

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 511/2003
(22) Anmeldetag: 01.04.2003
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2010

(51) Int. Cl.⁸: **B29C 47/36** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 354076B DE 2043836B2

(73) Patentinhaber:
EREMA ENGINEERING RECYCLING
MASCHINEN UND ANLAGEN
GESELLSCHAFT M.B.H.
A-4052 ANSFELDEN (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR PLASTIFIZIERUNG VON KUNSTSTOFFMATERIAL**

(57) Bei einem Verfahren zur Plastifizierung von Kunststoffmaterial mittels eines von einem Zahnradextruder oder einer Zahnradpumpe gebildeten Plastifizierorganes wird das thermoplastische Kunststoffmaterial in einem Behälter (1) durch in diesem befindliche bewegte Werkzeuge (12) bearbeitet und auf eine unterhalb der Plastifizierungstemperatur liegende Temperatur erwärmt und dadurch erweicht. Erst in diesem erweichten Zustand wird das Material in das Plastifizierungsorgan (19) eingeführt und erst dort plastifiziert.

Eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens hat ein Zahnrad (20, 21, 41, 42, 44, 45) aufweisendes Gehäuse (31) eines Plastifizierorganes (19), dessen Einlassöffnung (18) mit der Austragsöffnung (17) eines Behälters (1) in Strömungsverbindung steht. Im Behälter (1) sind durch zumindest einen Motor (14) bewegte Werkzeuge (12) angeordnet, die das Kunststoffmaterial bearbeiten und auf eine unterhalb der Plastifizierungstemperatur liegende Temperatur erwärmen und dadurch erweichen.

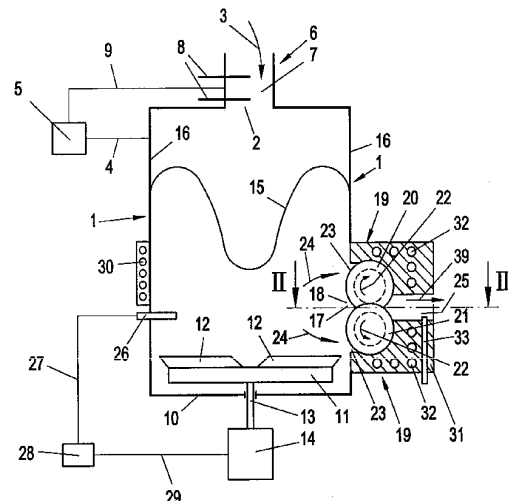


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Plastifizierung von Kunststoffmaterial mittels eines von einem Zahnradextruder oder einer Zahnradpumpe gebildeten Plastifizierorgan, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Es ist bekannt, Zahnradextruder zum Plastifizieren und Homogenisieren von Kautschukmischungen einzusetzen (DE 196 52 924 A1), aber die dort dargestellten Zahnradextruder eignen sich nicht ohne weiteres zur kontinuierlichen Plastifizierung von thermoplastischem Kunststoffmaterial, denn die Eigenschaften des zu plastifizierenden Kunststoffmaterials können sehr unterschiedlich sein, insbesondere dann, wenn zu recycelnde Ware verarbeitet werden soll. Untersuchungen haben gezeigt, dass die unmittelbare Zufuhr des zu verarbeitenden Kunststoffmaterials in den Zahnradextruder, so wie dies für Kautschukmischungen in DE 196 52 924 vorgeschlagen ist, zu Schwierigkeiten führt, einerseits wegen der erwähnten häufig vorliegenden Inhomogenität des zu verarbeitenden Materials, andererseits aus dem Grund, dass das zu verarbeitende Material, insbesondere zu recycelnde Ware, häufig in Form verhältnismäßig großer bzw. sperriger Teile vorliegt, welche sich dem direkten Einzug in den Zahnradextruder widersetzen.

[0003] Die Erfindung geht von der durch Versuche gewonnenen Erkenntnis aus, dass für die Verarbeitung von Kunststoffmaterial mittels eines Zahnradextruders eine geeignete Vorbehandlung des Kunststoffmaterials erforderlich ist, um dieses Material zielführend vom Zahnradextruder verarbeiten zu können. Ausgehend hiervon vermeidet das erfindungsgemäße Verfahren die eingangs erwähnten Schwierigkeiten dadurch, dass das thermoplastische Kunststoffmaterial in einem Behälter durch in diesem Behälter befindliche bewegte Werkzeuge bearbeitet und auf eine unterhalb der Plastifizierungstemperatur liegende Temperatur erwärmt und dadurch erweicht wird und erst in diesem erweichten Zustand durch eine Austragsöffnung des Behälters in den Zahnradextruder bzw. die Zahnradpumpe eingeführt und erst dort plastifiziert wird. Dadurch wird vermieden, dass die Verwendung des Zahnradextruders eine wesentliche Einengung der Eigenschaften des zu verarbeitenden Kunststoffmaterials mit sich bringt, da durch geeignete Anpassung der Behandlung des Kunststoffmaterials im Behälter mittels der bewegten Werkzeuge bzw. durch die dadurch bewirkte Erwärmung und Erweichung des zu verarbeitenden Materials dieses vom Zahnradextruder problemlos aufgenommen werden kann. Vorzugsweise wird hierbei so vorgegangen, dass das Kunststoffmaterial auf eine nahe der Plastifizierungstemperatur liegende Temperatur weitgehend homogen erwärmt wird. Hiefür eignen sich Polyolefine besonders gut, weil die Vorerwärmung im Behälter durch die bewegten Werkzeuge bis zu einer nahe dem Schmelzpunkt liegenden Temperatur möglich ist. Die bewegten Werkzeuge bewirken zugleich eine Mischung und gegebenenfalls Trocknung des verarbeiteten Materials und damit eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Material, sodass das in den Zahnradextruder bzw. die Zahnradpumpe eingeführte Material ein sehr enges Temperaturspektrum aufweist, welches bis in die Nähe des Schmelzpunktes des jeweils verarbeiteten Materials gebracht werden kann.

[0004] Wenn eine Zerkleinerung des in den Behälter eingebrachten Materials erforderlich ist, können die Werkzeuge problemlos als Zerkleinerungswerkzeuge, z.B. Messer, ausgebildet sein. Schon vorzerkleinertes Material (z.B. Granulat) erfordert in der Regel lediglich eine Mischung und Erwärmung, gegebenenfalls auch eine Trocknung. Hiefür eignen sich Werkzeuge, die um zumindest eine vertikale Achse zum Umlauf angetrieben sind. Die über die für diesen Umlauf eingebrachte Motorenergie geht durch Reibung des Materials an den Werkzeugen bzw. an der Behälterwand bzw. der Materialteilchen aneinander in Wärmeenergie des verarbeiteten Materials über.

[0005] Umlaufende Werkzeuge können auch dazu ausgenutzt werden, das Kunststoffmaterial durch die in der Seitenwand des Behälters angeordnete Austragsöffnung desselben in den Zahnradextruder bzw. die Zahnradpumpe einzudrücken. Dies gewährleistet eine kontinuierliche und in der Regel gleichmäßige Befüllung des Plastifizierorganes, sodass die von ihm verarbei-

tete plastifizierte Masse problemlos kontinuierlich weiter verarbeitet werden kann. Die Einleitung der im Behälter umlaufenden Kunststoffmasse in den Zahnradextruder bzw. die Zahnradpumpe kann durch zumindest einen im Behälter angeordneten Abweiser unterstützt werden.

[0006] Für die Überwachung der Erreichung bzw. Einhaltung des erwünschten Zustandes des verarbeiteten Kunststoffmaterials kann im Rahmen der Erfindung eine direkte Temperaturmessung im Behälter erfolgen und/oder es kann die vom Antriebsmotor der Werkzeuge aufgenommene Energie verwendet werden und/oder die Materialzufuhr in den Behälter. In den beiden letzteren Fällen wird der Umstand ausgenutzt, dass der Zustand des Materiales und die Menge desselben im Behälter sich auf die vom Motor aufgenommene Energie auswirken.

[0007] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geht aus von einer Konstruktion mit einem die Plastifizierung des Kunststoffmaterials durchführenden, Zahnräder aufweisenden Plastifizierorgan, dem das zu plastifizierende Kunststoffmaterial durch eine Einlassöffnung eines die Zahnräder aufnehmenden Gehäuses zugeführt wird. Die Erfindung besteht darin, dass die Einlassöffnung mit der Austragsöffnung eines Behälters in Strömungsverbindung steht, in welchem durch zumindest einen Antrieb bewegte Werkzeuge angeordnet sind, die zur Erweichung des in den Behälter eingebrachten Kunststoffmaterials durch Erwärmung desselben auf eine unterhalb der Plastifizierungstemperatur liegende Temperatur dienen. Zur Erreichung bzw. Einhaltung dieser Temperatur ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zumindest eine Überwachungseinrichtung vorgesehen. Diese Überwachungseinrichtung kann zumindest eine den Behälter angeordneten Temperaturfühler aufweisen und/oder einen Sensor für die vom Antrieb der Werkzeuge aufgenommene Energie und/oder einen Sensor für die Menge des in den Behälter eingebrachten Kunststoffmaterials.

[0008] Wie bereits erwähnt, ist es für die Erwärmung des zu verarbeitenden Materiales zweckmäßig, umlaufende Werkzeuge einzusetzen. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung können einige Werkzeuge an einer Trägerscheibe befestigt sein, die vom Antrieb zur Drehung um eine vertikale Achse angetrieben ist und deren Werkzeuge zumindest annähernd auf der Höhe der Austragsöffnung des Behälters angeordnet sind. Durch die von diesen Werkzeugen auf das verarbeitete Material ausgeübte Zentrifugalkraft und gegebenenfalls durch eine spachtelartige Ausbildung der Werkzeuge lässt sich die bereits erwähnte Eindrückung des verarbeiteten Materiales in die Austragsöffnung und damit eine intensive Befütterung des Zahnradextruders erzielen. Die Trägerscheibe bildet hierbei bis zu einem gewissen Grad eine Unterteilung des Behälterinnenraumes, sodass im Wesentlichen vermieden wird, dass das von den umlaufenden Werkzeugen aufgewirbelte und im Behälter zum Umlauf in Form einer Mischtrombe angetriebene Material unter die Trägerscheibe gelangt. Es können jedoch auch zusätzliche Werkzeuge auf zumindest einer weiteren zur Drehung um eine vertikale Achse angetriebenen Trägerscheibe befestigt sein, welche weitere Trägerscheibe im Abstand oberhalb der der Austragsöffnung zugeordneten Trägerscheibe im Behälter angeordnet ist. Diese zusätzliche Trägerscheibe kann auf derselben Antriebswelle sitzen wie die der Austragsöffnung zugeordnete Trägerscheibe, wobei diese Welle zweckmäßig den Behälterboden abgedichtet durchsetzt und von unten angetrieben ist. Es ist jedoch auch möglich, den Antrieb der Welle von oben her zu bewirken und es sind auch Konstruktionen denkbar, bei denen die beiden Trägerscheiben von unterschiedlichen Antrieben bewegt werden, die sowohl unterhalb als auch oberhalb des Behälters angeordnet sein können.

[0009] Zweckmäßig ist die Einlassöffnung des Plastifizierorganes unmittelbar an die Austragsöffnung des Behälters angeschlossen, um den erwähnten Befüllungseffekt voll auszunutzen. In Sonderfällen ist es jedoch denkbar, die Austragsöffnung des Behälters durch ein Rohr mit der Einlassöffnung des Plastifizierorganes zu verbinden, für diesen Fall kann in diesem Rohr eine Förderschnecke angeordnet sein.

[0010] Eine einstufige, das Plastifizierorgan bildende Zahnradpumpe kann, wie Versuche gezeigt haben, eine vollständige Plastifizierung des verarbeiteten Materiales nur beschränkt erzielen, sodass diese einfache Anordnung Fällen vorbehalten ist, bei welchen keine homogene,

schmelzefiltrierte Masse notwendig ist, die geringe Massetemperatur und der geringe Energieverbrauch sowie die einfache Bauweise jedoch von Bedeutung sind. Liegen höhere Ansprüche in Bezug auf die vom Plastifizierorgan erhaltene Schmelzequalität vor, dann weist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung das Plastifizierorgan zumindest zwei in Strömungsrichtung des Kunststoffmaterials hintereinander angeordnete Zahnradpaare auf. Die zusätzlichen Zahnradpaare bilden Mischorgane. Die Schmelzeviskosität bestimmt die Geometrie dieser Mischzahnradpaare und umgekehrt. Wird ein drittes Zahnradpaar angeordnet, macht das dem Mischzahnradpaar folgende Austragszahnradpaar eine weiters verbesserte Plastifizierung und Homogenisierung möglich, aber auch die Erzeugung höherer Drücke im das Plastifizierorgan verlassenden Material, sodass die von nachgeschalteten Anlageteilen, wie Schmelzefilter, Düsen usw., ausgeübten Widerstände überwunden werden.

[0011] Bei Verwendung von zumindest zwei Zahnradpaaren ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung die Anordnung so getroffen, dass bei zumindest zwei miteinander kämmenden Zahnradern ihre Zähne mit Bezug auf das geförderte Kunststoffmaterial blockierungsfrei kämmen. Eine strenge Kämmung der Zahnräder würde nämlich das fördernde Material blockieren. Diese Blockierungsfreiheit kann im Rahmen der Erfindung erreicht werden durch Ausbildung der Zähne der Zahnräder zumindest eines Zahnrades als Stummelzähne. Weitere Möglichkeiten für die Erzielung einer Blockierungsfreiheit sind Schlitze bzw. Kanäle in zumindest einem der miteinander kämmenden Zahnradern und/oder ein über die Zähne geschnittenes Gewinde. Schließlich ist es auch möglich, die Zahnräder nur über die Zahnspitzen miteinander kämmen zu lassen.

[0012] Weitere Kennzeichen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, welche in den Zeichnungen schematisch dargestellt sind. Fig. 1 zeigt einen Vertikalschnitt durch eine einfache Ausführungsform, bei welcher nur ein Zahnradpaar vorgesehen ist. Fig. 2 ist ein Schnitt nach der Linie II - II der Fig. 1. Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher im Behälter zwei übereinander angeordnete Werkzeugträgerscheiben vorgesehen sind. Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform mit zwei Werkzeugträgerscheiben im Behälter und zwei Zahnradpaaren im Zahnradextruder. Fig. 5 zeigt eine Ausführungsvariante hierzu mit drei Zahnradpaaren im Zahnradextruder. Fig. 6 zeigt mit Überströmkanälen ausgebildete Zahnräder in perspektivischer Darstellung. Fig. 7 zeigt die Ausbildung von Mischnuten in den Zahnradpaaren und Fig. 8 zeigt Mischnuten in Gewindeform.

[0013] Die Ausführungsform nach den Fig. 1 und 2 hat einen Behälter 1 für die Vorbearbeitung des thermoplastischen Kunststoffmaterials, z.B. Polyolefine, Polypropylen, Polyäthylen usw. Dieser Behälter 1 wird von oben durch eine Einfüllöffnung 2 in Richtung des Pfeiles 3 befüllt. Wenn die Bearbeitung des Kunststoffmaterials unter Vakuum erfolgen soll, ist der Behälter 1 über eine Leitung 4 an eine Evakuierungseinrichtung 5 angeschlossen. In diesem Fall ist an die Einfüllöffnung 2 eine Schleuse 6 angeschlossen, deren Schleusenkammer 7 durch zwei z.B. hydraulisch oder pneumatisch betätigte Schieber 8 abschließbar ist und über eine Leitung 9 an die Evakuierungseinrichtung 5 angeschlossen ist. Die Schieber 8 sind in Fig. 1 in der halboffenen Stellung dargestellt.

[0014] Im Behälter 1 ist nahe dessen Boden 10 eine Scheibe 11 angeordnet, die als Träger für umlaufende Werkzeuge 12 dient. Diese Werkzeuge können reine Mischwerkzeuge sein und/oder, falls das in den Behälter 1 eingebrachte Material zerkleinert werden soll, als Messer. Die Scheibe 11 ist auf einer in der Achse des zylindrischen Behälters 1 vertikal angeordneten Welle 13 befestigt, die den Behälterboden 10 abgedichtet durchsetzt und durch einen Motor 14 zur Drehung angetrieben wird. Der Umlauf der Werkzeuge bewirkt, dass das im Behälter 1 befindliche, zu verarbeitende Kunststoffgut aufgewirbelt wird und in Form einer Mischtrombe 15 entlang der Behälterseitenwand 16 hoch steigt und nach Erreichung der maximalen Höhe wieder nach innen gegen die Behältermitte zu zurückfällt.

[0015] In seinem unteren Bereich weist der Behälter 1 in der Seitenwand 16 eine Austragsöffnung 17 auf, die bei der in Fig. 1 dargestellten Konstruktion mit der Einlassöffnung 18 des Gehäuses 31 eines Plastifizierorganes 19 zusammen fällt, das ein an die Einlassöffnung 18 an-

schließendes Zahnradpaar 20, 21 aufweist. Die beiden Zahnräder 20, 21 kämmen miteinander und drehen in der durch Pfeile 22 dargestellten Richtung, also im Sinne von der Mitte der Einlassöffnung 18 weg nach außen. Dadurch bilden sich am Rand der Einlassöffnung 18 zwei Einzugsalte 23, in welche das zu plastifizierende Material aus der Austragsöffnung 17 in Richtung der Pfeile 24 in das Plastifizierorgan 19 hineingezogen wird. Die miteinander kämmenden Zahnräder 20, 21 bewirken eine Knetung und damit Plastifizierung des verarbeiteten Kunststoffmaterials, welches vom Zahnradpaar 20, 21 durch einen Austragskanal 25 in Richtung des Pfeiles 39 aus dem Gehäuse 31 ausgedrückt wird. Bei der dargestellten Ausführungsform bildet das Plastifizierorgan 19 eine Zahnradpumpe. Es kann jedoch an den Austragskanal 25 eine Düse od.dgl. angeschlossen sein, sodass das Plastifizierorgan 19 als Zahnradextruder wirkt.

[0016] Die erwähnte Mischung bzw. Zerkleinerung des im Behälter 1 befindlichen Gutes mittels der Werkzeuge 12 bewirkt über die vom Motor eingebrachte Energie eine Erwärmung und gegebenenfalls Trocknung des verarbeiteten Gutes. Diese Erwärmung wird so gestaltet, dass das im Behälter 1 befindliche Gut auf eine Temperatur knapp unter seiner Plastifizierungstemperatur gebracht wird, also einen erweichten Zustand erreicht, und erst im Plastifizierorgan 19 endgültig plastifiziert wird. Diese Vorgangsweise kann chargenweise erfolgen oder auch kontinuierlich, wenn für eine geeignete laufende Beschickung des Behälters 1 gesorgt wird. Ist das zu verarbeitende Kunststoffmaterial hinsichtlich seiner Art einheitlich und sein Temperaturverhalten bekannt, dann genügen Erfahrungswerte, um die Vorrichtung zielführend zu betreiben. Treffen die zuvor genannten Anforderungen jedoch nicht oder nicht sicher zu, dann ist es empfehlenswert, die Temperatur des im Behälter 1 verarbeiteten Materiales zu überwachen. Hiefür kann im Behälter 1 zumindest ein Temperaturfühler 26 vorgesehen sein, der über eine Leitung 27 mit einer Steuereinrichtung 28 verbunden ist, deren Ausgangssignal über eine Leitung 29 auf den Motor 14 gelegt ist und diesen so steuert, dass über die jeweils eingebrachte Motorenergie die Temperatur des im Behälter 1 verarbeiteten Materiales zumindest annähernd auf dem gewünschten Wert gehalten wird. Dies stellt sicher, dass das durch die Austragsöffnung 17 in das Plastifizierorgan 19 eintretende Material genügend erweicht ist, um von den Zahnrädern 20, 21 des Plastifizierorganes 19 problemlos erfasst und plastifiziert werden zu können.

[0017] Alternativ hierzu kann aber die Steuereinrichtung 28 auch so ausgebildet sein, dass sie die vom Motor 14 aufgenommene Energie überwacht, die ja davon abhängig ist, welchen Zustand das im Behälter 1 verarbeitete Material hat. Wenn dessen Temperaturverhalten genügend bekannt ist, so kann die erwähnte Steuerung des Motors 14 genügen. Eine weitere Alternative für die Überwachung der Erreichung bzw. der Erhaltung des erwärmten Zustandes des Kunststoffmaterials im Behälter 1 besteht darin, die Materialzufuhr in den Behälter 1 zu steuern. Die vom Motor 14 aufgenommene Energie und damit die durchschnittliche Temperatur des verarbeiteten Materiales im Behälter 1 hängt ja auch vom Befüllungsgrad des Behälters 1 ab.

[0018] Eine weitere Möglichkeit, auf die Temperatur des verarbeiteten Materiales Einfluss zu nehmen, besteht darin, für eine zusätzliche Beheizung oder Kühlung des Behälters 1 und/oder des Plastifizierorganes 19 zu sorgen. Hiefür kann an der Seitenwand 16 des Behälters 1 zumindest eine Heiz- und/oder Kühlwicklung 30 vorgesehen sein. In gleicher Weise können in das Gehäuse 31 des Plastifizierorganes 19 Heiz- und/oder Kühlkanäle 32 eingebettet sein. Weiters ist es zweckmäßig, Druck und Temperatur der vom Plastifizierorgan 19 verarbeiteten Materialmasse, die im Austragskanal 25 strömt, zu überwachen. Hiefür können in das Gehäuse 31 geeignete Fühler 33 eingebettet sein.

[0019] Wie Fig. 2 zeigt, ist eines der Zahnräder 20, 21 auf eine Welle 34 aufgekeilt, die im Gehäuse 31 gelagert ist und von einem Motor 35 angetrieben wird.

[0020] Weiters ist aus Fig. 2 ersichtlich, dass die auf der Scheibe 11 befestigten Werkzeuge 12 entgegen der Drehrichtung (Pfeil 36) der Scheibe abgebogen oder gekrümmt sind. Dadurch ergibt sich eine spachtelartige Eindrückung des im Behälter 1 umlaufenden Materiales in die Austragsöffnung 17 des Behälters 1.

[0021] Während Fig. 1 eine Ausführungsform mit nur einer Werkzeugträgerscheibe 11 zeigt,

deren Werkzeuge 12 zumindest annähernd auf der Höhe des unteren Einzugspaltes 23 des Zahnradpaares 20, 21 angeordnet sind, zeigt Fig. 3 eine Ausführungsform mit zwei übereinander im Abstand voneinander angeordneten Werkzeugträgerscheiben 11, die auf einer gemeinsamen Welle 13 sitzen und gemeinsam vom unter dem Behälterboden 10 angeordneten Motor 14 zur Drehung angetrieben werden. Die untere Werkzeugträgerscheibe 11 ist analog zur Konstruktion nach Fig. 1 angeordnet, ihre Werkzeuge 12 liegen zumindest annähernd auf der Höhe des unteren Einzugspaltes 23 und fördern durch Fliehkraftwirkung und gegebenenfalls auch Spachtelwirkung das von ihnen bewegte Material in den Einzugspalt 23. Die obere Werkzeugträgerscheibe 11 ist etwas höher als der obere Einzugspalt 23 angeordnet, ihre Werkzeuge 12 bewegen das bearbeitete Kunststoffmaterial in Form der Mischtrombe 15. Im zwischen den beiden Werkzeugträgerscheiben 11 liegenden Raum 38 kann sich eine solche Trombe 15 nur beschränkt ausbilden, da ein Hochsteigen des umlaufenden Materiales im Wesentlichen durch die obere Werkzeugträgerscheibe 11 begrenzt wird, deren Umfang nahe der Behälterseitenwand 16 liegen kann. Daher wird das durch die Einfüllöffnung 2 in den Behälter 1 eingebrachte Material zunächst von den Werkzeugen 12 der oberen Scheibe 11 erfasst und in Form der Mischtrombe 15 gemischt bzw. gegebenenfalls auch zerkleinert. Nur allmählich kann dieses Material durch den Ringspalt 37 zwischen der Behälterwand 16 und dem Umfang der oberen Scheibe 11 in den Raum 38 gelangen, wo es von den Werkzeugen 12 der unteren Scheibe 11 nochmals erfasst und gemischt bzw. gegebenenfalls nochmals zerkleinert wird. Erst jetzt wird das so vorbearbeitete und auf die geeignete Temperatur unterhalb der Plastifizierungstemperatur erwärmte und dadurch erweichte Material in die von den Zahnrädern 20, 21 gebildete Zahnradpumpe eingeleitet, dort plastifiziert und schließlich durch den Austragskanal 25 in Richtung des Pfeiles 39 abgeführt. Dadurch ergibt sich eine ausreichende Verweilzeit des bearbeiteten Kunststoffmateriales im Behälter 1 und damit die gewünschte homogene Temperatur der in das Plastifizierorgan 19 eingeleiteten Kunststoffmasse.

[0022] Um zu vermeiden, dass Kunststoffmaterial durch den Ringspalt 37 aus dem Raum 38 wieder zurück in den oberhalb der oberen Scheibe 11 liegenden Behälterraum zurücksteigen kann, und um die Einleitung des im Raum 38 umlaufenden Kunststoffgutes in den oberen Einzugspalt 23 des Plastifizierorganes 19 zu begünstigen, kann im Bereich dieses Ringspaltes 37 bzw. im Bereich dieses Einzugspaltes 23 ein Abweiser 50 vorgesehen sein, der an der Innenwand 16 des Behälters 1 befestigt ist und als Leitorgan wirkt, welches die umlaufende Masse in den Einzugspalt 23 leitet. Hiezu liegt zweckmäßig das das Kunststoffmaterial abgebende Ende dieses Abweisers 50 zumindest annähernd auf der Höhe des Einzugspaltes 23 des oberen Zahnrades 20.

[0023] Es ist zweckmäßig, die Temperatur des verarbeiteten Kunststoffmateriales sowohl im Raum 38 als auch in dem oberhalb der oberen Scheibe 11 liegenden Behälterraumteil 40 zu überwachen. Hiefür ist für jeden dieser Räume 38, 40 ein Temperaturfühler 26 vorgesehen. Die von ihnen gelieferten Signale sind über Leitungen 27 auf die Steuereinrichtung 28 gelegt und bewirken dadurch eine Steuerung des Motors 14 in geeigneter Weise.

[0024] Während bei den bisher beschriebenen Ausführungsformen das Plastifizierorgan 19 nur ein einziges Zahnradpaar aufwies, ist gemäß Fig. 4 ein weiteres Zahnradpaar 41, 42 im Gehäuse 31 des Plastifizierorganes 19 angeordnet, welche als Mischzahnradpaar dient und eine höhere Schmelzequalität im Austragskanal 25 gewährleistet. Da zur Erzielung der erforderlichen Austragsrichtung (Pfeil 39) das Zahnradpaar 41, 42 in Richtung der Pfeile 43 drehen muss und mit den Zahnrädern 20, 21 kämmt, müssen letztere so drehen (Pfeile 22), dass sich ein einziger, mittig zwischen den beiden Zahnrädern 20, 21 liegender Einzugspalt 23 der Zahnradpumpe ergibt. In diesen Einzugspalt 23 fördern die annähernd auf seiner Höhe befindlichen Werkzeuge 12 der unteren Scheibe 11 in der bereits beschriebenen Weise.

[0025] Die Ausführungsform nach Fig. 5 weist im Gehäuse 31 des Plastifizierorganes 19 ein drittes Zahnradpaar 44, 45 auf, welches mit den Zahnrädern 41, 42 kämmt und in den Austragskanal 25 in Richtung des Pfeiles 39 fördert. Die Drehrichtungen der drei Zahnradpaare sind durch Pfeile 22 angedeutet. Eine solche Ausführungsform ermöglicht die Erzeugung höherer Drücke zur Überwindung von Widerständen an den Austragskanal 25 angeschlossener

Anlagenteile, wie Schmelzefilter, Extruderdüsen usw. Auch bei einer solchen Ausführungsform kann ein Abweiser 50 vorgesehen sein, welcher in gleicher Weise wirkt, wie der Abweiser 50 bei der Ausführungsform nach Fig. 3, und das im Innenraum des Behälters 1 umlaufende erweichte Kunststoffmaterial in den Einzugschlitz 23 des oberen Zahnrades 20 des ersten Zahnradpaares leitet. Wie Fig. 5 zeigt, gilt für beide Einzugschlitze 23 ein breiter Einzugschlitzwinkel α bzw. β , sodass eine ausreichende Befütterung des ersten Zahnradpaares 20, 21 gewährleistet ist.

[0026] Wenn mehr als ein einziges Zahnradpaar vorgesehen ist, so könnte es zur Blockierung der Förderung des plastifizierten Materiales in den Austragskanal 25 und damit zu einem Bruch in der Zahnradpumpe bzw. im Zahnradextruder kommen, wenn benachbarte Zahnradpaare miteinander streng kämmen und nicht für eine Blockierungsfreiheit gesorgt ist. Eine solche Blockierungsfreiheit kann in einfacher Weise dadurch erzielt werden, dass die Zähne 46 der miteinander kämmenden Zahnräder 41, 42 bzw. 44, 45 als Stummelzähne ausgebildet sind, also nicht streng miteinander kämmen, sondern nur im Bereich der Zahnschneidkanten. Wie Fig. 7 zeigt, bilden sich dann zwischen den Zähnen 46 der beiden Mischzahnräder 41, 42 Spalte 47, durch welche das bearbeitete Material fließen kann. Alternativ oder zusätzlich hiezu können, wie Fig. 6 zeigt, die Zähne 46 miteinander kämmender Zahnräder durch in Umfangsrichtung der Zahnräder verlaufende Nuten 48 unterbrochen sein. Es ergibt sich dadurch eine Knetung des bearbeiteten Materiales, welche die Plastifizierung desselben begünstigt. In ähnlicher Weise können an den Zähnen 46 vorgesehene Schlitze wirken.

[0027] Eine weitere Möglichkeit, die Blockierung des Materiales an miteinander kämmenden Zahnrädern 41, 42, zu verhindern, besteht darin, über die Zähne dieser Zahnräder ein Gewinde 49 (Fig. 8) zu schneiden, was fertigungsmäßig in einfacher Weise durchführbar ist. In allen diesen Fällen hat das verarbeitete thermoplastische Kunststoffmaterial die Möglichkeit, durch die gebildeten Freiräume durchzufließen, also das betreffende Zahnradpaar zu "überfahren".

[0028] Die Förderwirkung der Zahnräder sowie gegebenenfalls auch die erwähnte Ausweichmöglichkeit für den verarbeiteten Kunststoff kann auch dadurch unterstützt werden, dass zumindest eines der Zahnradpaare 20, 21 bzw. 41, 42 bzw. 44, 45 eine Schrägverzahnung bzw. eine Pfeilverzahnung aufweist.

[0029] Die in den Figuren dargestellten Ausführungsvarianten haben durchwegs Zahnräder, deren Achsen horizontal gerichtet sind. Dies ist nicht zwingend erforderlich, es können vielmehr diese Achsen auch geneigt angeordnet sein bzw. gegebenenfalls sogar vertikal stehen.

[0030] Bei allen Ausführungsformen ist es möglich, an den Austragskanal 25 ein Schmelzefilter und/oder Düsen einer Granuliertvorrichtung anzuschließen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Plastifizierung von Kunststoffmaterial, wobei das Kunststoffmaterial in einem Zahnradextruder oder in einer Zahnradpumpe plastifiziert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das thermoplastische Kunststoffmaterial in einem Behälter (1) durch in diesem Behälter (1) befindliche bewegte Werkzeuge (12) bearbeitet und auf eine unterhalb der Plastifizierungstemperatur liegende Temperatur erwärmt und dadurch erweicht wird und erst in diesem erweichten Zustand durch eine Austragsöffnung (17) des Behälters (1) in den Zahnradextruder bzw. die Zahnradpumpe eingeführt und erst dort plastifiziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kunststoffmaterial auf eine nahe der Plastifizierungstemperatur liegende Temperatur weitgehend homogen erwärmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kunststoffmaterial im Behälter (1) durch um zumindest eine vertikale Achse umlaufende Werkzeuge (12) bearbeitet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kunststoffmaterial mittels der Werkzeuge (12) durch die in der Seitenwand (16) des Behälters (1) angeordnete Austragsöffnung (17) des Behälters (1) in den Zahnradextruder bzw. die Zahnradpumpe eingedrückt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Behälter (1) umlaufendes Kunststoffmaterial mittels zumindest eines Abweisers (50) in den Zahnradextruder bzw. die Zahnradpumpe eingeleitet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kunststoffmaterial bei der Bearbeitung mittels der bewegten Werkzeuge (12) auch getrocknet und/oder zerkleinert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Überwachung der Erreichung bzw. Einhaltung des erwärmten Zustandes des Kunststoffmaterials eine direkte Temperaturmessung im Behälter (1) und/oder die vom Antriebsmotor (14) der Werkzeuge (12) aufgenommenen Energie und/oder die Materialzufuhr in den Behälter (1) verwendet wird.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einem die Plastifizierung des Kunststoffmaterials durchführenden, Zahnräder (20, 21) aufweisenden Plastifizierorgan (19), dem das zu plastifizierende Kunststoffmaterial durch eine Einlassöffnung (18) eines die Zahnräder (20, 21) aufweisenden Gehäuses (31) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einlassöffnung (18) mit der Austragsöffnung (17) eines Behälters (1) in Strömungsverbindung steht, in welchem durch zumindest einen Antrieb (14) bewegte Werkzeuge angeordnet sind, die zur Bearbeitung und Erweichung des in den Behälter (1) eingebrachten Kunststoffmaterials durch Erwärmung desselben auf eine unterhalb der Plastifizierungstemperatur liegende Temperatur dienen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Überwachungseinrichtung bzw. Steuereinrichtung (28) für die Temperatur des im Behälter (1) befindlichen Kunststoffmaterials vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (28) mit zumindest einem im Behälter (1) angeordneten Temperaturfühler (26) und/oder einem Sensor für die vom Motor (14) der Werkzeuge (12) aufgenommene Energie und/oder einem Sensor für die Menge des in den Behälter (1) eingebrachten Kunststoffmaterials verbunden ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass einige Werkzeuge (12) an einer Trägerscheibe (11) befestigt sind, die vom Motor (14) zur Drehung um eine vertikale Achse angetrieben ist und deren Werkzeuge (12) zumindest annähernd auf der Höhe der Austragsöffnung (17) des Behälters (1) angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzliche Werkzeuge (12) auf zumindest einer weiteren, zur Drehung um eine vertikale Achse angetriebenen Trägerscheibe (11) befestigt sind, die im Abstand oberhalb der Austragsöffnung (17) zugeordneten Trägerscheibe (11) im Behälter (1) angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Innenwand des Behälters (1) zumindest ein als Leitorgan ausgebildeter Abweiser (50) vorgesehen ist, der das im Behälter (1) bewegte Kunststoffmaterial in die Austragsöffnung (17) des Behälters (1) leitet.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einlassöffnung (18) des Gehäuses (31) des Plastifizierorganes (19) unmittelbar an die Austragsöffnung (18) des Behälters (1) angeschlossen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Plastifizierungsorgan (19) zumindest zwei in Strömungsrichtung des Kunststoffmaterials hintereinander angeordnete Zahnradpaare (20, 21 bzw. 41, 42 bzw. 44, 45) aufweist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Einzugsalt (23) des unteren Zahnrades (21) des der Einlassöffnung (18) benachbarten Zahnradpaares (20, 21) auf der Höhe der untersten im Behälter (1) umlaufenden Werkzeuge (12) liegt und der Einzugsalt des oberen Zahnrades (20) dieses Zahnradpaares (20, 21) auf der Höhe des das Kunststoffmaterial abgebenden Ende des Abweisers (50).
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei zumindest zwei miteinander kämmenden Zahnrädern (41, 42 bzw. 44, 45) ihre Zähne (46) mit Bezug auf das geförderte Kunststoffmaterial blockierungsfrei kämmen.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erreichung der Blockierungsfreiheit die Zähne der Zahnräder (41, 42 bzw. 44, 45) zumindest eines Zahnradpaares als Stummelzähne ausgebildet sind und/oder Schlitze bzw. Kanäle und/oder ein über die Zähne (46) geschnittenes Gewinde (49) aufweisen und/oder nur über die Zahnspitzen kämmen.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Richtung der Achsen der Zahnräder (20, 21, 41, 42, 44, 45) von der Horizontalen abweicht, gegebenenfalls vertikal gerichtet ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Heizungseinrichtung (30) und/oder Kühleinrichtung für den Behälter (1) und/oder für das Gehäuse (31) des Plastifizierorganes (19) vorgesehen ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Zahnradpaar eine Schrägverzahnung oder Pfeilverzahnung aufweist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass an Austragskanälen (25) des Plastifizierorganes (19) ein Schmelzefilter und/oder zumindest eine Granulierdüse angeschlossen ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

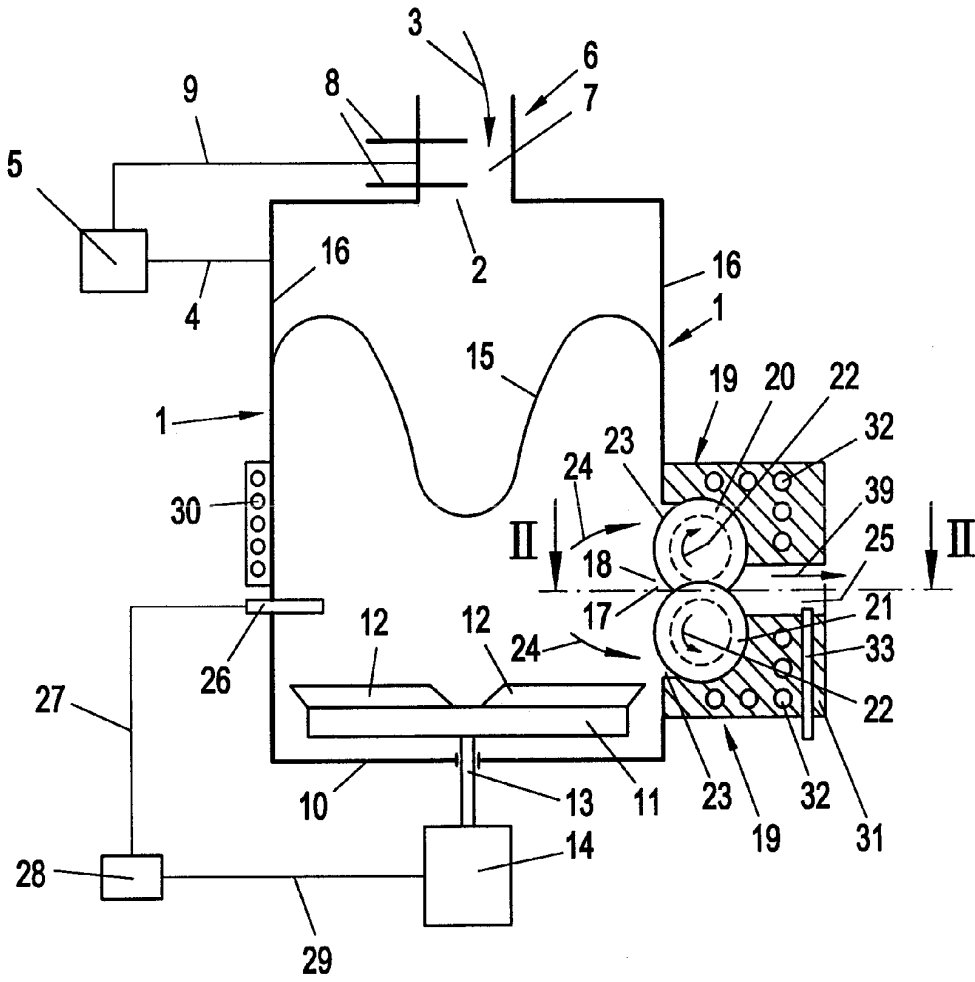


FIG. 1

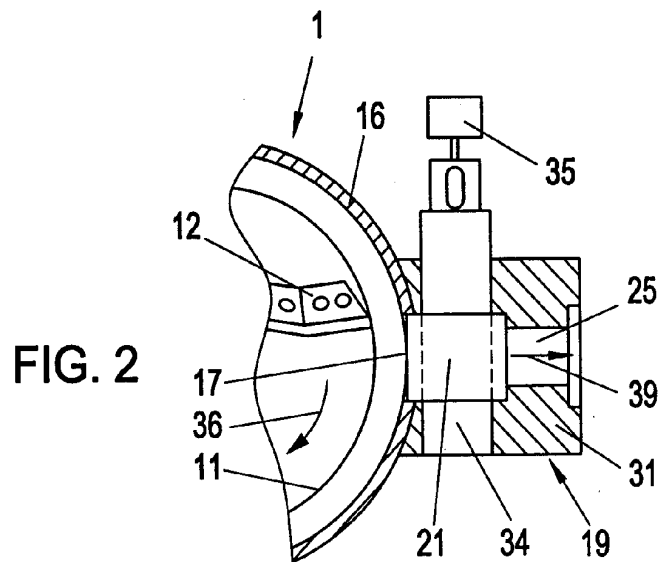


FIG. 2

FIG. 3

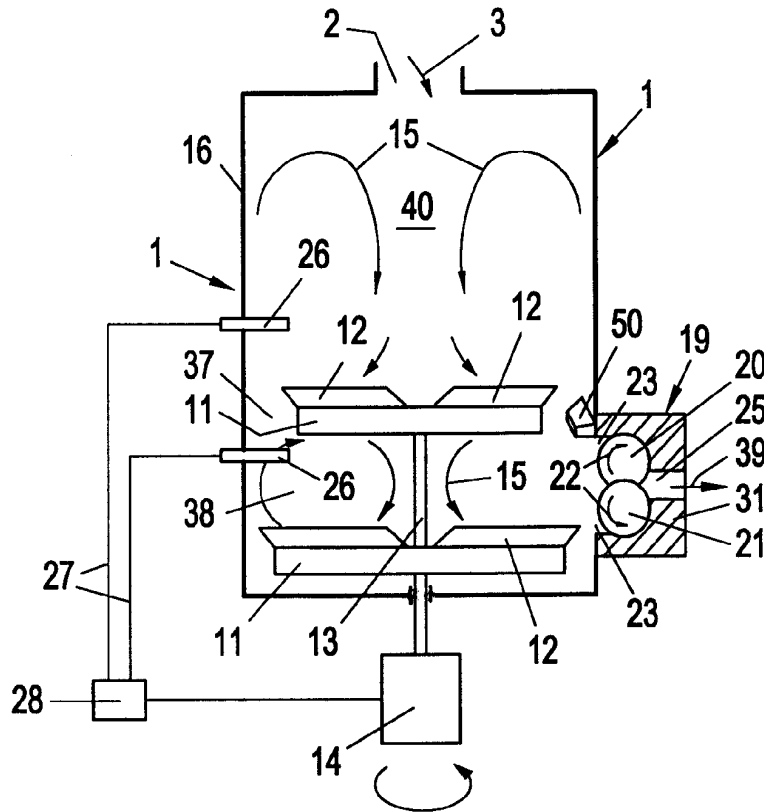
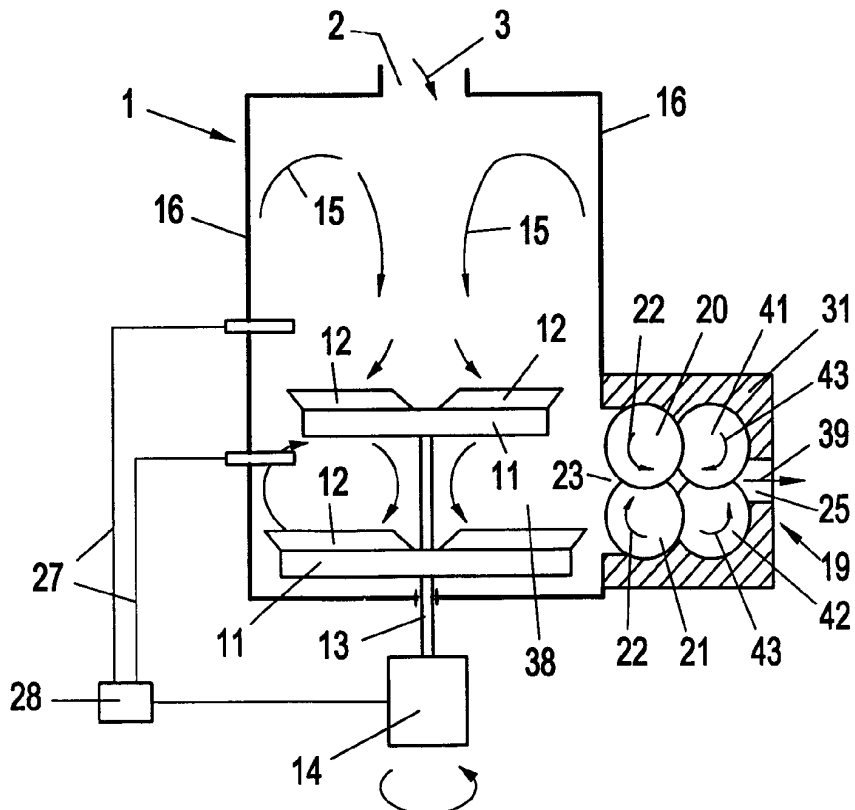


FIG. 4



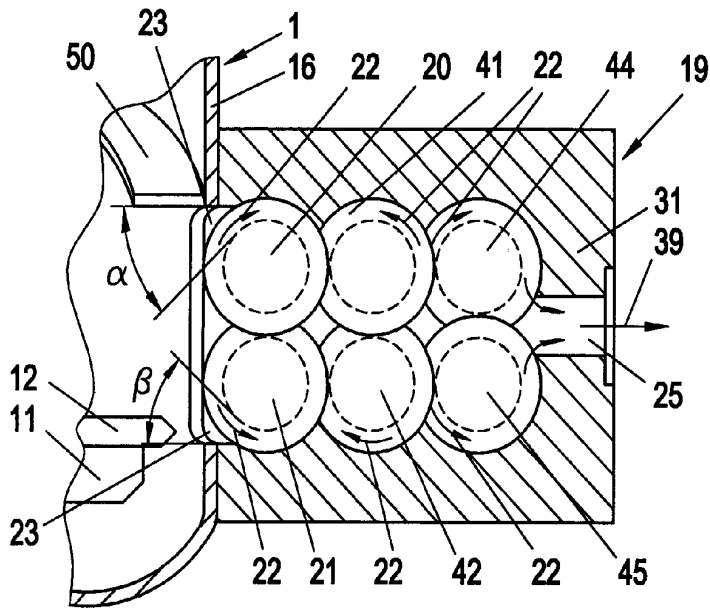


FIG. 5

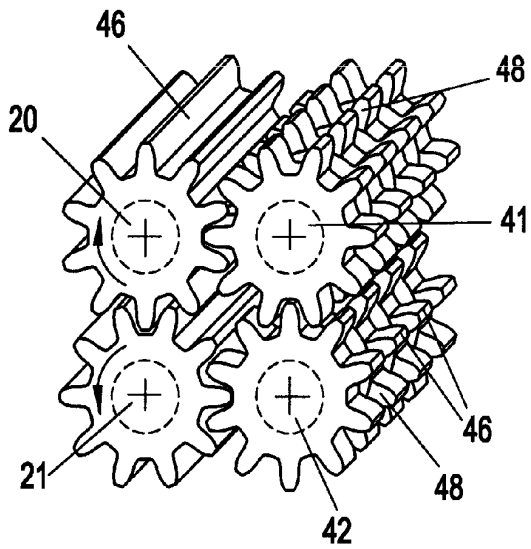


FIG. 6

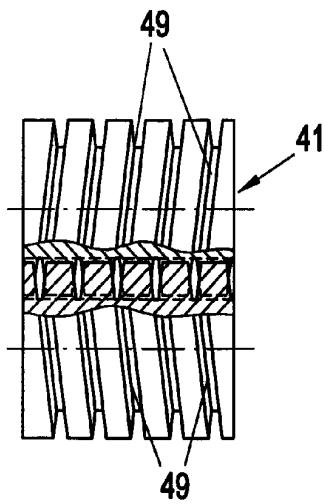


FIG. 8

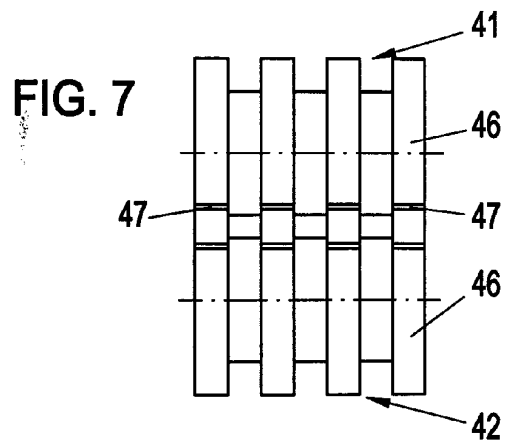


FIG. 7