



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 667 879 A5

⑤ Int. Cl. 4: C 12 M 1/04
B 01 D 19/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 4632/85

㉒ Anmeldungsdatum: 28.10.1985

㉔ Patent erteilt: 15.11.1988

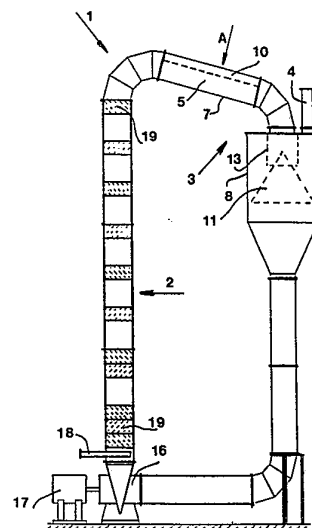
㉖ Patentschrift veröffentlicht: 15.11.1988

㉗ Inhaber:
Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur

㉚ Erfinder:
Ziegler, Heinrich, Dr., Rutschwil

㉜ Fermentationsanlage.

㉝ Zum verlässlichen Abscheiden eines Gasmisches aus einem Fermentationsgemisch, das aus der Rohrschlaufe 1 der Anlage wegzuleiten ist, sind in dem Abschnitt (3) zum Abscheiden des Gasmisches Einbauten (5) vorgesehen zum Scheren des Gas/Flüssig-Gemisches in engen, vertikalen, nach oben offenen Gängen. Dadurch wird durch intensive Scherung in den Gängen die Viskosität des Gemisches herabgesetzt, so dass die im Gemisch dispergierten Gase durch die Gemischschicht mit eigenem Auftrieb im Raum nach oben steigen. Sie gelangen dann in einen Sammelraum, aus welchem sie durch eine Vorrichtung (4) zum Abführen des Gasmisches aus dem Kreislauf der Fermentationsanlage weggeleitet werden. Diese Fermentationsanlage, ausgestattet mit diesem Entgasungsabschnitt (3) eignet sich besonders zur Behandlung von hochviskosen, nicht-newton'schen Gas/Flüssig-Fermentationsgemischen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Fermentationsanlage, aufweisend eine Rohrschlaufe (1) für einen durch eine Umwälzpumpe (16) erzwungenen Kreislauf eines flüssigen, insbesondere hochviskosen, nicht-newtonschen Fermentationsgemisches, welche einen Abschnitt (2) zum Begasen und Mischen des Fermentationsgemisches, einen Abschnitt (3) zum Abscheiden eines bei dem Begasen und Fermentieren entstehenden Gasgemisches aus dem Fermentationsgemisch und eine Vorrichtung (4) zum Abführen des Gasgemisches aus der Fermentationsanlage aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Abschnitt (3) zum Abscheiden des Gasgemisches Einbauten (5) vorgesehen sind zum Scheren des Gas/Flüssig-Gemisches in engen, vertikalen, nach oben offenen Gängen zum Herabsetzen der Viskosität des Gemisches, so dass die im Gemisch dispergierten Gase durch die Gemischschicht mit eigenem Auftrieb im Raum nach oben steigen, in einen Sammelraum (12), aus welchem sie durch die Vorrichtung (4) zum Abführen des Gasgemisches aus dem Kreislauf weggeleitet werden.

2. Fermentationsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbauten vertikal im Raum angeordnete Wände (5) aufweisen, zwischen denen die engen, nach oben offenen Gänge gebildet sind.

3. Fermentationsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abschnitt (3) zum Abscheiden des Gasgemisches zwei Baueinheiten (7 und 8) aufweist, zum Abscheiden des Gasgemisches in einem ersten (7) und in einem zweiten (8) Schritt.

4. Fermentationsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Baueinheit (7) ein Rohrabschnitt ist, in welchem die Gänge bildenden Wände (5) vertikal im Raum und parallel zueinander angeordnet sind, wobei in dem Rohrabschnitt (7) oben, oberhalb der Wände (5) ein freier, unverbaubarer Raum (6) freigelassen ist.

5. Fermentationsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Baueinheit (8) ein abgeschlossener Raum ist, in dem ein konusförmiger Teil (11) glockenartig vertikal im Raum angeordnet ist und an seiner Oberfläche die vertikalen Wände (5) aufgestellt hat, die entlang der gedachten Falllinien des konusförmigen Teiles (11) verlaufen, die engen Gänge bilden und nach oben in einem leeren Raum (12) offen sind, an welchem die Vorrichtung (4) zum Abführen des Gasgemisches angeschlossen ist.

6. Fermentationsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass oberhalb des konusförmigen Teiles (11) ein Rohrstück (13) vorgesehen ist, in welches die Spitze des konusförmigen Teiles (11) hineinreicht, und wobei der konusförmige Teil (11) in vertikaler Richtung verschiebbar ist, so dass der Spalt, der zwischen dem unteren Rand (14) des Rohrstückes (15) und der Oberfläche des konusförmigen Teiles (11) gebildet ist, bezüglich seiner lichten Weite einstellbar ist.

7. Fermentationsanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Rohrstück (13) vertikale, am unteren Rand (14) des Rohrstückes (13) anfangende Schlitzlöcher (15) ausgeführt sind, deren Teilung der Teilung der vertikal stehenden Wände (5) auf dem konusförmigen Teil (11) entspricht, und die zum Durchgang der Wände (5) beim vertikalen Verschieben des konusförmigen Teiles (11) beim Einstellen des Spaltes zwischen dem unteren Rand (14) des Rohrstückes (13) und der Oberfläche des konusförmigen Teiles (11) vorgesehen sind.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Fermentationsanlage, aufweisend eine Rohrschlaufe für einen durch eine Umwälzpumpe

erzwungenen Kreislauf eines flüssigen, insbesondere hochviskosen, nicht-newtonschen Fermentationsgemisches, welche einen Abschnitt zum Begasen und Mischen des Fermentationsgemisches, einen Abschnitt zum Abscheiden eines bei dem Begasen und Fermentieren entstehenden Gasgemisches aus dem Fermentationsgemisch und eine Vorrichtung zum Abführen des Gasgemisches aus der Fermentationsanlage aufweist.

Solche Fermentationsanlagen sind zur Durchführung aerober Fermentationsprozesse bekannt. In dem begasten Rohrabschnitt wird durch das Begasen und Mischen der notwendige Gas/Flüssig-Sauerstoffübergang und die entsprechende Kohlendioxid-Desorption durchgeführt. In einer Gas/Flüssig-Trenneinheit wird die an Sauerstoff verarmte und mit Kohlendioxid angereicherte Gasphase aus dem Fermentationsgemisch weitgehend abgetrennt. Für hochviskose, nicht-newtonsche Fermentationsgemische, wie sie häufig z. B. bei der Herstellung von Antibiotika und Enzymen sowie bei der Produktion von biologischen Polymeren, z. B. von Xanthan auftreten, ist es einem Fachmann in diesem Gebiet bekannt und verfügbar, den begasten Rohrabschnitt mit statischen Mischelementen auszurüsten, um die eingetragene Energie über den ganzen Rohrquerschnitt homogen zu dissipieren und so eine homogene Dispersion der Gasphase und einen intensiven Stoffaustausch in dem Fermentationsgemisch zu erzielen.

Im Falle der hochviskosen, nicht-newtonschen Fermentationsgemische besteht ein hauptsächliches Problem in der vorne erwähnten Abtrennung der Gasphase aus dem Fermentationsgemisch. Dies muss unter sterilen Bedingungen geschehen und mit einer kurzen Verweilzeit in der Trennvorrichtung. Gebräuchliche Gas/Flüssig-Trenneinheiten, wie sie in der Fachliteratur beschrieben oder empfohlen werden, vermögen die gestellte Aufgabe nicht lösen.

Anordnungen, die auf der Trennwirkung der Verlangsamung der Flüssigkeitsgeschwindigkeit beruhen, sind ungeeignet, da der Auftrieb der Gasblasen zu gering ist, um durch eine Schicht der hochviskosen Flüssigkeit bzw. Suspension aufzusteigen. Andererseits sind Trennvorrichtungen, die auf Einwirkung der Zentrifugalkraft beruhen (Zyklone und ähnliche) nicht in der Lage das vorliegende Trennproblem zu lösen, weil die Geschwindigkeit der Flüssigkeit nach dem Eintritt in die Einheit infolge der erhöhten Viskosität schnell abnimmt und so die erwartete Funktionsweise einer solchen Trennvorrichtung nie zum Tragen kommt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für die Fermentationsanlage der anfangs beschriebenen Art eine Gas/Flüssig-Trennvorrichtung zu entwerfen, die insbesondere im Falle der Behandlung von hochviskosen, nicht-newtonschen Gas/Flüssig-Gemischen verlässlich die Gasphase aus dem Gemisch entfernt, und das während kurzer Verweilzeit, unter sterilen Bedingungen und mit einfachen, keine grosse Überwachung benötigenden Mitteln.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäss dadurch erfüllt, dass in dem Abschnitt zum Abscheiden des Gasgemisches Einbauten vorgesehen sind zum Scheren des Gas/Flüssig-Gemisches in engen, vertikalen, nach oben offenen Gängen zum Herabsetzen der Viskosität des Gemisches, so dass die im Gemisch dispergierten Gase durch die Gemisch-Schicht mit eigenem Auftrieb im Raum nach oben steigen in einen Sammelraum, aus welchem sie durch die Vorrichtung zum Abführen des Gasgemisches aus dem Kreislauf weggeleitet werden.

Die erfindungsgemässe Lösung des Abschneidens der Gasphase beruht auf der Erkenntnis, dass die Viskosität solcher hochviskosen, nicht-newtonschen Fermentationsgemische durch intensive Einwirkung von Scherkräften beim Durchlauf des Gemisches durch die engen, nach oben geöff-

neten Gänge herabgesetzt wird, so dass bereits der natürliche Auftrieb von Gasblasen auch in diesen hochviskosen Fermentationsgemischen genügt, um ein Aufsteigen der Gasblasen und Bilden grösserer Gasagglomerationen zu erreichen.

In den abhängigen Ansprüchen werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung angegeben.

Im weiteren wird die Erfindung und mit ihr erzielbare Vorteile näher beschrieben und erklärt. Die Beschreibung bezieht sich auf eine Zeichnung, in welcher zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemässe Fermentationsanlage in schematischer Darstellung,

Figur 2 eine erste Baueinheit im axialen Schnitt aus der Perspektive des Pfeiles A in Figur 1 in vergrössertem Massstab,

Figur 3 einen Querschnitt durch die erste Baueinheit gemäss Linie B/B in Figur 2,

Figur 4 eine zweite Baueinheit teilweise im Schnitt und im vergrösserten Massstab.

Die zur Fermentation von hochviskosen, nicht-newtonischen Fermentationsgemischen entworfene Anlage ist im wesentlichen eine Rohrschleufe 1, in welcher die Fermentation beim Umwälzen des Gemisches in einem Kreislauf vor sich geht. Die Umwälzung im Kreislauf ist mittels einer Umwälzpumpe 16 erzwungen, die mit einem Motor 17 angetrieben ist. Der zu der Fermentation notwendige Sauerstoff wird in die Rohrschleufe mit Einblasen von Luft durch eine Rohr 18 eingeblasen. Die Einblasestelle befindet sich am Anfang des Abschnitts 2 der Rohrschleufe 1. In diesem Abschnitt kommt es zu der Vermischung des Fermentationsstoffes mit der durch die Leitung 18 eingeführten, filtrierten Luft. Durch den Einsatz von statischen Mischelementen 19, die in dem Schema schraffiert in dem Rohrabschnitt 2 angedeutet sind, wird die eingetragene Energie über den ganzen Rohrquerschnitt dissipiert und dadurch wird eine homogene Dispersion der Gasphase und ein intensiver Stoffaustausch in dem zu behandelnden, fermentierenden Gemisch erreicht. Bei der beschriebenen Reaktion entstehen Gase, die aus dem Fermentationsgemisch ständig, d. h. bei jeder Umwälzung abgeschieden werden müssen.

Dies geschieht in der Fermentationsanlage in dem Abschnitt 3, der zum Abscheiden des bei dem Begasen und Fermentieren entstehenden Gasgemisches aus dem Fermentationsgemisch eingerichtet ist. Das hier aus dem Gemisch abgeschiedene Gasgemisch wird aus diesem Abschnitt 3 durch eine Vorrichtung 4 zum Abführen des Gasgemisches aus der Fermentationsanlage weggeleitet. Das in dieser Abscheidungsanordnung 3 entgaste Fermentationsgemisch wird in den Kreislauf zurück zu der Pumpe 16 geführt und wieder in den Abschnitt 2 zum Begasen und Mischen geschickt. Bei der Darstellung der erfindungsgemässen Fermentationsanlage in Figur 1 wurden sämtliche sonst noch bei einer solchen Anlage üblichen Einrichtungen wegen Vereinfachung ausgelassen. Es würde sich vornehmlich handeln um Schaumabscheider, Abgaskühler, Sterilfilter für Luft, verschiedene Wärmetauscher zum Beheizen bzw. Kühlen oder Temperaturhalten des Fermentationsgemisches, verschiedene Dosiereinrichtungen zum Zuführen von Additivstoffen, wie Säure, Lauge oder Antischaumstoffen zu der Fermentation sowie verschiedene Mess- und Reguliereinrichtungen. Es ist auch nicht gezeigt, dass die Vorrichtung 4 zum Abführen des Gasgemisches aus dem Kreislauf mit einem Sterilfilter versehen ist und zur Abgasanalyse führt.

Das Abscheiden von Gasen geschieht in dem Abschnitt 3, in dem Einbauten 5 vorgesehen sind zum Scheren des Gas/Flüssig-Gemisches in engen, vertikalen, nach oben offenen Gängen. In diesen engen, nach oben offenen Gängen kommt es zum Herabsetzen der Viskosität des Gemisches durch die scherende Reibung an der Vielzahl von Wänden zwischen

denen das Gemisch gezwungenerweise, angetrieben durch die Einwirkung der Umwälzpumpe passieren muss. Dabei kommt es durch das Scheren zum Herabsetzen der Viskosität des Gemisches zu solchem Mass, so dass die im Gemisch dispergierten Gase in der Lage sind, durch die Gemischschicht mit eigenem Auftrieb im Raum nach oben zu steigen in einen Sammelraum 6, 10, 12. In diesem Sammelraum wird das Gemisch praktisch keinen Scherkräften mehr ausgesetzt, so dass die in diesen Sammelraum aufgestiegenen Blasen anwachsen, grössere Gasagglomerationen bilden und sich schliesslich von der Flüssigkeit ablösen. Wie es besonders in den Figuren 2, 3 und 4 dargestellt ist, sind die oben erwähnten Einbauten im wesentlichen vertikal im Raum angeordnete Wände 5, zwischen denen die engen, nach oben offenen Gänge gebildet sind. Bei einer bereits ausgeführten Probe wurden die Wände 5 zueinander in einem Abstand von 10 mm angeordnet. Wie es besonders gut in der Figur 3 zu sehen ist, reichen die vertikalen Wände 5 nicht bis in den oberen Teil des betreffenden Raumes, sondern es wird oberhalb der oberen Kanten der Wände ein freier, unbebauter Raum 10 (Fig 2) freigelassen, in welchen die Gasblasen aufsteigen und wo das Gemisch praktisch keinen Scherkräften mehr ausgesetzt ist. Noch besser ist dieses Bauprinzip in Figur 4 zu sehen, wo sich oberhalb der oberen Kanten der vertikalen Wände 5 ein völlig freier, grosser Raum 12 befindet. Vorzugsweise weist der Abschnitt 3 zum Abscheiden des Gasgemisches zwei Baueinheiten 7 und 8 auf. Dies ist deswegen, weil es vorteilhaft ist, das Abscheiden des Gasgemisches in einem ersten, in der ersten Baueinheit 7 vorgenommenen Schritt, und in einem zweiten in der zweiten Baueinheit 8 vorgenommenen Schritt durchzuführen.

Die erste Baueinheit 7 ist ein Rohrabschnitt 9. In diesem Rohr sind die Wände 5, die die engen Gänge bilden vertikal im Raum und parallel zueinander angeordnet, was besonders gut in der Figur 3 zu sehen ist. In dem Rohrabschnitt ist oben, oberhalb der Wände 5, die wie gezeigt, nicht bis zur oberen Abgrenzung im Rohr reichen, ein freier, unverbauter Raum 6 freigelassen. Wie oben bereits erwähnt, wird in diesem Raum das Gemisch, das hier durch die aufgestiegenen Gasblasen mit Gasen angereichert ist, nicht mehr einer intensiven Scherung unterzogen. In dieser Aufteilung wird das Gemisch in die zweite Baueinheit 8 übergeführt. Dabei wird darauf geachtet, dass z. B. durch eine starke Biegung des Verbindungsstückes zwischen diesen zwei Baueinheiten 7 und 8 es nicht zu einer nochmaligen Vermischung der Flüssigkeit mit dem Gas durch Einwirkung einer Zentrifugalkraft kommt. Deswegen soll diese Biegung so klein wie nur möglich sein und deswegen, wie es in der Figur 1 auch gezeigt ist, ist die erste Baueinheit 7 im Raum geneigt, um eben das Kleinhalten dieser Biegung zu ermöglichen.

Das Gemisch kommt nun in eine zweite Baueinheit 8, welche ein abgeschlossener Raum ist. In dem Raum ist ein konusförmiger Teil 11 glockenartig und vertikal im Raum angeordnet. An seiner Oberfläche sind auch die vertikalen Wände 5 aufgestellt. Sie sind entlang der gedachten Falllinien des konusförmigen Teiles 11 ausgerichtet und bilden so die erwähnten engen Gänge, die nach oben in einen leeren Raum 12 innerhalb der Baueinheit 8 offen sind. An diesem Raum 12 ist die Vorrichtung 4 angeschlossen zum Abführen des abgeschiedenen Gasgemisches. Da in dieser Konfiguration die vertikalen Wände nicht parallel zueinander verlaufen, ist es vorstellbar, und in manchen Fällen vielleicht auch notwendig, an dem unteren Abschnitt der Gänge zusätzliche vertikal aufgestellte Zwischenwände vorzusehen, um die Gänge zu verengen und dadurch die entsprechende, intensive Scherung zwischen den Wänden 5 aufrechtzuerhalten.

Oben in der Baueinheit 8 ist oberhalb des konusförmigen Teiles 11 ein Rohrstück 13 vorgesehen, das so zwischen der

ersten und zweiten Baueinheit 7 und 8 angeordnet ist. Der konusförmige Teil 11 reicht mit seiner Spitze in dieses Rohrstück 13 hinein. Dabei ist der konusförmige Teil 11 in vertikaler Richtung verschiebbar, so dass der Spalt, der zwischen dem unteren Rand 14 des Rohrstückes 13 und der Oberfläche des konusförmigen Teiles 11 gebildet ist, bezüglich seiner lichten Weite einstellbar ist. Diese Einstellung ist durch Verschiebung einer Stange 20 möglich, an welcher die Spitze des konusförmigen Teiles 11 befestigt ist. Diese Einstellung des Spaltes zwischen dem Rohrstück 13 und dem konusförmigen Teil 11 hat die Bedeutung, dass sich dadurch ein Druck- wie auch ein Geschwindigkeitsgefälle des durchfließenden Fermentationsgemisches einstellen lässt. Um diese vertikale Verschiebung des konusförmigen Teiles 11 mit den Wänden 5 zu ermöglichen, sind in dem Rohrstück 13 vertikal verlaufende Schlitz 15, beginnend am unteren Rand 14 des Rohrstückes 13 ausgeführt. Die Teilung dieser Schlitz entspricht der Teilung der Wände 5 auf der Oberfläche des konusförmigen Teiles 11. Sie sind dimensioniert zum Durchgang der Wände 5 beim Einstellen des Spaltes zwischen dem Rohrstück 13 und der Oberfläche des konusförmigen Teiles 11 vorgesehen.

Es ist vorstellbar, dass die beschriebene Abscheidung der Gasphase aus dem Fermentationsgemisch wohl in gewissen Fällen schon durch die Wirkung der Scherkräfte an dem konusförmigen Teil 11 erreicht werden könnte. Es ist jedoch zu befürchten, dass insbesondere bei den hochviskosen, nicht-newtonschen Gemischen der Fluss den engen Gängen

entlang eventuell entweder zu lange dauern würde, wobei eine kurze Verweilzeit gewünscht wird, oder dass es zu Abflussstörungen in den engen Gängen kommen könnte. Deswegen ist dieser Baueinheit 8 in diesem beschriebenen Fall die erste Baueinheit 7 vorgeschaltet, wo das Fermentationsgemisch einem gezwungenen Durchlauf unterzogen ist und wo dann eine sehr intensive Scherung und die erste Phase der Abscheidung der Gasphase passiert, bevor das Gemisch zur Beendigung des Abscheidens an dem konusförmigen Teil 11 anlangt.

Um den Fortgang in der zweiten Baueinheit 8 kontrollieren zu können, sind an dem Mantel der Baueinheit zwei Gucklöcher 21 vorgesehen.

Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung ist nicht durch die Beschreibung dieses ausgewählten Ausführungsbeispiels begrenzt. Es ist eine Reihe von Ausführungen vorstellbar, die auf dem hier beschriebenen und erklärten Prinzip beruhen, vorstellbar. So ist es auch denkbar, das Prinzip in Anordnungen, die auf dem Einsatz von Zentrifugalkräften beruhen, zum Tragen zu bringen. So ist z. B. vorstellbar, die erste Baueinheit 7 mit den vertikal aufgestellten Wänden, wie es in Figur 3 dargestellt ist, zu einer Zickzack-Passage umzuformen, wodurch dann in den Wendungen des Zickzack-Weges zur intensiveren Scherung des Fermentationsstoffes durch Einwirkungen der auftretenden Zentrifugalkräfte bei einer beachtlichen Durchflussgeschwindigkeit des Fermentationsstoffes käme.

FIG. 2

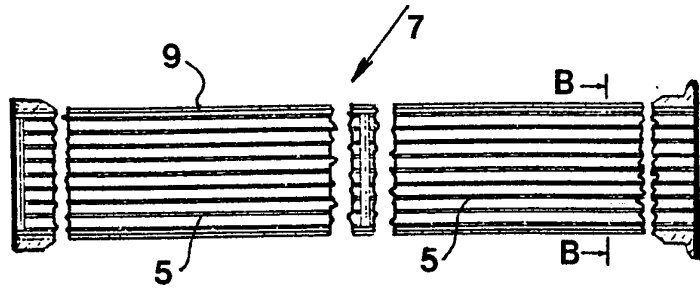


FIG. 3

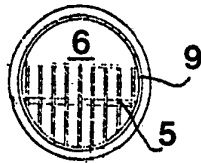


FIG. 1

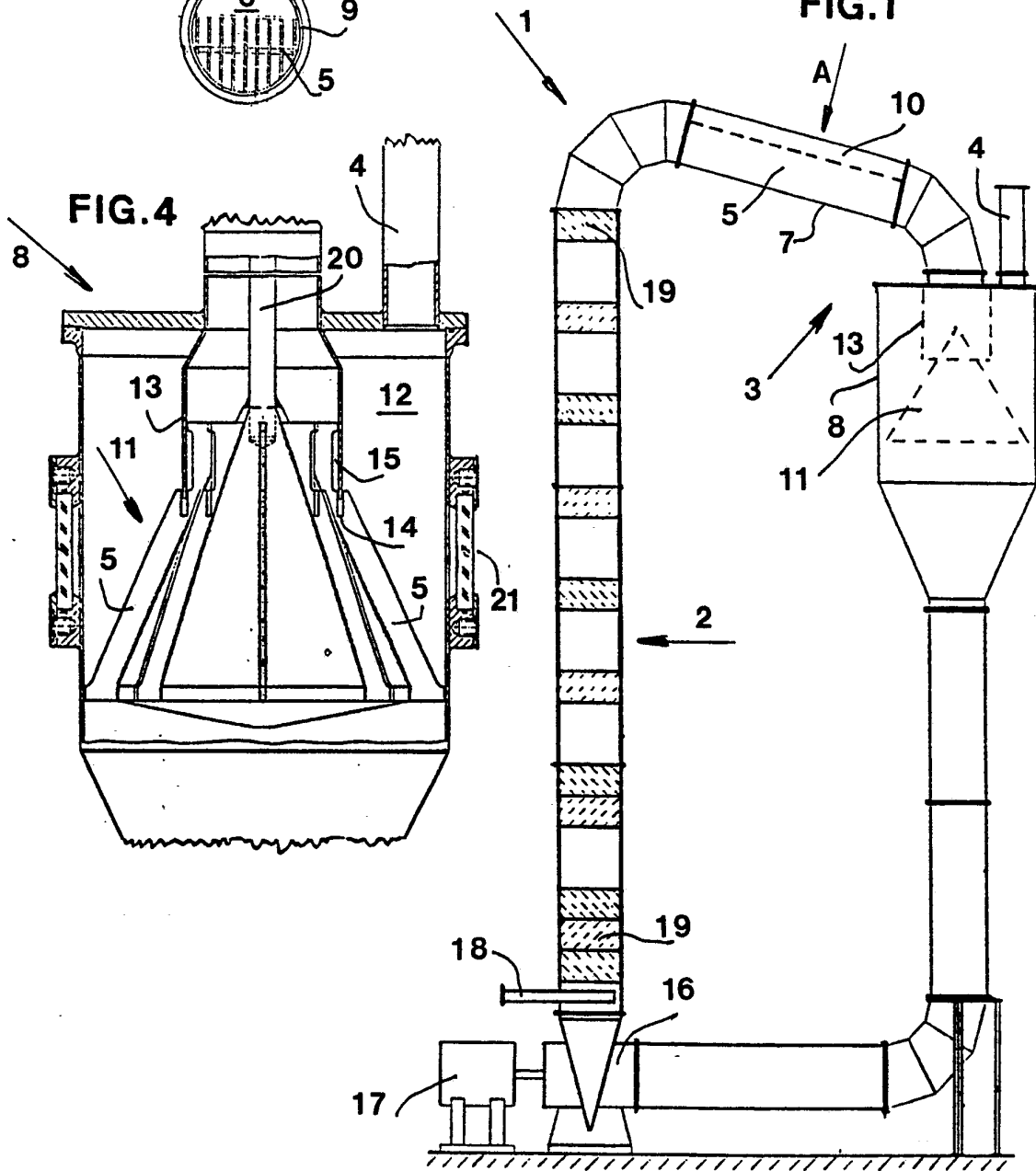


FIG. 4

