



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.03.2005 Patentblatt 2005/13

(51) Int Cl.7: **F15B 15/10**

(21) Anmeldenummer: **04021291.2**

(22) Anmeldetag: **08.09.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(71) Anmelder: **Forschungszentrum Karlsruhe GmbH**
76133 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder: **Schulz, Stefan**
75015 Bretten (DE)

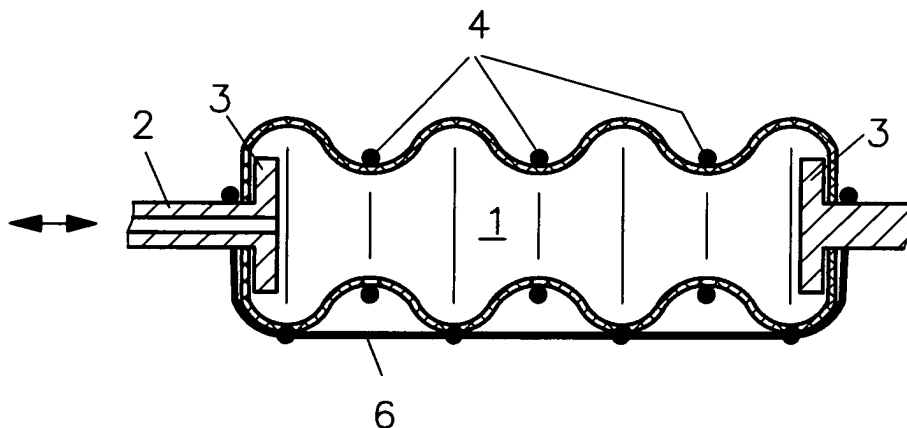
(30) Priorität: **29.09.2003 DE 10345587**

(54) **Fluidischer Antrieb**

(57) Fluidischer Antrieb zwischen zwei Bauteilen, umfassend mindestens ein hydraulisches oder pneumatisches Antriebselement jeweils mit mindestens einem Krafteinleitungsbereich (3) an beiden Bauteilen, wobei das Antriebselement aus einem Hohlkörper (1) mit einer Zu- und Ableitung (2) eines Arbeitsfluids besteht. Aufgabe ist es, einen fluidischen Antrieb mit einem geführten Hohlkörper vorzuschlagen, welcher sich für die Übertragung auch höherer Kräfte auch bei gro-

ßen Hüben oder Schwenkwinkeln eignet. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Hohlkörper (1) zumindest teilweise faltenbalgähnlich geformt ist, dehnsteife Ringelemente (4) den faltenbalgähnlichen Hohlkörper (1) in jeder einzelnen Faltung umschließen sowie die dehnsteifen Ringelemente (4) auf mindestens einer Seite der faltenbalgähnlichen Hohlkörpers (1) über eine dehnsteife Verbindung (6) mit mindestens einem der beiden Krafteinleitungsbereiche (3) verbunden ist.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen fluidischen Antrieb zwischen zwei beweglich zueinander angeordneten Bauteilen gemäß dem ersten Patentanspruch.

[0002] Derartige Antriebe dienen als Antriebe für translatorische Bewegungen, aber auch für Schwenk- oder Drehbewegungen überwiegend in den Bereichen der Robotik oder Prothetik. Sie umfassen im Wesentlichen mindestens ein hydraulisches oder pneumatisches Antriebselement, welches zwei beweglich zueinander angeordnete Bauteile überbrückt. Dabei sind die Antriebselemente jeweils über mindestens einem Krafteinleitungsbereich an jedes der beiden Bauteile verbunden. Vorzugsweise besteht das Antriebselement aus einem Hohlkörper mit einer Zu- und Ableitung eines Arbeitsfluids.

[0003] In der DE-AS 23 45 856 ist ein fluidischer Antrieb im Rahmen eines Manipulators beschrieben worden, welcher bis auf die faltenbalgähnliche Form der vorigen Beschreibung entspricht. Der Antrieb ist als Druckblase seitlich neben dem Gelenk und zwischen den sich gegenüberstehenden Stirnflächen zweier Bauteile eingesetzt, wobei diese durch ein Aufblähen des Antriebs auseinandergedrückt werden und eine Schwenk- oder Drehbewegung um eine Gelenkachse bewirken. Eine dehnteife Begrenzerhülle um die Blase begrenzt das Volumen des Aufblähens des Antriebs.

[0004] Die Krafteinleitungsbereiche dieses Antriebs erstrecken sich auf die gesamten Stirnflächen. Da keine besonderen Mittel einer Führung des Antriebs vorgesehen sind, ändern sie sich zudem während des Aufblähens des Antriebs. Auch ist der Antrieb so konzipiert, dass ein Aufblähen des Antriebs ungefähr gleichmäßig in allen Richtungen erfolgt. In Folge dessen begrenzt sich nicht nur die übertragbare Kraft, sondern auch der Schwenkwinkel, während andererseits die Dicke des Gelenks mit zunehmender Aufblähung zunimmt.

[0005] Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, einen fluidischen Antrieb mit einem geführten Hohlkörper vorzuschlagen, welcher sich für die Übertragung auch höherer Kräfte in Verbindung mit großen Hüben oder Schwenkwinkeln bereits mit einem geringen Durchsatz an Arbeitsfluid eignet. Vor allem soll der Antrieb in jedem mit Arbeitsfluid gefüllten Zustand eine kompakte Kontur beibehalten und damit sich für einen Einsatz in beengten Verhältnissen besonders eignen.

[0006] Die Aufgabe wird durch einen fluidischen Antrieb mit den kennzeichnenden Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

[0007] Die wesentlichen Merkmale der Erfindung betreffen den Hohlkörper sowie seine Führung.

[0008] Der Hohlkörper ist fluiddicht und zumindest teilweise faltenbalgähnlich geformt und weist neben einer fluiddichten Wandung eine Zu- und Ableitung eines Arbeitsfluids auf. Er weist bei der Einleitung des Arbeitsfluids, d. h. beim vorgenannten Aufblähen, eine vorge-

gebene Ausdehnungsvorzugsrichtung in eine Richtung, welche durch die faltenbalgähnlichen Ausgestaltung vorbestimmt ist, auf. Ein sich seitlich am Hohlkörper ausdehnendes Blähvolumen wird ebenso wie die erforderlichen Einbaumaße allein durch die genannte Gestaltung bereits drastisch reduziert. Auch wird in besonders vorteilhafter Weise durch die bereits konstruktiv bedingte erhöhte Seifigkeit des Hohlkörpers gegenüber seitlicher Auswölbung die für einen bestimmten Hub oder für die Schwenk- oder Drehbewegung erforderliche Arbeitsfluidmenge begrenzt. Da sich die Querschnittsfläche orthogonal zur Hubrichtung nur unwesentlich ändert, lässt sich zudem die Hubkraft mit faltenbalgähnlichen Hohlkörpern zudem erheblich besser und in kleinen Bereichen dosieren. Die Ausdehnung des Hohlkörpers wird über mindestens zwei Krafteinleitungsbereiche auf angrenzende Bauteile übertragen.

[0009] Dabei ist es unerheblich, ob die Wandung des Hohlkörpers einwandig oder mehrwandig gestaltet ist. Beispielsweise bietet es sich an, eine elastische fluiddichte Innenwandung, beispielsweise aus einem Elastomer (z.B. Gummi) mit einer dehnteifen Außenwandung, beispielsweise aus einem Gewebemantel zu kombinieren. Für einwandige Ausführungen bieten sich z.B. elastische Materialien an, welche entweder eine ausreichende eigene Steifigkeit aufweisen oder mit zusätzlich eingebundenen Verstärkungen versteift sind.

[0010] Die Führung des Hohlkörpers erfolgt im Rahmen der Erfindung überwiegend durch dehnteife Ringelemente, welche den faltenbalgähnlichen Hohlkörper in jeder einzelnen Faltung umschließen und für den Fall, dass sie nicht in der Wandung integriert sind, durch diese geführt werden. Ferner sind sie auf mindestens einer Seite der faltenbalgähnlichen Hohlkörper über eine dehnteife Verbindung mit mindestens einem der beiden Krafteinleitungsbereiche verbunden. Insbesondere dann, wenn der Hohlkörper nicht als Schwenkantrieb sondern als translatorischer Antrieb dient, bietet es sich zudem an, mehrere dehnteife Verbindungen über den Umfang des Hohlkörpers verteilt vorzusehen.

[0011] Grundsätzlich umfassen die Ringelemente alle Komponenten, welche zumindest einen Querschnitt dehnteif umschließen und dabei eine bestimmte Bauhöhe, Materialstärke oder Dicke nicht überschreiten, d. h. beispielsweise auch Bleche, Folien oder Platten mit Durchbrüchen. Auch liegt es im Rahmen der Erfindung, wenn diese Ringelemente in der Wandung als dehnteife Einlagen wie Drähte oder Fäden integriert sind.

[0012] Die dehnteife Verbindung dient als Führung für die Ringelemente und muss nicht direkt mit den Ringelementen verbunden sein. Es ist völlig ausreichend, wenn die Ringelemente über geeignete Zwischenkomponenten mit der Verbindung gekoppelt sind. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn die Verbindung nicht an den Ringelementen direkt sondern an den außen liegenden Bereichen der Faltung, d. h. an der Wandung des Hohlkörpers angreift, während die Ringelemente durch die innen liegenden Wandungsbereiche der Fal-

tungen ausreichende fixiert und geführt sind. Die Ringelemente werden dabei formschlüssig in den Falten, d. h. an den Stellen der relativ geringsten Querschnittsflächen des Faltenbalgs geführt.

[0013] Dehnsteif heißt in diesem Zusammenhang mit allen genannten Ringelementen, Wandungen oder Verbindungen ein Ausschluss einer unerwünschten Dehnung. Dehnsteif beinhaltet jedoch im Rahmen der Erfindung eine tolerierbare oder gewollte Dehnbarkeit der dehnsteifen Komponenten, beispielsweise zur Verminderung von lokalen Spannungsspitzen oder zur Vermeidung von Beschädigungen im fluidischen Antrieb. Insbesondere sei hier auf die Funktion der genannten dehnsteifen Komponenten verwiesen, welche beispielsweise der Vermeidung seitlicher Auswölbungen des Hohlkörpers einerseits und der Sicherstellung einer geführten und damit eindeutigen Bewegung des Hohlkörpers und damit auch des Antriebselementes dienen.

[0014] Die Verbindung der Ringelemente mit einem Krafteinleitungsbereich erfolgt auf einer Seite des Hohlkörpers und begrenzt damit die maximale Entfernung der Ringelemente von den Krafteinleitungsbereichen. Allein durch diese Führung wird ein unkontrolliertes Ausbrechen des Hohlkörpers vermieden, womit sich auch größere Kräfte vom faltenbalgähnlichen Hohlkörper über die Krafteinleitungsbereiche auf die beiden Bauteile übertragen lassen.

[0015] Im Falle, dass die dehnsteife Verbindung mit mehr als einem Krafteinleitungsbereich verbunden ist, begrenzt diese auch den maximalen Hub oder Schwenkwinkel des Antriebs. Auf die besondere Führung der Ringelemente bei maximalem Hub bzw. Schwenkwinkel durch die in dieser Stellung straff gespannte Verbindung wird hingewiesen.

[0016] Der faltenbalgähnliche Hohlkörper weist im entleerten Zustand bei dünner Wandung und dünnen Ringelementen eine besonders kurze Bauform auf. Auf diese Weise lässt sich der fluidische Antrieb auch bei beengten Verhältnissen zwischen den Stirnflächen zweier mit einem Gelenk verbundenen Bauteilen, beispielsweise im Rahmen des in DE-AS 23 45 856 offenbarten Manipulators, einsetzen und eignet sich grundsätzlich aufgrund der vorgenannten Führungselemente und der unidirektionalen Ausdehnung des faltenbalgähnlichen Hohlkörpers praktisch für alle möglichen Schwenkwinkel zwischen den beiden Bauteilen.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden an Ausführungsformen anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine erste Ausführungsform mit fadenförmiger Verbindung und an diese direkt befestigten fadenförmigen Ringelementen und separater Armierung,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform mit fadenförmiger Verbindung und an diese nicht direkt befestigten fadenförmigen Ringelementen

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform mit einer dehnsteifen Verbindung, umfassend mindestens eine einseitige Verklebung,

Fig. 4 eine vierte Ausführungsform mit einer Verbindung in Form von einseitig miteinander vernähten Faltungen,

Fig. 5 eine fünfte Ausführungsform, wobei die Verbindung und die Ringelemente durch eine entsprechend konstruktiv gestaltete dehnsteife Wandung gebildet werden,

Fig. 6 a und b eine sechste Ausführungsform mit Ringelemente und Verbindung aus Folienmaterial bzw. ein Schnittmuster eines dieser Ringelemente mit Verbindung sowie

Fig. 7 a und b eine weitere Ausführungsform als Schwenkantrieb mit zwei parallel geschalteten dehnstarken Verbindungen für ein künstliches Fingergelenk in zwei Winkelstellungen.

[0018] Alle Figuren zeigen einen fluidischen Antrieb mit einem Hohlkörper 1 mit mindestens einer Zu- und Ableitung 2 als hydraulisches oder pneumatisches Antriebselement. Der Hohlkörper ist in jeder der gezeigten Ausführungsform zumindest teilweise faltenbalgähnlich gestaltet. Ferner werden die jeweils aus einer Fläche bestehenden Krafteinleitungsbereiche 3, die Ringelemente 4 in den Faltungen 5 sowie die dehnsteife Verbindung 6 der jeweiligen Ausführungsform offenbart.

[0019] Fig. 1 und 2 zeigen Ausführungsformen, bei denen Verbindung 6 und Ringelemente 4 durch Fäden oder Drähte gebildet werden. Während Ringelemente und Verbindung im Rahmen der ersten Ausführungsform (Fig. 1) direkt miteinander verbunden sind, beispielsweise über Verknotung, Verklebung oder durch unter den Ringelementen hindurch gezogene Verbindungen, ist die Verbindung 6 in der zweiten Ausführungsform (Fig. 2) direkt an den außen liegenden Bereichen der Faltungen 5 befestigt. Dabei werden die Ringelemente 4 durch formschlüssig durch die Faltungen und dadurch indirekt durch die Verbindung 6 geführt. Dabei können die Faltungen, wie in Fig. 1 gezeigt, durch eine zusätzliche biegeschlaife aber dehnsteife Armierung 16, die an den Krafteinleitungsbereichen 3 sowie an den Ringelementen fixiert ist, gegen unkontrolliertes Aufblähen des Hohlkörpers zusätzlich und lokal (z.B. bei Schwenkantrieben der außenliegende Bereich) geschützt werden. Die Krafteinleitungsbereiche 3 sind in beiden Figuren beispielhaft auch für alle anderen Ausführungsformen als pilz- oder schraubenförmige Halterungen ausgeführt worden, über die der Hohlkörper übergezogen und fluiddichtend verklebt, verschraubt, verklemmt oder aufvulkanisiert wird. Dabei bietet es sich an, den Schaft der Halterung als Zu- oder Ableitung hohl zu gestalten und außen mit einem Gewinde für eine

nicht dargestellte Kontermutter für eine zusätzliche Einklemmung der Wandung zwischen Kontermutter und Halterungskopf einerseits oder zur Befestigung der Halterung an einem Bauteil andererseits zu versehen.

[0020] Fig. 3 zeigt dagegen eine Ausführungsform, bei der die dehnsteife Verbindung 6 mindestens eine einseitige Verklebung 8 umfasst, welche die Ringelemente 4 einseitig umschließt. Dabei dient die Verklebung lediglich als füllende Verbindung zwischen dem faltenbalgähnlichen Hohlkörper 1 und einer dehnsteifen Komponente wie beispielsweise einem Gurt 7. In einer weiteren, nicht dargestellten Ausführung weist die Verklebung 8 entweder selbst eine ausreichende Steifigkeit auf, wobei sie grundsätzlich biegeschlaff, bleibt oder wird durch Einbindung von Verstärkungskomponenten, wie beispielsweise Fasern, entsprechend verstärkt.

[0021] Fig. 4 offenbart eine vierte Ausführungsform mit einer Verbindung 6 in Form von einseitig miteinander vernähten Faltungen, welche mit dem Krafteinleitungsbereich 3 dehnsteif (z.B. durch Fäden) verbunden sind. Im Gegensatz zu den vorgenannten Figuren umfasst die Verbindung neben zusätzliche Komponenten wie Fäden oder Klebstoff vor allem dehnsteife Wandungsbereiche zwischen den einzelnen vorzugsweise punktförmigen Nähten 14 an den Faltungen.

[0022] Fig. 5 zeigt eine fünfte Ausführungsform, bei der die Verbindung und die Ringelemente durch eine entsprechend konstruktiv gestaltete dehnsteife Wandung gebildet werden. Die faltenförmige Gestaltung des Hohlkörpers und damit eine größere Dehnbarkeit des Hohlkörpers ist nur auf einer Seite (in Fig. 5 die obere) vorhanden, während der glatte, dem faltenförmigen gegenüber liegende Bereich durch die dehnsteife Wandung gebildet wird und damit die der dehnsteifen Verbindung 6 darstellt.

[0023] Hohlkörper wie in Fig. 5 dargestellt lassen sich aufgrund des geringen Durchmessers der Zu- und Ableitung 2 oft nicht mehr durch einen üblichen einstufigen Vulkanisierungsprozess auf einen Formkern herstellen. Die Herstellung erfolgt daher beispielsweise durch ein zweistufiges Formgebungsverfahren, bei dem in einem ersten Schritt der faltenbalgähnliche Bereich des Hohlkörpers z.B. aus Elastomer mit einem Vulkanisierungsprozess hergestellt wird, auf dem erst in einem zweiten Schritt der glatte Bereich aus einem Elastomer ggf. mit einer zusätzlichen dehnsteifen Verstärkung durch einen zweiten Vulkanisierungsprozess fluiddicht aufgebracht wird.

[0024] Bei einer sechsten Ausführungsform, grundsätzlich offenbart in Fig. 6 a und b, sind dehnsteife Verbindung 6, Ringelemente 4 sowie Befestigung 9 der Verbindung 6 an die Befestigungsbereiche 3 als mindestens eine Führungskomponente 10 aus Folienmaterial hergestellt. Ein Schnittmuster für eine derartige Führungskomponente 10 zeigt Fig. 6 b. Fig. 6 a zeigt die Applikation mehrerer dieser Führungskomponenten an einem faltenbalgähnlichen Hohlkörper 1, wobei in der dargestellten Version jede Faltung mit einer eigenen

Führungskomponente mit dem Krafteinleitungsbereich verbunden ist. Weitere mögliche Versionen umfassen auch eine Kopplung von zwei oder mehreren Faltungen untereinander oder mindestens einer Faltung mit einem oder mehreren Befestigungsbereichen über jeweils einer Führungskomponente. Bei einem Einsatz als Schwenkantrieb können die Verbindungen 6 nicht nur, wie in Fig. 6 a gezeigt, auf einer Seite, sondern zusätzlich auf der gegenüberliegenden Seite vorgesehen werden.

[0025] Der Einbau des fluidischen Antriebs an zwei mit einem Gelenk 11 verbundene Bauteile 12 wird beispielhaft in Fig. 7 a und b dargestellt. Die Bauteile 12 weisen jeweils ein Gegenlager 15 für die Aufnahme der Krafteinleitungsbereiche des Hohlkörpers 1 auf, welche sich in einer Schwenkposition (Fig. 7 a) vorzugsweise parallel gegenüberstehen und mit dem Einleiten eines Arbeitsfluids in den Hohlkörper durch diesen auseinandergedrückt werden. Die Verbindungen sind, wie bereits auch im Rahmen der fünften Ausführungsform beschrieben, beidseitig am Hohlkörper 1 angebracht, wobei insbesondere die äußere Verbindung 13 nicht nur ein Ausbrechen des Hohlkörpers vermeidet, sondern auch einen maximalen Schwenkwinkel vorgibt (Fig. 6 b).

Bezugszeichenliste

[0026]

- | | |
|----|--------------------------|
| 1 | Hohlkörper |
| 2 | Zu- und Ableitung |
| 3 | Krafteinleitungsbereiche |
| 4 | Ringelemente |
| 5 | Faltungen |
| 6 | dehnsteife Verbindung |
| 7 | Gurt |
| 8 | Verklebung |
| 9 | Befestigung |
| 10 | Führungskomponente |
| 11 | Gelenk |
| 12 | Bauteil |
| 13 | äußere Verbindung |
| 14 | Naht |
| 15 | Gegenlager |
| 16 | Armierung |

Patentansprüche

1. Fluidischer Antrieb zwischen zwei beweglich zueinander angeordneten Bauteilen, umfassend mindestens ein hydraulisches oder pneumatisches Antriebselement jeweils mit mindestens einem Krafteinleitungsbereich an beiden Bauteilen, wobei das Antriebselement aus einem Hohlkörper mit einer Zu- und Ableitung eines Arbeitsfluids besteht, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) der Hohlkörper zumindest teilweise faltenbalgähnlich geformt ist,
 - b) dehnsteife Ringelemente den faltenbalgähnlichen Hohlkörper in jeder einzelnen Faltung umschließen sowie 5
 - c) die dehnsteifen Ringelemente auf mindestens einer Seite der faltenbalgähnlichen Hohlkörpers über eine dehnsteife Verbindung mit mindestens einem der beiden Krafteinleitungsbereiche verbunden ist. 10
2. Fluidischer Antrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der faltenbalgähnliche Hohlkörper eine biegeweiche und dehnsteife Wandung aufweist. 15
3. Fluidischer Antrieb nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dehnsteife Wandung aus einem gewebeverstärktem Material besteht oder sich aus einer elastischen Innenwandung und einer dehnsteifen Außenwandung zusammensetzt. 20
4. Fluidischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dehnstarken Ringelemente und die dehnstarre Verbindung aus einer Folie aus Kunststoff gefertigt sind. 25
5. Fluidischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dehnstarken Ringelemente und die dehnstarre Verbindung aus Faden bestehen. 30
6. Fluidischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dehnstarre Verbindung eine einseitige Vernähung, vulkanisierte Verbindung oder Verklebung der Faltungen untereinander umfasst. 35
7. Schwenkantrieb umfassend einen fluidischen Antrieb nach einem der vorangegangenen Ansprüche für zwei durch ein Gelenk miteinander verbunden Bauteile. 40

45

50

55

Fig. 1

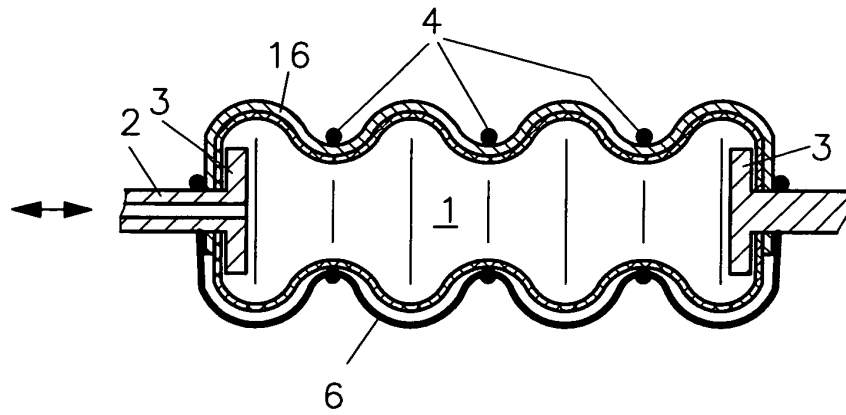


Fig. 2

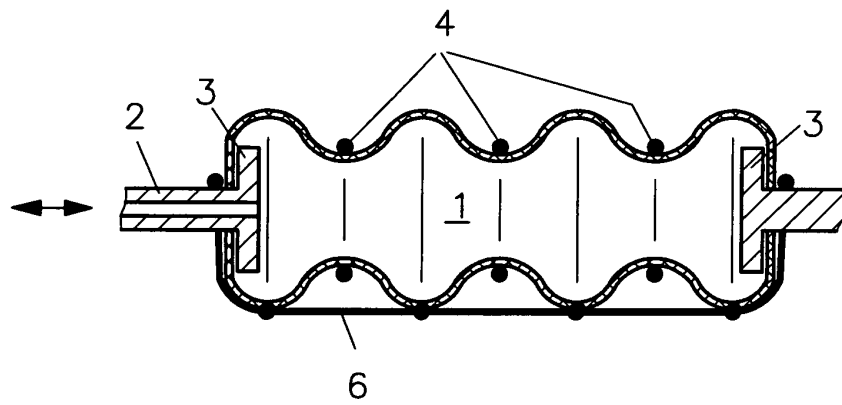


Fig. 3

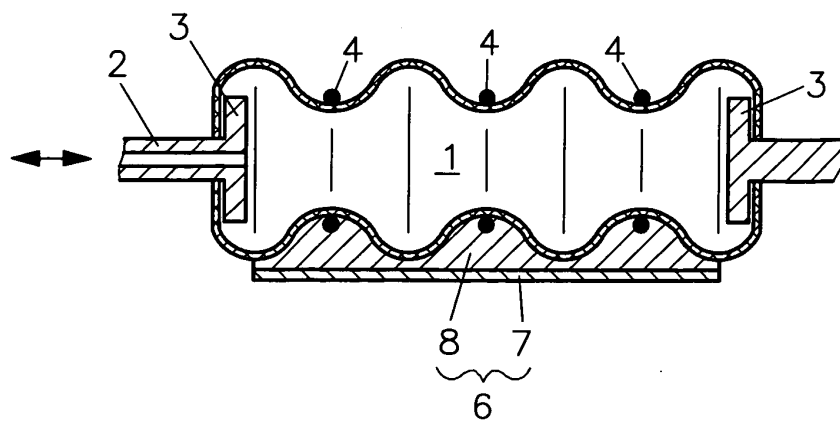


Fig. 4

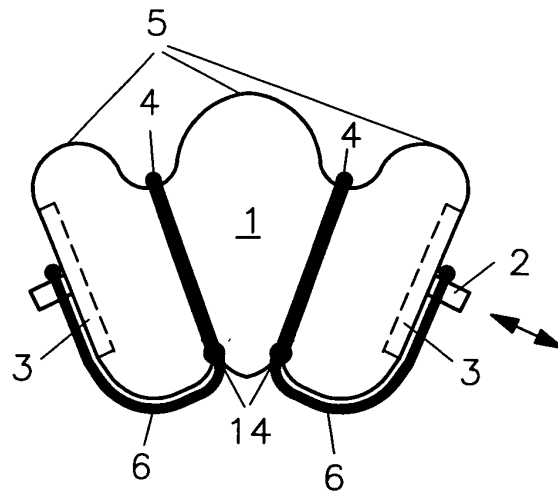


Fig. 5

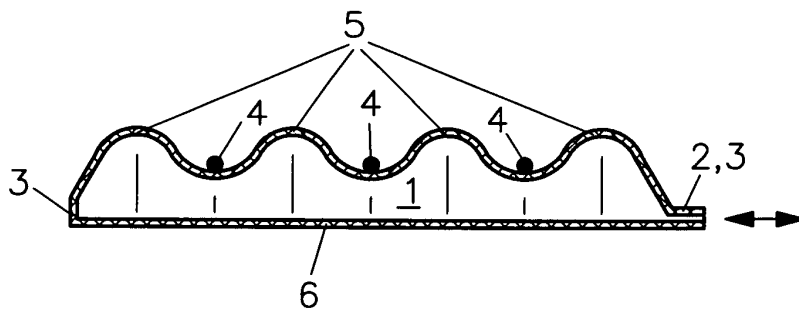


Fig. 6b

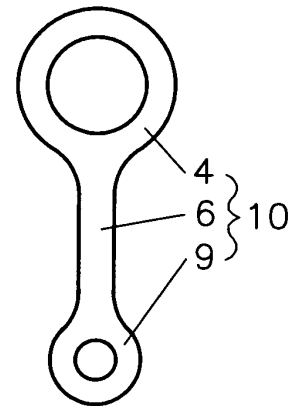


Fig. 6a

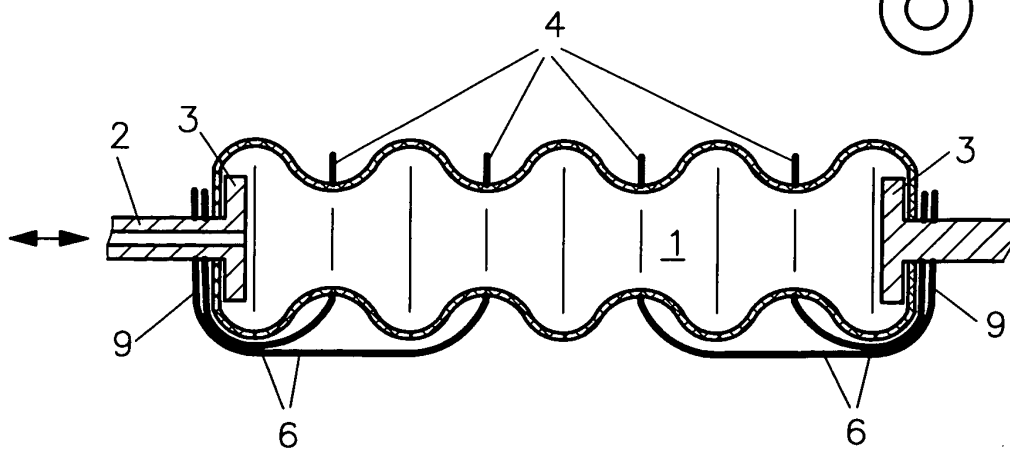


Fig. 7a

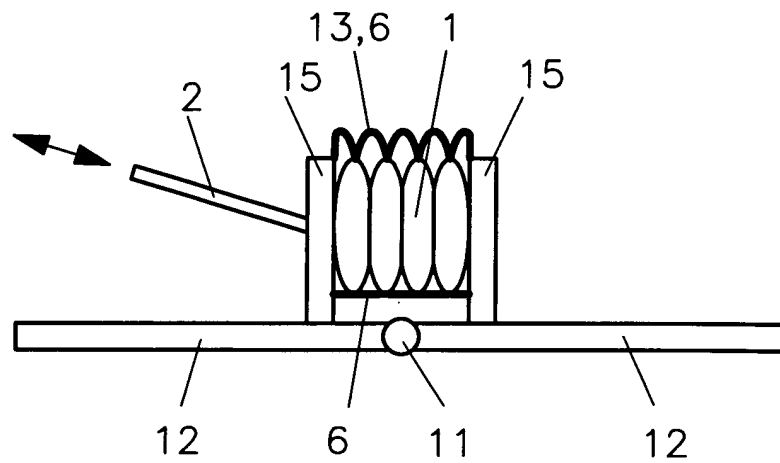


Fig. 7b

