



(11) **EP 3 085 536 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.10.2016 Patentblatt 2016/43

(51) Int Cl.:
B41J 2/165 ^(2006.01) **B41J 2/21** ^(2006.01)
B41J 29/38 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16161337.7**

(22) Anmeldetag: **21.03.2016**

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

(71) Anmelder: **Heidelberger Druckmaschinen AG**
69115 Heidelberg (DE)

(72) Erfinder:
• **Michel, Christoph**
64293 Darmstadt (DE)
• **Köhler, Hans**
68535 Edingen-Neckarhausen (DE)
• **Tita, Ralf**
69434 Hirschhorn (DE)

(30) Priorität: **24.04.2015 DE 102015207566**

(54) **VERFAHREN ZUR DETEKTION AUSGEFALLENER DRUCKDÜSEN IN INKJET-DRUCKSYSTEMEN**

(57) Verfahren zur automatisierten Detektion ausgefallener Druckdüsen in einer Inkjet-Druckmaschine mittels eines Steuerungsrechners, die folgenden Schritte umfassend:

- Durchführung eines Druckprozesses zur Produktion eines ersten Druckbildes mit Druckbilddaten
- Erfassung und Digitalisierung des ersten im Druckprozess produzierten Druckbildes durch mindestens einen Bildsensor
- Digitale Verschiebung des ersten Druckbildes um mindestens eine Druckdüse quer zur Druckrichtung im Steuerungsrechner
- Durchführung eines weiteren Druckprozesses zur Produktion eines zweiten Druckbildes auf Basis des digital verschobenen ersten Druckbildes
- Erfassung und Digitalisierung des zweiten Druckbildes durch den mindestens einen Bildsensor
- Abgleich zwischen erstem und zweitem erfassten Druckbild im Steuerungsrechner
- Ermittlung ausgefallener Druckdüsen aus dem Abgleichergebnis durch den Steuerungsrechner.

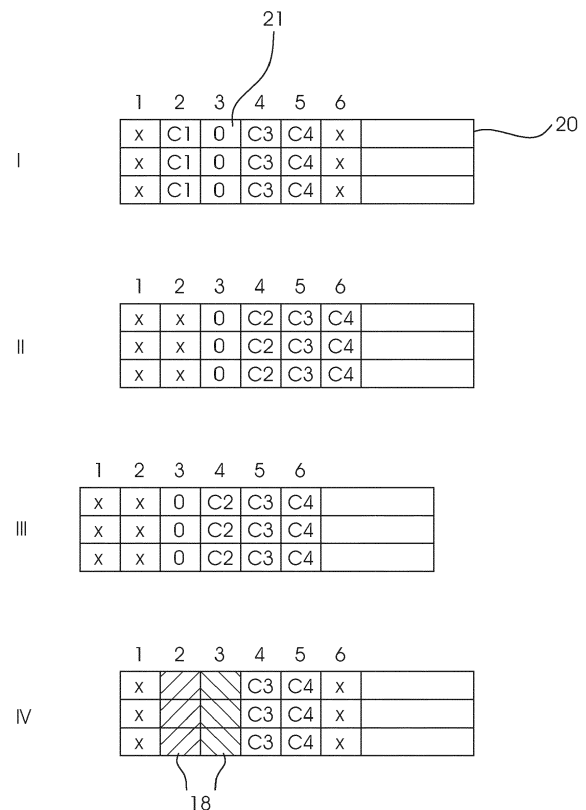


Fig.4

EP 3 085 536 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion ausgefallener Druckdüsen in Inkjet-Drucksystemen mit den Merkmalen von Anspruch 1 und eine Vorrichtung zur Umsetzung eines solchen Verfahrens mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 9.

[0002] Die Erfindung liegt in dem technischen Gebiet des Digitaldrucks.

[0003] 1m Allgemeinen umfassen Inkjet-Druckmaschinen einen oder mehrere Druckköpfe und jeder Druckkopf umfasst eine Vielzahl von Druckdüsen. Die Inkjet-Druckmaschinen verwenden die Düsen zum Drucken, indem Tinte ausgestrahlt wird. Diese Druckmaschinen haben Düsenplatten mit spezifischen Anordnungen der Einzeldüsen, die eine Auflösung bis 1200 dpi erlauben. Dies erfordert Düsenabstände von ca. 20µm. Bei Ausfall einer einzelnen Druckdüse entstehen Bereiche, die nicht durch die dafür vorgesehene Düse in dem Einzelfarbenauszug, nach BCMY, bebildert werden können. Es entstehen daher farbfreie Stellen, die sich als White Lines zeigen können. Handelt es sich um einen mehrfarbigen Druck, so fehlt die entsprechende Farbe an dieser Stelle und die Farbwerte werden verzerrt. Zu beachten ist auch, dass der Strahlverlauf einer Einzeldüse nicht ideal verläuft sondern davon mehr oder weniger abweichen kann, außerdem ist die Größe eines gejetzten Punktes zu berücksichtigen. Somit betrifft eine fehlfunktionierende Düse die Druckqualität jedes gedruckten Dokuments. Die Ursachen für den Ausfall von Einzeldüsen sind verschiedenartig, dabei kann es sich um einen temporären Ausfall oder um einen dauernden Ausfall handeln.

[0004] Um die Auswirkungen auf das Druckbild insbesondere in Vollflächen zu reduzieren, sind aus dem Stand der Technik mehrere Ansätze zur Kompensation bekannt. In einem dieser Ansätze wird versucht, den Fehler durch andere Düsen in derselben Farbe und derselben Inkjet Einheit zu überdecken. D.h. es werden zur Kompensation einzelner ausgefallener Inkjet-Druckdüsen nach Feststellung, um welche Einzeldüse es sich handelt, die benachbarten Düsen so angesteuert, dass die Punktgrößen dieser Düsen so vergrößert werden, dass die Stelle der ausgefallenen Düse mit überdeckt wird. Die Nachbardüsen schreiben damit das Bild der ausgefallenen Düse mit. White Lines, welche durch das Nichtdrucken einzelner Düsen entstehen, können so verhindert werden.

[0005] Ein weiterer bekannter Ansatz besteht darin, die ausgefallene Druckdüse durch die Düsen der jeweils anderen benutzten Druckfarben an gleicher Stelle zu ersetzen. Dabei wird versucht, durch gezielten und gesteuerten Übereinanderdruck der noch verfügbaren Farben, der ausgefallenen Druckfarbe möglichst nahe zu kommen. Dadurch ist weder eine Redundanz an Druckdüsen oder -köpfen erforderlich, noch stellt der Ausfall benachbarter Druckdüsen ein Problem dar. Hauptnachteil dieser Kompensationsmethode ist jedoch, dass sie nur für den

Mehrfarbendruck eingesetzt werden kann. Zudem ist ein erhöhter Rechen- und Steuerbedarf durch den Rechner der Druckmaschine erforderlich, um die notwendigen Farbkombinationen zu ermitteln. Außerdem kann - je nach Farbabstand der ausgefallenen Farbe zum noch druckbaren Farbraum der Restfarben - das resultierende Druckergebnis durchaus deutlich von den Sollwerten abweichen.

[0006] Andere Ansätze zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen sehen doppelte Düseneinheiten in derselben Farbe vor, um über Redundanz den Ausfall einzelner Düsen kompensieren zu können. Oder es werden mehrere positionierbare Druckköpfe zum Druck eines Bildes benutzt. Fallen Druckdüsen aus, werden die Druckköpfe neu positioniert, um die ausgefallene Düse möglichst gut zu ersetzen. Bei beiden Ansätzen ist de facto eine Redundanz an Druckköpfen derselben Farbe erforderlich, was die bereits genannten Probleme mit sich bringt.

[0007] Voraussetzung für eine solche Kompensation ist jedoch erst einmal die korrekte Detektion einer ausgefallenen Druckdüse. D.h., es muss nicht nur erfasst werden, dass es zu einem solchen Ausfall gekommen ist, sondern es muss auch erkannt werden, um welche Druckdüse es sich genau handelt, da die meisten bekannten Kompensationsverfahren die genaue Kenntnis der nicht funktionsfähigen Druckdüsen erfordern.

[0008] Zur Detektion sind aus dem Stand der Technik verschiedene Lösungsansätze bekannt:

1. Es werden Test-Druckbilder gedruckt.

[0009] Diese Druckbilder werden dann durch einen Maschinenbediener beurteilt, d.h. ausgezählt und die Information eventuell ausgefallender Düsen wird der Maschine durch manuelle Eingabe mitgeteilt. Auf Grund dieser Information wird ein neues Druckbild so erstellt, dass die ausgefallenen Düsen kompensiert werden. Dieser Prozess kann nicht hauptzeitparallel durchgeführt werden. Ein Fehler im Druckbild muss zunächst erkannt werden, um dann den beschriebenen manuellen Prozess einzuleiten. Es ist eine Inspektion erforderlich, was zu einem Ausfall von Produktionszeit führt. Zudem handelt es sich um keine automatische Erkennung, was gegebenenfalls einen Anfall von Makulatur verursachen kann. Beispiele solcher Testmuster sind aus der Patentanmeldung US 2011/227988 A1, sowie dem Patent US 8322814 B2 bekannt.

2. Drucken und automatisches Auswerten einer spezifischen Test-Form

[0010] Möglichkeit A: Die Testform wird als separater Job auf der Druckmaschine gedruckt. Möglichkeit B: Die Testform wird zwischen den Nutzen beim Drucken von der Rolle oder am nicht genutzten Papierrand beim Bogen-Druck.

[0011] Diese Test-Form ermöglicht eine relativ einfache

che automatisierte Erkennung der ausgefallenen Inkjet
Düsen. Nachteil ist, dass ein Papierrand oder Zwischen-
raum zwischen den Nutzen nicht bei jeder Art von Druck
gewünscht, bzw. umsetzbar ist. Es entsteht eine große
Makulatur, wenn das Testmuster als separater Druck-
auftrag erzeugt wird. Ein schmaler Papierrand erlaubt
nur begrenzt große Test-Formen - also nur die Inspektion
von einem Teil der Düsen, so dass eine umgehende Er-
kennung und Kompensation von ausgefallenen Düsen
nicht gewährleistet ist. D.h., es kommt zu einer Produk-
tion von Ausschuss oder alternativ zu einer unzureichen-
den Nutzung des vollen Papierformates.

3.

[0012]

Möglichkeit A: Das gesamte Druckbild wird in Echt-
zeit mit Hilfe von Kameras oder Sensoren eingelesen.
Die erkannten Daten müssen dann elektronisch mit dem
Original-Druckbild abgeglichen werden. Der Abgleich
der Daten erfordert allerdings eine sehr hohe Rechenleistung
und Vergleiche der Daten in Echtzeit. Beim Einsatz
variabler Daten muss auch das Soll-Druckbild mit jedem
Ausdruck erneut zum Abgleich zur Verfügung gestellt
werden oder entsprechend den variablen Daten angepasst
werden. Die Lösung erfordert hohe Kosten für den Einsatz
leistungsfähiger Hardware oder verursacht Stillstandszeiten
der Maschine während der Datenverarbeitung. Das System
ist fehleranfällig, da nicht automatisch klar ist, welche
Düsenreihe genau ausgefallen ist, um dann die Kompensation
vorzunehmen. Ein elektronisches Ausmessen würde sehr
präzise Geräte sowie einen hohen Kostenaufwand verlangen.

Als Beispiel hierfür ist die Patentanmeldung US
2013/187970 A1 zu nennen. Hier wird das digitale
Sollbild mit dem Scan des gedruckten Bildes verglichen.
Es werden Transformationen beschrieben, die das gescannte
Bild (Auflösungstransformation, Transformation der
Scanner Charakteristik) vergleichbar mit dem digitalen
Sollbild machen. Des Weiteren wird eine Differenzbildung
beschrieben, die bei Abweichungen über definierte
Schwellwerte zur Detektion einer nicht funktionierenden
Düse verwendet wird. Auch wird der Druck einer Referenz-
marke genannt, anhand der eine Positionsbestimmung
bzw. Identifizierung der nicht funktionierenden Druckdüse
erreicht werden kann.

Möglichkeit B: Auch hier wird das gesamte Druckbild
in Echtzeit mit Hilfe von Kameras oder Sensoren eingelesen.
Die Daten werden dann aber in Druckrichtung digital bzgl.
der Grauwerte/Intensitäten oder ähnlichen Größen aufsummiert
und es wird ein Profil quer zur Druckrichtung erstellt.
Weist dieses Profil Pixelbreite "Einbrüche" auf, so wird
daraus auf eine Fehlfunktion geschlossen. Großer Nachteil
hier ist,

dass ein Soll-Einbruch, z.B. bei Druck eines Bar-
codes, nicht von einer Düsenfehlfunktion unterschieden
werden kann. Bekannte Beispiele aus dem Stand der
Technik sind dabei das Patent US 8531743 B2. Es
beschreibt ein System zur Detektion ausgefallener
Düsen, bei der ein mit einem optischen Sensor aufgenom-
menes Bild nach Intensitätsunterschieds-Streifen entlang
der Druckrichtung durchsucht wird. Hierbei wird ein auf
integriertes Profil erzeugt wobei nach Einbrüchen, die eine
Schwellwerte unterschreiten gesucht wird. Es werden
Verfahren erläutert, die die Zuordnung der Scans bzw.
aufgenommen Zeilen des Sensors auf einzelne Druckpro-
zessfarben erlauben, um somit die jeweilige ausgefallene
Düsen in der Druckfarbe zu erkennen.

[0013] Ein weiteres Beispiel ist die Patentanmeldung
EP 2626209 A1, wo ebenfalls eine Detektion von Inten-
sitätsunterschieds-Streifen entlang der Druckrichtung
vorgenommen wird. Hierbei wird durch eine wechselnde
Beleuchtung, d.h. unterschiedliche Wellenlängen, je-
weils ein Bild pro Prozessfarbe erzeugt, worin direkt nach
Streifen in diesem gescannten Farbauszug gesucht wer-
den kann. Hierbei wird ein aufintegriertes Profil erzeugt,
wobei nach Einbrüchen, die einen Schwellwert unter-
schreiten, gesucht wird.

[0014] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung be-
steht somit darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur
Detektion ausgefallener Druckdüsen in Inkjet-Druckma-
schinen zu offenbaren, welches die Nachteile der be-
kannten Verfahren hinsichtlich Notwendigkeit eines
Testmusters, bzw. mangelnder Performance überwin-
det.

[0015] Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe
stellt ein Verfahren mit den Merkmalen von Hauptan-
spruch 1 dar.

[0016] Es handelt sich dabei um ein Verfahren zur au-
tomatisierten Detektion ausgefallener Druckdüsen in ei-
ner Inkjet-Druckmaschine mittels eines Steuerungsrech-
ners, die folgenden Schritte umfassend:

1. Durchführung eines Druckprozesses zur Produk-
tion eines ersten Druckbildes mit Druckbilddaten
2. Erfassung und Digitalisierung des ersten, im
Druckprozess produzierten, Druckbildes durch min-
destens einen Bildsensor
3. Digitale Verschiebung des ersten Druckbildes um
mindestens eine Druckdüse quer zur Druckrichtung
im Steuerungsrechner
4. Durchführung eines weiteren Druckprozesses zur
Produktion eines zweiten Druckbildes auf Basis des
digital verschobenen ersten Druckbildes
5. Erfassung und Digitalisierung des zweiten Druck-
bildes durch den mindestens einen Bildsensor
6. Abgleich zwischen erstem und zweitem erfassten
Druckbild im Steuerungsrechner
7. Ermittlung ausgefallener Druckdüsen aus dem

Abgleichergebnis durch den Steuerungsrechner.

[0017] Grundlage des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Detektion ausgefallener Druckdüsen durch eine Verschiebung des Druckbildes. Dazu wird der erste gedruckte Nutzen durch eine Kamera erfasst und im Steuerungsrechner um mindestens eine Druckdüse quer zur Druckrichtung verschoben. Ob die Verschiebung nach links oder nach rechts geschieht, ist unerheblich. Einzige Bedingung ist, dass in Verschiebungsrichtung genügend bis dato ungenutzte Druckdüsen vorhanden sind, so dass weiterhin und trotz Verschiebung der gesamte Nutzen gedruckt werden kann. Nach der Verschiebung des Druckbildes wird der nächste Nutzen gedruckt, erneut digitalisiert und im Steuerungsrechner mit dem alten, nicht verschobenen Bild verglichen. Ausgefallene Druckdüsen lassen sich dadurch ermitteln, dass in Druckrichtung vertikale freie Flächen im zweiten Nutzen um die Verschiebungsbreite "gewandert" sind. Würde es sich um Bestandteile des Druckbildes handeln, müssten sie dagegen am gleichen Bildort im verschobenen Druckbild wieder auftauchen.

[0018] Vorteil dieses Verfahrens ist, dass gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren kein spezielles Testmuster zur Detektion eines Düsenausfalls benötigt wird, da die Detektion auf dem tatsächlichen Druckbild beruht.

Gegenüber den bekannten Verfahren, welche die Detektion eines Düsenausfalls im Druckbild realisieren, wird hingegen keine Kenntnis eines Solldruckbildes benötigt. Gegenüber bekannten Verfahren, welche im Druckbild ohne Kenntnis des Solldruckbildes fehlende Düsen identifizieren, sind keine komplexen Analysen der gedruckten Linien über viele Drucke nötig. Es wird erfindungsgemäß ein echter, für den Bildsensor durch Differenzbildung zwischen zwei Kopien des Druckbildes erkennbarer Unterschied erzeugt, der als Ursache ausschließlich eine fehlerhafte Druckdüse haben kann. Dadurch erlangt die Detektion eine deutlich höhere Zuverlässigkeit; zudem kommt es zu einer deutlich kürzeren Inspektionsdauer, bzw. einer geringeren Anzahl von benötigten Druckkopien. Vorteilhafte und daher bevorzugte Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung mit den zugehörigen Zeichnungen.

[0019] Eine bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass zusätzlich zum Verschieben des ersten digitalen Druckbildes um mindestens eine Druckdüse quer zur Druckrichtung eine Verschiebung des Druckkopfes um den gleichen Betrag in entgegengesetzter Richtung stattfindet.

Da der Steuerungsrechner im erfindungsgemäßen Verfahren vor dem Abgleich zwischen erstem und zweitem digitalisierten Nutzen die Verschiebung des Druckbildes wieder herausrechnen muss - der Bildsensor befindet sich ja weiterhin an der gleichen Stelle - bietet es sich an, die rein digitale Verschiebung des Druckbildes durch eine gleich große mechanische Verschiebung des

Druckkopfes in die entgegengesetzte Richtung wieder auszugleichen. Dadurch befindet sich der Nutzen für den Bildsensor wieder an der alten Stelle, während die Verschiebung des Druckbildes auf benachbarte Druckdüsen weiterhin erhalten bleibt. Die Arbeit des Steuerungsrechners für die Detektion wird damit erleichtert. Alternativ kann auch der Bildsensor um den gleichen Betrag und die gleiche Richtung der digitalen Verschiebung des Druckbildes bewegt werden.

[0020] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass der Abgleich zwischen erstem und zweitem erfassten digitalem Druckbild durch eine Differenzbildung geschieht.

Die einfachste und effizienteste Form des Vergleiches zwischen den beiden erfassten Nutzen wird durch eine Differenzbildung erreicht. Nur an Stellen einer defekten Druckdüse darf nach der Differenz noch ein relevanter Farbwert vorhanden sein.

[0021] Eine bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass das Detektionsergebnis durch den Steuerungsrechner über eine Anzeige an einen Benutzer ausgegeben wird. Obwohl im Rahmen eines Workflow-Prozesses für den Druckvorgang Detektion und Kompensation bevorzugt automatisch ablaufen werden, so ist doch eine optionale Rückmeldung des Detektionsergebnis an den menschlichen Benutzer über eine grafische Anzeige, ein notwendiger Bestandteil des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0022] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass das Detektionsergebnis als Trigger für den Start eines Kompensationsmodus der Inkjet-Druckmaschine für die mindestens eine ausgefallene Druckdüse verwendet wird.

Wie bereits erwähnt, wird das Detektionsergebnis im Rahmen des Workflow-Prozesses als Trigger für die Umschaltung eines Kompensationsmodus' verwendet.

[0023] Eine bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass der Bildsensor jeweils nur einen Bildabschnitt des jeweiligen Druckbildes erfasst.

Das Detektionsverfahren muss nicht über den gesamten gedruckten Nutzen ausgeführt werden. Es reicht auch ein erfasster Streifen, welcher sämtliche aktiven Druckdüsen erfasst. Weitere Verkleinerungen des Überwachungsbereiches sind möglich, führen aber natürlich zu entsprechendem Informationsverlust.

[0024] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass der erfasste Bildabschnitt während des laufenden Druckprozesses zu einem Helligkeitsprofil aufsummiert wird und die Differenzbildung zwischen den Helligkeitsprofilen der erfassten Bildabschnitte des jeweils ersten und zweiten digitalen Druckbildes geschieht.

Da die durch ausgefallene Druckdüsen verursachten Bildartefakte naturgemäß streifenförmig in Druckrichtung auftauchen, kann, anstelle eines Abgleiches über den gesamten erfassten Nutzen, bzw. Überwachungsbereich, dieser auch zu einem Helligkeitsprofil aufsummiert werden, wodurch der Abgleich dann zwischen den beiden Helligkeitsprofilen stattfindet. Dies verringert den Rechenaufwand für den Steuerungsrechner massiv.

[0025] Eine bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass die Verschiebung des ersten digitalen Druckbildes um mindestens zwei Druckdüsen quer zur Druckrichtung in Schritten von mindestens einer Druckdüse geschieht. Die Verschiebung des digitalen Druckbildes um die Gesamtverschiebung kann auch in mehreren Schritten passieren. Dafür ist natürlich eine Gesamtverschiebung um den Abstand von mindestens zwei Druckdüsen erforderlich. Dadurch ergibt sich ein "optischer Fluss" in Verschiebungsrichtung mit Ausnahme der Stellen, wo sich defekte Druckdüsen befinden. Dieser Ansatz kann z.B. von Vorteil sein, wenn im gedruckten Nutzen Bildelemente vorhanden sind, welche den streifenförmigen Bildartefakten ähneln oder wenn größere, komplett nichtbedruckte Bereiche in Druckrichtung vorhanden sind.

[0026] Eine Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Lösung der gestellten Aufgabe wird zudem durch eine Inkjet-Druckmaschine erreicht, wobei die Druckmaschine zur Umsetzung eines Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 eingerichtet ist. Die Erfindung umfasst zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens auch eine Druckmaschine, die gemäß den vorherigen Verfahrensansprüchen eingerichtet ist.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren sowie funktionell vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens werden nachfolgend unter Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen anhand wenigstens eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. In den Zeichnungen sind einander entsprechende Elemente mit jeweils denselben Bezugszeichen versehen.

Die Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: ein Beispiel einer Inkjet-Rollendruckmaschine
- Fig. 2: ein Beispiel eines Fehlerbildes verursacht durch einen Druckdüsenausfall
- Fig. 3: Aufbau des verwendeten Druckmaschinensystems
- Fig. 4: schematische Darstellung des Detektionsvorgangs
- Fig. 5: den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens

[0028] Anwendungsgebiet ist in der bevorzugten Ausführungsvariante eine Inkjet-Druckmaschine 1. Ein Beispiel für den Aufbau einer solchen Maschine 1 ist in Figur 1 dargestellt. Beim Betrieb dieser Druckmaschine 1 kann es, wie bereits einleitend beschrieben, zu Ausfällen einzelner Druckdüsen in den Druckköpfen 7 im Druckwerk 6 kommen. Folge sind dann White Lines 13, bzw. im Falle eines mehrfarbigen Drucks, verzerrte Farbwerte. Ein Beispiel einer solchen White Line 13 ist in Figur 2 dargestellt.

[0029] Da eine manuelle Durchführung des beschriebenen Verfahrens durch einen Anwender ineffizient wäre, wird die Durchführung automatisiert vom Steuerungsrechner 15 der Inkjet-Druckmaschine 1 durchgeführt. Figur 3 zeigt den beispielhaften Aufbau eines solchen Sys-

tems. Das automatisierte Verfahren ist dabei in den Workflow der Druckmaschine 1 integriert. Die Konfiguration des Steuerungsrechners 15 hinsichtlich einzelner Verfahrensschritte kann dabei im Bedarfsfall vom Anwender manuell korrigiert werden. Der Steuerungsrechner 15 ist Teil der Druckmaschinensteuerung 14.

[0030] Das Funktionsprinzip des Detektionsverfahrens ist in Figur 4 in Form eines bevorzugten Ausführungsbeispiels detailliert dargestellt. Jedes gedruckte Bild oder auch der Abschnitt eines Bildes 20 wird durch einen Bildsensor erfasst. Vor dem Druck der nächsten Kopie oder des Abschnitts 20 des Bildes wird das Druckbild elektronisch quer zur Druckrichtung um eine oder mehrere Druckdüsen verschoben, sodass andere Düsen die Bildinformationen drucken. Eine mechanische Verstellung verschiebt gleichzeitig entgegen der elektronischen Verschiebung die Druckköpfe um den gleichen Betrag quer zu Druckrichtung, sodass die nächste Kopie des Druckbilds aus Sicht des Bildsensors auf der gleichen Position gedruckt wird. Die gegenläufige Verschiebung des digitalen Druckbildes und der physikalischen Position des Kopfes heben sich aus Sicht des Bildsensors auf. Die Linien/Spalten des Bildes ändern bei diesem Vorgang ihre Düsenzuordnung um den Betrag der digitalen Verschiebung. Ein linienförmiges Artefakt, welches durch eine Druckspalte ohne Druckdaten hervorgerufen wird, also gewollt ist, bleibt im resultierenden, zweimal gegenläufig verschobenen Bild, an seiner ursprünglichen Position. Ein linienförmiges Artefakt 13 in Form einer Druckspalte 21, welches durch fehlerhafte Düsen erzeugt wird, wird dagegen lediglich der physikalischen Verschiebung folgen und damit im resultierenden Druckbild 17 verschoben sein. Damit kann eine simple Differenzbildung der vom Bildsensor eingelesenen Bilder mit und ohne digitale Verschiebung, bei der sich ein Unterschied als Linie/Spalte längs in Druckrichtung zeigt, als sicheres Detektionskriterium für eine ausgefallene Düse verwendet werden.

[0031] Eine weitere Ausführungsvariante der Differenzbildung ist die Integration der im Bildsensor aufgenommenen Bilddaten über einen bestimmten Zeitraum eines festzulegenden kurzen Bildabschnittes zu einem Helligkeitsprofil. Hierbei wird ein Fehler im Druckbild sofort sichtbar: Das Helligkeitsprofil der Bilddaten, ggf. in einzelne Kanäle aufgeteilt, wird im Falle funktionierender Düsen mit dem Helligkeitsprofil des vorherigen Bildabschnitts 20 übereinstimmen. Verschieben sich markante Hoch- oder Tiefpunkte im aufsummierten Helligkeitsprofil gleichzeitig mit der Verschiebung des Druckbildes 16 relativ zu den Düsen, so handelt es sich um einen Fehler 13, der durch eine defekte oder ausgefallene Düse verursacht wird.

[0032] Die digitale Verschiebung des Druckbildes ist auch ohne mechanische Gegenkorrektur möglich. Dabei wird das Druckbild quer zur Druckrichtung um eine oder mehrere Druckdüsen verschoben, sodass andere Düsen die Bildinformationen drucken. Es wird allerdings keine gleichzeitige mechanische Gegenverschiebung ausge-

führt. Um einen korrekten Abgleich 18 zu ermöglichen, wird die Bildaufnahme der Kamera um den notwendigen Betrag in der jeweils geforderten Richtung verschoben. Alternativ kann auch der Steuerungsrechner während der Bildauswertung, d.h. vor der Differenzbildung, das gescannte Bild 16 um den entsprechenden Betrag verschieben. Nach dieser Operation sind die Differenzbildungen der aufeinanderfolgenden Bilder wieder genauso möglich. Es ergibt sich allerdings der Nachteil, dass sich die absolute Position auf dem Substrat verschiebt. Bei den meisten Druckaufträgen kann diese minimale, absolute Verschiebung toleriert werden. Analyse und Differenzbildung sind davon ohnehin nicht beeinflusst.

[0033] Eine weitere Ausführungsvariante ist die digitale Verschiebung ohne mechanische Gegenkorrektur in mehreren kleineren Schritten: Die Gesamtverschiebungsbreite ist dabei unbekannt, bzw. unwichtig - solange das Druckbild nicht aus dem Bereich der vorhandenen Druckdüsen hinausbewegt wird. Die Bildanalyse im Steuerungsrechner erkennt den "optischen Fluss" der sich bewegenden Pixel und kann dies von den stillstehenden Linien 13 unterscheiden, die durch ausgefallene Druckdüse entstehen. Hierbei ergibt sich der Nachteil, dass ein "optischer Fluss" erst durch mehrfaches Verschieben in kleinen Schritten entsteht und damit einige Drucke benötigt werden. Des Weiteren ergibt sich auch hier der Nachteil, dass sich die absolute Position auf dem Substrat verschiebt.

Bezugszeichenliste

[0034]

1	Inkjet-Druckmaschine
2	Abwickler
3	Druckvorbereitungsstufe
4	Flexo-Werk für Weiß-/Vollfläche
5	Flexo-Werk für Primer
6	Inkjet-Druckwerk
7	Inkjet-Druckkopf
8	Flexo-Werk für Lack
9	Weiterverarbeitungsstufe
10	Aufwickler
11	Drucksubstrat
12	Nutzen
13	durch ausgefallene Druckdüse verursachter Bildfehler
14	Druckmaschinensteuerung
15	Steuerungsrechner
16	verschobenes, digitales Druckbild
17	resultierendes Druckbild
18	Abgleichergebnis
19	Detektionsergebnis
20	überwachter Bildausschnitt
21	Druckspalte mit defekter Druckdüse

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatisierten Detektion ausgefallener Druckdüsen in einer Inkjet-Druckmaschine (1) mittels eines Steuerungsrechners (15), die folgenden Schritte umfassend:

- Durchführung eines Druckprozesses zur Produktion eines ersten Druckbildes (12) mit Druckbilddaten
- Erfassung und Digitalisierung des ersten im Druckprozess produzierten Druckbildes (12) durch mindestens einen Bildsensor
- Digitale Verschiebung des ersten Druckbildes (12) um mindestens eine Druckdüse quer zur Druckrichtung im Steuerungsrechner (15)
- Durchführung eines weiteren Druckprozesses zur Produktion eines zweiten Druckbildes (16) auf Basis des digital verschobenen ersten Druckbildes (12)
- Erfassung und Digitalisierung des zweiten Druckbildes (16) durch den mindestens einen Bildsensor
- Abgleich zwischen erstem und zweitem erfassten Druckbild im Steuerungsrechner (15)
- Ermittlung ausgefallener Druckdüsen aus dem Abgleichergebnis (18) durch den Steuerungsrechner (15).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zum Verschieben des ersten digitalen Druckbildes (12) um mindestens eine Druckdüse quer zur Druckrichtung eine Verschiebung des Druckkopfes (7) um den gleichen Betrag in entgegengesetzter Richtung stattfindet.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgleich zwischen erstem und zweitem erfassten, digitalen Druckbild (12, 16) durch eine Differenzbildung geschieht.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Detektionsergebnis (19) durch den Steuerungsrechner (15) über eine Anzeige an einen Benutzer ausgegeben wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Detektionsergebnis (19) als Trigger für den Start eines Kompensationsmodus der Inkjet-Druckmaschine (1) für die mindestens eine ausgefallene Druckdüse verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Bildsensor jeweils nur einen Bildabschnitt (20) des jeweiligen Druckbildes erfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, 5
dass der erfasste Bildabschnitt (20) während des laufenden Druckprozesses zu einem Helligkeitsprofil aufsummiert wird und die Differenzbildung zwischen den Helligkeitsprofilen der erfassten Bildabschnitte (20) des jeweils ersten und zweiten digitalen Druckbildes geschieht. 10
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 15
dass die Verschiebung des ersten digitalen Druckbildes (12) um mindestens zwei Druckdüsen quer zur Druckrichtung in Schritten von mindestens einer Druckdüse geschieht.
9. Inkjet-Druckmaschine mit einem Steuerungsrechner 20
dadurch gekennzeichnet,
dass die Druckmaschine (1) zur Umsetzung eines Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 eingerichtet ist. 25

30

35

40

45

50

55

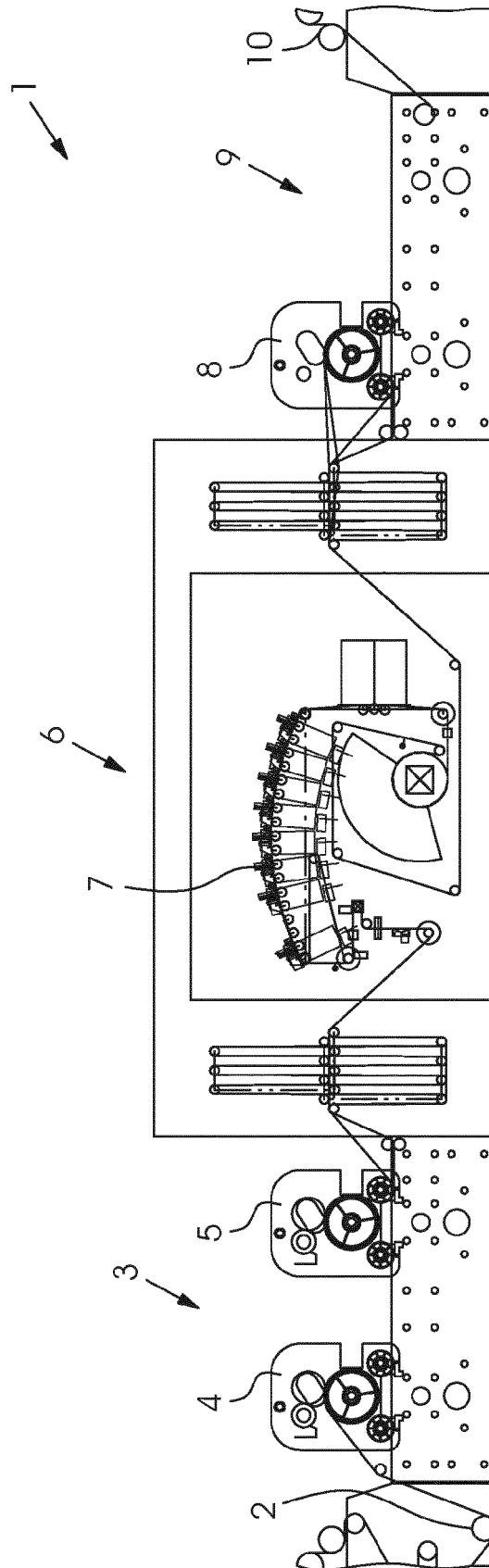


Fig. 1

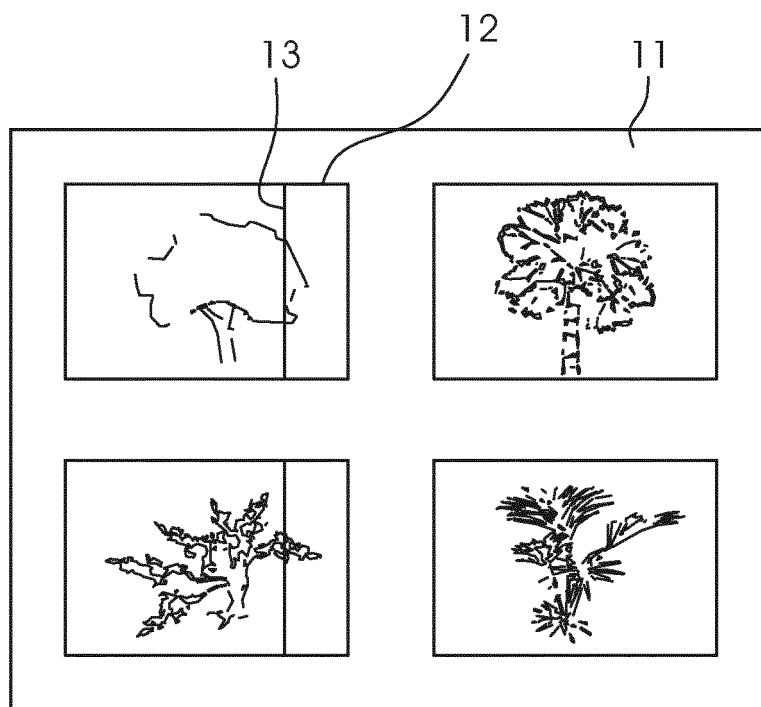


Fig.2

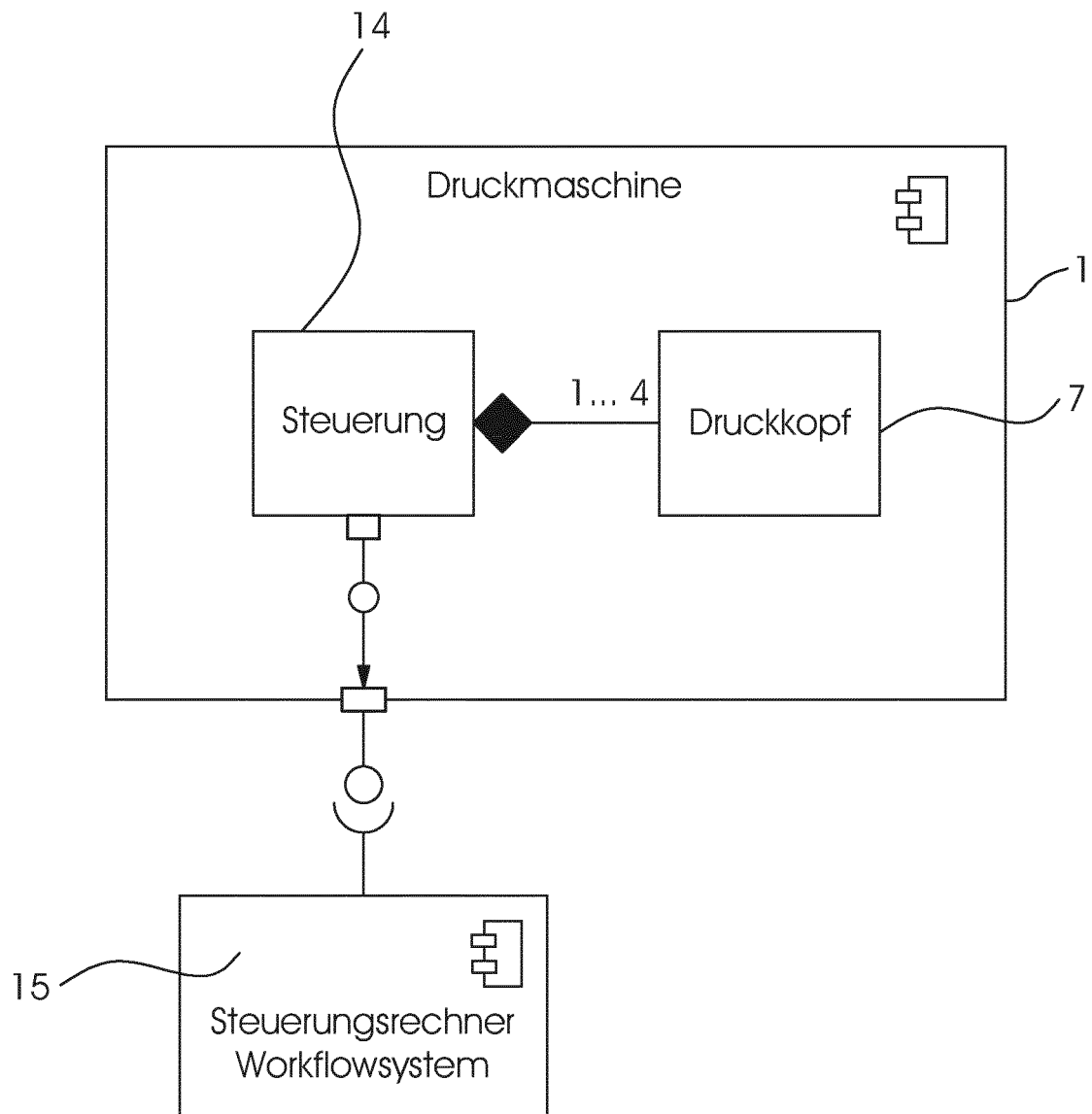


Fig.3

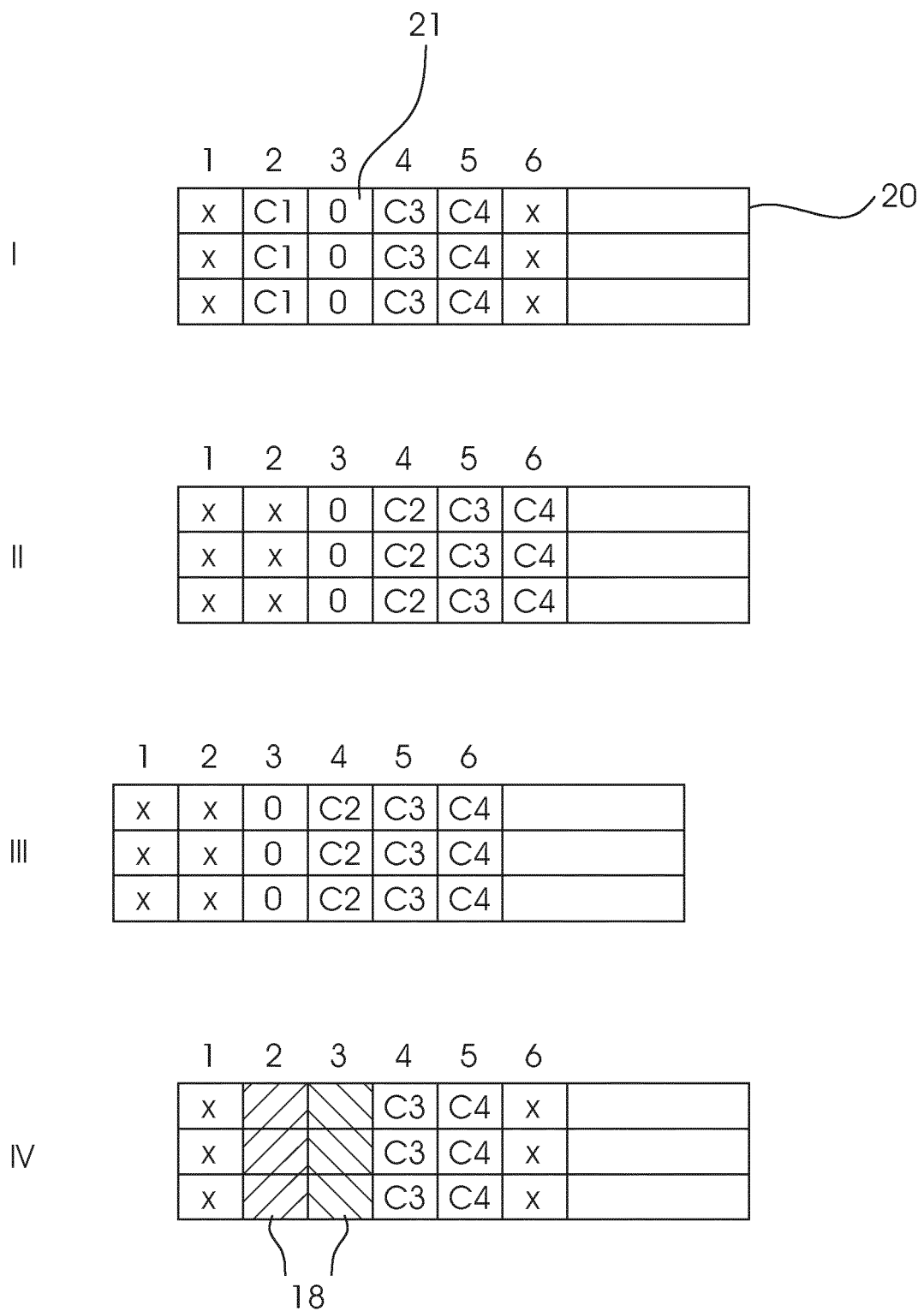


Fig.4

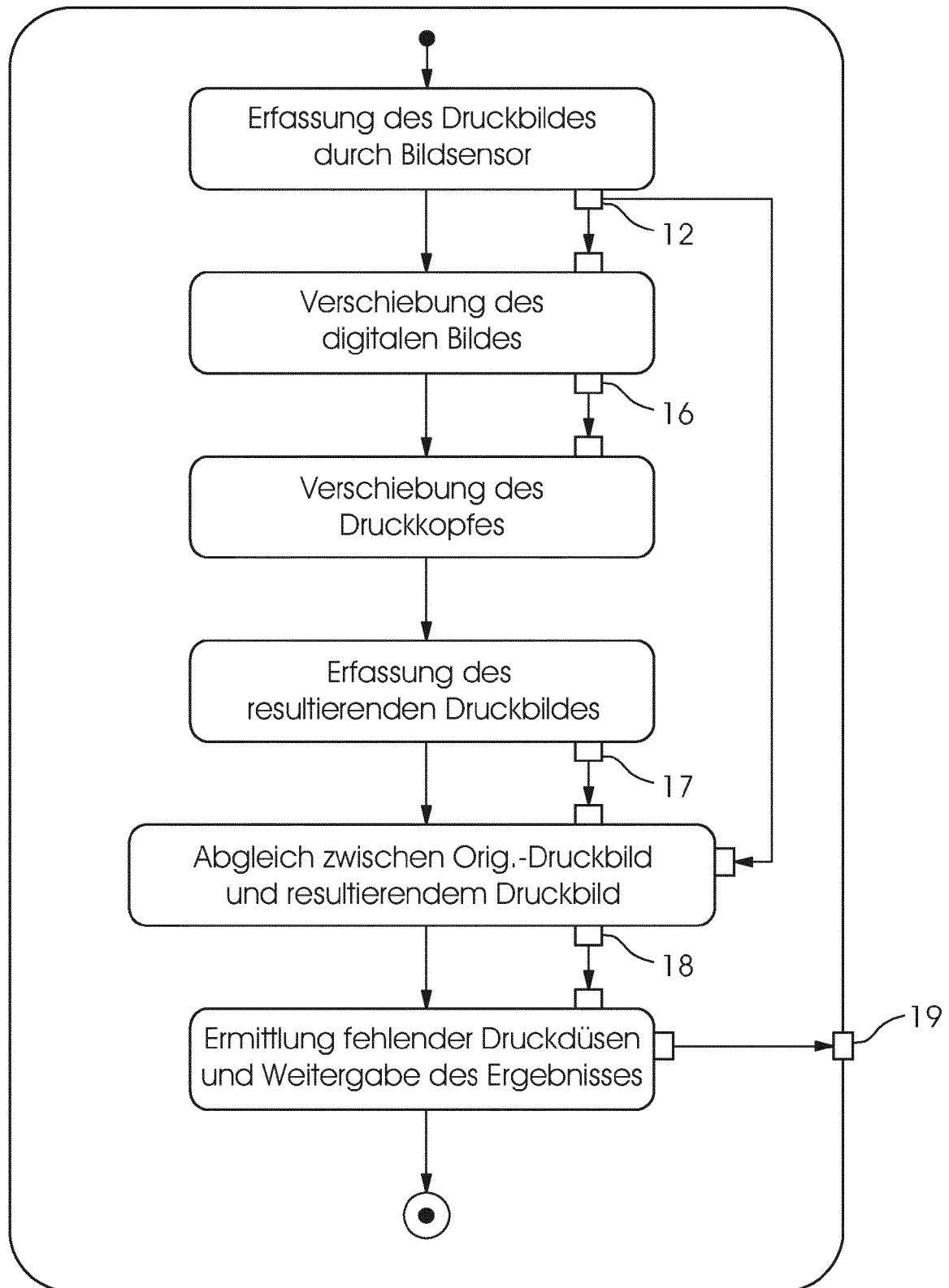


Fig.5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 16 1337

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2014/347417 A1 (MURAYAMA YOSHIKI [JP] ET AL) 27. November 2014 (2014-11-27)	1,2,4,8,9	INV. B41J2/165 B41J2/21 B41J29/38
Y	* Absatz [0002] - Absatz [0007] * * Absatz [0062] - Absatz [0064] * * Abbildungen 3-16 *	3,5,7	
	* Absatz [0037] - Absatz [0054] * * Absatz [0028] *		

X	JP 2004 009474 A (HITACHI PRINTING SOLUTIONS LTD) 15. Januar 2004 (2004-01-15)	1,4,6,9	
A	* Textanalyse auf Basis der automatisierten Übersetzung; Absatz [0001] - Absatz [0028] * * Abbildungen 1-4 *	7	

X	US 2012/268510 A1 (KOJIMA KENJI [JP]) 25. Oktober 2012 (2012-10-25)	1,2,9	
A	* Absatz [0009] - Absatz [0049] * * Absatz [0131] - Absatz [0150] * * Abbildungen 5-8 *	3	

Y	US 2014/232772 A1 (SASAKI HIROTAKE [JP] ET AL) 21. August 2014 (2014-08-21)	3,5,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B41J
	* Absatz [0054] - Absatz [0055] * * Absatz [0092] - Absatz [0117] * * Absatz [0136] *		
	* Absatz [0149] - Absatz [0168] * * Abbildungen 1-3,6-14 *		

A	US 2012/113183 A1 (IKEDA TOHRU [JP] ET AL) 10. Mai 2012 (2012-05-10)	1,2,6,7,9	
	* Absatz [0002] - Absatz [0010] * * Absatz [0041] - Absatz [0050] * * Absatz [0055] - Absatz [0073] * * Absatz [0090] - Absatz [0094] * * Abbildungen 2,6-14 *		

	-/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 30. August 2016	Prüfer Hartmann, Mathias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 16 1337

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2007/176953 A1 (HAN EUN-BONG [KR]) 2. August 2007 (2007-08-02) * Absatz [0005] - Absatz [0014] * * Absatz [0031] * * Absatz [0070] - Absatz [0078] * * Abbildungen 1-2,7A/B * -----	1,2,5,8,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 30. August 2016	Prüfer Hartmann, Mathias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 16 1337

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-08-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2014347417 A1	27-11-2014	JP 2015003515 A US 2014347417 A1	08-01-2015 27-11-2014
JP 2004009474 A	15-01-2004	KEINE	
US 2012268510 A1	25-10-2012	CN 102744971 A JP 5729105 B2 JP 2012223953 A US 2012268510 A1	24-10-2012 03-06-2015 15-11-2012 25-10-2012
US 2014232772 A1	21-08-2014	CN 103991282 A JP 5971151 B2 JP 2014159139 A US 2014232772 A1	20-08-2014 17-08-2016 04-09-2014 21-08-2014
US 2012113183 A1	10-05-2012	CN 102555457 A JP 5729972 B2 JP 2012101441 A US 2012113183 A1 US 2012327151 A1	11-07-2012 03-06-2015 31-05-2012 10-05-2012 27-12-2012
US 2007176953 A1	02-08-2007	CN 101011880 A KR 20070079410 A US 2007176953 A1	08-08-2007 07-08-2007 02-08-2007

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2011227988 A1 [0009]
- US 8322814 B2 [0009]
- US 2013187970 A1 [0012]
- US 8531743 B2 [0012]
- EP 2626209 A1 [0013]