



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.09.2020 Patentblatt 2020/37

(51) Int Cl.:
B41J 2/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19161144.1**

(22) Anmeldetag: **06.03.2019**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Paul Leibinger GmbH & Co. KG**
Nummerier- und Markierungssysteme
78532 Tuttlingen (DE)

(72) Erfinder: **Specker, Klaus**
78579 Neuhausen (DE)

(74) Vertreter: **Westphal, Mussnug & Partner**
Patentanwälte mbB
Am Riettor 5
78048 Villingen-Schwenningen (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES CIJ-DRUCKERS MIT OPTISCHER ÜBERWACHUNG DER DRUCKQUALITÄT, CIJ-DRUCKER MIT OPTISCHER ÜBERWACHUNG DER DRUCKQUALITÄT UND VERFAHREN ZUM EINLERNEN EINES CIJ-DRUCKERS MIT OPTISCHER ÜBERWACHUNG DER DRUCKQUALITÄT**

(57) Bereitgestellt werden ein Verfahren zum Betrieb eines CIJ-Druckers mit einem optischen Überwachungsmittel (80) mit den Schritten Erzeugen einer Bitmap (90,180) des zu druckenden Druckbildes, sequentielles Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers, um jeweils Punkte oder Gruppen von Punkten der Bitmap (90,190) durch das Aufbringen von Tintentropfen (12) auf ein zu bedruckendes Substrat (100) zu realisieren und somit sequentiell ein reales Druckbild (195) auf das Substrat (100) aufzubringen, Erfassen des auf dem Substrat (100) aufgetragenen realen Druckbilds (195) mit dem optischen Überwachungsmittel (80), und automatisiertes Vergleichen der Bitmap (90,190) des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel (80) erfassten, auf dem Substrat (100) aufgetragenen realen Druckbilds (195), bei dem das automatisierte Vergleichen der Bitmap (90,190) des gewünschten Druckbilds und des auf dem Substrat (100) aufgetragenen realen Druckbilds (195) entweder auf der Basis von Zeilen oder Spalten der Bitmap (90,190) oder auf der Basis von Bestandteilen von Zeilen oder Spalten der Bitmap (90,190) erfolgt, ein CIJ-Drucker zur Durchführung eines solchen Verfahrens und ein Verfahren zum Einlernen eines optischen Überwachungsmittels (80) eines solchen CIJ-Druckers

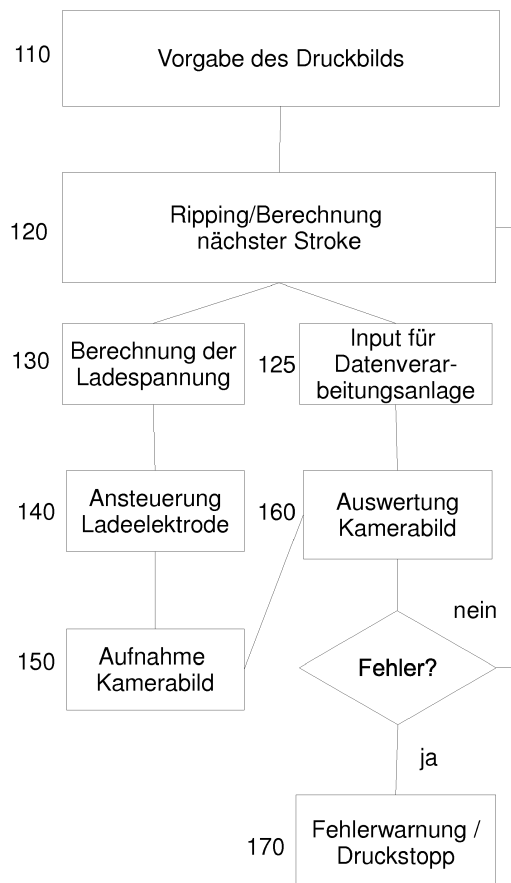


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Tintenstrahldrucker sind eine weitverbreitete Klasse von Druckern. Eine Familie dieser Klasse, die sich für industrielle Anwendungen in besonderer Weise eignet und daher einen hohen Durchsetzungsgrad in diesem Feld erreicht hat sind die sogenannten Continuous Inkjet Drucker (CIJ-Drucker).

[0002] Bei einem Continuous Inkjet Drucker wird mit einer Tinte gedruckt, die einen variablen Bestandteil an Lösungsmittel enthält. Dementsprechend gibt es einen Mischtank, in dem Lösungsmittel aus einem Lösungsmitteltank und die konzentrierte Tinte aus einem Tintentank miteinander gemischt werden, um die Tinte, die zum Druck verwendet wird, zu erhalten. Wenn nachfolgend der Begriff "Tinte" verwendet wird, ist damit die Flüssigkeit, die zum Drucken verwendet wird gemeint; für die im Tintentank bereitgestellte Flüssigkeit wird der Begriff "konzentrierte Tinte" verwendet.

[0003] Aus dem Mischtank wird die Tinte unter Druck einer Düse am Druckkopf zugeführt, an der die für den eigentlichen Druckprozess benötigten Tropfen aus dem Tintenstrahl nach dem Grundprinzip eines Rayleigh'schen Zerfalls laminarer Flüssigkeitsstrahlen entstehen. Die Tropfenbildung und insbesondere die Tropfengröße wird dabei durch eine Modulation, die beispielsweise durch in geeigneter Weise angeregte Piezoelemente dem Tintenstrahl aufgeprägt wird, gesteuert.

[0004] Die so erzeugten Tropfen werden in geeigneter Weise elektrisch geladen und durch Ablenkelektroden auf eine gewünschte Flugbahn gelenkt, die sie entweder an eine gewünschte Position eines zu bedruckenden Substrats führt oder, wenn gerade kein Druckprozess erfolgen soll, ein Abfangen am Druckkopf, beispielsweise an einem Fängerrohr, und Recyceln des Tintentropfens, d.h. seine Rückführung in den Mischtank, erlaubt.

[0005] Das jeweils zu druckende Element, z.B. ein Buchstabe oder eine Zahl, wird auf diese Weise durch eine Matrix oder Bitmap aus Tintentropfen realisiert, z. B. in vielen Fällen durch eine 7x5 Matrix, wobei in der Regel durch die Ablenkung der Tintentropfen eine Dimension, also Zeilen oder Spalten der Matrix oder Bitmap realisiert werden und die andere Dimension durch einen Materialvorschub des zu bedruckenden Materials realisiert wird. Der CIJ-Drucker druckt daher im Regelfall eine Sequenz von so genannten "Strokes", d.h. von Reihen nebeneinander angeordneter Tintentropfen; in seiner Steuerung wird dazu das darzustellende Zeichen in eine der Auflösung entsprechende Matrix oder Bitmap umgewandelt, die dann zeilen- oder spaltenweise abgearbeitet wird.

[0006] Offensichtlich ist dabei ein wesentliches Ziel, sicherzustellen, dass die Tintentropfen durch Ansteuerung der Ablenkelektroden möglichst reproduzierbar an der richtigen Stelle des zu bedruckenden Substrats landen, so dass weder das Druckbild auf einem gegebenen Substrat verzerrt wird noch die Position des Druckbilds auf nacheinander bedruckten Substraten signifikant ver-

ändert wird. Solche signifikanten Änderungen können dabei gegebenenfalls durch Schwankungen von Betriebsparametern auftreten, und es ist wünschenswert, sie so schnell wie möglich festzustellen, um einerseits durch entsprechende Anpassung der Einstellungen wieder das gewünschte Druckbild zu erzeugen und andererseits Produkte, die Fehldrucke tragen, rechtzeitig aus der Produktionslinie herausziehen zu können.

[0007] Eine bekannte Möglichkeit, sich diesem Ziel anzunähern besteht darin, eine Kameraüberwachung des Druckbilds vorzunehmen, wobei die Kamera vorzugsweise in Signalkommunikation mit dem CIJ-Drucker steht, so dass von der Kamera ermittelte Daten und aufgenommene Bilder auf einem Display des CIJ-Druckers dargestellt werden können.

[0008] Gerade bei auf Druckgeschwindigkeit hin optimierten Systemen ist der zeitliche Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Druckprozessen, bei denen unterschiedliche Exemplare des zu bedruckenden Produkts bedruckt werden, oft sehr kurz, so dass das Ziel besteht, Fehldrucke möglichst schnell zu identifizieren, um so die Zahl von fehlerhaft bedruckten Produkten möglichst gering zu halten.

[0009] Eine weitere bedeutende Schwierigkeit bei einer Kameraüberwachung des Druckbilds besteht darin, dass jedenfalls dann, wenn diese (auch) automatisiert erfolgen soll, ein Einlernprozess vorgenommen werden muss.

[0010] Verkompliziert wird dieser Einlernprozess insbesondere dadurch, dass bei CIJ-Druckern zumindest dann, wenn sie auf Druckgeschwindigkeit hin optimiert betrieben werden, auch im störungsfreien, regulären Betrieb Schwankungen in der Position einzelner Tropfen (d.h. Dots des aufgedruckten Bildes) auftreten, beispielsweise in Abhängigkeit davon, ob und/oder wohin der zuvor erzeugte Tropfen gedruckt/abgelenkt worden ist. Dies führt dazu, dass CIJ-Drucker mit Kameraanbindung bzw. Kameraeinbindung keine echten plug- and-play-Systeme darstellen, sondern zunächst eine aufwändige Inbetriebnahmeprozedur vorgenommen werden muss, die gegebenenfalls bei einem Wechsel der Druckbedingungen, z.B. des zu bedruckenden Materials, jeweils neu vorgenommen werden muss.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung besteht also darin, CIJ-Drucker mit optischer Überwachung zu verbessern, insbesondere im Hinblick auf die Reaktionszeit bei der Überwachung und/oder im Hinblick auf den Zeitbedarf für das Einlernen des optischen Überwachungssystems.

[0012] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb eines CIJ-Druckers mit einem optischen Überwachungsmittel mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch einen CIJ-Drucker mit einem optischen Überwachungsmittel zur Durchführung eines solchen Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 6 und durch ein Verfahren zum Einlernen eines optischen Überwachungssystems eines solchen CIJ-Druckers mit den Merkmalen des Anspruchs 9. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen ab-

hängigen Ansprüche.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb eines CIJ-Druckers mit einem optischen Überwachungsmittel weist zumindest die in dieser Reihenfolge, aber nicht zwingend unmittelbar nacheinander auszuführenden Schritte

- Erzeugen einer Bitmap des gewünschten Druckbildes,
- sequentielles Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden bzw. Ablenkplatten des CIJ-Druckers, um jeweils Punkte oder Gruppen von Punkten der Bitmap durch das Aufbringen von Tintentropfen auf ein zu bedruckendes Substrat zu realisieren und somit sequentiell ein reales Druckbild auf das Substrat aufzubringen,
- Erfassen des auf dem Substrat aufgetragenen realen Druckbilds mit dem optischen Überwachungsmittel, und
- automatisiertes Vergleichen der Bitmap des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel erfassten, auf dem Substrat aufgetragenen realen Druckbilds auf. Erfindungswesentlich ist, dass das automatisierte Vergleichen der Bitmap des gewünschten Druckbilds und des auf dem Substrat aufgetragenen realen Druckbilds auf der Basis von Zeilen oder Spalten des Druckbilds, die in der Regel durch Strokes gebildet werden, oder auf der Basis von Bestandteilen von Zeilen oder Spalten des Druckbilds, also der Position von Tintentropfen, erfolgt.

[0014] Es wird also nicht mehr nach der Realisierung der gesamten Bitmap, z.B. eines gerade zu druckenden Buchstabens oder einer gerade zu druckenden Zahl, als reales Druckbild auf dem zu bedruckenden Material überprüft, ob diese mit dem gewünschten Druckbild oder der gesamten Bitmap übereinstimmt, sondern Stroke für Stroke, insbesondere nach jedem Stroke oder gegebenenfalls sogar noch während der Ausführung des Strokes überprüft, ob dieser Stroke bzw. die einzelnen Tintentropfen, aus denen er besteht, richtig platziert wurde.

[0015] Diese Herangehensweise bringt eine Vielzahl von Vorteilen mit sich: Das zu erkennende bzw. zu überprüfende Muster ist viel einfacher, was die Mustererkennung einfacher und zuverlässiger werden lässt und deren Rechenzeitbedarf und Hardwareanforderungen reduziert. Darüber hinaus wird die Überprüfungsrate signifikant erhöht, so dass ein Fehler schneller festgestellt werden kann.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass mindestens ein Steuersignal zum sequentiellen Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers beim automatisierten Vergleichen der Bitmap des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel erfassten, auf dem Substrat aufgetragenen Druckbild verwendet wird, um das erwartete Druck-

bild der jeweiligen Zeile oder Spalte zu bestimmen.

[0017] Bei einer Weiterbildung der soeben diskutierten Ausführungsform ist vorgesehen, dass mindestens ein weiteres Steuersignal zum sequentiellen Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers beim automatisierten Vergleichen der Bitmap des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel erfassten, auf dem Substrat aufgetragenen Druckbild verwendet wird, um das erwartete Druckbild der jeweiligen Zeile oder Spalte zu bestimmen. Was man auf diese Weise erreichen kann ist eine Erhöhung der Präzision des Zeichenvergleichs und dadurch eine größere Sensitivität bei der Erkennung auftauchender Störeffekte, die zu leichten Veränderungen des Druckbilds eines gegebenen Strokes, die z.B. in Abhängigkeit von dem zuvor ausgeführten Stroke unterschiedlich ausfallen können.

[0018] Wenn das sequentielle Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers ebenfalls zeilen- oder spaltenweise erfolgt, kann dieses Steuersignal unmittelbar verwendet werden, um eine Sollposition für die Überwachung zu definieren.

[0019] Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn der CIJ-Drucker mehrere Prozessoren oder einen Prozessor mit mehreren Prozessorkernen aufweist, wobei auf dem einen Prozessor die Bitmap des gewünschten Druckbildes erzeugt wird sowie die Generierung der Steuersignale für das sequentielle Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers kontrolliert wird und wobei auf dem anderen Prozessor das automatisierte Vergleichen der Bitmap des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel erfassten, auf dem Substrat aufgetragenen Druckbild erfolgt. Auf diese Weise kann besonders gut gewährleistet werden, dass die Bildverarbeitung auch bei hoher benötigter CPU-Leistung den eigentlichen Druckbetrieb nicht negativ beeinflusst.

[0020] Der erfindungsgemäße CIJ-Drucker zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst ein Hydraulikmodul zur Tintenversorgung, einen eine Düse und einen Oszillator zur Druckmodulation umfassenden Tropfengenerator, der von dem Hydraulikmodul mit Tinte versorgt wird und Tintentropfen erzeugt, mindestens eine Ladeelektrode zum Aufbringen einer definierten Ladung auf vom Tropfengenerator erzeugte Tintentropfen, mindestens eine Ablenkelektrode zur Beeinflussung der Flugbahn der vom Tropfengenerator erzeugten Tintentropfen, eine Steuerung, die eingerichtet ist, um eine zu druckende Bitmap zeilen- oder spaltenweise in eine Sequenz von Steuersignalen zu verwandeln, mit denen die Ladeelektrode und/oder die Ablenkelektrode so angesteuert werden, dass aus Tropfen einer Tropfensequenz ein Bild dieser Zeile oder Spalte auf einem zu bedruckenden Substrat gebildet wird, und ein optisches Überwachungsmittel, das insbesondere als eine CCD-Kamera ausgebildet sein kann, zur Überwachung des auf dem zu bedruckenden Substrat gebildeten Bilds.

[0021] Erfindungswesentlich ist, dass der CIJ-Drucker

eine Datenverarbeitungsvorrichtung aufweist, die eingerichtet ist, um den Schritt des automatisierten Vergleichens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 auszuführen.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der CIJ-Drucker einen ersten Prozessor oder einen ersten Prozessorkern aufweist, der der Steuerung zugeordnet ist und einen zweiten Prozessor oder Prozessorkern aufweist, der der Datenverarbeitungsvorrichtung zugeordnet ist. Auf diese Weise kann eine unerwünschte Beeinflussung der Druckgeschwindigkeit durch die vorzunehmenden Bildanalysen vermieden werden.

[0023] Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Steuerung mit der Datenverarbeitungsvorrichtung in Signalkommunikation steht, so dass die jeweiligen Sequenzen von Steuersignalen oder zu diesen Sequenzen korrespondierende Steuerbefehle von der Steuerung an die Datenverarbeitungsvorrichtung weitergeleitet werden. Ersteres korrespondiert zu einer analogen Signalübertragung, letzteres zu einer digitalen Signalübertragung. Beides

[0024] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Einlernen eines optischen Überwachungssystems eines CIJ-Druckers mit einem solchen optischen Überwachungssystem ist vorgesehen, dass der CIJ-Drucker in mindestens einem Durchlauf eine Bitmap, die eine Sequenz von Steuersignalen zum Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers bei der Ausführung eines Strokes enthält, generiert, dass ein reales Druckbild dieser Bitmap durch das Aufbringen von Tintentropfen auf ein zu bedruckendes Substrat realisiert wird, dass mit dem optischen Überwachungsmittel ein Bild des realen Druckbilds aufgenommen und derart ausgewertet wird, dass der jeweils als Reaktion auf ein Steuersignal für einen gegebenen Stroke auf das Substrat aufgebrachte Teil des realen Druckbilds identifiziert und als diesem Stroke bzw. Steuersignal zugeordnetes zu erwartendes Druckbild gespeichert wird. Besonders vorteilhaft ist es, wenn diese Sequenz sämtliche Steuersignale umfasst; es kann aber auch ausreichen, wenn sie nur bestimmte, markante Steuersignale für Strokes, deren Druckbild zu erwartende spezifische Abweichungen zeigt umfasst.

[0025] Dabei ist darauf hinzuweisen, dass grundsätzlich diese Bitmap auch Stroke für Stroke generiert werden kann, d.h. dass der CIJ-Drucker in mindestens einem Durchlauf sequentiell alle Steuersignale zum Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers, generiert, um jeweils Punkte oder Gruppen von Punkten der Bitmap durch das Aufbringen von Tintentropfen auf ein zu bedruckendes Substrat zu realisieren, und dass das jeweils als Reaktion auf das Steuersignal auf dem Substrat aufgebrachten Druckbild mit dem optischen Überwachungsmittel aufgenommen wird und als dem Steuersignal zugeordnetes Druckbild gespeichert wird.

[0026] Im ersten Fall wird also eine komplexere Bitmap aus den möglichen oder den ausgewählten "Elementar-

strokes" gebildet und das vom optischen Überwachungsmittel aufgenommene Bild dieser Bitmap ausgewertet, während im zweiten Fall jeder Stroke einzeln ausgeführt und analysiert wird. Der Vorteil der ersten Herangehensweise besteht darin, dass Wechselwirkungen zwischen aufeinander folgenden Strokes bereits berücksichtigt werden können, allerdings ist die Auswertung im zweiten Fall unter Umständen einfacher.

[0027] In beiden Fällen kann die Speicherung ausser als Bilddatei auch in Form von Koordinaten von Kame-rapixeln, an denen das Signal von Tintentropfen zu erwarten ist, geschehen. Auf diese Weise wird also automatisiert eine Bibliothek von jeweils mindestens einem Bild, das jeweils einem Stroke zugeordnet ist, geschaffen bzw. eine Bibliothek von zu erwartenden Tintentropfenpositionen bei bestimmten Strokes geschaffen.

[0028] Der große Vorteil dieses Verfahrens beim Einlernen besteht darin, dass eine unmittelbare und automatische Zuordnung zwischen dem Ergebnis des Druckbefehls und dem Druckbefehl ermöglicht wird, während bislang beim Einlernen von einem Benutzer eine komplexere Bitmap nachdem sie mit mehreren Strokes aufgebaut wurde klassifiziert werden musste.

[0029] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass am einzelnen Stroke oft leichter systematische Abweichungen identifiziert und gegebenenfalls korrigiert werden können. Beispielsweise kann es dann, wenn das zu bedruckende Medium mit zu hoher Geschwindigkeit nachgeführt wird, zu einem Verkippen des Strokes und der aus diesen zusammengesetzten Bitmaps kommen. Charakteristisch dafür ist, dass systematisch unabhängig vom konkreten Druckbild des Strokes ein Versatz der einzelnen Tintentropfen auftritt, der umso größer wird, je näher am Ende eines Strokes der fragliche Tropfen produziert wurde.

[0030] Um eine Schwankungsbreite für die erhaltenen Tropfenpositionen zu erhalten ist es vorteilhaft, wenn der Drucker in mehreren Durchläufen Sequenzen von -bevorzugt, aber nicht notwendigerweise allen- Steuersignalen zum Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers, generiert, um jeweils Punkte oder Gruppen von Punkten der Bitmap durch das Aufbringen von Tintentropfen auf ein zu bedruckendes Substrat zu realisieren, und wenn das jeweils als Reaktion auf das Steuersignal auf dem Substrat aufgebrachten Druckbild mit dem optischen Überwachungsmittel aufgenommen wird und als dem Steuersignal zugeordnetes Druckbild gespeichert wird.

[0031] Anzumerken ist dabei noch, dass das Druckbild und insbesondere die Größe der einzelnen Tropfen bzw. der von einem einzelnen Tropfen erzeugten Punkte auch von der verwendeten Tinte und dem Substrat abhängt.

[0032] Insbesondere können bei einem solchen Vorgehen die Unterschiede der Druckposition, die durch unterschiedliche vorangehende Strokes bei einem gegebenen Stroke hervorgerufen werden, erfasst und bei der Überwachung des Druckergebnisses verwendet werden. Dazu lässt man den Drucker in den mehreren Durch-

läufen Sequenzen von -bevorzugt, aber nicht notwendigerweise allen-Steuersignalen zum Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers generieren, wobei die Reihenfolge, der Steuersignale zum Ansteuern von Ladeelektroden und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers, generiert werden, von Sequenz zu Sequenz variiert wird. Grundsätzlich ist es auch möglich, dies für alle möglichen Kombinationen von Strokes durchzuführen. Neben einer vollständigen Erfassung der Schwankungsbreiten der einzelnen Tropfenpositionen, die dann bei der Kontrolle des Druckerfolgs benutzt werden kann, besteht in diesem Fall auch die Möglichkeit, bei der Druckbildüberwachung z.B. den vor dem gerade zu druckenden Stroke gedruckten Stroke zu berücksichtigen und dadurch die Präzision der Positionsinformationen zu erhöhen.

[0033] Die Analysemöglichkeiten, die sich mit den in der Einlernroutine gewonnenen Daten schaffen lassen können noch weiter gesteigert werden, wenn der Drucker in den mehreren Durchläufen Druckparameter variiert, die im Druckbetrieb des CIJ-Druckers schwanken können und zu einer Veränderung des Druckbilds führen. Beispielsweise kann im Betrieb die Viskosität der Tinte schwanken, was zu einer Veränderung des Druckbildes führen kann. Durch gezielte Veränderung dieses Parameters in einer Einlernphase können dessen Auswirkungen erfasst und einerseits zur Verbesserung der Druckerfolgskontrolle, andererseits aber auch zur Früherkennung einer drohenden Fehlfunktion genutzt werden.

[0034] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren, die Ausführungsbeispiele darstellen, näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1a: eine schematische Darstellung eines zu druckenden Zeichens,
- Fig. 1b: eine schematische Darstellung der Zerlegung des Druckprozesses in einzelne Strokes,
- Fig. 1c: eine schematische Darstellung des Schreibens eines Strokes auf das Substrat durch den CIJ-Drucker,
- Fig. 1d: ein Beispiel für eine komplexe, vom Benutzer erstellbare Bitmap,
- Fig. 2a: ein Beispiel für eine zu druckende Bitmap, die auch zum Einlernen der Kamera verwendbar ist,
- Fig. 2b: das mit der Kamera aufgenommene Druckergebnis, das beim Druck der Bitmap aus Fig. 2a erhalten wurde,
- Fig. 3: ein schematisches Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens, und

Fig. 4: ein schematisches Ablaufdiagramm eines exemplarischen Einlernprozesses

[0035] Anhand der Figuren 1a bis 1d soll zunächst schematisch die Funktionsweise eines CIJ-Druckers erläutert werden. Die zu druckenden Zeichen werden jeweils als eine Gruppe von Punkten auf einer Matrix definiert, wobei die Punkte dann durch Tintentropfen erzeugt werden. Dies kann zur maschinellen Verarbeitung als Bitmap 90 dargestellt werden.

[0036] In Figur 1a ist als einfaches Beispiel für eine solche Bitmap 90 der Buchstabe "E" auf einer 7x5-Matrix 1 dargestellt. In der Realität kann ein CIJ-Drucker heutzutage üblicherweise aber mehr Punkte in einer Zeile, z. B. 32 Punkte, darstellen, was es dem Benutzer erlaubt, komplexen Inhalte, wie sie exemplarisch in Figur 1d gezeigt sind, als gewünschtes Druckbild zusammenzustellen, das dann in die korrespondierende Bitmap umgewandelt und abgearbeitet wird.

[0037] Beim Druck einer solchen Bitmap 90 wird eine Dimension der ihr zu Grunde liegenden Matrix, in der Orientierung der Figur 1a die Richtung z der Zeilen, durch eine unterschiedlich starke Ablenkung der Tintentropfen realisiert, während die andere Dimension, in der Orientierung der Figur 1a die Richtung s Spalten, durch eine Bewegung des zu bedruckenden Materials realisiert wird. Insbesondere bei einer anderen Orientierung kann natürlich die Rolle der Zeilen und Spalten vertauscht werden.

[0038] Figur 1c zeigt schematisch wie die Erzeugung und Ablenkung der Tintentropfen durch den CIJ-Drucker realisiert wird. Die Tinte wird mit definierten Eigenschaften, insbesondere definiertem Druck und definierter Viskosität von einem in der Figur 1c nur schematisch dargestellten Hydraulikmodul 5 bereitgestellt und dem in der Figur 1c nicht erkennbaren Tintenkanal der Düse 10 zugeführt. Die im Tintenkanal der Düse 10 stehende Tintensäule wird durch einen Oszillator 20, der z.B. als Piezoaktuator ausgeführt sein kann, moduliert. Nach dem Austritt aus der Düse 10 kommt es bei geeignet gewählten Strahlbedingungen, die theoretisch von C. Weber in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, Band 11, 1931 abgeleitet wurden, zur Ausbildung von Einschnürungen, bis es am Abrisspunkt 11 zur satellitenfreien Ablösung von Tintentropfen 12 kommt, die einen Tintentropfenstrahl bilden. Typischerweise propagieren die Tintentropfen 12 eines Strahls, der diese Bedingungen erfüllt, mit einer Geschwindigkeit von 20m/s bis 30m/s, und es können pro Sekunde schon heute hohe fünfstelligen und sogar sechsstelligen Zahlen von Tintentropfen 12 erzeugt werden.

[0039] Nach der Ablösung eines Tintentropfens 12 wird er an der Ladeelektrode 25 mit einer Soll-Ladung versehen, wobei der Erfolg des Ladeprozesses mit einer Detektorelektrode, die in Figur 1c nicht erkennbar ist, überprüft werden kann und an einer unter Spannung gesetzten Ablenplatte oder Ablenkelektrode 30 je nach Ladung unterschiedlich stark abgelenkt, so dass, wie in

Figur 1c exemplarisch gezeigt ist, die geladenen Tintentropfen 12 bei ihrem Auftreffen auf das zu bedruckende Substrat 100 an einer mehr oder weniger gut definierten Position, bei der vorliegenden Orientierung Zeilenposition, der das Zeichen definierenden Matrix landet, während ungenutzte Tintentropfen 12a, nicht geladen werden, in das Fängerrohr 35 weiterfliegen und in den nicht dargestellten Tintenmischtank im Hydraulikmodul 5 zurückgeführt werden.

[0040] Die Ladeelektrode 25 wird dabei von einer Steuerung gesteuert, welche ein von einem Benutzer in einem Speicher 60 unmittelbar oder mittelbar erzeugtes Druckbild in einem Raster Image Prozessor 65 in eine Bitmap 90 umwandelt, und die Informationen über die zu druckenden Zeilen oder Spalten einerseits an einen Ladespannungsrechner 70 weiterleitet, der vorzugsweise als separater Prozessor ausgeführt ist. Der Ladespannungsrechner 70 erzeugt ein entsprechendes Ladesignal gemäß der berechneten aufzubringenden Ladung und gibt es als Steuersignal an die Ladeelektrode 25 weiter.

[0041] Aus der Tatsache, dass das zu bedruckende Substrat 100 bewegt wird heraus ergibt sich insbesondere dann, wenn die Druckgeschwindigkeit maximiert werden soll, die Notwendigkeit, die durch unterschiedliche Ablenkung der Tropfen 12 erzeugten Zeilen (oder Spalten) möglichst schnell zu drucken, da diese sonst nicht mehr auf einer Linie liegen. Daher werden diese vom CIJ-Drucker jeweils als ein gemeinsamer "Stroke" 40,41, wie in Figur 1b illustriert ist, abgearbeitet.

[0042] Konkret erfolgt die Bearbeitung, wie in Figur 3 in Form eines schematischen Ablaufdiagramms dargestellt ist, im CIJ-Drucker dadurch, dass aus einem vom Benutzer im Schritt 110 vorgegebenen Druckbild, das sich, z.B. wenn eine Zählerinformation enthalten ist, zwischen direkt nacheinander auszuführenden Druckprozessen ändern kann und in dem Speicher 60 hinterlegt oder zwischengespeichert wird, die zu druckende Bitmap 90 auf einem Prozessor oder Prozessorkern, dem Raster Image Processor (RIP) 65, in einem als Ripping 120 bezeichneten Prozess gewonnen wird und insbesondere die jeweils als nächstes durch den CIJ-Drucker abzubildende Punktfolge, der aktuelle Stroke 40,41, bestimmt wird, welcher angibt, an welchen Stellen des Substrats 100 Tintentropfen 12 aufgebracht werden sollen, um Punkte zu erzeugen.

[0043] Wichtig für die Erfindung ist, dass an dieser Stelle bereits eine zumindest implizite Information über das zu erwartende Druckbild vorhanden ist, die erfindungsgemäß als Zielvorgabe für eine Erfolgskontrolle eingerichtet ist.

[0044] Diese Information wird dann einerseits im Schritt 125 als Input an die Datenverarbeitungsanlage 75, die hier mit einem separaten Prozessor realisiert ist, weitergeleitet, die den Vergleich zwischen zu druckendem Signal und einem Bild des erfolgten Drucks, das von dem Hier als CCD-Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittel 80 an die Datenverarbeitungsan-

ge 75 weitergeleitet wird, durchführt.

[0045] Andererseits wird die Information von dem Ladespannungsrechner 70 weiterverarbeitet. Der Ladespannungsrechner 70 berechnet aus ihr -vorzugsweise unter Berücksichtigung der Information, welcher Stroke oder welche Strokes kurze Zeit davor gedruckt wurden und ggf. auch schon welcher Stroke oder welche Strokes unmittelbar danach gedruckt werden- im Schritt 130 die Ladespannung, die auf die zum Stroke gehörenden Tropfen aufgebracht werden muss, damit diese an der gewünschten Stelle des Substrats landen, damit diese beim Vorbeiflug an der Ladeelektrode 25 aufgebracht werden kann.

[0046] Diese Berechnungen sind insbesondere deshalb aufwändig, weil einerseits Raumladungen, andererseits aber auch aerodynamische Effekte wie der Windschatten anderer Tropfen die Flugbahn der Tintentropfen und ihren Auftreffpunkt auf dem Substrat signifikant beeinflussen können. Daher erfolgt auch der Prozessschritt 130 vorzugsweise auf einem separaten Prozessor- oder Prozessorkern.

[0047] Mit der so erhaltenen Ladespannung wird dann bei der Ausführung des eigentlichen Druckvorgangs die Ladeelektrode 25 im Schritt 140 angesteuert und lädt Tropfen 12 des kontinuierlichen Tintentropfenstroms auf, so dass diese durch die an der Ablenkplatte 30 anliegende Ablenkspannung aus dem Strom der zum Fängerrohr 35 fliegenden ungeladenen Tintentropfen 12a abgelenkt werden und auf das Substrat 100 aufgebracht werden.

[0048] Um den Startzeitpunkt des Druckvorgangs für ein aufzubringendes Druckbild zu definieren und sein Timing zu ermöglichen, wird ein "Print-GO"-Signal erzeugt, z.B. wenn ein zu bedruckendes Objekt, das den CIJ-Drucker passiert und dabei bedruckt werden soll, eine definierte Position relativ zum CIJ-Drucker erreicht. Dieses löst dann -gegebenenfalls nach einer angepassten Wartezeit- den Druck, beginnend mit dem ersten Stroke 40,41 aus; es kann sinnvoll sein, zwischen aufeinander folgenden Strokes 40,41 eine vorgebbare Wartezeit abzuwarten.

[0049] Zur Überprüfung und Überwachung des Druckprozesses wird, vorzugsweise mit einem Hier als CCD-Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittel 80, als Schritt 150 ein Kamerabild aufgenommen. Dies kann getriggert werden, beispielsweise unter Verwendung des Print-Go-Signals als zeitlicher Referenzrahmen. Die Bilddaten des Kamerabildes werden dann an eine Datenverarbeitungsanlage 75 weitergeleitet und im Schritt 160 ausgewertet.

[0050] Während diese Auswertung im Stand der Technik üblicherweise auf einer Auswertung des gesamten Aufdrucks auf das Objekt im Vergleich zur zu druckenden Bitmap 90 erfolgt, geschieht dies erfindungsgemäß durch eine Auswertung der einzelnen, jeweils durch einen Stroke 40,41 gebildeten Zeilen oder Spalten des Druckbildes. Dabei soll explizit darauf hingewiesen werden, dass dies nicht schon automatisch der Fall ist, wenn die einzelnen Zellen des CCD-Chips des Hier als CCD-

Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittels 80 bei einer Bildauswertung zeilen- oder spaltenweise ausgelesen und die entsprechenden Daten dann weiterverarbeitet werden, was keine Auswertung von Zeilen oder Spalten des Druckbilds sondern eine Auswertung von Zeilen oder Spalten des Kamerabilds ist. Diese kann aber schon deshalb nicht dieselben Ergebnisse liefern, weil es für die erreichbare Genauigkeit der Auflösung unbefriedigend wäre, wenn ein Tintentropfen auf dem Substrat lediglich zu einem gesetzten Pixel im Kamerabild korrespondieren würde.

[0051] Ergibt die Auswertung im Schritt 160 Hinweise auf eine Störung oder einen Druckfehler, kann im Schritt 170 eine Fehlerwarnung oder ein Druckstopp ausgelöst werden. Andernfalls kann die Bearbeitung durch Rücksprung zum Schritt 120 fortgesetzt werden, insbesondere wenn der nächste Stroke 40,41 noch nicht berechnet ist. Es kann aber beim Rücksprung zu Schritt 120 auch ein schon berechneter weiterer Stroke aus einem lokalen Speicher, der vorzugsweise nach FIFO-Prinzip verwaltet wird, ausgelesen werden.

[0052] Um die Vorteile des Vorgehens, die sich auf einer solchen zeilen- oder spaltenbasierten Auswertung ergeben noch genauer zu verstehen, wird nun anhand der Figur 2a ein Beispiel für eine zu druckende Bitmap 190 und das in Figur 2b gezeigte korrespondierende Druckbild 195, wie es von dem hier als CCD-Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittel 80 aufgenommen wird, diskutiert. Dabei umfasst die Abbildung eines Tintentropfens 12 im von dem hier als CCD-Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittel 80 aufgenommenen Druckbild 195 typischerweise zwischen 10 und 20 Pixel, der genaue Wert ist natürlich von der Auflösung des jeweils verwendeten optischen Überwachungsmittels 80 und ihrer geometrischen Anordnung relativ vom zu bedruckenden Substrat 100 abhängig.

[0053] Die in Figur 2a gezeigte Bitmap 190, die insbesondere auch für einen erfindungsgemäßen Einlernprozess eingesetzt werden kann, ist gebildet durch eine Abfolge sämtlicher Punkt- bzw. Tintentropfenkombinationen, die mit einem fünf Punkte umfassenden Stroke 40,41 geschrieben werden können, also aller möglicher Strokes 40,41, die von einem Drucker, der fünf Tropfen breit schreibt, überhaupt ausgeführt werden.

[0054] Beim Vergleich der beiden Figuren 2a und 2b miteinander erkennt man deutlich eine Reihe von systematischen Abweichungen des realen Druckbilds 195 gemäß Figur 2b von der Bitmap 190 gemäß Figur 2a.

[0055] Beispielsweise erkennt man unmittelbar eine leichte Verkippung der einzelnen Strokes 40,41 nach links, so dass der jeweils oberste Tropfen eines Strokes 40,41 der am weitesten links auf dem Substrat angeordnete Tropfen des Strokes 40,41 ist. Dieser Effekt hängt mit der Geschwindigkeit, mit der das Substrat 100 bewegt wird, zusammen.

[0056] Darüber hinaus erkennt man aber auch, dass sich die Lage der einzelnen Zeilen verändert, und zwar insbesondere in Abhängigkeit davon, ob ein benachbar-

ter Tropfen vorhanden ist oder nicht. Besonders deutlich ist dieser Effekt in der obersten Zeile bei einem Vergleich der zu dieser gehörenden Gruppe von Tropfen der letzten acht Strokes 40,41 mit der zu dieser gehörenden Gruppe von Tropfen des neuntletzten bis sechzehntletzten Strokes 40,41, welche im Vergleich zur erstgenannten Gruppe nach oben versetzt sind, zu erkennen. Er ergibt sich aber auch deutlich aus dem Höhenversatz der Tropfen, die zu der letzten Zeile gehören.

[0057] Eine weitere Abweichung vom Idealbild, das durch die Bitmap 190 der Figur 2a vorgegeben ist, in dem erzeugten Druckbild 195 wie es von dem Optischen Überwachungsmittel 80 aufgenommen wurde gemäß Figur 2b besteht darin, dass benachbarte Tintentropfen zusammenlaufen können. Beispielsweise ist dies bei einigen der Tropfenpaare zu erkennen, die in der zweituntersten Zeile der Figur 2b zu sehen sind, z.B. im fünften und achten Tropfenpaar dieser Zeile.

[0058] Diese Abweichungen sind jeweils kein Anzeichen für einen Störeffekt sondern treten auch bei einem störungsfrei erfolgenden Druck auf. Bei dem bisher üblichen Vergleich des gesamten Druckbildes 195 mit der zu druckenden Bitmap 190 werden dementsprechend Abweichungen berücksichtigt, die eigentlich gar nicht durch neu auftretende Druckfehler bedingt sind.

[0059] Die von dem Optischen Überwachungsmittel 80 aufgenommenen Druckbilder der einzelnen Strokes 40,41 können bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Lehre hingegen als das Sollbild, das als Antwort auf den Druckbefehl für diesen Stroke 40,41 entstehen sollte, verwendet werden, was zu einer sehr schnellen Auswertung führt. Erstens muss nicht abgewartet werden, bis die gesamte Bitmap 190 gedruckt ist um sie dann mit dem Druckergebnis zu vergleichen, sondern der Vergleich ist unmittelbar nach der Ausführung eines Strokes 40,41 möglich.

[0060] Bei der Bildauswertung zählt sich zudem nicht nur aus, dass die entsprechenden miteinander zu vergleichenden Objekte sehr viel kleiner sind, sondern auch, dass man vorab weiß, wo ungefähr auf dem CCD-Chip des Optischen Überwachungsmittels 80 nach Punkten des gerade gedruckten Strokes 40,41 gesucht werden muss, denn aus einem Kamerabild wie dem in Figur 2b gezeigten, kann man einerseits die für einen Stroke 40,41 charakteristischen Tintentropfenpositionen in Y-Richtung ableiten und andererseits den Versatz in X-Richtung zwischen benachbarten Strokes 40,41.

[0061] Dies ermöglicht einen sehr gezielten Vergleichsalgorithmus, bei dem unmittelbar im richtigen Bereich des CCD-Chips die Suche nach dem gedruckten Tintentropfen beginnen kann und mit relativ hoher Sicherheit eine erwartete Position des Tintentropfenbildes angegeben werden kann.

[0062] Wenn man Abweichungen zwischen solchen erwarteten Positionen und den Positionen, an denen der entsprechende Tintentropfen des jeweiligen Strokes 40,41 dann im Kamerabild aufgefunden wird systematisch protokolliert können unter Umständen Änderungen,

die sich schleichend anbahnen und auf längere Sicht Korrekturen an Druckparametern erforderlich machen, beispielsweise Änderungen der Tintenviskosität oder der Anteile von konzentrierter Tinte und Lösungsmittel, frühzeitig aus den entsprechenden Veränderungen im Druckbild abgeleitet werden und dann durch Einleitung entsprechender Gegenmaßnahmen korrigiert werden, ehe es überhaupt zu Fehlfunktionen oder Fehldrucken kommt.

[0063] Zudem ermöglicht der Stroke-basierte Ansatz einen extrem einfachen Einlernprozess, der es letztlich sogar ermöglichen kann, ein Optisches Überwachungsmittel 80 an einem CIJ-Drucker als echtes Plug-and-Play-Modul zu betreiben und der in Figur 4 schematisch dargestellt ist. Um ein Optisches Überwachungsmittel 80 nach der Installation einzulernen muss man lediglich unter den späteren Betriebsbedingungen im Schritt 210 mindestens eine definierte Abfolge aller Strokes 40,41, also aller möglicher Kombinationen von geschriebenen Tintentropfenpositionen in einem Stroke 40,41, als Bitmap erzeugen und diese Abfolge im Schritt 220 auf das Substrat 100 drucken.

[0064] Dieses Druckbild wird dann im Schritt 230 mit dem als Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittel 80 aufgenommen und mindestens ein entsprechende Kamerabild wird im Schritt 240 ausgewertet, vorzugsweise um Erwartungswerte für Tintentropfenpositionen der einzelnen Strokes 40,41 zu erhalten.

[0065] Konkret wird dabei beispielsweise jedem Stroke 40,41 bzw. einem mit diesem Stroke 40,41 korrespondierenden Steuersignal die Position der Tintentropfen 12 auf dem CCD-Chip des als Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittels (80) in einer y-Richtung, die zu der Ablenkrichtung der Tintentropfen 12 korrespondiert, als erwartete Tintentropfenpositionen logisch verbunden bzw. zugeordnet. Andererseits wird durch Analyse des Abstands zwischen den Bildern der einzelnen Strokes 40,41 auf dem CCD-Chip des als Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittels 80 eine Information zu gewonnen, an welchen x-Positionen auf dem CCD-Chip des als Kamera ausgeführten optischen Überwachungsmittels 80 Tintentropfen eines n-ten Strokes 40,41 einer vorgegebenen Sequenz von Strokes 40,41 zu erwarten ist.

[0066] Wird dann im Anschluss an den Einlernprozess im Realbetrieb eine Bitmap 90,190 gedruckt, kann der einen bestimmten Stroke 40,41 repräsentierende Output des Rippers 65, gegebenenfalls zusammen mit einer Information, um den wievielten Stroke 40,41 zum Schreiben dieser Bitmap 90,190 es sich handelt, direkt als Input für die Datenverarbeitungseinrichtung 75, die das Kamerabild analysiert, weitergeleitet werden.

[0067] Dieser Input kann dann direkt in einen Satz von erwarteten Pixelposition für die zu diesem Stroke 40,41 gehörenden Tintentropfen 12 umgewandelt und überprüft werden, ob die entsprechenden Pixel im Kamerabild gesetzt sind. Selbst wenn die Tropfenposition leicht gewandert sein sollte, wird auf dieses Weise ein schnelles

Auffinden der neu hinzugefügten Tropfen 12 gewährleistet, und durch Analyse von Abweichungen kann man einerseits durch Vergleich mit festzulegenden Akzeptanzbereichen ermitteln, ob der Aufdruck noch akzeptabel ist oder nicht, während andererseits möglicherweise bereits Hinweise auf die vorliegenden Probleme, die eine Abweichung von der Sollposition hervorrufen, gewonnen werden können.

10 Bezugszeichenliste

[0068]

5	Hydraulikmodul
10	Düse
11	Abrisspunkt
12	Tintentropfen
12a	ungeladener Tintentropfen
20	Oszillator
20	25 Ladeelektrode
30	Ablenkplatte
35	Fängerrohr
40,41	Stroke
65	Raster Image Prozessor (Ripper)
25	70 Ladespannungsrechner
75	Datenverarbeitungsanlage
80	optisches Überwachungsmittel
90	Bitmap
100	Substrat
30	110 Vorgabe eines Druckbilds
120	Ripping
125	Weiterleitung Input an Datenverarbeitungsanlage
35	130 Berechnung der Ladespannung
140	Ansteuerung der Ladeelektrode
150	Aufnahme eines Kamerabilds
160	Auswertung des Kamerabilds
170	Fehlerwarnung
40	190 Bitmap
195	Druckbild
210	Erzeugen einer Sequenz aller möglicher Strokes als Bitmap
45	220 Drucken der Bitmap
230	Aufnahme eines Kamerabilds
240	Auswertung des Kamerabilds
s	Richtung der Spalten
50	z Richtung der Zeilen

Patentansprüche

- 55 1. Verfahren zum Betrieb eines CIJ-Druckers mit einem optischen Überwachungsmittel (80) mit dem Schritten

- Erzeugen einer Bitmap (90,180) des zu druckenden Druckbildes,
- sequentielles Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers, um jeweils Punkte oder Gruppen von Punkten der Bitmap (90,190) durch das Aufbringen von Tintentropfen (12) auf ein zu bedruckendes Substrat (100) zu realisieren und somit sequentiell ein reales Druckbild (195) auf das Substrat (100) aufzubringen,
- Erfassen des auf dem Substrat (100) aufgebrachten realen Druckbilds (195) mit dem optischen Überwachungsmittel (80), und
- automatisiertes Vergleichen der Bitmap (90,190) des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel (80) erfassten, auf dem Substrat (100) aufgebrachten realen Druckbilds (195),

dadurch gekennzeichnet, dass das automatisierte Vergleichen der Bitmap (90,190) des gewünschten Druckbilds und des auf dem Substrat (100) aufgebrachten realen Druckbilds (195) entweder auf der Basis von Zeilen oder Spalten der Bitmap (90,190) oder auf der Basis von Bestandteilen von Zeilen oder Spalten der Bitmap (90,190) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Steuersignal zum sequentiellen Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers beim automatisierten Vergleichen der Bitmap (90,190) des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel (80) erfassten, auf dem Substrat (100) aufgebrachten realen Druckbild (195) verwendet wird, um das erwartete Druckbild der jeweiligen Zeile oder Spalte zu bestimmen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein weiteres Steuersignal zum sequentiellen Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers beim automatisierten Vergleichen der Bitmap (90,190) des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel (80) erfassten, auf dem Substrat (100) aufgebrachten realen Druckbild (195) verwendet wird, um das erwartete Druckbild der jeweiligen Zeile oder Spalte der Bitmap (90,190) zu bestimmen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das sequentielle Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers ebenfalls zeilen- oder spaltenweise erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass der CIJ-Drucker mehrere Prozessoren oder einen Prozessor mit mehreren Prozessorkernen aufweist, wobei auf dem einen Prozessor die Bitmap (90,190) des gewünschten Druckbildes erzeugt wird sowie die Generierung der Steuersignale für das sequentielle Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers kontrolliert wird und wobei auf dem anderen Prozessor das automatisierte Vergleichen der Bitmap (90,190) des gewünschten Druckbilds und des mit dem optischen Überwachungsmittel (80) erfassten, auf dem Substrat (100) aufgebrachten realen Druckbilds (195) erfolgt.

6. CIJ-Drucker zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit

- einem Hydraulikmodul (5) zur Tintenversorgung,
- einem eine Düse (10) und einen Oszillator (20) aufweisenden Tropfengenerator der von dem Hydraulikmodul (5) mit Tinte versorgt wird und Tintentropfen (12) erzeugt,
- mindestens einer Ladeelektrode (25) zum Aufbringen einer definierten Ladung auf vom Tropfengenerator erzeugte Tintentropfen (12),
- mindestens einer Ablenkelektrode (30) zur Beeinflussung der Flugbahn der vom Tropfengenerator erzeugten und von der Ladeelektrode (25) geladenen Tintentropfen (12),
- einer Steuerung, die eingerichtet ist, um eine zu druckende Bitmap (90,190) zeilen- oder spaltenweise in eine Sequenz von Steuersignalen zu verwandeln, mit denen die Ladeelektrode (25) und/oder die Ablenkelektrode (30) so angesteuert werden, dass aus Tropfen (12) einer Tropfensequenz ein Bild dieser Zeile oder Spalte auf einem zu bedruckenden Substrat (100) gebildet wird, und
- einem optischen Überwachungsmittel (80) zur Überwachung des auf dem zu bedruckenden Substrat (100) gebildeten realen Druckbilds (195),

dadurch gekennzeichnet, dass der CIJ-Drucker eine Datenverarbeitungsvorrichtung aufweist, die eingerichtet ist, um den Schritt des automatisierten Vergleichens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 auszuführen.

7. CIJ-Drucker nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der CIJ-Drucker einen ersten Prozessor oder einen ersten Prozessorkern aufweist, der der Steuerung zugeordnet ist und einen zweiten Prozessor oder Prozessorkern aufweist, der der Datenverarbeitungsvorrichtung zugeordnet ist.

8. CIJ-Drucker nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung mit der Datenverarbeitungsvorrichtung in Signalkommunikation steht, so dass die jeweiligen Sequenzen von Steuersignalen oder zu diesen Sequenzen korrespondierende Steuerbefehle von der Steuerung an die Datenverarbeitungsvorrichtung weitergeleitet werden. 5
9. Verfahren zum Einlernen eines optischen Überwachungsmittels (80) eines CIJ-Druckers nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der CIJ-Drucker in mindestens einem Durchlauf eine Bitmap (90,190), die eine Sequenz von Steuersignalen zum Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers bei der Ausführung eines Strokes (40,41) enthält, generiert, dass ein reales Druckbild (195) dieser Bitmap (90,190) durch das Aufbringen von Tintentropfen auf ein zu bedruckendes Substrat (100) realisiert wird, dass mit dem optischen Überwachungsmittel (80) ein Bild des realen Druckbilds (195) aufgenommen und derart ausgewertet wird, dass der jeweils als Reaktion auf ein Steuersignal für einen gegebenen Stroke (40,41) auf das Substrat (100) aufgebrachte Teil des realen Druckbilds (195) indentifiziert und als diesem Stroke (40,41) bzw. Steuersignal zugeordnetes zu erwartendes Druckbild gespeichert wird. 10
15
20
25
30
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der Drucker in mehreren Durchläufen eine Bitmap (90,190), die eine Sequenz von Steuersignalen zum Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers generiert, enthält druckt, um jeweils Punkte oder Gruppen von Punkten der Bitmap (90,190) durch das Aufbringen von Tintentropfen (12) auf ein zu bedruckendes Substrat (100) zu einem realen Druckbild zum machen, und dass das jeweils als Reaktion auf das Steuersignal auf dem Substrat aufgebrachte Druckbild mit dem optischen Überwachungsmittel aufgenommen und indentifiziert wird und als dem Steuersignal zugeordnetes Druckbild gespeichert wird. 35
40
45
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der Drucker in den mehreren Durchläufen jeweils eine Sequenz von Steuersignalen zum Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers generiert, wobei die Reihenfolge, in der die Steuersignale zum Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden des CIJ-Druckers (30) generiert werden, von Sequenz zu Sequenz variiert. 50
55
12. Verfahren nach einem Anspruch 10, oder 11,

dadurch gekennzeichnet, dass der Drucker in mehreren Durchläufen jeweils eine Sequenz von Steuersignalen zum Ansteuern von Ladeelektroden (25) und/oder Ablenkelektroden (30) des CIJ-Druckers, generiert, wobei in den unterschiedlichen Durchläufen Druckparameter variiert werden, die im Druckbetrieb des CIJ-Druckers schwanken können und zu einer Veränderung des Druckbilds (195) führen.

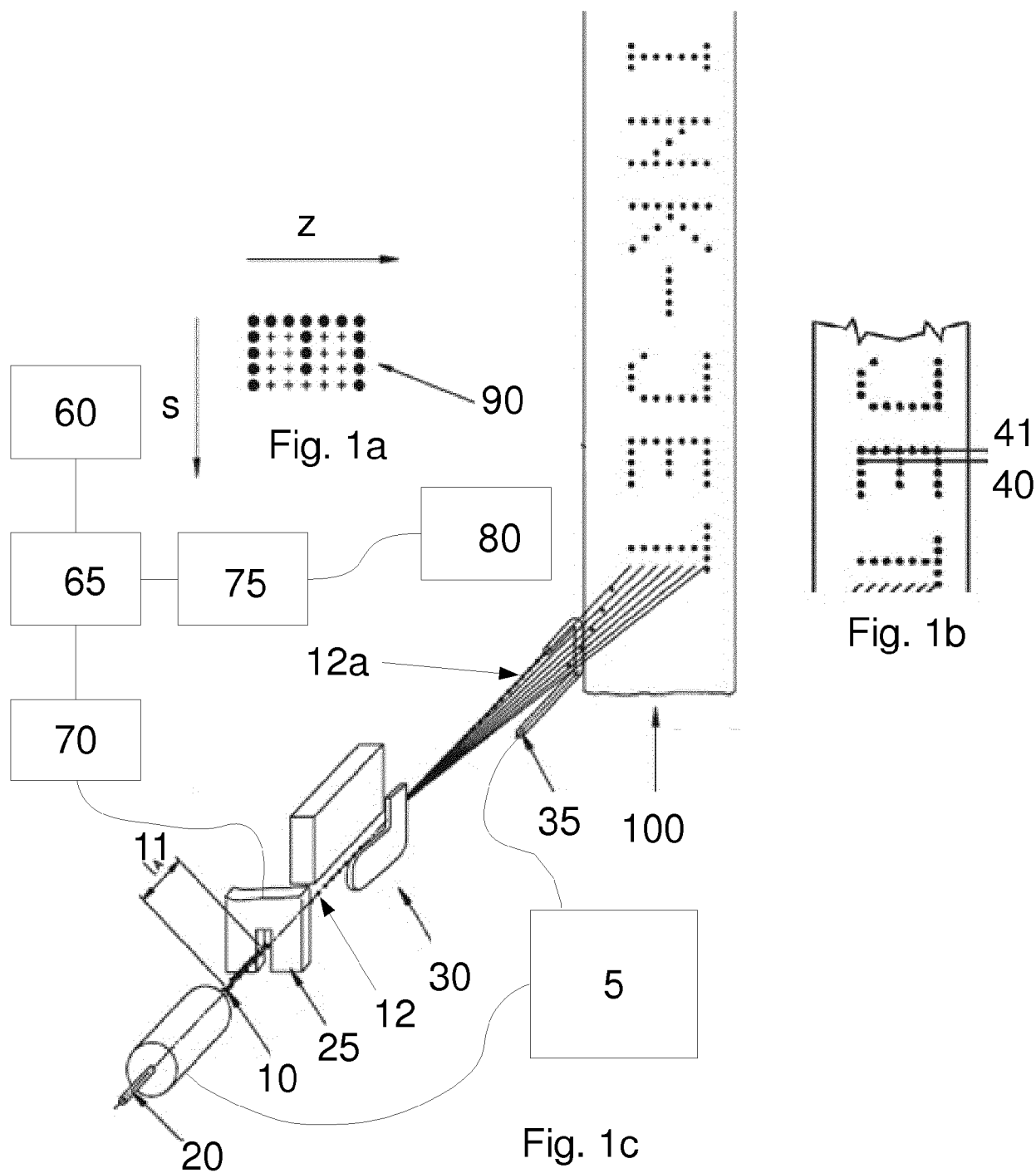


Fig. 1d

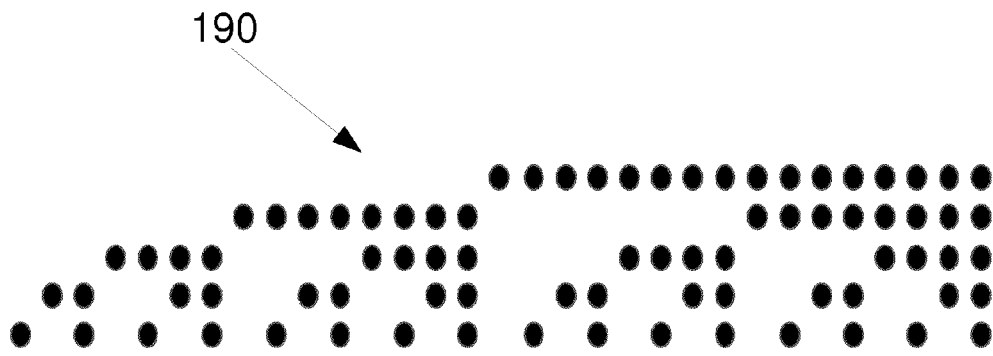


Fig. 2a

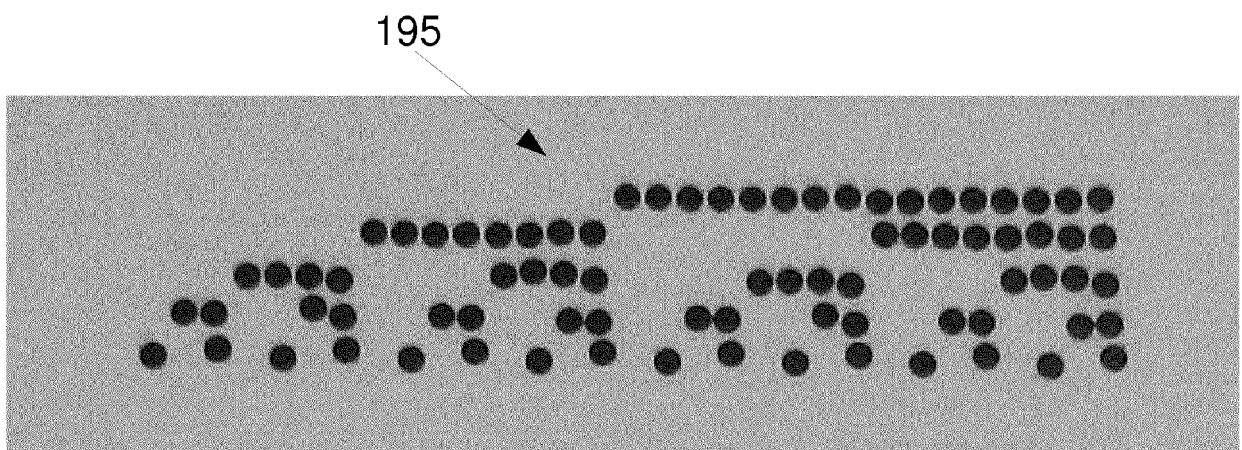


Fig. 2b

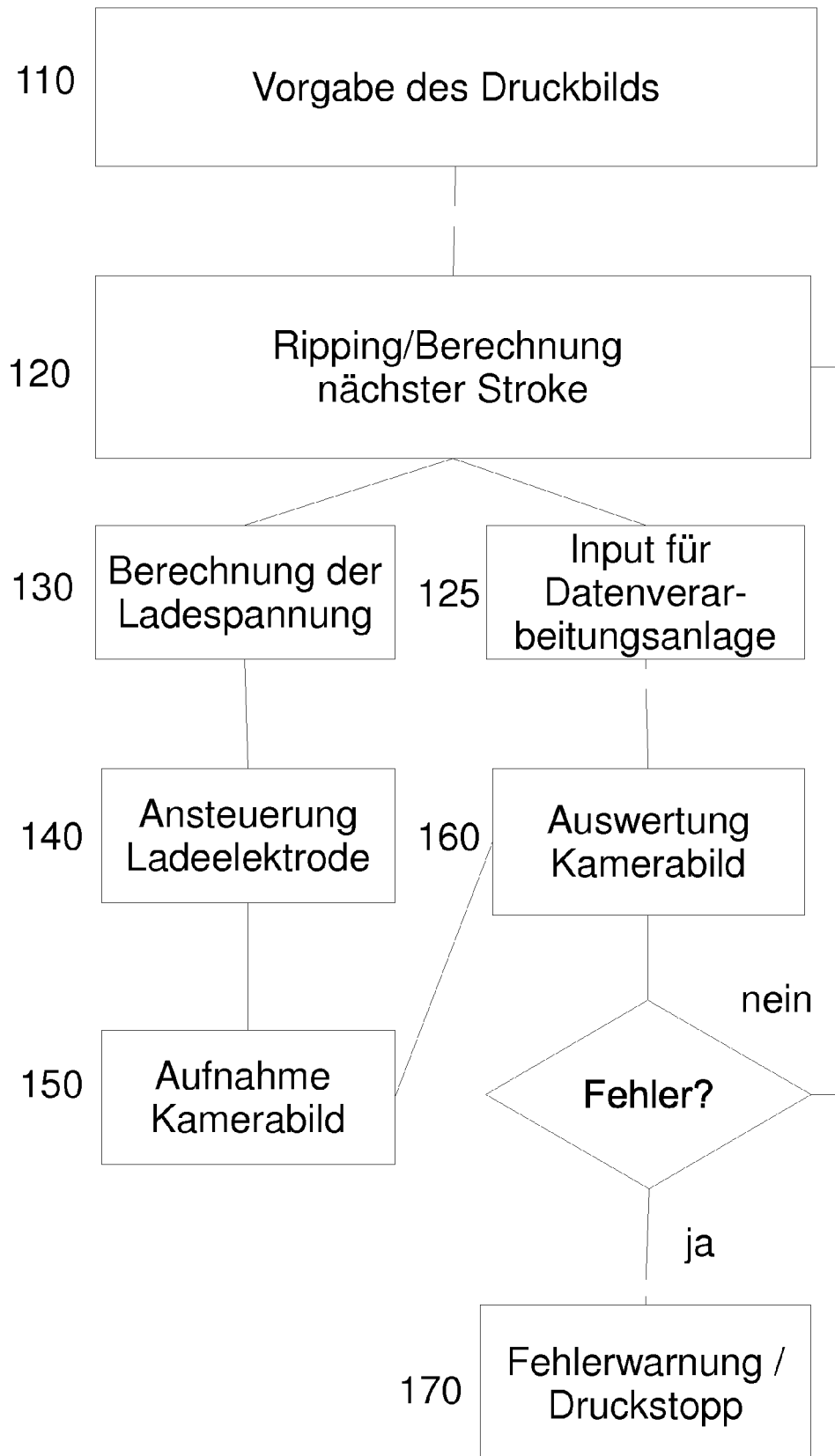


Fig. 3



Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 1144

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)
X	US 2001/040599 A1 (DUNAND ALAIN [FR]) 15. November 2001 (2001-11-15) * Abbildungen 1-3 * * Absatz [0007] * * Absatz [0029] * * Absatz [0036] * * Absatz [0042] * * Absatz [0030] - Absatz [0033] * -----	1-12	INV. B41J2/12
A	US 2013/194331 A1 (KATERBERG JAMES A [US] ET AL) 1. August 2013 (2013-08-01) * Abbildungen 1-4 * * Absatz [0079] * * Absatz [0093] *	1-12	
A	US 2010/073411 A1 (MORIAI TAKUYA [JP] ET AL) 25. März 2010 (2010-03-25) * Abbildungen 1-2 * * Absatz [0073] - Absatz [0077] * -----	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B41J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. Juli 2019	Prüfer João, César
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 03.92 (P04C03)

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

EP 19 16 1144

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.

18-07-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001040599 A1	15-11-2001	CN 1305895 A	01-08-2001
		DE 60025582 T2	23-11-2006
		EP 1106371 A1	13-06-2001
		ES 2257277 T3	01-08-2006
		FR 2801836 A1	08-06-2001
		IL 139887 A	20-06-2004
		JP 2001191538 A	17-07-2001
		US 2001040599 A1	15-11-2001

US 2013194331 A1	01-08-2013	KEINE	

US 2010073411 A1	25-03-2010	CN 101610908 A	23-12-2009
		EP 2113390 A1	04-11-2009
		JP 5059845 B2	31-10-2012
		JP W02008102458 A1	27-05-2010
		US 2010073411 A1	25-03-2010
		WO 2008102458 A1	28-08-2008

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 Nicht-Patentliteratur

- **C. WEBER.** Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, 1931, vol. 11 [0038]