(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Mai 2014 (15.05.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/072034 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 70/48 (2006.01) *B29C 39/08* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/003299

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. November 2013 (04.11.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 021 786.2
8. November 2012 (08.11.2012) DE

(71) Anmelder: **TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN** [DE/DE]; Arcisstr. 21, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **ZAREMBA, Swen**; Fürkhof 7, 81927 München (DE). **ALTMANN, Andreas**; Barer Str. 62, 80799 München (DE).

(74) Anwalt: **FDST**; Zusammenschluss-Nr. 401, Nordostpark 16, 90411 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING A COMPONENT FROM A FIBRE COMPOSITE MATERIAL

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES BAUTEILS AUS EINEM FASERVERBUNDWERKSTOFF

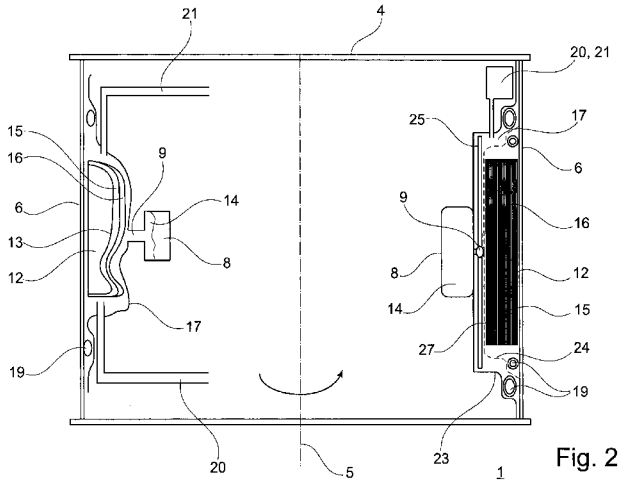


Fig. 2

(57) **Abstract**: The invention provides a method for producing a component from a fibre composite material, wherein a preform (15), comprising a number of layers (16) of a dry fibrous material, is rotated about an axis of rotation (5) lying outside the preform (15), wherein liquid resin (14) is introduced into the preform (15) radially outwards from a co-rotating resin reservoir (8) with the aid of the centrifugal force and impregnates the fibrous material, and wherein the preform (15) impregnated with resin (14) is cured to form the component. It is in this case provided that the resin reservoir (8) is rotated offset from the axis of rotation (5) radially outwards in the direction of the preform (15), wherein liquid resin (14) contained in the resin reservoir (8) is compressed radially outwards by the centrifugal force, building up an injection pressure, and wherein the liquid resin (14) is introduced into the preform (15) by means of this injection pressure. The invention also provides a corresponding apparatus (1).

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/072034 A1

WO 2014/072034 A1

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff, angegeben, wobei ein Formling (15), umfassend eine Anzahl von Lagen (16) eines trockenen Fasermaterials, um eine außerhalb des Formlings (15) liegende Rotationsachse (5) rotiert wird, wobei flüssiges Harz (14) aus einem mitrotierenden Harzreservoir (8) durch die Zentrifugalkraft unterstützt radial nach außen, das Fasermaterial durchtränkend, in den Formling (15) eingebracht wird, und wobei der mit Harz (14) durchtränkte Formling (15) zu dem Bauteil ausgehärtet wird. Dabei ist vorgesehen, dass das Harzreservoir (8) zur Rotationsachse (5) radial nach außen in Richtung des Formlings (15) versetzt rotiert, wobei durch die Zentrifugalkraft im Harzreservoir (8) enthaltenes flüssiges Harz (14) unter Aufbau eines Injektionsdruckes radial nach außen komprimiert wird, und wobei das flüssige Harz (14) mittels dieses Injektionsdruckes in den Formling (15) eingebracht wird. Weiter wird eine entsprechende Vorrichtung (1) angegeben.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff, wobei ein Formling, umfassend eine Anzahl von Lagen eines trockenen Fasermaterials, um eine außerhalb des Formlings liegende Rotationsachse rotiert wird, wobei flüssiges Harz aus einem mitrotierenden Harzreservoir durch die Zentrifugalkraft unterstützt radial nach außen, das Fasermaterial durchtränkend, in den Formling eingebracht wird, und wobei der mit Harz durchtränkte Formling zu dem Bauteil ausgehärtet wird. Die Erfindung betrifft weiter eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff durch Rotationstränkung eines eine Anzahl von Lagen eines trockenen Fasermaterials umfassenden Formlings mit einem flüssigen Harz, umfassend eine Rotationseinrichtung mit einem außerhalb der Rotationsachse angeordneten Aufnahmemittel zu einer Aufnahme des Formlings, mit einem Harzreservoir und mit einer Harzleitung aus dem Harzreservoir radial nach außen zum Aufnahmemittel, sowie gegebenenfalls Mittel zum Aushärten des Formlings.

Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung zu einem sogenannten Rotationstränken eines Formlings sind insbesondere aus der US 5,393,215 A bekannt. Dort wird der Formling mit einer radialen Ausrichtung der Faserlagen um eine vom Formling beabstandete Rotationsachse rotiert. Aus einem auf der Rotationsachse angeordneten Harzreservoir wird flüssiges Harz von der Zentrifugalkraft unterstützt radial nach außen in den Formling eingebracht. Das flüssige Harz durchdringt den Formling parallel zu den Faserlagen von seinem radial inneren zu seinem radial äußeren Ende. Wird durch die Flächennormale der Faserlagen die Dickenrichtung des üblicherweise flächigen Formlings definiert, so durchdringt das flüssige Harz mit anderen Worten den Formling zur Tränkung in seiner Längsrichtung. Eine Formgebung des Formlings erfolgt mittels parallel zur Rotationsachse wirkenden Formen, zwischen die der Formling axial eingepresst ist.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Weiter ist aus der US 5,393,215 A bekannt, über einen mechanisch betätigten Kolben bei Rotation einen zusätzlichen Druck auf das im mittigen Harzreservoir aufgenommene Harz auszuüben, wodurch sich der Injektionsdruck des Harzes gegenüber dem Formling erhöht. Dazu ist eine mechanische Vorrichtung mit einem Schwingkolben offenbart, der bei Rotation über einen Hebel eine axiale Kraft auf den auf das Harz wirkenden Kolben ausübt.

Grundsätzlich sind zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff, umfassend eine Anzahl von Lagen eines Fasermaterials (z. B. aus Kohlenstoff-, Glas- oder Aramidfasern) und einen Matrixwerkstoff (zum Beispiel aus einem Duroplast oder einem Thermoplast) verschiedene in der Technik bereits realisierte Verfahren bekannt. Bei dem so genannten Halbschalenprozess oder RIFT-Prozess (engl.: Resin Infusion under Flexible Tooling) wird über eine einseitige Halbschale der Lagen aus trockenem Fasermaterial umfassende Formling gelegt und mit einer Folienabdeckung versehen. Mittels einer Druckdifferenz, wozu beim Halbschalenprozess meist Unterdruck in der Folienabdeckung erzeugt wird (Infusion), wird der Matrixwerkstoff als flüssiges Harz zwischen die Folienabdeckung und die Halbschale gebracht, wobei sich der Formling einseitig der Halbschale anformt. Nach einer Aushärtung des Matrixwerkstoffs durch eine Wärmezufuhr oder durch eine chemische Reaktion mit einem Härter, wie bei einem Mehrkomponenten-Harzsystem, resultiert ein fertiges Bauteil mit einer einseitig vorgegebenen und spezifizierten Oberfläche. Die der Halbschale abgewandte Rückseite weist in der Regel einen eher undefinierten Charakter auf. Das RIFT-Verfahren ist wegen des einseitigen Werkzeugbedarfs vergleichsweise kostengünstig und wird häufig zum Prototypenbau, für Kleinserienbauteile oder für große und flächige Bauteile eingesetzt.

Daneben ist das so genannte RTM-Verfahren (engl.: Resin Transfer Moulding) gängige Praxis, wobei in einer zweischaligen Form die Ausformung des Formlings, das Einbringen des flüssigen Matrixwerkstoffs und die Aushärtung insbesondere in einem Arbeitsgang erfolgt. Dazu wird das flüssige Harz in der Regel mittels Überdruck in den in die Form eingelegten Formling eingebracht (Injektion), die

Form unter Druck zur Ausformung des Formlings geschlossen und der Formling meist in der Form ausgehärtet. Das RTM-Verfahren ermöglicht die Fertigung von Bauteilen mit geringen Toleranzen und bietet ein großes Potential für die Automatisierung. Mithin ist das RTM-Verfahren für die Großserienproduktion geeignet und hat sich insbesondere zur Fertigung von Bauteilen in der Automobilindustrie etabliert.

Für hohe Produktionsvolumina mit sechs- oder siebenstelligen Stückzahlen pro Jahr gilt es, die etablierten Herstellungsverfahren für Bauteile aus einem Faserverbundwerkstoff hinsichtlich ihrer Kosteneffizienz weiter zu verbessern. Aus diesem Grund ist eine Weiterentwicklung der heutigen Prozesstechnik zwingend erforderlich. Insbesondere gilt es, die Einbringung des flüssigen Harzes zur Tränkung des Fasermaterials zu beschleunigen. Die Geschwindigkeit dieses Prozessabschnitts ist bei gegebener Durchlässigkeit des trockenen Fasermaterials im Wesentlichen durch die erreichbare Druckdifferenz zur Einbringung des Harzes und durch die gegebene Viskosität des flüssigen Matrixmaterials beschränkt.

Gegenwärtig werden in der Automobilindustrie zur Einbringung des flüssigen Harzes Druckdifferenzen von bis zu 100 bar eingesetzt. Je höher der Injektionsdruck gewählt ist, desto kürzer ist die Zykluszeit bei der Herstellung der Bauteile. Höhere Drücke erfordern jedoch eine Adaption der Anlagentechnik. Leitungen, Mischköpfe, Dichtungen etc. müssen so ausgelegt werden, dass sie den geänderten Prozessparametern standhalten. Dies impliziert nachteiligerweise entsprechende Mehrkosten in der Beschaffung und Wartung der Herstellungsanlagen.

Andererseits erhöht sich bei einer Vergrößerung des Injektionsdruckes die durch das Harz in Flussrichtung auf den Formling ausgeübte Kraft. Die Kraft, die der vom Harz ausgeübten Kraft entgegenwirkt, ist die Reibungskraft zwischen den Lagen des Fasermaterials bzw. zwischen dem Fasermaterial und dem Werkzeug. Beim RTM-Verfahren ist aufgrund des gegebenen Werkzeugs die dem Harz entgegenwirkende Reibungskraft der Fasern durch den Faservolumengehalt im Formling definiert. Wird der Injektionsdruck erhöht, so übt das Harz schließlich eine höhere Kraft als die Reibungskraft aus, wodurch die Faserstruktur im Form-

ling verschoben wird. Diese Faserverschiebungen sind bleibend. Aus diesem Grund kann zur Einbringung des flüssigen Harzes in den Formling der Injektionsdruck nicht beliebig erhöht werden.

Die Viskosität des flüssigen Harzes wiederum könnte abhängig von dem reologischen Verhalten bei der Verarbeitung durch eine Temperaturerhöhung günstig beeinflusst werden. Allerdings steigt bei den üblicherweise verwendeten Harzsystemen (Duroplaste, Mehrkomponenten-Harzsysteme) die Geschwindigkeit der Aushärtung mit zunehmender Temperatur. Wird somit die Temperatur des Harzes bei der Einbringung in den Formling erhöht, so kann zwar dessen Viskosität erniedrigt werden. Gleichzeitig verläuft jedoch der chemische Prozess der Aushärtung rascher. Insbesondere steigt die chemische Umsetzungsrate bei Mehrkomponenten-Harzsystemen mit höherer Temperatur. Mit zunehmender Aushärtung bzw. Vernetzung nimmt jedoch die Viskosität des eingebrachten Harzes zu. Folglich kann mit steigender Prozesstemperatur zwar eine niedrigere Viskosität des verwendeten Harzes erreicht werden. Zugleich beschleunigt sich jedoch die chemische Reaktion der Aushärtung bzw. Vernetzung, wodurch die zur Tränkung zur Verfügung stehende Prozesszeit unerwünscht verkürzt wird.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff anzugeben, welche gegenüber den Verfahren des Standes der Technik Möglichkeiten zu einer weiteren Effizienzsteigerung bieten.

Die erstgenannte Aufgabe wird für ein Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Harzreservoir zur Rotationsachse radial nach außen in Richtung des Formlings versetzt rotiert wird, wobei durch die Zentrifugalkraft im Harzreservoir enthaltenes flüssiges Harz unter Aufbau eines Injektionsdruckes radial nach außen komprimiert wird, und wobei das flüssige Harz mittels dieses Injektionsdruckes in den Formling eingebracht wird.

Die Erfindung geht dabei in einem ersten Schritt von der Überlegung aus, die Zentrifugalkraft für die Einbringung des flüssigen Harzes in den Formling zu ver-

wenden. Sogenannte Rotationstränkungsverfahren werden üblicherweise zur Erzeugung von rotationssymmetrischen Bauteilen aus einem Faserverbundwerkstoff, wie insbesondere von Rohren oder dergleichen, eingesetzt. Dazu wird der Matrixwerkstoff entweder zu Beginn der Tränkung in flüssiger oder fester Form auf die zu durchtränkende Vorform gelegt oder kontinuierlich während des Infiltrationsprozesses hinzugegeben. Derartige Verfahren sind jedoch hinsichtlich der Geometrie der hergestellten Bauteile äußerst eingeschränkt. Um die Rotationstränkungsverfahren auch für nicht rotationssymmetrische Bauteile einzusetzen, wird im eingangs genannten Stand der Technik US 5,393,215 A vorgeschlagen, den Formling des herzustellenden Bauteils außerhalb der Rotationsachse anzuordnen und das flüssige Harz parallel zu den Faserlagen einzubringen.

In einem zweiten Schritt erkennt die Erfindung, dass durch die mittige Anordnung des Harzreservoirs auf der Rotationsachse gemäß Stand der Technik während der Rotation nur vergleichsweise niedrige Kräfte auf das radial nach außen in den Formling einzubringende, flüssige Harz wirken. Die im Stand der Technik zur Erhöhung des Injektionsdruckes gezeigte mechanische Einrichtung ist jedoch komplex konstruiert und verursacht zudem Zusatzkosten bei der Herstellung des benötigten Werkzeugs. Für eine Großserienproduktion von Bauteilen aus einem Faserverbundwerkstoff erscheint das Verfahren gemäß Stand der Technik nicht geeignet.

In einem dritten Schritt erkennt die Erfindung jedoch überraschend, dass sich der Injektionsdruck eines flüssigen Harzes bei einem Rotationstränkungsverfahren ohne weitere zusätzliche technische Mittel dadurch vergrößern lässt, dass das Harzreservoir zur Rotationsachse radial nach außen in Richtung des Formlings versetzt rotiert wird. Auf diese Weise unterliegt die gesamte Masse des im Harzreservoir befindlichen Harzes bei einer Rotation der Zentrifugalkraft, wodurch der resultierende Injektionsdruck vergrößert wird. Weitere technische bzw. mechanische Hilfsmittel zu einer zusätzlichen Vergrößerung des Injektionsdruckes sind nicht erforderlich. Bereits mit einem Kilogramm Harz, welches 30 cm von der Rotationsachse entfernt angeordnet ist, lässt sich bei einer Rotationsgeschwindigkeit

von fünf Umdrehungen pro Sekunde über eine Harzleitung mit einem Durchmesser von 6 mm ein Injektionsdruck von ca. 90 bar aufbauen.

Die Erfindung bietet dabei weiter den Vorteil, dass das außermittig bzw. außerhalb der Rotationsachse angeordnete Harzreservoir unmittelbar dem Formling bzw. dem den Formling aufnehmenden Aufnahmemittel, z.B. eine entsprechende Form, zugeordnet werden kann. Dadurch wird es möglich, den Formling bzw. das Aufnahmemittel und das Harzreservoir als eine Einheit auszugestalten, die während des Prozessablaufes als solche der Rotationseinrichtung nach erfolgter Tränkung entnommen und zur Tränkung eingesetzt werden kann. Hierdurch kann ein aufwändiges Reinigen bzw. ein aufwändiges Befüllen der eigentlichen Rotationsvorrichtung während des Prozessablaufes entfallen, so dass die Zykluszeit beträchtlich verkürzt werden kann. Sowohl das Entfernen des Formlings aus der Form als auch das Einsetzen des Formlings in die Form und das Befüllen des Harzreservoirs können losgelöst vom eigentlichen Prozessablauf stattfinden, so dass bei Vorhalten mehrerer Einheiten aus Form und Harzreservoir die Geschwindigkeit des Prozessablaufs hierdurch nicht begrenzt ist.

Die Aushärtung des durchtränkten Formlings kann während der Rotation oder unmittelbar im Anschluss an die Rotation erfolgen. Zur Aushärtung kann der Formling aber auch nach der erfolgten Rotationstränkung an einen anderen Ort verbracht werden, so dass die Aushärtung als solche keinen geschwindigkeitsminimierenden Schritt im Herstellungsverfahren darstellt. Bei einer Separierung der Prozesse des Tränkens und des Aushärtens wird andererseits auch eine Verformung des Werkzeugs während des Tränkungsvorgangs zulässig, da die endgültige Formgebung in einer separaten Form erst während der Aushärtung erfolgt. Dies ermöglicht es wiederum, leichte und gegebenenfalls kostengünstige Werkzeuge während der Tränkung, d.h. vorliegend während der Rotation, zu verwenden. Insbesondere ist ein relativ preiswertes Werkzeug aus einem faserverstärkten Kunststoff einsetzbar. Das für die Aushärtung eingesetzte Werkzeug kann aufgrund der Entkopplung von der Tränkung ebenfalls einfacher ausgestaltet werden, da kein Harz zugeführt werden muss. Es kann zudem effizienter ausgenutzt

werden, da es für die Tränkung selbst (im Gegensatz zu einem RTM-Verfahren) nicht eingesetzt bleibt.

Die Erfindung als solche ist nicht beschränkt auf die Verwendung eines spezifischen Fasermaterials oder eines spezifischen Matrixmaterials. Bevorzugt wird zu den Lagen des Fasermaterials ein Fasergewebe, ein Fasergewirke, ein Faserpapier, ein Fasergestricke und / oder ein Faservlies verwendet. Als Fasern können Glasfasern, Kohlenstofffasern, Carbonfasern, Naturfasern und / oder Aramidfasern verwendet werden. Auch können Mischungen aus verschiedenen Fasern eingesetzt werden. Für die Matrixmaterialien können temperaturhärtende Harze, insbesondere auf Epoxidbasis, oder selbsthärtende Mehrkomponenten-Harzsysteme mit einem Härter verwendet werden. Insbesondere können als Matrixmaterialien auch Thermoplaste eingesetzt sein.

Der Injektionsdruck im Harzreservoir kann vorteilhaft weiter erhöht werden, indem nicht nur die Masse des Harzes selbst, sondern eine weitere auf das Harz wirkende Masse außerhalb der Rotationsachse mitrotiert wird. Eine solche Masse kann beispielsweise eine Deckplatte oder dergleichen sein, die dem Harz im Harzreservoir aufgelegt wird, und die mit dem Harzreservoir rotiert. Der Einsatz einer zusätzlichen Masse bietet den weiteren Vorteil, dass die während der Tränkung im Harzreservoir abnehmende Harzmenge nicht zu einer unzulässig großen Abnahme des Injektionsdruckes führt.

In einer bevorzugten Weiterbildung des angegebenen Verfahrens wird der Formling mit im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse ausgerichteten Lagen rotiert, so dass das flüssige Harz aus dem Harzreservoir im Wesentlichen senkrecht zu den Lagen in dem Formling eintritt. Bei dieser auch eigenständig erfinderischen Lösung geht die Erfindung von der Überlegung aus, dass das aus dem eingangs genannten Stand der Technik US 5,393,215 A bekannte Verfahren keine beliebige Erhöhung des Injektionsdruckes erlaubt, da hierdurch ähnlich dem RTM-Verfahren eine unerwünschte Verschiebung der Faserlagen begünstigt wird. Dies ist darin begründet, dass das flüssige Harz unterstützt von der Zentrifugalkraft radial nach außen parallel zu den Faserlagen in den Formling eintritt und diesen von

seinem radialen inneren Ende zu seinem radialen äußeren Ende durchdringt. Die vom Harz in Flussrichtung ausgeübte Kraft wirkt somit in Längsrichtung gegen die Faserlagen. Bei einer Erhöhung des Injektionsdruckes kann die vom Harz auf die Faserlagen ausgeübte Kraft die entgegenwirkende Reibungskraft der Faserlagen zueinander und gegenüber dem Werkzeug überschreiten.

Wird jedoch der Formling derart rotiert, dass die Lagen im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse ausgerichtet sind, so wirkt die Zentrifugalkraft als eine Normalkraft senkrecht auf die Faserlagen, was zu einer Erhöhung der Reibungskraft der Faserlagen zueinander und gegenüber dem Werkzeug führt. Der Injektionsdruck kann insofern gegenüber dem Stand der Technik weiter erhöht werden, ohne dass es zu einer Verschiebung der Faserlagen kommt. Zudem durchdringt das flüssige Harz nach Beginn der Rotation die Faserlagen zunächst in Dickenrichtung des Formlings, ehe es sich anschließend als Folge des Injektionsdruckes seitlich, bzw. in Längsrichtung des Formlings verteilt. Auch hierdurch ist eine Verschiebung der Faserlagen zueinander verhindert.

Bevorzugt wird das flüssige Harz aus dem Harzreservoir in den Formling im Wesentlichen mittig oder gegenüber der Mitte des Formlings in Richtung der Rotation nach vorne versetzt eingebracht. Bei einer mittigen Einbringung verteilt sich das radial eindringende Harz nachrangig als Folge des Injektionsdruckes unter Tränkung des Fasermaterials seitlich in dem Formling. Wird die Einbringungsstelle des flüssigen Harzes gegenüber einer mittigen Position in Rotationsrichtung vorversetzt angeordnet, so können hierdurch Beschleunigungskräfte in tangentialer Richtung zusätzlich berücksichtigt werden. Hierdurch lässt sich gegebenenfalls die seitliche Verteilung des Harzes im Formling verbessern.

In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung wird der Formling radial nach außen einer der Rotationsachse zugewandten Innenseite einer insbesondere flächigen Außenform aufgelegt und mit dieser rotiert. Hierbei dient die Außenform insbesondere gemäß dem vorbeschriebenen RIFT-Verfahren als eine formgebende Halbschale. Während der Rotation wird der Formling als Folge der Zentrifugalkraft radial nach außen gegen die Innenseite der Außenform gepresst, wodurch er sei-

ne gewünschte Formgebung erfährt. Mit anderen Worten wird in dieser Ausgestaltung nicht nur das flüssige Harz rotationsgetrieben in den Formling eingebracht. Vielmehr wird zusätzlich die Rotation zur Erzeugung des zur Formgebung in einem RIFT-Prozess notwendigen Anpressdrucks genutzt.

Zweckmäßigerweise ist der aufgelegte Formling auf der Außenform von einer Folienlage abgedeckt. Die Folienabdeckung führt zu einer Formgebung der inneren (der Rotationsachse zugewandten) Oberfläche des erzeugten Formlings. Wird die Folienabdichtung zusätzlich vakuumdicht aufgebracht, so kann zur Unterstützung der Einbringung des flüssigen Harzes zwischen der Folienlage und dem Formling und/oder zwischen der Folienlage und der Außenform ein Unterdruck erzeugt werden. Hierdurch wird die Druckdifferenz zwischen dem Harzreservoir und dem Innenraum der Folienabdichtung weiter vergrößert.

Zur Unterstützung des RIFT-Verfahrens mittels Rotationstränkung kann dem Formling auf seiner radialen Innenseite bzw. der Folienabdichtung zusätzlich eine insbesondere formgebende Deckplatte aufgelegt werden, die die Ausformung des Formlings während der Rotation unterstützt. Durch diese Deckplatte kann als Folge der Zentrifugalkraft zudem der Anpressdruck des Formlings gegenüber der Innenseite der Außenform vergrößert werden.

Weiter bevorzugt wird der Formling zwischen der Innenseite der Außenform und einer der Rotationsachse abgewandten Außenseite einer Innenform eingelegt, wobei der Formling gemeinsam mit der Außenform und der Innenform rotiert wird. Bei dieser Variante kann das Bauteil aus dem Faserverbundwerkstoff insbesondere nach dem RTM-Verfahren hergestellt werden. Hierbei ist sowohl die Außenform als auch die Innenform als eine Festform gegeben. Durch Schließen von Innenform und Außenform zueinander erfährt der Formling seine gewünschte Ausformung, wobei die Ausformung und die Einbringung des flüssigen Harzes insbesondere in einem Arbeitsschritt erfolgen können. Auch die Aushärtung des Formlings kann hierbei in der Form vorgenommen werden. Insbesondere können hierbei geeignete Mittel zu einer Temperaturerhöhung an der Außen- und /oder der Innenform angeordnet sein.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist die Innenform radial beweglich gelagert, wobei die Innenform mit ihrer der Rotationsachse abgewandten Außenseite als Folge der Zentrifugalkraft eine radial nach außen wirkende Presskraft gegen den eingelegten Formling ausübt. Mit anderen Worten wird während der Rotation durch die Zentrifugalkraft auch die für das RTM-Verfahren notwendige Presskraft erzeugt, die zum Ausformen des Formlings sowie gegebenenfalls zu seinem Aushärten notwendig wird.

Ein großer Kompaktierungsdruck ist einerseits erwünscht, da dadurch ein hoher Faservolumenanteil und somit gute mechanische Bauteileigenschaften erreicht werden. Andererseits erschwert jedoch eine hohe Kompaktierung des Fasermaterials wiederum den Infiltrationsprozess.

In einer Variante des RTM-Verfahrens wird daher die Innenform nach Beginn der Rotation zunächst mit einem Spalt zur Außenform festgehalten, wobei anschließend das Harz in den Formling eingebracht wird, und wobei nach oder während der Einbringung des Harzes die Innenform unter Ausnutzung der Zentrifugalkraft gegen die Außenform gefahren wird. Durch dieses Verfahren kann gegebenenfalls die Einbringung des Harzes beschleunigt werden, da der sich dem Harz entgegenstellende Gegendruck reduziert ist.

Vorteilhafterweise wird bei der angegebenen Rotationstränkung die Zentrifugalkraft zugleich auch zu einer Entgasung des flüssigen Harzes eingesetzt. Während das Harz üblicherweise vor Einbringung in den Formling durch Anlegen eines Unterdrucks an den Harzbehälter entgast wird, bietet das vorliegende Rotationstränkungsverfahren die Möglichkeit, diese Entgasung in einem Arbeitsschritt mit der Einbringung des flüssigen Harzes zu verbinden. Bei der Rotation wird das flüssige Harz aufgrund seiner höheren Dichte radial nach außen gedrängt, wobei eingeschlossenes Gas nach dem Prinzip einer Zentrifuge eher radial innen verbleibt. Dieses Gas kann beispielsweise durch das Vorsehen einer semipermeablen Membran, durch die Gas, insbesondere Luft, hindurchtreten kann und die Harz abweist, separiert werden. Gegenüber den Verfahren des Standes der

Technik kann insbesondere auch ein Evakuieren der Formen bzw. Kavitäten oder eine Anfangsinjektion des Harzes in den Formling, bis beim Abguss blasenfreies Harz entweicht, entfallen.

Die zweitgenannte Aufgabe wird für eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff durch Rotationstränkung eines eine Anzahl von Lagen eines trockenen Fasermaterials umfassenden Formlings mit einem flüssigen Harz, umfassend eine Rotationseinrichtung mit einem außerhalb der Rotationsachse angeordneten Aufnahmemittel zu einer Aufnahme des Formlings, mit einem Harzreservoir und mit einer Harzleitung aus dem Harzreservoir radial nach außen zum Aufnahmemittel, sowie gegebenenfalls Mittel zum Aushärten des Formlings erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Harzreservoir gegenüber der Rotationsachse radial nach außen in Richtung des Aufnahmemittels versetzt angeordnet ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen können den auf die Vorrichtung gerichteten Unteransprüchen entnommen werden. Danach sind die Aufnahmemittel bevorzugt zu einer Aufnahme des Formlings mit im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse ausgerichteten Lagen eingerichtet. Das Aufnahmemittel umfasst zur Aufnahme des Formlings zweckmäßigerweise eine Außenform mit einer der Rotationsachse zugewandten Innenseite und in Weiterbildung gegebenenfalls eine Innenform mit einer der Rotationsachse abgewandten Außenseite.

In einer besonders bevorzugten Variante ist die Innenform insbesondere radial verschiebbar gelagert, so dass durch die Zentrifugalkraft bei Rotation zugleich die zur Kompaktierung und/oder Aushärtung des Formlings nötige Presskraft erzeugt wird.

Die Rotationseinrichtung kann eine Vielzahl von Aufnahmemitteln zur zeitgleichen Rotation einer entsprechenden Vielzahl von Formlingen umfassen. Die dann mehreren Aufnahmemittel sind bevorzugt über den Umfang der Rotationseinrichtung gleichverteilt angeordnet. Mit mehreren Aufnahmemitteln, die zeitglich rotiert werden, kann im Prozessablauf der Durchsatz an Formlingen erhöht werden.

Des Weiteren ist die Ausrichtung der Rotationsache nicht auf eine vertikale Lage beschränkt. Vielmehr kann die Rotationsachse auch horizontal oder unter einem beliebigen Raumwinkel ausgerichtet sein.

Weiter bevorzugt sind das Aufnahmemittel und das Harzreservoir als eine von der Rotationseinrichtung lösbare Einheit ausgestaltet.

Die für das Verfahren genannten Vorteile können jeweils sinngemäß auf die vorteilhaften Ausgestaltungen der Vorrichtung übertragen werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1: schematisch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff mittels Rotationstränkung,

Fig. 2: schematisch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff mittels Rotationstränkung gemäß dem RIFT-Verfahren und

Fig. 3: schematisch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff mittels Rotationstränkung gemäß dem RTM-Verfahren.

In Figur 1 ist schematisch eine Vorrichtung 1 zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff mittels Rotationstränkung dargestellt. Die Vorrichtung 1 umfasst eine Rotationseinrichtung 3 mit einer Rotationsanordnung 4, die um eine Rotationsachse 5 gedreht werden kann. Die Rotationsanordnung 4 umfasst vorliegend zwei gegenüberliegende Aufnahmemittel 6 zur Aufnahme eines Formlings mit einer Anzahl von Lagen aus trockenem Fasermaterial. Den beiden Aufnahmemitteln 6 ist jeweils ein Harzreservoir 8 zugeordnet, aus dem mittels einer Harzleitung 9 während der Rotation flüssiges Harz radial nach außen in den

aufgenommenen Formling eingebracht werden kann. Der Übersicht halber ist nur ein Harzreservoir 8 und eine Harzleitung 9 dargestellt.

Sowohl die Aufnahmemittel 6 zur Aufnahme des Formlings als auch das Harzreservoir 8 sind außerhalb der Rotationsachse 5 angeordnet. Bei Rotation wirkt die Zentrifugalkraft auf die gesamte Masse des sich im Harzreservoirs 8 befindlichen flüssigen Harzes, wodurch ein Injektionsdruck aufgebaut wird, mit dem das flüssige Harz über die Harzleitung 9 in den Formling eingebracht wird.

Das Aufnahmemittel 6 und das jeweils zugeordnete Harzreservoir 8 sind in einer beispielhaften Ausführungsvariante als eine Einheit ausgeführt, die als solche der Rotationsanordnung 4 lösbar entnommen und in diese wieder eingesetzt werden kann.

In Figur 2 ist wiederum schematisch eine Vorrichtung 1 zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff entsprechend Figur 1 dargestellt. Man erkennt die Rotationsanordnung 4 sowie die Rotationsachse 5. Die in Figur 2 dargestellte Vorrichtung 1 ist zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff gemäß dem RIFT-Verfahren ausgebildet, wobei zur Einbringung des flüssigen Harzes eine Rotationstränkung vorgenommen wird.

Auf der linken Seite der Darstellung gemäß Figur 2 ist das RIFT-Verfahren mit einer Rotationstränkung vereinfacht gezeigt. Das Aufnahmemittel 6 umfasst eine Außenform 12, die eine zur Rotationsachse 5 zugewandte konturierte Innenseite 13 aufweist. Der Innenseite 13 wird ein Formling 15 mit einer Anzahl von Lagen 16 aus Fasermaterial aufgelegt. Der aufgelegte Formling 15 wird auf der Außenform 12 mit einer Folienlage 17 abgedichtet. Eine entsprechende Dichtung 19 ist eingezeichnet. Die Folienlage 17 wird von Leitungen 20, 21 zur Entgasung bzw. zum Auffang überschüssigen Harzes durchsetzt.

Bei Rotation der dargestellten Vorrichtung 1 wird flüssiges Harz 14 aus dem Harzreservoir 8 über die Harzleitung 19 als Folge des durch die Zentrifugalkraft aufgebrauchten Injektionsdruckes etwa mittig radial nach außen in den Formling 15

eingebracht. Dabei dringt das flüssige Harz 14 zunächst senkrecht zu den Lagen 16 ein. Hierbei durchdringt das flüssige Harz 14 die Lagen 16 aus Fasermaterial. Anschließend verteilt sich das flüssige Harz 14 als Folge des Injektionsdruckes in Längsrichtung des Formlings 15 (und damit in Figur 2 nach oben und unten bzw. nach vorne und hinten).

Während flüssiges Harz 14 durch die Zentrifugalkraft radial nach außen beschleunigt wird, verbleibt eingeschlossenes Gas nach dem Prinzip einer Zentrifuge näher an der Rotationsachse 5. Über die Leitungen 20, 21 wird vom Harz 14 abgetrenntes Gas abgeführt.

Nach Tränkung des Formlings 15 mit flüssigem Harz 14 findet die Aushärtung statt. Dabei können dem Aufnahmemittel 6 gegebenenfalls Mittel zu einer Wärmezufuhr zugeordnet sein. Anderenfalls kann die Aushärtung auch selbsttätig ablaufen, wie dies beispielsweise bei Mehrkomponenten-Harzsystemen der Fall ist.

Auf der rechten Seite der Figur 2 ist das RIFT-Verfahren detaillierter dargestellt. Man erkennt den außermittig angeordneten Harzbehälter 8 mit dem darin enthaltenen flüssigen Harz 14. Über eine zentrale, mittige Harzleitung 9 wird während der Rotation flüssiges Harz 14 in den Formling 15 eingebracht, der wiederum eine Anzahl von Lagen 16 aus Fasermaterial umfasst. Das Aufnahmemittel 6 umfasst eine radial außen liegende Außenform 12, der der Formling 15 aufliegt. Die Folienabdeckung 17 umfasst eine Vakuumfolie 23 sowie beispielhaft eine semipermeable Folie 24. Über die semipermeable Folie 24 kann Gas nach außen entweichen. Flüssiges Harz 14 wird zurückgehalten.

Auf der Innenseite ist dem Formling 15 zusätzlich eine Abdeckplatte 25 aufgelegt, die zu einer Konturierung der Innenseite des Formlings 15 dient. Zu einer besseren Verteilung des während der Rotation eindringenden flüssigen Harzes 14 ist zwischen der Abdeckplatte 25 und dem Formling 15 zusätzlich eine Fließhilfe 27 aufgelegt, welche sich bei Eintritt des flüssigen Harzes 14 bevorzugt zunächst mit diesem vollsaugt und somit zu einer verbesserten flächigen Verteilung über den Formling 15 führt.

Die Leitungen 20, 21 zur Entgasung bzw. zum Abzug überschüssigen Harzes 14 sind schematisch zu einer Einheit zusammengeführt. Während der Rotation wird durch die Abdeckpatte 25 ein zusätzlicher Druck radial nach außen auf den Formling 15 ausgeübt, wodurch sich die Presskraft des Formlings 15 gegenüber der Außenform 12 erhöht.

Durch die in Figur 2, rechts dargestellte Anordnung wird es möglich, relativ hochviskose Harzsysteme unter Erzeugung eines hohen Injektionsdruckes in den Formling 15 einzubringen. Der Injektionsdruck des Harzes 14 wirkt hierbei zunächst senkrecht auf die Lagen 16 des Formlings 15. In dieselbe Richtung wirkt die durch die Abdeckplatte 25 erzeugte Anpresskraft, die zu einer zusätzlichen Kompaktierung der Lagen 16 führt. Die Zentrifugalkraft selbst führt ebenfalls zu einer zusätzlichen Kompaktierung der Faserlagen 16 in Dickenrichtung. Als Folge erhöht sich die Reibungskraft der Faserlagen 16 zueinander und gegenüber der Außenform 12, so dass der Injektionsdruck durch entsprechende Rotation erhöht werden kann, ohne dass es zu einer Verschiebung der Faserlagen 16 kommt. Ein sogenanntes „Fiber-Washing" ist sicher verhindert.

In Figur 3 ist eine weitere Vorrichtung 1 zur Herstellung des Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff durch Rotationstränkung dargestellt. Die Vorrichtung 1 gemäß Figur 3 wendet das Rotationsverfahren auf einen RTM-Prozess an. Dabei umfasst das Aufnahmemittel 6 eine feste Außenform 30 mit einer Innenseite 31 sowie eine feste Innenform 32 mit einer Außenseite 33. Zwischen die beiden Formen 30, 32 wird der Formling 15 mit einer Anzahl von Lagen 16 aus trockenem Fasermaterial eingebracht. Während der Rotation wird über die Harzleitung 9 flüssiges Harz aus dem Harzreservoir 8 durch die Innenform 32 hindurch in den Formling 15 eingebracht. Während des Tränkungsprozesses werden Gaseinschlüsse sowie überschüssiges Harz über die Leitungen 20, 21 abgeführt.

Die Innenform 32 ist mittels Führungsschienen 35 radial beweglich gelagert. Bei Rotation der Vorrichtung 1 um die Rotationsachse 5 wird über die Innenform 32 ein zusätzlicher Anpressdruck radial nach außen auf den Formling 15 gegen die

Außenform 30 ausgeübt. Hierdurch wird der nötige Anpressdruck sowohl zur Ausformung des Formlings 15 als auch zur Aushärtung erzeugt.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
3	Rotationseinrichtung
4	Rotationsanordnung
5	Rotationsachse
6	Aufnahmemittel
8	Harzreservoir
9	Harzleitung
12	Außenform
13	Innenseite
14	flüssiges Harz
15	Formling
16	Lagen
17	Folienlage
19	Dichtung
20	Entgasung
21	Harzauffang
23	Vakuumfolie
24	Semipermeable Folie
25	Abdeckplatte
27	Fließhilfe
30	Außenform
31	Innenseite
32	Innenform
33	Außenseite
35	Führungsschiene

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff, wobei ein Formling (15), umfassend eine Anzahl von Lagen (16) eines trockenen Fasermaterials, um eine außerhalb des Formlings (15) liegende Rotationsachse (5) rotiert wird, wobei flüssiges Harz (14) aus einem mitrotierenden Harzreservoir (8) durch die Zentrifugalkraft unterstützt radial nach außen, das Fasermaterial durchtränkend, in den Formling (15) eingebracht wird, und wobei der mit Harz (14) durchtränkte Formling (15) zu dem Bauteil ausgehärtet wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Harzreservoir (8) zur Rotationsachse (5) radial nach außen in Richtung des Formlings (15) versetzt rotiert, wobei durch die Zentrifugalkraft im Harzreservoir (8) enthaltenes flüssiges Harz (14) unter Aufbau eines Injektionsdruckes radial nach außen komprimiert wird, und wobei das flüssige Harz (14) mittels dieses Injektionsdruckes in den Formling (15) eingebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Formling (15) mit im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse (5) ausgerichteten Lagen (16) rotiert wird, so dass das flüssige Harz (14) aus dem Harzreservoir (8) im Wesentlichen senkrecht zu den Lagen (16) in den Formling (15) eintritt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass das flüssige Harz (14) aus dem Harzreservoir (8) in den Formling (15) im Wesentlichen mittig oder in Rotationsrichtung zur Mitte des Formlings (15) versetzt eingebracht wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Formling (15) radial nach außen einer der Rotationsachse (5) zugewandten Innenseite (13, 31) einer insbesondere flächigen Außenform (12, 30) aufgelegt und mit dieser rotiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aufgelegte Formling (15) auf der Außenform (12, 30) von einer Folienlage (17) abgedeckt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Unterstützung der Einbringung des flüssigen Harzes (14) in den Formling (15) ein Unterdruck zwischen der Folienlage (17) und dem Formling und/oder der Außenform (12, 30) erzeugt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Formling (15) zwischen die Innenseite (13, 31) der Außenform (12, 30) und einer der Rotationsachse (5) abgewandten Außenseite (33) einer Innenform (32) eingelegt wird, wobei der Formling (15) gemeinsam mit der Außenform (12, 30) und der Innenform (32) rotiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
wobei die Innenform (32) radial beweglich gelagert ist, und wobei die Innenform (32) mit ihrer der Rotationsachse (5) abgewandten Außenseite (33) als Folge der Zentrifugalkraft eine radial nach außen wirkende Presskraft gegen den eingelegten Formling (15) ausübt.

9. Verfahren nach Anspruch 8,
wobei die Innenform (32) nach Beginn der Rotation zunächst mit einem Spalt zur Außenform (12, 30) festgehalten wird, wobei anschließend das flüssige Harz (14) in den Formling (15) eingebracht wird, und wobei nach oder während der Einbringung des Harzes (14) die Innenform (32) unter Ausnutzung der Zentrifugalkraft gegen die Außenform (12, 30) gefahren wird.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im flüssigen Harz (14) eingeschlossenes Gas während der rotationsbedingten Einbringung des Harzes (14) in radialer Richtung vom flüssigen Harz (14) getrennt und entgast wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das eingeschlossene Gas und das flüssige Harz (14) mittels einer semipermeablen Membran (24) separiert werden.

12. Vorrichtung (1) zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff durch Rotationstränkung eines eine Anzahl von Lagen (16) eines trockenen Fasermaterials umfassenden Formlings (15) mit einem flüssigen Harz (14), umfassend eine Rotationseinrichtung (3) mit einem außerhalb der Rotationsachse (5) angeordneten Aufnahmemittel (6) zu einer Aufnahme des Formlings (15), mit einem Harzreservoir (8) und mit einer Harzleitung (9) aus dem Harzreservoir (8) radial nach außen zum Aufnahmemittel (6), sowie gegebenenfalls Mittel zum Aushärten des Formlings,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Harzreservoir (8) gegenüber der Rotationsachse (5) radial nach außen in Richtung zu dem Aufnahmemittel (6) hin versetzt angeordnet ist.

13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Aufnahmemittel (6) zu einer Aufnahme des Formlings (15) mit im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse (5) ausgerichteten Lagen (16) eingerichtet ist.

14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Aufnahmemittel (6) eine Außenform (12, 30) mit einer der Rotationsachse (5) zugewandten Innenseite (13, 31) zur Aufnahme des Formlings (15) umfasst.

15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Aufnahmemittel (6) eine, insbesondere radial verschiebbare, Innenform (32) mit einer der Rotationsachse (5) abgewandten Außenseite (33) zur Aufnahme des Formlings (15) umfasst.

16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Aufnahmemittel (6) und das Harzreservoir (8) als eine von der Rotationseinrichtung (3) lösbare Einheit ausgebildet sind.

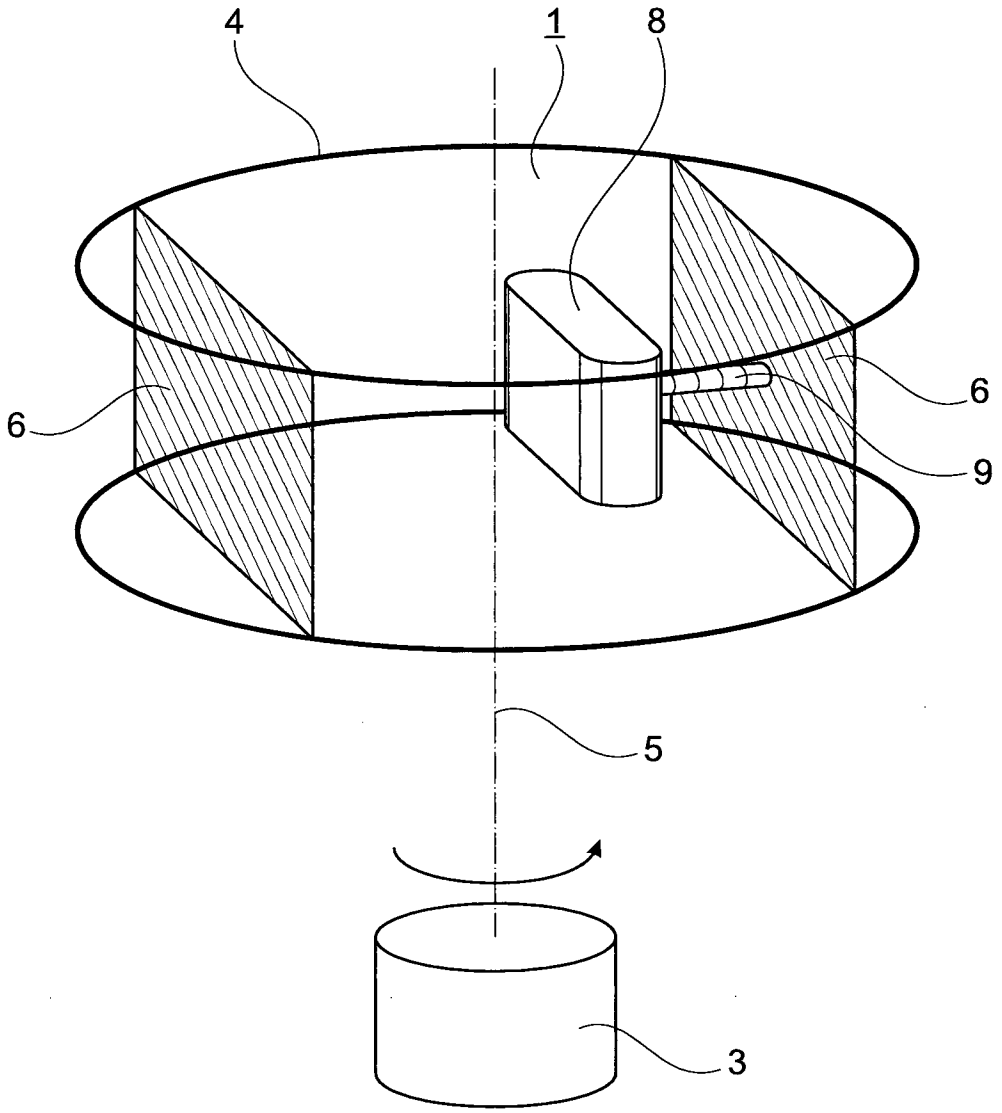


Fig. 1

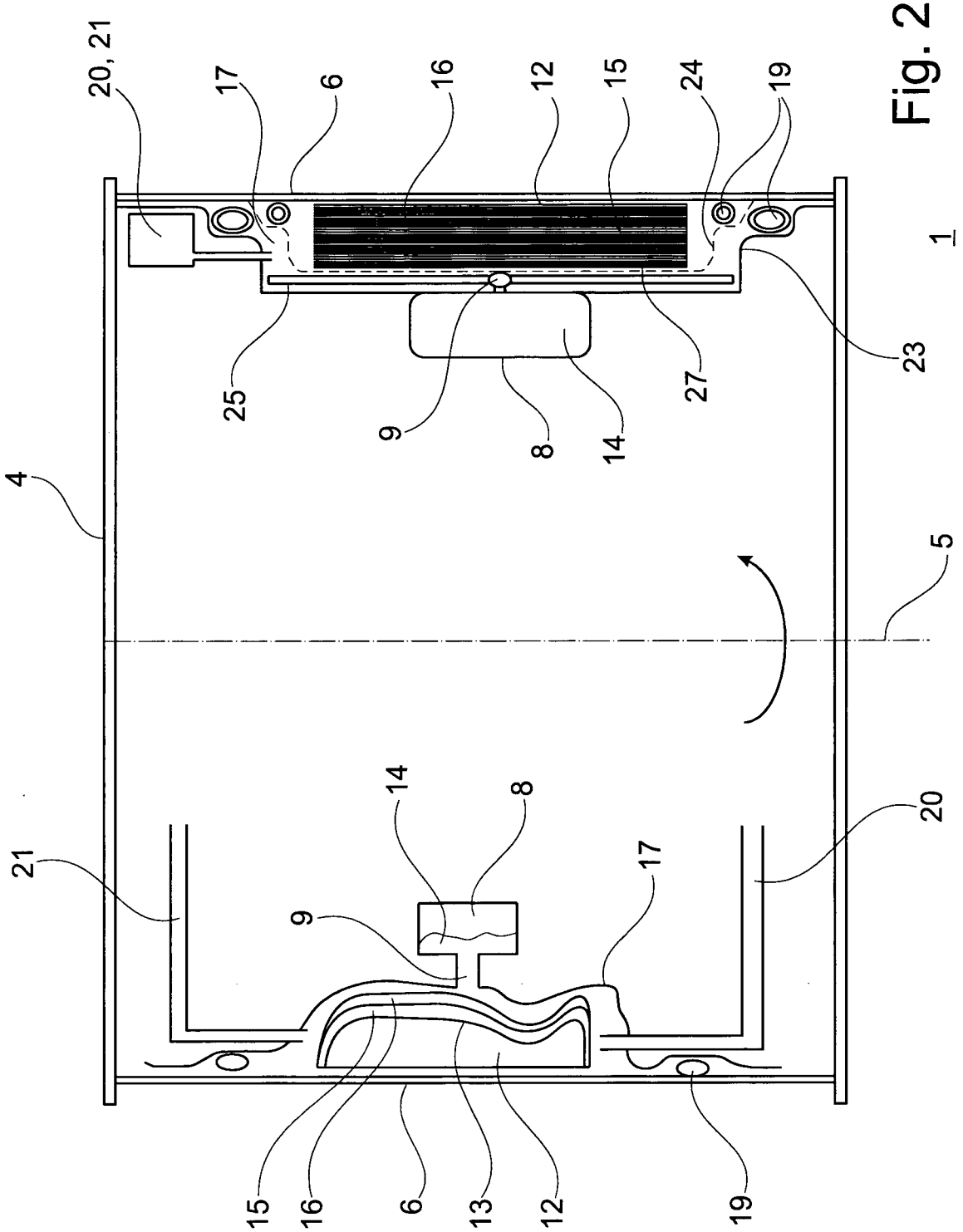

20, 21
17
6
16
12
15
24
19
1
23
25
9
8
14
27
4
5
14
8
20
21
17
9
15
16
6
13
12
19

Fig. 2

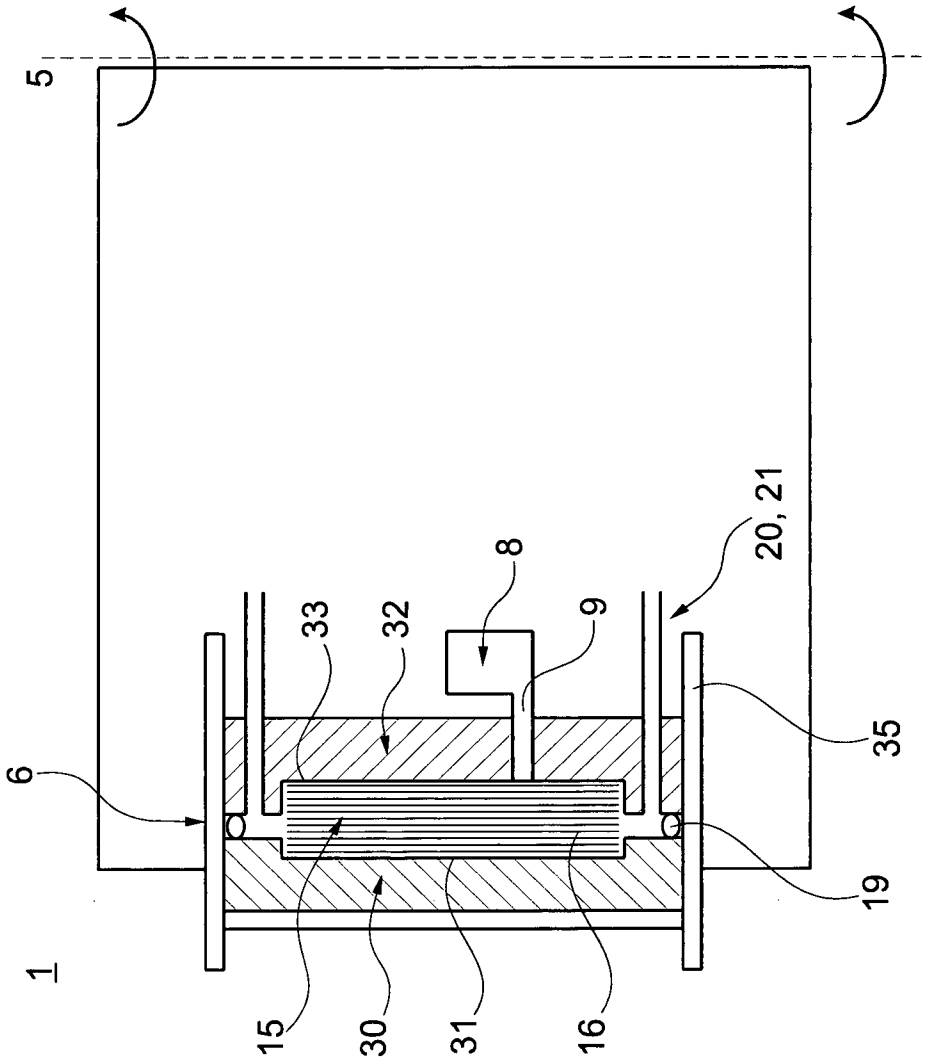


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/003299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C70/48 B29C39/08
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 393 215 A (DONOVAN SR THOMAS P [US]) 28 February 1995 (1995-02-28) cited in the application	12
A	claim 1; figure 1	1-11

A	NL 7 603 432 A (MUELLER & CO HELIOS APP) 6 September 1977 (1977-09-06) claims; figures 5,6	1,12

A	NL 6 908 941 A (FIBERCAST GMBH) 8 January 1970 (1970-01-08) claims; figure 1	1,12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 February 2014	07/03/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van Wallene, Allard

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/003299

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5393215 A	28-02-1995	NONE	
NL 7603432 A	06-09-1977	BE 841856 A1	01-09-1976
		DE 2609006 A1	08-09-1977
		DK 125776 A	05-09-1977
		ES 446651 A1	01-06-1977
		FR 2342834 A1	30-09-1977
		GB 1549052 A	01-08-1979
		JP S52107069 A	08-09-1977
		NL 7603432 A	06-09-1977
		US 4248817 A	03-02-1981
		ZA 7604360 A	27-07-1977
NL 6908941 A	08-01-1970	BE 730848 A	15-09-1969
		CH 491733 A	15-06-1970
		DE 1779098 B1	24-09-1970
		FR 2012427 A1	20-03-1970
		NL 6908941 A	08-01-1970

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/003299

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C70/48 B29C39/08
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 393 215 A (DONOVAN SR THOMAS P [US]) 28. Februar 1995 (1995-02-28) in der Anmeldung erwähnt	12
A	Anspruch 1; Abbildung 1	1-11

A	NL 7 603 432 A (MUELLER & CO HELIOS APP) 6. September 1977 (1977-09-06) Ansprüche; Abbildungen 5,6	1,12

A	NL 6 908 941 A (FIBERCAST GMBH) 8. Januar 1970 (1970-01-08) Ansprüche; Abbildung 1	1,12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Februar 2014	07/03/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van Wallene, Allard

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/003299

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5393215 A	28-02-1995	KEINE	
NL 7603432 A	06-09-1977	BE 841856 A1	01-09-1976
		DE 2609006 A1	08-09-1977
		DK 125776 A	05-09-1977
		ES 446651 A1	01-06-1977
		FR 2342834 A1	30-09-1977
		GB 1549052 A	01-08-1979
		JP S52107069 A	08-09-1977
		NL 7603432 A	06-09-1977
		US 4248817 A	03-02-1981
		ZA 7604360 A	27-07-1977
NL 6908941 A	08-01-1970	BE 730848 A	15-09-1969
		CH 491733 A	15-06-1970
		DE 1779098 B1	24-09-1970
		FR 2012427 A1	20-03-1970
		NL 6908941 A	08-01-1970