

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

|      |                    |              |      |           |                   |           |
|------|--------------------|--------------|------|-----------|-------------------|-----------|
| (21) | Anmeldenummer:     | A 50945/2016 | (51) | Int. Cl.: | <b>B29C 47/08</b> | (2006.01) |
| (22) | Anmeldetag:        | 19.10.2016   |      |           | <b>B29C 47/36</b> | (2006.01) |
| (43) | Veröffentlicht am: | 15.05.2018   |      |           | <b>B29C 47/40</b> | (2006.01) |
|      |                    |              |      |           | <b>B29C 47/64</b> | (2006.01) |
|      |                    |              |      |           | <b>B29C 45/54</b> | (2006.01) |

(56) Entgegenhaltungen:  
US 2003206482 A1  
DE 2147404 A1  
JP H0976326 A  
US 6997596 B1  
DE 3723456 C1  
DE 2030755 A1  
US 2005270894 A1

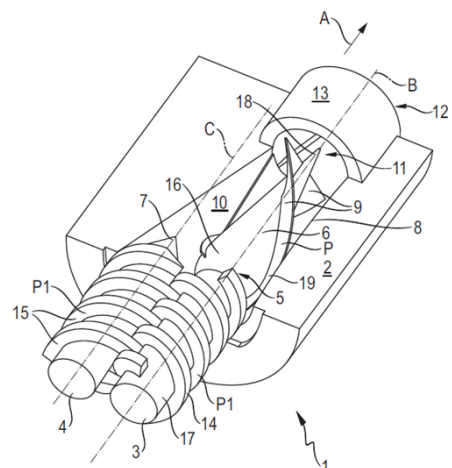
(71) Patentanmelder:  
GRUBER Dietmar  
4553 SCHLIERBACH (AT)

(72) Erfinder:  
GRUBER Dietmar  
4553 SCHLIERBACH (AT)

(74) Vertreter:  
BABELUK Michael Dipl.Ing. Mag.  
1080 WIEN (AT)

(54) **DOPPELSCHNECKENEXTRUDER**

(57) Die Erfindung betrifft einen Doppelschneckenextruder (1) - insbesondere einen gegensinnig drehenden Doppelschneckenextrudern (1) - zum Mischen eines Schmelzstromes, mit einem Schneckenorraum (8, 10) mit einer ersten Schnecke (3) und einer zweiten Schnecke (4). Aufgabe der Erfindung ist es, einen Doppelschneckenextruder anzugeben, der eine gute Temperaturdurchmischung erreicht. Erfindungsgemäß wird das dadurch gelöst, dass die erste Schnecke (3) eine Verlängerung in Form einer Misch-Schnecken-spitze (6) aufweist, wobei die Misch-Schnecken-spitze (6) mit der ersten Schnecke (3) fest verbunden ist, wobei ein erster Schmelzekanal (23) in dem die erste Schnecke (3) angeordnet ist zu einem zweiten Schmelzekanal (24), in dem die zweite Schnecke (4) angeordnet ist, über einen länglichen Schlitz (20) strömungsverbunden angeordnet ist.



## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft einen Doppelschneckenextruder (1) - insbesondere einen gegensinnig drehenden Doppelschneckenextrudern (1) - zum Mischen eines Schmelzstromes, mit einem Schneckenorraum (8, 10) mit einer ersten Schnecke (3) und einer zweiten Schnecke (4). Aufgabe der Erfindung ist es, einen Doppelschneckenextruder anzugeben, der eine gute Temperaturdurchmischung erreicht. Erfindungsgemäß wird das dadurch gelöst, dass die erste Schnecke (3) eine Verlängerung in Form einer Misch-Schneckenspitze (6) aufweist, wobei die Misch-Schneckenspitze (6) mit der ersten Schnecke (3) fest verbunden ist, wobei ein erster Schmelzekanal (23) in dem die erste Schnecke (3) angeordnet ist zu einem zweiten Schmelzekanal (24), in dem die zweite Schnecke (4) angeordnet ist, über einen länglichen Schlitz (20) strömungsverbunden angeordnet ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Doppelschneckenextruder - insbesondere einen gegensinnig drehenden Doppelschneckenextruder - zum Mischen eines Schmelzstromes, mit einem Schneckenorraum mit einer ersten Schnecke und einer zweiten Schnecke.

Doppelschneckenextruder werden sowohl mit gleichsinnig drehenden Schnecken als auch mit gegensinnig drehenden Schnecken ausgeführt. Die Außenkontur der Schnecken ist entweder zylindrisch oder verjüngt sich konisch in Förderrichtung. Die Schnecken sind nebeneinander angeordnet, wobei die Schneckenstege der einen Schnecke mehr oder weniger tief in die Schneckengänge der anderen Schnecke hineinreichen. Der umgebende Zylinder weist für jede Schnecke eine zylindrisch oder konisch verlaufende Längsbohrung auf, wobei sich diese Bohrungen im Zwickelbereich überschneiden. Im Betrieb wird von jeder Schnecke ein Schmelzestrom ausgestoßen, wobei sich die beiden Schmelzeströme im Schneckenorraum zu einem Gesamtschmelzestrom vereinigen, der üblicherweise einen runden Querschnitt aufweist. Über diesen Querschnitt sind die Eigenschaften der Schmelze nicht homogen bzw. identisch gleich, insbesondere können Temperaturunterschiede festgestellt werden. Die Temperaturen weisen ein charakteristisches Profil auf, welches die Vorgeschichte der Schmelze widerspiegelt. Der Verlauf von Isothermen lässt sehr gut erkennen, dass die Schmelze von zwei nebeneinander liegenden Schnecken aufbereitet worden ist. Die Bandbreite der Temperaturen ist bei gegensinnig drehenden Schnecken deutlich größer als bei gleichsinnig drehenden Schnecken.

Gegensinnig drehende, dicht kämmende Doppelschneckenextruder (kurz DSE) werden sehr häufig für die Extrusion von PVC-hart eingesetzt. Der Rohstoff wird in der Regel beim Verarbeiter nach einer bestimmten Rezeptur aus mehreren Komponenten (PVC, Stabilisator, Gleitmittel, Calciumcarbonat, Titanoxid u.a.) in pulverförmigem Zustand in einem Heiz-Kühlmischer gemischt und wird als Dryblend (Trockenmischung) dem Extruder zugeführt. Der gegensinnig drehende Doppelschneckenextruder weist speziell für die Verarbeitung des hitzeempfindlichen PVC in Form von Dryblend einige wesentliche Vorteile im Vergleich zu gleichsinnig drehenden DSE oder Einschneckenextrudern auf: Zwangsförderung, Selbstreinigung, geringe Schergeschwindigkeit und guter Druckaufbau

Diesen Vorteilen steht vor allem ein markanter Nachteil entgegen, nämlich eine deutlich inhomogene Temperaturverteilung der Schmelze nach dem Verlassen der Schnecken. Der Hauptgrund hierfür ist, dass die Schmelze in den C-förmigen Kammern in der Ausstoßzone des Extruders an den Begrenzungsflächen mit relativ niedrigen Temperaturen im Vergleich zur Massetemperatur beaufschlagt wird. Typische Temperaturen sind: Massetemperatur 190°C, Schneckentemperatur 120°C und Zylindertemperatur in der Ausstoßzone 160°C.

Die Schmelze in den Kammern weist somit systematische, deutlich unterschiedliche Temperaturen auf, an den Begrenzungsflächen niedriger als im Inneren.

Bei jeder Umdrehung der Schnecken werden abwechselnd entsprechend der Gangzahl der beiden Schnecken C-förmige Schmelze-Portionen in den Schneckenorraum gedrückt, jeweils einmal von der ersten Schnecke und einmal von der zweiten Schnecke. Im Schneckenorraum und im anschließenden, runden Fließkanal im Adapter bis zur nachgeschalteten Düse bildet sich ein charakteristisches Temperaturprofil aus. Gerade im oberen Leistungsbereich des Extruders, der im Zuge einer kostensparenden Extrusion in der Praxis vorliegt, betragen die Temperaturunterschiede 20 K und mehr. Die Verweilzeit im Fließkanal bis zum Düseneinlauf reicht keinesfalls aus, dass sich die Temperaturunterschiede infolge Wärmeleitung ausgleichen können, da die Entfernungen im Fließkanal zwischen den Bereichen mit Temperaturmaxima und –minima etwa 20 bis 60 mm betragen, je nach Nenndurchmesser des Extruders, und weil Kunststoffe und somit auch PVC bekannter Weise schlechte Wärmeleiter sind.

Dieses Temperaturprofil ist um die vertikale Symmetrieebene symmetrisch. Der Grund hierfür ist verständlich: Der gegensinnig drehende Doppelschneckenextruder ist sowohl von der Geometrie der Schnecken, des Zylinders und sogar der Drehrichtung der Schnecken exakt symmetrisch aufgebaut. Daher sind auch die Schmelzeströme, welche von jeder Schnecke ausgestoßen werden, genau spiegelbildlich aufgebaut. Lediglich Fertigungsungenauigkeiten bei der mechanischen Fertigung der Verfahrenseinheit, ungleicher Verschleiß nach längerer Einsatzdauer sowie zufällige Abweichungen von den eingestellten Temperaturen für die Temperierung der Schnecken und des Zylinders mildern etwas die strenge Symmetrie des Temperaturfeldes. Das Temperaturfeld ist typisch für einen bestimmten Extruder in einem bestimmten Durchsatzbereich und bei einem

bestimmten Druckaufbau. D.h. auch, dass für jeden Einsatzfall signifikant abweichende Temperaturverteilungen auftreten können, welche bis jetzt nicht mit ausreichender Genauigkeit vorhersagbar sind und die deutliche Wechselwirkungen mit der jeweiligen Extrusionsaufgabe - Profilform und Düsenwiderstand, Durchsatz, Druck an der Schneckenspitze – aufweisen.

Die Temperaturunterschiede in der Schmelze haben auch eine entscheidende Auswirkung auf die Fließeigenschaften der Schmelze in der Düse, sehr deutlich ausgeprägt bei Düsen für die Herstellung von vergleichsweise komplizierten Fensterprofilen, bei welche nur geringe Maß-Toleranzen zulässig sind. Im Düseneinlaufbereich wird der Schmelzestrom auf unterschiedliche Pfade aufgeteilt.

Jeder Pfad reicht bis zum Düsenende und weist eine bestimmte Geometrie (Breite, Höhe u.a.) auf. Einzelne Pfade können bereichsweise durch Speichen gänzlich von den anderen Pfaden getrennt sein, andere Pfade gehen ineinander über, ohne exakt begrenzt zu sein. Es ist leicht einsehbar, dass Schmelzebereiche mit eher niedriger Massetemperatur langsamer strömen als solche mit höherer Massetemperatur, wenn ein identisch gleicher Fließkanal durchströmt wird. Bei Düsen für Fensterprofile führt in der Praxis die niedrigere Massetemperatur zu einer kleineren Wanddicke des Profilsegmentes als die höhere Massetemperatur, wenn an unterschiedlichen Stellen der Düse der gleiche Spaltverlauf für den Fließkanal vorgesehen wird.

Es sind statische Mischelemente, welche im Fließkanal der Schmelze vor der Düse angeordnet werden, bekannt. Diese Mischelemente bewirken eine großräumige Umordnung von jeweils sechs Teil-Schmelzeströmen. Dadurch kommen Bereiche mit ursprünglich höheren Massetemperaturen neben solchen mit ursprünglich niedrigeren Massetemperaturen nebeneinander zu liegen, so dass sich infolge Wärmeleitung und vergleichsweise kurzer Entfernungen Temperaturunterschiede signifikant ausgleichen können. Obwohl jedes dieser Mischelemente mit geringem Aufwand zu einer Verringerung der Temperaturunterschiede auf unter 50% führt, ist der Druckbedarf für das einmalige Durchströmen des Mischelementes mit etwa 30 bar störend, so dass kaum mehr als zwei Mischelemente hintereinander geschaltet werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es diese Nachteile zu vermeiden und einen Doppelschneckenextruder anzugeben, der eine gleichmäßigere Temperaturverteilung im Schmelzestrom erreicht.

Erfindungsgemäß wird das dadurch gelöst, dass die erste Schnecke eine Verlängerung in Form einer Misch-Schneckenspitze aufweist, wobei die Misch-Schneckenspitze mit der ersten Schnecke fest verbunden ist, wobei ein erster Schmelzekanal, in dem die erste Schnecke angeordnet ist zu einem zweiten Schmelzekanal, in dem die zweite Schnecke angeordnet ist, über einen länglichen Schlitz strömungsverbunden angeordnet ist.

Die beschriebene Mischvorrichtung bewirkt eine Homogenisierung der Schmelze im Schneckenorraum eines Doppelschneckenextruders, unmittelbar nachdem diese von den beiden Schnecken ausgestoßen worden ist. Diese Mischvorrichtung ist für alle gängigen Doppelschneckenextruder geeignet, also sowohl für parallele DSE als auch für konische DSE, für gegensinnig als auch für gleichsinnig drehende.

Insbesondere bei gegensinnig drehenden DSE, welche zu großen Temperaturunterschieden im Schmelzestrom im Bereich von 20 K führen, ist diese Mischvorrichtung vorteilhaft einsetzbar.

Diese Mischvorrichtung führt zu einer Auflösung der strengen Symmetrie bezüglich der Temperaturverteilung im Schmelzestrom nach Verlassen des Extruders und verringert erheblich die Bandbreite der Temperaturwerte. Eine Schnecke wird durch ein mitrotierendes Mischelement verlängert. Dieses Mischelement, im folgenden Misch-Schneckenspitze genannt, kann entweder direkt an die Schnecke angeformt sein oder es wird extra gefertigt und dann mechanisch starr mit der Schnecke verbunden. Die Schmelze aus dieser Schnecke bleibt überwiegend im Zentrum der Misch-Schneckenspitze und des nachfolgenden Fließkanals angeordnet, hingegen wird die Schmelze aus der anderen Schnecke von der Seite konisch zum Schmelzestrom aus der ersten Schnecke zugeführt und wird sozusagen in mehreren dünnen Schichten auf die erstere Schmelze aufgewickelt. In den Schichten kommen statistisch verteilt Bereiche mit ursprünglich großen Temperaturunterschieden nebeneinander zu liegen, so dass sich diese über kurze Entfernungen sehr gut ausgleichen können. Im Endeffekt sind jene 50% des Fließquerschnittes, die ringförmig außen im Fließkanal strömen, gut gemischt und weisen ein annähernd homogenes Temperaturfeld auf. Auch die innenliegenden 50% des

Fließquerschnittes erfahren eine gewisse Mischwirkung, weil die Strömung im mit der Schnecke mitrotierenden Mischelement nicht streng nur in Kanalrichtung des Schneckenganges erfolgt, sondern vor allem durch den Kontakt mit der seitlich zugeführten Schmelze auch zu einer wendelförmigen Strömung angeregt wird. Nach dem Auslaufen der mitrotierenden Flügel bzw. Schneckengänge des Mischelementes und dem Abstoppen des Rotierens der Schmelze erfolgt auch in diesem innen liegendem Querschnittsbereich ein gewisser Temperatenausgleich.

Eine einheitliche Massetemperatur im Eintrittsbereich der Düse erlaubt eine wesentlich genauere Auslegung der Düse, weil die Schmelze dann einheitliche rheologische Eigenschaften aufweist. Diese einheitlichen rheologischen Eigenschaften können durch eine mathematische Formel beschrieben werden, so dass der Fließkanal mittels gängiger Rechenmethoden, auch mittels FEM-Berechnung, ausgelegt werden kann. Der Fließkanal wird dann so dimensioniert, dass am Ende der Düse bereichsweise jener Massestrom austritt, welcher zu den gewünschten Wanddicken des Profils führt. Überdies werden auch wellige Kanten, welche auf Temperaturschwankungen in Axialrichtung zurückzuführen sind, weitgehend vermieden. Der Aufwand für das Abstimmen der Düse wird deutlich verringert, weil die Wanddicken des Profils nur mehr von der Geometrie des Fließkanals abhängen und nicht durch örtlich unterschiedliche Massetemperaturen verfälscht werden.

Das bedeutet auch, dass eine Düse mit unterschiedlichen Extrudern betrieben werden kann, ohne dass signifikante Auswirkungen auf die Geometrie des Profils zu befürchten sind. Die Temperaturverteilung im Schmelzestrom, welche für jeden Doppelschneckenextruder und jeden Einsatzfall charakteristisch ist, verliert den Einfluss auf die Geometrie des Profils. Nachdem das Temperaturprofil auf die mittlere Massetemperatur eingeebnet worden ist, ist es unwichtig, welche Temperaturunterschiede ursprünglich vorgelegen sind.

Es ist vorteilhaft, wenn ein erster Schneckenorraum im Wesentlichen eine zylindrische Form aufweist, und dass ein zweiter Schneckenorraum im Wesentlichen eine schiefkegelige Form aufweist. Dadurch entsteht der Vorteil, dass eine zweite Schmelze aus dem zweiten Schneckenorraum allmählich um eine erste Schmelze aus dem ersten Schneckenorraum gewickelt wird.

Zur besseren thermischen Durchmischung kommt es, wenn die Misch-Schneckenspitze zumindest einen Flügel aufweist – vorzugsweise zwei bis fünf Flügel aufweist – der/die im Wesentlichen schraubenförmig an einem Spitzenkern der Misch-Schneckenspitze angeordnet ist/sind.

Noch besser stellt sich dieser Effekt ein, wenn eine Steigung der Flügel größer ist als eine Gewindesteigung der ersten Schnecke und/oder der zweiten Schnecke, vorzugsweise ist die Steigung doppelt bis viermal so groß wie die Gewindesteigung, besonders bevorzugt ist die Steigung fünfmal so groß wie ein Nenndurchmesser der ersten Schnecke.

Um eine besondere Robustheit des Doppelschneckenextruders zu erreichen und eine Relativbewegung zwischen erster Schnecke und Misch-Schneckenspitze zu vermeiden, ist es günstig, wenn die Misch-Schneckenspitze und die erste Schnecke einstückig sind.

Es ist günstig, wenn sich die Misch-Schneckenspitze über eine Länge in Richtung einer Längsachse erstreckt, die gleich oder größer ist als ein Durchmesser eines ersten Schneckenorraums, vorzugsweise ist die Länge einmal bis zehnmal der Durchmesser, besonders bevorzugt ist die Länge zweimal bis fünfmal der Durchmesser. Dadurch entsteht der Vorteil, dass für die Vermischung eine ausreichend Länge zur Verfügung steht, so dass es zur vollständigen Ausgleich der Temperaturunterschiede in der Schmelze kommen kann.

Um für die Mischung genug Volumen bereitzustellen, ist es günstig, wenn die Misch-Schneckenspitze einen Spitzenkern aufweist, der einen gemeinsamen Nenndurchmesser mit der ersten Schnecke im Bereich der ersten Schneckenspitze aufweist, wobei sich der Spitzenkern in eine Förderrichtung kegelig zu einer Spitze verjüngt.

Noch besser ist es, wenn die Misch-Schneckenspitze einen Spitzenkern aufweist, der einen gemeinsamen Nenndurchmesser mit der ersten Schnecke im Bereich der ersten Schneckenspitze aufweist, wobei sich der Spitzenkern in eine Förderrichtung zuerst kegelförmig erweitert zu einer Verdickung und dann kegelig zu einer Spitze verjüngt. Dabei entsteht der Vorteil, dass durch die Verdickung eine Engstelle entsteht, durch die der Fließwiderstand in einem ersten Schmelzestrom erhöht wird

und ein Teil des ersten Schmelzestromes in den annähernd schiefkegeligen Hohlraum zum zweiten Schmelzestrom hin verdrängt wird.

Um bei einem Austritt des Doppelschneckenextruders einen nur in Förderrichtung bewegten Schmelzestrang zu erreichen, ist es günstig, wenn in eine Förderrichtung nach der Misch-Schneckenspitze ein Mischelement angeordnet ist, um eine erzwungene Rotation der Schmelzen durch die Misch-Schneckenspitze zu stoppen.

Eine besonders einfache Geometrie ergibt sich, wenn erste Schnecke und zweite Schnecke parallel zueinander angeordnet sind.

In der Folge wird die Erfindung anhand der nicht einschränkenden Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Doppelschneckenextruder in einer ersten Ausführung in einer Schrägansicht;

Fig. 2 der Doppelschneckenextruder in der ersten Ausführung in einer Draufsicht;

Fig. 3 eine Misch-Schneckenspitze eines erfindungsgemäßen Doppelschneckenextruders in einer zweiten Ausführung in einer Draufsicht;

Fig. 4 eine Misch-Schneckenspitze des Doppelschneckenextruders in der ersten Ausführung in der Draufsicht;

Fig. 5 ein Mischgehäuse des Doppelschneckenextruders; und

Fig. 6 ein Mischelement des Doppelschneckenextruders.

Die Begriffe „einlaufseitig“ und „auslaufseitig“ beziehen sich jeweils auf eine Förderrichtung A.

Die Fig. 1 zeigt eine Schrägansicht eines Doppelschneckenextruders 1. Ein Mischgehäuse 2 wird im Halbschnitt dargestellt und entspricht einem Adapter des Doppelschneckenextruders 1, der sozusagen verlängert wird. Einlaufseitig sind eine erste Schnecke 3 und eine zweite Schnecke 4 dargestellt, hier für einen sogenannten parallelen Doppelschneckenextruder 1 mit gegensinnig drehenden

Schnecken 3, 4. Eine erste Schneckenspitze 5 der ersten Schnecke 3 ist durch eine Misch-Schneckenspitze 6 verlängert, welche mit der ersten Schnecke 3 mitrotiert. Eine zweite Schneckenspitze 7 der zweiten Schnecke 4 ist unverändert.

Die Misch-Schneckenspitze 6 wird von einem zylindrischen ersten Schneckenorraum 8 aufgenommen.

Eine nicht gezeigte erste Schmelze der ersten Schnecke 3 wird im Wesentlichen in diesen zylindrischen ersten Schneckenorraum 8 ausgestoßen und würde ohne Misch-Schneckenspitze 6 vorwiegend in axialer Richtung der Schnecken 3, 4 fließen. Die rotierende Misch-Schneckenspitze 6 mit angesetzten Flügeln 9 bzw. Schneckenstegen bewirkt eine zusätzliche Rotation der Schmelze um eine Längsachse B, welche eine Längsströmung überlagert.

Eine nicht gezeigte zweite Schmelze der zweiten Schnecke 4 wird in einen annähernd schiefkegeligen zweiten Schneckenorraum 10 ausgestoßen. Mit kleiner werdendem Querschnitt dieses zweiten Schneckenorraumes 10 wird die Schmelze in Richtung des zylindrischen ersten Schneckenorraumes 8 der ersten Schnecke 3 verdrängt und sozusagen außen auf den Schmelzestrom der ersten Schnecke 3 aufgewickelt. Ein Gesamtschmelzestrom an einem Ende 11 der Misch-Schneckenspitze 6 besteht somit aus einem eher wenig gemischten inneren Bereich und aus mehreren aufgewickelten, dünnen Schichten im Außenbereich. Temperaturunterschiede in benachbarten Schichten, werden infolge Wärmeleitung und über kurze Entfernungen in kurzer Zeit ausgeglichen, so dass an einem Austritt 12 des Doppelschneckenextruders 1 eine weitgehend einheitliche Temperatur im Außenbereich des Schmelzestromes vorliegt.

Im Anschluss an die Misch-Schneckenspitze 6 kann noch ein statisches Mischelement 13 vorgesehen werden, welches ebenfalls in Fig.1 dargestellt ist. Dieses Mischelement 13 bewirkt einen zusätzlichen Mischeffekt, welcher vor allem für den innenliegenden Bereich des Gesamtschmelzestromes erwünscht ist.

Außerdem wird dadurch die von der Misch-Schneckenspitze 6 erzwungene Rotation der Schmelze gestoppt, so dass die Schmelze nach dem Durchfließen dieses Mischelementes 13 eine reine lineare Strömung aufweist.

Die Fig. 2 zeigt die gleiche Situation wie Fig. 1, in Draufsicht. Die beiden Schnecken 3, 4 weisen einen entgegengesetzten Drehsinn auf, ein erster Schneckengang 14 und ein zweiter Schneckengang 15 bewegen sich auf der Oberseite auseinander. Hier ist gut der zylindrische erste Schneckenorraum 8 der ersten Schnecke 3 zu erkennen, in dem die Misch-Schneckenspitze 6 mit den angeformten Flügeln 9 bzw. Schneckenstegen rotiert.

Der zweiten Schnecke 4 ist ein annähernd schiefkegeliger Schneckenorraum 10 zugeordnet. Der Schmelzestrom aus der zweiten Schnecke 4 wird schräg in den Schmelzestrom der ersten Schnecke 3 eingeleitet.

In Fig. 3 ist eine Ausführungsform der Misch-Schneckenspitze 6 in Draufsicht dargestellt. In der Fig. 3 links ist ein Gewinde dargestellt, mit dem die Misch-Schneckenspitze 6 an die erste Schnecke 3 angeschraubt wird, so dass sie starr mit der Schnecke 3 verbunden ist. Einlaufseitig, bezogen auf die Förderrichtung A der Schmelze im Doppelschneckenextruder 1, schließt ein Spitzenkern 16 bündig an einen Kern 17 der ersten Schnecke 3 an, dann verjüngt sich der Spitzenkern 16 kegelförmig und läuft schließlich in einer Spitze 18 aus.

An den Spitzenkern 16 angeformt sind in dieser zweiten Ausführung steil verlaufende, vergleichsweise dünne Flügel 9 beziehungsweise Schneckenstege mit einer Ganghöhe, beziehungsweise Steigung P von etwa fünf Nenndurchmessern D des zylindrischen Kerns 17 an der Schneckenspitze 5. Diese Flügel 9, bzw. Schneckenstege erfüllen eine wichtige Aufgabe: Sie erzwingen eine Überlagerung der ursprünglich in Richtung der Längsachse B erfolgenden Strömung mit einer Rotationsbewegung, welche wesentlich für die Mischwirkung ist. Zusätzlich bewirken diese Flügel 9 einen Beitrag zur Längsströmung infolge ähnlicher Funktionsweise wie bei einem Einschneckenextruder.

Der erste Schneckenorraum 8 weist einen Durchmesser d auf. Der Außenumfang der Flügel 9 füllt unter Freilassung eines kleinen Spaltes, hier etwa 1 mm, den zylindrischen ersten Schneckenorraum 8 aus. Dieser Spalt kann wahlweise auch größer gewählt werden oder in Förderrichtung A von anfangs ca. 1 mm auf 10 mm und mehr zunehmen.

Zur Erzwingung der Rotationsströmung ist es bei der Extrusion von PVC nicht erforderlich, dass die Flügel 9 besonders nahe an die Zylinderwandung des Schneckenorraums 8 heranreichen, weil PVC-Schmelzen zum Wandgleiten neigen.

Die Förderung der Schmelze in Richtung der Längsachse B wird hauptsächlich durch die Schnecken 3, 4 bewirkt. Die Längsströmung verursacht einen gewissen Druckabfall in Förderrichtung A zur Überwindung der Reib- und Fließwiderstände.

Durch die Förderwirkung der Flügel 9 aufgrund einer Steigung P wird dieser Druckabfall etwas vermindert. Die erste Schnecke 3 und die zweite Schnecke 4 weisen jeweils eine Gewindesteigung P1 auf, die kleiner ist als die Steigung P.

Anstelle der gewendelten Flügel 9 können auch in Achsrichtung der Längsachse B verlaufende Stege an den Kern 17 angeformt sein, dann allerdings wird die Förderung der Schmelze in Richtung der Längsachse B nicht unterstützt.

In Fig. 4 ist eine abgewandelte Ausführung der Misch-Schneckenspitze 6 nach Fig. 3 dargestellt. In diesem Fall vergrößert sich der Nenndurchmesser D im Anschluss an die erste Schnecke 3 konisch, bleibt dann eine kurze Strecke unverändert und verjüngt sich anschließend kegelförmig, so dass der Kern 17 dann in der Spitze 18 ausläuft.

Zwischen dem verdickten Kern 17 und der Wandung des zylindrischen ersten Schneckenorraumes 8 bildet sich eine Engstelle 19 aus, welche einen erhöhten Fließwiderstand für den ersten Schmelzestrom bewirkt. Ein Teil dieses Schmelzestromes wird daher zum zweiten Schmelzestrom abgelenkt.

Nach der Engstelle 19 fließt dieser wiederum zum ersten, zylindrischen Schneckenorraum 8 und wird dabei dem erwünschten Mischeffekt unterworfen.

In Fig. 5 ist das Mischgehäuse 2, also das Gehäuse für die beiden Schneckenorräume 8, 10 und für die Aufnahme des statischen Mischelementes 13, in einer Schrägansicht im Halbschnitt dargestellt. Die Schnittebene ist gleichzeitig die Spiegelebene zur Ausbildung der anderen Hälfte des Mischgehäuses 2. Einlaufseitig ist die Innenkontur des Mischgehäuses 2 an eine sogenannte Brillenbohrung eines Extrusionszylinders angepasst, das sind stirnseitig zwei sich überschneidende Kreise.

Der Schneckenorraum 8 für die erste Schnecke 3 verläuft in Förderrichtung A zylindrisch. Jener für die zweite Schnecke 4 verjüngt sich annähernd schiefkegelig und läuft auslaufseitig schneidenförmig an einer Zylinderfläche aus. Die beiden Grundformen der Schneckenorräume 8, 10 überschneiden sich in einem Zwickelbereich, so dass hier ein länglicher, sich konisch verjüngender Schlitz 20 für das Hindurchströmen des zweiten Schmelzestromes frei bleibt. Die zunächst getrennt von der ersten Schnecke 3 und der zweiten Schnecke 4 ausgestoßenen Schmelzeströme vereinigen sich allmählich über die Länge dieses Schlitzes 20 zu einem Gesamtschmelzestrom.

Im zweiten Schneckenorraum 10 können ein oder mehrere Längsstege vorgesehen werden, welche ein Rotieren des zweiten Schmelzestromes verhindern. Ohne derartige Längsstege würde der zweite Schmelzestrom an der Kontaktstelle mit dem rotierenden ersten Schmelzestrom zu einer Rotation in entgegengesetztem Drehsinn angeregt werden. Eine reine Längsströmung des zweiten Schmelzestromes ist für den angestrebten Mischvorgang von Vorteil, weil dann nicht ähnlich wie beim Spitzen eines Bleistiftes die an der Kegeloberfläche liegenden Mantelschichten mit relativ einheitlicher Temperatur „abgehobelt“ werden, sondern parabelförmige Querschnittsflächen, welche alle über den Querschnitt liegenden Temperaturbereiche beinhalten. Außerdem ist das im Sinne der Symmetriauflösung: Es werden ein erster, rotierender Schmelzestrom und ein zweiter, nicht rotierender Schmelzestrom zu einem Gesamtschmelzestrom kombiniert.

Die Fig. 6 zeigt die einlaufseitige Ansicht eines geeigneten statischen Mischelementes 13. Dieses Mischelement 13 wird in die entsprechende Öffnung des Mischgehäuses 2 eingesetzt. Nachdem der Gesamtschmelzestrom durch eine dargestellte Öffnungen 21 geflossen ist, weist dieser eine reine Längsströmung auf.

Bei einem konischen DSE muss die Achse der Mischzone leicht schräg verlaufen, so dass deren Achse kollinear mit der Achse der zugehörigen Schnecke 3, 4 verläuft.

Die dargestellte Misch-Schneckenspitze 6 weist einlaufseitig eine Verdickung 22 auf und ist zweigängig. Die Verdickung 22 behindert etwas das Vorschieben der Schmelze, so dass ein Teil davon zum Schneckenorraum 8 umgelenkt wird. Somit wird auch dieser Teil der Schmelze dem „dynamischen Mischvorgang“ unterworfen.

Die steil verlaufenden Flügel 9 bzw. Schneckenstege bewirken, dass die Schmelze mitrotiert. Die von der zweiten Schnecke 4 schräg einmündende Schmelze wird daher auf dieser ersten Schmelze „aufgewickelt“ und bildet hier etwa 2 bis 4 vergleichsweise dünne Schichten, die Dicke dieser Schichten betragen etwa 2 bis 4 mm. Über vergleichsweise kurze Entfernungen können sich Temperaturunterschiede daher rasch ausgleichen. Die Anzahl der Schneckengänge, beziehungsweise Flügel 9 ist idealerweise ungleich einer Ganganzahl in der Ausstoßzone zu wählen, also dreigängiges Ende 11 der Misch-Schneckenspitze 6 bei zweigängiger Schnecke 3, 4 und umgekehrt. Grund dafür ist das Vermeiden von regelmäßiger Überlagerung diverser Effekte.

Der Außendurchmesser der Schneckengänge nimmt idealerweise in Förderrichtung A ab, in der gezeigten Ausführung von einem Durchmesser von 78 mm auf 60 mm.

Eine Mischzone im Mischgehäuse 2 weist drei charakteristische Bereiche auf: Einen zylindrischen ersten Schmelzekanal 23 als Fortsetzung der ersten Schnecke 3. einen annähernd schief-kegelförmigen zweiten Schmelzekanal 24 als Fortsetzung der zweiten Schnecke 4 und eine zylindrische Ausnehmung 25 für das Mischelement 13.

Das Mischgehäuse 2 ist mittels Heizmanschetten beheizbar.

Der erste Schmelzekanal 23 ist zylindrisch ausgeführt. Bei einem konischen DSE ist eine Achse C entsprechend zum halben Winkel der beiden Schnecken 3, 4 zueinander leicht schräg verlaufend angeordnet.

Der schiefkegelige zweite Schmelzekanal 24 weist in einer nicht gezeigten Ausführung einen Trennsteg in der Symmetrieebene auf. Die Form des Trennsteges ist etwa dreieckig.

Das Mischelement 13 hat den Zweck, die durch die Misch-Schneckenspitze 6 erzwungene Rotation der Schmelze zu stoppen und einen zusätzlichen Mischeffekt einzubringen. Die Position des Mischelementes 13 ist eindeutig mittels einem nicht gezeigten Passstift festzulegen. Die Öffnung 21 sollen nicht in der waagrechten Symmetrieebene des Mischgehäuses 2 liegen, sondern  $\pm 30^\circ$  zu dieser geneigt.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Doppelschneckenextruder (1) - insbesondere einen gegensinnig drehenden Doppelschneckenextruder (1) - zum Mischen eines Schmelzstromes, mit einem Schneckenorraum (8, 10) mit einer ersten Schnecke (3) und einer zweiten Schnecke (4), dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schnecke (3) eine Verlängerung in Form einer Misch-Schneckenspitze (6) aufweist, wobei die Misch-Schneckenspitze (6) mit der ersten Schnecke (3) fest verbunden ist, wobei ein erster Schmelzekanal (23), in dem die erste Schnecke (3) angeordnet ist zu einem zweiten Schmelzekanal (24), in dem die zweite Schnecke (4) angeordnet ist, über einen länglichen Schlitz (20) strömungsverbunden angeordnet ist.
2. Doppelschneckenextruder (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Schneckenorraum (8) im Wesentlichen eine zylindrische Form aufweist, und dass ein zweiter Schneckenorraum (10) im Wesentlichen eine schiefkegelige Form aufweist.
3. Doppelschneckenextruder (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Misch-Schneckenspitze (6) zumindest einen Flügel (9) aufweist – vorzugsweise zwei bis fünf Flügel (9) aufweist – der/die im Wesentlichen schraubenförmig an einem Spitzenkern (16) der Misch-Schneckenspitze (6) angeordnet ist/sind.
4. Doppelschneckenextruder (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steigung (P) der Flügel (9) größer ist als eine Gewindesteigung (P1) der ersten Schnecke (3) und/oder der zweiten Schnecke (4), vorzugsweise ist die Steigung (P) doppelt bis viermal so groß wie die Gewindesteigung (P1), besonders bevorzugt ist die Steigung (P) fünfmal so groß wie ein Nenndurchmesser (D) der ersten Schnecke (3).
5. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Misch-Schneckenspitze (6) und die erste Schnecke (3) einstückig sind.

6. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Misch-Schneckenspitze (6) über eine Länge (L) in Richtung einer Längsachse (B) erstreckt, die gleich oder größer ist als ein Durchmesser (d) eines ersten Schneckenvorraums (8), vorzugsweise ist die Länge (L) einmal bis zehnmal der Durchmesser (d), besonders bevorzugt ist die Länge (L) zweimal bis fünfmal der Durchmesser (d).
7. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Misch-Schneckenspitze (6) einen Spitzenkern (16) aufweist, der einen gemeinsamen Nenndurchmesser (D) mit der ersten Schnecke (3) im Bereich der ersten Schneckenspitze (5) aufweist, wobei sich der Spitzenkern (16) in eine Förderrichtung (A) kegelig zu einer Spitze (18) verjüngt.
8. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Misch-Schneckenspitze (6) einen Spitzenkern (16) aufweist, der einen gemeinsamen Nenndurchmesser (D) mit der ersten Schnecke (3) im Bereich der ersten Schneckenspitze (5) aufweist, wobei sich der Spitzenkern (16) in eine Förderrichtung (A) zuerst kegelförmig erweitert zu einer Verdickung (22) und dann kegelig zu einer Spitze (18) verjüngt.
9. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in eine Förderrichtung (A) nach der Misch-Schneckenspitze (6) ein Mischelement (13) angeordnet ist um eine erzwungene Rotation der Schmelzen durch die Misch-Schneckenspitze (6) zu stoppen.
10. Doppelschneckenextruder nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass erste Schnecke (3) und zweite Schnecke (4) parallel zueinander angeordnet sind.

2016 10 19; Ba/Wr



Fig.2

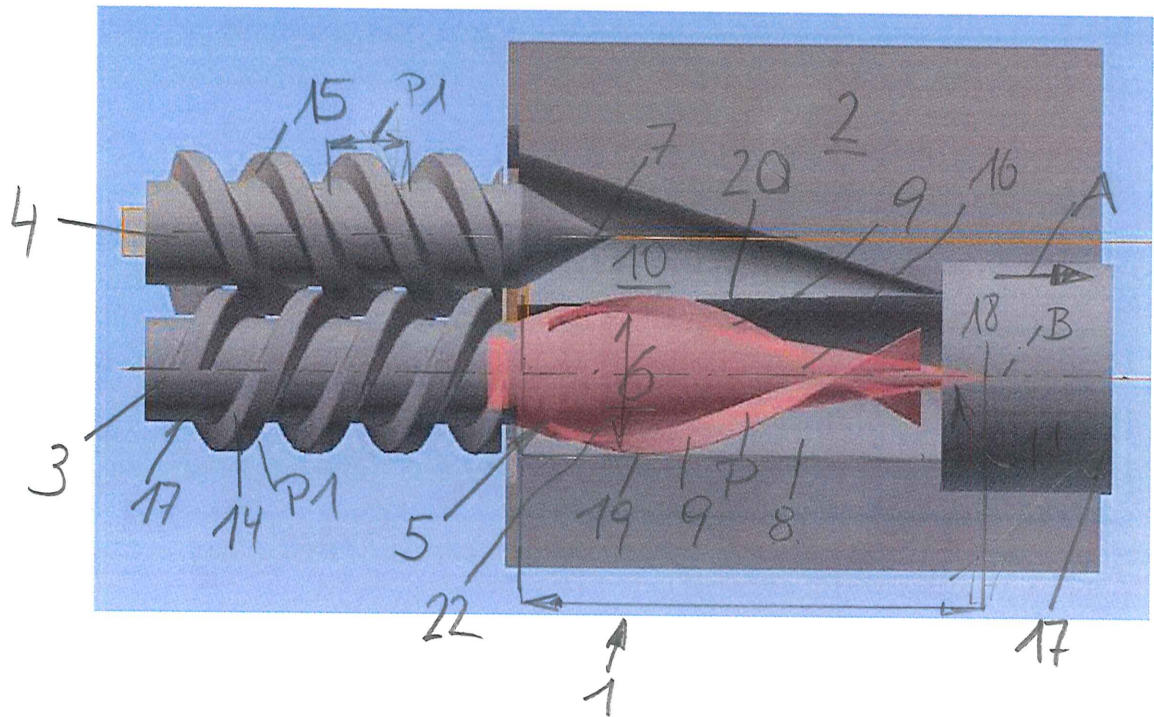


Fig.3

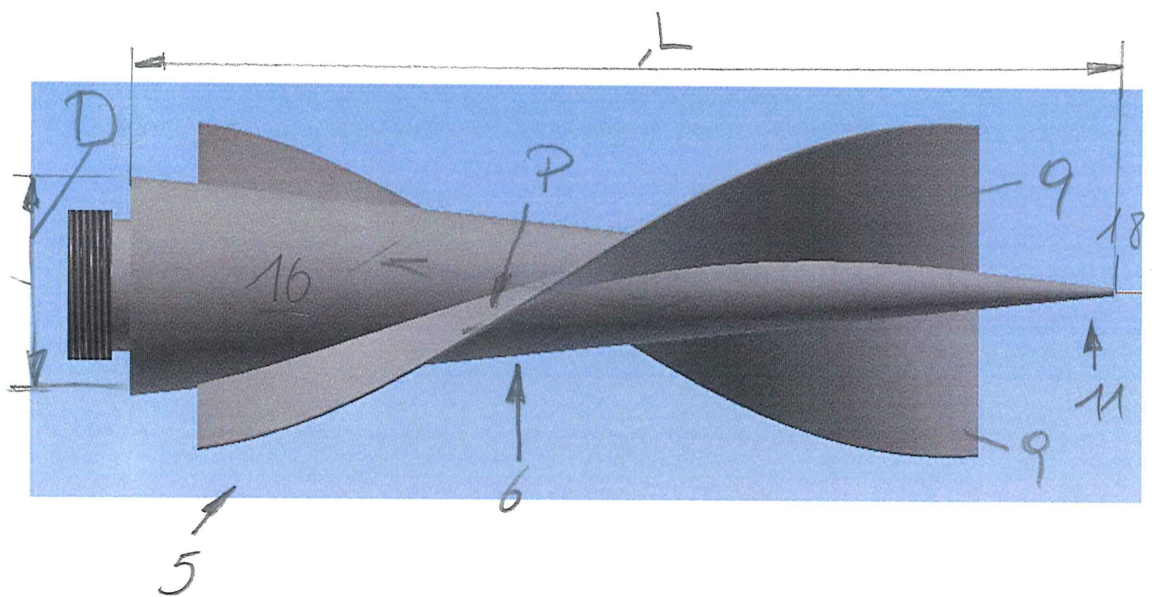


Fig.4

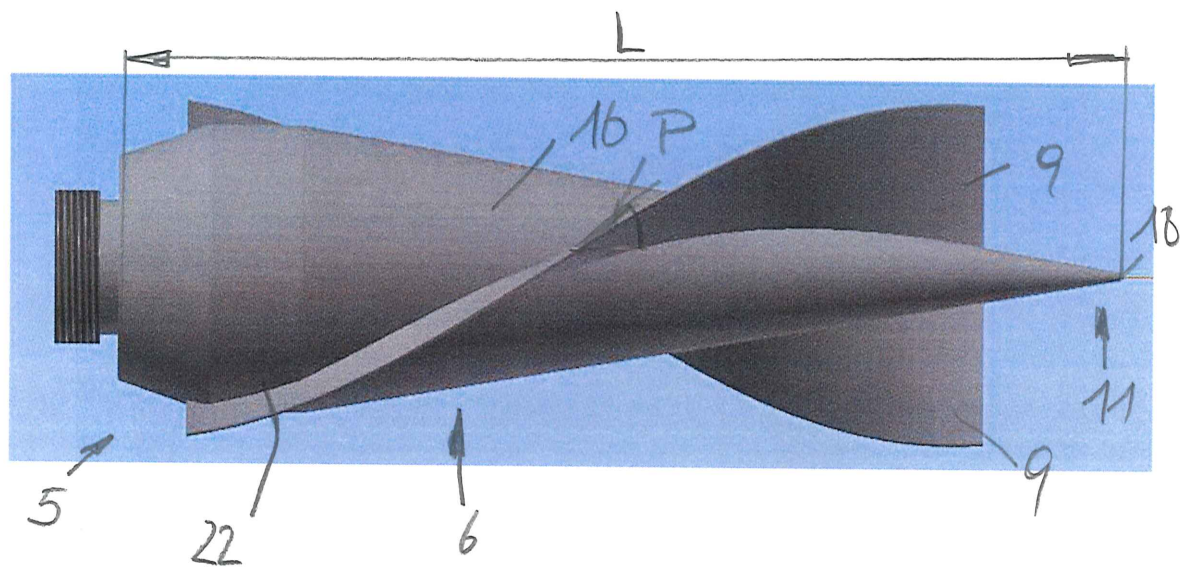
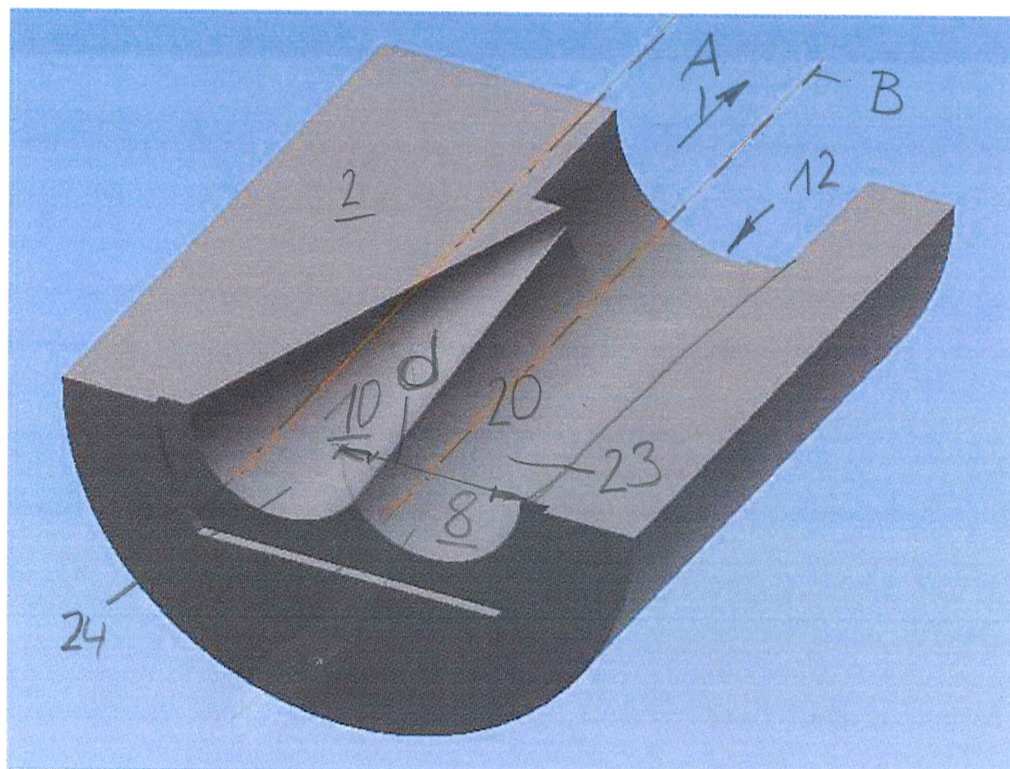
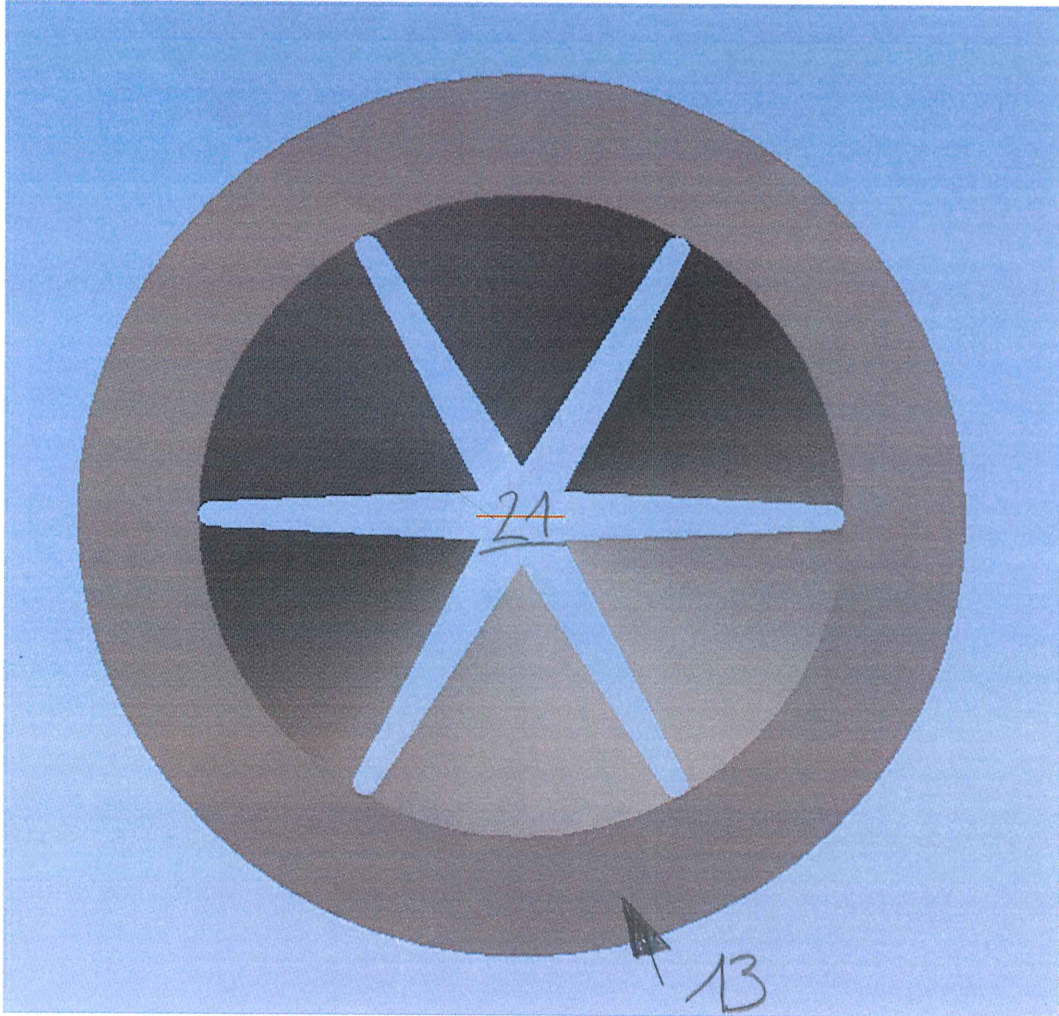


Fig.5



*Fig.6*



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

**B29C 47/08** (2006.01); **B29C 47/36** (2006.01); **B29C 47/40** (2006.01); **B29C 47/64** (2006.01); **B29C 45/54** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

**B29C 47/0825** (2013.01); **B29C 47/36** (2013.01); **B29C 47/40** (2013.01); **B29C 47/64** (2016.05); **B29C 45/54** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

B29C

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAP

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **19.10.2016** eingereichten Ansprüchen **1-10** erstellt.

| Kategorie <sup>*)</sup> | Bezeichnung der Veröffentlichung:<br>Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder),<br>Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich         | Betreffend<br>Anspruch |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| X                       | US 2003206482 A1 (GRIGGS JIMMY L [US]) 06. November 2003<br>(06.11.2003)<br>Figuren                                                                                            | 1, 3-5, 7,<br>10       |
| X                       | DE 2147404 A1 (LAVORAZIONE MATERIE PLAST) 04. Mai 1972<br>(04.05.1972)<br>Fig., Seite 3 Abs. 2, Seite 4 Abs. 2                                                                 | 1-3, 6, 8,<br>10       |
| X                       | JP H0976326 A (KOBE STEEL LTD) 25. März 1997 (25.03.1997)<br><br>Figuren                                                                                                       | 1, 3-5, 7,<br>10       |
| X                       | US 6997596 B1 (EIGRUBER HORST [US]) 14. Februar 2006<br>(14.02.2006)<br>Fig. 3                                                                                                 | 1, 3-4, 7,<br>10       |
| A                       | DE 3723456 C1 (WERNER & PFLEIDERER) 21. April 1988<br>(21.04.1988)<br>Fig. 1, [0006]                                                                                           | 1-10                   |
| A                       | DE 2030755 A1 (BARMAG BARMER MASCHFAB AG) 30. Dezember 1971<br>(30.12.1971)<br>Figuren                                                                                         | 1-10                   |
| A                       | US 2005270894 A1 (GATES THOMAS A [US], VALENTINE JAMES N<br>[US], STEELE DAVID H [US], BOWENS STEVEN H [US], BRISKIE DONN<br>L [US]) 08. Dezember 2005 (08.12.2005)<br>Fig. 15 | 1-10                   |

Datum der Beendigung der Recherche:

10.05.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

STOJANOVIC Thomas

<sup>\*)</sup> Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

## (neue) P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Doppelschneckenextruder (1) - insbesondere einen gegensinnig drehenden Doppelschneckenextruder (1) - zum Mischen eines Schmelzstromes, mit einem Schneckenorraum (8, 10) mit einer ersten Schnecke (3) und einer zweiten Schnecke (4), dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schnecke (3) eine Verlängerung in Form einer Misch-Schneckenspitze (6) aufweist, wobei die Misch-Schneckenspitze (6) mit der ersten Schnecke (3) fest verbunden ist, wobei ein erster Schmelzekanal (23), in dem die erste Schnecke (3) angeordnet ist zu einem zweiten Schmelzekanal (24), in dem die zweite Schnecke (4) angeordnet ist, über einen länglichen, sich konisch verjüngender Schlitz (20) strömungsverbunden angeordnet ist.
2. Doppelschneckenextruder (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Schneckenorraum (8) im Wesentlichen eine zylindrische Form aufweist, und dass ein zweiter Schneckenorraum (10) im Wesentlichen eine schiefkegelige Form aufweist.
3. Doppelschneckenextruder (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Misch-Schneckenspitze (6) zumindest einen Flügel (9) aufweist – vorzugsweise zwei bis fünf Flügel (9) aufweist – der/die im Wesentlichen schraubenförmig an einem Spitzenkern (16) der Misch-Schneckenspitze (6) angeordnet ist/sind.
4. Doppelschneckenextruder (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steigung (P) der Flügel (9) größer ist als eine Gewindesteigung (P1) der ersten Schnecke (3) und/oder der zweiten Schnecke (4), vorzugsweise ist die Steigung (P) doppelt bis viermal so groß wie die Gewindesteigung (P1), besonders bevorzugt ist die Steigung (P) fünfmal so groß wie ein Nenndurchmesser (D) der ersten Schnecke (3).
5. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Misch-Schneckenspitze (6) und die erste Schnecke (3) einstückig sind.

6. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Misch-Schneckenspitze (6) über eine Länge (L) in Richtung einer Längsachse (B) erstreckt, die gleich oder größer ist als ein Durchmesser (d) eines ersten Schneckenvorraums (8), vorzugsweise ist die Länge (L) einmal bis zehnmal der Durchmesser (d), besonders bevorzugt ist die Länge (L) zweimal bis fünfmal der Durchmesser (d).
7. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Misch-Schneckenspitze (6) einen Spitzenkern (16) aufweist, der einen gemeinsamen Nenndurchmesser (D) mit der ersten Schnecke (3) im Bereich der ersten Schneckenspitze (5) aufweist, wobei sich der Spitzenkern (16) in eine Förderrichtung (A) kegelig zu einer Spitze (18) verjüngt.
8. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Misch-Schneckenspitze (6) einen Spitzenkern (16) aufweist, der einen gemeinsamen Nenndurchmesser (D) mit der ersten Schnecke (3) im Bereich der ersten Schneckenspitze (5) aufweist, wobei sich der Spitzenkern (16) in eine Förderrichtung (A) zuerst kegelförmig erweitert zu einer Verdickung (22) und dann kegelig zu einer Spitze (18) verjüngt.
9. Doppelschneckenextruder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in eine Förderrichtung (A) nach der Misch-Schneckenspitze (6) ein Mischelement (13) angeordnet ist um eine erzwungene Rotation der Schmelzen durch die Misch-Schneckenspitze (6) zu stoppen.
10. Doppelschneckenextruder nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass erste Schnecke (3) und zweite Schnecke (4) parallel zueinander angeordnet sind.

2018 02 01; Ba

**Fig. 1**

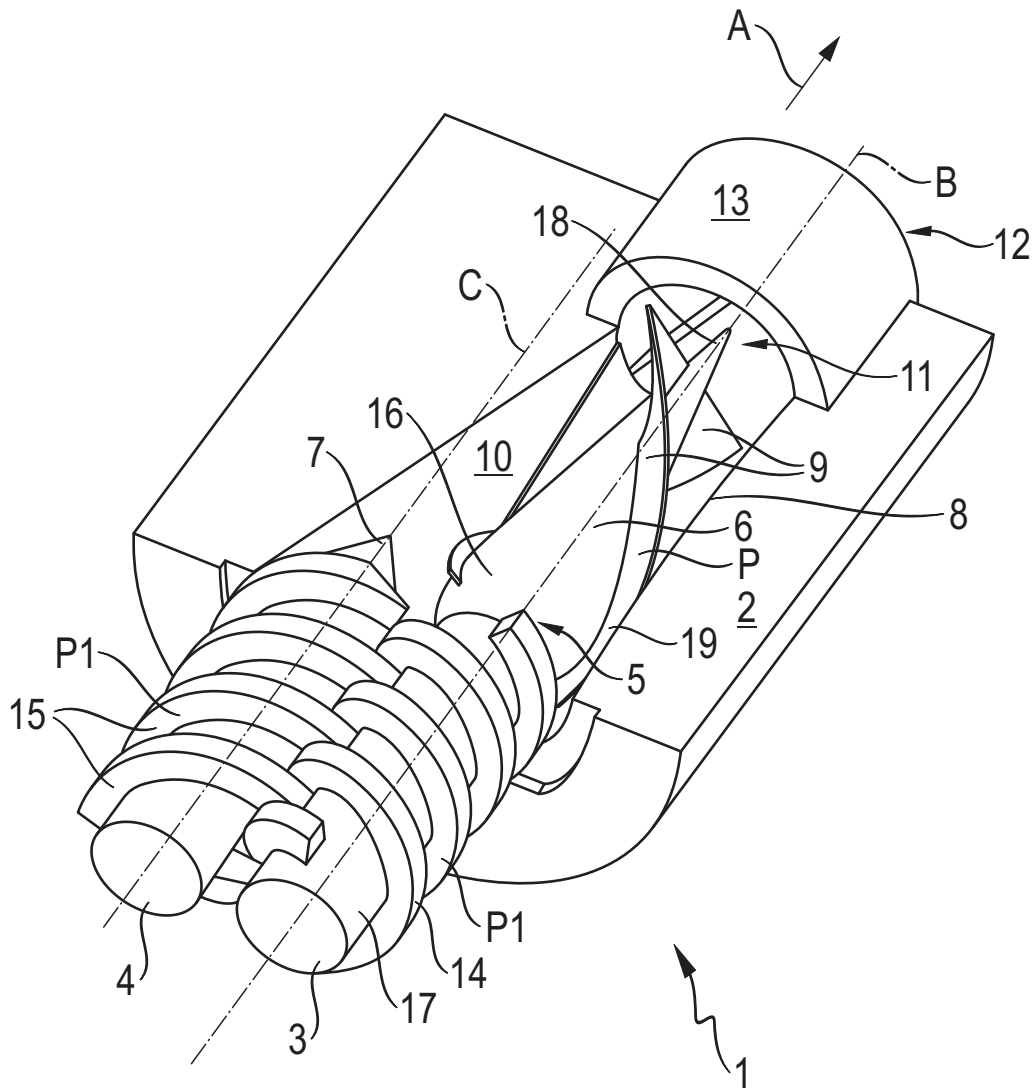


Fig. 2

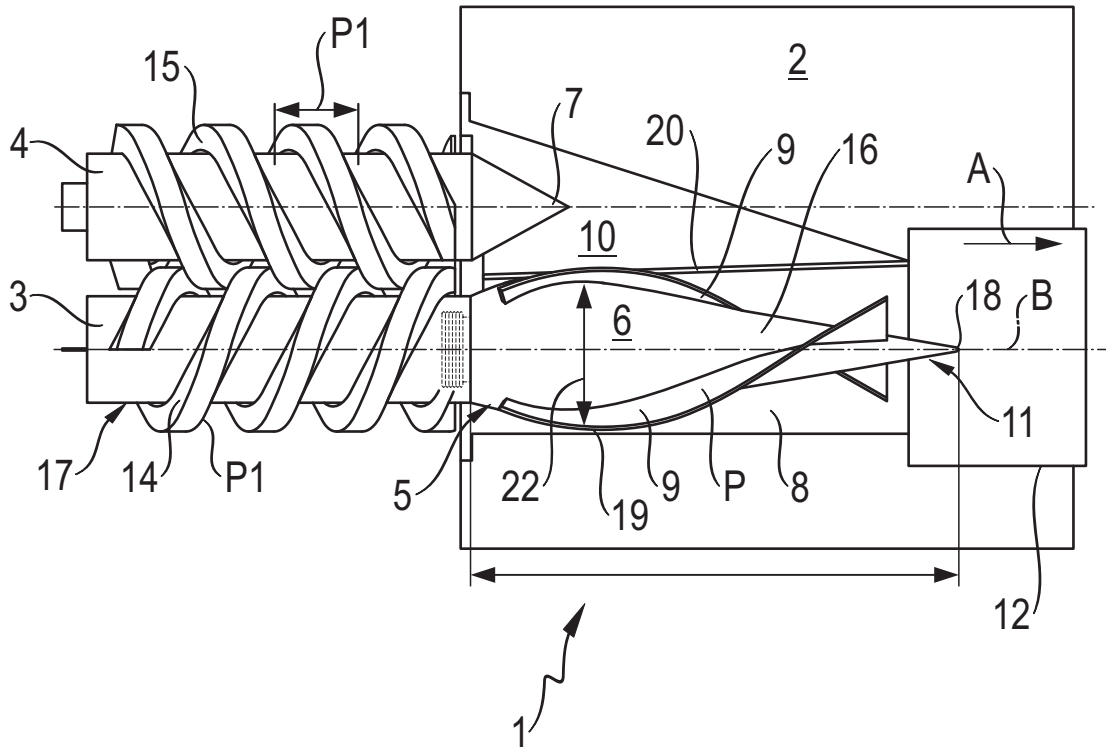
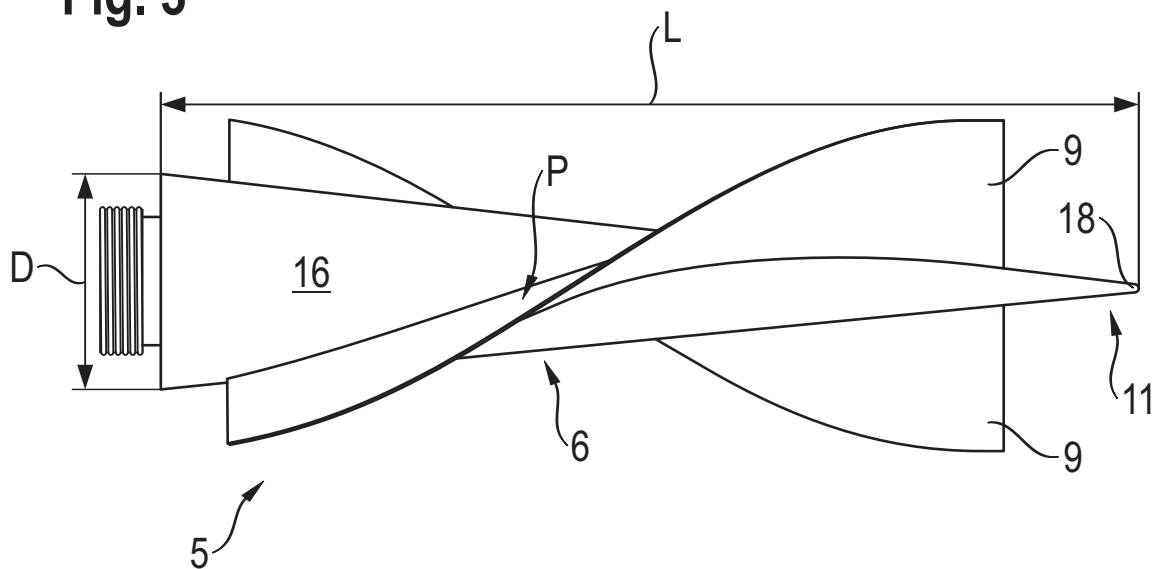
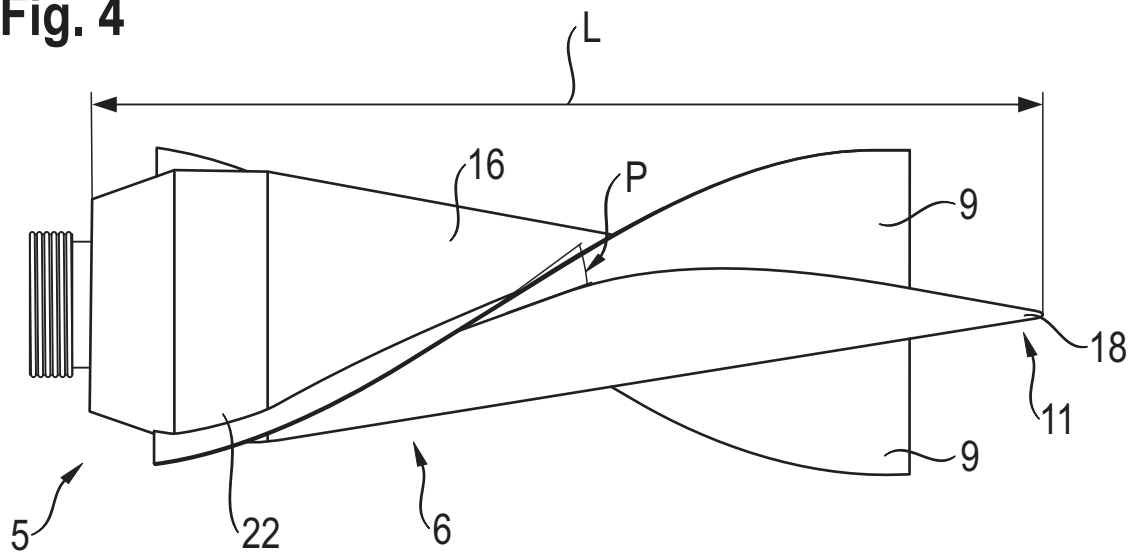
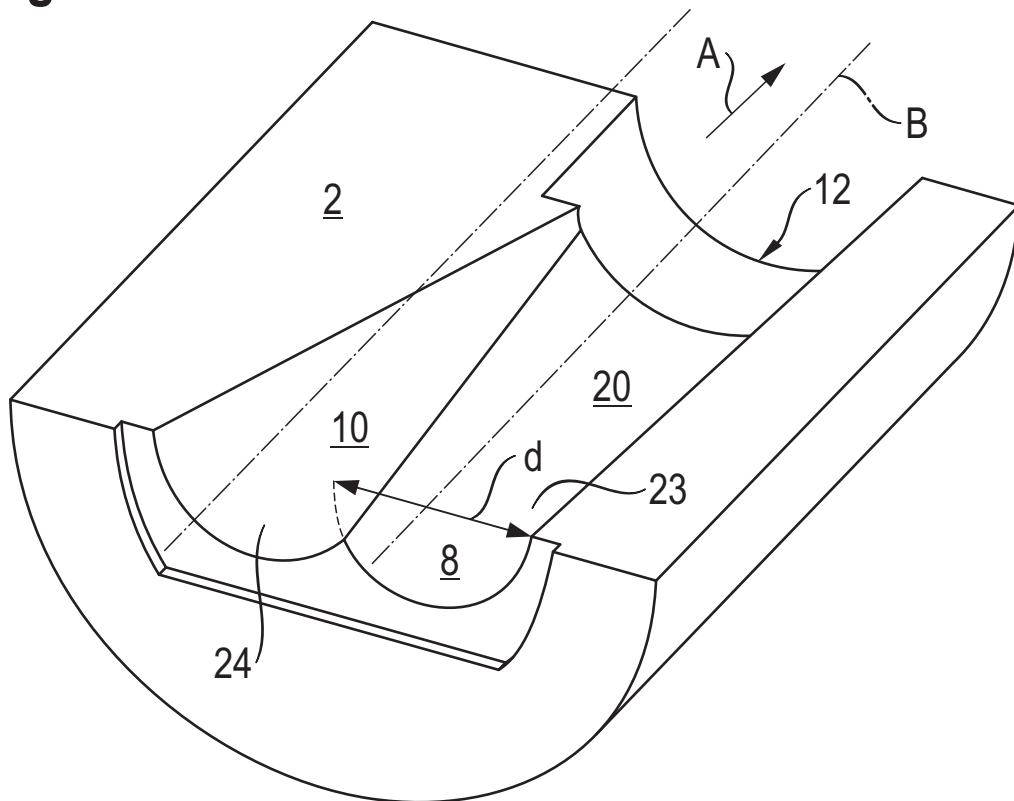


Fig. 3



**Fig. 4****Fig. 5**

**Fig. 6**