



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 23 679 T2** 2007.08.23

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 477 200 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 23 679.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 017 661.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **09.05.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.11.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **04.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.08.2007**

(51) Int Cl.⁸: **A61M 16/08** (2006.01)
A61M 16/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

50443900	10.05.2000	NZ
50904100	20.12.2000	NZ

(73) Patentinhaber:

**Fisher & Paykel Healthcare Ltd., East Tamaki,
Auckland, NZ**

(74) Vertreter:

Weickmann & Weickmann, 81679 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**Smith, Daniel John, Mt. Albert Auckland, NZ;
Millar, Gavin Walsh, Rothesay Bay Auckland, NZ;
Powell, Kevin Blake, Papakura Auckland, NZ;
Baldwin, David Peter, Papatoetoe Auckland, NZ**

(54) Bezeichnung: **Beatmungssystem-Komponenten**

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. Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Komponenten für Atemkreisläufe und insbesondere Komponenten zur Verwendung in dem Expirations-Zweig eines Atemkreislaufts.

2. Übersicht des Standes der Technik

[0002] Bei der unterstützten Atmung, insbesondere bei medizinischen Anwendungen, werden Gase mit hohen Pegeln relativer Feuchtigkeit durch Leitungen einer verhältnismäßig eingeschränkten Größe zugeführt und rückgeführt. Der Aufbau von Kondensat an der Innenwand der Leitung ist häufig das Ergebnis dieser hohen Feuchtigkeit. Im Stand der Technik wurde versucht, die nachteiligen Wirkungen dieser Kondensation entweder durch ein Reduzieren der Kondensatmenge oder durch das Vorsehen von Sammelpunkten in der Leitung zum Abführen kondensierter Flüssigkeit aus der Leitung zu verringern. Eine Reduzierung der Kondensation bestand allgemein darin, die Temperatur des Gasstroms und/oder der Leitungswand zu halten oder zu erhöhen, um die Kondensatbildung zu reduzieren.

[0003] Eine Vorrichtung, wie sie im Oberbegriff von Anspruch 1 angegeben ist, ist in dem Dokument EP-A-0 535 379 beschrieben.

[0004] Das Dokument WO88/01903 beschreibt ein Rohr aus einem Material, das selektive und reversible Wasserabsorptionseigenschaften besitzt und das mit einem geflochtenen Netz ummantelt ist.

[0005] Das Dokument US-A-5 84-8 233 beschreibt ein flexibles doppelwandiges Rohr, das ein schraubenförmig gewundenes Verstärkungsmaterial zwischen der inneren und der äußeren Rohrwand aufweist.

Übersicht der Erfindung

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, für ein Bauelement zu sorgen, das bei spezieller Verwendung im Expirationszweig eines Atemkreislaufts zumindest ein Stück Weg in Richtung der Überwindung der vorgenannten Probleme geht oder das der Öffentlichkeit oder der medizinischen Fachwelt zumindest eine sinnvolle Wahl bietet.

[0007] Gemäß einem ersten Aspekt besteht die Erfindung in einem Atemkreislauf-Bauelement, umfassend:
einen Einlass,
einen Auslass und

eine umschließende Wand, die eine Gasdurchführung zwischen dem Einlass und dem Auslass definiert, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Bereich der umschließenden Wand aus einem Material besteht, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen, und dass die Durchführung zumindest ein schraubenförmig gewundenes Polymerband oder einen schraubenförmig gewundenen Polymerstreifen (**314**) aufweist, der teilweise oder ganz aus einem Material besteht, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen, wobei jeweilige Kanten benachbarter Windungen des Streifens aneinanderstoßen oder einander überlappen und verbunden sind, und dass das Bauelement eine Längsverstärkung gegen eine Längsdehnung der Durchführung aufweist und dass die Längsverstärkung eine Mehrzahl von sich längs erstreckenden Fäden/Streifen (**351**) umfasst, die um den Perimeter der umschließenden Wand beabstandet sind, wobei jeder der Fäden/Streifen im wesentlichen parallel zu der Gesamtachse der Durchführung ausgerichtet ist, und dass die Längsverstärkung an den Zwischenabständen entlang der Länge der Längsverstärkung mit dem Bauelement verbunden ist.

[0008] Gemäß einem weiteren Aspekt besteht die Erfindung in einer Vorrichtung zum Bilden eines Atemkreislauf-Zweiges, umfassend:
eine Hülse, auf der eine Rohrwand abgelegt werden kann und die die abgelegte Rohrwand in einer Vorschubachse vorschiebt und die abgelegte Rohrwand um die Vorschubrichtung dreht, wobei die Vorschubgeschwindigkeit und die Rotationsgeschwindigkeit zusammen eine Ganghöhe definieren, zumindest einen Filmlegekopf, der auf der Hülse einen Film ablegt, wobei die kombinierte Breite des durch die Filmlegeköpfe abgelegten Films breiter ist als die Ganghöhe, so dass benachbarte Windungen des abgelegten Films einander überlappen, um einen Überlappungssaum zu bilden, einen Verstärkungsrippenlegekopf für jeden der Filmlegeköpfe, wobei jeder Verstärkungsrippenlegekopf eine Verstärkungsrippe auf einen Überlappungssaum legt, einen Axialfadenlegekopf, der über der und um die Hülse montiert ist und der eine Mehrzahl von Fadenzuführungen trägt, deren jede das Abziehen eines Fadens von einem Vorrat erlaubt, und einen Rotator zum Drehen des Axialfadenlegekopfes mit im wesentlichen der gleichen Geschwindigkeit wie die erwartete Drehgeschwindigkeit des Rohres.

[0009] In der folgenden Beschreibung wird ein Material, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen, durchgehend als "atmungsfähiges" Material bezeichnet. Materialien können aufgrund ih-

rer Zusammensetzung, ihrer physikalischen Beschaffenheit oder einer Kombination von beiden atmungsfähig sein.

[0010] Der Fachmann, an den sich die Erfindung richtet, wird erkennen, dass zahlreiche konstruktive Änderungen und unterschiedliche Ausführungsformen und Anwendungen möglich sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen, der in den anliegenden Ansprüchen angegeben ist. Die vorliegenden Offenbarungen und Beschreibungen sind rein illustrativ und in keiner Weise einschränkend.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsdarstellung einer Leitung für den Expirationszweig eines Atemkreislaufs;

[0012] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsdarstellung eines Abschnitts einer Leitungswand gemäß einer möglichen Konstruktion;

[0013] [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsdarstellung eines Co-Extrusions-Gesenkkopfs zum Extrudieren einer zwei Längsstreifen aus einem durchlässigen Material aufweisenden Leitung, die ähnlich ist wie die Leitung von [Fig. 1](#);

[0014] [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsdarstellung eines koaxialen Atemkreislaufs gemäß einer weiteren Ausführungsform und mit einer integrierten Leitung;

[0015] [Fig. 5](#) ist eine Seitenansicht, zum Teil in einem Querschnitt, des koaxialen Atemkreislaufs von [Fig. 4](#);

[0016] [Fig. 6](#) ist eine Seitenansicht, zum Teil in einem Querschnitt, eines expiratorischen Zweigs einer Leitung gemäß einer weiteren Ausführungsform;

[0017] [Fig. 7](#) ist eine geschnittene Seitenansicht eines expiratorischen Zweigs für einen Atemkreislauf gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0018] [Fig. 8](#) ist eine geschnittene Seitenansicht eines expiratorischen Zweigs für einen Atemkreislauf gemäß einer noch weiteren Variante;

[0019] [Fig. 9a-Fig. 9i](#) zeigen eine Reihe von Leitungskonstruktionen, die verschiedene Arten eines Längsverstärkungselements aufweisen;

[0020] [Fig. 10](#) ist eine Draufsicht auf eine Leitungsbildungsvorrichtung zum Bilden einer verstärkten doppelwandigen Leitung gemäß der vorliegenden Erfindung, wie zum Beispiel die in den [Fig. 9h](#) oder [Fig. 9i](#) gezeigte Leitung;

[0021] [Fig. 11](#) ist eine Draufsicht einer Leitungsbildungsvorrichtung zum Bilden einer verstärkten Leitung gemäß [Fig. 7](#);

[0022] [Fig. 12](#) ist eine Draufsicht auf eine ähnliche Leitungsbildungsvorrichtung zum Bilden einer verstärkten Leitung gemäß [Fig. 8](#) und

[0023] [Fig. 13](#) ist eine im Querschnitt dargestellte Seitenansicht einer Katheter-Befestigung, in der die vorliegende Erfindung enthalten ist.

DETAILBESCHREIBUNG

[0024] Bezugnehmend auf [Fig. 1](#) ist in einer Ausführungsform die Leitung 4 des Expirationszweigs eines Atemkreislaufs derart gebildet, dass sie einen oder mehrere Längsstreifen 2, 3 aus einer atmungsfähigen Membrane als Teil ihrer Wand 1 aufweist.

[0025] Ein mögliches Material für die atmungsfähigen Regionen ist ein aktiviertes perfluoriertes Polymermaterial mit extrem hydrophilen Eigenschaften. Ein Beispiel dieses Polymermaterials wird unter dem Markennamen NAFION von DuPont Fluoro products of Fayetteville USA vermarktet. Dieses Material ist wegen seiner extrem hydrophilen Eigenschaften und wegen seiner Extrudierbarkeit, insbesondere seiner Co-Extrudierbarkeit mit anderen Kunststoffmaterialien sinnvoll.

[0026] Es werden jedoch auch alternative Materialien in Betracht gezogen. Darunter befinden sich:

- (a) hydrophile thermoplastische Materialien
- (b) gewebte behandelte Textilprodukte, die atmungsfähige Charakteristiken zeigen.

[0027] Das bevorzugte Material ist ein hydrophiles Polyester-Blockcopolymer, das zu einem homogenen flachen Film geformt ist. Ein Beispiel eines solchen Films wird unter der Marke SYMPATEX vertrieben. Dieses Material ist speziell für Dünnfilm-Herstellungen geeignet.

[0028] In [Fig. 6](#) ist eine alternative Ausführungsform des expiratorischen Zweigs gezeigt, bei der die gesamte flexible Wandmembrane der Leitung aus einer atmungsfähigen Kunststoffmembrane geformt ist, die extrudiert und schraubenförmig gewickelt ist, wobei die Kanten benachbarter Windungen miteinander versiegelt sind.

[0029] Weitere Variationen der Ausführungsform von [Fig. 6](#) sind in den [Fig. 9a](#) bis [Fig. 9i](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) dargestellt. In diesen Figuren ist die flexible Wandmembrane der Leitung durch eine Verstärkung ergänzt, um für einen Widerstand gegen ein seitliches Quetschen/Brechen und gegen eine Längsausdehnung der Leitung zu sorgen. Es sind weitere Abwandlungen gezeigt, einschließlich Varianten mit

mehreren atmungsfähigen Kunststoffmembranen. Eine Vorrichtung zum Bilden solcher Leitungen wird mit Bezug auf die [Fig. 10](#), [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) beschrieben.

[0030] Bezugnehmend auf die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) ist ein weiterer Aspekt der Erfindung gezeigt, wobei eine Expirationszweigleitung als die innere Leitung einer koaxialen Leitungskonfiguration vorgesehen ist, so dass Ausatmungsgase und Einatmungsgase jeweils in einer/einem von der inneren Leitung und dem Raum zwischen der inneren Leitung und der äußeren Leitung strömen und bei Benutzung Wasserdampf, jedoch kein flüssiges Wasser von der Expirationsgas-Durchführung zur Inspirationsgas-Durchführung übertragen wird.

[0031] Ein Bauelement, in dem die vorliegende Erfindung zweckmäßiger Weise enthalten sein kann, ist eine Katheterbefestigung. Die Anwendung der Erfindung auf eine Katheterbefestigung ist mit Bezug auf [Fig. 13](#) beschrieben.

[0032] Alternativ wäre es möglich, dass einer oder mehrere Längsabschnitte (Längen) der Leitung aus dem atmungsfähigen Material oder isolierte Regionen der Leitungswand aus diesem Material gebildet sind. Die hierin beschriebenen Ausführungsformen werden jedoch aufgrund ihrer offensichtlichen einfachen Herstellbarkeit bevorzugt, da sie linear herstellbar sind, entweder durch eine kontinuierliche Naht, durch Kleben oder Schweißen, durch Co-Extrusion oder durch Wickeln auf einer Hülse.

[0033] Als logische Konsequenz der Materialkosten wird eine Herstellung der Leitungswand mit einer relativ geringen Wanddicke bevorzugt, und zwar so weit, dass die Leitungswandmembrane nicht ausreichend stabil ist, um selbsttragend zu sein.

[0034] Bezugnehmend auf die [Fig. 2](#), [Fig. 6](#), [Fig. 9a](#) bis [Fig. 9i](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) können spiral- oder schraubenförmige innere (oder äußere) Verstärkungselemente oder eine Reihe von reifenförmigen Verstärkungselementen an der Außenseite (oder Innenseite) der rohrförmigen Membrane vorgesehen sein, um für eine Stütze zu sorgen. Die schraubenförmigen, spiralförmigen oder reifenförmigen Stützelemente können zum Beispiel aus Polymer-Kunststoffmaterialien hergestellt sein, wie das in der Wand der Leitung (die nicht Teil der atmungsfähigen Bereiche ist) verwendete Material, oder sie können als Alternative zum Beispiel eine Stütze aus Metalldraht, beispielsweise gezogenem Stahldraht, sein.

[0035] Die in [Fig. 2](#) gezeigte Leitung kann nach einem von mehreren Verfahren hergestellt werden. Zum Beispiel kann die rohrförmige Membrane als kontinuierliches Rohr geliefert werden. Alternativ könnte sie in Bandform bereitgestellt werden, wobei

das Ergebnis die Leitung von [Fig. 6](#) wäre. Wird die Membrane als extrudiertes Band geliefert, kann sie schraubenförmig auf einer Hülse gewickelt werden. Die schraubenförmige Stützrippe, die in einem halbgeschmolzenen Zustand bereitgestellt wird, wird dann auf die Überlappung zwischen benachbarten Windungen gelegt. Die Wärme von der schraubenförmigen Stützrippe verbindet die beiden benachbarten Streifen, wobei die Rippe eine flexible, elastische Leitung bildet, sobald sie abgekühlt ist.

[0036] Bezugnehmend auf [Fig. 6](#) kann eine zusätzliche Hüllschicht **83** über der Außenseite der Leitung vorgesehen sein. Die Hüllschicht **83** wird an den Scheiteln der Rippen **30** gestützt. Die Hüllschicht **83** kann ferner ein Streifen oder ein Band aus extrudierter Kunststoffolie sein, das schraubenförmig auf die auf der Hülse gebildete Leitung gewickelt ist. Diese zusätzliche Hülle kann einer Vielfalt von Zwecken dienen und kann vielfältig von Nutzen sein. Die Hüllschicht **83** kann gebildet sein, um zusätzlich für eine Stabilität, Verstärkung und einen Schutz zu sorgen, zum Beispiel durch die Wahl eines geeigneten Materials oder durch die Wahl einer geeigneten Materialdicke. Das Material kann ein atmungsfähiges Material sein, wie zum Beispiel das als Basis für die innere Leitungswand dienende Material, oder sie kann aus einem weniger teuren undurchlässigen Material gebildet sein. In diesem Fall ist eine Reihe von Löchern oder Perforationen **85** vorzugsweise entlang des Streifens oder Bandes **84** vorgesehen, um Wasserdampf oder angesammeltes Kondenswasser austreten zu lassen. Die Löcher oder Perforationen **85** können in vorteilhafter Weise gebildet werden, indem während des Formungsvorgangs mit einer erhitzten Schneidspitze Löcher in das Band **84** gestochen werden. Es hat sich gezeigt, dass das Wegschrumpfen der Kunststoffolie von der erhitzten Schneidspitze einheitliche und geeignet große Löcher produziert, wobei ein Ring von Material, das sich aufgebaut hat, an der Lippe der Öffnung für eine Verstärkung sorgt. Zusätzlich zu der Verstärkung und dem Schutz der inneren Leitung bildet die Hülle **83** auch eine Barriere gegen den Luftstrom über der inneren Leitung, wodurch für eine Isolierwirkung gesorgt wird. Die Isolierwirkung ist dort stärker, wo die Hülle **83** keine Perforationen **85** aufweist.

[0037] Bezugnehmend auf die [Fig. 9a-Fig. 9i](#) wurde festgestellt, dass eine der Schwierigkeiten bei der Verwendung einer atmungsfähigen Membrane wie SYMPATEX ihre niedrige elastische Streckgrenze ist. Unter Einwirkung einer Längskraft lässt sich die SYMPATEX-Membrane demzufolge leicht unelastisch dehnen/strecken, wodurch das ästhetische Aussehen verloren geht und der Rohrdurchmesser verengt wird. Die mit Bezug auf [Fig. 6](#) beschriebene Ausführungsform mit mehreren Wänden geht ein Stück Weg in Richtung der Überwindung dieser Schwierigkeit, indem eine zweite Schicht eines at-

mungsfähigen Materials vorgesehen ist. In der perforierten Form kann die äußere Kunststoffmembrane des weiteren aus einem Kunststoffmaterial geformt sein, das über eine höhere elastische Streckgrenze als das bevorzugte SYMPATEX verfügt.

[0038] Eine alternative Konstruktion kann als Längsverstärkung für das Rohr verwendet werden. Diese Verstärkung ist vorzugsweise in Form einer zusätzlichen Hülle vorgesehen, die eine offene Struktur oder Netzstruktur hat. Zum Beispiel kann die Hülle durch eine Vielzahl von parallelen extrudierten Polymerfäden gebildet sein, die parallel zur Achse der Leitung verlaufen, durch eine Vielzahl von extrudierten Polymerfäden, die geflochten oder in ähnlicher Weise um die Leitung angeordnet sind und die eine wesentliche axiale Komponente in ihrer Richtung haben, oder durch ein vorgeformtes oder kontinuierlich gebildetes Netz, das geformt ist, um ähnlich wie das zum Bilden der atmungsfähigen Wand eingesetzte Verfahren eine Hülle zu bilden. Ein solches Netzmaterial kann hergestellt werden durch Bilden eines nichtgewebten oder eines gewebten Netzes aus einzelnen Polymerfäden oder durch Dehnen/Strecken einer mikroporierten dünnen Bahn, um ein expandiertes Netz zu erhalten, oder durch andere geeignete Verfahren. Ein Teil oder jedes dieser Verfahren kann zur Zeit des Formens der Verstärkungshülle oder unmittelbar darauffolgend unter Verwendung des Netzes durchgeführt werden.

[0039] Eine Vielfalt von alternativen Ausführungsformen der Leitung, die eine Verstärkungshülle wie oben erläutert umfassen, ist in den [Fig. 9a](#) bis [Fig. 9i](#) dargestellt. Zwei weitere bevorzugte Formen sind in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) gezeigt. Diese Ausführungsformen haben verschiedene Vorteile und/oder Nachteile.

[0040] In [Fig. 9a](#) ist eine Leitung aus einem extrudierten Band **200** hergestellt, das zur Bildung einer atmungsfähigen Wand schraubenförmig auf einer Hülse gewickelt ist. Eine Netzhülle **202** ist aus einem Netzband gebildet, das schraubenförmig auf der Außenseite der atmungsfähigen Membrane **200** gewickelt ist. Die einander überlappenden Kanten des Netzbands und das atmungsfähige Membranband koinzidieren, und eine Verstärkungsrippe **201** aus geschmolzenem Kunststoff ist entlang dieser Kanten verlegt. Die geschmolzene Verstärkungsrippe leitet vorzugsweise die thermische Verbindung aller vier koinzidierenden Schichten ein, nämlich zwei Schichten aus einer atmungsfähigen Membrane und zwei Schichten aus einem Polymernetz. Es versteht sich, dass das Polymernetz an der Innenseite oder an der Außenseite der atmungsfähigen Membrane angeordnet sein kann. Bevorzugt wird jedoch, dass die Innenfläche der Leitungswand glatt ist, weshalb das Netzband vorzugsweise an der Außenseite der atmungsfähigen Membrane angebracht ist. Es versteht sich,

dass jede Windung des Netzbands zur gleichen Zeit direkt über jeder Windung der atmungsfähigen Membrane angebracht werden kann, so dass die Kanten benachbarter Windungen eine Kante des Netzbands überlappen, wobei eine Netzbandkante zwischen den Kanten benachbarter Windungen des atmungsfähigen Membranbands zu liegen kommt, was eine Alternative zu der Darstellung in [Fig. 9a](#) ist. Es versteht sich ebenfalls, dass von dem atmungsfähigen Membranband und dem Netzband eines oder beide zur gleichen Zeit mit dem Bilden der Leitung aus diesen Bändern geformt werden kann/können und dass das Netz und die Membrane dem gemäß über einen Teil oder die Gesamtheit ihrer Kontaktflächen verbunden sein können, zusätzlich zu der Verbindung, die durch die Wärme von der Verstärkungsrippe **201** erreicht wird.

[0041] In [Fig. 9b](#) ist eine Leitung gebildet, die die gleiche Konstruktion aus einer atmungsfähigen Membrane **200**, einem Netz **202** und einer Verstärkungsrippe **201** aufweist. Zudem kann eine weitere Hülle aus einer atmungsfähigen Membrane **203** an der Außenseite der Leitung angebracht sein, wobei die Kanten von benachbarten Windungen **203** an die Außenseite der Verstärkungsrippe **210** gedrückt und mit dieser verbunden sind. Dies schafft eine zusätzliche Wärmeisolierung und erlaubt gleichzeitig eine Entfeuchtung des Raums zwischen den Innen- und Außenwänden.

[0042] In [Fig. 9c](#) ist die Leitung von [Fig. 9a](#) mit einer atmungsfähigen Membranwand **200**, einer Netzhülle **202** und einer Verstärkungsrippe **201** gezeigt. In der Ausführungsform von [Fig. 9c](#) ist eine weitere atmungsfähige Membranhülle **204** an der Außenseite der Netzhülle **202** vorgesehen. Der Effekt ist, das Netz **202** einzuschließen und damit für ein schöneres Aussehen und eine besser annehmbare Außenfläche zu sorgen. Ein Nachteil dieser Konstruktion ist die Mehrzahl von Schichten, die durch die Wärme von der Verstärkungsrippe **201** thermisch verbunden werden müssen. Eine Konstruktion dieses Typs kann daher eine zusätzliche örtliche Erwärmung erfordern, um die einander überlappenden Kanten benachbarter Windungen der Membranen **200**, **202** und **204** thermisch zu verschweißen.

[0043] In [Fig. 9d](#) ist eine Variation der in [Fig. 9d](#) gezeigten Ausführungsform dargestellt. In dieser Ausführungsform ist die äußere atmungsfähige Membrane **205** von der Netzmembrane **202** weg aufgeblasen, während in [Fig. 9c](#) die äußere atmungsfähige Membrane **204** an der Netzmembrane **202** anliegt oder mit derselben verbunden ist. In [Fig. 9d](#) ist die atmungsfähige Membrane **205** durch eine aufgeblasene Tasche **211** von den darunterliegenden Membranen **200**, **202** weg gehalten. Dies kann als eine Variante von [Fig. 9b](#) betrachtet werden, in der die Verstärkungsrippe **201** ganz an der Außenseite der Lei-

tung angebracht ist. Die Mehrzahl von Schichten an den aneinanderstoßenden Kanten bereitet die gleichen Herstellungsschwierigkeiten wie die Ausführungsform von [Fig. 9c](#).

[0044] In [Fig. 9e](#) ist ein Abschnitt der Leitung gezeigt, in dem die Netzhülle von der die atmungsfähige Membrane aufweisenden Leitungswand **200** beabstandet ist. Die Netzhülle **206** ist über der Verstärkungsrippe **201** zumindest in der Nähe des Stoßes der benachbarten Windungen der atmungsfähigen Membrane **200** vorgesehen. Wenn die Netzhülle aus einem gewickelten Band gebildet ist, haften die benachbarten Windungen **206** des gewickelten Bandes nach dem Einwirken der in der Verstärkungsrippe vorhandenen Wärme über der Verstärkungsrippe **201**. Diese Ausführungsform reduziert die Anzahl der benachbarten Schichten, die durch die Verstärkungsrippe zu verbinden sind, und sie erlaubt eine Funktion der Schichten der atmungsfähigen Membrane und des Netzes jeweils unabhängig voneinander, wodurch dieses Rohr biegsamer wird als zum Beispiel das Rohr in [Fig. 9a](#).

[0045] [Fig. 9f](#) ist eine Variation der Ausführungsform von [Fig. 9e](#). Während in [Fig. 9e](#) zwischen der Netzschiicht **206** und der atmungsfähigen Membranschicht **200** ein Luftraum vorgesehen ist, ist die Netzschiicht **207** in [Fig. 9f](#) geschrumpft, unter ein Vakuum gesetzt oder eingefallen, so dass sie an der atmungsfähigen Membranschicht **200** anliegt. Wenn eine oder mehrere atmungsfähige Membranen und Netze gleichzeitig mit dem Bilden der Leitung gebildet werden, können diese Schichten **207** und **200** dort, wo sie sich treffen, über einen Teil oder ihren gesamten Kontaktbereich verbunden sein. Diese Ausführungsform sorgt für die entscheidenden Vorteile von [Fig. 9e](#) und für eine Konstruktion mit Qualitäten ähnlich jenen von [Fig. 9a](#).

[0046] In [Fig. 9g](#) ist in einer weiteren Ausführungsform eine zu der Ausführungsform von [Fig. 9f](#) zusätzliche atmungsfähige Membrane vorgesehen, die sich zwischen den Windungen der Verstärkungsrippe **201** und der Außenseite des Netzes **207** erstreckt. Zur Unterstützung der Verbindung und zum Zwecke einer weiteren Verstärkung kann eine weitere Verstärkungsrippe **209** an der Außenseite der zweiten atmungsfähigen Schicht **208** angeordnet sein.

[0047] In [Fig. 9h](#) ist eine noch weitere Ausführungsform gezeigt, die eine Variation der in [Fig. 9g](#) dargestellten Ausführungsform ist. In der Ausführungsform von [Fig. 9h](#) ist eine zweite Schicht einer atmungsfähigen Membrane **210** an der Außenseite der zweiten Verstärkungsrippe **209** vorgesehen. Dies geschieht anstelle der Anordnung zwischen der zweiten Verstärkungsrippe **209** und der Netzschiicht **207**, wie das bei der zweiten atmungsfähigen Schicht **208** in der Ausführungsform von [Fig. 9g](#) der Fall war. Dadurch

wird ein größerer enthaltener Luftraum zwischen den atmungsfähigen Schichten **202** und **210** geschaffen, und es muss in jedem Fall nur eine doppelte Dicke eines Polymers, eines Films oder eines Netzes durch die Verstärkungsrippen **201** oder **209** verbunden werden.

[0048] In [Fig. 9i](#) ist eine noch weitere Ausführungsform gezeigt, die eine Variation der Ausführungsform von [Fig. 9h](#) ist. In der Ausführungsform von [Fig. 9i](#) ist die Netzschiicht **206** nicht luftleer, zusammengefallen/geschrumpft oder unter Vakuum gesetzt, wie in den [Fig. 9f](#) bis [Fig. 9h](#), sondern sie ist vielmehr zwischen den Windungen der Verstärkungsrippe **201** auf die in [Fig. 9e](#) gezeigte Weise straff gespannt. Dies schafft ein Paar von Lufträumen zwischen den atmungsfähigen Schichten **200** und **210**, wobei die Netzschiicht **206** die freie Luftströmung zwischen den Schichten zum Teil behindert. Diese Konstruktion hat den Nachteil, dass das frei aufgehängte Netz **206** einen Niederschlag in dem zwischen den atmungsfähigen Membranen **200** und **210** eingeschlossenen Raum fördert, wodurch flüssiges Wasser in dem Hohlraum der schraubenförmigen Wand zurückgehalten wird.

[0049] Sämtliche vorstehend beschriebenen Konfigurationen sehen eine Längsverstärkung vor, wobei jede davon Vorteile und Nachteile hat, deren einige genannt wurden. Diese Konstruktionen erfordern bei ihrer Ausführung eine Verbindung zwischen einigen oder allen der verschiedenen Schichten, zum Beispiel zwischen der atmungsfähigen Membrane und der einen oder anderen Verstärkungsrippe, der Verstärkungsrippe und dem Netz, dem Netz und der atmungsfähigen Membrane. Demzufolge wird die Verwendung von entsprechend kompatiblen Materialien für jedes Element der Konstruktion bevorzugt. Wenn gleich zum Beispiel eine geschmolzene Polyesterrippe sich in geeigneter Weise mechanisch mit einem Nylon- oder Polypropylennetz verbindet, kann sich eine Sprödigkeit entwickeln und/oder es kann die gleichzeitige Verbindung der Verstärkungsrippe mit einer angrenzenden Schicht einer atmungsfähigen Membrane auf Polyesterbasis behindert werden, zum Beispiel in der Ausführungsform von [Fig. 9a](#). Demzufolge wird bevorzugt, dass alle drei Elemente das gleiche Basispolymer aufweisen, und für SYMPATEX zum Beispiel, das ein Produkt auf Polyesterbasis ist, werden eine Verstärkungsrippe und ein Netz aus Polyester bevorzugt.

[0050] Weitere Variationen der vorstehenden Ausführungsformen umfassen das Ersetzen der äußeren atmungsfähigen Schicht in den [Fig. 9b](#), c, d, g, h und i je nach Wunsch mit einer perforierten, nicht durchlässigen Schicht. Eine derartige Variation schafft jedoch nicht den vollständigen Isoliereffekt, während die Übertragung von flüssigem Dampf aus dem Isolierraum zurückgehalten wird, um eine weitere Über-

tragung durch die Leitungswand zu ermöglichen.

[0051] Ein Beispiel einer Formungsvorrichtung zur Herstellung des Produkts, nämlich des Atemrohres gemäß den in den [Fig. 9a](#) bis [Fig. 9i](#) beschriebenen Ausführungsformen ist in [Fig. 10](#) dargestellt. Insbesondere ist die Vorrichtung im Zusammenhang mit der Formung/Bildung einer Leitung gemäß [Fig. 9h](#) oder [Fig. 9i](#) dargestellt. Die Vorrichtung umfasst eine Hülse **300**, die vorzugsweise einem bekannten Typ entspricht und die eine Mehrzahl von Drehstäben aufweist, die um einen zentralen Stützstab angeordnet sind. Die Stäbe erstrecken sich von einem Getriebe in einer Maschinenführung **301** und werden durch dieses Getriebe gedreht. Zumindest in dem Bereich, in dem das Rohr geformt/gebildet wird, folgen die Stäbe einer schraubenförmigen Bahn. Der Steigungswinkel der Stäbe relativ zu dem Stützstab steuert den Steigungswinkel des geformten/gebildeten Rohres. Ein Beispiel einer solchen Maschine ist ein spiralförmiger Rohrleitungsdorn, der von OLMAS SRL of Italy zu beziehen ist. Das auf der Hülse geformte/gebildete Rohr wird gedreht und wird durch die Bewegung der Drehstäbe in Richtung des Pfeils **303** vorgeschoben. Die Vorschubgeschwindigkeit der Hülse wird relativ zur Drehgeschwindigkeit gewählt, so dass die Steigung der schraubenförmigen Verlegung des Streifens oder Bandes auf der Hülse **301** etwas geringer ist als die Breite des Streifens, so dass benachbarte Windungen einander knapp überlappen. Ein erster Extruder **304** extrudiert ein Band **314** aus atmungsfähigen Polymermaterialien. Das Band **314** wird durch die Aktion der Hülse schraubenförmig auf der Hülse **300** abgelegt. Die Steigung beim Ablegen des Bandes **314** ist geringfügig kleiner als die Breite des Bandes **314**. Durch das schraubenförmige Ablegen des Bandes **314** wird die innere atmungsfähige Wand **200** der Leitung gebildet. Ein zweiter Extruder **305** extrudiert eine Verstärkungsrippe **315** aus einem Polymermaterial. Die Verstärkungsrippe **315** wird auf der Hülse über der Verbindungsstelle oder Überlappung zwischen benachbarten Windungen des Bandes **314** abgelegt und bildet eine erhabene Verstärkungsrippe **201** entlang der Verbindungs- bzw. Stoßstelle. Ein Band **316** aus einer Verstärkungsmembrane wird von einer Rolle **306** abgezogen, derart, dass die Kanten an benachbarten Windungen der Verstärkungsrippe **201** zu liegen kommen. Das schraubenförmig abgelegte Verstärkungsband **316** bildet die Verstärkungsschicht **206**. Ein dritter Extruder **307** extrudiert ein zweites geschmolzenes Polymerband **317**. Die Verstärkungsrippe **317** wird schraubenförmig entlang der Überlappung zwischen benachbarten Windungen des Verstärkungsbandes **316** abgelegt. Ein vierter Extruder **308** extrudiert ein zweites Band **318** aus atmungsfähigem Polymer. Das zweite Band **318** aus atmungsfähigem Polymer wird auf der Hülse **300** derart abgelegt, dass es sich zwischen benachbarten Windungen der zweiten Verstärkungsrippe **317** erstreckt. Be-

nachbarte Windungen des Bands **318** überlappen einander, wobei sie ausreichend geschmolzen sind, um über der zweiten Verstärkungsrippe **209** zu verschmelzen, wodurch die äußere atmungsfähige Hülle **210** gebildet wird.

[0052] Zusätzlich zu der Verbindung der Filmüberlappungen durch Aufbringen der geschmolzenen Verstärkungsrippe können andere aktive Schmelzverfahren angewandt werden. Dies kann besonders nützlich sein, wenn eine Schicht von Längsverstärkungen oder Mull unmittelbar angrenzend an die atmungsfähige Filmschicht vorgesehen ist. Aktive Verfahren können Heißluftschweißen, Warmwalzen oder HF-Schweißen einschließen. Beim Heißluftschweißen wird ein Heißluftstrom auf die Überlappung benachbarter Windungen des atmungsfähigen Films geblasen, wodurch die benachbarten Kanten miteinander verschmolzen werden. Dieses Verfahren gilt als einigermaßen erfolgreiches Verfahren.

[0053] Zum Warmwalzen wird eine erwärmte Walze oder werden erwärmte Walzen mit der Überlappung in Kontakt gebracht und schmelzen den Film zusammen. Wie das Heißluftschweißen basiert das Warmwalzen auf einer lokalen direkten Erwärmung der Filmüberlappung.

[0054] Bei dem HF-Schweißen wirkt der Film als eine Isolierschicht zwischen einem Paar von Platten. Eine Ladung wird zwischen den Platten hindurchgeleitet, wodurch die Kunststofffilmüberlappung zusammen geschmolzen wird. Die Platten können in der Form eines Walzen/Rollenpaares vorgesehen sein, eine Walze/Rolle an der Außenseite und eine an der Innenseite des Rohres, oder in Form einer Walze/Rolle und eines der Drehstäbe der Hülse. Wenn die Platten in Form von Walzen/Rollen (oder als Roll- und Formdorn) vorgesehen sind, lässt sich das HF-Schweißen als kontinuierliches Verfahren gestalten, wodurch ähnliche Vorteile wie beim Heißluftschweißen oder Warmwalzen erzielt werden.

[0055] In einer weiteren Variation des Herstellungsverfahrens kann das Rohr aus dem atmungsfähigen Film anstatt eines kontinuierlichen schraubenförmigen Streifens mit einer Längsnaht ausgebildet sein. In einer solchen Ausführungsform würde eine breitere Filmbahn während ihrer Extrusion oder während ihres Abziehens von einer Rolle um einen Dorn gewickelt werden. Längskanten würden einander überlappen, und die Naht würde durch eines der vorstehend genannten Verfahren verschweißt werden. Ein Rotationsextruder kann dann eine Verstärkungsrippe oder Verstärkungsrippen auf dem Kunststofffilm extrudieren. Weitere Verstärkungs- oder Filmschichten und schraubenförmige Verstärkungsrippen können nach Bedarf durch weitere Wickelstationen oder Rotationsextruder aufgebracht werden.

[0056] Noch weitere Ausführungsformen einer expiratorischen Atemleitung mit Längsverstärkung sind in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) gezeigt. Bei diesen Ausführungsformen kommen Längsverstärkungsfäden zum Einsatz, die parallel zur Achse der Leitung verlaufen.

[0057] In der Ausführungsform von [Fig. 7](#) weist die Leitung eine innere atmungsfähige Polymerwand **250** mit einer Mehrzahl von sich axial erstreckenden Verstärkungsfäden **251** auf, die entlang der Länge der Wand verlaufen und die um den Perimeter des Rohres beabstandet sind. Die Fäden **251** sind parallel zueinander und zur Hauptachse der Leitung ausgerichtet. Eine Schicht einer zusätzlichen Längsverstärkung **252**, in der Art wie vorstehend beschrieben und in der Form eines gewebten oder nicht gewebten Netzes mit einer geeigneten Orientierung (wenngleich eine Ausrichtung mit den Hauptfäden, die in einem Winkel zu Hauptachse der Leitung verlaufen, bevorzugt wird), umschließt die atmungsfähige durchlässige Wand und die Verstärkungsfäden. Eine schraubenförmige Verstärkungsrippe **253** ist mit der Außenseite des Netzes **252** verschmolzen oder verklebt.

[0058] Ein bevorzugtes Verfahren zur Bildung des Rohres gemäß der Ausführungsform von [Fig. 7](#) wird mit Bezug auf die in [Fig. 11](#) dargestellte Vorrichtung beschrieben. Insbesondere wird in der Vorrichtung von [Fig. 11](#) sowohl das innere atmungsfähige Rohr **250** als auch die Längsverstärkungsschicht **252** durch schraubenförmiges Wickeln eines vorgeformten Bandes oder Streifens aus einem Basismaterial (ein atmungsfähiger Polymerstreifen **260** bzw. ein Netzstreifen **262**) auf eine sich drehende Hülse **270** (wie zum Beispiel vorstehend im Zusammenhang mit [Fig. 10](#) beschrieben) gebildet. Der Streifen **260** oder **262** wird jeweils von Rollen **273** und **274** abgezogen. Benachbarte Windungen von atmungsfähigem Polymer **260** überlappen einander an ihren Kanten. Diese einander überlappenden Kanten werden durch thermisches Schweißen miteinander verschweißt. Das thermische Schweißen wird als kontinuierliches Verfahren durch einen Heißluftschweißkopf **275** durchgeführt. Die Drehung und der Vorschub der Hülse **270** durch den Rotationskopf **275** führt die Naht zwischen den benachbarten Windungen des Bandes **260** kontinuierlich an dem Kopf **275** vorbei. Ein frei drehbarer Fadenlegekopf **276** befindet sich über der Hülse **270** in einer Position zwischen dem Heißluftschweißkopf **275** und der Netzspule **274**. Der Rotationskopf **276** trägt eine Mehrzahl von Spulen **279** mit den Verstärkungsfäden **251**. Der Kopf **276** ist durch einen Elektromotor und einen Antriebsriemen **277** und **278** drehbar. Der Kopf **276** wird vorzugsweise mit einer Geschwindigkeit gedreht, die mit der Drehgeschwindigkeit der Hülse **270** synchronisiert ist. Der Vorschub der Hülse **270** zieht Faden **280** von den Spulen **279** ab, so dass dieser in Form von parallelen

Fäden **251** an der Außenseite der atmungsfähigen Membrane **250** abgelegt wird. Das Band **262** der Längsverstärkung wird danach als eine schraubenförmige Anordnung mit zur Bildung einer kontinuierlichen Hülle einander überlappenden Windungen über den Fäden **251** in Anordnung gebracht. Eine Verstärkungsrippe **263** wird durch einen Extruder **281** auf der Überlappung zwischen benachbarten Windungen des Netzbandes **262** extrudiert, um dadurch die schraubenförmige Verstärkungsrippe **253** zu bilden.

[0059] Diese Ausführungsform der Erfindung sorgt für einen atmungsfähigen Exhalationszweig, der durch eine schraubenförmige Verstärkungsrippe gegen ein Brechen und durch axiale Fäden **251** gegen eine Längsausdehnung geschützt ist. Die Netzhülle **252** schützt die axialen Fäden vor einem Ausbeulen oder Ausziehen.

[0060] In der Ausführungsform von [Fig. 8](#) weist die Leitung eine innere atmungsfähige Polymerwand **350** auf. Eine schraubenförmige Verstärkungsrippe **353** ist mit der inneren atmungsfähigen Wand **350** verschmolzen oder verklebt. Eine Mehrzahl von Verstärkungsfäden **251**, die entlang der Länge der Wand verlaufen und die um den Perimeter des Rohres beabstandet sind, sind parallel zueinander und zur Hauptachse der Leitung ausgerichtet. Die Fäden **351** sind an der schraubenförmigen Verstärkungsrippe **353** gehalten, wobei die Fäden **351** die Zwischenräume zwischen den Windungen der schraubenförmigen Verstärkungsrippe überspannen. Wichtig bei dieser Ausführungsform ist, dass die Verstärkungsfäden (Material, Stärke und Anzahl) derart gewählt werden, dass die Fäden ausreichend steif sind, um nicht unter den übergangsweise reduzierten Innendrücken, denen sie während der Atmung des Patienten ausgesetzt sein könnten, zu knicken. Ein uneingeschränktes oder zu starkes Knicken der Fäden könnte zu einer axialen Kontraktion der Leitung in einem nicht akzeptierbaren Maße führen. Die axialen Fäden **351** können gesponnene oder geflochtene Fasern, gezogene oder extrudierte Monofilamente oder andere äquivalente Formen sein.

[0061] Ein bevorzugtes Verfahren zum Formen/Bilden des Rohres gemäß der Ausführungsform von [Fig. 8](#) wird mit Bezug auf die in [Fig. 12](#) gezeigte Vorrichtung beschrieben. Insbesondere wird in der Maschine von [Fig. 12](#) das atmungsfähige Rohr **350** durch schraubenförmiges Wickeln eines vorgeformten Bandes oder Streifens aus einem atmungsfähigen Polymerstreifen **360** auf einer rotierenden Hülse **370** gebildet. Der Streifen **360** wird von Rollen **373** abgezogen. Benachbarte Windungen eines atmungsfähigen Polymers **360** überlappen einander an ihren Kanten. Diese einander überlappenden Kanten werden durch thermisches Schweißen miteinander verschmolzen. Das thermische Schweißen wird als kontinuierliches Verfahren durch einen Heißluft-

schweißkopf **375** durchgeführt. Die Rotation und der Vorschub der Hülse **370** lassen die Naht zwischen benachbarten Windungen des Bandes **360** kontinuierlich an dem Kopf **273** vorbeilaufen. Eine Verstärkungsrippe **363** wird durch einen Extruder **381** auf der Überlappung zwischen benachbarten Windungen des atmungsfähigen Bandes **362** extrudiert, um dadurch die schraubenförmige Verstärkungsrippe **353** zu bilden. Ein frei drehbarer Fadenlegekopf **376** befindet sich nach dem Verstärkungsrippen-Extruder **381** über der Hülse. Der rotierende Kopf **376** trägt eine Mehrzahl von Spulen **379** mit den Verstärkungsfäden **351**. Der Kopf **376** ist durch einen Elektromotor und einen Antriebsriemen **377** und **378** drehbar. Vorzugsweise wird der Kopf **376** mit einer Geschwindigkeit gedreht, die mit der Drehgeschwindigkeit der Hülse **370** synchronisiert ist. Der Vorschub des Rohres entlang der Hülse **370** zieht Faden **380** von den Spulen ab, so dass dieser in Form von parallelen Fäden **351** an der Außenseite der Verstärkungsrippe verlegt wird.

[0062] Diese Ausführungsform der Erfindung schafft einen atmungsfähigen Exhalationszweig, der durch die schraubenförmige Verstärkungsrippe gegen ein Brechen und durch die axialen Fäden **351** gegen eine Längsausdehnung geschützt ist. Die gespannten Fäden verhindern einen direkten Kontakt eines Benutzers mit der Oberfläche des atmungsfähigen Rohres, wodurch die Gefahr, durchstoßen zu werden oder dergleichen, verringert wird.

[0063] Es versteht sich, dass bei all den Formungsverfahren, die zur Bildung eines Rohres das Wickeln eines schmalen Bandes oder Streifens beinhalten, es möglich wäre, zwei oder mehr Bänder oder Streifen gleichzeitig auf einer Hülse zu wickeln, so dass zwischen den durch jedes Band gebildeten Windungen Windungen anderer Bänder zur Anordnung kämen, wobei die Kanten einander überlappen und miteinander verbunden werden würden. Zum Beispiel könnte ein Paar von Bändern als Doppelwendel verlegt werden. Dies würde eine Vervielfachung der mit den aufgewickelten Komponenten des Rohres oder der Leitung verbundenen Anzahl von Formungsstationen erfordern.

[0064] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, können andere Formen der Leitung, wie sie zum Beispiel in [Fig. 1](#) dargestellt sind, durch eine Co-Extrusion des atmungsfähigen Materials (wenn das Material ein geeignetes extrudierbares Material ist) mit einem den Rest der Leitungswand bildenden Kunststoffmaterial gebildet werden. Ein geeignetes Co-Extrusionsgesenk **9** ist in [Fig. 3](#) dargestellt, wobei das atmungsfähige Kunststoffmaterial durch ein Paar von umfangsseitigen Abschnitten **7** der Gesenköffnung hindurch extrudiert wird, während das nicht durchlässige Kunststoff-Wandmaterial durch die restlichen Abschnitte **8** der ringförmigen Extrusionsöffnung hindurch extru-

diert wird.

[0065] Der Zweck der atmungsfähigen Region oder Regionen der Leitungswand ist die Ermöglichung einer Diffusion von Wasserdampf aus dem expiratorischen Zweig des Atemkreislaufs entlang seines Weges, unabhängig von speziellen Ablaufstellen. Dies eliminiert den Aufbau von Kondensat in dem expiratorischen Zweig durch ein Trocknen der befeuchteten Gase während ihres Durchströmens des expiratorischen Zweigs. Ferner reduziert dies die Feuchtigkeit der Gase, die an Zusatzgeräten wie Filtern, Ventilatoren und dergleichen ankommen, wodurch das Risiko einer Kondensatansammlung reduziert und dadurch der Betrieb dieser Zusatzgeräte verbessert wird.

[0066] Gemäß einem weiteren Aspekt und wie in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) beispielhaft dargestellt, kann die einen oder mehrere Streifen einer atmungsfähigen Membrane aufweisende Leitung ferner als eine passive Befeuchtungseinrichtung in einen coaxialen Atemkreislauf integriert sein. Insbesondere bezugnehmend auf den Querschnitt in [Fig. 4](#) kann der coaxiale Atemkreislauf eine äußere Leitung **11** und eine innere Leitung **10** aufweisen. Aus Gründen der Wärmeübertragung führt die innere Leitung **10** den Inspirationsstrom in ihrem Raum **2**. Der Expirationsstrom wird vorzugsweise in dem Raum **13** zwischen der inneren Leitung **10** und der äußeren Leitung **11** geführt. Diese Luftströmungs-Konfiguration ist jeweils durch die Pfeile **20**, **19** in [Fig. 5](#) angegeben.

[0067] Die innere Leitung **10** ist derart gebildet, dass sie in ihrer Wand einen oder mehrere Streifen **2**, **3** einer atmungsfähigen Membrane aufweist, wie das vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) beschrieben wurde. Dadurch kann Feuchtigkeit in dem expiratorischen Strömungsraum **13** durch die Abschnitte **2**, **3** der atmungsfähigen Membrane hindurch gelangen, um den Einatmungsstrom in dem inspiratorischen Strömungsraum **12** zu befeuchten.

[0068] Die atmungsfähige Membrane arbeitet in Reaktion auf relative Partialdrücke von Wasserdampf, so dass mit den Strömen in einer Gegenströmungs-Anordnung eine im wesentlichen passive Befeuchtung des Einatmungsstromes erreicht werden kann.

[0069] In [Fig. 5](#) ist ein die coaxiale Leitung gemäß [Fig. 4](#) aufweisender Kreislauf dargestellt. Bei diesem Kreislauf hat die Leitung einen Verbinder **15** am Patienten-Ende und einen Verbinder **16** am Ventilator-Ende, mit einer Inspirationsöffnung **17** und einer Expirationsöffnung **18**. Die inspiratorischen, und expiratorischen Gegenströmungen **20** und **19** sind angegeben.

[0070] Bei der coaxialen Leitung kann es vorkom-

men, dass der Ventilator das Leck in der inneren Leitung nicht registriert. Ein solches Leck kann den Patienten kurzschließen, das heißt, der Patient wird nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt. Ein solcher Kurzschluss lässt sich durch die Anbringung eines Sensors am Patienten-Ende erfassen. Vorzugsweise ist dieser Sensor in dem Verbinder **15** am Patienten-Ende angeordnet. Ein näher am Ventilator stattfindender Kurzschluss führt dazu, dass der Patient das in seiner Nähe vorhandene Luftvolumen fortgesetzt wiedereinatmet. Diese wiederum hat einen Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Leitung nahe am Patienten zur Folge, der durch einen CO₂-Sensor direkt erfasst werden kann. Ein solcher Sensor kann einem beliebigen Modell von derzeit auf dem Markt befindlichen Sensoren entsprechen. Alternativ dazu kann dieses Wiedereinatmen durch die Überwachung der Temperatur der Gase an dem Verbinder **15** an dem Patienten-Ende erfasst werden, wobei ein Anstieg der Temperatur über eine vorgegebene Höhe darauf hinweist, dass ein Wiedereinatmen stattfindet.

[0071] Um über das oben Genannte hinaus die Bildung von Kondensat entweder in der inneren oder in der äußeren Leitung **10** oder **11** zu reduzieren oder zu eliminieren und um eine im wesentlichen einheitliche Temperatur in dem Gasstrom durch die Leitung beizubehalten, kann eine Heizeinrichtung wie beispielsweise ein Widerstandsheizdraht entweder in der inneren oder in der äußeren Leitung vorgesehen sein, der in den Gasräumen **12** oder **13** oder innerhalb der Leitungswände selbst angeordnet ist. Eine Möglichkeit ist, dass der Heizdraht auch als verstärkende/aussteifende Stütze (wendelförmiger Draht **25** in [Fig. 4](#)) in der inneren Leitung **10** oder, bei einer koaxialen Leitung, in der äußeren Leitung dient.

[0072] Ein weiteres Atemkreislauf-Bauteil, auf das die vorliegende Erfindung anwendbar ist, ist eine Katheter-Befestigung. Eine Katheter-Befestigung ist zwischen ein Patienten-Schnittstellenbauteil wie ein Mundstück, eine Nasenmaske oder einen Endotrachealtubus und die dualen Zweige eines Atemkreislaufs geschaltet. Der Anschluss an die dualen Zweige des Atemkreislaufs erfolgt allgemein über einen Y-Verbinder. In dem Inhalations- und Exhalationszyklus des Patienten übernehmen die beiden Zweige des Atemkreislaufs jeweils eine unterschiedliche Aufgabe, nämlich der eine Zweig die Aufgabe der Inhalationsleitung und der andere Zweig die Aufgabe der Exhalationsleitung. Die Katheter-Befestigung erfüllt eine Doppelrolle und transportiert sowohl eingeatmete Gase als auch ausgeatmete Gase. Demzufolge kann die Katheter-Befestigung erhebliche Nachteile aufweisen. Ein Volumen ausgeatmeter Luft bleibt zwischen dem Ausatmen und dem Einatmen in der Katheter-Befestigung zurück. Folglich wird ein Teil der Luft von dem Patienten wiedereingeatmet.

[0073] Wenngleich ein solches Wiedereinatmen nicht grundsätzlich unakzeptierbar ist, ist es allgemein nicht wünschenswert, und im Falle eines erheblichen Wiedereinatmens ist sehr wahrscheinlich eine Erhöhung der Menge zugeführten Sauerstoffs nötig.

[0074] Gase, die von einem Patienten eingeatmet werden, werden in einem gut geführten Ventilationsystem in einem Zustand verabreicht, in dem die Feuchtigkeit nahe an den Sättigungslevel heranreicht und die Temperatur annähernd der Körpertemperatur entspricht, nämlich normalerweise einer Temperatur zwischen 33°C und 37°C. Diese Temperatur lässt sich beibehalten durch eine Heizeinrichtung in der Inhalationsleitung, die bis zu dem Punkt reicht, an dem die Gase in die Katheter-Befestigung einströmen. Von einem Patienten ausgeatmete Gase werden vollständig gesättigt rückgeführt und während ihrer Strömung durch die Katheter-Befestigung einer weiteren Kühlung unterzogen. Demzufolge können trotz einer geringen Kondensatbildung an den Innenwänden während des Einatmens des Patienten beachtliche Kondensatmengen während des Ausatmens des Patienten entstehen. Die Kondensation oder der Niederschlag, die innerhalb der Katheter-Befestigung stattfinden, sind aufgrund der Nähe zu dem Patienten besonders nachteilig. Mobiles Kondensat, das der Patient atmet oder inhaliert, kann zu einem Hustenreflex oder zu anderen Unpässlichkeiten führen.

[0075] Eine die vorliegende Erfindung enthaltende Katheter-Befestigung ist in [Fig. 13](#) dargestellt. Die Katheter-Befestigung weist an dem Ventilator-Ende einen Y-Verbinder auf. Eine innere Leitung **455** erstreckt sich koaxial zu der äußeren Leitung **456**. Die innere Leitung **455** ist an ihrem Patienten-Ende an einem Verbinder **457** der inneren Leitung gehalten, der wiederum über Stützstreben **458** von dem Verbinder **459** an dem Patienten-Ende gehalten ist. Die innere Leitung **455** ist an ihrem anderen Ende an einem Verbinder **460** der inneren Leitung gehalten, der Teil des Verbinders **461** an dem Ventilator-Ende ist.

[0076] Bei der Katheter-Befestigung von [Fig. 13](#) kommuniziert der Verbinder **460** der inneren Leitung an dem Ventilator-Ende mit dem Verbinder **462** der Inspirationsleitung. Zumindest ein Teil der Wand der äußeren Leitung **456** ist aus einem atmungsfähigen Material hergestellt. Vorzugsweise ist die äußere Leitung **456** komplett aus einem atmungsfähigen Material gebildet und sie kann an ihrer Außenseite auch eine seitliche Verstärkung (eine spiralförmige Verstärkungsrippe **467**) und eine längliche Verstärkung (axial orientierte Fäden **490**) aufweisen. Wenn sie in der Art und Weise ausgebildet ist, wie diese an früherer Stelle im Zusammenhang mit den [Fig. 12](#) und [Fig. 8](#) beschrieben wurde, ist die spiralförmige Verstärkungsrippe **467** auf die Überlappung zwischen aufeinanderfolgenden Windungen des extrudierten Bandes gelegt und unterstützt die Verschmelzung

der Überlappung und die Verstärkung gegen ein Brechen.

[0077] Bei Benutzung gelangt demzufolge ein Einatemungsstrom wie durch den Pfeil **470** angegeben in die Katheter-Befestigung. Der Einatemungsstrom durchströmt die innere Leitung, um durch den Verbinder **459** an dem Patienten-Ende zu dem Patienten auszuströmen, wie anhand der Pfeile **471** dargestellt. Nach dem unterstützten oder anderweitigen Ausatmen des Patienten strömen die ausgeatmeten Gase durch den Verbinder **459** und in den die innere Leitung **455** umschließenden Raum, wie das durch die Pfeile **472** angegeben ist. Diese Gase strömen entlang der Innenseite der Wand der äußeren Leitung **456**, wie durch die Pfeile **473** angegeben, und durch den Expirationsrohr-Verbinder **463** des Ventilations-Verbinders **461** wie durch die Pfeile **474** angegeben nach draußen. Beim Durchströmen der Katheter-Befestigung in dem Raum zwischen der inneren Leitung **455** und der äußeren Wand **456** kann Wasserdampf durch die wasserdampfdurchlässigen Bereiche der äußeren Leitung **456** hindurchtreten. Abgesehen von Verstärkungsrippen, ist vorzugsweise die Gesamtheit der äußeren Leitung **456** atmungsfähig. Wenngleich die ausgeatmeten Gase möglicherweise einen Temperaturabfall erfahren, während sie die Katheter-Befestigung hin zu dem Verbinder **463** der Expirationsleitung durchströmen, geht eine Reduzierung der Feuchtigkeit durch Wasserdampf, der durch die atmungsfähige Membrane der äußeren Leitung hindurchtritt, Hand in Hand mit diesem Temperaturabfall. Demzufolge wird eine relative Sättigung des Ausatemungsstroms reduziert und damit auch ein Niederschlag.

[0078] Die Katheter-Befestigung, die erfindungsgemäße Merkmale aufweist, enthält eine explizite Teilung des Einatemungs- und des Ausatemungsstroms durch die Katheter-Befestigung, wodurch ein Wiedereinatmen bedeutend reduziert wird. Auch erfolgt eine Reduzierung des Niederschlags durch eine Reduzierung der Feuchtigkeit der ausgeatmeten Gase, auch wenn die Temperatur solcher Gase sinkt.

[0079] Während einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung als bevorzugt beschrieben wurden und gegenüber anderen Ausführungsformen bestimmte Vorteile erbringen, können sich auch viele andere Kombinationen als kommerziell sinnvoll erweisen.

[0080] In der vorliegenden Beschreibung ist der Begriff "umfasst" gleichbedeutend mit den Begriffen "enthält" oder "besteht aus" und der Begriff "umfassend" ist gleichbedeutend mit den Begriffen "enthaltend" oder "bestehend aus".

[0081] Die in der vorstehenden Beschreibung oder in den nachfolgenden Ansprüchen oder in den anlie-

genden Zeichnungen offenbarten Merkmale, die in ihrer speziellen Form oder im Sinne eines Mittels zur Ausübung der beschriebenen Funktion oder eines Verfahrens zum Erreichen des beschriebenen Ergebnisses zum Ausdruck kommen, je nachdem, können separat oder in einer Kombination solcher Merkmale für die Realisierung der Erfindung in ihren diversen Formen Anwendung finden.

Patentansprüche

1. Atemkreislauf-Bauelement, umfassend:
einen Einlass,
einen Auslass und
eine umschließende Wand (**4**, **200**, **350**), die eine Gasdurchführung zwischen dem Einlass und dem Auslass definiert, wobei zumindest ein Bereich der umschließenden Wand aus einem Material besteht, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Durchführung zumindest ein schraubenförmig gewundenes Polymerband oder einen schraubenförmig gewundenen Polymerstreifen (**314**) aufweist, der teilweise oder ganz aus einem Material besteht, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen, wobei jeweilige Kanten benachbarter Windungen des Streifens aneinanderstoßen oder einander überlappen und verbunden sind, und dass das Bauelement eine Längsverstärkung gegen eine Längsdehnung der Durchführung aufweist, wobei die Längsverstärkung eine Mehrzahl von sich längs erstreckenden Fäden/Streifen (**351**) umfasst, die um den Perimeter der umschließenden Wand beabstandet sind, wobei jedes der Gewinde im wesentlichen parallel zu der Gesamtachse der Durchführung ausgerichtet ist und
die Längsverstärkung an Zwischenabständen entlang der Länge der Längsverstärkung mit dem Bauelement verbunden ist.

2. Atemkreislauf-Bauelement nach Anspruch 1, wobei das Bauelement eine seitliche Verstärkung gegen ein Brechen aufweist und wobei die seitliche Verstärkung eine schraubenförmige Verstärkungsrippe (**201**) ist, die über den aneinanderstoßenden oder überlappenden Kanten zwischen Windungen des Streifens angeordnet ist.

3. Atemkreislauf-Bauelement nach Anspruch 2, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die Fäden/Streifen durch die schraubenförmige Verstärkungsrippe weg von der umschließenden Wand gehalten sind.

4. Atemkreislauf-Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die Fäden/Streifen (**351**) an Kreuzungen der Verstärkungsrippe mit der Verstärkungsrippe verbun-

den sind und die Zwischenräume zwischen benachbarten Windungen der schraubenförmigen Verstärkungsrippe überspannen.

5. Atemkreislauf-Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner dadurch gekennzeichnet, dass das Bauelement des weiteren eine äußere Hülle (83) aufweist, die über der Durchführung angeordnet und an der schraubenförmigen Verstärkungsrippe gehalten ist.

6. Atemkreislauf-Bauelement nach Anspruch 5, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Hülle zumindest Bereiche aufweist, die aus einem Material bestehen, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen.

7. Atemkreislauf-Bauelement nach Anspruch 5, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Hülle eine Mehrzahl von durch sie hindurchführenden Löchern oder Öffnungen (85) aufweist.

8. Atemkreislauf-Bauelement nach einem der Ansprüche 5 bis 7, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Hülle durch die Wirkung einer schraubenförmigen Verstärkungsrippe mit der umschließenden Wand verbunden ist.

9. Atemkreislauf-Bauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 8, ferner dadurch gekennzeichnet, dass das Bauelement eine weitere Wand aufweist, die aus einem Material besteht, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen, und die von der umschließenden Wand durch zumindest diese schraubenförmige Verstärkungsrippe beabstandet ist.

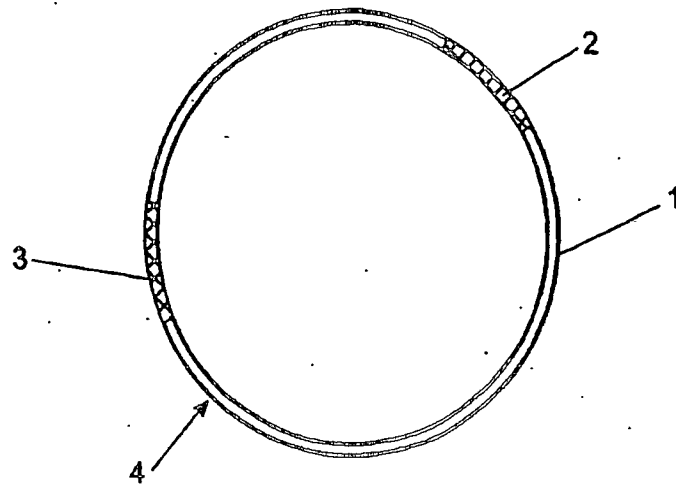
10. Atemkreislauf-Bauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 9, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die Längsverstärkung an der schraubenförmigen Verstärkungsrippe von der umschließenden Wand gestützt ist, dass eine zweite Verstärkungsrippe über der schraubenförmigen Verstärkungsrippe angeordnet ist und dass die Längsverstärkung zwischen der schraubenförmigen Verstärkungsrippe und der zweiten Verstärkungsrippe gehalten und verbunden ist.

11. Atemkreislauf-Bauelement nach Anspruch 10, ferner dadurch gekennzeichnet, dass das Bauelement eine weitere Wand aufweist, die aus einem Material besteht, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen, und die an der Außenfläche der zweiten Verstärkungsrippe angeordnet und verbunden ist.

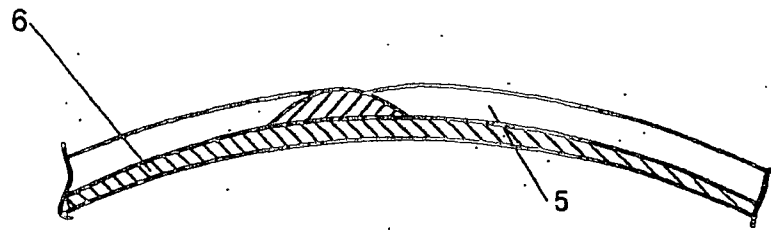
12. Atemkreislauf-Bauelement nach Anspruch

11, ferner dadurch gekennzeichnet, dass das Bauelement angrenzend an die Längsverstärkung zwischen der schraubenförmigen Verstärkungsrippe und der zweiten Verstärkungsrippe eine weitere Wand aus einem Material aufweist, das den Durchtritt von Wasserdampf erlaubt, ohne flüssiges Wasser oder Atemgase hindurchtreten zu lassen.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

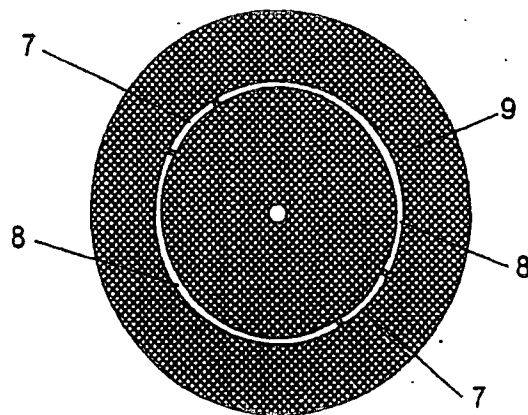


FIGUR 1



FIGUR 2

FIGUR 3



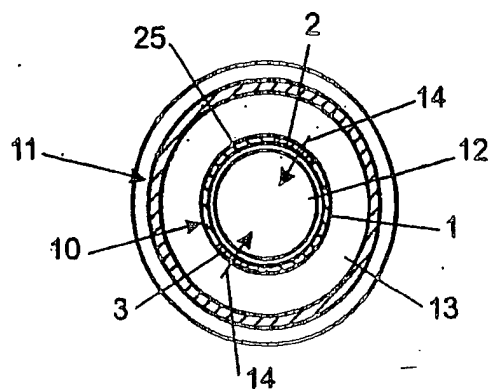


FIGURE 4

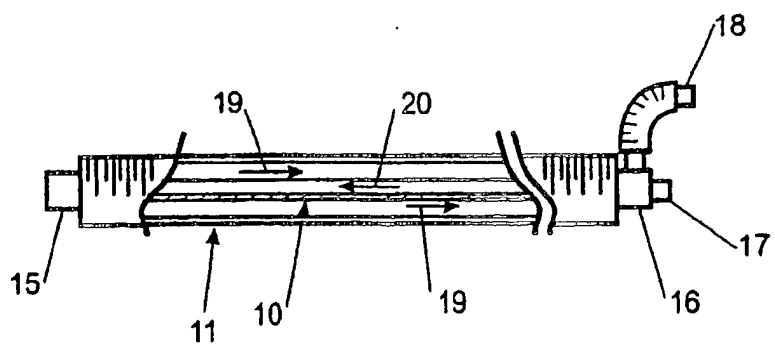
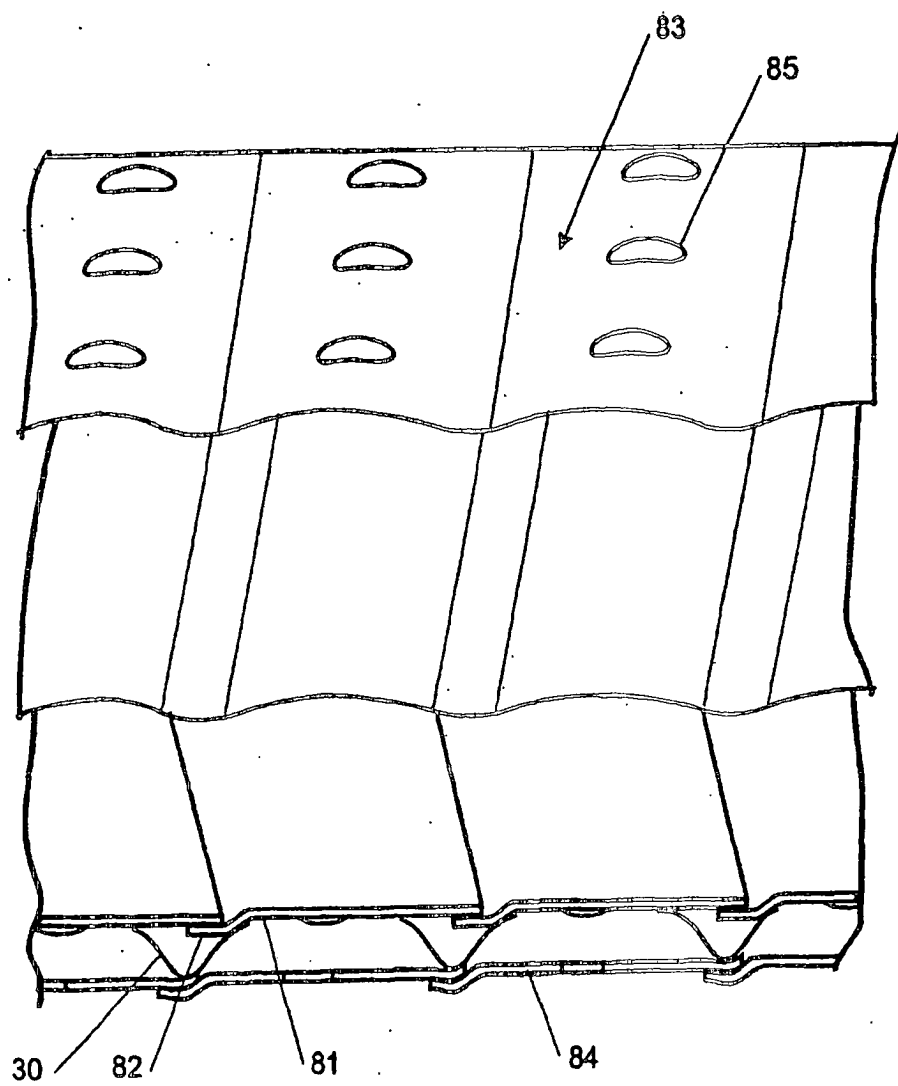
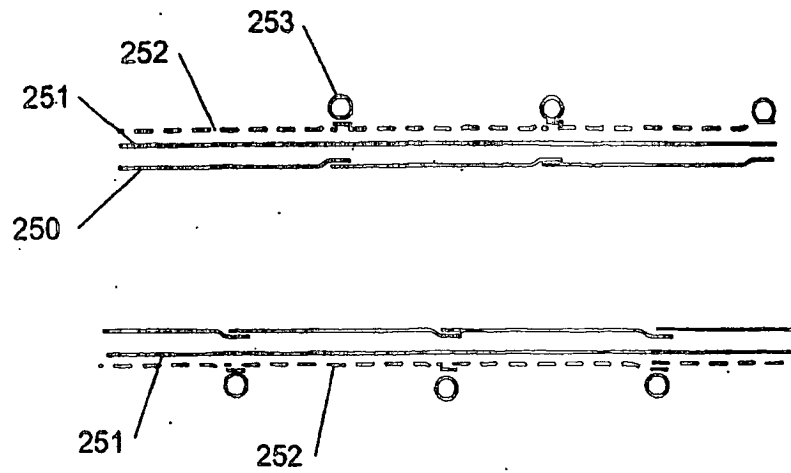


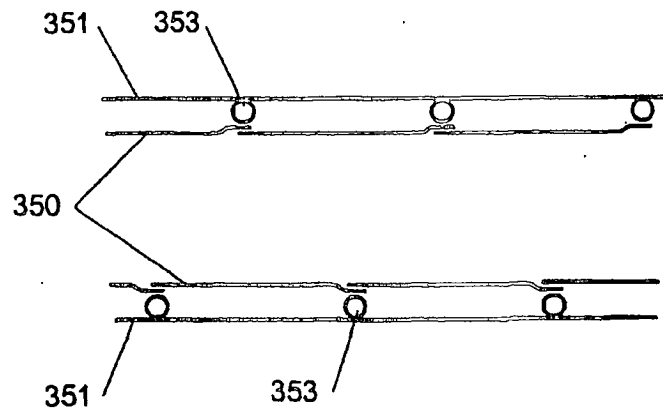
FIGURE 5



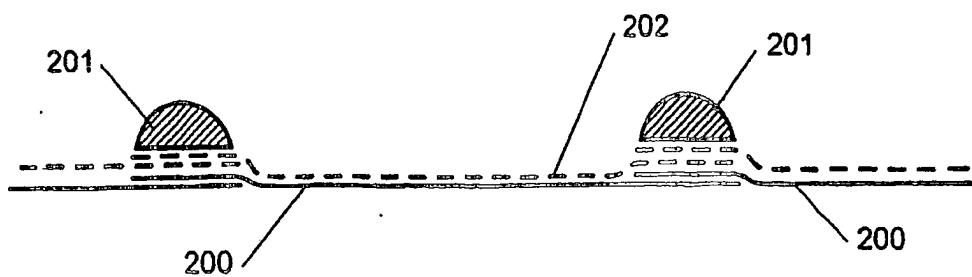
FIGUR 6



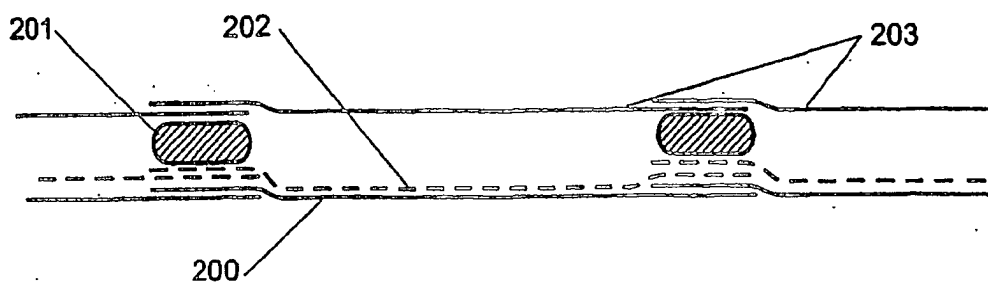
FIGUR 7



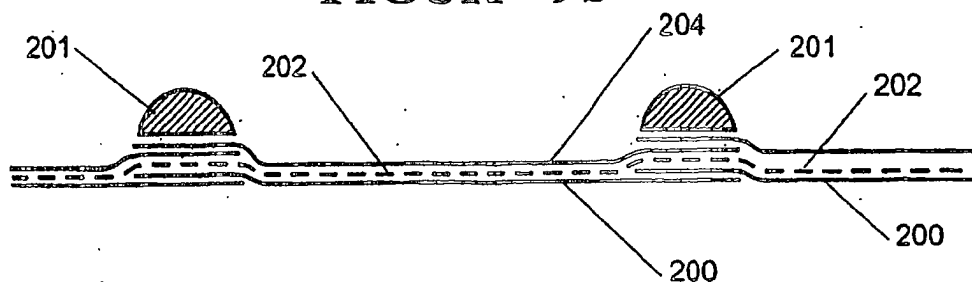
FIGUR 8



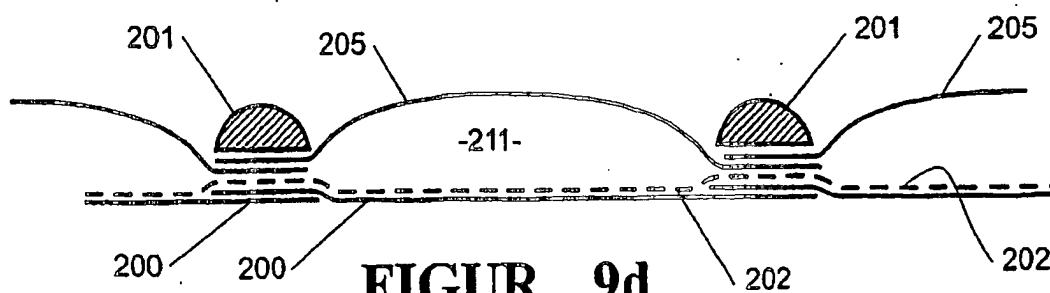
FIGUR 9a



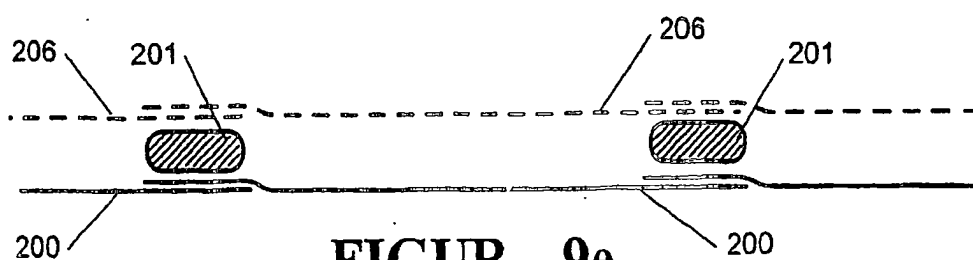
FIGUR 9b



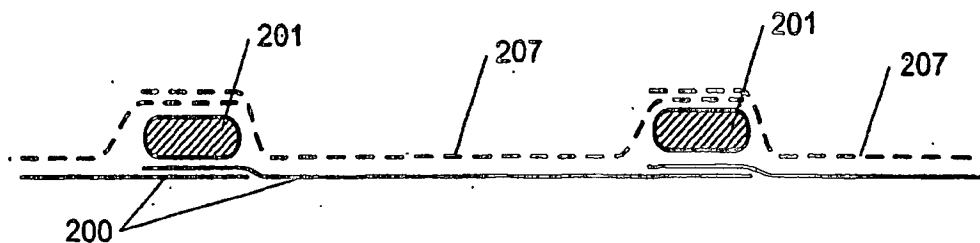
FIGUR 9c



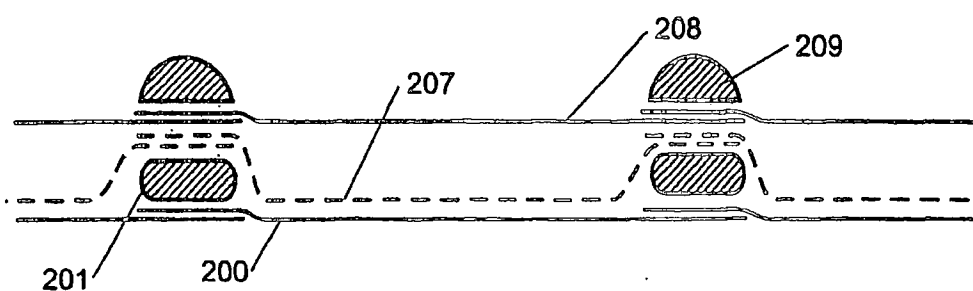
FIGUR 9d



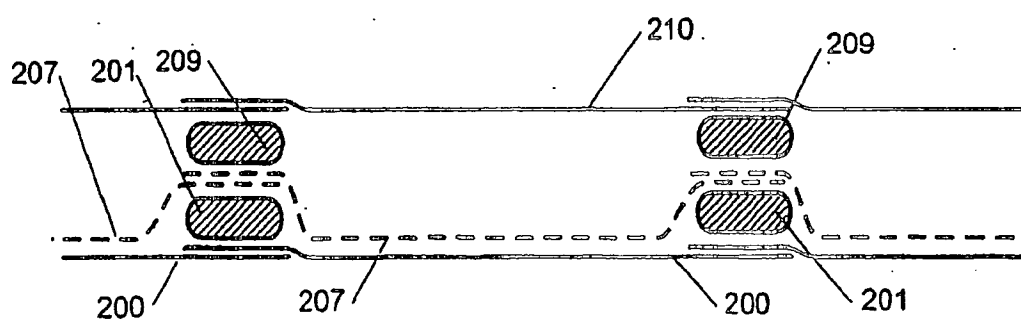
FIGUR 9e



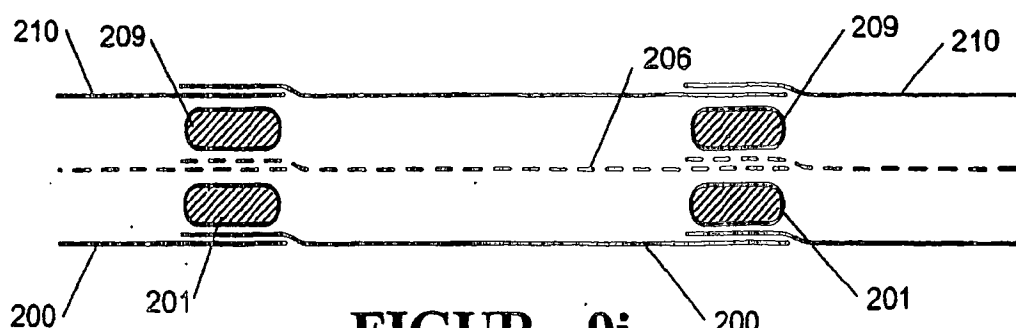
FIGUR 9f



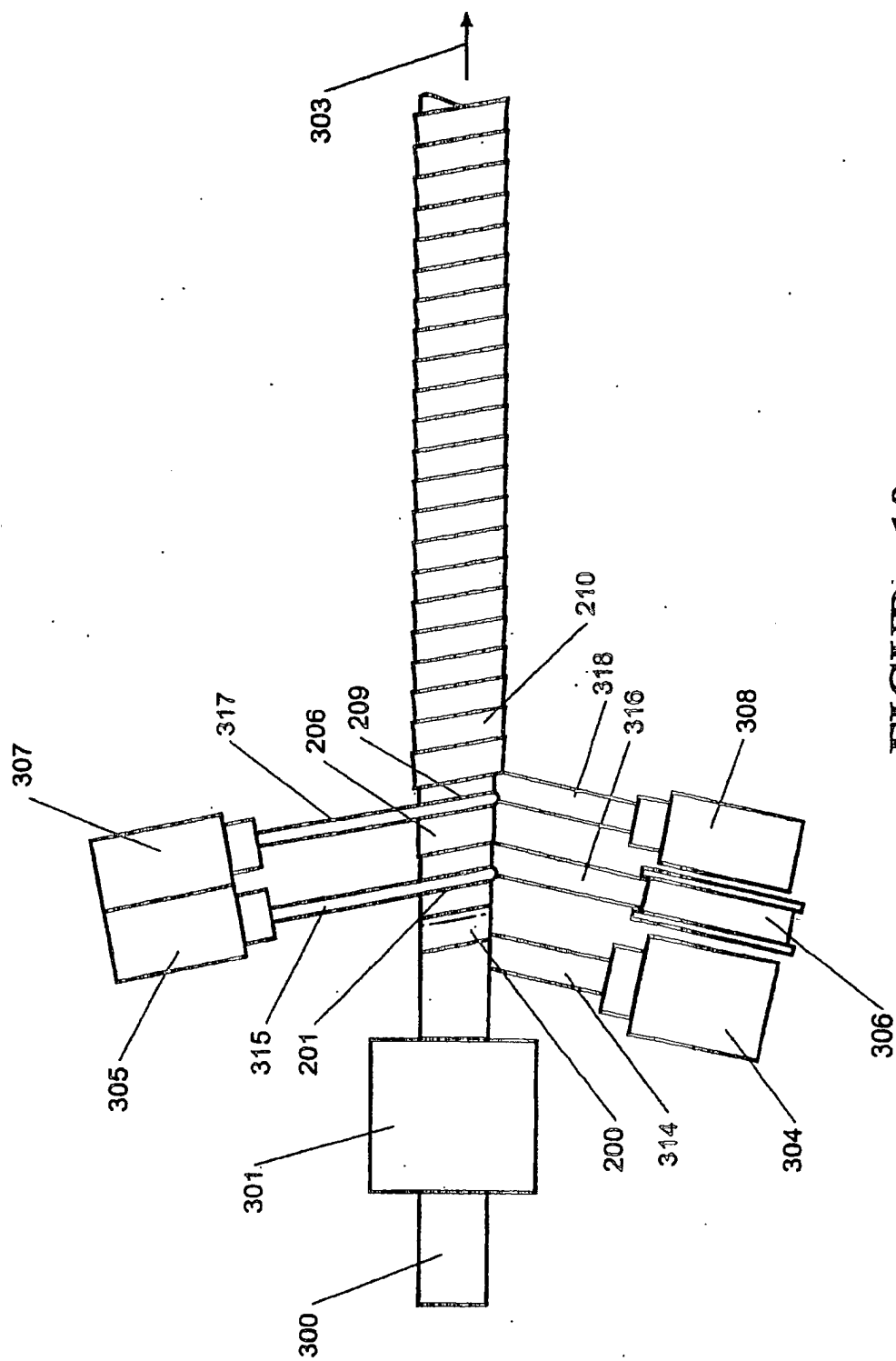
FIGUR 9g



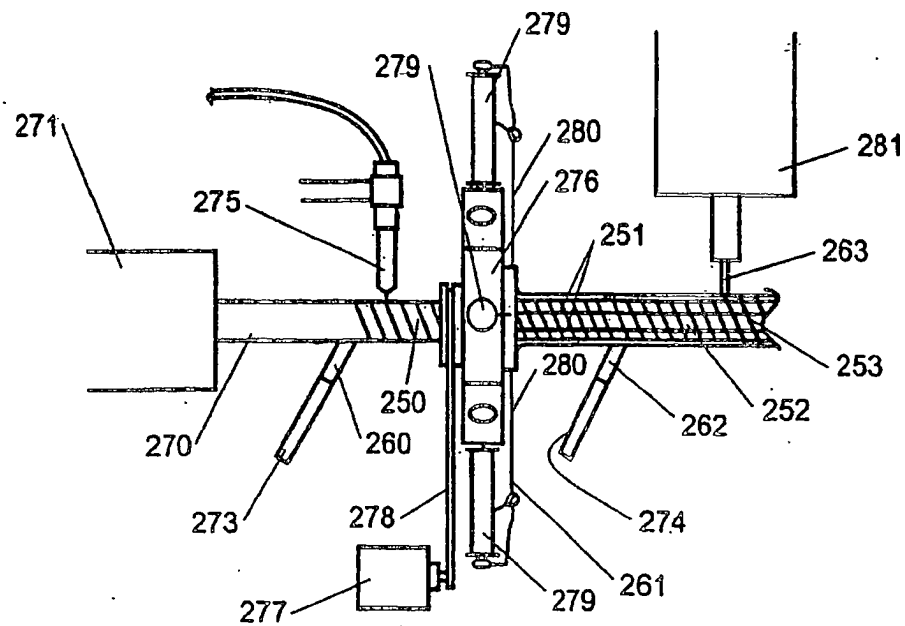
FIGUR 9h



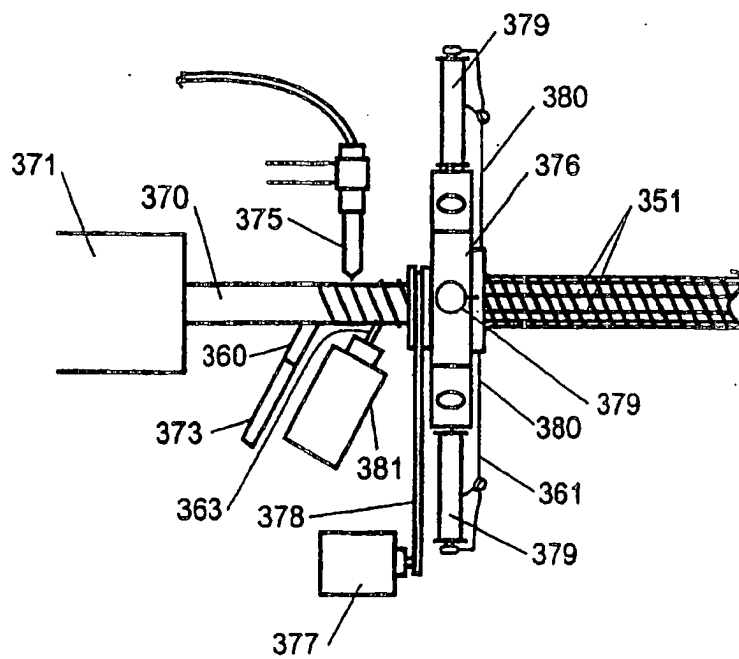
FIGUR 9i



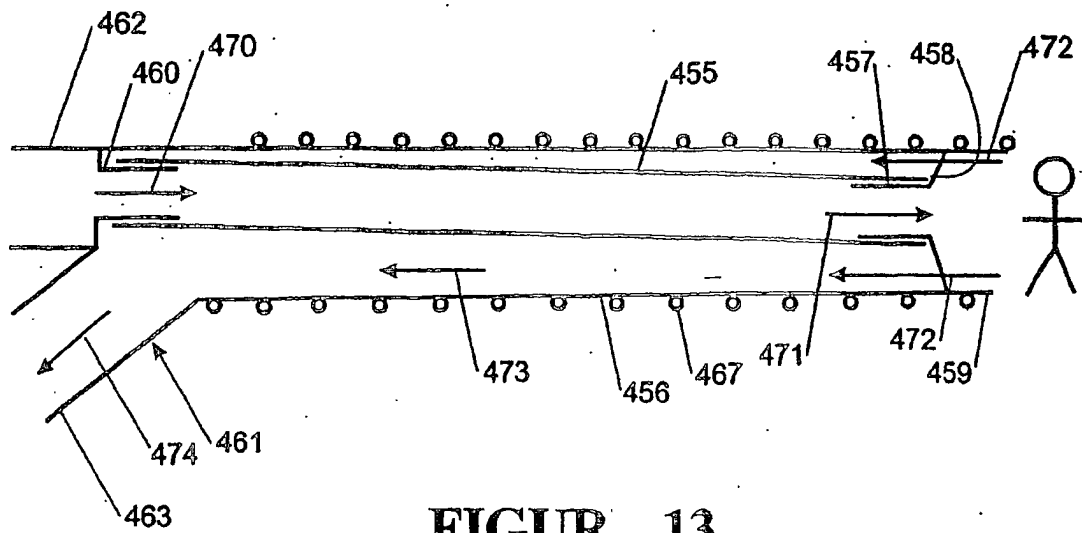
FIGUR 10



FIGUR 11



FIGUR 12



FIGUR 13