

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 210 489 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

13.07.2005 Patentblatt 2005/28

(51) Int Cl.7: **E04H 15/20**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/CH2001/000107

(21) Anmeldenummer: **01903559.1**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2001/073245 (04.10.2001 Gazette 2001/40)

(22) Anmeldetag: **19.02.2001**

(54) **PNEUMATISCHES BAUELEMENT**

PNEUMATIC STRUCTURAL ELEMENT

ELEMENT CONSTITUTIF PNEUMATIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder: **Pedretti, Mauro**
6710 Biasca (CH)

(30) Priorität: **27.03.2000 CH 583002000**

(74) Vertreter: **Salgo, Reinhold Caspar, Dr.**
Rütistrasse 103
8636 Wald (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.06.2002 Patentblatt 2002/23

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 647 751

US-A- 5 421 128

US-A- 5 677 023

(73) Patentinhaber:

- **Airlight Limited (AG)**
6710 Biasca (CH)
- **Prospective Concepts AG**
8152 Glattbrugg (CH)

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).

EP 1 210 489 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein pneumatisches Bauelement nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Pneumatische Bauelemente in der Form von aufblasbaren rohrförmigen Hohlkörpern sind mehrere bekannt geworden, so beispielsweise aus US 3,894,307 (D1), US 4,712,335 (D2), US 5,735,083 (D3) und FR 2,741,373 (D4). Wird ein solches Bauelement transversal belastet, so liegt die zu losende Aufgabe vor allem darin, die auftretenden Zug- und Schubkräfte aufzunehmen, ohne dass das Bauelement einknickt. Während aus D3 und D4 vor allem Lösungen bekannt sind, wie die Zugkräfte aufgenommen werden können, werden in D1 und D2 zusätzlich Lösungen für die Aufnahme von Druckkräften offenbart.

[0003] In D2 werden die Druckkräfte durch zahlreiche Kohlefaserstäbe aufgenommen, welche zwischen zwei gesondert zu errichtende Widerlager - beispielsweise aus Stahlbeton - eingespannt sind. Der pneumatische Teil der dort beschriebenen Bauelemente hat nur die Aufgabe, die Druckstäbe gegen vor allem seitliches Ausknicken zu stabilisieren.

[0004] In D1 werden mehrere der beschriebenen Bauelemente parallel zusammengefasst zu einer Brücke. Die Zugkräfte werden durch untenliegende, gesondert geführte Kabel aufgenommen, die Druckkräfte durch die aus Elementen aneinandergereihte Brückenplatte. Dabei muss jedes Element gegen Ausknicken für sich an zwei weiteren, parallel zu den pneumatischen Elementen verlaufenden, Kabeln gesichert werden.

[0005] In den der vorliegenden Erfindung am nächsten liegenden Dokumenten D1, D2, werden Vorrichtungen beschrieben, welche zwar sowohl Zug- als auch Druckelemente aufweisen, im Übrigen jedoch sowohl in der Herstellung als auch im Einsatz sehr aufwendig sind. Überdies sind die eigentlichen pneumatischen Elemente lediglich als Abstandshalter zwischen Zug- und

[0006] Druckelementen eingesetzt und konnten in dieser Funktion auch durch andere Leichtbauelemente ersetzt werden. Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung von pneumatischen Bauelementen mit Zug- und Druckelementen, welche einfach und kostengünstig hergestellt, leicht zu komplexeren Bauteilen und Bauten wie Dachern und Brücken zusammengefügt werden können und deren Aufrichtung zudem sehr schnell erfolgen kann.

[0007] Die Lösung der Aufgabe ist wiedergegeben im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 hinsichtlich ihrer wesentlichen Merkmale, in den folgenden Ansprüchen hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausbildungen.

[0008] Anhand der beigefügten Zeichnung wird der Erfindungsgegenstand mittels mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0009] Es zeigen

Fig. 1a

die schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines pneumatischen Bauelementes in Seitenansicht,

5

Fig. 1b

den Gegenstand von Fig. 1a in einer Perspektive,

Fig. 2

eine schematische Darstellung der Kräfte,

10

Fig. 3a, b, c

Ausführungsdetails des ersten Ausführungsbeispiels,

15

Fig. 4a bis e

Verschiedene Anordnungen von Zugelementen in Abwicklungen,

Fig. 5

ein zweites Ausführungsbeispiel,

20

Fig. 6

ein drittes Ausführungsbeispiel,

Fig. 7

ein Beispiel für die Anwendung des ersten Ausführungsbeispiels,

25

Fig. 8a, b, c

ein viertes Ausführungsbeispiel in drei Ansichten,

Fig. 9

ein Beispiel für die Kombination von Bauelementen gemäss Fig. 8,

30

Fig. 10

ein fünftes Ausführungsbeispiel.

35

[0010] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels des Erfindungsgedankens. Das hier gezeigte Bauelement besteht aus einem langgestreckten, im wesentlichen zylindrischen mit Druckluft beaufschlagten Hohlkörper 1 der Länge L und mit einer Längsachse A, welcher aus einem flexiblen und luftdichten Material gefertigt ist. Auf seiner Oberseite ist ein auf axiale Kräfte beanspruchbarer Druckstab 2 angebracht. Dessen Enden sind als Knoten 3 ausgestaltet, an denen je zwei Zugelemente 4 befestigt sind. Die axialen Enden des Hohlkörpers 1 tragen je eine Kappe 5; beispielsweise eine dieser Kappen 5 ist mit einem Ventil 6 zur Be- und Entlüftung des Hohlkörpers 1 ausgerüstet.

40

45

[0011] Die zwei Zugelemente 4 umschlingen den Hohlkörper 1 schraubenförmig in entgegengesetztem Umlaufsinne beispielsweise je einmal mit konstanter Ganghöhe. Daher überschneiden sie einander an einer Stelle 8 in der Mitte einer dem Druckstab 2 gegenüberliegenden Mantellinie 7. Druckstab 2 und Mantellinie 7 liegen beide in einer Symmetrieebene E, welche ebenfalls die mit A bezeichnete Längsachse des Hohlkörpers 1 enthält.

55

[0012] Der Druckstab 2 ist so auf dem Hohlkörper 1 angebracht, dass er beispielsweise im schlaffen Zustande des Hohlkörpers 1 eingeschoben werden kann,

wie in Fig. 3a, b gezeigt wird. Damit ist er gegen seitliches Ausknicken gesichert. Verschiedene Ausführungsarten der Knoten 3 sind bekannt und dem Bauingenieur gelauf, womit hier auf deren Darstellung verzichtet werden kann.

[0013] Fig. 2 zeigt ein Belastungsbeispiel des Bauelementes gemäss Fig. 1a, b. Eine in der Symmetrieebene E liegende Kraft F_m wirkt auf die Mitte des Druckstabes 2. Dieser ist in den Knoten 3 unterstützt. Unter Vernachlässigung des Eigengewichtes des Bauelementes wirken dann Auflagerkräfte F_A auf jeden Knoten 3. Wie dem Fachmann bekannt ist, wirken nun von beiden Knoten 3 aus reine Druckkräfte F_s auf den Druckstab 2 und reine Zugkräfte F_z in den Zugelementen 4, wobei sich die vektoriellen Komponenten dieser Zugkräfte, welche senkrecht zur Symmetrieebene E stehen, jeweils zu Null kompensieren, jedoch dem Bauelement senkrecht zur Symmetrieebene E eine grosse Steifigkeit und Knickfestigkeit erteilen. Die Grenzlast eines solchen Bauelementes ergibt sich daraus, dass die durch die Zugspannung der Zugelemente 4 verursachte Flächenpressung (in N/m^2) des Hohlkörpers 1 kleiner sein muss, als der im Hohlkörper 1 herrschende Überdruck p .

[0014] Fig. 3a, b, c sind Darstellungen einiger Ausführungsdetails des Hohlkörpers 1. Im Querschnitt gemäss Fig. 3a ist der Hohlkörper 1 in Funktionstrennung ausgeführt: Eine aussere Hülle 10, beispielsweise aus einem textilen Gewebe gefertigt, übernimmt die Kraft- und Spannungsbeanspruchungen. In ihrem Inneren birgt sie einen luftdichten Schlauch 11 aus einem geeigneten Elastomer, welcher durch die Hülle 10 in seiner Form definiert und gehalten wird. Beispielsweise auf die Hülle 10 aufgenäht sind Manschetten 12, 13, welche durchgehend oder auch unterbrochen sein können. Die Manschette 13 nimmt den Druckstab 2 auf, die Manschetten 12 die Zugelemente 4, welche hier als flache Bänder ausgeführt sind.

[0015] In der Ausführung gemäss Fig. 3b bilden die Hülle 10 und der Schlauch 11 eine Funktionseinheit, welche als Druckkörper 14 bezeichnet wird und beispielsweise aus einem kunststoffbeschichteten Gewebe besteht, welches in bekannter Weise entweder genäht und abgedichtet, geschweisst oder geklebt ist. Als Variante zu den Manschetten 12, 13 trägt der Druckkörper 14 mehrere Laschen 15, 16, wobei die einfachen Laschen 15 für die Zugelemente 4 vorgesehen sind, deren Lage durch ihre Eigenschaft als geodatische Linien definiert ist, die Laschen 16 für den Druckstab 2 jedoch als sog. Capstan-Laschen ausgeführt sind, welche den Druckstab 2 einmal umschlingen. Im schlaffen Zustand des Druckkörpers 14 sind die Laschen 16 locker, der Druckstab lässt sich ohne weiteres einschieben. Im Betriebszustand des Druckkörpers 14 sind sie jedoch straff um den Druckstab 2 gelegt und verhindern damit dessen seitliches Ausknicken. Den Anforderungen entsprechend, die an das Bauelement gestellt werden, können die verwendeten Materialien in einem weiten

Bereich angepasst werden. Für einfachere Anwendungen sind textile Materialien wie Polyesterseile und -Gewebe für die Zugelemente 4 und die Bewehrung des Hohlkörpers 1 vollauf genügend und zudem kostengünstig. Für den Druckstab 2 können selbst einfache Materialien wie beispielsweise Bambusstäbe verwendet werden. Da der Druckstab 2 gegen seitliches Ausknicken durch die Manschetten 13 gut gesichert ist, kann der Druckstab 2 auch aus stumpf stossenden Einzelstücken zusammengesetzt sein.

[0016] Für hohe Belastungen können jedoch textile Materialien aus Aramidfasern und für den Druckstab 2 Kompositmaterialien aus Kohlefasern in einer geeigneten Kunststoffmatrix vorgesehen werden.

[0017] Die in den Fig. 3a, b, c dargestellten Ausführungsbeispiele sind ohne beschränkenden Charakter; dem mit der Lösung dieser Details vertrauten Fachmann werden viele weitere Lösungen für die Details zur Verfügung stehen.

[0018] Das erste Ausführungsbeispiel des pneumatischen Bauelementes gemäss Fig. 1a, b, 2 ist vorzugsweise geeignet für eine Punktlast in der Mitte des Bauelementes oder für eine gleichmässig verteilte Belastung. Soll die Lastverteilung optimiert werden für andere Lastangriffsstellen, so kann die Anzahl der Zugelemente 4 vermehrt werden. Dies wird anhand der Fig. 4a bis e gezeigt.

[0019] Fig. 4a zeigt das Ausführungsbeispiel von Fig. 1a, b und Fig. 2 in der Abwicklung des Hohlkörpers 1. In Fig. 4b beschreibt jedes Zugelement 4 zwei ganze Umläufe um den Hohlkörper 1 und ist beispielsweise bei $L/2$ am Druckstab 2 ebenfalls befestigt. Wird das erfindungsgemasse Bauelement als Tragbalken oder ein ihm entsprechendes Element verwendet, so ist nach dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4b eine Stütze bei $L/2$ notwendig. Damit geht dieses Ausführungsbeispiel in jenes von Fig. 4a über bei halbiertem L .

[0020] Das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 4c ist hinsichtlich der Zugelemente 4 eine Überlagerung jener gemäss Fig. 4a und b. Da der Hohlkörper 1 wie in Fig. 4a bei $L/2$ durch die Zugelemente 4 unterfangen ist, ist hier keine Mittelstütze vonnoten. Ferner entfällt auch die Bevorzugung von Punktlasten bei $L/2$.

[0021] Im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 4d sind drei Paare von Zugelementen 4 eingesetzt; das Bauelement wird damit für Linienlasten geeignet. An den Stellen 8, wo sich die Zugelemente 4 überschneiden, sind diese gegenseitig gegen Verschieben gesichert. Fig. 4e zeigt den Einsatz von zwei parallel zueinander verschobenen Paaren von Zugelementen 4. Die nicht in den Enden des Druckstabes 2 ansetzenden Zugelemente 4 sind an diesem Stellen ebenfalls in Knotenelementen gesichert. Auch diese Ausführung entschafft die Bevorzugung von Punktlasten in $L/2$.

[0022] Zwei Ausführungsbeispiele in Form nicht zylindrischer Hohlkörper 1 sind dargestellt in Fig. 5, 6. Dasjenige von Fig. 5 weist einen torusförmigen Hohlkörper 1 auf; der zugehörige Druckstab 2 ist dann beispielsweise

se kreisbogenförmig.

[0023] Das Ausführungsbeispiel von Fig. 6 ist ein Doppelkonus mit beispielsweise kreisbogenförmiger Mantellinie. Selbstverständlich ist auch kegeltumpfförmiger Hohlkörper 1 im Erfindungsgedanken mitenthalten

[0024] Die Zugelemente der Ausführungsbeispiele gemäss Fig. 5, 6 sind angeordnet analog zu Fig. 1, 2. Selbstverständlich sind alle Ausführungsformen gemäss Fig. 4a bis e, hier entsprechend angepasst, ebenfalls erfindungsgemäss.

[0025] Fig. 7 ist die Darstellung eines Anwendungsbeispiels des erfindungsgemässen pneumatischen Bauelementes gemäss Fig. 1, 2. Mehrere, beispielsweise fünf, solcher Bauelemente sind zusammengefasst zu einer Brücke 18. An jedem Ende dieser Brücke 18 fasst ein Joch 19 alle Knoten 3 einer Bruckenseite zusammen und leitet die Auflagerkraft F_A in die Bauelemente ein. Das Joch 19 ist in Fig. 7 durchsichtig dargestellt unter Verzicht auf jegliche technische Einzelheit, da die Ausbildung solcher Joche 19 dem Fachmann bekannt ist.

[0026] Quer über die aus Hohlkörper 1, Druckstab 2 und Zugelementen 4 bestehenden pneumatischen Bauelemente sind beispielsweise Holzplanken 20 gelegt und in an sich bekannter Weise miteinander und den Druckstäben 2 verbunden. Das nicht dargestellte andere Ende der Brücke 18 ist in gleicher Art ausgeführt. Selbstverständlich sind weitere bekannte Arten von Deckbelagen für die Brücke möglich, wie Lochbleche oder andere geeignete Formen und Materialien.

[0027] Ebenfalls nicht dargestellt - da Stand der Technik - sind die Ventile 6 und ein allenfalls sie zusammenfassendes Sammelrohr zum gleichzeitigen und druckgleichen Aufpumpen der Hohlkörper 1.

[0028] Fig. 8 ist die Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels des Erfindungsgedankens. Fig. 8a zeigt eine Seitenansicht, Fig. 8b eine Draufsicht und Fig. 8c einen Querschnitt. Der Hohlkörper 1 ist gleich ausgebildet, wie jener gemäss Fig. 1 einschliesslich der verschiedenen Herstellungsverfahren. Das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 8 weist jedoch zwei seitlich angebrachte Druckstäbe 2 auf. Jeder Druckstab 2 trägt an jedem Ende einen Knoten 3 zur kraftschlüssigen Verbindung von Druckstab 2 und Zugelementen 4. Zwar nimmt bei gleichem Druckmesser des Hohlkörpers 1 nun dessen wirksame Höhe ab, gleichzeitig ist das Bauelement nach Fig. 8 (mit der Ziffer 22 belegt) jedoch in der Lage positive und negative Biegemomente aufzunehmen. Die so reduzierte maximale Belastbarkeit konnte, falls nötig, selbstverständlich durch die Wahl eines grosseren Durchmessers für den Hohlkörper 1 kompensiert werden. Die Befestigung der Druckstäbe 2 am Hohlkörper 1 geschieht mit analogen oder gleichen Mitteln, wie beim ersten Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1, 2. Im Übrigen gilt das zu Fig. 4a - e zu den Zugelementen Gesagte auch für das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 8.

[0029] In Fig. 9 ist ein Anwendungsbeispiel einer

Kombination von Bauelementen 22 gemäss Fig. 8 dargestellt. Eine Vielzahl von solchen Bauelementen 22 ist nebeneinander angeordnet. Jeder Druckstab 2 übernimmt die aus der Belastung des Bauelementes 22 in Richtung der Vektorpfeile (Lastkraft F_L) in Fig. 9 resultierende Druckkraft zweier benachbarter Bauelemente 22. Zur Aufnahme eines Druckstabes 2 sind die Wänden zweier benachbarter Hohlkörper 1 entlang zweier Mantellinien zusammengefügt - durch Nähen, Kleben oder Schweissen - wodurch eine langsverlaufende Tasche 21 entsteht. Durch das Aufpumpen der Hohlkörper 1 werden die in die zunächst noch schlaffen Taschen 21 eingeschobenen Druckstäbe 2 zwischen den Hohlkörpern 1 eingeklemmt und sind gegen Ausknicken auf beide Richtungen gesichert. Durch eine solche Anordnung lässt sich ein leichtes Dach grosser Spannweite erzeugen, das zudem den grossen Vorteil hat sowohl Schneelasten als auch hebenden Windkräften standzuhalten.

[0030] Es ist im Erfindungsgedanken ferner enthalten, die in Fig. 5, 6 dargestellten Ausführungsbeispiele mit zwei Druckstäben 2 gemäss Fig. 8 zu versehen. Ferner können solche modifizierte Bauelemente gemäss Fig. 5 und 8 auch aneinander gefügt werden gemäss Fig. 9. Damit kann ein gewölbtes Dach realisiert werden; durch Variation des Krümmungsradius der Bauelemente gemäss Fig. 5 und 8 und Variation von deren Längen lässt sich auch eine Kuppel erzeugen.

[0031] Ein weiteres Ausführungsbeispiel des Erfindungsgedankens zeigt Fig. 10. Hier sind um den zylindrischen Hohlkörper 1 vier Druckstäbe 2 regelmässig verteilt angeordnet. Jeder Druckstab 2 weist wiederum an jedem Ende einen Knoten 3 auf, in welchem beispielsweise je zwei Zugelemente 4 befestigt sind. Zur besseren Übersichtlichkeit der Fig. 10 sind jedem zu einem Druckstab 2 gehörigen Paar von Zugelementen je die gleichen Signaturen zugeordnet. Gegen Ausknicken der Druckstäbe 2 in azimuthaler Richtung des zylindrischen Hohlkörpers 1 und gegen radiales Ausknicken nach aussen sind sie durch Manschetten (analog den Manschetten 13 gemäss Fig. 3) gesichert, und gegen radiales Ausknicken nach innen durch den Überdruck im Hohlkörper 1. Auf diese Weise entsteht ein ausserordentlich leichtes und axial hoch belastbares pneumatisches Bauelement. Durch geeignete und an sich bekannte Mittel kann dafür gesorgt werden, dass die axiale Drucklast auf alle vier Druckstäbe gleichmässig verteilt ist.

Patentansprüche

1. Pneumatisches Bauelement mit einem luftdichten und durch Druckluft beaufschlagbaren langgestreckten Hohlkörper (1) aus flexiblem Material, ferner mit mindestens einem Druckstab (2) und mindestens einem Paar von Zugelementen (4), **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der mindestens eine Druckstab (2) langs einer Mantellinie des Hohlkörpers (1) an diesem anliegt und durch manschettenartige Elemente (13, 16) gegen Verschieben und Ausknicken gesichert ist, 5
 - das mindestens eine Paar von Zugelementen (4) an den beiden Enden des mindestens einen Druckstabes (2) befestigt ist, zu welchem Zweck der Druckstab (2) an jedem Ende einen Knoten (3) aufweist zur gegenseitigen kraftschlüssigen Befestigung von Druckstab (2) und Zugelementen (4), 10
 - die mindestens zwei Zugelemente (4) mit mindestens einem Umgang schraubenförmig gegenläufig um den Hohlkörper (1) herumgelegt sind und einander auf eine dem Druckstab (2) gegenüberliegenden Mantellinie (7) des Hohlkörpers (1) überschneiden, 15
 - die Knoten (3) zur Aufnahme von Auflagerkräften eingerichtet sind. 20
2. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) aus einem luftdicht beschichteten zugfesten Gewebe besteht und mindestens ein Ventil (6) zum Be- und Entluften aufweist. 25
3. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** 30
- der Hohlkörper (1) aus einem zugfesten Gewebe besteht, welche eine aussere Hülle (10) bildet, 30
 - ein luftdichter Schlauch (11) aus einem Elastomer vorhanden und in die aussere Hülle eingelegt ist und mindestens ein Ventil (6) zum Be- und Entluften aufweist. 35
4. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** 40
- es genau einen aus mindestens einem Stück bestehenden Druckstab (2) aufweist, welcher entlang einer Mantellinie des Hohlkörpers (1) verläuft, 45
 - die Knoten (3) an seinen Enden zur Aufnahme transversaler und quer durch die Längsachse des Hohlkörpers (1) verlaufender Auflagerkräfte eingerichtet ist. 50
5. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** genau ein Paar von Zugelementen (4) vorhanden und in den Knoten (3) kraftschlüssig mit dem Druckstab (2) verbunden ist, wobei die Zugelemente (4) gegenläufig je eine ganze Zahl von Umgängen um den Hohlkörper (1) beschreiben. 55
6. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zugelemente (4) je einen Umgang um den Hohlkörper (1) beschreiben.
7. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** genau zwei Paare von Zugelementen (4) vorhanden und in den Knoten (3) kraftschlüssig mit den Druckstäben (2) verbunden sind, wobei jedes Paar von Zugelementen (4) eine ganze Zahl von Umgängen um den Hohlkörper (1) beschreibt.
8. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine Paar von Zugelementen (4) genau einen Umgang, das andere Paar von Zugelementen (4) genau zwei Umgänge um den Hohlkörper (1) beschreibt.
9. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehr als zwei Paare von Zugelementen vorhanden und in den Knoten (3) kraftschlüssig mit den Druckstäben (2) verbunden sind, wobei jedes Paar von Zugelementen (4) eine ganze Zahl von Umgängen um den Hohlkörper (1) beschreibt.
10. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- genau zwei Druckstäbe (2) vorhanden und entlang zwei einander gegenüberliegenden Mantellinien des Hohlkörpers (1) gegen Ausknicken an diesem befestigt sind,
 - die Knoten (3) so eingerichtet sind, dass sie jeden Druckstab (2) mit den ihm zugeordneten Paar von Zugelementen (4) kraftschlüssig verbinden und zur Aufnahme transversaler Auflagerkräfte eingerichtet sind, wobei diese Auflagerkräfte quer zu einer Ebene. (E) stehen, in welcher die Druckstäbe (2) und die Längsachse des Hohlkörpers (1) liegen.
11. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) im Wesentlichen zylindrische Form aufweist.
12. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) im Wesentlichen torusförmig ist.
13. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (1) mindestens einseitig konusförmig ist.
14. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 11 oder 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jeden Druckstab (2) genau ein Paar von

Zugelementen (4) vorhanden und in den Knoten (3) kraftschlüssig mit dem zugehörigen Druckstab (2) verbunden sind, wobei die Zugelemente (4) je eine ganze Zahl von Umgängen um den Hohlkörper (1) beschreiben.

15. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 11 oder 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jeden Druckstab (2) mehr als ein Paar von Zugelementen (4) vorhanden und in den Knoten (3) kraftschlüssig mit den zugehörigen Druckstäben (2) verbunden sind, wobei jedes Paar von Zugelementen (4) eine ganze Zahl von Umgängen um den Hohlkörper (1) beschreibt.

16. Pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- genau vier Druckstäbe (2) vorhanden und entlang von um 90° auseinanderliegenden Mantellinien des Hohlkörpers (1) gegen Ausknicken an diesem befestigt sind,
- pro Druckstab (2) mindestens ein Paar von Zugelementen (4) vorhanden und in den Knoten (3) dieses Druckstabes (2) kraftschlüssig verbunden sind,
- jedes Paar von Zugelementen (4) eine ganze Zahl von Umgängen um den Hohlkörper (1) aufweist,
- die Knoten (3) zudem zur Aufnahme von axial zum Hohlkörper (1) verlaufenden Kräften eingerichtet sind.

Claims

1. A pneumatic structural component with an airtight elongate hollow body (1) of flexible material which can be inflated by compressed air, further with at least one pressure rod (2) and at least one pair of tension elements (4), **characterised in that**

- the at least one pressure rod (2) lies onto the hollow body (1) along a surface line and is secured against displacement and buckling by sleeve type elements (13, 16),
- the at least one pair of tension elements (4) is fastened at both ends of the at least one pressure rod (2), for which purpose the pressure rod (2) has a node (3) for fastening the pressure rod (2) and the tension elements (4) with mutual positive engagement,
- the at least two tension elements (4) are each laid in the form of a screw contra-rotating around the hollow body (1) and intersect each other on a surface line (7) of the hollow body (1) opposite to the pressure rod (2),
- the nodes (3) are designed to accept bearing

pressure.

2. A pneumatic structural component according to Claim 1, **characterised in that** the hollow body (1) comprises an airtight laminated tensile weave and has at least one valve (6) for inflation and deflation.

3. A pneumatic structural component according to Claim 1, **characterised in that**

- the hollow body (1) comprises a tensile weave which forms an outer skin (10),
- an airtight tube (11) of an elastomer is present and inserted in the outer skin and has at least one valve (6) for inflation and deflation.

4. A pneumatic structural component according to Claim 2 or Claim 3, **characterised in that**

- it has exactly one pressure rod (2) comprising at least one piece, which runs along a surface line of the hollow body (1),
- the nodes (3) at its ends are designed for the acceptance of bearing forces transversal and at right angles through the longitudinal axis of the hollow body (1).

5. A pneumatic structural component according to Claim 4, **characterised in that** exactly one pair of tension elements (4) is present and is joined to the pressure rod (4) with positive engagement, whereby the tension elements (4) each describes in contrary sense a whole number of circuits around the hollow body (1).

6. A pneumatic structural component according to Claim 5, **characterised in that** the tension elements (4) each describe one circuit around the hollow body (1).

7. A pneumatic structural component according to Claim 4, **characterised in that** exactly two pairs of tension elements (4) are present and joined to the nodes (3) in positive engagement with the pressure rods (2), whereby each pair of tension elements (4) describes a whole number of circuits around the hollow body (1).

8. A pneumatic structural component according to Claim 7, **characterised in that** one pair of tension elements (4) describes exactly one circuit, the other pair of tension elements (4) exactly two circuits, around the hollow body (1).

9. A pneumatic structural component according to Claim 4, **characterised in that** more than two pairs of tension elements (4) are present and joined to the nodes (3) in positive engagement, whereby

each pair of tension elements (4) describes a whole number of circuits around the hollow body (1).

10. A pneumatic structural component according to Claim 2 or Claim 3, **characterised in that**

- exactly two pressure rods (2) are present and are fastened along two opposing surface lines of the hollow body (1) against buckling,
- the nodes (3) are so designed that they join each pressure rod (2) with the pair of tension elements (4) associated with them in positive engagement and are adapted to accept transverse bearing forces whereby these bearing forces are at right angles to a plane (E) in which the pressure rods (2) and the longitudinal axis of the hollow body (1) lie.

11. A pneumatic structural component according to Claim 10, **characterised in that** the hollow body (1) has an essentially cylindrical form.

12. A pneumatic structural component according to Claim 10, **characterised in that** the hollow body (1) is essentially in the form of a torus.

13. A pneumatic structural component according to Claim 10, **characterised in that** the hollow body (1) is conically formed at least on one side.

14. A pneumatic structural component according to Claim 11 or 12 or 13, **characterised in that** for each pressure rod (2) exactly one pair of tension elements (4) is present and joined in the nodes (3) in positive engagement with the associated pressure rod (2), whereby the tension elements (4) each describe a whole number of circuits around the hollow body (1).

15. A pneumatic structural component according to Claim 11 or 12 or 13, **characterised in that** for each pressure rod (2) more than one pair of tension elements (4) are present and are joined with positive engagement in the associated nodes (3), whereby each pair of tension elements (4) describes a whole number of circuits around the hollow body (1).

16. A pneumatic structural component according to Claim 2 or Claim 3, **characterised in that**

- exactly four pressure rods (2) are present and fastened against buckling to the hollow body (1) along surface lines lying apart from each other by 90°,
- at least one pair of tension elements (4) are present per pressure rod (2) and joined with positive engagement in the nodes (3) of this pressure rod (2),

- each pair of tension elements (4) has a whole number of turns about the hollow body (1),
- the nodes (3) are also designed for the acceptance of forces running axially to the hollow body (1).

Revendications

1. Élément de construction pneumatique comportant un corps creux (1) étiré en longueur, étanche à l'air et pouvant être sollicité à l'air comprimé, en matériau flexible, en outre au moins une barre comprimée (2) et au moins une paire d'éléments de traction (4), **caractérisé en ce que**

- l'au moins une barre comprimée (2) est, le long d'une ligne périphérique du corps creux (1), en contact avec celui-ci et que des éléments en forme de manchettes (13, 16) l'empêchent de se décaler et de se plier,
- l'au moins une paire d'éléments de traction (4) est fixée aux deux extrémités de l'au moins une barre comprimée (2), la barre comprimée (2) présentant à cet effet à chaque extrémité un nodule (3) pour la fixation réciproque en correspondance mécanique de la barre comprimée (2) et des éléments de traction (4),
- les au moins deux éléments de traction (4) sont posés avec au moins une révolution à la manière d'une vis et à contresens autour du corps creux (1) et se croisent sur une ligne périphérique (7), faisant face à la barre comprimée (2), du corps creux (1),
- les nodules (3) sont conçus pour absorber des forces d'appui.

2. Élément de construction pneumatique selon la revendication 1 du brevet, **caractérisé en ce que** le corps creux (1) est composé d'une toile résistante à la traction, enrobée de manière à être étanche à l'air, et présente au moins une soupape (6) pour la ventilation et l'évacuation d'air.

3. Élément de construction pneumatique selon la revendication 1 du brevet, **caractérisé en ce que**

- le corps creux (1) est composé d'une toile résistante à la traction, qui constitue une enveloppe extérieure (10),
- un tuyau étanche à l'air (11) en élastomère est disponible et inséré dans l'enveloppe extérieure et présente au moins une soupape (6) pour la ventilation et l'évacuation d'air.

4. Élément de construction pneumatique selon la revendication 2 ou 3 du brevet, **caractérisé en ce que**

- il présente précisément une barre comprimée (2) composée d'au moins un tronçon, qui s'étend le long d'une ligne périphérique du corps creux (1),
 - les nodules (3) de ses extrémités sont conçus pour absorber des forces d'appui transversales et orientées transversalement dans l'axe longitudinal du corps creux (1).
- 5
5. Elément de construction pneumatique selon la revendication 4 du brevet, **caractérisé en ce que** précisément une paire d'éléments de traction (4) est disponible et est, dans les nodules (3), reliée en correspondance mécanique à la barre comprimée (2), les éléments de traction (4) décrivant chacun un nombre entier de révolutions autour du corps creux (1).
- 10
6. Elément de construction pneumatique selon la revendication 5 du brevet, **caractérisé en ce que** les éléments de traction (4) décrivent chacun une révolution autour du corps creux (1).
- 20
7. Elément de construction pneumatique selon la revendication 4 du brevet, **caractérisé en ce que** précisément deux paires d'éléments de traction (4) sont disponibles et sont, dans les nodules (3), reliées en correspondance mécanique aux barres comprimées (2), chaque paire d'éléments de traction (4) décrivant un nombre entier de révolutions autour du corps creux (1).
- 25
8. Elément de construction pneumatique selon la revendication 7 du brevet, **caractérisé en ce qu'une** paire d'éléments de traction (4) décrit précisément une révolution, l'autre paire d'éléments de traction (4) précisément deux révolutions autour du corps creux (1).
- 30
9. Elément de construction pneumatique selon la revendication 4 du brevet, **caractérisé en ce que** plus de deux paires d'éléments de traction sont disponibles et sont, dans les nodules (3), reliées en correspondance mécanique aux barres comprimées (2), chaque paire d'éléments de traction (4) décrivant un nombre entier de révolutions autour du corps creux (1).
- 35
10. Elément de construction pneumatique selon la revendication 2 ou 3 du brevet, **caractérisé en ce que**
- 40
- précisément deux barres comprimées (2) sont disponibles et sont, le long de deux lignes périphériques opposées à l'une à l'autre du corps creux (1), fixées à celui-ci de manière à les empêcher de se replier,
 - les nodules (3) sont conçus de manière à relier
- 45
11. Elément de construction pneumatique selon la revendication 10 du brevet, **caractérisé en ce que** le corps creux (1) présente une forme sensiblement cylindrique.
- 50
12. Elément de construction pneumatique selon la revendication 10 du brevet, **caractérisé en ce que** le corps creux (1) a une forme sensiblement toroidale.
- 55
13. Elément de construction pneumatique selon la revendication 10 du brevet, **caractérisé en ce que** le corps creux (1) a une forme sensiblement conique du moins d'un côté.
14. Elément de construction pneumatique selon la revendication 11 ou 12 ou 13 du brevet, **caractérisé en ce que**, pour chaque barre comprimée (2), précisément une paire d'éléments de traction (4) est disponible et qu'ils sont reliés en correspondance mécanique, dans les nodules (3), à la barre comprimée (2) correspondante, les éléments de traction (4) décrivant chacun un nombre entier de révolutions autour du corps creux (1).
15. Elément de construction pneumatique selon la revendication 11 ou 12 ou 13 du brevet, **caractérisé en ce que**, pour chaque barre comprimée (2), plus d'une paire d'éléments de traction (4) est disponible et qu'ils sont reliés en correspondance mécanique, dans les nodules (3), aux barres comprimées (2) correspondantes, chaque paire d'éléments de traction (4) décrivant un nombre entier de révolutions autour du corps creux (1).
16. Elément de construction pneumatique selon la revendication 2 ou 3 du brevet, **caractérisé en ce que**
- précisément quatre barres comprimées (2) sont disponibles et sont, le long de lignes périphériques du corps creux écartées de 90° les unes des autres, fixées à celui-ci de manière à empêcher leur pliage,
 - au moins une paire d'éléments de traction (4) est disponible par barre comprimée (2) et qu'ils sont reliés en correspondance mécanique dans les nodules (3) de cette barre comprimée (2),
 - chaque paire d'éléments de traction (4) décrit
- en correspondance mécanique chaque barre comprimée (2) à la paire à la paire d'éléments de traction (4) qui lui est associée et sont conçus pour absorber les forces d'appui transversales, ces forces d'appui étant perpendiculaires à un plan (E) dans lequel se trouvent les barres comprimées (2) et l'axe longitudinal du corps creux (1).

un nombre entier de révolutions autour du corps creux (1),

- les nodules (3) sont en outre conçus pour absorber les forces orientées axialement par rapport au corps creux (1).

5

10

15

20

25

30

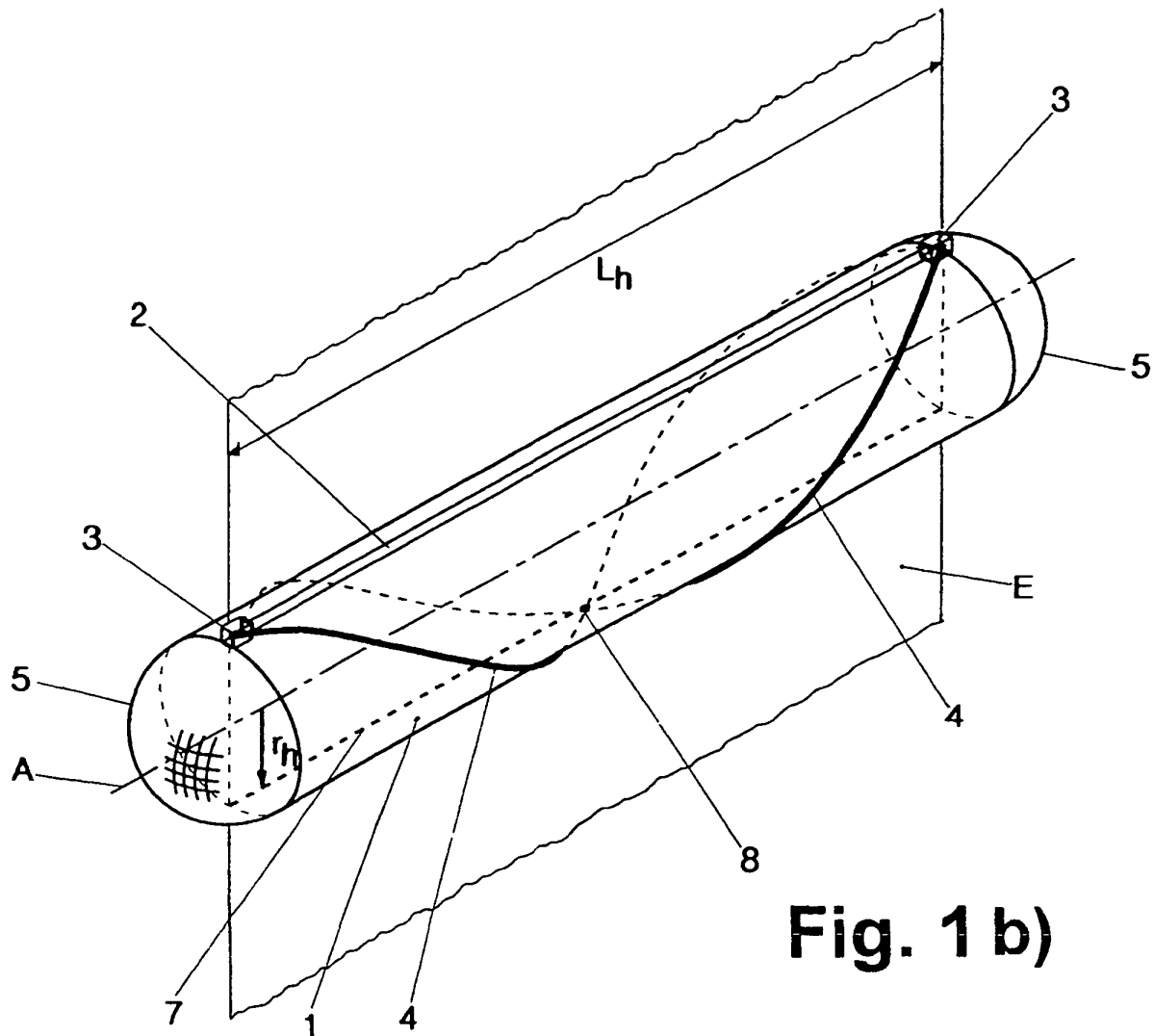
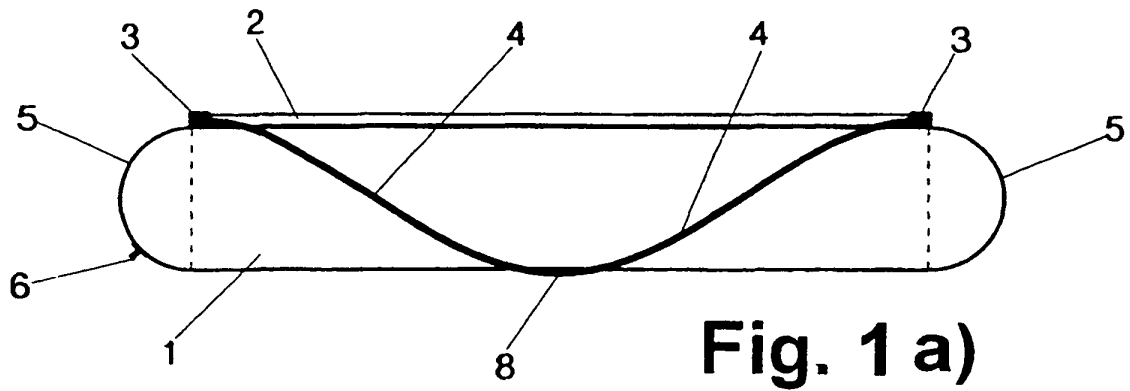
35

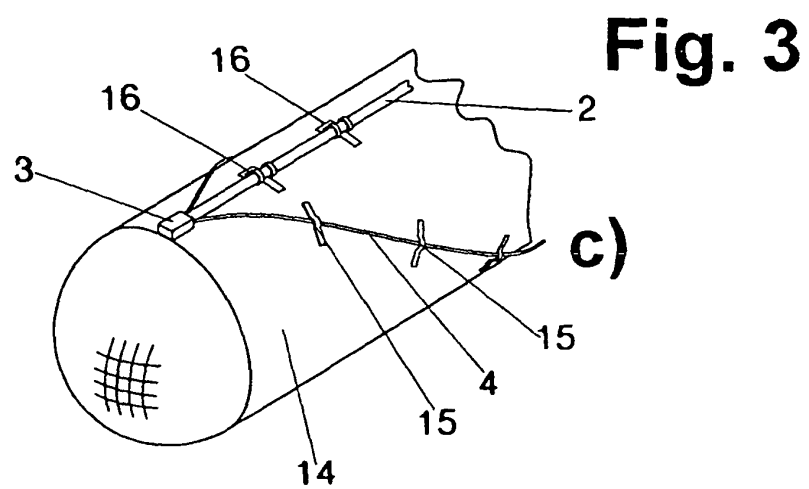
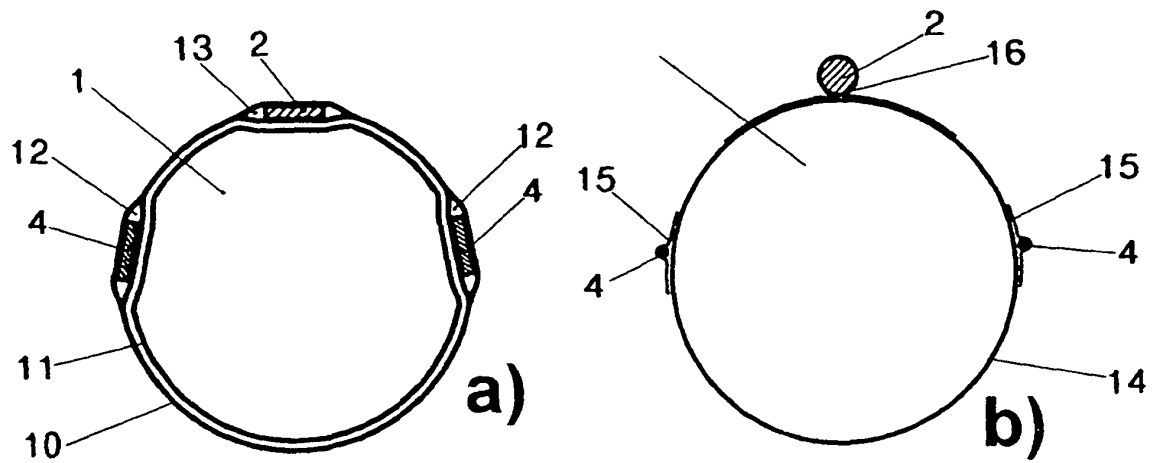
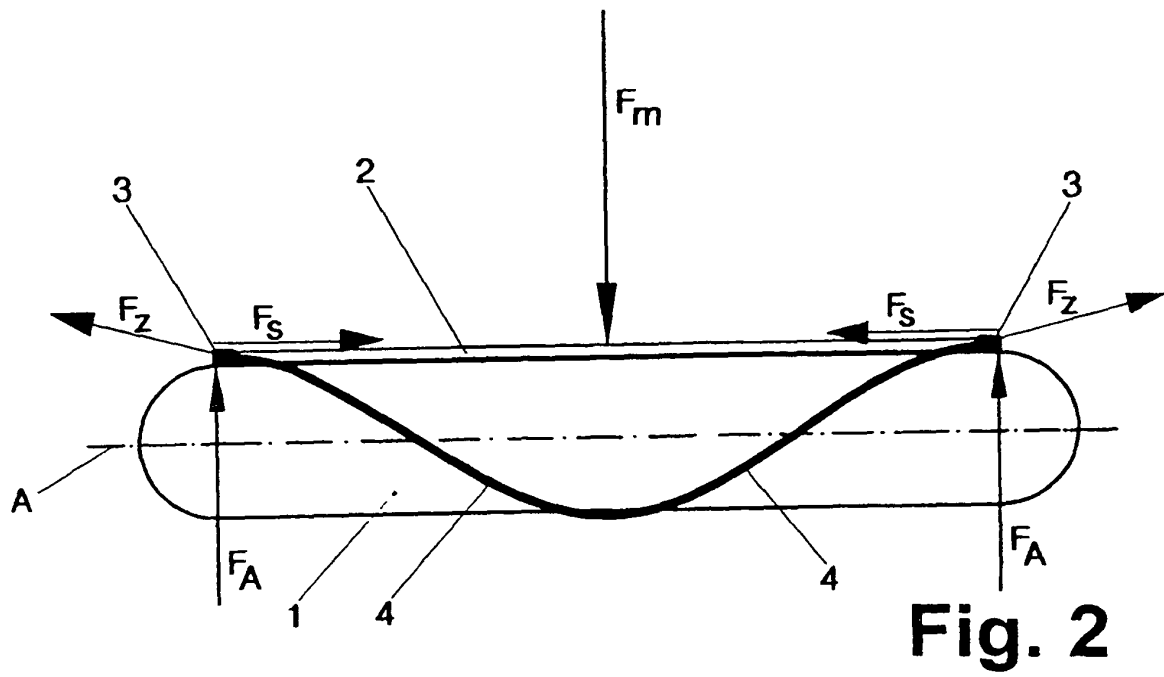
40

45

50

55





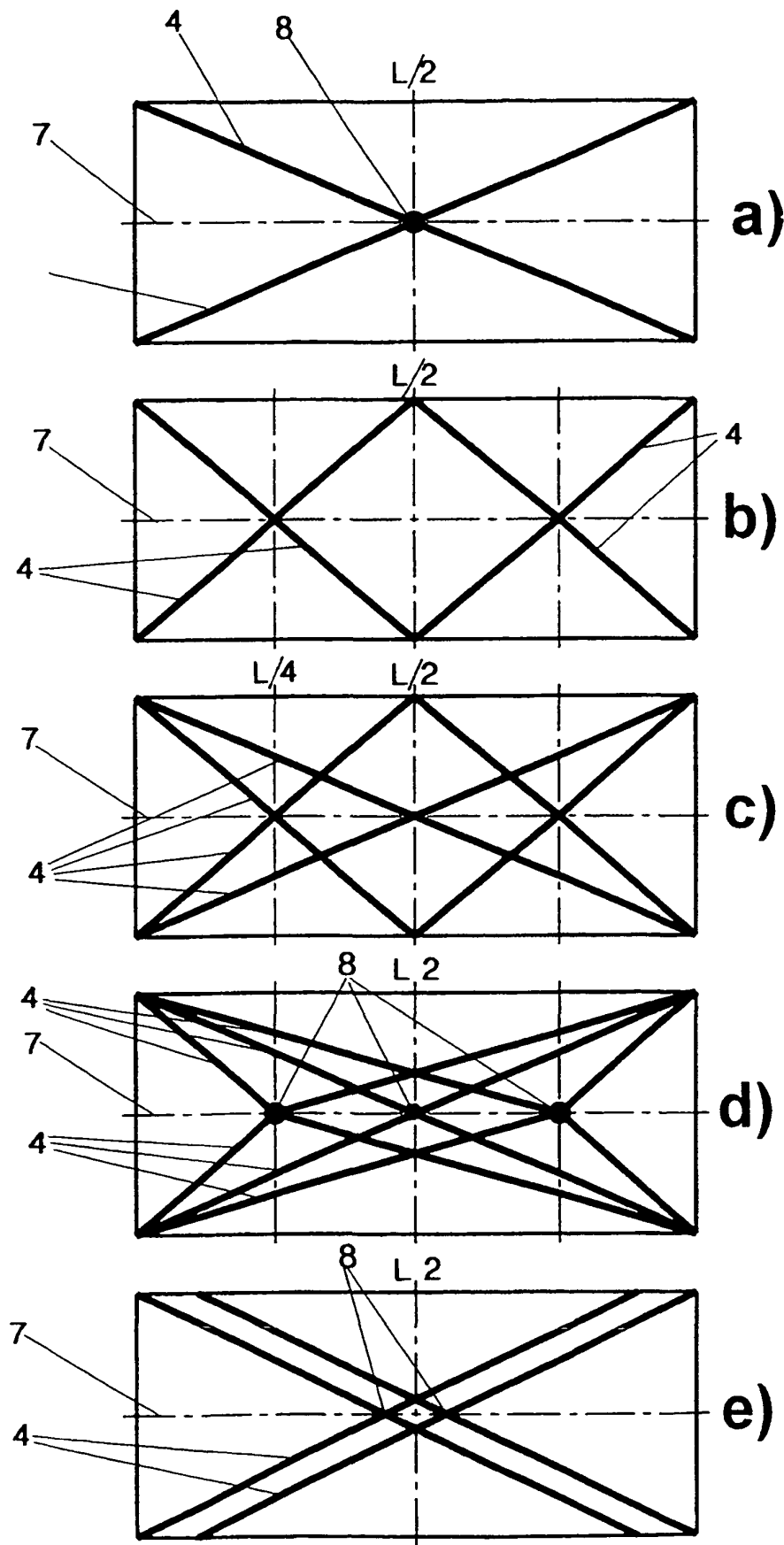


Fig. 4

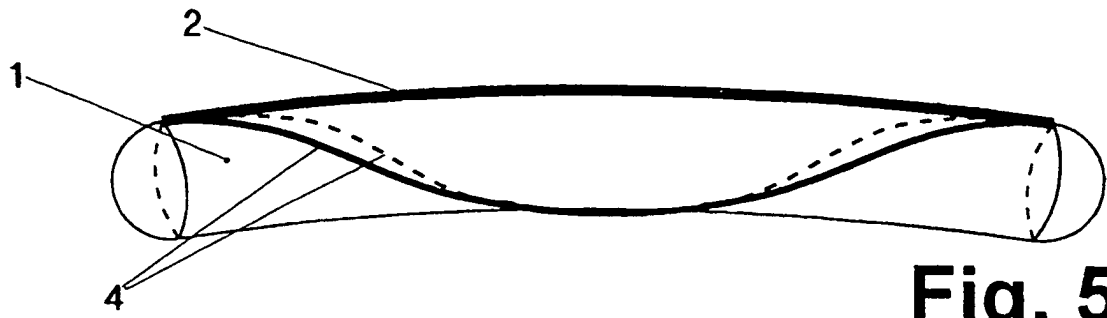


Fig. 5

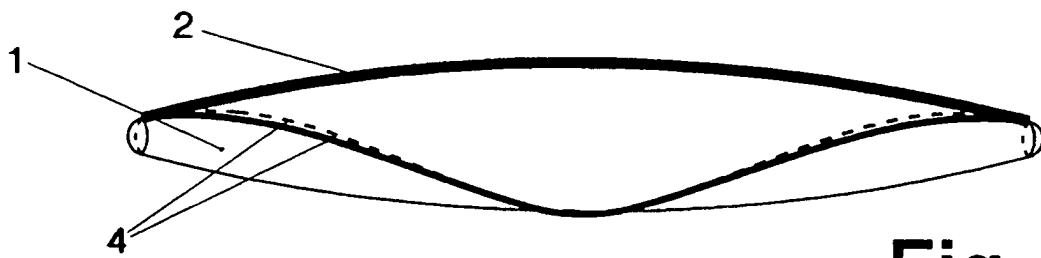


Fig. 6

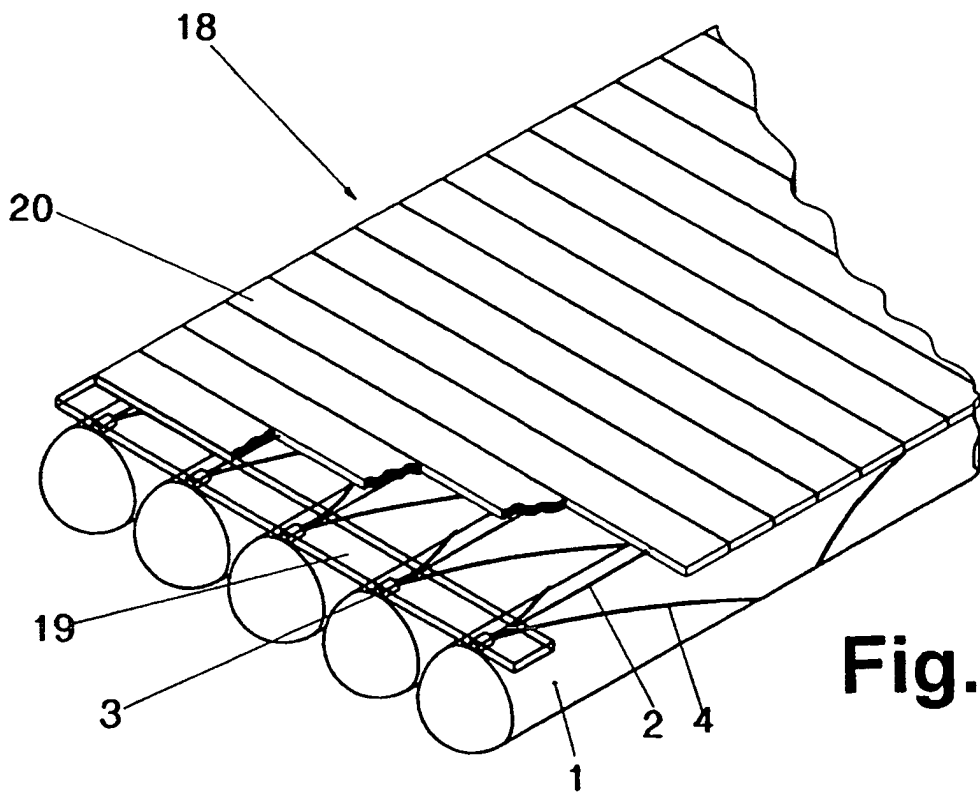


Fig. 7

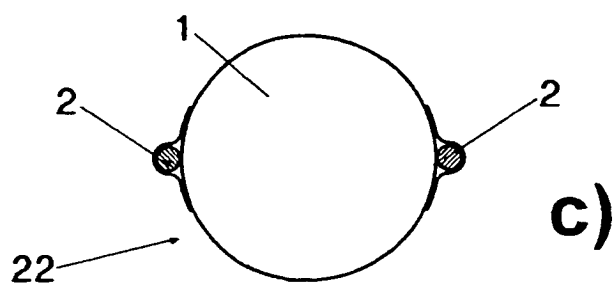
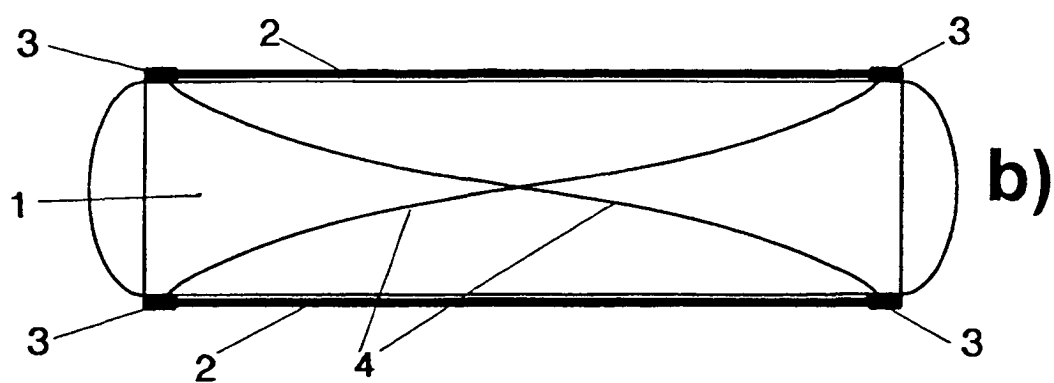
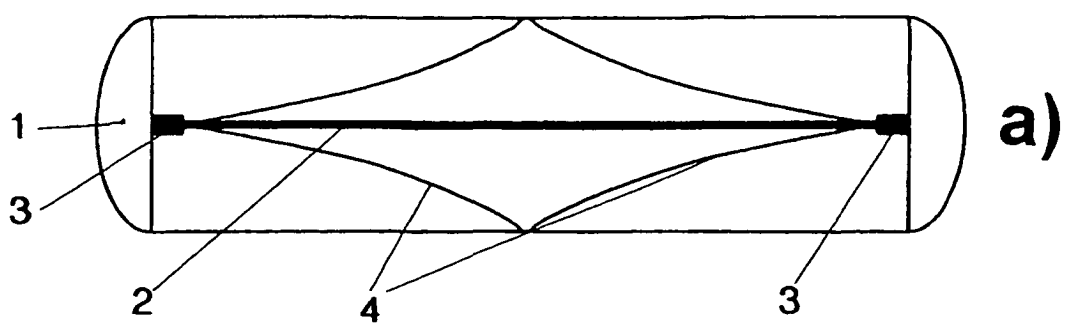


Fig. 8

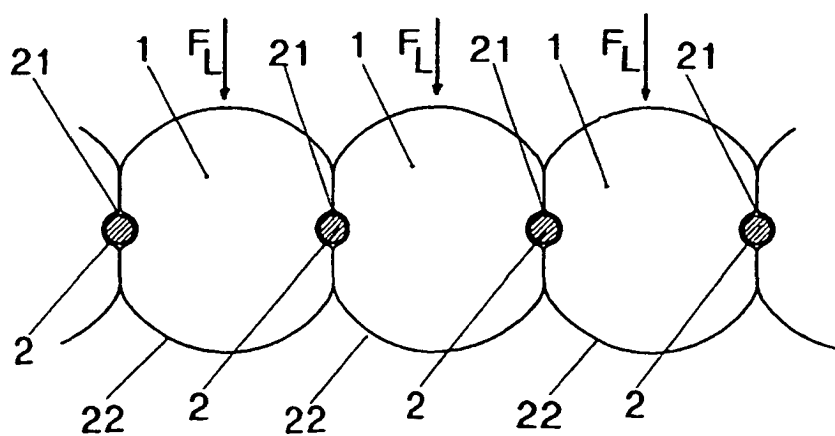


Fig. 9

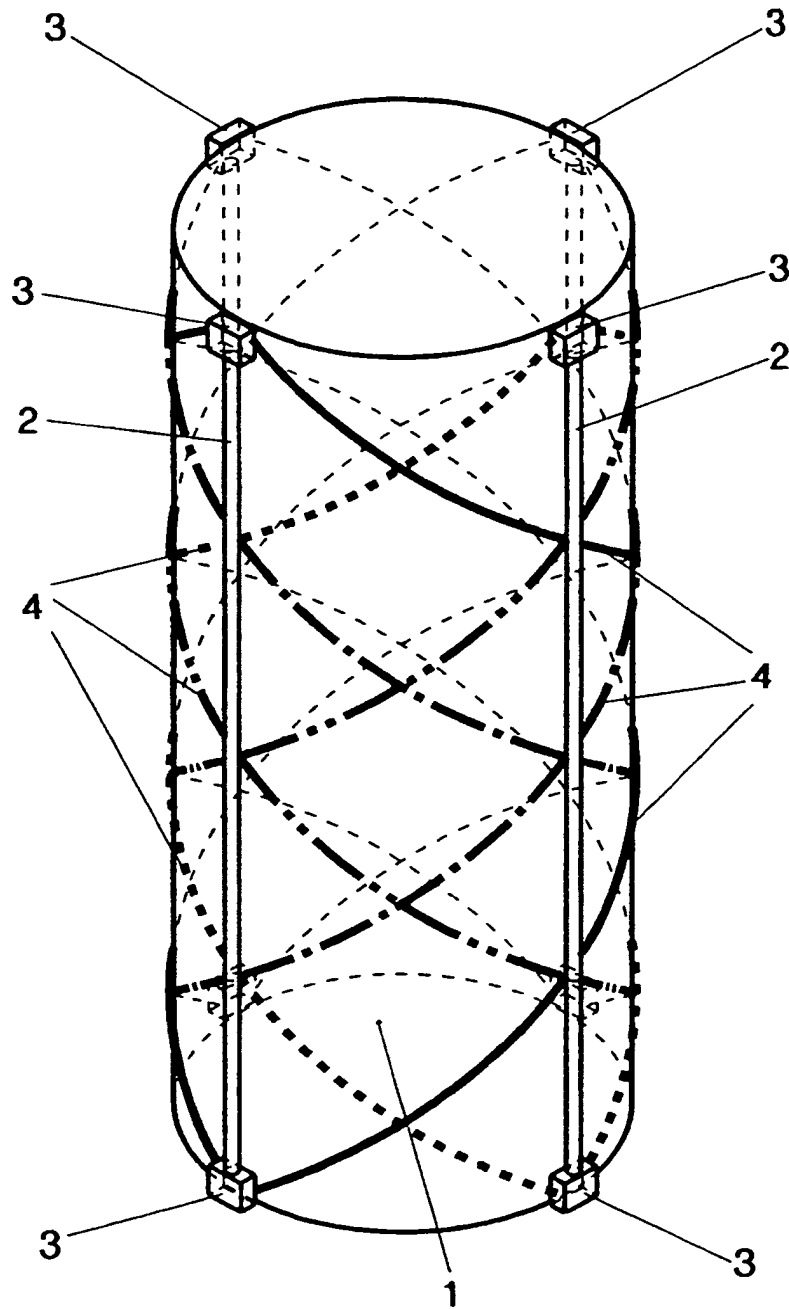


Fig. 10