

(19)



(11)

EP 2 396 468 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.07.2016 Patentblatt 2016/28

(51) Int Cl.:
D21F 3/02 ^(2006.01) **D21F 5/18** ^(2006.01)
D21F 5/20 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10701524.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/050895

(22) Anmeldetag: **27.01.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/091950 (19.08.2010 Gazette 2010/33)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR TROCKNUNG EINER FASERSTOFFBAHN**

METHOD AND DEVICE FOR DRYING A FIBROUS WEB

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR SÉCHER UNE BANDE DE MATIÈRE FIBREUSE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **11.02.2009 DE 102009000753**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.12.2011 Patentblatt 2011/51

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

(72) Erfinder:
• **SCHERB, Thomas**
05707-001 Sao Paulo - SP (BR)
• **BOECHAT, Joao Victor**
AP84B Sao Paulo (BR)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 079 189 EP-A1- 1 959 053
WO-A1-2009/117751 WO-A2-03/078728
DE-A1- 3 501 584

EP 2 396 468 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trocknung einer Faserstoffbahn, insbesondere Karton-, Papier- oder Tissuebahn, bei dem die laufende Faserstoffbahn im Bereich einer vorangehenden Trocknungszone mit Dampf sowie mit heißer, feuchter Luft beaufschlagt und im Anschluss an die vorangehende Trocknungszone einer nachgeordneten Trocknungszone zugeführt wird, die einen Trockenzylinder, insbesondere Yankee-Zylinder, sowie eine diesem zugeordnete Haube umfasst. Sie betrifft ferner eine Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, insbesondere Papier-, Karton- oder Tissuebahn, der im Oberbegriff des Anspruchs 8 angegebenen Art.

[0002] In der US 7 351 307 B2 und WO 2008/077874 ist bereits ein Verfahren beschrieben, das der Herstellung einer voluminösen Tissuebahn dient und bei dem eine so genannte Bandpresse in Verbindung mit einer Heißlufthaube und einer Dampfbeaufschlagung zur Entwässerung der Faserstoffbahn bis zu einem bestimmten Trockengehalt eingesetzt wird. Insbesondere für solche Tissue-Maschinen ist es wichtig, den Energieverbrauch insbesondere während des Trocknungsprozesses zur Erzielung eines vorgebbaren Trockengehalts zu reduzieren. Zudem besteht ein Bedarf an einer Erhöhung des Trockengehalts bei möglichst geringem Energieaufwand.

[0003] Beispielsweise aus der EP 1 959 053 A1 ist auch bereits bekannt, Abluft der einem Yankee-Zylinder zugeordneten Haube der Heißlufthaube einer Bandpresse zuzuführen.

[0004] Das Dokument WO 2009/117751 A1 offenbart eine Trocknungsvorrichtung für bewegte Materialbahnen mit zumindest zwei aufeinander folgenden Trockengruppen mit jeweils mehreren heizbaren Trockenzylindern. Dabei handelt es sich bei den Trockenzylindern der ersten Trockengruppe um dampfbeheizte Trockenzylinder, wobei für den Dampf ein erster Wärmekreislauf vorgesehen ist. Die Trockenzylinder einer zweiten Trockengruppe werden durch die Verbrennung eines brennbaren Energieträgers beheizt und weisen eine Ableitung für die Abwärme auf. Es ist ein erster Wärmetauscher vorgesehen der den ersten Wärmekreislauf und die Ableitung für die Abwärme koppelt.

[0005] Das Dokument WO 031078728 A2 beschreibt Trocknungsvorrichtung mit mindestens einer Trockenzylindergruppe und mindestens eine Impingement-Trocknungseinheit, sowie eine Verbrennungsturbine. Die Verbrennungsgase der Verbrennungsturbine werden zumindest in die Impingement-Trocknungseinheit als Impingement-Luft geführt.

[0006] Bei den einen Yankee-Zylinder mit zugeordneter Trocknungshaube bzw. eine Bandpresse umfassenden Trocknungseinheiten wird sehr viel Dampf verbraucht. Die damit einhergehenden Energiekosten führen zu entsprechend höheren Kosten der Papierherstellung. Bisher wurde die einen hohen Energiegehalt aufweisende Abluft der dem Yankee-Zylinder zugeordneten Haube hauptsächlich dazu benutzt, die Haubenverbrennungsluft für den Yankee-Trockner und in der Papiermaschine eingesetztes Wasser vorzuheizen.

[0007] Die auf einer Bandpresse basierende Technologie bringt einen im Vergleich zu herkömmlichen Tissue-Maschinen noch höheren Dampfverbrauch mit sich, was insgesamt zu einer negativen Energiebilanz führt.

[0008] Für diese auf einer Bandpresse basierende Technologie wird als weitere Energie heiße, feuchte Luft benötigt, wofür bisher Abluft aus der dem Yankee-Zylinder zugeordneten Haube verwendet wurde. Dabei war es bisher erforderlich, die Abluft aus der Yankee-Haube mit Frischluft zu mischen, um die Temperatur der der Bandpresse zugeführten Luft auf den in dieser Bandpresse erforderlichen Wert zu verringern, womit jedoch auch die Feuchte und Enthalpie der Heizluft herabgesetzt wurden. Die Temperatur der Abluft der Yankee-Haube ist regelmäßig höher als die Temperatur, bei der die Bandpresse arbeiten kann.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren sowie eine verbesserte Vorrichtung bzw. Maschine der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen der Trocknungsprozess insbesondere im Hinblick auf den Energiebedarf für die Entwässerung der Faserstoffbahn weiter optimiert ist. Dabei soll der Trocknungsprozess insbesondere bei einer kombinierten Trocknung in einer Bandpresse und einer darauf folgenden, einen Yankee-Zylinder mit zugeordneter Trocknungshaube umfassenden Trocknungseinheit entsprechend optimiert werden.

[0010] Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der dem Trockenzylinder der nachgeordneten Trocknungszone zugeordneten Haube Heißluft, insbesondere Abluft, entnommen wird, dass zur Erzeugung wenigstens eines Teils des Dampfes für die vorangehende Trocknungszone mittels eines ersten Wärmetauschers im Trockenzylinder der nachgeordneten Trocknungszone anfallendes Kondensat und/oder Frischwasser durch die der Haube entnommene Heißluft erhitzt wird.

[0011] In einer vorteilhaften praktischen Ausführung wird zur Erzeugung wenigstens eines Teils der heißen, feuchten Luft für die vorangehende Trocknungszone die der Haube entnommene, durch den ersten Wärmetauscher hindurch geführte Heißluft der vorangehenden Trocknungszone zugeführt.

[0012] Aufgrund dieser Ausbildung wird der verbrauchte Dampf aus dem Dampferzeuger deutlich verringert, wodurch entsprechend der Gesamtenergieverbrauch reduziert wird. Dabei wird insbesondere Wärme zur Erzeugung von Dampf zurückgewonnen, der dann im Papierherstellungsprozess weiter verwendet wird. Es wird die Energie genutzt, die aufgrund des Enthalpie-Abfalls der Abluft der dem Trockenzylinder bzw. Yankee-Zylinder zugeordneten Haube frei wird. Dabei wird zum einen Dampf erzeugt. Zum anderen wird die aus dem Wärmetauscher wieder austretende Heißluft geringerer Temperatur im Papierherstellungsprozess weiter verwendet, wobei der erzeugte Dampf sowie die auf eine geringere Temperatur abgekühlte Heißluft insbesondere in einer Bandpresse weiter verwendet werden können.

[0013] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird aus dem zugeführten Kondensat und/oder Frischwasser unmittelbar mittels des ersten Wärmetauschers Dampf erzeugt und dieser Dampf der vorangehenden Trocknungszone zugeführt.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften alternativen Ausgestaltung wird mittels des ersten Wärmetauschers das Kondensat und/oder Frischwasser zunächst erhitzt. Im Anschluss an diesen ersten Wärmetauscher wird das erhitze Kondensat und/oder Frischwasser dann einer Entspannungsverdampfungseinrichtung zugeführt, wobei dann der durch die Entspannungsverdampfung erzeugte Dampf der vorangehenden Trocknungszone zugeführt wird.

[0015] Zweckmäßigerweise wird bei der Entspannungsverdampfung anfallendes Kondensat zum ersten Wärmetauscher zurückgeführt und in diesem zusammen mit dem im Trockenzyylinder der nachgeordneten Trocknungszone anfallenden Kondensat und/oder dem Frischwasser durch die der Haube entnommene Heißluft erhitzt.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mittels eines zweiten Wärmetauschers durch die der Haube entnommene Heißluft Frischluft erhitzt und die so erhitze Frischluft der dem Trockenzyylinder der nachgeordneten Trocknungszone zugeordneten Haube als Verbrennungsluft und/oder make-up Luft zugeführt. Unter "make-up Luft" ist beispielsweise Luft zum Vorwärmen der Trocknungszone und/oder des Trocknungssystems zu verstehen. Ein Vorwärmen wird beispielsweise beim Anfahren der Tissuemaschine durchgeführt.

[0017] Die entnommene Heißluft kann vorteilhafterweise zunächst durch den zur Erhitzung des Kondensats und/oder Frischwassers vorgesehenen ersten Wärmetauscher und anschließend durch den zur Erhitzung der Frischluft vorgesehenen zweiten Wärmetauscher hindurchgeführt werden, bevor sie der vorangehenden Trocknungszone zugeführt wird.

[0018] Gemäß einer zweckmäßigen alternativen Ausgestaltung ist es jedoch auch möglich, die der Haube entnommene Heißluft zunächst durch den zur Erhitzung der Frischluft vorgesehenen zweiten Wärmetauscher und anschließend durch den zur Erhitzung des Kondensats und/oder Frischwassers vorgesehenen ersten Wärmetauscher hindurchzuführen, bevor sie der vorangehenden Trocknungszone zugeführt wird.

[0019] Die erfindungsgemäße Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, insbesondere Karton-, Papier- oder Tissuebahn, zeichnet sich entsprechend dadurch aus, dass zur Erzeugung wenigstens eines Teils des Dampfes für die vorangehende Trocknungszone ein erster Wärmetauscher vorgesehen ist, dem Heißluft, insbesondere Abluft, aus der dem Trockenzyylinder der nachgeordneten Trocknungszone zugeordneten Haube zugeführt ist, um durch diese der Haube entnommene Heißluft im Trockenzyylinder der nachgeordneten Trocknungszone anfallendes Kondensat und/oder Frischwasser zu erhitzen.

[0020] In einer vorteilhaften praktischen Ausführung ist zur Erzeugung wenigstens eines Teils der heißen, feuchten Luft für die vorangehende Trocknungszone die der Haube entnommene, durch den ersten Wärmetauscher hindurchgeführte Heißluft der vorangehenden Trocknungszone zugeführt.

[0021] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Maschine umfasst die vorangehende Trocknungszone eine besaugte Einrichtung, insbesondere Saugwalze, über die die Faserstoffbahn zusammen mit wenigstens einem permeablen Band, insbesondere strukturierten Band oder TAD-Band (TAD = Through Air Drying) geführt ist, wobei zunächst das permeable Band und anschließend die Faserstoffbahn von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden.

[0022] Dabei ist die Faserstoffbahn vorteilhafterweise von wenigstens einem weiteren permeablen Band, insbesondere Pressband, überdeckt, wobei zunächst das weitere permeable Band bzw. Pressband, anschließend das erste permeable Band bzw. Strukturband und anschließend die Faserstoffbahn von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden. Dabei ergibt sich bei der Verwendung eines Pressbandes eine Art Bandpresse, bei der zusätzlich zu dem mechanischen Druck insbesondere eine kombinierte Heißluft- und Dampftrocknung angewandt wird.

[0023] Zusammen mit der Faserstoffbahn kann zusätzlich ein Entwässerungsband, insbesondere Filzband, über die besaugte Einrichtung bzw. Saugwalze geführt sein, wobei zunächst das weitere permeable Band bzw. Pressband, soweit vorhanden, anschließend das erste permeable Band bzw. Strukturband und die Faserstoffbahn und schließlich das zusätzliche Entwässerungsband von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden.

[0024] Der vorangehenden Trocknungszone kann beispielsweise unmittelbar mittels des ersten Wärmetauschers aus dem zugeführten Kondensat und/oder Frischwasser erzeugter Dampf zugeführt sein.

[0025] Wie bereits erwähnt, ist es jedoch auch denkbar, das Kondensat und/oder Frischwasser mittels des ersten Wärmetauschers zunächst nur zu erhitzen und das mittels dieses ersten Wärmetauschers erhitze Kondensat und/oder Frischwasser einer Entspannungsverdampfungseinrichtung zuzuführen. In diesem Fall wird der durch die Entspannungsverdampfung erzeugte Dampf der vorangehenden Trocknungszone zugeführt.

[0026] Das entsprechende Verdampfungssystem kann insbesondere auch eine oder mehrere Pumpen zur Zirkulation des Wassers umfassen. Mit diesen Pumpen kann insbesondere erreicht werden, dass das innerhalb des ersten Wärmetauschers zirkulierende Wasser einen erhöhten Druck besitzt, wobei dieser Druck insbesondere in einem Bereich von etwa 3 bis etwa 20 bar liegen kann. Das Wasser absorbiert Wärme von der durch den Wärmetauscher hindurchgeführten Luft und wird dann entspannt.

[0027] Bei der dabei erfolgenden Entspannungsverdampfung wird der Wasserdruck herabgesetzt, wodurch Dampf

erzeugt wird. Das Wasser mit höherem Druck verdampft bei einer höheren Temperatur. Wird das Wasser bei einem höheren Druck gehalten, so kann dessen Temperatur ohne Verdampfung erhöht werden. Wird der Druck dann auf einen Wert herabgesetzt, der eine Siedetemperatur unterhalb der vorangehenden Temperatur besitzt, so beginnt der Entspannungsprozess automatisch.

[0028] Der erzeugte Dampf kann in einer geeigneten Kammer abgeschieden und für den weiteren Trocknungsprozess insbesondere bei der Tissue-Herstellung genutzt werden.

[0029] Vorteilhafterweise ist ein zweiter Wärmetauscher vorgesehen, um durch die der Haube entnommene Heißluft Frischluft zu erhitzen, wobei die so erhitze Frischluft der dem Trockenzylinder der nachgeordneten Trocknungszone zugeordneten Haube als Verbrennungsluft und/oder make-up Luft zugeführt wird. Wie schon erwähnt, ist unter "make-up Luft" Luft beispielsweise zum Vorwärmen der Trocknungszone und/oder des Trocknungssystems zu verstehen. Ein Vorwärmen wird beispielsweise beim Anfahren der Tissuemaschine durchgeführt.

[0030] Die vorliegende Erfindung bringt insbesondere Vorteile im Hinblick auf den Dampfverbrauch und insbesondere bei dem Einsatz eines Yankee-Trockners und/oder einer Bandpresse mit sich. Die erzeugte Dampfmenge hängt von solchen Bedingungen wie insbesondere Luftmassenstrom, Lufttemperatur und Feuchte, dem Umstand, ob ein Luft/Luft-Wärmetauscher vorgesehen ist oder nicht, usw. ab.

[0031] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn zumindest ein Wärmetauscher mit einem vorzugsweise durchfluss-regulierten Bypass für die der Haube entnommene Heißluft versehen ist.

[0032] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Flussbild einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmerückgewinnungssystems,

Fig. 2 ein schematisches Flussbild einer weiteren Ausführungsform des Wärmerückgewinnungssystems,

Fig. 3 ein schematisches Flussbild einer weiteren Ausführungsform des Wärmerückgewinnungssystems mit einer Entspannungsverdampfungseinrichtung,

Fig. 4 ein schematisches Flussbild einer weiteren, eine Entspannungsverdampfungseinrichtung umfassenden Ausführungsform des Wärmerückgewinnungssystems und

Fig. 5 ein schematisches Flussbild einer weiteren, eine Entspannungsverdampfungseinrichtung umfassenden Ausführungsform des Wärmerückgewinnungssystems.

[0033] Fig. 1 zeigt ein schematisches Flussbild einer ersten beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmerückgewinnungssystems einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, bei der es sich insbesondere um eine Karton-, Papier- oder Tissuebahn handeln kann.

[0034] Dabei wird die laufende Faserstoffbahn zunächst im Bereich einer vorangehenden Trocknungszone 10 mit Dampf sowie mit heißer, feuchter Luft beaufschlagt. Im Anschluss darin wird die Faserstoffbahn einer nachgeordneten Trocknungszone 12 zugeführt.

[0035] Dabei kann die vorangehende Trocknungszone 10 insbesondere eine besaugte Einrichtung 42, vorzugsweise Saugwalze, umfassen, über die die Faserstoffbahn zusammen mit wenigstens einem permeablen Band, insbesondere strukturierten Band oder TAD-Band, geführt ist, wobei zunächst das permeable Band und anschließend die Faserstoffbahn von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden.

[0036] Die Faserstoffbahn kann zudem von wenigstens einem weiteren permeablen Band, insbesondere Pressband, überdeckt sein, wobei in diesem Fall zunächst das weitere permeable Band bzw. Pressband, anschließend das erste permeable Band bzw. Strukturband und anschließend die Faserstoffbahn von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden. Dabei ergibt sich bei der Verwendung eines Pressbandes eine Art Bandpresse, bei der zusätzlich zu dem mechanischen Druck insbesondere die kombinierte Heißluft- und Dampftrocknung erfolgt.

[0037] Zusammen mit der Faserstoffbahn kann zusätzlich insbesondere auch ein Entwässerungsband, insbesondere Filzband, über die besaugte Einrichtung 42 geführt sein, wobei zunächst das weitere permeable Band bzw. Pressband, sofern vorhanden, anschließend das erste permeable Band bzw. Strukturband und die Faserstoffbahn und anschließend das zusätzliche Entwässerungsband von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden.

[0038] Die nachgeordnete Trocknungszone 12 kann insbesondere einen Trockenzylinder 14, insbesondere Yankee-Zylinder, sowie eine diesem zugeordnete Haube 16 umfassen, bei der es sich insbesondere um eine Heißlufthaube handeln kann.

[0039] Der dem Trockenzylinder 14 zugeordneten Haube 16 wird Heißluft 18, insbesondere Abluft, entnommen. Zur Erzeugung wenigstens eines Teils des Dampfes für die vorangehende Trocknungszone 10 wird mittels eines ersten

Wärmetauschers 20 im Trockenzyylinder 14 der nachgeordneten Trocknungszone 12 anfallendes Kondensat 22 und/oder Frischwasser durch die der Haube 16 entnommene Heißluft 18 erhitzt.

[0040] Zur Erzeugung wenigstens eines Teils der heißen, feuchten Luft für die vorangehende Trocknungszone 10 wird die der Haube 16 entnommene, durch den ersten Wärmetauscher 20 hindurch geführte Heißluft 18 der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführt. Da die Heißluft 18 Wärme an das Kondensat 22 bzw. Frischwasser abgibt, wird deren Temperatur herabgesetzt, so dass die schließlich der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführte feuchte Heißluft 18' eine für die spezielle Trocknung in dieser Trocknungszone 10 geeignete Temperatur besitzt. So kann die dem Wärmetauscher 20 zugeführte Heißluft, 18 beispielsweise eine Temperatur im Bereich von 360°C und die schließlich der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführte feuchte Heißluft 18' eine Temperatur im Bereich von 200°C besitzen. Das den Wärmetauscher 20 zugeführte Kondensat 22 kann beispielsweise eine Temperatur im Bereich von 165°C aufweisen.

[0041] Im vorliegenden Fall wird aus dem zugeführten Kondensat 22 und/oder Frischwasser unmittelbar mittels des ersten Wärmetauschers 20 Dampf 24 erzeugt, der dann der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführt wird.

[0042] Wie anhand der Fig. 1 zu erkennen ist, kann zudem ein Dampfabscheider 26 vorgesehen sein, der zwischen dem Zylinder 14 und einer Pumpe 28 angeordnet ist, über die dem Wärmetauscher 20 das Kondensat 22 zugeführt wird. Zudem ist in dieser Fig. 1 auch ein Dampferzeuger 30 zu erkennen.

[0043] Bei dem Wärmetauscher 20 handelt es sich um einen Luft/Wasser-Wärmetauscher.

[0044] Fig. 2 zeigt ein schematisches Flussbild einer weiteren Ausführungsform des Wärmerückgewinnungssystems, die sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 1 im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass mittels eines zweiten Wärmetauschers 32 durch die der Haube 16 entnommene Heißluft 18 Frischluft 34 erhitzt und die so erhitzte Frischluft 34' der dem Trockenzyylinder 14 der nachgeordneten Trocknungszone 12 zugeordneten Haube 16 als Verbrennungsluft zugeführt wird. Bei dem zweiten Wärmetauscher 32 handelt es sich also um einen Luft/Luft-Wärmetauscher.

[0045] Dabei wird im vorliegenden Fall die der Haube 16 entnommene Heißluft 18 zunächst durch den zur Erhitzung der Frischluft 34 vorgesehenen zweiten Wärmetauscher 32 und anschließend durch den zur Erhitzung des Kondensats 22 und Frischwassers vorgesehenen ersten Wärmetauscher 20 hindurchgeführt, bevor sie der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführt wird.

[0046] Grundsätzlich ist jedoch beispielsweise auch eine solche Ausführung denkbar, bei der die entnommene Heißluft 18 zunächst durch den zur Erhitzung des Kondensats 22 und/oder Frischwassers vorgesehenen ersten Wärmetauscher 20 und anschließend durch den zur Erhitzung der Frischluft 34 vorgesehenen zweiten Wärmetauscher 32 hindurchgeführt wird, bevor sie der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführt wird.

[0047] Im Übrigen besitzt diese Ausführungsform zumindest im Wesentlichen den gleichen Aufbau wie die der Fig. 1, wobei einander entsprechenden Teilen gleiche Bezugszeichen zugeordnet sind.

[0048] Fig. 3 zeigt ein schematisches Flussbild einer weiteren Ausführungsform des Wärmerückgewinnungssystems, das sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 1 im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass das Kondensat 22 und/oder Frischwasser durch den ersten Wärmetauscher 20 unter erhöhtem Druck, der beispielsweise in einem Bereich von etwa 3 bis etwa 20 bar liegt, unter erhöhtem Druck erhitzt wird und das mittels dieses ersten Wärmetauschers 20 erhitzte, unter erhöhtem Druck stehende Kondensat 22 und/oder Frischwasser im Anschluss daran einer Entspannungsverdampfungseinrichtung 36 zugeführt wird. In diesem Fall wird also der durch die Entspannungsverdampfung (Flashing) erzeugte Dampf 24, der einem im Vergleich zum zugeführten erhitzten Kondensat 22 bzw. Frischwasser geringeren Druck besitzt, der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführt.

[0049] Der Wärmetauscher 20 kann mit einem vorzugsweise durchflussregulierbaren Bypass 38 für die der Haube 16 entnommene Heißluft 18 versehen sein. Dadurch erhält man eine größere Flexibilität im Hinblick auf die Menge des für die vorangehende Trocknungszone 10 erzeugten Dampfes, ein Vorheizen der Verbrennungsluft (vgl. z.B. Fig. 4) oder sogar eine Erhöhung der Temperatur in der der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeordneten Trocknungs- oder Heißlufthaube 40.

[0050] Wie anhand der Fig. 3 zu erkennen ist, kann bei der Entspannungsverdampfung anfallendes Kondensat 22' zum ersten Wärmetauscher 20 zurückgeführt und in diesem zusammen mit dem im Trockenzyylinder 14 der nachgeordneten Trocknungszone 12 anfallenden Kondensat 22 und/oder Frischwasser durch die der Haube 16 entnommene Heißluft 18 erhitzt werden.

[0051] Im Übrigen kann diese Ausführungsform zumindest im Wesentlichen wieder den gleichen Aufbau wie die Ausführungsform gemäß Fig. 1 besitzen, wobei einander entsprechenden Teilen gleiche Bezugszeichen zugeordnet sind.

[0052] Fig. 4 zeigt ein schematisches Flussbild einer weiteren Ausführungsform des Wärmerückgewinnungssystems, das sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 3 im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass zusätzlich mittels eines zweiten Wärmetauschers 32 durch die der Haube 16 entnommene Heißluft 18 Frischluft 34 erhitzt und die so erhitzte Frischluft 34' der dem Trockenzyylinder 14 der nachgeordneten Trocknungszone 12 zugeordneten Haube 16 als Verbrennungsluft zugeführt wird.

[0053] Dabei wird im vorliegenden Fall die entnommene Heißluft 18 zunächst durch den zur Erhitzung des Kondensats

22 und/oder Frischwassers vorgesehenen ersten Wärmetauscher 20 und anschließend durch den zur Erhitzung der Frischluft 34 vorgesehenen zweiten Wärmetauscher 32 hindurch geführt, bevor sie der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführt wird.

[0054] Auch der zweite Wärmetauscher 32, bei dem es sich um einen Luft/Luft-Wärmetauscher handelt, kann wieder mit einem vorzugsweise durchflussregulierbaren Bypass 38 für die der Haube 16 entnommene Heißluft 18 versehen sein.

[0055] Im Übrigen kann diese Ausführungsform zumindest im Wesentlichen wieder den gleichen Aufbau wie die Ausführungsform gemäß Fig. 3 besitzen, wobei einander entsprechenden Teilen gleiche Bezugszeichen zugeordnet sind.

[0056] Fig. 5 zeigt ein schematisches Flussbild einer weiteren Ausführungsform des Wärmerückgewinnungssystems, die sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 4 im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass die der Haube 16 entnommene Heißluft 18 zunächst durch den zur Erhitzung der Frischluft 34 vorgesehenen zweiten Wärmetauscher 32 und anschließend durch den zur Erhitzung des Kondensats 22 und/oder Frischwassers vorgesehenen ersten Wärmetauscher 20 hindurch geführt wird, bevor sie der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeführt wird.

[0057] Im Übrigen kann diese Ausführungsform zumindest im Wesentlichen wieder den gleichen Aufbau wie die gemäß Fig. 4 besitzen, wobei einander entsprechenden Teilen gleiche Bezugszeichen zugeordnet sind.

[0058] In der folgenden Tabelle ist ein konkretes Beispiel wiedergegeben, das das Potential für die Dampferzeugung entsprechend dem Energiegehalt der Abluft der dem Zylinder 14 der nachgeordneten Trocknungszone 12 zugeordneten Haube oder Trocknungshaube 16 wiedergibt. Der erzeugte Dampf kann zumindest teilweise insbesondere in einem der vorangehenden Trocknungszone 10 zugeordneten Dampfblaskasten oder gar im Yankee-Trockner genutzt werden. Dabei wird z.B. von einem Wärmerückgewinnungssystem ausgegangen, wie es in der Fig. 3 wiedergegeben ist, bei dem zur Wärmerückgewinnung nur der erste Wärmetauscher 20 vorgesehen ist.

[0059] Für dieses Beispiel wird folgendes vorausgesetzt:

- Temperatur der Abluft der Yankee-Haube: 360°C
- Feuchte der Abluft der Yankee-Haube: 450 g/kg
- Temperatur der Abluft der Yankee-Haube nach der Wärmerückgewinnung (WR): 250°C
- Yankee-Hauben-Abluftfluss: 6,45 kg/s (Trockenmasse)
- Kondensatdruck: 15 bar
- Kondensattemperatur vor der Wärmerückgewinnung: 110°C
- Kondensattemperatur nach der Wärmerückgewinnung: 183°C
- Druck des durch die Entspannungsverdampfung erzeugten Dampfs: 3 bar.

Yankee-Hauben-Abluft - Vor WR		
Temperatur	[°C]	360
Feuchte	[g/kg]	450
Enthalpie	[kJ/kg]	2080
Trockenluftstrom	[kg/s]	6,45
Gesamtluftstrom	[kg/s]	9,35

→

Yankee-Hauben-Abluft - Nach WR		
Temperatur	[°C]	250
Feuchte	[g/kg]	450
Enthalpie	[kJ/kg]	1867
Trockenluftstrom	[kg/s]	6,45
Gesamtluftstrom	[kg/s]	9,35

Wärme-
rückge-
win-
nung
(WR)

zur Bandpressen-Haube

Kondensat - Vor WR		
Temperatur	[°C]	110
Druck	[bar]	15
Enthalpie	[kJ/kg]	462
Fluss	[kg/h]	15600
Fluss	[kg/s]	4,33

→

Kondensat - Nach WR		
Temperatur	[°C]	183
Druck	[bar]	15
Enthalpie	[kJ/kg]	778
Kondensatfluss	[kg/h]	15600
Kondensatfluss	[kg/s]	4,33

Flashing ↓

Enthalpie des gesättigten Dampfs	kJ/kg	2705
Rückgewonnene Energie	kW	1517

Durch Entspannungs- Verdampfung erzeugter Dampf		
Enddruck	bar	3
Flüssigk.-Endtemp.	[°C]	118
Flüssigk. Endenthalpie	[kJ/kg]	497
Verdampf.-Enthalpie	[kJ/kg]	2168
Entspannungsfaktor	%	12,9 %
Erzeugter Dampf	[kg/h]	2020
Erzeugter Dampf	[kg/s]	0,56

[0060] Das Dampferzeugungspotential beträgt bei diesem Beispiel 2020 kg/h von Dampf bei einem Druck von 3 bar.

Bezugszeichenliste

- 10 vorangehende Trocknungszone
- 12 nachgeordnete Trocknungszone
- 14 Trockenzylinder
- 16 Haube, Trocknungshaube
- 18 Heißluft
- 18' Heißluft
- 20 erster Wärmetauscher
- 22 Kondensat
- 22' Kondensat
- 24 Dampf
- 26 Dampfabscheider
- 28 Pumpe
- 30 Dampferzeuger
- 32 zweiter Wärmetauscher
- 34 Frischluft
- 34' Frischluft
- 36 Entspannungsverdampfungseinrichtung
- 38 Bypass
- 40 Haube, Trocknungshaube
- 42 besaugte Einrichtung, Saugwalze

Patentansprüche

1. Verfahren zur Trocknung einer Faserstoffbahn, insbesondere Karton-, Papier- oder Tissuebahn, bei dem die laufende Faserstoffbahn im Bereich einer vorangehenden Trocknungszone (10) mit Dampf sowie mit heißer, feuchter Luft beaufschlagt und im Anschluss an die vorangehende Trocknungszone (10) einer nachgeordneten Trocknungszone (12) zugeführt wird, die einen Trockenzylinder (14), insbesondere Yankee-Zylinder, sowie eine diesem zugeordnete Haube (16) umfasst, wobei

der dem Trockenzylinder (14) der nachgeordneten Trocknungszone (12) zugeordneten Haube (16) Heißluft (18), insbesondere Abluft, entnommen wird und zur Erzeugung wenigstens eines Teils des Dampfes für die vorangehende Trocknungszone (10) mittels eines ersten Wärmetauschers (20) im Trockenzylinder (14) der nachgeordneten Trocknungszone (12) anfallendes Kondensat (22) und/oder Frischwasser durch die der Haube (16) entnommene Heißluft (18) erhitzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet

dass zur Erzeugung wenigstens eines Teils der heißen, feuchten Luft für die vorangehende Trocknungszone (10) die der Haube (16) entnommene, durch den ersten Wärmetauscher (20) hindurch geführte Heißluft (18) der vorangehenden Trocknungszone (10) zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2.

dadurch gekennzeichnet,

dass mittels des ersten Wärmetauschers (20) aus dem zugeführten Kondensat (22) und/oder Frischwasser Dampf (24) erzeugt und dieser Dampf (24) der vorangehenden Trocknungszone (10) zugeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2.

dadurch gekennzeichnet,

dass das mittels des ersten Wärmetauschers (20) erhitzte Kondensat (22) und/oder Frischwasser im Anschluss an den ersten Wärmetauscher (20) einer Entspannungsverdampfungseinrichtung (36) zugeführt wird und dass der durch die Entspannungsverdampfung erzeugte Dampf (24) der vorangehenden Trocknungszone (10) zugeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 34,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei der Entspannungsverdampfung anfallendes Kondensat (22') zum ersten Wärmetauscher (20) zurückgeführt und in diesem zusammen mit dem im Trockenzylinder (14) der nachgeordneten Trocknungszone (12) anfallenden Kondensat (22) und/oder dem Frischwasser durch die der Haube (16) entnommene Heißluft (18) erhitzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass mittels eines zweiten Wärmetauschers (32) durch die der Haube (16) entnommene Heißluft (18) Frischluft (34) erhitzt und die so erhitzte Frischluft (34') der dem Trockenzylinder (14) der nachgeordneten Trocknungszone (12) zugeordneten Haube (16) als Verbrennungsluft und/oder make-up Luft zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die entnommene Heißluft (18) zunächst durch den zur Erhitzung des Kondensats (22) und/oder Frischwassers vorgesehenen ersten Wärmetauscher (20) und anschließend durch den zur Erhitzung der Frischluft (34) vorgesehenen zweiten Wärmetauscher (32) hindurch geführt wird, bevor sie der vorangehenden Trocknungszone (10) zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die der Haube (16) entnommene Heißluft (18) zunächst durch den zur Erhitzung der Frischluft (34) vorgesehenen zweiten Wärmetauscher (32) und anschließend durch den zur Erhitzung des Kondensats (22) und/oder Frischwassers vorgesehenen ersten Wärmetauscher (20) hindurch geführt wird, bevor sie der vorangehenden Trocknungszone (10) zugeführt wird.
9. Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, insbesondere Karton-, Papier- oder Tissuebahn, mit einer voran-

gehenden Trocknungszone (10), in deren Bereich die laufende Faserstoffbahn mit Dampf sowie mit heißer, feuchter Luft beaufschlagbar ist, und mit einer dieser nachgeordneten, einen Trockenzylinder (14), insbesondere Yankee-Zylinder, sowie eine diesem zugeordnete Haube (16) umfassenden weiteren Trocknungszone (12), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

zur Erzeugung wenigstens eines Teils des Dampfes für die vorangehende Trocknungszone (10) ein erster Wärmetauscher (20) vorgesehen ist, dem Heißluft (18), insbesondere Abluft, aus der dem Trockenzylinder (14) der nachgeordneten Trocknungszone (12) zugeordneten Haube (16) zugeführt ist, um durch diese der Haube (16) entnommene Heißluft (18) im Trockenzylinder (14) der nachgeordneten Trocknungszone (12) anfallendes Kondensat (22) und/oder Frischwasser zu erhitzen.

10. Maschine nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Erzeugung wenigstens eines Teils der heißen, feuchten Luft für die vorangehende Trocknungszone (10) die der Haube (16) entnommene durch den ersten Wärmetauscher (20) hindurch geführte Heißluft (18) der vorangehenden Trocknungszone (10) zugeführt ist.
11. Maschine nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die vorangehende Trocknungszone (10) eine besaugte Einrichtung (42), insbesondere Saugwalze, umfasst, über die die Faserstoffbahn zusammen mit wenigstens einem permeablen Band, insbesondere strukturierten Band oder TAD-Band, geführt ist, wobei zunächst das permeable Band und anschließend die Faserstoffbahn von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden.
12. Maschine nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Faserstoffbahn von wenigstens einem weiteren permeablen Band, insbesondere Pressband, überdeckt ist und dabei zunächst das weitere permeable Band bzw. Pressband, anschließend das erste permeable Band bzw. Strukturband und anschließend die Faserstoffbahn von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden.
13. Maschine nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusammen mit der Faserstoffbahn zusätzlich ein Entwässerungsband, insbesondere Filzband, über die besaugte Einrichtung (42) geführt ist und dabei zunächst gegebenenfalls das weitere permeable Band bzw. Pressband, anschließend das erste permeable Band bzw. Strukturband und die Faserstoffbahn und schließlich das zusätzliche Entwässerungsband von Dampf bzw. heißer, feuchter Luft durchströmt werden.
14. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9-13
dadurch gekennzeichnet,
dass der vorangehenden Trocknungszone (10) mittels des ersten Wärmetauschers (20) aus dem zugeführten Kondensat (22) und/oder Frischwasser erzeugter Dampf (24) zugeführt ist.
15. Maschine nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass das mittels des ersten Wärmetauschers (20) erhitze Kondensat (22) und/oder Frischwasser einer Entspannungsverdampfungseinrichtung (36) und der durch die Entspannungsverdampfung erzeugte Dampf (24) der vorangehenden Trocknungszone (10) zugeführt ist.
16. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9-15,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein zweiter Wärmetauscher (32) vorgesehen ist, um durch die der Haube (16) entnommene Heißluft (18) Frischluft (34) zu erhitzen, und dass die so erhitze Frischluft (34') der dem Trockenzylinder (14) der nachgeordneten Trocknungszone (12) zugeordneten Haube (16) als Verbrennungsluft und/oder make-up Luft zugeführt ist.
17. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9-16,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein Wärmetauscher (20, 32) mit einem vorzugsweise durchflussregulierbaren Bypass (38) für die der Haube (16) entnommene Heißluft (18) versehen ist.

Claims

1. Method for drying a fibrous web, in particular a board, paper or tissue web, in which the moving fibrous web has steam and hot, moist air applied to it in the area of a preceding drying zone (10) and, following the preceding drying zone (10), is supplied to a downstream drying zone (12), which comprises a drying cylinder (14), in particular a Yankee cylinder, and a hood (16) assigned to the latter, wherein hot air (18), in particular exhaust air, is removed from the hood (16) assigned to the drying cylinder (14) of the downstream drying zone (12) and, to produce at least some of the steam for the preceding drying zone (10), by means of a first heat exchanger (20), condensate (22) accumulating in the drying cylinder (14) of the downstream drying zone (12) and/or fresh water is heated by the hot air (18) removed from the hood (16).
2. Method according to Claim 1,
characterized in that
to produce at least some of the hot, moist air for the preceding drying zone (10), the hot air (18) removed from the hood (16) and led through the first heat exchanger (20) is supplied to the preceding drying zone (10).
3. Method according to Claim 1 or 2,
characterized in that
by means of the first heat exchanger (20), steam (24) is produced from the condensate (22) and/or fresh water supplied, and this steam (24) is supplied to the preceding drying zone (10).
4. Method according to Claim 1 or 2,
characterized in that
the condensate (22) and/or fresh water heated by means of the first heat exchanger (20) is supplied to an expansion evaporation means (36) following the first heat exchanger (20), and **in that** the steam (24) produced by the expansion evaporation is supplied to the preceding drying zone (10).
5. Method according to Claim 4,
characterized in that
condensate (22') accumulating during the expansion evaporation is fed back to the first heat exchanger (20) and, in the latter, together with the condensate (22) accumulating in the drying cylinder (14) of the downstream drying zone (12) and/or the fresh water, is heated by the hot air (18) removed from the hood (16).
6. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
by means of a second heat exchanger (32), fresh air (34) is heated by the hot air (18) removed from the hood (16), and the fresh air (34') heated in this way is supplied to the hood (16) assigned to the drying cylinder (14) of the downstream drying zone (12) as combustion air and/or make-up air.
7. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the hot air (18) removed is led firstly through the first heat exchanger (20) provided for the heating of the condensate (22) and/or fresh water, and then through the second heat exchanger (32) provided for the heating of the fresh air (34), before it is supplied to the preceding drying zone (10).
8. Method according to one of Claims 1 to 6,
characterized in that
the hot air (18) removed from the hood (16) is led firstly through the second heat exchanger (32) provided for the heating of the fresh air (34) and then through the first heat exchanger (20) provided for the heating of the condensate (22) and/or fresh water, before it is supplied to the preceding drying zone (10).
9. Machine for producing a fibrous web, in particular a board, paper or tissue web, having a preceding drying zone (10), in the area of which steam and hot, moist air can be applied to the moving fibrous web, and having a further drying zone (12) downstream of the first, comprising a drying cylinder (14), in particular a Yankee cylinder, and a hood (16) assigned to the latter, in particular for carrying out the method according to one of the preceding claims, wherein
to produce at least some of the steam for the preceding drying zone (10), a first heat exchanger (20) is provided, to which hot air (18), in particular exhaust air, from the hood (16) assigned to the drying cylinder (14) of the downstream

drying zone (12) is supplied, in order, by means of this hot air (18) removed from the hood (16), to heat condensate (22) accumulating in the drying cylinder (14) of the downstream drying zone (12) and/or fresh water.

10. Machine according to Claim 9,

characterized in that

to produce at least some of the hot, moist air for the preceding drying zone (10), the hot air (18) removed from the hood (16) and led through the first heat exchanger (20) is supplied to the preceding drying zone (10).

11. Machine according to Claim 8 or 9,

characterized in that

the preceding drying zone (10) comprises an evacuated means (42), in particular a suction roll, over which the fibrous web is led together with at least one permeable belt, in particular a structured belt or TAD belt, wherein steam or hot, moist air flows firstly through the permeable belt and then through the fibrous web.

12. Machine according to Claim 11,

characterized in that

the fibrous web is covered by at least one further permeable belt, in particular a press belt, and steam or hot, moist air flows firstly through the further permeable belt or press belt, then through the first permeable belt or structured belt and then through the fibrous web.

13. Machine according to Claim 11 or 12,

characterized in that

a dewatering belt, in particular a felt belt, is additionally led over the evacuated means (42) together with the fibrous web and, if appropriate, steam or hot, moist air flows firstly through the further permeable belt or press belt, then through the first permeable belt or structured belt and the fibrous web and finally through the additional dewatering belt.

14. Machine according to one of the preceding Claims 9 - 13,

characterized in that

steam (24) produced from the supplied condensate (22) and/or fresh water by means of the first heat exchanger (20) is supplied to the preceding drying zone (10).

15. Machine according to one of Claims 9 to 13,

characterized in that

the condensate (22) and/or fresh water heated by means of the first heat exchanger (20) is supplied to an expansion evaporation means (36), and the steam (24) produced by the expansion evaporation is supplied to the preceding drying zone (10).

16. Machine according to one of the preceding Claims 9 - 15,

characterized in that

a second heat exchanger (32) is provided, in order to heat fresh air (34) by means of the hot air (18) removed from the hood (16), and **in that** the fresh air (34') heated in this way is supplied to the hood (16) assigned to the drying cylinder (14) of the downstream drying zone (12) as combustion air and/or make-up air.

17. Machine according to one of the preceding Claims 9 - 16,

characterized in that

at least one heat exchanger (20, 32) is provided with a preferably controllable-flow bypass (38) for the hot air (18) removed from the hood (16).

Revendications

1. Procédé de séchage d'une feuille continue de matière fibreuse, en particulier d'une feuille continue de carton, de papier ou de papier mousseline, dans lequel la feuille continue de matière fibreuse en mouvement reçoit, dans le domaine d'une zone de séchage (10) amont, de la vapeur ainsi que de l'air chaud humide, et est ensuite envoyée dans la zone de séchage amont (10) d'une zone de séchage aval (12), qui comprend un cylindre sécheur (14), en particulier une sécherie monocylindrique, ainsi qu'une hotte (16) qui lui est affectée, de l'air chaud (18), en particulier de l'air d'évacuation, étant prélevé de la hotte (16), affectée au cylindre sécheur (14) de la zone de séchage aval (12), et, pour la production d'au moins une partie de la vapeur destinée à la zone de séchage amont (10), un

condensat (22) et/ou de l'eau fraîche, obtenus à l'aide d'un premier échangeur de chaleur (20) dans le cylindre sécheur (14) de la zone de séchage aval (12), sont chauffés par l'air chaud (18) prélevé de la hotte (16).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour la production d'au moins une partie de l'air chaud humide destiné à la zone de séchage amont (10), l'air chaud (18) prélevé de la hotte (16), et envoyé à travers le premier échangeur de chaleur (20), est amené à la zone de séchage amont (10).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** de la vapeur (24) est produite à l'aide du premier échangeur de chaleur (20) à partir du condensat (22) et/ou de l'eau fraîche amenés, et cette vapeur (24) est envoyée à la zone de séchage amont (10).

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le condensat (22) et/ou l'eau fraîche chauffés à l'aide du premier échangeur de chaleur (20) sont, après le premier échangeur de chaleur (20), envoyés à un dispositif (36) d'évaporation par détente, et que la vapeur (24) produite par l'évaporation par détente est envoyée à la zone de séchage amont (10).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le condensat (22') obtenu lors de l'évaporation par détente est renvoyé au premier échangeur de chaleur (20) et, dans ce dernier, est chauffé par l'air chaud (18) prélevé de la hotte (16) en même temps que le condensat (22) et/ou l'eau fraîche obtenus dans le cylindre sécheur (14) de la zone de séchage aval (12).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, à l'aide d'un deuxième échangeur de chaleur (32), de l'air frais (34) est chauffé par l'air chaud (18) prélevé de la hotte (16), et l'air frais (34') ainsi obtenu est, en tant qu'air de combustion et/ou air d'appoint, envoyé à la hotte (16) affectée au cylindre sécheur (14) de la zone de séchage aval (12).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'air chaud prélevé (18) est d'abord guidé à travers le premier échangeur de chaleur (20) prévu pour chauffer le condensat (22) et/ou l'eau fraîche, puis est guidé à travers le deuxième échangeur de chaleur (32) prévu pour le chauffage de l'air frais (34), avant d'être envoyé à la zone de séchage amont (10).

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'air chaud (18) prélevé de la hotte (16) est guidé à travers le deuxième échangeur de chaleur (32), prévu pour le chauffage de l'air frais (34), puis est guidé à travers le premier échangeur de chaleur (20), prévu pour le chauffage du condensat (22) et/ou de l'eau fraîche, avant d'être envoyé à la zone de séchage amont (10).

9. Procédé de fabrication d'une feuille continue d'une matière fibreuse, en particulier d'une feuille continue de carton, de papier ou de papier mousseline, comportant une zone de séchage amont (10), dans le domaine de laquelle la feuille continue de matière fibreuse en mouvement peut recevoir de la vapeur, ainsi que de l'air chaud humide, ainsi qu'une zone de séchage supplémentaire (12), montée en aval de celle-là, comprenant un cylindre sécheur (14), en particulier une sécherie monocylindrique, ainsi qu'une hotte (16) affectée à ce dernier, en particulier pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle pour la production d'au moins une partie de la vapeur destinée à la zone de séchage amont (10), il est prévu un premier échangeur de chaleur (20), auquel est envoyé de l'air chaud (18), en particulier de l'air d'évacuation, à partir de la hotte (16) affectée au cylindre sécheur (14) de la zone de séchage aval (12), pour chauffer à l'aide de cet air chaud (18) prélevé de la hotte (16) le condensat (22) et/ou l'eau fraîche obtenus dans le cylindre sécheur (14) de la zone de séchage aval (12).

10. Machine selon la revendication 9, **caractérisée en ce que**, pour la production d'au moins une partie de l'air chaud humide destiné à la zone de séchage amont (10), on envoie à la zone de séchage amont (10) l'air chaud (18) prélevé de la hotte (16), guidé à travers le premier échangeur de chaleur (20).

11. Machine selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que** la zone de séchage amont (10) comprend un dispositif (42) subissant une aspiration, en particulier un rouleau aspirant, sur lequel est guidée la feuille continue de matière fibreuse, en même temps qu'au moins une bande perméable, en particulier une bande structurée ou une bande TAD pour séchage par injection d'air, d'abord la bande perméable, puis la feuille continue de matière fibreuse, étant traversées par de la vapeur ou de l'air chaud humide.

- 5 12. Machine selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la feuille continue de matière fibreuse est recouverte d'au moins une bande perméable supplémentaire, en particulier une bande presseuse, et à cette occasion d'abord la bande perméable ou la bande presseuse supplémentaire, puis la première bande perméable ou la bande structurée, puis la feuille continue de matière fibreuse, sont traversées par de la vapeur ou de l'air chaud humide.
- 10 13. Machine selon la revendication 11 ou 12, **caractérisée en ce que**, en même temps que la feuille continue de matière fibreuse, une bande d'égouttage, en particulier une bande de feutre, est en outre envoyée sur le dispositif (42) soumis à aspiration, et, à cette occasion, d'abord éventuellement la bande perméable ou la bande presseuse supplémentaire, puis la première bande perméable ou la bande structurée et la feuille continue de matière fibreuse, et enfin la bande d'égouttage supplémentaires, sont traversées par de la vapeur ou de l'air chaud humide.
- 15 14. Machine selon l'une des revendications précédentes 9-13, **caractérisée en ce que** la vapeur (24) produite à l'aide du premier échangeur de chaleur (20) à partir du condensat (22) et/ou de l'eau fraîche amenés, est envoyée à la zone de séchage amont (10).
- 20 15. Machine selon l'une des revendications 9 à 13, **caractérisée en ce que** le condensat (22) et/ou l'eau fraîche chauffés à l'aide du premier échangeur de chaleur (20) sont envoyés à un dispositif (36) d'évaporation par détente, et la vapeur (24) produite par l'évaporation par détente est envoyée à la zone de séchage amont (10).
- 25 16. Machine selon l'une des revendications précédentes 9-15, **caractérisée en ce qu'un** deuxième échangeur de chaleur (32) est prévu, pour chauffer sous l'effet de l'air chaud (18) prélevé de la hotte (16) l'air frais (34), et que l'air frais ainsi chauffé (34') est envoyé, en tant qu'air de combustion et/ou air d'appoint, à la hotte (16) affectée au cylindre sécheur (14) de la zone de séchage aval (12).
- 30 17. Machine selon l'une des revendications précédentes (9-16), **caractérisée en ce qu'au** moins un échangeur de chaleur (20, 32) est prévu d'un bypass (38), de préférence à régulation de débit, pour l'air chaud (18) prélevé de la hotte (16).
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

Fig.1

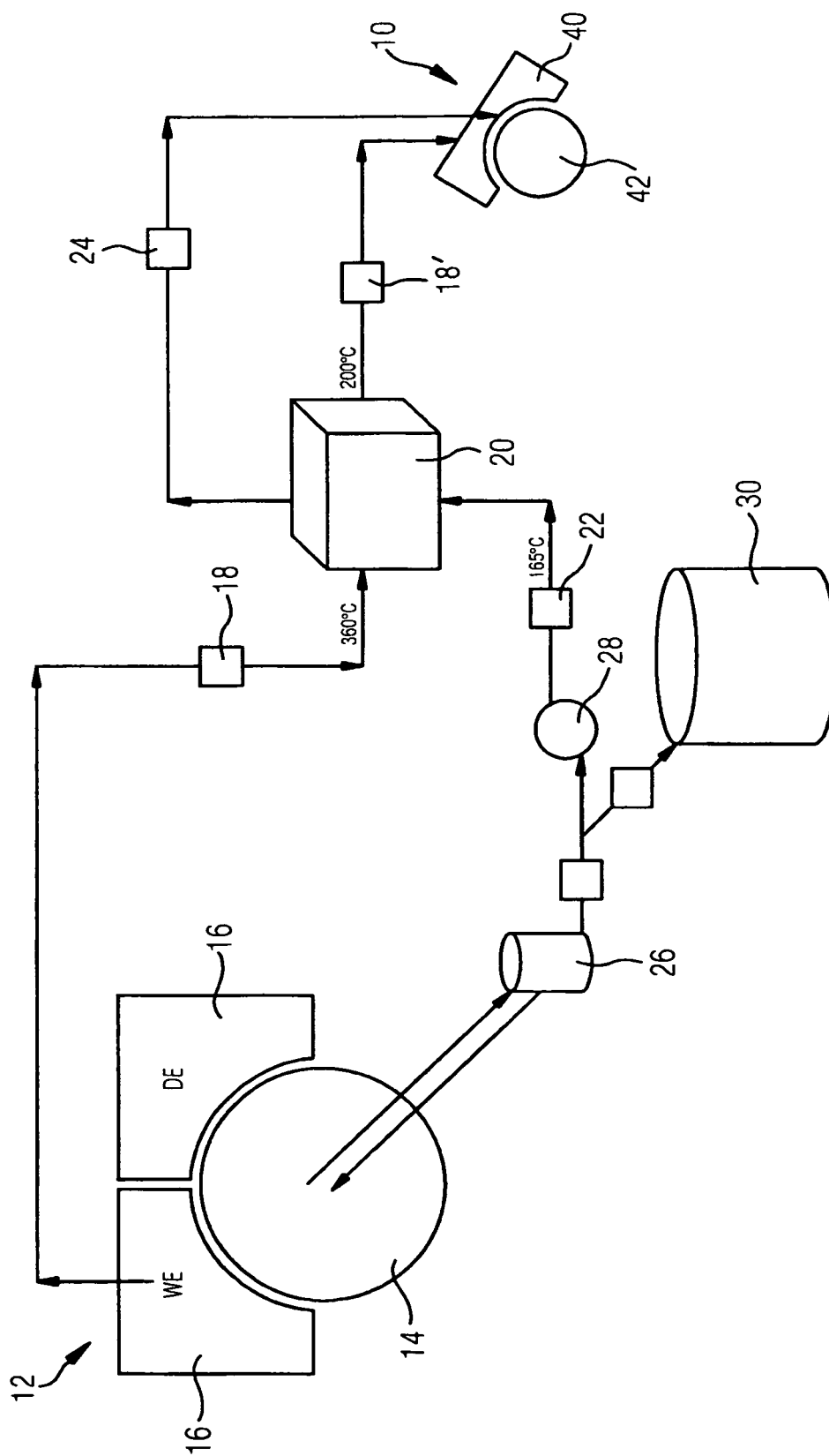


Fig.2

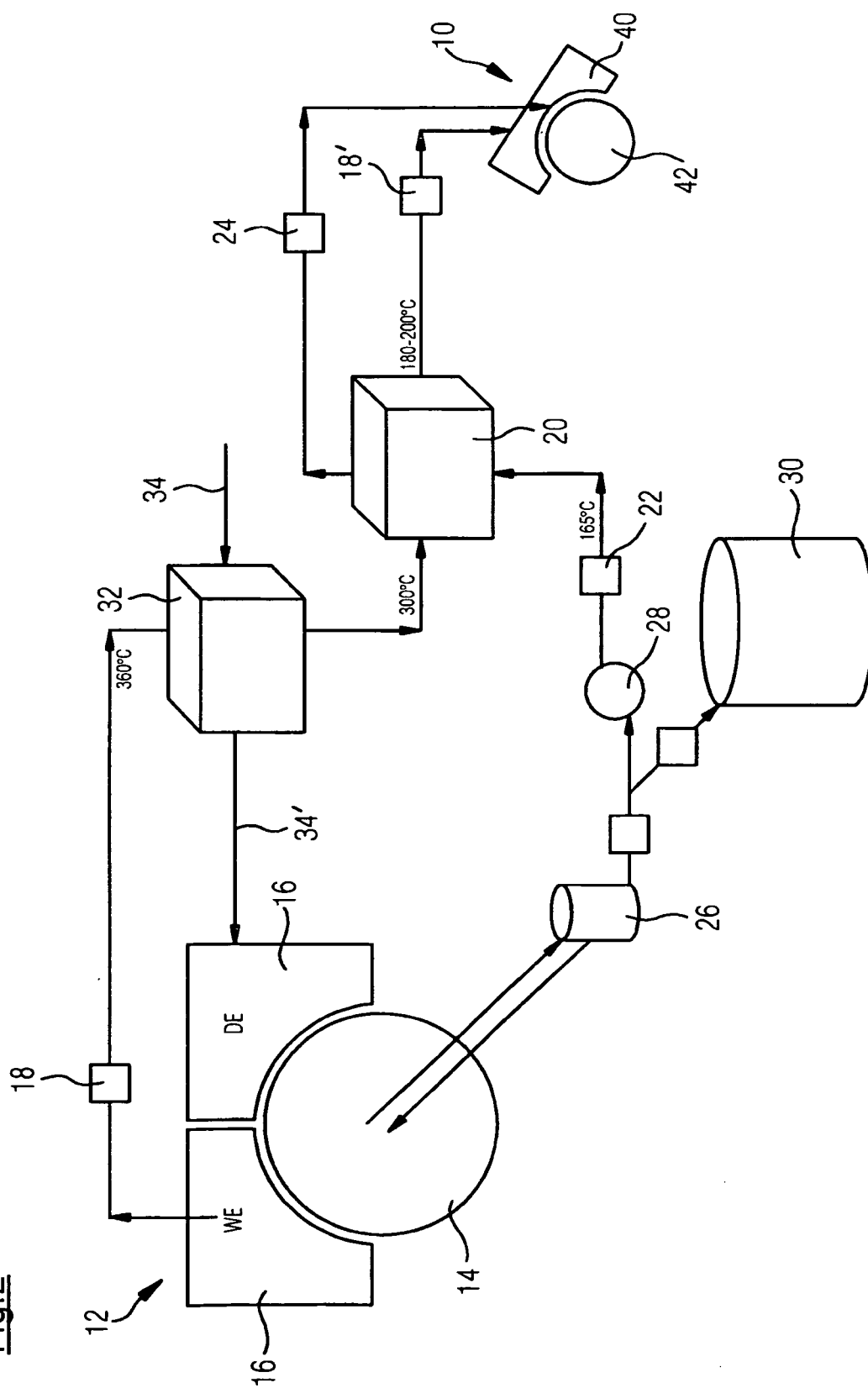


Fig.3

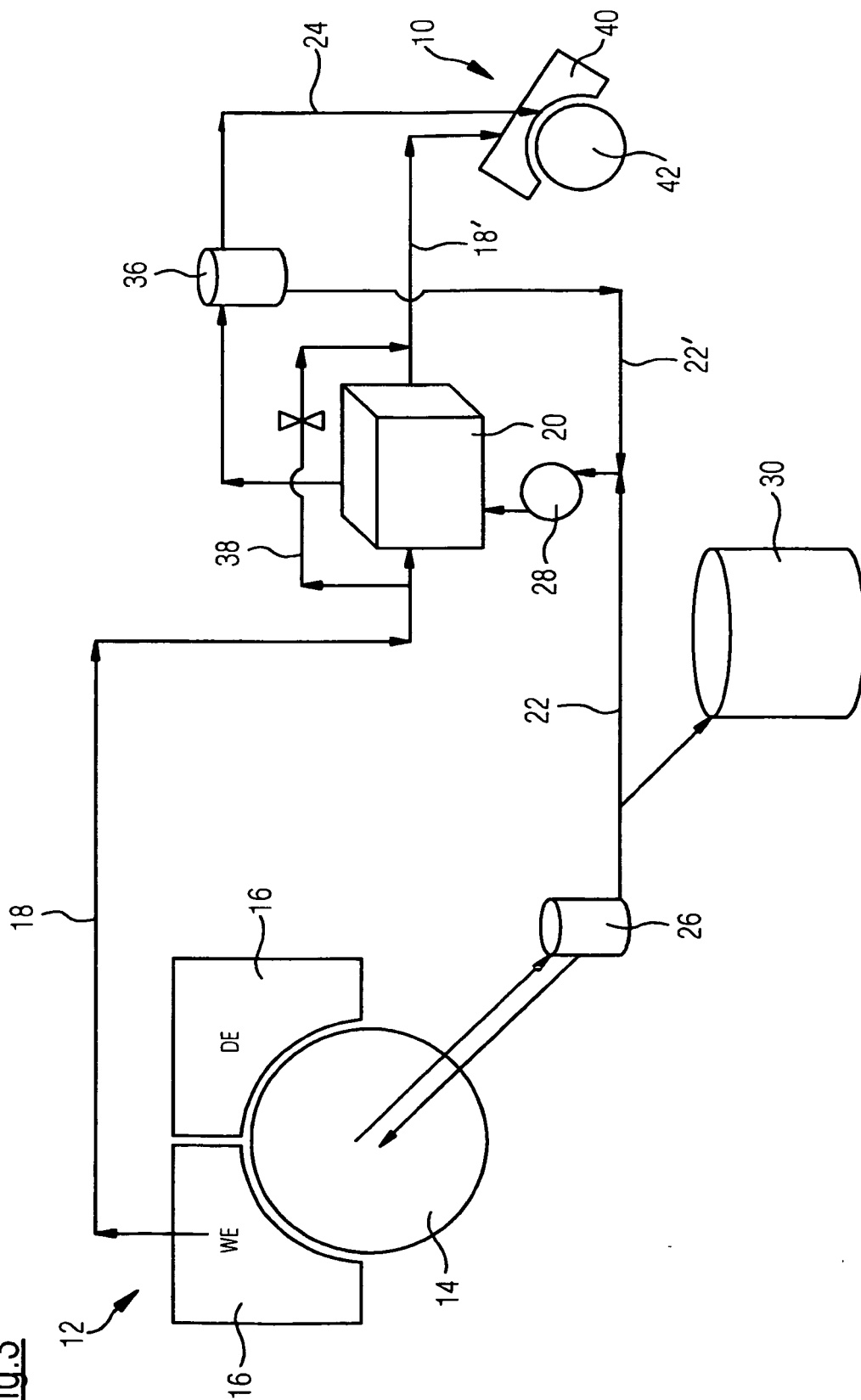


Fig.4

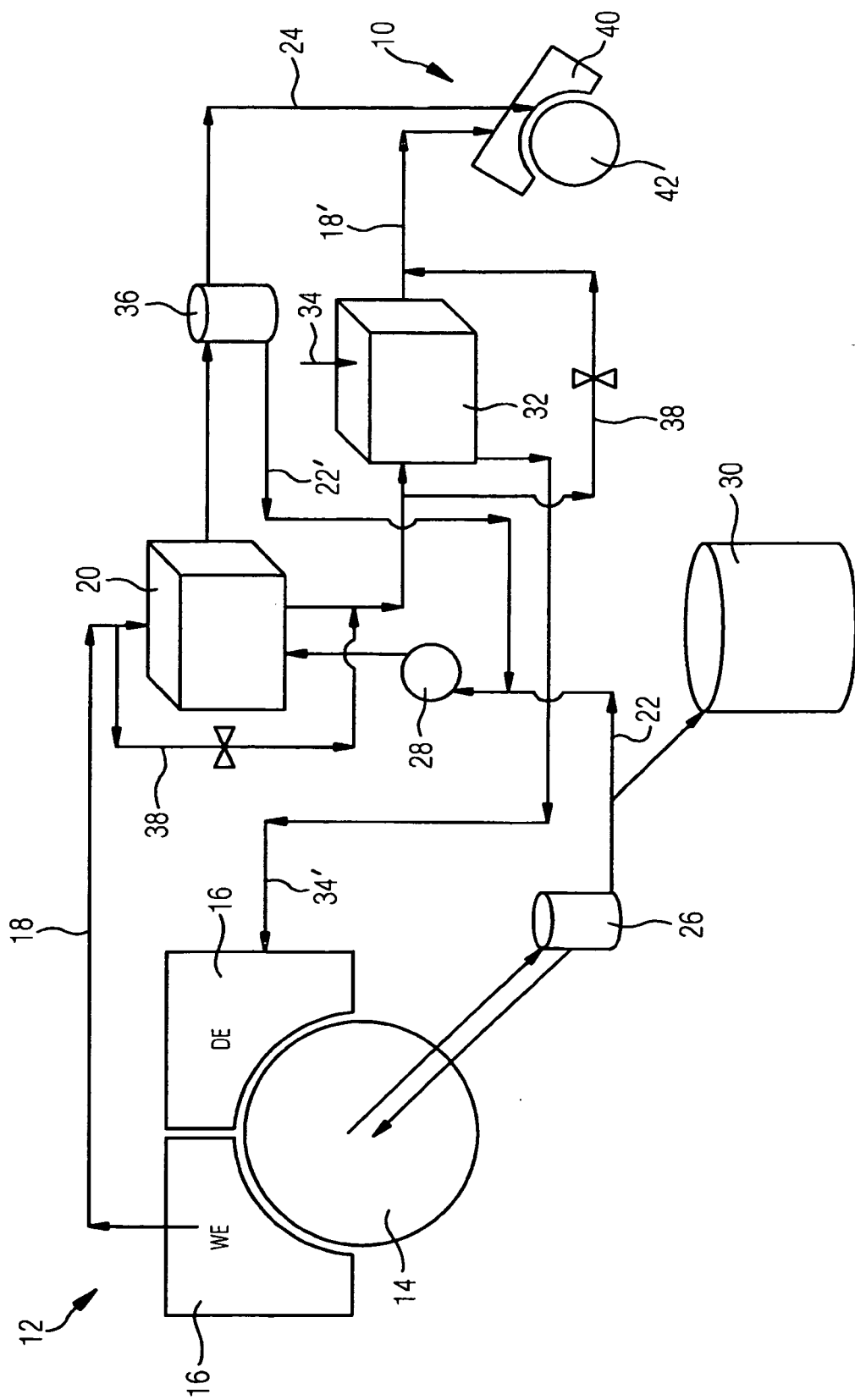
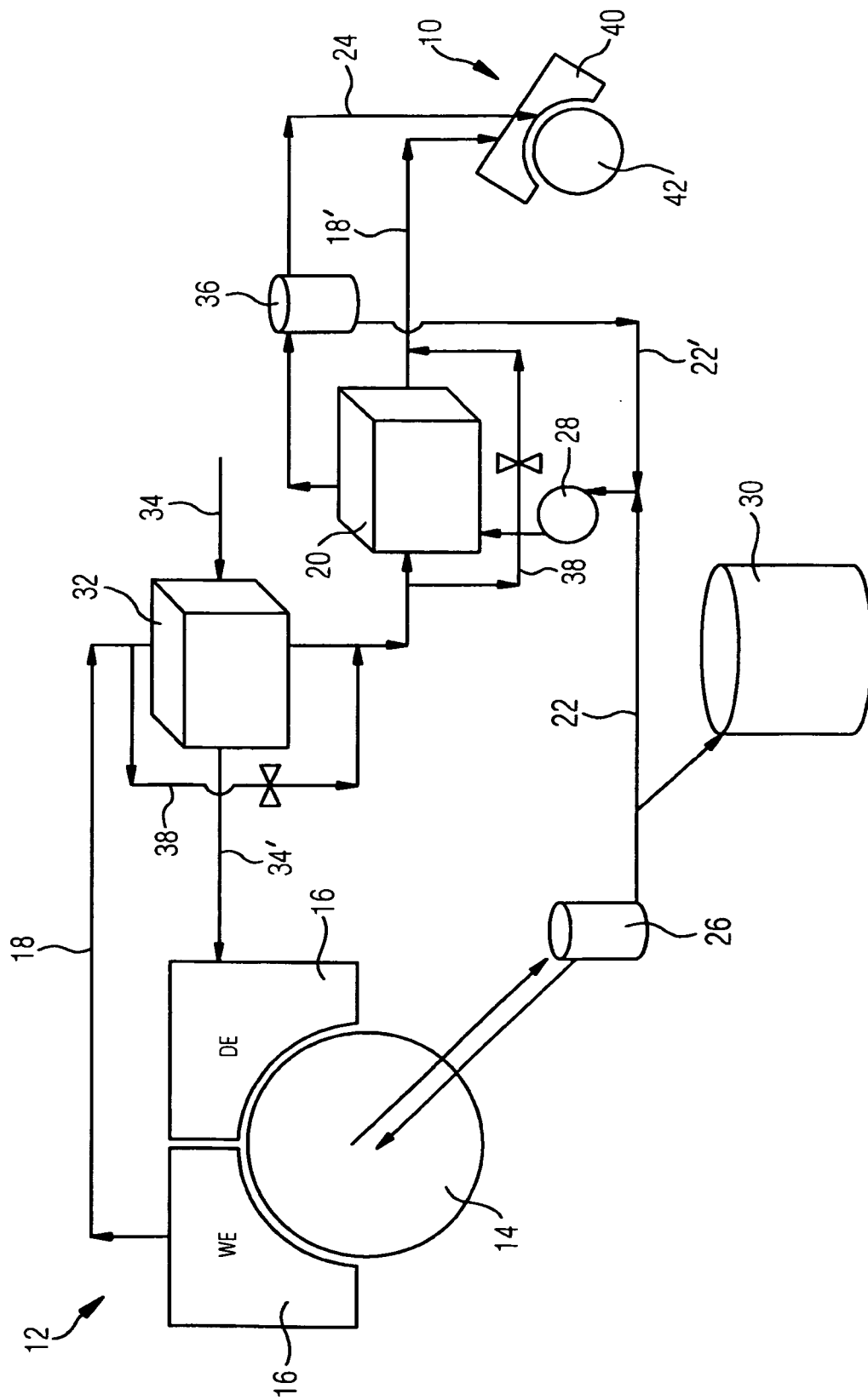


Fig. 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 7351307 B2 [0002]
- WO 2008077874 A [0002]
- EP 1959053 A1 [0003]
- WO 2009117751 A1 [0004]
- WO 031078728 A2 [0005]