



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 924 575 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.06.1999 Patentblatt 1999/25

(51) Int. Cl.⁶: **G03G 15/20**

(21) Anmeldenummer: 98121575.9

(22) Anmeldetag: 19.11.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 15.12.1997 DE 19755584

(71) Anmelder:
**Heidelberger Druckmaschinen
Aktiengesellschaft
D-69019 Heidelberg (DE)**

(72) Erfinder:
**Schönfeld, Carsten, Dr.
24107 Kiel (DE)**

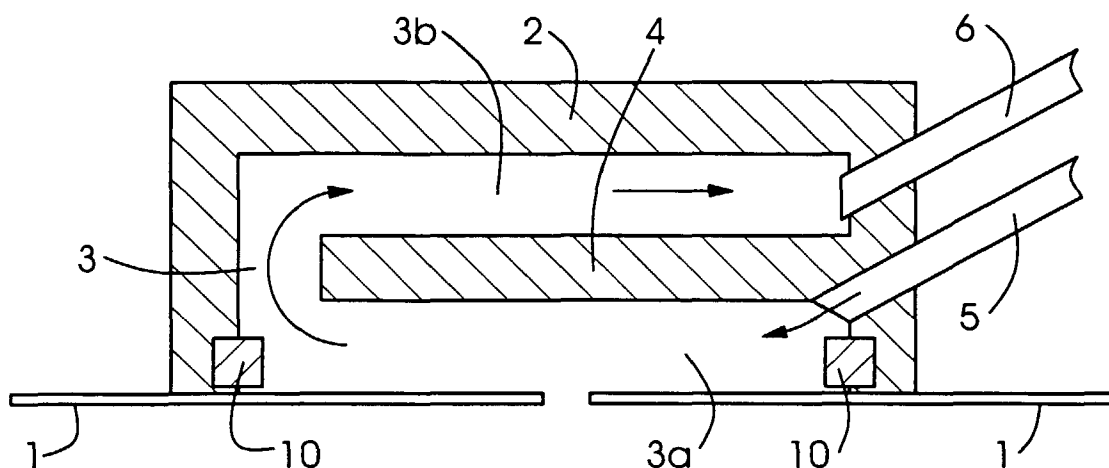
(74) Vertreter: **Pudimat, Roland et al
Heidelberger Druckmaschinen AG,
Kurfürsten-Anlage 52-60
69115 Heidelberg (DE)**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Fixieren von Tonerbildern

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum berührungslosen Fixieren eines Tonerbildes innerhalb eines elektrofotografischen oder verwandten Druckverfahrens auf Papier (1). Zur Fixierung wird Heißgas mit einem wesentlichen Anteil Wasser-

dampf verwendet, dem das Tonerbild ausgesetzt wird. Die Vorrichtung enthält einen im wesentlichen geschlossenen Raum (3), der das gerade in der Fixierzone befindliche Tonerbild umgibt.

Fig. 1



EP 0 924 575 A2

Beschreibung

[0001] Zur Fixierung von Tonerbildern in der Elektrofotografie und verwandten Verfahren unterscheidet man grundsätzlich zwischen Kontakt- und Nicht-Kontaktverfahren. Zur ersten Gruppe gehören die Fixierung durch heiße Walzen oder Bänder sowie die Druckfixierung, letztere gegebenenfalls unter dem Einfluß erhöhter Temperatur. Zur zweiten Gruppe gehören z.B. Strahlungsverfahren unter Einsatz von kontinuierlich oder auch gepulst arbeitenden Lampen, oder aber die physikalisch-chemische Methode der Fixierung mittels Lösemitteldämpfen.

[0002] Unter diesen Verfahren hat sich heute die Heißwalzenfixierung weitgehend durchgesetzt, obwohl sie einige Nachteile mit sich bringt, die an anderer Stelle durch erhöhten Aufwand oder durch Einbußen in der Druckqualität erkaufte werden müssen. Ein großes Problem, mit dem die Heißwalzenfixierung kämpft, ist der sogenannte "Hot-offset", bei dem geschmolzener Toner auf der Walzenoberfläche haften bleibt und bei nachfolgenden Umdrehungen an das Substrat abgegeben wird. Es entsteht ein charakteristisches "Geisterbild".

[0003] Um diesem Defekt zu begegnen, werden die Walzenmaterialien so gewählt, daß sie eine geringe Oberflächenenergie besitzen (wie z.B. PTFE oder Silikongummi), und zusätzlich wird ein niederviskoses Trennmittel, in der Regel Silikonöl, auf die Oberfläche aufgetragen. Diese Maßnahmen führen sowohl zur Verteuerung der Einheit als auch zu unerwünschtem Auftrag von Silikonöl auf den Druck und somit zu nicht kontrollierbarem Glanz. Ebenso werden zur Verhinderung des Hot-offset an den verwendeten Toner unbequeme Anforderungen gestellt: die mechanischen Moduln des Toners (viskoelastische Eigenschaften) müssen so eingestellt sein, daß eine ausreichende elastische Komponente dem Hot-offset entgegenwirkt. Dies beeinträchtigt die Fließfähigkeit des Toners beim Fixieren bis hin zur Unterbindung einer ausreichenden Koaleszenz von Tonertröpfchen. Die beeinträchtigte Fließfähigkeit wirkt sich außerdem nachteilig auf den Prozeß der Tonerherstellung aus, da zu elastische Materialien beim Mahlprozeß Schwierigkeiten bereiten. Darüber hinaus werden zur Unterbindung des Hot-offset dem Toner interne Trennmittel zugesetzt, die wieder die Tonerherstellung komplizieren und den Toner verteuern.

[0004] Die zweite Gruppe der Fixierverfahren, die Nicht-Kontaktverfahren, kennen die Probleme des Hot-offset nicht. Die Toner können also "ideal fließfähig" hergestellt werden, man benötigt kein Silikonöl und keine internen Trennmittel. Die Nachteile der Nicht-Kontaktverfahren betreffen die kontrollierte Einbringung der benötigten Wärme in die Toner-schicht. Bei allen Strahlungssystemen ist der thermische Wirkungsgrad - zumindest bei höheren Fixiergeschwindigkeiten - geringer als bei der Walzenfixierung.

[0005] Kontinuierlich arbeitende Strahlungssysteme haben im wesentlichen ein sicherheitstechnisches Problem, das mit maschinenbaulichem Aufwand erkaufte werden muß. Wird nämlich der Papiertransport unterbrochen (z.B. durch Papierstau) ist die Gefahr einer Entzündung des Papiers groß. Deshalb werden diese Systeme gewöhnlich bei Rollenmaschinen, in denen der Papiertransport relativ leicht überwacht werden kann, nicht aber bei Bogenmaschinen eingesetzt.

[0006] Gepulst arbeitende Strahlungsverfahren, sog. Flash-fusing Systeme, erzeugen oft eine lokale Überhitzung der Tonerschicht, die zum thermischen Abbau der Polymere und damit zur Emission ungesunder und unangenehm riechender Gase führt. Außerdem wurde berichtet, daß durch die rasche Aufheizung der Tonerschicht diese zu Mikroexplosionen neigt, deren Spuren eine gleichmäßige Flächenfüllung verhindern.

[0007] Die Methode der Fixierung mit Lösemitteldampf arbeitet nach dem Prinzip, daß die Tonerschicht auf dem Substrat durch die Dämpfe angequollen wird. Dadurch wird ein flüssiger Farbfilm auf dem Substrat erzeugt, der sich grundsätzlich wie eine flüssige Druckfarbe verhalten kann und potentiell hohe Bildqualität liefern sollte. Das Lösemittel wird nach der Fixierung wieder vom Substrat entfernt. Die Nachteile des Verfahrens liegen auf der Hand: der Umgang mit organischen Lösemitteln in einer Druckmaschine ist in Hinblick auf Arbeits- und Umweltschutzaspekte unerwünscht. Zudem basieren bekannte Systeme auch noch auf halogenierten Lösemitteln (FCKW), deren Verwendung noch weniger in Frage kommt.

[0008] Alle bekannten Verfahren, die mit Temperaturen wesentlich oberhalb von 100 °C arbeiten (typische Fixiertemperaturen liegen bei 170 °C), schädigen darüberhinaus das Papier als wichtigstes Drucksubstrat, indem sie das darin enthaltene Wasser austreiben und zur Verformung führen.

[0009] Diese Probleme werden bei einem Verfahren zum berührungslosen Fixieren eines Tonerbildes auf einem Substrat durch ein Gas, dem das Tonerbild ausgesetzt wird, gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß das Gas heiß ist und einen wesentlichen Anteil Wasserdampf enthält.

[0010] Die Erfindung stellt ein System für Nicht-Kontaktfixierung dar, das im Gegensatz zu Strahlungssystemen als Wärmetransportmedium Wasserdampf verwendet und im Gegensatz zu Lösemitteldampfsystemen kein nennenswertes Anquellen des Toners bewirkt. Die Fixierwirkung beruht im wesentlichen darauf, daß die im überhitzten Wasserdampf gespeicherte Wärme durch Kollision der Wassermoleküle mit dem Toner auf diesen übertragen wird, wodurch der Toner schmilzt. Falls das Substrat Papier ist, wird durch den erhöhten Wassergehalt der heißen Luft ein Austrocknen des Papiers verzögert. Eine unmittelbar nach dem Fixieren erfolgende Kühlung kann der Papieraustrocknung zusätzlich entgegenwirken.

[0011] Das Gas kann zwar zu 100% aus Wasserdampf bestehen, in der Praxis wird das Gas aber eine Mischung aus

Luft und Wasserdampf sein. Mit zunehmendem Luftanteil verringert sich jedoch der Wirkungsgrad der Wärmeübertragung auf den Toner. Bei Verwendung von Papier als Drucksubstrat kann das Verhältnis von Wasserdampf und Luft im Gas so eingestellt werden, daß einer Papieraustrocknung optimal entgegengewirkt wird.

[0012] Mit der Erfindung können Tonerbilder sowohl auf Einzelbogen als auch auf Endlospapier als Drucksubstrat fixiert werden.

[0013] Eine Vorrichtung zum berührungslosen Fixieren von Tonerbildern auf Substrat, mit einer Transporteinrichtung zum Transport des Substrates durch eine Fixierzone, in der die Tonerbilder einem Gas ausgesetzt sind, enthält gemäß der Erfindung eine Einrichtung zur Erzeugung von heißem Gas mit einem wesentlichen Anteil Wasserdampf, wobei das Gas in einen im wesentlichen geschlossenen Raum geleitet wird, der das gerade in der Fixierzone befindliche Tonerbild umgibt.

[0014] In einer ersten Ausführungsform enthält die Vorrichtung ein mit Ausnahme von einer Seite im wesentlichen geschlossenes Gehäuse, dessen offene Seite in geringem Abstand an eine Substrattransportbahn angrenzt, wobei das Gehäuse und die Substrattransportbahn den im wesentlichen geschlossenen Raum abgrenzen.

[0015] In einer zweiten Ausführungsform enthält die Vorrichtung ein im wesentlichen allseitig geschlossenes Gehäuse, das den im wesentlichen geschlossenen Raum abgrenzt und das zwei langgestreckte schmale Öffnungen aufweist, durch die hindurch eine Substrattransportbahn verläuft.

[0016] Der geschlossene Raum oder Ofen, der das Fixiergas enthält und durch den hindurch der Substrattransport stattfindet, kann ohne hohen technischen Aufwand nicht sehr gasdicht gemacht werden. Die geringsten Dichtigkeitsprobleme ergeben sich, wenn sich der Druck des Fixiergases nicht wesentlich vom Atmosphärendruck unterscheidet, so daß auch bei gewissen unvermeidlichen Undichtigkeiten kein nennenswerter Gasaustausch mit der Umgebung stattfindet.

[0017] Der Wärmeaustausch kann dadurch verstärkt werden, daß eine Düsenanordnung in dem Ofen vorgesehen wird, die den Wasserdampf in konzentrierter Form auf das Substrat spritzt. Alternativ kann der Ofen auch so konstruiert werden, daß im wesentlichen ohne eine ausgeprägte erzwungene Strömung, d.h. es findet nur Konvektion statt, allein die Gegenwart des Wasserdampfes ein Schmelzen des Toners bewirkt.

[0018] Es folgt eine Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung. Darin zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines Fixierofens, der oberhalb einer Substrattransportbahn angeordnet ist,

Fig. 2 eine Querschnittsansicht eines Fixierofens, der eine Substrattransportbahn umgibt,

Fig. 3 den Überschuß an innerer Energie von überhitztem Wasserdampf, und

Fig. 4 die für Konvektionsfixierung benötigte Gastemperatur in Abhängigkeit vom Volumenstrom für Heißluft bzw. Wasserdampf als Wärmetransportmedium.

[0019] In einem elektrografischen Drucker passieren Papierbogen nacheinander verschiedene Stationen, nämlich eine Belichtungsstation, eine Entwicklungsstation und eine Fixierstation. Fig. 1 zeigt zwei aufeinanderfolgende Papierbogen 1, welche die Fixierstation passieren, wobei sie auf einem nicht gezeigten ebenen Abschnitt eines Transportbandes aufliegen, das nach links oder nach rechts in der Figur läuft. Die Fixierstation enthält im wesentlichen ein quaderförmiges Gehäuse 2, das sich über die Bogenbreite erstreckt und das eine offene Seite aufweist, die den Papierbogen 1 zugewandt ist. Der Abstand zwischen den Seitenwänden des Gehäuses 2 und den Papierbogen 1 wird so klein wie möglich gemacht, so daß im Inneren des Gehäuses 2 ein im wesentlichen geschlossener Raum 3 gebildet wird. Bei einem gegebenen Abstand zwischen den Seitenwänden des Gehäuses 2 und den Papierbogen 1, der gerade noch einen berührungslosen Papiertransport am Gehäuse 2 vorbei zuläßt, kann die Gasdichtigkeit des Raumes 3 mit Hilfe von Dichtungen 10 verbessert werden, die an den Gehäuseunterseiten gegenüber den Papierbogen 1 vorgesehen werden, wie in Fig. 1 und 2 schematisch eingezeichnet.

[0020] Das Gehäuse 2 ist durch eine Trennwand 4 in einen unteren Teilraum 3a und einen oberen Teilraum 3b unterteilt, die auf der linken Seite in der Figur miteinander in Verbindung stehen, so daß der Raum 3 einen U-förmigen Querschnitt hat. Auf der rechten Seite in der Figur münden Gaseintrittsleitungen 5 in den unteren Teilraum 3a und Gasaustrittsleitungen 6 in den oberen Teilraum 3b. Aus den Gaseintrittsleitungen 5 wird heißer Wasserdampf mit einer Temperatur von z.B. 300 °C zugeführt, der den Raum 3 entlang der eingezeichneten Pfeile durchläuft und über die Gasaustrittsleitungen 6 wieder verläßt.

[0021] Der heiße Wasserdampf streicht über die Papierbogen 1, während sie die Fixierstation passieren, wodurch die in der Entwicklungsstation auf die Papierbogen 1 aufgebrachten Tonerbilder zum Schmelzen gebracht werden. Nachdem sie die Fixierstation verlassen haben, werden die Tonerbilder bzw. Papierbogen 1 durch eine nicht gezeigte Kühlvorrichtung gekühlt, so daß die Tonerbilder dauerhaft mit dem Papier verbunden werden.

[0022] Fig. 2 zeigt eine Variante der Fixierstation von Fig. 1, bei der zwei Gehäusehälften 7a und 7b, die jeweils dem

Gehäuse 2 von Fig. 1 ähnlich sind, einander mit ihren offenen Seiten gegenüberliegen, wodurch ein im wesentlichen geschlossener Raum 8 mit einem unteren Teilraum 8a und einem oberen Teilraum 8b gebildet wird. Die Seitenwände der Gehäusehälften 7a und 7b haben einen geringen Abstand voneinander, um langgestreckte schmale Öffnungen 9a und 9b zu bilden, durch die hindurch Papierbogen 1 nach links oder rechts in der Figur transportiert werden. Die Gehäusehälften 7a und 7b sind jeweils mit Gasein- und -austrittsleitungen 5 und 6 wie in Fig. 1 verbunden. In diesem Ausführungsbeispiel haben die Gehäusehälften 7a und 7b keine Trennwände wie das Gehäuse 2 von Fig. 1, sondern der heiße Dampf bewegt sich innerhalb jedes Teilraumes 8a bzw. 8b im wesentlichen durch Konvektion, wenn er sich an der Papieroberfläche abkühlt, wie mit Pfeilen angezeigt.

[0023] In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 wird nicht nur die Bogenoberseite mit den Tonerbildern darauf von heißem Wasserdampf bestrichen, sondern auch die Bogenunterseite. Dies wirkt einer Papieraustrocknung sehr zuverlässig entgegen. Es kann auf vielerlei Weise dafür gesorgt werden, daß der Wasserdampf auch die Bogenunterseite erreicht. Beispielsweise kann der Bogen an seinen Seiten gehalten werden, während er den Raum 8 passiert, oder es kann ein gasdurchlässiges Transportband verwendet werden.

[0024] Fig. 3 zeigt eine Abschätzung des verfügbaren Energieinhaltes U des Wasserdampfes, wenn dieser von einer Temperatur T auf 100 °C abgekühlt wird, während er das Gehäuse 2 oder die Gehäusehälften 7a bzw. 7b durchläuft.

[0025] Es folgt eine nähere Untersuchung der Energiebilanz für Konvektionsfixierung von Toner bei einer Tonerfixierstation für elektrografische Drucksysteme, deren Funktionsprinzip auf dem Einblasen von heißem Gas in einen Ofenraum beruht, wobei von einer Konvektionsfixierung wie in Fig. 2 gezeigt ausgegangen wird.

[0026] Im Gegensatz zu anderen heute bekannten kontaktlosen Fixierverfahren, z.B. der Strahlungsfixierung, wird bei dem erfindungsgemäßen System die in Form von Wärmestrahlung der Heizelemente anfallende Energie nicht direkt für die Fixierung genutzt. Anhand zweier Beispiele, nämlich der Einleitung entweder von heißer Luft oder von heißem Wasserdampf, zeigt die folgende einfache Abschätzung, daß das Konzept des Wärmetransports durch erhitzten Wasserdampfrealisierbar ist. Die für die Abschätzung verwendeten Größen und Konstanten sind:

molare innere Energie	$[\text{J mol}^{-1}]$	U
molare Wärmekapazität	$[\text{J K}^{-1}\text{mol}^{-1}]$	c_p
thermodynamische Temperatur	$[\text{K}]$	T
molares Volumen	$[\text{m}^3 \text{mol}^{-1}]$	V_m
Energie pro Volumen	$[\text{J m}^{-3}]$	E_v
Leistung	$[\text{W}]$	P
Druck	$[\text{Pa}]$	p
Volumenstrom	$[\text{m}^3 \text{s}^{-1}]$	I_v
allg. Gaskonstante	$[\text{J K}^{-1}\text{mol}^{-1}]$	$R = 8,3144 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

Berechnung der Energie von heißer Luft

[0027] Die innere Energie eines Gases ist das Produkt aus Wärmekapazität und Temperatur:

$$dU = c_p \cdot dT. \quad (1)$$

[0028] Nach Division durch das Molvolumen V_m erhält man daraus die Energie pro Volumen E_v ,

$$dE_v = \frac{c_p}{V_m} \cdot dT. \quad (2)$$

[0029] Setzt man als Näherung das Molvolumen idealer Gase $V_m = RT/p$ an, so erhält man

$$dE_v = \frac{c_p p}{RT} \cdot dT, \quad (3)$$

beziehungsweise in der integralen Form

$$E_V = \frac{c_{pD}}{R} \cdot \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} \quad (4)$$

$$E_V = \frac{c_{pD}}{R} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}. \quad (5)$$

[0030] Die verfügbare Heizleistung P der Luft ergibt sich dann durch Multiplikation mit dem Volumenstrom I_V zu

$$P = I_V \frac{c_{pD}}{R} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}. \quad (6)$$

[0031] Nach Berücksichtigung eines Konversionsfaktors für den Wirkungsgrad der Fixierung f_e erhält man für die Fixierleistung P_f

$$P_f = f_e \cdot I_V \frac{c_{pD}}{R} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}. \quad (7)$$

[0032] Auflösen nach T_2 ergibt

$$T_2 = T_1 \cdot \exp\left(\frac{R}{c_{pD}} \cdot \frac{P_f}{f_e I_V}\right) \quad (8)$$

Abschätzung der benötigten Energie zur Fixierung

Annahme 1:

[0033] Beide Hauptbestandteile der Luft, nämlich N_2 (78 %) und O_2 (21 %) haben eine molare Wärmekapazität von $c_p = 29 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. Also ist dieser Wert auch für trockene Luft anzusetzen.

Annahme 2:

[0034] Der Druck in der Fixierkammer beträgt $p = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (1 bar).

Annahme 3:

[0035] Die Endtemperatur der Luft kann nicht unter der Erweichungstemperatur normaler Toner liegen. Diese wird zu 127°C angesetzt, also $T_1 = 400 \text{ K}$.

[0036] Nach G. Goldmann, Technologie der OPS-Hochleistungsdrucker, in *Das Druckerbuch* (Océ Printing Systems, 1992, S. 3-16) ergibt sich der Energiebedarf Q für das Fixieren von Toner im wesentlichen aus der Wärmekapazität des Papiers und der Verdampfungswärme des im Papier gespeicherten Wassers. Bei 5% Wassergehalt erhält man $Q = 236 \text{ J/cm}^3$. Die Energieaufnahme des Toners ist wegen der geringen Tonermenge vernachlässigbar.

Annahme 4:

[0037] Für die Abschätzung wird folgende Annahme gemacht:

Papiergewicht $G = 0,15 \text{ kg/m}^2$

Druckgeschwindigkeit $v = 0,3 \text{ m/s}$

Druckbreite $l = 0,3 \text{ m}$

Dichte $r = 700 \text{ kg/m}^3$

[0038] Damit wird im Druckprozeß das Papiervolumen pro Zeiteinheit

$$\frac{V_P}{t} = \frac{G \cdot l \cdot v}{\rho} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 20 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \quad (9)$$

durchgesetzt und die zur Fixierung benötigte Leistung ergibt sich zu

$$P_f = \frac{Q}{t} = 236 \text{ J/cm}^3 \cdot 20 \text{ cm}^3/\text{s}, \text{ also} \quad (10)$$

$$P_f \approx 4.5 \text{ kW}. \quad (11)$$

Annahme 5:

[0039] Der Wirkungsgrad der Fixierung betrage $f_e = 0,1$, also 10 %.

[0040] Einsetzen der Werte für T_1 , c_p , ρ , P_f und f_e aus den Annahmen 1 bis 5 in Gl. (8) ergibt

$$T_2 = 400 \text{ K} \cdot \exp\left(\frac{0.13 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}}{I_V}\right). \quad (12)$$

[0041] Hiernach errechnet sich beispielsweise für eine Luftförderleistung von $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ($= 15 \text{ m}^3/\text{h}$, das entspricht der Förderleistung bekannter Pumpen mit 1 kW Leistungsaufnahme) eine Temperatur von $5 \cdot 10^{16} \text{ K}$, also ein unsinnig hoher Wert. Löst man Gl. (12) nach dem Volumenstrom I_V auf:

$$I_V = \frac{0.13 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}}{\ln(T_2/400 \text{ K})}, \quad (13)$$

so kann man den benötigten Volumenstrom der Luft für eine gegebene Lufttemperatur ausrechnen. Bei der maximal möglichen Temperatur der Luft muß man berücksichtigen, daß sich Papier bei etwa 233°C (506 K) entzündet. Setzt man diese Temperatur für die heiße Luft an so errechnet sich ein Volumenstrom von $0,55 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Aber auch für 300°C erhalten wir immer noch $0,36 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, bei 400°C $0,25 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Solch hohe Volumenströme sind nur mit erheblichem technischen Aufwand realisierbar.

Wasserdampf als Wärmetransportmedium

[0042] Gleichung (8) beschreibt den Zusammenhang zwischen der zur Fixierung verwendeten Gastemperatur und dem benötigten Volumenstrom

$$T_2 = T_1 \cdot \exp\left(\frac{R}{c_p \rho} \cdot \frac{P_f}{f_e I_V}\right). \quad (8)$$

[0043] Um das System dahingehend zu verändern, daß es technisch realisierbar wird, muß der Exponent in Gl. (8) verringert werden. Dies kann z.B. durch eine Erhöhung des Wirkungsgrades f_e oder die Erhöhung des Drucks p geschehen. Der Wirkungsgrad wird in jedem Falle so gut wie technisch erreichbar angestrebt. Ob man wesentlich über 10 % hinauskommt oder diesen Wert überhaupt erreicht, bleibt zu prüfen. Eine Erhöhung des Drucks ist nur mit hohem technischen Aufwand möglich und scheidet daher aus.

[0044] Es bleiben die Möglichkeiten, die zur Fixierung benötigte Leistung P_f zu verringern und die Wärmekapazität c_p des Gases zu erhöhen. Beides ist durch die Verwendung von Wasserdampf als Wärmetransportmedium möglich. P_f wird verringert, weil das Austreiben von Wasser aus dem Papier in einer Wasserdampfatmosphäre verhindert oder zumindest verlangsamt, und somit nach Goldmann (vgl. oben) nur noch ca. 50 % der Energie zum Fixieren benötigt wird. Auf der anderen Seite wird c_p erhöht, weil Wasserdampf gegenüber Luft mit $33,6 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ statt $29 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ zu Buche schlägt.

[0045] Einsetzen diese Werte in Gl. (8) bei sonst unveränderten Bedingungen ergibt analog zu Gl. (12) und (13)

$$T_2 = 400 \text{ K} \cdot \exp\left(\frac{0.056 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}}{I_V}\right), \quad (14)$$

$$I_V = \frac{0.056 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}}{\ln(T_2/400 \text{ K})}. \quad (15)$$

[0046] Bei einer Gastemperatur von 300 °C erhalten wir jetzt rechnerisch einen Volumenstrom von 0,16 m³ s⁻¹, das entspricht einer Verbesserung gegenüber Heißluft um etwa 66%.

[0047] Diese Zusammenhänge werden durch Fig. 4 veranschaulicht, welche die benötigte Gastemperatur in Abhängigkeit vom Volumenstrom bei der Konvektionsfixierung von Tonern für Heißluft und Wasserdampf als Wärmetransportmedium nach den Gleichungen (12) und (14) zeigt.

Bezugszeichenliste

[0048]

- | | |
|--------|-----------------------|
| 1 | Papierbogen |
| 2 | Gehäuse |
| 3 | geschlossener Raum |
| 3a, 3b | Teilräume |
| 4 | Trennwand |
| 5 | Gaseintrittsleitungen |
| 6 | Gasaustrittsleitungen |
| 7a, 7b | Gehäusehälften |
| 8 | geschlossener Raum |
| 8a, 8b | Teilräume |
| 9a, 9b | Öffnungen |
| 10 | Dichtungen |

Patentansprüche

1. Verfahren zum berührungslosen Fixieren eines Tonerbildes auf einem Substrat durch ein Gas, dem das Tonerbild ausgesetzt wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Gas heiß ist und einen wesentlichen Anteil Wasserdampf enthält.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das heiße Gas eine Temperatur zwischen ungefähr 150 °C und 400 °C hat.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Substrat durch eine Zone transportiert wird, in der das Tonerbild dem Gas ausgesetzt wird, und anschließend durch eine Zone transportiert wird, in der es aktiv abgekühlt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Substrat Papier ist.
5. Vorrichtung zum berührungslosen Fixieren von Tonerbildern auf Substrat, mit einer Transporteinrichtung zum Transport des Substrates durch eine Fixierzone, in der die Tonerbilder einem Gas ausgesetzt sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vorrichtung eine Einrichtung zur Erzeugung von heißem Gas mit einem wesentlichen Anteil Wasserdampf enthält, wobei das Gas in einen im wesentlichen geschlossenen Raum (3; 8) geleitet wird, der das gerade in der

Fixierzone befindliche Tonerbild umgibt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,

daß sie ein mit Ausnahme von einer Seite im wesentlichen geschlossenes Gehäuse (2) enthält, dessen offene Seite in geringem Abstand an eine Substrattransportbahn angrenzt, wobei das Gehäuse (2) und die Substrattransportbahn den im wesentlichen geschlossenen Raum (3) abgrenzen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,

daß sie ein im wesentlichen allseitig geschlossenes Gehäuse (7a, 7b) enthält, das den im wesentlichen geschlossenen Raum (8) abgrenzt und das zwei langgestreckte schmale Öffnungen (9a, 9b) aufweist, durch die hindurch eine Substrattransportbahn verläuft.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß das heiße Gas eine Temperatur zwischen ungefähr 150 °C und 400 °C hat.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8,
gekennzeichnet durch

eine Kühlvorrichtung zum Kühlen des Substrates, nachdem es den im wesentlichen geschlossenen Raum (3; 8) verlassen hat.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,

daß das Substrat Papier ist.

Fig.1

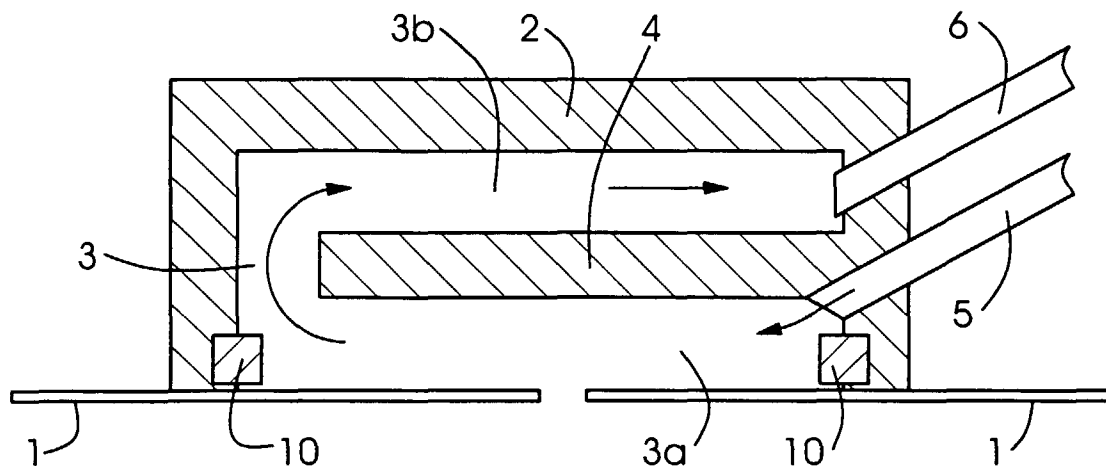


Fig.2

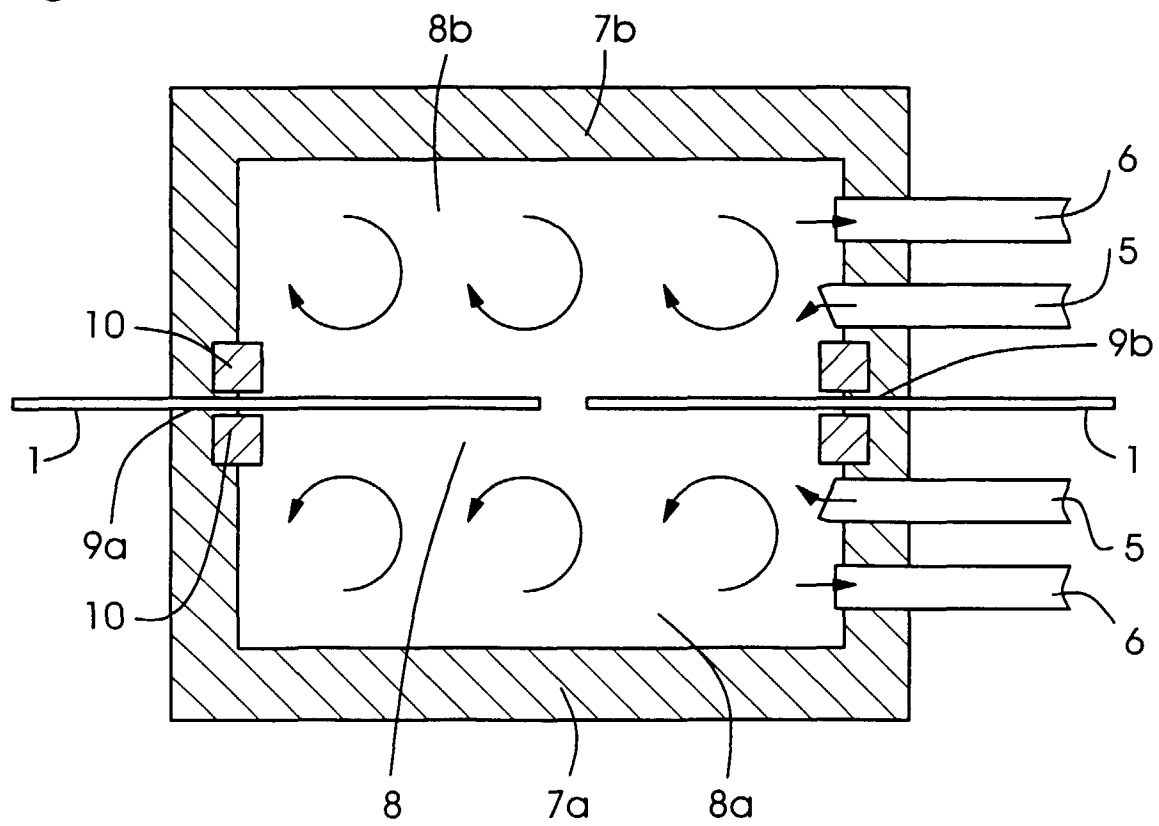


Fig. 3

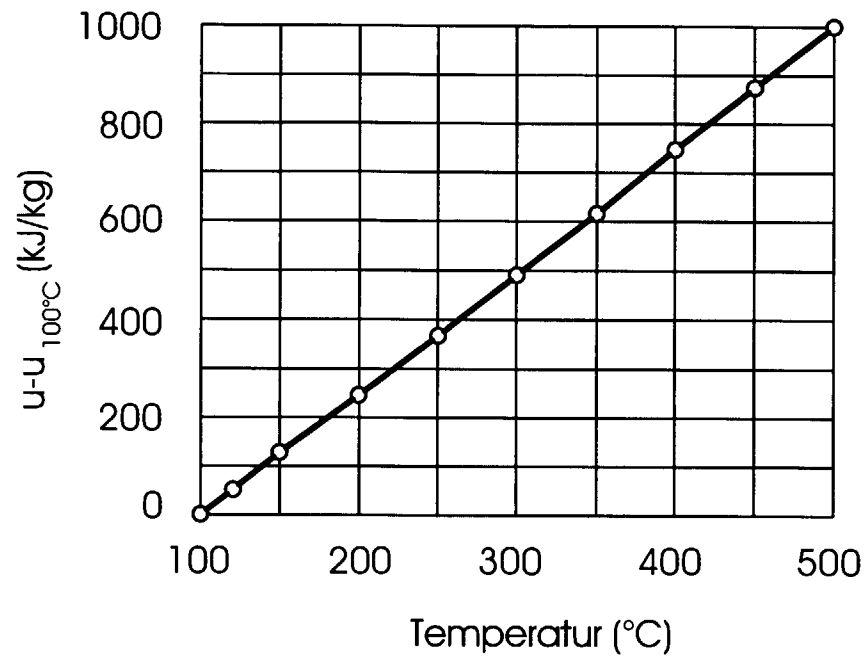


Fig. 4

