



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 529 568 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.05.2005 Patentblatt 2005/19

(51) Int Cl.7: **B04C 5/103**, B04C 9/00

(21) Anmeldenummer: **04026293.3**

(22) Anmeldetag: **05.11.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK YU

(72) Erfinder:
• **Galk, Joachim Dr.**
52538 Gangelt (DE)
• **Giersemehl, Marc**
47798 Krefeld (DE)

(30) Priorität: **05.11.2003 DE 10352525**

(74) Vertreter: **Fuchs Mehler Weiss & Fritzsche**
Patentanwälte
Söhnleinstrasse 8
65201 Wiesbaden (DE)

(71) Anmelder: **Neuman & Esser GmbH Mahl- und
Sichtsysteme**
52531 Übach-Palenberg (DE)

(54) **Zyklonsichter**

(57) Es wird ein Zyklonsichter (1) mit einem ein Sichterrad aufnehmenden zylindrischen Gehäuseteil (20) beschrieben, das ein Tangentialeinlaufgehäuse (3) und einen Feinstaubauslass (8) aufweist. Ferner weist der Zyklonsichter (1) einen sich nach unten anschließenden Abscheidebereich (7) auf, der einen sich an den

zylindrischen Gehäuseteil (20) nach unten anschließenden konischen Gehäuseteil (21) mit Produktauslass (25) und Sekundärlufteinlass (24) umfasst. Um die Klassierung zu verbessern ist vorgesehen, dass der Strömungsquerschnitt in Strömungsrichtung des Produktes vor dem Abscheidebereich (7) an mindestens einer Stelle (9) eingeschnürt ist.

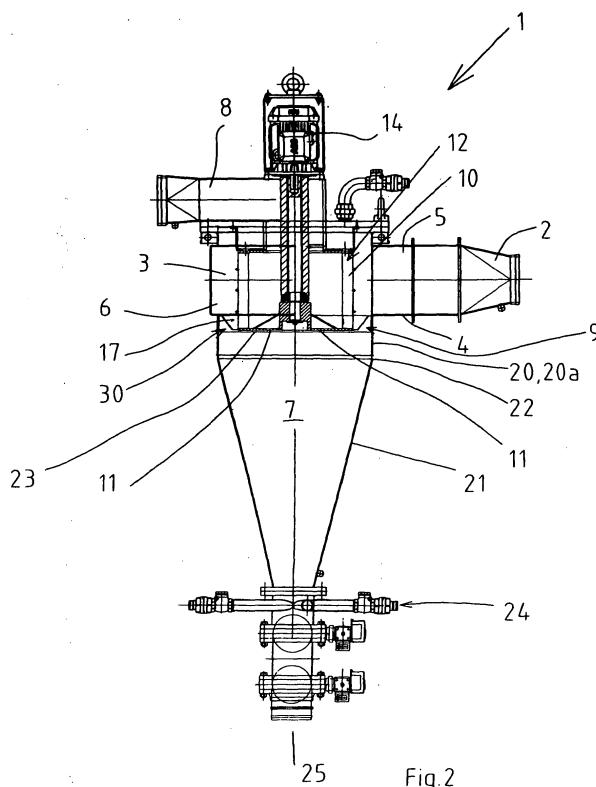


Fig. 2

EP 1 529 568 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Zyklonsichter mit einem ein Sicherterrad aufnehmenden zylindrischen Gehäuseteil, das ein Tangentialeinlaufgehäuse und einen Feinstaubauslass aufweist, und mit einem sich nach unten anschließenden Abscheidebereich, der einen sich an den zylindrischen Gehäuseteil nach unten anschließenden konischen Gehäuseteil mit Produktauslass und Sekundärlufteinlass umfasst.

[0002] Derartige Zyklonsichter werden beispielsweise in "Cyclone Classifier for Inline- and Offline-Classification" von J. Galk, W. Peukert, in "powder, handling & processing", Volume 8, Number 1, Januar/März 1996 und in "Fine Grinding System with Impact Classifier Mill and Cyclone Classifier" von Marc Giersemehl und Günter Plihal, in "powder, handling & processing", Volume 11, Number 3, Juli/September 1999, Seite 269-274 beschrieben.

[0003] Innerhalb des Zyklonsichters unterscheidet man im wesentlichen den Klassierbereich, wo das Sicherterrad angeordnet ist, und den Abscheidebereich, der den Raum unterhalb des Sicherterrades bezeichnet und im allgemeinen den vom konischen Gehäuseteil umschlossenen Innenraum umfasst. Der Übergang vom Klassier- zum Abscheidebereich hängt von der Bauweise des Zyklonsichters ab.

[0004] Zyklonsichter werden i. d. R. an Zerkleinerungsmaschinen angeschlossen, deren Mahlgut durch den Tangentialeinlauf in das Zyklonsichtergehäuse eingeleitet wird. Mit solchen Zyklonsichtern kann eine Klassierung von Pulvern mit Korngrößen im Bereich von einigen Millimetern bis einige μm durchgeführt werden. Hierbei werden die Partikel aus dem Mahlgut abgetrennt, die entweder zu groß oder zu klein sind. Insbesondere bei Beschichtungspulvern ist es wünschenswert, Kornfraktionen unter 10 μm abzutrennen, weil andernfalls die Fließfähigkeit des Pulvers und damit die Verarbeitung beeinträchtigt wird. Die Abtrennung des sogenannten Feinstaubes darf allerdings nicht zu Lasten der Ausbeute der übrigen Kornfraktionen gehen.

[0005] In der Figur 1 ist die kumulative Verteilung $Q_3(x)$ in Abhängigkeit der Korngröße x aufgetragen, wobei $Q_3(x) = (\text{Masse der Teilchen} \leq \text{Partikelgröße } x) / (\text{Gesamtmasse aller Partikel})$ bezeichnet (siehe "Fine Grinding System with Impact Classifier Mill and Cyclone Classifier" von Giersemehl und Plihal).

[0006] Die Kurve A beschreibt die kumulative Verteilung des Mahlgutes, das dem Zyklonsichter zugeführt wird. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um Beschichtungspulver für die Automobilindustrie, was im Zusammenhang mit den Beispielen noch ausführlich erläutert wird.

[0007] Die Kurve B beschreibt die kumulative Verteilung, die mit herkömmlichen Zyklonsichtern erzielt wird. Es ist deutlich zu sehen, dass zwar die gewünschte Reduktion des Feinstaubanteils erreicht wird, dass aber die Ausbeute oberhalb von 10 μm ebenfalls verringert wird.

[0008] Die Idealkurve C ist mit herkömmlichen Zyklonsichtern auch nicht annäherungsweise zu erreichen, obwohl vielfach Versuche unternommen wurden, die Klassierung zu verbessern.

[0009] So ist beispielsweise aus der DE 196 08 142 A1 ein Zyklonsichter bekannt, der zur Verbesserung der Klassierung im Abscheidebereich im konischen, sich nach unten verjüngenden Gehäuseabschnitt einen sich axial erstreckenden Einbau aufweist. Dieser aus mehreren Abschnitten aufgebaute Einbau trennt die zyklontypischen, im peripheren Bereich abwärts gerichteten und im zentralen Bereich aufwärts gerichteten Trägergas-/Partikelströme voneinander. Im Inneren des Einbaus sind weitere Einbaukörper angeordnet, um eine nach oben gerichtete Düsen- bzw. Saugwirkung zu erzielen.

[0010] Eine Weiterentwicklung eines Zyklonsichters ist in der DE 100 30 705 A1 zu finden, der ebenfalls im Abscheidebereich einen Einbau aufweist, der sich vom oberen zylindrischen Gehäuseabschnitt in den darunter befindlichen konischen Gehäuseabschnitt erstreckt und der sich selbst konisch nach unten verjüngt. Unterhalb dieses ersten Einbaus befindet sich ein zweiter Einbau, der mit Abstand unterhalb der unteren Öffnung des ersten Einbaus angeordnet ist und die Form eines sich nach unten erweiternden Kegelmantels hat. Der zweite Einbau bildet mit dem Außengehäuse einen definierten Spalt, wo eine weitere Sichtung der abwärts gerichteten Trägergas-/Partikelströme stattfinden soll.

[0011] Aus der EP 0 468 426 B1 ist ein Zyklonsichter bekannt mit einem oberhalb des Sicherterrades angeordneten Einlasskanal für das Luft-Feststoffgemisch. Durch ein konisches Einbauteil wird der Raum zwischen Sicherterrad und Gehäusewand unterteilt. Im Übergangsbereich vom zylindrischen und konischen Gehäuseteil im Bereich des Sekundärlufteinlasses ist ein weiteres konisches Einbauteil eingebaut.

[0012] Aus der JP 11028424 A ist ein Zyklonsichter bekannt, der unterhalb des Sicherterrades innerhalb des Abscheidebereichs im konischen Gehäuseteil ein kegelförmiges Einbauteil aufweist.

[0013] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Zyklonsichter bereitzustellen, mit dem die Klassierung verbessert und ein gewünschter Feinstaubanteil abgetrennt werden kann, ohne dass dies zu Lasten der Ausbeute der übrigen Kornfraktionen geht.

[0014] Diese Aufgabe wird mit einem Zyklonsichter gelöst, bei dem der Strömungsquerschnitt in Strömungsrichtung des Produktes vor dem Abscheidebereich an mindestens einer Stelle eingeschnürt ist.

[0015] Das dem Zyklonsichter zugeführte Mahlgut unterliegt der Zentrifugalkraft einerseits und der Schleppkraft andererseits, wobei für kleine Partikel die Schleppkraft größer ist als die Zentrifugalkraft. Dies hat zur Folge, dass sich

das Produkt, d. h. der grobkörnige Anteil an der Innenseite des zylindrischen Gehäuseteils sammelt und von dort nach unten in den Abscheidebereich rutscht. Dieses grobkörnige Gut enthält allerdings immer noch einen Rest an Feinstaubanteil, der durch die von unten dem konischen Gehäuseteil zugeführte Sekundärluft entfernt werden soll, indem der Restfeinstaubanteil nach oben in den Bereich des Sichterrades mitgerissen werden soll.

[0016] Es hat sich gezeigt, dass dieser Effekt deutlich gesteigert werden kann, wenn das grobkörnige Gut vor dem Eintritt in den Abscheidebereich zuvor eine Engstelle passieren muss. Die Verringerung des Strömungsquerschnittes vor dem Abscheidebereich hat zur Folge, dass dort eine weitaus bessere Verwirbelung des grobkörnigen Gutes und des Restfeinstaubanteils mit der aufsteigenden Sekundärluft erzielt wird, so dass bereits in diesem Bereich eine weit- aus wirkungsvollere Abtrennung des Restfeinstaubanteils stattfindet, als dies im Abscheidebereich überhaupt möglich ist. Der Vorteil besteht darin, dass der unerwünschte Restfeinstaubanteil effizienter durch diese zusätzliche Sichtung entfernt werden kann, ohne dass die Ausbeute der übrigen und damit gewünschten Kornfraktionen nennenswert be- einträchtigt wird. Gegenüber herkömmlichen Zyklonsichtern konnte die Ausbeute um bis zu 50 % gesteigert werden.

[0017] Die in Figur 1 gezeigte Idealkurve C kann in sehr guter Näherung (Kurve D) erreicht werden, was im Zusam- menhang mit den Beispielen erläutert wird.

[0018] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Sekundärluftmenge deutlich reduziert werden kann. Dies hängt offensichtlich damit zusammen, dass sich im Bereich der Verringerung des Strömungsquerschnittes für die Sekundär- luft ein Düseneffekt einstellt. Der Wirkungsgrad hinsichtlich der Aufwirbelung des Produktes wird deutlich angehoben. Der Sekundärluftanteil konnte daher um 30 bis 50 % reduziert werden.

[0019] Durch die Verringerung der Sekundärluftmenge, die mit einer geringeren Strömungsgeschwindigkeit im ko- nischen Gehäuseteil einhergeht, wird die Trenngrenze nicht zu größeren Kornfraktionen verschoben, was sich eben- falls bei der Ausbeute positiv bemerkbar macht.

[0020] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass auf aufwändige Einbauten im Abscheidebereich, insbesondere im unteren Bereich des Abscheideraumes, verzichtet werden kann. Auch Einbauten, die als Strömungsteiler wirken, sind entbehrlich.

[0021] Vorzugsweise ist der Strömungsquerschnitt zwischen Sichterrad und der Wand des zylindrischen Gehäuse- teils eingeschnürt. Bei dieser Ausführungsform befindet sich die Einschnürung im Klassierbereich, wobei der untere Abschnitt des Klassierbereichs bevorzugt ist.

[0022] Insbesondere ist es von Vorteil, wenn der Strömungsquerschnitt auf der Höhe der Unterkante oder im Bereich oberhalb der Unterkante des Sichterrades eingeschnürt ist.

[0023] Im Rahmen dieser und der nachfolgenden Ausführungsformen hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Unterkante des Tangentialeinlaufgehäuses oberhalb der Unterkante der Sichterradblätter angeordnet ist.

[0024] Die Absenkung der Einbaulage des Sichterrades gegenüber dem Tangentialeinlaufgehäuse hat den Vorteil, dass das durch die Sekundärluft aufgewirbelte Material unmittelbar zum Sichterrad gelangt und dieser Strömungsweg nicht durch die Zuführung von neuem Mahlgut durch den Tangentialeinlauf gestört wird.

[0025] Es hat sich gezeigt, dass es von Vorteil ist, wenn sich 20 % bis 30 %, insbesondere 25 bis 30 %, der Höhe H der Sichterradblätter unterhalb der Unterkante des Tangentialeinlaufgehäuses befinden.

[0026] Vorzugsweise ist der Ringquerschnitt mit der Fläche F und mit der radialen Breite B des zwischen Sichterrad und Wand des zylindrischen Gehäuseteils befindlichen Ringraumes zwischen der Unterkante des Tangentialeinlauf- gehäuses und der Unterkante der Sichterradblätter an mindestens einer Stelle verringert.

[0027] Wie stark der Querschnitt des Ringraums zu verringern ist, hängt im Wesentlichen von der Partikelgröße des Mahlgutes ab. Je größer die Sinkgeschwindigkeit des Produktes ist, desto größer sollte auch die Einschnürung des Strömungsquerschnitts gewählt werden. Die Einschnürung sollte so groß sein, dass die Aufstiegeschwindigkeit der Sekundärluft im Bereich der Einschnürung signifikant größer ist als die Einstömgeschwindigkeit am Sekundärluftein- gang.

[0028] Vorzugsweise beträgt die Verringerung des Strömungsquerschnitts, insbesondere des Ringquerschnitts, 50 % bis 80 %, insbesondere 60 % bis 70 %, der Fläche des Strömungsquerschnitts, insbesondere der Fläche F des Querschnitts des Ringraumes, d. h. die für den Produktstrom zur Verfügung stehende Fläche beträgt 20 % bis 50 % bzw. 30 % bis 40 % der ursprünglichen Fläche des Strömungsquerschnitts. Hierbei liegt die Fläche des Strömungs- querschnitts senkrecht zur Längsachse des Zyklonsichters.

[0029] Es hat sich gezeigt, dass die Klassierung und Abtrennung des Restfeinstaubanteils zusätzlich verbessert werden kann, wenn für die radiale Breite $B = 1/2 \times D_S \times (V-1)$ des Ringraumes bestimmte Grenzwerte eingehalten werden, die durch das Verhältnis $V = D_G/D_S$ definiert werden, wobei D_S den Außendurchmesser des Sichterrades und D_G den Innendurchmesser der Wand des zylindrischen Gehäuseteils bezeichnen und wobei $1,2 \leq V \leq 1,6$ gilt.

[0030] Vorzugsweise beträgt das Verhältnis der Durchmesser D_G zu D_S $1,3 \leq V \leq 1,5$ und besonders bevorzugt $1,3 \leq V \leq 1,4$.

[0031] Die Verringerung oder Einschnürung des Strömungsquerschnittes kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, wobei es lediglich darauf ankommt, dass vor dem Abscheidebereich, insbesondere beim Übergang von Klassier- und Abscheidebereich eine Querschnittsverringering geschaffen wird. Die Querschnittsverringering kann sich beispiels-

weise radial von außen nach innen oder radial von innen nach außen erstrecken.

[0032] Vorzugsweise kann die Wand des Gehäuses an der Stelle, wo die Einschnürung vorliegen soll, eine radiale Einschnürung aufweisen.

[0033] Diese radiale Einschnürung kann im zylindrischen Gehäuseteil und/oder im konischen Gehäuseteil angebracht sein.

[0034] Bevorzugt wird jedoch mindestens eine Blende an der Stelle der Einschnürung eingesetzt, die vorzugsweise lösbar ist, damit entsprechend der Produkt- und Klassieranforderungen ein leichter Austausch der Blende möglich ist. Es ist auch vorgesehen, mittels Blenden eine Nachrüstung bestehender Zyklonsichter vorzunehmen.

[0035] Die Blende kann an der Gehäusewand und/oder am Sichterrad und/oder unter dem Sichterrad mittig angeordnet sein.

[0036] In der einfachsten Ausführung kann die Blende eine Ringscheibe oder eine Scheibe sein. Es ist auch möglich, Lochplatten oder Lochringe zu verwenden, die den Strömungsquerschnitt vollständig oder teilweise abdecken, wobei der für das Produkt zur Verfügung stehende Strömungsquerschnitt durch Größe und Anzahl der Löcher oder Öffnungen und die Abmessung der Platte oder des Ringes definiert wird.

[0037] Um bei einem Produktwechsel keine zeitraubenden Aus- und Einbauten vornehmen zu müssen, kann die Blende auch eine Irisblende sein, die stufenlos verstellbar ist.

[0038] Besonders bevorzugt ist eine Blende, die einen dreieckförmigen Querschnitt aufweist. Diese Ausführung hat den Vorteil, dass durch mindestens eine geneigte Fläche das Produkt leicht nach unten rutschen kann und sich nicht an der Blende ablagern kann. Produktverluste werden dadurch vermieden und eine Reinigung im Bereich der Blende kann bei einem Produktwechsel vermieden werden.

[0039] Vorzugsweise liegt der dem Tangentialeinlaufgehäuse zugewandte Winkel α der dreieckförmigen Blende zwischen 10° und 20° . Vorteilhafterweise liegt der dem Tangentialeinlaufgehäuse abgewandte Winkel β der Blende zwischen 40° und 90° .

[0040] Um eine verbesserte Anpassung an die Produkthanforderung vornehmen zu können, ist die Blende vorzugsweise in axialer Richtung des Zyklonsichters verschiebbar angeordnet.

[0041] Eine bevorzugte Ausführungsform der Blende weist ein an der Innenfläche der Wand des zylindrischen Gehäuseteils anliegenden zylindrischen Ring und einen konischen Ring auf. An der Fläche des konischen Rings rutscht das sich an der zylindrischen Gehäusewand ablagernde Produkt nach unten in den Bereich des verengten Strömungsquerschnitts und wird dort von der aufsteigenden Sekundärluft aufgewirbelt.

[0042] Um die Verschiebbarkeit zu gewährleisten, kann der zylindrische Ring sich in axiale Richtung erstreckende Langlöcher aufweisen, wobei die Langlöcher vorzugsweise unten offen und unterschiedlich lang sind.

[0043] Die Blende ist vorzugsweise im Bereich der Wand des zylindrischen Gehäuseteils und dort oberhalb der Unterkante des Sichterrades angeordnet. Die Blende kann sich aber auch bis in den Raum unterhalb der Unterkante des Sichterrades erstrecken oder im konischen Gehäuseteil angeordnet sein, wenn damit eine Querschnittsverengung zwischen Blende und Sichterrad gewährleistet ist.

[0044] Die Einschnürung des Strömungsquerschnitts kann auch durch ein Bauteil des Sichterrades gebildet werden. Bei dieser Ausführungsform ist der Durchmesser D_B der Bodenplatte des Sichterrades größer als der Durchmesser D_E der Einhüllenden der Sichterradblätter. Dies bedeutet, dass die Bodenplatte des Sichterrades gegenüber dem Außenumfang des Sichterrades deutlich vorsteht und zusammen mit der gegenüberliegenden Gehäusewand eine Querschnittsverengung bewirkt. Vorzugsweise gilt für das Verhältnis D_B/D_E : $1,15 \leq D_B/D_E \leq 1,3$.

[0045] Das Sichterrad kann gemäß einer weiteren Ausführungsform auch teilweise in den konischen Gehäuseteil eintauchen. In diesem Fall bildet der Rand der Sichterradbodenplatte mit der Wand der konischen Gehäuseteils eine Einschnürung des Querschnitts.

[0046] Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0047] Es zeigen:

Figur 1 ein Diagramm, in dem die Verteilungssumme $Q_3(x)$ in Abhängigkeit vom Partikeldurchmesser x aufgetragen ist;

Figur 2 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter;

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung des Klassierbereiches des in Figur 1 gezeigten Zyklonsichters;

Figur 4a eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit X aus Figur 3;

Figur 4b eine perspektivische Ansicht des in Figur 4a gezeigten Blendenrings;

- Figur 5 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform mit Ringscheiben;
- Figur 6a einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform mit im Querschnitt dreieckförmigen Blenden;
- Figur 6b einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 6c einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 7 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einer verbreiterten Sichterradbodenplatte;
- Figur 8 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einem Lochring;
- Figur 9 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einer Blenden-scheibe;
- Figur 10 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einer Lochplat-te;
- Figur 11 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter mit einem in den konischen Gehäuseteil eintauchenden Sichterrad;
- Figur 12 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 13 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 14 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 15 einen Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter mit einer Gehäuseeinschnürung.

[0048] In der Figur 2 ist ein Vertikalschnitt durch einen Zyklonsichter 1 dargestellt, der im Wesentlichen einen zylindrischen Gehäuseteil 20 und einen konischen Gehäuseteil 21 aufweist. Der konische Gehäuseteil 20 besitzt eine Wand 20a, die im Wesentlichen den Klassierbereich 6 umschließt, in dem ein Sichterrad 10 mit Sichterradblättern 12 angeordnet ist.

[0049] Der zylindrische Gehäuseteil 20 weist einen Produkt-/Trärgaseinlass 2 auf, der als sogenannter Tangentialeinlauf ausgebildet ist. Das Tangentialeinlaufgehäuse 3 besitzt in Umfangsrichtung gesehen einen kontinuierlich sich verringernden Krümmungsradius, so dass das aufgegebenen Mahlgut tangential in den Klassierbereich eingeleitet werden kann.

[0050] Oberhalb des zylindrischen Gehäuseteils 20 ist das Antriebsaggregat 14 des Sichterrades 10 angeordnet. Außerdem befindet sich oberhalb des zylindrischen Gehäuseteils 20 der Feinstaubauslass 8.

[0051] Am unteren Rand 22 des zylindrischen Gehäuseteils 20 schließt sich nach unten der konische Gehäuseteil 21 an, der im Wesentlichen den Abscheidebereich 7 aufnimmt. Am unteren Ende des konischen Gehäuseteils 21 ist der Produktauslass 25 sowie der Sekundärlufteinlass 24 angeordnet.

[0052] Das Sichterrad 10 befindet sich mit seiner Sichterradbodenplatte 11 oberhalb des unteren Randes 22 und somit vollständig im zylindrischen Gehäuseteil 20.

[0053] Zwischen dem Klassierbereich 6 und dem Abscheidebereich 7 ist im Bereich der Unterkante 16 des Sichterrades 10 in dem Ringraum 17 zwischen Sichterrad 10 und Wand 20a des zylindrischen Gehäuseteils 20 an der Stelle 9 eine Blende 30 angeordnet, die den Strömungsquerschnitt für das sich nach unten zum Produktauslass 25 bewege-nde Produkt einschnürt. Die Blende 30 wird im Zusammenhang mit den nachfolgenden Figuren im Detail erläutert.

[0054] In der Figur 3 ist der Klassierbereich 6 mit dem Sichterrad 10 vergrößert dargestellt. Das Sichterrad 10 ist gegenüber dem Tangentialeinlaufgehäuse 3 abgesenkt angeordnet, was bedeutet, dass die Unterkante 16 des Sichterrades 10 unterhalb der Unterkante 4 des Tangentialeinlaufgehäuses 3 angeordnet ist. In der hier gezeigten Darstellung ist auch die Oberkante des Sichterrades 10 unterhalb der Oberkante 5 des Tangentialeinlaufgehäuses 3 angeordnet. 20 % der Höhe H der Sichterradblätter 12 befinden sich unterhalb der Unterkante 4 des Tangentialeinlaufgehäuses 3.

[0055] Das Verhältnis $V = D_G/D_S$ der Durchmesser von Wand 20a und Sichterrad 10 beträgt 1,32.

[0056] Zwischen dem Sichterrad 10 und der Wand 20a des zylindrischen Gehäuseteils 20 befindet sich der Ringraum 17 der Breite B, dessen Strömungsquerschnitt an der Einschnürungsstelle 9 mittels der Blende 30 verringert ist.

[0057] Diese Blende 30 ist in der Figur 4a vergrößert dargestellt. Die Blende 30 besitzt einen zylindrischen Ring 31, der an der Innenseite der Wand 20a anliegt und dort mittels Schrauben 39 lösbar befestigt werden kann. Am oberen Rand des zylindrischen Rings 31 schließt sich radial nach innen ein horizontal angeordneter Verbindungsring 33 an, der in einen konischen Ring 32 übergeht, der im Bereich der Linie 23 endet und dort zusammen mit der Sichterradbodenplatte 11 die Einschnürstelle 9 bildet. Die Trennlinie 23 markiert den Übergang zwischen Klassier- und Abscheidebereich. Die Strömungsrichtung des Produktes ist durch den Fall 50 gekennzeichnet.

[0058] Aufgrund der Neigung des konischen Ringes 31 rutscht das Produkt an der Oberfläche problemlos nach unten und tritt durch die Einschnürstelle 9 in den Abscheidebereich 7 ein. Im Bereich der Einschnürstelle 9 steigt die Sekundärluft von unten nach oben auf und verwirbelt in diesem Bereich das Produkt, so dass der Restfeinstaubanteil nach oben getragen wird bevor er in den Abscheidebereich 7 eintritt.

[0059] Durch die Blende 30 wird der Stömungsquerschnitt für das Produkt in dem hier gezeigten Beispiel um ca. 70 % verringert. Dies bedeutet, dass von der ursprünglichen Strömungsquerschnittsfläche lediglich 30 % verbleiben. Die ursprüngliche Breite B des Ringquerschnittes wird durch den Einbau der Blende 30 im Bereich der Einschnürstelle 9 auf ca. 30 % verringert.

[0060] In der Figur 4b ist die Blende 30 perspektivisch dargestellt, so dass die im zylindrischen Ring 31 befindlichen Langlöcher 36 zu sehen sind. In der hier gezeigten Ausführungsform sind jeweils 3 unterschiedlich lange Langlöcher 36 nebeneinander angeordnet, so dass die Blende 30 drei unterschiedliche Positionen einnehmen kann, wenn sie eingebaut ist und die in der Figur 4a gezeigten Schrauben 39 in die Langlöcher eingreifen.

[0061] Mit einem Zyklonsichter 1, wie er in den Figuren 2 bis 4b dargestellt ist, wurde ein Lackpulver klassiert. Die Partikelgrößenverteilung ist in Figur 1 durch die Kurve A gekennzeichnet. Das am Produktausgang erhaltene klassierte Produkt zeigt eine Komgrößenverteilung, die durch die Kurve D charakterisiert wird. Es ist deutlich zu sehen, dass der Feinstaubanteil deutlich abgenommen hat und dass die Abweichung zur Idealkurve C deutlich geringer ist als dies bei der Kurve B der Fall ist, die die kumulative Verteilung zeigt, die mit herkömmlichen Zyklonsichtern erzielt wird. Feinstaubanteile mit Partikelgrößen $< 10 \mu\text{m}$ konnten mit dem erfindungsgemäßen Zyklonsichter vollständig entfernt werden. Partikel mit Korngrößen $> 16 \mu\text{m}$ sind fast vollständig im Produkt enthalten. Die Einströmgeschwindigkeit der Sekundärluft konnte von üblicherweise 3,8 bis 5,7 m/s auf 2 bis 2,5 m/s verringert werden. Das Verhältnis von D_G zu D_S betrug bei dem verwendeten Zyklonsichter 1,32.

[0062] In der Figur 5 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, in der die Blende 30 als Ringscheiben 34 ausgebildet ist. Eine oder mehrere dieser Ringscheiben 34, 34' können an unterschiedlichen Positionen zwischen der Unterkante 4 des Tangentialeinlaufgehäuses 3 und dem unteren Rand 22 des zylindrischen Gehäuseteils 20 angeordnet sein. Bevorzugt ist die Blende 30 im Bereich der Unterkante 16 des Sichterrades 10 angeordnet. Es kann allerdings auch eine Blende 34' unterhalb des Sichterrades 10 angeordnet sein, da auch in diesem Fall der Strömungsquerschnitt beim Übergang zwischen dem Klassierbereich 6 und dem Abscheidebereich 7 verringert wird. Zum besseren Verständnis ist die Trennlinie 23 zwischen Klassier- und Abscheidebereich eingezeichnet, so dass deutlich wird, dass auch bei einer unterhalb des Sichterrades angeordneten Blende 34' eine Einschnürstelle 9 erzielbar ist.

[0063] In der Figur 6a ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, wobei die Blende 30, 35a einen dreieckförmigen Querschnitt aufweist. Der dem Tangentialeinlaufgehäuse 3 zugewandte Winkel α beträgt etwa 30 %, während der dem Tangentialeinlaufgehäuse 3 abgewandte Winkel β 60 % aufweist. Auch diese Blende 35a kann als Einbauteil lösbar eingesetzt werden und weist aufgrund der schrägen Fläche 300 ähnliche Vorteile auf, wie die im Zusammenhang mit den Figuren 2 bis 4 erläuterte Blende 30. Auch die Blende 35a kann an verschiedenen Positionen (Blende 35a') innerhalb des Ringraumes 17 angeordnet sein.

[0064] In der Figur 6b ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, in der die Blende 35b einen Querschnitt in Form eines gleichschenkligen Dreiecks aufweist.

[0065] In der Figur 6c ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, in der die Blende 35c einen Querschnitt in Form eines gleichschenkligen Dreiecks bildet, wobei die Grundfläche des Dreiecks die schräge Fläche 300 ist. Auch bei dieser Blende 35c gibt es unterschiedliche Anordnungsmöglichkeiten, die durch die gestrichelt eingezeichneten Blenden 35', 35c" gekennzeichnet sind. Die Trennlinie 23 zwischen Klassier- und Abscheidebereich ist ebenfalls eingezeichnet und es ist zu sehen, dass die Blende 35c" auch unterhalb des Sichterrades 10 angeordnet sein kann.

[0066] In der Figur 7 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, in der die Blende 30 durch einen radialen Überstand 13 der Sichterradbodenplatte 11 gebildet wird. Der Rand dieses Überstandes 13 bzw. der Rand der Sichterradbodenplatte 11 bildet zusammen mit der gegenüberliegenden Wand 20a des zylindrischen Gehäuseteils 20 die Einschnürstelle 9. Das Verhältnis von Durchmesser D_B der Sichterradbodenplatte 11 zu Durchmesser D_E der Einhüllenden 18 der Sichterradblätter 12 beträgt 1,2.

[0067] In der Figur 8 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, in der ähnlich der Figur 7 die Sichterradbodenplatte 11 einen radialen Überstand 13 aufweist, an dem radial nach außen ein Lochring 38 angeordnet ist. Der gesamte Strömungsquerschnitt ist abgedeckt und der für das Produkt zur Verfügung stehende Querschnitt wird durch die Öffnungen in dem Lochring 38 gebildet. Ebenso wie in Figur 7 rotiert der Überstand 13 bzw. der Lochring 38 während des Betriebs des Zyklonsichters.

[0068] In der Figur 9 ist eine weitere Anordnung dargestellt, bei der die Blende 30 durch eine mittig angeordnete Scheibe 15 gebildet ist, die unterhalb der Sichterradbodenplatte 11 stationär eingebaut ist. Die Befestigungsmittel der Scheibe 15 sind der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

[0069] In der Figur 10 ist eine Lochplatte 37 unterhalb des Sichterrades 10 fest eingebaut. Lediglich der ringförmige Randbereich, der mit dem Produkt in Kontakt kommt, ist mit Öffnungen versehen, so dass ein Lochring gebildet wird ähnlich dem in Figur 8.

[0070] In der Figur 11 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, bei der das Sichterrad 10 in den zylindrischen Gehäuseteil 21 eintaucht, so dass der Rand der Sichterradbodenplatte 11 mit dem Gehäuse 21 eine Einschnürstelle 9 bildet. Auch hier markiert die Trennlinie 23 den Übergang zwischen Klassier- und Abscheidebereich.

[0071] In der Figur 12 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, die sich von der Figur 11 dadurch unterscheidet, dass zusätzlich zum Eintauchen des Sichterrades 10 in den konischen Gehäuseteil 21 noch Blenden 30a und/oder 30b eingezeichnet sind. Diese Blenden befinden sich an der Innenseite der konischen Gehäusewand 21 und können oberhalb als auch unterhalb der Sichterradbodenplatte 11 angeordnet sein.

[0072] In der Figur 13 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, die sich von der Figur 11 dadurch unterscheidet, dass die Sichterradbodenplatte 11 einen radialen Überstand 13 aufweist, wodurch der Strömungsquerschnitt noch weiter verringert wird.

[0073] In der Figur 14 ist eine Ausführungsform dargestellt, die sich von der in der Figur 11 gezeigten Ausführungsform dadurch unterscheidet, dass unterhalb der Sichterradbodenplatte 11 eine Scheibe 15 mittig angeordnet ist. Die Einschnürstelle befindet sich somit ebenfalls im konischen Gehäuseteil 21.

[0074] In der Figur 15 ist eine Ausführungsform dargestellt, in der die Gehäusewand 20a des zylindrischen Gehäuseteils 20 eine Einschnürung 40 aufweist, deren Formgebung der in Figur 6b gezeigten Blende entspricht und somit ebenfalls die dort erwähnten Vorteile aufweist.

Bezugszeichenliste

[0075]

1	Zyklonsichter
2	Produkt-/Trärgaseinlass
3	Tangentialeinlaufgehäuse
4	Unterkante Tangentialeinlaufgehäuse
5	Oberkante Tangentialeinlaufgehäuse
6	Klassierbereich
7	Abscheidebereich
8	Feinstaubauslass
9	eingeschnürte Stelle
10	Sichterrad
11	Sichterradbodenplatte
12	Sichterradblatt
13	radialer Überstand
14	Antriebsaggregat
15	Scheibe
16	Unterkante des Sichterrades
17	Ringraum
18	Einhüllende
20	zylindrischer Gehäuseteil
20a	zylindrische Gehäusewand
21	konischer Gehäuseteil
22	unterer Rand des zylindrischen Gehäuseteils
23	Trennlinie zwischen Klassier- und Abscheidebereich
24	Sekundärlufteinlass
25	Produktauslass
30	Blende
31	zylindrischer Ring
32	konischer Ring
33	Verbindungsring
34	Ringscheibe
35a,a',b, c,c',c"	dreieckförmige Blende

36	Langloch
37	Lochplatte
38	Lochring
39	Schraube
5 40	radiale Einschnürung
50	Strömungsrichtung
B	radiale Breite des Ringraumes
D _G	Innendurchmesser der Wand des zylindrischen Gehäuseteils
D _S	Außendurchmesser des Sichterrades
10 D _B	Durchmesser der Sichterradbodenplatte
D _E	Durchmesser der Einhüllenden der Sichterradblätter
300	schräge Fläche

15 Patentansprüche

1. Zyklonsichter (1) mit einem ein Sichterrad (10) aufnehmenden zylindrischen Gehäuseteil (20), das ein Tangentialeinlaufgehäuse (3) und einen Feinstaubauslass (8) aufweist, und mit einem sich nach unten anschließenden Abscheidebereich (7), der einen sich an den zylindrischen Gehäuseteil (20) nach unten anschließenden konischen Gehäuseteil (21) mit Produktauslass (25) und Sekundärlufteinlass (24) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungsquerschnitt in Strömungsrichtung des Produktes vor dem Abscheidebereich (7) an mindestens einer Stelle (9) eingeschnürt ist.
2. Zyklonsichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungsquerschnitt zwischen Sichterrad (10) und der Wand (20a) des zylindrischen Gehäuseteils (20) eingeschnürt ist.
3. Zyklonsichter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungsquerschnitt auf der Höhe der Unterkante (16) oder im Bereich oberhalb der Unterkante (16) des Sichterrades (10) eingeschnürt ist.
4. Zyklonsichter nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterkante (4) des Tangentialeinlaufgehäuses (3) oberhalb der Unterkante (16) des Sichterrades (10) angeordnet ist.
5. Zyklonsichter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich 20 % bis 30 % der Höhe H des Sichterrades (10) unterhalb der Unterkante (4) des Tangentialeinlaufgehäuses (3) befinden.
6. Zyklonsichter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich 25 % bis 30 % der Höhe H der Sichterradblätter (12) unterhalb der Unterkante (4) des Tangentialeinlaufgehäuses (3) befinden.
7. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringquerschnitt mit der Fläche F und mit der radialen Breite B eines zwischen Sichterrad (10) und Wand (20a) des zylindrischen Gehäuseteils (20) befindlichen Ringraumes (17) zwischen der Unterkante (4) des Tangentialeinlaufgehäuses (3) und der Unterkante (16) der Sichterradblätter (12) an mindestens einer Stelle (9) verringert ist.
8. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die radiale Breite B des Ringraumes (17) gilt:

$$B = \frac{1}{2} \times D_S(V-1) \text{ mit}$$

$$D_S = \text{Außendurchmesser des Sichterrades (10)}$$

$$V = D_G/D_S$$

mit D_G= Innendurchmesser der Wand (20a) des zylindrischen Gehäuseteils (20) und wobei $1,2 \leq V \leq 1,6$ gilt.
9. Zyklonsichter nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Verhältnis der Durchmesser D_G zu D_S gilt $1,3 \leq V \leq 1,5$.
10. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Verhältnis der Durch-

messer D_G zu D_S $1,3 \leq V \leq 1,4$ gilt.

11. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verringerung des Strömungsquerschnittes 50 % bis 80 % der Fläche des Strömungsquerschnittes beträgt.
12. Zyklonsichter nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verringerung des Strömungsquerschnittes 60 % bis 70 % der Fläche F des Strömungsquerschnittes beträgt.
13. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Stelle (9) der zylindrische Gehäuseteil (20) und/oder der konische Gehäuseteil (21) mindestens eine radiale Einschnürung (40) aufweist.
14. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Stelle (9) eine Blende (30) eingesetzt ist.
15. Zyklonsichter nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (30) lösbar angeordnet ist.
16. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (30) eine Ringscheibe (15) ist.
17. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (30) eine Lochplatte (37) oder ein Lochring (38) ist.
18. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (30) eine Irisblende ist.
19. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (30, 35a, 35b) einen dreieckförmigen Querschnitt aufweist.
20. Zyklonsichter nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dem Tangentialeinlaufgehäuse (3) zugewandte Winkel α der Blende (30, 35a, 35b) zwischen 10° und 20° liegt.
21. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dem Tangentialeinlaufgehäuse (3) abgewandte Winkel β der Blende (30, 35a, 35b) zwischen 40° und 90° liegt.
22. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 15 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (30) in axialer Richtung des Zyklonsichters (1) verschiebbar angeordnet ist.
23. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 15 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (30) ein an der Innenfläche der Wand (20a) des zylindrischen Gehäuseteils (20) anliegenden zylindrischen Ring (31) und einen konischen Ring (32) aufweist.
24. Zyklonsichter nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zylindrische Ring (31) sich in axialer Richtung erstreckende Langlöcher (36) aufweist.
25. Zyklonsichter nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Langlöcher (36) nach unten offen und unterschiedlich lang sind.
26. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 15 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Blende (30) bis in den Raum unterhalb der Unterkante (16) des Sichterrades (10) erstreckt.
27. Zyklonsichter nach einem der Ansprüche 1 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser D_B der Bodenplatte (11) des Sichterrades (10) größer ist als der Durchmesser D_E der Einhüllenden der Sichterradblätter (12).
28. Zyklonsichter nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** $1,15 \leq D_B / D_E \leq 1,30$ ist.
29. Zyklonsichter nach Anspruch 1, 27 oder 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sichterrad (10) teilweise in den

konischen Gehäuseteil (21) eintaucht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

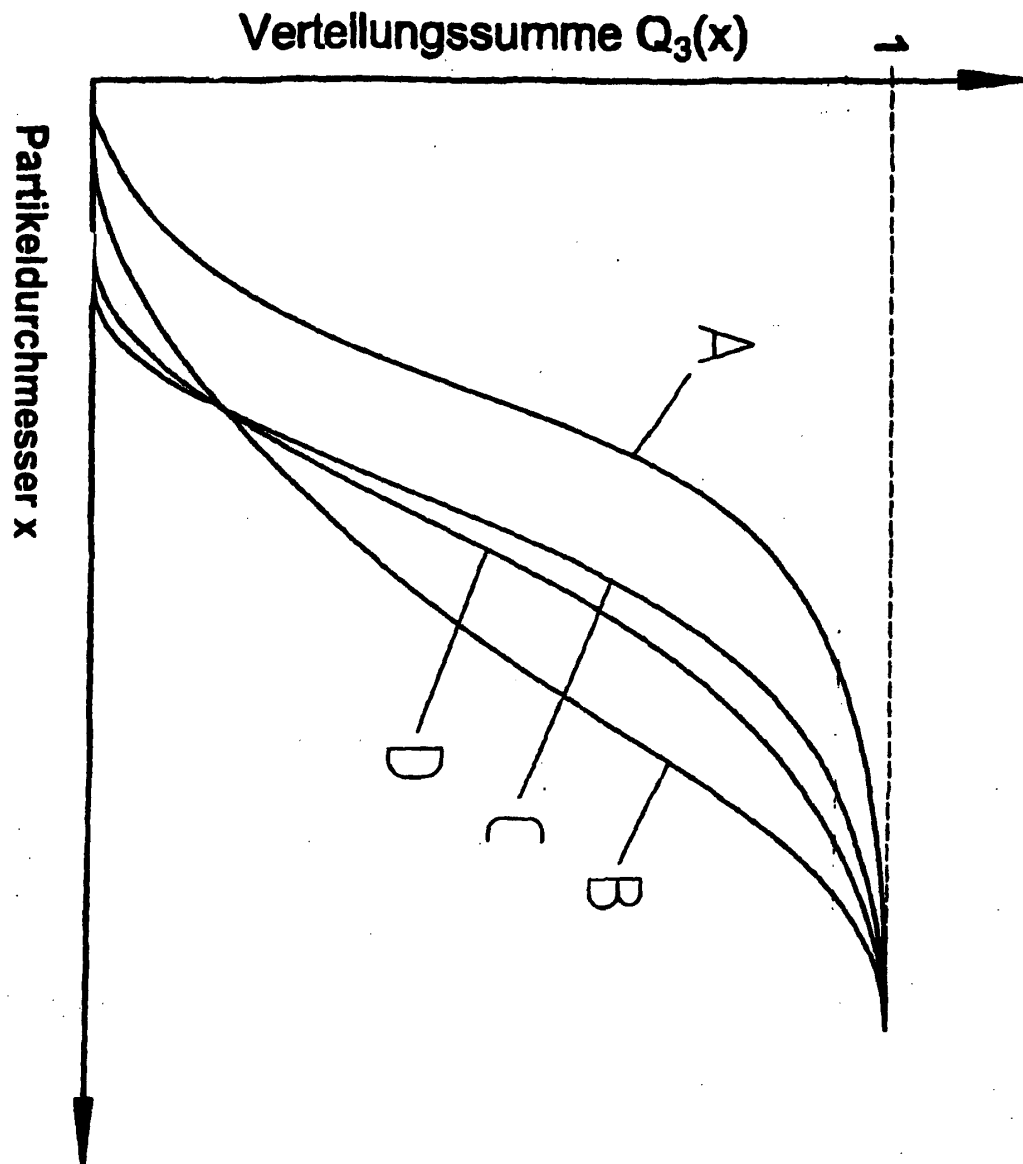
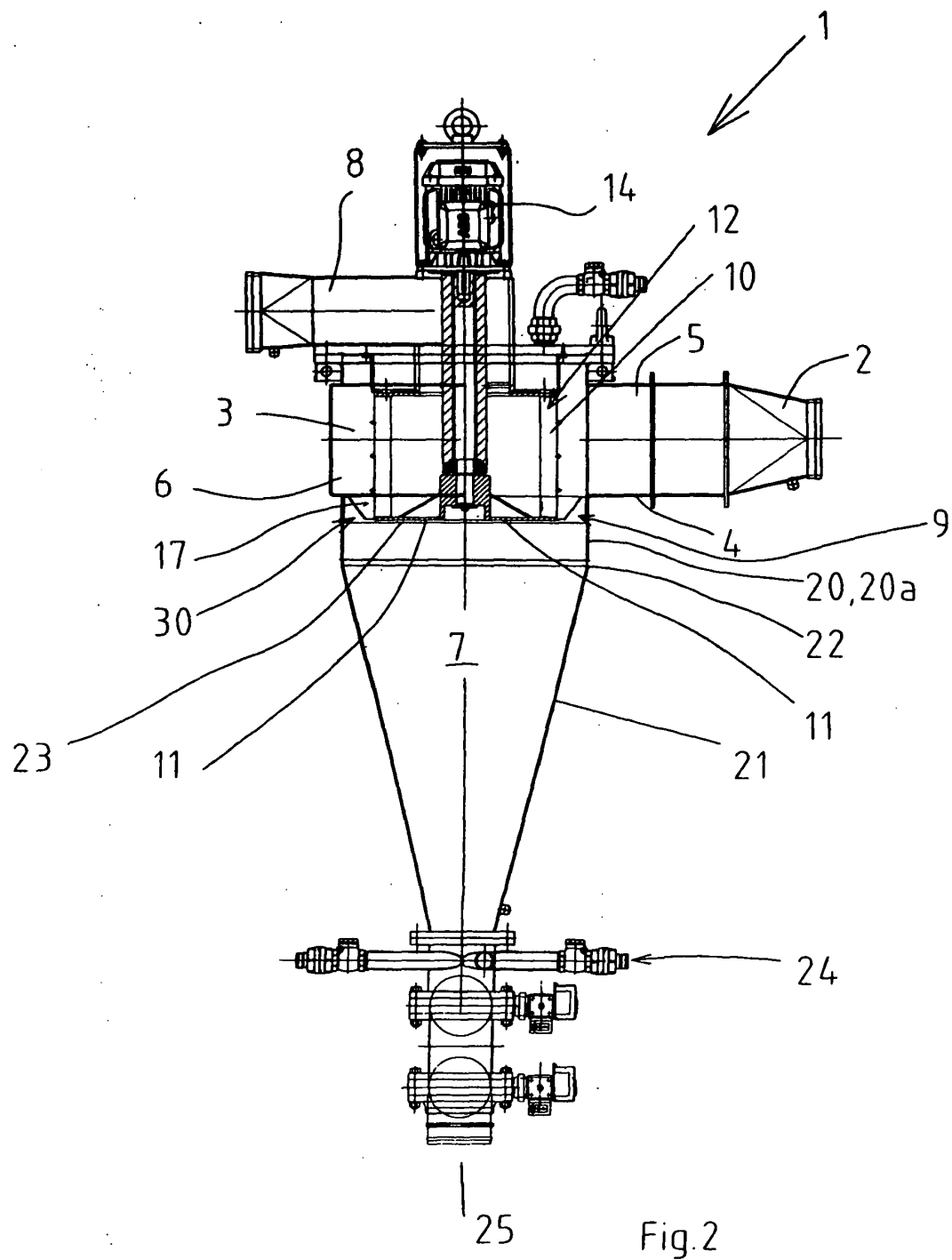


Fig. 1



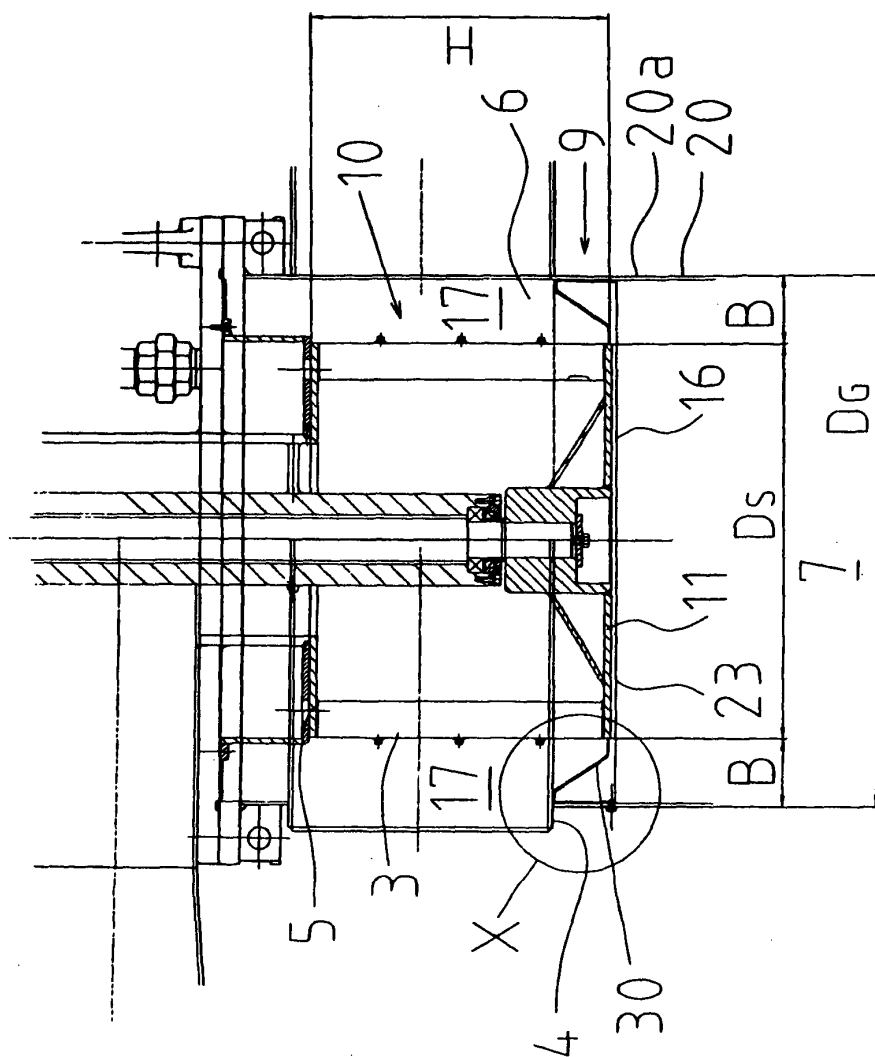


Fig. 3

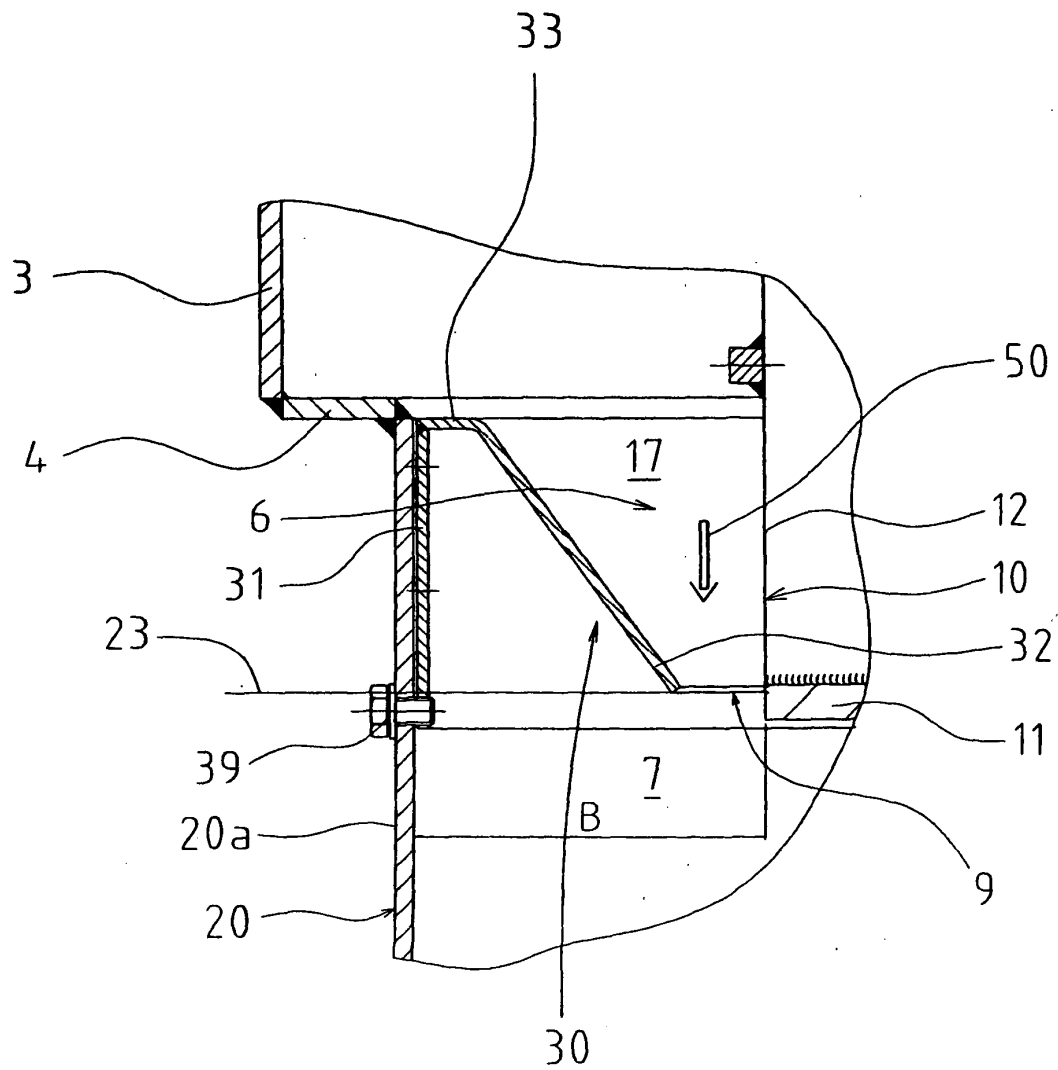


Fig. 4a

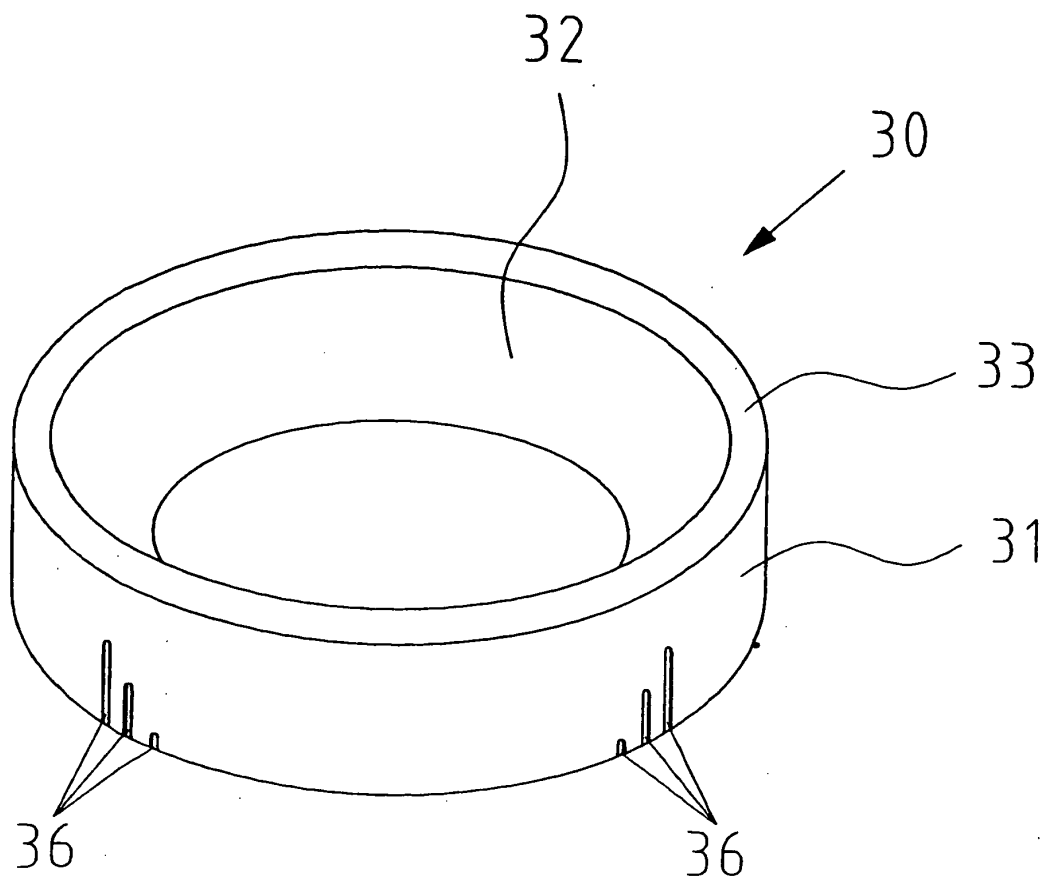
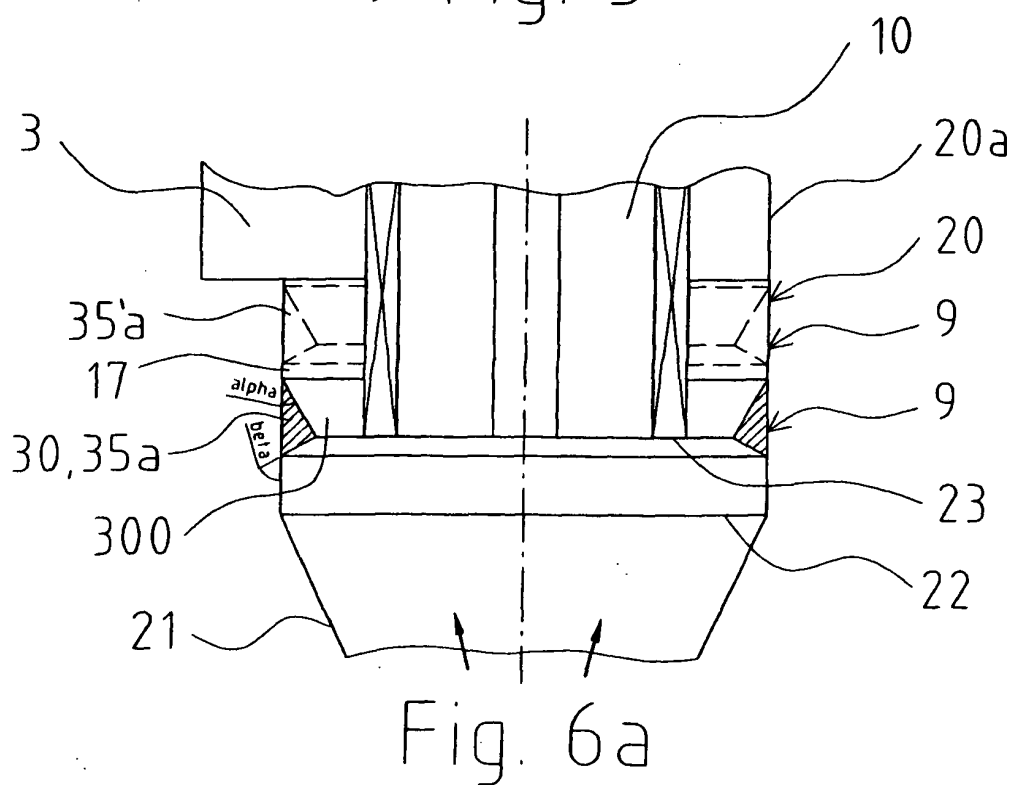
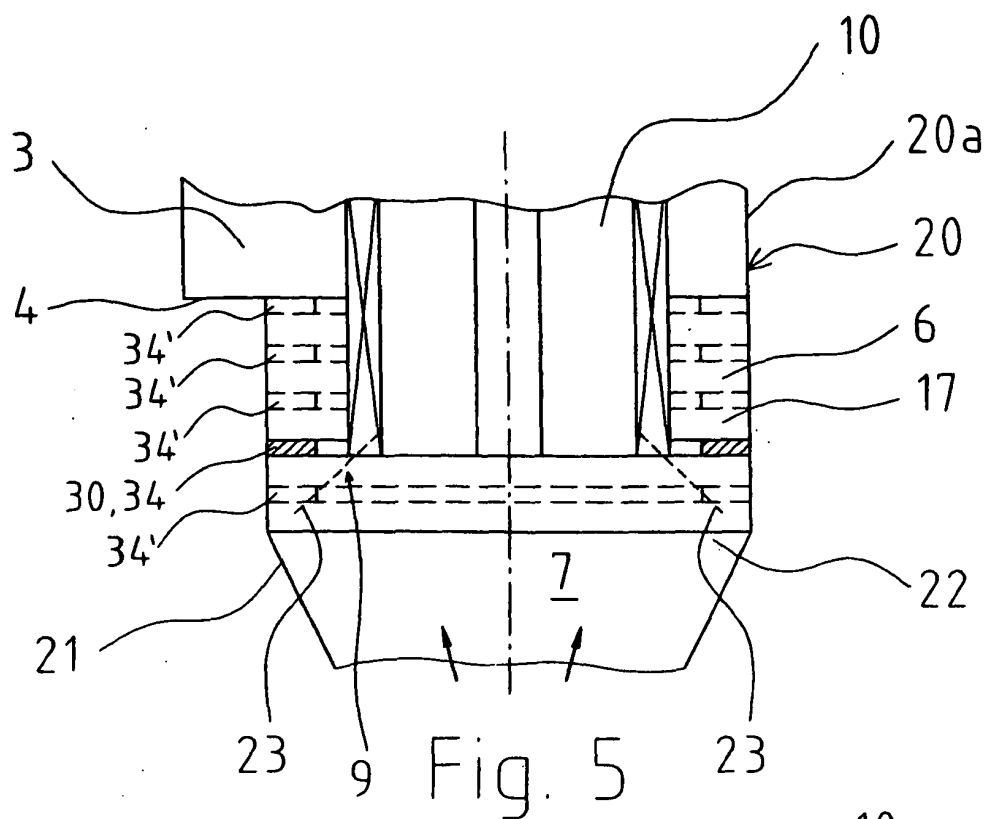


Fig. 4b



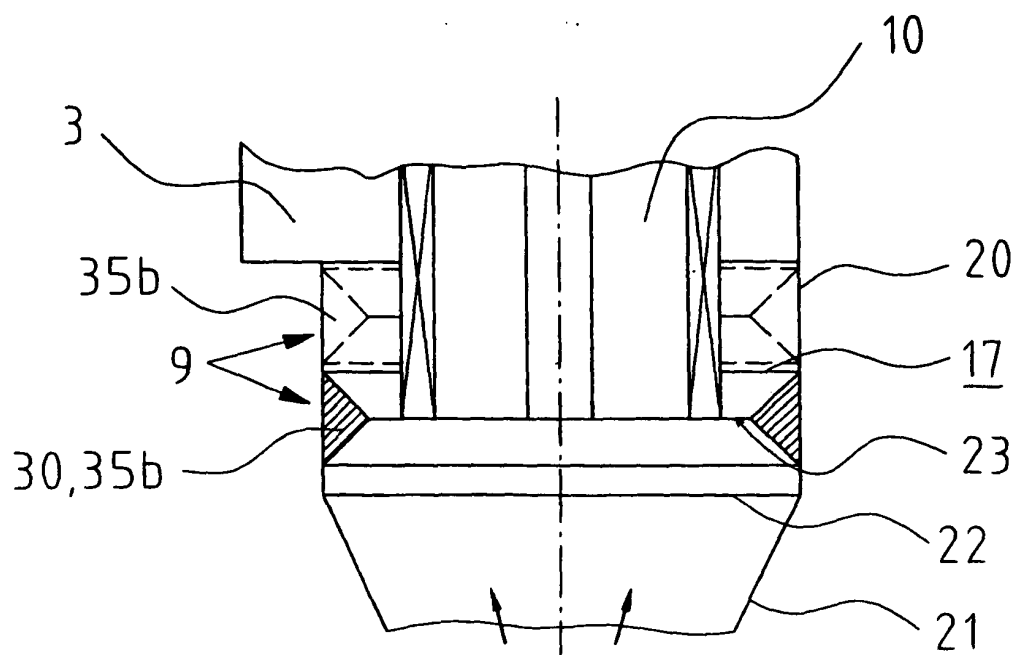


Fig. 6b

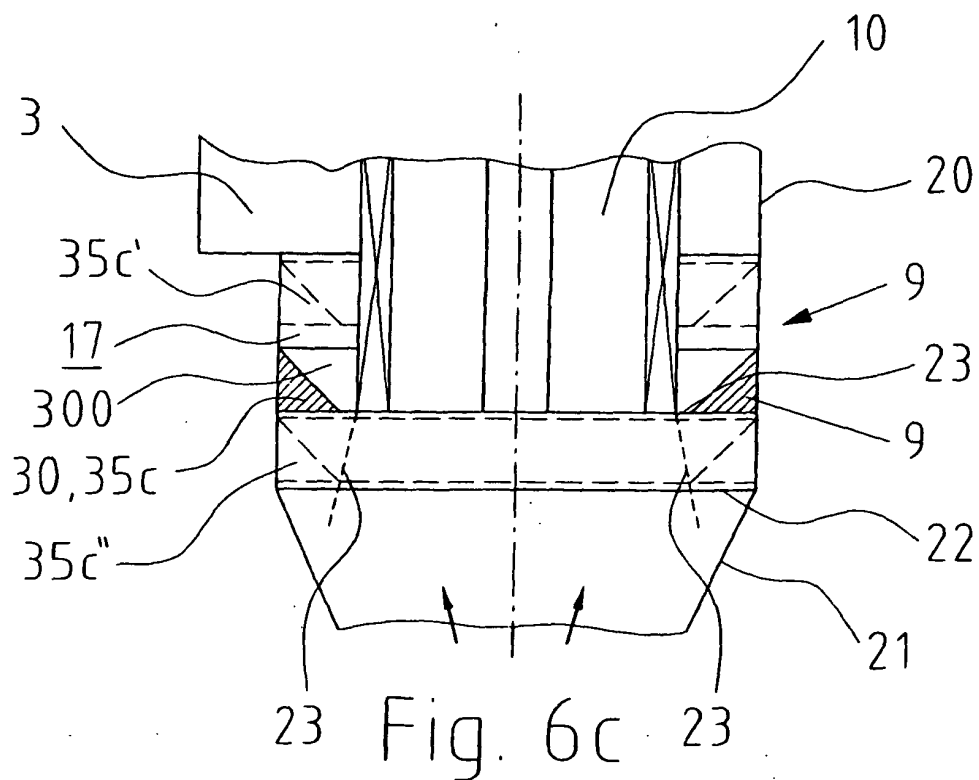


Fig. 6c

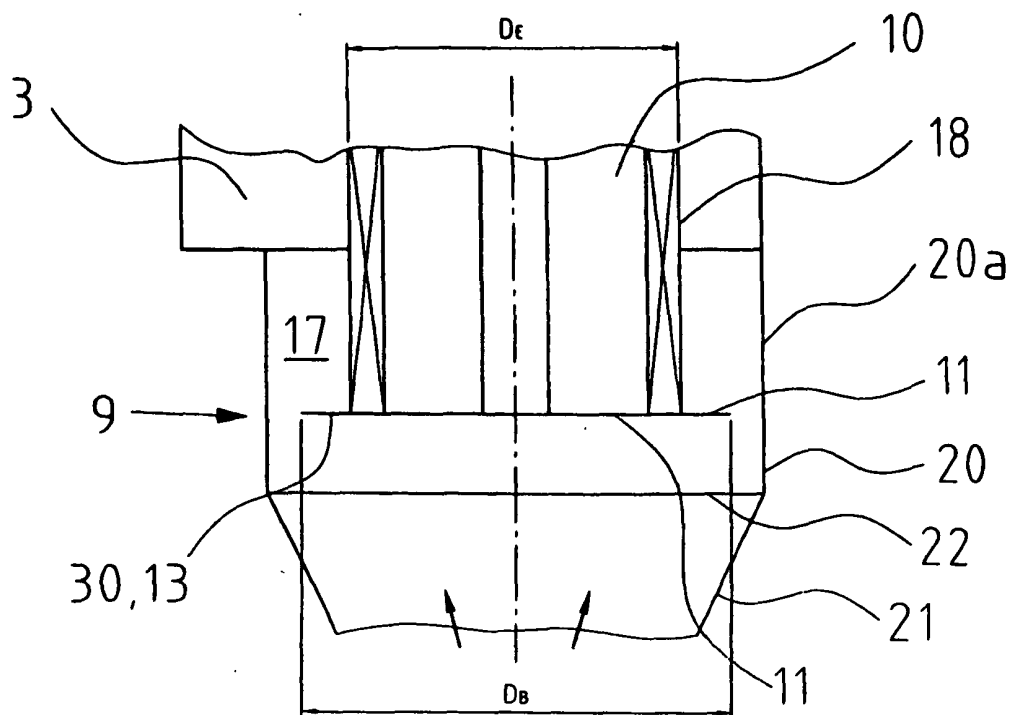


Fig. 7

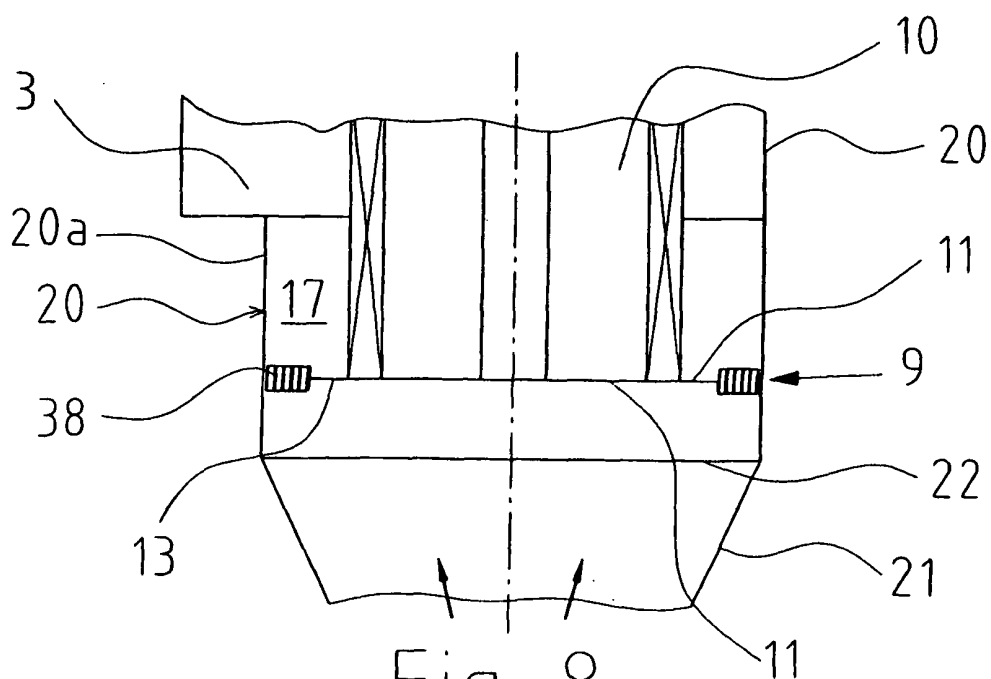


Fig. 8

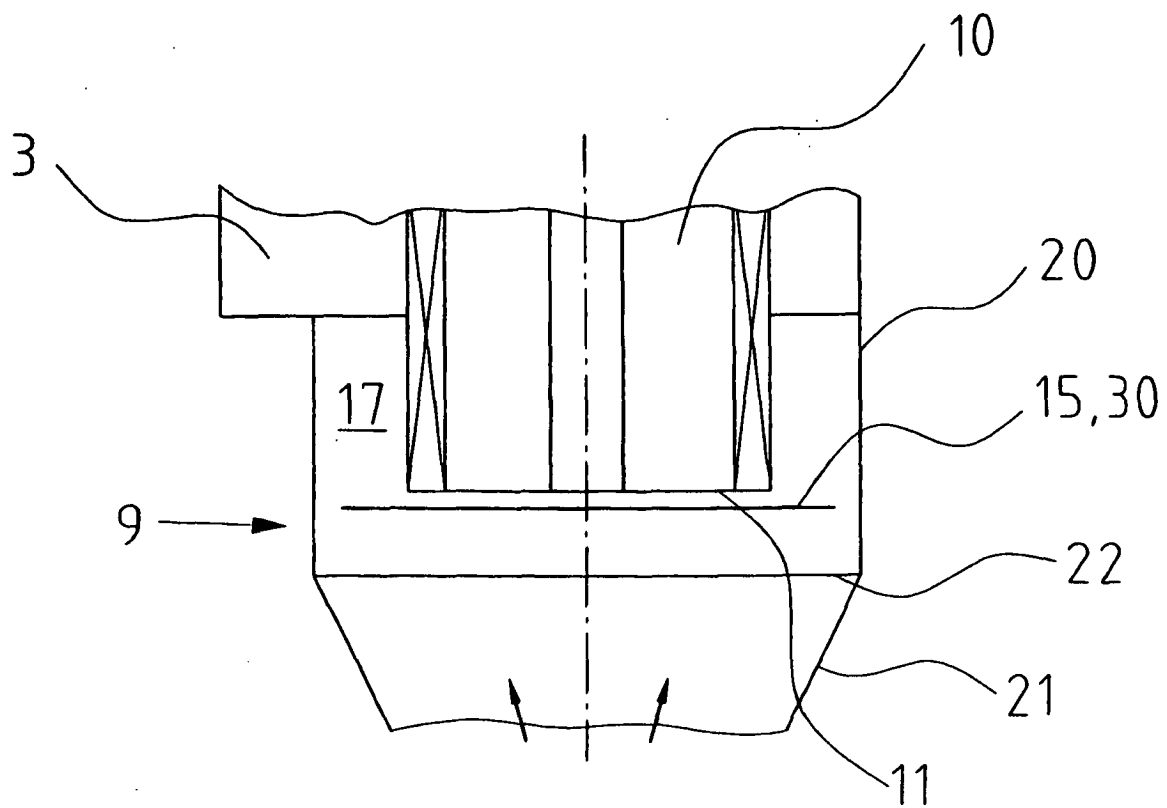


Fig. 9

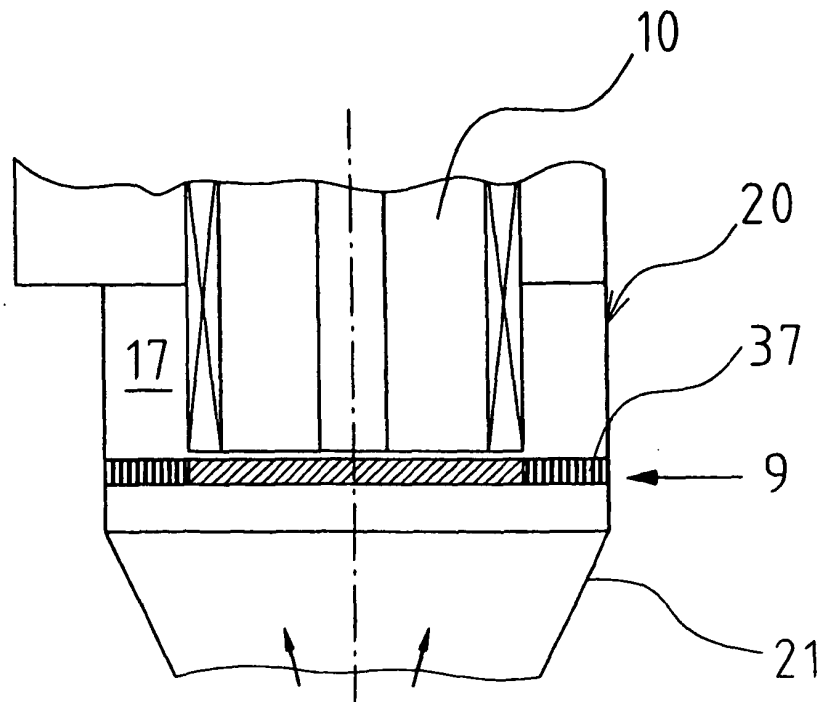


Fig. 10

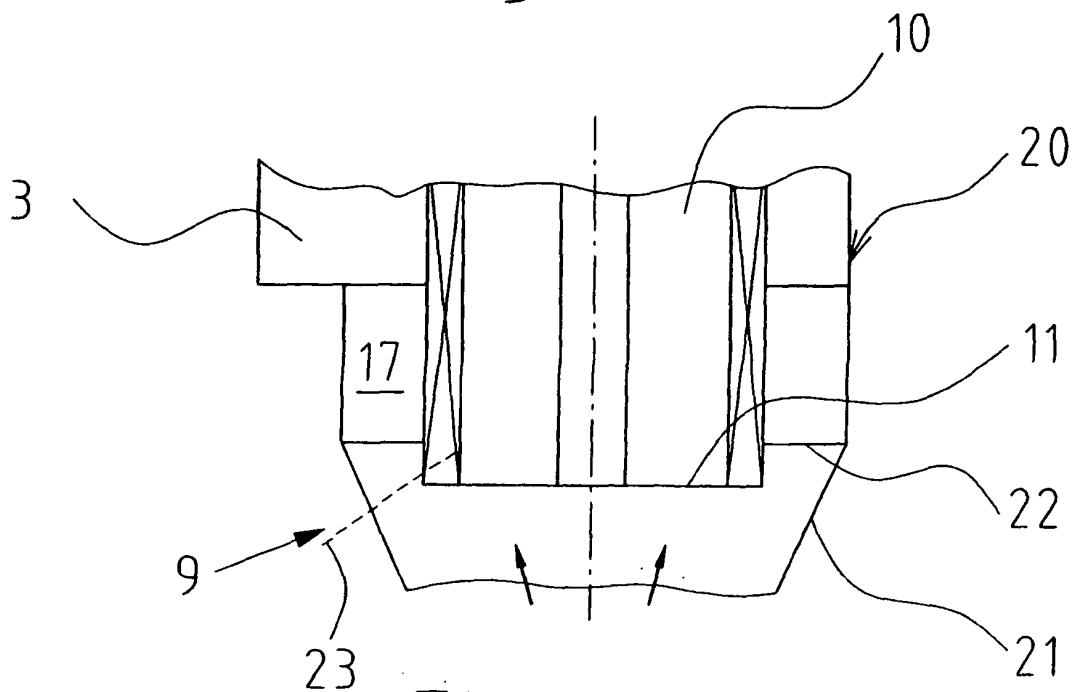


Fig. 11

