

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 759/2009**

(51) Int. Cl.⁸: **B29C 70/22** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **15.05.2009**

(43) Veröffentlicht am: **15.11.2010**

(73) Patentinhaber:

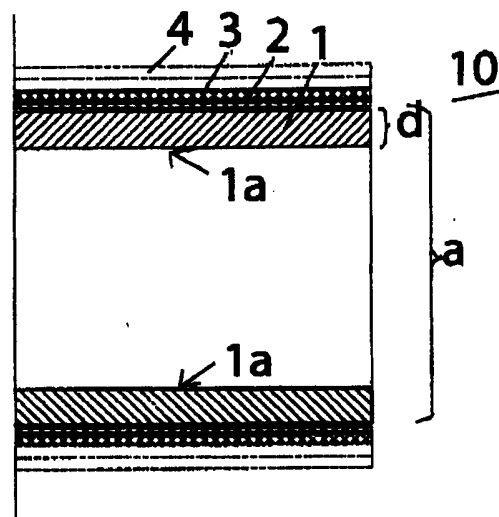
UNIVERSITÄT INNSBRUCK
A-6020 INNSBRUCK (AT)

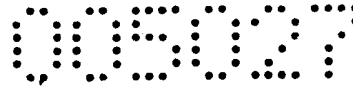
(72) Erfinder:

TROI VALENTINE DIPL.ING.
INNSBRUCK (AT)

(54) **FREI FORMBARES STRUKTURELEMENT UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG**

(57) Verfahren zur Herstellung eines Strukturelements (10), umfassend einen faserverstärkten Kunststoff, wobei ein flexibler Schlauch (1) mit einem Schlauchgewebe (2) versehen wird und in die gewünschte Form gebracht wird, wobei anschließend ein auf das Schlauchgewebe (2) aufgebracht, vorzugsweise flüssiger, Kunststoff (3) ausgehärtet wird.



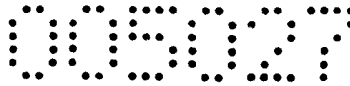


1

Zusammenfassung:

Verfahren zur Herstellung eines Strukturelements (10), umfassend einen faserverstärkten Kunststoff, wobei ein flexibler Schlauch (1) mit einem Schlauchgewebe (2) versehen wird und in die gewünschte Form gebracht wird, wobei anschließend ein auf das Schlauchgewebe (2) aufgebracht, vorzugsweise flüssiger, Kunststoff (3) ausgehärtet wird.

(Fig. 1a)



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Strukturelements, umfassend einen faserverstärkten Kunststoff. Weiters betrifft die Erfindung derartige Strukturelemente sowie die Verwendung einzelner solcher Strukturelemente in einem größeren Verbund wie beispielsweise in Konstruktionsmodulen, Trägerelementen, Tragwerken und frei form- und gestaltbaren Flächentragwerken.

Aus der US 6,082,075 ist die Herstellung von Strukturelementen, umfassend einen faserverstärkten Kunststoff, bereits bekannt. Dabei wird ein Skelett aus Rohren und Spanten mit mehreren Halteelementen in die gewünschte Form gebracht und anschließend mit einem Gewebe, das um dieses Skelett gewickelt wird, versehen. Schließlich wird ein Kunststoff aufgebracht, der zur Aushärtung gebracht wird und dem Strukturelement die endgültige Form gibt. Vereinfacht ausgedrückt schlägt die US 6,082,075 die Herstellung von Kastenholmen vor, wobei ein Skelett – nachdem es in die gewünschte Form gebracht wurde – mit Gewebe umwickelt wird und hernach auf dieses Gewebe aushärtbarer Kunststoff aufgebracht wird.

Das in der US 6,082,075 beschriebene Verfahren weist den Nachteil auf, dass die Herstellung des formgebenden Skelettes aus Rohren, Halteelementen und Spanten sehr aufwändig ist und dass aufgrund der Komplexität des vorgeschlagenen Skelettes die Formbarkeit der Strukturelemente engen Grenzen unterliegt. So sind beispielsweise enge Biegeradien oder komplexere Topologien wie z.B. Schlingen, Schlaufen oder Knoten nicht oder nur mit erheblichem Aufwand machbar. Weiters ist das in der US 6,082,075 vorgeschlagene Aufbringen des Gewebes durch Umwickeln der finalen Form sehr aufwändig und zusätzlich weist die so erzielbare Oberfläche aufgrund der Wickelstruktur des Gewebes optische Beeinträchtigungen auf.

Die US 6,082,075 schlägt ein weiteres Verfahren vor, in welchem anstelle des formgebenden Skelettes aus Rohren, Halteelementen und Spanten eine aufblasbare Blase als Positiv-Form für die Aufbringung des faserverstärkten Kunststoffes verwendet wird, wobei diese Blase so ausgebildet sein muss, dass sie durch das Aufblasen die gewünschte Form einnimmt, auf welche hernach das Gewebe durch Umwickeln aufgebracht wird.

Dieses Verfahren weist die Nachteile auf, dass einerseits die Herstellung einer solchen aufblasbaren Positiv-Form, welche durch den Aufblasdruck die gewünschte Form einnehmen soll, sehr aufwändig ist und andererseits auch hier enge Biegeradien oder komplexere



Topologien wie z.B. Schlingen, Schlaufen oder Knoten nicht oder nur mit erheblichem Aufwand machbar sind.

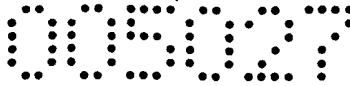
Weiters eignen sich die in der US 6,082,075 vorgeschlagen Strukturelemente nicht oder nur unter unverhältnismäßig hohem Herstellungs- und Kostenaufwand zum Verbund zu komplexeren Konstruktionsmodulen, Trägerelementen, Tragwerken und frei form- und gestaltbaren Flächentragwerken.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren sowie auch ein Strukturelement der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei denen die oben beschriebenen Nachteile vermindert sind und welche insbesondere zur Herstellung von komplexen Strukturen wie Konstruktionsmodulen, Trägerelementen, Tragwerken und frei form- und gestaltbare Flächentragwerken geeignet sind.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass ein flexibler Schlauch mit einem Schlauchgewebe versehen wird und in die gewünschte Form gebracht wird, wobei anschließend ein auf das Schlauchgewebe aufgebracht, vorzugsweise flüssiger, Kunststoff ausgehärtet wird.

Hierfür kann vorgesehen sein, dass ein flexibler Schlauch mit einem Schlauchgewebe versehen wird, anschließend ein flüssiger Kunststoff auf das Schlauchgewebe aufgebracht wird, der flexible Schlauch samt Gewebe und flüssigem Kunststoff in die gewünschte Form gebracht wird und anschließend der Kunststoff ausgehärtet wird. Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass das Schlauchgewebe bereits vor dem Versehen des flexiblen Schlauchs mit dem Schlauchgewebe mit dem Kunststoff versehen wurde.

Die Erfindung beruht also auf der Erkenntnis, dass ein vorzugsweise dehnbares Schlauchgewebe rascher mit dem als formgebendes Element dienenden flexiblen Schlauch in Berührung gebracht werden kann und die anschließende Tränkung mit flüssigem Kunststoff einfacher erfolgen kann, als wenn ein bandförmiges Gewebe um eine Positiv-Form gewickelt werden muss. Dabei ist insbesondere auch von Vorteil, dass der (als formgebendes Element dienende) flexible Schlauch bereits bevor er in die gewünschte finale Form gebracht wird mit dem (zur Faserverstärkung des Kunststoffs dienenden) Schlauchgewebe versehen werden kann. Bei der erfindungsgemäß vorgesehenen Herstellung von komplexeren Strukturen und Anordnungen, welche aus einem Verbund von mehreren erfindungsgemäßen Strukturelementen bestehen, ist es dadurch möglich, die



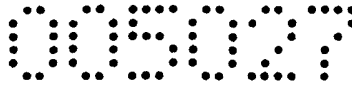
einzelnen Strukturelemente bereits vor dem Zusammenfügen zum Verbund und bereits vor der finalen Formgebung mit dem Gewebe zu versehen. Die Herstellung von komplexen Elementen (wie beispielsweise Konstruktionsmodule, Trägerelemente, Tragwerke und frei form- und gestaltbaren Flächentragwerke) kann so – verglichen mit Verfahren, bei denen das Gewebe erst um die finale Form gewickelt wird – wesentlich vereinfacht werden, wodurch deutliche Produktions- und Kostenvorteile erzielbar sind.

Das Verfahren erweist sich insbesondere dann als vorteilhaft, wenn das Schlauchgewebe in das Innere des flexiblen Schlauchs eingebracht wird. Gemäß der US 6,082,075 hergestellte Strukturelemente müssen das formgebende Element praktisch immer im Inneren beherbergen, d.h. das Gewebe muss außen auf das formgebende Element aufgewickelt werden. Demgegenüber ist es mit einem Schlauchgewebe möglich, dieses in das Innere des flexiblen Schlauchs, d.h. auf dessen Innenmantelfläche einzubringen und anschließend durch Aufbringen von flüssigem Kunststoff, der ausgehärtet wird, das endgültige Strukturelement herzustellen. Dabei ist günstigerweise vorgesehen, dass der flüssige Kunststoff durch das Anlegen eines erhöhten Drucks oder eines verringerten Drucks in das Innere des flexiblen Schlauchs eingebracht wird. Weiters kann das Einbringen des flüssigen Kunststoffes mittels einer Zerstäubungsdüse erfolgen, welche durch das Innere des flexiblen Schlauches gezogen wird. Weiters kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, nach dem Tränken des Schlauchgewebes mit flüssigem Kunststoff überschüssigen Kunststoff aus dem Innenvolumen des Schlauches mittels Über- oder Unterdruck oder mechanisch zu entfernen, was sowohl Gewichts- als auch Kostenvorteile bringt.

In einer Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass das vorzugsweise dehnbare Schlauchgewebe über den flexiblen Schlauch gestülpt wird. In diesem Fall ist es günstig, wenn das Schlauchgewebe mit dem flüssigen Kunststoff bestrichen und/oder besprüht und/oder bedruckt wird.

Für das Verfahren ist es vorteilhaft, wenn der flexible Schlauch ausgewählt ist aus der Gruppe Gummi, PVC, PE, PA, PU, der Silikone oder PTFE.

Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass der Schlauch nach dem Aushärten des Kunststoffs zumindest teilweise wieder entfernt wird. Zurück bleibt in diesem Fall nur mehr noch der faserverstärkte Kunststoff als Strukturelement. Dies ist besonders einfach zu bewerkstelligen bei dem Verfahren, wo das Schlauchgewebe in das Innere des flexiblen Schlauchs eingebracht wurde, da der flexible Schlauch beispielsweise aufgeschnitten und entfernt



werden kann. Falls der flexible Schlauch allerdings innerhalb des faserverstärkten Kunststoffs angeordnet ist, kann der flexible Schlauch dann gut entfernt werden, wenn dieser durch Dehnen in Längsrichtung seinen Durchmesser verringert und sich so vom glasfaserverstärkten Kunststoff ablösen lässt, da er einen geringeren Außendurchmesser als der glasfaserverstärkte Kunststoff Innendurchmesser aufweist. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass der Schlauch am Strukturelement verklebt.

Die Flexibilität des Schlauches sollte so gestaltet sein, dass dieser ohne große Kraftaufwendungen in die gewünschte Form gebracht werden kann. Zu diesem Zweck ist es vorteilhaft (auch abhängig von der jeweiligen Materialwahl), wenn der Schlauch einen Durchmesser von 5 mm bis 100 mm und eine Wandstärke von 0,5 mm bis 15 mm aufweist. Die Flexibilität des Schlauchs hängt unter anderem vom Elastizitätsmodul des Materials ab. Ausgehend von der mittleren Wandstärke des Schlauchs und der Materialauswahl ist es günstig, wenn der Schlauch so flexibel ist, dass er mit einer Kraft von unter 500 N, vorzugsweise unter 100 N, in die gewünschte Form gebracht werden kann. Der Elastizitätsmodul wird standardmäßig in N/mm^2 und bei einer Temperatur von 20°C angegeben. Hieraus kann der Fachmann leicht ermitteln, welche Materialien und Querschnittsflächen des Schlauchs auszuwählen sind. Der flexible Schlauch weist im einfachsten Fall einen kreisringförmigen Querschnitt auf, ist also beispielsweise als Kreiszyliindermantel ausgebildet. Selbstverständlich kann der Schlauch aber auch vom Kreisring abweichende Querschnittsformen aufweisen. Der Schlauch kann sowohl eine Innenkontur als auch Außenkontur (im Querschnitt) aufweisen, die polygonartig, rechteckig, quadratisch, elliptisch ist oder eine sonstige geschlossene Kurvenform aufweisen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass der als formgebendes Element dienende flexible Schlauch aufgrund seiner Eigensteifigkeit in die finale Form gebracht werden kann, indem man Kräfte und/oder Drehmomente lediglich an einzelnen Punkten einbringt. Beispielsweise sind auf diese Weise Formen wie Biegungen, S-Kurven, sogenannte Spline-Kurven sowie Schlingen und Schlaufen bis hin zu Knoten ohne aufwändigen Formenbau realisierbar.

Erfindungsgemäß ist auch vorgesehen, dass ein Verbund aus einzelnen erfindungsgemäßen Strukturelementen vor dem Aushärten des Kunststoffes durch das Einbringen von Kräften und/oder Drehmomenten lediglich an einzelnen Punkten in die finale Form gebracht wird, wodurch auch beispielsweise frei geformte Flächentragwerke ohne aufwändigen Formenbau realisierbar sind.



In einer Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass das Schlauchgewebe mehrere Lagen aufweist, und/oder dass zusätzliche Schichten vorgesehen sind, um dem Strukturelement eine höhere Steifigkeit zu verleihen.

Im einfachsten Fall kann vorgesehen sein, dass der flüssige Kunststoff durch Polymerisation ausgehärtet wird. Hierbei haben sich insbesondere Kunststoffe, ausgewählt aus der Gruppe der Epoxidharze, Polyesterharze, Vinylesterharze oder Mischungen daraus bewährt. Die Polymerisation kann dabei wie an sich bekannt beispielsweise durch UV-Strahlung, thermische Behandlung oder Lufttrocknung etc. erfolgen.

Weiters kann vorgesehen sein, dass das Schlauchgewebe ausgewählt ist aus der Gruppe von gewebten Glasfasern, Kohlenstofffasern, Aramidfasern, Basaltfasern oder Mischungen daraus. Glasfasern haben sich dabei als bevorzugtes Ausführungsbeispiel erwiesen, da sie einerseits kostengünstig sind bei gleichzeitig sehr hoher Belastbarkeit. Zusätzlich sind sie aufgrund ihrer Farblosigkeit in vielen Bereichen, die lichtdurchlässig sein sollen, bevorzugt einsetzbar.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass das Schlauchgewebe zylindermantelförmig ausgebildet ist. Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass das Schlauchgewebe derart gewebt ist, dass es radial und in Längsrichtung dehnbar ist, was für das Aufbringen auf oder das Einbringen in den als formgebendes Element dienenden flexiblen Schlauch von Vorteil ist. Hier kann sich ein beispielsweise diagonal gewebtes Gewebe als günstig erweisen.

In der Ausführungsvariante mit außen liegendem Schlauchgewebe ist besonders bevorzugt vorgesehen, dass das Schlauchgewebe derart gewebt ist, dass sich bei Zug in Längsrichtung sein Radius verkleinert. Dadurch kann bei Auswahl eines Schlauchgewebes, welches einen Innendurchmesser aufweist, der einige Prozent größer ist, als der Außendurchmesser des flexiblen Schlauches, das Schlauchgewebe leicht über den Schlauch gestülpt werden und hernach durch einfaches Ziehen an beiden Enden straff auf den als formgebendes Element dienenden Schlauch gespannt werden, was sowohl für die Einfachheit des Verfahrens, als auch für die erzielbare Qualität der Oberfläche von Vorteil ist.

In der Ausführungsvariante mit innen liegendem Schlauchgewebe ist besonders bevorzugt vorgesehen, dass das Schlauchgewebe derart gewebt ist, dass es radial dehnbar ist, sodass für leichtes Einführen in den formgebenden Schlauch ein Schlauchgewebe gewählt werden



kann, dessen Außendurchmesser einige Prozent kleiner ist, als der Innendurchmesser des Schlauches, und das Schlauchgewebe hernach durch radiales Dehnen an die Innenwand des formgebenden Schlauches geschmiegt werden kann – beispielsweise mittels geeigneten Bürsten oder durch Einbringen und Aufblasen eines weiteren aufblasbaren Innenschlauches.

Die eingangs gestellte Aufgabe wird auch durch ein entsprechendes Strukturelement gelöst. Dieses umfasst zumindest einen flexiblen Schlauch, ein Schlauchgewebe sowie einen ausgehärteten Kunststoff, der auf das Schlauchgewebe aufgetragen ist. Auch hier kann vorgesehen sein, dass das Schlauchgewebe an der inneren Mantelfläche des flexiblen Schlauchs angeordnet ist. Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass das Schlauchgewebe an der äußeren Mantelfläche des flexiblen Schlauchs angeordnet ist. In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Strukturelement umfassend zumindest ein Schlauchgewebe und einen ausgehärteten Kunststoff, ausgewählt aus der Gruppe der Epoxidharze, Polyesterharze, Vinylesterharze oder Mischungen daraus, der auf das Schlauchgewebe aufgetragen ist.

Generell ist für das Strukturelement zu sagen, dass die oben erwähnten Materialien und Dimensionen für das Verfahren auch für das Strukturelement zutreffen. Dies bedeutet, dass der flexible Schlauch ausgewählt sein kann aus der Gruppe Gummi, PVC, PE, PA, PU der Silikone und PTFE. Dessen Dimension kann zwischen 5 mm und 100 mm bei einer mittleren Wandstärke von 0,5 mm bis 15 mm betragen. Das Schlauchgewebe kann mehrlagig ausgebildet sein und der ausgehärtete Kunststoff kann ein Polymerisat aus der Gruppe der Epoxidharze, Polyesterharze, Vinylesterharze oder Mischungen daraus sein. Das Strukturelement ist bevorzugt im Inneren hohl ausgebildet.

Das Schlauchgewebe ist bevorzugt aus der Gruppe von gewebten Glasfasern, Kohlenstofffasern, Aramidfasern, Basaltfasern oder Mischungen daraus hergestellt und idealerweise zylindermantelförmig ausgebildet. Besonders bevorzugt ist das Schlauchgewebe radial und in Längsrichtung dehnbar ausgebildet, indem es beispielsweise diagonal gewebt ist.

Sowohl zum Verfahren als auch zum Strukturelement gilt zu sagen, dass besonders bevorzugt vorgesehen ist, dass der flexible Schlauch unmittelbar mit dem Schlauchgewebe in Kontakt gebracht wird, d.h. dass das Schlauchgewebe unmittelbar an den Schlauch angrenzt.



In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung diverse Verwendungsmöglichkeiten der zuvor beschriebenen Strukturelemente. Dies kann einerseits eine einfache Anordnung mehrerer solcher Strukturelemente umfassen. Darüber hinaus sind komplexere Anordnungen wie beispielsweise Konstruktionsmodule, Trägerelemente, Tragwerke und frei form- und gestaltbare Flächentragwerke, Dachkonstruktionen oder andere Gebilde, die durch solche Strukturelemente herstellbar sind, denkbar.

Folglich betrifft die Erfindung in einem weiteren Aspekt derartige Anordnungen und Verfahren zur Herstellung solcher Anordnungen. Hierfür ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass zumindest zwei Strukturelemente nach dem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt werden, die miteinander verbunden werden. Die wenigstens zwei Strukturelemente können dabei vor dem Aushärten des Kunststoffs miteinander verbunden werden. Dabei ist es also entweder möglich, den flexiblen Schlauch, der mit dem Schlauchgewebe versehen worden ist, mit einem zweiten flexiblen Schlauch, der mit einem Schlauchgewebe versehen worden ist, vor oder nach dem Aufbringen des Kunststoffs miteinander zu verbinden und den Kunststoff anschließend auszuhärten. Das Verbinden kann wie an sich bekannt mit Halteelementen, Klebeverbindungen usw. erfolgen.

Weitere Details und Vorteile der Erfindung sollen anhand der folgenden Figuren und Figurenbeschreibungen erläutert werden. Es zeigen:

- | | |
|----------------|--|
| Fig. 1a, 1b | ein erstes Ausführungsbeispiel für ein Strukturelement in Längs- und Querschnitt, |
| Fig. 2a und 2b | ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Strukturelements in Längs- und Querschnitt, |
| Fig. 3a und 3b | ein Schlauchgewebe in unterschiedlichen Positionen zur Verwendung für ein erfindungsgemäßes Verfahren, |
| Fig. 4 | einzelne Verfahrensschritte für ein erstes erfindungsgemäßes Verfahren, |
| Fig. 5 | Verfahrensschritte für ein zweites erfindungsgemäßes Verfahren, |
| Fig. 6a bis 6e | mögliche Anordnungen erfindungsgemäßer Strukturelemente und |
| Fig. 7a bis 7c | drei Ansichten einer erfindungsgemäßen Anordnung von Strukturelementen. |

Die Fig. 1a zeigt im Längsschnitt ein erfindungsgemäßes Strukturelement 10. Die Fig. 1b zeigt den entsprechenden Querschnitt des Strukturelements 10. Dabei ist ein flexibler Trägerschlauch 1 als strukturgebendes Element im Inneren vorgesehen. Um den flexiblen



Schlauch 1 ist nunmehr ein Schlauchgewebe 2 aufgebracht, das an der Außenmantelfläche des Schlauchs 1 liegt, auf das anschließend ein Kunststoff 3 aufgebracht wird, der eine Matrix bildet. Die Schicht 4 kennzeichnet eine weitere Schicht mit oder ohne Schlauchgewebe und einem Kunststoff. Der mittlere Außendurchmesser a des flexiblen Schlauches 1 beträgt etwa 30 mm, die mittlere Wandstärke d 1,5 mm (als mittlerer Wert ist der arithmetische Mittelwert gedacht).

In den Fig. 2a und 2b sind die analogen Ansichten der Fig. 1a und 1b gezeigt, wobei hier die Reihenfolge der einzelnen Schichten verändert wurde. An der Innenmantelfläche 1a des flexiblen Trägerschlauchs 1 ist nunmehr ein Schlauchgewebe 2 angeordnet, das anschließend mit einer härtbaren Kunststoffmasse 3 versehen wurde. Die Schicht 4 kennzeichnet eine weitere solche Schicht. Die in den Fig. 1a bis 2b gezeigten Ausführungsbeispiele umfassen einen flexiblen Schlauch 1 aus PVC, ein Schlauchgewebe 2 aus Glasfasergewebe und einen Kunststoff, der gehärtetes Polyesterharz umfasst.

In der Fig. 3 ist ein Schlauchgewebe 2 erkennbar, das zylindermantelförmig ausgebildet ist und einen Innendurchmesser aufweist, sodass es um einen flexiblen Schlauch 1, wie in der Fig. 3b strichliert dargestellt, schiebbar wäre. Allerdings kann das Schlauchgewebe 2 auch so ausgebildet sein, wie im rechten Teil der Abbildung 3b erkennbar, dass er in Längsrichtung dehnbar ist und somit seinen Innendurchmesser verkleinert und damit in das Innere des flexiblen Schlauchs 1 einführbar ist.

In der Fig. 4 sind die einzelnen Verfahrensschritte für die Herstellung eines Strukturelements 10 gezeigt, bei dem der flexible Schlauch 1 im Inneren des Strukturelements 10 angeordnet ist. Ausgehend vom flexiblen Schlauch 1 wird in Schritt A das Schlauchgewebe 2 über den flexiblen Schlauch 1 gestülpt und an die Außenmantelfläche 1a angelegt, wie in Schritt B erkennbar ist. In Schritt C wird ein zweites Schlauchgewebe 2' aufgebracht und entsprechend straff gezogen. Schritt D zeigt, dass der flexible Schlauch 1 samt Schlauchgewebe 2, 2' in die gewünschte Form gebracht wird. Hierfür können nicht gezeigte Halteelemente verwendet werden. In Schritt E wird anschließend ein flüssiger Kunststoff als Kunststoffharz 3 auf das Schlauchgewebe 2, 2' aufgetragen, sodass sich ein faserverstärkter Kunststoff mit zwei Schlauchgeweben 2, 2' ausbildet. Das Kunststoffharz 3 wird anschließend ausgehärtet, sodass das fertige Strukturelement 10 vorhanden ist. In einem optionalen Schritt F wird der Schlauch 1 aus dem ausgehärteten Strukturelement wieder entfernt.



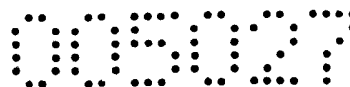
Die Fig. 5 zeigt eine Alternative zur Fig. 4. Dabei wird in das Innere des Schlauchs 1 das Schlauchgewebe 2 eingeführt und beispielsweise durch eine Einführhilfe wie einen aufblasbaren Schlauch 5 in Position gebracht. In Schritt B wird der flexible Schlauch 1 samt Schlauchgewebe 2 in die gewünschte Form gebracht. Schritt C zeigt nun das Aufbringen des flüssigen Kunststoffes 3. Hierzu kann beispielsweise durch Druck das Kunststoffharz in das Innere (in Pfeilrichtung) des Schlauches 1 eingebracht werden. Hierbei ist von Vorteil, den Druck lediglich ins Volumen zwischen Schlauch 1 und aufblasbarem Schlauch 5 einzubringen, sodass das Kunststoffharz lediglich das zwischen Schlauch 1 und aufblasbarem Schlauch 5 liegende Schlauchgewebe 2 tränkt und nicht das gesamte Innenvolumen von Schlauch 1 ausfüllt, was kosten- und Gewichtsvorteile bringt. Auch wäre es möglich, an der anderen Seite des Schlauches 1 einen niedrigeren Druck (beispielsweise Vakuum) – vorteilhafterweise wiederum lediglich am Volumen zwischen Schlauch 1 und aufblasbarem Schlauch 5 – anzulegen, um das Kunststoffharz in das Innere des Schlauches 1 zu befördern. Der aufblasbare Schlauch 5 kann nach dem Einbringen des Kunststoffharzes mittels Über- oder Unterdruck wieder entfernt werden. Nach einem Aushärteschritt wird im optionalen Schritt D der Außenmantel (flexibler Schlauch 1) aufgeschnitten und entfernt. Zurück bleibt der faserverstärkte Kunststoff als Strukturelement 10 mit besonders glatter Außenkontur, da dieser die Innenkontur des Schlauchs 1 übernommen hat.

In den Fig. 6a bis 6e sind unterschiedliche Ausgestaltungen gezeigt, wie die einzelnen Strukturelemente 10 zueinander angeordnet sein könnten, um eine Anordnung 11 zu bilden. Diese könnten einerseits ästhetisch angeordnet werden, andererseits für komplexere Strukturen wie beispielsweise Konstruktionsmodule, Trägerelemente, Tragwerke und frei form- und gestaltbaren Flächentragwerke eingesetzt werden.

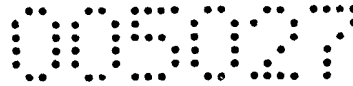
Die Fig. 7a bis 7c zeigen drei Ansichten einer erfindungsgemäßen Anordnung 11 von Strukturelementen 10. Die Fig. 7a zeigt dabei eine Seitenansicht, die Fig. 7b eine Draufsicht und die Fig. 7c eine Schrägansicht. Zur Verdeutlichung ist in der Fig. 7a ein Mensch eingezeichnet, sodass klar ist, dass die Anordnung 11 eine Art Dachkonstruktion bildet.

Selbstverständlich ist denkbar und in weiteren Ausführungsbeispielen vorgesehen, die erfindungsgemäßen Strukturelemente zu Anordnungen für weitere Anwendungen zu verbinden, wie z.B. für Dachkonstruktionen und Pavillons, Decken- und Fassadenelemente, Möbel und insbesondere Stühle, Lampen und Beleuchtungskörper, Rauminstallation sowie weitere Kunstobjekte oder ästhetische Formschöpfungen.

Innsbruck, am 15. Mai 2009

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Herstellung eines Strukturelements (10), umfassend einen faserverstärkten Kunststoff, dadurch gekennzeichnet, dass ein flexibler Schlauch (1) mit einem Schlauchgewebe (2) versehen wird und in die gewünschte Form gebracht wird, wobei anschließend ein auf das Schlauchgewebe (2) aufgebracht, vorzugsweise flüssiger, Kunststoff (3) ausgehärtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der flüssige Kunststoff (3) auf das Schlauchgewebe (2) aufgebracht wird, nachdem der flexible Schlauch (1) mit dem Schlauchgewebe (2) versehen wurde.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) bereits vor dem Versehen des flexiblen Schlauchs (1) mit dem Schlauchgewebe (2) mit dem Kunststoff (3) versehen wurde.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) in das Innere des flexiblen Schlauchs (1) eingebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der flüssige Kunststoff (3) durch das Anlegen eines erhöhten Drucks oder eines verringerten Drucks in das Innere des flexiblen Schlauchs (1) eingebracht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) über den flexiblen Schlauch (1) gestülpt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) mit dem flüssigen Kunststoff (3) bestrichen und/oder besprüht und/oder bedruckt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der flexible Schlauch (1) ausgewählt ist aus der Gruppe Gummi, PVC, PE, PA, PU, der Silikone, PTFE.



2

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlauch (1) nach dem Aushärten des Kunststoffes (3) zumindest teilweise wieder entfernt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlauch (1) einen mittleren Außendurchmesser (a) von 5 mm bis 100 mm und eine mittlere Wandstärke (d) von 0,5 mm bis 15 mm aufweist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) mehrere Lagen aufweist oder mehrlagig aufgebracht wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der flüssige Kunststoff (3) durch Polymerisation ausgehärtet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoff (3) ausgewählt ist aus der Gruppe der Epoxidharze, Polyesterharze, Vinylesterharze oder Mischungen daraus.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) ausgewählt ist aus der Gruppe von gewebten Glasfasern, Kohlenstofffasern, Aramidfasern, Basaltfasern oder Mischungen daraus.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) zylindermantelförmig ausgebildet ist.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) derart gewebt ist, dass es radial und/oder in Längsrichtung drehbar ist.
17. Strukturelement (10) umfassend zumindest einen flexiblen Schlauch (1), ein Schlauchgewebe (2) und einen ausgehärteten Kunststoff (3), der auf das Schlauchgewebe (2) aufgetragen ist.
18. Strukturelement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) an der inneren Mantelfläche (1a) des flexiblen Schlauchs (1) angeordnet ist.



19. Strukturelement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Schlauchgewebe (2) an der äußeren Mantelfläche (1b) des flexiblen Schlauchs (1) angeordnet ist.
20. Strukturelement (10) umfassend zumindest ein Schlauchgewebe (2) und einen ausgehärteten Kunststoff (3), ausgewählt aus der Gruppe der Epoxidharze, Polyesterharze, Vinylesterharze oder Mischungen daraus, der auf das Schlauchgewebe (2) aufgetragen ist.
21. Anordnung (11) von wenigstens zwei Strukturelementen (10) nach einem der Ansprüche 17 bis 20.
22. Verfahren zur Herstellung einer Anordnung (11) nach Anspruch 21, wobei zumindest zwei Strukturelemente (10) nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16 hergestellt werden, wobei die wenigstens zwei Strukturelemente (10) miteinander verbunden werden.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Strukturelemente (10) vor dem Aushärten des Kunststoffs (3) miteinander verbunden werden.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturelemente (10) vor dem Aufbringen des Kunststoffs (3) miteinander verbunden werden.
25. Dachkonstruktion umfassend zumindest ein Strukturelement (10) nach einem der Ansprüche 17 bis 20 oder hergestellt durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16.
26. Verwendung zumindest eines Strukturelementes nach einem der Ansprüche 17 bis 20 oder einer Anordnung nach Anspruch 21 für ein Deckenelement, Fassadenelement, Möbelteil, einen Beleuchtungskörper, eine Rauminstallation oder dergleichen.



4

27. Deckenelement, Fassadenelement, Möbelteil, Beleuchtungskörper, Rauminstallation, umfassend ein Strukturelement nach einem der Ansprüche 17 bis 20 oder eine Anordnung nach Anspruch 21.

Innsbruck, am 15. Mai 2009

005027

Fig.1a

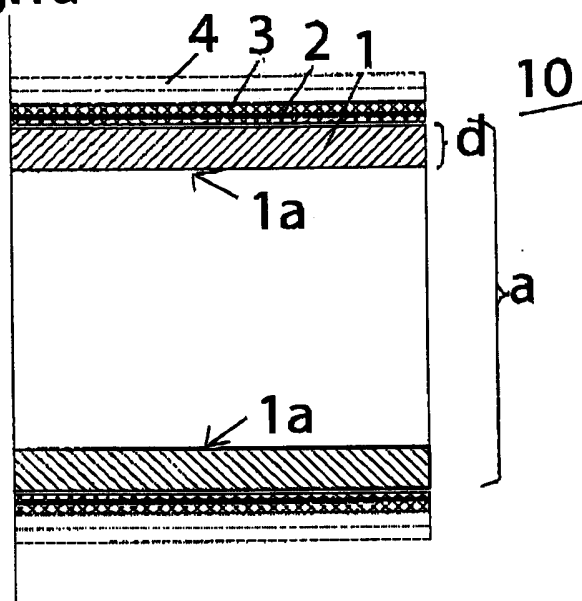


Fig. 1b

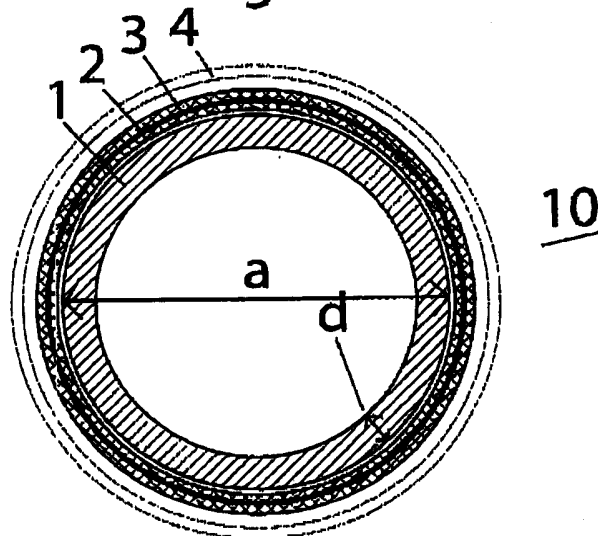


Fig.2a

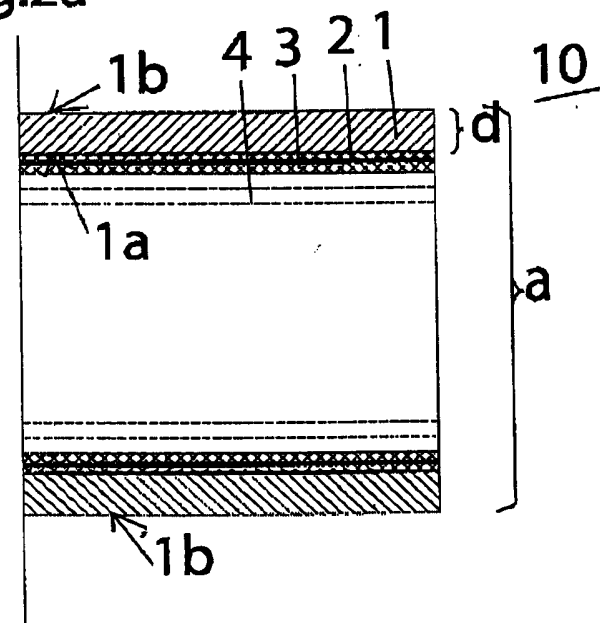


Fig.2b

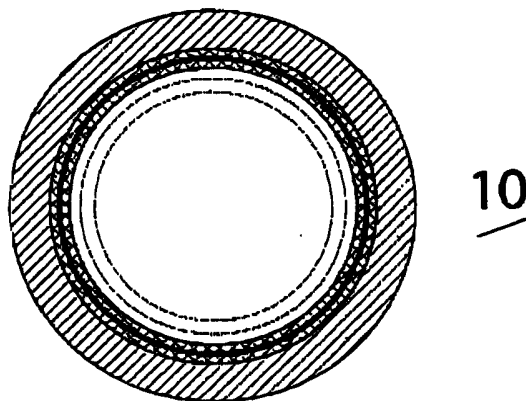




Fig.3a

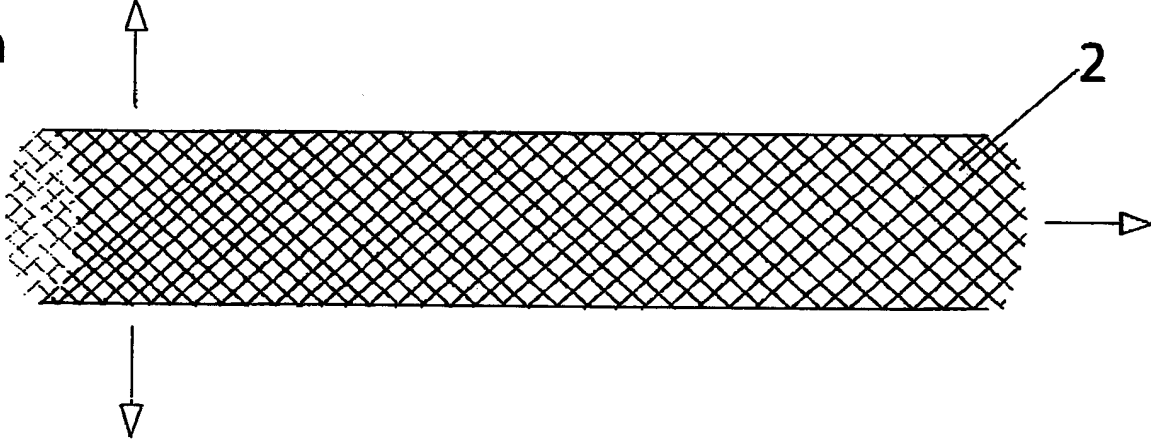
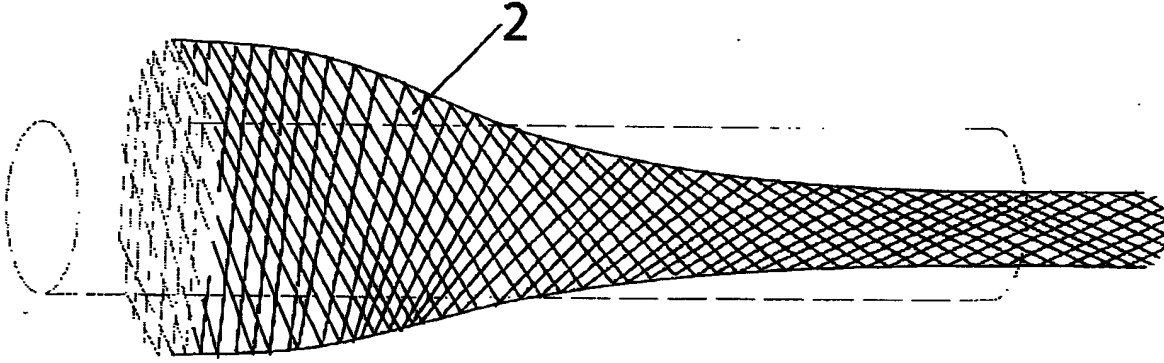


Fig.3b



005027

Fig.4

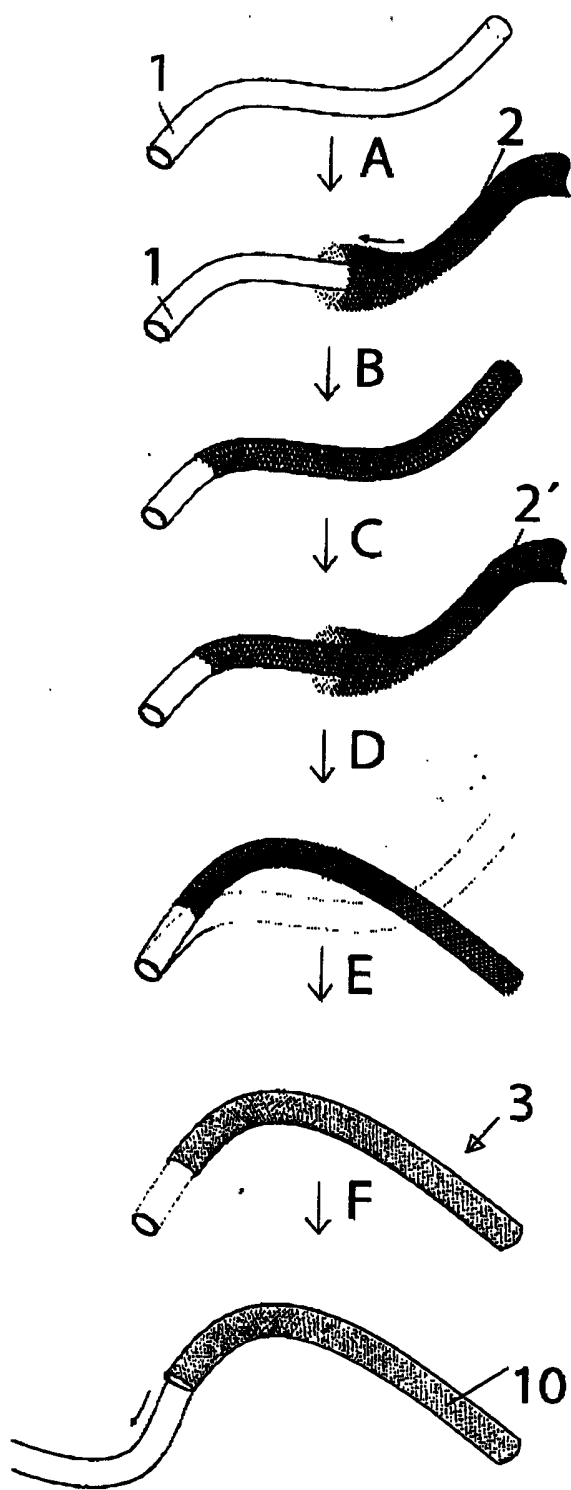
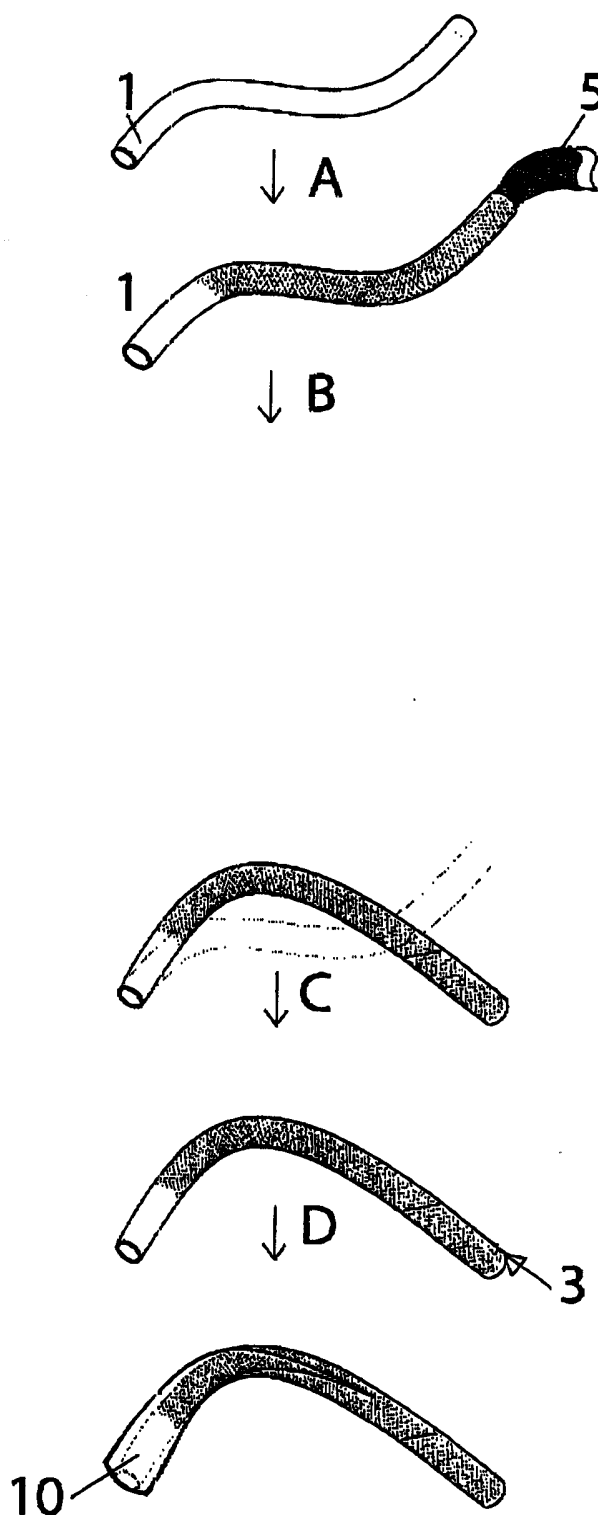


Fig.5



00507

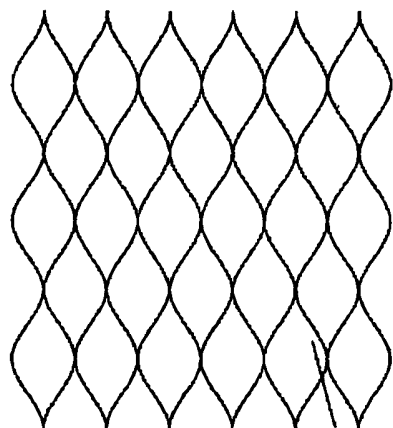


Fig. 6a

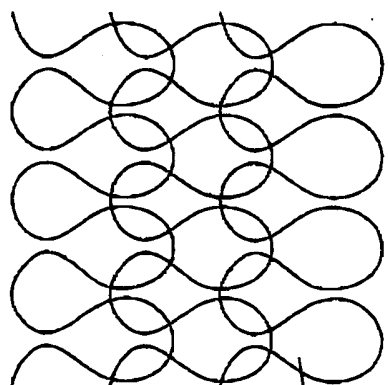


Fig. 6b

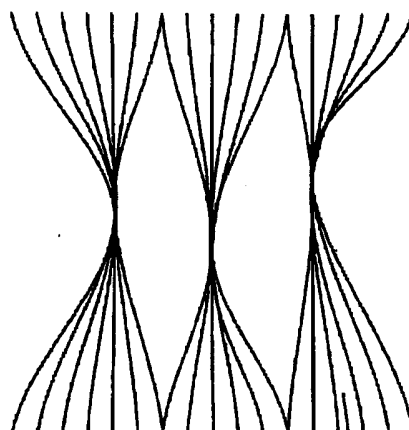


Fig. 6c

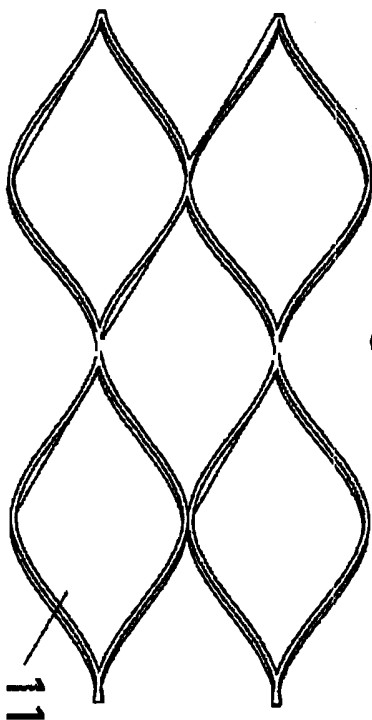


Fig. 6d

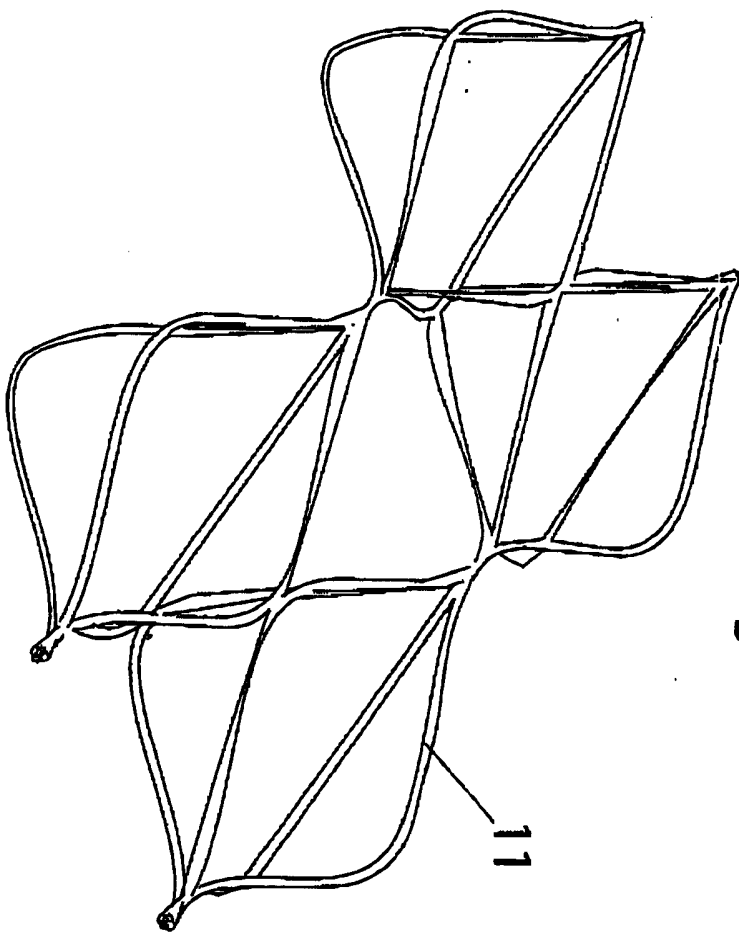


Fig. 6e

005007

Fig. 7c

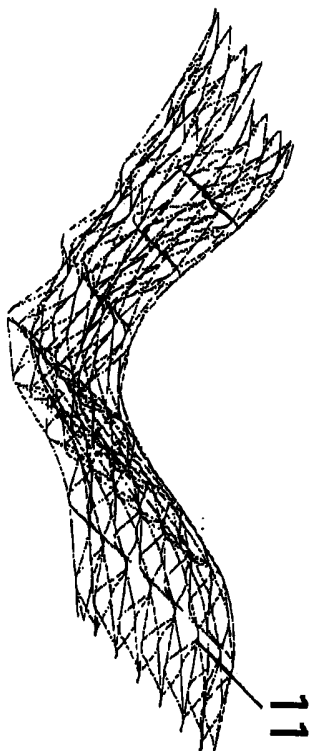


Fig. 7b

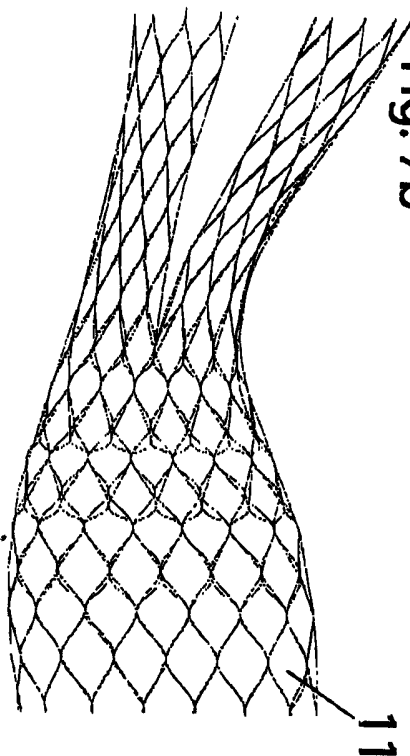


Fig. 7a

