

(19)



(11)

EP 2 857 582 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.04.2015 Patentblatt 2015/15

(51) Int Cl.:
D21F 5/18 (2006.01) D21F 5/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14187484.2**

(22) Anmeldetag: **02.10.2014**

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

(72) Erfinder: **Richter, Gunter**
34431 Marsberg (DE)

(74) Vertreter: **Graefe, Jörg**
Fritz Patent- und Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB
Postfach 1580
59705 Arnsberg (DE)

(30) Priorität: **02.10.2013 DE 102013110971**

(71) Anmelder: **Marsberger Kraftwerk GmbH**
34431 Marsberg (DE)

(54) Verfahren zur Trocknung von Papierbahnen und Trocknungsanordnung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trocknung von Papierbahnen (100), die über einen rotierenden Trocknungszylinder (1) geführt werden und von einer Trocknungseinrichtung (2) mit Wärme beaufschlagt werden, wobei als Wärmequelle zur Erzeugung der Wärme das Rauchgas eines mit fossilen Brennstoffen befeuerten Dampferzeugers verwendet wird, wobei die Wärme zumindest teilweise in einen von der Trocknungseinrich-

tung (2) strömungstechnisch entkoppelten Wärmetransportkreislauf (4) eingebracht wird und von diesem zumindest teilweise in einen mit der Trocknungseinrichtung (2) strömungstechnisch gekoppelten Luftströmungskreis (7), innerhalb dessen Luft zur Trocknungseinrichtung (2) hin und von dieser weg strömt, übertragen wird. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Trocknungsanordnung zur Trocknung von Papierbahnen (100).

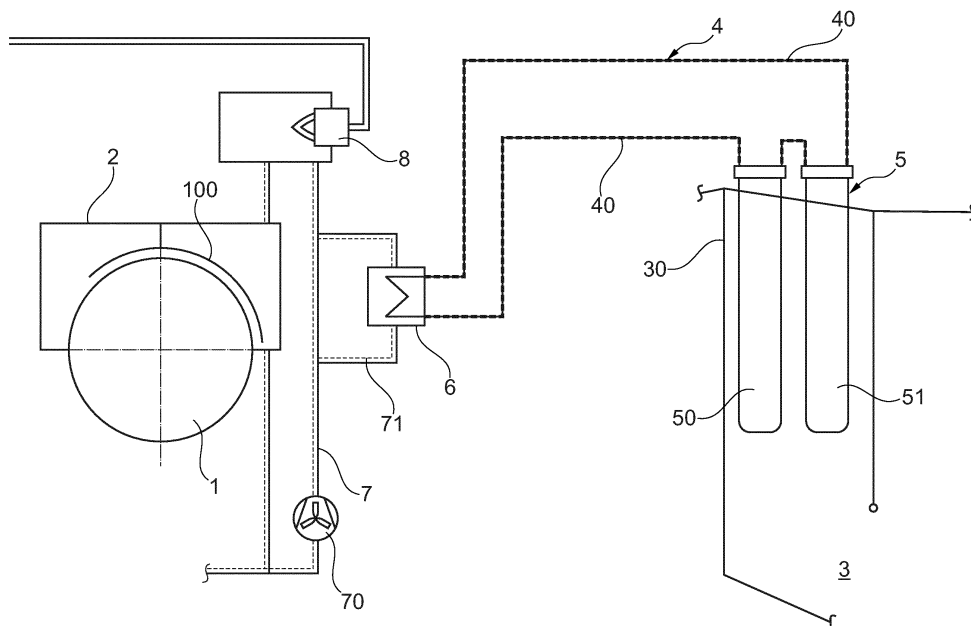


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trocknung von Papierbahnen, die über einen rotierenden Trocknungszyylinder bewegt werden und von einer Trocknungseinrichtung mit Wärme beaufschlagt werden. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine Trocknungsanordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5 zur Trocknung von Papierbahnen, die insbesondere zur Durchführung eines derartigen Verfahrens geeignet ist.

[0002] Bei der Papierherstellung wird eine Cellulosesuspension, aus der die Papierbahn erzeugt wird, zumindest einem rotierenden Trocknungszyylinder einer Papierherstellungsvorrichtung zugeführt und anschließend mittels einer Glättungsvorrichtung geglättet und mittels einer Aufrollvorrichtung aufgerollt. Beim Durchlaufen des mindestens einen Trocknungszyinders (es können prinzipiell auch mehrere Trocknungszyylinder vorgesehen sein) erfolgt die endgültige Entwässerung der Cellulosesuspension, so dass eine Trocknung der Papierbahn bewirkt wird. Typische Vorschubgeschwindigkeiten, mit denen die Cellulosesuspension dem rotierenden Trocknungszyylinder zugeführt wird, betragen dabei rund 1700 bis 1800 m/min. Zum Zwecke der Trocknung der Papierbahn weist die Papierherstellungsvorrichtung eine oder mehrere, insbesondere im Wesentlichen haubenartige Trocknungseinrichtungen auf, die jeweils einen Trocknungszyylinder zumindest abschnittsweise umschließen und mit Trocknungswärme beaufschlagen können.

[0003] Der Papierherstellungsprozess ist allgemein ein sehr energieintensiver Prozess, bei dem neben Strom und Dampf auch fossile Brennstoffe, in erster Linie Erdgas, benötigt werden. So erfordert die Trocknung des Papiers sehr hohe Prozesstemperaturen, die typischerweise $> 500^{\circ}\text{C}$ sind. Zur Bereitstellung der Trocknungswärme werden im Stand der Technik insbesondere einzelne Gasbrenner verwendet, welche in einem ungekoppelten Prozess Heißluft erzeugen, die den haubenartigen Trocknungseinrichtungen zugeführt werden. Die EP 2 298 988 A1 offenbart exemplarisch eine Trocknungsanordnung für Anlagen zur Herstellung von Papierbahnen mit einem entsprechenden Brenner, der dazu in der Lage ist, die Luft in einer haubenartigen Trocknungseinrichtung auf bis zu 600°C zu erwärmen.

[0004] Auf Grund der stetig steigenden Kosten für fossile Brennstoffe, insbesondere für Erdgas, ist der Trocknungsprozess dementsprechend kostenintensiv. Lösungsansätze zur Wiedergewinnung von Prozessenergie aus dem Papierherstellungsprozess selbst sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt. Das US-Patent US 8,402,673 B2 offenbart zum Beispiel die Wärmerückgewinnung aus einem Abgasschornstein einer Papierherstellungsvorrichtung. Die MX 2009 000 969 A beschreibt einen Wärmerückgewinnungsprozess, um zumindest einen Teil der Abwärme der Papiertrocknungshaute zurückzugewinnen.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe

zugrunde, ein alternatives Verfahren zur Trocknung von Papierbahnen und eine Trocknungsanordnung zur Verfügung zu stellen, die eine effiziente und kostengünstige Trocknung der Papierbahnen während des Papierherstellungsprozesses ermöglichen.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe liefert ein Verfahren der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1. Hinsichtlich der Trocknungsanordnung wird diese Aufgabe durch eine Trocknungsanordnung der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 5 gelöst. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0007] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Trocknung von Papierbahnen zeichnet sich dadurch aus, dass als Wärmequelle zur Erzeugung der Wärme das Rauchgas eines mit fossilen Brennstoffen befeuerten Dampferzeugers verwendet wird, wobei die Wärme zumindest teilweise in einen von der Trocknungseinrichtung strömungstechnisch entkoppelten Wärmetransportkreislauf eingebracht wird und von diesem zumindest teilweise in einen mit der Trocknungseinrichtung strömungstechnisch gekoppelten Luftströmungskreis, innerhalb dessen Luft zur Trocknungseinrichtung hin und von dieser weg strömt, übertragen wird. Dadurch kann eine effiziente Erwärmung der Papierbahnen beim Passieren des mindestens einen Trocknungszyinders erfolgen. Das hier vorgestellte Verfahren ist dazu in der Lage, dem Trocknungsprozess Heißluft mit einer für die Papiertrocknung erforderlichen Temperatur von etwa 500°C zur Verfügung zu stellen, ohne dass im Luftströmungskreis selbst eine mit fossilen Brennstoffen betreibbare Erwärmungseinrichtung (zum Beispiel ein Gasbrenner) vorgesehen sein muss.

[0008] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass das Rauchgas durch Verbrennen von Reststoffen aus der Papierproduktion freigesetzt wird. Somit kann die bei der Verbrennung der Reststoffe ohnehin freigesetzte Wärmeenergie sinnvoll in den Papiertrocknungsprozess eingebracht werden. Die Reststoffe können in einem Reststoffkessel verbrannt werden und erzeugen dabei Rauchgase. Gemäß einschlägiger gesetzlicher Verordnungen müssen die Rauchgase innerhalb des eigentlichen Verbrennungsraums des Reststoffkessels auf einer Temperatur gehalten werden, die höher als 850°C ist. Eine derart hohe Temperatur ermöglicht es, dass die für den Papiertrocknungsprozess erforderliche Wärmeleistung dauerhaft auch nach der Wärmeübertragung auf die in dem Luftströmungskreis strömende Luft auf dem erforderlichen Temperaturniveau zur Verfügung gestellt werden kann.

[0009] Unter Umständen kann die Situation eintreten, dass die Temperatur der innerhalb des Luftströmungskanals strömenden Luft für die Papiertrocknung nicht ausreichend hoch ist. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird daher vorgeschlagen, dass die Luft innerhalb des Luftströmungskreises nach der Übertragung von Wärme aus dem Wärmetransportkreislauf

mittels einer Nacherwärmungseinrichtung, insbesondere mittels eines Gasbrenners nacherwärmt wird. Die Nacherwärmungseinrichtung ist vorzugsweise selektiv aktivierbar beziehungsweise deaktivierbar, so dass sie bei Bedarf verwendet werden kann, um die Luft auf höhere Temperaturen aufzuheizen.

[0010] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die Wärme mittels einer wärmespeichernden Salzschnmelze innerhalb des Wärmetransportkreislaufs transportiert wird. Die wärmespeichernde Salzschnmelze dient als Wärmeträgerfluid dem Transport der Wärme von dem Ort der Wärmeeinkopplung in den Wärmetransportkreislauf, die insbesondere über einen ersten Wärmetauscher erfolgt, zum Ort der Wärmeauskopplung aus dem Wärmetransportkreislauf, die insbesondere über einen zweiten Wärmetauscher erfolgt. Es hat sich gezeigt, dass sich Salzschnmelzen als Wärmeträgerfluid besonders gut für das hier beschriebene Verfahren eignen, da sie in der Regel bis etwa 500° C, teilweise sogar bis etwa 600° C stabil sind. Derartige Salzschnmelzen werden bei Temperaturen von etwa 150° C flüssig, so dass sie ein Fließverhalten, welches mit demjenigen von Wasser vergleichbar ist, haben und somit sehr einfach durch den Wärmetransportkreislauf gepumpt werden können. Besonders gut geeignet sind Salzschnmelzen, die Kaliumnitrat (KNO₃) enthalten. Beispielsweise kann als Wärmeträgerfluid eine Salzschnmelze verwendet werden, die 60 % NaNO₃ und 40 % KNO₃ enthält. Im Vergleich zu der Verwendung von Luft als Wärmeträgerfluid, die grundsätzlich möglich wäre, können beim Einsatz von Salzschnmelzen wesentlich kleinere Leitungsquerschnitte gewählt werden. Die Wärmeverluste können dadurch ebenfalls relativ gering gehalten werden.

[0011] Eine erfindungsgemäße Trocknungsanordnung zeichnet sich dadurch aus, dass

- die Mittel zur Erzeugung von Heißluft einen mit fossilen Brennstoffen befeuerbaren Dampferzeuger umfassen, und
- die Trocknungsanordnung einen von der Trocknungseinrichtung strömungstechnisch entkoppelten und von einem Wärmeträgerfluid durchströmten Wärmetransportkreislauf umfasst, der so ausgebildet ist, dass die von dem Dampferzeuger freigesetzte Wärmeenergie zumindest teilweise in das Wärmeträgerfluid des Wärmetransportkreislaufs eingebracht werden kann und von diesem zumindest teilweise in den Luftströmungskreis übertragen werden kann. Dadurch wird eine Trocknungsanordnung geschaffen, die eine effiziente Erwärmung der Papierbahnen beim Passieren des mindestens einen Trocknungszyinders ermöglicht. Die hier vorgestellte Trocknungsanordnung ist so ausgebildet, dass sie dem Trocknungsprozess Heißluft mit Temperaturen von etwa 500° C zur Verfügung stellen kann, die für die Papiertrocknung benötigt werden, ohne dass im

Luftströmungskreis selbst eine mit fossilen Brennstoffen betreibbare Erwärmungseinrichtung (zum Beispiel ein Gasbrenner) vorgesehen sein muss.

[0012] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass der Dampferzeuger ein Reststoffkessel ist, der so ausgebildet ist, dass er Reststoffe aus der Papierproduktion verbrennen kann. Dadurch ist es möglich, die bei der Verbrennung der Reststoffe ohnehin freigesetzte Wärmeenergie sinnvoll zu verwenden und zumindest teilweise in den Papiertrocknungsprozess einzubringen.

[0013] Vorzugsweise kann der Wärmetransportkreislauf einen ersten Wärmetauscher umfassen, der so ausgebildet ist, dass er zumindest einen Teil der Wärmeenergie des Rauchgases auf das Wärmeträgerfluid übertragen kann. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht die Möglichkeit, dass der Dampferzeuger/Reststoffkessel einen Leerzug umfasst, innerhalb dessen der erste Wärmetauscher angebracht ist. In dem Leerzug erreichen die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase typischerweise Temperaturen von etwa 700° bis 800° C. Überraschend hat es sich ferner gezeigt, dass sich der Einbau des Wärmetauschers in den Leerzug ebenfalls positiv auf die Korrosionsneigung auswirken kann, da ein Teil der Wärmeenergie des Rauchgases vom Wärmetauscher aufgenommen wird und damit nicht den Korrosionsprozess, insbesondere Chlor-Hochtemperatur-Korrosion, begünstigt.

[0014] Vorzugsweise kann der Wärmetransportkreislauf einen zweiten Wärmetauscher umfassen, der so ausgebildet ist, dass er zumindest einen Teil der von dem Wärmeträgerfluid aufgenommenen Wärmeenergie des Rauchgases auf die innerhalb des Luftströmungskreises strömende Luft übertragen kann.

[0015] Für eine besonders effiziente Erwärmung der Luft hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass der Luftströmungskreis eine Bypass-Leitung umfasst, in der der zweite Wärmetauscher angeordnet ist.

[0016] Um eine hohe Temperaturbeständigkeit zu erreichen, wird in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform vorgeschlagen, dass der erste und/oder der zweite Wärmetauscher zumindest teilweise aus einem Keramikwerkstoff, insbesondere aus einem Keramikwerkstoff auf Basis von Siliziumkarbid, hergestellt sind/ist.

[0017] In einer vorteilhaften Ausführungsform besteht die Möglichkeit, dass der erste und/oder der zweite Wärmetauscher Schottheizflächen umfassen/umfasst. Schottheizflächen sind geschlossene und plattenartige Heizflächen, bei denen einzelne nebeneinander angeordnete Rohre mit diesen zugeordneten Stegen zu Rohr-Steg-Rohr-Kombinationen verschweißt sind. Sie zeichnen sich durch eine hohe Effizienz bei der Wärmeübertragung aus.

[0018] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass innerhalb des Luftströmungskreises eine selektiv aktivierbare Nacherwär-

nungseinrichtung, insbesondere ein Gasbrenner, zum Nacherwärmen der Luft angeordnet ist. Diese Nacherwärmungseinrichtung kann bei Bedarf selektiv zugeschaltet werden, wenn zum Beispiel die Temperatur der mittels des zweiten Wärmetauschers erwärmten Luft nicht ausreichend hoch sein sollte. Im Idealfall wird die Luft jedoch ausreichend stark erwärmt, so dass der Gasbrenner überhaupt nicht aktiviert werden muss.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass der Wärmetransportkreislauf ein Wärmeträgerfluidspeicherreservoir, insbesondere ein Salzsammelzereservoir, umfasst. Innerhalb des Wärmeträgerfluidspeicherreservoirs kann ein Wärmeträgerfluid gespeichert werden und mittels einer Pumpvorrichtung durch den Wärmetransportkreislauf gepumpt werden. Wie oben erwähnt, hat sich die Verwendung einer Salzsammelze für den Wärmetransport als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0020] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

Fig. 1 eine schematisch stark vereinfachte Darstellung eines Teils einer Papierherstellungsvorrichtung mit einer Trocknungsanordnung zur Trocknung von Papierbahnen, die gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist,

Fig. 2 eine schematisch stark vereinfachte Darstellung eines Teils einer Papierherstellungsvorrichtung mit einer Trocknungsanordnung zur Trocknung von Papierbahnen, die gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist.

[0021] In den Figuren sind gleiche beziehungsweise funktional gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0022] In Fig. 1 ist ein Teil einer Papierherstellungsvorrichtung zur Herstellung von Papierbahnen 100, insbesondere Hygienepapierbahnen, mit einer Trocknungsanordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zur Trocknung der Papierbahnen 100 gezeigt. Zu erkennen ist ein während des Betriebs der Papierherstellungsvorrichtung rotierender Trocknungszyylinder 1, dem eine Cellulosesuspension, aus der die Papierbahn 100 erzeugt wird, zugeführt wird und anschließend mittels einer hier nicht explizit dargestellten Glättungsvorrichtung geglättet sowie mittels einer hier ebenfalls nicht explizit dargestellten Aufrollvorrichtung aufgerollt wird. Beim Durchlaufen des Trocknungszyinders 1 erfolgt eine endgültige Entwässerung der Cellulosesuspension, so dass im Ergebnis eine Trocknung der Papierbahn 100 bewirkt werden kann. Typische Geschwindigkeiten, mit denen die Cellulosesus-

pension dem rotierenden Trocknungszyylinder zugeführt wird, betragen rund 1700 bis 1800 m/min. Zum Zwecke der Trocknung der Papierbahn 100 ist eine vorliegend im Wesentlichen haubenartig geformte Trocknungseinrichtung 2 vorgesehen, die sich abschnittsweise um den Trocknungszyylinder 1 herum erstreckt und diesen mit der für die Trocknung der Papierbahn 100 erforderlichen Trocknungswärme beaufschlagen kann. Typische Trocknungstemperaturen liegen etwa im Bereich von 500° C und höher. Teilweise können die Trocknungstemperaturen bei einigen Papiersorten auch etwa 650° C bis etwa 700° C erreichen. Die für den Trocknungsprozess erforderliche Wärmeleistung liegt typischerweise im Bereich zwischen 4,5 MW und etwa 8 MW.

[0023] Um der Trocknungseinrichtung 2 die erforderliche Wärmeenergie zur Verfügung stellen zu können, weist die Trocknungsanordnung eine Wärmequelle auf, die vorliegend das Rauchgas eines mit fossilen Brennstoffen befeuerten Dampferzeugers ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Dampferzeuger ein mit Reststoffen aus der Papierproduktion befeuerter Reststoffkessel 3. Die Reststoffe werden in dem Reststoffkessel 3 verbrannt und es entstehen dabei Rauchgase. Gemäß einschlägiger gesetzlicher Verordnungen müssen die Rauchgase innerhalb des eigentlichen Verbrennungsraums des Reststoffkessels 3 auf einer Temperatur gehalten werden, die höher als 850° C ist. Eine derart hohe Temperatur gewährleistet, dass die für den Papiertrocknungsprozess erforderliche Wärmeleistung dauerhaft auf dem erforderlichen Temperaturniveau zur Verfügung gestellt werden kann.

[0024] Da der unmittelbare Kontakt der heißen Rauchgase mit der Papierbahn 100 destruktiv für diese wäre, weist die Trocknungsanordnung einen Wärmetransportkreislauf 4 auf, der einen ersten Wärmetauscher 5 mit einer Anzahl hintereinander geschalteter Wärmetauscherkörper 50, 51, die vorliegend rohrförmig ausgebildet sind, sowie einen zweiten Wärmetauscher 6 umfasst. In diesem Ausführungsbeispiel sind zwei rohrförmige Wärmetauscherkörper 50, 51 vorgesehen, die so angeordnet und dazu ausgebildet sind, dass sie den heißen Rauchgasen Wärmeenergie entziehen können und diese in den Wärmetransportkreislauf 4 übertragen können.

[0025] Vorliegend ist der erste Wärmetauscher 5 mit den beiden Wärmetauscherkörpern 50, 51 in einem Leerzug 30 des Reststoffkessels 3 angeordnet, der sich besonders gut für den Einbau des ersten Wärmetauschers 5 eignet. In dem Leerzug 30 erreichen die Rauchgase typischerweise Temperaturen von etwa 700° bis 800° C. Der erste Wärmetauscher 5 muss daher so ausgebildet sein, dass er diesen Temperaturen standhalten kann, da an den Außenseiten der rohrförmigen Wärmetauscherkörper 50, 51 Temperaturen bis etwa 800° C auftreten können. Im Inneren der rohrförmigen Wärmetauscherkörper 50, 51 herrschen Temperaturen, die etwa 600° C und mehr erreichen können. Unmittelbar in den Rohrwandungen der Wärmetauscherkörper 50, 51 treten Temperaturen von etwa 700° C und mehr auf. Wenn die

Wärmetauscherkörper 50, 51 aus Stahl hergestellt sind, könnten unter Umständen die Grenzen der Temperaturfestigkeit dieses Werkstoffs erreicht werden. Als Alternative zum Werkstoff Stahl bietet es sich in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform an, den ersten Wärmetauscher 5 mit den Wärmetauscherkörpern 50, 51 aus einem Keramikwerkstoff, insbesondere aus einem Keramikwerkstoff auf Basis von Siliziumkarbid, herzustellen. Es hat sich gezeigt, dass ein Wärmetauscher 5 auf Siliziumkarbidbasis für den hier angestrebten Verwendungszweck besonders geeignet ist, da dieser Werkstoff eine besonders hohe Temperaturstabilität bei gleichzeitig guten Wärmeübertragungseigenschaften aufweist. Überraschend hat es sich ferner gezeigt, dass sich der Einbau des Wärmetauschers 5 in den Leerzug 30 ebenfalls positiv auf die Korrosionsneigung auswirkt, da ein Teil der Wärmeenergie vom Wärmetauscher 5 aufgenommen wird und damit nicht den Korrosionsprozess begünstigt.

[0026] Der Wärmetransportkreislauf 4 weist ferner einen Fluidströmungskreis 40 auf, innerhalb dessen ein Wärmeträgerfluid zirkulieren kann, sowie den oben bereits genannten zweiten Wärmetauscher 6 zur Abgabe von Wärmeenergie auf. Das innerhalb des Fluidströmungskreises 40 zirkulierende und mittels einer geeigneten, hier nicht explizit dargestellten Pumpvorrichtung gepumpte Wärmeträgerfluid nimmt bei der Wechselwirkung mit dem ersten Wärmetauscher 5 Wärmeenergie auf und gibt diese bei der Wechselwirkung mit dem zweiten Wärmetauscher 6 zumindest teilweise wieder ab.

[0027] Als Wärmeträgerfluid können grundsätzlich verschiedene Medien verwendet werden. Luft wäre zwar als Wärmeträgerfluid grundsätzlich geeignet, hat aber den Nachteil, dass für den Wärmetransport große Luftmengen erforderlich sind. Demzufolge müsste der Fluidströmungskreis 40 entsprechend groß dimensioniert werden, was im Ergebnis relativ hohe Wärmeverluste zur Folge hätte. Wesentlich effizienter für den Wärmetransport sind demgegenüber Flüssigkeiten. Thermoöle eignen sich als Wärmeträgerfluide in der Regel nur für Temperaturen bis maximal etwa 400° C. Erheblich besser für den vorliegenden Anwendungszweck geeignet sind Salzschnmelzen, die in der Regel bis etwa 500° C, teilweise sogar bis etwa 600° C stabil sind. Derartige Salzschnmelzen werden bei Temperaturen von etwa 150° C flüssig, so dass sie ein Fließverhalten, welches mit demjenigen von Wasser vergleichbar ist, haben und somit sehr einfach durch den Fluidströmungskreis 40 gepumpt werden können. Besonders gut geeignet sind Salzschnmelzen, die Kaliumnitrat (KNO_3) enthalten. Beispielsweise kann als Wärmeträgerfluid eine Salzschnmelze verwendet werden, die 60 % NaNO_3 und 40 % KNO_3 enthält. Im Vergleich zu der Verwendung von Luft als Wärmeträgerfluid können beim Einsatz von Salzschnmelzen wesentlich kleinere Leitungsquerschnitte im Fluidströmungskreis 40 gewählt werden. Die Wärmeverluste können dadurch ebenfalls relativ niedrig gehalten werden.

[0028] Fig. 2 zeigt eine entsprechende Variante der Trocknungsanordnung, bei der im Wärmetransportkreislauf 4 ein Salzschnmelzereservoir 41, insbesondere ein Salzschnmelzetank, sowie eine Pumpvorrichtung 42 vorgesehen sind, um die Salzschnmelze durch den Wärmetransportkreislauf zu pumpen. Der erste Wärmetauscher 5 ist im zweiten Ausführungsbeispiel in der Bauform einer so genannten Schottheizfläche ausgeführt. Schottheizflächen sind geschlossene und plattenartige Heizflächen, bei denen einzelne nebeneinander angeordnete Rohre mit diesen zugeordneten Stegen zu Rohr-Steg-Rohr-Kombinationen verschweißt sind.

[0029] Um die haubenartige Trocknungseinrichtung 2 während des Betriebs mit heißer Luft zu versorgen, weist die Trocknungsanordnung einen Luftströmungskreis 7 auf, an den die Trocknungseinrichtung 2 angeschlossen ist und der eine Ventilationsvorrichtung 70 umfasst, so dass die Heißluft mit hoher Geschwindigkeit innerhalb des Luftströmungskreises 7 strömen kann. Die durch den Luftströmungskreis 7 strömende Luft wird mittels des zweiten Wärmetauschers 6 erwärmt. Es hat sich in diesem Zusammenhang als besonders zweckmäßig erwiesen, den zweiten Wärmetauscher 6 über eine Bypass-Leitung 71 in den Luftströmungskreis 7 einzubinden. Beim Erreichen des zweiten Wärmetauschers 6 weist das durch den Fluidströmungskreis 40 strömende Wärmeträgerfluid eine Temperatur auf, die idealerweise etwa zwischen 550° C und 600° C liegt, so dass die Luft innerhalb des Luftströmungskreises 7 bei der Wechselwirkung mit dem zweiten Wärmetauscher 6 effizient erwärmt werden kann und der haubenartigen Trocknungseinrichtung 2 zur Verfügung gestellt werden kann. Der Bypass-Leitung 71 ist vorliegend ein Gasbrenner 8 nachgeschaltet, wie er bei den aus dem Stand der Technik bereits bekannten Trocknungsanordnungen ebenfalls vorhanden ist. Dieser Gasbrenner 8 kann bei Bedarf selektiv zugeschaltet werden, wenn zum Beispiel die Temperatur der mittels des zweiten Wärmetauschers 6 erwärmten Luft nicht ausreichend hoch sein sollte. Im Idealfall wird die Luft jedoch ausreichend stark erwärmt, so dass der Gasbrenner 8 überhaupt nicht aktiviert werden muss. Mit Hilfe der Trocknungsanordnung können im Bereich der haubenartigen Trocknungseinrichtung 2 die für die Papiertrocknung erforderlichen Temperaturen von etwa 500° C erreicht werden. Nach dem Passieren des Trocknungszyklinders 1 kühlt sich die Luft auf etwa 200° C ab.

[0030] In einer alternativen Ausführungsform kann die Trocknungsanordnung so ausgelegt sein, dass sie die mittels des zweiten Wärmetauschers 6 erwärmte Luft einer oder mehrerer Trocknungseinrichtungen 2 einer oder mehrerer Papierherstellungsvorrichtungen bereitstellen kann. Durch eine selektive Aktivierung des Gasbrenners 8 können Spitzenlasten abgedeckt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Trocknung von Papierbahnen (100), die über einen rotierenden Trocknungszyylinder (1) geführt werden und von einer Trocknungseinrichtung (2) mit Wärme beaufschlagt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wärmequelle zur Erzeugung der Wärme das Rauchgas eines mit fossilen Brennstoffen befeuerten Dampferzeugers verwendet wird, wobei die Wärme zumindest teilweise in einen von der Trocknungseinrichtung (2) strömungstechnisch entkoppelten Wärmetransportkreislauf (4) eingebracht wird und von diesem zumindest teilweise in einen mit der Trocknungseinrichtung (2) strömungstechnisch gekoppelten Luftströmungskreis (7), innerhalb dessen Luft zur Trocknungseinrichtung (2) hin und von dieser weg strömt, übertragen wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rauchgas durch Verbrennen von Reststoffen aus der Papierproduktion freigesetzt wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luft innerhalb des Luftströmungskreises (7) nach der Übertragung von Wärme aus dem Wärmetransportkreislauf (4) mittels einer Nacherwärmungseinrichtung, insbesondere mittels eines Gasbrenners (8) nacherwärmt wird. 15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärme mittels einer wärmespeichernden Salzschnmelze innerhalb des Wärmetransportkreislaufs (4) transportiert wird. 20
5. Trocknungsanordnung zur Trocknung von Papierbahnen (100), umfassend
 - einen rotierbaren Trocknungszyylinder (1), dem eine Cellulosesuspension zur Erzeugung einer Papierbahn (100) zuführbar ist, 25
 - Mittel zur Erzeugung von Heißluft,
 - einen Luftströmungskreis (7), durch den die Heißluft strömen kann, 30
 - eine vorzugsweise im Wesentlichen haubenartige Trocknungseinrichtung (2), die an den Luftströmungskreis (7) angeschlossen ist und so ausgebildet ist, dass sie den Trocknungszyylinder (1) mit der Papierbahn (100) mit Heißluft beaufschlagen kann, 35**dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Mittel zur Erzeugung von Heißluft einen mit fossilen Brennstoffen befeuerbaren Dampferzeuger umfassen, und 40
 - die Trocknungsanordnung einen von der Trocknungseinrichtung (2) strömungstechnisch entkoppelten und von einem Wärmeträgerfluid
- durchströmten Wärmetransportkreislauf (4) umfasst, der so ausgebildet ist, dass die von dem Dampferzeuger freigesetzte Wärme zumindest teilweise in das Wärmeträgerfluid des Wärmetransportkreislaufs (4) eingebracht werden kann und von diesem zumindest teilweise in den Luftströmungskreis (7) übertragen werden kann.
6. Trocknungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampferzeuger ein Reststoffkessel ist, der so ausgebildet ist, dass er Reststoffe aus der Papierproduktion verbrennen kann. 45
7. Trocknungsanordnung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetransportkreislauf (4) einen ersten Wärmetauscher (5) umfasst, der so ausgebildet ist, dass er zumindest einen Teil der Wärmeenergie des Rauchgases auf das Wärmeträgerfluid übertragen kann. 50
8. Trocknungsanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampferzeuger/Reststoffkessel (3) einen Leerzug (30) umfasst, innerhalb dessen der erste Wärmetauscher (5) angebracht ist. 55
9. Trocknungsanordnung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetransportkreislauf (4) einen zweiten Wärmetauscher (6) umfasst, der so ausgebildet ist, dass er zumindest einen Teil der von dem Wärmeträgerfluid aufgenommenen Wärmeenergie des Rauchgases auf die innerhalb des Luftströmungskreises (7) strömende Luft übertragen kann.
10. Trocknungsanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftströmungskreis (7) eine Bypass-Leitung (72) umfasst, in der der zweite Wärmetauscher angeordnet ist.
11. Trocknungsanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und/oder der zweite Wärmetauscher (5, 6) zumindest teilweise aus einem Keramikwerkstoff, insbesondere aus einem Keramikwerkstoff auf Basis von Siliziumkarbid, hergestellt sind/ist.
12. Trocknungsanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und/oder der zweite Wärmetauscher (5, 6) Schottheizflächen umfassen/umfasst.
13. Trocknungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Luftströmungskreises (7) eine selektiv aktivierbare Nacherwärmungseinrichtung, insbesondere ein Gasbrenner 8, zum Nacherwärmen der Luft angeordnet ist.

14. Trocknungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetransportkreislauf (4) ein Wärmeträgerfluidspeicherreservoir, insbesondere ein Salzschnmelzereservoir (41), umfasst.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

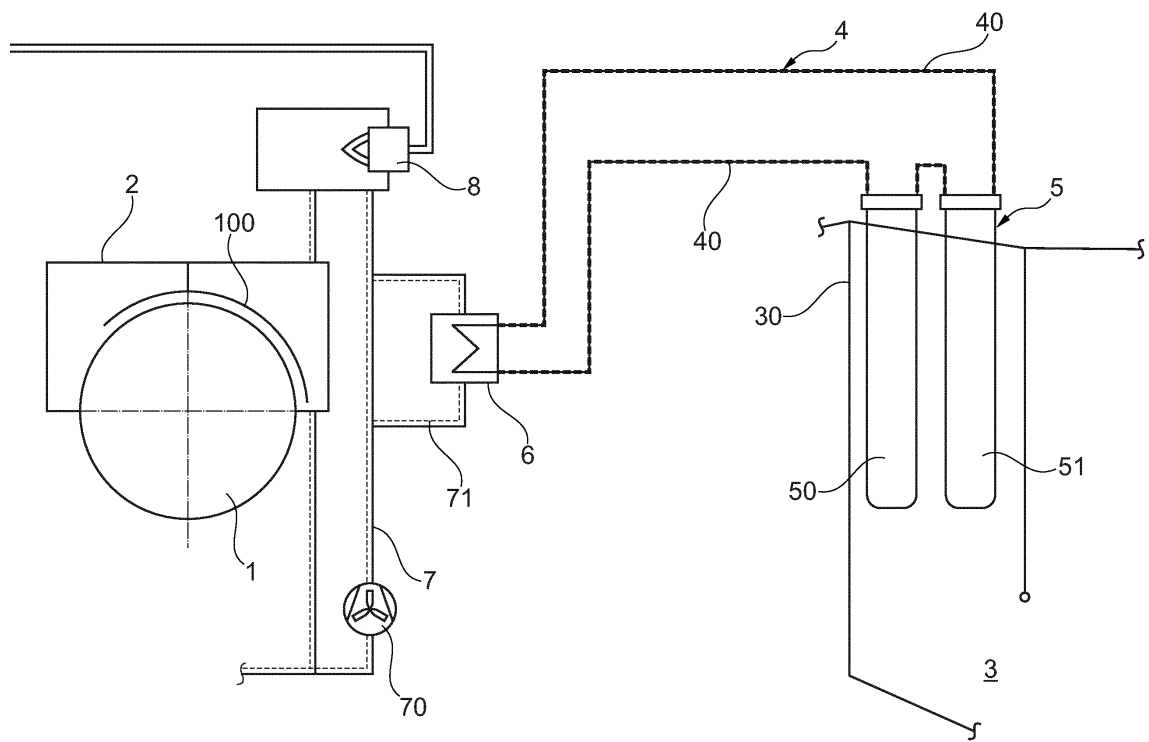


Fig. 1

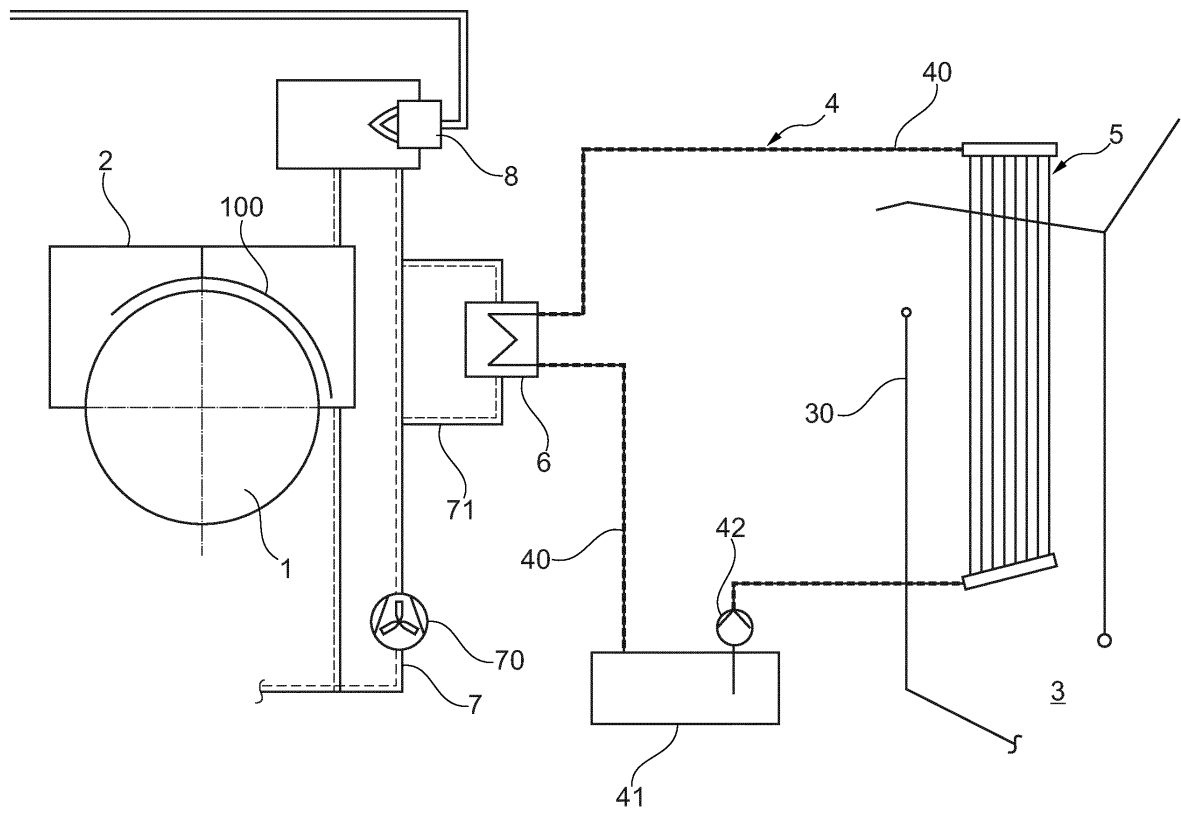


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 14 18 7484

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	AT 270 367 B (HUPP CORPORATION) 25. April 1969 (1969-04-25) * Seite 3, Zeile 53 - Seite 4, Zeile 56; Abbildung 1 * -----	1,5,7,9	INV. D21F5/18 D21F5/20
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			D21F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Januar 2015	Prüfer Maisonnier, Claire
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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

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

- EP 2298988 A1 [0003]
- US 8402673 B2 [0004]
- MX 2009000969 A [0004]