



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 409 726 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 115/2001
(22) Anmeldetag: 24.01.2001
(42) Beginn der Patentdauer: 15.03.2002
(45) Ausgabetag: 25.10.2002

(51) Int. Cl.⁷: **B07B 7/08**

(56) Entgegenhaltungen:
SU 1452623A

(73) Patentinhaber:
PMT-JETMILL GMBH
A-8700 LEOBEN, STEIERMARK (AT).

(54) ZENTRIFUGALKRAFT-WINDSICHTER

AT 409 726 B

(57) Bei einem Zentrifugalkraft-Windsichter mit einem Rotor (1) und einer in Richtung der Rotorachse (2) angeschlossenen Austragsöffnung (7) für Feingut ist der Rotor (1) von einem zur Rotorachse (2) konzentrischen Schutzrohr (4) unter Ausbildung eines Ringspaltes (15) umgeben. Das Schutzrohr (4) weist über seine axiale Länge Öffnungen bzw. Durchbrechungen (5) auf.

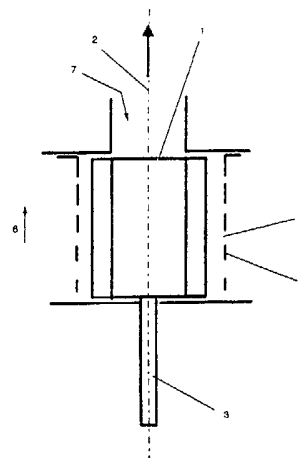


Fig. 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Zentrifugalkraft-Windsichter mit einem Rotor und einer in Richtung der Rotorachse angeschlossenen Austragsöffnung für Feingut.

Zentrifugalkraft-Windsichter sind beispielsweise der EP 717 665 B1 der WO 95/07149 oder der EP 552 837 A1 zu entnehmen. Windsichter dieser Bauart sind in der Regel in einem Gehäuse angeordnet, wobei Windsichter insbesondere auch als interne Sichter in Mühlen zum Einsatz gelangen, wobei aus einem Produkt mit einer breiteren Kornverteilung der grobe Teil vom feinen Teil abgetrennt werden soll. Eine wichtige Kennzahl der Leistungsfähigkeit derartiger Windsichter ist seine Trennschärfe, wobei eine häufig gebrauchte Definition für die Trennschärfe das "Feingutausbringen" ist, worunter man den Quotienten aus erhaltenem Feingutanteil zu im Aufgabegut enthaltenem Feingutanteil versteht. Vor allen Dingen bei der Auftrennung von feinsten Produkten mit Partikelgrößen von unter 10 µm treten bezüglich der Trennschärfe häufig Probleme auf, wobei, um derartige Feinheiten überhaupt erreichen zu können, mit immer höherer Umfangsgeschwindigkeit des Rotors gearbeitet wird. Eine derartige Erhöhung der erforderlichen Umfangsgeschwindigkeit des Rotors führt zu einem verstärkten Verschleiß der Sichterbauteile.

Betrachtet man die allgemeine Gesetzmäßigkeit, der Sichtprozesse mehr oder weniger gut folgen, so setzt sich diese aus dem Kräftegleichgewicht aus abweisender Zentrifugalkraft F_Z und schleppender Radialkraft F_T zusammen.

Die Zentrifugalkraft ergibt sich aus der Abweisewirkung des Rotors und hängt im wesentlichen von dessen Umfangsgeschwindigkeit bzw. dessen Drehzahl und dem Durchmesser, sowie von der Masse des Partikels und damit dem Partikeldurchmesser ab.

$$F_Z = m \cdot \frac{v_u^2}{r_{\text{Rotor}}} = \frac{d^3 \cdot \pi}{6} \cdot \rho \cdot \frac{v_u^2}{r_{\text{Rotor}}}$$

F_Z Zentrifugalkraft (N)
 m Masse des Teilchens (kg)
 d Durchmesser des Teilchens (m)
 r_{Rotor} Radius des Rotors (m)
 v_u Umfangsgeschwindigkeit (m/s)

Die Schleppkraft der Gasströmung auf die Partikel hängt, unter der Annahme, daß bei Partikelgrößen < 20 µm um das Partikel selbst laminare Strömungsbedingungen herrschen, im wesentlichen von der Strömungsgeschwindigkeit, insbesondere die Radialgeschwindigkeit durch die freien Rotorflächen v_r , von der dynamischen Zähigkeit des Mediums, sowie wiederum von der Partikelgröße ab. Man kann daher die Schleppkraft nach Stokes (laminare Umströmung) ansetzen.

$$F_{WI} = 3\pi \cdot \eta_{\text{dyn}} \cdot d \cdot v_r$$

F_{WI} Strömungswiderstand (N)
 η_{dyn} dyn. Viskosität (Pa · s)
 v_r Radialgeschwindigkeit (m/s)

Für das sogenannte Grenzkorn mit dem Durchmesser d_T (Grenzkorngröße) kann man nun davon ausgehen, daß die beiden Kräfte im Gleichgewicht stehen. Durch Gleichsetzen der Beziehungen errechnet sich nun d_T wie folgt:

$$d_T = \sqrt{\frac{18 \cdot \eta_{\text{dyn}} \cdot r \cdot v_r}{\rho \cdot v_u^2}}$$

Daraus ersieht man, daß für die max. erreichbaren Feinheiten neben dem geometrisch festgelegten Radius des Sichterrohres (r) und der daraus resultierenden max. Umfangsgeschwindigkeit (v_u) des Abweiserades, in Abhängigkeit von der zulässigen Drehzahl in Hinblick auf Konstruktion und Materialwahl, vor allem die max. Einzugsgeschwindigkeit der Gasmenge (Radialgeschwindigkeit)

keit v_r) entscheidend ist.

Tatsache ist, daß die erforderliche Gasmenge bzw. die Gaseigenschaften (Luft, Dampf, Industriegas, etc.) einen wesentlichen Einfluß auf den oben angeführten Punkt haben.

Erhöht man die Gasmenge, so führt dies einerseits zu einer besseren Dispergierung des Feststoffes und somit zu einer Verbesserung der Effizienz, d.h. einer Erhöhung des Ausbringens an Wertstoff.

Andererseits führt die Erhöhung der Gasmenge jedoch zu einer Erhöhung der Radialgeschwindigkeit durch den Sichterrotor und somit zu einer Erhöhung der Schleppkraft, die ein Teilchen dazu bringt, in den Feingutstrom zu gelangen. Dies führt zu einer Erhöhung der Trennkorngröße d_T und somit zu einer Verschlechterung der Trennschärfe, d.h. zu einer Erhöhung des Überkornanteils im Feingut.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, einen Zentrifugalkraft-Windsichter der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welchem trotz hoher Umfangsgeschwindigkeit der Verschleiß wesentlich verringert ist und dennoch eine hohe Trennschärfe erreicht wird. Zur Lösung dieser Aufgabe besteht die erfindungsgemäße Ausbildung im wesentlichen darin, daß der Rotor von einem zur Rotorachse konzentrischen Schutzrohr unter Ausbildung eines Ringspalttes umgeben ist und daß das Schutzrohr über seine axiale Länge Öffnungen bzw. Durchbrechungen aufweist. Dadurch, daß der Rotor von einem konzentrisch die Rotorachse umgebenden Schutzrohr unter Ausbildung eines Ringspalttes umgeben ist, erfolgt der Zustrom teils in radialer Richtung zunächst in den zwischen Rotor und Schutzrohr ausgebildeten Ringspalt, in welchem die Teilchen zunächst fliehkraftbedingt nahe dem Außenrand verbleiben und in Umfangsrichtung beschleunigt werden bevor sie auf den Rotor selbst auftreffen. Die Relativgeschwindigkeit zwischen den zu trennenden Teilchen und dem Rotor wird auf diese Weise auch bei hoher Rotorumdrehungsgeschwindigkeit wesentlich herabgesetzt, wodurch der Verschleiß wesentlich verringert wird.

Um nun bei einer derartigen Ausbildung die Trennschärfe weiter zu verbessern, ist es vorteilhaft eine hohe Konstanz der Radialgeschwindigkeit über die Länge des Rotors einzuhalten. Aufgrund des zunehmenden Strömungswiderstandes mit der Länge des Rotors nimmt das eintretende Gasvolumen vom offenen Rotorende, d.h. dem der Austragsöffnung benachbarten Ende zum gegenüberliegenden in der Regel geschlossenen Ende hin ständig ab, was zu einer deutlich höheren Radialgeschwindigkeit am offenen Rotorende führt. Dieser Umstand führt in jenem Bereich zum Durchtreten von Überkorn in das Feingut und damit zu einer Verschlechterung der Trennschärfe des Sichters. Um nun die Radialgeschwindigkeit über die Länge des Sichterrotors zu ver gleichmäßigen, um konstante Zustromverhältnisse zu erreichen, ist die erfindungsgemäße Ausbildung mit Vorteil so getroffen, daß die Summe der lichten Weiten der Durchbrechungen oder Öffnungen in jeweils einer Radialebene gemessen in axialer Richtung zur Austragsöffnung abnimmt.

Das erfindungsgemäße Schutzrohr kann nachträglich bei bestehenden Zentrifugalkraft-Windsichtern nachgerüstet werden und auf die speziellen Erfordernisse bei bestimmten Drehzahlen und bestimmten Druckverhältnissen bemessen werden. Ziel dieser zusätzlichen Einbauten ist es jedenfalls, einen kontrollierten äußeren Widerstand aufzubauen, der im wesentlichen den Verlauf des inneren Widerstandes des Rotors kompensiert und die Gasmengenverteilung über die Länge des Rotors ver gleichmäßigt. Die Anordnung und Form der Öffnungen ergibt sich dabei im wesentlichen aus dem Strömungswiderstand innerhalb des Rotors bzw. im Ringraum zwischen Rotor und dem Schutzrohr, wobei in jenem Teil, der der Austragsöffnung aus dem Rotor am nächsten ist, ein hoher zusätzlicher Zustromwiderstand aufgebaut wird und in jenem Teil der dem geschlossenen bzw. gegenüberliegenden Ende des Rotors am nächsten ist, ein relativ geringer zusätzlicher Widerstand aufgebaut wird. Prinzipiell können die Öffnungen beliebig geformt sein, wobei mit Vorteil die Ausbildung so getroffen ist, daß die Durchbrechungen im Schutzrohr von Bohrungen mit in axialer Richtung zur Austragsöffnung abnehmendem Durchmesser gebildet sind oder alternativ die Durchbrechungen im Schutzrohr von Dreiecken mit in axialer Richtung zur Austragsöffnung abnehmender Kantenlänge gebildet sind. Anstelle einer derartigen Mehrzahl von gesonderten Öffnungen, deren lichte Querschnitte in axialer Richtung zum offenen Ende des Rotors hin abnehmen, kann die Ausbildung aber auch so getroffen sein, daß die Durchbrechungen im Schutzrohr als spitzwinkelige Dreiecke mit einer sich in Achsrichtung erstreckenden Höhe ausgebildet sind, welche wesentlich größer als die Breite der Basiskanten ist.

Um nun den Verschleiß weiter zu verringern, ist es vorteilhaft, wenn Grobgut, welches ja nicht

in axialer Richtung des Rotors ausgetragen werden soll, bereits vor der Kollision mit dem Rotor wiederum ausgetragen werden kann und aus dem Ringraum zwischen Schutzrohr und Rotor wieder entfernt werden kann. Zu diesem Zweck ist mit Vorteil die Ausbildung so getroffen, daß das Schutzrohr axiale Schlitze aufweist, deren Kanten zur radialen Richtung geneigt und insbesondere tangential zum Hüllkreis des Rotors angeordnet sind.

Prinzipiell läßt sich das Schutzrohr außerhalb des Rotors sowohl in externen Sichern einsetzen als auch beispielsweise bei Mahlanlagen und insbesondere Strahlmühlen im Rahmen von integrierten Sichern. Dadurch, daß nun im Schutzrohr axiale Schlitze mit zum Hüllkreis des Rotors im wesentlichen tangentialer Orientierung angeschlossen sind, können Teilchen mit höherer Masse über diese Schlitze wiederum ausgetragen werden und gelangen daher nicht in Kollision mit dem Sichterrotor. Teilchen mit höherer Masse gelangen nur in verringertem Ausmaß direkt in eine Lage, in welcher sie an den Sichterrotor anprallen und werden vielmehr größtenteils außen durch die Öffnungen in den Luftstrom eingelenkt und fliehkraftbedingt innerhalb des Ringspaltes zwischen Schutzrohr und Rotor gehalten, worauf sie durch eine der folgenden Öffnungen in den äußeren Sichtraum wiederum ausgetragen werden, wobei die Orientierung der Kanten der Austragschlitze in Drehrichtung des Rotors das Austreten von abgewiesenen gröberen Teilchen aus dem inneren Sicherterraum zurück zum äußeren Sicherterraum und von dort zum Grobgutaustrag begünstigt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Prinzipskizzen des erfindungsgemäßen Zentrifugalkraft-Windsichters näher erläutert. In dieser zeigen Fig. 1 einen schematischen Axialschnitt durch den erfindungsgemäßen Zentrifugalkraft-Windsichter, Fig. 2 eine Außenansicht auf den Mantel des Schutzrohres des Zentrifugalkraft-Windsichters mit unterschiedlichen Ausbildungen der Durchbrechungen und Fig. 3 einen Radialschnitt, in welchem die Austragschlitze für die Rückführung von Grobgut näher ersichtlich sind.

In Fig. 1 ist ein Sichterrotor 1 dargestellt, dessen Rotationsachse mit 2 bezeichnet ist. Der Rotor ist in einem Gehäuse gelagert, wobei die angetriebene Welle 3 in einer entsprechenden Lagerung gehalten ist. Konzentrisch zur Achse 2 des Sichterrotors 1 ist ein Schutzrohr 4 angeordnet, welches Durchbrechungen 5 aufweist, deren lichter Querschnitt sich in Richtung des Pfeils 6 und damit in Richtung der Rotorachse 2 zum offenen Ende des Rotors entsprechend verjüngt, um gleichmäßige Zufließcharakteristik zu erlangen. Das offene Rotorende ist mit 7 bezeichnet, wobei an dieser Stelle die Austragsöffnung für Feingut in axialer Richtung angeschlossen ist.

In Fig. 2 ist der Mantel des Schutzrohres 4 in einer Abwicklung dargestellt. An diesem Mantel sind beispielhaft verschiedene Ausbildungen der Durchtrittsöffnungen 5 ersichtlich, wobei neben kreisrunden Durchbrechungen 8 der Durchmesser in Richtung des Pfeiles 6 entsprechend abnimmt, dreieckige Durchbrechungen 9 ersichtlich sind, deren Kantenlänge in Richtung des Pfeiles 6 jeweils geringer gewählt ist, um die entsprechenden Strömungsverhältnisse einzustellen. Alternativ zu diesen diskreten Durchbrechungen 8 bzw. 9 kann aber auch über den Großteil der axialen Länge des Schutzrohres 4 eine Ausbildung der Durchbrechungen in Form eines spitzwinkigen Dreiecks 10 vorgesehen sein, wobei durch die entsprechend spitzwinkige Ausbildung gleichfalls die Strömungsverhältnisse über die axiale Länge des Rotors vergleichmäßig werden.

In der Darstellung nach Fig. 3 ist die Achse des Sichterrotors wiederum mit 2 dargestellt, wobei die Hüllkurve des Rotors mit 11 bezeichnet ist. Das Schutzrohr 4 weist hier Austragschlitze 12 für die Rückführung von Grobgut auf, deren Kanten 13 zur radialen Richtung geneigt im wesentlichen parallel zu den Tangenten an die Hüllkurve 11 des Sichterrotors verlaufen. Über derartige im wesentlichen tangential orientierte Austragschlitze kann bei Wahl der Drehrichtung des Rotors im Sinne des Pfeiles 14 ein rascher Austrag von Überkorngröße aus dem mit 15 angedeuteten Ringraum zwischen der Hüllkurve des Rotors und der Innenwand des Schutzrohres erfolgen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Zentrifugalkraft-Windsichter mit einem Rotor und einer in Richtung der Rotorachse angeschlossenen Austragsöffnung für Feingut, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (1) von einem zur Rotorachse (2) konzentrischen Schutzrohr (4) unter Ausbildung eines Ringspaltes (15) umgeben ist und daß das Schutzrohr (4) über seine axiale Länge Öffnungen bzw. Durchbrechungen (5) aufweist.

2. Zentrifugalkraft-Windsichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der lichten Weiten der Durchbrechungen (5) oder Öffnungen in jeweils einer Radialebene gemessen in axialer Richtung (6) zur Austragsöffnung (7) abnimmt.
- 5 3. Zentrifugalkraft-Windsichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzrohr (4) axiale Schlitze (12) aufweist, deren Kanten (13) zur radialen Richtung geneigt und insbesondere tangential zum Hüllkreis (11) des Rotors (1) angeordnet sind.
4. Zentrifugalkraft-Windsichter nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrechungen (5) im Schutzrohr (4) von Bohrungen (8) mit in axialer Richtung (6) zur Austragsöffnung (7) abnehmendem Durchmesser gebildet sind.
- 10 5. Zentrifugalkraft-Windsichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrechungen (5) im Schutzrohr (4) von Dreiecken (9) mit in axialer Richtung (6) zur Austragsöffnung (7) abnehmender Kantenlänge gebildet sind.
- 15 6. Zentrifugalkraft-Windsichter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrechungen (5) im Schutzrohr (4) als spitzwinkelige Dreiecke (10) mit einer sich in Achsrichtung (6) erstreckenden Höhe ausgebildet sind, welche wesentlich größer als die Breite der Basiskanten ist.

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

20

25

30

35

40

45

50

55

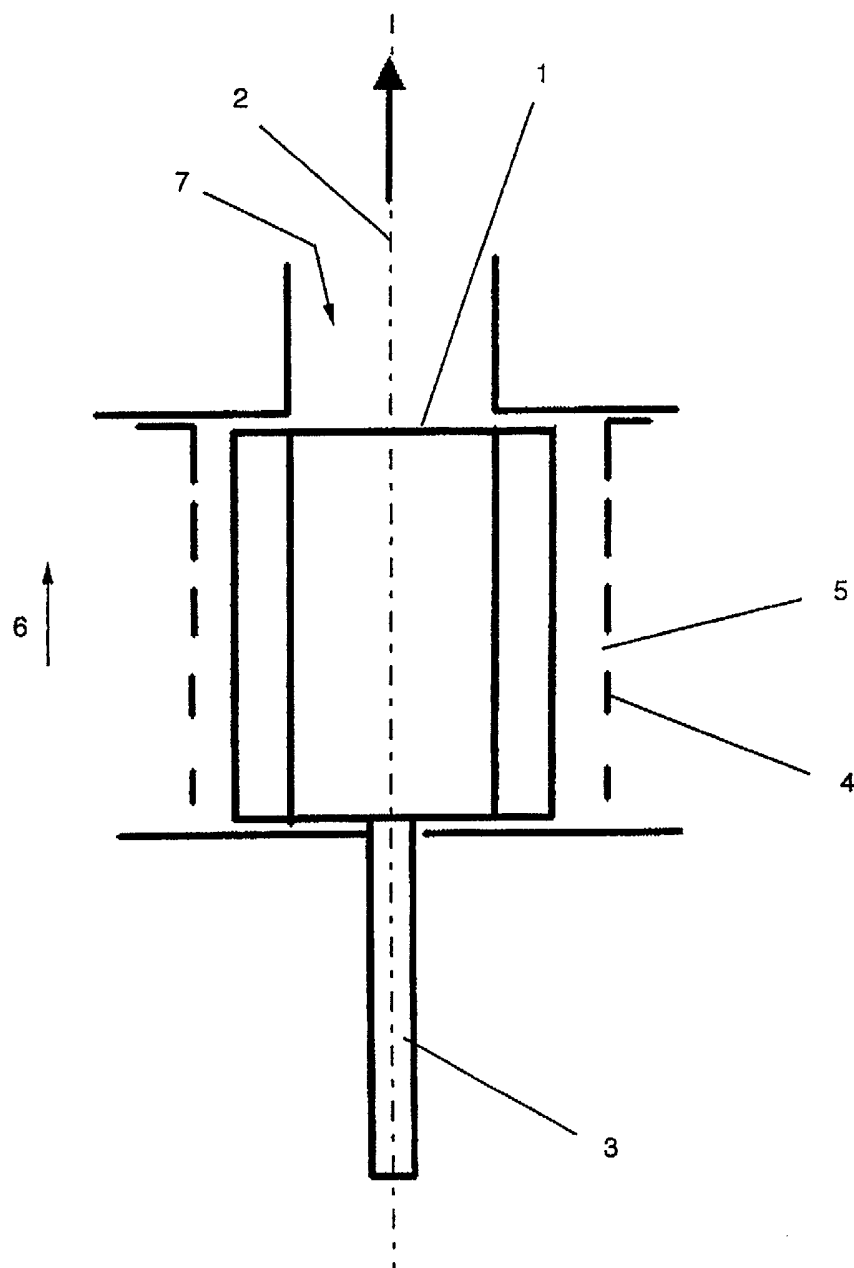


Fig. 1

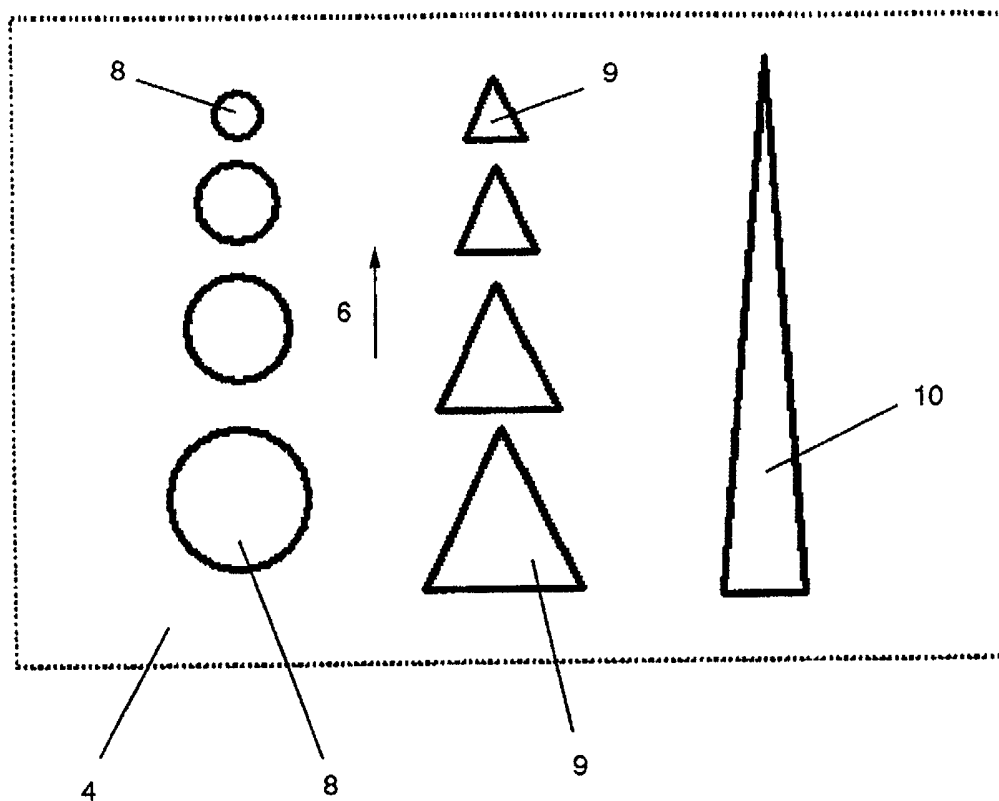


Fig. 2

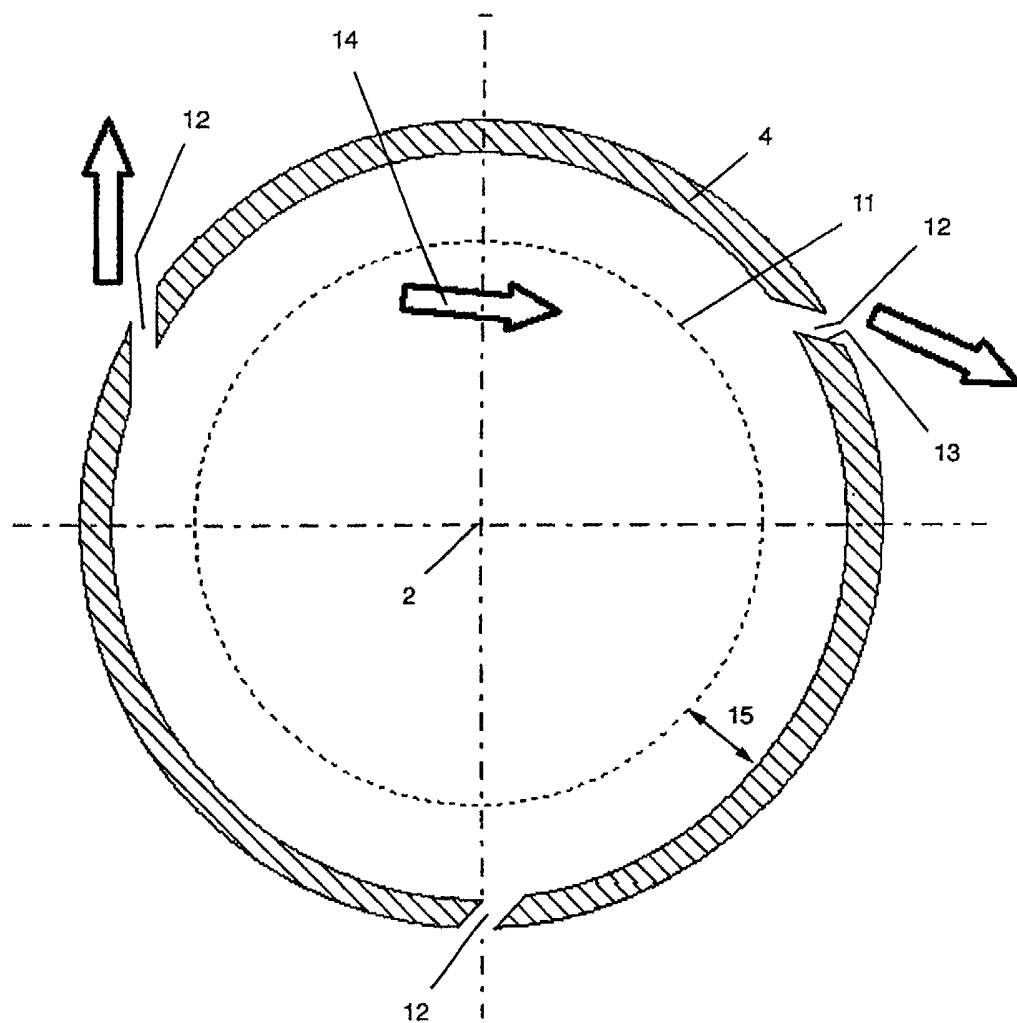


Fig. 3