

(19)



(11)

EP 1 854 912 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

14.11.2007 Patentblatt 2007/46

(51) Int Cl.:

D02J 13/00^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **07007792.0**(22) Anmeldetag: **17.04.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

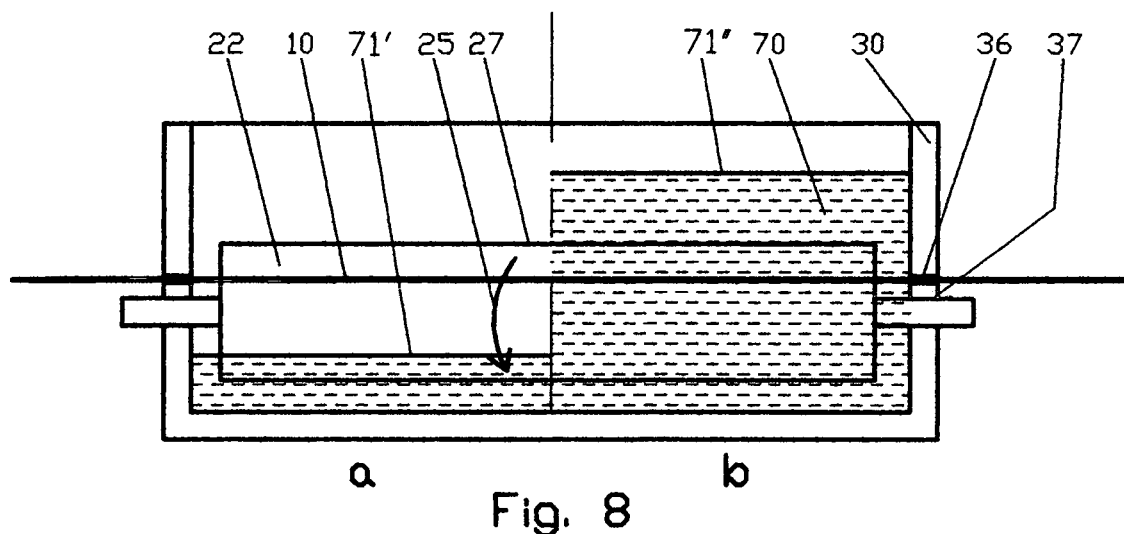
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU(71) Anmelder: **Buchmann, Richard****73337 Bad Überkingen (DE)**(72) Erfinder: **Buchmann, Richard****73337 Bad Überkingen (DE)**(30) Priorität: **20.04.2006 DE 102006018316****(54) Vorrichtung zur Behandlung von Fäden**

(57) Fäden oder Kabel werden in vielfältiger Art verfahrenstechnisch behandelt. Fäden z.B. müssen erhitzt, gekühlt, oder benetzt werden. Diese Behandlungen erfolgen an sehr schnell laufenden Fäden, z.B. bei Laufgeschwindigkeiten von 1200 Meter/Minute. Je effektiver eine Vorrichtung ihre Aufgabe erfüllt, um so kürzer kann sie gebaut werden; und je kürzer die Vorrichtung ist, um so schneller kann ein Faden sie ohne das Auftreten unerwünschter Schwingungen durchlaufen. Es wird eine Vorrichtung vorgestellt für die verfahrenstechnische Behandlung von Fäden oder Kabeln, in der die Fäden sicher mit dem Behandlungsmedium in Kontakt kommen und in der die Fäden bezüglich ihrer Laufruhe stabilisiert werden, ohne dass sie nennenswerte Reibungsverluste er-

fahren. Dazu laufen die Fäden an der Oberfläche einer rotierenden Walze parallel zu deren Längsachse entlang. Durch die Rotation der Walze wird der Faden quer zu seiner Laufrichtung mit einem fluiden Behandlungsmedium angeströmt. Ein großer Vorteil der Vorrichtung besteht darin, dass der Fadeneinführungsschlitz im Betrieb nicht verschlossen werden muss. Soll der Faden z.B. auf 195°C erhitzt werden, so wird als Behandlungsmedium ein auf ca. 210°C erhitztes Öl eingesetzt. Die Vorrichtung wird nur etwa ein Viertel so lang sein wie ein heute gebräuchlicher Hochtemperaturheizer. Die geringe Überhitzung des Behandlungsmediums und die weitgehend geschlossene Bauweise der Vorrichtung führen zu einem ungewöhnlich guten energetischen Wirkungsgrad.

**Fig. 8****EP 1 854 912 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur verfahrenstechnischen Behandlung, insbesondere zur Umtemperierung, von im Wesentlichen eindimensionalen Materiesträngen, d.h. Stränge, die in einer Dimension in Kilometern gemessen werden, in den anderen beiden Dimensionen dagegen nur in Millimetern oder sogar Mikrometern. Solche langen Stränge lassen sich nur verarbeiten, wenn sie aufwickelbar, also flexibel sind. Werden solche Materiestränge wie textile Fäden oder Kabel verfahrenstechnisch behandelt, sind hohe Bearbeitungsgeschwindigkeiten von z.B. 1200 Meter/Minute normal.

[0002] Bei der Erhitzung oder Kühlung eines durchlaufenden Materiestranges müssen zwar auf den Meter Strang gerechnet absolut nur sehr kleine Wärmemengen übertragen werden, multipliziert mit seiner Geschwindigkeit ergeben sich dann aber doch Wärmeübertragungsleistungen von bis zu einigen hundert Watt. Die Vorrichtungen, in denen die Wärme übertragen bzw. entzogen wird, haben endliche Ausmaße, d.h. bis zu einigen Metern Länge. Somit stehen zur Wärmeübertragung pro Meter Materiestrang nur Bruchteile von Sekunden zur Verfügung.

[0003] Nach der Gleichung für den Wärmeübergang pro Zeiteinheit dQ/dt von einer Materie auf eine andere

$$dQ/dt = \alpha \cdot F \cdot \Delta T$$

mit α gleich der Wärmeübergangszahl, F = der Übertragungsfläche und ΔT gleich der mittleren Temperaturdifferenz zwischen Materiestrang und Temperatur des wärmeab- oder aufnehmenden Mediums bleiben zur Verbesserung des Wärmeübergangs die folgenden Möglichkeiten:

Vergrößerung der Fläche F : Die Fläche des für den Wärmeübergang zur Verfügung stehenden Teils des Materiestranges ist in zwei Dimensionen von den Abmessungen des Materiestranges unbeeinflussbar vorgegeben und in der dritten Dimension, der Länge, abhängig von der Länge der Vorrichtung. Selbst Vorrichtungen von 2,5 Meter Länge sind schon schwierig in die Produktionsanlagen zu integrieren.

Vergrößerung der Temperaturdifferenz ΔT : Beim Erhitzen eines Materiestranges sind beliebig hohe Temperaturdifferenzen vorstellbar, praktisch jedoch nicht realisierbar.

[0004] Denn viele Materialien, aus denen die Materiestränge bestehen, werden ab einer Grenztemperatur zerstört. Schnelllaufenden Materiesträngen steht zwar gar nicht die Zeit zur Verfügung, aus dem überhitzten Umgebungsmedium soviel Energie aufzunehmen, dass

sie zerstört werden. Dies kann dann allerdings bei einem Bewegungsstop geschehen. Auf jeden Fall muss die der Oberfläche des Materiestranges zugeführte Wärmemenge schnell genug in das Innere des Strangs abfließen können, da sonst trotz mittlerer Erwärmung des Strangs auf Werte nur unterhalb der Grenztemperatur die Oberfläche überhitzt worden ist. Bei der Abkühlung eines heißen Materiestranges gibt es andere ΔT -Beschränkungen. Temperaturen des Kühlmediums unterhalb der Normaltemperaturen wie die von Umgebungsluft oder Leitungswasser erfordern aufwendige Kühlaggregate. Bei extremer Kühlung kann der Materiestrang zumindest bei Bewegungsstillstand verspröden und brechen.

Die Wärmeübergangszahl α hängt zunächst von der Materiekombination der Wärmeübertragungspartner ab. Der Wärmeübergang von einem Festkörper auf den Materiestrang ist begrenzt durch die geringe Anzahl von Kontaktpunkten zwischen den Festkörpern. Gasförmige Medien haben zwar guten Kontakt zu dem Materiestrang, jedoch ist der eigene Wärmeinhalt bald erschöpft. Flüssige Medien führen durch guten Kontakt und gutem eigenen Wärmeinhalt zu guten Übergangswerten. Dabei lässt sich der Wärmeübergang über die Relativgeschwindigkeiten der Partner zueinander noch verbessern. Die besten Übergangswerte erhält man üblicherweise bei der Kondensation von Dampf am Materiestrang. Bei einer Erwärmung mit Wasserdampf auf eine Temperatur über 100°C führt der Dampfdruck zu Abdichtproblemen an den Strangdurchführungen.

[0005] Es existiert eine unübersehbare Vielfalt von Patentschriften zur Umtemperierung von durchlaufenden Materiesträngen, von denen sich kaum eine Methode durchgesetzt hat. Hier soll eine einfach herzustellende und einfach und somit schnell zu bedienende Vorrichtung zum Erwärmen oder zum Abkühlen eines Materiestranges vorgestellt werden, deren Länge nur 10% bis 20% der zur Zeit zur Materiestrangerwärmung benutzten Vorrichtungen beträgt. Auf relativ geringe Verlustenergien wird ebenso geachtet. Wie sich zeigte, kann dieselbe Vorrichtung auch für andere verfahrenstechnische Behandlungen des Materiestrangs vorteilhaft genutzt werden. Das Grundprinzip basiert, wie auch mit Anspruch 1 beschrieben, auf einer gleichförmigen Queranströmung des Materiestranges mit einem Fluid auf voller Länge der Vorrichtung, so dass der Materiestrang laufend und an jeder Stelle mit frischem Fluid (bei der Umtemperierung: mit frisch temperiertem Fluid) in Verbindung gebracht wird. Diese Eigenschaft würde selbst bei Vorrichtungen mit einer Länge im Meter-Bereich unverändert erhalten bleiben.

[0006] Die stetige Anströmung des Materiestrangs mit frischem Fluid ist nach Anspruch 2 nur möglich, wenn sich die Anströmgeschwindigkeit mindestens in der Größenordnung der Strangdurchlaufgeschwindigkeit befindet. Denn ein durch den Kontakt zum Materiestrang umtemperierter bzw. verbrauchter Fluidbereich soll entfernt sein, bevor ein neues Strangstück in diesen Bereich ein-

läuft. Je nach gewünschtem Verhältnis von Strangstücklänge zu Strangdurchmesser sind dazu Strömungsgeschwindigkeiten des Fluids von einem Hundertstel der Geschwindigkeit des Materiestrangs bis zum Hundertfachen dieser Geschwindigkeit nötig.

[0007] Wenn der Fluidstrom auf voller Länge der Vorrichtung quer zum Materiestrang strömt, wobei unter quer nicht nur ein exakt rechtwinkliges Anströmen verstanden sein soll, dann wird die bewegte Fluidmasse um so kleiner, je flacher dieser Fluidstrom ist. Man kann sich z.B. vorstellen, dass der Fluidstrom von zwei parallelen ebenen Platten geführt wird, deren Abstand nur geringfügig größer als der Durchmesser des Materiestrangs ist. Quer zum Fluidstrom läuft dann der Materiestrang zwischen den Platten. Erzeugt man den Fluidstrom durch eine sehr lange Spaltdüse mit dem Spalt parallel zum Strang und zu ihm hin gerichtet, so könnte er sogar flacher als der Materiestrangedurchmesser sein. Je nach Fluidgeschwindigkeit wird der Fluidstrom um den Materiestrang herumfließen oder an ihm zerspritzen. Diese Ausgestaltung des Fluidstroms ist mit Anspruch 3 beschrieben. Wie der Materiestrang innerhalb solch eines flachen Fluidstroms stabilisiert wird, beschreiben die folgenden Ansprüche.

[0008] Man kann sich für die Beispiele oben vorstellen, dass das Fluid aus einem Druckreservoir in die Spaltdüse bzw. in den Spalt zwischen den parallelen Platten hineinströmt und nach Durchfließen des Spalts aufgefangen und zurückgepumpt wird. Vorstellbar ist auch, dass sich der Fluidstrom selbst speist, d.h. rotiert. Ob dass zwischen zwei zu konzentrischen Rohren verformten Platten (s.o.) geschieht oder ohne Begrenzungsfläche, ist zunächst belanglos. Der Fluidstrom nimmt somit zumindest teilweise (z.B. nur U-förmig) die Form eines Zylindermantels an. In der Nähe des Materiestranges ist die Zylindermantelfläche des Fluidstroms so schwach gebogen, dass sie (siehe Anspruch 4) weiterhin als die ebene strömende Fluidfläche aus Anspruch 3 angesehen werden kann. Der zylindermantelförmige Fluidstrom kann z. B. erzeugt werden durch ein langgestrecktes Flügelrad ähnlich dem eines Querstromventilators, welches in einem Rohr rotiert und dessen Flügelenden zu der Rohrrinnenwand den Abstand haben, der der gewünschten Fluidstromdicke entspricht. Zunächst hilft die Vorstellung, dass das Rohr vollständig mit Fluid gefüllt ist, wobei man bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten auf diese Bedingung verzichten kann. Im Grenzfall wird aus dem "langgestreckten Flügelrad" bei extrem zunehmender Anzahl der Flügel die Walze aus Anspruch 5, an der das Fluid anhaftet (Anspruch 4). Umgekehrt würde bei einem stillstehenden Flügelrad ein um die Flügelradachse rotierendes äußeres Rohr das an seiner Rohrrinnenwand anliegende Fluid ebenso zur Rotation bringen. Der Materiestrang muss dann nahe an der Walzenoberfläche bzw. der Rohrrinnenwand geführt werden. Anspruch 5 beschreibt das gerade gesagte und sagt darüber hinaus, dass es auf den stillstehenden Gegenpart, bei der Walze, eben das äußere Rohr, und beim Hohlzylinder, eben die

innere Walze, nicht mehr ankommt. Denn auch bei getauchten rotierenden Walzen oder Hohlzylindern haftet eine dünne Grenzschicht des Fluids an den rotierenden Festkörperoberflächen. Lässt man die Wandung der Walze, an deren innerer oder äußerer Oberfläche der Materiestrang entlang läuft, immer dünner werden, dann verliert die Walze letztendlich ihre Formstabilität und wird zu einem geschlossenen Band, welches durch Führungswalzen in Form gehalten werden muß. Mindestens zwei Führungswalzen sind dazu notwendig, wobei diese Führungswalzen einen relativ großen Abstand zueinander haben dürfen, so dass das geschlossene, umlaufende Band einen relativ großen Teil seines Weges auf geradlinigen Stücken zurücklegt. Dies ist für manche Anwendungen der Vorrichtung vorteilhaft.

[0009] Ein schnelllaufender Materiestrang, der nahe und parallel einer rotierenden Walzenoberfläche geführt wird, könnte zu tanzen beginnen. Um dies zu verhindern könnte man den Materiestrang zwar weiterhin weitgehend parallel zur Walzenachse führen, ihn jedoch ein oder einige Mal langgestreckt um die Walze schlingen.

[0010] Wenn die Walze vollständig im fluidgefüllten Raum rotiert (Anspruch 8), dann hat das den Nachteil, dass der Materiestrang von der Umgebung in den und aus dem fluidgefüllten Raum durch Durchführungsöffnungen geführt werden muss. Die Durchführungen sind gegen Leckagen des Fluids abzudichten. Ist die Walze horizontal gelagert und taucht sie nur mit ihrem unteren Teil in das Fluid ein, kann der Materiestrang dagegen oberhalb des fluidgefüllten Raums die Oberfläche der teilweise eingetauchten Walze erreichen. Da an der rotierenden Walzenoberfläche eine Fluidschicht anhaftet, wird der Materiestrang trotzdem mit dem Fluid quer angeströmt.

[0011] Der Materiestrang wird an der Walzenoberfläche in Drehrichtung der Walze durchgebogen. Mit Hilfe dieses Effektes kann ein Materiestrang, der im gespannten, geradlinigen Verlauf knapp über der Fluidoberfläche verläuft, in das Fluid hineingezogen werden. An der Durchbiegung des Materiestranges lässt sich z.B. auch seine Spannung bestimmen. Der Materiestrangverlauf selbst wird bei der Spannungsmessung durch diese Durchbiegung insgesamt weniger beeinflusst, als wenn er über ein Messrad orthogonal zur Radachse laufen muss oder gar über eine orthogonal angeordnete Kante gleitet.

[0012] Noch sicherer bezüglich der Leckage ist wie ebenfalls in Anspruch 8 beschrieben, wenn die Walzenoberfläche nur mit Fluid besprüht wird oder das Fluid in anderer Form, z.B. durch Beträufeln oder durch Anlegen eines fluidgetränkten Tuches, dosiert aufgetragen wird. Mit diesen Fluid-Auftragungsmethoden wird es u.U. auch einfacher, eine Walze mit nicht-horizontaler Walzenachse einzusetzen, d.h. die Vorrichtung an einen schräg durch den Raum verlaufenden Materiestrang anzupassen. Das von der Walze heruntertropfende Fluid könnte in geeigneten Gefäßen aufgefangen werden und von dort mittels einer Pumpe wieder zur Versorgung des Auftrag-

mechanismusses gefördert werden.

[0013] Wenn die Walze in einem Gehäuse rotiert, dann muss der Materiestrang in das Gehäuse eingefädelt werden. Dies geschieht am einfachsten, wenn das Gehäuse einen Schlitz auf voller Länge aufweist. Noch vorteilhafter ist es, wenn dieser Schlitz danach nicht verschlossen werden muss. Damit dann im Betrieb das Fluid nicht an diesem Schlitz das Gehäuse verläßt, ist dieser nach Anspruch 9 nur wenig breiter als der Durchmesser des Fluidstranges auszubilden. Des weiteren kann er relativ tief quer zum Strangverlauf sein. Anspruch 9 schließt auch Manipulationen am Gehäuse ein, die bewirken, dass auf der Fluidseite des Schlitzes durch eine spezielle Ausgestaltung der Fluidströmung ein Unterdruck gegenüber der Umgebung erzeugt wird.

[0014] Es kann vorteilhaft für einen ruhigen Lauf des Materiestranges sein, dass der Materiestrang in der Engstelle zwischen zwei benachbarten, achsparallelen Walzen geführt wird. Dabei können diese benachbarten Walzen gleich- oder gegensinnig rotieren. Anspruch 6 beschreibt diesen Sonderfall.

[0015] Anspruch 7 zeigt eine Sonderausführung der Vorrichtung, bei der der Materiestrang zwischen zwei konzentrischen Walzen geführt wird. Der Materiestrang ist hierbei weitgehend fest geführt. Zum Einfädeln ist es hilfreich, wenn die äußere Hohlwalze schräg zum Radius und zur Tangente der Walze sowie entgegen der Laufrichtung nach innen gerichtet geschnitten ist, so dass der Strang durch diesen Schlitz eingefädelt werden kann. Der Antrieb und die Lagerung der äußeren Hohlwalze kann über drei oder vier Hilfswalzen, die gleichmäßig am äußeren Umfang der Hohlwalze verteilt mit dieser in Kontakt stehen, erfolgen. Dann sind Positionen zwischen den Hilfswalzen vorhanden, an denen der Strang eingefädelt werden kann.

[0016] Im Falle der Umtemperierung des Materiestranges kann nach Anspruch 10 das Fluid (70) oder die Walze (26) oder beides temperiert werden. Selbstverständlich werden in allen Fällen Walze und Fluid auf Dauer die gleiche Temperatur annehmen.

[0017] Sollte das Fluid nach einer Walzenumdrehung noch nicht wieder regeneriert sein, dann ist es nach Anspruch 11 vorteilhaft, das Fluid nach dem Umströmen des Materiestranges von der Walze abzuschaben und die Walze anschließend wieder neu zu beladen.

[0018] Die zur Umtemperierung eines schnelllaufenden Materiestranges beschriebene Vorrichtung läßt sich ebenso zur Benetzung eines Materiestranges mit einem Fluid verwenden. Da der Materiestrang strömungstechnisch bedingt an die Walzenoberfläche angezogen wird, kann mit geeigneten Walzenoberflächen der Materiestrang auch mechanisch bearbeitet werden.

[0019] Es ist möglich, den schnelllaufenden Materiestrang als Wärmetransportmedium zu benutzen und die Wärmezufuhr und die Wärmeabgabe mit Hilfe zweier oben beschriebener Vorrichtungen vorzunehmen. Der Materiestrang kann in diesem Fall auch ein geschlossenes Band sein.

[0020] Mit den folgenden Zeichnungen wird zunächst das Verfahrensprinzip verdeutlicht. Es folgen danach einige Ausführungsbeispiele zu den einzelnen Ansprüchen.

[0021] Fig. 1 verdeutlicht das mit Anspruch 1 geschützte Prinzip. Das Fluid (70) strömt quer (Vektor 40) auf den Materiestrang (10), der mit einer Geschwindigkeit, dargestellt durch den Vektor (11), die Vorrichtung (30) durchläuft. Der Materiestrang (10) wird auf voller Länge (31) der Vorrichtung (30) angeströmt. Je nach dem Verhältnis der Durchlaufgeschwindigkeit (11) des Materiestranges (10) zur Strömungsgeschwindigkeit (40) des Fluids (70) ergeben sich, wie in Fig. 2 verdeutlicht, unterschiedliche Berührungswege (50', 50'') eines diskreten Fluidbereiches auf dem Materiestrang (10). (Die Berührungslinien (50', 50'') sind als Projektion auf die normalerweise zylindrisch gebogene Oberfläche des Materiestranges (10) dargestellt.) Ist die Strömungsgeschwindigkeit (40) des Fluids (70) größer als die Geschwindigkeit (11) des Materiestranges (10), dann zeichnet dieser diskrete Fluidbereich einen Berührungsweg ähnlich der Linie (50') auf die Oberfläche des Materiestranges (10), d.h. der Winkel zwischen dem Strömungsrichtungsvektor (40) des Fluids (70) und der Berührungslinie (50') ist kleiner als 45 Grad. Ist dagegen der Materiestrang (10) schneller bewegt (11) als das Fluid (70), ergibt sich eine Berührungslinie wie (50''), also mit einem Winkel größer als 45 Grad zwischen dem Strömungsrichtungsvektor (40) des Fluids (70) und der Berührungslinie (50'').

[0022] In Fig. 1 betrachtet man die Situation orthogonal zur Materiestrang-Durchlaufrichtung (11) wie auch orthogonal zur Fluidströmungsrichtung (40). Mit dem Schnitt A-A durch diese Situation wird in den **Figuren 3a,b** verdeutlicht, dass die Ausdehnung (42, 42', 42'') des Fluidstroms (40) orthogonal zum Materiestrang (10) wie auch zu seiner eigenen Strömungsrichtung (40) zur gewünschten Wechselwirkung mit dem Materiestrang (10) nur wenig größer als die Dimension des Materiestranges (10) in dieser Richtung sein muss (Fig. 3a) oder sogar kleiner sein kann (Fig. 3b). Der Fluidstrom (40) wird somit praktisch zum einem Fluidströmungsfilm (41) oder einer strömenden Fluidfläche (41). Die Erzeugung bzw. Stabilisierung solch eines Fluidströmungsfilms (41) kann man sich vorstellen wie in Fig. 3a, wo der Fluidströmungsfilm (41) von zwei planparallelen Wänden (61) begrenzt wird, zwischen denen der Materiestrang (10) orthogonal zur Fluidströmung (40, 41) durchläuft, oder wie in Fig. 3b, wo eine langegezogene, vor dem Materiestrang (10) verlaufende Spaltdüse in einer Wand (62) das rechts von der Wand (62) befindliche, druckbeaufschlagte Fluid (70) in Form eines Strömungsfilms (41) austreten und auf den Materiestrang (10) auftreffen lässt.

[0023] Die Figuren 3a,b zeigen, dass für die Darstellung der Wechselwirkung vom Fluid (70) in der Form eines Fluidströmungsfilms (41) mit dem Materiestrang (10) ein kleiner Ausschnitt, der nur einige wenige Vielfache der Materiestrangdimension in diesen Schnittbildern umfasst, ausreichend ist. Wie der Fluidstrom (41) davor und

dahinter ausgebildet ist, ist bedeutungslos. Ist der Fluidströmungsfilm (41) wie in Fig. 4 dargestellt ein streifenförmiger Ausschnitt (44) mit der Breite (45) und der Höhe (42) aus einer zylindermantelförmig gebogenen Fluidströmungsfläche (43) gleicher Höhe (42) mit Streifenausrichtung parallel zur Zylinderachse (21), wobei die Fluidströmungsfläche (43) entlang des Zylinderumfangs (20) rotiert (43), dann wird bei genügend großen Zylinderdimensionen in den vorhergehenden Figuren 1-3 keine Änderung notwendig sein. Denn der Vektor der Strömungsgeschwindigkeit (40) ist auf diesem kurzen Weg von der Biegung des Zylindermantels (20) praktisch unbeeinflusst. Nach dem zuvor Gesagten ist es demnach auch beliebig, ob die gebogene Fluidströmungsfläche (43) den Zylinder (20) vollständig umströmt oder ob sie ihn z.B. in der Form eines umgedrehten U nur halbseitig umströmt.

[0024] Für die praktische Gestaltung einer zylindermantelförmigen Fluidströmungsfläche (43) aus Fig. 4 wäre z.B. ein Hilfsträger möglich, wie in den Figuren 5a und b in Form einer Walze (22) bzw. einer Hohlwalze (23) dargestellt. Die Hilfsträger (22,23) rotieren (25) um ihre Längsachse (21). Die um dieselbe Achse (21) rotierende Fluidströmungsfläche (43) haftet in Form eines Fluidfilms an der äußeren Oberfläche (27) der Walze (22) bzw. an der inneren Oberfläche (27') der Hohlwalze (23). Dabei müssen die Oberflächengeschwindigkeit der Festkörper (22,23) und die des Fluidfilms (43) nicht unbedingt identisch sein. Denn wird der Fluidfilm (43) z.B. durch Adhäsion von der Walzenoberfläche (27,27') mitgenommen, wird er etwas langsamer sein als diese Oberfläche (27,27'). Während die Walze (22) ganz normal an ihrer Zentralachse (21) gelagert würde, könnte man die Hohlwalze (23) auf zwei oder mehr rotierenden Hilfswalzen (24) lagern und mit diesen zur Rotation antreiben. Statt der starren, formstabilen Walzen (22,23) kann man, wie Fig. 5c zeigt, auch ein auf mindestens zwei Hilfswalzen (24) außen umlaufendes Band (26) verwenden. Die Band-Umlaufgeschwindigkeit (25) entspricht der Oberflächengeschwindigkeit (25) der Walzen (22,23). Der Fluidströmungsfilm (43) und der Materiestrang (10) befinden sich an der Außenfläche des Bandes (26). Im Gegensatz zu den Ausführungsformen aus Fig. 5a und Fig. 5b könnte hier der Materiestrang (10) auch schräg zu den Achsen der Hilfswalzen (24) und folglich nicht orthogonal zur Bandbewegungsrichtung (25) verlaufen.

[0025] In der Fig. 7a wird gezeigt, wie der Materiestrang (10) zwischen zwei achsparallelen, mit geringem Abstand benachbarten Walzen (22) verlaufen kann. Dabei kann es von Vorteil sein, falls der Materiestrang (10) selbst um seine eigene Längsachse rotiert, wenn diese Walzen (22) zueinander die gleiche Drehrichtung aufweisen. Bei entgegengesetzter Drehrichtung laufen die Walzenoberflächen (27) wie bei zwei Zahnrädern an der Engstelle in dieselbe Richtung, die Fluidfilme (43) der beiden Walzen (22) werden gegebenenfalls einen Fluidstau vor der Engstelle erzeugen.

[0026] In Fig. 7b läuft der Materiestrang (10) im Spalt zwischen zwei konzentrischen Walzen, einer inneren

Walze (22) und einer äußeren Hohlwalze (23). Auch hier sind gleiche oder entgegengesetzte Drehrichtung der beiden Walzen (22,23) möglich.

[0027] Läuft der Materiestrang (10) parallel zur Walzenachse (21) mit Berührung der Walzenoberfläche (27), so wird er bei Rotation (25) der Walze von dieser in Rotationsrichtung (25) mitgenommen, je weniger, je stärker seine Spannung ist. Dies verdeutlicht Fig. 6. Der Materiestrang (10) wird auf der Walzenoberfläche (27) gegenüber seinem gestreckten, gestrichelt eingezeichneten Verlauf durchgebogen (12). Bei ansonsten konstanten Parametern wäre die Durchbiegung (12) ein Maß für die Materiestrangspannung. Die Lagerung der Walze (22) ist in dieser Figur nicht eingezeichnet, nur ihre seitwärts hervorstehenden Achsstummel. Hilfreich kann diese Durchbiegung (12) sein, wenn wie in Fig. 8b der Materiestrang (10) in einen mit Flüssigkeit gefüllten Raum eindringen muss, d.h. das Füllniveau (71") des Fluids (70) liegt höher als die Materiestrang-Durchführungsöffnung (36). Erschwerend kommt in dieser Situation hinzu, dass auch das Lager (37) der Walze (22) gegen das Fluid (70) abzudichten ist. Mit Hilfe der Durchbiegung (12) kann der Materiestrang in das Fluid (70) hineingezogen werden, auch wenn die Oberfläche (71') des Fluids (70) sich unterhalb von Materiestrang-Durchführungsöffnung (36) und Walzenlager (37) befindet (Fig. 8a), d.h. beide Stellen im trockenen Bereich angeordnet sind. (Die dazu notwendige starke Durchbiegung (12) ist nicht in Fig. 8a oder 8b eingezeichnet.)

[0028] In Fig. 8a geht man im Gegensatz zum vorigen Gedanken wieder wie für diese Anmeldung typisch davon aus, dass die Walze (22) durch ihre Rotation (25) einen Fluidfilm (43) auf ihrer Oberfläche (27) zum Materiestrang (10) transportiert. Auch hier bleiben die Materiestrang-Durchführung (36) und das Walzenlager (37) im trockenen Bereich oberhalb des Flüssigkeitsniveaus (71'). In beiden Situationen bezüglich Fig. 8a und 8b wird der Materiestrang (10) von dem an der Walzenoberfläche (27) anhaftenden Fluidfilm (43) angeströmt. Springt der Materiestrang (10) von der Walzenoberfläche (27) weg, wird er in Fig. 8a nicht mehr mit dem Fluid (70) in Berührung kommen, in Fig. 8b dagegen zumindest nur mit weniger schnell rotierenden Fluidbereichen (46). Denn das Fluid (70) wird, wenn es die Walze (22) total umschließt, überall im fluidgefüllten Raum um die Walze (22) rotieren, je schneller, je näher an der Walzenoberfläche (27).

[0029] Diese Variante ist auch in Fig. 9b dargestellt. (Der die Rotation des Fluids (70) darstellende Vektor (46) ist nur deshalb größer, weil er parallel zum Rotationsvektor (25) der Walze (22) verlaufen soll, er ist hier kein Maß für die absolute Größe der Rotationsgeschwindigkeit.) Wird der Bereich für das Fluid (70) durch eine Art Deckel (38) oben so eingeschränkt, dass an der Stelle (34), der inneren Mündung des Einführschlitzes (33), dort, wo auch der Materiestrang (10) verläuft, eine Engstelle zwischen Walze (22) und Deckel (38) entsteht, dann erzeugt die Fluidströmung (46) durch diese Engstelle im Materiestrang-Einführschlitz (33) einen Unter-

druck, so dass kein Fluid (70) durch den Schlitz (33) die Vorrichtung (30) verlässt.

[0030] Der Austritt von Fluid (70) aus der Vorrichtung (30) wird auch damit erschwert, dass der Einführschlitz (33) für den Materiestrang (10) möglichst lang ist und nur wenig breiter als der Materiestrang (10). Fig. 9a zeigt die Situation ähnlich aus Fig. 8a, d.h. die Walze (22) ist nicht vollständig von Fluid (70) umgeben, sondern ihr oberer Teil wird nur durch einen Fluidfilm (43) benetzt. In den Fig. 9a,b ist erkenntlich, dass der schmale Einführschlitz (33) oben trichterförmig erweitert (32) ist. Der Materiestrang (10) wird in gespanntem Zustand auf voller Länge (31) der Vorrichtung (30) in diesen Einführtrichter (32) gelegt. Er springt dann auf die ebenfalls mit (10) bezeichnete Betriebsposition, wobei er über die aus Fig. 6 bekannte Materiestrang-Krümmung (12) aus der eingezeichneten Position (10) etwas in Richtung der Rotation (25) verschoben wird.

[0031] In Fig. 10 wird der der Walze (22) anhaftende Fluidfilm (43) nach Umspülen des Materiestranges (10) mit dem Schaber (35) von der Walzenoberfläche (27) abgeschabt. Die Walzenoberfläche (27) belädt sich im Fluid (70) unterhalb der Fluidoberfläche (71) wieder neu mit einem Fluidfilm (43), den sie zum Materiestrang (10) transportiert. So ist sichergestellt, dass immer nur ein Fluidfilm (43) mit den im Bad eingestellten Parametern den Materiestrang (10) erreicht.

[0032] Bezugszeichenliste

10	Materiestrang, Betriebsposition des Materiestranges
11	Geschwindigkeitsvektor des durchlaufenden Materiestranges (10), Richtungsvektor des durchlaufenden Materiestranges (10)
12	Durchbiegung des Materiestranges (10) in Rotationsrichtung (25)
20	Zylindermantelfläche, Zylinderumfang, Zylinder
21	Zylinderachse, Walzenlängsachse
22	Vollzylinder, Vollwalze
23	Hohlzylinder, Hohlwalze
24	Führungswalze, Hilfswalze
25	Walzen-Rotationsvektor, Band-Umlaufgeschwindigkeit
26	geschlossenes, umlaufendes Band
27	äußere Oberfläche der Walze (22)
27'	innere Oberfläche der Hohlwalze (23)
30	Vorrichtung, Gehäuse der Vorrichtung
31	Länge der Vorrichtung (30) parallel zur Materiestrangbewegung (11)
32	Materiestrang-Einführschlitz-Trichter
33	Materiestrang-Einführschlitz
34	innere Mündung des Einführschlitzes (33)
35	Schaber zum Entfernen des Fluidstroms (43) von der Walzenoberfläche (27)
36	Materiestrang-Durchführungsöffnung in der Wand der Vorrichtung (30)
37	Lager der Walze (22)

38	Deckel innerhalb der Vorrichtung (30)
40	Strömungsrichtungsvektor des Fluids (70), Geschwindigkeitsvektor des strömenden Fluids (70), Fluidstrom
5 41	strömende Fluidfläche, Fluidströmungsfilm, Fluidströmungsfläche Fluidstrom (40) mit geringer Höhe (42)
42	Höhe des strömenden Fluidfilms (41), Höhe des streifenförmigen Ausschnitts (44)
10 42', 42"	Dritte Dimension der Fluidströmung (40) orthogonal zu (11) und zu (40), Höhe des Fluidfilms (41)
43	Fluidströmungsfläche (41) - aber zylindermantelförmig gebogen, Fluidströmungsfilm (41) - aber zylindermantelförmig gebogen, Rotationsrichtung des Fluidstroms auf dem Zylindermantel (20)
15 44	streifenförmiger Ausschnitt aus einer zylindermantelförmig gebogenen Fluidströmungsfläche (43)
20 45	Breite des streifenförmigen Ausschnitts (44)
46	rotierender Fluidstrom (40)
50', 50"	Wegprojektion eines diskreten Fluidbereichs auf dem Materiestrang (10)
25 61	Wand parallel zum Strömungsrichtungsvektor (40) des Fluids (70)
62	Wand orthogonal zum Strömungsrichtungsvektor (40) des Fluids (70)
70	Fluid
30 71	Niveau des Fluids (70) in der Vorrichtung (30)
71'	wie (71), unterhalb des Walzenlagers (37)
71"	wie (71), oberhalb des Walzenhöchstpunktes

35 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur verfahrenstechnischen Behandlung, insbesondere Umtemperierung, von im Wesentlichen eindimensionalen, vorzugsweise flexiblen, mit hoher Geschwindigkeit (11) die Vorrichtung (30) durchlaufenden Materiesträngen (10) wie Fäden oder Kabel, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Materiestrang (10) innerhalb der Vorrichtung (30) auf weitgehend voller Länge (31) der Vorrichtung (30) mit einem Fluid (70) quer zu seiner Durchlaufrichtung (11) angeströmt (40) wird und dass diese Anströmung (40) trotz beliebiger Länge (31) der Vorrichtung (30) an jeder Stelle des Materiestrangs (10) weitgehend gleichförmig bezüglich Anströmwinkel und Fluidgeschwindigkeit erfolgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids (40) in vergleichbarer Größenordnung (innerhalb eines Faktors $10^{+/-2}$) wie die des Materiestranges (11) ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Fluidstrom (40) in der Nähe des Materiestranges (10) im Wesentlichen eine zweidimensionale Fläche mit Flächenvektoren parallel (wie 11) und orthogonal (wie 40) zum Materiestrang bildet (Fluidströmungsfilm (41)), dass seine dritte Dimension (Filmdicke) (42,42', 42'') sich nur in der Größenordnung der Dimension des Materiestranges (10) orthogonal zur Stranglaufrichtung (11) erstreckt und dass der Materiestrang (10) innerhalb, vorzugsweise mittig bezüglich der dritten Dimension (42,42', 42'') der Fluidfläche (41), in dieser strömenden Fluidfläche (41) läuft.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Fluidströmungsfläche (41) aus Anspruch 3 als ein schmaler streifenförmiger Ausschnitt (44) einer zylindermantelförmig gebogenen Fluidströmungsfläche (43) mit Streifen-Ausrichtung parallel zur Zylinderachse (21) betrachtet wird und dass die Fluidströmung (41,43) zumindest mit einer Mantelfläche an einem um die Zylinderachse (21) rotierenden Festkörper, z.B. außen an einem Vollzylinder (22) oder innen an einem Hohlzylinder (23), dessen Oberfläche (27,27') sich mit weitgehend gleicher Geschwindigkeit (25) bewegt, anhaftet.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der rotierende Festkörper die Form einer Walze (22,23) hat und dass der Materiestrang (10) im wesentlichen parallel zur Walzenlängsachse (21) im Kontakt mit der Walzenoberfläche (27,27') dieser Walze (22, 23) geführt wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Materiestrang (10) in der Engstelle zwischen zwei parallelen benachbarten Walzen (22, 26) geführt wird, wobei die beiden Walzen (22, 26) entweder gleichsinnig oder gegensinnig rotieren (25).
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Materiestrang (10) entlang der äußeren Oberfläche (27) einer inneren Walze (22) und entlang der inneren Oberfläche (27') einer äußeren konzentrischen Hohlwalze (23) geführt wird, wobei die innere und die äußere Walze (22,23) entweder gleiche oder entgegengesetzte Rotationsrichtung (25) aufweisen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Oberfläche der Walze (27,27') mit dem Fluid (70) benetzt wird, wobei dies dadurch erfolgt, dass die Walze (22,23,26) vollständig von dem Fluid (70) umgeben ist, dadurch, dass die Walze (22,23,26), wenn sie horizontal gelagert ist, nur mit ihrem unteren Teil in das Fluid (70) eintaucht, dadurch, dass sie mit dem Fluid (70) besprüht wird oder dadurch, dass das Fluid in ähnlicher Art dosiert der Walzenoberfläche (27, 27') zugeführt wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Einführschlitz (33) für den Materiestrang (10) in einem Gehäuse (30) der Vorrichtung auf voller Länge (31) des Gehäuses (30) durch seine Dimensionierung bezüglich seiner Breite und seiner Tiefe jeweils quer zur Stranglaufrichtung (11) einen möglichst großen Strömungswiderstand für das Fluid (70) darstellt und/oder
dass ein äußeres Gehäuse (30) der Vorrichtung so ausgebildet ist, dass die Strömung des Fluids (46) an der inneren Mündung (34) des Materiestrangeinführschlitzes (33) einen leichten Unterdruck zur äußeren Umgebung erzeugt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Fluid (70) und/oder dass die Walze (22, 23, 26) temperiert ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,
dass das Fluid (70) nach Umströmen des Materiestranges (10) von der Walzenoberfläche (27) entfernt wird z.B. mit einem Schaber (35) und die Walzenoberfläche (27) sich anschließend vor dem wiederholten Erreichen des Materiestranges (10) erneut mit Fluid (70) belädt bzw. beladen wird (43).

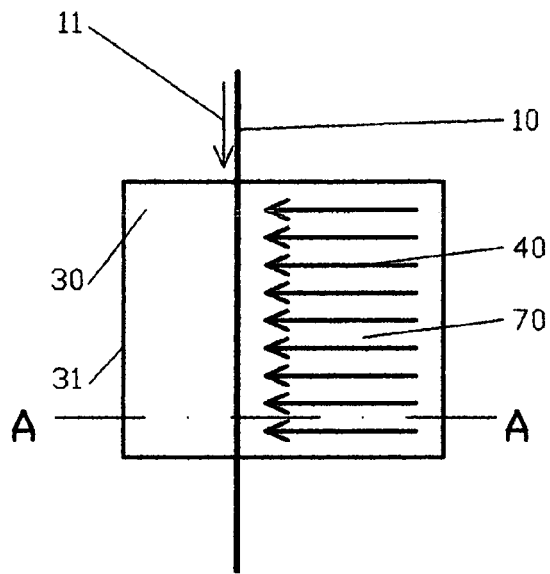


Fig. 1

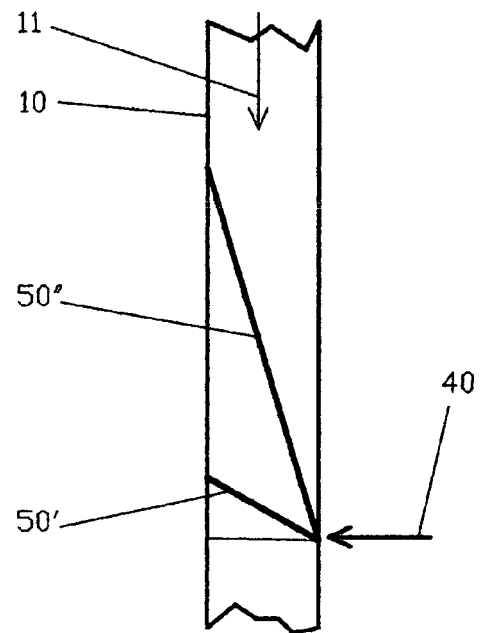


Fig. 2

Schnitt A-A

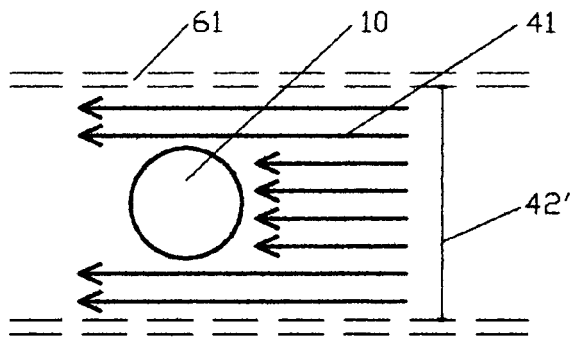


Fig. 3a

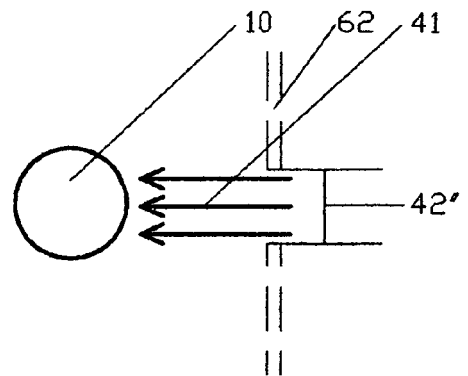


Fig. 3b

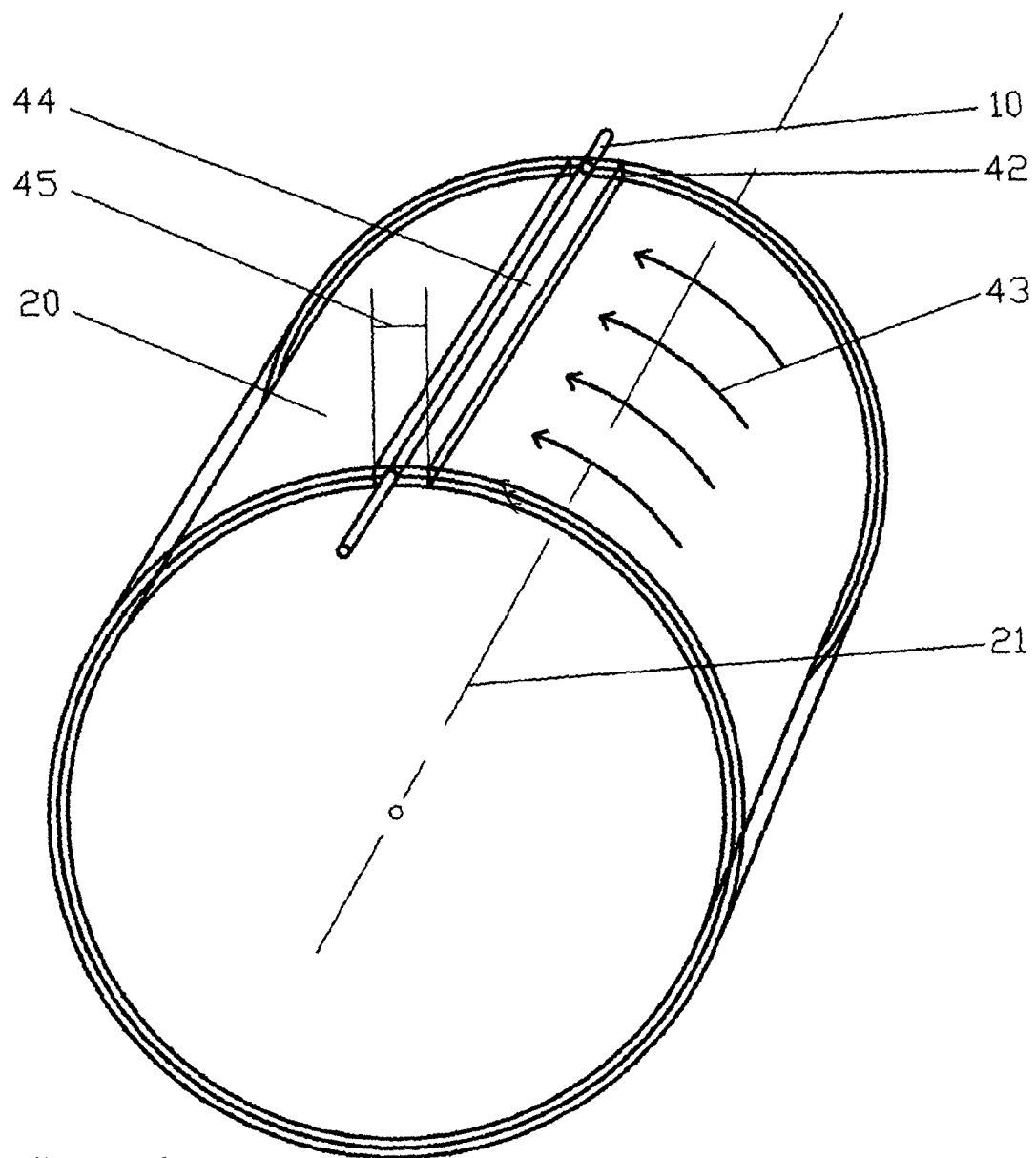
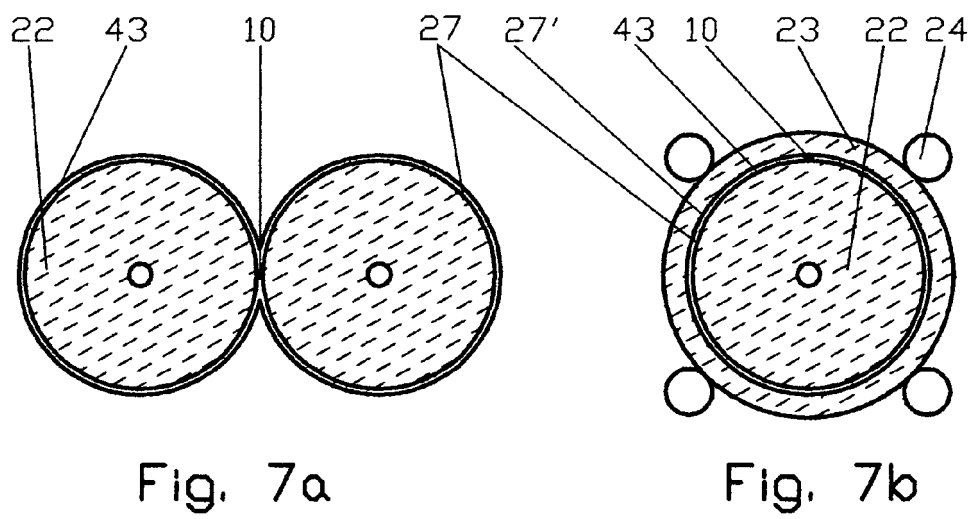
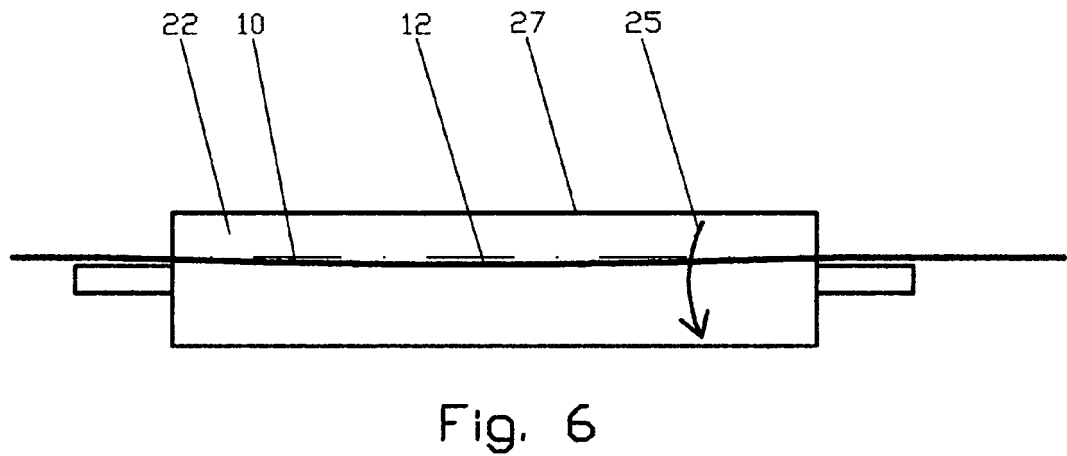
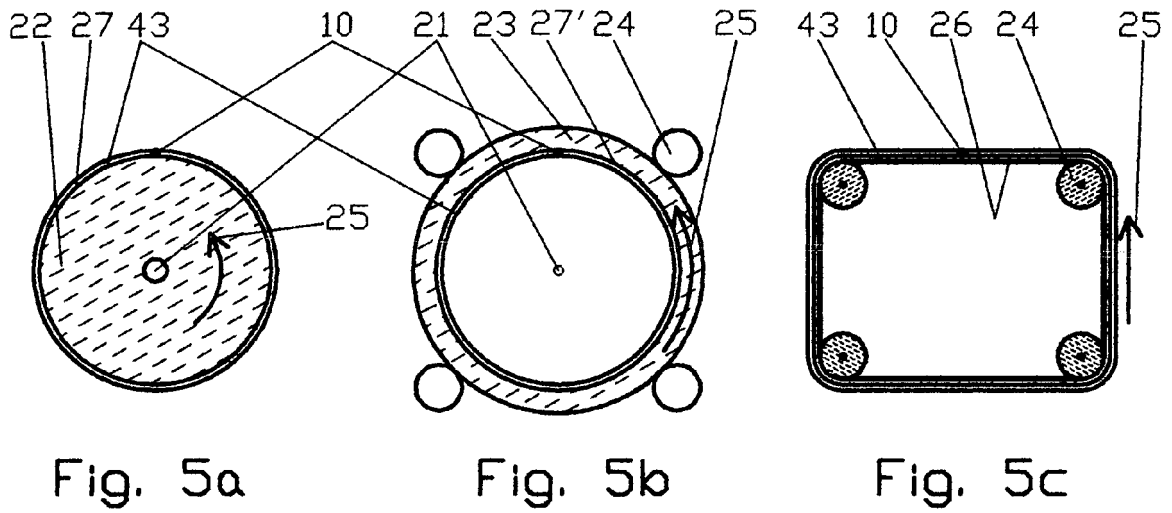


Fig. 4



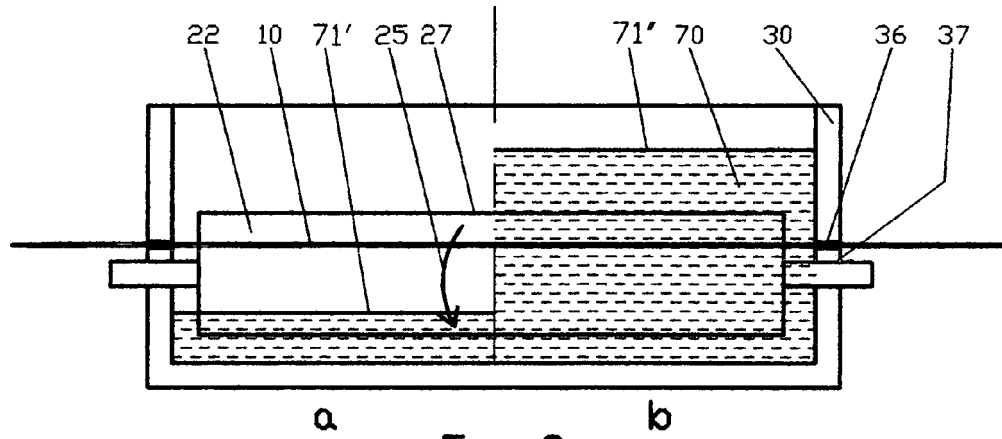


Fig. 8

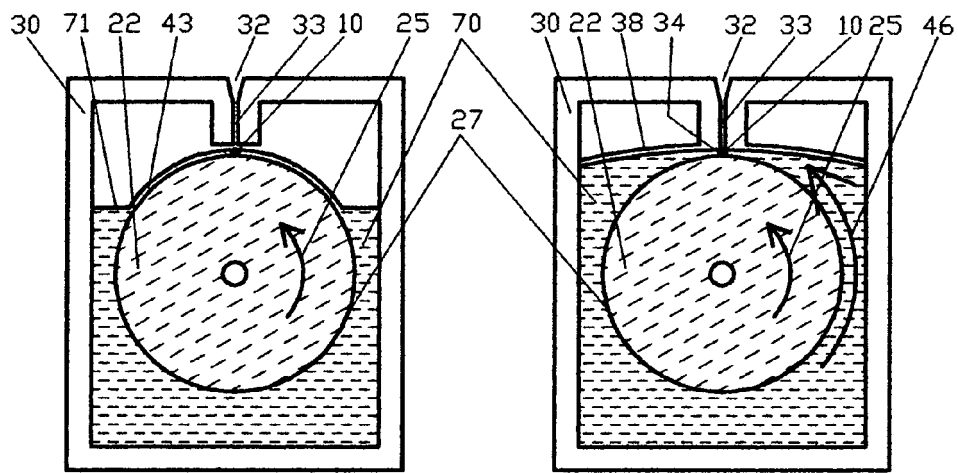


Fig. 9a

Fig. 9b

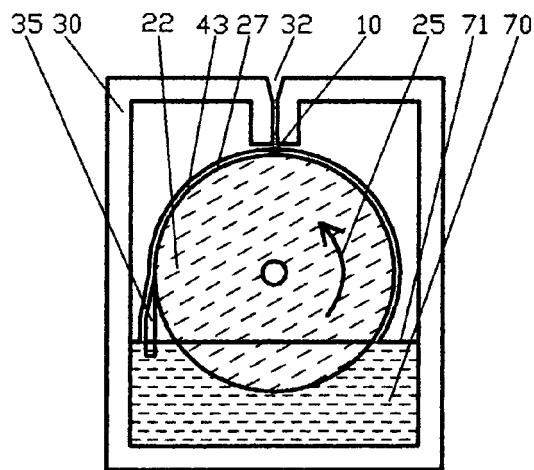


Fig. 10

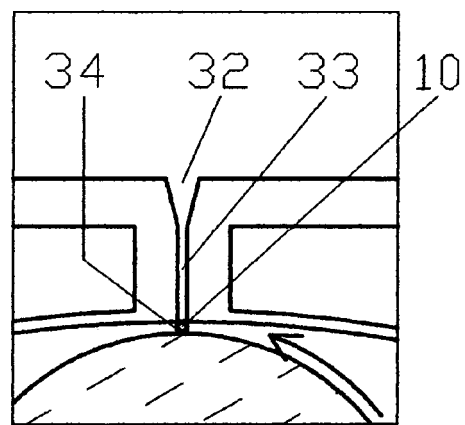


Fig. 9b
Ausschnitt