

(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  
10. Januar 2019 (10.01.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/007756 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

*B29C 47/10* (2006.01) *B33Y 40/00* (2015.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/067130

(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. Juni 2018 (26.06.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2017 114 841.8  
04. Juli 2017 (04.07.2017) DE

(71) Anmelder: AIM3D GMBH [DE/DE]; Industriestraße 12,  
18069 Rostock (DE).

(72) Erfinder: RÜCKBORN, Tom; Karl-Marx-Str. 49, 18057  
Rostock (DE). ZIELKE, René; Franz-Jakob-Str. 1, 18069

Rostock (DE). LIEBERWIRTH, Clemens; Lauremberg-  
straße 30, 18059 Rostock (DE). MORRISON, Vincent;  
Herdestraße 15, 18055 Rostock (DE). SEITZ, Hermann;  
Gerberbruch Nr. 8, 18055 Rostock (DE).

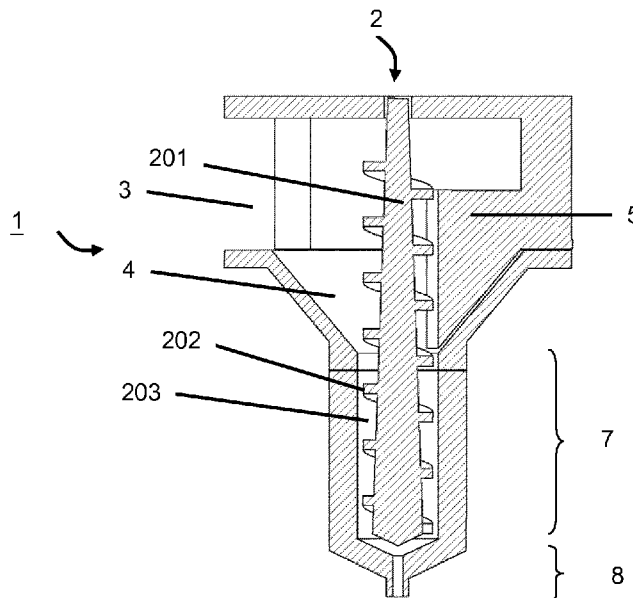
(74) Anwalt: GARRELS, Sabine; Schnick & Garrels, Scho-  
nenfährerstr. 7, 18057 Rostock (DE).

(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, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,  
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR THE EXTRUSION OF THERMO-MECHANICALLY DEFORMABLE MATERIALS IN BULK FORM, AND COMPACT SCREW EXTRUDER

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR EXTRUSION VON THERMO-MECHANISCH VERFORMBAREN MATERIALIEN IN SCHÜTTGUTFORM UND SCHNECKENEXTRUDER KOMPAKTER BAUFORM

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for the extrusion of thermo-mechanically deformable materials, as well as a compact screw extruder. The novelty value of the described invention lies in the configuration of the material infeed in a screw extruder, which has a significantly smaller length-diameter ratio than known solutions from the fields of injection moulding and additive manufacturing. The object of the invention is achieved by a crushing tool, which is located in the funnel-shaped infeed region of the vertically arranged screw extruder. The crushing tool prevents the rotational movement of the material in the funnel, and also thereby forces a movement in the conveying direction of the screw extruder in combination with the gradient of the screw flanks. In addition,



WO 2019/007756 A1

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, 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, 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).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

a portion of the coarse material is crushed, whereby the bulk material density is increased in the region of the screw and less air must be pressed out of the material in the region of the plasticisation and homogenisation zone.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Extrusion von thermo-mechanisch verformbaren Materialien, sowie einen Schneckenextruder kompakter Bauform. Der Neuheitswert der beschriebenen Erfindung liegt in der Ausführung des Einzuges des Materials in einem Schneckenextruder, der ein deutlich kleineres Längen-Durchmesser Verhältnis aufweist als bekannte Lösungen aus den Bereichen Spritzguss und der additiven Fertigung. Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Zerkleinerungswerkzeug realisiert, welches sich in dem trichterförmigen Einzugsbereich des vertikal angeordneten Schneckenextruders befindet. Das Zerkleinerungswerkzeug verhindert dabei zum einen die rotatorische Bewegung des Materials im Trichter und erzwingt somit in Kombination mit der Steigung der Schneckenflanken eine Bewegung in Förderrichtung des Schneckenextruders. Zum anderen wird ein Teil des groben Materials zerkleinert, dadurch wird die Schüttdichte im Bereich der Schnecke erhöht und im Bereich der Plastifizierungs- und Homogenisierungszone muss weniger Luft aus dem Material gedrückt werden.

## Vorrichtung und Verfahren zur Extrusion von thermo-mechanisch verformbaren Materialien in Schüttgutform und Schneckenextruder kompakter Bauform

### Beschreibung

- [0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Reduzierung der Baugröße von vertikalen Schneckenextrudern für die additive Fertigung mit Metall- Keramik- und Kunststoffspritzgussgranulaten. Weiterhin betrifft die Erfindung einen Schneckenextruder kompakter Bauform.
- [0002] Die Extrusion von Materialien, die unter thermischem und mechanischem Einfluss plastifizierbar sind, wird heutzutage größtenteils im Bereich des Spritzguss und Druckguss eingesetzt. Die Verfahren eignen sich dabei hauptsächlich für Serienanwendungen, da zu jedem zu fertigenden Bauteil eine Spritzgussform erforderlich ist. Seit der Etablierung von diversen additiven Fertigungsverfahren ist es ebenfalls möglich komplexe dreidimensionale Bauteile aus thermoplastischen oder metallischen Materialien zu erzeugen. Die Notwendigkeit, eine Form zu erstellen, entfällt dabei. Bei einigen dieser additiven Fertigungsverfahren werden Extrusionsprozesse eingesetzt, um schichtweise dreidimensionale Bauteile aufzubauen. So wird zum Beispiel für das CEM-Verfahren ein kompakter Schneckenextruder benötigt.
- [0003] Im Bereich des Spritzgusses werden in der Regel sogenannte Drei-Zonen-Schneckenextruder eingesetzt, die die folgenden Aufgaben haben:  
Einzug des Materials,  
Förderung des Materials zur Düse,  
Komprimierung und Entlüftung des Materials,  
Homogenisierung des Materials,  
Druckaufbau zur Füllung der Matrize.

- [0004] Um einen Einzug und eine Förderbarkeit des Materials zu gewährleisten, wird in der Regel ein Verhältnis zwischen Außenradius des Schneckenblattes zum Radius der Schneckenwelle gewählt, das einem Vielfachen der Korngröße des zu verarbeitenden Granulates entspricht. Die Komprimierung und Homogenisierung des Materials hat einen Druckaufbau zur Folge, der für die gleichmäßige Extrusion eines luftfreien Materials erforderlich ist. Dabei ist zu beachten, dass zu hohe Kompressionsraten zu hohen Scherbelastungen für das Material führen. Gerade bei Kompositmaterialien kann dies zu unerwünschten Entmischungsvorgängen führen. Um dies zu verhindern aber gleichzeitig eine ausreichende Kompression und Homogenisierung zu erreichen, wird der Anstieg des Schneckendurchmessers nicht zu groß gewählt. Die konstruktive Lösung besteht aus einer längeren Kompressionszone. Übliche Verhältnisse zwischen Schneckendurchmesser und Schneckenlänge liegen daher bei ca. 16 bis 20. Es sind Lösungen bekannt in denen kompaktere Schneckenextruder beschrieben sind.
- [0005] In EP 1063075 B1 ist ein kompakter Schneckenextruder beschrieben, der durch den Einsatz mehrerer parallel angeordneter Schnecken die Gesamtlänge des Extruders reduziert. Dabei laufen jeweils zwei Schnecken in einer gemeinsamen Kammer in eine Richtung. Am Ende der Kammer wird das Material durch eine Passage in eine weitere Kammer übergeben, in der zwei parallel laufende Schnecken das Material in die entgegengesetzte Richtung fördern. Dabei wird die Schneckensteigung so variiert, dass eine stufenweise Verdichtung des Materials erfolgt. Durch Aneinanderreihung mehrerer Kammern mit parallel laufenden Schnecken kann der Grad der Verdichtung eingestellt werden. Die beschriebene Lösung reduziert dabei die Länge des Extrudergehäuses auf Kosten einer größeren Breite durch die parallel angeordneten Kammern. Der Bauraum und das Gewicht des Extruders nehmen dabei nicht ab und auch die wirksame Schneckenlänge wird nicht reduziert, da das Material alle Kammern durchlaufen muss.

- [0006] In CN 105936119 A wird ebenfalls ein Schneckenextruder in kompakter Bauweise beschrieben. Bei dieser Lösung handelt es sich um einen koaxialen Aufbau zweier Schnecken in einem Gehäuse. Das Material wird dabei zunächst radial auf der äußeren als Hohlwelle ausgeführten Schnecke zugeführt. Am Ende der Förderrichtung erfolgt eine Umlenkung des Materials in einen Spalt, der durch die Anordnung einer weiteren gegenläufig fördernden Schnecke in der Hohlwelle entsteht. Durch die zusätzliche Anordnung einer inversen Schnecken-Geometrie auf der Innenwand der Hohlwellen-Schnecke entsteht ein noch höherer Kompressionseffekt. Diese Lösung reduziert ebenfalls die Länge des Extrudergehäuses, die wirksame Schneckenlänge bleibt jedoch weitestgehend gleich groß, da das Material auf eine weitere Schnecke überführt wird, die platzsparend angeordnet ist. Hierdurch erhöht sich der Durchmesser des Extrudergehäuses sowie dessen Masse.
- [0007] Im Bereich der additiven Fertigung mittels thermo-mechanisch verformbaren Materialien werden zu einem Großteil Kunststoffdrähte verwendet, die in eine beheizte Düse gepresst werden, um den Extrusionsprozess darzustellen. Es sind auch Lösungen bekannt, die einen Schneckenextruder für den Extrusionsprozess verwenden.
- [0008] In DE 202005018685 U1 wird ein Handschweißextruder vorgestellt, der über eine dem Antrieb der Schnecke zugewandte Schneidkante am Schneckenblatt ein thermoplastisches Material beim Einzug in den Extruder zerschneidet. Das Material wird über ein Einzugsgewinde dem Schneckenextruder zugeführt. Das Einzugsgewinde reicht bis in den Kanal, über den das thermoplastische Material der Schnecke zugeführt wird. Weiterhin befindet sich ebenfalls im Einzugskanal gegenüberliegend des Einzugsgewindes eine Vorrichtung um eine einstellbare Gegenspannung zum Einzugsgewinde herzustellen. Die Gestaltung des Einzugskanals samt Gegenspanner und Einzugsgewinde macht deutlich, dass es sich um eine Lösung für die Verarbeitung von Filament bzw. Kunststoffschweißdraht handelt, wie er üblicherweise bei

Handschweißextrudern eingesetzt wird. Die Vorrichtung hat den Zweck, das auf einer Rolle aufgewickelte Material in den Extruder einzuziehen wo es von der Schneidkante der Schneckenwindung zerteilt wird. Die Lösung eignet sich nicht für eine Verarbeitung von granulatförmigem Spritzgussmaterial da sich dies nicht durch Gegenspanner und Einzugsgewinde einziehen lässt. In Folge dessen kann die Schneidkante der Schnecke auch keine Kraft auf das Material ausüben, da dieses nirgendwo fixiert ist.

[0009] In DE 102014018081 A1 ist eine Anlage zur additiven Fertigung metallischer Bauteile beschrieben. Hierbei kommt ebenfalls ein Schneckenextruder zum Einsatz, der als Granulat vorliegendes Material verarbeitet. In einem verfahrbaren Druckkopf wird mittels eines senkrecht angeordneten Schneckenextruders thermoplastisch verformbares Material schichtweise extrudiert, um dreidimensionale Bauteile zu erzeugen. Die beschriebene Lösung bezieht sich hauptsächlich auf die Anordnung des Druckkopfes im Gesamtsystem, als auch auf die Art und Weise der Zuführung von Material zum Druckkopf. Weiterhin werden andere Extruderausführungen beschrieben, die nicht auf der Verarbeitung von Granulat basieren. Die vorliegende Lösung beschreibt nicht die Art und Weise der Ausgestaltung des Extruders hinsichtlich einer möglichst kleinen Baugröße bei gleichbleibend hoher Kompressionsrate. Es wird lediglich darauf verwiesen, dass eine konisch geformte Kompressionsschnecke verwendet wird.

[0010] In US 2015/0321419 A1 wird ebenfalls eine Anlage zur additiven Verarbeitung von granulatförmigem Material beschrieben. Dabei kommt ebenfalls ein Schneckenextruder zum Einsatz, der sowohl senkrecht als auch waagrecht, dabei aber immer feststehend ausgeführt sein kann. Das Material wird über einen Trichter und eine Rutsche direkt über eine Öffnung in der Rohrwand auf eine Extruderschnecke geführt. Die Schnecke ist dabei als Drei-Zonen-Schnecke ausgeführt und weist ein

Längen-Durchmesser-Verhältnis von 15 bis 24 auf. Damit handelt es sich

zwar um eine im Durchmesser kleiner skalierte Schecke, die jedoch dasselbe Längen-Durchmesser-Verhältnis aufweist wie übliche Drei-Zonen-Extruderschnecken aus dem Bereich des Spritzgusses. Eine Reduzierung des Längen-Durchmesser-Verhältnisses wird nicht beschrieben. Durch die Ausführung der Materialaufnahme als Rohrschnitt handelt es sich lediglich um einen vertikal gelegten klassischen Drei-Zonen-Schneckenextruder Aufbau.

[0011] Der Einsatz von Schneckenextrudern für die additive Fertigung ist vor allem durch deren Baugröße, die vor allem durch die Länge der Schnecke definiert wird und ihr Gewicht limitiert, da sie entweder verfahrbar ausgeführt sein müssen oder das gesamte Baufeld bewegt wird. Letztere Lösung macht es allerdings erforderlich den gesamten Drucker deutlich zu überdimensionieren.

[0012] Mit den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen ist es bisher nicht möglich, das Längen-Durchmesser-Verhältnis von Extruderschnecken zu reduzieren. Um hohe Bauraten und damit hohe Geschwindigkeit in einem additiven Fertigungsprozess zu erreichen, müssen die verfahrbaren Elemente der Anlage möglichst schnell bewegt werden. Bei der in US 2015/0321419 A1 beschriebenen Lösung wird aufgrund der Tatsache, dass der Extruder nicht weiter verkleinert werden kann, die Baufläche auf der das Teil gedruckt wird in x, y und z verfahren. Bei größeren Bauteilen oder bei der Verwendung von Material mit einer höheren Dichte sind aufgrund der großen bewegten Masse keine hohen Bauraten mehr möglich. Die weiterhin bekannten Lösungen reduzieren lediglich die Länge des Extruders, jedoch nicht dessen Baugröße bzw. die Masse; auch das Längen/Durchmesser-Verhältnis bleibt jeweils mehr oder weniger unverändert.

[0013] In AT 407848 B wird eine Vorrichtung zur Aufbereitung von thermoplastischen Kunststoffabfällen beschrieben. Ein

kegelstumpfförmiger Behälter dient der Zuführung von Kunststoffgut. Über eine Austragsöffnung wird aufbereitetes Kunststoffgut an einen nachgeschalteten Extruder weitergegeben. Im Behälter ist zumindest eine erste Schnecke mit einem Kern und darauf ausgebildeter Schneckenwendel angeordnet. Die Innenwand des Behälters ist mit einer Schneckenwendel versehen, wodurch die Kunststoffabfälle in den Extruder und von dort mittels der Extruderschnecke weiter befördert werden. Die Lösung ist auf eine Vorrichtung zur Aufbereitung von Kunststoff-Beschickungsgut gerichtet, die eine Lösung des Problems der Brückenbildung des Kunststoffguts im Aufnahmebehälter bietet und die ausreichende Stopfwirkung und zufriedenstellende Materialzufuhr zu einem nachgeschalteten Extruder bietet. Es können unterschiedlichste Packungsdichten und Materialzusammensetzungen des Kunststoff-Beschickungsgutes verarbeitet werden.

- [0014] CH 503563 A betrifft eine Schneckenpresse zur Verarbeitung von pulverförmigen, griesförmigen oder ähnlichen thermoplastischen Werkstoffen, insbesondere von solchen mit flüssigkeitsähnlichem Fließverhalten sowie von flüssigen Schmelzen. Durch das Vorhandensein stillstehender Stauwände im Innern der Wendel soll ein Mitdrehen oder Ausweichen der zu fördernden Masse im Innern des Einfüllschachtes vermieden werden. Durch einen zusätzlichen Verdrängerkörper soll der Weg, den die Pulver- oder Flüssigkeitsteilchen in radialer Richtung zurücklegen können, beliebig verkürzt und auf den günstigsten Wert eingestellt werden.
- [0015] DE 1271973 A bezieht sich auf eine kontinuierlich arbeitende Schneckenpresse für thermoplastische Kunststoffe von extrem geringem Schüttgewicht, insbesondere für Abfallprodukte. Die Schneckenpresse besteht u.a. aus einer umlaufenden, horizontalen Schnecke mit unterschiedlicher, an dem Einfüllende stark konisch vergrößerter und in der Förderrichtung abnehmender Steghöhe. Im Bereich der Einzugszone ist die die Schnecke umgebende Gehäuseinnenwand mit einer



Längsriffelung versehen. Der Schneckensteg ist längs des Randes seiner treibenden Flanke mit einer Unterschneidung und/oder Ausnehmungen versehen. Die Innenwandung der Zuführöffnung ist mit einer sägezahnartig ausgebildeten Schneidkante versehen, die zusammen mit dem umlaufenden Schneckensteg eine Einrichtung zum Zerkleinern des zugeführten Gutes bildet.

- [0016] DE 102013002559 A1 offenbart eine Einschnecken-Plastifiziermaschine, insbesondere eine Kunststoffspritzgussmaschine, zum Fördern, Aufschmelzen und Homogenisieren eines Ausgangsmaterials von Kunststoff-Polymeren. Der Schneckendurchmesser  $D$  beträgt mindestens 150 mm und die wirksame Länge  $L$  weist zum Schneckendurchmesser  $D$  ein Verhältnis  $L/D$  von 1 bis 8 auf. Die Schnecke ist horizontal angeordnet, wobei der Einfüllschacht in einem Winkel von  $90^\circ$  zu der Schnecke angeordnet ist.

### Darstellung der Erfindung

- [0017] Aufgabe der Erfindung ist es, das Längen- Durchmesser Verhältnis eines Schneckenextruders drastisch zu reduzieren. Gleichzeitig soll trotzdem eine hohe Kompression des granulartförmigen Materials erfolgen, um einen dichten und kontinuierlichen Materialstrang zu extrudieren. Derartige Schneckenextruder könnten aufgrund ihrer geringeren Masse und Baugröße für bewegliche Anwendungen unter anderem in einem additiven Fertigungsprozess zum Einsatz kommen.
- [0018] Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Zerkleinerungswerkzeug realisiert, welches sich in dem trichterförmigen Einzugsbereich des vertikal angeordneten Schneckenextruders befindet. Das Zerkleinerungswerkzeug verhindert dabei zum einen die rotatorische Bewegung des Materials im Trichter und erzwingt somit in Kombination mit der Steigung der

Schneckenflanken eine Bewegung in Förderrichtung des Schneckenextruders. Zum anderen wird ein Teil des groben Materials zerkleinert, dadurch wird die Schüttdichte im Bereich der Schnecke erhöht und im Bereich der Plastifizierungs- und Homogenisierungszone muss weniger Luft aus dem Material gedrückt werden.

- [0019] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Extrusion von thermo-mechanisch verformbaren granulatförmigen Materialien umfasst einen vertikal angeordneten Schneckenextruder kompakter Bauform mit einem Längendurchmesser Verhältnis von 1 - 10, bevorzugt von 1 – 3, eine Befüllrichtung und eine Extruderschnecke, welche mit einem Einfülltrichter in Verbindung steht. Weiterhin ist ein radial im Einzugsbereich des Schneckenextruders feststehendes oder beweglich angeordnetes Mittel umfasst, welches den Einzugsbereich im Einfülltrichter verkleinert. Das Mittel ein Zerkleinerungswerkzeug in Form eines Teilkreisschnitts eines Konus ist und der Befüllrichtung gegenüberliegend radial angeordnet ist, wodurch die Extruderschnecke ein Außenradius- Kernradiusverhältnis aufweist, das einem 1 bis 1,5 fachen Durchmesser des granulatförmigen Materials entspricht. Das Zerkleinerungswerkzeug steht mit einer Trichterinnenwand des Einfülltrichters in Verbindung.
- [0020] Für eine weitere Ausführungsform ist das Mittel ein Zerkleinerungswerkzeug in Form einer vertikal verlaufenden Wand einer Befüllrichtung gegenüberliegend angeordnet.
- [0021] Für eine weitere Ausführungsform sind das Mittel Zerkleinerungswerkzeuge in Form von vertikal verlaufenden Rippen oder Klingen einer Befüllrichtung gegenüberliegend angeordnet.
- [0022] Das Zerkleinerungswerkzeug und die Extruderschnecke haben vorteilhafterweise eine Härte größer oder gleich der Härte des zu verarbeitenden Materials.

- [0023] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Extrusion von thermo-mechanisch verformbaren granulatförmigen Materialien nutzt eine Vorrichtung, umfassend einen vertikal angeordneten Schneckenextruder kleiner Baugröße mit einer Befüllrichtung und einer Extruderschnecke, welche mit einem Einfülltrichter in Verbindung steht. Ein radial im Einzugsbereich des Schneckenextruders feststehendes oder beweglich angeordnetes Mittel verkleinert den Einzugsbereich im Einfülltrichter, wodurch das granulatförmige Material zerkleinert wird in der Art, dass das einfallende granulatförmige Material in den Einfülltrichter fällt und von der Extruderschnecke weiter befördert wird, wobei das Zerkleinerungswerkzeug das zugeführte Material zu einem vorwiegend staubförmigen Material zerkleinert, so dass der nachrutschende Staub Zwischenräume im granulatförmigen Material füllt, verdichtet und homogenisiert. In einer nachfolgenden verkürzten Kompressionszone wird das verdichtete und homogenisierte Material aufgeschmolzen und verlässt aus einer verkürzten Ausstoßzone den Schneckenextruder zur weiteren Verwendung, wobei ein Längen-Durchmesser Verhältnis des Schneckenextruders von 1 - 10, bevorzugt von 1 – 3 erreicht wird. Durch das Zerkleinerungswerkzeug wird der Einzugsbereich im Einfülltrichter auf ein Außenradius- Kernradiusverhältnis der Extruderschnecke von einem 1- bis 1,5-fachen eines Durchmessers des zu fördernden granulatförmigen Materials verkleinert.
- [0024] Der Vorteil in der somit erreichbaren kleineren Baugröße von Extruderschnecken liegt in der Ausführung von kompakten beweglichen Schneckenextrudern zum Beispiel für die additive Fertigung. Durch die Reduzierung der Masse des Extruders können noch höhere Bauraten erreicht werden als mit denen im Stand der Technik beschriebenen Lösungen. Trotz der Reduzierung der Baugröße des Extruders kann dabei trotzdem relativ grobes Standard-Granulat aus dem Bereich des Spritzgusses verwendet werden.

## Ausführung der Erfindung

[0025] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Hierzu zeigen

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Lösung im Einzugsbereich eines vertikalen Schneckenextruders,

Figur 2 eine Ansicht der Figur 1 in einer Draufsicht,

Figur 3 eine Detailansicht der Figur 1,

Figur 4 eine weitere Detailansicht der Figur 1,

Figur 5 eine weitere Detailansicht der Figur 1 mit einem granulatformigen Material,

Figur 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel in der Draufsicht,

Figur 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einem gegenläufigen Gewinde an der Innenwand des Einfülltrichters.

[0026] In Figur 1 wird die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem ersten Ausführungsbeispiel gezeigt. Dabei ist der vertikale Extruder 1 mit seiner Extruderschnecke 2 zu sehen. Der Extruder 1 ist mit einer Befülleinrichtung 3 verbunden. Die Befülleinrichtung 3 ist an ihrem, der Extruderschnecke 2 zugewandten Ende mit einem Einfülltrichter 4 verbunden, welcher direkt an der Extruderschnecke 2 und coaxial zu dieser anliegt, wobei das als Granulat vorliegende Material 6 von der Befülleinrichtung 3 in den Einfülltrichter 4 befördert wird. Eine geringe Bauhöhe und eine Reduzierung des Längen- Durchmesser-Verhältnisses des Schneckenextruders werden durch ein Zerkleinerungswerkzeug realisiert. Das Zerkleinerungswerkzeug ist radial im Einzugsbereich des Schneckenextruders, bevorzugt im Einfülltrichter 4, feststehend oder beweglich angeordnet.

[0027] Die in Figuren 1 bis 4 gezeigte Lösung umfasst als Zerkleinerungswerkzeug einen Teilkreisschnitt eines Konus 5, welcher der Befülleinrichtung 3 gegenüberliegend radial angeordnet ist und mit dem Einfülltrichter 4 lösbar verbunden ist. Durch den Konus 5 wird der

Einfüllbereich im Einfülltrichter 4 an dieser Stelle soweit verringert, dass die Extruderschnecke 2 ein Außenradius- Kernradiusverhältnis aufweist, das nur dem 1- bis 1,5-fachen des Durchmessers des zu fördernden granulatformigen Materials 6 entspricht (Fig.3). Das einfallende granulatformige Material 6 fällt in den Einfülltrichter 4 und wird von der Extruderschnecke 2 weiter befördert. Durch die radiale Anordnung des Konus 5 in dem Einfülltrichter 4 wird zum einen verhindert, dass sich das zugeführte Material 6 am Rand der Extruderschnecke 2 nur in Umfangsrichtung, also nur mit der Drehung der Extruderschnecke 2, bewegt und nicht nach unten gefördert wird. Sobald am Rand der Extruderschnecke 2 befindliche Körner des granulatformigen Materials 6

auf den Konus 5 treffen wird durch die Blockierung der Bewegung in Umfangsrichtung eine Bewegung in axialer Richtung hervorgerufen (Fig.4). Durch den gleichzeitig sehr kleinen Zwischenraum zwischen Schneckenwelle 201 und Schneckenblatt 202 kann das Material 6 nicht im Ganzen weiter gefördert werden und wird zertrümmert (Fig.5). Die Schneckenwelle 201 und der Konus 5 müssen aus einem geeigneten Material in Bezug auf das zu verarbeitende Material 6 gefertigt sein. Die Härte der Schneckenwelle 201 und des Konus 5 sollte größer oder gleich der Härte des zu verarbeitenden Materials 6 sein. Das Zertrümmern des Materials 6 hat eine Anhäufung von feinem Staub im Einfülltrichter 4 zur Folge. Dieser nachrutschende Staub füllt den Raum, der sich aufgrund der Schüttdichte des groben Materials 6 im Schneckengang 203 ergibt. Auf diese Weise erfolgt bereits im Einzug, ohne thermische Einwirkung eine Verdichtung und Homogenisierung des zu fördernden Materials 6. Da auch weniger Luft in dem Extruder 1 nach unten gefördert wird, kann das Material 6 in der nachfolgenden Kompressionszone 7 schneller aufgeschmolzen werden. Die Kompressionszone 7 und die Ausstoßzone 8 werden deutlich verkürzt, so dass der Extruder 1 deutlich kompakter wird und ein Längen- Durchmesser Verhältnis von 3 - 10 bis 1 - 3 erreicht werden kann.

- [0028] Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel. Alle gleichen Teile in Figur 6 werden mit den gleichen Bezugszeichen wie in den Figuren 1 bis 5 benannt. Der grundsätzliche Aufbau wird unter Figur 1 beschrieben, worauf Bezug genommen wird.
- [0029] Die in Figur 6 gezeigte Lösung umfasst als Zerkleinerungswerkzeug eine vertikal verlaufende Wand 9, welche ähnlich dem Konus 5 der Befüllrichtung 3 gegenüberliegend radial angeordnet ist. Die vertikal verlaufende Wand 9 funktioniert in ähnlicher Weise wie der Konus 5 und muss aus diesem Grund nicht weiter ausgeführt werden. Ebenso können auch an der Trichterwand des Einfülltrichters 4 Rippen oder Klingen lösbar, unbeweglich angeordnet sein, die in gleicher Weise auf das granulatformige Material 6 einwirken, wie der Konus 5 oder die vertikal verlaufende Wand 9.
- [0030] Figur 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, in welchem eine gegenläufige Spiralschnecke 10 an der Innenwand 401 des Einfülltrichters 4 angeordnet ist. Durch die gegenläufige Drehung der Spiralschnecke 10 zur Schneckenwelle 201 wird das granulatformige Material 6 in die Extruderschnecke 2 transportiert, verdichtet und zu große Bestandteile des Materials 6 zerkleinert, wodurch eine weitere Verdichtung des Materials erfolgen kann.
- [0031] Die Zerkleinerungswerkzeuge können sowohl als stillstehendes als auch als rotierendes Element ausgeführt sein.
- [0032] Die erfindungsgemäße Vorrichtung funktioniert über einen großen Drehzahlbereich der Extruderschnecke 2. Dadurch kann Sie auch bei Materialien 6 die eine langsame Schneckendrehzahl erfordern eingesetzt werden.
- [0033] Ebenfalls vom Material 6 abhängig ist die Temperatur im Einzugsbereich. Spröde Materialien 6 wie Kompositmaterialien benötigen eine

Zerkleinerung in einem festen Zustand. Zäh Materialien 6 wie reine thermoplastische Kunststoffe benötigen eine Temperatur im Bereich Ihrer jeweiligen Glasübergangstemperatur.

- [0034] Im Falle einer beweglichen Zerkleinerungsvorrichtung kann die Zerkleinerung an einer festen Komponente des Einzugsbereichs erfolgen und muss nicht in Form einer Relativbewegung zu Schnecke erfolgen.

**Bezugszeichen**

- 1 Extruder
- 2 Extruderschnecke
  - 201 Schneckenwelle
  - 202 Schneckenblatt
  - 203 Schneckengang
- 3 Befülleinrichtung
- 4 Einfülltrichter
  - 401 Innenwand des Einfülltrichters 4
- 5 Konus
- 6 als Granulat vorliegendes Material
- 7 Kompressionszone
- 8 Ausstoßzone
- 9 vertikal verlaufende Wand
- 10 gegenläufige Spiralschnecke



## Ansprüche

1. Vorrichtung zur Extrusion von thermo-mechanisch verformbaren granulatformigen Materialien (6) umfassend einen vertikal angeordneten Schneckenextruder kompakter Bauform mit einem Längendurchmesser Verhältnis von 1 - 10, bevorzugt von 1 – 3, umfassend eine Befüllleinrichtung (3) und eine Extruderschnecke (2), welche mit einem Einfülltrichter (4) in Verbindung steht, und umfassend ein radial im Einzugsbereich des Schneckenextruders feststehendes oder beweglich angeordnetes Mittel, welches den Einzugsbereich im Einfülltrichter (4) verkleinert, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel ein Zerkleinerungswerkzeug in Form eines Teilkreisschnitts eines Konus (5) ist und der Befüllleinrichtung (3) gegenüberliegend radial angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das Zerkleinerungswerkzeug mit einer Trichterinnenwand des Einfülltrichters (4) in Verbindung steht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel ein Zerkleinerungswerkzeug in Form einer vertikal verlaufenden Wand (9) einer Befüllleinrichtung (3) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel Zerkleinerungswerkzeuge in Form von vertikal verlaufenden Rippen oder Klingen einer Befüllleinrichtung (3) gegenüberliegend ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Zerkleinerungswerkzeug und die Extruderschnecke (2) eine Härte größer oder gleich der Härte des zu verarbeitenden Materials (6) hat.

6. Verfahren zur Extrusion von thermo-mechanisch verformbaren granulatformigen Materialien (6), wobei eine Vorrichtung, umfassend einen vertikal angeordneten Schneckenextruder kleiner Baugröße mit einer Befüllrichtung (3) und einer Extruderschnecke (2), welche mit einem Einfülltrichter (4) in Verbindung steht, genutzt wird, und ein radial im Einzugsbereich des Schneckenextruders feststehendes oder beweglich angeordnetes Mittel den Einzugsbereich im Einfülltrichter (4) verkleinert, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Mittel als Zerkleinerungswerkzeug das granulatformige Material (6) zerkleinert, in der Art, dass das einfallende granulatformige Material (6) in den Einfülltrichter (4) fällt und von der Extruderschnecke (2) weiter befördert wird, wobei das Zerkleinerungswerkzeug das zugeführte Material (6) zu einem vorwiegend staubförmigen Material (6) zerkleinert, so dass der nachrutschende Staub Zwischenräume im granulatformigen Material (6) füllt, verdichtet und homogenisiert, und dass in einer nachfolgenden verkürzten Kompressionszone (7) das verdichtete und homogenisierte Material (6) aufgeschmolzen wird und aus einer verkürzten Ausstoßzone (8) den Schneckenextruder zur weiteren Verwendung verlässt, wobei ein Längen-Durchmesser Verhältnis des Schneckenextruders von 1 - 10, bevorzugt von 1 - 3 erreicht wird.

Zeichnungen

Fig. 1

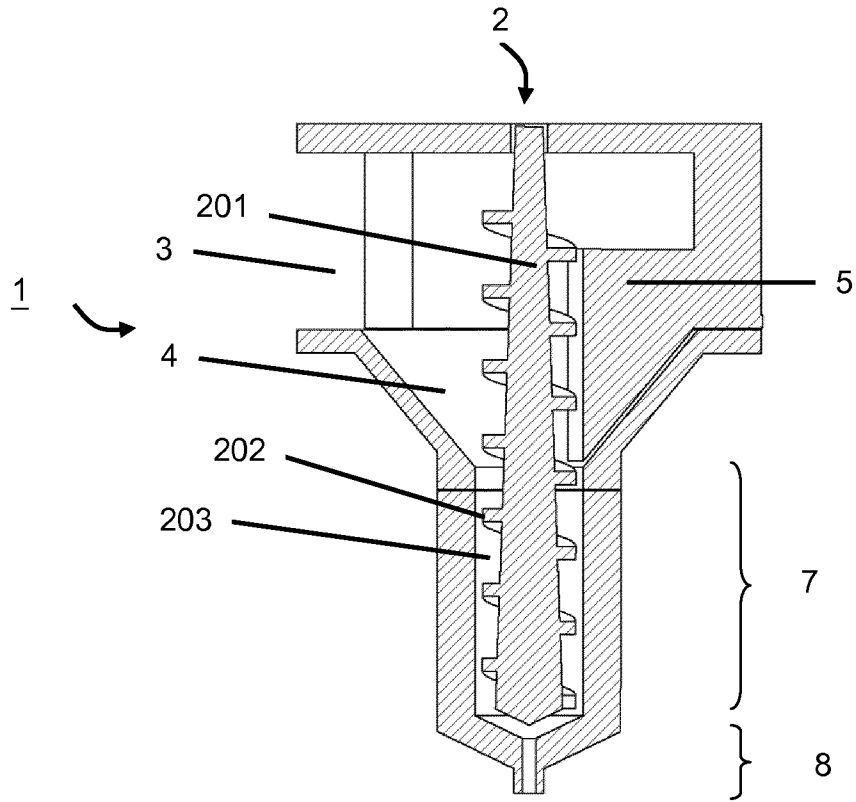


Fig. 2

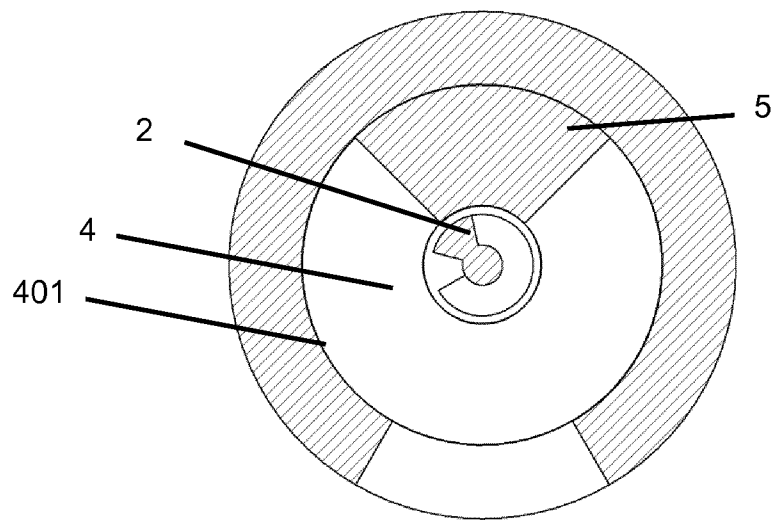


Fig. 3

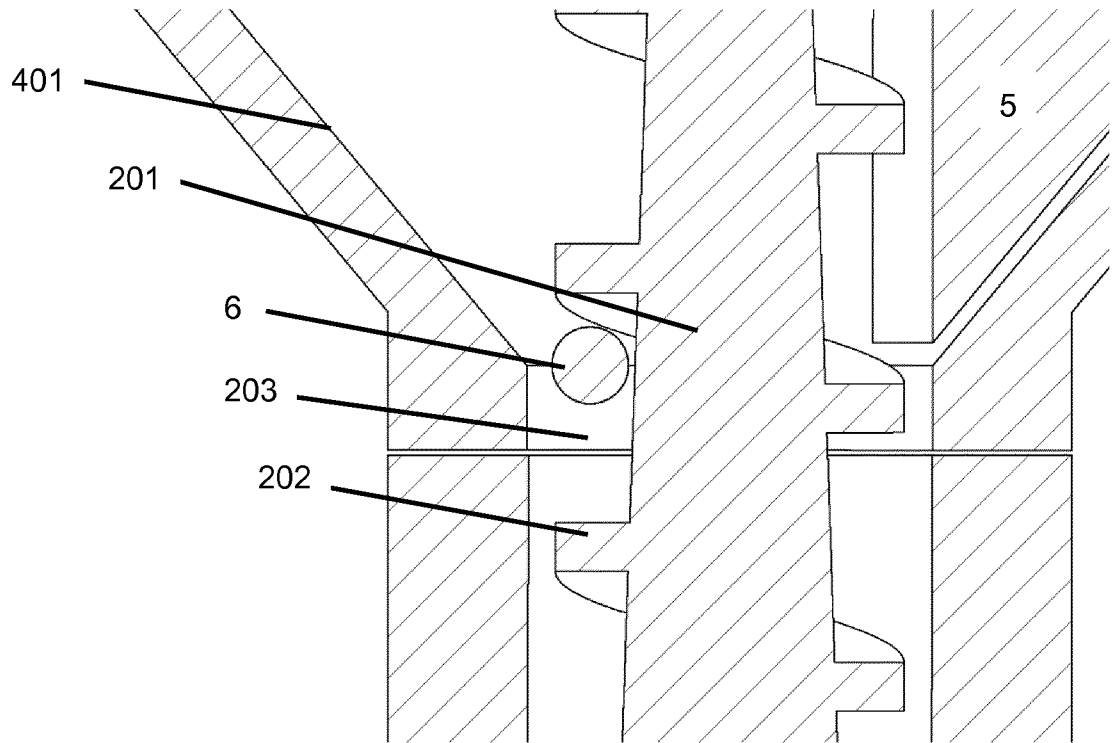


Fig. 4

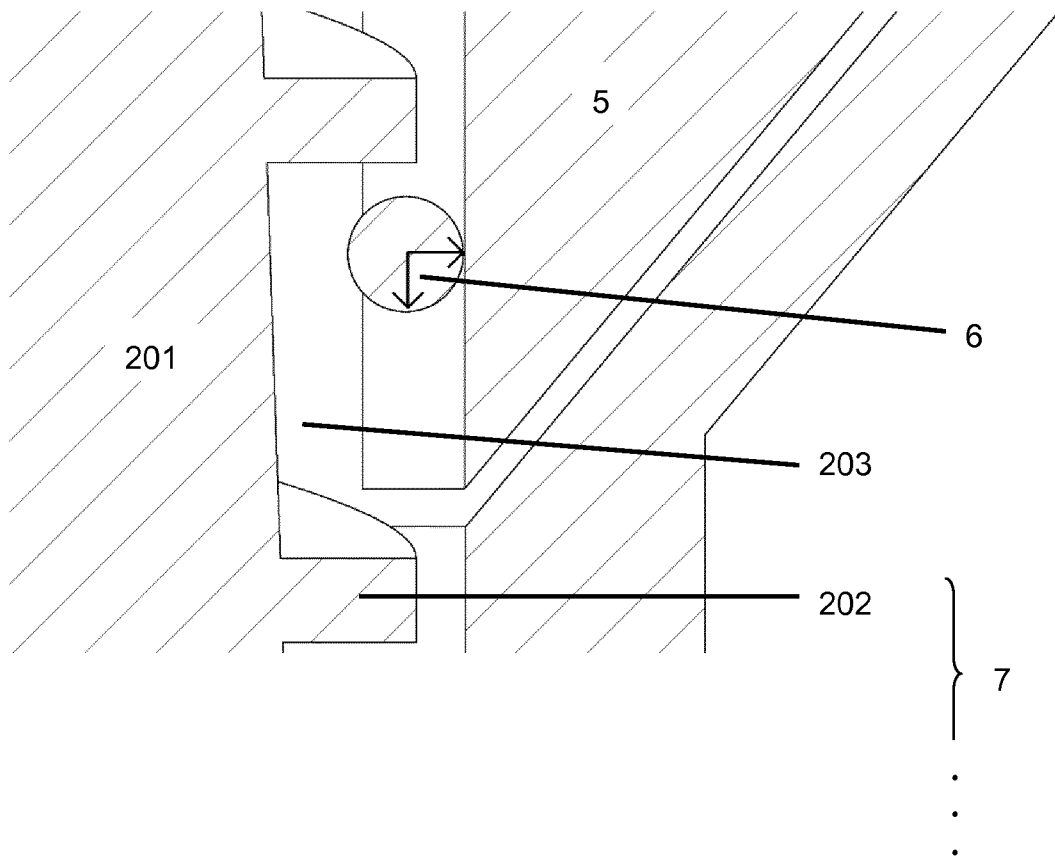


Fig. 5

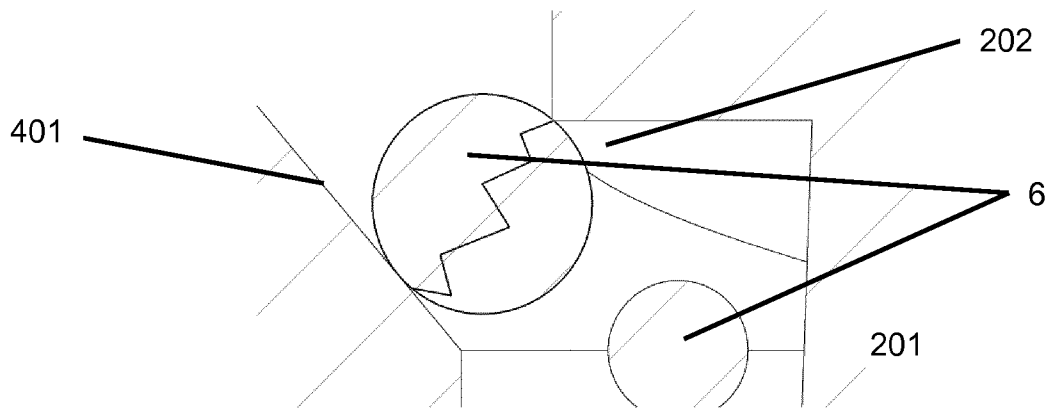


Fig. 6

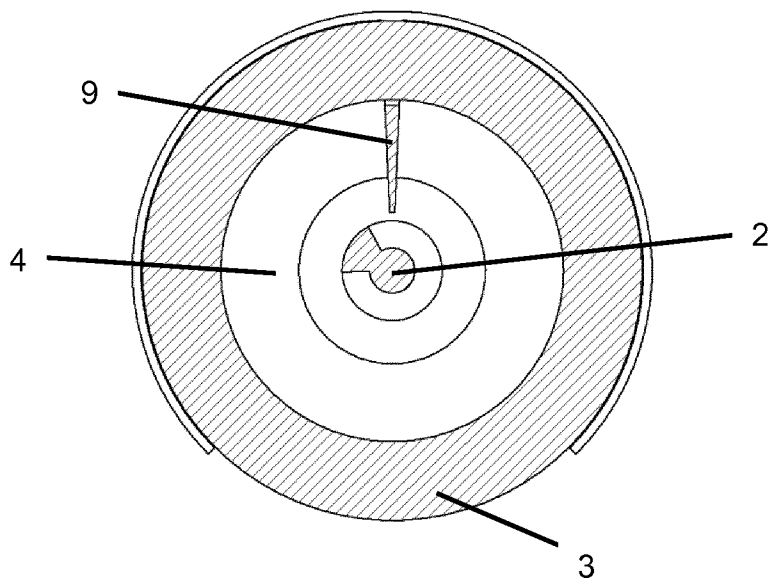
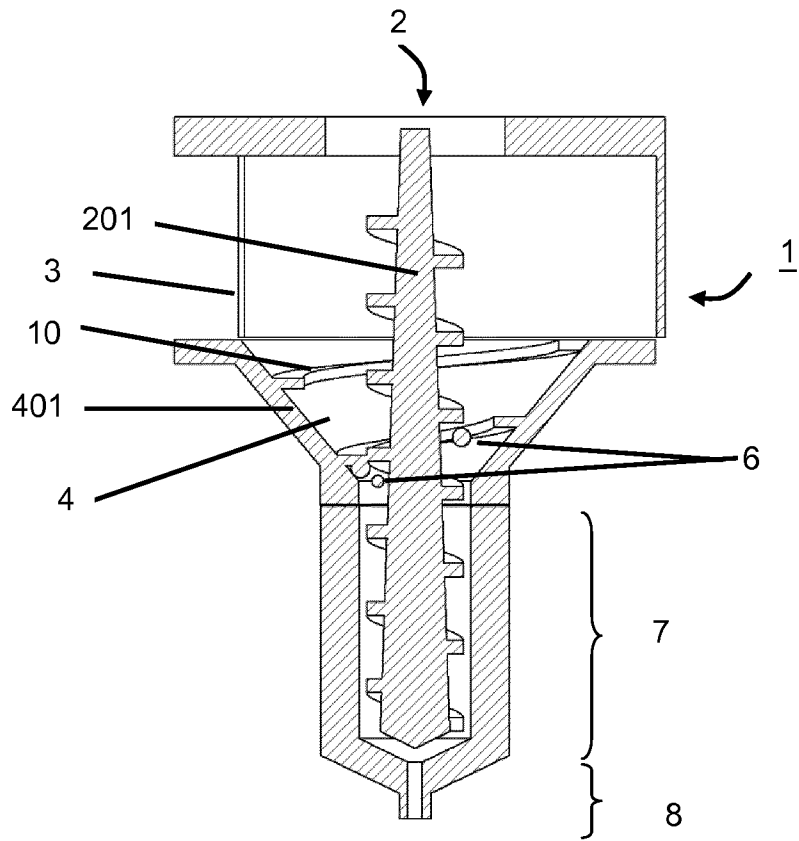


Fig. 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2018/067130**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B29C 47/10</i> (2006.01)i; B29C64/349; <i>B33Y 40/00</i> (2015.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29C; B29B; B33Y  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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 2449489 A1 (BAYER AG) 29 April 1976 (1976-04-29) page 9, paragraph 1; figures 4, 5	1-5
X	CN 206251682 U (UNIV YUNNAN AGRICULTURAL) 16 June 2017 (2017-06-16) figure 1	1-3
X	US 2015130101 A1 (FIEGENER JOHN D [US]) 14 May 2015 (2015-05-14) figure 9	1
X,P	US 2017291364 A1 (WOMER TIMOTHY W [US]) 12 October 2017 (2017-10-12) paragraphs [0055], [0057]; figure 1	1-6
X	Richard Horne. "RichRap Universal Pellett Extruder Project - 3D Printing" 20 December 2014 (2014-12-20), YouTube, Retrieved from the Internet: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZTju-EH22uY">https://www.youtube.com/watch?v=ZTju-EH22uY</a> [retrieved on 2018-07-30] XP054978594 Comminuting tool at 5:10 and flights at 2:13	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>16 August 2018</b>		Date of mailing of the international search report <b>24 August 2018</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Mans, Peter</b>  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2018/067130**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016347000 A1 (KERRIGAN D CASEY [US]) 01 December 2016 (2016-12-01) paragraph [0034]; figures 4, 5	1
A	WO 2016098053 A1 (SABIC GLOBAL TECHNOLOGIES BV [NL]) 23 June 2016 (2016-06-23) figure 3	1
A	US 3645659 A (SCHOTT CHARLES M JR) 29 February 1972 (1972-02-29) figures 1, 3	1
A	US 2017057151 A1 (CLAVELLE ERIC [CA] ET AL) 02 March 2017 (2017-03-02) paragraph [0008]; figure 2a	1
A	US 4863366 A (KIM HEUNG-TAI [US]) 05 September 1989 (1989-09-05) column 1, line 56 - column 2, line 3; figures 9, 10	1



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2018/067130**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	2449489	A1	29 April 1976	AU	498460	B2	15 March 1979
				CH	588344	A5	31 May 1977
				DE	2449489	A1	29 April 1976
				FR	2287979	A1	14 May 1976
				GB	1522987	A	31 August 1978
				IT	1047839	B	20 October 1980
				NL	7512167	A	21 April 1976
				US	4117073	A	26 September 1978
-----							
CN	206251682	U	16 June 2017	NONE			
-----							
US	2015130101	A1	14 May 2015	NONE			
-----							
US	2017291364	A1	12 October 2017	NONE			
-----							
US	2016347000	A1	01 December 2016	NONE			
-----							
WO	2016098053	A1	23 June 2016	CN	107000320	A	01 August 2017
				EP	3233431	A1	25 October 2017
				US	2018036952	A1	08 February 2018
				WO	2016098053	A1	23 June 2016
-----							
US	3645659	A	29 February 1972	CH	495829	A	15 September 1970
				CH	496537	A	30 September 1970
				DE	2012633	A1	01 October 1970
				DE	2012645	A1	24 September 1970
				FR	2038888	A5	08 January 1971
				FR	2038889	A5	08 January 1971
				GB	1298693	A	06 December 1972
				GB	1298694	A	06 December 1972
				JP	S4933345	B1	06 September 1974
				JP	S5231391	B1	15 August 1977
				US	3645659	A	29 February 1972
				US	3762313	A	02 October 1973
				US	3799510	A	26 March 1974
-----							
US	2017057151	A1	02 March 2017	CA	2901719	A1	26 February 2017
				US	2017057151	A1	02 March 2017
-----							
US	4863366	A	05 September 1989	AU	624386	B2	11 June 1992
				CA	1318758	C	08 June 1993
				MX	166130	B	21 December 1992
				US	4863366	A	05 September 1989
-----							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B29C47/10 B29C64/349 B33Y40/00  
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 B29C B29B B33Y

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	DE 24 49 489 A1 (BAYER AG) 29. April 1976 (1976-04-29) Seite 9, Absatz 1; Abbildungen 4,5 -----	1-5
X	CN 206 251 682 U (UNIV YUNNAN AGRICULTURAL) 16. Juni 2017 (2017-06-16) Abbildung 1 -----	1-3
X	US 2015/130101 A1 (FIEGENER JOHN D [US]) 14. Mai 2015 (2015-05-14) Abbildung 9 -----	1
X,P	US 2017/291364 A1 (WOMER TIMOTHY W [US]) 12. Oktober 2017 (2017-10-12) Absätze [0055], [0057]; Abbildung 1 ----- -/--	1-6

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

16. August 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/08/2018

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

Mans, Peter

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	Richard Horne: "RichRap Universal Pellett Extruder Project - 3D Printing", YouTube 20. Dezember 2014 (2014-12-20), XP054978594, Gefunden im Internet: URL:https://www.youtube.com/watch?v=ZTju-EH22uY [gefunden am 2018-07-30] Zerkleinerungswerkzeug auf 5:10 sowie Stege auf 2:13 -----	1-6
X	US 2016/347000 A1 (KERRIGAN D CASEY [US]) 1. Dezember 2016 (2016-12-01) Absatz [0034]; Abbildungen 4,5 -----	1
A	WO 2016/098053 A1 (SABIC GLOBAL TECHNOLOGIES BV [NL]) 23. Juni 2016 (2016-06-23) Abbildung 3 -----	1
A	US 3 645 659 A (SCHOTT CHARLES M JR) 29. Februar 1972 (1972-02-29) Abbildungen 1,3 -----	1
A	US 2017/057151 A1 (CLAVELLE ERIC [CA] ET AL) 2. März 2017 (2017-03-02) Absatz [0008]; Abbildung 2a -----	1
A	US 4 863 366 A (KIM HEUNG-TAI [US]) 5. September 1989 (1989-09-05) Spalte 1, Zeile 56 - Spalte 2, Zeile 3; Abbildungen 9,10 -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/067130

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2449489	A1	29-04-1976	AU 498460 B2 15-03-1979
			CH 588344 A5 31-05-1977
			DE 2449489 A1 29-04-1976
			FR 2287979 A1 14-05-1976
			GB 1522987 A 31-08-1978
			IT 1047839 B 20-10-1980
			NL 7512167 A 21-04-1976
			US 4117073 A 26-09-1978
-----			
CN 206251682	U	16-06-2017	KEINE
-----			
US 2015130101	A1	14-05-2015	KEINE
-----			
US 2017291364	A1	12-10-2017	KEINE
-----			
US 2016347000	A1	01-12-2016	KEINE
-----			
WO 2016098053	A1	23-06-2016	CN 107000320 A 01-08-2017
			EP 3233431 A1 25-10-2017
			US 2018036952 A1 08-02-2018
			WO 2016098053 A1 23-06-2016
-----			
US 3645659	A	29-02-1972	CH 495829 A 15-09-1970
			CH 496537 A 30-09-1970
			DE 2012633 A1 01-10-1970
			DE 2012645 A1 24-09-1970
			FR 2038888 A5 08-01-1971
			FR 2038889 A5 08-01-1971
			GB 1298693 A 06-12-1972
			GB 1298694 A 06-12-1972
			JP S4933345 B1 06-09-1974
			JP S5231391 B1 15-08-1977
			US 3645659 A 29-02-1972
			US 3762313 A 02-10-1973
			US 3799510 A 26-03-1974
-----			
US 2017057151	A1	02-03-2017	CA 2901719 A1 26-02-2017
			US 2017057151 A1 02-03-2017
-----			
US 4863366	A	05-09-1989	AU 624386 B2 11-06-1992
			CA 1318758 C 08-06-1993
			MX 166130 B 21-12-1992
			US 4863366 A 05-09-1989
-----			