(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
24. Oktober 2013 (24.10.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/156555 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 47/60 (2006.01) *B29C 47/08* (2006.01)
B29C 47/66 (2006.01) *B29C 47/62* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/058059

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. April 2013 (18.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 008 023.9
21. April 2012 (21.04.2012) DE

(71) Anmelder: **KRAUSSMAFFEI TECHNOLOGIES GMBH** [DE/DE]; Krauss-Maffei-Str. 2, 80997 München (DE).

(72) Erfinder: **SCHNEIDER, Florian Johannes**; Wendelsteinstrasse 1, 83346 Bergen (DE). **PAPE, Jens**; Schillingshof 4, 32457 Porta Westfalica (DE).

(74) Anwalt: **WILHELM, Ludwig**; KraussMaffei Group GmbH, Krauss-Maffei-Str. 2, 80997 München (DE).

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

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: SINGLE-SCREW EXTRUDER HAVING A GROOVED INFEED SYSTEM

(54) **Bezeichnung** : EINSCHNECKENEXTRUDER MIT EINEM GENUTETEN EINZUGSSYSTEM

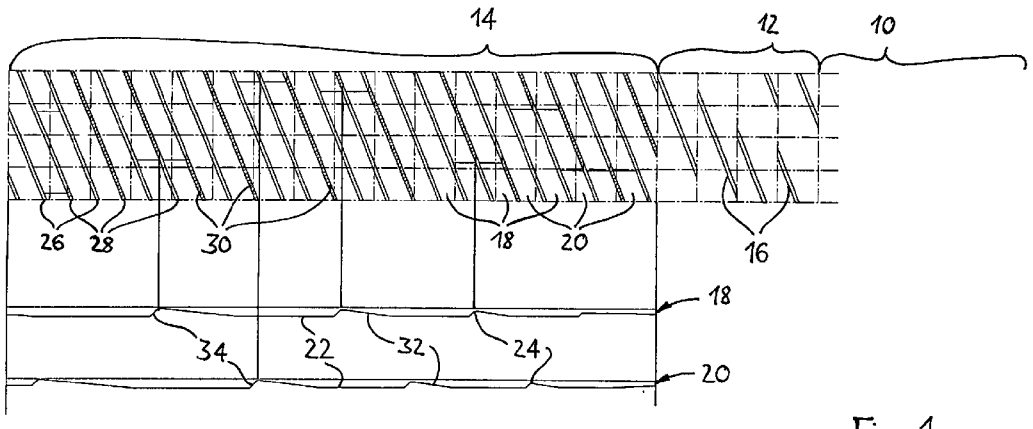


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a single-screw extruder, comprising a grooved infeed system, a cylinder, and an extruder screw rotatably supported in the cylinder. The extruder screw has a softening zone (10), a main plasticizing zone (14), and a post-plasticizing zone and is at least double-threaded (18, 20) in the area of the main plasticizing zone (14). According to the invention, in order to provide such a single-screw extruder that enables improved melting effect and also increased throughput, reduced melting temperature, and improved pressure build-up capability, the cylinder at least partially has at least one groove extending substantially in the longitudinal direction in the region of the main plasticizing zone (14).

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/156555 A1

Veröffentlicht:

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

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

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Einschneckenextruder mit einem genuteten Einzugssystem, einem Zylinder und einer in dem Zylinder drehbar gelagerten Extruderschnecke, die eine Erweichungszone (10), eine Hauptplastifizierzone (14) sowie eine Nachplastifizierzone aufweist und im Bereich der Hauptplastifizierzone (14) wenigstens zweigängig (18, 20) ausgestaltet ist. Um einen solchen Einschneckenextruder bereitzustellen, der eine verbesserte Aufschmelzwirkung bei gleichzeitig erhöhtem Durchsatz, verringerter Schmelzetemperatur und verbessertem Druckaufbauvermögen ermöglicht, weist der Zylinder im Bereich der Hauptplastifizierzone (14) erfindungsgemäß wenigstens teilweise mindestens eine im Wesentlichen in Längsrichtung verlaufende Nut auf.

Beschreibung

EINSCHNECKENEXTRUDER MIT EINEM GENUTETEN EINZUGSSYSTEM

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Einschneckenextruder mit einem genuteten Einzugssystem, einem Zylinder und einer in dem Zylinder drehbar gelagerten Extruderschnecke, die eine Erweichungszone, eine Hauptplastifizierzone bzw. Hauptaufschmelzzone sowie eine Nachplastifizierzone bzw. Homogenisier- oder Restaufschmelzzone aufweist und im Bereich der Hauptplastifizierzone wenigstens zweigängig ausgestaltet ist.

Eine immerwährende Anforderung an Einschneckenextruder ist die Erhöhung ihrer Produktivität. Hohe Durchsätze bei niedrigen Austragstemperaturen und hoher Schmelzequalität sollen erreicht werden. Zur Erhöhung des Durchsatzes gibt es zwei Möglichkeiten: Erhöhung des spezifischen Durchsatzes, z.B. durch die Verwendung genuteter Einzugssysteme, und/oder Erhöhung der Drehzahl. Beide Maßnahmen gehen einher mit einer Verkürzung der Verweilzeit der Schmelze im Extruder. Um diese geringeren Verweilzeiten zu kompensieren und die Aufschmelzleistung beizubehalten, wurden die partiellen Widerstände erhöht, indem die Überströmspalte verengt wurden. Diese Maßnahme hat jedoch neben dem erhöhten Druckverlust den Nachteil eines erhöhten Verschleißes und einer verminderten energetischen Effizienz.

Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen Einschneckenextruder bereitzustellen, der eine verbesserte Aufschmelzwirkung bei gleichzeitig erhöhtem Durchsatz, verringerter Schmelzetemperatur und verbessertem Druckaufbauvermögen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch einen Einschneckenextruder mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, eine Polygonschnecke mit einem genuteten Einzugssystem sowie in einem wenigstens teilweise genuteten Zylinder zu betreiben. Polygonschnecken sind beispielsweise Energy-Transfer-Schnecken (ET-Schnecken) und Wave-Schnecken. Diese weisen einen wellenförmigen Gangtiefenverlauf und abgesetzte Stegbereiche auf, über welche die Schmelze vor einem Wellenberg, d.h. Gangtiefenminimum, übertritt. Während bei Wave-Schnecken immer der gleiche Steg abgesetzt ist, so dass die Schmelze in unterschiedlichen Richtungen überströmt, sind bei ET-Schnecken die Stege abwechselnd vor jedem Wellenberg abgesetzt, so dass die Schmelze immer in der gleichen Richtung überströmt. Die Polygonschnecke weist im Bereich der Hauptplastifizierzone wenigstens zwei Gänge bzw. Kanäle mit in jedem Gang wellenförmig variierender Gangtiefe und von Gang zu Gang versetzten Wellenbergen auf. Im Bereich der Hauptplastifizierzone weist der Zylinder erfindungsgemäß wenigstens teilweise mindestens eine Nut auf, die im Wesentlichen in Längsrichtung, also axial oder spiralförmig, nicht jedoch ausschließlich radial, verläuft.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung verringert sich im Bereich der Hauptplastifizierzone die minimale Gangtiefe bzw. Kanalhöhe in Verfahrensrichtung von Wellenberg des einen Ganges zu Wellenberg des anderen Ganges so, dass die relative Kompression, also das Verhältnis der Gangtiefen zweier aufeinanderfolgender Wellenberge, in etwa konstant bleibt. Aufeinanderfolgende Wellenberge sind der Wellenberg eines Ganges und der darauffolgende Wellenberg des benachbarten Ganges. Demgegenüber vergrößert sich die Gangtiefe in den Talbereichen, d.h. Gangtiefenmaxima, entlang der Schnecke von Tal zu Tal, um die Verweilzeit des Kunststoffes zu erhöhen. Längere Verweilzeiten begünstigen Temperaturausgleichsvorgänge in der Rohschmelze zwischen kalten und warmen Materialanteilen.

Es ist ferner vorteilhaft, dass wenigstens ein Schneckensteg vor jedem Wellenberg zu einem Spalt abgesetzt, also tiefer geschnitten als der übrige Außendurchmesser der Schnecke, ist und die sich ergebende Spalthöhe der Gangtiefe des jeweils

nachfolgenden Wellenberges entspricht. Bei einer ET-Schnecke heißt das, dass jeder Schneckensteg auf der aktiven Gangseite vor jedem Wellenberg zu einem Spalt abgesetzt ist, wobei die Spalthöhe jeweils der Gangtiefe des nachfolgenden Wellenberges entspricht. Die aktive Gangseite ist die Gangseite, aus der die Schmelze über den abgesetzten Steg auf die passive Gangseite strömt. Bei einer Wave-Schnecke kann der abgesetzte Steg stufenförmig oder kontinuierlich abgesetzt sein. Dabei entspricht bei einem stufenförmig abgesetzten Steg die Spalthöhe jeweils der Gangtiefe des nachfolgenden Wellenberges, während bei einem kontinuierlich abgesetzten Steg die Spalthöhe an dem nachfolgenden Wellenberg jeweils der Gangtiefe dieses nachfolgenden Wellenberges entspricht.

Dabei ist es besonders bevorzugt, dass sich die Länge des jeweils abgesetzten Stegbereichs entlang der Schnecke in Verfahrensrichtung von Wellenberg zu Wellenberg vergrößert, so dass die Fläche aus Spalthöhe und Spaltlänge in Verfahrensrichtung ca. 1 bis 5 %, insbesondere jedoch ca. 1 bis 2 %, zunimmt. Auf diese Weise wird die abnehmende Gangtiefe im Bereich der Wellenberge kompensiert und die Zunahme der Fläche aus Spalthöhe und Spaltlänge wird der Zunahme des Schmelzeflusses über den Steg gerecht.

Vorteilhaft ist weiterhin eine Gangsteigung der Hauptplastifizierzone von 1,3 D (dimensionslose Steigung), da diese fördertechnisch den höchsten Wirkungsgrad erreicht. Die abgesetzten Stegbereiche sind vorteilhafterweise auf der aktiven Flanke mit einer 45°-Fase über etwa 30 bis 70 Prozent, bevorzugt ca. 50 Prozent, der Stegbreite, versehen. Durch diese Fase wird das Material beschleunigt und der energetisch effektivere Dehnströmungsanteil erhöht.

Die Abschnitte zunehmender Gangtiefe hinter den Wellenbergen sind vorteilhafterweise hinterschnitten, d. h. die Gangtiefe hinter dem Bergkamm nimmt schnell wieder zu, während die Gangtiefe vor dem Bergkamm nur langsam abnimmt. Mit anderen Worten, die Abschnitte zunehmender Gangtiefe hinter einem Wellenberg weisen eine steilere Flanke auf als die Abschnitte abnehmender Gangtiefe vor einem Wellenberg. Auf diese Weise werden unnötige Scherungen vermieden und wird das Material besser gefördert.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die Schnecke in Abschnitten abnehmender Gangtiefe vor einem Wellenberg vorteilhafterweise mit zusätzlichen nutförmigen Ausnehmungen, sogenannten Mischtaschen, versehen. Die Mischtaschen verlaufen parallel zu den Schneckenstegen am Schneckengrund. Die Mischtaschen fördern die Durchmischung von Feststoff und Schmelze. Eine mehrreihige Anordnung der Mischtaschen verstärkt diesen positiven Effekt.

Es ist ferner von Vorteil, dass der Tiefenverlauf und/oder die Breite und/oder der Querschnitt der Nut auf das Schneckenprofil abgestimmt sind. In einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Nuttiefe im Bereich eines Wellenberges ein lokales Minimum auf. Auf diese Weise kann der Energieumsatz bzw. das Aufschmelzvermögen im Bereich der Wellenberge gesteuert werden und eine Art Drainageeffekt für die Restfeststoffanteile erzeugt werden.

Der erfindungsgemäße Einschneckenextruder weist eine deutlich höhere Aufschmelzleistung als bekannte Systeme auf, wobei die Tendenz zur Materialüberhitzung stark reduziert ist. Außerdem ist der vergleichsweise geringe Platzbedarf des erfindungsgemäßen Einschneckenextruders wirtschaftlich vorteilhaft. Darüber hinaus kann durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung das Druckniveau im Zylinder signifikant abgesenkt werden, wodurch der energetische Wirkungsgrad entscheidend verbessert wird und mit einer höheren Lebensdauer des Extruders zu rechnen ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Abwicklung mit Gangtiefenverlauf einer Extruderschnecke gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 eine Abwicklung mit Gangtiefenverlauf einer Extruderschnecke mit Mischtaschen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt der Mischtaschen aus Fig. 2 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Der erfindungsgemäße Einschneckenextruder umfasst einen in den Figuren nicht dargestellten Zylinder und eine in dem Zylinder drehbar gelagerte Polygonschnecke. In den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen ist die Polygonschnecke als Energy-Transfer-Schnecke ausgestaltet, wie auch in den Fig. 1 und 2 dargestellt. In alternativen Ausführungen kann die Polygonschnecke natürlich auch als Wave-Schnecke ausgestaltet sein.

Fig. 1 zeigt eine Abwicklung mit Gangtiefenverlauf einer Extruderschnecke gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Extruderschnecke umfasst in Verfahrensrichtung eine Einzugszone 10, eine Erweichungszone 12, eine Hauptplastifizierzone 14 sowie eine nicht dargestellte Nachplastifizierzone. Wie in Fig. 1 ersichtlich, umfasst die Erweichungszone 12 versetzt angeordnete, kurze Stegabschnitte 16, die das noch kalte, harte Feststoffbett mehrfach unterteilen. Daraus resultiert eine Temperaturerhöhung im Feststoff. Er wird dadurch plastisch verformbarer.

Wie in Fig. 1 dargestellt, weist die Hauptplastifizierzone 14 zwei Gänge bzw. Kanäle 18, 20 auf. Die Gangtiefe der beiden Gänge 18, 20 ändert sich unabhängig voneinander mehrfach wellenförmig entlang der Schnecke. Auf diese Weise ergeben sich tiefe Gangabschnitte – Wellentäler 22, flache Gangabschnitte – Wellenberge 24 sowie Abschnitte mit abnehmender Gangtiefe 32 und Abschnitte mit zunehmender Gangtiefe 34. Während Wellentäler 22 sowie Abschnitte abnehmender 32 und zunehmender Gangtiefe 34 eine bestimmte Länge aufweisen, weisen die Wellenberge 24 idealerweise, wie auch in Fig. 1 erkennbar, ein punktförmiges Gangtiefenminimum auf und erstrecken sich nicht über einen längeren Bereich. Zwischen den Gängen 18, 20 weist die Schnecke Stege 26, 28 auf, die die gleiche, konstante Steigung aufweisen.

Wie in Fig. 1 dargestellt, verringert sich im Bereich der Hauptplastifizierzone 14 die minimale Gangtiefe an den Wellenbergen 24 von Wellenberg zu Wellenberg so,

dass die relative Kompression, also das Verhältnis der Gangtiefen zweier aufeinanderfolgender Wellenberge 24, in etwa konstant bleibt. Die maximale Gangtiefe in den Wellentälern 22 nimmt hingegen von Tal zu Tal zu. Dabei sind Gangtiefe und Gangbreite von der für den gewünschten Durchsatz notwendigen Förderleistung abhängig.

Die Schneckenstege 26, 28 weisen auf ihrer aktiven Flanke vor den Wellenbergen jeweils abgesetzte Bereiche – Spalte 30 – auf. Die Spalthöhe entspricht dabei der Gangtiefe des nachfolgenden Wellenberges 24. Wie in Fig. 1 ersichtlich, vergrößert sich die Länge der Spalte 30 von Spalt zu Spalt. Die Fläche aus Spalthöhe und Spaltlänge nimmt in Verfahrensrichtung von Spalt zu Spalt 1 bis 2 Prozent zu. Die Spalte sind auf ihrer aktiven Flanke mit einer 45°-Fase über 50 Prozent der Stegbreite versehen. Die Fasenbreite entspricht der halben Stegbreite.

Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel weist die Hauptplastifizierzone eine Gangsteigung von 1,3 D (dimensionslose Steigung) auf.

Wie in Fig. 1 im Gangtiefenverlauf ersichtlich, sind die Abschnitte zunehmender Gangtiefe 34 hinter den Wellenbergen 24 hinterschnitten, d.h. sie weisen eine steilere Flanke auf als die Abschnitte abnehmender Gangtiefe 32 vor den Wellenbergen 24.

Gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, dargestellt in Fig. 2, weist die Schnecke in Abschnitten abnehmender Gangtiefe 34 nutförmige Ausnehmungen – Mischtaschen 38 – auf. In dem Ausführungsbeispiel verlaufen jeweils mehrere Mischtaschen 38 parallel nebeneinander und parallel zu den Schneckenstegen 26, 28 am Schneckengrund. Wie in Fig. 3 ersichtlich, sind in diesem Ausführungsbeispiel die Mischtaschen zueinander versetzt angeordnet und weisen jeweils eine variierende Breite und Tiefe auf. So weisen die Mischtaschen in einem mittleren Bereich eine größere Tiefe und Breite auf und verjüngen sich zu ihren Enden sowohl hinsichtlich Tiefe als auch Breite, so dass sie einen fließenden Übergang zur Zylinderinnenwand bilden und Totzonen vermieden werden. Im Übrigen entspricht die Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Extruderschnecke

des zweiten Ausführungsbeispiels im Wesentlichen derer des ersten Ausführungsbeispiels; gleiche Elemente sind daher mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In dem in den Figuren nicht dargestellten Zylinder ist im Bereich der Hauptplastifizierzone in der Zylinderinnenwand eine Nut angeordnet. Dabei ist der Tiefenverlauf der Nut auf das Profil der Polygonschnecke abgestimmt. Gemäß den Ausführungsbeispielen weist die Nuttiefe im Bereich eines Wellenberges der Polygonschnecke ein lokales Minimum auf. In den vorliegenden Ausführungsbeispielen erstreckt sich die Nut in der Zylinderinnenwand über die gesamte Länge der Hauptplastifizierzone spiralförmig und weist einen rechteckigen Querschnitt auf. Die Nut kann jedoch verschiedene Querschnitte aufweisen, bspw. halbkreisförmig, rechteckig, dreieckig, insbesondere sägezahnförmig, etc., und kann sich vollständig oder nur teilweise axial oder spiralförmig entlang der Zylinderinnenwand erstrecken. Eine Kombination aus mehreren Ausgestaltungen ist ebenfalls möglich.

Mit einem Einschneckenextruder gemäß der vorliegenden Erfindung lässt sich also ein höherer Durchsatz bei verbesserter Schmelzequalität realisieren.

Bezugszeichenliste

10	Einzugszone
12	Erweichungszone
14	Hauptplastifizierzone
16	Stegabschnitt der Erweichungszone
18	Gang 1/ Kanal 1
20	Gang 2/ Kanal 2
22	Wellental
24	Wellenberg
26	Schneckensteg 1
28	Schneckensteg 2
30	Spalt
32	Abschnitt abnehmender Gangtiefe
34	Abschnitt zunehmender Gangtiefe
38	Mischtasche

Ansprüche

1. Einschneckenextruder mit einem genuteten Einzugssystem, einem Zylinder und einer in dem Zylinder drehbar gelagerten Polygonschnecke, die eine Erweichungszone (10), eine Hauptplastifizierzone (14) sowie eine Nachplastifizierzone und im Bereich der Hauptplastifizierzone (14) wenigstens zwei Gänge (18, 20) mit jeweils wellenförmig variierender Gangtiefe und zueinander versetzten Wellenbergen (24) aufweist,

wobei in der Zylinderinnenwand im Bereich der Hauptplastifizierzone (14) wenigstens partiell mindestens eine im Wesentlichen in Längsrichtung verlaufende Nut vorgesehen ist.

2. Einschneckenextruder nach Anspruch 1, wobei sich im Bereich der Hauptplastifizierzone (14) die minimale Gangtiefe der Wellenberge (24) in Verfahrensrichtung so verringert, dass die relative Kompression in etwa konstant bleibt.

3. Einschneckenextruder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Bereich der Hauptplastifizierzone (14) wenigstens ein Schneckensteg (26, 28) vor jedem Wellenberg (24) zu einem Spalt (30) abgesetzt ist und die sich ergebende Spalthöhe der Gangtiefe des jeweils nachfolgenden Wellenberges (24) entspricht.

4. Einschneckenextruder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Polygonschnecke als Energy-Transfer-Schnecke ausgestaltet ist und im Bereich der Hauptplastifizierzone (14) jeder Schneckensteg auf der aktiven Gangseite vor jedem Wellenberg (24) zu einem Spalt (30) abgesetzt ist und die sich ergebende Spalthöhe der Gangtiefe des jeweils nachfolgenden Wellenberges (24) entspricht.

5. Einschneckenextruder nach Anspruch 3 oder 4, wobei sich die Spaltlänge in Verfahrensrichtung jeweils so vergrößert, dass die Fläche aus Spalthöhe und Spaltlänge jeweils zweier aufeinanderfolgender Spalte (30) um 1 bis 5 Prozent, insbesondere um 1 bis 2 Prozent, zunimmt.

6. Einschneckenextruder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abschnitte zunehmender Gangtiefe (34) hinter einem Wellenberg (24) eine steilere Flanke aufweisen als die Abschnitte abnehmender Gangtiefe (32) vor einem Wellenberg (24).

7. Einschneckenextruder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Polygonschnecke in Abschnitten abnehmender Gangtiefe (32) vor einem Wellenberg (24) parallel zum Schneckensteg verlaufende nutförmige Ausnehmungen (38) aufweist.

8. Einschneckenextruder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Tiefe der Nut in der Zylinderinnenwand im Bereich eines Wellenberges (24) der Polygonschnecke ein lokales Minimum aufweist.

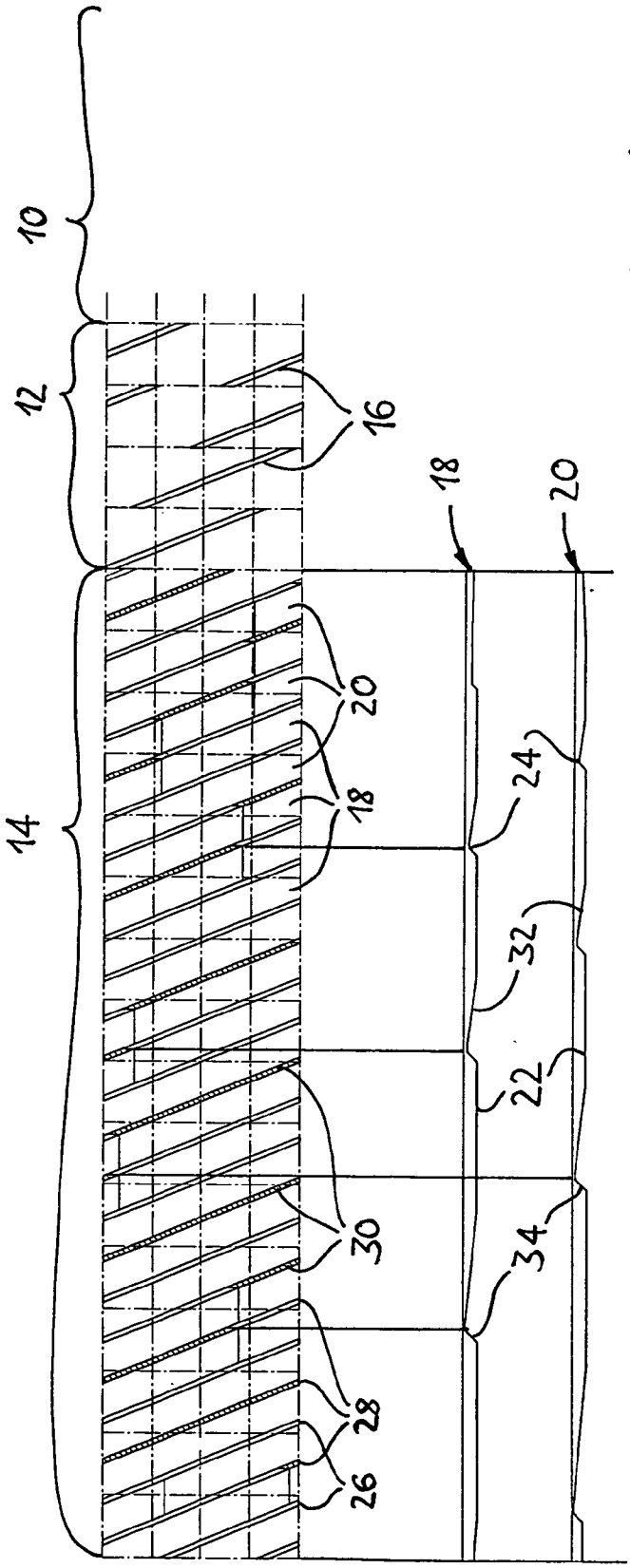


Fig. 1

ERSATZBLATT (REGEL 26)

Fig. 2

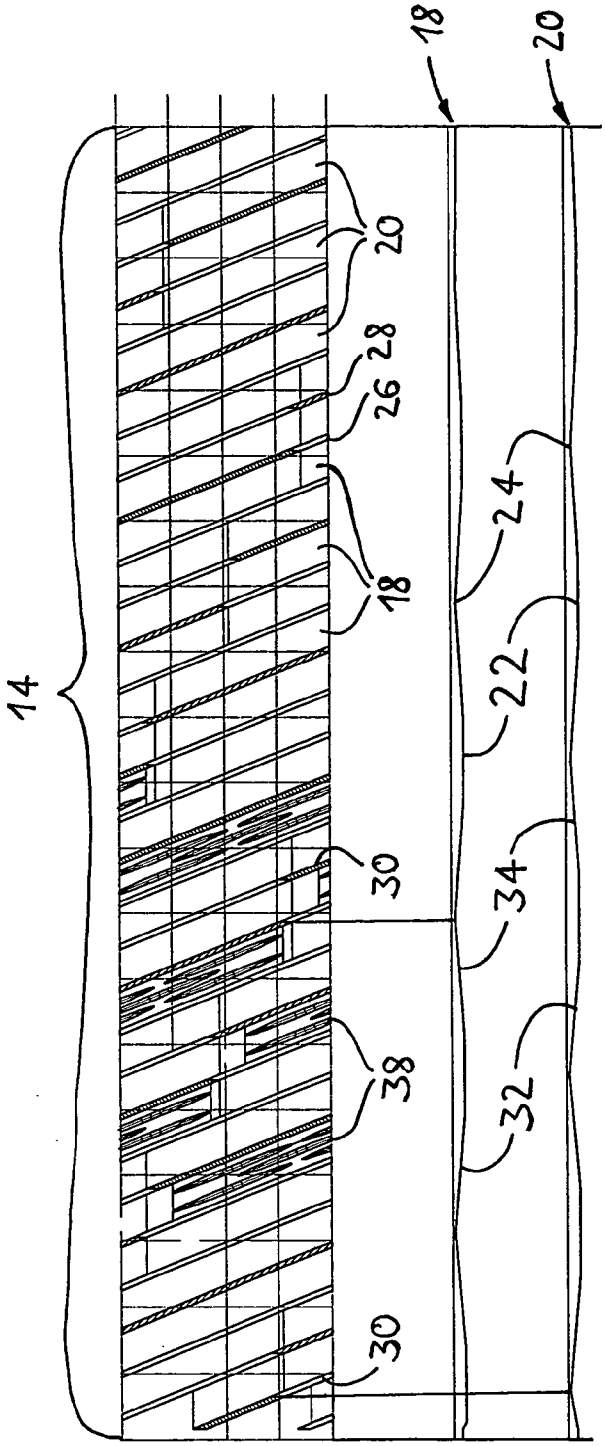
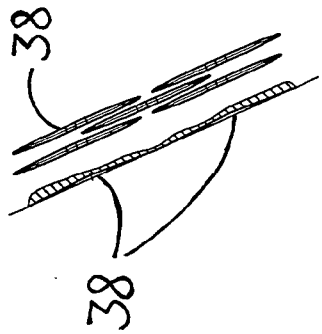


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/058059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C47/60 B29C47/66
ADD. B29C47/08 B29C47/62

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

B. FIELDS SEARCHED

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 29 36 592 A1 (GRUENSCHLOSS EBERHARD DIPL ING) 12 March 1981 (1981-03-12) page 24, line 9 - page 26, line 13 claims 1-14 figures 9-10	1-6,8
Y	DD 134 616 A1 (ENDLER FRITZ) 14 March 1979 (1979-03-14) abstract page 3, lines 18-28 claims 1-5 figures 1-11	1-8
Y	DE 29 43 230 C2 (YAMAOKA KISHIHIRO) 30 January 1986 (1986-01-30) figure 4	1-8

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 August 2013	28/08/2013

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/058059

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP S54 8662 A (POORU GEIAA) 23 January 1979 (1979-01-23) figures 1-49	1-8
A	JP S52 27900 Y1 (N.N) 24 June 1977 (1977-06-24) figures 1-4	1-8
A	DE 10 2008 046633 B3 (MUELSENER RECYCLING UND HANDEL [DE]; UNIV CHEMNITZ TECH [DE]) 1 April 2010 (2010-04-01) claims 1-22 figures 1-9	1-8
A	US 2004/141406 A1 (WOMER TIMOTHY W [US] ET AL) 22 July 2004 (2004-07-22) abstract claims 1-30 figures 1-15	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/058059

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2936592 A1	12-03-1981	NONE	
DD 134616 A1	14-03-1979	NONE	
DE 2943230 C2	30-01-1986	DE 2943230 C2	30-01-1986
		DE 2943230 T	11-12-1980
		GB 2036575 A	02-07-1980
		JP S5647847 B2	12-11-1981
		JP S54125252 A	28-09-1979
		US 4300840 A	17-11-1981
		WO 7900816 A1	18-10-1979
JP S548662 A	23-01-1979	JP S548662 A	23-01-1979
		JP S6110293 B2	28-03-1986
JP S5227900 Y1	24-06-1977	NONE	
DE 102008046633 B3	01-04-2010	NONE	
US 2004141406 A1	22-07-2004	EP 1711322 A2	18-10-2006
		US 2004141406 A1	22-07-2004
		WO 2005065096 A2	21-07-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/058059

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C47/60 B29C47/66
ADD. B29C47/08 B29C47/62

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 29 36 592 A1 (GRUENSCHLOSS EBERHARD DIPL ING) 12. März 1981 (1981-03-12) Seite 24, Zeile 9 - Seite 26, Zeile 13 Ansprüche 1-14 Abbildungen 9-10	1-6,8
Y	DD 134 616 A1 (ENDLER FRITZ) 14. März 1979 (1979-03-14) Zusammenfassung Seite 3, Zeilen 18-28 Ansprüche 1-5 Abbildungen 1-11	1-8
Y	DE 29 43 230 C2 (YAMAOKA KISHIHIRO) 30. Januar 1986 (1986-01-30) Abbildung 4	1-8

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. August 2013	28/08/2013

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/058059

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP S54 8662 A (POORU GEIAA) 23. Januar 1979 (1979-01-23) Abbildungen 1-49	1-8
A	JP S52 27900 Y1 (N.N) 24. Juni 1977 (1977-06-24) Abbildungen 1-4	1-8
A	DE 10 2008 046633 B3 (MUELSENER RECYCLING UND HANDEL [DE]; UNIV CHEMNITZ TECH [DE]) 1. April 2010 (2010-04-01) Ansprüche 1-22 Abbildungen 1-9	1-8
A	US 2004/141406 A1 (WOMER TIMOTHY W [US] ET AL) 22. Juli 2004 (2004-07-22) Zusammenfassung Ansprüche 1-30 Abbildungen 1-15	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/058059

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2936592 A1	12-03-1981	KEINE	
DD 134616 A1	14-03-1979	KEINE	
DE 2943230 C2	30-01-1986	DE 2943230 C2	30-01-1986
		DE 2943230 T	11-12-1980
		GB 2036575 A	02-07-1980
		JP S5647847 B2	12-11-1981
		JP S54125252 A	28-09-1979
		US 4300840 A	17-11-1981
		WO 7900816 A1	18-10-1979
JP S548662 A	23-01-1979	JP S548662 A	23-01-1979
		JP S6110293 B2	28-03-1986
JP S5227900 Y1	24-06-1977	KEINE	
DE 102008046633 B3	01-04-2010	KEINE	
US 2004141406 A1	22-07-2004	EP 1711322 A2	18-10-2006
		US 2004141406 A1	22-07-2004
		WO 2005065096 A2	21-07-2005