



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 706 136 A2

(51) Int. Cl.: B01F 9/00 (2006.01)
C10B 47/00 (2006.01)
C10L 5/44 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00243/12

(71) Anmelder:
NK New Knowledge AG, WBK-Strasse 1
9466 Sennwald (CH)

(22) Anmeldedatum: 24.02.2012

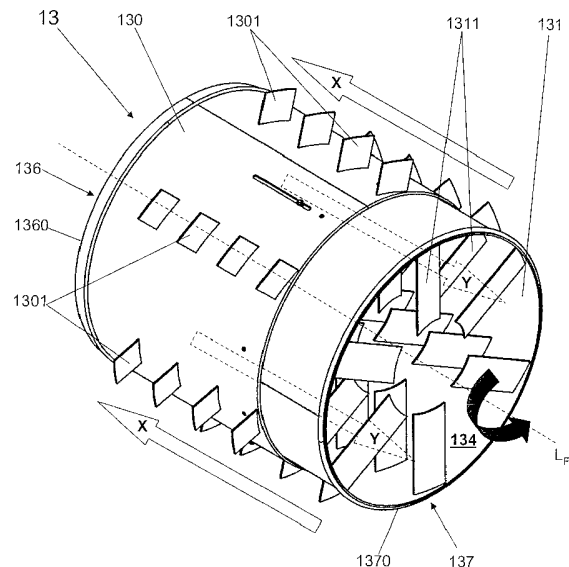
(72) Erfinder:
Roland Rebsamen, 9470 Buchs (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.08.2013

(74) Vertreter:
Schneider Feldmann AG Patent- und Markenanwälte,
Beethovenstrasse 49, Postfach 2792
8022 Zürich (CH)

(54) Rühr- und Fördereinrichtung eines Karbonisierungsbehälters für die hydrothermale Karbonisierung.

(57) Bei einem Rührwerk (13) als Teil einer Rühr- und Fördereinrichtung zur Lagerung in einem Karbonisierungsbehälter, welches von ausserhalb des Karbonisierungsbehälters antreibbar ist, soll eine verbesserte Förderung von Prozessmedium und ein optimierter Wärmetausch des Prozessmediums mit dem Karbonisierungsbehälter und verschiedenen Reaktionsstufen des Prozessmediums geschaffen werden. Dies wird dadurch erreicht, dass das Rührwerk (13) als hohlzylindrischer Körper eine Rührwerkswand aufweisend ausgestaltet ist, welche an einer Aussenfläche (130) eine Mehrzahl von Aussenblättern (1301) von der Aussenfläche wegragend und an einer Innenfläche (131) eine Mehrzahl von Innenblättern (1311) zum Zentrum des Rührwerks (13) ragend aufweist, wobei die Förderrichtung der Aussenblätter (1301) entgegengesetzt der Förderrichtung der Innenblätter (1311) gestaltet ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Rührwerk als Teil einer Rühr- und Fördereinrichtung zur Lagerung in einem Karbonisierungsbehälter, welches von ausserhalb des Karbonisierungsbehälters antreibbar ist, sowie die Verwendung eines Rührwerks als Teil einer Rühr- und Fördereinrichtung zur Lagerung in einem Karbonisierungsbehälter, welches von ausserhalb des Karbonisierungsbehälters antreibbar ist.

Stand der Technik

[0002] Unter hydrothermalen Karbonisierung (HTC) oder auch nasser Verkohlung versteht man die Veredelung von nasser oder feuchter Biomasse in wässriger meist saurer Umgebung bei erhöhten Temperaturen um 200 °C und erhöhten Drücken von mehr als 10 bar in einem druckdichten Karbonisierungsbehälter. Um die hydrothermale Karbonisierung zu starten, muss das aus Biomasse, Wasser und katalytisch wirkenden Stoffen zu Beginn einmalig auf die erhöhte Temperatur erhitzt werden. Anschliessend reagieren die Edukte zu Zwischenprodukten und letztlich zu Karbonisierungsprodukten, welche in Form einer Biokohle- oder Braunkohlesuspension vorliegen, die neben Kohle auch Prozesswasser und Restsubstanzen enthält. Mittels hydrothermalen Karbonisierung wird der natürlich Prozess der Kohlebildung innerhalb von einigen Stunden technisch nachgebildet und vor allem die hohe Kohlenstoffeffizienz zeichnet die HTC aus.

[0003] In der vorliegenden Anmeldung wird als vergärbare Biomasse und damit als Teil der Edukte, die durch die hydrothermale Karbonisierung zu Kohle verarbeitet werden kann, bevorzugt eine Mischung aus Klärschlamm und Grünschnittabfällen verstanden. In dem beschriebenen Reaktor können aber auch andere biogene Reststoffe, insbesondere nachwachsende Rohstoffe, wie Holzhackschnitzel, Grünschnitt aus der Landschaftspflege, Pflanzen, Stroh, Silage, und organische Reststoffe aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Nahrungsmittelindustrie und Entsorgungswirtschaft, sowie auch Torf, Rohbraunkohle, Papierschlämme, zu Massen mit hohem Anteil von Kohle veredelt werden.

[0004] Da die beschriebene Reaktion eines hochviskosen und/oder feststoffbeladenen Prozessmediums einer mit Biomasse versetzten Flüssigkeit und damit eines Fest-Flüssig-Gemisches in Reaktionszeiten von einigen Stunden unter hohem Druck und erhöhten Temperaturen abläuft, sind speziell angepasste Reaktoren und Rühr- und Fördereinrichtungen nötig.

[0005] Um eine Durchmischung des Fest-Flüssig-Gemisches zu erreichen und das Prozessmedium kontrolliert durch den Karbonisierungsbehälter zu befördern, kann im Karbonisierungsbehälter ein geeignetes Rührwerk angeordnet sein, das Teil der Rühr- und Fördereinrichtung ist.

[0006] Die EP 1 970 431 offenbart einen liegenden Karbonisierungsbehälter, in dessen Innenraum ein Schneckenförderer angeordnet ist, mittels welchem das Füllgut von einer Einlassseite zu einer Auslassseite des Karbonisierungsbehälters befördert wird. Durch die Betätigung des Schneckenförderers von ausserhalb des Karbonisierungsbehälters kann der Druck im Innenraum des Karbonisierungsbehälters während des gesamten Vorganges aufrechterhalten werden. Zwischen- und Endprodukte, die sich an der Karbonisierungsbehälterwand ansammeln können wegtransportiert werden und das Füllgut wird ständig durchmischt, wodurch die Reaktion optimiert wird. Das Füllgut kann sich im Innenraum des Karbonisierungsbehälters und damit im Raum innerhalb des Schneckenförderers verteilen, wobei auch eine Mischung von Edukten und Produkten in einem gewissen Mass stattfindet.

[0007] Der Schneckenförderer kann durchgängige Windungen aufweisen, wodurch sich Edukte und Produkte möglichst wenig vermischen. Durch Gestaltung der Förderrichtung entlang einer Zylinderachse in dem zylinderförmigen Karbonisierungsbehälter von einem Einlass zu einem Auslass wird eine Vermischung von frischer Biomasse mit unterschiedlich stark karbonisierter Biomasse weitgehend verhindert. Da im Verlauf des Durchganges der Biomasse durch den Karbonisierungsbehälter unterschiedliche Reaktionsstufen mit unterschiedlich starker Wärmeentwicklung durchlaufen werden, ist eine inhomogene Aufheizung des Innenraumes des Karbonisierungsbehälters und des Schneckenförderers gegeben. Diese inhomogene und lokale Aufheizung ist problematisch für das Material des Schneckenförderers und seine Funktion und kann zu verstärkten Verschleisserscheinungen führen.

[0008] Um die thermische und mechanische Belastung auf die Fördereinrichtung zu verringern, wird in der DE10 2009 007 302 eine Fördereinrichtung in Form einer Förderschnecke mit einer Mehrzahl von Schneckenwendeln eingesetzt, wobei wenigstens eine Schneckenwendel zusätzlich mit Öffnungen versehen ist. Dadurch kann eine Vermischung der Edukte und Produkte stattfinden, und somit können lokale Aufheizungen gemildert werden. Eine Vermischung der Edukte und Produkte stellt aber eine nachteilige Lösung dar, da der Karbonisierungsprozess gestört wird. Durch die Ausgestaltung einer Fördereinrichtung mit mindestens einem Doppelwendel, ist der Platz im Innenraum für das Prozessmedium eingeschränkt. Das Prozessmedium wird in dem Innenraum des Karbonisierungsbehälters stark verdichtet, wobei die aktive Oberfläche für einen Wärmetausch der Wärme vom Prozessmedium an die Wand des Karbonisierungsbehälters verkleinert ist. Da die Fördereinrichtung keine oder nur eine geringe wärmeleitende Funktion erfüllt, sind die wärmeleitenden Eigenschaften derartiger Fördereinrichtungen und damit der Wärmetausch des Prozessmediums verschlechtert.

Darstellung der Erfindung

[0009] Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt ein Rührwerk als Teil einer Rühr- und Fördereinrichtung für ein Prozessmedium in einem Karbonisierungsbehälter zu schaffen, welches eine verbesserte Förderung bei geringer direkter Durchmischung von Edukten und Produkten erreicht und einen optimierten Wärmetausch des Prozessmediums mit dem Karbonisierungsbehälter und verschiedenen Reaktionsstufen des Prozessmediums erlaubt.

[0010] Diese Aufgabe wird mit einer Rühr- und Fördereinrichtung umfassend ein hohlzylindrisches rohrförmiges Rührwerk gelöst. Das Rührwerk ist durch Verzicht einer zentrischen Welle wellenfrei ausgebildet und mit einer Mehrzahl von Förderblättern ausgestattet, welche eine Förderung des Prozessmediums in verschiedene Richtungen in verschiedenen Abständen zum Karbonisierungsbehältermantel gestatten.

[0011] Um die Förderleistung noch zu steigern, kann eine Umlenkvorrichtung zur Umlenkung des Prozessmediums im Karbonisierungsbehälter als Zusatz der Rühr- und Fördereinrichtung angeordnet sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird nachstehend im Zusammenhang mit den anliegenden Zeichnungen beschrieben.

- Fig. 1a zeigt eine perspektivische Ansicht eines Aussenbehälters eines Reaktors, der auf einer Reaktorlagervorrichtung gelagert ist und an eine Zu- und Abführvorrichtung gekoppelt ist, während
- Fig. 1b eine Seitenansicht des Aussenbehälters mit Blick auf den Basisboden zeigt.
- Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Reaktors mit angeschlossener Zu- und Abführvorrichtung, wobei die Reaktorlagervorrichtung weggelassen wurde, während
- Fig. 3 eine Seitenansicht des Reaktors aus Fig. 2 zeigt.
- Fig. 4 zeigt einen Horizontalschnitt durch den Reaktor gemäss Linie C–C aus Fig. 3, wobei der Prozessbehälter im Innenraum des Aussenbehälters deutlich wird.
- Fig. 5a zeigt einen Vertikalschnitt des Reaktors gemäss Fig. 1a, wobei der besseren Übersichtlichkeit wegen, die Zu- und Abführvorrichtung weggelassen wurde und
- Fig. 5b zeigt einen Schnitt in perspektivischer Ansicht durch den Reaktor gemäss Fig. 5a.
- Fig. 6 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Rühr- und Fördereinrichtung umfassend ein Rührwerk, während
- Fig. 7 das Rührwerk aus Fig. 6 im in einen Karbonisierungsbehälter eingebauten Zustand bei Befüllung mit Prozessmedium in einer Schnittansicht zeigt.
- Fig. 8a zeigt eine Schnittansicht eines Rührwerktragers gemäss Markierung aus Fig. 7, während
- Fig. 8b eine Schnittansicht des Reibradantriebes gemäss Markierung aus Fig. 7 zeigt.

Beschreibung

[0013] Die vorliegende Anmeldung beschreibt eine hydrothermale Karbonisierungsanlage, umfassend einen mehrteiligen Reaktor 1 in welchem die hydrothermale Karbonisierung eines hochviskosen und/oder feststoffbeladenen Prozessmediums effizient und kontinuierlich durchführbar ist. Das hochviskose und/oder feststoffbeladene Prozessmedium umfasst Füllgut, welches aus Rohbiomasse verschiedener Zusammensetzung und Konsistenz, Prozesswasser und Zusatzstoffen, z.B. Katalysatoren besteht. Das Prozessmedium liegt aufgrund seiner Zusammensetzung als Suspension oder als Schlamm vor, wobei Flüssigkeitsanteile mit Feststoffen gemischt sind. Der Füllgutanteil des Prozessmediums wird auch als Edukt betrachtet, da es ein Fest-Flüssig-Gemisch bildet welches im Verlauf der hydrothermalen Karbonisierung in Karbonisierungsprodukte, umfassend verkohlte Biomasse umgewandelt wird. Die Karbonisierungsprodukte bilden einen verkohlten Teil des Prozessmediums, welcher eine ähnliche fest-flüssige Konsistenz hat, wie die Edukte, wobei die festen Bestandteile bestenfalls vollständig in Braunkohle umgesetzt wurden.

[0014] Die Edukte werden in den Reaktor 1 der Karbonisierungsanlage eingeschleust, unter hohem Druck und erhöhter Temperatur, wie aus den Grundlagen der hydrothermalen Karbonisierung bekannt, verkohlt nach dem Vorgang als Karbonisierungsprodukte aus dem Reaktor 1 ausgeschleust. Das Ein- und Ausschleusen bzw. die Zu- und Abführung der Edukte und Karbonisierungsprodukte kann bei laufendem Betrieb des Karbonisierungsverfahrens portionsweise stattfinden, wobei der Karbonisierungsprozess nicht wesentlich gestört wird und keinesfalls unterbrochen wird und damit quasi-kontinuierlich ablaufen kann.

[0015] Der Reaktor 1 umfasst einen Aussenbehälter 10, welcher starr ausgebildet ist und als Druckbehälter dient. Der Aussenbehälter 10 ist auf einer Reaktorlagervorrichtung 2 um die Aussenbehälterlängsachse La rotierbar gelagert. Auf zwei Gestellen 20 sind Drehlager 21 angeordnet, sodass der Aussenbehälter 10 durch mindestens einen Rotationsantrieb 22 gesteuert rotierbar ist. Als Rotationsantrieb 22 dienen beispielsweise entsprechend dimensionierte Elektromotoren. Diese rotierbare Lagerung des Reaktors 1 dient der Unterstützung des Karbonisierungsprozesses, ist aber nicht zwingend notwendig.

[0016] In der hier dargestellten Ausgestaltung weist der Aussenbehälter 10 einen Aussenbehältermantel 100 mit einem zylindrischen Mittelstück 1003 auf, welches von einem ebenen Basisboden 1001 durch einen Basisflansch 1002 lösbar abschliessbar und flüssigkeitsdicht und druckdicht verschlossen ist. Von der Seite des Basisbodens 1001 wird das Prozessmedium zu- und abgeführt. Auf der dem Basisboden 1001 gegenüberliegenden Seite des Aussenbehältermantels 100 wird das zylindrische Mittelstück 1003 durch einen gewölbt ausgeführten Deckelboden 1005 mittels Deckelbodenflansch 1004 lösbar flüssigkeits- und druckdicht verschlossen. Der Aussenbehälter 10 wird liegend gelagert, wobei die Aussenbehälterlängsachse La etwa horizontal zur Ebene des Untergrunds am Aufstellungsort verläuft. Der Aussenbehälter 10 ist lösbar verschliessbar und damit der Prozess der hydrothermalen Karbonisierung durch den Aussenbehälter 10 im Reaktor 1 von der Umwelt abgeschlossen.

[0017] Der Aussenbehälter 10 ist aus Stabilitätsgründen starr und bevorzugt aus Stahl hergestellt, wobei die Wanddicken so gewählt sind, dass auch Fluiddrücke von mehreren bar gefahrlos innerhalb des Aussenbehälters 10 ausbildbar sind, welche der Aussenbehälter 10 aushalten kann. Je nach geplanter Anlagengrösse und Menge der umzusetzenden Edukte wird die Grösse des Aussenbehälterinnenraums 103 gewählt.

[0018] In dem Basisboden 1001 ist eine Einfülldurchführung 104 und eine Ausgabedurchführung 105 vollständig querend angeordnet, wodurch ein Zugang in den Aussenbehälter 10 von aussen bei ansonsten geschlossenem Aussenbehälter 10 ermöglicht ist. In Fig. 1b ist ein Rührwerkantriebsmittel 132 gezeigt, welches im Zusammenhang mit einer Rühr- und Fördereinrichtung noch erläutert wird.

[0019] Fig. 2 zeigt einen Reaktor 1 mit einer möglichen Ausführungsform einer angeschlossenen Zu- und Abfuhrvorrichtung 4. Auf die Reaktorlagervorrichtung 2 ist in dieser perspektivischen Ansicht verzichtet worden. Hier dargestellt weist die Ausführungsform der Zu- und Abfuhrvorrichtung 4 einen Zuführzylinder 40 und einen Entnahmezylinder 41 auf, welche jeweils mit der Einfülldurchführung 104 und der Ausgabedurchführung 105 lösbar wirkverbindbar sind.

[0020] Zu Wartungszwecken kann die Zu- und Abfuhrvorrichtung 4 vollständig von dem Reaktor 1 getrennt werden und im Betriebszustand entsprechend flüssigkeits- und druckdicht mit dem Reaktor 1 verbunden sein. Die Zu- und Abfuhrvorrichtung 4 ist lösbar durch Flanschverbindungen am Reaktor 1 befestigt. Ein Vorrichtungslager 42 ist derart ausgeführt, dass die Zu- und Abfuhrvorrichtung 4 relativ zum Reaktor 1 ausgerichtet gelagert wird. Da der hier erläuterte Reaktor 1 bevorzugt bei ablaufendem Karbonisierungsprozess um die Aussenbehälterlängsachse La rotiert wird, ist das Vorrichtungslager 42 so ausgestaltet, dass die Zu- und Abfuhrvorrichtung 4 bei Rotation des Reaktors 1 um die Aussenbehälterlängsachse La bei angeschlossener Zu- und Abfuhrvorrichtung 4 mit rotierbar ist. Um eine Rotation zu erleichtern, ist das Vorrichtungslager 42 höhenverstellbar ausgestattet. Ein Kraftregler kann die Höhe des Vorrichtungslagers 42 optimal einstellen, damit eine Rotation erreichbar ist.

[0021] Damit das Prozessmedium in Form der Edukte zuführbar und in Form der Karbonisierungsprodukte ein- bzw. abfuhrbar ist, sind Antriebsmittel 43 an der Zu- und Abfuhrvorrichtung 4 vorgesehen. Das Prozessmedium kann dadurch mit einer nicht dargestellten Steuerung kontrolliert transferiert werden.

[0022] Wie in dem Horizontalschnitt durch den Reaktor 1 gemäss Fig. 4 gezeigt, ist innerhalb des Aussenbehälters 10 der erwähnte Karbonisierungsbehälter 11 vollständig eingelassen gelagert, wobei die Karbonisierungsbehälterlängsachse Lp mit der Aussenbehälterlängsachse La zusammen fällt. Dieser Karbonisierungsbehälter 11 ist mit dem Einfüllkanal 1141 und dem Ausgabekanal 1142 fest mit dem Basisboden 1001 des Aussenbehälters 10 verbunden und damit in den Aussenbehältermantel 100 hineinragend relativ zum Aussenbehälter 10 unbewegbar gelagert.

[0023] Der Karbonisierungsbehälter 11 weist einen Karbonisierungsbehältermantel 111 auf, welcher im Betriebszustand von einem Fluid 3 vollständig umgeben bzw. umspült wird. Im Innenraum des Karbonisierungsbehälters 11 befindet sich im Betriebszustand das Prozessmedium 5 in den unterschiedlichen Zuständen. Der Karbonisierungsbehälter 11 umfasst einen zentralen Mantelabschnitt, welcher zwischen einem Deckelteil 1101 und einem Bodenteil 1105 angeordnet ist. Der zentrale Mantelabschnitt ist zylindrisch geformt ausgestaltet und der Deckelteil 1101 mittels Deckelflansch 1102 und der Bodenteil 1105 mittels Bodenflansch 1106 am zentralen Mantelabschnitt lösbar befestigt. Der gesamte Karbonisierungsbehälter 11 wird im Betriebszustand mit dem Prozessmedium 5 unter Druck beaufschlagt und ist entsprechend flüssigkeits- und druckdicht ausgeführt.

[0024] An den Bodenteil 1105 anschliessend ist ein Ausgabekanal 1142 angeschlossen, welcher aus dem Innenraum des Karbonisierungsbehälters 11 herausführt. Nach Einbau des Karbonisierungsbehälters 11 in den Aussenbehälter 10 ist der Ausgabekanal 1142 so angeordnet, dass er durch die Ausgabedurchführung 105 des Basisbodens 1001 geführt ist.

[0025] Wie in Fig. 5a gezeigt ist ein Einfüllkanal 1141 an den Bodenteil 1105 angeschlossen, der entsprechend durch die Einfülldurchführung 104 im Basisboden 1001 des Aussenbehälters 10 durchführbar ist. Der Ausgabekanal 1142 und der Einfüllkanal 1141 sind durch den Basisboden 1001 hindurchragend unlösbar durch eine stoffschlüssige Schweissverbin-

dung oder lösbar durch Flanschverbindungen am Basisboden 1001 befestigbar. Durch an den Einfüllkanal 1141 und den Ausgabekanal 1142 angeformte Befestigungsflansche 115 können die Kanäle 1141, 1142 mit der Zu- und Abfuhrvorrichtung 4 verbunden werden, welche in den Fig. 5a und 5b der besseren Übersichtlichkeit halber weggelassen wurde.

[0026] Im Betriebszustand wird das Prozessmedium 5 durch den Einfüllkanal 1141 in den Innenraum des Karbonisierungsbehälters 11 eingefüllt und nach einer Verweil- bzw. Reaktionszeit durch den Ausgabekanal 1142 aus dem Karbonisierungsbehälter 11 ausgeschleust. Entsprechend sind Einfüll- und Ausgabekanal 1141, 1142 während des Betriebes nur zeitweise kontrolliert geöffnet, um die exotherme Reaktion der hydrothermalen Karbonisierung nur kurzzeitig zu beeinflussen. Damit wird der Innendruck und die Temperatur im Karbonisierungsbehälter 10 nur kurzzeitig gestört.

[0027] Während im Karbonisierungsbehälter 11 die hydrothermale Karbonisierung unter erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck abläuft, umgibt das Fluid 3, welches insbesondere ein Thermoöl ist, den Karbonisierungsbehälter 11 innerhalb des geschlossenen Aussenbehältermantels 100.

[0028] Das Thermoöl 3 dient bei der hydrothermalen Karbonisierung hier unter anderem als Wärmeübertragungsfluid. Ein am Aussenbehälter 10 angeordneter Beaufschlagungsstutzen 106 dient zur Befüllung und zur Beaufschlagung des Aussenbehälterinnenraums 103 mit dem Fluid 3. Am Beaufschlagungsstutzen 106 sind im Aussenbehälterinnenraum 103 spinnenartig verlegte Rohre 109 zur Strömungsführung des Thermoöl 3 vorgesehen. Mittels Entlüftungsstutzen 108 kann die Luft aus dem Aussenbehälterinnenraum 103 während der Befüllung abgelassen werden. Damit kann extern aufgeheiztes Thermoöl 3 aus einem Thermoöltank zugeführt werden, womit der Karbonisierungsbehälter 11 auf eine zur Karbonisierung notwendige Temperatur gebracht werden kann. Durch die Temperaturerhöhung des Thermoöls 3 wird die exotherme Reaktion gestartet und aufrechterhalten, da diese erst ab einer Mindesttemperatur stattfindet. Durch eine Messung der Temperatur und der Möglichkeit des Austausches des Fluids 3 kann die Temperatur im Karbonisierungsbehälter 11 gesteuert werden.

[0029] Das Thermoöl im Aussenbehälter 10 und der Karbonisierungsbehälter 11 bilden einen Wärmeübertrager. Die hochviskosen feststoffbeladenen Edukte 5 und Produkte 5 im Innenraum des Karbonisierungsbehälters 11 geben ihre Wärme teilweise durch den Karbonisierungsbehältermantel 110 während der hydrothermalen Karbonisierung an das umgebende Thermoöl 3 ab. Das Thermoöl 3 umströmt den Karbonisierungsbehälter 11 und kann Wärme aufnehmen und abgeben. Sollte der Karbonisierungsbehälter 11 abgekühlt werden, kann entsprechend überschüssige Wärmeenergie mittels Thermoöl 3 extern genutzt werden.

[0030] Um den Durchgang des Prozessmediums 5 durch den Innenraum des Karbonisierungsbehälters 11 zu gewährleisten ist eine Rühr- und Fördereinrichtung umfassend ein Rührwerk 13 den Innenraum mindestens teilweise querend angeordnet. Im Betrieb kann mittels Rührwerk 13 eine ständige Durchmischung des Prozessemediums 5, der Edukte und Karbonisierungsprodukte von aussen gesteuert stattfinden. Das Rührwerk 13 dient auch als Fördereinrichtung des Prozessmediums 5. Das Rührwerk 13 kann auf unterschiedliche Arten ausgeführt sein. Rührwerkantreibsmittel 132 sind vorgesehen, um das Rührwerk 13 von aussen gesteuert in Betrieb zu nehmen. Durch eine Antriebsdurchführung 107 im Aussenbehälter 10 und eine querende Antriebsvorrichtung 119 welche bis zum Rührwerk 13 im Karbonisierungsbehälter 11 führt, wird das Rührwerk 13 gesteuert angetrieben. Da der Karbonisierungsbehälter 11 mehrteilig ausgebildet ist kann das Rührwerk 13 einfach in den Karbonisierungsbehälter 11 eingebracht, dort drehbar mittels Rührwerkhalter 133 gelagert befestigt und von aussen des Reaktors 1 gesteuert betätigt werden. Das Rührwerk 13 ist hier mit einem Reibradantrieb ausgestattet, was in Fig. 5b eingekreist dargestellt ist. Am Rührwerk 13 sind Blätter als Stromstörer und/oder zur Unterstützung der axialen Förderung angeordnet.

[0031] Der Karbonisierungsbehälter 11 und das darin befindliche Rührwerk 13 sind so ausgebildet, dass das Prozessmedium 5, welches Biomasse in Form von Klärschlamm und Grüngutabfall umfasst, während des Karbonisierungsprozesses förderbar ist. Die Biomasse wird vor der Zuführung in den Reaktor extern zerkleinert, es verbleiben aber weiterhin Feststoffe mit einer maximalen Stückgrösse von 2,5cm x 2,5cm x 2,5cm als Teil des Prozessmediums 5 vorhanden. Durch diese Feststoffbeladung werden an den Karbonisierungsbehälter 11 und das Rührwerk 13 spezielle Anforderungen gestellt.

[0032] Dadurch, dass der Aussenbehälter 10 und der Karbonisierungsbehälter 11 jeweils mehrteilig ausgebildet sind, ist ein einfacher Zusammenbau des Reaktors 1 und damit der gesamten Anlage am Aufstellungsort möglich. Vor allem sind auch Wartungsarbeiten ohne grössere Mühen durchführbar, da kein Mannloch vorgesehen sein muss, um Zugang zu den Behältern 10, 11 zu haben.

[0033] Alle Wände und Bauteile, die mit dem Prozessmedium 5 direkt in Kontakt kommen, sind aus säurebeständigem Material hergestellt. Hier sind diese Teile in Edelstahl ausgeführt.

[0034] Die Rühr- und Fördereinrichtung wird von dem Rührwerk 13 gebildet. Das Rührwerk 13 ist mit einer Rührwerkwand rohrförmig als hohlzylindrischer Körper ausgestaltet, welcher innerhalb des Karbonisierungsbehälters 11 rotierbar um eine Förderlängsachse LF anordbar ist. Die Rührwerkwand bildet eine vollständig geschlossene Zylinderfläche. Aufgrund der besseren Übersichtlichkeit ist der Karbonisierungsbehälter in Fig. 6 weggelassen worden. Im Gegensatz zu Rührwerken des Stands der Technik ist das Rührwerk 13 ohne eine zentrische Welle ausgebildet und bildet einen stabilen hohlzylindrischen Körper, dessen Grösse auf den Innenraum des Karbonisierungsbehälters 11 angepasst ist, sodass die Rührwerkwand mindestens annähernd parallel zum Karbonisierungsbehältermantel 110 angeordnet ist.

[0035] Im eingebauten Zustand ist ein Basisabschnitt 136 dem Bodenteil 1105 und ein Umlenkabschnitt 137 dem Deckelteil 1101 des Karbonisierungsbehälters 11 zugewandt. Der Basisabschnitt 136 weist eine Basisabschnittskante 1360 auf und der Umlenkabschnitt 137 eine Umlenkabschnittskante 1370. Im Bereich dieser Kanten 1360, 1370 ist die unten beschriebene Lagerung des Rührwerks 13 ausgestaltet.

[0036] Der hohlzylindrische Körper des Rührwerks 13 weist eine Innenfläche 131 auf, auf welcher eine Mehrzahl von Innenblättern 1311 angeordnet ist. Die Innenblätter 1311 sind auf der Innenfläche 131 entlang des inneren Umfangs der Rührwerkswand verteilt angeordnet und derart ausgerichtet, dass Prozessmedium 5 in Richtung des Umlenkabschnittes 137 in eine erste Förderrichtung Y förderbar ist. Die Innenblätter 1311 sind mindestens annähernd radial zur Förderlängsachse LF ragend angeordnet.

[0037] Der Raum in den die Innenblätter 1311 von der Rührwerkswand zum Zentrum hineinragend angeordnet sind, wird als innere Förderkammer 134 bezeichnet. Diese innere Förderkammer 134 ist konzentrisch zur Förderlängsachse LF gestaltet und durch die Innenblätter 1311 ist ein Vortrieb in Richtung Umlenkabschnitt 137 und eine Durchmischung des Fest-Flüssig-Gemisches während der Rotation des Rührwerks 13 erreichbar. Das Prozessmedium 5 wird entlang der Innenfläche 131 in die erste Förderrichtung Y wie durch die Pfeile angedeutet in Richtung des Umlenkabschnittes 137 gefördert.

[0038] Auf einer Aussenfläche 130 des Rührwerks 13 ist eine Mehrzahl von Aussenblättern 1301 entlang des Umfangs der Aussenfläche 130 gleichmässig verteilt und radial wegragend angeordnet. Diese Aussenblätter 1301 sind so ausgerichtet, dass sie eine Förderung des Prozessmediums 5 in Richtung des Basisabschnittes 136 parallel zur Förderlängsachse LF und damit axial fördernd ermöglichen. Diese zweite Förderrichtung ist mit dem Pfeil X gekennzeichnet. Wenn sich das Rührwerk 13 im Karbonisierungsbehälter 11 befindet, bildet sich eine konzentrische äussere Förderkammer 135 zwischen der Aussenfläche 130 der Rührwerkswand und der Innenfläche des Karbonisierungsbehältermantels 110 aus, welche in Fig. 7 erkennbar ist. Durch diese äussere Förderkammer 135 ist das Prozessmedium 5 konzentrisch in Richtung des Basisabschnittes 136 und Ausgabekanal 1142 im Bodenflansch 1106 förderbar. Das Prozessmedium 5 wird an der Aussenfläche 130 mit Kontakt zur Innenfläche des Karbonisierungsbehältermantels 110 und zur Aussenfläche 130 in Richtung X befördert. Die Aussenblätter 1301 erfüllen eine Vortriebsfunktion und rühren und durchmischen das Fest-Flüssig-Gemisch während der Rotation des Rührwerks 13.

[0039] Mittels im Karbonisierungsbehälter 11 angeordnetem Rührwerk 13 wird das Prozessmedium 5 nach Einlass durch die Einfülldurchführung 104 durch die innere Förderkammer 134 konzentrisch in Richtung Umlenkabschnitt 137 in die erste Förderrichtung Y bewegt. Das Prozessmedium 5 wird beim Durchgang durch die innere Förderkammer 134 auf geeignete Temperaturen von 200°C und mehr aufgeheizt, wodurch die exotherme Verkohlungsreaktion gestartet und aufrechterhalten wird. Der Wärmeübertrag findet durch die Rührwerkswand statt.

[0040] Nach einmaligem Durchqueren der Karbonisierungsbehälterlänge bei Durchmischung in der inneren Förderkammer 134 wird das Prozessmedium im Bereich des Umlenkabschnittes 137 um 180° umgelenkt. An dieser Position ist das Prozessmedium 5 besonders stark aufgeheizt, da die hydrothermale Karbonisierung bereits fortgeschritten ist. Auf dem Weg zwischen Basisabschnitt 136 und Umlenkabschnitt 137 reagiert das Prozessmedium 5 exotherm, wobei je nach Reaktionsstufe fortwährend Wärme frei wird. Da die Temperatur des Prozessmediums 5 je nach Reaktionsstufe variiert, bildet sich ein Temperaturgradient in der inneren Förderkammer 134 aus.

[0041] Nach der Umlenkung wird das Prozessmedium 5 durch die äussere Förderkammer 135 konzentrisch wieder in Richtung Basisabschnitt 136 in die zweite Förderrichtung X bewegt. Diese Umlenkung findet statt, da die Ausrichtungen der Innenblätter 1311 und Aussenblätter 1301 unterschiedlich sind und das Prozessmedium 5 im Deckelteil 1101 des Karbonisierungsbehälters 11 zum Karbonisierungsbehältermantel 110 gezwungen wird. Das besonders heisse Prozessmedium 5 wird entlang der Aussenfläche 130 des Rührwerks 13 in Kontakt zum Karbonisierungsbehältermantel 110 in der konzentrischen äusseren Förderkammer 135 bewegt, wodurch die Reaktionswärme durch eine grosse Oberfläche erleichtert abgeführt werden kann. Das Prozessmedium 5 gibt entsprechend auch Wärmeenergie durch die Rührwerkswand an Prozessmedium 5 in der inneren Förderkammer 134 ab. Da die Rührwerkswand flüssigkeitsdicht ausgestaltet ist, wird nur die Wärme und kein Prozessmedium 5 von der äusseren zur inneren Förderkammer 134 übertragen.

[0042] Das Prozessmedium 5 wird schlussendlich wieder zur Ausgabedurchführung 105 bewegt und kann später entnommen werden.

[0043] Um die Umlenkung noch zusätzlich zu unterstützen ist eine zusätzliche Umlenkvorrichtung 117 vorgesehen. In den Figuren ist diese Umlenkvorrichtung 117 als geneigte Bodenplatte 117 am Deckelteil 1101 angeordnet gezeigt. Diese geneigte Bodenplatte 117 kann im Innenraum des Karbonisierungsbehälters 11 angeformt oder lösbar befestigt sein. Eine Umlenkvorrichtung 117 kann aber auch entweder am Umlenkabschnitt 137 des Rührwerks 13 oder im Bereich des Deckelteils 1101 des Karbonisierungsbehälters 11 anders ausgestaltet sein. Beispielsweise könnte ein am Umlenkabschnitt 137 befestigter oder angeformter Kragen ausgebildet sein. Die Rühr- und Fördereinrichtung setzt sich dann entsprechend aus Umlenkvorrichtung 117 und Rührwerk 13 zusammen.

[0044] Das Rührwerk 13 ist innerhalb des Karbonisierungsbehälters 11 rotierbar um eine Förderlängsachse LF auf einer Mehrzahl von Rührwerklagern 133 gelagert. In Fig. 8a ist die Umlenkabschnittskante 1370 in einem Abstand zur Innenfläche des Karbonisierungsbehältermantels 110 gelagert. Es ist jeweils ein, gegen die Kraft einer Feder 1331 vorgespanntes

Rad vorgesehen, welches das Rührwerk 13 im Bereich des Umlenkabschnittes 137 in einem festen Abstand zum Karbonisierungsbehältermantel 110 hält. Es sind sechs Rührwerkklager 133 entlang des Umfangs der Umlenkabschnittskante 1370 vorgesehen. Durch die gefederte Lagerung ist ein Ausgleich des Rührwerks 13 während der Rotation in gewissem Masse erreichbar.

[0045] Mittels Rührwerkantriebsmitteln 132 ist das Rührwerk 13 von ausserhalb des Karbonisierungsbehälters 11 betätigbar. Das Rührwerk 13 wird hier mittels Reibradantrieb angetrieben, dessen Details vergrössert in der Fig. 8b dargestellt sind. Vom Rührwerkantriebsmittel 132, welches als Elektromotor ausgestaltet sein kann und ausserhalb des Karbonisierungsbehälters 11 angeordnet ist, führt eine Antriebswelle 1320 in den Karbonisierungsbehälter 11 hinein. An einem Ausgleichselement 1321 ist eine Reibradrolle 1322 angeordnet, welche auf der Aussenfläche 130 des Rührwerks 13 rotierbar angeordnet ist. Die Reibradrolle 1322 ist durch ein Rollenlager 1323 gehalten. Die Basisabschnittskante 1360 des Rührwerks 13 lagert drehbar in einem Basislager 133', sodass der hohlzylindrische Körper mittels Reibradantrieb um die Achse LF rotierbar gelagert ist. Von aussen ist der Reibradantrieb ohne Schwierigkeiten ansteuerbar.

[0046] Es wäre ebenso möglich einen Zahnradantrieb zur Rotation des Rührwerks 13 zu benutzen.

[0047] Durch diese Gestaltung des Karbonisierungsbehälters 11 mit einer Umlenkung des Prozessmediums 5 ermöglichende Rühr- und Fördereinrichtung kann die Länge des Karbonisierungsbehälters 11 gering gehalten und der Reaktor 1 entsprechend kompakt gehalten werden. Die Gestaltung der Rühr- und Fördereinrichtung umfassend ein Rührwerk 13 mit einer wärmeleitfähigen Rührwerkwand kann Wärme innerhalb des Karbonisierungsbehälters 11 optimal auf das Prozessmedium 5 übertragen und von diesem abgeführt werden, sodass die Rühr- und Fördereinrichtung zusätzlich die Aufgabe eines Wärmetauschers ausübt.

[0048] Wird der Karbonisierungsbehälter 11 bewegbar und in der Form veränderlich ausgestaltet, wobei mindestens ein Teil des Karbonisierungsbehältermantels 110 mehrteilig ausgestaltet ist, wobei die Teile druck- und flüssigkeitsdicht voneinander getrennt angeordnet sind und definiert reproduzierbar relativ zueinander bewegbar gelagert sind, sodass das Karbonisierungsbehälterhohlvolumen gezielt veränderbar ist und der Innendruck auf das Prozessmedium 5 im Karbonisierungsbehälter 11 unabhängig von der Prozesstemperatur einstellbar ist, dann wird entsprechend auch das Rührwerk 13 mehrteilig und längenvariabel ausgeführt. Dies ist in Fig. 6 bereits gezeigt. Die Rührwerkwand des hohlzylindrischen Rührwerks 13 ist aus zwei separierbaren hohlzylindrischen Rührwerkwänden ausgestaltet, die gegeneinander verschiebbar sind. Damit ist gewährleistet, dass die Länge des Rührwerks 13 an das Fassungsvermögen des Karbonisierungsbehälters 11 anpassbar ist.

Bezugszeichenliste

[0049]

- 1 Reaktor
 - 10 Aussenbehälter
 - 100 Aussenbehältermantel
 - 1001 Basisboden
 - 1002 Basisflansch
 - 1003 zylindrisches Mittelstück
 - 1004 Deckelbodenflansch
 - 1005 Deckelboden (gewölbt, z.B. torisphärisch)
 - 103 Aussenbehälterinnenraum
 - 104 Einfülldurchführung
 - 105 Ausgabedurchführung
 - 106 Beaufschlagungsstutzen
 - 107 Antriebsdurchführung
 - 108 Entlüftungsstutzen
 - 109 Rohre
 - La Aussenbehälterlängsachse
- 11 Karbonisierungsbehälter

CH 706 136 A2

- 110 Karbonisierungsbehältermantel
 - 1101 Deckelteil (gewölbt)
 - 1102 Deckelflansch
 - 1103 erster Mantelteil
 - 1104 zweiter Mantelteil
 - 1105 Bodenteil
 - 1106 Bodenflansch
 - 1141 Einfüllkanal
 - 1142 Ausgabekanal
 - 115 Befestigungsflansche (Karbonisierungsbehälter an Basisboden)
 - 116 Längskanal (längenvariabel, vollständig querend)
 - 119 Antriebsvorrichtung
 - 120 Karbonisierungsbehälterlager
 - Lp Karbonisierungsbehälterlängsachse
- 13 Rührwerk
- 130 Aussenfläche
 - 1301 Aussenblatt
 - 131 Innenfläche
 - 1311 Innenblatt
 - 132 Rührwerkantreibsmittelsmittel
 - 1320 Antriebswelle
 - 1321 Ausgleichselement
 - 1322 Reibradrolle
 - 1323 Rollenlager
 - 133 Rührwerkklager
 - 133' Basislager
 - 1331 Feder
 - 134 innere Förderkammer (konzentrisch)
 - 135 äussere Förderkammer (konzentrisch)
 - 136 Basisabschnitt
 - 1360 Basisabschnittskante
 - 137 Umlenkabschnitt
 - 1370 Umlenkabschnittskante
 - 117 Umlenkvorrichtung
 - Y erste Förderrichtung
 - X zweite Förderrichtung

Förderlängsachse L_F

- 2 Reaktorlagervorrichtung
 - 20 Gestell
 - 21 Drehlager
 - 22 Rotationsantrieb
- 3 Fluid (Thermoöl)
- 4 Zu- und Abfuhrvorrichtung
 - 40 Zuführzylinder
 - 41 Entnahmezylinder
 - 42 Vorrichtungslager (rotierbar)
 - 43 Antriebsmittel
- 5 Prozessmedium (hochviskos und feststoffbeladen)
Füllgut/Edukte/Karbonisierungsprodukte/jeweils mit Prozesswasser

Patentansprüche

1. Rührwerk (13) als Teil einer Rühr- und Fördereinrichtung zur Lagerung in einem Karbonisierungsbehälter (11), welches von ausserhalb des Karbonisierungsbehälters (11) antreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Rührwerk (13) als hohlzylindrischer Körper eine Rührwerkwand aufweisend ausgestaltet ist, welche an einer Aussenfläche (130) eine Mehrzahl von Aussenblättern (1301) von der Aussenfläche wegragend und an einer Innenfläche (131) eine Mehrzahl von Innenblättern (1311) zum Zentrum des Rührwerks (13) ragend aufweist, wobei die Förderrichtung (X) der Aussenblätter (1301) entgegengesetzt der Förderrichtung (Y) der Innenblätter (1311) gestaltet ist.
2. Rührwerk (13) nach Anspruch 1, wobei die Rührwerkwand und die Innenblätter (1311) eine konzentrische innere Förderkammer (134) bilden, in welcher ein Prozessmedium (5) in eine erste Förderrichtung (Y) förderbar ist.
3. Rührwerk (13) nach Anspruch 2, wobei die Rührwerkwand und die radial wegragenden Aussenblätter (1301) bei Lagerung im Karbonisierungsbehälter (11) eine konzentrische äussere Förderkammer (135) zwischen Rührwerkwand und benachbart angeordnetem Karbonisierungsbehältermantel (110) bilden, in welcher das Prozessmedium (5) in eine zweite Förderrichtung (X) förderbar ist.
4. Rührwerk (13) nach Anspruch 1, wobei eine Umlenkvorrichtung (117) mit dem Rührwerk (13) wirkverbunden angeordnet ist, welches die Umlenkung des Prozessmediums (5) von der ersten Förderrichtung (Y) zur zweiten Förderrichtung (X) unterstützt.
5. Rührwerk (13) nach Anspruch 4, wobei die Umlenkvorrichtung (117) im Innenraum des Karbonisierungsbehälters (11) einem Deckelteil (1101) zugewandt angeordnet ist.
6. Rührwerk (13) nach Anspruch 4, wobei die Umlenkvorrichtung (117) an einem Umlenkabschnitt (137) des Rührwerks (13) befestigt oder an den Umlenkabschnitt (137) angeformt ist.
7. Rührwerk (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Reibradantrieb oder Zahnradantrieb zur Rotation des Rührwerks (13) vorgesehen ist.
8. Rührwerk (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Lagerung des Rührwerks (13) im Karbonisierungsbehälter (13) die Rührwerkwand mindestens annähernd parallel zum Karbonisierungsbehältermantel (110) angeordnet ist.
9. Rührwerk (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Rührwerkwand des Rührwerks (13) mehrteilig und mit variierbarer Grösse ausgestaltet ist.
10. Reaktor (1) umfassend einen Karbonisierungsbehälter (11), wobei eine Rühr- und Fördereinrichtung umfassend ein Rührwerk (13) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 9 im Karbonisierungsbehälter (11) angeordnet ist.
11. Verwendung eines Rührwerks (13) als Teil einer Rühr- und Fördereinrichtung zur Lagerung in einem Karbonisierungsbehälter (11), welches von ausserhalb des Karbonisierungsbehälters (11) antreibbar ist, wobei das Rührwerk (13) als hohlzylindrischer Körper eine Rührwerkwand aufweisend ausgestaltet ist.

FIG. 1a

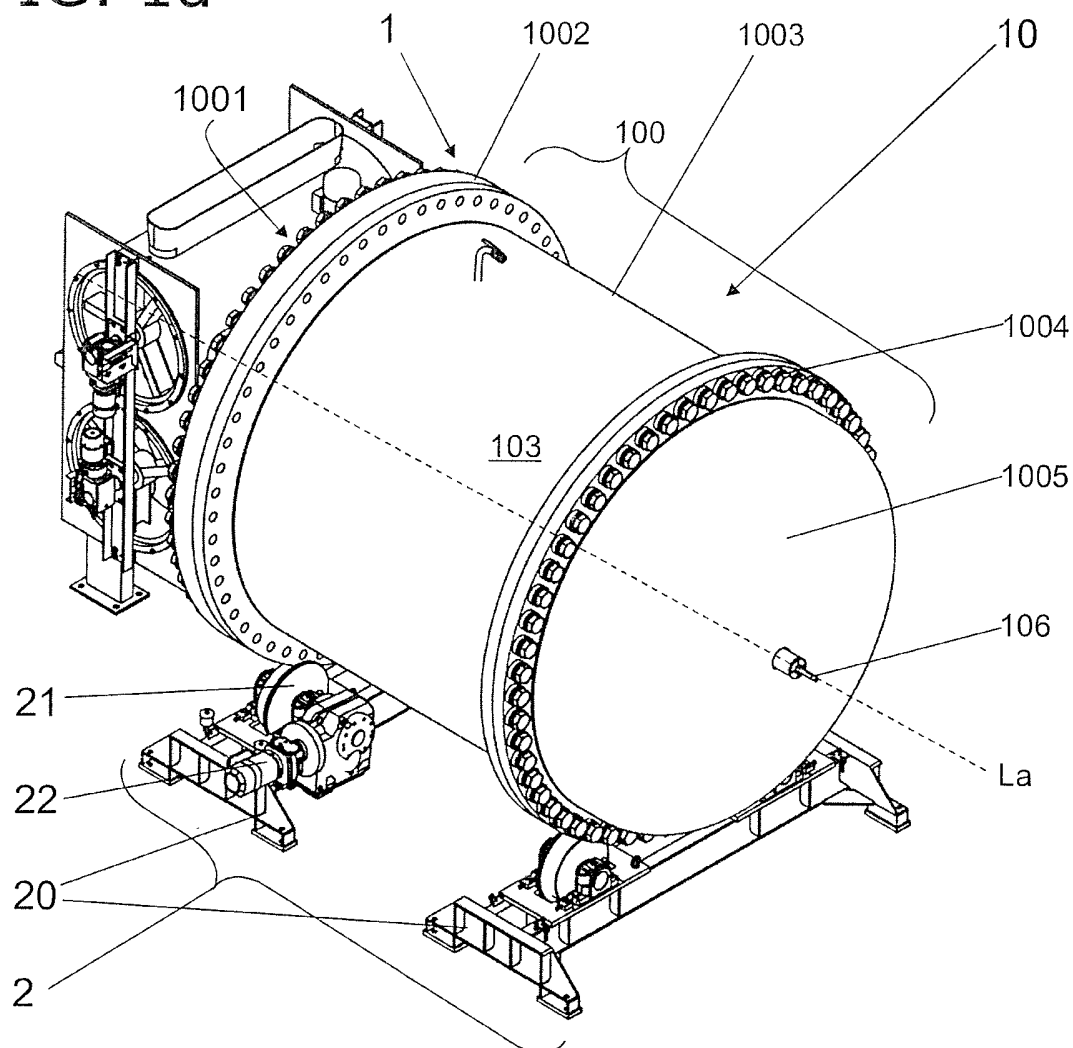


FIG. 1b

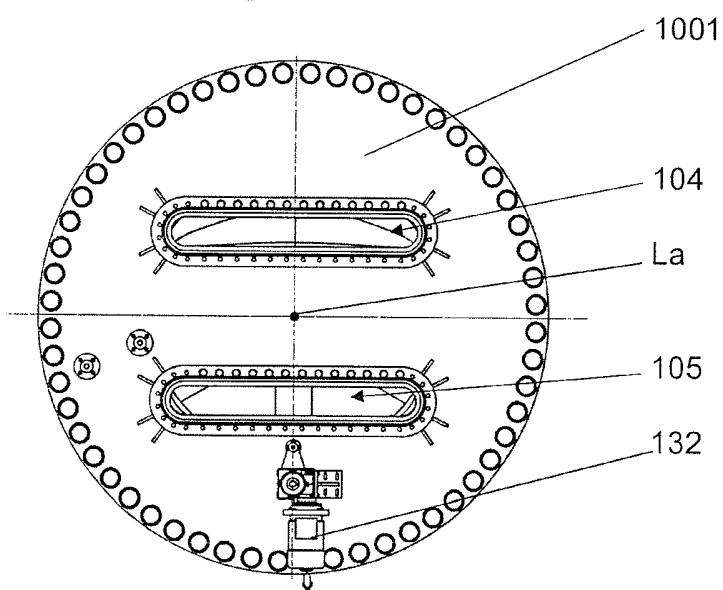


FIG. 2

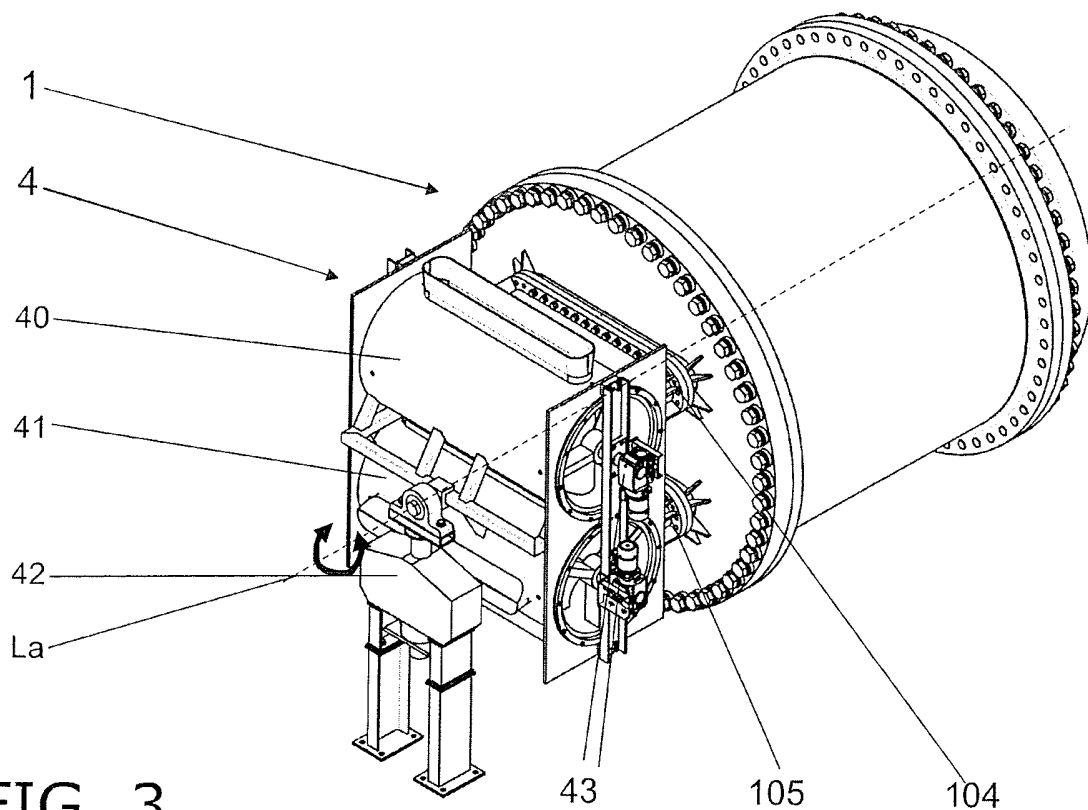


FIG. 3

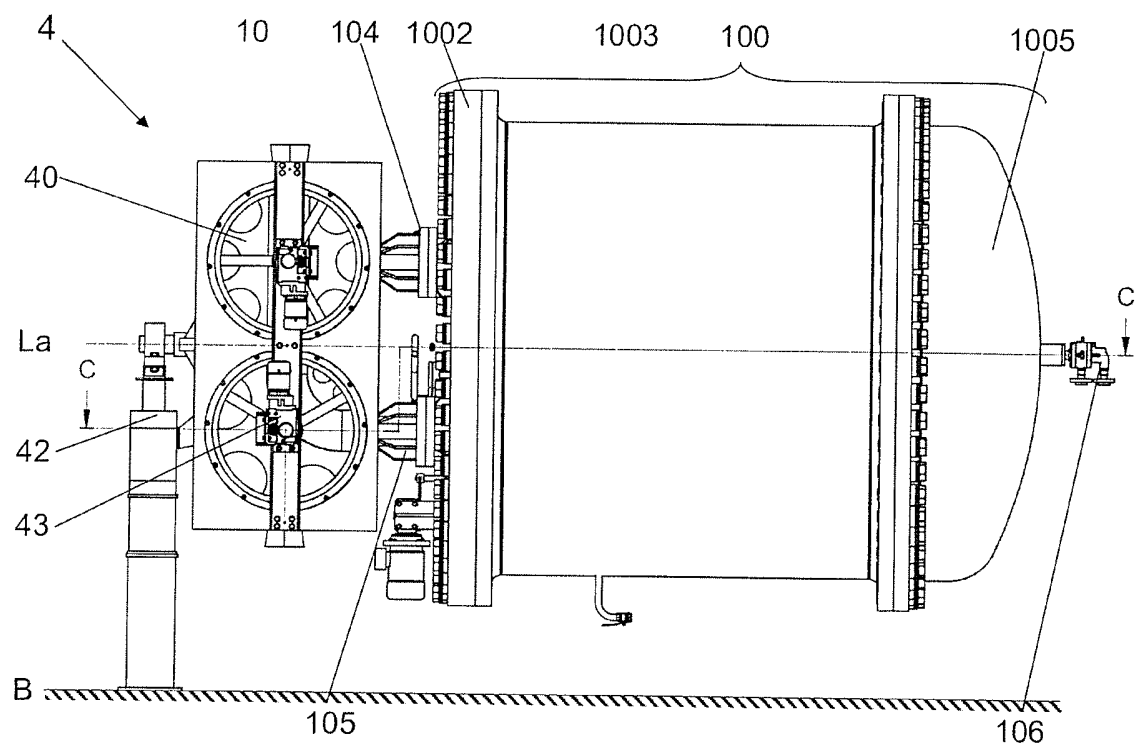


FIG. 4

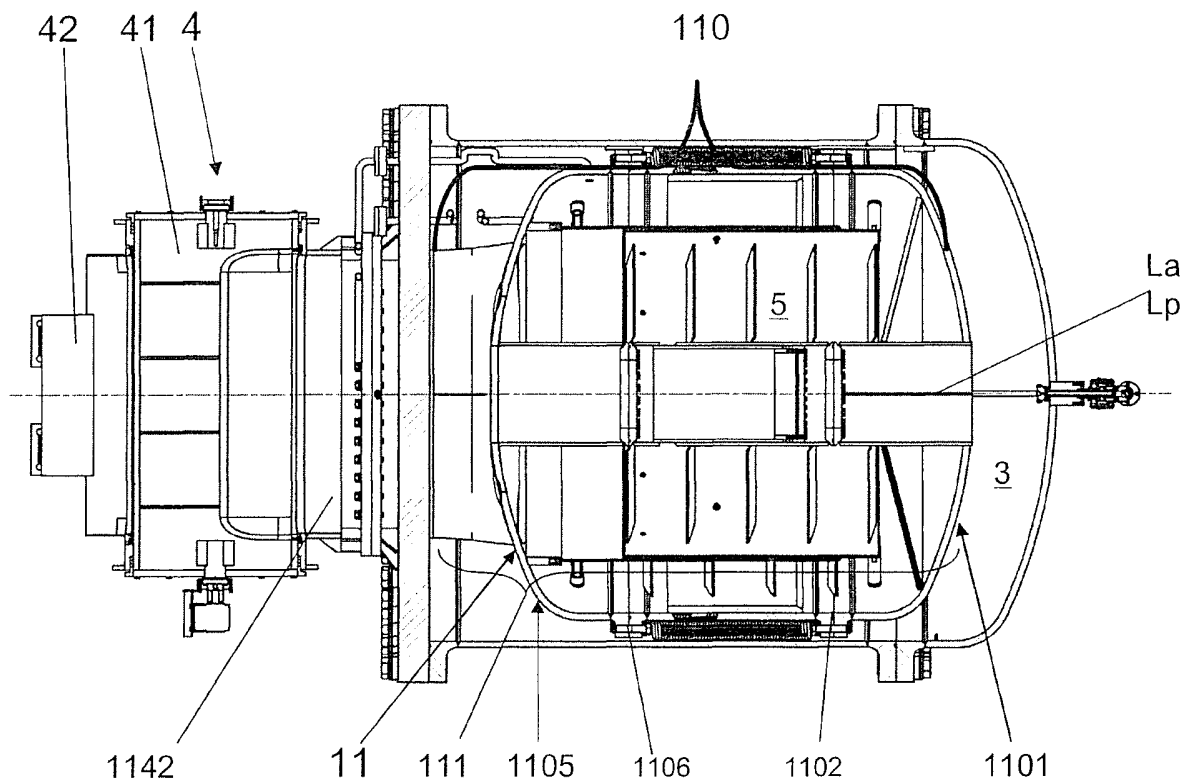


FIG. 5a

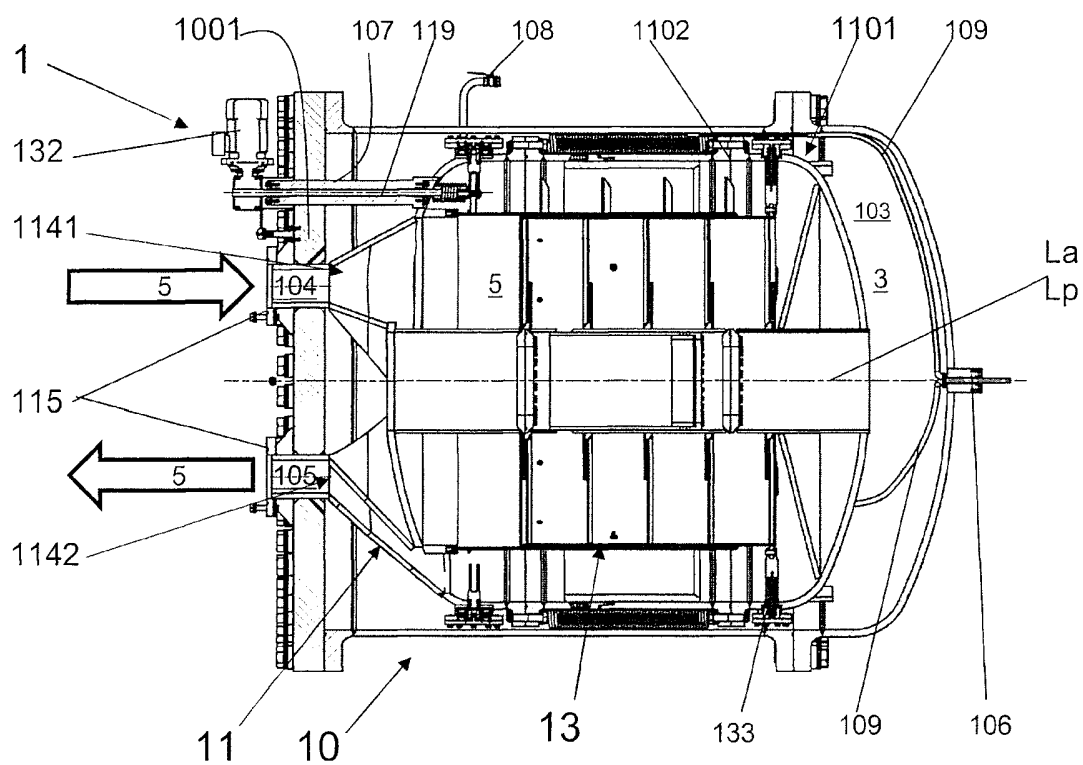


FIG. 5b

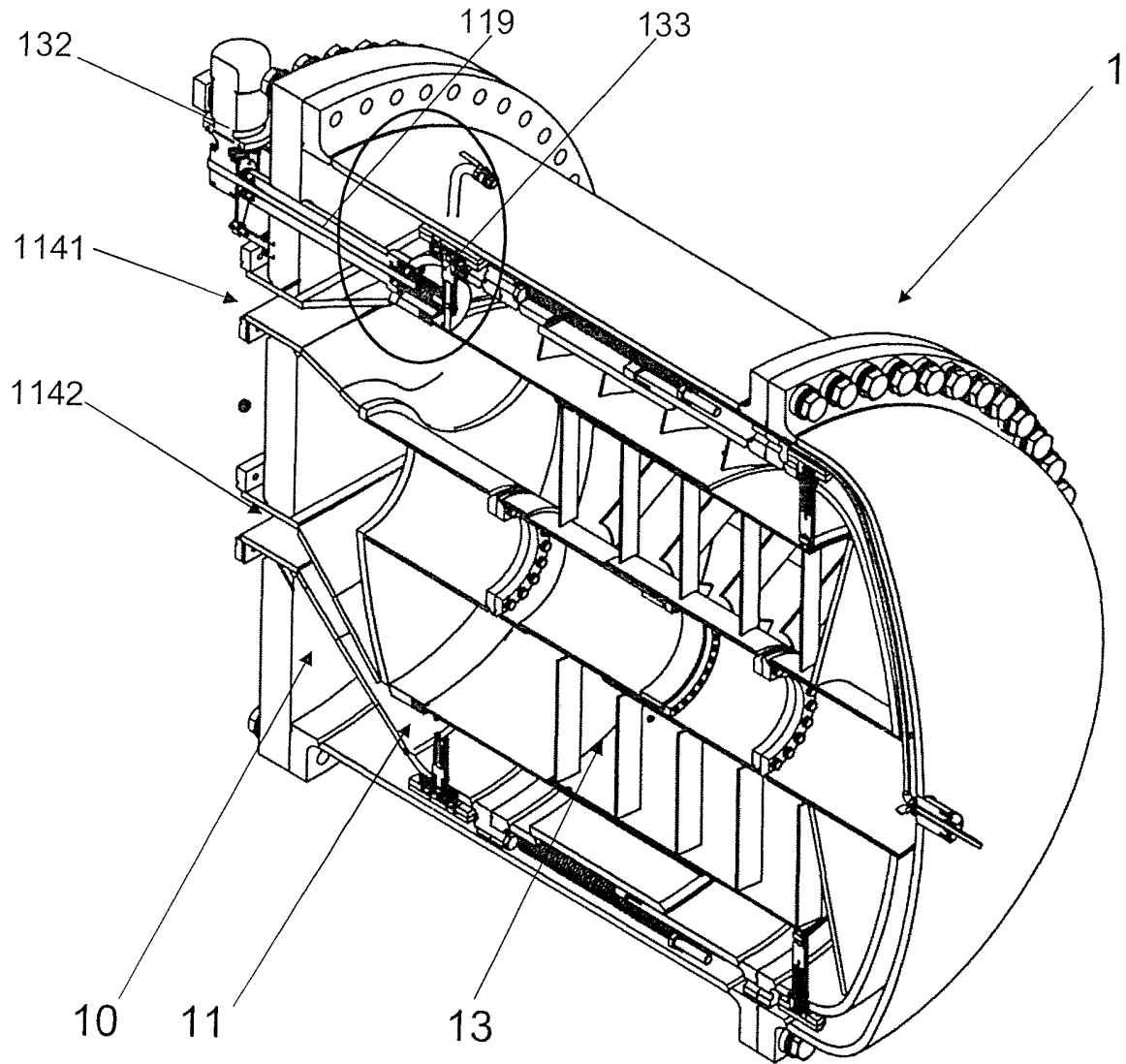


FIG. 6

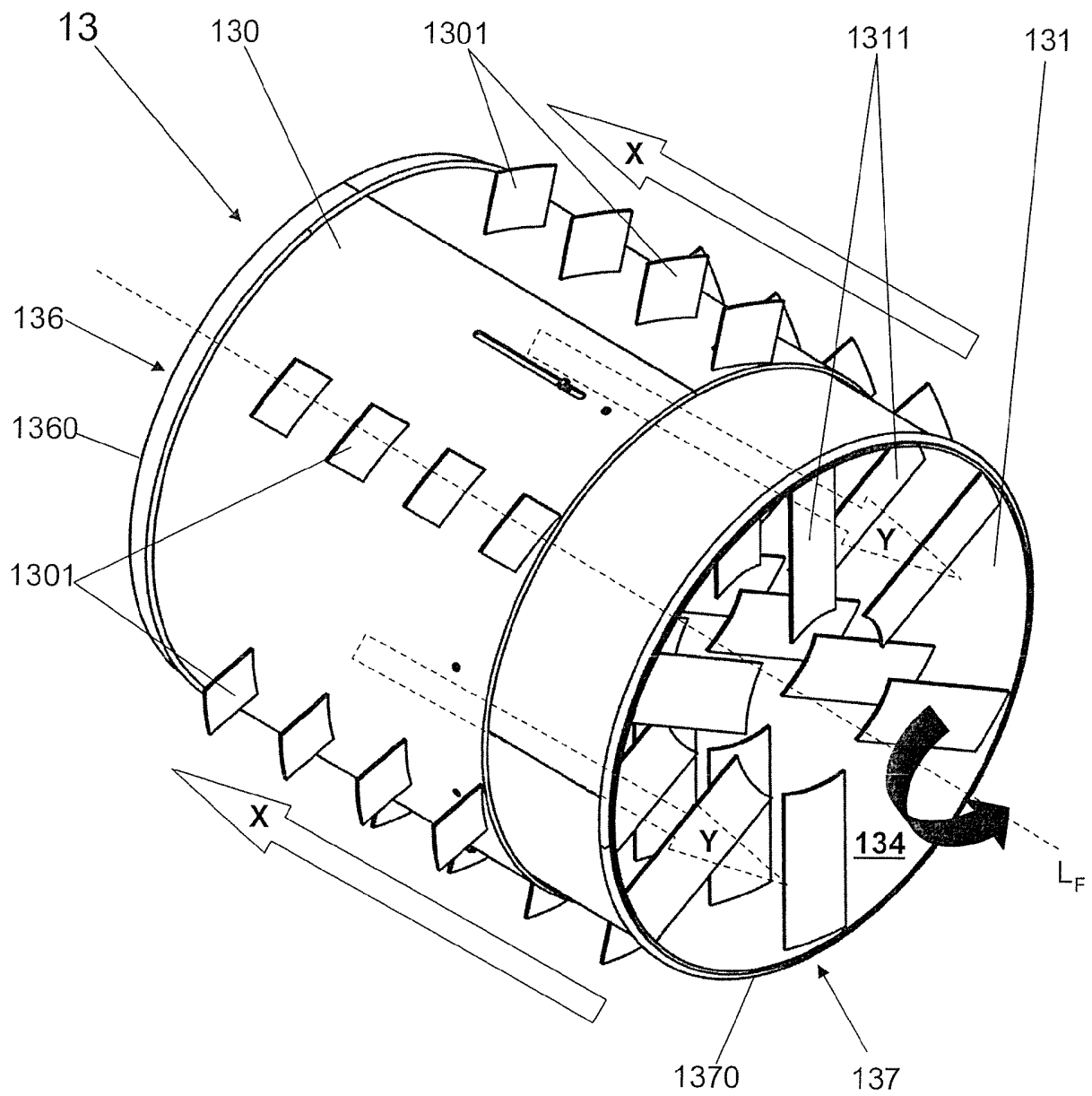


FIG. 7

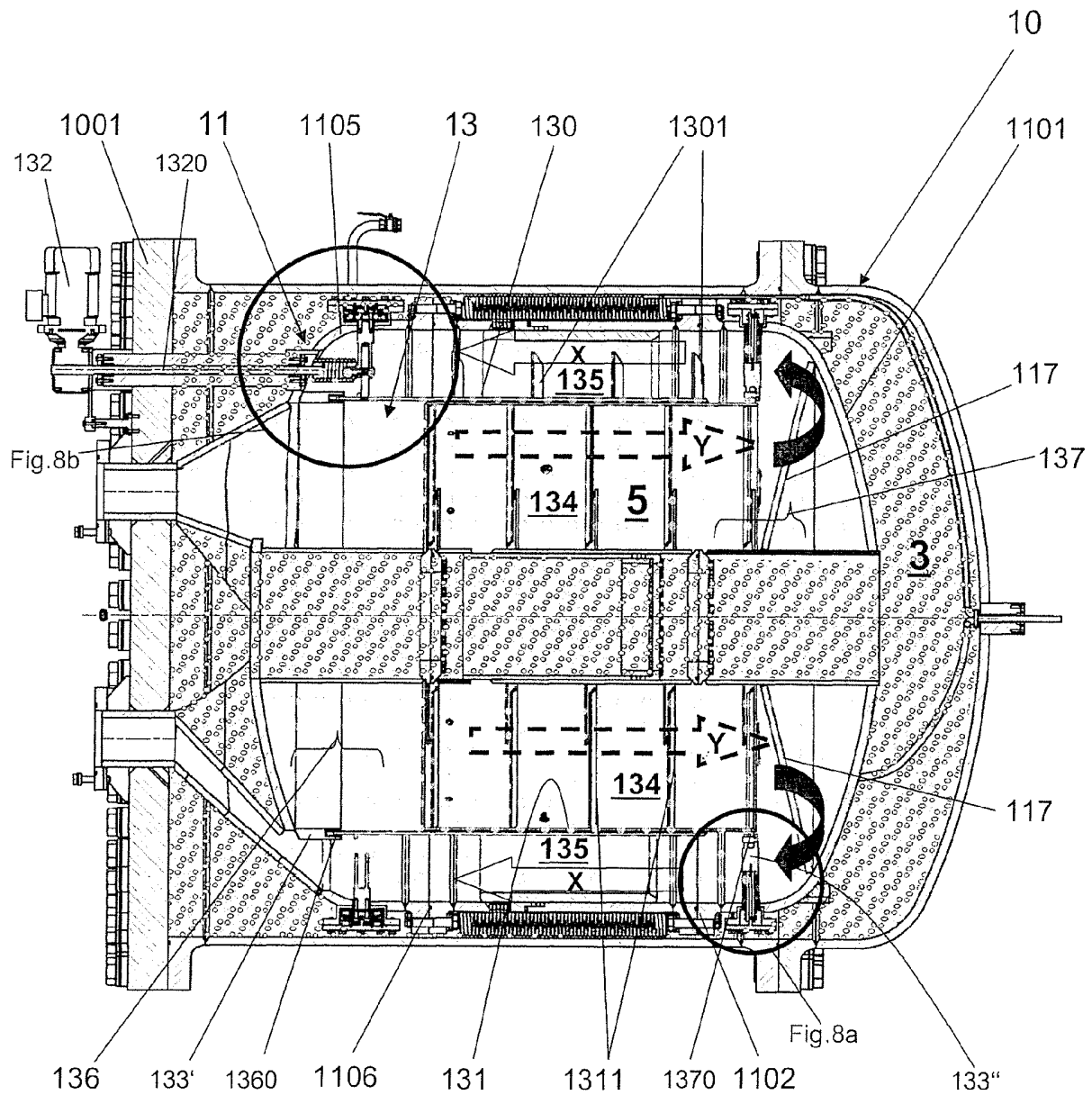


FIG. 8a

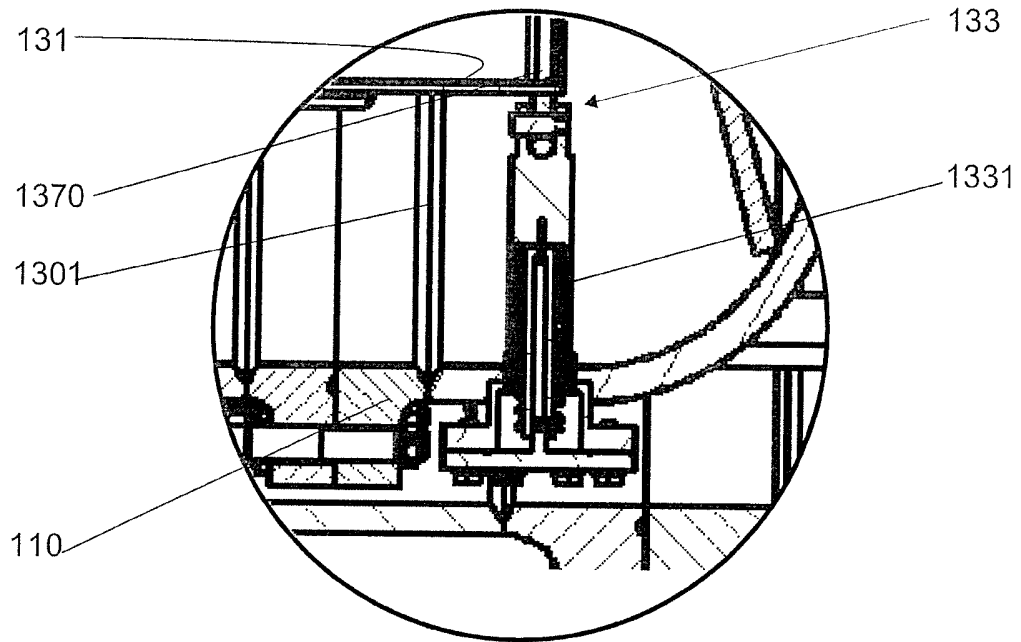


FIG. 8b

