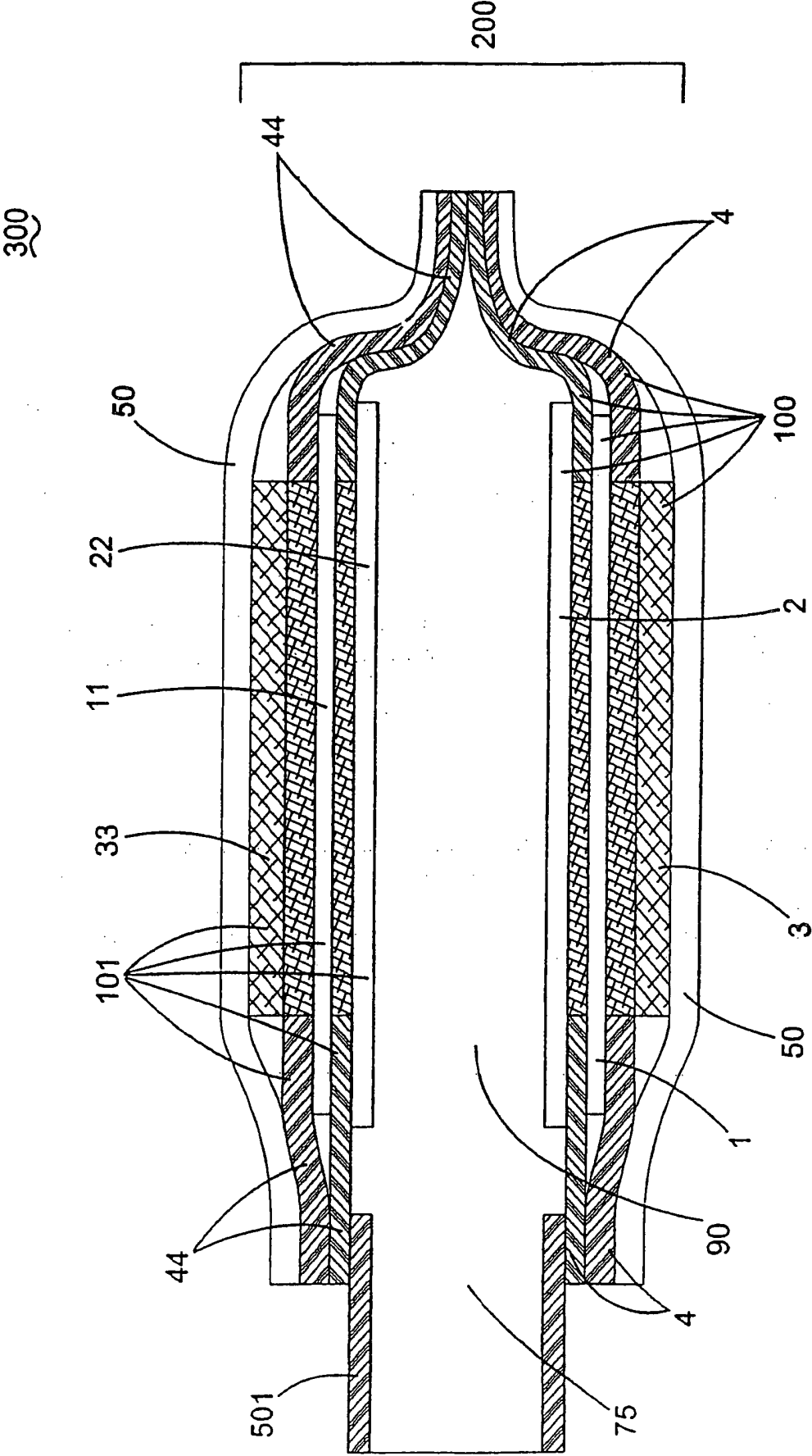


FIG. 3

500

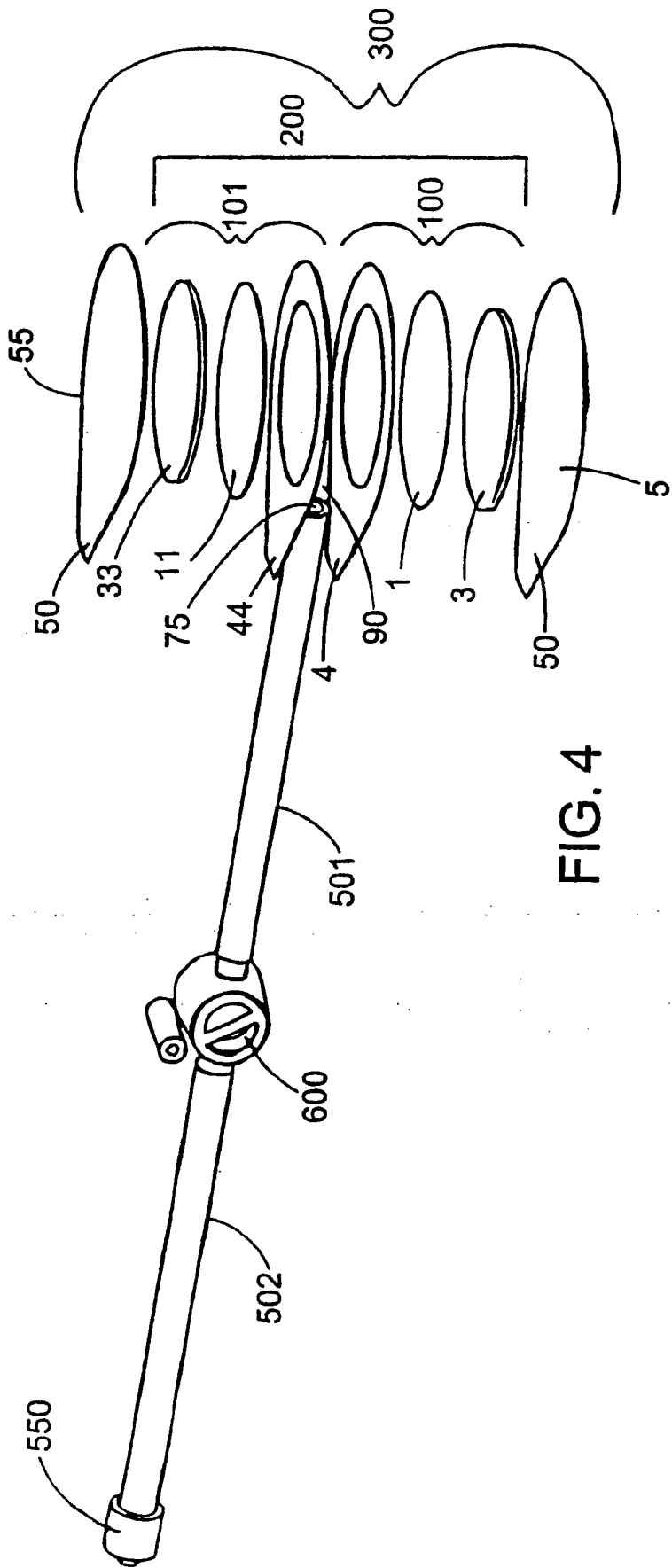


FIG. 4

500

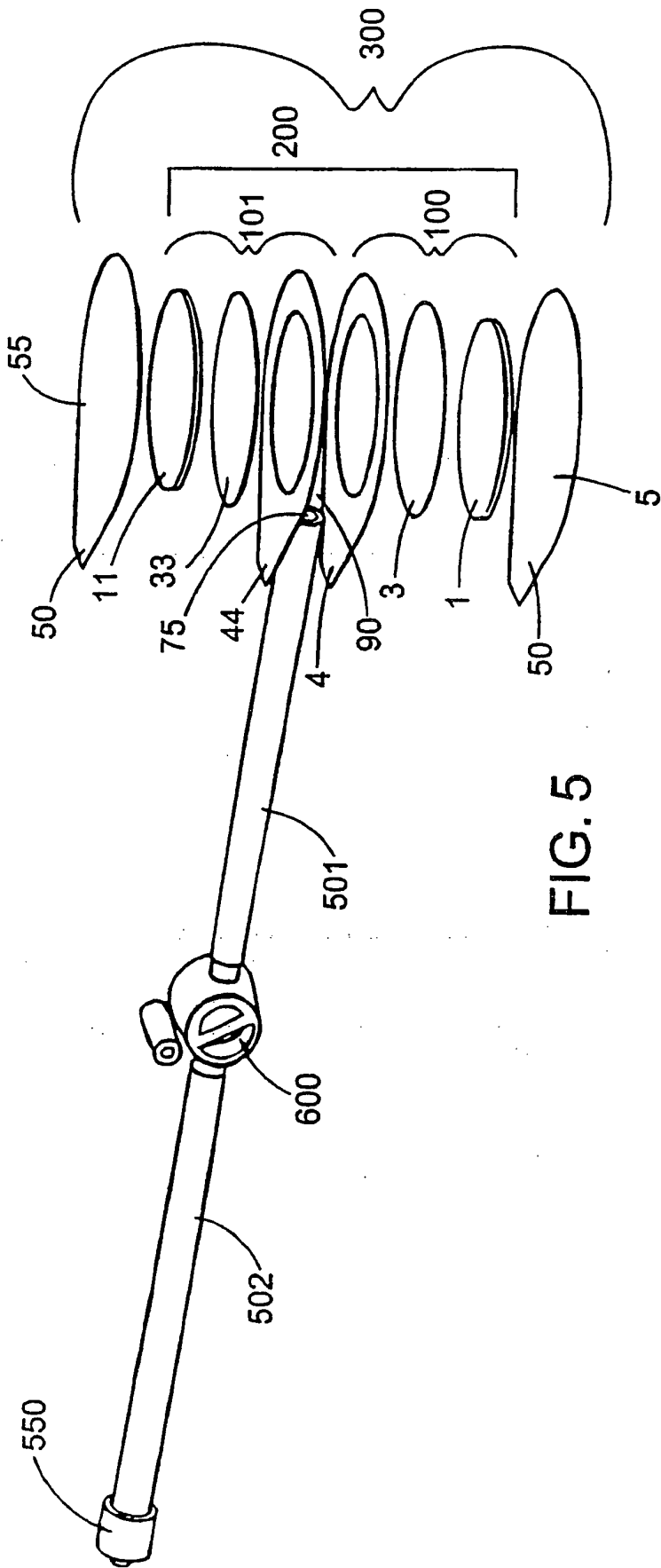
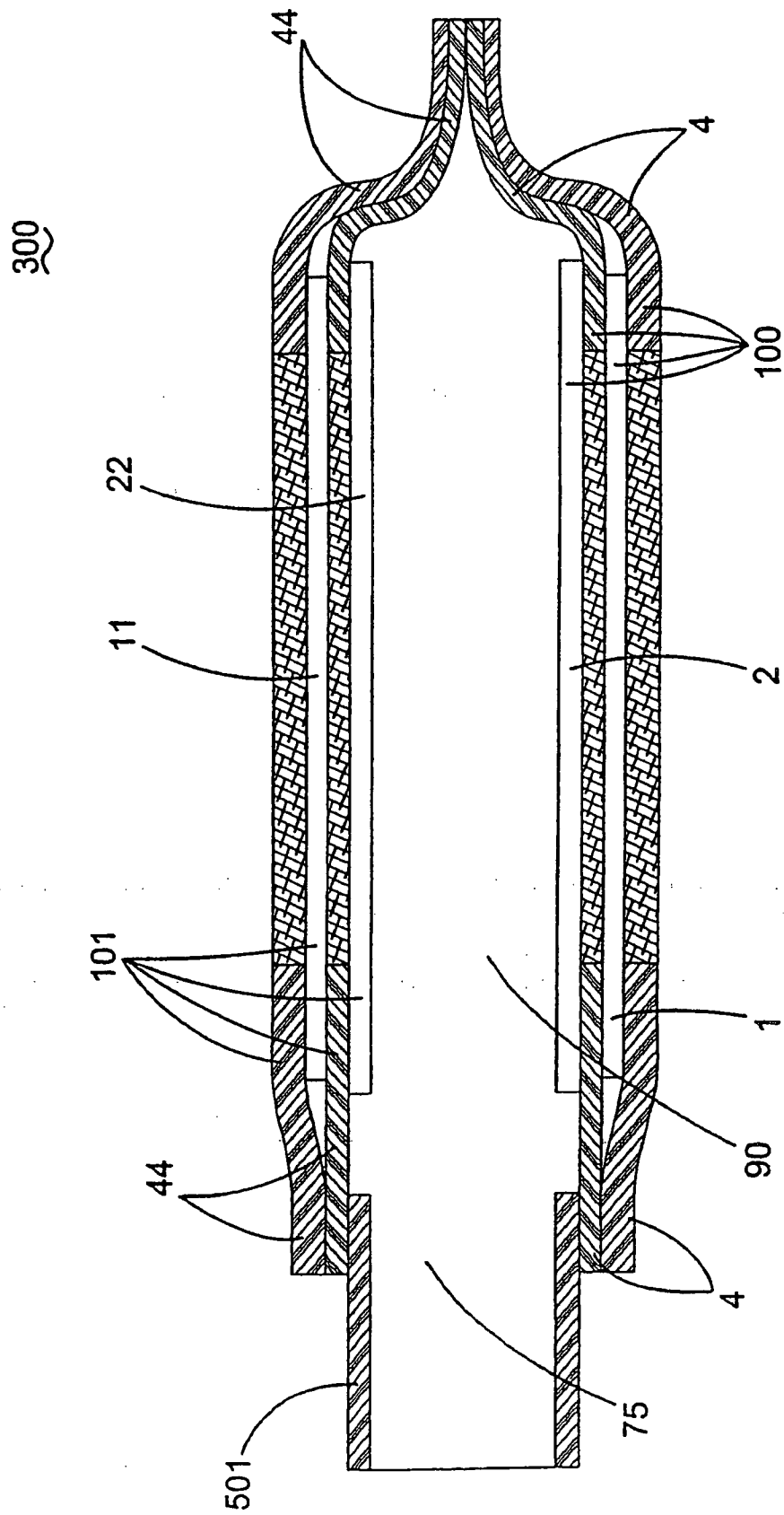


FIG. 5





F/G.6

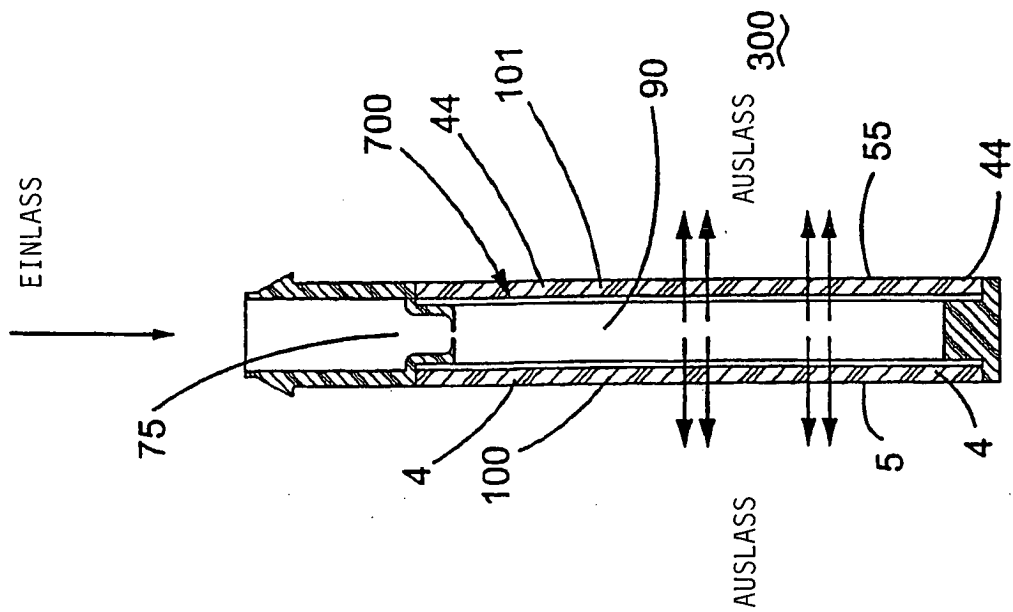


FIG. 7b

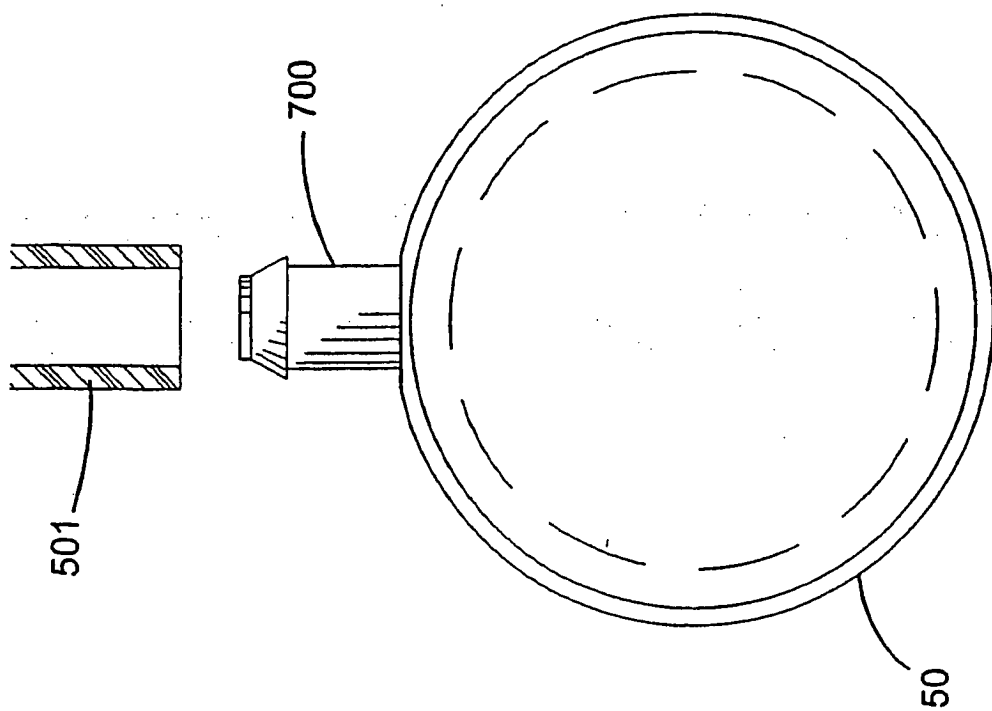


FIG. 7a