



EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift :
04.08.93 Patentblatt 93/31

Int. Cl.⁵ : **F04B 43/00**

Anmeldenummer : **90101673.3**

Anmeldetag : **28.01.90**

Pumpenschlauch für eine peristaltische Pumpe.

Priorität : **23.03.89 DE 3909657**

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
26.09.90 Patentblatt 90/39

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
04.08.93 Patentblatt 93/31

Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

Entgegenhaltungen :
CH-A- 586 850
FR-A- 2 594 496
US-A- 2 917 002
US-A- 3 176 622

Patentinhaber : **B. Braun Melsungen AG**
Postfach 120
W-3508 Melsungen (DE)

Erfinder : **Rath, Dieter**
Franz-Gleim-Strasse 69
W-3508 Melsungen (DE)
Erfinder : **Haar, Friedrich v.d.**
Tilsiter Strasse 2
W-3508 Melsungen (DE)
Erfinder : **Gerlach, Hans Josef**
Marsberger Strasse 42
W-3558 Marsberg 4 (DE)
Erfinder : **Knuth, Reinhard**
Zetterberg 20
W-3508 Melsungen (DE)

Vertreter : **Selting, Günther, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner
Deichmannhaus am Hauptbahnhof
W-5000 Köln 1 (DE)

EP 0 388 596 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Pumpenschlauch für eine peristaltische Pumpe.

Im medizinischen Bereich werden Peristaltikpumpen oder Schlauchpumpen als Infusionspumpen verwendet. Solche Pumpen ermöglichen den sterilen Transport von größeren Mengen Infusionsflüssigkeit. Der austauschbare Pumpenschlauch stellt ein preiswertes Einmalerzeugnis dar, welches in steriler Form geliefert wird, vom Benutzer in das Infusionsgerät eingesetzt werden kann und nach Gebrauch fortgeworfen wird. Allerdings werden an den Pumpenschlauch hohe Anforderungen bezüglich Walkfähigkeit, Elastizität, Abriebfestigkeit und Maßhaltigkeit gestellt. Das Fördervolumen hängt von den Querschnittsabmessungen des Pumpenschlauchs ab und von dessen Rückstellfähigkeit. Weiterhin muß das verwendete Material physiologisch unbedenklich, d.h. gegenüber den verwendeten Medien inert sein. Umgebungseinflüsse wie Temperatur, Luftfeuchte, Licht und Desinfektionsmittel dürfen das Material nicht beeinflussen.

Üblicherweise werden Pumpenschläuche für peristaltische Pumpen aus hochelastischem Material, z.B. Silikon, mit hoher Maßhaltigkeit hergestellt. Der Pumpenschlauch wird mit Hilfe spezieller Verbindungsstücke, die zugleich als Fixierhilfen dienen können, in die Infusionsleitung eingesetzt. Die bekannten Pumpenschläuche haben runden Querschnitt. Wenn ein Schlauch mit rundem Querschnitt durch äußere Krafteinwirkung gequetscht wird, ergibt sich eine ungleichmäßige Materialbeanspruchung, wobei insbesondere die Knickstellen des Schlauchquerschnitts stark belastet werden. Verstärkt wird diese Materialbelastung noch dadurch, daß die Abquetschung des Schlauches nicht nur in einem Maße erfolgt, daß die beiden Schlauchwandteile gegeneinandergelegt werden, sondern daß darüber hinaus zur sicheren Abquetschung eine zusätzliche Kraft aufgebracht wird, bei der eine Kompression der flach gegeneinanderliegenden Schlauchhälften erfolgt. Da eine derartige Abquetschung bei peristaltischen Pumpen mit großer Häufigkeit erfolgt, treten Ermüdungserscheinungen des Schlauchmaterials auf. Außerdem besteht die Gefahr des Abriebs von Schlauchmaterial im Schlauchinnern, wodurch Fremdpartikel in die Infusionslösung gelangen können. An den beim Abquetschen entstehenden Knickstellen des Schlauch ergibt sich an der Schlauchinnenseite eine sehr starke Materialquetschung, während an der Außenseite starke Dehnungen entstehen. Außerdem sind die peristaltischen Pumpen Toleranzen unterworfen, durch die das Maß der Schlauchabquetschung variiert. Alle diese Umstände führen dazu, daß das Schlauchvolumen sich während des Betriebs verändert, mit der Folge, daß sich auch die Förderate bzw. Infusionsrate verändert.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Pumpenschläuche besteht darin, daß die Schlauchwand infolge der geforderten hohen Rückstellkraft wenig nachgiebig ist und die Messung des Fluiddrucks mit Hilfe von Drucksensoren, die elastisch von außen her gegen die Schlauchwand drücken, erschwert. Nachteilig ist schließlich auch die Notwendigkeit, zusätzliche Fixierhilfen am Pumpenschlauch anbringen zu müssen.

Aus DE 31 12 837 A1 ist ein Pumpenschlauch bekannt, bei dem zwei bogenförmige Abschnitte das Schlauchlumen umschließen, so daß das Schlauchlumen die Form einer Ellipse hat. Nach den Seiten hin erstrecken sich Stege nach entgegengesetzten Richtungen. Diese Stege dienen der Positionierung des Pumpenschlauchs im Inneren der Schlauchpumpe. Ihre Stärke ist nicht wesentlich größer als die Wandstärke der bogenförmigen Abschnitte. Beim Zusammendrücken des Pumpenschlauchs wirken die Andrückrollen ausschließlich auf die bogenförmigen Abschnitte ein, die gegeneinandergepreßt werden. Eine Pressung oder Abstützung findet im Bereich der Stege nicht statt.

Ein Pumpenschlauch, bei dem an entgegengesetzten Seiten Wülste angeordnet sind, ist bekannt aus US 2 917 002. Dieser Pumpenschlauch besteht aus einem relativ dickwandigen Elastomermaterial, das einen schwalbenschwanzförmigen Steg zur Verankerung in einer Unterlage aufweist. Die Wülste verhindern eine übermäßige Abnutzung an denjenigen Wandstellen, an denen der Schlauch dünn ist. Die Dicke dieser Wülste ist kleiner als die zweifache Wandstärke des Schlauchs.

In US 4 540 350 ist neben verschiedenen Schlauchformen ein Pumpenschlauch beschrieben, der aus zwei flach aufeinandergelegten und entlang ihrer Ränder miteinander verbundenen Bahnen besteht. Dabei entstehen seitliche Stege, deren Stärke doppelt so groß ist wie die Stärke eines bogenförmigen Abschnitts, jedoch ist dieser Schlauch auf den zusammengepreßten Zustand vorgeformt. Ein solcher Schlauch hat praktisch kein Rückstellvermögen für das Ansaugen von Flüssigkeit. Außerdem besteht die Gefahr, daß im Bereich der miteinander verbundenen Bahnänder Undichtigkeiten auftreten, insbesondere nach häufiger Verformung des Schlauchs.

Aus US 3 176 622 ist ebenfalls ein Pumpenschlauch bekannt, bei dem längs der Seitenränder das Schlauchmaterial doppelt liegt, wodurch seitliche Stege entstehen, deren Stärke doppelt so groß ist wie die Wandstärke. Die beiden Hälften des Schlauchquerschnitts haben angeformte Halteleisten aus faserverstärktem Elastomermaterial. Die eine Halteleiste dient der Verankerung im Gehäuse der Schlauchpumpe und die andere Halteleiste überträgt Zug- und Druckkräfte, um den Schlauch in denjenigen Bereichen, in denen er nicht zusammengequetscht wird, auseinanderzuziehen. Im Ursprungszustand hat der Schlauch einen relativ fla-

chen Öffnungsquerschnitt. Sowohl das Zusammenquetschen als auch das Auseinanderziehen des Schlauchs erfolgt durch äußere Zwangseinwirkung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Pumpenschlauch der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art zu schaffen, bei dem die örtliche Materialbelastung während des Abquetschens verringert ist, so daß Materialschädigungen vermieden werden und ein besseres Rückstellverhalten erreicht wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Der erfindungsgemäße Pumpenschlauch hat ein Lumen, das aus zwei gegeneinanderstoßenden bogenförmigen Abschnitten begrenzt wird, wobei an den Verbindungsstellen im Schlauchinnern Knicklinien gebildet sind. Das Schlauchlumen hat somit den Querschnitt einer konvexen Linse. Durch diese Ausgestaltung der Schlauchwände wird die Kraft, welche zum okklusiven Verschluß des Schlauches durch die Peristaltikpumpe aufzuwenden ist, verringert.

Die Materialstauchung verringert sich durch Verkleinerung des Knickwinkels, der dem Tangentenwinkel entspricht, und ferner dadurch, daß entlang der Knicklinien weniger Schlauchmaterial gequetscht werden muß. Der Pumpenschlauch ist somit in Richtung auf die beabsichtigte Zusammendrückung vorgeformt, mit der Folge, daß die beim Abquetschen entstehenden Materialbeanspruchungen verringert sind. Dadurch wird auch der Schlauchabrieb, insbesondere im Bereich der beiden Quetschlinien, verringert oder beseitigt.

Eine wesentliche Verminderung der Materialbelastung wird dadurch erreicht, daß von den Verbindungsstellen der bogenförmigen Abschnitte Stege nach außen abstehen, deren Stärke etwa der Summe der Stärken der beiden bogenförmigen Abschnitte entspricht. Dadurch wird ein Teil der von außen her auf den Schlauch einwirkenden Okklusionskraft, mit der die gegeneinanderliegenden bogenförmigen Schlauchabschnitte noch zusätzlich gequetscht werden, von den Stegen aufgenommen. Auf diese Weise können Toleranzen des Infusionsgerätes bei der Bemessung der auf den Schlauch einwirkenden Kraft eliminiert werden.

Durch die Erfindung wird infolge der Materialentlastung des Pumpenschlauches eine Reduzierung des Partikelabriebs erreicht. Ferner wird die Standzeit des Pumpenschlauchs verlängert und die Konstanz des Förder Volumens über die Infusionszeit erhöht. Die Stege bewirken auch eine Verbesserung der Seitenstabilität des Pumpenschlauchs.

Die Rückstellkraft des Pumpenschlauchs schafft die Möglichkeit Flüssigkeit anzusaugen. Hierzu ist eine hohe Rückstellkraft des Pumpenschlauchs notwendig. Wenn mittels eines Drucksensors der hydraulische Druck im Schlauchinnern gemessen werden soll, indem ein Druckfühler gegen die Außenwand des Pumpenschlauchs drückt, verfälscht die Rückstellkraft des Pumpenschlauchs die Meßgröße. Ist diese Rückstellkraft konstant und nicht zu groß, so kann man sie rechnerisch berücksichtigen und ein brauchbares Meßergebnis erhalten. Um die Rückstellkraft im Bereich des Meßwertaufnehmers möglichst gering zu halten, ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auf einem Längenabschnitt des Schlauches die Wandstärke gegenüber den angrenzenden Bereichen verringert.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind an dem Pumpenschlauch einstückig angeformte Fixierstücke vorgesehen. Der Pumpenschlauch einschließlich der Fixierstücke ist als Formteil hergestellt. Eine solche Gestaltung als Formteil erlaubt eine optimale Formgebung des Pumpbereichs und der Druckmeßzone. Querschnittsübergänge und Oberflächenbeschaffenheit können den gewünschten Strömungsbedingungen angepaßt werden, d.h. Querschnittsübergänge werden fließend ausgeführt und die Rauheit der Innenfläche wird so gewählt, daß eine Gasblasenhaftung minimiert wird.

Der erfindungsgemäße Pumpenschlauch eignet sich insbesondere für den Einsatz in einer Fingerpumpe, bei der der Schlauch linear angeordnet und an einer Seite abgestützt wird, während von der gegenüberliegenden Seite her mehrere Finger nacheinander auf den Schlauch einwirken und diesen fortlaufend abquetschen. Der Pumpenschlauch ist aber auch bei anderen peristaltischen Pumpen einsetzbar, z.B. bei Rollenpumpen oder Taumelscheibenpumpen. Der Schlauch muß daher nicht notwendigerweise geradlinig sein, sondern er kann über seine Länge einen gekrümmten Verlauf haben.

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Darstellung des noch unkomprimierten Schlauchquerschnitts zwischen einem Widerlager und einem Pumpenfinger,
- Fig. 2 die Einrichtung von Fig. 1 bei zusammengequetschtem Schlauch,
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Pumpenschlauch,
- Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV von Fig. 3, und
- Fig. 5 in vergrößertem Maßstab eine Einzelheit V aus Fig. 3.

Der Pumpenschlauch 10 von Fig. 1 weist im Querschnitt zwei bogenförmige Abschnitte 11, 12 auf, die das

Schlauchlumen 20 derart umschließen, daß das Schlauchlumen die Querschnittsform einer konvexen Linse hat. Entlang der Verbindungsstellen 13 der bogenförmigen Abschnitte 11 und 12 sind längslaufende konkave Knicklinien 14 gebildet. In diesen Knicklinien schließen die Tangenten an die Innenseiten der Schlauchabschnitte 11 und 12 einen Winkel α ein, der kleiner ist als 180° und bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel etwa 120° beträgt.

Die bogenförmigen Abschnitte 11 und 12 sind kreisförmig, wobei die Mittelpunkte beider Kreise gegeneinander versetzt sind.

An die Verbindungsstellen 13 der Schlauchabschnitte 11 und 12 schließen sich nach außen weisende Stege 15 an. Die Stärke eines jeden Steges 15 entspricht etwa der Summe der Wandstärken der beiden bogenförmigen Abschnitte 11 und 12.

In Fig. 1 ist der Schlauchquerschnitt im unkomprimierten Zustand dargestellt, also in dem Fall, daß keine äußeren oder inneren Kräfte auf den Schlauch einwirken. Der Schlauch 10 besteht aus einem physiologisch unbedenklichen Elastomermaterial von hoher Rückstellfähigkeit.

In der peristaltischen Pumpen, die im übrigen nicht dargestellt ist, befindet sich ein Widerlager 16 und ein Druckfinger 17. Der Schlauch liegt mit dem einen bogenförmigen Abschnitt 12 zunächst lose am Widerlager 16 an und der Druckfinger 17 ist auf der gegenüberliegenden Seite angeordnet. Die Stege 15 verlaufen parallel zu den Stirnseiten von Widerlager 16 und Druckfinger 17.

Fig. 2 zeigt den Okklusionszustand des Schlauches 10, der zwischen dem Druckfinger 17 und dem Widerlager 16 zusammengequetscht ist. Dabei ist die Fläche des Schlauchlumens 20 auf Null reduziert. Im Bereich der Verbindungsstellen 13 der ursprünglich bogenförmigen Abschnitte 11 und 12 ergeben sich keine wesentlich höheren Materialquetschungen als in den übrigen Bereichen. Die Stege verhindern, daß der abgequetschte Schlauch 10 von dem Druckfinger 17 noch zusätzlich zusammengequetscht wird und sie verhindern eine übermäßige Deformierung des Schlauches durch eine eventuell fehlerhaft eingestellte Infusionspumpe, weil sie innerhalb der Breite von Widerlager 16 und Druckfinger 17 liegen.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen einen Pumpenschlauch 10 mit dem anhand von Fig. 1 erläuterten Querschnitt. Auf einem Längenabschnitt 18, der nicht der Einwirkung von Druckfingern ausgesetzt ist, ist die Wandstärke reduziert, so daß der Längenabschnitt 18 als Druckmeßzone benutzt werden kann, an die ein den Innendruck messender Drucksensor von außen angesetzt werden kann.

An den Schlauchenden sind einstückig angeformte Fixierstücke 19 nach Art von Muffen vorgesehen. Diese Fixierstücke 19 dienen der Anbringung und lagegerechten Fixierung des Schlauches in einer peristaltischen Pumpe. Die Fixierstücke 19 dienen zugleich als Anschlußstücke für den Anschluß von Infusionsleitungen.

Wie Fig. 5 zeigt, sind die Übergänge, in denen sich der Querschnitt des Schlauchlumens 20 in Längsrichtung verändert, stetig bzw. knickfrei ausgeführt, um eine möglichst laminare Fluidströmung zu erreichen.

Patentansprüche

1. Pumpenschlauch für eine peristaltische Pumpe mit elastischer Rückstellfähigkeit in den unverformten Zustand zum Ansaugen, wobei die das Schlauchlumen (20) des unverformten Schlauches umschließende einstückige Schlauchwand linsenförmig gestaltet ist und aus zwei, vorzugsweise symmetrischen, bogenförmigen Abschnitten (11,12) besteht, die an ihren Verbindungsstellen (13) Tangenten haben, welche einen Öffnungswinkel (α) des Schlauches von weniger als 150° einschließen, und wobei von den Verbindungsstellen (13) Stege (15) nach außen abstehen, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Stärke der Stege (15) etwa der Summe der Stärken der beiden bogenförmigen Abschnitte (11,12) entspricht.
2. Pumpenschlauch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungswinkel (α) etwa 120° beträgt.
3. Pumpenschlauch nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Längenabschnitt (18) des Schlauches die Wandstärke gegenüber den angrenzenden Bereichen verringert ist.
4. Pumpenschlauch nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einstückig angeformte Fixierstücke (19).
5. Pumpenschlauch nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Querschnittsveränderungen des Schlauchlumens (20) in Längsrichtung stetig und knickfrei ausgeführt sind.

Claims

1. A pump hose for a peristaltic pump with the ability to resiliently return into the undeformed state for aspirating, the integral hose wall enclosing the hose lumen (20) of the undeformed hose being lens-shaped and consisting of two preferably symmetric arcuate portions (11,12) that have tangential lines at their joinings (13) which enclose an opening angle (a) of the hose that is less than 150°, and ribs (15) protruding outward from the joinings (13),
characterised in
that the thickness of the ribs (15) approximately corresponds to the sum of the thicknesses of the two arcuate portions (11,12).
2. The pump hose as set forth in claim 1, characterised in that the opening angle (a) is about 120°.
3. The pump hose as set forth in claim 1 or 2, characterised in that the wall thickness of a portion (18) of the hose length is reduced with respect to the adjacent portions.
4. The pump hose as set forth in one of claims 1 to 3, characterised by integrally formed fastening members (19).
5. The pump hose as set forth in one of claims 1 to 4, characterised in that changes in the cross section of the hose lumen (20) are configured continuous and kink-free in the longitudinal direction.

Revendications

1. Tube de pompe pour pompe péristaltique, présentant une aptitude au rappel élastique à l'état non déformé, pour l'aspiration, la paroi de tuyau d'un seul tenant, qui entoure la lumière de passage (20) du tuyau non déformé, présentant une configuration en forme de lentille et étant constituée de deux tronçons (11, 12) en forme d'arc, de préférence symétriques, qui présentent à leurs zones de raccordement (13), des tangentes formant un angle d'ouverture (a) du tuyau, de moins de 150°, des nervures (15) faisant saillie vers l'extérieur, à partir des zones de raccordement (13), caractérisé en ce que l'épaisseur des nervures (15) correspond environ à la somme des épaisseurs des deux tronçons (11, 12) en forme d'arc.
2. Tuyau de pompe selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'angle d'ouverture (a) vaut environ 120°.
3. Tuyau de pompe selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que sur un tronçon (18) de la longueur du tuyau, l'épaisseur de paroi est réduite par rapport aux zones voisines.
4. Tuyau de pompe selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par des pièces de fixation (19) formées d'un seul tenant.
5. Tuyau de pompe selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que des variations de la section transversale de la lumière de passage (20) du tuyau dans la direction longitudinale, sont réalisées de manière continue et sans pli.

FIG.1

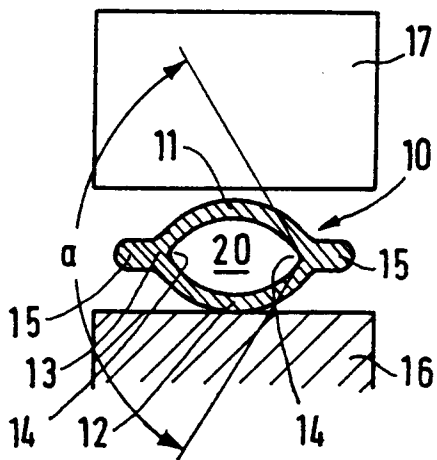


FIG.2

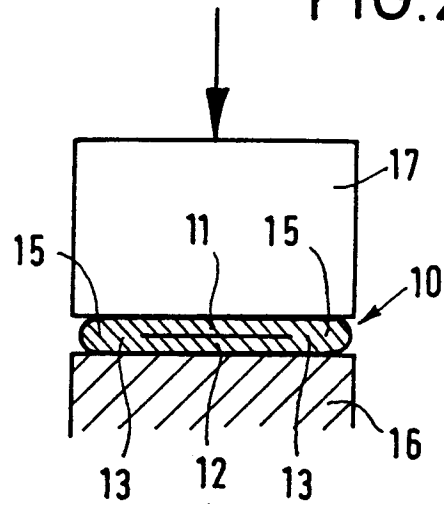


FIG.3

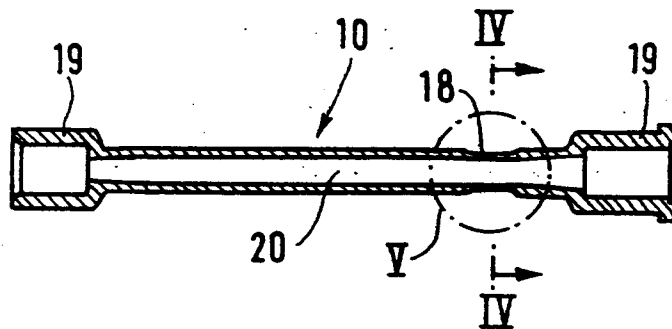


FIG.4

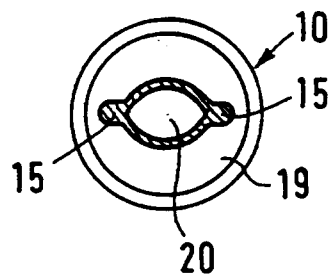


FIG.5

