

(19)



(11)

EP 3 538 373 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.01.2021 Patentblatt 2021/01

(51) Int Cl.:
B41J 2/21 ^(2006.01) **B41J 25/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17838120.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/001300

(22) Anmeldetag: **09.11.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/099583 (07.06.2018 Gazette 2018/23)

(54) **VERFAHREN ZUM BEDRUCKEN EINES SUBSTRATS MIT VARIIERENDEM MUSTER VON LANDEZONEN MITTELS INK-JET-DRUCK**

METHOD FOR PRINTING A VARYING PATTERN OF LANDING ZONES ON A SUBSTRATE BY MEANS OF INK-JET PRINTING

PROCÉDÉ D'IMPRESSION D'UN MOTIF VARIABLE DE ZONES D'ATERRISSAGE SUR UN SUBSTRAT AU MOYEN D'UNE IMPRESSION À JET D'ENCRE

(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

- **SCHNEIDER, Rolf**
69198 Schriesheim (DE)
- **SCHÖNEFELD, Jan**
69181 Leimen (DE)
- **DORAN, Michael**
69221 Dossenheim (DE)

(30) Priorität: **08.11.2016 EP 16197851**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.09.2019 Patentblatt 2019/38

(74) Vertreter: **Lippert Stachow Patentanwälte**
Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB
Krenkelstraße 3
01309 Dresden (DE)

(73) Patentinhaber:

- **Plastic Logic HK Limited**
15 Queen's Road Central
Central, Hong Kong (CN)
- **Notion Systems GmbH**
68723 Schwetzingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2013/145801 TW-A- 201 636 717
US-A1- 2014 184 683 US-A1- 2015 298 454

(72) Erfinder:

- **DÖBELT, Andreas**
01309 Dresden (DE)

EP 3 538 373 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bedrucken eines Substrats mittels Ink-Jet-Druck. Dabei sind auf dem Substrat Landezonen, die einem Landezonentyp entsprechen, in einem Landezonenraster, bestehend aus Landezonenzeilen und dazu senkrecht ausgerichteten Landezonenreihen, vorgegeben. Das Landezonenraster wird relativ zum Druckkopf derart ausgerichtet, dass die Landezonenreihen im Wesentlichen parallel zur Druckrichtung verlaufen, und die Ansteuerung des Druckkopfes derart erfolgt, dass ein oder mehrere Tropfen einer oder mehrerer Druckkopfdüsen ein Muster von Landepunkten innerhalb der Landezone erzeugen. Dabei erzeugen die Druckkopfdüsen fiktive Düsenlinien auf der Substratoberfläche mit einer den Abstand zwischen den Düsenlinien repräsentierenden Lateralauflösung.

[0002] Ein Verfahren zum Bedrucken eines Substrats ist in US 2014/184683 A1 offenbart.

[0003] Insbesondere betrifft die Erfindung das Bedrucken sowohl von starren als auch von flexiblen Substraten, bei welchem eine vorgegebene Menge funktionale Flüssigkeit (hier Tinte genannt) in mehrere Landezonen wie z.B. Sensorflächen, Pixel, Reaktionsflächen für Medizinanwendungen etc. dosiert werden soll.

[0004] Voraussetzung des Verfahrens ist natürlich, dass die Lage der Landezonen auf dem Substrat zumindest näherungsweise bekannt sein muss.

[0005] Zur Feststellung der Lage der Landezonen besteht bekanntermaßen die Möglichkeit, die Orientierung des Substrats relativ zu den Druckköpfen zu ermitteln, beispielsweise durch eine Kamera welche Ausrichtmarkierung auf dem Substrat aufnimmt und mit einem nachfolgendem Mustererkennungsverfahren die Koordinatenlage des Substrats bestimmt wird. Die Ausrichtmarkierungen wurden in vorangegangenen Produktionsschritten auf das Substrat aufgebracht und repräsentieren somit die Geometrie des Substrats im Mustererkennungsprozess.

[0006] Grundsätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, die Orientierung des Substrats und die Lage einzelner Landezonen direkt zu bestimmen, also nicht aus der durch vorherige Produktionsschritte aufgebrachte Ausrichtmarkierungen sondern beispielsweise durch eine Erkennung der Landezonen infolge einer Kennzeichnung derselben, beispielsweise durch eine physikalische Aktivierung.

[0007] Ein Substrat kann einen oder mehrerer Typen von Landezonen aufweisen. Unterschiedliche Typen von Landezonen können beispielsweise mit unterschiedlichen Tinten zu dosieren sein oder unterschiedliche Geometrien aufweisen. Weiterhin können mehrere Substrate gleichzeitig prozessiert werden.

[0008] Hierin wird von folgenden Begriffen ausgegangen.

- Druckrichtung:
Die Druckrichtung ist die Richtung in der der Druck-

kopf relativ zum Substrat unter Ausbringung von Tropfen mittels Druckkopfdüsen bewegt wird.

- Düsenlinie:
Die Bewegung des Druckkopfes erfolgt in der Regel als eine Linearbewegung. Die Projektion auf die Oberfläche des Substrats einer dabei vollzogenen Bewegungslinie einer Druckkopfdüse wird als Düsenlinie bezeichnet. Dabei ist die Düsenlinie nicht physisch vorhanden; sie ist vielmehr fiktiv.

- Landezonen:
Als Landezonen werden Bereiche auf dem Substrat bezeichnet, in denen eine vorgegebene Menge funktionaler Flüssigkeit (hier Tinte genannt) dosiert werden soll. Diese Landezonen können beispielsweise dem Aufbau von Sensorflächen, Pixel, Reaktionsflächen für Medizinanwendungen etc. dienen. Die Landezonen haben eine vor dem Drucken bereits definierte Sollposition.

- Landezonentyp:
Ein Substrat kann einen oder mehrere Landezonentypen aufweisen. Unterschiedliche Landezonentypen können beispielsweise mit unterschiedlichen Tinten, Tintenmengen, Landepunkten oder dgl. zu dosieren sein oder unterschiedliche Geometrien aufweisen.

- Landezonenraster:
Das auf dem Substrat zu erzeugende Muster wird aus einem Landezonenraster, das in Landezonenreihen und Landezonenzeilen geordnet ist, erzeugt. Wird das Landezonenraster relativ zur Bewegung des Druckkopfes ausgerichtet, so bilden die in Druckrichtung hintereinanderliegenden Landezonen die Landezonenreihen und die senkrecht zur Druckrichtung nebeneinanderliegenden Landezonen die Landezonenzeilen.

- Ansteuern einer Druckkopfdüse:
Das Ansteuern einer Druckkopfdüse bewirkt das Ausbringen eines Tropfens aus der Druckkopfdüse. Durch das Ansteuern kann weiterhin das Tropfenvolumen und/oder die Tropfenzahl gesteuert werden.

- Landepunkt:
Als Landepunkt wird der Flächenschwerpunkt einer Fläche auf dem Substrat bezeichnet, die durch das Auftreffen eines Tropfens Tinte aus einer Druckkopfdüse benetzt wird.

- Lateralauflösung:
Unter der Lateralauflösung wird die Anzahl der Düsenlinien pro Längeneinheit verstanden, die zueinander einen kleinsten Abstand a zwischen den Düsenlinien aufweisen. Der kleinste Abstand a kann

durch folgende Maßnahmen einzeln oder in Kombination verändert werden:

- a) durch eine Erhöhung der Anzahl von Druckdüsen pro Längeneinheit einer Druckkopfdüsenzeile und/oder
- b) durch Anordnung mindestens einer zu einer ersten Druckkopfdüsenzeile quer zur Druckrichtung versetzten zweiten Druckkopfdüsenzeile und /oder
- c) durch eine statische Verdrehung des Druckkopfes derart dass seine Druckkopfdüsenzeile(n) einen Winkel zwischen $>0^\circ$ und $<90^\circ$ zur Druckrichtung einschließen und/oder
- d) durch ein n-faches Überfahren des Druckkopfes relativ zum Substrat, wobei der Druckkopf bei jeder Überfahrt beispielsweise um einen Be-

trag $x = i * a + \frac{a}{n}$, mit $i = 0, 1, 2, 3 \dots$ quer zur Druckrichtung verschoben wird. Eine Erhöhung der Lateralauflösung bedeutet dabei eine Verringerung des Abstandes a.

- Düsenansteuerschema:

Es kann vorgesehen werden, dass der Vorgabe zur Ansteuerung der Düsen eine Ansteuerungsalgorithmus überlagert wird, der festlegt welche der Druckkopfdüsen, die eigentlich angesteuert werden könnten, da ihre Düsenlinie eine Landezone schneiden, nicht angesteuert werden.

[0009] Stand der Technik des eingangs genannten Verfahrens zum Dosieren von funktionalen Flüssigkeiten auf Substraten ist es, dass eine solche Dosieraufgabe mittels Dispensern, Chemischer Gasphasenabscheidung, analogen Druckverfahren sowie dem Inkjet-Druck durchgeführt wird. Die Erfindung bezieht sich auf den Inkjet-Druck.

[0010] Es ist generell in vielen Anwendungen vorteilhaft, die Variation der dosierten Menge pro Landezonentyp zu begrenzen, beispielsweise um aktives OLED Material oder auch Farbfiler für Displays, aber auch aktive Sensormaterialien reproduzierbar zu dosieren, so dass im fertigen Produkt die Variation der funktionalen Eigenschaften der Landezonen innerhalb eines Substrats vorgegebene Grenzen nicht überschreitet. Dies ist notwendig, um beispielsweise die Leuchtstärkenvariation innerhalb eines Displays aber auch die Variation der Sensitivität eines Signals von Sensor zu Sensor als Teil eines Muttersubstrats innerhalb der tolerierbaren Grenzen zu halten.

[0011] Bei der Anwendung des Inkjet-Drucks zur Dosierung ist es Stand der Technik, dass in den Landezonen, welche die gleiche Funktion erfüllen sollen die exakt selbe Anzahl von Inkjet-Tropfen auf den Landepunkten platziert wird.

[0012] Es ist weiterhin Stand der Technik, dass durch

die Rotation der Druckköpfe und/oder des Substrats versucht wird, die Lateralauflösung vorteilhaft an jene des Landezonenrasters anzupassen. Diese Anpassung wird durchgeführt, damit eine möglichst große Anzahl der Düsenlinien die Landezonen schneidet.

[0013] Es gibt Situationen, in denen die Anpassung der Lateralauflösung durch Rotation auf das Landezonenraster nicht durchführbar ist, oder aber die aufwändige Rotation von Druckköpfen und/oder Substraten gänzlich vermieden werden soll oder aber ein Druckkopf zum Einsatz kommen soll, welcher keine kontinuierliche Anpassung der Auflösung durch Rotation zulässt, wie beispielsweise leistungsfähige moderne Druckköpfe mit mehr als einer Düsenzeile.

[0014] Nicht praktikabel durchführbar ist die Rotation der Druckköpfe und/oder des Substrats beispielsweise in folgenden Situationen:

a) Das Substrat weist einen produktionsbedingten Verzug des Landezonenrasters zur einem ideal orthogonalen Landezonenraster auf, der eine Ausrichtung der Düsenlinien an eine große Zahl von Landezonen des Substrats nicht erlaubt. Dies ist beispielsweise bei flexiblen Substraten der Fall.

b) Die Landezonen sind nicht hinreichend gleichmäßig auf einem Raster verteilt - entweder produktionsbedingt oder absichtlich - so dass keine praktikable Ausrichtung gefunden werden kann.

[0015] Die Erfindung betrifft die oben beschriebenen Situationen, in welchen die Anpassung der Lateralauflösung an das Landezonenraster durch eine Rotation von Druckkopf relativ zum Substrat oder - genauer gesagt - zur Druckrichtung nicht durchgeführt werden soll oder nicht durchführbar ist bzw. nicht vorteilhaft ist.

[0016] Es ist somit Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Bedrucken eines Substrats mittels Ink-Jet-Druck anzugeben, mit dem ein genaues Bedrucken eines gegenüber einem ideal orthogonalen Landepunktraster verschobenen, verdrehten oder verzerrten, insbesondere nicht linear verzerrten Landepunktrasters mit geringem Aufwand zu ermöglichen.

[0017] Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art

1. die Lateralauflösung so groß gewählt wird, dass der kleinste Abstand der Düsenlinien kleiner ist als der minimale Abstand zwischen den Landezonenreihen und

2. dass bei einer durch das Substrat vorgegebenen Variation des Abstandes benachbarter Landezonenreihen zwischen verschiedenen Landezonenzeilen (Verzerrung) die Lage der Landezonen einer Landezonenzeile relativ zu den Düsenlinien ermittelt wird und daraus nur die Druckkopfdüsen, deren Düsenlinie eine Landezone schneiden, entsprechend

einem Düsenansteuerschema und dem entsprechenden Landezonentyp angesteuert werden.

[0018] In einer Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Lateralauflösung durch die Wahl eines Druckkopfes mit einer Anzahl von Druckdüsen in einer Druckkopfdüsenzeile, deren Abstand geringer ist, als der minimale Abstand der Landezonenreihen, erhöht wird.

[0019] Das Verfahren kann dadurch ausgestaltet werden, dass die Lateralauflösung durch die Wahl eines Druckkopfes erhöht wird, bei dem mindestens eine zu einer ersten Druckkopfdüsenzeile quer zur Druckrichtung versetzten zweiten Druckkopfdüsenzeile angeordnet ist.

[0020] Es ist auch möglich, dass die Lateralauflösung durch eine Verdrehung des Druckkopfes relativ zur Druckrichtung erhöht wird, derart dass seine Druckkopfdüsenzeile(n) einen Winkel zur Druckrichtung zwischen $>0^\circ$ und $<90^\circ$ einschließen.

[0021] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass die Lateralauflösung durch ein n-faches Überfahren des Druckkopfes relativ zum Substrat erhöht wird, wobei der Druckkopf bei jeder Überfahrt quer zur Druckrichtung verschoben wird.

[0022] Eine Variante ist dabei dadurch gekennzeichnet, dass der Druckkopf bei jeder Überfahrt um einen Betrag $x=i \cdot a+a/n$, mit $i=0,1,2,3,\dots$ verschoben wird.

[0023] Zum Ausgleich eines Moire-Effekts ist vorgesehen, dass die Position der Landepunkte innerhalb ihrer Landezonen randomisiert wird. Da die Positionen der Landepunkte damit innerhalb der zulässigen Grenzen zufällig gewählt werden, werden Wiederholungsmuster, die aufgrund ihrer Wiederholungsstruktur sichtbar würden, vermieden. Die Positionierung der Landepunkte kann dann durch Addition oder Subtraktion eines zufällig gewählten Wertes in den Lagekoordinaten erfolgen.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass ein Muster von Landepunkten in einer einzelnen Landezone durch mehr als eine, vorteilhaft mehrere Düsen bedruckt wird. Auch dadurch kann eine Wiederholstruktur vermieden werden.

[0025] Eine weitere Möglichkeit der Vermeidung von Wiederholungsstrukturen besteht darin, dass das Muster der Landepunkte von Landezone zu Landezone um ein oder mehrere Lateralauflösungsschritte zufällig verschoben wird.

[0026] Hierbei ist es möglich, dass die Ansteuerung der Düsen für eine jeweilige Landezone zufällig oder pseudozufällig erfolgt.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Muster der Landepunkte durch eine Kombination von Düsen mit unterschiedlichen Tropfenvolumina so gewählt wird, dass die in gleichartige Landezonen abgesetzte Tintenmenge um maximal 10% abweicht.

[0028] Zur Einstellung der Tintenmenge in einer Landezone ist es möglich, dass die Dosierung von Tropfen in eine Landezone so erfolgt, dass diejenigen Düsen,

welche die entsprechende Landezone in Folge der Relativbewegungen überstreichen, eine definierte Anzahl von Tropfen auf einen oder mehrere Landepunkte innerhalb der Landezone aufbringen.

[0029] Dabei ist es möglich, dass die Anzahl der Tropfen in dem Düsenansteuerschema oder in dem Landezonentyp festgelegt wird.

[0030] Zur Bestimmung der Lage und der Verzerrung ist vorgesehen, dass die Lage der Landezonen bestimmt wird, indem Ausrichtungsmarkierungen auf dem Substrat gescannt werden, dass deren Istpositionen mit Sollpositionen eines unverzerrten Substrats verglichen werden, dass daraus über lineare Lageabweichungen und Winkelabweichungen des Substrats hinausgehende Verzerrungen innerhalb des Substrats ermittelt werden und dass mittels eines mathematischen Modells die Lage der Landezonen entsprechend der Verzerrungen des Substrats berechnet werden.

[0031] Es ist möglich, dass Landezonen als Ausrichtungsmarkierungen verwendet werden.

[0032] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigt

Fig. 1 ein Beispiel eines RGB(W)-Pixels, bestehend aus vier Landezonen,

Fig. 2 ein Beispiel RGB-Pixels, bestehend aus drei Landezonen,

Fig. 3 ein Beispiel eines RGB-Pixels auf einem flexiblen EPD,

Fig. 4 eine Darstellung der Toleranzen für die Farbpixelposition im TFT-Pixelbereich mit vier Landezonen,

Fig. 5 eine longitudinale Druckauflösung in Druckrichtung gesteuert durch die Strahlfrequenz,

Fig. 6 eine Lateralauflösung (in y-Richtung), gesteuert vom Druckkopfwinkel,

Fig. 7 ein einfarbiges Tröpfchen auf einem Landeplatz innerhalb einer Landezone,

Fig. 8 eine Farbpixelmatrix mit 3x3 Landeplätzen innerhalb einer Landezone,

Fig. 9 eine typische nichtlineare Verzerrung von Pixelpositionen in flexiblen Displays nach dem Lösen vom starren Träger, blau = Designpositionen, rot = aktuelle Positionen,

Fig. 10 Designdaten von Ausrichtungsmarken und Pixelpositionen,

Fig. 11 eine Darstellung der Messung von Ausrich-

- tungsmarken,
- Fig. 12 eine Darstellung einer Rotationskorrektur,
- Fig. 13 eine Darstellung einer Vergrößerungskorrektur,
- Fig. 14 eine Darstellung einer Berechnung von Pixelpositionen (Landezonen) entlang Polynomen basierend auf der Ermittlung von Ausrichtungsmarkenpositionen,
- Fig. 15 ein schematisches Beispiel der Verzerrungskompensation,
- Fig. 16 eine schematische Darstellung der Wirkungsweise von gesteuerten Druckkopfdüsen während des linearen Druckbandes zur Korrektur der Verzerrung,
- Fig. 17 eine Darstellung, dass eine größere Lücke zwischen den Pixeln eine systematische optische Kontraständerung erzeugt, und
- Fig. 18 eine randomisierte Pixelverschiebung in y-Richtung.

[0033] Das Ausführungsbeispiel betrifft ein Verfahren zum Bedrucken von flexiblen Substraten.

[0034] Das Drucken von Farbfiltern direkt auf die Oberfläche einer aktiven Matrixanzeige ist eine bekannte Technologie. Wie in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt, werden üblicherweise drei Farben (RGB = rot, grün, blau) auf Subpixel eines hochauflösenden Pixelarrays gedruckt, was zu einer RGB-Anzeige führt. Dabei stellen die Subpixel im Sinne der Erfindung Landezonen dar. Folglich werden die Pixelarrays mittels Landezonen-Arrays erzeugt.

Übliche Pixelanzahlen in einer aktiven Matrixanzeige liegen zwischen einigen Tausend und einigen Millionen Pixeln pro Anzeige. Übliche Bildschirmauflösungen liegen zwischen 50ppi und über 300ppi.

[0035] Übliche Farbfilter-Arrays sind RGB oder RGBW (RGBW = rot, grün, blau, weiß, wobei W nicht gedruckt wird). Während in diesem Ausführungsbeispiel jede Farbe nur eine Geometrie der Landezone aufweist und insbesondere die Geometrie der Landezonen R, G und B im Beispiel gleich gewählt ist, kann im Allgemeinen die Geometrie der Landezonen auch unterschiedlich sein und mehr als eine Geometrie d.h. mehr als ein Landezonentyp pro Farbe existieren.

[0036] Als Beispiel eines flexiblen Substrats soll ein flexibles EPD (EPD = electronic paper display) dienen. Wie in Fig. 3 dargestellt, beträgt dabei die ursprüngliche s/w-Auflösung (s/w = schwarz / weiß) 150 ppi mit jeweils 170 μm TFT-Pixelgröße (TFT = Thin Film Transistor). Um eine Farbanzeige zu erzeugen, wird ein RGB-Filter oben auf das s/w-TFT-Pixel gedruckt, wobei jedes Farb-

pixel gewöhnlich etwas kleiner ist als die TFT-Pixelgröße (z.B. 150 μm). Die resultierende Farbanzeigeauflösung liegt hier bei 75 ppi.

[0037] Ein wichtiges Kriterium ist die Platzierung von Farbpixeln, die aus Landepunkten von Ink-Jet-Tropfen bestehen, in jedem TFT-Pixel, d.h. jeder Landezone, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. Während andere Kriterien ebenso gelten könnten, ist es eine Bedingung, dass das Farbpixel innerhalb des TFT-Pixels nicht in benachbarte TFT-Pixel übergreifen darf, sondern für alle Pixel über eine aktive Matrixanzeige innerhalb des TFT-Pixelbereichs liegen muss.

[0038] Typischerweise hat ein Druckfarbfilter, welches mittels Ink-Jet erzeugt wird, die folgenden Verfahrensschritte:

1. Eine Funktionserkennungskamera erkennt mehrere Ausrichtungsmarkierungen (normalerweise 4) innerhalb der aktiven Matrix oder außerhalb der aktiven Matrix (Ausrichtungsmarkierungen, die normalerweise während des Prozessablaufs des TFT-Arrays erzeugt werden). Alle TFT-Pixelpositionen der aktiven Matrixanzeige in Bezug auf die Ausrichtungsmarkierungen sind durch die Gestaltung der Anzeige bekannt.

2. Abhängig von der Platzierung des Display-Substrats auf einem Haltetisch der Ink-Jet-Druckmaschine kann diese einen x- und y-Offset kompensieren, indem sie den Haltetisch oder den Druckkopf zur Korrektur der Startposition bewegt und die Drehung normalerweise durch Drehen des Haltetischs in die gewünschte Position ausgleicht.

3. Die Ink-Jet-Druckmaschine beginnt mit dem Drucken mit linearen Druckkopfstreifen über das Substrat (normalerweise bewegt sich der Haltetisch in Druckrichtung (x-Richtung in Richtung der Druckstreifen) und die Druckköpfe bewegen sich quer zur Druckrichtung (y-Richtung).

4. Die Steuerung der Landepunkte (Longitudinalauflösung) in x-Richtung (Druckrichtung) erfolgt durch Steuerung der Ausstoßfrequenz von Druckkopf und Haltetischgeschwindigkeit, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

5. Die Auflösung in y-Richtung wird durch die native Auflösung des Druckkopfes angegeben. Die Auflösung in y-Richtung kann erhöht werden, indem der Druckkopf entsprechend gedreht wird, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist.

6. Wie in Fig. 7 und 8 dargestellt, kann die Erzeugung von Farbpixeln in jedem TFT-Pixel durch ein einfarbiges Tintentröpfchen oder durch Ausstoßen einer Matrix von mehreren Farbtintentröpfchen innerhalb jedes TFT-(Sub-)Pixelbereichs (Landezone) erfol-

gen.

[0039] Typische FarbInk-Jetdrucker für den Farbfilterdruck auf einer Aktivmatrixanzeige verwenden Druckköpfe mit einer nativen Auflösung von bis zu 600 ppi und einer Einzeltröpfchengröße von $> 30 \mu\text{m}$.

Aktivmatrix-Anzeigearrays weisen üblicherweise eine orthogonale (lineare/rechteckige) Anordnung von TFT-Pixeln über den Anzeigebereich auf. Der oben beschriebene Farbfilterdruckprozess beruht auf der genauen Position jedes Subpixels und äußerer Justiermarken, die nur geringe Abweichungen zulassen (maximal einige μm). Dies ist kein Problem, da typischerweise aktive Display-Arrays auf starren Glassubstraten erzeugt werden.

[0040] Auch der Druckprozess einer flexiblen Anzeige mit hoher Auflösung wird üblicherweise durchgeführt, während das flexible Substrat mit einem starren Glsträger verbunden ist. Solange das Substrat Glas ist oder mit Glas verbunden ist, bleibt die Anordnung starr und das folgende Farbfilterdruckverfahren kann sich auf bekannte Subpixelpositionen in Bezug auf die Ausrichtungsmarkierungen stützen, wie sie durch das Design vorgegeben sind.

[0041] Für einen Herstellungsprozess von Display auf flexiblen Substraten kann der Herstellungsfluss ein Farbfilterdrucken erfordern, nachdem das flexible Substrat (mit dem fertiggestellten TFT-Array-Verfahren) von dem starren Glsträger gelöst ist. Während jedes flexible Substrat (z. B. PEN, PI, PET, ...) von seinem starren (Glas-)Träger gelöst wird, erfährt das flexible Substrat eine signifikante Verzerrung. Sowohl die Ausrichtungsmarkierungen als auch die TFT-Pixelpositionen des Anzeigefelds werden sich nichtlinear verschieben.

[0042] Die Größe der Verschiebung, wie sie in Fig. 9 dargestellt ist, nimmt mit zunehmender Anzeigegröße zu. Auch jede Temperaturänderung hat eine signifikante Expansions-/Retraktionswirkung des flexiblen Substrats zur Folge. Folglich stimmen die Ausrichtungsmarkierungen nicht mehr mit der Entwurfsposition überein, die TFT-Pixelposition in Bezug auf Ausrichtungsmarkierungen stimmt nicht mehr mit der Entwurfsposition überein und alle TFT-Pixelpositionen in der Anordnung werden ebenfalls von den Entwurfspositionen abweichen. Offsets können $5 \mu\text{m}$ bis zu einigen hundert μm betragen. Die Versatzwerte (Verzerrung) sind für jede Anzeige unterschiedlich. Aber der Farbfilterdruck erfordert eine präzise Pixelposition, jede Abweichung von $> 5\text{-}10 \mu\text{m}$ würde das Farbfilterverfahren unmöglich machen, da Farbpixel nicht mehr exakt in TFT-Pixel gedruckt werden können. Diese maximal zulässige Abweichung wird überschritten, indem das flexible Substrat vom starren Träger gelöst und das flexible Substrat verzerrt wird.

[0043] Infolgedessen würde die Ink-Jet-Druckmaschine Ausrichtungsmarkierungen mit einer Merkmalerkennung (z. B. an den vier Ecken einer Anzeige) scannen und eine nicht rechteckige Positionierung dieser Ausrichtungsmarkierungen finden. Nichtlinear verschobene TFT-Pixelpositionen können nicht ermittelt, berechnet

und kompensiert werden. Nur ein durchschnittliches rechteckiges Gitter kann berechnet und für die Druckpositionsberechnung verwendet werden. Die tatsächlichen TFT-Pixelpositionen weichen jedoch um mehr als $5\text{-}10 \mu\text{m}$ für den größten Teil der Anzeigefläche ab, an der das Druckergebnis leiden wird.

[0044] Der Ansatz zur Überwindung des Problems besteht in der Kombination zweier Konzepte. Zuerst wird ein mathematisches Modell verwendet, um die Pixelposition auf einem verzerrten Anzeigesubstrat vorherzusagen (Ermittlung der Landezonen). Zweitens wird ein hochauflösender Ink-Jet-Druckkopf für den Farbfilterdruck verwendet, der Verzerrungen unter Beibehaltung eines hohen Produktionsdurchsatzes ausgleicht.

[0045] Die Prozesssequenz, wie sie in den Figuren 10 bis 14 dargestellt ist, ist dabei folgende:

1. Eine Erkennungs-Kamera scannt 4 Ausrichtungsmarkierungen. Abhängig von der Anzeigegröße, der erforderlichen Genauigkeit und der Verzerrung. Je nach Art und Größe der Verzerrung kann sich die Anzahl der abzutastenden Ausrichtungsmarkierungen erhöhen. Für eine typische $\sim 10"$ Displaygröße sind 8 Ausrichtungsmarkierungen ausreichend.

Die Auswahl der Ausrichtungsmarkierungen sollte so erfolgen, dass die Anzeigeverzerrung gut genug erfasst werden kann. Dies wären typischerweise 4 Ausrichtungsmarkierungspositionen an der Ecke der Anzeige und 4 Ausrichtungsmarkierungen an der Seite der Anzeige. Je näher die Ausrichtungsmarkierungen an der aktiven Fläche liegen, desto besser ist das spätere Berechnungsergebnis. Auch Ausrichtungsmarkierungen innerhalb der aktiven Matrix können verwendet werden (Ausrichtung am obersten Pixel der TFT-Matrix; wenn EPD-Medien vorhanden sind, können Ausrichtungsmerkmale direkt in die Anzeige eingetrieben werden).

2. Ein mathematisches Modell wird angewendet, um alle Pixelpositionen der Anzeige vorherzusagen, wobei alle 8 (oder mehr) Ausrichtungsmarkierungen berücksichtigt werden und die beste Anpassung berechnet wird. Die resultierende Matrix der x- und y-Position von Pixeln in der Anzeige ist kein lineares Gitter, sondern eine Matrix von Polynomlinien. Hierbei wird angenommen, dass die Verzerrung innerhalb der aktiven Matrix im Allgemeinen der Verzerrung folgt, die an den Ausrichtungsmarkierungen gemessen wird. In der Realität wird immer noch ein gewisser Versatz zwischen berechneter und tatsächlicher Pixelposition vorhanden sein. Dies ist akzeptabel, solange die Abweichung für alle Pixel klein genug ist.

3. Die Ink-Jet-Druckmaschine erhält nun die berechneten Pixelmittelpositionen (Landezonen) und ein Druckbild für jedes zu druckende Farbpixel (Landezonentyp). Die Verwendung von hochauflösenden

Druckköpfen mit einem kleinen Tropfenvolumen ermöglicht es, ein Farbpixel als eine Matrix aus vielen kleinen Farbpunkten (auf den Landepunkten) zusammenzusetzen. Für die hier besprochene Anwendung ist eine typische Tropfengröße 15-20 µm. Um beispielsweise ein Farbpixel von 150x150 µm zu erzeugen, kann eine Farbmatrix aus 12x12-Tröpfchen aufgetragen werden, während sich die Tröpfchen überlagern. Ein typisches zu druckendes Farbpixelbild ist quadriert. Aber mit hoher Auflösung und kleinen Tröpfchen können auch andere Formen gedruckt werden, um die optische Leistung des Farbfilters zu beeinflussen und Prozessbetrachtungen (wie Düsenausstoßabweichungen) zu kompensieren.

4. Beim Ink-Jet-Drucken kann jeder Streifen nur einer linearen Bewegung folgen. Die Verzerrungskompensation wird jetzt angewendet, indem die hohe Auflösung des Druckkopfs und die Maschinengenauigkeit verwendet werden. Zum Beispiel wird hier ein nativer 1200 dpi-Druckkopf verwendet, der bei 2400 dpi betrieben wird. Dies ermöglicht eine Tröpfchenplatzierung aller ~10 µm innerhalb von nur 2 Druckbändern. Eine solche Auflösung ist hoch genug, um jeden Farbbereich ausreichend zentriert auf jedem TFT-Pixel anzuordnen. Eine höhere Auflösung ist möglich, wenn mehr Farbbänder für den Farbpixeldruck ausgeführt werden. Dadurch wird allerdings der Durchsatz in der Produktionsumgebung beeinträchtigt.

Wie in den Fig. 15 und 16 dargestellt, erfolgt die tatsächliche Kompensation während des linearen Druckbandes durch Steuern der einzelnen Strahldüsen, die während der linearen Bandbewegung ein- und ausschaltet werden. Ein gegebener Satz von Düsen wird die Farbpixel entlang des Bandes drucken, solange die Mittenposition innerhalb von ~5 µm der Farbpixelmatrix liegt. Wenn die Mittenposition die 5 µm-Grenze überschreitet, wird eine Düse der Matrix ausgeschaltet und die nächste Düse auf der gegenüberliegenden Seite der Matrix wird eingeschaltet. Auf diese Weise bleibt die Farbpixelmatrix gleich, aber das Farbpixel springt um ~10 µm (Lateralauflösung). Das Farbpixel befindet sich immer noch innerhalb des erlaubten TFT-Pixelbereichs. Dies wird kontinuierlich entlang der Druckrichtung durchgeführt, wodurch alle Farbpixel genau genug entlang des berechneten Polynoms platziert werden können.

5. Mit einem derartigen Verzerrungskompensationsansatzes wird die Ink-Jet-Maschine keine mechanische Drehung der Vakuumspannvorrichtung oder des Druckkopfs mehr benötigen. Die Drehung des Haltetisches wird normalerweise ausgeführt, um den Rotationsversatz während des Platzierens des Substrats zum Einspannen zu kompensieren. Mit dem

hier besprochenen Ansatz wird auch eine leichte Rotation des Substrats mit der gleichen Methode kompensiert.

Die Drehung des Druckkopfs ist normalerweise nicht erforderlich, um die native Auflösung des Druckkopfs an die erforderliche Druckauflösung anzupassen. Mit dem hier besprochenen Ansatz wird die erforderliche Druckauflösung erreicht.

[0046] Ein solcher Ansatz, wie oben beschrieben, kann ein weiteres Problem haben, dessen Lösung nachfolgend und wie in Fig. 17 dargestellt, aufgezeigt wird.

[0047] Mit einem hochauflösenden Druckkopf zur Korrektur von Pixelpositionen in y-Richtung wird eine Lateralauflösung verwendet. Die Lateralauflösung beträgt beispielsweise 1200 dpi und beim Drucken mit 2400 dpi (in zwei Durchgängen) beträgt der Abstand zwischen den Punkten 10,58333333 µm. Das TFT-Pixel-Design des Displays hat eine exakte Größe von 170 µm (Pixel zu Pixel). Der Effekt ist, dass die Lateralauflösung des Druckkopfs nicht gleichmäßig durch die Auflösung der Pixelgröße geteilt werden kann.

[0048] Zum Beispiel ergeben 16 Punkte in y-Richtung $16 \times 10,58333333 \mu\text{m} = 169,33333333$, das einen Rest von 0,6666666 µm hat. Dies ist ein kleiner Versatz, der für ein TFT-Pixel akzeptabel ist. Aber alle 15 TFT-Pixel addiert sich der Rest zu ~10 µm. Daher muss das Sub-Farbpixel nach 15 TFT-Pixeln um eine Düsendistanz (10,5 µm) zur Kompensation "springen".

[0049] Da Positionen von Düsen festgelegt sind (gegeben durch die Lateralauflösung), wird dieser "Sprung" regelmäßig entlang der y-Richtung stattfinden und gleichmäßig über die Anzeige entlang der x (Druck)-Richtung verteilt sein. Das Ergebnis ist, dass alle 15 TFT-Pixel in y-Richtung die Lücke zwischen zwei benachbarten Farb-Subpixeln im Vergleich zu allen anderen Lücken unterschiedlich ist (~10 µm). Diese größere Lücke befindet sich auf der gesamten y-Position entlang der Druckrichtung und wiederholt sich alle 15 TFT-Pixel. Für das menschliche Auge ist dieser systematische Versatz als lokale Kontrastdifferenz sichtbar, die stark genug ist, um als hellere und dunklere Linien entlang der Druckrichtung gesehen zu werden. Der optische Eindruck (ähnlich dem Moire-Effekt) stört die optische Gleichmäßigkeit der Helligkeit über das Display und ist nicht akzeptabel.

[0050] Abhängig von der Substratplatzierung (Rotation) auf der Vakuumspannvorrichtung können diese sich wiederholenden Linien in der Winkelrichtung über die Anzeige anstatt von geraden Linien entlang der Druckrichtung sein. Dies ist auf die oben diskutierte Rotationskorrektur zurückzuführen, die nun die Auflösungskompensation überlagert.

[0051] Um den Effekt zu reduzieren, kann die Druckauflösung auf 4800 dpi (4swaths) erhöht werden. Der resultierende "Sprung" wird nun alle 8 TFT-Pixel passieren und der "Sprung" beträgt jetzt nur ~5 µm. Dadurch wird der optische Effekt reduziert, aber nicht beseitigt. Außer-

dem erhöht es die Prozesszeit um den Faktor 2, was in der Massenproduktionsumgebung nicht erwünscht ist.

[0052] Die bessere und hier in Fig. 18 gezeigte Lösung ist eine zufällige Änderung der "Sprung" -Positionen in y-Richtung entlang der Druckrichtung. Das Ergebnis ist eine Unterbrechung der systematischen Linien, wodurch der Offset für die Auflösungskompensation für das menschliche Auge nicht erfassbar ist.

Bezugszeichenliste

[0053]

- 1 Landezone
- 2 Landeplatz
- 3 Druckkopf

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bedrucken eines Substrats mittels Ink-Jet-Druck, wobei auf dem Substrat Landezonen (1), die einem Landezonentyp entsprechen, in einem Landezonenraster, bestehend aus Landezonenzeilen und dazu senkrecht ausgerichteten Landezonenreihen, vorgegeben sind, das Landezonenraster relativ zu einem Druckkopf (3) derart ausgerichtet wird, dass die Landezonenreihen im Wesentlichen parallel zur Druckrichtung verlaufen, und die Ansteuerung des Druckkopfes derart erfolgt, dass ein oder mehrere Tropfen einer oder mehrerer Druckkopfdüsen ein Muster von Landepunkten innerhalb der Landezone erzeugen, wobei die Druckkopfdüsen fiktive Düsenlinien auf der Substratoberfläche mit einer den Abstand zwischen den Düsenlinien repräsentierenden Lateralauflösung erzeugen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lateralauflösung so groß gewählt wird, dass der kleinste Abstand der Düsenlinien kleiner ist als der minimale Abstand zwischen den Landezonenreihen und dass bei einer durch das Substrat vorgegebenen Variation des Abstandes benachbarter Landezonenreihen zwischen verschiedenen Landezonenzeilen die Lage der Landezonen einer Landezonenzeile relativ zu den Düsenlinien ermittelt wird und daraus nur die Druckkopfdüsen, deren Düsenlinie eine Landezone schneiden, entsprechend einem Düsenansteuerungschema und dem entsprechenden Landezonentyp angesteuert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lateralauflösung durch die Wahl eines Druckkopfes mit einer Anzahl von Druckdüsen in einer Druckkopfdüsenzeile, deren Abstand geringer ist, als der minimale Abstand der Landezonenreihen, erhöht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die Lateralauflösung durch die Wahl eines Druckkopfes erhöht wird, bei dem mindestens eine zu einer ersten Druckkopfdüsenzeile quer zur Druckrichtung versetzten zweiten Druckkopfdüsenzeile angeordnet ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lateralauflösung durch eine Verdrehung des Druckkopfes relativ zur Druckrichtung erhöht wird, derart dass seine Druckkopfdüsenzeile(n) einen Winkel zur Druckrichtung zwischen $>0^\circ$ und $<90^\circ$ einschließen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lateralauflösung durch ein n-faches Überfahren des Druckkopfes relativ zum Substrat erhöht wird, wobei der Druckkopf bei jeder Überfahrt quer zur Druckrichtung verschoben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckkopf bei jeder Überfahrt um einen Betrag $x = i * a + \frac{a}{n}$, mit $i = 0, 1, 2, 3 \dots$ verschoben wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position der Landepunkte innerhalb ihrer Landezonen randomisiert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Muster von Landepunkten in einer einzelnen Landezone durch mehr als eine, vorteilhaft mehrere Düsen bedruckt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Muster der Landepunkte von Landezone zu Landezone um ein oder mehrere Schritte zufällig verschoben wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerung der Düsen für eine jeweilige Landezone zufällig oder pseudozufällig erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Muster der Landepunkte durch eine Kombination von Düsen mit unterschiedlichen Tropfenvolumina so gewählt wird, dass die in gleichartige Landezonen abgesetzte Tintenmenge um maximal 10% abweicht.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dosierung von Tropfen in eine Landezone so erfolgt, dass diejenigen Düsen, welche die entsprechende Landezone

in Folge der Relativbewegungen überstreichen, eine definierte Anzahl von Tropfen auf einen oder mehrere Landepunkte innerhalb der Landezone aufbringen.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Tropfen in dem Düsenansteuerschema oder in dem Landezonentyp festgelegt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lage der Landezonen bestimmt wird, indem Ausrichtungsmarkierungen auf dem Substrat gescannt werden, dass deren Istpositionen mit Sollpositionen eines unverzerrten Substrats verglichen werden, dass daraus über lineare Lageabweichungen und Winkelabweichungen des Substrats hinausgehende Verzerrungen innerhalb des Substrats ermittelt werden und dass mittels eines mathematischen Modells die Lage der Landezonen entsprechend der Verzerrungen des Substrats berechnet werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Landezonen als Ausrichtmarkierungen verwendet werden.

Claims

1. Method for printing a substrate by means of ink-jet printing, wherein landing zones (1) which correspond to a landing zone type are predefined on the substrate in a landing zone pattern, consisting of landing zone lines and landing zone rows aligned at right angles thereto, the landing zone pattern is aligned relative to a print head (3) in such a way that the landing zone rows extend substantially parallel to the printing direction, and the print head is activated in such a way that one or more drops of one or more print head nozzles produce a pattern of landing points within the landing zone, wherein the print head nozzles produce imaginary nozzle lines on the substrate surface with a lateral resolution representing the spacing between the nozzle lines, **characterized in that** the lateral resolution is chosen to be large enough that the smallest spacing of the nozzle lines is smaller than the minimum spacing of the landing zone rows and **in that**, in the event of a variation in the spacing of adjacent landing zone rows between various landing zone lines, predefined by the substrate, the position of the landing zones of a landing zone line relative to the nozzle lines is determined and, from the latter, only the print head nozzles of which the nozzle line intersects a landing zone are activated in accordance with a nozzle activation scheme and the corresponding landing zone type.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the lateral resolution is increased by the choice of a print head having a number of print nozzles in a print head nozzle line, the spacing of which is lower than the minimum spacing of the landing zone rows.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the lateral resolution is increased by the choice of a print head in which at least one second print head nozzle line is arranged to be offset with respect to a first print head nozzle line transversely relative to the printing direction.
4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the lateral resolution is increased by a rotation of the print head relative to the printing direction in such a way that its print head nozzle row(s) enclose(s) an angle between $> 0^\circ$ and $< 90^\circ$ to the printing direction.
5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the lateral resolution is increased by means of an n-fold pass of the print head relative to the substrate, wherein the print head is displaced transversely with respect to the printing direction during each pass.
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the print head is displaced during each pass by an amount $x = i \cdot a + a/n$, where $i=0, 1, 2, 3, \dots$
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the position of the landing points within their landing zones is randomized.
8. Method according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** a pattern of landing points in an individual landing zone is printed by more than one nozzle, advantageously multiple nozzles.
9. Method according to Claim 8, **characterized in that** the pattern of landing points is displaced randomly by one or more steps from landing zone to landing zone.
10. Method according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** nozzles for a respective landing zone are activated randomly or pseudo-randomly.
11. Method according to Claim 10, **characterized in that** the pattern of landing points is chosen by means of a combination of nozzles having different drop volumes such that the quantity of ink deposited in identical landing zones deviates by a maximum of 10%.
12. Method according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the metering of drops into a

landing zone is such that those nozzles which sweep over the corresponding landing zone as a result of the relative movements apply a defined number of drops to one or more landing points within the landing zone.

13. Method according to Claim 12, **characterized in that** the number of drops is defined in the nozzle activation scheme or in the landing zone type.
14. Method according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the position of the landing zones is determined by alignment marks on the substrate being scanned, **in that** their actual positions are compared with target positions of a non-distorted substrate, **in that** distortions within the substrate exceeding linear position deviations and angular deviations of the substrate are determined therefrom, and **in that** the position of the landing zones is calculated by means of a mathematical model according to the distortions of the substrate.
15. Method according to Claim 14, **characterized in that** landing zones are used as alignment markings.

Revendications

1. Procédé d'impression d'un substrat par impression à jet d'encre, des zones de réception (1), qui correspondent à un type de zone de réception, étant prévues sur le substrat suivant une trame de zone de réception qui comprennent des lignes de zone de réception et des rangées de zones de réception alignées perpendiculairement à celles-ci, la trame de zone de réception étant orientée par rapport à une tête d'impression (3) de telle manière que les rangées de zones de réception s'étendent sensiblement parallèlement à la direction d'impression, et la commande de la tête d'impression étant effectuée de telle manière qu'une goutte ou plus d'une buse de tête d'impression ou plus génèrent un motif de points de réception dans la zone de réception, les buses de tête d'impression générant des lignes de buses fictives sur la surface du substrat avec une résolution latérale représentant la distance entre les lignes de buses, **caractérisé en ce que** la résolution latérale est choisie de sorte que la plus petite distance entre les lignes de buses soit inférieure à la distance minimale entre les rangées de zones de réception et **en ce que** la position des zones de réception d'une rangée de zones de réception par rapport aux lignes de buses est déterminée lors d'une variation, donnée par le substrat, de la distance entre des rangées de zones de réception adjacentes entre différentes rangées de zones de réception et à partir de là seules les buses de tête d'impression, dont la ligne de buses coupe une zone de réception, sont commandées se-

lon un schéma de commande de buses et selon le type de zone de réception correspondant.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la résolution latérale est augmentée par le choix d'une tête d'impression comportant un nombre de buses d'impression dans une ligne de buses de tête d'impression dont la distance est inférieure à la distance minimale entre les rangées de zones de réception.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la résolution latérale est augmentée par le choix d'une tête d'impression dans laquelle est disposée au moins une deuxième ligne de buses de tête d'impression décalée d'une première ligne de buses de tête d'impression transversalement à la direction d'impression.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la résolution latérale est augmentée par rotation de la tête d'impression par rapport à la direction d'impression de sorte que sa ou ses lignes de buses de tête d'impression forment par rapport à la direction d'impression un angle $> 0^\circ$ et $< 90^\circ$.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la résolution latérale est augmentée par n passages de la tête d'impression par rapport au substrat, la tête d'impression étant déplacée transversalement à la direction d'impression à chaque passage.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la tête d'impression est déplacée d'une valeur $x = i * a + \frac{a}{n}$, avec $i = 0, 1, 2, 3, \dots$, à chaque passage.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position des points de réception est randomisée à l'intérieur de leurs zones de réception.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'un** motif de points de réception dans une zone de réception individuelle est imprimé par plus d'une buse, avantageusement par plusieurs buses.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le motif des points de réception est déplacé aléatoirement d'une zone de réception à une zone de réception d'un pas ou plus.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **ca-**

caractérisé en ce que la commande des buses est effectuée de manière aléatoire ou pseudo-aléatoire pour une zone de réception respective.

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le motif des points de réception est choisi par une combinaison de buses ayant des volumes de gouttes différents de sorte que la quantité d'encre déposée dans des zones de réception similaires s'écarte au maximum de 10 %. 5
10

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le dosage de gouttes dans une zone de réception est effectué de telle sorte que les buses, qui balaient la zone de réception correspondante du fait des mouvements relatifs, déposent un nombre défini de gouttes en un point de réception ou plus à l'intérieur de la zone de réception. 15

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le nombre de gouttes est spécifié suivant le schéma de commande de buses ou suivant le type de zone de réception. 20

14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la position des zones de réception est déterminée par balayage de repères d'orientation sur le substrat, **en ce que** leurs positions réelles sont comparées à des positions cibles d'un substrat non déformé, **en ce que**, à partir de là, des déformations, allant au-delà des écarts de position linéaires et des écarts angulaires du substrat, sont déterminées à l'intérieur du substrat et **en ce que** la position des zones de réception est calculée en fonction des déformations du substrat au moyen d'un modèle mathématique. 25
30
35

15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** des zones de réception sont utilisées comme repères d'orientation. 40

45

50

55

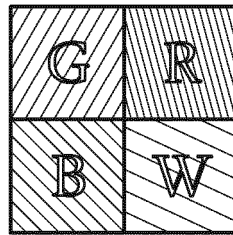


Fig. 1

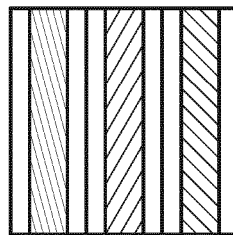


Fig. 2

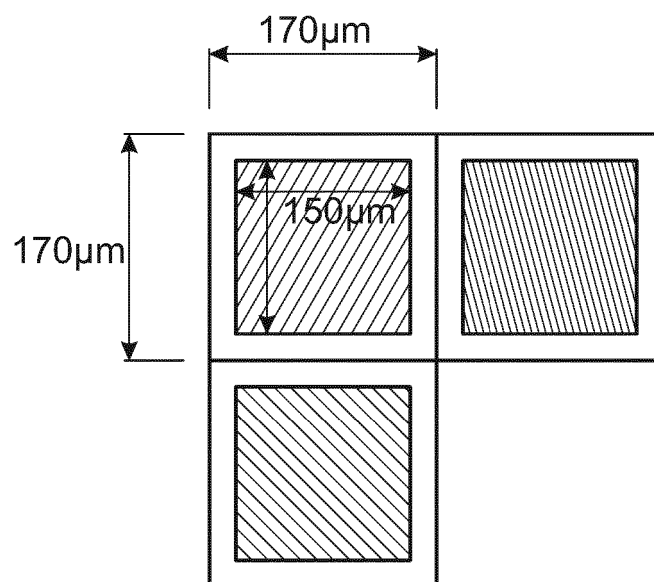


Fig. 3

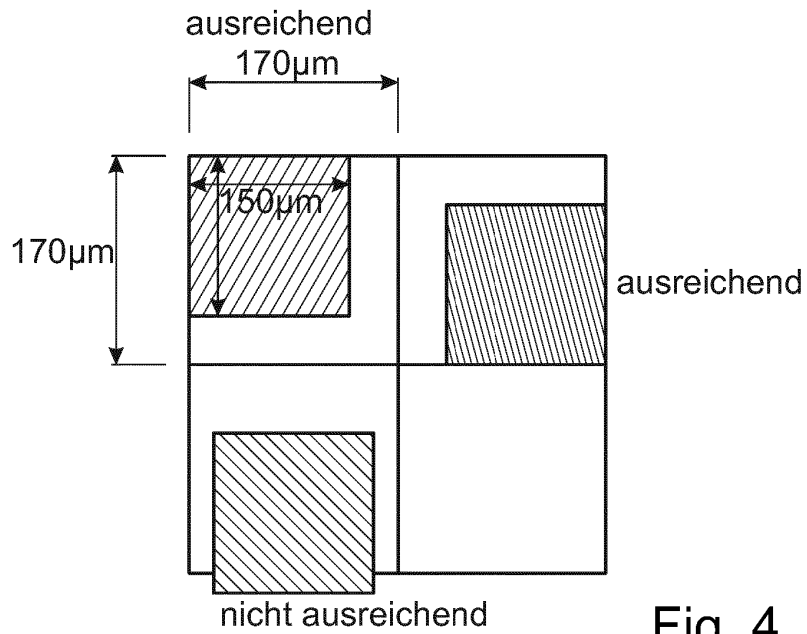


Fig. 4

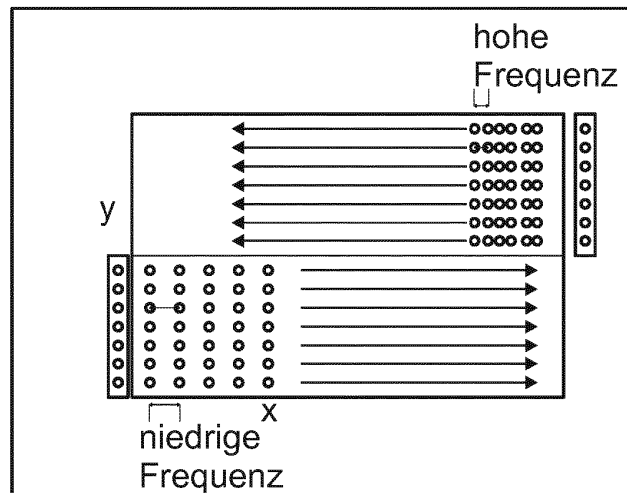


Fig. 5

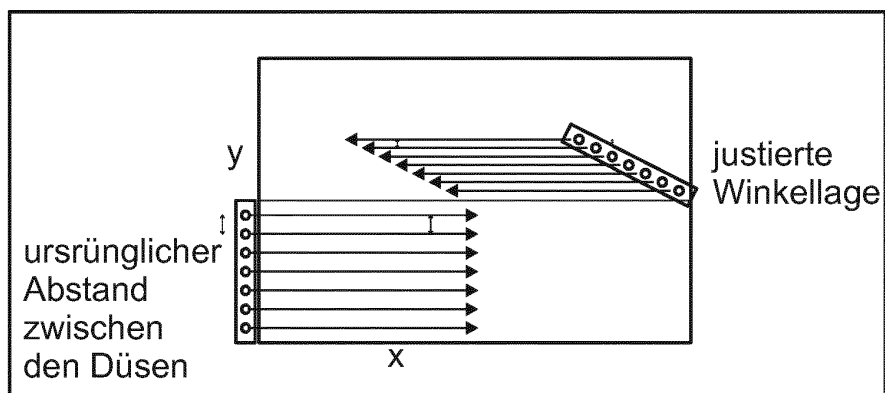


Fig. 6

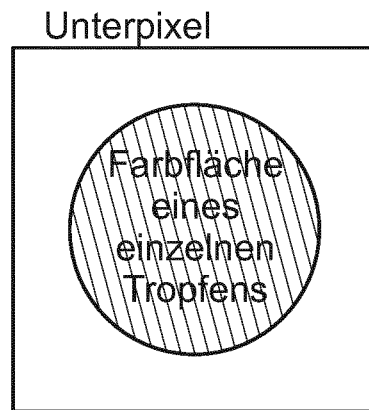


Fig. 7

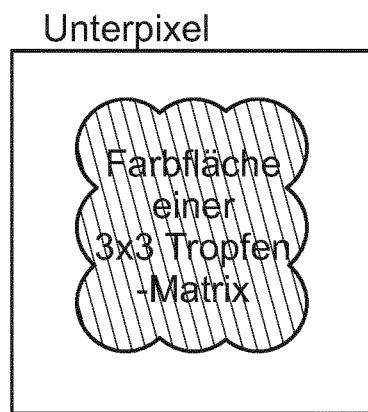


Fig. 8

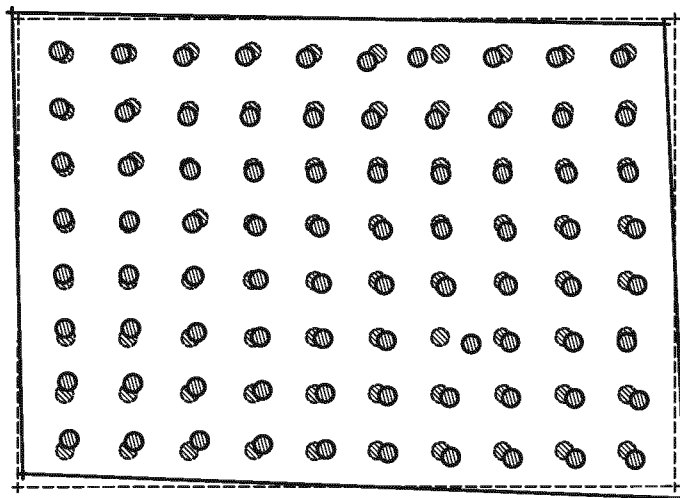


Fig. 9

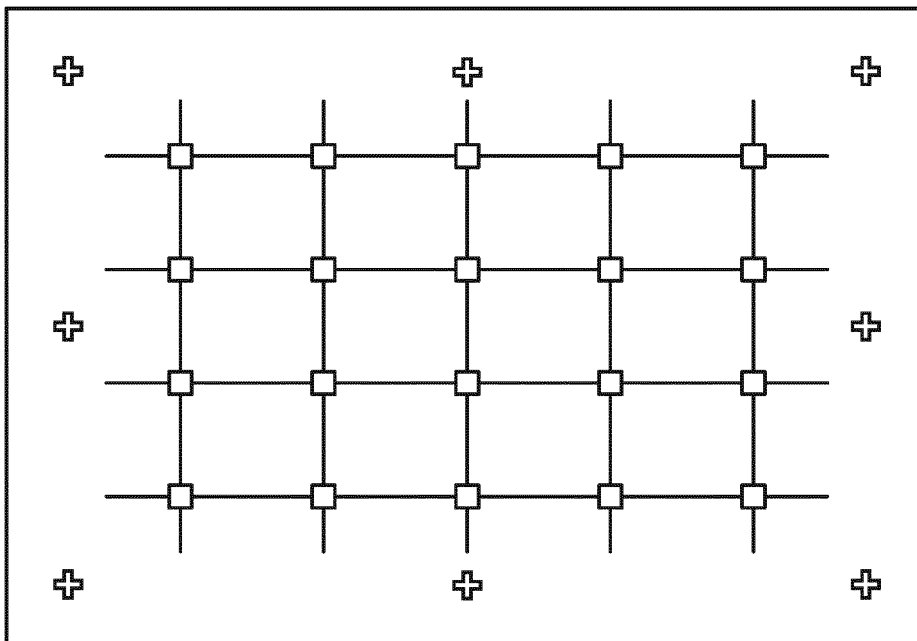


Fig. 10

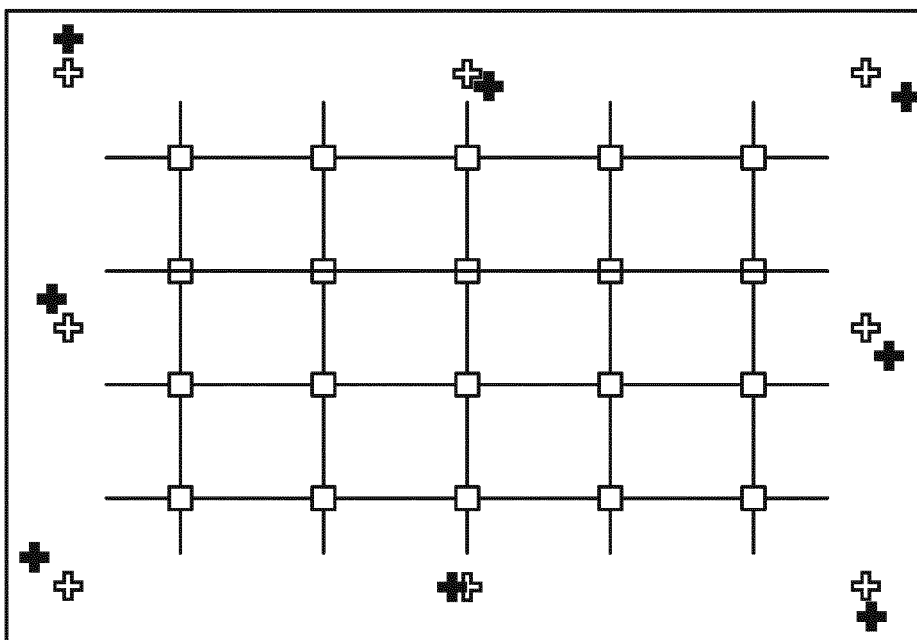


Fig. 11

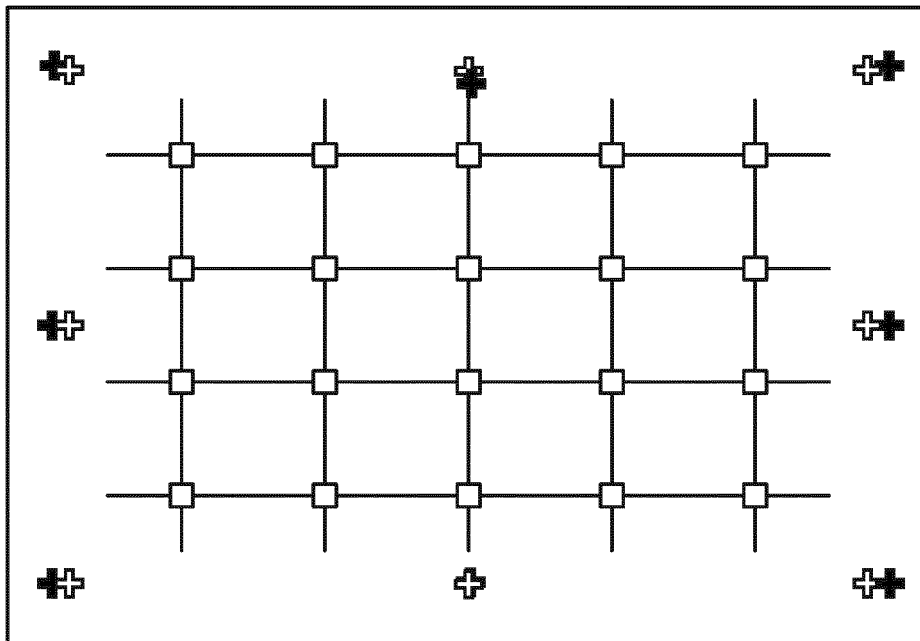


Fig. 12

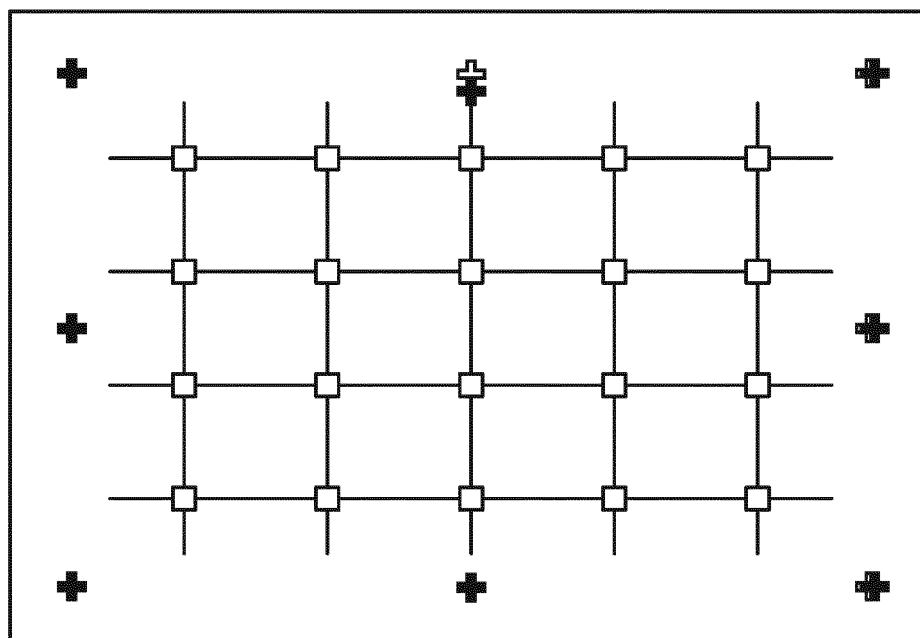


Fig. 13

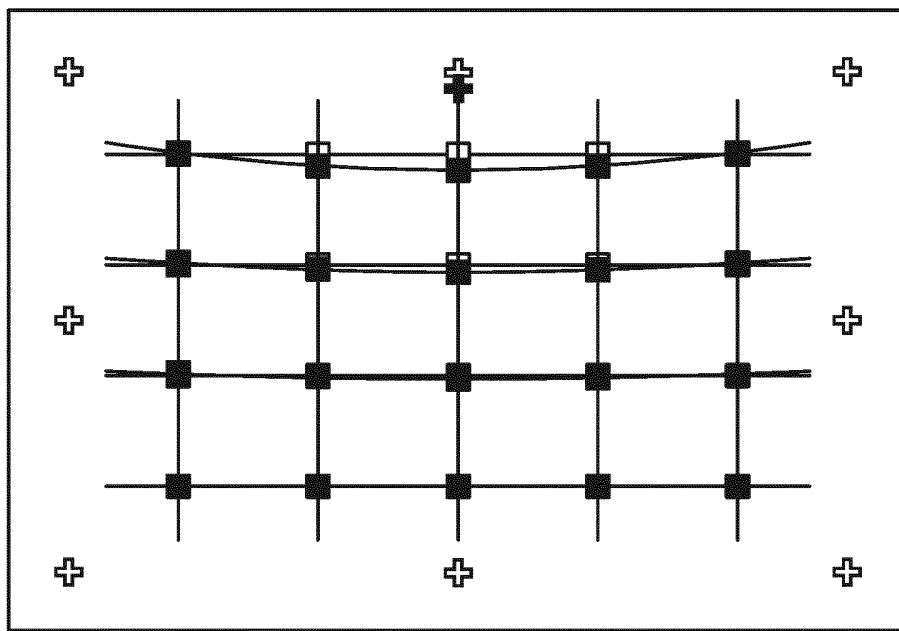


Fig. 14

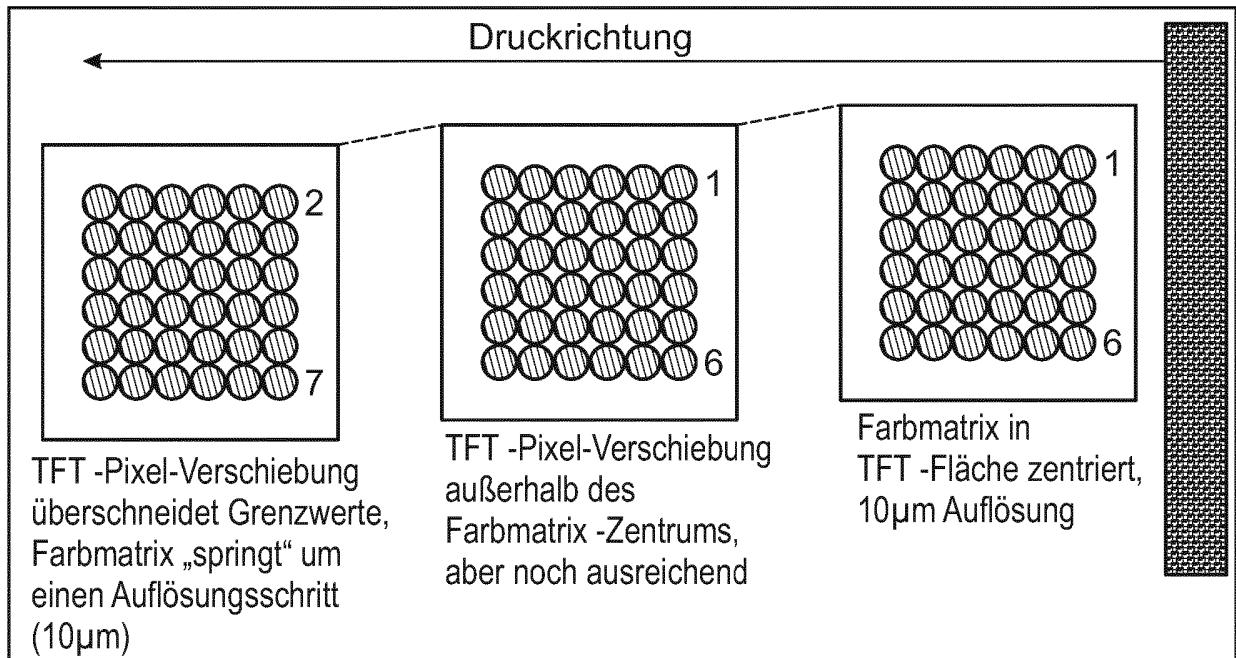


Fig. 15

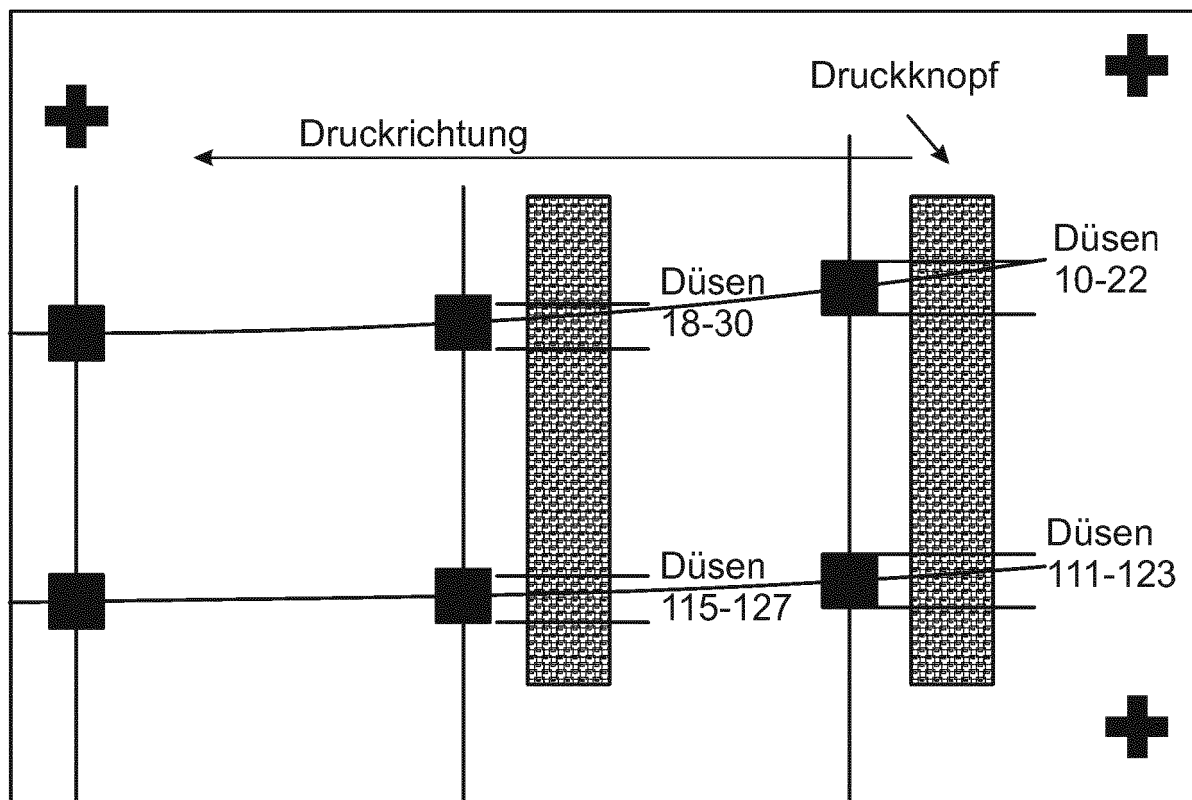


Fig. 16

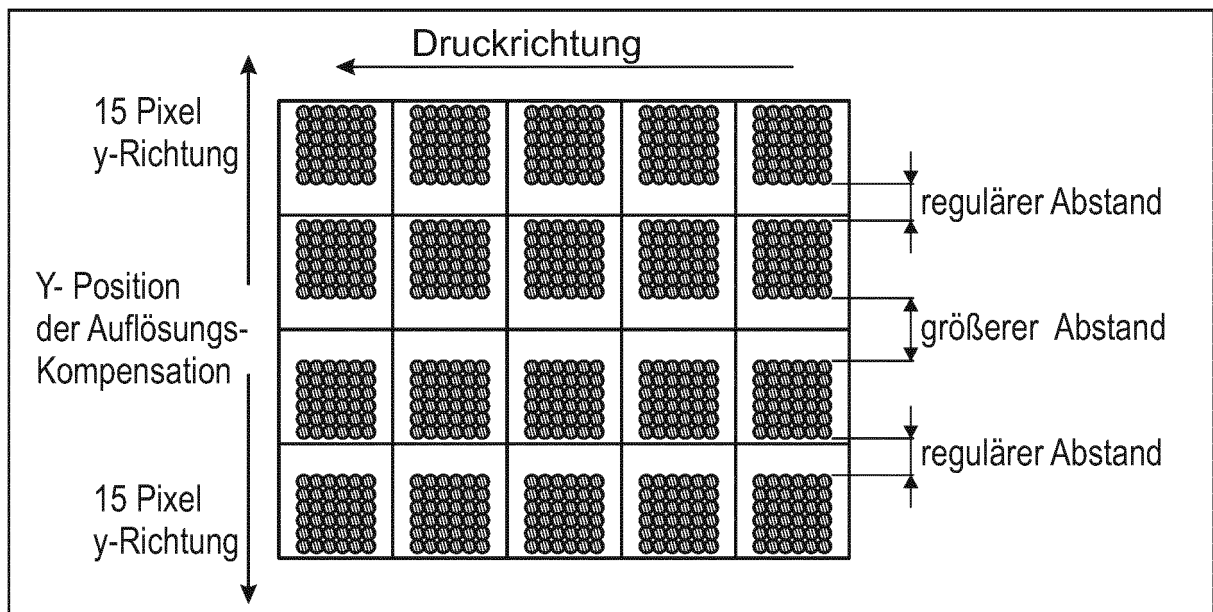


Fig. 17

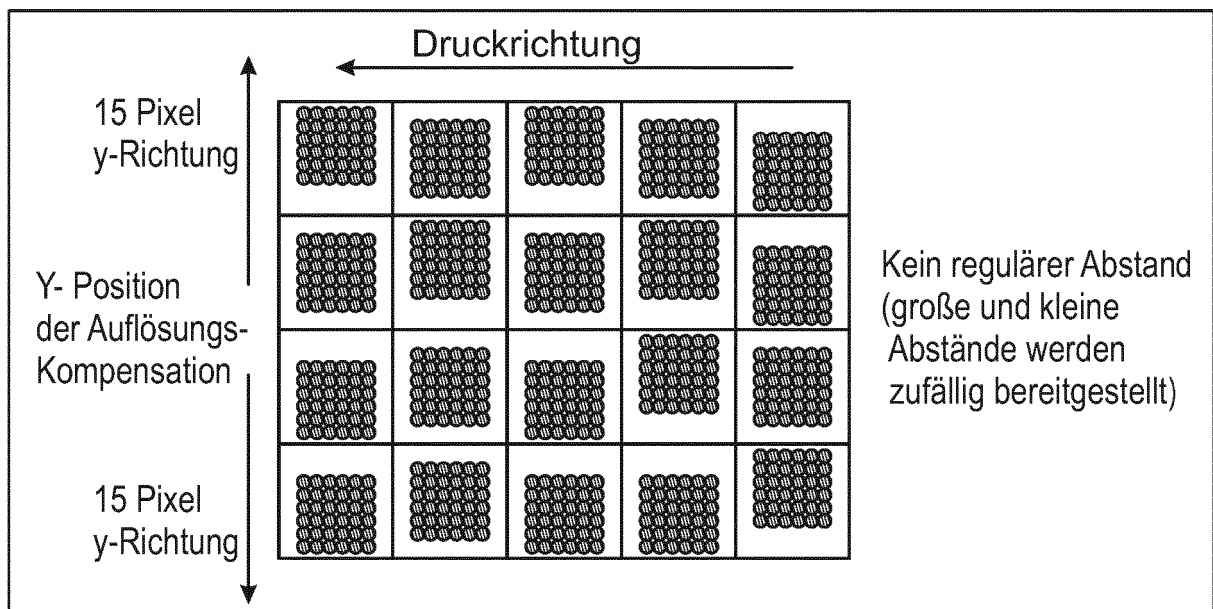


Fig. 18

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 2014184683 A1 [0002]