



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.03.2008 Patentblatt 2008/10

(51) Int Cl.:
B41J 2/165^(2006.01) B41J 29/393^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06018297.9**

(22) Anmeldetag: **01.09.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

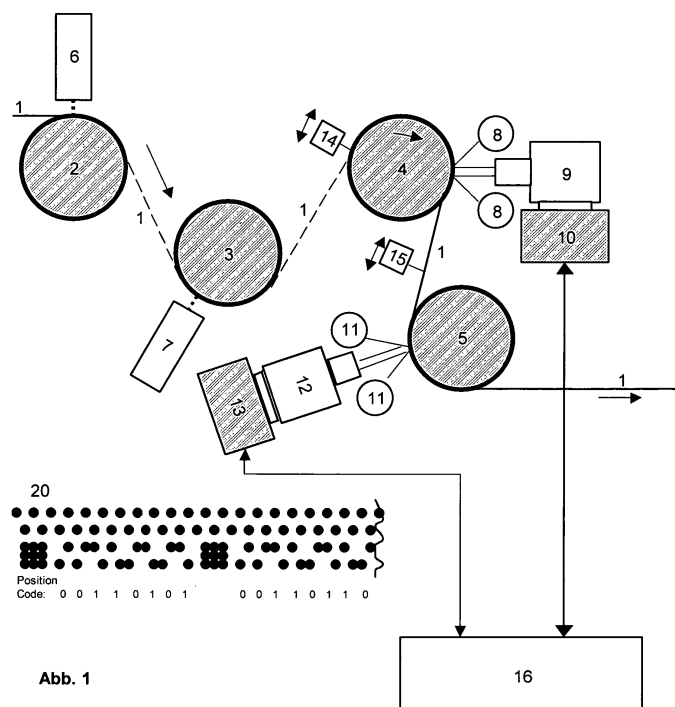
(71) Anmelder: **BCS machine vision GmbH**
84375 Kirchdorf am Inn (DE)
(72) Erfinder: **Baldauf, Wolfgang Konstantin**
84375 Kirchdorf am Inn (DE)

(54) **Funktionsüberwachung von Inkjet-Druckköpfen in Digitaldruckmaschinen**

(57) Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Qualitätsüberwachung von Inkjet-Druckköpfen (6,7) in Digitaldruckmaschinen durch eine hochauflösende Bilderfassung und -verarbeitung vordefinierter Druckmuster.

Bei einer typischen Anwendung des Verfahrens in einer doppelseitigen Digitaldruckmaschine (1,2,3,4,5,6,7) besteht das Inspektionssystem im wesentlichen aus zwei hochauflösenden Kameras (9,12), je eine für die Vorderseite und eine für die Rückseite der Papierbahn (1), die mittels Linearverfahreinheiten (10,13) quer zur Papiertransportrichtung über die gesamte Breite des Papiers (1) hin und her bewegt werden. Dabei werden mit mikroskopartiger Auflösung Bildsequenzen von

jeweils kleinen Abschnitten eines definierten horizontalen Prüfmusterstreifens (20) aufgenommen, der einen Positonscode und mindestens je einen Druckpunkt jeder zugehörigen Druckkopfdüse beinhaltet. Eine angeschlossene Bildauswerteelektronik (16) wertet die Bilddaten aus und überprüft dabei, ob alle verwendeten Inkjet-Düsen der Druckköpfe (6,7) ordnungsgemäß arbeiten. Dazu wird das optische Erscheinungsbild der einzelnen Druckpunkte hinsichtlich Kontrast, Größe, Form und Position sowohl im Einzelbild als auch statistisch über Bildsequenzen untersucht. Die Ergebnisse werden mit empirischen Daten verglichen, um Fehlfunktionen der einzelnen Inkjet-Düsen frühzeitig zu erkennen.



Beschreibung

[0001] In Digitaldruckmaschinen sind heute bereits Papiergeschwindigkeiten von über 300 m/min möglich. Daher kommt es bei Störungen an Druckköpfen (z.B. Ausfall einzelner Druckkopfdüsen) zu großem Materialverlust, bis der Fehler endlich entdeckt und behoben werden kann.

[0002] Um dies zu vermeiden, gibt es automatische Überwachungsverfahren, die am Druckerzeugnis Druckdichtemessungen vornehmen oder spaltenweise Dichtemittelwerte über die Druckseiten bilden und mit zugehörigen Sollwerten vergleichen. Bei einem anderen Verfahren, der 100%-Vollbildkontrolle, wird jede Druckseite vollständig eingescannt und mit einer abgespeicherten Referenzseite verglichen. Da jedoch die Auflösung der Inkjet-Druckköpfe im kommerziellen Druck mit bis zu 300dpi (dots per inch) sehr hoch ist und auf Bogen- oder Rollendruckmaschinen sogar mehrere doppelseitige Nutzen nebeneinander gedruckt werden, die alle inspiziert werden müssen, ist eine solche Vollbildinspektion sehr aufwendig.

[0003] Nachteile der bisherigen Verfahren sind erstens die relativ geringe Ortsauflösung, welche Störungen der Inkjet-Düsen erst dann erkennen lässt, wenn Fehlfunktionen sich bereits deutlich im Druckbild ausgewirkt haben, und zweitens, dass sich während der Produktion durch sporadische Druck- und Papierfehler als auch Fehlerraten der Prüfsysteme selbst ("false rejects") ungewollt hohe Ausschussraten ergeben. In der Produktion ist es daher wichtiger die korrekte Funktion der Druckmaschine als die 100%-ige Fehlerfreiheit jedes einzelnen Produktes zu überwachen.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein optisches Prüfverfahren vorzuschlagen, mit dem Düsenausfälle und andere sich abzeichnende Fehlverhalten einzelner Druckkopfdüsen oder des gesamten Druckkopfes frühzeitig erkennen lassen.

[0005] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Qualitätsüberwachung von Inkjet-Druckköpfen in Digitaldruckmaschinen durch die hochauflösende Erfassung und Auswertung definierter Druckmuster mit Hilfe eines Bildverarbeitungssystems. Bei einer typischen Anwendung des Verfahrens in einer digitalen Rollendruckmaschine besteht das Bildverarbeitungssystem zum Beispiel im wesentlichen aus zwei hochauflösenden Kameras, je eine für die Vorderseite und eine für die Rückseite der Papierbahn, die mittels einer mechanischen Vorrichtung während weniger Sekunden quer zur Transportrichtung über die gesamte Breite der Papierbahn hin und her bewegt werden. Dabei nehmen sie mit mikroskopartiger Auflösung jeweils kleine Abschnitte eines Prüfmusterstreifens auf. Eine angeschlossene Bildauswerteelektronik wertet die Bilddaten mit hoher Geschwindigkeit aus und überprüft dabei, ob alle verwendeten Inkjet - Düsen ordnungsgemäß arbeiten. Dazu werden die Inkjet-Dots eines definiert gedruckten Prüfstreifens in Hinblick auf ihr Vorhandensein, ihren Kontrast, ihre Größe, ihre Form und ihre Position untersucht. Dabei wird auch die Intensität der Satelliten-Tröpfchenbildung und des Schmierens erfasst. Durch statistische Auswertung der dabei gewonnenen Daten werden tendenzielle Abweichungen von voreingestellten Sollwerten rechtzeitig erkannt und mit Erfahrungsdaten früherer Fehlfunktionen gleicher Druckköpfe verglichen. Dadurch ist es möglich, Druckköpfe rechtzeitig zu tauschen, unter Umständen sogar noch bevor es zu einem Totalausfall oder sonstigen groben Fehlfunktionen einzelner Düsen oder des gesamten Druckkopfes kommt. Bei Überschreiten einstellbarer Grenzwerte können Warnsignale und Fehlermeldungen ausgegeben werden und nötigenfalls wird auch die Maschine gestoppt.

[0006] Um die Druckpunkte hinsichtlich Groesse, Position und Form genau untersuchen zu können, bedarf es einer sehr hohen Kameraauflösung, die bei einem Vielfachen der Inkjet -Auflösung liegen muss. Bei einer Inkjet-Druckpunkt-auflösung von 300dpi (dots per inch) bewegt sich dabei die optische Kameraauflösung in der Größenordnung von mindestens 1200 bis 2400ppi (pixels per inch). Wegen der hohen Transportgeschwindigkeit des Substrates kommen Matrixkameras zum Einsatz. Um bei der Bildaufnahme bei solch hohen Transportgeschwindigkeiten der zu erfassenden Objekte die Bewegungsunschärfe sehr klein zu halten, wird hier mit einer Kombination aus einem kurzen elektronischen Verschluss (Shutter) der Kamera und sehr kurzen und hellen Stroboskop-Blitzen gearbeitet. Die erforderliche Kürze der Belichtungszeit liegt hierbei in einer Größenordnung von bis hinab zu 2 μ sec. Die dafür erforderliche ausreichende Bildfeldausleuchtung wird durch sehr helle Lichtblitze erreicht.

[0007] Bei dem "definierten Druckmuster" handelt es sich entweder um einen speziellen Prüfstreifen, der sich im später ohnehin abzuschneidenden Bogenrandbereich befindet, oder um speziell ausgewählte, bekannte Ausschnitte im benutzten Druckfeld. Dazu eignen sich besonders horizontale Linien und Linienabschnitte, wo vor allem an den Kanten das Verhalten der Düsen beobachtet werden kann. "Definiertes Druckmuster" meint das von der Kamera an einer bestimmten Stelle einzufangende erwartete Druckmuster. Dieses ist als Solldruckmuster durch einen Einlernvorgang oder durch den dem Druck zugrundeliegenden Datensatz definiert. Ob das definierte Druckmuster aus dem gedruckten Nutzbereich ausgewählt wird oder aber einen eigens zu diesem Zwecke gedruckten Prüfstreifen darstellt, in beiden Fällen sollte das definierte Druckmuster einige grundlegende Bedingungen erfüllen. Jede Druckpunktposition innerhalb des Bildfensters muss sich eindeutig einer bestimmten Düse des Druckkopfes zuordnen lassen und mindestens einmal bedruckt und mindestens einmal unbedruckt sein. Die gedruckten Punkte (Ink dots) sollen dabei möglichst isoliert vorkommen, um die Überlagerung durch den Einfluss mehrerer benachbarter Druckpunkte auf eine bestimmte Stelle des Druckmusters gering zu halten.

[0008] Am besten werden diese Bedingungen durch einen speziell dafür definierten und gedruckten Prüfstreifen erfüllt.

EP 1 894 728 A1

Nachfolgend ein Beispiel einer solchen Prüfstreifendefinition:

[0009] Der Prüfstreifen besteht aus 9 Druckpunktzeilen, von denen jedoch nur 5 bedruckt sind. Jede Düse druckt dabei 1 bis 4 dunkle Dots. Zeilen 1, 3, 5 und 9 sind immer leer (-----...). In Zeile 2 befindet sich ein Prüfmuster, wo jeweils nur jeder zweite Punkt gedruckt ist, in Zeile 4 das invertierte Muster dazu. In Zeile 6 befindet sich ein Positionscode. Der Positionscode besteht aus einer Folge von Datenblöcken zu je 21 Dot-Positionen. Jeder Datenblock besteht aus einem immer gleichen Startcode (-xxx-) und einem inkrementierenden binären 8-Bit-Zähler: 00000001 b, 00000010b, 00000011b, 00000100b, 00000101b... Die binären Ziffern "0" und "1" werden jeweils durch ein Dot-Paar dargestellt, entweder " - x " (weiß+schwarz für Informationsbit "0") oder " x - " (schwarz + weiß für Informationsbit"1"). Der 8-Bit-Beispielszähler des Positionscodes inkrementiert theoretisch bis maximal 255, praktisch jedoch auf weniger, je nach Breite des Druckkopfes bzw. der Druckseite. Bei 300dpi beträgt jede Datenblockbreite etwa 1.8mm (21 dots). In Zeile 7 steht nur jeweils der Startcode, die Zählerstellen sind leer. In Zeile 8 befindet sich der Startcode gefolgt vom invertierten Positionscode, bei dem jeder Dot weiß ist, der in Zeile 6 geschwärzt ist, und umgekehrt jeder Dot schwarz ist, der in Zeile 6 weiß ist.

[0010] Zum besseren Verständnis nachfolgend der Anfang des Prüfstreifens. Das Zeichen " - " steht für ungedruckten, weißen Dot, das Zeichen " x " für einen gedruckten Dot.

[illegible]

Countercode:

[0011]

Dezimal	Binär	Hex	Dotmuster (- = weiß, x = schwarz)
0	00000000b	00H	-x-x-x-x-x-x-x
1	00000001b	01H	-x-x-x-x-x-xx-
2	00000010b	02H	-x-x-x-x-x-xx--x
3	00000011b	03H	-x-x-x-x-x-xx-x-
4	00000100b	04H	-x-x-x-x-xx--x-x
5	00000101b	05H	-x-x-x-x-xx--xx-
6	00000110b	06H	-x-x-x-x-xx-x--x
7	00000111b	07H	-x-x-x-x-xx-x-x-
8	00001000b	08H	-x-x-x-xx--x-x-x
9	00001001b	09H	-x-x-x-xx--x-xx-
10	00001010b	0AH	-x-x-x-xx--xx--x
11	00001011b	0BH	-x-x-x-xx--xx-x-
12	00001100b	0CH	-x-x-x-xx-x--x-x
13	00001101b	0DH	-x-x-x-xx-x--xx-
14	00001110b	0EH	-x-x-x-xx-x-x--x
15	00001111b	0FH	-x-x-x-xx-x-x-x-
16	00010000b	10H	-x-x-xx--x-x-x-x
17	00010001b	11H	-x-x-xx--x-x-xx-
.....			
97	01100001b	61H	-xx-x--x-x-x-xx-
(0*128 + 1*64 + 1*32 + 0*16 + 0*8 + 0*4 + 0*2 + 1*1)			
.....			

[0012] Auf dem Transportweg vom Druckkopf zur Kamera kann sich das Papier seitwärts verschieben, es kann sich geringfügig wölben, verziehen, drehen, strecken, oder es kann etwas schrumpfen. Daher muss die exakte Position des Bildausschnittes im Druckmuster selbst enthalten sein, weil auch ein sehr präziser absoluter Positionsgeber an der Kamera-Positioniereinrichtung nicht messen kann, wo genau sich das Kamerabildfeld im Teststreifen befindet und damit nicht bestimmt werden könnte, welcher Druckpunkt durch welche Inkjet-Düse gedruckt worden ist. Das heißt, ohne eine Zusatzinformation im Bild selbst, wäre nicht feststellbar, welcher Druckpunkt genau welcher Düse zuzuordnen ist. Dabei ist weniger die genaue absolute Position der Druckpunkte auf dem Papier wichtig, sondern die relative Position zu den benachbarten Druckpunkten. Die Zuordnung, welcher Druckpunkt von welcher Druckdüse stammt bzw. welche der successiv aufgenommenen Druckpunktbilder miteinander korrespondieren, ist nur möglich, wenn die Konstellation aus gedruckten Punkten im Kamerabildfeld in der Umgebung jedes Druckpunktes einzigartig und einmalig ist, und somit die Druckpunkte eindeutig identifizierbar sind. Um dies sicherzustellen, beinhaltet der Prüfstreifen solche - nur wenige Millimeter breite - individuelle Druckpunktfolgen mit einem Positionscode (z.B. ein über die Druckkopfbreite inkrementierender Zähler).

[0013] Ohne die eindeutige Zuordnung der einzelnen Druckpunktpositionen zu Punkten im Kamerabild wäre es nicht möglich, über den Vergleich ganzer Bildsequenzen statistische Aussagen über das Verhalten einzelner Düsen zu machen. Denn aus einzelnen Bildern lassen sich wegen des störenden Einflusses der Substratoberfläche (z. B. Papierstruktur, Saugfähigkeit) Aussagen über das Düsenverhalten nur zum Teil machen. Dies wird in begrenztem Umfang dadurch erreicht, dass aus dem Schattenwurf die Oberflächenstruktur erkannt und dann ihr Einfluss auf die sichtbaren Eigenschaften der Druckpunkte bestimmt und kompensiert wird. Um die Störgrößen besser wegfiltern zu können, werden Bildsequenzen ausgewertet. Da aber diese Aufnahmen zu unterschiedlichen Zeiten an unterschiedlichen Stellen der Papierbahn bzw. der Bogen gemacht werden, benötigt man wiedererkennbare Muster nahe den zu untersuchenden Druckpunktpositionen, die sich zumindest über eine Distanzbreite der möglichen seitlichen Positionsschwankungen des Papiers nicht wiederholen.

[0014] Nachfolgend wird eine grundlegende Ausführungsform anhand Abb. 1 beschrieben. Diese zeigt beispielhaft eine Ausführungsform zur beidseitigen Inkjet-Überwachung in einer Rollendruckmaschine. In der Druckmaschine passiert die Papierbahn (1) die Vorderseiten-Druckwalze (2) mit dem Vorderseiten-Inkjet-Druckkopf (6) bzw. mit einer Reihe solcher Druckköpfe. An der Druckwalze (3) wird die Rückseite der Papierbahn bedruckt mittels einem oder einer Reihe von Inkjet-Druckköpfen (7). Jeder Inkjet-Druckkopf (6,7) besitzt eine Vielzahl paralleler Inkjet-Düsen. An irgendeiner Stelle der Maschine nach dem jeweiligen Druckvorgang oder nach beiden Druckvorgängen sitzt die Inline Inkjet Inspektion für die Vorderseite der Papierbahn (4,8,9,10) und für die Rückseite (5,11,12,13), sofern es sich um doppelseitigen Druck handelt. Die Inspektion besitzt jeweils eine Kamera-Verfahreinheit (10,13) quer zur Transportrichtung der Papierbahn. Die Verfahreinheiten (10,13) können z.B. einen Linearmotor besitzen und die Sensoreinheiten (8,9 und 11,12) über die gesamte Breite der Papierbahn verfahren. Die Sensoreinheiten bestehen hier aus hochauflösenden, schnellen, triggerbaren Matrixkameras (9,12) inklusive Makro-Objektiven, sowie aus LED-Blitzlichteinheiten (8,11), die bei monochrom schwarzem Druck vorzugsweise mit Infrarot-Leuchtdioden bestückt sind. Ferner gibt es noch eine Trigger- und Synchronisiereinheit für Kameras und Blitzlichter mit z.B. Druckmarkensensoren (14,15) und erforderlichenfalls einem Encoder. Die Bildverarbeitungselektronik (16) verfährt, positioniert und triggert die Sensoreinheiten (8,9 und 11,12), erzeugt die Impulse für die Blitzlichter (8,11) und besitzt ein Kommunikationsinterface zur Druckmaschine.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Qualitätsüberwachung der Funktion von Inkjet-Druckköpfen (6,7) in Digitaldruckmaschinen. Das Verfahren ist **dadurch gekennzeichnet, dass** dabei ein definiertes Druckmuster (20), das mindestens einen von jeder benutzten Düse des Inkjet-Druckkopfes (6,7) gedruckten Punkt enthält, von mindestens einer einzelnen sehr hoch auflösenden elektronischen Kamera (9,12) aufgenommen und in einer Bildauswerteeinheit (16) derart verarbeitet wird, dass das optische Erscheinungsbild der einzelnen Druckpunkte hinsichtlich Kontrast, Größe, Form und/oder Position einzeln und/oder statistisch untersucht wird und daraus Rückschlüsse auf die Funktion oder Fehlfunktion der einzelnen Inkjet-Düsen gemacht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kamera bzw. die Kameras (9,12) dabei quer zur Transportrichtung verfahren (10,13) werden.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das definierte Druckmuster ein für diesen Zweck entwerfener und gedruckter horizontaler Prüfstreifen (20) ist.
4. Verfahren nach den Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser Prüfstreifen eine Positionskennung (20) enthält.

EP 1 894 728 A1

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem bedruckten Nutzbereich des Bogens Ausschnitte als definierte Druckmuster entnommen werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1-5, bei dem das Inspektionssystem den Benutzer im Fehlerfalle optisch und/oder akustisch warnt.
7. Verfahren nach Anspruch 1 - 6, bei dem das Inspektionssystem im Fehlerfalle die Druckmaschine stoppt.
8. Verfahren nach Anspruch 1-7, bei dem das Inspektionssystem fehlerhafte Druckerzeugnisse oder Gruppen von fehlerhaften Druckerzeugnissen markiert und/oder ausschleust.
9. Verfahren nach Anspruch 1 - 8, bei dem das Prüfergebnis des Inspektionssystems auf die Druckvorrichtung rückgekoppelt ist, um diese entsprechend nachzuregeln.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1-9 montiert auf einer Rollendruckmaschine (Abb.1).
11. Vorrichtung nach Anspruch 1-9 montiert auf einer Bogendruckmaschine.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 und 11 mit Inspektionskamera(s) (9 oder 12) auf nur einer Seite der bedruckten Materialbahn (1) bzw. Bogen.
13. Vorrichtung nach Anspruch 10 - 12, bei der eine Kamera bzw. mehrere Kameras (9,12) durch einen Linearantrieb über die Bahn- bzw. Bogenbreite verfahren werden.

Abbildung

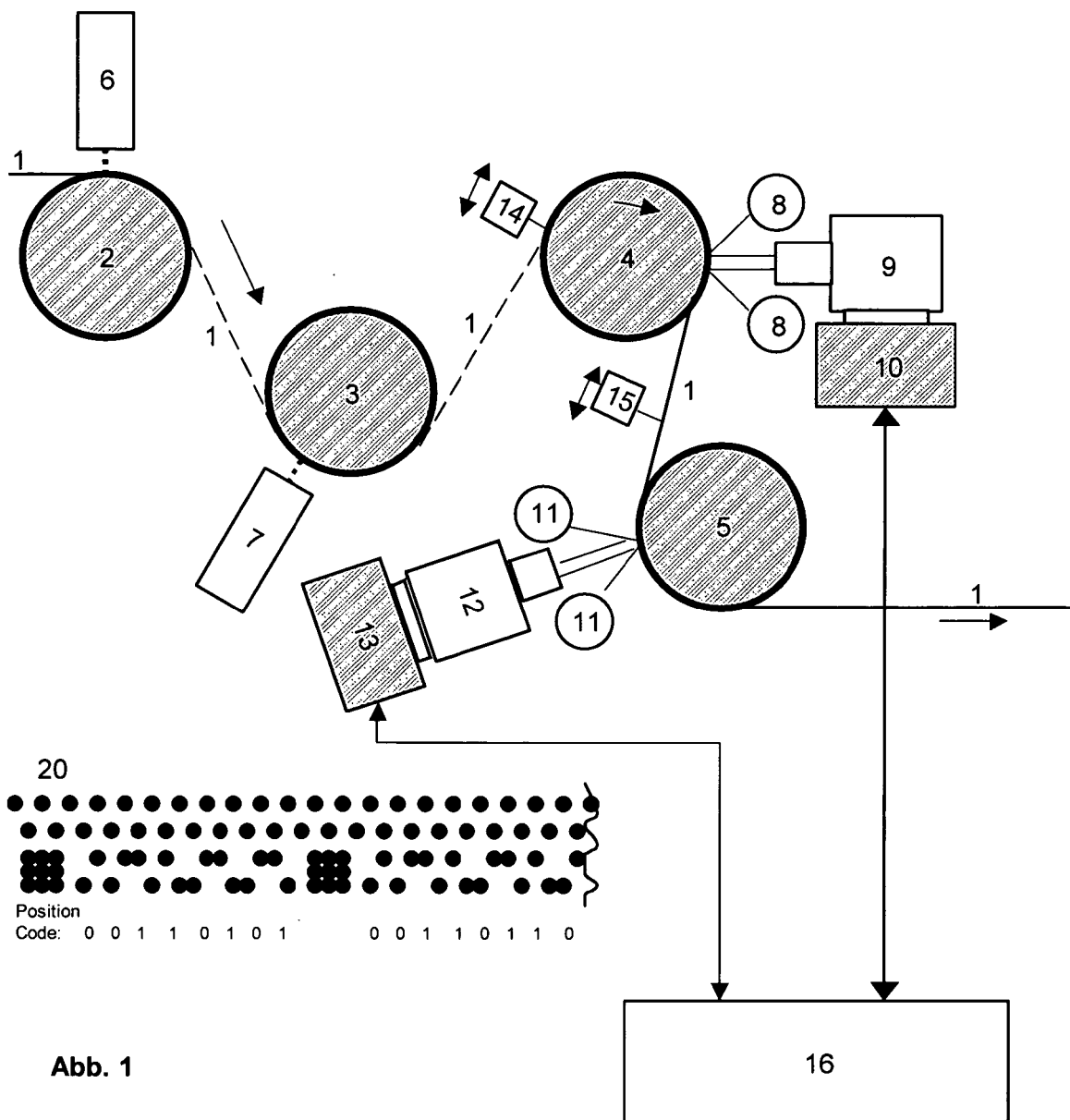


Abb. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 01 8297

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/021724 A1 (KOJIMA TOSHIYA [JP]) 5. Februar 2004 (2004-02-05) * Absatz [0038] - Absatz [0045]; Abbildungen 1,2,5 *	1-3,5-13	INV. B41J2/165 B41J29/393
X	WO 02/077108 A2 (MACDERMID COLORSPAN INC [US]; BARCLAY AARON G [US]; NORDENSTROM DALE G) 3. Oktober 2002 (2002-10-03) * Seite 45, Absatz 3 - Seite 47, Absatz 2; Abbildung 17 *	1,5,8,9, 11,12	
A	US 6 094 280 A (HAYASAKI KIMIYUKI [JP] ET AL) 25. Juli 2000 (2000-07-25) * Spalte 6, Zeile 58 - Spalte 8, Zeile 25; Abbildungen 1,3-5 *	1,2	
A	US 6 106 094 A (OTANI TAIZO [JP] ET AL) 22. August 2000 (2000-08-22) * Spalte 6, Zeile 37 - Spalte 14, Zeile 8; Abbildungen 7,8,14,15 *	1,2	
A	US 2006/092199 A1 (WHITE JOHN M [US] ET AL) 4. Mai 2006 (2006-05-04) * Absatz [0030] - Absatz [0032]; Abbildung 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B41J G06K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. Januar 2007	Prüfer De Groot, Ronald
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	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04CC03)

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

EP 06 01 8297

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.

16-01-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004021724 A1	05-02-2004	KEINE	
WO 02077108 A2	03-10-2002	AU 2002306803 A1	08-10-2002
US 6094280 A	25-07-2000	JP 3376223 B2	10-02-2003
		JP 10138509 A	26-05-1998
US 6106094 A	22-08-2000	KEINE	
US 2006092199 A1	04-05-2006	JP 2006198607 A	03-08-2006
		KR 20060071859 A	27-06-2006

EPO FORM P0461

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