



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 023 629 A1** 2009.11.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 023 629.2**

(22) Anmeldetag: **15.05.2008**

(43) Offenlegungstag: **19.11.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B29C 70/44** (2006.01)

(71) Anmelder:

**MT Aerospace AG, 86153 Augsburg, DE**

(74) Vertreter:

**Grape & Schwarzensteiner, 80331 München**

(72) Erfinder:

**Lippert, Thomas, 86179 Augsburg, DE; Fröhlich,  
Angelika, 85253 Erdweg, DE; Radmann, Thomas,  
86152 Augsburg, DE**

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

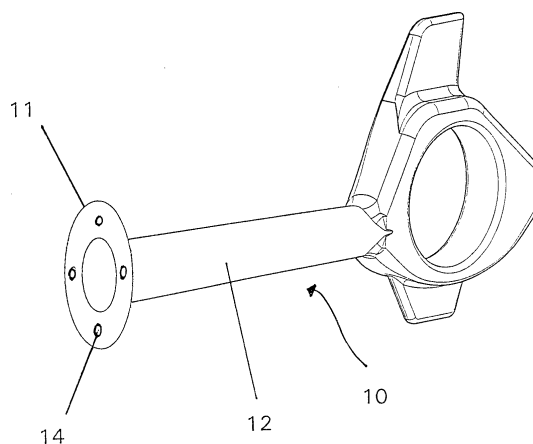
|           |                       |           |
|-----------|-----------------------|-----------|
| <b>AT</b> | <b>4 09 739</b>       | <b>B</b>  |
| <b>DE</b> | <b>10 2005 020274</b> | <b>A1</b> |
| <b>DE</b> | <b>27 46 173</b>      | <b>B2</b> |

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Integrales Hohlbauteil aus Faserverbundkunststoff**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines integralen Hohlbauteils aus Faserverbundkunststoff, gegebenenfalls in Sandwich-Struktur, und ein damit hergestelltes Hohlbauteil. Das Hohlbauteil ist aufgrund des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens leicht, verfügt gleichzeitig über eine hohe Druckfestigkeit und Steifigkeit und weist durch den Herstellungsprozess eine glatte Außenoberfläche auf.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines integralen, d. h. einteiligen Hohlbauteils aus Faserverbundkunststoff und ein damit hergestelltes Hohlbauteil.

**[0002]** Hohlbauteile, wie solche im Stand der Technik bekannt sind, weisen herstellungsbedingt Naht-, respektive Fügungsstellen auf, da sie beispielsweise aus zwei Halbschalen zusammengesetzt sind. Diese Naht- bzw. Fügungsstellen können als Sollbruchstellen verstanden werden oder bilden Angriffspunkte bei hoher mechanischer Belastung. Durch die Notwendigkeit des Verbindens der Teilelemente mit Verbindungselementen, wie Schrauben oder Nieten oder dergleichen, erhöht sich das Gewicht der zusammengesetzten Hohlbauteile.

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, Sollbruchstellen bzw. Angriffspunkte bei hoher mechanischer Belastung zu vermeiden, insbesondere ein Hohlbauteil zur Verfügung zu stellen, das über hohe Druckfestigkeit und Steifigkeit über seinen gesamten Aufbau, bei gleichzeitig verringertem Gewicht, verfügt. Hierzu sollte insbesondere ein kostengünstiges und einfaches Verfahren angegeben werden.

**[0004]** Gegenstand der Erfindung ist somit ein Verfahren zur Herstellung eines einteiligen Hohlbauteils aus Faserverbundwerkstoff, welches die folgenden Schritte umfasst

- Umkleiden eines den Abmessungen des herzustellenden Hohlbauteils im Wesentlichen entsprechenden, an seiner Umfangsfläche mit Perforationen versehenen Mantelrohrs mit einem luftdichten, dehnbaren Schlauch,
- Ausbilden wenigstens einer Faserlage umfänglich über dem Schlauch,
- Einbringen dieser Anordnung in eine den Abmessungen des herzustellenden Hohlbauteils entsprechende Form,
- Tränken der wenigstens einer Faserlage (8) mit einem Harzsystem,
- Einpressen der so gebildeten Faser/Harz-Schicht in die Form durch Aufblasen des luftdichten Schlauchs und dann Aushärten des Harzsystems, unter Ausbildung des einteilig geformten Hohlbauteils.

**[0005]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung bedeutet der Begriff Faserlage eine einzelne aus Fasern gebildete Schicht, wohingegen Fasergelege für die Summe der übereinander abgelegten Faserlagen verwendet wird.

**[0006]** Das Aufblasen des luftdichten, dehnbaren Schlauchs erfolgt über das perforierte Mantelrohr, indem Luft in das Innere des Mantelrohres gepresst

wird. Dadurch wird sichergestellt, dass die Lagen aus Faserharzsystem fest gegen die Wand der Form gedrückt werden, so dass zum Einen ein fester Verbund der ausgehärteten faserverstärkten Harzmatrix sichergestellt ist und zum Anderen insbesondere die Außenseite des erzeugten Hohlbauteils eine sehr glatte Oberfläche erhält, so dass eine Nachbearbeitung des Hohlbauteils meist unterbleiben kann.

**[0007]** Die Aushärtung kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, beispielsweise in einem Ofen, und insbesondere ohne Autoklav hergestellt werden. Diese Vereinfachung des üblichen Herstellungsverfahrens, wie es aus der Infusionstechnik bekannt ist, wird durch die Anordnung des luftdichten, dehnbaren Schlauchs ermöglicht. Durch Aufblasen des Schlauchs wird das Faserharzsystem mit einem Druck von ca. 10 bar gegen die Innenwand der Form gepresst. Das Verfahren ist damit nicht nur einfacher sondern auch kostengünstiger.

**[0008]** Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Ablage der Faserlage(n) verfügt das erzeugte Hohlbauteil über eine vollständig in sich geschlossene Struktur, wodurch insbesondere Angriffspunkte bei hoher mechanischer Belastung vermieden werden können. Aufwändige Verbindungstechniken, wie Kleben, Verschrauben oder auch Vernieten von Teilhohlbauteilen lassen sich vermeiden, wodurch die Fertigungskosten gesenkt werden und Gewicht des Hohlbauteils eingespart wird.

**[0009]** In geeigneter Weise wird die wenigstens eine Faserlage an den Rändern überlappend (etwa 2,5 cm) auf dem luftdichten, dehnbaren Schlauch bzw. dem Mantelrohr abgelegt. Bei dieser Arbeitsweise ist es möglich auch Prepregs zu verwenden, womit dann gegebenenfalls ein weiterer Imprägnierungs- bzw. Infiltrationsschritt mit Harz entfallen kann.

**[0010]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird jedoch die wenigstens eine Faserlage nahtlos, insbesondere durch Flechten, Weben oder Stricken, über dem luftdichten, dehnbaren Schlauch trocken abgelegt. Damit erzielt man ein Hohlbauteil von gleichförmiger Dicke über die gesamte Hohlbauteilwand, da an keiner Stelle Faserlagen überlappt werden müssen. Das bringt eine weitere Gewichtsersparnis mit sich.

**[0011]** Die Harzmatrix selbst wird je nach beabsichtigter Verwendung des Hohlbauteils oder des Herstellungsverfahrens aus einem heiß oder kalt härtenden Harzsystem aufgebaut.

**[0012]** Geeignete heiß aushärtende Harzsysteme sind Epoxid-Harze mit einer deutlich niedrigen Viskosität von 20 bis 50 mPas bei Infusionstemperatur. Beispielfhaft können RTM6 (von Hexcel) und 977-20 (von CYTEC) erwähnt werden.

**[0013]** Unter kalt aushärtenden Harzsystemen versteht man solche, welche bei niederen Temperaturen, vorzugsweise im Bereich der Raumtemperatur aushärten. Solche Harzsysteme lassen sich ohne wesentliche Zufuhr von Wärme, beispielsweise photoinitiert, aushärten.

**[0014]** Zum Tränken der Faserlage(n) bzw. Fasergelege mit einem flüssigen Harzsystem wird ein übliches Harzinfusionsverfahren durchgeführt, wie später erläutert. Um eine gleichmäßige Verteilung des Harzsystems zu gewährleisten sollte über der Infiltrationsseite des Fasergeleges ein Verteilergewebe angeordnet werden.

**[0015]** Bei einer weiteren Verfahrensvariante werden die das Fasergelege bildenden Faserlagen jeweils einzeln mit einem Harzfilm belegt, bevor die Anordnung in die Form eingebracht wird. Dieser Harzfilm wird dann durch Erwärmen geschmolzen und das flüssige Harz in die Faserlage eindringen gelassen. Bei dieser Vorgehensweise müssen keine zusätzlichen Maßnahmen zur gleichmäßigen Infiltration der Faserlagen mit dem Harz vorgesehen werden.

**[0016]** Die Form zur Herstellung des Hohlbauteiles weist bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wenigstens an einer Endseite Mittel zur integralen Anformung eines Flansches auf, welche dann ebenfalls mit dem Fasergelege aus wenigstens einer Faserlage ausgerüstet werden. Der Flansch wird dann in einem Zuge mit dem Hohlbauteil hergestellt. Gegebenenfalls ist auch ein Anstauchen des Hohlbauteiles zur Herstellung des Flansches denkbar. In jedem Falle wird mit dieser Maßnahme eine deutlich verbesserte Stabilität des Hohlbauteiles, insbesondere auch an dessen Verbindungsstelle zu anderen Bauelementen, erzielt. Der angeformte Flansch kann mit Bohrungen, beispielsweise zum Verschrauben mit anderen Bauelementen, versehen werden.

**[0017]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Hohlbauteiles ist insbesondere auch zum Aufbau von sogenannten Sandwich-Strukturen geeignet. Dabei wird über einem ersten Fasergelege, aufgebaut aus wenigstens einer Faserlage, ein Kernmaterial voll umfänglich angeordnet. Darüber wird dann ein weiteres Fasergelege aus wenigstens einer Faserlage abgelegt. Es folgen die Schritte des Einlegens in die Form, des Tränkens mit Harz und des Aushärtens unter Anwendung von Druck (durch den aufgeblasenen Schlauch) und gegebenenfalls Wärme oder anderer Mittel, welche die Aushärtung initiieren.

**[0018]** Das Kernmaterial sollte erfindungsgemäß aus Materialien mit hoher Steifigkeit und hoher Druckfestigkeit ausgewählt werden. Schaumstoffe, welche solche Eigenschaften aufweisen, sind bei-

spielsweise ROHACELL® (Evonik Röhm GmbH) und CONTICELL (Continental AG), welche als solche in der Luft- und Raumfahrt, aber auch im Schiff- und Schienenfahrzeugbau als Kernwerkstoff in hoch belastbaren Sandwich-Konstruktionen Verwendung finden.

**[0019]** Bei den für die abgelegten Faserlagen verwendeten Fasern handelt es sich vorzugsweise um Fasern, welche aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Kohlenstoff-, Aramid-, Aluminiumoxid-, Aluminiumnitrid-, Mullit-, Siliciumcarbid-, Siliciumnitrid-, Bornitrid- oder Graphitfasern besteht. Es können auch Gemische aus diesen Fasern verwendet werden oder die Faserlagen untereinander sind aus den unterschiedlichen Fasern aufgebaut.

**[0020]** Der luftdichte, dehnbare Schlauch ist per se in sich geschlossen und kann beispielsweise eine Art Blase sein und ist bevorzugt ein Schlauch aus Silikon oder einem anderen geeigneten Material.

**[0021]** Die Erfindung betrifft auch die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Hohlbauteile, die sich dadurch auszeichnen, dass sie eine vollständig in sich geschlossene Struktur aufweisen, somit einteilig sind. Dessen Querschnitt ist nicht besonders beschränkt. Er kann vieleckig, tropfenförmig, oval oder rund sein. Auch ist es denkbar, dass sich der Querschnitt über die Längserstreckung des Bauteils ändert, also zum Beispiel von rund in quadratisch übergeht.

**[0022]** Die Faserlagen sind zur Optimierung der Festigkeit des Bauteils bidirektional und in  $\pm 45^\circ$ -Ausrichtung abgelegt.

**[0023]** Die Erfindung wird nun anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

**[0024]** [Fig. 1](#) ein erfindungsgemäßes Hohlbauteil in einer bevorzugten Verwendung als Heckausleger für einen Helikopter;

**[0025]** [Fig. 2](#) einen Längsschnitt, welcher den Aufbau zur Herstellung eines Hohlbauteiles in Sandwich-Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0026]** [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3G](#) das erfindungsgemäße Fertigungskonzept im Detail.

**[0027]** In [Fig. 1](#) ist anhand eines Heckauslegers für einen Helikopter ein Verbundhohlbauteil **10** dargestellt. Dieses weist an einem Endabschnitt **12** einen integral angeformten Flansch **11** auf, welcher mit Durchbohrungen **14** zur Verbindung mit anderen Bauelementen ausgerüstet ist.

**[0028]** Die folgende Beschreibung ist auf die Her-

stellung einer Sandwich-Struktur gerichtet. Jedoch sollen weder das erfindungsgemäße Verfahren noch die Hohlbauteile selbst auf eine Sandwich-Struktur beschränkt sein. Es wird ausdrücklich festgehalten, dass die Hohlbauteile nur aus Faserverbundkunststoff, also ohne Kern, aufgebaut werden/sein können.

**[0029]** In der [Fig. 2](#) ist damit im Längsschnitt ein Aufbau zur Herstellung des erfindungsgemäßen Hohlbauteiles in Sandwich-Struktur dargestellt.

**[0030]** Die [Fig. 2](#) zeigt insbesondere ein Mantelrohr **4**, das über seine Mantelfläche Perforationen **5** aufweist. Auf diesem Mantelrohr **4** ist ein luftdichter, dehnbare Schlauch **7** derart angeordnet, dass er über das Mantelrohr **4** aufgeblasen werden kann. Über dem luftdichten Schlauch **7**, ist ein erstes Fasergelege **8.1** aus wenigstens einer Faserlage **8** (nicht detailliert) abgelegt. Dieses Fasergelege **8.1** kann in bevorzugter Weise nahtlos durch beispielsweise Flechten um das Mantelrohr **4** und den luftdichten, dehnbaren Schlauch herum ausgebildet sein oder auch nicht. Darüber ist das Kernmaterial **3** für die Sandwichstruktur des Verbund-Hohlbauteils **10** angeordnet und darüber das zweite äußere Fasergelege **8.2** aus wenigstens einer Faserlage (nicht detailliert), welche erfindungsgemäß obligatorisch überlappend trocken, in Form eines Prepregs oder in einer besonderen Ausführungsform bevorzugt nahtlos, beispielsweise durch Flechten, Weben oder Stricken, ausgebildet ist. Die Fasergelege **8.1** und **8.2** können aus den gleichen Fasern oder je nach Verwendung des herzustellenden Hohlbauteils aus unterschiedlichen Fasern aufgebaut sein. Dieser gesamte Aufbau ist, wie gezeigt, in eine die Geometrie des Hohlbauteils bestimmende Form **6** eingebracht.

**[0031]** Die Harzinfiltration kann beispielsweise über die Endseiten **9** und **13** der Fasergelege **8.1** und **8.2** an dafür vorzusehenden (nicht gezeigten) Ansatzpunkten oder hinsichtlich des Fasergeleges **8.2** über nicht dargestellte Längsnuten oder dergleichen Ausnehmungen in der Form **6** vorgenommen werden. In geeigneter Weise wird zur Harzinfiltration der Fasergelege **8.1** und **8.2** ein Verteilergewebe zwischen der Form **6** und dem Fasergelege **8.2**, respektive dem luftdichten, dehnbaren Schlauch **7** und dem Fasergelege **8.1** angeordnet, um eine gleichmäßige Infiltration mit Harz über die Fasergelege **8.1** und **8.2** zu gewährleisten. Diese Maßnahme ist in [Fig. 2](#) zur Vereinfachung der Darstellung nicht gezeigt.

**[0032]** Nachdem die Fasergelege **8.1** und **8.2** mit Harz infiltriert sind, wird über das Mantelrohr **4** bzw. die darin vorgesehenen Perforationen **5** Luft in das System eingepresst, wodurch der luftdichte, dehnbare Schlauch **7** aufgeblasen wird und damit der Aufbau aus mit Harz infiltriertem Fasergelege **8.1** und **8.2** und Kernmaterial **3** gegen die Innenwand der Form **6** gepresst wird. In diesem Zustand wird die Aushär-

tung des Harzes durchgeführt.

**[0033]** Das Aushärten kann durch im Stand der Technik gängige Maßnahmen, wie Erwärmen in einem Ofen, durch Photoinitiation, mit Hilfe von Mikrowellen, durch Induktion oder Elektronenstrahlinduktion bewirkt werden. Durch das Anpressen des Aufbaus durch den Schlauch **7** bei einem Druck von etwa 10 bar an die Innenwand der Form **6** wird die Außenhaut des so erzeugten Hohlbauteils **10** besonders glatt und muss nicht notwendigerweise nachbearbeitet werden.

**[0034]** In den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3G](#) ist, wieder für eine Sandwich-Struktur, das erfindungsgemäße Fertigungskonzept detailliert dargestellt, wobei zu unterstellen ist, dass die Lagen pro Schritt übereinander zu liegen kommen. Man verwendet demzufolge ein Mantelrohr **4**, das über seine Oberfläche verteilt Perforationen **5** aufweist ([Fig. 3A](#)). Über dieses Mantelrohr **4** mit Perforationen **5** wird der luftdichte, dehnbare Schlauch **7** angeordnet ([Fig. 3B](#)). Über dem Schlauch **7** wird das erste Fasergelege **8.1** aus wenigstens einer Faserlage (nicht detailliert) aufgebaut, vorzugsweise nahtlos durch Umflechten, Umstricken oder Umweben ([Fig. 3C](#)). Das Fasergelege **8.1** wird dann mit der Schicht Kernmaterial **3** umgeben ([Fig. 3D](#)) und darauf wird schließlich das Fasergelege **8.2** aus wenigstens einer Faserlage, wieder vorzugsweise nahtlos, beispielsweise durch Umflechten, Umweben oder Umstricken ausgebildet ([Fig. 3E](#)). Die Fasergelege bilden gewissermaßen einen Strumpf um die jeweils darunter liegende Lage.

**[0035]** Diese Anordnung wird dann in eine Form **6** ([Fig. 3F](#)) eingebracht. Die Form **6** besteht vorzugsweise aus zwei Halbschalen, welche um den vorgenannten Aufbau gelegt und beispielsweise durch Verklammern oder Verschrauben miteinander verbunden werden. Dieser Aufbau, wie er in [Fig. 3G](#) dargestellt ist, wird dann, nach dem die Fasergelege **8.1** und **8.2** in einer dem Fachmann bekannten Weise mit Harz getränkt worden sind und der Schlauch **7** zum Setzen, respektive Verdichten der Fasergelege **8.1** und **8.2** aufgeblasen worden ist, zum Aushärten des Harzes beispielsweise in einen Ofen gegeben, welcher je nach dem verwendeten Harzsystem, wie solche eingangs beschrieben worden sind, auf die Aushärtungstemperatur erwärmt und dann auf Raumtemperatur zurück geführt wird. Wie bereits vorher erwähnt wurde, kann je nach verwendetem Harzsystem das Aushärten gegebenenfalls auch bei Raumtemperatur erfolgen oder durch Einwirken von Mikrowellen, durch Induktion oder durch Elektronenstrahlinduktion durchgeführt werden.

**[0036]** Nach diesem Prozessschritt wird die Form **6**, das Mantelrohr **4** und der luftdichte, dehnbare Schlauch **7** entfernt.

**[0037]** Das Hohlbauteil **10**, hier mit Sandwich-Struktur, das auf diese Weise hergestellt ist, weist die eingangs erwähnten gewünschten Eigenschaften auf, wie Leichtigkeit, hohe Steifigkeit und Druckfestigkeit sowie Stabilität bei höchster mechanischer Belastung, und verfügt aufgrund der erfindungsgemäßen Herstellungstechnik über eine glatte äußere Oberfläche, welche nicht notwendigerweise nachbearbeitet werden muss.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines einteiligen Hohlbauteils (**10**) aus Faserverbundwerkstoff, welches die folgenden Schritte umfasst

- Umkleiden eines den Abmessungen des herzustellenden Hohlbauteils (**10**) im Wesentlichen entsprechenden, an seiner Umfangsfläche (**16**) mit Perforationen (**5**) versehenen Mantelrohrs (**4**) mit einem luftdichten, dehnbaren Schlauch (**7**),
- Ausbilden wenigstens einer geschlossenen Faserlage (**8**) umfänglich über dem Schlauch (**7**) zum Erzeugen eines Fasergeleges (**8.1**),
- Einbringen dieser Anordnung in eine den Abmessungen des herzustellenden Hohlbauteils (**10**) entsprechende Form (**6**),
- Tränken der wenigstens einen Faserlage (**8**) bzw. des Fasergeleges (**8.1**) mit einem Harzsystem,
- Einpressen der so gebildeten Faser/Harz-Schicht in die Form (**6**) durch Aufblasen des luftdichten, dehnbaren Schlauchs (**7**) und dann Aushärten des Harzsystems, unter Ausbildung des einteilig geformten Hohlbauteils (**10**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass über dem Schlauch (**7**) die wenigstens eine Faserlage (**8**) überlappend abgelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Faserlage (**8**) ein Prepreg ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Faserlage (**8**) nahtlos, insbesondere durch Flechten, Weben oder Stricken, über dem Schlauch (**7**) trocken abgelegt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass je nach beabsichtigter Verwendung des Hohlbauteils (**10**) mit einem heiß oder kalt aushärtenden Harzsystem getränkt wird und dementsprechend heiß oder kalt ausgehärtet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zum Tränken der wenigstens einen Faserlage (**8**) mit Harz ein flüssiges Harzsystem verwendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Tränken der Faserlage (**8**) mit Harz mittels eines Harzinfusionsverfahrens durchgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zum Tränken der wenigstens einen Faserlage (**8**) mit Harz, jede Faserlage (**8**) vor dem Einbringen in die Form (**6**) mit einem Harzfilm belegt wird, welcher dann zunächst geschmolzen und in die Faserlage(n) (**8**) eindringen gelassen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Form (**6**) wenigstens an einer Endseite Mittel zur integralen Anformung eines Flansches (**11**) aufweist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung einer Sandwich-Struktur über einem ersten Fasergelege (**8.1**) ein Kernmaterial (**3**) angeordnet wird und umfänglich über diesem ein zweites Fasergelege (**8.2**) aus wenigstens einer Faserlage (**8**) ausgebildet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernmaterial (**3**) unter Schaumstoffen mit hoher Steifigkeit und hoher Druckfestigkeit ausgewählt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern zur Ausbildung der Faserlagen (**8**), aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus Kohlenstoff-, Aramid-, Aluminiumoxid-, Aluminiumnitrid-, Siliciumcarbid-, Siliciumnitrid-, Bornitrid- oder Graphitfasern besteht.

13. Hohlbauteil (**10**) aus Faserverbundwerkstoff, dadurch gekennzeichnet, dass es einteilig aus wenigstens einer geschlossen abgelegten Faserlage (**8**) unter Ausbildung eines Fasergeleges (**8.1**) nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgeformt ist.

14. Hohlbauteil (**10**) nach Anspruch 12, aufgebaut aus einem den Kern des Hohlbauteils (**10**) bildenden Kernmaterial (**3**) und darauf laminierten Lagen (**8.1**, **8.2**) aus Faserverbundkunststoff.

15. Hohlbauteil (**10**) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagen (**8.1**, **8.2**) des Faserverbundkunststoffes aus wenigstens einer nahtlos abgelegten Faserlage (**8**) und einer darin erzeugten Harzmatrix bestehen.

16. Hohlbauteil (**10**) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernmaterial (**3**) ein Schaumstoff mit hoher Steifigkeit und hoher Druckfestigkeit ist.

17. Hohlbauteil **(10)** nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Kohlenstoff-, Aramid-, Aluminiumoxid-, Aluminiumnitrid-, Siliciumcarbid-, Siliciumnitrid-, Bornitrid- oder Graphitfasern besteht.

18. Hohlbauteil **(10)** nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzmatrix aus einem heiß aushärtenden Harzsystem aufgebaut ist.

19. Hohlbauteil **(10)** nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzmatrix aus einem kalt aushärtenden Harzsystem aufgebaut ist.

20. Hohlbauteil **(10)** hergestellt nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzmatrix aus einem heiß aushärtenden Harzsystem das äußere Lage **(8.2)** aus Faserverbundkunststoff des Hohlbauteils **(10)** bildet.

21. Hohlbauteil nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass es im Querschnitt vieleckig, tropfenförmig, insbesondere oval und/oder rund ist.

22. Verbund-Hohlbauteil nach einem der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass es wenigstens an einem seiner Endabschnitte **(12)** einen integral angeformten Flansch **(11)** aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

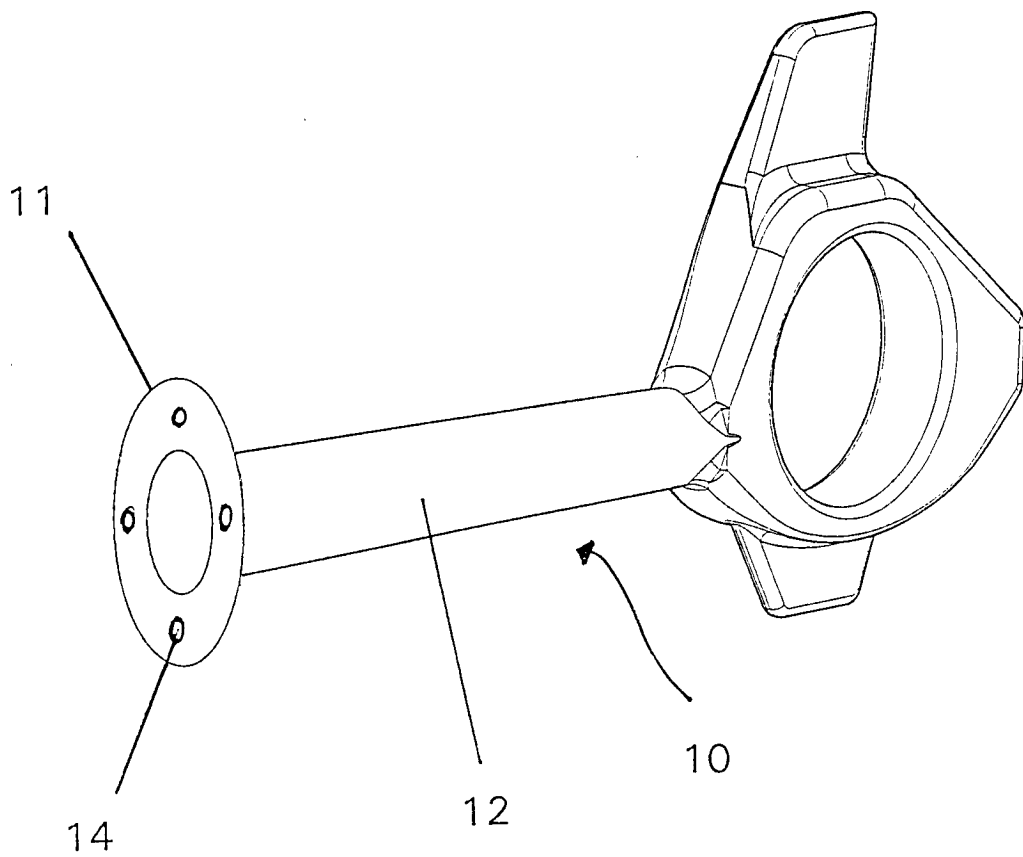


Fig. 1

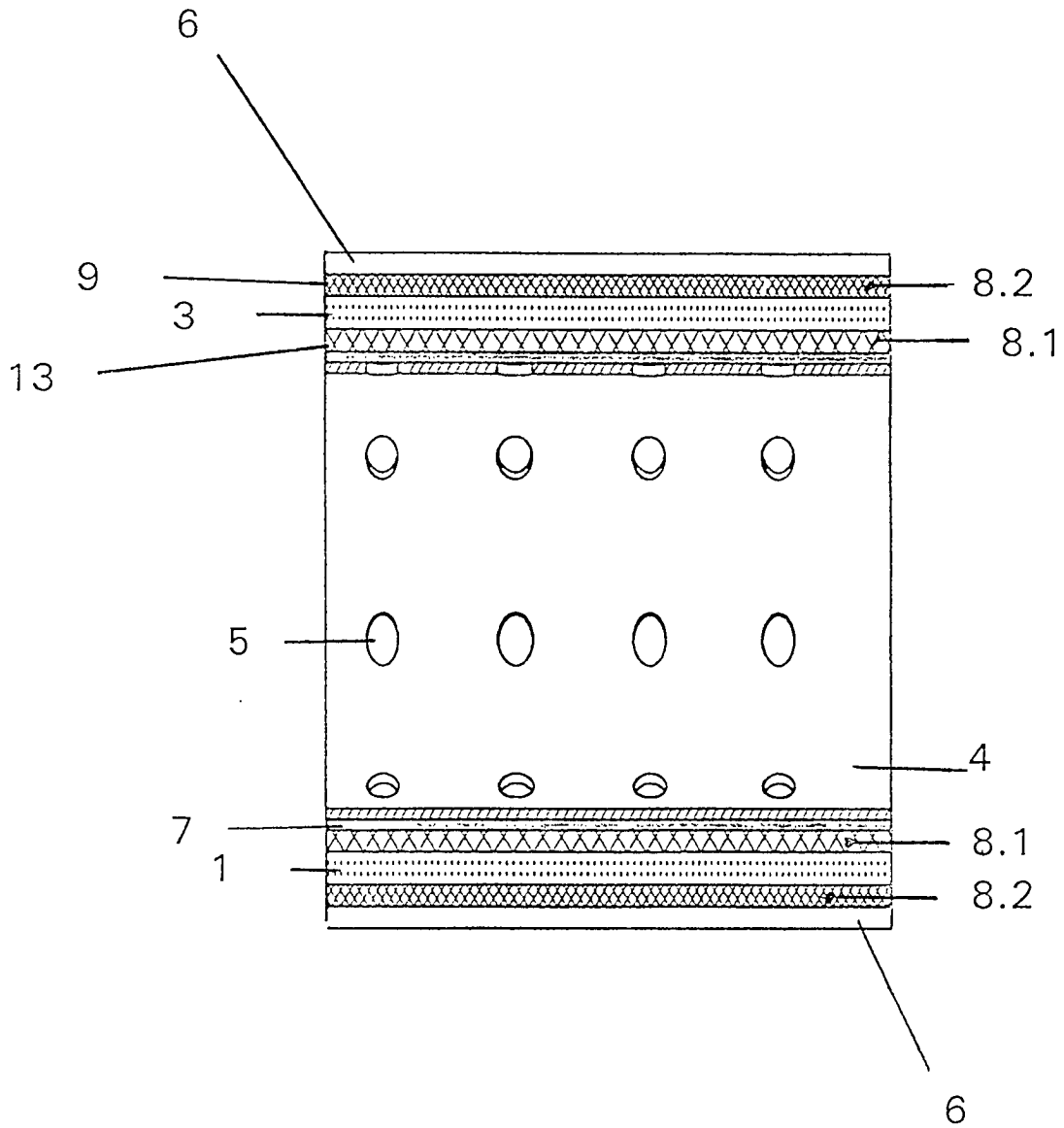


Fig. 2



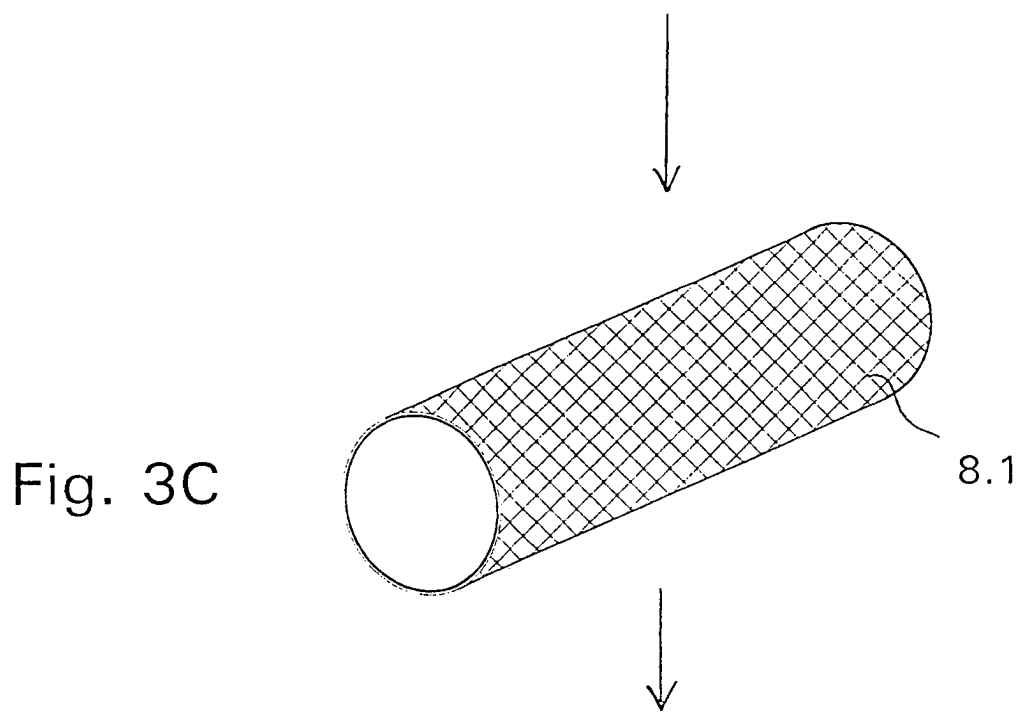
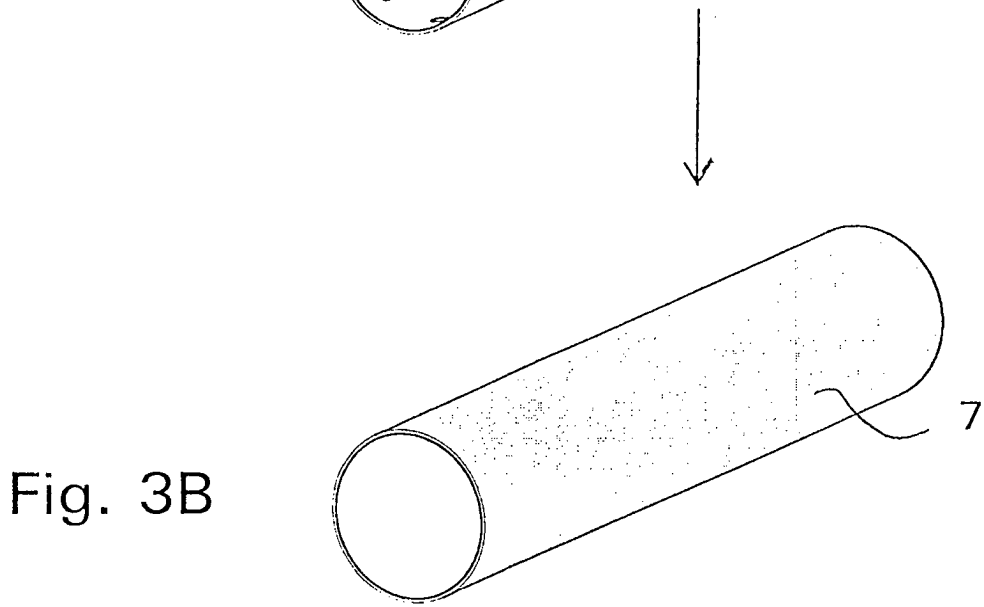
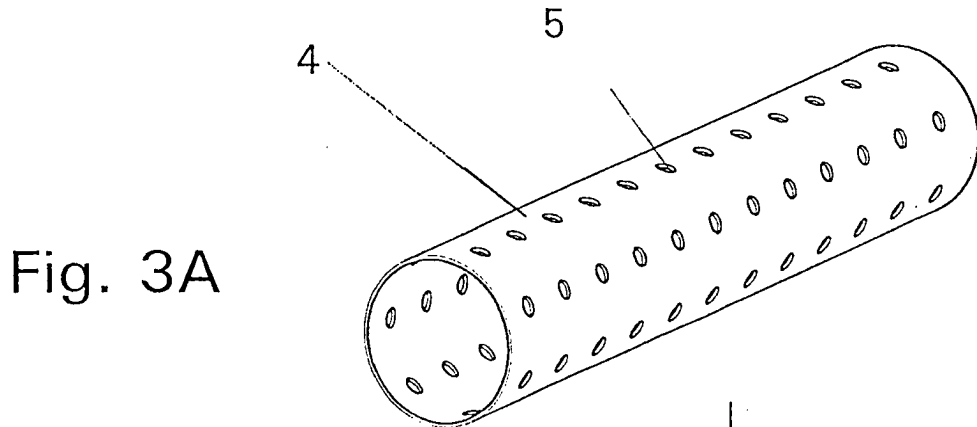


Fig. 3D

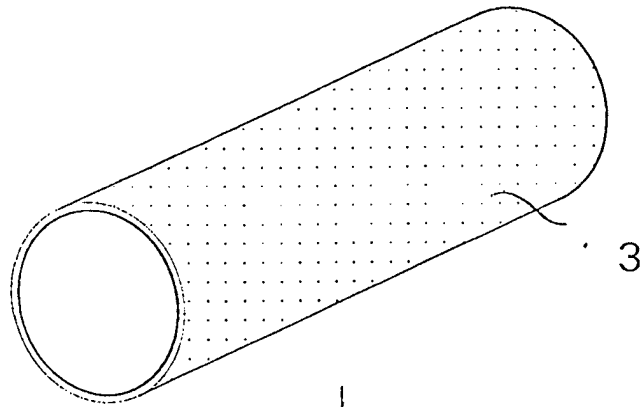


Fig. 3E

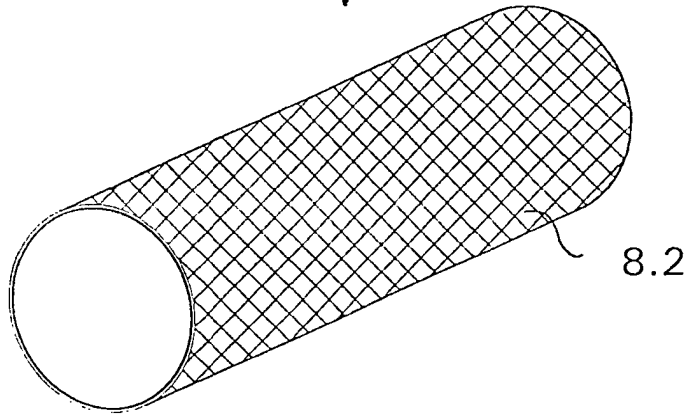


Fig. 3F

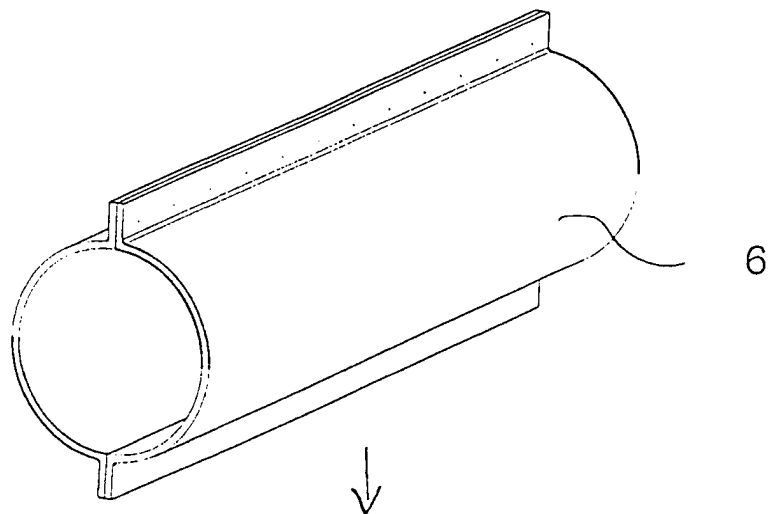


Fig. 3G

