(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 677 348 A2**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.07.2020 Patentblatt 2020/28

(51) Int Cl.:
B07B 7/083 *(2006.01)* ***B07B 11/06*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **19211099.7**

(22) Anmeldetag: **25.11.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **13.12.2018 DE 102018132155**

(71) Anmelder: **NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH**
95100 Selb (DE)

(72) Erfinder: **Alegre, Sergio**
08904 L´ Hospitalet del Llobregat (ES)

(54) FLIEHKRAFTSICHTER MIT SPEZIELLEM SICHTERRAD

(57) Fliehkraftsichter (1) mit einem Sichtergehäuse (2) und einem Sichterrad (7), das in dem Sichtergehäuse (2) umläuft, wobei das Sichtergehäuse (2) mindestens einen Sichtguteinlass (5), mindestens einen Grobgutauslass (8) sowie mindestens einen ersten Feingutauslass (6) aufweist, wobei das Sichterrad (7) von einer Sichtertrommel (14) und einer die Sichtertrommel (14) tragenden Sichterradwelle (11) gebildet wird,

wobei die Sichterradwelle (11) aus zwei Teilen (12, 13) besteht, die nicht unmittelbar tragend miteinander verbunden sind, und sich der erste Teil (12) der Sichterradwelle (11) von einer die Sichtertrommel (14) im Bereich ihrer ersten Stirnseite tragenden Radscheibe (15) nach außen, weg von der Sichtertrommel (14) erstreckt, und sich der zweite Teil (13) der Sichterradwelle (11) von einer die Sichtertrommel (14) im Bereich ihrer zweiten Stirnseite tragenden Radscheibe (15) nach außen, weg von der Sichtertrommel (14) erstreckt.

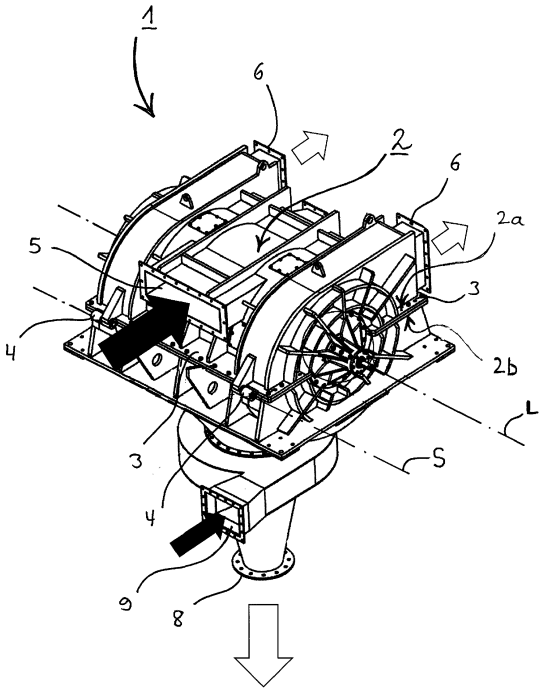

Fig. 1

EP 3 677 348 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Fliehkraftsichter nach dem Oberbegriff des jeweiligen Hauptanspruchs.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Fliehkraftsichter sind in unterschiedlichen Ausführungen im Stand der Technik bekannt.

[0003] Das Herzstück eines jeden Fliehkraftsichters bildet eine innerhalb eines trommelförmigen Sichterraums mit hoher Geschwindigkeit umlaufende Sichtertrommel.

[0004] Die Sichtertrommel ist gelocht, durchbrochen bzw. in sonstiger Art und Weise mantelseitig mit einer Siebstruktur versehen. Vom Feingutauslass aus wird Sichterluft angesaugt. Hierdurch bildet sich ein kontinuierlicher Sichterluftstrom aus. Dieser tritt meist zusammen mit dem Sichtgut über den Sichtguteinlass in den Sichterraum ein. Dort wird der mit dem Sichtgut befrachtete Sichterluftstrom von der hochdrehenden Sichtertrommel zu einer Art Zyklonströmung verwirbelt. Diese kreist zunächst außen um die Sichtertrommel und tritt schließlich durch den gelochten Mantel der Sichtertrommel in deren Innenraum ein. Von dort aus fließt der Sichterluftstrom in den an mindestens einer Stirnseite des Sichterrades anschließenden Feingutauslass ab.

[0005] Bei diesem Vorgang machen sich die Zentrifugalsichter die Tatsache zunutze, dass die größeren, mehr Masse aufweisenden Partikel des Sichtgutes durch die Zentrifugalkräfte endgültig nach außen abgeschleudert werden, wenn das Sichtgut in der zyklonartigen Strömung im Sichterraum kreist. Demgegenüber werden kleinere, masseärmere und daher bei gleicher Winkelgeschwindigkeit nur geringeren Zentrifugalkräften ausgesetzte Partikel von der nach innen abfließenden Sichterluft aus der zyklonartigen Strömung herausgelöst und in das Innere der Sichtertrommel eingesaugt um dann zusammen mit dem Sichterluftstrom ausgetragen zu werden.

[0006] Der Markt verlangt zunehmend nach Sichtern mit erhöhtem Durchsatz, wobei nach Möglichkeit auch die Sichtgüte gesteigert oder zumindest beibehalten werden soll.

[0007] Eine Möglichkeit, den Durchsatz eines gattungsgemäßen Fliehkraftsichters zu steigern, besteht darin, den Durchmesser des Sichterrades zu vergrößern und damit einhergehend das Sichterrad mit einer höheren Drehzahl rotieren zu lassen - da die bloße Vergrößerung des Sichterraddurchmessers bei gleichbleibender Nenndrehzahl dazu führt, dass das gewinnbare Feingut gröber wird.

[0008] Die Drehzahlsteigerung führt aber dazu, dass die Anlagen technisch komplexer werden, noch genauer ausgewuchtet werden müssen und aufwendiger in der Wartung sind.

DAS DER ERFINDUNG ZUGRUNDE LIEGENDE PROBLEM

[0009] Die Erfindung ist dem Problem gewidmet, einen Fliehkraftsichter zu schaffen, der sich leichter bzw. besser auswuchten lässt und einfacher zu warten ist und der die Möglichkeit bietet, eine bessere Qualität der Sichtung zu erreichen.

DIE ERFINDUNGSGEMÄSSE LÖSUNG

[0010] Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung mittels eines Fliehkraftsichters mit den Merkmalen des ersten Hauptanspruchs.

[0011] Es handelt sich um einen Fliehkraftsichter mit einem - im Regelfall relativ zum Fundament feststehenden - Sichtergehäuse und einem Sichterrad, das in dem Sichtergehäuse umläuft. Das Sichtergehäuse besitzt mindestens einen Sichtguteinlass, mindestens einen Sichtlufteinlass, mindestens einen Grobgutauslass, sowie mindestens einen, meistens einen ersten und einen zweiten Feingutauslass. Über letztere(n) wird im Regelfall auch die Sichterluft abgezogen, die zumindest über den Sichtguteinlass angesaugt bzw. eingespeist wird. Die Sichterluft wird vorzugsweise mittels eines externen Gebläses durch den Fliehkraftsichter gezogen, das auf der Seite des Feingutauslasses ansaugt.

[0012] Das Sichterrad wird von einer Sichtertrommel und einer die Sichtertrommel tragenden Sichterradwelle gebildet. Idealerweise rotiert die Sichterradwelle um eine gedachte horizontale Achse. Die Mantelfläche der Sichtertrommel ist derart durchbrochen, dass sie im Betrieb das auf der Mantelaußenseite auf die Sichtertrommel treffende Sichtgut in Rotation versetzt, wobei eventuell weitere Hilfsmittel zur Erzeugung der Rotation vorhanden sein können. Für den Regelfall kann man sagen, dass das Sichtgut unter anderem von der Sichtertrommel in Rotation versetzt, bzw. weiter beschleunigt wird. Eine gewisse translatorische Grundgeschwindigkeit hat das Sichtgut schon beim Eintritt in die Maschine, wobei sich insoweit im Zuge des Eintritts die Richtung ändert. Die Mantelfläche der Sichtertrommel ist derart durchbrochen, dass sie von der Sichtluft in radial einwärtiger Richtung durchströmt wird.

[0013] Dabei sind die Feingutauslässe an den beiden stirnseitigen Enden der Sichtertrommel angeordnet, wobei über die jeweilige freie Stirnfläche der Sichtertrommel Feingut-Sichtluft-Gemisch aus dem Inneren der Sichtertrommel in den jeweiligen Feingutauslass abfließt. Sinngemäß Gleiches gilt, wenn nur ein Feingutauslass vorgesehen ist.

[0014] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Sichterradwelle aus zwei Teilen besteht, die nicht unmittelbar tragend miteinander verbunden sind. Dabei erstreckt sich der erste Teil der Sichterradwelle von einer ersten Nabe, die die Sichtertrommel im Bereich ihrer ersten Stirnseite trägt, nach außen, weg von der Sichtertrommel. Der zweite Teil der Sichterradwelle erstreckt

sich von einer zweiten Nabe, die die Sichtertrommel im Bereich ihrer zweiten Stirnseite trägt, in entgegengesetzter Richtung nach außen, ebenfalls weg von der Sichtertrommel.

[0015] Zur begrifflichen Präzisierung sei zunächst Folgendes angemerkt:
Der Begriff "nicht unmittelbar miteinander verbunden" bedeutet im Sinne der Erfindung, dass kein direkter Kraftfluss vom einen in den anderen Wellenteil erfolgt - anders als bei unmittelbar aneinander geflanschten, gemufften oder z. B. mittels einer Hirth-Verzahnung unmittelbar aneinander gekuppelten Wellenteilen. Die beiden Wellenteile sind demnach mit räumlicher Entfernung voneinander angeordnet. Zwischen ihnen befindet sich die Sichtertrommel. Der Abstand zwischen den beiden Wellenteilen beträgt meist mindestens 80 % der Länge der Sichtertrommel. Diese ist selbsttragend und überbrückt den Abstand zwischen den beiden Wellenteilen, indem sie dort quasi als Hohlwelle fungiert.

[0016] Dem Begriff "Feingut" in seinem weiteren Sinne wohnt von Haus aus zunächst keine Größenbeschränkung inne. Der Begriff "Feingut" hat aber - momentan optional - auch eine engere Bedeutung und bezeichnet dann solches Gut aus ultrafeinen Partikeln, bei dem 98 % der Partikel einen mittleren Durchmesser von weniger als 6 μm und idealerweise sogar von weniger als 3 μm aufweisen.

[0017] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung hat folgende Konsequenzen:
Dadurch, dass im Inneren der Sichtertrommel nicht länger eine Welle umläuft, deren Unwucht anders liegt als die Unwucht der Sichtertrommel, lässt sich das Sichterrad einfacher und besser feinwuchten. Es ist daher für höhere Drehzahlen prädestiniert und neigt weniger zu Schwingungen.

[0018] Hinzu kommt, dass mit dem Entfall der bisher zentral durchlaufenden Sichterradwelle im Inneren der Sichtertrommel ein signifikant größerer lichter Strömungsquerschnitt für die Mischung aus Sichterluft und Feingut zur Verfügung steht. Während die mit dem Feingut befrachtete Sichterluft mit einer Geschwindigkeit von 13 bis 17 m/s durch die Siebstruktur der Sichterwalze in deren Inneres eintritt, verlangsamt sich durch die erfindungsgemäße Maßnahme die Strömungsgeschwindigkeit der mit dem Feingut befrachteten Sichterluft unmittelbar vor dem Feingutauslass auf 2 bis 6 m/s. Dadurch wird die Neigung des Feingutes verringert durch Verwirbelung in der Sichterluft zu agglomerieren, d. h. zu klumpen.

[0019] Außerdem wird die periodische Wartung des Sichterrades deutlich einfacher. Es existiert nicht länger eine einstückige Welle, die aufgrund ihrer großen Länge extrem unhandlich ist - insbesondere, wenn sie manipuliert werden muss, um eine ein- oder mehrstückige Sichtertrommel abzunehmen und das Ersatzteil neu aufzuschieben und zu positionieren, um es schließlich durch Anziehen einer Verschraubung, die sich meist schwer zugänglich im Ringspalt zwischen der Sichtertrommel und der Sichterwelle befindet, festzusetzen.

[0020] Hinzu kommt, dass durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung meist auch die Qualität der Sichtung verbessert wird, weil der lichte Strömungsquerschnitt innerhalb der Sichtertrommel größer wird. Ein damit meist einhergehender Effekt besteht darin, dass der Transport der Feinpartikel verbessert wird. Die Feinpartikel haben nach dem Passieren des siebartigen Trommelmantels mehr Platz im Inneren der Sichtertrommel, somit tritt weniger Agglomeration nach der Sichtung auf.

EIN WEITERES DER ERFINDUNG ZUGRUNDE LIEGENDES PROBLEM

[0021] Die Erfindung ist über das zuvor Gesagte hinaus auch dem Problem gewidmet, einen Fliehkraftsichter zu schaffen, der ein qualitativ weiter verbessertes Sichtungsergebnis erreicht.

DIE WEITERE ERFINDUNGSGEMÄSSE LÖSUNG

[0022] Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung mittels eines Fliehkraftsichters mit den Merkmalen des zweiten Hauptanspruchs.

[0023] Für diesen wird zum einen eigenständiger Schutz beansprucht, ohne Rückbezug auf andere Ansprüche. Zum anderen wird für ihn auch in Kombination mit dem ersten Hauptanspruch Schutz beansprucht, wodurch er zum Unteranspruch wird.

[0024] In seiner weitesten Form schlägt der vorgenannte Anspruch als Lösung einen Fliehkraftsichter vor, bei dem im Bereich des mindestens einen Grobgutauslasses ein ein- oder mehrteiliges Leitorgan angeordnet ist. Das Leitorgan ist mit einem minimalen Abstand X von der Innenmantelfläche des die Sichtertrommel umfangenden Sichtergehäuseabschnitts angeordnet. Es ist so gestaltet, dass Sichtgut, welches die besagte Innenmantelfläche mit einem radialen Abstand $\leq$ X entlangströmt, das Leitorgan unterläuft und dann zentrifugal in den Grobgutauslass ausgetragen wird. Darüber hinaus ist das Leitorgan so gestaltet, dass jedenfalls ein Teil des Sichtguts, welches die besagte Innenmantelfläche mit einem radialen Abstand > X entlangströmt, in radial einwärtiger Richtung hin zur Sichtertrommel umgelenkt wird und sich dadurch dem Sichterrad nähert, im Regelfall mehr als nur unwesentlich.

[0025] Zur begrifflichen Präzisierung sei zunächst Folgendes angemerkt:
Der minimale Abstand X wird in radialer Richtung gemessen. Er bezeichnet den Abstand, den die Vorderkante des Leitorgans, die von dem anströmenden Sichtgut zuerst erreicht wird, wenn es auf das Leitorgan trifft, von der den Sichterraum begrenzenden Innenmantelfläche hält.

[0026] Ein Unterlaufen im Sinne der Erfindung liegt vor, wenn Sichtgut das Leitorgan auf dessen radial auswärtigen Seite passiert, ohne von dem Sichterrad einen Impuls zu bekommen, der die Flugbahn ändert, bzw. we-

sentlich ändert.

[0027] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung hat folgende Konsequenzen:

Sichtgut, welches die besagte Innenmantelfläche mit einem radialen Abstand ≤ X entlangströmt, ist Grobgut, das sich schon bestmöglich vom Feingut getrennt hat und daher reif zur Ausscheidung aus dem Sichtungsprozess ist. Es unterläuft das Leitorgan und erreicht ungestört den Grobgutauslass. Da hier die Stützwirkung der Innenmantelfläche entfällt, wird das ankommende Grobgut durch die an ihm angreifenden Zentrifugalkräfte in den Grobgutauslass ausgetragen. Da das Grobgut den Grobgutauslass auf der strömungsberuhigten Seite, d. h. auf der Leeseite des Leitorgans erreicht, besteht keine Gefahr, dass ein Teil des Grobguts durch Verwirbelungen doch wieder unbeabsichtigt in den Sichterraum zurückgetragen wird.

[0028] Hingegen wird der Teil des Sichtguts, der die besagte Innenmantelfläche mit einem radialen Abstand > X entlangströmt, in Richtung auf die Sichtertrommel 14 umgelenkt und zurückgeschleudert. Dadurch wird verhindert, dass Sichtgut, welches der lichten Öffnung, die zum Grobgutauslass führt, doch schon relativ nahe gekommen ist, aber dennoch den Sichtungsprozess qualitativ noch nicht abgeschlossen hat, von den Zentrifugalkräften und den im Nahbereich der besagten lichten Öffnung auftretenden Verwirbelungen vorzeitig in den Grobgutauslass ausgetragen wird. Denn hierdurch würde dem Sichtungsprozess eigentlich noch separierbares Feingut entzogen, was das Sichtungsergebnis verschlechtern würde. Stattdessen findet eine weitere Sichtung des zurück in Richtung hin zur Sichtertrommel geschleuderten Sichtgutes statt, im Zuge derer das bislang noch vom Grobgut mitgerissene Feingut die Chance erhält, sich hiervon zu trennen.

OPTIONALE WEITERENTWICKLUNGSMÖGLICHKEITEN DER ERFINDUNGEN

[0029] Vorzugsweise überdeckt das Leitorgan den Grobgutauslass bzw. den lichten Querschnitt, der zum Grobgutauslass abzweigt, teilweise. Vorzugsweise werden mehr als 35 % und besser noch mehr als 50 % der besagten lichten Querschnittsfläche überdeckt.

[0030] Auf diese Art und Weise verleiht das Leitorgan dem schon oben angesprochenen Leebereich eine ausgesprochen wirksame Größe und es verhindert im Wesentlichen, dass es zu einem vorzeitigen Austrag von Sichtgut in den Grobgutauslass kommt.

[0031] Besonders bevorzugt sind Konstruktionen, bei denen am Grobgutauslass zusätzliche Sichterluft eingespeist wird, die über die Sichtertrommel in den Feingutauslass abfließt. Man könnte diese zusätzliche Sichterluft als im Bereich des Grobgutauslasses wirkende Stützluft bezeichnen, die - insbesondere im Verbund mit dem besagten Leitorgan - dafür sorgt, dass Sichtgut nicht vorzeitig in den Grobgutauslass ausgetragen wird. Besonders bevorzugt ist es, wenn die besagte Sichterluft nicht nur passiv angesaugt, sondern aktiv mittels eines entsprechenden Gebläses oder aus einem Druckluftnetz eingeblasen wird.

[0032] Es ist günstig, wenn das Verhältnis NL/ND zwischen der Nutzlänge NL der Sichtertrommel und dem maximalen Nutzdurchmesser ND der Sichtertrommel ≥ 2 und idealerweise ≥ 2,3 ist. Liegt der optimale Fall eines NL/ND = 2,5 vor, dann hat eine Sichtertrommel, deren Nutzlänge 2.000 mm beträgt, einen Nutzdurchmesser von 800 mm. Die Nutzlänge der Sichtertrommel ist dabei bei die Länge, über die sich diese parallel zur Rotationsachse L frei durch den Sichterraum erstreckt. Der Nutzdurchmesser ist der maximale Außendurchmesser der Trommel. Strömungstechnisch unbeachtliche, rein ein lokal weiter nach außen stehende Gebilde (z. B. Flansche) fließen dabei nicht in die Berechnung des maximalen Außendurchmessers ein.

Durch den Bau einer ausgesprochen langen Sichtertrommel lässt sich ohne Vergrößerung von deren Nenndurchmesser der Durchsatz erhöhen. Denn mit zunehmender Länge vergrößert sich die Durchtrittsfläche, über die Feingut aus dem Sichterraum in das Innere der Sichtertrommel eingesaugt werden kann. Da der Nenndurchmesser der Sichtertrommel nicht vergrößert wird, wird das Sichtungsergebnis nicht negativ beeinflusst. Insbesondere kommt es nicht vermehrt zu einem Eintrag von gröberen Körnern in das gewonnene Feingut, der durch andere Maßnahmen kompensiert werden müsste.

[0033] Zugleich führt eine in axialer Richtung längere Sichtertrommel bei ansonsten gleichen Parametern (Durchmesser, Drehzahl und Luftmenge) tendenziell zu einer feineren Sichtung, da wegen des größeren Strömungseintrittsquerschnitts die radiale Durchtrittsgeschwindigkeit der Luft durch den siebartigen Mantel der Sichtertrommel sinkt. Auf Grund dessen können tendenziell nur noch feinere Teilchen unnter Überwindung der an ihnen angreifenden Zentrifugalkräfte eingesogen werden..

[0034] Es ist besonders günstig, den Fliehkraftsichter so auszugestalten, dass mindestens ein, vorzugsweise beide Teile der Sichterradwelle außerhalb des Sichtgutraumes gelagert sind. Die bisher im Sichterraum selbst angeordneten Wälzlager mussten mit hohem Aufwand vor der turbulenten und daher stark invasiven und abrasiven Atmosphäre im Sichterraum geschützt werden. Schon eine Anordnung außerhalb des Sichterraumes, z. B. im Bereich des weitaus weniger turbulent durchströmten Feingutauslasses, bringt hier eine Verbesserung. Das Maximum an Verbesserung wird erreicht, wenn die Lager völlig außerhalb jeder feinstaubbelasteten Atmosphäre angeordnet sind, also auch außerhalb des Feingutauslasses, gut zugänglich auf dessen, dem Sichterraum abgewandter Seite. Hier erreichen sie signifikant längere mittlere Lebensdauern, was bei den hohen Drehzahlen ein entscheidender Vorteil ist.

[0035] Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn von der Innenmantelfläche der Sichtertrommel Schaufeln radial nach innen abstehen, die die Bewegung

der Sichterluft beeinflussen, insbesondere die Sichterluft leiten und deren Rotation verstärken. In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass die Rotation der Sicherluft im Inneren der Sichtertrommel den Druck verringert, der nötig ist um das Feinprodukt in Richtung der stirnseitigen Auslässe zu fördern.

[0036] Besonders günstig ist es dabei, wenn der später noch näher anzusprechende, insbesondere für die Sichtertrommelmitte bestimmte Zwischenring von seiner Innenmantelfläche radial nach innen abstehende Schaufeln der genannten Art aufweist.

[0037] Idealerweise stehen von der Innenmantelfläche der Sichtertrommel in Umfangsrichtung in sich geschlossene Stützringe radial nach innen ab. Durch solche Stützringe wird die oft recht lange und doch vergleichsweise dünnwandige Sichtertrommel in bestimmten Abständen gestützt und dadurch daran gehindert, sich bei extrem hohen Drehzahlen trommelartig nach außen aufzuweiten und dabei womöglich sogar überlastet zu werden oder gar zu versagen.

[0038] Besonders zweckmäßig ist es, wenn die besagten Stützringe paarweise aus radial nach innen stehenden Flanschen gebildet werden, mit denen die im nächsten Absatz angesprochenen Sichtertrommelelemente aneinander geflanscht werden.

[0039] Vorzugsweise besteht die Sichtertrommel aus mehreren, vorzugsweise mindestens vier Sichtertrommelelementen. Diese sind hintereinander entlang der gemeinsamen Rotationsachse angeordnet und miteinander verbunden, vorzugsweise miteinander verschraubt.

[0040] Besonders günstig ist es, wenn die mehreren Sichtertrommelelemente aus zwei Gruppen jeweils gleicher Sichtertrommelelemente bestehen, da sich durch Gleichteile die Produktionskosten senken lassen. Unter Umständen lässt sich sogar für ganze Baureihen eine kosteneffiziente Modularisierung erreichen, etwa indem größere Fliehkraftsichter mit einer Sichtertrommel ausgestattet werden, die statt aus zwei Sätzen von je zwei baugleichen Sichtertrommelelementen aus zwei Sätzen von einerseits zwei und andererseits drei baugleichen Sichtertrommelelementen bestehen.

[0041] Idealerweise ist in der Mitte der Sichtertrommel ein Zwischenring zwischen zwei Sichtertrommelelementen eingebaut. Der Zwischenring weist - vorzugsweise an seiner Außenmantelfläche - eine oder mehrere Vertiefungen zur Aufnahme eines Wuchtmassekörpers auf, meist in Gestalt mindestens einer Wuchtnut.

[0042] Ein solcher zusätzlicher Stützring kann gerade den durch die Fliehkräfte besonders belasteten Mittenbereich der Sichtertrommel sehr effektiv abstützen und vor Überlastung bewahren.

[0043] Eine andere Weiterbildungsmöglichkeit der Erfindung besteht darin, dass die Sichtertrommel an ihren stirnseitigen Enden, unmittelbar am Übergang zum Feingutauslass, eine Abweiserlippe aufweist. Diese erstreckt sich schräg radial einwärts - bevorzugt im Winkel von 35° bis 50°. Die Abweiserlippe verhindert, dass sich auf kürzestem Wege, fast in einer Art "Kurzschluss", ein unerwünschter Sichterluftstrom einstellt, der an der Stirnseite der Sichtertrommel, direkt von deren Mantel aus in den Feingutauslass fließt. Denn ein solcher, unerwünschter Sichterluftstrom schleppt unter Umständen nur unvollständig gesichtetes Sichtgut in den Feingutauslass ein und führt so zu einer Art partiellen "Kurzschluss".

[0044] Vorzugsweise bestehen die Radscheiben, die die Sichtertrommel mit der Sichterradwelle verbinden, aus einem Felgenkranz, der über mindestens zwei, besser mindestens drei Speichen mit einer Nabenhülse verbunden ist.

[0045] Besonders günstig ist es, wenn der Felgenkranz eine Innenmantelfläche ausbildet, die sich zum Feingutauslass hin kegelförmig erweitert - und zwar nicht nur im Sinne einer im Maschinenbau üblichen Fase, sondern auf mindestens 25 %, besser mindestens 45 % der Erstreckung des Felgenkranzes in Richtung der Rotationsachse. Dadurch wird die Führung der mit dem Feingut befrachteten Sichterluft verbessert, dort, wo sie aus der Stirnseite der Sichtertrommel mit hoher Geschwindigkeit in den Feingutauslass austritt. So wird verhindert, dass es hier zu starken Verwirbelungen aufgrund einer allzu schroffen Änderung des lichten Strömungsquerschnitts bzw. zu einer schroffen Umlenkung bei zu großer Strömungsgeschwindigkeit kommt. Denn allzu starke Verwirbelungen an dieser Stelle könnten dazu führen, dass ein Teil des von der ausströmenden Sichterluft mitgeführten Feinguts vorzeitig ausfällt und sich hinderlich anhäuft, anstatt von der abströmenden Sichterluft vollständig ausgetragen zu werden.

[0046] Im Rahmen einer besonders bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Länge der Nabenhülse in Richtung der Rotationsachse größer ist als die Länge des Felgenkranzes der Radscheibe. Auf diese Art und Weise lässt sich eine besonders feste und biegesteife, nicht zu dauerhaften Schwingungen oder zumindest zeitweiligen Unwuchten (etwa beim Durchlauf durch den unterkritischen Drehzahlbereich während des Anfahrens) neigende Verankerung der erfindungsgemäßen Sichterradwellenteile erreichen. Idealerweise ist die Länge der Nabenhülse in Richtung der Rotationsachse um mindestens 30 %, besser um mindestens 50 % größer als die entsprechende Länge des Felgenkranzes.

[0047] Eine andere, besonders günstige Option besteht darin, dass der erste und der zweite Teil der Sichterradwelle jeweils einen radial nach außen vorspringenden Scheibenflansch ausbilden. Dieser Scheibenflansch liegt jeweils vorzugsweise vollflächig gegen die dem Inneren der Sichtertrommel zugewandte Stirnringfläche der diesem Teil der Sichterradwelle zugeordneten Nabenhülse an. Der Scheibenflansch ist vorzugsweise mit der Nabenhülse verschraubt, was nicht zuletzt für zusätzliche Biegesteifigkeit sorgt.

[0048] Weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten, weitere technische Effekte und weitere Vorteile ergeben sich aus dem Ausführungsbeispiel, das nachfolgend anhand der Figuren beschrieben wird.

FIGURENLISTE

[0049]

Die Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht schräg von oben und außen auf einen erfindungsgemäßen Fliehkraftsichter.

Die Figur 2 zeigt einen Mittellängsschnitt senkrecht zur Rotationsachse durch den Fliehkraftsichter gemäß Figur 1.

Die Figur 3 zeigt einen Schnitt entlang der Rotationsachse durch den Fliehkraftsichter gemäß Figur 1.

Die Figur 4 zeigt eine Frontansicht auf die Schnittfläche der Figur 3.

Die Figur 5 zeigt eine frontale Ansicht auf die Schnittfläche der Figur 2.

Die Figur 6 zeigt eine Gesamtansicht des erfindungsgemäßen Fliehkraftsichters.

Die Figur 7 zeigt eine Ausschnittvergrößerung aus der Figur 2 im Mittenbereich, wobei hier allerdings der Zwischenring optional mit Schaufeln ausgerüstet ist.

Die Figur 8 zeigt eine Ausschnittvergrößerung aus der Figur 5.

Die Figur 9 zeigt an einem Ausschnitt, wie eine erfindungsgemäße Dichtung aussehen kann.

Die Figur 10 zeigt das Gleiche wie die Figur 9, frontal von vorne.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

DAS FUNKTIONSPRINZIP DES FLIEHKRAFTSICHTERS

[0050] Das grundsätzliche Funktionsprinzip eines Fliehkraftsichters, nach dem auch der erfindungsgemäße Fliehkraftsichter arbeitet, wurde bereits in der Beschreibungseinleitung erläutert. Hierauf wird zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen.

DAS SICHTERGEHÄUSE

[0051] Die Figur 1 gibt einen ersten Überblick über ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fliehkraftsichters 1.

[0052] Gut zu erkennen ist hier das Sichtergehäuse 2. In ihm rotiert ein von Fig. 1 nicht gezeigtes Sichterrad.

[0053] Bevorzugt wird das Sichtergehäuse 2 durch einen Horizontflansch 3 in ein Oberteil 2a und ein Unterteil 2b aufgeteilt. Das Oberteil 2a kann dann vorzugsweise als Ganzes gelöst und entweder vollständig abgenommen oder zumindest um die Scharniere 4 und deren Scharnierschwenkachse S nach oben aufgeklappt werden. So erhält man einen einfachen Wartungszugang zum Sichterraum, der vorteilhafterweise turnusmäßig oder im Chargenbetrieb nach jeder Charge gereinigt werden sollte.

[0054] In dem Sichterraum 10, den das Sichtergehäuse 2 in seinem Inneren abgrenzt, rotiert ein gleich noch näher zu beschreibendes Sichterrad um die Rotationsachse L. Das Sichterrad ist gut in der Figur 3 zu erkennen, es ist dort mit der Bezugsziffer 7 gekennzeichnet.

[0055] Wie man sieht, ist der Fliehkraftsichter vorzugsweise als Horizontalsichter ausgeführt. Das bedeutet, dass die Rotationsachse L, um die das Sichterrad 7 umläuft, in betriebsbereitem Zustand horizontal verläuft.

[0056] Hierdurch wird die Belastung der Wälzlager verringert, auf denen das Sichterrad dieses Fliehkraftsichters gelagert ist um das Sichterrad vollständig oder im Wesentlichen spielfrei zu halten. Das ist bei den hohen Drehzahlen, denen die Wälzlager ausgesetzt sind, von Bedeutung, da das Sichterrad vorzugsweise mit einer Außenumfangsgeschwindigkeit zwischen 50 m/s und 150 m/s rotiert. Der Grund hierfür ist der, dass die Wälzlager bei horizontal verlaufender Rotationsachse L auf jeder Seite des Sichterrades von Haus aus im Wesentlichen die gleiche Last tragen. Demgegenüber ist bei einer Rotation des Sichterrades um eine vertikal verlaufende Achse eine gleichmäßige Lagerbelastung schwieriger zu realisieren.

[0057] Oberhalb des Sichterrades besitzt das Sichtergehäuse 2 einen Sichtguteinlass 5. Über diesen Sichtguteinlass 5 (großer schwarzer Pfeil) wird dem Sichterraum das Sichtgut aus miteinander vermischtem Grob- und Feingut zugeführt. Im Regelfall fungiert der Sichtguteinlass 5 zugleich als Sichtlufteinlass. Somit tritt über diesen Sichtguteinlass 5 auch zumindest der überwiegende Teil der Sichterluft in den Sichterraum ein. Aufgrund der noch näher zu beschreibenden, erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Sichterrades, die strömungstechnisch besonders günstig ist, ist es im Rahmen der Erfindung erstmals möglich, das Produkt-zu-Luft-Verhältnis zu erhöhen. Es beträgt für erfindungsgemäße Sichter idealerweise mindestens 0,5 kg noch besser mindestens 0,75 kg Sichtgut pro Kubikmeter Sichtluft. Die optionale Obergrenze liegt bei 1 kg Sichtgut pro Kubikmeter Sichtluft. Die besagte Mischung aus Sichtgut und Sichtluft strömt vorzugsweise in im Wesentlichen tangentialer Richtung ein. Ein derartig gerichteter Eintritt unterstützt das die Sichtwirkung erzeugende Kreisen des Sichtguts im Sichterraum. Wie man sieht, erstreckt sich der Sichtguteinlass 5 in Richtung der Rotationsachse L gesehen über den überwiegenden Teil der Länge des Sichterraums.

[0058] An beiden Stirnenden des Sichterraums besitzt das Sichtergehäuse 2 jeweils einen Feingutauslass 6.

Über ihn wird das fertig gesichtete Feingut ausgetragen. Der Austrag erfolgt im Regelfall mithilfe der Sichterluft, die ebenfalls über den Feingutauslass 6 abgezogen wird. Wie man sieht, wird das Feingut vorzugsweise in tangentialer Richtung ausgetragen, was durch die beiden kleinen weißen Pfeile symbolisiert wird.

[0059] Das Sichtergehäuse 2 besitzt einen Grobgutauslass 8, der im Regelfall vollständig unterhalb des Sichterrades 7 angeordnet ist. Dieser Grobgutauslass wird in Figur 1 durch den großen weißen Pfeil symbolisiert.

[0060] Vorzugsweise wird über den Grobgutauslass 8 bzw. die dort angeordnete Hilfsluftzufuhr 9 zusätzlich ein gewisser Anteil Sichterluft in den Sichterraum eingeblasen, mittels eines nicht figürlich dargestellten Gebläses. Diese Hilfsluftzufuhr wird in Figur 1 durch den kleinen schwarzen Pfeil symbolisiert. Dadurch wird insbesondere Feingut, das unbeabsichtigt in den Bereich des Grobgutauslasses gefallen ist oder unbeabsichtigt in diesen Bereich zu fallen droht, wieder zurück in den Sichterraum transportiert. Das führt zu einer maßgeblichen Verbesserung der Qualität des Sichtungsergebnisses.

[0061] Weitere Details sind sehr gut anhand der Figur 2 zu erkennen, die einen Schnitt in vertikaler Richtung durch den Mittenbereich des Sichters zeigt und die in Zusammenschau mit der Figur 3 zu betrachten ist.

[0062] Gut zu erkennen ist hier der angeschnittene Teil des Sichtguteinlasses 5, der in Richtung der Rotationsachse L dahinterliegende Feingutauslass 6 und der untenliegende Grobgutauslass 8, in dessen lichte Öffnung das Leitorgan 28 hineinragt. Gut zu erkennen ist auch, wie das Sichtergehäuse 2 einen Sichterraum 10 in der Gestalt einer im Wesentlichen zylindrischen Trommel ausbildet, die hier horizontal verläuft. In dieser Trommel läuft das Sichterrad 7 um, mit beträchtlichem Abstand zur Innenmantelfläche A der Trommel. Der Abstand A beträgt bevorzugt zwischen 25 % und 65 % des Außendurchmessers des Sichterrades 7.

[0063] In besonders bevorzugten Fällen beträgt er zwischen 32 % und 40 %des Außendurchmessers des Sichterrades 7.

DAS SICHTERRAD

[0064] Das erfindungsgemäße Sichterrad 7 und sein genauer Aufbau lassen sich am besten anhand der Figuren 6 und 7 erläutern.

[0065] Das Sichterrad 7 besteht im Wesentlichen aus einer Sichtertrommel 14 mit einer Sichterradwelle 11, die deren Rotationsachse bildet.

[0066] Wie man sofort anhand der Fig. 6 erkennt, zeichnet sich die Sichterradwelle 11 dadurch aus, dass sie das Sichterrad 7 nicht vollständig durchquert. Stattdessen bleibt der Innenraum seiner Sichtertrommel 14 von ihr frei, auf mindestens 80 % ihrer Länge, gemessen in Richtung der Rotationsachse L. In diesem Bereich übernimmt die Sichtertrommel 14 die tragende Funktion des hier eingesparten Abschnitts der Sichterradwelle 11, worauf gleich noch näher einzugehen ist.

[0067] Wie man sieht, besteht die Sichterradwelle 11 aus einem ersten und einem zweiten Sichterradwellenteil 12, 13. Die beiden Sichterradwellenteile enden jeweils in einer Radscheibe 15. Diese Radscheibe 15 besteht aus einer Nabenhülse 16, die über mindestens drei Speichen 17 mit einem Felgenkranz 18 verbunden ist, vorzugsweise einstückig. Die Nabenhülse 16 weist in Richtung der Rotationsachse L eine Länge auf, die größer ist als die entsprechende Länge des Felgenkranzes 18.

[0068] Wie man gut erkennen kann, bildet jeder Sichterradwellenteil 12, 13 an seinem dem Inneren der Sichtertrommel zugewandten Ende einen Scheibenflansch 19 aus. Dieser Scheibenflansch 19 liegt gegen die innere Stirnseite der ihm zugeordneten Nabenhülse 16 an. Der jeweilige Scheibenflansch 19 verhindert so, dass der betreffende Sichterradwellenteil 12, 13 nach außen aus der Nabenhülse 16 herausgezogen werden kann. Vorzugsweise ist der Scheibenflansch 19 darüber hinaus mit der Nabenhülse 16 verschraubt. Die Bolzenköpfe 35 der entsprechenden, vorzugsweise mindestens sechs Bolzen sind in Figur 6 an dem Scheibenflansch 19 des ersten Sichterradwellenteils 12 zu erkennen.

[0069] Wie schon oben kurz angesprochen wurde, übernimmt die Sichtertrommel 14 in dem Bereich, in dem die Sichterradwelle 11 ausgesetzt ist, die tragende Funktion. Zu diesem Zweck ist die Mantelfläche der Sichtertrommel dickwandig ausgeführt. Ihre Wandstärke kann im Wesentlichen der Wandstärke einer Nabenhülse 16 entsprechen. Besonders günstig ist es, wenn ihre Wandstärke größer 20 mm ist und idealerweise im Bereich zwischen 30 mm und 48 mm liegt, +/- 0,3 mm. Zusätzlich versteift wird die Sichtertrommel durch die nach innen ragenden ringscheibenförmigen Stützringe, von denen mehrere auf Abstand zueinander an der Innenoberfläche des Sichterrades vorgesehen sind und auf die gleich noch näher einzugehen ist. Der überwiegende Teil der Umfangsmantelfläche der Sichttrommel ist durchbrochen. Sie bildet dann eine sieb- oder bevorzugt gitterartige bzw. eine durchbrochene Struktur durch die eingesaugt werden kann. Eine gitterartige Struktur kann sich insbesondere dadurch auszeichnen, dass ihre Durchbrüche in Richtung parallel zur Längsachse um mindesten den Faktor 7,5 und besser um mindestens den Faktor 10 länger sind, als in Umfangsichtung, was die Einsaugcharakteristik verbessern kann.

[0070] Vorzugsweise ist jeder Sichterradwellenteil 12, 13 als Stufenwelle mit unterschiedlichen Durchmessern ausgestattet. Vorzugsweise dort, wo diese Stufenwelle (abgesehen vom Scheibenflansch 19) ihren größten Durchmesser hat, wird sie von der Nabenhülse 16 übergriffen.

[0071] Wie man sieht, ist der Felgenkranz 18 der Radscheibe 15 als in Umfangsrichtung vollständig in sich geschlossener Ring ausgebildet. Eine Stirnseite dieses Rings liegt gegen eine entsprechende Stirnfläche der Sichtertrommel 14 an und ist mit ihr verschraubt. Die Verschraubung erfolgt vorzugsweise von der Außenseite

der Radscheibe 15 her. Dementsprechend sind hier die Aufnahmebohrungen 20 für den Bolzenkopf im Felgenkranz 18 zu erkennen, vergleiche Figur 6.

[0072] Die Figur 6 zeigt, wie sich die Innenmantelfläche 21 des Felgenkranzes 18 zum Feingutauslass hin kegelförmig erweitert. Diese Erweiterung ist mehr als nur eine im Maschinenbau übliche Fase. Sie erstreckt sich im vorliegenden Fall über den überwiegenden Teil der Länge des Felgenkranzes in Richtung der Rotationsachse L.

[0073] An seiner Außenumfangsfläche trägt jeder Felgenkranz eine Art Verzahnung 22 bzw. anderweitige schaufelartige Gebilde. Diese bilden zusammen mit dem sie umschließenden Gehäuse eine Art Impeller und/oder mechanischen Abweiser, der in Strömungsrichtung vor dem Dichtspalt angeordnet ist, für den er wirkungsmäßig zuständig ist, vgl. Fig. 6 in Verbindung mit Fig. 10. Er hält Partikel davon ab - trotz der Luftspülung des Spaltes zwischen Rotor und Gehäuse - doch in diesen Zwischenraum zu gelangen.

[0074] Vorzugsweise ist der Felgenkranz an seiner Außenumfangsfläche mit einer oder mehreren Dichtungsnuten 23 versehen, die einen Teil der Labyrinth-artigen Dichtung bilden, mit denen das Sichterrad an seinen Stirnseiten gegenüber dem Feingutauslass 6 abgedichtet ist - worauf später noch näher einzugehen ist.

[0075] Die bevorzugte Ausgestaltung der Speichen 17 lässt sich anhand des hinteren Teils der Figur 6 nachvollziehen. Die Speichen 17 erstrecken sich vorzugsweise in rein radialer Richtung von der Nabenhülse 16 zum Felgenkranz 18. Jede Speiche 17 ist dort, wo sie mit der Nabenhülse 16 verbunden ist, genauso lang wie diese, gemessen in Richtung der Rotationsachse L. Dabei verjüngt sich jede Speiche 17 zum Felgenkranz 18 hin. Das bedeutet, dass jede der Speichen im Regelfall in den Innenraum der Sichtertrommel 14 hineinragt und auf ihrer gegenüberliegenden Seite in Richtung der Rotationsachse L über den Felgenkranz 18 nach außen hervorsteht. Die Speichen haben auf diese Art und Weise eine relativ große Fläche und können dadurch effektiv dazu beitragen, die Sichterluft zum Rotieren zu bringen.

[0076] Die Sichtertrommel ist vorzugsweise aus mehreren getrennt gefertigten Sichtertrommelelementen 14a und 14b zusammengesetzt. Diese sind hintereinander entlang der gemeinsamen Rotationsachse L angeordnet und miteinander verbunden, vorzugsweise verschraubt. Idealerweise weisen die Sichtertrommelemente ein "Nutzlänge (NL) zu Nutzdurchmesser (ND) Verhältnis" auf, das folgender Gleichung genügt: NL/ND = 0,5 bis 0,8. Die Nutzlänge entspricht dabei der Gesamterstreckung parallel zur Rotationsachse L. Ein Sichtertrommelelement, das sich 500 mm entlang der Rotationsachse L erstreckt hat dann einen Durchmesser von 1.000 mm.

[0077] Besonders günstig ist es, wenn jedes der Sichtertrommelelemente 14a, 14b an seinen beiden Stirnseiten jeweils einen ringscheibenförmigen Befestigungsflansch 24a, 24b, 24c trägt. Dieser erstreckt sich, bezogen auf die Innenmantelfläche des Sichtertrommelelements, in radial einwärtiger Richtung um einen Betrag H. Dabei gilt idealerweise: $H \geq 30$ mm, vgl. Fig. 7, wo das Maß H eingezeichnet ist. Aus einem anderen Blickwinkel betrachtet lässt sich hierzu sagen, ist dass die freie Fläche, die durch den lichten Durchmesser XX (siehe Fig. 7), abhängig vom Maß H, genug Platz bieten muss, damit die Strömungsgeschwindigkeit hier unter 30 m/sec fällt. Trotzdem muss die Konstruktion natürlich genügend mechanische Festigkeit besitzen.

[0078] Der besagte Befestigungsflansch liegt also vollständig im Inneren der Sichtertrommel. Er trägt die Verschraubung, die zwei benachbarte Sichtertrommelelemente aneinander fixiert. Er bildet meist auch eine Zentriernut bzw. einen dazu komplementären Zentriervorsprung 36 aus, über deren Zusammenwirken benachbarte Sichtertrommelelemente relativ zueinander genau positioniert werden. Eine genaue Darstellung einer solchen Zentriernut und eines mit der Bezugsziffer 36 gekennzeichneten Zentriervorsprungs findet sich in Figur 7 rechts, mittig.

[0079] Ein Paar miteinander verschraubter ringscheibenförmiger Befestigungsflansche 24a, 24b, 24c bildet bei diesem Ausführungsbeispiel jeweils einen der schon oben kurz angesprochenen Stützringe aus. Mittels dieser Stützringe wird verhindert, dass sich die Sichtertrommel 14 unter dem Einfluss der starken Fliehkräfte, die die hohe Betriebsdrehzahl verursacht, in seinem mittleren Bereich tonnenförmig nach außen ausdehnt oder sogar überlastet wird und versagt.

[0080] Ausweislich der Figur 6 ist dabei in der Mitte der Sichtertrommel ein besonderer Zwischenring 25 zwischen zwei Sichtertrommelelementen 14a eingebaut. Dieser Zwischenring 25 trägt auf seiner Außenmantelfläche eine oder mehrere Vertiefungen zur Aufnahme eines Wuchtmassekörpers, vorzugsweise in Gestalt mindestens einer Wuchtnut 37, vgl. Fig. 7.

[0081] Darüber hinaus verwirklicht dieser Zwischenring 25 zusammen mit den ihm durch die Verschraubung verblockten ringscheibenförmigen Befestigungsflanschen 24a einen breiteren und daher besonders hochbelastbaren Stützring der bereits oben erläuterten Art. Das wirkt sich besonders günstig aus, da hier die durch die Fliehkräfte am höchsten belastete Stelle der Sichtertrommel 14 liegt.

[0082] Optional kann der Zwischenring 25 mit von ihm ausgehend noch weiter in radialer Richtung nach innen ragenden Schaufeln 26 ausgestattet sein, die der Bewegung der Sichterluft dienen ohne den nachfolgend erläuterten Druckausgleich zu stören, vergleiche Figur 7.

[0083] Bei früheren Konstruktionen war die Sichtertrommel aus Festigkeitsgründen im Bereich des heutigen Zwischenrings 25 mit einem Scheibenrad mit engen Durchbrüchen oder verwirbelnden Speichen von der Sicherwelle gestützt. Demgegenüber ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Konstruktion über deren maximalen Strömungsquerschnitt ein deutlich besserer Ausgleich des momentanen Drucks zwischen der linken Hälfte der Sichtertrommel, die mit dem ersten Feingutauslass kom-

muniziert und der rechten Hälfte der Sichtertrommel, die mit dem zweiten, auf der anderen Seite liegenden Feingutauslass kommuniziert.

[0084] Die dadurch erreichten, geringeren Druckpulsationen im Inneren der Sichtertrommel verbessern das Sichtungsergebnis, schon deswegen, weil weniger Agglomerationen entstehen.

[0085] Wie man sieht, ist das radial einwärtige Ende jedes Befestigungsflansches 24a, 24b, 24c auf ganzer Breite abgeschrägt, etwa pultdachartig, so, wie von Figur 6 gezeigt. Aufgrund dessen bilden zwei miteinander verschraubte Befestigungsflansche eine satteldachartige Konfiguration aus, die funktionell eine Abgleitschräge für das Sichtgut darstellt. Hierdurch wird zuverlässig verhindert, dass sich an dieser Stelle im Betrieb dauerhaft ein etwas schwererer Teil des Sichtguts ablagert und durch die Fliehkräfte vor Ort gehalten wird - wie das infolge einer fehlenden Abgleitschräge bei einer parallel zur Rotationsachse L verlaufenden Fläche der Fall sein könnte.

[0086] Aus dem gleichen Grund ist das radial einwärtige Ende des Zwischenrings 25 satteldachartig abgeschrägt und, wo vorhanden, die inneren Enden der Schaufeln 26.

[0087] Gut zu erkennen anhand der Figur 6 ist, dass die Sichtertrommelelemente insgesamt aus zwei Gruppen jeweils gleicher Sichtertrommelelemente bestehen. Wie man sieht, sind die beiden sich in der Mitte der Sichtertrommel 14 treffenden Sichtertrommelelemente 14a baugleich und die beiden der Sichtertrommel 14 nach außen abschließenden Sichtertrommelelemente 14b sind ebenfalls baugleich.

[0088] Schließlich zeigt die Figur 6, dass die Sichtertrommel an ihren beiden stirnseitigen Enden, unmittelbar am Übergang zum Feingutauslass 6, eine sich radialeinwärts und zugleich schräg in Richtung zur Mitte der Sichtertrommel 14 hin erstreckende Abweiserlippe 27 aufweist. Dieser kommt die in der Beschreibungseinleitung genannte Funktion zu.

[0089] Es ist erwägenswert, die Sichtertrommelelemente 14a und 14b als Gussteile auszuführen, beispielsweise aus Sphäroguss, die dann nachfolgend präzisionsgedreht werden. Auf diese Art und Weise lässt sich die Vielzahl der Durchbrüche in der Außenmantelfläche der Sichtertrommel 14 besonders effizient herstellen. Gleichgültig, ob die Sichtertrommel ein oder mehrteilig ausgeführt ist, gilt, dass diese Durchbrüche für den Eintritt der Sichterluft in das Innere der Sichtertrommel benötigt werden. Sie sind zudem beim ein- oder mehrteiligen Sichterrad vorzugsweise das alleinige oder zumindest überwiegende Mittel, um die in den Sichterraum eintretende Sicherluft und das von ihr getragene Sichtgut in der Sichterkammer so zum Kreisen zu bringen, dass die Fliehkräfte ihre Separationswirkung entfalten können.

DAS DEN GROBGUTAUSLASS KONTROLLIERENDE LEITORGAN

[0090] Das erfindungsgemäße Leitorgan 28, das den Zugang zum Grobgutauslass kontrolliert, lässt sich am besten anhand der Figuren 2, 5 und 8 erkennen und erläutern.

[0091] Bei dem erfindungsgemäßen Leitorgan 28 handelt kann es sich um eine Schaufel bzw. - in optional weiter Auslegung des Begriffs der Schaufel - um ein Leitorgan ähnlich einer Schaufel handeln. Deren Haupt-Leitfläche 29 ist derart gekrümmt, dass auf diese Haupt-Leitfläche 29 auftreffendes Sichtgut nach innen hin zur Sichtertrommel 14 umgelenkt bzw. zurückgeworfen wird. Feingut, das bislang eventuell noch dem auf die Schaufel 26 auftreffenden Sichtgut untergemischt war und von diesem radial nach außen mitgerissen wurde, bekommt dadurch die Chance, sich doch noch von dem Grobgut zu trennen und dann von der in das Innere der Sichtertrommel 14 abfließenden Sichtluft mitgenommen und in das Innere der Sichtertrommel 14 eingetragen zu werden. Dadurch wird die Klassifizierungsgüte wesentlich verbessert.

[0092] Anzumerken ist, dass die besagte Krümmung vorzugsweise eine stetig konkave Krümmung ist, die sich zur Sichtertrommel 14 hin neigt. Die Haupt-Leitfläche 29 ist vorzugsweise als entsprechend gekrümmtes Blech ausgeführt, das zumindest durch zwei es beidseitige berandende Randbleche 30 in Form gehalten wird, vgl. Fig. 5 und 8. Oft wird die Haupt-Leitfläche 29 auch noch in ihrer Mitte (in Richtung entlang der Rotationsachse L gemessen) durch ein hier als rippenartige Verstärkung aufgeschweißtes Randblech 30 der genannten Art stabilisiert. Bevorzugt ist die Schaufel so gestaltet, dass sie keine Verwirbelungen verursacht - zumindest keine Wesentlichen.

[0093] In Richtung parallel zur Rotationsachse L ist die Erstreckung des erfindungsgemäßen, vorzugsweise einstückigen Leitorgans 28 im Regelfall so groß, dass es den gesamten Grobgutauslass in Richtung entlang der Rotationsachse L überdeckt. In Rotationsrichtung gesehen ist die Erstreckung des erfindungsgemäßen Leitorgans 28 vorzugsweise so groß, dass das Leitorgan mehr 45% und besser 60% bis 70% der lichten Fläche abdeckt, mit der der Grobgutauslass in die Innenmantelfläche der als Teil des Sichtergehäuses ausgebildeten Trommel mündet, die den Sichterraum 10 begrenzt.

[0094] Besonders günstig ist es, wenn die Position des Leitorgans in und entgegen Rotationsrichtung verstellbar, idealerweise stufenlos verstellbar ist, so dass es bei Bedarf mehr oder weniger der lichten Fläche abdeckt, mit der der Grobgutauslass in die Innenmantelfläche der besagten Trommel mündet, was hier zeichnerisch nicht gesondert dargestellt ist. Auf diese Art und Weise kann das erfindungsgemäße Leitorgan auf die aktuell vom Sichter verlangten maximalen mittleren Korndurchmesser des Feinguts eingestellt werden.

[0095] Eine Besonderheit ist dabei die, dass das Leitorgan 28 mit einem Abstand X von der Innenmantelfläche der Trommel entfernt angebracht ist, die den Sichterraum 10 abgrenzt. Der hier gemeinte Abstand X beträgt vorzugsweise zwischen 3 mm und 12 mm. Idealerweise

kann er eingestellt werden, meist stufenlos. In diesem Zusammenhang gilt, dass derAbstand von der im Sichtgut enthaltenen Anzahl an groben Partikeln abhängig ist. Sind viele grobe Partikel enthalten, muss schneller getrennt werden. Der Abstand wird dann tendenziell größer eingestellt, so dass sich ein schnellerer Auswurf ergibt.

[0096] Diese Positionierung des Leitorgans 28führt dazu, dass Sichtgut (Grobgut), welches die besagte Innenmantelfläche mit einem radialen Abstand ≤ X entlang strömt, das Leitorgan 28 unterläuft und dann durch die Zentrifugalkräfte in den Grobgutauslass ausgetragen wird. Nur der Teil des Sichtguts, der die besagte Innenmantelfläche mit einem radialen Abstand > X und < Y entlangströmt, wird in Richtung auf die Sichtertrommel 14 umgelenkt. Für den Abstand Y gilt dabei vorzugsweise (DSK-DSR)/2, wobei DSK der Innendurchmesser des Sichterraums ist und DSR der Außendurchmesser der Sichtertrommel. Alternativ lässt sich sagen, dass der Abstand Y" im betragsmäßigen Bereich zwischen 1/2 DSR und 2/6 DSR liegen sollte

[0097] Bemerkenswert ist noch, dass das Leitorgan 28 im Zusammenspiel mit der Hilfsluftzufuhr 9 besonders effektiv ist, da diese beiden Verbesserungen gemeinsam einen synergistischen Effekt entfalten.

[0098] Das lässt sich recht gut anhand der Figur 5 erkennen.

[0099] Das Leitorgan 28 zwingt die über die Hilfsluftzufuhr 9 eingeblasene Hilfsluft verstärkt dazu, in tangentialer Richtung orientiert in den Sichterraum 10 einzutreten. Es verhindert bzw. verringert die Tendenz der Hilfsluft, ungebremst in einem stumpfen Winkel auf die im Sichterraum 10 mit hoher Geschwindigkeit rotierende Sichterluft aufzutreffen und so unerwünschte Verwirbelungen zu produzieren.

[0100] Gleichzeitig beruhigt das Leitorgan 28 die Luftführung in dem Bereich, in dem das Grobgut ausfällt, nachdem es das Leitorgan 28 unterlaufen hat. Denn in diesem Bereich schafft das Leitorgan 28 gegenüber der im Sichterraum mit hoher Geschwindigkeit zirkulierenden Sichtluft einen Lee-Raum, zumindest im Wesentlichen.

[0101] All dies führt zu einer erheblichen Verbesserung der Sichtgüte.

DIE STIRNSEITIGE ABDICHTUNG DES SICHTERRADES

[0102] Im Rahmen der Erfindung ruht das Augenmerk auch darauf, den Übergang zwischen dem Sichterraum 10 und dem Feingutauslass 6 an der Stirnseite der Sichtertrommel 14 möglichst effektiv abzudichten. Das ist bedeutsam, denn Dichtungsfehler an dieser Stelle führen dazu, dass das bereits mit hoher Sichtungsgüte gewonnene Feingut mit Sichtgut verunreinigt wird, dass noch nicht oder nicht vollständig gesichtet worden ist. Das ist zu vermeiden.

[0103] Hier ist zu diesem Zweck eine berührungslose Dichtung vorgesehen.

[0104] Um eine solche Dichtung realisieren zu können, ist das Sichtergehäuse 2 im Bereich der Dichtstelle zwischen dem Sichterraum 10 und dem Feingutauslass 6 als doppelwandiger Bereich ausgeführt. Dieser doppelwandige Bereich ist in Figur 3 durch das Bezugszeichen D kenntlich gemacht.

[0105] Über diesen doppelwandigen Bereich D wird Druckluft an die Dichtstelle herangeführt.

[0106] Die eigentliche Dichtstelle zeigt die Figur 10 in vergrößerter Darstellung. Zu erkennen ist hier zunächst ein Ausschnitt des Felgenkranzes 18. Er trägt auf seiner Außenseite mehrere, im vorliegenden Fall vorzugsweise drei, umlaufende Dichtungsnuten 23, wie sie oben schon kurz angesprochen worden sind, vgl. nochmals Fig. 6.

[0107] Der doppelwandige Bereich trägt an seinem Ende, nahe der Dichtstelle, einen Dichteinsatz 31, vgl. wieder Fig. 10. Der Dichteinsatz 31 ist, obwohl die Dichtung zumindest im Wesentlichen berührungslos arbeitet, vorzugsweise austauschbar ausgeführt, da es sich in feinstaubbelasteter Atmosphäre langfristig gesehen doch um ein Verschleißteil handelt. Dieser Dichteinsatz bildet drei erhabene, umlaufende Dichtringe 32 aus.

[0108] Jede dieser Dichtringe 32 greift in eine ihm zugeordnete Dichtungsnut 23 am Felgenkranz 18 ein.

[0109] Da die Dichtung berührungslos arbeitet, bilden die erhabenen, umlaufenden Dichtringe 32 und die ihnen zugeordneten Dichtungsnuten 23 eine Art Labyrinth aus. Um dieser Dichtung eine echte Sperrwirkung zu verleihen, ist der Dichteinsatz 31 mit einem oder vorzugsweise mehreren Drucklufteinblasöffnungen 34 ausgestattet, über die Druckluft in den Verteilerkanal 33 für das besagte Dichtungslabyrinth eingeblasen wird, die über den doppelwandigen Bereich an die Dichtstelle herangeführt worden ist, vgl. Fig. 10.

[0110] Von dem Verteilerkanal 33 aus fließt der größere Teil der eingeblasenen Druckluft in den Sichterraum 10 ab und hält den Pfad, über den sie ausströmt, von eindringendem Sichtgut frei. Der kleinere Teil der eingeblasenen Druckluft fließt in den Feingutauslass 6 ab. Letzteres deswegen, weil sich diesem Teil der eingeblasenen Druckluft zwei aus Dichtringen 32 und Dichtungsnuten 23 gebildete Schikanen in den Weg stellen, und nicht nur eine, weshalb der Durchfluss entsprechend geringer ist.

[0111] Eine solche berührungslos arbeitende Dichtung ist für die Beherrschung der an den erfindungsgemäßen Sichterrädern auftretenden hohen Drehzahlen von großem Vorteil.

ABSCHLIESSENDE ANMERKUNGEN ALLGEMEINER NATUR

[0112] Unabhängig von, aber auch in Kombination mit den bereits aufgestellten Ansprüchen und/oder Merkmalen aus der Beschreibung bleibt vorbehalten Schutz auch für einen Fliehkraftsichter 1 zu beanspruchen, der sich dadurch auszeichnet, dass das Sichterrad 7 im Bereich seiner Stirnseiten an seinem Außenumfang durch eine

berührungslose Dichtung gegen das Sichtergehäuse 2 abgedichtet wird, in die Sperrluft eingeblasen wird, die - vorzugsweise zu einem größeren Teil - in den Sichterraum 14 ausströmt und - vorzugsweise - zu einem kleineren Teil in den Feingutauslass 6.

[0113] Unabhängig von, aber auch in Kombination mit den bereits aufgestellten Ansprüchen und/oder Merkmalen aus der Beschreibung bleibt vorbehalten, Schutz auch für einen Fliehkraftsichter 1 zu beanspruchen, dessen Sichtertrommel 14 an ihren stirnseitigen Enden, unmittelbar am Übergang zum Feingutauslass 6, eine sich radial-einwärts und zugleich schräg in Richtung zur Rotationsachsenmitte der Sichtertrommel 14 hin erstreckende Abweiserlippe 27 aufweist.

[0114] Unabhängig von, aber auch in Kombination mit den bereits aufgestellten Ansprüchen und/oder Merkmalen aus der Beschreibung bleibt vorbehalten, Schutz auch für einen Fliehkraftsichter 1 zu beanspruchen, bei dem die Länge einer Nabenhülse 16 zum Halten einer Sichterrad-Teilwelle 12, 13 in Richtung der Rotationsachse L größer ist als die Länge des Felgenkranzes 18 der Radscheibe 15, die die Sichtertrommel in Position hält.

[0115] Zur Vermeidung von patentrechtlichen Umgehungen gilt sinngemäß Gleiches auch für Fliehkraftsichter, die den bereits aufgestellten Ansprüchen entsprechen, mit der Ausnahme, dass sie nur einseitig einen einzigen Feingutauslass besitzen, insbesondere wenn es sich um Vertikalfliehkraftsichter handelt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0116]

1	Fliehkraftsichter
2	Sichtergehäuse
2a	Oberteil des Sichtergehäuses
2b	Unterteil des Sichtergehäuses
3	Horizontalflansch
4	Scharnier zum Aufschwenken des zuvor in zwei Hälften gelösten Sichtergehäuses
5	Sichtguteinlass
6	Feingutauslass
7	Sichterrad
8	Grobgutauslass
9	Hilfsluftzufuhr
10	Sichterraum
11	Sichterradwelle
12	erstes Sichterradwellenteil der Sichterradwelle 11
13	zweites Sichterradwellenteil der Sichterradwelle 11
14	Sichtertrommel
14a	Sichtertrommelelement, Typ 1
14b	Sichtertrommelelement, Typ 2
15	Radscheibe aus Nabenhülse, Speiche und Felgenkranz
16	Nabenhülse
17	Speiche
18	Felgenkranz
19	Scheibenflansch
20	Aufnahmebohrung Bolzenkopf
21	Innenmantelfläche des Felgenkranzes
22	Verzahnung
23	Dichtungsnuten
24a	ringscheibenförmiger Befestigungsflansch
24b	ringscheibenförmiger Befestigungsflansch
24c	ringscheibenförmiger Befestigungsflansch
25	Zwischenring
26	Schaufel
27	Abweiserlippe
28	Leitorgan
29	Haupt-Leitfläche
30	Randblech
31	Dichteinsatz
32	Dichtring
33	Verteilerkanal
34	Drucklufteinblasöffnungen
35	Bolzenköpfe
36	Zentriervorsprung
37	Wuchtnut

A	Radialer Abstand zwischen der Innenmantelfläche des Sichterraums und der Außenmantelfläche der Sichtertrommel.
D	doppelwandiger Bereich
DSK	Innendurchmesser des Sichterraums bzw. der diesen begrenzenden Trommel
DSR	Außendurchmesser der Sichtertrommel
H	Betrag der Erstreckung
L	Rotationsachse
ND	Nutzdurchmesser der Sichtertrommel
NL	Nutzlänge der Sichtertrommel
S	Scharnierschwenkachse des Scharnier-Paares 4
X	kleinster radialer Abstand zwischen dem Leitorgan 28 und der Innenmantelfläche des Sichterraums.
Y	maximaler radialer Abstand, den im Sichterraum umlaufendes Sichtgut zur Innenmantelfläche des Sichterraums haben darf, um noch mit dem Leitorgan 28 unmittelbar in Kontakt zu kommen
Y"	radialer Freigang zwischen Leitorgan 28 und dem Sichterrad
XX	lichter Durchmesser im Innneren eines ringscheibenförmigen Befestigungsflansches

Patentansprüche

1. Fliehkraftsichter (1) mit einem Sichtergehäuse (2) und einem Sichterrad (7), das in dem Sichtergehäuse (2) umläuft,
wobei das Sichtergehäuse (2) mindestens einen Sichtguteinlass (5), mindestens einen Grobgutauslass (8) sowie mindestens einen ersten Feingutaus-

lass (6) aufweist,
wobei das Sichterrad (7) von einer Sichtertrommel (14) und einer die Sichtertrommel (14) tragenden Sichterradwelle (11) gebildet wird, die vorzugsweise um eine horizontale Achse rotiert,
und die Umfangsmantelfläche der Sichtertrommel (14) derart durchbrochen ist, dass sie im Betrieb das auf der Mantelaußenseite auf die Sichtertrommel (14) auftreffende Sichtgut in Rotation versetzt und von der Sichtluft in radial einwärtiger Richtung durchströmt wird,
wobei der mindestens eine Feingutauslass (6) am Ende der Sichtertrommel (14) angeordnet ist und über die freie Stirnfäche der Sichtertrommel (14) Feingut aus dem Inneren der Sichtertrommel (14) in den mindestens einen Feingutauslass (6) ausgetragen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sichterradwelle (11) aus zwei Teilen (12, 13) besteht, die nicht unmittelbar tragend miteinander verbunden sind,
und sich der erste Teil (12) der Sichterradwelle (11) von einer die Sichtertrommel (14) im Bereich ihrer ersten Stirnseite tragenden Radscheibe (15) nach außen, weg von der Sichtertrommel (14) erstreckt,
und sich der zweite Teil (13) der Sichterradwelle (11) von einer die Sichtertrommel (14) im Bereich ihrer zweiten Stirnseite tragenden Radscheibe (15) nach außen, weg von der Sichtertrommel (14) erstreckt.

2. Fliehkraftsichter (1), vorzugsweise nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des mindestens einen Grobgutauslasses (8) ein Leitorgan (28) angeordnet ist,
wobei das Leitorgan (28) mit einem Abstand X von der Innenmantelfläche des die Sichtertrommel (14) umfangenden Sichtergehäuseabschnitts angeordnet
und so gestaltet ist, dass Sichtgut, welches die besagte Innenmantelfläche mit einem radialen Abstand $\leq$ X entlang strömt, das Leitorgan (28) unterläuft und dann in den Grobgutauslass (8) ausgetragen wird,
und Sichtgut, welches die besagte Innenmantelfläche mit einem radialen Abstand > X entlangströmt, in radial einwärtiger Richtung hin zur Sichtertrommel (14) umgelenkt wird.

3. Fliehkraftsichter (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitorgan (28) den Grobgutauslass (8) in Strömungsrichtung teilweise überdeckt und vorzugsweise mehr als 35 %, besser mehr als 50 % der lichten Querschnittsfläche des Grobgutauslasses (8) überdeckt, wobei der Überdeckungsgrad bevorzugt verstellbar ist, idealerweise stufenlos.

4. Fliehkraftsichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine, vorzugsweise beide Teile (12, 13) der Sichterradwelle (11) außerhalb des Sichterraumes (10) gelagert sind, wobei die beiden Teile der Sichterradwelle (12, 13) vorzugsweise auch den jeweiligen Feingutauslass (6) durchgreifen und erst außerhalb des Feingutauslasses (6), auf dessen dem Sichterraum (10) abgewandter Seite gelagert sind.

5. Fliehkraftsichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Grobgutauslass (8) unterhalb der Sichtertrommel (14) angeordnet ist und am Grobgutauslass (8) Sichterluft eingespeist wird, die über die Sichtertrommel (14) abfließt.

6. Fliehkraftsichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis NL/ND zwischen der Nutzänge (NL) der Sichtertrommel (14) und dem maximalen Außennutzdurchmesser (ND) der Sichtertrommel (14) $\geq$ 2 und idealerweise $\geq$ 2,3 ist.

7. Fliehkraftsichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Innenmantelfläche der Sichtertrommel (14) Schaufeln (26) radial nach innen abstehen.

8. Fliehkraftsichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Innenmantelfläche der Sichtertrommel (14) in Umfangsrichtung in sich geschlossene Stützringe radial nach innen abstehen.

9. Fliehkraftsichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sichtertrommel (14) aus mehreren, vorzugsweise mindestens vier Sichtertrommelelementen (14a; 14b) besteht, die hintereinander entlang der gemeinsamen Rotationsachse (L) angeordnet und miteinander verbunden, vorzugsweise miteinander verschraubt sind, wobei die mehreren Sichtertrommelelemente (14a; 14b) idealerweise aus zwei Gruppen jeweils gleicher Sichtertrommelelemente (14a; 14b) bestehen.

10. Fliehkraftsichter (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Sichtertrommelelement (14a; 14b) an seinen Stirnseiten einen ringscheibenförmigen Befestigungsflansch (24a; 24b; 24c) ausbildet, der sich, bezogen auf die Innenmantelfläche des Sichtertrommelelements (14a; 14b), um einen Betrag (H) in radial einwärtiger Richtung erstreckt, wobei vorzugsweise zumindest ein Befestigungsflansch (24) jedes Sichtertrommelelements (14a; 14b) über mindestens 25 % seiner radialen Erstreckung abgeschrägt ist.

11. Fliehkraftsichter (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Mitte der Sichtertrommel (14) ein Zwischenring (25) zwischen zwei Sichtertrommelelementen (14a, 14a) eingebaut ist, wobei der Zwischenring (25) vorzugsweise an seiner Außenmantelfläche eine oder mehrere Vertiefungen zur Aufnahme eines Wuchtmassekörpers aufweist, vorzugsweise in Gestalt mindestens einer Wuchtnut.

12. Fliehkraftsichter (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11 in Verbindung mit Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenring (25) von seiner Innenmantelfläche radial nach innen abstehende Schaufeln (26) aufweist.

13. Fliehkraftsichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radscheiben (15) jeweils aus einem Felgenkranz (18) bestehen, der über mindestens zwei, besser mindestens drei Speichen (17) mit einer Nabenhülse (16) verbunden ist, wobei der Felgenkranz (18) vorzugsweise eine Innenmantelfläche ausbildet, die sich zum Feingutauslass (6) hin kegelförmig erweitert.

14. Fliehkraftsichter (1) nach Anspruch 13 **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Teil der Sichterradwelle (11) jeweils einen radial nach außen vorspringenden Scheibenflansch (19) ausbilden, der gegen die dem Inneren der Sichtertrommel (14) zugewandte Stirnringfläche der diesem Teil der Sichterradwelle (11) zugeordneten Nabenhülse (16) anliegt und vorzugsweise mit der Nabenhülse (16) verschraubt ist.

15. Fliehkraftsichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nenndrehzahl der Sichtertrommel so liegt, dass der Zielwert von 160 m/s am äußeren Durchmesser der Sichtertrommel erreicht oder überschritten wird.

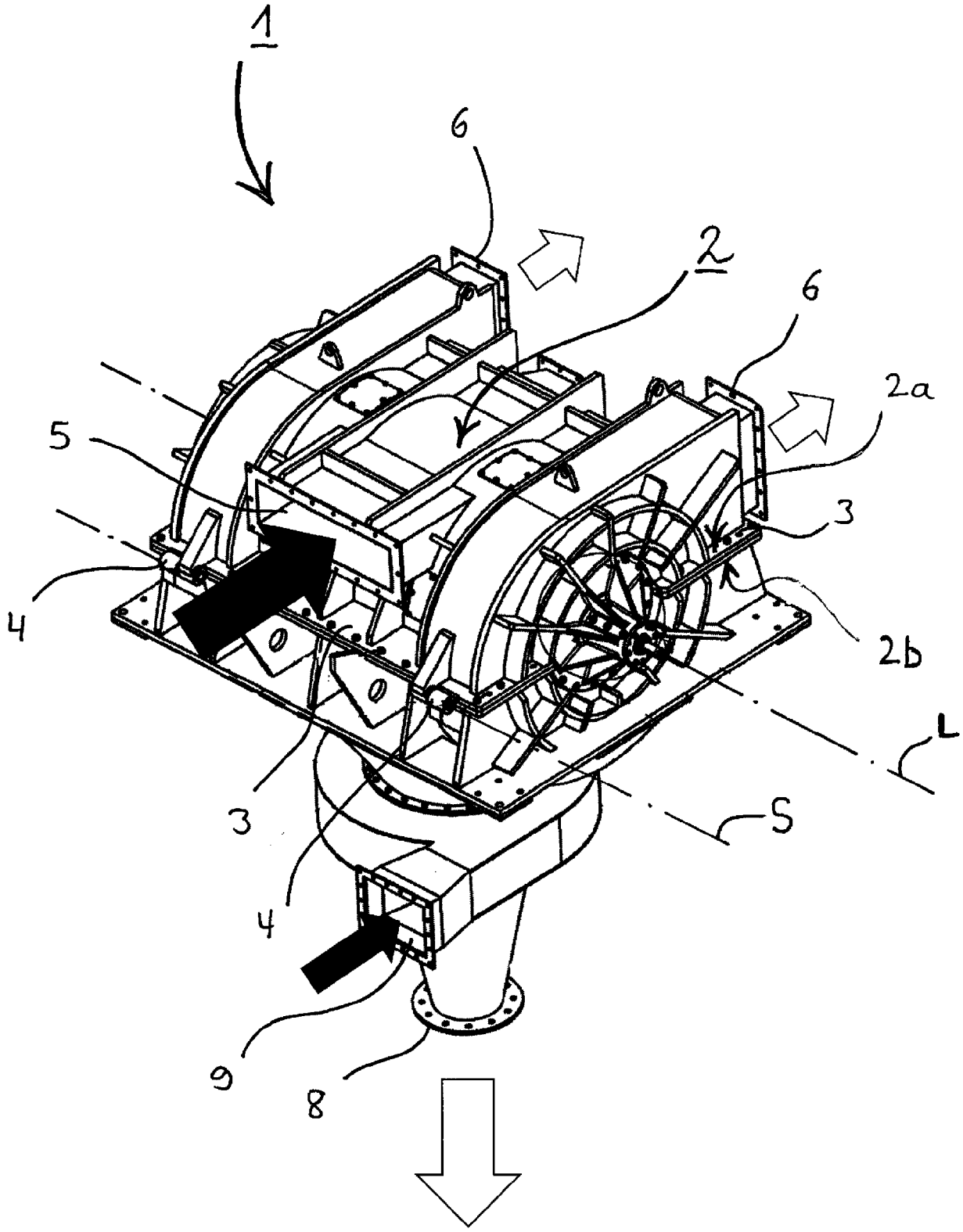

Fig. 1

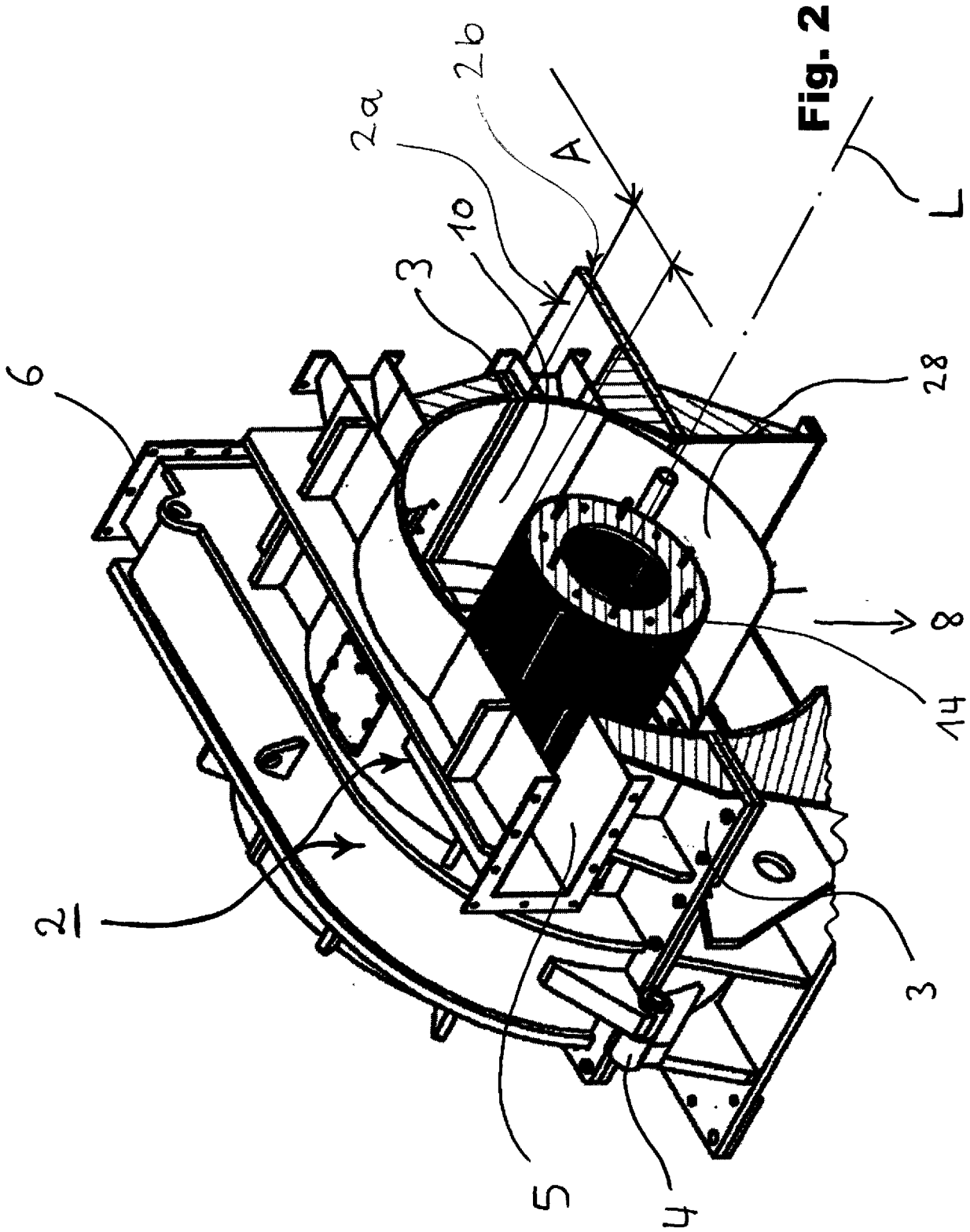

Fig. 2

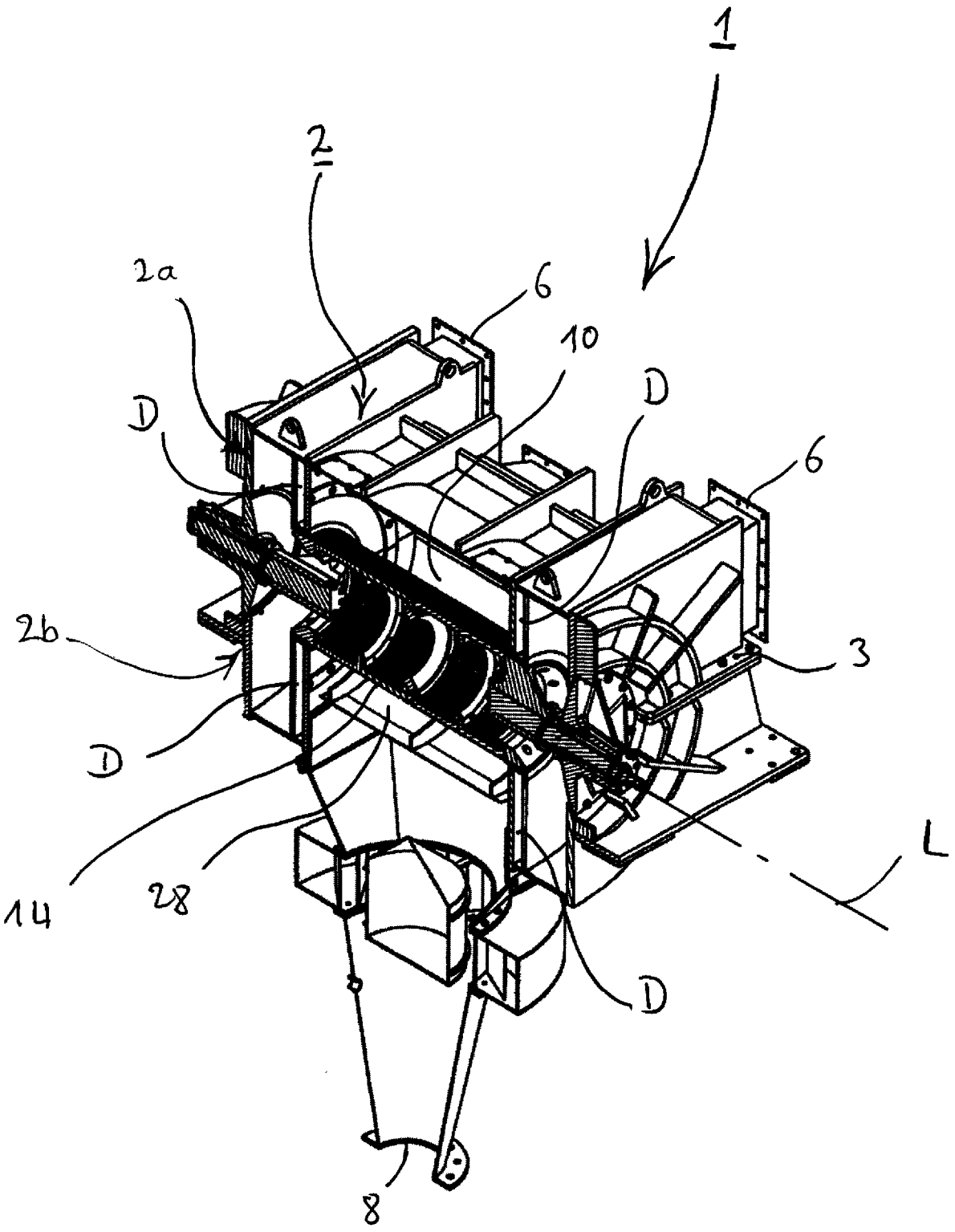

Fig. 3

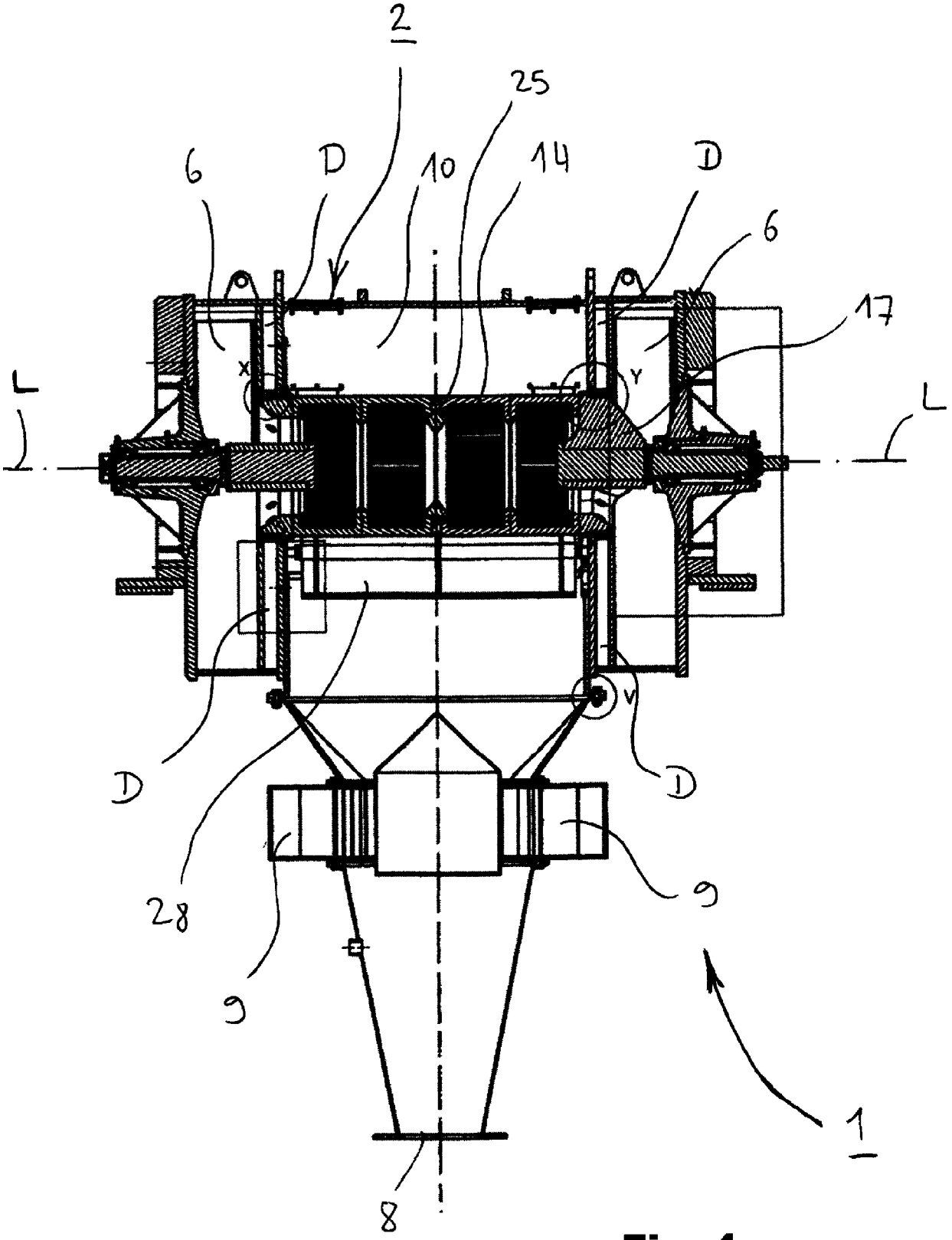

Fig. 4

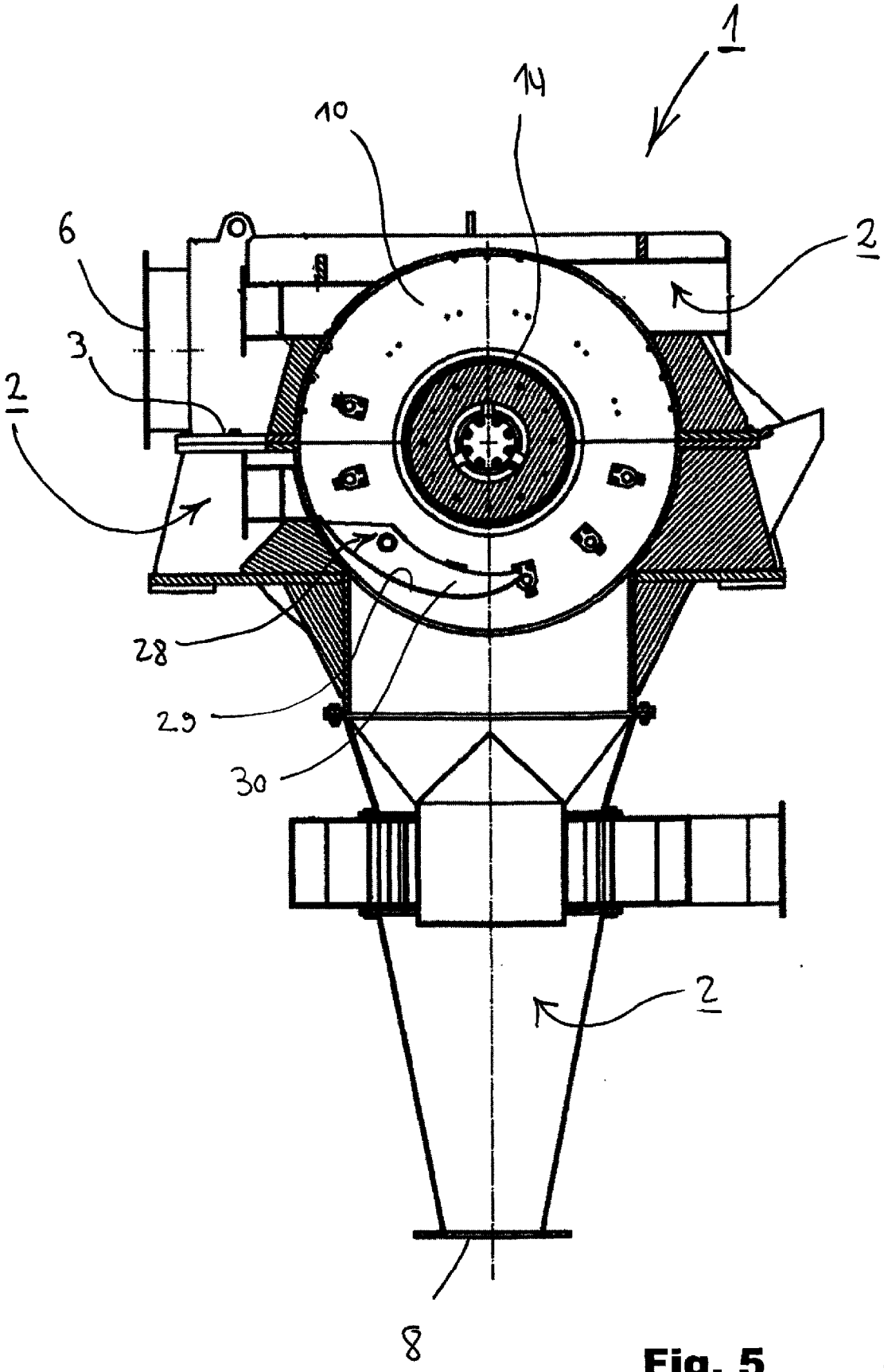

Fig. 5

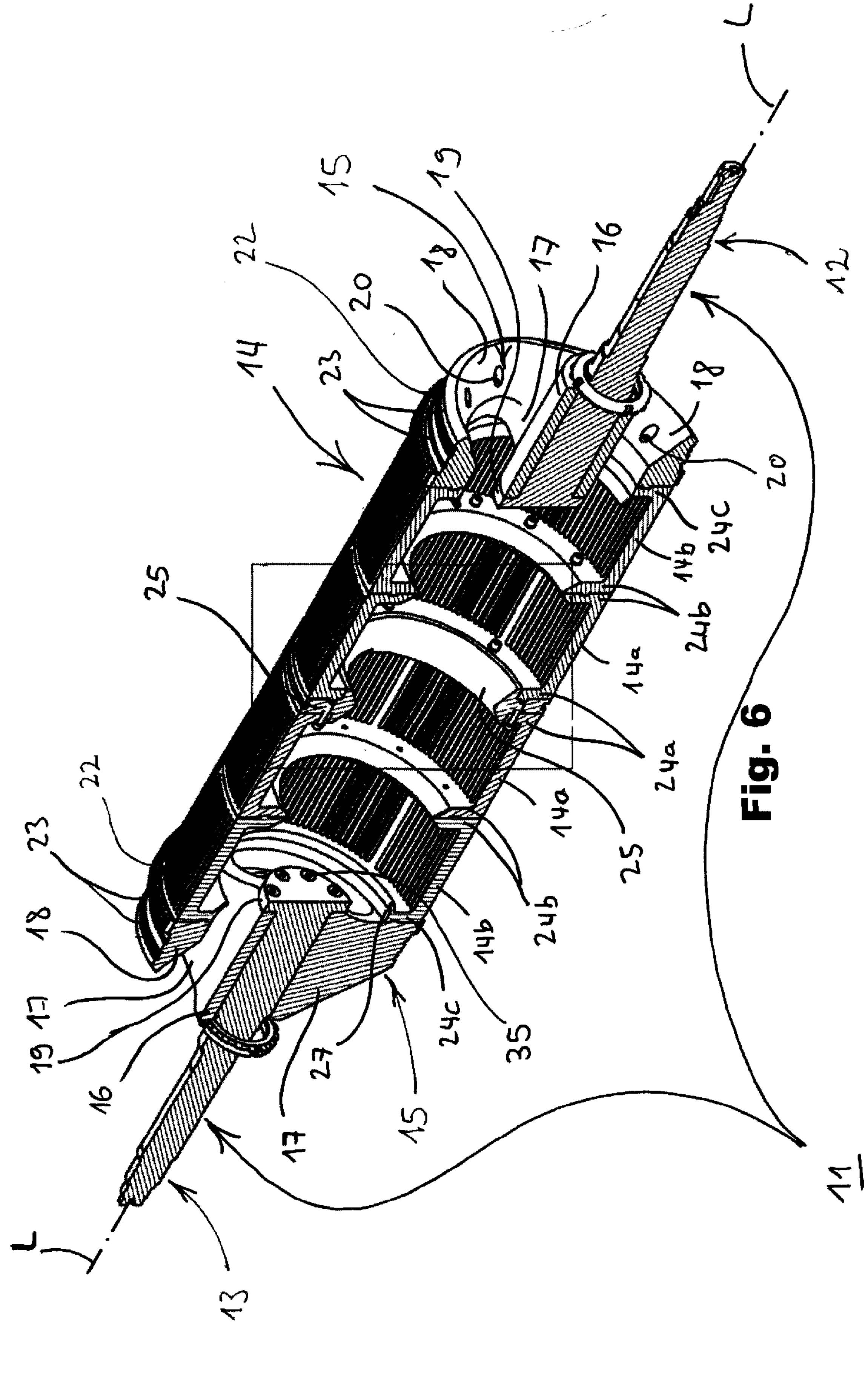

Fig. 6

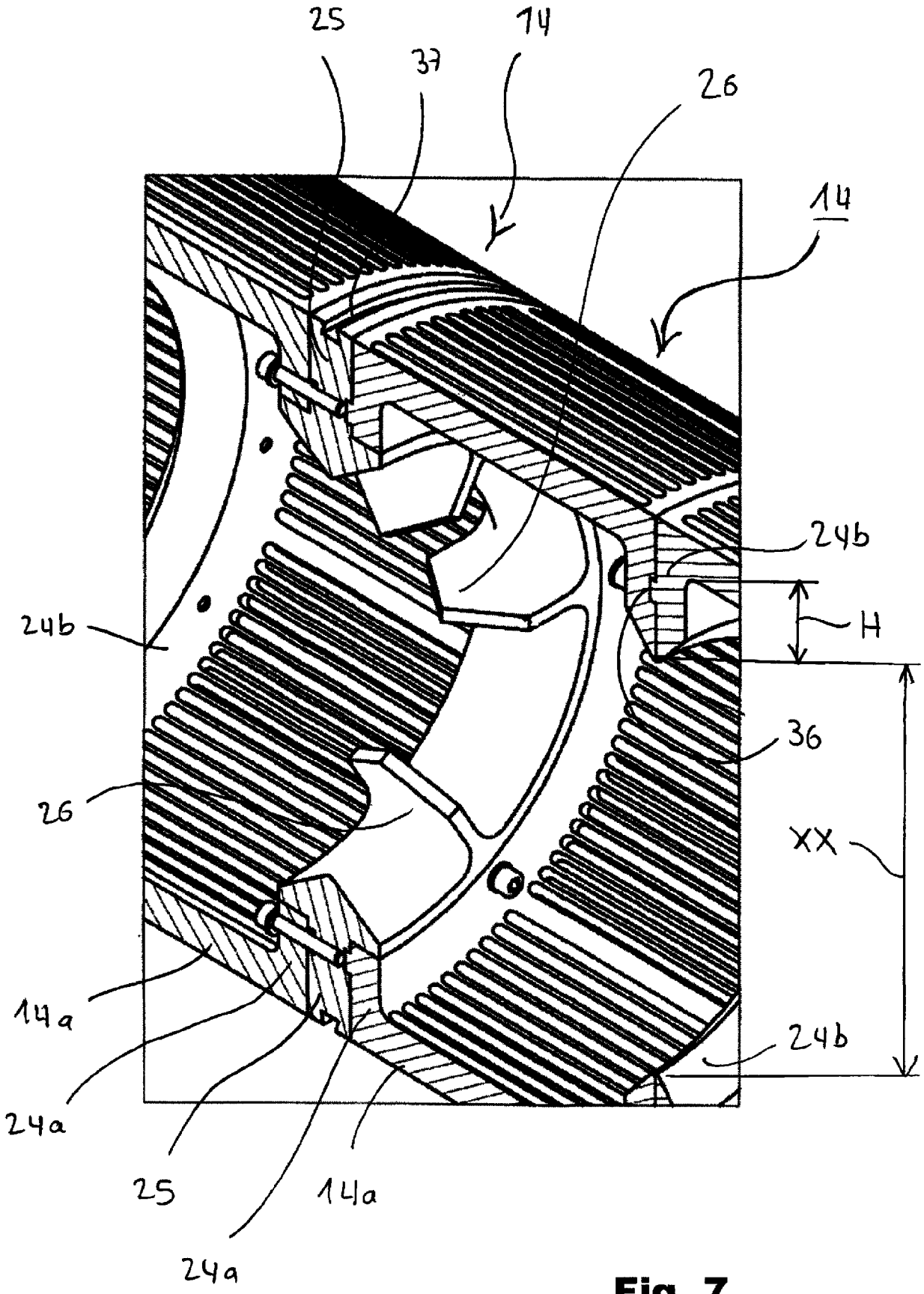

Fig. 7

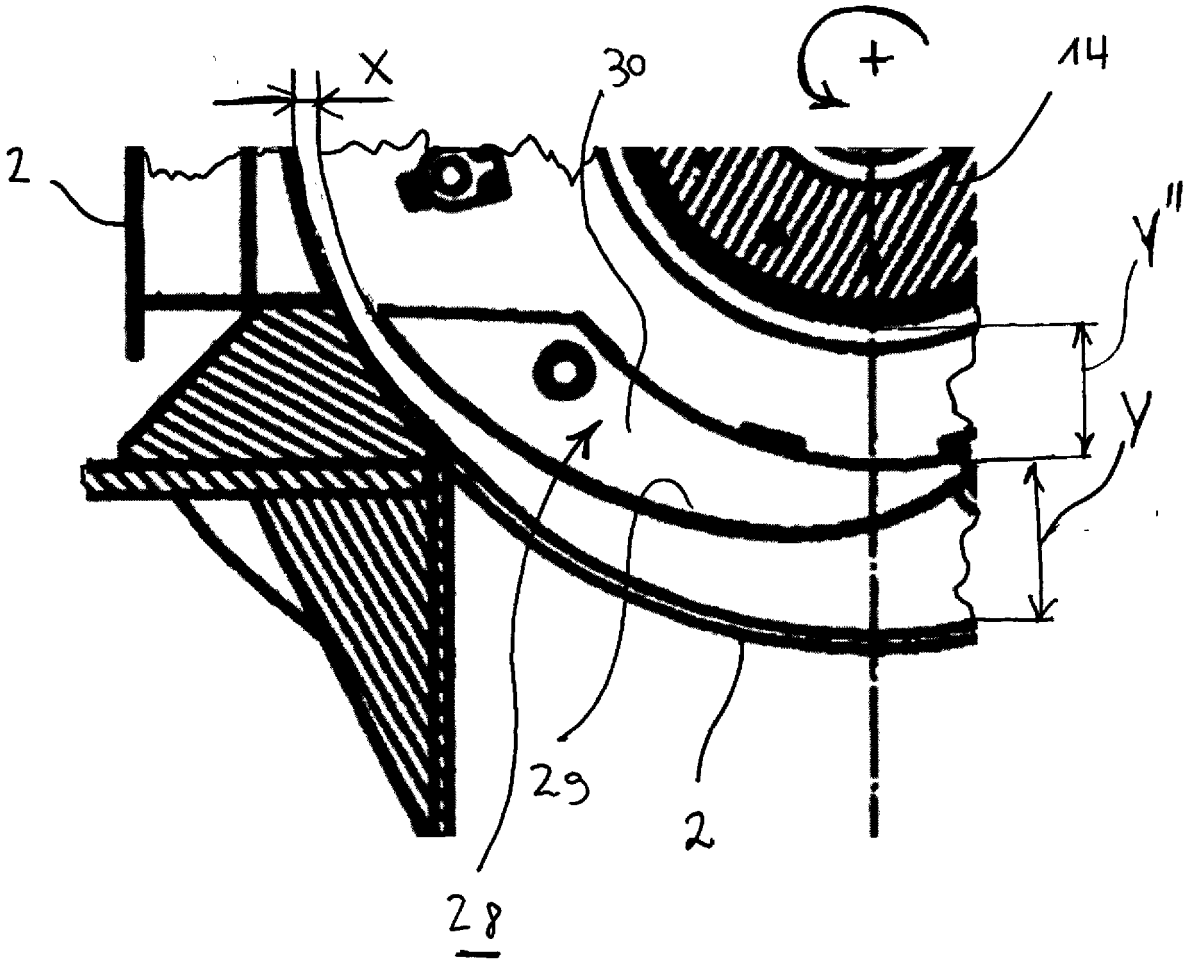

Fig. 8

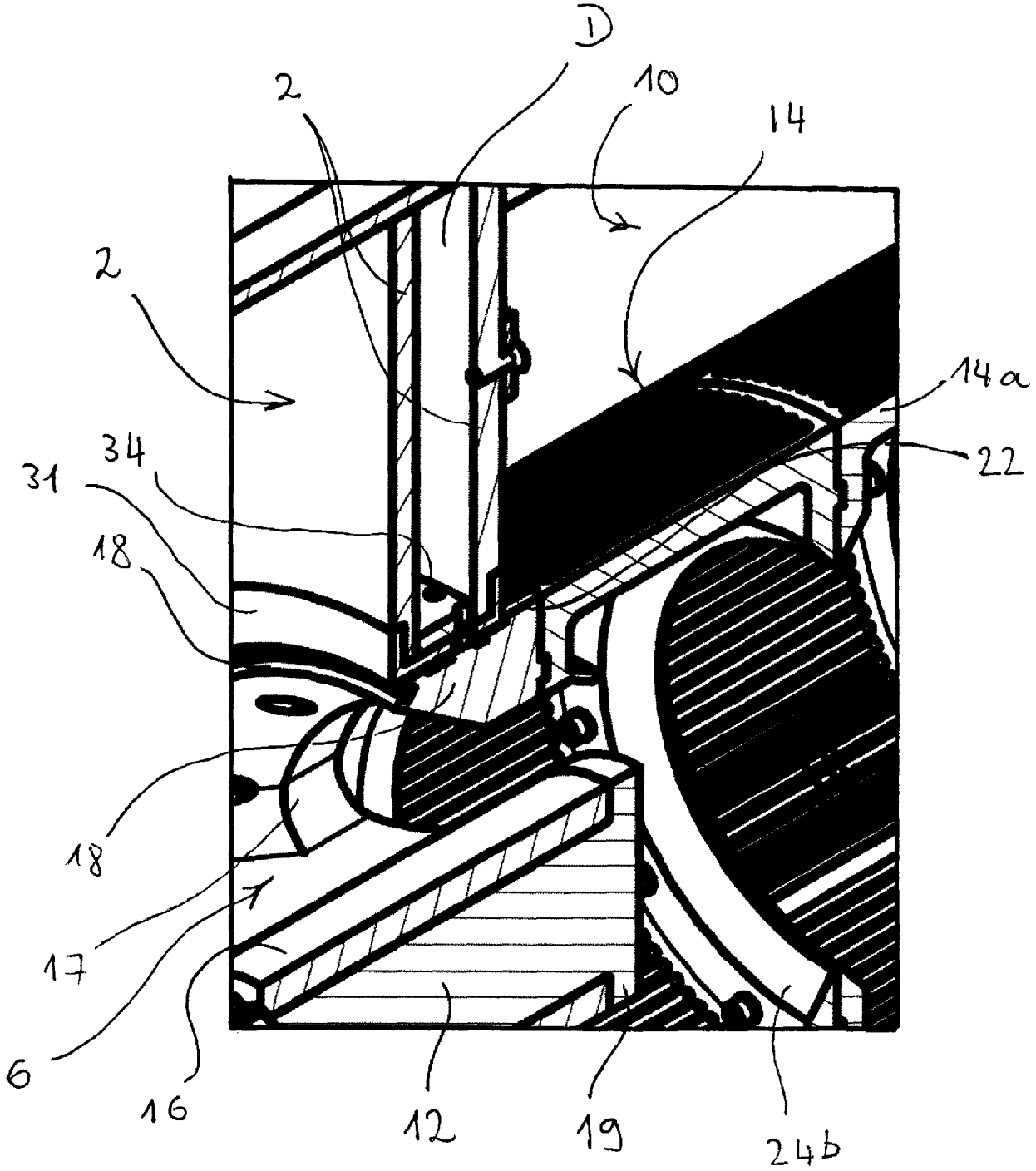

Fig. 9

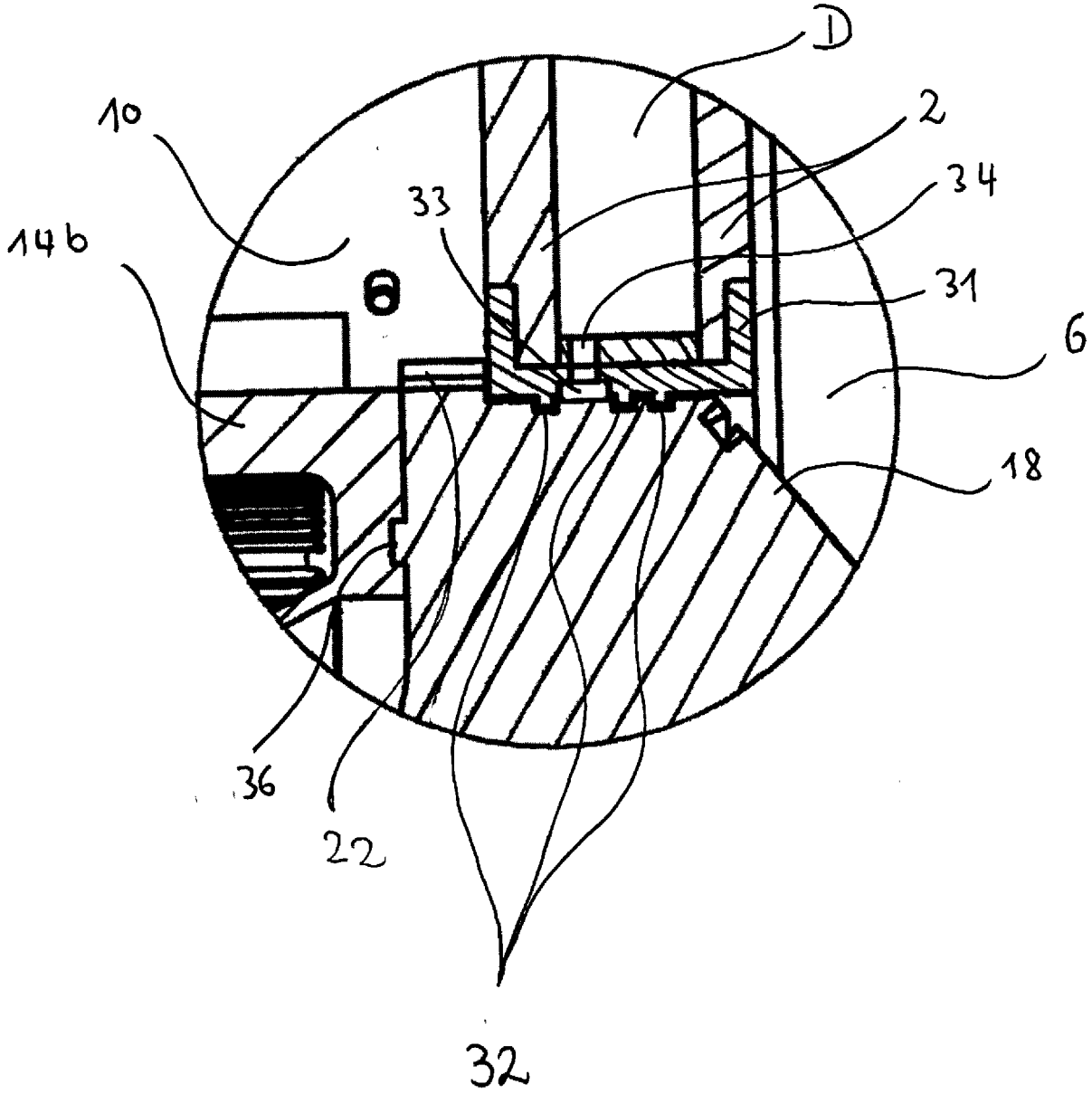

Fig. 10