

(19)



(11)

**EP 2 670 897 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.12.2014 Patentblatt 2014/50**

(51) Int Cl.:  
**D01F 9/32** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12700930.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2012/000116**

(22) Anmeldetag: **12.01.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2012/104011 (09.08.2012 Gazette 2012/32)**

(54) **OXIDATIONSOFEN**

OXIDATION FURNACE

FOUR D'OXYDATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **BERNER, Karl**  
**71155 Altdorf (DE)**
- **BALZER, Markus**  
**72351 Geislingen (DE)**

(30) Priorität: **03.02.2011 DE 102011010298**

(74) Vertreter: **Heinrich, Hanjo et al**  
**Ostertag & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Epplerstraße 14**  
**70597 Stuttgart (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.12.2013 Patentblatt 2013/50**

(73) Patentinhaber: **Eisenmann AG**  
**71032 Böblingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 426 858 DE-A1- 3 407 909**  
**US-B1- 6 776 611**

(72) Erfinder:  
• **MEINECKE, Lars**  
**72770 Reutlingen (DE)**

**EP 2 670 897 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Oxidationsofen zur oxidativen Behandlung von Fasern, insbesondere zur Herstellung von Kohlenstofffasern, mit

- a) einem Gehäuse, welches abgesehen von Durchtrittsbereichen für die Kohlenstofffasern gasdicht ist;
- b) einem im Innenraum des Gehäuses befindlichen Prozessraum;
- c) mindestens einer Zulufteinrichtung, mit welcher Heißluft in den Prozessraum einblasbar ist;
- d) Umlenkrollen, welche den Prozessraum (28) flankieren und die Fasern als Teppich nebeneinander liegend serpentinartig durch den Prozessraum führen, wobei der Faserteppich zwischen gegenüber liegenden Umlenkrollen jeweils eine Ebene aufspannt.

**[0002]** Bei bekannten derartigen Oxidationsöfen können die Umlenkrollen entweder im Innenraum des Gehäuses oder außerhalb des Gehäuses angeordnet sein. Die Zulufteinrichtung ist dabei so konfiguriert, dass Heißluft in einen Bereich zwischen den Umlenkrollen und dem Prozessraum in einer Richtung auf den Prozessraum zu abgegeben wird. Hierdurch kommt es dazu, dass die Kohlenfasern auf ihrem Weg über eine Umlenkrolle etwas auskühlen, da sie den Prozessraum verlassen haben und auch nicht mehr mit Heißluft beaufschlagt werden, die von der Zulufteinrichtung abgegeben wird.

**[0003]** Nachdem die Fasern von einer Umlenkrolle umgelenkt wurden und wieder in den Prozessraum eintreten, muss daher zunächst ein Teil der Ofenenergie darauf verwandt werden, die Fasern wieder auf die Temperatur zu erhitzen, die für den Oxidationsvorgang benötigt wird.

**[0004]** Insbesondere wenn sich die Umlenkrollen außerhalb des Ofengehäuses in der Umgebungsatmosphäre des Oxidationsofens befinden, kann so ein hoher Prozentsatz, der im Extremfall bis zu 80% betragen kann, der zum Betrieb des Oxidationsofens erforderlichen Energie nur dafür verbraucht werden, um die Fasern wiederholt auf die erforderliche Oxidationstemperatur zu erhitzen.

**[0005]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Oxidationsofen der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welchem die Energiebilanz positiver ausfällt.

**[0006]** Diese Aufgabe wird bei einem Oxidationsofen der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass

- e) die Zulufteinrichtung so eingerichtet ist, dass Heißluft zur vom Prozessraum abliegenden Seite der Umlenkrollen geleitet wird, so dass Heißluft dort die jeweilige Umlenkrolle und die Fasern überströmt, bevor sie in den Prozessraum eintritt.

**[0007]** Durch diese gerichtete Strömung der Heißluft wird die Temperatur der Umlenkrollen und der darüber geführten Fasern bei einem höheren Wert gehalten, bis die Fasern wieder in den Prozessraum eintreten. Im Idealfall bleiben die Fasern auch bei ihrem Weg über die Umlenkrollen bei einer Prozesstemperatur, bei der die Oxidation ablaufen kann.

**[0008]** Dabei ist es günstig, wenn die Umlenkrollen in einem Umlenkbereich des Gehäuses angeordnet sind, der zumindest strömungstechnisch vom Prozessraum getrennt ist. Auf diese Weise kann unabhängig von der Strömung im Prozessraum für eine gleich bleibende Temperatur an den Umlenkrollen gesorgt werden.

**[0009]** Während des Oxidationsprozesses wird aus dem Prozessraum Abluft abgeführt. Die Heißluft kann einerseits zusätzlich genutzt werden, um das abgeführte Volumen auszugleichen. Andererseits trägt die Heißluft dazu bei, die Prozesstemperatur im Prozessraum energieeffizient aufrechtzuerhalten, da der Bereich des Prozessraums, in dem die Heißluft in diesen eintritt, nicht abkühlt. Wenn zwischen dem Umlenkbereich und dem Prozessraum Strömungsleitmittel vorhanden sind, kann die Heißluft aus der Zulufteinrichtung gezielt zu dem Prozessraum und den verschiedenen Ebenen des Faserteppichs geleitet werden.

**[0010]** Wenn die Umlenkrollen durch ein Gehäuseelement von der Umgebungsatmosphäre des Oxidationsofens abschirmbar sind, erfolgt kein oder nur ein reduzierter Wärmeaustausch mit der Umgebung des Oxidationsofens. Hierdurch kann die Effektivität gesteigert werden.

**[0011]** Es ist günstig, wenn das Gehäuseelement derart auf der vom Prozessraum abliegenden Seite der Umlenkrollen angeordnet ist, dass zwischen Gehäuseelement und Umlenkrolle ein Strömungskanal für Heißluft gebildet ist.

**[0012]** Wenn das Gehäuseelement aus Glas gefertigt ist, kann der Umlenkbereich von außen eingesehen werden und es kann stets auf Sicht überprüft werden, ob die Fasern ordnungsgemäß auf den Umlenkrollen laufen oder nicht.

**[0013]** Es ist besonders von Vorteil, wenn mittels des Gehäuseelements ein Zugang von außen zu zumindest einer Umlenkrolle freigebbar ist. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass einzelne Kohlenstofffasern beim Durchlauf durch den Oxidationsofen reißen können. Üblicherweise wird das lose Ende einer gerissenen Faser im Bereich der Umlenkrollen mit einer daneben laufenden Faser verknüpft, durch welche die gerissene Faser durch den Ofen mitgeschleppt wird. Hierzu ist es jedoch erforderlich, dass die Umlenkrollen von außen zugänglich sind.

**[0014]** Hierfür hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn wenigstens ein Gehäuseelement eine um eine horizontale Achse verschwenkbar gelagerte Platte ist.

**[0015]** Alternativ oder zusätzlich kann wenigstens ein Gehäuseelement eine lösbar befestigte abnehmbare Platte sein.

**[0016]** Erneut alternativ oder zusätzlich kann wenigstens

tens ein Gehäuseelement ein von der Seite der Umlenkrolle, die vom Prozessraum abliegt, über die Umlenkrolle gestülptes Wannenelement sein.

**[0017]** Darüber hinaus kann es von Vorteil sein, wenn wenigstens ein Gehäuseelement ein um eine vertikale Achse verdrehbar gelagertes Lamellenelement ist.

**[0018]** Wenn ein loses Ende einer gerissenen Faser von einer Wartungsperson gefasst und mit einer anderen Faser verknüpft werden soll, darf die Temperatur im Bereich der Umlenkrollen und auch die Temperatur der Umlenkrollen selbst und der darauf laufenden Fasern nicht so hoch sein, dass die Wartungsperson sich verletzen könnte. Aus diesem Grund ist es günstig, wenn die Zulufteinrichtung derart eingerichtet ist, dass Heißluft wahlweise zur vom Prozessraum abliegenden Seite einer der Umlenkrollen geleitet werden kann oder nicht, oder statt Heißluft Kühlluft zur vom Prozessraum abliegenden Seite einer der Umlenkrollen geleitet werden kann. Wenn der Luftstrom unterbrochen werden kann oder indem Kühlluft zugeführt wird, kann der Bereich, der von der Wartungsperson erreicht werden muss, abkühlen und ein Zugriff von außen ist gefahrlos möglich.

**[0019]** Hierzu ist es günstig, wenn die Zulufteinrichtung mehrere Zuluftkästen umfasst, die zwischen den Ebenen des Faserteppichs angeordnet sind und von einer Frischluftquelle gespeist werden.

**[0020]** Derartige Zuluftkästen können dann in horizontaler Richtung zwischen einer Betriebsstellung, in welcher sie Heißluft zur vom Prozessraum abliegenden Seite der Umlenkrollen abgeben, und einer davon verschiedenen Wartungsstellung verschiebbar sein.

**[0021]** Alternativ können die Zuluftkästen mit aus dem Umlenkbereich entnehmbaren Luftführungskästen zusammenarbeiten. Heißluft wird nur dann zu den Umlenkrollen geleitet, wenn die Luftführungskästen vorhanden sind.

**[0022]** Bei einer Abwandlung umfasst die Zulufteinrichtung mehrere Klappenelemente, die zwischen den Ebenen des Faserteppichs angeordnet sind und von einer Frischluftquelle gespeist werden und Heißluft durch einen Austrittsschlitz abgeben, wobei die Klappenelemente zwischen einer Betriebsstellung, in der der Austrittsschlitz nahe einer Ebene des Faserteppichs angeordnet ist, und einer Wartungsstellung, in der der Austrittsschlitz weiter von dieser Ebene abliegt, um eine horizontale Achse verschwenkbar sind.

**[0023]** Nachstehend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

Figur 1 einen Vertikalschnitt durch einen Oxidationsofen zur Herstellung von Kohlenstoffasern in Ofenlängsrichtung;

Figur 2 einen Horizontalschnitt durch den Oxidationsofen von Figur 1 gemäß der dortigen Schnittlinie II-II;

Figur 3

dem Schnitt nach Figur 1 entsprechende Vertikalschnitte von Umlenkbereichen an gegenüberliegenden Enden des Oxidationsofens in vergrößertem Maßstab;

Figur 4

einen Horizontalschnitt eines Schleusen-Umlenkbereichs nach Figur 3 entlang der dortigen Schnittlinie IV-IV, wobei ein Einblaskasten teilweise weggebrochen gezeigt ist;

Figur 5

den Schnitten nach Figur 3 entsprechende Vertikalschnitte von Umlenkbereichen an gegenüberliegenden Enden eines Oxidationsofens gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Figur 6

einen Horizontalschnitt eines Schleusen-Umlenkbereichs nach Figur 5 entlang der dortigen Schnittlinie VI-VI, wobei Einblaskästen teilweise weggebrochen gezeigt sind;

Figur 7

den Schnitten nach Figur 3 entsprechende Vertikalschnitte von Umlenkbereichen an gegenüberliegenden Enden eines Oxidationsofens gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;

Figur 8

einen Horizontalschnitt eines Schleusen-Umlenkbereichs nach Figur 7 entlang der dortigen Schnittlinie VIII-VIII, wobei eine Umlenkrolle teilweise weggebrochen gezeigt ist;

Figur 9

eine Teil-Frontansicht des Umlenkbereichs von Figur 8;

Figur 10

den Schnitten nach Figur 3 entsprechende Vertikalschnitte von Umlenkbereichen an gegenüberliegenden Enden eines Oxidationsofens gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel;

Figur 11

einen Horizontalschnitt eines Schleusen-Umlenkbereichs nach Figur 10 entlang der dortigen Schnittlinie XI-XI;

Figur 12

den Schnitten nach Figur 3 entsprechende Vertikalschnitte von Umlenkbereichen an gegenüberliegenden Enden eines Oxidationsofens gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel;

Figur 13

einen Horizontalschnitt eines Schleusen-Umlenkbereichs nach Figur 12 entlang der dortigen Schnittlinie XIII-XIII;

Figur 14

den Schnitten nach Figur 3 entsprechende

Vertikalschnitte von Umlenkbereichen an gegenüberliegenden Enden eines Oxidationsofens gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel;

Figur 15 einen Horizontalschnitt eines Schleusen-Umlenkbereichs nach Figur 12 entlang der dortigen Schnittlinie XV-XV.

**[0024]** Zunächst wird auf die Figuren 1 bis 4 Bezug genommen. Diese zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel eines Oxidationsofens 10, der zur Herstellung von Kohlenstofffasern eingesetzt wird.

**[0025]** Der Oxidationsofen 10 umfasst ein Gehäuse 12, das einen den Innenraum des Oxidationsofens 10 bildenden Durchlaufraum 14 mittels zweier vertikaler Längswände 12a, 12b, einer Deckenwand 12c und einer Bodenwand 12d begrenzt. An seinen Stirnenden 12e bzw. 12f weist das Gehäuse 12 jeweils eine Öffnung 16 auf, über welche der Durchlaufraum 14 grundsätzlich von außen her zugänglich ist. Über stets verbleibende Durchgänge 18a, 18b im Bereich des in den Figuren 1 und 2 linken Stirnendes 12e werden Fasern 20 in den Durchlaufraum 14 hinein und wieder aus diesem herausgeführt.

**[0026]** Die vertikale Längswand 12b trennt den Durchlaufraum 14 von einem seitlich von diesem liegenden Luftleitraum 22, dessen Begrenzung lediglich teilweise in Figur 2 und dort auch nur gestrichelt angedeutet ist.

**[0027]** Der Durchlaufraum 14 ist seinerseits in Längsrichtung in drei Bereiche unterteilt und umfasst einen ersten Umlenkbereich 24, welcher dem Stirnende 12e benachbart ist, einen zweiten Umlenkbereich 26, welcher dem gegenüberliegenden Stirnende 12f benachbart ist, sowie einen zwischen den Umlenkbereichen 24, 26 angesiedelten Prozessraum 28.

**[0028]** Die zu behandelnden Fasern 20 werden dem Durchlaufraum 14 des Oxidationsofens 10 parallel verlaufend als Art "Teppich" zugeführt. Hierzu treten die Fasern 20 über eine außerhalb des Ofengehäuses 12 gelagerte Führungsrolle 30 geführt durch den in einem unteren Bereich der Öffnung 16 des Stirnendes 12e vorhandenen Durchgang 18a in den ersten Umlenkbereich 24 ein. Die Fasern 20 werden sodann durch den Prozessraum 28 und durch den zweiten Umlenkbereich 26 und von dort wieder zurückgeführt.

**[0029]** Insgesamt durchlaufen die Fasern 20 den Prozessraum 28 serpentinartig über von unten nach oben aufeinander folgende Umlenkrollen 32, die dem Verlauf der Fasern von unten nach oben folgend mit 32a, 32b, 32c, 32d, 32e bezeichnet sind. Hierbei sind im zweiten Umlenkbereich 26 des Oxidationsofens 10 drei mit ihren Achsen parallel übereinander liegende Umlenkrollen 32a, 32c, 32e und im ersten Umlenkbereich 24 zwei solche Umlenkrollen 32b, 32d vorgesehen. Zwischen den Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e spannt der durch die Fasern 20 gebildete Faserteppich jeweils eine Ebene auf.

**[0030]** Nach dem obersten Durchgang durch den Prozessraum 28 und den ersten Umlenkbereich 24 verlassen die Fasern 20 den Oxidationsofen 10 durch den Durchgang 18a, der im oberen Bereich der Öffnung 16 des Stirnendes 12e verbleibt. Die Fasern 20 werden außerhalb des Ofengehäuses 12 über eine weitere Führungsrolle 34 geführt.

**[0031]** Der erste Umlenkbereich 24 bildet somit zugleich eine Ein- und Austrittsschleuse für die Fasern 20 in den Durchlaufraum 14 bzw. den Prozessraum 28.

**[0032]** Dem ersten Umlenkbereich 24 ist eine erste Zuluftanlage 36 und dem zweiten Umlenkbereich 26 ist eine zweite Zuluftanlage 38 zugeordnet, welche von den Fasern 20 auf ihrem jeweiligen Weg durch den ersten bzw. den zweiten Umlenkbereich 24 bzw. 26 durchlaufen werden. Durch die Zuluftanlagen 36, 38 wird dem Prozess vorgewärmte Frischluft zugeführt; auf die Zuluftanlagen 36, 38 wird weiter unten nochmals detaillierter eingegangen.

**[0033]** Zwischen den Umlenkbereichen 24, 26 und dem Prozessraum 28 befinden sich als Strömungsleitmittel übereinander angeordnete Luftleitklappen 40, die jeweils zwischen den durch den Faserteppich 20 aufgespannten Ebenen angesiedelt sind und sich zwischen den Längswänden 12a, 12b des Ofengehäuses 12 erstrecken. Jede Luftleitklappe 40 ist individuell oder über ein Gestänge gekoppelt um jeweils eine horizontale Schwenkachse 42 verschwenkbar, die durch die Längswände 12a, 12b des Ofengehäuses 12 hindurch tritt und außerhalb von diesem gelagert ist. Dies ist in Figur 2 zu erkennen.

**[0034]** Im Prozessraum 28 werden zwei gegenläufige Luftströme aufrechterhalten. Hierzu sind im mittleren Bereich des Prozessraumes 28 eine Einblaseanlage 44 und in den beiden außen liegenden Endbereichen des Prozessraumes 28 jeweils eine Absaugeanlage 46 angeordnet, die jeweils den Luftleitklappen 40 benachbart sind. Die Einblaseanlage 44 umfasst mehrere Einblaskästen 44a und die Absaugeanlagen 46 umfassen mehrere Absaugkästen 46a, die jeweils zwischen den durch den Faserteppich 20 aufgespannten Ebenen angeordnet sind und sich zwischen den Längswänden 12a, 12b des Ofengehäuses 12 erstrecken und von denen nur einige mit Bezugszeichen versehen sind.

**[0035]** Ausgehend beispielsweise von den Absaugeanlagen 46 wird die Luft in den Luftleitraum 22 gefördert, in dem sie auf hier nicht weiter interessierende Weise aufbereitet und konditioniert wird. Von dem Luftleitraum 22 gelangt die Luft jeweils zu der Einblaseanlage 44. Diese gibt die konditionierte Luft gegensinnig strömend in Richtung auf die Umlenkbereiche 24 und 28 in den Prozessraum 28 ab. In diesem strömt die Luft gegensinnig zu den Absaugeanlagen 46, wodurch zwei Umwälz-Luftkreisläufe geschlossen sind, die in Figur 2 durch entsprechende Pfeile veranschaulicht sind.

**[0036]** Während des serpentinartigen Durchgangs der Fasern 20 durch den Prozessraum 28 werden diese so von heißer, sauerstoffhaltiger Luft umspült und dabei

oxidiert. Die genaue Ausbildung sowohl der Einblaseeinrichtung 44 als auch der Absaugeinrichtungen 46 sowie der Strömungsweg der Luft von der Einblaseeinrichtung 44 zu den Absaugeinrichtungen 46 sind dabei vorliegend nicht weiter von Belang.

**[0037]** Im Bereich des Luftleitraumes 22 sind außerdem zwei Auslässe 48 vorgesehen. Über diese können diejenigen Gas- bzw. Luftvolumina abgeführt werden, die entweder bei dem Oxidationsprozess entstehen oder als Frischluft durch die Zuluftleinrichtungen 36, 38 in den Prozessraum 28 gelangen, um so den Lufthaushalt im Oxidationsofen 10 aufrecht zu erhalten. Die abgeführten Gase, die auch giftige Bestandteile enthalten können, werden einer thermischen Nachverbrennung zugeführt. Die dabei gewonnene Wärme kann zumindest zur Vorerwärmung der dem Oxidationsofen 10 zugeführten Frischluft verwendet werden.

**[0038]** Bezogen auf die Zuluftleinrichtungen 36, 38 und die Einblaseeinrichtung 44 im Zusammenspiel mit den Absaugeinrichtungen 46 und dem Luftleitraum 22 sind die Umlenkbereiche 24, 26 und der Prozessraum 28 somit durch die Luftleitklappen 40 strömungstechnisch voneinander getrennt.

**[0039]** In Figur 3 sind nun die Umlenkbereiche 24, 26 und in Figur 4 der erste Umlenkbereich 24 in vergrößertem Maßstab gezeigt.

**[0040]** Wie in Figur 3 zu erkennen ist, sind im ersten Umlenkbereich 24 auf jeweils einem Niveau unterhalb der unteren Umlenkrolle 32b, zwischen den beiden Umlenkrollen 32b, 32d und oberhalb der oberen Umlenkrolle 32d Zuluftkästen 50 der ersten Zuluftleinrichtung 36 mit rechteckigem Querschnitt angeordnet, die sich zwischen den Längswänden 12a, 12b des Ofengehäuses 12 und senkrecht zu diesen erstrecken.

**[0041]** Im zweiten Umlenkbereich 26 sind auf jeweils einem Niveau oberhalb der unteren Umlenkrolle 32a, zwischen den beiden Umlenkrollen 32a, 32c und oberhalb der oberen Umlenkrolle 32e entsprechende Zuluftkästen 50 der zweiten Zuluftleinrichtung 38 mit ebenfalls rechteckigem Querschnitt angeordnet. Jeder Zuluftkasten 50 ist über einen eigenen Kanalstutzen 52 mit Klappenventil mit einer Frischluftquelle 54 verbunden, aus denen die Zuluftkästen 50 mit konditionierter vorgewärmter Frischluft gespeist werden können. Die Zuluftkästen 50 haben auf ihrer in Richtung auf die Stirnenden 12e bzw. 12f des Ofengehäuses 12 weisenden Seite jeweils Austrittsschlitze 50a, die in Längsrichtung des jeweiligen Zuluftkastens 50 verlaufen und durch welche zugeführte Frischluft nach oben und/oder unten austritt.

**[0042]** Dabei hat nur der im ersten Umlenkbereich 24 unterhalb der obersten Ebene des Faserteppichs 20 angeordnete Zuluftkasten zwei Austrittsschlitze 50a, so dass Heißluft sowohl nach oben als auch nach unten austritt. Alle übrigen Zuluftkästen 50 haben nur einen Austrittsschlitze 50a, durch den Heißluft in Richtung nach unten auf die unterhalb des jeweiligen Zuluftkastens 50 verlaufende Ebene des Faserteppichs 20 abgegeben wird. Dies ist in Figur 3 durch entsprechende Pfeile in den Umlenk-

bereichen 24, 26 veranschaulicht, die jedoch nicht gesondert gekennzeichnet sind.

**[0043]** Die Zuluftkästen 50 sind außerdem auf Führungsschienen 56 gelagert, die horizontal verlaufen und an den Längswänden 12a, 12b des Ofengehäuses 12 angebracht sind. Auf den Führungsschienen 56 können die Zuluftkästen 50 zwischen einer Betriebsstellung und einer Wartungsstellung horizontal verschoben werden.

**[0044]** In ihrer Betriebsstellung sind die Zuluftkästen 50 mit ihrem jeweiligen Kanalstutzen 52 verbunden und so eingerichtet, dass die aus den Austrittsschlitzen 50a austretende Frischluft zu derjenigen Seite 58 der Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e geleitet wird, die von dem Prozessraum 28 abliegt. Dort überströmt die Heißluft die jeweilige Umlenkrolle 32a, 32b, 32c, 32d, 32e und die Fasern 20, bevor sie in den Prozessraum 28 eintritt, und strömt dann weiter durch den Umlenkbereich 24 bzw. 26 zu den Luftleitklappen 40. Dies ist am Beispiel der in Figur 3 jeweils beiden oberen Zuluftkästen 50 in den Umlenkbereichen 24, 26 gezeigt.

**[0045]** In ihrer Wartungsstellung sind die Zuluftkästen 50 in Richtung von den Umlenkrollen 32b, 32d bzw. 32a, 32c, 32e weg und auf die Luftleitklappen 40 zu verschoben, wobei sie von dem zugehörigen Kanalstutzen 52 getrennt sind, wie es am Beispiel der in Figur jeweils untersten Zuluftkästen 50 in den Umlenkbereichen 24, 26 veranschaulicht ist. In der Wartungsstellung werden die Zuluftkästen 50 somit nicht mehr mit heißer Frischluft beaufschlagt.

**[0046]** Bei einer Abwandlung kann der Kanalstutzen 52 auch flexibel ausgeführt sein und mit dem jeweiligen Zuluftkasten 50 mitgeführt werden.

**[0047]** Vor jeder Umlenkrolle 32b, 32d bzw. 32a, 32c, 32e sind an den Stirnenden 12e, 12f des Ofengehäuses 12 jeweils um eine horizontale Achse 60 zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung verschwenkbare Glasplatten 62 gelagert. In Figur 3 sind die Glasplatten 62 vor den Umlenkrollen 32d und 32e in der Schließstellung und die Glasplatten 62 vor den Umlenkrollen 32a, 32b, 32c in der Offenstellung gezeigt.

**[0048]** Die Glasplatten 62 schirmen die Umlenkbereiche 24, 26 gegenüber der Umgebungsatmosphäre des Oxidationsofens 10 ab. Durch die Glasplatten 62 sind die Umlenkbereiche 24, 26 außerdem von außen einsehbar, so dass stets überprüft werden kann, ob die Fasern 20 ordnungsgemäß von den Umlenkrollen 32 geführt werden.

**[0049]** Wenn die Glasplatten 62 an den Stirnenden 12e, 12f ihre Schließstellung einnehmen, verbleibt zwischen zwei in vertikaler Richtung benachbarten Glasplatten 62 jeweils ein Abstand 64, der etwa in der Größenordnung der Höhe der Zuluftkästen 50 liegt. In diesen Zwischenraum 64 greifen die Zuluftkästen 50 dichtend ein, wenn sie ihre Betriebsstellung einnehmen. Hierzu sind die Konturen der Glasplatten 62 und der Zuluftkästen 50 in den zusammenarbeitenden Bereichen zueinander komplementär ausgebildet und mit Dichtmitteln versehen, wie es an und für sich bekannt ist.

**[0050]** Im normalen Betrieb des Oxidationsofens 10 nehmen die Zuluftkästen 50 ihre Betriebstellung ein und sind die Glasplatten 62 in ihre Schließstellung verkippt. Abgesehen von den erwähnten Durchgängen 18a, 18b für die Fasern 20 sind die Öffnungen 16 an den Stirnenden 12e, 12f des Ofengehäuses 12 bei dieser Anordnung der Zuluftkästen 50 und der Glasplatten 62 damit gasdicht verschlossen. Durch die zusammenarbeitenden Komponenten sind so Stirnwände des Ofengehäuses 12 ausgebildet.

**[0051]** Die Klappenventile in den Kanalstutzen 52 sind geöffnet und die Zuluftkästen 50 der Zulufteinrichtungen 36, 38 werden somit aus der Frischluftquelle 54 mit heißer Frischluft beaufschlagt. Diese heiße Frischluft strömt aus den Austrittsschlitz 50a der Zuluftkästen 50 zunächst auf die von dem Prozessraum 28 abliegende Seite 58 der Umlenkrollen 32a, 32b bzw. 32c, 32d, 32e und an der Innenfläche der Glasplatten 62 vorbei, bevor sie zu den Luftleitklappen 40 und weiter in den Prozessraum 28 strömt.

**[0052]** Dabei werden die Umlenkrollen 32b, 32d bzw. 32a, 32c, 32e und die darauf geführten Fasern 20 vollständig von heißer Frischluft umströmt. Dadurch wird verhindert, dass die Umlenkrollen 32b, 32d bzw. 32a, 32c, 32e und die darauf geführten Fasern 20 in den Umlenkbereichen 24, 26 außerhalb des Prozessraumes 28 abkühlen und letztere sich beim Erstoder Wiedereintritt in den Prozessraum 28 zunächst auf die Prozessstemperatur erwärmen müssen, die für den Oxidationsvorgang erforderlich ist.

**[0053]** Zudem werden die Innenflächen der Glasplatten 62 durch die heiße Frischluft erwärmt, wodurch verhindert wird, dass sich dort unerwünschtes Kondensat abscheidet, das aus den Kohlenstofffasern 20 austritt.

**[0054]** Wenn das Ofengehäuse 12 zusätzliche, z.B. seitlich angeordnete Glasscheiben aufweist, um einen Blick oder einen Zugang zu den Umlenkbereichen 24, 26 zu ermöglichen, können die Zuluftkästen 50 weitere entsprechend angeordnete Auslassöffnungen aufweisen, durch die Heißluft auf diese Glasscheiben geleitet werden kann, so dass auch dort eine Kondensatbildung verhindert ist.

**[0055]** Jede Luftleitklappe 40 nimmt im Betrieb des Oxidationsofens 10 eine Stellung ein, in welcher nur ein kleiner Spalt zwischen deren oberen bzw. unteren Rand und dem dort vorbeilaufenden Faserteppich 20 verbleibt, um die Umlenkbereiche 24, 26 durch eine möglichst hohe Strömungsgeschwindigkeit der einströmenden Heißluft vom Prozessraum 28 zu trennen. Zusätzlich kann so ein guter Kontakt des Faserteppichs 20 mit der heißen Frischluft gewährleistet werden.

**[0056]** Wenn nun der eingangs erörterte Fall eintritt, dass eine Kohlenstofffaser 20 reißt, kann die gerissene Faser 20 dennoch im laufenden Oxidationsprozess mit einer benachbarten Faser 20 verknüpft werden, da einerseits die Umlenkbereiche 24 und 26 über die Glasplatten 62 von außen zugänglich sind und andererseits die Zulufteinrichtungen 36, 38 so eingerichtet sind, dass

die Umlenkrollen 32b, 32d bzw. 32a, 32c, 32e und die darauf geführten Fasern 20 auf eine Temperatur abkühlen können, bei der sie von einer Wartungsperson gefahrlos berührt und gehandhabt werden können.

**[0057]** Im oberen Abschnitt der Umlenkbereiche 24, 26 ist jeweils noch ein Absaugstutzen 65 mit einer Ventilklappe vorgesehen, durch welchen die im Umlenkbereich 24, 26 befindliche Heißluft mittels einer nicht eigens gezeigten Absaugeinrichtung rasch abgesaugt werden kann. Hierdurch kann die Abkühlung der Umlenkrollen 32 und der Kohlenfasern 20 beschleunigt werden.

**[0058]** Der Ort, an dem sich ein loses Ende einer gerissenen Kohlenstofffaser 20 befindet, kann mittels bekannter Sensortechniken erfasst werden. Hieraus kann abgeleitet werden, über welche der Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e das lose Ende der gerissenen Faser 20 als nächstes geführt wird. Beispielsweise sei angenommen, dass das lose Ende der gerissenen Faser 20 als nächstes zur untersten Umlenkrolle 32b im ersten Umlenkbereich 24 gelangen wird.

**[0059]** In diesem Fall wird der Kanalstutzen 52 geschlossen, der zum untersten Zuluftkasten 50 im ersten Umlenkbereich 24 führt. Dieser Zuluftkasten 50 wird sodann in seine Wartungsstellung verschoben, wie es in Figur 3 gezeigt ist. Hierdurch wird der Bereich des Durchgangs 16, in dem der betreffende Zuluftkasten 50 angeordnet war, frei. Zum einen wird so bereits ein Zugang von außen zur Umlenkrolle 32a für eine Wartungsperson geschaffen. Zum anderen wird ein Strömungsweg für kühlere Umgebungsluft aus der Umgebungsatmosphäre des Oxidationsofens 10 geöffnet. Durch die übrigen Zuluftkästen 50 wird im Umlenkbereich 24 eine Luftströmung aufrechterhalten, wobei auf Grund der reduzierten Frischluftzufuhr Umgebungsluft angesaugt wird, was in Figur 3 durch einen Pfeil P1 angedeutet ist. Die Umgebungsluft strömt in den Umlenkbereich 24 hinein und an der Umlenkrolle 32b vorbei.

**[0060]** Hierdurch wird die Umlenkrolle 32b und die darauf geführten Fasern 20 abgekühlt. Wenn das lose Ende der gerissenen Faser 20 nun zur Umlenkrolle 32b gelangt, kann dieses bei einer moderaten Temperatur von einer Wartungsperson aufgenommen und mit einer benachbarten Faser 20 verknüpft werden.

**[0061]** Um den Zugang in den Umlenkbereich 24 zusätzlich zu erleichtern, wird zuvor die Glasplatte 62 in ihre Offenstellung verkippt, die vor der Umlenkrolle 32b angeordnet ist.

**[0062]** Nachdem die gerissene Faser 20 mit einer intakten Faser 20 verknüpft worden ist, wird diese Glasplatte 62 wieder in ihre Schließstellung verkippt und der unterste Zuluftkasten 50 wieder in seine Betriebstellung vor den Kanalstutzen 52 bewegt, der hierauf wieder geöffnet wird.

**[0063]** Wenn die gerissene Faser 20 mit einer benachbarten Faser 20 verknüpft ist und beide Fasern 20 an jeder folgenden Umlenkrolle 32 in eine bestimmte Spur gelegt werden müssen, kann im gegenüberliegenden Umlenkbereich 26 entsprechend vorgegangen werden.

Im vorliegenden Fall muss also zunächst auf die Unterseite der mittleren Umlenkrolle 32c im zweiten Umlenkbereich 26 zugegriffen werden. Hierzu wird im nächsten Schritt der dort unterste Zuluftkasten 50 in seine Wartungsstellung verbracht und die beiden Glasplatten 62 vor den Umlenkrollen 32a und 32c in ihre Offenstellung verkippt. Dies ist ebenfalls in Figur 3 zu erkennen. Die dort nun angesaugte kühlere Umgebungsluft ist durch einen Pfeil P2 veranschaulicht.

**[0064]** Dieses Vorgehen kann nun analog hintereinander für die beiden in Laufrichtung der Fasern 20 noch folgenden Umlenkrollen 32d im ersten Umlenkbereich 24 und 32e im zweiten Umlenkbereich 26 erfolgen.

**[0065]** Nachfolgend werden nun weitere Ausführungsbeispiele des Oxidationsofens 10 erläutert, wobei dieselben Komponenten auch dieselben Bezugszeichen tragen. Sofern nicht ausdrücklich etwas anderes beschrieben wird, gelten die obigen Erläuterungen zu dem Oxidationsofen 10 gemäß den Figuren 1 bis 4 für alle nun folgenden Ausführungsbeispiele sinngemäß entsprechend.

**[0066]** In den Figuren 5 und 6 sind als zweites Ausführungsbeispiel abgewandelte Umlenkbereiche 24 und 26 des Oxidationsofens 10 gezeigt. Dort sind anstelle der verkippbaren Glasplatten 62 abnehmbare Glasplatten 66 vorhanden, die in nicht eigens gezeigten Halterahmen gelagert sind. An den Zuluftkästen 50 ist eine in Figur 5 zu erkennende Wärmeisolierung 68 vorhanden, die in der Betriebsstellung der Zuluftkästen 50 gegen die Umgebungsluft des Oxidationsofens 10 isoliert. Gleichzeitig kann die Wärmeisolierung 68 als Halterung für die Glasplatten 62 verwendet werden.

**[0067]** Wenn ein Zugang von außen zu einem oder beiden der Umlenkbereiche 24, 26 notwendig wird, wird eine entsprechende Glasplatte 66 aus dem Halterahmen genommen. Der Zugangsweg ist in diesem Fall größer als bei den verkippbaren Glasplatten bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 3 und 4.

**[0068]** Die Figuren 7 und 8 zeigen als drittes Ausführungsbeispiel nochmals abgewandelte Umlenkbereiche 24, 26 des Oxidationsofens 10. Dort sind die Zuluftkästen 50 stationär etwa mittig zwischen der jeweiligen Stirnwand 12e, 12f und den Luftleitklappen 40 der Umlenkbereiche 24, 26 angeordnet. Anstelle der Austrittsschlitze 50a weisen die Zuluftkästen 50 auf ihrer der jeweiligen Stirnwand 12e oder 12f zugewandten Seite einen Austrittsschnabel 70 mit einem Austrittsschlitz 70a auf, der sich über die gesamte Länge des Zuluftkastens 50 erstreckt.

**[0069]** Jeweils neben den Zuluftkästen 50 sind in den Bereichen oberhalb und unterhalb zwischen den durch den Faserteppich 20 aufgespannten Ebenen boxartige Luftführungskästen 72 angeordnet, wobei in einer Ebene jeweils mehrere Luftführungskästen 72 nebeneinander vorhanden sind. Dies ist in Figur 9 zu erkennen.

**[0070]** Auf ihrer in Richtung auf die Stirnwand 12e bzw. 12f des Ofengehäuses 12 weisenden Seite haben die Luftführungskästen 72 jeweils einen Austrittsschlitz 72a,

der dem Austrittsschlitz 50a der Zuluftkästen 50 nach den Figuren 3 bis 6 entspricht und in Längsrichtung des jeweiligen Luftführungskastens 72 und damit quer zur Strömungsrichtung der aus den Zuluftkästen 50 ausströmenden Frischluft verläuft. Durch diesen Austrittsschlitz 72a kann zugeführte Frischluft wieder nach oben und/oder unten austreten, wie es in Figur 7 durch entsprechende Pfeile in den Umlenkbereichen 24, 26 und veranschaulicht ist. Auf der gegenüberliegenden Seite haben die Luftführungskästen 72 einen Einlass 72b, der komplementär zum Austrittsschnabel 70 der Zuluftkästen 50 ist und diesen im Betrieb aufnimmt, so dass heiße Frischluft aus den Zuluftkästen 50 in die Luftführungskästen 72 und von dort auf die Seite 58 der Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e strömt.

**[0071]** Die Luftführungskästen 72 und die Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e sind mittels abnehmbarer Glasplatten 74 abgedeckt, durch welche das Ofengehäuse 12, erneut abgesehen von den Ein- und Austrittsbereichen des Faserteppichs 20, gasdicht verschlossen ist. Die Glasplatten 74 können sich über weitgehend die Gesamtbreite des Ofengehäuses 12 erstrecken oder komplementär zu den Luftführungskästen 72 segmentiert sein. In letzterem Fall kann dann jeweils nur diejenige Glasplatte 74 abgenommen werden, die sich vor dem Abschnitt des jeweiligen Umlenkbereichs 24, 26 befindet, zu dem ein Zugang erforderlich ist.

**[0072]** Wenn ein Zugang zu einem der Umlenkbereiche 24, 26 notwendig wird, wird zunächst die entsprechende Glasplatte 74 abgenommen. Die Luftführungskästen 72 sind als eine Art Einhängelkästen mittels nicht eigens gezeigter Befestigungen lösbar in den Umlenkbereichen 24, 26 befestigt und können über die Durchgänge 16 bzw. 18 in den Stirnwänden 12e, 12f des Ofengehäuses 12 aus den Umlenkbereichen 24, 26 entnommen werden. Dadurch, dass mehrere Luftführungskästen 72 nebeneinander angeordnet sind und nur ein einziger Luftführungskasten 72 entnommen werden kann, kann nur ein lokal begrenzter Zugangsbereich zu den Umlenkbereichen 24, 26 freigemacht werden, der sich nicht über die gesamte Breite der jeweiligen Durchgangsöffnung 16 bzw. 18 in den Stirnwänden 12e, 12f erstreckt, sondern nur dort, wo das lose Ende der gerissenen Faser 20 vorbeilaufen wird.

**[0073]** Auf diese Weise kann die Temperatur der Fasern 20 neben sowie über und unter dem von außen zugänglichen Abschnitt der Umlenkbereiche 24, 26 aufrechterhalten werden, wogegen die Umlenkrollen 32 und die darauf laufenden Fasern 20 in diesem Abschnitt abkühlen können.

**[0074]** Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Absaugstutzen 65 in der Längswand 12a vorgesehen.

**[0075]** Anstelle des Austrittsschnabels 70, der sich jeweils über weitgehend die gesamte Länge der Zuluftkästen 50 erstreckt, können die Zuluftkästen 50 bei einer Abwandlung auch mehrere nebeneinander angeordnete Austrittsnasen aufweisen, die durch jeweils einen dazu komplementären Durchgang in den Luftführungskästen

72 in diese hinein ragen können. An diesen Austrittsnasen kann jeweils eine Verschlussklappe vorhanden sein, welche durch eine Feder vor die Austrittsöffnung einer entsprechenden Austrittsnase bewegt wird, wenn deren zugehörige Luftführungskasten 72 entnommen wird. Wird dieser Luftführungskasten 72 wieder in seine Position vor dem Zuluftkasten 50 gebracht, wird diese Verschlussklappe gegen die Federkraft beiseite geschoben, so dass der Luftweg durch die Austrittsnase in den Luftführungskasten 72 frei ist.

**[0076]** Als viertes Ausführungsbeispiel sind in den Figuren 10 und 11 nochmals abgewandelte Umlenkbereiche 24, 26 des Oxidationsofens 10 gezeigt.

**[0077]** Dort sind die Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e zwar jenseits der Stirnenden 12e, 12f des Ofengehäuses 12 gelagert, jedoch von abnehmbaren Glaswannen 76 umgeben, die gegen die hier ebenfalls stationären Zuluftkästen 50 abdichten.

Die Glaswannen 76 sind jeweils von der Seite 58 der Umlenkrollen 32, die vom Prozessraum 28 abliegt, über die Umlenkrollen 32 gestülpt.

**[0078]** Zwischen den Glaswannen 76 und den Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e sowie den darauf laufenden Fasern 20 ist jeweils ein Strömungskanal 78 gebildet. Auf der von einem Zuluftkasten 50 abliegenden Seite einer Ebene des Faserteppichs 20 ist jeweils ein Prallblech 79 vorhanden, so dass Heißluft aus den Zuluftkästen 50 auf die Fasern 20 und das darunter liegende Prallblech 79 in den Strömungskanal 78 und darüber zur vom Prozessraum 28 abliegenden Seite 58 jeder Umlenkrolle 32a, 32b, 32c, 32d, 32e gelangt.

**[0079]** Wenn ein Zugang zu einem der Umlenkbereiche 24, 26 benötigt wird, wird eine entsprechende Glaswanne 76 abgenommen, wie es beispielhaft bei der Umlenkrolle 32b im Umlenkbereich 24 gezeigt ist. Die betreffende Umlenkrolle 32 kann dann in der Umgebungsumgebung des Ofengehäuses 12 abkühlen, so dass die Fasern 20 von einer Wartungsperson gehandhabt werden können. Zudem wird, wenn der Kanalstutzen 52 verschlossen wird, Umgebungsluft in den Umlenkbereich 24 oder 26 hineingesaugt und sorgt dort für eine Abkühlung der von der Umgebungsluft umströmten Fasern 20.

**[0080]** In den Figuren 12 und 13 sind als fünftes Ausführungsbeispiel erneut abgewandelte Umlenkbereiche 24, 26 des Oxidationsofens 10 gezeigt.

**[0081]** Dort speist die Frischluftquelle 54 keine verschiebbaren oder stationären Zuluftkästen, sondern verschwenkbare Klappenflügel 80, die sich im Raum zwischen den Ebenen des Faserteppichs 20 und zwischen den Längswänden 12a, 12b des Ofengehäuses 12 erstrecken. In Figur 12 sind der Übersichtlichkeit halber nur einige Klappenflügel 80 mit einem Bezugszeichen versehen.

**[0082]** Die Klappenflügel 80 haben einen Austrittsschlitz 80a, durch welchen Heißluft auf der vom Prozessraum 28 abliegenden Seite 58 der Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e abgegeben wird. Auf der vom Austrittsschlitz 80a abliegenden Seite sind die Klappenflügel

80 um eine horizontale Achse verschwenkbar gelagert. Die Klappenflügel 80 können eine Betriebsstellung einnehmen, in der sich der jeweilige Austrittsschlitz 80a in enger Nachbarschaft zu einer zugeordneten Ebene des Faserteppichs 20 befindet. Aus dieser Betriebsstellung können die Klappenflügel 80 in eine Wartungsstellung geschwenkt werden, in welcher der jeweilige Austrittsschlitz 80a weiter von der zugeordneten Faserteppichebene abliegt.

**[0083]** Am Beispiel der beiden Klappenflügel 80, welche die von der Umlenkrolle 32a geführten Faserteppiche 20 flankieren, sind in Figur 12 beide Stellungen veranschaulicht. Die übrigen in Figur 12 gezeigten Klappenflügel 80 nehmen ihre Betriebsstellung ein.

**[0084]** Die Durchgänge 16 an den Stirnenden 12e, 12f sind bei diesem Ausführungsbeispiel wieder durch abnehmbare Glasplatten 66 verschlossen. Eine im Normalbetrieb des Oxidationsofens 10 vor der Umlenkrolle 32b angeordnete Glasplatte 66 ist in Figur 12 nicht gezeigt. Auch hier können die Glasplatten 66 wieder segmentiert sein, wie es in Figur 13 angedeutet ist.

**[0085]** Wenn auf eine Umlenkrolle 32 und die darüber geführten Fasern 20 zugegriffen werden muss, wird die entsprechende Glasplatte 66 abgenommen und die Klappenflügel 80, welche die zugehörige Umlenkrolle 32 oben und unten flankieren, in ihre Wartungsstellung verschwenkt. So wird der Zugang zu den Fasern 20 ermöglicht und die Heißluft von den zugänglich gemachten Fasern 20 weggeführt. Gegebenenfalls kann auch die Zufuhr von heißer Frischluft zu den betreffenden Klappenflügeln 80 für die Dauer des Zugriffs unterbrochen oder die Heißluft durch Kühlluft ersetzt werden.

**[0086]** Beim Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 12 und 13 kann den Klappenflügeln 80 über die Frischluftquelle 54 wahlweise Heißluft aus einem Kanal 54a oder kühle Luft aus einem Kanal 54b zugeführt werden. Bei einem Zugriff von außen kann die betreffende Umlenkwalze 32 durch Kühlluft schneller abgekühlt werden als ohne diese Maßnahme.

**[0087]** Eine entsprechende Ausbildung der Frischluftquelle 54 ist auch bei allen anderen beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich.

**[0088]** Die Figuren 14 und 15 zeigen als sechstes Ausführungsbeispiel nochmals abgewandelte Umlenkbereiche 24, 26 des Oxidationsofens 10.

**[0089]** Wie in Figur 14 zu erkennen ist, sind dort insgesamt nur drei Zuluftkästen 50 vorhanden. Im ersten Umlenkbereich 24 ist auf einem Niveau unterhalb der obersten Ebene des Faserteppichs 20 ein Zuluftkasten 50 angeordnet, der zwei Austrittsslitze 50a aufweist, so dass Heißluft nach oben und unten abgegeben wird. Ein weiterer Zuluftkasten 50 mit einem nach oben gerichteten Austrittsschlitz 50a ist im ersten Umlenkbereich 24 auf einem Niveau unterhalb der untersten Ebene des Faserteppichs 20 angeordnet. Im zweiten Umlenkbereich 26 befindet sich dagegen nur ein einziger Zuluftkasten 50; dieser ist auf einem Niveau über der obersten Ebene des Faserteppichs 20 angeordnet und weist einen nach un-



ten gerichteten Austrittsschlitz 50a.

**[0090]** Die Durchgänge 16 und 18 in den Stirnwänden 12e, 12f des Ofengehäuses 12 sind bei dieser Variante durch vertikal verlaufende und um eine vertikale Drehachse 82 verdrehbare Lamellen 84 aus Glas verschlossen, die unabhängig von einander bewegt werden können. In Figur 15 sind nur zwei dieser Glaslamellen mit einem Bezugszeichen versehen.

**[0091]** Wenn ein Zugang zu einem der Umlenkbereiche 24, 26 erforderlich wird, wird die entsprechende Glaslamelle 84 verdreht. Durch die entstehende Öffnung wird wie oben beschrieben Umgebungsluft in den jeweiligen Umlenkbereich 24, 26 gesaugt, wodurch der von dieser kühleren Umgebungsluft umströmte Abschnitt der Umlenkrollen 32a, 32b, 32c, 32d, 32e und die darauf laufenden Fasern 20 auf eine Temperatur abkühlen, bei der sie handhabbar sind.

**[0092]** Alternativ kann anstelle von einzelnen gelagerten Lamellen 84 auch eine Faltwand 86 verwendet werden, die auch aus mehreren separaten Faltelementen bestehen kann, wie es in Figur 15 in einem Bereich des Durchgangs 16 des Umlenkbereichs 24 gezeigt ist.

**[0093]** Die Glasplatten 62, 66 und 74 sowie die Glaswannen 76 und die Glaslamellen 84 bilden bei den jeweiligen Ausführungsbeispielen Gehäuseelemente des Ofengehäuses 12, durch welche die Umlenkrollen 32 auf ihrer jeweils vom Prozessraum 28 abliegenden Seite 58 gegenüber der Umgebungsatmosphäre des Oxidationsofens 10 abgeschirmt werden können.

**[0094]** Anstelle von Glas kann auch ein anderes, gegebenenfalls auch blickdichtes Material für entsprechende Platten, Wannen und Lamellen verwendet werden.

**[0095]** Sofern die Prozessführung es verlangt, können die Fasern 20 durch die Heißluft aus den Zulufteinrichtung 36, 38 in den Umlenkbereichen 24, 26 auch auf eine Temperatur erhitzt werden, die über der eigentlichen Prozessatemperatur im Prozessraum 28 liegt.

**[0096]** Bei der Oxidation von Kohlenstofffasern werden häufig zwei oder mehrere Oxidationsöfen in Laufrichtung der Fasern hintereinander geschaltet, wobei die Öfen in einer Ebene aufeinander folgend oder auch übereinander angeordnet sein können. In diesem Fall kann die Austrittsöffnung für die Fasern eines ersten Ofens über einen gasdichten Kanal mit der Eintrittsöffnung eines zweiten Ofens verbunden sein, so dass ein Abkühlen der Fasern auch auf ihrem Weg von einem Ofen zum nächsten Ofen verhindert ist.

## Patentansprüche

1. Oxidationsöfen zur oxidativen Behandlung von Fasern, insbesondere zur Herstellung von Kohlenstofffasern, mit

a) einem Gehäuse (12), welches abgesehen von Durchtrittsbereichen (18a, 18b) für die Kohlenstofffasern (20) gasdicht ist;

b) einem im Innenraum (14) des Gehäuses (12) befindlichen Prozessraum (28);

c) wenigstens einer Zulufteinrichtung (36, 38), mit welcher Heißluft in den Prozessraum (28) einblasbar ist;

d) Umlenkrollen (32), welche den Prozessraum (28) flankieren und die Fasern (20) als Teppich nebeneinander liegend serpentinartig durch den Prozessraum (28) führen, wobei der Faser-teppich zwischen gegenüber liegenden Umlenkrollen (32) jeweils eine Ebene aufspannt,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

e) die Zulufteinrichtung (36, 38) derart eingerichtet ist, dass Heißluft zur vom Prozessraum (28) abliegenden Seite (58) der Umlenkrollen (32) leitbar ist, so dass Heißluft dort die jeweilige Umlenkrolle (32) und die Fasern (20) überströmt, bevor sie in den Prozessraum (28) eintritt.

2. Oxidationsöfen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkrollen (32) in einem Umlenkbereich (24, 26) des Gehäuses (12) angeordnet sind, der zumindest strömungstechnisch vom Prozessraum (28) getrennt ist.

3. Oxidationsöfen nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Umlenkbereich (24, 26) und dem Prozessraum (28) Strömungsleitmittel (40) vorhanden sind.

4. Oxidationsöfen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkrollen (32) durch ein Gehäuseelement (62, 66, 74, 76, 84) von der Umgebungsatmosphäre des Oxidationsofens (10) abschirmbar sind.

5. Oxidationsöfen nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuseelement (62, 66, 74, 76, 84) derart auf der vom Prozessraum (28) abliegenden Seite (58) der Umlenkrollen (32) angeordnet ist, dass zwischen Gehäuseelement (62, 66, 74, 76, 84) und Umlenkrolle ein Strömungskanal für Heißluft gebildet ist.

6. Oxidationsöfen nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuseelement (62, 66, 74, 76, 84) aus Glas gefertigt ist.

7. Oxidationsöfen nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des Gehäuseelements (62, 66, 74, 76, 84) ein Zugang von außen zu zumindest einer Umlenkrolle (32) freigebbar ist.

8. Oxidationsöfen nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Gehäuseelement (62) eine um eine horizontale Achse (60) verschwenkbar gelagerte Platte ist.

9. Oxidationsöfen nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Gehäuseelement (66, 74) eine lösbar befestigte abnehmbare Platte ist.
10. Oxidationsöfen nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Gehäuseelement (76) ein von der Seite (58) der Umlenkrolle (32), die vom Prozessraum (28) abliegt, über die Umlenkrolle (32) gestülptes Wannenelement ist.
11. Oxidationsöfen nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Gehäuseelement (84) ein um eine vertikale Achse (82) verdrehbar gelagertes Lamellenelement ist.
12. Oxidationsöfen nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zulufteinrichtung (36, 38) derart eingerichtet ist, dass Heißluft wahlweise zur vom Prozessraum (28) abliegenden Seite (58) einer der Umlenkrollen (32) geleitet werden kann oder nicht, oder statt Heißluft Kühlluft zur vom Prozessraum (28) abliegenden Seite (58) einer der Umlenkrollen (32) geleitet werden kann.
13. Oxidationsöfen nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zulufteinrichtung (36, 38) mehrere Zuluftkästen (50) umfasst, die zwischen den Ebenen des Faserteppichs (20) angeordnet sind und von einer Frischluftquelle (54) gespeist werden.
14. Oxidationsöfen nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuluftkästen (50) in horizontaler Richtung zwischen einer Betriebsstellung, in welcher sie Heißluft zur vom Prozessraum (28) abliegenden Seite (58) der Umlenkrollen (32) abgeben, und einer davon verschiedenen Wartungsstellung verschiebbar sind.
15. Oxidationsöfen nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuluftkästen (50) mit aus dem Umlenkbereich (24, 26) entnehmbaren Luftführungskästen (72) zusammenarbeiten.
16. Oxidationsöfen nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zulufteinrichtung (36, 38) mehrere Klappenelemente (80) umfasst, die zwischen den Ebenen des Faserteppichs (20) angeordnet sind und von einer Frischluftquelle (54) gespeist werden und Heißluft durch einen Austrittsschlitz (80a) abgeben, wobei die Klappenelemente (80) zwischen einer Betriebsstellung, in der der Austrittsschlitz (80a) nahe einer Ebene des Faserteppichs (20) angeordnet ist, und einer Wartungsstellung, in der der Austrittsschlitz (80a) weiter von dieser Ebene abliegt, um eine horizontale Achse verschwenkbar sind.

## Claims

- An oxidation furnace for the oxidative treatment of fibres, in particular for producing carbon fibres, having
  - a housing (12) which, apart from passage regions (18a, 18b) for the carbon fibres (20), is gas-tight;
  - a process chamber (28) located in the interior (14) of the housing (12);
  - at least one air infeed device (36, 38) by means of which hot air may be blown into the process chamber (28) ;
  - deflecting rollers (32) which flank the process chamber (28) and guide the fibres (20), in the form of a carpet, through the process chamber (28) next to one another in serpentine manner, with the carpet of fibres spanning a respective plane between opposing deflecting rollers (32), **characterised in that**
  - the air infeed device (36, 38) is set up such that hot air may be fed to the side (58) of the deflecting rollers (32) remote from the process chamber (28), with the result that hot air there flows over the respective deflecting roller (32) and the fibres (20) before it enters the process chamber (28).
- An oxidation furnace according to Claim 1, **characterised in that** the deflecting rollers (32) are arranged in a deflecting region (24, 26) of the housing (12) which is separated, at least from the point of view of fluid mechanics, from the process chamber (28).
- An oxidation furnace according to Claim 2, **characterised in that** there are flow guide means (40) between the deflecting region (24, 26) and the process chamber (28).
- An oxidation furnace according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the deflecting rollers (32) can be screened from the ambient atmosphere of the oxidation furnace (10) by a housing element (62, 66, 74, 76, 84).
- An oxidation furnace according to Claim 4, **characterised in that** the housing element (62, 66, 74, 76, 84) is arranged on the side (58) of the deflecting rollers (32) remote from the process chamber (28) such that a flow channel for hot air is formed between the housing element (62, 66, 74, 76, 84) and the deflecting roller.
- An oxidation furnace according to Claim 4 or 5, **characterised in that** the housing element (62, 66, 74, 76, 84) is made from glass.

7. An oxidation furnace according to one of Claims 4 to 6, **characterised in that** access from the outside to at least one deflecting roller (32) may be freed by means of the housing element (62, 66, 74, 76, 84). 5
8. An oxidation furnace according to one of Claims 4 to 7, **characterised in that** at least one housing element (62) is a plate that is mounted to pivot about a horizontal axis (60). 10
9. An oxidation furnace according to one of Claims 4 to 8, **characterised in that** at least one housing element (66, 74) is a detachably fastened removable plate. 15
10. An oxidation furnace according to one of Claims 4 to 9, **characterised in that** at least one housing element (76) is a trough element that is slipped over the deflecting roller (32) from the side (58) of the deflecting roller (32) that is remote from the process chamber (28). 20
11. An oxidation furnace according to one of Claims 4 to 9, **characterised in that** at least one housing element (84) is a fin-like element that is mounted to turn about a vertical axis (82). 25
12. An oxidation furnace according to one of Claims 1 to 11, **characterised in that** the air infeed device (36, 38) is set up such that hot air may optionally be fed or not fed to the side (58) of one of the deflecting rollers (32) remote from the process chamber (28), or, instead of hot air, cool air may be fed to the side (58) of one of the deflecting rollers (32) remote from the process chamber (28). 30
13. An oxidation furnace according to Claim 12, **characterised in that** the air infeed device (36, 38) includes a plurality of air infeed boxes (50) which are arranged between the planes of the carpet of fibres (20) and are fed from a fresh air source (54). 35
14. An oxidation furnace according to Claim 13, **characterised in that** the air infeed boxes (50) may be displaced in the horizontal direction between an operational position, in which they emit hot air to the side (58) of the deflecting rollers (32) remote from the process chamber (28), and a maintenance position which is different therefrom. 40
15. An oxidation furnace according to Claim 13, **characterised in that** the air infeed boxes (50) cooperate with air guidance boxes (72) that can be removed from the deflecting region (24, 26). 45
16. An oxidation furnace according to Claim 12, **characterised in that** the air infeed device (36, 38) includes a plurality of flap elements (80) which are ar- 50

ranged between the planes of the carpet of fibres (20), are fed from a fresh air source (54) and emit hot air through an exit slot (80a), wherein the flap elements (80) may be pivoted about a horizontal axis between an operational position, in which the exit slot (80a) is arranged close to a plane of the carpet of fibres (20), and a maintenance position, in which the exit slot (80a) lies further away from this plane

## Revendications

1. Four d'oxydation pour le traitement oxydatif de fibres, en particulier pour la fabrication de fibres de carbone, comprenant 15
  - a) un boîtier (12), lequel, à l'exception de zones de passage (18a, 18b) pour les fibres de carbone (20), est étanche aux gaz ;
  - b) une chambre de traitement (28) située dans l'espace intérieur (14) du boîtier (12);
  - c) au moins un dispositif d'amenée d'air (36, 38) au moyen duquel de l'air chaud peut être insufflé dans la chambre de traitement (28) ;
  - d) des poulies de déviation (32), lesquelles flanquent la chambre de traitement (28) et guident les fibres (20) juxtaposées sous la forme d'un tapis de façon sinueuse à travers la chambre de traitement (28), le tapis de fibres définissant chaque fois un plan entre des poulies de déviation (32) opposées, 20

**caractérisé en ce que**

  - e) le dispositif d'amenée d'air (36, 38) est conçu de façon que de l'air chaud puisse être guidé vers le côté (58) des poulies de déviation (32) éloigné de la chambre de traitement (28), de sorte que de l'air chaud s'écoule à cet endroit sur la poulie de déviation (32) respective et sur les fibres (20) avant de pénétrer dans la chambre de traitement (28). 25
2. Four d'oxydation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les poulies de déviation (32) sont disposées dans une zone de déviation (24, 26) du boîtier (12) qui est séparée, au moins fluidiquement, de la chambre de traitement (28). 30
3. Four d'oxydation selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** des moyens de guidage d'écoulement (40) sont présents entre la zone de déviation (24, 26) et la chambre de traitement (28). 35
4. Four d'oxydation selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les poulies de déviation (32) peuvent être protégées par un élément de boîtier (62, 66, 74, 76, 84) de l'atmosphère ambiante du four d'oxydation (10). 40

5. Four d'oxydation selon la revendication 4, **caracté-  
risé en ce que** l'élément de boîtier (62, 66, 74, 76,  
84) est disposé du côté (58) des poulies de déviation  
(32) éloigné de la chambre de traitement (28) de  
façon qu'un canal d'écoulement pour de l'air chaud  
soit formé entre élément de boîtier (62, 66, 74, 76,  
84) et poulie de déviation. 5
6. Four d'oxydation selon la revendication 4 ou 5, **ca-  
ractérisé en ce que** l'élément de boîtier (62, 66, 74,  
76, 84) est réalisé en verre. 10
7. Four d'oxydation selon l'une des revendications 4 à  
6, **caractérisé en ce que** l'élément de boîtier (62,  
66, 74, 76, 84) permet de libérer un accès par l'ex-  
térieur à au moins une poulie de déviation (32). 15
8. Four d'oxydation selon l'une des revendications 4 à  
7, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément de  
boîtier (62) est une plaque montée pivotante autour  
d'un axe horizontal (60). 20
9. Four d'oxydation selon l'une des revendications 4 à  
8, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément de  
boîtier (66, 74) est une plaque amovible fixée de ma-  
nière détachable. 25
10. Four d'oxydation selon l'une des revendications 4 à  
9, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément de  
boîtier (76) est un élément en cuvette enfilé sur la  
poulie de déviation (32) depuis le côté (58) de la  
poulie de déviation (32) qui est éloigné de la chambre  
de traitement (28). 30
11. Four d'oxydation selon l'une des revendications 4 à  
9, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément de  
boîtier (84) est un élément de type lamelle monté  
tournant autour d'un axe vertical (82). 35
12. Four d'oxydation selon l'une des revendications 1 à  
11, **caractérisé en ce que** le dispositif d'amenée  
d'air (36, 38) est conçu de façon que de l'air chaud  
puisse, au choix, être guidé ou non vers le côté (58)  
d'une des poulies de déviation (32) éloigné de la  
chambre de traitement (28), ou qu'au lieu d'air  
chaud, de l'air de refroidissement puisse être guidé  
vers le côté (58) d'une des poulies de déviation (32)  
éloigné de la chambre de traitement (28). 40  
45
13. Four d'oxydation selon la revendication 12, **carac-  
térisé en ce que** le dispositif d'amenée d'air (36, 38)  
comprend plusieurs caissons d'amenée d'air (50)  
qui sont disposés entre les plans du tapis de fibres  
(20) et alimentés par une source d'air frais (54). 50  
55
14. Four d'oxydation selon la revendication 13, **carac-  
térisé en ce que** les caissons d'amenée d'air (50)  
sont déplaçables dans la direction horizontale entre  
une position de service dans laquelle ils délivrent de  
l'air chaud vers le côté (58) des poulies de déviation  
(32) éloigné de la chambre de traitement (28) et une  
position d'entretien différente de celle-ci.
15. Four d'oxydation selon la revendication 13, **carac-  
térisé en ce que** les caissons d'amenée d'air (50)  
coopèrent avec des caissons de guidage d'air (72)  
pouvant être retirés de la zone de déviation (24, 26).
16. Four d'oxydation selon la revendication 12, **carac-  
térisé en ce que** le dispositif d'amenée d'air (36, 38)  
comprend plusieurs éléments formant clapet (80) qui  
sont disposés entre les plans du tapis de fibres (20)  
et alimentés par une source d'air frais (54) et qui  
délivrent de l'air chaud à travers une fente de sortie  
(80a), les éléments formant clapet (80) pouvant pi-  
voter autour d'un axe horizontal entre une position  
de service, dans laquelle la fente de sortie (80a) est  
disposée près d'un plan du tapis de fibres (20), et  
une position d'entretien dans laquelle la fente de sor-  
tie (80a) est plus éloignée de ce plan.

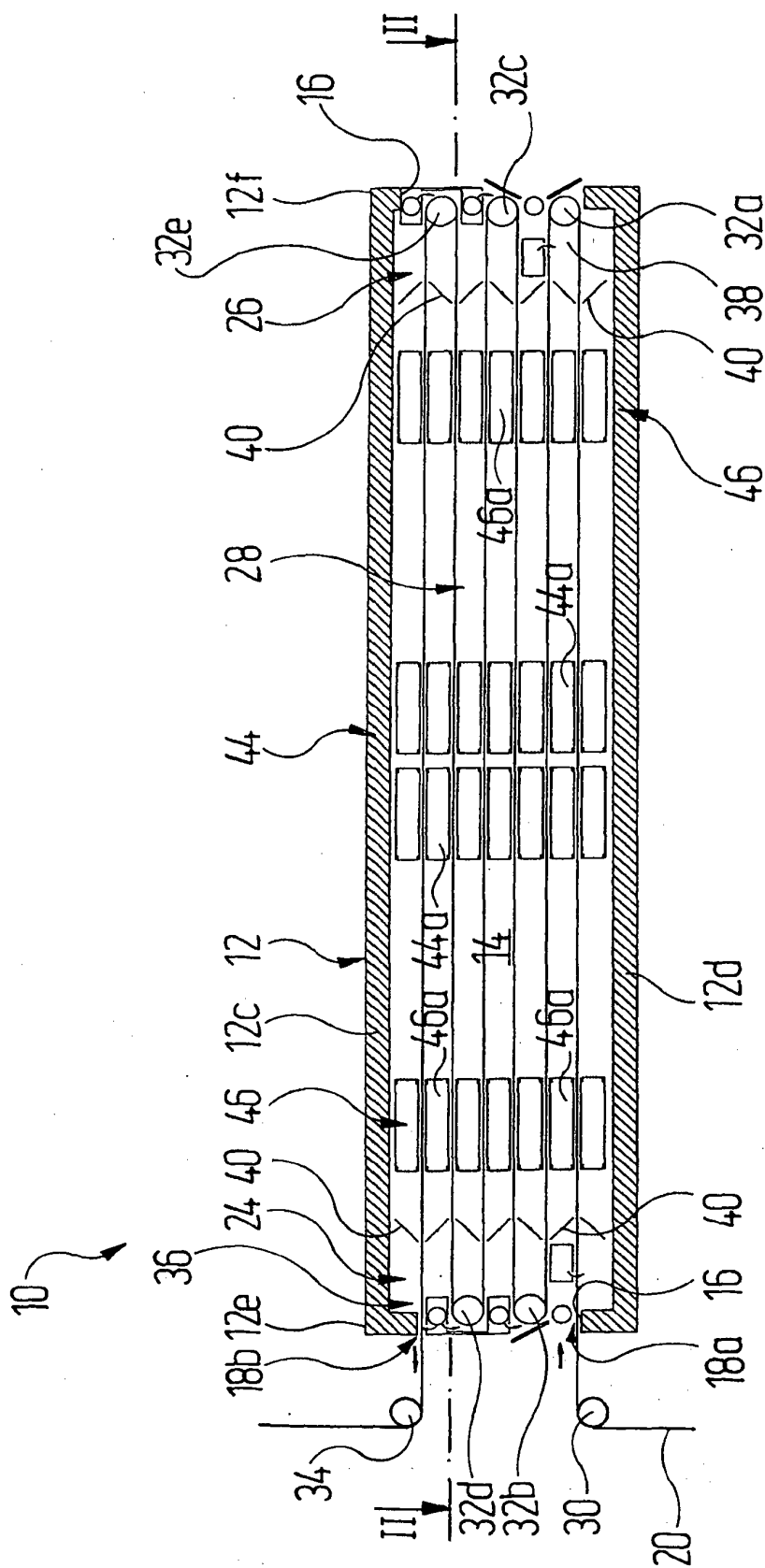


Fig. 1

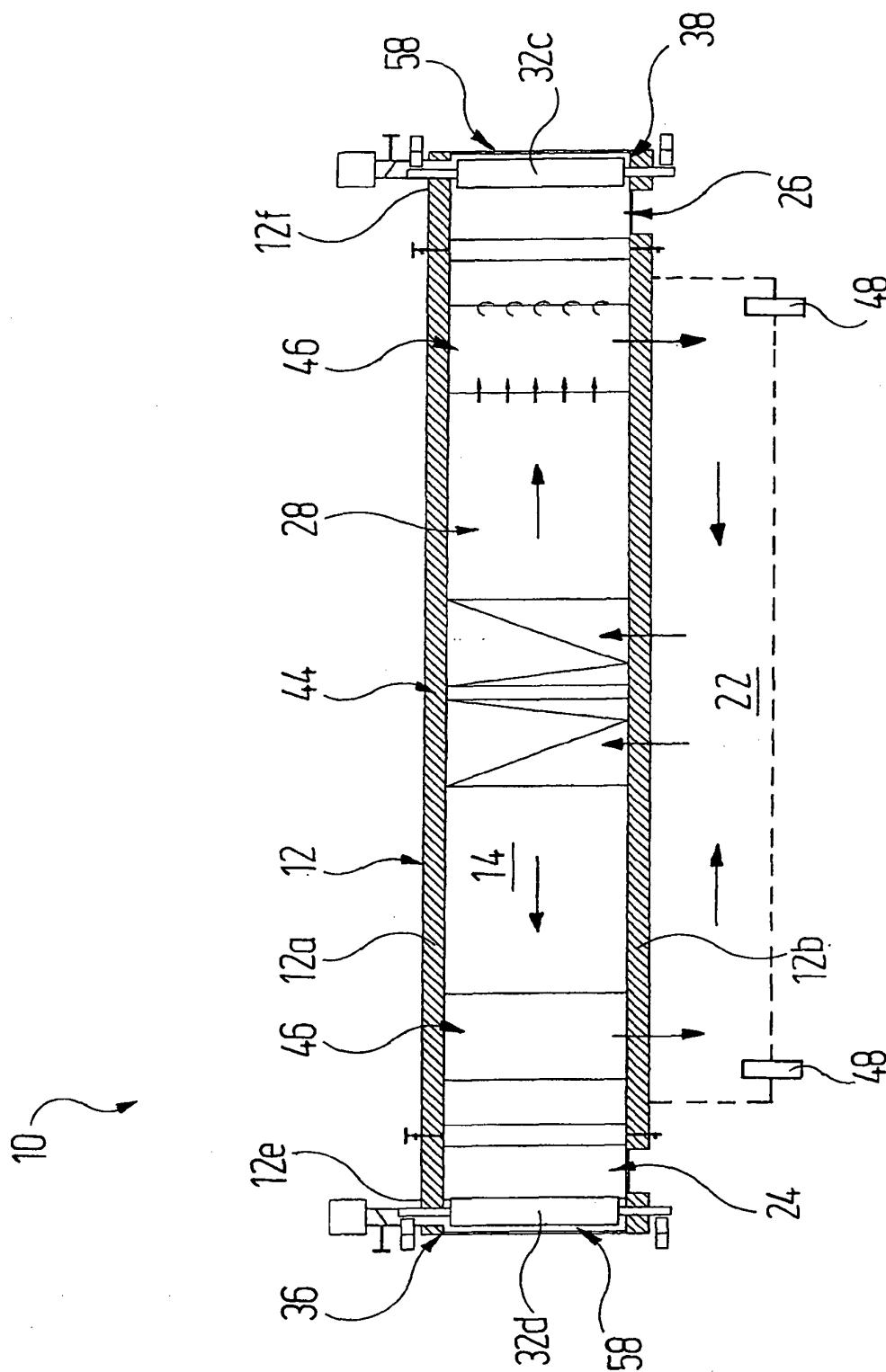


Fig. 2

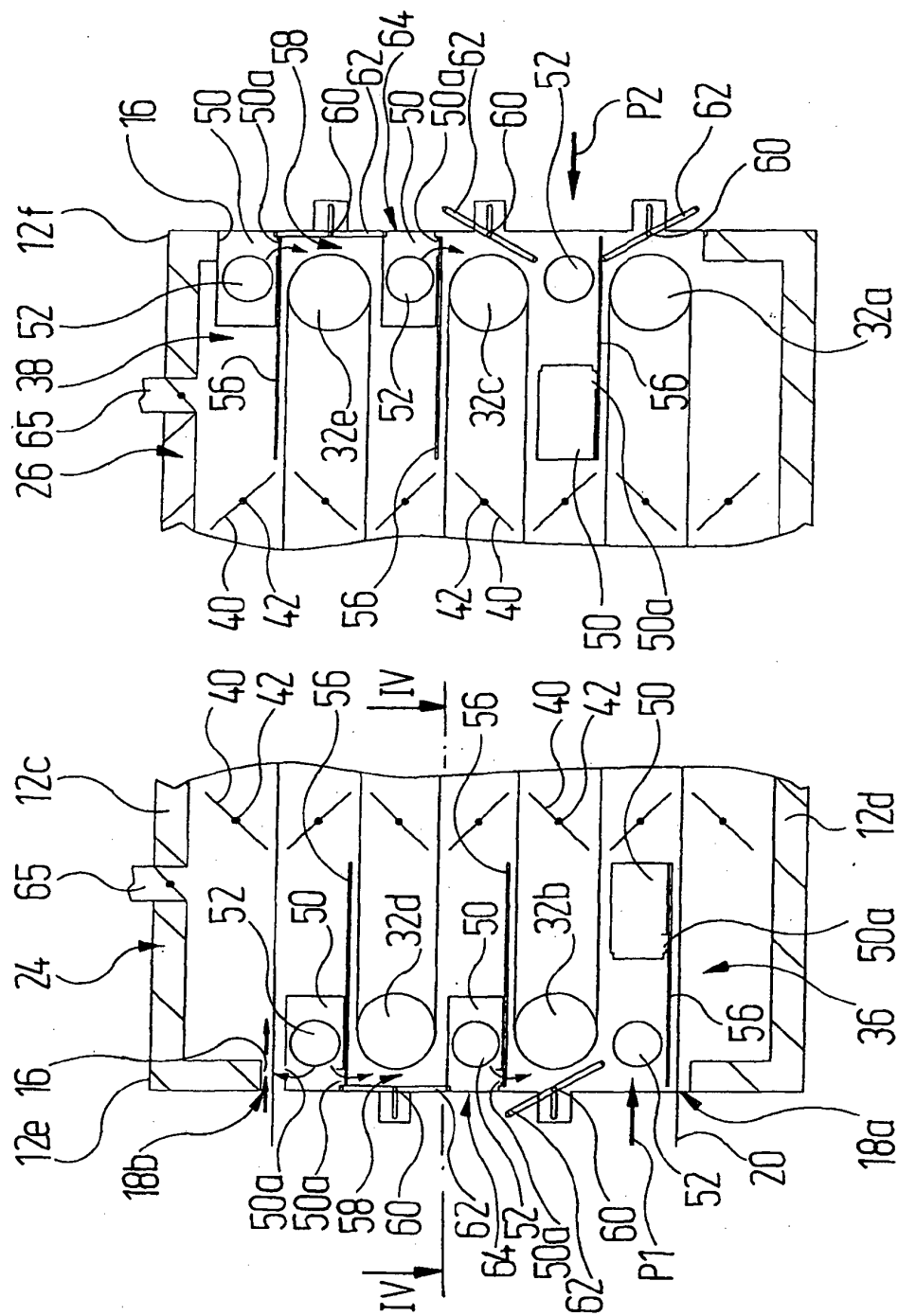


Fig. 3

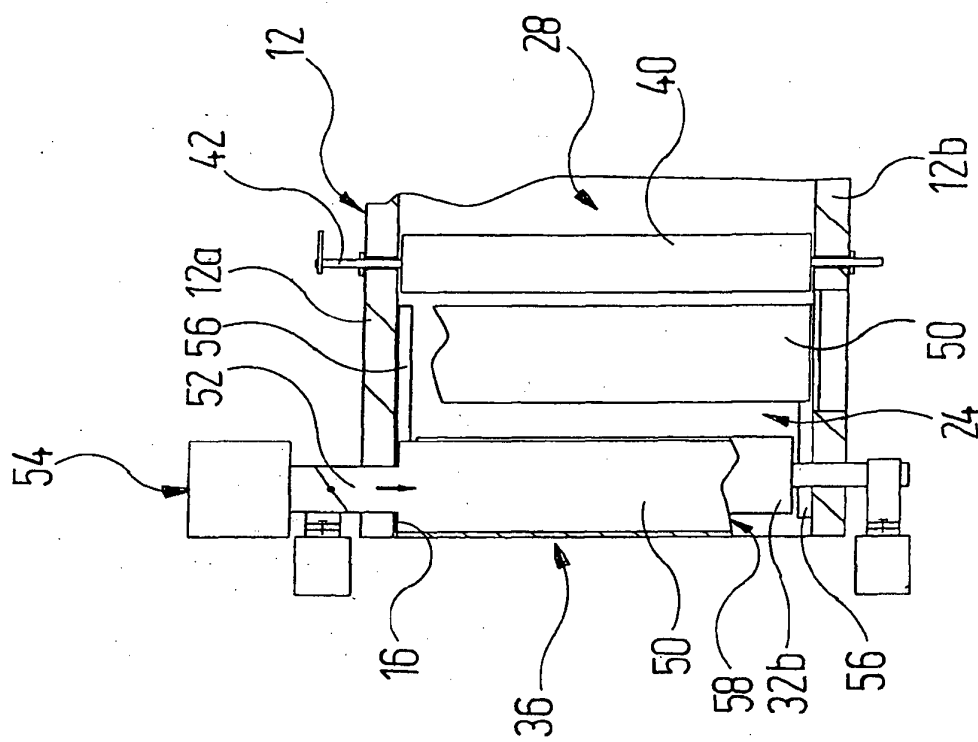


Fig. 4



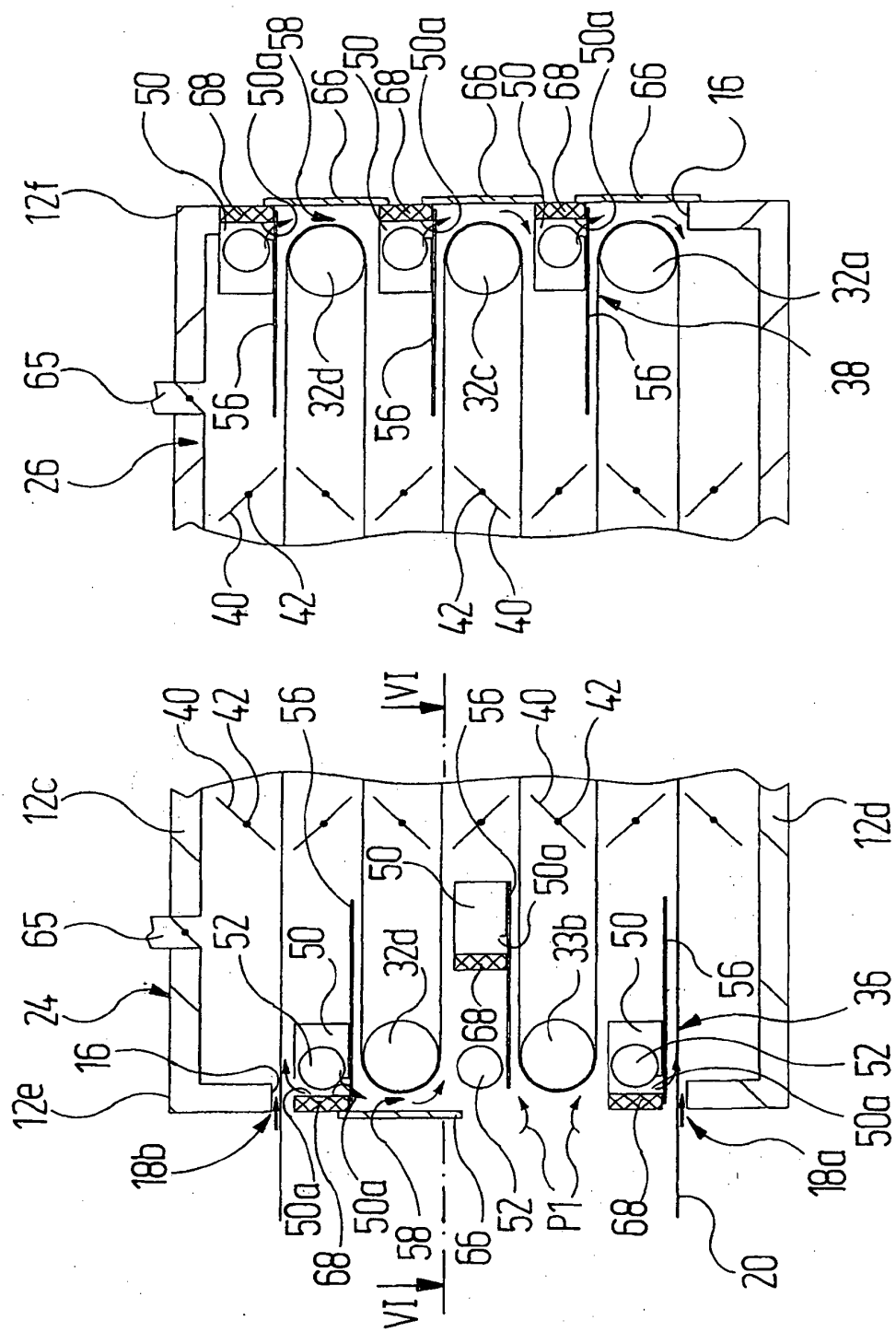


Fig. 5

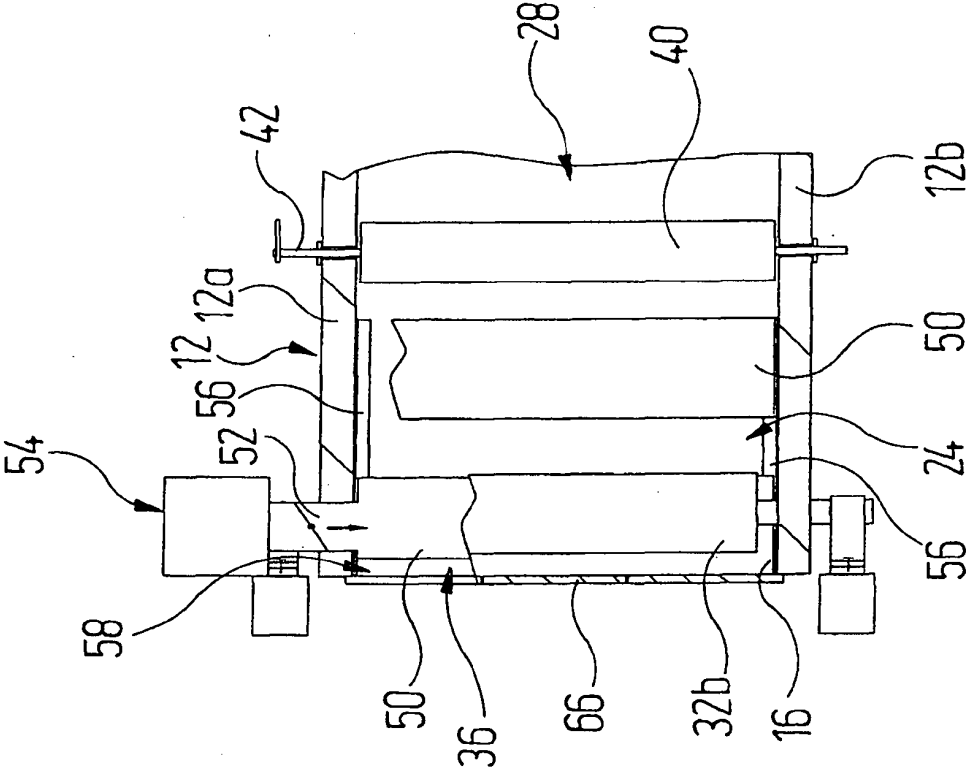


Fig. 6

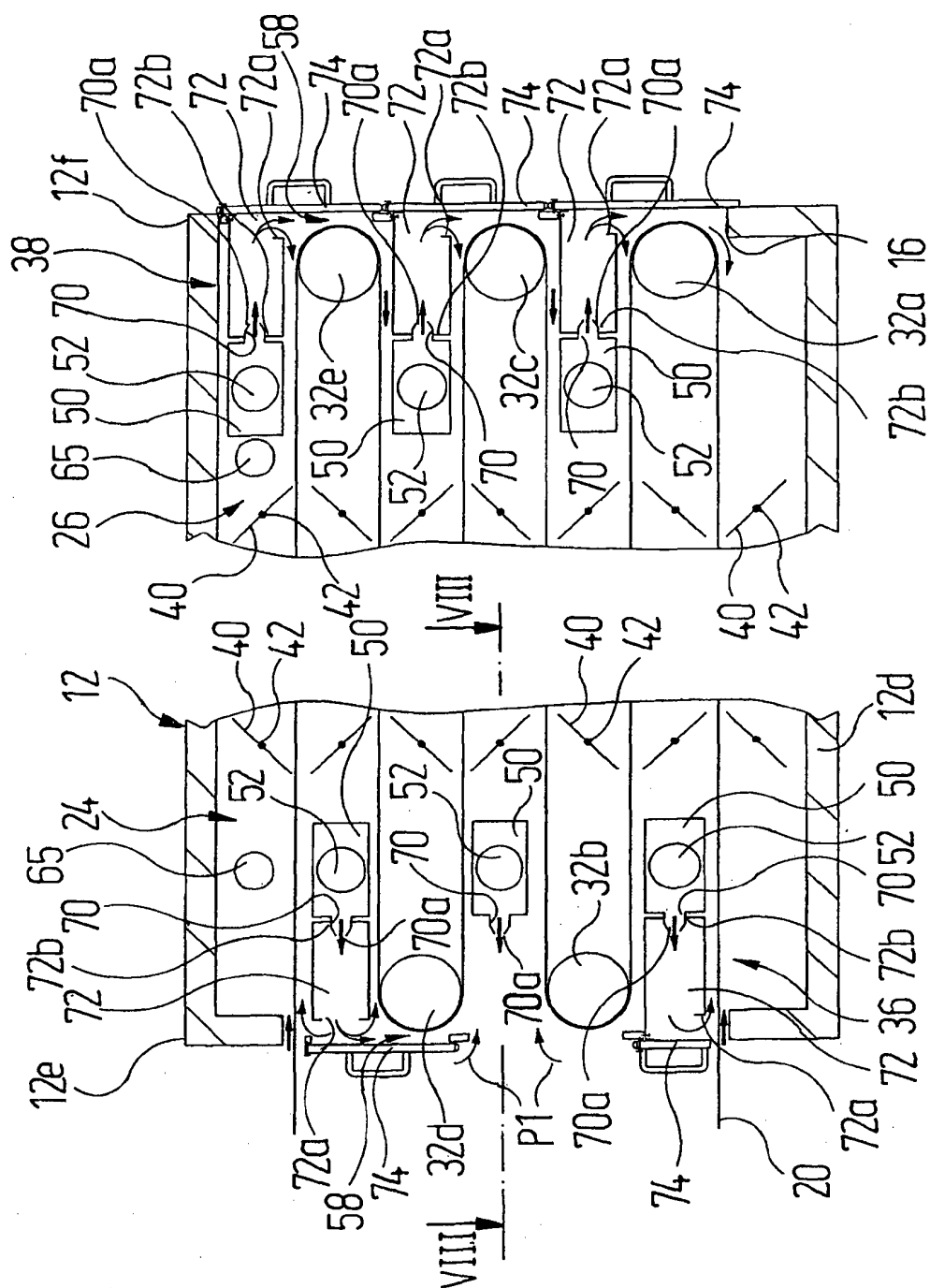


Fig. 7

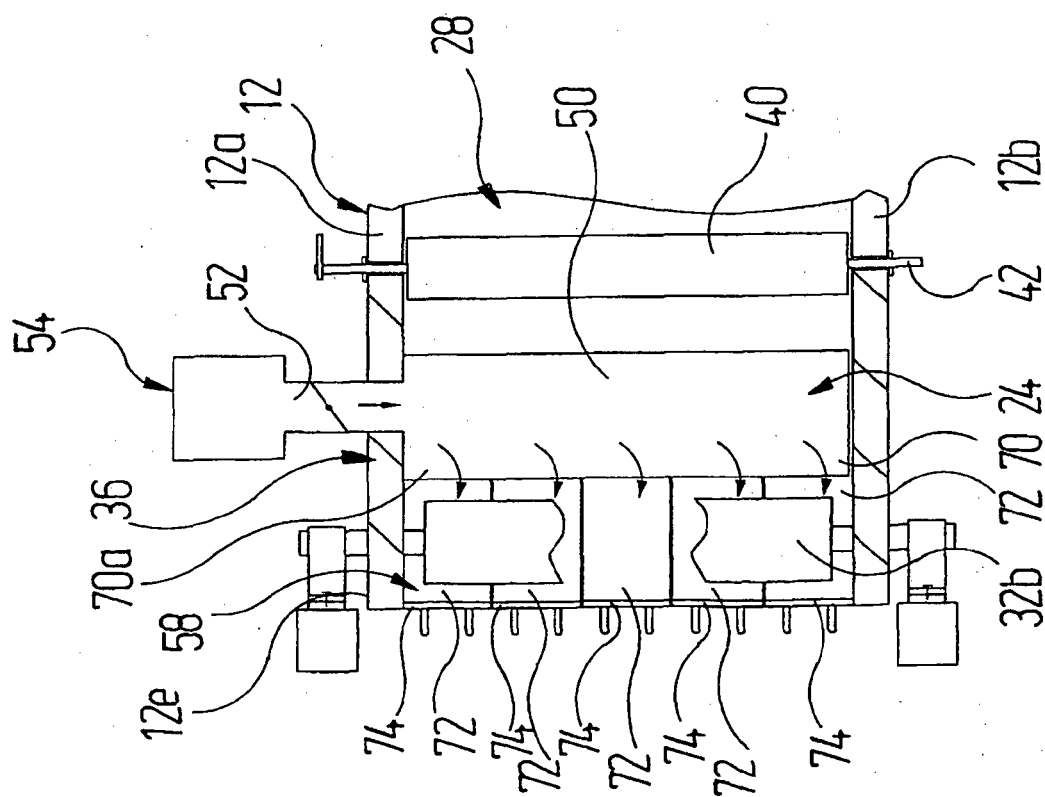


Fig. 8

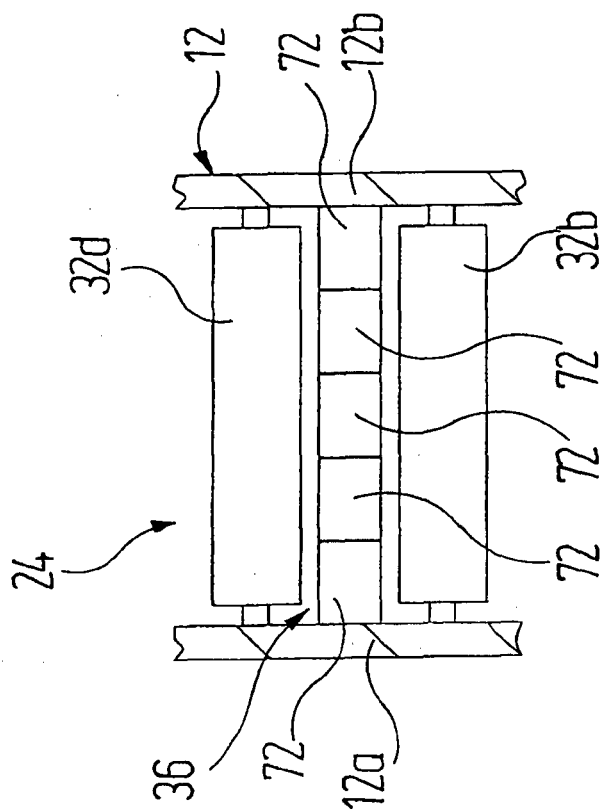


Fig. 9

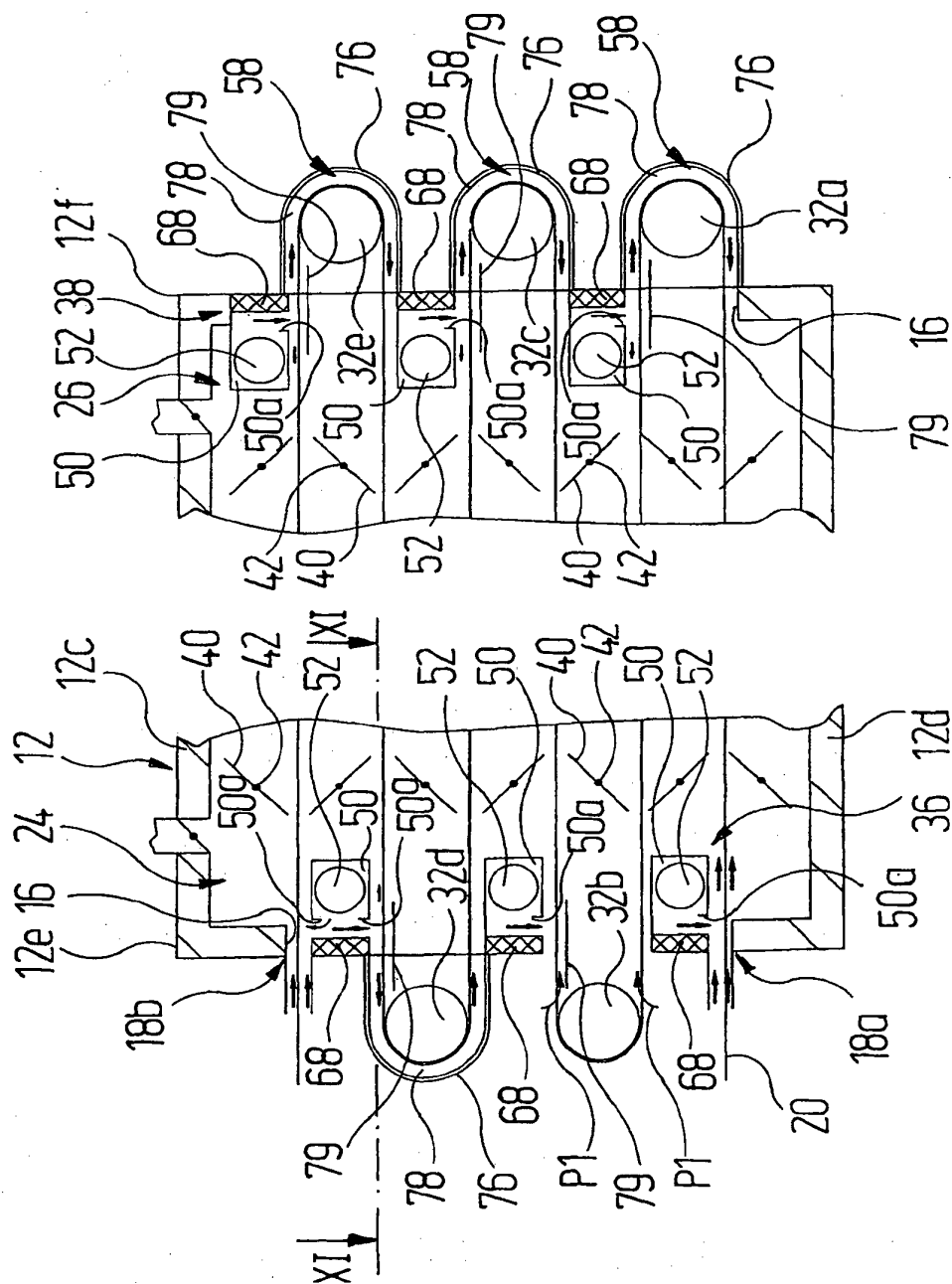


Fig. 10

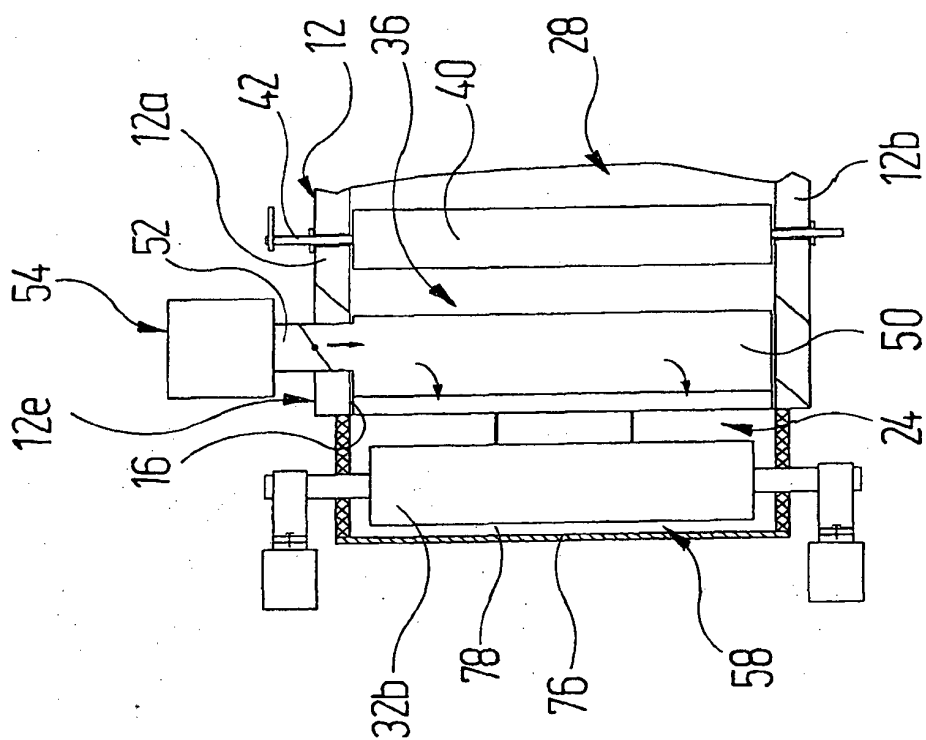


Fig. 11

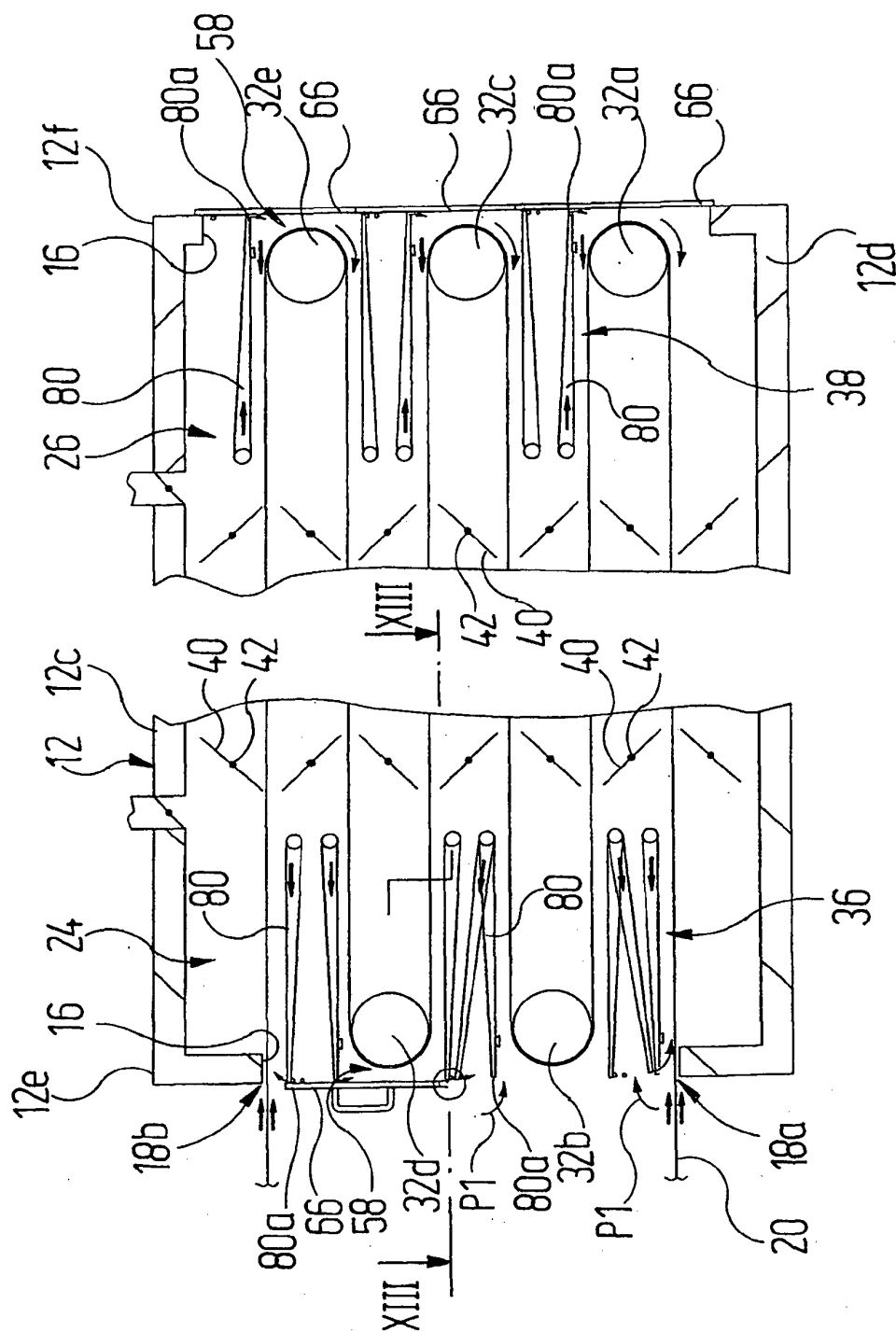


Fig. 12

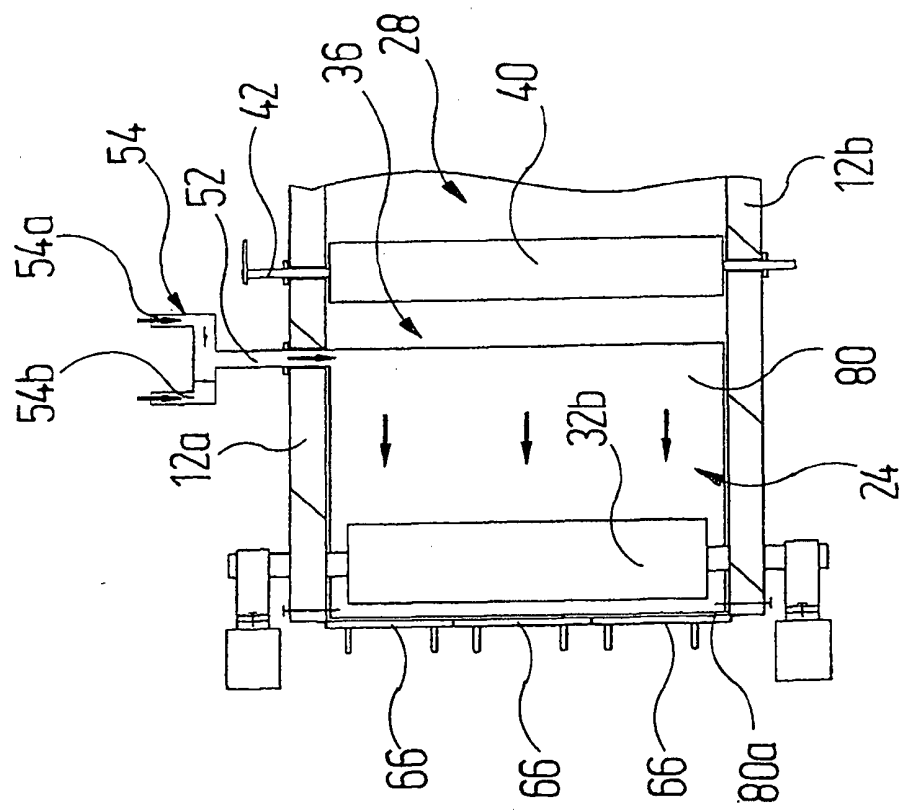


Fig. 13



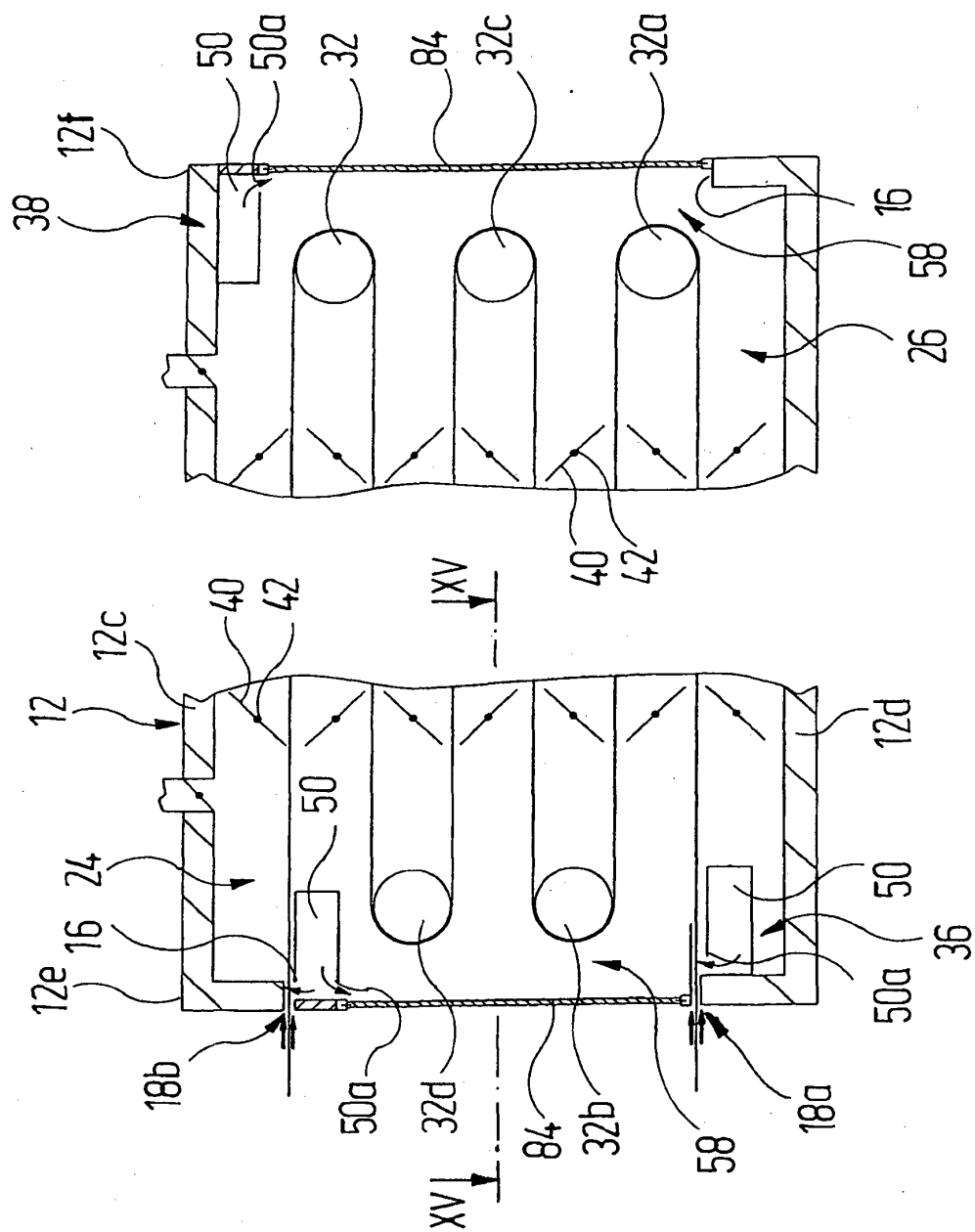


Fig. 14

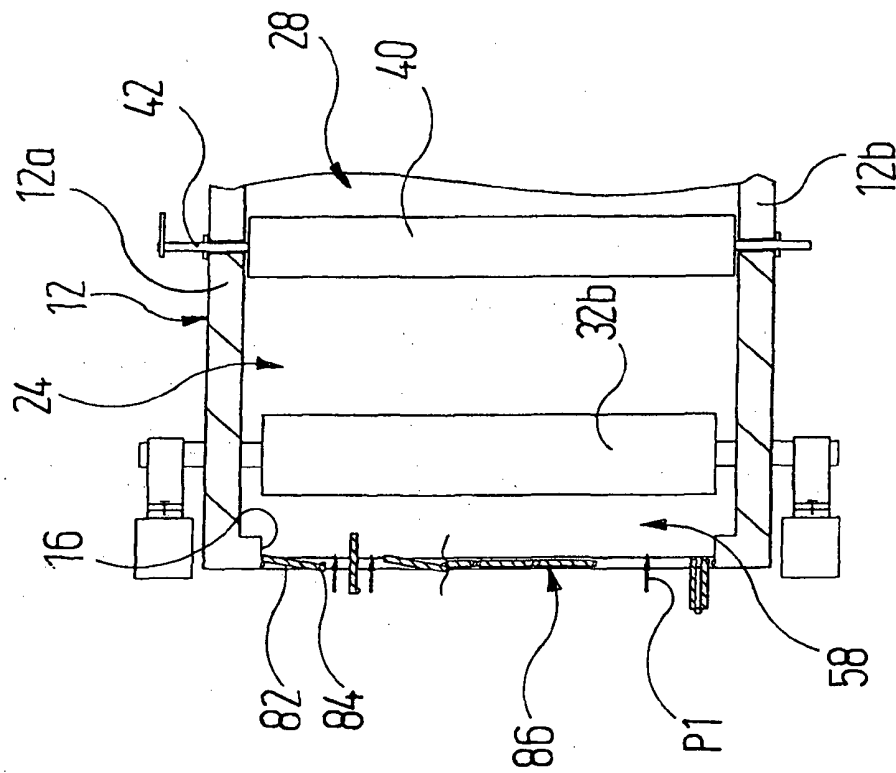


Fig. 15