

(19)



(11)

EP 1 714 694 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
02.11.2011 Patentblatt 2011/44

(51) Int Cl.: **B01F 7/04** (2006.01) **B01J 19/18** (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
25.02.2009 Patentblatt 2009/09

(21) Anmeldenummer: **05008591.9**

(22) Anmeldetag: **20.04.2005**

(54) **Grossvolumiger Mischer / Reaktor**

Large scale mixer / reactor

Mélangeur / réacteur gros volume

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.10.2006 Patentblatt 2006/43

(73) Patentinhaber: **Buss-SMS-Canzler GmbH
35510 Butzbach (DE)**

(72) Erfinder:
• **Loew, Pascal**
4052 Basel (CH)
• **Lennert, Andreas**
79379 Müllheim (DE)

• **Naef, Rainer**
8953 Dietikon (CH)

(74) Vertreter: **Schaad, Balass, Menzl & Partner AG**
Dufourstrasse 101
Postfach
8034 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 274 668 EP-A2- 0 715 881
WO-A-03/035235 DE-A1- 2 012 294
DE-A1- 2 349 106 US-A- 3 689 035
US-A- 3 964 874 US-A- 5 669 710

EP 1 714 694 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen grossvolumigen Reaktor gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 15.

[0002] Grossvolumige Reaktoren, auch GVR genannt, können besonders für die thermische und/oder physikalische und/oder chemische Behandlungen von Stoffsystemen verwendet werden. Unter thermischer Behandlung wird insbesondere das Verdampfen, Entgasen und Trocknen eines Stoffsystems verstanden. Der Begriff der physikalischen Behandlung umfasst insbesondere die Stoffumwandlung, die Sublimation, die Resublimation, die Kristallisation oder das Mischen eines Stoffsystems, während der Begriff der chemischen Behandlung Reaktionen im Allgemeinen umfasst.

[0003] Solche grossvolumigen Reaktoren weisen üblicherweise einen Innenraum, auch Mischraum genannt, mit einem Volumen von etwa 3 bis 50'000 Liter und in den meisten Fällen einem Normalvolumen von etwa 1'000 bis 20'000 Liter auf und gewährleisten über ein grosses Viskositätsspektrum eine gute Misch- und Knetwirkung und somit eine rasche Erneuerung der freien Oberfläche.

[0004] Aus der EP 0715881 ist ein Reaktor gattungsbildender Art bekannt. Zwei gegensinnig angetriebene, parallelachsige Rotoren sind in einem von einem Gehäuse umschlossenen Mischraum angeordnet. Zwei Stirnwände, welche durch eine Mantelwand miteinander verbunden sind, bilden einen zylinderförmigen Mischraum. Jeder Rotor umfasst eine Rotorwelle und mehrere Segmentscheiben. Von jeder Rotorwelle stehen mehrere Segmentscheiben radial ab. Dabei sind die Segmentscheiben Segmentebenen zugeordnet, die rechtwinklig zu den Rotorwellen mit Abständen in axialer Richtung voneinander entfernt sind. Ein Spalt befindet sich zwischen der Mantelwand und Segmentscheiben. In jeder Segmentebene wirken die Segmentscheiben eines Rotors mit den Segmentscheiben des anderen Rotors in gegenseitigem Eingriff zahnradartig zusammen.

[0005] Jede Segmentscheibe eines Rotors ist zur - in axialer Richtung gesehen - benachbarten Segmentscheibe in einer Drehrichtung, beziehungsweise Umfangsrichtung versetzt angeordnet und mittels eines Knetbarrens verbunden. Die Knetbarren dienen dazu, mit der Mantelwand des Gehäuses zusammenzuwirken. Bei einer festgelegten Drehrichtung ist die Zusammenwirkung ein Abreinigen einer Schicht von Reaktionsgut, welches an der Mantelwand haftet. Die Knetbarren reinigen weiter auch den anderen Rotor ab. Die Knetbarren sind für eine möglichst vollständige Abreinigung der Mantelwand parallel zur jeweiligen Rotorachse, sowie in Drehrichtung gesehen, an vor- und nachlaufenden Enden der Segmentscheiben angeordnet. Die Knetbarren sind in axialer Richtung durch Lücken voneinander beabstandet, um jeweils einem korrespondierenden Scheibensegment des anderen Rotors ein Eingreifen zu ermöglichen, sowie

dessen Flanken abzureinigen.

[0006] Zwei axial benachbarte Segmentscheiben begrenzen in axialer Richtung eine Kammer. Eine seitliche Begrenzung der Kammern in vor- und nachlaufender Richtung erfolgt nur partiell - und zwar durch zwei in axialer Richtung beabstandete und in Umfangsrichtung versetzte Segmentscheiben, derart, dass die Segmentscheiben auf spiralförmigen Linien liegen, deren Spiralachsen koaxial zu den jeweiligen Rotorachsen liegen.

[0007] In Umfangsrichtung gesehen ist jede Kammer zu einer in Umfangsrichtung vor- und/oder nachlaufenden Kammer in axialer Richtung um die Steigung der spiralförmigen Linie versetzt. Die Kammern sind dabei derart versetzt angeordnet, dass eine Überschneidung mit der in Umfangsrichtung gesehen vorlaufenden und/oder nachlaufenden Kammer asymmetrisch ist. Diese Asymmetrie führt im Betrieb denn auch zu einem asymmetrischen Förderverhalten, wie dies in Fig. 1 beschrieben wird.

[0008] Es gibt Fälle, wo ein solches asymmetrisches Förderverhalten unerwünscht ist, da es zu unerwünschter Massenkumulation, beziehungsweise Massenverteilung von Reaktionsgut an gewissen Orten längs des Reaktors führt, worunter die Durchmischung des Reaktionsguts leidet.

[0009] Weiter ist aus der WO 03/035235 ein Mischknetzer bekannt. In einem Gehäuse sind zwei achsparallele Wellen angeordnet. Auf den Wellen befinden sich in Drehrichtung und in Achsrichtung aufeinanderfolgende in Richtung der Welle bzw. schräg dazu verlaufende Knetbarren an einem Tragelement. Die Bahnen der Knetbarren an den beiden Wellen überlappen sich zumindest teilweise. Beim Drehen greifen die Knetbarren an der einen Welle zwischen die Tragelemente an der anderen Welle.

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen gattungsgemässen Reaktor zu schaffen, in welchem die Verteilung des Mischgutes im Mischraum entlang der Rotorachsen gezielt beeinflusst werden kann.

[0011] Die Aufgabe wird mit einem erfindungsgemässen Reaktor nach Anspruch 1 gelöst. Weiter wird diese Aufgabe mit einem Verfahren nach Anspruch 15 gelöst.

[0012] Weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0013] Dadurch, dass bei einem erfindungsgemässen Reaktor die Scheibensegmente und die Knetbarren sowohl in einem Längsabschnitt als auch in einem weiteren Längsabschnitt wie folgt angeordnet sind, kann eine Förderwirkung des Mischgutes und/oder Reaktionsgutes erzielt werden.

[0014] In einem grossvolumigen Reaktor nach Anspruch 1 sind die Scheibensegmente und die Knetbarren derart auf den jeweiligen Rotorwellen angeordnet, dass die Förderbewegung in einem Längsabschnitt in axialer Richtung in entgegengesetzter Richtung zur Förderbewegung eines weiteren Längsabschnittes zeigt.

[0015] Ein besonderer Vorteil entsteht dann, wenn die stets gegensinnig drehenden Rotoren alternierend in bei-

den Drehrichtungen betrieben werden, so wie dies in Anspruch 15 beansprucht ist. Durch einen solchen Betrieb kann eine besonders intensive Durchmischung erreicht werden.

[0016] Mit einem solchen, erfindungsgemässen Reaktor ist es nun möglich, beabsichtigt in axialer Richtung Zonen im Mischraum eines Reaktors zu definieren, die im Betrieb über eine höhere Dichte von Reaktionsgut verfügen, als andere Zonen. Solche Zonen intensiverer Durchmischung, auch Kompaktierzonen genannt, bieten sich als Orte für die Zuführung einer weiteren Komponente oder eines oder mehrerer Zusatzstoffe oder eines anderen, unter Umständen bereits vorgemischten weiteren Reaktionsgutes geradezu an, besonders wenn eine möglichst rasche und innige Mischung und/oder Reaktion mit dem sich bereits in der Kompaktierzone befindlichen Reaktionsgut erzielt werden soll.

[0017] In Zonen ausserhalb der Kompaktierzonen sind mit Vorteil Einlässe, Brüden, sowie allfällige Messpunkte in einem oben liegenden Teil des Gehäuses angeordnet, da bei einer Teilbefüllung des Reaktors an diesen Stellen weniger zu Verklebung und /oder zu Verstopfung neigen, da das Reaktionsgut nicht festbackt und festsetzt. Dadurch kann eine Reinigung eines solchen Reaktors seltener und/oder einfacher werden.

[0018] Besonders bei einem Chargenbetrieb kann die Anordnung des Auslasses in einer Zone mit hoher Vermischungsintensität den Vorteil haben, dass eine Ausstragung des zu einem Produkt verarbeiteten Reaktionsguts aus dem Reaktor begünstigt wird.

[0019] Ein weiterer Vorteil kann bei einem erfindungsgemässen Reaktor für den Chargenbetrieb darin liegen, dass bei einem aus mehreren Komponenten mit unterschiedlichen Viskositäten bestehenden Reaktionsgut, insbesondere einer flüssigen und einer pastösen Komponente, bei teilweise gefülltem Mischraum ein oder mehrere Längsabschnitte mit einer den vorangegangenen Längsabschnitten entgegengesetzten Richtung der Förderbewegung gezielt auf den Rotoren angeordnet werden können, um ein sogenanntes Durchschwappen der flüssigen Komponente zu verhindern. Eine solche Kompaktierzone wirkt somit gegen gewisse flüssige Komponenten sperrend und sorgt dafür, dass die flüssigen Komponenten erst nach deren Einbindung in das Reaktionsgut diese Kompaktierzone durchschreiten können.

[0020] Durch die Bildung von Kompaktierzonen kann erreicht werden, dass eine durch eine Teilreaktion entstandene oder von aussen zugeführte flüssige Komponente in einem bestimmten Bereich des Mischraums verbleibt, bis sie verdampft oder durch das Reaktionsgut aufgenommen ist.

[0021] Ferner besteht die Möglichkeit, die Zufuhr von Komponenten oder Zusatzstoffen in Zonen ausserhalb der Kompaktierzonen anzuordnen, da bei einer Vollbefüllung des Reaktors weniger Widerstand seitens des sich in diesem Bereich des Mischraums befindlichen Reaktionsguts/Mischguts entgegenwirkt und kann deshalb

mit einfacheren Mitteln durchgeführt werden.

Bei einem andern grossvolumigen Reaktor weisen alle benachbarten Längsabschnitte eine Förderbewegung in derselben Richtung auf, wobei die Förderbewegung in den verschiedenen Längsabschnitten unterschiedlich gross, beziehungsweise unterschiedlich stark ist. Weiter kann durch eine entsprechende Anordnung von Scheibensegmenten und Knetbarren in aufeinanderfolgenden Längsabschnitten eine progressive oder degressive Förderwirkung in axialer Richtung erzielt werden.

[0022] Dadurch ist es möglich, an gewünschten Orten längs des Reaktors Kompaktierzonen zu generieren und beabsichtigt Zonen ausserhalb der Kompaktierzonen zu schaffen.

[0023] Es ist nun möglich, Zonen mit unterschiedlich starker Förderwirkung zu schaffen. Zonen mit langsamerer Förderwirkung können sich beispielsweise in Kompaktierzonen befinden.

[0024] In Zonen ausserhalb der Kompaktierzonen sind mit Vorteil Einlässe, Brüden, sowie allfällige Messpunkten in einem oben liegenden Teil des Gehäuses angeordnet, da bei einer Teilbefüllung des Reaktors an diesen Stellen weniger zu Verklebung und /oder zu Verstopfung neigen, da das Reaktionsgut nicht festbackt und festsetzt. Dadurch kann eine Reinigung eines solchen Reaktors seltener und/oder einfacher werden.

[0025] Ferner besteht die Möglichkeit, die Zufuhr von Komponenten oder Zusatzstoffen in Zonen ausserhalb der Kompaktierzonen anzuordnen, da bei einer Vollbefüllung des Reaktors weniger Widerstand seitens des sich in diesem Bereich des Mischraums befindlichen Reaktionsguts/Mischguts entgegenwirkt und kann deshalb mit einfacheren Mitteln durchgeführt werden.

[0026] Durch eine Anordnung des Auslasses in einer Kompaktierzone kann ein Produktaustrag begünstigt werden. Auch in einem solchen anderen Reaktor sind die Vorteile vom Reaktor nach Anspruch 1 möglich.

[0027] Im folgenden werden im Zusammenhang mit einem erfindungsgemässen Reaktor für einen zweiphasig betriebenen GVR die folgenden drei physikalischen Transportmechanismen berücksichtigt:

- a) Kinematische Förderung
- b) Förderung durch Axialdispersion
- c) Viskoses Fliessen unter Schwerkrafteinfluss

[0028] Der Anteil eines jeden dieser Mechanismen an der Gesamtförderung, das heisst, der resultierenden Förderbewegung wird dabei massgeblich von der Reaktorgeometrie (Durchmesser, Spiele, Neigung, Abstände der Segmentscheiben, etc.), sowie von den rheologischen Eigenschaften des Reaktionsguts (Pulver/Granulat, Schmelze, Viskosität, Fliessverhalten, etc.) beeinflusst.

[0029] Die kinematische Förderung beruht auf der Beobachtung, dass bewegte, zum Beispiel rotierende Maschinenteile (zum Beispiel die Knetbarren) unter einem vorgegebenen Anstellwinkel (Neigung) an ruhenden

Wänden (Mantelwand) vorbeistreichen und einen Netto-Fluss des Reaktionsguts mit einer kinematischen Förderkomponente in Axialrichtung bewirken. Charakteristisch für die kinematische Förderung ist die Abhängigkeit der Förderrichtung vom Drehsinn der Rotoren. Bei Drehrichtungsumkehr ändert sich die Richtung der Förderbewegung und des daraus resultierenden Flusses des Reaktionsguts.

[0030] Die rotierenden Knetbarren schieben entlang der Mantelwand des Gehäuses mit einer an den Knetbarren ausgebildeten Abreinigungskante das Reaktionsgut vor sich her (kinematische Förderung). Der radiale Anstellwinkel der Schubflanken führt dazu, dass ein Teilstrom des vor den Knetbarren befindlichen Reaktionsguts radial zur Rotorwelle abgelenkt wird und unter den Knetbarren hindurch entweichen kann. Eine durch die Schrägstellung/Neigung der Knetbarren hervorgerufene kinematische Förderkomponente in axialer Richtung kann eine axialdispersive Förderkomponente, welche durch die Anordnung der Segmentscheiben auf den Rotorwellen hervorgerufen wird, unterstützen oder hemmen.

[0031] Im Überdeckungsbereich der beiden Rotoren bilden sich Kammern. Jede Segmentscheibe und jeder Knetbarren des einen Rotors, die in diese Kammern des anderen Rotors eindringen, verdrängen das in der Kammer befindliche Reaktionsgut durch ihr Eigenvolumen. Das verdrängte Volumen kann in der Drehrichtung einzig durch die Öffnungen zwischen der in Umfangrichtung vorlaufenden Segmentscheibe und den axial begrenzenden Segmentscheiben der Kammer entweichen. Da jedoch diese Öffnungen unterschiedlich gross sind, entweicht die Mehrheit des Reaktionsgutes bevorzugt in Richtung der grösseren Öffnung, da es dort auf weniger Widerstand stösst. Damit ergibt sich eine Förderbewegung in Richtung der grösseren Öffnungen. Die axiale Komponente dieser Förderbewegung wird als axialdispersive Förderkomponente bezeichnet.

[0032] Durch eine entsprechende Anordnung der "Kammern" und durch eine entsprechende geometrische Gestaltung der Knetbarren und/oder der Segmentscheiben lassen sich das Förderverhalten und die Aufteilung des Flusses des Reaktionsguts bei den einzelnen Segmentscheiben gezielt steuern.

[0033] Die Gravitation oder Schwerkraft hat die Tendenz, axiale Füllgradunterschiede im Mischraum des Reaktors auszugleichen. Mit zunehmender Viskosität des Reaktionsguts oder bei schwer fliessenden Pulvern oder Granulaten wird der Beitrag der Schwerkraftförderung zum Gesamtproduktfluss geringer. Dieser Transportmechanismus ist drehsinn- und drehzahlunabhängig.

[0034] Weitere Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung gehen aus den folgenden Beschreibungen der Zeichnung hervor. Sie zeigt rein schematisch:

Fig. 1 in Abwicklung einen aus EP 0715881 bekannten Rotor mit symbolisch angedeuteter Mas-

senausbreitung;

Fig. 2 im Längsschnitt das Gehäuse eines erfindungsgemässen Reaktors und eine erste Ausführungsform eines Rotors;

Fig. 3 im Querschnitt entlang der Schnittlinie II-II den in Fig. 2 dargestellten Reaktor;

Fig. 4 in Abwicklung den in der Fig. 2 gezeigten Rotor, welcher bezüglich einer in der Längsmittte angeordneten Abschnitttrennebene symmetrisch ausgebildet ist, sowie parallel zur Längsachse angeordnete Knetbarren aufweist, plus eine symbolisch angedeutete Massenausbreitung für eine Umdrehung;

Fig. 5 in Abwicklung eine zweite Ausführungsform eines Rotors eines erfindungsgemässen Reaktors mit einer ausserhalb der Längsmittte angeordneten Abschnitttrennebene;

Fig. 6 in Abwicklung eine dritte Ausführungsform eines Rotors eines erfindungsgemässen Reaktors, der sehr ähnlich ausgebildet ist, wie der Rotor gemäss Fig. 4, wobei die Knetbarren bezüglich der Längsachse geneigt angeordnet sind;

Fig. 7 in Abwicklung eine vierte Ausführungsform eines Rotors eines erfindungsgemässen Reaktors, der sehr ähnlich ausgebildet ist, wie der Rotor gemäss Fig. 6, wobei die Knetbarren bezüglich der Längsachse in entgegengesetzter Richtung geneigt angeordnet sind;

Fig. 8 in Abwicklung eine fünfte Ausführungsform eines Rotors eines erfindungsgemässen Reaktors, der drei in Längsrichtung beabstandeten Abschnitttrennebenen aufweist, wobei die jeweils an eine Abschnitttrennebene grenzenden Längsabschnitte bezüglich dieser Abschnitttrennebene symmetrisch angeordnet sind und deren Knetbarren parallel zur Längsachse angeordnet sind;

Fig. 9 in Abwicklung eine sechste Ausführungsform eines Rotors eines erfindungsgemässen Reaktors, der sehr ähnlich ausgebildet ist, wie der Rotor gemäss Fig. 8, wobei die Knetbarren bezüglich der Längsachse geneigt angeordnet sind;

Fig. 10 in Abwicklung eine siebte Ausführungsform eines Rotors eines erfindungsgemässen Reaktors, der sehr ähnlich ausgebildet ist, wie der Rotor gemäss Fig. 9, wobei die Knetbarren bezüglich der Längsachse in entgegenge-

setzter Richtung geneigt angeordnet sind;

- Fig. 11 eine Darstellung der axialen Förderwirkungen eines Reaktors mit einem Rotor gemäss Fig. 10 im Betrieb bei einer Drehrichtung;
- Fig. 12 eine Darstellung der axialen Förderwirkungen desselben Reaktors bei einer entgegengesetzten Drehrichtung;
- Fig. 13 eine Darstellung der axialen Förderwirkungen eines Reaktors mit einem Rotor, auf welchem Längsabschnitte wie die des Rotors gemäss Fig. 6 jeweils paarweise an weiteren Längsabschnitten wie die des Rotors gemäss Fig. 7 grenzen, im Betrieb bei einer Drehrichtung;
- Fig. 14 in Abwicklung eine achte Ausführungsform eines Rotors eines erfindungsgemässen Reaktors, der parallel zur Längsachse angeordnete Knetbarren mit in axialer Richtung in unterschiedlichen Abständen angeordnete Segmentscheiben aufweist;

[0035] Fig. 1 zeigt den zwischen zwei Stirnwänden 10, 12 eines Gehäuses 14 eines grossvolumigen Reaktors 16 (siehe Fig. 2) angeordneten aktiven Abschnitt des einen von zwei Rotoren 18, 20 in Abwicklung. In Fig. 1 ist die Drehrichtung des Rotors 18 mit einem Pfeil D1 angegeben. Der Rotor 18 weist mehrere, von einer Rotorwelle 22 in radialer Richtung rechtwinklig abstehende Segmentscheiben 28, 30, 32, 34 auf (Siehe auch Fig. 2 und 3). Die Segmentscheiben sind Segmentebenen 36, 38, 40, 42, 44 zugeordnet, welche bezüglich einer Rotorachse 46 (siehe Fig. 2) rechtwinklig angeordnet und in axialer Richtung voneinander beabstandet sind.

[0036] Jede der Segmentscheiben 26 auf der Rotorwelle 22, ist mit Ausnahme der randseitigen Segmentscheiben 47, welche randständigen Segmentebenen 48 beziehungsweise 50 bei den Stirnwänden 10, 12 zugeordnet sind - in axialer Richtung gesehen - zu beiden benachbarten Segmentscheiben 28, 30 auf dem selben Rotor 18 in Umfangs-, beziehungsweise Drehrichtung D1 versetzt angeordnet und mit einem Knetbarren 52, 54 verbunden. So ist beispielsweise ein in Umfangsrichtung vorlaufendes Ende 56 der Segmentscheibe 26 über einen Knetbarren 52 mit der axial benachbarten Segmentscheibe 30 verbunden, während ein in Umfangsrichtung nachlaufendes Ende 58 der Segmentscheibe 26 über den Knetbarren 54 mit der axial benachbarten Segmentscheibe 28 verbunden ist. Die Knetbarren 54, 56 stehen in axialer Richtung über die jeweiligen Segmentscheiben 26, 28, 30 vor. In axialer Richtung sind jeweils axial benachbarte, zueinander in Umfangsrichtung unversetzte Knetbarren 52, 52' durch eine Lücke 60 voneinander beabstandet. Die Länge der Knetbarren 52, 54 ist dabei so gewählt, dass im Betrieb zur Reinigung der jeweils korrespondierenden Segmentscheiben des an-

deren Rotors 20 beitragen. Alle Knetbarren 52, 54 sind parallel zur Rotorachse 46 angeordnet und dazu bestimmt, mit einer sich zwischen den Stirnwänden 10, 12 befindlichen Mantelwand 90 des Gehäuses 14 zusammen zu wirken.

[0037] Die randseitigen Segmentscheiben 47 sind jeweils nur mit einer einzigen in axialer Richtung benachbarten Segmentscheibe 32 mittels eines Knetbarrens 66 verbunden. Das in Umfangsrichtung nachlaufende Ende 58' der randseitigen Segmentscheibe 47 trägt jeweils einen Knetbarren 68, welcher keine axiale Verbindung zu einer benachbarten Segmentscheibe schafft.

[0038] Die Anordnung und Formgebung der Segmentscheiben 26, 32 auf der Rotorwelle 22 führt zu einer sich in axialer Richtung erstreckenden Kammer 70. Eine seitliche Begrenzung der Kammer 70 erfolgt nur teilweise und zwar in Form der der Kammer 70 in Drehrichtung D1 vorgelagerten, benachbarten Segmentscheibe 34 und der nachlaufenden Segmentscheibe 28.

[0039] Im Betrieb des Reaktors 16 gemäss EP 0715881 dringen nun die Segmentscheiben und Knetbarren des einen Rotors 20 in diese Kammern 70 des Rotors 18, wodurch das darin befindliche Reaktionsgut verdrängt wird. Das verdrängte Volumen an Reaktionsgut kann in der Drehrichtung D1 entgegengesetzten Richtung einzig durch zwei Durchgänge 72, 74 beziehungsweise Öffnungen entweichen. Die Durchgänge 72, 74 sind in radialer Richtung durch die Rotorwelle 22 und die Knetbarren 52, 54 begrenzt. In axialer Richtung wird der erste Durchgang 72 durch die Segmentscheibe 26 und die in Drehrichtung D1 nachlaufende Segmentscheibe 28 begrenzt, während der zweite Durchgang 74 durch die Segmentscheibe 32 und die Segmentscheibe 28 begrenzt wird. Da jedoch diese Durchgänge in axialer Richtung unterschiedlich lang sind, entweicht die Mehrheit des Reaktionsgutes bevorzugt in Richtung der grösseren Öffnung, da es dort auf weniger hydraulischen Widerstand durch Einbauten stösst.

[0040] Aufgrund der unterschiedlichen Durchgänge 72, 74 der Kammer 70 in Drehrichtung D1 wird das verdrängte Reaktionsgut nicht symmetrisch zur in Querrichtung zur Kammer in Umfangsrichtung vorausseilenden Segmentscheibe 28 verdrängt, sondern asymmetrisch. Die Asymmetrie hat dabei einen Bezug zur Grösse der Durchgänge 72, 74. Daraus ergibt sich ein asymmetrisches Förderverhalten mit einer Förderbewegung 78. In Fig. 1 ist dieses Förderverhalten symbolisch durch ein Massenverschiebungsmuster 76 gezeigt, welches die Massenverteilung einer Menge M von Reaktionsgut vor und nach einer vollen Umdrehung der Rotoren 18, 20 verdeutlicht.

[0041] Die resultierende axiale Verschiebung des Reaktionsguts in einer Richtung parallel zur Rotorachse wurde verursacht durch eine Förderbewegung 78, welche eine axialdispersive Förderkomponente 80 aufweist.

[0042] Da im Rotor 18 zu Fig. 1 die Knetbarren 52, 54, 52' 66, 68 parallel zur Rotorachse 46 angeordnet sind ($\alpha = 0$) bewirken sie keine kinematische Förderung des Re-

aktionsgutes in der axialen Richtung.

[0043] Aus der Rotorabwicklung nach Fig. 1 wird ersichtlich, dass die Segmentscheiben 26, 28, 30 jeweils in sich wiederholenden, gleich bleibenden Abständen sowohl in Umfangsrichtung zueinander versetzt, sowie axial zueinander versetzt sind. Die Kammern 70 auf dem Rotor 18 weisen mit Ausnahme von randseitigen Kammern bei den Stirnwänden 10, 12 überall dieselbe Länge auf. Dies bedeutet, dass die Segmentscheiben jedes Rotors 26, 28, 30, 32, 34, 47 auf Spirallinien mit einer konstanten Steigung liegen, deren Spiralachsen koaxial zur axialen Richtung des Rotors liegen.

[0044] Fig. 2 und 3 sind Ansichten eines erfindungsgemässen Reaktors. Der Reaktor 16 weist ein Gehäuse 14 auf, welches mittels einer ersten Stirnwand 10, einer zweiten Stirnwand 12 und einer diese Stirnwände 10, 12 verbindende Mantelwand 90 den zylinderförmigen Mischraum 92 umschliesst. Dabei liegt das im wesentlichen zylinderförmige Gehäuse 14 horizontal ausgerichtet auf einer fundamentartigen Unterlage 94.

[0045] In der hier dargestellten Ausführungsform ist das Gehäuse 14 in einem mittleren Bereich 96 der Mantelwand 90 des Mischraumes 92 doppelwandig ausgeführt, um dem Reaktor 16 im Betrieb die zur Erreichung der gewünschten Reaktion allenfalls zusätzlich benötigte thermische Energie zuzuführen oder zu entziehen. Dazu weist das Gehäuse 14 im Bereich 96 der Mantelwand 90 einen Heiz-/Kühleinlass 98 auf, durch welchen ein Medium zur Heizung oder Kühlung des Mischraumes 92 einer Doppelwandzone 100 zugeführt wird, sowie einen Heiz-/Kühlauslass 102, über den das Medium anschliessend wieder abgeführt werden kann. Das Medium wird dabei über einen, hier nicht dargestellten, geschlossenen Kreislauf einem ebenfalls nicht dargestellten Rückkühler/Wärmetauscher zugeführt.

[0046] Zur Beschickung mit Komponenten und Zusatzstoffen zur Erzeugung eines Produktes, im folgenden Reaktionsgut genannt, weist das Gehäuse 14 einen Einlass 104 auf, der bei der ersten Stirnwand 10 in einem oben liegenden Bereich des Gehäuses 14 angeordnet ist.

[0047] Zur Entnahme des aus dem Reaktionsgut hervorgegangenen Produktes weist das Gehäuse 14 einen Auslass 106 auf, welcher gehäuseunterhältig bei der zweiten Stirnwand 12 angeordnet ist.

[0048] Zur Entnahme von bei der Verarbeitung entstandenen Gasen weist das in Fig. 1 gezeigte Reaktor-gehäuse 14 einen Brüdenstutzen 108 auf, der zwischen der ersten Stirnwand 10 und der zweiten Stirnwand 12 in einem oben liegenden Bereich des Gehäuses 14 angeordnet ist.

[0049] Je nach Beschaffenheit des Produkts oder der Mischung kann das Reaktionsprodukt mittels nicht weiter gezeigten Fördermitteln, wie zum Beispiel einer Aus-
tragsschnecke ausgetragen werden.

[0050] Wie Fig. 2 und Fig. 3 zeigen, sind im Gehäuse 14 ein erster walzenförmiger Rotor 18 und ein zweiter walzenförmiger Rotor 20 derart gelagert, dass sich deren

Rotorwellen 22, 24 voneinander beabstandet sind und zentrisch im Mischraum 92 angeordnet sind, sowie achsparallel zueinander und zum im wesentlichen zylinderförmigen Mischraum 92 angeordnet sind. Der erste Rotor 18 ist eine spiegelsymmetrische Ausführung des zweiten Rotors 20. Die Rotorwellen 22, 24 definieren eine axiale Richtung und drehen um die Rotorachsen 46, 46' mit gleicher Drehzahl, aber in unterschiedlichen Drehrichtungen D1, D2.

[0051] Für den Antrieb der Rotorwellen 22, 24 wird beispielsweise ein von einem Motor 120 angetriebenes Getriebe 122 eingesetzt.

[0052] Jede Rotorwelle 22, 24 weist mehrere, in radialer Richtung rechtwinklig abstehende Segmentscheiben 26, 28, 30, 32, 34, 47 usw. auf. Im Querschnitt Fig. 3 des Reaktors entlang einer Schnitlinie 11-11 von Fig. 2 sind den Rotorwellen 92, 94 jeweils drei Segmentscheiben 124, 126, 128, 124', 126', 128' zugeordnet, welche auf dem Umfang der jeweiligen Rotorwellen 22, 24 gleichmässig verteilt angeordnet sind. Die Segmentscheiben 124, 126, 128, 124', 126', 128' sind baugleich ausgeführt. In axialer Richtung gesehen, sind sie gegen die Rotorwellen 22, 24 hin verjüngend ausgebildet, um Anforderungen seitens der Festigkeit wie auch der Abreinigungsfähigkeit zu erfüllen.

[0053] Die Segmentscheiben 124, 126, 128, 124', 126', 128' sind Segmentebenen wie beispielsweise der Segmentebene 130 zugeordnet, welche bezüglich einer Rotorachse 46 rechtwinklig angeordnet und in axialer Richtung voneinander beabstandet sind. Alle Segmentscheiben 26 der Rotorwelle 22 sind, mit Ausnahme der randseitigen Segmentscheiben 47, welche den Segmentebenen 48 beziehungsweise 50 bei den Stirnwänden 10, 12 zugeordnet sind - in axialer Richtung gesehen - zu beiden benachbarten Segmentscheiben 28, 30 auf dem selben Rotor 22 in Umfangs-, beziehungsweise Drehrichtung D1 versetzt angeordnet und mit einem Knetbarren 52, 54 verbunden. Die in Fig. 1 gezeigten Knetbarren 52, 54 sind parallel zur Rotorachse 46 und somit in einer Neutralstellung angeordnet.

[0054] Die Knetbarren 52, 54 stehen in axialer Richtung über die jeweiligen Segmentscheiben 26, 28, 30 vor. In axialer Richtung sind jeweils axial benachbarte, zueinander in Umfangsrichtung unversetzte Knetbarren 52, 52' durch eine Lücke 60 voneinander beabstandet. Die Länge der Knetbarren 52, 52', 54 ist dabei so gewählt, dass im Betrieb zur Reinigung der jeweils korrespondierenden Segmentscheiben des anderen Rotors 20 beitragen. Alle Knetbarren 52, 52', 54, 68 sind parallel zur Rotorachse 46 angeordnet und dazu bestimmt, mit einer sich zwischen den Stirnwänden 10, 12 befindlichen Mantelwand 90 des Gehäuses 14 zusammen zu wirken.

[0055] Die Segmentscheiben 124, 126, 128, 124', 126', 128' weisen jeweils eine gegen die Mantelwand 90 gerichtete, radial äussere umfangsseitige Stirnfläche 132 auf, welche konzentrisch zur jeweiligen Rotorwelle 22, 24 in einem kleinen Abstand 134 zur besagten Mantelwand 90 des Gehäuses 14 verläuft. Ein kleiner Spalt

136 zwischen den Knetbarren 52, 52', 54, 68 und der Mantelwand 90 des Mischraumes 92 beträgt einige Millimeter, üblicherweise 1 bis 5 mm. Die Spaltenbreite ist dabei auch abhängig von der Baugrösse der Rotoren 18, 20.

[0056] Der in Fig. 2 dargestellte Rotor 18 des Reaktors 16 ist bezüglich einer längsmittig angeordneten Abschnitttrennebene 140 symmetrisch ausgebildet. Diese Abschnitttrennebene 140 liegt gleichzeitig auf einer Segmentebene und bildet eine Grenze zwischen einem Längsabschnitt 142 und einem weiteren Längsabschnitt 144.

[0057] Die Rotorwellen 22, 24, bestehen im vorliegenden Fall je aus einem schaftartigen Rotorkern 146 und einem hohlzylinderförmigen, den Rotorkern 146 umschliessenden Mantelteil 148.

[0058] Die in Drehrichtung D1 nachlaufenden Enden 58 der Segmentscheiben 124, 126, 128, 124', 126', 128' tragen im wesentlichen parallel zur Mantelwand 90 des Gehäuses 14 ausgerichtete Abreinigungselemente in Form von Knetbarren 54, während die in Drehrichtung D1 vorlaufenden Enden 56 Knetbarren 52 tragen. In der hier gezeigten Ausführungsform weisen die Knetbarren 52, 54 einen tropfenförmigen Querschnitt auf, wobei eine gebildete Abreinigungskante 150 in Drehrichtung D1 gesehen vorlaufend angeordnet ist.

[0059] Der tropfenförmige Querschnitt der Knetbarren 52, 54, 68 hat zur Folge, dass das Abreinigungsverhalten der Knetbarren 52, 54 nur bei einem Betrieb in der Drehrichtung D1 stattfindet, während bei einem Betrieb in entgegengesetzter Drehrichtung D2 die Mantelwand 90 und die Knetbarren 52, 54, 68 einen sich verengenden Spalt 136 bilden. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Knetbarren 52, 54, 68 bezüglich der Rotorachse 46 um einen Winkel α geneigt sind oder nicht.

[0060] Die Knetbarren 52, 54, 68 dienen dazu, eine lokal höhere Scherung zu erreichen. Bei der Herstellung von Kunststoffen beispielsweise, dienen solchen Zonen mit erhöhter Scherung als Plastifizierungszonen. Der kleine Spalt 136 der Knetbarren 52, 54 zur Mantelwand 90 des Gehäuses 14 führt zu einem höherem Energieeintrag. Dabei unterstützt die erhöhte Temperatur in dieser Zone ein Anschmelzen eines krümförmigen Reaktionsgutes.

[0061] Die Drehrichtung D1/D2, die Geschwindigkeit der Rotorwellen 22, 24 und die Anzahl der Knetbarren und Segmentscheiben werden dem zu bearbeitenden Mischgut/Reaktionsgut angepasst ausgeführt.

[0062] Fig. 4 zeigt eine Rotorabwicklung eines Rotors 18, 20 eines erfindungsgemässen Reaktors 16. Im Folgenden werden nur noch die Unterschiede zum Rotor entsprechend der Abwicklung in Fig. 1 gemäss EP 0715881 beschrieben. Gleiches oder gleich Wirkendes ist zur besseren Übersichtlichkeit und Verständlichkeit mit denselben Referenznummern bezeichnet.

[0063] Die Segmentscheiben 26, 28, 30 des zu Fig. 4 korrespondierenden Rotors 18 sind in einem Längsabschnitt 142 gleichartig angeordnet, wie diejenigen in der Fig. 1. Angrenzend an den Längsabschnitt 142 folgt der

weitere Längsabschnitt 144. Die längsmittig zwischen den Stirnwänden 10, 12 angeordnete Abschnitttrennebene 140 grenzt den Längsabschnitt 142 vom weiteren Längsabschnitt 144 ab. Bezüglich der Abschnitttrennebene 140 ist die Rotorabwicklung im weiteren Längsabschnitt 144 eine spiegelbildliche Abbildung der Anordnung der Segmentscheiben 26, 28, 30 und Knetbarren 52, 54 im Längsabschnitt 142. Dies bedeutet auch, dass alle sich im weiteren Längsabschnitt 144 befindenden Segmentscheiben 26', 28', 30' ebenfalls auf konzentrisch zur Rotorachse 46 liegenden, spiralförmigen Linien angeordnet sind. Die spiralförmigen Linien im Längsabschnitt 142 weisen einen Drehsinn auf, der den spiralförmigen Linien im weiteren Längsabschnitt 144 entgegengesetzt ist.

[0064] Unterschiedlich zum Rotor 18 entsprechend der Abwicklung in Fig. 1 sind die Verbindungen zu den axial benachbarten Segmentscheiben im Bereich der Abschnitttrennebene 140.

[0065] In Fig. 4 trägt jede der der Abschnitttrennebene 140 zugeordnete Segmentscheibe 152 an einem in Drehrichtung D1 nachlaufenden Ende 58 in Umfangrichtung einen Knetbarren 154, der keine Verbindung zu einer axial benachbarten Segmentscheibe 156, 158 schafft. Ähnlich wie die Knetbarren 52, 54 steht der Knetbarren 154 in axialer Richtung über die Segmentscheibe 152 vor. In axialer Richtung sind jeweils axial benachbarte, zueinander in Umfangsrichtung unversetzte Knetbarren 54, 154 durch eine Lücke 60 voneinander beabstandet. Die Länge des Knetbarrens 154 ist dabei so gewählt, dass er im Betrieb zur Reinigung der jeweils korrespondierenden Segmentscheiben des anderen Rotors 20 beiträgt. Dies führt dazu, dass durch eine erfindungsgemässe Anordnung der Segmentscheiben auf dem betreffenden Rotor 18, 20 eine dem Knetbarren 154 bezüglich der Drehrichtung D1 nachlaufende Kammer 160 gebildet ist, welche in axialer Richtung länger als die übrigen Kammern 70 ist.

[0066] Weiter weist jede Segmentscheibe 152 an einem in Drehrichtung D1 vorlaufenden Ende 56 in Umfangsrichtung einen Knetbarren 162 auf, der je eine Verbindung zu den axial benachbarten Segmentscheiben 156, 158 schafft. Gleich wie der obengenannte Knetbarren 154 steht der Knetbarren 162 in axialer Richtung über die Segmentscheiben 156, 158 vor. In axialer Richtung sind jeweils axial benachbarte, zueinander in Umfangsrichtung unversetzte Knetbarren 54, 162 durch eine Lücke 62 voneinander beabstandet. Die Länge des Knetbarrens 162 ist dabei so gewählt, dass er im Betrieb zur Reinigung der jeweils korrespondierenden Segmentscheiben des anderen Rotors 20 beiträgt. Dies führt dazu, dass durch eine erfindungsgemässe Anordnung der Segmentscheiben auf dem betreffenden Rotor 18, 20 eine dem Knetbarren 162 bezüglich der Drehrichtung D1 vorlaufende Kammer 164 gebildet ist, welche in axialer Richtung kürzer als die übrigen Kammern 70 ist.

[0067] Eine Folge der obengenannten Anordnung in einem erfindungsgemässen Rotor 18, 20 ist, dass im

Längsabschnitt 142 eine wie bereits in Fig. 1 gezeigten Förderbewegung 78 mit einer in axialer Richtung verlaufenden axialdispersiven Förderkomponente 80 in eine Richtung zeigt, während dem im weiteren Längsabschnitt 144 eine Förderbewegung 166 bewirkt wird, welche eine axialdispersive Förderkomponente 168 aufweist, die im Vergleich zur axialdispersiven Förderkomponente 80 in die entgegengesetzte Richtung zeigt.

[0068] In dieser Ausführungsform der Rotoren 18, 20 wird also durch eine gezielte unterschiedliche Anordnung der Segmentscheiben 26, 26', 28, 28', 30, 30', 152 auf einem Rotor 18, 20 bei einem Betrieb in der Drehrichtung D1 eine Kompaktierzone 170 definiert, in der die axialdispersive Förderkomponente 80 und die axialdispersive Förderkomponente 168 gegeneinander wirken. Wenn die spiralförmigen Linien im Längsabschnitt 142 betragsmäßig dieselben Steigungen aufweisen wie die spiralförmigen Linien im weiteren Längsabschnitt 144 sind die axialdispersiven Förderkomponenten 80, 168 betragsmäßig theoretisch identisch. Die gebildete Kompaktierzone 170 befindet sich demnach mittig bei der Abschnitttrennebene 140.

[0069] Die Axialdispersion wird demnach durch die spezielle Geometrie der Rotoren 18, 20 begünstigt, indem die Segmentscheiben 26, 26', 28, 28', 30, 30', 152 entsprechend auf den jeweiligen Rotorwellen 18, 20 angeordnet werden. Daraus ergibt sich ein symmetrisches Förderverhalten, welches in Fig. 4 symbolisch durch ein weiteres Massenverschiebungsmuster 172 gezeigt ist.

[0070] Fig. 5 zeigt eine Abwicklung eines Rotors 18, 20 einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Reaktors 16. Die Abschnitttrennebene 140 ist in Richtung der zweiten Stirnwand 12 verschoben auf den Rotorwellen 22, 24 angeordnet. Im Übrigen ist der Rotor 22 gleich aufgebaut, wie der Rotor 22 entsprechend der in Fig. 4 gezeigten Abwicklung. Dadurch wird beim Betrieb in der Drehrichtung D1 auch die entstehende Kompaktierzone 170 zusammen mit der Abschnitttrennebene 140 in dieselbe Richtung mitverschoben.

[0071] Fig. 6 zeigt eine Abwicklung eines Rotors 18, 20 einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Reaktors 16. Im Wesentlichen entspricht die Anordnung der Scheibenelemente 26, 26', 28, 28', 30, 30', 152 und der Abschnitttrennebene 140 dem Rotor 18 entsprechend der in Fig. 4 gezeigten Rotorabwicklung.

[0072] Allerdings sind beim Fig. 6 verursachenden Rotor 18 die den Knetbarren 52, 52', 54, 54' von Fig. 4 ähnlich sehenden Knetbarren 174, 174', 176, 176' bezüglich der Rotorachse 46 um einen Winkel α geneigt angeordnet. Dabei sind Knetbarren 174, 176, welche sich im Längsabschnitt 142 befinden, derart in einem Winkel $-\alpha$ geneigt, dass sie eine zusätzliche Förderbewegung 180 mit einer kinematischen Förderkomponente 182 des Reaktionsgutes in axialer Richtung bewirken. Die Knetbarren 174', 176', welche sich im weiteren Längsabschnitt 144 befinden, sind hingegen derart in einem Winkel $+\alpha$ geneigt, dass sie eine zusätzliche Förderbewegung 184 mit einer kinematischen Förderkomponente 186 des Re-

aktionsgutes in axialer Richtung bewirken, welche zur obgenannten kinematischen Förderkomponente 182 eine entgegengesetzte Richtung aufweist.

[0073] Die den Knetbarren 154, 162 von Fig. 4 ähnlichen sehenden Knetbarren 188, 190, welche durch die der Abschnitttrennebene 140 zugeordneten Segmentscheiben 152 getragen, beziehungsweise mitgetragen werden, weisen im Bereich der Abschnitttrennebene 140 einen knickartigen Verlauf auf, um den kinematischen Förderbewegungen 180, 184 der jeweiligen Längsabschnitte 142, 144 zu genügen.

[0074] Die Folge einer in Fig. 6 gezeigten Anordnung der Knetbarren 174, 174', 176, 176', 188, 190 liegt darin, dass sie bei einem Betrieb in der Drehrichtung D1 zu der durch die Scheibensegmente 26, 26', 28, 28', 30, 30', 152 verursachten Axialdispersion unterstützend wirken.

[0075] Fig. 7 zeigt eine Abwicklung eines Rotors 18, 20 einer vierten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Reaktors 16. Im Wesentlichen entspricht die Anordnung der Scheibenelemente 26, 26', 28, 28', 30, 30', 152 und der Abschnitttrennebene 140 dem Rotor 18 entsprechend der in Fig. 4 gezeigten Rotorabwicklung, wobei die Knetbarren bezüglich der Rotorachse 46 ähnlich der Fig. 6 wiederum schräg angeordnet sind.

[0076] Allerdings sind beim Fig. 7 verursachenden Rotor 18 die den Knetbarren 52, 52', 54, 54' von Fig. 4 ähnlich sehenden Knetbarren 192, 192', 194, 194' bezüglich der Rotorachse 46 um einen Winkel α geneigt angeordnet. Dabei sind Knetbarren 192, 194, welche sich im Längsabschnitt 142 befinden, derart in einem Winkel $+\alpha$ geneigt, dass sie eine zusätzliche Förderbewegung 196 mit einer kinematischen Förderkomponente 198 des Reaktionsgutes in axialer Richtung bewirken. Die Knetbarren 192', 194' welche sich im weiteren Längsabschnitt 144 befinden, sind hingegen derart in einem Winkel $-\alpha$ geneigt, dass sie eine zusätzliche Förderbewegung 200 mit einer kinematischen Förderkomponente 202 des Reaktionsgutes in axialer Richtung bewirken, welche zur obgenannten kinematischen Förderkomponente 198 eine entgegengesetzte Richtung aufweist.

[0077] Die den Knetbarren 154, 162 von Fig. 4 ähnlichen sehenden Knetbarren 204, 206, welche durch die der Abschnitttrennebene 140 zugeordneten Segmentscheiben 152 getragen, beziehungsweise mitgetragen werden, weisen im Bereich der Abschnitttrennebene 140 einen knickartigen Verlauf auf, um den kinematischen Förderbewegungen 196, 200 der jeweiligen Längsabschnitte 142, 144 zu genügen.

[0078] Die Folge einer in Fig. 7 gezeigten Anordnung der Knetbarren 192, 192', 194, 194', 204, 206 liegt darin, dass sie bei einem Betrieb in der Drehrichtung D1 zu der durch die Scheibensegmente 26, 26', 28, 28', 30, 30', 152 verursachten Axialdispersion hemmend wirken, da sie in entgegengesetzte Richtungen zeigen.

[0079] Fig. 8 zeigt eine Abwicklung eines Rotors 18 einer fünften Ausführungsform eines erfindungsgemässen Reaktors 16. Im Wesentlichen ist der Rotor 18 derart gestaltet, dass seine Abwicklung einer Abwicklung ge-

mäss Fig. 4 entspricht, an welche in axialer Richtung eine weitere Abschnitttrennebene 208 angrenzt, auf welche die Abwicklung gemäss Fig. 4 ein zweites Mal und angrenzend folgend angeordnet ist.

[0080] Dadurch folgt auf den Längsabschnitt 142 jeweils ein weiterer Längsabschnitt 144, und umgekehrt. Dadurch ist die Abschnitttrennebene 140 zwei Mal, und die weitere Abschnitttrennebene 208 mittig zwischen den obgenannten beiden Abschnitttrennebenen 140 und den

[0081] Da sich die Knetbarren 52, 52', 54, 54' in Neutralstellung mit $\alpha=0$ Grad befinden, wird sich keine kinematische Förderkomponente in axialer Richtung einstellen.

[0082] Der Reaktor 16 mit einer Rotorabwicklung gemäss Fig. 8 weist im Betrieb in der Drehrichtung D1 ein Förderverhalten auf, das bei jeder Abschnitttrennebene 140 je eine Kompaktierzone 170 schafft. Eine bei der Abschnitttrennebene 208 geschaffene Zone 210 weist bezüglich der Kompaktierzone 170 entgegengesetzte Eigenschaften auf (Dekompaktierung).

[0083] Fig. 9 zeigt eine Abwicklung eines Rotors 18 einer sechsten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Reaktors 16. Im Wesentlichen ist der Rotor 18 derart gestaltet, dass seine Abwicklung einer Abwicklung gemäss Fig. 6 entspricht, an welche in axialer Richtung eine weitere Abschnitttrennebene 208 angrenzt, auf welche die Abwicklung gemäss Fig. 6 ein zweites Mal und angrenzend folgend angeordnet ist.

[0084] Dadurch folgt auf den Längsabschnitt 142 jeweils ein weiterer Längsabschnitt 144, und umgekehrt. Dadurch ist die Abschnitttrennebene 140 zwei Mal, und die weitere Abschnitttrennebene 208 mittig zwischen den obgenannten beiden Abschnitttrennebenen 140 und den Stirnwänden 10, 12 auf den Rotoren 18, 20 angeordnet.

[0085] Die Knetbarren 174, 176 der Längsabschnitte 142 sind bezüglich der Rotorachse 46 wiederum in einem Winkel $-\alpha$ geneigt, während dem die Knetbarren 174', 176' der weiteren Längsabschnitte 144 wiederum in einem Winkel $+\alpha$ geneigt angeordnet sind.

[0086] Die den Knetbarren 204, 206 von Fig. 7 ähnlichen sehenden Knetbarren 212, 214, welche durch die der Abschnitttrennebene 208 zugeordneten Segment-scheiben 260 getragen, beziehungsweise mitgetragen werden, weisen im Bereich der Abschnitttrennebene 208 einen knickartigen Verlauf auf, um den kinematischen Förderbewegungen 78, 166 der jeweiligen Längsabschnitte 142, 144 zu genügen.

[0087] Der Reaktor 16 mit einer Rotorabwicklung gemäss Fig. 9 weist im Betrieb in der Drehrichtung D1 ein Förderverhalten auf, in dem die durch die Knetbarren 174, 174', 176, 176', 212, 214 verursachten, kinematischen Förderbewegungen 182 beziehungsweise 186 auf die in den jeweiligen Längsabschnitten 142, 144 vorherrschenden axialdispersiven Förderbewegungen 80, 168 unterstützend wirken.

[0088] Fig. 10 zeigt eine Abwicklung eines Rotors 18 einer siebten Ausführungsform eines erfindungsgemäs-

sen Reaktors 16. Im Wesentlichen ist der Rotor 18 derart gestaltet, dass seine Abwicklung einer Abwicklung gemäss Fig. 7 entspricht, an welche in axialer Richtung eine weitere Abschnitttrennebene 208 angrenzt, auf welche die Abwicklung gemäss Fig. 7 ein zweites Mal und angrenzend folgend angeordnet ist.

[0089] Dadurch folgt auf den Längsabschnitt 142 jeweils ein weiterer Längsabschnitt 144, und umgekehrt. Dadurch ist die Abschnitttrennebene 140 zwei Mal, und die weitere Abschnitttrennebene 208 mittig zwischen den obgenannten beiden Abschnitttrennebenen 140 und den Stirnwänden 10, 12 auf den Rotoren 18, 20 angeordnet.

[0090] Die Knetbarren 192, 194 der Längsabschnitte 142 sind bezüglich der Rotorachse 46 wiederum in einem Winkel $+\alpha$ geneigt, während dem die Knetbarren 192', 194' der weiteren Längsabschnitte 144 wiederum in einem Winkel $-\alpha$ geneigt angeordnet sind.

[0091] Die den Knetbarren 188, 190 von Fig. 6 ähnlichen sehenden Knetbarren 218, 220, welche durch die der Abschnitttrennebene 208 zugeordneten Segment-scheiben 216 getragen, beziehungsweise mitgetragen werden, weisen im Bereich der Abschnitttrennebene 208 einen knickartigen Verlauf auf, um den kinematischen Förderbewegungen 196, 200 der jeweiligen Längsabschnitte 142, 144 zu genügen.

[0092] Der Reaktor 16 mit einer Rotorabwicklung gemäss Fig. 10 weist im Betrieb in der Drehrichtung D1 ein Förderverhalten auf, in dem die durch die Knetbarren 192, 192', 194, 194', 218, 220 verursachten, kinematischen Förderbewegungen 196 beziehungsweise 200 auf die in den jeweiligen Längsabschnitten 142, 144 vorherrschenden axialdispersiven Förderbewegungen 78, 166 hemmend wirken.

[0093] Bei einer in Fig. 11 schematisch gezeigten, bevorzugten Ausführungsform eines grossvolumigen Reaktors 16 weist das vereinfacht dargestellte Gehäuse 14 zwei Einlässe 104 und 104' für die Beschickung auf. Weiter verfügt das gezeigte Gehäuse 14 über einen Auslass 106 zur Entnahme des verarbeiteten Reaktionsgutes und einen Brüdenstutzen 108 zur Entnahme von flüchtigen Komponenten des Reaktionsgutes. Die Rotoren 18, 20 sind dabei derart ausgestaltet, dass sie eine wie in Fig. 10 gezeigte Rotorabwicklung zeigen.

[0094] Im Betrieb werden nun die Rotorwellen 22, 24 des Reaktors 16 in einer ersten Drehrichtung D1 gegenseitig zueinander angetrieben. Bei einer Dimensionierung der Scheibensegmente 26, 26', 28, 28', 30, 30' und der Knetelemente 192, 192', 194, 194', 204, 206, 218, 220 so dass die axialdispersiven Förderkomponenten 80, 168 grösser als die kinematischen Förderkomponenten 198, 202 sind, wird das Reaktionsgut durch die entstandenen resultierenden Förderbewegungen jeweils in einer im Bereich der Abschnitttrennebenen 140 liegenden Kompaktierzone 170 kompaktiert und erfährt eine besonders innige Durchmischung.

[0095] Fig. 12 zeigt denselben Reaktor 16 wie in der Fig. 11, wobei ein Betriebszustand gezeigt ist, in dem die Rotorwellen 22, 24 in der D1 entgegengesetzten Dreh-

richtung D2 angetrieben sind.

[0096] In der Folge ändern alle in axialer Richtung wirkenden axialdispersiven Förderkomponenten 80, 168, sowie die kinematischen, in axialer Richtung wirkenden Förderkomponenten 198, 202 ihre Wirkrichtung. In Fig. 12 sind alle in axialer Richtung gezeigten Förderkomponenten als Pfeile, mit jeweilig entsprechenden Referenznummern 80', 168', 198', 202' eingetragen.

[0097] Unter der Annahme, dass die kinematischen Förderkomponenten 198', 202' betragsmässig kleiner als die axialdispersiven Förderkomponenten 80', 168' sind, wird aus Fig. 12 ersichtlich, dass anstelle der in Fig. 11 aufgetretenen Kompaktierzonen 170 neue Kompaktierzonen 170' bei den Stirnwänden 10, 12, sowie bei der mittigen Abschnitttrennebene 208 entstehen, welche ähnliche Eigenschaften wie die Kompaktierzone 170 aufweisen.

[0098] Daraus ist ersichtlich, dass ein solcher erfindungsgemässer Reaktor 16 bei einem alternierenden Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb in den Drehrichtungen D1, beziehungsweise D2, wie in Patentanspruch 19 definiert, eine besonders gute und innige Durchmischung des Reaktionsgutes ermöglicht. Ein Reaktor 16 mit einem derartigen Aufbau der Rotoren 18, 20 und einem derartigen Aufbau des Gehäuses 14 ist deshalb für einen Chargenbetrieb besonders vorteilhaft. Besonders dann, wenn sich der Auslass 106 in einer Segmentebene befindet, die zugleich auch Abschnitttrennebene ist, wie die Abschnitttrennebene 208 in Fig. 12.

[0099] Fig. 13 zeigt einen erfindungsgemässen Reaktor 16', welcher Rotoren 18, 20 aufweist, deren Abwicklungen mehrere Längsabschnitte 142 eines Rotors 18 gemäss Fig. 6 und mehrere weitere Längsabschnitte 144 eines Rotors 18 gemäss Fig. 7 zeigen. Die Längsabschnitte 142 und die weiteren Längsabschnitte 144 sind entlang der Rotorachse 46 dreifach paarweise aufeinanderfolgend angeordnet. Die Anordnung erfolgte derart, dass auf einen Längsabschnitt 142 jeweils ein weiterer Längsabschnitt 144 folgt, und umgekehrt. Dadurch wird ersichtlich, dass die Abschnitttrennebene 140 drei Mal, wovon ein Mal längsmittig, sowie je eine weitere Abschnitttrennebene 208 mittig zwischen jeweils zwei Abschnitttrennebenen 140 angeordnet ist.

[0100] Das Gehäuse 14 der vorliegenden Ausführungsform des Reaktors 16' weist dabei einen Einlass 104 in/bei der ersten Stirnwand 10, einen Auslass 106 in/bei der zweiten Stirnwand 12, sowie zwei Brückenstützen 108, 108' im oberen Bereich des Gehäuses 14 auf.

[0101] Durch eine solche Anordnung zeigt die axialdispersive Förderkomponente 80 in einem Längsabschnitt 142 in dieselbe Richtung wie die kinematische Förderkomponente 182. Im weiteren Längsabschnitt 144 zeigt die axialdispersive Förderkomponente 168 in entgegengesetzter Richtung zur kinematischen Förderkomponente 202. Unter Annahme, dass auch hier die Dimensionierung der Segmentscheiben und Knetbarren analog zur in Fig. 11 beschriebenen Dimensionierung erfolgt ist, resultiert in jedem Längsabschnitt 142, 144 je ein Netto-

fluss 222, 224, welcher in axialer Richtung entgegengesetzte Wirkrichtungen aufweist.

[0102] In der Folge wird das Reaktionsgut im Betrieb mit in der Drehrichtung D1 gegensinnig angetriebenen Rotorwellen 22, 24 bei den Abschnitttrennebenen 140 gestaut, was zu Kompaktierzonen 170" bei diesen Abschnitttrennebenen 140 führt. Durch eine solche, alternierende Anordnung von Längsabschnitten 142, 144 mit Kompaktierzonen 170", und weiteren Zonen 210' kann das durch den Einlass 104 eingeführte Reaktionsgut während der Verarbeitung in axialer Richtung quasi schrittartig von der ersten Stirnwand 10 in Richtung der zweiten Stirnwand 12 verschoben werden.

[0103] Dabei ist es möglich, die entstandenen Kompaktierzonen 170" bei den Abschnitttrennebenen 140 dazu zu nutzen, dem teilverarbeiteten Reaktionsgut jeweils an weiteren, längs der Mantelwand 90 angeordneten Einlässen 104', 104", 104"', Zusatzstoffe in flüssiger, gasförmiger, fester oder pastöser Form zuzuführen, bis am Schluss das verarbeitete Reaktionsgut den Reaktor 16' als Produkt über den Auslass 106 wieder verlässt.

[0104] Durch die obgenannte, längsversetzte Anordnung der weiteren Einlässe 104', 104", 104"' können einzelne Komponenten, beziehungsweise Zusatzstoffe zeitlich später zum sich in unterschiedlichen Phasen befindlichen Reaktionsgut gegeben werden, was insbesondere dann sinnvoll ist, wenn eine Komponente oder ein Zusatzstoff durch Kühlen oder Erwärmen zuerst vorbereitet werden muss, oder wenn eine Reaktionskomponente erst im späteren Verlauf der Verarbeitung im Reaktor 16' zugegeben werden kann. Diese zusätzlichen Komponenten oder Zusatzstoffe können erforderlich sein, um spezielle Produktmischungen herstellen zu können, sowie Produkteigenschaften des Reaktionsguts zu modifizieren.

[0105] Die in Fig. 13 gezeigte Anordnung im Reaktor 16' ist beispielsweise besonders geeignet für einen Einsatz bei kontinuierlichem Durchsatz von Reaktionsgut, was einer Anordnung als Durchlaufreaktor entspricht.

[0106] Es ist durchaus denkbar, dass von dieser Fig. 13 aus gehend weitere Kombinationen von Längsabschnitten 142, 144 mit jeweils unterschiedlichen axialdispersiven und kinematischen Förderkomponenten in axialer Richtung realisiert werden können.

[0107] Fig. 14 zeigt eine Abwicklung eines Rotors 18, 20 einer Ausführungsform eines erfindungsgemässen grossvolumigen Reaktors 16". Im Gegensatz zur in Fig. 1 gezeigten Rotorabwicklung weist ein Rotor 18 gemäss Fig. 14 Kammern unterschiedlicher Länge auf.

[0108] An die randständige Segmentscheibe 47 grenzt die Kammer 70 an, welcher in axialer Richtung und jeweils durch eine weitere Segmentscheibe 226, 228, 230 getrennt, eine längere Kammer 232, eine noch längere Kammer 234 und eine nochmals längere Kammer 236 folgt. Die Segmentscheiben 47, 226, 228, 230 sind in Umfangrichtung relativ zueinander unversetzt in einer Kammerreihe 238 angeordnet. Den Längen der Kammern 70, 232, 234, 236 angepasste Knetbarren sind ent-

sprechend längenangepasst.

[0109] Entsprechend sind die übrigen Reihen von in axialer Richtung aufeinanderfolgenden Kammern ausgebildet, wobei jede Kammer relativ zu einer in einer Drehrichtung D1 nachlaufenden Kammer axial in der selben Richtung versetzt angeordnet ist.

[0110] Somit sind alle Segmentscheiben 47, 226, 228, 230 dieser Rotoren 18, 20 auf durchgehenden, spiralförmigen Linien 240 angeordnet, deren Steigung sich in Abhängigkeit vom Ort in Längsrichtung (axialer Richtung) ändert.

[0111] Mit einer solchen Segmentscheibenordnung ist es zum Beispiel möglich, eine progressive oder degressive Förderwirkung in einer axialen Richtung zu erzielen.

[0112] Es ist vorstellbar, dass die spiralförmigen Linien nicht durchgehend zwischen den Stirnwänden 10, 12 verlaufen, sondern versetzt, wodurch die spiralförmigen Linien eine Art Absatz/Versatz aufweisen.

[0113] Die unterschiedlichen Kammerlängen können dabei eine unterschiedliche Axialdispersion bewirken. Mit der in Fig. 14 dargestellten Anordnung der Scheibenelemente und Knetbarren wird eine Förderbewegung von der ersten Stirnwand 10 in Richtung der zweiten Stirnwand 12 bewirkt.

[0114] Es ist auch möglich, dass ein solcher grossvolumiger Reaktor 16" ebenfalls in alternierendem Betrieb gemäss Patentanspruch 19 betrieben wird.

[0115] Es ist denkbar, dass auf den Rotorwellen 22, 24 in einem ersten Axialabschnitt mehrere Segmentscheiben und Knetbarren gemäss eines Längsabschnittes 142, 144 eines Rotors 18, 20 entsprechend Fig. 4 bis Fig. 7 angeordnet sind, während in einem weiteren Axialabschnitt mehrere Segmentscheiben und Knetbarren gemäss einem Rotor 18, 20 entsprechend Fig. 14 angeordnet sind.

[0116] Es ist weiter denkbar, dass zwecks besserer Abreinigung und Reaktionsgutförderung in einer Drehrichtung die Segmentscheiben entlang ihres Randes profilartig ausgebildet, beziehungsweise angefast sind, um die Scherung des Reaktionsgutes zwischen Segmentscheibe und Mantelwand 90 zu minimieren.

[0117] Es ist weiter denkbar, dass bei allen erfindungsgemässen grossvolumigen Reaktoren anstelle der Segmentscheiben andere Elemente wie Haken, Barren, Schaufeln usw. an den Rotorwellen angeordnet sind, sowie dass die Segmentscheiben, beziehungsweise die Segmentebenen mit einem kleinen Winkel um die radiale Segmentscheibenachse schräggestellt sind.

[0118] Die Knetbarren können auch eine Verkleinerung des Reaktionsgutes bewirken, insbesondere wenn sich verfestigende und klumpende Produkte zu Materialansammlungen und Brückenbildung neigen.

[0119] Die mit Abreinigungskanten versehenen Knetbarren sind vorzugsweise so ausgestaltet, dass die Abreinigungskanten hinterschliffen sind und ein Freiwinkel zu den zu reinigenden Flächen besteht. Dieses Hinterschleifen, beziehungsweise Hinterdrehen bewirkt, dass das in der Spaltzone zwischen der Abreinigungskante

und der Gegenfläche, beziehungsweise Mantelwand verbleibende Reaktionsgut nicht aufgewalzt wird.

[0120] Weiter ist es denkbar, dass gewisse Komponenten oder Zusatzstoffe über geeignete drehbar gelagerte Kupplungen über die Rotorwellen in den Mischraum geführt werden. Insbesondere im Fall eines gasförmigen Zusatzstoffes kann diese direkte Zufuhr zum Reaktionsgut vorteilhaft sein.

[0121] Es ist weiter denkbar, dass der Reaktor anstelle des horizontalen Aufbaus einen geneigten oder gar vertikalen Aufbau aufweist, um beispielsweise die Gravitation zu Nutzen.

[0122] Zudem ist es denkbar, dass die Rotoren bezüglich Abschnittstrennebenen nicht spiegelsymmetrisch aufgebaut sind, da sie zum Beispiel in verschiedenen Abschnitten unterschiedlich viele Knetelemente in einer Segmentebene aufweisen können.

[0123] Weiter ist eine Ausführungsform denkbar, worin der Reaktor mit zusätzlichen thermischen Austauschflächen versehen ist, indem die Rotorwelle und/oder die Segmentscheiben beheiz- und/oder kühlbar sind. Dazu weisen die Rotorwellen an jeweils einem äusseren Ende der Wellenzapfen Rotationsdichtköpfe auf.

[0124] Weiter ist es denkbar, in mehreren Zonen 100, 100' des Gehäuses 14 zu heizen oder zu kühlen.

[0125] Falls der Reaktor für den Einsatz als Durchlaufreaktor eingesetzt werden soll, ist es weiter denkbar, den Rotorwellen 22, 24 beim Auslass 106 ein zusätzliches Austragsmittel, beispielweise in Form einer Förderschnecke zuzuordnen.

[0126] Durch entsprechende Anordnung der Bauteile und eine entsprechende Geometriewahl ist mit den obigen Angaben möglich, Reaktoren zur vollständigen Selbstreinigung, wie auch zur teilweisen Selbstreinigung zu realisieren.

[0127] Wenn der Reaktor nicht kinematisch voll selbstreinigend sein muss, ist es denkbar, dass das Gehäuse 14 im Bereich des Mischraums 92 einen im wesentlichen herzförmigen oder brezelförmigen Querschnitt aufweist, wobei eine partielle Abreinigung der Mantelwand 90 durch die Knetbarren einzig im Bereich der Rotoren 18, 20 statt findet.

Patentansprüche

1. Grossvolumiger Reaktor mit wenigstens zwei in einem Gehäuse (14) parallelachsrig angeordneten Rotoren (18, 20), wobei jeder der Rotoren (18, 20) eine Rotorwelle (22, 24) und von dieser, wenigstens annähernd in rechtwinklig zu den Rotorwellen (22, 24) verlaufenden und in axialer Richtung voneinander beabstandeten Segmentebenen (36, 38, 40, 42, 44) radial absteigende Segmentscheiben (26, 28, 30, 32, 34) aufweist, jede Segmentscheibe (26, 28, 30, 32, 34) eines Rotors (18, 20) zur in axialer Richtung gesehen benach-

- barten Segmentscheibe (26, 28, 30, 32, 34) desselben Rotors (18, 20) in Umfangsrichtung versetzt angeordnet ist und einen Knetbarren (52, 54) zum Zusammenwirken mit einer Mantelwand (64) des Gehäuses (14) trägt, im Betrieb die Segmentscheiben (26, 28, 30, 32, 34-) des einen Rotors (18, 20) durch von Knetbarren (52, 54) gebildete Spalten (60, 62) des anderen Rotors (18, 20) hindurch in Lücken zwischen den derselben Segmentebene (36, 38, 40, 42, 44) zugeordneten Segmentscheiben (26, 28, 30, 32, 34) des anderen Rotors (18, 20) in Eingriff gelangen, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Längsabschnitt (142) des Reaktors die Rotoren (18, 20) dem Reaktionsgut eine Förderbewegung mit einer in axialer Richtung verlaufenden Komponente (80, 182; 198) und in einem weiteren Längsabschnitt (144) mit einer in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Komponente (168, 186; 202) vermitteln, dass der Längsabschnitt (142) und der weitere Längsabschnitt (144) in einer rechtwinklig zu den Rotorwellen (22, 24) verlaufenden Abschnittrennebene (140) aneinander grenzen und dass die Abschnittrennebene (140) mit einer der Segmentebenen (36, 38, 40, 42, 44) zusammenfällt und jede dieser Segmentebene zugeordnete Segmentscheibe (152), in Umfangsrichtung gesehen, einerseits einen Knetbarren (154) trägt, der ausschliesslich mit der tragenden Segmentscheibe (152) verbunden ist, und andererseits einen Knetbarren (162) trägt, der mit den beiden in axialer Richtung benachbarten Segmentscheiben (156, 158) verbunden ist.
2. Grossvolumiger Reaktor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotoren (18, 20) im Längsabschnitt (142) und im weiteren Längsabschnitt (144) bezüglich der Abschnittrennebene (140) symmetrisch ausgebildet sind.
 3. Grossvolumiger Reaktor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (14) zwei Stirnwände (10, 12) aufweist und - mit Ausnahme jener Segmentscheiben (47), welche der jeweils am nächsten bei den Stirnwänden (10, 12) gelegenen Segmentebene (48, 50) zugeordnet sind - jede Segmentscheibe (26, 28, 30, 32, 34) mittels wenigstens eines Knetbarrens (52, 54, 162) mit beiden in axialer Richtung benachbarten Segmentscheiben (26, 28, 30, 156, 158) verbunden ist.
 4. Grossvolumiger Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Knetbarren (52, 54, 162) parallel zur axialen Richtung angeordnet sind.
 5. Grossvolumiger Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Knetbarren (174, 174', 176, 176') bezüglich der axialen Richtung geneigt angeordnet sind und die von den Rotoren (18, 20) dem Reaktionsgut vermittelte Förderbewegung einerseits eine, durch die Segmentscheiben (26, 28, 30, 32, 34) verursachte, axial-dispersive Förderkomponente (80, 168) und andererseits eine, durch die geneigt angeordneten Knetbarren (174', 176', 192', 194') verursachte, kinematische Förderkomponente (182, 186) in axialer Richtung beinhaltet.
 6. Grossvolumiger Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knetbarren (174, 176, 192, 194) im Längsabschnitt (142) bezüglich der axialen Richtung in einer Richtung geneigt und die Knetbarren (174', 176', 192', 194') im weiteren Längsabschnitt (144) in entgegengesetzter Richtung geneigt angeordnet sind.
 7. Grossvolumiger Reaktor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens im Längsabschnitt (142) die kinematische Förderkomponente (182) und die axial-dispersive Förderkomponente (80) axial dieselbe Richtung aufweisen.
 8. Grossvolumiger Reaktor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens im Längsabschnitt (142) die kinematische Förderkomponente (198) bezüglich der axial-dispersiven Förderkomponente (80) eine axial entgegengesetzte Richtung aufweist.
 9. Grossvolumiger Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Segmentscheiben (26, 28, 30, 32, 34) auf koaxial zu den jeweiligen Rotorwellen (22, 24) verlaufenden, spiralförmigen Linien angeordnet sind.
 10. Grossvolumiger Reaktor nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spiralförmigen Linien im Längsabschnitt (142) eine andere Steigung aufweisen, als die spiralförmigen Linien im weiteren Längsabschnitt (144).
 11. Grossvolumiger Reaktor nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spirallinien im Längsabschnitt (142) bezüglich den Spirallinien im weiteren Längsabschnitt (144) einen entgegengesetzten Drehsinn aufweisen.
 12. Grossvolumiger Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knetbarren (52, 54) einen im wesentlichen tropfenförmigen Querschnitt aufweisen.
 13. Grossvolumiger Reaktor nach einem der Ansprüche

1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (14) wenigstens einen Brückenstützen (108), sowie wenigstens einen Einlass (104) aufweist, um eine oder mehrere Komponenten zuführen zu können.

14. Grossvolumiger Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (14) wenigstens einen Auslass (106) aufweist, um das Reaktionsgut nach einer erfolgten Verarbeitung entnehmen zu können.
15. Verfahren zum Betrieb eines grossvolumigen Reaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotoren (18, 20) im Betrieb stets gegensinnig und alternierend in einer Drehrichtung, als auch in der entgegengesetzten Drehrichtung angetrieben werden.

Claims

1. Large-scale reactor having at least two rotors (18, 20) which are arranged with parallel axes in a housing (14),
wherein each of the rotors (18, 20) has a rotor shaft (22, 24) and segment discs (26, 28, 30, 32, 34) which are radially projecting therefrom at least approximately in segment planes (36, 38, 40, 42, 44) which extend at right angles to the rotor shafts (22, 24) and are spaced apart from each other in the axial direction,
each segment disc (26, 28, 30, 32, 34) of a rotor (18, 20) is arranged offset in the circumferential direction with respect to that segment disc (26, 28, 30, 32, 34) of the same rotor (18, 20) that is adjacent when viewed in the axial direction, and bears a kneading bar (52, 54) for interaction with a circumferential wall (64) of the housing (14),
during operation, the segment discs (26, 28, 30, 32, 34) of one rotor (18, 20) engage, through holes (60, 62) of the other rotor (18, 20) which are formed by kneading bars (52, 54), in gaps between the segment discs (26, 28, 30, 32, 34) of the other rotor (18, 20) which are associated with the same segment plane (36, 38, 40, 42, 44),
characterized in that
in one longitudinal section (142) of the reactor, the rotors (18, 20) impart on the reaction material a conveying motion with a component (80, 182; 198) which extends in the axial direction and, in another longitudinal section (144) with a component (168, 186; 202) which extends in the opposite direction, that the longitudinal section (142) and the other longitudinal section (144) adjoin in a section separation plane (140) which extends at right angles to the rotor shafts (22, 24), and that the section separation plane (140) coincides with one of the segment planes (36, 38, 40, 42, 44) and each segment disc (152) which is assigned to said segment plane bears, when viewed in the circumferential direction, on the one side a kneading bar (154), which is connected exclusively to the bearing segment disc (152), and on the other side a kneading bar (162), which is connected to the two segment discs (156, 158) which adjoin in the axial direction.
2. Large-scale reactor according to Claim 1, **characterized in that** the rotors (18, 20) in the longitudinal section (142) and in the other longitudinal section (144) are of symmetrical design with respect to the section separation plane (140).
3. Large-scale reactor according to one of Claims 1 or 2, **characterized in that** the housing (14) has two end walls (10, 12) and - except for those segment discs (47) that are associated with the segment plane (48, 50) which is located in each case closest to the end walls (10, 12) - each segment disc (26, 28, 30, 32, 34) is connected to the two segment discs (26, 28, 30, 156, 158), which are adjacent in the axial direction, by means of at least one kneading bar (52, 54, 162).
4. Large-scale reactor according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** kneading bars (52, 54, 162) are arranged parallel to the axial direction.
5. Large-scale reactor according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** kneading bars (174, 174', 176, 176') are arranged such that they are inclined with respect to the axial direction, and the conveying motion, which is imparted on the reaction material by the rotors (18, 20), comprises in the axial direction, on the one hand, an axial-dispersive conveyance component (80, 168) which is caused by the segment discs (26, 28, 30, 32, 34) and, on the other hand, a kinematic conveyance component (182, 186) caused by the kneading bars (174', 176', 192', 194') which are arranged such that they are inclined.
6. Large-scale reactor according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the kneading bars (174, 176, 192, 194) are arranged in the longitudinal section (142) with respect to the axial direction such that they are inclined in one direction and the kneading bars (174', 176', 192', 194') in the other longitudinal section (144) are arranged such that they are inclined in the opposite direction.
7. Large-scale reactor according to Claim 5, **characterized in that** at least in the longitudinal section (142) the kinematic conveyance component (182) and the axial-dispersive conveyance component (80) have the same direction axially.

8. Large-scale reactor according to Claim 5, **characterized in that** at least in the longitudinal section (142) the kinematic conveyance component (198) has an opposite direction axially with respect to the axial-dispersive conveyance component (80). 5
9. Large-scale reactor according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the segment discs (26, 28, 30, 32, 34) are arranged on helical lines which extend coaxially to the respective rotor shafts (22, 24). 10
10. Large-scale reactor according to Claim 9, **characterized in that** the helical lines in the longitudinal section (142) have another inclination than the helical lines in the other longitudinal section (144). 15
11. Large-scale reactor according to Claim 9 or 10, **characterized in that** the spiral lines in the longitudinal section (142) have a rotational direction that is opposite to the spiral lines in the other longitudinal section (144). 20
12. Large-scale reactor according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the kneading bars (52, 54) have a substantially drop-shaped cross section. 25
13. Large-scale reactor according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the housing (14) has at least one vapour connection (108) and at least one inlet (104) in order to be able to feed into one or more components. 30
14. Large-scale reactor according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the housing (14) has at least one outlet (106) in order to be able to remove the reaction material after processing has finished. 35
15. Method for operating a large-scale reactor according to one of Claims 1 to 14, **characterized in that** the rotors (18, 20) are driven during operation always in opposite directions and alternately in one rotational direction and also in the opposite rotational direction. 40

Revendications

1. Réacteur de grand volume comprenant au moins deux rotors (18, 20) disposés avec leurs axes parallèles dans un boîtier (14),
chacun des rotors (18, 20) présentant un arbre de rotor (22, 24) et des disques segmentés (26, 28, 30, 32, 34) saillant radialement depuis celui-ci, au moins approximativement dans des plans de segments (36, 38, 40, 42, 44) s'étendant à angle droit par rapport aux arbres des rotors (22, 24) et espacés les uns des autres dans la direction axiale,
chaque disque segmenté (26, 28, 30, 32, 34) d'un rotor (18, 20) étant disposé de manière décalée dans 50

la direction périphérique par rapport au disque segmenté (26, 28, 30, 32, 34), adjacent dans la direction axiale, du même rotor (18, 20), et portant une barre de malaxage (52, 54) devant coopérer avec une paroi d'enceinte (64) du boîtier (14),
les disques segmentés (26, 28, 30, 32, 34) d'un rotor (18, 20) venant en prise, pendant le fonctionnement, à travers des fentes (60, 62) de l'autre rotor (18, 20) formées par les barres de malaxage (52, 54) dans des vides entre les disques segmentés (26, 28, 30, 32, 34) de l'autre rotor (18, 20) associés au même plan de segment (36, 38, 40, 42, 44),
caractérisé en ce que
les rotors (18, 20) confèrent au produit de réaction un mouvement de transport ayant, dans une portion longitudinale (142) du réacteur, une composante (80, 182 ; 198) s'étendant dans la direction axiale, et dans une autre portion longitudinale (144), une composante (168, 186 ; 202) s'étendant dans la direction opposée, que la portion longitudinale (142) et l'autre portion longitudinale (144) sont adjacentes l'une à l'autre dans un plan de séparation de portion (140) s'étendant à angle droit par rapport aux arbres des rotors (22, 24), et que le plan de séparation de portion (140) coïncide avec l'un des plans de segment (36, 38, 40, 42, 44) et chaque disque segmenté (152) associé à ce plan de segment, vu dans la direction périphérique, porte d'une part une barre de malaxage (154), qui est connectée exclusivement au disque segmenté porteur (152), et d'autre part une barre de malaxage (162) qui est connectée aux deux disques segmentés (156, 158) adjacents dans la direction axiale.

2. Réacteur de grand volume selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les rotors (18, 20) sont réalisés symétriquement par rapport au plan de séparation de portion (140) dans la portion longitudinale (142) et dans l'autre portion longitudinale (144).
3. Réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le boîtier (14) présente deux parois frontales (10, 12), et - à l'exception des disques segmentés (47) qui sont associés au plan de segment (48, 50) placé le plus près des parois frontales (10, 12) - chaque disque segmenté (26, 28, 30, 32, 34) est connecté au moyen d'au moins une barre de malaxage (52, 54, 162) aux deux disques segmentés (26, 28, 30, 156, 158) adjacents dans la direction axiale.
4. Réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les barres de malaxage (52, 54, 162) sont disposées parallèlement à la direction axiale.
5. Réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les 55

- barres de malaxage (174, 174', 176, 176') sont disposées de manière inclinée par rapport à la direction axiale et le mouvement de transport conféré au produit de réaction par les rotors (18, 20) contient d'une part une composante de déplacement (80, 168) dispersive axialement, causée par les disques segmentés (26, 28, 30, 32, 34) et d'autre part une composante de transport cinématique (182, 186) dans la direction axiale, causée par les barres de malaxage (174', 176', 192', 194') disposées de manière inclinée.
6. Réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les barres de malaxage (174, 176, 192, 194) dans la portion longitudinale (142) sont inclinées dans une direction par rapport à la direction axiale, et les barres de malaxage (174', 176', 192', 194') dans l'autre portion longitudinale (144) sont inclinées dans la direction opposée.
7. Réacteur de grand volume selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**au moins dans la portion longitudinale (142), la composante de transport cinématique (182) et la composante de transport dispersive axialement (80) présentent axialement la même direction.
8. Réacteur de grand volume selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**au moins dans la portion longitudinale (142), la composante de transport cinématique (198) présente, par rapport à la composante de transport dispersive axialement (80), une direction opposée axialement.
9. Réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les disques segmentés (26, 28, 30, 32, 34) sont disposés sur des lignes en spirale s'étendant coaxialement aux arbres respectifs des rotors (22, 24).
10. Réacteur de grand volume selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les lignes en spirale présentent, dans la portion longitudinale (142), une autre pente que les lignes en spirale dans l'autre portion longitudinale (144).
11. Réacteur de grand volume selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** les lignes en spirale dans la portion longitudinale (142) présentent, par rapport aux lignes en spirale dans l'autre portion longitudinale (144), un sens de rotation opposé.
12. Réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les barres de malaxage (52, 54) présentent une section transversale essentiellement en forme de goutte.
13. Réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le boîtier (14) présente au moins un tuyau de vapeur (108), ainsi qu'au moins une entrée (104), afin de pouvoir acheminer un ou plusieurs composants.
14. Réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le boîtier (14) présente au moins une sortie (106), afin de pouvoir enlever le produit de réaction après un traitement satisfaisant.
15. Procédé pour faire fonctionner un réacteur de grand volume selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** les rotors (18, 20) sont entraînés pendant le fonctionnement toujours en sens inverse et en alternance dans un sens de rotation, ainsi que dans le sens de rotation opposé.

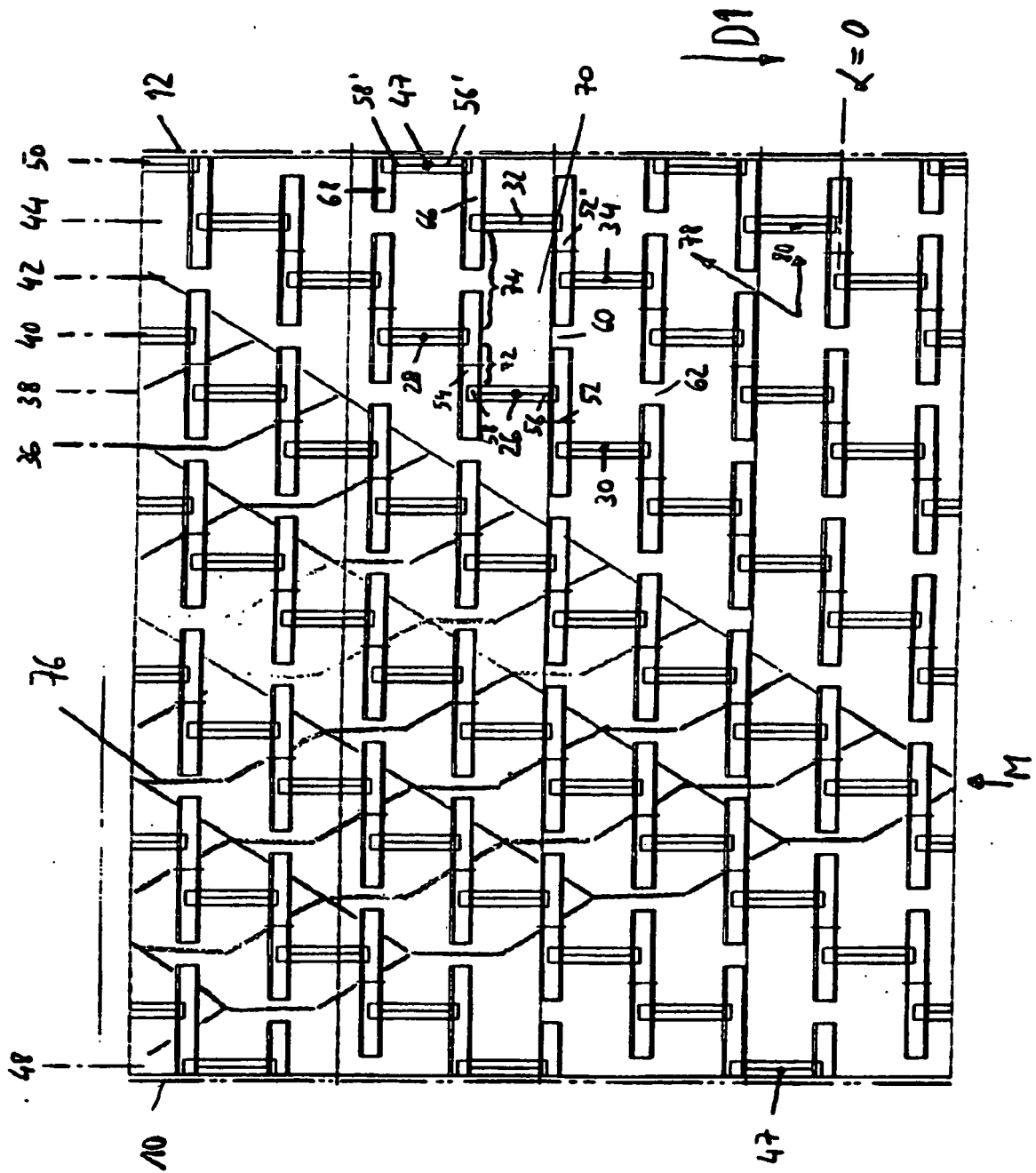
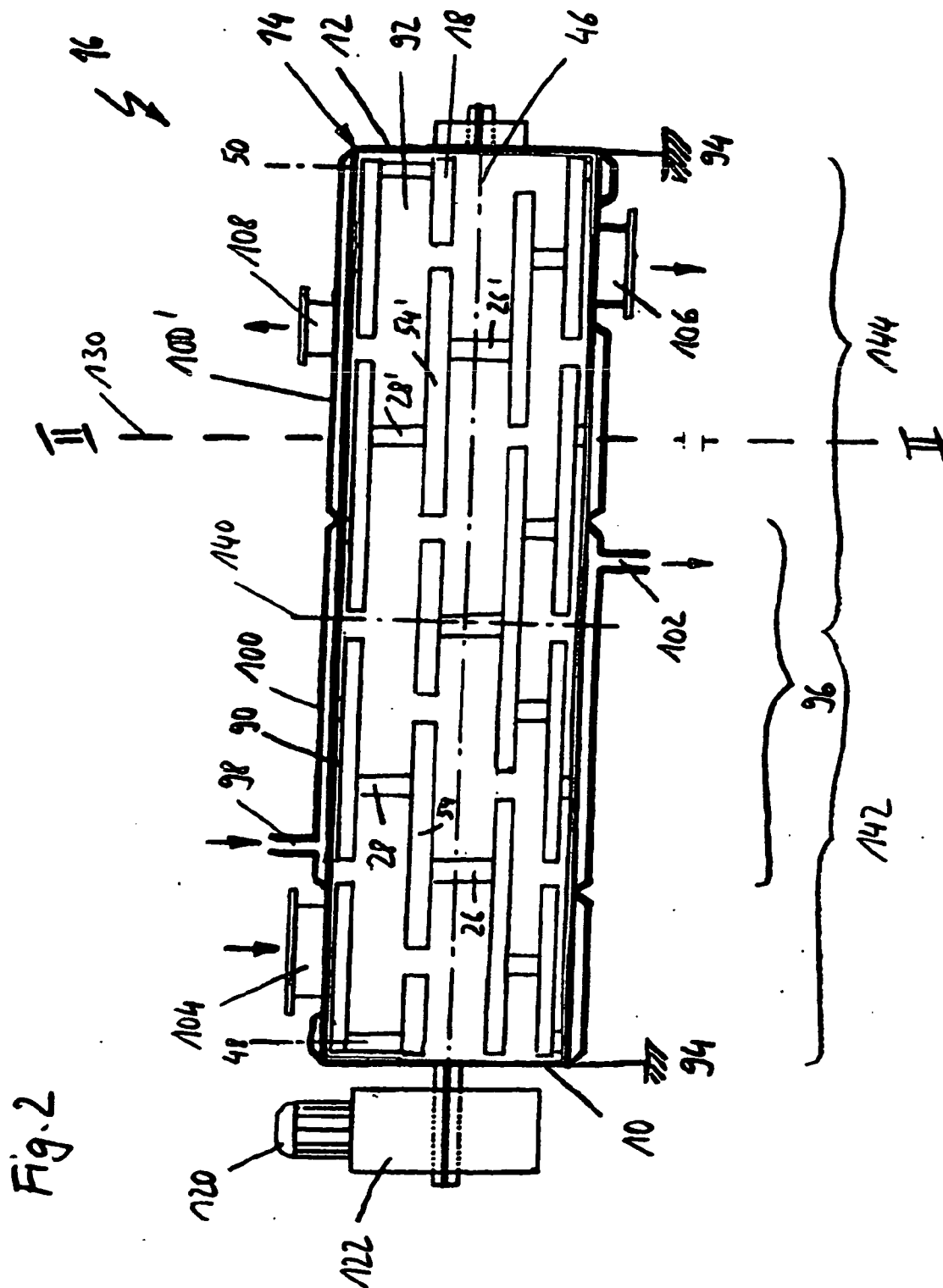


Fig. 1



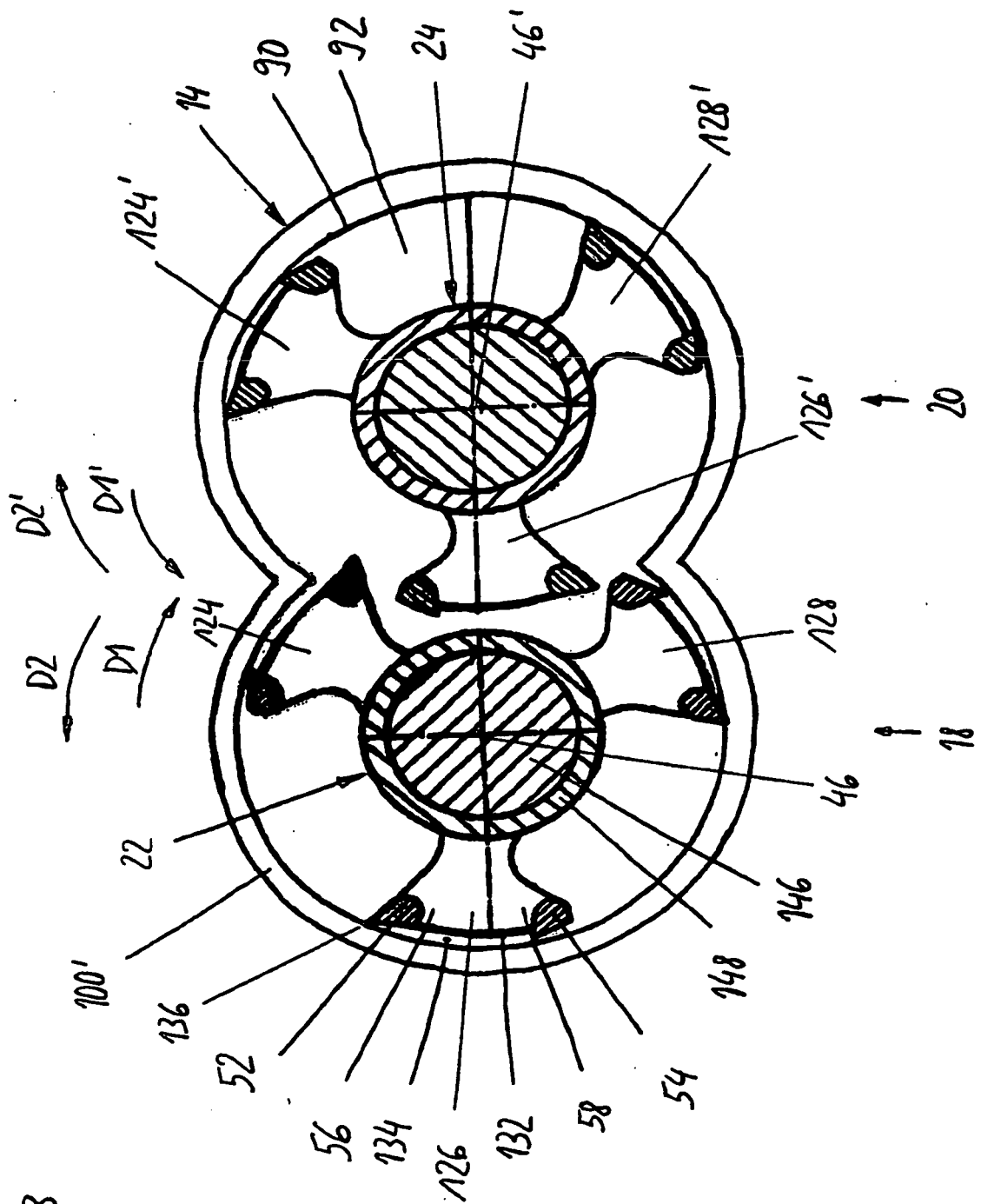
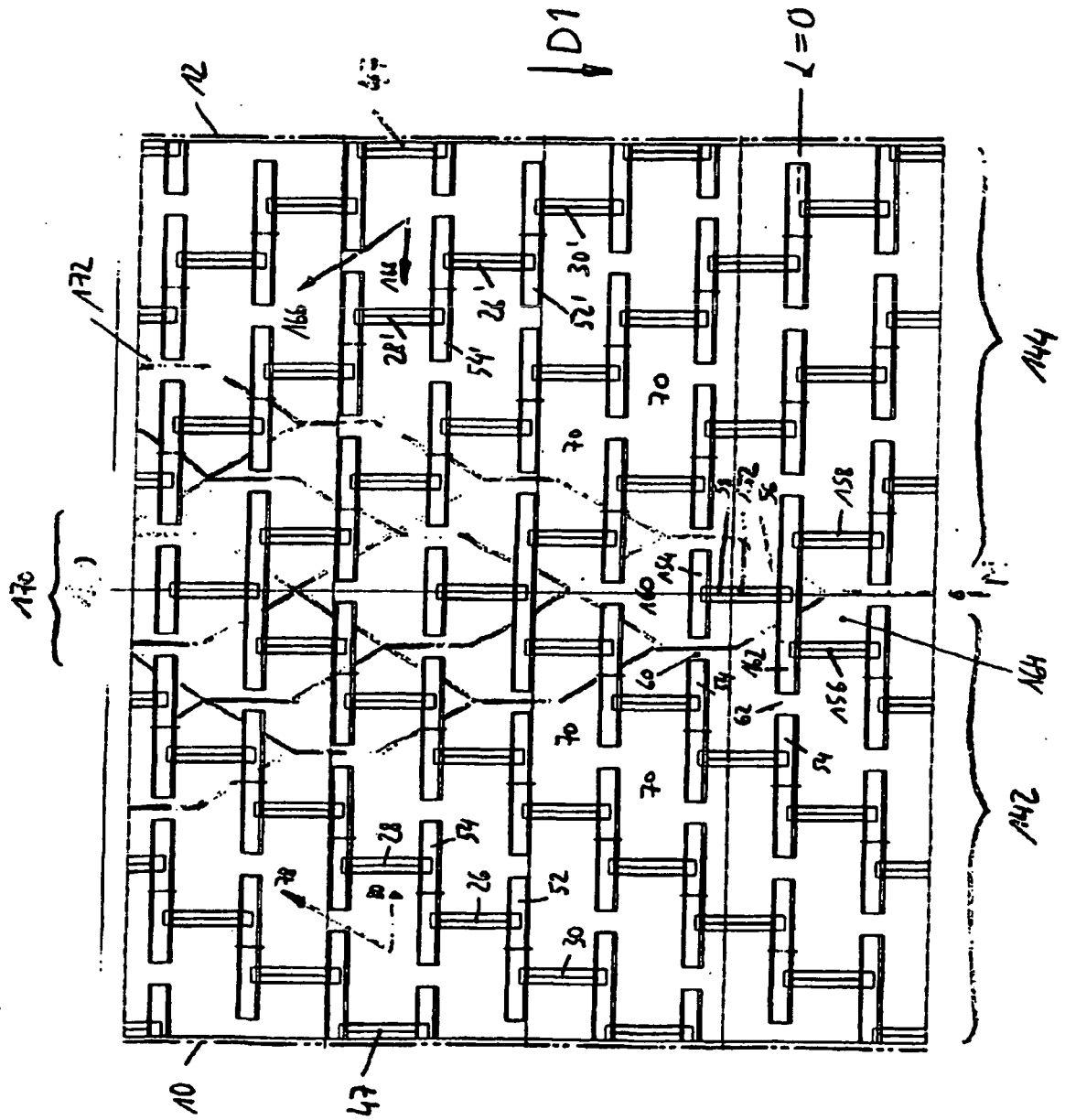
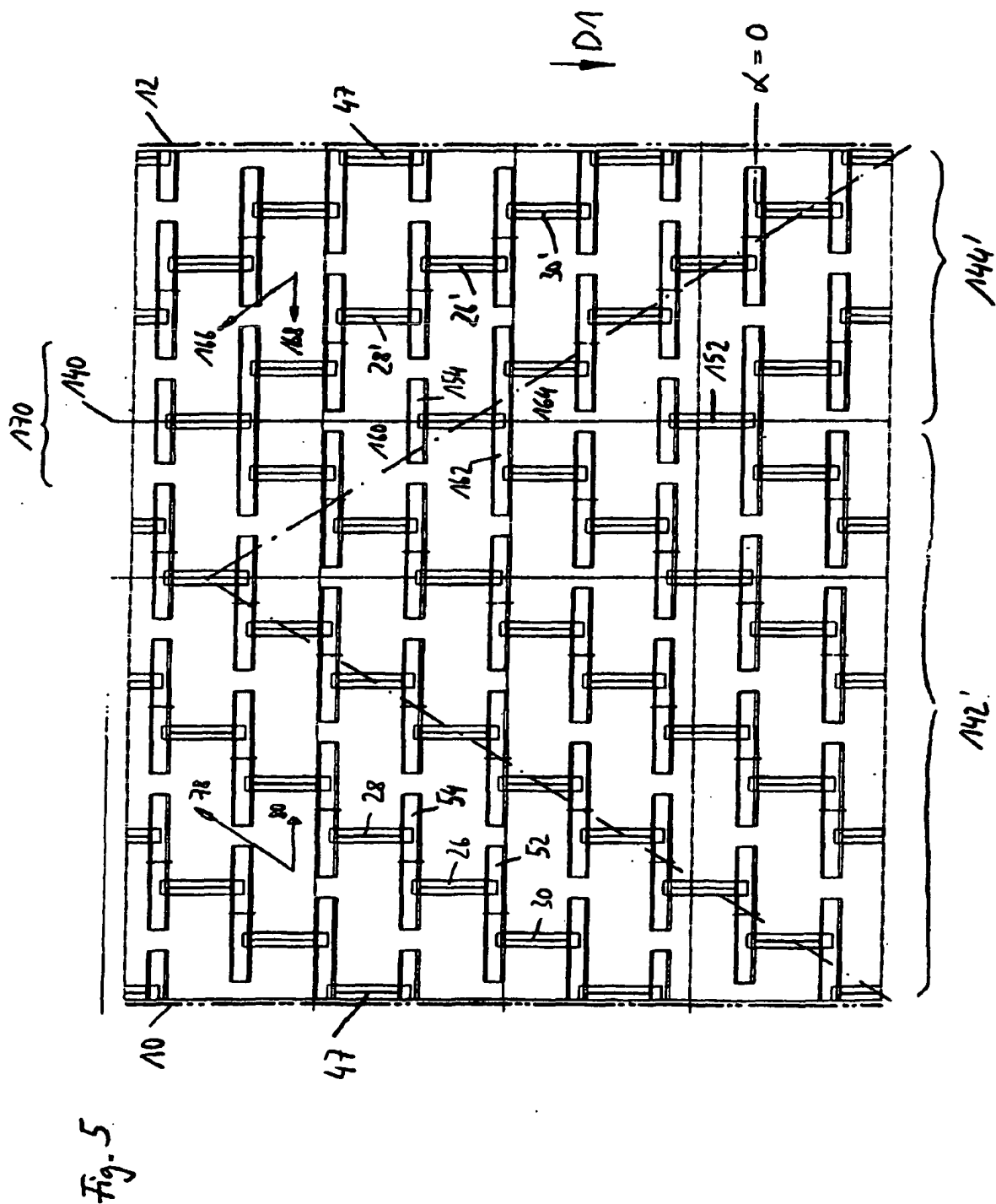
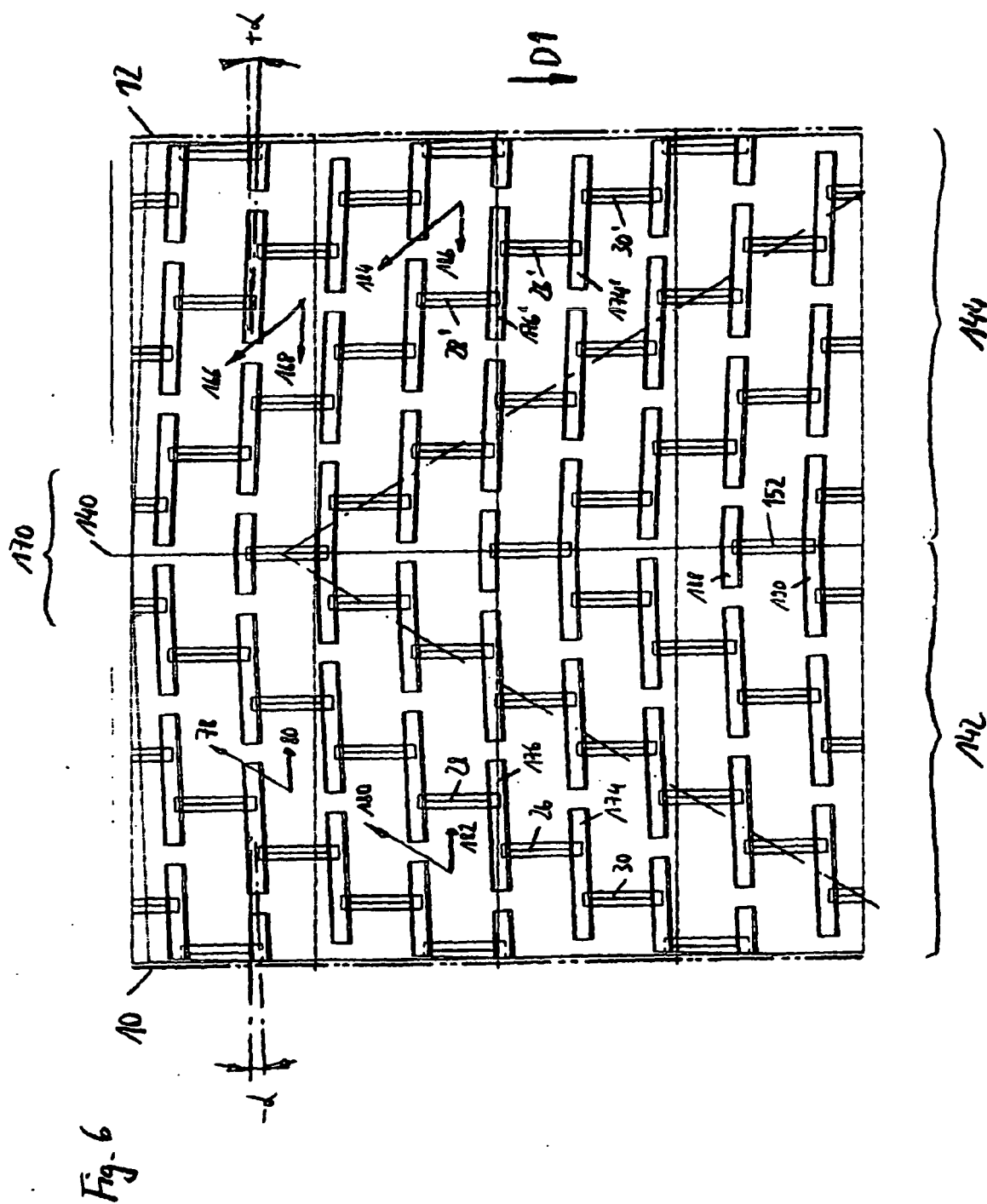


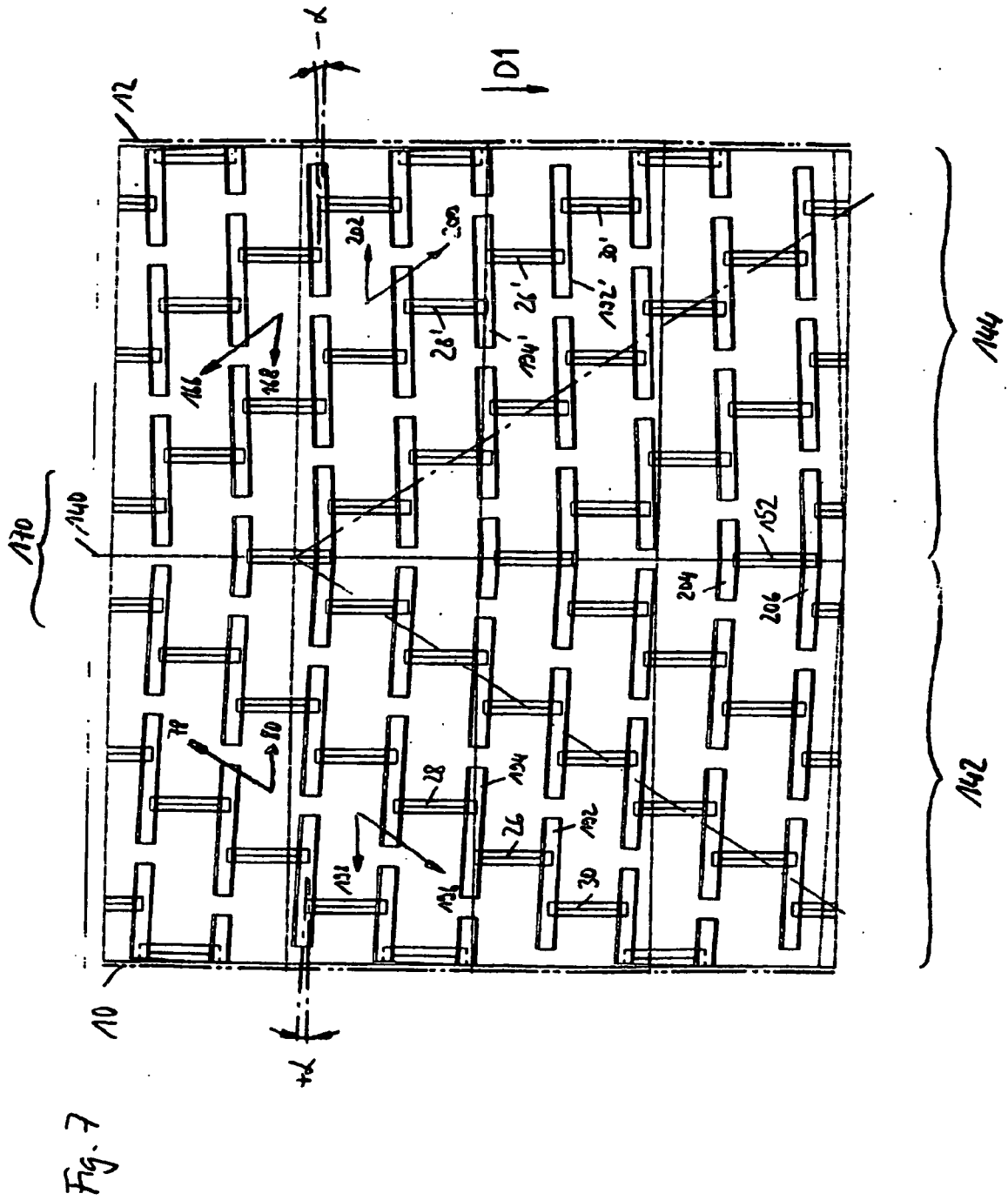
Fig. 3

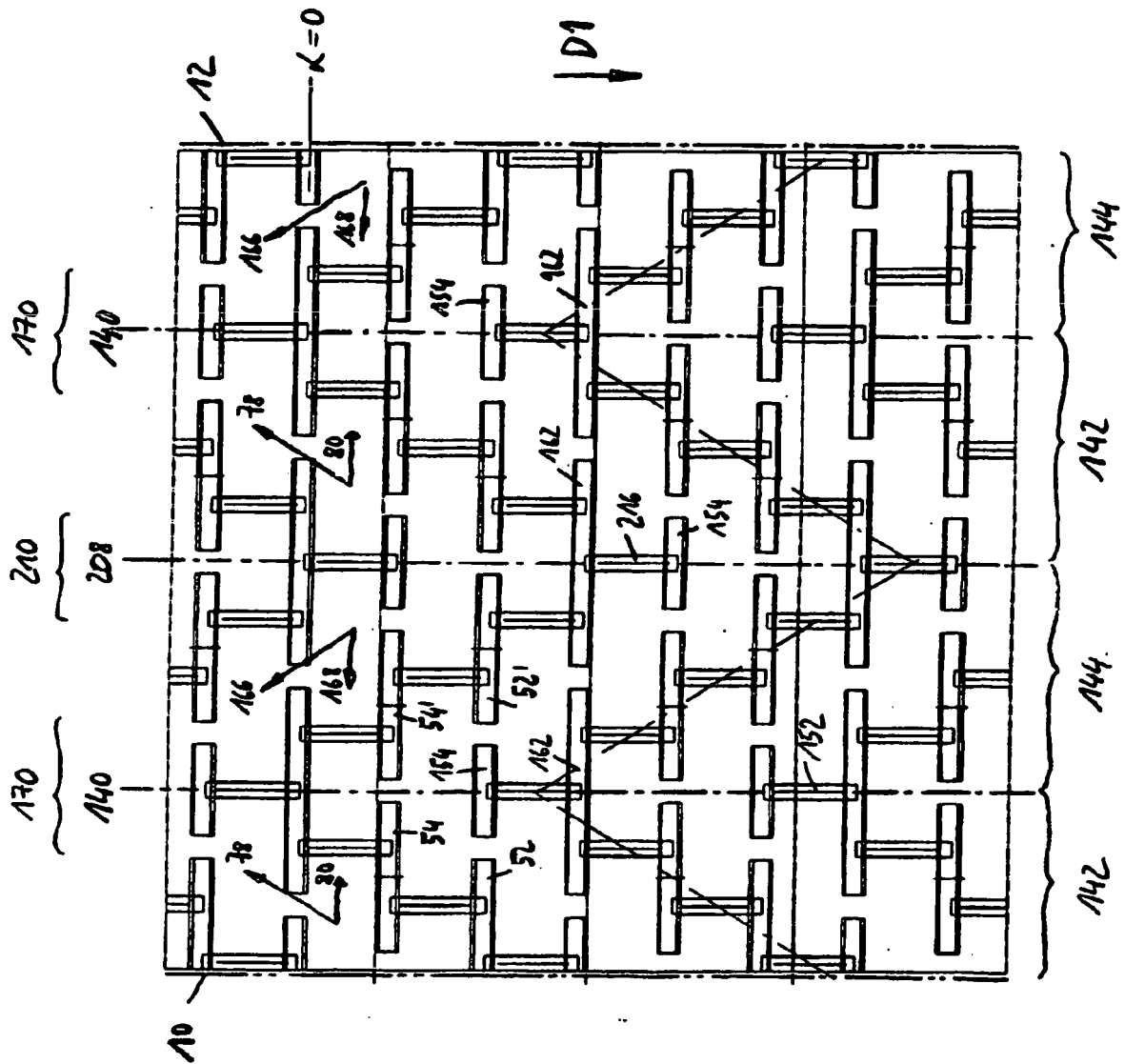
Fig. 4



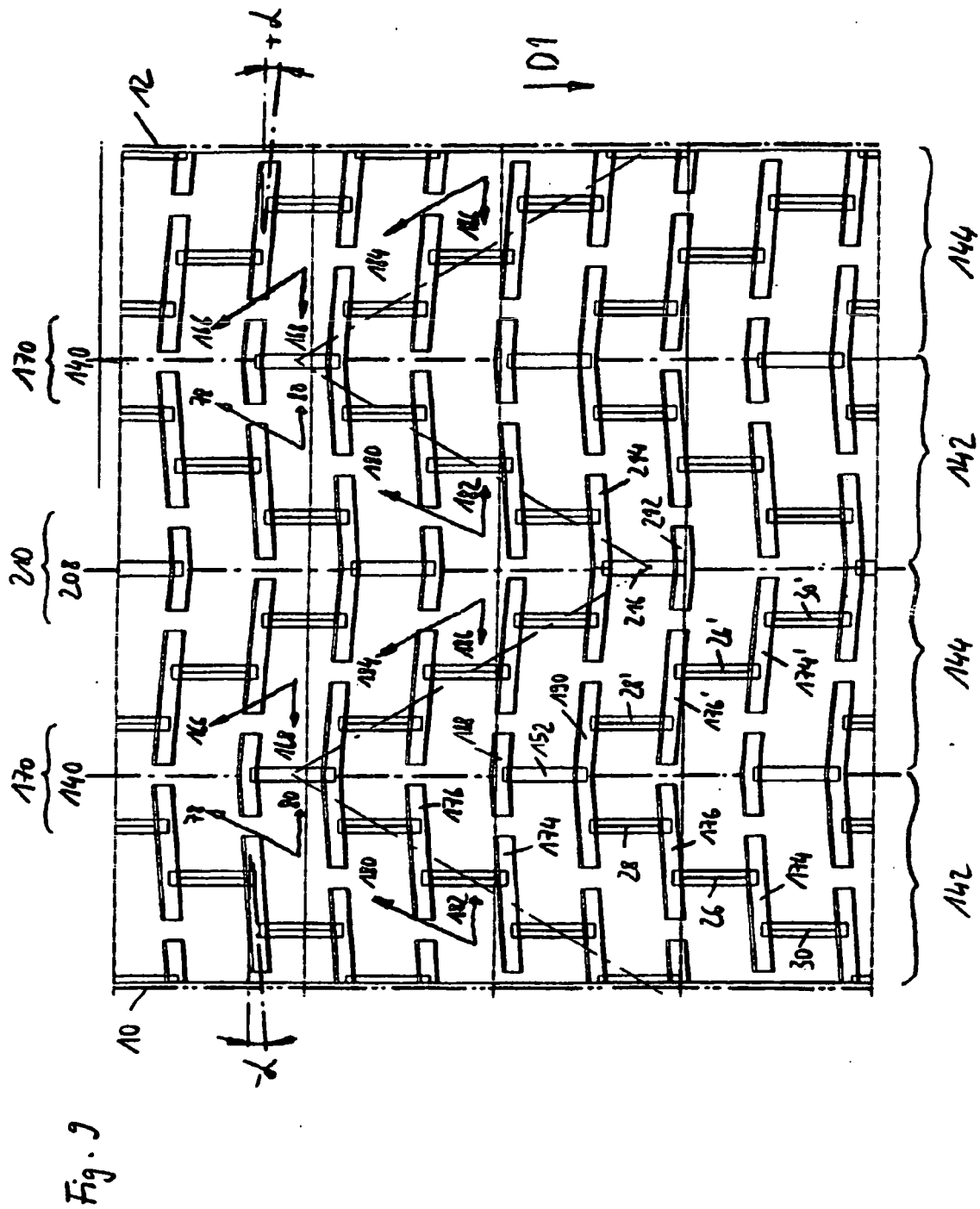








89



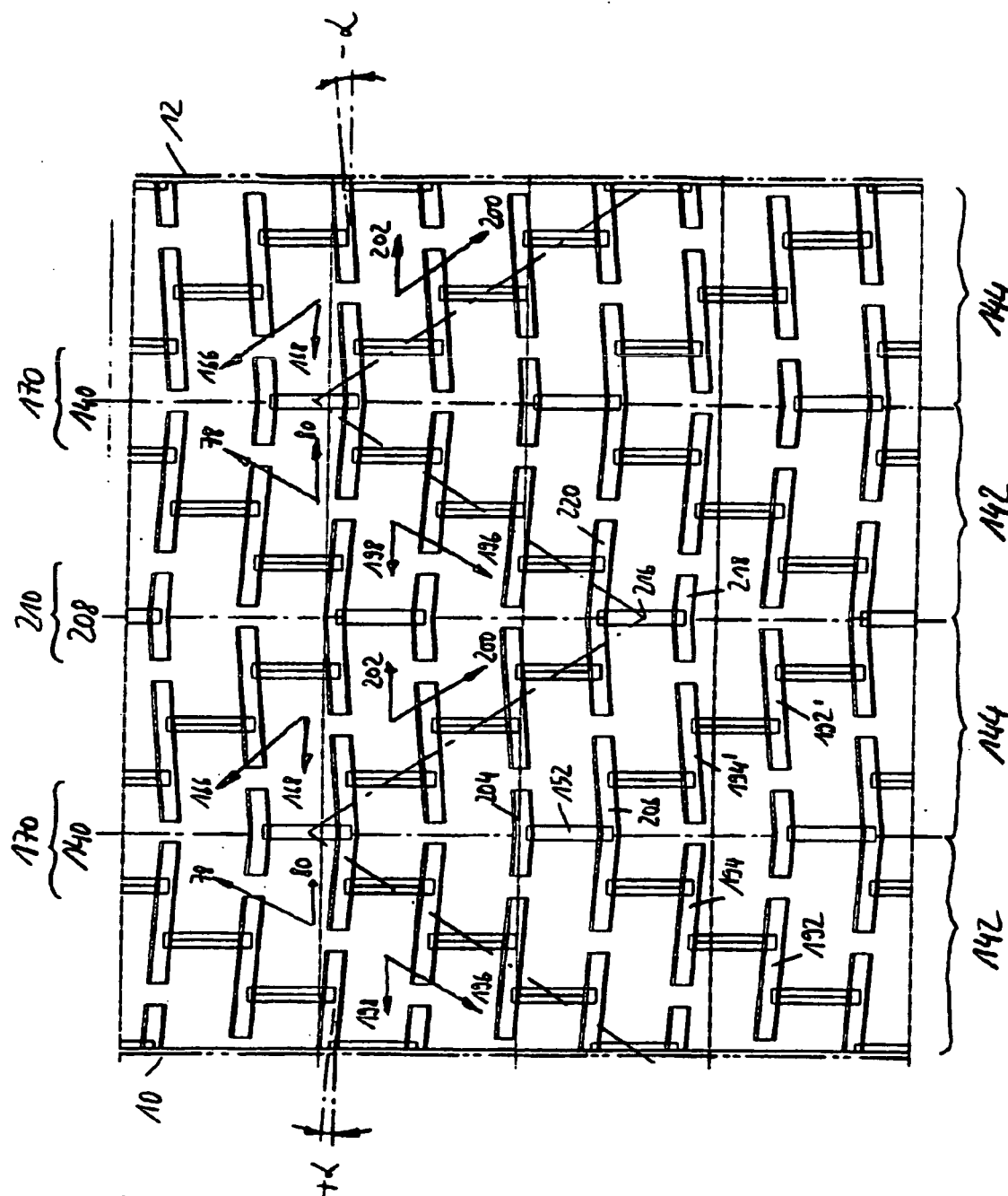


Fig. 10

Fig. 11

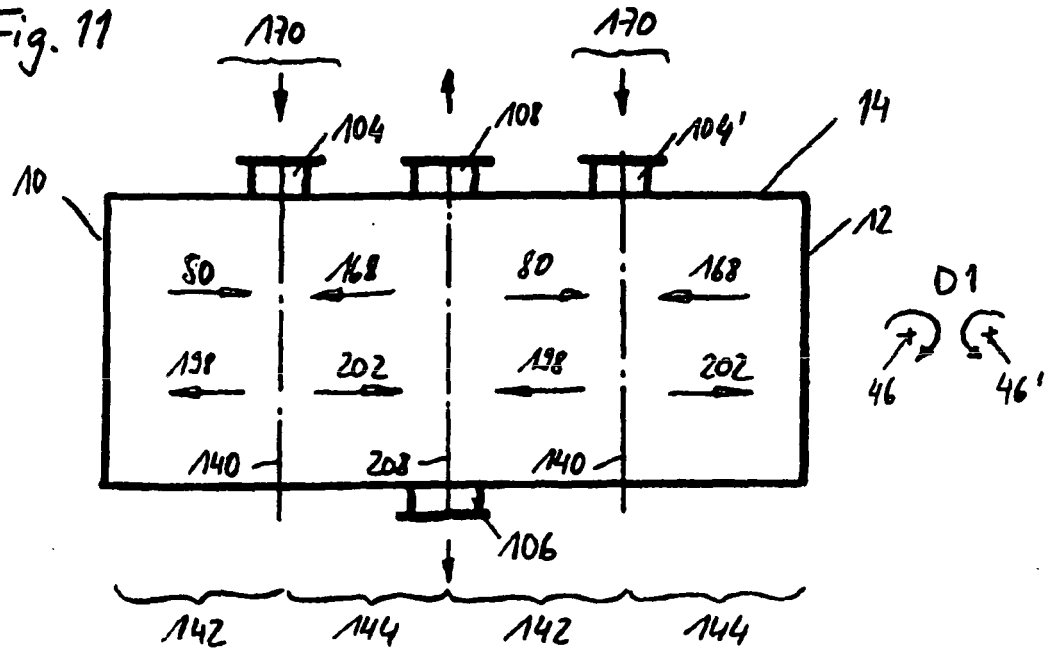
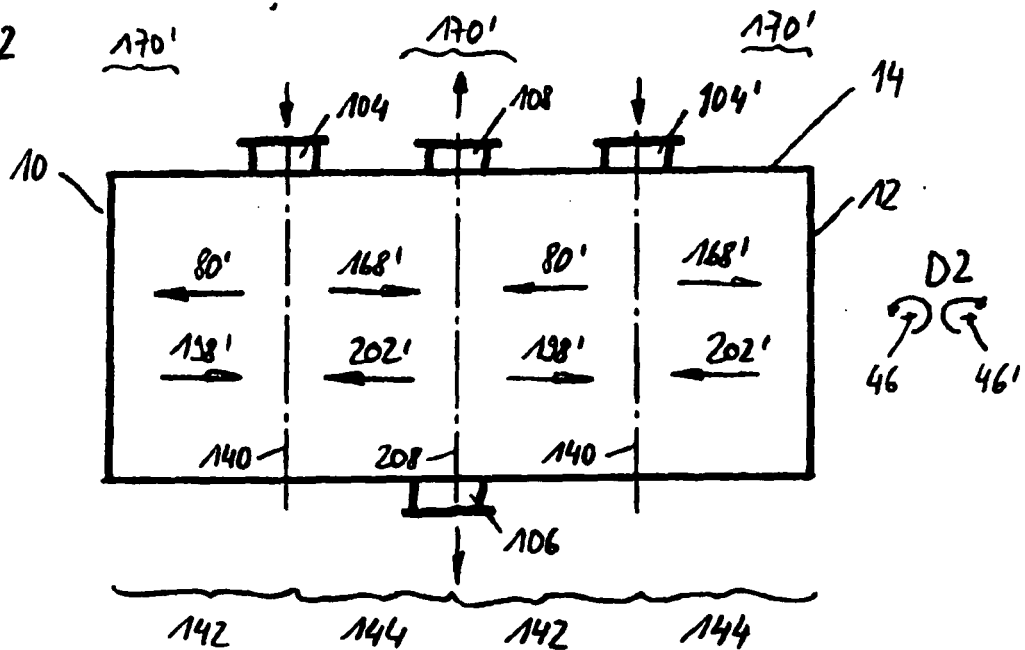
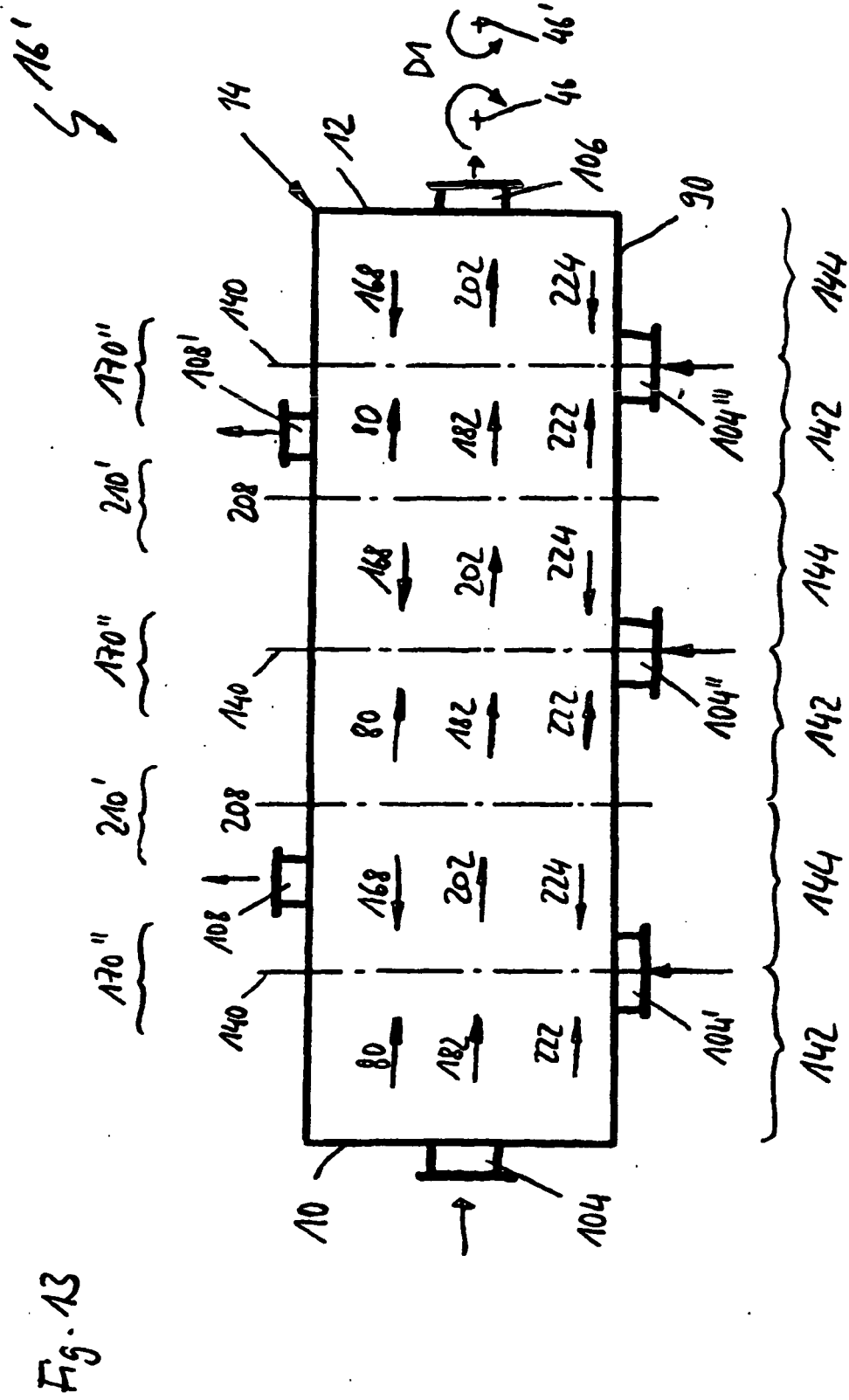
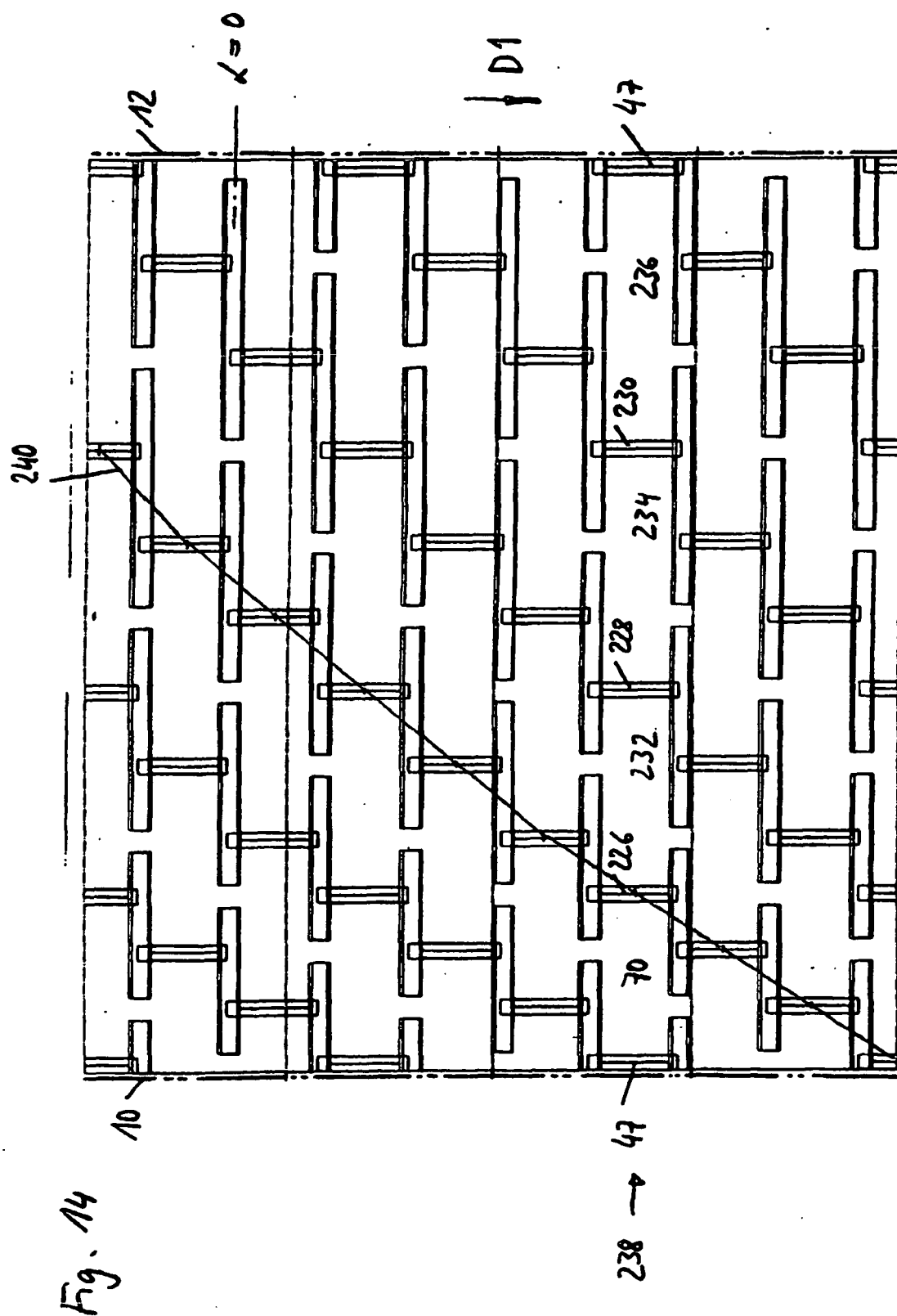


Fig. 12







IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0715881 A [0004] [0034] [0039] [0062]
- WO 03035235 A [0009]