



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 31 249 T2** 2007.05.24

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 161 281 B1**

(51) Int Cl.⁸: **A61M 16/10** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 31 249.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/00909**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 906 920.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/048682**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.01.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **24.08.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.12.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **11.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.05.2007**

(30) Unionspriorität:

251491 17.02.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(73) Patentinhaber:

Filtrona Richmond, Inc., Colonial Heights, Va., US

(72) Erfinder:

BERGER, M., Richard, Midlothian, VA 23112, US

(74) Vertreter:

**Kuhnen & Wacker Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising**

(54) Bezeichnung: **WÄRME- UND FEUCHTIGKEITSAUSTAUSCHER MIT HYDROPHILEM NYLON**

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**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1. Technischer Bereich**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Apparatur zum Extrudieren oder Spinnen synthetischer Fasern und insbesondere die Herstellung einer homogenen Bahn aus Polymerfasern, wobei wenigstens einige der Fasern in der Bahn andere Charakteristiken als andere Fasern in der Bahn haben, sowie einzigartige Produkte, die aus solchen Fasern hergestellt werden können. Von besonderer Bedeutung ist die Herstellung einer homogen vermischten Faserbahn des beschriebenen Typs, wobei wenigstens bestimmte der Fasern Mehrkomponentenpolymerfasern wie Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern sind und wobei bei Bedarf mehr als eine Mehrkomponentenfaser gleichmäßig innerhalb einer Bahn aus Fasern verteilt sein kann, wobei wenigstens der Mantel solcher Mehrkomponentenfasern aus unterschiedlichen Polymermaterialien geformt ist.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem einzigartige Faserprodukte mit vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten und insbesondere solche Produkte, die unter Anwendung der oben erwähnten fortschrittlichen homogenen Mischfasertechnologie hergestellt werden.

[0003] Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem einen Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher und insbesondere ein gasdurchlässiges Element, das vorzugsweise ein faseriges Medium umfasst, das durch die oben erörterte verbesserte Mischfasertechnologie hergestellt werden kann und das so ausgelegt ist, dass es erwärmt wird und Feuchtigkeit aus dem Atmen eines Patienten beim Ausatmen auffängt und gekühlt wird und die aufgefangene Feuchtigkeit zur Rückkehr zum Patienten während des Einatmens freigibt, um so die Feuchtigkeit und Körperwärme des Atemtrakts des Patienten während der Behandlung des Patienten aufrechtzuerhalten, wobei der Patient mit einer extrakorporalen Gasquelle über einen künstlichen Luftweg verbunden werden muss. Der Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher der vorliegenden Erfindung beseitigt außerdem in dem Gas enthaltene partikuläre Kontaminanten, um zu verhindern, dass der Patient solche Kontaminanten einatmet und die Atmosphäre vor Kontaminanten zu bewahren, die im ausgeatmeten Atem des Patienten enthalten sind.

[0004] Künstliche Luftwege kommen in vielfältigen medizinischen Verfahren zum Einsatz und liegen in einer Reihe verschiedener Formen vor. Ein einfaches Beispiel ist die Einführung eines Endotrachealtubus, der einem erstickenden Patient Luft zuführt. Ein kurz- oder langfristiger Anschluss an ein mechanisches Beatmungsgerät, wenn die Atmung eines Patienten unterstützt werden muss, ist ein weiteres Beispiel für eine Situation, in der der Einsatz eines künstlichen Luftwegs erforderlich ist. Künstliche Luftwege sind außerdem notwendig, wenn ein Patient eine Sauerstoffinfusion, wie es auf der Intensivstation üblich ist, oder eine Anästhetikuminfusion im Operationssaal erhält.

[0005] Unabhängig von den jeweiligen Umständen wirft die Verwendung eines künstlichen Luftwegs eine Reihe allgemeiner Probleme auf. Beim normalen Ausatmen einer Person halten Mund, Nase und Rachen Wärme und Feuchtigkeit fest und erwärmen und befeuchten normalerweise einströmende Luft im Laufe des nächsten Atemzugs, so dass die Luft im Wesentlichen bei Körpertemperatur gesättigt wird. Die künstlichen Luftwege in einem Atmungskreislauf des oben erörterten Typs umgehen die natürlichen Befeuchtungssysteme und lassen relativ kühle und trockene Gase, wie Sauerstoff oder Anästhetika, ohne Modifikation in Luftröhre und Lunge, wodurch die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit des Atemtrakts beeinträchtigt wird. Trockene Anästhesiegase können die zelluläre Morphologie und die Ziliarfunktion schädigen und die Infektionsanfälligkeit eines Patienten erhöhen. Feuchtigkeitsmangel bewirkt, dass Wasser von der Luftröhrenschleimhaut verdampft. Darüber hinaus geht Wärme verloren, wenn ein kühles Gas eingeatmet wird, wodurch die Schleimhaut trocknet und Sekrete zähflüssig werden. Die resultierenden Schwierigkeiten beim Reinigen des Atemtrakts können zu einer Verstopfung des natürlichen Luftwegs führen.

[0006] Das Einatmen schlecht befeuchteter Gase kann daher nicht nur zu Beschwerden beim Patienten führen, sondern auch das Risiko eines Lungenschadens erhöhen. Ferner kann der resultierende Wärmeverlust durch den Atemtrakt zu einem postoperativen Frösteln beim Patienten führen und eine unnötige Wiederaufwärmung des Patienten bei der Genesung erforderlich machen.

[0007] Eine weitere Komplikation, die aus der Notwendigkeit des Anschlusses eines Patienten an eine extrakorporale Gasquelle über einen künstlichen Luftweg entstehen kann, ist die Möglichkeit einer Infektion des Pa-

tienten mit bakteriellen, viralen oder anderen Kontaminanten, die in dem eingeatmeten Gas vorhanden sind. Ebenso können Kontaminanten, die durch den künstlichen Luftweg in die Umgebung gelangen, die Atmosphäre verunreinigen. Diese Probleme sind vor allem bei der Behandlung infizierter oder immunkompromittierter Patienten oder in der Intensivpflege von Bedeutung, wo sowohl der behandelte Patient als auch andere Patienten in dem Bereich wahrscheinlich besonders empfindlich auf die aerogene Übertragung pathogener Organismen reagieren.

2. Erörterung des Standes der Technik

[0008] Für die Herstellung polymerer Fasern, einschließlich Einkomponentenfasern und Mehrkomponentenfasern verschiedener Konfigurationen, sind im Stand der Technik verschiedene Methoden bekannt. Von solchen Mehrkomponentenfasern sind Bikomponentenfasern, die einen Kern aus einem Polymer und eine Beschichtung oder einen Mantel aus einem anderen Polymer umfassen, für viele Anwendungsbereiche besonders erwünscht.

[0009] In meinem am 23. April 1996 erteilten früheren Patent Nr. 5,509,430 sind zum Beispiel einzigartige polymere Bikomponentenfasern, die einen Kern aus einem preisgünstigen, hochfesten, thermoplastischen Polymer, vorzugsweise Polypropylen, und einen bindungsfähigen Mantel aus einem Material umfassen, das Celluloseacetat, Ethylen-Vinyl-Acetat-Copolymer, Polyvinylalkohol oder Ethylen-Vinyl-Alkohol-Copolymer sein kann, insbesondere zur Verwendung in der Produktion von Tabakrauchfiltern offenbart. Die mit den Techniken des Patentes '430 produzierten Bikomponentenfasern können schmelzgeblasen werden, um sehr feine Fasern in der Größenordnung von etwa 10 Mikron oder weniger im Durchmesser zu produzieren, um eine verbesserte Filtration zu erreichen. Solche Produkte haben erwiesenermaßen einen verbesserten Tabakrauchfiltrationsgrad und einen akzeptablen Geschmack und können mit einem wesentlich geringeren Kostenaufwand als konventionelle Tabakrauchfilter produziert werden, die aus Fasern gebildet werden, die vollständig aus Celluloseacetat bestehen.

[0010] In meinen darauf folgenden US-Patenten Nr. 5,607,766 vom 4. März 1997, 5,620,641 vom 15. April 1997 und 5,633,082 vom 27. Mai 1997 sind einzigartige schmelzgeblasene Bikomponentenfasern, die einen Kern aus thermoplastischem Material umfassen, der durch einen Mantel aus Polyethylenterephthalat abgedeckt ist, und Verfahren für ihre Herstellung offenbart, die in der Produktion länglicher, hoch poröser Elemente mit zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten besonders nützlich sind. Solche Produkte sind zum Beispiel als Dochtreservoir Elemente für Markierungs- und Schreibinstrumente von Nutzen, d.h. Materialien zum Aufnehmen einer Flüssigkeit, die später wie in einem Farbreservoir kontrollierbar freigegeben wird. Aufgrund ihrer hohen Kapillarwirkung funktionieren solche Materialien außerdem wirksam in der Produktion einfacher Dochte für die Übertragung von Flüssigkeit von einem Ort zum anderen, wie in der Produktion faseriger Spitzen, die in bestimmten Markierungs- und Schreibinstrumenten zu finden sind. Dochte dieser Art sind auch in verschiedenen medizinischen Anwendungsbereichen von Nutzen, zum Beispiel beim Transport von Körperfluid durch Kapillarwirkung zu einem Testort in einer Diagnosevorrichtung.

[0011] Produkte, die aus den Bikomponentenfasern der Patente '766, '641 und '082 hergestellt werden, sind erwiesenermaßen auch als Absorptionsreservoirs von Nutzen, d.h. als eine Membran, die die Flüssigkeit aufnimmt und einfach festhält, wie in einer Windel oder einer Inkontinenz einlage. Absorptionsreservoirs sind auch in medizinischen Einsatzbereichen von Nutzen. Eine Lage oder ein Kissen aus einem solchen Material kann zum Beispiel in einer Enzymimmunoassay-Testvorrichtung verwendet werden, wo sie ein Körperfluid durch die feinen Poren einer dünnen Membran zieht, die z.B. mit monoklonalen Antikörpern beschichtet ist, die mit Antigenen im Körperfluid interagieren, das durch die Membran gezogen und dann im Absorptionsreservoir aufgenommen wird. Solche Materialien werden außerdem für die Verwendung in Tabakrauchfiltern vorgeschlagen, mit der möglichen Zugabe eines rauch- oder geschmacksmodifizierenden Materials.

[0012] Polymerfasern können im Allgemeinen durch eine Reihe allgemeiner Techniken produziert werden, die oftmals von dem Polymer selbst oder den gewünschten Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten für die resultierenden Fasern diktiert werden. Unter solchen Techniken befinden sich konventionelle Schmelzspinnverfahren, bei denen geschmolzenes Polymer unter Druck zu einem Spinnkopf gepumpt und aus Spinndüsenmündungen zu einer Vielzahl von Endlosfasern extrudiert wird. Schmelzspinnen ist nur für Polymere mit einer Schmelzpunktemperatur geeignet, die unter ihrer Zersetzungspunktemperatur liegt, wie Nylon, Polypropylen und dergleichen, wodurch das Polymermaterial ohne Zersetzung geschmolzen und zu einer Faserform extrudiert werden kann. Andere Polymere wie Acryle können nicht ohne Schwärzung und Zersetzung geschmolzen werden. Solche Polymere können in einem geeigneten Lösungsmittel (z.B. Acetat in Aceton) mit typischerweise 20% Polymer und 80% Lösungsmittel gelöst werden. In einem Nasslösungsspinnverfahren wird die Lösung

bei Raumtemperatur durch die Spinndüse gepumpt, die in einem Flüssigkeitsbad (z.B. Wasser) eingetaucht ist, in dem das Lösungsmittel löslich ist, um die Polymerfasern zu verfestigen. Anstatt ein Flüssigkeitsbad zu verwenden, können die Fasern auch in heißer Luft trockengesponnen werden, um das Lösungsmittel zu verdampfen und eine Haut zu bilden, die koaguliert. Andere üblichen Spinntechniken sind allgemein bekannt und stellen keinen entscheidenden Bestandteil der Konzepte der vorliegenden Erfindung dar.

[0013] Nach dem Spinnen werden die Fasern gewöhnlich verfeinert, indem sie der Spinnvorrichtung in einer Geschwindigkeit entnommen werden, die über der Extrusionsgeschwindigkeit liegt, so dass Fasern produziert werden, die feiner und, abhängig vom Polymer, eventuell kristalliner beschaffen und somit stärker sind. Die Fasern können verfeinert werden, indem sie auf rotierenden Quetschwalzen aufgenommen oder schmelzgeblasen werden, d.h. die aus den Spinndüsenmündungen heraustretenden Fasern werden mit einem Fluid, wie Luft, unter Druck in Kontakt gebracht, um sie zu feinen Fasern zu ziehen, die gewöhnlich als eine verschlungene Bahn aus Fasern auf einer sich kontinuierlich bewegendes Oberfläche wie einem Förderband oder einer Trommeloberfläche zur anschließenden Verarbeitung aufgenommen werden.

[0014] Wie in meinen zuvor erwähnten Patenten beschrieben, kann die extrudierte faserige Bahn zu einer Plattenform zusammengefasst werden, die gefaltet werden kann, um den Oberflächenbereich für bestimmte Filterungsanwendungen zu vergrößern. Alternativ kann die Faserbahn zusammengefasst und durch Formungsstationen geführt werden, wie eine Dampfbehandlungs- und Kühlstation, die die Fasern an ihren Kontaktstellen binden können, um ein endloses stabartiges poröses Element zu bilden, das einen kurvigen Pfad zum Durchströmen eines Fluidmaterials definiert.

[0015] Während mit früheren Techniken und Gerätschaften zum Spinnen von Fasern gewöhnlich ein oder mehrere Polymermaterialien direkt durch eine Anordnung von Spinndüsenmündungen extrudiert wurden, um eine Bahn aus Einkomponentenfasern oder eine Bahn aus Mehrkomponentenfasern zu produzieren, schließen jüngere Entwicklungen einen Satz nebeneinander liegender Einwegverteilungs- oder -spinnplatten ein, wobei die Verteilungspfade in stromauf- und/oder -abwärtige Oberflächen der Platten geätzt sind, um den Strom von einem oder mehreren Polymermaterialien zu und durch Spinndüsenmündungen am distalen Ende des Spinnsystems zu lenken. Diese Techniken sind z.B. in Hills US-Patent Nr. 5,162,074 vom 10. November 1992 enthalten, die eine einigermaßen kostengünstige Möglichkeit zur Herstellung einer hoch entwickelten Spinnanrüstung und zur Produktion einer hohen Dichte von Endlosfasern bereitstellen, die aus mehr als einem Polymermaterial geformt sind. Hills erkennt die Produktion von Mehrkomponentenfasern wie Bikomponentenfasern, wobei die Komponenten dauerhaft aneinanderhaften oder alternativ schlecht anhaften, so dass die Komponenten voneinander getrennt werden können, um die effektive Faserausbeute aus den jeweiligen Spinndüsenöffnungen zu erhöhen und um feinere Fasern von den individuellen Komponenten zu produzieren.

[0016] Obschon Hills und andere relativ kostengünstige, sogar wegwerfbare Verteilungsplatten bereitstellen, die eine hohe Dichte identischer Fasern spinnen können, die trennbare Segmente verschiedener Polymermaterialien beinhalten können, und die Produktion einer Bahn aus Mischfasern, d.h. Fasern mit verschiedenen physikalischen und/oder chemischen Charakteristiken, in der Literatur allgemein erwähnt wird, so erkennt der Stand der Technik meines Wissens nicht die Vorzüge des direkten Spinnens eines homogenen oder einheitlichen Gemischs aus Fasern aus einer Spinnvorrichtung an, wobei die aus bestimmten Spinndüsenmündungen in demselben Element extrudierten Fasern andere Charakteristiken haben als Fasern, die aus anderen Spinndüsenmündungen in diesem Element extrudiert werden. Ferner sind die derzeit im Handel erhältlichen Techniken und Geräte nicht darauf ausgelegt, eine solche homogene Bahn aus Mischfasern, insbesondere ein gleichmäßig verteiltes Gemisch aus Ein- und Mehrkomponentenfasern oder sogar ein einheitliches Gemisch aus verschiedenen Mehrkomponentenfasern zu produzieren, bei denen z.B. nebeneinander liegende Fasern in der Bahn unterschiedliche Polymerbeschichtungen haben, wie alternierende Bikomponentenfasern mit einem gemeinsamen kernbildenden Polymer und unterschiedlichen mantelbildenden Polymeren.

[0017] Obschon faserige Produkte, einschließlich der einzigartigen schmelzgeblasenen Bikomponentenfasern meiner oben erörterten Patente '430, '766, '641 und '082 bedeutende kommerzielle Verwendungsmöglichkeiten aufweisen, sind die funktionellen Eigenschaften der verfügbaren Produkte dadurch beschränkt, dass mit der Technologie des Standes der Technik keine einheitlichen und beständigen Bahnen aus Mischfasern mit unterschiedlichen chemischen und/oder physikalischen Charakteristiken produziert werden können. Insofern als der Stand der Technik in der Lage ist, Mischfaserbahnen zu produzieren, sind die Apparaturen und Techniken dafür im Allgemeinen für den kommerziellen Gebrauch unangemessen und/oder nicht in der Lage, reproduzierbare, äußerst homogene Gemische verschiedener Fasern aus demselben Satz Spinndüsenmündungen zu erzeugen.

[0018] Mit einer verbesserten Fähigkeit zur Produktion von Mischfasergeweben von im Wesentlichen vollkommener Einheitlichkeit können verbesserte funktionelle Eigenschaften in einer Vielfalt von Faserprodukten erhalten werden, unabhängig davon, ob sie zur Verwendung als Hochleistungsfilter, wie sie in elektrischen Staubfangvorrichtungen und Kraftwerken erforderlich sind, Koaleszenzfilter, wie solche, die zum Trennen von Wasser von Flugbenzin verwendet werden, Dochtprodukte, die zur Farbübertragung in Markierungs- und Schreibinstrumenten oder als medizinische Döchte verwendet werden können, oder in ähnlichen Flüssigkeitsaufnahme- und Übertragungsanwendungsbereichen oder in verschiedenen anderen Bereichen vorgesehen sind.

[0019] Mit Bezug auf einen speziellen Einsatzbereich der verbesserten Technologie der vorliegenden Erfindung, d.h. in der Produktion von Wärme- und Feuchtigkeitsaustauschern und Hochleistungspartikelluftfiltern zur Verwendung in einem Atmungskreislauf, der eines künstlichen Luftwegs bedarf, sind verschiedene Vorrichtungen des Standes der Technik im Handel erhältlich. Oftmals sind jedoch separate Vorrichtungen erforderlich, um die Feuchtigkeit und Körperwärme des Atemtrakts des Patienten aufrechtzuerhalten und unerwünschte Bestandteile aus einem von dem Patienten eingeatmeten Gas oder aus dem bei solchen Behandlungen von einem Patienten ausgeatmeten Atem zu filtern. Es sind zwar einige Vorrichtungen verfügbar, die ein Medium beinhalten, das alle diese Funktionen erfüllen kann, doch kommt es in solchen Vorrichtungen nicht selten vor, dass bestimmte Eigenschaften beeinträchtigt werden, damit andere Eigenschaften verbessert werden können. Es wäre sehr wünschenswert, eine Vorrichtung zu haben, die sowohl den Wärme- und Feuchtigkeitsaustausch als auch die Filtration in wirtschaftlicher Weise maximieren kann.

[0020] Frühe Versuche, den Atemtrakt eines Patienten zu befeuchten und somit einen Wärmeverlust im Laufe einer kurz- oder langfristigen mechanischen Beatmung oder dergleichen zu reduzieren, setzten elektrisch erwärmte, wassergefüllte Befeuchter ein, um Wasserdampf zum Luftweg zu führen. Dieser Ansatz rief fast so viele Probleme hervor, wie er löste. Wasserpegel und Temperatur des Wasserdampfes mussten ständig überwacht werden. Ferner war die Regelung der Zufuhr der geringen Feuchtigkeitsvolumen, die für Kinder oder Säuglinge benötigt werden, mit besonderen Schwierigkeiten verbunden. Die Kondensierung des Wasserdampfes konnte die schmalen Luftwege verstopfen und im Extremfall sogar zu einer Ertränkung führen. Darüber hinaus führte die Entstehung von Ablagerungen im Befeuchterreservoir oft zu einer Verunreinigung der Feuchtigkeit, wodurch die Ausrüstung beschädigt wurde und dem Patienten Schaden zugefügt werden konnte. Durch die Anwesenheit solcher Kontaminanten wurde der Bedarf an einer effektiven Filtration schlichtweg gesteigert.

[0021] Vor kurzem wurden regenerative Befeuchter oder „künstliche Nasen“ als sichere und effektive Alternativen zur Überwindung vieler der vorangegangenen Probleme mit erwärmten Wasserbadbefeuchtern entwickelt. Solche Einheiten werden gewöhnlich als Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher (HMEs) bezeichnet, da sie fast in der gleichen Weise wie die natürlichen Ressourcen des Patienten funktionieren, d.h. sie fangen Feuchtigkeit und Wärme beim Ausatmen des Patienten auf und führen sie während des nächsten Atemzugs zum Patienten zurück.

[0022] HMEs sind passiv und benötigen keine Feuchtigkeits- oder Energiequelle von außen. Sie werden in einer Reihe mit dem künstlichen Luftweg platziert und sind mit einem Medium ausgestattet, das einen großen Oberflächenbereich für den Austausch von Wärme und Feuchtigkeit produziert. Das HME-Medium wird erwärmt, wenn Feuchtigkeit im Atem des Patienten beim Ausatmen kondensiert, beim Einatmen gekühlt, wenn es Wärme und Feuchtigkeitsdampf an die eingeatmeten Gase abgibt, und der Prozess wird beim Ein- und Ausatmen des Patienten wiederholt.

[0023] Es wurden Versuche unternommen, die Hygroskopizität des HME-Mediums zu erhöhen, um so direkt Feuchtigkeit aus ausgeatmeten Gasen zu absorbieren, wodurch das Medium mehr Feuchtigkeit festhält, als von der Kondensation alleine aufgefangen würde, was die HME-Leistung verbessert. Da die von dem hygroskopischen Medium festgehaltene Feuchtigkeit ferner absorbiert und nicht kondensiert wird, wird die Verdampfungskühlung des HME begrenzt, wenn diese Feuchtigkeit beim Einatmen freigesetzt wird.

[0024] Dieses Konzept ist zwar technisch gut fundiert, doch sind die jeweiligen im Handel erhältlichen hygroskopischen Materialien für den Gebrauch als HME-Medium entweder unzulänglich oder unerwünscht. Zusatzstoffe wie Salze, z.B. Lithiumchlorid, oder Glycerin verleihen dem HME-Medium eine vorteilhafte Hygroskopizität, können aber Gase, die durch ein solches Medium beim Einatmen des Patienten laufen, kontaminieren oder sogar mit ihnen interagieren. Die Bereitstellung eines 13ME Mediums, das beim Ausatmen zusätzliche Feuchtigkeit aus dem Atem eines Patienten anziehen und festhalten kann, ohne dass Fremdchemikalien notwendig sind, ist für den sicheren und effektiven Betrieb eines HME in einer Hilfsatmungs Vorrichtung wichtig.

[0025] Eine Reihe von Kriterien sind in der Ausführung eines HME für medizinische Anwendungen besonders wichtig. Eine geringe Wärmeleitfähigkeit des Wärme- und Feuchtigkeitsaustauschmediums erhöht das Temperaturdifferential über den HME, wodurch seine Effizienz verbessert wird. Ein geringer Druckabfall über den HME ist wesentlich, um die Anstrengung beim normalen Atmen oder bei mechanischer Beatmung zu minimieren. Ein HME muss außerdem relativ leicht sein, da er bei den meisten Anwendungen an einem Tracheotomie-, Endotracheal- oder Nasotrachealort getragen werden muss. Das HME-Medium sollte für den Einweggebrauch vorgesehen oder leicht zu sterilisieren sein, um die Kosten der Aufrechterhaltung des Atmungskreislaufs gering zu halten. Schließlich sollte das HME-Medium wirksam sein, ohne dass chemische Zusatzstoffe notwendig sind, die die behandelten Gase beeinträchtigen könnten, und das Medium darf keine partikuläre Materie freisetzen, damit der Patient und die Umgebung sowie die Ausrüstung, mit der der HME verbunden ist, vor einer Kontamination geschützt werden.

[0026] Zusammengefasst muss der HME effizient, kostengünstig und sicher genügend Wärme und Feuchtigkeit liefern, vorzugsweise, damit eine einzige Einheit die Feuchtigkeit und Körperwärme des Atemtrakts des Patienten effektiv aufrechterhalten kann, und nach Möglichkeit gleichzeitig durchströmende Gase filtern, um partikuläre Kontaminanten zu entfernen, damit sich unnötige Einheiten erübrigen.

[0027] Die WO-A-99/03525 offenbart einen HME, der ein gasdurchlässiges Element umfasst.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0028] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher (**960**) zur Verwendung in einem künstlichen Luftweg (**970**) eines Atmungskreislaufs bereitgestellt, wobei der Austauscher (**960**) ein gasdurchlässiges Element (**962**) beinhaltet, das so ausgelegt ist, dass es erwärmt wird und Feuchtigkeit aus dem Atem eines Patienten beim Ausatmen auffängt, und gekühlt wird und die aufgefangene Feuchtigkeit zur Rückkehr zum Patienten während des Einatmens freigibt, wobei das Element (**962**) ein faseriges Medium ist, das aus Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern besteht, die einen Mantel aus einem hydrophilen Nylonpolymer und einen Kern aus einem anderen Polymer als hydrophiles Nylon umfassen.

[0029] Der HME kann so gestaltet sein, dass er sowohl in Ein- als auch in Ausatemungsluftwegen zur Sauerstoffinfusion, Anästhesie, Beatmung und anderen solchen medizinischen Anwendungen zwischengeschaltet wird. Es wurde überraschenderweise gefunden, dass das Element beim Einfangen von Feuchtigkeit und Wärme aus dem Atem eines Patienten beim Ausatmen und beim Kühlen und Freigeben der aufgefangenen Feuchtigkeit zur Rückkehr zum Patienten während des Einatmens wirksamer als andere HME-Medien, einschließlich derzeit erhältlicher hygroskopischer Medien, ist, ohne dass chemische Zusatzstoffe notwendig sind.

[0030] Vorzugsweise umfasst das faserige Medium ferner ein Bindemittel, wobei die Fasern an ihren Kontaktstellen von dem genannten Bindemittel zu einem dreidimensionalen porösen Element gebunden werden, das einen gewundenen Pfad zum Durchströmen eines Gases definiert, um seine Wärme- und Feuchtigkeitstransferwirksamkeit zu erhöhen und außerdem unerwünschte partikuläre Kontaminanten aus dem durchströmenden Gas zu entfernen, so dass Patient und medizinisches Personal vor einer Kreuzkontamination geschützt werden, der Atmungskreislauf von dem Patienten isoliert und die Nutzungsdauer einer mechanischen Beatmungsausrüstung verlängert wird. Die Filtrationswirksamkeit eines erfindungsgemäßen HME findet vor allem in einer expiratorischen Leitung Verwendung, um zu verhindern, dass unerwünschte Kontaminanten in die Umgebung ausgestoßen werden, und in einer Hauptleitung, um einströmendes Gas zu filtern.

[0031] Vorzugsweise beinhaltet das Filtermedium Bikomponentenfasern, die einen Mantel aus dem hydrophilen Nylonpolymer und einen Kern aus einem anderen und weniger teuren Polymer umfassen, wie Polypropylen, so dass das Medium zwischen Einsätzen auf kosteneffektive Weise ohne weiteres ausgetauscht werden kann.

[0032] Am bevorzugtesten kann die Erfindung einen HME bereitstellen, bei dem das Medium aus einem im Wesentlichen einheitlichen Gemisch aus Bikomponentenfasern besteht, von denen einige einen hydrophilen Nylonpolymermantel umfassen und andere einen Mantel aus einem thermoplastischen Polymer mit einem Schmelzpunkt umfassen, der unter dem des hydrophilen Nylonpolymers, wie Polyester, liegt, um so ein effektives Bindemittel für die hydrophilen Nylonpolymerfasern bereitzustellen, wobei alle Bikomponentenfasern ein gemeinsames und relativ kostengünstiges kernbildendes Polymer haben.

[0033] Bei einer ausführlicheren Studie der Spezifikation und der angefügten Ansprüche wird die Fachperson weitere Aufgaben und Vorzüge der vorliegenden Erfindung erkennen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0034] Die vorliegende Erfindung sowie andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile davon werden anhand der Betrachtung der ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den Begleitzeichnungen verständlicher, in denen sich gleiche Bezugsziffern auf gleiche Teile beziehen.

[0035] Der Verweis auf „stromaufwärtig“ und „stromabwärtig“ in der Beschreibung der Zeichnungen und der folgenden ausführlichen Beschreibung der bevorzugten Ausgestaltungen bezieht sich auf die Richtung der Anfangsströmung der faserbildenden Polymere in die Mundstückbaugruppe.

[0036] [Fig. 1](#) ist eine auseinander gezogene Perspektivansicht der Hauptelemente einer Spinnvorrichtung, die darauf ausgelegt ist, eine homogene Bahn aus Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern zu produzieren, wobei alle Fasern das gleiche kernbildende Polymer aufweisen und alternierende Fasern unterschiedliche mantelbildende Polymere aufweisen.

[0037] [Fig. 2](#) ist eine Ansicht, die der in [Fig. 1](#) ähnlich ist, jedoch mit Blick in die entgegengesetzte Richtung.

[0038] [Fig. 3](#) ist eine zusammengefügte Perspektivansicht von Abschnitten der in [Fig. 1](#) dargestellten Elemente, wobei Teile zur deutlicheren Darstellung aufgeschnitten sind.

[0039] [Fig. 4](#) ist eine auseinander gezogene Ansicht der in [Fig. 3](#) dargestellten Elemente.

[0040] [Fig. 5](#) ist eine vergrößerte Detailansicht des Abschnitts aus [Fig. 3](#) im Kreis A.

[0041] [Fig. 6](#) ist eine Ansicht, die der in [Fig. 3](#) ähnlich ist, allerdings aus einem anderen Winkel.

[0042] [Fig. 7](#) ist eine vergrößerte Detailansicht des Abschnitts aus [Fig. 6](#) im Kreis B.

[0043] [Fig. 8](#) ist eine perspektivische Ansicht, die der in [Fig. 3](#) ähnlich ist, allerdings mit Blick von der entgegengesetzten Seite der Baugruppe.

[0044] [Fig. 9](#) ist eine auseinander gezogene Ansicht der in [Fig. 8](#) dargestellten Elemente.

[0045] [Fig. 10](#) ist eine vergrößerte Detailansicht des Abschnitts aus [Fig. 8](#) im Kreis C.

[0046] [Fig. 11](#) ist eine stromaufwärtige Draufsicht auf einen Abschnitt der rechten Sekundärverteilungsplatte.

[0047] [Fig. 12](#) ist eine stromabwärtige Draufsicht davon.

[0048] [Fig. 13](#) ist eine Seitenansicht davon, wobei versteckte Teile mit gestrichelten Linien dargestellt sind.

[0049] [Fig. 14](#) ist eine stromaufwärtige Perspektivansicht eines Abschnitts der rechten Sekundärverteilungsplatte.

[0050] [Fig. 15](#) ist eine stromabwärtige Perspektivansicht davon.

[0051] [Fig. 16](#) ist eine stromaufwärtige Draufsicht auf einen Abschnitt der rechten Verteilungsplatte.

[0052] [Fig. 17](#) ist eine stromabwärtige Draufsicht davon.

[0053] [Fig. 18](#) ist eine Seitenansicht davon, wobei versteckte Teile mit gestrichelten Linien dargestellt sind.

[0054] [Fig. 19](#) ist eine stromaufwärtige Perspektivansicht eines Abschnitts der rechten Verteilungsplatte.

[0055] [Fig. 20](#) ist eine stromabwärtige Perspektivansicht davon.

[0056] [Fig. 21](#) ist eine stromaufwärtige Draufsicht auf einen Abschnitt der linken Verteilungsplatte.

[0057] [Fig. 22](#) ist eine stromabwärtige Draufsicht davon.

- [0058] [Fig. 23](#) ist eine Seitenansicht davon, wobei versteckte Teile mit gestrichelten Linien dargestellt sind.
- [0059] [Fig. 24](#) ist eine stromaufwärtige Perspektivansicht eines Abschnitts der linken Verteilungsplatte.
- [0060] [Fig. 25](#) ist eine stromabwärtige Perspektivansicht davon.
- [0061] [Fig. 26](#) ist eine stromaufwärtige Draufsicht auf einen Abschnitt der linken Sekundärverteilungsplatte.
- [0062] [Fig. 27](#) ist eine stromabwärtige Draufsicht davon.
- [0063] [Fig. 28](#) ist eine Seitenansicht davon, wobei versteckte Teile mit gestrichelten Linien dargestellt sind.
- [0064] [Fig. 29](#) ist eine stromaufwärtige Perspektivansicht eines Abschnitts der linken Sekundärverteilungsplatte.
- [0065] [Fig. 30](#) ist eine stromabwärtige Perspektivansicht davon.
- [0066] [Fig. 31](#) ist eine bruchstückhafte stromaufwärtige Draufsicht auf die Verteilungsplattenbaugruppe der Spinnvorrichtung, wobei versteckte Teile zur deutlicheren Darstellung mit gestrichelten Linien dargestellt sind.
- [0067] [Fig. 32](#) ist eine vergrößerte Querschnittsdarstellung entlang der Linie 32-32 aus [Fig. 31](#), die den Pfad des kernbildenden Polymers und des ersten mantelbildenden Polymers in der Produktion alternierender Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern mit dem gleichen kernbildenden Polymer und unterschiedlichen mantelbildenden Polymeren gemäß der vorliegenden Ausgestaltung darstellt.
- [0068] [Fig. 33](#) ist eine Ansicht, die der Ansicht 32 ähnlich ist, allerdings entlang der Linie 33-33 aus [Fig. 31](#), die den Pfad des kernbildenden Polymers und des zweiten mantelbildenden Polymers darstellt.
- [0069] [Fig. 34](#) ist eine auseinander gezogene Perspektivansicht nur der Verteilungsplatten einer anderen Ausgestaltung einer Spinnvorrichtung gemäß den Konzepten der vorliegenden Erfindung, die so gestaltet ist, dass eine homogene Bahn verschiedener Einkomponentenfasern von zwei unabhängigen Polymerquellen produziert wird, mit Blick von der stromaufwärtigen Seite.
- [0070] [Fig. 35](#) ist eine Ansicht der in [Fig. 34](#) illustrierten Elemente mit Blick von der stromabwärtigen Seite.
- [0071] [Fig. 36](#) ist eine zusammengefügte stromaufwärtige Draufsicht auf die Verteilungsplatten aus [Fig. 34](#), wobei versteckte Teile zur deutlicheren Darstellung mit gestrichelten Linien dargestellt sind.
- [0072] [Fig. 37](#) ist eine Querschnittsdarstellung entlang der Linie 37-37 aus [Fig. 36](#), die den Pfad von einem der Polymere durch die Verteilungsplatten zeigt.
- [0073] [Fig. 38](#) ist eine Querschnittsdarstellung entlang der Linie 38-38 aus [Fig. 36](#), die den Pfad des anderen Polymers durch die Verteilungsplatten zeigt.
- [0074] [Fig. 39](#) ist eine auseinander gezogene Perspektivansicht nur der Verteilungsplatten noch einer anderen Ausgestaltung einer Spinnvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, die so gestaltet ist, dass eine homogene Bahn aus Fasern entsteht, die Bikomponenten-Mantel-/Kernfasern und Einkomponentenfasern aus dem kernbildenden Polymer der Bikomponentenfasern umfassen, mit Blick von der stromaufwärtigen Seite.
- [0075] [Fig. 40](#) ist eine Ansicht der in [Fig. 39](#) illustrierten Elemente von der stromabwärtigen Seite.
- [0076] [Fig. 41](#) ist eine zusammengefügte stromaufwärtige Draufsicht auf die in [Fig. 39](#) illustrierten Verteilungsplatten, wobei versteckte Teile zur deutlicheren Darstellung mit gestrichelten Linien dargestellt sind.
- [0077] [Fig. 42](#) ist eine Querschnittsdarstellung entlang der Linie 42-42 aus [Fig. 41](#), die den Pfad des kernbildenden Polymers und des mantelbildenden Materials durch die Verteilungsplatten darstellt, um die Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern zu bilden.
- [0078] [Fig. 43](#) ist eine Querschnittsdarstellung entlang Linie 43-43 aus [Fig. 41](#), die den Pfad des kernbildenden Polymers durch die Verteilungsplatten darstellt, um die Einkomponentenfasern zu bilden.

[0079] [Fig. 44](#) ist eine schematische Darstellung einer Bahn aus Fasern, die von einer Spinnvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung extrudiert und in den Spalt eines Paares rotierender Aufnahmewalzen geführt wird.

[0080] [Fig. 45](#) ist eine schematische Darstellung einer Art von Prozesslinie zur Produktion poröser Stäbe aus einer Mischfaserbahn gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0081] [Fig. 46](#) ist eine vergrößerte schematische Darstellung eines Schmelzblasmundstückabschnitts, der in der Verarbeitungslinie aus [Fig. 45](#) verwendet werden kann.

[0082] [Fig. 47](#) ist eine schematische Darstellung, die einen Atmungskreislauf zeigt, wobei ein HME gemäß den Konzepten der vorliegenden Erfindung in einen künstlichen Luftweg geschaltet ist, wobei die Verwendung eines „Y“-Anschlusses zur Verbindung des künstlichen Luftwegs mit ankommenden und/oder abgehenden Leitungen mit gestrichelten Linien dargestellt ist; und

[0083] die [Fig. 48a–Fig. 48c](#) illustrieren schematisch das Strömen eines Gases durch das Medium eines HME gemäß den Konzepten der vorliegenden Erfindung bei einem normalen Atmungszyklus.

[0084] Gleiche Bezugsziffern beziehen sich in den verschiedenen Ansichten der Zeichnungen auf gleiche Teile.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSGESTALTUNGEN

[0085] Der Einfachheit halber werden in der Abbildung der verbesserten mischfaserbildenden Apparatur der vorliegenden Erfindung einzelne Öffnungen oder Verteilungspfade nicht unbedingt in jeder Ansicht der jeweiligen Elemente in den Zeichnungen wiederholt. Es ist zu verstehen, dass in allen Fällen die relative Größe der Elemente, die Anzahl und Gestalten der Öffnungen und/oder Ausschnitte, die die Verteilungspfade für die verschiedenen faserbildenden Polymere bilden, sowie die Anzahl der Spinndüsenöffnungen, die in den Zeichnungen dargestellt sind, illustrativ sind und die Konzepte der vorliegenden Erfindung nicht begrenzen.

[0086] Obschon die hierin offenbarten Techniken und Apparaturen gleichermaßen zum Schmelzspinnen, Lösungsspinnen und für andere konventionellen Spinntechniken geeignet sind, bezieht sich die folgende Beschreibung der bevorzugten Ausgestaltungen außerdem zur leichteren Nachvollziehbarkeit in erster Linie auf die Verwendung schmelzgesponnener Polymere.

[0087] Mit Bezug auf die Zeichnungen und insbesondere auf die [Fig. 1–Fig. 33](#) beinhalten die Hauptelemente einer bevorzugten Mundstückbaugruppe für eine Spinnvorrichtung gemäß den Konzepten der vorliegenden Erfindung, die darauf ausgelegt ist, ein homogenes Gemisch aus Bikomponentenfasern mit einem gemeinsamen kernbildenden Polymer und unterschiedlichen mantelbildenden Polymeren zu produzieren, ausgehend vom stromaufwärtigen Ende (in [Fig. 1](#) rechts) einen Montageblock **100**, eine rechtsseitige Düse **200**, ein Verteilungssystem, das eine rechte Sekundärverteilungsplatte **300**, eine rechte Verteilungsplatte **400**, eine linke Verteilungsplatte **500** und eine linke Sekundärverteilung **600** umfasst, wobei sich eine linksseitige Düse **700** und ein Klemmblock **800** am stromabwärtigen Ende befinden (siehe besonders [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)). Beim Gebrauch werden die abgebildeten Elemente offensichtlich durch Schraubbolzen oder dergleichen (nicht dargestellt) in einer beliebigen konventionellen Weise so aneinander befestigt, dass kein Polymer austreten kann.

[0088] Das kernbildende Polymer und die beiden mantelbildenden Polymere werden von unabhängigen Quellen durch Schmelzpumpen (nicht dargestellt) eingespeist und treten in die Mundstückbaugruppe durch Einlassöffnungen im Montageblock **100** ein. In [Fig. 1](#) tritt das kernbildende Polymer in den Montageblock **100** durch Öffnungen **102** in Pfeilrichtung **104** ein; das erste mantelbildende Polymer tritt durch Öffnungen **106** in Pfeilrichtung **108** in den Montageblock **100** ein; und das zweite mantelbildende Polymer tritt durch Öffnungen **110** in Pfeilrichtung **112** in den Montageblock **100** ein.

[0089] Das Strömen des kernbildenden Polymers durch die Mundstückbaugruppe wird nun im Detail betrachtet. Von dem Montageblock **100** strömt das kernbildende Polymer direkt durch fluchtende Öffnungen in allen Mundstückplatten in einem ununterbrochenen Strom, bis es in das Loch **802** des Klemmblocks **800** eintritt. Das kernbildende Polymer ändert dann seine Richtung innerhalb des Klemmblocks **800** (nicht dargestellt) und kehrt durch die Öffnungen **804** zurück, um sich in den Ausschnitten **806** in der stromaufwärtigen Seite des Klemmblocks **800** anzusammeln (siehe [Fig. 1](#)).

[0090] Das kernbildende Polymer strömt dann weiter durch vier Siebsätze (nicht dargestellt) in passende Ausschnitte **702** in der stromabwärtigen Oberfläche der linksseitigen Düse **700** (siehe [Fig. 2](#)); von hier strömt das kernbildende Polymer vollständig durch die linksseitige Düse **700**, wobei es in eine Reihe kleiner Rillen oder Verteilungspfade **704** auf der stromaufwärtigen Oberfläche der linksseitigen Düse **700** läuft, die das kernbildende Polymer in größere Ausschnitte **706** (siehe [Fig. 1](#)) führen. Von hier wird das kernbildende Polymer in das Verteilungssystem geführt.

[0091] Beim Verlassen der Ausschnitte **706** der linksseitigen Düse **700** läuft das kernbildende Polymer durch Verteilungslöcher **602** in der linken Sekundärverteilungsplatte **600** und passende Verteilungslöcher **502** in der linken Verteilungsplatte **500** und füllt dreieckige Ausschnitte **504** auf der stromaufwärtigen Oberfläche der linken Verteilungsplatte aus.

[0092] An diesem Punkt läuft das kernbildende Polymer buchstäblich um Vorsprünge **506** und **508**, die die Verteilungsöffnungen **510** und **512** für das erste und das zweite mantelbildende Polymer umgeben, die im Folgenden erörtert werden, und strömt sofort in die Einlassenden der jeweiligen Spindüsenmündungen **514**, **516**, wie am besten in [Fig. 24](#) zu sehen ist. Die Spindüsenmündungen **514**, **516** sind alternierende, beabstandete Löcher parallel zur Ebene der linken Verteilungsplatte **500**, definiert durch den verdickten Lippenabschnitt **517** entlang der Austrittskante der linken Verteilungsplatte **500**.

[0093] Wie im Folgenden ausführlicher erörtert wird, wird das kernbildende Polymer, während es in und durch die Spindüsenöffnungen **514**, **516** strömt, jeweils durch das erste und das zweite mantelbildende Polymer umhüllt, damit ein einheitliches oder homogenes Gemisch aus alternierenden Bikomponentenfasern extrudiert wird, die das gleiche kernbildende Polymer aufweisen und unterschiedliche mantelbildende Polymere umfassen.

[0094] Mit Bezug auf den Verteilungspfad des ersten mantelbildenden Polymers sammelt sich das erste mantelbildende Polymer nach dem Durchströmen der Öffnungen **106** im Montageblock **100** in Ausschnitten **114** auf der stromabwärtigen Seite des Montageblocks **100** an (siehe [Fig. 2](#)). Das erste mantelbildende Polymer läuft dann weiter durch vier Siebsätze (nicht dargestellt) in passende Ausschnitte **202** auf der stromaufwärtigen Seite der rechtsseitigen Düse **200** und strömt durch die rechtsseitige Düse **200** in die Verteilungspfade **204**, die mit größeren Ausschnitten **206** auf der stromabwärtigen Seite der rechtsseitigen Düse **200** verbunden sind. Von hier aus wird das erste mantelbildende Polymer in das Verteilungssystem geführt.

[0095] Das erste mantelbildende Polymer verlässt die Ausschnitte **206** in der rechtsseitigen Düse **200**, tritt in Schlitze **302** der rechten Sekundärverteilungsplatte **300** ein und füllt dreieckige Ausschnitte **402** auf der stromaufwärtigen Seite der rechten Verteilungsplatte **400** aus. Von hier aus wird das erste mantelbildende Polymer in zwei separate Verteilungspfade aufgeteilt, damit das erste mantelbildende Polymer das kernbildende Polymer von beiden Seiten umhüllen kann, während diese faserbildenden Polymere durch alternierende Spindüsenöffnungen **514** strömen, um einen kompletten Mantelüberzug über dem kernbildenden Polymer in den ersten Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern zu bilden.

[0096] Die Hälfte des ersten mantelbildenden Polymers in den Ausschnitten **402** tritt in die Verteilungslöcher **404** ein und strömt durch die rechte Verteilungsplatte **400**. Die andere Hälfte des ersten mantelbildenden Polymers strömt um die Vorsprünge **406**, die die Verteilungsöffnungen **408** für das zweite mantelbildende Polymer wie im Folgenden erörtert umgeben. Halbmondförmige Abstandshalter **409** befinden sich auf beiden Seiten der Verteilungsöffnungen **404**, um dabei behilflich zu sein, dem Druck zwischen den Verteilungsplatten, besonders in den Bereichen der wesentlichen Ausschnitte wie Ausschnitt **402** in der Mundstückbaugruppe standzuhalten. Dieser Teil des ersten mantelbildenden Polymers strömt durch alternierende Schlitze **410**, die auf einer bogenförmigen verdickten Lippe **412** am Rand der rechten Verteilungsplatte **400** ausgebildet sind (siehe [Fig. 16](#) und [Fig. 17](#)), und tritt in passende Schlitze **518** in der linken Verteilungsplatte **500** ein, um eine Seite des kernbildenden Materials zu umhüllen, das in alternierende Spindüsenöffnungen **514** strömt.

[0097] Der Teil des ersten mantelbildenden Materials, der durch die Verteilungsöffnungen **404** strömt, vereinigt sich mit den oben erwähnten Verteilungsöffnungen **510** auf der stromaufwärtigen Oberfläche der linken Verteilungsplatte **500**. Dieser Teil des ersten mantelbildenden Polymers strömt durch die Verteilungsöffnungen **510** in kurze dreieckige Ausschnitte **520** auf der stromabwärtigen Seite der linken Verteilungsplatte **500**. An diesem Punkt tritt dieser Teil des ersten mantelbildenden Polymers in alternierende Schlitze **522** auf der bogenförmigen Seite der Lippe **517** ein und umhüllt die gegenüberliegende Seite des kernbildenden Polymers.

[0098] Wenn das kernbildende Polymer von beiden Seiten durch das erste mantelbildende Polymer umhüllt

ist, werden die ersten Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern aus der alternierenden Spinn­düsen­öffnung **514** in der linken Verteilungsplatte **500** extrudiert.

[0099] Mit Bezug auf den Verteilungspfad für das zweite mantelbildende Polymer strömt es, nachdem es eine Schmelzpumpe verlassen hat, durch externe Siebsätze (nicht dargestellt) und wird in die Öffnungen **110** im Montageblock **100** geführt und darin zu den Austrittsöffnungen **116** auf seiner stromabwärtigen Oberfläche gelenkt (siehe [Fig. 2](#)). Die Öffnungen **116** passen mit den Öffnungen **208** zusammen, die durch die rechtsseitige Düse **200** in erweiterte Ausschnitte **210** auf der stromabwärtigen Seite davon laufen (siehe [Fig. 2](#)).

[0100] Von den Ausschnitten **210** der rechtsseitigen Düse **200** tritt das zweite mantelbildende Polymer in den dreieckigen Ausschnitt **304** auf der stromaufwärtigen Oberfläche der rechten Sekundärverteilungsplatte **300** ein. An diesem Punkt wird das zweite mantelbildende Polymer in zwei separate Verteilungspfade aufgeteilt, damit das zweite mantelbildende Polymer das kernbildende Polymer von zwei Seiten in alternierenden Spinn­düsen­öffnungen umhüllen kann, um einen kompletten Mantel zu bilden, der das kernbildende Polymer bedeckt, so dass die zweiten Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern durch diese Spinn­düsen­öffnungen extrudiert werden.

[0101] Die Hälfte des zweiten mantelbildenden Polymers strömt durch Verteilungsöffnungen **306** in der rechten Sekundärverteilungsplatte **300**, wohingegen die andere Hälfte von den Ausschnitten **304** direkt in die Schlitz­e **308** strömt, die neben einem Rand der rechten Sekundärverteilungsplatte **300** liegen. Wieder sind Abstandshalter **310** vorgesehen, um den korrekten Abstand zwischen den Elementen der Mundstückbaugruppe aufrechtzuerhalten.

[0102] Die durch die Schlitz­e **308** der rechten Sekundärverteilungsplatte **300** laufende Hälfte des zweiten mantelbildenden Polymers strömt durch passende Schlitz­e **414**, die im bogenförmigen Randabschnitt **412** auf der stromaufwärtigen Seite der rechten Verteilungsplatte **400** ausgebildet sind (siehe [Fig. 16](#) und [Fig. 19](#)), in passende Schlitz­e **518** in der erhabenen Lippe **517** der linken Verteilungsplatte **500**, von denen aus das zweite mantelbildende Polymer diese Seite des kernbildenden Polymers umhüllt.

[0103] Die in das Verteilungsloch **306** der rechten Sekundärverteilungsplatte **300** eintretende Hälfte des zweiten mantelbildenden Polymers läuft weiter durch das passende Loch **408** in der rechten Verteilungsplatte **400**, das passende Loch **512** der linken Verteilungsplatte **500** und die passenden Löcher **604** der linken Sekundärverteilungsplatte **600** und füllt die kleine dreieckige Tasche **606** auf der stromabwärtigen Seite davon aus. Dieser Teil des zweiten mantelbildenden Materials strömt dann zurück durch die Schlitz­e **608** in der linken Sekundärverteilungsplatte **600**, die mit den Schlitz­en **524** in der bogenförmigen Seite der Lippe **517** der linken Verteilungsplatte zusammenpassen, von denen aus es die gegenüberliegende Seite des kernbildenden Polymers umhüllt, das durch alternierende Spinn­düsen­öffnungen **516** strömt. Auf diese Weise umhüllt das zweite mantelbildende Polymer beide Seiten des kernbildenden Polymers in alternierenden Spinn­düsen­öffnungen **516**, so dass zweite Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern aus jeder zweiten Spinn­düsen­öffnung extrudiert werden.

[0104] Anhand der vorangehenden Erläuterung ist nun erkennbar, dass die Spinnvorrichtung aus den [Fig. 1–Fig. 33](#) darauf ausgelegt ist, eine homogene oder einheitliche Verteilung von Mischfasern zu erzeugen, wobei jede Faser das gleiche kernbildende Material aufweist und jede zweite Faser ein unterschiedliches mantelbildendes Material aufweist. Eine derartige Bildung alternierender Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern wäre ohne die Anwesenheit rechter und linker Sekundärverteilungsplatten nicht möglich, die dafür sorgen, dass die verschiedenen mantelbildenden Polymere in separaten Verteilungspfaden gehalten und so aufgeteilt werden, dass ein Teil jedes mantelbildenden Polymers zu einer Seite des kernbildenden Materials geführt wird, das durch alternierende Spinn­düsen­öffnungen strömt, und der Rest jedes mantelbildenden Polymers durch den Satz Verteilungsplatten strömt und zur gegenüberliegenden Seite des kernbildenden Polymers zurückkehrt, um alternierende kernbildende Polymerströme mit den unterschiedlichen mantelbildenden Polymeren komplett zu umhüllen.

[0105] Die Sekundärverteilungsplatten **300** und **500** lassen das zweite mantelbildende Polymer durch das System strömen, ohne dass es mit dem ersten mantelbildenden Polymer in Kontakt kommt, wobei sich die Verteilungspfade, die dafür nötig sind, dass sich das zweite mantelbildende Polymer in dieser Weise bewegt, in den Sekundärverteilungsplatten befinden. Wenn das erste mantelbildende Polymer in die dreieckigen Ausschnitte **402** der rechten Verteilungsplatte **400** eintritt, dann verhindern die kreisförmigen Vorsprünge **406**, dass sich das erste mantelbildende Polymer mit dem zweiten mantelbildenden Polymer vermischt, das durch die Öffnungen **408** strömt. Der bogenförmige Vorsprung **412** hat dieselbe Aufgabe. Wenn das erste mantelbildende Polymer weiter an den dreieckigen Ausschnitten **402** nach unten zum Schlitz **410** läuft, dann verhindert der

bogenförmige Vorsprung **412**, dass das erste mantelbildende Polymer in die Schlitze **414** eintritt, die dafür vorgesehen sind, das zweite mantelförmige Polymer aufzunehmen.

[0106] Ebenso verhindern die kreisförmigen Vorsprünge **506** und **508** auf der linken Verteilungsplatte **500**, dass sich das kernbildende Polymer mit einem der mantelbildenden Polymere vermischt und umgekehrt, und die bogenförmigen Gebilde auf der Lippe **517** der linken Verteilungsplatte **500** trennen die mantelbildenden Polymere voneinander.

[0107] Die gleichmäßige Verteilung dieser beiden ungleichen Fasern in der Bahn aus Fasern wird durch die Verwendung einer einzelnen Reihe von Spinndüsenmündungen im Randabschnitt von einer der Verteilungsplatten, in diesem Fall die linke Verteilungsplatte **500**, verbessert. Wird eine Anordnung von Spinndüsenöffnungen in mehreren Ebenen verwendet, dann wird die Erzielung einer gleichmäßigen Verteilung von Fasern mit unterschiedlichen Charakteristiken verkompliziert. Dies trifft vor allem in einem Schmelzblasvorgang wie nachfolgend erörtert zu, bei dem ein Fluid wie Luft unter Druck über die Spinndüsenöffnungen gelenkt wird, während die Fasern von dort herausströmen, um die Fasern zu verfeinern, während das Polymer noch geschmolzen ist. Bei mehr als einem Faserstrom bewirkt das Schmelzblasfluid gewöhnlich, dass sich einige der Fasern umdrehen, was die Homogenität des Fasergemischs in der resultierenden Bahn mindert.

[0108] Die Gleichförmigkeit der einzelnen Fasern, die mit der Spinnvorrichtung dieser Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung produziert werden, wird weiter durch die Bildung von Spinndüsenöffnungen lateral durch die erhabene Lippe **517** in der linken Verteilungsplatte **500** verbessert, anstatt wie im Stand der Technik die Hälfte jeder Spinndüsenöffnung durch zusammenpassende Oberflächen nebeneinander liegender Verteilungsplatten zu bilden. Mit der hierin offenbarten Konstruktion der Spinndüsenöffnungen ist die faserbildende Oberfläche zusammenhängend und nahtlos, wodurch jeglicher Verlust von faserbildendem Polymer ausgeschlossen wird, der von einer mangelhaften Zusammenfügung der Dichtungsflächen resultieren kann, die die Spinndüsenöffnungen bilden.

[0109] Natürlich kann die Gestalt der Spinndüsenöffnungen so gewählt werden, dass sie den für die extrudierten Fasern gewünschten Querschnitt berücksichtigt. Zwar werden gewöhnlich kreisförmige Spinndüsenöffnungen verwendet, doch können andere nicht runde Querschnitte für spezielle Anwendungsbereiche verwendet werden. Es sind mehrlappige Fasern, d.h. X-förmige, Y-förmige oder andere derartige Querschnitte (nicht dargestellt), möglich. Im Rahmen der Konzepte der vorliegenden Erfindung können alternierende Spinndüsenöffnungen verschiedene Konfigurationen haben, um ein einheitliches Gemisch aus Fasern mit unterschiedlichem Querschnitt bereitzustellen.

[0110] In den [Fig. 34–Fig. 38](#) sind die Verteilungsplatten einer vereinfachten Form der zuvor hierin beschriebenen Spinnapparatur illustriert. In dieser Ausgestaltung sind lediglich zwei unabhängige Quellen von Polymermaterialien vorgesehen, wobei die alternierenden Fasern in der homogenen Faserbahn aus dem Polymer von nur einer der Quellen geformt werden. Es ist zu verstehen, dass die Ausgestaltung der [Fig. 34–Fig. 38](#) wie mit Bezug auf die Ausgestaltung der [Fig. 1–Fig. 33](#) beschrieben einen Montageblock wie den Montageblock **100**, eine rechtsseitige Düse wie die rechtsseitige Düse **200**, eine linksseitige Düse wie die linksseitige Düse **700** und einen Klemmblock wie den Klemmblock **800** beinhalten würde, die in den früheren Figuren dargestellt, zur Vereinfachung der Abbildung jedoch in den [Fig. 34–Fig. 38](#) nicht dargestellt sind. In diesem Fall sind jedoch nur zwei Verteilungsplatten erforderlich, die in den [Fig. 34–Fig. 38](#) als rechte Verteilungsplatte **60** und linke Verteilungsplatte **70** gekennzeichnet sind, wobei die rechte und linke Sekundärverteilungsplatte nicht notwendig sind, weil in diesem System nur zwei Polymere verarbeitet werden.

[0111] Das erste Polymer tritt auf der stromaufwärtigen Seite der rechten Verteilungsplatte **60** in das Verteilungssystem ein und füllt die darin definierten dreieckigen Ausschnitte **61** aus. Halbmondförmige Abstandshalter **62** und kreisförmige Abstandshalter **63** sind in den dreieckigen Ausschnitten **61** vorgesehen, um den korrekten Abstand zwischen der rechten Verteilungsplatte **60** und der rechtsseitigen Düse (in diesen Figuren nicht dargestellt) zu behalten. An diesem Punkt wird das erste Polymer in zwei Teile aufgeteilt, wobei ein Teil durch die Verteilungslöcher **64** und der restliche Teil in die Schlitze **65** strömt.

[0112] Der Teil des ersten Polymers, der in die Verteilungslöcher **64** läuft, strömt durch passende Verteilungslöcher **71** in der linken Verteilungsplatte **70**. Die Verteilungslöcher **71** sind von Vorsprüngen **72** in dreieckigen Ausschnitten **75** umgeben, die in der stromaufwärtigen Oberfläche der linken Verteilungsplatte **70** ausgebildet sind. Die Vorsprünge **72** schützen zusammen mit den Abstandshaltern **74** die linke Verteilungsplatte **70** vor Verzerrung.

[0113] Dieser Teil des ersten Polymers tritt in die dreieckigen Ausschnitte **75** ein, die auch mit Abstandshaltern **74** auf der stromabwärtigen Oberfläche der linken Verteilungsplatte **70** versehen sind. Dieser Teil des ersten Polymers strömt dann direkt in die Schlitze **77**, die mit einer Seite **78** vergrößerter Abschnitte an der Basis der alternierenden Spindüsenöffnungen **79** in der linken Verteilung **70** in Verbindung stehen.

[0114] Der Teil des ersten Polymers, der durch die Schlitze **65** in der rechten Verteilungsplatte **60** strömt, wird direkt auf den gegenüberliegenden Seiten **66** der vergrößerten Abschnitte der Spindüsenöffnungen **67** aufgenommen, wobei die beiden Teile des ersten Polymers dadurch miteinander verbunden werden, um durch die von den Rillen **67**, **79** gebildeten alternierenden Spindüsenöffnungen zu extrudieren, um voneinander beabstandete Einkomponentenfasern des ersten Polymers zu bilden.

[0115] Das zweite Polymer wird von der rechtsseitigen Düse wie in der früheren Ausgestaltung empfangen und strömt ununterbrochen durch die rechte und linke Verteilungsplatte **60**, **70** zum Klemmblock, der das zweite Polymer durch die linksseitige Düse in die Verteilungsöffnungen **78** in der stromabwärtigen Oberfläche der linken Verteilungsplatte **70** zurückführt. Wenn das zweite Polymer durch die Verteilungsöffnungen **78** strömt, wird es in den dreieckigen Ausschnitten **73** auf der stromaufwärtigen Seite der linken Verteilungsplatte **70** aufgenommen. Ein Teil des zweiten Polymers in den Ausschnitten **73** strömt nach unten um die Vorsprünge **72** und Abstandshalter **74** zu Rillen **76**, die Abschnitte der Spindüsenöffnungen in der linken Verteilungsplatte **70** bilden. Der Rest des zweiten Polymers in den Ausschnitten **73** auf der stromaufwärtigen Oberfläche der linken Verteilungsplatte **70** strömt in die dreieckigen Ausschnitte **68** auf der stromabwärtigen Seite der rechten Verteilungsplatte **60** und von dort durch die gegenüberliegenden Abschnitte **69** der alternierenden Spindüsenöffnungen für das zweite Polymermaterial.

[0116] Folglich wird in dieser Ausgestaltung geschmolzenes Polymer von zwei unabhängigen Quellen durch die Mundstückbaugruppe geführt, wobei die beiden Verteilungsplatten Polymer von jeder Quelle durch alternierende Spindüsenöffnungen extrudieren, wodurch ein homogenes Gemisch aus Einkomponentenfasern gebildet wird, wobei Fasern aus einem Polymer neben Fasern aus dem anderen Polymer in der Bahn liegen.

[0117] In den [Fig. 39–Fig. 43](#) sind die Verteilungsplatten noch einer weiteren Ausgestaltung einer Spinnvorrichtung gemäß den Konzepten der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei in dieser Ausgestaltung eine Bahn aus Fasern gesponnen wird, wobei ausgewählte Fasern Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern umfassen, die mit Einkomponentenfasern aus dem kernbildenden Polymer abwechseln. Da in diesem System nur zwei faserbildende Polymere verarbeitet werden, sind wieder nur zwei Verteilungsplatten erforderlich, wobei die rechte und die linke Sekundärverteilungsplatte der Ausgestaltung der [Fig. 1–Fig. 33](#) weggelassen wird.

[0118] Es ist zu verstehen, dass das mantelbildende Polymer und das kernbildende Polymer der aus den Verteilungsplatten dieser Ausgestaltung zu extrudierenden Bikomponentenfasern von unabhängigen Polymerquellen empfangen werden und durch einen Montageblock wie den Montageblock **100**, eine rechtsseitige Düse wie die rechtsseitige Düse **200**, das Verteilungsplattensystem, das in diesem Fall die rechte Verteilungsplatte **80** und die linke Verteilungsplatte **90** umfasst, strömen, wobei eine linksseitige Düse wie die linksseitige Düse **700** und ein Klemmblock wie der Klemmblock **800** die Mundstückbaugruppe vervollständigen, allerdings in den [Fig. 39–Fig. 43](#) nicht dargestellt sind.

[0119] Das sowohl die Einkomponentenfasern in diesem System als auch den Kern der Bikomponentenfasern bildende Polymer strömt direkt durch alle Mundstückplatten in einem ununterbrochenen Strom und tritt in den Klemmblock ein, wo es umgekehrt und durch die linksseitige Düse zurückgeführt wird, um in den Öffnungen **91** auf der stromabwärtigen Seite der linken Verteilungsplatte **90** aufgenommen zu werden, und strömt dadurch in die dreieckigen Ausschnitte **92** auf der stromaufwärtigen Seite davon. Ein Teil des kernbildenden Polymers strömt direkt von den Ausschnitten **92** in die jeweiligen alternierenden Rillen **93**, **94**, die die Hälfte der Spindüsenöffnungen für jeweils die Ein- und Bikomponentenfasern bilden.

[0120] Der Rest des kernbildenden Polymers aus den Ausschnitten **93** tritt in die passenden dreieckigen Ausschnitte **81** auf der stromabwärtigen Fläche der rechten Verteilungsplatte **80** ein, um in die Einlassabschnitte der Rillen **82**, **83** zu strömen, die die gegenüberliegenden Abschnitte der Spindüsenöffnungen bilden.

[0121] Das in den passenden Rillen **82**, **93** empfangene Material wird aus alternierenden Spindüsenöffnungen als Einkomponentenfasern aus kernbildendem Polymer extrudiert. Das in den passenden Rillen **83**, **94** empfangene Material bildet den zentralen Kern der aus den alternierenden Spindüsenöffnungen zu extrudierenden Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern, wie im Folgenden erörtert wird.

[0122] Das mantelbildende Polymer wird aus der rechtsseitigen Düse empfangen und füllt die dreieckigen Ausschnitte **84** in der stromaufwärtigen Seite der rechten Verteilungsplatte **80** aus, wo es in zwei Teile aufgeteilt wird. Ein Teil strömt direkt durch die Verteilungsöffnungen **85** in der rechten Verteilungsplatte **80** und die damit fluchtende Öffnung **95** in der linken Verteilungsplatte **90** zu den dreieckigen Ausschnitten **96** in der stromabwärtigen Seite davon. Dieser Teil des mantelbildenden Polymers strömt durch Schlitze **97** in vergrößerte Öffnungen **98**, um eine Seite des kernbildenden Polymers zu umgeben, während es aus den Spindüsenöffnungen, die teilweise durch die Rillen **94** definiert sind, extrudiert wird.

[0123] Der andere Teil des mantelbildenden Polymers strömt von den dreieckigen Ausschnitten **84** durch die Schlitze **87**, um in den vergrößerten Abschnitten **88** der Rillen **83** in der rechten Verteilungsplatte **80** aufgenommen zu werden, um die andere Seite des kernbildenden Materials zu umgeben, wodurch Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern aus den alternierenden Spindüsenöffnungen extrudiert werden.

[0124] Entsprechende Vorsprünge und Abstandshalter sind in jedem der größeren Ausschnittbereiche vorgesehen, um zu gewährleisten, dass die einzelnen Verteilungsplatten durch den Druck des geschmolzenen Polymers in diesen ausgedünnten Abschnitten der Verteilungsplatten nicht verzerrt werden.

[0125] Wie nun offensichtlich ist, ermöglicht die Ausgestaltung der [Fig. 39–Fig. 43](#) die Produktion eines homogenen Gemischs aus Bi- und Einkomponentenfasern, wobei die Einkomponentenfasern aus dem kernbildenden Polymer der Bikomponentenfasern gebildet werden.

[0126] Die Bahn aus homogen oder gleichmäßig verteilten Fasern, die von einer beliebigen der Ausgestaltungen der Spinnvorrichtung der vorliegenden Erfindung extrudiert werden, kann anschließend durch konventionelle Techniken behandelt werden, um Produkte mit einzigartigen Charakteristiken zu produzieren. Bei einer so einfachen Ausgestaltung wie dem gemischten Einkomponentensystem aus den [Fig. 34–Fig. 38](#) können zum Beispiel die gleichen oder unterschiedliche Polymere in eine Mundstückbaugruppe **900** unter verschiedenen Drücken oder mit verschiedenen Geschwindigkeiten geführt werden, so dass die Extrusionsgeschwindigkeit des Polymermaterials durch alternierende Spindüsenöffnungen unterschiedlich ist. Wird eine auf diese Weise geformte Bahn aus Fasern **902** von einem einzelnen Paar Quetschwalzen **904** wie in [Fig. 44](#) dargestellt aufgenommen, dann werden alternierende Fasern unterschiedlich verfeinert. Stimmt die Rotationsgeschwindigkeit der Quetschwalzen mit der Extrusionsgeschwindigkeit eines der Polymere überein, ist jedoch höher als die Extrusionsgeschwindigkeit des anderen Polymers, dann werden die Fasern aus dem einen Polymer überhaupt nicht verfeinert und die Fasern aus dem anderen Polymer werden verfeinert, so dass eine gemischte Bahn aus Fasern aus dem gleichen oder einem unterschiedlichen Polymer entsteht, allerdings mit unterschiedlicher Fadenstärke. Diese gleichmäßig verteilte Art von Mischfasern kann dann anschließend in einer beliebigen konventionellen Weise verarbeitet werden, um Produkte mit relativ dickeren Fasern zu erzeugen, die dem Produkt vielleicht Stärke verleihen und mit relativ feineren Fasern vermischt sind, die vielleicht für eine erhöhte Filtrationsleistung vorgesehen sind.

[0127] Eine weitere Verwendungsmöglichkeit für eine Bahn mit gemischten Fasern, die in den oben erörterten verschiedenen Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Konzepte produziert werden, ist die alternierende Extrusion von Fasern, die eine bindungsfähige Oberfläche aufweisen, mit Fasern, die nicht ohne weiteres bindungsfähig sind, mit handelsüblicher Verarbeitungsausrüstung. In dieser Situation können Materialien, die sonst schwierig zu binden sind, die aber chemische oder physikalische Charakteristiken haben, die für ein Endprodukt wichtig sind, auf wirtschaftliche Weise effektiv gebunden werden.

[0128] Die [Fig. 45](#) und [Fig. 46](#) zeigen eine Form einer Prozesslinie zum Produzieren endloser, länglicher, poröser Stäbe schematisch bei **910**, wobei eine Bahn solcher Mischfasern **912** an voneinander beabstandeten Kontaktstellen verklebt werden kann, um einen gewundenen Pfad für den Fluss eines Fluids zu erzeugen, um vielleicht unerwünschte Bestandteile daraus zu filtern, wie in der Produktion von Tabakrauchfiltern. Je nach den jeweiligen Polymeren, die auf der Oberfläche der nebeneinander liegenden Fasern in der Bahn offenliegen, können die daraus hervorgehenden gebundenen porösen Elemente als Koaleszenzfilter, medizinische Filter, Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher, Dochtelemente, Absorptionselemente und dergleichen, für alle oben erwähnten allgemeinen Anwendungsbereiche und viele andere geeignet sein.

[0129] Im Rahmen der in den [Fig. 45](#) und [Fig. 46](#) dargestellten, lediglich beispielhaften, Verarbeitungslinie **910** kann eine Bahn gemischter Fasern, die durch die erfindungsgemäße Spinnvorrichtung produziert wird, durch einen Hochgeschwindigkeitsluftstrom geführt werden, wie er z.B. von einer Luftplatte erzeugt wird, die schematisch bei **914** dargestellt ist, um die Fasern zu verfeinern und zu verfestigen, so dass die Produktion ultrafeiner Fasern in der Größenordnung von zehn Mikron oder weniger möglich ist. Eine solche Behandlung

bringt eine Bahn **916** zufällig verteilter und verschlungener Fasern in einer Form hervor, die für eine sofortige Verarbeitung ohne eine anschließende Verfeinerung und Kräusel hervorrufende Verarbeitung geeignet ist.

[0130] Bei Bedarf kann eine Lage eines partikulären Zusatzstoffs wie granuliert A-Kohle auf die Bahn oder Lunte **916** wie schematisch bei **918** dargestellt abgesetzt werden. Alternativ kann ein flüssiger Zusatzstoff wie ein Aromastoff oder dergleichen auf das Kabel **916** bei **918** gesprüht werden. Eine mit einem Sieb abgedeckte Vakuumauffangtrommel (nicht dargestellt) oder eine ähnliche Vorrichtung kann zum Trennen der faserigen Bahn oder Lunte **906** von mitgeführter Luft verwendet werden, um die weitere Verarbeitung zu erleichtern.

[0131] Der Rest der Verarbeitungslinie **910** (siehe [Fig. 45](#)) ist konventionell und in meinem zuvor erwähnten Patent '430 und anderen meiner Patente des Standes der Technik dargestellt und beschrieben, obschon evtl. Modifikationen an einzelnen Elementen davon erforderlich sind, um das Heißbinden spezieller Fasergemische zu erleichtern.

[0132] Im Rahmen der dargestellten Heißbindetechniken wird die Bahn oder Lunte aus Mischfasern **916**, die durch Schmelzblastechneiken produziert werden, durch einen konventionellen Luftstrahl bei **920** geführt, vorgeöffnet, wie bei **922** zu sehen ist, und zu einer Stabform in einem Heißluft- oder Dampfmondstück **924** zusammenfasst, wo ein bindungsfähiges Material in wenigstens einigen der Fasern der Bahn aktiviert wird, damit es klebfähig wird. Das resultierende Material kann durch Luft oder dergleichen in dem Mondstück **926** gekühlt werden, um eine relativ stabile und sich selbst erhaltende stabartige Faserstruktur **928** zu produzieren.

[0133] Je nach dem Endgebrauch des Stabs **928** kann er mit Papier oder dergleichen **930** in einer konventionellen Weise umwickelt werden, um einen kontinuierlich umwickelten Faserstab **932** zu produzieren. Der kontinuierlich produzierte Faserstab **932** kann, ob nun umwickelt oder nicht, durch einen standardmäßigen Schneidkopf **934** geführt werden, wo er in zuvor gewählte Stücklängen geschnitten und auf ein Förderband **936** für eine anschließende Verarbeitung oder für die Aufnahme in einer anderen Ausrüstung gelegt werden kann.

[0134] Je nach den jeweiligen Fasern in der Bahn und ihren individuellen chemischen und physikalischen Charakteristiken kann die Verarbeitung der Faserbahn nach der Extrusion offensichtlich nach Bedarf modifiziert werden, um das gewünschte Produkt zu produzieren.

[0135] Unabhängig von der Auswahl der Polymerkomponenten sind die Vorzüge der Produktion eines homogenen und gleichmäßig verteilten Gemischs aus Fasern unterschiedlicher Charakteristiken, die sogar Bikomponentenfasern mit unterschiedlichen mantelbildenden Polymerbeschichtungen einschließen, leicht erkennbar. Aus der Verwendung relativ kostengünstiger Kernmaterialien und begrenzter Mengen eines teureren mantelbildenden Polymers oder sogar zwei verschiedener mantelbildender Polymere, um den Endprodukten spezielle Eigenschaften zu verleihen, können sich signifikante Kostensenkungen ergeben.

[0136] In jeder der hierin offenbarten Ausgestaltungen hat eine Faserbahn abwechselnd extrudierte Fasern mit unterschiedlichen Charakteristiken. Eine solche Anordnung ist zwar für die meisten Anwendungsbereiche erwünscht, doch kann mit relativ geringfügigen Modifikationen ein Fasertyp durch jede dritte Spinnndüsenmündung, jede vierte Spinnndüsenmündung usw. extrudiert werden, so dass eine Bahn mit homogen vermischten Fasern entsteht, in der die verschiedenen Fasern nicht unbedingt in einem Verhältnis von 50/50 vorliegen.

[0137] Nachfolgend werden nun verschiedene Anwendungsbereiche für die zuvor hierin beschriebene verbesserte Mischfasertechnologie aufgeführt. Eine spezielle solche Verwendungsmöglichkeit liegt in der Bereitstellung von Hochfiltrationsprodukten für elektrische Staubfangvorrichtungen und andere solche anspruchsvollen Umgebungen, einschließlich Sackkammerfilter, die in Kraftwerken zum Filtern von Rauchgasen verwendet werden. Es wurde gefunden, dass Filter, die ein einzigartig homogenes Gemisch aus Homopolymeren oder Copolymeren von Fluorkohlenstoffpolymeren oder chlorierten Fluorkohlenstoffpolymeren und Nylonfasern umfassen, eine wesentlich verbesserte Filtrationsleistung im Vergleich zu Filtern erbringen, die aus einem der Polymere alleine gebildet werden.

[0138] Die Fluorkohlenstoff- und chlorierten Fluorkohlenstoffpolymere und ihre Copolymere tragen naturgegeben eine negative Ladung und Nylon trägt naturgegeben eine positive Ladung. Hydrophiles Nylon, das nachfolgend ausführlich mit Bezug auf die HME-Konzepte der vorliegenden Erfindung erörtert wird, ist aufgrund seiner hohen hydrophilen Eigenschaften besonders erwünscht. Andere Nylonpolymerformen sind für diesen Anwendungsbereich jedoch ebenfalls geeignet.

[0139] Die Beschaffenheit der verwendeten Fluorkohlenstoff- oder chlorierten Fluorkohlenstoffpolymere und Copolymere wird im Allgemeinen durch ihre Spinneneigenschaften diktiert. HALAR® ECTFE Fluorpolymer, das im Handel von Ausimont USA, Inc., einer Tochter von Montedison, erhältlich ist, ist das bevorzugte Material für diese Anwendung. Obschon andere Fluorkohlenstoffpolymere oder chlorierte Fluorkohlenstoffpolymere oder Copolymere solcher Polymere für verschiedene Anwendungsbereiche der Konzepte der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, bezieht sich die folgende Erörterung aus Vereinfachungsgründen auf HALAR® als ein Beispiel für jedes beliebige dieser Materialien.

[0140] Ein homogenes Gemisch aus Fasern mit Oberflächen aus diesen Polymeren bietet unerwartet verbesserte Filtrationseigenschaften, selbst bei reduziertem Materialgewicht. Da HALAR® recht teuer ist, führen Bikomponentenfasern mit einem HALAR® Mantel in der Größenordnung von 10–20 Gew.-% über einem Nylonkern in einem homogenen Gemisch mit Einkomponentenfasern aus Nylon zu einer wesentlichen Kostenreduzierung. Die in den [Fig. 39–Fig. 43](#) dargestellte Apparatur kann vorteilhafterweise zum Produzieren eines solchen Gemischs aus Fasern hergestellt werden. Zwar ist ein 50/50-Gemisch dieser Fasern für viele Anwendungsbereiche besonders geeignet, doch können die Nylonfasern, die als Bindemittel dienen, auch in einem Anteil von 40% oder sogar noch weniger vorliegen.

[0141] Alternativ kann mit der Apparatur aus den [Fig. 1–Fig. 33](#) ein homogenes Gemisch aus Bikomponentenfasern mit alternierenden Mänteln aus HALAR® und Nylon über einem relativ kostengünstigen gewöhnlichen Kernmaterial wie Polypropylen produziert werden, um die Kosten des Endproduktes sogar noch weiter zu senken.

[0142] Vorzugsweise würde die Faserbahn zur Bildung von Filtermaterialien aus einem homogenen Gemisch aus HALAR®- und nylonhaltigen Fasern schmelzgeblasen und wie in den [Fig. 45](#) und [Fig. 46](#) dargestellt verarbeitet werden, um sehr feine Fasern in der Größenordnung von 10 Mikron oder weniger zu erzeugen.

[0143] Der Filter selbst könnte je nach seiner jeweiligen Verwendung verschiedene Formen aufweisen. Eine einfache kalandrierte Vliesplatte ist für einige Anwendungsbereiche wie für Analysen medizinischer Tests geeignet. Alternativ kann das Plattenmaterial mit Standardtechniken, von denen einige in meinen vorherigen Patenten beschrieben sind, gefaltet werden, um den Oberflächenbereich zu erhöhen.

[0144] Für andere Anwendungsbereiche können die Mischfasern mit den in den [Fig. 45](#) und [Fig. 46](#) dargestellten Techniken zu einem endlosen porösen Element geformt werden, um Stopfen aus Filtermaterial zu produzieren. Eine weitere Form, die der Filter annehmen könnte, wäre eine hohle Röhre, die aus der homogenen Bahn aus Mischfasern gemäß jeder beliebigen konventionellen Herstellungstechnik gebildet würde, die gewöhnlich einen zentralen Dorn in der Formzone zur Herstellung eines Kreistrings beinhaltet.

[0145] Die folgende Tabelle 1 zeigt einen Vergleich zwischen 27-Millimeter-Stopfen aus einem 50/50 HALAR®/Nylon-Fasergemisch und Stopfen aus 100% Nylonfasern und Stopfen aus 100% HALAR®-Fasern.

TABELLE 1

27 mm Stopfen			
PROBE	GEWICHT	SPITZE DA	RETENTION (%)
100 % Nylon	11,2 g/m	4,4	72,64
100 % Halar®	8,4 g/m	4,7	69,38
Halar®/Nylon (50/50)	5,3 g/m	4,6	80,02

[0146] In der obigen Tabelle ist erkennbar, dass bei ähnlichem Druckabfall die Retention eines gemäß den Konzepten der vorliegenden Erfindung aus einem homogenen Fasergemisch aus HALAR® und Nylon hergestellten Stopfens eine wesentlich höhere Filtrationsleistung (prozentuale Retention) als entsprechende Stopfen aus 100% Nylon und 100% HALAR® aufweist, ungeachtet des geringeren Materialgewichts bei den erfindungsgemäßen Stopfen.

[0147] Tabelle 2 zeigt einen Vergleich zwischen Elementen mit flacher Oberfläche aus einer HALAR®/Nylon-Mischfaserbahn gemäß der vorliegenden Erfindung, zugeschnitten als Cambridge Filterpads, und Elementen aus 100% Nylon und 100% HALAR®.

TABELLE 2

Zuschnitt als Cambridge Filtrona Pad mit flacher Oberfläche			
PROBE	GEWICHT	PAD DA	RETENTION (%)
100 % Nylon	0,6403	0,1	47
100 % Halar®	0,621	0,1	48,94
Halar®/Nylon (50/50)	0,6329	0,1	52,05

[0148] Wieder ist eine verbesserte Filtrationsleistung erkennbar.

[0149] Ein weiterer Anwendungsbereich für die verbesserte Mischfasertechnologie der vorliegenden Erfindung ist die Produktion von Koaleszenzfiltern wie solche, die zum Trennen von Wasser aus Flugbenzin verwendet werden. Für diesen Filtertyp sind hydrophobe Fasern notwendig, damit das Wasser festgehalten werden kann und sich nicht über die Faser ausbreitet. Momentan werden solche Produkte aus siliziumbeschichteter Glasfaser hergestellt.

[0150] Anhand der geringen Oberflächenspannung von HALAR® und der Fähigkeit, mit Schmelzblastechiken kleine Fasern herzustellen, durch die kleine Wassertröpfchen aufgefangen werden können, wurde gefunden, dass die HALAR®-Fasern zu einem äußerst effizienten Koaleszenzfilter gebunden werden können, indem eine Mischfaserbahn aus HALAR®-Fasern und einer Binfefaser gesponnen wird. Es können zwar auch andere Binfefasern verwendet werden, wie Polypropylen oder Polyethylen, doch werden Polyesterfasern wie Polyethylenterephthalat bevorzugt, da dieses Material sehr inert ist und in seinem amorphen Zustand eine ausgezeichnete Bindung der HALAR®-Fasern in Anwesenheit von Dampf erreicht. Darüber hinaus klebt Polyethylenterephthalat nicht an der Ausrüstung, ein Problem, das bei Polypropylen und/oder Polyethylen gewöhnlich auftritt.

[0151] Wie oben mit Bezug auf die Hochfiltrationsprodukte erörtert wurde, können die HALAR®-Fasern entweder als Bikomponentenfasern mit einem Kern aus Polyethylenterephthalat geformt werden, die Seite an Seite mit Polyethylenterephthalat-Einkomponentenfasern gemäß den Techniken der [Fig. 39–Fig. 43](#) extrudiert werden, oder die HALAR®- und Polyethylenterephthalatpolymere können jeweils als Bikomponentenfasern mit einem Kern aus Polypropylen oder dergleichen mit der Apparatur aus den [Fig. 1–Fig. 33](#) extrudiert werden, um die Kosten zu senken und die Festigkeit des Endprodukts zu verbessern.

[0152] Wie erwähnt, sind die Fasern für Koaleszenzanwendungen vorzugsweise sehr fein und umfassen sicherlich weniger als etwa 10 Mikron. Der hohe Oberflächenbereich dieser hydrophoben Fasern lässt das Wasser abperlen, wodurch die Trennung von Wasser aus einem Gemisch aus Wasser und einem Erdölzeugnis wie Flugbenzin erleichtert wird.

[0153] Koaleszenzfilter können gemäß der vorliegenden Erfindung mit konventioneller Technologie in einer Vielfalt von Konfigurationen gebildet werden, z.B. als abgelegte Bahnen, vorzugsweise gefaltete Kissen, Stopfen, und für viele Anwendungsbereiche, als Röhren.

[0154] Ein dritter Anwendungsbereich der erfinderischen Konzepte ist die Produktion eines homogenen Gemischs aus Nylon und Polyethylenterephthalatfasern, um ein Dochtprodukt zur Verwendung als ein Reservoir beim Transfer von Farbe in Markierungs- und Schreibinstrumenten zu erzeugen, oder für medizinische Döchte oder andere Produkte, die dafür vorgesehen sind, Flüssigkeiten festzuhalten und zu übertragen, von denen viele ausführlich in meinem vorherigen Patent '082 erörtert sind. Polyethylenterephthalat wird gegenüber anderen Binfefasern aus den gleichen Gründen wie oben mit Bezug auf seine Auswahl in der Produktion von Koaleszenzfaseren bevorzugt. Ferner hat Polyethylenterephthalat eine höhere Oberflächenenergie als die Polyolefine, wodurch es mehr Flüssigkeiten dochtartig aufnehmen kann.

[0155] Durch die Verwendung sehr feiner Fasern in der Größenordnung von 3–7 Mikron wird die Absorptionswirksamkeit wie erwartet erhöht.

[0156] In Tabelle 3 wird ein Farbreservoirprodukt, das derzeit in Markierungs- und Schreibinstrumenten zum Einsatz kommt und von der Zessionarin der vorliegenden Anmeldung unter dem Markennamen TRANSORB® im Handel erhältlich ist, mit schmelzgeblasenen Mischfaserprodukten gemäß der vorliegenden Erfindung verglichen, die Polyethylenterephthalat und Nylon umfassen.

TABELLE 3

PROBE	GEWICHT	LÄNGE	DURCHMESSER	ABS (H ₂ O) % ABSORPTION	ABS 48 DYN % ABSORPTION
XPE-PET mit Tensid	0,7776	88	6,71	74,58	74,58
PET 4449/ Nylon SCFX6	0,7067	88	6,82	86,84	82,89

PET 4449/ Nylon SCFX6	0,8072	88	7,91	86,78	86,30
--------------------------	--------	----	------	-------	-------

[0157] Die obige Tabelle zeigt die überraschende Steigerung der Absorption von Stopfen aus gemischten Polyethylenterephthalat/Nylon-Produkten im Vergleich zum handelsüblichen TRANSORB®-Produkt.

[0158] Die Polyethylenterephthalat/Nylon-Mischfaserprodukte der vorliegenden Erfindung sind infolge der hydrokopischen Beschaffenheit des Nylons vor allem in Schreibinstrumenten von Nutzen. Solche Produkte weisen eine verbesserte Absorption gegenüber standardmäßigen Olefin- und Polyethylenterephthalatproben auf, selbst solchen mit einem Tensid (siehe Tabelle 4).

TABELLE 4

PROBE	GEWICHT	LÄNGE	DURCHMESSER	ABS (H ₂ O) % ABSORPTION	ABS (ALKOHOL) % ABSORPTION
Olefin mit Tensid	2,0110	100	12,30	69,19	73,74
PET mit Tensid	1,3020	100	11,86	59,63	65,61
Nylon/PET 60/40 ohne Tensid	1,2446	100	12,41	84,05	77,24
Nylon/PET 60/40 ohne Tensid	0,6690	100	7,63	92,56	87,75

[0159] Eine Variation der vorerwähnten Anwendung ist die Produktion eines unlöslichen Harzes, das hydrophil ist, insbesondere für Schreibprodukte und medizinische Produkte, bei denen Nylon die Analyse oder Chemie behindern kann. In solchen Fällen können Produkte aus einer gleichmäßig gemischten Bahn aus Polyvinylalkohol und Polyethylenterephthalatfasern produziert werden, wobei das Polyethylenterephthalat aufgrund seiner einzigartigen Bindefähigkeit sowie seiner Trägheit und hohen Temperaturbeständigkeit erwünscht ist. Polyvinylalkohol ist von Vorteil, da er eine der wenigen hydrokopischen Fasern ist, die bei verschiedenen Temperaturen löslich sein können. Polyvinylalkoholfasern vermischt mit Polyethylenfasern könnten für die Produktion von kostengünstigeren Filtern verwendet werden, bei denen keine so anspruchsvollen Eigenschaften notwendig sind.

[0160] Anhand des Vorerwähnten ist erkennbar, dass die Mischfasertechnologie der vorliegenden Erfindung die Produktion verschiedener Produkte mit unerwartet verbesserten Funktionseigenschaften ermöglicht, was zumindest im Wesentlichen in der außergewöhnlichen Gleichmäßigkeit und Homogenität der Verteilung der verschiedenen Fasern in der Bahn begründet ist. Zudem können durch die Anwendung der Technologie der vorliegenden Erfindung solche Produkte in einer äußerst effizienten, kommerziell erwünschten Weise produziert werden, wobei viele der Nachteile sowohl bei den Produkten des Standes der Technik als auch bei Ver-

fahren und Apparaturen zur Herstellung solcher Produkte überwunden werden.

[0161] Schließlich ist ein einzigartiger Anwendungsbereich der erfindungsgemäßen Konzepte die Produktion eines neuartigen Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher (HME), der mit der Mischfasertechnologie der vorliegenden Erfindung hergestellt werden kann, um die Funktionsaspekte des Produkts noch weiter zu verbessern und seine Produktion in einer kostengünstigeren, effektiveren Weise zu ermöglichen. In dieser Hinsicht wird zunächst auf die [Fig. 47](#) und 48 Bezug genommen. In [Fig. 47](#) ist ein intubierter Patient **950** schematisch dargestellt, wobei ein HME **960** gemäß den Konzepten der vorliegenden Erfindung in einen künstlichen Luftweg **970** geschaltet ist, der den Atemtrakt des Patienten mit der Atmosphäre, wie durch die Pfeile **980** schematisch dargestellt, und/oder mit einer Quelle eines zuströmenden Gases wie Sauerstoff oder ein Anästhetikum, wie durch die Pfeile **990** schematisch dargestellt, verbindet.

[0162] Der künstliche Luftweg **970** kann durch den HME direkt zwischen dem Atemtrakt des Patienten und der Atmosphäre kommunizieren, wie bei einer Tracheotomie. Alternativ kann der künstliche Luftweg **970** durch den HME mit einem standardmäßigen, handelsüblichen mechanischen Kurz- oder Langzeitbeatmungsgerät (nicht dargestellt) oder einer Quelle von trockenem Gas in Verbindung stehen, wie ein Anästhetikum in einem Operationssaal oder vielleicht Sauerstoff, wie auf einer Intensivstation oder dem Krankenhauszimmer eines Patienten zu finden ist. Bei Bedarf oder auf Wunsch kann der HME mit einem „Y“-Anschluss **972**, der mit gestrichelter Linie dargestellt ist, an den künstlichen Luftweg **970** über ein Ventil von beliebiger konventioneller Art (schematisch bei **974** dargestellt) angeschlossen werden, damit der Atmungskreislauf zwischen Einatmung und Ausatmung in allgemein bekannter Weise zirkulieren kann.

[0163] Der HME **960** kann eine beliebige konventionelle Form aufweisen, beinhaltet allerdings unabhängig von der Ausführung ein Wärme- und Feuchtigkeitsaustauschelement, das in [Fig. 47](#) bei **962** mit gestrichelter Linie dargestellt ist, innerhalb eines Gehäuses **964**. Das Element **962** ist gemäß den erfindungsgemäßen Konzepten ein gasdurchlässiges Medium, das darauf ausgelegt ist, erwärmt zu werden und Feuchtigkeit aus dem Atem eines Patienten während des Ausatmens aufzufangen, und gekühlt zu werden und die aufgefangene Feuchtigkeit zur Rückkehr zum Patienten beim Einatmen freizugeben, und besteht wenigstens zum Teil aus einem hydrophilen Nylonpolymer in einer ausreichenden Menge, um die Feuchtigkeit und Körperwärme des Atemtrakts des Patienten effektiv aufrechtzuerhalten.

[0164] Hydrophile Nylonpolymere sind bekannt und man geht davon aus, dass beliebige dieser Materialien in der Produktion eines HME gemäß den erfindungsgemäßen Konzepten verwendet werden können. Solche Materialien wurden bisher in verschiedenen Anwendungsbereichen verwendet, in erster Linie in der Bekleidungsproduktion. Andere Verwendungsmöglichkeiten sind u.a. Gesichtsmasken, Prothesenauskleidungen zum Schutz empfindlicher Haut vor Reibungsbeschwerden infolge der Anwesenheit von Körperfeuchtigkeit, Inkontinenzbekleidung und andere persönliche Schutzvorrichtungen.

[0165] Ein besonders erwünschtes hydrophiles Nylon ist im Handel unter dem Markennamen Hydrofil® von Allied Fibers erhältlich und ist ein Blockcopolymer aus Nylon 6 und Polyethylenoxiddiamin (PEOD). Das Molekülmassenverhältnis liegt bei etwa 85% Nylon 6 zu 15% PEOD. Hydrofil®-Nylonharz ist zur Faserextrusion vorgesehen, wurde aber zur Verwendung in der Produktion von Vliesstoffen für die zuvor erwähnten und andere Bereiche erfolgreich schmelzgeblasen und spinngelungen. Fasern, die aus diesem Polymer hergestellt werden, weisen angeblich eine höhere Dehnung und eine geringere Reißfestigkeit auf als herkömmliches Nylon, mit einem Schmelzpunkt von nur etwa 1–2 Grad unter dem von Nylon 6 und einem etwa 40° niedrigeren Erweichungspunkt. Dieses hydrophile Polymer bringt angeblich Fasern hervor, die amorpher, viel weicher und viel absorptionsfähiger als Nylon sind.

[0166] Das gasdurchlässige Element **962** kann auf viele verschiedene Arten und Weisen gebildet werden. Es könnte einfach ein geformtes hydrophiles Nylonpolymerstück sein, das mit Durchgängen versehen ist, die die stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden miteinander verbinden, damit ein Gas, ob nun der ein- oder ausgeatmete Atem des Patienten oder ein Fremdgas wie Sauerstoff oder ein Anästhetikum bei Bedarf ohne weiteres durch das Element strömen kann.

[0167] Vorzugsweise ist das gasdurchlässige Element **962** der vorliegenden Erfindung jedoch ein faseriges Medium, das eine Vielzahl von Fasern mit wenigstens einer Oberfläche aus dem hydrophilen Nylonpolymer umfasst. Natürlich können die Fasern ganz aus einem hydrophilen Nylonpolymer geformt und an ihren Kontaktstellen verklebt werden, um miteinander verbundene Durchgänge von einem Ende zum anderen zu bilden. Eine Vielzahl hydrophiler Nylonpolymerfasern kann zum Beispiel in jeder beliebigen konventionellen Weise aus einer Spinnndüse auf eine sich kontinuierlich bewegendende Oberfläche extrudiert werden, um eine verschlun-

gene faserige Masse zu bilden, die kalandriert werden kann, um die Fasern aneinander zu binden und somit ein(e) poröse(s) Platte oder Kissen zu bilden, die/das in dem Gehäuse **964** des HME **960** für einen bedarfsabhängigen Austausch entferntbar festgehalten wird.

[0168] Alternativ und vorzugsweise kann ein Bindemittel in einer beliebigen konventionellen Weise in einer Masse aus Fasern integriert werden, die ein hydrophiles Nylonpolymer umfasst, um die hydrophilen Nylonfasern an ihren Kontaktstellen miteinander zu einem dreidimensionalen porösen Element zu verkleben, das einen gewundenen Pfad für den Strom eines Gases definiert. Das Bindemittel wird auch vorzugsweise als eine Vielzahl von Fasern bereitgestellt, die wenigstens eine Oberfläche aus einem Polymer mit einem niedrigeren Schmelzpunkt als das hydrophile Nylon, wie Polyester, aufweisen, zum Beispiel Polyethylenterephthalat.

[0169] Solche Mischfasern können in jeder beliebigen konventionellen Weise verarbeitet werden, um das gasdurchlässige Element **962** zu bilden. Die Fasern können zum Beispiel zu einer stabartigen Gestalt zusammengefasst und durch aufeinander folgende Dampfbehandlungs- und Kühlzonen geführt werden, um ein endloses dreidimensionales poröses Element zu bilden, von dem Abschnitte **962** als Stopfen in dem HME-Gehäuse **964** eingebaut werden können, um einen gewundenen Pfad für den Strom eines Gases zu bilden.

[0170] Zum Minimieren der Kosten des relativ teuren hydrophilen Nylonpolymers können Bikomponentenfasern in einer beliebigen konventionellen Weise gebildet werden und einen Mantel aus dem hydrophilen Nylonpolymer und einen Kern aus einem weniger teuren thermoplastischen Polymer wie z.B. Polypropylen umfassen. Solche Bikomponentenfasern können dann wie zuvor erörtert gebunden werden, um das gasdurchlässige Element zur Verwendung als HME gemäß den Konzepten der vorliegenden Erfindung zu produzieren. Ein solches kernbildendes Polymer ist nicht nur preiswerter, sondern verleiht dem faserigen Medium eine erhöhte Festigkeit, um die Nutzungsdauer des HME zu verlängern.

[0171] Am meisten bevorzugt wird schließlich, dass sowohl die hydrophilen Nylonpolymerfasern als auch die Bindemittelfasern als Bikomponentenfasern geformt werden, die vorzugsweise eine gemeinsames kernbildendes thermoplastisches Polymer wie Polypropylen aufweisen. Auf diese Weise wird der HME durch sowohl die hydrophilen Nylonfasern als auch die Bindemittelfasern kostengünstiger und weist eine höhere Festigkeit auf.

[0172] Die bevorzugte Produktion einer Bahn aus Fasern, die ein homogenes Gemisch aus Fasern aus verschiedenen Polymermaterialien umfasst, zur Herstellung eines HME gemäß der vorliegenden Erfindung ist oben mit besonderer Bezugnahme auf die [Fig. 1–Fig. 46](#) beschrieben. Mit den in den [Fig. 34](#) bis [Fig. 38](#) offenbarten Techniken kann ein gleichmäßig verteiltes Gemisch aus Einkomponentenfasern, von denen einige ganz aus hydrophilem Nylon bestehen und andere ganz aus einem Bindemittelpolymer bestehen, ohne weiteres extrudiert, schmelzgeblasen und anschließend zu einem endlosen stabartigen porösen Element wie in den [Fig. 45](#) und [Fig. 46](#) dargestellt verarbeitet werden. Alternativ können wie in den [Fig. 39](#) bis [Fig. 43](#) offenbart Einkomponenten-Bindemittelfasern Seite an Seite mit Bikomponentenfasern mit einem Kern aus dem Polymer, aus dem die Einkomponentenfasern hergestellt sind, z.B. ein Polyester, und einem Mantel aus dem hydrophilen Nylonpolymer extrudiert werden. Schließlich kann mit den Techniken der [Fig. 1](#) bis [Fig. 33](#) eine einheitliche Bahn aus gemischten Bikomponentenfasern, von denen einige einen Mantel aus einem hydrophilen Nylonpolymer und andere einen aus einem Bindemittelpolymer wie Polyethylenterephthalat haben, wobei alle Bikomponentenfasern einen Kern aus einem thermoplastischen Material wie Polypropylen haben, extrudiert und zu einem porösen stabartigen Element in einer einfachen und kostengünstigen Weise geformt werden.

[0173] Zwar kann das HME-Medium der vorliegenden Erfindung auf viele verschiedene Arten und Weisen hergestellt werden, doch umfasst somit die bevorzugte Konstruktion ein gasdurchlässiges Element aus einem homogenen Gemisch aus Bikomponentenfasern mit jeweiligen Mänteln aus hydrophilem Nylon und Polyester, die mit der hierin offenbarten verbesserten Mischfasertechnologie produziert und an ihren Kontaktstellen verklebt werden, um einen gewundenen Pfad für den Strom eines Gases zu definieren.

[0174] Die zur Herstellung des HME gemäß der vorliegenden Erfindung verwendeten Fasern sind vorzugsweise von einer sehr feinen Beschaffenheit und haben einen Durchmesser von durchschnittlich zehn Mikron oder weniger. Solche Fasern, ob nun Ein- oder Bikomponentenfasern oder Gemische von Ein- oder Bikomponentenfasern oder Gemische verschiedener Bikomponentenfasern, können ohne weiteres mit konventionellen Schmelzblastechiken produziert werden. Die Vorzüge von HMEs, die aus solchen feinen Fasern gebildet werden, sind zweifaltig. Zunächst erbringt der vergrößerte Oberflächenbereich, der von den Fasern bereitgestellt wird, effektivere Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscheigenschaften. Ferner liefert die Verwendung feiner Fasern von dieser Beschaffenheit auch einen vergrößerten Oberflächenbereich und verringerte Zwischenräume zum Filtern unerwünschter Kontaminanten wie Bakterien oder Viren oder andere Partikel aus einem dadurch

strömenden Gas.

[0175] Was die gleichzeitige Verwendung der erfindungsgemäßen HMEs als Hochleistungspartikelluft-(HEPA)-Filter anbelangt, so gibt es wenigstens drei bekannte physikalische Mechanismen, mit denen Partikel eines Gases durch ein Filtermedium aufgefangen werden können. Zunächst ist vor allem für größere Partikel ein direktes Abfangen der Partikel überaus bedeutend, wobei sie auf der stromaufwärtigen Oberfläche des Filtermediums physikalisch entfernt werden, weil sie zu groß sind, um durch die Zwischenporen zu gelangen. Für kleinere Partikel ist jedoch möglicherweise der Trägheitsaufprall bedeutender, bei dem die Partikel aufgrund ihrer Trägheit gegenüber Veränderungen der Gasströmungsrichtung innerhalb des Filtermediums mit dem Filtermedium zusammenstoßen. Schließlich können sehr kleine Partikel durch Diffusionsabfang aufgefangen werden, wobei sie eine erhebliche Brownsche Bewegung durchmachen, wodurch die Wahrscheinlichkeit eines effizienten Fangs solcher Partikel durch das Filtermedium erhöht wird. Man geht davon aus, dass für alle praktischen Zwecke jeder dieser Mechanismen bei der Verwendung eines hydrophilen Nylon-HME in einem künstlichen Luftweg gemäß den vorliegenden Erfindungskonzepten zum Tragen kommt.

[0176] Obschon bestimmte der vorteilhaften Eigenschaften von hydrophilem Nylon für nicht verwandte Anwendungsbereiche anerkannt wurden, ist die Wirksamkeit solcher Materialien hinsichtlich der Erhöhung der Wirksamkeit eines HME, ohne dass Fremdchemikalien zur Verbesserung des hygroskopischen Verhaltens notwendig sind, überraschend. Ferner ist die verbesserte Funktionswirksamkeit eines aus dem einzigartigen homogenen Gemisch aus simultan extrudierten hydrophilen Nylon- und Bindemittelfasern mit der Mischfasertechnologie dieser Anmeldung hergestellten HME noch unerwarteter. Wie zuvor erwähnt wurde, werden durch die Fähigkeit zur Minimierung der Menge an sowohl hydrophilem Nylonpolymer als auch Bindemittelpolymer in der Mischfaserbahn darüber hinaus die Kosten des HME-Mediums wesentlich reduziert, während es gleichzeitig gefestigt wird, um einem längeren Gebrauch standzuhalten, so dass ein erfindungsgemäßer HME kostengünstig hergestellt und doch problemlos entsorgt und zwischen jeweiligen Einsätzen in einem kosteneffizienten System ausgetauscht werden kann. Schließlich werden dadurch, dass ein schmelzgeblasener hydrophiler Nylon-HME effektiv als HEPA-Filter in einem künstlichen Luftweg einer medizinischen Vorrichtung funktionieren kann, die von den Konzepten der vorliegenden Erfindung erbrachten Vorteile verbessert.

[0177] In den [Fig. 48a–Fig. 48c](#) ist die Verwendung eines HME gemäß der vorliegenden Erfindung schematisch dargestellt. Ein Stopfen aus hydrophilem nylonhaltigem HME-Medium ist in den jeweiligen Figuren allgemein mit der Bezugsziffer **962** gekennzeichnet. Während der Patient ausatmet, was durch die Pfeile **980** in [Fig. 48a](#) angedeutet ist, fängt das Medium **962** die Wärme und Feuchtigkeit aus dem ausgeatmeten Atem des Patienten auf. Wenn der Patient wie durch die Pfeile **990** in [Fig. 48b](#) dargestellt einatmet, dann verdampft Kondensat auf dem Medium **962** und Feuchtigkeit wird freigegeben, so dass das einströmende Gas erwärmt und befeuchtet wird, wenn es zum Patienten zurückkehrt. [Fig. 48c](#) illustriert eine Wiederholung des Verfahrens aus [Fig. 48a](#), wenn der Patient das nächste Mal ausatmet, wobei der Wärme- und Feuchtigkeitsaustausch danach der Reihe nach und kontinuierlich stattfindet, während Gas zu dem und durch das Medium **962** in einer und dann in der anderen Richtung strömt.

[0178] Es ist zu verstehen, dass die verschiedenen bevorzugten Ausgestaltungen der oben erörterten Konzepte der vorliegenden Erfindung voneinander nicht unabhängig sind. Mischfasern mit unterschiedlicher Fadenstärke können zum Beispiel aus dem gleichen erfindungsgemäßen Polymer oder aus verschiedenen Polymeren hergestellt werden. Zudem können Mischfasern mit unterschiedlicher Fadenstärke aus sowohl Ein- als auch Bikomponentenfasern oder aus verschiedenen Bikomponentenfasern geformt werden. Alle oben beschriebenen Produkte, die aus einem homogenen Gemisch aus Fasern aus zwei Polymeren gebildet werden, die z.B. mit der Apparatur der [Fig. 34–Fig. 38](#) hergestellt werden, können so modifiziert werden, dass sie ein Gemisch aus Einkomponentenfasern aus einem Polymer mit Bikomponentenfasern zu verwenden, die einen Mantel aus dem zweiten Polymer und einen Kern aus der Einkomponentenfaser umfassen, indem die in den [Fig. 39–Fig. 43](#) dargestellte Ausrüstung verwendet wird. Schließlich können solche Produkte mit Mänteln aus den beiden Primärpolymeren mit einem Kern aus einem gemeinsamen dritten Polymer mit der in den [Fig. 1–Fig. 33](#) dargestellten Apparatur geformt werden. Andere offensichtliche Kombinationen der verschiedenen Merkmale der vorliegenden Erfindungskonzepte werden der Fachperson ohne weiteres offensichtlich sein.

Patentansprüche

1. Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher (**960**) zur Verwendung in einem künstlichen Luftweg (**970**) eines Atmungskreislaufs, wobei der Austauscher (**960**) ein gasdurchlässiges Element (**962**) beinhaltet, das so ausgelegt ist, dass es erwärmt wird und Feuchtigkeit aus dem Atem eines Patienten beim Ausatmen auffängt, und gekühlt wird und die aufgefangene Feuchtigkeit zur Rückkehr zum Patienten während des Einatmens freigibt,

dadurch gekennzeichnet, dass das Element **(962)** ein faseriges Medium ist, das aus Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern besteht, die einen Mantel aus einem hydrophilen Nylonpolymer und einen Kern aus einem anderen Polymer als hydrophiles Nylon umfassen.

2. Austauscher **(960)** nach Anspruch 1, wobei das genannte hydrophile Nylonpolymer ein Blockcopolymer aus Nylon 6 und Polyethylenoxiddiamin ist.

3. Austauscher **(960)** nach Anspruch 1, wobei die genannten Fasern im Durchschnitt einen Durchmesser von etwa 10 Mikron oder weniger haben und wobei das genannte faserige Medium optional als ein Filter für partikuläre Kontaminanten in Gasen agiert, die durch den Atmungskreislauf strömen.

4. Austauscher **(960)** nach Anspruch 1, wobei die Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern einen Kern aus Polypropylen haben.

5. Austauscher **(960)** nach Anspruch 1, wobei das genannte faserige Medium ferner ein Bindemittel umfasst, wobei die Mantel-/Kern-Bikomponentenfasern an ihren Kontaktstellen von dem genannten Bindemittel zu einem dreidimensionalen porösen Element gebunden werden, das einen gewundenen Pfad zum Durchströmen von Gas definiert, wobei das genannte Bindemittel optional Fasern enthält, die ein thermoplastisches Polymer (z.B. ein Polyester, vorzugsweise Polyethylenterephthalat) mit einem niedrigeren Schmelzpunkt als dem Schmelzpunkt des hydrophilen Nylonpolymers umfassen.

6. Austauscher **(960)** nach Anspruch 4 und 5, wobei die genannten Bindemittelfasern Bikomponentenfasern sind, die einen Mantel aus dem genannten thermoplastischen Polymer und einen Kern aus dem gleichen Polymer wie der Kern der hydrophilen Nylon-Bikomponentenfasern umfassen.

7. Austauscher **(960)** nach einem der vorherigen Ansprüche, mit einem ausreichend geringen Druckabfall, um die Anstrengung beim normalen Atmen oder bei mechanischer Beatmung zu minimieren.

8. Austauscher **(960)** nach einem der vorherigen Ansprüche, der in einem Luftweg zwischengeschaltet ist, der (a) durch einen Endotrachealtubus definiert ist und den Atemtrakt eines Patienten mit einer Umgebungsluftquelle verbinden soll; oder (b) in einem Atmungskreislauf enthalten ist und den Atemtrakt eines Patienten mit einem mechanischen Beatmungsgerät verbinden soll; oder (c) dafür vorgesehen ist, eine Sauerstoffquelle eines Atmungskreislaufs mit dem Atemtrakt eines Patienten zu verbinden; oder (d) dafür vorgesehen ist, eine Anästhetikumquelle eines Atmungskreislaufs mit dem Atemtrakt eines Patienten zu verbinden.

Es folgen 20 Blatt Zeichnungen

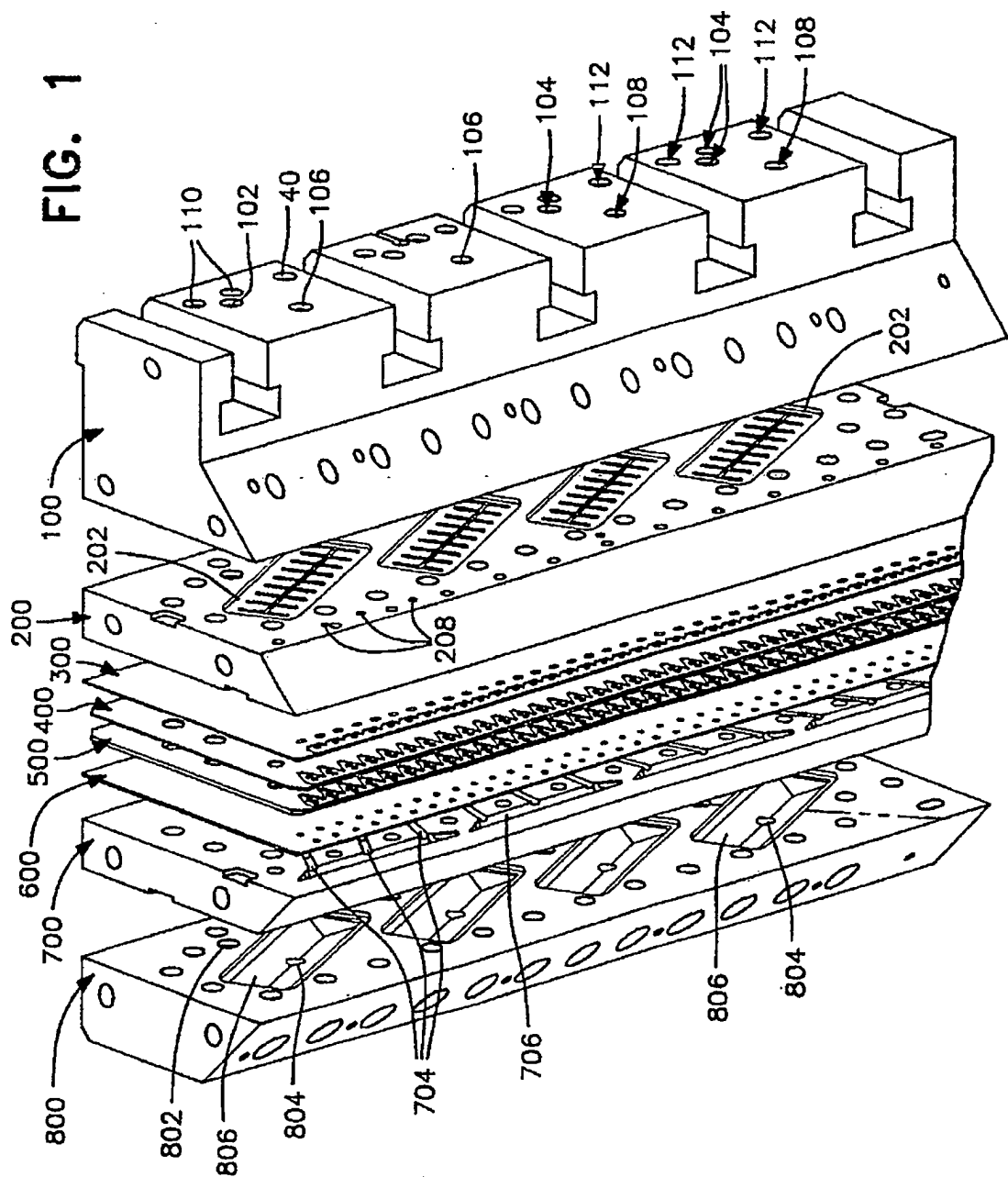
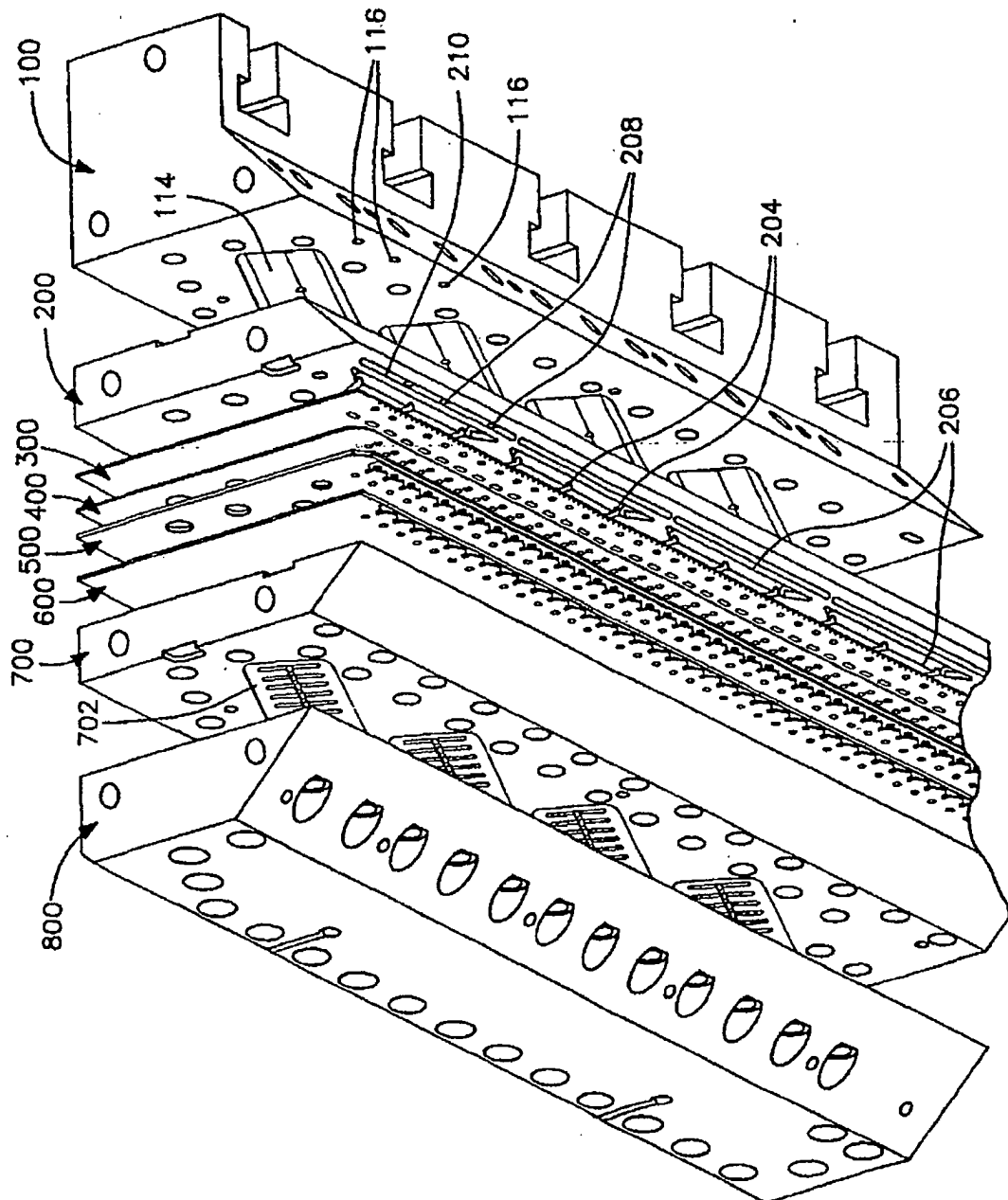


FIG. 2



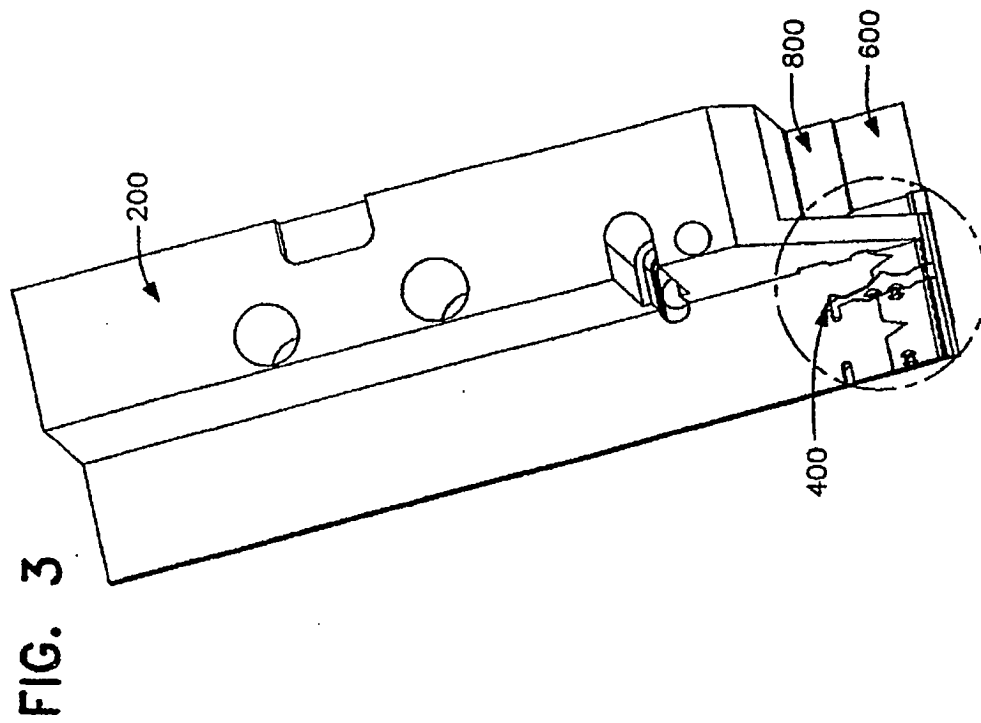
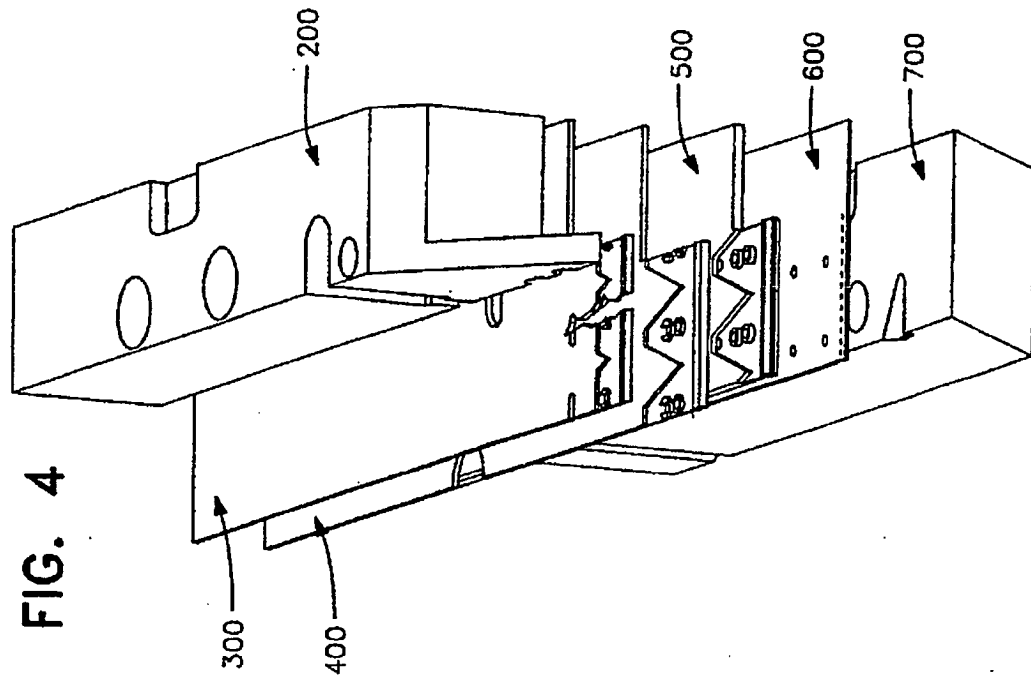
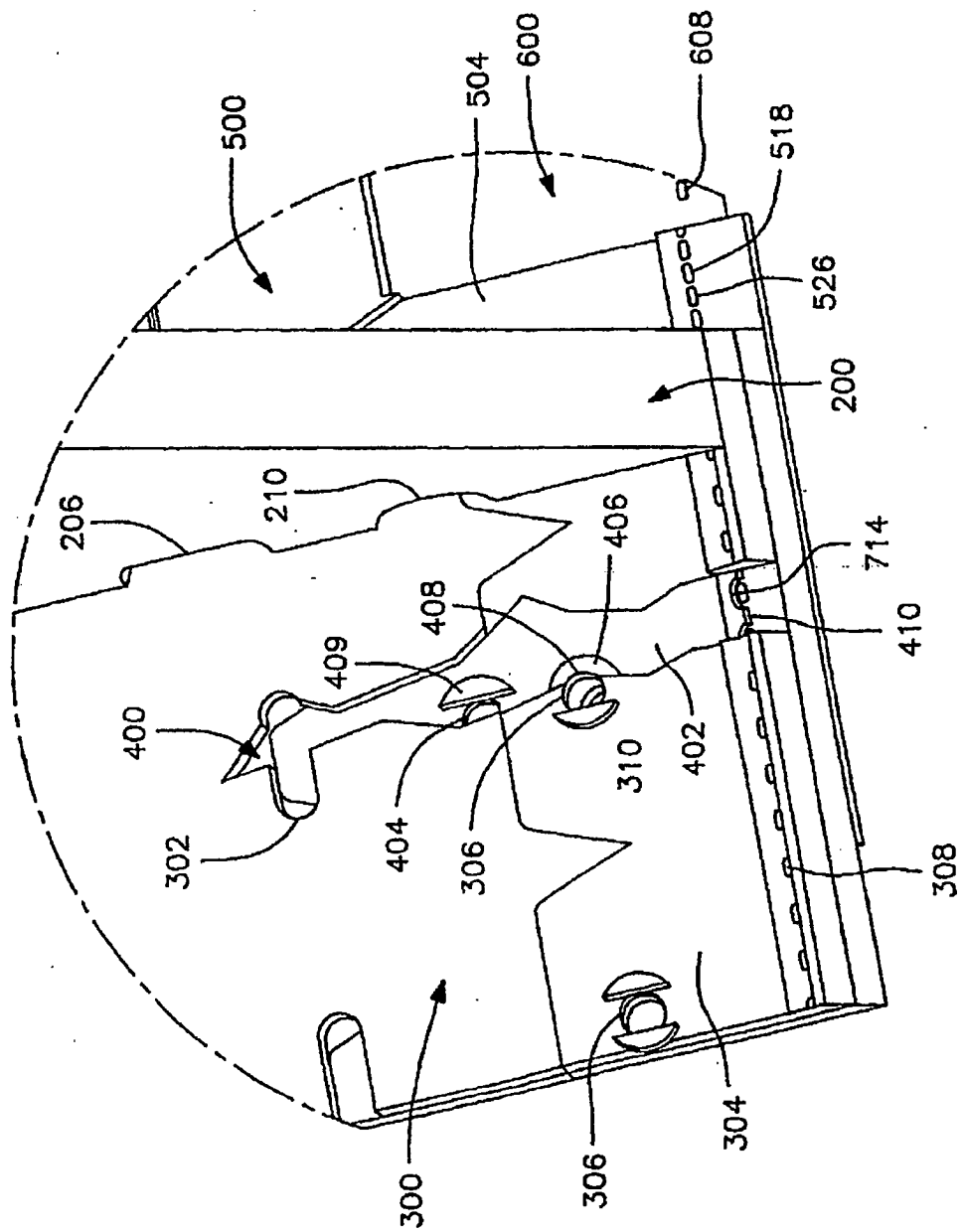
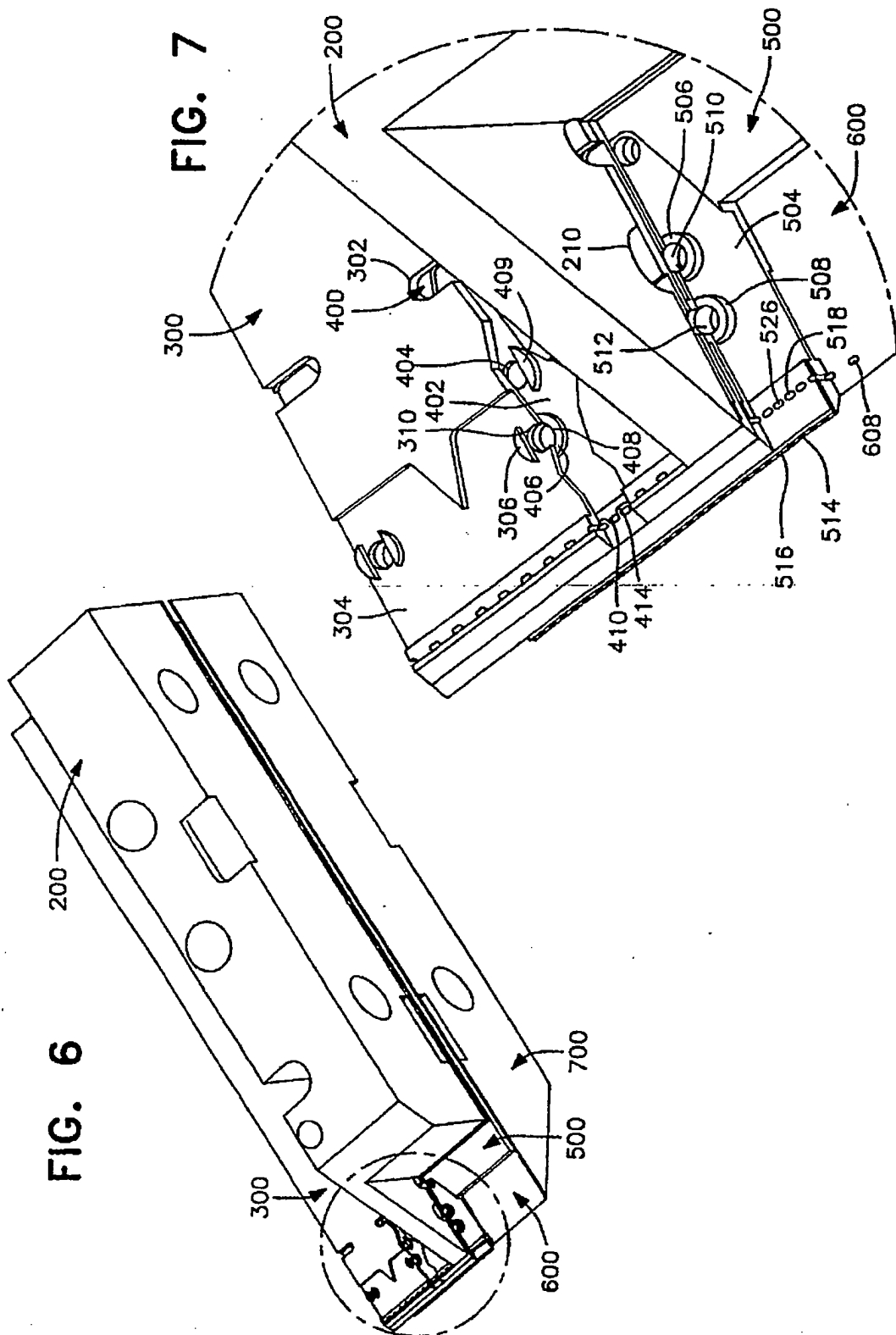
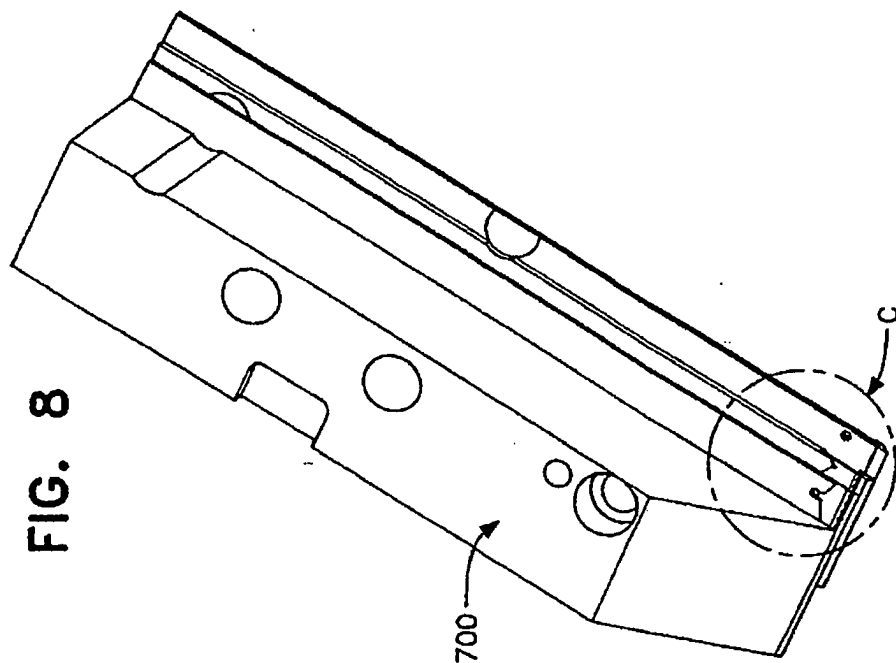
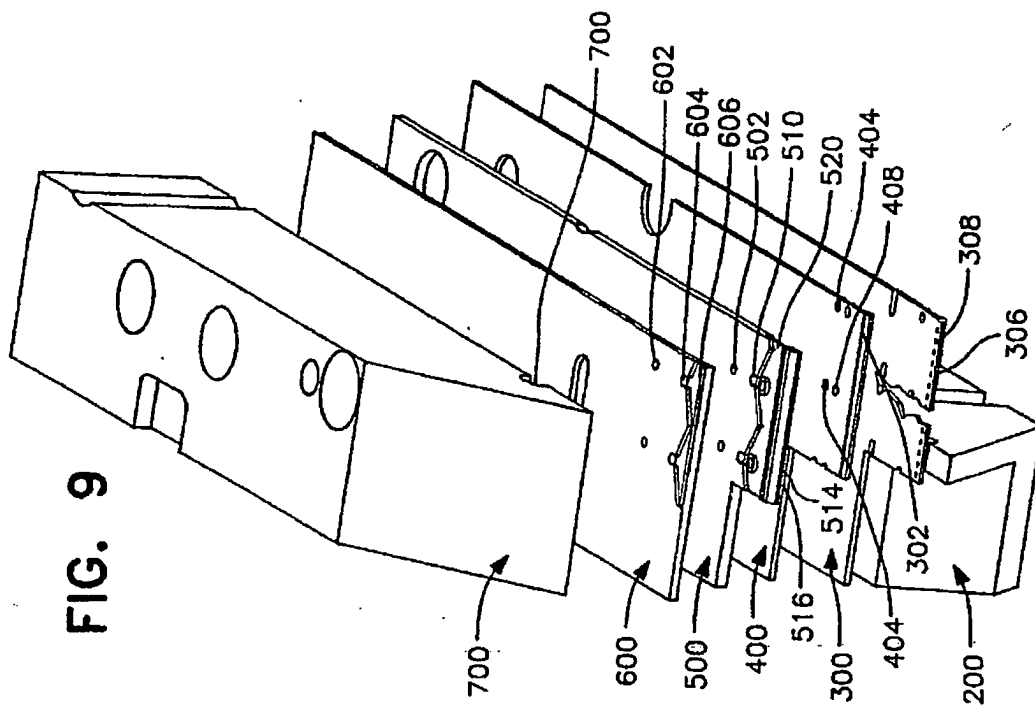
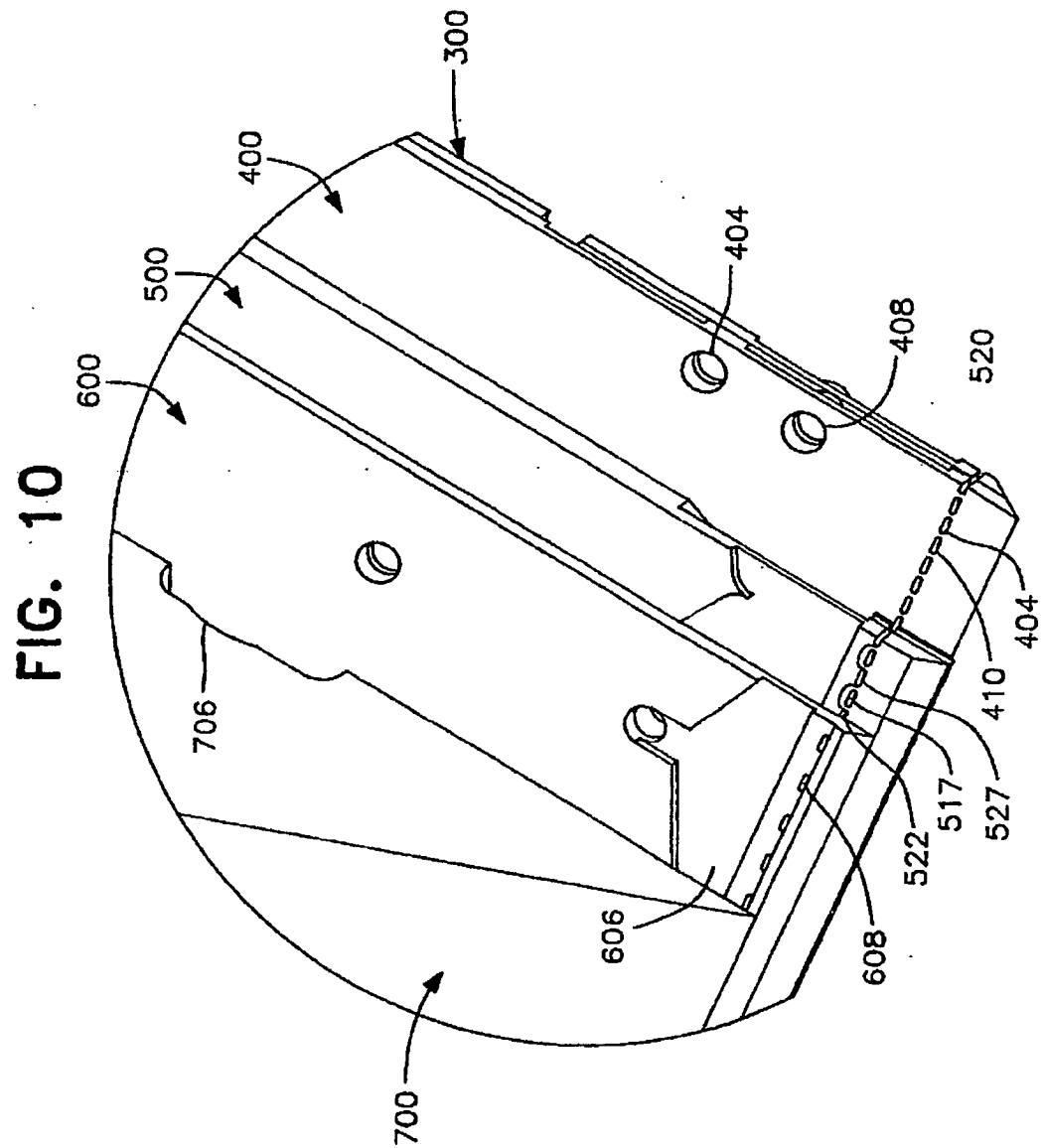


FIG. 5









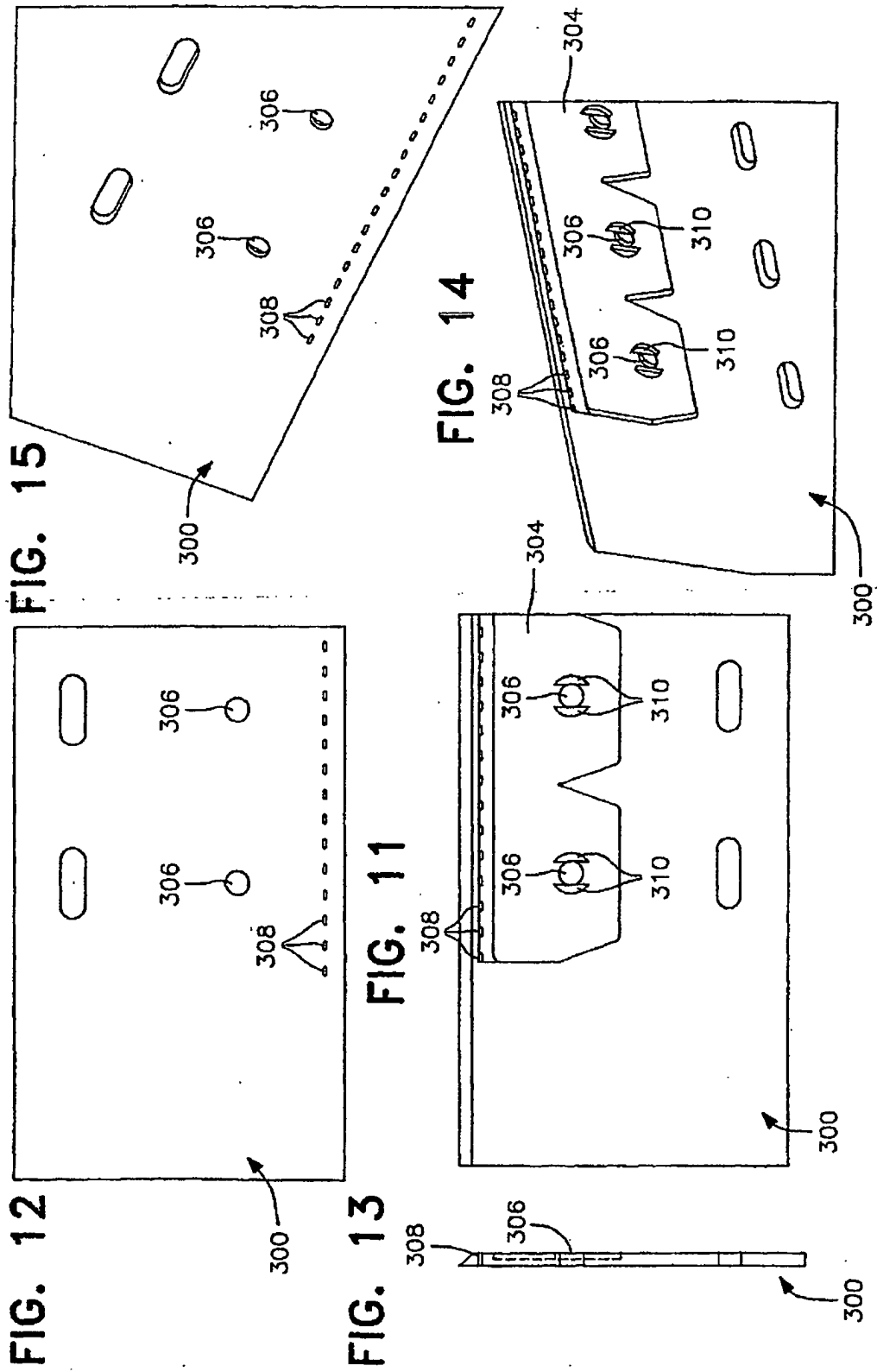


FIG. 17

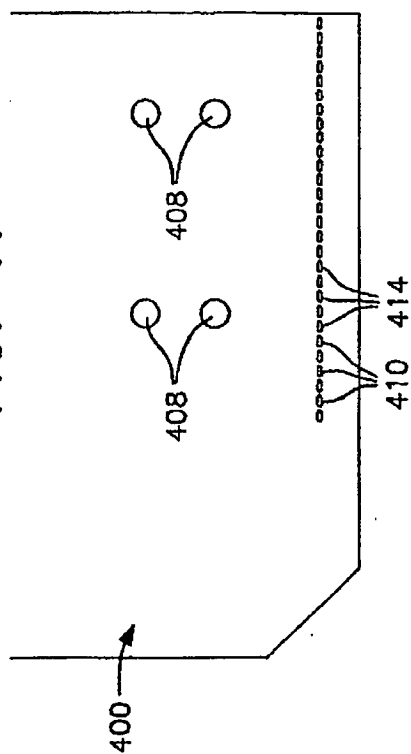


FIG. 20

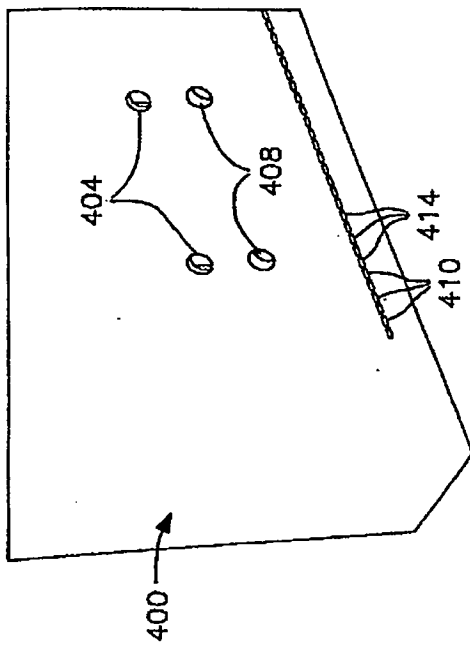


FIG. 16

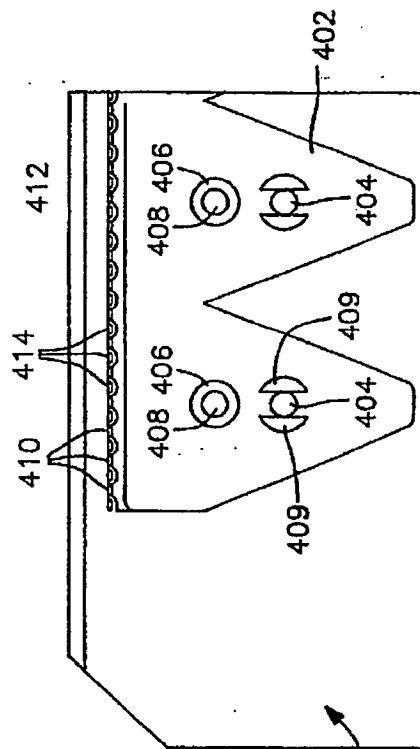


FIG. 19

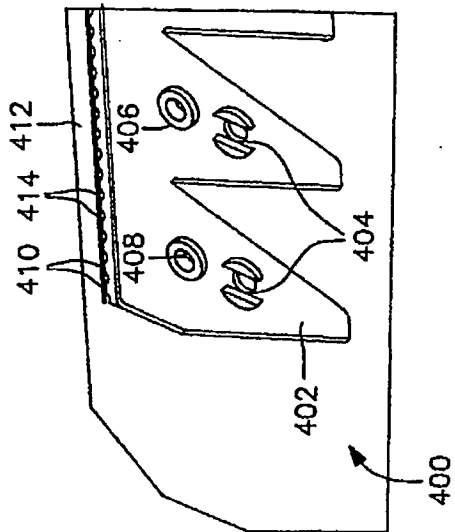


FIG. 18

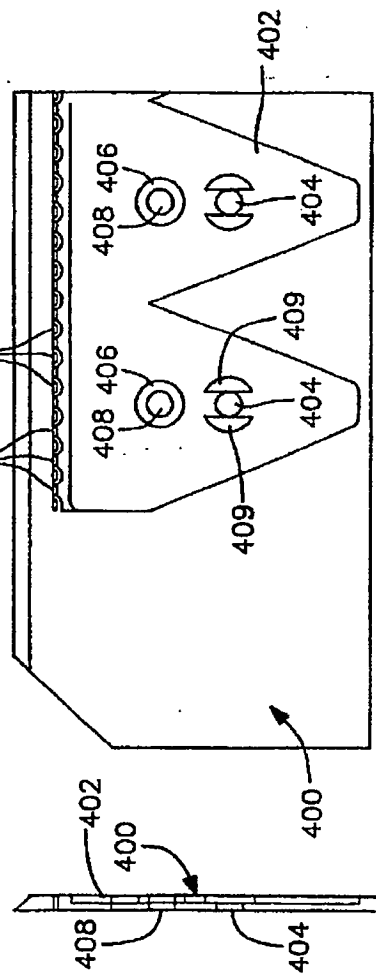


FIG. 22

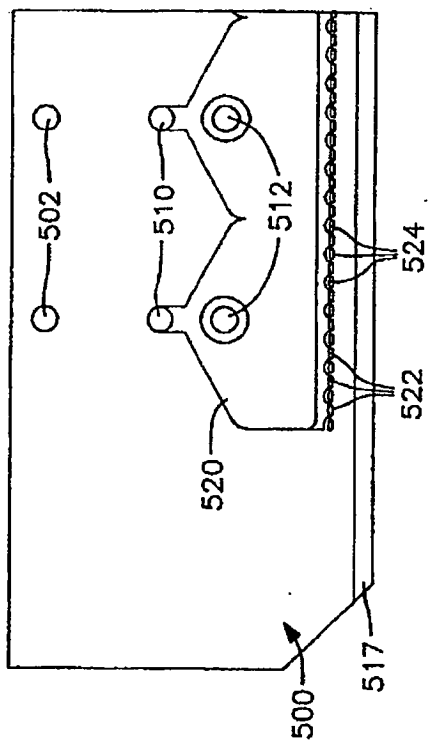


FIG. 25

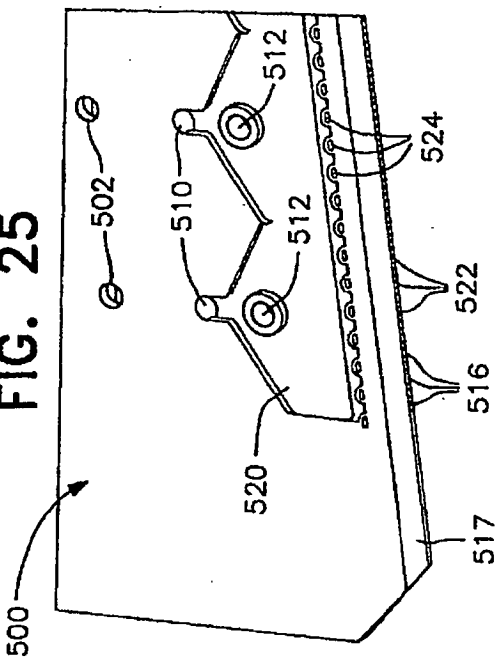


FIG. 21

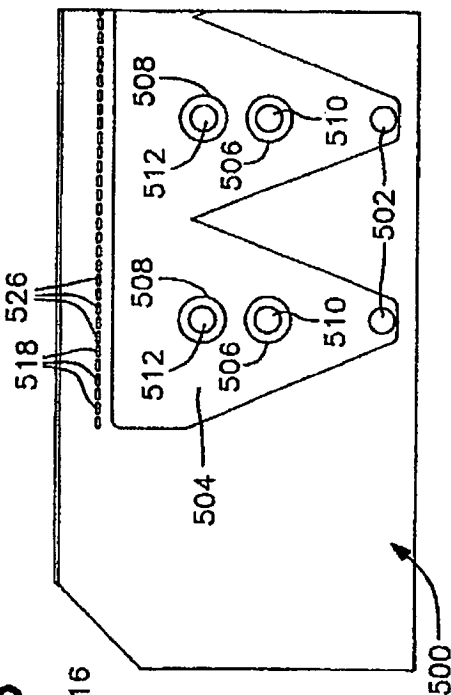


FIG. 23

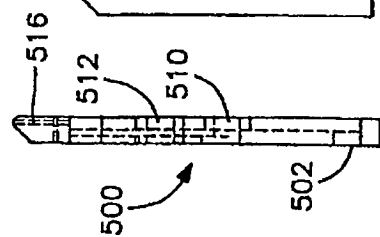


FIG. 24

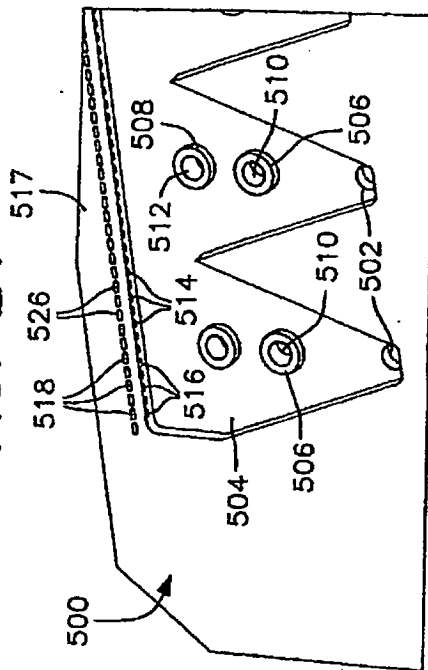


FIG. 27

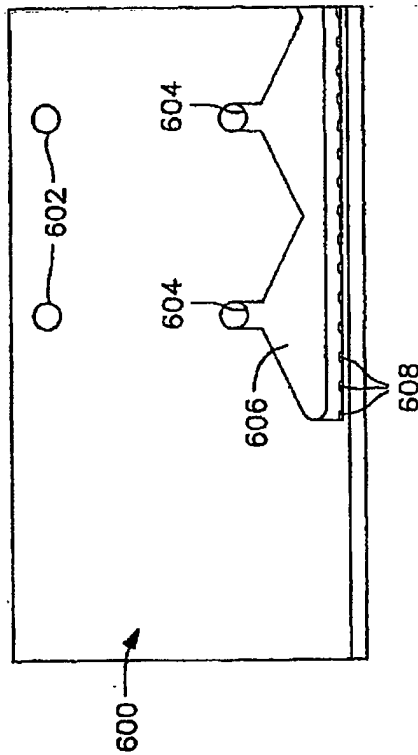


FIG. 26

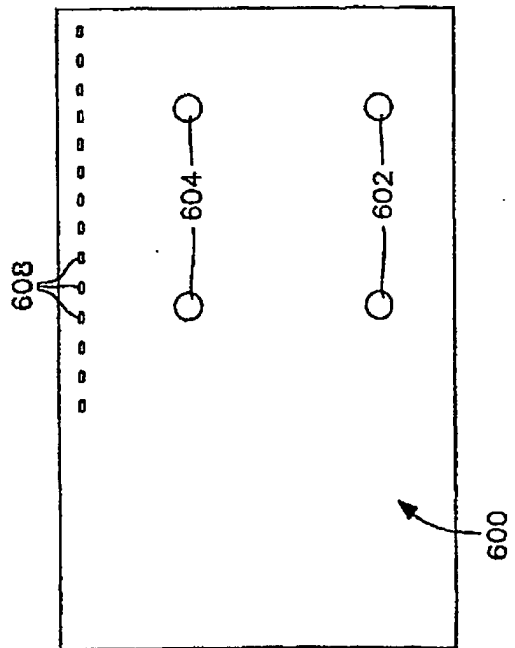


FIG. 28

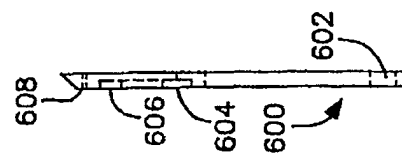


FIG. 29

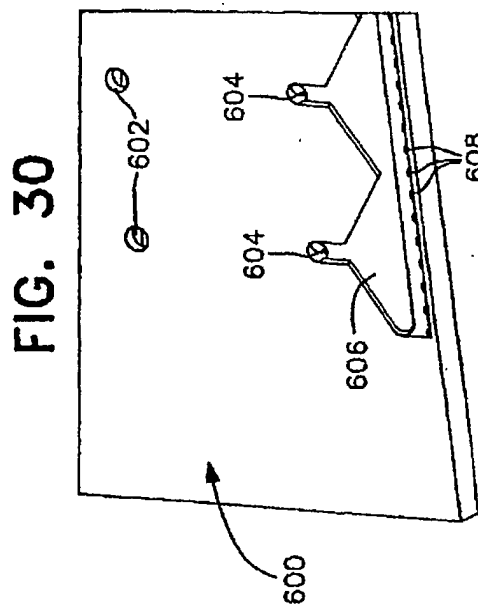
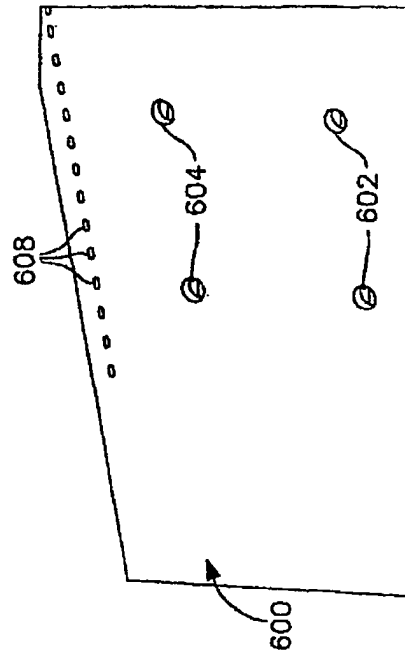


FIG. 31

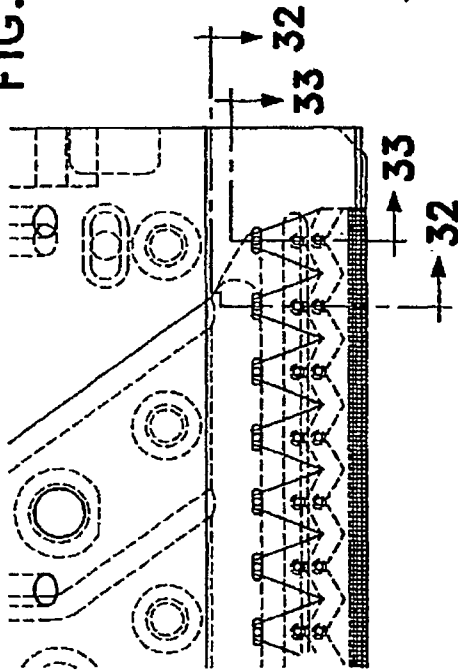


FIG. 32

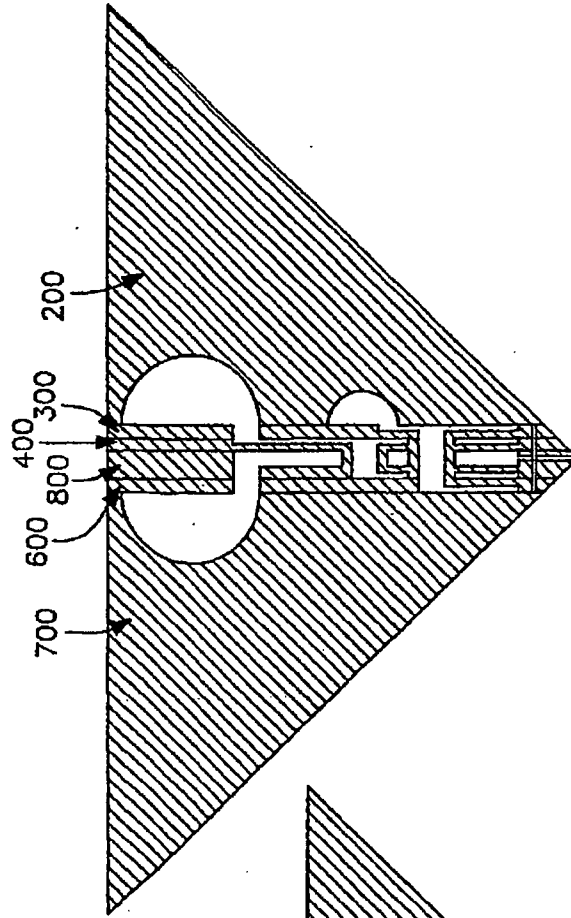


FIG. 33

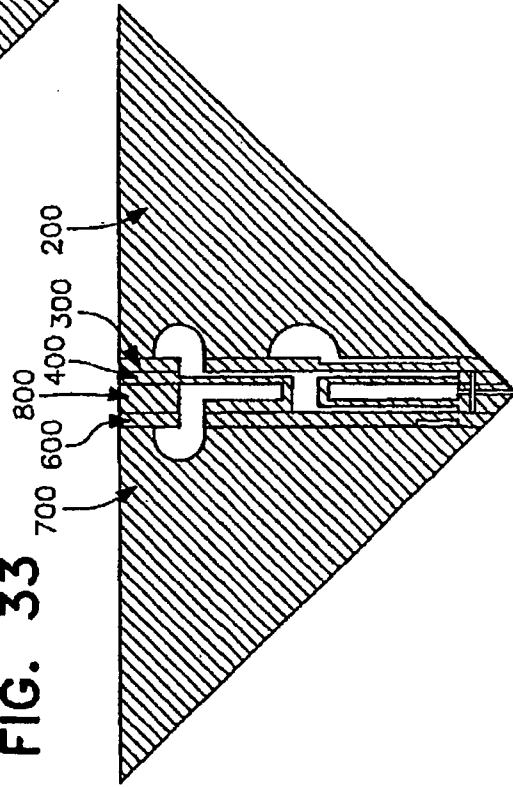


FIG. 34

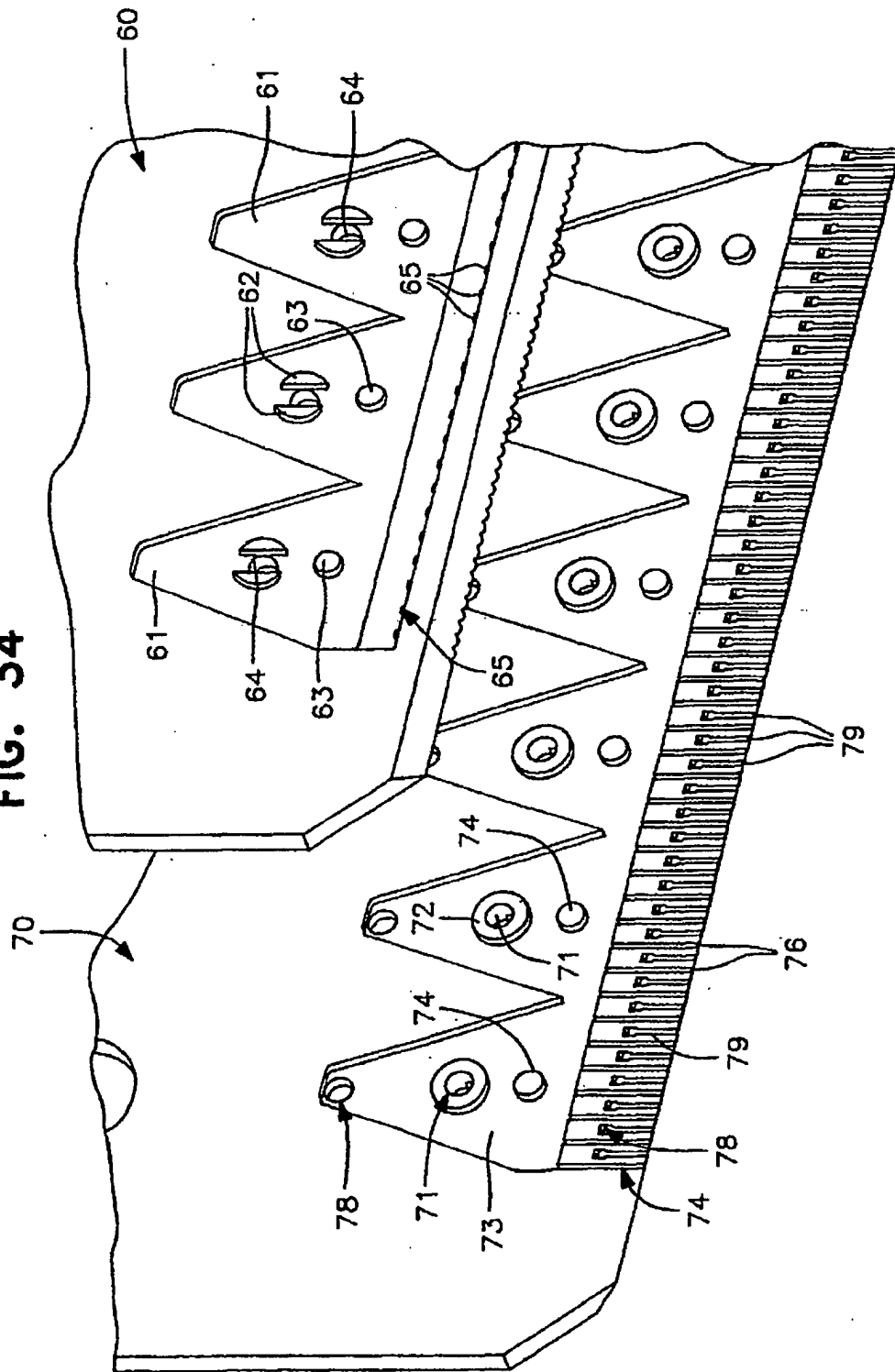
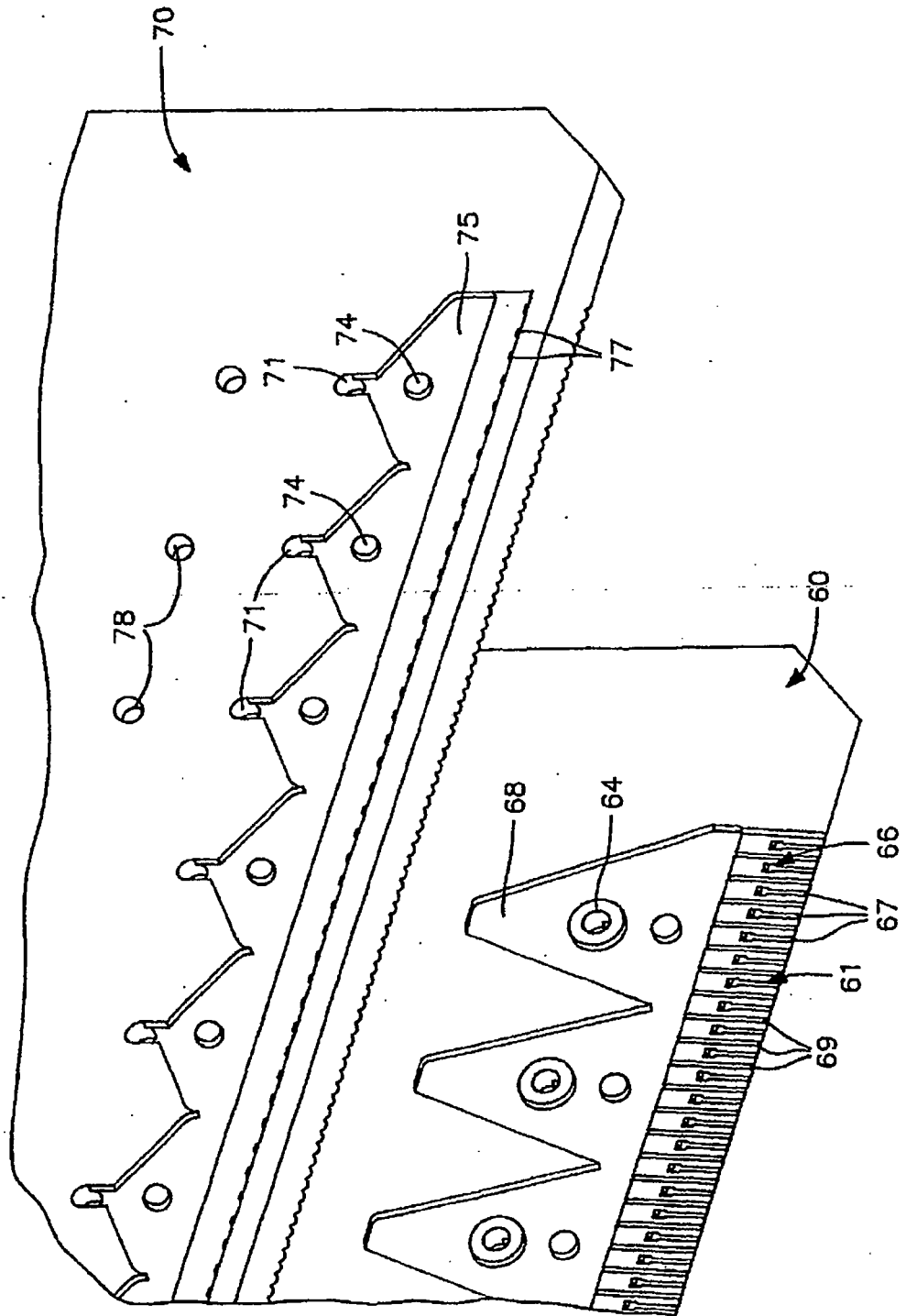


FIG. 35



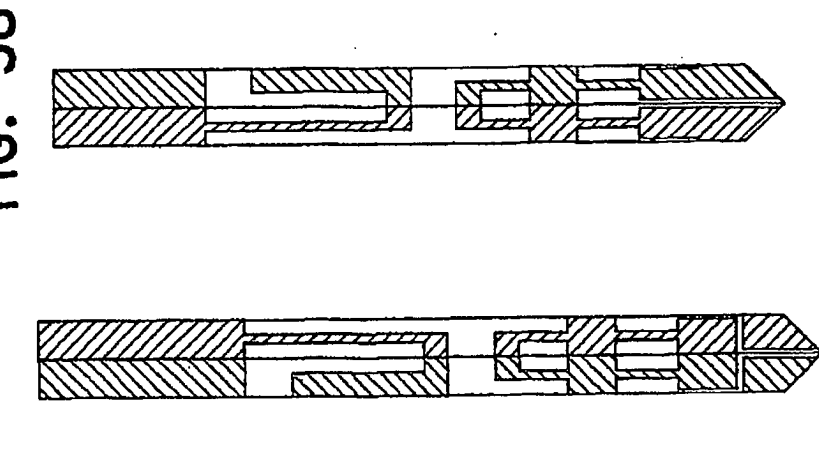
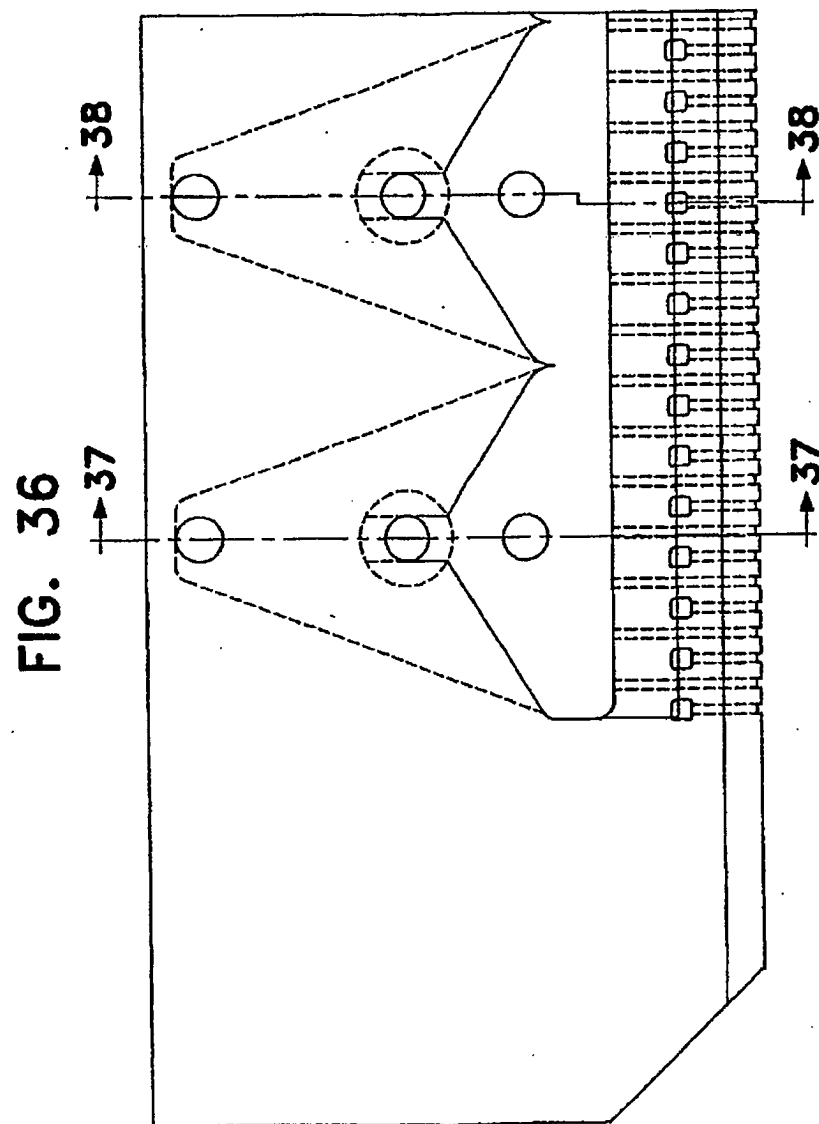


FIG. 37 FIG. 38

FIG. 39

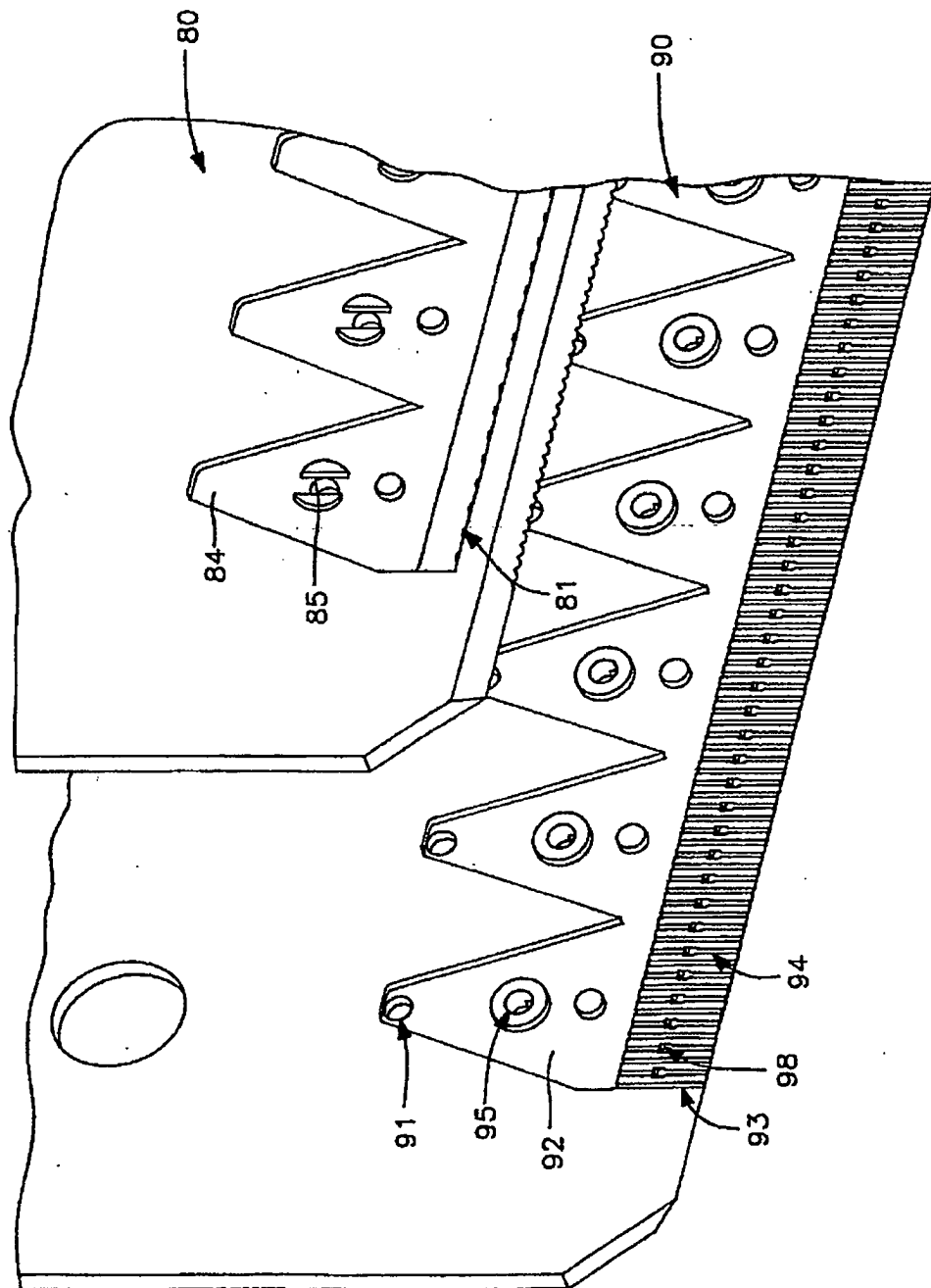


FIG. 40

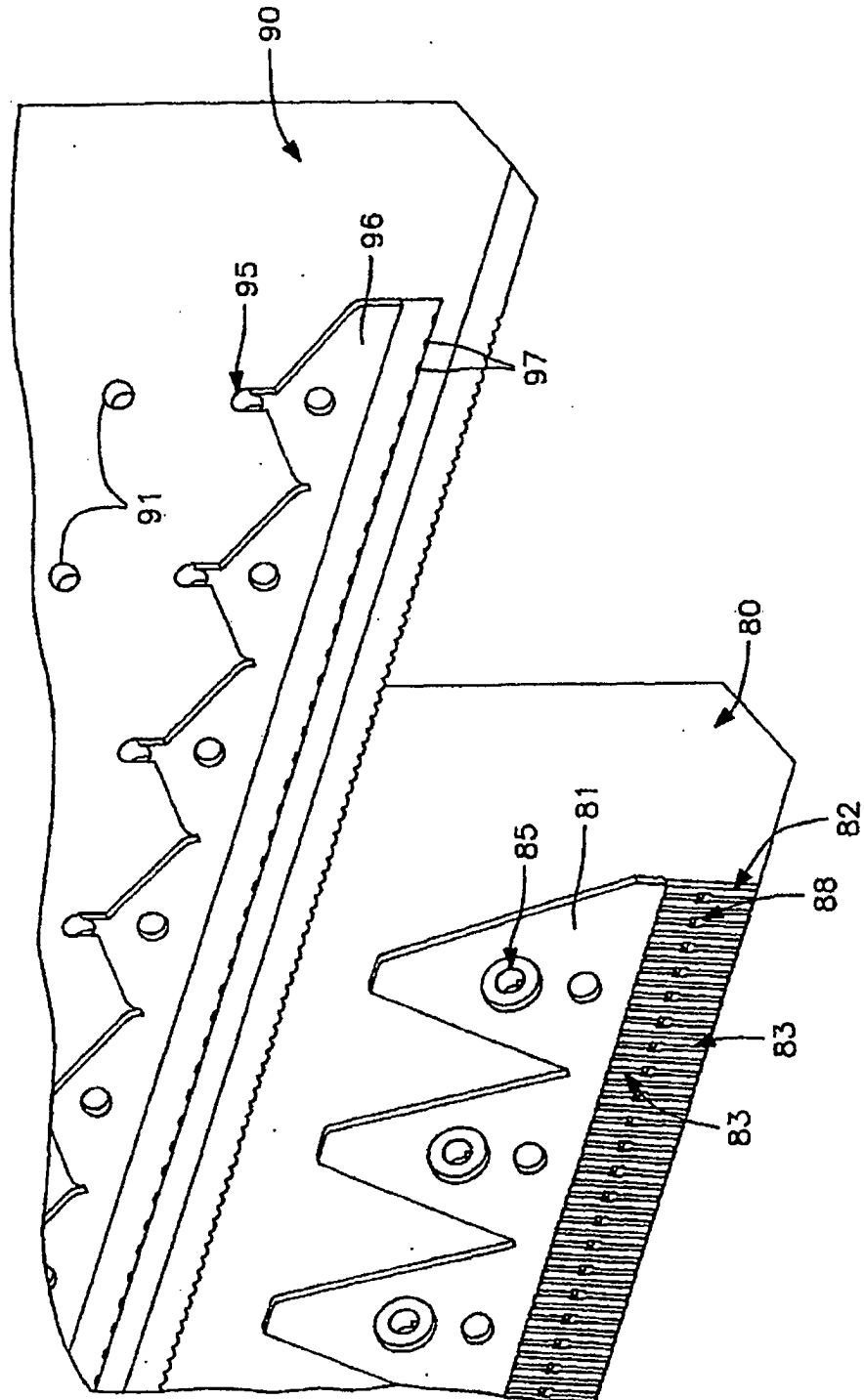


FIG. 42

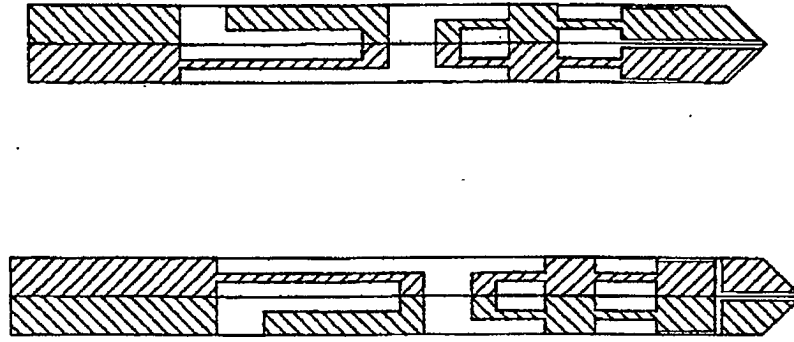


FIG. 43



FIG. 41

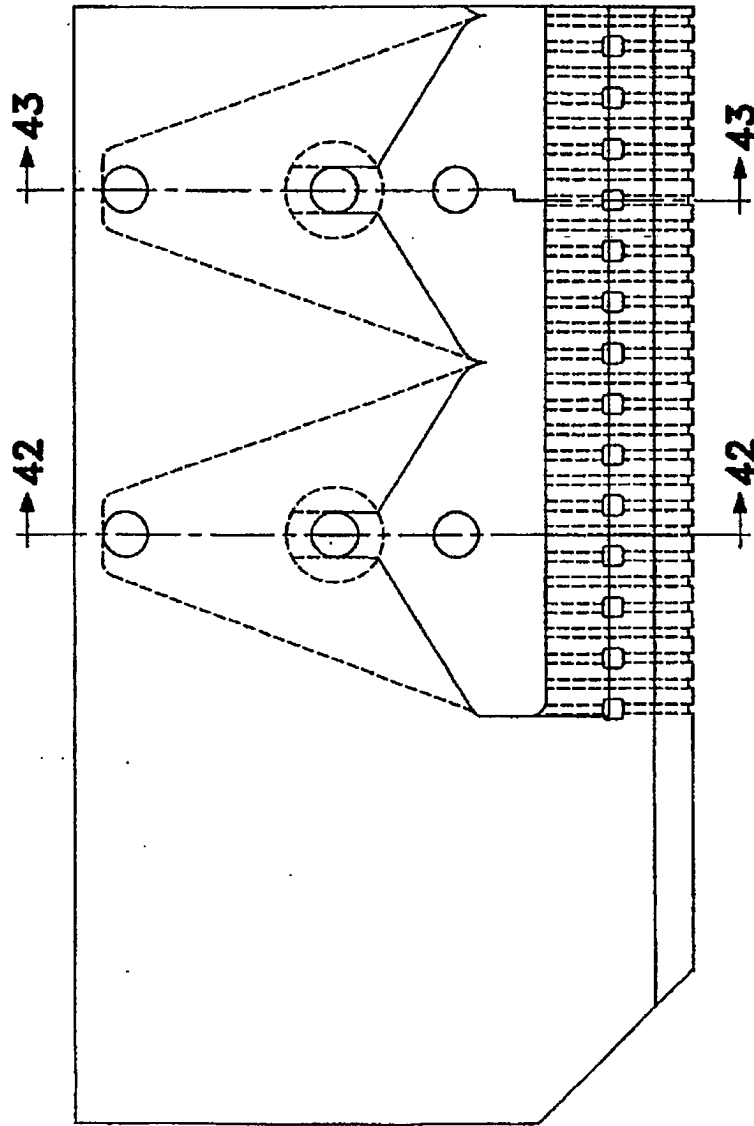


FIG. 44

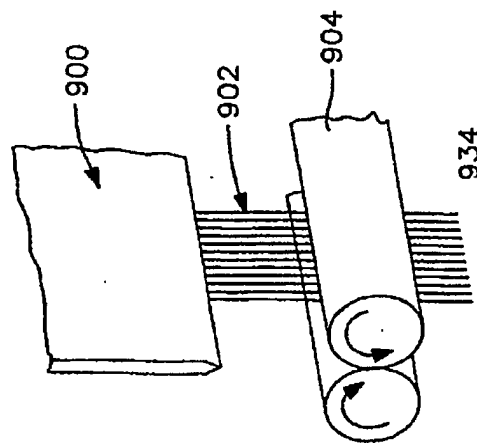


FIG. 45

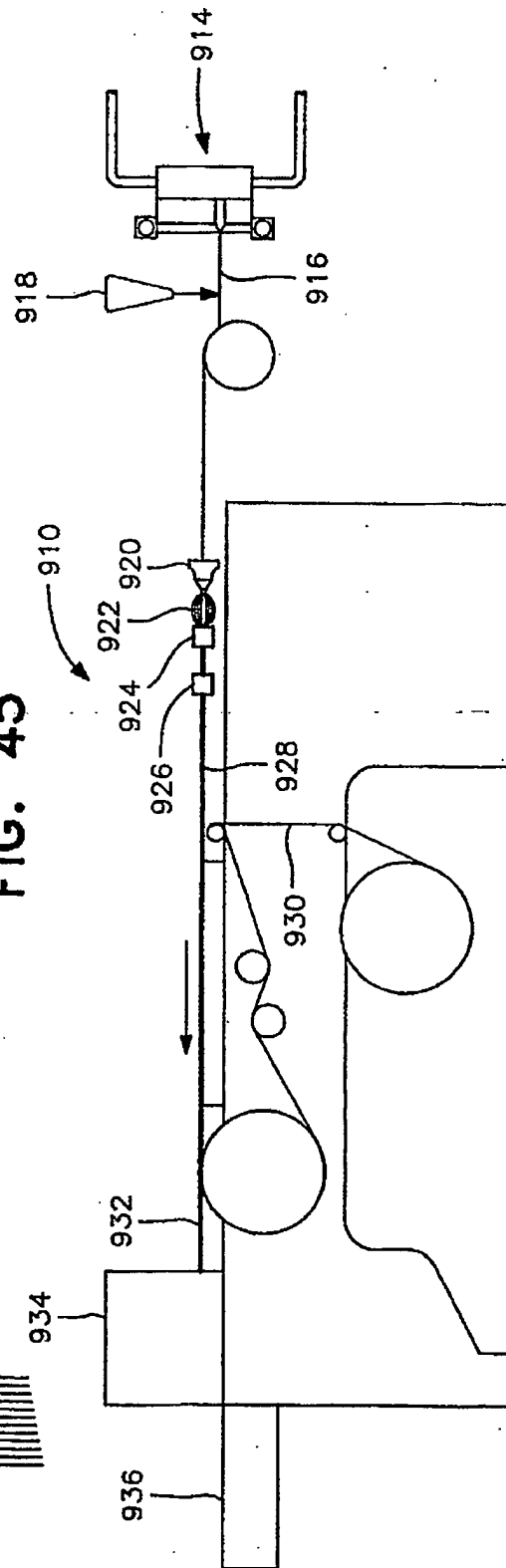


FIG. 46

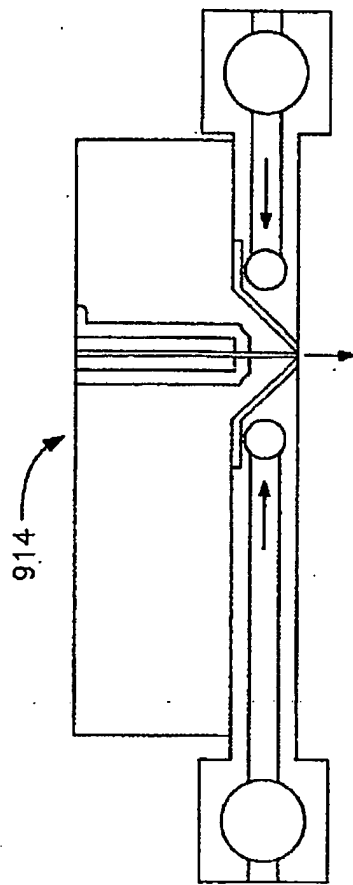


FIG. 47

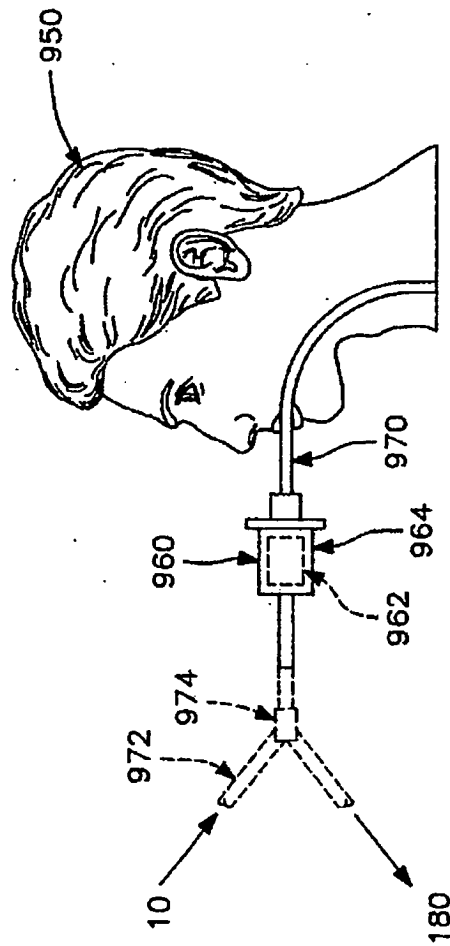


FIG. 48a

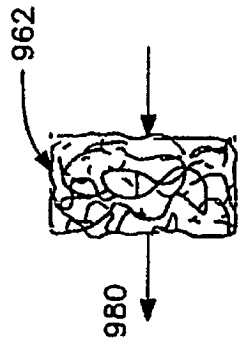


FIG. 48b

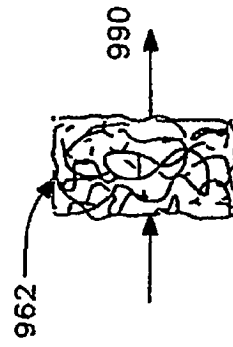


FIG. 48c

