

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 362 948 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.2006 Patentblatt 2006/32

(51) Int Cl.:
D21F 3/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03016713.4**

(22) Anmeldetag: **21.09.2000**

(54) Verfahren zur Entwässerung einer Faserstoffbahn

Process for dewatering a fibrous web

Procédé pour la déshydratation d' une bande fibreuse

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FI SE

(30) Priorität: **30.09.1999 US 409794**
30.09.1999 DE 19946984
30.09.1999 DE 19946982

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.2003 Patentblatt 2003/47

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
00120661.4 / 1 088 933

(73) Patentinhaber: **Voith Paper Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Grabscheid, Joachim, Dr.**
89547 Gerstetten (DE)
• **Böck, Karl Josef**
89522 Heidenheim (DE)

- **Begemann, Ulrich**
89522 Heidenheim (DE)
- **Elenz, Thomas, Dr.**
89555 Steinheim (DE)
- **Mirsberger, Peter**
88255 Baienfurt (DE)
- **Dahl, Hans, Dr.**
88213 Ravensburg (DE)
- **Vomhoff, Hannes, Dr.**
18735 Täby (SE)
- **Beck, David Allen**
Appleton,
WI 54913 (US)

(74) Vertreter: **Kunze, Klaus**
Voith Paper Patent GmbH
St. Pöltener Strasse 43
89522 Heidenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-99/23296 **US-A- 3 974 026**
US-A- 4 888 096 **US-A- 5 700 356**

EP 1 362 948 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entwässerung einer Faserstoffbahn, insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn, bei dem die Faserstoffbahn durch eine Entwässerungszone geführt wird, in der sie zumindest teilweise durch eine Beaufschlagung mit unter Druck stehendem Verdrängungsfluid, insbesondere Verdrängungsgas, entwässert wird, und bei dem die Faserstoffbahn zusammen mit einer porösen Membran durch die Entwässerungszone geführt und durch die Membran hindurch mit dem Verdrängungsfluid beaufschlagt wird.

[0002] Aus der US-A-3 974 026 ist eine Bandpresse zur Entwässerung einer Faserstoffbahn bekannt. Dabei wird die Faserstoffbahn durch eine Entwässerungszone geführt, in der sie durch eine Beaufschlagung mit unter Druck stehendem Verdrängungsfluid, insbesondere Verdrängungsgas entwässert wird. Die Faserstoffbahn wird zusammen mit einem gasdurchlässigen Band durch die Entwässerungszone geführt und durch das Band hindurch mit dem Verdrängungsfluid beaufschlagt.

[0003] Bei einer aus der US-A-5 700 356 bekannten Walzenpresse wird die Faserstoffbahn zur Verringerung der Rückfeuchtung zusammen mit einem gasdurchlässigen Band durch einen belüfteten Pressspalt geführt, so dass Druckluft durch das gasdurchlässige Band hindurch in die Faserstoffbahn gelangen kann.

[0004] In der US-A-4 888 096 ist eine Walzenpresse mit einem doppelt befilzten belüfteten Walzenspalt beschrieben, bei der die Druckluft von der einen Walze durch die Filze und die Faserstoffbahn hindurch zur anderen Walze gelangt.

[0005] Aus der WO 99/23296 A ist eine Luftpresse bekannt, durch die die Faserstoffbahn zusammen mit relativ permeablen Formiersieben hindurchgeführt wird.

[0006] Es sind seit vielen Jahren Versuche unternommen worden, äußeren Luftdruck dafür zu verwenden, Wasser aus einer Papierbahn herauszudrücken. Statt ein Blatt an einem Pressspalt bis zu dem Punkt zu komprimieren, an dem Hydraulikdruck Wasser heraustreibt, wie es beim normalen Nasspressen der Fall ist, wurde überlegt, dass mehr Wasser entfernt und Blattvolumen aufrechterhalten werden könnte, wenn Luftdruck aufgebracht werden könnte, um die durch den Walzenspalt erzeugten Hydraulikdrücke zu unterstützen. Ein derartiger Versuch umfasst, dass eine Mehrwalzenstruktur bereitgestellt wird, die eine geschlossene Kammer bildet, wobei man Luft durch die Kammer hindurch zirkulieren lässt, um Feuchtigkeit aus der Papierbahn herauszutransportieren.

[0007] Es ist festgestellt worden, dass herkömmliche Nass-Pressverfahren dadurch sehr ineffizient sind, dass nur ein kleiner Teil eines Walzenumfangs zur Verarbeitung der Papierbahn verwendet wird. Um diese Beschränkung zu überwinden, sind einige Versuche unternommen worden, ein festes, undurchlässiges Band derart anzupassen, dass ein ausgedehnter Spalt zum Pressen der Papierbahn gebildet und somit die Papierbahn

entwässert wird. Ein Problem bei einem derartigen Ansatz ist jedoch, dass das undurchlässige Band die Strömung eines Trocknungsfluids, wie Luft, durch die Papierbahn hindurch verhindert.

[0008] Eine einheitliche Membran zur Verwendung in einer Pressvorrichtung kann zwei sich in Längsrichtung der Membran erstreckende Randabschnitte und einen semipermeablen Abschnitt mit einer Vielzahl von miteinander in Verbindung stehenden Poren umfassen. Der semipermeable Abschnitt ist zwischen den beiden sich in Längsrichtung der Membran erstreckenden Randabschnitten angeordnet. Die einheitliche Membran umfasst ein Formgewebe und weist eine Dicke von weniger als ungefähr 2,54 mm (0,1 Zoll) auf. Der semipermeable Abschnitt weist eine Permeabilität von größer als Null und kleiner als ungefähr 0,025 m/s (fünf CFM pro Quadratfuß) auf, wie durch das TAPPI-Testverfahren TIP 0404-20 gemessen.

[0009] Die beiden sich in Längsrichtung der Membran erstreckenden Randabschnitte können derart verjüngt sein, dass ein Querschnitt der einheitlichen Membran eine Trapezform aufweist. Ebenso sind die beiden sich in Längsrichtung der Membran erstreckenden Randabschnitte vorzugsweise undurchlässig.

[0010] Ein Verfahren zum Herstellen der einheitlichen Membran kann die folgenden Schritte, umfassen, dass ein Trägergewebe bereitgestellt wird, das sehr permeabel ist, und dass viele miteinander in Verbindung stehende Poren in dem Trägergewebe gebildet werden.

[0011] Von Vorteil ist, wenn die zuvor genannten Maßnahmen bzw Schritte in einer Pressvorrichtung mit einer unter Druck gesetzten Kammer eingesetzt werden, die aus mehreren Walzen gebildet ist, so dass eine vorbestimmte Fluidströmung durch eine kontinuierliche Bahn, wie beispielsweise eine Papierbahn hindurch sowie eine mechanische Druckkraft auf diese bewirkt werden kann, um eine verbesserte Entwässerung der kontinuierlichen Bahn zu fördern.

[0012] Von Vorteil ist auch, wenn die zuvor genannten Maßnahmen bzw Schritte in einer Pressvorrichtung verwendet werden, um die Abdichtung einer unter Druck gesetzten Kammer, die aus mehreren Walzen gebildet ist, an zwei oder mehr Walzenspalten zu unterstützen.

[0013] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Entwässerung einer Faserstoffbahn, insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn, bereitgestellt, bei dem die Faserstoffbahn durch eine Entwässerungszone geführt wird, in der sie zumindest teilweise durch eine Beaufschlagung mit unter Druck stehendem Verdrängungsfluid, insbesondere Verdrängungsgas, entwässert wird, und bei dem die Faserstoffbahn zusammen mit einer porösen Membran durch die Entwässerungszone geführt und durch die Membran hindurch mit dem Verdrängungsfluid beaufschlagt wird wobei als poröse Membran eine Membran verwendet wird, deren Dicke ungefähr 2,54 mm oder weniger ist und die ein semipermeables Formgewebe mit mehreren miteinander in Verbindung stehenden Poren umfasst das eine Permeabilität aufweist, die

größer als Null und kleiner als ungefähr 0,025 m/s ist, wie durch das TAPPI-Testverfahren TIP 0404-20 gemessen.

[0014] In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens gemäß der Erfindung angegeben.

[0015] So kann als Membran insbesondere eine aus Folienmaterial mit Durchgangslöchern bestehende Membran verwendet werden.

[0016] Der Druck des die Membran beaufschlagenden Verdrängungsfluids ist insbesondere größer als der Umgebungsdruck.

[0017] Beim erfindungsgemäßen Verfahren kann insbesondere auch wieder eine Membran verwendet werden, wie sie eingangs beschrieben wurde.

[0018] Die Membran kann insbesondere mit zusammenhängenden Poren versehen sein.

[0019] Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

- Fig. 1 eine teilweise schematische Seitenansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 2 eine perspektivische Seitenansicht der Anordnung der Walzen der Ausführungsform von Fig. 1,
- Fig. 3 eine Teilfrontansicht der Anordnung der Walzen der Ausführungsform von Fig. 1,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Variante einer Endabdichtungsplatte der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Variante einer weiteren Endabdichtungsplatte der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 6 eine in übertriebenem Maßstab dargestellte Seitenansicht einer Variante eines Hauptwalzenprofils der Erfindung,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Variante der Ausführungsform mit einer einzigen Kammer von Fig. 1,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung, die zwei Kammern umfasst,
- Fig. 9 eine Explosionsteilschnittansicht, die Kammerabdichtungsaspekte der vorliegenden Erfindung veranschaulicht,
- Fig. 10 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Vorrichtung zur Ent-

wässerung einer Faserstoffbahn,

Fig. 11 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Vorrichtung zur Entwässerung einer Faserstoffbahn,

Fig. 12 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Vorrichtung zur Entwässerung einer Faserstoffbahn und

Fig. 13 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer solchen Entwässerungsvorrichtung.

[0020] Entsprechende Bezugszeichen geben in den gesamten Ansichten entsprechende Teile an. Die hierin aufgeführten Ausführungsbeispiele veranschaulichen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0021] Fig. 1 zeigt eine Pressanordnung 10, die bei der Papierherstellung besonders gut verwendbar ist. Die Pressanordnung 10 umfasst einen Rahmen 12, einen Belastungszylinder 14, eine Presswalzenanordnung 16, einen Spannaufbau 18, eine Membran 20 und eine Steuereinheit 21.

[0022] Der Rahmen 12 umfasst einen Hauptrahmen 22, einen oberen Schwenkrahmen 24, einen unteren Schwenkrahmen 26, einen oberen Schwenkarm 28, einen unteren Schwenkarm 30 und ein Paar Seitenrahmen 32, 33. Der Seitenrahmen 32 ist mit einem weggebrochenen Teil gezeigt, um einen inneren Teil des Seitenrahmens 33 freizulegen. Die Schwenkarme 24, 26 sind, beispielsweise durch Schweißungen oder Schrauben, fest an dem Hauptrahmen 22 angebracht. Die Schwenkarme 28, 30 sind jeweils über mehrere Drehzapfen 34 auf herkömmliche Weise schwenkbar an den Schwenkrahmen 24, 26 montiert. Jeder Schwenkarm 28, 30 weist ein erstes Ende 36, 38 auf, das jeweils derart ausgebildet ist, dass es entgegengesetzte Enden 40, 42 des Belastungszylinders 14 über Zapfen 44 aufnimmt. Jeder Schwenkarm 28, 30 weist ein zweites Ende 46, 48 auf, das derart ausgebildet ist, beispielsweise durch Schweißungen oder Schrauben, dass es das jeweilige Lagergehäuse 50, 52 fest aufnimmt. Die ersten und zweiten Seitenrahmen 32, 33 sind an entgegengesetzte Seiten des Hauptrahmens 22 montiert.

[0023] Die Presswalzenanordnung 16 umfasst mehrere Walzen 60, 62, 64, 66 (vier Walzen, wie gezeigt), die zur zusammenwirkenden Rotation in dem Rahmen 12 angeordnet sind. Mit zusammenwirkender Rotation ist gemeint, dass die Drehgeschwindigkeit an der Umfangsfläche von jeder der Walzen 60, 62, 64, 66 gemeinsam im wesentlichen gleich ist, wobei im wesentlichen kein Schlupf zwischen den Walzenoberflächen auftritt. Der Zweckmäßigkeit halber sind manchmal die Walzen 60, 62 als Hauptwalzen und die Walzen 64, 66 als Druckwalzen bezeichnet.

[0024] Nach den Fig. 2 und 3 sind im allgemeinen alle Walzen 60, 62, 64, 66 geschlossene Hohlzylinder mit

jeweils einem ersten kreisförmigen Ende 68, 70, 72, 74, einem zweiten kreisförmigen Ende 76, 78, 80, 82 und einer zylindrischen, mittleren Umfangsfläche 84, 86, 88, 90, und es sind alle jeweils radial symmetrisch um eine Drehachse 92, 94, 96, 98. Ein Satz Dichtungen 99 kann an den ersten kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74 und den zweiten kreisförmigen Enden 76, 78, 80, 82 angebracht sein. Die Hauptwalzen 60, 62 und Druckwalzen 64, 66 sind axial parallel angeordnet. Der Umfang jeder Druckwalze 64, 66 ist kleiner als der Umfang jeder Hauptwalze 60, 62. Nach Fig. 1 sind die Walzen 60, 62, 64, 66 derart angeordnet, dass sie eine entsprechende Anzahl von Walzenspalten 100, 102, 104, 106 definieren.

[0025] Die Druckwalzen 64, 66 werden dazu verwendet, eine Dichtung entlang der axialen Ausdehnung der Hauptwalzen 60, 62 an den Walzenspalten 100, 102, 104, 106 zu schaffen. Jede Walze 60, 62, 64, 66 kann eine elastische Beschichtung, wie beispielsweise Gummi, umfassen, um die Abdichtung an den Walzenspalten zu unterstützen. Die Abdichtung an den Walzenspalten 100, 102, 104, 106 erfordert einen relativ gleichmäßigen Druck entlang aller Walzenspalten 100, 102, 104, 106. Mit der wahrscheinlichen Verbiegung der Hauptwalzen 60, 62 aufgrund der Kraftausübung auf diese durch die Druckwalzen 64, 66 ist irgendein Mechanismus notwendig, um die Schaffung eines gleichmäßigen Spaltdruckes an den Walzenspalten 100, 102, 104, 106 zu unterstützen. Dementsprechend können die Druckwalzen 64, 66 Hydraulikdruck und eine Reihe von Kolben innerhalb des Walzenmantels der Walzen 64, 66 dazu verwenden, um den Walzenmantel der Walzen 64, 66 in den Walzenmantel der Hauptwalzen 60, 62 zu pressen, um einen gleichmäßigen Druck an den zugehörigen Spalten bereitzustellen. Alternativ könnte eine ballige bzw. eine Durchbiegungsausgleichsdruckwalze verwendet werden.

[0026] Nach Fig. 3 umfassen der erste und der zweite Seitenrahmen 32, 33 jeweils eine erste bzw. eine zweite Abdichtungsplatte 108, 110, die an eine Innenseite von diesen montiert sind. Die erste und die zweite Abdichtungsplatte 108, 110 werden durch die Seitenrahmen 32, 33 dazu gezwungen, mit einem Teil der ersten kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74 bzw. einem Teil der zweiten kreisförmigen Enden 76, 78, 80, 82 der Walzen 60, 62, 64, 66 des Presswalzenaufbaus 16 in Eingriff zu treten, um eine Kammer 112 zu definieren und somit eine Endabdichtung der Kammer 112 zu bewirken. Wahlweise ist zumindest eine Spannstanze 113 zwischen eine erste Abdichtungsplatte 108 und eine zweite Abdichtungsplatte 110 in der Kammer 112 geschaltet. Bei manchen Ausführungsformen sind die erste und die zweite Abdichtungsplatte 108, 110 flexibel und derart aufgebaut und ausgebildet, dass sie sich jeweils im wesentlichen an die Form der ersten kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74 bzw. zweiten kreisförmigen Enden 76, 78, 80, 82 der Walzen 60, 62, 64, 66 anpassen. Um die Abdichtung der Kammer 112 weiter zu unterstützen, sind Dichtungen jeweils zwischen der ersten bzw. zweiten Abdichtungsplat-

te 108, 110 sowie den ersten bzw. zweiten kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74 bzw. 76, 78, 80, 82 angeordnet. Derartige Dichtungen können mechanische Dichtungen und Fluidichtungen umfassen.

[0027] Die Hauptwalzen 60, 62 sind an den Seitenrahmen 32, 33 unter Verwendung herkömmlicher Lagerbefestigungsaufbauten, wie jene, die Wälzlager oder Buchsen enthalten, fest drehbar montiert. In diesem Zusammenhang bedeutet fest drehbar montiert, dass die Lage der Achsen 92, 94 der Walzen 60, 62 bezüglich des Hauptrahmens 22 und der Seitenrahmen 32, 33 im Anschluss an den Einbau nicht verschoben wird, aber eine Drehung um die Achsen 92, 94 herum gestattet wird.

[0028] Vorzugsweise umfasst die Hauptwalze 60, die über die Membran 20 in Fluidverbindung mit der Kammer 112 steht, zumindest einen Leerraum in Form einer Nut, eines Loches und einer Pore, der in ihrer mittleren Umfangsfläche ausgebildet ist, um eine Druckdifferenz über die Membran 20 und irgendein dazwischenliegendes Material, wie die kontinuierliche Bahn 140, hinweg zu erleichtern. Die Hauptwalze 62, die nicht in Fluidverbindung mit der Kammer 112 über die Membran 20 steht, umfasst vorzugsweise keinen derartigen Leerraum in ihrer mittleren Umfangsfläche. Jede Walze kann eine elastische Beschichtung, wie beispielsweise Gummi, über die Gesamtheit oder einen Teil ihrer Walzenoberfläche umfassen, um die Abdichtung der Kammer 112 an den Walzenspalten 100, 102, 104, 106 zu unterstützen.

[0029] Die Druckwalzen 64, 66 sind jeweils drehbar an Lagergehäusen 50, 52 montiert. Jedoch sind die Drehachsen 96, 98 der Walzen 64, 66 in Bezug auf den Hauptrahmen 22 jeweils über Schwenkarme 28, 30 beweglich, um eine Belastung des Presswalzenaufbaus 16 zu bewirken. Da der Umfang und der entsprechende Durchmesser jeder Druckwalze 64, 66 vorzugsweise kleiner als der Umfang und der entsprechende Durchmesser jeder Hauptwalze 60, 62 ist, sind die an den Druckwalzen 64, 66 erzeugten Kräfte reduziert, wodurch kleinere Strukturen die Kräfte innerhalb der Kammer 112 halten können.

[0030] Beispielsweise erfordern die Druckwalzen 64, 66, die relativ kleiner sind, eine geringere Betätigungskraft, als dies eine relativ größere Gegendruckwalze tun würde. Wenn die Durchmesser der Druckwalzen 64, 66 ein Drittel der Durchmesser der Hauptwalzen 60, 62 betragen, können die auf die Druckwalzen 64, 66 ausgeübten Kräfte im Vergleich mit den Kräften auf die Hauptwalzen 60, 62 um 40 Prozent reduziert werden.

[0031] Je enger der Abstand zwischen den Hauptwalzen 60 und 62 ist, und je größer die Durchmesserdifferenz zwischen den Hauptwalzen 60, 62 und Druckwalzen 64, 66 ist, desto größer ist im allgemeinen die Differenz der Kräfte, die durch die Hauptwalzen 60, 62 und die Druckwalzen 64, 66 auf den Rahmen 12 ausgeübt wird. Diese Anordnung lässt es zu, dass die Trägerstruktur, z.B. der Rahmen 12, für den Presswalzenaufbau 16 einfacher wird. Da beispielsweise der größte Teil der Kraft durch die relativ größeren Hauptwalzen 60, 62 ausgeübt

wird, sind die Hauptwalzen 60, 62 auf Lagern montiert, die fest an den Seitenrahmen 32, 33 angebracht sind, die wiederum fest an dem Hauptrahmen 22 angebracht sind. Indem die Hauptwalzen 60 und 62 strukturell miteinander verbunden und ihre relativen Positionen fixiert sind, werden die Hauptkräfte innerhalb der Pressanordnung 10 innerhalb einer relativ einfachen mechanischen Struktur gehalten.

[0032] Um die Membran 20 unter einer geeigneten Betriebsspannung zu halten, ist der Spannaufbau 18 an dem Hauptrahmen 22 montiert. Der Spannaufbau 18 umfasst einen Spannzylinder 114 und eine Spannwalze 116. Die Spannwalze 116 ist drehbar an den Spannzylinder 114 gekoppelt, der die Spannwalze 116 in einer Richtung quer zur Drehachse der Spannwalze 116 bewegt.

[0033] Wie es in Fig. 1 in Relation zu Fig. 2 gezeigt ist, bewegt sich die Membran 20 in der Richtung des Pfeils 118 und wird über einen Teil der Umfangsfläche 88 der Druckwalze 64 geleitet, läuft in einen Einlasswalzenspalt 100 hinein, läuft über einen Teil der Umfangsfläche 84 der Hauptwalze 60 innerhalb der Kammer 112 hinweg, läuft aus dem Auslasswalzenspalt 102 heraus, läuft über einen Teil der Umfangsfläche 90 der Druckwalze 66 hinweg und läuft um ungefähr die Hälfte der Umfangsfläche der Spannwalze 116 herum. Die Membran 20 ist vorzugsweise ein kontinuierliches Band, das aus einem semipermeablen Material hergestellt ist, das derart strukturiert und ausgebildet ist, dass es eine vorbestimmte Permeabilität aufweist, die eine vorbestimmte Fluidströmung durch dieses hindurch gestattet. Ebenso bevorzugt ist die semipermeable Membran 20 bis zu einem begrenzten Grad sowohl gaspermeabel als auch flüssigkeitspermeabel. Außerdem ist die Membran 20 derart strukturiert und ausgebildet, dass sie die Abdichtung der Kammer 112 am Einlassspalt 100 und am Auslassspalt 102 unterstützt. In der Kammer 112, nachdem diese unter Druck gesetzt worden ist, dient der kombinierte Effekt des Einlassspalts 100, der Membran 20, die in Umfangsrichtung um die Hauptwalze 60 herum läuft, und des Auslassspalts 102 dazu, einen einzigen ausgedehnten Spalt 115 zur Aufbringung einer mechanischen Druckkraft in Richtung der Hauptwalze 60 und irgendeines dazwischenliegenden Materials, das zwischen der Membran 20 und der Hauptwalze 60 angeordnet ist, zu bilden. Somit steht die Membran 20 mit der unter Druck gesetzten Kammer 112 und der Hauptwalze 60 in Verbindung, um gleichzeitig eine vorbestimmte Fluidströmung durch das dazwischenliegende Material hindurch sowie eine mechanische Druckkraft auf dieses zu bewirken.

[0034] Bei bevorzugten Ausführungsformen ist die Membran 20 ungefähr 2,54 mm (0,1 Zoll) oder weniger dick und umfasst ein Formgewebe, das semipermeabel hergestellt ist, indem mehrere miteinander in Verbindung stehende Poren 117 (die durch Punkte in Fig. 6 gezeigt sind) in dem Formgewebe gebildet sind, die eine Größe, Form, Häufigkeit und/oder Muster aufweisen, das so gewählt ist, dass die gewünschte Permeabilität bereitge-

stellt wird. Die Permeabilität ist so gewählt, dass sie größer als Null und kleiner als ungefähr 0,025 m/s (fünf CFM pro Quadratfuß) ist, wie durch das TAPPI-Testverfahren TIP 0404-20 gemessen, und ist besonders bevorzugt so gewählt, dass sie größer als Null und kleiner als ungefähr 0,010 m/s (zwei CFM pro Quadratfuß) ist. Daher ist die semipermeable Membran 20 bis zu einem begrenzten Grad sowohl gaspermeabel als auch flüssigkeitspermeabel.

[0035] Die Membran 20 wird semipermeabel hergestellt, indem von einem Trägergewebe ausgegangen wird, das sehr permeabel ist, und dann mehrere miteinander in Verbindung stehende Poren 117 in dem Trägergewebe gebildet werden. Auf das Trägergewebe ist eine Wattierung aufgebracht, die aus einer Mischung von über Wärme schmelzbaren und nicht über Wärme schmelzbaren Fasern hergestellt ist. Die Wattierung aus der Fasermischung ist in das Trägergewebe eingenäht. Auf das genähte Trägergewebe wird Wärme aufgebracht, um die über Wärme schmelzbaren Fasern zu schmelzen, die wiederum Leerräume in der Form von miteinander in Verbindung stehenden Poren ähnlich denjenigen eines Schaumschwammes, zurücklassen.

[0036] Die Membran 20 umfasst vorzugsweise zwei verjüngte, undurchlässige, sich in Längsrichtung erstreckende Außenränder 20A, 20B, die neben dem semipermeablen Abschnitt der Membran 20 mit den miteinander in Verbindung stehenden Poren 117 gebildet sind. Die Außenränder 20A, 20B können undurchlässig hergestellt werden, indem über Wärme schmelzbare Fasern an den Außenrändern der Membran 20 bei Abwesenheit von nicht über Wärme schmelzbaren Fasern geschmolzen werden.

[0037] Die Fasermischung kann in das Trägergewebe eingenäht werden, um eine Strömungswiderstandsschicht in der Nähe der Oberfläche der Membran 20 zu bilden, die am nächsten bei der Kammer 112 angeordnet sein wird. Daher wird im Betrieb, wenn sie Kammerdruck ausgesetzt ist, der Druckabfall über die Membran 20 hinweg nahe auf der kammerseitigen Oberfläche der Membran 20 auftreten, wodurch bewirkt wird, dass die Membran 20 eine minimale Menge Kammerluft mitreißt. Da die Membran ihr mitgerissenes, unter Druck gesetztes Fluid freigeben wird, wenn sie aus der Kammer herausläuft, ist es erwünscht, das mitgerissene Fluidvolumen so klein wie möglich einzurichten, um eine Verschwendung von unter Druck gesetztem Kammerfluid zu vermeiden. Deshalb ist es bevorzugt, die Strömungswiderstandsschicht nahe an die kammerseitige Oberfläche der Membran zu setzen, und es ist bevorzugt, das Gewebe so dünn wie möglich, vorzugsweise weniger als 2,54 mm (0,1 Zoll) herzustellen. Zusätzlich ist es bevorzugt, den Prozentsatz des Membranleerraums so gering wie möglich, vorzugsweise weniger als 40 Prozent, herzustellen. Die kammerseitige Oberfläche ist vorzugsweise auch abriebbeständig. Der Rest des Gewebes, der nicht die Fasermischung umfasst, kann als Fluidverteilungsschicht wirken, die eine Fluidströmung aus der Widerstands-

schicht aufnimmt und die Fluidströmung über die darunterliegende kontinuierliche Bahn 140 verteilt.

[0038] Alternativ werden die miteinander in Verbindung stehenden Poren 117 der Membran 20 gebildet, indem Beschichtungslagen auf das Trägergewebe aufgebracht werden, bis die gewünschte Permeabilität erreicht ist. Die Permeabilität wird eingestellt, indem irgendein Parameter verändert wird von: die Beschichtungsart, das Mitreißen von Luft in den Träger hinein, um einen Schaum zu bilden, und das Einstellen des Feststoffgehaltes der Beschichtung. Der Beschichtungsprozess wird gestoppt, wenn das gewünschte Strömungswiderstandsniveau der Membran 20 erreicht ist.

[0039] Die Steuereinheit 21 umfasst einen Controller 120, eine Druckluftquelle 122, eine Fluidquelle 124, eine Differenzdruckquelle 125 und einen Sensoraufbau 126.

[0040] Der Controller 120 umfasst vorzugsweise einen Mikroprozessor und einen Speicher zum Speichern und Ausführen eines Steuerprogramms, und umfasst eine I/O-Einrichtung zur Herstellung der Eingabe/Ausgabekommunikation und der Datenübertragung mit externen Geräten. Der Controller 120 kann beispielsweise ein industrieller programmierbarer Controller von einer Art sein, die in der Technik allgemein bekannt ist.

[0041] Die Druckluftquelle 122 umfasst mehrere einzeln steuerbare Ausgänge. Die Druckluftquelle 122 ist mit dem Belastungszylinder 14 über eine Leitung 128 fluidgekoppelt. Die Druckluftquelle 122 ist auch mit dem Spannzylinder 114 über Leitung 130 fluidgekoppelt. Während das bevorzugte Arbeitsfluid, um die Zylinder 14, 114 zu betreiben, komprimierte Luft ist, werden Fachleute feststellen, dass das Druckluftsystem gegen eine andere Fluidquelle ausgetauscht werden könnte, die ein anderes Gas oder ein flüssiges Arbeitsfluid verwendet.

[0042] Die Fluidquelle 124 ist mit der Kammer 112 über Leitung 132 fluidgekoppelt. Die Art des Fluids ist durch den Benutzer abhängig von der Art des Materials, das die Pressanordnung 10 verarbeitet, wählbar. Beispielsweise kann es bei manchen Anwendungen erwünscht sein, komprimierte Trockenluft zu verwenden, um die Kammer 112 auf einen vordefinierten Druck unter Druck zu setzen, der bei bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ein Druck ist, der größer als 2,0684 Pa (30 psi) über dem Druck des Differenzdruckes der Differenzdruckquelle 125 ist. Bei anderen Anwendungen kann es erwünscht sein, ein unter Druck gesetztes Gas, wie ein erwärmtes Gas, oder eine Flüssigkeit, wie Wasser, oder eine Flüssigkeitslösung zu verwenden.

[0043] Bei der Ausführungsform von Fig. 1 strömt Fluid in die Kammer 112 über die Leitung 132 hinein und strömt aus der Kammer 112 über die Leerräume, zum Beispiel Nuten, Löcher oder Poren, die in der mittleren Umfangsfläche 84 der Hauptwalze 60 gebildet sind, heraus. Die Leerräume in der Hauptwalze 60 stehen mit der Differenzdruckquelle 125 über eine Leitung 133 in Verbindung. Die Differenzdruckquelle 125 kann beispielsweise eine Unterdruckquelle, eine Druckquelle, die bei einem Druck arbeitet, der niedriger als der Druck in der Kammer

112 ist, oder einfach eine Entlüftung zur Atmosphäre sein, die über Leitung 133 an das Innere der Walze 60 gekoppelt ist, um eine Evakuierung der Leerräume zu bewirken.

[0044] Alternativ ist keine Entlüftung über Leitung 133 notwendig, wenn die Hauptwalze 60 mit Nuten versehene Leerräume umfasst und die Nuten mit Atmosphärendruck in Verbindung stehen. Ähnlich kann eine Entlüftung über Leitung 133 beseitigt werden, wenn die Walzenleerräume, wie Sacklöcher, groß genug sind, und wenn sie in den Spalt bei einem Druck eintreten, der niedriger als der Kammerdruck ist. In diesem Fall werden die Leerräume wie eine Differenzdruckquelle wirken, bis die Leerräume den Kammerdruck erreichen. Die Leerraumgröße kann derart gewählt werden, dass die Wirksamkeit des Entwässerungsprozesses gesteuert wird.

[0045] Die unter Druck gesetzte Kammer 112 umfasst eine ihr eigene Druckentlastung, indem ein übermäßiger Druckaufbau in der Kammer 112 dazu führen wird, dass sich eine oder mehrere Walzen 60, 62, 64, 66 öffnen, um den Druck abzulassen, statt dass ein katastrophales Versagen auftritt.

[0046] Der Controller 120 ist elektrisch mit der Druckluftquelle 122 über ein Elektrokabel 134 verbunden, um den Fluidausgang von dieser selektiv zu steuern und somit den Betrieb des Belastungszylinders 14 unabhängig zu steuern und eine Last auf den Presswalzenaufbau 16 zu schaffen, und den Betrieb des Spannzylinders 114 unabhängig zu steuern und somit eine vorbestimmte Spannung auf der semipermeablen Membran 20 zu schaffen.

[0047] Der Controller 120 ist elektrisch mit der Fluidquelle 124 über ein Elektrokabel 136 verbunden. Der Controller 120 ist ferner elektrisch mit dem Sensoraufbau 126 über ein Elektrokabel 138 verbunden. Der Sensoraufbau 126 umfasst einen oder mehrere Sensormechanismen, um elektrische Rückkopplungssignale an den Controller 120 zu liefern, die einen oder irgendeine Kombination von einem Druck, einer Temperatur oder einem anderen Umgebungsfaktor innerhalb der Kammer 112 darstellen. Der Controller 120 verarbeitet die Rückkopplungssignale, um Ausgangssignale zu erzeugen, die der Fluidquelle 124 zugeführt werden, um selektiv die Fluidabgabe von dieser zu steuern.

[0048] Im Betrieb verarbeitet der Controller 120 von dem Sensoraufbau 126 empfangene Rückkopplungssignale, um einen Druck der unter Druck gesetzten Kammer 112 vorzugsweise auf einen Druck zu steuern, der größer als 30 psi über dem Druck der Differenzdruckquelle 125 liegt. Die Walzen 60, 62, 64, 66 werden mit wenig oder keinem Schlupf zwischen diesen gedreht, und die Membran 20 wird mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Oberflächengeschwindigkeit der Walzen 60, 62, 64, 66 angetrieben. Eine kontinuierliche Bahn oder Papierbahn 140 und eine Bahnträgerschicht 142 werden in den Einlasswalzenspalt 100 in der Richtung des Pfeils 143 eingeleitet und von der Membran 20 durch den ausgedehnten Spalt 115 hindurch zum Auslasswalzenspalt

102 geführt. Die Membran 20 ist innerhalb des Walzenaufbaus 16 angeordnet, so dass sie neben einer ersten Seite 144 der kontinuierlichen Bahn 140 liegt, um deren direkte Verbindung mit der unter Druck stehenden Kammer 112 wirksam zu trennen. Mit anderen Worten kann das Fluid in der Kammer 112 nicht auf die kontinuierliche Bahn 140 außer durch die Membran 20 hindurch wirken.

[0049] Die Bahnträgerschicht 142 ist derart angeordnet, dass sie mit der zylindrischen Mittelfläche 84 der Hauptwalze 60 in Kontakt steht, und dass sie mit einer zweiten Seite 146 der kontinuierlichen Bahn 140 in Kontakt steht.

[0050] Die Membran 20 ist derart strukturiert und ausgebildet, dass sie eine Permeabilität aufweist, die eine vorbestimmte Fluidströmung durch diese hindurch zu der kontinuierlichen Bahn 140 gestattet, und steht mit der unter Druck gesetzten Kammer 112 und zumindest einem Leerraum der Hauptwalze 60 in Verbindung, um eine Druckdifferenz über die Membran 20 und die kontinuierliche Bahn 140 hinweg zu erzeugen. Dieser Druckabfall führt dazu, dass eine mechanische Druckkraft auf die kontinuierliche Bahn 140 aufgebracht wird, die hilft, diese zu verfestigen. Daher steht die Membran 20 mit der unter Druck gesetzten Kammer 112 und der Hauptwalze 60 in Verbindung, um in Kombination gleichzeitig eine vorbestimmte Fluidströmung durch die kontinuierliche Bahn 140 hindurch sowie eine mechanische Druckkraft auf diese zu bewirken und somit eine verbesserte Entwässerung der kontinuierlichen Bahn 140 zu fördern.

[0051] Besonders vorteilhaft ist wenn der Trockengehalt der kontinuierlichen Bahn 140 vor dem Entwässern höher als ungefähr 6 Prozent und niedriger als ungefähr 70 Prozent ist, und wenn das Grundgewicht der kontinuierlichen Bahn 140 höher als ungefähr 25 g/m² ist.

[0052] Die Bahnträgerschicht 142 weist vorzugsweise eine Dicke von ungefähr 2,54 mm (0,1 Zoll) oder weniger auf und kann ein Filz sein oder alternativ einen Filz umfassen, der neben einer hydrophoben Schicht angeordnet ist, wobei die hydrophobe Schicht neben der zweiten Seite 146 der kontinuierlichen Bahn 140 angeordnet ist. Die Bahnträgerschicht 142 umfasst vorzugsweise eine Filzschicht 142A, die integral mit einer hydrophoben Schicht 142B ausgebildet ist, wobei die hydrophobe Schicht 142B Wasser über Kapillarwirkung von der kontinuierlichen Bahn 140 weg transportiert, damit es von der Filzschicht 142A aufgenommen wird (siehe Fig. 6). Die hydrophobe Schicht 142B stellt eine Wirkung eines Nachbefeuchtungsschutzes bereit, wodurch verhindert wird, dass Wasser zurück in die kontinuierliche Bahn 140 strömt.

[0053] Die relativen Größen des auf die kontinuierliche Bahn 140 aufgebrachten mechanischen Drucks werden durch Faktoren bewirkt, wie beispielsweise der Kammerdruck in der Kammer 112, die Permeabilität der semipermeablen Membran 20 und die Permeabilität der kontinuierlichen Bahn 140. Die Fluidströmung, vorzugsweise Luft, durch die kontinuierliche Bahn 140 hindurch wird durch Faktoren beeinflusst, wie beispielsweise der Kam-

merdruck in der Kammer 112, die Permeabilität der semipermeablen Membran 20 und die Größe (z.B. Länge) der Kammer 112. Der dynamische Fluiddruck in der unter Druck gesetzten Kammer 112 wird auf der Grundlage der Überwachung des Kammerdrucks durch den Sensoraufbau 126 gesteuert. Der Sensoraufbau 126 erfasst einen Druck innerhalb der Kammer 112 und liefert ein Druckrückkopplungssignal an den Controller 120. Der Controller 120 verarbeitet das Druckrückkopplungssignal, um ein Druckausgangssignal zu erzeugen, das der Fluidquelle 124 zugeführt wird, um selektiv deren Fluidabgabe zu steuern und somit einen Druck der unter Druck gesetzten Kammer 112 auf einem vorbestimmten Druck, vorzugsweise einen Druck, der größer als 2,0684 Pa (30 psi) über den Druck der Differenzdruckquelle 125 liegt, zu steuern. Wenn eine Temperatur in Relation zu einem Druck innerhalb der unter Druck gesetzten Kammer 112 von Belang ist, kann der Sensoraufbau 126 derart angepasst werden, dass er eine Temperatur innerhalb der Kammer 112 erfasst und ein Temperaturreckkopplungssignal liefert. Der Controller 120 verarbeitet das Temperaturreckkopplungssignal zusammen mit dem Druckrückkopplungssignal, um Ausgangssignale zu erzeugen, die der Fluidquelle 124 zugeführt werden, um den Druck und die Temperatur in der unter Druck gesetzten Kammer 112 zu regeln.

[0054] Der Controller 120 steuert auch die Belastung der Hauptwalzen 60, 62 durch die Druckwalzen 64, 66, indem eine Druckgröße gesteuert wird, die der Belastungszyylinder 14 auf die oberen und unteren Schwenkarme 28, 30 aufbringt. Die Belastungsgröße der Hauptwalzen 60, 62 steht vorzugsweise mit einem Druck in der unter Druck gesetzten Kammer 112 in Beziehung, die von einem Drucksensor des Sensoraufbaus 126 überwacht wird. Die Belastung kann eine Vorbelastung zusätzlich zu einer Belastung umfassen, die proportional zum Druck in der Kammer 112 ist.

[0055] Natürlich sind Veränderungen der oben beschriebenen Ausführungsform möglich. Beispielsweise und nach Fig. 4 kann, um die Endabdichtung der Kammer 112 aufrechtzuerhalten und Verschleiß zwischen den Abdichtungsplatten 108, 110 und den Walzen 60, 62, 64 und 66 zu verhindern, ein Schmier- und Abdichtungsfluid, wie Luft oder Wasser, oder irgendein viskoses Fluid in mehrere Dichtungsöffnungen 148 über einen Leitungsring 150 hineingedrückt werden, der mit einer Fluidquelle 152 über eine Leitung 153 gekoppelt ist. Die Druckfluidquelle 152 ist elektrisch mit dem Controller 120 über ein Elektrokabel 155 gekoppelt und wird dadurch gesteuert. Die Dichtungsöffnungen 148 in den Abdichtungsplatten 108, 110 sind derart angeordnet, dass sie den Enden der Walzen 60, 62, 64, 66 zugewandt sind, um unter Druck gesetztes Schmier- und Abdichtungsfluid zwischen den Abdichtungsplatten 108, 110 und Teilen der jeweiligen kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74 und 76, 78, 80, 82 weiterzuleiten. Aufgrund der Injektion des Schmier- und Abdichtungsfluids schwimmen die Abdichtungsplatten 108, 110 über den kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74

und 76, 78, 80, 82 in kleinen steuerbaren Distanzen mit wenig oder ohne physikalischem Kontakt zwischen den Abdichtungsplatten 108, 110 und den kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74 und 76, 78, 80, 82 der Walzen 60, 62, 64, 66. Obwohl es eine Leckage um eine derartige Dichtungsanordnung herum gibt, ist die Größe der Leckage durch die sorgfältige Auswahl von Abstandstoleranzen und dem Schmier- und Abdichtungsfluid so steuerbar, dass sie klein ist.

[0056] Zusätzlich ist beabsichtigt, dass die Hauptwalze 62 auch eine Entlüftung zu einer Differenzdruckquelle umfasst und dass die kontinuierliche Bahn 140 zusammen mit der Membran 20 derart geführt ist, dass sie durch alle vier Spalten hindurch läuft, wie beispielsweise in Spalt 106 hinein, aus Spalt 104 heraus, in Spalt 100 hinein und aus Spalt 102 heraus, um die Verweilzeit zu erhöhen, über die die Membran 20 mit der kontinuierlichen Bahn 140 in Wechselwirkung steht.

[0057] Fig. 5 zeigt eine weitere Variante, bei der die Endabdichtung der Kammer 112 verbessert ist, indem Fluidöffnungen 154 in Abdichtungsplatten 108, 110 derart angeordnet sind, dass sie nahe bei den Enden der Walzen 60, 62, 64, 66 jedoch diesen nicht zugewandt angeordnet sind. Ein Leitungsring 156 ist mit den Öffnungen 154 gekoppelt und ist mit der Fluidquelle 152 über Leitung 158 gekoppelt, um ein Schmier- und Abdichtungsfluid, wie Luft oder Wasser, oder irgendein anderes viskoses Fluid durch die Öffnungen 154 hindurch in die Kammer 112 hinein zuzuführen. Die Fluidquelle 152 ist elektrisch mit dem Controller 120 über Elektrokabel 155 gekoppelt und wird dadurch gesteuert. Der Druck in der Kammer 112 drückt das hinzugefügte Fluid zwischen die kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74 bzw. 76, 78, 80, 82 der Walzen 60, 62, 64, 66 bzw. den Abdichtungsplatten 108, 110, wodurch zugelassen wird, dass die Abdichtungsplatten 108, 110 über den kreisförmigen Enden schwimmen. Bei dieser Ausführungsform wird die Leckage gesteuert, indem der Abstand zwischen den kreisförmigen Enden 68, 70, 72, 74 bzw. 76, 78, 80, 82 der Walzen 60, 62, 64, 66 bzw. Abdichtungsplatten 108, 110 derart gesteuert wird, dass in keinem Bereich eine übermäßige Leckage auftritt, und dass übermäßiger Verschleiß zwischen den Abdichtungsplatten 108, 110 und Walzen 60, 62, 64, 66 verhindert wird.

[0058] Fig. 6 zeigt eine weitere Variante, bei der eine Hauptwalze 160, die das gezeigte Profil aufweist, die Hauptwalze 60 ersetzen würde. Die Hauptwalze 160 umfasst ein erstes kreisförmiges Ende 162, ein zweites kreisförmiges Ende 164, eine erste zylindrische Endfläche 166 und eine zweite zylindrische Endfläche 168, eine erste geneigte Ringfläche 170, eine zweite geneigte Ringfläche 172 und eine zylindrische Mittelfläche 174. Die erste zylindrische Endfläche 166 ist neben dem ersten kreisförmigen Ende 162 angeordnet, und die zweite zylindrische Endfläche 168 ist neben dem zweiten kreisförmigen Ende 164 angeordnet. Die zylindrische Mittelfläche 174 weist einen Umfang auf, der kleiner als der Umfang der ersten und der zweiten zylindrischen End-

fläche 166, 168 ist. Die erste geneigte Ringfläche 170 stellt einen Übergang von der zylindrischen Mittelfläche 174 zur ersten zylindrischen Endfläche 166 bereit, und die zweite geneigte Ringfläche 172 stellt einen Übergang von der zylindrischen Mittelfläche 174 zur zweiten zylindrischen Endfläche 168 bereit.

[0059] Die Breite der zylindrischen Mittelfläche 174 ist derart gewählt, dass sie annähernd gleich der Breite der Membran 20 ist. Die erste und die zweite geneigte Ringfläche 170, 172 definieren eine Führungsstrecke für die Membran 20, die kontinuierliche Bahn 140 und die Bahnträgerschicht 142. Eine jede der Membran 20 und der Bahnträgerschicht 142 umfasst vorzugsweise zwei verjüngte Außenränder, die die erste und die zweite geneigte Ringfläche 170, 172 berühren. Insbesondere bevorzugt umfasst die permeable Membran 20 zwei verjüngte, undurchlässige, sich in Längsrichtung erstreckende Außenränder 20A, 20B, die neben einem semipermeablen Teil 20C gebildet sind, um die Abdichtung entlang der geneigten Ringflächen 170, 172 zu verbessern. Ebenso bevorzugt umfasst die Bahnträgerschicht 142 eine Filzschicht 142A und eine hydrophobe Schicht 142B. Wahlweise kann die Bahnträgerschicht 142 zwei undurchlässige, sich in Längsrichtung erstreckende Außenränder umfassen, die die erste und die zweite geneigte Ringfläche 170, 172 berühren.

[0060] Fig. 7 veranschaulicht schematisch eine weitere Variante bei der eine Pressanordnung 200 einen Walzenaufbau 201 mit mehreren Walzen 202, 204, 206, 208 umfasst, die in einem viereckigen Muster zur zusammenwirkenden Rotation bei der Verarbeitung einer ersten kontinuierlichen Bahn 209, wie beispielsweise einer Papierbahn, die auf einer Bahnträgerschicht 210 mitgenommen wird, und einer zweiten kontinuierlichen Bahn 212, wie beispielsweise einer Papierbahn, die auf einer Bahnträgerschicht 214 mitgenommen wird, angeordnet ist. Die Bahnträgerschichten 210, 214 können beispielsweise Filzschichten sein.

[0061] Jede der Vielzahl von Walzen 202, 204, 206, 208 ist von dem oben zuvor als Hauptwalzen 60, 62 und/oder 160 und Druckwalzen 64, 66 beschriebenen Art und wird daher nicht wieder im Detail beschrieben. Es ist auch zu verstehen, dass Abdichtungsplatten von der gleichen allgemeinen Art, wie sie oben in Bezug auf die Abdichtungsplatten 108 und 110 beschrieben wurden auf die oben in Bezug auf die Fig. 4 und 5 beschriebene Weise verwendet werden würden, um eine Kammer 216 zu definieren. Die Steuer- und Druckquellenanschlüsse für die Kammer 216 und die zugehörige Arbeitsweise sind derart, wie es oben in Bezug auf die Fig. 1-4 beschrieben wurde, was daher hier nicht mehr wiederholt wird.

[0062] Zu Zwecken dieser Diskussion werden die Walzen 202 und 204 als Hauptwalzen bezeichnet, und die Walzen 206, 208 werden als Druckwalzen bezeichnet, obwohl bei der vorliegenden Ausführungsform die Walzen 202, 204, 206, 208 annähernd die gleiche Größe aufweisen. Die Hauptwalzen 202, 204 und die Druckwalzen 206, 208 sind so angeordnet, dass sie mehrere Wal-

zenspalten 220, 222, 224, 226 definieren, von denen auf der Grundlage der Drehung der Hauptwalze 202 in der durch den Pfeil 230 gezeigten Richtung die Walzenspalten 220, 224 Einlasswalzenspalten der Pressanordnung 200 bilden und die Walzenspalten 222, 226 Auslasswalzenspalten bilden.

[0063] Die erste kontinuierliche Bahn 209 und die erste Bahnträgerschicht 210 treten in den Einlassspalt 220 ein und werden durch die Kammer 216 hindurch um den Umfang der Hauptwalze 202 herum verarbeitet. Die zweite kontinuierliche Bahn 212 und die zweite Bahnträgerschicht 214 treten in den Einlassspalt 224 ein und werden durch die Kammer 216 hindurch um die Umfangsfläche der Hauptwalze 204 herum verarbeitet. Die erste Bahnträgerschicht 210, die kontinuierliche Bahn 209, die kontinuierliche Bahn 212 und die zweite Bahnträgerschicht 214 werden durch den Auslassspalt 222 hindurch verarbeitet, um eine laminierte Bahn 228 zu bilden, die aus den kontinuierlichen Bahnen 209, 212 besteht. Während der Verarbeitung bleibt die zweite kontinuierliche Bahn 212 aufgrund der Oberflächenspannung oder aufgrund der Entlüftung in der Hauptwalze 202 durch Löcher, Nuten oder Poren, die in der zylindrischen Fläche der Hauptwalze 202 gebildet sind, in Kontakt mit der ersten kontinuierlichen Bahn 209. Es ist beabsichtigt, dass die zweite kontinuierliche Bahn 212 und die zweite Bahnträgerschicht 214 durch eine auf die kontinuierliche Bahn 209 aufgebrachte Beschichtungslage ersetzt werden könnten.

[0064] Fig. 8 ist eine schematische Darstellung einer anderen Ausführungsform, bei der eine Pressanordnung 300 einen Walzenaufbau 301 mit mehreren Walzen 302, 304, 306, 308, 310 und 312 umfasst, die zur zusammenwirkenden Rotation bei der Verarbeitung einer kontinuierlichen Bahn 314, wie beispielsweise einer Papierbahn, angeordnet sind. Jede Walze 302, 304 ist von der zuvor als Hauptwalze 60 und/oder 160 beschriebenen Art und ist mit einer Differenzdruckquelle auf eine Weise fluidgekoppelt, die oben beschrieben ist. Die Walzen 306, 308, 310, 312 sind von der oben in Bezug auf nicht entlüftete Haupt- und Druckwalzen, wie beispielsweise die Hauptwalze 62 und die Druckwalze 64, beschriebenen Art und werden daher nicht wieder im Detail beschrieben. Ebenso ist die Abdichtungsplatte 316 von der gleichen allgemeinen Art, wie sie oben in Bezug auf die Abdichtungsplatten 108 und 110 beschrieben ist, und kann auf die oben in Bezug auf die Fig. 4 und 5 beschriebene Weise verwendet werden.

[0065] Zu Zwecken dieser Diskussion werden die Walzen 302 und 304 als Hauptwalzen bezeichnet, und die Walzen 306, 308, 310 und 312 werden als Druckwalzen bezeichnet, aufgrund ihrer jeweiligen Hauptfunktion innerhalb einer gegebenen Kammer in Bezug auf die kontinuierliche Bahn 314. Bei der vorliegenden Ausführungsform weisen die Walzen 302, 304, 306, 308, 310 und 312 annähernd die gleiche Größe auf. Die Hauptwalzen 302, 304 und Druckwalzen 306, 308, 310, 312 sind derart angeordnet, dass sie mehrere Walzenspalten

320, 322, 324, 326, 328, 330, 332 definieren, auf deren Grundlage eine Rotation der Hauptwalze 302 in der durch den Pfeil 334 gezeigten Richtung die Walzenspalten 320, 326, 330 Einlasswalzenspalten der Pressanordnung 300 bilden, die Walzenspalten 322, 328, 332 Auslasswalzenspalten bilden und der Walzenspalt 324 ein Kammerteilungsspalt ist. Die Orientierung und/oder Größe der Walzen 302, 304, 306, 308, 310 und 312 kann derart modifiziert werden, dass die Walzenspalten an den gewünschten Orten angeordnet sind und die Effizienz der Verarbeitung optimiert ist.

[0066] Die Abdichtungsplatten 316 definieren zusammen mit den Walzen 302, 304, 306, 308, 310 und 312 eine erste Kammer 336 und eine zweite Kammer 338, wobei jeder Kammer mindestens ein Einlassspalt und mindestens ein Auslassspalt zugeordnet ist.

[0067] Eine erste Druckquelle 340 ist mit einer Kammer 336 über eine Leitung 342 fluidgekoppelt, und eine zweite Druckquelle 344 ist mit einer Kammer 338 über eine Leitung 346 fluidgekoppelt. Die Leitungen 342 und 346 erstrecken sich jeweils von der Abdichtungsplatte 316 in die Kammern 336 bzw. 338 hinein, um eine Fluidströmung darin zu verteilen. Der Controller 120 ist elektrisch mit der Druckquelle 340 über ein Elektrokabel 348 gekoppelt und ist elektrisch mit der Druckquelle 344 über ein Elektrokabel 350 gekoppelt. Ein Sensoraufbau 352 ist elektrisch mit dem Controller 120 über ein Elektrokabel 354 verbunden. Der Sensoraufbau 352 ist derart ausgebildet, dass er den Druck und die Temperatur jeder Kammer 336, 338 überwacht.

[0068] Die Pressanordnung 300 umfasst ferner eine erste semipermeable Membran 360 und eine zweite semipermeable Membran 362. Die Membranen 360, 362 stehen mit den Umfangsflächen der Hauptwalzen 302, 304 in Wechselwirkung, um einen ersten ausgedehnten Spalt 364 und einen zweiten ausgedehnten Spalt 366 zu definieren. Der ausgedehnte Spalt 364 befindet sich in der ersten Kammer 336, und der ausgedehnte Spalt 366 befindet sich in der zweiten Kammer 338.

[0069] Die kontinuierliche Bahn 314 umfasst eine erste Seite 370 und eine zweite Seite 372. Während sie sich in der Kammer 336 befindet, strömt ein Fluid durch die kontinuierliche Bahn 314 hindurch in einer ersten Richtung von der ersten Seite 370 zur zweiten Seite 372 an dem ausgedehnten Spalt 364. Während sie sich in der Kammer 338 befindet, strömt ein Fluid durch die kontinuierliche Bahn 314 in einer zweiten Richtung, die entgegengesetzt zur ersten Richtung ist, von der zweiten Seite 372 zur ersten Seite 370 an dem ausgedehnten Spalt 364. Eine erste Membran 360 steht mit der ersten Kammer 336 und der Hauptwalze 302 in Verbindung, um eine mechanische Presskraft auf die kontinuierliche Bahn 314 in der ersten Richtung, d.h., von der ersten Seite 370 zur zweiten Seite 372 aufzubringen. Eine zweite Membran 362 steht mit der zweiten Kammer 338 und der Hauptwalze 304 in Verbindung, um eine mechanische Presskraft auf die kontinuierliche Bahn 314 in der zweiten Richtung, d.h., von der zweiten Seite 372 zur

ersten Seite 370 aufzubringen. Dadurch stehen die Membranen 360, 362 jeweils mit den jeweiligen unter Druck gesetzten Kammern 336, 338 und den jeweiligen Hauptwalzen 302, 304 in Verbindung, um in Kombination gleichzeitig eine vorbestimmte Fluidströmung sowie eine mechanische Presskraft auf die kontinuierliche Bahn 314 in zwei Richtungen zu bewirken und somit eine verbesserte Entwässerung der kontinuierlichen Bahn 314 zu fördern. Bei der vorliegenden Ausführungsform umfassen die Hauptwalzen 302, 304 jeweils zumindest einen Leerraum, wie ein Loch, eine Nut oder eine Pore, um eine Druckdifferenz über die kontinuierliche Bahn 314 hinweg zu bewirken.

[0070] Vorzugsweise ist eine jede der ersten semipermeablen Membran 360 und der zweiten semipermeablen Membran 362 aus einem Formgewebe ungefähr 2,54 mm (0,1 Zoll) oder weniger dick und semipermeabel hergestellt, indem mehrere miteinander in Verbindung stehende Poren 117 in dem Formgewebe mit einer Größe, Form, Häufigkeit und/oder Muster gebildet sind, das derart gewählt ist, dass die gewünschte Permeabilität geschaffen wird, wie es vollständiger oben in Verbindung mit der Membran 20 beschrieben ist. Die Permeabilität von einer jeden der ersten semipermeablen Membran 360 und der zweiten semipermeablen Membran 362 ist derart gewählt, dass sie größer als Null und kleiner als ungefähr 0,025 m/s (fünf CFM pro Quadratfuß) ist, wie durch das TAPPI-Testverfahren TIP 0404-20 gemessen, und insbesondere größer als Null und kleiner als ungefähr 0,01 m/s (zwei CFM pro Quadratfuß) ist.

[0071] Bei bevorzugten Ausführungsformen umfasst die Pressanordnung 300 ferner eine erste Bahnstützschicht 361 und eine zweite Bahnstützschicht 363, die jeweils auf entgegengesetzten Seiten der kontinuierlichen Bahn 314 angeordnet sind. Nach Fig. 8 ist die erste Bahnstützschicht 361 zwischen der Membran 362 und den Walzen 302 und 312 angeordnet, und die zweite Bahnstützschicht 363 ist zwischen der Membran 360 und den Walzen 306 und 304 angeordnet. Alternativ kann die erste Bahnstützschicht 361 derart angeordnet sein, dass sie zwischen der kontinuierlichen Bahn 314 und der Membran 362 liegt, und die zweite Bahnstützschicht 363 kann derart angeordnet sein, dass sie zwischen der kontinuierlichen Bahn 314 und der Membran 360 liegt. Vorzugsweise ist eine jede der Bahnstützschichten 361, 363 ein integrales Gewebe, das eine Filzschicht und eine hydrophobe Schicht mit einer Gesamtdicke von ungefähr 2,54 mm (0,1 Zoll) oder weniger aufweist, und ist derart orientiert, dass die hydrophobe Schicht der kontinuierlichen Bahn 314 zugewandt ist.

[0072] Nach Fig. 8 weisen die ausgedehnten Spalten 364 und 366 im wesentlichen die gleiche Länge auf. Jedoch können die Spaltlängen unterschiedlich sein, was beispielsweise bewirkt werden kann, indem Hauptwalzen mit unterschiedlichen Umfängen gewählt und/oder indem die Umfangsgröße von irgendeiner oder mehreren der Druckwalzen verändert wird, um effektiv die Lage von einem oder mehreren Walzenspalten 320, 324 und

328 zu verändern.

[0073] Der Innendruck einer jeden der ersten Kammer 336 und der zweiten Kammer 338 wird individuell von dem Controller 120 gesteuert und kann auf unterschiedliche Drücke unter Druck gesetzt werden. Die Kammer 338 wird vorzugsweise auf einen größeren Druck als der Druck der Kammer 336 unter Druck gesetzt. In manchen Fällen kann es auch erwünscht sein, die Kammer 336 mit einem ersten Material zu befüllen und die Kammer 338 mit einem zweiten Material, das von dem ersten Material verschieden ist, zu befüllen. Derartige Materialien können trockene Luft, Dampf oder Gas, Wasser oder anderes Fluid umfassen.

[0074] Zusätzlich zur Steuerung der Drücke in den Kammern 336 ist es in manchen Fällen erwünscht, die Temperaturen der Kammern 336, 338 auf die gleichen oder möglicherweise verschiedenen Temperaturen zu steuern. Fig. 8 zeigt ferner eine Temperaturregeleinheit 374, die über Leitungen 376, 378 jeweils mit jeweiligen Kammern 336, 338 fluidgekoppelt ist, um den Kammern 336, 338 ein Heiz- oder Kühlfeld, wie beispielsweise Luft, zuzuführen. Die Temperaturregeleinheit 374 ist elektrisch mit dem Controller 120 über ein Elektrokabel 380 gekoppelt. Der Controller 120 empfängt Temperatursignale, die die Temperaturen der Kammern 336, 338 darstellen, von dem Sensoraufbau 352. Der Controller 120 verwendet dann diese Temperaturen, um Temperaturausgangssignale auf der Grundlage von vordefinierten Zieltemperaturen zu erzeugen, die der Temperaturregeleinheit 374 zugeführt werden. Die Temperaturregeleinheit 374 spricht dann auf die Temperaturausgangssignale an, um die Temperaturen der Kammern 336, 338 zu regeln. Die Temperatur der Kammer 338 wird vorzugsweise derart gesteuert, dass sie höher als die Temperatur der Kammer 336 ist.

[0075] Alternativ kann die Temperaturregelung der Kammern 336, 338 bewirkt werden, indem jeweils die Temperatur der von der ersten Druckquelle 340 und/oder der zweiten Fluidquelle 344 den jeweiligen Kammern 336, 338 zugeführten Fluide geregelt wird. In einem solchen Fall kann die Temperaturregeleinheit 374 beseitigt werden.

[0076] Fig. 9 zeigt einen Teil der Walzenanordnung 400, die eine Hauptwalze 402 und eine Druckwalze 404 umfasst, die anstelle der zuvor beschriebenen Hauptwalzen bzw. Druckwalzen verwendet werden können.

[0077] Die Hauptwalze 402 umfasst eine allgemeine Struktur, die derjenigen der in Fig. 6 gezeigten Hauptwalze 160 entspricht. Während in Fig. 9 nur ein rechter Endabschnitt 406 der Hauptwalze 402 gezeigt ist, ist einzusehen, dass das linke Ende der Walze 402 ein Spiegelbild des rechten Endes 406 ist und somit die gleichen Bezugszeichen, die dazu verwendet werden, das rechte Ende 406 zu beschreiben, für das linke Ende der Hauptwalze 402 gelten werden.

[0078] Die Hauptwalze 402 umfasst eine zylindrische Mittelfläche 408, linke und rechte kreisförmige Enden 410, linke und rechte zylindrische Endflächen 412 und

linke und rechte geneigte Ringflächen 414. Die zylindrischen Endflächen 412 sind neben jeweiligen kreisförmigen Enden 410 angeordnet. Die zylindrische Mittelfläche 408 weist einen Umfang auf, der kleiner als der Umfang der zylindrischen Endflächen 412 ist. Die geneigten Ringflächen 414 stellen einen Übergang von der zylindrischen Mittelfläche 408 zu den zylindrischen Endflächen 412 bereit. Die zylindrische Mittelfläche 408 umfasst zumindest einen Leerraum, wie eine Nut, ein Loch oder eine Pore, um eine Druckdifferenz über die Membran 20 und jedes dazwischenliegende Material hinweg zu erleichtern.

[0079] Der Abstand zwischen den geneigten Ringflächen 414 der Hauptwalze 402 ist derart gewählt, dass er annähernd gleich der Breite der semipermeablen Membran 20 ist. Die geneigten Ringflächen 414 definieren eine Führungsstrecke für die semipermeable Membran 20 und die Bahnträgerschicht 142. Vorzugsweise umfasst eine jede der semipermeablen Membran 20 und der Bahnträgerschicht 142 zwei verjüngte Außenränder, die die geneigten Ringflächen 414 berühren. Insbesondere bevorzugt umfasst die semipermeable Membran 20 zwei verjüngte, undurchlässige, sich in Längsrichtung erstreckende Außenränder 20A, 20B (siehe Fig. 6), um die Abdichtung entlang der geneigten Ringflächen 414 zu verbessern. Die Bahnträgerschicht 142 umfasst eine Filzschicht 142A und eine hydrophobe Schicht 142B. Die Profile der semipermeablen Membran 20 und der Bahnträgerschicht 142 sind vorzugsweise derart bemessen, dass sie in das Walzenprofil der Hauptwalze 402 zwischen den geneigten Ringflächen 414 passen, so dass

die Membran 20 und die zylindrischen Endflächen 412 im wesentlichen die gleiche Umfangshöhe aufweisen. Im Betrieb wäre eine kontinuierliche Bahn, wie eine Papierbahn (nicht gezeigt) zwischen der semipermeablen Membran 20 und der Bahnträgerschicht 142 angeordnet.

[0080] An den kreisförmigen Enden 410 sind austauschbare Enddichtungen 416 angebracht, die mehrere Fluid Hohlräume 418 umfassen. Die Anbringung wird durch Klebstoff oder Befestigungselemente bewirkt. Die austauschbaren Enddichtungen 416 sind vorzugsweise aus einem elastischen Material, wie beispielsweise Gummi, hergestellt und können ein Verstärkungsgewebe, wie Nylon oder Stahl, umfassen.

[0081] Die Druckwalze 404 umfasst eine im allgemeinen zylindrische Struktur, die derjenigen der in den Fig. 1-3 gezeigten Druckwalze 64 entspricht.

[0082] Während nur ein rechter Endabschnitt 420 der Druckwalze 404 in Fig. 9 gezeigt ist, ist einzusehen, dass das linke Ende der Druckwalze 404 ein Spiegelbild des rechten Endes 420 ist und somit die gleichen Bezugszeichen, die dazu verwendet werden, das rechte Ende 420 zu beschreiben, für das linke Ende der Druckwalze 404 gelten werden.

[0083] Die Druckwalze 404 umfasst eine zylindrische Mittelfläche 422 und linke und rechte kreisförmige Enden 424. Eine Abdichtungshülse 426 mit einer Innenfläche 428 und einer Außenfläche 430 ist über der zylindrischen Mittelfläche 422 aufgenommen und in einer festen Be-

ziehung mit der Druckwalze 404 aufgrund von Reibungskräften gehalten, die zwischen der zylindrischen Mittelfläche 422 und der Innenfläche 428 der Abdichtungshülse 426 wirken. Alternativ kann die Abdichtungshülse 426 durch Klebstoff oder durch Befestigungselemente, die unter der Außenfläche 430 der Abdichtungshülse 426 angeordnet und in der zylindrischen Mittelfläche 422 aufgenommen sind, an ihrer Stelle gehalten werden. Vorzugsweise ist jedoch jede Abdichtungshülse 426 derart austauschbar, dass, wenn die Abdichtungshülse 426 ein unannehmbares Ausmaß an Verschleiß zeigt, die Abdichtungshülse 426 ohne die Notwendigkeit, die Druckwalze 404 wegzuerwerfen, ausgetauscht werden kann. Die Abdichtungshülse 426 umfasst eine Beanspruchungsschicht 432 und mehrere Fluid Hohlräume 434.

[0084] An den kreisförmigen Enden 424 sind austauschbare Enddichtungen 436 angebracht, die mehrere Fluid Hohlräume 438 umfassen. Die Anbringung wird mittels Klebstoff oder Befestigungselementen bewirkt. Die austauschbaren Enddichtungen 436 sind vorzugsweise aus einem elastischen Material, wie beispielsweise Gummi, hergestellt und können ein Verstärkungsgewebe, wie Nylon oder Stahl, umfassen.

[0085] Die Abdichtungshülse 426 ist vorzugsweise aus einem elastischen Material, wie beispielsweise Gummi, hergestellt. Die Beanspruchungsschicht 432 der Abdichtungshülse 426 wird dazu verwendet, die Hoop- oder Umreifungsspannungen und/oder Beanspruchungen der Abdichtungshülse 426 über die Maschine hinweg zu halten, und umfasst ein Verstärkungsgewebe, wie beispielsweise Nylon oder Stahl. Die Größe, Form und Geometrie der Fluid Hohlräume 434 sind derart gewählt, dass sie insbesondere in der Nähe der sich in Längsrichtung erstreckenden Ränder 20A, 20B der semipermeablen Membran 20 elastisch verformbar sind. Ebenso bevorzugt erstrecken sich die Fluid Hohlräume 434 entweder in Umfangsrichtung um die Abdichtungshülse 426 herum in einem wiederholten Muster über die Breite der Druckwalze 404 hinweg, oder über die Breite der Druckwalze 404 hinweg in einem wiederholten Muster um den Umfang der Abdichtungshülse 426 herum. Alternativ können sich die Hohlräume 434 diagonal um die Abdichtungshülse 426 herum erstrecken.

[0086] Die Fluid Hohlräume 434 sind mit einem Fluid, wie beispielsweise Luft, Wasser oder Gel, unter Druck gesetzt, um eine nachgiebige, jedoch feste Dichtung mit der semipermeablen Membran 20 um den zylindrischen Endflächen 412 der Hauptwalze 402 aufrechtzuerhalten. Bei einer Form der Erfindung werden die Fluid Hohlräume 434 zum Zeitpunkt der Herstellung der Abdichtungshülse 426 unter Druck gesetzt. Alternativ werden die Druckluft Hohlräume 434 zum Zeitpunkt der Herstellung der Abdichtungshülse 426 nicht unter Druck gesetzt, sondern vielmehr kann die Abdichtungshülse 426 ein oder mehrere Ventilöffnung(en) 440 umfassen, wie beispielsweise die Art, die gewöhnlich dazu verwendet wird, um Luft in einen Luftreifen einzuleiten, um Fluid aufzunehmen und somit die Hohlräume 434 unter Druck zu setzen. Alter-

nativ können die Ventilöffnung(en) 440 offene Öffnungen sein, die mit einer Fluidquelle über eine Fluidleitung und eine drehbare Fluidkupplung verbunden sind. Bei manchen Anwendungen kann es erwünscht sein, die Fluidhohlräume 434 miteinander zu verbinden, um jegliche von außen aufgebrachte Kräfte zu verteilen und effektiv einen einzigen Hohlraum zu bilden.

[0087] Die Fluidhohlräume 418, 438 der austauschbaren Enddichtungen 416, 436 sind mit einem Fluid, wie Luft, Wasser oder Gel, unter Druck gesetzt. Die Größe, Form und Geometrie der Hohlräume 418, 438 sind derart gewählt, dass sie elastisch verformbar sind, um eine nachgiebige aber feste Dichtung zwischen den austauschbaren Enddichtungen 416, 436 und mit den zugeordneten Abdichtungsplatten, wie die Abdichtungsplatten 108, 110 von Fig. 3, aufrechtzuerhalten. Bei einer Form der Erfindung werden die Fluidhohlräume 418, 438 zum Zeitpunkt der Herstellung der Enddichtungen 416, 436 unter Druck gesetzt. Alternativ werden die Fluidhohlräume 418, 438 zum Zeitpunkt der Herstellung der Enddichtungen 416, 436 nicht unter Druck gesetzt. Vielmehr können die austauschbaren Enddichtungen 416, 436 jeweils eine oder mehrere Ventilöffnung(en) 442, 444 umfassen, wie beispielsweise die Art, die gewöhnlich dafür verwendet wird, um Luft in einen Luftreifen einzuleiten, um Fluid aufzunehmen und somit die Hohlräume 418, 438 unter Druck zu setzen. Bei manchen Anwendungen kann es erwünscht sein, die Fluidhohlräume 418 miteinander zu verbinden oder die Fluidhohlräume 438 miteinander zu verbinden. Das Verbinden der Hohlräume bildet effektiv einen einzigen Hohlraum, um jegliche von außen aufgebrachten Kräfte innerhalb des gebildeten einzigen Hohlraums zu verteilen.

[0088] In den Figuren 1 bis 10 ist die betreffende Membran jeweils zu erkennen. Eine solche Membran kann jedoch insbesondere auch bei den Ausführungsformen gemäß den Figuren 12 und 13 vorgesehen sein. Auch hier ist die Membran zweckmäßigerweise wieder auf der den höheren Druck aufweisenden Seite der Faserstoffbahn angeordnet.

[0089] Es ergibt sich somit ein Verfahren zur Entwässerung einer Faserstoffbahn, insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn, bei dem die Faserstoffbahn durch eine Entwässerungszone geführt wird, in der sie zumindest teilweise durch eine Beaufschlagung mit unter Druck stehendem Verdrängungsfluid, insbesondere Verdrängungsgas, entwässert wird, wobei die Faserstoffbahn zusammen mit einer porösen Membran durch die Entwässerungszone geführt und durch die Membran hindurch mit dem Verdrängungsfluid beaufschlagt wird.

[0090] Als Membran kann beispielsweise eine aus Folienmaterial mit Durchgangslöchern bestehende Membran verwendet werden.

[0091] Der Druck des die Membran beaufschlagenden Verdrängungsfluids ist vorzugsweise größer als der Umgebungsdruck.

[0092] Es kann insbesondere wieder auch eine Membran verwendet werden, wie sie zuvor beschrieben wur-

de.

[0093] Die Membran kann insbesondere mit zusammenhängenden Poren versehen sein.

[0094] Fig. 10 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer Vorrichtung 10 zur Entwässerung einer Faserstoffbahn 12. Bei der Faserstoffbahn 12 kann es sich insbesondere um eine Papier- oder Kartonbahn handeln.

[0095] Die Entwässerungsvorrichtung 10 umfasst eine Entwässerungszone E, in der die Faserstoffbahn 12 zumindest teilweise durch eine Beaufschlagung mit unter Druck stehendem Verdrängungsfluid, insbesondere Verdrängungsgas 14, entwässert wird. Dabei wird die Faserstoffbahn 12 zusammen mit einer Membran 16 und einem Sieb- oder Filzband 18 durch die Entwässerungsvorrichtung 10 geführt, wobei die Faserstoffbahn 12 durch die Membran 16 hindurch mit dem Verdrängungsgas 14 beaufschlagt wird. Das Sieb- oder Filzband 18 liegt auf der gegenüberliegenden Seite der Faserstoffbahn 12. Die Faserstoffbahn 12 wird somit zwischen der mit Gasdruck beaufschlagten Membran 16 und dem Sieb- oder Filzband 18 durch die Entwässerungszone E geführt.

[0096] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst die Entwässerungszone E eine den Gasdruck liefernde Verdrängungsentwässerungseinheit 20, die mit ihrer Gasaustrittsseite 25 einer beispielsweise durch eine Walze gebildeten Gegenfläche 24 gegenüberliegt, um mit dieser einen in Bahnlaufrichtung L verlängerten Spalt 26 zu bilden, durch den die Membran 16, das Sieb- oder Filzband 18 und die dazwischenliegende Faserstoffbahn 12 hindurchgeführt sind.

[0097] Wie anhand der Fig. 10 zu erkennen ist, ist die Entwässerungszone E in mehrere Sektionen unterteilt, in denen der angelegte Gasdruck individuell einstellbar ist. Im vorliegenden Fall sind z.B. drei solche Sektionen E1, E2 und E3 vorgesehen. Grundsätzlich ist auch eine beliebige andere Anzahl von Sektionen möglich. So sind insbesondere auch vier oder mehr Sektionen denkbar. Die in den verschiedenen Sektionen E1, E2 und E3 vorherrschenden Drücke sind in der Fig. 10 mit p_1 , p_2 und p_3 gekennzeichnet.

[0098] Die verschiedenen Sektionen Ei, d.h. beim vorliegenden Ausführungsbeispiel die Sektionen E1, E2 und E3, können über die Breite sektioniert sein, d.h. es können über die Breite unterschiedliche Drücke vorgesehen sein.

[0099] Die Gegenfläche 24 kann geschlossen, offen (gerillt, ...) oder durchlässig sein.

[0100] Wie sich aus der Fig. 11 ergibt, kann in Entwässerungsrichtung betrachtet hinter der Gegenfläche 24 ein Kasten 28 angeordnet sein, der die Flüssigkeit und / oder das Gas aufnimmt. Der Kasten 28 kann besaugt, d.h. als Saugkasten vorgesehen sein. Auch hier können in Bahnlaufrichtung L wieder mehrere Zonen Si vorgesehen sein, die mit unterschiedlichen Drücken (z.B. Überdrücken und/oder Unterdrücken) beaufschlagt werden können. Im vorliegenden Fall sind beispielsweise

wieder drei Zonen S1, S2 und S3 vorgesehen. Grundsätzlich ist jedoch auch hier wieder jede beliebige andere Anzahl von Zonen möglich. An den Stellen 30 ist beispielsweise eine Abfuhr von Flüssigkeit oder Gas möglich.

[0101] Im übrigen besitzt die Ausführungsform gemäß Fig. 11 zumindest im wesentlichen wieder den gleichen Aufbau wie die der Fig. 10. Einander entsprechenden Teilen sind gleiche Bezugszeichen zugeordnet.

[0102] Mit diesen Entwässerungsvorrichtungen 10 kann das Ergebnis des Verdrängungsentwässerungsprozesses in Bezug auf den endgültigen Trockengehalt und papiertechnische Eigenschaften der fertigen Faserstoffbahn 12 wie beispielsweise das spezifische Volumen, die Porosität, die Oberflächenrauigkeit und/oder dergleichen gezielt gesteuert werden. Zur Steuerung des Entwässerungsverdrängungsprozesses kann der angelegte Gasdruck längs der Entwässerungszone in der gewünschten Weise variiert werden. Somit kann der Entwässerungsprozess direkt während des Betriebs eingestellt werden. Dabei kann beispielsweise eine schonende Anfangsentwässerung bei einem niedrigen Gasdruck erfolgen. Wird ein hoher Endtrockengehalt gefordert, so kann der Gasdruck in den hinteren Sektionen der Entwässerungszone E entsprechend erhöht werden. Wird dagegen ein hohes Volumen für die fertige Faserstoffbahn 12 gefordert, so kann der Gasdruck in den hinteren Sektionen der Entwässerungszone E entsprechend niedrig eingestellt werden. Es ist somit insbesondere auch ein jeweiliges Druckprofil beispielsweise in Maschinenrichtung einstellbar.

[0103] Auch hier kann insbesondere wieder eine Membran verwendet werden, wie sie im Zusammenhang mit dem ersten Aspekt der Erfindung beschrieben wurde. Dabei kann die Membran insbesondere auch wieder mit zusammenhängenden Poren versehen sein.

[0104] Fig. 12 zeigt in schematischer Darstellung eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung 10 zur Entwässerung einer Faserstoffbahn 12. Bei der Faserstoffbahn 12 kann es sich insbesondere um eine Papier- oder Kartonbahn handeln.

[0105] Die Entwässerungsvorrichtung 10 umfasst eine Verdrängungsentwässerungszone E, in der die Faserstoffbahn 12 zumindest teilweise durch eine Beaufschlagung mit Verdrängungsfluid, hier z.B. Verdrängungsgas 14, entwässert wird.

[0106] Der Verdrängungsentwässerungszone E ist eine Presse 16 vorgeschaltet. Dabei wird die Faserstoffbahn 12 zunächst durch die vorgeschaltete Presse 16 und daraufhin durch die Verdrängungsentwässerungszone E geführt.

[0107] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die vorgeschaltete Presse 16 durch eine Schuhpresse gebildet.

[0108] Die Faserstoffbahn 12 ist beim vorliegenden Ausführungsbeispiel zusammen mit einem Sieb- oder Filzband 18 durch die Presse 16 und die Verdrängungsentwässerungszone E geführt.

[0109] Die Entwässerungszone E umfasst beim vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Verdrängungsentwässerungseinheit 20, die mit ihrer Gasaustrittsseite einer Gegenwalze 22 gegenüberliegt, über die die mit Verdrängungsgas 14 beaufschlagte Faserstoffbahn 12 und das Sieb- oder Filzband 18 geführt sind.

[0110] Die Ausführungsform gemäß Fig. 13 unterscheidet sich von der der Fig. 12 lediglich dadurch, dass als der Verdrängungsentwässerungszone E vorgeschaltete Presse 16' eine Walzenpresse vorgesehen ist. Im übrigen besitzt diese Entwässerungsvorrichtung 10 den gleichen Aufbau wie die in der Fig. 12 dargestellte Vorrichtung. Einander entsprechenden Teilen sind gleiche Bezugszeichen zugeordnet.

[0111] Grundsätzlich kann auch eine nachgeschaltete mechanische Presse vorgesehen sein.

[0112] Bei den dargestellten Entwässerungsvorrichtungen können das Ausmaß der Blattkompression und die Höhe des angelegten Gasdruckes getrennt gesteuert werden. Dabei ist es insbesondere möglich, das Ergebnis des Verdrängungsentwässerungsprozesses in Bezug auf den endgültigen Trockengehalt und papiertechnische Eigenschaften der fertigen Faserstoffbahn wie spezifisches Volumen, Porosität, Oberflächenrauigkeit und/oder der dergleichen gezielt zu steuern. Durch die der Verdrängungsentwässerungszone vorgeschaltete Presse kann das Faservlies auf das gewünschte Maß vorkompaktiert werden. Hierdurch kann die Permeabilität des Faservlieses in der gewünschten Weise eingestellt werden. Durch die Entkopplung des Entwässerungs- und Komptaktierungsprozesses können somit die Eigenschaften des fertigen Papiers gezielt eingestellt werden. Wird das Vlies stark vorkompaktiert, so kann mehr Wasser aus dem Vlies entfernt werden. Dies ist insbesondere bei solchen Papiersorten erforderlich, bei denen in erster Linie ein hoher Trockengehalt nach der Presse gefordert wird.

[0113] Auch hier kann insbesondere wieder eine Membran verwendet werden, wie sie im Zusammenhang mit dem ersten Aspekt der Erfindung beschrieben wurde. Dabei kann die Membran insbesondere auch wieder mit zusammenhängenden Poren versehen sein.

[0114] Grundsätzlich sind beliebige Kombinationen der verschiedenen Aspekte möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entwässerung einer Faserstoffbahn (12), insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn, bei dem die Faserstoffbahn (12) durch eine Entwässerungszone geführt wird, in der sie zumindest teilweise durch eine Beaufschlagung mit unter Druck stehendem Verdrängungsfluid, insbesondere Verdrängungsgas, entwässert wird, und bei dem die Faserstoffbahn (12) zusammen mit einer porösen Membran (20) durch die Entwässerungszone geführt und durch die Membran (20) hindurch mit dem

- Verdrängungsfluid beaufschlagt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** als poröse Membran (20) eine Membran verwendet wird, deren Dicke ungefähr 2,54 mm oder weniger ist, und die ein semipermeables Formgewebe mit mehreren miteinander in Verbindung stehenden Poren (117) umfasst, das eine Permeabilität aufweist, die größer als Null und kleiner als ungefähr 0,025 m/s ist, wie durch das TAPPI-Testverfahren TIP 0404-20 gemessen.
- 5
- 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Membran (20) eine aus Folienmaterial mit Durchgangslöchern bestehende Membran verwendet wird.
- 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck des die Membran (20) beaufschlagenden Verdrängungsfluids größer ist als der Umgebungsdruck.
- 20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Permeabilität größer als Null und kleiner als 0,01 m/s ist.
- 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Permeabilität durch mindestens einen Faktor der Faktoren Größe, Form, Häufigkeit und Muster einer Vielzahl von Poren in dem Formgewebe bestimmt ist.
- 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (20) in der Nähe ihrer Oberfläche eine Strömungswiderstandsschicht besitzt.
- 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (20) eine Fluidverteilungsschicht neben der Strömungswiderstandsschicht umfasst.
- 40
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (20) eine abriebbeständige Oberfläche umfasst.
- 45
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prozentsatz des Membranleerraums kleiner als 40 Prozent ist.
- 50
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (20) gemäß einem Verfahren hergestellt wird, das die folgenden Schritte umfasst:
- 55
- es wird ein Trägergewebe bereitgestellt, das permeabel ist, und es werden mehrere miteinander in Verbindung stehende Poren (117) in dem Trägergewebe gebildet, wobei zur Bildung eines die miteinander in Verbindung stehenden Poren (117) aufweisenden semipermeablen Abschnitts der Membran über Wärme schmelzbare und nicht über Wärme schmelzbare Fasern gemischt werden, die Fasermischung in das Trägergewebe eingenäht wird und Wärme aufgebracht wird, um die über Wärme schmelzbaren Fasern zu schmelzen, die Leerräume in der Form von miteinander in Verbindung stehenden Poren (117) zurücklassen, und zwei sich in Längsrichtung der Membran (20) erstreckende Randabschnitte (20A,20B) gebildet werden, zwischen denen der semipermeable Abschnitt angeordnet ist,
- wobei die Membran (20) eine Dicke von weniger als 2,54 mm aufweist und der semipermeable Abschnitt eine Permeabilität aufweist, die größer als Null und kleiner als 0,025 m/s ist, wie durch das TAPPI-Testverfahren TIP 0404-20 gemessen.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nähschritt den Schritt umfasst, dass die Fasermischung in das Trägergewebe eingenäht wird, um in der Nähe der Oberfläche der Membran (20) eine Strömungswiderstandsschicht zu bilden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren den Schritt umfasst, dass durch den nicht die Fasermischung aufweisenden Rest des Trägergewebes eine Fluidverteilungsschicht in der Membran (20) definiert wird, die aus der Widerstandsschicht eine Fluidströmung aufnimmt und verteilt.
13. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei sich in Längsrichtung der Membran (20) erstreckenden Randabschnitte (20A,20B) undurchlässig gebildet werden.
14. Verfahren nach Anspruch 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildungsschritt die Schritte umfasst, dass sowohl die Strömungswiderstandsschicht als auch die Fluidverteilungsschicht gebildet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein permeables Trägergewebe bereitgestellt wird und die mehreren miteinander in Verbindung stehenden Poren in dem Trägergewebe gebildet

werden, wobei der Bildungsschritt den Schritt umfasst, dass Beschichtungslagen auf das Trägergewebe aufgebracht werden, bis die gewünschte Permeabilität erreicht ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Verfahren den Schritt umfasst, dass die Beschichtungsart verändert wird, um die Permeabilität einzustellen.
17. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Verfahren den Schritt umfasst, dass Luft in die Beschichtung hinein mitgerissen wird, um die Permeabilität einzustellen.
18. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Verfahren den Schritt umfasst, dass der Feststoffgehalt der Beschichtung eingestellt wird, um die Permeabilität einzustellen.

Claims

1. Process for dewatering a fibrous material web (12), in particular a paper or cardboard web, wherein the fibrous material web (12) is guided through a dewatering zone in which it is at least partially dewatered by applying a pressurized displacement fluid, in particular a displacement gas, and wherein the fibrous material web (12) is guided together with a porous membrane (20) through the dewatering zone and has the displacement fluid applied to it through the membrane (20), **characterized in that** as porous membrane (20) use is made of a membrane having a thickness of approximately 2.54 mm or less, and comprising a semipermeable formed fabric having a plurality of intercommunicating pores (117) and a permeability greater than zero and less than approximately 0.025 m/s as measured by TAPPI test method TIP 0404-20.
2. Process according to Claim 1, **characterized in that** the membrane (20) used is a membrane consisting of film material with through-holes.
3. Process according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the pressure of the displacement fluid applied to the membrane (20) is greater than ambient pressure.
4. Process according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the permeability is greater than zero and less than 0.01 m/s.
5. Process according to one of Claims 1 to 3, **character-**

ized in that the permeability is determined by at least one of the factors size, shape, frequency and pattern of a plurality of pores in the formed fabric.

6. Process according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the membrane (20) possesses a flow resistance layer near its surface.
7. Process according to Claim 6, **characterized in that** the membrane (20) comprises a fluid distribution layer adjacent to the flow resistance layer.
8. Process according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the membrane (20) comprises an abrasion-resistant surface.
9. Process according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the membrane has a void percentage of less than 40 percent.
10. Process according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the membrane (20) is produced according to a process comprising the steps of:

providing a carrier fabric which is permeable, and forming a plurality of intercommunicating pores (117) in the carrier fabric, wherein heat-fusible and non-heat-fusible fibres are blended to form a semipermeable membrane portion comprising the intercommunicating pores (117), the blend of fibres is needled into the carrier fabric and heat is applied to melt the heat-fusible fibres, which leave voids in the form of intercommunicating pores (117), and two edge portions (20A, 20B) extending in the longitudinal direction of the membrane (20) are formed, with the semipermeable portion disposed between them,

wherein the membrane (20) has a thickness of less than 2.54 mm and the semipermeable portion has a permeability which is greater than zero and less than 0.025 m/s as measured by TAPPI test method TIP 0404-20.

11. Process according to Claim 10, **characterized in that** the needling step comprises the step of needling the blend of fibres into the carrier fabric to form a flow resistance layer near the surface of the membrane (20).
12. Process according to Claim 11, **characterized in that** the process comprises the step of defining a fluid distribution layer in the membrane (20) by the rest of the carrier fabric not comprising the blend of fibres, said fluid distribution layer accepting and distributing a fluid flow from the resistance layer.

13. Process according to Claim 10, **characterized in that** the two edge portions (20A, 20B) which extend in the longitudinal direction of the membrane (20) are formed to be impermeable.
14. Process according to Claim 11 and 12, **characterized in that** the formation step comprises the steps of forming both the flow resistance layer and the fluid distribution layer.
15. Process according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** a permeable carrier fabric is provided and the plurality of intercommunicating pores are formed in the carrier fabric, wherein the formation step comprises the step of applying coating layers to the carrier fabric until the desired permeability is reached.
16. Process according to Claim 15, **characterized in that** the process comprises the step of varying the coating type to adjust the permeability.
17. Process according to Claim 15, **characterized in that** the process comprises the step of entraining air into the coating to adjust the permeability.
18. Process according to Claim 15, **characterized in that** the process comprises the step of adjusting the solids content of the coating to adjust the permeability.

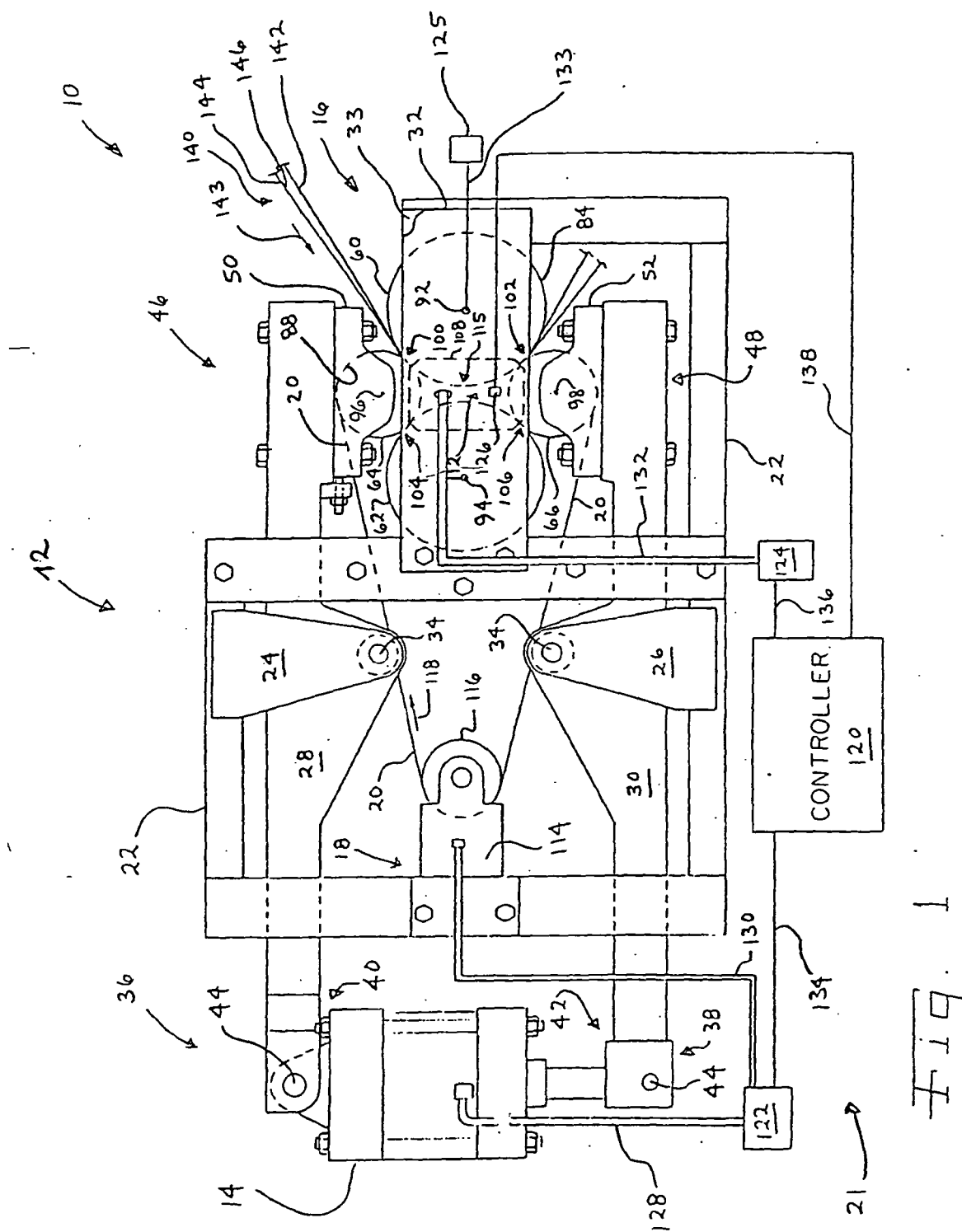
Revendications

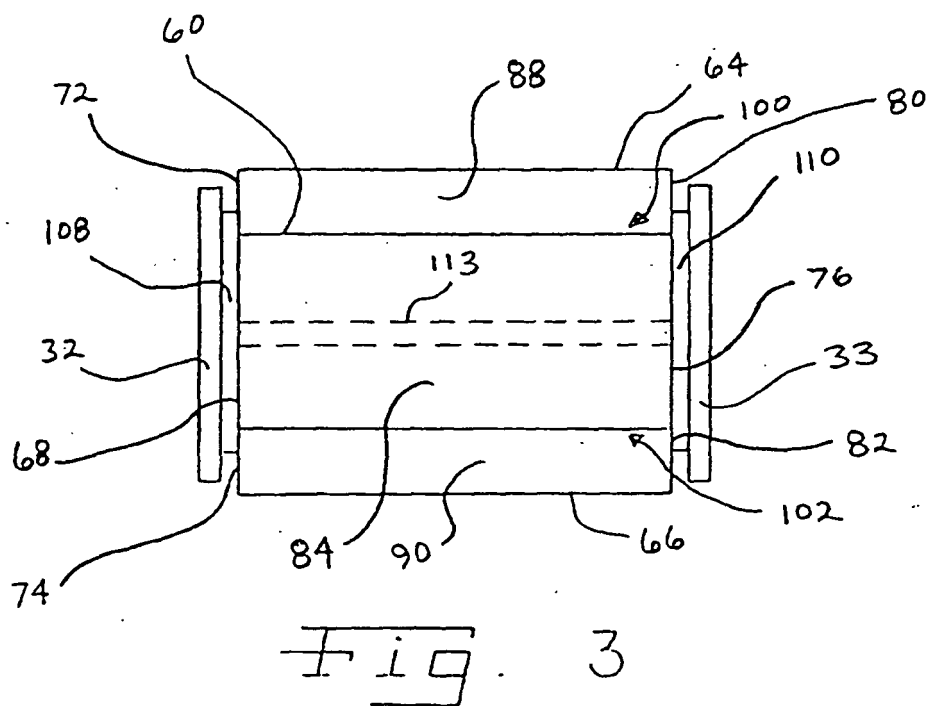
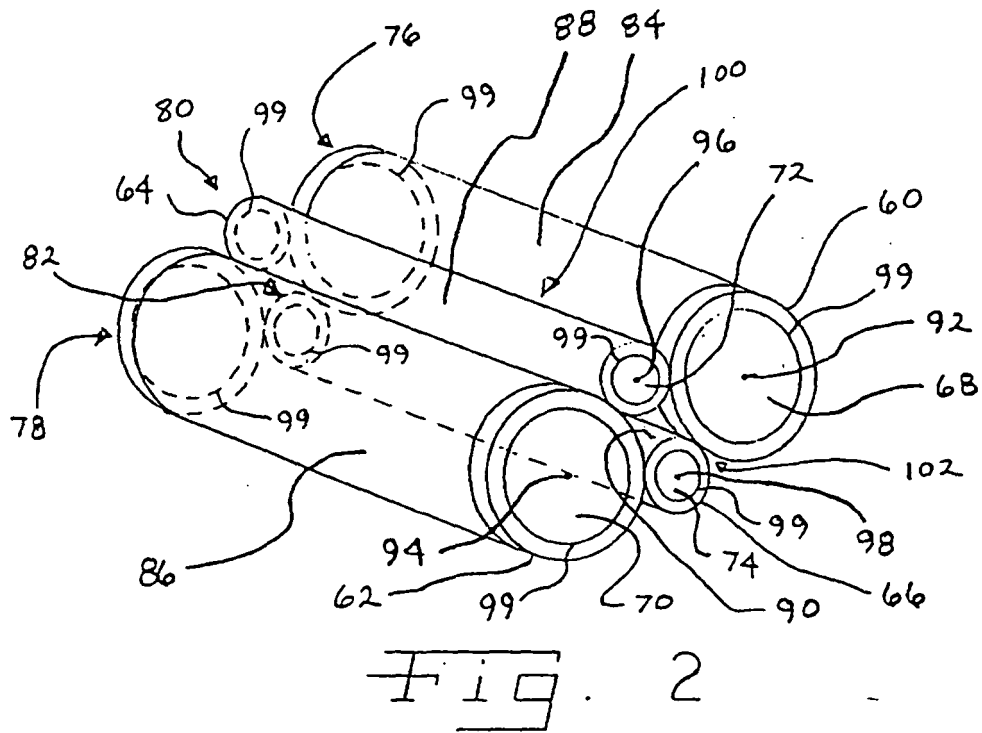
1. Procédé pour la déshydratation d'une nappe fibreuse (12), notamment d'une nappe de papier ou de carton, dans lequel la nappe fibreuse (12) est guidée à travers une zone de déshydratation dans laquelle elle est déshydratée au moins en partie par une sollicitation avec un fluide de déplacement sous pression, en particulier du gaz de déplacement, et dans lequel la nappe fibreuse (12) est guidée conjointement avec une membrane poreuse (20) à travers la zone de déshydratation et est sollicitée à travers la membrane (20) par le fluide de déplacement, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme membrane poreuse (20) une membrane dont l'épaisseur est d'environ 2,54 mm ou moins, et qui comprend une toile de formation avec plusieurs pores (117) connectés les uns aux autres, qui présente une perméabilité qui est supérieure à zéro et inférieure à environ 0,025 m/s, telle que mesurée par le procédé de test TAPPI TIP 0404-20.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme membrane (20) une membrane constitué de matériau en feuille avec des trous de

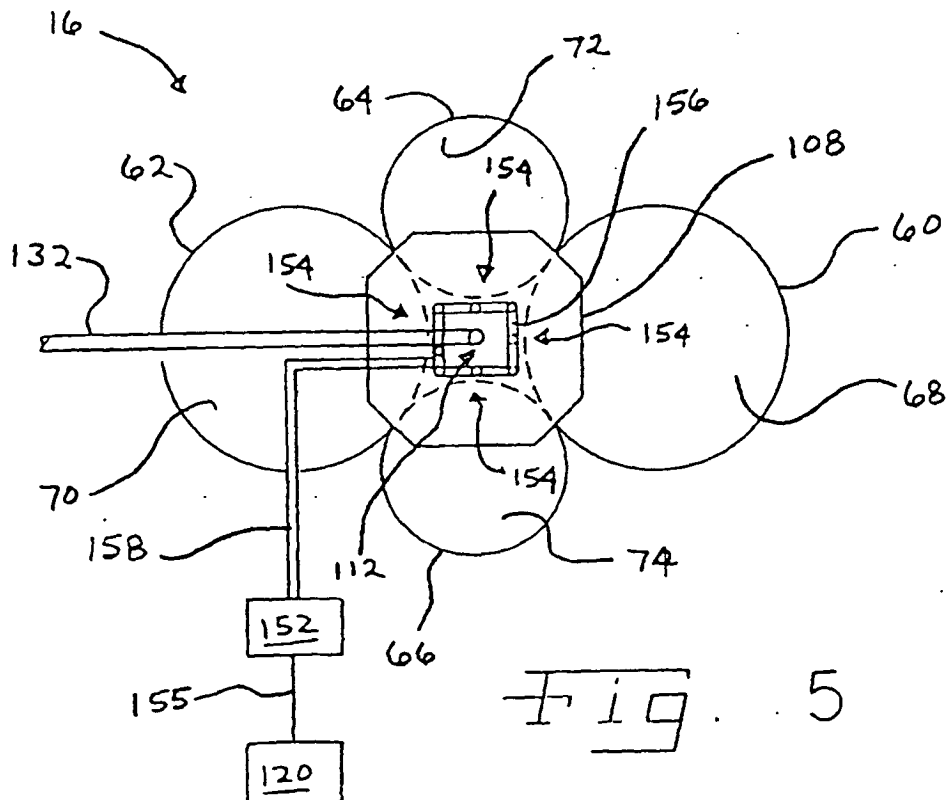
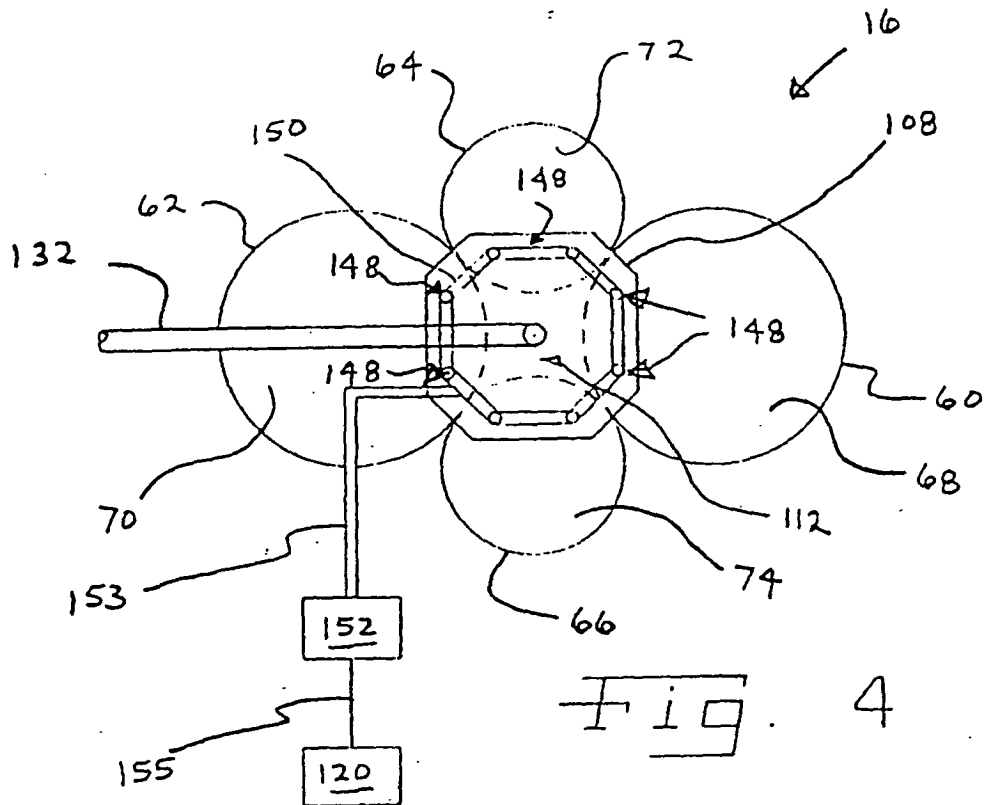
passage.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la pression du fluide de déplacement sollicitant la membrane (20) est supérieure à la pression de l'environnement.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la perméabilité est supérieure à zéro et inférieure à 0,01 m/s.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la perméabilité est déterminée par au moins un facteur parmi les facteurs de taille, de forme, de fréquence et de motif d'une pluralité de pores dans la toile de formation.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la membrane (20) possède une couche résistant à l'écoulement à proximité de sa surface.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la membrane (20) comprend une couche de répartition de fluide à côté de la couche résistant à l'écoulement.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la membrane (20) comprend une surface résistant à l'abrasion.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le pourcentage d'espace vide de la membrane est inférieur à 40 pour cent.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la membrane (20) est fabriquée selon un procédé qui comprend les étapes suivantes :
- on fournit une toile de support qui est perméable et on forme plusieurs pores (117) connectés les uns aux autres dans la toile de support, pour la formation d'une portion semi-perméable de la membrane présentant les pores (117) connectés les uns aux autres on mélange des fibres

- thermofusibles et des fibres non thermofusibles, le mélange de fibres est cousu dans la toile de support et on applique de la chaleur afin de faire fondre les fibres thermofusibles en laissant les espaces vides en forme de pores (117) connectés les uns aux autres, et on forme deux portions de bord (20A, 20B) s'étendant dans la direction longitudinale de la membrane (20), entre lesquelles la section semi-perméable est disposée, la membrane (20) présentant une épaisseur inférieure à 2,54 mm et la section semi-perméable présentant une perméabilité supérieure à zéro et inférieure à 0,025 m/s, telle que mesurée par le procédé de test TAPPI TIP 0404-20.
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'étape de couture comprend l'étape consistant à coudre le mélange de fibres dans la toile de support afin de former à proximité de la surface de la membrane (20) une couche résistant à l'écoulement.
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le procédé comprend l'étape consistant à définir une couche de répartition de fluide dans la membrane (20) par le reste de la toile de support ne présentant pas le mélange de fibres, ladite couche recevant un écoulement de fluide de la couche résistant à l'écoulement et le répartissant.
13. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les portions de bord (20A, 20B) s'étendant dans la direction longitudinale de la membrane (20) sont formées de manière imperméable.
14. Procédé selon les revendications 11 et 12, **caractérisé en ce que** l'étape de formation comprend les étapes consistant à former à la fois la couche résistant à l'écoulement et la couche de répartition de fluide.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on fournit une toile de support perméable et la pluralité de pores connectés les uns aux autres est formée dans la toile de support, l'étape de formation comprenant l'étape consistant à appliquer des couches de revêtement sur la toile de support jusqu'à ce que l'on ait atteint la perméabilité souhaitée.
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le procédé comprend l'étape consistant à modifier le type de revêtement afin d'ajuster la perméabilité.
17. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le procédé comprend l'étape consistant à entraîner de l'air à l'intérieur du revêtement afin d'ajuster la perméabilité.
18. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le procédé comprend l'étape consistant à ajuster la teneur en matières solides du revêtement afin d'ajuster la perméabilité.







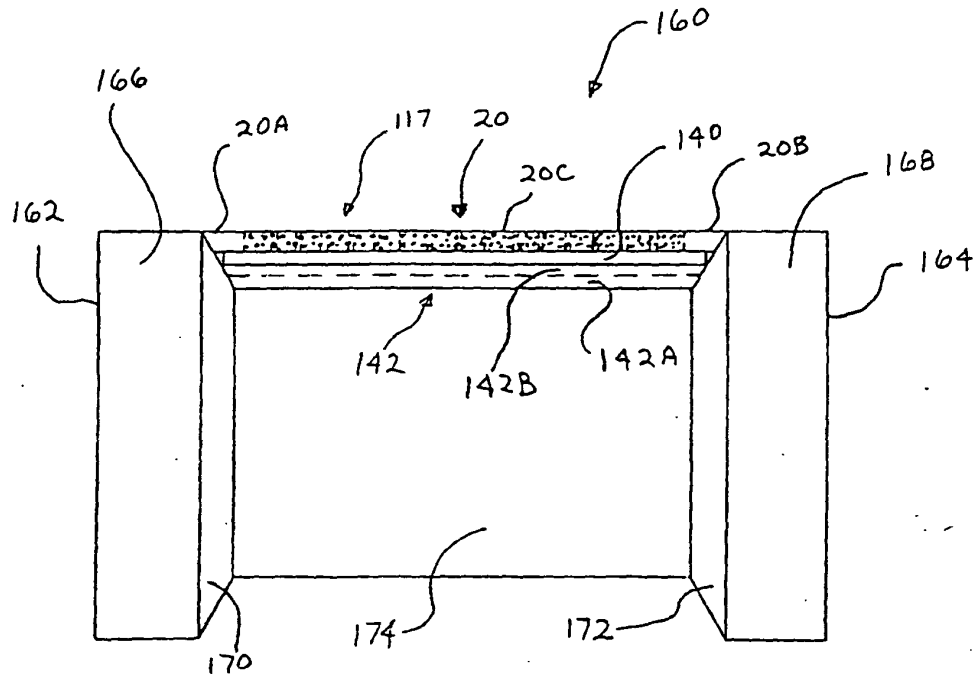


Fig. 6

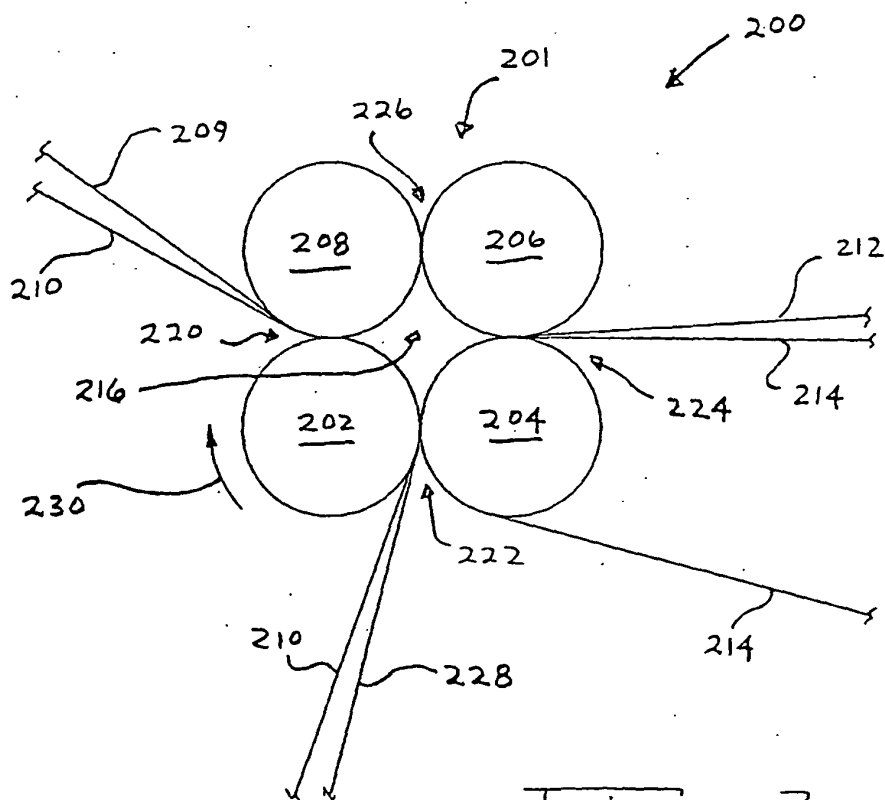


Fig. 7

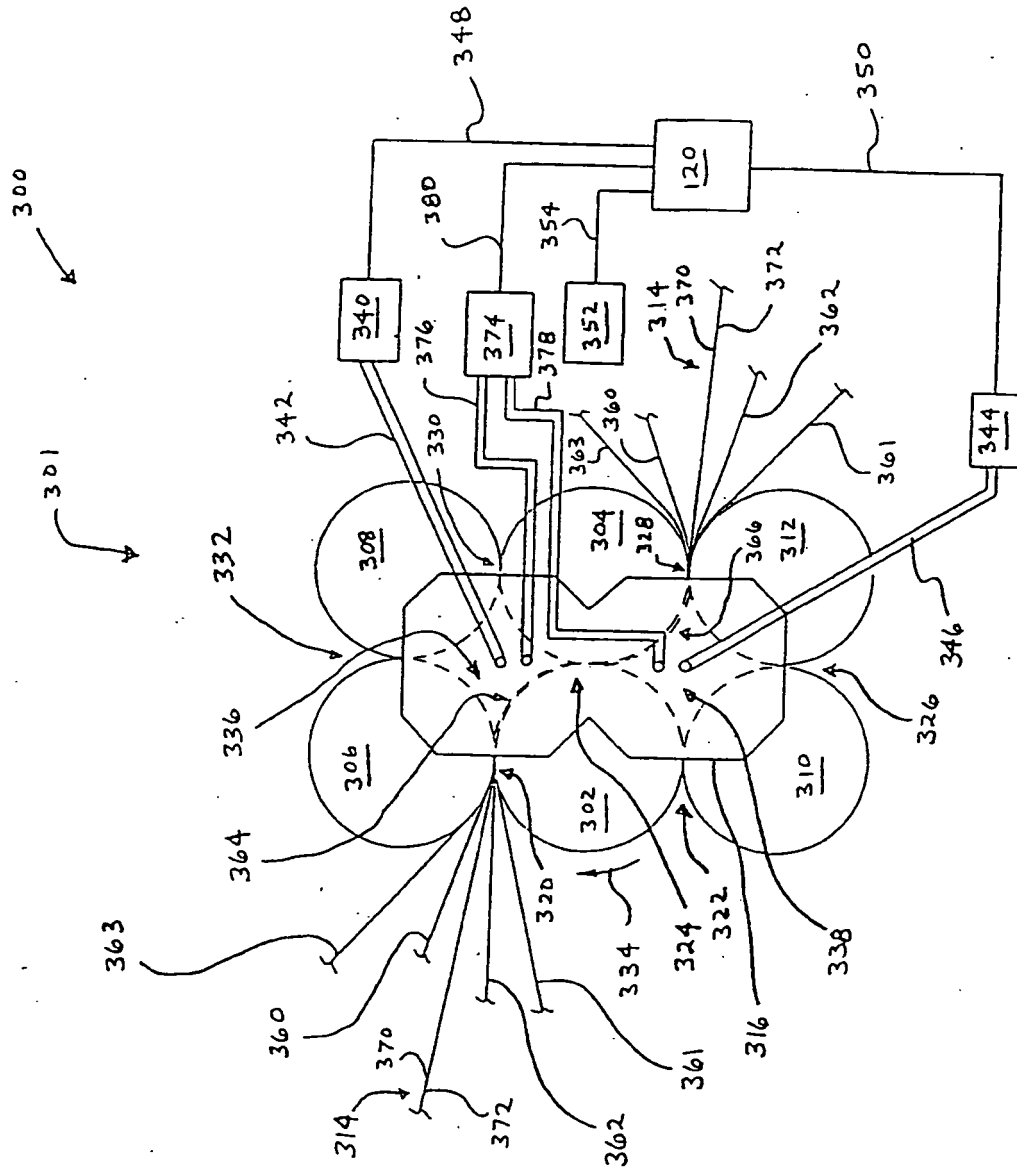


Fig. 8

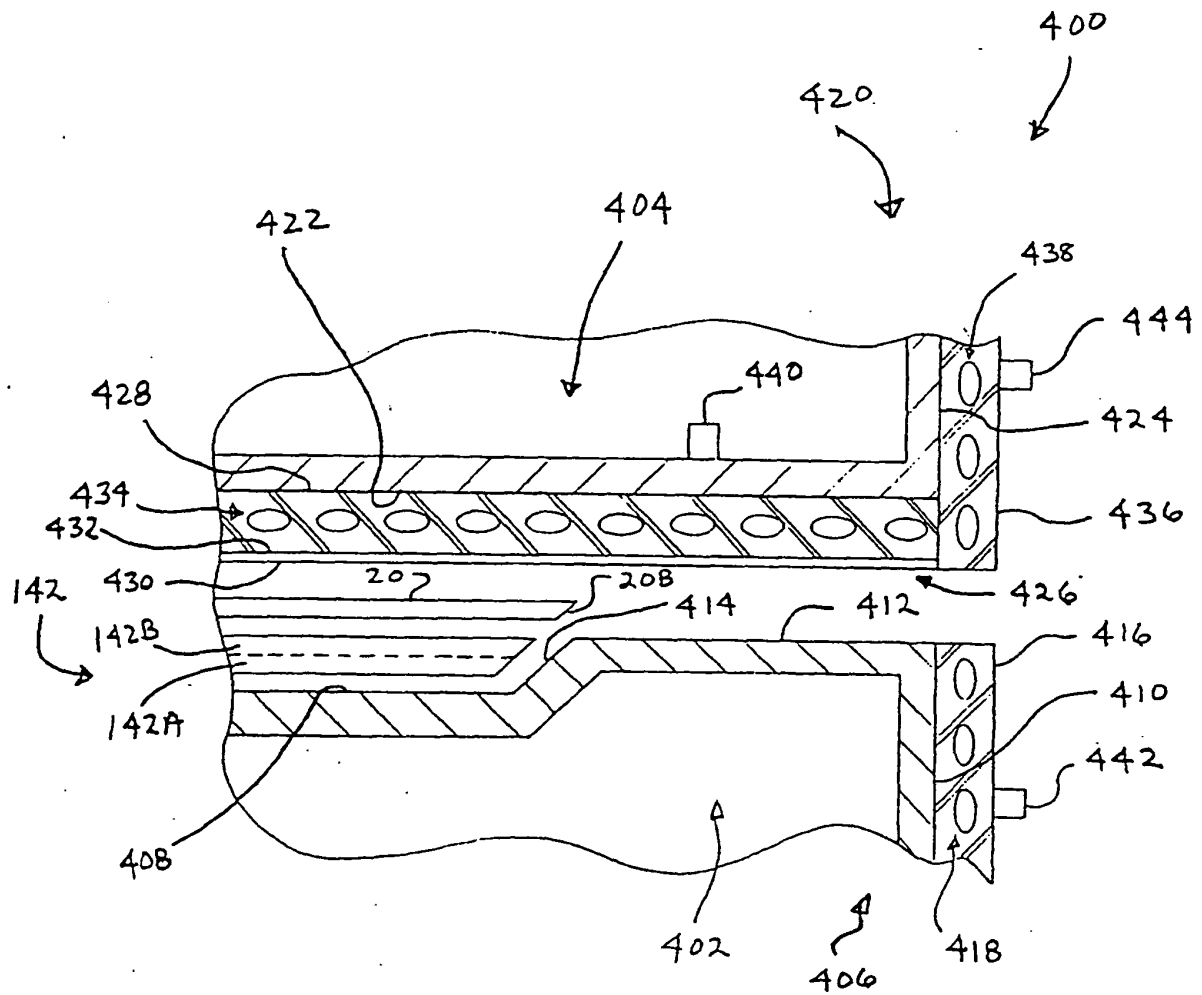


Fig. 9

FIG. 10

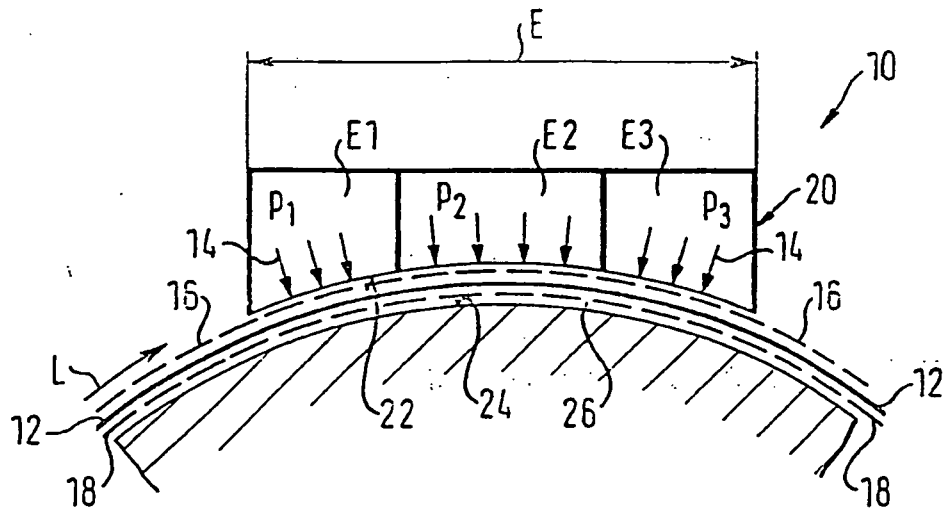


FIG. 11

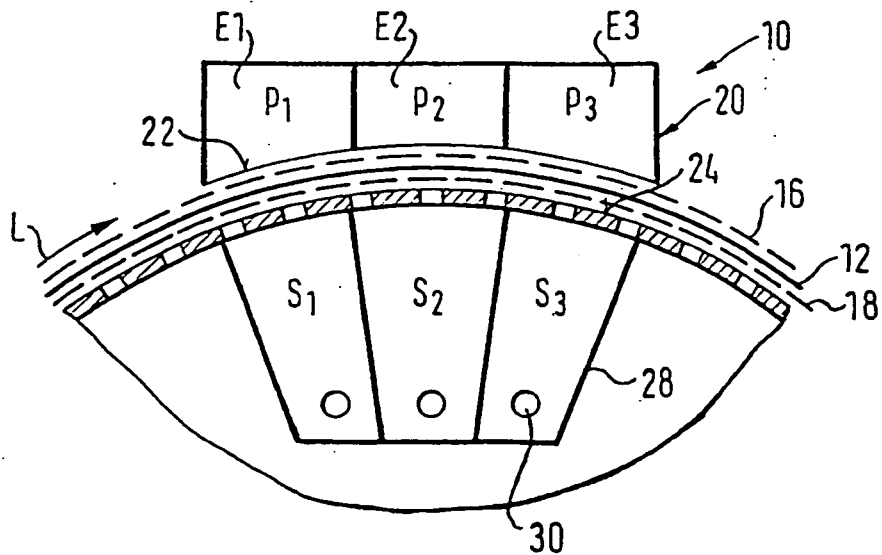


FIG. 12

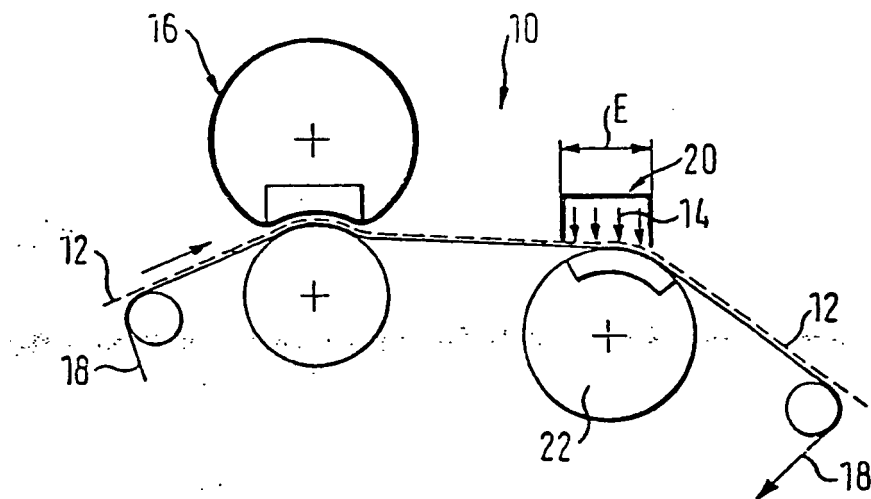


FIG. 13

