



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 20 511 T2** 2005.11.17

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 141 604 B1**

(51) Int Cl.7: **F16L 11/08**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 20 511.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/30054**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 966 353.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/37841**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.12.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **29.06.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.10.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **22.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.11.2005**

(30) Unionspriorität:
113098 P **21.12.1998** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FI, FR, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:
Parker-Hannifin Corp., Cleveland, Ohio, US

(72) Erfinder:
**FISHER, C., William, Cuyahoga Falls, US; SWAILS,
R., Michael, Madison, US**

(74) Vertreter:
Becker und Kollegen, 40878 Ratingen

(54) Bezeichnung: **DRUCKWIDERSTANDSFÄHIGE SCHLAUCHKONSTRUKTION**

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

[0001] Die –vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen eine flexible, hochdruckverstärkte, vorzugsweise thermoplastische Schlauchkonstruktion, und insbesondere eine Schlauchkonstruktion, die aufgrund einer Konstruktionsverstärkung besonderes kollabierbeständig ist, die über einem rohrförmigen Kern als Verbundstoff aus einem spiralförmig gewundenen in ersten und zweiten elastomeren Schichten eingekapselten Metalldraht, vorgesehen ist.

[0002] Ein flexibler Hochdruck- und Ultrahochdruckschlauch wird in zahlreichen Flüssigkeitsbeförderungsanwendungen, wie in Ölfeld- und hydraulischen Offshore-Anwendungen eingesetzt. Zum Beispiel kann bei der Gewinnung von Rohöl aus unterirdischen Reservoirs, Schiefergestein oder anderen Formationen eine wesentliche Ölmenge bei Beendigung der primären Wiedergewinnungsarbeiten, wie natürliche Verknappung, ungefördert bleiben. Daher werden häufig sekundäre Verfahren verwendet, um die Förderausbeute zu erhöhen. Eines der erfolgreicheren dieser Verfahren ist jenes eines mischbaren Flutens, wobei ein Lösemittel, wie Methanol, in die Formation eingespritzt wird. Das Rohöl, das mit dem Lösemittel mischbar ist, wird durch das Lösemittel aus der Formation gedrängt und mit diesem aus der Formation extrahiert. Sekundäre Ölgewinnungsverfahren sind des Weiteren in den US Patenten Nr. 3,557,873; 3,637,015; 3,811,501; 4,299,286; 4,558,740; 4,605,066; 4,609,043; 4,678,036; 4,800,957; 4,899,817; und 5,632,336 beschrieben. Eine andere derartige Methode ist die nicht mischbare Gewinnung, wobei Lauge oder Wasser anstelle des Lösemittels verwendet wird.

[0003] Im Allgemeinen müssen Schläuche, die zum Einspritzen von Lösemittel und für andere Ölfeldanwendungen ausgebildet sind, nicht nur bei einem relativ geringen Biegeradius flexibel, d.h., knickfest sein, sondern müssen auch imstande sein, hohen und ultrahohen Innendrücken standzuhalten, und in relativ langen kontinuierlichen Längen von 6000 Fuß (1830 m) oder mehr herstellbar sein. Wie hierin verwendet, gilt für "Hochdruck" die allgemeine industrielle Definition hydraulischer Arbeitsdrücke von mehr als etwa 1500 psi (10 MPa), wobei "ultrahoch" hierin zur Bezeichnung von Arbeitsdrücken von mehr als etwa 15.000 psi (100 MPa) oder mehr verwendet wird. Für eine Tiefseeölgewinnung und andere Unterwasserarbeiten müssen solche Schläuche des Weiteren imstande sein, Außendrücken von 500 bis 4.000 psi (3,4 bis 28 MPa) oder mehr standzuhalten, ein geringes Gewicht aufweisen und abriebbeständig sein, und für Lösemittleinspritzanwendungen zusätzlich einem Durchdringen von Methanol oder anderen Lösemitteln widerstehen.

[0004] In ihrer Grundstruktur sind Schläuche der vorliegenden Art für gewöhnlich so konstruiert, dass sie einen rohrförmigen Kern aufweisen, der von einer oder mehreren Verstärkungsschichten oder -lagen aus äußerst zugfestem Stahldraht und/oder Synthetikfaser umgeben ist. Die Verstärkungsschichten werden ihrerseits von einem umgebenden Außenmantel oder einer Hülle geschützt, der aus demselben oder einem anderen Material wie die Kernröhre bestehen kann. Die Hülle verleiht dem Schlauch auch eine erhöhte Abriebbeständigkeit.

[0005] Die Kernröhre, die aus einem thermoplastischen Material, wie Polyamid, Polyolefin, Polyvinylchlorid oder Polyurethan, oder aus einem synthetischen Gummimaterial, wie Buna-N oder Neopren, bestehen kann, wird für gewöhnlich extrudiert und gekühlt oder gehärtet. Wie ausführlich in den US Patenten Nr. 3,116,760; 3,159,183; 3,966,238, 4,952,262 beschrieben ist, kann, falls notwendig, die Röhre über einem Dornaufsatz oder andersartig gestützt in den letzteren Formungsstufen unter Verwendung von Luftdruck und/oder verringerten Bearbeitungstemperaturen mittels Querspritzkopf extrudiert werden.

[0006] Vom Extruder kann die Röhre auf einer Haspel oder einer anderen Aufnahmevorrichtung zur Weiterbearbeitung aufgenommen werden. Von der Haspel wird die Röhre abgegeben und dann wahlweise durch einen Applikator geleitet, wo sie mit einer Außenschicht aus einem Haftmaterial beschichtet wird, das im Falle eines thermoplastischen Schlauchs Polyurethan oder ein anderes Haftmittel auf Isocyanatbasis sein kann, oder im Fall eines "Gummischlauchs", d.h., vulkanisierbaren elastomeren Schlauchs, ein vulkanisierbarer Adhäsionsförderer. Die Kernröhre kann dann durch eine Flechtmaschine und/oder einen Spiralwinder zur Verstärkung mit einer oder mehreren umgebenden Schichten aus Draht und/oder Fasermaterial, wie Monofilament, Garn oder Roving, geleitet werden. Diese Verstärkungsschichten, die unter Spannung aufgetragen werden und an den Kern und an die benachbarten Verstärkungsschichten gebunden sein können, umfassen für gewöhnlich ein verwobenes Geflecht oder eine Spiralwindung aus Nylon, Polyester oder Aramidgarn oder einem äußerst streckbaren Stahl- oder anderen Metalldraht.

[0007] Nach dem Aufbringen der Verstärkungsschichten kann wahlweise die äußere Hülle oder der Mantel aufgebracht werden. Eine solche Hülle, die als Extrusion mittels Querspritzkopf oder als spiralförmig gewundene Umhüllung gebildet werden kann, umfasst ein abriebbeständiges Polymermaterial, wie Polyamid, Polyolefin, Polyvinylchlorid oder Polyurethan. Wie zuvor kann eine Haftmittelschicht zum Binden der äußeren Hülle an die Verstärkungsschichten verwendet werden.

[0008] Repräsentative, spiralförmig gewundene und andere Hochdruck-Schlauchkonstruktionen, wie auch Herstellungsverfahren für diese, sind in den US Patenten Nr. 1,281,557; 3,566,924; 3,654,967; 3,682,202; 3,779,308; 3,790,419; 3,791,415; 3,805,848; 3,889,716; 3,890,181; 3,905,398; 4,000,759; 4,098,298; 4,175,992; 4,182,019; 4,241,763; 4,259,991; 4,294,636; 4,304,266; 4,317,000; 4,342,612; 4,343,333; 4,380,252; 4,384,595; 4,444,707; 4,456,034; 4,459,168; 4,463,779; 4,522,235; 4,537,222; 4,553,568; 4,585,035; 4,699,178; 4,850,395; 4,898,212; 4,952,262; 5,024,252; 5,062,456; 5,361,806; 5,698,278; und 5,778,940 dargestellt. Bisher jedoch wird angenommen, dass ein Hoch- oder Ultrahochdruckschlauch, das heißt, mit einem Arbeitsdruck von 10 MPa oder mehr, der sowohl flexibel als auch äußerst kollabierbeständig ist, wie auch gegen eine Durchdringung von Lösemittel beständig ist, im Stand der Technik unbekannt ist. Das heißt, obwohl flexible Hochdruckschläuche, wie allgemein in US Patent Nr. 4,456,034 dargestellt, bisher durch Einfügen einer spiralförmig gewundenen Feder, die im Inneren der Kernröhrenbohrung aufgenommen ist, kollabierbeständig gemacht wurden, wird angenommen, dass solche Federn in Verbindung mit mehrschichtigen Kernröhren nicht geeignet wären, die eine innere Auskleidung oder Sperrschicht aus einem Fluorpolymer oder anderem chemisch beständigen Material enthalten. In dieser Hinsicht bestünde zumindest die Möglichkeit eines Abriebs der Feder durch die Sperrschicht, wenn der Schlauch Biegekräften ausgesetzt wird. Von solchen Federn ist auch bekannt, dass sie in der Bohrung des Schlauchs eine unerwünschte Strömungsbegrenzung bewirken.

[0009] Dokument US-A-4 706 712 beschreibt eine Schlauchkonstruktion, in der das spiralförmige Verstärkungselement ein thermoplastisches Monofilament ist.

[0010] Angesichts des Vorhergesagten ist offensichtlich, dass Hochdruckschlauchkonstruktionen ein notwendiges Gleichgewicht aus mechanischen und anderen physikalischen Eigenschaften für eine gute Leistung aufweisen müssen. Da gewerbliche Anwendungen solcher Hochdruckschläuche gestiegen sind, da diese einen weniger arbeitsintensiven und somit wirtschaftlicheren Ersatz für ein starres Metallrohr darstellen, gibt es tatsächlich Anfragen seitens der Industrie nach weiteren Verbesserungen an solchen Schläuchen und in den Konstruktionsmaterialien für diese. Besonders gewünscht ist eine Konstruktion, die in kritischen Anwendungen, wie der Tiefseeölgewinnung und in Ölfeldanwendungen, flexibel, aber dennoch gegenüber einem Kollabieren bei Außendruck beständig ist.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die vorliegende Erfindung, die durch die Merkmale von Anspruch 1 definiert ist, betrifft eine flexible Schlauchkonstruktion und insbesondere eine Verstärkungsstruktur dafür, die zur Beförderung von Flüssigkeiten unter relativ hohen inneren Arbeitsdrücken von etwa 1.500 psi (10 MPa) bis etwa 15.000 psi (100 Mpa) oder mehr ausgebildet ist, die auch bei relativ hohen Außendrücken zwischen etwa 500 und 4000 psi (3,4 bis 28 MPa) oder bei Vakuum kollabierbeständig ist. Daher ist die Schlauchkonstruktion der Erfindung besonders für die Unterwasserölgewinnung und andere Offshore-Anwendungen ausgebildet, und kann sowohl für Ansaug- als auch Ablassanwendungen verwendet werden.

[0012] Vorzugsweise enthält der Schlauch der vorliegenden Erfindung ein kollabierbeständiges, die Form wiederherstellendes Konstruktionselement, das in die Wandstruktur des Schlauchs eingearbeitet und nicht im Inneren der Schlauchbohrung angeordnet ist. In dieser Hinsicht stellt die vorliegende Erfindung einen flexiblen, kollabierbeständigen Schlauch bereit, der zur Beförderung von Druckflüssigkeiten geeignet ist, wobei sich der Schlauch in eine Achsenrichtung entlang einer mittleren Längsachse auf unbestimmte Länge und in radialer Richtung um den Umfang der Längsachse herum erstreckt und wobei der Schlauch umfasst: eine röhrenförmige erste elastomere Schicht, wobei die erste elastomere Schicht eine erste innere radiale Oberfläche und eine erste äußere radiale Oberfläche aufweist; ein spiralförmiges Verstärkungselement, das spiralförmig über die erste elastomere Schicht mit einem bestimmten Steigungswinkel (θ), gemessen in Bezug auf die Längsachse, gewunden ist; eine röhrenförmige zweite elastomere Schicht, die das spiralförmige Verstärkungselement umgibt, wobei die zweite elastomere Schicht eine zweite innere radiale Oberfläche und eine zweite äußere radiale Oberfläche aufweist; und einen röhrenförmigen Kern mit einer inneren radialen Kernfläche, die den Innendurchmesser des Schlauchs definiert, und einer äußeren radialen Kernfläche, wobei der Kern von der ersten elastomeren Schicht umgeben ist, wobei deren erste innere radiale Oberfläche an die äußere radiale Kernfläche gebunden ist, wobei der Schlauch dadurch gekennzeichnet ist, dass: das spiralförmige Verstärkungselement aus Metall besteht und zwischen der ersten äußeren radialen Oberfläche der ersten elastomeren Schicht und der zweiten inneren radialen Oberfläche der zweiten elastomeren Schicht eingekapselt ist.

[0013] Die Verstärkungsspirale kann eine Spirale aus einem oder mehreren Strängen eines Monofilamentstahl- oder anderen Metalldrahtes sein. Das spiralförmige Verstärkungselement ist eine Spirale, die mit einem bestimmten Steigungswinkel spiralförmig gewunden ist, um eine Reihe von Windungen zu de-

finieren, die jeweils von einer benachbarten Windung beabstandet sind, um dazwischen einen Zwischenraum zu definieren. Das erste und zweite elastomere Element reichen jeweils in den Zwischenraum, wobei die erste äußere radiale Oberfläche des ersten elastomeren Elements durch Schmelzen oder ein anderes Mittel an die zweite innere radiale Oberfläche des zweiten elastomeren Elements gebunden ist, so dass das spiralförmige Verstärkungselement dazwischen eingekapselt ist. Eingekapselt zwischen der ersten und zweiten elastomeren Schicht kann das federartige, spiralförmige Element von außen ausgeübten Kräften widerstehen, ohne den Schlauch zu dehnen, zu komprimieren, zu biegen oder auf andere Art zu einer elliptischen oder anderen nicht kreisförmigen Geometrie zu verformen. Ferner liefert das Einkapseln des spiralförmig gewundenen Elements zusätzlich eine glatte und wirksame lastübertragende Oberfläche, auf der die folgenden Faserverstärkungsschichten geflochten oder spiralförmig gewunden werden können, um die Innendruckbeständigkeit des Schlauchs zu verbessern.

[0014] In einer dargestellten Ausführungsform kann die Schlauchkonstruktion der vorliegenden Erfindung eine oder mehrere faserige Verstärkungsschichten enthalten, die über die zweite elastomere Schicht geflochten oder gewunden sind, um die Innendruckbeständigkeit bereitzustellen. Für Methanol oder andere Ölgewinnungsanwendungen mit Lösemittel-Fluten, kann der Kern als schichtenförmiger Verbundstoff mit einer innersten Sperrschicht oder Auskleidung und einer flexiblen äußersten Schicht bereitgestellt sein. Die innere Sperrschicht kann aus einem Fluorpolymer oder anderem Material, das gegen Lösemittel wie Methanol beständig ist, extrudiert oder auf andere Weise gebildet werden, wobei die äußere Schicht aus einem kostengünstigen thermoplastischen Material, wie Polyamid, Polyolefin, Polyvinylchlorid oder Polyurethan gebildet wird. Vorteilhafterweise erleichtert die Schlauchkonstruktion der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung eines kollabierbeständigen Schlauchs, der einen solchen Verbundstoffkern verwendet, ohne die Gefahr, dass die Auskleidung durch den spiralförmig gewundenen Draht oder eine andere Verstärkungsspirale beschädigt wird. Eine solche Konstruktion ermöglicht auch, dass die Verstärkungsspirale über den Kern und nicht über die faserigen Verstärkungsschichten gewunden wird, wodurch die Spirale näher bei der Mittelachse des Schlauchs angebracht wird und die Menge an Draht oder anderem Material, das zum Wickeln der Spirale notwendig ist, minimiert wird.

[0015] Es ist daher ein Merkmal der offenbarten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, eine kollabierbeständige Schlauchkonstruktion bereitzustellen, die zur Beförderung von Flüssigkeiten unter hohem Druck geeignet ist. Eine solche Konstruktion enthält eine rohrförmige erste elastomere Schicht mit

einer ersten inneren radialen Oberfläche und einer ersten äußeren radialen Oberfläche, und eine rohrförmige zweite elastomere Schicht mit einer zweiten inneren radialen Oberfläche und einer zweiten äußeren radialen Oberfläche. Über die erste elastomere Schicht ist ein spiralförmiges Verstärkungselement gewickelt, das zwischen dieser Schicht und der zweiten elastomeren Schicht eingefügt ist. Das Element ist mit einem bestimmten Steigungswinkel gewunden, um eine Reihe von Windungen zu definieren, die jeweils von einer benachbarten Windung beabstandet sind, um dazwischen einen Zwischenraum zu definieren. Das erste und zweite elastomere Element reichen jeweils in den Zwischenraum, wobei die erste äußere radiale Oberfläche des ersten elastomeren Elements an die zweite innere radiale Oberfläche des zweiten elastomeren Elements gebunden ist, so dass das spiralförmige Verstärkungselement dazwischen eingekapselt ist.

[0016] Die vorliegende Erfindung umfasst daher die Vorrichtung, welche die Konstruktion, Kombination von Elementen und Anordnung von Teilen aufweist, die in der folgenden ausführlichen Offenbarung beispielhaft dargestellt sind. Vorteile der vorliegenden Erfindung umfassen eine Schlauchkonstruktion, die von geringem Gewicht, abriebbeständig und flexibel ist, die aber auch unter Bedingungen von hohen Innen- und hohen Nettoaußendrücken leistungsfähig ist, so dass sie gegenüber von außen ausgeübten Kräften, wie Unterwasserdruck, oder bei Vakuum äußerst kollabierbeständig ist. Zu weiteren Vorteilen zählen eine kollabierbeständige Hochdruck-Schlauchkonstruktion, die in relativ langen Längen herstellbar ist, und des Weiteren für ein Lösemittel-Fluten und andere Lösemittelbeförderungsanwendungen geeignet ist, wenn sie mit einer Verbundstoffkernröhre mit einer inneren Auskleidung verwendet wird, die gegenüber einem Durchdringen mit Lösemittel beständig ist. Diese und andere Vorteile werden für den Fachmann aufgrund der hierin enthaltenen Offenbarung offensichtlich.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] Für ein umfassenderes Verständnis der Art und Ziele der Erfindung sollte auf die folgende ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen werden, wobei:

[0018] [Fig. 1](#) eine weggeschnittene Seitenrissansicht eines repräsentativen, flexiblen, kollabierbeständigen, Hochdruckschlauchs ist, der gemäß der vorliegenden Erfindung konstruiert ist und ein spiralförmig gewundenes Verstärkungselement enthält, das in einer ersten und zweiten elastomeren Schicht eingekapselt ist.

[0019] [Fig. 2](#) eine Ansicht ist, die die Schlauchkon-

struktions gemäß [Fig. 1](#) sowohl im radialen als auch axialen Querschnitt zeigt.

[0020] [Fig. 3](#) eine axiale Querschnittsansicht des eingekapselten Verstärkungselements der Schlauchkonstruktion gemäß [Fig. 2](#) ist, die vergrößert ist, um Einzelheiten seiner Struktur zu zeigen.

[0021] [Fig. 4](#) eine weggeschnittene Seitenrissansicht einer alternativen Ausführungsform der Schlauchkonstruktion gemäß [Fig. 1](#) ist.

[0022] [Fig. 5](#) eine weggeschnittene Seitenrissansicht einer alternativen Ausführungsform der Schlauchkonstruktion gemäß [Fig. 1](#) ist, und

[0023] [Fig. 6](#) eine Ansicht ist, die die Schlauchkonstruktion gemäß [Fig. 5](#) sowohl im radialen als auch axialen Querschnitt zeigt.

[0024] Die Zeichnungen werden in Verbindung mit der folgenden ausführlichen Beschreibung der Erfindung näher erklärt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0025] In der folgenden Beschreibung wird der Einfachheit wegen und nicht aus einschränkenden Gründen eine bestimmte Terminologie verwendet. Zum Beispiel bezeichnen die Begriffe "obere" und "untere" Richtungen in den Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird, wobei die Begriffe "innere" oder "äußere" jeweils Richtungen zu der Mitte des genannten Elements hin oder von dieser weg bezeichnen, und die Begriffe "radial" und "axial" sich auf die Richtung senkrecht beziehungsweise parallel zu der Längsmittelnachse des genannten Elements beziehen. Terminologie ähnlicher Bedeutung, mit Ausnahme der eigens oben angeführten Begriffe, soll ebenso der Einfachheit dienen und nicht im einschränkenden Sinn sein.

[0026] Für den Zweck der folgenden Erläuterung werden die Richtlinien der Verstärkungsschicht aus Verbundstoff der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit ihrer Verwendung in einer repräsentativen Schlauchkonstruktion beschrieben, die insbesondere zur Verwendung beim Lösemittel-Fluten oder anderen Lösemittelbeförderungsanwendungen ausgebildet ist. Es ist jedoch offensichtlich, dass Aspekte der vorliegenden Erfindung in anderen Schlauchkonstruktionen für eine Beförderung von Hochdruckflüssigkeiten Anwendung finden können, wie anderen Ölgewinnungs- oder hydraulischen Offshore-Anwendungen, oder für Saug- oder andere Vakuumanwendungen. Die Verwendung in solchen anderen Anwendungen sollte daher ausdrücklich als im Umfang der vorliegenden Erfindung liegend angesehen werden.

[0027] Unter Bezugnahme auf die Figuren, in welchen entsprechende Bezugszeichen in allen Ansichten zur Bezeichnung entsprechender Elemente verwendet werden, ist ein repräsentativer kollabierbeständiger Hochdruckschlauch gemäß der vorliegenden Erfindung allgemein mit **10** in einer weggeschnittenen Ansicht von [Fig. 1](#) und in der radialen. und axialen Querschnittsansicht von [Fig. 2](#) dargestellt. In Grunddimensionen erstreckt sich der Schlauch **10** axial entlang einer mittleren Längsachse **12** zu einer unbegrenzten Länge, und hat einen bestimmten Innen- und Außendurchmesser, die mit "Di" beziehungsweise "Do" in der radialen Querschnittsansicht von [Fig. 2](#) bezeichnet sind. Die Dimensionen des Innen- und Außendurchmessers können abhängig von der besonderen Flüssigkeitsbeförderungsanwendung unterschiedlich sein, liegen aber im Allgemeinen zwischen etwa 3/32 bis 2 Inch (0,24 bis 5 cm) für den Innendurchmesser Di und etwa 0,30 bis 2,8 Inch (0,76 bis 7,1 cm) für den Außendurchmesser Do, mit einer gesamten Wanddicke "w" dazwischen von etwa 0,26 bis 0,40 Inch (0,66 bis 1,0 cm).

[0028] Wie aus den verschiedenen Ansichten von [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) erkennbar ist, ist der Schlauch **10** so konstruiert, dass er um einen rohrförmigen Kern gebildet ist, der mit **14** bezeichnet ist. Für gewöhnlich kann die Kernröhre **14** als Extrudat aus einem thermoplastischen Material bereitgestellt sein, wie Polyolefin, Polyester, Fluorpolymer, Polyvinylchlorid, thermoplastische Gummi oder Polyurethan, oder vorzugsweise einem Polyamid, wie Nylon **12**, das wegen der chemischen Verträglichkeit mit der zu handhabenden Flüssigkeit gewählt wird. Als Alternative kann die Kernröhre **14** aus einem vulkanisierbaren, d.h., wärmehärtbaren, oder schmelzverarbeitbaren, d.h., thermoplastischen, Natur- oder Synthetikgummi, wie SBR, Polybutadien, EPDM, Butyl, Neopren, Nitril, Polyisopren, Buna-N, Copolymergummi oder einer Mischung, wie einem Ethylen-Propylengummi, extrudiert werden. Die Kernröhre **14** hat eine innere radiale Oberfläche **16**, die den Innendurchmesser Di des Schlauchs **10** definiert, und eine äußere radiale Oberfläche **18**. Wie bei den Gesamtdimensionen des Schlauchs **10** kann die Wanddicke der Kernröhre **14** abhängig von der besonderen in Betracht gezogenen Anwendung variieren, liegt aber für gewöhnlich zwischen etwa 0,03 und 0,08 Inch (0,76 bis 2,0 mm).

[0029] Obwohl die Kernröhre **14** aus einer einheitlichen, einschichtigen Konstruktion gebildet sein kann, ist es für das Lösemittel-Fluten oder andere Lösemittelbeförderungsanwendungen bevorzugt, dass die Kernröhre **14**, wie dargestellt, mit einer mehrschichtigen Verbundstoffkonstruktion bereitgestellt wird. In einer solchen mehrschichtigen Konstruktion enthält die Kernröhre **14** eine innerste Sperrschicht oder Auskleidung **20**, die die innere radiale Oberfläche **16** des Kerns definiert, und eine äußerste Schicht **22**, die die äußere radiale Oberfläche **18** des Kerns definiert.

Für eine Beständigkeit gegen Lösemittel, wie Methanol, kann die Sperrschicht **20** extrudiert oder auf andere Weise aus einem schmelzverarbeitbaren Thermokunststoff, der ein Fluorpolymer sein kann, gebildet werden. Wie hierin verwendet, sollen "Lösemittel" andere Alkohole und organische Lösemittel oder Kohlenwasserstoffe, wie auch anorganische Lösemittel, wie Wasser oder Lauge, enthalten. Bevorzugte Fluorpolymere umfassen Polytetrafluorethylen (PTFE), fluoriniertes Ethylen-Polypropylen- (FEP-) Copolymer, Perfluoralkoxy (PFA-) Harz, Polychlorotrifluorethylen- (PCTFE) Copolymer, Ethylen-Chlorotrifluorethylen- (ECTFE) Copolymer, Ethylen-Tetrafluorethylen- (ETFE-) Terpolymer, Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyvinylfluorid (PVF) und Copolymere und Mischungen davon. Aus Kostengründen kann die Wanddicke der Sperrschicht **20** bei dem Minimum gehalten werden, das zur Bereitstellung der gewünschten Beständigkeit gegen ein Durchdringen von Lösemittel notwendig ist, und liegt in den meisten Anwendungen zwischen etwa 2 bis 20 mil (0,05 bis 0,5 mm).

[0030] Die äußerste Schicht **22** ist ihrerseits aus einem relativ flexiblen, schmelzverarbeitbaren, thermoplastischen Polymermaterial gebildet, das Polyamid, Polyolefin, Polyvinylchlorid oder Polyurethan oder ein Copolymer oder eine Mischung davon sein kann. Als Alternative kann die äußerste Schicht **22** aus einem wärmehärtenden oder thermoplastischen Gummi, wie einem legierten Gummi, gebildet sein, der direkt an die Auskleidung **20** gebunden werden kann, oder einem anderen Gummi, der mit Hilfe einer Haftschicht an die Auskleidung **20** gebunden werden kann, wie in der Folge beschrieben wird. Aus Gründen der Festigkeit und Flexibilität kann die Wanddicke der äußeren Schicht **22** stärker als jene der inneren Schicht **20** sein und liegt für gewöhnlich im Bereich von etwa 20 mil (0,5 mm) bis etwa 60 mil (1,5 mm).

[0031] Die Kernschichten **20** und **22** können durch Extrusion, Co-Extrusion oder sequentielle Extrusion hergestellt werden, und, wenn sie aus verträglichen Materialien gebildet sind, dadurch vernetzt oder auf andere Weise an ihrer Grenzfläche zu einer integralen rohrförmigen Verbundstruktur chemisch oder durch Schmelzen aneinander gebunden werden. Wenn sie aus chemisch unähnlichen oder andersartig unverträglichen Materialien gebildet sind, kann jedoch eine Zwischenhaft- oder Bindschicht **24** mit den Schichten **20** und **22** coextrudiert, d.h., "tri-extrudiert" werden, die aus einem Material gebildet ist, das zur Haftmittelbindung mit den beiden Materialien der Schichten **20** und **22** verträglich ist. Vorzugsweise ist die Zwischenschicht **24** aus einem Material gebildet, das auch gegen ein Durchdringen von Lösemittel beständig ist und das im Allgemeinen elastischer ist als die Materialbildungsschicht **20**. Zu geeigneten Materialien zählen PVDF, PVF, Polyvinylacetat (PVA),

Urethane und Copolymere, Legierungen und Mischungen davon, wie auch thermoplastische oder wärmehärtende Gummis. Die Wanddicke der Zwischenschicht ist für gewöhnlich kleiner oder etwa gleich der Wanddicke der Innenschicht **20**. Verbundstoffröhren der vorliegenden Art sind des Weiteren in den US Patenten Nr. 3,561,493; 5,076,329; 5,167,259; 5,284,184; 5,383,087; 5,419,374; 5,460,771; 5,469,892; 5,500,257; 5,554,425; 5,566,720; 5,622,210; 5,678,611; und 5,743,304 beschrieben und werden im Handel von ITT Automotive Inc. (Auburn Hills, MI) und von Pilot Industries, Inc. (Dexter, MI) vertrieben.

[0032] Gemäß den Richtlinien der vorliegenden Erfindung ist die Kernröhre **14** von einer im Allgemeinen flexibleren ersten elastomeren Schicht **30** umgeben, die um die äußere Oberfläche **18** des Kerns radial um den Umfang aufgebracht ist, und einer ähnlich flexiblen zweiten elastomeren Schicht **32**, die die erste elastomere Schicht **30** umgibt. Jede der elastomeren Schichten **30** und **32** hat eine innere radiale Oberfläche **34** beziehungsweise **36**, und eine äußere radiale Oberfläche **38** beziehungsweise **40**. Gemäß den Richtlinien der vorliegenden Erfindung ist ferner ein spiralförmiges Verstärkungselement **50** spiralförmig über die erste elastomere Schicht **30** gewunden und zwischen der Schicht **30** und der zweiten elastomeren Schicht **32** eingesetzt. Das Element **50** verleiht dem Schlauch **10** strukturell eine Kollabierbeständigkeit gegenüber einem hohen positiven Nettoaußen- druck, der sich durch extern ausgeübte Kräfte entwickeln kann, die in einer Unterwasserbetriebsumgebung vorhanden sein können, oder gegenüber Vakuum, das in Sauganwendungen vorliegen kann.

[0033] Jede von der ersten und zweiten elastomeren Schicht **30** und **32**, die tatsächlich jeweils aus zwei oder mehr getrennten Schichten bestehen können, kann unabhängig aus einem schmelzverarbeitbaren oder vulkanisierbaren elastomeren Material extrudiert oder auf andere Weise gebildet werden, das speziell für eine Hochtemperaturleistung, Flexibilität oder andernfalls für eine Verträglichkeit mit der Kernröhre **14** ausgewählt wird. Zu geeigneten Materialien zählen Naturgummis, wie Hevea, und Thermokunststoffe, d.h., schmelzverarbeitbare, oder wärmehärtbare, d.h., vulkanisierbare, Synthetikgummis, wie Fluorpolymer, Chlorsulfonat, Polybutadien, Butyl, Neopren, Nitril, Polyisopren, Buna-N, Copolymergummi, wie Ethylenpropylen (EPR), Ethylen-Propylen-Dien-Monomer (EPDM), Nitril-Butadien (NBR) und Styrol-Butadien (SBR) oder Mischungen, wie Ethylen- oder Propylen-EPDM, EPR oder NBR. Der Begriff "Synthetikgummi" soll auch Materialien umfassen, die als Alternative weitgehend als thermoplastische oder wärmehärtbare Elastomere klassifiziert werden, wie Polyurethane, Silikone, Fluorsilikone, Styrol-Isopren-Styrol (SIS) und Styrol-Butadien-Styrol (SBS), wie auch andere Polymere, die

gummiartige Eigenschaften aufweisen, wie weichgemachte Nylons, Polyester, Ethylvinylacetate und Polyvinylchloride. Wie hierin verwendet, bedeutet der Begriff "elastomer" im herkömmlichen Sinn das Aufweisen gummiartiger Eigenschaften, wie plastische Nachgiebigkeit, Elastizität oder Druckverbiegung, geringer Druckverformungsrest, Flexibilität und die Fähigkeit, sich nach einer Verformung zu erholen, d.h., Spannungsrelaxation. In einer bevorzugten Ausführungsform kann eine erste elastomere Schicht **30** mit der Kernröhre **20** so co-extrudiert werden, dass die innere radiale Oberfläche **34** der Schicht **30** durch Schmelzen oder andersartig integral an die äußere Oberfläche **18** des Kerns gebunden wird, wobei die zweite elastomere Schicht in einem anschließenden Vorgang nach der Spiralwindung des Elements **50** über die erste elastomere Schicht extrudiert wird. Jede der Schichten **30** und **32** kann eine Wanddicke zwischen etwa 0,005 bis 0,310 Inch (0,13 bis 7,87 mm) haben.

[0034] Wenn die erste elastomere Schicht **30** an die Kernröhre **14** gebunden ist, wird das spiralförmige Verstärkungselement **50** unter Spannung über die äußere Oberfläche **38** der Schicht **30** spiralförmig gewunden. In diesem Zusammenhang kann das ausgedehnte federartige Element **50** aus 1 bis 20 axial beabstandeten, parallelen Strängen bereitgestellt werden, die Monofilamente oder Mehrfachfilamentfäden, Garne oder Bänder sein können. Jeder dieser Stränge kann, während er von einer oder mehreren separaten Spulen oder Bobinen abläuft, seinerseits einzeln spiralförmig über den Kern **14** in einer parallelen Ausrichtung zur Bildung des Elements **50** gewunden werden.

[0035] In einer bevorzugten Konstruktion ist das Element **50** als ein Strang eines Monofilament-Kohlenstoff- oder rostfreien Stahldrahts bereitgestellt, der mit Kunststoff überzogen sein kann, einen im Allgemeinen kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmessermaß zwischen etwa 0,015 und 0,30 Inch (0,5 bis 10 mm) aufweist, und eine Zugfestigkeit von etwa 50.000 bis 300.000 psi (345 bis 2100 MPa) hat. Das Element **50** kann als Alternative aus einem Nylon, einem harten Polyvinylchlorid (PVC), Aramid oder einem anderen Polymer- oder Verbundmaterial bereitgestellt sein. Das Element **50** wird in eine Richtung aufgetragen, d.h., entweder nach links oder nach rechts, mit einem vorbestimmten Steigungswinkel, der in [Fig. 1](#) mit θ bezeichnet ist, der relativ zu der Längsachse **12** des Schlauchs **10** gemessen wird. Für typische Anwendungen wird der Steigungswinkel θ mit etwa 40 bis 85° gewählt.

[0036] Insbesondere kann der Steigungswinkel θ abhängig von der gewünschten Konvergenz der Festigkeits-, Dehnungs- und volumetrischen Ausweitungseigenschaften des Schlauchs **10** gewählt werden. Im Allgemeinen führen höhere Steigungswinkel

zu einer verminderten radialen Ausweitung des Schlauchs unter Druck, aber zu einer erhöhten axialen Dehnung. Für Hochdruckanwendungen ist im Allgemeinen ein "neutraler" Steigungswinkel von etwa 55° bevorzugt, da die Dehnung auf etwa 3 % der ursprünglichen Schlauchlänge minimiert wird. Als Alternative kann ein Steigungswinkel, der etwas größer als der neutrale ist, verwendet werden, um eine radial nach innen gerichtete Kraftkomponente für eine effizientere Lastübertragung zu entwickeln.

[0037] Das spiralförmige Element **50**, das am besten in der weggeschnittenen Ansicht von [Fig. 2](#) und in der vergrößerten Ansicht des Schlauchabschnittes, der mit **56** bezeichnet ist, in [Fig. 3](#) erkennbar ist, wird dann über dem Kern **14** mit weniger als 100 % Überdeckung desselben aufgebracht und vorzugsweise mit einer Überdeckung zwischen etwa 30 bis 85 %. Auf diese Weise wird die derart gebildete, offene Spirale durch eine Reihe von Windungen definiert, von welchen zwei mit **60a-b** bezeichnet sind. Mit vorübergehender Bezugnahme insbesondere auf die vergrößerte axiale Querschnittsansicht, die bei **56** in [Fig. 3](#) dargestellt ist, ist erkennbar, dass jede dieser Windungen mit einem axialen Abstand oder einer Steigung, der/die mit "l" bezeichnet ist, von etwa 0,1 bis 3,5 Inch (0,25 bis 9 cm) von einer benachbarten Windung beabstandet ist, um aufeinander folgende Windungspaare **60** zu definieren. Dadurch wird ein Zwischenraum, der mit **62** bezeichnet ist, zwischen den benachbarten Windungen in jedem dieser Paare **60** definiert. Wenn das Element **50**, wie dargestellt, mit einer im Allgemeinen kreisförmigen Querschnittsgeometrie bereitgestellt ist, nimmt der Zwischenraum **62**, der zwischen den benachbarten Windungspaaren **60** definiert ist, für gewöhnlich eine im Allgemeinen hyperbolische Querschnittsgeometrie an. Das Drahtelement **50** kann als Alternative als "Flachdrahtkonstruktion" mit einer polygonen Querschnittsgeometrie bereitgestellt sein, die im Allgemeinen rechteckig oder quadratisch sein kann, oder mit einer anderen kreisförmigen Geometrie, die oval oder elliptisch sein kann.

[0038] Unter fortgesetzter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) und insbesondere auf die vergrößerte Ansicht von [Fig. 3](#) ist das Drahtelement **50** spiralförmig über das erste elastomere Element **30** gewunden dargestellt, so dass die erste äußere radiale Oberfläche **38** plastisch verformt oder auf andere Weise in den Zwischenraum **62** eingebracht wird. Da die zweite elastomere Schicht **32** über dem gewickelten Element **50** extrudiert oder auf andere Weise gebildet wird, wird die zweite innere radiale Oberfläche **36** der Schicht **32** in den Zwischenraum **62** fließen gelassen oder auf andere Art eingebracht, um eine Grenzfläche, die mit **64** bezeichnet ist, mit der ersten äußeren radialen Oberfläche **38** der ersten elastomeren Schicht **30** zu definieren. Auf diese Weise wird jede der Windungen **60** des spiralförmigen Elements **50** zwischen den

Schichten **30** und **32** zur Bildung einer integralen, kollabierbeständigen Verstärkungsstruktur eingekapselt.

[0039] Obwohl elastomere Schichten **30** und **32** aus verschiedenen elastomeren Materialien gebildet sein können, ist für eine einfachere Herstellung bevorzugt, dass jede aus demselben Material gebildet ist oder wenigstens aus verträglichen Materialien, die durch Schmelzen wärmegebunden oder chemisch durch Vernetzen oder eine andere reaktionsfähige Bindung gebunden werden können. Ein besonders bevorzugtes Material für die Schichten **30** und **32** ist ein schmelzverarbeitbares, thermoplastisches Polyurethanelastomer (TPE). Durch die Vorerwärmung der Zwischenschlauchstruktur des Kerns **14**, der ersten elastomeren Schicht **30** und des Verstärkungselements **50**, kann die zweite elastomere Schicht **32** mittels Querspritzkopf unter Verwendung von Druckwerkzeugen oder dergleichen über der Schicht **30** und dem Element **50** extrudiert werden, so dass die zweite innere Oberfläche **36** der Schicht in den Zwischenraum **62** fließt oder auf andere Weise eindringt, und mit der ersten elastomeren Schicht **30** in Kontakt gelangt.

[0040] Wenn die zweite elastomere Schicht **32** unter Druck extrudiert wird, kann vorzugsweise eine Schmelzbindung mit der ersten elastomeren Schicht **30** erreicht werden, wodurch eine integrale eingekapselnde Struktur gebildet wird. Als Alternative kann bei chemisch verschiedenen Schichten **30** und **32** eine Zwischenbindung oder Haftschrift, die in Phantomlinien **66a-b** in [Fig. 3](#) dargestellt ist, bereitgestellt sein, die aus einem Haftmittel oder einem verträglich machenden Polymer gebildet ist. In einer bevorzugten Ausführungsform ist jede der Schichten **20**, **22**, **24**, **30** und **32** integral schmelz- oder klebegebunden oder vulkanisiert, um einen Strukturverbundstoff mit einer Bindungsfestigkeit zwischen benachbarten, d.h., angrenzenden, Schichten **20**, **22**, **24**, **30** und **32** zu bilden, die jeweils 15 lbs/linearem Inch (2,7 kg/cm) überschreitet.

[0041] Das Einkapseln des spiralförmigen Elements **50** in den elastomeren Elementen **30** und **32** garantiert die wirksame Spannungsübertragung auf dieses, und fixiert auch die Spiralsteigung in Position, während der Schlauch seinem minimalen Biegeradius entsprechend gebogen werden kann, der zwischen etwa 2,5 und 36 Inch (6,5 bis 91,5 cm) betragen kann, abhängig vom Außendurchmesser des Schlauchs. Aufgrund dieser Einkapselung entfällt ferner die Notwendigkeit, ein zweites, entgegengesetzt spiralförmig gewundenes Element bereitzustellen, das für einen Ausgleich einer Verdrehung notwendig wäre, die andernfalls eintreten könnte, wenn der Schlauch **10** unter Druck gesetzt wird. Bei dem derart gehaltenen Spiralelement **50** sind sowohl die axiale Dehnung als auch diametrale Ausweitung des

Schlauchs **10** für eine verbesserte Strukturfestigkeit kontrolliert.

[0042] Da das spiralförmige Element **50** in den elastomeren Schichten **30** und **32** eingekapselt ist, wird die Schicht **32** dadurch mit einer im Allgemeinen glatten, d.h., zylindrischen oder flachen, zweiten äußeren radialen Oberfläche **40** gebildet. Diese Oberfläche **40**, die im Allgemeinen sowohl in Bezug auf die radiale als auch Längsrichtung glatt ist, sorgt vorteilhaft für die effiziente Übertragung innerer Lasten, und für eine ebene Basis, auf der anschließend wahlweise faserige Verstärkungsschichten gewunden, geflochten oder andersartig bereitgestellt werden können, um die Innendruckbeständigkeit des Schlauchs **10** zu erhöhen. Das heißt, Spannungen, die durch einen Innendruck oder andersartig erzeugt werden können, werden durch die glatte Oberfläche **40** wirksam zu den Verstärkungsschichten übertragen.

[0043] Vorzugsweise, und wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellt, sind mindestens zwei solche faserige Verstärkungsschichten **70a-b** über der zweiten elastomeren Schicht **30** bereitgestellt. Wie dargestellt, kann jede faserige Verstärkungsschicht **70** auf herkömmliche Weise aus 1 bis etwa 20 Strängen Monofilament, Endlos-Multifilament, d.h., Garn, Faden, Band oder Lage, oder kurzen "Stapelsträngen" aus einem natürlichen oder synthetischen Fasermaterial, das Nylon, Baumwolle, Polyester, Aramid, Polyvinylacetat (PVA) oder Polyphenylenbezobisoxazol (PBO) sein kann, oder einem Stahl- oder anderen Metalldrahtmaterial, oder einer Mischung davon geflochten oder als Alternative spiralförmig gewunden oder gewirkt werden. In Bezug auf die spiralförmig gewundenen Schichten können solche Schichten entgegengesetzt in Paaren gewunden werden, so dass jeder Verdrehungseffekt ausgeglichen wird. In einer bevorzugten Konstruktion ist jede der Verstärkungsschichten mit einem Steigungswinkel von etwa 48 bis 60° unter Verwendung von 24 bis 96 Trägern, jeweils mit 1 bis etwa 24 Strängen aus einem Multifilament-Aramidgarn mit 720 bis 6000 Denier (800 bis 6600 decitex) geflochten. Für spiralförmig gewundene Schichten können 1 bis etwa 12 Stränge mit einem Drall von 0 bis 200 Windungen pro Meter, entweder im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn, wie vom Hersteller geliefert, das heißt, mit Fabrikationsdrall, oder wie beim Spulen der Stränge entsteht, gewunden werden. Wie in der Technik bekannt ist, kann der Faserdrall verändert werden, um zum Beispiel die Dauerbiegefestigkeit des Schlauchs zu optimieren oder den Schlauchdurchmesser oder die Kosten zu minimieren.

[0044] Obwohl Natur- oder andere Synthetikfasern, wie Polyester und andere Polyamide, wie Nylons, ersatzweise verwendet werden können, wird ein Aramidmaterial allgemein als bevorzugt angesehen, da es im Vergleich zu anderen solchen Fasern den vor-

liegenden Schlauchkonstruktionen eine verbesserte lasttragende und dimensionale Stabilität verleiht, sowohl in die radiale als auch axiale Richtung. In diesem Zusammenhang weisen Aramidfasern, die im Handel unter den Handelsbezeichnungen Kevlar® und Nomex® (E.I DuPont de Nemours und Co., Wilmington, DE, USA), Technora® (Teijin Ltd. Tokio, Japan) und Twaron® (Akzo Nobel, Arnheim, Niederlande) vertrieben werden, einen relativ hohen Zugmodul oder eine Zähigkeit von etwa 190 cN/tex und eine relativ geringe Dehnung mit einer Bruchdehnung von etwa 3 auf.

[0045] Für eine bessere Kontrolle der Dehnung und Kontraktion des Schlauchs **10** und zur Verbesserung der Impulsfestigkeit wird mindestens die innerste **70a** der Verstärkungsschichten **70** an die entsprechende äußere radiale Oberfläche **40** der zweiten elastomeren Schicht **32** gebunden. Vorzugsweise weist eine derartige Bindung eine Festigkeit von wenigstens etwa 8 lbs/Inch (1,43 kg/cm) auf und kann durch Auflösen der elastomeren Schicht **32** mit einem geeigneten Lösemittel, wie n-Methylpyrrolidon, oder durch Verwendung eines Urethans oder anderen Haftmittels mit Affinität zu den Materialien, aus welchen die Schichten **32** und **70** gebildet sind, erreicht werden.

[0046] Die äußerste Verstärkungsschicht **70b** ist ihrerseits mit einer koaxial umschließenden Schutzhülle oder einem Mantel **80** umhüllt. Die Hülle **80** kann über die Verstärkungsschicht **70b** als Schicht, Band oder Geflecht mit einer Dicke von 0,02 bis 0,15 (0,5 bis 3,8 mm), aus einem abriebbeständigen, vorzugsweise schmelzverarbeitbaren thermoplastischen Material, wie Polyamid, Polyolefin, Polyester, Polyvinylchlorid oder insbesondere einem thermoplastischen Polyurethan- (TPU-) Elastomer, mittels Querspritzkopf oder sonst auf herkömmliche Weise extrudiert oder gehüllt oder geflochten werden. Unter "abriebbeständig" wird verstanden, dass ein solches thermoplastisches Material zur Bildung der Hülle **30** eine Härte oder ein Härtemaß zwischen etwa 60 bis 95 Shore-A aufweist. Wie bei dem Kern **14** kann die Hülle **80** als Alternative aus einem vulkanisierbaren Natur- oder Synthetikgummi, wie SBR, Polybutadien, EPDM, Butyl, Neopren, Nitril, Polyisopren, Silikon, Fluorsilikon, Buna-N, Copolymergummis oder Mischungen, wie Ethylen-Propylen-Gummi gebildet sein. Die Hülle **80** kann an die äußerste Verstärkungsschicht **70b** entweder mechanisch oder mit einem Urethan- oder anderen Haftmaterial gebunden werden. In einer bevorzugten Ausführungsform wird jede der Schichten des Schlauchs **10** an seine unmittelbar folgende Schicht gebunden, so dass für eine wirksamere Übertragung herbeigeführter innerer oder äußerer Spannungen gesorgt ist.

[0047] Somit wird eine beispielhafte Schlauchkonstruktion beschrieben, die eine wirksame Lastübertragung zwischen ihren entsprechenden Komponenten-

schichten ermöglicht. Eine solche Konstruktion, die vollständig aus Thermokunststoff, Gummi oder einer Kombination daraus bestehen kann, ist besonders für Hochdruck-Lösemittelbeförderungsanwendungen geeignet und soll infolge einer einzigartigen Verstärkungsstruktur bessere Flexibilität, Kollabierbeständigkeit und Leistungsdauer im Vergleich zu bisher in der Technik bekannten liefern.

[0048] Obwohl die beispielhafte Schlauchkonstruktion **10** beschrieben wurde, in der die Verbundstoffverstärkung der vorliegenden Erfindung als innerste Schicht um den Kern **14** angeordnet ist, können andere Anordnungen in Betracht gezogen werden, die auf der vorliegenden Offenbarung beruhen. Zum Beispiel können zwei oder mehr Verbundstoff-Verstärkungsschichten entweder als innerste oder Zwischenschicht bereitgestellt sein. Insbesondere können eine oder mehrere Zwischenverstärkungsschichten zwischen dem Kern und einer ersten Verbundschicht eingesetzt sein, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung Abstand zu nehmen.

[0049] Unter Bezugnahme nun auf [Fig. 4](#) ist eine dieser alternativen Ausführungsformen eines Schlauchs **10** von [Fig. 1](#) allgemein mit **100** bezeichnet. In der Grundkonstruktion ist der Schlauch **100** dem Schlauch **10** ähnlich, mit der Ausnahme, dass eine oder mehrere faserige Verstärkungsschichten **70**, von welchen eine mit **70c** bezeichnet ist, direkt über der äußersten Schicht **22** der Kernröhre **14** bereitgestellt sind, wobei die erste elastomere Schicht **30** als Zwischenmantel über der äußeren Oberfläche **102** der Verstärkungsschicht **70c** bereitgestellt ist. Es ist offensichtlich, dass der Schlauch **100** eine etwas vereinfachte Konstruktion des Schlauchs **10** aufweist, da die Kernröhre **14**, die Verstärkungsschicht **70c** und die Schicht **30** als Einheit gebildet werden können, wobei das Verstärkungselement **50** und die zweite elastomere Schicht **40**, die nun als äußerster Mantel für den Schlauch **100** dient, in einem eigenen Vorgang gebildet werden.

[0050] Unter Bezugnahme schließlich auf [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) ist eine andere repräsentative Ausführungsform des Schlauchs **10** von [Fig. 1](#) allgemein mit **200** bezeichnet. Auch hier ist der Schlauch **200** in seiner Grundkonstruktion dem Schlauch **10** ähnlich, mit der Ausnahme, dass das spiralförmige Verstärkungselement **50** als spiralförmig gewundenes Mantelgehäuse, das allgemein mit **202** bezeichnet ist, von der Art bereitgestellt ist, die in den US Patenten Nr. 5,143,123; 4,862,924; 4,620,569; 4,739,801; 4,396,797; 4,213,485; und 3,908,703 näher beschrieben ist.

[0051] In der Schlauchkonstruktion **200** ist das Mantelgehäuse **202** spiralförmig aus einem Aluminium-, Stahl- oder anderen Metallstreifen **204** gewunden, so dass eine Reihe zylindrischer Verbindungen entste-

hen, von welchen eine mit **206** bezeichnet ist. Wie am Besten in der Querschnittsansicht von [Fig. 6](#) erkennbar ist, wird der Streifen **204** gerollt, gestanzt oder durch einen Stempel geleitet oder andersartig geformt, so dass jede der Verbindungen **206** einen nach unten gerichteten Abschnitt **208** enthält, der an einer Kante des Streifens **204** definiert ist, und einen nach oben gerichteten Abschnitt **210**, der an der anderen Kante des Streifens **204** definiert ist. Ein oberer **212** und unterer **214** Wandabschnitt erstrecken sich jeweils von dem nach unten gerichteten und dem nach oben gerichteten Abschnitt und sind an einem Zwischenseitenwandabschnitt **216** verbunden.

[0052] Der nach oben gerichtete Abschnitt **208** jeder der Verbindungen **206** ist wie bei **220** mit dem nach unten gerichteten Abschnitt einer benachbarten Verbindung **206** verbunden, um ein im Allgemeinen kontinuierliches, aber dennoch flexibles Gehäuse **202** zu bilden. Vorzugsweise ist einer oder sind beide von dem oberen und unteren Wandabschnitt **212** und **214** mit einer oder mehreren Öffnungen ausgebildet, von welchen eine mit **222** bezeichnet ist. Wie wieder am besten aus der Querschnittsansicht von [Fig. 6](#) erkennbar ist, ist ein Zwischenraum **224** durch jede der Öffnungen **222** definiert. Da der Streifen **204** spiralförmig über das erste elastomere Element **30** gewunden ist, kann die erste äußere radiale Oberfläche **38** desselben plastisch verformt werden oder ragt auf andere Weise in die Zwischenräume **224**. Ebenso kann, da die zweite elastomere Schicht **32** über den Streifen **204** extrudiert oder andersartig geformt wird, die zweite innere radiale Oberfläche **36** der Schicht **32** in die Zwischenräume **224** fließen gelassen oder auf andere Weise eingebracht werden, um mit der ersten äußeren radialen Oberfläche **38** der ersten elastomeren Schicht **30** eine Grenzfläche zu definieren, die in Phantomlinien bei **230** dargestellt ist. Auf diese Weise ist jede der Verbindungen **206** des Gehäuses **202** zwischen den Schichten **30** und **32** eingekapselt, um eine integrale, kollabierbeständige Verstärkungsstruktur zu bilden.

[0053] Da davon ausgegangen wird, dass verschiedene Änderungen an der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden können, ohne von den gegenwärtigen Richtlinien abzuweichen, soll der gesamte Inhalt der vorangehenden Beschreibung als beispielhaft und nicht in einschränkendem Sinn verstanden werden.

Patentansprüche

1. Flexibler, kollabierbeständiger Schlauch (**10**), der zur Beförderung von unter Druck stehenden Flüssigkeiten geeignet ist, wobei sich der Schlauch (**10**) in eine Achsenrichtung entlang einer mittleren Längsachse (**12**) auf unbestimmte Länge und in radialer Richtung um den Umfang der Längsachse (**12**) herum erstreckt, und wobei der Schlauch (**10**) umfasst:

eine röhrenförmige erste elastomere Schicht (**30**), wobei die erste elastomere Schicht (**30**) eine erste innere radiale Oberfläche (**34**) und eine erste äußere radiale Oberfläche (**38**) aufweist, ein spiralförmiges Verstärkungselement (**50**), das spiralförmig über die erste elastomere Schicht (**30**) mit einem bestimmten Steigungswinkel (θ), gemessen in Bezug auf die Längsachse (**12**), gewunden ist, eine röhrenförmige zweite elastomere Schicht (**32**), die das spiralförmige Verstärkungselement (**50**) umgibt, wobei die zweite elastomere Schicht (**32**) eine zweite innere radiale Oberfläche (**36**) und eine zweite äußere radiale Oberfläche (**40**) aufweist, und einen röhrenförmigen Kern (**14**) mit einer inneren radialen Kernfläche (**16**), die den Innendurchmesser des Schlauchs (**10**) definiert, und einer äußeren radialen Kernfläche (**18**), wobei der Kern (**14**) von der ersten elastomeren Schicht (**30**) umgeben ist, wobei deren erste innere radiale Oberfläche (**34**) an die äußere radiale Kernfläche (**18**) gebunden ist, wobei der Schlauch (**10**) **dadurch gekennzeichnet** ist, dass: das spiralförmige Verstärkungselement (**50**) aus Metall besteht und zwischen der ersten äußeren radialen Oberfläche (**38**) der ersten elastomeren Schicht (**30**) und der zweiten inneren radialen Oberfläche (**36**) der zweiten elastomeren Schicht (**32**) eingekapselt ist.

2. Schlauch (**10**) nach Anspruch 1, wobei das spiralförmige Verstärkungselement (**50**) spiralförmig gewunden ist, um eine Reihe von Windungen (**60**) zu definieren, von welchen jede von einer benachbarten der Windungen (**60**) beabstandet ist, um dazwischen einen Zwischenraum (**62**) zu definieren, wobei die erste äußere radiale Oberfläche (**38**) der ersten elastomeren Schicht (**30**) in den Zwischenraum (**62**) reicht und die zweite innere radiale Oberfläche (**36**) der zweiten elastomeren Schicht (**32**) in den Zwischenraum (**62**) reicht und darin an die erste äußere radiale Oberfläche (**38**) der ersten elastomeren Schicht (**30**) gebunden ist, um jede der Windungen (**60**) des spiralförmigen Verstärkungselements (**50**) einzukapseln.

3. Schlauch (**10**) nach Anspruch 1, wobei der Kern (**14**) aus einem thermoplastischen Material gebildet ist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Polyamiden, Polyolefinen, Fluorpolymeren, Polyvinylchlorid, Polyurethanen, und Copolymeren und Mischungen davon besteht.

4. Schlauch (**10**) nach Anspruch 1, wobei der Kern (**14**) ein Verbundstoff ist, der wenigstens eine innerste Schicht (**20**) umfasst, die die innere radiale Kernfläche (**16**) definiert, und eine äußerste Schicht (**22**), die die äußere radiale Kernfläche (**18**) definiert.

5. Schlauch (**10**) nach Anspruch 4, wobei die innerste Schicht (**20**) aus einem Polymermaterial gebildet ist, das lösemittelbeständig ist, und wobei die äu-

ßerste Schicht (22) aus einem flexiblen Polymermaterial gebildet ist.

6. Schlauch (10) nach Anspruch 5, wobei das Polymermaterial, das lösemittelbeständig ist, ein Fluoropolymer umfasst, und wobei das flexible Polymermaterial aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Polyamiden, Polyolefinen, Polyvinylchlorid, Polyurethanen und Copolymeren und Mischungen davon besteht.

7. Schlauch (10) nach Anspruch 6, wobei der Kern (14) des Weiteren eine Zwischenschicht (24) umfasst, die zwischen der innersten (20) und der äußersten (22) Schicht liegt und die innerste Schicht (20) an die äußerste Schicht (22) bindet.

8. Schlauch (10) nach Anspruch 7, wobei die Zwischenschicht (24) aus einem Polymermaterial gebildet ist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Polyvinylidenfluoriden, Polyvinylfluoriden, Polyvinylacetaten, Polyurethanen, und Copolymeren und Mischungen davon besteht.

9. Schlauch (10) nach Anspruch 2, wobei das spiralförmige Verstärkungselement (50) aus einem oder mehreren Strängen eines Monofilamentdrahtes gewunden ist.

10. Schlauch (10) nach Anspruch 9, wobei der Draht aus einem Stahlmaterial mit einer Zugfestigkeit zwischen etwa 50.000 bis 300.000 psi (345 bis 2100 MPa) gebildet ist.

11. Schlauch (10) nach Anspruch 9, wobei der Draht eine im Allgemeinen kreisförmige, elliptische oder polygonale Querschnittsgeometrie mit einem Durchmessermaß zwischen etwa 0,015 bis 0,30 Zoll (0,5 bis 10 mm) aufweist.

12. Schlauch (10) nach Anspruch 1, wobei der Steigungswinkel (θ) etwa 40 bis 85° beträgt, und wobei jede der Windungen (60) von einer benachbarten Windung (60) um etwa 0,1 bis 3,5 Zoll (0,25 bis 9 cm) beabstandet ist.

13. Schlauch (10) nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend eine oder mehrere faserige Verstärkungsschichten (70), die die zweite elastomere Schicht (32) umgeben, wobei wenigstens eine innerste (70a) der faserigen Verstärkungsschichten an die zweite äußere radiale Oberfläche (40) der zweiten elastomeren Schicht (32) gebunden ist.

14. Schlauch (10) nach Anspruch 13, wobei jede der faserigen Verstärkungsschichten (70) aus einem oder mehreren Monofilament- oder Multifilamentsträngen geflochten oder spiralförmig gewunden ist, die aus einem Material bestehen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Nylons, Polyestern, Aramiden, Polyphenylenbezobisoxazolen, Metalldrähten

und Kombinationen davon besteht.

15. Schlauch (10) nach Anspruch 13, wobei die zweite äußere Oberfläche (40) der zweiten elastomeren Schicht (32) im Allgemeinen glatt ist.

16. Schlauch (10) nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend eine Hülle (80), die eine äußerste (70b) der faserigen Verstärkungsschichten umgibt.

17. Schlauch (10) nach Anspruch 16, wobei die Hülle (80) aus einem Material gebildet ist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Polyurethanen, Polyamiden, Polyolefinen, Silikonen, Polyvinylchloriden, Polyurethanen, Natur- und Synthetikgummis, und Copolymeren und Mischungen davon besteht.

18. Schlauch (10) nach Anspruch 17, wobei das Material, das die Hülle (80) bildet, eine Härte zwischen etwa 60 bis 95 auf dem Shore-A-Härtemesser hat.

19. Schlauch (10) nach Anspruch 1, wobei die erste innere radiale Oberfläche (34) der ersten elastomeren Schicht (30) an die äußere radiale Kernfläche (18) schmelzgebunden ist.

20. Schlauch (10) nach Anspruch 2, wobei die zweite innere radiale Oberfläche (36) der zweiten elastomeren Schicht (32) an die erste äußere radiale Oberfläche (38) der ersten elastomeren Schicht (30) schmelzgebunden ist.

21. Schlauch (10) nach Anspruch 1, wobei sowohl die erste (30) wie auch die zweite (32) elastomere Schicht aus einem elastomeren Material gebildet ist, das unabhängig aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Natur- und Synthetikgummis besteht.

22. Schlauch (10) nach Anspruch 21, wobei die erste (30) und die zweite (32) elastomere Schicht aus demselben elastomeren Material gebildet sind.

23. Schlauch (100) nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend eine oder mehrere faserige Verstärkungsschichten (70c), die zwischen dem Kern (14) und der ersten elastomeren Schicht (30) liegen.

24. Schlauch (200) nach Anspruch 1, wobei das spiralförmige Verstärkungselement (202) gewunden ist, um eine Reihe von Verbindungen (206) zu bilden, wobei jede der Verbindungen (206) mit einer benachbarten der Verbindungen (206) verknüpft ist.

25. Schlauch (200) nach Anspruch 24, wobei durch jede der Verbindungen (206) wenigstens eine Öffnung (222) gebildet ist, um einen Zwischenraum (224) zu definieren, wobei die erste äußere radiale Oberfläche (38) der ersten elastomeren Schicht (30) in den Zwischenraum (224) reicht, und die zweite in-

nere radiale Oberfläche **(36)** der zweiten elastomeren Schicht **(32)** in den Zwischenraum **(224)** reicht und darin an die erste äußere radiale Oberfläche **(38)** gebunden ist, um jede der Verbindungen **(206)** des spiralförmigen Verstärkungselements **(50)** einzukapseln.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

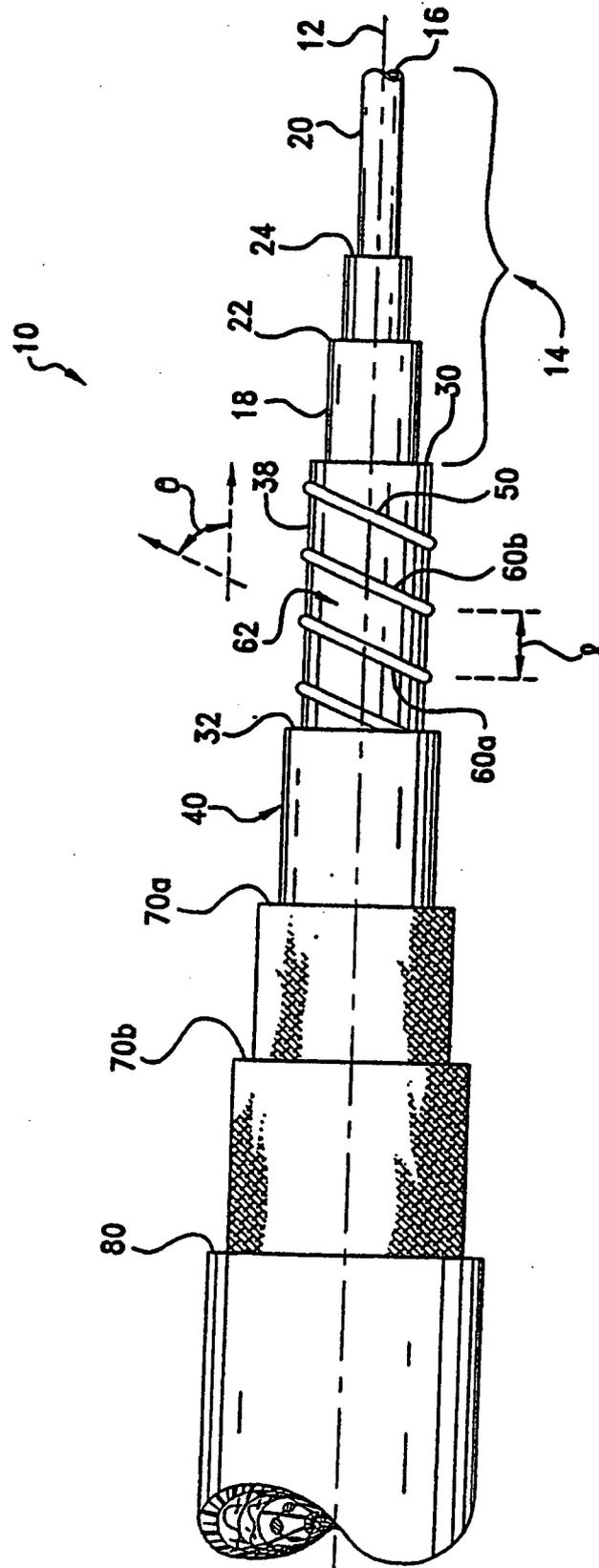


Fig. 1

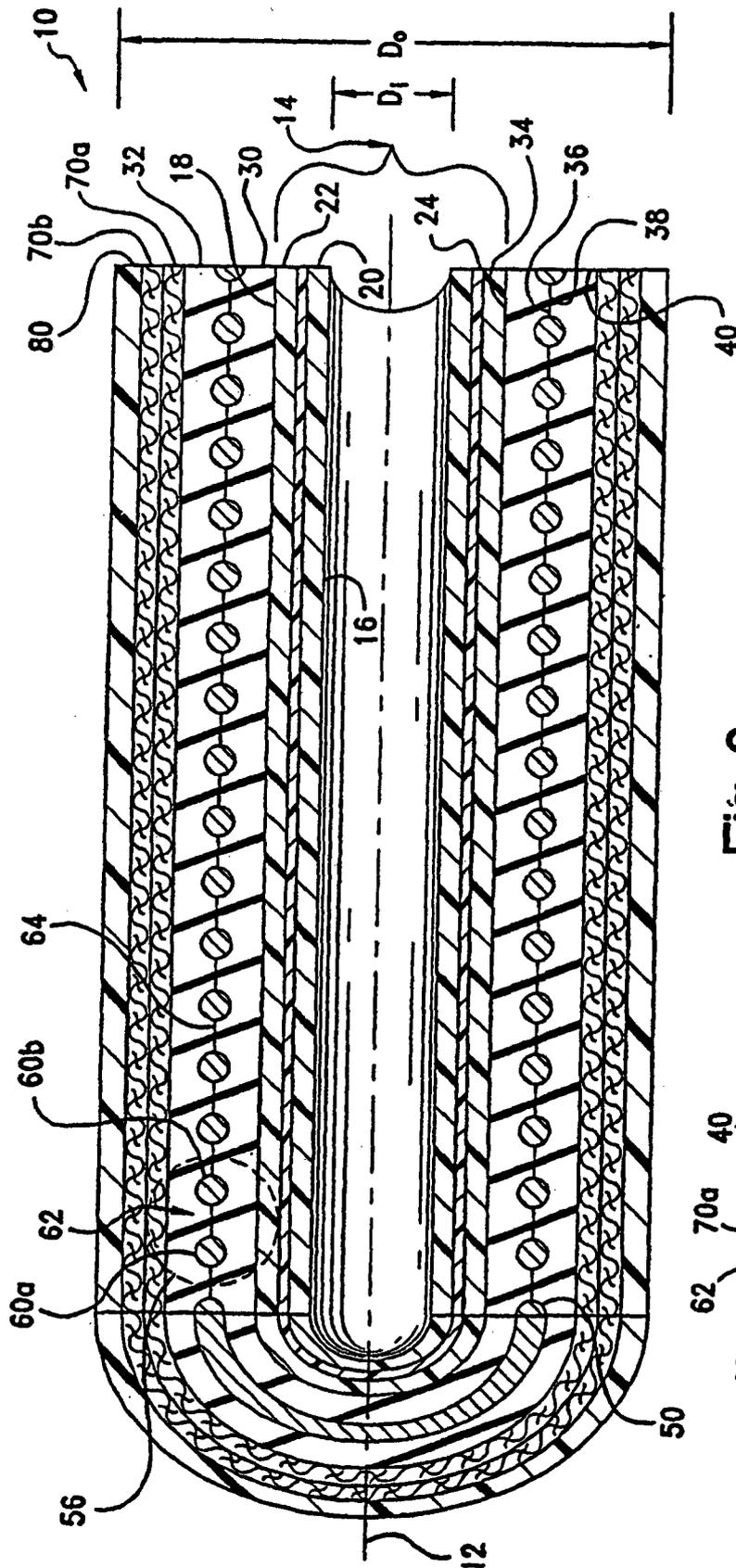


Fig. 2

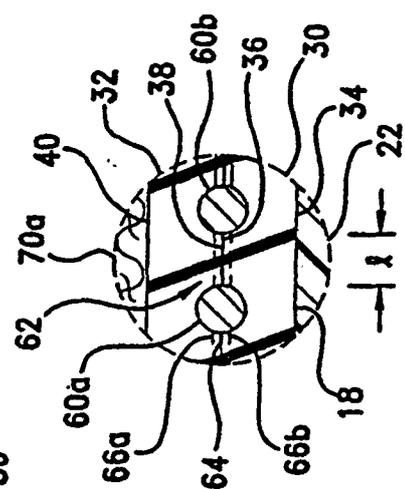


Fig. 3

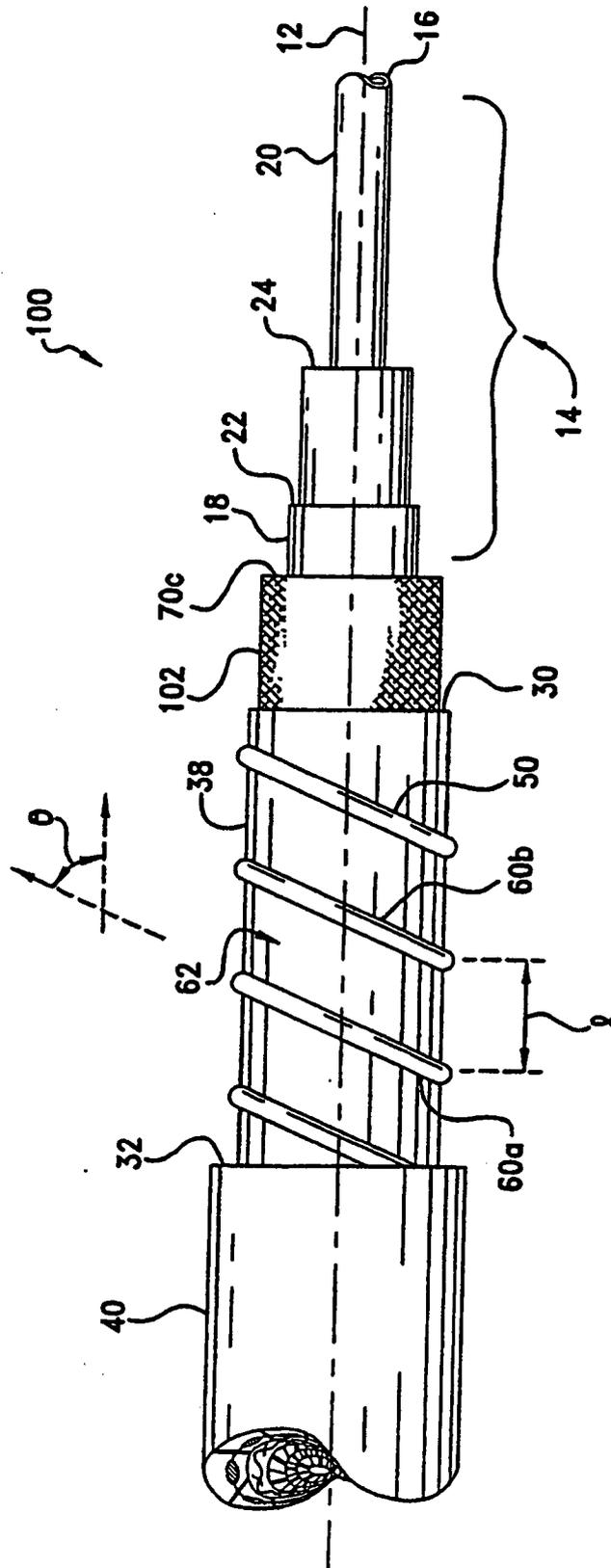


Fig. 4

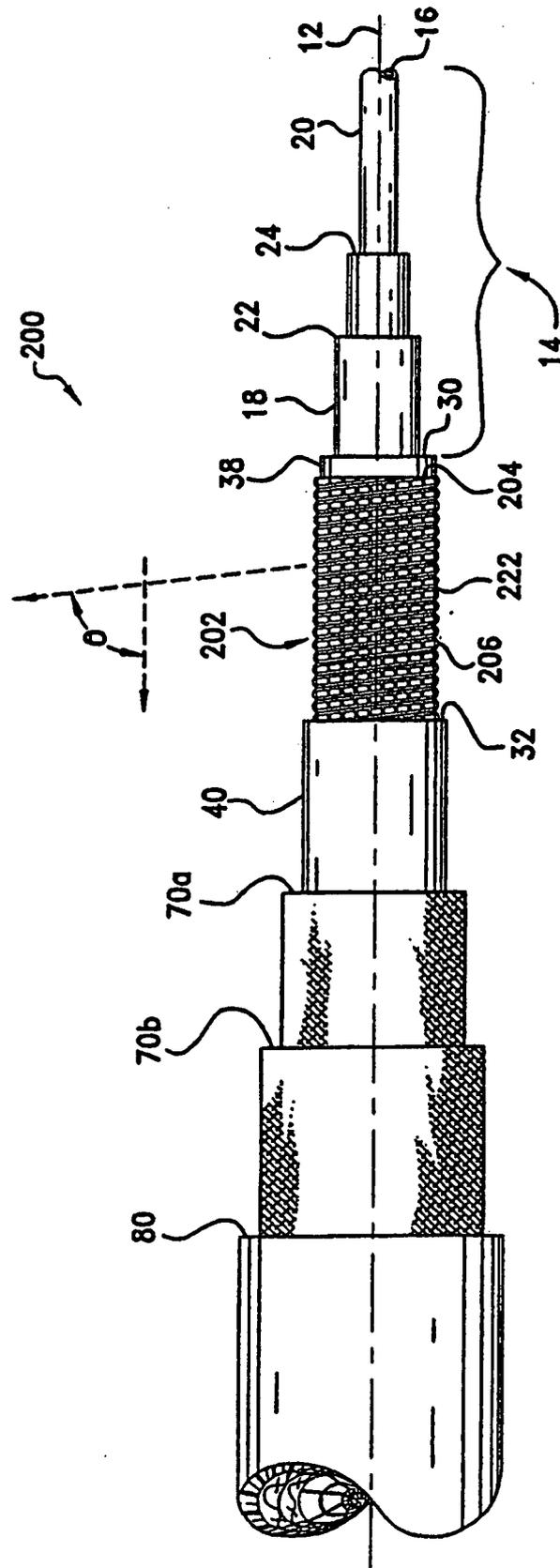


Fig. 5

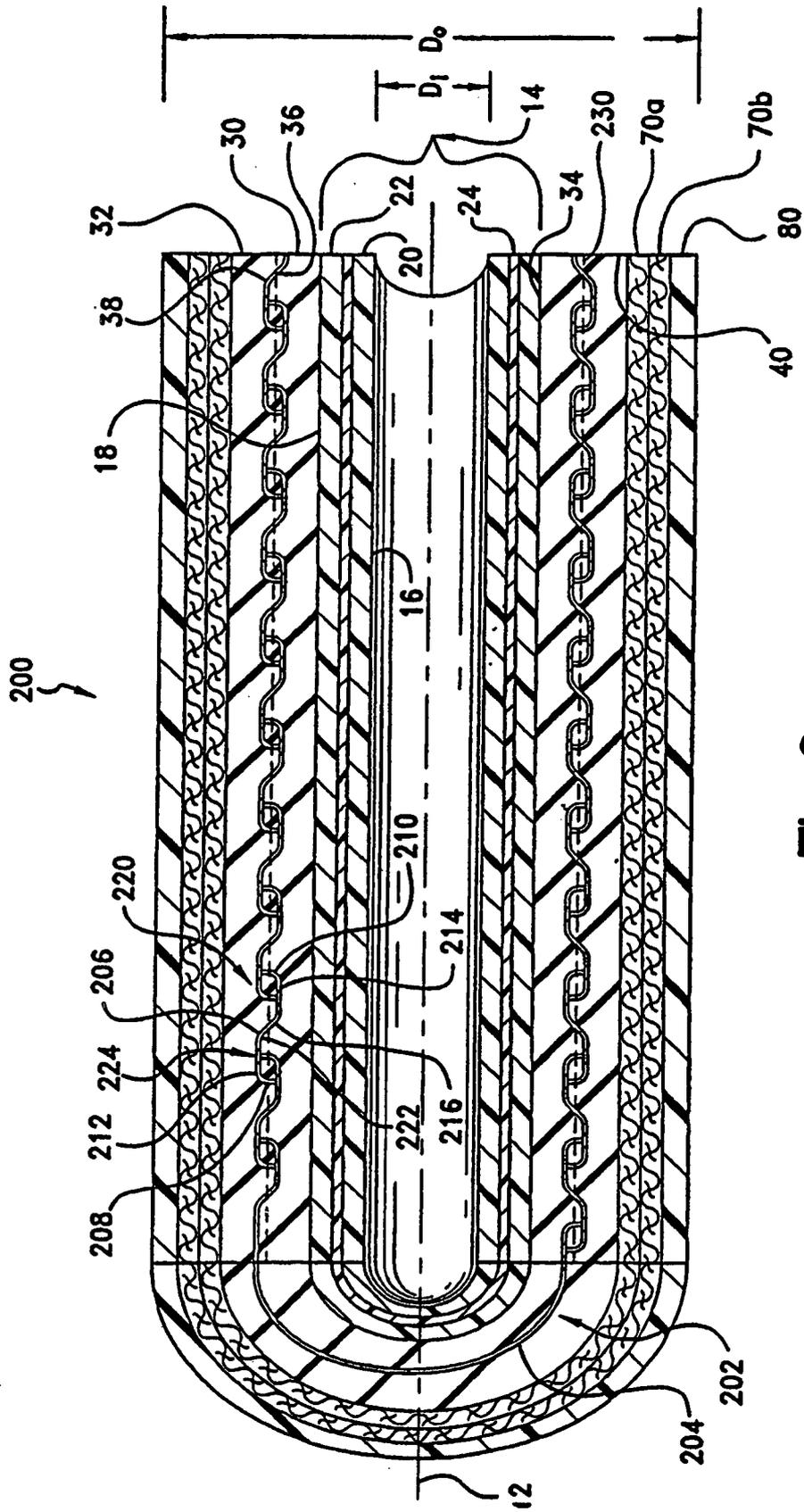


Fig. 6