



(10) **DE 10 2010 044 296 B3** 2012.01.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 044 296.8**
(22) Anmeldetag: **03.09.2010**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.01.2012**

(51) Int Cl.: **D01F 9/00 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
EISENMANN AG, 71032, Böblingen, DE

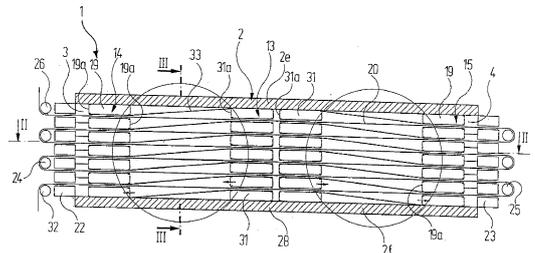
(74) Vertreter:
**Ostertag & Partner, Patentanwälte, 70597,
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
Berner, Karl, 71155, Altdorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 34 07 909 A1

(54) Bezeichnung: **Oxidationsofen**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Oxidationsofen (1) zur oxidativen Behandlung von Fasern (20), insbesondere zur Herstellung von Kohlenstofffasern, beschrieben, welcher in bekannter Weise einen im Innenraum eines Gehäuses (2) befindlichen Prozessraum (6), mindestens eine Einblaseeinrichtung (13), mindestens eine Absaugeinrichtung (14), mindestens einen Ventilator (21), der die heiße Luft durch die Einblaseeinrichtung (13), den Prozessraum (6) und die Absaugeinrichtung (14) umwälzt, und mindestens eine im Strömungsweg der heißen umgewälzten Luft liegende Heizeinrichtung (18) besitzt. Umlenkrollen (24, 25, 26, 32) führen die Fasern (20) als Teppich nebeneinanderliegend serpentinartig durch den Prozessraum (6), wobei der Faserteppich (20) zwischen gegenüberliegenden Umlenkrollen (24, 25, 26) jeweils eine Ebene aufspannt. Durch besondere Mittel (33) wird dafür gesorgt, dass die Luft im Prozessraum (6) die von dem Faserteppich (20) aufgespannten Ebenen unter einem Winkel kreuzt, der von 0° und 90° abweicht. Hierdurch wird ein besserer Wärmetausch zwischen der heißen oxidativen Luft und den Fasern (20) erzielt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Oxidationsofen zur oxidativen Behandlung von Fasern nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Bei bekannten Oxidationsöfen dieser Art verlaufen die verschiedenen, übereinanderliegenden Ebenen des Faserteppichs horizontal und liegen parallel zur Strömungsrichtung der heißen, sauerstoffhaltigen Luft. Dies hat zur Folge, dass sich der Luftstrom am Aufheizen und Kühlen der Fasern nur in seinen Randschichten, die dem Faserteppich benachbart sind, beteiligt. Durch die Parallelströmung bildet sich an der Oberfläche der Fasern eine Grenzschicht, welche den Wärmeübergang reduziert. Der Kern des Luftstroms nimmt aufgrund der parallelen Strömung nicht an der Wärmeübertragung teil. Es stellen sich hohe Differenzen zwischen der Lufttritts- und Luftaustrittstemperatur nahe den Fasern ein, was wiederum zu hohen Temperaturdifferenzen innerhalb des Faserteppichs führt. Der grundsätzlichen Möglichkeit, den Wärmeübergang durch Anheben der Luftgeschwindigkeit zu erhöhen, sind Grenzen gesetzt, da durch die zunehmende Bewegung der Fasern eine Beschädigung derselben, beispielsweise durch Zusammenstoßen, droht.

[0003] Bei einer alternativen Bauweise der eingangs genannten bekannten Oxidationsöfen wird der gesamte Luftstrom vertikal durch die verschiedenen übereinanderliegenden Ebenen des Faserteppichs geführt. Dies führt zu einer besseren Wärmeübertragung. Aufgrund der Luftzuführung bzw. Luftabsaugung vergrößert sich jedoch die Bauhöhe.

[0004] Ein Oxidationsofen ähnlich demjenigen der eingangs genannten Art ist aus der DE 34 07 909 A1 bekannt geworden. Bei diesem Oxidationsofen wird von einer Heizvorrichtung heißes Gas mittels Düsen von einem mittig am Ofen befindlichen Einblasort aus so in den Ofen geblasen, dass die heiße Gasströmung parallel zur Richtung der zu oxidierenden Fasern verläuft und auf beide Stirnwandungen des Ofens gerichtet ist. Dort wird ein Teil des Gases nach außen geführt, während der andere Teil zurück zur Heizvorrichtung gelenkt wird. Durch die Parallelführung von Fasern und heißem Gas soll eine mechanische Beschädigung der Fasern während der Oxidation verhindert werden.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Oxidationsofen der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welchem bei geringer Bauhöhe der Wärmeübergang zwischen der Luft und den Fasern verbessert und die Temperatur der Fasern im Prozessraum weiter vergleichsmässig ist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Mitteln gelöst.

[0007] Die auf diese Weise erzielte Schrägströmung der Luft bezogen auf die Ebenen des Faserteppichs hat eine bessere Temperaturgleichmäßigkeit zur Folge, da der Faserteppich auf der gesamten Länge zwischen der Einblaseeinrichtung und der Absaugeinrichtung mit gleicher Temperatur beaufschlagt wird. Dies bedeutet eine bessere Prozessführung mit einem besseren Prozessergebnis. Es wird die gesamte umgewälzte Luft zur Wärmeaufnahme bzw. Wärmeabgabe genutzt; zwischen den Ebenen des Faserteppichs gibt es keine unbeteiligten Luftströmungen. Ein geringerer Volumenstrom reicht zum Erzielen desselben Ergebnisses aus. Dies bedeutet nicht nur eine Einsparung an Energie sondern ermöglicht auch kleinere Abmessungen des Oxidationsofens.

[0008] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfassen die Mittel mindestens zwei Luftleitbleche. Besonders günstig sind mehrere Luftleitbleche, welche jeweils in den Zwischenräumen zwischen den ebenen Bereichen des serpentinartigen Faserteppichs zwischen der Einblaseeinrichtung und der Absaugeinrichtung verlaufen. Diese Luftleitbleche geben der Luftströmung nicht nur die gewünschte Richtung. Sie wirken darüber hinaus als Strahlungsflächen, welche zur Aufheizung der Fäden sowie zum Abführen der exothermen Wärme, die bei der Oxidation entsteht, beitragen. Auch auf diese Weise wird die Temperaturdifferenz zwischen der umgewälzten Luft und den Fasern reduziert. Gleichzeitig übernehmen die Luftleitbleche die Funktion der Faserleitprofile, die bisher zur Verhinderung einer Berührung oder Verstrickung von Fasern bei Faserbruch verwendet wurden.

[0009] Alternativ oder zusätzlich kann als Mittel zur Erzielung der gewünschten relativen Orientierungen von Luftstrom und Faserteppich-Ebenen ein zusätzlicher Luftstrom vorgesehen werden, der eine vertikale Richtungskomponente besitzt und im Prozessraum den ersten, zwischen der Einblaseeinrichtung und der Absaugeinrichtung verlaufenden Luftstrom überlagert. Der Winkel, unter welchem der durch die Überlagerung entstehende "effektive" Luftstrom die von dem Faserteppich aufgespannten Ebenen kreuzt, lässt sich bei dieser Ausführungsform der Erfindung durch das Verhältnis der Strömungsgeschwindigkeiten in den beiden Strömungen einstellen; diese Ausgestaltung ist also insoweit variabler als diejenige, die mit Luftleitblechen arbeitet.

[0010] Erneut alternativ oder zusätzlich können die fraglichen Mittel auch in Umlenkrollen bestehen, die so gegenüber der Vertikalen verkippt sind, dass die von dem zwischen ihnen verlaufenden Faserteppich

aufgespannten Ebenen gegenüber der Horizontalen verkippt sind.

[0011] Das erfindungsgemäße Konzept lässt sich sowohl dort verwenden, wo die Hauptströmungsrichtung der Luft diejenige der Längsrichtung des Oxidationsofens zwischen dem Einlassbereich und dem Auslassbereich ist, als auch dort, wo die Hauptströmungsrichtung der Luft senkrecht auf der Längsrichtung des Oxidationsofens steht. Im ersten Falle sollte der Winkel, unter dem die Luft die Ebenen des Faserteppichs kreuzt, zwischen $0,8^\circ$ und 3° , vorzugsweise 1° , im zweiten Falle zwischen 2° und 20° , vorzugsweise 4° , betragen.

[0012] Vorteilhafterweise ist ein solcher Oxidationsofen zur Herstellung von Kohlenstofffasern ausgebildet. Kohlenstofffasern sind am Markt verstärkt nachgefragt.

[0013] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen

[0014] [Fig. 1](#) einen Vertikalschnitt durch einen Oxidationsofen zur Herstellung von Kohlenstofffasern in Ofenlängsrichtung;

[0015] [Fig. 2](#) einen horizontalen Schnitt durch den Oxidationsofen von [Fig. 1](#) gemäß der dortigen Linie II-II, (Faserteppich nicht gezeichnet);

[0016] [Fig. 3](#) einen Vertikalschnitt durch den Oxidationsofen der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gemäß der Linie III-III von [Fig. 1](#);

[0017] [Fig. 4](#) den in [Fig. 1](#) links eingekreisten Bereich eines abgewandelten Ausführungsbeispiels eines Oxidationsofens;

[0018] [Fig. 5](#) einen Vertikalschnitt, ähnlich der [Fig. 1](#) durch einen Oxidationsofen mit Querströmung der Luft;

[0019] [Fig. 6](#) einen Horizontalschnitt durch den Oxidationsofen von [Fig. 5](#) gemäß der dortigen Linie VI-VI, (Faserteppich und Umlenkrollen nicht gezeichnet);

[0020] [Fig. 7](#) einen Vertikalschnitt durch den Oxidationsofen der [Fig. 5](#) gemäß der dortigen Linie VII-VII;

[0021] [Fig. 8](#) bis [Fig. 10](#) in stärkerer Schematisierung Schnitte durch alternative Ausführungsbeispiele eines Oxidationsofens, ähnlich der [Fig. 7](#).

[0022] Zunächst wird auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) Bezug genommen, in denen ein erstes Ausführungsbeispiel eines Oxidationsofens dargestellt ist, der insgesamt mit dem Bezugszeichen **1** gekennzeichnet ist

und zur Herstellung von Kohlenstofffasern eingesetzt wird. Der Oxidationsofen **1** umfasst ein Gehäuse **2**, das seinerseits aus zwei vertikalen Längswänden **2a**, **2b**, zwei vertikalen Stirnwänden **2c**, **2d**, einer Deckwand **2e** und einer Bodenwand **2f** zusammengesetzt ist. Das Gehäuse **2** ist mit Ausnahme zweier Bereiche **3**, **4** in den Stirnwänden **2c** und **2d**, in denen die zu behandelnden Fasern **20** ein- und ausgeführt werden und die mit besonderen Schleuseneinrichtungen versehen sind, gasdicht.

[0023] Wie insbesondere der [Fig. 2](#) zu entnehmen ist, ist der Innenraum des Gehäuses **2** durch eine vertikale Trennwand **5** in den eigentlichen Prozessraum **6** und seitlich von diesem liegende Luftleiträume **7**, **8**, **9**, **10**, **11**, **12** unterteilt. Insgesamt ist der Innenraum des Oxidationsofens **1** im Wesentlichen spiegelsymmetrisch zu der in [Fig. 2](#) angedeuteten Mittelebene S-S ausgebildet.

[0024] Im mittleren Bereich des Prozessraumes **6** befindet sich eine insgesamt mit dem Bezugszeichen **13** versehene Einblaseeinrichtung, die weiter unten ausführlicher erläutert wird. In den beiden außenliegenden Endbereichen des Prozessraumes **6**, jeweils den Durchtrittsbereichen **3**, **4** benachbart, befinden sich Absaugeinrichtungen **14**, **15**.

[0025] Im Inneren des Gehäuses **2** werden zwei gegenläufige Luftkreisläufe aufrecht erhalten: Ausgehend beispielsweise von den Absaugeinrichtungen **14**, **15** wird die Luft im Sinne der in [Fig. 2](#) erkennbaren Pfeile durch die Luftleiträume **7** bzw. **12** zu einem Filter **16** bzw. **17** und sodann durch ein Heizaggregat **18a** bzw. **18b** in den Luftleitraum **8** bzw. **11** geführt. Aus dem Luftleitraum **8** bzw. **11** wird die erwärmte Luft von einem Ventilator **21a** bzw. **21b** abgesaugt und in die Luftleiträume **9** bzw. **10** eingeblasen. Von dort gelangt die Luft jeweils in eine Hälfte der weiter unten genauer beschriebenen Einblaseeinrichtung **13**, von dort gegensinnig strömend in den Prozessraum **6** und von dort in nachfolgend noch näher erläutelter Weise zur Absaugeinrichtung **14** bzw. **15**, womit die beiden Luftkreisläufe geschlossen sind.

[0026] In der Wand des Gehäuses **2** sind im Bereich der Luftleiträume **8**, **11** zwei Auslässe **30a**, **30b** vorgesehen. Über diese können diejenigen Gas- bzw. Luftvolumina abgeführt werden, die entweder bei dem Oxidationsprozess entstehen oder als Frischluft über die Durchtrittsbereiche **3**, **4** in den Prozessraum **6** gelangen, um so den Lufthaushalt im Oxidationsofen **1** 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 **1** zugeführten Frischluft verwendet werden.

[0027] Die Einblaseeinrichtung **13** ist im Detail wie folgt aufgebaut:

Sie umfasst zwei "Stapel" von Einblaskästen **31**. Jeder dieser Einblaskästen **31** hat die Form eines hohlen Quaders, wobei die längere Dimension sich quer zur Längsrichtung des Prozessraumes **6** über dessen gesamte Breite erstreckt. Die jeweils zum Prozessraum **6** zeigenden Schmalseiten der Einblaskästen **31** sind als Lochbleche **31a** ausgebildet. Eine Ausnahme bilden hier die untersten Einblaskästen **31**, deren jeweils von der Mitte des Oxidationsofens **1** wegzeigende Schmalseite aus weiter unten deutlich werdenden Gründen verschlossen ist.

[0028] Jeweils eine Stirnseite jedes Einblaskastens **31** steht mit dem Luftleitraum **9** bzw. Luftleitraum **10** so in Verbindung, dass die vom Ventilator **21a** bzw. **21b** geförderte Luft in den Innenraum des jeweiligen Einblaskastens **31** eingeblasen wird und von dort über die Lochbleche **31a** austreten kann.

[0029] Die verschiedenen Einblaskästen **31** in jedem der beiden Stapel sind mit einem geringfügigen Abstand übereinander angeordnet. Die beiden Stapel von Einblaskästen **31** wiederum sind, in Längsrichtung des Ofens bzw. in Bewegungsrichtung der Fäden **20** gesehen, ebenfalls voneinander beabstandet.

[0030] Die beiden Absaugeinrichtungen **14**, **15** werden im Wesentlichen von jeweils einem Stapel von Absaugkästen **19** gebildet, die in ähnlicher Weise wie die Einblaskästen **31** sich in Querrichtung durch den gesamten Prozessraum **6** erstrecken und an ihren quer zur Längserstreckung des Prozessraumes **6** verlaufenden Schmalseiten als Lochbleche **19a** ausgebildet sind. Eine Ausnahme bilden hier aus unten verständlich werdenden Gründen die zur Ofenmitte hinweisende Schmalseite der jeweils obersten Absaugkästen **19** im Stapel.

[0031] Zwischen den oberen Rändern der nach außen weisenden Schmalseiten **31a** der Einblaskästen **31** und den unteren Rändern der zur Ofenmitte zeigenden Schmalseiten der Absaugkästen **19** verlaufen jeweils ebene Luftleitbleche **33**.

[0032] Die zu behandelnden Fasern **20** werden dem Oxidationsofen **1** parallel verlaufend als Art "Teppich" über eine Umlenkrolle **32** zugeführt und durchtreten dabei eine Zuluftleinrichtung **22**, die im vorliegenden Zusammenhang nicht interessant ist und dazu dient, vorgewärmte Frischluft dem Prozess zuzuführen. Die Fasern **20** werden sodann durch die Zwischenräume zwischen übereinanderliegenden Absaugkästen **19**, durch den Prozessraum **6**, durch die Zwischenräume zwischen übereinanderliegenden Einblaskästen **31** in der Einblaseeinrichtung **13**, durch den Zwischenraum zwischen übereinanderliegenden Absaugkästen **19** am gegenüberliegenden Ende des Prozessraumes **6** und durch eine weitere Zuluftleinrichtung **23** geführt.

[0033] Der geschilderte Durchgang der Fasern **20** durch den Prozessraum **6** wird serpentinartig mehrfach wiederholt, wozu in beiden Endbereichen des Oxidationsofens **1** mehrere mit ihren Achsen parallel übereinanderliegende Umlenkrollen **24**, **25** vorgesehen sind. Zwischen den Umlenkrollen **32**, **25**, **24**, **26** spannt der Faserteppich **20** jeweils eine Ebene auf. Nachdem obersten Durchgang durch den Prozessraum **6** verlassen die Fasern **20** den Oxidationsofen **1** und werden dabei über eine weitere Umlenkrolle **26** geführt.

[0034] Während des serpentinartigen Durchgangs der Fasern **20** durch den Prozessraum **6** werden diese von heißer, sauerstoffhaltiger Luft umspült und dabei oxidiert. Diese Luft tritt jeweils aus den Schmalseiten **31a** der Einblaskästen **31** in den Zwischenraum zwischen zwei parallelen Luftleitblechen **33** und gelangt jeweils zu einer zur Ofenmitte zeigenden Schmalseite **19a** eines Absaugkastens **19**, und zwar zu derjenigen Schmalseite **19a** desjenigen Absaugkastens **19**, der um eine "Etagé" tiefer als der Einblaskasten **31** ist.

[0035] Die auf diese Weise erzeugte Strömung der heißen, sauerstoffhaltigen Luft kreuzt auf diesem Wege die Ebene des "Faserteppichs", ist also nicht mehr exakt horizontal sondern hat eine Vertikalkomponente der Strömungsrichtung. Dies hat zur Folge, dass die bei Oxidationsöfen bekannter Bauweise durch die Parallelströmung von Luft und Fasern eintretende Grenzschicht vermieden wird. Die strömende Luft durchdringt vielmehr den Teppich von Fasern **20** und erreicht auch die Fasern **20**, die im Inneren des Faserteppichs **20** liegen. Folge ist ein besserer Wärmeübergang, hauptsächlich zu den im Teppich innenliegenden Fasern **20**, der wiederum eine kürzere verfahrenstechnische Behandlungszeit, eine geringere Temperaturdifferenz zwischen Lufttemperatur und Fasertemperatur, eine Vergleichmäßigung der Fasertemperatur innerhalb des Faserteppichs **20** und damit letztendlich eine bessere Faserqualität zur Folge hat.

[0036] Die Fasern **20** werden zudem aufgrund der Schrägströmung mit Luft beaufschlagt, die direkt aus einem Einblaskasten **31** kommt und deshalb auf der gesamten Länge zwischen dem jeweiligen Einblaskasten **31** und dem zugehörigen Absaugkasten **19** im Wesentlichen dieselbe Temperatur besitzt.

[0037] Die Luftleitbleche **33** haben noch weitere Funktionen: So dienen sie einerseits beim Aufheizen der Fäden als Strahlenflächen und führen andererseits die exotherme Wärme, die bei der Oxidation der Fasern **20** entsteht, durch Absorption der Wärmestrahlung ab. Auf diese Weise wird die Temperaturdifferenz zwischen den Fasern **20** und der umgewälzten Luft reduziert, was eine genauere Prozessführung ermöglicht.

[0038] Schließlich übernehmen die Luftleitbleche **33** die Funktion von Faserleitprofilen. Derartige gesonderte Leitprofile waren bei bekannten Oxidationsöfen erforderlich. Sie verhindern beim Bruch einer Faser vollständig die Berührung und Verstrickung mit anderen Fasern. Gebrochene Fasern werden von den Luftleitblechen **33** vollständig aufgefangen.

[0039] **Fig. 4** zeigt den in **Fig. 1** links durch einen Kreis umgebenden Bereich eines Oxidationsofens bei einer alternativen Ausführungsform. Entsprechende Teile dieser alternativen Ausführungsform sind mit denselben Bezugszeichen wie in **Fig. 1**, jedoch um 100 erhöht, gekennzeichnet und werden nicht mehr im Einzelnen beschrieben. Entsprechendes gilt für die weiter unten beschriebenen Ausführungsformen, wo von Ausführungsform zu Ausführungsform die Bezugszeichen jeweils um 100 erhöht werden.

[0040] Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 4** wird die Vertikalkomponente der Luftströmung nicht durch Luftleitbleche sondern dadurch erzielt, dass zusätzlich eine vertikale Luftströmung überlagert wird. Hierzu wird in den Prozessraum **106** Luft im Sinne der Pfeile **134** eingeblasen und im unteren Bereich des Prozessraumes **106** im Sinne der Pfeile **135** abgesaugt. Die Luft kann beim Eintritt in den Prozessraum **106** und beim Austritt aus dem Prozessraum **106** Lochbleche **136**, **137** durchtreten, welche bei der Erzeugung eines schräg gegenüber der Horizontalen verlaufenden Luftstromes hilfreich sind.

[0041] Während bei den oben anhand der **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschriebenen Ausführungsbeispielen eines Oxidationsofens **1** bzw. **101** die heiße, sauerstoffhaltige Luft eine Strömung hatte, deren größere Richtungskomponente in Bewegungsrichtung der Fäden **20** zeigte, ist dies bei den Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den **Fig. 7** bis **Fig. 10** dargestellt sind, anders. Hier ist die Hauptströmungsrichtung der Luft im Wesentlichen quer zur Bewegungsrichtung der Fäden.

[0042] Zunächst wird auf die **Fig. 5** bis **Fig. 7** Bezug genommen, in denen ein erstes, mit Luftquerströmung arbeitendes Ausführungsbeispiel eines Oxidationsofens **201** dargestellt ist.

[0043] Beim Vergleich der **Fig. 5** mit **Fig. 1** fällt zunächst auf, dass die mittlere Einblaseeinrichtung **31** beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** fehlt. Dies ist eine unmittelbare Konsequenz der Tatsache, dass die Hauptströmungsrichtung der Luft nicht in Längsrichtung des Oxidationsofens **201** sondern in dessen Querrichtung verläuft. Wenn gleichwohl in beiden Endbereichen des Gehäuses **202** Absaugkästen **219** vorgesehen sind, so dient dies der Sicherheit, um ein Entweichen von möglicherweise giftige Gase enthal-

tender Luft über die Durchtrittsbereiche **203**, **204** zu unterbinden.

[0044] Wie die Strömung der heißen, sauerstoffhaltigen Luft beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** verläuft, ist am besten den **Fig. 6** und **Fig. 7** zu entnehmen. Zur Beschreibung der Luftkreisläufe sei von der Absaugeinrichtung **214a** ausgegangen, die aus nachfolgend deutlich werdenden Gründen hier "Nebenabsaugeinrichtung" genannt wird. Von dieser gelangt die abgesaugte Luft zunächst in den Luftleitraum **207** und vermischt sich hier mit einem weiteren Luftstrom, wie weiter unten beschrieben wird. Die vereinigten Luftströme durchtreten sodann ein Filter **216** und eine Heizeinrichtung **218**, wodurch sie in den Luftleitraum **208** gelangt. Ein Teil der Luft kann, ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 1**, durch einen Auslass **230a** abgezogen werden. Ein Ventilator **221** saugt die Luft aus dem Luftleitraum **208** an und drückt diese in einen Luftkanal **209**. Dieser führt über den Prozessraum **206** hinweg zu einem seitlichen, sich keilförmig nach unten verjüngenden Luftverteilraum **238**, der hier als Einblaseeinrichtung **213** dient. Der Prozessraum **206** ist an dieser Seite durch ein Lochblech begrenzt, so dass die in den Luftverteilraum **238** geführte Luft in den Prozessraum **206** eintreten kann.

[0045] Der Prozessraum **206** ist durch mehrere parallele Luftleitbleche **233** unterteilt. Diese Luftleitbleche **233** sind anders als die Luftleitbleche **33** des Ausführungsbeispiels der **Fig. 1** nicht in Längsrichtung des Oxidationsofens **201** sondern in Querrichtung geneigt. Dies hat zur Folge, dass die über den Luftverteilraum **238** in die Zwischenräume zwischen den Luftleitblechen **233** eintretende Luft schräg nach unten geleitet wird, wobei sie die horizontalen Teppiche von Fasern **220** kreuzen und dabei in ähnlicher Weise wie beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** für einen guten Wärmeübergang sorgen. Auch sonst sind die Effekte, die mit der Luftführung und mit den Luftleitblechen **233** verbunden sind, dieselben wie beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 1**.

[0046] An der gegenüberliegenden Seite stehen die Zwischenräume zwischen den Luftleitblechen **233** über ein weiteres Lochblech mit dem Luftleitraum **207** in Verbindung, wo sich die Luft, wie oben erwähnt, mit der von den Nebenabsaugeinrichtungen **214a**, **215a** kommenden Luft vermischt. Der Luftleitraum **207** wiederum kommuniziert nach dem oben Gesagten mit der Saugseite des Ventilators **221**, sodass der Luftleitraum **207** die "Hauptabsaugeinrichtung" **214** dieses Ausführungsbeispiels bildet.

[0047] Bei dem in **Fig. 8** schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel eines Oxidationsofens **301** wird ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 4** auf schräg gerichtete Luftleitbleche zwischen den verschiedenen Serpentinaen des Faserteppichs **320**

verzichtet und stattdessen eine zusätzliche Luftströmung eingesetzt. Diese zusätzliche Luft wird im Sinne der Pfeile **334** von oben her in den Prozessraum **306** eingeblasen, durchtritt dabei ein Lochblech **336**, durchquert am unteren Ende des Prozessraumes **306** ein weiteres Lochblech **337** und wird sodann im Sinne der Pfeile **335** abgesaugt. Durch die Überlagerung der aus dem Luftverteilteraum **338**, der die Einblaseeinrichtung **313** darstellt, in den Prozessraum **306** eingebrachten und in den Absaugkanal **339**, der die Hauptabsaugeeinrichtung **314** darstellt, strömenden Luft einerseits und der im Sinne der Pfeile **334**, **335** durch den Prozessraum **306** geführten zweiten Luftströmung entsteht im Ergebnis eine schräg gerichtete Luftströmung, welche den Teppich von Fasern **320** mit den oben schon mehrfach erwähnten Vorteilen kreuzt.

[0048] Eine weitere Möglichkeit, eine Luftströmung zu erzeugen, welche den Teppich von Fasern nicht parallel oder senkrecht anströmt, ist in [Fig. 9](#) gezeigt. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel werden wiederum Luftleitbleche **433** eingesetzt, die jedoch horizontal verlaufen. Was schräg gestellt ist, ist der Teppich von Fasern **420**, was beispielsweise dadurch erzielt werden kann, dass die verschiedenen Umlenkrollen an den gegenüberliegenden Durchtrittsbereichen des Oxidationsofens **401** entsprechend schräg gestellt werden.

[0049] Das Ausführungsbeispiel der [Fig. 10](#) schließlich verzichtet wiederum auf Luftleitbleche vollständig und ersetzt diese durch eine zusätzliche Luftströmung, die im Sinne der Pfeile **534** von oben her in den Prozessraum **506** eingebracht wird, dabei ein Lochblech **536** durchtritt, die parallelen, schräg gestellten Teppiche von Fasern **520** durchtritt und über ein weiteres Lochblech **537** im Sinne der Pfeile **535** abgesaugt wird. Die Ergebnisse sind ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel der [Fig. 8](#).

Patentansprüche

1. Oxidationsofen zur oxidativen Behandlung von Fasern mit

- a) einem Gehäuse, das abgesehen von Durchtrittsbereichen für die Kohlenstofffasern gasdicht ist;
- b) einem im Innenraum des Gehäuses befindlichen Prozessraum;
- c) mindestens einer Einblaseeinrichtung, mit welcher Heißluft in den Prozessraum einblasbar ist;
- d) mindestens einer Absaugeinrichtung, welche heiße Luft aus dem Prozessraum absaugt;
- e) mindestens einem Ventilator, der die heiße Luft durch die Einblaseeinrichtung, den Prozessraum und die Absaugeinrichtung umwälzt;
- f) mindestens einer im Strömungsweg der heißen umgewälzten Luft liegenden Heizeinrichtung;
- g) Umlenkrollen, welche die Fasern als Teppich nebeneinanderliegend serpentinartig durch den Pro-

zessraum führen, wobei der Faserteppich zwischen gegenüberliegenden Umlenkrollen jeweils eine Ebene aufspannt;

dadurch gekennzeichnet, dass

h) Mittel (**33; 134; 135; 233; 334; 335; 433; 534; 535**) vorgesehen sind, welche dafür sorgen, dass die Luft im Prozessraum (**6; 106; 206; 306; 406; 506**) die von dem Faserteppich (**20; 120; 220; 320; 420; 520**) aufgespannten Ebenen unter einem Winkel, der von 0° und von 90° abweicht, kreuzt.

2. Oxidationsofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel mindestens zwei Luftleitbleche (**33; 233; 433**) umfassen.

3. Oxidationsofen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel Luftleitbleche (**33; 233; 433**) umfassen, welche jeweils in den Zwischenräumen zwischen den ebenen Bereichen des serpentinartigen Faserteppichs (**20; 220; 420**) zwischen der Einblaseeinrichtung (**13; 213; 413**) und der Absaugeinrichtung (**14; 214; 414**) verlaufen.

4. Oxidationsofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel einen zusätzlichen Luftstrom (**134; 135; 334; 335; 534; 535**) umfassen, der eine vertikale Richtungskomponente besitzt und im Prozessraum (**106; 306; 506**) den ersten, zwischen der Einblaseeinrichtung (**113; 313; 513**) und der Absaugeinrichtung (**114; 314; 514**) verlaufenden Luftstrom überlagert.

5. Oxidationsofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel Umlenkrollen umfassen, die so gegenüber der Horizontalen verkippt sind, dass die von dem zwischen ihnen verlaufenden Faserteppich (**420; 520**) aufgespannten Ebenen gegenüber der Horizontalen verkippt sind.

6. Oxidationsofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptströmungsrichtung der Luft diejenige der Längsrichtung des Oxidationsofens (**1; 101**) zwischen den gegenüberliegenden Durchtrittsbereichen (**3, 4**) ist.

7. Oxidationsofen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel, unter dem die Luft die Ebenen des Faserteppichs kreuzt, zwischen $0,8^\circ$ und 3° , vorzugsweise 1° , beträgt.

8. Oxidationsofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptströmungsrichtung der Luft senkrecht auf der Längsrichtung des Oxidationsofens (**201; 301; 401; 501**) steht.

9. Oxidationsofen nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel, unter dem die Luft die

Ebenen des Faserteppichs kreuzt, zwischen 2° und 20° , vorzugsweise 4° , beträgt.

10. Oxidationsofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er zur Herstellung von Kohlenstofffasern ausgebildet ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

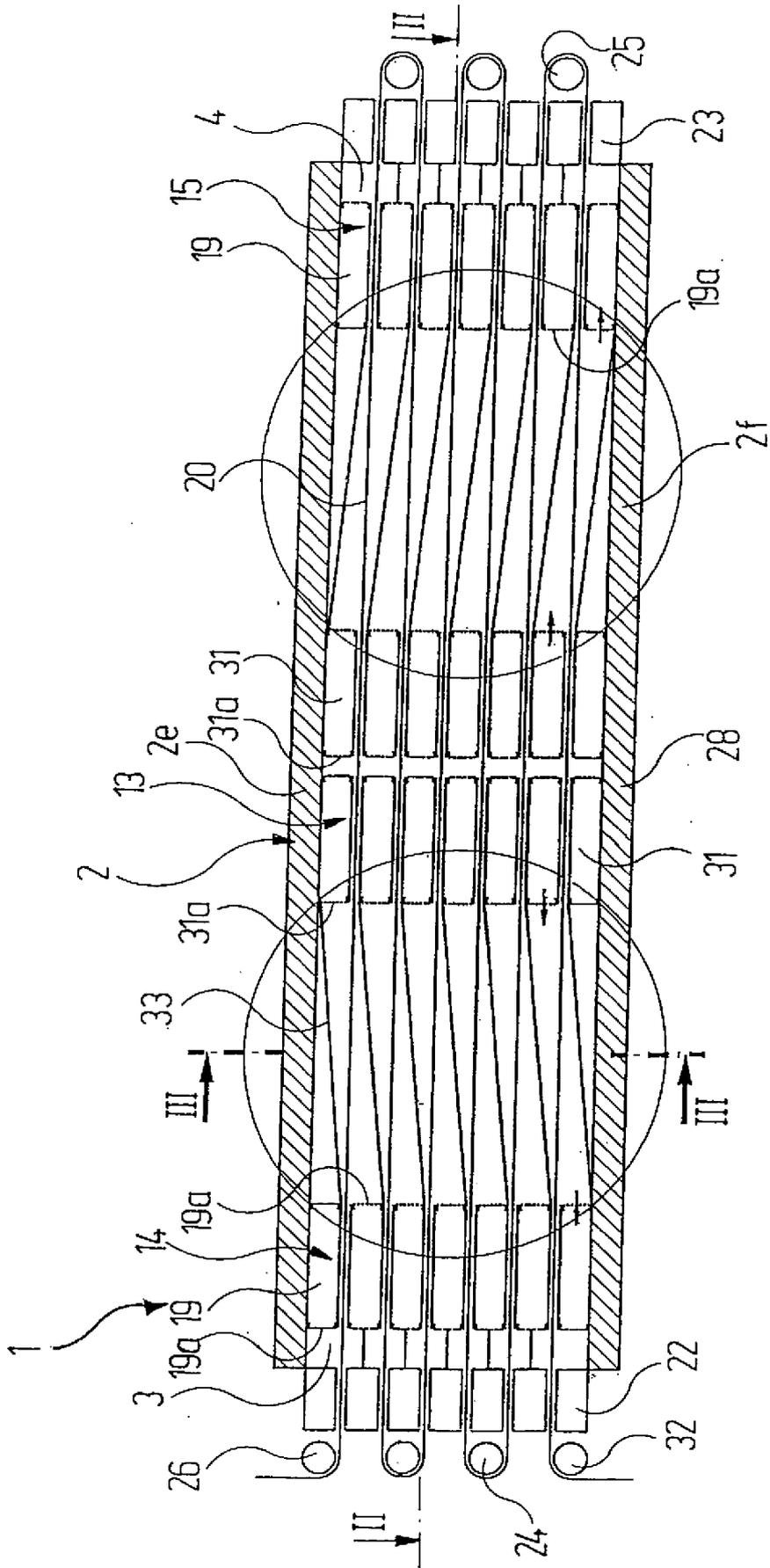
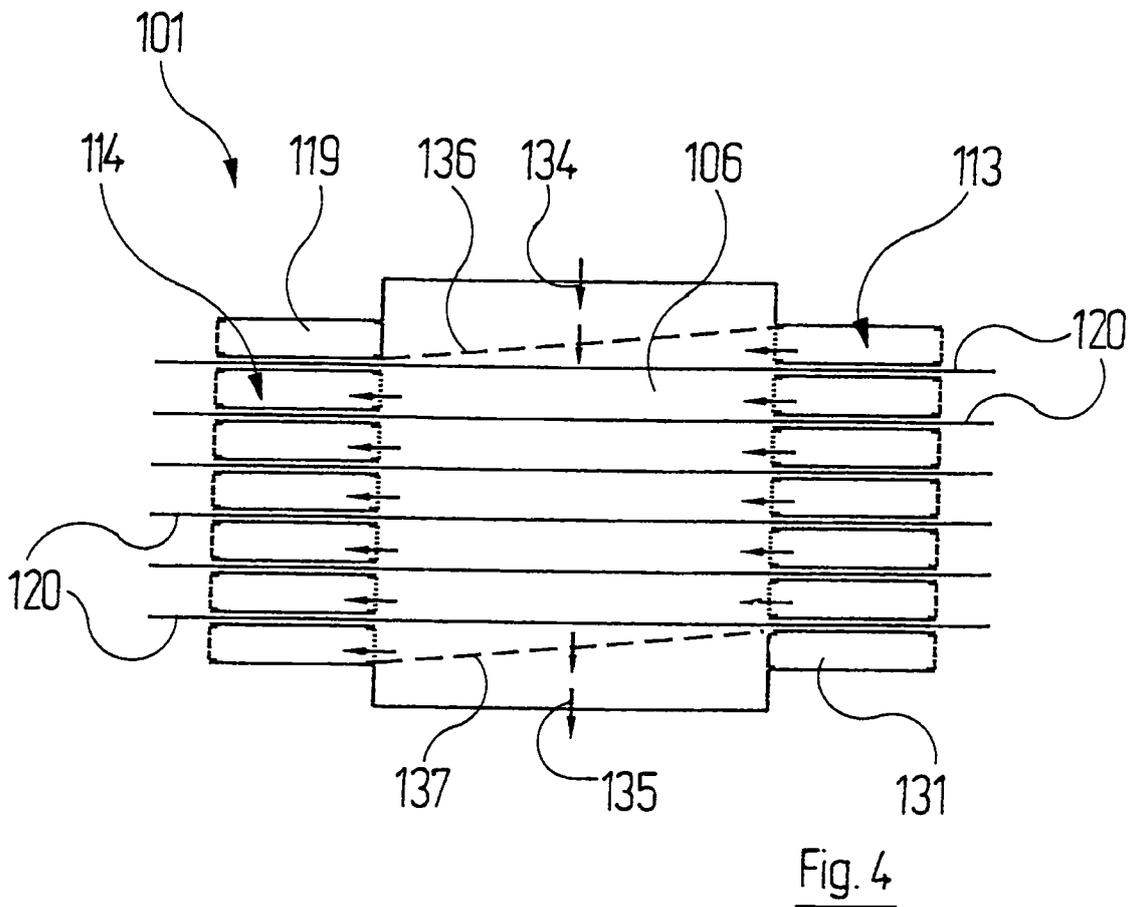
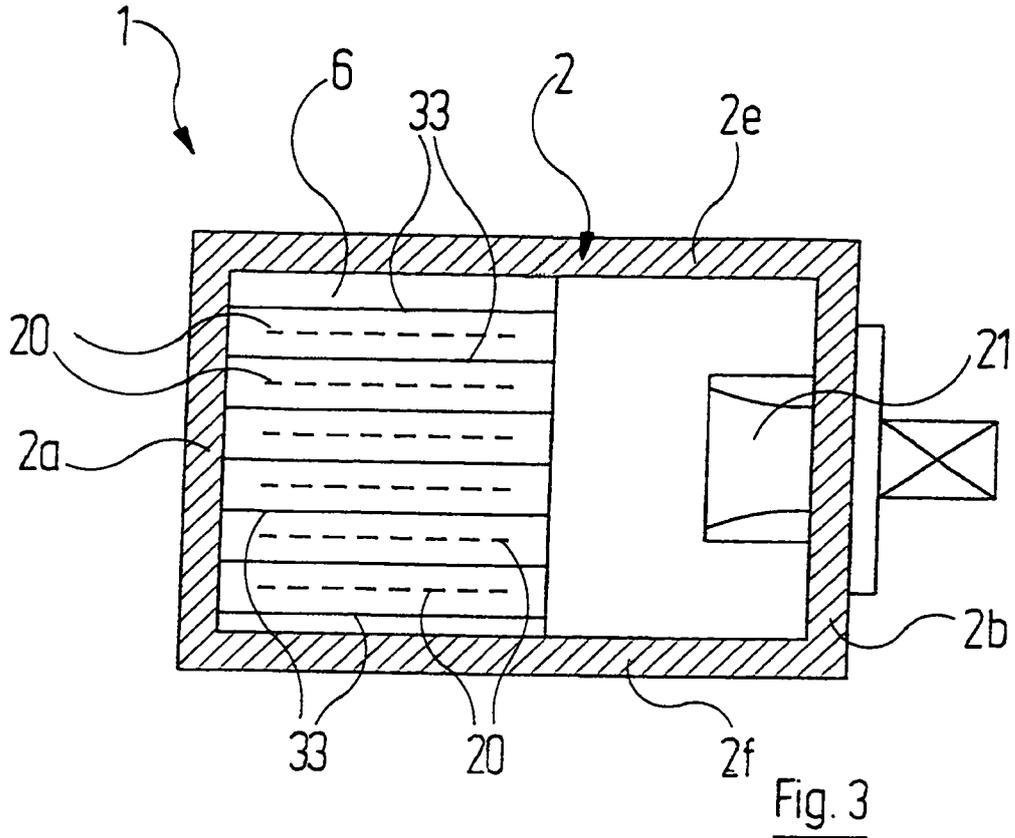


Fig. 1



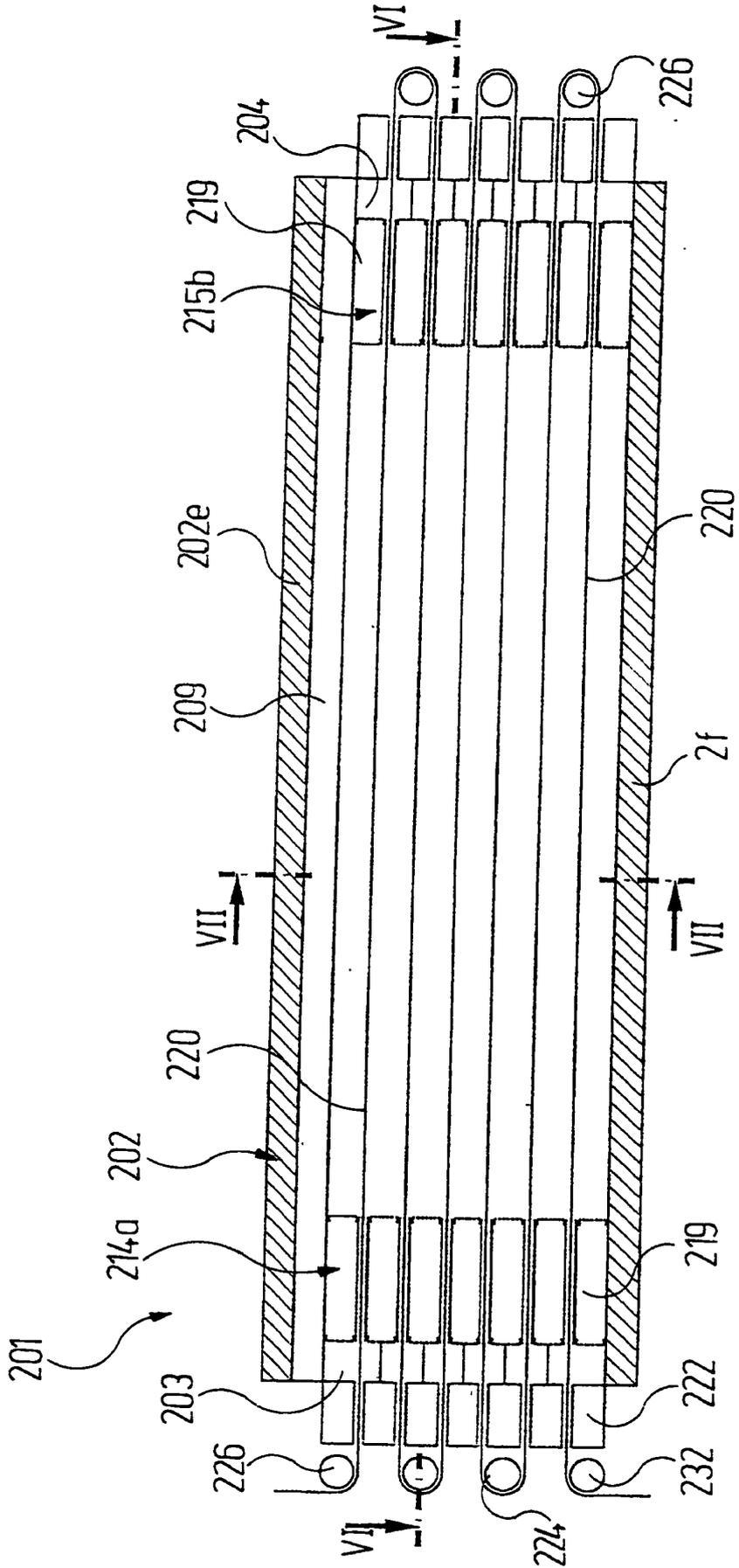


Fig. 5

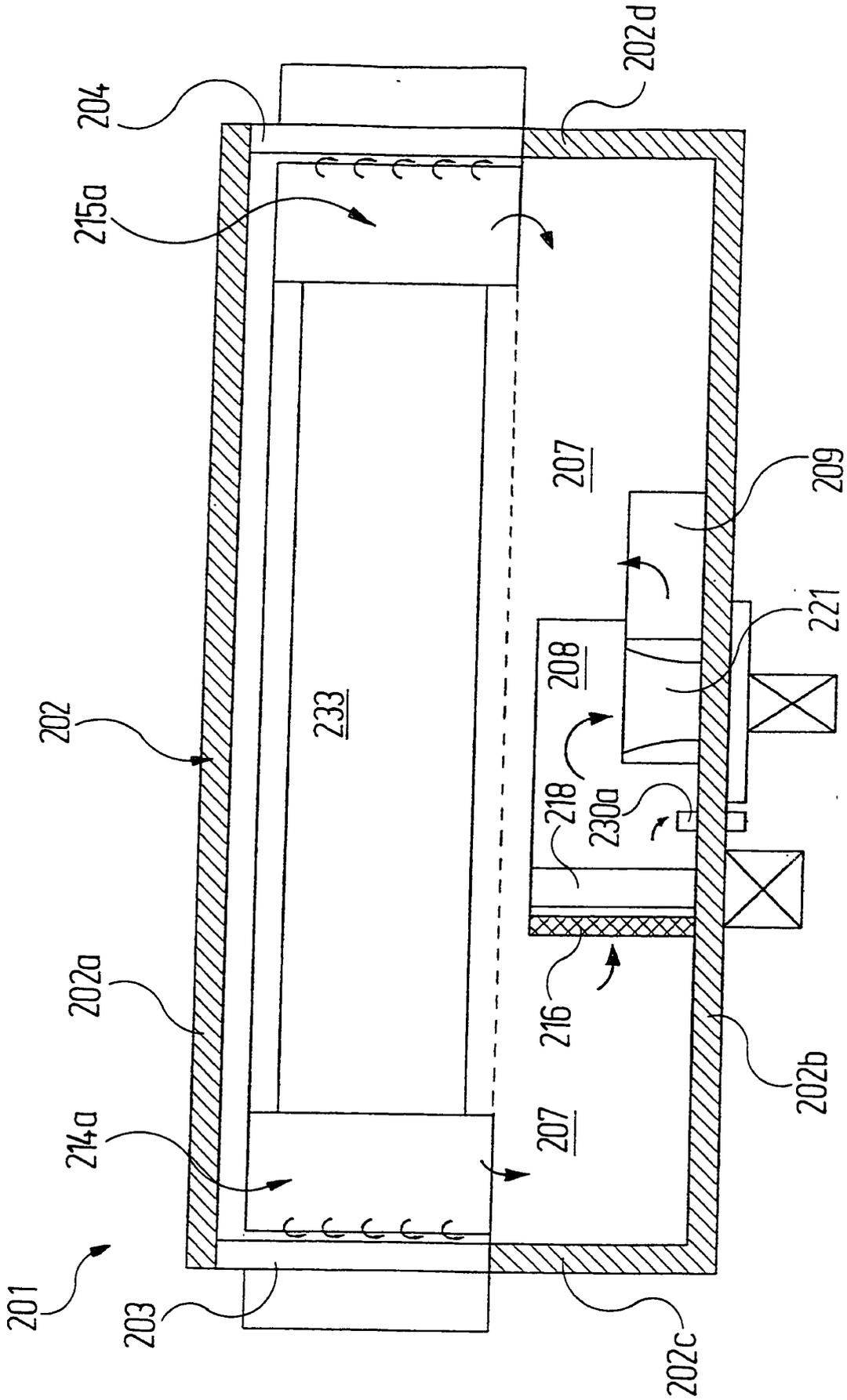


Fig. 6

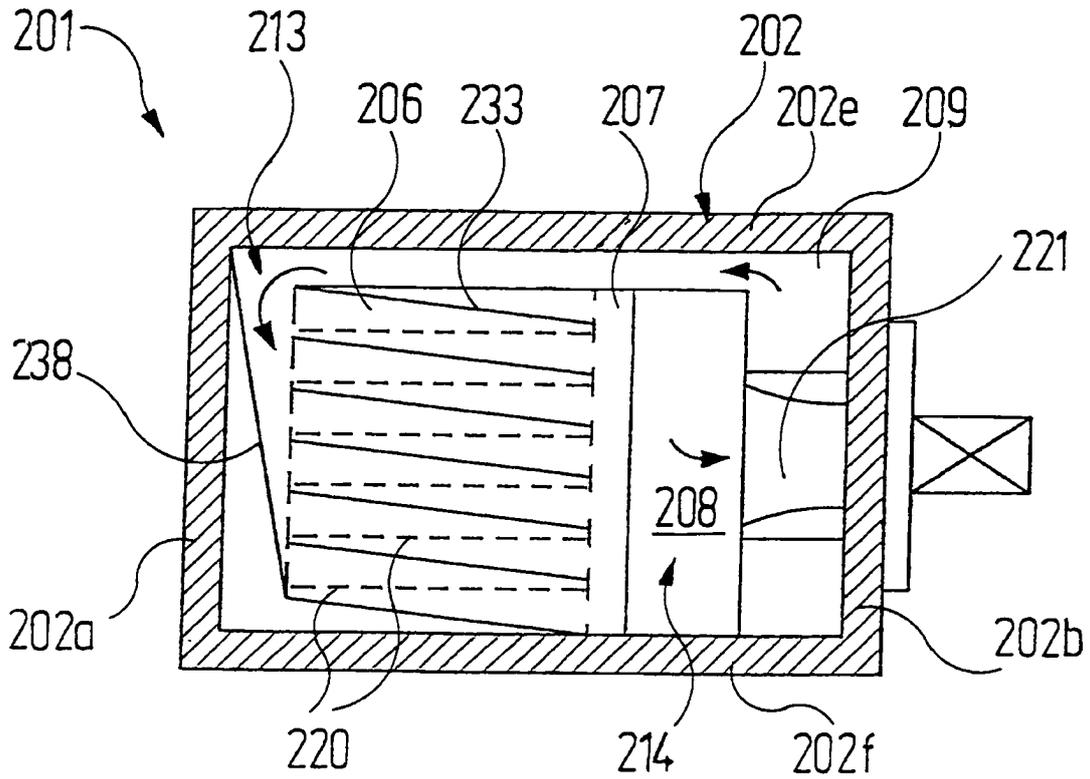


Fig. 7

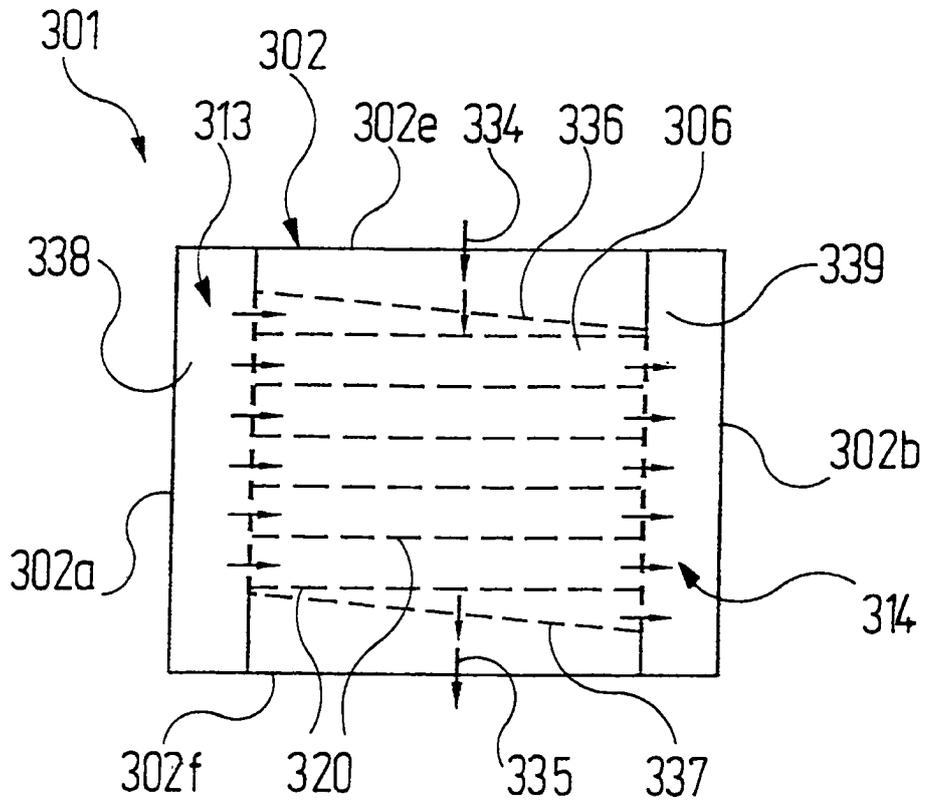


Fig. 8

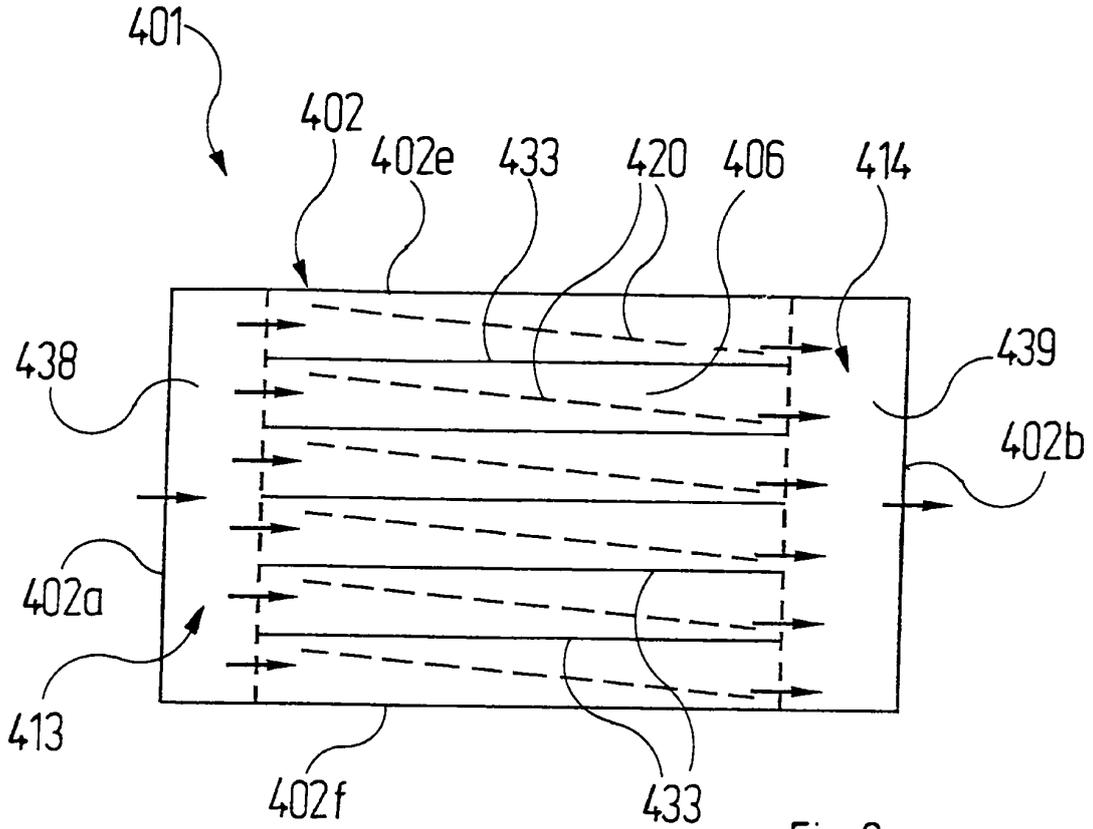


Fig. 9

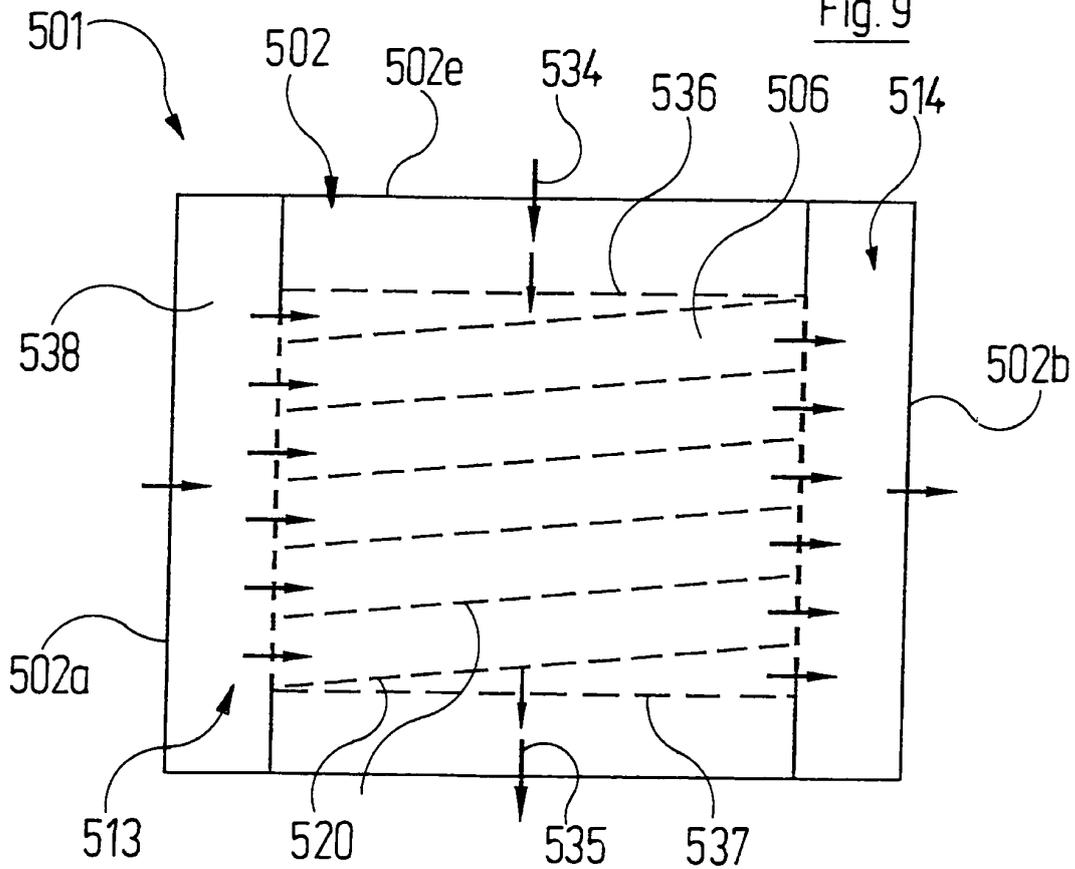


Fig. 10