



(10) **DE 10 2011 082 394 A1** 2012.03.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 082 394.8**

(22) Anmeldetag: **09.09.2011**

(43) Offenlegungstag: **15.03.2012**

(51) Int Cl.: **B41J 2/005 (2011.01)**

B41J 29/377 (2011.01)

C09D 11/00 (2011.01)

(30) Unionspriorität:

US, 12/881,837 14.09.2010 US

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80802, München, DE**

(71) Anmelder:

XEROX Corp., Norwalk, Conn., US

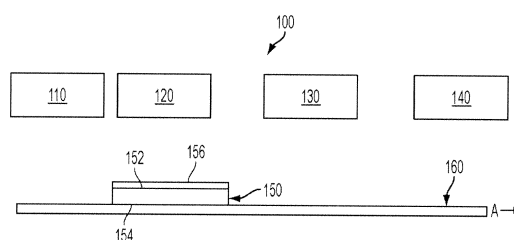
(72) Erfinder:

**Caruthers Jr., Edward B., Rochester, N.Y., US;
Thompson, Michael D., Rochester, N.Y., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Behandeln von Tinte auf porösen Substraten unter Anwendung einer Teilaushärtung, und Vorrichtung, die zum Behandeln von Tinte auf porösen Substraten verwendbar ist**

(57) Zusammenfassung: Verfahren um Behandeln von Tinte auf einem porösen Substrat und Verfahren zum Drucken auf porösen Substraten sind hierin offenbart. Eine anschauliche Ausführungsform der Verfahren zum Behandeln von Tinte auf einem porösen Substrat umfasst: Aufbringen einer Tintenschicht auf eine erste Oberfläche eines porösen Substrats; Bestrahlen der Tintenschicht mit erster Strahlung mit einem ersten Spektrum, das wirksam ist, die Tintenschicht teilweise auszuhärten und das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats zu verringern; Einebnen der teilweise ausgehärteten Tintenschicht; und Bestrahlen der eingeebneten Tintenschicht mit zweiter Strahlung, um die Tintenschicht weiter auszuhärten, wobei die zweite Strahlung ein zweites Spektrum aufweist, das sich von dem ersten Spektrum der ersten Strahlung unterscheidet.



Beschreibung

[0001] Bei Druckprozessen wird eine Markiersubstanz bzw. ein Markiermaterial auf Substrate aufgebracht, um Bilder zu erzeugen. In einigen Prozessen können die ausgedruckten Bilder auf Grund des Eindringens von Tinte in die Substrate in porösen Substraten durchscheinen. Das Durchscheinen von Tinte kann dazu führen, dass Substrate für das Duplex-Drucken bzw. dass doppelseitige Drucken ungeeignet sind.

[0002] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Verfahren zum Behandeln von Tinte auf porösen Substraten und Vorrichtungen, die zum Drucken geeignet sind, bereitzustellen, wobei das Eindringen von Tinte in porösen Substraten reduziert wird und somit gewünschte Bilder geschaffen werden.

[0003] Es werden hierin Verfahren zum Behandeln von Tinte auf Substraten und Vorrichtungen, die zum Behandeln von Tinte auf porösen Substraten geeignet sind, bereitgestellt. Eine anschauliche Ausführungsform der Verfahren zum Behandeln von Tinte auf einem Substrat umfasst: Aufbringen einer Schicht aus Tinte auf eine erste Oberfläche eines porösen Substrats; Bestrahlen der Schicht aus Tinte mit erster Strahlung mit einem ersten Spektrum, das wirksam ist, die Tintenschicht teilweise auszuhärten und das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats zu reduzieren; Einebnen der teilweise ausgehärteten Tintenschicht; und Bestrahlen der eingeebneten Tintenschicht mit zweiter Strahlung, um die Tintenschicht weiter auszuhärten, wobei die zweite Strahlung ein zweites Spektrum, das sich von dem ersten Spektrum der ersten Strahlung unterscheidet, aufweist.

[0004] [Fig. 1](#) zeigt eine anschauliche Ausführungsform einer Druckvorrichtung mit einer Einrichtung für eine Teilaushärtung, die eine Tintenschicht auf einer Oberfläche eines Substrats von Oberhalb der Oberfläche bestrahlt;

[0005] [Fig. 2](#) zeigt eine Kurve, die die Viskosität als Funktion der Temperatur für eine Geltinte darstellt.

[0006] [Fig. 3](#) zeigt das Eindringen von Strahlungsenergie mit einer großen Wellenlänge (λ_L) und mit einer kleinen Wellenlänge (λ_S) in eine Tintenschicht, die auf einem porösen Substrat aufgebracht ist.

[0007] [Fig. 4](#) zeigt ein anschauliches Emissionsspektrum einer Strahlungsenergiequelle einer Teilaushärteinrichtung.

[0008] [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#) und [Fig. 5c](#) zeigen Darstellungen der Größe des Durchdrückens gegenüber der Temperatur einer Auflage für eine einzelne Schicht aus UV-aushärtbarer Geltinte der Farbe Zyan, die

auf Papier ([Fig. 5a](#)) aufgebracht ist; für eine einzelne Schicht aus UV-aushärtbarer Geltinte der Farbe Magenta, die auf Papier aufgebracht ist ([Fig. 5b](#)); und für eine einzelne Schicht einer UV-aushärtbaren Geltinte der Farbe Magenta, die über einer Einzelschicht aus Zyantinte auf Papier ([Fig. 5c](#)) aufgebracht ist, wobei ein Teilaushärten der Tinte erfolgt ist oder nicht.

[0009] [Fig. 6](#) zeigt eine weitere anschauliche Ausführungsform einer Druckvorrichtung mit einer Teilaushärteinrichtung, die eine Tintenschicht auf einer vorderen Oberfläche eines Substrats von unterhalb der Rückseitenfläche des Substrats bestrahlt.

[0010] Die offenbarten Ausführungsformen verfassten Verfahren zum Behandeln von Tinte auf Substraten. Eine anschauliche Ausführungsform umfasst: Aufbringen einer Schicht aus Tinte auf eine erste Oberfläche eines porösen Substrats; Bestrahlen der Schicht aus Tinte mit einer ersten Strahlung mit einem ersten Spektrum, das wirksam ist, um die Tintenschicht teilweise auszuhärten und um das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats zu reduzieren; Einebnen der teilweise ausgehärteten Tintenschicht; und Bestrahlen der eingeebneten Tintenschicht mit einer zweiten Strahlung, um die Tintenschicht weiter auszuhärten, wobei die zweite Strahlung ein zweites Spektrum aufweist, das sich von dem ersten Spektrum der ersten Strahlung unterscheidet.

[0011] Die offenbarten Ausführungsformen umfassen ferner Verfahren zum Drucken auf porösen Substraten. Eine anschauliche Ausführungsform der Verfahren umfasst: Aufbringen mindestens einer Photoinitiatorverbindung über einer ersten Oberfläche eines porösen Substrats; Aufbringen einer Tintenschicht über der ersten Oberfläche; Bestrahlen der ersten Tintenschicht mit erster Strahlung mit einem ersten Spektrum, das wirksam ist, die Tintenschicht teilweise auszuhärten und das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats zu reduzieren, wobei die eine erste Photoinitiatorverbindung auf das erste Spektrum eingestellt ist; Einebnen der teilweise ausgehärteten Tintenschicht; und Bestrahlen der eingeebneten Tintenschicht mit einer zweiten Strahlung, um die Tintenschicht weiter auszuhärten, wobei die zweite Strahlung ein zweites Spektrum aufweist, das sich von dem ersten Spektrum der ersten Strahlung unterscheidet.

[0012] Die offenbarten Ausführungsformen umfassen ferner Vorrichtungen, die zum Behandeln von Tinte auf einem porösen Substrat geeignet sind. Eine anschauliche Ausführungsform der Vorrichtungen umfasst: eine Markiereinrichtung bzw. eine Druckeinrichtung zum Aufbringen einer Tintenschicht auf eine erste Oberfläche eines porösen Substrats; eine erste Aushärteinrichtung zum Bestrahlen der Tintenschicht mit erster Strahlung mit einem ersten Spektrum, das wirksam ist, die Tintenschicht teilweise aus-

zuhärten und das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats zu reduzieren; eine Einebnungseinrichtung zum Einebnen der teilweise ausgehärteten Tintenschicht; und eine zweite Aushärteinrichtung zum Bestrahlen der eingeebneten Tintenschicht mit einer zweiten Strahlung, um die Tintenschicht weiter auszuhärten, wobei die zweite Strahlung ein zweites Spektrum aufweist, das sich von dem ersten Spektrum der ersten Strahlung unterscheidet.

[0013] In einigen Druckprozessen wird heiße Tinte, etwa UV-aushärtbare Tinte, auf poröse Substrate, etwa einfaches Papier, aufgebracht. Die aufgebrachte Tinte kann in die bedruckte Oberfläche des Substrats während des Abkühlens der Tinte eindringen, da sie noch ausreichend heiß ist und eine geringe Viskosität aufweist. Folglich können die Ausdrücke ein ausgeprägtes „Druckdrucken“ aufweisen, was ein Maß der Tintendurchdringung oder des Eindringens der Tinte in der Dickenrichtung des Substrats ist, wenn die Tinte auf porösen Substraten aufgebracht wird. Das „Durchscheinen“ (ST) ist als die optische Dichte der Rückseitenfläche eines bedruckten porösen Substrats, etwa von einfachem Papier, definiert. Wenn CD (CP) als die optische Dichte (CD) der vorderen Fläche des Substrats, das von einem leeren Blatt des gleichen Substrats abgedeckt ist, definiert ist, dann ist das Druckdrucken (PT) definiert als:

$PT = ST - CD (OP)$. Wenn der Grad des Druckdruckens in einem porösen Substrat zunimmt, wird das ausgedruckte Bild auf der Vorderseite zunehmend von der Rückseite her sichtbar. Diese Tintensichtbarkeit kann störend sein, wenn ein geeignetes doppelseitiges Drucken auf porösen Substraten erforderlich ist.

[0014] Im Falle eines porösen Substrats, etwa im Falle von einfachem Papier, treten, wenn Tinte auf eine Oberfläche des Substrats aufgebracht wird, eine laterale Tintenverteilung und ein Eindringen der Tinte in das Substrat gleichzeitig auf. Um die Rate des Eindringens einer heißen Tinte in ein poröses Substrat, etwa in einfaches Papier, zu reduzieren, kann das Substrat gekühlt werden, um in rascher Weise die Tintenviskosität auf der bedruckten Oberfläche zu vergrößern. Das Substrat kann gekühlt werden, indem es mit einer gekühlten Oberfläche in Kontakt gebracht wird. Es ist jedoch zu beachten, dass wenn die Zeitdauer zwischen dem Drucken auf das Substrat und dem Aushärten der aufgebrachten Tinte zu lang ist, ein zusätzliches Eindringen von Tinte in das Substrat auftreten kann, selbst nachdem die Tintenviskosität durch das Abkühlen erhöht wurde. Es ist ferner zu beachten, dass wenn ein Tinteneindringen in ein Substrat effektiver durch Abkühlen gesteuert wird, und das Eindringen nur geringfügig ist, die Tintenlinienbreite auf der bedruckten Oberfläche durch die laterale Tintenverteilung ausreichend groß werden kann, so dass nominal bedruckte Bildbereiche

auf der Oberfläche ausgefranst erscheinen können. Derartige Ausdrücke sind ebenfalls ungeeignet.

[0015] Im Hinblick auf die zuvor genannten Probleme sowie im Hinblick auf weitere Aspekte werden Verfahren zum Behandeln von Tinte auf porösen Substraten und entsprechende Vorrichtungen, die ein reduziertes Tinteneindringen in die Substrate bewerkstelligen können, bereitgestellt. Die Verfahren und Vorrichtungen können ferner Bildbereiche mit geeigneten Linienbreiten erzeugen. Ausführungsformen der Verfahren umfassen:

Beaufschlagen einer Tintenschicht, die auf eine Oberfläche eines Substrats aufgebracht ist, mit Strahlungsenergie, um die Tinte nur teilweise auszuhärten. Die Teilaushärtung verringert das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats, d. h. es verringert das Durchdrucken, ermöglicht jedoch, dass die teilweise ausgehärtete Tintenschicht in ausreichender Weise auf dem Substrat eingeebnet werden kann. Die eingeebnete Tintenschicht wird einem weiteren Aushärten unter Anwendung von Strahlungsenergie unterzogen, um die Tintenviskosität und die Oberflächenhärte und die Haftung der Tintenschicht auf dem Substrat zu erhöhen, um damit ein robustes Bild zu schaffen.

[0016] **Fig. 1** zeigt eine anschauliche Ausführungsform einer Vorrichtung **100**, die zum Behandeln von Tinte auf porösen Substraten geeignet ist. Die Vorrichtung **100** umfasst eine Markier- bzw. Druckeinrichtung **110**, eine erste Aushärteinrichtung **120**, eine Einebnungseinrichtung **130** und eine zweite Aushärteinrichtung **140**, die in dieser Reihenfolge entlang einer Prozessrichtung A angeordnet sind. Ein Substrat **150** mit einer Vorderseite bzw. einer vorderen Oberfläche **152** und einer gegenüberliegenden Rückseite oder rückseitigen Oberfläche **154** ist so gezeigt, dass es auf einer beweglichen Transporteinrichtung **160** gehalten wird. Die Druckeinrichtung **110** scheidet Tinte auf eine vordere Oberfläche **152** des Substrats **150** ab, um eine Tintenschicht **156** zu erzeugen; die erste Aushärteinrichtung **120** bestrahlt die Tintenschicht **156** mit Strahlungsenergie, um die Tintenschicht **156** auszuhärten. Die Einebnungseinrichtung **130** ebnet (d. h. verteilt lateral) die teilweise ausgehärtete Tintenschicht **156** auf der vorderen Oberfläche **152**; und die zweite Aushärteinrichtung **140** bestrahlt die eingeebnete Tintenschicht **156** mit Strahlungsenergie, um die Tintenschicht **156** weiter auszuhärten.

[0017] In einigen Ausführungsformen sind die erste Aushärteinrichtung **120**, die Einebnungseinrichtung **130** und die zweite Aushärteinrichtung **140** stationär und das Substrat **150** wird an diesen Einrichtungen durch die Transporteinrichtung vorbeibewegt, während das Substrat mit Strahlung beaufschlagt wird. Die Transportgeschwindigkeit des Substrats **150** beim Vorbeibewegen an diesen Einrich-

tungen kann so variiert werden, dass die Bestrahlungszeit der Tintenschicht **156** gesteuert wird. Eine Vergrößerung der Druckgeschwindigkeit verringert die Zeitdauer zwischen dem Drucken und dem Teilaushärten und verringert den Grad an Tinteneindringen in ein poröses Substrat, das vor der Teilaushärtung auftritt. In Ausführungsformen können die Strahlungsenergiequellen der ersten Aushärteinrichtung **120**, der zweiten Aushärteinrichtung **140** und eine optionale Strahlungsenergiequelle der Einebnungseinrichtung **130** durchwegs während des Teilaushärtens bzw. des Einebnens bzw. des weiteren Aushärtens entsprechend eingeschaltet werden, so dass es möglich ist, bei Bedarf die gesamte vordere Oberfläche **152** zu bestrahlen, wenn das Substrat **150** kontinuierlich an diesen Einrichtungen vorbewegt wird.

[0018] Das dargestellte Substrat **150** ist eine Schicht bzw. ein Blatt eines porösen Materials. Beispielsweise ist das Substrat **150** ein Blatt eines einfachen Papiers. Das Papier kann beschichtet oder unbeschichtet sein. Das Papier besitzt beispielsweise eine glatte Vorderfläche und eine glatte Rückseitenfläche, und kann glänzend sein. Im Allgemeinen sind beschichtete Papiere mit glänzenden Oberflächen weniger porös im Vergleich zu einem unbeschichteten oder „einfachen“ Papier. Ausführungsformen der Vorrichtung **100** sind äußerst vorteilhaft, um poröse, unbeschichtete einfache Papiermaterialien zu bedrucken. In anderen Ausführungsformen umfasst das Substrat ein zusammenhängendes Rollenmaterial, das porös ist, etwa einfaches Papier, oder dergleichen, und die Transporteinrichtung **160** kann durch feste Auflageflächen ersetzt werden, die erwärmt oder abgekühlt werden, um die Temperatur des Rollenmaterials an den diversen Positionen zu steuern. Das Substrat **150** enthält offene Poren, die sich teilweise oder vollständig durch die gesamte Dicke des Substrats **150** zwischen der vorderen Oberfläche **152** und der gegenüberliegenden rückseitigen Oberfläche **154** erstrecken. Tinte kann auch auf die Rückseite **154** aufgebracht werden, um einen doppelseitigen Ausdruck zu erzeugen.

[0019] Die Transporteinrichtung **160** transportiert das Substrat **150** in der Prozessrichtung A vorbei an der Druckeinrichtung **110**, der ersten Aushärteinrichtung **120**, der Einebnungseinrichtung **130** und der zweiten Aushärteinrichtung **140**, um Bilder auf dem Substrat **150** zu erzeugen. Das Substrat **150** ist typischerweise in Bezug auf die Einebnungseinrichtung so orientiert, dass die Längsabmessung des Substrats sich entlang der Prozessrichtung A erstreckt. Die Transporteinrichtung **160** kann einen Riemen, Walzen oder andere geeignete Komponenten aufweisen, um das Substrat **150** in der Vorrichtung **100** zu transportieren. Wenn das Substrat **150** ein zusammenhängendes Rollenmaterial ist, kann die Transporteinrichtung **160** eine stationäre Halteeinrichtung

(nicht gezeigt) sein, und das Rollenmaterial wird über die Halteeinrichtung hinweggezogen, die so gestaltet ist, dass das Rollenmaterial unter einem vorgegebenen Abstand zu der Druckeinrichtung **110**, der ersten Aushärteinrichtung **120**, der Einebnungseinrichtung **130** und der zweiten Aushärteinrichtung **140** gehalten wird.

[0020] In einigen Ausführungsformen umfasst die Druckeinrichtung **110** mehrere Druckköpfe (nicht gezeigt), die so angeordnet sind, dass Tinte in Form von Tröpfchen auf die vordere Oberfläche **152** des Substrats **150** aufgebracht wird. Beispielsweise können die Druckköpfe erwärmte Piezo-Druckköpfe sein. Die Druckköpfe sind typischerweise in mehreren gestaffelten Reihen in der Druckeinrichtung **110** angeordnet. Die Druckköpfe werden mit verschiedenen Tinten, etwa Zyan, Magenta, Gelb und Schwarz verwendet, so dass unterschiedliche Farben an Tinte aufeinander auf dem Substrat **150** aufgebracht werden können. Die Druckköpfe können ferner klare Tinten, metallische Tinten, fluoreszente Tinten oder Tinten mit Farben nach Kundenwahl, aufweisen, wie sie etwa beispielsweise durch das Pantone-Farbanpasssystem von Patone, Carlstad, New Jersey, vorgesehen sind.

[0021] Die Tinte besitzt eine Zusammensetzung, die unter Anwendung von Strahlungsenergie ausgehärtet werden kann. Beispielsweise umfasst die Tinte eine Ultraviolett-Licht-(UV-)aushärtbare Tinte. UV-aushärtbare Tinten werden auf eine Oberfläche eines Substrats aufgebracht und anschließend mit UV-Strahlung beaufschlagt, um die Tinte auszuhärten und Bilder auf der Oberfläche zu fixieren. Durch das Aushärten werden eine Polymerisation und eine Vernetzung der Tintensubstanzen erreicht, wodurch die Tintenviskosität, die Tintenoberflächenhärte und die Tintenhaftung erhöht werden. UV-aushärtbare Tinten können auf Substrate unter Anwendung von Druckköpfen aufgebracht werden. Diese Tintensubstanzen werden typischerweise auf eine Temperatur von ungefähr 80 Grad C bis ungefähr 100 Grad C aufgeheizt und werden als Strahl ausgegeben, wobei sie einen Zustand geringer Viskosität von ungefähr 10 cP besitzen. Wenn diese Tintensubstanzen auf ein kühleres Substrat auftreffen, etwa auf einfaches Papier bei Umgebungstemperatur, kühlen diese Tintensubstanzen sich auf die Substrattemperatur ab. Während des Abkühlens werden die Tintensubstanzen zunehmend zäher. Die Viskosität von UV-aushärtbaren Tinten sind typischerweise bei ungefähr 1000 cP bis ungefähr 10000 cP während dieser Abkühlphase zu.

[0022] Die UV-aushärtbaren Tinten enthalten Wachs- und/oder Gelkomponenten. UV-aushärtbare Geltinten („UV-Geltinten“), die Gelkomponenten aufweisen, werden erwärmt, so dass diese abrupt ihre Viskosität ändern und diese werden dann auf die Substrate aufgebracht. Diese Tinten erstarren bei

Kontakt mit den kühleren Substraten. [Fig. 2](#) zeigt eine Kurve, die die Viskosität als eine Funktion der Temperatur für eine typische Geltinte darstellt, die in Ausführungsformen der offenbarten Verfahren angewendet wird. Wie gezeigt, besitzt das Viskositätsprofil der Geltinte einen scharfen Schwellwert und die Tinte geht von einem relativ viskosen Zustand (mit einer Viskosität von beispielsweise in der Größenordnung oder größer als ungefähr 10^6 cP), wobei sie relativ ungeeignet ist, um leicht zu fließen, in einen relativ nicht-viskosen Zustand über (mit einer Viskosität von beispielsweise der Größenordnung von weniger als ungefähr 10^1 cP), wobei ein leichtes Fließen über einen relativ engen Temperaturbereich möglich ist. Derartige Geltinten zeigen eine größere Änderung der Viskosität über einen kleinen Temperaturbereich von weniger als ungefähr 40 Grad C, etwa auch weniger als 30 Grad C.

[0023] Anschauliche Tinten mit Eigenschaften der Viskosität gegenüber Temperatur, wie dies in [Fig. 2](#) gezeigt ist und die zur Erzeugung von Bildern auf Substraten in Ausführungsformen der offenbarten Verfahren und Vorrichtungen verwendet werden können, umfassen: eine Phasenänderungstinte mit einem Farbmittel, einem Initiator und einem Tintenträger; eine Phasenänderungstinte mit einem Farbmittel, einem Initiator und einem Tintenträger; eine Phasenänderungstinte mit einem Farbmittel, einem Initiator und einem Phasenänderungstintenträger; und eine durch Strahlung aushärtbare Tinte mit einem aushärtbaren Monomer, das bei 25 Grad C flüssig ist, mit aushärtbarem Wachs und Farbmittel, die zusammen eine durch Strahlung aushärtbare Tinte bilden.

[0024] In der in [Fig. 2](#) gezeigten Kurve gibt es eine Schwellwerttemperatur T_0 für die Viskosität, die als die Temperatur definiert ist, bei der die Viskosität der Tinte in der Mitte zwischen dem minimalen Wert und dem maximalen Wert liegt. Die Druckköpfe der Druckeinrichtung **110** können die Tinte auf eine ausreichend hohe Temperatur aufheizen, so dass die Tintenviskosität auf einen geeigneten Wert absinkt, um die Tinte über diesem Wert als Strahl auszugeben. Beispielsweise können Geltinten auf eine Temperatur über der Schwellwerttemperatur der Viskosität erwärmt werden, beispielsweise auf mindestens ungefähr 80 Grad C, so dass die gewünschte Viskosität für das Ausgeben als Strahl erreicht wird. Die heiße Tinte wird als Strahl aus Tröpfchen von den Düsen der Druckköpfe auf ein Substrat ausgegeben, das an der Druckeinrichtung **110** vorbeitransportiert wird. UV-Geltinten besitzen typischerweise einen größeren Anstieg der Viskosität, wenn sie von der Auswurftemperatur um ungefähr 10 Grad C abgekühlt werden, beispielsweise von ungefähr 80 Grad C auf ungefähr 70 Grad C abgekühlt werden. Die Geltinte trifft auf Substrat auf, etwa auf einfaches Papier, und es wird Wärme von der Tinte auf das kühleren Substrat übertragen. Die abgeschiedene Geltinte

kühlt rasch aus und entwickelt eine Konsistenz eines Gels auf dem Substrat. Auf Grund des raschen Abkühlens hat die Geltinte nicht ausreichend Zeit, um in lateraler Richtung auf dem Substrat zu fließen oder eine Einebnung auszuführen.

[0025] Pumpen mit Überdruck, die gesteuerte Nadelventile aufweisen, etwa Smart Pump **20**, die von nScript, Inc. Orlando, Florida, erhältlich ist, können sehr kleine Volumina bis hinab zu Pikoliter bei sehr hohen Viskositäten, etwa Viskositäten über 10^6 cP auswerfen. Derartige Pumpen können in der Druckeinrichtung **110** verwendet werden, um Geltinten bei Umgebungstemperatur auf ein Substrat aufzubringen.

[0026] In der Vorrichtung **100** wird die Tintenschicht **156** auf die vordere Oberfläche **152** des Substrats **150** durch die Druckeinrichtung **110** aufgebracht und anschließend mit Strahlungsenergie, die von der ersten Aushärteinrichtung **120** ausgegeben wird, von der oberen Oberfläche **152** her beaufschlagt, um die Tinte teilweise auszuhärten. Im hierin verwendeten Sinne bedeutet der Begriff „Teilaushärtung oder teilweise Aushärten“, dass einige Teile der Tintenschicht ausreichend ausgehärtet sind, um das Eindringen von Tinte in das Substrat zu reduzieren, aber die Tintenschicht weiterhin in der Lage bleibt, zu fließen oder sich auszubreiten, ohne in elastischer Weise die ursprünglichen Abmessungen anzunehmen, nachdem die ausbreitende Kraft nicht mehr vorhanden ist. In einigen Ausführungsformen wird der Teil der Tintenschicht, der am nächsten zum Substrat angeordnet ist, stärker ausgehärtet als der Teil der Tintenschicht, der von dem Substrat am weitesten entfernt ist. In anderen Ausführungsformen wird die gesamte Tintenschicht bis zu einem Zwischenpegel der Viskosität ausgehärtet. Das Spektrum der von der ersten Aushärteinrichtung **120** ausgesandten Strahlungsenergie ist wirksam derart, dass die Tintenschicht **156** teilweise ausgehärtet wird und das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats **150** reduziert. Das „Spektrum“ der Strahlungsenergie wird generell durch einen Graphen vorgegeben, der die Intensität der Strahlungsenergie in einem Bereich von Wellenlängen angibt, der sich vom fernen UV (ungefähr 100 nm Wellenlänge) bis zum nahen UV (ungefähr 400 nm Wellenlänge) erstreckt.

[0027] Die teilweise ausgehärtete Tintenschicht **156** besitzt Eigenschaften im Hinblick auf die Viskosität und die Härte, die es ermöglichen, dass die Tintenschicht **156** unter Anwendung der Einebnungseinrichtung **130** eingeebnet wird, um die Tinte lateral auf der vorderen Oberfläche **152** zu verteilen bzw. auszudehnen, so dass die Linienbreite der Tintenschicht **156** zunimmt. Die Breite der Linie, die von einem einzelnen Strahl erzeugt wird, hängt von der Tröpfchenmasse, der Strahlfrequenz, der Substratgeschwindigkeit und der Tintenverteilung auf dem Substrat ab.

In ähnlicher Weise hängt die gewünschte Erweiterung einer Linie von der Linienbreite unmittelbar nach dem Aufbringen und dem Abstand zwischen den Linien, die von den Düsen in einem speziellen Druckkopf erzeugt werden, ab. In einigen Ausführungsformen beträgt die Linienbreite unmittelbar nach dem Aufbringen ungefähr 50 µm bis ungefähr 60 µm und es ist wünschenswert, eine Linienbreite von mindestens ungefähr 75 µm auf der vorderen Oberfläche **152** zu erzeugen.

[0028] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, besitzt in einigen Ausführungsformen der Verfahren die Strahlungsenergie, die von der ersten Aushärteinrichtung **120** ausgegeben wird, eine relativ große Wellenlänge λ_L , die wirksam ist, dass ein tiefes Eindringen in die Tintenschicht **156** bis zu der Grenzfläche **158** möglich ist, die zwischen der Tintenschicht **156** und der vorderen Oberfläche **152** des Substrats **150** gebildet ist. Eine kleine Wellenlänge λ_S , die nicht tief in die Tintenschicht **156** eindringt, ist als Vergleich ebenfalls gezeigt. Beispielsweise umfasst für eine UV-aushärtbare Tinte die Strahlungsenergie eine UV-Strahlung. [Fig. 4](#) zeigt ein Spektrum einer UV-Strahlung, mit einer mittleren Wellenlänge von ungefähr 395 nm, die zum Teilaushärten von UV-aushärtbaren Tinten in einigen Ausführungsformen der Verfahren geeignet ist.

[0029] In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Aushärteinrichtung **120** mindestens eine Strahlungsenergiequelle. Beispielsweise ist die Strahlungsenergiequelle ein Array aus lichtemittierenden Dioden (LED), oder dergleichen. Die Strahlungsenergiequelle kann so festgelegt werden, dass sie Strahlungsenergie mit einem Spektrum ausgibt, das für die Tintenzusammensetzung optimiert ist, die beim Drucken verwendet wird, um damit eine optimierte Teilaushärtung der Tintenschicht **156** zu erreichen.

[0030] In Ausführungsformen wird die Tintenschicht **156** mit Strahlungsenergie durch die erste Aushärteinrichtung **120** innerhalb eines ausreichend kurzen Zeitintervalls beaufschlagt, nachdem die Tinte auf die vordere Oberfläche **152** des Substrats **150** durch die Druckeinrichtung **110** aufgebracht wurde, um vorzugsweise Tinte benachbart zu der vorderen Oberfläche **152** auszuhärten, bevor ein ausgeprägtes Eindringen von Tinte in das Substrat **150** auftritt. In Ausführungsformen ist es von Vorteil im Hinblick auf das Durchdrücken PT der Tinte in dem Substrat, dass dieses Durchdrücken einen Wert von weniger als ungefähr 0,4 besitzt, etwa weniger als ungefähr 0,03, oder weniger als ungefähr als 0,02, wenn dies unter der Anwendung der zuvor beschriebenen Gleichung: $PT = ST - CD$ (CP) ermittelt wird. Die Tinte an der Grenzfläche **158** zwischen der Tintenschicht und der vorderen Oberfläche **152** des Substrats **150** wird im Wesentlichen ausgehärtet und ist nicht in der Lage, in Poren des Substrats einzudringen. Die ausgehärtete Tinte an der Grenzfläche **158** bildet eine Barriere

gegenüber dem weiteren Eindringen von Tinte in das Substrat **150**.

[0031] Um eine Teilaushärtung der Tintenschicht **156** mit minimalem Tinteneindringen in das Substrat **150** zu erreichen, ist es wünschenswert, die erste Aushärteinrichtung **120** nahe an der Druckeinrichtung **110** anzuordnen, so dass die Tintenschicht **156** belichtet werden kann, kurz nachdem sie auf das Substrat **150** aufgebracht wurde. Beispielsweise ist die erste Aushärteinrichtung **120** von der Druckeinrichtung **110** mit einem Abstand von ungefähr 1 cm bis ungefähr 5 cm entlang der Prozessrichtung A angeordnet. Da das Tinteneindringen eine Funktion sowohl der Kontaktierungszeit und der Tintenviskosität ist, kann es wünschenswert sein, den Abstand zwischen dem Aufbringen und der Teilaushärtung zu vergrößern, wenn die Substratgeschwindigkeit zunimmt, und/oder den Abstand zwischen dem Aufbringen und der Teilaushärtung zu verringern, wenn die Viskosität der ausgeworfenen Tinte kleiner ist.

[0032] Während des Druckens kann das Substrat **150** gekühlt werden, etwa unter Anwendung einer temperaturgesteuerten Auflage, die unter dem Substrat **150** angeordnet ist, um die Abkühlrate der Tinte zu vergrößern, wenn die Tinte die vordere Oberfläche **152** des Substrats **150** kontaktiert. Durch Abkühlen der Tinte kann die Tintenschicht **156** durch die erste Aushärteinrichtung **120** mit einer geringen Zeitdauer bestrahlt werden, um die gewünschte Teilabkühlung und die minimale Eindringung der Tinte in das Substrat **150** zu erreichen.

[0033] In der Ausführungsform enthält die Tinte der Tintenschicht **156** ein Photoinitiatormaterial mit einer oder mehreren Photoinitiatorverbindungen, die die von der ersten Aushärteinrichtung **120** ausgesandte Strahlungsenergie nur schwach absorbieren. Ein ausreichend hoher Anteil der Strahlungsenergie, die auf die Tintenschicht **156** auftritt, kann den unteren Bereich der Tintenschicht erreichen, so dass sich ein bevorzugtes Aushärten der Tinte an der Grenzfläche **158** zwischen der vorderen Oberfläche **152** und der Tinte ergibt, da die Strahlungsenergie eine ausreichend große Wellenlänge besitzt. In einigen Ausführungsformen wird das Photoinitiatormaterial, das eine oder mehrere Photoinitiatorverbindungen aufweist, direkt auf die vordere Oberfläche **152** des Substrats **150** aufgebracht, bevor die Tinte auf die vordere Oberfläche **152** an der Druckeinrichtung **110** aufgebracht wird. Beispielsweise kann das Photoinitiatormaterial durch Aufstrahlen, durch das Versprühen von Aerosolen, während eines Herstellungsprozesses für das Papier des Substrats **150** oder unter Anwendung eines Applikators, etwa einer Beschichtungswalze aufgebracht werden, die die vordere Oberfläche **152** kontaktiert. Die Tinte, die über dem Photoinitiatormaterial aufgebracht wird, kann eine andere Photoinitiatorverbindung aufweisen, die

auf die Strahlung eingestellt ist, die von der zweiten Aushärteinrichtung **140** ausgesandt wird. Anschließend wird die Tinte unter Anwendung der ersten Aushärteinrichtung **120** teilweise ausgehärtet. Die Zusammensetzung des Photoinitiatormaterials kann auf das Spektrum der Strahlungsenergie eingestellt werden, die von der ersten Aushärteinrichtung **120** ausgesandt wird.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform bewirkt die chemische Zusammensetzung der Tinte, dass Tinte an dem oberen Bereich der Tintenschicht nicht aushärtet, wobei dies auf Grund der Anwesenheit eines wirksamen Anteils an Sauerstoff begründet liegt, der in die Tinte eindiffundiert ist, wodurch ein vorrangiges Aushärten der Tinte an der Grenzfläche **158** gefördert wird.

[0035] Während des Teilaushärtens kann das Substrat **150** unter Anwendung einer temperaturgesteuerten Auflage oder dergleichen gekühlt werden. Beispielsweise wird die Auflage bei einer Temperatur von ungefähr 10 Grad C bis ungefähr 30 Grad C, etwa ungefähr 15 Grad C bis ungefähr 20 Grad C gehalten.

[0036] Im Allgemeinen wird das Eindringen der Tinte stärker reduziert, wenn die Substrattemperatur durch das Kühlen einer Auflage verringert wird. Das Kühlen erfordert jedoch Energie und ein Kühlen unterhalb des Taupunktes kann mehr Energie erfordern, um das Druckgebiet zu entfeuchten, so dass Wasser nicht auf dem Substrat oder der Auflage kondensiert. Vorteilhafter Weise wird durch die erfindungsgemäße Vorrichtung die Notwendigkeit für das Kühlen verringert. Die optimale Kombination aus Kühlung und Teilaushärtung hängt von diversen Faktoren, etwa den Tinteneigenschaften, den Substrateigenschaften, den Druckkopfeigenschaften und der Druckgeschwindigkeit ab.

[0037] [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#) und [Fig. 5c](#) zeigen Auswirkungen von teilweise ausgehärteten Tinten unmittelbar nach dem Drucken auf ein Rollenmaterial, das ColorXpressions + (CX) Papier von Xerox, das von der Xerox Corporation erhältlich ist, aufweist. In [Fig. 5a](#) ist eine einzelne Schicht aus UV-aushärtbarer Gelntinte der Farbe Zyan auf das Papier aufgebracht; in [Fig. 5b](#) ist eine einzelne Schicht aus UV-aushärtbarer Gelntinte der Farbe Magenta auf das Papier aufgebracht; und in [Fig. 5c](#) ist eine einzelne Schicht aus UV-aushärtbarer Gelntinte der Farbe Magenta über einer einzelnen Schicht aus Tinte mit der Farbe Zyan auf dem Papier aufgebracht. Die Tinte wurde teilweise ausgehärtet unter Anwendung eines UV-LED-Arrays mit einem Emissionsspektrum, wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist.

[0038] Während des Druckens, während der Teilaushärtung und für eine kurze Strecke nach der Teil-

aushärtung wurde die hintere Oberfläche des bedruckten Rollenmaterials mit einer temperaturgesteuerten Auflage in Kontakt gebracht. In den [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#) und [Fig. 5c](#) ist die Größe des Tintendruckens gegenüber der Auflagentemperatur mit Teilaushärtung („LED ein“) und ohne Teilaushärtung („LED aus“) aufgetragen. Wie gezeigt, ist ohne die Teilaushärtung bei Erhöhen der Papiertemperatur und der Tintentemperatur durch Erhöhen der Auflagentemperatur ein größeres Tinteneindringen in das Papier beobachtbar. Im Gegensatz dazu ist mit einer Teilaushärtung der Tinte bei Vergrößerung der Papier- und Tintentemperatur durch Erhöhen der Temperatur der Auflage das Tinteneindringen in das Papier nicht erhöht. Für die Tinte mit der Farbe Zyan, die in [Fig. 5a](#) gezeigt ist, führt offensichtlich ein Erhöhen der Temperatur der Auflage zu einer Zunahme des Grades an Aushärtung der Tinte und zu einer Verringerung des Eindringens von Tinte. Diese größere Aushärtung der Tinte mit der Farbe Zyan ist das Ergebnis der Teilaushärtung, die andauert, nachdem die Tinte unmittelbar durch das UV-LED-Array bestrahlt wurde, da die Tinte eine geringere Viskosität bei höheren Temperaturen besitzt.

[0039] In der Vorrichtung **100** enthält die Einebnungseinrichtung **130** mindestens eine Strahlungsenergiequelle, die Strahlungsenergie auf die teilausgehärtete Tintenschicht **156** einstrahlt. Die Strahlungseinwirkung deponiert ausreichend thermische Energie in der Tintenschicht **156**, um die Tinte bis zu einem Punkt aufzuheizen, so dass deren Viskosität ausreichend abnimmt, so dass sich die Tinte durch das laterale Fließen an der vorderen Oberfläche **152** des Substrats **150** durch die daraus resultierende Oberflächenspannung einebnen kann, d. h. es wird eine kontaktfreie Einebnung erreicht. Die Strahlungsenergie kann ein Emissionsspektrum besitzen, das innerhalb des sichtbaren-Infrarotanteils des elektromagnetischen Spektrums liegt. In einigen Ausführungsformen ist die Strahlungsenergiequelle beispielsweise eine Breitband-IR-VIS-(Infrarot-sichtbare Strahlung)Strahlungsenergiequelle mit einem Emissionsspektrum, das den sichtbaren Bereich (~400 nm bis 700 nm) abdeckt und sich in den Infrarotbereich (< 700 nm) erstreckt.

[0040] Beispielsweise kann die Strahlungsenergiequelle der Einebnungseinrichtung **130** eine Wolframhalogenleuchte sein oder dergleichen. In derartigen Leuchten kann die Wellenlänge des Spitzenwertes des Emissionsspektrums eingestellt werden, so dass sich die Größe der Überlappung zwischen dem Leuchtenemissionsspektrum und dem Absorptionsspektrum der Tinte vergrößert. Die Einebnungseinrichtung **130** enthält einen Filter, um lediglich einen ausgewählten Anteil des IR-VIS-Spektrums auszusenden, der von der Strahlungsenergiequelle abgegeben wird. In anderen Ausführungsformen enthält die Einebnungseinrichtung **130** mindestens eine

Strahlungsenergiequelle, die Strahlung mit mehreren Emissionsspitzenwerten bei mehreren unterschiedlichen Wellenlängen abgibt, etwa in Form einer Quecksilberentladungsleuchte oder dergleichen.

[0041] In einigen Ausführungsformen der Vorrichtung **100** enthält die Einebnungseinrichtung **130** eine Einrichtung zum Ausüben einer ausreichenden Kraft, um die Tinte auf dem Substrat **150** zu verteilen. Beispielsweise enthält die Einebnungseinrichtung **130** ein Druckluftmesser bzw. Eindrucklufteinrichtung, das bzw. die einen Gasstrom auf die Tinte richtet, wobei der Gasstrom ausreichend Kraft auf die Tinte ausübt, um die Tinte ohne direkten mechanischen Kontakt zu verteilen. In anderen Ausführungsformen weist die Einebnungseinrichtung **130** selbst eine oder mehrere Walzen, beispielsweise zwei gegenüberliegende Walzen auf, die ausreichend Druck ausüben, um die Tinte zu verteilen, indem das Bild kontaktiert wird. Abhängig von der Art der Einrichtung, die zum Ausüben einer Kraft auf die Tinte verwendet wird, kann ein gewisser Grad an Teilaushärtung an der oberen Oberfläche des Bildes vorteilhaft sein, beispielsweise um zu verhindern, dass ein Gasstrom, der von einem Druckluftmesser abgegeben wird, das Bild verschmieren kann und/oder dass ein Versatz im Hinblick auf eine oder mehrere Walzen, die die Tinte kontaktieren, hervorgerufen wird.

[0042] Die auf ein Substrat aufgebrachte Tinte kann eingeebnet bzw. in der Höhe reduziert werden, indem Druck auf die Tinte ausgeübt wird.

[0043] In diesen Ausführungsformen der Verfahren ist es wünschenswert, eine Einebnung der Tinte auf der Substratoberfläche hervorzurufen, ohne dass gleichzeitig die Tinte ausgehärtet wird. Das Aushärten beeinträchtigt das Einebnen der gewölbten Struktur, die durch Tintentröpfchen erzeugt wird, die beim Auftreffen auf ein Substrat erstarren. Wenn das Einebnen beeinträchtigt wird, wird die Mikro-Zeilenbildung nicht wirksam verhindert und es können vollständig fehlende Zeilen nicht wirksam abgedeckt werden. In diesen Ausführungsformen wird die Strahlungsquelle, die für die Einebnung der Tinte verwendet wird, so ausgewählt, dass Strahlungsenergie auf die Tinte eingestrahlt wird, so dass im Wesentlichen keine Aushärtung während der Einebnung erreicht wird.

[0044] In der Vorrichtung **100** emittiert die zweite Aushärteinrichtung **140** Strahlungsenergie mit einem Spektrum, das wirksam ist, um eine weitere Aushärtung der Tintenschicht nach der Einwirkung zu bewirken. In Ausführungsformen unterscheidet sich das Spektrum der zweiten Aushärteinrichtung **140** von dem Spektrum der Strahlungsenergie, die von der ersten Aushärteinrichtung **120** ausgegeben wird. Beispielsweise umfasst die zweite Aushärteinrichtung **140** ein UV-LED-Array, etwa einen Lichtbalken, der

eine andere Spitzenwellenlänge und Intensität ausgibt im Vergleich zu der Strahlungsenergiequelle, die in der ersten Aushärteinrichtung **120** vorgesehen ist. Alternativ enthält die zweite Aushärteinrichtung **140** eine Leuchte, die einen weiteren Bereich an Wellenlängen im Vergleich zu der ersten Aushärteinrichtung **120** aussendet.

[0045] **Fig. 6** zeigt eine Vorrichtung **200** gemäß einer weiteren anschaulichen Ausführungsform. Wie gezeigt, umfasst die Vorrichtung **200** eine Druckeinrichtung **210**, eine erste Aushärteinrichtung **220**, eine Einebnungseinrichtung **230** und eine zweite Aushärteinrichtung **240**, wobei diese in dieser Reihenfolge entlang einer Prozessrichtung A angeordnet sind. Ein Substrat **250** mit einer vorderen Oberfläche **252** und einer gegenüberliegenden hinteren Oberfläche **254** ist ebenfalls gezeigt. Die Druckeinrichtung **210** bringt Tinte auf die vordere Oberfläche **252** des Substrats **250** auf, um eine Tintenschicht **256** zu erzeugen; die erste Aushärteinrichtung **220** bestrahlt die Tintenschicht **256** von unterhalb der hinteren Oberfläche **254** mit Strahlungsenergie, um die Tintenschicht **256** teilweise auszuhärten; die Einebnungseinrichtung **230** bestrahlt die teilweise ausgehärtete Tintenschicht **256** mit Strahlungsenergie, um die Tintenschicht **256** auf der vorderen Oberfläche **252** einzu-ebnen; und die zweite Aushärteinrichtung **240** bestrahlt die eingeebnete Tintenschicht **256** mit Strahlungsenergie, um die Tintenschicht **256** noch weiter auszuhärten und diese robuster zu machen.

[0046] In einigen Ausführungsformen sind die erste Aushärteinrichtung **220**, die Einebnungseinrichtung **230** und die zweite Aushärteinrichtung **240** stationär und das Substrat **250** wird an diesen Einrichtungen während der Bestrahlung vorbeibewegt. Die Transportgeschwindigkeit des Substrats **250** in Bezug auf diese Einrichtungen kann variiert werden, um die Einwirkdauer auf die Tintenschicht **256** zu steuern.

[0047] Das dargestellte Substrat **250** ist ein zusammenhängendes Rollenmaterial aus einem porösen Material, etwa aus einfachem Papier. Das Substrat **250** enthält offene Poren, die sich teilweise vollständig durch die Dicke des Substrats **250** zwischen der vorderen Oberfläche **252** und der gegenüberliegenden hinteren Oberfläche **254** erstrecken.

[0048] Die Vorrichtung **200** kann eine stationäre Halteeinrichtung (nicht gezeigt) enthalten und das Substrat **250** (Rollenmaterial) kann über die Halteeinrichtung gezogen werden, die ausgebildet ist, das Rollenmaterial unter einem fest vorgegebenen Abstand zu der Druckeinrichtung **210**, der ersten Aushärteinrichtung **220**, der Einebnungseinrichtung **230** und der zweiten Aushärteinrichtung **240** zu halten.

[0049] In der Vorrichtung **200** können die Druckeinrichtung **210**, die Einebnungseinrichtung **230** und

die zweite Aushärteinrichtung **240** den gleichen Aufbau und die gleiche Funktionsweise besitzen wie die Druckeinrichtung **110**, die Einebnungseinrichtung **130** und die zweite Aushärteinrichtung **140** in der Vorrichtung **100**.

[0050] Wie gezeigt, bestrahlt die erste Aushärteinrichtung **220** die hintere Oberfläche **254** des Substrats **250** und die Strahlungsenergie durchläuft das Substrat **250** und bestrahlt die Tintenschicht **256** auf der vorderen Oberfläche **252**. In dieser Ausführungsform kann die Tinte Photoinitiatormaterial enthalten, das wirksam ist, um die Strahlungsenergie intensiv zu absorbieren. Das Spektrum der von der ersten Aushärteinrichtung **220** abgegebenen Strahlungsenergie ist wirksam, um die Tintenschicht **256** teilweise auszuhärten und um das Eindringen von Tinte in die Poren des Substrats **250** zu verringern. Die teilweise ausgehärtete Tintenschicht **256** besitzt Eigenschaften im Hinblick auf die Viskosität und die Härte, die es ermöglichen, dass die Tinte unter Anwendung der Einebnungseinrichtung **230** eingeebnet wird, so dass die Tinte lateral auf der vorderen Oberfläche **252** verteilt wird, so dass die Linienbreite der Tintenschicht **256** vergrößert wird. In einigen Ausführungsformen ist es wünschenswert, eine Linienbreite von mindestens ungefähr 75 µm auf der vorderen Oberfläche **252** zu erzeugen und das Durchdrucken PT auf weniger als ungefähr 0,04, etwa weniger als ungefähr 0,03 oder weniger als ungefähr 0,02 einzustellen.

[0051] In der Ausführungsform kann das Photoinitiatormaterial direkt auf die vordere Oberfläche **252** des Substrats **250** aufgebracht werden, bevor die Tinte auf die vordere Oberfläche **252** an der Druckeinrichtung **210** aufgebracht wird. Die Tinte wird über dem Photoinitiatormaterial aufgebracht. Die Tinte enthält ebenfalls ein Photoinitiatormaterial. Anschließend wird die Tinte teilweise ausgehärtet unter Anwendung der ersten Aushärteinrichtung **220**. Die Zusammensetzung des Photoinitiatormaterials kann auf das Spektrum der Strahlungsenergie eingestellt werden, die von der ersten Aushärteinrichtung **220** abgegeben wird.

[0052] Die Ausführungsformen der offenbarten Verfahren und Vorrichtungen, die eine Teilaushärtung der Tinte vor deren Einebnung ermöglichen, können vorteilhaft eingesetzt werden, um Ausdrücke mit hoher Qualität unter Anwendung von Papier mit geringer Qualität zu erzeugen, beispielsweise mit Papier mit ungleichmäßiger Porosität (beispielsweise ein Papier mit 60 gsm oder dergleichen), wobei ein geringerer Bedarf besteht, das Papier zur Steuerung des Durchdruckens zu kühlen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Behandeln von Tinte auf einem porösen Substrat, wobei das Verfahren umfasst:

Aufbringen einer Tintenschicht auf eine erste Oberfläche eines porösen Substrats;
Bestrahlen der Tintenschicht mit erster Strahlung mit einem ersten Spektrum, das wirksam ist, die Tintenschicht teilweise auszuhärten und das Eindringen der Tinte in die Poren des Substrats zu verringern;
Einebnen der teilweise ausgehärteten Tintenschicht; und
Bestrahlen der eingeebneten Tintenschicht mit zweiter Strahlung, um die Tintenschicht weiter auszuhärten, wobei die zweite Strahlung ein zweites Spektrum aufweist, das sich von dem ersten Spektrum der ersten Strahlung unterscheidet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste Strahlung vorzugsweise die Tinte benachbart zu der ersten Oberfläche des Substrats aushärtet, um eine Barriere gegen das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats zu schaffen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei:
das Substrat eine zweite Oberfläche gegenüberliegend zu der ersten Oberfläche aufweist; und
die Tintenschicht mit der ersten Strahlung von oberhalb der ersten Oberfläche bestrahlt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei:
das Substrat ein Rollenmaterial, das eine zweite Oberfläche gegenüberliegend zu der ersten Oberfläche aufweist; und
die zweite Oberfläche des Rollenmaterials mit der ersten Strahlung bestrahlt wird, um die Tintenschicht auf der ersten Oberfläche teilweise auszuhärten.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Einebnen umfasst: Bestrahlen der teilweise ausgehärteten Tintenschicht mit dritter Strahlung, die wirksam ist, die Tinte auf eine ausreichend hohe Temperatur zu erwärmen, so dass die Tinte lateral auf der ersten Oberfläche fließen kann, so dass eine Einebnung der Tintenschicht auftritt, wobei die dritte Strahlung ein unterschiedliches Spektrum im Vergleich zu dem ersten Spektrum und dem zweiten Spektrum besitzt.

6. Vorrichtung, die zum Behandeln von Tinte auf einem porösen Substrat geeignet ist und umfasst:
eine Druckeinrichtung zum Aufbringen einer Tintenschicht auf eine erste Oberfläche eines porösen Substrats;
eine erste Aushärteinrichtung zum Bestrahlen der Tintenschicht mit erster Strahlung mit einem ersten Spektrum, das wirksam ist, die Tintenschicht teilweise auszuhärten und das Eindringen der Tinte in Poren des Substrats zu verringern;
eine Einebnungseinrichtung zum Einebnen der teilweise ausgehärteten Tintenschicht; und
eine zweite Aushärteinrichtung zum Bestrahlen der eingeebneten Tintenschicht mit zweiter Strahlung, um die Tintenschicht weiter auszuhärten, wobei die zweite Strahlung ein zweites Spektrum aufweist, das

sich von dem ersten Spektrum der ersten Strahlung unterscheidet.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei:
das Substrat eine zweite Oberfläche gegenüberliegend zu der ersten Oberfläche aufweist; und
die erste Aushärteinrichtung so angeordnet ist, dass die Tintenschicht mit der ersten Strahlung von oberhalb der ersten Oberfläche beaufschlagt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei:
das Substrat eine zweite Oberfläche gegenüberliegend zu der ersten Oberfläche aufweist; und
die erste Aushärteinrichtung so angeordnet ist, dass die zweite Oberfläche des Substrats mit der ersten Strahlung beaufschlagt wird, so dass die Tintenschicht auf der ersten Oberfläche teilweise aushärtet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei:
die Tinte UV-(Ultraviolett) aushärtbare Tinte umfasst;
die erste Aushärteinrichtung erste UV-Strahlung mit dem ersten Spektrum auf die Tintenschicht einstrahlt;
und
die zweite Aushärteinrichtung zweite UV-Strahlung mit dem zweiten Spektrum auf die eingeebnete Tintenschicht einstrahlt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Einebnungseinrichtung die teilweise ausgehärtete Tintenschicht mit dritter Strahlung bestrahlt, die wirksam ist, die Tinte auf eine ausreichend hohe Temperatur zu erwärmen, so dass die Tinte lateral auf der ersten Oberfläche fließen kann, so dass eine Einebnung der Tintenschicht auftritt, wobei die dritte Strahlung ein anderes Spektrum im Vergleich zu dem ersten Spektrum und dem zweiten Spektrum aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

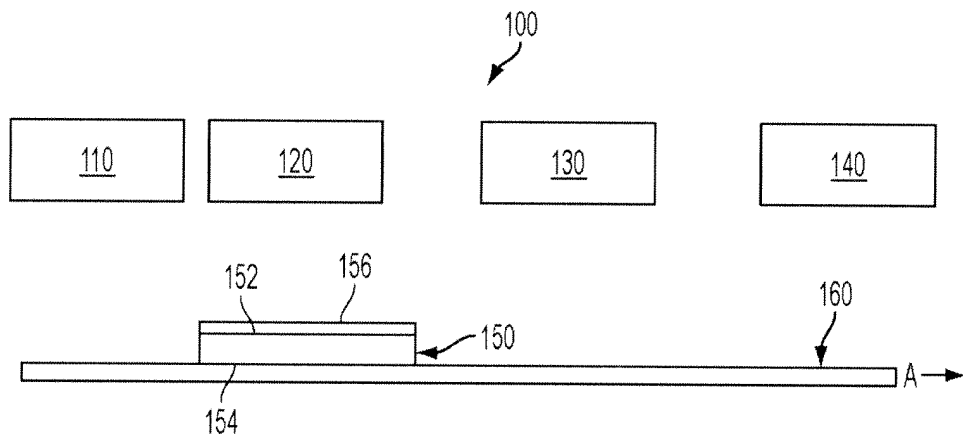


FIG. 1

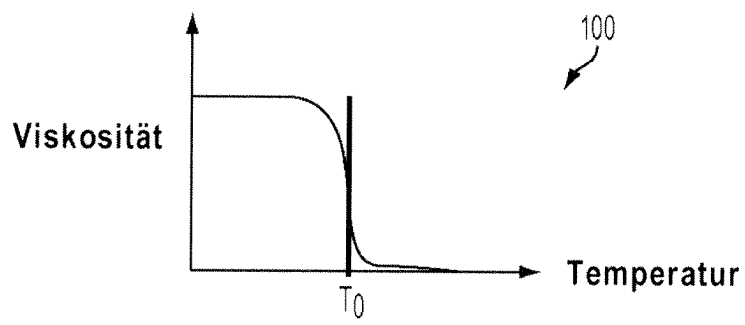
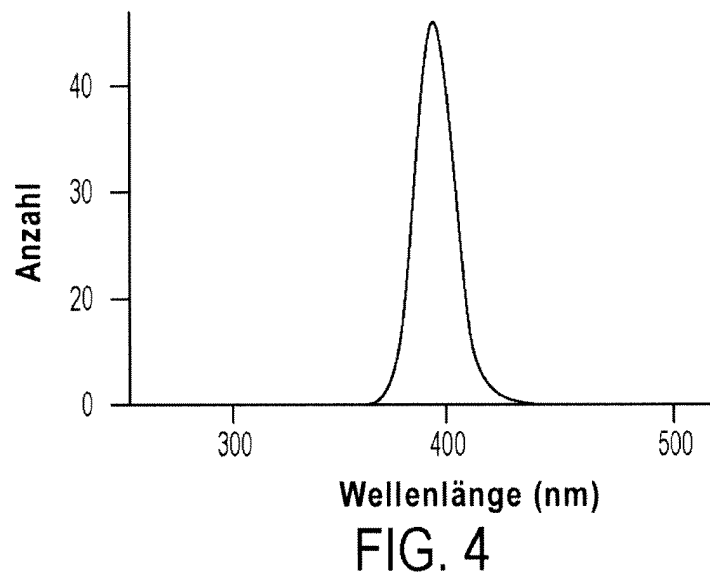
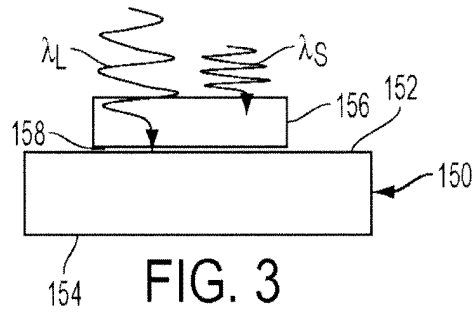


FIG. 2



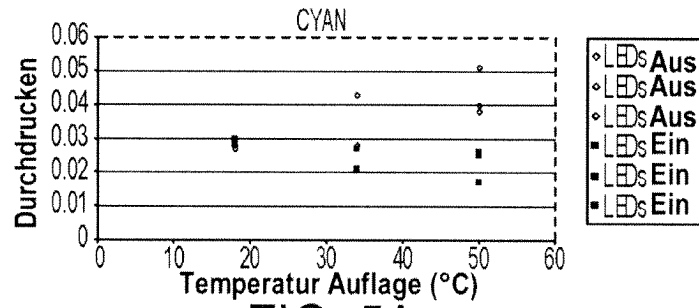


FIG. 5A

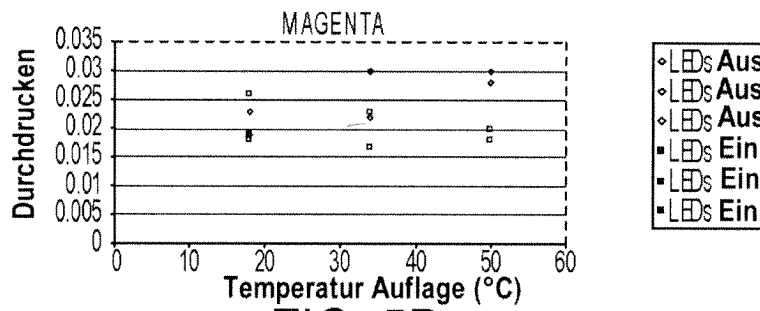


FIG. 5B

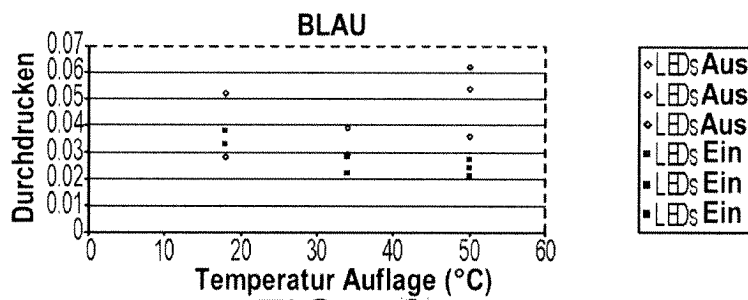


FIG. 5C

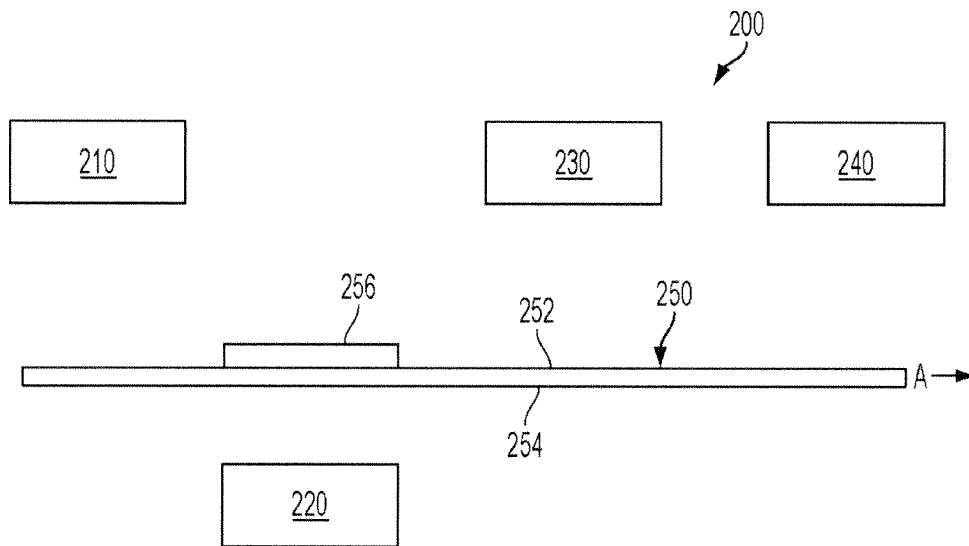


FIG. 6