



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.

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).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen, -mit einer ersten und einen zweiten Gehäusewandabschnitt (4a, 4b) umfassenden Spritzgießform (2), in welcher ein erster und ein zweiter Einlass (3a, 3b) zum Einleiten eines Kunststoffes (11, 11a, 11b) in einen Innenraum (7) der Spritzgießform (2) vorgesehen sind, -mit einer in dem ersten Gehäusewandabschnitt (4a) vorgesehenen ersten Durchgangsöffnung (5a), welche auf einer vom Innenraum (7) abgewandten Seite des ersten Gehäusewandabschnitts (4a) von einem ersten Aktuatoraufnahmeelement (6a) eingefasst ist, das vom ersten Gehäusewandabschnitt (4a) weg absteht, wobei im ersten Aktuator-Aufnahmeelement (6a) ein erstes Aktuatorelement (9a) bewegbar angeordnet ist, -mit einer in dem zweiten Gehäusewandabschnitt (4b) vorgesehenen zweiten Durchgangsöffnung (5b), welche auf einer vom Innenraum (7) abgewandten Seite des zweiten Gehäusewandabschnitts (4b) von einem zweiten Aktuatoraufnahmeelement (6b) eingefasst ist, das von dem zweiten Gehäusewandabschnitt (4b) weg absteht, wobei im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement (6b) ein zweites Aktuatorelement (9b) bewegbar angeordnet ist.

Vorrichtung und Verfahren zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen.

Ein gängiges Verfahren zur Herstellung von Kunststoffteilen stellt das sog. Spritzgießen dar, ein Urformverfahren, bei welchem der zu verarbeitende Kunststoff in einer Spritzgießmaschine verflüssigt und anschließend unter Druck in eine Spritzgießform eingespritzt wird. Dem Einspritzen folgt typischerweise ein kontrolliertes Abkühlen, wobei der Kunststoff erstarrt, so dass er der Spritzgießform als Fertigteil entnommen werden kann.

Vor diesem Hintergrund beschreibt die DE 39 34 115 A1 eine Spritzgießform zum Spritzgießen für Spritzgussteile aus plastifizierbaren Flüssigkristall-Polymeren. Die Spritzgießform umfasst wenigstens zwei Angussbohrungen, welchen jeweils ein Plastifizier- und Einspritzaggregat zugeordnet ist. Zum Füllen der Spritzgießform mit wechselweise zuzuführendem plastifiziertem thermoplastischem Material durch die Plastifizier- bzw. Einspritzaggregate besitzt die Spritzgießform einen Heizkanalblock mit mindestens zwei Bohrungen, wobei jeweils eine Bohrung mit einer Angussbohrung in Fluidverbindung steht. Beide Bohrungen münden in eine dem jeweils zugeordneten Plastifizier- und Einspritzaggregat zugeordnete weitere Bohrung. Zwischen diesen Angussbohrungen und den weiteren Bohrungen ist eine Anordnung von Einwegventilen angeordnet, so dass das plastifizierte thermoplastische Material wechselweise von einem der beiden Plastifizier- und Einspritzaggregate in das jeweils andere Aggregat strömt.

Eine spezielle Variante des Spritzgießens stellt das Spritzgießen von kurz- und langfaserverstärkten Kunststoffen, das sogenannte Faserspritzgießen, dar. Beim

Faserspritzgießen werden unter prinzipieller Anwendung des o.g. Spritzguss-Prinzips Kunststoffe aus einem Thermoplasten mittels geeigneter Fasermaterialien – bekannt sind aus dem Stand der Technik etwa Glas-, Kohlenstoff-, Natur- oder Aramidfasern – verstärkt. Als problematisch beim Spritzgießen erweisen sich die beim Einspritzen des Kunststoffs in die Spritzgießform auftretenden, aus strömungstechnischer Sicht komplexen Strömungsbilder, insbesondere bei Spritzgießformen mit komplexer Formgeometrie, wie sie im Rahmen der Fertigung moderner Spritzgussteile in zunehmendem Maße auftreten. Solche komplizierten geometrischen Formgebungen, oftmals mit einer Vielzahl von Durchbrüchen und Aussparungen, können zu einer Aufteilung der Fließfronten des sich in der Spritzgießform ausbreitenden Kunststoffs führen. Beim erneuten Zusammenführen der temporär getrennten Fließfronten bilden sich Fließ- und Bindenähte aus, die gegenüber den verbleibenden Bereichen mit einer verminderten Festigkeit ausgestattet sind. Gleiches gilt, wenn die Kunststoffschmelze über zwei oder mehr Einlassöffnungen in die Spritzgießform eingebracht wird und die jeweiligen Schmelzen innerhalb der Spritzgießform aufeinandertreffen.

Besonders nachteilig wirkt sich die Bildung besagter Fließ- bzw. Bindenähte auf Verteilung und Orientierung der im Thermoplasten vorhandenen Fasern aus, da sich diese im Bereich einer solchen Naht typischerweise orthogonal zur Fließrichtung des Thermoplasten ausrichten. Die von den Fasern eigentlich zu erwartende Verstärkung der Festigkeit des spritzgegossenen Spritzgussteils wird auf diese Weise teilweise - im ungünstigsten Fall sogar vollständig - wieder aufgehoben. Dies kann zu einer erheblichen Verringerung der Lebensdauer des mittels Faserspritzguss hergestellten Spritzgussteils führen.

Vor diesem Hintergrund beschreibt die JP 04-415 6322 A eine Spritzgießform mit einem Aktuator, der unter dem Druck der in die Spritzgießform eingebrachten Kunststoffschmelze zurückgedrängt wird.

Ein weiterführendes Konzept verfolgt die JP 11-070 541, bei welcher zwei Aktuatoren an gegenüberliegenden Gehäusewänden der Spritzgießform vorgesehen sind. Diese werden abwechselnd in jeweils orthogonaler Richtung zur Gehäusewand in die Spritzgießform hinein und wieder heraus bewegt, wodurch die Kunststoffschmelze quasi „umgerührt“ wird, was zu einer verbesserten Ausrichtung der Fasern im Kunststoff führt.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Ausführungsform für eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen zu schaffen, welche die Fertigung von Spritzgussteilen mit verbesserter Festigkeit gestattet.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Grundgedanke der Erfindung ist demnach, eine Vorrichtung zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen mit wenigstens einem beweglichen Element auszustatten, welches in der sich in der Gussform ausbreitenden Kunststoffschmelze Turbulenz- und/oder Querströmungen erzeugt. Auf diese Weise kann eine gezielte Beeinflussung des Volumenstroms des Kunststoffes, vornehmlich im kritischen Bindenahtbereich, erreicht werden. Eine festigkeitsmindernde Orientierung der Fasern im Thermoplast kann auf diese Weise weitgehend oder gar vollständig vermieden werden. Im Ergebnis verleiht die hier vorgestellte Vorrichtung den gefertigten somit Spritzgussteilen eine homogene Festigkeit, die insbesondere den kritischen Bereich der genannten Bindenähte miteinschließt.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung umfasst eine einen ersten und einen zweiten Gehäusewandabschnitt umfassende Spritzgießform, in welcher ein erster und ein zweiter Einlass vorgesehen sind, durch welche flüssiger Kunststoff in einen Innenraum der Spritzgießform eingeleitet werden kann. Die beiden Einlässe können fluidisch mit einem oder mehreren, dem einschlägigen Fachmann bekannten Einspritzaggregaten in Fluidverbindung stehen. Es versteht sich, dass die Spritzgießform nicht nur eine einfache geometrische Gestalt, etwa in der Art eines Hohlzylinders, aufweisen kann, sondern auch komplexere Geometrien möglich sind, etwa wenn Spritzgussteile mit Durchbrüchen, Ausnehmungen oder anderen geometrischen Besonderheiten hergestellt werden sollen.

Im ersten Gehäusewandabschnitt ist eine erste Durchgangsöffnung vorgesehen, welche auf einer vom Innenraum abgewandten Seite von einem ersten Aktuator-Aufnahmeelement eingefasst ist. Im ersten Aktuator-Aufnahmeelement ist ein erstes Aktuatorelement bewegbar angeordnet, welches zur Erzeugung der oben beschriebenen Turbulenzen in dem in die Spritzgießform eingebrachten flüssigen Thermoplasten dient.

Erfindungswesentlich ist nun die geometrische Anordnung des ersten Aufnahmeelements relativ zur Spritzgießform, welches nach außen vom ersten Gehäusewandabschnitt weg absteht. Entsprechendes gilt mutatis mutandis für eine im zweiten Gehäusewandabschnitt vorgesehene zweite Durchgangsöffnung, welche auf einer vom Innenraum abgewandten Seite von einem zweiten Aktuator-Aufnahmeelement eingefasst wird: Dieses steht ebenfalls nach außen vom zweiten Gehäusewandabschnitt weg ab, wobei im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement ein zweites Aktuatorelement bewegbar angeordnet ist.

Rechnergestützte Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass das Verstellen der beiden Aktuatorelemente während des Einspritzens des Kunststoffes in die Spritzgießform zu besonders vorteilhaften Turbulenz- und/oder Querströmungen in der Kunststoffschmelze führt, durch welche eine ungünstige Orientierung der einzelnen Fasern im Kunststoff besonders effektiv unterdrückt werden kann. Dies bewirkt die Erzeugung der gewünschten Formteile mit homogener Festigkeit und im Besonderen ohne lokale Bereiche mit verminderter Festigkeit.

In einer bevorzugten Ausführungsform können der erste und der zweite Gehäusewandabschnitt einander gegenüberliegen. Eine damit einhergehende Anordnung der beiden drehverstellbaren Wandelemente in einander gegenüberliegenden Gehäusewänden der Spritzgießform erzeugt im Kunststoff Strömungsbilder, die eine besonders homogene Festigkeit des nach dem Einspritzen durch Abkühlung in den festen Zustand übergegangenen Kunststoffes zur Folge haben. Alternativ dazu können die beiden Gehäusewandabschnitte benachbart zueinander in derselben Gehäusewand vorgesehen werden. Auf diese Weise lässt sich der für die Vorrichtung benötigte Bauraum reduzieren.

Besonders ausgeprägte Turbulenz- und auch Querströmungen im Bereich der Bindenaht lassen sich erzeugen, wenn das erste Aktuator-Aufnahmeelement in einem Längsschnitt der Vorrichtung schräg von der ersten Gehäusewand und das zweite Aktuator-Aufnahmeelement in analoger Weise schräg vom zweiten Gehäusewandabschnitt absteht. Unter dem Begriff "schräg" seien im vorliegenden Zusammenhang ausdrücklich alle Ausgestaltungsformen umfasst, bei welchen die Bewegungsrichtung des Aktuator-Aufnahmeelements schräg zu einer Erstreckungsrichtung des Innenraums des Spritzgießteils verläuft. Die Erstreckungsrichtung kann dabei durch eine für die beiden Einlässe verbindende, virtuelle Verbindungsgerade definiert sein.

Alternativ dazu können die beiden Aktuator-Aufnahmeelemente aber auch derart an besagten Gehäusen angeordnet werden, dass sie unter einem rechten Winkel von den jeweiligen Gehäusewandabschnitten abstehen. In diesem Fall reduziert sich der Aufwand für die Fertigung des Spritzgusswerkzeugs, woraus sich Kostenvorteile ergeben.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement verstellbar angebrachten Aktuatorelemente derart ausgebildet, dass sie auf den in den Innenraum eingebrachten Kunststoff als Turbulenz-Erzeuger wirken. Die oben vorgestellte, erfindungsgemäße Anordnung der Aktuator-Aufnahmeelemente an gegenüberliegenden Formwänden der Spritzgießform und mit – in Bezug auf die Erstreckungsrichtung der besagten Spritzgießform – schräger Anordnung erzeugt im Kunststoff Strömungsbilder, die eine besonders homogene Festigkeit des nach dem Einspritzen ausgehärteten Kunststoffs bewirken.

Eine verbesserte Faserorientierung im Kunststoff lässt sich erzielen, indem die Vorrichtung mit einer Temperiereinrichtung ausgestattet wird, mittels welcher die Temperatur des in die Spritzgießform eingeleiteten Kunststoffs variierbar ist. Eine solche Temperiereinrichtung gestattet insbesondere eine lokal variotherme Prozessführung im Bereich der Bindenaht. Unter dem Begriff „variotherme Prozessführung“ wird dabei vorliegend ein zyklisches Aufheizen des Spritzgusswerkzeugs und dabei insbesondere der Spritzgießform während des Einspritzens des flüssigen Kunststoffs verstanden, so dass dessen Temperatur zwischen seinen - materialspezifisch festgelegten - Schmelz- und Entformungstemperaturen oszilliert. Die Temperiereinrichtung kann zum Erhitzen der Spritzgießform eine Heizeinrichtung, etwa in der Art einer elektrischen Widerstandsheizung umfassen. Bei geeigneter Auslegung ist keine separate Kühleinrichtung erforderlich, um die Spritzgießform wieder abzukühlen; vielmehr wird in einem solchen Szenario die gewünschte Re-

duzierung der Temperatur bereits durch ein Abschalten der Heizeinrichtung bewirkt. Alternativ dazu kann die gewünschte Temperierung durch Integration eines Ölkreislaufs in die Spritzgießform realisiert werden, so dass sodann die gewünschte Temperatur in der Spritzgießform durch thermische Wechselwirkung mit dem gleichermaßen als Heiz- und Kühlmittel wirkenden Öl erzielt wird.

Besonders zweckmäßig können die Aktuator-Aufnahmeelemente in der Art von Aufnahmerohren ausgebildet werden. In diesem Fall eröffnet sich dem Fachmann im Rahmen der Entwicklung eine Vielfalt von konstruktiven Optionen, insbesondere, was die Befestigung der Aufnahmerohre an der Spritzgießform betrifft. Zu denken ist etwa an formschlüssige Befestigungsverfahren in Form einer Schweißverbindung. Bei einer anderen Variante können jedoch besagte Aufnahmerohre auch integral an der Spritzgießform ausgeformt sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform erstrecken sich das erste Aufnahmerohr entlang einer ersten Rohrrichtung und das zweite Aufnahmerohr entlang einer zweiten Rohrrichtung. Als besonders vorteilhaft erweist sich die Anordnung der beiden Aufnahmerohre relativ zur Erstreckungsrichtung der Spritzgießform derart, dass die erste und die zweite Rohrrichtung in einem Längsschnitt der Vorrichtung jeweils einen spitzen Winkel, insbesondere einen Winkel zwischen 10° und 45° , mit der Erstreckungsrichtung ausbilden. Jedoch muss die schräge Anordnung der beiden Aufnahmerohre keineswegs auf den genannten bevorzugten Winkelbereich beschränkt sein; vielmehr sind auch Ausgestaltungsformen vorstellbar, bei welcher der das genannte Winkelintervall nach oben beschränkende Winkel von 45° überschritten wird. In Betracht kommen generell alle spitzen Winkel $< 90^\circ$.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform können die beiden Aufnahmerohre in einem orthogonal zur jeweiligen Rohrrichtung definierten Querschnitt jeweils ein kreisrundes oder ovales oder mehreckiges Profil aufweisen. Während Auf-

nahmerohre mit einem kreisrunden oder ovalen Profil relativ einfach und somit kostengünstig herzustellen sind, bewirkt eine Ausgestaltung mit einem mehreckigen Profil einen verbesserten Durchmischungseffekt in den flüssigen Kunststoff. Prinzipiell gilt, dass die gewünschte Durchmischung mit zunehmender Anzahl an Profilecken zunimmt.

Ihre hinsichtlich der Erzeugung von turbulenten Strömungen vorteilhafte Wirkung entfalten die beiden Aktuatorelemente in besonderem Maße in einer geometrischen Konfiguration, bei welcher die beiden Durchgangsöffnungen entlang der Erstreckungsrichtung versetzt zueinander im ersten bzw. zweiten Gehäusewandabschnitt angeordnet sind.

Hinsichtlich der konstruktiven Ausgestaltung der Aktuatorelemente eröffnen sich für den einschlägigen Fachmann ebenfalls verschiedene Optionen. So bietet sich etwa die Verwendung stempelartig ausgebildeter Aktuatorelemente an, die innerhalb der Aufnahmerohre gleitend gelagert sein können. Besonders empfiehlt sich jedoch eine Ausgestaltung der beiden Aktuatorelemente im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement derart, dass sie jeweils zwischen einer ersten Position, in welcher sie teilweise in die Spritzgießform hineinragen, und einer zweiten Position verstellbar sind, in welcher sich vollständig im Aktuator-Aufnahmeelement angeordnet sind. Denn gerade beim Eintritt eines Aktuatorelements in die Spritzgießform wird durch die damit einhergehende Verdrängung des in die Form eingeleiteten Kunststoffs die Ausbildung turbulenter Strömungen begünstigt.

In diesem Zusammenhang haben Simulationsrechnungen gezeigt, dass zur Vermeidung festigkeitsmindernder Faserorientierungen im Kunststoff die Ausbildung von Wirbelströmen im Bereich aufeinander treffender Fließfronten des flüssigen Kunststoffs von Vorteil ist. Derartige Wirbelströme lassen sich in der erfindungsgemäßen Vorrichtung erzeugen, indem die beiden Aktuatorelemente mit einer

Kopplungseinrichtung ausgestattet werden. Dies bewirkt eine Kopplung der beiden Elemente derart, dass mit einem Verstellen des ersten Aktuatorelements von der ersten in die zweite Position ein Verstellen des zweiten Aktuatorelements in die erste Position einhergeht und umgekehrt. Kommt eine solche Kopplungseinrichtung zur Anwendung, so befindet sich also abwechselnd genau eines der beiden Aktuatorelemente innerhalb der Spritzgießform angeordnet. Durch die sich zwangsweise ergebende Hin- und Herbewegung der beiden Aktuatorelemente und die damit verbundene abwechselnde Volumenverdrängung von noch nicht erstarrtem Kunststoff innerhalb der Spritzgießform wird in der Kunststoffschmelze ein Strömungsbild erzeugt, welches die Eigenschaften eines Wirbelstroms zeigt.

Als fertigungstechnisch besonders vorteilhaft, weil mit handelsüblichen Komponenten herstellbar, erweist sich eine Ausführungsform, bei welcher die beiden Aktuatorelemente jeweils eine elektrische Antriebseinheit umfassen, d.h. die Aktuatorelemente sind in der Art dem Fachmann bekannter elektrischer, hydraulischer oder pneumatischer Aktuatoren realisiert. In bevorzugter Weise wird der Aktuator elektrisch angesteuert, um gezielte verschiedene Verfaher-Modi für den Aktuator zu realisieren. Zur oben beschriebenen, quasi "gegenpoligen" Kopplung der beiden Aktuatorelemente mag die Kopplungseinrichtung mit einer herkömmlichen Steuerungseinheit ausgestattet werden, welche mit den Antriebseinheiten zum Verstellen der Position der Aktuatorelemente zwischen der ersten und der zweiten Position zusammenwirkt.

Die Erfindung betrifft ferner Verfahren zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen in einer Vorrichtung mit einem oder mehreren der vorangehend genannten Merkmale. Gemäß dem Verfahren werden während des Einspritzens von Kunststoff in die Spritzgießform die beiden Aktuatorelemente im Wesentlichen gegengleich jeweils zwischen der ersten Position, in welcher sie teilweise in den Spritz-

gießform hineinragen, und der zweiten Position, in welcher sich vollständig im Aktuator-Aufnahmeelement angeordnet sind, hin- und her bewegt.

In einer bevorzugten Ausführungsform des hier vorgestellten Verfahrens wird die Temperatur der Spritzgießform mittels einer Temperiereinrichtung während des Einspritzens des Kunststoffes zyklisch zwischen einer oberen und einer unteren Grenztemperatur variiert, insbesondere derart, dass die Temperatur des Kunststoffes zyklisch zwischen seiner Schmelztemperatur und seiner Entformungstemperatur variiert.

Eine Vorrichtung zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen umfasst gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung eine ersten und einen zweiten Gehäusewandabschnitt umfassende Spritzgießform. In der Spritzgießform sind ein erster und ein zweiter Einlass zum Einleiten eines Kunststoffes in einen Innenraum der Spritzgießform vorgesehen, und dieser Innenraum wird von den beiden Gehäusewandabschnitten begrenzt. Im ersten Gehäusewandabschnitt ist eine erste Durchgangsöffnung vorgesehen, welche von einem verstellbaren ersten Wandelement verschlossen wird. Erfindungsgemäß ist dabei das erste Wandelement relativ zum ersten Gehäusewandabschnitt drehbar ausgebildet. Erfindungswesentlich an der hier vorgestellten Vorrichtung ist also die Drehverstellbarkeit eines die erste Durchgangsöffnung verschließenden ersten Wandelements relativ zum ersten Gehäusewandabschnitt, in welchem die Durchgangsöffnung vorgesehen ist. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Drehbewegung des Wandelements während des Einspritzens des Kunststoffes in die Spritzgießform zu vorteilhaften Quer- und Turbulenzströmungen in der Kunststoffschmelze führt, durch welche eine ungünstige Orientierung der einzelnen Fasern im Kunststoff besonders effektiv unterdrückt werden kann. Dies hat die Herstellung der gewünschten Formteile mit homogener Festigkeit und im Besonderen ohne lokale Bereiche mit verminderter Festigkeit zur Folge. Es versteht sich dabei, dass die

Spritzgießform nicht nur eine einfache geometrische Gestalt, etwa in der Art eines Hohlzylinders, aufweisen kann, sondern auch komplexere Geometrien möglich sind, etwa wenn Spritzgussteile mit Durchbrüchen, Ausnehmungen oder anderen geometrischen Besonderheiten hergestellt werden sollen.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann auch im zweiten Gehäusewandabschnitt eine zweite Durchgangsöffnung vorgesehen sein, welche von einem entsprechend verstellbaren zweiten Wandelement verschlossen wird. Auch das zweite Wandelement ist relativ zur zweiten Gehäusewandabschnitt drehbar ausgebildet. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass eine kombinierte Drehbewegung gleich zweier Wandelemente während des Einspritzens des Kunststoffes in die Spritzgießform zu besonders vorteilhaften Quer- und Turbulenzströmungen in der Kunststoffschmelze führt. In vorteilhaften Weiterbildungen der Erfindung können auch weitere, relativ zu einem Gehäusewandabschnitt der Spritzgießform verstellbare Wandelemente vorgesehen sein, die analog zum ersten bzw. zweiten Wandelement realisiert sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform können der erste und der zweite Gehäusewandabschnitt einander gegenüberliegen. Eine damit einhergehende Anordnung der beiden drehverstellbaren Wandelemente in einander gegenüberliegenden Gehäusewänden der Spritzgießform erzeugt im Kunststoff Strömungsbilder, die eine besonders homogene Festigkeit des nach dem Einspritzen durch Abkühlung in den festen Zustand übergegangenen Kunststoffes bewirken. Alternativ dazu können die beiden Gehäusewandabschnitte benachbart zueinander in derselben Gehäusewand vorgesehen werden. Auf diese Weise kann der für die Vorrichtung benötigte Bauraum reduziert werden.

Konstruktiv besonders einfach zu realisieren ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform, in welcher das erste Wandelement um eine erste Drehachse drehbar

ist, die orthogonal zu einer durch den ersten Gehäusewandabschnitt im Bereich der ersten Durchgangsöffnung definierten ersten Wandebene verläuft. In entsprechender Weise ist das zweite Wandelement, falls vorhanden, um eine zweite Drehachse drehbar, die orthogonal zu einer durch den zweiten Gehäusewandabschnitt im Bereich der zweiten Durchgangsöffnung definierten zweiten Wandebene verläuft.

Eine verbesserte Homogenisierung der Festigkeit in dem in der Spritzgießform gebildeten Kunststoff lässt sich erreichen, indem das erste Wandelement bündig mit dem ersten Gehäusewandabschnitt und/oder das zweite Wandelement bündig mit dem zweiten Gehäusewandabschnitt abschließt.

Besonders wirksame Querströme in dem in die Spritzgussform eingespritzten Kunststoff lassen sich im Bereich der Bindenaht erzielen, indem die beiden Einlässe an gegenüberliegenden stirnseitigen Gehäusewänden vorgesehen werden, so dass durch eine virtuelle Verbindungsgerade zwischen den beiden stirnseitigen Gehäusewänden eine Erstreckungsrichtung des Innenraums definiert wird. Zur Erzeugung besagter Querströme sind dann die erste und die zweite Durchgangsöffnung bezüglich der Erstreckungsrichtung versetzt zueinander in dem ersten oder zweiten Gehäusewandabschnitt anzuordnen.

Zum Zwecke einer technisch möglichst einfachen Realisierung der Drehverstellbarkeit der beiden Wandelemente empfiehlt sich eine Ausführungsform, bei der die erste Durchgangsöffnung auf einer vom Innenraum abgewandten Seite des ersten Gehäusewandabschnitts von einem ersten Aktuator-Aufnahmeelement eingefasst wird, welches von dem ersten Gehäusewandabschnitt weg absteht. Im ersten Aktuator-Aufnahmeelement ist ein das erste Wandelement umfassendes erstes Aktuatorelement angeordnet. Entsprechend kann auch die zweite Durchgangsöffnung auf einer vom Innenraum abgewandten Seite des zweiten Gehä-

sewandabschnitts von einem zweiten Aktuator-Aufnahmeelement eingefasst sein, welches von dem zweiten Gehäusewandabschnitt weg absteht. Im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement kann ein das zweite Wandelement umfassendes zweites Aktuatorelement angeordnet sein. Bei der Herstellung dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich nicht unerhebliche Kostenvorteile.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform können das erste Aktuatorelement linearverstellbar im ersten Aktuator-Aufnahmeelement und/oder das zweite Aktuatorelement linearverstellbar im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement angeordnet sein. Die damit verbundene kombinierte Linear- und Drehbewegung der die Wandelemente umfassenden Aktuatorelemente erzeugt in dem in die Spritzgussform eingebrachten flüssigen Kunststoff im Bereich der sich zwischen den beiden Kunststoff-Strömen ausbildenden Bindaht besonders ausgeprägte Quer- und Turbulenzströmungen.

Kostenvorteile bei der Herstellung der Spritzgussform ergeben sich auch, wenn das erste Aktuatorelement entlang einer durch die erste Drehachse definierten ersten Verstell-Richtung linearverstellbar ausgebildet wird und/oder das zweite Aktuatorelement entlang einer durch die zweite Drehachse definierten zweiten Verstell-Richtung linearverstellbar ausgebildet wird.

Besonders zweckmäßig können die Aktuator-Aufnahmeelemente in der Art von Aufnahmerohren ausgebildet werden. In diesem Fall bietet sich dem Fachmann im Rahmen der Entwicklung eine Vielfalt von konstruktiven Optionen, insbesondere, was die Befestigung der Aufnahmerohre an der Spritzgießform betrifft. Zu denken ist in diesem Zusammenhang etwa an formschlüssige Befestigungsverfahren in Form einer Schweißverbindung. Gemäß einer anderen Variante können

jedoch besagte Aufnahmerohre auch integral an der Spritzgießform ausgeformt sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform erstrecken sich das erste Aufnahmerohr entlang einer ersten Rohrrichtung und/oder das zweite Aufnahmerohr entlang einer zweiten Rohrrichtung. Als besonders vorteilhaft erweist sich die Anordnung der Aufnahmerohre relativ zur Erstreckungsrichtung der Spritzgießform derart, die erste bzw. zweite Rohrrichtung in einem Längsschnitt der Vorrichtung jeweils spitzen Winkel oder einen rechten Winkel, in ersterem Falle bevorzugt zwischen 10° und 45° , mit der Erstreckungsrichtung ausbildet.

Hinsichtlich der konstruktiven Ausgestaltung der Aktuatorelemente eröffnen sich für den einschlägigen Fachmann ebenfalls verschiedene Optionen. So bietet sich etwa die Verwendung stempelartig ausgebildeter Aktuatorelemente an, die innerhalb der Aufnahmerohre gleitend gelagert sein können. Besonders empfiehlt sich jedoch eine Ausgestaltung des Aktuatorelements im Aktuator-Aufnahmeelement derart, dass es jeweils zwischen einer ersten Position, in welcher es teilweise in die Spritzgießform hineinragt, und einer zweiten Position verstellbar ist, in welcher es vollständig im Aktuator-Aufnahmeelement angeordnet ist. Denn gerade beim Eintritt eines Aktuatorelements in die Spritzgießform wird durch die damit einhergehende Verdrängung des in die Form eingeleiteten Kunststoffes die Ausbildung turbulenter Strömungen begünstigt.

In diesem Zusammenhang haben Simulationsrechnungen gezeigt, dass zur Vermeidung festigkeitsmindernder Faserorientierungen im Kunststoff die Ausbildung von Wirbelströmen im Bereich aufeinander treffender Fließfronten des flüssigen Kunststoffes von Vorteil ist. Derartige Wirbelströme lassen sich in der erfindungsgemäßen Vorrichtung erzeugen, indem die beiden Aktuatorelemente mit einer Kopplungseinrichtung ausgestattet werden, welche eine Kopplung der beiden

Elemente derart bewirkt, dass mit einem Verstellen des ersten Aktuatorelements von der ersten in die zweite Position ein Verstellen des zweiten Aktuatorelements in die erste Position einhergeht und umgekehrt. Kommt eine solche Kopplungseinrichtung zur Anwendung, so befindet sich also abwechselnd genau eines der beiden Aktuatorelemente innerhalb der Spritzgießform angeordnet. Durch die sich zwangsweise ergebende Hin- und Herbewegung der beiden Aktuatorelemente und die verbundene abwechselnde Volumenverdrängung von noch nicht erstarrtem Kunststoff innerhalb der Spritzgießform kann in der Kunststoffschmelze ein Strömungsbild erzeugt werden, welches die Eigenschaften eines Wirbelstroms zeigt.

Als fertigungstechnisch besonders vorteilhaft, weil mit handelsüblichen Komponenten herstellbar, erweist sich eine Ausführungsform, bei welcher die beiden Aktuatorelemente jeweils eine elektrische Antriebseinheit umfassen, d.h. die Aktuatorelemente sind in der Art dem Fachmann bekannter elektrischer Aktuatoren realisiert. Zur oben beschriebenen, quasi gegenpoligen Kopplung der beiden Aktuatorelemente kann die Kopplungseinrichtung mit einer herkömmlichen Steuerungseinheit ausgestattet werden, welche mit den Antriebseinheiten zum Verstellen der Position der Aktuatorelemente zwischen der ersten und der zweiten Position zusammenwirkt.

Eine nochmals verbesserte Faserorientierung im Kunststoff lässt sich indes erzielen, in dem die Vorrichtung mit einer Temperiereinrichtung ausgestattet wird, mittels welcher die Temperatur des in die Spritzgießform eingeleiteten Kunststoffs variierbar ist. Eine solche Temperiereinrichtung gestattet insbesondere eine lokal variotherme Prozessführung im Bereich der Bindenaht. Unter dem Begriff „variotherme Prozessführung“ wird dabei im vorliegenden Zusammenhang ein zyklisches Aufheizen des Spritzgusswerkzeugs und dabei insbesondere der Spritzgießform während des Einspritzens des flüssigen Kunststoffs verstanden, so dass

dessen Temperatur zwischen seinen - materialspezifisch festgelegten - Schmelz- und Entformungstemperaturen oszilliert. Die Temperiereinrichtung kann zum Erhitzen der Spritzgießform eine Heizeinrichtung, etwa in der Art einer elektrischen Widerstandsheizung umfassen. Bei geeigneter Auslegung ist keine separate Kühleinrichtung erforderlich, um die Spritzgießform wieder abzukühlen; vielmehr wird in einem solchen Szenario die gewünschte Reduzierung der Temperatur bereits allein durch ein Abschalten der Heizeinrichtung bewirkt. Alternativ dazu kann die gewünschte Temperierung durch Integration eines Ölkreislaufs in die Spritzgießform realisiert werden, so dass sodann die gewünschte Temperatur in der Spritzgießform durch thermische Wechselwirkung mit dem gleichermaßen als Heiz- und Kühlmittel wirkenden Öl erzielt wird.

Die Erfindung betrifft ferner Verfahren zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen in einer Vorrichtung mit einem oder mehreren der vorangehend genannten Merkmale. Gemäß dem Verfahren wird während des Einspritzens von Kunststoff in die Spritzgießform wenigstens das erste Wandelement relativ zu zum ersten Gehäusewandabschnitt gedreht. Gleiches gilt für optional vorhandene, weiterte Wandelemente, insbesondere ein im zweiten Gehäusewandabschnitt vorgesehene zweites Wandelement.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1 ein Beispiel einer Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung in einem Längsschnitt entlang einer Erstreckungsrichtung,

Fig. 2a-c verschiedene Ausgestaltungsformen der Aufnahme- und Abfuhrrohre der Vorrichtung der Figur 1 in einem Profil senkrecht zu deren Rohr- richtung,

Fig. 3 ein Beispiel einer Vorrichtung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung in einem Längsschnitt,

Fig. 4 eine Variante des Beispiels der Figur 3 mit linear verstellbaren Wandelementen.

Die Figur 1 illustriert in einer schematischen Darstellung den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 gemäß dem ersten Aspekt zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen. Die Vorrichtung bedient sich dem Wirkprinzip eines gängigen Spritzgussverfahrens für plastifizierbare Thermoplaste und umfasst zu diesem Zweck eine Spritzgießform 2. In der erstreckenden Spritzgießform 2 sind stirnseitig ein erster und ein zweiter Einlass 3a, 3b vorgesehen, in welche ein mit 11a bezeichneter erster Teilvolumenstrom bzw. ein mit 11b bezeichneter zweiter Teilvolumenstrom an zu plastifizierendem Kunststoff in flüssiger Form in das Innere der Spritzgießform 2 eingespritzt wird. Dies kann unter Verwendung eines oder mehrerer geeigneter, in Figur 1 nicht dargestellter Einspritzaggregate geschehen.

Erkennbar ist in Figur 1 ferner ein erster Gehäusewandabschnitt 4a und ein dem ersten Gehäusewandabschnitt 4a im Wesentlichen gegenüberliegender zweiter Gehäusewandabschnitt 4b, welche beide Teil der Spritzgießform 2 sind und einen Innenraum 7 dieser Spritzgussform 2 begrenzen. In einer Variante können die beiden Gehäusewandabschnitte 4a, 4b auch benachbart zueinander in derselben Gehäusewand vorgesehen sein (nicht gezeigt).

Wie Figur 1 erkennen lässt, können sich die beiden Einlässe 3a, 3b bezüglich einer Erstreckungsrichtung E des Innenraums 7 im Wesentlichen gegenüber liegen.

Wie Figur 1 weiter erkennen lässt, können sich die beiden Einlässe 3a, 3b bezüglich einer Erstreckungsrichtung E des Innenraums 7 gegenüberliegen. Im Beispiel sind die beiden Einlässe 3a, 3b an gegenüberliegenden stirnseitigen Gehäusewänden vorgesehen. Durch eine virtuelle Verbindungsgerade zwischen den beiden stirnseitigen Gehäusewänden wird somit eine Erstreckungsrichtung E des Innenraums 7 definiert.

Der durch den ersten Einlass 3a in die Spritzgießform 2 eingeleitete Kunststoff 11a trifft somit innerhalb der Spritzgießform 2 auf den durch den zweiten Einlass 3b in die Spritzgießform 2 eingeleiteten Kunststoff 11b. Somit trifft die erste Fließfront 18a des Kunststoffs 11a auf die Fließfront 18b des Kunststoffs 11b, so dass in diesem Bereich eine Bindenaht 10 entsteht.

Erfindungswesentlich ist eine im ersten Gehäusewandabschnitt 4a vorgesehene erste Durchgangsöffnung 5a, welche auf einer vom Innenraum 7 der Spritzgussform 2 abgewandten Seite von einem ersten Aktuator-Aufnahmeelement 6a eingefasst wird. Wie der Längsschnitt der Figur 1 erkennen lässt, kann dieses in der Art eines Aufnahmerohrs 8a ausgebildet sein. Dabei steht das Aktuator-Aufnahmeelement 6a schräg von dem ersten Gehäusewandabschnitt 4a weg ab.

In analoger Weise ist im zweiten Gehäusewandabschnitt 4b eine zweite Durchgangsöffnung 5b vorgesehen, welche wiederum auf einer der vom Innenraum 7 der Spritzgussform 2 abgewandten Seite des Gehäusewandabschnitts 4b von einem zweiten Aktuator-Aufnahmeelement 6b eingefasst ist. Auch dieses kann in der Art eines Aufnahmerohrs 8b ausgebildet sein. Unabhängig von seiner gewählten geometrischen Formgebung steht auch das zweite Aktuator-Aufnahmeelement 6b in schräger Richtung vom zweiten Gehäusewandabschnitt 4b weg ab.

Die beiden Durchgangsöffnungen 5a, 5b können wie in Figur 1 gezeigt entlang der Erstreckungsrichtung E versetzt zueinander im ersten bzw. zweiten Gehäusewandabschnitt 4a, 4b angeordnet sein. In einer Variante können die Aktuator-Aufnahmeelemente 8a, 8b unter einem rechten Winkel vom jeweiligen Gehäusewandabschnitt 4a, 4b abstehen.

Das erste Aufnahmerohr 8a erstreckt sich entlang einer ersten Rohrrichtung R_1 , das zweite Aufnahmerohr 8b entlang einer zweiten Rohrrichtung R_2 . Im Beispielszenario verlaufen die beiden Rohrrichtungen R_1 , R_2 parallel zueinander. Die erste und die zweite Rohrrichtung R_1 , R_2 bilden in dem in Figur 1 gezeigten Längsschnitt der Vorrichtung 1 mit der Erstreckungsrichtung E jeweils einen spitzen Winkel α aus. Bevorzugt beträgt der Winkel α zwischen 10° und 45° ; in Betracht kommen jedoch generell alle spitzen Winkel $< 90^\circ$. In einer Variante können die Werte der beiden Winkel auch voneinander abweichen.

Wie Figur 1 anschaulich belegt, ist im ersten Aktuator-Aufnahmeelement 6a ein erstes Aktuatorelement 9a entlang der Rohrrichtung R_1 bewegbar angeordnet, und im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement 6b entsprechend ein zweites Aktuatorelement 9b entlang der Rohrrichtung R_2 .

Die Aktuatorelemente 9a, 9b erzeugen in dem in die Spritzgussform 2 eingebrachten flüssigen Kunststoff 11 im Bereich der sich zwischen den beiden Kunststoff-Strömen 11a, 11b ausbildenden Bindaht 10 Turbulenz- oder Querströmungen. Diese sind in Figur 1 schematisch durch die mit dem Bezugszeichen 12 bezeichneten Pfeile angedeutet. Besagte Turbulenz- bzw. Querströmungen unterbinden eine unerwünschte, festigkeitsmindernde Orientierung der Fasern des Kunststoffs 11 im Bereich der Bindaht 10 während des Erstarrens der Kunststoffschmelze. Im Ergebnis führt dies zu einer verbesserten Festigkeit des Kunststoffs 11 im Bereich der Bindaht 10. Maßgeblichen Anteil an der verbesserten Faserorientierung im Bereich der Bindaht 10 gegenüber herkömmlichen Aktuator-Geometrien hat dabei die oben vorgestellte, erfindungswesentliche Anordnung der Aktuatorelementen mit gegenüber der Erstreckungsrichtung E der Spritzgießform 2 schräger Ausrichtung.

Figur 1 zeigt ferner, dass die beiden Aktuatorelemente 9a, 9b im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement 6a, 6b zwischen einer ersten Position, in welcher sie teilweise in die Spritzgießform 2 hineinragen, und einer zweiten Position verstellbar sind, in welcher sie vollständig im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement 6a, 6b angeordnet sind. In Figur 1 befindet sich das erste Aktuatorelement 9a folglich in der ersten Position, das zweite Aktuatorelement 9b hingegen in der zweiten Position. Durch den Eintritt eines Aktuatorelements 9a, 9b in den Innenraum 7 der Spritzgießform 2 wird eine lokale Verdrängung des in die Spritzgießform 2 eingeleiteten Kunststoffs 11 bewirkt. Auf diese Weise werden die bereits erläuterten Querströmungen (Pfeile 12) im Bereich der Bindaht 10 erzeugt.

Als besonders vorteilhaft erweist sich die Ausbildung von Querströmungen in Form von Wirbelströmen. Derartige Wirbelströme lassen sich in besonders ausgeprägter Form erzeugen, indem die beiden Aktuatorelemente 9a, 9b abwechselnd und gegengleich zwischen der ersten und der zweiten Position hin- und her

bewegt werden. Dies kann mit Hilfe einer Kopplungseinrichtung 15 geschehen, welche eine herkömmliche Steuerungseinheit 16 - beispielsweise in der Art eines Mikrokontrollers - besitzen mag, welche wiederum zur Ansteuerung der beiden Aktuatorelemente 9a, 9b dient. Denkbar ist beispielsweise, die beiden Aktuatorelemente 9a, 9b als elektrische Aktuatoren auszubilden, welche von der Steuerungseinheit 16 der Kopplungseinrichtung 15 elektrisch/elektronisch über Steuerleitungen 17a, 17b angesteuert werden.

Durch die abwechselnde Hin- und Herbewegung der beiden Aktuatorelemente 9a, 9b und die damit verbundene Volumenverdrängung des noch nicht erstarrten Kunststoffes 11a, 11b innerhalb der Spritzgießform 2 wird im Kunststoff ein Strömungsbild erzeugt, welches die Eigenschaften eines Wirbelstroms (Pfeile 12) besitzt.

Die Vorrichtung 1 kann optional mit einer Temperiereinrichtung 13 ausgestattet werden, welche eine Variation des in die Spritzgießform 2 eingeleiteten Kunststoffes erlaubt. Dies gestattet ein zyklisches Aufheizen der Spritzgießform 2 und somit auch des in die Spritzgießform 2 eingespritzten flüssigen Kunststoffes 11, 11a, 11b, so dass dessen Temperatur zwischen seiner - materialspezifisch festgelegten - Schmelz- und Entformungstemperatur oszilliert. Eine solche gezielte Variation der Temperatur des Kunststoffes 11 ist dem Fachmann im Fachbereich Spritzgusstechnik unter dem Begriff „variotherme Prozessführung“ bekannt und führt insbesondere im Bereich der Bindenaht 10 zu einer verbesserten Festigkeit des Kunststoffes 11.

Zum Aufheizen der Spritzgießform 2 kann die Temperiereinrichtung 13 auch eine in der Figur nur schematisch angedeutete und in die Spritzgießform 2 integrierte Heizeinrichtung 14 aufweisen, welche beispielsweise in der Art einer herkömmlichen elektrischen Widerstandsheizung realisiert sein kann. Bei geeigneter Konfi-

guration der Heizeinrichtung 14 kann auf eine separate Kühleinrichtung verzichtet werden, um die Spritzgießform 2 und somit auch den Kunststoff 11 wieder abzukühlen; in diesem Fall ist es ausreichend, die erforderliche Reduzierung der Temperatur durch ein Abschalten der Heizeinrichtung 14 zu erreichen.

In einer in Figur 1 ebenfalls nur schematisch dargestellten Variante kann die gewünschte Temperierung der Spritzgießform 2 und somit des eingespritzten Kunststoffes 11 - alternativ oder zusätzlich zu einer elektrischen Heizeinrichtung - durch Integration eines in Figur 1 nicht gezeigten Ölkreislaufs in die Spritzgießform 2 realisiert werden. In diesem Fall wird die gewünschte Temperatur in der Spritzgießform 2 durch thermische Wechselwirkung mit dem gleichermaßen als Heiz- und Kühlmittel wirkenden und den Ölkreislauf durchströmenden Öl erzielt. In Varianten kann anstelle von Öl auch ein anderes geeignetes Fluid als Heiz- bzw. Kühlmittel verwendet werden.

Die beiden Aufnahmerohre 8a, 8b können in einem orthogonal zur jeweiligen Rohrrichtung R_1 bzw. R_2 definierten Querschnitt jeweils ein kreisrundes oder ovales oder mehreckiges Profil aufweisen, was in den Figuren 2a-c grobschematisch skizziert ist. Während Aufnahmerohre 8a, 8b mit einem kreisrunden oder ovalen Profil (vgl. Fig. 2a, 2b) relativ einfach und kostengünstig herzustellen sind, bewirkt eine Ausgestaltung mit dem in Figur 2c gezeigten mehreckigen Profil einen verbesserten Durchmischungseffekt auf den flüssigen Kunststoff. Prinzipiell gilt, dass die gewünschte Durchmischung mit zunehmender Anzahl an Profilecken 19 zunimmt.

Die Figur 3 illustriert in einer schematischen Darstellung den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1' zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung. Die Vorrichtung bedient sich dem Wirkprinzip eines gängigen Spritzgussverfahrens für plastifizierbare

Thermoplaste und umfasst zu diesem Zweck eine Spritzgießform 2'. In der Spritzgießform 2' sind ein erster und ein zweiter Einlass 3a', 3b' vorgesehen. Durch die beiden Einlässe 3a', 3b' wird der zu plastifizierende Kunststoff unter Verwendung geeigneter, in Figur 3 nicht dargestellter Einspritzaggregate in flüssiger Form in das Innere der Spritzgießform 2 eingespritzt.

Erkennbar ist ferner ein erster Gehäusewandabschnitt 4a und ein im Beispielszenario der Figur 3 dem ersten Gehäusewandabschnitt 4a diametral gegenüberliegender zweiter Gehäusewandabschnitt 4b'. Beide Gehäusewände 4a', 4b' sind Teil der Spritzgießform 2' und begrenzen somit deren Innenraum 7' teilweise. Die beiden Gehäusewandabschnitte 4a', 4b' können jeweils Teil zweier verschiedener Gehäusewände sein, die - wie in Figur 3 beispielhaft illustriert - zueinander im Abstand angeordnet sind oder über eine gemeinsame Gehäusekante miteinander verbunden sind. Denkbar ist aber auch, dass die beiden Gehäusewände Teil einer einzigen gemeinsamen Gehäusewand sind, etwa wenn die Spritzgussform in der Art eines Hohlzylinders ausgebildet ist und besagte Gehäusewand eine Umfangswand eines solchen Hohlzylinders ist. In einer Variante des Beispiels können also die beiden Gehäusewandabschnitte in derselben Gehäusewand vorgesehen sein.

Wie Figur 3 weiter erkennen lässt, können sich die beiden Einlässe 3a', 3b' bezüglich einer Erstreckungsrichtung E' des Innenraums 7' gegenüberliegen. Im Beispiel sind die beiden Einlässe 3a', 3b' an gegenüberliegenden stirnseitigen Gehäusewänden 19a', 19b' vorgesehen. Durch eine virtuelle Verbindungsgerade zwischen den beiden stirnseitigen Gehäusewänden 19a', 19b' wird somit eine Erstreckungsrichtung E' des Innenraums 7' definiert.

Der durch den ersten Einlass 3a' in die Spritzgießform 2 eingeleitete Kunststoff 11a' trifft innerhalb der Spritzgießform 2' auf den durch den zweiten Einlass 3b' in

die Spritzgießform 2' eingeleiteten Kunststoff 11b'. Dabei trifft die erste Fließfront 18a des Kunststoffs 11a' auf die Fließfront 18b' des Kunststoffs 11b', so dass in diesem Bereich eine Bindenaht 10' entsteht.

Erfindungswesentlich ist eine im ersten Gehäusewandabschnitt 4a' vorgesehene erste Durchgangsöffnung 5a', welche von einem verstellbaren ersten Wandelement 20a' verschlossen wird. Das erste Wandelement 20a' ist dabei relativ zum ersten Gehäusewandabschnitt 4a' drehbar ausgebildet, was in Figur 3 durch einen Pfeil mit dem Bezugszeichen 21a' symbolisiert wird.

In derselben Weise kann optional – wie in Figur 3 gezeigt – auch der zweite Gehäusewandabschnitt 4b' mit einer zweiten Durchgangsöffnung 5b' ausgestattet sein, die von einem verstellbaren zweiten Wandelement 20b' verschlossen wird. Das zweite Wandelement 20b' ist relativ zum zweiten Gehäusewandabschnitt 4b' drehbar ausgebildet, was durch den Pfeil 21b' wiedergegeben wird.

Das erste Wandelement 20a' ist um eine erste Drehachse D1' drehbar, die orthogonal zu einer durch den ersten Gehäusewandabschnitt 4a im Bereich der ersten Durchgangsöffnung 5a' definierten ersten Wandebene E1' verläuft. Das zweite Wandelement ist um eine zweite Drehachse D2' drehbar, die orthogonal zu einer durch den zweiten Gehäusewandabschnitt 4b' im Bereich der zweiten Durchgangsöffnung 5b definierten zweiten Wandebene E2' verläuft. In Varianten des Beispiels sind auch andere Winkel zwischen den Drehachsen D1', D2' und den Wandebenen E1', E2' möglich. Die beiden drehbaren Wandelemente 20a', 20b' erzeugen durch ihre Drehbewegung beim Einbringen von flüssigem Kunststoff 11' im Bereich der sich zwischen den beiden Kunststoffströmen 11a', 11b' bildenden Bindenaht 10' Quer- und Wirbelströme, die eine vorteilhafte Umorientierung der Fasern im Kunststoff bewirken. In Varianten können – analog zum ersten und zweiten Wandelement 20a', 20b' – auch weitere Wandelemente vorgesehen sein,

die im ersten bzw. zweiten Gehäusewandabschnitt 4a', 4b' oder einem anderen Gehäusewandabschnitt der Spritzgießform 2' angeordnet ist.

Wie Figur 3 anschaulich belegt, schließt das erste Wandelement 20a' bündig mit dem ersten Gehäusewandabschnitt 4a' und das zweite Wandelement 20b' bündig mit dem zweiten Gehäusewandabschnitt 4b' ab. Man erkennt weiterhin, dass die erste Durchgangsöffnung 5a' auf einer vom Innenraum 7 abgewandten Seite des ersten Gehäusewandabschnitts 4a' von einem ersten Aktuator-Aufnahmeelement 6a' eingefasst wird, das von dem ersten Gehäusewandabschnitt 4a' weg absteht. Ebenso kann die zweite Durchgangsöffnung 5b' auf einer vom Innenraum 7 abgewandten Seite des zweiten Gehäusewandabschnitts 4b' von einem zweiten Aktuator-Aufnahmeelement 6b' eingefasst werden, das vom zweiten Gehäusewandabschnitt 4b' weg absteht. Das erste Aktuatorelement 9a' umfasst dabei das erste Wandelement 20a' und ist im ersten Aktuator-Aufnahmeelement 6a' angeordnet, das das zweite Wandelement 20b' umfassende zweite Aktuatorelement 9b' hingegen im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement 6b'. Die beiden Aktuator-Aufnahmeelemente 6a', 6b' können jeweils in der Art eines Gehäuses ausgebildet sein, welches jeweils außen an dem ersten bzw. zweiten Gehäusewandabschnitt 4a', 4b' angebracht ist. Die erfindungswesentliche Drehung wenigstens des ersten Wandelements 20a' – im vorliegenden Beispiel sogar der beiden Wandelemente 20a', 20b' – wird über eine Drehung der beiden Aktuatorelemente 9a', 9b' um die Drehachse D1' bzw. D2' realisiert. Die beiden Durchgangsöffnungen 5a', 5b' können wie in Figur 3 gezeigt entlang der Erstreckungsrichtung E' versetzt zueinander im ersten bzw. zweiten Gehäusewandabschnitt 4a', 4b' angeordnet sein.

Die Figur 4 zeigt eine Variante des Beispiels der Figur 3, in welcher das erste Aktuatorelement 9a' linearverstellbar im ersten Aktuator-Aufnahmeelement 6a' und das zweite Aktuatorelement 9b' linearverstellbar im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement 6b' angeordnet ist. Auch im Beispiel der Figur 4 können die

beiden Durchgangsöffnungen 5a', 5b' entlang der Erstreckungsrichtung E' versetzt zueinander im ersten bzw. zweiten Gehäusewandabschnitt 4a', 4b' angeordnet sein. Wie Figur 4 erkennen lässt, sind die beiden Aktuator-Aufnahmeelemente 6a', 6b' in der Art von Aufnahmerohren 8a', 8b' ausgebildet. Das erste Aufnahmerohr 8a' erstreckt sich dabei entlang einer ersten Rohrrichtung R₁', das zweite Aufnahmerohr 8b' entlang einer zweiten Rohrrichtung R₂'. Im Beispielszenario verlaufen die beiden Rohrrichtungen R₁', R₂' parallel zueinander. Die erste und die zweite Rohrrichtung R₁', R₂' bilden in dem in Figur 3 gezeigten Längsschnitt der Vorrichtung 1' entlang der Erstreckungsrichtung E' mit dieser Erstreckungsrichtung E' einen rechten Winkel aus; in Varianten sind auch andere Winkel, beispielsweise spitze Winkel zwischen 10° und 45°, vorstellbar.

Die kombinierte Linear- und Drehbewegung der die Wandelemente 20a', 20b' umfassenden Aktuatorelemente 9a', 9b' - in Figur 4 veranschaulicht durch die Pfeile 21a', 21b' und die beiden Doppelpfeile 22a', 22b' - erzeugt in dem in die Spritzgussform 2' eingebrachten flüssigen Kunststoff 11' im Bereich der sich zwischen den beiden Kunststoff-Strömen 11a', 11b' ausbildenden Bindaht 10' besonders ausgeprägte Quer- und Turbulenzströmungen. Diese werden in Figur 3 und 4 schematisch durch die mit dem Bezugszeichen 12' bezeichneten Pfeile angedeutet. Derartige Turbulenz- bzw. Querströmungen unterbinden eine unerwünschte, festigkeitsmindernde Orientierung der Fasern des Kunststoffs 11' im Bereich der Bindaht 10' während des Erstarrens der Kunststoffschmelze. Im Ergebnis führt dies zu einer verbesserten Festigkeit des Kunststoffs 11', insbesondere im Bereich der Bindaht 10'. In einer vereinfachten Variante kann im Beispiel der Figur 4' auf das zweite Wandelement 20b' verzichtet sein. Auch im Beispiel der Figur 4 können in Varianten- analog zum ersten und zweiten Wandelement 20a', 20b' - weitere Wandelemente vorgesehen sein, die im ersten bzw. zweiten Gehäusewandabschnitt 4a', 4b' oder einem anderen Gehäusewandabschnitt der Spritzgießform 2' angeordnet ist.

Der Figur 4 lässt sich auch entnehmen, dass die beiden Aktuatorelemente 9a', 9b' im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement 6a', 6b' zwischen einer ersten Position, in welcher sie teilweise in die Spritzgießform 2' hineinragen, und einer zweiten Position verstellbar sind, in welcher sie vollständig im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement 6a', 6b' angeordnet sind. In Figur 4 befindet sich das erste Aktuatorelement 9a' folglich in der ersten Position, das zweite Aktuatorelement 9b' hingegen in der zweiten Position. Durch den Eintritt eines Aktuatorelements 9a', 9b' in den Innenraum 7 der Spritzgießform 2' wird eine lokale Verdrängung des in die Spritzgießform 2' eingeleiteten Kunststoffes 11' bewirkt, wodurch die bereits genannten Turbulenzen (Pfeile 12') im Bereich der Bindaht 10' erzeugt werden. Als besonders vorteilhaft erweist sich die Ausbildung von Querströmen in Form von Wirbelströmen. Derartige Wirbelströme lassen sich in besonders ausgeprägter Form erzeugen, indem die beiden Aktuatorelemente 9a', 9b' abwechselnd und gegengleich zwischen der ersten und der zweiten Position hin- und her bewegt werden. Dies kann mit Hilfe einer Kopplungseinrichtung 15' realisiert werden, welche eine herkömmliche Steuerungseinheit 16' - beispielsweise in der Art eines Mikrokontrollers - besitzen mag, welche wiederum zur Ansteuerung der beiden Aktuatorelemente 9a', 9b' dient. Denkbar ist etwa, die beiden Aktuatoren 9a', 9b' als elektrische Aktuatoren auszubilden, welche von der Steuerungseinheit 16' der Kopplungseinrichtung 15' elektrisch/elektronisch über Steuerleitungen 17a', 17b' angesteuert werden. Durch die abwechselnde Hin- und Herbewegung der beiden Aktuatorelemente 9a', 9b' und die damit verbundene Volumenverdrängung des noch nicht erstarrten Kunststoffes 11a', 11b' innerhalb der Spritzgießform 2' wird im Kunststoff ein Strömungsbild erzeugt, welches die Eigenschaften eines Wirbelstroms (Pfeile 12') besitzt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1' kann optional mit einer sowohl in Figur 3 als auch in Figur 4 gezeigten Temperiereinrichtung 13' ausgestattet werden, welche

eine Variation des in die Spritzgießform 2' eingeleiteten Kunststoffes erlaubt. Dies gestattet ein zyklisches Aufheizen der Spritzgießform 2 und somit auch des in die Spritzgießform 2' eingespritzten flüssigen Kunststoffes 11', 11a', 11b', so dass dessen Temperatur zwischen seiner - materialspezifisch festgelegten - Schmelz- und Entformungstemperatur oszilliert. Eine solche gezielte Variation der Temperatur des Kunststoffes 11' ist dem Fachmann im Fachbereich Spritzgusstechnik unter dem Begriff „variotherme Prozessführung“ bekannt und führt insbesondere im Bereich der Bindenaht 10' zu einer verbesserten Festigkeit des Kunststoffes 11'. Zum Aufheizen der Spritzgießform 2' kann die Temperiereinrichtung 13' auch eine in der Figur 4 nur schematisch angedeutete und in die Spritzgießform 2' integrierte Heizeinrichtung 14' aufweisen, welche beispielsweise in der Art einer herkömmlichen elektrischen Widerstandsheizung realisiert sein kann. Bei geeigneter Konfiguration der Heizeinrichtung 14' kann auf eine separate Kühleinrichtung verzichtet werden, um die Spritzgießform 2' und somit auch den Kunststoff 11' wieder abzukühlen; dann ist es ausreichend, die erforderliche Reduzierung der Temperatur durch ein Abschalten der Heizeinrichtung 14' zu erreichen.

In einer in den Figuren 3 und 4 ebenfalls nur schematisch dargestellten Variante kann die gewünschte Temperierung der Spritzgießform 2' und somit des eingespritzten Kunststoffes 11' - alternativ oder zusätzlich zu einer elektrischen Heizeinrichtung - durch Integration eines in den Figuren nicht gezeigten Ölkreislaufs in die Spritzgießform 2' realisiert werden. In diesem Fall wird die gewünschte Temperatur in der Spritzgießform 2' durch thermische Wechselwirkung mit dem gleichermaßen als Heiz- und Kühlmittel wirkenden und den Ölkreislauf durchströmenden Öl erzielt. In Varianten kann anstelle von Öl auch ein anderes geeignetes Fluid als Heiz- bzw. Kühlmittel verwendet werden.

Ansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen,
 - mit einer einen ersten und einen zweiten Gehäusewandabschnitt (4a, 4b) umfassenden Spritzgießform (2), in welcher ein erster und ein zweiter Einlass (3a, 3b) zum Einleiten eines Kunststoffes (11, 11a, 11b) in einen Innenraum (7) der Spritzgießform (2) vorgesehen sind,
 - mit einer in dem ersten Gehäusewandabschnitt (4a) vorgesehenen ersten Durchgangsöffnung (5a), welche auf einer vom Innenraum (7) abgewandten Seite des ersten Gehäusewandabschnitts (4a) von einem ersten Aktuator-Aufnahmeelement (6a) eingefasst ist, das von dem ersten Gehäusewandabschnitt (4a) weg absteht, wobei im ersten Aktuator-Aufnahmeelement (6a) ein erstes Aktuatorelement (9a) bewegbar angeordnet ist,
 - mit einer in dem zweiten Gehäusewandabschnitt (4b) vorgesehenen zweiten Durchgangsöffnung (5b), welche auf einer vom Innenraum (7) abgewandten Seite des zweiten Gehäusewandabschnitts (4b) von einem zweiten Aktuator-Aufnahmeelement (6b) eingefasst ist, das von dem zweiten Gehäusewandabschnitt (4b) weg absteht, wobei im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement (6b) ein zweites Aktuatorelement (9b) bewegbar angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
 - dadurch gekennzeichnet, dass

- der erste und der zweite Gehäusewandabschnitt (4a, 4b) einander gegenüberliegen oder benachbart zueinander in derselben Gehäusewand vorgesehen sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das erste Aktuator-Aufnahmeelement (6a) schräg vom ersten Gehäusewandabschnitt (4a) absteht und das zweite Aktuator-Aufnahmeelement (6b) schräg vom zweiten Gehäusewandabschnitt (4b) absteht, oder dass
 - die beiden Aktuator-Aufnahmeelemente (6a, 6b) jeweils unter einem rechten Winkel vom jeweiligen Gehäusewandabschnitt (4a, 4b) abstehen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aktuatorelemente (9a, 9b) derart ausgebildet sind, dass sie auf den in den Innenraum (7) eingebrachten Kunststoff (11, 11a, 11b) als Turbulenz-Erzeugungselemente wirken.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorrichtung (1) eine Temperiereinrichtung (13) umfasst, mittels welcher die Temperatur des in die Spritzgießform (2) eingeleiteten Kunststoffs variierbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

das erste Aktuator-Aufnahmeelement (6a) als erstes Aufnahmerohr (8a) und das zweite Aktuator-Aufnahmeelement (6b) als zweites Aufnahmerohr (8b) ausgebildet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

- sich das erste Aufnahmerohr (8a) entlang einer ersten Rohrrichtung (R_1) und das zweite Aufnahmerohr (8b) entlang einer zweiten Rohrrichtung (R_2) erstreckt,
- die erste und die zweite Rohrrichtung (R_1 , R_2) in einem Längsschnitt der Vorrichtung (1) jeweils einen spitzen Winkel, insbesondere einen Winkel zwischen 10° und 45° , mit einer Erstreckungsrichtung (E) des Innenraums (7) ausbilden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste und zweite Rohrrichtung (R_1 , R_2) im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Aufnahmerohre (8a, 8b) in einem orthogonal zur jeweiligen Rohrrichtung (R_1 , R_2) definierten Querschnitt jeweils ein kreisrundes oder ovales oder mehreckiges Profil aufweisen.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste und die zweite Durchgangsöffnung (5a, 5b) bezüglich der Erstreckungsrichtung (E) versetzt zueinander im ersten oder zweiten Gehäusewandabschnitt (4a, 4b) angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Aktuatorelemente (9a, 9b) im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement (6a, 6b) jeweils zwischen einer ersten Position, in welcher sie teilweise in den Innenraum (7) der Spritzgießform (2) hineinragen, und einer zweiten Position, in welcher sich vollständig im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement (6a, 6b) angeordnet sind, verstellbar sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Aktuatorelemente (9a, 9b) mittels einer Kopplungseinrichtung (15) derart miteinander gekoppelt sind, dass ein Verstellen des ersten Aktuatorelements (9a) von der ersten in die zweite Position ein Verstellen des zweiten Aktuatorelements (9b) in die erste Position bewirkt und umgekehrt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die beiden Aktuatorelemente (9a, 9b) jeweils eine elektrische Antriebseinheit umfassen,
 - die Kopplungseinrichtung (15) eine Steuerungseinheit (16) aufweist, welche mit den Antriebseinheiten zum Verstellen der Position der Aktuatorelemente (9a, 9b) zwischen der ersten und der zweiten Position zusammenwirkt.
14. Vorrichtung (1') zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen,
- mit einer einen ersten und einen zweiten Gehäusewandabschnitt (4a', 4b') umfassenden Spritzgießform (2'), in welcher ein erster und ein zweiter Einlass (3a', 3b') zum Einleiten eines Kunststoffes (11', 11a,' 11b') in einen Innenraum

(7') der Spritzgießform (2') vorgesehen ist, der von den beiden Gehäusewandabschnitten (4a', 4b') begrenzt ist,

- mit einer in dem ersten Gehäusewandabschnitt (4a') vorgesehenen ersten Durchgangsöffnung (5a'), welche von einem verstellbaren ersten Wandelement (20a') verschlossen ist, wobei das erste Wandelement (20a') relativ zum ersten Gehäusewandabschnitt (4a') drehbar ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

- in dem zweiten Gehäusewandabschnitt (4b') eine zweite Durchgangsöffnung (5b') vorgesehen ist, welche von einem verstellbaren zweiten Wandelement (20b') verschlossen ist, wobei das zweite Wandelement (20b') relativ zum zweiten Gehäusewandabschnitt (4b') drehbar ausgebildet ist,
- der erste und der zweite Gehäusewandabschnitt (4a', 4b') einander gegenüberliegen oder benachbart zueinander in derselben Gehäusewand der Spritzgießform (2') vorgesehen sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das erste Wandelement (20') um eine erste Drehachse (D1') drehbar ist, die orthogonal zu einer durch den ersten Gehäusewandabschnitt (4a') im Bereich der ersten Durchgangsöffnung (5a') definierten ersten Wandebene (E1') verläuft, und/oder dass
- das zweite Wandelement (20b') um eine zweite Drehachse (D2') drehbar ist, die orthogonal zu einer durch den zweiten Gehäusewandabschnitt (4b') im Bereich der zweiten Durchgangsöffnung (5b') definierten zweiten Wandebene (E2') verläuft.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das erste Wandelement (20a') bezüglich einer Draufsicht in Richtung der ersten Drehachse (D1') rotationssymmetrisch zu dieser Drehachse (D1') ausgebildet ist, und/oder dass
- das zweite Wandelement (20b') bezüglich einer Draufsicht in Richtung der zweiten Drehachse (D2') rotationssymmetrisch zu dieser Drehachse (D2') ausgebildet ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

dadurch gekennzeichnet, dass

das erste Wandelement (20a') bündig mit dem ersten Gehäusewandabschnitt (4a') und/oder das zweite Wandelement (20b') bündig mit dem zweiten Gehäusewandabschnitt (4b') abschließt.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18,

dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Einlässe (3a', 3b') an gegenüberliegenden stirnseitigen Gehäusewänden (19a', 19b') vorgesehen sind und dass durch eine virtuelle Verbindungsgerade zwischen den beiden stirnseitigen Gehäusewänden (19a', 19b') eine Erstreckungsrichtung (E') des Innenraums (7') definiert ist, die erste und die zweite Durchgangsöffnung (5a', 5b') bezüglich der Erstreckungsrichtung (E') versetzt zueinander in dem ersten oder zweiten Gehäusewandabschnitt (4a', 4b') angeordnet sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 19,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die erste Durchgangsöffnung (5a') auf einer vom Innenraum (7') abgewandten Seite des ersten Gehäusewandabschnitts (4a') von einem ersten Aktuator-Aufnahmeelement (6a') eingefasst ist, das von dem ersten Gehäusewandab-

schnitt (4a') weg absteht, wobei im ersten Aktuator-Aufnahmeelement (6a') ein das erste Wandelement (20a') umfassendes erstes Aktuatorelement (9a') angeordnet ist, und/oder dass

- die zweite Durchgangsöffnung (5b') auf einer vom Innenraum (7') abgewandten Seite des zweiten Gehäusewandabschnitts (4b') von einem zweiten Aktuator-Aufnahmeelement (6b') eingefasst ist, das von dem zweiten Gehäusewandabschnitt (4b') weg absteht, wobei im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement (6b') ein das zweite Wandelement (20b') umfassendes zweites Aktuatorelement (9b') angeordnet ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das erste Aktuatorelement (9a') linearverstellbar im ersten Aktuator-Aufnahmeelement (6a') angeordnet ist, und/oder dass
- das zweite Aktuatorelement (9b') linearverstellbar im zweiten Aktuator-Aufnahmeelement (6b') angeordnet ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das erste Aktuatorelement (6a') entlang einer durch die erste Drehachse (D1') definierten ersten Verstell-Richtung linearverstellbar ist, und/oder dass
- das zweite Aktuatorelement (6b') entlang einer durch die zweite Drehachse (D2') definierten zweiten Verstell-Richtung linearverstellbar ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22,

dadurch gekennzeichnet, dass

das erste Aktuator-Aufnahmeelement (6a') als erstes Aufnahmerohr (8a') und das zweite Aktuator-Aufnahmeelement (6b') als zweites Aufnahmerohr (8b') ausgebildet sind.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23,

dadurch gekennzeichnet, dass

- sich das erste Aufnahmerohr (8a') entlang einer ersten Rohrrichtung (R₁') und das zweite Aufnahmerohr (8b') entlang einer zweiten Rohrrichtung (R₂') erstreckt,
- die erste und die zweite Rohrrichtung (R₁', R₂') in einem Längsschnitt entlang der Erstreckungsrichtung der Vorrichtung (1') jeweils einen spitzen Winkel, insbesondere zwischen 10° und 45°, oder einen rechten Winkel mit der Erstreckungsrichtung (E') ausbilden.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 24,

dadurch gekennzeichnet, dass

die das erste und/oder zweite Aktuatorelement (9a', 9b') im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement (6a', 6b') jeweils zwischen einer ersten Position, in welcher es teilweise in den Innenraum (7') der Spritzgießform (2') hineinragt, und einer zweiten Position, in welcher es vollständig im jeweiligen Aktuator-Aufnahmeelement (6a', 6b') angeordnet ist, verstellbar ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25,

dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Aktuatorelemente (9a', 9b') mittels einer Kopplungseinrichtung (15') derart miteinander gekoppelt sind, dass ein Verstellen des ersten Aktuatorelements (9a') von der ersten in die zweite Position ein Verstellen des zweiten Aktuatorelements (9b') in die erste Position bewirkt und umgekehrt.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die beiden Aktuatorelemente (9a', 9b') jeweils eine elektrische Antriebseinheit umfassen,
- die Kopplungseinrichtung (15') eine Steuerungseinheit (16)' aufweist, welche mit den Antriebseinheiten zum Verstellen der Position der Aktuatorelemente (9a', 9b') zwischen der ersten und der zweiten Position zusammenwirkt.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 27,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Vorrichtung eine Temperiereinrichtung (13') umfasst, mittels welcher die Temperatur des in die Spritzgießform (2') eingeleiteten Kunststoffes variierbar ist.

29. Verfahren zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen in einer Vorrichtung (1)

nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

gemäß welchem während des Einspritzens von Kunststoff (11, 11a, 11b) durch die beiden Einlässe (3a, 3b) in die Spritzgießform (2) die beiden Aktuatorelemente (9a, 9b) im Wesentlichen gegengleich jeweils zwischen einer ersten Position, in welcher sie teilweise in die Spritzgießform (2) hineinragen, und einer zweiten Position, in welcher sie vollständig im Aktuator-Aufnahmeelement (6a, 6b) angeordnet sind, hin- und her bewegt werden.

30. Verfahren zum Faserspritzgießen von Spritzgussteilen in einer Vorrichtung (1)

nach einem der Ansprüche 14 bis 28,

gemäß welchem sich wenigstens das erste Wandelement (20a', 20b') während des Einspritzens von Kunststoff (11', 11a', 11b') durch die beiden Einlässe (3a', 3b') in die Spritzgießform (2) relativ zu dem ersten Gehäusewandabschnitt (4a', 4b') dreht.

31. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Temperatur der Spritzgießform (2; 2') mittels einer Temperiereinrichtung
(14; 14') während des Einspritzens des Kunststoffes (11, 11a, 11b; 11', 11a',
11b') in den Innenraum (7; 7') der Spritzgießform (2; 2) zyklisch zwischen einer
oberen und einer unteren Grenztemperatur variiert wird, insbesondere derart,
dass die Temperatur des Kunststoffes (11, 11a, 11b; 11', 11a', 11b') zyklisch
zwischen seiner Schmelztemperatur und seiner Entformungstemperatur vari-
iert.

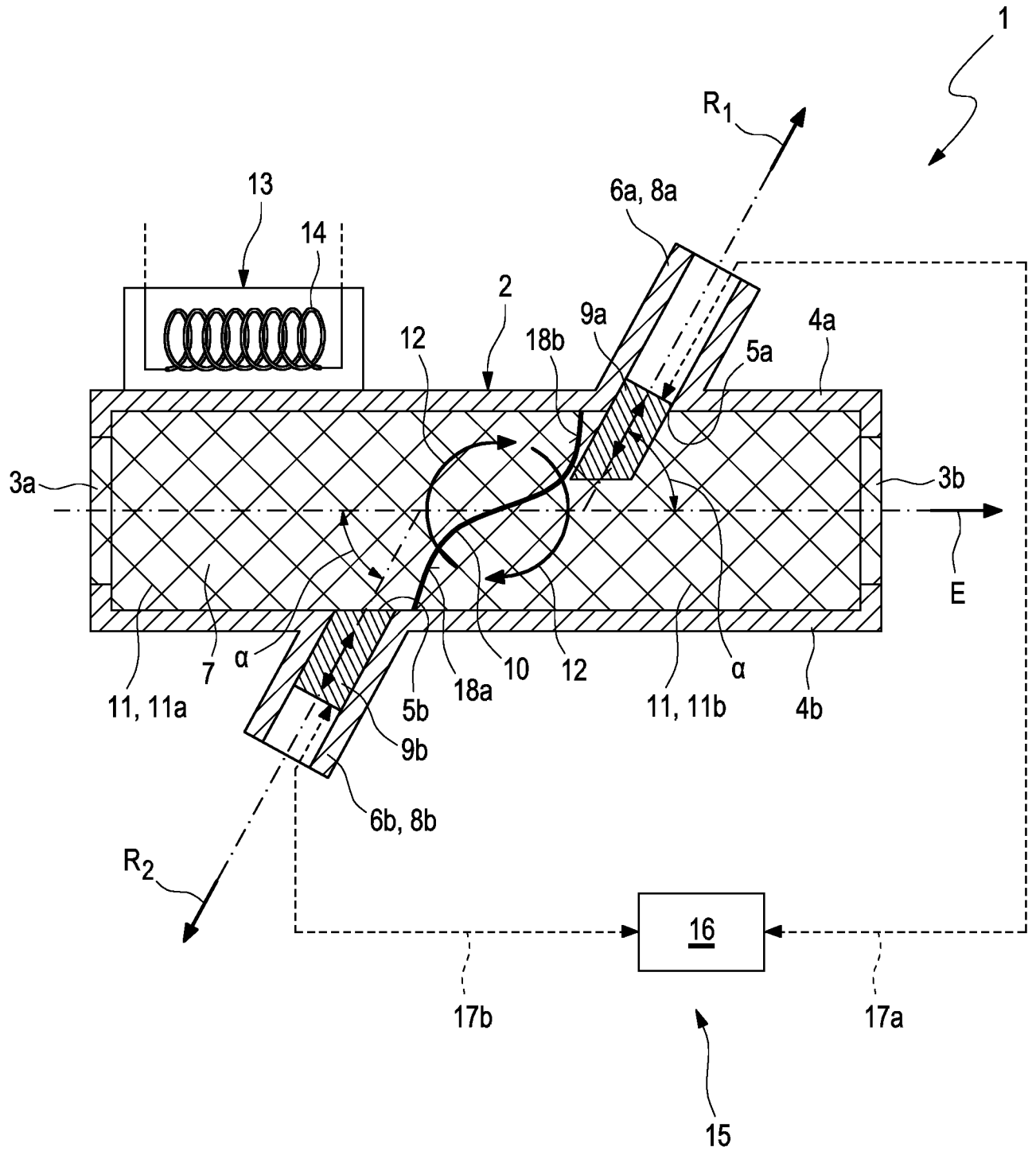


Fig. 1

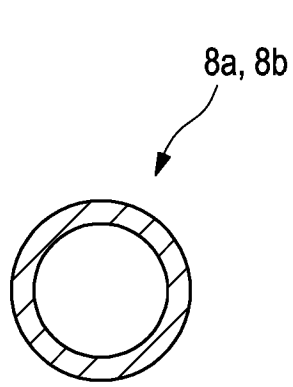


Fig. 2 a

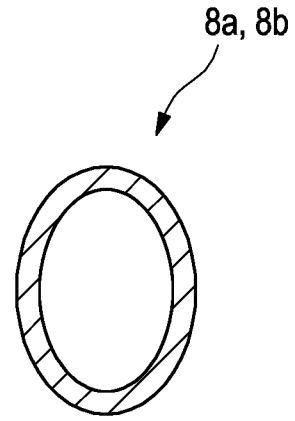


Fig. 2 b

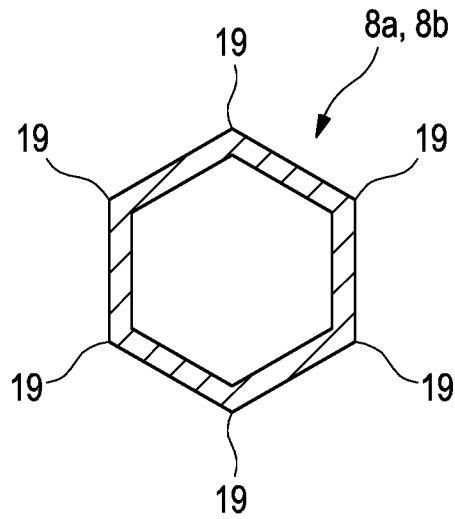


Fig. 2 c

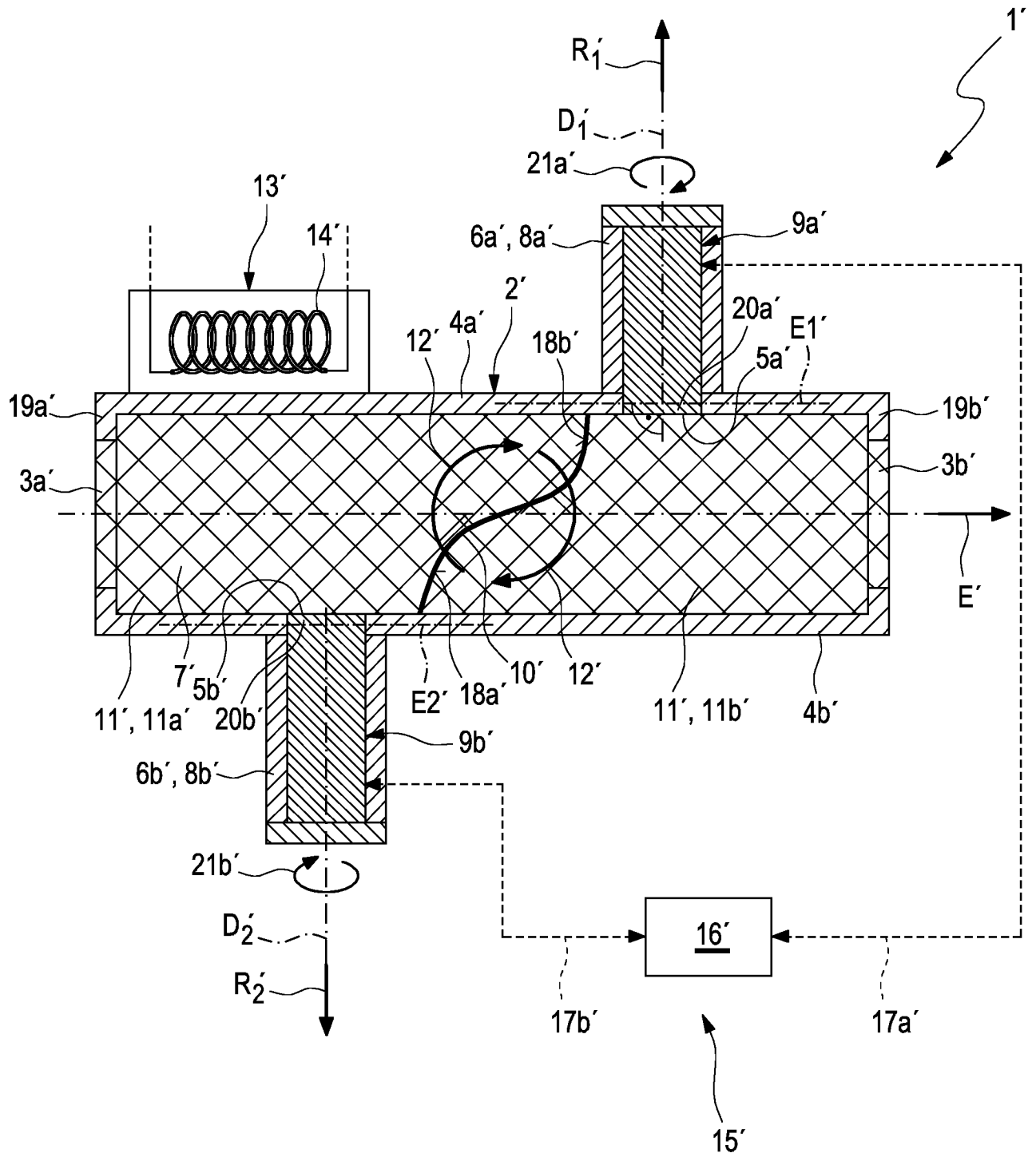


Fig. 3

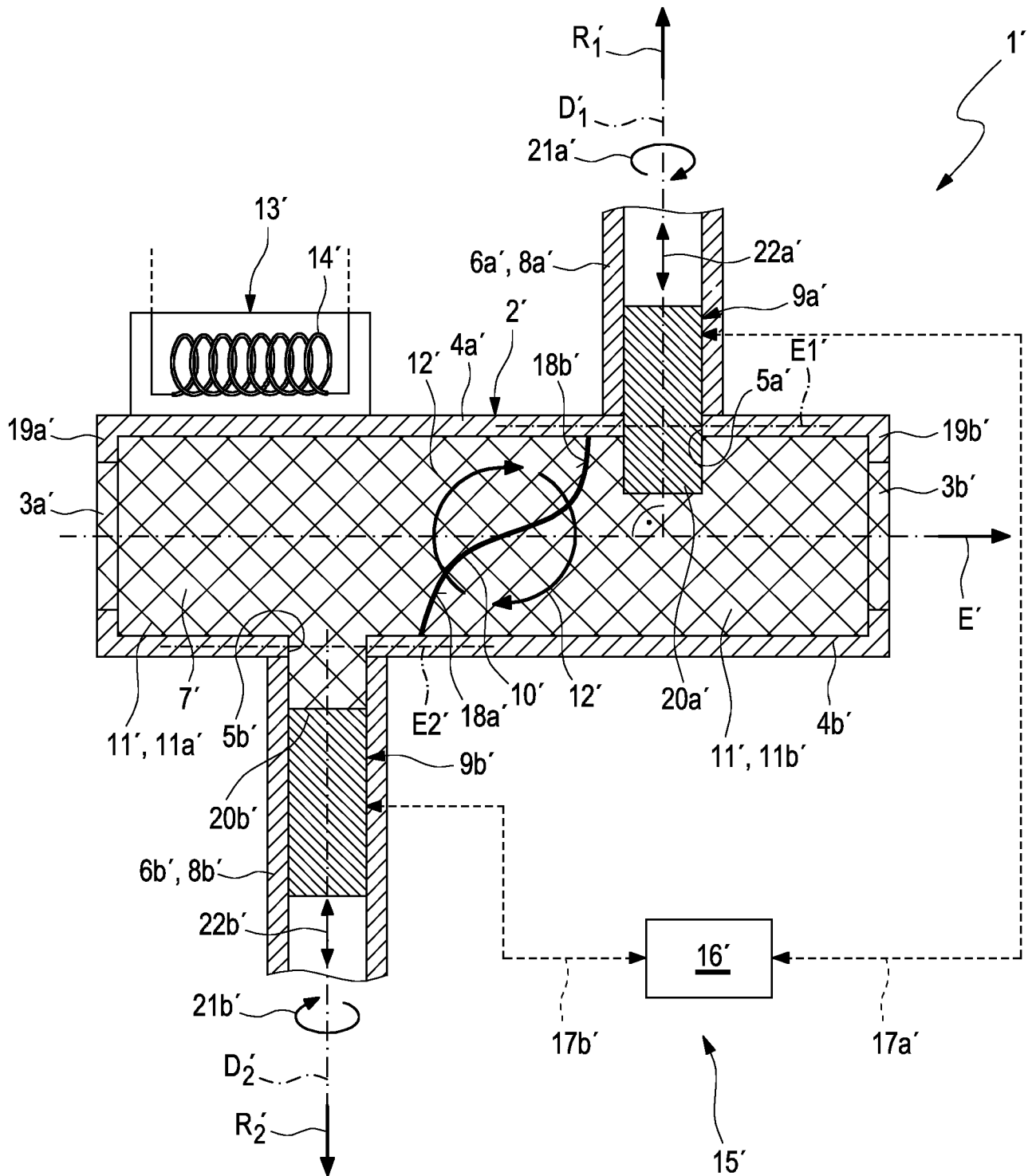


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/061847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C45/00
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 B29K

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	JP H04 16320 A (HAMADA OSAMU) 21 January 1992 (1992-01-21)	1-9, 14-18, 20,28, 30,31
Y	abstract; figures 2-4	6-13,19, 21-28, 30,31
X	----- JP 2013 082230 A (FUJI BELLOWS CO LTD) 9 May 2013 (2013-05-09)	1-5,10, 11,29
Y	Zusammenfassung; paragraphs [0018], [0019], [0061], [0062], [0069]; figures 10,14-16 ----- -/--	6-11,19, 21-28, 30,31

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 30 July 2015	Date of mailing of the international search report 07/08/2015
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/061847

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 538 413 A (GARDNER GARRETT [US] ET AL) 23 July 1996 (1996-07-23)	1-5,7-13
Y	column 1, lines 10-15,25-36; figures 4,6,7 column 2, lines 18-21,32-45 column 3, lines 50-55 column 4, lines 15-16,57 - column 5, lines 1,17-22,47-51 -----	9,12,13, 26,27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/061847

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
JP H0416320	A	21-01-1992	JP H0416320 A	21-01-1992
			JP H0773860 B2	09-08-1995

JP 2013082230	A	09-05-2013	JP 5270792 B2	21-08-2013
			JP 2013082230 A	09-05-2013

US 5538413	A	23-07-1996	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B29C45/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B29C B29K

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	JP H04 16320 A (HAMADA OSAMU) 21. Januar 1992 (1992-01-21)	1-9, 14-18, 20,28, 30,31
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 2-4	6-13,19, 21-28, 30,31

X	JP 2013 082230 A (FUJI BELLOWS CO LTD) 9. Mai 2013 (2013-05-09)	1-5,10, 11,29
Y	Zusammenfassung; Absätze [0018], [0019], [0061], [0062], [0069]; Abbildungen 10,14-16	6-11,19, 21-28, 30,31

	-/--	

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

30. Juli 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/08/2015

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Moeller Bichler, M

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 538 413 A (GARDNER GARRETT [US] ET AL) 23. Juli 1996 (1996-07-23)	1-5,7-13
Y	Spalte 1, Zeilen 10-15,25-36; Abbildungen 4,6,7 Spalte 2, Zeilen 18-21,32-45 Spalte 3, Zeilen 50-55 Spalte 4, Zeilen 15-16,57 - Spalte 5, Zeilen 1,17-22,47-51 -----	9,12,13,26,27

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/061847

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H0416320 A	21-01-1992	JP H0416320 A JP H0773860 B2	21-01-1992 09-08-1995
JP 2013082230 A	09-05-2013	JP 5270792 B2 JP 2013082230 A	21-08-2013 09-05-2013
US 5538413 A	23-07-1996	KEINE	