(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 463 100 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.07.2013 Patentblatt 2013/29

(51) Int Cl.:
B41F 23/04 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **11188178.5**

(22) Anmeldetag: **08.11.2011**

(54) Bogen verarbeitende Maschine, insbesondere Bogendruckmaschine

Machine for processing brackets, in particular bracket pressure machine

Machine de traitement de feuilles, notamment presse à feuilles

(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

(30) Priorität: **03.12.2010 DE 102010053459**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.06.2012 Patentblatt 2012/24

(73) Patentinhaber: **Heidelberger Druckmaschinen AG**
69115 Heidelberg (DE)

(72) Erfinder:
- **Jung, Jochen**
  79541 Lörrach (DE)
- **Ernst, Uwe**
  68163 Mannheim (DE)
- **Müller, Rolf**
  69226 Nußloch (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102006 032 831
JP-A- 60 076 346

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).

EP 2 463 100 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine bogenverarbeitende Maschine, insbesondere Bogendruckmaschine, mit einem Lackierwerk und einem oder mehreren Kombinationstrocknern, die den frisch lackierten Bogen sowohl mit Strahlungsenergie im Infrarotbereich als auch mit erwärmter Luft beaufschlagen. Derartige Kombinationstrockner sind zur Trocknung von Dispersionslacken an sich bekannt. Sie besitzen Infrarotstrahler meist in der Form von thermischen Strahlern, beispielsweise Carbonstrahlern, die Vorheizzeiten von mehreren Sekunden benötigen und deshalb während der Durchführung eines Druckjobs permanent eingeschaltet sind. Das Ein- bzw. Ausschalten solcher Strahler im Takte des Bogentransports von ca. 3 bis 5 Bogen/s ist mit solchen Strahlern nicht möglich. Gleichzeitig wird der zu trocknende Bogen mit Heißluft typischerweise bei Temperaturen zwischen 100° und 120°C beblasen. Dazu wird Frischluft eingesetzt, die gegebenenfalls nach Vorwärmung über einen Wärmetauscher mit elektrischer Energie auf Temperaturen oberhalb von 100°C aufgeheizt wird.

[0002] Die bei diesen Kombinationstrocknern eingesetzte thermische Energie wird jedoch nur zu einem Anteil deutlich unterhalb von 20 % in Verdunstungsenthalpie umgesetzt. Denn zum einen bewirkt die Heißluft ein Aufheizen der Trockneraggregate und aller im Umfeld befindlichen Maschinenteile (Wärmeverluste). Zudem wird nach dem Trocknungsvorgang die feuchtheiße Abluft abgesaugt und ins Freie geblasen. Die Infrarotstrahler selbst haben einen "Gesamtwirkungsgrad" von ungefähr 10 bis 40 %, nämlich abhängig davon, wie stark der Bedruckstoff und seine Farbbelegung die elektromagnetische Energie in dem Wellenbereich von 0,5 bis 10 μm absorbiert, in dem die konventionellen IR-Strahlungsquellen emittieren. Die dünne wässrige Dispersionslackschicht absorbiert selbst nur einen nicht nennenswerten Anteil der Strahlungsleistung der zu diesem Zwecke eingesetzten Infrarotstrahler.

[0003] Man hat schon versucht den Gesamtwirkungsgrad solcher Kombinationstrockner zu verbessern, indem über apparative Zusatzmaßnahmen Wärmeenergie aus der Abluft z. B. durch Wärmetauscher wiedergewonnen und zur Aufheizung der Frischluft verwendet wird. Damit lässt sich jedoch nur eine mäßige Energierückgewinnung von ca. 10 % der Leistung des Trockners realisieren.

[0004] Des Weiteren wurde auch schon versucht durch den Einsatz bekannter Typen von thermischen Strahlern, wie z. B. Keramikkacheln, beheizte Metallbänder etc., die Emissionswellenlänge in den langwelligen Teil des IR-Spektrums zu verschieben. Die Betriebstemperatur solcher Strahler liegt jedoch immer noch zwischen 500°C und 800°C, so dass durch erzwungenen und freie Konvektion sehr viel Energie als Abwärme von vorneherein verloren geht. Zudem dürfen die Bögen nicht mit den heißen Oberflächen der Bauteile des Trockners in Berührung kommen, da Papier bereits ab 200°C zu brennen beginnt. Es ist außerdem sehr schwierig, die Wärme der Trockner von anderen Maschinenbauteilen fernzuhalten. Abschottmaßnahmen sind praktisch unwirksam. Deshalb werden zum Teil aufwändige Rückkühlungen an benachbarten Maschinenbauteilen vorgenommen, die nicht der Wärme des Trockners ausgesetzt werden sollen.

[0005] Der bescheidene Wirkungsgrad von Kombinationstrocknern liegt zum großen Teil darin begründet, dass es schwierig ist die Energie der Wärmequellen des Trockners an die Stelle zu bringen, wo sie benötigt wird, nämlich zur Verdunstung des Wassers in der Dispersionslackschicht. Als Ursache wird oft ein zu geringer Wärmeübergang der Heißluft auf die Bogenoberfläche angenommen. Vor diesem Hintergrund wurde versucht durch Optimierung der Düsen und des Temperaturbereichs für die Heißluft den Wirkungsgrad zu erhöhen. So ist in der DE 10 2007 019 977 ein Heißlufttrockner beschrieben, bei dem die Ausströmtemperatur der Luft durch die Düsen mindestens 300°C betragen und der Abstand der Bögen zu den Düsen möglichst klein sein soll. Problematisch dabei ist jedoch, dass der zu trocknende Lack aufgrund des kurzen Abstands und der hohen Ausblasgeschwindigkeiten der heißen Luft praktisch weggeblasen wird und keine Möglichkeit hat, zu einer gleichmäßigen sauberen Lackschicht zu trocknen. Aus der DE 10 2006 059 025 sowie der US 2004/0060193 A1 und der US 6,293,196 ist es bekannt, Düsen vorzusehen, aus denen die Heißluft turbulent mit hoher Geschwindigkeit ausströmt, um eine bessere Wechselwirkung mit der Bogenoberfläche zu erreichen. Auch diese Maßnahmen bringen jedoch nur einen begrenzten Erfolg.

[0006] Des Weiteren sind Bogen verarbeitende Maschinen bekannt, bei denen UV-Farben und UV-Lacke verdruckt werden und die dann mit UV-Strahlern "kalt" getrocknet d. h. reaktiv vernetzt werden. Des zusätzlichen Einsatzes von Heißluft bedarf es bei diesen Trocknern nicht. Stattdessen ist eher Kühlluft gefordert, um die UV-Lichtquellen selbst zu kühlen. So ist in der WO 2005/093858 eine flächige UV-Lichtquelle beschrieben, in der eine Matrix von ultraviolettes Licht emittierenden Dioden eingesetzt ist. Diese Dioden werden durch Luft gekühlt, die durch schlitzförmige Kanäle zwischen den Diodenreihen hindurchtritt. Zum Trocknen von wässrigen Dispersionlacken sind solche UV-Lichtquellen jedoch nicht geeignet.

[0007] In der EP 2 067 620 ist ein Verfahren zur getakteten Trocknung eines bedruckten Bogens auf der Basis von UV- oder IR-Halbleiterlichtquellen beschrieben. Das Verfahren beihet sich jedoch auf das Trocknen von Druckfarbe, die mit Absorbern für die Wellenlängen versehen sind, unter denen die Halbleiterlichtquellen emittieren. Zur Trocknung von wasserbasierten Lacken wird in dieser Schrift ein separater konventioneller Heißluft-Trocknerturm vorgeschlagen.

[0008] In der JP 60076346 ist ein zweistufiger Trockner für Rollendruckmaschinen beschrieben, in denen die Papierbahn mit lösemittelbasierten Heatsetfarben bedruckt wird. In der ersten Stufe wird die lösemittelhaltige Farbe gezielt mit einem Infrarotstrahler aufgeheizt, dessen Wellenlänge selektiv von der Farbe absorbiert wird, die daraufhin zu

verdampfen beginnt. In der zweiten Stufe wird die lösemittelhaltige Farbe mit einem Gasbrenner vollends getrocknet. Das hat den Vorteil, dass der Feuchtigkeitsgehalt in der Papierbahn von der Trocknung der Farbe weniger beeinflusst wird und sich das Papier demzufolge weniger wellt. Das Trocknen von mit Ölfarben bedruckten und wässrig überlackierten Bögen ist dort nicht angesprochen, dafür ist das beschriebene Verfahren auch nicht geeignet.

[0009] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Kombinationstrockner für die Trocknung von vorzugsweise Dispersionslacken vorzuschlagen, bei dem die eingesetzte Energie möglichst effektiv verwertet wird bzw. der einen besonders guten Gesamtwirkungsgrad besitzt. Diese Aufgabe wird gemäß den im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Maßnahmen dadurch gelöst, dass der bzw. die Kombinationstrockner eine Vielzahl von runden oder mehreckigen Luftdüsen enthält bzw. enthalten, zwischen denen schmalbandige Hochleistungsinfrarotlichtquellen angeordnet sind, von denen der lackierte Bogen mit einer Strahlungsdichte von insgesamt mindestens 25 kW/m^2 beaufschlagbar ist, wobei die Temperatur der durch die Düsen hindurchtretenden erwärmten Luft unterhalb von 100°C, vorzugsweise unterhalb von 80°C, liegt.

[0010] Die vorliegende Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass am zweckmäßigsten die in die Dispersionslackschicht einzutragende Energie zur Verdunstung des Wassers nahezu vollständig durch auf das Absorptionsspektrum des Lacks abgestimmte Infrarotstrahlung erfolgt und die gleichzeitig auf den Bogen gerichtete Blasluft lediglich dazu dient, den von der Infrarotstrahlung aus der Lackschicht freigesetzten Wasserdampf zu entfernen bzw. fortzublasen, wofür Luft mit relativ niedriger Temperatur ausreichend ist. Mit diesen Maßnahmen lässt sich der Wärmeübergangskoeffizient α gegenüber den eingangs genannten bekannten Kombinationstrocknern um einen Faktor von mindestens 2 bis zu einem Faktor von 5 steigern d. h. es lassen sich Werte von α > 250 W/m^2 K erzielen. Aufgrund des hohen Luftaustausches und der starken Überströmung der Oberfläche des lackierten Bogens kommt es zu keiner Anreicherung von Wasserdampf oder gar einer Kondensation von Wasserdampf (Nebelbildung), was anderenfalls das eingestrahlte Infrarotlicht absorbieren könnte, bevor es die Bogenoberfläche erreicht.

[0011] Die zu diesem Zweck eingesetzte Warmluft liegt vorzugsweise in einem Temperaturbereich zwischen 40° und 80°C. Dieser ist ausreichend dafür, dass die Luft den aus dem Bogen austretenden Wasserdampf aufnehmen kann.

[0012] Die Wellenlänge der Infrarotlichtquellen ist zweckmäßig auf die Absorptionsbanden des Dispersionslackes d. h. auf die Absorptionsbanden von Wasser bei 1,93, 2,7, 4,7 und/oder 6,3 μm abgestimmt.

[0013] Vorteilhafterweise sitzt der Kombinationstrockner über einem Zylinder des Lackwerks d. h. dem Gegendruckzylinder des Lackwerks oder einem nachfolgenden Zylinder, über den der Bogen in Richtung auf die Auslage transportiert wird. Zur Luftversorgung werden zweckmäßigerweise Hochleistungsgebläse, wie z. B. Seitenkanalverdichter oder Turbo-Peripheralgebläse oder Hochdruck-Radialventilatoren, eingesetzt. Solche Gebläse werden z. B. von der Firma Gardner Denver Schopfheim GmbH in Schopfheim, BR Deutschland, oder von der Fa. Dietz Motoren GmbH + Co. KG in Dettingen u. Teck, BR Deutschland. Sie erzeugen einen statischen Druck oberhalb von 8.000 Pa und liefern Luftmengen von 1.000 bis 2.000 m^3/h, wobei die Luftmenge durch den Einsatz mehrerer Gebläse entsprechend erhöht werden kann. Benötigt werden mindestens ca. 3.000 m^3 Luft/m^2 Bogenfläche pro Stunde, zweckmäßig sind Werte im Bereich von 5.000 bis 15.000 m^3 Luft/m^2 Bogenfläche pro Stunde. Hierbei ist mit "Bogenfläche" die Fläche gemeint, mit der sich der Bogen in der Trocknerzone befindet, d. h. bei einer Formatbreite von 1,05 cm und einer Länge der Trocknerzone von 0,27 cm ist die der Strahlung und der Blasluft ausgesetzte Bogenfläche 1,05 x 0,27 m^2 = 0,28 m^2.

[0014] Es hat sich herausgestellt, dass es zweckmäßig ist, das Verhältnis der im Trockner auf den Bogen einwirkenden Infrarotlichtleistung bezogen auf den Luftdurchsatz in einem bestimmten Bereich zu halten. Unter Berücksichtigung sinnvoller Werte für die Blasluftemperatur, Geometrie und Abstand des Düsenfeldes zum Bogen und der Ausblasgeschwindigkeit liegt das genannte Verhältnis zwischen 2 und 20 Wattstunden pro m^3 Luft, vorzugsweise zwischen 2,5 und 12,5 Wattstunden/m^3 Luft.

[0015] Unterhalb der unteren Grenzwerte wird es schwierig, einen ausreichenden Trocknungsgrad zu erreichen und oberhalb des oberen Grenzwertes wird es schwierig, die Bogentemperatur ausreichend niedrig zu halten und die ausgetriebene Feuchtigkeit aufzunehmen und abzutransportieren.

[0016] Die auf die Absorptionsbanden von Wasser emittierenden Infrarotlichtquellen können IR-/Dioden-Laser oder Diodenlaserarrays sein, wobei sowohl kantenemittierende Hochleistungsdiodenlaser als auch oberflächenemittierende Diodenlaser oder -laserarrays, beispielsweise Hochleistungs-VCSEL-Laserarrays, Verwendung finden können. Daneben ist es auch möglich, fasergekoppelte Diodenlaser einzusetzen.

[0017] Aufgrund der geringen Ablufttemperaturen des erfindungsgemäßen Trockners und der hohen Beladung an Wasserdampf, der von den Diodenlaser ausgetrieben wurde, ist es auch relativ einfach, die Abluft unter den Taupunkt abzukühlen und auf diese Weise das Wasser und gegebenenfalls weitere Lösemittel auszukondensieren bzw. auszuwaschen (Ammoniak). Auf diese Weise lässt sich dann ein Kombinationstrockner ohne Emissionen aufbauen.

[0018] Wenn die Infrarotstrahler zweckmäßig Halbleiterlichtquellen sind, lassen sie sich mit einer entsprechenden Steuerung formatabhängig und auch im Takte der Bogenzuführung an- und abschalten, so dass die Lichtquellen während einer Bogenlücke ausgeschaltet werden, was die Effizienz des Trockners allein schon um einen Faktor 2 verbessern kann. Zudem lässt sich mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen ein Trockner mit bedeutend kürzerer Baulänge realisieren im Vergleich zu Kombinationstrocknern der eingangs genannten Art.

[0019] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren 1 bis 7 der beigefügten Zeichnungen.

[0020] Figur 1 zeigt eine Offsetdruckmaschine 1 in Reihenbauweise mit einem Anleger 2, in dem sich der unbedruckte Papierstapel 3 befindet, sechs Druckwerken 8a bis 8f für die vier Grundfarben und gegebenenfalls zwei weiteren Sonderfarben, einem ersten Lackierwerk 9a, darauf folgend zwei Trocknereinheiten 10a und 10b, einer zweiten Lackiereinheit 9b sowie einem Ausleger 5 mit dem Bogenauslagestapel 6. Im Bereich der Kettenführungen des Auslegers 5 sind vier weitere Trocknereinheiten 11a bis 11d in Bogentransportrichtung hintereinander angeordnet.

[0021] Eine derartige Druckmaschine wird beispielsweise unter der Bezeichnung Speedmaster XL105-6-LYYLX3 von der Heidelberger Druckmaschinen AG angeboten.

[0022] Die vier Trocknereinheiten 11a bis 11d sind nach Art von Einschubmodulen ausgebildet sein, wie das in der DE 101 18 757 A1 beschrieben ist. Bei diesen Trocknereinschüben handelt es sich um sogenannte Kombitrockner, die sowohl mit Heißluft als auch mit Strahlungsenergie, z. B. IR-Strahlung, auf den zu trocknenden Bogen einwirken.

[0023] In Figur 2 ist der hintere Teil der Maschine nach Figur 1 nun aber mit einer modifizierten Trockenstrecke mit Kombinationstrocknern gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Auf das hier mit 109b bezeichnete Lackwerk bzw. dessen Druckzylinder 119b folgen zwei Transportzylinder 120 und 121, wobei der Zylinder 120 als Transferter in bekannter Weise so ausgebildet ist, dass die dort innen liegende lackierte Bogenoberfläche nicht mit der Zylinderoberfläche in Berührung kommt, sondern über Luftpolster auf Abstand gehalten wird. Auf der Oberfläche des Transportzylinders 121 hingegen liegt der Bogen mit seiner schon getrockneten Rückseite auf. Die Zylinder 120 und 121 befördern den Bogen zu einem umlaufenden Kettengreifersystem 105, von dem der lackierte Bogen in bekannter Weise über den Stapel 106 befördert und dort abgelegt wird. Mit 126 ist ein Bogenleitblech bezeichnet, über das der Bogen von den Kettengreifern ebenfalls mittels Luftpolstern berührungslos hinweggezogen wird.

[0024] Bereits am Druckzylinder 119b ist ein Kombinationstrockner 111a mit einer an den Zylinderradius angepassten gekrümmten Düsenplatte in einem Abstand von ca. 1 cm bis ca. 4 cm (siehe nachfolgende nummerische Ausführungsbeispiele 1 und 2) angeordnet. Der Aufbau dieses Trockners wird in den nachfolgenden Figuren noch beschrieben. Ein zweiter Kombinationstrockner 111b ist dem zweiten Transportzylinder 121 zugeordnet und dort im gleichen Abstand zur Zylinderoberfläche montiert.

[0025] In dem zweiten, alternativen Ausführungsbeispiel nach Figur 3 ist statt des Kombinationstrockners 111a am Druckzylinder 119b des Lackwerks 109b ein zweiter Kombinationstrockner 111c oberhalb des Bogenleitblechs 126 montiert. Dieser Kombinationstrockner besitzt eine rechteckige, ebene Form. Ansonsten sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden nicht nochmals erläutert.

[0026] In der Figur 4 ist der Kombinationstrockner 111b detaillierter im Schnitt senkrecht zur Zylinderachse des Transportzylinders 121 dargestellt. Er besitzt eine konkave, an die Krümmung bzw. den Radius der Zylinderoberfläche angepasste Form.

[0027] Wie aus der Aufsicht in dem Ausschnitt nach Figur 5 bei abgenommener Platte 131 hervorgeht, weist er mehrere zueinander versetzte Reihen von Düsen 134, durch die die Luft hindurchtreten kann. Versetzt zu den Düsen 134 sind in einer Anordnung nach Art eines Schachbretts mehrere Hochleistungsdiodenlaser 135 in die Lücken zwischen den Düsen eingesetzt. Die Diodenlaser 135 sind als sogenannte "vertikal gestapelte Laserbarren" (vertical stacks) ausgeführt, d. h. es sind bis zu 30, typisch 6, 12 oder 20, Einzelbarren zusammengefasst auf einem Kühlkörper montiert. Figur 7 zeigt einen solchen aus 12 Barren zusammengesetzten Stapel. Der Kühlkörper ist dort mit 113 bezeichnet und die Zone, aus der die Infrarotstrahlung austritt, mit 115. Solche Diodenlaser sind an sich bekannt und werden beispielsweise von der Fa. Dilas in Mainz, DE angeboten.

[0028] Die Kühlkörper 113 der Diodenlaser 135 wiederum sind an Stegen 137 befestigt (Figur 4), die sich zwischen der Düsenplatte 131 und der Rückwand 132 des Trockners 111b erstrecken. Die Stege 137 sind ebenso wie die Rückwand 132 aus Aluminium und gut thermisch leitend miteinander verbunden. Sie bilden mit dieser zusammen einen Kühlkörper für die Diodenlaserbarren 135. In der Rückwand 132 sind in der Figur 4 die Kühlmittelkanäle mit 124 bezeichnet, durch die zur Abführung der von den Diodenlasern 135 produzierten Verlustwärme ein Kühlmittel fließt.

[0029] Auf diese Weise lässt sich die Temperatur der am Kühlkörper montierten Diodenlaserbarren 135 im Temperaturbereich zwischen 20 und 25°C halten, bei dem die Strahlungsemission optimiert ist.

[0030] Für die Zuleitung der Blasluft, die dafür sorgt, dass der aus der Lackschicht des bestrahlten Bogens B austretende Wasserdampf weggeblasen wird und nicht zu einer vorzeitigen Absorption der Infrarotstrahlung über der Bogenoberfläche führt, sind in die Düsenbohrungen der Platte 131 Kunststoffröhrchen 127 gesteckt. Diese Kunststoffröhrchen 127 sind über ein Verteilsystem 128 miteinander verbunden und werden von hier nicht dargestellten Kompressoren, wie beispielsweise den eingangs erwähnten Seitenkanalverdichtern, bei einem Druck von 8000 Pa mit Blasluft versorgt. Die Temperatur dieser Blasluft beträgt etwa 50°C. Damit ist sie ausreichend warm, um den zwischen dem Trockner und dem bestrahlten Bogen entstehenden Wasserdampf aufnehmen und abführen zu können, andererseits wiederum nicht zu heiß, was anderenfalls nur zu einer überflüssigen Verschwendung von Wärmeenergie führen würde. Die moderate Temperatur der Blasluft stellt außerdem sicher, dass sich im Bereich des Trockners 111b selbst kein Kondenswasser bildet.

[0031] Aufgewärmt wird die Blasluft mit Hilfe einer hier nicht dargestellten Wasser-Luftwärmepumpe, die an den Kühlmittelkreislauf 124 angeschlossen ist und somit die Abwärme der Diodenlaser von etwa 25°C auf ein höheres Temperaturniveau von 50 bis 60°C transformiert und an einen hier nicht dargestellten Wärmetauscher abgibt, durch den die Zuluft strömt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die Luft bereits durch die adiabatische Kompression in den Seitenkanalverdichtern um ca. 7° erwärmt und sich die Abwärme der Verdichter/Gebläse ebenfalls für die Aufwärmung der Blasluft nutzen lässt. Eine zusätzliche elektrische Heizeinrichtung zur Aufwärmung der Blasluft, wie sie in konventionellen Trocknern üblich ist, kann deshalb entfallen.

[0032] Da die Blasluft mittels der aus einem Kunststoffmaterial geringer Wärmeleitung bestehenden Röhren 127 durch die Rückwand 132 und die Platte 131 geführt ist, bleibt die warme Blasluft thermisch von den Diodenlasern 135 isoliert, um ihren Wirkungsgrad nicht zu beeinträchtigen. Vor den Diodenlasern 135 sind weiterhin Strahlungsfenster 139 aus einem für die Wellenlänge der Diodenlaser transparenten Kunststoff eingelassen, von denen die Platte 131 bzw. der dahinter liegende Innenraum glatt abgeschlossen wird, um das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz zu verhindern. Auf diese Weise bildet die Platte 131 bzw. der Trockner insgesamt einen Bogenleitkörper mit - abgesehen von den Düsenbohrungen - glatter Oberfläche, wobei der aus den Enden der Kunststoffröhren 127 austretende Luftstrom den zu trocknenden Bogen auf den Gegendruck- bzw. Transportzylinder 119b/121 drückt.

[0033] Bei gegebenem Divergenzwinkel, unter dem die Diodenlaser 135 abstrahlen, sind die Anzahl der Diodenlaser 135 und der Abstand der Düsenbohrungen 134 von der Oberfläche des Zylinders 121 bzw. dem darauf liegenden Bogen B so gewählt, dass der unter dem Trockner vorbeigeförderte Bogen vollflächig intensiv mit Infrarotstrahlung beaufschlagt wird, während gleichzeitig die aus den Kunststoffröhren 137 austretende turbulente Luftströmung den aus der Lackschicht des Bogens B austretenden Wasserdampf wegbläst. Die dampfgesättigte Abluft besitzt eine Temperatur von ca. 60 bis 70°C und wird an beiden Seiten des Trockners sowie quer zur Bogentransportrichtung über Absaugkanäle 136a und 136b gesammelt, wo sie über nicht dargestellte Abluftkanäle entweder ins Freie geblasen wird oder, in einer Weiterbildung der Erfindung der Wasserdampf und eventuell darin enthaltene Lösungsmittelanteile, auskondensiert wird, um die Abluft wieder verwenden zu können.

[0034] Hochleistungsinfrarotdiodenlaser, die auf der Absorptionslinie von Wasser bei 1,93 μm emittieren, sind bereits bekannt. Sie werden beispielsweise von der oben genannten Fa. Dilas hergestellt und sind beschrieben in dem Artikel "Highpower diode laser modules from 410 - 2200 nm" (Autoren Bernd Köhler et al.) der Dilas GmbH. Die Einzelbarren besitzen eine Ausgangsleistung von 15 W, so dass sich beim Einsatz von ca. 50 Stapeln zu je 12 Barren eine Infrarotleistung von 9 kW auf der Absorptionslinie von Wasser erzielen lässt.

[0035] Die elektrischen Anschlüsse der Hochleistungsdiodenlaser 135 sind auf eine Anschlussbuchse gelegt, die über entsprechende Kabel mit einem Netzteil der Trocknersteuerung im Versorgungsschrank für den Trockner an der Druckmaschine verbunden sind. Die Trocknersteuerung stellt den Ausgangsstrom bzw. die Ausgangsspannung für die Diodenlaser 135 synchronisiert auf den Maschinenwinkel zur Verfügung. Dazu ist die Trocknersteuerung wiederum mit der Steuerung der Druckmaschine verbunden und erhält von dieser neben der Information über den momentanen Maschinenwinkel in Echtzeit weitere führende Befehle geliefert. Entsprechend werden die Diodenlaser 135 nur dann mit Spannung versorgt, wenn sich der lackierte Bogen im Divergenzkegel der Diodenlaser unter jenen hindurchbewegt. Dazu sind die Diodenlaser gruppenweise zusammengefasst schaltbar, d. h. die Diodenlaser in den Reihen, in denen der Bogen "später vorbeikommt", werden entsprechend auch später eingeschaltet. Zudem lassen sich äußere Gruppen der Diodenlaser getrennt von den übrigen an- und abschalten. Diese äußeren Diodenlaser werden abgeschaltet, wenn Papier mit kleinerem als das Maximalformat verdruckt wird.

[0036] Nachstehend werden zwei konkret dimensionierte Ausführungsbeispiele für den erfindungsgemäßen Trockner in einer Druckmaschine mit dem Bogenformat 74 x 105 cm angegeben:

Beispiel 1:

[0037]

Düsenfeld	95 Düsen in 5 Reihen zu je 19 Düsen
Durchmesser der Düsen	8 mm
Düsenquerschnitt einer Einzeldüse	50 mm^2
Düsengesamtquerschnitt	4750 m^2
Abstand der Düsen/Düsenreihen	5,6/5 cm
Blasluftemperatur	50°C
Ausblasgeschwindigkeit	175 m/s

(fortgesetzt)

Luftvolumenstrom V_pkt	3000 m^3/h
Abstand Düsenöffnung - Papierbogen	4 cm
Infrarotstrahlungsleistung bei $\lambda = 1{,}93\ \mu m$	9 kW
Breite der Trocknerzone	105 cm
Länge der Trocknerzone	27 cm
Strahlungsdichte	35 kW/m^2
V_pkt/A	10600 m^3 [Luft]/(m^2 h)
Wärmeübergangskoeffizient α	500 W/(m^2 K)
Verhältnis Strahlungsdichte / V_pkt/A	3,3 Wh/m^3

[0038] Mit diesem Trockner ließen sich wässrig lackierte Papierbögen einer Grammatur von 135 g/m^2 mit einem Lackauftrag von 4 g/m^2 bei der Druckgeschwindigkeit von 4,9 m/s über die Trocknerstrecke bis zu einem Trocknungsgrad von 55 % vortrocknen. Mit einem Trockner gleichen Aufbaus auf dem übernächsten Bogentransportzylinder erreichte dann der durchlaufende Bogen einen Trocknungsgrad von 98 %.

[0039] Eine Erhöhung der Blaslufttemperatur von 50°C auf 70°C ließ den Trocknungsgrad auf 60 % ansteigen, so dass auch in diesem Falle zur vollständigen Trocknung ein zweiter Trockner eingesetzt wurde. Die Bogentemperatur nach Durchlaufen beider Trockner betrug im ersten Falle 38°C, im zweiten Falle 43°C. Besondere Maßnahmen zur Kühlung des Bogens nach dem Trocknen waren deshalb nicht erforderlich.

Beispiel 2:

[0040]

Düsenfeld	1672 Düsen in 22 Reihen zu je 76 Düsen
Durchmesser der Düsen	2 mm
Düsenquerschnitt einer Einzeldüse	3,14 mm^2
Düsengesamtquerschnitt	5250 mm^2
Abstand der Düsen/Düsenreihen	14 mm
Blaslufttemperatur	50°C
Ausblasgeschwindigkeit	120 m/s
Luftvolumenstrom V_pkt	2270 m^3/h
Abstand Düsenöffnung - Papierbogen	1 cm
Infrarotstrahlungsleistung bei $\lambda = 1{,}93\ \mu m$	20 kW
Breite der Trocknerzone	105 cm
Länge der Trocknerzone	30 cm
Strahlungsdichte	67 kW/m^2
V_pkt/A	7570 m^3 [Luft]/(m^2 h)
Wärmeübergangskoeffizient α	620 W/m^2 K
Verhältnis Strahlungsdichte / V_pkt/A	8,8 Wh/m^3

[0041] Mit diesem Trockner konnte bei einmaligem Durchlauf durch den Trockner ein Trocknungsgrad von 95 % erreicht werden, wobei die Bogentemperatur nach dem Durchlauf des Trockners 42°C betrug. Ein weiterer Trockner war in diesem Falle nicht erforderlich.

[0042] Im Rahmen der Erfindung sind weitere Ausgestaltungen möglich. So ist z. B. der Trockner 111c ganz ähnlich

wie der Trockner 111b aufgebaut, mit dem Unterschied, dass er nicht konkav geformt ist, sondern eben ist.

[0043] Natürlich können auch die nach dem ersten Lackwerk 9a angeordneten Trocknertürme 10a und 10b der in Figur 1 dargestellten Druckmaschine mit den erfindungsgemäßen Trocknern 111a bzw. 111b ausgerüstet werden, indem z. B. der Trockner dort oberhalb des Bogentransportzylinders 20a angeordnet wird. Bei geeigneter Dimensionierung des Trockners z. B. nach Beispiel 2 kann dann der Trocknerturm 10b ganz entfallen.

[0044] Des Weiteren können statt der versetzt abwechselnd zwischen den Düsen angeordneten Diodenlaserbarren Diodenlaserarrays verwendet werden, die über die gesamte Bogenbreite direkt aneinander anschließen und sich mit entsprechenden Düsenreihen in Bogenlaufrichtung abwechseln, wie das in Figur 6 skizziert ist.

[0045] Schließlich kann die Infrarotlichtleistung auch über Lichtleitfasern zum Trockner geführt werden, wo ihre Enden dann in der Platte 131 fixiert sind. In dem Falle lassen sich die HochleistungsDiodenlaser im Trockner-Versorgungsschrank der Druckmaschine anordnen.

Bezugszeichenliste

1	Offsetdruckmaschine
2	Anleger
3	Stapel
5	Ausleger
6	Bogenauslagestapel
8a-f	Druckwerk
9a, b	Lackierwerk
10a, b	Trocknereinheit
11a-d	Trocknereinheit
20a, b	Transportzylinder
105	Kettengreifersystem
106	Stapel
109b	Lackwerk
111a, b	Kombinationstrockner
113	Kühlkörper
119b	Druckzylinder
120	Transportzylinder
121	Transportzylinder
124	Kühlmittelkanäle
126	Bogenleitblech
127	Kunststoffröhrchen
128	Luftverteiler
131	Platte
132	Rückwand
134	Luftdüsen
135	(Hochleistungs-)Diodenlaser
136a-b	Absaugkanal
137	Stege
139	Strahlungsfenster
B	Bogen

Patentansprüche

1. Bogen verarbeitende Maschine, insbesondere Bogendruckmaschine, mit einem Lackierwerk und einem oder mehreren Kombinationstrocknern, die den frisch lackierten Bogen sowohl mit Strahlungsenergie als auch mit erwärmter Luft beaufschlagen,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass der bzw. die Kombinationstrockner (111a-c) eine Vielzahl von runden oder mehreckigen Luftdüsen (134) enthält bzw. enthalten, zwischen denen schmalbandige Hochleistungsinfrarotlichtquellen (135) angeordnet sind, von denen der lackierte Bogen mit einer Strahlungsdichte von insgesamt mindestens 25 kW/m^2 beaufschlagbar ist,

wobei die Temperatur der durch die Düsen hindurchtretenden erwärmten Luft unterhalb von 100°C, vorzugsweise unterhalb von 80°C, liegt.

2. Maschine nach Anspruch 1,
wobei die Düsen (134) über einem bogenführenden Zylinder (119b, 121) oder einem Bogenleitblech (126) im Abstand von weniger als 50 Millimetern, vorzugsweise zwischen 10 und 40 Millimetern, angeordnet ist/sind.

3. Maschine nach einem der Ansprüche 1 und 2,
wobei die Düsen (134) mit einem oder mehreren Hochdruckgebläsen verbunden sind, die bei einer Bogengeschwindigkeit von 5 m/s eine turbulente Luftströmung von insgesamt mindestens 3.000 m^3 Luft/m^2 Bogenfläche x h über dem Bogen (B) erzeugen.

4. Maschine nach Anspruch 3,
wobei die Menge und/oder Leistung der Hochleistungsinfrarotlichtquellen und die Menge und/oder Leistung der Hochdruckgebläse so eingestellt ist, dass das Verhältnis der Infrarotstrahlungsenergie pro Kubikmeter eingesetzter Blasluft zwischen 2 Wattstunden pro m^3 Luft und 20 Wattstunden pro m^3 Luft, vorzugsweise zwischen 2,5 und 12,5 Wh/m^3 liegt.

5. Maschine nach Anspruch 1,
wobei die Emissionswellenlängen der Infrarotlichtquellen (135) auf einer oder mehreren Wellenlängen der Absorptionsbanden von Wasser bei 1,93, 2,7, 4,7 und/oder 6,3 μm liegen.

6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei die Infrarotlichtquellen (135) Halbleiterlichtquellen, vorzugsweise IR-Diodenlaser oder Diodenlaserarrays sind.

7. Maschine nach Anspruch 6,
wobei die Infrarotlichtquellen (135) mit einer Steuerung verbunden sind, von der die IR-Lichtquellen formatabhängig und/oder im Takte der Bogenförderbewegung ein- und ausschaltbar sind.

8. Maschine nach Anspruch 2,
wobei der bogenführende Zylinder (119b, 121) oder das Bogenleitblech (126) gekühlt sind und die Abwärme aus dem jeweiligen Kühlkreislauf einem in Bogentransportrichtung vor dem bzw. den Trockner(n) angeordneten bogenführenden Zylinder(n) zwecks Vorwärmung der zu trocknenden Bögen zugeführt ist.

9. Maschine nach Anspruch 6,
wobei die Infrarotlichtquellen (135) auf einem oder mehreren Kühlkörpern (137, 132) montiert sind, der an einen Kühlmittelkreislauf (124) angeschlossen ist und der Kühlmittelkreislauf Teil einer Wärmepumpe ist, die zur Erwärmung der Blasluft dient.

10. Verfahren zur Trocknung von Bögen (B) in einer Bogen verarbeitenden Maschine (1) mit einem oder mehreren Kombinationstrocknem (111a-c), wobei die zu trocknenden Bögen mit Infrarotstrahlung aus schmalbandigen Infrarotlichtquellen (135) beaufschlagt werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bögen wässrig lackiert sind und die Wellenlänge(n) der Infrarotlichtquellen bei einer oder mehrerer der Absorptionsbanden von Wasser liegt, die Strahlungsdichte der Infrarotstrahlung mindestens 25 kW/m^2 beträgt und die Bögen gleichzeitig mit einer Luftströmung von mindestens 3.000 m^3 Luft/m^2 Bogenfläche x h beblasen werden, wobei die Temperatur der Blasluft auf weniger als 100°C, vorzugsweise weniger als 80°C, eingestellt ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
wobei die Temperatur der Blasluft zwischen 40°C und 60°C liegt und die Anordnung und Anzahl der Blasluftdüsen so getroffen ist, dass der Wärmeübergangskoeffizient α des Trocknungsvorgangs größer als 250 W/m^2 K ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 11,
wobei das Verhältnis der eingesetzten Infrarot-Strahlungsenergie zur Menge der eingesetzten Blasluft zwischen 2 Wh pro m^3 Luft und 20 Wh/m^3 Luft, vorzugsweise zwischen 2,5 und 12,5 Wh/m^3 Luft gewählt wird..

Claims

1. Sheet-processing machine, in particular sheet-fed printing press, including a varnishing unit and one or more combination driers for applying radiation energy and warmed-up air to the newly varnished sheet,
characterized in
that the combination drier(s) (111a-c) include(s) a plurality of circular or polygonal air nozzles (134) between which narrow-band high-power infrared light sources (135) are arranged, by means of which a total radiation density of at least 25 kW/m^2 is applicable to the varnished sheet, the temperature of the warmed-up air passing through the nozzles being below 100°C, preferably below 80°C.

2. Machine according to claim 1,
wherein the nozzles (134) are arranged above a sheet-guiding cylinder (119b, 121) or sheet-guiding plate (126) at a distance of less than 50 millimetres, preferably between 10 millimetres and 40 millimetres.

3. Machine according to one of claims 1 and 2,
wherein the nozzles (134) are connected to one or more high-pressure blowers that create a turbulent air flow of a total of at least 3,000 m^3 of air/m^2 sheet surface x h above the sheet (B) at a sheet speed of 5 m/s.

4. Machine according to claim 3,
wherein the amount and/or output of the high-power infrared light sources and the amount and/or output of the high-pressure blowers are set such that the ratio of the infrared radiation energy per cubic meter of applied blown air ranges between 2 Watt hours per m^3 of air and 20 Watt hours per m^3 of air, preferably between 2.5 and 12.5 Wh/m^3.

5. Machine according to claim 1,
wherein the emission wavelengths of the infrared light sources (135) are on one or more wavelengths of the absorption bands of water at 1.93, 2.7, 4.7 and/or 6.3 μm.

6. Machine according to one of claims 1 to 5,
wherein the infrared light sources (135) are semiconductor light sources, preferably IR diode lasers or diode laser arrays.

7. Machine according to claim 6,
wherein the infrared light sources (135) are connected to a control by means of which the IR light sources are switchable on and off in accordance with the sheet format and/or with the cycle of the sheet conveying movement.

8. Machine according to Claim 2,
wherein the sheet-guiding cylinder (119b, 121) or the sheet-guiding plate (126) are cooled and the exhaust heat from the respective cooling circuit is fed to a sheet-guiding cylinder(s) arranged upstream of the drier(s) as viewed in the direction of sheet transport for the purpose of pre-warming the sheets to be dried.

9. Machine according to Claim 6,
wherein the infrared light sources (135) are mounted to one or more cooling bodies (137, 132) connected to a coolant circuit (124) and that the coolant circuit is part of a heat pump for heating up the blown air.

10. Method for drying sheets (B) in a sheet-processing machine (1) including one or more combination driers (111a-c), wherein the sheets to be dried are subjected to infrared radiation from narrow-band infrared light sources (135),
characterized in
that the sheets are aqueously varnished and that the wavelength(s) of the infrared light sources is at one or more of the absorption bands of water, that the radiation density of the infrared radiation amounts to at least 25 kW/m^2 and that the sheets are simultaneously subjected to an air flow of blown air of a minimum of 3,000 m^3 of air/m^2 of sheet surface x h, the temperature of the blown air being set to less than 100°C, preferably less than 80°C.

11. Method according to claim 10,
wherein the temperature of the blown air is between 40°C and 60°C and the arrangement and number of the blown air nozzles are selected such that the heat transfer coefficient α of the drying process is greater than 250 W/m^2K.

12. Method according to one of claims 10 to 11,
wherein the ratio between the applied infrared radiation energy and the amount of applied blown air is selected to

be between 2 Wh per m^3 of air and 20 Wh/m^3 of air, preferably between 2.5 and 12.5 Wh/ m^3 of air.

Revendications

1. Machine de traitement de feuilles, en particulier machine d'impression de feuilles avec un groupe d'encrage et un ou plusieurs sécheurs combinés qui appliquent aussi bien une énergie de rayonnement qu'un air chauffé sur la feuille fraîchement encrée,
caractérisée en ce que le resp. les sécheurs combinés (111a-c) contient un grand nombre de buses d'air rondes ou polygonales (134), entre lesquelles sont disposées des bandes étroites de sources de lumière infra-rouge haute performance (135) dont la feuille encrée subit l'impact d'une densité de rayonnement d'environ 25 kW/m^2, la température de l'air chauffé traversant les buses étant inférieures à 100°C, de préférence inférieures à 80°C.

2. Machine selon la revendication 1,
les buses (134) étant disposées au-dessus d'un cylindre (119b, 121) de guidage de feuille ou une tôle de guidage de feuilles (126) à moins 50 millimètres, de préférence entre 10 et 40 millimètres de distance.

3. Machine selon l'une des revendications 1 et 2,
les buses (134) étant reliées à une ou plusieurs ventilateurs haute-pression qui génèrent à une vitesse de feuille de 5 m/s, au-dessus de la feuille (B), un courant d'air turbulent d'au moins 3000 m^3 d'air/m^2 de surface de feuille x h.

4. Machine selon la revendication 3,
la quantité et/ou la puissance des sources de lumière infra-rouge haute puissance et la quantité et/ou la puissance des ventilateurs haute pression sont réglées de sorte que le rapport de l'énergie de rayonnement infra-rouge par mètre cube d'air de soufflage utilisé est compris entre 2 wattheures par m d'air et 20 wattheures par m^3 d'air, de préférence entre 2,5 et 12,5 Wh/m^3.

5. Machine selon la revendication 1,
les longueurs d'ondes d'émission des sources à infra-rouge (135) se trouvant sur une ou plusieurs longueurs d'ondes des bandes d'absorption de l'eau à savoir 1,93, 2,7, 4,7 et/ou 6,3 μm.

6. Machine selon l'une des revendications 1 à 5,
les sources de lumières infra-rouge (135) étant des sources de lumière semi-conductrices, de préférence des lasers diodes IR ou des baies de laser diode.

7. Machine selon la revendication 1,
les sources de lumières infra-rouge (135) étant reliées à une commande dont les sources de lumière IR dépendent du format et/ou sont activables ou désactivable au rythme du mouvement de transport des feuilles.

8. Machine selon la revendication 2,
le cylindre de guidage de feuille (119b, 121) ou la tôle de guidage de feuille (126) étant refroidis et la chaleur résiduelle étant évacuée du circuit de refroidissement respectif et amenée à un cylindre de guidage de feuille disposé dans le sens de transport de feuilles en amont du resp. des sécheurs.

9. Machine selon la revendication 6,
les sources de lumière infra-rouge (135) étant montées sur un ou plusieurs corps de refroidissement (137, 132) qui sont raccordés à un circuit d'agent réfrigérant (124) et le circuit d'agent réfrigérant faisant partie d'une pompe à chaleur servant à réchauffer l'air de soufflage.

10. Procédé pour le séchage de feuilles (B) dans une machine de traitement de feuilles (1) avec un ou plusieurs sécheurs combinés (111a-c), les feuilles à sécher subissant l'impact du rayonnement infra-rouge généré par des bandes étroites de sources de lumière infra-rouge haute performance (135),
caractérisé en ce que
les feuilles sont encrées sur une base aqueuse et la longueur d'ondes des sources de lumières infra-rouge est équivalente à une ou plusieurs des bandes d'absorption de l'eau, la densité du rayonnement infra-rouge étant d'au moins 25 kW/m^2 et les feuilles subissant simultanément un courant d'air de d'au moins 3000 m^3 d'air/m^2 de surface de feuille x h, la température de l'air de soufflage étant réglée sur moins de 100°C, de préférence moins de 80°C.

11. Procédé selon la revendication 10,
la température de l'air de soufflage étant comprise entre 40°C et 60°C et la disposition et le nombre des buses d'air de soufflage étant sélectionnés de sorte que le coefficient de transfert thermique α de l'opération de séchage étant supérieure à 250 W/m" K.

12. Procédé selon l'une des revendications 10 à 11,
le rapport entre l'énergie de rayonnement infra-rouge utilisé et la quantité de l'air de soufflage utilisé étant sélectionné entre 2 Wh par m^3 d'air et 20 Wh/m^3 d'air de préférence 2,5 et 12,5 Wh/m^3 d'air.

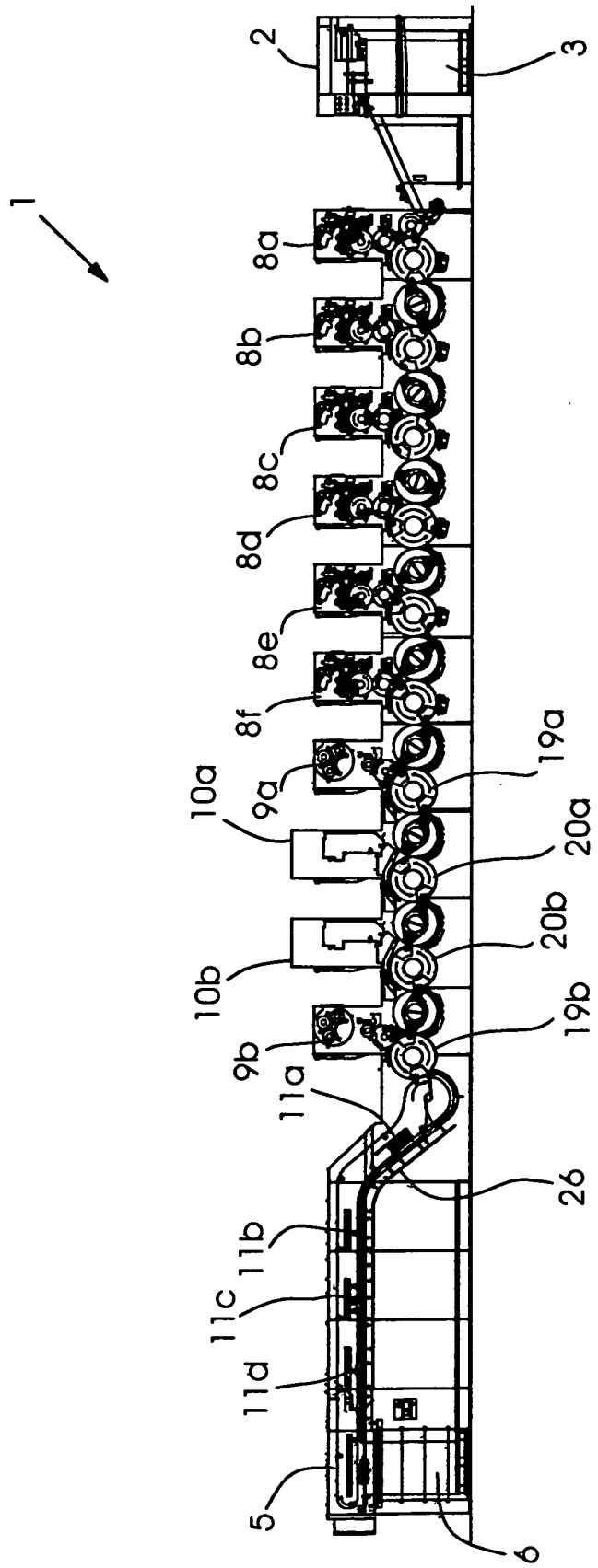

1
2
3
8a
8b
8c
8d
8e
8f
9a
9b
10a
10b
11a
11b
11c
11d
19a
19b
20a
20b
26
5
6

Fig.1

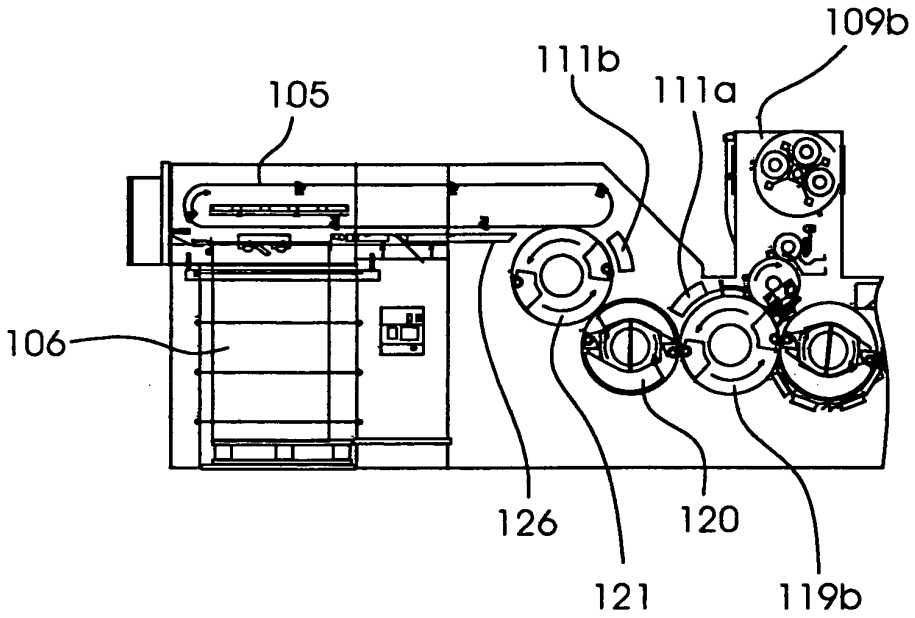

109b
111b
111a
105
106
126
120
121
119b

Fig.2

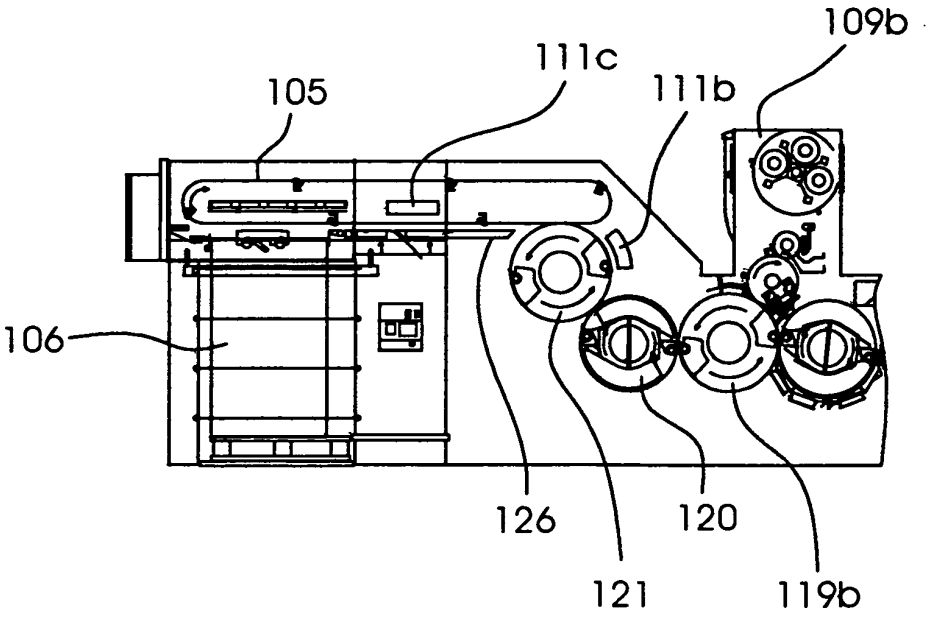

109b
111c
111b
105
106
126
120
121
119b

Fig.3

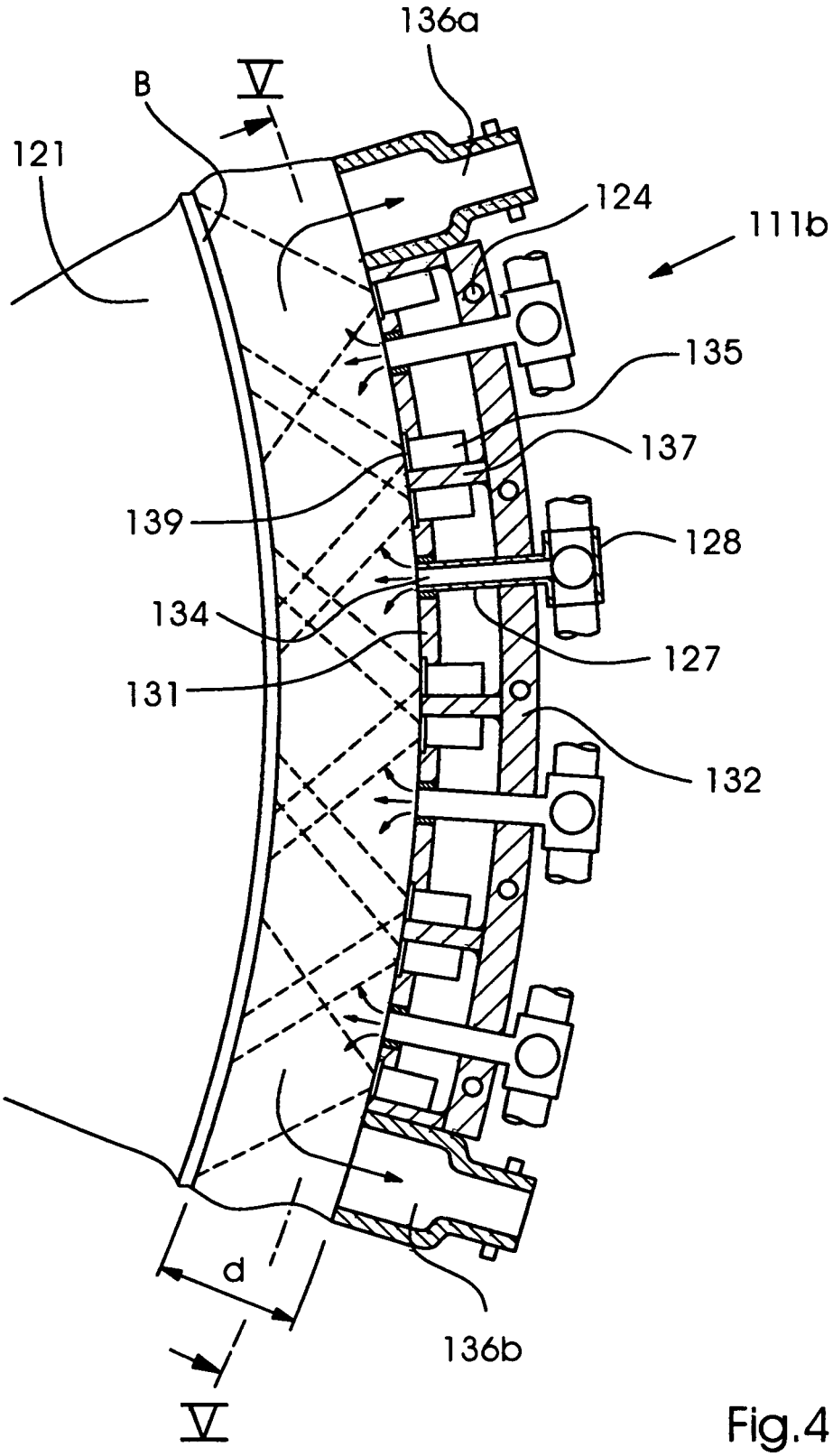


Fig.4

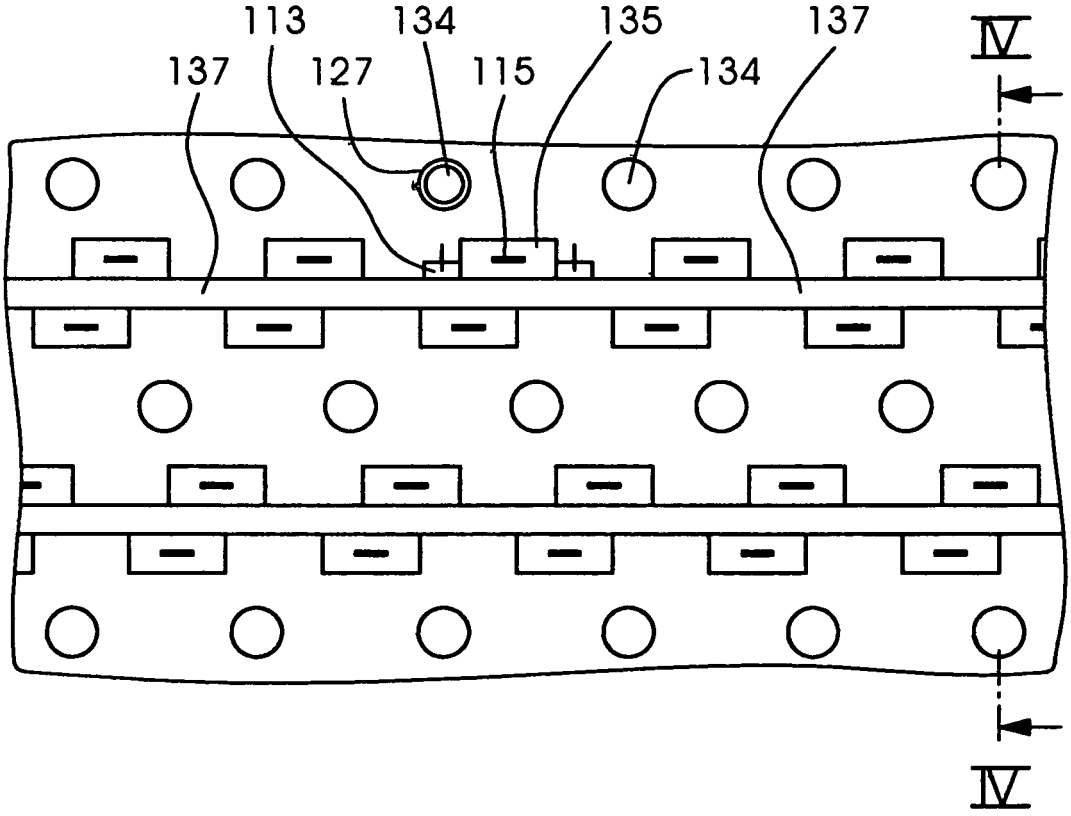


Fig.5

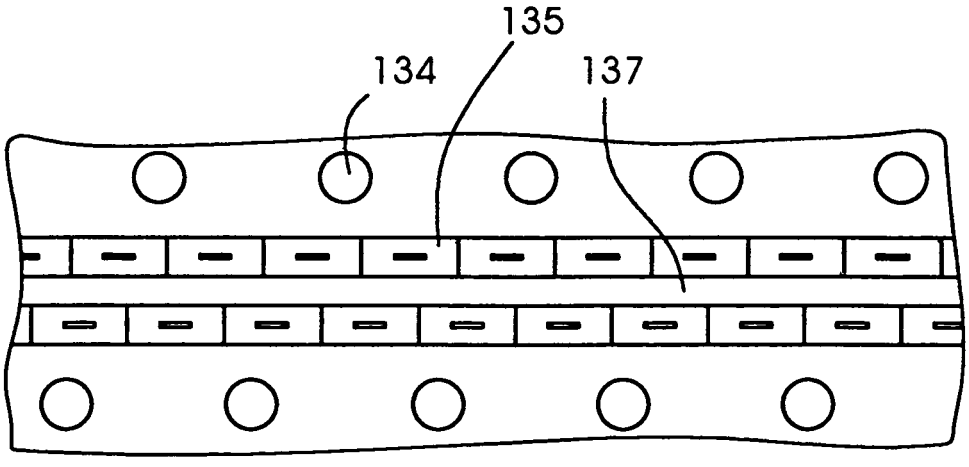


Fig.6

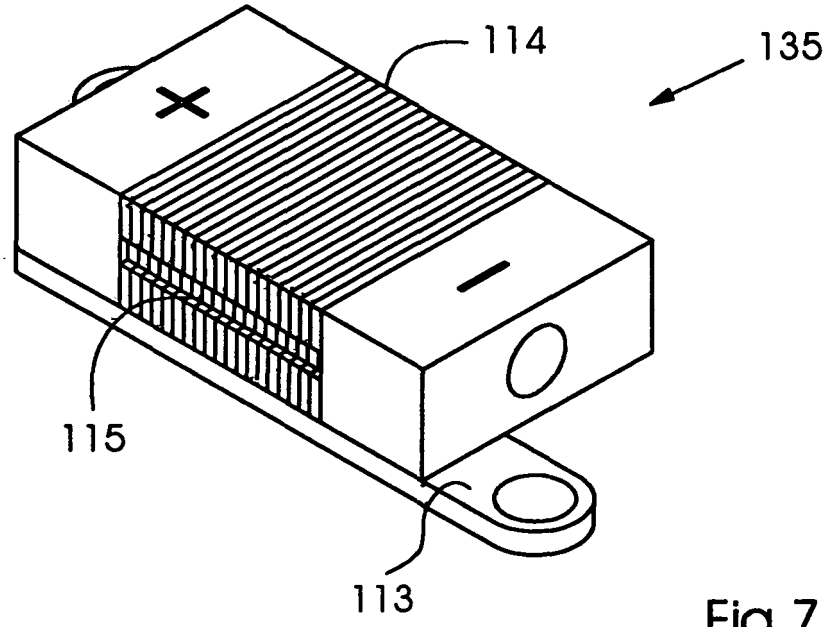


Fig.7

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

- DE 102007019977 **[0005]**
- DE 102006059025 **[0005]**
- US 20040060193 A1 **[0005]**
- US 6293196 B **[0005]**
- WO 2005093858 A **[0006]**
- EP 2067620 A **[0007]**
- JP 60076346 B **[0008]**
- DE 10118757 A1 **[0022]**