

CH 677 737 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 677737 A5

⑤① Int. Cl.⁵: B 01 D 61/14
B 01 D 46/24
B 01 D 46/54
A 61 C 17/022

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳① Gesuchsnummer: 4112/88

⑳② Anmeldungsdatum: 04.11.1988

⑳③ Priorität(en): 05.11.1987 US 117667

⑳④ Patent erteilt: 28.06.1991

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 28.06.1991

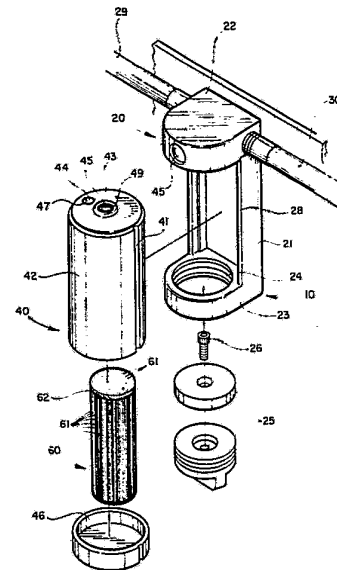
⑦③ Inhaber:
L & H Technologies, Inc., Charlotte/NC (US)

⑦② Erfinder:
Vann, Clifton B., III, Charlotte/NC (US)

⑦④ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑤④ Filter zum Entfernen von feinen und feinsten Partikeln aus einem bewegten Gasstrom.

⑤⑦ Die Filteranordnung (10) zur Entfernung von kleinen und kleinsten molekularen Partikeln aus einem bewegten Gasstrom umfasst einen Halter (21) mit eingesetztem Filtermodul (40). In diesem Filtermodul (40) befindet sich ein Filterelement (60) aus einer grossen Anzahl Hohlfasern (61), die am oberen Ende miteinander verbunden sind, wobei die Kanäle oben offen sind. Auf der Gegenseite sind die Fasern frei, aber deren Kanäle sind verschlossen. Die Fasern bestehen aus Polypropylen und bilden mikroporige Membranen, bei denen die Poren dreidimensional gewundene Kanäle durch die Membranwand bilden. Das Filterelement (60) ist exzentrisch im Filtermodul (40) angeordnet, um eine gute Verteilung des zu filternden Gases zu erlauben. Es können Viren oder Bakterien aus Luft oder medizinischen Gasen entfernt werden. Eine Kontamination der Umwelt ist bei richtiger Handhabung des Filterelementes ausgeschlossen, weil dieses gasdicht abschliessbar ist.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Filter zum Entfernen von feinen und feinsten Partikeln aus einem bewegten Gasstrom gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1.

Solche Filter werden in verschiedensten Gebieten angewendet. So z.B. im medizinischen und zahntechnischen Gebiet, der Nahrungsmittelindustrie und in der Fabrikation von elektronischen Komponenten.

Die Wichtigkeit von Luft und medizinischen und zahntechnischen Gasen wurde in der letzten Zeit immer kritischeren Betrachtungen ausgesetzt und zwar als Resultat der Entwicklung des Aidssyndroms als schwerwiegende allgemeine Gesundheitsgefährdung. Weil die Übertragung dieser Krankheit immer noch unvollständig abgeklärt ist, müssen sämtliche Mittel, die durch Luft oder andere Gase, die mit Aids kontaminiert sind oder mit anderen Infektionen auslösenden Viren oder Bakterien, die mit dem Blutstrom eines Patienten in Berührung kommen, sorgfältig untersucht werden, um die Möglichkeiten, dass unbeabsichtigt Infektionen übertragen werden können, zu reduzieren. Die Erfindung hat eine spezielle Anwendung bezüglich der Filtration von Bakterien und Viren aus Gasen. Z.B. in medizinischen und zahntechnischen Gebieten wird ein solcher Filter in zentralisierten und punktuellen Verwendung zur Filtrierung von medizinischer Luft und Gas in Beatmungstherapie angewendet zur Filtration und zum Auffangen von potentiell gefährlichen infektiösen Partikeln aus der Abluft von Vakuumsystemen und in zentralisierten und punktuellen Filtration von anästhetischen Gasströmen.

Es ist deshalb eine Aufgabe der Erfindung, ein mikroporiges Filter zu schaffen, mit dem kleine und kleinste Partikeln aus einem bewegten Gasstrom gefiltert werden können. Insbesondere sollen durch den Filter Viren und andere ansteckende Bestandteile aus Luft und medizinischen/zahntechnischen Gasen gefiltert werden können. In diesem Zusammenhang soll der Filter sicher gehandhabt werden können und nach der Verwendung beiseite gestellt werden können.

Erfindungsgemäss wird dies durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des unabhängigen Patentanspruchs 1 erreicht.

Die Filtration entfernt potentiell gefährliche Partikeln, die, wenn ungefiltert gelassen, das Risiko von Infektionen bei Patienten vergrössern können. Die einstückige Natur des Filters verkleinert die Möglichkeit, dass unsaubere Behandlung und Entfernung von auslaufender Materie Krankheitsübertragungen bewirken können.

In zahntechnischen Anwendungen besteht eine wahrnehmbare Gefahr bei der Zirkulation, Kompression und Wiederverwendung von Luft, die in den Mund eines Patienten geblasen wird, wodurch Ansteckungskeime in den Blutstrom gelangen können. Das Problem wird noch vertieft, weil die Kompression von ungefilterter atmosphärischer Luft aus der zahntechnischen Umgebung den Effekt hat, dass Ansteckungsquellen konzentriert werden. Die Fil-

tration der Luft innerhalb von medizinischer oder zahntechnischer Umgebung dient auch zur Entfernung von Schleifpartikeln, die Arbeitsgeräte wie Instrumente beschädigen könnten, wodurch deren Lebensdauer vermindert werden könnte.

In der Nahrungsmittelindustrie ist die Filtration von Partikeln und potentiellen infektiösen Partikeln aus komprimierter Luft bei der Verarbeitung und Verteilung von Nahrungsmitteln und Getränken wichtig, und vermindert die Möglichkeit von Kontamination durch Kontakt zwischen den Nahrungsmitteln und Luft.

In der Elektronikindustrie vermindert die Entfernung von kleinen und kleinsten Partikeln aus der Luft die Möglichkeit, dass diese Partikeln Halbleiter und ähnliche Komponenten kontaminieren.

Das bevorzugte Filtermedium im beschriebenen Filter ist eine mikroporige Hohlfaser wie beispielsweise CELGARD eine mikroporige Hohlfaser, die durch die Questar-Abteilung der Celanese Corporation hergestellt wird. Technische Information und Information über Herstellung und Behandlung betreffend diese Fasern können im Celanese Bulletin «Technical Information, Fabrication & Handling – Hollow Fiber, März 1985 gefunden werden. Diese Fasern bestehen aus Polypropylen Polyolefinharzen. Das Produkt wurde bisher in elektrochemischen Systemen, Batterien, elektronischen Geräten, sterilen Verpackungen, medizinischen Vorrichtungen und in einer Vielzahl von industriellen und biotechnischen Verwendungen eingesetzt sowie auch zur Immobilisation von Flüssigkeiten und für Dünnschichtmembranen. Die Hohlfaser hat eine relativ einheitliche Porosität im Vergleich mit asymmetrischen Ultrafiltration/Mikrofiltration-Membranen. Diese Fasern sind säurebeständig und basenbeständig und sind durchlässig für Gase und Dämpfe. Die Geometrie der Hohlfaser zeigt eine kompakte Abmessung infolge des hohen Verhältnisses von Membranoberfläche zu Volumen. Die Faser ist schmutzabstossend infolge von Scherkräften, die sich durch den Fluss durch den Faserhohlraum bilden und sie ist selbststützend.

Die Faseroberfläche besteht aus einer Anzahl von parallelen schlitzähnlichen Poren. Diese Poren bilden gewundene miteinander verbundene Kanäle, die von der einen Oberfläche der Faser zur anderen Oberfläche führen. Die Poren erlauben einen Fluss von Gasen und Dämpfen, aber blockieren den Durchgang vieler Bakterien, Kolloiden und anderer submikronischer Partikeln und Lösungen. Die Porenstruktur der Faser ist relativ gleichmässig und homogen von einer Seite der Faserwand zur anderen. Dies steht im Gegensatz zu asymmetrischen Membranen, wo die Porengrösse sich von der einen Oberfläche zur anderen Oberfläche mehrfach vergrössern.

Weil es bei dieser Faser bekannt ist, dass sie Dämpfe durchlässt, aber Flüssigkeiten blockiert, wurde sie bisher dazu verwendet, um Blutproteine, Makromoleküle und Zellenmaterial von Blut zu trennen und um Sauerstoff in das Blut in Blutoxygenatoren zu infiltrieren. Sie wurde auch angewendet bei Umweltverschmutzungsproblemen und zur Sammlung von Nebenprodukten. Soweit es bekannt ist,

wurde jedoch die Faser bisher nicht verwendet, um kleine und kleinste molekulare Partikel aus Gasen zu entfernen wie aus Luft und medizinischen/zahntechnischen Gasen.

Viele Viren haben eine Abmessung, die sehr viel kleiner ist als die mittlere Porengrösse der Hohl- faser von 0,04 bis 0,05 μm . Polioviren, die als extrem klein bekannt sind, gelten als gute Prüfung für die Fähigkeit des Filtermaterials zur Filterung von Vi- ren. Erstaunlicherweise wurde in Laboratoriums- analysen gefunden, dass Polioviren bis zu einem ex- trem hohen Grad und mit hohem Wirkungsgrad durch die Hohl- faser, die in der vorliegenden Erfin- dung verwendet sind, ausgefiltert werden. Es wird angenommen, dass dies nicht nur durch den gewun- denen dreidimensionalen Weg durch die Faser- wand, sondern auch durch eine Affinität der Faser zu Materialien, die auf den Seitenwänden der Poren aufschlagen, wenn sie durch die Poren von einer Seite der Faserwand zur andern Wand transpor- tiert werden.

Die vorliegende Erfindung verwendet die Cha- rakteristiken der Hohl- faser in Verbindung mit einem mechanischen System, die eine sichere Behandlung und Entfernung des Filters erlauben.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine gedehnte Ansicht des Filters gemäss der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Faser- bündels mit einer teilweisen Vergrösserung eines Ausschnittes der oberen Fläche des Bündels,

Fig. 3 eine seitliche Ansicht des Faserbündels gemäss Fig. 2,

Fig. 4 einen Teil eines vergrösserten Ausschnit- tes der umkreisten Partie in Fig. 3,

Fig. 5 eine schematische Ansicht des Filters zur Darstellung des Flusses des Gases,

Fig. 6 eine Extremvergrösserung eines Aus- schnittes aus dem Faserbündel zur Darstellung des Gasstromweges von der einen Wandfläche zur andern,

Fig. 7 eine schematische Darstellung des Filters in Verbindung mit einer Ventil- anordnung, insbeson- dere beim Auswechseln des Filtermoduls,

Fig. 8 eine horizontale Schnitt- ansicht des Filters zur Darstellung der exzentrischen Lage des Faser- bündels bezüglich dem zylindrischen Filtermodul, und

Fig. 9 einen Ausschnitt einer vertikalen Schnitt- ansicht mit abgebrochenen Partien des Filters.

Gemäss der Zeichnung ist ein Filter nach der vor- liegenden Erfindung in Fig. 1 dargestellt und im allge- meinen mit der Bezugszahl 10 bezeichnet. Der Filter 10 umfasst drei Hauptteile, einen Halter 20, ein Fil- termodul 40 und ein Filterelement 60. Das Filterele- ment 60 ist im Filtermodul 40 dicht eingeschlossen und beide Teile können zusammen entfernt werden, nachdem die Filterkapazität des Filterelementes 60 ausgenützt wurde. Das Filtermodul 40 befindet sich im Halter 20 und wird damit mit einer Gaszufuhr ver- bunden.

Der Halter 20 umfasst ein Gehäuse 21, das in ge-

eigneter Weise an eine Wand, eine Kabine oder eine andere Oberfläche montiert werden kann. Ein Deckel 22 dient zur Aufnahme des Moduls 40 in ei- ner Weise, die später im einzelnen beschrieben wird. Ein Boden 23 ist ringförmig ausgebildet und hat eine Öffnung 24 mit einem Gewinde, in die eine zweistückige Verschluss- schraube 25, die mittels ei- ner Schraube 26 verbunden ist, einschraubbar ist. Der Raum zwischen dem Deckel 22 und dem Boden 23 definiert einen Raum, in den das Filtermodul 40 eingesetzt werden kann. Das Filtermodul 40 wird seitlich in den Raum eingesetzt, und danach wird die Endschraube 25 angezogen. Saubere Ausrichtung in Drehlage des Filtermoduls 40 im Halter 20 wird dadurch erreicht, dass eine längliche Nut 41 auf der Aussenfläche des Filtermoduls 40 und eine Längs- kante 28 des Gehäuses 21 aufeinander ausgerich- tet werden.

Eine Gaszufuhrleitung 29 und eine Gaswegföhr- leitung 30 sind im Deckel 22 an gegenüberliegenden Seiten angeschlossen. Der Halter 20 kann aus ver- schiedenen Materialien wie z.B. Aluminium, Mes- sing, rostfreier Stahl oder verschiedene FDA ver- besserte Kunststoffe hergestellt sein.

Das Filtermodul 40 umfasst ein zylindrisches Ge- häuse 42, dessen oberes Ende mittels einer Ab- deckung 43 verschlossen ist. Die Abdeckung 43 besitzt eine Gaseinlassöffnung 44, die exzentrisch bezüglich des Gehäuses 42 angeordnet ist, und ei- ne Gasauslassöffnung 45, die zentrisch im Fil- termodulgehäuse 42 angeordnet ist. Das Filterele- ment 60 wird im Filtermodul 40 durch die Bodenöffnung eingesetzt und danach wird die Bodenöffnung dau- ernd mittels einem Bodendeckel 46 verschlossen. Die Gaseinlassöffnung 44 und die Gasauslassöff- nung 45 sind mit O-Dichtungen 47, 49 versehen und sind damit gegenüber übereinstimmenden Flä- chen im Deckel 22 abgedichtet wie weiter unten noch im Detail beschrieben wird.

Im Zusammenhang mit den Fig. 2, 3 und 4 wird das Filterelement 60 im Detail beschrieben. Um ver- wendbar zu sein, muss das Faserbündel einerseits verbunden sein, um eine dichtende Fläche zwischen den Aussenseiten und den Öffnungen der Fasern zu bilden. Wie dies in den Fig. 2, 3 und 4 dargestellt ist, umfasst das Filterelement 60 eine Vielzahl von einzelnen Fasern 61, die verschieden porös und verschiedene Abmessungen haben können, je nach der Gasmenge, die durch den Filter fliessen soll, Partikelgrösse und dgl. Das Filterelement 60 ist vorzugsweise mit einer Dichte von 40% gepackt. Das Filterelement ist als Bündel ausgebildet, mit dem die Fasern in kohärenter paralleler Schar angeord- net werden, und dann wird ein Ende aller Fasern in ein Bett von Polyurethanharz 62 getaucht. Weitere Details bezüglich dieses Verfahrens können auf Seite 7 der oben genannten Veröffentlichung der «Technical Information, Fabrication & Handling – Hollow Fiber», März 1985, gefunden werden. Nach- dem das Harz wenigstens teilweise erhärtet ist, wird die oberste Schicht des Harzes 62 abgeschnitten, so dass die Oberfläche mit den offenen Fasern 61, bei denen die Räume zwischen den Fasern mit Harz 62 ausgefüllt sind, offengelegt. Dies ist am besten in Fig. 2 ersichtlich. Die Verbindung hält nicht nur

die Fasern 61 im Bündel zusammen, sondern das erhärtete Harz hält auch die einzelnen Fasern mit ihren Kanälen 63 in offener, im wesentlichen zylindrischer Form zusammen. Das Harz 62 verhindert auch das Zusammenfallen der Faserwände. Selbstverständlich sind die gegenüberliegenden Enden des Filterelementes geschlossen, um zu verhindern, dass Gas durch die offenen Faserenden ausströmen kann.

Die vergrösserte Ansicht in Fig. 2 ist idealisiert dargestellt, aber trotzdem zeigt Fig. 2, dass die Fasern 61 in einer Schar zusammengefasst sind.

In Fig. 5 wird durch die vereinfachte Schnittzeichnung dargestellt, dass die Gaseinlassöffnungen 44 mit der Gaseinlassöffnung 32 im Deckel 22 fluchtet und dass die Gasauslassöffnung 45 mit der Gasauslassöffnung 33 im Deckel 22 fluchtet. Das Filterelement 60 ist abgedichtet am Deckel 43 des Filtermoduls 40 um die Gasauslassöffnung 45 befestigt. Das Filterelement 60 ist asymmetrisch im Filtermodul 40 angeordnet, um Platz für die Gaseinlassöffnung 44 zu haben und um genügend freien Raum für die Gaszirkulation und Verteilung innerhalb des Filtermoduls 40 zu bilden (siehe Fig. 8). Ein druckabhängiges Auslassventil 51 befindet sich im Filtermodul 40 bei der Gaseinlassöffnung 44. Das Auslassventil 51 ist nur offen, wenn Gas unter Druck durch das Ventil fliesst. Ein Druckverlust dichtet das Innere des Filtermoduls 40 gegenüber Ausfluss von vergifteter Luft in die Umgebung ab.

Es ist in Fig. 5 und ebenso in Fig. 9 dargestellt, dass der Deckel 22 des Halters 20 ein Druckablassventil 35 enthält, das nach Betätigung den Druck innerhalb des Filtermoduls 40 verringert und den Druck innerhalb des Filtermoduls mit dem der Umwelt ausgleicht. Absperrventile 80 und 81 sind nicht Teil der Erfindung für sich, aber sie erlauben, dass das Filtermodul 40 von der kontaminierten und gefilterten Luft isoliert werden kann, bevor es entfernt und ausgetauscht wird. Die physischen Charaktere der Fasern 61 wurden weiter oben im Detail beschrieben. Mit Bezug auf Fig. 6 ist die Grundströmung des Gases durch eine Faser dargestellt. Wie oben beschrieben, hat jede Faser eine Wandstärke, durch die die Poren gekrümmte Wege bilden. Die Kehren und Knickungen in den Flusspfaden bilden Ecken und Knicke sowie Gebiete mit verkleinertem Durchmesser, die die Partikeln von sehr viel kleineren Abmessungen als die nominelle Porengrösse in der Faser ist, auffangen. In der Ansicht gemäss Fig. 6 ist der Fluss von der Aussenseite der Faser 61 durch die Seitenwand und in den inneren Hohlraum 63 geführt. Eine Anordnung zur Erwirkung dieses Stromes ist in Fig. 7 dargestellt, wo eine Vakuumpumpe 82 einen negativen Druck durch das Filterelement 60 von der stromaufwärtigen zur stromabwärtigen Seite der Fasern 61 erzeugt. Eine positive Druckpumpe könnte auch stromaufwärts verwendet werden, um Gas durch das Filterelement 60 zu pressen. Zusätzlich könnte auch der Gasfluss umgekehrt werden, so dass kontaminierte Luft in den Hohlraum 63 der Fasern 60 geleitet würde, wobei die Filtrierung geschieht, wenn das Gas zur Aussenseite der Faser 61 gelangt. Die einmalige ein-

heitliche Porengrösse von einer Seite der Faserwand zur andern erlaubt die Filtration in jeder Richtung.

Zur Bestimmung der Lebensdauer des Filters muss die Zeit bis zum Auswechseln des Filtermoduls 40 erfasst werden, auch kann die Gasmenge, die durch das Filter 10 gefiltert wird, gemessen werden oder das Filtermodul kann nach vorbestimmten Zeitintervallen gewechselt werden. Um das Filtermodul auszuwechseln muss zuerst der Druck zwischen der Innenseite des Filters und der Umgebung ausgeglichen werden. Unter Bezugnahme auf Fig. 5 wird zuerst das Ventil 80 geschlossen, um den Strom von kontaminiertem Gas zu unterbrechen. Dadurch wird auch das Ablassventil 51 geschlossen, wodurch das Filtermodul abgedichtet ist und keine kontaminierte Luft durch die Einlassöffnung 44 entlassen wird. Dauernder negativer Druck auf die stromabwärtige Seite des Filters zieht verbleibende kontaminierte Luft durch das Filterelement. Dann wird das Ventil 81 geschlossen, so dass der Druck auf der stromabwärtigen Seite des Filterelementes unterbrochen wird. Entweder negativer oder positiver Druck wird im Filtermodul 40 beibehalten. Der positive Druck, der im Filtermodul 40 verbleibt, wird stromabwärts vom Filterelement entlassen. Dadurch ist das abgelassene Gas gefiltertes Gas und nicht kontaminiertes Gas.

Das Druckausgleichsventil 35 ist vorzugsweise ein Einsatzventil, das in Zweiweg- oder Dreiwegmodus arbeitet wie beispielsweise das Modell Nr. 125 INS-P2-10, ein Humphrey Product. Wie in Fig. 9 hält ein Druck, der am Boden des Ventils eingelassen wird, das Ventil in geschlossener Lage, wobei die untere Membran 36 aufliegt. Eine Kraft auf den Hauptstößel 37 löst die Membrane 36 und senkt die obere Membran 38 in den konischen Sitz, wodurch der Auslass geöffnet wird. Gas fliesst durch Perforationen in der unteren Membrane 36 durch den Sitz und durch eine kreuzweise gebohrte Öffnung, die mit einer Öffnung 39 im Deckel 22 des Halters 20 kommuniziert. Nach dem Ablassen des Druckes im Filtermodul 40 kann der Schraubdeckel 25 abgeschraubt werden. Dies erlaubt, dass das Filtermodul 40 im Halter 21 nach unten gleitet und zwar genügend weit, dass es aus dem Deckel 22 freikommt. Dann wird das Filtermodul 40 aus dem Halter 21 herausgenommen, indem es gefasst wird und seitlich nach aussen gezogen wird. Es ist festzuhalten, dass gemäss Fig. 1 die Nut 41 in der Seitenwand des Filtermoduls entlang der Kante 28 des Halters 21 gleitet und dadurch eine genaue Ausrichtung zwischen diesen beiden Elementen bewirkt. Dies ist wichtig für die Gaseinlassöffnung 44 und die Gasauslassöffnung 45, damit diese sauber aufeinander ausgerichtet sind. Das gesamte Filtermodul 40 wird dann weggelegt.

Ein neues Filterelement 40 wird derart installiert, dass zuerst die Nut 41 auf die Kante 28 ausgerichtet wird und dann das Filtermodul 40 seitlich in den Halter 21 eingesetzt wird. Nach Sicherstellung, dass das Filter 40 sauber ausgerichtet ist, kann die Verschlusskappe angezogen werden.

Durch Druck, der durch die Verschlusskappe 45 ausgeübt wird, werden die O-Ringe 47 und 48 ge-

gen die Gaseinlassöffnung 32 und die Gasauslassöffnung 33 im Deckel 22 gepresst.

Patentansprüche

1. Filtermodul zur Aufnahme eines Filtermediums zum Entfernen von Partikeln aus einem bewegten Gasstrom, dadurch gekennzeichnet,

a) dass das Filtermodul (40) ein Filtermodulgehäuse (42) umfasst, das ausgebildet ist, um auswechselbar an einen Halter (20) montiert zu werden, der einen Gaseinlass zur Verbindung mit einer Gasquelle für das zu filtrierende Gas und einen Gasauslass zur Abgabe des gefilterten Gases aufweist,

b) dass dieses Filtermodulgehäuse (42) eine Modulgaseinlassöffnung (44) aufweist, die zum abgedichteten Anschluss an den Gaseinlass des Halters (20) geeignet ist, sowie eine Modulgasauslassöffnung (45) aufweist, die zum abgedichteten Anschluss an den Gasauslass des Halters (20) geeignet ist, zur Abgabe des gefilterten Gases aus dem Filtermodulgehäuse (42) und dem Halter (20),

c) dass in diesem Filtermodulgehäuse (42) ein Filterelement (60) abgedichtet angeordnet ist, das sich in einer Lage zwischen einer stromabwärtigen Seite dieser Modulgaseinlassöffnung (44) und einer stromaufwärtigen Seite dieser Modulgasauslassöffnung (45) befindet, derart, dass das Gas das Filterelement (60) durchströmen muss, um zur Modulgasauslassöffnung (45) zu gelangen, wobei dieses Filterelement (60) eine Vielzahl von hohlen Fasern (61) je aus einer Membranwand aus mikroporigem Material um einen zentral angeordneten Hohlraum herum umfasst, und wobei die Filterung durch das Durchströmen von Gas von einer stromaufwärtigen Seite der hohlen Faser (61) durch die Membranwand der Faser hindurch zu einer stromabwärtigen Seite der Faser erfolgt.

2. Filtermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulgasauslassöffnung (45) oder die Modulgaseinlassöffnung (44) zentrisch und einerseits des Filtermodulgehäuses (42) und die Modulgaseinlassöffnung (44) bzw. die Modulgasauslassöffnung (45) ausserhalb des Zentrums und gleicherseits des Filtermodulgehäuses (42) angeordnet ist, um zu verhindern, dass das Filtermodul (40) in umgekehrter Stromrichtung an den Halter (20) montiert wird.

3. Filtermodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die hohlen Fasern (61) als dichtes Bündel von gleichgerichteten Fasern in derselben Längsachse gruppiert und innerhalb des Filtermodulgehäuses einerseits des Bündels gehalten sind.

4. Filtermodul nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die einen Enden der Fasern (61) des Faserbündels in einer scheibenförmigen Anordnung eingebettet sind, so dass die Zwischenräume (62) zwischen den einzelnen Faserenden verschlossen und die Durchgänge (63) für den Gasstrom zur Modulgasauslassöffnung offen sind.

5. Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

gekennzeichnet durch ein mit dieser Modulgaseinlassöffnung (44) zusammenwirkendes Auslassventil (51), um zu verhindern, dass ungefiltertes Gas auf der stromaufwärtigen Seite des Filterelementes während des Entfernens und Auswechselns des Filtermoduls (40) in die Atmosphäre entweichen kann.

6. Filtermodul nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserbündel an einem Ende desselben innerhalb des Filtermodulgehäuses (42) in einem Abstand zu den inneren Wänden des Filtermodulgehäuses (42) gehalten ist zwecks freiem Gasfluss um den ganzen Umfang und ebenso um das nicht gehaltene Ende des Faserbündels herum.

7. Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Filtermodulgehäuse (42) mindestens eine Nut (41) aufweist, die sich axial an seiner Aussenwand erstreckt und geeignet ist zum Einrasten in eine entsprechende Längskante (28) des Halters (20), um das Filtermodulgehäuse (42) relativ zum Halter (20) positioniert zu halten.

8. Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass dieses Filterelement permanent in diesem Gehäuse (42) abgedichtet ist, um es als Ganzes zur Verfügung zu haben.

9. Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (61) aus Polypropylen bestehen.

10. Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Porengrösse in der Membranwand 0,03 bis 0,05 μm beträgt.

11. Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranwand eine flache Folie ist.

12. Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die hohlen Fasern (61) aus einem Polymer gebildet sind, bei dem die Poren in der Membranwand einen dreidimensional gewundenen Fließpfad von einer Oberfläche zur anderen bilden, um dadurch Partikeln, die kleiner sind als die Nenngrösse der Poren, zu fangen und damit auszufiltern.

13. Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Filtermodulgehäuse (42) zylindrisch ist.

14. Halter für ein Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass er mit einem Druckablassventil (35) versehen ist, um den Druck im Filtermodul (40) mit dem atmosphärischen Druck auszugleichen zwecks Entfernens und Ersetzens des Filtermodulgehäuses (42).

15. Halter nach Anspruch 14 oder für ein Filtermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch eine Gewindeöffnung (24) für eine Verschlusschraube (25), um diese gegen das Filtermodul (40) hin anzuziehen, um dieses in abdichtende Lage im Halter (20) zu drücken und auch um dieses zwecks Auswechselns des Filtermoduls (40) davon zu lösen und zu entfernen.

16. Filter zum Entfernen von feinen und feinsten Partikeln aus einem bewegten Gasstrom gekennzeichnet durch ein Filtermodul nach einem der An-

sprüche 1 bis 13 und einen Halter nach Anspruch 14 oder 15.

17. Filter nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasstrom durch die Membranwand der Faser hindurch von aussen oben nach unten in den Hohlraum oder von oben im Hohlraum nach unten aussen geleitet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

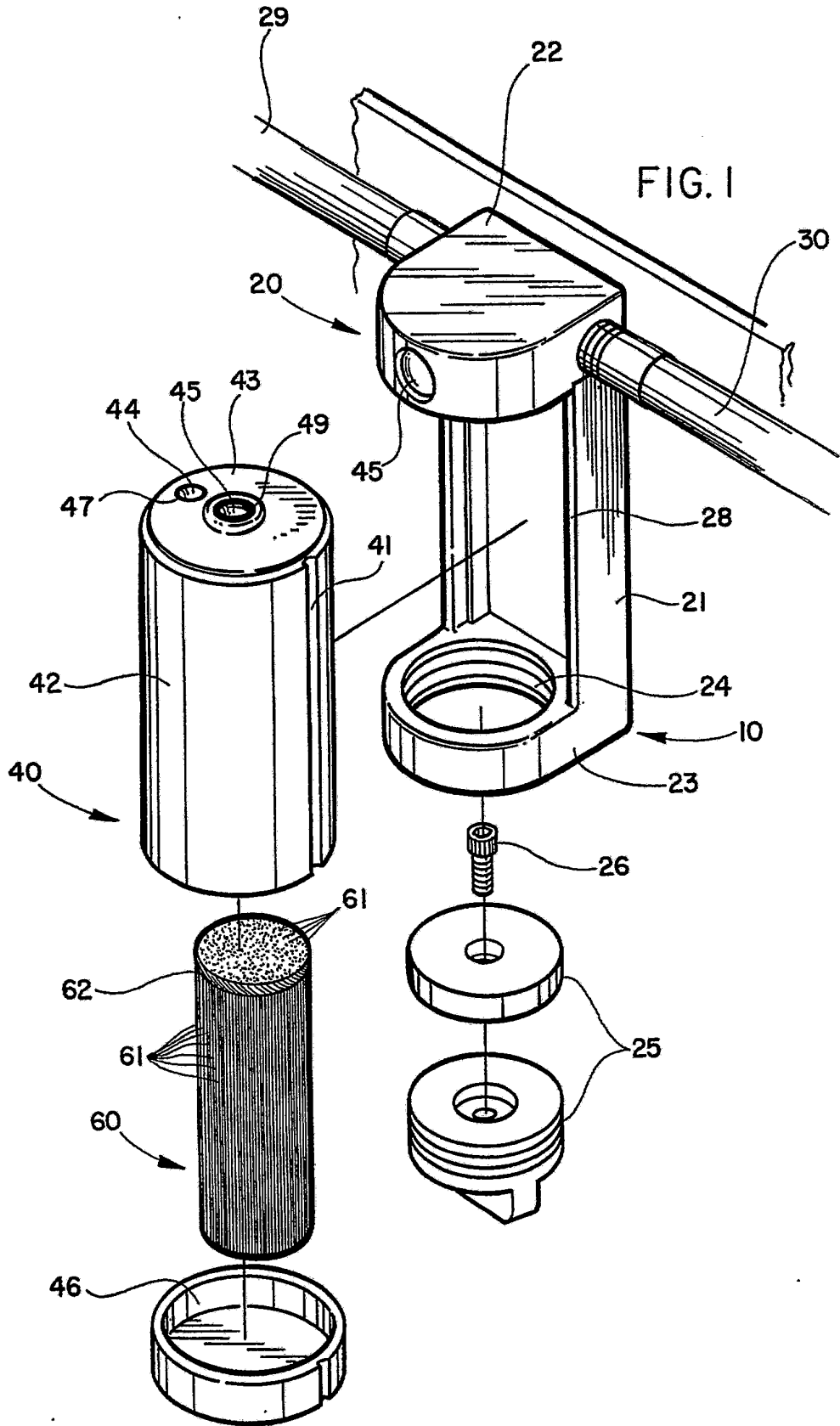
50

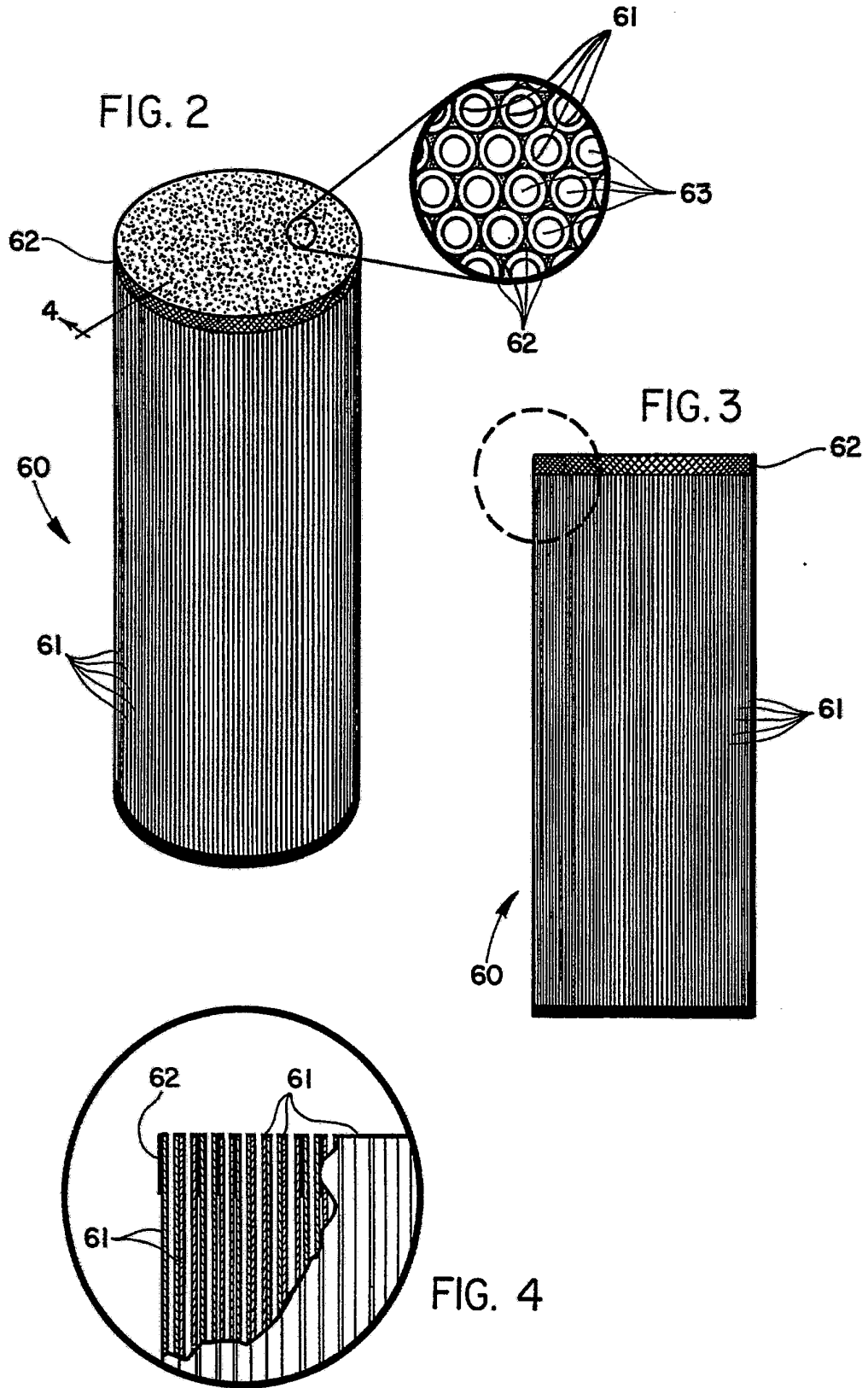
55

60

65

6





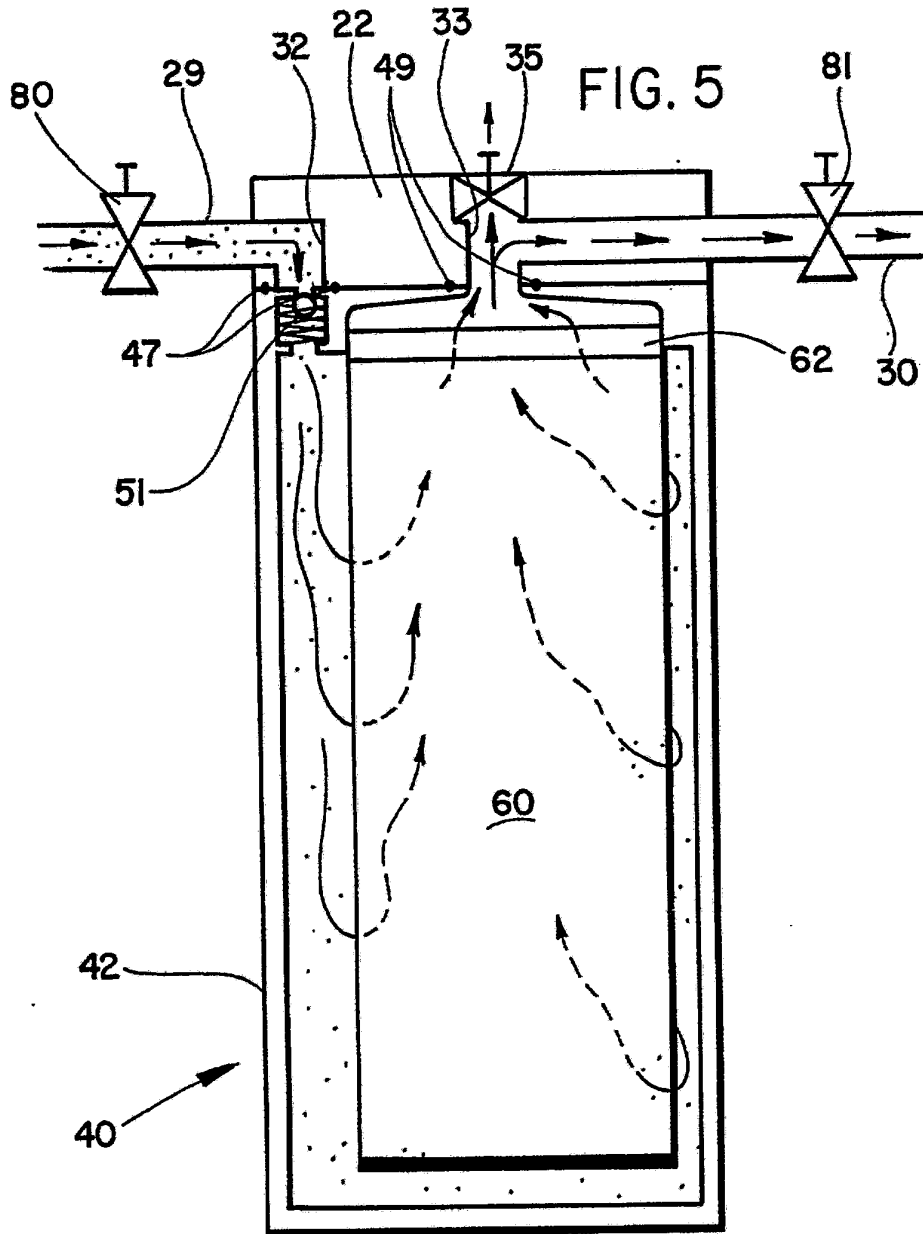


FIG. 6

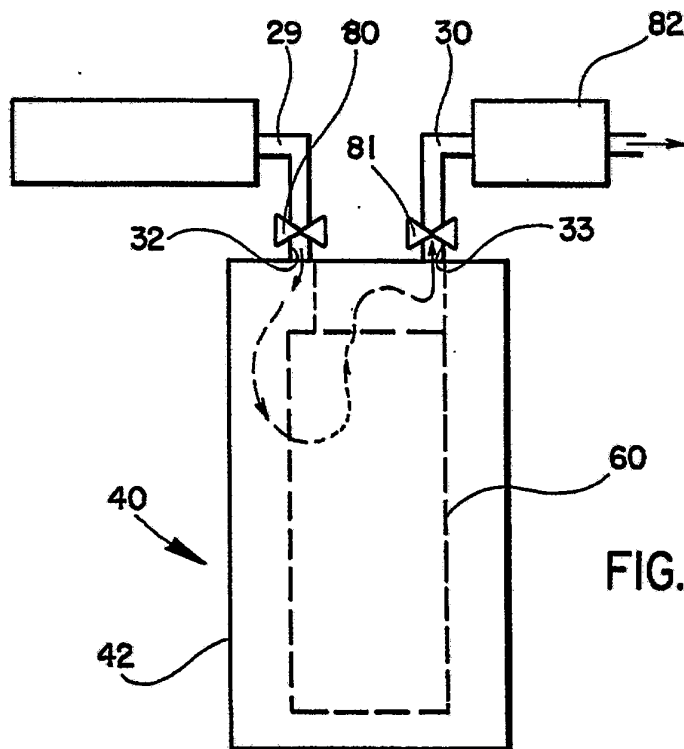
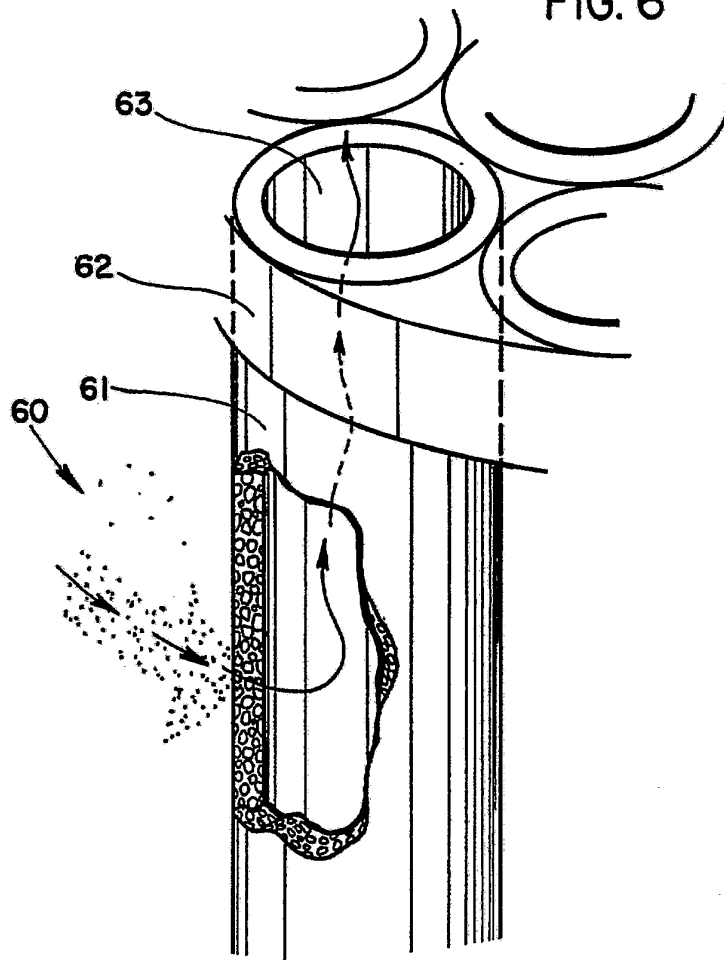


FIG. 7

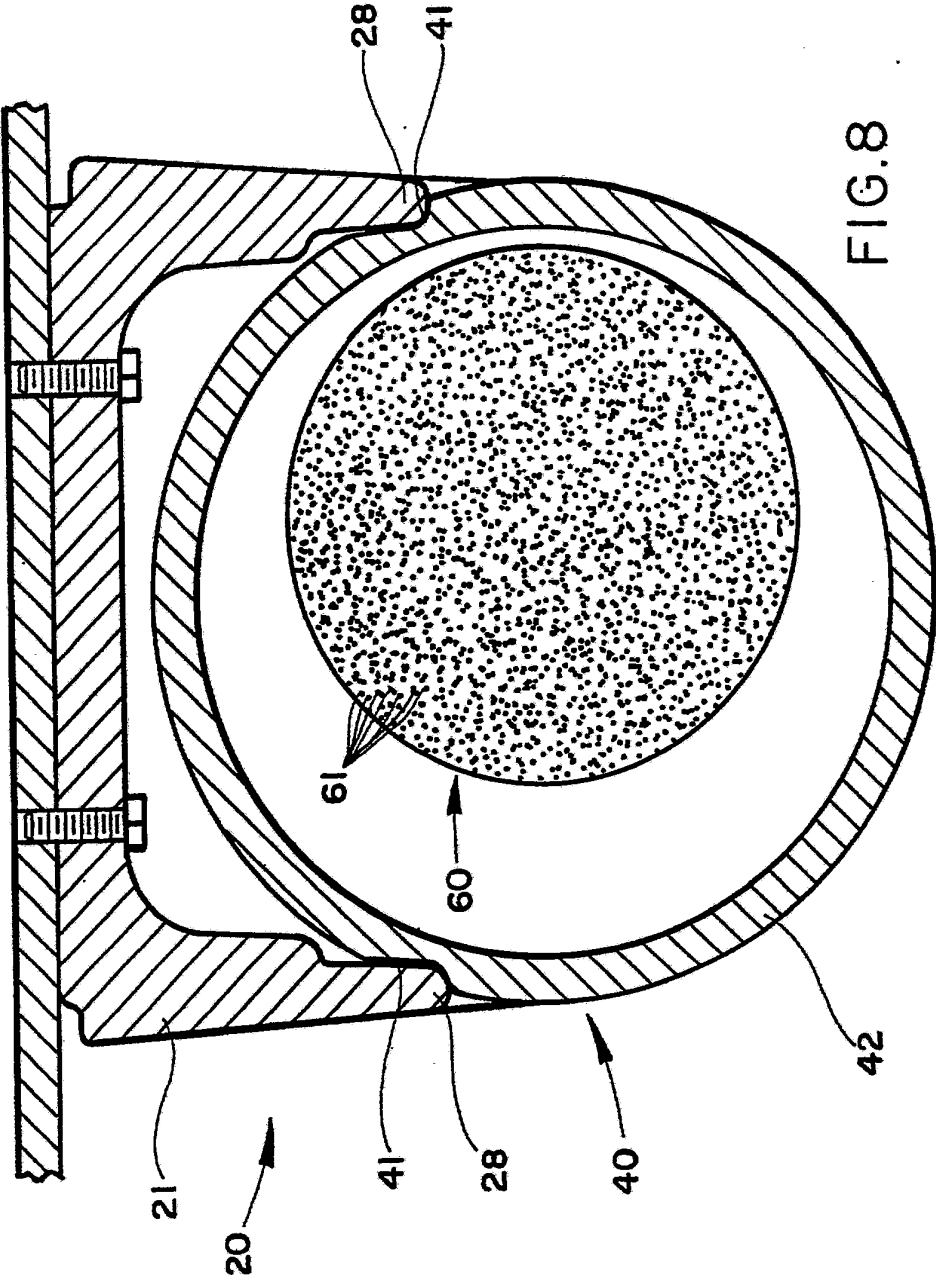


FIG.8

