



(10) **DE 10 2010 005 987 B4** 2013.01.24

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 005 987.0**  
(22) Anmeldetag: **28.01.2010**  
(43) Offenlegungstag: **17.02.2011**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **24.01.2013**

(51) Int Cl.: **B29C 70/32** (2006.01)  
**B29C 70/16** (2006.01)  
**B29C 53/60** (2006.01)  
**B64C 1/00** (2006.01)  
**B29C 53/80** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:  
**10 2009 035 118.3**     **29.07.2009**

(73) Patentinhaber:  
**EAST-4D Carbon Technology GmbH, 01239,  
Dresden, DE**

(74) Vertreter:  
**Kaufmann, Sigfrid, Doz., Dr.-Ing., habil., 01309,  
Dresden, DE**

(72) Erfinder:  
**Grothaus, Raimund, 01326, Dresden, DE**

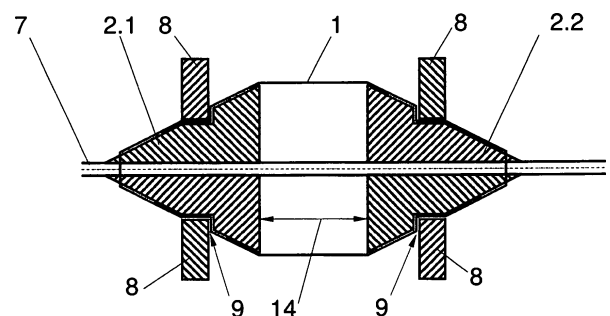
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>40 05 771</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>43 39 097</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2004 038 706</b>	<b>B4</b>
<b>DE</b>	<b>10 2006 011 513</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Hohlkörpern mit bundförmigen Verstärkungen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung von polar orthotropen Hohlkörpern aus Faserverbundmaterial unter Verwendung von von einer Spule abwickelbaren endlosen Fasern oder Faserbündeln (Rovings (1)), die unter einen Wickelwinkel  $\Omega$  mit Hilfe eines Fadenauges als Fadenführungssystem auf geodätischen Linien auf zwei rotierenden Wickelkernen (2.1; 2.2) zu einem Faserverbund, bestehend aus einer Vielzahl von Faserschichten, aufgewickelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass es zumindest die folgenden Schritte umfasst:

- Bereitstellen der Wickelkerne (2.1; 2.2), wobei zumindest einer eine auf der Mantelfläche umlaufende, zur Grundfläche des Wickelkerns parallel verlaufende Nut (6) aufweist,
- Anordnen der Wickelkerne (2.1; 2.2) auf einer gemeinsamen Achse (7) derart, dass die Grundflächen der Wickelkerne (2.1; 2.2) zueinander parallel, einander zugewandt und beabstandet sind,
- Fixieren der Wickelkerne (2.1; 2.2) auf der Achse (7),
- Wickeln von zumindest einer Faserschicht (11), die beide Wickelkerne zumindest teilweise bedeckt und hierbei über alle Nuten (6) der Wickelkerne vollständig hinweg geht,...





Stoßstelle besitzen, an der die Fasern nicht kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

**[0012]** Zudem ist es mit dem Laminierverfahren nur bedingt möglich, eine den im Rotationskörper auftretenden Kräften optimierte Faserausrichtung zu gewährleisten. Dies hat zur Folge, dass der Körper zusätzlicher Lagen aus Fasermaterial bedarf, um den Nachteil des nicht vorhandenen Kraftschlusses in den einzelnen Lagen zu kompensieren. Dies hat wiederum zur Folge, dass der hergestellte Körper unerwünscht an Masse zunimmt.

**[0013]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, das es ermöglicht, Hohlkörper aus Faserverbundmaterial herzustellen, wobei der Hohlkörper über den Verlauf seiner Mantellinie einen Wandstärkeverlauf besitzt, der den Belastungsanforderungen angepasst ist. Insbesondere soll der Hohlkörper an seiner Innenseite bundförmige Verstärkungen aufweisen über die der Hohlkörper, z. B. ein Triebwerkseinlaufkegel mit einem anderen Körper, hier mit der Achse eines Triebwerkes, verbunden wird. Des Weiteren soll es möglich sein, die Faserstränge/Faserbündel fortlaufend zu wickeln, d. h., zu keinem Zeitpunkt des Herstellungsprozesses soll es nötig sein, die Faserstränge neu anzusetzen, um eine ununterbrochene Verbundstruktur zu erreichen.

**[0014]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach dem Anspruch 1 gelöst. In den abhängigen Unteransprüchen 2 bis 15 sind vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens beschrieben.

**[0015]** Gemäß dem Verfahren der Erfindung ist vorgesehen, dass zur Herstellung eines Hohlkörpers aus Faserverbundmaterial ein oder mehrere Rovings unter einen Wickelwinkel  $\Omega$  (Winkel zwischen dem Roving im Punkt der Ablage des selbigen auf dem Wickelkern und der Rotationsachse des Wickelkerns) mit Hilfe eines Fadenauges als Fadenführungssystem auf geodätischen Linien auf zwei rotierenden Wickelkernen zu einer Faserstruktur gewickelt werden. Die Faserstruktur selbst besteht aus einer Vielzahl von Faserschichten.

**[0016]** Die Rovings bestehen bevorzugt aus Kohle- und/oder Glasfasern. Das Verfahren lässt aber auch die Verwendung von Rovings zu, die aus Thermoplastischen Materialien wie Polyamid (PA), Polyphenylensulfid (PPS), Polypropylen (PP), Polybutylenterephthalat (PBT) oder Polyetheretherketon (PEEK) bestehen oder bei denen es sich um Prepreg-Rovings handelt.

**[0017]** Die Wickelkerne, auf denen die Rovings abgelegt werden, sind kegel-, kegelstumpfförmig oder zylindrisch, wobei zumindest einer, bevorzugt beide, auf seiner Mantelfläche zumindest eine zu sei-

ner Grundfläche parallel verlaufende Nut aufweist. Die zwei Wickelkerne werden auf einer gemeinsamen Achse derart lösbar fixiert, dass ihre Grundflächen parallel, einander zugewandt und beabstandet sind.

**[0018]** Bei der ersten zu wickelnden Faserschicht wird der Wickelwinkel  $\Omega$  im Bereich des großen Außendurchmessers der Wickelkerne so gewählt, dass die Rovings über die in den Wickelkernen vorhandenen Nuten vollständig hinweg laufen, bevor sie bei kegel oder kegelstumpfförmigen Wickelkernen den durch den Wickelwinkel  $\Omega$  vorgegeben Wendebereich erreichen.

**[0019]** Ist der Vorgang des Wickelns zumindest einer ersten, die Wickelkerne zumindest teilbedeckenden, Faserschicht abgeschlossen, so wird zumindest die Fixierung eines Wickelkerns gelöst. Die Wickelkerne werden als nächstes wenigstens um die Länge aufeinander zu bewegt, um die die Länge der Rovings größer sein müsste, wenn diese durch die Nut laufen würden, und synchron dazu werden die über die Nut hinweg laufenden und durch das Aufeinanderzubewegen der Wickelkerne gelockerten Rovings mit einem Umformring, dessen Innenprofil dem der Nut entspricht und dessen Innendurchmesser geringfügig größer ist als der Außendurchmesser des Wickelkerns im Bereich der Nut, in die Nut gedrückt.

**[0020]** Der Umformring selbst kann entweder einteilig, insbesondere dann, wenn der herzustellende Hohlkörper kegel- oder kegelstumpfförmig ist, oder mehrteilig sein. Für den Fall, dass der Umformring einteilig ist, wird dieser zum Eindringen der Rovings in die Nuten bezüglich der Drehachse der Wickelkerne axial verschoben. Die Verwendung eines mehrteiligen Umformringes ist dann notwendig, wenn es nicht möglich ist, die Faserschichten durch eine axiale Verschiebung des Umformringes in die Nut zu drücken; dies ist insbesondere dann der Fall, wenn es sich um einen zylindrischen Hohlkörper handelt. Die einzelnen Teile des mehrteiligen Umformringes werden radial zur Drehachse des Wickelkerns an den Wickelkern herangeführt.

**[0021]** Der nächste Schritt besteht darin, die in die Nut gedrückte Faserschicht zu fixieren. Dies wird dadurch bewerkstelligt, dass die Rovings in den umlaufenden Spalt zwischen Nut und Umformring zumindest einmal den Wickelkern umschließend abgelegt werden. Da die erste Faserschicht durch die fixierenden Rovings innerhalb der Nut nun nicht mehr verrutschen kann, wird der Umformring wieder entfernt. Darauf hin wird bei Bedarf im Bereich der Nut zumindest eine Lage Rovings gewickelt (Wickelwinkel  $\Omega = 90^\circ$ ), die die erste gewickelte Faserschicht auf zumindest einem Teil der axialen Erstreckung der Nut fixiert. Durch weiteres Wickeln mit dem gleichen Win-

kel wird ein Materialzuwachs in radialer Richtung der Nut sichergestellt.

**[0022]** Wurden die Wickelkerne mehr als notwendig aufeinander zu bewegt, werden die Rovings mittig im Bereich zwischen den Wickelkernen zumindest einmal umlaufend gewickelt (Wickelwinkel  $\Omega = 90^\circ$ ), sodass die erste Faserschicht im Bereich zwischen der Nut und der Grundfläche des Wickelkerns gespannt wird.

**[0023]** Im folgenden Verfahrensschritt wird, soweit notwendig, eine weitere Faserschicht gewickelt, bei der die Rovings wieder einer geodätischen Linie folgen und über die zumindest eine Nut vollständig hinweg laufen. Bevorzugt wird bei dieser Faserschicht der Wickelwinkel so gewählt, dass der Wendebereich dieser Faserschicht sich nicht mit dem Wendebereich der zuvor gewickelten Faserschicht überschneidet.

**[0024]** Als nächstes werden die Verfahrensschritte, mit denen die Rovings in die Nut gedrückt und fixiert werden, wiederholt, bevor eine nächste Faserschicht gewickelt wird.

**[0025]** Die Wickelwinkel der Faserschichten werden bei Nutzung von kegel- oder kegelstumpfförmigen Wickelkernen so gewählt, dass sich die Wendebereiche der Faserschichten zunächst vom Bereich der Spitzen der Wickelkerne hin zu den Grundflächen der Wickelkerne verschieben, danach in umgekehrter Richtung, sodass sich ein symmetrischer Schichtaufbau ergibt.

**[0026]** Bei der Wahl der Wickelwinkel wird berücksichtigt, dass die Wendebereiche der Faserschichten, die später gewickelt werden, zwischen den Wendebereichen der Faserschichten, die zuerst gewickelt wurden, liegen.

**[0027]** Mit dieser Wahl der Wickelwinkel wird erreicht, dass die Anzahl übereinander liegender Rovings und somit die Gesamtschichtdicke über den Verlauf der Mantelinie des Hohlkörpers konstant – abgesehen von den Bereichen, in denen eine bundförmige Verstärkung gewickelt wurde – ist. Damit ist die Oberfläche des Hohlkörpers weitgehend eben.

**[0028]** In Abhängigkeit der Erfordernisse, die an den fertigen Faserverbundkörper gestellt werden, werden die Rovings entweder vor dem Aufwickeln auf die Wickelkerne mit einem Matrixwerkstoff getränkt oder dem fertig gewickelten Körper wird der Matrixwerkstoff injiziert. Bei der Variante, wobei die Rovings aus Kohlefasern und thermo-plastischen-prepreg-Fasern bestehen, ist vorgesehen, diese durch Erwärmung auszuhärten; werden die Rovings mit erwärmten Umformringen in die Nuten gedrückt, erfolgt so Ihre Fixierung

**[0029]** Um zwei einzelne Wickelkörper zu erhalten, muss der gewickelte Faserkörper im Bereich zwischen den Wickelkernen aufgetrennt werden. Dies geschieht entweder nach dem Aushärten des Matrixwerkstoffes oder zuvor. Wird der Wickelkörper vor dem Aushärten aufgetrennt, so werden zuvor im Bereich der großen Durchmesser der Wickelkerne die Faserschichten auf den Wickelkernen durch gewickelte, umlaufende Rovings, durch Klebebänder, Press-Spanngurte oder Vakuumfittung fixiert.

**[0030]** Nach der Aushärtung des Matrixwerkstoffes werden die Faserverbundkörper, insbesondere dann, wenn sie für die Verwendung als Triebwerkseinlaufkegel vorgesehen sind, noch mit einer gummiartigen Verschleiß-Schutzschicht (Coating) beschichtet.

**[0031]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird beispielgebend anhand der Herstellung eines Triebwerkseinlaufkegels und mit den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) näher erläutert; hierbei zeigt:

**[0032]** [Fig. 1](#) den Verlauf von auf einem doppelkegelförmigen Wickelkern gewickelten Rovings, die auf geodätischen Linien verlaufen,

**[0033]** [Fig. 2](#) den Verlauf der Rovings der ersten Faserschicht über die Nuten von kegelstumpfförmigen Wickelkernen in Schnittdarstellung,

**[0034]** [Fig. 3](#) die kegelstumpfförmigen Wickelkerne mit gelockerten Rovings nach dem Aufeinanderzubewegen der Wickelkerne in Schnittdarstellung,

**[0035]** [Fig. 4](#) den Vorgang des Eindrückens der Rovings in die Nuten in Schnittdarstellung,

**[0036]** [Fig. 5](#) den Aufbau der Faserschichtung im Bereich einer Nut.

**[0037]** [Fig. 1](#) verdeutlicht den Verlauf der Rovings **1** auf einem doppelkegelförmigen Wickelkern **2**, wobei im Startpunkt **3** die Rovings **1** in einem definierten Winkel  $\Omega$  bezüglich des Meridians fixiert sind. Die Rovings folgen der durch den Wickelwinkel  $\Omega$  bestimmten geodätischen Linie bis zu dem ebenfalls über den Wickelwinkel  $\Omega$  festgelegten Wendebereich **4**. Im Wendebereich **4** weisen die Rovings **1** bezüglich des Meridians punktuell einen Winkel von  $90^\circ$  auf. Im Folgenden laufen die Rovings **1** weiter auf ihrer zugeordneten geodätischen Linie über den großen Kegeleradius bis zum Wendebereich **5** und von dort wieder zurück zum Wendebereich **4**. Nach einer Vielzahl von Verläufen der Rovings **1** über die Wendebereiche **4** und **5** gelangen sie wieder zu ihrem Startpunkt **3** zurück.

**[0038]** Damit ist die erste Lage des Schichtaufbaus gewickelt.

**[0039]** Da die Rovings ihrer über den Wickelwinkel zugeordneten geodätischen Linie folgen, überspannen sie die Nuten **6** lediglich und schmiegen sich diesen nicht an. Das veranschaulicht **Fig. 2**, welche zwei je mit einer Nut **6** versehene Wickelkerne **2.1** und **2.2** in Schnittdarstellung zeigt. Wickelkern **2.1** stellt die Fest-Seite dar, Wickelkern **2.2** die Los-Seite. Die Wickelkerne **2.1** und **2.2** sitzen auf einer gemeinsamen Achse **7** und sind um die Länge **L1 12** einander beabstandet. Der Wickelwinkel wurde so gewählt, dass die Wendebereiche der Rovings **1** nahe der Achse **7** liegen.

**[0040]** Um die Rovings **1** in die Nuten **6** drücken zu können ist es notwendig, dass die Rovings **1** gelockert werden. Dies wird durch das Aufeinanderzubewegen der Wickelkerne **2** bewerkstelligt. Dazu wird die Fixierung des Wickelkerns **2.2** gelöst und Richtung Wickelkern **2.1** verschoben. Es stellt sich der Abstand **L2 13** zwischen den Wickelkernen **2.1** und **2.2** ein.

**[0041]** **Fig. 3** zeigt diesen Abschnitt des Herstellungsverfahrens.

**[0042]** Mit den Umformringen **8** werden die gelockerten Rovings **1** synchron zum Vorgang des Lockerns der Rovings in die Nuten **6** gedrückt (vgl. **Fig. 4**). Sind die Rovings **1** vollständig in die Nuten **6** gedrückt, so stellt sich der Abstand **L3 14** zwischen den Wickelkernen ein.

**[0043]** In die Spalte **9** zwischen dem Umformring **8** und der radialen Wandung der Nuten **6** wird im nächsten Schritt mit den Rovings **1** eine umlaufende Fixierung gewickelt, die die in die Nut gedrückte Faserschicht positioniert. Anschließend werden die Umformringe **8** entfernt und in die Nuten **6** wird jeweils eine Faserschicht **10** abgelegt, die sich axial über die Nut **6** erstreckt (**Fig. 5**).

**[0044]** Damit die Faserschicht **11** wieder überall fest an den Wickelkernen **2.1** und **2.2** anliegt, wird im Bereich mittig zwischen den Wickelkernen **2.1** und **2.2** zumindest ein Faserumlauf gewickelt, der die Faserschicht **11** in diesem Bereich einschnürt und die Rovings zugleich spannt.

**[0045]** Des Weiteren wird im Bereich der großen Radien der Wickelkerne **2.1** und **2.2** für eine zusätzliche Fixierung eine umlaufende Faserschicht gewickelt.

**[0046]** Anschließend wird wieder eine Faserschicht **11** gewickelt, die über die Nuten **6** hinweg läuft. Diese wird nach Lockerung der Rovings wieder in die Nuten **6** gedrückt und fixiert. Die sich dabei ergebende Faserschichtung veranschaulicht **Fig. 5**. Bei Fortführung dieser Verfahrensschritte werden die Nuten **6** schließlich vollständig mit Rovings **1** gefüllt.

**[0047]** Nachdem der Vorgang des Wickelns abgeschlossen ist, wird der Wickelkörper im Bereich zwischen den Wickelkernen getrennt. Den auf den Wickelkernen **2.1** und **2.2** abgelegten Rovings **1** wird ein niedrigviskoses Reaktionsharz injiziert, welches in einem thermischen Prozess ausgehärtet wird.

**[0048]** Nach dem Aushärten wird der Faserverbundkörper nachgearbeitet; im Bereich des Bundes werden Löcher gefräst, in die anschließend Metallbuchsen eingesetzt werden. Diese dienen der Befestigung des Kegels an der Triebwerksachse.

**[0049]** Um die Oberfläche des Faserverbundkörpers vor Beschädigungen zu schützen, wird dieser schließlich noch mit einer gummiartigen Beschichtung (coating) versehen.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Roving
<b>2</b>	Wickelkern
<b>2.1</b>	Wickelkern Fest-Seite
<b>2.2</b>	Wickelkern Los-Seite
<b>3</b>	Startpunkt
<b>4</b>	1. Wendebereich (1. Lage)
<b>5</b>	2. Wendebereich (1. Lage)
<b>6</b>	Nut
<b>7</b>	Achse
<b>8</b>	Umformring
<b>9</b>	Spalt
<b>10</b>	In Nut umlaufende Faserschicht
<b>11</b>	Über Nut hinweg laufende Faserschicht
<b>12</b>	Länge L1
<b>13</b>	Länge L2
<b>14</b>	Länge L3

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von polar orthotropen Hohlkörpern aus Faserverbundmaterial unter Verwendung von von einer Spule abwickelbaren endlosen Fasern oder Faserbündeln (Rovings (**1**)), die unter einen Wickelwinkel  $\Omega$  mit Hilfe eines Fadenausleges als Fadenführungssystem auf geodätischen Linien auf zwei rotierenden Wickelkernen (**2.1**; **2.2**) zu einem Faserverbund, bestehend aus einer Vielzahl von Faserschichten, aufgewickelt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass es zumindest die folgenden Schritte umfasst:

- Bereitstellen der Wickelkerne (**2.1**; **2.2**), wobei zumindest einer eine auf der Mantelfläche umlaufende, zur Grundfläche des Wickelkerns parallel verlaufende Nut (**6**) aufweist,
- Anordnen der Wickelkerne (**2.1**; **2.2**) auf einer gemeinsamen Achse (**7**) derart, dass die Grundflächen der Wickelkerne (**2.1**; **2.2**) zueinander parallel, einander zugewandt und beabstandet sind,
- Fixieren der Wickelkerne (**2.1**; **2.2**) auf der Achse (**7**),

- Wickeln von zumindest einer Faserschicht (**11**), die beide Wickelkerne zumindest teilweise bedeckt und hierbei über alle Nuten (**6**) der Wickelkerne vollständig hinweg geht,
- Lösen der Fixierung zumindest eines Wickelkerns (**2.1; 2.2**) auf der Achse (**7**),
- Aufeinanderzubewegen der Wickelkerne (**2.1; 2.2**) um zumindest die Länge, um die die Länge der Rovings (**1**) größer sein müsste, wenn diese durch die Nut verlaufen würden, und dazu synchrones Eindrücken der zumindest einen Faserschicht (**11**) in die zumindest eine Nut (**6**) der Wickelkerne (**2.1; 2.2**) mit einem Umformring (**8**),
- erneutes Fixieren der Wickelkerne (**2.1; 2.2**) auf der Achse (**7**),
- Fixieren der in die Nut (**6**) gedrückten Faserschicht (**11**) und
- Entfernen des Umformringes (**8**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserschicht (**11**) beide Wickelkerne vollständig bedeckt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserschicht (**11**) beide Wickelkerne nur teilweise bedeckt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wickelwinkel  $\Omega$  im Bereich des größten Außendurchmessers der Wickelkerne (**2.1; 2.2**) nach dem Wickeln einer teilbedeckenden Faserschicht, welche aus einer Vielzahl von Faserumläufen gebildet wird, geändert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit mehreren Umformringen (**8**) eine Faserschicht (**11**) zugleich in mehrere Nuten (**6**) gedrückt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass vier bis zehn Rovings (**1**) verwendet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass Rovings (**1**) aus Kohlefasern und/oder Glasfasern verwendet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die in die Nut (**6**) gedrückte Faserschicht (**11**) durch Wickeln eines Rovings in den Spalt (**9**) zwischen dem Umformring (**8**) und der radialen Wandung der Nut (**6**), der den Wickelkern zumindest einmal umschließt, fixiert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Entfernen des Umformringes durch Wickeln von zumindest einer weiteren Faserschicht (**10**) mit dem Wickelwinkel  $\Omega = 90^\circ$  im Bereich der Nut (**6**), die die in die Nut (**6**) gedrückte Faserschicht (**11**) zusätzlich in der Nut (**6**) fixiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Rovings (**1**) aus Kohlefasern und/oder Thermoplast-prepreg-Fasern verwendet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Rovings (**1**) in der Nut fixiert werden, indem die Rovings (**1**) mit einem erhitzten Umformring in die Nut gedrückt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Entfernen des zumindest einen Umformringes zumindest eine weitere Faserschicht (**11**), die wiederum über die zumindest eine Nut (**6**) vollständig hinweggeht, auf beide Wickelkerne (**2.1; 2.2**) gewickelt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern oder Faserbündel, bevor sie auf den Wickelkernen (**2.1; 2.2**) abgelegt werden, mit einem niedrigviskosen Reaktionsharz getränkt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass den Fasern oder Faserbündeln, nachdem sie auf die Wickelkerne (**2.1; 2.2**) abgelegt wurden, ein niedrigviskoses Reaktionsharz injiziert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der auf den Wickelkernen (**2.1; 2.2**) gewickelte Faserverbund im Bereich zwischen den Grundflächen der Wickelkerne (**2.1; 2.2**) getrennt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

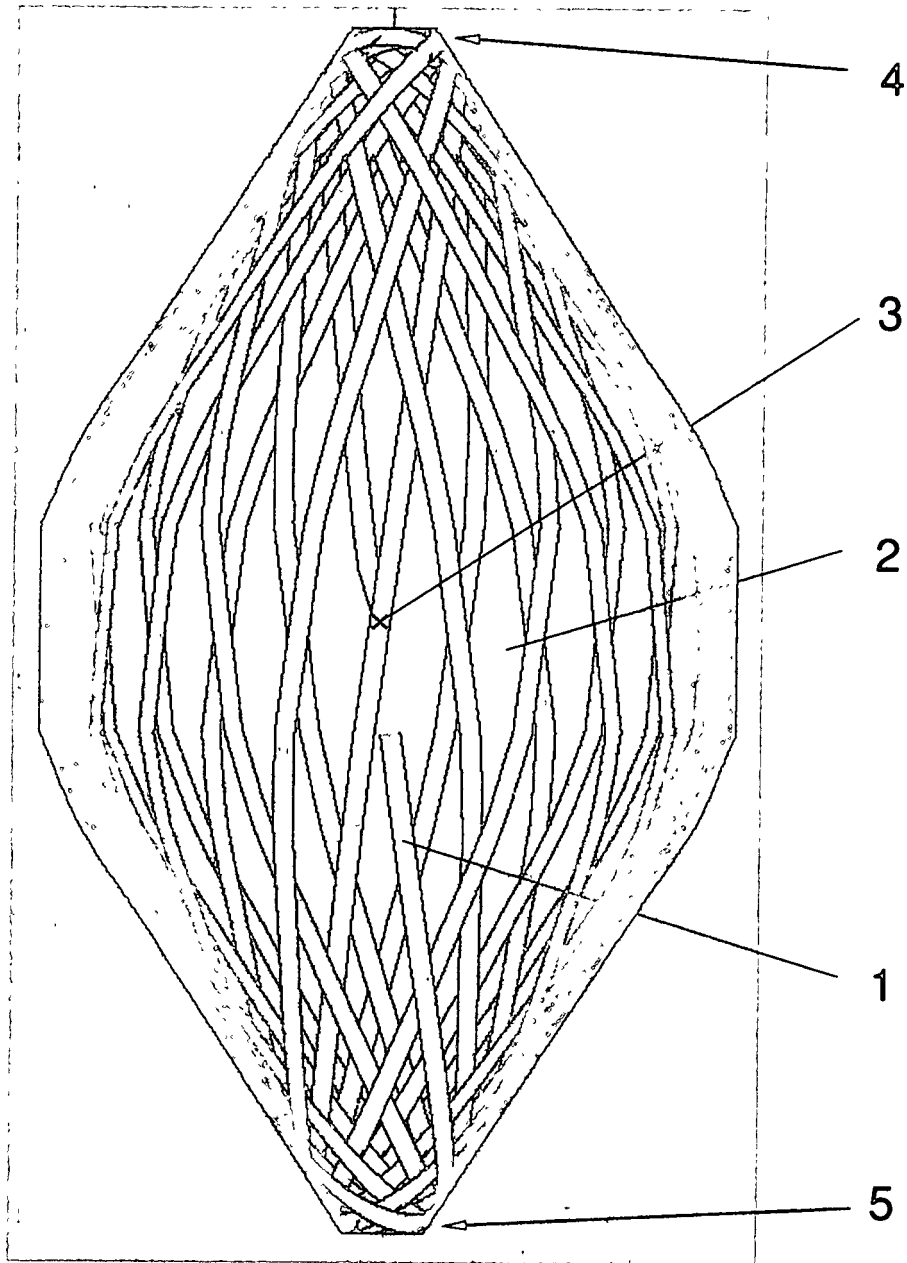
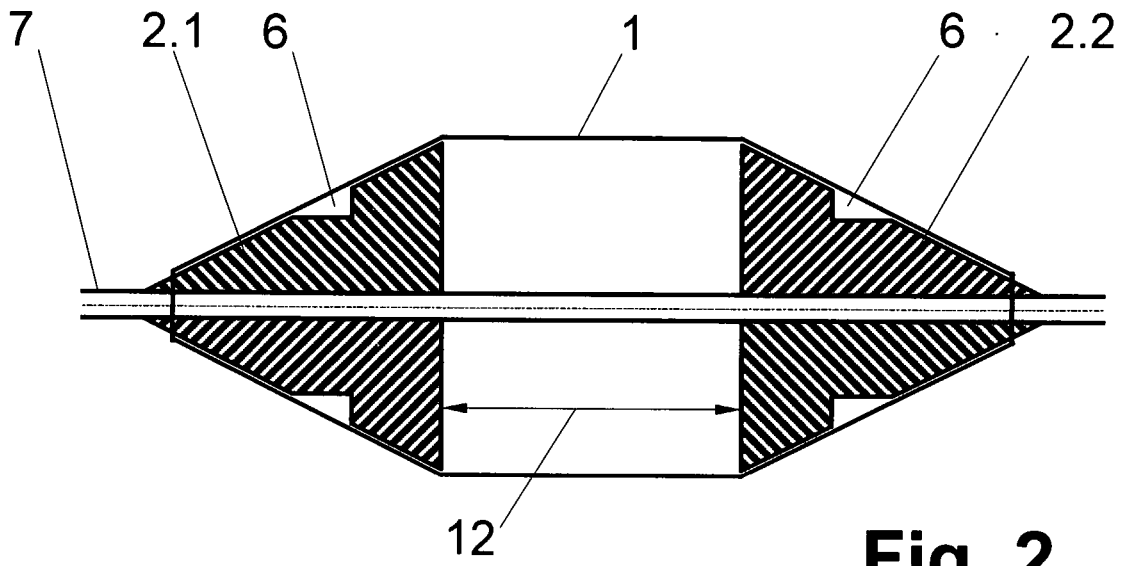
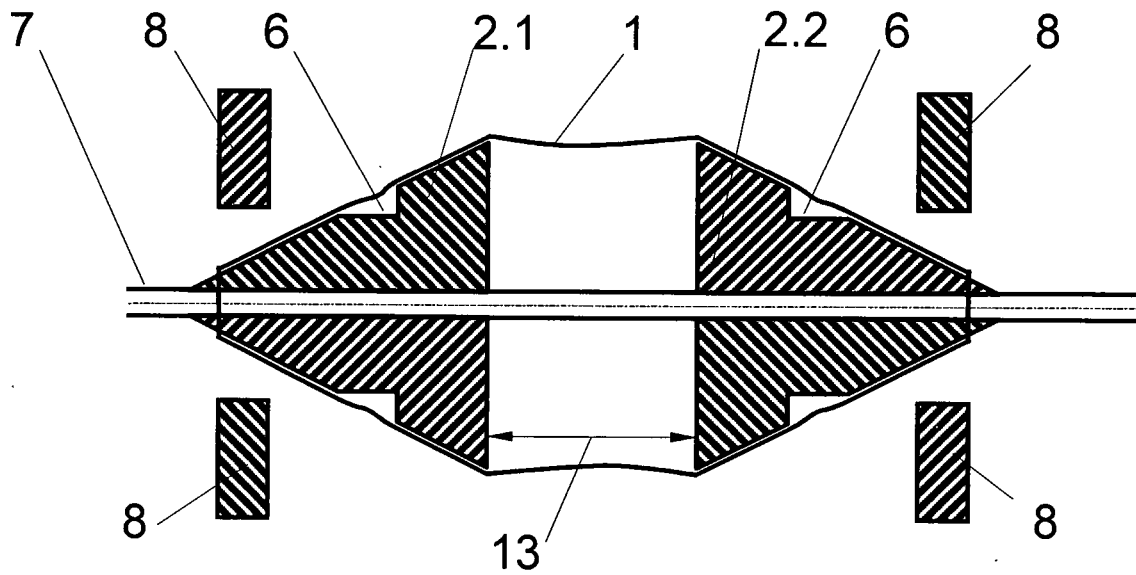


Fig. 1

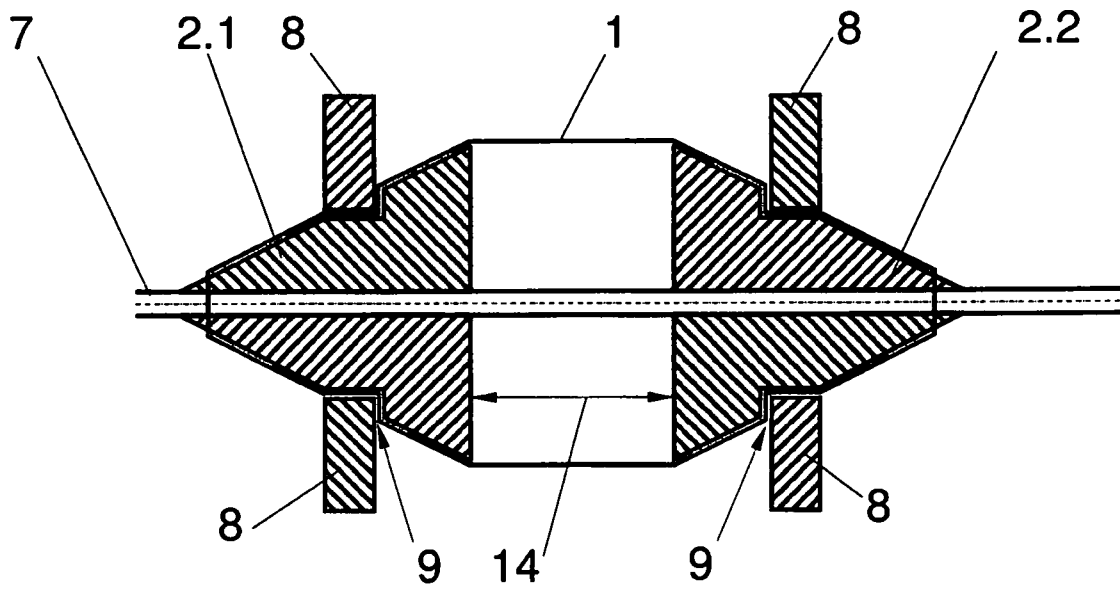


**Fig. 2**

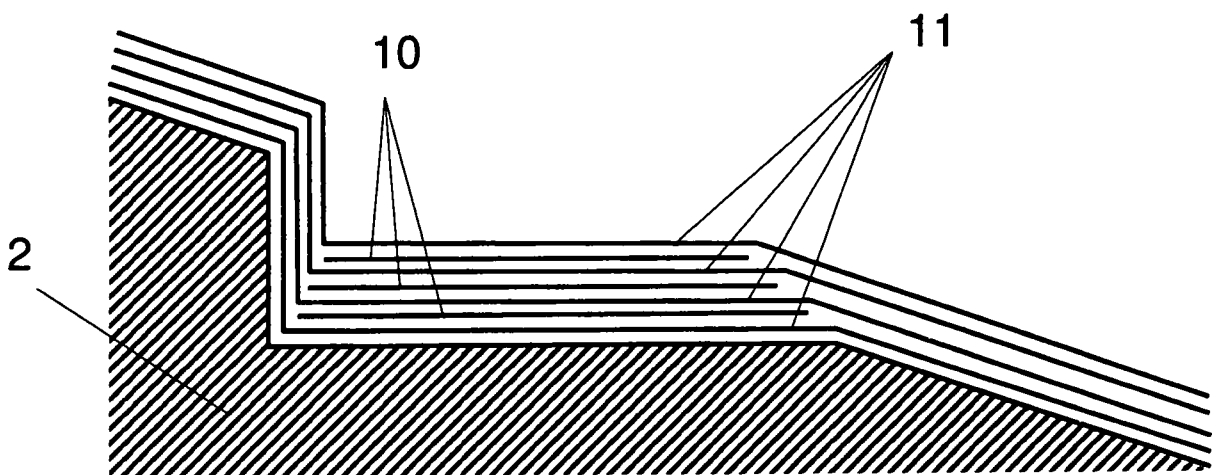


**Fig. 3**





**Fig. 4**



**Fig. 5**