



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 09 636 T2** 2006.12.28

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 361 070 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 09 636.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 100 468.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **08.05.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.11.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.12.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B41J 2/505** (2006.01)
B41J 2/045 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

Agfa-Gevaert, Mortsel, BE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:

**Vanhooydonck, Rudi, Septestraat 27 2640
Mortsel, BE; Van den Bergen, Patrick; c/o
AGFA-GEVAERT, 2640 Mortsel, BE**

(54) Bezeichnung: **Druckverfahren mit mehreren Auslösungen und Druckvorrichtung**

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 eingelegt, 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 Vorrichtungen und Verfahren zum Drucken und insbesondere DOD-(Drop-On-Demand)-Tintenstrahldruckverfahren und -vorrichtungen.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Bei Betrachtung von DOD-Tintenstrahl können zwei Hauptgruppen wahrgenommen werden: Thermo-tintenstrahl und Piezotintenstrahl.

[0003] Bei der Thermo-tintenstrahltechnologie erhitzen winzige Widerstände schnell eine dünne Schicht flüssiger Tinte. Die erhitzte Tinte bewirkt die Ausbildung einer Dampfblase, wodurch Tintentropfen durch Düsen ausgestoßen oder hinausgeschleudert werden und präzise auf eine Oberfläche platziert werden, um Text oder Bilder auszubilden. Wenn die Blase in sich zusammenfällt, erzeugt sie ein Vakuum, das frische Tinte nachzieht. Dieser Prozess wird mehrere tausend mal pro Sekunde wiederholt. Bei Thermo-tintenstrahltechnologie werden wasserbasierte Tinten verwendet.

[0004] Piezoelektrische Drucktechnologie – üblicherweise als Piezo bezeichnet – pumpt wie eine Wasserpistole Tinte durch Düsen unter Verwendung von Druck. Ein als eine sehr präzise Pumpe verwendeter Piezokristall platziert Tinte auf dem Druckmedium. Es kann ein großer Bereich von Tintenformulierungen (Lösungsmittel, Wasser, UV) verwendet werden

[0005] In Köpfen, die für den hochauflösenden Druck verwendet werden, liegen Düsen eng beieinander. Verschiedene Düsen nebeneinander leiden unter Nebensprechen, sowohl thermischem Nebensprechen als auch mechanischem Nebensprechen. Die schwerste Form des Nebensprechens ist das mechanische Nebensprechen, das durch eine gemeinsame Wand oder eine mitbenutzte Wand zwischen zwei Düsen erzeugt wird, wie im folgenden erläutert.

[0006] Es existiert eine Reihe unterschiedlicher Piezokonzepte.

[0007] Ein typisches Konzept, wie in US-4,887,100, WO 96/10488, WO 97/04963 und WO 99/12738 beschrieben, verwendet sogenannte mitbenutzte Wände. Die die Tinte enthaltenden Druckkammern liegen nebeneinander, während ihre Trennwände die Aktuatoren sind.

[0008] Weil ein Aktuator immer von zwei Kanälen verwendet wird, ist es nicht möglich, gleichzeitig einen Tropfen aus zwei benachbarten Kanälen auszustoßen. In WO 96/10488 wird beschrieben, dass die Düsen in drei verschachtelte Gruppen (A, B, C) unterteilt sind. Benachbarte Düsen werden in einer Sequenz ABC gefeuert. Zwei Lösungen sind möglich, um Punkte auf einer geraden Linie zu drucken.

[0009] Eine erste Lösung verwendet ein vollständiges Düsenarray unter einem bestimmten Winkel. Dadurch wird die Auflösung erhöht, und durch den Einsatz der richtigen Schnellscangeschwindigkeit befinden sich in einer Sequenz A, B, C gefeuerte Punkte auf einer geraden Linie.

[0010] Eine zweite Lösung verwendet einen Kopf senkrecht zur Schnellscanrichtung, bei dem die Düsen A, B und C in der Schnellscanrichtung versetzt sind. Das Drucken einer Linie von Pixeln wird in drei Zyklen unterteilt. In dem ersten Zyklus werden die Trennwände auf beiden Seiten der A-Kanäle mit einem gepulsten Signal angetrieben (falls je nach dem zu druckenden Bild Tinte aus ihnen hinausgeschleudert werden soll). In dem zweiten Zyklus werden die Trennwände auf beiden Seiten der B-Kanäle mit einem gepulsten Signal angetrieben (falls je nach dem zu druckenden Bild Tinte aus ihnen hinausgeschleudert werden soll). In dem dritten Zyklus werden die Trennwände auf beiden Seiten der C-Kanäle mit einem gepulsten Signal angetrieben (falls je nach dem zu druckenden Bild Tinte aus ihnen hinausgeschleudert werden soll). Die Druckimpulse, die in den Kanälen entstehen, die nicht in dem aktuellen Zyklus enthalten sind, sind nicht größer als 1/2 jener in den Kanälen, die Tinte hinausschleudern sollen. Die Druckvorrichtung ist so ausgelegt, dass solche Impulse mit einer Größe von 1/2 keinen Tintenausstoß verursachen.

[0011] Ein Nachteil bei diesem Konzept besteht darin, dass, nachdem die Feuerfrequenz definiert ist, zum Drucken von ABC-Punkten auf einer geraden Linie wie unten erläutert nur eine Schnellscangeschwindigkeit verwendet werden kann. In der Schnellscanrichtung wird der Kopf zum Beispiel alle 1/360 Inch drucken.

[0012] [Fig. 1](#) zeigt einen Piezodruckkopf **10** gemäß dem Stand der Technik mit Düsen **12**, die in drei Sätze unterteilt sind, bezeichnet als ein Satz von A-Düsen, ein Satz von B-Düsen und ein Satz von C-Düsen, wobei jeder Satz während verschiedener Feuerzyklen gefeuert werden soll. Die verschiedenen Sätze von Düsen sind zueinander über eine Versatzentfernung D1 in der Schnellscanrichtung versetzt. Wenn die Düsen in Gruppen G von Drei unterteilt sind, ist jede erste Düse Teil des Satzes der A-Düsen, jede zweite Düse ist Teil des Satzes von B-Düsen und jede dritte Düse ist Teil des Satzes von C-Düsen. Alle Düsen in einem Satz A, B, C sind auf einer geraden Linie in der Langsamscanrichtung S positioniert, wobei diese Linien in der Versatzentfernung D1 zueinander in der Schnellscanrichtung F liegen.

[0013] Als Beispiel wird der Druckkopf **10** als ein Typ-360-Kopf angesehen. Dies bedeutet, dass vorgesehen ist, dass der Druckkopf **10** 360 dpi (= Pixel pro Inch) in der Schnellscanrichtung F druckt. Bei diesem Typ-360-Druckkopf **10** beträgt die Entfernung D1 zwischen Düsen **12** in der Schnellscanrichtung F $1/360 \text{ Inch}/3 = 70,56 \text{ } \mu\text{m}/3 = 23,52 \text{ } \mu\text{m}$.

[0014] Wenn die Feuerfrequenz 12,4 kHz beträgt, was bedeutet, dass jeder Satz A, B, C von Düsen alle 80,65 μs gefeuert werden kann, beträgt die Geschwindigkeit des Druckkopfs **10** in der Schnellscanrichtung F $1/360 \text{ Inch} \cdot 12,4 \text{ kHz} = 0,875 \text{ m/s}$. Die Düsen **12** werden in einer Sequenz ABC gefeuert, wobei sich die A-Düsen an der Vorderkante des Druckkopfs **10** in der Schnellscanrichtung befinden.

[0015] Die Zyklusfrequenz beträgt $12,4 \text{ kHz} \cdot c = 37,2 \text{ kHz}$. Oder anders formuliert: der Satz der B-Düsen feuert 26,88 μs nach dem Satz von A-Düsen, und der Satz von C-Düsen feuert 53,76 μs nach dem Satz von A-Düsen. Nach 80,65 μs feuert der Satz von A-Düsen wieder.

[0016] Wenn es erwünscht wäre, die gleiche Feuerfrequenz beizubehalten, aber ein 180·180 dpi-Bild mit dem 360-Typ-Druckkopf des oben angegebenen Beispiels zu drucken, sollte sich die Druckkopfgeschwindigkeit theoretisch auf 1,750 m/s verdoppeln. In dem obigen Fall des Druckens eines 180·180 dpi-Bilds mit einem 360-Typ-Druckkopf, wenn sich die Druckkopfgeschwindigkeit auf 1,750 m/s verdoppeln muss, müssen die Verzögerungen für das Feuern von B und C kürzer sein, um sicherzustellen, dass Punkte auf der gleichen Linie gedruckt werden. Düsensatz B muss 13,44 μs nach Düsensatz A gefeuert werden, und Düsensatz C 26,88 μs nach Düsensatz A. Diese Feuerfrequenzen liegen zu nahe beieinander, und deshalb kann ein 360-Typ-Druckkopf nicht zum Drucken eines 180·180 dpi-Bilds verwendet werden.

[0017] Wenn andererseits erwünscht wäre, ein 720·720 dpi-Bild mit dem 360-Typ-Druckkopf zu drucken, nimmt die Feuerverzögerung zwischen dem Satz der A-Düsen, dem Satz der B-Düsen und dem Satz der C-Düsen auf 53,76 μs zu. Da jedoch nach 80,65 μs der Satz von A-Düsen wieder feuern muss, bleibt nicht genug Zeit übrig, um den Satz von C-Düsen zu feuern, und deshalb kann auch ein 360-Typ-Druckkopf nicht zum Drucken eines 720·720 dpi-Bilds verwendet werden.

[0018] In EP 677 390 wird ein Verfahren zum Drucken graphischer Bilder offenbart, das die Sichtbarkeit von Düsenfehlern reduziert, indem mehrere Druckdurchgänge verwendet werden.

[0019] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zum Drucken, mit einem Typ von Druckkopf, mit einer Auflösung, die von der Designauflösung des verwendeten Typs von Druckkopf verschieden ist. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zum Drucken einer Vielfalt von Auflösungen mit einem Typ von Druckkopf.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0020] Erreicht werden die obigen Aufgaben durch ein Verfahren zum Drucken eines Bilds auf ein Druckmedium unter Verwendung eines Drucksystems mit einem länglichen Druckkopf mit einem Array von markierenden Elementen (A, B, C, A, B, C) umfassend mindestens eine Gruppe (G) von markierenden Elementen (A, B, C), wobei die markierenden Elemente (A, B, C) eine Gruppe (G) bezüglich jeder anderen über eine Versatzentfernung (D1) in einer Schnellscanrichtung versetzt ist, um mehrere Reihen (**6**, **7**, **8**) von markierenden Elementen auszubilden, wobei die Richtung der Reihen eine Längsachse des Druckkopfs bildet, wobei der Druckkopf, der mit einer Referenzgeschwindigkeit (V_{ref}) angetrieben werden soll, die gleich der Versatzentfernung (D1) multipliziert mit einer Referenzfeuerfrequenz (F_{ref}) ist, und in der Schnellscanrichtung (F) angetrieben wird, um in einem Durchgang Markierungen auf das Druckmedium entlang einem Druckfeld zu drucken, und wobei das Druckmedium und der Druckkopf relativ zueinander in einer Langsamscanrichtung (S) bewegt werden können, um weitere Felder zu drucken, und das Drucksystem derart ist, dass zwei benachbarte markierende Elemente einer Gruppe (G) mit einer Zeitdifferenz T gefeuert werden können, aber nicht gleichzeitig gefeuert

werden können, ohne einen Druckfehler zu verursachen, mit den folgenden Schritten: Feuern benachbarter markierender Elemente einer Gruppe (G) (je nach einem zu druckenden Bild) zu Zeitpunkten, die durch die Zeit T getrennt sind, um eine Reihe paralleler Drucklinien auszubilden, wobei sich die Linien unter einem von Null verschiedenen Winkel bezüglich der Längsachse des Druckkopfs und zu der Schnellscanrichtung befinden, und Ausbilden eines unvollständigen Teils des Bilds, Wiederholen des oben definierten Schritts, wodurch während jedes Druckdurchgangs in der Schnellscanrichtung (F) die Linien an Zwischenpositionen zwischen den parallelen Linien vorausgegangener Druckdurchgänge gedruckt werden, so dass der vollständige Teil des Bilds durch die mehreren Druckdurchgänge ausgebildet wird, wobei die Arbeitsgeschwindigkeit (V) von der Referenzgeschwindigkeit (V_{ref}) verschieden ist. Das Bild kann aus einer Überlagerung monochromatischer Teilbilder (als Auszüge bezeichnet) ausgebildet werden, wobei dann sich das Wiederholen der Druckdurchgänge auf jedes monochromatische Teilbild bezieht. Die Referenzgeschwindigkeit (V_{ref}) ist gleich der Versatzentfernung ($D1$) multipliziert mit einer Referenzfeuerfrequenz (F_{ref}). Ein markierendes Element einer Gruppe kann bei jedem Referenzfeuerfrequenzimpuls gefeuert werden (ob es feuert, hängt von dem zu druckenden Bild ab). Die markierenden Elemente des Druckkopfs sollen gemäß einer Referenzfeuerreihenfolge gefeuert werden, um ein Bild mit einer ersten Auflösung zu drucken. Wenn mit der ausgelegten Referenzgeschwindigkeit und Feuerfrequenz gedruckt wird, werden parallele Drucklinien hergestellt, die parallel zu der Längsachse des Druckkopfs verlaufen. Das Verfahren kann das Verzögern von Druckdaten, die das Bild repräsentieren, das Einigen der markierenden Elemente zugeführt wird, bezüglich des Druckens von Daten, die anderen markierenden Elementen zugeführt werden, beinhalten.

[0021] Die vorliegende Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0022] Die obenerwähnten vorteilhaften Effekte werden durch ein Druckverfahren mit dem in Anspruch 1 dargelegten spezifischen Merkmalen realisiert. Spezifische Merkmale für bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

[0023] Weitere Vorteile und Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung [und Zeichnungen].

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] [Fig. 1](#) ist eine Vorderansicht eines Druckkopfs mit versetzten markierenden Elementen, wie im Stand der Technik bekannt.

[0025] [Fig. 2](#) veranschaulicht schematisch ein Druckverfahren eines Druckkopfs von [Fig. 1](#) gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0026] [Fig. 3](#) veranschaulicht schematisch, welche Punkte eines Bilds während jedem von mehreren Druckdurchgängen geschrieben werden, um das Bild gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vollständig auszufüllen.

[0027] [Fig. 4A](#) veranschaulicht schematisch eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einschließlich dem vollständigen Ausfüllen eines Bilds durch Verschieben und zyklisches Drehen der Düsen, falls die Anzahl der Druckdurchgänge ein Mehrfaches der Anzahl von Düsen in einer Gruppe ist, und [Fig. 4B](#) veranschaulicht schematisch eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die ein Bild vollständig ausfüllt, falls die Anzahl der Druckdurchgänge nicht ein Vielfaches der Anzahl von Düsen in einer Gruppe ist.

[0028] [Fig. 5](#) veranschaulicht schematisch ein Druckverfahren gemäß einem Beispiel, das kein Teil der beanspruchten Erfindung ist, wobei ein Druckkopf ohne Düsenversatz verwendet wird.

[0029] [Fig. 6](#) ist eine stark schematische Darstellung eines Tintenstrahldruckers zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung.

[0030] [Fig. 7](#) ist eine schematische Darstellung eines Druckercontrollers gemäß einem Beispiel, das kein Teil der beanspruchten Erfindung ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0031] Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf verschiedene Ausführungsformen und Zeichnungen beschrieben, doch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt, sondern nur durch die An-

sprüche.

[0032] 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 beschrieben „Principles of non-impact printing“, J.L. Johnson, Palatino Press, Irvine, 1998, zum Beispiel Thermotransferdruck, Thermofarbstofftransferdruck, Druck mit abgelenktem Tintenstrahl, Ionenprojektionsdruck, Feldsteuerdruck, Impulstintenstrahl Druck, Drop-on-Demand-Tintenstrahl Druck, kontinuierlicher Tintenstrahl Druck. Kontaktfreie Druckverfahren werden besonders bevorzugt. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung ist jede Form von Drucken einschließlich Punkten oder Tröpfchen auf einem Substrat enthalten, zum Beispiel können piezoelektrische Druckköpfe verwendet werden, um Polymermaterialien zu drucken, wie von Plastic Logic (<http://plasticlogic.com/>) für das Drucken von Dünnschichttransistoren verwendet und beschrieben wird. Somit beinhaltet der Ausdruck „Drucken“ gemäß der vorliegenden Erfindung nicht nur das Markieren mit herkömmlichen färbenden Tinten, sondern auch die Ausbildung von gedruckten 2-D- oder 3-D-Strukturen oder Bereichen unterschiedlicher Charakteristiken auf ein Substrat. Ein Beispiel ist das Drucken von wasserabstoßenden oder wasseranziehenden Gebieten auf einem Substrat, um durch Drucken eine Offsetdruckplatte auszubilden. Dementsprechend sollte der Ausdruck „Druckmedium“ oder „Drucksubstrat“ ebenfalls eine weitreichende Bedeutung erhalten, die nicht nur Papier, transparente Folien, Textilien einschließt, sondern auch flache Platten oder gekrümmte Platten, die in einer Druckpresse enthalten sein oder ein Teil davon sein können. Zusätzlich kann das Drucken bei Raumtemperatur oder bei erhöhter Temperatur durchgeführt werden, zum Beispiel zum Drucken eines Schmelzklebers kann der Druckkopf über die Schmelztemperatur erhitzt werden. Dementsprechend sollte auch der Ausdruck „Tinte“ breit interpretiert werden, so dass er nicht nur konventionelle Tinten einschließt, sondern auch feste Materialien wie etwa Polymere, die in Lösung oder durch Reduzieren ihrer Viskosität bei hohen Temperaturen gedruckt werden können, sondern auch Materialien, die einem bedruckten Substrat eine gewisse Charakteristik verleihen, wie etwa Informationen, die durch eine Struktur auf der Oberfläche des Drucksubstrats definiert sind, Wasserabweisungsvermögen oder das Binden von Molekülen wie etwa DNA, die auf Mikroarrays gespottet werden. Als Lösungsmittel können sowohl Wasser als auch organische Lösungsmittel verwendet werden. Tinten, wie sie mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden, können eine Vielzahl von Additiven enthalten wie etwa Antioxidantien, Pigmente und Vernetzer.

[0033] Im folgenden Text wird die Erfindung bezüglich einer Art von Drucken beschrieben, zum Beispiel Tintenstrahldrucken, bei dem ein Druckkopf ein Druckmedium in einer ersten Richtung (Schnellscanrichtung) überquert, während das Druckmedium relativ zum Druckkopf in eine Richtung senkrecht zu dieser (Langsamscanrichtung) vorwärts indexiert. Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere für Druckköpfe mit mehreren markierenden Elementen und mit denen das Feuern von markierenden Elementen durch das System verhindert wird oder einen Druckfehler verursachen würde. Diese Art von Kopf kann ein Tintenstrahldruckkopf sein. Wenn es mitbenutzte Wände zwischen den Düsen des Kopfs gibt, ist es nicht möglich, zur gleichen Zeit zwei benachbarte zu feuern. Dies ist ein Extrembeispiel dafür, was im Allgemeinen als Nebensprechen zwischen benachbarten markierenden Elementen bezeichnet werden könnte. Bei vielen Druckköpfen kann es einen gewissen Effekt auf ein feuerndes markierendes Element geben, wenn das benachbarte markierende Element zur gleichen Zeit feuert. Derartiges Nebensprechen kann verursacht werden durch thermische Effekte (zum Beispiel das Ausbreiten von Wärmeenergie und deshalb eine Temperaturänderung), mechanischen Effekten (zum Beispiel Schockwellen, die sich durch den Kopf ausbreiten), Fluideffekte (zum Beispiel Druckimpulse in der Tintenzufuhr) oder elektrische Effekte (zum Beispiel Strom, der durch ein Heizelement fließt, leckt zu einem benachbarten Heizelement, ein elektrisches Feld, das durch Anlegen einer Spannung an eine Elektrode eines ersten markierenden Elements erzeugt wird, kann ein elektrisches Element an eine Elektrode eines benachbarten markierenden Elements erzeugen), als Beispiel. Diese Effekte können beispielsweise die Tintentropfengröße reduzieren oder erhöhen oder irgendeine andere Art von Druckfehler verursachen. Dieser Fehler kann darin liegen, dass mindestens eines der benachbarten markierenden Elemente überhaupt nicht druckt (was bei Tintenstrahldruckköpfen mit gemeinsamen Wänden der Fall ist) oder dass zumindest eines von ihnen mit einem Fehler druckt. Beispielsweise liegt für mindestens eine der auf ein Druckmedium gedruckten Markierungen die Größe oder Intensität der Markierung mindestens 5% über oder unter der beabsichtigten Markierungsgröße oder -dichte, wenn beide markierenden Elemente zur gleichen Zeit aktiviert werden. In der vorliegenden Erfindung ist auch enthalten, dass das Drucksystem ein gleichzeitiges Feuern von benachbarten markierenden Elementen selbst dann verhindert, wenn ein derartiges Feuern erfolgen könnte. Bei einem System, das so ausgelegt ist, dass es nicht gleichzeitig mit benachbarten markierenden Elementen druckt, ist jedes derartige gleichzeitige Feuern ein Druckfehler gemäß der vorliegenden Erfindung und den beigefügten Ansprüchen. Bezüglich einer beliebigen der Ausführungsformen der Erfindung unten können der Druckkopf und

das Drucksystem von dem obigen Typ sein, d.h., dass gleichzeitiges Feuern benachbarter markierender Elemente verhindert wird.

[0034] Bei einem Verfahren gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist die Geschwindigkeit in der Schnellscanrichtung auf eine bestimmte Geschwindigkeit eingestellt oder wird von einer Referenzgeschwindigkeit, mit der der Druckkopf angetrieben werden soll (im Fall von Druckköpfen mit versetzten markierenden Elementen) zu einer bestimmten Geschwindigkeit verändert, während bevorzugt die Feuerfrequenz der Sätze von Düsen unverändert gehalten wird. Dies geschieht, damit mit einem Druckkopf eines bestimmten Typs gedruckt werden kann, der Bilder mit einer bestimmten Auflösung, Bilder mit anderen Auflösungen, drucken soll.

ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM: VERSETZTER KOPF MIT DREI MARKIERENDEN ELEMENTEN IN EINER GRUPPE

[0035] Ein gemäß der ersten Ausführungsform verwendeter Druckkopf **10** weist eine Reihe von Sätzen von markierenden Elementen auf, zum Beispiel drei Sätze von markierenden Elementen oder Düsen **12**: einen Satz von A-Düsen, einen Satz von B-Düsen und einen Satz von C-Düsen. Dies bedeutet, dass es drei Düsen **12** in einer Gruppe G gibt, wie in [Fig. 1](#) dargestellt. Jeder der Sätze von Düsen bildet eine Reihe **6, 7, 8**, deren Richtung eine Längsachse des Druckkopfs **10** bildet.

[0036] Für einen Druckkopf **10**, der Bilder mit einer bestimmten Basisauflösung drucken soll, ermöglicht das Ändern der Arbeitsgeschwindigkeit, Bilder mit einer Auflösung zu drucken, die höher ist als die Grundauflösung, wenn der Druckkopf mehrmals das gleiche Feld überquert.

[0037] Beispielsweise wird ein Typ-360-Kopf betrachtet, was bedeutet, dass dieser Druckkopf für das Drucken von 360 dpi (=Pixel pro Inch) in der Schnellscanrichtung F vorgesehen ist. Bei dieser Art von Druckkopf **10** beträgt die Entfernung D1 zwischen den Düsen **12** in der Schnellscanrichtung F $1/360 \text{ Inch}/3 = 70,56 \mu\text{m}/3 = 23,52 \mu\text{m}$. Wenn die Referenzfeuerfrequenz F_{ref} für diesen Typ von Kopf 12,4 kHz beträgt, was bedeutet, dass jeder Satz A, B, C von Düsen alle $80,65 \mu\text{s}$ gefeuert werden kann, beträgt die Referenzgeschwindigkeit V_{ref} des Druckkopfs **10** in der Schnellscanrichtung F $1/360 \text{ Inch } 12,4 \text{ kHz} = 0,87 \text{ m/s}$. Die Düsen **12** werden in einer Sequenz ABC gefeuert, wobei sich die A-Düsen an der Vorderkante des Druckkopfs **10** in der Schnellscanrichtung F befinden. Die Zyklusfrequenz beträgt $12,4 \text{ kHz} \cdot 3 = 37,2 \text{ kHz}$, oder somit feuert der Satz von B-Düsen $26,88 \mu\text{s}$ nach dem Satz von A-Düsen, und der Satz von C-Düsen feuert $53,76 \mu\text{s}$ nach dem Satz von A-Düsen. Nach $80,65 \mu\text{s}$ feuert der Satz von A-Düsen wieder. Auf diese Weise erhält man ein 360 dpi-Bild.

[0038] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein derartiger Typ-360-Kopf **10** mit einer Versatzentfernung D1 von $V_{\text{ref}} \cdot T_{\text{ref}} = 23,52 \mu\text{m}$ zwischen zwei benachbarten Sätzen von Düsen ($T_{\text{ref}} = 1/F_{\text{ref}}$) zum Drucken von Bildern mit einer höheren Auflösung verwendet werden. Beispielsweise muss zum Drucken des Bilds mit 1080 dpi die Schnellscangeschwindigkeit das Doppelte der Referenzgeschwindigkeit betragen (d.h. $1,75 \text{ m/s}$), und der Druckkopf muss das gleiche Feld 6mal überqueren.

[0039] Wenn das Beispiel des obigen Typ-360-Kopfs zum Drucken von Bildern in 1080 dpi weiter ausgearbeitet wird, erhält man folgendes, wie in [Fig. 2](#) dargestellt.

[0040] Während eines ersten Zyklus eines ersten Durchgangs des Druckkopfs **10** über ein Feld des Druckmediums wird der Satz von A-Düsen zuerst angetrieben. Wo erforderlich (gemäß dem zu druckenden Bild), stoßen A-Düsen auf einer geraden Linie **16** in der Langsamscanrichtung S Tropfen auf Stellen **14** aus. Tropfen, die während des ersten Durchgangs des Druckkopfs **10** über das Druckmedium ausgestoßen werden können (weil die Düsen gefeuert werden können), sind in [Fig. 2](#) durch schwarze Kreise angezeigt. Ob sie gefeuert werden oder nicht, hängt von dem zu druckenden Bild ab. Stellen, über denen sich zu bestimmten Augenblicken während des ersten Durchgangs des Druckkopfs **10** über das Druckmedium Düsen befinden, wo aber keine Tropfen gedruckt werden, da sich die jeweiligen Düsen dort nicht feuern lassen, sind mit Hilfe weißer Kreise in [Fig. 2](#) angezeigt. Zum Augenblick des Feuerns des Satzes von A-Düsen befindet sich der Satz von B-Düsen an Stellen **18** in einer Entfernung $V_{\text{ref}} \cdot T_{\text{ref}}/3 = 23,52 \mu\text{m}$ hinter dem Satz von A-Düsen, und der Satz von C-Düsen befindet sich an Stellen **20** in einer Entfernung $2 \cdot V_{\text{ref}} \cdot T_{\text{ref}}/3 = 47,04 \mu\text{m}$ hinter dem Satz von A-Düsen. Bevor der Satz von B-Düsen gefeuert wird, wird während einer Zeit gleich $T_{\text{ref}}/3$ der Druckkopf **10** mit einer Geschwindigkeit V bewegt, die beispielsweise gleich dem Doppelten der Referenzgeschwindigkeit V_{ref} ist und die somit für das angegebene Beispiel $1,75 \text{ m/s}$ beträgt. Bevor der Satz von B-Düsen gefeuert wird, wird der Druckkopf **10** somit in der Schnellscanrichtung F über eine Entfernung $V \cdot T_{\text{ref}}/3 = 2 \cdot V_{\text{ref}} \cdot T_{\text{ref}}/3 = 47,04 \mu\text{m}$ bewegt. Während des ersten Zyklus stoßen der Satz von B-Düsen Tropfen auf Stellen **22** auf einer geraden Linie **24** in der Lang-

samscanrichtung S aus, wo gemäß dem zu druckenden Bild erforderlich. Zum Zeitpunkt des Feuerns des Satzes von B-Düsen befindet sich der Satz von C-Düsen an Stellen **26** in einer Entfernung von 23,52 µm hinter dem Satz von B-Düsen. Vor dem Feuern des Satzes von C-Düsen bewegt sich der Druckkopf **10** in der Schnellscanrichtung F über eine Entfernung von 47,04 µm. Während des ersten Zyklus stößt der Satz von C-Düsen Tropfen auf Stellen **28** auf einer geraden Linie **30** in der Langsamscanrichtung S aus, wo entsprechend dem zu druckenden Bild erforderlich. Aus [Fig. 2](#) ist zu erkennen, dass die Tröpfchen von benachbarten markierenden Elementen, die während eines Durchgangs gefeuert werden, Drucklinien **31** in einem von Null verschiedenen Winkel bezüglich der Längsachse des Druckkopfs **10** bilden.

[0041] Zum Zeitpunkt des Steuerns des Satzes von C-Düsen befindet sich der Satz von A-Düsen an Stellen **32** in einer Entfernung von 47,04 µm vor dem Satz von C-Düsen, und der Satz von B-Düsen befindet sich an Stellen **34** in einer Entfernung von 23,52 µm hinter dem Satz von A- (oder 23,52 µm vor dem Satz von C-Düsen). Vor dem Feuern des Satzes von A-Düsen während eines zweiten Zyklus des gleichen Durchgangs des Druckkopfs **10** wird der Druckkopf **10** in der Schnellscanrichtung F über eine Entfernung von $V \cdot T_{\text{ref}}/3 = 2 \cdot V_{\text{ref}} \cdot T_{\text{ref}}/3 = 47,04 \mu\text{m}$ bewegt. Während des zweiten Zyklus stößt der Satz von A-Düsen Tropfen auf Stellen **36** auf einer geraden Linie **38** in der Langsamscanrichtung S aus, wo gemäß dem zu druckenden Bild erforderlich. Zum Zeitpunkt des Feuerns des Satzes von A-Düsen befindet sich der Satz von B-Düsen an Stellen **40** in einer Entfernung von 23,52 µm hinter dem Satz von A-Düsen. Vor dem Feuern des Satzes von B-Düsen wird der Druckkopf **10** in der Schnellscanrichtung F über eine Entfernung von 47,04 µm bewegt. Der Satz von B-Düsen stößt Tropfen auf Stellen **42** auf einer geraden Linie **43** in der Langsamscanrichtung S aus, wo gemäß dem zu druckenden Bild erforderlich.

[0042] Das obige Druckverfahren wird während des ersten Durchgangs des Druckkopfs **10** über das Druckmedium auf die gleiche Weise fortgesetzt.

[0043] Während eines zweiten Durchgangs des Druckkopfs **10** über das gleiche Feld des Druckmediums können Tropfen (gemäß dem Bildinhalt) gedruckt werden, wie in [Fig. 2](#) mit Hilfe von schwarzen Quadraten angezeigt. Stellen, über denen sich die Düsen in bestimmten Augenblicken während des zweiten Durchgangs befinden, wo aber keine Tropfen gedruckt werden, weil die Düsen dort nicht gefeuert werden können, sind mit Hilfe von weißen Quadraten angezeigt.

[0044] Während eines ersten Zyklus des zweiten Durchgangs des Druckkopfs **10** über das Druckmedium wird der Satz von A-Düsen zuerst angetrieben. Wo (gemäß dem Bild) erforderlich, stoßen A-Düsen Tropfen aus, beispielsweise an Stellen **44** auf einer geraden Linie **45** in der Langsamscanrichtung S. Zum Zeitpunkt des Feuerns des Satzes von A-Düsen befindet sich der Satz von B-Düsen an Stellen **46** in einer Entfernung 23,52 µm hinter dem Satz von A-Düsen, und der Satz von C-Düsen befindet sich an Stellen **48** in einer Entfernung $2 \cdot V_{\text{ref}} \cdot T_{\text{ref}}/3 = 47,04 \mu\text{m}$ hinter dem Satz von A-Düsen. Vor dem Feuern des Satzes von B-Düsen wird der Druckkopf **10** mit einer Geschwindigkeit vorbewegt, die beispielsweise gleich dem Doppelten der Referenzgeschwindigkeit V_{ref} ist, und die somit für das angegebene Beispiel 1,75 m/s beträgt, während einer Zeit gleich $T_{\text{ref}}/3$. Vor dem Feuern des Satzes von B-Düsen wird der Kopf **10** somit in der Schnellscanrichtung F über eine Entfernung 47,04 µm bewegt. Während des ersten Zyklus stößt der Satz von B-Düsen einen Tropfen an den Stellen **50** aus, wo gemäß dem zu druckenden Bild erforderlich. Zum Zeitpunkt des Feuerns des Satzes von B-Düsen befindet sich der Satz von C-Düsen an Stellen **52** in einer Entfernung von 23,52 µm hinter dem Satz von B-Düsen. Vor dem Feuern des Satzes von C-Düsen wird der Kopf **10** in der Schnellscanrichtung F über eine Entfernung von 47,04 µm bewegt. Während des ersten Zyklus des zweiten Durchgangs stößt der Satz von C-Düsen Tropfen an Stellen **54** aus, wo gemäß dem zu druckenden Bild erforderlich.

[0045] Das obige Druckverfahren wird wie oben erläutert während des zweiten Durchgangs des Druckkopfs **10** über das Druckmedium fortgesetzt.

[0046] Nach sechs Durchgängen, wie oben beschrieben durchgeführt, und jedes Mal um etwas verschoben, um an Zwischenpositionen zu schreiben, ist das ganze Bild mit einer Auflösung von 1080 dpi geschrieben.

[0047] Aus dem Obengesagten oder bei Betrachtung des Ergebnisses auf [Fig. 2](#) ist klar, dass Druckdaten umorganisiert oder „gemischt“ werden, so dass die korrekten Daten zum richtigen Zeitpunkt der relevanten Düse vorgelegt werden.

[0048] Obwohl in [Fig. 2](#) Punkte **44**, die mit A-Düsen während des zweiten Durchgangs des Druckkopfs **10** über ein Feld geschrieben werden, genau in der Mitte zwischen zwei Punkten **14**, **36** geschrieben werden, die mit den A-Düsen während des ersten Durchgangs beschrieben worden sind, werden jene Stellen im Allgemei-

nen in der Realität verschieden sein. Dies ist in [Fig. 3](#) gezeigt: Während eines ersten Durchgangs werden Punkte an Stellen **60** geschrieben, die mit Kreisen angegeben sind; während eines zweiten Durchgangs werden Punkte an Stellen **62** geschrieben, die mit Quadraten angegeben sind; während eines dritten Durchgangs werden Punkte an Stellen **64** geschrieben, die mit drei Ecken angegeben sind; während eines vierten Durchgangs werden Punkte an Stellen **66** geschrieben, die mit fünf Ecken angegeben sind; während eines fünften Durchgangs werden Punkte an Stellen **68** geschrieben, die mit Sternen angegeben sind; und während eines sechsten Durchgangs werden Punkte an Stellen **70** geschrieben, die mit Sechsecken angegeben sind. Wie man aus [Fig. 3](#) erkennen kann, sind nach sechs Durchgängen alle dazwischenliegenden Stellen ausgefüllt (falls entsprechend dem Bildinhalt notwendig), und das gewünschte Bild wird mit einer Auflösung geschrieben, die höher ist als die Auflösung, für die der Druckkopf bestimmt war.

[0049] Das Obengesagte kann in allgemeinen Formeln ausgedrückt werden. X (in dpi) ist die Auflösung, für die der Druckkopf bestimmt ist, und Y (in dpi) ist die Auflösung, für die der Druckkopf verwendet wird (= die Auflösung des bedruckten Bilds). T ist die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Feuerimpulsen der gleichen Düse. F ist die Feuerfrequenz des Druckkopfs, wodurch $F = 1/T$. V ist die Geschwindigkeit, mit der der Druckkopf betrieben wird.

[0050] Wie oben angeführt ist ein Druckkopf dafür bestimmt, mit einer Referenzgeschwindigkeit V_{ref} betrieben zu werden, wobei die Düsen mit einer Referenzfeuerfrequenz T_{ref} gefeuert werden. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Kopf mit einer Geschwindigkeit V betrieben, die von der Referenzgeschwindigkeit V_{ref} verschieden ist, beispielsweise einer Geschwindigkeit V , die höher ist als die Referenzgeschwindigkeit V_{ref} . In den folgenden Formeln ist jede Geschwindigkeit V wie folgt relativ zu der Referenzgeschwindigkeit

$$RV = \frac{V}{V_{ref}}$$

[0051] Wenn das Obengesagte in allgemeinen Formeln ausgedrückt wird, erhält man Folgendes:

- der Satz von A-Düsen schreibt zu Zeitpunkten $t = k \cdot T$, wobei k eine ganze Zahl ist
- der Satz von B-Düsen schreibt zu Zeitpunkten

$$t = k \cdot T + \frac{T}{3} = T \cdot \frac{(3 \cdot k + 1)}{3}$$

- der Satz von C-Düsen schreibt zu Zeitpunkten

$$t = k \cdot T + \frac{2 \cdot T}{3} = T \cdot \frac{(3 \cdot k + 2)}{3}$$

Zu jenen Zeitpunkten werden die folgenden Stellen erreicht:

- Düsen A schreiben an Positionen

$$y_A = k \cdot RV \cdot V_{ref} \cdot T = k \cdot RV \cdot \frac{0,0254}{X},$$

in dem Wissen, dass

$$V_{ref} = \frac{0,0254}{(X \cdot T)}$$

- Düsen B schreiben an Positionen

$$\begin{aligned} Y_B &= - \frac{0,0254}{3 \cdot X} + RV \cdot V_{ref} \cdot T \cdot \frac{(3 \cdot k + 1)}{3} = - \frac{0,0254}{3 \cdot X} + RV \cdot \frac{0,0254 \cdot (3 \cdot k + 1)}{3 \cdot X} \\ &= k \cdot RV \cdot \frac{0,0254}{X} + (RV - 1) \cdot \frac{0,0254}{3 \cdot X} \end{aligned}$$

- Düsen C schreiben an Positionen

$$Y_C = - \frac{0,0254 \cdot 2}{(3 \cdot X)} + RV \cdot V_{ref} \cdot T \cdot \frac{(3 \cdot k + 2)}{3} = - \frac{0,0254 \cdot 2}{(3 \cdot X)} + RV \cdot$$

$$\frac{0,0254 \cdot (3k + 2)}{3 \cdot X} = k \cdot RV \cdot \frac{0,0254}{X} + (RV - 1) \cdot \frac{0,0254 \cdot 2}{3 \cdot X}$$

[0052] Die Auflösung Y des mit dem Konzept der vorliegenden Erfindung geschriebenen Bilds kann anhand der folgenden Formeln ausgerechnet werden:

$$\frac{0,0254}{Y} = y_B - y_A = (RV - 1) \frac{0,0254}{3X}$$

und somit

$$Y = \frac{3X}{RV - 1} \quad (1)$$

[0053] Dies ist nur unter der Bedingung gültig, dass

$$y_B - y_A = \left((RV - 1) \cdot \frac{0,0254}{3 \cdot X} \right) \text{ ein Teiler von } RV \cdot \frac{0,0254}{X} \text{ ist}$$

[0054] Der Druckkopf muss N-mal über ein Feld des Bilds schreiben, um alle Punkte auszufüllen, wodurch N gegeben ist durch:

$$N = \frac{RV \cdot \frac{0,0254}{x}}{y_B - y_A} = \frac{3RV}{(RV - 1)}$$

wobei

$$RV = 3 \frac{X}{Y} + 1$$

anhand von Formel (1) berechnet wird. N muss eine natürliche Zahl sein.

ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM

[0055] Es ist auch möglich, ein Bild von Y dpi mit einem Kopf zu schreiben, der dazu bestimmt ist, Bilder mit X dpi zu schreiben, indem eine andere Geschwindigkeit verwendet und das gleiche Feld mit einer anderen Häufigkeit überfahren wird. Beispielsweise ist es möglich, das 1080 dpi-Bild mit dem 360 dpi-Kopf der ersten Ausführungsform mit einer Geschwindigkeit zu schreiben, die von dem Doppelten der Referenzgeschwindigkeit verschieden ist.

[0056] In diesem Fall wird ein Faktor c_1 so definiert, dass das Bild mit einer Auflösung Y2 geschrieben werden kann, so dass $Y = Y2 \cdot c_1$.

[0057] Dann gilt

$$RV = 3 \frac{X}{Y_2} + 1 = 3 \frac{X}{Y/c_1} + 1 \quad (2)$$

und der Druckkopf wird $c_1 \cdot N$ -mal über das gleiche Feld bewegt.

[0058] Wieder muss $c_1 \cdot N$ eine natürliche Zahl sein mit

$$N = \frac{3 \cdot RV}{RV - 1} \quad (3)$$

[0059] Wenn RV in Gleichung (3) durch das Ergebnis von Gleichung (2) ersetzt wird, wird folgendes erhalten:

$$\frac{3 \left(3 \frac{X}{Y/c_1} + 1 \right)}{\left(3 \frac{X}{Y/c_1} \right)} = N$$

oder somit

$$3 \frac{3 \cdot c_1 \cdot X + Y}{3 \cdot c_1 \cdot X} = N$$

oder $3 \cdot c_1 \cdot X + Y = N \cdot c_1 \cdot X$ oder $Y = X \cdot c_1 (N - 3)$, wobei $c_1 \cdot N$ eine natürliche Zahl ist. Dies bedeutet, dass auch Y/X eine natürliche Zahl sein muss und somit, dass X ein Teiler von Y sein muss, oder dass es mit anderen Worten möglich ist, ein beliebiges Vielfaches der Auflösung des Kopfs mit dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung zu drucken. Das Drucken muss N -mal wiederholt werden, mit

$$N = \frac{Y}{X \cdot c_1} + 3$$

und mit einer relativen Geschwindigkeit

$$RV = 3 \frac{X}{Y / c_1} + 1$$

[0060] Daten für die Sätze von B- und C-Düsen sollten wie folgt vermischt werden:

– für die B-Düsen:

$$\Delta_{AB} = \frac{y_B - y_A}{\left(\frac{0,0254}{Y} \right)} = \frac{(RV - 1) \frac{0,0254}{3 \cdot X}}{\frac{0,0254}{Y}} = \frac{(RV - 1) Y}{3 \cdot X} = \frac{3 \cdot \frac{X \cdot Y}{Y / c_1}}{3 \cdot X} = c_1$$

– für die C-Düsen:

$$\Delta_{AC} = \frac{2 \cdot (y_B - y_A)}{\left(\frac{0,0254}{Y} \right)} = \frac{2 \cdot (RV - 1) \frac{0,0254}{3 \cdot X}}{\frac{0,0254}{Y}} = \frac{2 \cdot (RV - 1) Y}{3 \cdot X} = \frac{2 \cdot 3 \cdot \frac{X \cdot Y}{Y / c_1}}{3 \cdot X} = 2 \cdot c_1$$

[0061] Für das obigen Beispiel (siehe erste Ausführungsform) des Druckens eines 1080 dpi-Bilds mit einem 360 dpi-Kopf führen die Berechnungen der zweiten Ausführungsform zu $RV = 3/2$ und $N = 9$.

[0062] Dies bedeutet, dass bei einem 360 dpi-Kopf ein Bild mit einer Auflösung von 1080 dpi (gemäß der ersten Ausführungsform) unter Verwendung einer Geschwindigkeit erhalten werden kann, die das Doppelte der Referenzgeschwindigkeit ist, und durch 6maliges Drucken über jedes Feld oder durch (gemäß der zweiten Ausführungsform) Verwenden einer Geschwindigkeit, die das Eineinhalbfache der Referenzgeschwindigkeit ist und durch 9maliges Überdrucken jedes Felds. Es sind auch andere Geschwindigkeiten in Kombination mit anderen Häufigkeiten von Druckdurchgängen für ein Feld möglich.

DRITTE AUSFÜHRUNGSFORM: VERSETZTER KOPF MIT φ MARKIERENDEN ELEMENTEN IN EINER GRUPPE

[0063] Die obigen Formeln können allgemeiner für ein System, das φ markierende Elemente in einer Gruppe verwendet, wie unten gezeigt, formuliert werden:

$$RV = \frac{V}{V_{ref}}$$

Zeiten, zu denen die Düsen schreiben:

- der Satz von A-Düsen schreibt zu den Zeitpunkten $t = k \cdot T$, wobei k eine ganze Zahl ist
- der Satz von B-Düsen schreibt zu den Zeitpunkten

$$t = k \cdot T + \frac{T}{\varphi} = T \cdot \frac{(\varphi \cdot k + 1)}{\varphi}$$

- der Satz von C-Düsen schreibt zu den Zeitpunkten

$$t = k \cdot T + \frac{2 \cdot T}{\varphi} = T \cdot \frac{(\varphi \cdot k + 2)}{\varphi}$$

- der Satz von φ -Düsen schreibt zu den Zeitpunkten

$$t = k \cdot T + \frac{T}{\varphi} = T \cdot \frac{(\varphi \cdot k + 1)}{\varphi}$$

Stellen, an denen die Düsen schreiben:

- Düsen A schreiben an Positionen

$$y_A = k \cdot RV \cdot V_{ref} \cdot T = k \cdot RV \cdot \frac{0,0254}{X}$$

in dem Wissen, dass $V_{ref} =$

$$\frac{0,0254}{X \cdot T}$$

- Düsen B schreiben an Positionen

$$y_B = - \frac{0,0254}{(\varphi \cdot X)} + RV \cdot V_{ref} \cdot T \cdot \frac{(\varphi \cdot k + 1)}{\varphi} = - \frac{0,0254}{(\varphi \cdot X)} + RV \cdot \frac{0,0254 \cdot (\varphi \cdot k + 1)}{\varphi \cdot X}$$

$$= k \cdot RV \cdot \frac{0,0254}{X} + (RV - 1) \cdot \frac{0,0254}{\varphi \cdot X}$$

- Düsen C schreiben an Positionen

$$y_C = - \frac{0,0254 \cdot 2}{(\varphi \cdot X)} + RV \cdot V_{ref} \cdot T \cdot \frac{(\varphi \cdot k + 2)}{\varphi} = - \frac{0,0254 \cdot 2}{(\varphi \cdot X)} + RV \cdot \frac{0,0254 \cdot (\varphi \cdot k + 2)}{\varphi \cdot X}$$

$$= k \cdot RV \cdot \frac{0,0254}{X} + (RV - 1) \cdot \frac{0,0254 \cdot 2}{\varphi \cdot X}$$

- Düsen φ schreiben an Positionen

$$\begin{aligned}
y_{\varphi} &= -\frac{0,0254 \cdot (\varphi - 1)}{(\varphi \cdot X)} + RV \cdot V_{ref} \cdot T \cdot \frac{(\varphi \cdot k + \varphi - 1)}{\varphi} \\
&= -\frac{0,0254 \cdot (\varphi - 1)}{(\varphi \cdot X)} + RV \cdot \frac{0,0254 \cdot (\varphi k + \varphi - 1)}{\varphi \cdot X} \\
&= ((k+1) \cdot RV - 1) \cdot \frac{0,0254}{X} + (1 - RV) \cdot \frac{0,0254}{\varphi \cdot X}
\end{aligned}$$

[0064] Die Auflösung Y des mit dem Konzept der vorliegenden Erfindung geschriebenen Bilds kann anhand der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\frac{0,0254}{Y} = y_B - y_A = (RV - 1) \frac{0,0254}{\varphi \cdot X}$$

und somit

$$Y = \frac{\varphi \cdot X}{RV - 1}$$

[0065] Der Druckkopf muss ein Feld des Bilds N-mal beschreiben, um alle Punkte auszufüllen, wodurch N gegeben ist durch:

$$N = \frac{RV \cdot \frac{0,0254}{X}}{y_B - y_A} = \frac{RV \cdot \frac{0,0254}{X}}{(RV - 1) \frac{0,0254}{\varphi \cdot X}} = \frac{\varphi \cdot RV}{(RV - 1)}$$

N muss eine ganze Zahl sein.

[0066] Im Allgemeinen wird das Druckmedium zwischen jeweils zwei Durchgängen bezüglich des Druckkopfs in der Langsamscanrichtung S verschoben. In der Beschreibung und in den Zeichnungen, die oben angegeben sind oder auf die oben Bezug genommen wurde, erfolgt diese Verschiebung über eine Entfernung, die ein Vielfaches der Anzahl von Düsen in einer Gruppe ist, so dass A-Düsen immer auf der gleichen Linie in der Schnellscanrichtung drucken.

[0067] Diese Verschiebung kann jedoch aber auch über eine andere Entfernung durchgeführt werden, die sich nicht durch die Anzahl der Düsen in einer Gruppe teilen lässt. In diesem Fall muss das Feuern der Düsen zyklisch rotiert werden. In [Fig. 4A](#) ist ein Beispiel angegeben, bei dem die Anzahl der Durchgänge (6 in dem Beispiel) ein Vielfaches der Anzahl der Düsen in einer Gruppe (3 in dem Beispiel: A, B, C) ist. Jede Punktstelle ist mit einem Buchstaben und einer Zahl bezeichnet. Die Buchstaben beziehen sich auf die an dieser Position feuerbaren Düsen, und die Zahlen beziehen sich auf die Druckdurchgänge.

[0068] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Kopf über eine Anzahl von Düsen zu verschieben, die kein Vielfaches der Anzahl der Düsen in einer Gruppe ist, und das Bild in einer Anzahl von Durchgängen auszufüllen, die kein Vielfaches der Anzahl der Düsen in einer Gruppe ist. In diesem Fall gibt es redundante Düsen für einige der Punktpositionen, und einige der Düsen schreiben nicht, damit bereits geschriebene Punkte nicht überschrieben werden. Dies ist in [Fig. 4B](#) dargestellt. In dem angegebenen Beispiel gibt es 3 Düsen in einer Gruppe, und 5 Durchgänge werden benötigt, um das Bild vollständig auszufüllen. Wie man aus [Fig. 4B](#) erkennen kann, sind beim Drucken während der Durchgänge 4, 5 und 6 die Stellen, wo die Düsen C drucken sollten (C4, C5, C6) bereits während vorausgegangener Durchgänge bedruckt worden. Deshalb wird während der Durchgänge 4, 5 und 6 der Satz von C-Düsen nicht gefeuert.

VIERTE AUSFÜHRUNGSFORM: VERSETZTER KOPF BEI LANGSAMERER GESCHWINDIGKEIT IN DER SCHNELLSCANRICHTUNG

[0069] Bei den vorausgegangenen Ausführungsformen wurde der Druckkopf in der Schnellscanrichtung mit einer Geschwindigkeit in Querrichtung verschoben, die höher ist als die Referenzgeschwindigkeit. Die vorliegende Erfindung beinhaltet jedoch auch das Querverschieben des Kopfs mit einer Geschwindigkeit, die langsamer ist als die Referenzgeschwindigkeit. Die erzielte Auflösung kann abgeleitet werden, indem Verfahren angewendet werden, die den oben beschriebenen ähneln. Die erzielte Auflösung ist gegeben durch:

$$Y = \frac{\varphi \cdot X}{|RV - 1|}$$

[0070] Der Druckkopf muss ein Feld des Bilds N-mal beschreiben, um alle Punkte auszufüllen, wodurch N gegeben ist durch:

$$N = \frac{\varphi \cdot RV}{|RV - 1|}$$

N muss eine ganze Zahl sein.

ERSTES BEISPIEL: KEIN DÜSENVERSATZ (kein Teil der beanspruchten Erfindung)

[0071] Bei einem ersten Beispiel wird ein Druckkopf ohne Düsenversatz betrachtet (d.h., alle Düsen auf einer geraden Linie 9, die eine Längsachse des Kopfs bildet), wie in [Fig. 5](#) gezeigt. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Druckmaschine so aufgebaut, dass benachbarte Düsen des Druckkopfs nicht zur gleichen Zeit feuern können. Erfolgen kann dies entweder durch Software, die diese Anforderung auferlegt, oder es kann dem Druckkopf inhärent sein, wenn beispielsweise ein Druckkopf mit mitbenutzten Wänden zwischen benachbarten Düsen verwendet wird.

[0072] Tröpfchen werden (gegebenenfalls je nach dem zu druckenden Bild) an Positionen gefeuert, die entsprechend den folgenden Gleichungen berechnet wurden:

– Düsen A schreiben an Positionen:

$$y_A = k \cdot V \cdot T$$

– Düsen B schreiben an Positionen:

$$y_B = VT \cdot \frac{\varphi k + 1}{\varphi}$$

– Düsen C schreiben an Positionen:

$$y_C = VT \cdot \frac{\varphi k + 2}{\varphi}$$

– Düsen φ schreiben an Positionen:

$$y_\varphi = VT \cdot \frac{\varphi k + (\varphi - 1)}{\varphi}.$$

[0073] Die Auflösung Y (Pixel pro Inch) des gedruckten Bilds kann anhand der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\frac{0,0254}{Y} = y_B - y_A = \frac{VT}{\varphi}$$

somit ist

$$Y = \frac{0,0254 \cdot \varphi}{VT}$$

[0074] Das Drucken eines Felds muss N-mal wiederholt werden:

$$N = \frac{VT}{\left(\frac{VT}{\varphi}\right)} = \varphi$$

[0075] Dies bedeutet, dass, indem das Bedrucken eines Felds über eine Häufigkeit hinweg gleich mindestens der Anzahl von Düsen in einer Gruppe wiederholt wird, jede Auflösung mit einem Kopf des obenerwähnten Typs gedruckt werden kann.

[0076] In [Fig. 5](#) ist ein Beispiel für einen Druckkopf ohne Düsenversatz angegeben, wo es 3 Düsen A, B, C in einer Gruppe gibt. Mitbenutzte Wände (nicht dargestellt) zwischen den Düsen verhindern, dass benachbarte Düsen zum gleichen Zeitpunkt feuern. Durch Kreise bezeichnete Punkte werden während eines ersten Durchgangs bedruckt (oder nicht, je nach dem Bildgehalt; aber die Düse kann dort gefeuert werden), durch Quadrate dargestellte Punkte werden während eines zweiten Durchgangs gedruckt (oder nicht, je nach dem Bildgehalt), und durch Sterne dargestellte Punkte werden während eines dritten Durchgangs gedruckt (oder nicht, je nach dem Bildgehalt). Wie aus [Fig. 5](#) ersichtlich ist nach 3 Durchgängen das vollständige Bild gedruckt.

[0077] Bei den obigen Ausführungsformen und dem obigen Beispiel wird ABC-Feuern erörtert. Es ist auch möglich, ein CBA-Feuern zu verwenden, um die korrekten höheren Auflösungsergebnisse gemäß der vorliegenden Erfindung zu erhalten. Ein Fachmann kann die geringfügig modifizierten Gleichungen erhalten.

Zweites Beispiel: Drucker und Treibersoftware (nicht Teil der beanspruchten Erfindung)

[0078] [Fig. 6](#) ist eine stark schematische allgemeine perspektivische Ansicht eines Tintenstrahldruckers **200**, der mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Der Drucker **200** enthält eine Basis **310**, eine Schlittenbaugruppe **320**, einen Schrittmotor **330**, einen von dem Schrittmotor **330** angetriebenen Antriebsriemen **340** und eine Führungsschienenbaugruppe **360** für die Schlittenbaugruppe **320**. An der Schlittenbaugruppe **320** ist ein Druckkopf **10** befestigt, der mehrere Düsen aufweist. Der Drucker **10** kann auch eine oder mehrere Tintenpatronen oder ein beliebiges geeignetes Tintenzuführsystem enthalten. Ein Blatt Papier **370** wird von einem nicht gezeigten Vorschubmechanismus in der Langsamscanrichtung über eine Unterlage **380** vorgeschoben. Die Schlittenbaugruppe **320** wird entlang der Führungsschienenbaugruppe **360** durch die Aktion des von dem Schrittmotor **330** angetriebenen Antriebsriemens **340** in der Schnellscanrichtung bewegt.

[0079] [Fig. 7](#) ist ein Blockschaltbild des Elektroniksteuersystems eines Druckers **200**, das ein Beispiel für ein Steuersystem zur Verwendung mit einem Druckkopf **10** ist. Der Drucker **200** enthält einen Pufferspeicher **400** zum Empfangen einer Druckdatei in Form von Signalen von einem Hostcomputer **300**, einem Bildpuffer **420** zum Speichern von Druckdaten und einem Druckercontroller **600**, der den Gesamtbetrieb des Druckers **200** steuert. Angeschlossen an den Druckercontroller **600** sind ein Schnellscantreiber **620** für einen Schlittenbaugruppenantriebsmotor **660**, ein Langsamscantreiber **640** für einen Papiervorschubsantriebsmotor **680** und ein Kopftreiber **440** für den Druckkopf **10**. Fakultativ gibt es einen Datenspeicher **700** zum Speichern von Parametern zum Steuern des Druckbetriebs. Bei dem Hostcomputer **300** kann es sich um eine beliebige geeignete programmierbare Recheneinrichtung wie etwa einen PC mit einem Mikroprozessor Pentium III von Intel Corp., USA, handeln, mit Speicher und einer graphischen Oberfläche wie etwa Windows **98** von Microsoft Corp. USA. Der Druckercontroller **600** kann eine Recheneinrichtung, z.B. einen Mikroprozessor enthalten, sie kann beispielsweise ein Mikrocontroller sein. Insbesondere kann sie einen programmierbaren Druckercontroller enthalten, etwa ein programmierbares digitales Logikelement wie etwa eine programmierbare Arraylogik (PAL), ein programmierbares Logikarray, ein programmierbares Gatearray, insbesondere ein feldprogrammierbares Gatearray (FPGA). Der Einsatz eines FPGA gestattet die nachfolgende Programmierung der Druckereinrichtung z.B. durch Herunterladen der erforderlichen Einstellungen des FPGA.

[0080] Der Benutzer des Druckers **200** kann wahlweise Werte in den Datenspeicher **700** einsetzen, um den Betrieb des Druckkopfs **10** zu modifizieren. Der Benutzer kann beispielsweise Werte mit Hilfe einer Menükonsole **460** am Drucker **200** in den Datenspeicher **700** einsetzen. Alternativ können diese Parameter von dem Hostcomputer **300**, z.B. durch manuelle Eingabe über eine Tastatur, in den Datenspeicher **700** eingesetzt werden. Beispielsweise bestimmt auf der Basis von von dem Benutzer spezifizierten und eingegebenen Daten ein nicht gezeigter Druckertreiber des Hostcomputers **300** die verschiedenen Parameter, die die Druckoperationen definieren, und überträgt diese an den Druckercontroller **600** zum Schreiben in den Datenspeicher **700**, z.B. die Auflösung. Ein Aspekt ist, dass der Druckercontroller **600** den Betrieb des Druckkopfs **10** gemäß im Datenspeicher **700** gespeicherter einstellbarer Parameter steuert. Auf der Basis dieser Parameter liest der Druckercontroller die erforderlichen Informationen, die in den Druckdaten enthalten sind, die im Pufferspeicher **400** gespeichert sind, und sendet Steuersignale an die Treiber **620**, **640** und **440**. Insbesondere ist der Controller **600** für einen Punktmatrixdrucker zum Drucken eines Bilds auf ein Druckmedium ausgelegt, wobei die Steuereinheit Software- oder Hardwaremittel umfasst zum Steuern des Drucks des Bilds in mehreren Durchgängen, wodurch bei jedem Durchgang parallele Linien unter einem von null verschiedenen Winkel bezüglich der Längsachse des Druckkopfs und auch unter einem von null verschiedenen Winkel bezüglich der Schnellscanrichtung

gedruckt werden, wobei Reihen von parallelen Linien keinen vollständigen Teil des Bilds ausbilden. Wenn Druckdurchgänge in der Schnellscanrichtung wiederholt werden, wird an dazwischenliegenden Positionen zwischen den parallelen Linien gedruckt, um einen vollständigen Teil des Bilds zu drucken. Die Steuereinheit umfasst weiterhin Software- oder Hardwaremittel zum Einstellen der Auflösung. Der Controller kann dazu verwendet werden, die Auflösung unabhängig einzustellen. Wie oben erläutert weist der Druckkopf ein Array von Markierungselementen unter der Steuerung des Controllers auf. Beispielsweise kann der Controller so ausgelegt sein, dass für eine spezifische Auflösung die Geschwindigkeit des Kopfs in der Schnellscanrichtung gesteuert wird. Auflösungen können von dem Benutzer ausgewählt werden.

[0081] Beispielsweise werden die Druckdaten in individuelle Farbkomponenten zerlegt, um Bilddaten in Form einer Bitmap für jede Farbkomponenten zu erhalten, die in dem Empfangspufferspeicher **300** gespeichert werden. Gemäß Steuersignalen von dem Druckercontroller **600** liest der Kopftreiber **440** die Farbkomponentenbilddaten aus dem Bildpufferspeicher **520** gemäß einer spezifizierten Auflösung aus, um die Geschwindigkeit und das beziehungsweise die Arrays von Düsen auf den Druckkopf **10** anzusteuern, damit die erforderliche Auflösung erhalten wird.

[0082] Wie oben angedeutet, kann der Controller **600** programmierbar sein, z.B. kann er einen Mikroprozessor oder ein FPGA enthalten. Ein Drucker kann so programmiert werden, dass er verschiedene Auflösungen liefert. Beispielsweise kann das Basismodell des Druckers eine Auswahl von nur einer Auflösung liefern. Eine Aufrüstung in Form eines Programms zum Herunterladen in den Mikroprozessor oder FPGA des Controllers **600** kann zusätzliche Auswahlfunktionalität liefern, z.B. mehrere Auflösungen. Dementsprechend könnte die vorliegende Erfindung mit einem Computerprogrammprodukt verwendet werden, das die Funktionalität eines beliebigen der Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung liefert, wenn auf einer Recheneinrichtung ausgeführt. Weiterhin könnte ein Datenträger enthalten sein, wie etwa eine CD-ROM oder eine Diskette, die das Computerprodukt in maschinenlesbarer Form speichert und mindestens eines der Verfahren der Erfindung ausführt, wenn auf einer Recheneinrichtung ausgeführt. Heutzutage wird solche Software oftmals im Internet oder einem Firmenintranet zum Herunterladen angeboten, weshalb das Druckcomputerprodukt über ein Orts- oder Fernnetz übertragen werden könnte. Die Recheneinrichtung kann einen Mikroprozessor oder einen FPGA enthalten.

[0083] Der Datenspeicher **700** kann jede geeignete Einrichtung zum Speichern digitaler Daten enthalten, wie dem Fachmann bekannt, z.B. ein Register oder einen Satz von Registern, eine Speichereinrichtung wie etwa ein RAM, EPROM oder einen Halbleiterspeicher.

[0084] Wenngleich die Erfindung unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsform und Beispiele gezeigt und beschrieben worden ist, versteht der Fachmann, dass zahlreiche Änderungen oder Modifikationen hinsichtlich Form und Detail vorgenommen werden können. Beispielsweise kann die Vorbereitung für die Druckdatei zum Ausführen der obenerwähnten gedruckten Ausführungsformen von dem Hostcomputer **300** vorbereitet werden, und der Drucker **200** druckt einfach entsprechend dieser Datei als einer Nebeneinrichtung des Hostcomputers **300**. Somit könnte die vorliegende Erfindung so ausgelegt sein, dass die Druckverfahren der vorliegenden Erfindung in Software auf einem Hostcomputer implementiert und auf einem Drucker gedruckt werden, der ohne Abänderung die Anweisungen vom Hostcomputer ausführt. Dementsprechend könnte ein Computerprogrammprodukt enthalten sein, das die Funktionalität eines beliebigen der Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung bereitstellt, wenn auf einer Recheneinrichtung ausgeführt, 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 Computersystem sein, zum Beispiel ein an einen Drucker angeschlossenes Lokernetz. Der Drucker kann ein Netzdrucker sein. Weiterhin könnte ein Datenträger wie etwa eine CD-ROM oder eine Diskette enthalten sein, die das Computerprodukt in maschinenlesbarer Form speichert und die mindestens eines der Verfahren der Erfindung ausführen kann, wenn das auf dem Datenträger gespeicherte Programm auf einer Recheneinrichtung ausgeführt wird.

[0085] Die Recheneinrichtung kann einen PC oder eine Workstation beinhalten. Heutzutage wird solche Software oftmals im Internet oder einem Firmenintranet zum Herunterladen angeboten, weshalb das Druckcomputerprodukt über ein Lokal- oder Fernnetz übertragen werden könnte.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Drucken eines Bilds auf ein Druckmedium (**370**) unter Verwendung eines Drucksystems mit einem länglichen Druckkopf (**10**) mit einem Array von markierenden Elementen (A, B, C, A, B, C), umfassend mindestens eine Gruppe (G) von markierenden Elementen (A, B, C), wobei die markierenden Elemente

(A, B, C) eine Gruppe (G) bezüglich jeder anderen über eine Versatzentfernung (D1) in einer Schnellscanrichtung (F) versetzt ist, um mehrere Reihen (6, 7, 8) von markierenden Elementen auszubilden, wobei die Richtung der Reihen eine Längsachse des Druckkopfs (10) bildet, wobei der Druckkopf (10), der mit einer Referenzgeschwindigkeit (V_{ref}) angetrieben werden soll, die gleich der Versatzentfernung (D1) multipliziert mit einer Referenzfeuerfrequenz (F_{ref}) ist, und in der Schnellscanrichtung (F) angetrieben wird, um in einem Durchgang Markierungen auf das Druckmedium (370) entlang einem Druckfeld zu drucken, wobei das Druckmedium (370) und der Druckkopf (10) relativ zueinander in einer Langsamscanrichtung (S) bewegt werden können, um weitere Felder zu drucken, und das Drucksystem derart ist, dass zwei benachbarte markierende Elemente einer Gruppe (G) mit einer Zeitdifferenz T gefeuert werden können, aber nicht gleichzeitig gefeuert werden können, ohne einen Druckfehler zu verursachen, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Feuern benachbarter markierender Elemente einer Gruppe (G) zu Zeitpunkten, die durch die Zeit T getrennt sind, und mit einer Arbeitsgeschwindigkeit (V) und Referenzfeuerfrequenz (F_{ref}), um während eines einzelnen Druckdurchgangs einer Reihe paralleler Drucklinien auszubilden, wobei sich die Linien unter einem von Null verschiedenen Winkel bezüglich der Längsachse des Druckkopfs (10) und zu der Schnellscanrichtung befinden, und Ausbilden eines unvollständigen Teils des Bilds,
- Wiederholen des oben definierten Schritts, wodurch während jedes Druckdurchgangs in der Schnellscanrichtung (F) die Linien an Zwischenpositionen zwischen den parallelen Linien (31) vorausgegangener Druckdurchgänge gedruckt werden, so dass ein vollständiger Teil des Bilds durch die mehreren Druckdurchgänge ausgebildet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsgeschwindigkeit (V) von der Referenzgeschwindigkeit (V_{ref}) verschieden ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das bedruckte Bild eine Auflösung Y von

$$Y = \frac{\phi \cdot X}{RV - 1}$$

aufweist,

wobei

- X die Referenzauflösung eines gedruckten Bilds ist, wenn der Druckkopf mit der Referenzgeschwindigkeit V_{ref} und der Referenzsteuerfrequenz (F_{ref}) angetrieben wird,
- ϕ die Anzahl der markierenden Elemente in einer Gruppe G ist,
- RV das Verhältnis der Arbeitsgeschwindigkeit (V) zu der Referenzgeschwindigkeit V_{ref} ist und nicht gleich 1 ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Anzahl der wiederholenden Druckdurchgänge N ist, gegeben durch

$$N = \frac{\phi \cdot RV}{RV - 1}$$

wobei

- RV das Verhältnis der Arbeitsgeschwindigkeit (V) zu der Referenzgeschwindigkeit V_{ref} ist und nicht gleich 1 ist
- ϕ die Anzahl der markierenden Elemente in einer Gruppe G ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren das verzögerte Drucken von Daten beinhaltet, die das Bild darstellen, das einigen der markierenden Elemente zugeführt wird, bezüglich der Druckdaten, die anderen markierenden Elementen zugeführt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin mit dem Verschieben des Druckmediums (370) bezüglich des Druckkopfs (10) zwischen Druckdurchgängen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten des Ansteuerns des Druckkopfs mit einer ersten Arbeitsgeschwindigkeit, um eine erste Auflösung zu drucken, und dann Antreiben des Druckkopfs mit einer zweiten Arbeitsgeschwindigkeit, die von der ersten Geschwindigkeit verschieden ist, um mit einer von der ersten Auflösung verschiedenen zweiten Auflösung zu drucken.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Arbeitsgeschwindigkeit des Druckkopfs oder zumindest die erste oder die zweite Arbeitsgeschwindigkeit schneller ist als die Referenzgeschwindigkeit.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Arbeitsgeschwindigkeit des Druckkopfs oder zumindest die erste oder die zweite Arbeitsgeschwindigkeit langsamer ist als die Referenzgeschwindigkeit.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

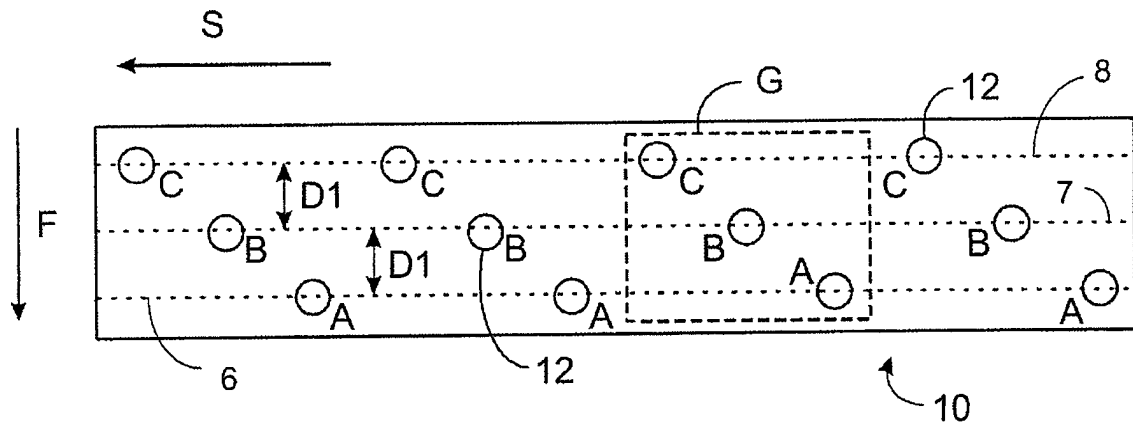


Fig. 1

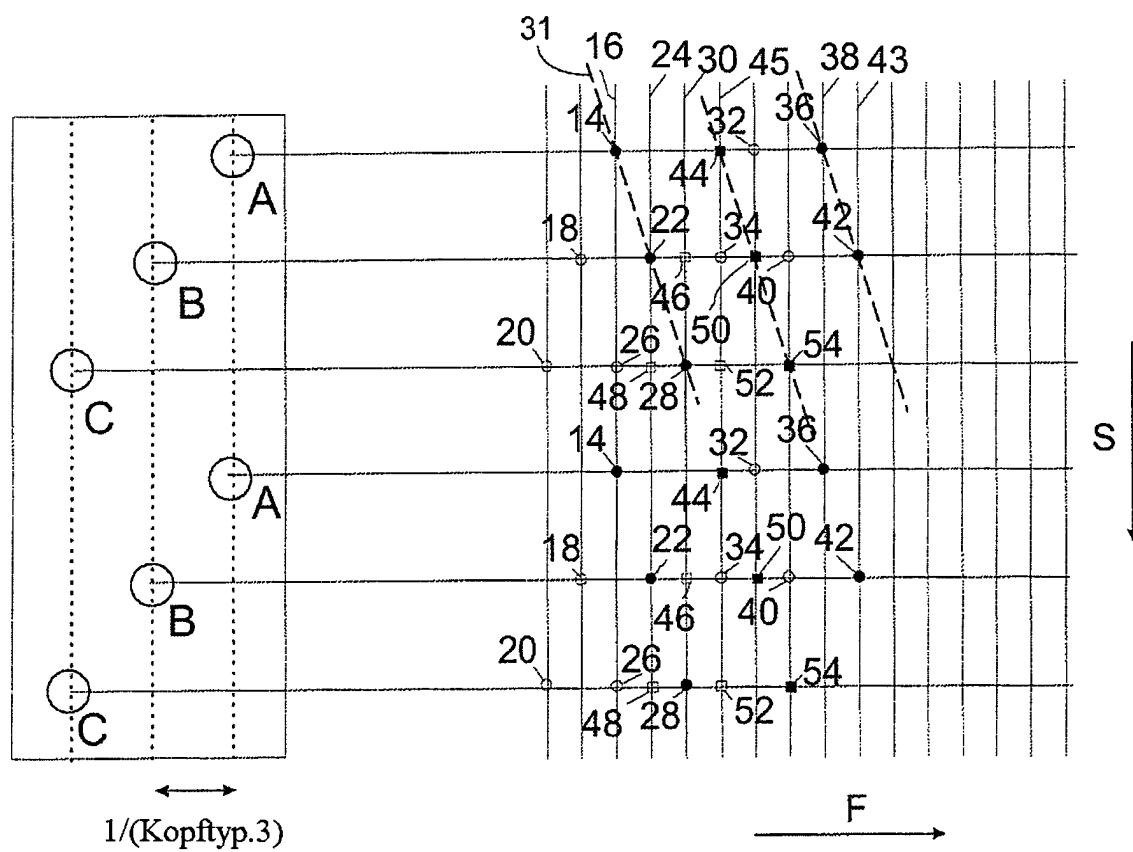


Fig. 2

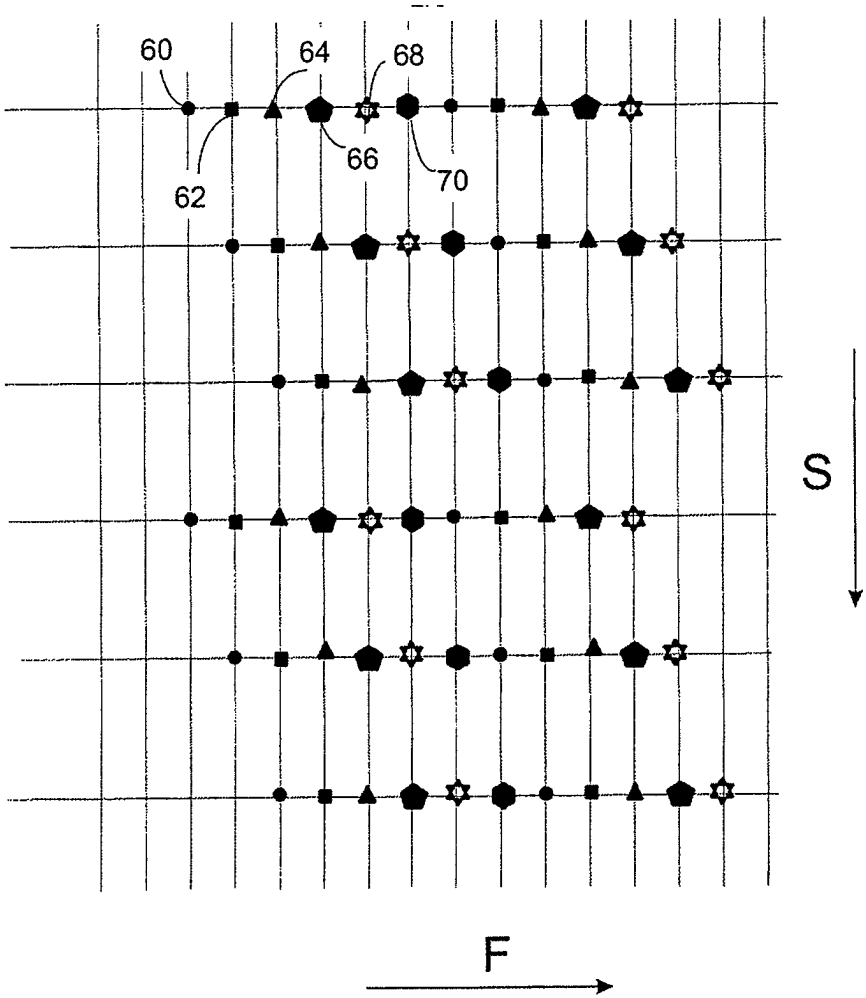


Fig. 3

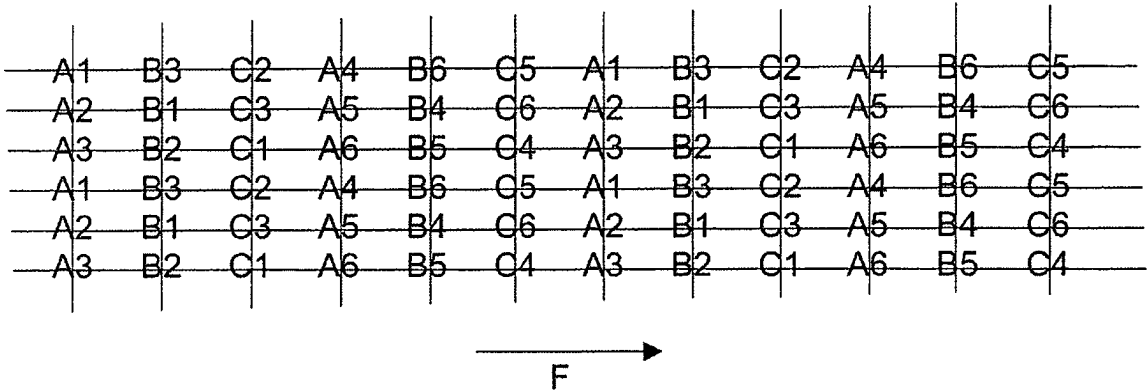


Fig. 4A

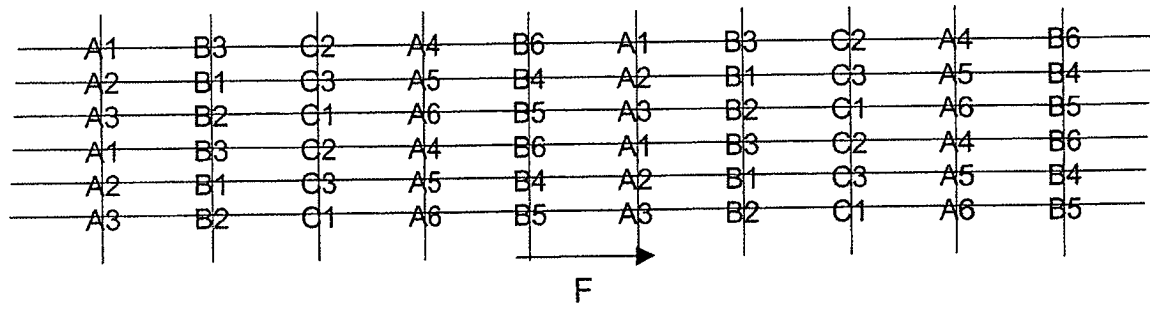


Fig. 4B

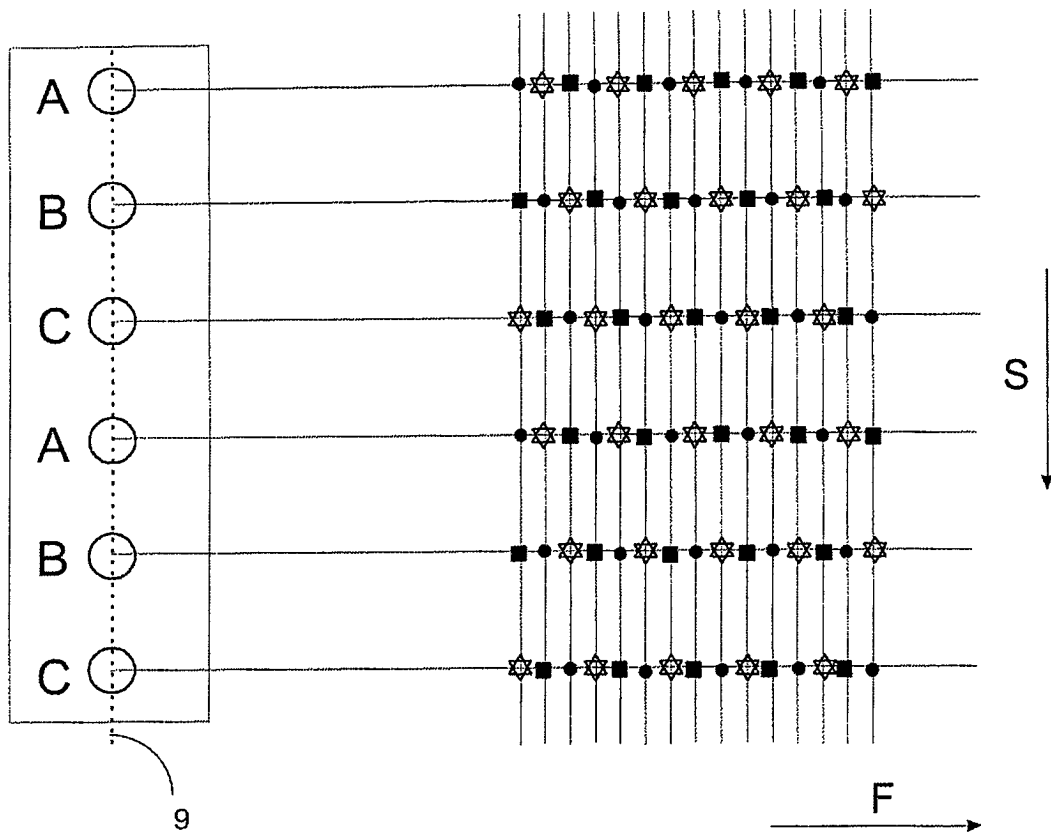


Fig. 5

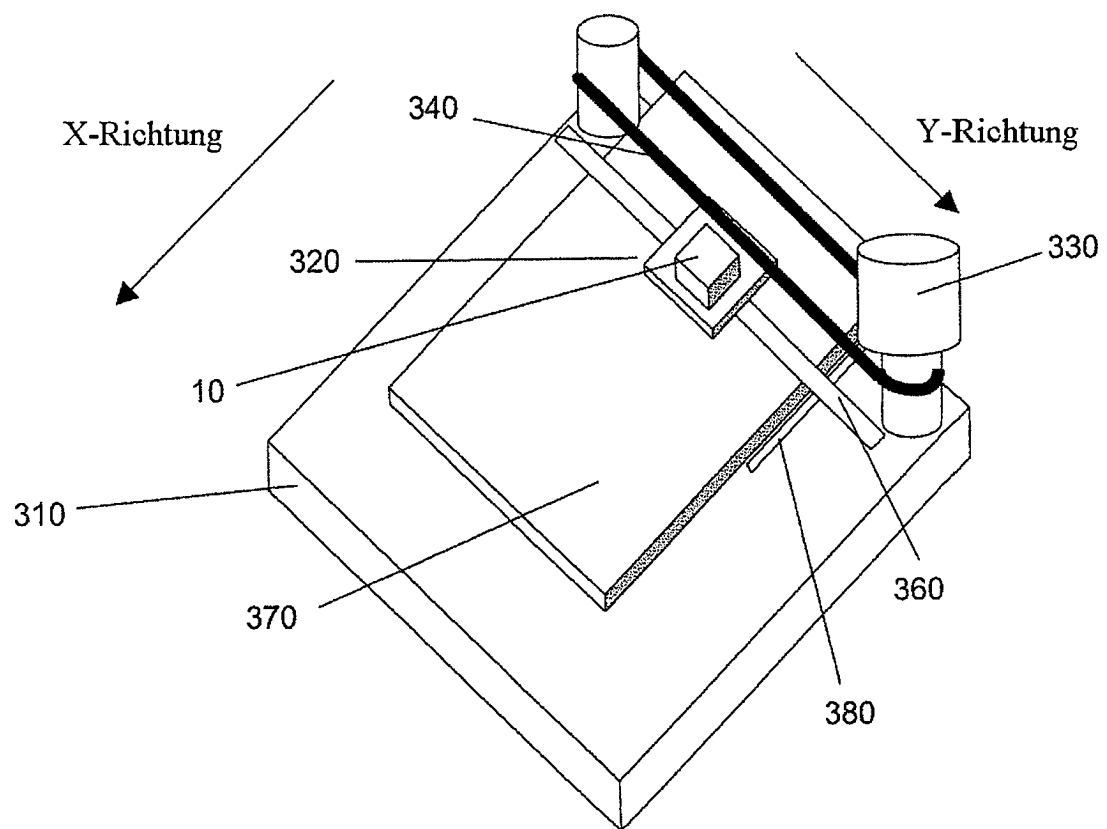


Fig. 6

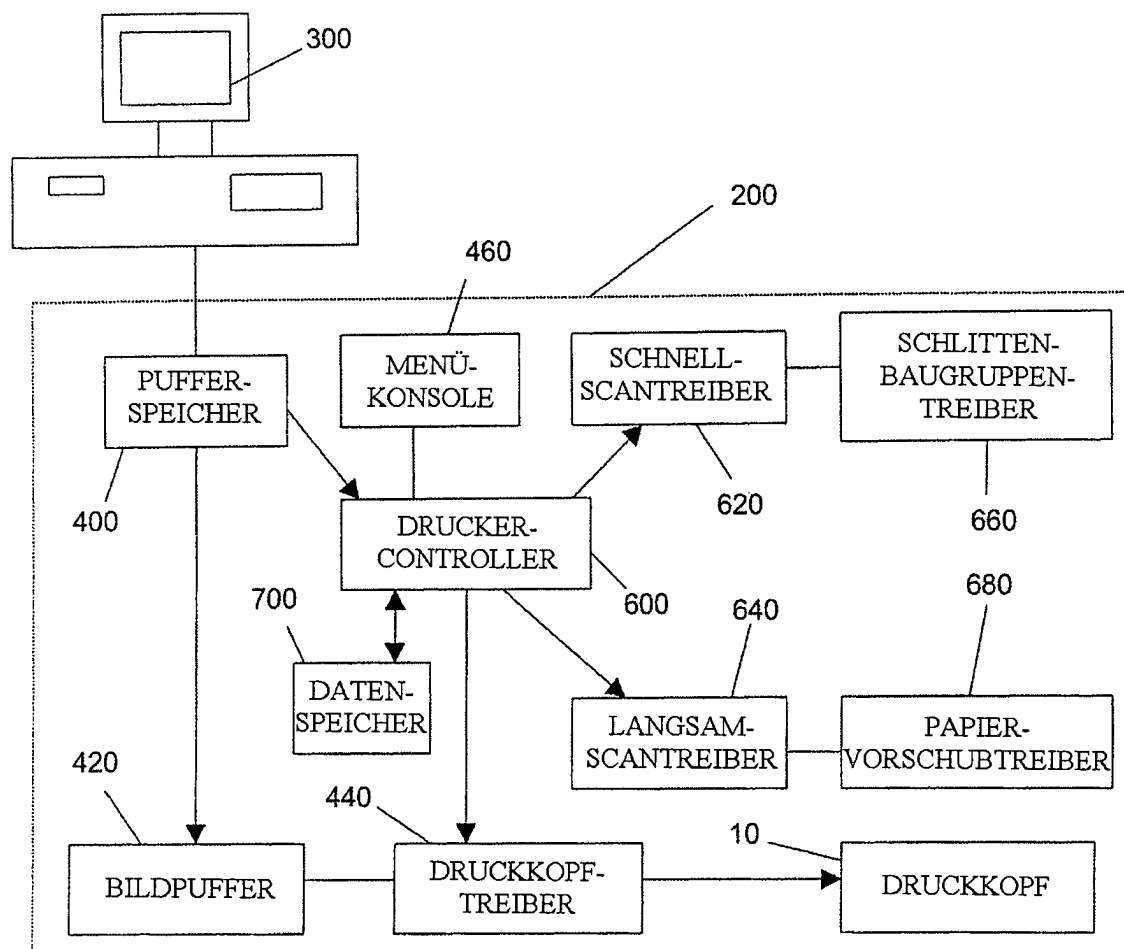


Fig. 7