



(10) **DE 10 2013 001 144 A1** 2014.07.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 001 144.2**  
(22) Anmeldetag: **23.01.2013**  
(43) Offenlegungstag: **24.07.2014**

(51) Int Cl.: **F16B 5/07 (2006.01)**  
**D04H 3/04 (2012.01)**  
**D04H 3/10 (2012.01)**  
**B29C 70/52 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Hausmann, Thomas, Dipl.-Ing., 34346, Hann.  
Münden, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 33 41 292 A1**  
**DE 35 04 829 A1**  
**DE 38 39 835 A1**  
**DE 44 15 195 A1**

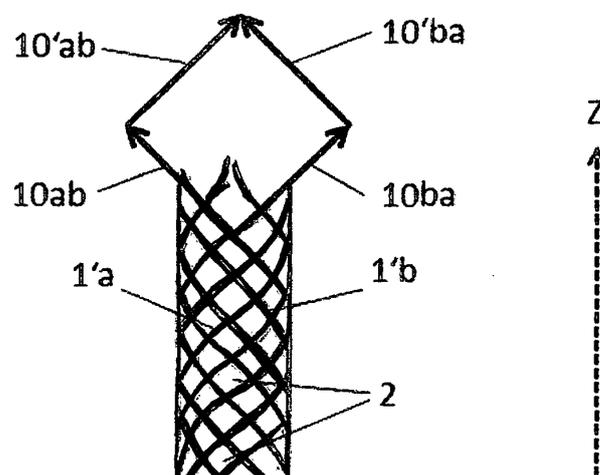
**DE 102 50 989 A1**  
**DE 199 12 668 A1**  
**DE 10 2010 053 958 A1**  
**DE 10 2011 108 624 A1**  
**DE 20 2010 015 746 U1**  
**US 2003 / 0 168 679 A1**  
**US 3 750 623 A**  
**US 5 927 919 A**  
**WO 91/ 02 906 A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Heftnadel aus faserverstärktem Kunststoff für eine Verbindungsvorrichtung zum temporären Verbinden von wenigstens zwei vorzugsweise plattenartigen Teilen sowie Verfahren zur Herstellung der Heftnadel**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Heftnadel aus faserverstärktem Kunststoff für eine Verbindungsvorrichtung zum temporären Verbinden von wenigstens zwei vorzugsweise plattenartigen Teilen, und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Heftnadel (3) wenigstens einen sich über ihre gesamte Länge erstreckenden Bereich aufweist, in dessen Kunststoffmatrix sogenannte Endlosfasern (1a–1d) sich definiert kreuzend angeordnet sind, wobei die Summe der in Achsrichtung (Z) resultierenden Faservektoren (10a, 10aa) vorzugsweise größer ist, insbesondere mehr als doppelt so groß ist, wie die Summe der quer zur Achsrichtung (Z) resultierenden Faservektoren (10b, 10bb), wobei dieser Bereich von einem vorkonfektionierten Halbzeug gebildet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine faserverstärkte Heftnadel für Verbindungsvorrichtungen zum temporären Verbinden von vorzugsweise plattenartigen Teilen, insbesondere zum Verbinden von zwei zu verklebenden und/oder zu vernietenden Teilen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Darüber hinaus wird gemäß Anspruch 13 ein Verfahren zur Herstellung der Heftnadel für derartige Verbindungsvorrichtungen beansprucht. Das bevorzugte Einsatzgebiet der Erfindung ist die Luft- und Raumfahrttechnik.

**[0002]** Eine bekannte Verbindungsvorrichtung des erfindungsgemäßen Prinzips ist in DE 20 2010 015 746 beschrieben. Sie weist einen in einem Gehäuse drehfest gelagerten Führungskörper auf, dessen Führungselemente in Führungsöffnungen eines Nadelträgers eingreifen. Der Nadelträger trägt zwei zueinander beabstandete Nadeln mit endseitigen widerhakenförmigen Nadelspitzen. Eine Spreizung der Nadelspitzen erfolgt, wenn die zunächst über das Ende der mit dem Führungskörper verbundene Spreizzunge hinausragenden Nadelspitzen durch ein Antriebselement axial in das Gehäuse hinein verschoben werden. Hierzu weisen der Nadelträger und das Antriebselement ineinander greifende Schraubengewinde auf.

**[0003]** Diese Verbindungsvorrichtung weist den Nachteil auf, dass die Spreizzunge einen nennenswerten Anteil des Lochquerschnittes einnimmt, der für die Durchführung der die Spannkraft übertragenden Nadeln zur Verfügung steht. Die Spreizzunge selbst kann keine axiale Spannkraft übertragen. Des Weiteren ist nachteilig, dass die Länge der Spreizzunge auf die Dicke der zu verspannenden bzw. zu verbindenden Teile angepasst werden muss.

**[0004]** Die als Variante ebenfalls vorgeschlagenen Nadeln aus faserverstärktem Kunststoff sollen die notwendige Tragfähigkeit dadurch erreichen, dass der hakenförmige Bereich der Nadeln durch Umlegen des freien Endes des faserverstärkten Halbzeugs erzeugt wird, so dass die Kraft entlang der Fasern vom hakenförmigen Endbereich direkt in den Schaftbereich der Nadel eingeleitet werden kann. Nach dem Umlegen des freien Endes des für die Nadel vorgesehenen Halbzeugs erfolgt die endgültige Formgebung der Nadel durch Heißumformung.

**[0005]** Um die genannten Nachteile zu vermeiden, schlägt die DE 10 2011 108 624 die Verwendung axial zueinander verschiebbare Nadeln vor, wobei die Nadeln in einer Ausgangsstellung raumsparend ineinander verschachtelt sind. Die Spreizung der Nadelspitzen erfolgt durch Verschiebung der Nadelspitzen auf ein gleiches axiales Niveau, wobei die ineinander verschachtelten Erhebungen und Vertiefungen getrennt werden und Erhebungen auf Stützflächen

der gegenüberliegenden Nadel aufgleiten. Zur Spreizung der Nadeln ist also keine Spreizzunge mehr erforderlich. Dieses System erlaubt deutlich größer dimensionierbare Auflagenflächen (bis zu ca. 85% zusätzlich) der hakenförmigen Bereiche der Nadeln, wodurch sich nicht nur die Flächenpressung deutlich reduziert, es ermöglicht für verschiedene Einsatzfälle auch den Einsatz leichterer Materialien, wie z. B. faserverstärkter Kunststoffe.

**[0006]** Die als Variante vorgeschlagenen faserverstärkten Kunststoff-Nadeln weisen den Nachteil auf, dass deren Herstellung vergleichsweise aufwendig ist, insbesondere dadurch, dass der endgültigen Konturgebung der Nadeln eine 90°- bis 180°-Umlegung des freien Endes vorausgehen muss. Darüber hinaus bleibt unklar, ob bei diesem Prozess, der mit einer starken Umformung der Fasern einhergeht, ein nennenswerter Anteil der Langfasern geschädigt wird und so die Verbindung zwischen der Verspannfläche der Nadelspitze und dem Nadelschaft geschädigt wurde.

**[0007]** Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine faserverstärkte Kunststoff-Heftnadel anzugeben, die einfach und mit gleichbleibender Qualität herstellbar ist. Das faserverstärkte Halbzeug soll insbesondere an die jeweiligen Einsatzbedingungen anpassbar bzw. vorkonfektionierbar sein, so dass die Formgebung der Nadeln vorzugsweise nach dem stets gleichen Verfahren erfolgen kann.

**[0008]** Die Problematik wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Heftnadel gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 13 hinsichtlich des Herstellungsverfahrens.

**[0009]** Erfindungsgemäß weist die neuartige faserverstärkte Kunststoff-Heftnadel wenigstens einen sich über ihre gesamte Länge erstreckenden Bereich auf, innerhalb dessen Kunststoffmatrix sogenannte Endlosfasern in definierter sich kreuzender Anordnung verlaufen. Die Anordnung der Fasern ist dabei so gewählt, dass die Summe der in Achsrichtung der Heftnadel resultierenden Faservektoren mindestens doppelt so groß ist wie die Summe der quer zur Achsrichtung resultierenden Faservektoren. Die mit den sich kreuzenden Langfasern versetzte Kunststoffmatrix ist Bestandteil eines vorkonfektionierbaren Halbzeugs, das durch Heißumformung in die gewünschte Form der Heftnadel überführt werden kann. Als Endlosfasern können unterschiedlichste Materialien, auch in Kombination untereinander, zur Anwendung kommen, z. B. aus Glas, Karbon, Metall, Mineralien (beispielsweise Basalt-Fasern) oder Kunststoff (insb. Kevlar®). Sofern Kunststofffasern zum Einsatz kommen, sollten diese vorzugsweise gereckt sein, um ihre elastische Dehnbarkeit zu reduzieren.

**[0010]** Zur Erzeugung der sich erfindungsgemäß kreuzenden Langfasern können in die Kunststoffmatrix Gelege, Gewebe, Gestrick, Gewirk, Geflecht oder dergleichen eingebettet werden. Natürlich können auch Kombinationen dieser Gebilde aus sogenannter Maschenware innerhalb der gleichen Kunststoffmatrix bzw. desselben Halbzeugs zur Anwendung kommen. Durch die Wahl der Maschendichte kann sehr gut und gezielt auf die räumliche Verformbarkeit des Fasergebildes Einfluss genommen werden. Idealerweise kommt es bei der endgültigen Formgebung der Heftnadel zu einer weitgehenden Streckung der in Achsrichtung verlaufenden Langfasern, um die Spannkraft möglichst umfassend in die Fasern einleiten zu können und die Kunststoffmatrix zu entlasten.

**[0011]** Erfindungsgemäß können aber auch ungeordnete Fasergebilde, wie z. B. Vlies, zum Einsatz kommen. Hierzu ist es jedoch erforderlich, dass das Vlies vor seiner Einbettung in die Kunststoffmatrix derart vorbehandelt wurde, dass seine Faserausrichtung überdurchschnittlich entlang der Heftnadel-Achse organisiert ist. Die gewünschte Ausrichtung der Fasern kann man erreichen, indem man eine Matte aus Vlies auf einer nagelbrettartigen Unterlage fixiert und mit einem ähnlichen nagelbrettartigen Träger von oben in die Zwischenräume eingreift, und anschließend die beiden Nagelträger axial zueinander verschiebt. Gegebenenfalls kann das so „gestreckte“ Vlies mit seinen nun bevorzugt ausgerichteten Endlosfasern auch noch quer zur axialen Längsrichtung gestaucht werden, was den gewünschten Effekt der Faserausrichtung noch verstärken würde.

**[0012]** Während Gelege weitgehend flächig und eben ausgeführt werden, können sogenannte Maschenwaren (insbesondere Gestricke und Gewirke) hocheffizient auch zopf-, seil- oder schlauchförmig ausgeführt und in eine Kunststoffmatrix eingebettet werden. Ein entsprechendes Halbzeug stellt dann die Basis für die durch Heißumformung zu erzeugenden Heftnadeln dar.

**[0013]** Sich in einem spitzen Winkel kreuzende Fasern, wie sie in einfacher Weise bei einem Gelege definiert herstellen lässt, bilden mit einer Kunststoffmatrix ein sehr stabiles und mechanisch hoch belastbares Gebilde. Um die Zugfestigkeit der Heftnadel zu optimieren, wird das aus Matrix und Fasern bestehende Halbzeug derart verwendet, dass die Winkelhalbierende der sich kreuzenden Fasern weitgehend mit der Achse der Heftnadel übereinstimmt.

**[0014]** Die herausragende Leistungsfähigkeit des beschriebenen Halbzeugs gestattet die Herstellung und Verwendung von Heftnadeln, die vollständig aus dem faserverstärkten Kunststoff bestehen. Für sehr hohe Leistungsanforderungen besteht aber auch die Möglichkeit, Heftnadeln aus einer Kombination des faserverstärkten Kunststoffs auf Basis des vorkonfek-

tionierten Halbzeugs mit einem weiteren hochbelastbaren Material im Sinne einer Armierung herzustellen. Eine solche Armierung kann mit der Matrix des faserverstärkten Kunststoffs verbundenen oder darin eingebettet sein. Besonders geeignet erscheinen metallische Armierungen, z. B. auf Basis eines feinschichtigen Streckmetalls oder Geflechts.

**[0015]** Eine Armierung kann bei Bedarf auch mehrteilig ausgeführt sein, und zwar schichtartig nebeneinander oder in Reihe hintereinander. Im zuletzt genannten Fall kann beispielsweise im oberen Drittel der Heftnadel ein erstes Armierungsteil aus einem vergleichsweise festen und starren Material vorgesehen sein, das mit einem zweiten Armierungsteil im unteren Bereich der Heftnadel verbunden ist, welches aus einem Werkstoff mit hoher Zugfestigkeit, aber einer vergleichsweise besseren Biegefähigkeit besteht. Eine solche Heftnadel verfügt nicht nur über eine sehr hohe Zugfestigkeit sondern auch über die für die Spreizung der Heftnadeln notwendige Biegeelastizität.

**[0016]** Die Armierung sollte sich natürlich über die gesamte Länge der Heftnadel erstrecken und zumindest an einem Ende ein Formschlusselement ausbilden, und zwar entweder zur Ausbildung einer hakenförmigen Spitze am freien Ende der Nadel und/oder zur Einbettung des fußseitigen Bereichs der Nadel in einen Träger. Geeignete Armierungen können beispielsweise aus einem Streckmetall, einem Metallfasergewebe, einem metallischen Vlies, einem Blechstreifen, einer Mehrzahl von Drähten oder dergleichen gefertigt sein.

**[0017]** Um eine einfache Formgebung der Heftnadeln zu gewährleisten, sollte die Armierung selbst zumindest teilweise in einer Kunststoffmatrix eingeschlossen sein und/oder mit dem das Halbzeug repräsentierenden faserverstärkten Kunststoff einen Sandwich-Rowling bilden. Für die Herstellung der Heftnadel sollte ein Ausgangsmaterial mit streifenförmiger Struktur bereitgestellt werden, das

- als ein von einer Platte geschnittener oder gestanzter Streifen ist oder
- als ein durch Extrusion oder Pulltrusion oder Strangpressen oder Strangziehen erzeugter Streifen ist oder
- ein durch Ausstanzen erzeugter Streifenabschnitt ist, der annähernd der Größe der Nadel entspricht oder
- auf der Basis eines mattenartigen Halbzeug erzeugt wird, wobei in einem Zuge (d. h.

kontinuierlich, im Wesentlichen in einem Arbeitsgang) das Material des Halbzeugs erwärmt und die Heftnadeln schließlich herausgeformt werden, z. B. mittels eines Stanz-Präge-Prozesses, der auch formgebende Walzen beinhalten kann.

**[0018]** Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung weist zumindest ein Teilbereich der äußeren Kontur der Heftnadel Mittel auf, die einem Verkleben der paarweise angeordneten Heftnadeln entgegenwirken. Zu diesem Zweck kann eine dünnwandige Umhüllung bzw.

**[0019]** Umspritzung des Grundkörpers der Heftnadel vorgesehen sein. Aber auch eine geeignete Oberflächenbehandlung des Grundkörpers der Heftnadel mittels CVD (Chemical Vapor Deposition) oder ionisierender Strahlung kann den gewünschten Effekt hervorrufen. Nur wenn bei einer Kontamination die Klebstoffreste einfach entfernbar sind, kann die betreffende Heftnadel mehrfach zum Einsatz kommen.

**[0020]** Erfindungsgemäß wird die Heftnadel aus faserverstärktem Kunststoff auf der Basis eines vor-konfektionierten Halbzeugs mittels einer Vorrichtung zum Heißumformen in nur einem Schritt durch Heißumformung in die funktionale Form der Heftnadel gebracht.

**[0021]** Bei diesem Schritt der Heißumformung des Halbzeugs sollte der Streckungsgrad der im Wesentlichen in Achsrichtung verlaufenden Endlosfasern erhöht werden, um bei der Einleitung der Spannkraft das Potential der in die Matrix eingebetteten Fasern bestmöglich ausnutzen zu können und die Matrix selbst weitgehend zu entlasten.

**[0022]** Nach einer Variante der Erfindung kann zur Herstellung einer Heftnadel mit besonders hoher Belastbarkeit vor der Heißumformung des Halbzeugs eine Armierung in das Werkzeug eingelegt werden. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, die Armierung vor der Heißumformung mit der faserverstärkten Matrix zu vereinigen und so ein komplexeres Halbzeug zur Verfügung zu stellen. Das Abformen der Heftnadeln kann wie bereits oben beschrieben erfolgen.

**[0023]** Nachfolgend wird die erfindungsgemäße Heftnadel anhand von Ausführungsbeispielen und den dargestellten Figuren näher erläutert. Um eine umfangreiche und ausführliche Erklärung des Aufbaus und der Wirkungsweise der zugehörigen anderen mechanischen Teile der Verbindungsvorrichtung zu vermeiden, werden ausdrücklich die Offenbarungen der deutschen Gebrauchsmusteranmeldung DE 20 2010 015 746 und der deutschen Patentanmeldung DE 10 2011 108 624 zum Gegenstand dieser Anmeldung gemacht. Die erfindungsgemäße Heftnadel kann aber auch in Kombination mit anderen Verbindungsvorrichtungen zum Einsatz kommen.

**[0024]** Es zeigen:

**[0025]** Fig. 1a Darstellung eines Ausschnitts eines einfachen Gewebes aus Kett- und Schussfäden

**[0026]** Fig. 1b Darstellung eines Gewebes mit in Gruppen zusammengefassten Kett- und

Schussfäden

**[0027]** Fig. 2a Darstellung eines Gestricks

**[0028]** Fig. 2b Vektor-Darstellung zu Fig. 2a

**[0029]** Fig. 3 Darstellung eines schlauchförmigen Rundstrick-Elements

**[0030]** Fig. 4a Darstellung eines mehrlagigen Gewirks

**[0031]** Fig. 4b Darstellung des maschen- bzw. schlaufenbildenden Verlaufs der Fäden des Gewirks

**[0032]** Fig. 5a Schematische Darstellung eines zweilagigen Geleges

**[0033]** Fig. 5b Vektor-Darstellung zu Fig. 5a

**[0034]** Fig. 6 Ausschnitt eines Streckmetalls

**[0035]** Fig. 7a Schlauchförmiges Geflecht

**[0036]** Fig. 7b Vektor-Darstellung zu Fig. 7a

**[0037]** Fig. 8 Schematische Schnittdarstellung einer Heftnadel mit in einer Kunststoffmatrix eingebetteten Endlosfasern

**[0038]** Fig. 9 Schematische Darstellung des Verlaufs der Endlosfasern in Abhängigkeit ihrer Lage

**[0039]** Fig. 10 Schematische Darstellung eines Halbzeugs mit in einer Kunststoffmatrix eingebettetem Endlosfaser-Rowling oder Endlosfaser-Vlies

**[0040]** Fig. 11a Vlies mit homogen verteilten Fasern

**[0041]** Fig. 11b Behandeltes Vlies mit in Vorzugsrichtung ausgerichteten Fasern

**[0042]** Fig. 12 Halbzeug mit einem in eine Kunststoffmatrix eingebetteten Vlies gemäß Fig. 11b

**[0043]** Fig. 13 Faserverstärktes vollzylinderförmiges Halbzeug

**[0044]** Fig. 14 Faserverstärktes hohlzylinderförmiges Halbzeug

**[0045]** Fig. 15 Heftnadel mit verschiedenartigen Fasereinlagen in der Kunststoffmatrix

**[0046]** Fig. 16a Fußseitiger Formschlussbereich der Heftnadel

**[0047]** Fig. 16b Fußseitiger Formschlussbereich der Heftnadel

**[0048]** Fig. 16c Fußseitiger Formschlussbereich der Heftnadel

**[0049]** Fig. 17 Heftnadel mit Armierung und Faser-  
verstärkung

**[0050]** Fig. 18 Heftnadel mit Armierung ohne Faser-  
verstärkung

**[0051]** Der in der Fig. 1a dargestellte Gewebe-Ausschnitt zeigt eine einfache, die sogenannte Bindung repräsentierende Anordnung von Kett- und Schussfäden **1a**, **1b**. Die Bindung beeinflusst maßgeblich die Eigenschaften des Gewebes, z. B. die Schiebefestigkeit. Lockere Gewebe besitzen typischerweise eine gute räumliche Verformbarkeit. Voluminöse Gewebe auf der Basis gekräuselter Kunststoffgarne (z. B. Kevlar®-Fasern) weisen eine besonders gute Formbarkeit auf. Für den erfindungsgemäßen Einsatz müssen solche Fasergebilde vor ihrer Einbettung in eine Kunststoffmatrix derart vorbehandelt werden, dass die Fasern in Belastungsrichtung (also in Achsrichtung Z der Heftnadeln) eine Vorzugsorientierung aufweisen, so dass zumindest in dieser Richtung eine erhöhte mechanische Belastbarkeit vorliegt.

**[0052]** Die in Achsrichtung Z verlaufenden Fäden **1a** sollen aufgrund ihres größeren Querschnitts und/oder der höheren Festigkeit des verwendeten Materials (Metall oder Karbon) im Vergleich zu den quer verlaufenden Fasern **1b**, die beispielsweise aus Kunststoff sein können) die auf die Heftnadel einwirkenden Zugkräfte gut aufnehmen. Gleichzeitig soll eine hinreichend gute Verformbarkeit des Fasergebildes bei der Formgebung der Heftnadel durch Heißumformung des betreffenden Halbzeugs gewährleistet sein, um einen Teil der Fasern des Kopfbereichs **31** der Heftnadel **3** zur Ausbildung des die Stützfläche **310** repräsentierenden Bereichs nutzen zu können. Der in Achsrichtung Z verlaufende Summenvektor **10a** ist um das Mehrfache länger dargestellt als der quer dazu verlaufende Summenvektor **10b**, wodurch angedeutet werden soll, dass die mechanische Belastbarkeit (insbesondere die Zugbelastbarkeit) des aus den Fäden **1a**, **1b** bestehenden Gewebes in Längsrichtung der Heftnadel entsprechend höher ist.

**[0053]** An dieser Stelle sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemäßen Fasergebilde aus Endlosfasern auch mit einer Kunststoffmatrix kombiniert werden können, die Bruchstücke aus Fasern (z. B. Glasfasern) aufweist. Diese Faserbruchstücke können sich sehr gut mit den verschiedenen Fasergebilden aus Endlosfasern verhaken und somit besonders hochbelastbare Heftnadeln bilden.

**[0054]** Das Gewebe gemäß Fig. 1b verwendet pro Flächeneinheit mehr in Z-Richtung verlaufende Fäden **1a** als in Querrichtung verlaufende Fäden **1b**, so dass hierdurch eine entsprechend asymmetrischen mechanische Belastbarkeit gegeben ist.

**[0055]** Fig. 2a zeigt beispielhaft den Maschenverlauf bzw. den Verlauf der Fäden **1a**, **1b** eines Gestricks. Zur Verdeutlichung der bevorzugten Belastbarkeit des Gestricks in Achsrichtung Z wurden schematisch an einigen Stellen eines eine Masche bildenden Fadens Richtungsvektoren **10a**, **10ab**, **10b**, **10ba** eingezeichnet. Die Summenvektoren **10aa**, **10bb** von Fig. 2b fassen die Einzelvektoren **10a**, **10ab**, **10b**, **10ba** prinzipiell zusammen.

**[0056]** Das in Fig. 3 dargestellte Rundgestrick soll beispielhaft für alle kompakten und hohlen Profile stehen, die sich heute mit Dimensionen von 1 mm Durchmesser bis zu etwa 250 mm Außenabmessungen mit weitgehend gleich bleibenden Querschnitten sehr effizient herstellen lassen, z. B. mittels Strangziehverfahren. Dabei sind alle Fasern in Längsrichtung gleich ausgerichtet, was zu sehr guter Reproduzierbarkeit führt. Die mechanischen Eigenschaften sind durch die Zuführung von Faser-Rovings, Matten auf Basis von Geweben, Gewirken, Vliesen oder dergleichen zu beeinflussen.

**[0057]** Fig. 4a zeigt ein weiteres Beispiel für ein Fasergebilde, und zwar nach Art eines Gewirks. Der Verlauf der Fäden **1a**, **1b** und die gebildeten Zwischenräume **2** sind in Fig. 4b dargestellt.

**[0058]** Mit Gelegen aus zwei oder mehr Lagen gleichgerichteter Fasern **1a**, **1b** (wie in Fig. 5a schematisch angedeutet) kann in definierter Weise ein Winkel zwischen den sich kreuzenden Fasern **1a**, **1b** gewählt werden, wobei die Hauptausrichtung der Fasern **1a**, **1b** entlang der Achse Z der Heftnadel erfolgt und die Winkelhalbierende zwischen den Fasern **1a**, **1b** idealerweise mit der Achse Z zusammenfällt. Fig. 5a symbolisiert auch für dieses Ausführungsbeispiel die asymmetrische Belastbarkeit des Fasergebildes bzw. des daraus hergestellten Halbzeugs.

**[0059]** Fig. 6 zeigt den Ausschnitt eines feinmaschigen Streckmetall-Elements mit Materialstegen **1** und Zwischenräumen **2**, deren Ausbildung ebenfalls eine asymmetrische Zug-Belastbarkeit hervorruft. Dieses Beispiel soll verdeutlichen, dass der Schutzzumfang dieser Erfindung weitauszulegen ist, da im Sinne der Erfindung auch die sich aneinander reichende Stege eines Streckmetalls als faserartige Verläufe mit sich kreuzenden Stellen aufgefasst werden können. Während bei realen Fasergebilden die Lagefixierung der Fasern untereinander in der Regel erst mit deren Einbettung in die Kunststoffmatrix erfolgt, geschieht dies beim Streckmetall bereits mit seiner Herstellung. Es lässt sich jedoch in ähnlicher Weise

räumlich ausformen wie ein hinreichend lockeres (also mit Zwischenräumen versehenes) Fasergebilde, wie z. B. Gewebe, Gestricke oder Vlies.

**[0060]** Aus **Fig. 5a** ist ein schlauchförmiges Geflecht aus Fasern oder Litzen **1'a**, **1'b** entnehmbar, wobei die Fasern **1'a**, **1'b** miteinander einen Winkel von ca. 45 Grad bilden und deshalb in Achsrichtung Z keine bevorzugte Belastbarkeit vorliegt, wie mit der Vektordarstellung in **Fig. 7b** angedeutet. Dies ist jedoch nicht der Fall, wenn der schlauchförmige Hohlraum von der Kunststoffmatrix ausgefüllt ist, da sich das Geflecht dann unter Zugbelastung nicht mehr zusammenziehen kann. Dieses Ausführungsbeispiel ist also ebenfalls für den erfindungsgemäßen Einsatz geeignet.

**[0061]** In **Fig. 8** ist ein Querschnitt durch eine Kunststoff-Heftnadel **3** dargestellt, wobei der Übersichtlichkeit halber nur die sich im Wesentlichen in Achsrichtung erstreckenden Endlosfasern **1a** des Fasergebildes aus sich kreuzenden Fasern **1a**, **1b** dargestellt sind. Durch die Formgebung der Heftnadel **3** während des Heißumformens werden die Fasern **1a** im Bereich der Stützfläche **310** am unteren Ende des Kopfes **31** verdichtet, wobei gleichzeitig auch der Verlauf der Fasern **1a** in diesem Bereich einen Übergriff zur Aufnahme der zu übertragenden Spannkraft bildet. Der gewünschte Verlauf der Fasern kann auch durch eine gezielte axiale Stauchung des Kopfes **31** oder durch eine rückseitige querverlaufende Eindelung des Kopfes **31** in Richtung der Ebene der Stützfläche **310** (wie bei **12** in **Fig. 9** angedeutet) unterstützt werden.

**[0062]** Die gemäß **Fig. 8** dargestellte Form einer Heftnadel **3** geht davon aus, dass zur Spreizung der Köpfe **31** eine axiale Verschiebung von aufeinander abgestimmten Heftnadeln vorgesehen ist, wobei der Druck auf die Rückseiten der Köpfe **31** zu einer Schwenkbewegung um die virtuelle Schwenkachse **311** am Übergang zum Schaft **30** der Heftnadel **3** führt. Infolgedessen übergreift die Stützfläche **310** den Rand des Loches der zu verbindenden Teile (nicht dargestellt) und kann dann verspannt werden.

**[0063]** **Fig. 10** stellt ein Halbzeug **300** schematisch dar, das durch Heißumformung die Kontur der Heftnadel erhalten soll. Dieses Halbzeug **300** besteht aus einer Kunststoffmatrix und wenigstens einem Fasergebilde in dem voran beschriebenen weitgefassten Wortsinn. Bei Umformung der Halbzeugs **300** wird auf die Fasern **1a**, **1b** unterschiedlich eingewirkt, wobei es, je nach Intensität der Umformung, zu einer mehr oder weniger starken Streckung der Fasern **1a** kommt. Im Bereich einer neutralen Faser L0 (siehe auch **Fig. 9**) ist im Wesentlichen keine Streckung zu erwarten, während in den stärker deformierten Randbereichen entlang der Konturen L1 und L2 eine Streckung der Fasern **1a** erfolgt, was der Kraftübertra-

gung durch diese Fasern **1a** förderlich ist und die mechanische Belastung der Kunststoffmatrix reduziert.

**[0064]** Grundsätzlich können auch Fasergebilde als Basis zur Herstellung eines Halbzeugs **300** eingesetzt werden, deren Fasern **1a**, **1b** zunächst homogen verteilt sind und keine bevorzugte Ausrichtung ausweisen, wie dies bei einem Vlies grundsätzlich der Fall ist. Durch eine geeignete mechanische Behandlung dieses Fasergebildes kann eine Vorzugsrichtung der Fasern erzeugt werden. In **Fig. 11a** und **Fig. 11b** ist durch Pfeile angedeutet wie durch Recken und Stauchen eines Vlieses eine bevorzugte Belastungsrichtung für ein Halbzeug **300** hergestellt werden kann. Die Summen-Vektoren **10aa**, **10bb** symbolisieren die entsprechende Veränderung der mechanischen Eigenschaften.

**[0065]** **Fig. 13** zeigt ein Halbzeug **300** in Stabform, in dessen inneren Kunststoffkern **33** Fasern **330** oder dergleichen eingebettet sind, deren Verlauf sich im Wesentlichen in axialer Richtung Z erstreckt. Dieser Kern **33** ist umschlossen von einem Geflecht **301** sich kreuzender Fasern **1a**, **1b** oder Drähte oder Litzen. Die äußere Hüllschicht **32** wird gebildet von einem Kunststoff ohne Faserverstärkung. Gemäß einer Vorzugsvariante der Erfindung besitzt dieses Kunststoffmaterial die Eigenschaft, sich nicht oder nur schlecht mit dem Klebstoff zu verbinden, der zum Verkleben der plattenartigen Teile verwendet wird. Polypropylen (PP) weist im Wesentlichen die gewünschten Eigenschaften auf. Eine Kontamination der Heftnadeln mit dem Klebstoff würde also eine einfache Reinigung und somit eine Wiederverwendung der Verbindungsvorrichtung ermöglichen.

**[0066]** Ein rohrförmiges Halbzeug **300** ist in **Fig. 14** dargestellt. Demnach wird das aus den Fasern **1a**, **1b** gebildete Geflecht **301** von einer inneren faserverstärkten Hülle **34** mit den Fasern **340** und einer äußeren faserverstärkten Hülle **32** mit den Fasern **320** eingeschlossen. Die faserverstärkte äußere Hülle **32** bietet auch bei einem großen Umformungsgrad des Halbzeugs **300** einen sicheren Schutz davor, dass das eingeschlossene Geflecht **301** unerwünscht an die Oberfläche treten kann. Somit könnte das Verstärkungselement **301** auch aus einem scharfkantigen Material bestehen, z. B. Streckmetall.

**[0067]** **Fig. 15** zeigt eine Heftnadel **3**, die unter Verwendung verschiedenartiger Fasergebilde **1a**, **1b** und **1c**, **1d** erzeugt wurde, z. B. auf der Basis eines Halbzeugs **300** gemäß **Fig. 13**.

**[0068]** Varianten fußseitiger Formschlussbereiche mit zur Achse Z abgewinkelten Enden zeigen die **Fig. 16a** bis **Fig. 16c**. Demnach kann das Halbzeug am fußseitigen Ende mittig geteilt und im Wesentlichen rechtwinklig oder spitzwinklig abgespreizte Formschlusselemente **36a**, **36b** bzw. **38a**, **38b**

aufweisen. Aber auch einseitig abgewinkelte Formschlusselemente **37** sind geeignet, einen guten Halt in einem Heftnadel-Träger (nicht dargestellt) zu gewährleisten.

**[0069]** Die Heftnadel **3** gemäß **Fig. 17** weist mittig eine Armierung **4** auf, die beispielsweise aus einem Streifen Streckmetall oder Blech geformt wurde. Die Armierung **4** bildet am Kopf **31** ein hakenförmiges Ende **41** aus und ist in Bereich des Schaftes **30**, **40** beidseitig sandwichartig von einer mit Fasern **1a**, **1b** verstärkten Kunststoffmatrix eingeschlossen. Die Kunststoffmatrix (z. B. auf Basis von Polypropylen) weist bezüglich des verwendeten Klebstoffs keine guten Bindungseigenschaften auf, um eine einfache Reinigung der Heftnadeln **3** zu gewährleisten. Gegebenenfalls kann die Oberfläche der Kunststoffmatrix auch durch eine chemische oder physikalische Behandlung mit den gewünschten Eigenschaften ausgestattet werden.

**[0070]** Die in **Fig. 18** dargestellte Heftnadel **3** besitzt eine nahe dem äußeren Rand angeordnete Armierung **4**, die durch Kaltfließpressen erzeugt wurde. Im Bereich des Kopfes **31** ist ein hakenförmiges Widerlager **41** und fußseitig ein Formschlussbereich **32** zur Einbettung in einen Heftnadel-Träger ausgebildet. An der Rückseite des Heftnadel **3** sind im Bereich des Kopfes **31** Konturen **31a**, **31b** angeformt, die im Zusammenwirken mit den Gegenkonturen einer weiteren (nicht dargestellten) Heftnadel ein Spreizen der Heftnadeln bewirken, wenn diese axial auf ein gleiches Niveau verschoben werden.

Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Verstärkungsmaterial, in Kunststoff einzubetten
<b>1a, 1b</b>	Fasermaterial (flächige Maschenware bzw. Rundstrickware)
<b>1'a, 1'b</b>	Fasermaterial (Schlauch-Flechtung)
<b>1c, 1d</b>	Verstärkungsmaterial (aus Fasern, Draht, Streckmetall,...)
<b>10a</b>	Vektor in Achsrichtung der Heftnadel
<b>10b</b>	Vektor quer zur Achsrichtung der Heftnadel
<b>10aa</b>	Summen-Vektor in Achsrichtung der Heftnadel
<b>10bb</b>	Summe-Vektor quer zur Achsrichtung der Heftnadel
<b>10ab, 10'ab</b>	Vektor mit diagonalem Verlauf

**10ba, 10'ba**  
**2**  
**3**  
**30**  
**31**  
**32**  
**33**  
**34**  
**35**  
**36a, 36b, 37, 38a, 38b**

**300**  
**301**  
**310**  
**311**  
**320, 330, 340**

**4**  
**40**  
**41**  
**42**

**L0**  
**L1**  
**L2**

**Z**

Vektor mit diagonalem Verlauf  
 Freiraum  
 Heftnadel  
 Schaft der Heftnadel  
 Kopf der Heftnadel  
 Äußere Hüllschicht aus Kunststoff  
 Innerer Kunststoffkern  
 Innere Hüllschicht  
 Hohlraum  
 Fußseitiges Formschlusselement  
 Halbzeug  
 Verstärkungselement (Gewebe, Gestrick, Geflecht, Gewirk, ...)  
 Stützfläche am Kopf der Heftnadel  
 Virtuelle Schwenkachse am Übergang zwischen Kopf und Schaft  
 Fasern, Draht oder Litze  
 Armierung, z. B. aus Streckmetall oder Drahtgeflecht  
 Schaft  
 Kopf  
 Fußseitiger Formschlussbereich  
 Neutrale Achse der Heftnadel  
 Verlauf der vorderen Kontur der Heftnadel  
 Verlauf der hinteren Kontur der Heftnadel  
 Längsachse der Heftnadel

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 202010015746 [0002, 0023]
- DE 102011108624 [0005, 0023]

## Patentansprüche

1. Heftnadel aus faserverstärktem Kunststoff für eine Verbindungsvorrichtung zum temporären Verbinden von wenigstens zwei vorzugsweise plattenartigen Teilen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heftnadel (3) wenigsten einen sich über ihre gesamte Länge erstreckenden Bereich aufweist, in dessen Kunststoffmatrix sogenannte Endlosfasern (1a–1d) sich definiert kreuzend angeordnet sind, wobei die Summe der in Achsrichtung (Z) resultierenden Faservektoren (10a, 10aa) vorzugsweise größer ist, insbesondere mehr als doppelt so groß ist, wie die Summe der quer zur Achsrichtung (Z) resultierenden Faservektoren (10b, 10bb), wobei dieser Bereich von einem vorkonfektionierten Halbzeug gebildet ist.

2. Heftnadel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug von einem in eine Kunststoffmatrix eingebetteten Gelege, Gewebe, Gestrick, Gewirk, Geflecht oder dergleichen oder einer Kombination dessen gebildet ist.

3. Heftnadel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug von einem in eine Kunststoffmatrix eingebetteten Vlies oder dergleichen gebildet ist, wobei das Vlies derart vorbehandelt wurde, dass die Fasern überdurchschnittlich in Achsrichtung (Z) der Heftnadel ausgerichtet sind.

4. Heftnadel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug flächig oder seilförmig oder schlauchförmig oder mit kreissegmentartigem Querschnitt gebildet ist.

5. Heftnadel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Fasern bei einem Gelege in einem spitzen Winkel kreuzen, wobei die Winkelhalbierende weitgehend mit der Achse (Z) der Heftnadel (3) übereinstimmt.

6. Heftnadel nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heftnadel (3) vollständig aus dem faserverstärktem Kunststoff besteht.

7. Heftnadel nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heftnadel (3) aus einer Kombination des faserverstärkten Kunststoffs auf Basis des vorkonfektionierten Halbzeugs mit einem weiteren, mit dem Kunststoff verbundenen oder darin eingebetteten Material besteht, wobei das weitere Material eine insbesondere metallische Armierung (40) repräsentiert.

8. Heftnadel nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Armierung (40) über die gesamte Länge der Heftnadel (3) erstreckt und zumindest an einem Ende ein Formschlusselement (41, 42) ausbildet, und zwar entweder zur Ausbildung einer

hakenförmigen Spitze (41) am freien Ende der Heftnadel (3) und/oder zur Einbettung des fußseitigen Bereichs (42) der Heftnadel (3) in einen Träger.

9. Heftnadel nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Armierung (40) aus einem Streckmetall, einem Metallfasergewebe, einem metallischen Vlies, einem Blechstreifen, Drähten oder dergleichen besteht.

10. Heftnadel nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Armierung selbst zumindest teilweise in einer Kunststoffmatrix eingeschlossen ist und/oder mit den das Halbzeug repräsentierenden faserverstärkten Kunststoff einen Sandwich-Rowling bildet, der seinerseits das Ausgangsmaterial zur Ausformung der Heftnadel (3) darstellt.

11. Heftnadel nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ihr Ausgangsmaterial eine streifenförmige Struktur aufweist, das

a. als ein von einer Platte geschnittener oder gestanzter Streifen oder

b. als ein durch Extrusion oder Pulltrusion oder Stangpressen oder Strangziehen erzeugter Streifen oder

c. ein durch Ausstanzen erzeugter Streifenabschnitt, der annähernd der Größe der Heftnadel entspricht.

12. Heftnadel nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest Teilbereiche der äußeren Kontur der Heftnadel (3) Mittel aufweisen, die einem Verkleben der paarweise angeordneten Heftnadeln (3) entgegenwirken, insbesondere derart, dass eine Umhüllung oder Oberflächenbehandlung des Grundkörpers der Heftnadel (3) vorgesehen ist, die geeignet ist, einer Verbindung mit den zu erwartenden Kontaminationsmaterialien (insb. Klebstoffen) entgegenzuwirken.

13. Verfahren zur Herstellung einer Heftnadel aus faserverstärktem Kunststoff, insbesondere einer Heftnadel gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein aus faserverstärktem Kunststoff bestehendes Halbzeug einer Vorrichtung zum Heißumformen zugeführt und in nur einem Schritt durch Heißumformung in die funktionale Form der Heftnadel (3) gebracht wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heißumformung des Halbzeugs derart erfolgt, dass der Streckungsgrad der im Wesentlichen in Achsrichtung verlaufenden Fasern erhöht wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor der Heißumformung eine Armierung in das Werkzeug eingelegt wird.

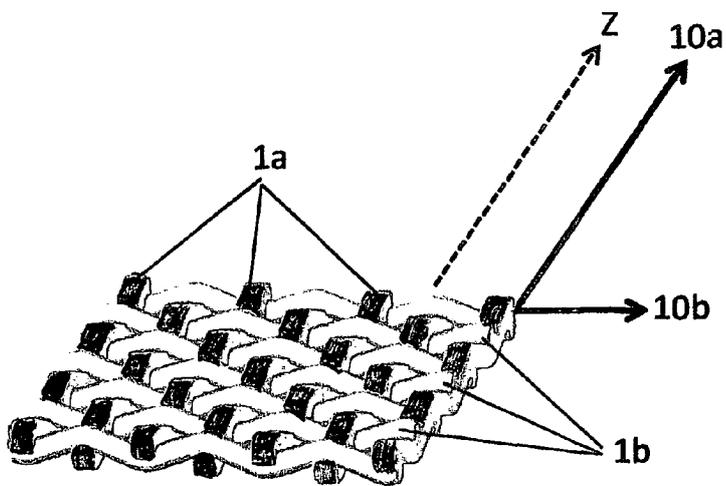
16. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich basisseitig ein Formschlussbereich ausgebildet wird, um eine sichere Verankerung der Heftnadel (3) in einem Nadelträger zur Übertragung der Halte-/Verspannkraft zu gewährleisten.

17. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche der Heftnadel (3) vor Kontamination geschützt wird, und zwar durch

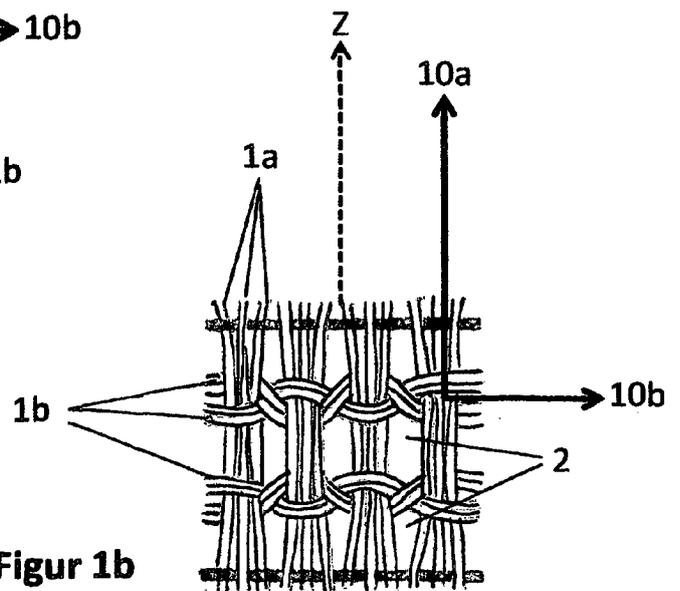
- umspritzen mit einem geeigneten Kunststoff-Material oder
- chemische Oberflächenbehandlung, z. B. CVD (Chemical Vapor Deposition) oder
- Ionen-Beschuss.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

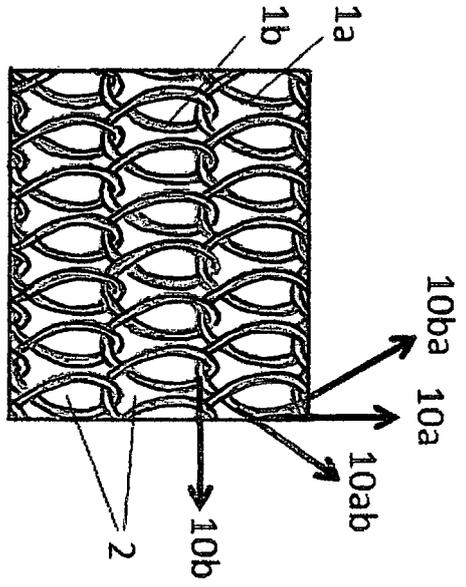
Anhängende Zeichnungen



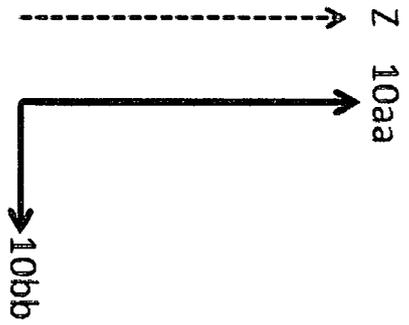
Figur 1a



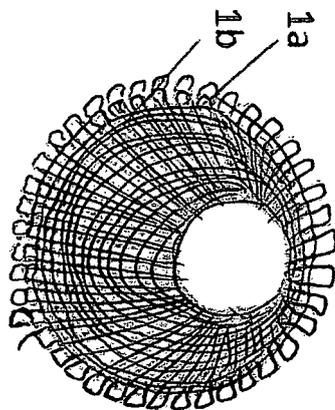
Figur 1b



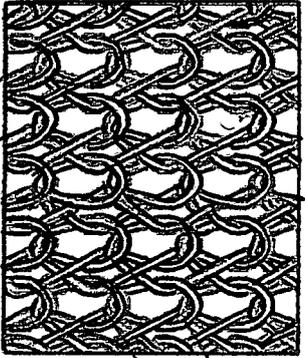
Figur 2a



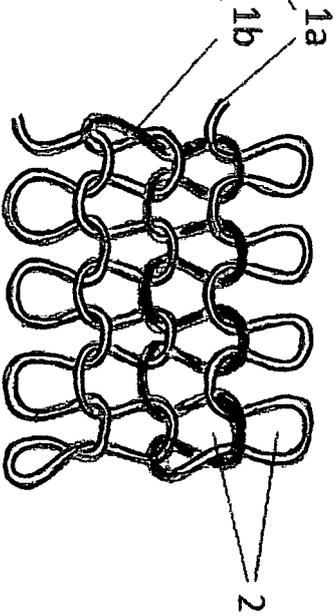
Figur 2b



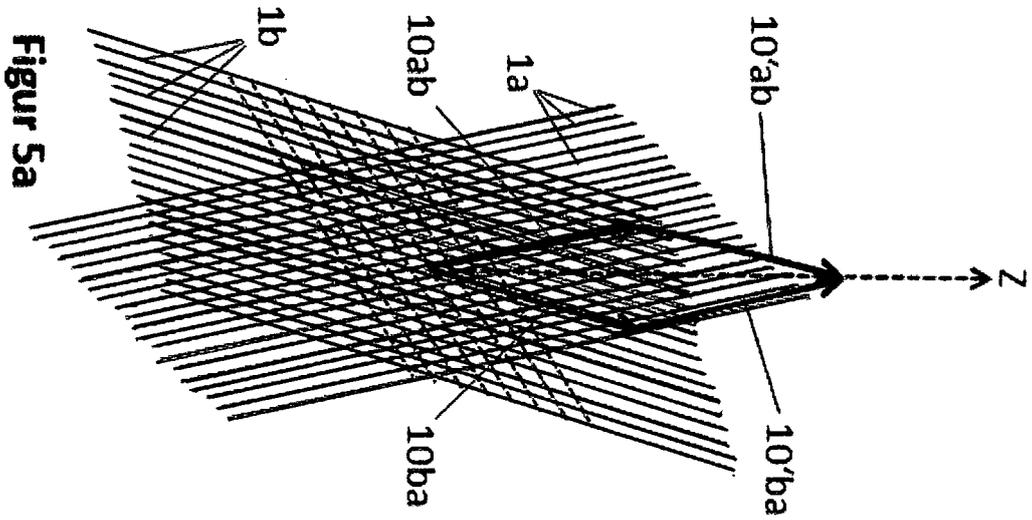
Figur 3



Figur 4a



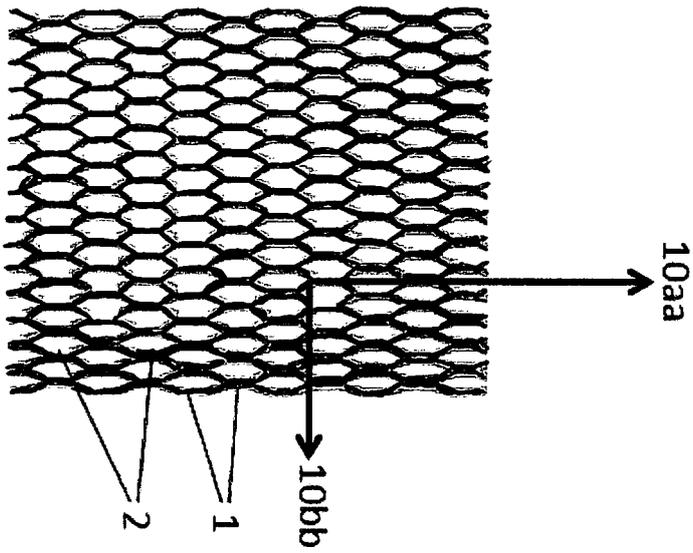
Figur 4b



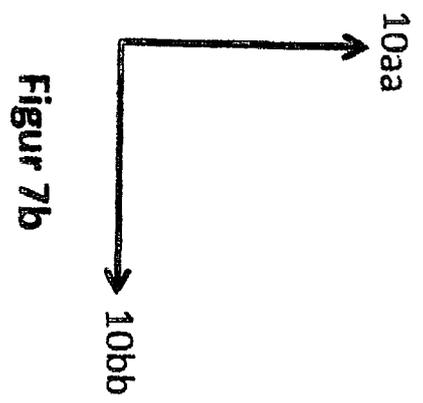
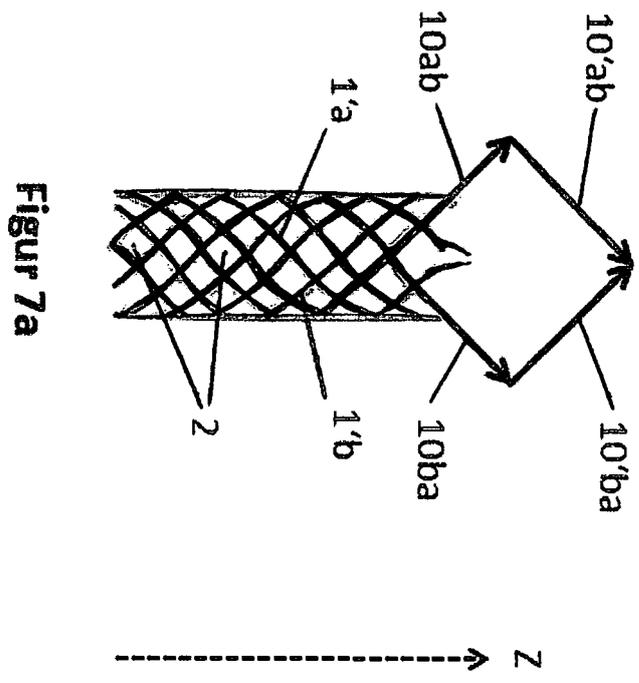
Figur 5a



Figur 5b



Figur 6



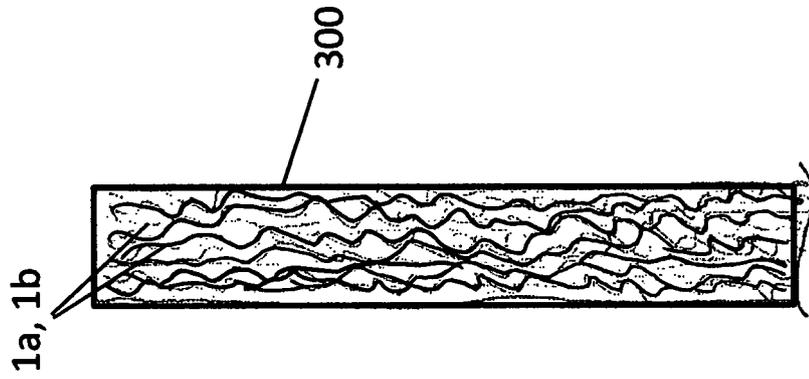


Figure 10

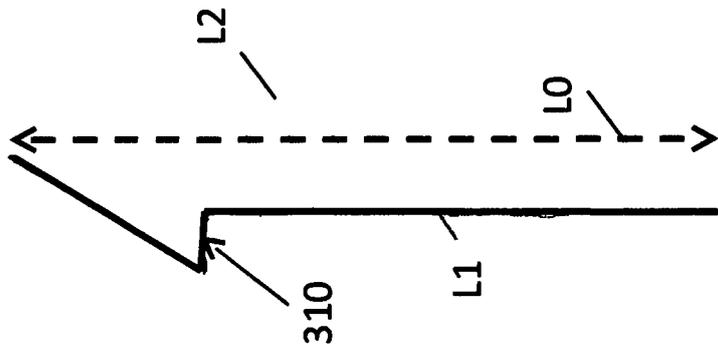


Figure 9

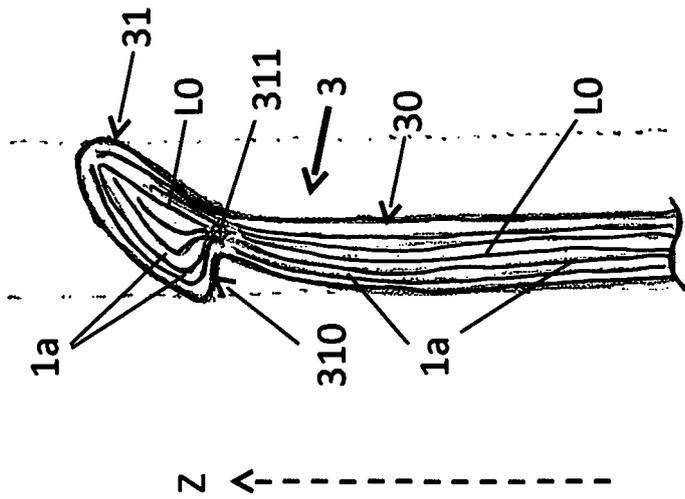


Figure 8

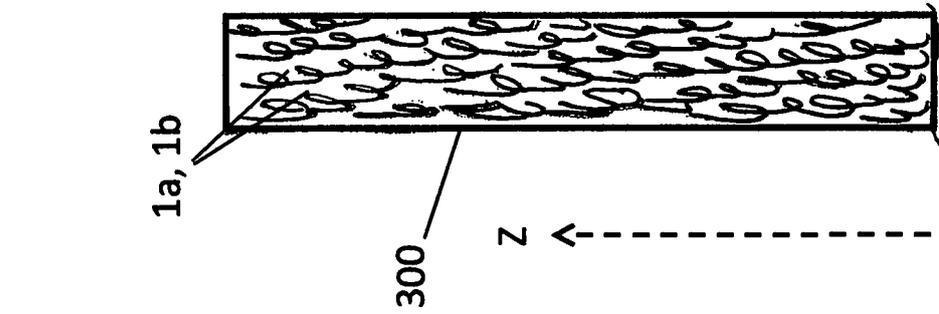


Figure 11a

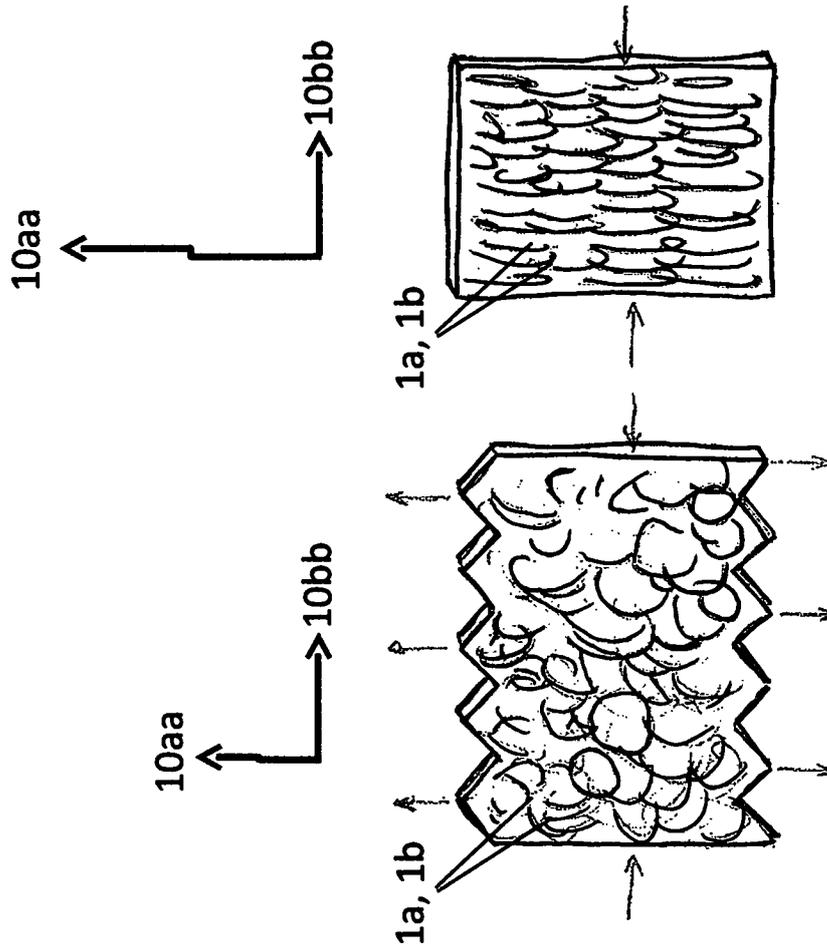


Figure 11b

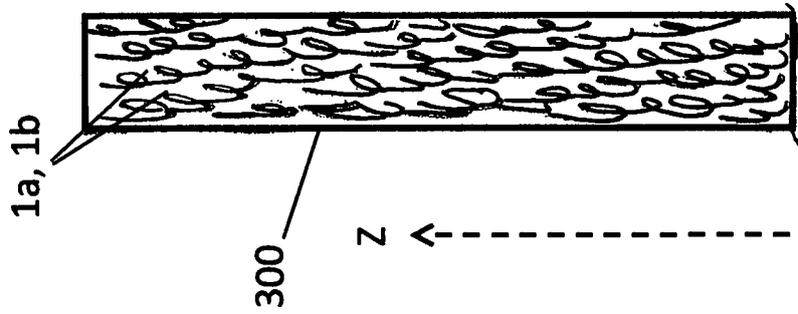


Figure 12

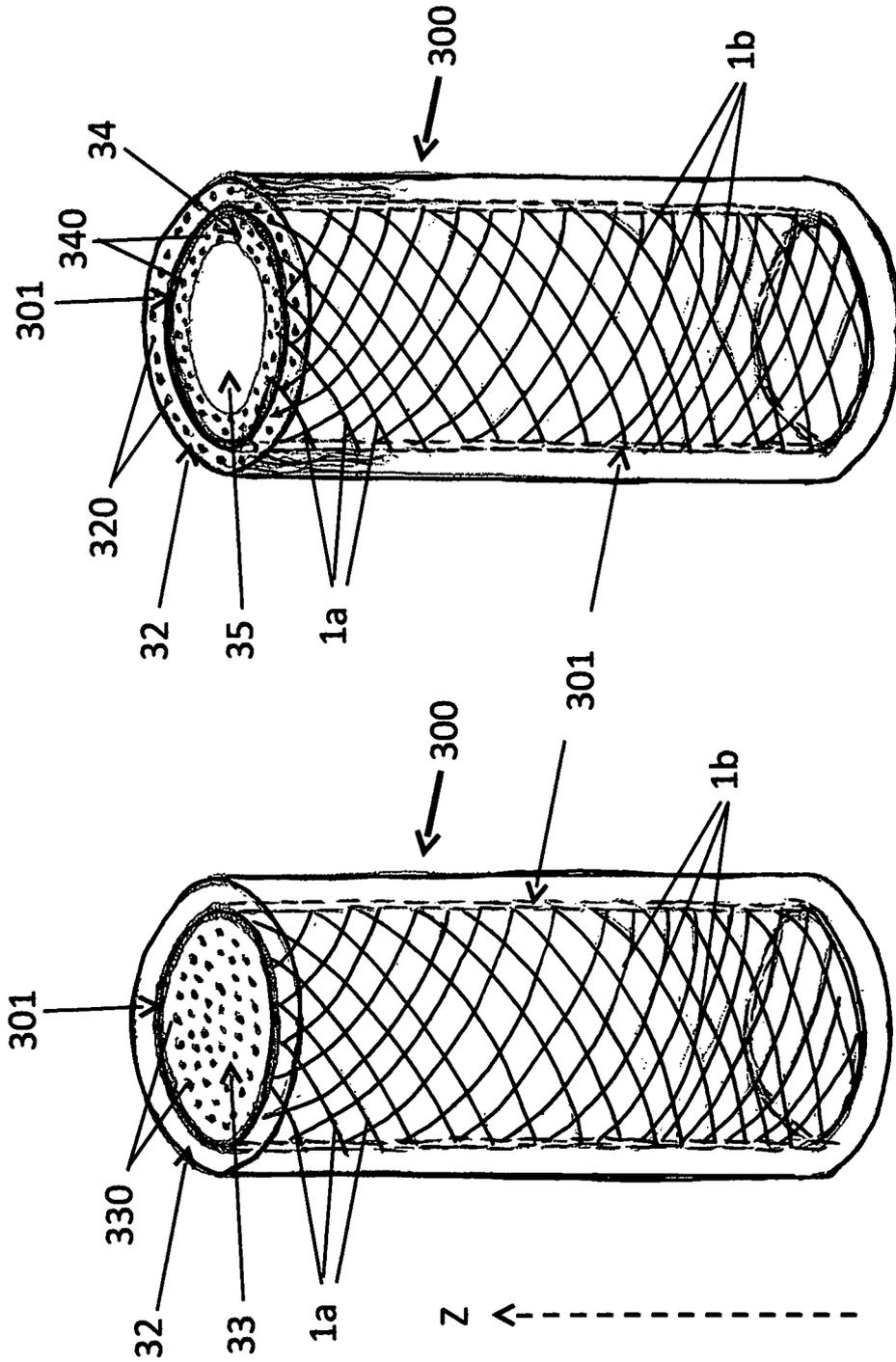


Figure 14

Figure 13

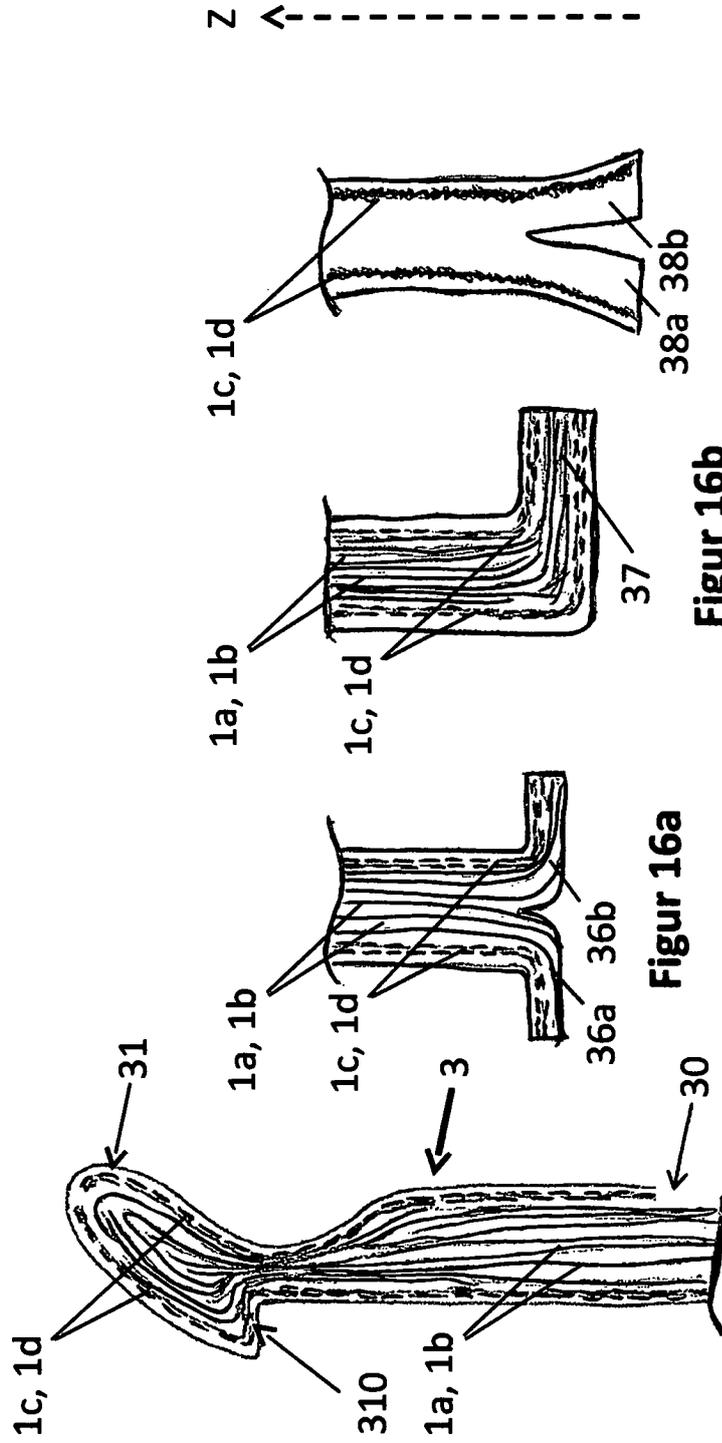
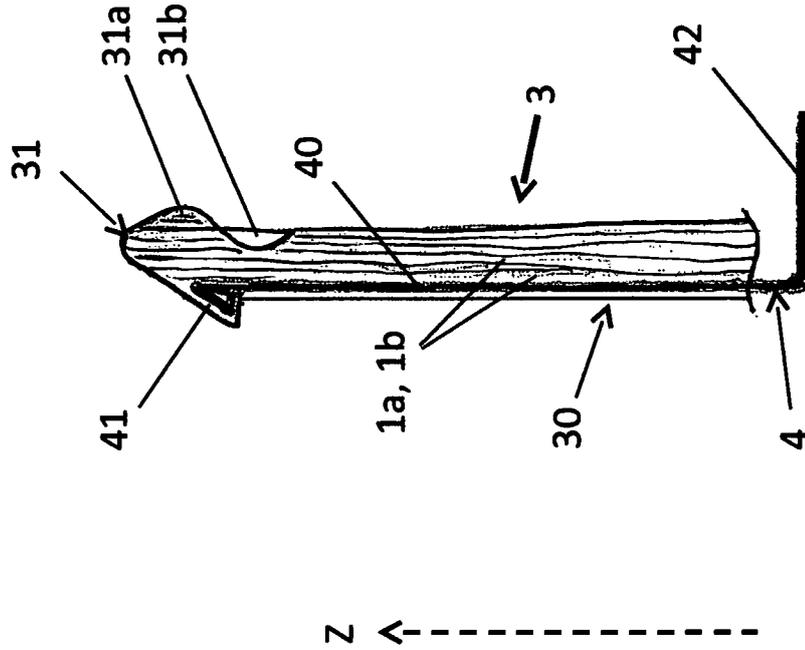


Figure 16c

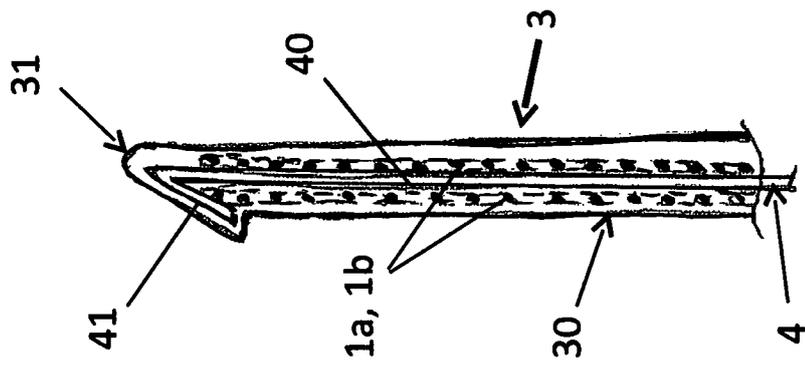
Figure 16b

Figure 16a

Figure 15



Figur 18



Figur 17