(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2013 109 170 B3** 2014.10.16

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 109 170.9**
(22) Anmeldetag: **23.08.2013**
(43) Offenlegungstag: **–**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **16.10.2014**

(51) Int Cl.: ***B65H 51/16*** (2006.01)
F16L 11/22 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)
F16L 11/20 (2006.01)
B65H 57/12 (2006.01)

Innerhalb von neun 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).

(73) Patentinhaber:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., 51147 Köln, DE

(74) Vertreter:
Gramm, Lins & Partner GbR, 30173 Hannover, DE

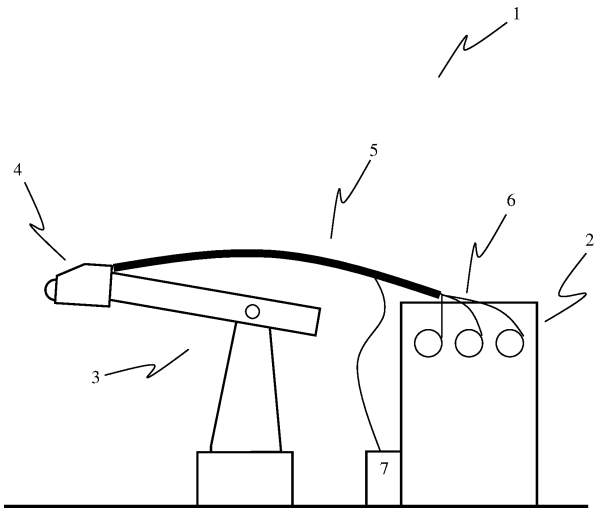
(72) Erfinder:
Nguyen, Duy Chinh, 21682 Stade, DE; Kolbe, Andreas, 22305 Hamburg, DE; Krombholz, Christian, 21614 Buxtehude, DE; Delisle, Dominik, 21739 Dollern, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**10 2010 015 027**	**A1**
EP	**1 177 871**	**B1**
EP	**2 117 818**	**B1**
WO	**2010/ 049 424**	**A1**

(54) Bezeichnung: **Faserzuführvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Faserzuführvorrichtung zum Zuführen von Faserendlosmaterial mit einer flexiblen Schlaucheinrichtung, die eine äußere Schlauchleitung und eine innere Schlauchleitung hat, wobei ein Fluid in die äußere Schlauchleitung eingeleitet wird, dass durch eine Perforierung der inneren Schlauchleitung in das Innere der inneren Schlauchleitung strömt, um Fasermaterial im Inneren der inneren Schlauchleitung von der Außenwand wegzudrücken.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Faserzuführvorrichtung zum Zuführen von Faserendlosmaterial von einem Fasermaterialvorratsspeicher zu einer von dem Fasermaterialvorratsspeicher entfernten und im Raum frei bewegbaren Verarbeitungseinheit, beispielsweise einem Faserablegekopf, der an einem Roboter angeordnet ist.

[0002] Bauteile aus einem Faserverbundwerkstoff, sogenannte Faserverbundbauteile, sind aus der Luft- und Raumfahrt heute nicht mehr wegzudenken. Aber auch im Automobilbereich findet die Verwendung derartiger Werkstoffe immer mehr Zuspruch. Insbesondere kritische Strukturelemente werden aufgrund der hohen gewichtsspezifischen Festigkeit und Steifigkeit bei minimalem Gewicht aus faserverstärkten Kunststoffen gefertigt. Durch die aus der Faserorientierung resultierenden anisotropen Eigenschaften der Faserverbundwerkstoffe können Bauteile an lokale Belastungen angepasst werden und ermöglichen so eine optimale Materialausnutzung im Sinne des Leichtbaus.

[0003] Ein Nachteil von Faserverbundwerkstoffen sind die gegenüber anderen, konventionellen Werkstoffen höheren Fertigungskosten, die sich meist dadurch ergeben, dass Wiederherstellungs- bzw. Fertigungsschritte per Hand durchgeführt werden müssen. Bei Großbauteilen aus Faserverbundwerkstoffen ist daher eine zunehmende Automatisierung einzelner Fertigungsschritte zu beobachten, wie beispielsweise das automatisierte Legen der Fasern auf ein Werkzeug mittels Roboter. Dabei werden die Fasern bzw. Faserhalbzeuge durch einen Faserablegekopf auf dem Werkzeug abgelegt, der als Endeffektor an einem Roboterarm angeordnet ist. Während des Legens der Fasern auf dem Werkzeug wird dabei der Ablegekopf mit Hilfe des Roboters entsprechend einem vorgegebenen Bewegungsmuster verfahren, so dass die Fasern auf dem Werkzeug entsprechend abgelegt werden können. Eine derartige Faserlegevorrichtung zeigt beispielsweise die DE 10 2010 015 027 A1.

[0004] Als Fasern bzw. Fasermaterial kommen insbesondere Fasermaterialien mit einem flachen Profilquerschnitt, wie beispielsweise Towpreg, Slittape, Fasersträngе, Rovings sowie Gelege- und Gewebestränge zum Einsatz. Derartige Faserhalbzeuge bzw. derartiges Fasermaterial muss dabei von einem feststehenden Fasermagazin bzw. Fasermaterialvorratsspeicher zu dem im Raum frei bewegbaren Ablegekopf befördert bzw. transportiert werden, wodurch sich Probleme bei der Bereitstellung von Fasermaterial an dem Ablegekopf ergeben. Denn aufgrund der freien Bewegbarkeit des Ablegekopfes im Raum verändert sich während des Ablegens der Fasern ständig die Distanz zwischen dem feststehenden Fasermaterialvorratsspeicher und dem Ablegekopf, so dass ungewollte Zugkräfte auf den Fasermaterialien oder ein Fasermaterialüberschuss entstehen können.

[0005] In der älteren deutschen Anmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2013 108 569.5 wird zum Zuführen eines Faserendlosmaterials von einem Materialspeicher zu einem Verarbeitungsort eine Faserzuführvorrichtung erwähnt, die aus einer Mehrzahl von einzelnen Segmenten besteht, die mittels einer Spanneinrichtung in eine vorgegebene Richtung bespannt ist. Das Faserendlosmaterial wird dabei entlang der sogenannten Gliederkette über Rollen geführt, wobei durch die fest definierten Abstände zwischen den Rollen aufgrund der einzelnen Segmente der Fasertransportweg immer gleich bleibt.

[0006] Aus der EP 2 117 818 B1 ist des Weiteren eine Faserlegeeinheit mit einem Faserspeicher, einem Roboter und einem Ablegekopf bekannt, bei dem das Fasermaterial mit Hilfe eines flexiblen Rohrleitungssystem dem Ablegekopf zugeführt wird. Die Fasermaterialien, die in dem Fasermagazin als Faserendlosmaterial bzw. Quasiendlosmaterial vorliegen, werden innerhalb des flexiblen Rohrleitungssystems transportiert, wobei das flexible Rohrleitungssystem eine flexible, metallische Seele aufweist, welche dem flexiblen Rohrleitungssystem eine gewisse Spannkraft verleiht. Allerdings ergibt sich durch das geschlossene Röhrensystem der Nachteil, dass die Fasern bzw. Fasermaterialien während des Transports der Fasern die Rohrinnenwände berühren können oder sogar an diesen anliegen, wenn sich der Ablegekopf frei im Raum bewegt. Die hierbei entstehende Reibung zwischen den Fasern und den Rohrinnenwänden können zu Beschädigungen der Fasern führen, die sich letztendlich in einer verminderten Bauteilqualität niederschlagen. Insbesondere bei strukturkritischen Bauelementen aus Faserverbundwerkstoffen ist dies in einem automatisierten Herstellungsprozess nicht hinnehmbar.

[0007] Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Faserzuführvorrichtung zum Zuführen von Faserendlosmaterial zu einer frei bewegbaren Verarbeitungseinheit anzugeben, mit der die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermieden werden können.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit der Faserzuführvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen finden sich in den entsprechenden Unteransprüchen.

[0009] Erfindungsgemäß wird eine Faserzuführvorrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei der die flexible Schlaucheinrichtung zum Zuführen des Faserendlosmaterials zu der Verarbeitungseinheit mindestens eine äußere flexible Schlauch-

leitung und mindestens eine in der äußeren flexiblen Schlauchleitung angeordneten, inneren flexiblen Schlauchleitung aufweist. Die innere, flexible Schlauchleitung ist dabei so ausgebildet, dass in der inneren flexiblen Schlauchleitung das Faserendlosmaterial von dem insbesondere feststehenden Fasermaterialvorratsspeicher zu der entfernten und im Raum frei bewegbaren Verarbeitungseinheit geführt werden kann.

[0010] Die äußere flexible Schlauchleitung hat mindestens einen Fluideinlass, der zum Einleiten eines Fluides in die äußere flexible Schlauchleitung ausgebildet ist, wobei die flexible Schlaucheinrichtung so ausgebildet ist, dass sich das eingeleitete Fluid zwischen der äußeren flexiblen Schlauchleitung und der inneren flexiblen Schlauchleitung am äußeren Umfang der inneren flexiblen Schlauchleitung verteilt. Dabei ist die flexible Schlaucheinrichtung so ausgebildet, dass eine geschlossene Druckkammer zwischen der äußeren und der inneren Schlauchleitung gebildet wird. So kann ein Druck vor dem Einströmen des Fluides in die innere flexible Schlauchleitung aufgebaut werden.

[0011] Die innere flexible Schlauchleitung weist des Weiteren eine Perforierung auf, so dass das zwischen der äußeren flexiblen Schlauchleitung und der inneren flexiblen Schlauchleitung eingeleitete Fluid in das Innere der inneren flexiblen Schlauchleitung in Richtung des im Inneren geführten Faserendlosmaterials strömt bzw. einströmen kann. Das eingeleitete Fluid strömt dabei radial nach Innen in die innere flexible Schlauchleitung und kann so verhindern, dass das Faserendlosmaterial die Innenwand der inneren flexiblen Schlauchleitung berührt.

[0012] Durch das Einströmen des Fluides in das Innere der inneren flexiblen Schlauchleitung wird somit das Faserendlosmaterial von der Innenwand der inneren flexiblen Schlauchleitung weggedrückt, so dass die Gefahr von Berührungen des Faserendlosmaterials an der Innenwand der inneren flexiblen Schlauchleitung reduziert wird. Die flexible Schlaucheinrichtung ist dabei so ausgebildet, dass sich zwischen der Innenwand der inneren flexiblen Schlauchleitung und dem im Inneren geführten Faserendlosmaterial ein Luftkissen bildet, wenn das Fluid durch die Perforierung in das Innere der inneren flexiblen Schlauchleitung einströmt.

[0013] Die innere flexible Schlauchleitung ist dabei vorteilhafterweise zumindest an zwei gegenüberliegenden Seiten perforiert, so dass insbesondere flächige Faserhalbzeuge an ihren flächigen Seiten mit dem Fluid angeströmt und somit von den Innenwänden der inneren flexiblen Schlauchleitung weggedrückt werden. Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die Perforation um den gesamten Umfang der inneren flexiblen Schlauchleitung vorgesehen ist.

[0014] Durch das Einleiten des Fluides zuerst in die äußere flexible Schlauchleitung wird dabei der entscheidende Vorteil erreicht, dass sich das eingeleitete Fluid, welches mit Hilfe eines vorgegebenen Druckes in die äußere Schlauchleitung eingeleitet wird, gleichmäßig zwischen äußerer und innerer Schlauchleitung verteilt, so dass das Faserendlosmaterial im Inneren der inneren Schlauchleitung möglichst gleichmäßig angeströmt wird. Darüber hinaus kann mit einfachen Mitteln erreicht werden, dass das Faserendlosmaterial im Inneren der inneren flexiblen Schlauchleitung möglichst von allen Seiten so angeströmt wird, dass das Faserendlosmaterial von der Innenwand der inneren flexiblen Schlauchleitung weggedrückt wird.

[0015] Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass das Faserhalbzeug im Wesentlichen mittig in der Inneren flexiblen Schlauchleitung geführt wird, wobei die Gefahr eines Berührens der Innenwände der inneren flexiblen Schlauchleitung auch bei starken und schnellen Bewegungen des Ablegekopfes vermindert werden kann. Die Erfinder haben dabei erkannt, dass durch das gleichmäßige Anströmen in Richtung des geführten Faserendlosmaterials dieses auch bei großen Bewegungen eines Ablegekopfes und somit starken Distanzveränderungen nahezu mittig gehalten und geführt wird, ohne das Faserendlosmaterial dabei zu beschädigen.

[0016] Unter einem Fluid im Sinne der vorliegenden Erfindung wird ein insbesondere gasförmiger Stoff verstanden. Dies kann beispielsweise Druckluft sein. Denkbar sind jedoch auch andere gasförmige Stoffe, beispielsweise Edelgase.

[0017] Unter einer Perforation der Schlauchleitung im Sinne der vorliegenden Erfindung wird insbesondere verstanden, dass eine Mehrzahl von Öffnungen in der Schlauchleitung vorgesehen sind, so dass das eingeleitete Fluid von außen in das Innere der Schlauchleitung einströmen kann. Eine derartige Perforation kann beispielsweise mit Hilfe eines Laserstrahls hergestellt werden.

[0018] Die innere und äußere flexible Schlauchleitung können dabei einen runden Querschnitt aufweisen. Für insbesondere breite, flächige Faserhalbzeuge eignen sich darüber hinaus auch Schlauchleitungen, die einen wesentlich rechteckförmigen Querschnitt aufweisen.

[0019] Vorteilhafterweise weist der Innendurchmesser der äußeren flexiblen Schlauchleitung einen größeren Wert auf als der Außendurchmesser der inneren flexiblen Schlauchleitung, so dass zwischen der Innenoberfläche der äußeren flexiblen Schlauchleitung und der Außenoberfläche der inneren flexiblen Schlauchleitung ein Hohlraum gebildet wird, in dem sich das eingeleitete Fluid verteilt und so die in-

nere flexible Schlauchleitung ummanteln kann. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Perforierung der inneren flexiblen Schlauchleitung in Längsrichtung ungleichmäßig ist, so dass beispielsweise die Abstände zwischen den einzelnen Perforationsöffnungen und/oder der mittlere Flächeninhalt der Perforationsöffnungen ungleichmäßig ist.

[0020] Denkbar ist allerdings auch, dass die Schlauchleitungen so ausgebildet sind, dass die äußere Oberfläche der inneren flexiblen Schlauchleitung an der inneren Oberfläche der äußeren flexiblen Schlauchleitung formschlüssig anliegt, wenn kein Fluid eingeleitet wird und bei Einleitung des Fluides aufgrund der Flexibilität der Schlauchleitungen ein Hohlraum zwischen diesen beiden Schlauchleitungen bildet, in denen sich das eingeleitete Fluid verteilt.

[0021] Des Weiteren ist es zweckmäßig, wenn der Fluideinlass eine Fluidvorkammer aufweist, die kommunizierend mit dem Inneren der äußeren flexiblen Schlauchleitung in Verbindung steht, so dass mit Hilfe der Fluidvorkammer ein entsprechender Fluiddruck aufgebaut werden kann, der dann gleichmäßig im Inneren der äußeren Schlauchleitung anliegt.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Perforation der inneren flexiblen Schlauchleitung senkrecht zu der Oberfläche der inneren flexiblen Schlauchleitung ausgebildet, so dass das eingeleitete Fluid im Wesentlichen senkrecht auf das im Inneren der inneren flexiblen Schlauchleitung geführten Faserendlosmaterial strömt. Senkrecht meint in diesem Zusammenhang bezogen auf die Längsrichtung der Schlauchleitung.

[0023] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Perforation der inneren flexiblen Schlauchleitung in einem Winkel zu der Oberfläche der inneren flexiblen Schlauchleitung ausgebildet, so dass das eingeleitete Fluid in einem dem Winkel der Perforation entsprechenden Strömungswinkel auf das Faserendlosmaterial im Inneren der inneren flexiblen Schlauchleitung trifft. Durch das Anschrägen der Perforation bzw. der einzelnen Löcher der Perforation in der inneren flexiblen Schlauchleitung entsteht der Vorteil, dass das Luftkissen unterschiedlich stark ausgebildet werden kann, wodurch sich die bei der Faserzuführung, d.h. beim Fasertransport durch die innere flexible Schlauchleitung, benötigten oder entstehenden Kräfte reduzieren lassen. Dabei ist es denkbar, dass durch das Anschrägen der Perforation bzw. der einzelnen Löcher der Perforation in der inneren flexiblen Schlauchleitung das Material vom Fluid in eine bevorzugte Richtung geschoben wird, was ebenfalls die benötigten oder entstehenden Kräfte reduzieren kann.

[0024] In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die äußere flexible Schlauchleitung ein Material auf, das flexibler ist als das Material der inneren flexiblen Schlauchleitung. Hierbei ist gemeint, dass die für eine Krümmung der äußeren flexiblen Schlauchleitung benötigten Kraft bei gleicher Länge geringer ist als die für die Krümmung der inneren flexiblen Schlauchleitung benötigte Kraft. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass bei einer Krümmung der flexiblen Schlaucheinrichtung die innere flexible Schlauchleitung an die Innenwand der äußeren flexiblen Schlauchleitung im Bereich des Außenradius der Krümmung gedrückt wird, wodurch die Perforationsöffnungen der inneren flexiblen Schlauchleitung in diesem Bereich abgedichtet werden. Hierdurch kann entweder der benötigte Volumenstrom des Fluides reduziert werden, da nun weniger Perforationsöffnungen ein Einströmen des Fluides ins Innere der inneren flexiblen Schlauchleitung ermöglichen. Denkbar ist aber auch, dass der Volumenstrom unverändert bleibt, wobei sich der Druck beim Einströmen ins Innere der inneren flexiblen Schlauchleitung erhöht und somit verhindert, dass das Faserendlosmaterial an die Innenwand in Richtung Innenradius der inneren flexiblen Schlauchleitung gedrückt wird.

[0025] Es ist durchaus als zweckmäßig anzusehen, wenn zwischen der äußeren Schlauchleitung und der inneren Schlauchleitung ein oder mehrere Abstandshalter angeordnet sind, um die äußere Oberfläche der inneren Schlauchleitung von der inneren Oberfläche der äußeren Schlauchleitung definiert zu beabstanden. Derartige Abstandshalter können beispielsweise eine Spirale sein, die um die äußere Oberfläche der inneren Schlauchleitung gewickelt ist. Hierdurch ergibt sich darüber hinaus der Vorteil, dass durch eine definierte Spirale nicht nur die äußere und innere Schlauchleitung beabstandet angeordnet werden, sondern es sich gleichzeitig auch entsprechende Strömungsleitbahnen zwischen äußerer und innerer Schlauchleitung herrichten lassen. Derartige Strömungsleitbahnen können vorteilhafterweise auch in die Oberfläche der Schlauchleitungen, beispielsweise in der inneren Oberfläche der äußeren Schlauchleitung und/oder in der äußeren Oberfläche der inneren Schlauchleitung, vorgesehen sein, wodurch sich ein definierter Fluidtransport in diesem Zwischenraum einstellen lässt.

[0026] Zweckmäßigerweise kann das Fluid temperiert werden, um so eine Temperierung während des Transportes des Faserendlosmaterials zu bewirken. Dies ist besonders vorteilhaft bei vorimprägnierten Faserhalbzeugen.

[0027] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

[0028] Fig. 1 – schematische Darstellung einer Faserlegeeinheit mit erfindungsgemäßer Faserzuführvorrichtung;

[0029] Fig. 2 – schematische Darstellung der flexiblen Schlaucheinrichtung;

[0030] Fig. 3 – schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels der flexiblen Schlaucheinrichtung;

[0031] Fig. 4 – schematische Darstellung einer gekrümmten Schlaucheinrichtung.

[0032] Fig. 1 zeigt schematisch eine Faserlegeeinheit **1**, die einen Fasermaterialvorratsspeicher **2**, einen Roboter **3** und ein an dem Roboter **3** angeordneten Faserablegekopf **4** hat. Der Faserablegekopf **4** ist hierbei die Verarbeitungseinheit im Sinne der vorliegenden Erfindung. Der Roboter **3** kann beispielsweise ein im industriellen Umfeld anzutreffender Sechs-Achs-Knickarm-Roboter sein. Zu dem feststehenden Fasermaterialvorratsspeicher **2** und dem Ablegekopf **4** ist die erfindungsgemäße Faserzuführvorrichtung **5** angeordnet, um das in dem Fasermaterialvorratsspeicher **2** bevorratete Endlosfasermaterial **6** zu dem im Raum frei bewegbaren Ablegekopf **4** zu transportieren und dem Ablegekopf **4** zuzuführen.

[0033] Die Faserlegeeinheit **1** weist des Weiteren eine Fluidquelle **7** auf, die mit der erfindungsgemäßen Faserzuführvorrichtung **5** verbunden ist, um das von der Fluidquelle **7** bereitgestellte Fluid in die Faserzuführvorrichtung **5** einzuleiten. Die Fluidquelle **7** kann beispielsweise eine Druckluftquelle sein.

[0034] Fig. 2 zeigt schematisch den Aufbau der Faserzuführvorrichtung **5**. Diese weist eine äußere flexible Schlauchleitung **10** und eine innere flexible Schlauchleitung **11** auf, wobei zwischen der äußeren Schlauchleitung **10** und inneren Schlauchleitung **11** ein Hohlraum **12** ausgebildet wird, damit das einströmende Fluid sich um die innere Schlauchleitung **11** herum gut verteilen kann. Der Hohlraum **12** kann dabei von vorneherein durch entsprechende Wahl der Durchmesser vorhanden sein oder erst beim Beaufschlagen der äußeren Schlauchleitung **10** mit Fluid entstehen.

[0035] Die äußere Schlauchleitung **10** weist einen Fluideinlass **13** auf, der mit der Fluidquelle **7** in Verbindung steht und das Einströmen des Fluides in die äußere Schlauchleitung **10** ermöglichen soll.

[0036] Des Weiteren weist die innere Schlauchleitung **11** eine Perforierung **14** auf, die eine Mehrzahl von kleinen Löchern aufweist. Durch die Perforierung **14** kann das in den Hohlraum **12** einströmende Fluid in das Innere der inneren flexiblen Schlauchleitung **11** einströmen, und zwar in radialer Richtung des im Inneren der inneren flexiblen Schlauchleitung geführten Faserendlosmaterials **6**. Das Faserendlosmaterial **6** wird dadurch von den Innenwänden der inneren Schlauchleitung **11** weggedrückt. Es entsteht somit ein Fluidfilm zwischen dem Faserendlosmaterial **6** und der Schlauchinnenwand der inneren Schlauchleitung **11**, wodurch die Reibung und in Folge dessen die benötigte Zugkraft reduziert wird. Die äußere Schlauchleitung **10** dient dabei dem Transport des Fluides, welches durch die Perforierung **14** in die innere Schlauchleitung **11** eindringt und so das Material weg von der Innenwand drückt.

[0037] Fig. 3 zeigt schematisch einen Ausschnitt der Faserzuführvorrichtung **5** in einer vorteilhaften Ausführungsform. Die Perforierung **14** weist dabei Löcher in der inneren Schlauchleitung auf, die einen Winkel < 90° in Bezug auf die Längsrichtung der Schlauchleitung **11** haben, vorzugsweise in Förderrichtung. Durch dieses schräg Anstellen der Löcher strömt das Fluid nicht senkrecht auf das im Inneren der inneren Schlauchleitung **11** geführten Faserendlosmaterials **6**, sondern in dem durch die Löcher definierten Winkel, wodurch sich das Luftkissen unterschiedlich stark ausbilden kann. Hierdurch lassen sich die Kraft zur Führung des Materials durch die Faserzuführvorrichtung reduzieren.

[0038] Fig. 4 zeigt schematisch eine gekrümmte flexible Schlaucheinrichtung **8**, bei der keine Abstandshalter zwischen der inneren und äußeren flexiblen Schlauchleitung vorgesehen ist. Vorzugsweise weist die äußere flexible Schlauchleitung **10** ein Material auf, das flexibler ist als das Material der inneren flexiblen Schlauchleitung **11**.

[0039] Wird die flexible Schlaucheinrichtung **8** nun im Betrieb gekrümmt, so wird die inneren flexible Schlauchleitung **11** an die Innenwand der äußeren flexiblen Schlauchleitung **10** im Bereich des Außenradius der Krümmung gedrückt. Hierdurch werden die Perforationsöffnungen der inneren flexiblen Schlauchleitung **11** in diesen Bereich verschlossen, so dass hier kein Fluid mehr einströmen kann. Da jedoch das Faserendlosmaterial **6** bei der Krümmung dazu neigt, an die Innenwand der inneren flexiblen Schlauchleitung **11** im Bereich des Innenradius der Krümmung gedrückt zu werden, ist das Verschließen der Perforationsöffnungen im Bereich des Außenradius der Krümmung vorteilhaft, da hierdurch der Druck des in die innere flexible Schlauchleitung **11** einströmenden Fluides erhöht wird, wodurch das Faserendlosmaterial **6** von der Innenwand besser weggedrückt wird. Denkbar ist auch, dass der Volumenstrom hierdurch reduziert werden kann, da nunmehr weniger Fluid benötigt wird.

Bezugszeichenliste

1	Faserlegeeinheit
2	Fasermaterialvorratsspeicher
3	Roboter
4	Verarbeitungseinheit (Faserablegekopf)
5	Faserzuführvorrichtung
6	Faserendlosmaterial
7	Fluidquelle
8	flexible Schlaucheinrichtung
10	äußere flexible Schlauchleitung
11	innere flexible Schlauchleitung
12	Hohlraum
13	Fluideinlass
14	Perforierung

Patentansprüche

1. Faserzuführvorrichtung (**5**) zum Zuführen von Faserendlosmaterial (**6**) von einem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**) zu einer von dem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**) entfernten und im Raum frei bewegbaren Verarbeitungseinheit (**4**), wobei die Faserzuführvorrichtung (**5**) eine flexible Schlaucheinrichtung (**8**) zum Zuführen des Faserendlosmaterials (**6**) von dem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**) zu der Verarbeitungseinheit (**4**) hat, **dadurch gekennzeichnet,** dass die flexible Schlaucheinrichtung (**8**) mindestens eine äußere flexible Schlauchleitung (**10**) und mindestens eine in der äußeren Schlauchleitung (**10**) angeordnete innere flexible Schlauchleitung (**11**), in der das Faserendlosmaterial (**6**) geführt wird, aufweist, wobei die äußere flexible Schlauchleitung (**10**) mindestens einen Fluideinlass (**13**) hat, der zum Einleiten eines Fluids zwischen der äußeren flexiblen Schlauchleitung (**10**) und der inneren flexiblen Schlauchleitung (**11**) zum Verteilen des eingeleiteten Fluids am äußeren Umfang der inneren flexiblen Schlauchleitung (**11**) ausgebildet ist, und die innere flexible Schlauchleitung (**11**) eine Perforation (**14**) aufweist, so dass das zwischen der äußeren flexiblen Schlauchleitung (**10**) und der inneren flexiblen Schlauchleitung (**11**) eingeleitete Fluid in die innere flexible Schlauchleitung (**11**) in Richtung des Faserendlosmaterials (**6**) strömt.

2. Faserzuführvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Innendurchmesser der äußeren flexiblen Schlauchleitung größer ist als der Außendurchmesser der inneren flexiblen Schlauchleitung.

3. Faserzuführvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass zwischen der äußeren flexiblen Schlauchleitung und der inneren flexiblen Schlauchleitung ein Hohlraum (**12**) zum Verteilen des eingeleiteten Fluids am äußeren Umfang der inneren flexiblen Schlauchleitung vorgesehen ist oder durch das Einleiten des Fluids gebildet wird.

4. Faserzuführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der mindestens eine Fluideinlass eine Fluidvorkammer aufweist, die mit der äußeren flexiblen Schlauchleitung kommunizierend in Verbindung steht.

5. Faserzuführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Perforation der inneren flexiblen Schlauchleitung senkrecht zu der Oberfläche der inneren flexiblen Schlauchleitung ausgebildet ist, so dass das eingeleitete Fluid im Wesentlichen senkrecht auf das im Inneren der inneren flexiblen Schlauchleitung geführte Faserendlosmaterial strömt.

6. Faserzuführvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Perforation der inneren flexiblen Schlauchleitung in einem Winkel kleiner 90° zu der Oberfläche der inneren flexiblen Schlauchleitung ausgebildet ist, so dass das eingeleitete Fluid in dem Winkel kleiner 90° auf das im Inneren der inneren flexiblen Schlauchleitung geführte Faserendlosmaterial strömt.

7. Faserzuführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die äußere flexible Schlauchleitung ein Material aufweist, das flexibler ist sals die innere flexible Schlauchleitung.

8. Faserzuführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass zwischen der äußeren flexiblen Schlauchleitung und der inneren flexiblen Schlauchleitung ein oder mehrere Abstandshalter zum beabstandeten Anordnen der äußeren Oberfläche der inneren flexiblen Schlauchleitung von der inneren Oberfläche der äußeren flexiblen Schlauchleitung vorgesehen sind.

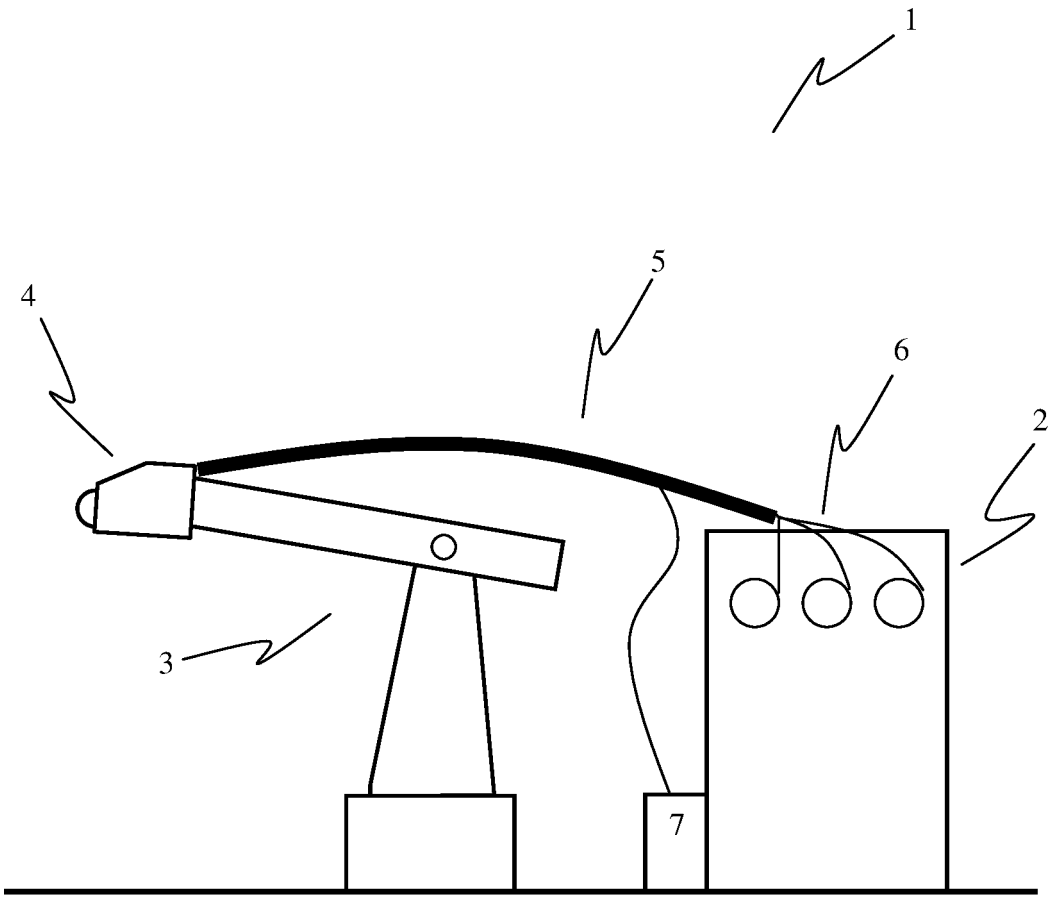
9. Faserzuführvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Abstandshalter eine um äußeren Oberfläche der inneren flexiblen Schlauchleitung gewickelte Spirale ist.

10. Faserlegeeinheit (**1**) zum Legen von Fasern zum Herstellen eines Faserverbundbauteils mit einem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**) zum Bereitstellen von Faserendlosmaterial, einem Roboter (**3**) und einem an dem Roboter zur freien Bewegung angeordneten Faserablegekopf (**4**) zum Legen der Fasern auf einem Werkzeug, **dadurch gekennzeichnet,** dass zwischen dem Fasermaterialvorratsspeicher und dem Faserablegekopf eine Faserzuführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum geführten Zuführen des Faserendlosmaterials von dem Fasermaterialvorratsspeicher zu dem Faserablegekopf angeordnet ist.

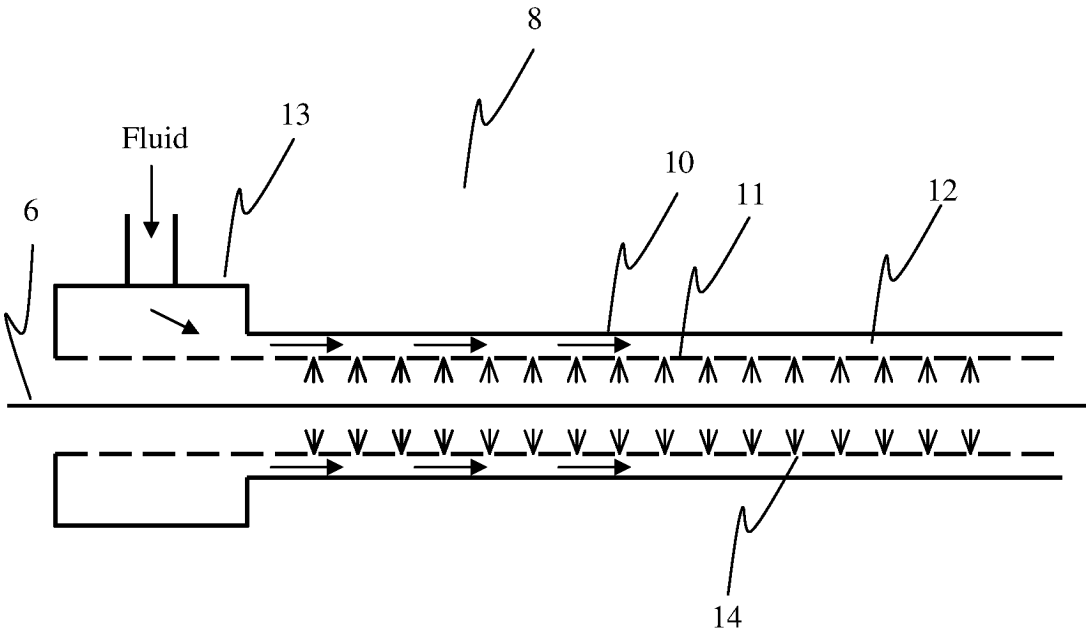
11. Faserlegeeinheit (**1**) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,** dass eine Fluidquelle (**7**) zum Bereitstellen eines Fluidstromes vorgesehen ist, die mit dem mindestens einen Fluideinlass der Faserzuführvorrichtung in Verbindung steht.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

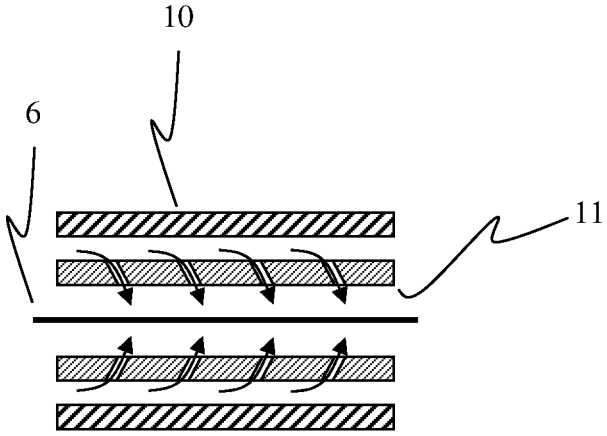
Anhängende Zeichnungen



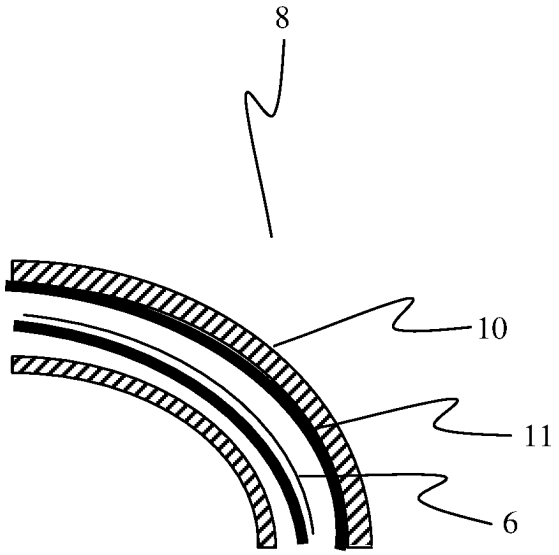
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4