

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 979 984 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2000 Patentblatt 2000/07

(51) Int. Cl.⁷: **F26B 5/08**, F26B 17/24,
B04B 1/20, B04B 15/12

(21) Anmeldenummer: **99121798.5**

(22) Anmeldetag: **27.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL PT SE

(30) Priorität: **05.08.1996 DE 19631605**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
97915449.9 / 0 916 065

(71) Anmelder: **BAUMANN-SCHILP, Lucia**
D-82237 Wörthsee (DE)

(72) Erfinder: **Zacher, Uwe**
83059 Kolbermoor (DE)

(74) Vertreter:
Konle, Tilmar, Dipl.-Ing.
Benderstrasse 23 a
81247 München (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 03 - 11 - 1999 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Vorrichtung zum Entwässern und Trocknen von Suspensionen**

(57) Bei Entwässerungs- und Trocknungsvorrichtungen, welche aus einer Entwässerungszentrifuge und einem dazu konzentrisch angeordneten Zerstäubungstrockner bestehen, können Betriebsstörungen auftreten, welche durch Anlagerungen und Verkrustungen von Feststoff-Partikeln im Innenraum des Trockners verursacht werden. Um diese Betriebsstörungen zu vermeiden, wird vorgeschlagen, daß an der Zentrifugentrommel (2) gasansaugende und gasauswerfende Blaseschaufeln (33, 34) befestigt sind, welche mit feststehenden Umlenkflächen (29, 47, 48) zusammenwirken, die im Bereich der Abwurföffnung (4) der Zentrifuge (1) vorgesehen sind.

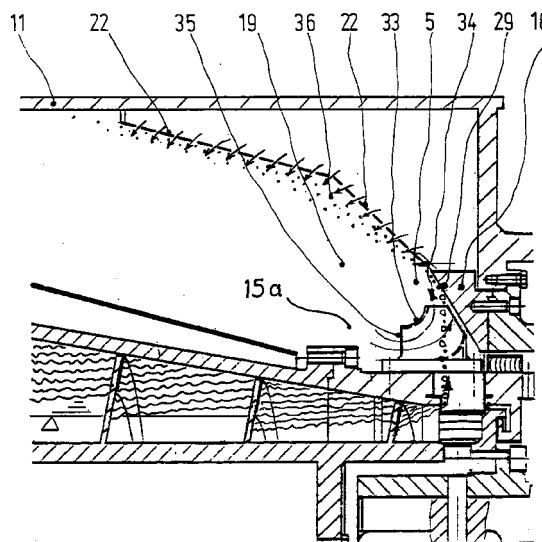


FIG. 4

EP 0 979 984 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Entwässern und Trocknen von Suspensionen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine derartige Entwässerungs- und Trocknungsvorrichtung ist aus der DE-A4332799 bekannt.

[0002] Bei der bekannten Entwässerungs- und Trocknungsvorrichtung werden die mit hoher Geschwindigkeit am Auswurf der Zentrifuge, vorzugsweise einer Vollmantelschneckenzentrifuge, radial abgespritzten feuchten Feststoffpartikeln in der Größe 0,3 - 3mm durch geeignete Mittel, beispielsweise Umlenkflächen oder durch geeignete Gasströmung in Achsrichtung der Zentrifuge umgelenkt und von der Gasströmung auf einer spiralförmigen Flugbahn im Trocknungsraum geführt. Hier werden die abgespritzten Feststoffpartikeln vom Trocknungsgas mit hoher Relativgeschwindigkeit umspült und getrocknet. Der Trocknungsraum ist ein konzentrischer Ringraum. Er wird aus dem äußeren Trocknergehäuse, dem innenliegenden rotierenden Trommelmantel der Zentrifuge oder einem inneren, die Trommel umgebenden Gehäuse und den beiden Gehäusestirnwänden gebildet.

[0003] Ein Nachteil der bekannten Entwässerungs- und Trocknungsvorrichtung betrifft die Umlenkflächen für die aus der rotierenden Zentrifuge abgeschleuderten Feststoff-Partikeln. Trotz Verwendung von Wandkratzern, die an der rotierenden Zentrifugentrommel befestigt sind, können bei schlechter mechanischer Vorentwässerung der Suspensionen durch die Zentrifuge oder bei sehr klebrigen und feuchten Feststoff-Partikeln Anlagerungen und Verkrustungen an den Umlenkflächen, aber auch im Trocknergehäuse oder in den nachfolgenden Apparaturen (Wäscher, Zyklon) auftreten. Hierdurch entstehen Störungen und Betriebsunterbrechungen im kontinuierlichen Trocknungsbetrieb, was mit wirtschaftlichen Nachteilen verbunden ist. Bislang versucht man, solche schwierig zu entwässernden Suspensionen durch Zumischen von Zusatzstoffen vor dem Zentrifugieren in ihrem Feuchtigkeits- und Klebeverhalten günstig zu verändern. Die Kosten hierfür sind jedoch beträchtlich.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber darin, bei einer Entwässerungs- und Trocknungsvorrichtung der eingangs erwähnten Art Betriebsstörungen, verursacht durch Anlagerungen und Verkrustungen von Feststoff-Partikeln, durch konstruktive Maßnahmen zu vermeiden.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Die Erfindung sieht vor, durch mechanisch angefachte Turbulenzen des Trocknungsgases eine feine Dispergierung des vorentwässerten Feststoffes zu erzeugen, die dispergierten Feststoffpartikeln im Trock-

nungsgas gut zu verteilen und sich eventuell aufbauende Verkrustungsschichten wegzublasen. Die Konzentration der dispergierten feuchten kleinen Partikeln im Trockneraum soll gleichmäßig und niedrig sein und die Relativgeschwindigkeit des heißen Gases gegenüber den Partikeln soll dabei möglichst groß sein, um ein sehr rasches Abtrocknen der feuchten Feststoffpartikeln im Fluge sicherzustellen. Außen an derotierenden Zentrifugentrommel sind hierzu in den Trockneraum hineinragende Elemente befestigt, welche die Gasströmung anfachen und für eine starke Turbulenz in der Nähe der verkrustungsgefährdeten Oberflächen im Trockneraum oder an den Umlenkflächen sorgen. Die Oberflächen der Wirkraumwände im Trockner können zur Unterstützung der Verkrustungsverhinderung poliert oder antiadhäsiv beschichtet sein. Durch die in den Trockneraum eingebauten Leit- und Führungsbleche wird die Strömung des Heißgases gezielt beeinflusst, um eine gleichmäßige Gasverteilung zu bewirken, um Toträume zu vermeiden und einen intensiven Kontakt des Heißgases mit den feuchten Feststoffpartikeln zu gewährleisten. Gasdurchströme, perforierte Wände sind ebenfalls geeignet, Verkrustungen durch feuchte klebrige Feststoffpartikeln zu verhindern, wenn durch das einströmende Heißgas die klebrigen Partikeln solange von den Wänden ferngehalten werden, bis die Partikeln an ihrer Oberfläche genügend abgetrocknet sind und dann bei niedrigerem Feuchtigkeitsgehalt ihre Adhäsionsneigung verlieren. Insbesondere bei organischen Klärschlämmen mit einer ausgeprägten Leimphase ist die Adhäsionsneigung in bestimmten Feuchtigkeitsbereichen besonders groß und muß in Sekundenbruchteilen im Fluge überwunden werden.

[0008] Weitere Vorteile der Erfindung sind die Vermeidung von Verkrustungen und Anbackungen auch bei schwierig zu entwässernden Schlämmen. Hierdurch wird der Einsatz- und Anwendungsbereich der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch auf Produkte ausgedehnt, die nach der mechanischen Entwässerung zu einem Feststoff führen, der sehr stark klebt oder einen sehr hohen Feuchtigkeitsgehalt aufweist. Auch durch Anbackungen hervorgerufene Betriebsunterbrechungen durch zu feuchte mechanische Vorentwässerung in der Zentrifuge und die damit verbundenen Kosten werden vermieden.

[0009] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung werden mit den Ausführungsbeispielen anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0010] Es zeigen:

Fig. 1 eine Entwässerungs- und Trocknungsvorrichtung (im folgenden als "Zentrifugentrockner" bezeichnet) mit perforierten Gasführungsblechen im Längsschnitt;

Fig. 2 einen Zentrifugentrockner mit Leitblechen im Trockneraum im Längsschnitt;

- Fig. 3 die Dispergierzzone eines Zentrifugentrockners mit rotierenden Reinigungsschaufeln für die Umlenkflächen der dispergierten Partikeln;
- Fig. 4 die Dispergierzzone eines Zentrifugentrockners mit rotierenden Turbulenzschaufeln zum Freihalten der Trocknerwände;
- Fig. 5 eine Kombination von Reinigungs- und Turbulenzschaufeln zur Verhinderung von Verkrustungen im Trocknerinnenraum und Leitungen;
- Fig. 6 eine Kombination von Turbulenz- und Transportschaufeln zum Freihalten des Trocknerinnenraums;
- Fig. 7 rotierende Turbulenzscheiben im Trockneraum zur Erzeugung von Turbulenzwirbeln für die Redispergierung;
- Fig. 8 Umlenkflächen zur besseren Dispergierung und breiteren Verteilung der vorentwässerten feuchten Feststoffpartikeln;
- Fig. 9 einen Zentrifugentrockner mit Gehäuse-dichtung im Längsschnitt;
- Fig. 10 eine berührungsfreie Labyrinthdichtung für einen Zentrifugentrockner;
- Fig. 11 eine berührungsfreie Gewinde-Förderdichtung für einen Zentrifugentrockner;
- Fig. 12 eine berührungsfreie Gewinde-Förderdichtung mit Spitzengewinde, und
- Fig. 13 eine berührungsfreie Dichtung mit Flachnuten.

[0011] Die in Fig. 1 dargestellte Entwässerungs- und Trocknungsvorrichtung ("Zentrifugentrockner") weist im dargestellten Beispielfall eine Vollmantel-Schnecken-zentrifuge 1 bekannter Bauart auf. Anstelle der dargestellten Vollmantel-Schnecken-zentrifuge können auch andere, für die Entwässerung von Suspensionen, z.B. Schlämmen, geeignete Zentrifugen, beispielsweise Siebmantel-Schnecken-zentrifugen oder 3-Phasen-Trennzentrifugen verwendet werden, bei der eine Phase getrocknet werden soll.

[0012] Die nachstehend als "Entwässerungszentrifuge" oder kurz "Zentrifuge" bezeichnete Vollmantel-Schnecken-zentrifuge 1 weist eine rotierende Trommel 2 auf, welche an ihren axialen Enden auf Wälzlager 3 drehbar gelagert ist. Die Trommel 2 verjüngt sich konisch an einem oder beiden Enden und ist an ihrem verjüngten Ende mit Abwurföffnungen 4 versehen, wel-

che die Abwurfzone 5 für den vorentwässerten Feststoff 6 bildet. Die durch ein Rohr 7 in das Innere der Zentrifuge 1 zugeführte Suspension, z.B. flüssiger Schlamm 8, wird in der Zentrifuge 1 infolge der Fliehkraft in einen Feststoff 6 und eine geklärte Flüssigkeit 9 getrennt, die am anderen Ende des Trommelmantels 2 aus der Zentrifuge 1 in ein separates Gehäuse 10, der Zentratschurre, abgespritzt wird.

[0013] Der die Zentrifuge 1 direkt umgebende Trockner wird durch ein äußeres Trocknergehäuse 11 und ein die rotierende Trommel 2 umgebendes inneres Gehäuse 12 oder auch durch die Trommel 2 selbst, sowie durch die beiden Stirnwände 13 und 14 gebildet. Das Trocknungsgas 15 wird durch einen Heißgas-schacht 16 in den Trockneraum 17 beispielsweise tangential eingeleitet, umspült den in Form von Partikeln dispergierten Feststoff 6, der vom Prallkegel 18 in axialer Richtung umgelenkt wird und transportiert die trocknenden Feststoffpartikeln in Spiralbahnen durch den konzentrischen Ringraum 19 zum Ausgangskanal 20 des Trocknergehäuses 11. Von hier aus strömt das mit den getrockneten Feststoffpartikeln beladene Trocknungsgas 21 durch eine nicht dargestellte pneumatische Förderleitung zu einem Feststoffabscheider und wird dort wieder in Gas und Feststoffaufwerk getrennt.

[0014] Um das eintretende heiße Trocknungsgas 15 im konzentrischen Ringraum 19 gleichmäßig zu verteilen und mit den, vom Prallkegel 18 umgelenkten und abgebremsten Feststoffpartikeln innig zu vermischen, ist ein beispielsweise kegelförmig ausgebildetes Lochblech 22 eingebaut, das vom Heißgas 15 durchströmt wird. Das Lochblech 22 kann aus einer Kegelfläche bestehen oder aus mehreren Abschnitten mit unterschiedlichen Kegelwinkeln, Lochformen, Schlitten, freien Öffnungsquerschnitten oder teilweisen Vollblechabschnitten zusammengesetzt sein, um die genannten Wirkungen zu erzielen. Zwischen dem Lochblech 22, dem Prallkegel 18 und oder dem Trocknergehäuse 11 können auch volle oder teilweise Ringspalte 23 ausgebildet sein, um unerwünschte Feststoffansammlungen zu verhindern. Auch das durchströmbare Verteilungsblech 22 kann eine vom Kegel abweichende schüsselförmige, zylinderförmige oder ebene Form besitzen oder aus verschiedenen Formen zusammengesetzt sein.

[0015] In Fig. 2 ist ein kombinierter Zentrifugentrockner mit eingebauten Leitelementen 25, 26 im konzentrischen Ringraum des Trockners dargestellt. Der Zentrifugentrockner ist aus ähnlichen Bauteilen und Funktionen wie in Fig. 1 aufgebaut. Anstelle des Lochbleches 22 sind jedoch im Trockneraum 19 spiralförmige Leitbleche 25, 26 eingebaut, welche die Gasströmung im konzentrischen Trockneraum 19 zwangsführen und Kurzschlußströmungen zwischen Heißgaseintritt 16 und Gasausgang 20 verhindern. Das Leitblech 26 kann vorzugsweise eine geringere Steigung seiner Spiralförmigkeit aufweisen als die in Axialrichtung hinter dem Leitblech 26 angeordneten Leitbleche

25. Bei geeigneter Ausbildung des Leitbleches 26 (welches im Eintrittsbereich des Heißgases 15 angeordnet ist) ist es möglich, die Anzahl der Leitbleche 25, welche sich in der Darstellung nach Fig. 2 über nahezu die gesamte Länge des Trocknergehäuses 11 erstrecken, zu verringern oder auf die Leitbleche 25 vollständig zu verzichten. Das beispielsweise tangential eintretende Heißgas 15 (auch als "Trocknungsgas" bezeichnet) wird im Bereich der Abwurfzone 5 des dispergierten, feuchten Feststoffes 6 durch ein Leitblech 26 zunächst nahezu vollständig in Umfangrichtung herumgeführt, wo es mit Feststoffpartikeln durchsetzt wird. Das feststoffbeladene Trocknungsgas 15 wird durch die spiralförmigen Leitbleche 25 in Spiralbahnen zum Trocknerausgang 20 geführt. Durch die Leitbleche 25 und 26 werden nichtdurchströmte Totzonen im Trocknerraum 19 vermieden und überall eine vorgegebene Mindest-Transportgeschwindigkeit des Trocknungsgases 15 sowie eine gleiche Verweilzeit der dispergierten Feststoffpartikeln erzwingen.

[0016] Fig. 3 zeigt in Vergrößerung die Abwurfzone 5 eines kombinierten Zentrifugentrockners mit zwei oder mehreren rotierenden Reinigungsschaufeln 28, welche die Umlenkfläche 29 des Prallkegels 18 bei jeder Rotorumdrehung reinigen. Der vorentwässerte Feststoff 6 wird von der Förderschnecke der Zentrifuge 1 zur Abspritzkante 30 transportiert und dort mit hoher Geschwindigkeit aus dem Rotor 2 ausgeschleudert. Die Feststoffpartikeln prallen auf der Oberfläche 29 des Prallkegels 18 auf, werden dort in kleinere Partikeln zerteilt und abgebremst. Die abgebremsten Partikeln fliegen mit stark verminderter Geschwindigkeit und in Achsrichtung hin abgelenkt als kegelförmiger Feststoffsprühnebel in den Trocknerraum 19 und werden dort intensiv mit Heißgas umspült und getrocknet. Die Reinigungsschaufeln 28 sind in Drehrichtung betrachtet hinter den Feststoffauslaßöffnungen 31 am Rotor befestigt und werden vom austretenden Feststoff 6 nicht bespritzt. Sollten beim Aufschlag von sehr feuchten oder klebrigen Feststoffpartikeln 6 auf der Umlenkfläche 29 einige Partikeln nicht reflektiert werden und auf der Oberfläche 29 haften bleiben, werden sie von den nachfolgenden rotierenden Reinigungsschaufeln 28 losgerissen und in den Trocknerraum 19 geschleudert. Die mit hoher Umfangsgeschwindigkeit von ca. 60m/s rotierenden Schaufeln 28 üben auch auf das umgebende Heißgas 15a eine ansaugende und fördernde Wirkung aus, mit der weiteren Folge, daß das umgebende Heißgas 15a den im Trocknerraum 19 befindlichen Feststoffstaub teilweise in die Abwurfzone 5 fördert. Das von den Schaufeln 28 angesaugte, staubhaltige Heißgas 15a wird zusammen mit den abgeschabten Feststoffpartikeln je nach Gestaltung der Führungsflächen von den Reinigungsschaufeln radial oder kegelförmig in den Trocknerraum 19 herausgeschleudert. Zur Intensivierung der Gasförderung können an den Schaufeln Ansaug- und Leitbleche 32 angebracht werden.

[0017] In Fig. 4 ist die Abwurfzone 5 eines Zentrifugentrockners mit steilerem Winkel des Prallkegels 18, perforierten Gasführungsblechen 22 und rotierenden Blaseschaufeln 33 dargestellt. Im Gegensatz zu den Reinigungsschaufeln 28 in Fig. 3 beruht die reinigende Wirkung der Blaseschaufeln 33 nicht auf einer abkratzenden Wirkung, sondern auf der Blasewirkung der intensiven Gasströmung 34, die aus der rotierenden Düse 33 auströmt und auf die zu reinigende Oberfläche 29 des Prallkegels 18 unter flachen Winkel auftritt. Die Gasförderung durch die Blaseschaufel 33 ist besonders gesteigert durch geeignete Maßnahmen, wie beispielsweise große Ansaugquerschnitte am Schaufeleintritt 35, Leitelemente in der Schaufel und gerichtetes Ausblasen am Schaufelaustritt. Durch die Sogwirkung des staubhaltigen Heißgases 15a an der Schaufel-Eintrittsseite 35 und durch das ausströmende Heißgas 36 aus den perforierten Gasführungsflächen 22 wird die Gasströmung im Trocknerraum 19 mit den dispergierten Feststoffpartikeln 6 von den Wänden des Trocknergehäuses 11 ferngehalten und mehr nach innen verlagert. Der von der Abspritzkante 30 der Zentrifugentrommel 2 herausfliegende Feststoff 6 gelangt noch vor dem Aufschlagen auf die Oberfläche 29 des Prallkegels 18 in den Einflußbereich des Heißgases 15a, welches staubhaltig ist und durch die Blaseschaufel 33 gefördert wird. Hierdurch werden die Feststoffpartikeln an ihrer Oberfläche abgetrocknet sowie mit trockenem Feststoffstaub beschichtet (coating), so daß sie noch vor der Berührung mit der Oberfläche 29 ihre Klebeneigung verlieren. Um die Klebeneigung weiter herabzusetzen, kann die Umlenkfläche auch mit einem geeigneten Material beschichtet sein, wie beispielsweise PTFE, Emaille, Keramik, oder andere antiadhäsiv wirkende Materialien. Die Oberfläche 29 kann auch aus einer perforierten Fläche bestehen und hinterlüftet sein.

[0018] In Fig. 5 ist eine Kombination einer rotierenden Reinigungsschaufel 28 und einer Blaseschaufel 33, zusammenwirkend mit einem perforierten Gasführungsblech 22, dargestellt. Die Reinigung der Oberfläche 29 des Prallkegels 18 erfolgt durch einen rotierenden Kratzschaber 38 in Verbindung mit der blasenden Wirkung des angesaugten Heißgases. Der austretende Blasesstrahl 34 ist nicht nur auf die Oberfläche des Prallkegels gerichtet, sondern bläst auch tangential auf das perforierte Gasführungsblech 22. Die ansaugende Seitenwand 39 für das Heißgas kann gegenüber der Umfangrichtung leicht schräg angestellt oder mit Öffnungen versehen sein, um von der Blaseschaufel 33 mehr Gas ansaugen zu können. Die Abwurföffnungen 4 der Zentrifuge 1 üben an ihren Rändern eine Förderwirkung auf das Gas innerhalb des Innenraums 37 der Zentrifuge 1 aus. Infolge dieser Förderwirkung wird aus dem Innenraum 37 der Zentrifuge 1 feuchtes Gas herausgesaugt und heißes, trockenes Gas hineingezogen. Hierdurch wird der feuchte Feststoff 6 bereits vor dem Abwurf im Wendelgang der Zentrifuge 1 mit großer Verweilzeit vorgetrocknet.

[0019] In Fig. 6 ist eine Kombination einer Turbulenzschaufel 40 zum Freihalten des Trocknerraumes 19 und einer Reinigungsschaufel 28 zur Reinigung der Oberfläche 29 des Prallkegels 18 dargestellt. Die Turbulenzschaufel 40 besitzt eine hohe Umfangsgeschwindigkeit und erzeugt eine starke Verwirbelung 41 des Trocknungsgases im Trocknerraum 19. Hierdurch werden nichtdurchströmte Totzonen vermieden und das eintretende Trocknungsgas 15 mit den dispergierten Partikeln intensiv vermischt. Die Reinigungsschaufel 28 kann, wie dargestellt, einen Teil oder die gesamte Oberfläche 29 des Prallkegels abkratzen oder abblasen. Die Schaufeln 28 und oder 40 können am Rotor 2 starr oder pendelnd beweglich befestigt sein.

[0020] In Fig. 7 sind im Trocknerraum 19 rotierende Turbulenzscheiben zur Erzeugung von Turbulenzwirbelwalzen 43 eingebaut. Das Trocknergehäuse 11 ist ohne ein feststehendes Innengehäuse 12 ausgebildet, welches bei einigen Ausführungsformen des Zentrifugentrockners die Trommel 2 umhüllt. Der konzentrische Trocknerraum 19 wird daher außen von einer nichtrotierenden Zylinderwand und innen von der schnell rotierenden Zentrifugentrommel 2 begrenzt. Die rotierende Oberfläche der Trommel 2 in Verbindung mit den rasch rotierenden Scheiben 42 induzieren im Trocknerraum 19 eine Reihe von in sich kreisenden Turbulenzwirbelwalzen 43. Diese Turbulenzwirbelwalzen 43 werden von den rotierenden Oberflächen der Trommel 2 und der Scheiben 42 angetrieben, erzeugen im gesamten Querschnitt einen hohen Turbulenzgrad und vergleichmäßigen die Durchströmung des Trocknerraumes 19 in Umfangsrichtung. Der hohe Turbulenzgrad der Wirbelwalzen verhindert Ablagerungen an den Begrenzungswänden des Trocknergehäuses 11, erzwingt eine innige Durchmischung von Trocknungsgas und den dispergierten Feststoffpartikeln und erzeugt eine hohe Trocknungsgeschwindigkeit für die feuchten Feststoffpartikeln, verbunden mit einer extrem hohen Wasserverdampfungsrate bezogen auf das Trocknervolumen. Das eintretende Heißgas 15 wird durch die Durchtrittsspalte 44 außerhalb der rotierenden Scheiben 42 und durch die torusförmigen Turbulenzwirbelwalzen in seiner axialen Bewegung am gesamten Umfang vergleichmäßigt. Anstelle von rotierenden Scheiben 42 können an der Zentrifugentrommel 2 auch andere Elemente zur Erzeugung von Turbulenzwalzen im Trockner eingesetzt werden, beispielsweise ein radialer Schaufelkranz, axiale oder radiale Förderräder, Schlägerarme oder andere an sich bekannte geeignete Einbauten.

[0021] In Fig. 8 sind an der rotierenden Zentrifugentrommel 2 außen ein oder mehrere Schaufelkränze 46 angebracht zur Erzeugung eines hohen Turbulenzgrades im Trocknerraum 19 und zur gleichmäßigen axialen Förderung und Steuerung der Verweilzeit des feststoffbeladenen Trocknungsgases. Neben diesen Funktionen bewirken die Schaufelkränze 46 auch eine Zerteilung von Agglomeraten im Trocknerraum 19. Die Oberfläche 29 des Prallkegels 18 besteht aus mehreren geome-

trisch zusammengesetzten glatten Flächen. An der Aufprallzone 48 des vorentwässerten dispergierten Feststoffes 6 besteht die Fläche aus einem flachen Kegel, an den sich weiter außen eine gerundete Oberflächenkontur 49 anschließt. Durch den flachen Aufprallwinkel der dispergierten feuchten Feststoffpartikeln 6 auf den glatten Prallkegel 18 wird trotz der Zerteilung in mehrere kleinere Partikeln 47 deren Reflexion und Weitertransport begünstigt. Die meist erwünschte stärkere Umlenkung in axiale Flugrichtung erfolgt weiter außen durch das Gleiten auf der gerundeten Oberflächenkontur 49 des Prallkegels 18. Durch das zusätzliche Gleiten der zerteilten Partikeln wird deren Einschußgeschwindigkeit in den Trocknerraum 19 zusätzlich reduziert und damit die Gefahr von Anbakkungen an den Wänden des Trocknergehäuses 11 verringert.

[0022] Der in Fig. 9 dargestellte Zentrifugentrockner besteht wiederum aus einer Zentrifuge, im dargestellten Beispiel aus einer Vollmantelschneckenzentrifuge 1 die von einem äußeren Gehäuse 11 eines Zerstäubungstrockners umhüllt ist. Um die Zentrifugentrommel 2 ist ein inneres Gehäuse 12 angeordnet.

[0023] Das äußere Trocknergehäuse 11 und das innere Gehäuse 12 bilden den konzentrischen Trocknerraum 19, durch den das Trocknungsgas 15 geleitet wird. Das Trocknungsgas 15 wird durch den tangentialen Heißgasschacht 16 zugeführt, erfaßt im Bereich der Abwurfzone 5 den in Form eines dispergierten Partikelschleiers abgeworfenen, entwässerten Feststoff, transportiert die Feststoffpartikeln unter zunehmender Trocknung in spiralförmigen Bahnen durch den Trocknerraum 19 und gelangt als feststoffbeladenes Gas 21 zum Ausgangskanal 20. Das in der Zentrifuge 1 abgetrennte Wasser wird in der Zentralschurre 10 abgeleitet.

[0024] Das äußere Trocknergehäuse 11 ist an den beiden Stirnwänden 13 und 14 gegenüber der schnell rotierenden Zentrifugentrommel 2 abgedichtet. Der Spalt 190 der Drehdichtungen 160 wird gebildet von der Zentrifugentrommel 2 und dem Dichtring 170, der ebenso wie die Trommel-Lagerböcke 210 am Grundrahmen 220 starr befestigt ist. Durch die Befestigung der beiden, den Dichtspalt 190 bildenden Wirkflächen 2 und 170 am gleichen Träger 220 ist der Dichtspalt 190 exakt und stabil geführt. Die Zentrifugentrommel 2 bleibt auch beim Durchströmen des Trocknerraumes 19 mit Heißgas 15 durch die aufgegebene Suspension kalt und dehnt sich nicht aus, wohingegen das mit Heißgas 15 durchströmte Trocknergehäuse 11 sich in axialer und radialer Richtung stark ausdehnt.

[0025] Die Verschiebewegungen der beiden Gehäusestirnwände 13 und 14 werden durch einen gasdichten flexiblen Kompensator 180 oder eine elastische Membran oder einen verschiebbaren Kulissenring 300 gegenüber dem starr befestigten Dichtring 170 ausgeglichen, so daß der Dichtspalt 190 nicht verändert wird.

[0026] Fig. 10 zeigt im Detail eine berührungsfreie

Labyrinthdichtung für einen Zentrifugentrockner, die den starr am Rahmen 220 befestigten Dichtring 170 mit der sich axial und radial verschiebenden Trocknerstirnwand 14 gasdicht durch einen Kompensator 180 verbindet. Der flexible Kompensator 180 ist z.B. durch Spannbänder 230 oder andere Befestigungsmittel sowohl mit dem Dichtring 170 als auch mit der Stirnwand 14 gasdicht verbunden.

[0027] Der Dichtspalt 190 zwischen den Spitzen 240 der Labyrinthdichtung und der rotierenden Oberfläche der Zentrifugentrommel 2 kann sehr eng (0,3 - 0,5mm) gehalten werden, da die Verschiebebewegung der Stirnwand 14 nicht auf die Labyrinthdichtung übertragen wird.

[0028] Alle nichtrotierenden Teile sind rechtsschraffiert, alle rotierenden Teile sind linksschraffiert.

[0029] Fig. 11 zeigt eine berührungsfreie Drehdichtung 160 in Form einer Gewindedichtung für einen Zentrifugentrockner, der z.B. im Trocknerraum rechts von der Stirnwand 14 einen Unterdruck aufweist.

[0030] Die Gleit- und Verschiebebewegungen der Stirnwand 13 bzw. 14 des Trockners während der Aufheiz- oder Abkühlphase des Trocknergehäuses 11 werden durch einen Blechring 260 ausgeglichen, der durch hitzefeste O-Ringe 270 abgedichtet ist und sowohl an der Gehäusestirnwand 13 bzw. 14 wie auch am starr befestigten Dichtring 170 gleiten kann. Der enge Dichtspalt 190 der als Gewindeförderdichtung ausgebildeten Drehdichtung 160 bewirkt durch die Gewindegänge 280 in der Oberfläche der Zentrifugentrommel 2 eine dem Unterdruck im Trockner entgegenwirkende Förderwirkung und einen Gas-Gegendruck, der das Eindringen von Falschluff in den Trocknerraum 19 verhindert. Die Gewindegänge 280 können auch mit einem fluiden Sperrmedium wie beispielsweise Wasser oder Sperrgas gefüllt werden, welches durch die Gewindegänge 280 hindurchgeleitet wird.

[0031] Fig. 12 zeigt eine berührungsfreie Drehdichtung 160 mit Spitzengewinde 310, das mit engem Spalt 190 innerhalb einer weichen Zylinderfläche 320 rotiert. Die Förderwirkung der Gewindedichtung gleicht den herrschenden Unterdruck im Trockner aus. Das sich verschiebende Trocknergehäuse 11 wird durch den Kulissen-Gleitring 300 im Spalt ausgeglichen. Der Kulissen-Gleitring 300 selbst ist durch hitzefeste O-Ringe sowohl an der Trocknerstirnwand 14 wie auch am starr befestigten Dichtring 170 verschiebbar abgedichtet.

[0032] Fig. 13 zeigt eine berührungsfreie Drehdichtung 160 mit Flachnuten, die in einer weichen Zylinderbüchse 320 aus Gleitlagerwerkstoffen mit sehr engem Spalt 190 rotiert. Die Verschiebebewegung der Stirnwand 13 bzw. 14 des Trocknergehäuses 11 wird durch einen in radialer und axialer Richtung federnden Gleitring 340 ausgeglichen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Entwässern und Trocknen von

Suspensionen, beispielsweise von Industrie- oder Klärschlämmen, Fermenterbrühen mit einer Zentrifuge, beispielsweise einer Vollmantel-Schnecken-zentrifuge, an deren Eintragszone die Suspension als dünnflüssige Masse aufgegeben und an deren Abwurfzone die vorentwässerte Suspension als Feststoff mit einem Trockensubstanzgehalt im Bereich zwischen etwa 15 Gew.-% und etwa 35 Gew.-% in Form von dispergierten Partikeln abgeschleudert werden, und mit einer Trocknungseinrichtung zum Konvektionstrocknen der abgeschleuderten Feststoffpartikeln, welche ein feststehendes, die rotierende Trommel (2) der Zentrifuge (1) zumindest teilweise umgebendes Trocknergehäuse (11) sowie einen Heißgaserzeuger umfaßt, dessen Heißgas (15) durch das feststehende Trocknergehäuse (11) hindurchgeleitet wird, um die dispergierten Feststoff-Partikeln auf ihrer Flugbahn bis zum Austritt aus dem Trocknergehäuse (11) einer Kurzzeit-Trocknung von einigen Sekunden Dauer zu unterwerfen, wobei das feststehende Trocknergehäuse (11) auf seiner radialen Innenseite durch die rotierende Mantelfläche der Zentrifuge (1), auf seiner radialen Außenseite durch eine Zylinderwand und auf seinen Stirnseiten durch radiale Stirnwände (13, 14) begrenzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Zentrifugentrommel (2) gasansaugende und gasauswerfende Blaseschaufeln (33, 34) befestigt sind, welche mit feststehenden Umlenkflächen (29, 47, 48) zusammenwirken, die im Bereich der Abwurföffnung (4) der Zentrifuge (1) vorgesehen sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Blaseschaufeln (33, 34) staubbeladenes Heißgas (15a) aus dem Trocknerraum (19) in die Abwurfzone (5) fördern, wobei die abgeworfenen Feststoff-Partikeln (6) mit trockenem Feinstaub an ihrer Oberfläche beschichtet werden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Blaseschaufeln (33, 34) zum Trocknerraum (19) hin Ansaugöffnungen (35) und/oder schräge Ansaugkanten (32, 38) oder schräge Seitenwände (32, 38) besitzen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Blaseschaufeln (33) als vorwärts gekrümmte, radiale, und/oder axiale Schaufeln ausgebildet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Blaseschaufeln (33) als rückwärts gekrümmte Schaufeln ausgebildet sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur besseren Gas-

verteilung im Trocknerraum (19) kegel- oder schüsselförmige Lochbleche (22) eingebaut sind, die aus einem oder mehreren Abschnitten bestehen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lochbleche (22) wellblechartig räumlich einfach oder mehrfach gekrümmt sind. 5
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Löcher der Lochbleche (22) für den Gasdurchtritt kreisförmig oder schlitzenförmig geformt sind und daß das freie Öffnungsverhältnis in radialen oder peripheren Abschnitten in weiten Grenzen von 0 bis 100% variiert. 10
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lochbleche (22) in radialen oder peripheren Abschnitten teilweise aus Vollblech oder aus Schlitzöffnungen bestehen. 15
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Trocknerraum (19) zumindest im Bereich der Abwurfzone (5) der dispergierten Partikeln bzw. im Eingangs- 20
bereich des Heißgases (15) Leitbleche (26) eingebaut sind. 25
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Leitbleche (26) im Eingangs- 30
bereich gleiche oder unterschiedliche Gasdurchlaßöffnungen besitzen, welche die Richtung und/oder die Geschwindigkeit des Heißgases (15) beeinflussen. 35
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Trocknerraum (19) zumindest teilweise spiralförmige Leitbleche (25) eingebaut sind, die einen geschlossenen Leit- 40
kanal bilden. 45
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Trocknerraum (19) nichtrotierende Leitschaukeln (26) angebracht sind, welche mit den rotierenden Turbulenzschau- 45
keln (32, 33, 39, 45) zusammenwirken. 50
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feststoff- 50
Abwurföffnungen (4) der Zentrifugentrommel (2) derart gestaltet sind, daß Heißgas (15a) aus dem Trocknerraum (19) in das Innere der Zentrifuge (1) eingesaugt wird und dort den feuchten Feststoff (6) noch innerhalb der Zentrifuge (1) vortrocknet. 55
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Mittel zur Tur-
bulenzerzeugung Turbulenzschaukeln (32, 33, 39,

45) zur Verwirbelung des Heißgases innerhalb des Trocknergehäuses (11) vorgesehen sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Zentrifugen-
trommel (2) mindestens ein turbinenartiges Geblä-
serad (46) befestigt ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die rotierende
Mantelfläche der Zentrifuge (1) ferner Turbulenz-
scheiben (42) zur Erzeugung von in sich kreis-
enden, torusförmigen Turbulenzwirbelwalzen
innerhalb des Trocknergehäuses (11) aufweist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Turbulenzscheiben (42) Voll-
blechbereiche, perforierte Abschnitte und Spalte
besitzen.
19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Turbulenzscheiben (42)
mit Fördereinrichtungen in axialer und/ oder radia-
ler Richtung für das Trocknungsgas und den Fest-
stoff versehen sind.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Turbulenz-
scheiben (42) mit Zerkleinerungseinrichtungen
ausgerüstet sind.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Zentrifugen-
trommel (2) mindestens ein turbinenartiges Geblä-
serad (46) befestigt ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Ablenken der
abgeschleuderten dispergierten Partikel in axiale
Richtung des Trocknergehäuses (11) im Bereich
der Abwurföffnungen (4) der Zentrifuge (1) festste-
hende Umlenkflächen (22, 29, 48, 49) vorgesehen
sind.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umlenkflächen (22, 29, 48, 49)
und gegebenenfalls das Trocknergehäuse (11) aus
gasdurchlässigen Wänden bestehen und von hin-
ten belüftet sind.
24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Umlenkfläche (22, 29,
48, 49) aus mehreren, im Winkel und oder in der
Krümmung und oder in der Oberflächenstruktur
zusammengesetzten radialen oder peripheren
Abschnitten zusammengesetzt sind.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 24,

dadurch gekennzeichnet, daß die im Trockner-
raum (19) rotierenden Turbulenzschaufeln (28, 33,
40) mit der Umlenkfläche (29) zusammenwirkend
eingebaut sind.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 25,
dadurch gekennzeichnet, daß die Turbulenz-
schaufeln (32, 33, 40) so eingebaut sind, daß sie
Trocknungsgas und oder Staub gegen die Umlenk-
flächen (29) und/oder die Trocknerwände (13, 14) 10
blasen.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 26,
dadurch gekennzeichnet, daß die rotierenden
Turbulenzschaufeln (32, 33, 40) zum Ansaugen und
Fördern von staubbeladenem Gas aus dem Trock-
nerraum (19) ausgelegt sind.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 26,
dadurch gekennzeichnet, daß die rotierenden 20
Turbulenzschaufeln (32, 33, 40) zum Fördern von
dispergierten Partikeln (6) ausgelegt sind.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 28,
dadurch gekennzeichnet, daß vor den Umlenkflä- 25
chen (29, 48, 49) rotierende Reinigungsschaufeln
(28) angeordnet sind, um die Umlenkflächen (29,
48, 49) von Partikelablagerungen zu befreien.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, **dadurch gekenn- 30**
zeichnet, daß die Reinigungsschaufeln (28) an der
Zentrifugentrommel (2) befestigt sind.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 30,
dadurch gekennzeichnet, daß an der Zentrifugen- 35
trommel (2) gasansaugende und gasauswerfende
Blaseschaufeln (33, 34) befestigt sind, welche mit
den Umlenkflächen (29, 48, 49) zusammenwirken.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, **dadurch gekenn- 40**
zeichnet, daß die Blaseschaufeln (33, 34) staubbe-
ladenenes Heißgas (15a) aus dem Trocknerraum (19)
in die Abwurfzone (5) fördern, wobei die abgeworfe-
nen Feststoff-Partikeln (6) mit trockenem Feinstaub
an ihrer Oberfläche beschichtet werden. 45

33. Vorrichtung nach Anspruch 31 oder 32, **dadurch 50**
gekennzeichnet, daß die Blaseschaufeln (33, 34)
zum Trocknerraum (19) hin Ansaugöffnungen (35)
und/oder schräge Ansaugkanten (32, 39) oder
schräge Seitenwände (32, 39) besitzen.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 33,
dadurch gekennzeichnet, daß die Blaseschaufeln 55
(33) als vorwärts gekrümmte, radiale, und/oder
axiale Schaufeln ausgebildet sind.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 33,

dadurch gekennzeichnet, daß die Blaseschaufeln
(33) als rückwärts gekrümmte Schaufeln ausgebil-
det sind.

5 36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 35,
dadurch gekennzeichnet, daß zur besseren Gas-
verteilung im Trocknerraum (19) kegel- oder schüs-
selförmige Lochbleche (22) eingebaut sind, die aus
einem oder mehreren Abschnitten bestehen.

37. Vorrichtung nach Anspruch 36, **dadurch gekenn- 10**
zeichnet, daß die Lochbleche (22) wellblechartig
räumlich einfach oder mehrfach gekrümmt sind.

15 38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 oder 37,
dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher der
Lochbleche (22) für den Gasdurchtritt kreisförmig
oder schlitzzartig geformt sind und daß das freie Öff-
nungsverhältnis in radialen oder peripheren
Abschnitten in weiten Grenzen von 0 bis 100% vari-
iert.

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 38,
dadurch gekennzeichnet, daß die Lochbleche 25
(22) in radialen oder peripheren Abschnitten teil-
weise aus Vollblech oder aus Schlitzöffnungen
bestehen.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 39,
dadurch gekennzeichnet, daß in den Trockner-
raum (19) zumindest im Bereich der Abwurfzone
(5) der dispergierten Partikeln bzw. im Eingangsbe-
reich des Heißgases (15) Leitbleche (26) eingebaut
sind.

41. Vorrichtung nach Anspruch 40, **dadurch gekenn- 35**
zeichnet, daß die Leitbleche (26) im Eingangsbe-
reich gleiche oder unterschiedliche Gasdurchlaß-
öffnungen besitzen, welche die Richtung und oder
die Geschwindigkeit des Heißgases (15) beeinflus-
sen.

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 41,
dadurch gekennzeichnet, daß im Trocknerraum 45
(19) zumindest teilweise spiralförmige Leitbleche
(25) eingebaut sind, die einen geschlossenen Leit-
kanal bilden.

43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 42,
dadurch gekennzeichnet, daß im Trocknerraum 50
(19) nichtrotierende Leitschaufeln (26) angebracht
sind, welche mit den rotierenden Turbulenzschau-
feln (32, 33, 39, 45) zusammenwirken.

44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 43,
dadurch gekennzeichnet, daß die Feststoff-
Abwurföffnungen (4) der Zentrifugentrommel (2)
derart gestaltet sind, daß Heißgas (15a) aus dem

Trocknerraum (19) in das Innere der Zentrifuge
(1) eingesaugt wird und dort den feuchten Feststoff
(6) noch innerhalb der Zentrifuge (1) vortrocknet.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

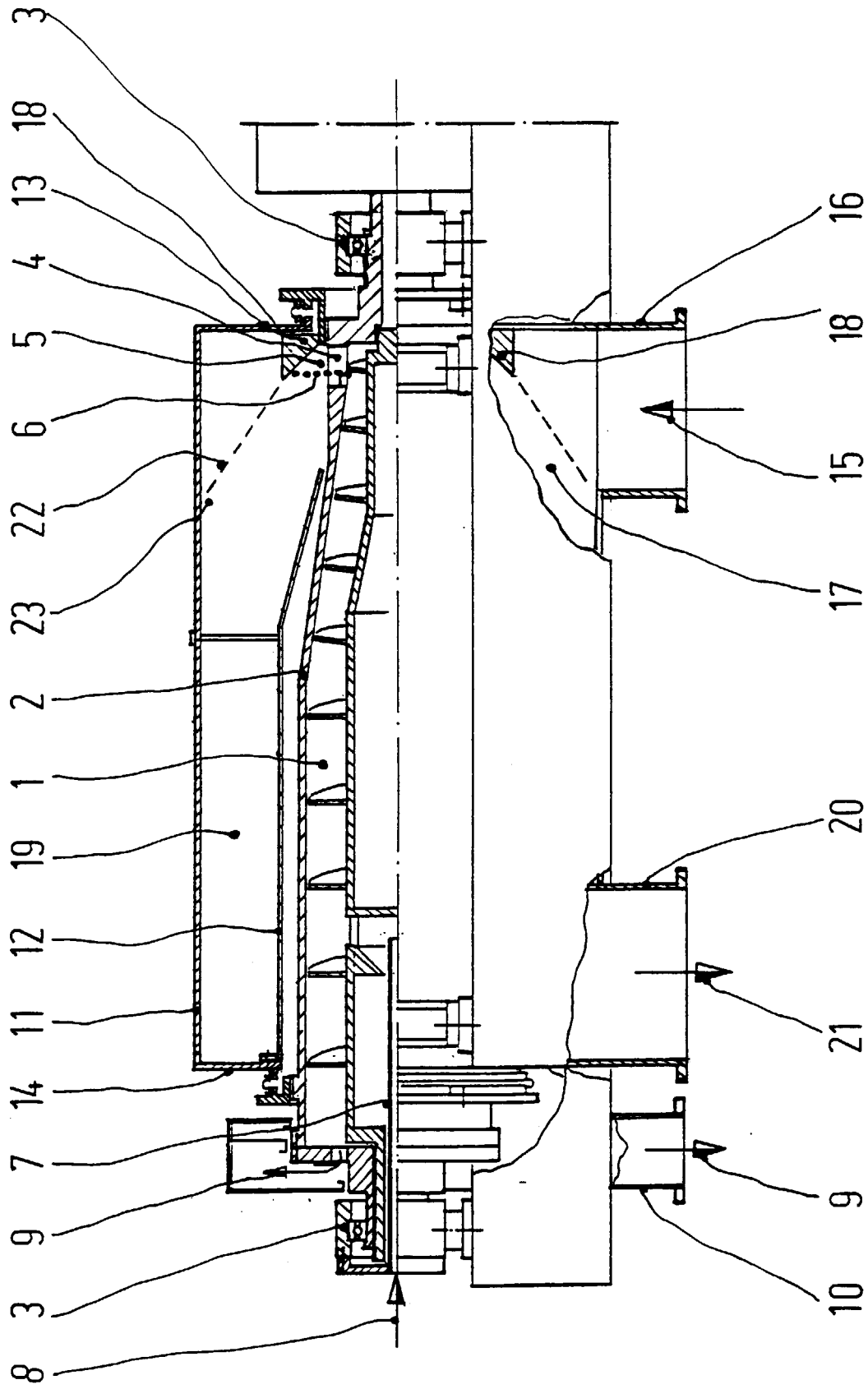


FIG. 1

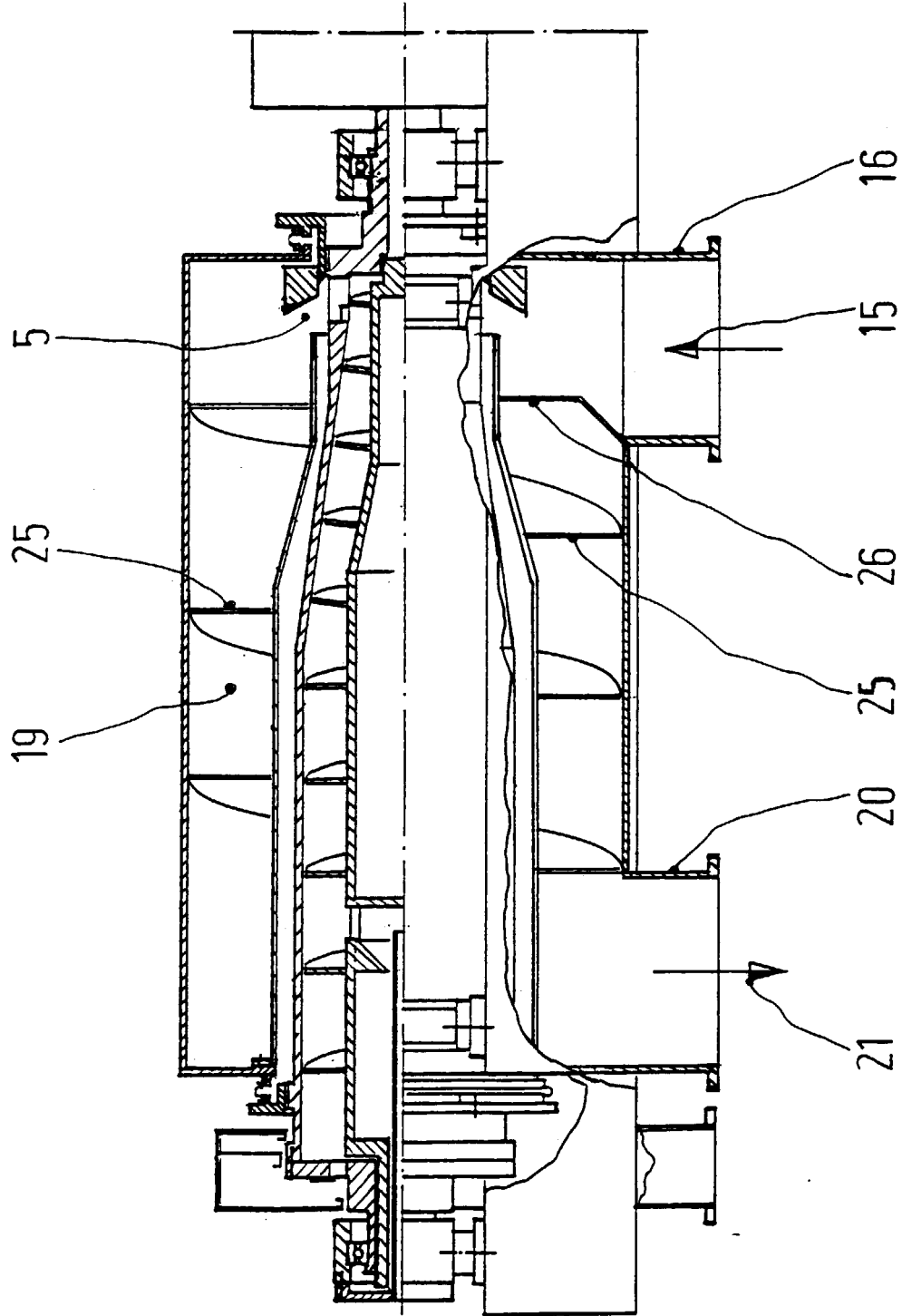


FIG. 2

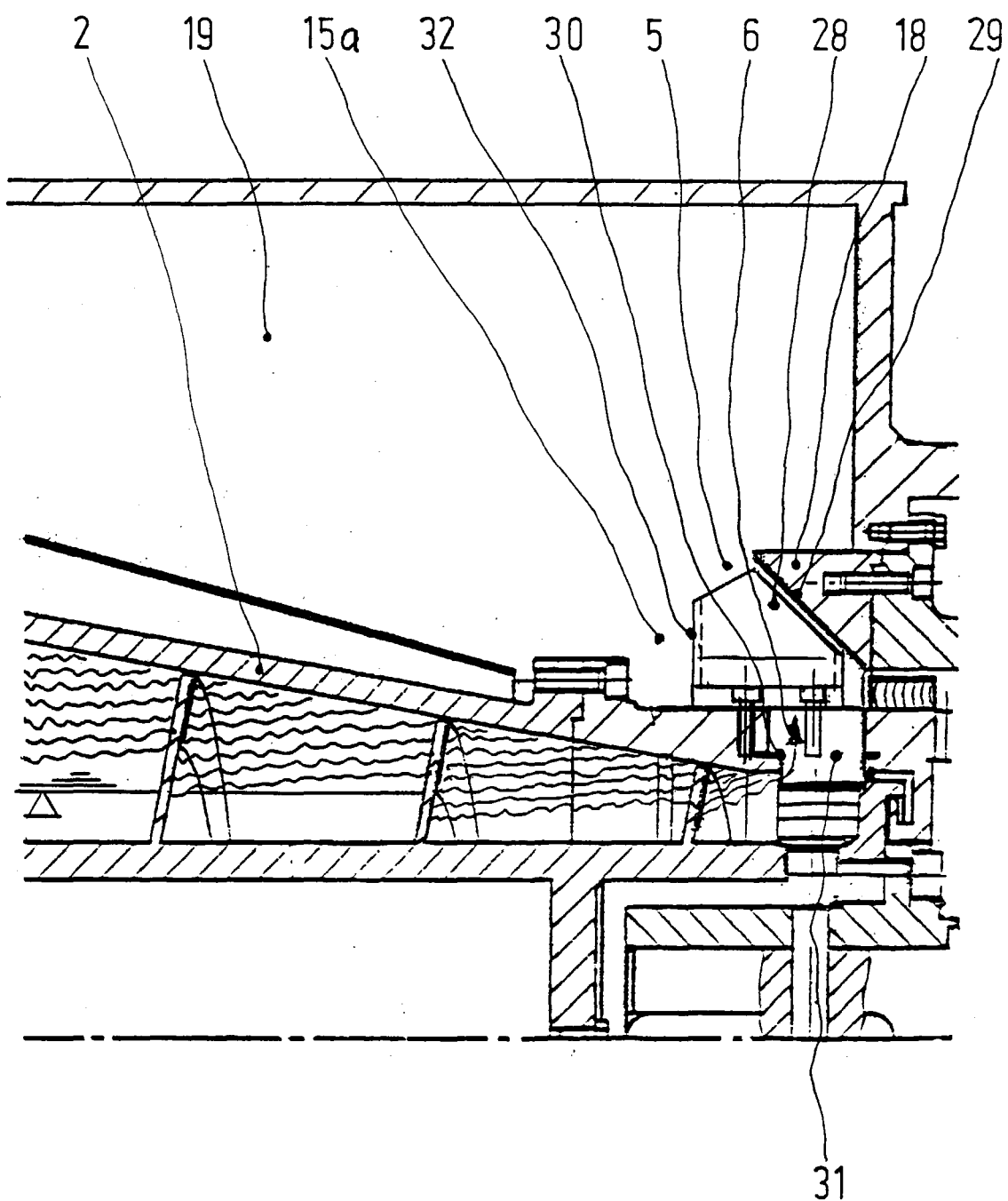


FIG. 3

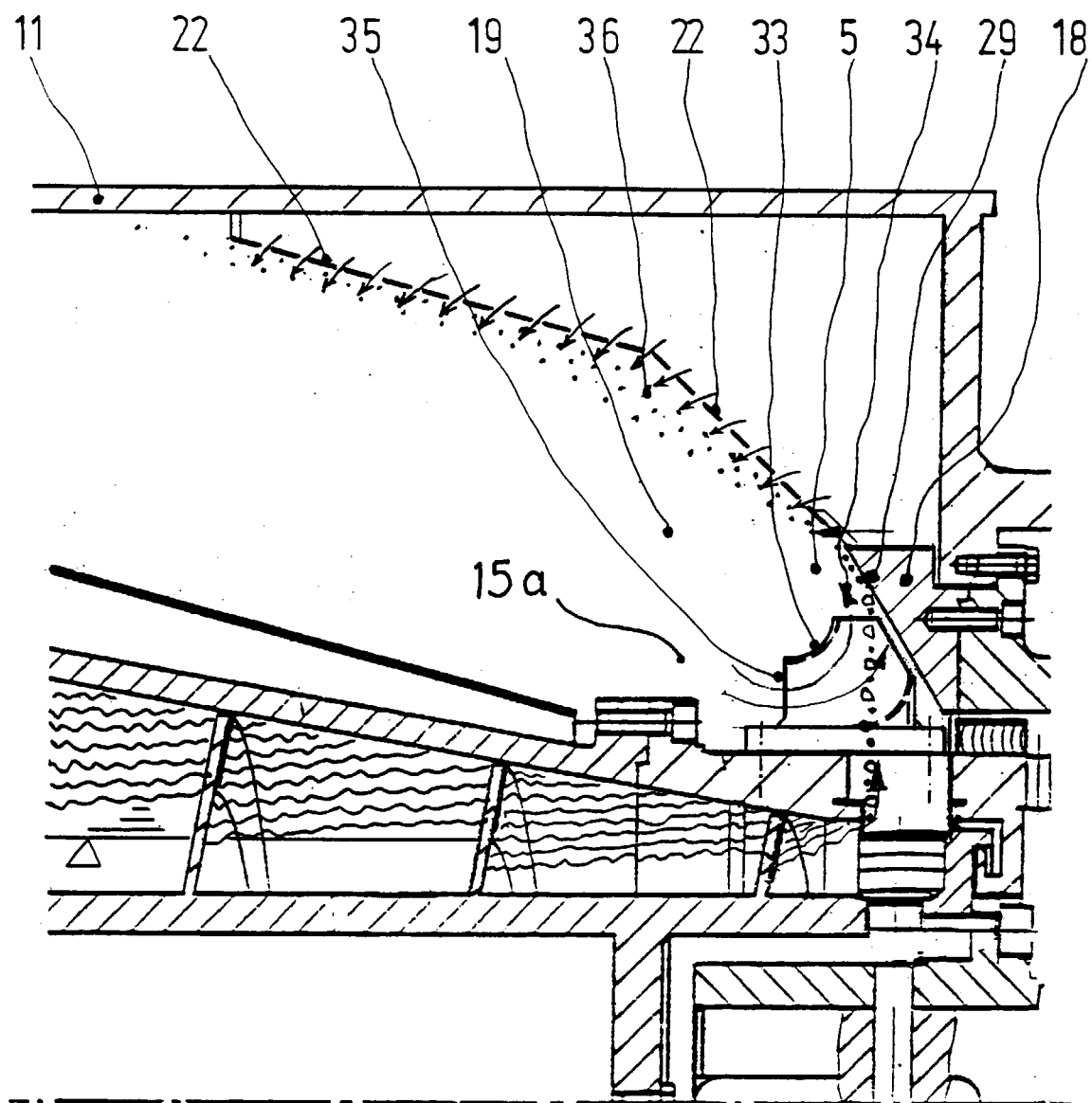


FIG. 4

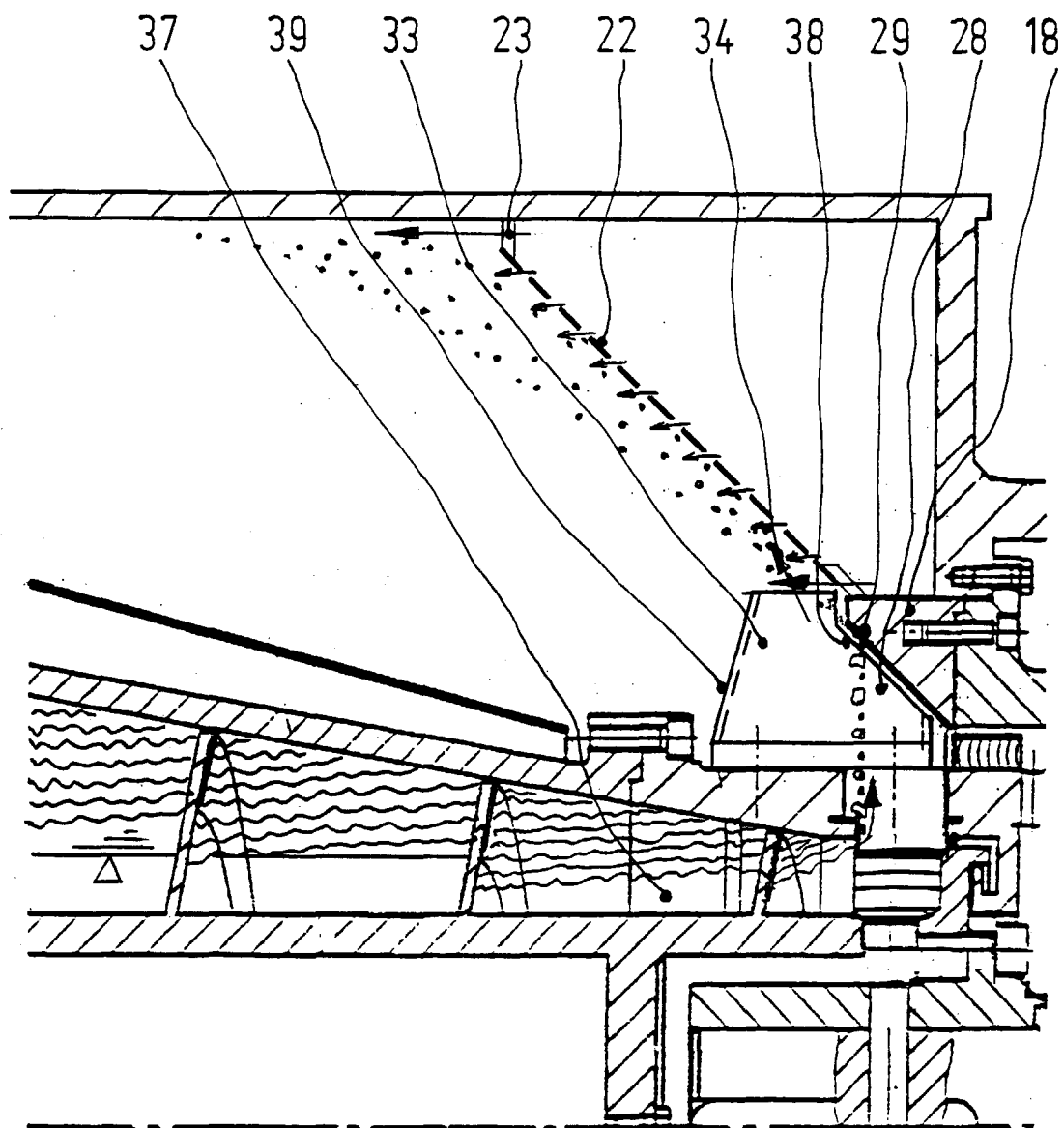


FIG. 5

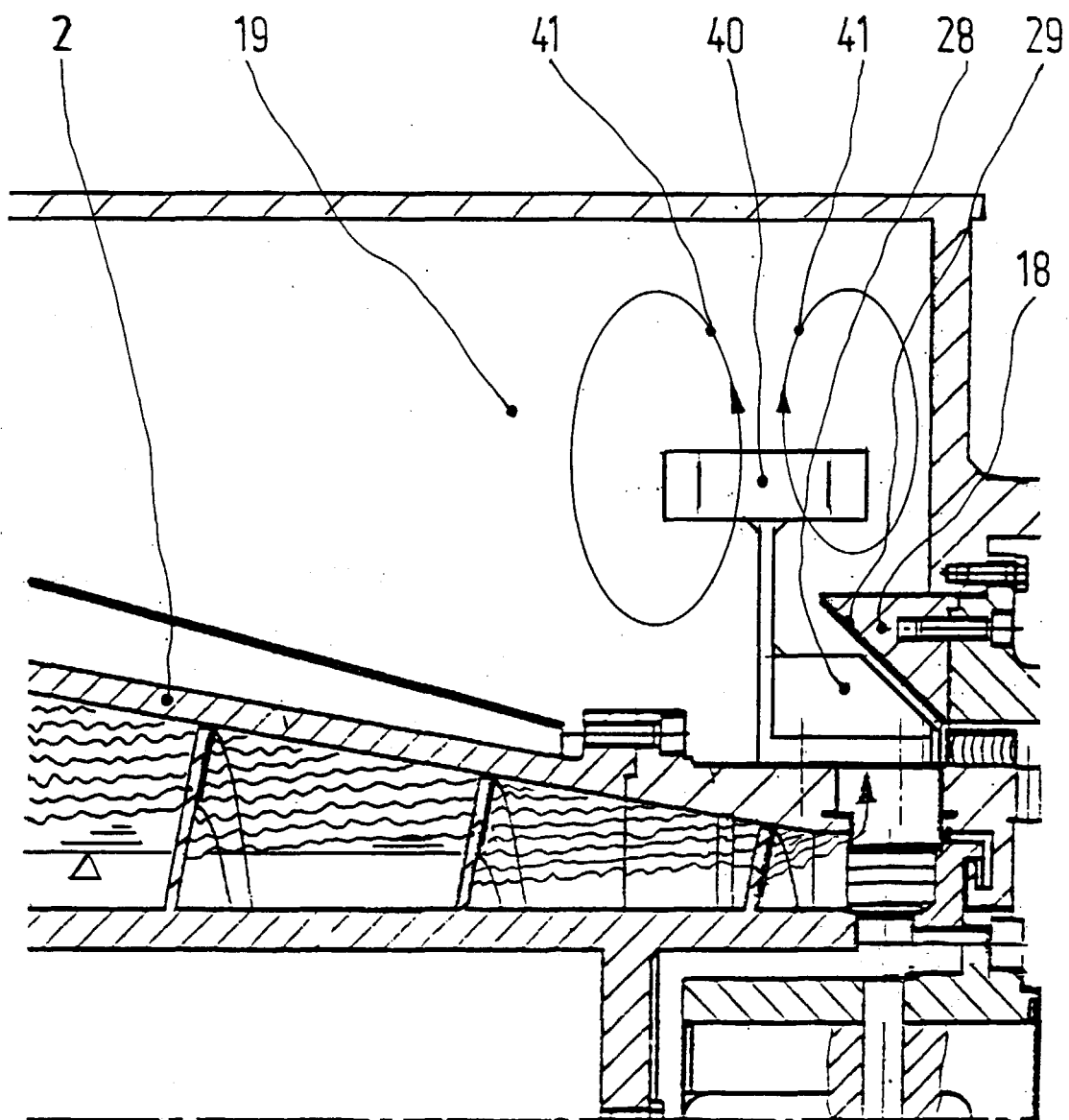
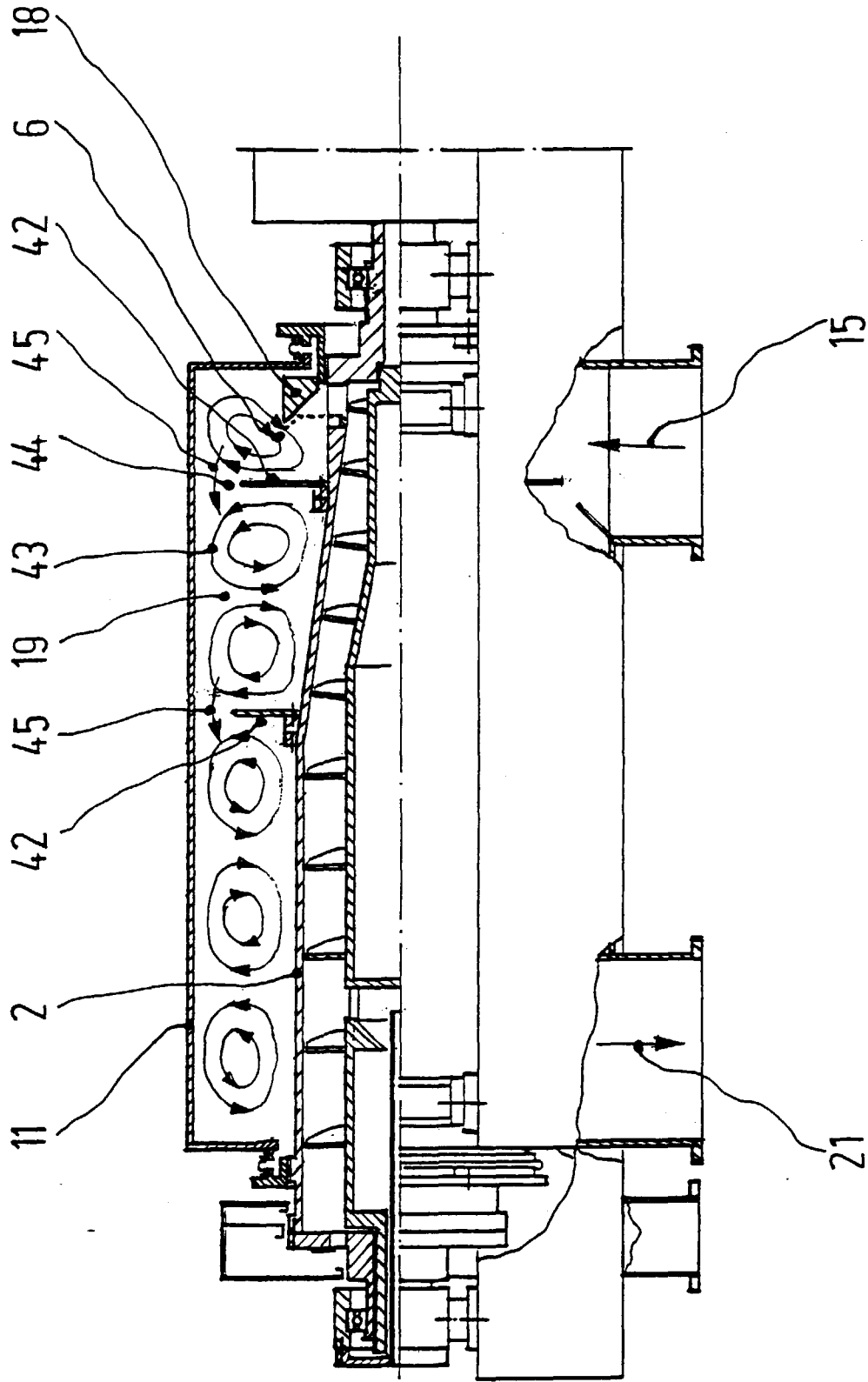


FIG. 6



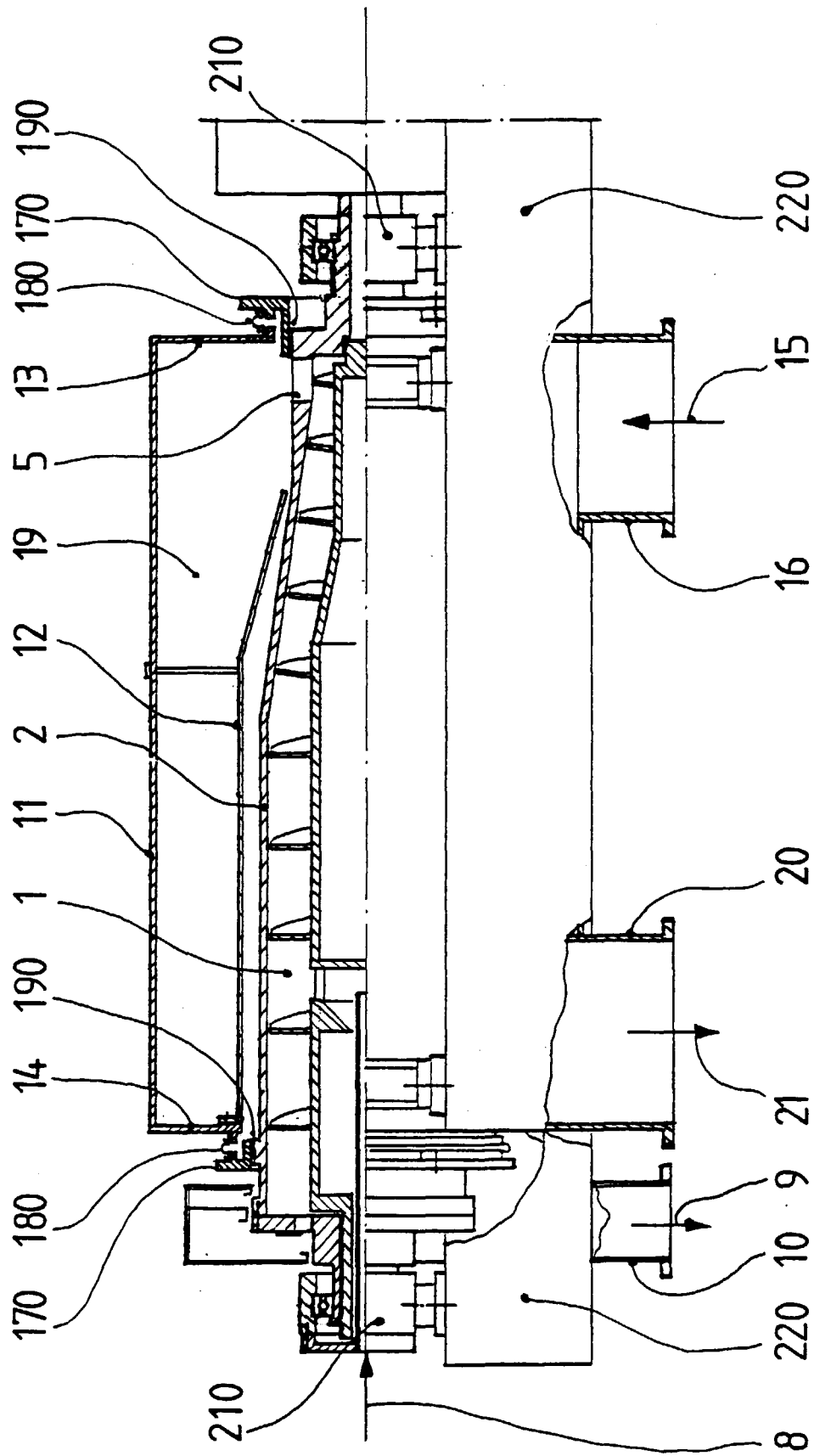


FIG. 6

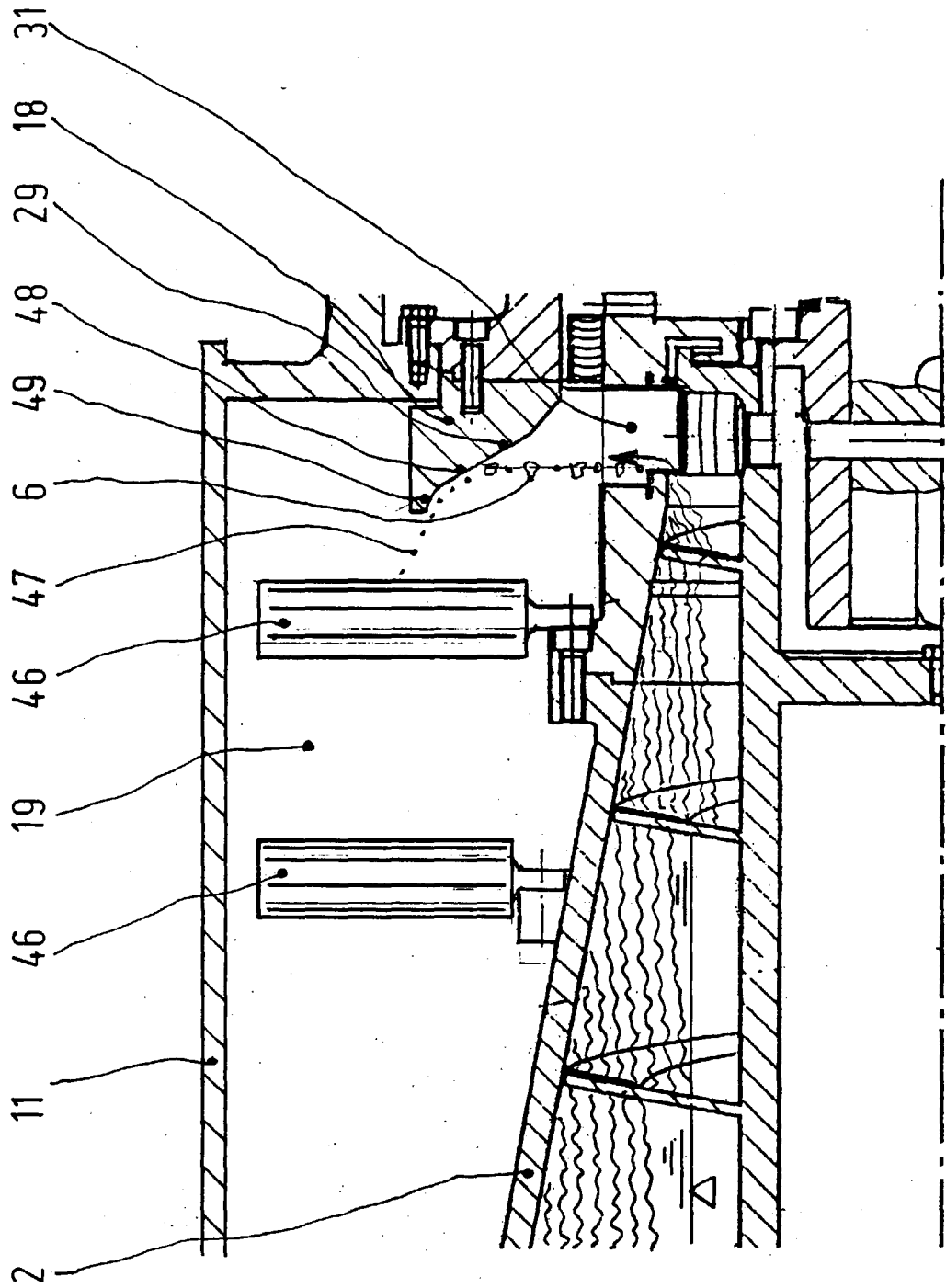


FIG. 8

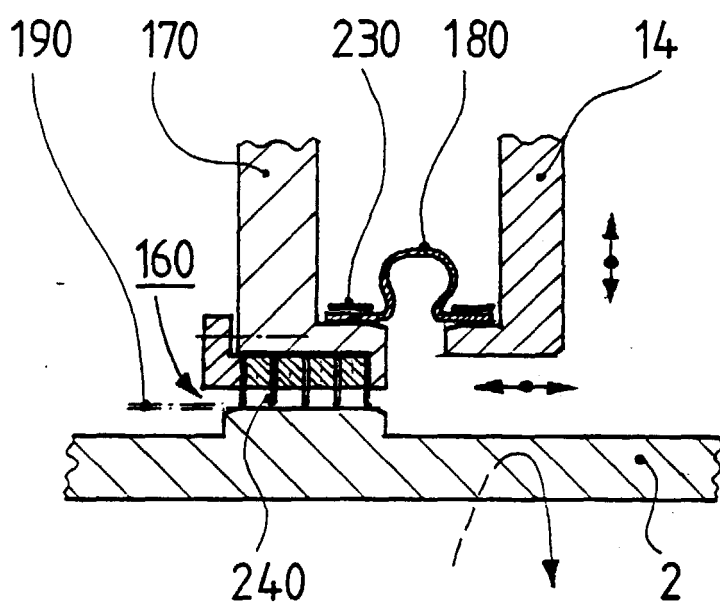


FIG. 10

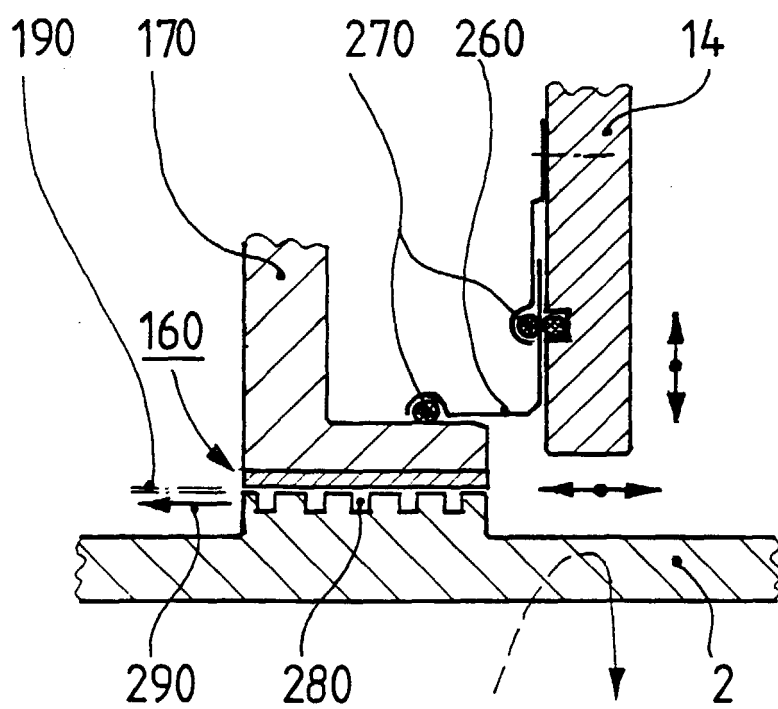


FIG. 11

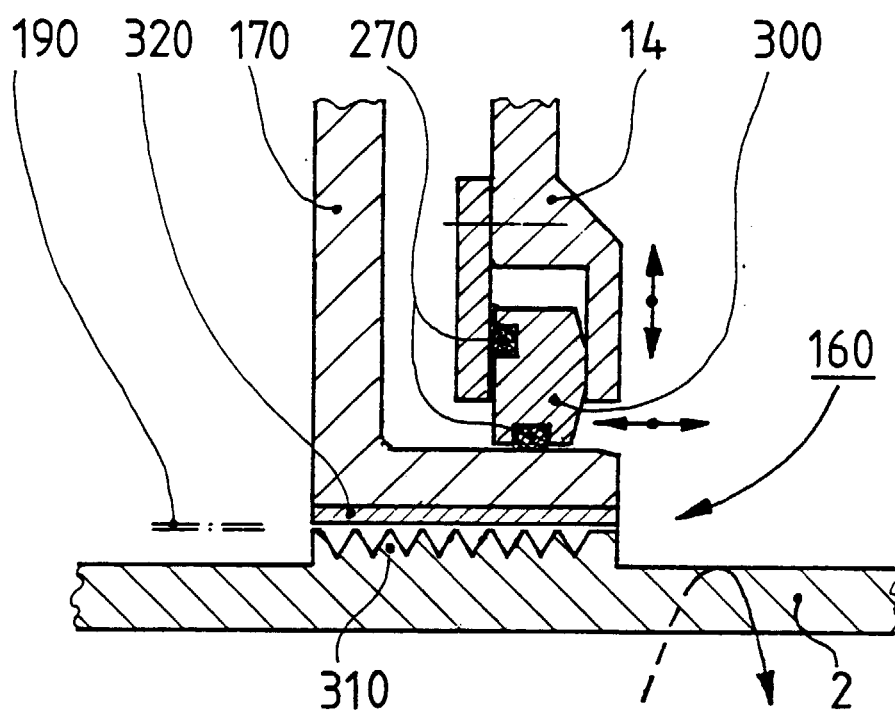


FIG. 12

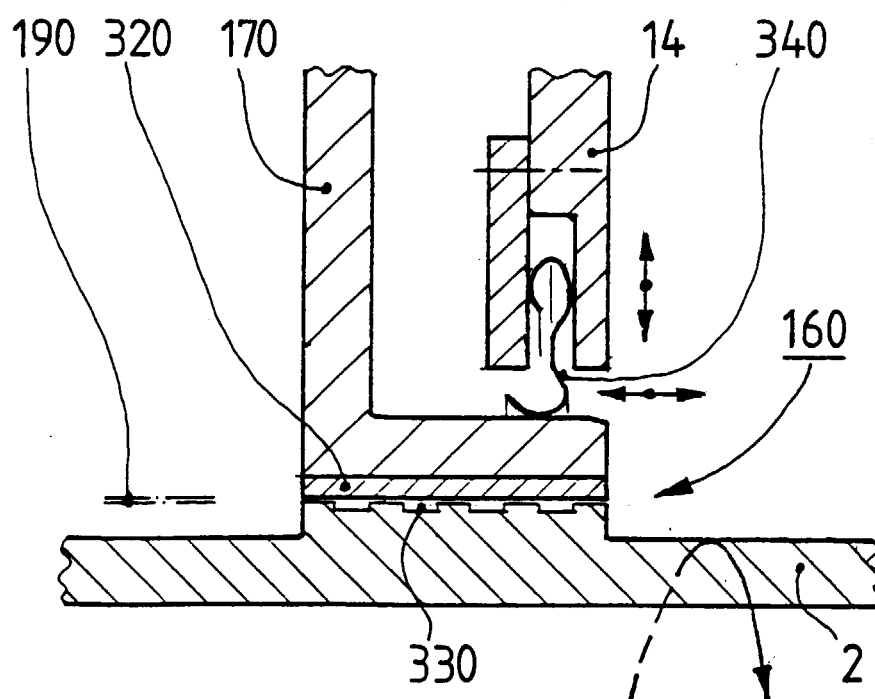


FIG. 13