(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2013 108 569 B4** 2016.03.03

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 108 569.5**
(22) Anmeldetag: **08.08.2013**
(43) Offenlegungstag: **12.02.2015**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **03.03.2016**

(51) Int Cl.: ***B65H 23/04*** (2006.01)
B29C 70/38 (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 Patent- und Rechtsanwälte PartGmbB, 30173 Hannover, DE

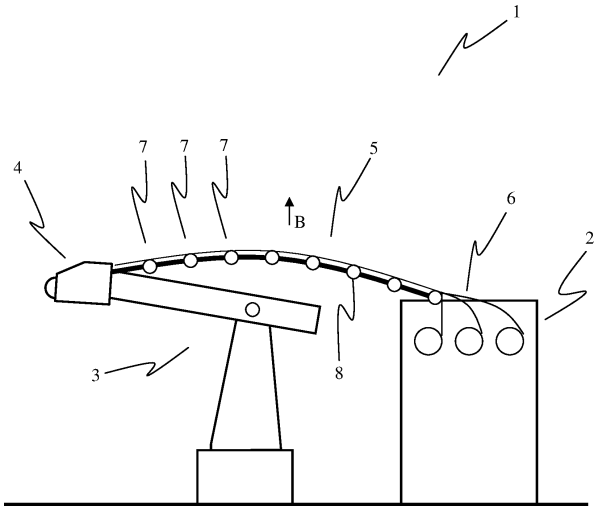
(72) Erfinder:
Nguyen, Duy Chinh, 21682 Stade, DE; Rosskamp, Sebastian, 21680 Stade, DE; Krombholz, Christian, 21614 Buxtehude, DE; Röstermundt, Dirk, 31224 Peine, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**10 2013 107 039**	**A1**
DE	**444 581**	**A**
EP	**2 117 818**	**B1**

(54) Bezeichnung: **Faserzuführvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Faserzuführvorrichtung (5) zum Zuführen von Faserendlosmaterial (6) von einem Fasermaterialvorratsspeicher (2) zu einer von dem Fasermaterialvorratsspeicher (2) entfernt und im Raum frei bewegbaren Verarbeitungseinheit (4), wobei die Faserzuführvorrichtung (5) eine Mehrzahl von miteinander verbundenen und gegeneinander beweglich vorgesehenen Segmenten (7) aufweist, die jeweils mindestens ein Führungselement (8) zum geführten Zuführen des Faserendlosmaterials (6) entlang der miteinander verbundenen Segmente (7) haben, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserzuführvorrichtung (5) eine Spanneinrichtung (11, 12) hat, die zum Bewirken einer vorgegebenen Biegespannung zwischen den jeweils miteinander verbundenen Segmenten (7) derart ausgebildet ist, dass sich die miteinander verbundenen Segmente in eine vorgegebene Biegerichtung biegen.



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.

[0002] Bauteile aus einem Faserverbundwerkstoff, so genannte 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 viele Herstellungs- bzw. Fertigungsschritte händisch durchgeführt werden müssen. Bei Großbauteilen aus Faserverbundwerkstoffen ist daher eine zunehmende Automatisierung einzelner Fertigungsschritte zu beobachten, wie beispielsweise das automatisierte Legen der Fasern auf einem 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.

[0004] Als Fasern bzw. Fasermaterial kommen insbesondere Fasermaterialien mit einem flachen Profilquerschnitt, wie beispielsweise Towpreg, Slittape, Faserstrange, Rovings sowie Gelege- und Gewebestränge zum Einsatz. Das Fasermaterial muss dabei von einem feststehenden Fasermagazin bzw. Fasermaterialvorratsspeicher zudem im Raum frei bewegbaren Ablegekopf befördert bzw. transportiert werden, wodurch sich einige 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 bzw. Fasermaterialüberschuss (lose) entstehen können.

[0005] Aus der EP 2 117 818 B1 ist eine Faserlegeeinheit mit einem Faserspeicher, einem Roboter und einem Ablegekopf bekannt, bei dem das Fasermaterial mit Hilfe eines flexiblen Rohrleitungssystems dem Ablegekopf zugeführt wird. Die Fasermaterialien, die in dem Fasermagazin als Faserendlosmaterial bzw. Quasiendlosmaterial vorliegen, werden innerhalb des flexiblen Rohrleitungssystems transportiert, wobei der Innenraum des Rohrleitungssystems fluidbeaufschlagbar ist. Allerdings ergibt sich durch das geschlossene Röhrensystem der Nachteil, dass die Fasern bzw. Fasermaterialien an den Rohrinnenwänden während des Zuführens anliegen und somit Reibung verursachen, was zu Beschädigungen der Fasern führen kann.

[0006] In der nachveröffentlichten DE 10 2013 107 039.6 wird zum Zuführen eines Quasiendlosmaterials von einem Materialspeicher zu einem Verarbeitungsort eine Einrichtung erwähnt, die in Form einer Gliederkette ausgebildet ist, wobei das Quasiendlosmaterial darin über Rollen, die sich in den einzelnen Gliedern der Gliederkette befinden, geführt wird. Hierbei besteht jedoch der Nachteil, dass die Gliederkette mit Hilfe eines Tragsystems gehalten werden muss, um die sich ändernden Distanzen zwischen Ablegekopf und Fasermaterial ausgleichen zu können. Darüber hinaus führen starke Ausschläge aus der Nulllage zu starken Torsions- und Kippbewegungen der Gliederkette, die zu Reibungsbelastungen der Fasern an den Rollen führen können.

[0007] Aus der DE 444 581 A ist eine Förderbandanlage für flache Fördergüter bekannt, bei der an dem Förderband anliegende Förderwalzen vorgesehen sind, zwischen denen das Fördergut auch schräg bzw. vertikal transportiert werden kann.

[0008] 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.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit der Faserzuführvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen finden sich in den entsprechenden Unteransprüchen.

[0010] Demnach wird eine Faserzuführvorrichtung zum Zuführen von Faserendlosmaterial in einem Fasermaterialvorratsspeicher zu einer von dem Fasermaterialvorratsspeicher entfernten und im Raum frei bewegbaren Verarbeitungseinheit vorgeschlagen, wobei die Faserzuführvorrichtung eine Mehrzahl von miteinander verbundenen und gegeneinander beweglich angeordneten Segmenten aufweist, die jeweils mindestens ein Führungselement zum geführ-

ten Zuführen des Faserendlosmaterials entlang der miteinander verbundenen Segmente haben.

[0011] Erfindungsgemäß ist nun eine Spanneinrichtung vorgesehen, die insbesondere bei einem sich ändernden Abstand zwischen dem Fasermaterialvorratsspeicher und der frei bewegbaren Verarbeitungseinheit zum Bewirken einer vorgegebenen Biegespannung zwischen den jeweils miteinander verbundenen Segmenten ausgebildet ist.

[0012] Mit Hilfe der Spanneinrichtung wird bei der erfindungsgemäßen Faserzuführvorrichtung eine Biegespannung zwischen den jeweils miteinander verbundenen Segmenten, an denen das Faserendlosmaterial über die Führungselemente zugeführt wird, so erzeugt, dass sich die miteinander verbundenen Segmente in eine vorgegebene Biegerichtung biegen. Dadurch werden die miteinander verbundenen Segmente bei sich ändernden Abständen zwischen Fasermaterialvorratsspeicher und Verarbeitungseinheit permanent auf Spannung gehalten, so dass die Fasern bzw. das Fasermaterial prozesssicher der Verarbeitungseinheit, beispielsweise einem Ablegekopf, zugeführt werden kann. Die gesamte Transportkette bleibt somit in jedem Zustand gespannt und verteilt die Biegekräfte gleichmäßig auf alle miteinander verbundenen Segmente. Dadurch führt die Transportkette eine gleichmäßige Kippbewegung aus, d. h. der Kippwinkel zwischen allen Segmenten ist konstant und der benötigte Hubausgleich des Fasermaterials auf ein Minimum reduziert werden.

[0013] Da die gesamte Transportkette in der Lage sein muss, Kipp-, Torsions- und Biegebewegungen durchführen zu können, wird durch die Spanneinrichtung der erfindungsgemäßen Faserzuführvorrichtung eine gewisse Stabilität gewährleistet, mit der beispielsweise seitliches Kippen unter Einwirkung der Schwerkraft reduziert bzw. vermieden werden kann.

[0014] Mit Hilfe der vorliegenden Faserzuführvorrichtung wird es somit möglich, Faserendlosmaterial von einem feststehenden Fasermaterialvorratsspeicher zu einer im Raum frei bewegbaren Verarbeitungseinheit zuzuführen, ohne dass es zu starken Zugbelastungen an dem Material kommt oder zu überschüssigen, losen Material. Darüber hinaus kann das Faserendlosmaterial prozesssicher der Verarbeitungseinheit zugeführt werden, da die Parameter der Transportkette vorgegeben sind.

[0015] Die Führungselemente der Segmente können beispielsweise Führungsrollen sein, die frei drehbar gelagert sind. Die Führungsrollen verfügen über keinen eigenen Antrieb. Aufgrund der Tatsache, dass das Faserendlosmaterial in der Regel nur Zugkräfte übertragen kann, erfolgt der Förderantrieb in der Verarbeitungseinheit, so dass das Fasermaterial durch die Faserzuführvorrichtung gezogen wird. Die Führungsrollen weisen in Folge der Haftreibung (Faservorrat wird im Fasermaterialvorratsspeicher gebremst) zwischen Führungsrolle und Fasermaterial der Faserabzugsgeschwindigkeit identische Drehgeschwindigkeiten auf, so dass Reibung zwischen dem Fasermaterial und der Rollenoberfläche ausgeschlossen ist.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführungsform bilden die miteinander verbundenen Segmente eine Gliederkette, bei der die einzelnen Segmente als Kettenglieder ausgebildet und über Drehachsen jeweils drehbar miteinander verbunden sind. Eine derartige Gliederkette bietet dabei die Möglichkeit, das System an die vorgegebenen Prozessparameter durch Entfernen oder Hinzufügen einzelner Kettenglieder flexibel anpassen zu können.

[0017] Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Spanneinrichtung eine Mehrzahl von Schenkelfedern aufweist, die an den Drehachsen der miteinander verbundenen Kettenglieder zum Erzeugen der vorgegebenen Biegespannung angeordnet sind. Hierdurch sind die einzelnen Kettenglieder der Gliederkette nach wie vor beweglich miteinander verbunden und erzeugen gleichzeitig bei sich ändernden Distanzen zwischen Verarbeitungseinheit und Fasermaterialvorratsspeicher eine entsprechende Biegespannung zwischen den einzelnen Segmenten, so dass die gesamte Transportkette in eine vorgegebene Biegerichtung gebogen bzw. gespannt wird. Die Transportkette bleibt somit in nahezu jedem Zustand gespannt, wodurch das Faserendlosmaterial prozesssicher der Verarbeitungseinheit zugeführt werden kann. Dabei kann die Biegesteifigkeit der Kette durch Schenkelfedern mit unterschiedlichen Steifigkeiten eingestellt und beeinflusst werden.

[0018] Des Weiteren ist es hierbei vorteilhaft, wenn die Führungselemente an den Drehachsen der miteinander verbundenen Kettenglieder der Gliederkette angeordnet sind. Hierdurch wird erreicht, dass die Abstände zwischen zwei Führungselementen immer gleich sind, egal in welchem Biegezustand sich die Gliederkette befindet. Der Hubausgleich des Fasermaterials bei einer Veränderung der Distanz zwischen Fasermaterialvorratsspeicher und Verarbeitungseinheit wird somit auf ein Minimum reduziert bzw. gänzlich eliminiert.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung dieser Ausführungsform befinden sich an den Drehachsen jeweils mindestens zwei Schenkelfedern, zwischen denen das jeweils mindestens eine Führungselement an der Drehachse angeordnet ist. Denkbar ist auch, dass an den Drehachsen jeweils mindestens zwei Führungselemente vorgesehen sind, zwischen denen jeweils mindestens eine Schenkelfeder angeordnet ist.

[0020] Im ersteren Fall sind alle Führungselemente, beispielsweise Führungsrollen, im Wesentlichen mittig an der Drehachse angeordnet und werden beidseitig durch die Schenkelfedern begrenzt. Die Schenkelfedern an den beiden Seiten der Drehachse stabilisieren dabei das Kippverhalten. Die Torsionssteifigkeit der beidseitig gestützten Kettenglieder kann dann beispielsweise durch elastische Kettenglieder oder durch den Einsatz von elastischen Elementen in den Drehachsen weiter abgemindert werden, um so eine bestmögliche Flexibilität der Faserzuführvorrichtung zu erreichen.

[0021] Im zweiten Fall ist mindestens eine Schenkelfeder im Wesentlichen mittig an der Drehachse angeordnet und wird an den beiden Seiten der Drehachse durch die Führungselemente begrenzt. Beispielhaft können die Führungselemente je zur Hälfte links und rechts an der Drehachse angeordnet sein. Auch hierbei wird das Kippverhalten durch die Schenkelfeder stabilisiert, wobei hier vorteilhafterweise die Torsionssteifigkeit entlang der Gliederkette gemindert wird, wobei in diesem Fall die Torsion durch die Lageelastizität und Verbindung des Kettengliedes ermöglicht wird.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform, die alternativ oder zusätzlich zu der vorstehend genannten Ausführungsform gesehen werden kann, weist die Spanneinrichtung mindestens einen flexiblen Balken mit einem definierten Biegeverhalten auf, der in die Mehrzahl von Segmenten unterteilt und an dem in jedem Segment das jeweils mindestens eine Führungselement angeordnet ist. In dieser vorteilhaften Ausführungsform wird die Spanneinrichtung durch den flexiblen Balken gebildet, d. h. ohne Unterbrechung zwischen den einzelnen Segmenten ausgeführt ist. In jeweils vorgegebenen Abständen sind an den Balken die Führungselemente angeordnet, so dass eine Segmentierung des flexiblen Balkens entsteht.

[0023] Verändert sich nun die Distanz zwischen dem Fasermaterialvorratsspeicher und der Verarbeitungseinheit, so wird der flexible Balken belastet, so dass zwischen den einzelnen Segmenten bzw. den Führungselementen eine Biegespannung bewirkt wird. Dies führt zu einer Biegung des flexiblen Balkens in eine vordefinierte Biegerichtung, so dass die Führungselemente und somit das zuzuführende Faserendlosmaterial permanent auf Spannung gehalten werden.

[0024] Diese Ausführungsform zeichnet sich durch ihren besonders einfachen Aufbau bei größtmöglicher Minimierung des Hubausgleichs des Materials aus.

[0025] Der flexible Balken weist ein definiertes Biegeverhalten auf, so dass das Verhalten der Faserzuführvorrichtung bei einem sich ändernden Abstand zwischen dem Fasermaterialvorratsspeicher und der Verarbeitungseinheit vordefiniert ist, um so die Prozesssicherheit des Zuführens des Endlosfasermaterials zu gewährleisten. Darüber hinaus kann auch das Kipp- und/oder Torsionsverhalten des flexiblen Balkens vordefiniert sein, um mögliche Fehlerquellen bei der Zuführung des Endlosmaterials zu minimieren.

[0026] Um das erforderliche flexible Verhalten zu erreichen, kann der flexible Balken beispielsweise aus einer Mehrzahl von unterschiedlichen Materialien gebildet sein, die jeweils verschiedene Steifigkeitskennwert aufweisen. Hierdurch kann das definierte Biegeverhalten des flexiblen Balkens an die erforderlichen Parameter des Herstellungsprozesses angepasst werden.

[0027] Vorteilhafterweise ist der flexible Balken dabei aus einem Metallwerkstoff und zumindest einem Faserverbundwerkstoff gebildet. Derartige hybride Bauweisen, beispielsweise auch aus anderen Werkstoffen, ermöglichen dabei eine noch höhere Flexibilität bei der Auslegung des flexiblen Balkens.

[0028] Denkbar ist aber auch, dass der flexible Balken aus einer Mehrzahl von Faserverbundwerkstofflagen mit jeweils unterschiedlicher Faserausrichtung gebildet ist, wodurch sich ein entsprechend definiertes Biegeverhalten erreichen lässt. Das anisotrope Verhalten von Faserverbundwerkstoffen ermöglicht ein belastungsgerechtes Auslegen des flexiblen Balkens, wobei je nach Ausrichtung der Fasern unterschiedliche Biege-, Torsions- und Kippverhalten ermöglicht werden. Spezielle Anforderungen an das definierte Biegeverhalten in bestimmten Bereichen bzw. Segmenten kann durch lokale Verstärkungen durch Hinzufügung zusätzlicher Materiallagen erreicht werden.

[0029] Auch ist es denkbar, dass durch eine optimierte Gestaltung des Balkenquerschnitts das Flächenträgheitsmoment in den Belastungsrichtungen angepasst wird, wodurch eine zusätzliche Anpassung an die Belastungsparameter erreicht wird. So kann beispielsweise durch die Verwendung von offenen Profilen die Flexibilität erheblich gesteigert werden.

[0030] Alternativ oder zusätzlich zu den beiden vorhergehenden Ausführungsformen ist es denkbar, dass die Spanneinrichtung mindestens einen Aktuator, vorteilhafterweise mehrere Aktuatoren, aufweist, die zum Bewirken und/oder Beeinflussen der vorgegebenen Biegespannung ausgebildet sind. So lässt sich zum einen mit Hilfe von Aktuatoren eine Kraft auf die miteinander verbundenen Segmente so aufbringen, dass die gewünschte Biegespannung erreicht wird. Denkbar ist auch, dass die Steifigkeit des Führungssystems lokal an bestimmten Segmenten be-

einflusst wird, um die Biegelinien entsprechend den Bewegungen des Roboterarmes anzupassen. Neben mechanischen Aktuatoren können auch piezoelekrische Aktuatoren eingesetzt werden, die aufgrund ihres sehr geringen Gewichtes besonders für diesen Einsatz geeignet sind.

[0031] Vorteilhafterweise sind in einem Segment eine Mehrzahl von Führungselementen, beispielsweise Führungsrollen, angeordnet, so dass zur selben Zeit eine Mehrzahl von Fasersträngen eines Endlosfasermaterials der Verarbeitungseinheit zugeführt werden können. Die Führungselemente können dabei auch nebeneinander an dem jeweiligen Segment angeordnet werden. Hierbei können die einzelnen Faserstränge jeweils abwechselnd auf eine Achse über und unter den Rollen geführt werden, so dass die durch die Fadenspannung erzeugten Kräfte sich ausgleichen und es nicht zum unerwünschten Knicken entlang der Drehachse zwischen zwei Segmenten kommen kann. Denkbar ist auch, dass benachbarte Führungselemente eines Segmentes unterschiedliche Größen aufweisen, so dass die einzelnen, nebeneinander laufenden Fasersträngе im Bereich der Führungselemente durch die benachbarten Führungselemente gestützt werden. Dies kann beispielsweise durch Führungsrollen unterschiedlichen Durchmessers erreicht werden.

[0032] Die Fasersträngе können vorteilhafterweise abwechselnd oberhalb und unterhalb der Führungselemente verlaufen.

[0033] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

[0034] **Fig.** 1 – schematische Darstellung einer Faserlegeeinheit mit erfindungsgemäßer Faserzuführvorrichtung;

[0035] **Fig.** 2 – Ausführungsbeispiel eines beidseitig gestützten Kettengliedes;

[0036] **Fig.** 3 – Ausführungsbeispiel eines mittig gestützten Kettengliedes;

[0037] **Fig.** 4 – schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Faserzuführvorrichtung mit flexiblem Balken.

[0038] **Fig.** 1 zeigt schematisch eine Faserlegeeinheit **1**, die einen Fasermaterialvorratsspeicher **2**, einen Roboter **3** und einen an dem Roboter 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 häufig anzutreffender 6-Achs-Knickarmroboter sein. Zu dem feststehenden Fasermaterialvorratsspeicher **2** und dem Ablegekopf **4** ist die erfindungsgemäß 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.

[0039] Die Faserzuführvorrichtung **5** weist eine Mehrzahl von Segmenten **7** auf, die jeweils mindestens eine Führungsrolle **8** als Führungselement zum geführten Zuführen des Faserendlosmaterials **6** haben. Die einzelnen Segmente sind dabei miteinander verbunden und gegeneinander beweglich angeordnet, so dass die miteinander verbundenen Segmente **7** der Faserzuführvorrichtung **5** mit Hilfe einer nicht dargestellten Spanneinrichtung in eine Biegerichtung gebogen und gespannt werden können. Dadurch wird erreicht, dass das Faserendlosmaterial nicht entlang des Roboterarmes des Roboters **3** verläuft, sondern von dem Roboter **3** entkoppelt ist, so dass die komplexen Bewegungen des Roboters **3** nicht direkt auf die Faserzuführvorrichtung **5** übertragen werden. Darüber hinaus wird durch die anliegende Biegespannung das Faserendlosmaterial permanent in jedem Zustand der Bewegung auf Spannung gehalten, wodurch Materialüberschuss bei der Bewegung des Roboters vermieden wird.

[0040] **Fig.** 2 zeigt schematisch in einer Draufsicht die Ausführungsform, bei der die miteinander verbundenen Segmente eine Gliederkette bilden sollen, wobei die einzelnen Segmente als Kettenglieder **9** ausgebildet sind. Die einzelnen Kettenglieder **9** sind dabei über eine Drehachse drehbar miteinander verbunden, wodurch die Biegung der Faserzuführvorrichtung **5** erreicht werden kann.

[0041] An den jeweiligen äußeren Enden der Drehachsen **10** sind jeweils Schenkelfedern **11** angeordnet, welche das Kettenglied beidseitig stützen und als Teil der Spanneinrichtung die vorgegebene Biegespannung zwischen den Kettengliedern bewirken sollen.

[0042] Zwischen den Schenkelfedern **11** der jeweiligen Drehachse **10** sind in etwa mittig die Führungsrollen **8** angeordnet, wobei im Ausführungsbeispiel der **Fig.** 2 drei Führungsrollen parallel nebeneinander vorgesehen sind, so dass drei Fasersträngе des Faserendlosmaterials dem Ablegekopf zugeführt werden können. Je nach Anförderung können jedoch auch beliebig andere Anzahlen von parallelen Fasersträngen zugeführt werden.

[0043] Wie in **Fig.** 2 zu erkennen ist, verlaufen die einzelnen Fasersträngе **6** abwechselnd oberhalb und unterhalb der Führungsrollen **8**.

[0044] **Fig.** 3 zeigt in einer Draufsicht ebenfalls schematisch das Ausführungsbeispiel der Gliederkette mittels einzelner Kettenglieder **9**, wobei jedoch in **Fig.** 3 die Kettenglieder **9** so ausgebildet sind, dass

die an der Drehachse **10** angeordnete Schenkelfeder oder Schenkelfedern in etwa mittig an der Drehachse **10** angeordnet sind. An der Drehachse **10** sind jeweils an beiden Enden Führungsrollen **8** vorgesehen, um eine Mehrzahl von Fasersträngen des Faserendlosmaterials dem Ablegekopf zuzuführen. Auch hier ist die Anzahl der parallel zu transportierenden Fasersträngе je nach Anforderung beliebig wählbar.

[0045] Durch eine geeignete Wahl des Querschnitts der Kettenglieder kann darüber hinaus die Torsionssteifigkeit an die vorgegebenen Prozessparameter entsprechend angepasst werden, wobei hier beispielsweise U- oder T-Profile in Frage kommen.

[0046] Fig. 4 zeigt schematisch in einer Draufsicht das Ausführungsbeispiel, bei dem die Faserzuführvorrichtung **5** einen flexiblen Balken **12** als Spanneinrichtung aufweist. Der flexible Balken **12** ist dabei in eine Mehrzahl von Segmenten **7** unterteilt, die jeweils mindestens eine Führungsrolle **8** zum Zuführen von Fasersträngen des Endlosfasermaterials **6** aufweisen. Die Führungsrollen **7** sind dabei direkt an dem flexiblen Balken **12** angeordnet. Die Segmente **7** mit den Führungsrollen **8** sind dabei unter einander über den flexiblen Balken **12** der Spanneinrichtung miteinander verbunden und gegeneinander beweglich angeordnet, so dass durch die flexiblen Balken **12**, der ein vordefiniertes Biegeverhalten aufweist, die Biegespannung zwischen den einzelnen Segmenten **7** bewirkt werden kann, wenn der Abstand bzw. die Distanz zwischen dem Fasermaterialvorratsspeicher und der frei bewegbaren Verarbeitungseinheit sich ändert.

[0047] Die nebeneinander angeordneten Führungsrollen können in jedem der Ausführungsbeispiele so vorgesehen sein, dass die Fasersträngе des Endlosfasermaterials seitlich gestützt werden. Dies kann beispielsweise durch Führungsrollen unterschiedlicher Durchmesser erreicht werden, um so bei Kipp- und Torsionsbewegungen eine Führung prozesssicher gewährleisten zu können.

Bezugszeichenliste

1	Faserlegeeinheit
2	Fasermaterialvorratsspeicher
3	Roboter
4	Faserablegekopf (Verarbeitungseinheit)
5	Faserzuführvorrichtung
6	Fasermaterial
7	Segmente
8	Führungsrollen (Führungselemente)
9	Kettenglieder
10	Drehachse
11	Schenkelfeder
12	flexibler Balken
B	Biegerichtung

Patentansprüche

1. Faserzuführvorrichtung (**5**) zum Zuführen von Faserendlosmaterial (**6**) von einem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**) zu einer von dem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**) entfernt und im Raum frei bewegbaren Verarbeitungseinheit (**4**), wobei die Faserzuführvorrichtung (**5**) eine Mehrzahl von miteinander verbundenen und gegeneinander beweglich vorgesehenen Segmenten (**7**) aufweist, die jeweils mindestens ein Führungselement (**8**) zum geführten Zuführen des Faserendlosmaterials (**6**) entlang der miteinander verbundenen Segmente (**7**) haben, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Faserzuführvorrichtung (**5**) eine Spanneinrichtung (**11**, **12**) hat, die zum Bewirken einer vorgegebenen Biegespannung zwischen den jeweils miteinander verbundenen Segmenten (**7**) derart ausgebildet ist, dass sich die miteinander verbundenen Segmente in eine vorgegebene Biegerichtung biegen.

2. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die miteinander verbundenen Segmente (**7**) eine Gliederkette bilden, bei der die einzelnen Segmente (**7**) als Kettenglieder (**9**) ausgebildet und über Drehachsen (**10**) jeweils drehbar miteinander verbunden sind.

3. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Spanneinrichtung eine Mehrzahl von Schenkelfedern (**11**) aufweist, die an den Drehachsen (**10**) der miteinander verbundenen Kettenglieder (**9**) zum Bewirken der vorgegebenen Biegespannung angeordnet sind.

4. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Führungselemente (**8**) an den Drehachsen (**10**) der miteinander verbundenen Kettenglieder (**9**) angeordnet sind.

5. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass an den Drehachsen (**10**) jeweils mindestens zwei Schenkelfedern (**11**) vorgesehen sind, zwischen denen das jeweils mindestens eine Führungselement (**8**) angeordnet ist, und/oder dass an den Drehachsen (**10**) jeweils mindestens zwei Führungselemente (**8**) vorgesehen sind, zwischen denen jeweils mindestens eine Schenkelfeder (**11**) angeordnet ist.

6. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Spanneinrichtung mindestens einen flexiblen Balken (**12**) mit einem definierten Biegeverhalten hat, der in die Mehrzahl von Segmenten (**7**) unterteilt und an dem in jedem Segment das jeweils mindestens eine Führungselement (**8**) angeordnet ist.

7. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,** dass der flexible Balken (**12**) aus einer Mehrzahl von unterschiedlichen Materialien gebildet ist, die jeweils verschiedene Steifigkeitswerte aufweisen.

8. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet,** dass der flexible Balken (**12**) aus einem Metallwerkstoff und einem Faserverbundwerkstoff gebildet ist.

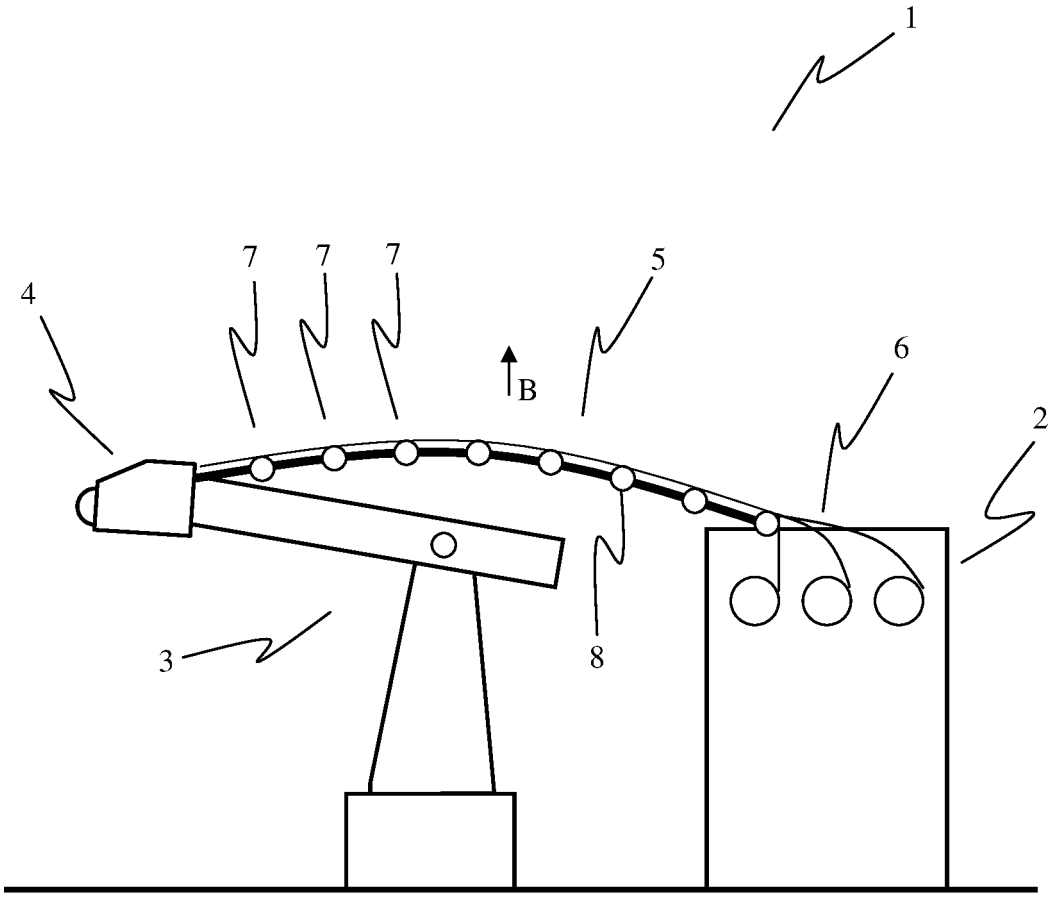
9. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass der flexible Balken (**12**) aus einer Mehrzahl von Faserverbundwerkstofflagen mit jeweils unterschiedlichen Faserausrichtungen gebildet ist.

10. Faserzuführvorrichtung (**5**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Spanneinrichtung mindestens einen Aktuator zum Erzeugen und/oder Beeinflussen der vorgegebenen Biegespannung hat.

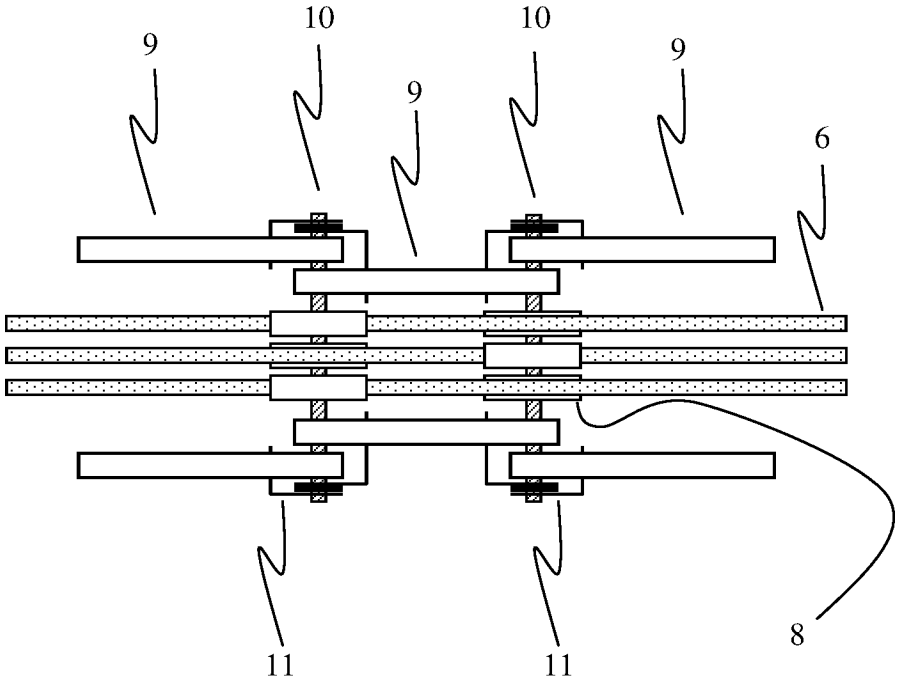
11. Faserlegeeinheit (**1**) zum Legen von Fasern zum Herstellen eines Faserverbundbauteils mit einem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**), einem Roboter (**3**) und einem an dem Roboter (**3**) zur freien Bewegung angeordneten Faserablegekopf (**4**) zum Legen der Fasern, **dadurch gekennzeichnet,** dass zwischen dem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**) und dem Faserablegekopf (**4**) eine Faserzuführvorrichtung (**5**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum geführten Zuführen der Fasern von dem Fasermaterialvorratsspeicher (**2**) zu dem Faserablegekopf (**4**) angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

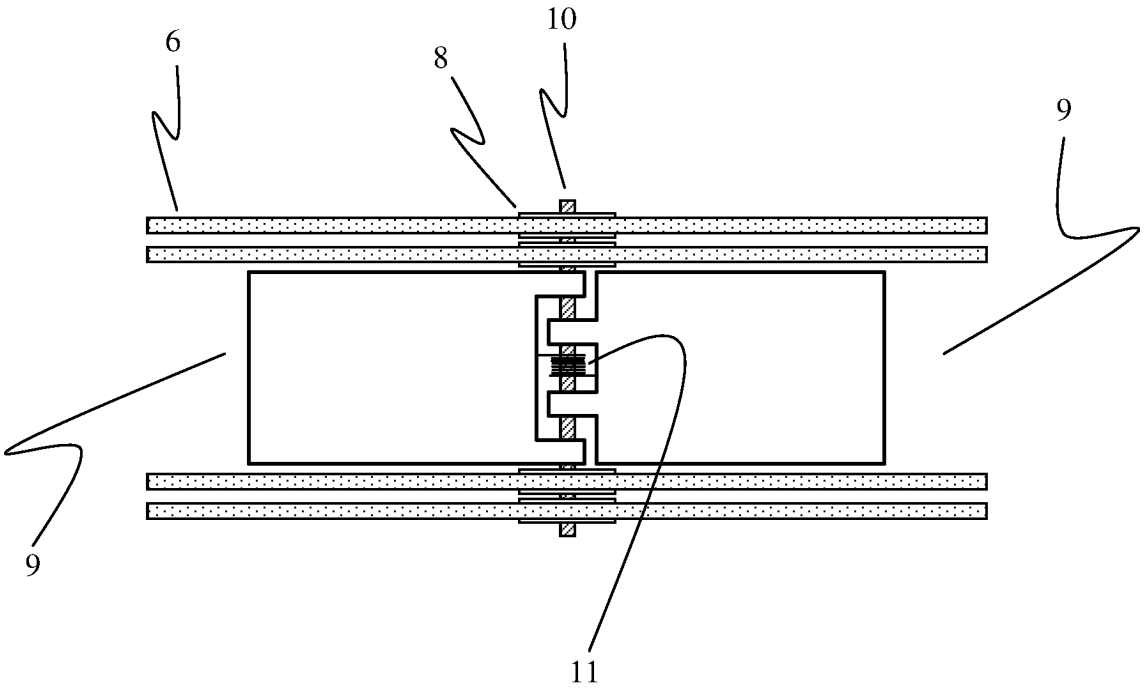
Anhängende Zeichnungen



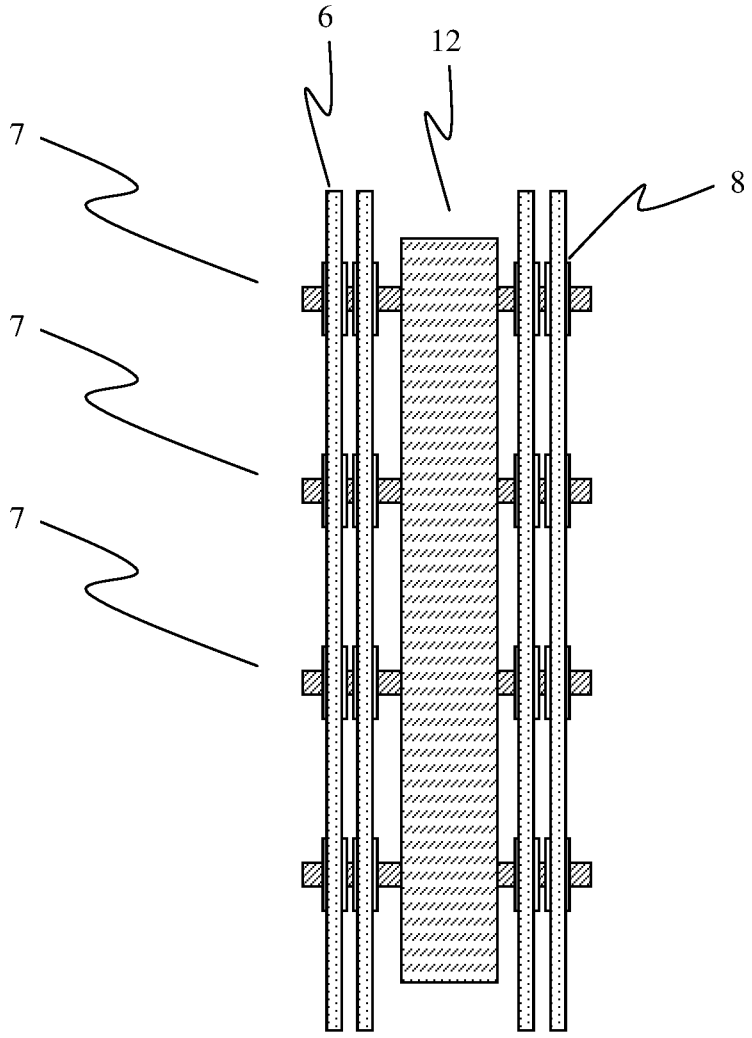
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4