



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 602 10 208 T2 2006.12.28

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 344 651 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 602 10 208.1

(96) Europäisches Aktenzeichen: 02 100 264.7

(96) Europäischer Anmeldetag: 15.03.2002

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 17.09.2003

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 29.03.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 28.12.2006

(51) Int Cl.⁸: B41J 2/21 (2006.01)

B41J 2/165 (2006.01)

B41J 2/505 (2006.01)

(73) Patentinhaber:
Agfa-Gevaert, Mortsel, BE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:
**Vanhooydonck, Rudy, septestraat, 27 2640
Mortsel, BE; Van den Bergen, Patrick, Septestraat
27, B-2640 Mortsel, BE**

(54) Bezeichnung: **Druckverfahren und -vorrichtung zum Austauschen defekter Druckelemente**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**ERFINDUNGSGEBIET**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Drucken, wie etwa Tintenstrahl- oder Thermotransferdrucken, insbesondere das kontaktfreie Drucken sowie eine zum Steuern eines derartigen Druckers geeignete Steuereinheit.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Das Drucken ist eine der populärsten Möglichkeiten, der Allgemeinheit Informationen zu übermitteln. Das digitale Drucken unter Verwendung von Punktmatrixdruckern gestattet das schnelle Drucken von Text und Graphiken, die auf Recheneinrichtungen wie etwa PCs gespeichert sind. Diese Druckverfahren gestatten eine schnelle Umsetzung von Ideen und Konzepten in ein gedrucktes Produkt zu einem wirtschaftlichen Preis, ohne dass dazwischen zeitraubend und spezialisiert Druckplatten wie etwa lithographische Platten hergestellt werden. Die Entwicklung von digitalen Druckverfahren hat das Drucken selbst für die durchschnittliche Person zu Hause zu einer wirtschaftlichen Realität gemacht.

[0003] Herkömmliche Verfahren des Punktmatrixdruckens beinhalten oftmals die Verwendung eines Druckkopfs, zum Beispiel eines Tintenstrahldruckkopfs, mit mehreren markierenden Elementen, z.B. Tintenstrahldüsen. Die markierenden Elemente übertragen ein markierendes Material, z.B. Tinte oder Harz, von dem Druckkopf auf ein Druckmedium, z.B. Papier oder Kunststoff. Der Druck kann monochrom, z.B. schwarz, oder mehrfarbig, z.B. ein Vollfarbdruck sein, der ein CMY-(Cyan, Magenta, Yellow, Black = ein Prozessschwarz, das aus einer Kombination von C, M, Y besteht), CMYK-(Cyan, Magenta, Yellow, Black) oder ein spezialisiertes Farbverfahren ist (z.B. CMYK plus eine oder mehrere zusätzliche Zusatz- oder spezialisierte Farben). Um ein Druckmedium wie etwa Papier oder Kunststoff zu bedrucken, werden die markierenden Elemente in einer spezifischen Reihenfolge verwendet oder „gefeuert“, während das Druckmedium relativ zum Druckkopf bewegt wird. Jedes Mal, wenn ein markierendes Element gefeuert wird, wird markierendes Material, z.B. Tinte, durch ein von der verwendeten Drucktechnologie abhängiges Verfahren auf das Druckmedium übertragen. In der Regel wird bei einer Form von Drucker der Kopf relativ zum Druckmedium bewegt, um eine sogenannte Rasterlinie herzustellen, die in einer ersten Richtung verläuft, z.B. über eine Seite hinweg. Die erste Richtung wird manchmal als die „Schnellabtast“-Richtung bezeichnet. Eine Rasterlinie umfasst eine Reihe von Punkten, die von den markierenden Elementen des Druckkopfs auf das Druckmedium geliefert werden. Das Druckmedium wird üblicherweise intermetierend in einer senkrecht zur ersten

Richtung verlaufenden zweiten Richtung bewegt. Die zweite Richtung wird oftmals als die langsame Scanrichtung bezeichnet.

[0004] Die Kombination aus Drucken von Rasterlinien und Bewegen des Druckmediums relativ zum Druckkopf führt zu einer Reihe paralleler Rasterlinien, die üblicherweise eng beabstandet sind. Aus der Entfernung gesehen nimmt das menschliche Auge ein vollständiges Bild wahr und löst das Bild nicht in individuelle Punkte auf, vorausgesetzt diese Punkte liegen nahe genug beieinander. Eng beabstandete Punkte unterschiedlicher Farben lassen sich nicht individuell unterscheiden, ergeben aber den Eindruck von Farben, der bestimmt wird durch die Menge oder Intensität der drei Farben Cyan, Magenta und Yellow, die aufgetragen worden sind.

[0005] Um die Richtigkeit des Drucks, z.B. einer geraden Linie zu verbessern, wird bevorzugt, wenn die Entfernung zwischen Punkten der Punktmatrix klein ist, das heißt, der Druck weist eine hohe Auflösung auf. Obwohl nicht behauptet werden kann, dass eine hohe Auflösung immer einen guten Druck bedeutet, stimmt es, dass für einen qualitativ hochwertigen Druck eine Mindestauflösung erforderlich ist. Ein kleiner Punktabstand in der Langsamscanrichtung bedeutet einen kleinen Abstand zwischen Markierungselementen am Kopf, wohingegen regelmäßig beabstandete Punkte in einem kleinen Abstand in der Schnellscanrichtung der Qualität der Antriebe, mit denen der Druckkopf relativ zum Druckmedium in der Schnellscanrichtung bewegt wird, Einschränkungen auferlegt.

[0006] Allgemein gibt es einen Mechanismus, um ein Markierungselement an einer richtigen Stelle über dem Druckmedium zu positionieren, bevor es gefeuert wird. Üblicherweise wird ein derartiger Antriebsmechanismus von einem Mikroprozessor, einer programmierbaren digitalen Einrichtung wie etwa einem PAL, einem PLA, einem FPGA oder etwas ähnlichem gesteuert, wenngleich der Fachmann versteht, dass alles, das durch Software gesteuert wird, auch durch spezifische Hardware gesteuert werden kann und dass Software nur eine Implementierungsstrategie ist.

[0007] Ein allgemeines Problem beim Punktmatrixdruck ist die Ausbildung von Artefakten, die durch den digitalen Charakter der Bilddarstellung und durch die Verwendung von gleichmäßig beabstandeten Punkten hervorgerufen werden. Bestimmte Artefakte wie etwa Moiré-Muster können auf Grund der Tatsache erzeugt werden, dass der Druck versucht, ein kontinuierliches Bild über eine Matrix oder ein Muster von (fast) gleichmäßig beabstandeten Punkten darzustellen. Eine Quelle von Artefakten können Fehler beim Platzieren von Punkten sein, die durch eine Vielfalt von Herstellungsdefekten verursacht werden,

wie etwa den Ort der Markierungselemente im Kopf oder durch systematische Fehler bei der Bewegung des Druckkopfs relativ zum Druckmedium. Wenn insbesondere ein markierendes Element falsch platziert ist oder seine Feuerrichtung von der beabsichtigten Richtung abweicht, zeigt der resultierende Druck einen Defekt, der sich durch den ganzen Druck fortsetzen kann. Eine Variation bei der Tröpfchengeschwindigkeit ruft ebenfalls Artefakte hervor, wenn sich der Druckkopf bewegt, da die Flugzeit des Tröpfchens mit der Variation bei der Geschwindigkeit variiert. Analog kann ein systematischer Fehler bei der Weise, die das Druckmedium relativ zum Druckmedium bewegt wird, zu Defekten führen, die möglicherweise sichtbar sind. Beispielsweise wird ein Schlupf zwischen dem Antrieb für das Druckmedium und dem Druckmedium selbst Fehler einführen. Tatsächlich kann jede geometrische Begrenzung des Drucksystems eine Quelle für Fehler sein, z.B. die Länge des Druckkopfs, der Abstand zwischen markierenden Elementen, die Indexierungsentfernung des Druckmediums relativ zum Kopf in der Langsamscanrichtung. Solche Fehler können zu einer „Streifenbildung“ führen, bei der es sich um den ausgeprägten Eindruck handelt, dass der Druck in einer Reihe von Bändern aufgetragen worden ist. Die daran beteiligten Fehler können sehr klein sein – die Farbunterscheidung, die Auflösung und die Mustererkennung des menschlichen Auges sind so gut entwickelt, dass bemerkenswert wenig nötig ist, damit Fehler sichtbar werden.

[0008] Um einige dieser Fehler zu mildern, ist es bekannt, die Verwendung von markierenden Elementen abzuwechseln oder zu variieren, um Fehler durch den Druck zu verteilen, so dass zumindest einige systematische Fehler dann verschleiert werden. Beispielsweise ist ein oftmals als „Überlappung“ (shilling) bezeichnetes Verfahren aus US 4,967,203 bekannt, das einen Tintenstrahldrucker und ein Verfahren beschreibt. Jeder Druckort oder jedes „Pixel“ kann durch vier Punkte gedruckt werden, jeweils einer für Cyan, Magenta, Yellow und Black. Benachbarte Pixel auf einer Rasterlinie werden nicht von dem gleichen markierenden Element im Druckkopf gedruckt. Statt dessen wird jedes zweite Pixel unter Verwendung des gleichen markierenden Elements gedruckt. Bei dem bekannten System werden die Pixel in einem Schachbrettmuster gedruckt, das heißt, wenn der Kopf in der Schnellscanrichtung überquert, kann ein markierendes Element nur an jedem zweiten Pixelort drucken. Somit führt ein etwaiges markierendes Element, das durchweg fehlerhaft druckt, nicht zu einer Linie von Pixeln in der Langsamscanrichtung, die jeweils den gleichen Fehler aufweisen. Das Ergebnis ist jedoch, dass jeweils nur 50% der markierenden Elemente im Kopf drucken können. Tatsächlich druckt in der Praxis jedes markierende Element an einem Ort, der von der korrekten Position für dieses markierende Element um ein bestimmtes

Ausmaß abweicht. Die Verwendung der Überlappung kann diese Fehler über den Druck hinweg verteilen. Es ist allgemein akzeptiert, dass die Überlappung ein ineffizientes Verfahren zum Drucken ist, da nicht ständig alle markierenden Elemente verwendet werden und mehrere Durchgänge notwendig sind.

[0009] Wie oben gesagt wurde diese Art des Druckens als „Überlappung“ bezeichnet. Druckwörterbücher jedoch bezeichnen die „Überlappung“ als ein Verfahren zum Kompensieren des Kriechens bei der Buchherstellung. Den Erfindern ist kein industriell akzeptierter Ausdruck für das Druckverfahren bekannt, bei dem keine benachbarten Pixel auf einer Rasterlinie von ein und demselben markierenden Element gedruckt werden. Deshalb werden ab hier und nachfolgend die Ausdrücke „gegenseitig interstitielles Drucken“ oder „interstitiell-gegenseitiges durchmisches Drucken“ verwendet. Unter diesen Ausdrücken wird verstanden, dass ein zu druckendes Bild in eine Menge von Teilbildern aufgeteilt wird, wobei jedes Teilbild gedruckte Teile und Räume umfasst und wobei mindestens ein Teil der Räume in einem gedruckten Teilbild einen Ort für die gedruckten Teile eines anderen Teilbilds und umgekehrt bildet.

[0010] Ein weiteres Druckverfahren ist als "interlacing" bekannt, z.B. wie in US 4,198,642 beschrieben. Der Zweck dieser Art des Druckens besteht darin, die Auflösung der Druckeinrichtung zu erhöhen. Das heißt, obwohl der Abstand zwischen markierenden Elementen am Druckkopf entlang der Langsamscanrichtung eine bestimmte Entfernung X ist, ist die Entfernung zwischen gedruckten Punkten in der Langsamscanrichtung kleiner als diese Entfernung. Die Relativbewegung zwischen dem Druckmedium und dem Druckkopf wird um eine Entfernung indexiert, die gegeben ist durch die Entfernung X dividiert durch eine ganze Zahl.

[0011] Es gibt eine ständige Anforderung nach Verbesserungen bei der Druckqualität. Insbesondere gibt es eine Anforderung, dass die Bilder bildenden Punkte ordnungsgemäß platziert sind und von gleichförmiger Größe sind, und wobei das Verfahren zur Ausbildung der Punkte gegenüber einer Verschlechterung bei längerem Gebrauch des Druckkopfs resistent ist.

[0012] Aus US 4,963,882 ist die Verwendung eines Tintenstrahldruckers bekannt, der versucht, das obige Problem zu lösen. Die beschriebene Lösung verwendet einen Ansatz der doppelten Punktbildung, wobei jeder Punkt aus mindestens zwei Tröpfchen jeder Farbe gebildet wird, die von verschiedenen markierenden Elementen ausgestoßen werden. Es ist ein Nachteil der beschriebenen Lösung, dass, wenn in einem Druckkopf ein markierendes Element versagt und es zufälligerweise ein markierendes Element ist, das ein markierendes Element kompensiert,

das schlecht druckt (z.B. mit einer Abweichung zwischen dem gewünschten Druckort und dem tatsächlichen Druckort), der Fehler dann entweder sichtbar wird oder sich die Bildqualität verschlechtert, oder der Druckkopf muss ausgetauscht werden. Wenn zwei markierende Elemente defekt sind, bei denen es sich genau um die markierenden Elemente handelt, die am gleichen Punktort drucken sollten, dann erhält man ein leeres Druckergebnis, und in diesem Fall sollte der Druckkopf definitiv ausgetauscht werden.

[0013] US 6,126,341 beschreibt einen Druckkopf mit mehreren druckenden markierenden Elementen. Wenn eines der mehreren markierenden Elemente fehlerhaft ist, liest eine Steuereinrichtung die Bilddaten für das defekte markierende Element aus einer ersten Bilddatenspeichereinrichtung aus und sichert die ausgelesenen Bilddaten in einer zweiten Bilddatenspeichereinrichtung. Nachdem von den normalen markierenden Elementen ein Feld gedruckt worden ist, während das fehlerhafte markierende Element nicht angetrieben worden ist, wird unter den normalen markierenden Elementen oder unter einer Menge von markierenden Substitutionselementen ein markierendes Substitutionselement ausgewählt und es wird bewirkt, dass es an einem Ort auf dem Blatt druckt, der ansonsten dem Drucken durch das fehlerhafte markierende Element ausgesetzt wäre, und zwar entsprechend den aus der zweiten Bilddatenspeichereinrichtung ausgelesenen Bilddaten. Deshalb wird ein zusätzlicher Druckdurchgang benötigt, um das defekte markierende Element zu unterstützen, und somit verlangsamt sich der Druck.

[0014] In WO 99 8875 müssen jedes Mal, wenn ein fehlerhaftes markierendes Element gefunden wird, Ersatz-„Druckmasken“ erzeugt werden, um einen neuen Weg zu finden, wie den Effekten des fehlerhaften Pixels entgegengewirkt werden soll.

[0015] In US 6,354,689 wird ein Mehrton-Tintenstrahlauflaufzeichnungssystem beschrieben, bei dem jeder Punkt von Tintentröpfchen von mehreren Düsen gedruckt wird, die eine Gruppe bilden. Um dem Effekt von fehlerhaften Pixeln entgegenzuwirken, wird vermieden, dass die aktiven Düsen zum Drucken eines Punkts fehlerhafte Düsen sind.

[0016] In EP 863 004 ist jede Düse Teil einer äquivalenten Gruppe von Düsen, die in der Lage ist, die gleichen Punkte zu drucken, und fehlerhafte Düsen werden durch eine der äquivalenten Düsen ersetzt. Es ist jedoch keine Lösung angegeben, falls alle Düsen der äquivalenten Gruppe fehlerhaft sind.

[0017] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Druckverfahrens und einer Vorrichtung, die einen hochaufgelösten Druck bei hoher Geschwindigkeit mit reduziertem sichtbarem Effekt von Fehlern bereitstellt.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0018] Bewerkstelligt wird diese Aufgabe durch ein Punktmatrixdruckverfahren zum Ermöglichen des Drucks einer Punktmatrix auf einem Druckmedium unter Verwendung mehrerer markierender Elemente auf einem Druckkopf, mit den folgenden Schritten:

- Bestimmen einer Menge von Kombinationen der Feuerreihenfolge der mehreren markierenden Elemente und einer Sequenz von relativen Translationsbewegungen zwischen dem Druckmedium und dem Druckkopf, so dass alle Punkte in der Punktmatrix gedruckt werden können durch Anwendung jeder der Menge von Kombinationen, und jeder Punkt in der Punktmatrix kann durch mindestens ein erstes und ein zweites äquivalentes markierendes Element aus einer Menge äquivalenter markierender Elemente gedruckt werden,
- Auswählen für das Drucken von Mengen von Punkten in der Punktmatrix eines ersten äquivalenten markierenden Elements aus der Menge äquivalenter markierender Elemente, um die Menge von Punkten als Teil einer ersten Feuerreihenfolge zu drucken, und
- falls eine voreingestellte Anzahl äquivalenter markierender Elemente der Menge äquivalenter markierender Elemente fehlerhaft ist, Rekonfigurieren des Druckkopfs so, dass andere Mengen aus mindestens einem ersten und zweiten äquivalenten markierenden Element aus verschiedenen Mengen äquivalenter markierender Elemente bestimmt werden. Diese voreingestellte Anzahl kann alle äquivalenten markierenden Elemente der Menge äquivalenter markierender Elemente oder weniger enthalten.

[0019] Bevorzugt werden das erste oder zweite äquivalente markierende Element als Teil eines gegenseitig-interstitiellen Druckverfahrens gefeuert.

[0020] Die Menge äquivalenter markierender Elemente kann optimiert werden, das heißt, der Auswahlschritt kann auf dem Kriterium basieren, welches der mindestens zwei äquivalenten markierenden Elemente die besten Druckergebnisse ergibt.

[0021] Gemäß einer ersten Ausführungsform basiert der Auswahlschritt auf einer Fehlausrichtung der markierenden Elemente. Wenn beispielsweise die Fehlausrichtung unter einem Schwellwert für alle äquivalenten markierenden Elemente einer Menge liegt, können die äquivalenten markierenden Elemente abwechselnd gefeuert werden. Wenn die Fehlausrichtung unter einem Schwellwert für eine erste Anzahl äquivalenter markierender Elemente und über diesem Schwellwert für die anderen äquivalenten markierenden Elemente liegt, dann kann die erste Anzahl markierender Elemente abwechselnd gefeuert werden. Falls die Fehlausrichtung für eine

erste Anzahl äquivalenter markierender Elemente in einer Richtung besteht und die Fehlausrichtung der anderen äquivalenten markierenden Elemente der gleichen Menge in der entgegengesetzten Richtung besteht, dann kann für jede Richtung das äquivalente markierende Element mit dem niedrigsten Fehlausrichtungswert bestimmt werden, und diese äquivalenten markierenden Elemente können abwechselnd gefeuert werden. Falls die Düsenfehlausrichtung in der gleichen Richtung für alle äquivalenten markierenden Elemente besteht, dann kann immer das markierende Element mit dem niedrigsten Fehlausrichtungswert gefeuert werden.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform basiert der Auswahlschritt auf einer Zwischenpunktentfernung von den markierenden Elementen gedruckten Punkten. Beispielsweise kann ein äquivalentes markierendes Element möglicherweise nicht verwendet werden, wenn die Entfernung eines durch dieses markierende Element gedruckten Punkts zu seinen benachbarten Punkten größer ist als ein vorbestimmter Schwellwert.

[0023] Der Rekonfigurationsschritt kann in Software erfolgen.

[0024] Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Druckzeiten für das Drucken mit Hilfe des ersten äquivalenten markierenden Elements oder mit Hilfe des zweiten äquivalenten markierenden Elements gleich.

[0025] Die vorliegende Erfindung stellt außerdem eine Vorrichtung für das Punktmatrixdrucken eines Bilds auf ein Druckmedium bereit. Die Vorrichtung umfasst:

- einen Druckkopf,
- mehrere gleichmäßig beabstandete markierende Elemente an dem Druckkopf,
- eine Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Menge von Kombinationen der Feuerreihenfolge der mehreren markierenden Elemente und einer Sequenz von relativen Translationsbewegungen zwischen dem Druckkopf und dem Druckmedium, so dass alle Punkte in der Matrix gedruckt werden können durch Anwendung jeder der Menge von Kombinationen, und jeder Punkt in der Punktmatrix kann durch mindestens ein erstes und ein zweites äquivalentes markierendes Element aus einer Menge äquivalenter markierender Elemente gedruckt werden,
- eine Auswahlseinrichtung zum Auswählen für das Drucken von Mengen von Punkten in der Punktmatrix eines ersten äquivalenten markierenden Elements aus der Menge äquivalenter markierender Elemente, um die Menge von Punkten als Teil einer ersten Feuerreihenfolge zu drucken, und
- eine Rekonfigurationseinrichtung zum Rekonfi-

gurieren des Druckkopfs, falls eine im Voraus eingestellte Anzahl äquivalenter markierender Elemente der Menge äquivalenter markierender Elemente defekt sind, so dass andere Mengen aus mindestens einem ersten und zweiten äquivalenten markierenden Element von verschiedenen Mengen äquivalenter markierender Elemente durch die Bestimmungseinrichtung bestimmt werden. Bei der im Voraus eingestellten Anzahl äquivalenter markierender Elemente kann es sich um alle äquivalenten markierenden Elemente in einer Menge oder weniger handeln.

[0026] Bei den markierenden Elementen kann es sich um Tinte projizierende Düsen handeln.

[0027] Die Rekonfigurationseinrichtung kann in Software implementiert sein. Die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung kann so ausgelegt sein, dass Druckzeiten zum Drucken mit Hilfe des ersten äquivalenten markierenden Elements oder mit Hilfe des zweiten äquivalenten markierenden Elements gleich sind.

[0028] Die vorliegende Erfindung stellt weiterhin eine Tintenstrahldruckeinrichtung mit einer Vorrichtung wie gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben bereit.

[0029] Die vorliegende Erfindung enthält außerdem ein Computerprogrammprodukt zum Ausführen eines beliebigen der Verfahren der vorliegenden Erfindung bei Ausführen aus einer Recheneinrichtung, die mit einem Druckkopf assoziiert ist. Eine maschinenlesbare Datenspeichereinrichtung kann das Computerprogrammprodukt speichern.

[0030] Die vorliegende Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die folgenden schematischen Zeichnungen beschrieben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0031] [Fig. 1](#) zeigt eine Ausführungsform eines Druckkopfs mit 16 markierenden Elementen, die für ein 50%iges gegenseitig-interstitielles Drucken verwendet werden, so dass eine Markierende-Element-Redundanz von Zwei vorliegt.

[0032] [Fig. 2](#) veranschaulicht die gleiche Ausführungsform wie in [Fig. 1](#), aber mit einem fehlerhaften markierenden Element 1.

[0033] [Fig. 3](#) veranschaulicht die gleiche Ausführungsform wie in [Fig. 1](#), aber mit fehlerhaften markierenden Elementen 1 und 9.

[0034] [Fig. 4A](#) veranschaulicht die gleiche Ausführungsform wie in [Fig. 3](#), wobei der Kopf gemäß einer ersten Ausführungsform rekonfiguriert ist, so dass er

wieder eine Markierende-Element-Redundanz von Zwei wie in [Fig. 1](#) aufweist.

[0035] [Fig. 4B](#) veranschaulicht die gleiche Ausführungsform wie in [Fig. 3](#), wobei der Kopf gemäß einer zweiten Ausführungsform rekonfiguriert ist, so dass er wieder eine Markierende-Element-Redundanz von Zwei wie in [Fig. 1](#) aufweist.

[0036] [Fig. 4C](#) veranschaulicht die gleiche Ausführungsform wie in [Fig. 3](#), wobei der Kopf gemäß einer dritten Ausführungsform rekonfiguriert ist, so dass er wieder eine Markierende-Element-Redundanz von Zwei wie in [Fig. 1](#) aufweist.

[0037] [Fig. 5](#) zeigt eine Ausführungsform eines Druckkopfs mit **16** markierenden Elementen, die für ein 25%iges gegenseitig-interstitielles Drucken verwendet werden, so dass eine Markierende-Element-Redundanz von Vier vorliegt.

[0038] [Fig. 6A](#) veranschaulicht die gleiche Ausführungsform wie in [Fig. 5](#), wobei der Kopf gemäß einer ersten Ausführungsform rekonfiguriert ist, so dass er wieder eine Markierende-Element-Redundanz von Vier wie in [Fig. 5](#) aufweist.

[0039] [Fig. 6B](#) veranschaulicht die gleiche Ausführungsform wie in [Fig. 5](#), wobei der Kopf gemäß einer zweiten Ausführungsform rekonfiguriert ist, so dass er wieder eine Markierende-Element-Redundanz von Vier wie in [Fig. 5](#) aufweist.

[0040] [Fig. 7](#) ist eine stark schematische Darstellung eines Tintenstrahldruckers zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung.

[0041] [Fig. 8](#) ist eine schematische Darstellung eines Druckercontrollers gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0042] Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen und Zeichnungen beschrieben, doch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt, sondern nur durch die Ansprüche. Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme hauptsächlich auf den Tintenstrahldruck beschrieben, doch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Der Ausdruck „Drucken“, wie er in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, sollte breit ausgelegt werden. Er bezieht sich auf das Ausbilden von Markierungen, sei es durch Tinte oder andere Materialien oder Verfahren, auf einem Drucksubstrat. Verschiedene Druckverfahren, die mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, werden in dem Buch "Principles of non-impact printing", J. L. Johnson, Palatino Press,

Irvine, 1998 beschrieben, z.B. der Thermotransferdruck, der Thermofarbstofftransferdruck, der abgelenkte Tintenstrahldruck, der Ionenprojektionsdruck, der Feldsteuerdruck, der Impulstintenstrahldruck, der Drop-on-Demand-Tintenstrahldruck, der kontinuierliche Tintenstrahldruck. Kontaktlose Druckverfahren werden besonders bevorzugt. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Jede Art des Druckens mit Punkten oder Tröpfchen auf ein Substrat ist innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung enthalten, z.B. können piezoelektrische Druckköpfe zum Drucken von Polymermaterialien verwendet werden, wie von Plastic Logic (<http://plasticlogic.com/>) für das Drucken von Dünnschichttransistoren verwendet und beschrieben. Der Ausdruck „Drucken“ gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet nicht nur das Markieren mit herkömmlichen färbenden Tinten, sondern auch die Ausbildung von gedruckten Strukturen oder Bereichen mit unterschiedlichen Charakteristiken auf einem Substrat. Ein Beispiel ist das Drucken von Wasser abweisenden oder Wasser anziehenden Gebieten auf einem Substrat zum Ausbilden einer Offsetplatte durch Drucken. Der Ausdruck „Druckmedium“ oder „Drucksubstrat“ sollte dementsprechend auch eine breite Bedeutung erhalten, die nicht nur Papier, transparente Folien, Textilien beinhaltet, sondern auch flache Platten oder gekrümmte Platten, die in einer Druckpresse enthalten sein können, oder Teil davon sein können. Außerdem kann das Drucken bei Raumtemperatur oder bei erhöhte Temperatur durchgeführt werden, z.B. um einen Heißschmelzkleber zu drucken, kann der Druckkopf über die Schmelztemperatur erhitzt werden. Der Ausdruck „Tinte“ sollte dementsprechend ebenfalls breit interpretiert werden, so dass er nicht nur herkömmliche Tinten beinhaltet, sondern auch feste Materialien wie etwa Polymere, die in Lösung oder durch Senken ihrer Viskosität bei hohen Temperaturen bedruckt werden können, sowie Materialien, die einem Substrat eine bestimmte Charakteristik verleihen, wie etwa Informationen, die durch eine Struktur auf der Oberfläche des Drucksubstrats definiert werden, Wasserdurchlässigkeitsvermögen oder das Binden von Molekülen wie etwa DNA, die auf Mikroarrays getüpfelt sind. Als Lösungsmittel können sowohl Wasser als auch organische Lösungsmittel verwendet werden. Zu Tinten, wie sie mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden, kann eine Vielzahl von Additiven zählen, wie etwa Antioxidantien, Pigmente und Vernetzungsmittel.

[0043] Gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird ein gegenseitig-interstitielles Druckverfahren bevorzugt auf das zu druckende Bild angewendet. Dies bedeutet, dass jeder Pixelort von mindestens zwei verschiedenen markierenden Elementen erreicht werden kann.

[0044] Zuerst wird das Konzept des gegenseitig-interstitiellen Druckens oder des gegenseitig-durch-

mischten Druckens bei Anwendung auf einen überquerenden oder abtastenden Kopf **50** zum Drucken nur einer Farbe (z.B. einen Kopf für Black) erläutert. **Fig. 1** zeigt, wie ein Bild in Teilbilder unterteilt wird, die gegenseitig-interstitiell über 50% gedruckt werden. Bei Betrachtung von **Fig. 1** würde es so aussehen, dass der Kopf **50** in einer Langsamscanrichtung S bezüglich eines Druckmediums **66** verschoben wird. Dies bezieht sich tatsächlich auf eine Relativbewegung zwischen den Beiden, und die typische Implementierung ist, dass das Druckmedium **66** eine Strecke relativ zum Kopf **50**, z.B. eine Hälfte einer Kopflänge, in der entgegengesetzten Richtung zu der in **Fig. 1** gezeigten transportiert wird (das heißt in der -S-Richtung). Unten wird bevorzugt, vom Transport des Kopfs **50** zu sprechen, da eine Pixelposition auf dem Druckmedium die Referenz ist.

[0045] Bei einem ersten Durchgang drucken markierende Elemente **1–8** in einem ersten Bruchteil, z.B. druckt eine erste Hälfte des Druckkopfs **50** nach jeweils so vielen Pixeln, z.B. jedes zweite Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F, beginnend mit der ersten Zeile R1, die drucken kann. Orte, wo der Druckkopf **50** während des ersten Durchgangs druckt, sind in der Matrix **65** von **Fig. 1** mit einer 1 angegeben. Es ist anzumerken, dass die Frage, ob ein markierendes Element tatsächlich druckt oder nicht, von dem zu druckenden Bild abhängt, das heißt, ob ein Punkt an einem bestimmten Ort in der Matrix **65** gedruckt werden soll oder nicht. Somit zeigt eine 1 in der Matrix **65** die Fähigkeit des relevanten markierenden Elements an, während des ersten Durchgangs an diesem Ort zu drucken – es bedeutet nicht, dass es immer an diesem Ort druckt. Außerdem bezieht sich das Herunterfahren einer „Spalte“ der Matrizen in den beigefügten Figuren auf das Fahren entlang der Schnellscanrichtung F, das heißt der Richtung senkrecht zur Längsachse **60** des Druckkopfs **50**.

[0046] Nachdem der erste Scan über das Druckmedium hinweg beendet ist, wird der Kopf **50** in die Startposition zurückgeführt und um die Hälfte seiner Länge bezüglich des Druckmediums in der Langsamscanrichtung (S) transportiert, bereit für Durchgang 2. Dies bedeutet, dass der Kopf **50** relativ zum Druckmedium **66** um einen genauen Bruchteil der Kopflänge transportiert wird, z.B. eine genaue Anzahl von Düsenteilungen zwischen den Feuerpositionen der relevanten markierenden Elemente. Bei der obigen Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass der Kopf **50** auf seiner Rückfahrt nicht druckt, aber das Drucken in beiden Schnellscanrichtungen F und -F ist im Schutzbereich der vorliegenden Erfindung enthalten. Ab jetzt drückt der Drucker mit allen markierenden Elementen **1–16** jedes zweite Pixel. Beim zweiten Durchgang drückt der Kopf **50** jedes zweite Pixel, beginnend mit der zweiten Zeile R2 in der Matrix **65** (in der Matrix **65** durch eine 2 angegeben). Wiederum gibt eine 2 in der Matrix **65** die Fähig-

keit des relevanten markierenden Elements an, an diesem Ort während des zweiten Durchgangs zu drucken – es bedeutet nicht, dass es immer an diesem Ort druckt. Nachdem der zweite Durchgang beendet ist, wird der Druckkopf **50** wieder um die Hälfte seiner Länge verschoben. Im dritten Durchgang drückt der Kopf **50** jedes ungerade Pixel, wieder beginnend bei der ersten Zeile R1 in der Matrix **65** (durch eine 3 angegeben). Der Druckkopf **50** wird wieder um die Hälfte seiner Länge in der Langsamscanrichtung S transportiert, und der vierte Durchgang (Zahl 4) wird jede zweite Zeile beginnend mit Zeile R2 gedruckt. Solche Zyklen, die das Bewegen des Kopfs **50** über die Hälfte seiner Länge, das Starten des Drucks bei der ersten Zeile R1, das Bewegen des Kopfs **50** über die Hälfte seiner Länge und das Starten des Drucks bei der zweiten Zeile R2 umfassen, werden ständig wiederholt.

[0047] Das Ergebnis davon ist, dass ein Punkt in einer Spalte (d.h. in der Schnellscanrichtung F) nur alle zwei Pixel mit dem gleichen markierenden Element gedruckt wird. Jeder benachbarte Punkt in der F-Richtung wird von einem anderen markierenden Element gedruckt.

[0048] Der Zyklus wiederholt sich alle zwei Durchgänge – dies ist ein 50%iges gegenseitig-interstitielles Drucken. Weil in jeder Spalte jeweils zwei aufeinanderfolgende Punkte mit einem anderen markierenden Element gedruckt werden, werden auf eine Fehlausrichtung von markierenden Elementen zurückzuführende Streifenbildungsprobleme versteckt. Der Zyklus könnte auch beispielsweise alle vier Durchgänge wiederholt werden, was dann ein 25%iges gegenseitig-interstitielles Drucken ist.

[0049] Wie man in **Fig. 1** erkennen kann, gibt es beim 50%igen gegenseitig-interstitiellen Drucken eine Redundanz von 2, das heißt, jeder Pixelort kann von zwei markierenden Elementen erreicht werden. Beispielsweise wird Pixelort **70** während des ersten Durchgangs vom markierenden Element **5** gedruckt. Während des zweiten Durchgangs jedoch fährt das markierende Element **13** über den Pixelort **70** hinweg, ohne dort gefeuert zu werden. Deshalb sind die markierenden Elemente **5** und **13** ein redundantes Paar von markierenden Elementen. Das Gleiche gilt für alle markierenden Elemente des Kopfs **50**: Sie alle bilden ein redundantes Paar von markierenden Elementen mit einem anderen markierenden Element des Kopfs **50**. Die redundanten Paare von markierenden Elementen sind **(1, 9)**, **(2, 10)**, **(3, 11)**, **(4, 12)**, **(5, 13)**, **(6, 14)**, **(7, 15)**, **(8, 16)**.

[0050] Falls eines der markierenden Elemente des Kopfs **50** defekt ist (nicht drückt oder Punkte sind nicht ordnungsgemäß platziert), beispielsweise das markierende Element **1**, wie in **Fig. 2** gezeigt, kann seine Funktion von dem markierenden Element über-

nommen werden, das ein redundantes Paar von markierenden Elementen mit dem fehlerhaften markierenden Element bildet. So ist in [Fig. 2](#) gezeigt, dass das markierende Element **1** defekt ist, und in dem angegebenen Beispiel kann seine Funktion dann von dem markierenden Element **9** übernommen werden. Dies bedeutet, dass die markierenden Elemente **2–8** während eines ersten Durchgangs an einen Pixelort einer ungeraden Zeile beginnend mit Zeile R1 drucken, wie in der Matrix **65** durch 1 angemerkt. Während des zweiten Durchgangs des Kopfs **50** auf den ungeraden Zeilen druckt das markierende Element **9** dort, wo das markierende Element **1** wegen seines Defekts nicht druckte, und auf den gerade Zeilen beginnend mit Zeile R2 drucken die markierenden Elemente **2–16** an Orten, die an der Matrix **65** mit 2 bezeichnet sind. Wenn auch andere markierende Elemente defekt sind, dann wird ihre Funktion von den entsprechenden markierenden Elementen von den redundanten Paaren von markierenden Elementen übernommen. Während eines dritten Durchgangs des Kopfs **50** auf den ungeraden Zeilen drucken die markierenden Elemente **2–16**, wo entsprechend des zu druckenden Elements erforderlich, und auf den geraden Zeilen druckt das markierende Element **9** dort, wo das markierende Element **1** während des zweiten Durchgangs auf Grund seines Defekts nicht druckte. Dies geht über die ganze Matrix **65** weiter.

[0051] Das obige Verfahren kann so lange durchgeführt werden, wie von jedem redundanten Paar von markierenden Elementen mindestens ein markierendes Element funktioniert. Wenn jedoch, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, die markierenden Elemente **1** und **9** defekt sind, die ein redundantes Paar von markierenden Elementen bilden, dann würde auf der Spalte **74** nichts gedruckt werden. Um dies zu lösen muss der Druckkopf **50** rekonfiguriert werden. An Stelle von 16 aktiven markierenden Elementen sind nur 14 aktive markierende Elemente übrig.

[0052] Verschiedene Konfigurationen des rekonfigurierten Druckkopfs **50** sind in den [Fig. 4A](#), [Fig. 4B](#) und [Fig. 4C](#) gezeigt.

[0053] Gemäß einer ersten Ausführungsform, in [Fig. 4A](#) dargestellt, wird der Druckkopf **50** rekonfiguriert, indem zwei markierende Elemente auf einer ersten Seite A des Druckkopfs **50** inaktiv gemacht werden. Die Anzahl der markierenden Elemente, die beim Rekonfigurieren des Druckkopfs **50** inaktiv gemacht worden sind, ist gleich der Anzahl redundanter markierender Elemente in einer Menge, die bei dem betrachteten Beispiel 2 beträgt. Im vorliegenden Fall bleiben 14 markierende Elemente **1–14'** aktiv. Die gleiche Redundanz wie vor der Rekonfiguration des Druckkopfs **50** wird beibehalten (d.h. 2), so dass die 14 markierenden Elemente **1–14'** nun in Gruppen von 7 unterteilt sind. Redundante Paare von markierenden Elementen werden nun (**1', 8'**), (**2', 9'**), (**3', 10'**), (**4', 11'**), (**5', 12'**), (**6', 13'**) und (**7', 14'**). Es ist ersichtlich, dass jede Pixelposition von zwei verschiedenen markierenden Elementen erreicht werden kann, die von den zwei äquivalenten markierenden Elementen verschieden sind, die vor der Rekonfiguration des Druckkopfs **50** diese Pixelposition erreichen würden. Wenn eines der markierenden Elemente defekt ist, übernimmt das entsprechende äquivalente markierende Element seine Funktionsweise.

[0054] Während eines ersten Durchgangs sollten die markierenden Elemente **1'–7'** an entsprechenden Orten auf ungeraden Zeilen beginnend mit Zeile R1 drucken. Da jedoch das markierende Element **7'** ein defektes ist, werden die Orte **78** auf den ungeraden Zeilen während Durchgang 2 nur vom äquivalenten markierenden Element **14'** bedruckt. Während Durchgang 2 sollte das markierende Element **7'** an Orten **80** auf jeder Zeile beginnend mit Zeile R2 drucken, aber auf Grund des Defekts des markierenden Elements **7'** werden Punkte an Orten **80** (gegebenenfalls gemäß dem zu druckenden Bild) nur von dem äquivalenten markierenden Element **14'** während des nächsten Durchgangs gedruckt.

[0055] Gemäß einer zweiten Ausführungsform oder Rekonfiguration des Druckkopfs **50**, in [Fig. 4B](#) dargestellt, wird der Druckkopf **50** rekonfiguriert, indem zwei markierende Elemente auf einer zweiten Seite B des Druckkopfs **50** inaktiv gemacht werden. Die Anzahl der markierenden Elemente, die beim Rekonfigurieren des Druckkopfs **50** inaktiv gemacht worden sind, ist gleich der Anzahl redundanter markierender Elemente in einer Menge, die bei dem betrachteten Beispiel 2 beträgt. Im vorliegenden Fall bleiben 14 markierende Elemente **1'–14'** aktiv. Die gleiche Redundanz wie vor der Rekonfiguration des Druckkopfs **50** wird beibehalten (d.h. 2), so dass die 14 markierenden Elemente **1'–14'** nun in Gruppen von 7 unterteilt sind. Redundante Paare von markierenden Elementen werden nun (**1', 8'**), (**2', 9'**), (**3', 10'**), (**4', 11'**), (**5', 12'**), (**6', 13'**) und (**7', 14'**). Es ist ersichtlich, dass jede Pixelposition von zwei verschiedenen markierenden Elementen erreicht werden kann, die von den zwei äquivalenten markierenden Elementen verschieden sind, die vor der Rekonfiguration des Druckkopfs **50** diese Pixelposition erreichen würden. Wenn eines der markierenden Elemente defekt ist, übernimmt das entsprechende äquivalente markierende Element seine Funktionsweise.

[0056] Während eines ersten Durchgangs sollten die markierenden Elemente **1'–7'** an entsprechenden Orten auf ungeraden Zeilen beginnend mit Zeile R1 drucken. Da jedoch das markierende Element **9'** ein defektes ist, werden die Orte **82** auf den ungeraden Zeilen während Durchgang 2 nur vom äquivalenten markierenden Element **8** bedruckt. Während Durchgang 2 sollte das markierende Element **9'** an Orten **84** auf jeder Zeile beginnend mit Zeile R2 drucken,

aber auf Grund des Defekts des markierenden Elements **9'** werden Punkte an Orten **84** nur von dem äquivalenten markierenden Element **2'** während des vorausgegangenen Durchgangs gedruckt.

[0057] Gemäß einer dritten Ausführungsform, die ein Spezialfall ist, der nur durchgeführt werden kann, wenn sich die defekten markierenden Elemente am Anfang oder Ende jeder der redundanten Gruppen von markierenden Elementen befinden, wird der Druckkopf **50** rekonfiguriert, indem die nichtdefekten markierenden Elemente als aktive markierende Elemente beibehalten werden und die defekten markierenden Elemente am Anfang oder Ende jeder der redundanten Gruppen inaktiv gemacht werden. Beim Rekonfigurieren des Druckkopfs **50** werden die aktiven markierenden Elemente **1'-14'** in zwei Gruppen von sieben aktiven markierenden Elementen unterteilt. Jedes aktive markierende Element **1'-14'** weist wieder ein redundantes markierendes Element auf. Die redundanten Paare von markierenden Elementen werden nun **(1', 14')**, **(2', 8')**, **(3', 9')**, **(4', 10')**, **(5', 11')**, **(6', 12')**, **(7', 13')**. Wieder kann jede Pixelposition von zwei verschiedenen markierenden Elementen erreicht werden, und falls eines der markierenden Elemente fehlerhaft ist, kann das entsprechende redundante markierende Element seine Funktionsweise übernehmen.

[0058] Das gleiche kann mit einem zum Beispiel 25%igen gegenseitig-interstitiellen Drucken erfolgen, wie in [Fig. 5](#) gezeigt. Das zyklische Durchlaufen ist wie oben für das 50%ige gegenseitig-interstitielle Drucken erläutert, außer dass der Kopf **50** nun bezüglich des Druckmediums **66** z.B. über $\frac{1}{4}$ seiner Länge zwischen jedem Durchgang bewegt wird. Jeder Pixelort kann nun von vier markierenden Elementen erreicht werden, die redundante Mengen von markierenden Elementen bilden, bei einer Redundanz von 4. Redundante Mengen von markierenden Elementen sind **(1, 5, 9, 13)**, **(2, 6, 10, 14)**, **(3, 7, 11, 15)** und **(4, 8, 12, 16)**.

[0059] Falls ein markierendes Element versagt oder von dem gewünschten Druckort abweicht, beispielsweise markierendes Element **3**, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, kann seine Funktion von einem beliebigen der markierenden Elemente **7**, **11** oder **15** übernommen werden. Dies bedeutet, dass ein Pixel an den Pixelorten **76**, das normalerweise während eines ersten Durchgangs vom markierenden Element **3** gedruckt würde, nun entweder vom markierenden Element **7** während des zweiten Durchgangs, vom markierenden Element **11** während des dritten Durchgangs oder vom markierenden Element **15** während des vierten Durchgangs gedruckt werden kann. Es ist leicht ersichtlich, dass mehr markierende Elemente ausfallen können, bevor eine Rekonfiguration des Kopfs **50** erforderlich ist.

[0060] Die Wahl, welches markierende Element **7**, **11**, **15** an Stelle eines defekten markierenden Elements **3** gefeuert werden soll, kann auf der Basis verschiedener Optimierungsroutinen getroffen werden. Diese Wahl wird automatisch getroffen. Ein Testmuster wird entweder manuell von einem Benutzer oder von einer Maschine in die Druckeinrichtung eingegeben. Das Testmuster wird gedruckt, wobei das normale Feuern der markierenden Elemente verwendet wird (d.h., redundante markierende Elemente werden abwechselnd gefeuert). Entweder der Benutzer oder eine Maschine detektiert, ob die Qualität der Testergebnisse OK ist. Falls nicht, arbeitet die Maschine aus, wie das Problem beseitigt werden kann. Dann wird eine neue Auswahl von markierenden Elementen getroffen, z.B. in Abhängigkeit von Fehlausrichtungsdaten.

[0061] Gemäß einer ersten Ausführungsform besteht eine mögliche Optimierungsroutine darin, jeden Punkt zu seiner Absolutposition in Beziehung zu setzen. Eine Fehlausrichtung von markierenden Elementen, was die Abweichung eines gedruckten Punkts von seiner Absolutposition ist, kann durch einen Wert gekennzeichnet werden, der die Differenz beim Ort zeigt, wo ein Punkt sein sollte und wo er effektiv ankommt. Falls die Fehlausrichtung eines markierenden Elements für alle die markierenden Elemente einer redundanten Menge unter einem bestimmten Schwellwert liegt (zwei markierende Elemente im Fall einer Redundanz von 2, vier markierende Elemente im Fall einer Redundanz 4 usw.), dann werden alle markierenden Elemente abwechselnd verwendet. Falls die Fehlausrichtung für ein markierendes Element unter einem bestimmten Schwellwert für ein erstes markierendes Element und über einem bestimmten Schwellwert für die anderen markierenden Elemente der redundanten Menge liegt, dann wird immer das erste markierende Element verwendet. Falls die Fehlausrichtung für eine erste Mehrzahl von markierenden Elementen unter einem bestimmten Schwellwert liegt und sie für andere markierende Elemente der redundanten Menge über dem Schwellwert liegt, dann werden die markierenden Elemente der ersten Mehrzahl von markierenden Elementen abwechselnd verwendet. Falls sich zwei markierende Elemente in der redundanten Menge befindet und die Fehlausrichtung in einer Richtung für das erste markierende Element und in der anderen Richtung für das zweite markierende Element liegt, dann werden beide markierende Elemente abwechselnd gefeuert. Wenn die Fehlausrichtung in der gleichen Richtung für beide markierende Elemente liegt, dann wird immer das mit der niedrigsten Toleranz verwendet. Wenn ein markierendes Element überhaupt nicht funktioniert, dann wird immer das andere unabhängig von seiner Fehlausrichtung verwendet.

[0062] Gemäß einer zweiten Ausführungsform ist

ein möglicher Optimierungsparameter die Zwischenpunktentfernung, wodurch Nachbarn eines Punkts betrachtet werden. Bei einem ersten Schritt werden alle Zwischenpunktentfernungen identifiziert. Problembereiche werden entweder manuell oder automatisch identifiziert. Dann wird versucht, die Zwischenpunktentfernung automatisch zu minimieren.

[0063] Falls eine im Voraus eingestellte Anzahl von markierenden Elementen von einer redundanten Menge von markierenden Elementen defekt sind, beispielsweise alle die markierenden Elemente **3**, **7**, **11** und **15** der redundanten Menge von markierenden Elementen wie in [Fig. 5](#) defekt sind (oder die relevanten Düsen irgendeiner der anderen [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 4A](#), [Fig. 4B](#), [Fig. 4C](#), [Fig. 6A](#), [Fig. 6B](#)), dann muss der Druckkopf **50** rekonfiguriert werden.

[0064] Gemäß einer ersten Ausführungsform, in [Fig. 6A](#) dargestellt, wird der Druckkopf **50** rekonfiguriert, indem eine Anzahl von markierenden Elementen auf einer ersten Seite A des Druckkopfs **50** inaktiv gemacht werden. Die Anzahl der markierenden Elemente, die beim Rekonfigurieren des Druckkopfs **50** inaktiv gemacht worden sind, ist gleich der Anzahl redundanter markierender Elemente in einer Menge, die bei dem betrachteten Beispiel 4 beträgt. Im vorliegenden Fall bleiben 12 markierende Elemente **1'-12'** aktiv. Die gleiche Redundanz wie vor der Rekonfiguration des Druckkopfs **50** wird beibehalten (d.h. 4), so dass die 12 markierenden Elemente **1'-12'** nun in Gruppen von 3 unterteilt sind. Redundante Mengen von markierenden Elementen werden nun (**1'**, **4'**, **7'**, **10'**), (**2'**, **5'**, **8'**, **11'**) und (**3'**, **6'**, **9'**, **12'**). Es ist ersichtlich, dass jede Pixelposition von zwei verschiedenen markierenden Elementen erreicht werden kann, die von den zwei äquivalenten markierenden Elementen verschieden sind, die vor der Rekonfiguration des Druckkopfs **50** diese Pixelposition erreichen würden. Wenn eines der markierenden Elemente defekt ist, übernimmt das entsprechende äquivalente markierende Element seine Funktionsweise. In dem angegebenen Beispiel sind durch Rekonfigurieren des Druckkopfs **50** die markierenden Elemente **3'**, **7'** und **11'** immer noch fehlerhaft.

[0065] Während eines ersten Durchgangs sollten die markierenden Elemente **1'-3'** jedes vierte Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F beginnend mit der ersten Zeile R1 drucken. Orte, wo der Druckkopf **50** während des ersten Durchgangs druckt, sind in der Matrix **65** von [Fig. 6A](#) durch eine 1 angegeben. Es ist anzumerken, dass, ob ein markierendes Element tatsächlich druckt oder nicht, von dem zu druckenden Bild abhängt, das heißt, ob ein Punkt an einem bestimmten Ort in der Matrix **65** gedruckt werden soll oder nicht. Da das markierende Element **3'** ein defektes ist, werden die Orte **86** auf jeder vierten Zeile beginnend mit Zeile R1 nicht vom markierenden Element **3'** gedruckt, sondern von einem der äquiva-

lenten markierenden Elemente **6'**, **9'** oder **12'** während eines der folgenden Durchgänge. In der Matrix **65** von [Fig. 6A](#) werden Punkte auf Orten **86** von markierenden Elementen **6'** während Durchgang 2 gedruckt. Nach dem ersten Durchgang wird der Druckkopf **50** um $\frac{1}{4}$ der Länge seines aktiven markierenden Elements verschoben (d.h. im vorliegenden Fall über drei markierende Elemente).

[0066] Während Durchgang 2 sollten die markierenden Elemente **1'-6'** jedes vierte Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F beginnend mit der zweiten Zeile R2 drucken. Orte, wo der Druckkopf **50** während des zweiten Durchgangs druckt, sind in der Matrix **65** von [Fig. 6A](#) durch eine 2 angegeben. Da das markierende Element **3'** ein defektes ist, werden Orte **88** auf jeder vierten Zeile beginnend mit Zeile 2 nicht vom markierenden Element **3'** gedruckt, sondern von einem der äquivalenten markierenden Elemente **6'**, **9'** oder **12'** während einem der folgenden Durchgänge. In der Matrix **65** von [Fig. 6A](#) werden Punkte an Orten **86** von markierenden Elementen **6'** während Durchgang 3 gedruckt. Nach dem zweiten Durchgang wird der Druckkopf **50** wieder um $\frac{1}{4}$ der Länge seines aktiven markierenden Elements verschoben (d.h. im vorliegenden Fall über drei markierende Elemente).

[0067] Während eines dritten Durchgangs sollten die markierenden Elemente **1'-9'** jedes vierte Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F beginnend mit der dritten Zeile R3 drucken. Orte, wo der Druckkopf **50** während des dritten Durchgangs druckt, sind in der Matrix **65** von [Fig. 6A](#) durch eine 3 angegeben. Da die markierenden Elemente **3'** und **7'** defekte sind, werden die Orte **90** und **92** in jeder vierten Reihe beginnend mit Reihe R3 von den jeweiligen markierenden Elementen **3'** und **7'** nicht gedruckt. Punkte an den Orten **90** werden von einem der äquivalenten markierenden Elemente **6'**, **9'** oder **12'** während einem der folgenden Durchgänge gedruckt (Durchgang 4, Durchgang 5 bzw. Durchgang 6). Punkte an Orten **92** werden entweder durch äquivalente markierende Elemente **1'** oder **4'** während einem der beiden vorausgehenden Durchgänge oder durch das äquivalente markierende Element **10'** während des nächsten Durchgangs gedruckt. Beispielsweise in der Matrix **65** von [Fig. 6A](#) werden Punkte an Orten **90** durch das äquivalente markierende Element **6'** während des Durchgangs 4 und an Orten **92** von dem äquivalenten markierenden Element **10'** während des Durchgangs 4 gedruckt. Nach dem dritten Durchgang wird der Druckkopf **50** wieder um $\frac{1}{4}$ der Länge seines aktiven markierenden Elements verschoben.

[0068] Während Durchgang 4 sollten die markierenden Elemente **1'-12'** jedes vierte Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F beginnend mit der vierten Zeile R4 drucken. Orte, wo der Druckkopf **50** während des vierten Durchgangs druckt, sind in der

Matrix 65 von [Fig. 6A](#) mit einer 4 angegeben. Da die markierenden Elemente 3', 7' und 11' defekte sind, werden die Orte 94, 96 und 98 auf jeder vierten Zeile beginnend mit Zeile R4 von den jeweiligen markierenden Elementen 3', 7' und 11' nicht gedruckt. Punkte an den Orten 94 werden von einem der äquivalenten markierenden Elemente 6', 9' oder 12' während einem der folgenden Durchgänge gedruckt (Durchgang 5, Durchgang 6 bzw. Durchgang 7). Punkte an Orten 96 werden entweder von äquivalenten markierenden Elementen 1' oder 4' während einem der beiden vorausgegangenen Durchgänge oder durch das äquivalente markierende Element 10' während des nächsten Durchgangs gedruckt. Punkte an Orten 98 werden von einem der äquivalenten markierenden Elemente 2', 5' oder 8' während einem der drei vorausgegangenen Durchgänge gedruckt. Beispielsweise werden in der Matrix 65 von [Fig. 6A](#) Punkte an Orten 94 durch das äquivalente markierende Element 6' während Durchgang 5, an Orten 96 durch das äquivalente markierende Element 10' während Durchgang 5 und an Orten 98 durch das äquivalente markierende Element 2' während Durchgang 1 gedruckt. Nach dem vierten Durchgang wird der Druckkopf wieder um $\frac{1}{4}$ der Länge seines aktiven markierenden Elements verschoben.

[0069] Solche Zyklen, die das Bewegen des Druckkopfs 50 über $\frac{1}{4}$ seiner Länge, das Starten des Drucks bei der ersten Zeile R1, das Bewegen des Kopfs 50 über $\frac{1}{4}$ seiner Länge, das Starten des Drucks bei der zweiten Zeile R2, das Bewegen des Druckkopfs 50 über $\frac{1}{4}$ seiner Länge, das Starten des Drucks bei der dritten Zeile R3, das Bewegen des Kopfs 50 über $\frac{1}{4}$ seiner Länge und das Starten des Drucks bei der vierten Zeile R4 umfassen, werden ständig wiederholt.

[0070] Gemäß einer zweiten Ausführungsform, in [Fig. 6B](#) dargestellt, wird der Druckkopf 50 rekonfiguriert, indem eine Anzahl von markierenden Elementen auf einer zweiten Seite B des Druckkopfs 50 inaktiv gemacht werden. Die Anzahl der markierenden Elemente, die beim Rekonfigurieren des Druckkopfs 50 inaktiv gemacht worden sind, ist gleich der Anzahl redundanter markierender Elemente in einer Menge, die bei dem betrachteten Beispiel 4 beträgt. Im vorliegenden Fall bleiben 12 markierende Elemente 1'-12' aktiv. Die gleiche Redundanz wie vor der Rekonfiguration des Druckkopfs 50 wird beibehalten (d.h. 4), so dass die 12 markierenden Elemente 1'-12' nun in Gruppen von 3 unterteilt sind. Redundante Mengen von markierenden Elementen werden nun (1', 4', 7', 10'), (2', 5', 8', 11') und (3', 6', 9', 12'). Es ist ersichtlich, dass jede Pixelposition von zwei verschiedenen markierenden Elementen erreicht werden kann, die von den zwei äquivalenten markierenden Elementen verschieden sind, die vor der Rekonfiguration des Druckkopfs 50 diese Pixelposition erreichen würden. Wenn eines der markierenden Elemente defekt ist,

übernimmt das entsprechende äquivalente markierende Element seine Funktionsweise. In dem angegebenen Beispiel sind durch Rekonfigurieren des Druckkopfs 50 die markierenden Elemente 3', 7' und 11' immer noch fehlerhaft.

[0071] Während eines ersten Durchgangs sollten die markierenden Elemente 1'-3' jedes vierte Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F beginnend mit der ersten Zeile R1 drucken. Orte, wo der Druckkopf 50 während des ersten Durchgangs druckt, sind in der Matrix 65 von [Fig. 6B](#) durch eine 1 angegeben. Es ist anzumerken, dass, ob ein markierendes Element tatsächlich druckt oder nicht, von dem zu druckenden Bild abhängt, das heißt, ob ein Punkt an einem bestimmten Ort in der Matrix 65 gedruckt werden soll oder nicht. Da das markierende Element 3' ein defektes ist, werden die Orte 100 auf jeder vierten Zeile beginnend mit Zeile R1 nicht vom markierenden Element 3' gedruckt, sondern von einem der äquivalenten markierenden Elemente 6', 9' oder 12' während einem der folgenden Durchgänge. In der Matrix 65 von [Fig. 6A](#) werden Punkte auf Orten 100 von markierenden Elementen 9' während Durchgang 3 gedruckt. Nach dem ersten Durchgang wird der Druckkopf 50 um $\frac{1}{4}$ der Länge seines aktiven markierenden Elements verschoben (d.h. im vorliegenden Fall über drei markierende Elemente).

[0072] Während Durchgang 2 sollten die markierenden Elemente 1'-6' jedes vierte Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F beginnend mit der zweiten Zeile R2 drucken. Orte, wo der Druckkopf 50 während des zweiten Durchgangs druckt, sind in der Matrix 65 von [Fig. 6A](#) durch eine 2 angegeben. Da das markierende Element 3' ein defektes ist, werden Orte 102 auf jeder vierten Zeile beginnend mit Zeile 2 nicht vom markierenden Element 3' gedruckt, sondern von einem der äquivalenten markierenden Elemente 6', 9' oder 12' während einem der folgenden Durchgänge 3, 4 bzw. 5. In der Matrix 65 von [Fig. 6A](#) werden Punkte an Orten 102 von markierenden Elementen 9' während Durchgang 4 gedruckt. Nach dem zweiten Durchgang wird der Druckkopf 50 wieder um $\frac{1}{4}$ der Länge seines aktiven markierenden Elements verschoben (d.h. im vorliegenden Fall über drei markierende Elemente).

[0073] Während eines dritten Durchgangs sollten die markierenden Elemente 1'-9' jedes vierte Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F beginnend mit der dritten Zeile R3 drucken. Orte, wo der Druckkopf 50 während des dritten Durchgangs druckt, sind in der Matrix 65 von [Fig. 6A](#) durch eine 3 angegeben. Da die markierenden Elemente 3' und 7' defekte sind, werden die Orte 104 und 106 in jeder vierten Reihe beginnend mit Reihe R3 von den jeweiligen markierenden Elementen 3' und 7' nicht gedruckt. Punkte an den Orten 104 werden von einem der äquivalenten markierenden Elemente 6', 9' oder 12' wäh-

rend einem der folgenden Durchgänge gedruckt (Durchgang 4, Durchgang 5 bzw. Durchgang 6). Punkte an Orten **106** werden entweder durch äquivalente markierende Elemente **1'** oder **4'** während einem der beiden vorausgehenden Durchgänge oder durch das äquivalente markierende Element **10'** während des nächsten Durchgangs gedruckt. Beispielsweise in der Matrix **65** von [Fig. 6B](#) werden Punkte an Orten **104** durch das äquivalente markierende Element **9'** während des Durchgangs 5 und an Orten **106** von dem äquivalenten markierenden Element **1'** während des Durchgangs 1 gedruckt. Nach dem dritten Durchgang wird der Druckkopf **50** wieder um $\frac{1}{4}$ der Länge seines aktiven markierenden Elements verschoben.

[0074] Während Durchgang 4 sollten die markierenden Elemente **1'-12'** jedes vierte Pixel in einer Spalte in der Schnellscanrichtung F beginnend mit der vierten Zeile R4 drucken. Orte, wo der Druckkopf **50** während des vierten Durchgangs druckt, sind in der Matrix **65** von [Fig. 6B](#) mit einer 4 angegeben. Da die markierenden Elemente **3', 7'** und **11'** defekte sind, werden die Orte **108, 110** und **112** auf jeder vierten Zeile beginnend mit Zeile R4 von den jeweiligen markierenden Elementen **3', 7'** und **11'** nicht gedruckt. Punkte an den Orten **108** werden von einem der äquivalenten markierenden Elemente **6', 9'** oder **12'** während einem der folgenden Durchgänge gedruckt (Durchgang 5, Durchgang 6 bzw. Durchgang 7). Punkte an Orten **110** werden entweder von äquivalenten markierenden Elementen **1'** oder **4'** während einem der beiden vorausgegangenen Durchgänge oder durch das äquivalente markierenden Element **10'** während des nächsten Durchgangs gedruckt. Punkte an Orten **112** werden von einem der äquivalenten markierenden Elemente **2', 5'** oder **8'** während einem der drei vorausgegangenen Durchgänge gedruckt. Beispielsweise werden in der Matrix **65** von [Fig. 6B](#) Punkte an Orten **108** durch das äquivalente markierende Element **9'** während Durchgang 6, an Orten **110** durch das äquivalente markierende Element **1'** während Durchgang 2 und an Orten **112** durch das äquivalente markierende Element **5'** während Durchgang 2 gedruckt. Nach dem vierten Durchgang wird der Druckkopf wieder um $\frac{1}{4}$ der Länge seines aktiven markierenden Elements verschoben.

[0075] Solche Zyklen, die das Bewegen des Druckkopfs **50** über $\frac{1}{4}$ seiner Länge, das Starten des Drucks bei der ersten Zeile R1, das Bewegen des Kopfs **50** über $\frac{1}{4}$ seiner Länge, das Starten des Drucks bei der zweiten Zeile R2, das Bewegen des Druckkopfs **50** über $\frac{1}{4}$ seiner Länge, das Starten des Drucks bei der dritten Zeile R3, das Bewegen des Kopfs **50** über $\frac{1}{4}$ seiner Länge und das Starten des Drucks bei der vierten Zeile R4 umfassen, werden ständig wiederholt.

[0076] [Fig. 7](#) ist eine stark schematische allgemeine Perspektivansicht eines Tintenstrahldruckers **20**, der mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Der Drucker **20** enthält eine Basis **31**, eine Schlittenbaugruppe **32**, einen Schrittmotor **33**, einen von dem Schrittmotor **33** angetriebenen Antriebsriemen **34** und eine Führungsschienenbaugruppe **36** für die Schlittenbaugruppe **32**. An der Schlittenbaugruppe **32** ist ein Druckkopf **10** mit mehreren Düsen montiert. Der Druckkopf **10** kann auch eine oder mehrere Tintenpatronen oder ein beliebiges geeignetes Tintenzuführsystem enthalten. Ein Blatt Papier **37** wird in der Langsamscanrichtung von einem nicht gezeigten Zufuhrmechanismus über eine Unterlage **38** vorgeschoben. Die Schlittenbaugruppe **32** wird durch die Aktion des vom Schrittmotor **33** angetriebenen Antriebsriemens **34** in der Schnellscanrichtung entlang der Führungsschienenbaugruppe **36** bewegt. [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm des Elektroniksteuersystems eines Druckers **20**, das ein Beispiel ist für ein Steuersystem zur Verwendung mit einem Druckkopf **10** gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0077] Der Drucker **20** enthält einen Pufferspeicher **40** zum Empfangen einer Druckdatei in Form von Signalen von einem Hostrechner **30**, einem Bildpuffer **42** zum Speichern von Druckdaten und einen Druckercontroller **60**, der den Gesamtbetrieb des Druckers **10** steuert. An den Druckercontroller **60** sind ein Schnellscantreiber **62** für einen Schlittenbaugruppenantriebsmotor **66**, ein Langsamscantreiber **64** für einen Papierzufuhrantriebsmotor **68** und ein Kopftreiber **44** für den Druckkopf **10** angeschlossen. Wahlweise gibt es einen Datenspeicher **70** zum Speichern von Parametern zum Steuern des Druckbetriebs gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Hostrechner **30** kann eine beliebige geeignete programmierbare Recheneinrichtung wie etwa ein PC mit einem Pentium-III-Mikroprozessor von Intel Corp., USA, z.B. mit Speicher und einer graphischen Schnittstelle wie etwa Windows **98** von Microsoft Corp., USA sein. Der Druckercontroller **60** kann eine Recheneinrichtung enthalten, z.B. einen Mikroprozessor, beispielsweise kann sie ein Mikrocontroller sein. Insbesondere kann sie einen programmierbaren Druckercontroller enthalten, beispielsweise ein programmierbares digitales Logikelement wie etwa eine programmierbare Matrixlogik (PAL – programmable Array Logic), eine programmierbare Logikanordnung, ein programmierbares Gate-Array, insbesondere ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA). Die Verwendung eines FPGA gestattet die spätere Programmierung der Druckereinrichtung, z.B. durch Herunterladen der erforderlichen Einstellungen des FPGA.

[0078] Der Benutzer des Druckers **20** kann fakultativ Werte in dem Datenspeicher **70** einstellen, um die Operation des Druckerkopfs **10** zu modifizieren. Der Benutzer kann beispielsweise Werte mit Hilfe einer Menükonsole **46** am Drucker **20** in dem Datenspei-

cher **70** einstellen. Alternativ können diese Parameter vom Hostrechner **30** aus, z.B. über manuelle Eingabe über eine Tastatur, in dem Datenspeicher **70** eingestellt werden. Auf der Basis von Daten, die vom Benutzer spezifiziert und eingegeben sind, bestimmt beispielsweise ein nicht gezeigter Druckertreiber des Hostrechners **30** die verschiedenen Parameter, die die Druckoperationen definieren, und überträgt diese an den Druckercontroller **60** zum Schreiben in den Datenspeicher **70**, zum Beispiel die Auflösung. Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ist, dass der Druckercontroller **60** die Operation des Druckerkopfs **10** gemäß im Datenspeicher **70** gespeicherter einstellbarer Parameter steuert. Auf der Basis dieser Parameter liest der Druckercontroller die erforderlichen Informationen, die in den im Pufferspeicher **40** gespeicherten Druckdaten enthalten sind, und sendet Steuersignale an die Treiber **62**, **64** und **44**. Insbesondere ist der Controller **60** für einen Punktmatrixdrucker zum Drucken eines Bilds auf ein Druckmedium ausgelegt, wobei die Steuereinheit folgendes umfasst: Software- oder Hardwaremittel zum Steuern des Druckens des Bilds und Software- oder Hardwaremittel zum Bereitstellen alternativer Markierungselement-Feuerverfahren zum Kompensieren fehlerhafter Markierungselemente gemäß Verfahren der vorliegenden Erfindung. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Controller **60** dafür ausgelegt, den Kopftreiber **44** derart anzutreiben, dass fehlerhafte Markierungselemente durch andere Markierungselemente ersetzt werden.

[0079] Beispielsweise werden die Druckdaten in die individuellen Farbkomponenten zerlegt, um Bilddaten in Form einer Bitmap für jede Farbkomponente zu erhalten, die im Empfangspufferspeicher **30** gespeichert ist. Gemäß Steuersignalen von dem Druckercontroller **60** liest der Kopftreiber **44** die Farbkomponentenbilddaten aus dem Bildpufferspeicher **52** aus, um die Geschwindigkeit und das oder die Arrays von Düsen im Druckkopf **10** anzusteuern, um die erforderliche Auflösung zu erhalten.

[0080] Wie oben angedeutet kann der Controller **60** programmierbar sein, z.B. kann er einen Mikroprozessor oder ein FPGA enthalten. Gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann ein Drucker gemäß der vorliegenden Erfindung so programmiert werden, dass er verschiedene Fehlerhafte-Markierungselement-Verfahren bereitstellt. Beispielsweise weist das Basismodell des Druckers möglicherweise keinerlei Markierungselementtauschverfahren auf. Ein Upgrade in Form eines Programms zum Herunterladen in den Mikroprozessor oder FPGE des Controllers **60** kann zusätzliche Funktionalität für fehlerhafte Markierungen bereitstellen, z.B. ein Verfahren zur Kompensation fehlerhafter Markierungen gemäß der vorliegenden Erfindung. Die vorliegende Erfindung enthält dementsprechend ein Computerprogrammprodukt, das die Funktionali-

tät beliebiger der Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung bei Ausführung auf einer Recheneinrichtung liefert. Zudem enthält die vorliegende Erfindung einen Datenträger wie etwa eine CD-ROM oder eine Diskette, die das Computerprodukt in einer maschinenlesbaren Form speichert und bei Ausführung auf einer Recheneinrichtung mindestens eines der Verfahren der Erfindung ausführt. Heutzutage wird solche Software oftmals im Internet oder einem Firmen-Intranet zum Herunterladen angeboten, weshalb die vorliegende Erfindung das Übertragen des Druckcomputerprodukts gemäß der vorliegenden Erfindung über ein Orts- oder Fernnetz beinhaltet. Die Recheneinrichtung kann einen Mikroprozessor oder ein FPGA enthalten.

[0081] Der Datenspeicher **70** kann eine beliebige geeignete Einrichtung zum Speichern digitaler Daten umfassen, wie dem Fachmann bekannt ist, z.B. ein Register oder ein Satz von Registern, eine Speicheleinrichtung wie etwa ein RAM, EPROM oder einen Halbleiterspeicher.

[0082] Wenngleich die Erfindung unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform gezeigt und beschrieben worden ist, versteht der Fachmann, dass zahlreiche Änderungen oder Modifikationen hinsichtlich Form und Detail vorgenommen werden können, ohne vom Schutzbereich der Ansprüche abzuweichen. Beispielsweise kann die Vorbereitung für die Druckdatei zum Ausführen der oben erwähnten gedruckten Ausführungsformen von dem Hostrechner **30** vorbereitet werden, und der Drucker **20** druckt einfach gemäß dieser Datei als eine Untereinrichtung des Hostrechners **30**. Somit beinhaltet die vorliegende Erfindung, dass die Druckverfahren der vorliegenden Erfindung in Software auf einem Hostrechner implementiert und auf einem Drucker gedruckt werden, der die Anweisungen von dem Hostrechner ohne Änderung ausführt. Dementsprechend beinhaltet die vorliegende Erfindung ein Computerprogrammprodukt, das die Funktionalität von beliebigen der Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung bereitstellt, wenn es auf einer Recheneinrichtung ausgeführt wird, die mit einem Druckkopf assoziiert ist, das heißt, der Druckkopf und die programmierbare Recheneinrichtung können mit dem Drucker enthalten sein oder die programmierbare Einrichtung kann ein Computer oder ein Computersystem sein, z.B. ein an einen Drucker angeschlossenes Lokalnetz. Der Drucker kann ein Netzdrucker sein. Zudem enthält die vorliegende Erfindung einen Datenträger wie etwa eine CD-ROM oder eine Diskette, die das Computerprodukt in einer maschinenlesbaren Form speichert und bei Ausführen des auf dem Datenträger gespeicherten Programms auf einer Recheneinrichtung mindestens eines der Verfahren der Erfindung ausführt. Die Recheneinrichtung kann einen PC oder eine Workstation beinhalten. Heutzutage wird solche Software oftmals im Internet oder einem Firmen-In-

tranet zum Herunterladen angeboten, weshalb die vorliegende Erfindung das Übertragen des Druckcomputerprodukts gemäß der vorliegenden Erfindung über ein Orts- oder ein Fernnetz beinhaltet.

Patentansprüche

1. Punktmatrixdruckverfahren zum Ermöglichen des Druckens einer Punktmatrix (65) auf einem Druckmedium (66) unter Verwendung mehrerer markierender Elemente (1–16) an einem Druckkopf (50), mit den folgenden Schritten:

- Bestimmen einer Menge von Kombinationen der Feuerreihenfolge der mehreren markierenden Elemente (1–16) und einer Sequenz von relativen Translationsbewegungen zwischen dem Druckmedium (66) und dem Druckkopf (50), so dass alle Punkte in der Punktmatrix (65) gedruckt werden können durch Anwendung jeder der Menge von Kombinationen, und jeder Punkt in der Punktmatrix (65) kann durch mindestens ein erstes und ein zweites äquivalentes markierendes Element (1 und 9) aus einer Menge äquivalenter markierender Elemente gedruckt werden,
- Auswählen für das Drucken von Mengen von Punkten in der Punktmatrix (65) eines ersten äquivalenten markierenden Elements (1) aus der Menge äquivalenter markierender Elemente, um die Menge von Punkten als Teil einer ersten Feuerreihenfolge zu drucken,
- falls eine voreingestellte Anzahl äquivalenter markierender Elemente (1, 9) der Menge äquivalenter markierender Elemente fehlerhaft ist, Rekonfigurieren des Druckkopfs (50) so, dass andere Mengen aus mindestens einem ersten und zweiten äquivalenten markierenden Element aus verschiedenen Mengen äquivalenter markierender Elemente bestimmt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das erste oder zweite äquivalente markierende Element (1 und 9) als Teil eines gegenseitig-interstitiellen Druckverfahrens gefeuert werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Auswahlschritt auf einer Fehlausrichtung der markierenden Elemente (1–16) basiert.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei, falls die Fehlausrichtung unter einem Schwellwert für alle äquivalenten markierenden Elemente (1, 9) liegt, die äquivalenten markierenden Elemente abwechselnd gefeuert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei, falls die Fehlausrichtung unter einem Schwellwert für eine erste Anzahl äquivalenter markierender Elemente liegt und über diesem Schwellwert für die anderen äquivalenten markierenden Elemente liegt, dann die

erste Anzahl von markierenden Elementen abwechselnd gefeuert werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3, wobei, falls die Fehlausrichtung für eine erste Anzahl äquivalenter markierender Elemente in einer Richtung besteht, und die Fehlausrichtung der anderen äquivalenten markierenden Elemente in der entgegengesetzten Richtung besteht, dann für jede Richtung das äquivalente markierende Element mit dem niedrigsten Fehlausrichtungswert bestimmt wird und diese äquivalenten markierenden Elemente abwechselnd gefeuert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 3, wobei, falls die Düsenfehläusrichtung in der gleichen Richtung für alle äquivalenten markierenden Elemente besteht, das markierende Element mit dem niedrigsten Fehlausrichtungswert immer gefeuert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei der Auswahlschritt auf der Zwischenpunktentfernung von von den markierenden Elementen (1–16) gedruckten Punkten basiert.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei ein äquivalentes markierendes Element nicht verwendet wird, falls die Entfernung eines von diesem markierenden Element bedruckten Punkts zu seinen benachbarten Punkten größer ist als ein vorbestimmter Schwellwert.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Druckzeiten für das Drucken mit Hilfe des ersten äquivalenten markierenden Elements (1) oder mit Hilfe des zweiten äquivalenten markierenden Elements (2) gleich sind.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Rekonfigurationsschritt in Software erfolgt.

12. Vorrichtung für das Punktmatrixdrucken eines Bilds auf ein Druckmedium (66), die folgendes umfasst:

- einen Druckkopf (50),
- mehrere gleichmäßig beabstandete markierende Elemente (1–16) an dem Druckkopf (50),
- eine Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Menge von Kombinationen der Feuerreihenfolge der mehreren markierenden Elemente (1–16) und einer Sequenz von relativen Translationsbewegungen zwischen dem Druckkopf (50) und dem Druckmedium (66), so dass alle Punkte in der Matrix (65) gedruckt werden können durch Anwendung jeder der Menge von Kombinationen, und jeder Punkt in der Punktmatrix (65) kann durch mindestens ein erstes und ein zweites äquivalentes markierendes Element (1, 9) aus einer Menge äquivalenter markierender Elemente gedruckt werden,

- eine Auswahleinrichtung zum Auswählen für das Drucken von Mengen von Punkten in der Punktmatrix (**65**) eines ersten äquivalenten markierenden Elements (**1**) aus der Menge äquivalenter markierender Elemente, um die Menge von Punkten als Teil einer ersten Feuerreihenfolge zu drucken, und
- eine Rekonfigurationseinrichtung zum Rekonfigurieren des Druckkopfs (**50**), falls eine im Voraus eingestellte Anzahl äquivalenter markierender Elemente (**1, 9**) der Menge äquivalenter markierender Elemente defekt sind, so dass andere Mengen aus mindestens einem ersten und zweiten äquivalenten markierenden Element von verschiedenen Mengen äquivalenter markierender Elemente durch die Bestimmungseinrichtung bestimmt werden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die markierenden Elemente (**1–16**) Tinten projizierende Düsen sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei die Rekonfigurationseinrichtung in Software implementiert ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 14, wobei die Vorrichtung so ausgelegt ist, dass die Druckzeiten für das Drucken mit Hilfe des ersten äquivalenten markierenden Elements (**1**) oder mit Hilfe des zweiten äquivalenten markierenden Elements (**9**) gleich sind.

16. Tintenstrahldruckeinrichtung mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15.

17. Computerprogrammprodukt zum Ausführen eines beliebigen der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 bei Ausführung auf einer Recheneinrichtung, die mit einem Druckkopf assoziiert ist.

18. Maschinenlesbare Datenspeichereinrichtung, die das Computerprogrammprodukt von Anspruch 17 speichert.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

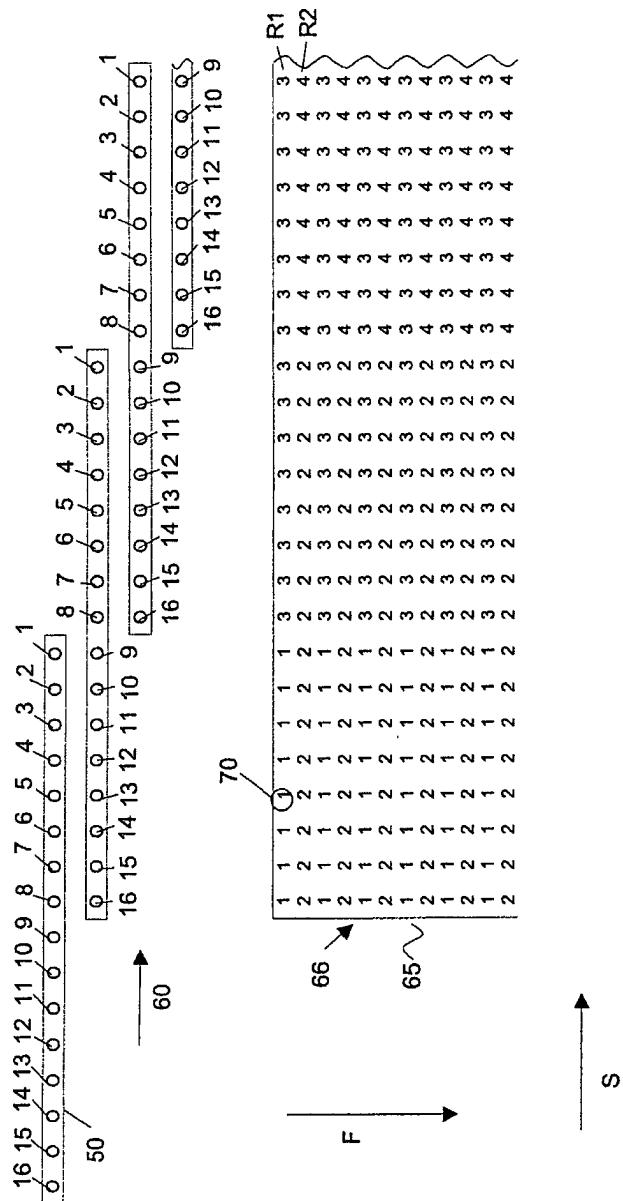


Fig. 1

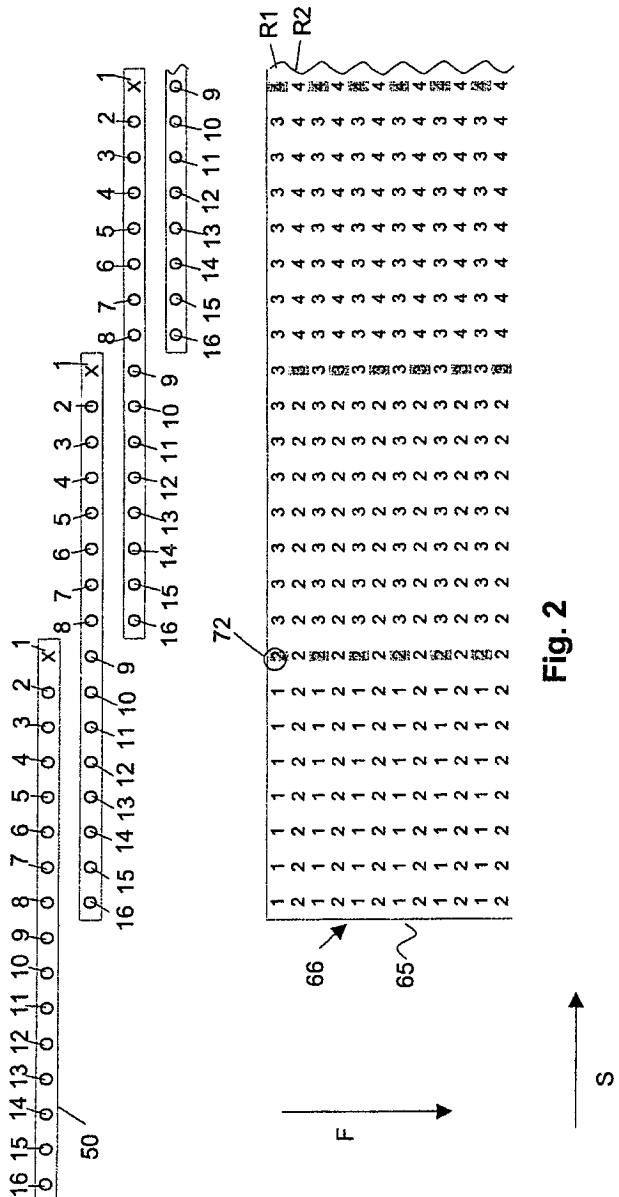
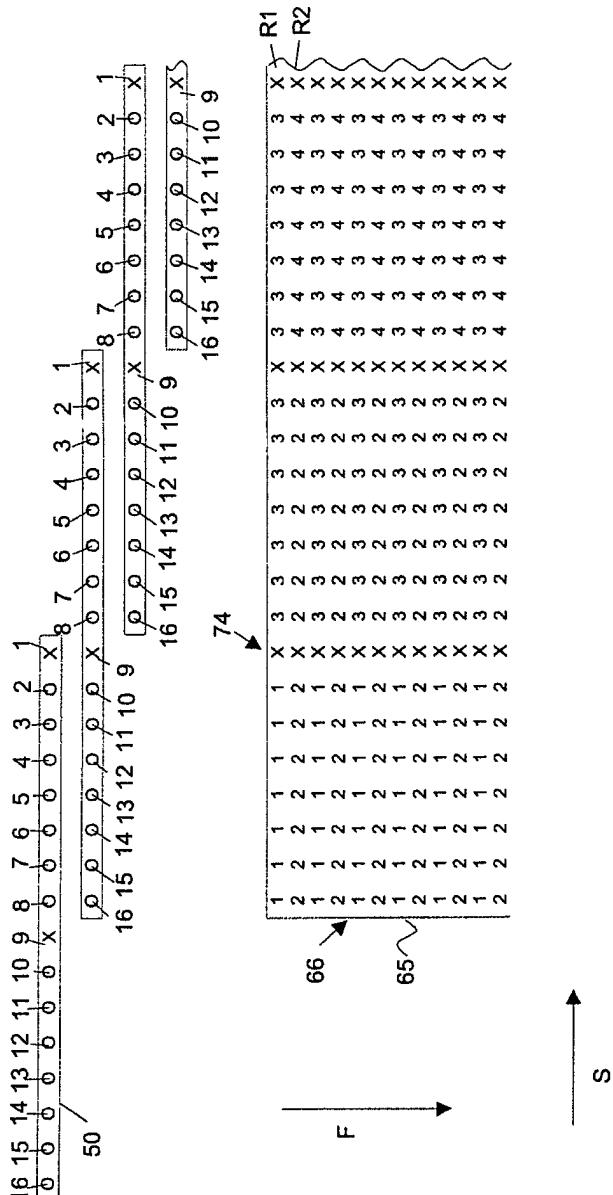


Fig. 2



၃၈

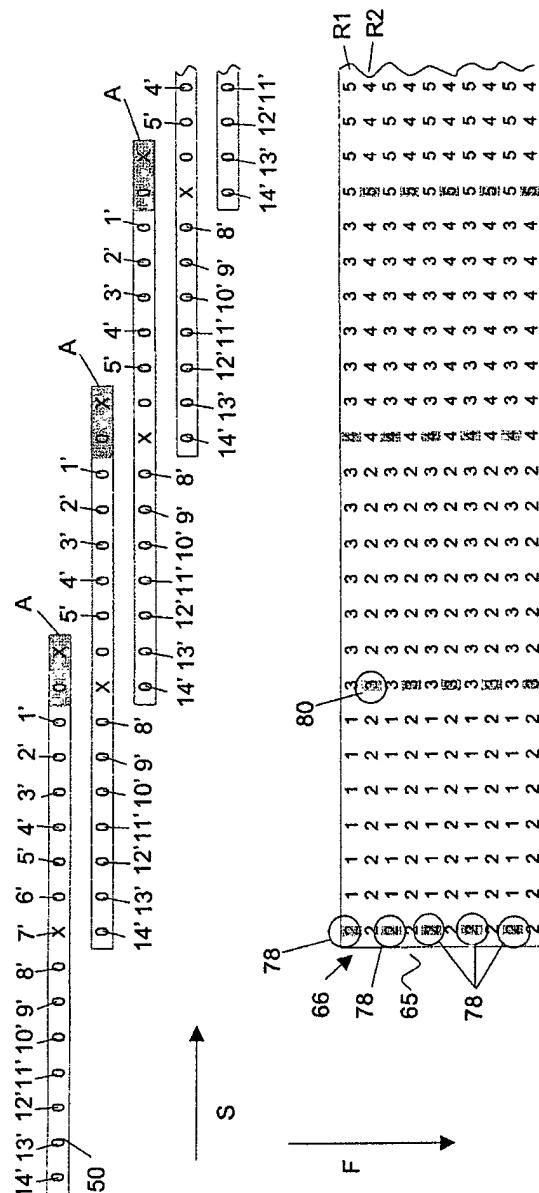
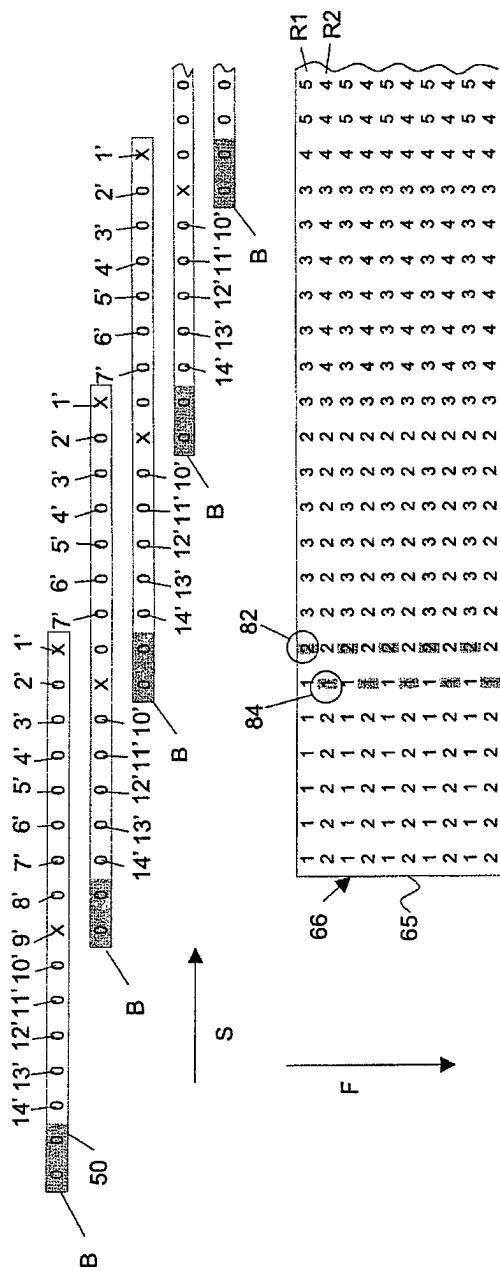


Fig. 4A

**Fig. 4B**

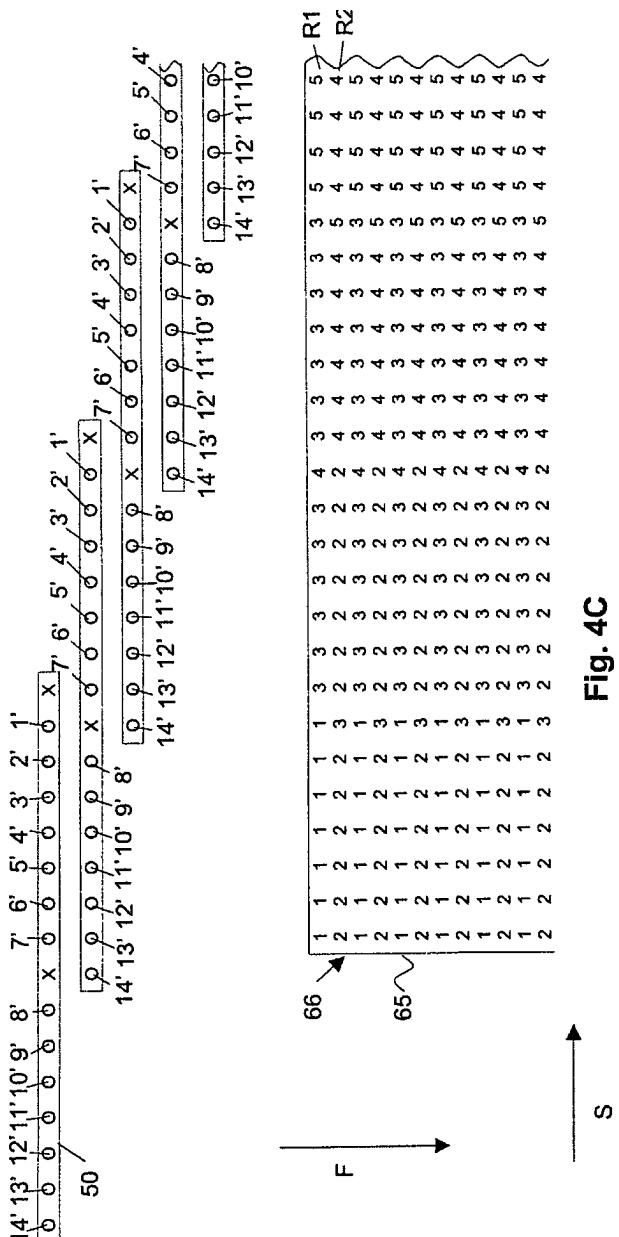


Fig. 4C

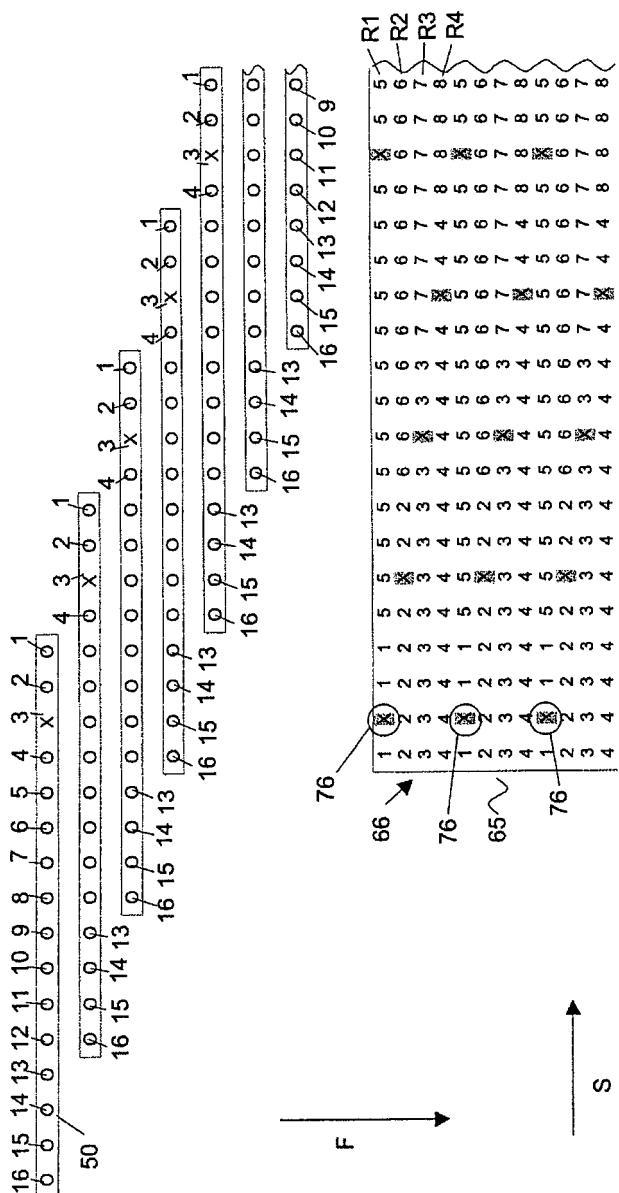


Fig. 5

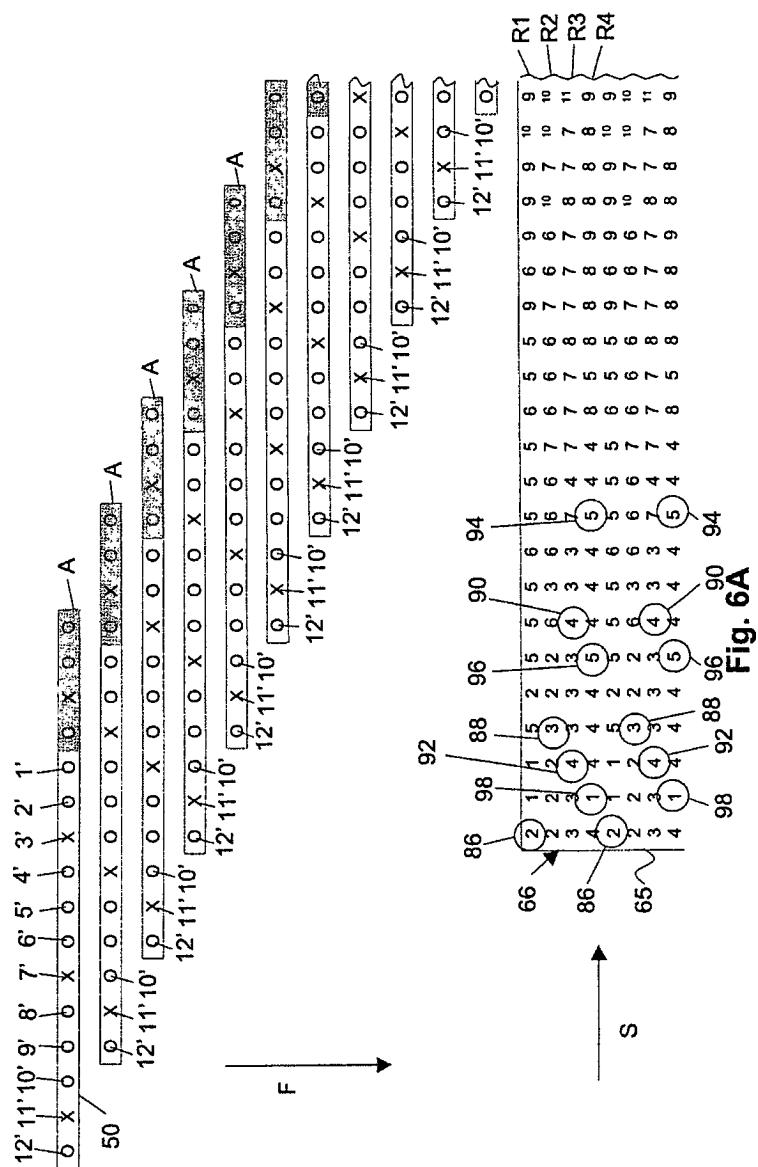


Fig. 6A

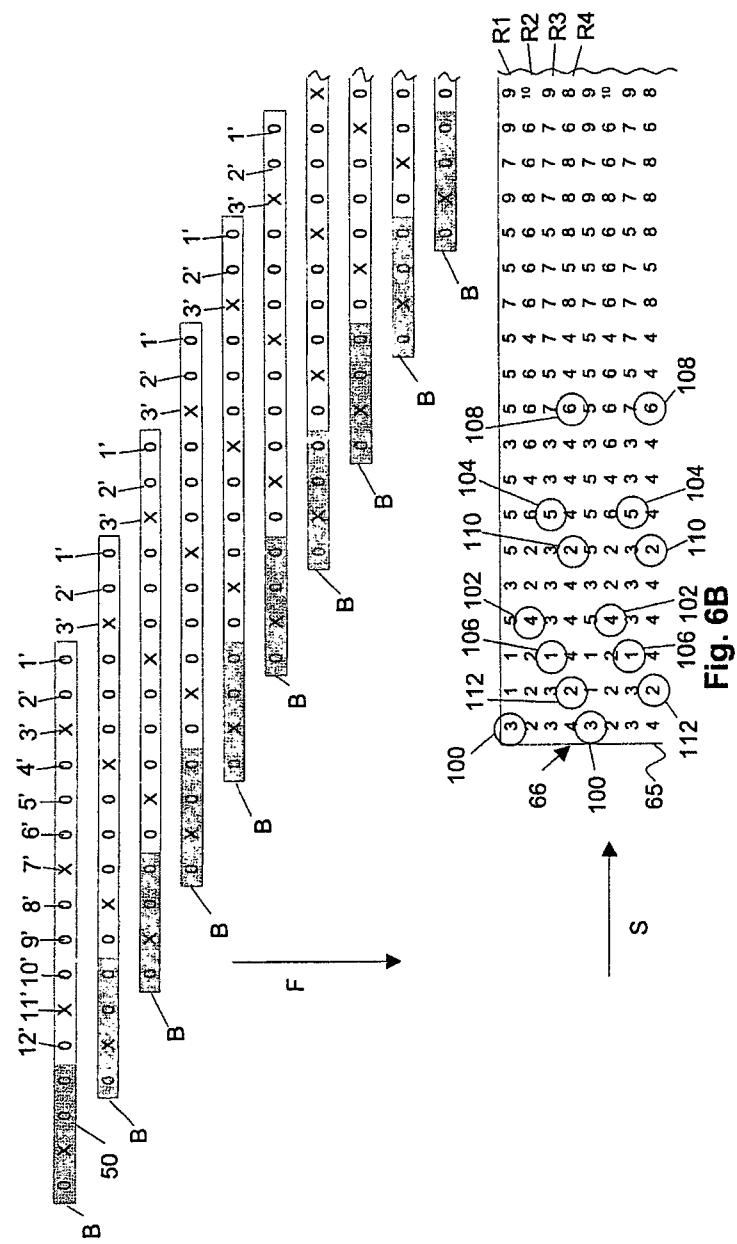


Fig. 6B

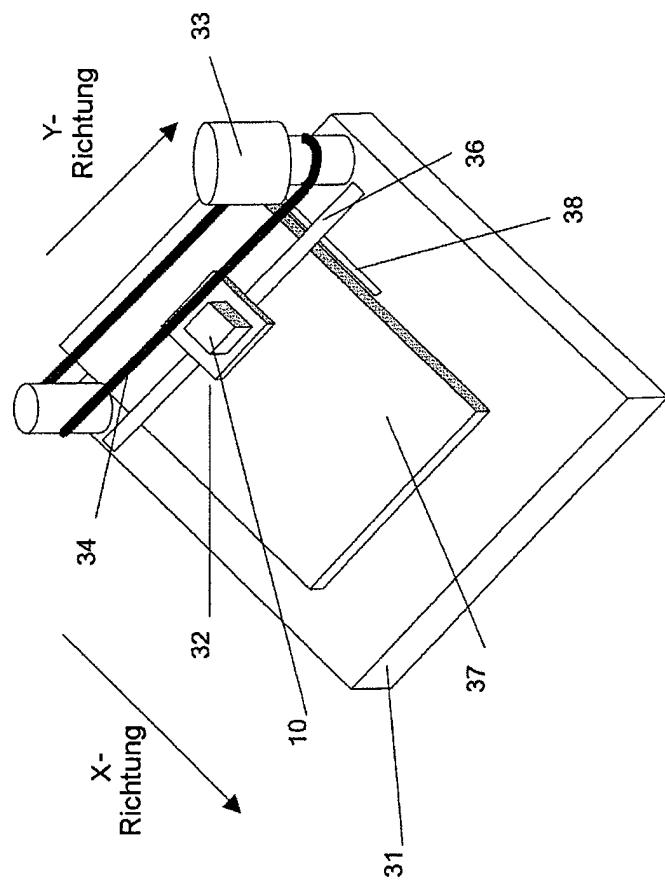


Fig. 7

Fig. 8