

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.04.2024 Patentblatt 2024/15

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B02C 17/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23202008.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B02C 17/161

(22) Anmeldetag: **06.10.2023**

(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 ME MK MT NL
 NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

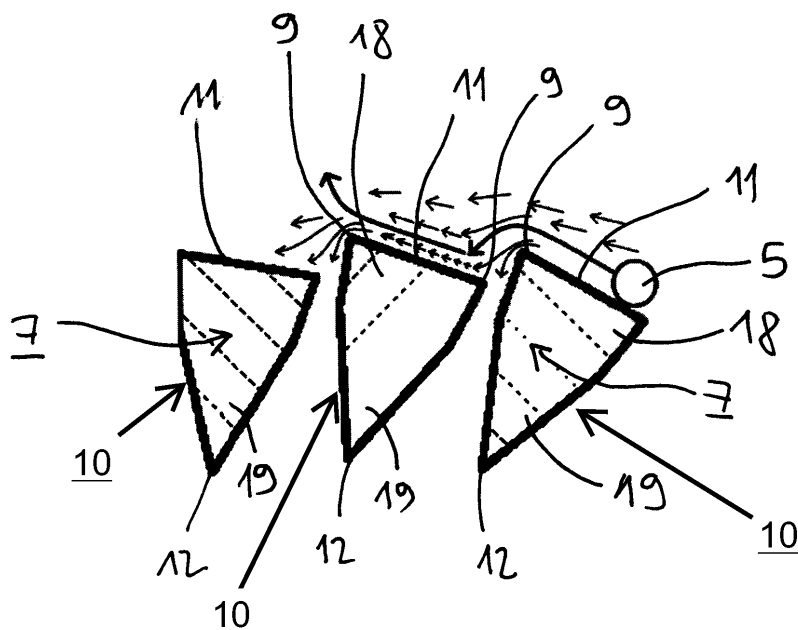
(72) Erfinder:

- Möschl, Holger
95100 Selb (DE)
- Grandl, Robert
95100 Selb (DE)

(30) Priorität: 07.10.2022 DE 102022125879

(54) RÜHRWERKSMÜHLE

(57) Die Erfindung betrifft Rührwerksmühle mit einem Mahlraum und einem Mahlrotor, der im Betrieb eine umlaufende Begrenzungswand des Mahlraumes bildet, und Mahlkörpern (5), die im Mahlraum vom Mahlrotor dazu gebracht werden, eine Mahlbewegung ausführen, sowie einem Spaltrohr zum Abzug des Mahlguts unter Abtrennung der Mahlkörper (5), wobei das Spaltrohr ein Axialspaltrohr ist, dessen benachbarte Spaltbildner (7)



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rührwerksmühle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Spaltrohr nach dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Rührwerksmühlen werden zur Deagglomerati- on von Feststoffen bzw. zur Verringerung der Teilchen- gröÙe innerhalb einer zu mahlenden Suspension oder Dispersion in einem Größenbereich von mehreren hun- dert Mikrometern bis hin zu einigen Nanometern verwen- det.

[0003] Die dabei stattfindenden Vorgänge innerhalb einer Rührwerksmühle werden im Folgenden anhand von Fig. 1 erklärt.

[0004] In Fig. 1 ist schematisch eine Rührwerksmühle 1 mit einem horizontalen Mahlrotor 3 (häufig auch als Rührwelle bezeichnet) dargestellt. Auf die Darstellung der im Mahlbehälter 13 befindlichen Mahlkörper, welche in der Regel als Stahl- oder Keramikugeln ausgeführt sind, wurde verzichtet.

[0005] Im Betrieb der Rührwerksmühle 1 wird über den Einlass 14 der Rührwerksmühle 1 das zu mahlende Gut in bzw. durch den vom Mahlbehälter 13 umschlossenen Mahlraum 2 gepumpt.

[0006] Durch eine Rotationsbewegung des Mahlrotors 3 werden die drehfest mit dem Mahlrotor 3 verbundenen Röhrelemente 4, welche häufig auch als Mahlscheiben bezeichnet werden, in Rotation versetzt.

[0007] Zur Erzeugung der Rotationsbewegung kann der Mahlrotor 3 beispielsweise über einen nicht darge- stellten Riementrieb von einem Elektromotor angetrie- ben werden. Der Antrieb der Rührwerksmühle 1 befindet sich dabei meist in einem an den Mahlbehälter 13 an- grenzenden Gehäuse.

[0008] Durch die Rotation der Röhrelemente 4 werden die im Mahlraum 2 befindlichen Mahlkörper, welche sich in der Nähe der Röhrelemente 4 befinden, in Umfangs- richtung des Mahlbehälters 13 mitgenommen. Im Mittel- bereich zwischen je zwei Röhrelementen 4 fließen die bewegten Mahlkörper, sobald sie den Scheitelpunkt er- reicht haben, wieder zurück in Richtung des Mahlrotors 3. Somit entsteht zwischen je zwei Röhrelementen 4 eine Zirkulationsbewegung der Mahlkörper. Um möglichst feine Partikelgrößen im Mikrometer- bzw. Nanometerbe- reich zu erzielen, werden idealerweise Mahlkörper mit einer Größe zwischen 30 µm und 6 mm verwendet.

[0009] Durch die Bewegung der Mahlkörper werden Kollisionen zwischen den Feststoffen der durch den Mahlraum 2 gepumpten Mahlgutsuspension und den Mahlkörpern hervorgerufen. Diese Kollisionen führen zum Absplittern feiner Partikel von den Feststoffen in der Mahlgutsuspension, sodass die am Auslass 15 der Rühr- werksmühle 1 ankommenden Feststoffe letztendlich deutlich kleiner sind als die am Einlass 14 zugeführten Feststoffe. Die maximal erreichbare Zerkleinerung hängt

dabei unmittelbar von der Größe der Mahlkörper ab so- wie von der eingebrachten Energie der Röhrelemente 4 und der Verweildauer der Mahlgutsuspension im Mahl- raum 2.

[0010] Um zu gewährleisten, dass keine Mahlkörper aus dem Mahlraum 2 abgezogen werden, ist vor dem Auslass 15, über den das Mahlgut abgezogen wird, noch ein Trennsystem 6 angebracht, beispielsweise in Form eines Siebs, eines Filters oder eines Spaltrohrs (im Fol- genden soll der Begriff "Sieb" alle Arten von Trennsys- temen umfassen).

STAND DER TECHNIK

[0011] Um die Mahlkörper am Verlassen des Mahlbe- hälters zu hindern, werden typischerweise Siebe ver- wendet, deren Schlitzgrößen circa 1,5- bis 4-mal kleiner als die Korngröße der Mahlkörper sind.

[0012] Problematisch hieran ist, dass eine Verringe- rung der Schlitzgrößen bei gleichbleibendem Gesam- durchmesser des Siebs zu einer Verringerung der freien Gesamtdurchflussfläche am Sieb führt. Zwar könnte in der Theorie die Anzahl der Schlitze dabei derart erhöht werden, dass die freie Durchflussfläche letztlich konstant bleibt. Da die Schlitze aus Festigkeitsgründen von einer gewissen Mindestmaterialstärke umrandet werden müs- sen, ist es in der Praxis jedoch typischerweise nicht mög- lich, die Anzahl der Schlitze bei einer Verringerung der Schlitzgrößen derart zu erhöhen, dass die Gesamtdurch- flussfläche konstant bleibt. Die Verringerung der freien Gesamtdurchflussfläche am Sieb hat schließlich eine Steigerung der Durchflussgeschwindigkeit des durch die Schlitze abfließenden Mahlguts zur Folge. Dies wieder- um führt zu einer erhöhten Sog- bzw. Kraftwirkung der im Siebbereich befindlichen Mahlkörper in Richtung der Schlitze. Die Mahlkörper werden demzufolge gegen das Sieb gepresst und verstopfen schließlich die Sieböffnun- gen bzw. -schlitze. Dies führt schließlich dazu, dass kein oder nur noch unzureichend Mahlgut aus dem Mahlraum durch das Sieb abfließen kann und das Sieb gereinigt werden muss. Dabei muss das Sieb abmontiert werden, was mit Wartungskosten und einer Erhöhung der Still- standszeit der Rührwerksmühle verbunden ist.

[0013] In den Fig. 2-10 werden als Spaltrohre ausge- führte Trennsysteme dargestellt, wie sie bisher intern verwendet wurden, sich aber als verbesserungswürdig herausgestellt haben.

[0014] Die Fig. 2-5 zeigen ein radiales Spaltrohr. Bei diesem sind die Spaltbildner 7 spiralförmig auf die Träger 16 aufgewickelt, sodass die zwischen den Spaltbildnern 7 befindlichen Spalte 8 ebenfalls spiralförmig um die Längsachse des Spaltrohrs 6 verlaufen. Wie anhand von Fig. 5 zu erkennen ist, bewegen sich die Mahlkörper 5 zusammen mit dem Mahlgut in Richtung der Spalte 8. Besonders nachteilig bei den radialen Spaltrohren ist, dass sich die Mahlkörper 5 im Bereich des Spaltrohrs 6 im Betrieb der Rührwerksmühle ohnehin kreisförmig um die Längsachse des Spaltrohrs 6 bewegen. Die Mahlkör-

per 5 bewegen sich demnach nahezu parallel zu den Spalten 8. Dies macht es den Mahlkörpern 5 besonders leicht, den Weg in die Spalte 8 bzw. deren Eingangsbereiche zu finden und diese zu verstopfen.

[0015] Aufgrund der genannten Problematik von radialen Spaltrohren wurden in internen Versuchen axiale Spaltrohre, wie sie in den Fig. 6-9 gezeigt werden, verwendet. Bei diesen sind die Spaltbildner 7, zwischen denen die Spalte frei bleiben, parallel zur Längsachse des Spaltrohrs 6 auf den Trägern 16 angeordnet. Wie anhand von Fig. 9 ersichtlich wird, bewegen sich die im Mahlraum rotierenden Mahlkörper 5 somit nicht parallel bzw. nahezu parallel zur Längsrichtung der Spalte 8, sondern rollen bzw. gleiten in einem Winkel von ca. 90° zur Längsrichtung der Spalte über diese hinweg. Dies führt dazu, dass die Mahlkörper 5 nicht von vornherein dazu neigen, die Spalte 8 oder deren Eingangsbereiche zu verstopfen. Ab einer gewissen Durchflussgeschwindigkeit an den Spalten 8 kommt es jedoch auch bei den axialen Spaltrohren zu einem vermehrten Ansammeln von Mahlkörpern 5 in den Spalten 8 oder deren Eingangsbereichen.

DAS DER ERFINDUNG ZUGRUNDE LIEGENDE PROBLEM

[0016] Angesichts dessen ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Rührwerksmühle zu schaffen, bei der die Mahlkörper sicher vom Mahlgut abgetrennt werden und zwar idealerweise auch bei erhöhten Durchflussgeschwindigkeiten im Bereich des Spaltrohrs.

DIE ERSTE ERFINDUNGSGEMÄSSE LÖSUNG

[0017] Erfindungsgemäß wird dieses Problem mit den Merkmalen des auf die Rührwerksmühle gerichteten Hauptanspruchs gelöst.

[0018] Dementsprechend erfolgt die Lösung des Problems mit einer Rührwerksmühle mit einem Mahlraum, einem Mahlrotor und Mahlkörpern sowie einem Spaltrohr. Dabei bildet der Mahlrotor im Betrieb eine umlaufende Begrenzungswand des Mahlraums und die Mahlkörper werden im Mahlraum vom Mahlrotor dazu gebracht, eine Mahlbewegung auszuführen. Das Spaltrohr dient zum Abzug des Mahlguts unter Abtrennung der Mahlkörper. Die Rührwerksmühle zeichnet sich dadurch aus, dass das Spaltrohr ein Axialspaltrohr ist. Die in Umfangsrichtung benachbarten Spaltbildner des Axialspaltrohrs bilden dabei zwischen ihren beiden Längskanten einen Spalt, dem eine Störgeometrie zugeordnet ist. Die Störgeometrie hat zur Folge, dass ein die außenseitige Oberfläche des Spaltrohrs in Umfangsrichtung entlangrollender oder entlanggleitender Mahlkörper im Zuge seiner Überquerung des Spalts von der Außenumfangsfläche abhebt. Die Außenumfangsfläche wird dabei von den Spaltbildnern definiert.

[0019] Das Mahlgut verlässt die Rührwerksmühle, indem es durch die Spalte des Spaltrohrs in das Innere des Spaltrohrs und von dort aus der Rührwerksmühle

herausströmt.

[0020] Hierfür ist das Spaltrohr im Bereich des Auslasses der Rührwerksmühle angeordnet und weist an der von der Rührwerksmühle abgewandten Stirnseite eine Öffnung auf. An der in die Rührwerksmühle hineinragenden Stirnseite ist das Spaltrohr hingegen verschlossen oder zumindest derartig beschaffen, dass die Mahlkörper von dort aus nicht in das Innere des Spaltrohrs gelangen können.

[0021] Das Spaltrohr hat die Funktion, die Mahlkörper am Verlassen der Rührwerksmühle zu hindern. Es übernimmt demnach die Funktion eines Siebes. Dabei wird die Siebfläche des Spaltrohrs von Spaltbildnern gebildet. Siebfläche bedeutet in diesem Zusammenhang diejenige Fläche, die Durchlässe für ein bestimmtes Medium - vorliegend das Mahlgut - aufweist, die wiederum nicht groß genug sind, um ein weiteres Medium - vorliegend die Mahlkörper - durchzulassen. Dies sind Abschnitte des Spaltrohrs, zwischen denen ein Spalt besteht, durch den der Zugang ins hohle Innere des Spaltrohrs ermöglicht wird. Die Spaltbildner können als Leisten, Drähte oder auch aus einem einstückigen Hohlzylinder mit mehreren eingebrachten Spalten gebildet werden.

[0022] Der Vorteil eines erfindungsgemäßen Spaltrohrs im Vergleich zu konventionellen Spaltrohren besteht darin, dass ein Verstopfen der Spalte oder ihrer Eingangsbereiche durch Mahlkörper unterbunden oder zumindest stark eingeschränkt wird.

[0023] Um dies zu bewerkstelligen, ist das Spaltrohr an seiner Außenumfangsfläche mit einer Störgeometrie bzw. mehreren Störgeometrien ausgestattet. Bei der Störgeometrie handelt es sich um einen Abschnitt des Spaltrohres, welches einen an der Außenumfangsfläche des Spaltrohres entlanggleitenden Mahlkörper dazu bewegt, unmittelbar vor jedem Spalt von der Außenumfangsfläche abzuheben. Dabei wird der Mahlkörper jedoch nicht oder nur unwesentlich abgebremst. Er vollzieht also weiterhin eine Rotationsbewegung um die Längsachse des Spaltrohres. Dies hat zur Folge, dass der Mahlkörper nach dem Abheben von der Außenumfangsfläche von dem Mahlgut unterströmt wird. Dabei weist das in der Grenzschicht zwischen der Außenumfangsfläche des Spaltrohres und dem Mahlkörper strömende Mahlgut gemäß der Grenzschichttheorie eine geringere Strömungsgeschwindigkeit auf als das an der gegenüberliegenden Seite des Mahlkörpers vorbeiströmende Mahlgut. Dies hat nach Bernoulli zur Folge, dass zwischen dem Mahlkörper und der Außenumfangsfläche des Spaltrohres ein Unterdruck bezogen auf den Druck auf der vom Spaltrohr abgewandten Seite des Mahlkörpers herrscht. Aus diesem Grund wird der Mahlkörper in Richtung weg von der Außenumfangsfläche des Spaltrohres gedrückt. Die Bewegung des Mahlkörpers weg von der Außenumfangsfläche des Spaltrohres wird im Falle von rotierenden Mahlkörpern zudem durch den sogenannten Magnus-Effekt verstärkt.

[0024] Die Gestaltung der Störgeometrie lässt sich auf verschiedene Arten realisieren. Zu denken ist beispiels-

weise an rampenartige Hindernisse an der Außenumfangsfläche des Spaltrohres unmittelbar vor jedem Spalt. Wo ein Axialspaltrohr beispielsweise aus stabartigen Spaltbildnern besteht, können diese stabartigen Spaltbildner an ihrem Rand, über den die Mahlkörper im Betrieb in Richtung des nächsten Spaltes ablaufen, beispielsweise eine schanzenartige Lippe, d. h. eine Art "Spoiler", aufweisen. Diese Lippe bzw. dieser Spoiler ist so gestaltet, dass der auf sie bzw. ihn auftreffende Mahlkörper dazu bewegt wird, unmittelbar vor dem nächsten Spalt von der Außenumfangsfläche abzuheben.

[0025] Die Bezeichnung "Axialspaltrohr" wird hier in einem weiteren und einem engeren Sinne verwendet.

[0026] Im weiteren Sinne dieses Begriffs kann es sich um ein Axialschraubenspaltrohr handeln. Das ist ein Spaltrohr, dessen Spalte nach Art einer Schraubenlinie umlaufen, unter einem Tangentenwinkel T von weniger als 45° , besser von weniger als 30° und idealerweise von weniger als 20° , aber jeweils mehr als 5° . Der Begriff Tangentenwinkel bezeichnet dabei den kleinsten Winkel, den die an die Längsachse des jeweiligen Spaltes örtlich angelegte Tangente mit der Längsachse des Spaltrohres einschließt, wenn man sie beide aufeinander projiziert.

[0027] Der Begriff "Axialspaltrohr" definiert in seinem engeren Sinne ein echtes "Axialspaltrohr" und bedeutet damit, dass die Spalte des Spaltrohres, bezogen auf ihre Längsachse, parallel oder (im oben definierten Sinne) zumindest nahezu ($\pm 2^\circ$ und weniger) bzw. im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Spaltrohres verlaufen.

[0028] Die "Außenumfangsfläche" des Spaltrohres bezeichnet die 360° um die Längsachse des Spaltrohres herum verlaufende Summe der von der Längsachse des Spaltrohres abgewandten Flächen der einzelnen Spaltbildner.

[0029] Bemerkenswert ist noch, dass es optimal ist, wenn jeder Spalt mit einer entsprechenden Störgeometrie ausgestattet ist. Zwingend ist das aber nicht in allen Fällen erforderlich. In manchen Fällen kann es ein Kompromiss sein, wenn nur einzelne Spalte erfindungsgemäß ausgerüstet werden, vorzugsweise solche, die nach immer dem gleichen Schema abwechselnd mit konventionellen Spalten angeordnet sind.

EIN WEITERES DER ERFINDUNG ZUGRUNDE LIEGENDES PROBLEM

[0030] Weiterhin ist es die Aufgabe der Erfindung, nunmehr mit vereinfachten und möglichst nur in verringertem Maße verschleißgefährdeten Mitteln ein Spaltrohr zu schaffen, mit dem Mahlkörper sicher vom Mahlgut abgetrennt werden und dabei idealerweise auch die notwendige Durchflussgeschwindigkeit beibehalten werden kann.

DIE WEITERE ERFINDUNGSGEMÄSSE LÖSUNG

[0031] Die Lösung des vorgenannten Problems erfolgt

mit einem Spaltrohr für eine Rührwerksmühle nach dem nebengeordneten Anspruch 2. Das Spaltrohr zeichnet sich wieder dadurch aus, dass es ein Axialspaltrohr ist. Die in Umfangsrichtung benachbarten Spaltbildner des Axialspaltrohres bilden zwischen ihren beiden Längskanten einen Spalt. Dem Spalt ist eine Störgeometrie zugeordnet, die zur Folge hat, dass ein die außenseitige Oberfläche des Spaltrohres in Umfangsrichtung entlangrollender oder entlanggleitender Mahlkörper im Zuge seiner Überquerung des Spaltes von der Außenumfangsfläche abhebt. Die Außenumfangsfläche wird dabei durch die Spaltbildner definiert.

[0032] Die Störgeometrie wird bei dieser Ausprägung der Erfindung auf besondere Art und Weise verwirklicht, nämlich dadurch, dass benachbarte Spaltbildner zwischen ihren beiden Längskanten einen Stufenspalt bilden, in dem Sinne, dass die den Spalt begrenzende Längskante des einen Spaltbildners auf einem kleineren Radius liegt als die den gleichen Spalt begrenzende Längskante des anderen, in Bewegungsrichtung der Mahlkörper vorangehenden Spaltbildners. Das bedeutet, dass ein Mahlkörper jeden Spalt über seine radial weiter außenliegenden Kante erreicht und dann den Spalt quert, um im Anschluss daran die andere, radial weiter innen liegende Kante des gleichen Spaltes mit Abstand zu überfliegen. In etwas andere Worte gefasst: Gerade auch auf diese Art und Weise können die das Spaltrohr an dessen Außenumfangsfläche in etwa in Umfangsrichtung entlangströmenden Mahlkörper dazu gebracht werden, ungebremst oder im Wesentlichen ungebremst von der Oberfläche des Spaltbildners, den sie gerade queren, über den Spalt hinweg zum nächstfolgenden Spaltbildner zu springen, bzw. (salopp gesagt) zu "schanzen", ohne freilich sofort auf der Oberfläche des nächstfolgenden Spaltbildners zu "landen". Stattdessen passieren sie den nächstfolgenden Spaltbildner zunächst oberflächennah, werden dort unterströmt und erhalten dadurch einen Impuls in radial auswärtiger Richtung.

[0033] Ein derartiges Spaltrohr bzw. Stufenspaltrohr lässt sich nachträglich in eine Rührwerksmühle einbauen. Aufgrund des bereits beschriebenen Effektes der Unterspülung von an der Außenumfangsfläche des Spaltrohres entlanggleitenden Mahlkörpern lässt sich durch den Einbau eines derartigen Spaltrohres die Standzeit der Rührwerksmühle deutlich verringern. Dies liegt daran, dass ein derartiges Spaltrohr im Gegensatz zu konventionellen Trennsystemen nicht oder deutlich seltener gereinigt werden muss.

BEVORZUGTE AUSGESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN

[0034] Es besteht eine Reihe von Möglichkeiten, die Erfindung so auszugestalten, dass ihre Wirksamkeit oder Brauchbarkeit noch weiter verbessert wird.

[0035] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Spaltbildner Leisten. Der auf die Rotationsachse des Spaltrohres bezogene Querschnitt der Leisten definiert je-

weils ein Flächengebilde, das derart am Spaltrohr fixiert ist, dass keine Symmetrie zur Rotationsachse des Spaltrohrs besteht.

[0036] Idealerweise werden die Leisten aus Drähten gebildet. Dies ist aus fertigungstechnischen Gründen von Vorteil. Bestehen die Leisten bzw. die Spaltbildner aus Drähten, lässt sich das Spaltrohr in einem relativ schnellen Verfahren, welches im Folgenden beschrieben wird, herstellen.

[0037] Zunächst werden mehrere - idealerweise nicht aus dem die Spaltbildner bildenden Draht bestehende - Stege in gleichmäßigen Abständen kreisförmig aufgestellt oder eingespannt. Anschließend wird der im montierten Zustand die Spaltbildner bildende Draht um diese Stege herumgewickelt und mit diesen verschweißt, wobei zwischen den einzelnen Wicklungen ein Spalt besteht. Dadurch entsteht im Wesentlichen die Geometrie eines bereits oben anhand von Fig. 2 beschriebenen Radialspaltrohrs. Das so gebildete Radialspaltrohr wird schließlich entlang seiner Längsachse aufgetrennt und abgewickelt, sodass alle Spaltbildner in einer Ebene liegen. Schließlich wird die so gebildete Ebene um 90° gedreht, wieder kreisförmig aufgewickelt und beispielsweise durch Verschweißen wieder geschlossen. Im Ergebnis entsteht dadurch ein Spaltrohr mit parallel zur Längsachse verlaufenden Spalten.

[0038] Dadurch, dass die Querschnittsflächen der Spaltbildner nicht symmetrisch zur Längsachse angeordnet sind, lässt sich der bereits oben beschriebene Stufenspalt zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Spaltbildner einfach herstellen. Die nicht vorhandene Symmetrie in diesem Sinne meint eine Achsensymmetrie eines jeden Spaltbildner-Querschnitts bezogen auf eine Ebene, in der die Längsachse des Spaltrohrs liegt.

[0039] Jedoch kann es eine attraktive Option sein, eine Gestaltung zu wählen, bei der je zwei gegenüberliegende Spaltbildner-Querschnitte punktsymmetrisch um die Längsachse herum angeordnet sind.

[0040] Die Bezeichnung "Leisten" beschreibt bevorzugt eine Geometrie, bei der die Länge parallel zur Rotationsachse des Spaltrohrs mindestens 10-mal und besser mindestens 15-mal länger ist als in Umfangsrichtung.

[0041] Idealerweise sind die Spaltbildner Leisten, deren auf die Rotationsachse des Spaltrohrs bezogener Querschnitt in radial einwärtiger Richtung, gesehen in Umfangsrichtung, immer schmaler wird.

[0042] Dadurch nimmt die Spaltbreite ausgehend von der schmalsten Stelle auf Höhe der Außenumfangsfläche des Spaltrohrs in Richtung hin zum Inneren des Spaltrohrs weiter zu. Dies hat den Vorteil, dass für den Fall, dass sich unerwünschter Weise dennoch Mahlkörper im Spalt festsetzen, diese leichter wieder aus dem Spalt herausgespült werden können bzw. das Spaltrohr sich insgesamt leichter reinigen lässt.

[0043] Die "radial einwärtige" Richtung beschreibt die Richtung ausgehend von der Außenumfangsfläche des Spaltrohrs hin zum Inneren des Spaltrohrs.

[0044] Vorzugsweise sind die Spaltbildner Leisten, de-

ren auf die Längsachse (und Rotationsachse) des Spaltrohrs bezogener Querschnitt jeweils ein Keil und bevorzugt ein Doppelkeil ist. Dabei definiert die der innenliegenden Keilspitze gegenüberliegende Basis des Keils die Außenumfangsfläche.

[0045] Die Keilschenkel stellen demnach die Spaltwände dar. Vorzugsweise weisen die Spaltwände im unmittelbaren Bereich an die Außenumfangsfläche angrenzenden Bereich einen Winkel zwischen 68° und 85° auf. Ab einer gewissen Spalttiefe weisen die Keilschenkel dann vorzugsweise einen Winkel von 60° bis 80° auf. Der Spalt wird dann ab dem so geschaffenen Knick in den Spaltwänden insgesamt breiter. Dadurch wird eine hohe Festigkeit der Spaltbildner im Bereich der Außenumfangsfläche aufgrund der größeren Materialstärke in diesem Bereich erreicht. Gleichzeitig lässt sich der Spalt gut von innen reinigen.

[0046] Die Bezeichnung "Doppelkeil" beschreibt eine Geometrie, die sich aus einem Trapez, welches in ein Dreieck übergeht, ergibt, wobei der Winkel zwischen der Basis des Dreiecks und dessen jeweiligem Schenkel (im Folgenden als α bezeichnet) ungleich zu dem Winkel zwischen der Basis des Trapezes und dessen jeweiligem Schenkel (im Folgenden als β bezeichnet) ist. Vorzugsweise ist der Winkel α kleiner als der Winkel β . Ein "Doppelkeil" weist somit bevorzugt mindestens einen ersten und einen zweiten Keilabschnitt auf.

[0047] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform schneidet die Senkrechte auf die besagte Basis des Keils, die durch die innenliegende Keilspitze verläuft, die Rotationsachse des Spaltrohrs nicht. Stattdessen passiert sie die Rotationsachse mit mehr als nur einem unwesentlichen Abstand. Dabei beträgt der Abstand idealerweise mindestens die doppelte, besser mindestens die vierfache maximale Keilbreite in Umfangsrichtung.

[0048] Die Basis ist somit nicht orthogonal zu einer Ebene, in der die Längsachse des Spaltrohrs liegt, angeordnet. Dies hat zur Folge, dass auf der die Basis bildenden Außenumfangsfläche abrollende bzw. abgleitende Mahlkörper sprunghafartig über den Spalt zwischen zwei Spaltbildner befördert werden. In dem Moment, in dem der Mahlkörper sich über einem Spalt befindet, wird er demzufolge wie bereits oben beschrieben unterströmt.

[0049] Idealerweise ist das Spaltrohr ein Axialspaltrohr, dessen in Umfangsrichtung benachbarte Spaltbildner zwischen ihren beiden Längskanten einen Stufenspalt bilden. Stufenspalt in diesem Sinne bedeutet, dass die den Spalt begrenzende Längskante des einen Spaltbildners auf einem kleineren Radius liegt als die den gleichen Spalt begrenzende Längskante des anderen Spaltbildners.

[0050] Bei einem derartigen Spaltrohr werden Mahlkörper, die an der Außenumfangsfläche des Spaltrohrs entlanggleiten oder entlangströmen, unterströmt, sobald sie den Spalt erreichen. Dies führt wie oben bereits beschrieben dazu, dass die Mahlkörper vom Spaltrohr weggedrückt werden, anstatt in die Spalte zu gelangen.

[0051] Ein derartiges Spaltrohr kann gegen ein konventionelles Trennsystem einer Rührwerksmühle ausgetauscht werden, um die Standzeiten der Rührwerksmühle infolge von Reinigungsarbeiten zu reduzieren.

[0052] Unabhängiger Schutz wird außerdem beansprucht für die Verwendung eines Spaltrohrs nach einem der Ansprüche 7 oder 8 in einer Mühle und bevorzugt einer Rührwerksmühle zum Abzug des Mahlguts unter Abtrennung von Mahlkörpern.

FIGURENLISTE

[0053]

Fig. 1 zeigt schematisch eine aus dem Stand der Technik bekannte Rührwerksmühle, auf der die erfindungsgemäßen Spaltrohre zum Einsatz kommen bzw. verwendet werden.

Fig. 2 zeigt ein nicht erfindungsgemäßes Radialspaltrohr in der isometrischen Ansicht.

Fig. 3 zeigt das Radialspaltrohr aus Fig. 2 in der Seitenansicht.

Fig. 4 zeigt das Radialspaltrohr aus Fig. 2 im Querschnitt.

Fig. 5 zeigt die Bewegung eines Mahlkörpers im Bereich des Radialspaltrohrs aus Fig. 2.

Fig. 6 zeigt ein nicht erfindungsgemäßes Axialspaltrohr in der isometrischen Ansicht.

Fig. 7 zeigt das Axialspaltrohr aus Fig. 6 in der Seitenansicht.

Fig. 8 zeigt das Axialspaltrohr aus Fig. 6 im Querschnitt.

Fig. 9 zeigt die Bewegung eines Mahlkörpers im Bereich des nicht erfindungsgemäßen Axialspaltrohrs aus Fig. 6.

Fig. 10 zeigt ein erfindungsgemäßes axiales Stufen-
spaltrohr in der isometrischen Ansicht.

Fig. 11 zeigt das erfindungsgemäße axiale Stufen-
spaltrohr aus der obigen Fig. 10 in der Seitenansicht.

Fig. 12 zeigt das erfindungsgemäße axiale Stufen-
spaltrohr aus der obigen Fig. 10 im Querschnitt.

Fig. 13 zeigt die Bewegung eines Mahlkörpers im Bereich des erfindungsgemäßen Spaltrohrs aus Fig. 10.

Fig. 14 zeigt eine Variante der Erfindung in Gestalt

eines Axialschraubenspaltrohrs.

Fig. 15 zeigt eine Variante der Erfindung, bei der die Störgeometrie anders ausgeführt ist, nämlich als radial über die Umgebung aufragende Leiste, wie ein Spoiler.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0054] Die Funktionsweise der Erfindung wird beispielhaft anhand der Fig. 10 - 13 erläutert. Abwandlungen illustrieren die Fig. 14 und 15. Die mehrfach auftretenden Elemente oder Bereiche werden dabei aus Gründen der Übersichtlichkeit nur exemplarisch mit Bezugszeichen versehen.

[0055] Das Spaltrohr 6 ist im montierten Zustand im Auslassbereich einer in den Fig. 10 - 13 nicht dargestellten Rührwerksmühle angeordnet, vgl. auch Fig. 1. Es dient dazu, dem Mahlgut das Verlassen des Mahlraums zu ermöglichen und gleichzeitig die Mahlkörper 5 am Verlassen des Mahlraums zu hindern. Hierfür weist das Spaltrohr 6 an seiner sich aus den Außenumfangsflächen 11 der Spaltbildner 7 zusammensetzenden Außenumfangsfläche eine Vielzahl von Spalten 8 auf. Durch die Spalte 8 strömt das Mahlgut in das Innere des Spaltrohrs 6 und von dort aus über eine offene Stirnseite des Spaltrohrs 6 ab. Die Spalte 8 sind dabei so schmal, dass die Mahlkörper 5 nicht bzw. im Wesentlichen nicht oder auch nur nicht ohne weiteres durch diese hindurch passen.

[0056] Gebildet wird das Spaltrohr 6 aus den beiden Endstücken 17, den Spaltbildnern 7 sowie den kreisförmigen Trägern 16. Die Träger 16 dienen dazu, die Spaltbildner 7 in ihrer Position zu halten und insbesondere deren Steifigkeit zu erhöhen. Sie werden von Ringen - idealerweise Metallringen - gebildet.

[0057] Um eine ausreichend feste Verbindung zwischen den Trägern 16 und den Spaltbildnern 7 zu erreichen, werden diese idealerweise miteinander verschweißt. Die Spaltbildner 7 sind in gleichmäßigen Abständen um die Träger 16 herum angeordnet, und zwischen den Längskanten 9 zweier benachbarter Spaltbildner 7 ist bei diesem klar bevorzugten Ausführungsbeispiel jeweils ein als Stufenpalt ausgeführter Spalt 8 vorgesehen.

[0058] Die der Stirnseite des Spaltrohrs 6, durch die das Mahlgut abfließt, gegenüberliegende Stirnseite des Spaltrohrs 6 ist im montierten Zustand idealerweise verschlossen oder zumindest verdeckt, sodass weder Mahlgut noch Mahlkörper durch sie hindurchströmen können.

[0059] Die Spaltbildner 7 werden von Leisten gebildet, deren Ausdehnung in Richtung parallel zur Längsachse des Spaltrohrs 6 mindestens um den Faktor 10 größer ist als deren Ausdehnung in Umfangsrichtung des Spaltrohrs 6. Idealerweise werden die Leisten aus Drähten hergestellt bzw. aus gezogenem oder extrudiertem Metallmaterial.

[0060] Das Querschnittsprofil der Spaltbildner 7 stellt

hier jeweils einen Keil 10, bevorzugt in Form eines Doppelkeils dar, der aus den beiden Keilabschnitten 18 und 19 besteht. Dabei wird der Keilabschnitt 19 von einem Dreieck gebildet, während der Keilabschnitt 18 von einem Trapez gebildet wird. Die Schenkel der Keilabschnitte gehen ineinander über, wobei der Doppelkeil 10 am Übergang der beiden Keilabschnitte 18 und 19 einen Knick aufweist. Dieser Knick rührt daher, dass der Winkel zwischen der Basis 11 des Keils 10 und den Schenkeln des Keilabschnitts 18 größer ist als der Winkel zwischen der Basis 11 und den Schenkeln des Keilabschnitts 19.

[0061] Um zu verhindern, dass sich Mahlkörper in den Spalten verkeilen und diese verstopfen, sind die Spalte 8 als Stufenspalte ausgeführt. Wie diese gebildet werden und was die Folge hiervon ist, wird anhand der Fig. 12 und 13 erläutert.

[0062] Die Spaltbildner 7 sind im montierten Zustand so um die Längsachse des Spaltrohrs 6 herum angeordnet, dass das durch die Keilspitze 12 verlaufende Lot auf die Basis 11 nicht durch die Längsachse des Spaltrohrs 6 hindurch verläuft. Ideal ist, wenn die beiden Kanten, die ein und denselben Spalt bilden, auf unterschiedlichen Radien liegen, deren Delta jedoch bevorzugt kleiner ist als vier und idealerweise als zwei Mahlkörperdurchmesser.

[0063] Mit anderen Worten: Es kann bevorzugt so sein, dass die einzelnen Spaltbildner wie eine in Umfangsrichtung kippende Reihe von Dominosteinen fixiert, meist verschweißt, sind und so das Stufenpaltrrohr bilden, siehe Fig. 12.

[0064] Dies hat zur Folge, dass die Längskante 9 eines ersten Spaltbildners 7 auf einem größeren Radius um die Längsachse des Spaltrohrs 6 angeordnet ist als die dieser Längskante 9 zugewandte Längskante 9 des nächsten Spaltbildners 7. Dadurch wird der zwischen je zwei Spaltbildnern 7 befindliche Spalt 8 als Stufenpalt ausgeführt. Diese Art der Positionierung ist fertigungstechnisch gut beherrschbar. Das Ganze ist auch unter Verschleißgesichtspunkten sehr vorteilhaft, denn die Querschnitte der Spaltbildner sind hier überall dick und daher verschleißresistent - deutlich stärker verschleißresistent als Querschnitte, von denen ein Art "Spoiler" oder "Umlenkklippen" als naturgemäß feinere Fortsätze abstehen.

[0065] Somit wird ein auf einem ersten Spaltbildner 7 entlangrollender oder entlanggleitender Mahlkörper 5 beim Überschreiten der Längskante 9 von in diesem Bereich befindlichem Mahlgut unterströmt. Da das Mahlgut zwischen dem Mahlkörper 5 und dem Spaltbildner 7 langsamer strömt als das Mahlgut auf der gegenüberliegenden Seite des Mahlkörpers 5, entsteht dabei nach Bernoulli ein Unterdruck im Bereich zwischen dem Mahlkörper 5 und dem nächsten Spaltbildner 7. Dies hat zur Folge, dass der Mahlkörper 5 in Richtung weg vom Spaltrohr 6 gedrückt wird. Einem Verstopfen der Spalte 8 mit Mahlkörpern wird dadurch entgegengewirkt.

[0066] Wie schon erwähnt, hat der Begriff Axialspaltrohr erfindungsgemäß eine engere und eine weitere Be-

deutung. Im engeren Sinne fallen nur solche Spaltrohre darunter, deren Spalte eine Längsachse aufweisen, die (jedenfalls im Wesentlichen oder sogar bis auf Toleranzabweichungen vollständig) parallel zur Mittellängsachse L des Spaltrohrs verläuft.

[0067] In einem weiteren Sinne fallen derzeit aber auch Spaltrohre hierunter, deren Spalte helikal verlaufen und die daher als Axialschraubenspaltrohre zu bezeichnen sind. Die Figur 14 veranschaulicht das. Die Spaltbildner verlaufen wie die Spalte helikal, sind aber in sich gekippt, wie zuvor beschrieben.

[0068] Sodann ist noch anzumerken, dass das erfindungsgemäße Axialspaltrohr alternativ auch benachbarte Spaltbildner 7 haben kann, die zwischen ihren beiden Längskanten 9 einen Spalt 8 bilden, die aber eine andersartige Störgeometrie bilden. Im vorliegenden Fall wird die Störgeometrie durch einen Vorsprung oder Spoiler gebildet. Auf diesen treffen Mahlkörper auf, die im Begriff sind, die Außenumfangsfläche 11 des Spaltrohrs 6 in Umfangsrichtung entlangzurollen oder entlangzugleiten, um dann in Richtung schräg nach radial außen abzurallen und auf diese Art und Weise daran gehindert zu werden, die Spalte zuzusetzen. Diese Lösung funktioniert erfindungsgemäß, unterliegt aber aufgrund der höheren Aufprallwirkung der Mahlkörper in manchen Anwendungsfällen einem deutlich höheren Verschleiß.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0069]

- | | |
|----|---|
| 1 | Rührwerksmühle |
| 2 | Mahlraum |
| 3 | Mahlrotor |
| 35 | 4 Mahlscheibe / Rührelement |
| 5 | Mahlkörper |
| 6 | Spaltrohr/ Axialspaltrohr/ Sieb/ Trennsystem |
| 7 | Spaltbildner/ Leisten |
| 8 | Spalt/ Stufenspalt |
| 40 | 9 Längskanten eines Spaltbildners |
| 10 | Keil |
| 11 | Basis/ Außenumfangsfläche eines Spaltbildners |
| 12 | Keilspitze |
| 13 | Mahlbehälter |
| 45 | 14 Einlass des Mahlbehälters |
| 15 | Auslass des Mahlbehälters |
| 16 | Träger der Spaltbildner |
| 17 | Endstücke des Spaltrohrs |
| 18 | erster Keilabschnitt |
| 50 | 19 zweiter Keilabschnitt |
| 20 | Vorsprung / Spoiler |
| L | Mittellängsachse des Spaltrohrs |
| T | Tangentenwinkel zwischen der Mittellängsachse des Spaltrohrs und der Mittellängsachse eines Axialspalts |
| 55 | |

Patentansprüche

1. Rührwerksmühle (1) mit einem Mahlraum (2) und einem Mahlrotor (3), der im Betrieb eine umlaufende Begrenzungswand des Mahlraumes (2) bildet, und Mahlkörpern (5), die im Mahlraum (2) vom Mahlrotor (3) dazu gebracht werden, eine Mahlbewegung ausführen, sowie einem Spaltrohr (6) zum Abzug des Mahlguts unter Abtrennung der Mahlkörper (5), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spaltrohr (6) ein Axialspaltrohr ist, dessen benachbarte Spaltbildner (7) zwischen ihren beiden Längskanten (9) einen Spalt (8) bilden, dem eine Störgeometrie zugeordnet ist, die zur Folge hat, dass ein die Außenumfangsfläche (11) des Spaltrohrs (6) in Umfangsrichtung entlangrollender oder entlanggleitender Mahlkörper (5) im Zuge seiner Überquerung des Spalts (8) von der Außenumfangsfläche (11), die die Spaltbildner (7) definieren, abhebt. 5
2. Rührwerksmühle (1), bevorzugt nach Anspruch 1, mit einem Mahlraum (2) und einem Mahlrotor (3), der im Betrieb eine umlaufende Begrenzungswand des Mahlraumes (2) bildet, und Mahlkörpern (5), die im Mahlraum (2) vom Mahlrotor (3) dazu gebracht werden, eine Mahlbewegung ausführen, sowie einem Spaltrohr (6) zum Abzug des Mahlguts unter Abtrennung der Mahlkörper (5), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spaltrohr (6) ein Axialspaltrohr ist, dessen benachbarte Spaltbildner (7) zwischen ihren beiden Längskanten (9) einen Stufenspalt (8) bilden, in dem Sinne, dass die den Spalt (8) begrenzende Längskante (9) des einen Spaltbildners (7) auf einem kleineren Radius liegt als die den gleichen Spalt (8) begrenzende Längskante (9) des anderen Spaltbildners (7). 20 25 30 35
3. Rührwerksmühle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spaltbildner (7) Leisten sind, deren auf die Rotationsachse des Spaltrohrs (6) bezogener Querschnitt jeweils ein Flächengebilde definiert, das derart am Spaltrohr (6) fixiert ist, dass keine Spiegelsymmetrie zur Rotationsachse des Spaltrohrs (6) und/oder zu einer beliebigen Ebene des Spaltrohrs (6), wobei die Ebene durch die Rotationsachse des Spaltrohrs (6) verläuft, besteht. 40 45
4. Rührwerksmühle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spaltbildner (7) Leisten sind, deren auf die Rotationsachse des Spaltrohrs (6) bezogener Querschnitt in radial einwärtiger Richtung gesehen in Umfangsrichtung immer schmaler wird. 50 55
5. Rührwerksmühle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spaltbildner (7) Leisten sind, deren auf die Rotationsachse des Spaltrohrs (6) bezogener Querschnitt jeweils ein Keil (10) und bevorzugt ein Doppelkeil mit mindestens zwei Keilabschnitten (18, 19) ist, dessen seiner innenliegenden Keilspitze (12) gegenüberliegende Basis (11) die Außenumfangsfläche (11) definiert.
6. Spaltrohr (6) für eine Rührwerksmühle (1) vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spaltrohr (6) ein Axialspaltrohr ist, dessen benachbarte Spaltbildner (7) zwischen ihren beiden Längskanten (9) einen Spalt (8) bilden, dem eine Störgeometrie zugeordnet ist, die zur Folge hat, dass ein die Außenumfangsfläche (11) des Spaltrohrs (6) in Umfangsrichtung entlangrollender oder entlanggleitender Mahlkörper (5) im Zuge seiner Überquerung des Spalts (8) von der Außenumfangsfläche (11), die die Spaltbildner (7) definieren, abhebt. 10 15 20
7. Spaltrohr (6) für eine Rührwerksmühle (1), bevorzugt nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spaltrohr (6) ein Axialspaltrohr ist, dessen benachbarte Spaltbildner (7) zwischen ihren beiden Längskanten (9) einen Stufenspalt (8) bilden, in dem Sinne, dass die den Spalt (8) begrenzende Längskante (9) des einen Spaltbildners (7) auf einem kleineren Radius liegt als die den gleichen Spalt (8) begrenzende Längskante (9) des anderen Spaltbildners (7).
8. Verwendung eines Spaltrohrs (6) nach einem der Ansprüche 6 oder 7 in einer Mühle und bevorzugt einer Rührwerksmühle (1) zum Abzug des Mahlguts unter Abtrennung von Mahlkörpern (5).

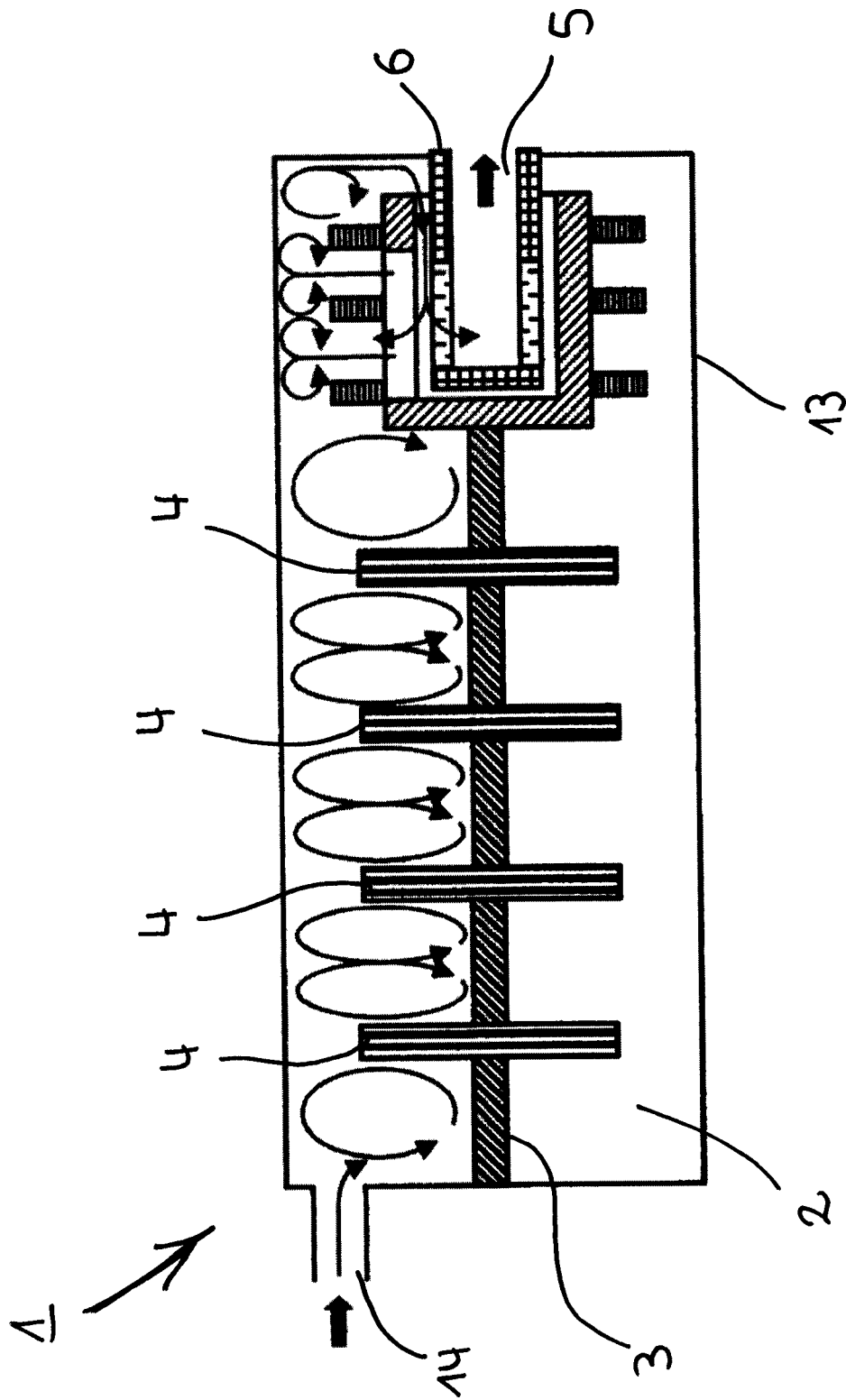


Fig. 1

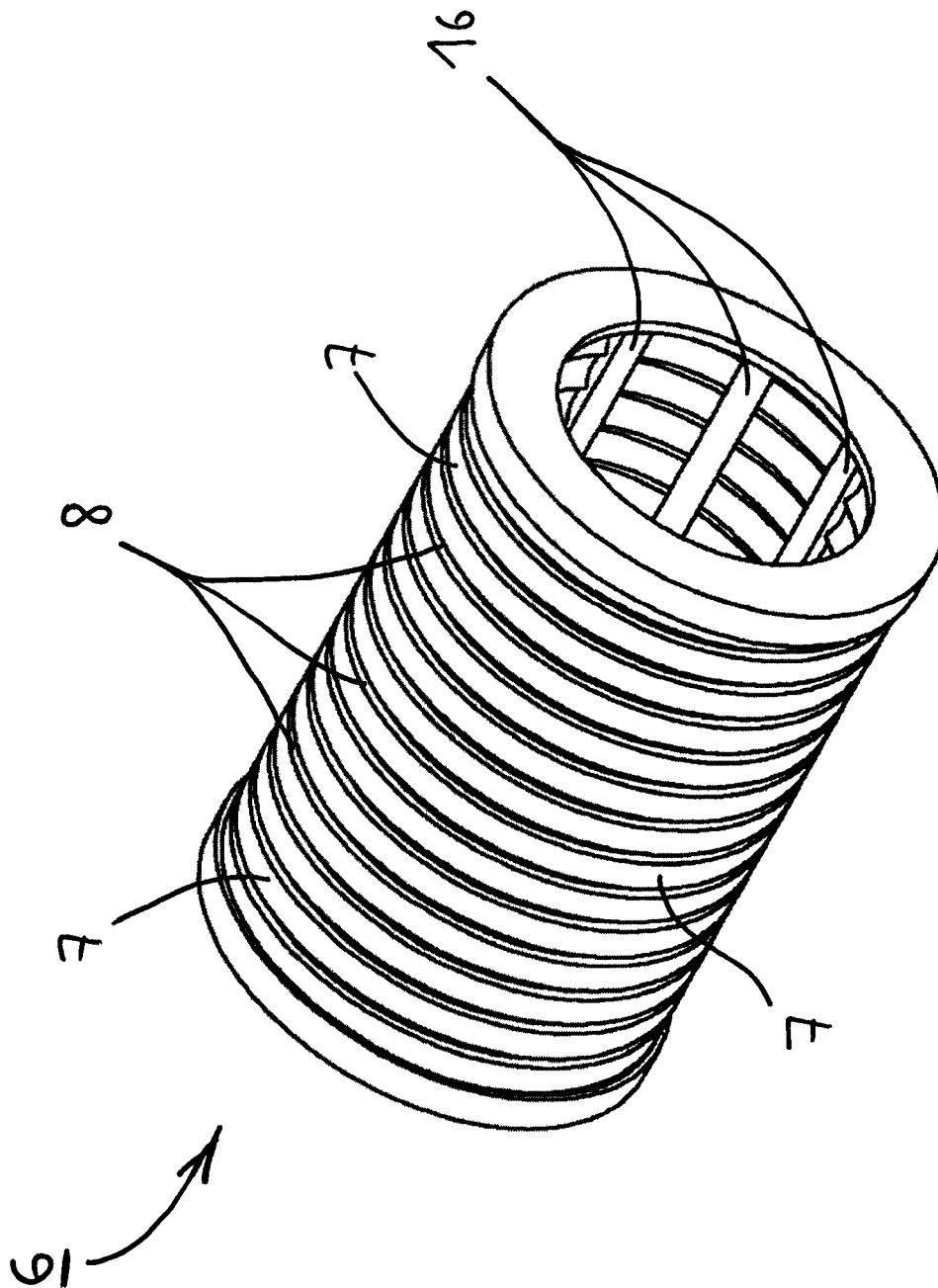


Fig. 2

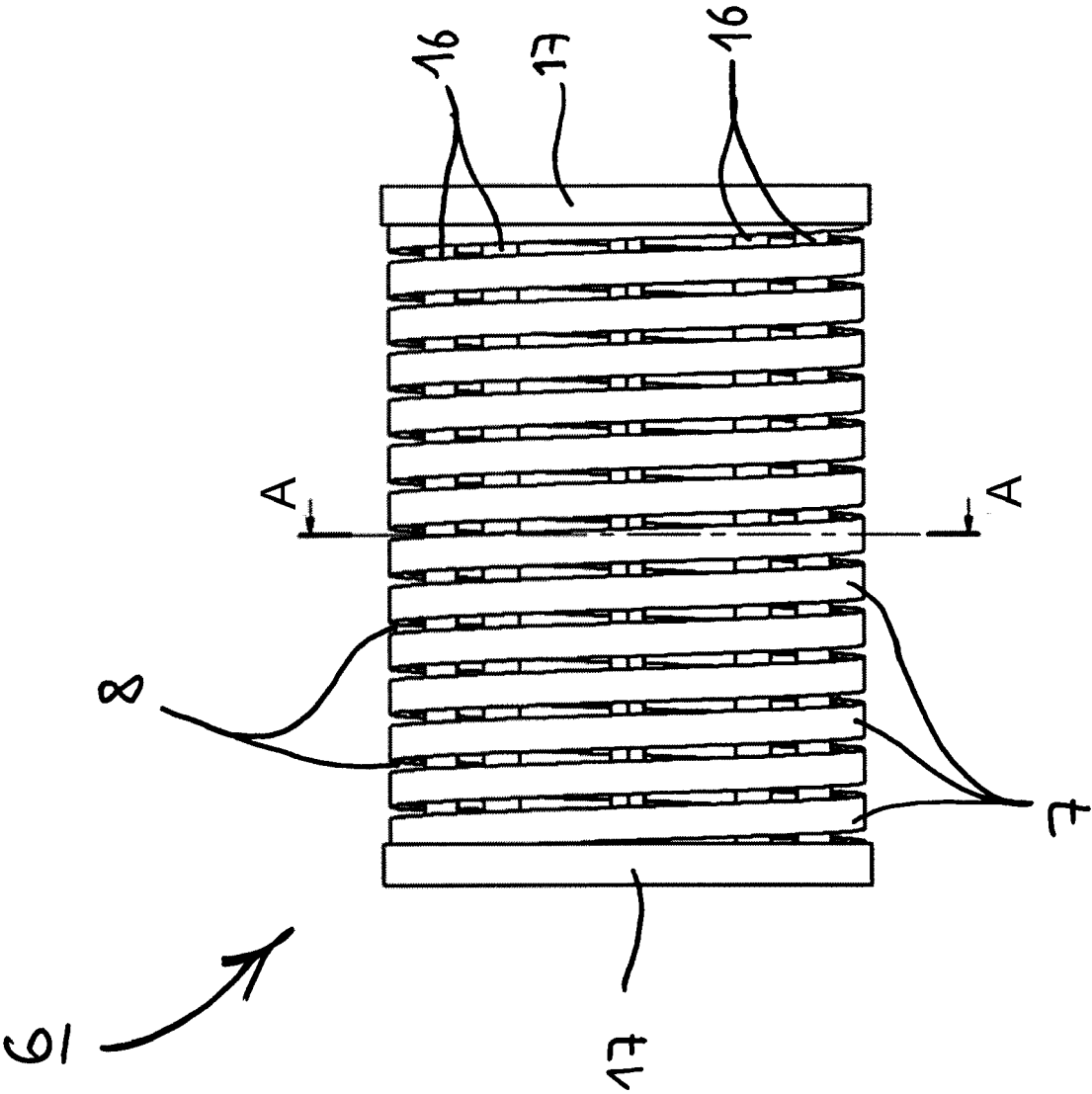


Fig. 3

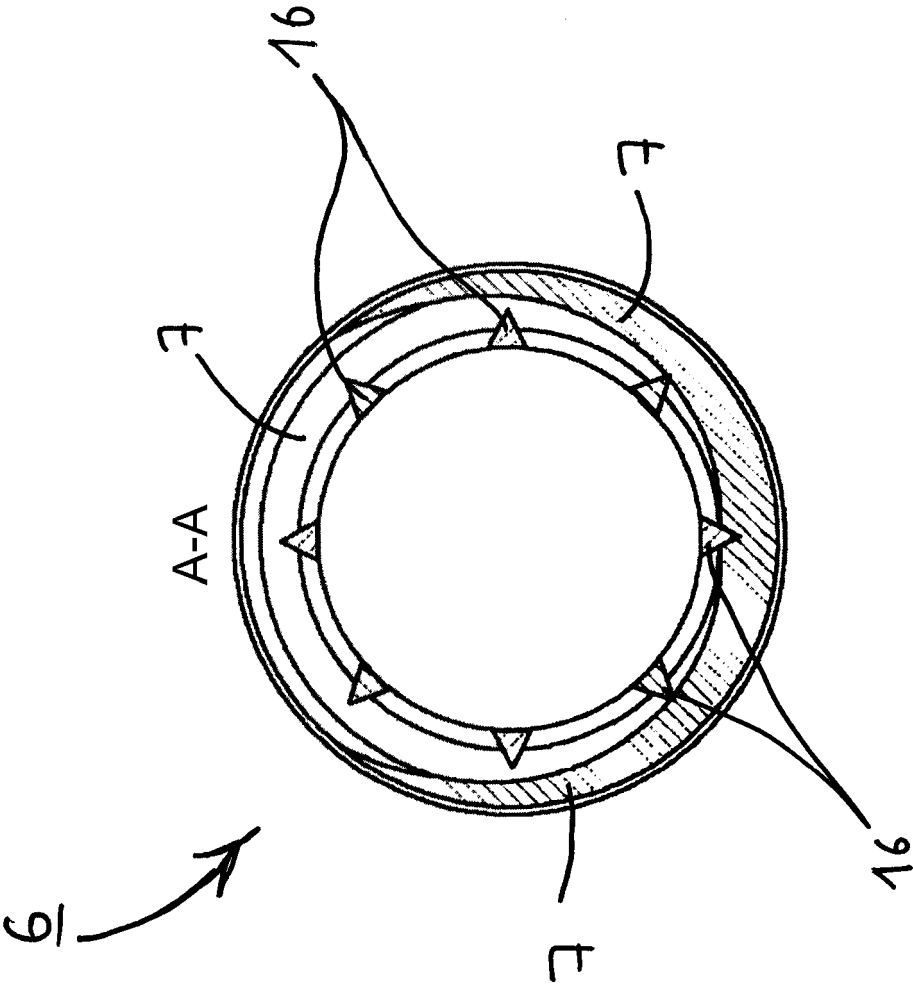


Fig. 4

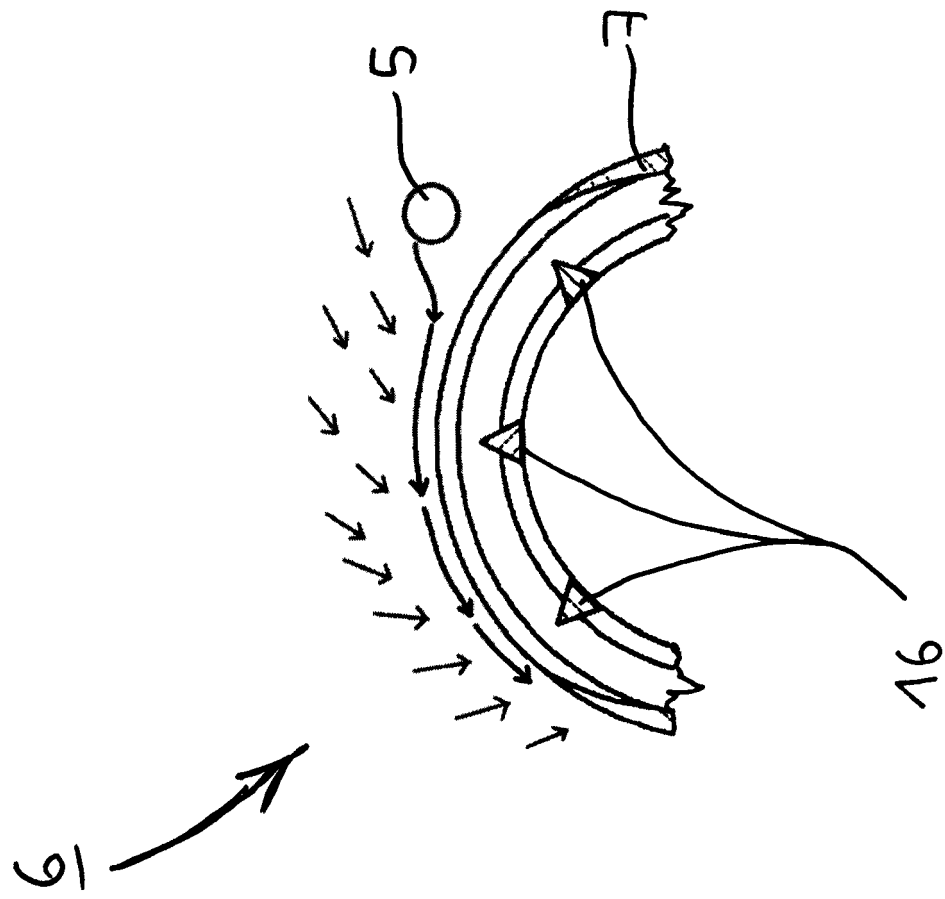


Fig. 5

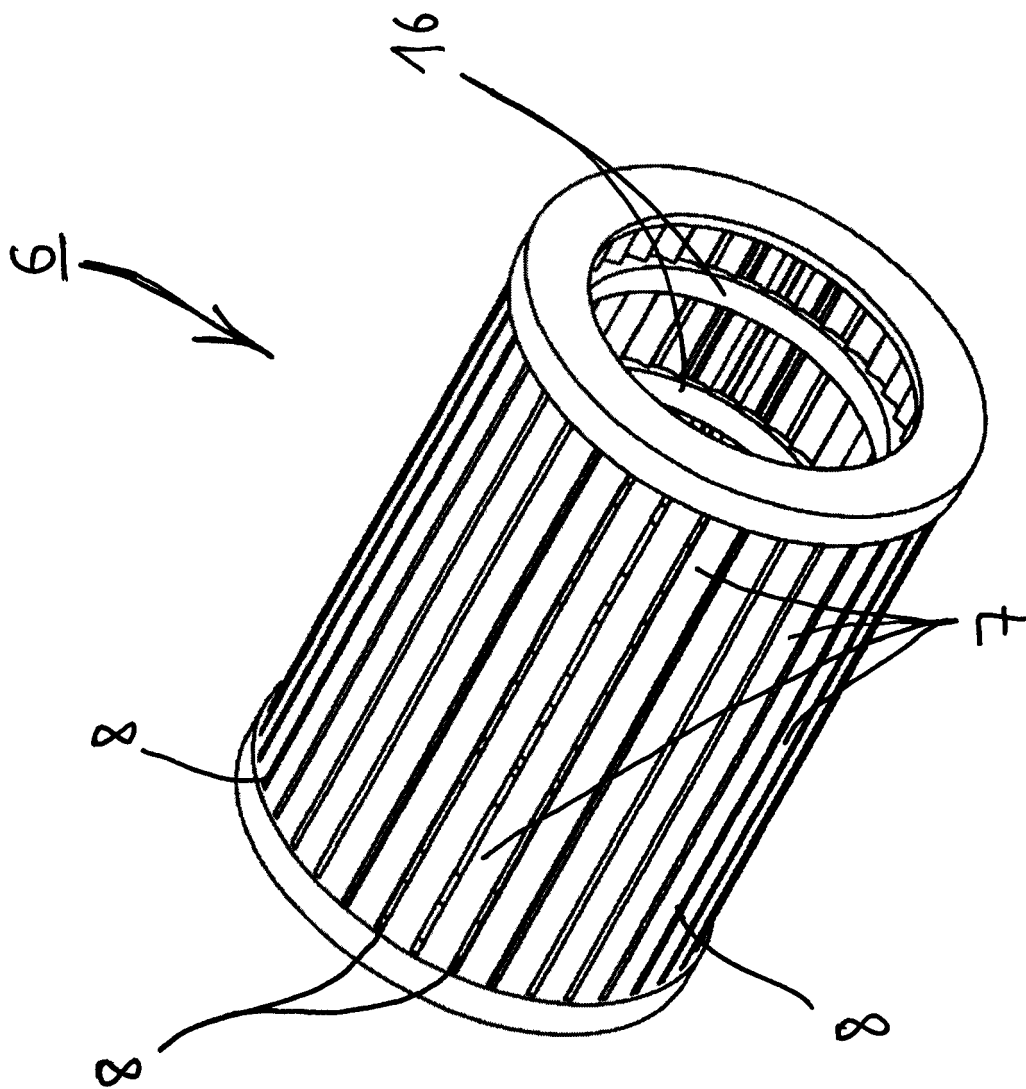


Fig. 6

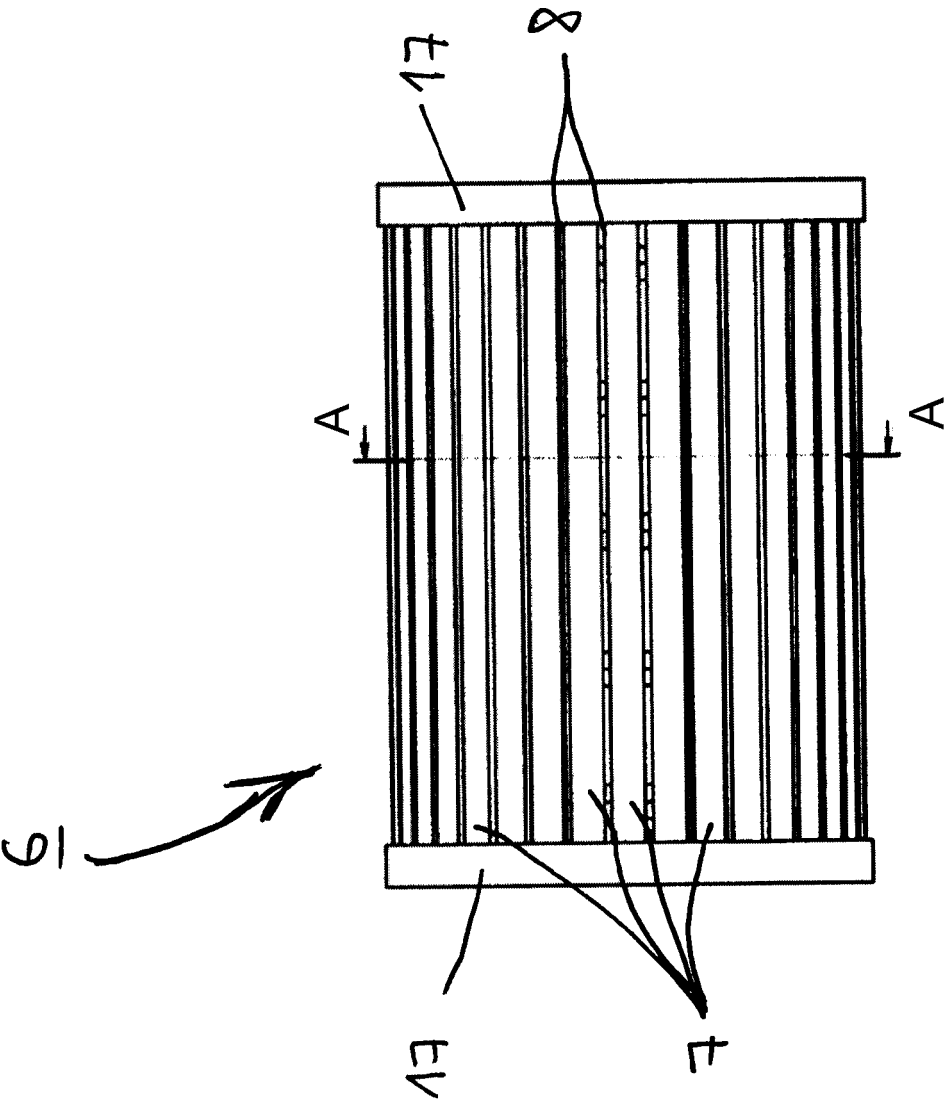


Fig. 7

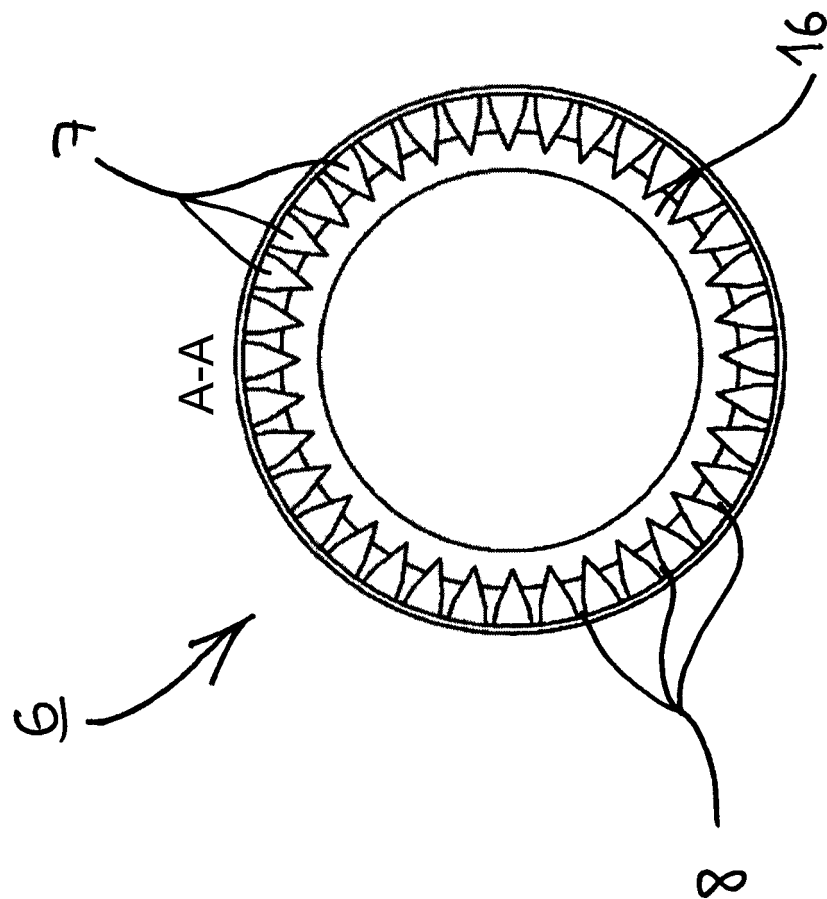


Fig. 8

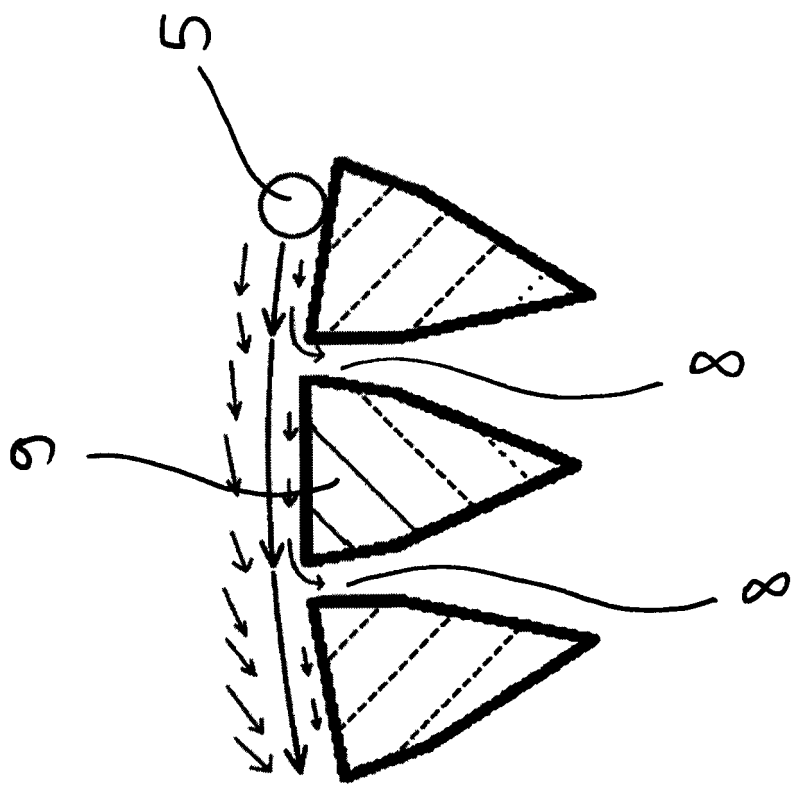


Fig. 9

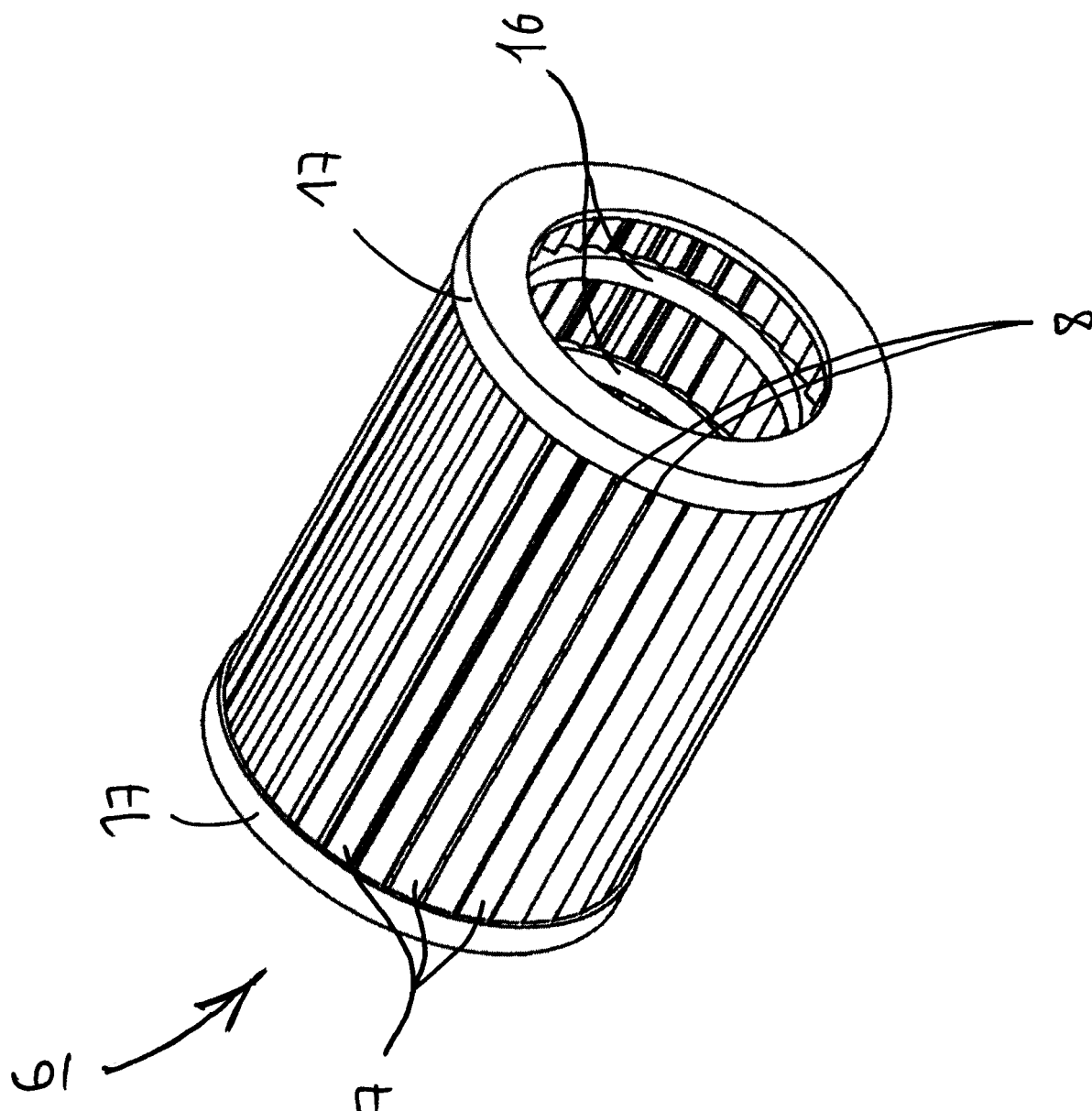


Fig. 10

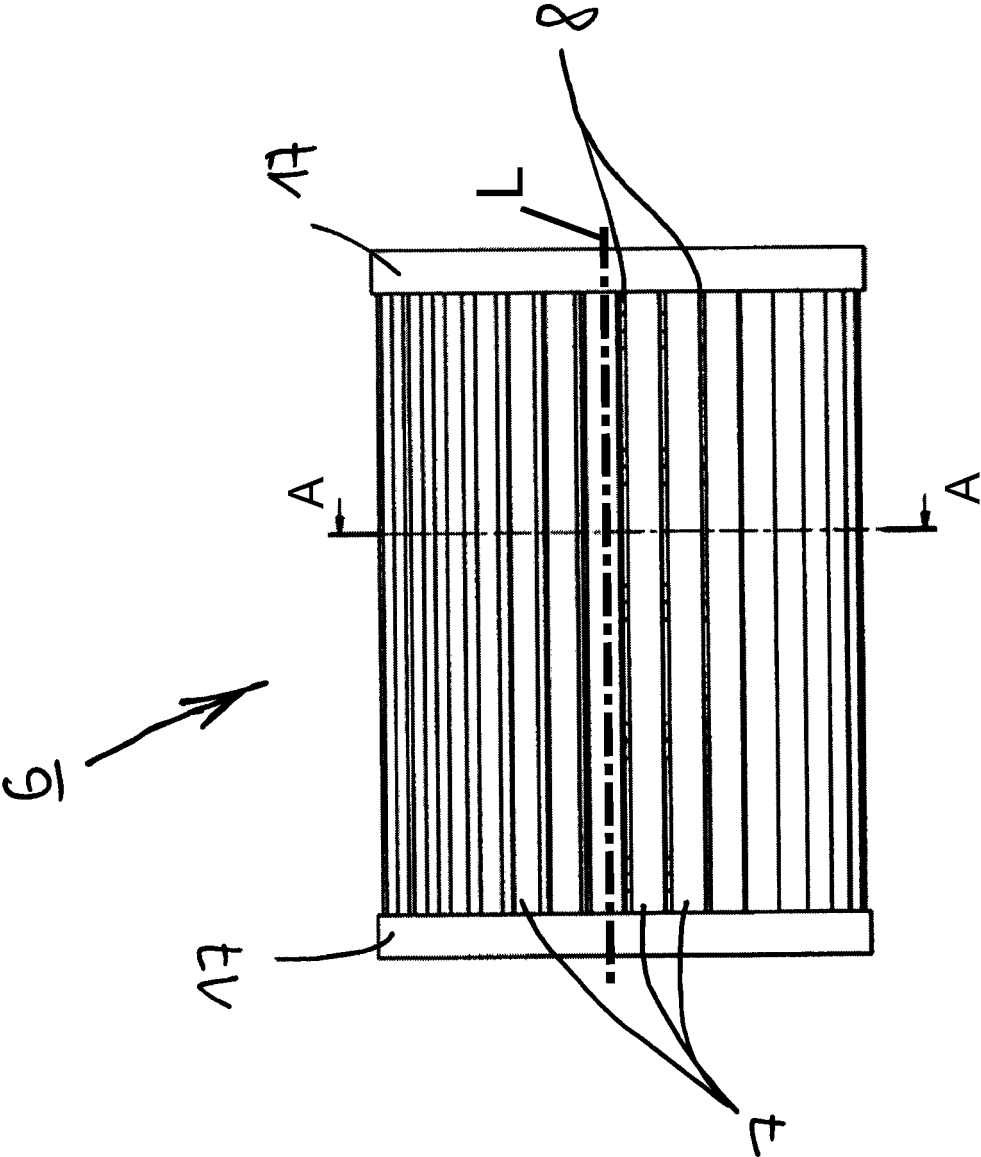


Fig. 11

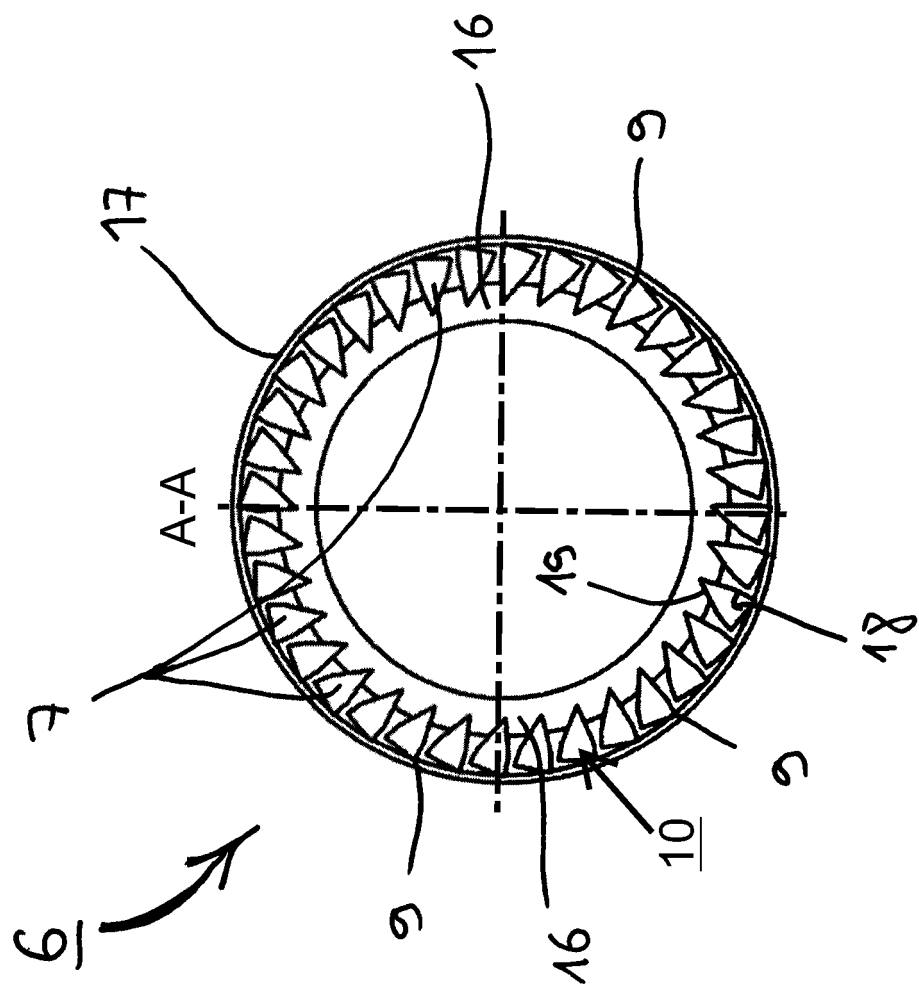


Fig. 12

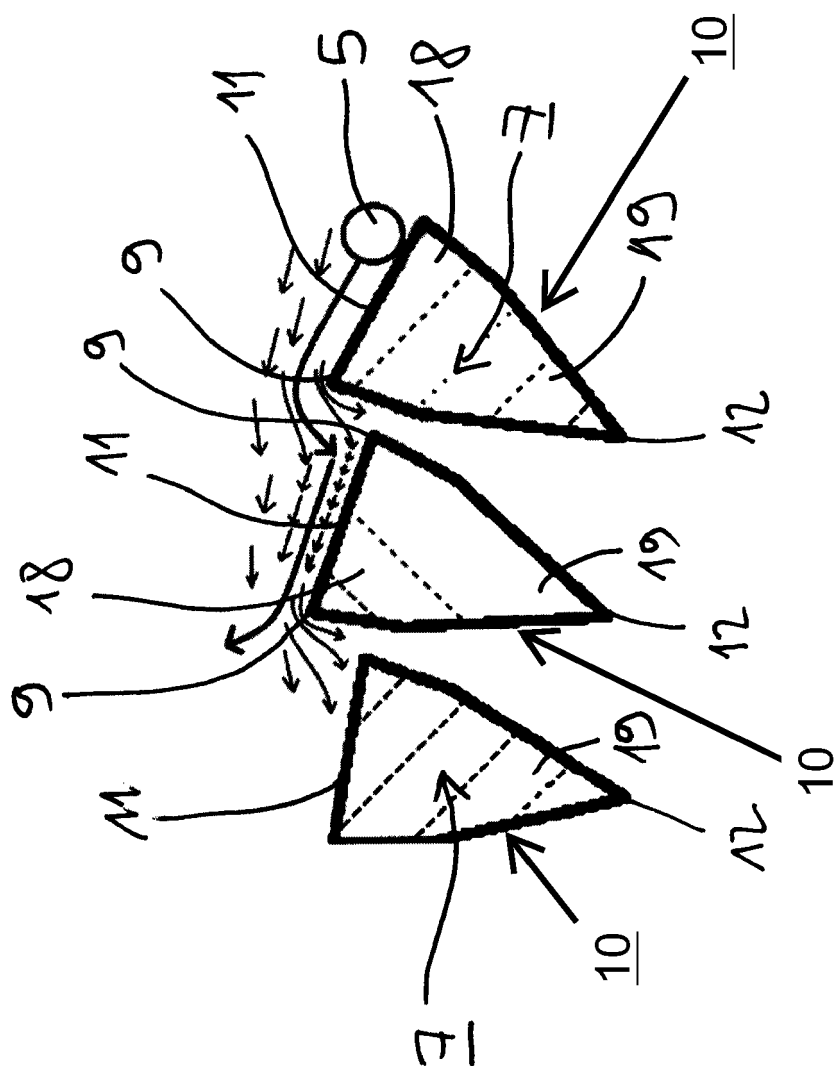


Fig. 13

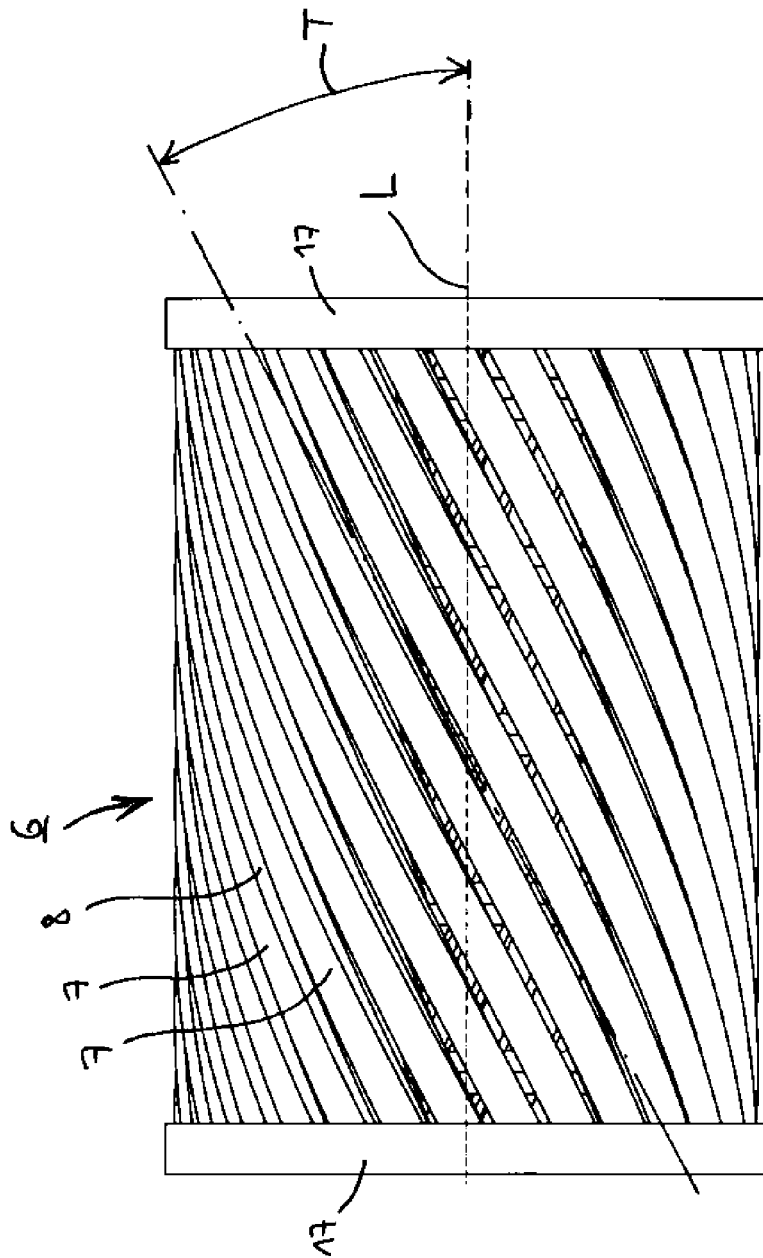


Fig. 14

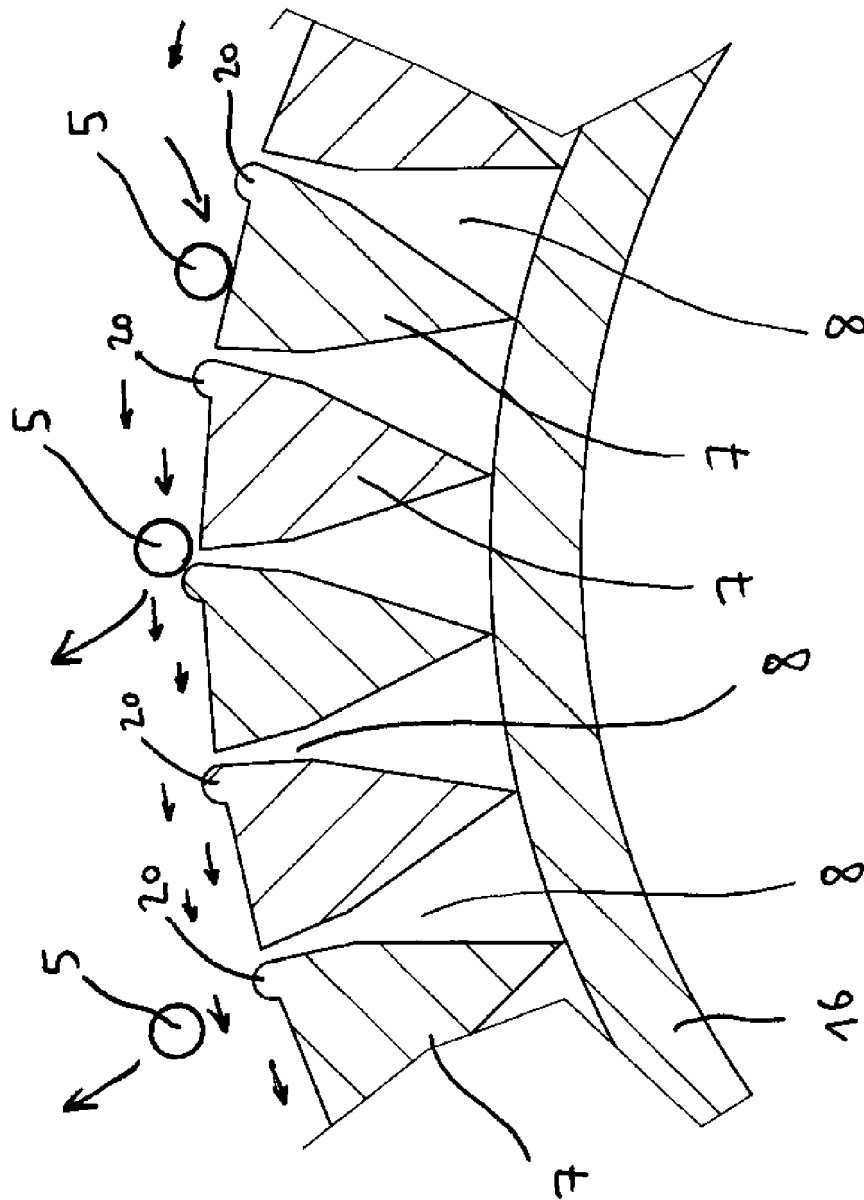


Fig. 15



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 20 2008

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 206 207 A2 (NETZSCH MASCHINENFABRIK [DE]) 30. Dezember 1986 (1986-12-30) * Ansprüche 1,5,7; Abbildungen 1,2,3 * -----	1-8	INV. B02C17/16
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Februar 2024	Prüfer Laurim, Jana
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.****EP 23 20 2008**

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-02-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 0206207	A2	30-12-1986	KEINE
20	-----			
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82