



(10) **DE 10 2015 207 732 B4** 2020.06.04

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 207 732.2**
(22) Anmeldetag: **28.04.2015**
(43) Offenlegungstag: **03.11.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **04.06.2020**

(51) Int Cl.: **D06M 10/04** (2006.01)
D04H 1/645 (2012.01)
D06C 17/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Collin Lab & Pilot Solutions GmbH, 83558
Maitenbeth, DE**

(74) Vertreter:
**ABP Burger Rechtsanwaltsgesellschaft mbH,
80331 München, DE**

(72) Erfinder:
**Kastner, Friedrich, Dr., Grieskirchen, AT;
Grajewski, Franz, Dr.-Ing., 83512 Wasserburg, DE**

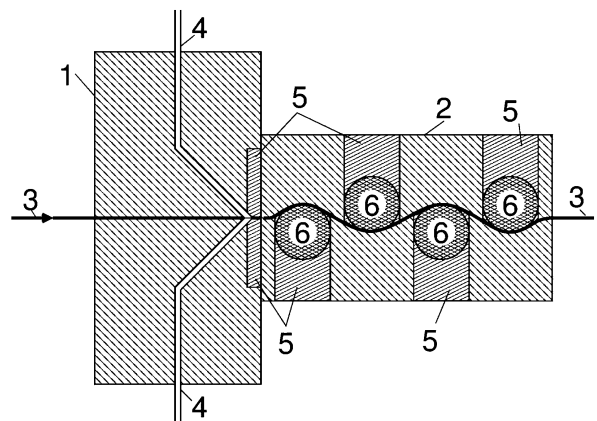
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	33 44 990	C2
DE	10 2011 005 462	B3
DE	689 02 483	T2
DE	690 14 981	T2
DE	694 09 540	T2
EP	2 430 081	B1

KR 102002077044 Zusammenfassung WPI

(54) Bezeichnung: **Extrusionswerkzeug zur Benetzung von Fasern**

(57) Hauptanspruch: Extrusionswerkzeug zur Benetzung von Fasern, umfassend einen Fasereinlauf und eine Einheit zur Flüssigkeitszufuhr, gekennzeichnet durch eine Walkeinheit, die dermaßen beschaffen ist, dass sie Walkbereiche aufweist, die als eine wellenförmige Führung in einem Block ausgeführt sind und in denen durch Bewegung und/oder Druck ein mechanisches Einpressen einer als Kunststoffschmelze ausgeführten Beschichtungsflüssigkeit in Faserzwischenräume bewirkt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Extrusionswerkzeug zur Benetzung von Fasern, insbesondere mit Kunststoffen.

[0002] Mit der steigenden Nachfrage nach Faserverbundstoffen als Ersatz für Metalle oder zur Optimierung von Strukturen wird es immer wichtiger, die Herstellung von Faserverbundstoffen billiger, schneller und qualitativ hochwertiger zu gestalten. Dabei stellt insbesondere die Benetzung der Fasern mit einem Matrixmaterial bei der Einbettung der Fasern in diese Matrix ein Problem dar.

[0003] Heute übliche Benetzungsverfahren werden unter Druck und Temperatur in diskontinuierlichen Verfahren hergestellt. Diese sind sehr zeitaufwendig und werden überwiegend manuell durchgeführt.

[0004] Die DE 690 14 981 T2 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung faserverstärkter Werkstoff unter Verwendung von thermoplastischen Harzen. Um die Viskosität des Harzes herabzusetzen, wird das geschmolzene oder flüssige Harz Scherkräften ausgesetzt.

[0005] Die DE 689 02 483 T2 offenbart eine Vorrichtung zum Imprägnieren von Kunststoffschmelzen. Diese Vorrichtung umfasst eine Strangpresse mit einer Düse als Extrusionswerkzeug. Der Düse ist eine aus mehreren Einzelkomponenten bestehende Walkvorrichtung in Form von Druckwalzen nachgeschaltet.

[0006] Die DE 10 2011 005 462 B3 offenbart eine Vorrichtung, mit der Kunststoffschmelzen imprägniert werden.

[0007] Die DE 33 44 990 C2 offenbart eine Vorrichtung zum Imprägnieren von Fasersträngen für das Wickeln von Bauteilen aus faserverstärktem Kunststoff.

[0008] Die DE 694 09 540 T2 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von biegsamer, dichter Folie bestehend aus einem beidseitig mit Polypropylen beschichteten Textilsupport. Als Vorrichtung zur Herstellung dieser Folie wird ein Ausgang eines Extruders erwähnt, an dem so nah wie möglich ein Kalender angeordnet ist.

[0009] Die EP 2 430 081 B1 offenbart ein Fasersubstrat und ein Verfahren zum Herstellen des Fasersubstrats. Das Fasersubstrat wird mit einem organischen Polymer imprägniert und das imprägnierte Fasersubstrat wird erhitzt.

[0010] Die KR 1020020077044 A offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen einer imprägnierten Faser.

[0011] Nachteil des Standes der Technik sind die vergleichsweise hohen Kosten, die diskontinuierliche Fertigung und allgemein die Optimierung der Qualität der Benetzung.

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mittels derer ein Benutzer in der Lage ist, eine kostengünstige, kontinuierliche Fertigung von beschichteten Fasern vorzunehmen.

[0013] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß den Ansprüchen gelöst.

[0014] Auch wenn oftmals der Begriff „faserverstärkte Halbzeuge“ in diesem Sinne verwendet wird, wird im Folgenden zunächst allgemein von beschichteten Fasern gesprochen. Faserverstärkte Halbzeuge stellen eine bevorzugte Ausführungsform dar. Im Folgenden werden ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben, die eine sichere und reproduzierbare Benetzung von Einzelfasern oder Faserverbänden gewährleisten.

[0015] Als Fasern eignen sich im Grunde alle bekannten Fasern. Bevorzugte Fasern umfassen Kohlefasern, Aramidfasern und Glasfasern, Naturfasern wie Hanf oder Baumwolle, Steinfasern wie z.B. Basaltfasern, Kunststofffasern oder Metallfasern (z.B. Stahl, Kupfer, Legierungen). Diese Fasern können als einzelne Fasern vorliegen, als Filamente aus mehreren Fasern oder als Gewebe aus Fasern oder Faserverbänden. Es kann eine einzige Art von Fasern vorliegen oder Gemische bzw. Verbände aus zwei oder mehreren unterschiedlichen Fasern. Die Fasern können unterschiedliche Querschnitte aufweisen wie rund, oval, dreieckig, viereckig oder andere beliebige Polygone, oder zum Beispiel auch als Hohlfasern oder mehrschichtige Fasern z.B. koextrudierte Fasern, welche eine oder mehrere Schichten aufweisen, in einer oder mehreren Schichten beschichtete Fasern oder auch als Faserbündel (z.B. verdreht, geflochten) vorliegen.

[0016] Die Fasern werden mit einer Beschichtungsflüssigkeit benetzt. Als Beschichtungsflüssigkeit werden Kunststoffschmelzen verwendet. Im Folgenden wird allgemein von „Beschichtungsflüssigkeit“ gesprochen werden, wobei darin diese Kunststoffschmelzen zu verstehen sind. Bevorzugte Beschichtungsflüssigkeiten sind Lacke, Farben, pigmenthaltige Systeme, ein und Mehrkomponentenharze, Strahlungshärtende Kunststoffe (z.B. UV- oder Elektronenstrahlhärtend) und alle möglichen anderen Vernetzungssysteme und Kombinationen daraus.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Benetzung von Fasern umfasst einen Fasereinlauf, eine Einheit zur Flüssigkeitszufuhr und eine Walkeinheit, wobei die Walkeinheit dermaßen beschaffen ist, dass sie Walkbereiche aufweist, in denen durch Bewegung oder Druck ein mechanisches Einpressen der Beschichtungsflüssigkeit in die Faserzwischenräume bewirkt wird, wobei die Vorrichtung bevorzugt zusätzlich Einheiten aufweist, mittels derer die Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit (bevorzugt im Bereich der größten Walkarbeit) herabgesetzt wird.

[0018] Die Funktion der Walkbereiche ist es, eine bessere Einarbeitung der Beschichtungsflüssigkeit in die Faserzwischenräume zu erhalten.

[0019] Die Vorrichtung stellt ein Extrusionswerkzeug dar.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung zusätzlich noch mindestens eine Vakuumeinheit, in welcher ein Vakuum um das hindurchlaufende Material erzeugt wird. Dies dient beispielsweise der Trocknung oder der Entgasung. Bevorzugt ist mindestens eine Vakuumeinheit der Einheit zur Flüssigkeitszufuhr vorgeschaltet und/oder der Walkeinheit nachgeschaltet.

[0021] Die Erfinder haben festgestellt, dass sich eine deutliche Verbesserung der Benetzung ergibt, wenn in den Walkbereichen die Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit deutlich abgesenkt werden kann. Dies erreicht man, mit den folgenden bevorzugten Ausführungsformen, welche bevorzugt auch miteinander kombiniert werden können.

Der Begriff „Walkbereiche“ umfasst diejenigen Bereiche der Walkeinheit, in denen bestimmungsgemäß eine Benetzung der Faser durch Kräfte (oftmals mechanische Kräfte) durchgeführt wird. Diese Walkbereiche sind Wellenberge bzw. Wellentäler einer wellenartigen Führung.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit durch Vibrationen (z.B. Schall, insbesondere Ultraschall) verringert. Dazu weist die Vorrichtung bevorzugt Sonotroden auf, mittels derer der Schall (insbesondere Ultraschall) in die Beschichtungsflüssigkeit bzw. den betreffenden Walkbereich eingestrahlt wird. Bevorzugt werden die Sonotroden in den Walkbereichen und/oder kurz davor (max. 5 cm davor) dermaßen angeordnet, dass sie Schall (insbesondere Ultraschall) in die Flüssigkeit abstrahlen.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit durch Mikrowellen oder Heizelemente verringert. Durch die Erwärmung der Flüssigkeit sinkt die Viskosität.

Dazu weist die Vorrichtung bevorzugt Mikrowellenquellen bzw. sonstige Heizelemente auf (z.B. ohmsche oder kapazitive Heizelemente) mittels derer die Beschichtungsflüssigkeit bzw. der betreffende Walkbereich erwärmt wird.

[0024] Bevorzugt werden die Mikrowellenquellen bzw. sonstigen Heizelemente in den Walkbereichen und/oder kurz davor (max. 5 cm davor) dermaßen angeordnet, dass sie Mikrowellen bzw. Wärme in die Flüssigkeit abstrahlen. Es ist selbstverständlich, dass im Fall der Verwendung von elektromagnetischen Strahlen (z.B. Mikrowellenstrahlen) sichergestellt sein muss, dass entweder das Matrixmaterial oder die Fasern selber diese elektromagnetische Strahlung absorbieren können.

[0025] Bevorzugt wird die Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit also jeweils am Ort der Umlenkung gezielt abgesenkt, also dort wo die höchste mechanische Belastung auf den Verband auftritt, oder kurz davor, dass eine viskositätsreduzierte Flüssigkeit in den Walkbereich eintritt. Der Begriff „kurz davor“ bedeutet, dass die Wirkung der Viskositätsherabsetzenden Maßnahme nicht bereits vor dem Walkbereich wieder nachgelassen haben darf. Bevorzugte Abstände sind die oben genannten maximalen 5 cm oder gar nur max. 1 cm.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung Walkrollen, die insbesondere angetrieben und/oder beheizt sind. Diese Walkrollen sind hintereinander und/oder übereinander angeordnet, wobei sie sich im Falle einer Anordnung hintereinander bevorzugt nicht berühren und bei einer Anordnung übereinander bevorzugt einen Druck (insbesondere > 1 bar) auf die flüssigkeitsgetränkten Fasern ausüben. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass mindestens eine der Rollen beweglich gelagert ist und durch eine Kraft (z.B. Federkraft oder Gewichtskraft) auf die andere Rolle gedrückt wird.

[0027] Die Walkrollen sind dermaßen angeordnet, dass über die Walkrollen laufende Fasern wechselnd über Ober- und Unterseite benachbarter Walkrollen laufen und sich daraus eine wellenförmige Führung ergibt. Diese Wellenbewegung kann horizontal oder vertikal verlaufen oder als Kombination aus diesen beiden Raumrichtungen.

[0028] Als wellenförmigen Führung von Fasern in einem Block sind insbesondere in den Umlenkungsbereichen dieser Wellen Walkrollen angeordnet. Durch die Walkrollen wird eine zusätzliche Walkarbeit erzeugt, was die Viskosität senkt. In diesem Falle sind also die Wellen mit den Walkrollen kombiniert.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Walkrollen ballig geformt, so dass sie also keine Zylinderform mehr haben, sondern die Mantel-

fläche bezüglich der Längsachse konvex geformt ist. Alternativ oder in Kombination weist die Oberfläche bevorzugt eine Kanalführung in Richtung des Umfangs oder eine mit einem geprägten Muster versehene Oberfläche auf. Diese Ausgestaltungen führen zu einer Verbreiterung oder Verschmälerung der Faserbündel.

[0030] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Oberfläche mindestens einer Walkrolle eine Oberflächentextur auf. Bevorzugte Oberflächentexturen sind Riffelungen, Zapfen, Nuten, Zähne und Nadeln. Bevorzugt sind dabei gegenüberliegende Walkrollen so ausgeformt, dass ihre Oberflächen ineinandergreifen, also die Oberflächentexturen jeweils so ausgeführt sind, dass eine Protrusion der einen Walkrolle in eine Retrusion der gegenüberliegenden Walkrolle greifen kann (z.B. ähnlich zwei Zahnrädern, die eine bevorzugte Ausführungsform darstellen). Auf diese Weise kann eine Benetzung der Oberfläche der Fasern noch verbessert werden.

[0031] Die Walkarbeit kann zusätzlich verstärkt werden, indem diese Walkrollen mit unterschiedlichen Relativgeschwindigkeiten zu den Fasern rotieren und/oder indem die Walkrollen exzentrisch gelagert werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung mindestens eine Bewegungseinheit, welche dazu ausgelegt ist, zwei der Walkrollen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und oder in unterschiedliche Richtungen rotieren zu lassen (selbstverständlich um ihre Längsachse).

Gemäß einer bevorzugten, damit kombinierbaren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung mindestens eine exzentrisch gelagerte Walkrolle.

[0032] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Walkeinheit Walkrollen, welche außer der Walkung auch die Führung der Fasern übernehmen. Dies wird insbesondere durch Anordnung der Rollen als Kalandrier erreicht. Bevorzugt findet die Beschichtung der Fasern mit einer Beschichtungsflüssigkeit zumindest zum Teil in dem Kalandrier statt, insbesondere in dem mittels Düsen oder Kanälen die Beschichtungsflüssigkeit auf mindestens eine Walkrolle aufgebracht wird und mittels dieser mit den Fasern in Verbindung gebracht wird. Der in den Kalandrierspalten herrschende Druck wirkt sich dabei zusätzlich vorteilhaft auf die Benetzung aus. Es sind viele Möglichkeiten der Anordnung von Walkrollen möglich. Bevorzugt ist eine 1-, F- oder Z-Form. Die Walkrollen sind bevorzugt beheizt. Es ist auch bevorzugt, die Fasern durch mehr als eine Kalandrieranordnung zu führen.

[0033] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung Einheiten zum Beheizen der

Fasern. Eine Vorheizung der Fasern wirkt sich vorteilhaft auf die Beschichtung aus.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung mindestens eine Umlenkrolle, insbesondere mehrere Umlenkrollen, welche insbesondere temperiert sind.

[0035] Die Einführung der Lage von Fasern erfolgt bevorzugt zu mindestens einer Seite, insbesondere zu beiden Seiten, der geförderten Beschichtungsflüssigkeit, insbesondere mittels Umlenkrollen. Die Bewegung der Fasern erfolgt zu der Beschichtungsflüssigkeit hin in Bewegungsrichtung der Beschichtungsflüssigkeit, um Fasern und Beschichtungsflüssigkeit in Berührung miteinander zu bringen.

[0036] Ein besonderer Vorteil dieser Ausführungsform ist, dass zwei oder mehr unterschiedliche Faserarten oder Gewebearten, in einen festen Verbund eingebracht werden können.

[0037] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform laufen zusammen mit den Fasern funktionelle Folien durch die Vorrichtung, z.B. um optische Effekte oder spezielle Oberflächeneigenschaften zu erreichen. Dazu ist die Vorrichtung bevorzugt so ausgestaltet, dass mindestens eine funktionelle Folie parallel zu den Fasern eingeführt werden kann.

[0038] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist im Bereich des Zusammenführens von Beschichtungsflüssigkeit und Fasern mindestens eine Ultraschall-Sonotrode angeordnet, um die Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit weiter abzusenken.

[0039] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung, bevorzugt in ihrer Einheit zur Flüssigkeitszufuhr besondere Verteiler zum optimalen Verteilen der Flüssigkeit. Da die Beschichtungsflüssigkeit in der Regel eine nicht zu vernachlässigende Viskosität aufweist (z.B. bei der Verwendung von Kunststoffschmelzen) ist eine gute Verteilung über eine Fläche mit mehreren Fasersträngen oder Faserweben nicht trivial. Im Stand der Technik werden in der Regel Fischgrätverteiler verwendet.

Bevorzugt werden zur Verteilung der Beschichtungsflüssigkeit Verteiler verwendet, die einem Hirschgeweih ähneln „Hirschgeweihverteiler“, bevorzugt ist dabei eine Form, von der von einem Hauptkanal kleinere, parallele Seitenkanäle abzweigen, welche an ihren Enden Auslässe für die Beschichtungsflüssigkeit aufweisen. Da bei dieser Form von Verteilern aber trotz gleicher Weglängen unterschiedliche Winkel und Radien für die Schmelze auftreten können, kommt es zuweilen zu Unregelmäßigkeiten im Schmelzestrom, dies kann durch eine Umlenkung der Schmelze senkrecht zur Verteilrichtung (also z.B. nach oben und wieder zurück) an geeigneten Positionen, also in oder kurz nach der je-

weiligen Unterverteilung, erreicht werden. Die unterschiedlichen Strömungen und Geschwindigkeiten in der Schmelze werden dadurch neutralisiert. Bevorzugt sind auch solche Verteiler, in denen eine Umkehrung des Schmelzeflusses stattfindet.

[0040] Auch wenn diese Verteiler bevorzugt dem Fluss der Beschichtungsflüssigkeit dienen sind ebenfalls Ausführungsformen bevorzugt, bei denen solche Verteiler zur Aufspaltung und Führung von Faserbündeln verwendet werden.

[0041] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung mindestens zwei in Bewegungsrichtung der Fasern hintereinander angeordnete Düsen, die dazu ausgelegt sind, dass verschiedene Materialien durch sie in Richtung der Fasern eingebracht werden können und/oder mindestens eine Düse, mittels der ein koextrudiertes Material (insbesondere ein mehrschichtiges Material) in Richtung der Fasern eingebracht werden kann (im Folgenden auch als „Mehrschichtdüse“ bezeichnet).

Mittels dieser Ausführungsform kann man mehrere Schichten gleichzeitig (mit der Mehrschichtdüse) oder nacheinander (mit zwei oder mehr Düsen) mit den Fasern in Kontakt bringen und diese in eine mehrschichtige Matrix einbetten. Bevorzugt ist dabei, dass diejenige Beschichtungsflüssigkeit, welche als erstes mit den Fasern in Kontakt kommt, eine niedrigere Viskosität hat, als diejenige Beschichtungsflüssigkeit, welche danach eingebracht wird. Bei der Verwendung von Mehrschichtdüsen ist es bevorzugt, wenn die Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit so groß ist, dass eine Durchmischung der einzelnen Schichten nicht möglich ist, wobei insbesondere, diejenige Schicht, welche dem Faserverbund am nächsten ist, eine niedrigere Viskosität hat, als diejenige Schicht, welche der erstgenannten Schicht folgt. Die niedrige Viskosität begünstigt eine Benetzung, während die höhere Viskosität der folgenden Schicht bzw. Beschichtungsflüssigkeit vorteilhaft für eine gute Einbettung der beschichteten Fasern in den Mehrschichtverband ist. Die Viskositätsunterschiede können unter anderem durch unterschiedliche Materialien oder aber auch durch unterschiedliche Temperaturführung oder Vernetzungsreaktionen der Materialien erreicht werden.

Auf diese Weise ist es zum Beispiel möglich eine Trennschicht zur Verfügung zu stellen, welche die Fasern benetzt und zusätzlich eine Außenschicht mit anderen Eigenschaften aufzubringen, welche ggf. alleine nicht gut an den Fasern haften würde.

Bevorzugt ist auch, dass die Düsen an der Ober und Unterseite der Vorrichtung unterschiedlich ausgestaltet sind und/oder die Vorrichtung dazu ausgestaltet ist, unterschiedliche Beschichtungsflüssigkeiten über die Düsen an der Ober und Unterseite auf die Fasern einzubringen. Damit ist die Herstellung von Materialien mit unterschiedlichen Oberflächen (unterschiedlicher Vorder- und Rückseite) möglich.

[0042] Diese Ausführungsform zur Beschichtung von Fasern mit mehreren Schichten kann durchaus eine eigenständige Erfindung darstellen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur mehrschichtigen Benetzung von Fasern umfasst in diesem Falle einen Fasereinlauf, eine Einheit zur Flüssigkeitszufuhr und eine Walkeinheit, welche bevorzugt bezüglich der Faserbewegung der Einheit zur Flüssigkeitszufuhr nachgeschaltet ist, wobei die Walkeinheit dermaßen beschaffen ist, dass sie Walkbereiche aufweist, in denen durch Bewegung oder Druck ein mechanisches Einpressen der Beschichtungsflüssigkeit in die Faserzwischenräume bewirkt wird, wobei die Vorrichtung zusätzlich mindestens zwei in Bewegungsrichtung der Fasern hintereinander angeordnete Düsen umfasst, die dazu ausgelegt sind, dass verschiedene Materialien durch sie in Richtung der Fasern eingebracht werden können und/oder mindestens eine Mehrschichtdüse aufweist.

Der Stand der Technik kann bisher nur eine einschichtige Beschichtung herstellen, also die Einbettung von Fasern in eine uniforme Matrix. Aufgabe der eigenständigen Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mittels derer ein Benutzer in der Lage ist, eine kostengünstige, kontinuierliche Fertigung von mehrschichtig beschichteten Fasern vorzunehmen.

[0043] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist zumindest eine Düse zur Einbringung von Beschichtungsflüssigkeit auch in der Walkeinheit, insbesondere hinter dem ersten Walkbereich, angeordnet, so dass die Fasern nach einer ersten Walkung ein weiteres Mal (insbesondere mit einer anderen Beschichtungsflüssigkeit) beschichtet werden können. Auf diese Weise kann ein sehr guter Verbund hergestellt werden, bei dem Fasern in einer mehrschichtigen Matrix eingebettet sind. Die Fasern werden beschichtet, wobei diese Schicht durch Walken die Fasern gut benetzt, dann eine weitere Schicht eingebracht und die Benetzung der Fasern und der Zusammenhalt der Schichten durch ein weiteres Walken verbessert. Auf diese Weise können mehrere Schichten optimal miteinander und mit den Fasern verbunden werden. Es ist jedoch dabei bevorzugt, dass nach dem Einbringen der letzten Schicht (dem letztmaligen Einbringen einer Beschichtungsflüssigkeit) das Material mindestens einen weiteren Walkbereich passiert, so dass es noch mindestens einmal gewalkt wird.

[0044] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit durch Schwingungen, insbesondere Druckschwingungen oder elektromagnetische Schwingungen (z.B. Vibrationen wie Schall, insbesondere Ultraschall, oder Mikrowellen/Infrarotstrahlen) verringert, wobei die Elemente zur Aussendung der Schwingungen (z.B. Sonotroden oder Mikrowellenquellen oder IR-Strahler)

so beschaffen sind, dass sie diskrete Wellenlängenbereiche aussenden, deren Moden-Frequenzbreite mehr als das 10-fache (insbesondere mehr als das 100-fache) kleiner ist als das Maximum der jeweiligen Mode, und die dazu ausgelegt sind, auf einer spezifischen Absorptionslinie mindestens eines der Beschichtungsmaterialien zu emittieren.

Auf diese Weise ist es möglich, gezielt die Viskosität eines der Beschichtungsstoffe (z.B. die der innersten Schicht) herabzusetzen, während die Viskosität der anderen Beschichtungsstoffe (z.B. die der äußeren Schichten) nicht herabgesetzt wird. Somit kann bei Vorliegen eines Mehrschichtverbundes während der Walkung die Viskosität der innersten Schicht für eine bessere Benetzung herabgesetzt werden während der Schichtaufbau ungestört bestehen bleibt.

Schwingungen in engen Frequenzbändern werden nur von den Materialien aufgenommen deren Absorption in dem Frequenzbereich der Schwingungen liegt.

[0045] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Vorrichtung modular aufgebaut und umfasst Segmente der Gruppe Einlaufsegmente, Vorheizsegmente, Beschichtungssegmente (zur ein- oder beidseitigen Beschichtung), Walksegmente, Vakuumsegmente, Kühlsegmente, Walzsegmente und Glättsegmente.

[0046] Bevorzugt werden die Fasern zur Beschichtung unter Spannung gesetzt, damit sie in der späteren Matrix gerade angeordnet sind. Dazu umfasst die Vorrichtung bevorzugt mindestens eine Einheit zum Spannen der Fasern. Dies kann z.B. durch eine Rollenordnung realisiert werden, über welche die Fasern laufen und die über einen Federmechanismus die Fasern unter Spannung setzen.

[0047] Die Erfindung umfasst auch Fasern, die mittels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung oder mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellt worden ist. Dies kann beispielsweise einfach getestet werden, in dem der Benetzungsgrad gemessen wird. Sind die Fasern zu mehr als 95%, insbesondere zu mehr als 98% von der Flüssigkeit benetzt, und weist die Benetzungsflüssigkeit während der normalen Beschichtung eine Viskosität von mehr als 10000 mPa*s auf, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um ein mit der Erfindung hergestelltes Produkt.

[0048] Beispiele für bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Abbildungen dargestellt.

Fig. 1 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform.

Fig. 2 zeigt schematisch eine weitere bevorzugte Ausführungsform.

Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Walkeinheit.

Fig. 4 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Walkeinheit.

Fig. 5 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform.

Fig. 6 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform.

Fig. 7 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform.

Fig. 8 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform.

[0049] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

FIGURENBESCHREIBUNG

[0050] **Fig. 1** zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform, insbesondere deren Seitenansicht. die Vorrichtung zur Benetzung von Fasern umfasst einen Einlass für die Fasern **3** (links), eine Einheit zur Flüssigkeitszufuhr **1**, wobei die Beschichtungsflüssigkeit **4** durch Kanäle oben und unten eingeführt und kurz vor Ende der Einheit zur Flüssigkeitszufuhr mit den Fasern in Kontakt gebracht wird. In dieser Ausführungsform sind Sonotroden **5** bereits in dem Bereich der Einheit zur Flüssigkeitszufuhr **1** angeordnet, in dem der Erstkontakt von Fasern und Beschichtungsflüssigkeit **4** stattfindet um bereits dort für einen guten Kontakt zu sorgen. Dennoch ist die Benetzung der Fasern mit der Beschichtungsflüssigkeit oftmals noch zu verbessern.

[0051] Aus der Einheit zur Flüssigkeitszufuhr **1** tritt der Verbund aus Beschichtungsflüssigkeit **4** und Fasern **3** in die Walkeinheit **2** ein, welche hier einen Block umfasst in den eine wellenartige Führung eingebracht wurde. Die Umkehrbereiche in den Wellenbergen und -tälern sind die Walkbereiche. In diesen sind hier zur Herabsetzung der Viskosität Sonotroden **5** angeordnet. In der Walkeinheit wird ein inniger Zusammenhalt des Verbunds mit einer sehr guten Benetzung der Fasern mit der Beschichtungsflüssigkeit erzeugt.

[0052] **Fig. 2** zeigt schematisch eine weitere bevorzugte Ausführungsform, die eine Weiterentwicklung der Ausführungsform gemäß **Fig. 1** ist. Zusätzlich

wurden hier in den Walkbereichen Walkrollen **6** angeordnet, die durch ihre Bewegung und/oder den von ihnen ausgeübten Druck eine zusätzliche Herabsetzung der Viskosität der Beschichtungsflüssigkeit erreichen. Dadurch wird die Benetzung der Fasern mit der Beschichtungsflüssigkeit weiter optimiert.

[0053] Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Walkeinheit **2**, z.B. in Seitenansicht. Aus einer Einheit zur Flüssigkeitszufuhr **1**, welche hier beispielsweise eine Einheit zur Zufuhr einer Kunststoffschmelze ist, wird eine Beschichtungsflüssigkeit **4**, z.B. ein viskoser Schmelzestrang oder eine Schmelzefläche, zwischen zwei gegenüberliegende Kaschierbacken in die Walkeinheit **2** eingeführt. Im Folgenden wird der Übersicht halber statt von einer Beschichtungsflüssigkeit von einer „Schmelze“ gesprochen.

[0054] Zusammen mit der Schmelze werden von oben und unten Fasern **3** und funktionelle Folien **8** in die Walkeinheit **2** eingeführt. Dies geschieht beispielsweise über Umlenkrollen, wie sie als Kreise in der Figur dargestellt sind. Zur Verbesserung der Führung verläuft zwischen den Wänden der Walkeinheit **2** und dem Verbund aus Schmelze, Fasern **3** und funktionellen Folien **8** ein Transportband **7**, welches als Endlosband ausgeführt ist, und diesen Verbund durch die Walkeinheit transportiert.

[0055] In dem Bereich der Walkeinheit **2**, in dem über die Wandungen ein mechanischer Druck auf den vorgenannten Verbund ausgeübt wird, können sich zur Herabsetzung der Viskosität oben und unten Sonotroden **5** befinden, welche Ultraschall in den Walkbereich einstrahlen.

[0056] Zur Vorbereitung des Kontaktes mit der Schmelze können die Fasern und auch die funktionelle Folie vorgewärmt werden. Dies geschieht bevorzugt mittels Heizelementen **9**, die vorteilhaft in den Kaschierbacken angeordnet sind.

[0057] In dieser Figur ist auch die bevorzugte Ausführungsform dargestellt, in der stromabwärts zusätzlich ein Kalandrier **10** mit einem Kalandrierspalt angeordnet ist, in dem das Produkt weiter behandelt werden kann.

[0058] In Fig. 4 ist ein ähnlicher Aufbau wie in Fig. 3 ebenfalls in Seitenansicht dargestellt. Die Fasern **3** und die funktionelle Folie **8** werden hier jedoch nicht über Kaschierbacken eingeführt sondern mittels Kaschierrollen. Zwischen den Kaschierrollen werden Fasern **3**, funktionelle Folie **8** und die Beschichtungsflüssigkeit **4** mittels mechanischen Drucks in einen innigen Kontakt gebracht.

[0059] Zwar sind in dieser Figur keine Ultraschall- oder Heizmittel eingezeichnet, sie können sich jedoch auch an den entsprechenden Stellen befinden.

[0060] Um eine optimale Wirkung der Ultraschallwellen zu erreichen oder um für eine gute Regelung der Temperatur zu sorgen, ist es generell vorteilhaft, wenn die Kaschierrollen als Walzen mit einer Wanddicke von höchstens einen cm, insbesondere weniger als 0,5 cm, geformt sind, in deren Inneren, ggf. auch in der Wandung, sich Heizelemente oder Sonotroden befinden. Auch hier ist stromabwärts ein bevorzugter Kalandrier **10** dargestellt.

[0061] Fig. 5 zeigt eine Abwandlung der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform. Hier befinden sich in der Walkeinheit vor zwei Walkbereichen zusätzliche Kanäle zum Durchlauf einer Beschichtungsflüssigkeit **4**. Die Fasern **3** laufen durch die Einheit zur Flüssigkeitszufuhr **1** ein, werden mit einer ersten Beschichtungsflüssigkeit **4** beschichtet, wobei hier auch die Option dargestellt ist, dass Sonotroden **5** bereits in dem Bereich der Einheit zur Flüssigkeitszufuhr **1** angeordnet sind.

[0062] Aus der Einheit zur Flüssigkeitszufuhr **1** tritt der Verbund aus Beschichtungsflüssigkeit **4** und Fasern **3** in die Walkeinheit **2** ein, und durchläuft einen ersten Walkbereich, der hier optional mit einer Sonotrode **5** ausgestattet ist, um mittels der dadurch herabgesetzten Viskosität eine gute Benetzung der Faser mit der ersten Beschichtungsflüssigkeit zu erreichen. Hinter dem ersten Walkbereich wird eine weitere Beschichtungsflüssigkeit **4** dem Verbund hinzugefügt, wobei diese Beschichtungsflüssigkeit **4** verglichen mit der initialen Beschichtungsflüssigkeit **4** die gleiche oder eine andere sein kann, und der beschichtete Verbund durchläuft eine weitere Walkeinheit (die ebenfalls mit einer optionalen Sonotrode **5** ausgestattet ist). Nach dieser Walkung wird eine dritte Beschichtungsflüssigkeit **4** aufgebracht, für die das gleiche wie für die zweitaufgebrachte Beschichtungsflüssigkeit **4** gilt, und der Verbund weiter durchwalkt, wobei in der Fig. 5 zwei Walkbereiche diese Aufgabe erfüllen. Durch diese abschließende Durchwalkung, die mit den dargestellten Sonotroden verbessert wird, wird ein inniger Zusammenhalt der Schichten untereinander und der innersten Schicht mit den Fasern erzeugt.

[0063] In den Fig. 6 bis Fig. 8 sind skizzenhaft verschiedene bevorzugte Ausführungsformen dargestellt, bei denen die Walkeinheiten **2** durch Kalandrieranordnungen gestaltet sind. In dem gleichen Bereich befindet sich auch die Einheit zur Flüssigkeitszufuhr **1**. Das Walken geschieht also unter Einbringung der Beschichtungsflüssigkeit **4**. Die Faser **3** wird stets zwischen Walkrollen **6** geführt und dabei beschichtet und diese Beschichtung eingewalkt.

[0064] In **Fig. 6** geschieht die Walkung mittels zwei Walkrollen **6**. Von Unten wird über einen Kanal oder eine Düse Beschichtungsflüssigkeit **4** auf die Walkrolle **6** aufgebracht und kommt durch die Drehung der Walkrolle **6** mit den Fasern **3** in Kontakt. Oben ist eine zweite Möglichkeit eingezeichnet, bei der die Beschichtungsflüssigkeit **4** gleich auf die Fasern **3** oder sogar direkt in den Kalanderspalt eingebracht wird. Die austretenden Fasern **3** sind beschichtet und können in optionalen Einheiten geglättet und/oder getrocknet werden.

In **Fig. 7** ist eine ähnliche Anordnung wie in **Fig. 6** zu sehen, nur dass unterschiedliche Beschichtungen in unterschiedlichen Walkrollenpaaren stattfinden.

In **Fig. 8** ist eine I-förmige Kalanderanordnung von Walkrollen **6** dargestellt. Die Einbringung der Beschichtungsflüssigkeit geschieht zwar auch hier an unterschiedlichen Walkrollenpaaren, könnte jedoch auch an einem einzigen Rollenpaar erfolgen.

[0065] Es wird noch hinzugefügt, dass ein Mehrschichtverbund auch mit der Ausführungsform gemäß **Fig. 1** erreicht werden kann, wenn die dort abgebildete Zufuhr für die Beschichtungsflüssigkeit **4** zur Einbringung eines mehrschichtigen, viskosen Flüssigkeitsverbundes, z.B. einer koextrudierten Kunststoffschmelze bestehend aus mehreren Schichten, ausgelegt ist. Die Sonotroden **5** wären in diesem Falle optional aber bevorzugt.

[0066] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten der Erfindung, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

[0067] Des Weiteren können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

[0068] Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

[0069] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe **1** bis **10** so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze **1** und der oberen Grenze **10** mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von **1** oder größer und enden

bei einer oberen Grenze von **10** oder weniger, z.B. **1** bis **1,7**, oder **3,2** bis **8,1**, oder **5,5** bis **10**.

[0070] Vor allem können die einzelnen in den Figuren gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen, erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

[0071] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus die Figuren bzw. deren Bestandteile teilweise nicht maßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|--------------------------------|
| 1 | Einheit zur Flüssigkeitszufuhr |
| 2 | Walkeinheit, |
| 3 | Faser |
| 4 | Beschichtungsflüssigkeit |
| 5 | Sonotrode |
| 6 | Walkrollen |
| 7 | Transportband |
| 8 | Funktionelle Folie |
| 9 | Heizelement |
| 10 | Kalander |

Patentansprüche

1. Extrusionswerkzeug zur Benetzung von Fasern, umfassend einen Fasereinlauf und eine Einheit zur Flüssigkeitszufuhr, **gekennzeichnet durch** eine Walkeinheit, die dermaßen beschaffen ist, dass sie Walkbereiche aufweist, die als eine wellenförmige Führung in einem Block ausgeführt sind und in denen durch Bewegung und/oder Druck ein mechanisches Einpressen einer als Kunststoffschmelze ausgeführten Beschichtungsflüssigkeit in Faserzwischenräume bewirkt wird.

2. Extrusionswerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zusätzlich mindestens eine Einheit aufweist, mittels derer die Viskosität der Kunststoffschmelze herabgesetzt wird und/oder mindestens eine Vakuumeinheit umfasst, in welcher ein Vakuum um das hindurchlaufende Material erzeugt wird, wobei bevorzugt mindestens eine Vakuumeinheit der Einheit zur Flüssigkeitszufuhr vorgeschaltet und/oder der Walkeinheit nachgeschaltet ist.

3. Extrusionswerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Extrusionswerkzeug dazu ausgelegt ist, die Viskosität der Kunststoffschmelze durch Ultraschall, Mi-

krollen oder Wärme zu verringern, wobei das Extrusionswerkzeug bevorzugt Sonotroden, Mikrowellenquellen und oder Heizelemente umfasst, welche insbesondere in den Walkbereichen und/oder maximal 5 cm davor dermaßen angeordnet sind, dass sie Ultraschall, Mikrowellen und/oder Wärme in die Kunststoffschmelze abgeben.

4. Extrusionswerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Walkeinheit Walkrollen umfasst, die insbesondere angetrieben und/oder beheizt sind und die hintereinander und/oder übereinander angeordnet sind, wobei hintereinander angeordnete Walkrollen bevorzugt dermaßen angeordnet sind, dass über die Walkrollen laufende Fasern wechselnd über Ober- und Unterseite benachbarter Walkrollen laufen und sich daraus eine alternierende Führung der Fasern ergibt, und die insbesondere in Form eines Kalenders angeordnet sind.

5. Extrusionswerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Walkeinheit Walkrollen umfasst, welche ballig geformt sind.

6. Extrusionswerkzeug nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Walkrollen mit unterschiedlichen Relativgeschwindigkeiten zu den Fasern rotieren und/oder dass die Walkrollen exzentrisch gelagert sind.

7. Extrusionswerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es Heizelemente aufweist, um Elemente der Walkeinheit auf Temperaturen zwischen 30° C und 700° C, insbesondere zwischen 150° C und 450° C zu erwärmen.

8. Extrusionswerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich des Zusammenführens von Kunststoffschmelze und Fasern mindestens eine Ultraschall-Sonotrode angeordnet, um die Viskosität der Kunststoffschmelze weiter abzusenken.

9. Extrusionswerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es in ihrer Einheit zur Flüssigkeitszufuhr besondere Verteiler zum optimalen Verteilen der Kunststoffschmelze umfasst, und/oder dass sie Verteiler zum Aufspalten von Faserbündeln umfasst, wobei bevorzugte Verteiler „Hirschgeweihverteiler“ oder Verteiler mit sich umkehrenden Schmelzefluss sind.

10. Extrusionswerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Extrusionswerkzeug mindestens zwei in Bewegungsrichtung der Fasern hintereinander angeordnete Düsen umfasst, die dazu ausgelegt sind, dass ver-

schiedene Materialien durch sie in Richtung der Fasern eingebracht werden können und/oder mindestens eine Düse umfasst, mittels der ein koextrudiertes Material in Richtung der Fasern eingebracht werden kann, wobei die Düsen an der Ober und Unterseite des Extrusionswerkzeugs bevorzugt unterschiedlich ausgestaltet sind und/oder das Extrusionswerkzeug dazu ausgestaltet ist, unterschiedliche Kunststoffschmelze über die Düsen an der Ober und Unterseite auf die Fasern oder auf Walkrollen einzubringen.

11. Extrusionswerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Extrusionswerkzeug Elemente zur Aussendung von Schwingungen aufweist, insbesondere Sonotroden oder Mikrowellenquellen oder IR-Strahler, welche so beschaffen sind, dass sie diskrete Wellenlängenbereiche aussenden, deren Moden-Frequenzbreite mehr als das 10-fache kleiner ist als das Maximum der jeweiligen Mode, und die dazu ausgelegt sind, auf einer spezifischen Absorptionslinie mindestens eines der Beschichtungsmaterialien zu emittieren.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

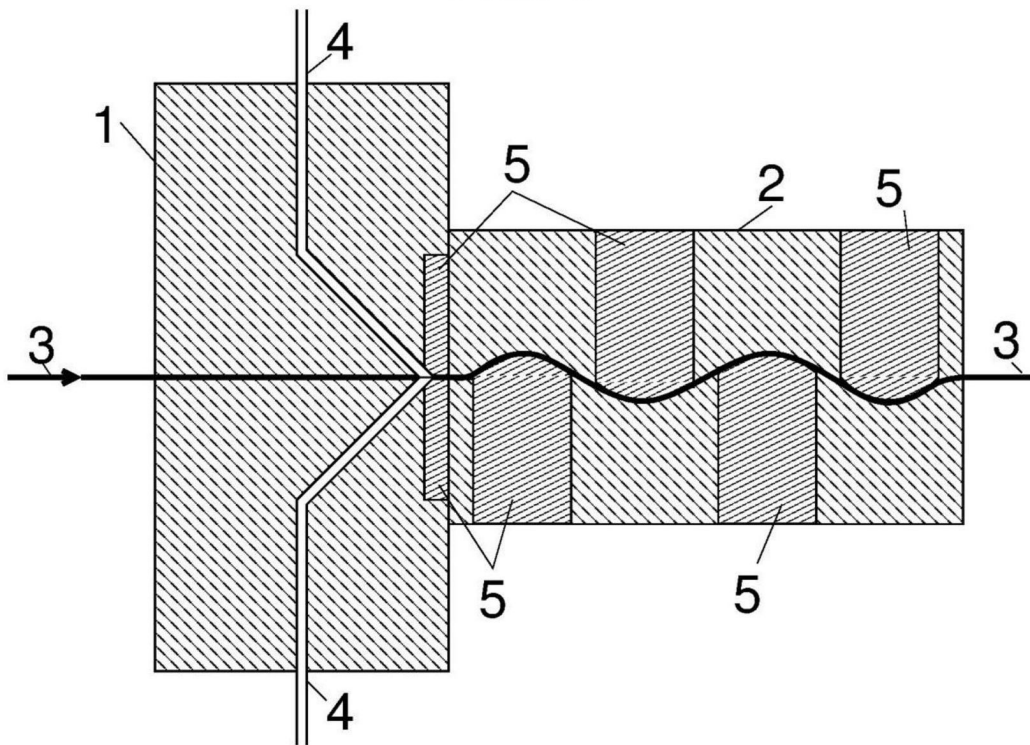


FIG. 2

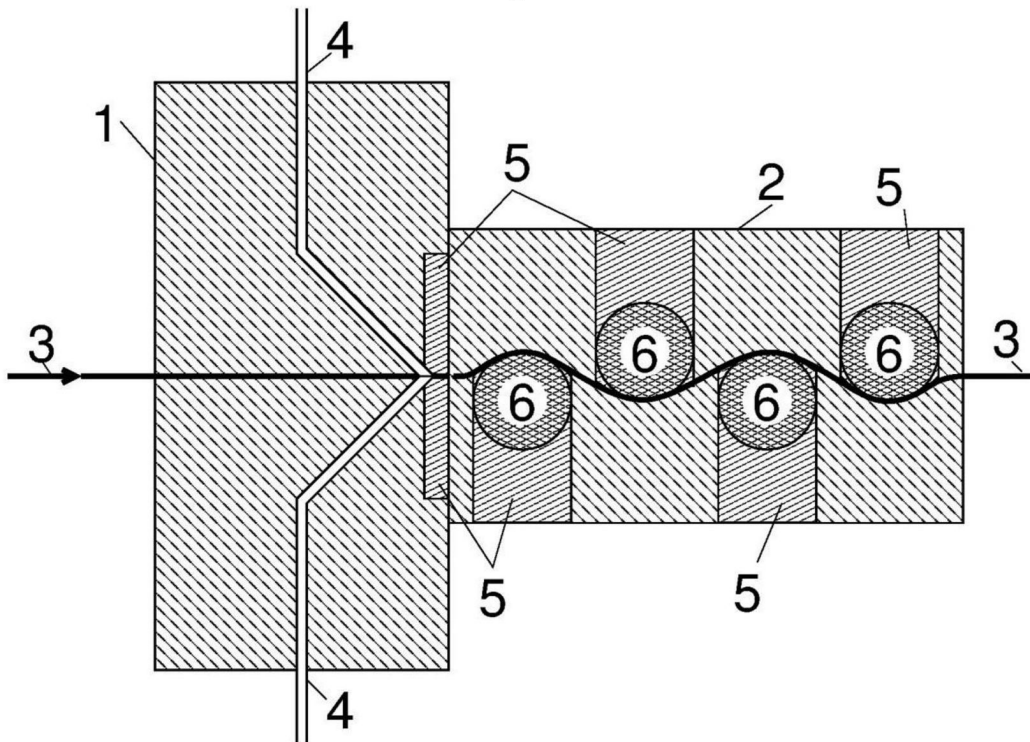


FIG. 3

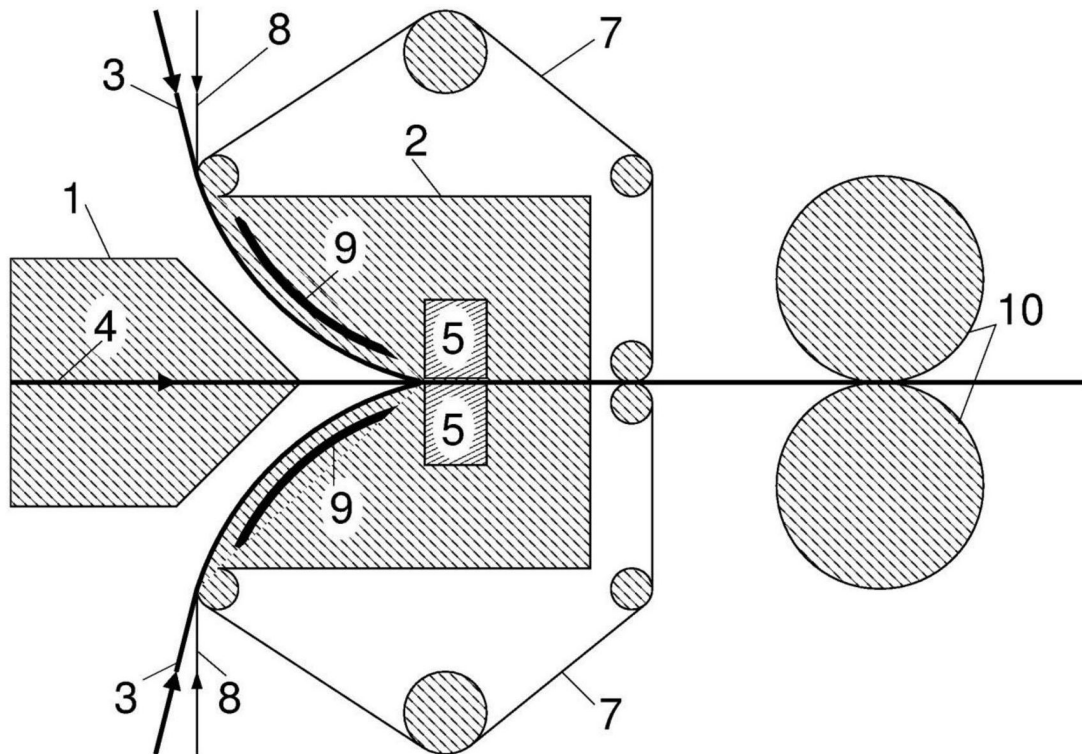


FIG. 4

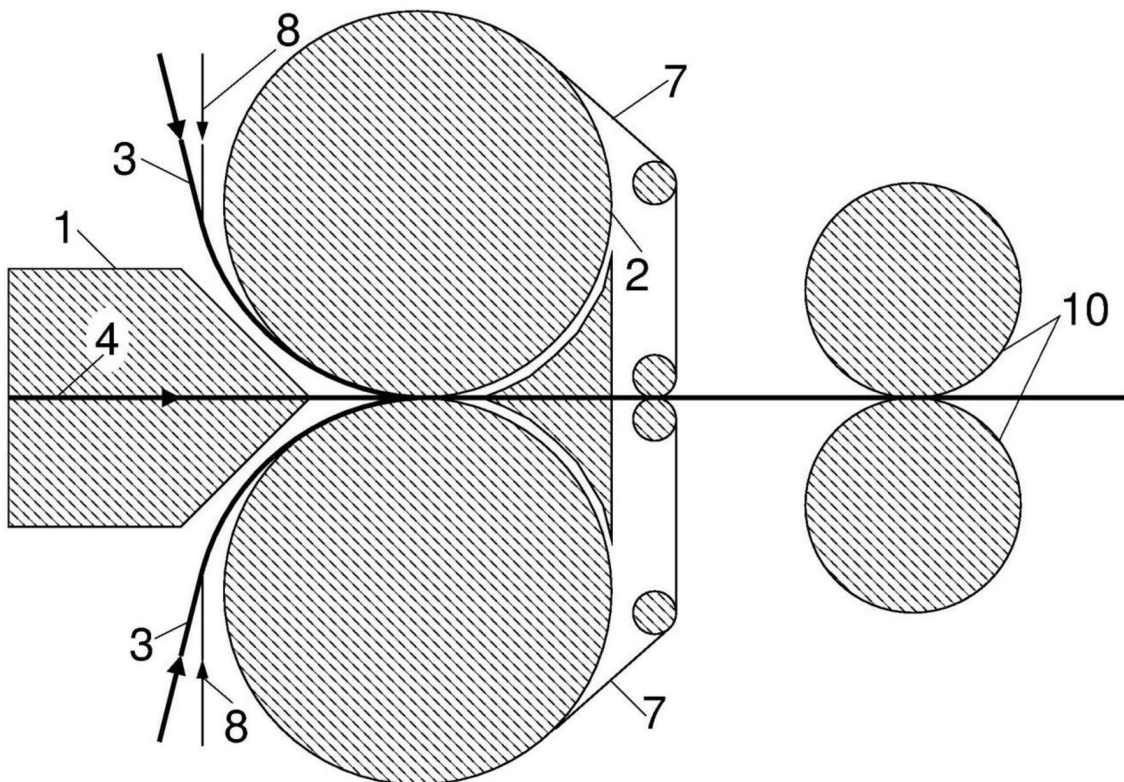


FIG. 5

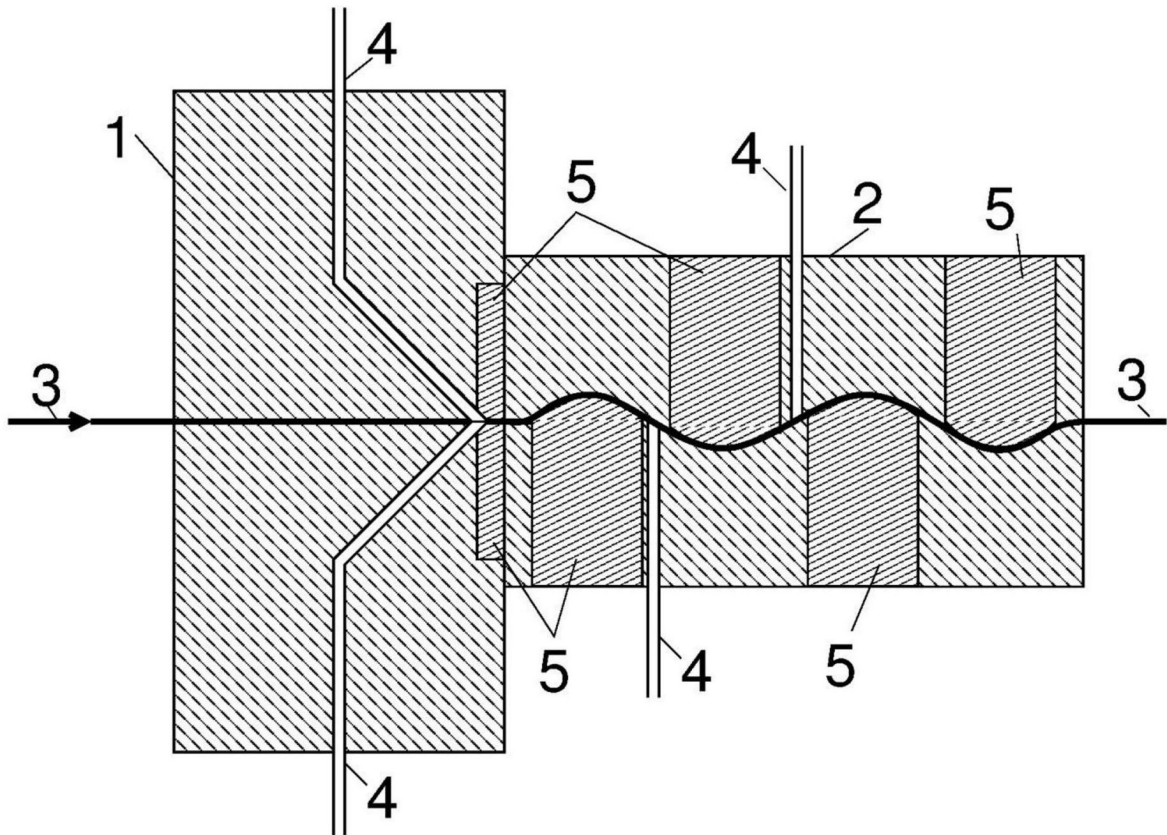


FIG. 6

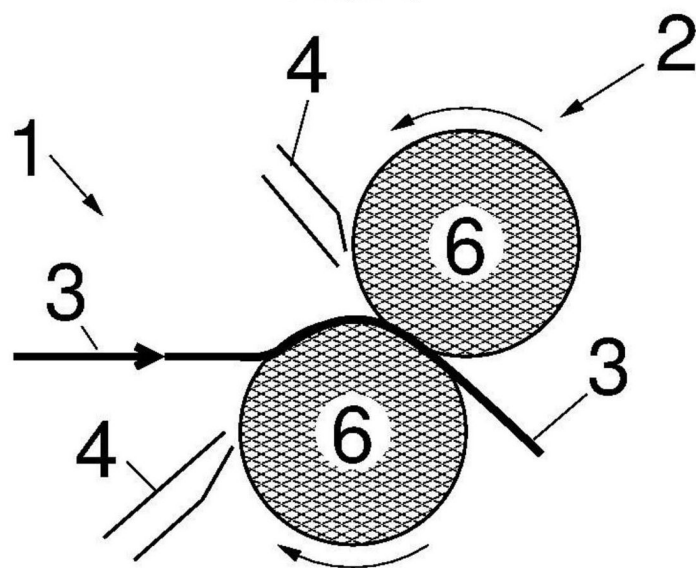


FIG. 7

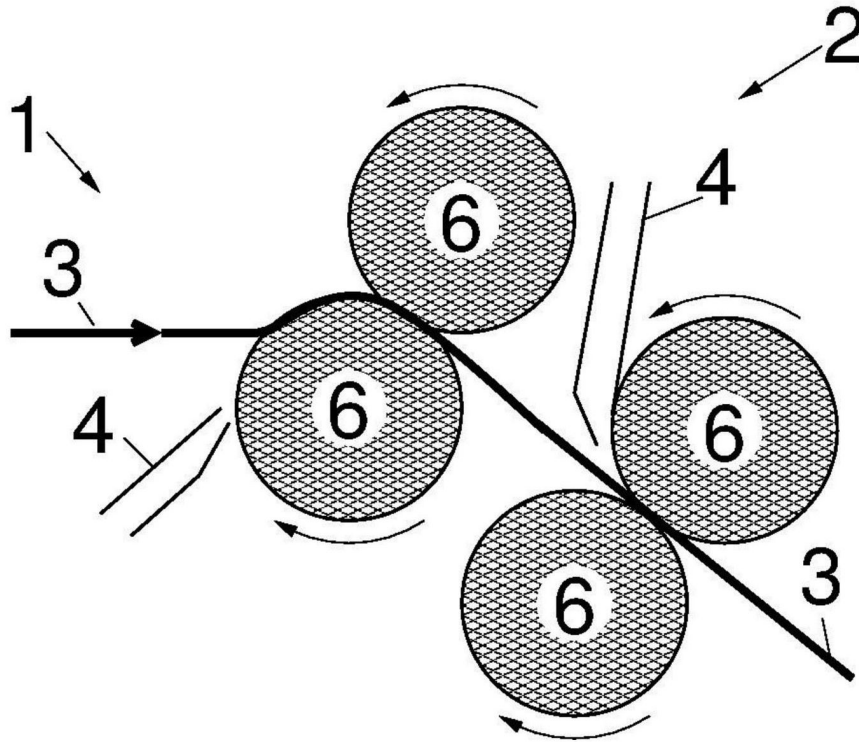


FIG. 8

