



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 223 075 A1

4(51) B 01 J 2/16
B 01 J 8/38
F 26 B 25/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 01 J / 260 786 7

(22) 12.03.84

(44) 05.06.85

(71) VEB Schwermaschinenbau-Kombinat „Ernst Thälmann“ Magdeburg, 3011 Magdeburg, PSF 77, DD

(72) Mörl, Lothar, Prof. Dr. sc. techn.; Krell, Lothar, Dr.-Ing.; Künne, Hans-Joachim, Dr.-Ing.; Kliefoth, Jörg, Dipl.-Ing.; Strümke, Manfred, Prof. Dr.-Ing.; Schmidt, Jörg, Dipl.-Ing., DD

(54) Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten zum Granuliertrocknen von Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen. Das Ziel und die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zu schaffen, die klebrige Produkte mit hoher Viskosität kontinuierlich trocknet und gleichzeitig granuliert und die Endprodukte eine definierte, geringe und über alle Granulate gleichmäßig verteilte Restfeuchte besitzen. Erfindungsgemäß sind in einem Wirbelraum über dem Anströmboden mit einem definierten Öffnungsverhältnis an einer Welle Rührarme mit Bewehrungsblechen angebracht, die in ihrer Geometrie und Befestigung unterschiedlich ausgeführt sind und zwischen den Rührarmen ein Flüssigkeitszuführrohr einmündet, das in einer nach unten gerichteten Düse endet. Die Erfindung ist in der Nahrungsmittel- und Chemischen Industrie sowie Landwirtschaft anwendbar.

Titel der Erfindung

Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten

Anwendungsgebiet der Erfindung

- 05 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten. Sie kann vorzugsweise in der chemischen Industrie, in der Landwirtschaft und in der Nahrungsmittelindustrie angewendet werden, und zwar besonders vorteilhaft dort, wo Lösungen, Schmelzen
- 10 oder Suspensionen granuliertetrocknet werden müssen und das erzeugte Granulat eine geringe definierte Restfeuchte besitzen soll.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

- Zur Trocknung und gleichzeitigen Granulierung von Lösungen,
- 15 Schmelzen oder Suspensionen sind Vorrichtungen bekannt, bei denen die Flüssigkeit über geeignete Verteiler in die Wirbelschicht eingebracht wird, sich auf der Oberfläche der Feststoffteilchen anlagert und diese zum Wachsen bringt, während durch die Wärme des Trocknungsmediums das Lösungsmittel ver-
- 20 dampft wird und mit dem Trocknungsmedium den Wirbelschichtapparat verläßt, DE-OS 2901 723.

Wenn die Feststoffteilchen eine bestimmte Zielgröße erreicht haben, verlassen sie über einen zentral angeordneten klassierenden Abzug den Apparat.

- 25 Voraussetzung für die ordnungsgemäße Funktionsweise derartiger Apparate ist eine hohe Turbulenz und damit eine große Teilchengeschwindigkeit in der Wirbelschicht, wodurch alle Teilchen einen großen Impuls besitzen und die Flüssigkeit gleichmäßig

auf die gesamte zur Verfügung stehende Feststoffoberfläche verteilt wird.

Nachteilig wirkt sich bei den bekannten Lösungen aus, daß die erforderlichen hohen Teilchengeschwindigkeiten erst bei
05 relativ hohen Gasgeschwindigkeiten zu erzielen sind und somit eine bestimmte Mindestgasbelastung unumgänglich wird.

Außerdem kommt es insbesondere bei der Eindüsung von Flüssigkeiten mit hoher Viskosität und Klebekraft speziell bei kleinen Feststoffteilchendurchmessern häufig zur Agglomeration
10 ganzer Teilchenkollektive. Auf diese Art entstehen in der Wirbelschicht Klumpen, die ständig weiter wachsen und sich nicht mehr auflösen. Dies führt dann zum Verkleben der gesamten Wirbelschicht und zum Havariezustand der Anlage.

Aus diesem Grunde wurden Lösungen entwickelt, DE-OS 2602 454,
15 CH-PS 515 472, bei denen durch bewegte Einbauten in der Wirbelschicht die entstandenen Agglomerate kontinuierlich zerstört werden sollen. Der Nachteil dieser Lösungen besteht darin, daß bei der Zerstörung dieser Agglomerate auch kleine Teilchen zerstört werden und außerdem ein erhöhter Abrieb
20 entsteht, der die der Wirbelschicht nachgeschalteten Entstaubungsanlagen zusätzlich belastet. Außerdem sind eine Reihe von Produkten bekannt, bei denen sich einmal gebildete Klumpen durch bewegte Einbauten in der Wirbelschicht nicht wieder zerstören lassen.

25 Unter WP DD 119 304 wird eine Lösung beschrieben, mit Hilfe derer versucht wird, durch Erzeugung einer gerichteten Strömung in der Wirbelschicht, hervorgerufen durch die Gestaltung des Anströmbodens, Agglomerationseffekte zu verhindern. Die Feststoffteilchen gelangen bei dieser Lösung im Zentrum des
30 Apparates an der Düse vorbei von oben nach unten, treffen auf den klassierenden Abzug und werden dann am Boden der Schicht in radialer Richtung zum äußeren Rand der Wirbelschicht transportiert, wo sie an der Wand des Apparates wieder durch die dort herrschende hohe Luftgeschwindigkeit nach oben ge-
35 fördert werden. Diese Lösung eignet sich besonders vorteilhaft für die Granulationstrocknung thermolabiler Produkte, da die feuchtesten Teilchen immer an die wärmste Stelle des Apparates gelangen.

Diese Vorrichtung hat jedoch zwei erhebliche Nachteile:

Bei hohen Schichthöhen, wie sie zur Granulationstrocknung klebriger Produkte benötigt werden, kommt es nicht mehr zur Ausbildung des genannten Strömungseffektes, und

- 05 dadurch, daß die Teilchen unmittelbar, nachdem sie an der Düse vorbei sind und dort mit Flüssigkeit benetzt wurden, auf den klassierenden Abzug gelangen, kommt es vor, daß einzelne frisch benetzte Feststoffteilchen in den klassierenden Abzug gelangen. Dies führt insbesondere bei solchen Produkten
10 zu erheblichen Schäden, bei denen eine gleichmäßige und geringe Restfeuchte der Produkte gefordert wird.

Ziel der Erfindung

- Das Ziel der Erfindung besteht darin, Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen so zu trocknen und gleichzeitig zu granulieren,
15 daß das Endprodukt eine definierte, geringe und über alle Granulate gleichmäßig verteilte Restfeuchte besitzt.
Das Trocknungsmedium soll besser ausgenutzt und damit Einsparungen an Wärmeenergie erzielt werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

- 20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten mit klassierendem Abzug zu schaffen, die es ermöglicht, klebrige Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen mit hoher Viskosität, kontinuierlich und mit gleichmäßiger, geringer Rest-
25 feuchte zu trocknen und gleichzeitig zu granulieren.
Es ist eine gerichtete Strömung in der Wirbelschicht zu schaffen, durch die die Feststoffteilchen im Zentrum des Apparates von unten nach oben bewegt werden. An der Oberfläche der Wirbelschicht sollen die Feststoffteilchen eine radiale Strömungs-
30 richtung erhalten, und an den Wänden des Apparates sollen die Teilchen nach unten strömen, von wo aus sie wieder in radialer Richtung direkt über dem Anströmboden zum Zentrum des Apparates direkt über den klassierenden Abzug gelangen sollen. Durch die mechanische Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung soll
35 dies auch bei Gasgeschwindigkeiten in der Nähe des Wirbelpunk-

tes und darunter möglich sein. Durch entsprechende Gestaltung des Anströmbodens und einer Rührvorrichtung sollen diese Effekte erzielt werden.

- Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in einem
- 05 zylindrischen oder leicht konischen Wirbelschichtapparat, dessen Anströmboden in der Mitte mit einem klassierenden Abzug ausgerüstet ist, eine zentral angeordnete, drehbare, frei über dem klassierenden Abzug endende Welle angeordnet ist, die mit speziell ausgebildeten Rührarmen versehen ist.
- 10 Direkt an der Welle, unmittelbar über dem Anströmboden, sind ein oder mehrere untere Rührarme und in einem Abstand darüber ein oder mehrere obere Rührarme angebracht. Dazwischen sind auf der Welle selbst ein oder mehrere schräggestellte oder spiralförmig ausgebildete Bleche angebracht, deren jeweils
- 15 untere Kante der oberen Kante vorausseilt, wodurch im unmittelbaren Bereich der Welle, also im Zentrum des Apparates, eine Feststoffströmung von unten nach oben erreicht wird.

- Erfindungsgemäß sind die unteren Rührarme so ausgebildet, daß an der Welle in radialer Richtung ein Befestigungsstab ange-
- 20 bracht ist, der bis zur zylindrischen Begrenzungswand der Wirbelschicht reicht. An diesem Befestigungsstab sind ein oder mehrere, gekrümmt als viertelkreisausgebildete Bleche der Höhe H vertikal so angebracht, daß die Krümmung zum Kreismittelpunkt zeigt und daß der Krümmungsmittelpunkt auf
- 25 dem Befestigungsstab liegt. Die gewölbten Bleche sind dabei an einem Ende direkt am Befestigungsstab so angebracht, daß bei Drehung der Welle das unbefestigte Ende des Viertelkreises dem befestigten Ende nacheilt. Dadurch wird eine Kraft auf die Feststoffteilchen der Wirbelschicht ausgeübt, die
- 30 unmittelbar über dem Anströmboden die Feststoffteilchen auf spiralförmigen Bahnen zum Zentrum des Apparates hindriften läßt. Am Ende der unteren Befestigungsstäbe sind senkrechte Stäbe angeordnet, an denen unter einem Winkel von maximal
- 45° schräggestellte Leitbleche so befestigt sind, daß bei
- 35 Drehung der Welle ihre obere Kante in Richtung der Winkelgeschwindigkeit ihrer unteren Kante vorausseilt. Durch diese

Anordnung wird eine Kraft in vertikaler Richtung nach unten auf die Feststoffteilchen der Wirbelschicht ausgeübt, wodurch diese an der zylindrischen Apparatewand auf spiralförmigen Bahnen nach unten driften.

05 Im Gegensatz zu den unteren Rührarmen sind die oberen Rührarme so gestaltet, daß der entgegengesetzte Effekt eintritt. Dabei sind an einem oberen Befestigungsstab die gewölbten als Viertelkreis ausgebildeten Bleche der Höhe H' vertikal so angebracht, daß ihr Krümmungsmittelpunkt auf dem Befestigungs-
10 stab liegt und ihre Krümmung zum Apparatmittelpunkt hinzeigt und daß sie mit einer Seite direkt am Befestigungsstab so angebracht sind, daß beim Drehen der Welle ihr freies Ende dem befestigten Ende vorausseilt. Dadurch wird am oberen Ende der Wirbelschicht eine radiale Kraft nach außen auf die Feststoff-
15 teilchen ausgeübt. An den Enden der Befestigungsstäbe zur Apparatewand hin ist je ein senkrecht nach unten stehender Stab angebracht, der ein oder mehrere unter einem Winkel von maximal 45° schrägstehende Bleche trägt, die analog zu den Blechen an den senkrechten Stäben der unteren Rührarme ange-
20 bracht sind, wodurch eine vertikale Kraft von oben nach unten auf die Feststoffteilchen in der Wirbelschicht ausgeübt wird.

Es gehört weiterhin zur Erfindung, daß zwischen oberen und unteren Rührarmen seitlich in den Apparat ein Flüssigkeitszuführungsrohr einmündet, das in einer nach unten gerichteten
25 Düse endet.

Weiterhin ist es Bestandteil der Erfindung, daß der Anströmboden des Wirbelschichtapparates so gestaltet ist, daß sein Öffnungsverhältnis in Abhängigkeit von den erzeugten Granulatdurchmessern von einem minimalen äußeren zu einem maximalen
30 inneren Öffnungsverhältnis zunimmt, wobei das Verhältnis von maximalem zu minimalem Öffnungsverhältnis als Funktion des Granulatdurchmessers $\frac{g_{\max}}{g_{\min}} = 405 \cdot d_K^{-0,768}$ festgelegt ist, wobei d_K der maximale Teilchen $\varnothing$ in der Dimension m ist.

Erfindungsgemäß ist weiterhin, daß die drehbare Welle als Hohl-
35 welle ausgebildet ist und eine oder mehrere Düsen direkt an

der Unterkante der oberen Rührarme angebracht und durch eine Leitung mit der Hohlwelle verbunden sind. Dabei bilden sowohl die an der Welle angebrachten Leitbleche als auch die an den senkrechten Stäben befestigten Leitbleche
05 eine geschlossene Spirale.

Es ist weiterhin Bestandteil der Erfindung, daß der Abstand zwischen Unterkante der oberen Rührarme und Oberkante der unteren Rührarme größer als 15 Granulatdurchmesser ist.

Erfindungsgemäß funktioniert die Vorrichtung so, daß durch
10 die Anordnung der an der zentralen Welle angebrachten Rührarme sowie von Leitblechen auf die Feststoffteilchen in der Wirbelschicht solche Kräfte ausgeübt werden, daß sich eine Feststoffströmung ergibt, die einen Weg der Feststoffteilchen am Rande der Wirbelschicht nach unten, danach unmittelbar über
15 den Anströmboden in radialer Richtung direkt zum klassierenden Abzug hin und im Zentrum der Wirbelschicht wieder von unten nach oben bis zur Oberfläche der Schicht und dort wieder in radialer Richtung nach außen ergeben. Durch diesen kontinuierlichen Feststoffkreislauf und die Anordnung der Düsen in der
20 Mitte zwischen aufsteigender und abfallender Feststoffströmung wird der überraschende Effekt erzielt, daß bei hoher Ausnutzung des Trocknungspotentials des Gases trotzdem gewährleistet wird, daß nur trockene Teilchen in den klassierenden Abzug gelangen, da alle Feststoffteilchen, die aus dem Apparat austreten, erst
25 in radialer Richtung unmittelbar über dem Anströmboden von außen nach innen geführt und somit scharf nachgetrocknet werden. Dieser Effekt wird durch die Gestaltung des Anströmbodens mit sich nach innen vergrößerndem Öffnungsverhältnis noch wesentlich verbessert. Die Anordnung der Düsen in der Grenzzone
30 zwischen aufsteigenden und herabfallenden Feststoffteilchen hat eine optimale Verteilung der Flüssigkeit auf alle Feststoffteilchen, und zwar proportional zu ihrer Oberfläche zur Folge, wodurch Havariefälle infolge Verkleben der Schicht weitestgehend ausgeschlossen werden.
35 Durch die Anordnung von oberen und unteren Rührern sowie der Leitbleche kommt es weiterhin zu dem überraschenden Effekt, daß die Wirbelschicht unter Granulationsbedingungen auch in

der Nähe und sogar unterhalb des Wirbelpunktes stabil betrieben werden kann, was mit allen herkömmlichen Vorrichtungen nicht der Fall ist.

Dieser Effekt tritt auch bei beliebigen Schichthöhen der
05 Wirbelschicht auf.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen in der

10 Fig. 1 Prinzipschema der Vorrichtung

Fig. 2 Schnitt A-A der Fig. 1

Fig. 3 Schnitt B-B der Fig. 1.

Die Vorrichtung besteht aus einem zylindrischen Wirbelschicht-
apparat 1 mit einem Durchmesser von 600 mm, dessen Anströmboden
15 den 2 in der Mitte mit einem klassierenden Abzug 3 mit einem
Durchmesser von 100 mm versehen ist. Der klassierende Abzug 3
wird nach unten durch ein Feststoffabförderorgan 5 begrenzt,
wobei zwischen Feststoffabförderorgan 5 und oberem Ende des
klassierenden Abzuges 3 ein Gaszuführungsrohr 4 angeordnet ist.
20 Genau in der Apparateachse befindet sich eine drehbare Welle 6,
die unmittelbar über der Öffnung des klassierenden Abzuges 3
frei endet. An dieser Welle 6 sind unmittelbar über dem An-
strömboden 2 vier untere Rührarme 7 befestigt. In einem Ab-
stand von 600 mm sind vier obere Rührarme 8 um 45° gegen die
25 unteren Rührarme versetzt an der drehbaren Welle 6 befestigt.
Auf der Welle 6 selbst sind im Abstand von je 200 mm vom un-
teren bzw. oberen Rührarm 7, 8 je vier schräggestellte Bleche 9
im Winkel von 45° so angebracht, daß die jeweils untere Kante
des Bleches 9 in Drehrichtung der Welle 6 der oberen Kante
30 vorausseilt. Die unteren Rührarme 7 sind so ausgebildet, daß
auf der zentralen Welle 6 vier Befestigungsstäbe 10 in radialer
Richtung um je 90 Grad gegeneinander versetzt angebracht sind
und bis zum äußeren Rand des Apparates 1 reichen. An diesen
Befestigungsstäben 10 sind je 2 viertelkreisgekrümmt ausge-
35 bildete, vertikal angeordnete Bleche 11 der Höhe 80 mm ange-
bracht. Der Krümmungsradius dieser Bleche 11 beträgt 80 mm

(innen) und 150 mm (außen), und die Bleche 11 sind so angebracht, daß der Krümmungsmittelpunkt auf der Achse des Befestigungsstabes 10 liegt. Die Krümmung zeigt zur Apparateachse hin. Das eine Ende der vertikal angeordneten Bleche 11 ist direkt an dem Befestigungsstab 10 so befestigt, daß sein freies Ende dem befestigten Ende in Drehrichtung der Welle 6 nachläuft und daß am Ende des Befestigungsstabes 10 jeweils ein senkrechter Stab 12 angebracht ist, an dem maximal 45° schräggestellte Leitbleche 13 so befestigt sind, daß ihre obere Kante in Richtung der Winkelgeschwindigkeit der unteren Kante der Drehung der Welle 6 vorausseilt, während im Gegensatz die oberen Rührarme 8 so ausgebildet sind, daß sie im Schnitt B-B ein um 45° versetztes Spiegelbild der unteren Rührarme 7 ergeben, wobei an den Befestigungsstäben 14 viertelkreisgekrümmt ausgebildete, vertikal angeordnete Bleche 15 der Höhe H und nach unten vertikal angeordnete Stäbe 16 angebracht sind, die ein oder mehrere unter einem Winkel von maximal 45° schräggestellte Bleche 17 tragen. Unmittelbar unter den oberen Rührarmen 7 führt seitlich ein Flüssigkeitszuführungsrohr 19 in den Wirbelschichtapparat 1, das in einer nach unten gerichteten Düse 18 endet. Diese Düse 18 ist so angebracht, daß sich ihre Öffnung 150 mm von der zentralen Achse des Apparates befindet. Das Öffnungsverhältnis des Anströmbodens 2 ist in 2 Stufen unterteilt. Die äußere Kreisringfläche hat dabei einen Außendurchmesser von 600 und einen Innendurchmesser von 300 mm. Das Öffnungsverhältnis dieser Kreisringfläche beträgt bei einem Bohrungsdurchmesser von 2 mm $\varphi = 0,06$. Das Öffnungsverhältnis des inneren Kreisringes mit einem Außendurchmesser von 300 mm und einem Innendurchmesser von 100 mm beträgt bei einem Bohrungsdurchmesser von 1,5 mm $\varphi = 0,11$. Es sollen Feststoffgranulate aus einer Suspension mit einem Wassergehalt von 18 % und einem Zieldurchmesser von 5 mm erzeugt werden. Der Feststoff in der Suspension ist Eiweiß.

Erfindungsanspruch

1. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten mit klassierendem Abzug, bei der in einem zylindrischen oder leicht konischen Wirbelschichtapparat, dessen Anströmboden zentral einen klassierenden Abzug mit Gaszuführungsrohr und Feststoffabförderorgan besitzt, in der Apparateachse eine drehbare Welle angeordnet ist, die unmittelbar über der Öffnung des zentralen Abzugsrohres frei endet und mit Rührarmen ausgerüstet ist, gekennzeichnet dadurch, daß unmittelbar über dem Anströmboden (2) die Rührarme (7) und im Abstand (a) weitere Rührarme (8) an der Welle (6) angebracht und so ausgebildet sind, daß für jeden Rührarm (7) an der Welle (6) in radialer Richtung ein Befestigungsstab (10) angebracht ist, an dessen Ende ein oder mehrere, gekrümmt, einen Viertelkreis bildende Bleche (11) der Höhe (H) vertikal angeordnet sind, deren Krümmungsmittelpunkt auf den Befestigungsstäben (10) liegt, der Krümmungsradius kleiner als der halbe Apparatedurchmesser und die Krümmung zum Apparatmittelpunkt gerichtet ist und bei Drehung der Welle (6) das freie Ende dem befestigten Ende nachläuft sowie jeweils ein senkrechter Stab (12) angebracht ist, an dem ein oder mehrere unter einem Winkel von maximal 45° schräggestellte Leitbleche (13) so befestigt sind, daß ihre obere Kante in Richtung der Winkelgeschwindigkeit der unteren Kante bei Drehung der Welle (6) voraus-eilt, während im Gegensatz dazu die oberen Rührarme (8) um 45° versetzt, spiegelbildlich zu den unteren Rührarmen, angeordnet sind.
2. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Abstand zwischen der Unterkante des oberen Rührarmes (8) und der Oberkante des unteren Rührarmes (7) größer als $15 d_K$ ist.

3. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß auf der Welle (6) zwischen den Rührarmen (7) und (8) ein oder mehrere schräggestellte oder spiralförmig ausgebildete Bleche (9), deren untere Kante in Drehrichtung der Welle (6) der oberen Kante vorausseilt, angebracht sind.
- 05
4. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Anströmboden (2) in Abhängigkeit zwischen maximalem Öffnungsverhältnis direkt am zentralen Abzugsrohr (3) und minimalem Öffnungsverhältnis am Rande des Apparates (1) bei Einhaltung von $\frac{\varphi_{\max}}{\varphi_{\min}} = 405 \cdot d_K^{0,768}$, wobei d_K der maximale Teilchendurchmesser in der Dimension (m) ist, ausgebildet ist.
- 10
- 15
5. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die auf die Befestigungsstäbe (10) und (14) aufgesetzten senkrechten Stäbe (12) und (16) miteinander verbunden sind und daß die Leitbleche (13) und (17) aus einem oder mehreren spiralförmig an der Apparatewand unter einem Winkel von max. 45° entlanglaufenden Blechstreifen bestehen, deren Steigung in Drehrichtung abnimmt, angeordnet sind.
- 20



A-A

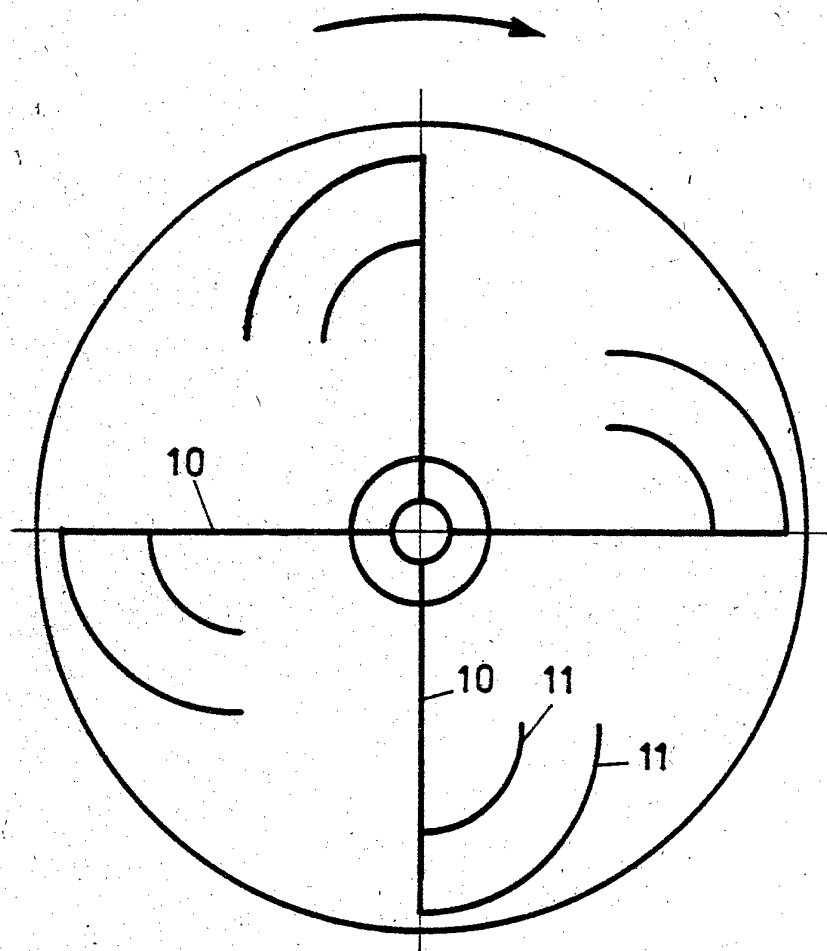


Fig. 2

B-B

um 45° versetzt

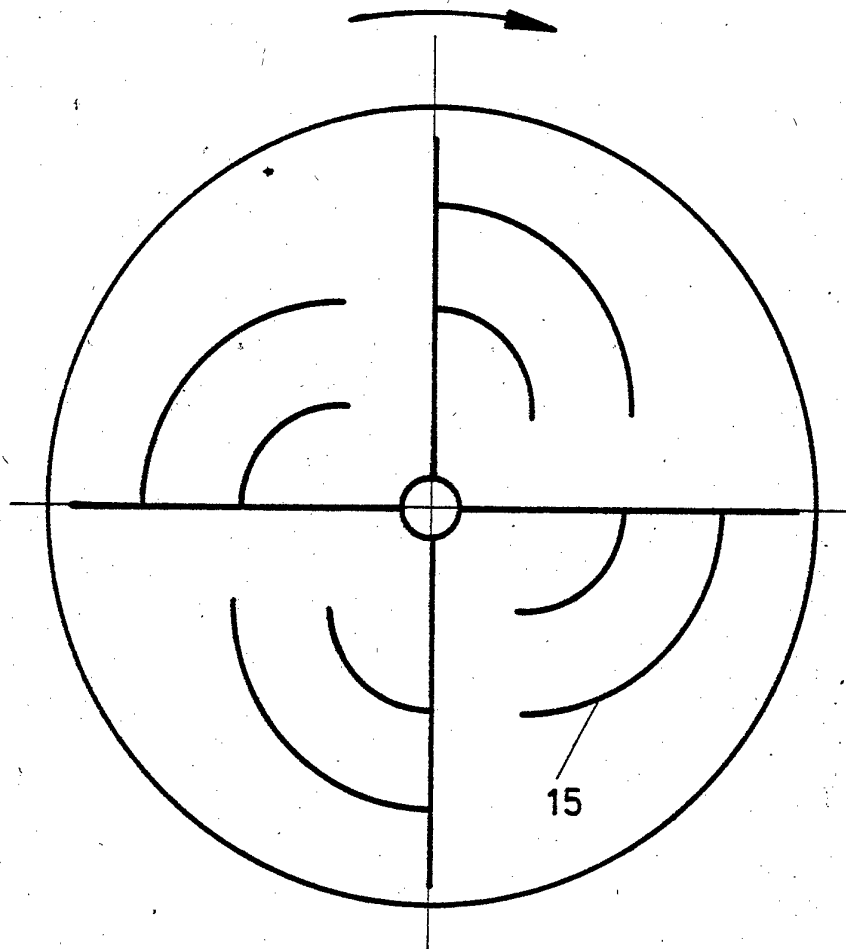


Fig. 3