

(19)



(11)

**EP 3 132 074 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**14.11.2018 Patentblatt 2018/46**

(51) Int Cl.:  
**D02J 1/18<sup>(2006.01)</sup> B29C 65/08<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **15713143.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2015/055689**

(22) Anmeldetag: **18.03.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2015/158483 (22.10.2015 Gazette 2015/42)**

**(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SPREIZEN EINES FASERSTRANGS**

**METHOD AND APPARATUS FOR SPREADING A FIBRE BUNDLE**

**MÉTHODE ET APPAREIL POUR LA DIFFUSION D'UN FAISCEAU DE FIBRES**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **16.04.2014 DE 102014105464**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.02.2017 Patentblatt 2017/08**

(73) Patentinhaber:  
• **C. Cramer, Weberei, Heek-Nienborg, GmbH & Co. KG**  
**48619 Heek-Nienborg (DE)**  
• **Keppel, Jürgen**  
**46049 Oberhausen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **KEPPEL, Jürgen**  
**46049 Oberhausen (DE)**  
• **RAKOVAC, Andy**  
**48607 Ochtrup (DE)**  
• **HOLTMANN, Thomas**  
**59399 Olfen (DE)**

(74) Vertreter: **Buse, Mentzel, Ludewig**  
**Patentanwaltskanzlei**  
**Kleiner Werth 34**  
**42275 Wuppertal (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 0 292 266 WO-A1-2013/154643**  
**WO-A1-2014/100586 US-A- 4 959 895**  
**US-A1- 2003 057 585**

**EP 3 132 074 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Spreizen eines Faserstrangs, welcher eine Anfangsbreite und eine Anfangsdicke besitzt, zu einem bandförmigen Faserstrang mit größerer Endbreite und mit ge-

**[0002]** Das Aufspreizen von Fasersträngen ist seit Längerem bekannt und wird bei Fasersträngen aus Polymerfasern zur Verbesserung physikalischer Eigenschaften eingesetzt, da durch das Aufspreizen beispielsweise Verdrehungen der Filamente im Faserstrang beseitigt und ein Faserstrang mit gleichgerichteten Filamenten erzielt wird. Bei Fasersträngen aus Carbonfasern wird durch ein Aufspreizen insbesondere die Erzielung eines geringeren Flächengewichts der aus diesen Fasersträngen erzeugten Gewebe oder Gelege angestrebt. Derartige Gewebe oder Gelege können insbesondere für Composite eingesetzt werden. Üblicherweise wird ein solcher Compositwerkstoff gebildet, indem ein Fasergewebe oder Fasergelege oder ein anderes textiles Flächengebilde aus Verstärkungsfäden, wie beispielsweise Carbonfasern, mit einer thermoplastischen Matrix beschichtet und ein solches Vorprodukt (Prepreg) verpresst wird. Um das Gewicht der entstehenden Composite möglichst gering zu halten, werden für die textilen Flächengebilde, insbesondere Faserstränge mit möglichst geringer Dicke und unverändert guten mechanischen Eigenschaften, wie beispielsweise Zugfestigkeit, eingesetzt. Eine Dickenreduzierung und Verbreiterung der Faserstränge wird durch Aufspreizen der Faserstränge erhalten.

**[0003]** Bei bekannten Vorrichtungen wird ein Aufspreizen eines Faserstrangs auf unterschiedliche Weise erzielt. Eine Möglichkeit ist es, den Faserstrang in einem elektrischen Feld aufzuladen, wodurch sich die Filamente gegenseitig abstoßen und auf diese Weise separieren. Ein solches Aufspreizverfahren ist energieintensiv und nur auf Faserstränge anwendbar, die elektrisch leitfähig und damit elektrisch aufladbar sind. Glas- oder Textilfasern müssen beispielsweise vor einem solchen Aufspreizverfahren imprägniert werden.

**[0004]** Bei einem anderen Verfahrensprinzip wird in einen Faserstrang in Längsrichtung Luft eingeblasen, um den Strang zu öffnen. Die Filamente in einem Faserstrang sind von einer Schlichte umgeben, die die Handhabung des Faserstrangs bei verschiedenen Verarbeitungsvorgängen, wie beispielsweise beim Weben, erleichtert. Diese Schlichte verklebt die Fasern und erschwert bei diesem Einblasverfahren ein gleichmäßiges Aufspreizen des Faserstrangs. Darüber hinaus ist eine Entfernung der Schlichte schwierig, da einerseits unterschiedlich beschaffene Schichten verwendet werden und andererseits diese Schlichte die Beschädigung z.B. bruchgefährdeter Carbonfasern bei der Weiterverarbeitung verhindert.

**[0005]** Bei einer weiteren Verfahrensvariante werden zum Aufspreizen Schwingungen in den Faserstrang eingebracht. So beschreiben die beiden Dokumente US 5,042,111 und US 3,704,485 ein Verfahren, wo durch einen Lautsprecher Schallwellen erzeugt werden und ein schwingendes Luftpolster einen Faserstrang spreizt. Ein solches Verfahren ist sehr schlecht steuerbar und führt zu ungleichmäßigen Endbreiten des Faserstrangs. Eine bessere Übertragung der Schwingungen auf einen Faserstrang wird erzielt, wenn der Schall in eine Flüssigkeit, wie beispielsweise Wasser, eingeleitet wird. Dies ist in den Dokumenten US 5,511,395 und EP 1 652 978 B1 beschrieben. Nachteilig bei diesem Verfahren ist jedoch, dass sich die Filamente umgebende Schlichte im Wasserbad verändert. Dies kann je nach Beschaffenheit der Schlichte auch zu einer chemischen Veränderung führen. In jedem Fall wird aber das Mengenverhältnis von Faser zur Schlichte im Faserstrang beeinflusst, was nicht gewünscht wird. Ein weiterer Nachteil des Verfahrens besteht darin, dass das aus dem Wasser austretende gespreizte Faserband entwässert und getrocknet werden muss. Ein solcher Trocknungsprozess ist energieintensiv, so dass einer Trocknung eine mechanische Entwässerung vorgeschaltet wird. Zum Entwässern des Bandes werden bei der Vorrichtung gemäß EP 1 652 978 B1 die gespreizten Bänder einer Quetschanordnung zugeführt. Es hat sich gezeigt, dass bei einem solchen Quetschprozess neben der Entwässerung auch ein zusätzliches Aufspreizen erfolgt. Weitergehende Entwicklungen befassten sich daher mit dem Aufspreizen eines trockenen Faserstrangs mit ähnlichen Anordnungen, insbesondere einer Zick-Zack-Führung des Faserstrangs über verschiedene Walzen und ggf. über Vibrationsstäbe. Auch bei diesem Verfahren wird der Faserstrang vor, während und nach dem Spreizen mittels einer Heizeinrichtung erwärmt, um die auf den Fasern vorhandene Schlichte thermisch oder chemisch aufzubrechen, was zum einen die Schlichte beeinflusst und andererseits Energiekosten verursacht. Eine Veränderung der Schlichte ist jedoch nicht erwünscht, da die Schlichte im Faserstrang für weitere Verarbeitungsvorgänge benötigt wird.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein kostengünstigeres Verfahren zum Aufspreizen von Fasersträngen zur Verfügung zu stellen, welches für Faserstränge unterschiedlicher Beschaffenheit anwendbar ist und insbesondere das Verhältnis von Schlichte zur Faser im Faserstrang nicht beeinflusst.

**[0007]** Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erfüllt. Zur Durchführung eines solchen Verfahrens kann eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 eingesetzt werden.

**[0008]** Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Verfahrens- bzw. Vorrichtungsmerkmale.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Spreizen eines Faserstrangs, welcher eine Anfangsbreite (Ausdehnung in y-Richtung) und Anfangsdicke (Ausdehnung in z-Richtung) aufweist, zu einem bandförmigen Faserstrang mit größerer Endbreite und mit geringerer Enddicke, also eine Verbreiterung des Faserstrangs quer zu seiner Längs-

richtung (x-Richtung). Das Verfahren ist anwendbar auf alle Faserstränge aus endlosen Multifilamentfasern, d.h. auf Fasern aus Keramik, wie beispielsweise Silikat, aus Basalt, aus Glas, aus Siliziumcarbid, aus Metallen, wie Stahl, Aluminium, Titan, aus Aramid, wie beispielsweise Kevlar, aber auch für Polymerfasern. Ziel des Aufspreizens kann allein die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften sein oder insbesondere das geringere Flächengewicht. Es können

Multifilamentfasern mit unterschiedlicher Anzahl von Filamenten eingesetzt werden, von 1K-Fasern, die 1000 Filamenten enthalten, aber beispielsweise auch 50K-Fasern mit 50 000 Filamenten.

**[0010]** Beim vorliegenden Verfahren wird der zu spreizende Faserstrang ausgehend von einer Abwicklung in Faserlängsrichtung bewegt, durch eine Spreizstation hindurchgeführt, wo ein Aufspreizen erfolgt und anschließend wird der gespreizte bandförmige Faserstrang aufgewickelt oder sofort in den weiteren Fertigungsprozess eingeschleust. In erfindungsgemäßer Weise wird der Faserstrang in der Spreizstation ohne Verwendung eines Fluids, wie beispielsweise Luftpolsters oder einer Flüssigkeit, Schwingungen ausgesetzt. In diesem Fall werden Ultraschallwellen verwendet, die von einer Sonotrode übertragen werden. Hierbei kontaktiert die Sonotrode den Faserstrang von oben oder unten. Die mechanischen Schwingungen werden in z-Richtung, d.h. senkrecht zur Längsrichtung (x-Richtung) des Faserstrangs eingeleitet, wodurch dieser sich in Querrichtung (y-Richtung) verbreitert. Die verwendeten Schwingungen haben hierbei eine Frequenz von 15 bis 80 kHz, vorzugsweise zwischen 20 und 40 kHz. Bei Frequenzen von weniger als 20 kHz sind sehr große Sonotroden zu verwenden, die die Gesamtvorrichtung wesentlich vergrößern und verteuern. Für die Einleitung von Frequenzen größer als 40 kHz verkleinert sich zwar die Sonotrode, die Prozesstoleranz verringert sich jedoch in gleichem Maße.

**[0011]** Die Ultraschallschwinger sind dabei mit auswechselbaren Sonotroden ausgestattet, die über ihre Stirnflächen die hochfrequent mechanischen Schwingen (Ultraschall) in den Faserstrang einleiten. In der Spreizstation können ein oder mehrere Sonotroden eingesetzt werden. Bei Durchlauf der Faserstränge durch die Spreizstation können die Faserstränge die Sonotroden umschlingen, wobei der Anstellwinkel zur Kontaktfläche der Sonotrode veränderbar ist.

**[0012]** In einem Faserstrang sind die einzelnen Filamente von einer Schlichte umgeben. Die Zusammensetzung der Schlichte ist je nach Hersteller der Fasern unterschiedlich. Bekannt sind Schichten auf der Epoxidbasis. Eine solche Schlichte erleichtert die Verarbeitung der Faserstränge. So besitzen beispielsweise Carbonfasern in Längsrichtung eine hohe Zugfestigkeit, können jedoch quer zu Faserlängsrichtung sehr leicht brechen. In nachteiliger Weise bewirkt die Schlichte, dass die Fasern aneinander kleben, was ein Aufspreizen des Faserstrangs erschwert. In vorteilhafterweise verändert sich die Schlichte auf den Filamenten des Faserstrangs in der Spreizstation nicht. Zum einen erfolgt keine chemische Änderung, da die Schlichte mit keinem Medium in Kontakt kommt. Andererseits verändert sich das Mengenverhältnis von Faser zur Schlichte im gesamten Prozess nicht. Die von der Sonotrode ausgelösten Schwingungen führen zu Reibungen im Faserstrang, was Wärme erzeugt und ein Erweichen der Schlichte bewirkt und ein Aufspreizen des Faserstrangs erleichtert. Leitfähige Fasern, wie beispielsweise Carbonfasern, tragen zusätzlich zur Wärmeleitung bei. Da nur im Bereich der Kontaktfläche der Sonotrode diese Erweichung der Schlichte stattfindet und unmittelbar danach bereits wieder eine Abkühlung des Faserstrangs erfolgt, verändert sich das Schlichte/Faser-Mengenverhältnis nicht.

**[0013]** Beim Durchlauf durch die Spreizstation wird der Faserstrang unter einem Spannungszustand gehalten. Dieser Spannungszustand ist einstellbar und vorzugsweise über das gesamte Verfahren gleich, um eine möglichst gleichmäßige Aufspreizung zu erzielen. Die erzielbare Spreizbreite ist dabei abhängig von diesem Spannungszustand. Je höher die Spannung ist, d.h. je fester der Faserstrang gehalten wird, umso geringer ist die Spreizbreite. Bei konstant gehaltenem Spannungszustand und bei konstanter Schwingungsfrequenz kann die Spreizbreite mit der Änderung der Schwingungsamplitude verändert werden.

**[0014]** Mittels des vorbeschriebenen Verfahrens können Faserstränge mit einer hohen Geschwindigkeit, vorzugsweise von mindestens 20 m/min, bewegt und gleichmäßig aufgespreizt werden. Durch dieses Verfahren kann ein Faserstrang zu einem bandförmigen Faserstrang mit mindestens doppelter Endbreite prozesssicher aufgespreizt werden, vorzugsweise verändert sich die Endbreite mindestens um das 5-fache. So wurde beispielsweise ein 12K-Carbonfaserstrang mit einer Breite von 2 mm bei einer Frequenz von 30 kHz zu einem gleichmäßigen bandförmigen 12 mm breiten Faserstrang aufgespreizt. Durch entsprechende Bandbreitenbegrenzer kann die Endbreite auf einen vorgegebenen Endbreitenwert eingestellt werden.

**[0015]** In vorteilhafterweise stellt das erfindungsgemäße Verfahren ein kostengünstiges Verfahren dar, da der Faserstrang trocken verarbeitet wird, keine Energie zum Entwässern, Aufheizen oder Trocknen des Faserstrangs notwendig ist. Darüber hinaus verändert sich die Beschaffenheit des Faserstrangs hinsichtlich seiner Zusammensetzung, nämlich des Mengenverhältnisses von Multifilamentfasern und Schlichte im Verfahren nicht. Es wird bestimmungsgemäß ein bandförmiger Faserstrang mit einheitlicher und größerer Endbreite sowie mit geringerer Enddicke erzielt, was wünschgemäß zu einem geringen Flächengewicht und bei der Anwendung des Faserstrangs für Gewebe oder Gelege zu leichteren Compositen mit gleich guten mechanischen Eigenschaften, wie beispielsweise Zugfestigkeit, führt.

**[0016]** Für dieses Verfahren wird eine Vorrichtung eingesetzt, die eine Abwinklungseinrichtung für den zu spreizenden Faserstrang, eine Spreizstation zum Aufspreizen des eingesetzten Faserstrangs in einen bandförmigen Faserstrang, eine steuerbare Spanneinrichtung zum gleichmäßigen Spannen des Faserstrangs bei seiner Bewegung durch die Spreizstation und eine Aufwicklungseinrichtung des gespreizten bandförmigen Faserstrangs umfasst. In erfindungsgemäßer

Weise enthält die Spreizstation mindestens eine Sonotrode zur Kontaktierung und Spreizung des Faserstrangs, wobei die Sonotrode über ihre Kontaktfläche Schwingungen einer Frequenz zwischen 15 kHz und 80 kHz von oben und/oder unten (z-Richtung) in den Faserstrang einleitet, was zu einer Aufspreizung des Faserstrangs in y-Richtung führt. Hierbei wirken vorzugsweise zwei oder drei Sonotroden nacheinander auf den Faserstrang ein. Je mehr Sonotroden die Spreizstation enthält, umso besser ist das Spreizergebnis, aber umso teurer wird auch die Vorrichtung. Aus diesem Grunde werden Spreizstationen mit zwei bis drei Sonotroden bevorzugt. Die Ultraschallschwinger sind vorzugsweise mit austauschbaren Sonotroden ausgestattet, die an ihrer Stirnseite Kontaktflächen zur Kontaktierung des Faserstrangs besitzen. Diese Kontaktflächen können in Bewegungsrichtung des Faserstrangs, d.h. in Faserlängsrichtung, eben, konkav oder gewölbt sein. Die Breite der Kontaktflächen, d.h. die Ausdehnung der Kontaktfläche quer zur Bewegung des Faserstrangs wird so gewählt, dass sie in jedem Fall größer ist als die durch Spreizen erzielbare Endbreite des bandförmigen Faserstrangs.

**[0017]** Werden beispielsweise mindestens zwei Sonotroden in der Spreizstation vorgesehen, so werden zwei benachbarte Sonotroden in einem voreingestellten Abstand angeordnet. Dieser richtet sich nach der Beschaffenheit des Faserstrangmaterials. Benachbarte Sonotroden werden des Weiteren vorzugsweise in unterschiedlicher Ausrichtung zueinander vorgesehen, so dass eine erste Sonotrode beispielsweise den Faserstrang von oben und die zweite Sonotrode den Faserstrang von unten kontaktiert. Dies hat zu gleichmäßigeren Prozessergebnissen geführt. Die Kontaktflächen der Sonotroden befinden sich hierbei vorzugsweise in einer Ebene. Bei zugfesten Fasersträngen, wie beispielsweise Carbonfasersträngen, wird dagegen eine Umschlingung der Sonotroden gewünscht. Für das Aufspreizen solcher Faserstränge werden die Kontaktflächen vorzugsweise in unterschiedlichen Höhen in Bezug zum durchlaufenden Faserstrang angeordnet, so dass dieser Faserstrang möglichst in einer Zick-Zack-Linie durch die Spreizstation geführt wird. Um hierzu einen gewünschten Anstellwinkel des Faserstrangs zur Kontaktfläche der Sonotrode zu erzielen, können vor und hinter der Spreizstation Umlenkrollen vorgesehen werden. Darüber hinaus kann zusätzlich ein Bandbreitenbegrenzer hinter der Spreizstation eingebaut sein, um eine einheitliche Endbreite des gespreizten bandförmigen Faserstrangs zu erhalten.

**[0018]** Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen:

Fig.1                    Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2a, 2b, 2c        unterschiedliche Formen von Sonotroden,

Fig. 3a, 3b, 3c        unterschiedliche Anordnungen von Sonotroden,

Fig. 4                    Prinzipskizze einer weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0019]** Die Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Prinzipskizze in Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Durchlauf eines zu spreizenden Faserstrangs 2 ausgehend von der Abwinklungseinrichtung 1, durch die Spreizstation 5 hindurch, bis zur Aufwicklungseinrichtung 8. Bei dem Faserstrang 2 handelt es sich in diesem Fall um ein 12K-Faserstrang, d.h. der Faserstrang besteht aus 12 000 Filamenten, die endlos im Faserstrang 2 nebeneinander angeordnet sind und jeweils von einer Schlichte umgeben sind. Diese Schlichte verhindert, dass der Faserstrang 2 bei seiner Bewegung beschädigt wird. Der eingesetzte und auf einer Spule der Abwinklungseinrichtung 1 angelieferte Faserstrang 2 wird von dieser Spule abgewickelt. Durch die Abwicklung des Faserstrangs 2 von der Spule würden sich mit jeder Umdrehung unterschiedliche Abwickelpositionen ergeben. Damit dieser Faserstrang 2 immer an der gleichen Position der nachfolgenden Tänzervorrichtung 3 zugeführt wird, die ihn zur Spreizstation 5 weiterleitet und somit der Faserstrang 2 in einer unveränderten Ebene ausgehend von der Abwinklungseinrichtung 1 hin zur Spreizstation 5 bewegt wird, ist die Spule in der Abwicklungseinrichtung 1 in Bewegungsrichtung drehbar und quer zur Bewegungsrichtung des Faserstrangs 2, d.h. in y-Richtung, verschiebbar angeordnet. So kann beispielsweise durch einen Sensor die Abwickelposition des Faserstrangs 2 ermittelt und die Abwickelspule entsprechend zur gewünschten Abwickelposition verschoben werden.

**[0020]** Der Faserstrang 2 gelangt dann in die vordere Tänzereinheit 3, welche zusammen mit der hinteren Tänzereinheit 7 als Spanneinrichtungen dienen, wobei die vordere Tänzereinheit 3 in Bewegungsrichtung des Faserstrangs 2, 2' vor der Spreizstation 5 und die hintere Tänzereinheit 7 in Bewegungsrichtung des Faserstrangs 2, 2' hinter der Spreizstation 5 vorgesehen ist. Dies bewirkt, dass der Faserstrang 2, 2' in der Spreizstation 5 während des gesamten Prozesses gleichmäßig gespannt ist. Entsprechend dem Abwickelvorgang des Faserstrangs 2 von der Abwicklungseinrichtung 1 und dem Aufwickelvorgang des gespreizten Faserstrangs 2' auf die Aufwickleinrichtung 8 können die Tänzereinheiten 3, 7 veränderten Bedingungen, welche die Spannung des Faserstrang 2, 2' beeinflussen, entgegensteuern. Bei der gezeigten Vorrichtung umfassen die Tänzereinheiten 3, 7 jeweils drei Rollen. Für ein gleichmäßiges Spannen des Faserstrangs 2, 2' wären auch zwei Rollen ausreichend. Abhängig von der gewünschten Faserstrangführung hin zur Spreizstation 5 kann eine dritte Rolle der Tänzereinheit 3 als zusätzliche Umlenkrolle für den Faserstrang 2 dienen.

Weitere Umlenkrollen 4 vor der Spreizeinrichtung 5 bzw. weitere Umlenkrollen 6 hinter der Spreizstation 5 werden insbesondere zur Einstellung eines gewünschten Anstellwinkels des Faserstrangs 2 beim Einlaufen in die Spreizstation 5 verwendet.

**[0021]** Die Spreizstation 5 umfasst in diesem Beispiel von Fig. 1 drei Ultraschallschwinger 51. Jeder Ultraschallschwinger 51 besitzt eine auswechselbare Sonotrode 52 mit einer stirnseitigen Kontaktfläche 53. In einem nicht dargestellten Ultraschallgenerator werden die Schwingungen erzeugt, die von den Sonotroden 52 über deren Kontaktfläche 53 von oben bzw. von unten, d.h. in z-Richtung, in den Faserstrang 2 eingeleitet werden. In diesem Beispiel sind die drei Sonotroden 52 in Bewegungsrichtung des Faserstrangs 2, 2' hintereinander angeordnet, wobei benachbarte Sonotroden 52 in unterschiedlicher Ausrichtung in der Spreizstation 5 vorgesehen sind und zwar so, dass die Kontaktflächen 53 der ersten und dritten Sonotrode 52 ihre Schwingungen von oben nach unten in den Faserstrang 2 einleiten und die zweite, dazwischen angeordnete Sonotrode 52, die Schwingungen von der Kontaktfläche 53 von unten nach oben in den Faserstrang 2 einleitet. Bei diesem Beispiel werden von den Sonotroden 52 mechanische Schwingungen mit einer Frequenz von 30 kHz in den Faserstrang 2, 2' eingeleitet. Bereits an der ersten Sonotrode 52 erfolgt eine Aufspreizung des eingesetzten Faserstrangs 2, d.h. eine Aufspreizung des Faserstrangs in seitlicher Richtung (y-Richtung). Diese Aufspreizung verstärkt sich beim Durchlauf des Faserstrangs 2 beim Kontakt mit den nachfolgenden Sonotroden 52. Der Durchlauf des Faserstrangs 2, 2' durch die Spreizstation 5 erfolgt in dem gezeigten Beispiel horizontal, d.h. ohne Auslenkung nach oben oder unten. Ein solcher Verlauf wird insbesondere für empfindliche oder elastische Faserstränge gewählt.

**[0022]** Der aus der Spreizstation 5 austretende gespreizte bandförmige Faserstrang 2' wird über die hintere Tänzerereinheit 7 der Aufwicklungseinrichtung 8 zugeführt, wo der gespreizte Faserstrang 2' mit entsprechender Wickelspannung auf eine Spule gewickelt wird. Hierzu kann die Spule in der Aufwicklungseinrichtung 8 als drehmomentangetriebene Aufwickelspule ausgestaltet sein.

**[0023]** Die Fig. 2a, 2b, 2c zeigen unterschiedliche Sonotroden 52', 52'', 52'''. Um Beschädigungen eines Faserstrangs 2 bei der Kontaktierung der Sonotroden 52', 52'', 52''' zu verhindern, kann die jeweilige Kontaktfläche 53', 53'', 53''' in Bewegungsrichtung des Faserstrangs 2 einen Radius aufweisen, z.B. wie die Kontaktfläche 53'' in Fig. 2b gewölbt sein. Dies ermöglicht das leichte Umschlingen dieser Sonotroden 52'' beim Spreizvorgang ohne dass der Faserstrang 2 bei einem solchen Umschlingen beschädigt werden kann, siehe Fig. 3b. Auch die Sonotrode 52''' gemäß Fig. 2a besitzt eine gewölbte Kontaktfläche 53''', was zudem den Vorteil hat, dass solche Sonotroden 52''' in einer Spreizeinrichtung 5 ineinander gestellt angeordnet werden können, wie in Fig. 3a gezeigt. Die Fig. 2c zeigt des Weiteren eine Sonotrode 52', welche am äußeren Rand 54 der Kontaktfläche 53' ebenfalls einen Radius besitzt und in der Mitte eine zurückversetzte Ebene 55. Bei Verwendung einer solchen Sonotrode 52' in einer Spreizvorrichtung ist der Faserstrang 2 über den Rand 54 gespannt und hat beim Einbringen der Schwingungen durch die gering zurückversetzte Ebene 55 einen Freiraum zum Schwingen. Eine mögliche Anordnung von mehreren solcher Sonotroden 52' zeigt Fig. 3c.

**[0024]** Eine Umschlingung der Sonotroden 52, wie in Fig. 3a, 3b, 3c gezeigt, wird bevorzugt bei Carbonfasersträngen. Der Faserstrang 2 wird in einem steilen Anstellwinkel der Kontaktfläche 53', 53'', 53''' der Sonotroden 52', 52'', 52''' zugeführt. Dies ist auch möglich, wenn in dem Beispiel von Fig. 1 die erste und dritte Sonotrode 52 gegenüber der zweiten Sonotrode 52 abgesenkt wird, so dass die Kontaktflächen 53 nicht mehr in gleicher Höhe angeordnet sind, sondern die erste und dritte Kontaktfläche 53 im Vergleich zur zweiten Kontaktfläche 53 tiefer positioniert sind.

**[0025]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel zeigt die Fig. 4. In diesem Beispiel werden mehrere Faserstränge 2 gleichzeitig aufgespreizt, d.h. in y-Richtung werden mehrere Faserstränge 2 nebeneinander durch die Spreizeinrichtung 5 geführt und mehrere gespreizte, d.h. in y-Richtung verbreiterte Faserstränge 2' verlassen die Spreizeinrichtung 5. Um aus diesen mehreren gespreizten Fasersträngen 2' einen einzigen breiten Faserstrang 2'' zu erzeugen, werden die einzelnen gespreizten Faserstränge 2' einem Lieferwerk 9 zugeführt, welches die Faserstränge 2' zu einem gemeinsamen Faserstrang 2'' zusammenführt. Zusätzlich kann zur Vereinheitlichung und/oder weiteren Verbreiterung des zusammengeführten Faserstrangs 2'' dieser eine weitere Spreizeinrichtung 5' durchlaufen. Derartig erzeugte breite Faserstränge 2'' können in vorteilhafter Weise zur Herstellung von Gewirken oder Gelegen eingesetzt werden.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0026]**

|       |                                                                         |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Abwicklungseinrichtung                                                  |
| 2     | Faserstrang, ungespreizt                                                |
| 2'    | Faserstrang, gespreizt                                                  |
| 2''   | Faserstrang, aus mehreren gespreizten, zusammengeführten Einzelsträngen |
| 2'''  | Faserstrang, aus Einzelsträngen vereinheitlicht                         |
| 3     | vordere Tänzerereinheit                                                 |
| 4, 4' | Umlenkrolle                                                             |

|    |                     |                      |
|----|---------------------|----------------------|
|    | 5, 5'               | Spreizstation        |
|    | 51                  | Ultraschallschwinger |
|    | 52, 52', 52", 52''' | Sonotrode            |
|    | 53, 53', 53", 53''' | Kontaktfläche        |
| 5  | 54                  | Rand                 |
|    | 55                  | Ebene                |
|    | 6, 6'               | Umlenkrolle          |
|    | 7                   | hintere Tänzeinheit  |
|    | 8                   | Aufwickleinrichtung  |
| 10 | 9                   | Lieferwerk           |

## Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zum Spreizen eines Faserstrangs mit einer Anfangsbreite und mit einer Anfangsdicke zu einem bandförmigen Faserstrang mit größerer Endbreite und mit geringerer Enddicke, wobei der Faserstrang aus endlosen Multifilamentfasern besteht,
- 20 - bei dem der Faserstrang ausgehend von einer Abwicklung hin zu einer Aufwicklung in Längsrichtung (x-Richtung) bewegt wird,  
 - wobei der Faserstrang zwischen der Abwicklung und der Aufwicklung eine Spreizstation durchläuft und bei diesem Durchlauf unter einem einstellbaren Spannungszustand gehalten wird,
- dadurch gekennzeichnet,
- 25 - **dass** der Faserstrang in der Spreizstation während des Durchlaufs gleichmäßig gespannt ist,  
 - **dass** in der Spreizstation der Faserstrang mindestens eine Sonotrode kontaktiert und mittels der durch die stirnseitigen Kontaktflächen der Sonotrode von oben und/oder unten (z-Richtung) in den Faserstrang eingeleiteten Schwingungen dieser Faserstrang quer zur Längsrichtung, nämlich in seitlicher Richtung (y-Richtung),  
 30 gleichmäßig verbreitert wird,  
 - wobei diese Schwingungen eine Frequenz haben, die zwischen 15 kHz und 80 kHz liegen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Multifilamentfasern des Faserstrangs von einer Schlichte umgeben sind und sich das Mengenverhältnis von Multifilamentfasern zur Schlichte in dem entstehenden  
 35 bandförmigen Faserstrang gegenüber dem ungespreizten Faserstrang nicht ändert.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Spreizen von Fasersträngen aus zugfesten Fasern diese Fasern in einem Anstellwinkel einer Kontaktfläche der Sonotrode bzw. der Sonotroden zugeführt werden.
- 40 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faserstrang ausgehend von der Abwicklung hin zur Aufwicklung in Faserlängsrichtung mit einer Geschwindigkeit von mindestens 20 m/min bewegt wird.
- 45 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faserstrang ausgehend von der Abwicklung hin zur Spreizstation und vorzugsweise bis zur Aufwicklung, kontinuierlich in einer unveränderten Ebene (x-z-Ebene) bewegt wird, zwar in Faserlängsrichtung nach oben oder unten ausgelenkt wird, aber abgesehen von der Spreizung keine seitliche Ablenkung quer (y-Richtung) zur Faserlängsrichtung erfährt.
- 50 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der durch Spreizung entstehende bandförmige Faserstrang eine im Vergleich zur Anfangsbreite um das mindestens 2-fache, vorzugsweise mindestens 5-fache, größerer Endbreite erhält, wobei vorzugsweise die Endbreite des bandförmigen Faserstrangs auf einen vorgegebenen Wert begrenzt wird.
- 55 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehrere Faserstränge gleichzeitig gespreizt und zu einem gemeinsamen besonders breiten gespreizten Faserstrang zusammengeführt werden.
8. Vorrichtung zum Spreizen eines Faserstrangs (2) mit einer Anfangsbreite und mit einer Anfangsdicke zu einem

bandförmigen Faserstrang (2') mit größerer Endbreite und mit geringerer Enddicke, wobei der Faserstrang (2, 2') aus endlosen Multifilamentfasern besteht, umfassend

- eine Abwicklungseinrichtung (1) für den eingesetzten Faserstrang (2) zur Abwicklung in Faserlängsrichtung (x-Richtung),
- eine Spreizstation (5) zum seitlichen (y-Richtung) Aufspreizen des eingesetzten Faserstrangs (2) in einen bandförmigen Faserstrang (2'),
- eine steuerbare Spanneinrichtung (3, 7) zum gleichmäßigen Spannen des Faserstrangs (2, 2') in Faserlängsrichtung bei seiner gesamten Bewegung durch die Spreizstation (5) und
- eine Aufwicklungseinrichtung (8) des gespreizten bandförmigen Faserstrangs (2'),

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Spreizstation (5) mindestens eine Sonotrode (52) zur Kontaktierung und Spreizung des Faserstrangs (2) enthält,
- wobei die Sonotrode (52) über ihre stirnseitige Kontaktfläche (53) Schwingungen einer Frequenz zwischen 15 kHz und 80 kHz von oben und/oder unten (z-Richtung) in den Faserstrang (2, 2') einleiten kann.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfläche (53) der Sonotrode (52) eine Breite besitzt, die größer als die durch Spreizen erzielbare Endbreite des bandförmigen Faserstrangs (2') ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens 2 Sonotroden (52, 52', 52'', 52''') in der Spreizstation (5) vorgesehen werden, wobei zwei benachbarte Sonotroden (52, 52', 52'', 52''') in einem voreingestellten Abstand und in einer voreingestellten, unterschiedlichen Ausrichtung zueinander angeordnet sind, so dass Faserstränge (2) unterschiedlicher Beschaffenheit mit einer anpassbaren Umschlingung die Sonotroden (52, 52', 52'', 52''') kontaktieren können.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung eines Anstellwinkels des Faserstrangs (2, 2') zur Kontaktfläche (53) der Sonotrode (52) zusätzliche Umlenkrollen (4, 6) vor und hinter der Spreizstation (5) vorgesehen sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die steuerbare Spanneinrichtung zum gleichmäßigen Spannen des Faserstrangs (2, 2') aus zwei Tänzereinheiten (3, 7) mit mindestens zwei Rollen besteht, wobei eine vordere Tänzereinheit (3) in Bewegungsrichtung des Faserstrangs (2, 2') vor der Spreizstation (5) und eine hintere Tänzereinheit (7) in Bewegungsrichtung des Faserstrangs (2, 2') hinter der Spreizstation (5) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Begrenzung und Einstellung einer einheitlichen Endbreite des gespreizten bandförmigen Faserstrangs (2') ein Bandbreitenbegrenzer vorgesehen ist, der in Bewegungsrichtung des Faserstrangs (2, 2') hinter der Spreizstation (5) angeordnet wird.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur kontinuierlichen Bewegung des Faserstrangs (2) in einer unveränderten Ebene (x-z-Ebene) ausgehend von der Abwicklungseinrichtung (1) hin zur Spreizstation (5) die Abwicklungseinrichtung (1) als drehbare und als quer (y-Richtung) zur Bewegungsrichtung des Faserstrangs (2) verschiebbare Abwickelspule ausgestaltet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vordere Tänzereinheit (3) die Drehgeschwindigkeit der Abwickelspule regelt und die Aufwickleinrichtung (8) als drehmomentangetriebene Aufwickelspule ausgestaltet ist..

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spreizeinrichtung (5) so ausgelegt ist, dass mehrere Faserstränge (2) nebeneinander die Spreizeinrichtung (5) durchlaufen können und zum Zusammenführen der einzelnen gespreizten Faserstränge (2') zu einem breiten Faserstrangs (2'') ein in Bewegungsrichtung der Faserstränge (2, 2') hinter der Spreizeinrichtung (5) angeordnetes Lieferwerk (9) und bedarfsweise eine weitere Spreizvorrichtung (5') zur Vereinheitlichung dieses breiten Faserstrangs (2'') vorgesehen ist.

## Claims

1. Procedure for splaying a strand of fibre with an initial width and initial thickness into a band-shaped strand of fibre, with a larger end width and reduced end thickness, whereby, the strand of fibre comprises of continuous multi-filament fibres,

- in which the strand of fibre is moved, emanating from unwinding to winding, in the longitudinal direction (x-Direction),
- whereby, between unwinding and winding, the strand of fibre passes through a splaying station and, whilst passing through the station, is retained in a state of tension which can be adjusted,

**characterized in that,**

- the strand of fibre is uniformly tensioned whilst passing through the splaying station,
- the strand of fibre contacts a minimum of one sonotrode in the splaying station and, due to contact with the contact surfaces of the sonotrode on the face, is uniformly widened from the top and/or bottom (z-Direction) by oscillations induced transversely into the strand of fibre, namely in the side direction (y-Direction),
- whereby, these oscillations have a frequency of between 15 kHz and 80 kHz.

2. Procedure in accordance with claim 1, **characterized in that**, the multi-filament fibres of the strand of fibre are surrounded by size and the ratio of the multi-filament fibres to the size in the ensuing band-shaped strand of fibre does not change in respect to the strand of fibre not splayed.

3. Procedure in accordance with claim 1 or 2, **characterized in that**, whilst splaying the strands of fibre made from high-tensile fibres, these fibres are fed at an angle to a contact surface of the sonotrode and sonotrodes

4. Procedure in accordance with one of the claims 1 to 3, **characterized in that**, the strand of fibre, emanating from the unwinding to the winding, is moved in the longitudinal direction of the fibre at a minimum speed of 20 m/min.

5. Procedure in accordance with one of the claims 1 to 4, **characterized in that**, emanating from the unwinding and proceeding towards the splaying station and preferably to the winding, the strand of fibre is continuously moved in an unchanged plane (x-z-Plane), although is deflected upwards or downwards in the longitudinal direction of the fibre, however, apart from the splaying, does not experience any sideward deflection transverse (y-Direction) to the longitudinal direction of the fibre.

6. Procedure in accordance with one of the claims 1 to 5, **characterized in that**, the band-shaped strand of fibre emerging due to splaying attains a larger end width of minimum twice, preferably five times, that as the initial width, whereby, it is preferred that the end width of the band-shaped strand of fibre is limited to a specified value.

7. Procedure in accordance with one of the claims 1 to 6, **characterized in that**, the multiple strands of fibre are played simultaneously and combined to form a common, particularly wide splayed strand of fibre.

8. Fixture for splaying a strand of fibre (2) with an initial width and initial thickness into a band-shaped strand of fibre (2'), a larger end width and reduced end thickness, whereby, the strand of fibre (2, 2') comprises of continuous multi-filament fibres, including

- an unwinding device (1) for the strand of fibre (2) utilized for unwinding in the longitudinal direction of the fibre (x-Direction),
- a widening station (5) for splaying the strand of fibre (2) utilized, in a sideward direction (y-Direction), into a band-shaped strand of fibre (2'),
- a controllable tension device (3, 7) for the uniform tensioning of the strand of fibre (2, 2') in the longitudinal direction of the fibre, during its complete movement through the splaying station (5) and
- a winding device (8) for the splayed, band-shaped strand of fibre (2'),

**characterized in that**

- the splaying station (5) contains a minimum of one sonotrode (52) for contacting and splaying the strand of fibre (2),

- whereby, the sonotrode (52) can introduce oscillations into the strand of fibre (2, 2') with a frequency of between 15 kHz and 80 kHz through its contact surface (53) on the face, from the top and/or bottom (z-Direction).

9. Fixture in accordance with claim 8, **characterized in that**, the contact surface (53) of the sonotrode (52) has a width which is larger than the end width of the band-shaped strand of fibre (24) attainable by splaying.

10. Fixture in accordance with claim 8 or 9, **characterized in that**, a minimum of 2 sonotrodes (52, 52', 52'', 52''') are provided in the splaying station (5), whereby, two adjacent sonotrodes (52, 52', 52'', 52''') are arranged to one another at a predefined distance and at a predefined, different direction, so that strands of fibre (2) can contact a different characteristic with adaptable looping of the sonotrodes (52, 52', 52'', 52''').

11. Fixture in accordance with one of the claims 8 to 10, **characterized in that**, in order to set an angle of the strand of fibre (2, 2') to the contact surface (53) of the sonotrode (52), additional deflector rollers (4, 6) are provided before and after the splaying station (5).

12. Fixture in accordance with one of the claims 8 to 11, **characterized in that**, in order for uniform tensioning of the strand of fibre (2, 2'), the controllable tensioning device comprises of two dancer units (3, 7) with a minimum of two rollers, whereby, a front dancer unit (3) is provided before the splaying station (5) in the direction of movement of the strand of fibre (2, 2') and a back dancer unit (7) is provided after the splaying station (5) in the direction of movement of the strand of fibre (2, 2').

13. Fixture in accordance with one of the claims 8 to 12, **characterized in that**, in order for limiting and setting a uniform end width of the splayed band-shaped strand of fibre (2'), a band width regulator is provided which is arranged after the splaying station (5) in the direction of movement of the strand of fibre (2, 2').

14. Fixture in accordance with one of the claims 8 to 13, **characterized in that**, in order to attain continuous movement of the strand of fibre (2) in an unchanged plane (x-z-Plane), emanating from the direction of unwinding (1) proceeding towards the splaying station (5) in the direction of winding (1), an adjustable winding spool is designed so that it can be rotated transverse (y-Direction) to the direction of movement of the strand of fibre (2).

15. Fixture in accordance with claim 14, **characterized in that**, the front dancer unit (3) regulates the rotary speed of the winding spool and the winding device (8) is designed as a winding spool driven by torque.

16. Fixture in accordance with one of the claims 8 to 15, **characterized in that**, the splaying device (5) is designed so that multiple strands of fibre (2) can pass through the splaying device (5) adjacent to one another and for merging the individually splayed strands of fibre (2') into a wide strand of fibre (2''), in order to standardize this wide strand of fibre (2''), a supply facility (9) is provided and, as required, another splaying device (5') in the direction of movement of the strands of fibre (2, 2') after the splaying device (5).

## Revendications

1. Procédé d'expansion d'un faisceau de fibres présentant une largeur initiale et une épaisseur initiale pour obtenir un faisceau de fibres en forme de ruban d'une plus grande largeur finale et d'une plus petite épaisseur finale, sachant que le faisceau de fibres se compose de fibres multifilamentaires sans fin,

- au cours duquel procédé le faisceau de fibres est déplacé dans le sens longitudinal (sens X) partant d'un déroulement pour aller vers un enroulement,

- sachant que le faisceau de fibres traverse une station d'expansion entre le déroulement et l'enroulement et qu'au cours de cette traversée il est maintenu dans un état de tension réglable,

## caractérisé en ce que

- le faisceau de fibres est maintenu uniformément tendu pendant son passage dans la station d'expansion,  
- dans la station d'expansion le faisceau de fibres entre en contact avec au moins une sonotrode et qu'au moyen des vibrations introduites par le haut/ou par le bas (sens Z) dans le faisceau de fibres par les surfaces de contact de la sonotrode, ce faisceau de fibres est uniformément élargi transversalement au sens longitudinal, à savoir en direction des côtés (sens Y),

- sachant que les vibrations ont une fréquence comprise entre 15 kHz et 80 kHz.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fibres multifilamentaires du faisceau de fibres sont entourées d'un coulis et que le rapport quantitatif entre les fibres multifilamentaires et le coulis dans le faisceau de fibres en forme de ruban en train de se former ne change pas comparé au faisceau de fibres non expansé.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lors de l'expansion de faisceaux en fibres résistantes en traction, les fibres sont amenées selon un angle d'attaque contre une surface de contact de la sonotrode ou des sonotrodes.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le faisceau de fibres partant du déroulement en direction de l'enroulement est déplacé dans le sens longitudinal des fibres à une vitesse d'au moins 20 m/min.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le faisceau de fibres partant du déroulement en direction de la station d'expansion et de préférence jusqu'à l'enroulement, est déplacé continuellement selon un plan inchangé (plan X-Z), qu'il est certes dévié dans le sens longitudinal vers le haut ou le bas, mais qu'il ne subit hormis l'expansion aucune déviation transversalement (sens Y) au sens longitudinal de la fibre.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le faisceau de fibres en forme de ruban qui se forme par expansion acquiert une largeur au moins 2 fois supérieure, de préférence au moins 5 fois supérieure à la largeur initiale, sachant que de préférence la largeur finale du faisceau de fibres en forme de ruban est limitée à une valeur spécifiée.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** plusieurs faisceaux de fibres sont simultanément expansés et réunis en un faisceau de fibres expansé particulièrement large.

8. Procédé d'expansion d'un faisceau de fibres (2) présentant une largeur initiale et une épaisseur initiale pour obtenir un faisceau de fibres en forme de ruban (2') d'une plus grande largeur finale et d'une plus petite épaisseur finale, sachant que le faisceau de fibres (2, 2') se compose de fibres multifilamentaires sans fin, et comprenant

- un dispositif de déroulement (1) pour le faisceau de fibres (2) mis en oeuvre, destiné à être déroulé dans le sens longitudinal des fibres (sens X),
- une station d'expansion (5) destinée à élargir latéralement (dans le sens Y) le faisceau de fibres (2) mis en oeuvre pour obtenir un faisceau de fibres en forme de ruban (2'),
- un dispositif de tensionnement (3, 7) pilotable pour tendre uniformément le faisceau de fibres (2, 2') dans le sens longitudinal de la fibre pendant l'ensemble de son mouvement de traversée de la station d'expansion (5) et
- un dispositif d'enroulement (8) du faisceau de fibres en forme de ruban (2') expansé,

#### **caractérisé en ce que**

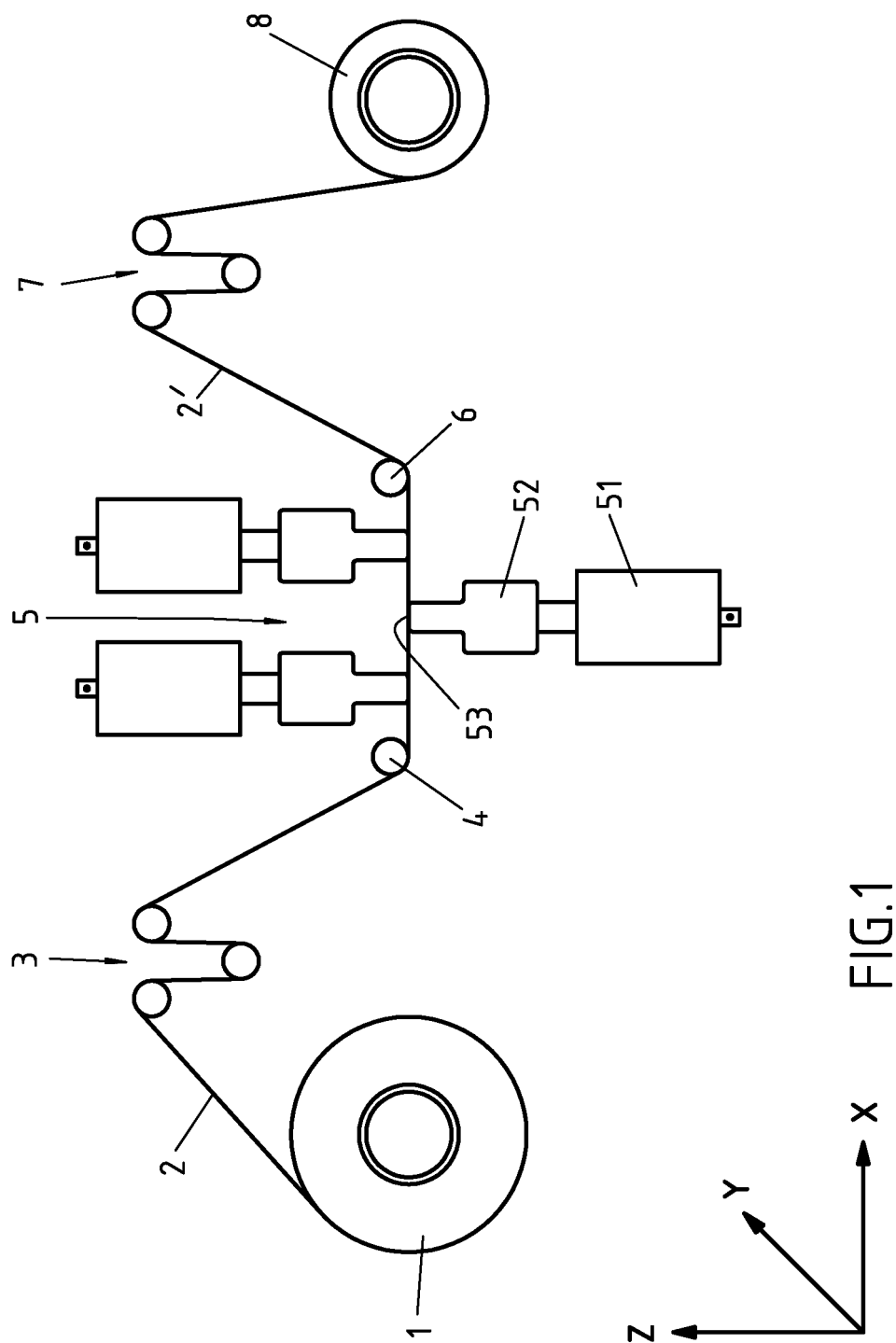
- la station d'expansion (5) contient au moins une sonotrode (52) pour entrer en contact avec le faisceau de fibres (2) et pour l'élargir,
- sachant que la sonotrode (52) peut, via sa surface de contact (53) située sur le côté frontal, introduire par le haut et/ou par le bas (sens Z) des vibrations comprises entre 15 kHz et 80 kHz dans le faisceau de fibres (2, 2').

9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la surface de contact (53) de la sonotrode (52) présente une largeur supérieure à la largeur finale du faisceau de fibres (24) en forme de ruban pouvant être obtenue par expansion.

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce qu'**au moins 2 sonotrodes (52, 52', 52'', 52''') sont prévues dans la station d'expansion (5), sachant que deux sonotrodes voisines (52, 52', 52'', 52''') sont disposées mutuellement espacées d'une distance préétablie et orientées différemment les unes des autres d'une manière préétablie, de sorte que des faisceaux de fibres (2) présentant des caractéristiques différentes peuvent selon une boucle adaptable entrer en contact avec les sonotrodes (52, 52', 52'', 52''').

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** pour régler un angle d'attaque du faisceau de fibres (2, 2') par rapport à la surface de contact (53) de la sonotrode (52), des rouleaux de renvoi (4, 6) supplémentaires sont prévus en amont et en aval de la station d'expansion (5).

12. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** le dispositif de tensionnement pilotable permettant de tendre uniformément le faisceau de fibres (2, 2') se compose de deux unités baladeuses (3, 7) dotées d'au moins deux rouleaux, sachant qu'une unité baladeuse (3) avant est prévue dans le sens de déplacement du faisceau de fibres (2, 2') en amont de la station d'expansion (5) et qu'une unité baladeuse (7) arrière est prévue dans le sens de déplacement du faisceau de fibres (2, 2') en aval de la station d'expansion (5).
13. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 12, **caractérisé en ce que** pour limiter et régler le faisceau de fibres expansé en forme de ruban (2') sur une largeur finale uniforme, un limiteur de largeur de ruban est prévu qui est disposé dans le sens de déplacement du faisceau de fibres (2, 2') en aval de la station d'expansion (5).
14. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 13, **caractérisé en ce que** pour le mouvement continu du faisceau de fibre (2) selon un plan inchangé (plan X-Z), en partant d'un dispositif de déroulement (1) en direction de la station d'expansion (5), le dispositif de déroulement (1) est configuré en bobine dérouleuse rotative et déplaçable transversalement (sens Y) au sens de déplacement du faisceau de fibres (2).
15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'unité baladeuse avant (3) régule la vitesse de rotation de la bobine dérouleuse et que le dispositif enrouleur (8) est configuré comme bobine enrouleuse entraînée par le couple.
16. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 15, **caractérisé en ce que** le dispositif d'expansion (5) est conçu de telle manière que plusieurs faisceaux de fibres (2) puissent traverser côte-à-côte le dispositif d'expansion (5) et que pour rassembler les différents faisceaux de fibres expansés (2') en un faisceau de fibres large (2''), un mécanisme délivreur (9) disposé en aval du dispositif d'expansion (5) dans le sens de déplacement des faisceaux de fibres (2, 2'), et suivant besoin un dispositif d'expansion supplémentaire (5'), sont prévus pour uniformiser ce faisceau de fibres large (2').



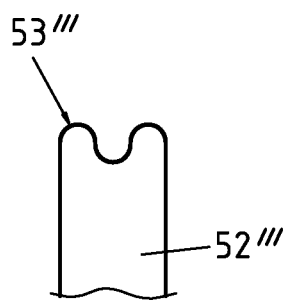


FIG. 2a

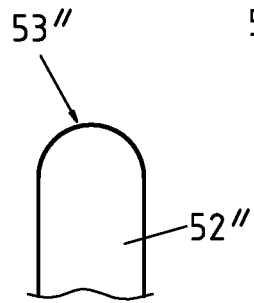


FIG. 2b

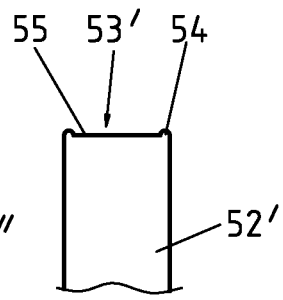


FIG. 2c

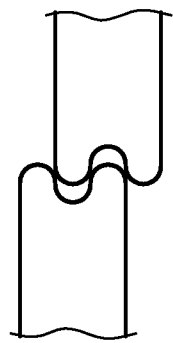


FIG. 3a

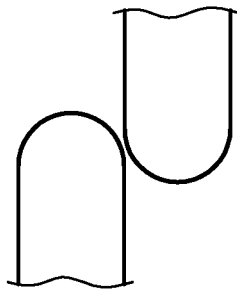


FIG. 3b

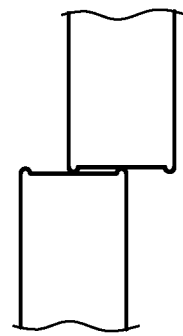


FIG. 3c

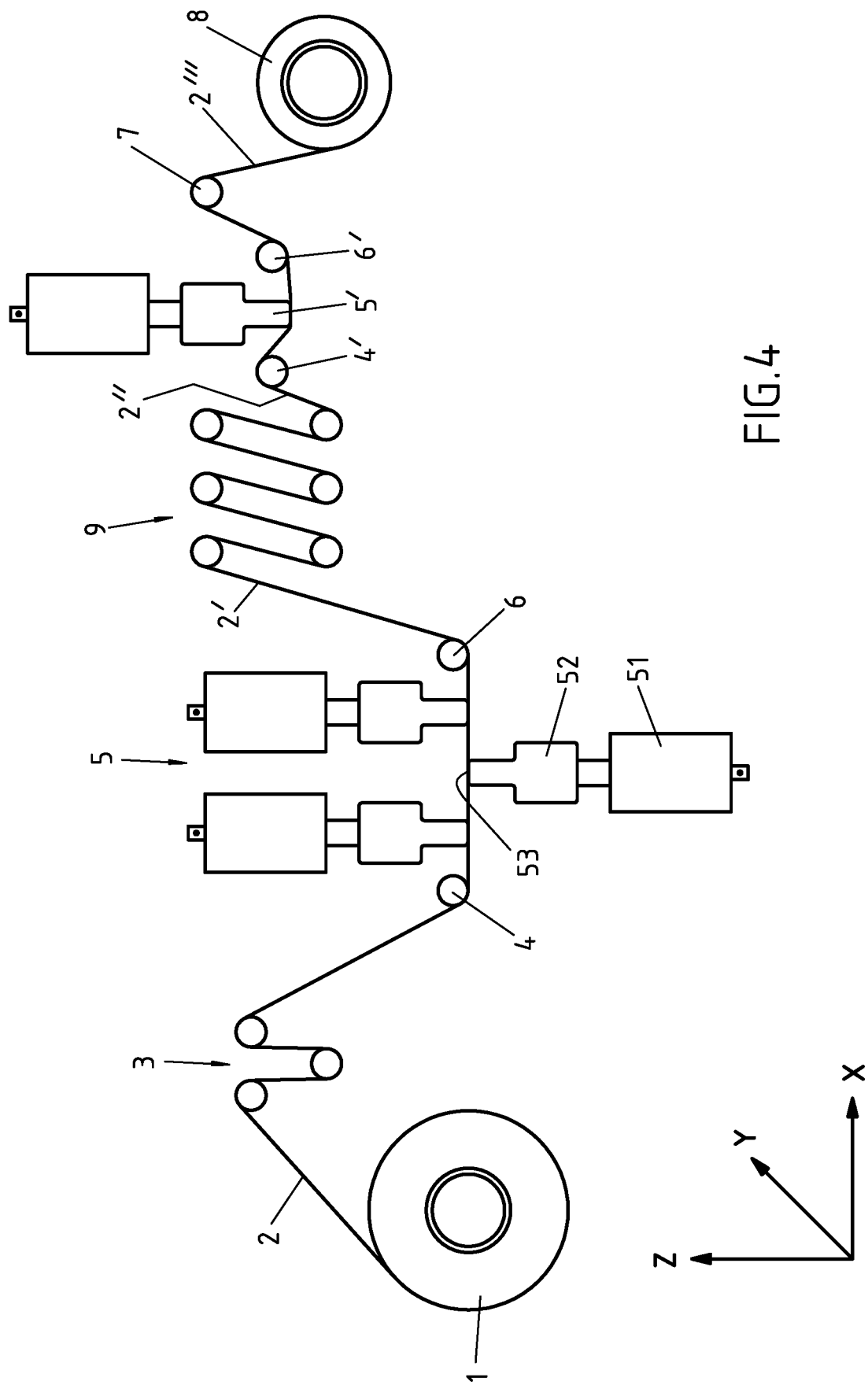


FIG. 4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 5042111 A [0005]
- US 3704485 A [0005]
- US 5511395 A [0005]
- EP 1652978 B1 [0005]