



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 28 343 T2** 2005.10.13

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 897 805 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 28 343.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 306 375.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **10.08.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.02.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.12.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.10.2005**

(51) Int Cl.7: **B41J 11/00**

B41J 2/01

(30) Unionspriorität:

21503397 08.08.1997 JP

(73) Patentinhaber:

Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

TBK-Patent, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT, NL

(72) Erfinder:

Koitabashi, Noribumi, Ohta-ku, Tokyo, JP; Tsuboi, Hitoshi, Ohta-ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Tintenstrahlauzeichnungs- Verfahren und Vorrichtung**

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

GEBIET DER ERFINDUNG UND STAND DER TECHNIK

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Tintenstrahlaufzeichnungsverfahren und eine Tintenstrahlaufzeichnungs Vorrichtung.

[0002] Bei Tintenstrahlaufzeichnungsverfahren wird aus einer Düse des verwendeten Aufzeichnungskopfes Tinte auf ein Aufzeichnungsmedium ausgestoßen und dabei eine gute Aufzeichnungsqualität erzielt. Bei einem dieser Verfahren wird eine Tinte mit einer spezifischen Penetrationseigenschaft verwendet. Um die Druckdichte von Buchstaben oder Zeilenbildern zu verbessern oder scharfe Bilder zu erhalten, wird zum Beispiel eine Tinte verwendet, welche langsam ins Aufzeichnungsmaterial oder Aufzeichnungsblatt eindringt, so daß auf dessen Oberfläche eine große Tintenmenge sich ansammelt. Ein anderes Beispiel ist die Verwendung einer Tinte, welche schnell ins Aufzeichnungsmaterial eindringt, um die Fixiergeschwindigkeit zu erhöhen.

[0003] Eine langsam eindringende Tinte wird „Überfärbungstinte“ oder „Nichtdurchtränkungstinte“ genannt, da eine große Tintenmenge auf der Oberfläche des Aufzeichnungspapiers verbleibt. Eine schnell eindringende Tinte wird „Starkdurchtränkungstinte“ genannt.

[0004] Wenn ein Tröpfchen **51** einer schnell eindringenden Tinte auf das Aufzeichnungsmaterial **52** ausgestoßen wird, bleibt nur eine kleine Tintenmenge dieses Tröpfchens auf dessen Oberfläche **52**, da die Tinte unmittelbar nach dem Auftreffen auf dem Aufzeichnungsmaterial in dieses dringt. In diesem Fall kann in Abhängigkeit von der Qualität des Aufzeichnungsmaterials die Tinte bis zu dessen Rückseite gelangen.

[0005] Wenn eine langsam eindringende Tinte verwendet wird, neigt das Lösungsmittel oder eine andere Komponente in dieser zum Verdampfen, so daß nur eine relativ kleine Menge des ausgestoßenen Tintentröpfchens **53** (Fig. 46b) in Dickenrichtung des Blattes **52** in dieses dringt.

[0006] Bei Verwendung einer schnell eindringenden Tinte dringt diese umgehend in die Oberfläche des Aufzeichnungsmaterials, so daß nur geringes Vermischen mit einer anderen Tinte und dadurch weniger Ausbreitung im Grenzbereich zu einer anderen Farbtinte zu verzeichnen ist. Da eine solche Tinte tief in Aufzeichnungsmaterial dringt und sich dort stark ausbreitet, streut auch das Tintenpigment oder der Tintenfarbstoff, so daß einfallendes Licht aus einer relativ großen Tiefe reflektiert wird und dadurch die Dichte des gedruckten Bildes als gering erscheint. Auf der Aufzeichnungsmaterialebene breitet das Tintentröpfchen **51** sich stark aus, so daß der Aufzeichnungspunkt zu groß wird und/oder Einkristallfäden um diesen entstehen (Federbildung) und ein unscharfes Bild erzeugt wird.

[0007] Bei Verwendung einer langsam eindringenden Tinte verbleibt eine relativ große Tintenmenge auf der Oberfläche des Aufzeichnungsmaterials, so daß eine hohe Aufzeichnungsdichte zu verzeichnen ist. Wenn ein einzelner Punkt betrachtet wird, ist in diesem Fall, im Gegensatz zur Verwendung einer schnell eindringenden Tinte, ein geringes Ausbreiten der Tinte zu verzeichnen, so daß scharfe Bilder erzeugt werden können. Durch die niedrige Eindringgeschwindigkeit wird zum Fixieren der auf das Aufzeichnungsmedium ausgestoßenen Tinte eine längere Zeit benötigt, so daß beim Ausstoßen eines Tröpfchens auf eine Stelle neben diesem Punkt ein Tintenaustausch stattfindet, im Grenzbereich zwischen den beiden Punkten die vermischte Tinte sich ausbreitet und somit eine schlechte Bildqualität entsteht. Wenn die Oberfläche des Aufzeichnungsmaterials an einem anderen Aufzeichnungsmaterial gerieben oder mit einem Stift berührt wird, kann die auf der Oberfläche des Aufzeichnungsmaterials fixierte Tinte entfernt werden. Andererseits wird beim Kennzeichnen eines gedruckten Abschnitts mit einem Markierungsstift zum Beispiel die fixierte Tinte wieder aufgelöst und über die Oberfläche des Aufzeichnungsmaterials breit gewischt (schlechte Haftfestigkeit).

[0008] Deshalb ist es in der Praxis üblich, der schwarzen Farbtinte eine schlechte Eindringeeigenschaft und den anderen Farbtinten eine gute Eindringeeigenschaft zu geben. Da die schwarze Farbtinte häufig zum Drucken von Buchstaben oder Zeilenbildern verwendet wird, um diese scharf erscheinen zu lassen, können mit der langsam eindringenden schwarzen Tinte eine hohe Dichte erreicht und scharfe Kanten erzeugt werden. Im Falle des Farbdruckens, bei welchem feine Linien oder Punkte weniger häufig gedruckt und unterschiedliche Farbpunkte nebeneinander erzeugt werden, wird deshalb eine schnell eindringende Tinte verwendet, da diese im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben weniger verläuft.

[0009] Wenn aber ein schwarzer Punkt **54** und ein Farbpunkt **55** nebeneinander erzeugt werden, gehen die Tinten ineinander über, so daß daraus eine schlechte Aufzeichnungsqualität resultiert. Die auf der Oberfläche

des Aufzeichnungsmaterials verbleibende schwarze Tinte geht im Grenzbereich **56** zur Farbtinte in diese über, so daß in diesem Bereich die Dichte der schwarzen Tinte sich verringert und die Kante des schwarzen Tintenpunktes unscharf wird. Das Vermischen der schwarzen Tinte mit der Farbtinte führt auch im Farbtintenbereich zu unscharfen Kanten. Wenn Punkte aus Tinten mit unterschiedlichem Eindringvermögen nebeneinander gedruckt werden, besteht keine Möglichkeit, das Auftreten von Trübungen zu verhindern.

[0010] Wenn nach dem Ausstoßen schwarzer das Aufzeichnungsblatt eine längere Zeit in diesem Zustand verbleibt, kann die langsam eindringende Tinte ohne Verlaufen fixiert werden. Da im Falle des Ausstoßen von Farbtinte nach dem Ausstoßen schwarzer Tinte zwischen beiden Vorgängen eine bestimmte Zeit verstreichen muß, um ein Verlaufen zu verhindern, wird nur langsam gedruckt. Zur Erhöhung der Fixiergeschwindigkeit wird das Aufzeichnungsmaterial gewöhnlich erwärmt. Die dafür verwendete Heizvorrichtung ist hinter dem Aufzeichnungskopf angeordnet, so daß das Wasser in dem auf die Oberfläche des Aufzeichnungsmaterials ausgestoßenen Tintentröpfchens schnell verdampft und dadurch das Fixieren der Tinte beschleunigt wird. Der dabei entstehende Wasserdampf kann in die Aufzeichnungsvorrichtung dringen und speziell in der Steuer- oder der Spannungsquellenschaltung Schäden verursachen und das Aufzeichnungsmaterial verwerfen. Der Wasserdampf kann zwar nach außen abgeleitet werden, doch die dafür benötigte Vorrichtung würde den Preis der Aufzeichnungsvorrichtung erhöhen und eine Spannungsquelle mit einer größeren Kapazität erforderlich machen. Wenn das Aufzeichnungsmaterial auf eine hohe Temperatur erwärmt werden soll, müssen besondere Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.

[0011] Um das Eindringproblem zu lösen, müßte das Aufzeichnungsmaterial einer Sonderbehandlung unterzogen werden. Aus Kosten- und Beschaffungsgründen wird jedoch reines Papier gewünscht.

[0012] Bei Verwendung einer schnell eindringenden Tinte kann zwar das Verlaufen im Grenzbereich eingeschränkt werden, jedoch wird die Aufzeichnungsdichte geringer (unscharfes Bild). Im Gegensatz dazu kann bei Verwendung einer langsam eindringenden Tinte eine hohe Aufzeichnungsdichte erreicht und somit ein scharfes Bild erzeugt werden, jedoch ist in diesem Fall eine lange Fixierzeit, das Verlaufen und die geringe Haftfestigkeit in Betracht zu ziehen. Wenn als schwarze Tinte eine langsam eindringende Tinte und als Farbtinte eine schnell eindringende Tinte verwendet wird, kann ein Verlaufen der Farben benachbarter Tintenpunkte nicht verhindert werden.

[0013] Im Dokument US-A-5,668,438 ist Tintenstrahlaufzeichnungsverfahren zum Aufzeichnen von Farbbildern ohne Verlaufen der Farbtinten und von scharfen Symbolen auf einem Aufzeichnungsmedium mit geringer Tintenabsorptionsfähigkeit offenbart, bei welchem zuerst eine Farbtinte mit hohem Eindringvermögen und danach schwarze Tinte mit geringem Eindringvermögen auf das Aufzeichnungsmedium ausgestoßen wird. Die schwarze Tinte erfordert jedoch eine längere Fixierzeit, so daß im Grenzbereich zwischen beiden Tinten ein Vermischen stattfindet.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0014] Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Tintenstrahlaufzeichnungsverfahrens und einer Tintenstrahlaufzeichnungsvorrichtung, mit welcher das Fixieren der Tinte verbessert, die Aufzeichnungsdichte erhöht, das Verlaufen der Farben im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Tintentröpfchen eingeschränkt und gleichzeitig Bildhaftfestigkeit verbessert wird.

[0015] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Tintenstrahlaufzeichnungsverfahrens gemäß Anspruch 1.

[0016] Bei diesem Verfahren wird zum Fixieren der Tinte das Aufzeichnungsmedium auf eine relativ niedrige Temperatur erwärmt und das Eindringen der Tinte in das Aufzeichnungsmedium nur bis zu einer bestimmten Tiefe unterhalb dessen Oberfläche gestattet, um die Aufzeichnungsdichte zu verbessern, das Verlaufen der Tinte im Grenzbereich zwischen benachbarten Tintentröpfchen zu beschränken und die Bildhaftfestigkeit zu erhöhen.

[0017] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Tintenstrahlaufzeichnungsvorrichtung gemäß Anspruch 27.

[0018] Die Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen deutlicher zu erkennen.

- [0019] [Fig. 1](#) zeigt das Auftreffen eines Tintentröpfchens auf ein Aufzeichnungsmedium.
- [0020] [Fig. 2](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen dem Gehalt an Azetylenyl in der Tinte und einem bei dieser Erfindung verwendeten Koeffizienten K_a .
- [0021] [Fig. 3](#) zeigt die Tinteneindringgeschwindigkeit.
- [0022] [Fig. 4](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen der Eindringeigenschaft der Tinte (Gehalt an Azetylenyl) und verschiedenen Druckeffekten.
- [0023] [Fig. 5](#) zeigt die Tröpfchenerzeugung bei unterteiltem Drucken.
- [0024] [Fig. 6](#) zeigt die Tintentröpfchenkonfiguration beim unterteilten Drucken.
- [0025] [Fig. 7](#) zeigt die Tröpfchenerzeugung beim Tintenstrahlüberlagerungsaufzeichnen.
- [0026] [Fig. 8](#) zeigt die Tintentröpfchenerzeugung bei einem bevorzugten Tintenstrahlüberlagerungsaufzeichnen.
- [0027] [Fig. 9](#) zeigt die Tintentröpfchenerzeugung beim Tintenstrahl aufzeichnen mit kleinen Tröpfchen.
- [0028] [Fig. 10](#) zeigt die Tintentröpfchenerzeugung bei einem Mehrfachaufzeichnungsverfahren.
- [0029] [Fig. 11](#) zeigt die Tintentröpfchenerzeugung bei einem bevorzugten Mehrfachaufzeichnungsverfahren.
- [0030] [Fig. 12](#) zeigt die Erzeugung eines pigmenthaltigen Tintentröpfchens.
- [0031] [Fig. 13](#) zeigt in perspektivischer Darstellung ein Beispiel der Aufzeichnungsvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform.
- [0032] [Fig. 14](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen dem Gehalt an Azetylenyl in der Tinte beim Kurzintervall-Mehrfachaufzeichnen und der optischen Reflektionsdichte (OD).
- [0033] [Fig. 15](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen der elektrischen Leistung beim Mehrfachaufzeichnen und der optischen Reflektionsdichte.
- [0034] [Fig. 16](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen dem Gehalt an Azetylenyl in der Tinte und der OD-Differenz (Heizen und Nichtheizen) beim Kurzintervall-Mehrfachaufzeichnen.
- [0035] [Fig. 17](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen dem Gehalt an Azetylenyl in der Tinte beim Langintervall-Mehrfachaufzeichnen und dem OD-Wert.
- [0036] [Fig. 18](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen der elektrischen Leistung beim Langintervall-Mehrfachaufzeichnen und dem OD-Wert.
- [0037] [Fig. 19](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen dem Gehalt an Azetylenyl in der Tinte beim Langintervall-Mehrfachaufzeichnen und der OD-Differenz (Heizen und Nichtheizen).
- [0038] [Fig. 20](#) zeigt schematisch eine Ganzzeilen-Tintenstrahl aufzeichnungsvorrichtung.
- [0039] [Fig. 21](#) zeigt schematisch eine Serien-Tintenstrahl aufzeichnungsvorrichtung.
- [0040] [Fig. 22](#) zeigt schematisch den Aufbau des Kopfes der in [Fig. 19](#) dargestellten Tintenstrahl aufzeichnungsvorrichtung.
- [0041] [Fig. 23](#) zeigt Druckstadien bei der in [Fig. 19](#) dargestellte Tintenstrahl aufzeichnungsvorrichtung.
- [0042] [Fig. 24](#) zeigt weitere Druckstadien der in [Fig. 19](#) dargestellten Tintenstrahl aufzeichnungsvorrichtung.

- [0043] [Fig. 25](#) zeigt die Tintentröpfchenerzeugung beim Tintenstrahlaufzeichnungsverfahren gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.
- [0044] [Fig. 26](#) zeigt Details der ersten Ausführungsform.
- [0045] [Fig. 27](#) zeigt Details einer zweiten Ausführungsform.
- [0046] [Fig. 28](#) zeigt Details einer dritten Ausführungsform.
- [0047] [Fig. 29](#) zeigt Details einer vierten Ausführungsform.
- [0048] [Fig. 30](#) zeigt Details einer fünften Ausführungsform.
- [0049] [Fig. 31](#) zeigt Details einer sechsten Ausführungsform.
- [0050] [Fig. 32](#) zeigt Details einer siebenten Ausführungsform.
- [0051] [Fig. 33](#) zeigt Details einer achten Ausführungsform.
- [0052] [Fig. 34](#) zeigt Details einer neunten Ausführungsform.
- [0053] [Fig. 35](#) zeigt in perspektivischer Darstellung ein weiteres Beispiel einer Tintenstrahlaufzeichnungsrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.
- [0054] [Fig. 36](#) zeigt Details einer zehnten Ausführungsform.
- [0055] [Fig. 37](#) zeigt Details einer elften Ausführungsform.
- [0056] [Fig. 38](#) zeigt die Schnittansicht eines als Heizvorrichtung dienenden keramischen Heizelements.
- [0057] [Fig. 39](#) zeigt Details einer zwölften Ausführungsform.
- [0058] [Fig. 40](#) zeigt Details einer dreizehnten Ausführungsform.
- [0059] [Fig. 41](#) zeigt ein Beispiel eines Druckfehlers.
- [0060] [Fig. 42](#) zeigt ein bevorzugtes Splitdruckverfahren.
- [0061] [Fig. 43](#) zeigt ein weiteres Beispiel des Splitdruckverfahrens.
- [0062] [Fig. 44](#) zeigt Details einer vierzehnten Ausführungsform.
- [0063] [Fig. 45](#) zeigt Details einer modifizierten vierzehnten Ausführungsform.
- [0064] [Fig. 46](#) zeigt Tintentröpfchenzustände bei Durchführung eines Tintenstrahlaufzeichnungsverfahrens.
- [0065] [Fig. 47](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen dem Gehalt an Azetylenyl in der Tinte und der Oberflächenspannung.
- [0066] [Fig. 48](#) zeigt dem Gehalt an Azetylenyl in der Tinte als Funktion von t_w und 0 ts.
- [0067] [Fig. 49](#) zeigt Details einer fünfzehnten Ausführungsform.
- [0068] [Fig. 50](#) zeigt den Entwicklungsmechanismus bei Verwendung einer moderat eindringenden Tinte.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

- [0069] Nachfolgend werden in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0070] Zuerst werden technische Inhalte und Prinzipien detailliert beschrieben.

(1) Eindringsteuerung mittels eines Heizelements

[0071] [Fig. 1](#) zeigt Unterschiede im Eindringvermögen eines Tintentröpfchens **2** in ein Aufzeichnungspapier **1** als Aufzeichnungsmedium ohne Zuschalten und bei Zuschalten eines Heizelements **3** während der Erzeugung eines Punktes. Die Beschreibung des Eindringverhaltens erfolgt auf der Grundlage eines weltweit verwendeten gewöhnlichen Papiers als Aufzeichnungsmedium.

[0072] [Fig. 1\(a\)](#) zeigt ein ausgestoßenes Tintentröpfchen **2** vor Erreichen eines Aufzeichnungsblattes **1**. Das linke und das rechte Tröpfchen haben die gleiche Größe und das gleiche Eindringvermögen. Die ausgestoßenen Tintentröpfchen **2** prallen auf die Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1**, bleiben auf diesem haften und breiten sich bis zu einer bestimmten Größe aus. [Fig. 1\(b\)](#) zeigt das Aussehen des auf der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1** haftenden Tintentröpfchens **2a**, welches sofort ins Aufzeichnungsblatt **1** dringt. In [Fig. 1\(c\)](#) kennzeichnen die Bezugszeichen **2b** und **2c** das ohne bzw. bei Zuschalten des Heizelements **3** eingedrungene Tintentröpfchen. Die das Tintentröpfchen **2c** umgebende gestrichelte Linie **2b'** kennzeichnet die mögliche Eindringgrenze des nicht auf Temperatur gehaltenen Tröpfchens **2**.

[0073] Die Tinte, aus welchem das in [Fig. 1](#) angedeutete Tröpfchen **2** erzeugt wurde, hat die Eigenschaft, sofort in die Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1** zu dringen, ohne auf dieser zu verweilen. Wie [Fig. 1\(c\)](#) zeigt, könnte das Tintentröpfchen **2b** ohne Verwendung des Heizelements **3** bis zu einer Tiefe d_0 ins Aufzeichnungsblatt **1** eindringen. Bei zugeschaltetem Heizelement **3** verdampft die flüssige Komponente in Form eines Lösungsmittels in der Tinte, so daß das Tintentröpfchen **2c** nur bis zu einer Tiefe d_1 in Dickenrichtung des Aufzeichnungsblattes **1** in dieses eindringt. Ein Grund, weshalb das Heizelement **3** die Tintentröpfcheneindringtiefe beschränkt, ist die Viskositätserhöhung der Tinte durch das Verdampfen der flüssigen Komponente in dieser. Ein weiterer Grund dafür ist, daß ein Teil der Tinte unterhalb der Oberfläche des vom Heizelement **3** erwärmten Aufzeichnungsblattes **1** haften bleibt.

[0074] Mit anderen Worten, die Eindringtiefe des Tintentröpfchens wird durch das Heizelement **3** gesteuert und in Dickenrichtung des Aufzeichnungsblattes **1** auf d_1 beschränkt.

[0075] Die vorliegende Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung einer moderat eindringenden Tinte und Erwärmen des Aufzeichnungsmediums während des Aufzeichnens die Bildqualität verbessert werden kann. Nachfolgend wird in Verbindung mit [Fig. 50](#) der Eindringmechanismus bei Verwendung einer moderat eindringenden Tinte grob beschrieben.

[0076] [Fig. 50\(a\)](#) zeigt ein in Richtung eines Aufzeichnungsblattes fliegendes kugelförmiges Tintentröpfchen und [Fig. 50\(b\)](#) das Auftreffen des Tintentröpfchens auf dem Aufzeichnungsblatt und das Verformen dieses Tröpfchens zu einer Scheibe, deren Durchmesser doppelt so groß ist wie jener des kugelförmigen Tintentröpfchens. [Fig. 50\(c\)](#) zeigt eine Faser des Aufzeichnungsblattes, an welcher Tinte haften bleibt und welche aufgrund des relativ schnellen Eindringens der Tinte in die Aufzeichnungsblattoberfläche relativ schnell quillt. Durch das Erwärmen des Aufzeichnungsblattes von unten und das dadurch ausgelöste Verdampfen der flüssigen Komponente in der Tinte bleibt an der Faser schneller Tinte haften. [Fig. 50\(d\)](#) zeigt die durch Kapillarwirkung zwischen der Faser und der flüssigen Tintenkomponente ins Innere des Aufzeichnungsblattes gedrungene Tinte, wobei mit dem vollständigen Verdampfen der flüssigen Tintenkomponente das Eindringen von Tinte aus dem Tröpfchen ins Aufzeichnungsblatt wahrscheinlich nicht weiter fortschreitet. Da das weitere Eindringen von Tinte unterdrückt wird, ist ein Auftreten der durch Kapillarwirkung zwischen den flüssigen Komponenten der Tinte und des Aufzeichnungsblattes verursachten Federbildung unwahrscheinlich. Demzufolge bleibt der größte Teil des in der Tinte enthaltenen Farbstoffs in der Nähe der Aufzeichnungsblattoberfläche haften und dringt nicht tiefer als $20\ \mu\text{m}$ ins Aufzeichnungsblatt ein. Dadurch wird der OD-Wert (optische Reflektionsdichte) der moderat eindringenden Tinte genau so groß wie jener der langsam eindringenden Tinte.

[0077] Die Temperatur des Heizelements **3** und die Heizdauer sollten so gewählt werden, daß keine große Wasserdampfmenge erzeugt wird.

[0078] Nachfolgend wird die Beziehung zwischen der Tintenzusammensetzung und dem Eindringvermögen sowie der Eindringgeschwindigkeit beschrieben. Die bei dieser Ausführungsform verwendeten Tinten haben folgende Zusammensetzungen:

1. Gelbe Tinte (Y)

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| Direktgelb, Farbzahl 86 | 3 Anteile |
| Glyzerin | 5 Anteile |
| Thiodiglykol | 5 Anteile |
| Harnstoff | 5 Anteile |
| Azetylenyl EH (von Kawaken Chemical) | 1 Anteil |
| Wasser | Rest |

2. Magentatinte (M)

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| Säurerot, Farbzahl 289 | 3 Anteile |
| Glyzerin | 5 Anteile |
| Thiodiglykol | 5 Anteile |
| Harnstoff | 5 Anteile |
| Azetylenyl EH (von Kawaken Chemical) | 1 Anteil |
| Wasser | Rest |

3. Zyantinte (C)

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| Säureblau, Farbzahl 199 | 3 Anteile |
| Glyzerin | 5 Anteile |
| Thiodiglykol | 5 Anteile |
| Harnstoff | 5 Anteile |
| Azetylenyl EH (con Kawaken Chemical) | 1 Anteil |
| Wasser | Rest |

4. Schwarze Tinte (Bk)

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| Direktschwarz | 3 Anteile |
| Glycerin | 5 Anteile |
| Thiodiglykol | 5 Anteile |
| Harnstoff | 5 Anteile |
| Azetylenyl EH (von Kawaken Chemical) | (Angaben später) |
| Wasser | Rest |

[0079] Der Anteil an Azetylenyl in der schwarzen Tinte wurde während der durchgeführten Versuche variiert, in den anderen Farbtinten C, M und Y bei 1 % konstant gehalten, um die Eindringfähigkeit zu verbessern.

[0080] Wie aus dieser Tabelle hervor geht, sind die bei dieser Ausführungsform verwendeten Tinten Gemische aus einem Farbstoff oder einem Pigment, Wasser, Glyzerin als Lösungsmittel, Thiodiglykol, Harnstoff und Azetylenyl als nichtionische oberflächenaktive Substanz (Handelsname eines Produkts der Kawaken Fine Chemical, welches zusammengesetzt ist aus Azetylglykol und Äthylenoxid, d.h. Äthylenoxid-2,4,7,9-Tetramethyl-5-Dezin-4,7-Diol). Diese nichtionische oberflächenaktive Substanz wird nachfolgend nur Azetylenyl genannt.

[0081] Die Eindringfähigkeit einer Tinte kann als das pro Zeiteinheit in ein Materialprüfstück eindringende Tintenvolumen ausgedrückt und aus der Bristow'schen Gleichung

$$V = V_r + K_a(t - t_w)^{1/2}$$

erhalten werden, worin t die Zeit und V das Tintenvolumen bedeutet (Maßeinheit ist $\text{ml/m}^2 = \mu\text{m}$) bei $t > t_w$.

[0082] Unmittelbar nach dem Auftreffen eines Tintentröpfchens auf der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes füllt der größte Teil der dieses bildenden Tinte die an der Blattoberfläche vorhandenen Rillen, so daß nur eine sehr kleine Tintenmenge ins Aufzeichnungsblatt eindringt. Mit anderen Worten, die Tinte benetzt nur die Oberfläche des Aufzeichnungsblattes. In der genannten Gleichung ist „ t_w “ die zum Benetzen der Aufzeichnungsblattoberfläche erforderliche Zeit und „ V_r “ die Tintenmenge zum Füllen der Rillen. Wenn nach dem Auftreffen des Tintentröpfchens auf der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes t_w überschritten wird, vergrößert die Ein-

dringungsfähigkeit V der Tinte sich proportional der Different $(t - t_w)^{1/2}$. K_a ist ein Proportionalitätsfaktor.

[0083] [Fig. 3\(a\)](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen der verstrichenen Zeit $t^{1/2}$ (ms) und der Tinteneindringgröße V für Azetylenylgehalte von 0 %, 0,2 %, 0,35 %, 0,7 % und 1 % und [Fig. 3\(b\)](#) die Beziehung zwischen der verstrichenen Zeit t und der Tinteneindringgröße V . Wie aus den [Fig. 3\(a\)](#) und [Fig. 3\(b\)](#) hervor geht, steigt der Azetylenylgehalt mit der Tinteneindringgröße und der verstrichenen Zeit, d.h. der Eindringfähigkeit der Tinte. Bei den Versuchen, deren Ergebnis in [Fig. 4](#) dargestellt sind, wurden Aufzeichnungsblätter mit einem Gewicht von 64 g/m², einer Dicke von etwa 80 µm und einem Hohlraumverhältnis von etwa 50 % verwendet. Mit steigendem Azetylenylgehalt wird die Benetzungszeit kürzer, d.h. Die Eindringfähigkeit der Tinte besser, wie aus [Fig. 3](#) hervor geht, in welcher der Abstand vom Nullpunkt an der linken Seite zu dem unterhalb des schwarzen Kreises liegenden Punkt, an welchem die Neigung der Linie sich ändert, die Benetzungszeit repräsentiert. Bei einer Tinte ohne Azetylenyl (Azetylenylgehalt 0 %) ist das Eindringvermögen der Tinte gering. Mit anderen Worten, eine solche Tinte hat ähnliche Eigenschaften wie eine langsam eindringende Tinte. Eine Tinte mit einem Azetylenylgehalt von 1 % dringt in kurzer Zeit ins Aufzeichnungsblatt und hat demzufolge ähnliche Eigenschaften wie eine schnell eindringende Tinte.

[0084] Nachfolgend werden in Verbindung mit den [Fig. 3](#) und [Fig. 48](#) die erwähnten Inhalte detailliert beschrieben.

[0085] Zuerst wird der Fall behandelt, in welchem keine Erwärmung des Aufzeichnungsmediums erfolgt. Unmittelbar nach dem Auftreffen eines Tintentröpfchens bleibt die Tinte eine extrem kurze Zeit an den Aufzeichnungsfasern des Aufzeichnungsblattes haften und dringt dann durch Kapillarwirkung in dieses. Ein in Büromaschinen verwendetes gewöhnliches Aufzeichnungsblatt enthält eine Federbildung verhindernde Appretur, so daß das Eindringen von Tinte erst nach einer bestimmten Zeit beginnt. Mit anderen Worten, die Benetzungszeit t_w entspricht der Zeit auf der Horizontalachse, welche durch den Kreis auf der rechten Seite der gleichen Linie angedeutet ist. Auch nach Beginn des Eindringens von Tinte steigt durch die Appretur die Benetzungsgeschwindigkeit des Aufzeichnungsblattes nicht drastisch. Eine langsam eindringende Tinte beginnt erst nach einer bestimmten Zeit schnell an den Fasern des Aufzeichnungsblattes haften zu bleiben. Diese Zeit (Quellzeit) t_s beträgt etwa 400 – 500 ms. Der schwarze Kreis auf der rechten Seite der gleichen Linie in [Fig. 3](#) entspricht dieser Zeit t_s . Wenn der Tinte ein oberflächenaktives Mittel wie Azetylenyl zugesetzt wird, haftet diese besser am Aufzeichnungsblatt, so daß eine kürzere Benetzungszeit und somit eine kürzere Zeit für das Haftenbleiben von Tinte an den Aufzeichnungsblatffasern zu verzeichnen ist. Danach steigt die Tinteneindringgeschwindigkeit, so daß die eingedrungene Tinte schnell an den Aufzeichnungsblatffasern haften bleibt. Mit steigendem Azetylenylgehalt der Tinte werden t_w und t_s kürzer. Bei einem Azetylenylgehalt von 1 sind t_w und t_s annähernd Null. Bei zunehmenden Azetylenylgehalten im Bereich 0,2 – 0,3 % nähern t_w und t_s sich einander. [Fig. 48](#) zeigt die Beziehung zwischen dem Azetylenylgehalt und t_w sowie t_s in graphischer Darstellung. Der Proportionalitätsfaktor K_a gilt nur für die Eindringfähigkeit der Tinte nach t_s oder Beendigung des Quellens. Bei einer moderat eindringenden Tinte ist bei einer geringen Differenz zwischen t_w und t_s die Eindringgeschwindigkeit höher als jene einer langsam eindringenden Tinte und bleibt bis t_s relativ langsam. Wenn im Zeitraum des langsamen Eindringens von Tinte in ein Aufzeichnungsblatt beide erwärmt werden, wird die für das Haftenbleiben der Tinte an den Fasern des Aufzeichnungsblattes benötigte Zeit kürzer und damit die Eindringgeschwindigkeit oder die Kapillarwirkung der Tinte geringer. Wenn in diesem Fall die gesamte Eindringgröße der Tinte verringert und somit das Eindringen von Tinte weiterhin unterdrückt wird, bleiben die ins Aufzeichnungsblatt gelangenden Farbstoffe kurz unterhalb dessen Oberfläche. Die Wärmemenge zum Erwärmen der Tinte und des Aufzeichnungsblattes darf nur so groß sein, daß während des Quellens der Hauptteil der in der Tinte enthaltenen flüssigen Komponente verdampft und Tinte nur unter Schwierigkeiten ins Aufzeichnungsblatt eindringen kann.

[0086] [Fig. 2](#) zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen dem Proportionalitätsfaktor K_a für die Eindringgeschwindigkeit der Tinte und dem Azetylenylgehalt der Tinte. Der Wert K_a wurde nach dem Bristow'schen Verfahren in einem Gerät S zum Prüfen der dynamischen Eindringfähigkeit (Produkt der Toyo Seiki Company) ermittelt. Für die Versuche wurden Aufzeichnungsblätter PB-Blätter von Canon verwendet, welche für elektrophotographische Kopierer oder Laserstrahl drucker und für Tintenstrahl drucker geeignet sind. Auch Versuche mit PPC-Blättern von Canon, welche für elektrophotographische Aufzeichnen entwickelt wurden, brachten im wesentlichen die gleichen Ergebnisse.

[0087] Wie aus [Fig. 2](#) hervor geht, ändert der Proportionalitätsfaktor K_a sich mit dem Azetylenylgehalt der Tinte, welcher somit zwangsläufig die Eindringgeschwindigkeit bestimmt.

[0088] [Fig. 4](#) zeigt die beim Drucken in einem Durchlauf erzielten Ergebnisse bei und ohne Nutzung eines Heizelements zum Erwärmen des Aufzeichnungsblattes wie in [Fig. 1](#) dargestellt. Die Eindringfähigkeit der Tin-

te wurde durch Änderung des Azetylenylgehaltes geändert. In [Fig. 4](#) ist auf der Ordinate die Bilddichte als Funktion des Verlaufs von unterschiedlichen Farbtinten im Grenzbereich zwischen diesen, der Abriebbeständigkeit oder der momentanen Wasserbeständigkeit der Pigmenttinte und auf der Abszisse der Azetylenylgehalt aufgetragen. Mit „Verlaufen unterschiedlicher Farbtinten im Grenzbereich zwischen diesen“ ist der Zustand gemeint, welcher beim Aufzeichnen unterschiedlicher Farbpunkte unmittelbar nebeneinander eintritt. So wird zum Beispiel das Verlaufen im Grenzbereich zwischen schwarzer Tinte und einer anderen Farbtinte mit dem bloßen Auge bewertet; je geringer das Verlaufen, desto besser die Bewertung. „Abriebbeständigkeit“ bedeutet, wie wenig ein gedrucktes Bild bei Berührung mit anderen Aufzeichnungsblättern beschädigt wird. „Momentane Wasserbeständigkeit“ bedeutet die Wasserbeständigkeit unmittelbar nach dem Aufzeichnen.

[0089] Wie aus [Fig. 4](#) hervor geht, wird mit stärkerer Eindringfähigkeit der Tinte die Bilddichte (OD) geringer und ein gedrucktes Bild hinsichtlich Farbenverlaufen, Abriebbeständigkeit und momentaner Wasserbeständigkeit besser, unabhängig davon, ob ein Heizelement oder kein Heizelement zum Einsatz kommt. Daraus ist zu erkennen, daß Unterschiede in der Eindringfähigkeit der Tinte einen wichtigen Faktor darstellen. Aus [Fig. 4](#) ist auch aber ersichtlich, daß bei Verwendung eines Heizelements eine größere Bilddichte erzeugt und das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben besser unterdrückt wird. Eine Analyse hat ergeben, daß mit steigendem Azetylenylgehalt die mit oder ohne einem Heizelement erreichte Bilddichte ebenfalls größer wird. Das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben wird besonders bei einem Azetylenylgehalt von etwa 0,4 % stark beeinflusst, unabhängig davon, ob ein Heizelement zum Einsatz kommt oder nicht.

[0090] Das ist darauf zurückzuführen, daß bei Verwendung einer Tinte mit relativ großem Eindringvermögen diese sofort nach dem Auftreffen in das Aufzeichnungsblatt eindringt, durch die vom Heizelement erzeugte Wärme aber am weiteren Eindringen gehindert wird. Mit anderen Worten, die Tinte wird unmittelbar nach dem Eindringen unmittelbar unter der Aufzeichnungsblattoberfläche fixiert.

[0091] Demzufolge wird bei dieser Ausführungsform das Eindringen beschleunigt und durch das Fixieren der eingedrungenen Tinte unmittelbar unter der Aufzeichnungsblattoberfläche eine höhere Bilddichte erreicht. Bei dieser Ausführungsform dringt die Tinte ins Aufzeichnungsblatt ein, so daß nur eine geringe Menge davon auf der Aufzeichnungsblattoberfläche verbleibt, von dieser mikroskopisch kleine Verwerfungen kaum verursacht und die Kratzfestigkeit und die momentane Wasserbeständigkeit verbessert werden. Selbst wenn zum Markieren eine Markierstift oder ein ähnlicher Stift verwendet wird, ist ein Verwischen und somit eine Bildqualitätsverschlechterung kaum zu erwarten.

[0092] Aus [Fig. 4](#) geht auch hervor, daß bei der Erzeugung eines Bildes in einem Durchlauf sowohl eine hohe Bilddichte erreicht als auch das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farbtinten verbessert werden kann, wenn der Azetylenylgehalt etwa 0,2 – 0,7 % beträgt, obwohl 0,35 – 0,5 % bevorzugt werden. Wenn die Erzeugung einer hohen Bilddichte im Vordergrund steht, sollte eine Tinte mit einem relativ geringen Azetylenylgehalt verwendet werden; wenn aber vordergründig ist, das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben zu verbessern, sollte eine Tinte mit einem relativ hohen Azetylenylgehalt verwendet werden. Wenn zum Beispiel zum Aufzeichnen schwarzer Bilder mit einer höheren Bilddichte schwarze Tinte verwendet wird, sollte deren Azetylenylgehalt an der unteren Grenze des genannten Bereichs liegen, während zum Aufzeichnen von Farbbildern, welche gewöhnlich eine Kombination aus Farbtinten, aber kaum eine Kombination aus Farbtinten und schwarzer Tinte erfordern, der Azetylenylgehalt der Farbtinten an der oberen Grenze des genannten Bereichs liegen.

[0093] In der nachfolgenden Tabelle sind die bei dieser Ausführungsform verwendeten Tinten mit den entsprechenden Eigenschaften zusammengestellt, wobei deren Fähigkeit, ins Aufzeichnungsmedium einzudringen, das Kriterium darstellt.

Tabelle 1

| | Ka-Wert (ml/m ² ·ms ^{1/2}) | Azetylenyl- gehalt (%) | Oberflächen- spannung (dyn/cm) |
|--------------------------------------|--|------------------------------|--------------------------------------|
| Langsam ein- dringende Tin- te | - 1,0 | 0,0 - 0,2 | 40 - |
| Moderat ein- dringende Tin- te | 1,0 - 5,0 | 0,2 - 0,7 | 35 - 40 |
| Schnell ein- dringende Tin- te | 5,0 - | 0,7 - | - 35 |

[0094] Die in dieser Tabelle als „moderat eindringende Tinte“ bezeichnete Tinte hat einen Azetylenylgehalt von 0,2 – 0,7 Gew. %, mit welcher bei Verwendung eines Heizelements die gewünschten Ergebnisse erzielt werden.

[0095] Wenn einer Flüssigkeit ein oberflächenaktives Mittel beigemischt wird, ist dessen kritische Mizellarkonzentration ein wesentlicher Faktor. Das in den Tinten enthaltene Azetylenyl ist auch ein oberflächenaktives Mittel mit einer kritischen Mizellarkonzentration, welche sich in Abhängigkeit von der Flüssigkeit, der dieses beigemischt wird, ändert.

[0096] [Fig. 47](#) zeigt in Diagrammform die Oberflächenspannung als Funktion des Azetylenylgehalts, bezogen auf den Wassergehalt der Tinten. Aus diesem Diagramm ist zu erkennen, daß die kritische Mizellarkonzentration des Azetylenyls in bezug auf Wasser etwa 0,7 % beträgt. Aus dieser Tatsache in Verbindung mit den in der Tabelle 1 aufgelisteten Größen geht hervor, daß die bei dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendete „moderat eindringende Tinte“ eine Tinte ist, deren Azetylenylgehalt in bezug auf Wasser unter der kritischen Mizellarkonzentration liegt.

[0097] Hauptinhalt der vorliegenden Erfindung ist das Aufzeichnen von Bildern mit der in der Tabelle genannten moderat eindringenden Tinte und das Erwärmen der Tinte und des Aufzeichnungsmediums während des Aufzeichnens, wobei die Wärmemenge entsprechend gesteuert wird, damit die ins Aufzeichnungsmedium eingedrungene Tinte dicht unter dessen Oberfläche bleibt. Dadurch wird nicht nur die Bilddichte erhöht, sondern auch das gewünschte Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben erreicht. Wenn gemäß der vorliegenden Erfindung in einem bestimmten Zeitintervall überlagert gedruckt, d.h. mit irgendeiner Farbtinte ein Bild über ein mit einer anderen Farbtinte erzeugtes Bild gedruckt wird, kann bei Verwendung einer moderat eindringenden Tinte und Steuerung des Aufzeichnungsvorgangs durch Aufbringen von Wärme eine größere Anzahl an Tintentröpfchen dicht unter Oberfläche des Aufzeichnungsmediums fixiert werden. Außerdem können bezüglich des Farbenverlaufens im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben, welches besonders beim Ausstoßen einer großen Anzahl an Tintentröpfchen Probleme verursacht, die gewünschten Ergebnisse erzielt werden. Nachfolgend wird mit Bezug auf die verschiedenen Aufzeichnungssysteme die Wirkung der von einem Heizelement erzeugten Wärme zur Steuerung des Aufzeichnungsvorgangs beschrieben.

(2) Geeignetste Tinteneindringsteuerung bei spezifischen Aufzeichnungssystemen

[0098] Bei der beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wurde besonders die Steuerung des Eindringens von Tinte in ein Aufzeichnungsblatt durch Erzeugung von Wärme mittels eines Heizelements zur Erhöhung der Aufzeichnungsdichte und zum Erreichen des gewünschten Farbenverlaufens im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben beleuchtet. In diesem Abschnitt wird bei verschiedenen Aufzeich-

nungsverfahren auf die Fälle näher eingegangen, bei welchen während des Erwärmens der Tinte und des Aufzeichnungsmediums zahlreiche Tintentröpfchen zur Erzeugung von Bildern ausgestoßen werden.

(Drucksystem bei Ausstoßsplitting)

[0099] Bei diesem Aufzeichnungssystem wird in zahlreichen Einzelausstoßvorgängen eine kleine Tintenmenge auf ein Aufzeichnungsmedium ausgestoßen.

[0100] Die [Fig. 5\(a\)](#) und [Fig. 5\(b\)](#) schematisch das Ausstoßen eines Einzeltröpfchens mit einem Volumen von etwa 40 pl auf ein Aufzeichnungsblatt **1** bzw. das Ausbreiten des auf der Oberfläche des Aufzeichnungsmediums gelandeten Tröpfchens. Die [Fig. 5\(c\)](#) und [Fig. 5\(d\)](#) zeigen schematisch das Ausstoßen von Tintentröpfchen mit einem Volumen von je 20 pl hintereinander auf das Aufzeichnungsblatt **1** bzw. das Ausbreiten der auf der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1** gelandeten beiden Tröpfchen. Wie aus [Fig. 5\(c\)](#) hervor geht, ist der Zeitintervall zwischen den beiden Ausstoßvorgängen relativ kurz und beträgt bei dieser Ausführungsform etwa 50 ms. Bei dieser Ausführungsform wird eine Tinte mit einem Azetylenylgehalt von etwa 0,2 – 0,7 %, bevorzugt aber 0,35 – 0,5 % verwendet. Das Eindringen der Tinte in das Aufzeichnungsblatt **1** wird durch Erwärmen des Blattes während des Tintenausstoßes gesteuert, sowohl beim Ausstoßen eines Einzeltröpfchens als auch beim Ausstoßen von zwei kleineren Tröpfchen.

[0101] Wie [Fig. 5\(d\)](#) zeigt, dringt bei einem kurzen Zeitintervall zwischen dem Ausstoßen der beiden Tintentröpfchen das zuerst ausgestoßene Tröpfchen **2c** ins Aufzeichnungsblatt. Die Höhe der Säule, zu welcher das Tintentröpfchen mit einem Volumen von 40 pl sich nach dem Auftreffen auf der Aufzeichnungsblattoberfläche verformt hat, ist mit dem Bezugszeichen h_1 und die der Säule, zu welcher das Tintentröpfchen mit einem Volumen von etwa 20 pl sich verformt hat, mit dem Bezugszeichen h_2 gekennzeichnet, wobei h_1 sich von h_2 unterscheidet, wie aus den [Fig. 5\(b\)](#) und [Fig. 5\(d\)](#) hervor geht. Je höher die Säule, zu welcher das Tröpfchen sich nach dem Auftreffen auf der Aufzeichnungsblattoberfläche verformt hat, desto größer die Tinteneindringtiefe. Um die Dichte eines aufzuzeichnenden Bildes zu erhöhen, sollte die Eindringtiefe der Tinte ins Aufzeichnungsblatt verringert werden. Ein Vergleich der [Fig. 5\(b\)](#) und [Fig. 5\(d\)](#) miteinander zeigt, daß durch Ausstoßen einer bestimmten Tintenmenge in Form mehrerer Tröpfchen zum Erzeugen eines Bildes auf einem Aufzeichnungsblatt die Tinteneindringtiefe kleiner werden kann.

[0102] Nachfolgend wird auf die Beziehung zwischen der pro Ausstoßvorgang ausgestoßenen Tintenmenge und der Höhe der Säule, zu welcher das Tröpfchen sich nach dem Auftreffen auf der Aufzeichnungsblattoberfläche verformt hat, detailliert beschrieben.

[0103] [Fig. 6\(a\)](#) zeigt in Tabelleform die Beziehung zwischen der ausgestoßenen Tintenmenge V_d (pl) und der Höhe eines Tröpfchens unmittelbar nach dessen Auftreffen auf der Aufzeichnungsblattoberfläche oder nach dem Festhaften auf dieser. Aus den [Fig. 6\(b\)](#) und [Fig. 6\(c\)](#) ist die Bedeutung der in der Tabelle verwendeten Parameter zu erkennen. [Fig. 6\(b\)](#) zeigt das Ausstoßen eines Tröpfchens **2** mit dem Volumen V_d auf das Aufzeichnungsblatt **1**, mit r als Radius des im wesentlichen kugelförmigen Tröpfchens ($V_d = 4\pi r^3/3$). [Fig. 6\(c\)](#) zeigt das Tröpfchen unmittelbar nach dem Auftreffen auf der Aufzeichnungsblattoberfläche, mit R als Radius des verformten Tröpfchens. Die Maßeinheit für die beiden Radien r und R ist „ μm “, wobei im Falle der Verwendung eines herkömmlichen Tintenstrahlaufzeichnungssystems R doppelt so groß wie r ($R = 2r$) angenommen wird. Von den anderen in der Tabelle aufgelisteten Parametern bedeutet S die horizontal Querschnittsfläche des zu einer Säule verformten Tintentröpfchens ($S = \pi R^2$) und h die Höhe der Tintentröpfchensäule ($h = V_d/S$).

[0104] In [Fig. 6\(a\)](#) bedeutet das Bezugszeichen AF das Verhältnis aus der von einem Einzeltröpfchen auf dem Aufzeichnungsblatt belegten Fläche und der Tintentröpfchengröße beim Drucken mit einer Auflösung von 14 Punkten/mm (360 dpi). Beim Drucken mit einer Auflösung von 14 Punkten/mm beträgt die Kantenlänge jedes Bildelements etwa $70,5 \mu\text{m}$ und somit dessen Fläche etwa $4970,25 \mu\text{m}^2$. Daraus ergibt sich

$$AF = S \times 100/4970,25.$$

[0105] Wenn ein Einzeltröpfchen mit einem Volumen V_d von 40 pl ausgestoßen wird, beträgt dessen Höhe h nach dem Auftreffen auf dem Aufzeichnungsblatt etwa $7,1 \mu\text{m}$. Wenn aber zwei Tröpfchen mit einem Gesamtvolumen von 40 pl ausgestoßen werden, beträgt deren Gesamthöhe unmittelbar nach dem Auftreffen auf dem Aufzeichnungsblatt nur $5,6 \mu\text{m}$. Die Höhe des Tintentröpfchens unmittelbar nach dessen Auftreffen bestimmt die Tinteneindringtiefe ins Aufzeichnungsblatt und diese Höhe entspricht in etwa der Tiefe, bis zu welcher die Tinte ins Aufzeichnungsblatt eindringt. Demzufolge ist beim Ausstoßen von zwei Tintentröpfchen mit einem Volumen von je 20 pl, d.h. einem Gesamtvolumen von 40 pl, die Tinteneindringtiefe geringer als beim Ausstoßen

eines Einzeltröpfchens mit einem Volumen von 40 pl. Wie bereits erwähnt, wird die Aufzeichnungsdichte höher, je näher zur Oberfläche das Fixieren der Tinte erfolgt. Demzufolge kann beim Aufzeichnen mit einer bestimmten Tintenmenge die Aufzeichnungsdichte erhöht werden, wenn das Ausstoßen gesplittet erfolgt, d.h. zum Beispiel zwei Tintentröpfchen mit einem Volumen von je 20 pl ausgestoßen werden, anstatt nur ein Einzeltröpfchen mit einem Volumen von 40 pl auszustoßen.

[0106] Mit anderen Worten, wenn während der Erzeugung eines Bildes durch Ausstoßen von Tinte in einer bestimmten Menge das Aufzeichnungsblatt mittels eines Heizelements erwärmt wird, kann durch Splitten eines Einzelausstoßes einer bestimmten Tintenmenge in mehrere Ausstoßvorgänge bei entsprechend geringeren Tintenmengen die Aufzeichnungsdichte erhöht werden.

(Überlagerungsdrucksystem)

[0107] Die beim Ausstoßen mehrerer Tintentröpfchen auf den selben Punkt erzielten Ergebnisse werden nachfolgend in Verbindung mit den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) detailliert beschrieben. [Fig. 7](#) zeigt den Fall, in welchem mehrere Tintentröpfchen fast ohne Unterbrechung nacheinander ausgestoßen werden. In [Fig. 7\(a\)](#) ist das Ausstoßen von zwei Tintentröpfchen und in [Fig. 7\(b\)](#) der Zustand der auf der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1** verformten Tintentröpfchen schematisch dargestellt.

[0108] Wenn zwei Tintentröpfchen in einem extrem kurzen Zeitabstand (z.B. 10 ms) nacheinander ausgestoßen werden, erreicht das ausgestoßene zweite Tintentröpfchen die Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1**, bevor das ausgestoßene erste Tintentröpfchen ins Aufzeichnungsblatt einzudringen beginnt. Wie aus [Fig. 7\(b\)](#) hervor geht, bilden die beiden ausgestoßenen Tintentröpfchen eine Schicht auf dem Aufzeichnungsblatt **1**. Die aus den beiden Tintentröpfchen gebildete Schicht hat eine relativ große Dicke (Höhe), so daß die Tinteneindringtiefe ins Aufzeichnungsblatt größer wird.

[0109] [Fig. 8](#) zeigt den Fall, in welchem zwei Tintentröpfchen in einem ausreichenden Zeitabstand (z.B. 1 s) nacheinander auf den gleichen Punkt ausgestoßen werden. Wie [Fig. 8\(b\)](#) zeigt, dringt das erste Tintentröpfchen ins Aufzeichnungsblatt **1** ein, bevor das zweite Tintentröpfchen ausgestoßen wird, dargestellt in [Fig. 8\(c\)](#). Danach wird das zweite Tintentröpfchen auf den gleichen Punkt ausgestoßen. In diesem Fall dringt die Tinte nicht tiefer als das erste Tröpfchen ein, wie aus [Fig. 8\(d\)](#) hervor geht. Mit anderen Worten, das Eindringen der Tinte dieser beiden Tröpfchen kann auf eine ganze geringe Tiefe unter der Aufzeichnungsblattoberfläche begrenzt werden.

[0110] Wie aus dieser Beschreibung zu erkennen ist, kann bei der Erzeugung eines Bildes durch Ausstoßen mehrerer Tintentröpfchen jeweils in einem bestimmten Zeitintervall nacheinander auf einen Punkt das Eindringen der Tinte auf eine geringe Tiefe unter die Aufzeichnungsblattoberfläche begrenzt werden.

[0111] Der beschriebene Effekt kann auch ohne Verwendung eines Heizelements erzielt werden. Doch bei Verwendung eines Heizelements kann das Eindringen der Tinte in Dickenrichtung ins Aufzeichnungsblatt gesteuert werden, selbst wenn eine Tinte mit einem starken Eindringvermögen verwendet wird. Wenn das Eindringen der Tinte ins Aufzeichnungsblatt mittels eines Heizelements gesteuert wird, kann die Eindringgeschwindigkeit erhöht und somit auch bei kurzen Zeitintervallen zwischen aufeinander folgenden Ausstoßvorgängen eine gute Aufzeichnungsdichte erzielt werden.

(Ausstoßsplittung und simultanes Ausstoßen)

[0112] Bei diesem Ausstoßverfahren werden zahlreiche kleine Tintentröpfchen ausgestoßen, wobei das Gesamtvolumen der ausgestoßenen Tintentröpfchen dem Volumen eines einzigen große Tintentröpfchens entspricht und deren Flächenfaktor 100 % überschreitet. Dadurch werden die mit dem Ausstoßsplittung erzielten Effekte noch verstärkt.

[0113] Bei dem beschriebenen Ausstoßsplittung wird zum Erzielen des gewünschten Effekts ein bestimmter Zeitintervall zwischen aufeinander folgen Ausstoßvorgängen vorgegeben oder zum Erzielen der gewünschten Aufzeichnungsdichte ein Heizelement verwendet, während beim Simultanausstoßsplittung das Aufzeichnen durch fast gleichzeitiges zahlreicher kleiner Tintentröpfchen erfolgt und durch Erwärmen des Aufzeichnungsblattes mittels eines Heizelements die gewünschte Aufzeichnungsdichte erzielt wird.

[0114] [Fig. 9\(a\)](#) zeigt schematisch ein ausgestoßenes Einzeltröpfchen mit einem Volumen von 100 pl. In dieser Figur kennzeichnet das Bezugszeichen **101** eines der quadratischen Bildelemente. In diesem Fall ist der

Flächenfaktor dieses Tröpfchens mit einem Volumen von 100 pl größer als 100 %. Das Bezugszeichen **102** kennzeichnet den von diesem Tröpfchen gebildeten Punkt. Die Bezugszeichen **103** und **104** kennzeichnen zwei Tintentröpfchen mit dem gleichen Volumen von 100 pl unmittelbar nach dem Auftreffen auf der Oberfläche eines Aufzeichnungsblattes in Horizontalrichtung gesehen.

[0115] **Fig. 9(b)** zeigt schematisch vier ausgestoßene Tintentröpfchen mit einem Volumen von je 25 pl, deren Gesamtvolumen somit dem Volumen des in **Fig. 9(a)** dargestellten Einzeltröpfchens entspricht. Das Bezugszeichen **101** kennzeichnet ein Quadrat mit der gleichen Größe wie das in **Fig. 9(a)** dargestellte und **Fig. 110** den von den vier Tröpfchen mit einem Volumen von je 25 pl erzeugten Punkt. Die Bezugszeichen **111** und **112** kennzeichnen den Zustand von drei Tintentröpfchen mit einem Volumen von je 25 pl unmittelbar nach dem Auftreffen auf der Oberfläche eines Aufzeichnungsblattes.

[0116] Beim Auftreffen eines Tintentröpfchen mit einem Volumen von 100 pl auf dem Aufzeichnungsblatt entsteht ein Punkt mit einem Durchmesser w_1 (2R) von etwa 115,2 μm und einer Höhe von etwa 9,6 μm , während ein Tröpfchen mit einem Volumen von 25 pl einen Punkt mit einem Durchmesser w_2 von etwa 72,4 μm und einer Höhe von etwa 6,1 μm erzeugt.

[0117] Beim Ausstoßsplitting und simultanen Ausstoßen werden zahlreiche Tintentröpfchen mit dem gleichen Volumen auf ein Bildelement, dessen Fläche von einem einzigen Tintentröpfchen mit einem dem Gesamtvolumen der zahlreichen Tintentröpfchen entsprechenden Volumen hundertprozentig bedeckt werden kann, steigt der Flächenfaktor für dieses Volumen über 100 %. Dadurch wird die Höhe des Tröpfchens unmittelbar nach dem Auftreffen auf dem Aufzeichnungsblatt geringer. Da während des Ausstoßens das Aufzeichnungsblatt mittels eines Heizelements erwärmt wird, dringt weniger Tinte in dieses ein, woraus eine höhere Aufzeichnungsdichte und ein günstigeres Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben resultieren.

(Ausstoßsplitting und Ausstoßen in Zeitintervallen)

[0118] Nachfolgend wird das Aufzeichnen eines Bildes durch Ausstoßen kleinerer Tintentröpfchen in Gruppen zum geeigneten Zeitpunkt auf verschiedene Punkte beschrieben.

[0119] **Fig. 10** zeigt schematisch einen Teil eines Bildes, dessen Größe der eines einzelnen Bildelements entspricht und welches durch gleichzeitiges Ausstoßen zahlreicher kleiner Tintentröpfchen mit einem dem Gesamtvolumen äquivalenten Flächenfaktor von 100 % erzeugt wird. **Fig. 10(a)** zeigt mehrere ausgestoßene Tintentröpfchen **2** auf ihrem Weg zu einem Aufzeichnungsblatt **1**, welches von einem Heizelement **3** erwärmt wird, und **Fig. 10(b)** diese Tintentröpfchen nach dem Auftreffen auf dem Aufzeichnungsblatt. In diesem Zustand haben die Tröpfchen sich zu einer einzigen Tintenschicht **2e** mit einer Höhe h_5 vereint und beginnen in der ange deuteten Pfeilrichtung ins Aufzeichnungsblatt einzudringen. **Fig. 10(c)** zeigt die vollständig ins Aufzeichnungsmedium eingedrungene und dort fixierte Tinte **2e**. Obwohl das Eindringen durch das Heizelement gesteuert wird, ist die Tinte bis zu einer Tiefe d_2 ins Aufzeichnungsblatt **1** eingedrungen. Das Bezugszeichen **2f** kennzeichnet die im Aufzeichnungsblatt fixierte Tinte **2e**.

[0120] **Fig. 11** zeigt schematisch einen Teil eines Bildes, dessen Größe der eines einzelnen Bildelements entspricht und welches durch Ausstoßen zahlreicher kleiner Tintentröpfchen in zwei Gruppen mit einem dem Gesamtvolumen äquivalenten Flächenfaktor von 100 % auf unterschiedliche Punkte in einem geeigneten Takt erzeugt wird. **Fig. 11(a)** zeigt die aus zwei Tintentröpfchen, d.h. aus der Hälfte der in **Fig. 10(a)** dargestellten Tintentröpfchen gebildete erste Gruppe und die entsprechenden Auftreffstellen auf dem vom Heizelement **3** erwärmten Aufzeichnungsblatt **1**. Die auf dem Aufzeichnungsblatt **1** gelandeten und noch nicht in dieses eingedrungenen Tintentröpfchen **2g** mit einer Höhe h_6 sind gestrichelt dargestellt. **Fig. 11(b)** zeigt die bis zu einer Tiefe d_3 vollständig ins Aufzeichnungsblatt eingedrungenen Tintentröpfchen, wobei das Eindringen vom Heizelement **3** gesteuert wurde. **Fig. 11(c)** zeigt eine zweite Gruppe kleiner Tintentröpfchen, welche in einem bestimmten Zeitintervall nach den Tintentröpfchen der ersten Gruppe auf die restlichen der in **Fig. 10(a)** gezeigten Stellen ausgestoßen werden. In **Fig. 11** sind nur die Tintentröpfchen dargestellt, deren Auftreffstellen jenen der in **Fig. 10(a)** dargestellten entsprechen. Die auf dem Aufzeichnungsblatt **1** gelandeten und noch nicht in dieses eingedrungenen Tintentröpfchen **2g'** (gestrichelt dargestellt) der zweiten Gruppe haben ebenfalls die Höhe h_6 .

[0121] **Fig. 11(d)** zeigt die bis zu einer Tiefe d_3 vollständig ins Aufzeichnungsblatt eingedrungenen, verformten Tintentröpfchen **2h'**, wobei das Eindringen vom Heizelement **3** gesteuert wurde. Ein Vergleich der beiden **Fig. 10** und **Fig. 11** läßt Unterschiede in der Eindringtiefe (d_2 bzw. d_3) erkennen. Die Ursache für die unterschiedlichen Eindringtiefen ist darin zu suchen, daß beim Ausstoßen eines bestimmten Tintenvolumens in

Form kleiner Tintentröpfchen ([Fig. 10](#)) benachbarte Tintentröpfchen sich beim Auftreffen auf dem Aufzeichnungsblatt **1** etwas überlagern, so daß an den Überlagerungsstellen der Tintenpegel über der Aufzeichnungsblattoberfläche höher ist und dadurch die Tinte tiefer ins Aufzeichnungsblatt eindringt. Wenn aber ein vorbestimmtes Tintenvolumen in Form kleiner, in mehrere Gruppen unterteilter Tintentröpfchen in einem bestimmten Zeitintervall auf unterschiedliche Stellen auf dem Aufzeichnungsblatt ausgestoßen wird, tritt keine Überlagerung direkt benachbarter Tintentröpfchen ein, so daß unmittelbar nach dem Landen der Tröpfchen deren Höhe klein bleibt, dadurch die Tinte nicht so tief ins Aufzeichnungsblatt eindringt und somit eine höhere Aufzeichnungsdichte sich ergibt.

(3) Aufzeichnen mit Pigmenttinte

[0122] Die vorliegende Erfindung ist nicht nur bei Farbstofftinte, sondern auch Pigmenttinte anwendbar. Diese Erfindung ist bei Pigmenttinte effektiver als bei Farbstofftinte, da bei dieser ein einmaliges Phänomen auftritt. Nachfolgend werden die Effekte dieser Erfindung bei Verwendung von Pigmenttinte und eines Heizelementes beschrieben.

[0123] [Fig. 12\(a\)](#) zeigt den Querschnitt eines Pigmenttintentröpfchen und den von diesem auf einem Aufzeichnungsblatt **1** erzeugten Punkt, wobei das Eindringen der Tinte in dieses ohne Verwendung eines Heizelementes erfolgt.

[0124] Das auf das Aufzeichnungsblatt **1** ausgestoßene Tintentröpfchen dringt bis zu einer Tiefe d_4 in dieses ein und wird dort in Form eines Musters **101** fixiert. Beim Ausbreiten des Lösungsmittels in der Tinte dispergiert das ebenfalls in dieser enthaltene Pigment auf dem und in das Aufzeichnungsblatt **1**, so daß die Aufzeichnungsdichte verringert wird. Durch das Eindringvermögen der Pigmenttinte breitet diese sich in Form eines Musters **132** auf der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes aus. Dadurch erhält jeder Punkt eine verzerrte Form, welche die Aufzeichnungsqualität negativ beeinflusst.

[0125] [Fig. 12\(b\)](#) zeigt den Querschnitt eines Pigmenttintentröpfchen und den von diesem auf einem Aufzeichnungsblatt **1** erzeugten Punkt, wobei das Eindringen der Tinte von einem das Aufzeichnungsblatt erwärmenden Heizelement gesteuert wird. Wenn zum Aufzeichnen von Bildern auf einem erwärmten Aufzeichnungsblatt eine dispergierte Pigmenttinte ohne Zusatz eines oberflächenaktiven Materials verwendet wird, verdampft beim Eindringen der Tinte in das Aufzeichnungsblatt **1** deren flüssige Komponente. Dadurch steigt der Pigmentanteil in der Tinte, so daß ein Ausbreiten des Pigments erschwert wird. Folglich wird die Eindringtiefe des Pigments in Dickenrichtung des Aufzeichnungsblattes **1** auf d_5 verringert und dadurch wie bei den vorhergehenden Aufzeichnungsverfahren die Aufzeichnungsqualität verbessert.

[0126] Wie aus [Fig. 1\(b\)](#) hervor geht, bleibt das ausgestoßene Tintentröpfchen zunächst an der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1** haften und beginnt dann in dieses einzudringen. Durch die vom Heizelement **3** erzeugte Wärme verdampft die im Aufzeichnungsblatt **1** vorhandene Flüssigkeit, so daß der Pigmentanteil in der Tinte steigt und somit das Dispergieren des Pigments im Lösungsmittel erschwert wird. Mit anderen Worten, das Pigment dringt nicht bis zu dem durch die gestrichelte Linie **135** gekennzeichneten Bereich in das Aufzeichnungsblatt **1** ein. Wie bereits erwähnt, wird durch die vom Heizelement **3** erzeugte Wärme die Eindringtiefe des Pigments in das Aufzeichnungsblatt **1** auf d_5 verringert und dadurch die Aufzeichnungsdichte erhöht. Da das Pigment zusammen mit dem Lösungsmittel in das Aufzeichnungsblatt **1** eindringt, verbleiben nach dem Fixieren der Tinte praktisch keine Pigmentpartikel auf dessen Oberfläche. Da bei diesem Aufzeichnungsverfahren praktisch alle Pigmentpartikel in das Aufzeichnungsblatt **1** eindringen, wird nicht nur die Aufzeichnungsdichte wie gewünscht erhöht, sondern auch eine Verbesserung der Abriebbeständigkeit und der momentanen Wasserbeständigkeit erreicht.

[0127] Bei zugeschaltetem Heizelement **3** nimmt der auf der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1** erzeugte Punkt die mit dem Bezugszeichen **134** gekennzeichnete Form an, ohne sich wie bei nicht zugeschaltetem Heizelement an der Peripherie frei auszubreiten. Mit anderen Worten, bei zugeschaltetem Heizelement **3** kann ein schärferer Punkt erzeugt werden, verursacht vermutlich dadurch, daß nach dem Landen eines Tintentröpfchens auf der Oberfläche des Aufzeichnungsblattes **1** dessen peripherer Abschnitt mehr als dessen Mittelabschnitt von der vom Heizelement **3** erzeugten Wärme beeinflusst wird und somit im peripheren Abschnitt ein größeres Flüssigkeitsvolumen als im Mittelabschnitt des Tröpfchens verdampft, und das mit einer größeren Geschwindigkeit.

[0128] (4) Einfluß unterschiedlicher Ausstoßintervalle beim Aufzeichnen mit mehreren sich überlagernden Tintentröpfchen Nachfolgend wird der Einfluß unterschiedlicher Ausstoßintervalle bei Steuerung des Eindrin-

gens der Tinte in ein erwärmtes Aufzeichnungsblatt beschrieben.

[0129] **Fig. 13** zeigt in perspektivischer Darstellung ein Beispiel einer Aufzeichnungsvorrichtung, auf welche die vorliegende Erfindung übertragbar ist. Bei dieser Aufzeichnungsvorrichtung wird ein Blattzuführsektion 5 ein Aufzeichnungsblatt 1 (gewöhnliches Blatt) entnommen und durch eine Drucksektion 6 transportiert. Bei dieser Ausführungsform werden handelsübliche preiswerte Blätter als Aufzeichnungsblätter verwendet. In der Drucksektion 6 ist auf einem Schlitten 7 ein Aufzeichnungskopf 8 angeordnet. Der Aufzeichnungskopf 8 kann von einer nicht dargestellten Antriebsvorrichtung auf einer Führungsschiene 9 hin und her bewegt werden. Der Aufzeichnungskopf 8 weist Ausstoßabschnitte K1 und K2 für schwarze Tinte, einen Ausstoßabschnitt C für zyanfarbige Tinte, einen Ausstoßabschnitt M für magentafarbige Tinte und einen Ausstoßabschnitt Y für gelbe Tinte auf, welche von nicht dargestellten Behältern mit der entsprechenden Tinte versorgt werden. Durch entsprechende Signale wird jeder Ausstoßabschnitt zum Ausstoßen von Tinte angesteuert. Die Aufzeichnungsvorrichtung ist mit einem keramischen Heizelement 10 ausgestattet, welches sich direkt unter den Ausstoßabschnitten befindet und über den gesamten Bewegungsbereich des Schlittens 7 erstreckt. Bei dieser Ausführungsform basiert die Aufzeichnungsvorrichtung auf einem Bläschenstrahlsystem, d.h., diese Vorrichtung weist elektrothermische Wandler auf, welche die zum Bilden von Bläschen zwecks Ausstoßens von Tinte erforderliche Wärme erzeugen. Der Aufzeichnungskopf 8 ist mit Düsen ausgerüstet, welche in einer Dichte von 14/mm angeordnet sind und mit einer Frequenz von 7,2 kHz angesteuert werden. Der Schlitten 7 benötigt für den gesamten Abtastweg etwa 1,5 Sekunden.

(Aufzeichnen bei kurzen Intervallen zwischen gesplitteten Tintenausstößen)

[0130] Zuerst wird ein Aufzeichnungsverfahren beschrieben, bei welchem die Zeitintervalle zwischen den gesplitteten Tintenausstößen zum Überlagern der Tintentröpfchen relativ kurz sind, und eine Bewertung der erzielten Versuchsergebnisse vorgenommen.

[0131] Bei den durchgeführten Versuchen wurden die Ausstoßabschnitte K1 und K2 zum überlagernde Ausstoßen schwarzer Tinte genutzt und dazu die Schlitten simultan bewegt. Der Zeitintervall zwischen dem Ausstoßen aus dem Abschnitt K1 und dem Ausstoßen aus dem Abschnitt K2 betrug etwa 50 ms und war demzufolge relativ kurz. Das Aufzeichnen mit den Farbtinten C, M und Y folgte der Abtastbewegung der beiden Ausstoßabschnitte K1 und K2 für schwarze Tinte. Die Beziehung zwischen der Eindringfähigkeit der Tinte und der Dichte des erzeugten Bildes bei Änderung der Heiztemperatur des Heizelements 10 ist in Diagrammform in den **Fig. 14** und **Fig. 15** dargestellt. **Fig. 14** zeigt die Versuchsergebnisse beim Speisen des keramischen Heizelements mit 28 V, 20 V und 0 V Spannung und bei geändertem Azetylenylgehalt. **Fig. 15** zeigt die Beziehung zwischen der Wattzahl des Heizelements als Heizvorrichtung und dem OD-Wert bei Azetylenylgehalten von 0 %, 0,4 % und 1,0 %. Wie aus **Fig. 14** hervor geht, steigt mit der Speisespannung des Heizelements dessen Temperatur, wobei 0 V bedeutet, daß das Heizelement keine Wärme erzeugt hat.

[0132] In **Fig. 14** ist auf der Ordinate der OD-Wert (optische Reflektionsdichte) und auf der Abszisse der Azetylenylgehalt aufgetragen. In **Fig. 15** ist auf der Ordinate der OD-Wert, welcher die Dichte eines aufgezeichneten Bildes widerspiegelt, und auf der Abszisse die Wattzahl des als Heizvorrichtung dienenden Heizelements aufgetragen.

[0133] Bei Verwendung einer Tinte mit einem Azetylenylgehalt von 0 ergibt sich ein hoher OD-Wert, d.h., ein aufgezeichnetes Bild erscheint lebendig und klar. In diesem Fall bleibt an den Auszackungen auf der Aufzeichnungsblattoberfläche eine größere Tintenmenge haften. Wenn Tinten unterschiedlicher Farbe auf benachbarte Flächen ausgestoßen werden, verlaufen die Tinten ineinander oder breiten sich aus, so daß keine klare Grenze zwischen diesen zu erkennen sind. Zur Lösung dieser Probleme sollte zwischen dem Ausstoßen von Tinte auf einen ersten Punkt und dem Ausstoßen von Tinte auf einen an den ersten Punkt grenzenden zweiten Punkt ein ausreichender Zeitabstand liegen. Dadurch wird aber der Durchsatz verringert. Mit steigendem Azetylenylgehalt in der Tinte dringt diese besser in ein Aufzeichnungsblatt ein, so daß an den Auszackungen auf der Aufzeichnungsblattoberfläche weniger Tinte haften bleibt. Dadurch sinkt der OD-Wert, so daß ein aufgezeichnetes Bild weniger lebendig und unklar erscheint. Deshalb wurde bei dieser Ausführungsform der Azetylenylgehalt mit etwa 0,4 % vorgegeben, so daß das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben gut gesteuert werden konnte, ein relativ hoher OD-Wert sich ergab und dem demzufolge die gewünschten Bilder entstanden.

[0134] **Fig. 16** zeigt die OD-Werte bei und ohne Zuschalten eines Heizelements. **Fig. 16** steht in Korrelation zu **Fig. 14** und zeigt in Diagrammform den Unterschied in der Aufzeichnungsdichte bei Speisespannungen des Heizelements von 20 V und 0 V (Heizelement nicht zugeschaltet) und den Unterschied in der Aufzeichnungs-

dichte bei Speisespannungen des Heizelements von 28 V und 0 V (Heizelement nicht zugeschaltet) als Funktion des Azetylenylgehaltes in der Tinte.

[0135] Wie aus den [Fig. 14](#), [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) hervor geht, wird mit steigender Heiztemperatur des Heizelements der OD-Wert größer. Durch Erhöhung des Azetylenylgehaltes in der Tinte kann deren Eindringfähigkeit so verbessert werden, daß die von dieser erreichte Dichte eines aufgezeichneten Bildes im wesentlichen der Dichte entspricht, welche mit einer weniger eindringfähigen Tinte durch Erhöhung der Heiztemperatur des Heizelements erreicht wird.

(Aufzeichnen bei langen Intervallen zwischen gesplitteten Tintenausstößen)

[0136] Nachfolgend wird diese Art des Aufzeichnens beschrieben und eine Bewertung der erzielten Versuchsergebnisse vorgenommen.

[0137] Die Versuche wurden mit der in [Fig. 13](#) dargestellten Aufzeichnungsvorrichtung durchgeführt. Bei diesen Versuchen wurde der Schlitten 7 zweimal abtastend über die gleiche Fläche auf einem Aufzeichnungsblatt bewegt; beim ersten Abtastvorgang oder Durchlauf wurde aus den Ausstoßabschnitten K1 und K2 schwarze Tinte ausgestoßen und beim folgenden Abtastvorgang oder zweiten Durchlauf auf das im ersten Durchlauf erzeugte Bild erneut Tinte ausgestoßen.

[0138] Bei diesen Versuchen betrug der Zeitintervall zwischen dem bei der ersten Abtastbewegung des Schlittens 7 durchgeführten Ausstoßvorgang und dem bei der zweiten Abtastbewegung durchgeführten Ausstoßvorgang etwa 1,5 Sekunden und war relativ lang. Während der zweiten Abtastbewegung des Ausstoßabschnitts für schwarze Tinte wurde auch aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y Tinte ausgestoßen.

[0139] Die Versuchsergebnisse sind in den [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) in Diagrammform dargestellt. [Fig. 17](#) zeigt die Ergebnisse der mit einem Laserstrahldrucker von Canon durchgeführten Versuche bei Speisespannungen des keramischen Heizelements von 28 V, 20 V und 0 V und verschiedenen Azetylenylgehalten. [Fig. 18](#) zeigt die Beziehung zwischen der Wattzahl des Heizelements und dem OD-Wert bei Azetylenylgehalten von 0 %, 0,4 % und 1,0 %. Bei einem Azetylenylgehalt von etwa 0,4 % wurde ein relativ hoher OD-Wert erreicht und das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farben konnte so gesteuert werden, daß Bilder der gewünschten Qualität entstanden.

[0140] [Fig. 19](#) zeigt in Diagrammform die erreichten OD-Werte bei und ohne Zuschalten eines Heizelements. [Fig. 19](#) steht in Korrelation zu [Fig. 17](#) und zeigt in Diagrammform den Unterschied in der Aufzeichnungsdichte bei Speisespannungen des Heizelements von 20 V und 0 V (Heizelement nicht zugeschaltet) und den Unterschied in der Aufzeichnungsdichte bei Speisespannungen des Heizelements von 28 V und 0 V (Heizelement nicht zugeschaltet) als Funktion des Azetylenylgehaltes in der Tinte.

[0141] Wie aus [Fig. 19](#) hervor geht, wird bei einer Speisespannung von 28 V und zugeschaltetem Heizelement eine größere Dichtedifferenz als bei nicht zugeschaltetem Heizelement erhalten. Das heißt, daß bei Azetylenylgehalten von 0,2 – 0,7 %, besser aber 0,3 % – 0,7 % in der Tinte Bilder hoher Dichte erzeugt werden.

[0142] Wie aus den [Fig. 17](#), [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) hervor geht, wird mit steigender Heiztemperatur des Heizelements ein höherer OD-Wert erreicht. Durch Erhöhung des Azetylenylgehaltes in der Tinte kann deren Eindringfähigkeit so verbessert werden, daß die von dieser erreichte Dichte eines aufgezeichneten Bildes im wesentlichen der Dichte entspricht, welche mit einer weniger eindringfähigen Tinte durch Erhöhung der Heiztemperatur des Heizelements erreicht wird.

[0143] Ein Vergleich der in den [Fig. 17](#), [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) dargestellten Versuchsergebnisse mit den in den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) dargestellten Ergebnissen eines anderen Versuchs zeigt, daß bei gleichen Azetylenylgehalten in der Tinte, bei gleicher Wattzahl des Heizelements, bei gleicher Heiztemperatur des Heizelements usw. die in den [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) dargestellten Versuchsergebnisse eine höhere Aufzeichnungsdichte gewährleisten.

[0144] Ein Vergleich der in den [Fig. 16](#) und [Fig. 19](#) dargestellten Versuchsergebnisse zeigt, daß bei überlagerndem Ausstoßen zahlreicher Tintentröpfchen die Wirkung des Erwärmens durch das Heizelement verstärkt werden kann, wenn zwischen dem Ausstoßen eines Tintentröpfchens und dem des folgenden Tintentröpfchen ein ausreichend langer Zeitintervall vergeht.

[0145] Das Verlaufen relativ leicht eindringender Farbtinten (keine schwarzen Tinte) im Grenzbereich zwischen diesen kann beschränkt werden, wenn deren Eindringfähigkeit durch ein Heizelement herabgesetzt wird.

[0146] Nachfolgend wird das Verlaufen schwarzer Tinte und von Farbtinten im Grenzbereich zwischen diesen beschrieben. Bei den Versuchen, deren Ergebnisse in den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) dargestellt sind, war der Zeitintervall zwischen dem Aufzeichnen mit schwarzer Tinte und dem Aufzeichnen mit Farbtinten relativ lang, so daß das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen den Tinten gut gesteuert werden konnte. Bei den Versuchen, deren Ergebnisse in den [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) dargestellt sind, wurde das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen schwarzer Tinte und den Farbtinten durch das Heizelement gesteuert. Da bei diesen Versuchen während der Abtastbewegung des Schlittens **7** das Aufzeichnen sowohl mit schwarzer Tinte als auch mit Farbtinten erfolgte, trat ein geringes Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen diesen auf, welches bei den Versuchen, deren Ergebnisse in den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) dargestellt sind, praktisch nicht zu erkennen war.

[0147] Um die Dichte des mit schwarzer Tinte zu erzeugenden Bildes zu erhöhen, sollte der Zeitintervall zwischen dem Ausstoßen aus dem Ausstoßabschnitt K1 und dem Ausstoßen aus dem Abschnitt K2 verlängert werden, und wenn das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen der schwarzen Tinte und den Farbtinten gesteuert werden soll, muß der Zeitintervall zwischen dem Ausstoßen der schwarzen Tinte und dem Ausstoßen der Farbtinten verlängert werden.

[0148] Um die Aufzeichnungsdichte eines durch Überlagerung mehrerer Tintentröpfchen zu erzeugenden Bildes zu erhöhen, sollte beim Splittingaufzeichnen der Zeitintervall zwischen dem ersten Durchlauf und dem zweiten Durchlauf relativ lang gewählt werden. Die tatsächliche Länge des Intervalls sollte der Zeitdauer entsprechen, welche der Schlittens **7** für eine Bewegung benötigt.

[0149] Diese Ausführungsform ist übertragbar auf Aufzeichnungsvorrichtungen, bei welchen für jede der verwendeten Tinten, auch für die schwarze Tinte, nur ein Ausstoßabschnitt vorgesehen ist und gesplittetes Ausstoßen schwarzer Tinte aus diesem Abschnitt in einem ersten und einem zweiten Durchlauf durchgeführt wird.

[0150] Bei den weltweit bekannten Ganzzeilenaufzeichnungsvorrichtungen erstreckt der Ausstoßkopf sich über die gesamte eines Aufzeichnungsblattes. Bei solchen Aufzeichnungsvorrichtungen entspricht die Aufzeichnungsgeschwindigkeit der Blatttransportgeschwindigkeit. Bei Ganzzeilenaufzeichnungsvorrichtungen mit mehreren Aufzeichnungsköpfen, welche parallel zueinander und rechtwinklig zur Blatttransportrichtung angeordnet sind, sollte der Abstand zwischen benachbarten Köpfen dem Zeitintervall zwischen dem ersten und dem zweiten Durchlauf entsprechen oder die Blatttransportgeschwindigkeit dem Zeitintervall zwischen dem ersten und dem zweiten Durchlauf des Schlittens **7** angepaßt werden.

[0151] Nachfolgend wird eine auf Ganzzeilenaufzeichnungsvorrichtungen übertragbare Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0152] [Fig. 20](#) zeigt schematisch den allgemeinen Aufbau einer Ganzzeilenaufzeichnungsvorrichtung in der Vertikalschnittansicht. Bei dieser Aufzeichnungsvorrichtung werden durch Ausstoßen unterschiedlicher Farbtinten mehrfarbige Bilder aufgezeichnet. Diese Aufzeichnungsvorrichtung weist mehrere Aufzeichnungsköpfe auf, welche rechtwinklig zur Blatttransportrichtung und parallel zueinander angeordnet sind und einen Ganzzeilenkopf bilden. Genauer ausgedrückt, bei der in [Fig. 20](#) dargestellten Aufzeichnungsvorrichtung sind die Aufzeichnungsköpfe K1 und K2 für schwarze Tinte und die Aufzeichnungsköpfe C, M und Y für die Farbtinten Zyan, Magenta bzw. Gelb so angeordnet, daß deren Ausstoßöffnungen einem Transportband **181** gegenüber liegen. Die Ausstoßöffnungen sind über die gesamte Breite der Köpfe angeordnet und bestreichen somit den gesamten Aufzeichnungsbereich. Jeder dieser Aufzeichnungsköpfe ist mit elektrothermischen Wandlern ausgerüstet, welche in der Nähe der jeweiligen Ausstoßöffnung angeordnet sind. Wenn der elektrothermische Wandler mit einer Spannung gespeist wird, erzeugt dieser Wärme, welche in der in einem Strömungskanal (nicht dargestellt) vorhandenen Tinte Filmsieden und somit die Erzeugung eines Bläschens auslöst. Mit dem Wachsen des Bläschens wird aus der Ausstoßöffnung Tinte ausgestoßen. Wie bereits erwähnt, sind die in jedem Aufzeichnungskopf vorhandenen Ausstoßöffnungen in einer Linie rechtwinklig zur Blatttransportrichtung angeordnet. Der Transportriemen **181** der in [Fig. 20](#) dargestellten Aufzeichnungsvorrichtung ist ein Endlosriemen, welcher um zwei Walzen **182** und **183** gespannt ist und in Pfeilrichtung A bewegt wird. Synchron zur Bilderzeugung werden von paarig angeordneten Registrierwalzen **184** die Aufzeichnungsblätter der Aufzeichnungsvorrichtung zugeführt, auf diese Tinte auszustoßen. Nach dem Aufzeichnen werden die Aufzeichnungsblätter auf eine Ablage **185** geschoben. Das Zuführen der Aufzeichnungsblätter zum Transportriemen **181** erfolgt durch eine Führung **186**.

[0153] Zwischen den Aufzeichnungsköpfen K1 und K2 sowie zwischen dem Aufzeichnungskopf K2 und dem Aufzeichnungskopf C ist eine Halogenlampe **187a** bzw. **187b** zum Erwärmen der Aufzeichnungsblätter angeordnet. Bei der in [Fig. 13](#) dargestellten Aufzeichnungsvorrichtung werden als Heizvorrichtung keramische Heizelemente verwendet. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf solche, die Aufzeichnungsblätter von hinten erwärmende Heizelemente beschränkt, denn auch mit den Halogenlampen der in [Fig. 20](#) dargestellten Aufzeichnungsvorrichtung können die Aufzeichnungsblätter wie gewünscht erwärmt werden. Im Falle des Erwärmens der Aufzeichnungsblätter von hinten mittels einer Halogenlampe wird wegen der auf das Transportband **181** geschobenen Blätter der Aufbau der Aufzeichnungsvorrichtung kompliziert, so daß die in der Aufzeichnungsvorrichtung gemäß [Fig. 20](#) gewählte Anordnung zum Erwärmen der Aufzeichnungsblätter von oben geeignet erscheint. Wie aus [Fig. 20](#) hervor geht, ist zwischen den Aufzeichnungsköpfen K1 und K2 sowie zwischen dem Aufzeichnungskopf K2 und dem Aufzeichnungskopf C jeweils ein Heizelement angeordnet, jedoch können in Abhängigkeit von der von einem einzigen Heizelement erzeugten Wärmemenge auch mehrere Heizelemente angeordnet werden.

[0154] In [Fig. 20](#) ist der Abstand zwischen den beiden Ausstoßköpfen für schwarze Tinte mit dem Bezugszeichen L0 gekennzeichnet. Die Zeit zum Transportieren eines Aufzeichnungsblattes um die Länge L0 und der Zeitintervall zwischen dem Ausstoßen schwarzer Tinte aus dem Ausstoßkopf K1 und dem Ausstoßen schwarzer Tinte aus dem Ausstoßkopf K2 sollten übereinstimmen. Wenn zum Beispiel der Zeitintervall zwischen dem vom Kopf K1 durchgeführten ersten Ausstoßvorgang und dem vom Kopf K2 durchgeführten Überlagerungsausstoßvorgang oder zweiten Ausstoßvorgang auf 1,5 Sekunden festgelegt wird, sollte der Abstand L0 so gewählt werden, daß dieser dem in 1,5 Sekunden möglichen Transportweg des Aufzeichnungsblattes entspricht. Der in [Fig. 20](#) mit dem Bezugszeichen L1 gekennzeichnete Abstand zwischen dem Ausstoßkopf K2 für schwarze Tinte und dem Ausstoßkopf C für die Farbtinte Zyan entspricht etwa dem Abstand L0 und bestimmt den Beginn des Aufzeichnens mit dem Kopf C nach Beendigung des Aufzeichnens mit dem Kopf K2. Das Aufzeichnen mit dem Ausstoßkopf C beginnt, nachdem das aus dem Ausstoßkopf K2 ausgestoßene Tintentröpfchen bis zu einer bestimmten Tiefe ins Aufzeichnungsblatt eingedrungen ist, so daß das Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen der schwarzen Tinte und der Farbtinte Zyan gut gesteuert werden kann und Bilder in der gewünschten Qualität erzeugt werden können.

Ausführungsformen

[0155] Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, d.h. spezifische Aufzeichnungsfolgen in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung bei Verwendung der beschriebenen Aufzeichnungsvorrichtung beschrieben.

[0156] [Fig. 21](#) zeigt in perspektivischer Darstellung die Drucksektion der beschriebenen Farbaufzeichnungsvorrichtung. Zur Bilderzeugung werden die Aufzeichnungsköpfe in Pfeilrichtung X (Hauptabtastrichtung) bewegt, während das als Aufzeichnungsmedium dienende Druckpapier **707** in Pfeilrichtung Y (Abtastnebenrichtung) transportiert wird. Das Bezugszeichen **701** kennzeichnet eine Kopfkartusche, welche einen Tintenbehälter und einen Mehrdüsenkopf **702** aufweist. Der Tintenbehälter ist mit schwarzer Tinte (K) und den Farbtinten Zyan (C), Magenta (M) und Gelb (Y) gefüllt.

[0157] [Fig. 22](#) zeigt schematisch die Ausstoßseite des Mehrdüsenkopfes **702**. In dieser Figur kennzeichnet das Bezugszeichen **801** die in diesem Kopf **702** vorhandenen Düsen. Obwohl die Düsen auf einer Linie parallel zur Y-Richtung angeordnet sind, kann diese Linie auch zur Y-Richtung (oder X-Richtung) geneigt sein. Im Falle einer geneigten Anordnungslinie der Düsen ist der Takt, in welchem zum Drucken eines Bildes die Düsen während der Bewegung des Kopfes **702** in X-Richtung Tinte ausstoßen, dem Neigungswinkel der Düsenanordnungslinie angepaßt.

[0158] In [Fig. 21](#), auf welche nochmals zurückgegriffen wird, kennzeichnet das Bezugszeichen **703** eine Transportwalze zum Transportieren des Druckpapiers **707** in einem bestimmten Takt in Y-Richtung und das Bezugszeichen **704** eine Schlepplwalze. Die mit dem Bezugszeichen **705** gekennzeichnete Walze dient ebenfalls als Druckpapiertransportwalze mit der gleichen Wirkung wie die Walzen **703** und **704**. Das Bezugszeichen **706** kennzeichnet einen Schlitten, welcher mit vier Tintenkartuschen bestückt ist und zum Drucken von Bildern hin und her bewegt wird. Wenn die Aufzeichnungsvorrichtung nicht zugeschaltet ist oder der Mehrdüsenkopf **702** zur Wiederherstellung seiner Druckleistung regeneriert wird, befindet sich in der gestrichelt dargestellten Ausgangsstellung (h). Mit dem Druckstartsignal wird der Schlitten **706** in X-Richtung ([Fig. 21](#)) bewegt und mit den Düsen **801** in einer Anzahl n ein Bild mit einer Breite D gedruckt. Bei einem herkömmlichen Seriendrucker wird zum Drucken eines Bildes auf dem Druckpapier **707** der Schlitten **706** in Abtasthauptrichtung hin und her bewegt und das Druckpapier **707** in Abtastnebenrichtung transportiert.

[0159] In [Fig. 21](#) kennzeichnet das Bezugszeichen **710** ein dem Mehrdüsenkopf **702** direkt gegenüber angeordnetes Heizelement. Während des Druckens wird das Druckpapier **707** durch den Spalt zwischen dem Mehrdüsenkopf **702** und dem Heizelement **701** gezogen und dabei in Abtasthaupttrichtung über die gesamte Breite vom Heizelement **707** von hinten erwärmt.

[0160] [Fig. 23\(a\)](#) zeigt schematisch die Draufsicht der Drucksektion dieser Aufzeichnungsvorrichtung und [Fig. 23\(b\)](#) den während des ersten der beiden Schlittendurchläufe in Abtasthaupttrichtung (X) gedruckten Bildabschnitt. Bei diesem Durchlauf wird nur aus der Kopfkartusche K schwarze Tinte auf einen Bereich **290** des Druckpapiers **707** ausgestoßen. [Fig. 23\(c\)](#) zeigt den Bildabschnitt **291**, welcher dem in [Fig. 23\(b\)](#) angedeuteten Bildabschnitt **290** entspricht, nach dem zweiten Durchlauf, während welchem die Kopfkartusche **701** erneut in Abtasthaupttrichtung X bewegt und dabei aus den Kartuschen Y, M und C die entsprechende Farbtinte Gelb, Magenta bzw. Zyan auf die Fläche **291 (290)** des Druckpapiers **707** ausgestoßen wird. Das Druckpapier **707** wird nicht nach dem ersten Durchlauf des Schlittens **706**, sondern erst vor dem ersten der beiden nachfolgenden Durchläufe weiter transportiert.

[0161] Wie bereits erwähnt, sind der in [Fig. 23\(b\)](#) angedeutete Bereich **290** und der in [Fig. 23\(c\)](#) angedeutete Bereich **291** identisch; bei dieser Ausführungsform erfolgt das Drucken mit schwarzer Tinte im Bereich **290** und das Drucken mit den Farbtinten im Bereich **291** in getrennten Durchläufen.

[0162] Während der Rückwärtsbewegung des Schlittens nach erfolgtem Aufzeichnen mit schwarzer Tinte über den Bereich **290** wird dieser den beschriebenen Fixierprozessen unterzogen und dabei das Eindringen von schwarzer Tinte ins Druckpapier **707** beschränkt; selbst wenn auf den bereits mit schwarzer Tinte gedruckten Bereich die anderen Farbtinten ausgestoßen werden, gehen die Farben nicht ineinander über, so daß qualitativ hochwertige Bilder erzeugt werden können.

[0163] [Fig. 24\(a\)](#) zeigt schematisch die Draufsicht der in [Fig. 21](#) angedeuteten Drucksektion. [Fig. 24\(b\)](#) zeigt den im ersten von drei Abtastdurchläufen der Kopfkartusche **706** gedruckten Bildabschnitt. Während des ersten Durchlaufs wird nur aus der Kopfkartusche K Tinte, d.h. schwarze Tinte auf das Druckpapier **707** ausgestoßen, und zwar über den in Abtasthaupttrichtung sich erstreckenden Bereich **301**. [Fig. 24\(c\)](#) zeigt erneut diesen Bildabschnitt, diesmal nach dem zweiten Durchlauf des Schlittens **706**. Zwischen dem ersten und dem zweiten Durchlauf wurde das Druckpapier **707** nicht weitertransportiert. Während des zweiten Durchlaufs wird ebenfalls nur aus der Kopfkartusche K schwarze Tinte ausgestoßen, und zwar über den in Abtasthaupttrichtung sich erstreckenden Bereich **302**.

[0164] [Fig. 24\(d\)](#) zeigt erneut diesen Bildabschnitt, diesmal nach dem dritten Durchlauf des Schlittens **706**. Auch zwischen dem zweiten und dem dritten Durchlauf wurde das Druckpapier **707** nicht weitertransportiert. Während des dritten Durchlaufs wird auf den in Abtasttrichtung sich erstreckenden Bereich **303** aus den Kopfkartuschen Y, M und C die entsprechende Farbtinte Gelb, Magenta bzw. Zyan ausgestoßen.

[0165] Mit der in [Fig. 24](#) dargestellten Anordnung werden die mit der Anordnung gemäß [Fig. 23](#) erzielten Effekte erzielt und außerdem wird die Aufzeichnungsdichte eines mit schwarzer Tinte gedruckten Bildes erhöht.

[0166] Nachfolgend werden auf der Grundlage der Darlegungen zu den [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) weitere Details der Ausführungsformen dieser Erfindung beschrieben. In [Fig. 25](#) ist der Abschnitt des Druckpapiers **707**, in welchen ein einzelnes Tintentröpfchen eingedrungen ist, schraffiert, der Abschnitt, in welchen zwei Tintentröpfchen eingedrungen sind, kreuzweise schraffiert und der Abschnitt, in welchen drei Tintentröpfchen eingedrungen sind, durch ein Muster aus horizontalen und vertikalen Linien dargestellt.

Ausführungsform 1

[0167] Während der ersten Abtastbewegung des Schlittens **7** nach rechts in [Fig. 25](#) wird aus den Ausstoßabschnitten K1 und K2 schwarze Tinte in Form der Tintentröpfchen **11a** und **11b** auf ein gewöhnliches Papier **1** ausgestoßen, wie aus [Fig. 25\(a\)](#) ersichtlich ist. Nach Beendigung des ersten Durchlaufs wird der Schlitten **7** in die Ausgangsstellung zurück bewegt, doch dabei keine Tinte ausgestoßen. Danach beginnt die zweite Abtastbewegung, während der aus den Ausstoßabschnitten K1 und K2 schwarze Tinte in Form der Tröpfchen **14** auf das Papier **1** ausgestoßen, wie aus [Fig. 25\(b\)](#) ersichtlich ist. Nach Beendigung des zweiten Durchlaufs wird ohne weiteres Ausstoßen schwarzer Tinte der Schlitten **7** wieder in die Ausgangsstellung zurück bewegt. Danach führt der Schlitten **7** die dritte Abtastbewegung durch, während der aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y die entsprechende Farbtinte Zyan, Magenta und Gelb auf das Papier **1** ausgestoßen, um einen Farbpunkt **15** zu erzeugen, wie aus [Fig. 25\(c\)](#) ersichtlich ist. Nach Beendigung des dritten Durchlaufs wird der Schlitten

7 wieder in die Ausgangsstellung zurück bewegt, so daß mit diesen drei Durchläufen das Drucken einer Zeile beendet ist. Während dieser drei Durchläufe wird das Papier **1** ständig vom keramischen Heizelement **10** erwärmt.

[0168] Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** wird auf diesen zuerst schwarze Tinte aus den Abschnitten K1 und K2 ausgestoßen und diese dann 1,5 Sekunden lang erwärmt, d.h. über eine Zeit, welche der Schlitten **7** für die Rückwärtsbewegung benötigt. Mit dem Erwärmen wird erreicht, daß die im ersten Durchlauf erzeugten Tintentröpfchen **11a** und **11b** nicht so tief wie ohne Erwärmung ins Papier **1** eindringen. Während der zweiten Abtastbewegung des Schlittens **7** werden aus den Abschnitten K1 und K2 schwarze Tintentröpfchen auf denselben Punkt ausgestoßen und dabei die bei der ersten Abtastbewegung erzeugten Punkte **11a** und **11b** mit diesen Tröpfchen überlagert. Die während der zweiten Abtastbewegung erzeugten und auf dem Papier **1** gelandeten Tintentröpfchen werden ebenfalls 1,5 Sekunden lang erwärmt, d.h. wiederum über die Zeit, welche der Schlitten **7** für die Rückwärtsbewegung benötigt. Bei diesem Vorgang entstehen die schwarzen Punkte **14**, wie [Fig. 25\(b\)](#) zeigt. Danach wird während einer dritten Abtastbewegung des Schlittens **7** aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y die entsprechende Farbtinte Zyan, Magenta und Gelb ausgestoßen und dabei ein Farbpunkt **15** erzeugt wird. Danach führt der Schlitten **7** mindestens eine Pendelbewegung durch, während der die erzeugten Punkte mindestens 1,5 Sekunden erwärmt werden. Anzumerken ist, daß der Punkt **15** aus einem einzigen Tintentröpfchen der gewünschte Farbe oder durch Ausstoßen mehrerer Tintentröpfchen der entsprechenden Farben zum Erreichen der gewünschten Mischfarbe erzeugt werden kann.

[0169] Bei dem beschriebenen Druckvorgang werden die während der ersten Abtastbewegung erzeugten Tintentröpfchen **11a** und **11b** 3 Sekunden lang und die während der zweiten Abtastbewegung erzeugten Tintentröpfchen 1,5 Sekunden lang erwärmt, so daß auf diese Weise die Eindringtiefe dieser Tröpfchen ins Papier **1** gesteuert wird. Dadurch wird die Tinte kurz unter der Oberfläche der Papieroberfläche konzentriert und ein Dispergieren der Farbkomponenten verhindert. Das auf das Papier treffende Licht wird von der Tintenschicht unter dessen Oberfläche reflektiert, so daß das aufgezeichnete Bild lebendig erscheint. Da die bei dieser Ausführungsform verwendeten Tinten Penetriertinten sind, verbleiben diese nicht in den auf der Papieroberfläche vorhandenen Vertiefungen. Deshalb penetriert aus einem schwarzen Punkt keine schwarze Tinte in einen an diesen grenzenden Farbpunkt **15**. Da die flüssige Komponente jeder dieser Tinten durch das Erwärmen verdampft, steigt die Tintenviskosität, so daß ein Farbenverlaufen im Grenzbereich zwischen zwei unterschiedlich gefärbten Abschnitten erschwert wird. Durch Verdampfen des Lösungsmittels in der Tinte wird das Auflösungsvermögen der Farbstoffe verringert, so daß diese auf dem Papier **1** besser haften bleiben.

[0170] Wie bereits beschrieben, zeigt ein in der Druckfolge gemäß dieser Ausführungsform aufgezeichnetes Bild nicht nur die einer Penetriertinte eigene Charakteristik, d.h. Nichthaftenbleiben in Vertiefungen auf der Oberfläche eines gewöhnlichen Papiers, sondern auch die einer Nichtpenetriertinte eigene Charakteristik, d.h. Tintenkonzentration nahe der Papieroberfläche. Mit anderen Worten, bei dieser Ausführungsform werden die Vorteile beider Tintenarten genutzt, so daß durch das Minimieren des Farbenverlaufens klare und lebendige Bilder erzeugt werden können.

[0171] Des während der vorhergehenden Abtastbewegung des Schlittens **7** ausgestoßene Tintentröpfchen kann 1,5 Sekunden nach dem Ausstoßen, d.h. während der folgenden Abtastbewegung des Schlittens **7** noch ins Aufzeichnungspapier **1** eindringen oder vollständig in dieses eingedrungen sein.

Ausführungsform 2

[0172] [Fig. 27](#) zeigt schematisch die zweite Ausführungsform, d.h. die Druckfolge gemäß der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Druckfolge werden während der zweiten von zwei Abtastbewegungen des Schlittens **7** das zweite Ausstoßen schwarzer Tinte und das Ausstoßen der Farbtinten gleichzeitig durchgeführt.

[0173] Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** wird auf diesen zuerst aus den beiden Ausstoßabschnitten K1 und K2 schwarze Tinte ausgestoßen und diese dann 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt, um die Eindringtiefe der erzeugten Tintentröpfchen **16a** und **16b** zu steuern. Danach führt der Schlitten **7** die nächste Abtastbewegung durch, während der aus den Ausstoßabschnitten K1 und K2 erneut Tintentröpfchen auf die erzeugten Punkte und aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y die entsprechenden Farbtinten ausgestoßen werden, um den schwarzen Punkte **18** zu vervollständigen und unmittelbar neben diesem einen Farbpunkt **19** zu erzeugen. Danach wird der schwarze Punkt **18** oder der Farbpunkt **19** über eine Zeit von 1,5 Sekunden, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt.

[0174] Diese Druckfolge unterscheidet sich von der vorhergehenden nur dadurch, daß während der zweiten Abtastbewegung der schwarze Punkt **18** vervollständigt und der Farbpunkt erzeugt wird. Alle anderen Schritte dieser Druckfolge entsprechen jenen der ersten Ausführungsform. Anzumerken ist, daß trotz des Ausstoßens von schwarzer Tinte und von Farbtinten während der zweiten Abtastbewegung des Schlittens **7** ein großer Teil der schwarzen Tinte ins Papier **1** eindringt, bevor das Ausstoßen von Farbtinten erfolgt, wodurch Farbenverlaufen kaum auftritt. Die mit der Druckfolge gemäß der ersten Ausführungsform erzielten Effekte werden auch bei dieser Druckfolge erzielt. Das heißt, daß durch Minimierung des Farbenverlaufens klare und lebendige Bilder aufgezeichnet werden können.

Ausführungsform 3

[0175] [Fig. 28](#) zeigt schematisch die dritte Ausführungsform dieser Erfindung oder die dritte Druckfolge gemäß dieser Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird das schwarze Tintentröpfchen nicht auf denselben Punkt, d.h. nicht überlagernd ausgestoßen.

[0176] Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** wird zuerst aus den Ausstoßabschnitten K1 und K2 schwarze Tinte ausgestoßen und diese nach dem Landen 1,5 Sekunden lang, d.h. bei der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Die Eindringtiefe der beiden erzeugten Punkte **20a** und **20b** wird durch das Erwärmen gesteuert, d.h. verringert. Danach führt der Schlitten **7** eine weitere Abtastbewegung durch, während der aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y die entsprechenden Farbtinten ausgestoßen werden, um neben einem aus den beiden Tintentröpfchen **20a** und **20b** gebildeten schwarzen Punkt **21** einen Farbpunkt **22** zu erzeugen. Danach wird der schwarze Punkt **21** oder der Farbpunkt **22** über einen Zeitraum von 1,5 Sekunden, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt.

[0177] Diese Druckfolge unterscheidet sich von der ersten Druckfolge nur darin, daß während der ersten Abtastbewegung des Schlittens die schwarzen Tintentröpfchen **20a** und **20b** ausgestoßen werden, um den schwarzen Punkt **21** zu erzeugen. Alle weiteren Schritte entsprechen jenen der Druckfolge gemäß der ersten Ausführungsform. Die mit der ersten Druckfolge erzielten Effekte werden auch mit dieser Druckfolge erzielt. Das heißt, daß durch Minimierung des Farbenverlaufens klare und lebendige Bilder erzeugt werden können.

Ausführungsform 4

[0178] [Fig. 29](#) zeigt die vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei welcher nur ein einziger Ausstoßabschnitt K3 für schwarze Tinte (nicht dargestellt) verwendet wird.

[0179] Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** wird zuerst aus dem Ausstoßabschnitt K3 schwarze Tinte auf diesen ausgestoßen, dabei ein schwarzer Punkt **23** erzeugt und dieser dann 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Bei der folgenden Abtastbewegung des Schlittens **7** wird erneut schwarze Tinte auf diesen Punkt **23** ausgestoßen, so daß ein schwarzer Punkt **25** entsteht. Dieser Punkt wird 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Während der dritten Abtastbewegung des Schlittens **7** wird aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y die entsprechende Farbtinte ausgestoßen und dabei unmittelbar neben dem schwarzen Punkt **25** ein Farbpunkt **26** erzeugt. Danach werden der schwarze Punkt **25** und der Farbpunkt **26** ebenfalls 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt.

Ausführungsform 5

[0180] [Fig. 30](#) zeigt schematisch die fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird der gleiche Kopf wie bei der vierten Ausführungsform verwendet, wobei im zweiten von zwei Abtastvorgängen schwarze Tinte und die Farbtinten ausgestoßen werden.

[0181] Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** wird auf diesen zuerst schwarze Tinte aus dem Ausstoßabschnitt K3 ausgestoßen und dabei ein schwarzer Punkt **27** erzeugt und dieser dann 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Bei der folgende Abtastbewegung des Schlittens **7** wird auf den schwarzen Punkt **27** erneut schwarze Tinte ausgestoßen, so daß ein schwarzer Punkt **29** entsteht, und außerdem wird aus den Ausstoßabschnitten C, M und die entsprechende Farbtinte ausgestoßen, so daß ein schwarzer Punkt **29** entsteht, und außerdem wird aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y die entsprechende Farbtinte ausgestoßen und dabei ein Farbpunkt **30** erzeugt. Nach der Erzeugung werden der schwarze Punkt und der Farbpunkt 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt.

Ausführungsform 6

[0182] [Fig. 31](#) zeigt schematisch die sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird der gleiche Aufzeichnungskopf wie bei der vierten Ausführungsform verwendet (nicht dargestellt) und aus diesem nicht zweimal schwarze Tinte auf den gleichen Punkt ausgestoßen oder dieser nicht überlagert erzeugt.

[0183] Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** wird zuerst aus dem Ausstoßabschnitt K3 schwarze Tinte auf diesen ausgestoßen, dabei ein schwarzer Punkt **31** erzeugt und dieser dann 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Bei der folgenden Abtastbewegung des Schlittens **7** wird aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y die entsprechende Farbtinte ausgestoßen und dabei unmittelbar neben dem schwarzen Punkt **31** ein Farbpunkt **32** erzeugt. Danach werden diese Punkte 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt.

Ausführungsform 7

[0184] [Fig. 32](#) zeigt schematisch die siebente Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird der gleiche Kopf wie bei der vierten Ausführungsform verwendet. Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** wird zuerst aus dem Ausstoßabschnitt K schwarze Tinte auf diesen ausgestoßen und dabei ein schwarzer Punkt **33** erzeugt. Dieser Punkt wird 1,5 Sekunden lang, d.h. bei der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Bei der nächsten Abtastbewegung des Schlittens **7** wird ein Farbpunkt (z.B. ein zyanfarbiger Punkt) erzeugt. Danach werden beide Punkte 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Bei der folgenden Abtastbewegung des Schlittens **7** wird eine andere Farbtinte (z.B. Magenta) auf den selben Farbpunkt ausgestoßen. Danach werden der schwarze Punkt und der Farbpunkt 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Während der nächsten Abtastbewegung des Schlittens **7** wird eine weitere Farbtinte (z.B. Gelb) auf den selben Punkt ausgestoßen und dabei der **35** fertiggestellt. Danach werden der schwarze Punkt **33** und der Farbpunkt **35** über einen Zeitraum von 1,5 Sekunden, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt. Mit anderen Worten, bei dieser Ausführungsform wird während der Abtastbewegungen des Schlittens **7** durch Ausstoßen jeder der drei Farbtinten der Farbpunkt **35** erzeugt.

Ausführungsform 8

[0185] [Fig. 33](#) zeigt schematisch die achte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** wird während einer einzigen Abtastbewegung des Schlittens **7** aus den Ausstoßabschnitten K, C, M und Y gleichzeitig die entsprechende Tinte ausgestoßen, so daß ein schwarzer Punkt **36** und ein Farbpunkt **37** entsteht. Diese Punkte werden 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt.

Ausführungsform 9

[0186] [Fig. 34](#) zeigt die neunte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird eine Aufzeichnungsvorrichtung mit zwei Ausstoßabschnitten für schwarze Tinte verwendet ([Fig. 13](#)). Bei Betrachtung irgendeines Punktes auf dem Papier **1** werden während nur einer einzigen Abtastbewegung des Schlittens **7** schwarze Tinte und die Farbtinten gleichzeitig ausgestoßen und dabei ein schwarzer Punkt **38** und ein Farbpunkt **39** erzeugt und diese 1,5 Sekunden lang, d.h. während der Rückwärtsbewegung des Schlittens **7** erwärmt.

[0187] Bei den beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurde das Steuern der Eindringtiefe der schwarzen Tinte in ein Aufzeichnungsblatt durch Erwärmen der Tinte nach dem Ausstoßen und des Aufzeichnungsblattes detailliert beschrieben. Doch auch die Farbtinten werden nach dem Ausstoßen zusammen mit dem Aufzeichnungspapier erwärmt. Auf diese Weise wird auch die Eindringtiefe der Farbtinten gesteuert und das Farbenvermischen im Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Farbtinten verhindert, so daß ein aufgezeichnetes Bild klar und lebendig erscheint.

[0188] Die bei diesen Ausführungsformen verwendeten Farbtinten sind schnell eindringende Tinten und werden während jeder Serie Abtastbewegung des Schlittens **7** nur einmal ausgestoßen. Wenn anstatt schnell eindringender Farbtinten moderat eindringende Farbtinten mit einem Azetylenylgehalt von 0,4 % verwendet werden, treten die Effekte der vorliegenden Erfindung deutlicher in Erscheinung. Die Farbtinten können aber auch zweimal oder öfter auf denselben Punkt ausgestoßen werden, so daß eine Überlagerung der Farbtintentröpf-

chen auf diesem Punkt stattfindet. In diesem Fall ist es jedoch ratsam, für die zweite Abtastbewegung des Schlittens Punkte, auf welche die Farbtinten ausgestoßen werden sollen, so zu wählen, daß diese zu den bei der vorgehenden Abtastbewegung benutzten Punkten leicht versetzt sind. Es kann auch die in [Fig. 35](#) dargestellte Aufzeichnungsvorrichtung verwendet werden, welche für jede Tinte zwei oder mehr Ausstoßabschnitte aufweist (zwei bei dieser Ausführungsform). Mit einer solchen Aufzeichnungsvorrichtung können ohne Erhöhung der Anzahl an Abtastbewegungen des Schlittens **7** die Farbtintentröpfchen einander überlagert werden. Die Steuerung kann so erfolgen, daß der Schlitten **7** nach Beendigung einer der beschriebenen Druckfolgen die gewünschte Anzahl an Abtastbewegungen durchführt, während dieser Abtastbewegungen aus den Ausstoßabschnitten C, M und Y die entsprechende Tinte ausgestoßen wird und nach diesen zusätzlichen Abtastbewegungen der Schlitten **7** in die Ausgangsstellung zurückkehrt.

[0189] Wenn bei den beschriebenen Ausführungsformen während jeder Abtastbewegung des Schlittens in Abtasthaupttrichtung nur einmal Tinte ausgestoßen wird, beträgt die aus jeder Düse ausgestoßene Tintenmenge etwa 50 pl. Bei zweimaligem Ausstoßen beträgt die zur Erzeugung eines Punktes mit etwa 50 pl Tinte aus jeder Düse ausgestoßene Tintenmenge 20 – 30 pl. Wenn die Aufzeichnungsvorrichtung zwei Abschnitte K1 und K2 für schwarze Tinte aufweist und zur Erzeugung eines schwarzen Punktes viermal schwarze Tinte auf ein und dieselbe Stelle ausgestoßen wird, beträgt die Tintenmenge zur Erzeugung eines einzelnen Punktes etwa 100 pl.

[0190] Wenn zur Erzeugung eines einzelnen Punktes zweimal oder öfter Tinte auf die selbe Stelle ausgestoßen wird, kann das mehrmalige Ausstoßen auf die selbe Stelle oder einmaliges Ausstoßen auf zwei oder mehrere etwas zueinander versetzte Stellen in zickzack- oder kreuzförmig erfolgen. Im letztgenannten Fall wird zur Erzeugung eines einzelnen Punktes bei einer vorgegebenen Auflösung von 14/mm × 14/mm die Tinte in einer Rate ausgestoßen, welche einer Auflösung von 28/mm × 28/mm entspricht. Das Volumen eines zu einem bestimmten Zeitpunkt ausgestoßenen Tintentröpfchens kann sich von dem zu einem anderen Zeitpunkt ausgestoßenen Tintentröpfchen unterscheiden (so wird zum Beispiel zuerst ein kleineres Tintentröpfchen und dann ein größeres Tintentröpfchen oder umgekehrt auf die selbe Stelle ausgestoßen). Wenn aber zur Erzeugung eines einzelnen Punktes zwei oder mehr Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe ausgestoßen werden oder Tinte auf zwei oder mehr sich voneinander unterscheidende Stellen ausgestoßen wird, sollten die beiden oder mehreren Tintentröpfchen beim Auftreffen sich mindestens teilweise überlagern.

[0191] Bei den beschriebenen Ausführungsformen sind die Tintenausstoßabschnitte rechtwinklig zur Papiertransportrichtung, d.h. in Abtasthaupttrichtung in einer einzigen Reihe und parallel zueinander angeordnet. Die Tintenausstoßabschnitte können aber auch in Papiertransportrichtung, d.h. in Abtastnebenrichtung in mehreren Reihen, z.B. in zwei, drei oder mehreren Reihen parallel zueinander angeordnet werden. So kann zum Beispiel der Ausstoßabschnitt für schwarze Tinte in der ersten Reihe oder der dem ersten Durchlauf entsprechenden Reihe angeordnet werden, während die Ausstoßabschnitte für die Farbtinten in der zweiten Reihe oder der dem zweiten Durchlauf entsprechenden Reihe angeordnet werden, wobei der Ausstoßabschnitt für schwarze Tinte und die Ausstoßabschnitte für die Farbtinten unabhängig voneinander bewegt werden können. In einem solchen Fall kann ein Ausstoßabschnitt für schwarze Tinte, welcher sich von jenem der ersten Reihe unterscheidet, in der zweiten Reihe oder der dem zweiten Durchlauf entsprechenden Reihe angeordnet werden.

[0192] Die Ausstoßabschnitte C, M und Y für die entsprechende Farbtinte können separat voneinander in der zweiten, der dritten bzw. der vierten Reihe angeordnet werden. In diesem Fall kann für jede Reihe ein keramisches Heizelement oder für alle drei Reihen ein einziges Heizelement vorgesehen werden.

[0193] Bei den beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurde ein Seriendrucker zugrunde gelegt, bei welchem der auf einem Schlitten befestigte Aufzeichnungskopf in Transportrichtung des Aufzeichnungsmediums hin und her bewegt wird. Die vorliegende Erfindung ist aber auch auf eine Aufzeichnungsvorrichtung mit einem Ganzzeilenkopf übertragbar, bei welchem eine große Anzahl an Flüssigkeitsausstoßdüsen über dessen gesamte Länge, d.h. über die gesamte Breite des Aufzeichnungsmediums angeordnet sind.

Ausführungsform 10

[0194] [Fig. 36](#) zeigt schematisch die zehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform sind ein erster Ausstoßkopf **41** für schwarze Tinte, ein zweiter Ausstoßkopf **42** für schwarze Tinte und zu einer Einheit zusammengefaßte Ausstoßköpfe **43a**, **43b** und **43c** für die entsprechende Farbtinte angeordnet, wobei zwischen dem Ausstoßkopf **41** und dem Ausstoßkopf **42** sowie zwischen dem Ausstoßkopf

42 und dem Ausstoßkopf **43a** ein bestimmter Abstand vorhanden ist. Alle fünf Ausstoßköpfe weisen eine Vielzahl Flüssigkeitsausstoßdüsen auf, welche über die gesamte Breite des Aufzeichnungsmediums angeordnet sind. Das Aufzeichnungspapier **1** wird in Pfeilrichtung, d.h. rechtwinklig zur Längsrichtung der Ausstoßköpfe transportiert. Unter den freien Räumen zwischen den genannten Ausstoßköpfen sind keramische Heizelemente **44** angeordnet. Die Zeit zum Transportieren des Aufzeichnungspapiers über die Breite eines Zwischenraums (z.B. 1,5 Sekunden) entspricht der Zeit zwischen dem ersten Ausstoßen von Tinte auf einen bestimmten Punkt und dem zweiten Ausstoßen von Tinte auf denselben Punkt. Mit einer solchen Anordnung kann praktisch der gleiche Aufzeichnungsvorgang wie bei der in [Fig. 29](#) dargestellten vierten Ausführungsform durchgeführt werden. Die keramischen Heizelemente **44** können unmittelbar unter den Ausstoßköpfen **41** und **42** angeordnet werden (durch Strich-Punkt-Linien gekennzeichnet). Wenn zum Erwärmen der ausgestoßenen Farbtinten und des Aufzeichnungspapiers **1** ein keramisches Heizelement **45** angeordnet wird, ist der mit dieser Ausführungsform erzielte Effekt noch besser.

Ausführungsform 11

[0195] Bei der in [Fig. 37](#) schematisch dargestellten elften Ausführungsform entspricht die Drucksektion jener der zehnten Ausführungsform, wobei diese jedoch nur mit einem Ausstoßkopf für schwarze Tinte ausgerüstet ist. Zwischen diesem Ausstoßkopf **46** für schwarze Tinte und den zu einer Einheit zusammengefaßten Ausstoßköpfen **47a**, **47b** und **47c** für die entsprechende Farbtinte ist ein bestimmter Abstand vorhanden. Mit dieser Anordnung kann praktisch der gleiche Aufzeichnungsvorgang einem Punkt des Aufzeichnungspapiers **1** wie bei der sechsten Ausführungsform durchgeführt werden. Die keramischen Heizelemente können direkt unter dem Ausstoßkopf **46** für schwarze Tinte oder diagonal zur Papiertransportrichtung unter der Einheit aus den Ausstoßköpfen **47a**, **47b** und **47c** angeordnet werden, in diesem Fall sind das keramische Heizelemente **44** und **48**.

[0196] Mit anderen Worten, bei dieser Ausführungsform sind der Ganzzeilenausstoßkopf für schwarze Tinte und der vorderste der Ganzzeilenausstoßköpfe für Farbtinte in einem bestimmten Abstand zueinander angeordnet, wobei dieser Abstand entsprechend dem Ausstoßintervall und der Papiertransportgeschwindigkeit festgelegt wird. Unter dem Zwischenraum zwischen den beiden Köpfen ist eine Heizvorrichtung angeordnet. Eine Aufzeichnungsvorrichtung mit einer solchen Anordnung ist in der Lage, praktisch den gleichen Druckvorgang durchzuführen, welchen eine mit einem Serienkopf ausgerüstete Aufzeichnungsvorrichtung gemäß der beschriebenen Ausführungsformen durchführen kann.

[0197] Wie in [Fig. 38](#) dargestellt, sollten die bei den beschriebenen Ausführungsformen verwendeten keramischen Heizelemente **H** mit einem Wärmeisolationsmaterial **49** ummantelt werden. Die keramischen Heizelemente **H** können durch Halogenlampen **187a** und **187b** gemäß [Fig. 20](#) ersetzt werden. Die vorliegende Erfindung ist auf Seriendrucker und auf Ganzzeilendrucker übertragbar, welche entweder mit keramischen Heizelementen oder mit Halogenlampen als Heizelemente ausgerüstet sind.

Ausführungsform 12

[0198] Um bei der ersten und einigen anderen Ausführungsformen die Dichte eines schwarzen Bildabschnitts zu erhöhen, die schwarze Tinte besser zu fixieren und Interferenzen zwischen einem schwarzen Punkt und den neben diesem erzeugten schwarzen Punkt zu verhindern, wird der Schlitten **7** zweimal abtastend über den selben Bereich bewegt und dabei schwarze Tinte zweimal auf den selben Punkt ausgestoßen, wie [Fig. 25\(b\)](#) zeigt. Diese Ausführungsform gleicht im wesentlichen der ersten und einigen anderen Ausführungsformen, jedoch mit der Ausnahme, daß während der ersten und der zweiten von zwei Abtastbewegungen des Schlittens **7** in Abtasthauptrichtung jeweils ein Satz schwarzer Punkte erzeugt wird, welche sich kreuzen.

[0199] [Fig. 39](#) zeigt schematisch die Anordnung dieser Ausführungsform, bei welcher der während der ersten Abtastbewegung des Schlittens **7** erzeugte Satz schwarzer Punkte von dem während der zweiten Abtastbewegung des Schlittens **7** erzeugte Satz schwarzer Punkte kreuzweise überlagert wird, um die während des ersten Ausstoßvorgangs frei gebliebenen Flächen zu füllen. In [Fig. 39](#) kennzeichnet das Bezugszeichen **702** einen Kopf und das Bezugszeichen **801** die Öffnung jeder der in Kopflängsrichtung angeordneten Düsen. Zur Vereinfachung der Beschreibung dieser Ausführungsform sind in [Fig. 39](#) nur acht Ausstoßöffnungen dargestellt.

[0200] [Fig. 39\(a\)](#) zeigt schematisch ein Kreuzgitter aus vertikalen und horizontalen Linien, deren Schnittpunkten die Stellen bilden, auf welche ein Tintentröpfchen nach dem anderen ausgestoßen wird. [Fig. 39\(b\)](#) zeigt einen Satz dieser Schnittpunkte und [Fig. 39\(c\)](#) einen weiteren Satz Schnittpunkte, welcher zwischen den

Schnittpunkten des ersten Satzes liegen. Beide Figuren übereinander gelegt ergibt ein Karomuster aus schwarzen Punkten, welches den schwarzen Bildabschnitt auf dem Aufzeichnungspapier **1** darstellt.

[0201] Zur besseren Unterscheidung dieser schwarzen Punkte wurden jene in [Fig. 39\(b\)](#) schraffiert gezeichnet.

[0202] Wenn diese Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, d.h. das Drucksystem, bei welchem während zwei Abtastbewegungen des Schlittens **7** zwei Sätze schwarzer Punkte über einen bestimmten Abschnitt des Aufzeichnungspapiers **1** erzeugt werden, in die erste Ausführungsform, d.h. die in den [Fig. 25\(a\)](#) und [Fig. 25\(b\)](#) dargestellte Druckfolge integriert wird, kann die Anzahl der pro Abtastbewegung des Schlittens **7** zu erzeugenden Punkte verkleinert werden. Dadurch kann die Menge der auf das Aufzeichnungsmedium ausstoßenden Tinte verringert, die ausgestoßene Tinte besser fixiert und Interferenzen zwischen Tinten aus unmittelbar benachbarten Bereichen abgebaut werden. Das führt zu einer Verstärkung des Effekts der ersten Ausführungsform und zu einer weiteren Verbesserung der Bildqualität.

[0203] Die in [Fig. 39](#) gezeichneten Kreise repräsentieren die Punkte auf dem Aufzeichnungsmedium, entsprechen aber nicht deren tatsächlicher Größe. Das Schnittpunktmuster ist aber nicht als Beschränkung anzusehen.

Ausführungsform 13

[0204] Nachfolgend wird die dreizehnte Ausführungsform eines Mehrfachabtast-Aufzeichnungssystems beschrieben. Wenn ein Tintenstrahlzeichnungssystem verwendet wird, bei welchem in dessen Kopf mehrere Düsen zueinander ausgerichtet angeordnet sind, kann die aus einer Düse ausgestoßene Tintenmenge sich von jener einer anderen Düse und/oder die Ausstoßrichtung der einen Düse sich von jener der anderen Düse unterscheiden. Diese Differenzen ergeben sich aus Form- und Größenunterschieden der Düsenmenisken, hervorgerufen durch Abweichungen in einzelnen Stufen bei der Fertigung einer großen Anzahl an Mehrdüsenköpfen. Wenn derartige Probleme auftreten, können mit der Aufzeichnungsvorrichtung manchmal Bilder ungleichmäßiger Dichte erzeugt werden. Um das zu verhindern, wird ein bestimmter Bildabschnitt durch Mehrfachaufzeichnen in Abtasthaupttrichtung erzeugt.

[0205] Ein Beispiel eines solchen Mehrfachdrucksystems ist in [Fig. 40](#) schematisch dargestellt. In [Fig. 40\(a\)](#) kennzeichnet das Bezugszeichen **702** einen Mehrdüsenkopf von der Seite gesehen, welcher dem in [Fig. 35](#) angedeuteten entspricht. Zur Vereinfachung sind nur acht dieser Düsen **702** dargestellt. Das Bezugszeichen **801** kennzeichnet die acht Düsen und das Bezugszeichen **802** die aus diesen ausgestoßenen Tintentröpfchen. Die mit einem solchen Mehrdüsenkopf betriebene Aufzeichnungsvorrichtung entspricht dem in [Fig. 21](#) schematisch dargestellten Seriendrucker, so daß auf eine erneute Beschreibung verzichtet wird. Die Tintentröpfchen **802** sollten alle die gleiche Größe haben und in der gleichen Richtung ausgestoßen werden und würden in diesem Fall auf den gewünschten Stellen des Aufzeichnungsmediums landen und dort Punkte gleicher Größe erzeugen, wie aus [Fig. 40\(b\)](#) hervor geht. Wie [Fig. 40\(c\)](#) zeigt, ergibt sich in diesem Fall eine gleichmäßige Dichte über den gesamten Bildbereich.

[0206] Wie aber bereits erwähnt, weisen die Düsen Form- und Größenunterschiede auf, so daß aus den einzelnen Düsen Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe und in unterschiedliche Richtungen ausgestoßen werden. Wenn ein solcher Kopf verwendet wird, landen die Tintentröpfchen nicht in dem in [Fig. 40\(b\)](#) gezeigten Muster, sondern in dem in [Fig. 41\(b\)](#) gezeigten Muster auf dem Aufzeichnungsmedium. Mit anderen Worten, Punkte mit einem Flächenfaktor unter 100 % erscheinen in Abtasthaupttrichtung des Kopfes in bestimmten Intervallen auf dem Aufzeichnungsmedium, während andere Punkte sich mehr als gewünscht überlagern, so daß manchmal Steifen entstehen, wie z.B. in der Mitte von [Fig. 41\(b\)](#) angedeutet. Solche Dichteunterschiede, dargestellt in [Fig. 41\(c\)](#), sind vom menschlichen Auge erkennbar.

[0207] In den [Fig. 42](#) und [Fig. 43](#) ist ein Mehrfachabtastsystem dargestellt, mit welchem solche Dichteungleichmäßigkeiten verhindert werden. Wie aus den [Fig. 42](#) und [Fig. 43](#) hervor geht, führt der Mehrdüsenkopf **702** drei Abtastbewegungen durch, wobei eine Einheit aus 4 Pixels (eine Hälfte) in zwei Abtastvorgängen bestrichen wird. In diesem Fall sind die 8 Düsen des Mehrdüsenkopfes in 4 obere und 4 untere Düsen unterteilt. Die während einer Abtastbewegung von einer Düse ausgestoßenen Tintentröpfchen bedecken in Übereinstimmung mit vorbestimmten Bilddatenanordnung nur eine Hälfte der zu erzeugenden Punkte. Beim zweiten Abtastvorgang wird die andere Hälfte dieser Punkte bestrichen und dabei die Fläche aus vier Pixels komplettiert. Ein solches Druckverfahren wird unterteiltes Drucken genannt. Wenn zur Durchführung eines solchen unterteilten Druckens ein Kopf mit der in [Fig. 41](#) dargestellten Konfiguration verwendet wird, kann der Einfluß einer

Düse auf ein gedrucktes Bild um die Hälfte verringert werden, so daß dieses Bild das in den [Fig. 42\(b\)](#) und [Fig. 43\(b\)](#) gezeigte Aussehen hat und ein schwarzer oder ein weißer Streifen wie aus [Fig. 41\(b\)](#) ersichtlich nicht zu erkennen ist. Daraus ergeben sich weitaus geringere Dichteungleichmäßigkeiten, wie ein Vergleich der beiden Figuren [Fig. 41\(c\)](#) und [Fig. 42\(c\)](#) zeigt.

Ausführungsform 14

[0208] Bei dieser Ausführungsform wird ein Tintenstrahlauzeichnungskopf verwendet, bei welchem die Tintentröpfchengröße verändert werden kann.

[0209] Es ist bekannt, daß Gradationsaufzeichnen durch Ausstoßen unterschiedlich großer Tintentröpfchen realisiert werden kann. Zur Erzeugung unterschiedlich großer Tröpfchen sind in jeder Düse mehrere Heizelemente angeordnet, welche entsprechend angesteuert werden, um die zur Erzeugung eines gewünschte Bläschens erforderliche Wärmeenergie zu liefern. Zur Erzeugung eines kleinen Tröpfchens wird nur ein Heizelement angesteuert, während zur Erzeugung eines großen Bläschens mehrere dieser Heizelemente angesteuert werden.

[0210] [Fig. 44](#) zeigt ein Beispiel eines mit einem solchen Kopf in zwei Abtastvorgängen erzeugten Bildes. Auch in [Fig. 44](#) kennzeichnet das Bezugszeichen **702** einen Aufzeichnungskopf und das Bezugszeichen **801** Düsen, von denen nur 8 dargestellt sind.

[0211] [Fig. 44\(a\)](#) zeigt schematisch diesen Kopf **702** und die Schnittstellen eines Gitternetzes, auf welche Tintentröpfchen ausgestoßen werden. Die [Fig. 44\(b\)](#) und [Fig. 44\(c\)](#) zeigen Muster der bei unterschiedlichen Abtastvorgängen in Abtasthaupttrichtung erzeugten Punkte. [Fig. 44\(b\)](#) zeigt große Punkte **360** und zwischen diesen erzeugte kleine Punkte **361**. Die Punkte **360** und **361** ergänzen sich. [Fig. 44\(c\)](#) zeigt ein Muster, in welchem die Lage der großen Punkte **360** und der kleinen Punkte **361** gegenüber jener in [Fig. 44\(b\)](#) dargestellten vertauscht ist. Sowohl die großen Punkte **360** als auch die kleinen Punkte **361** werden in zwei Abtastvorgängen erzeugt.

[0212] Wenn die vorliegende Erfindung, welche das Eindringen von Tinte ins Aufzeichnungspapier steuert, auf dieses Aufzeichnungssystem übertragen wird, erfolgt das Ausstoßen großer und kleiner Tintentröpfchen abwechselnd jeweils auf den selben Punkt, so daß der Flächenfaktor gegenüber nur einer Abtastbewegung verkleinert und dadurch die Fixiereigenschaft weiter verbessert werden kann, ohne dabei die Bilddichte zu verringern.

[0213] Die Aufzeichnungsfolge ist jedoch nicht auf die in [Fig. 44](#) dargestellte beschränkt, sondern kann z.B. auch dem in [Fig. 45](#) gezeigten Muster entsprechen, welches mit einem Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe ausstoßenden Kopf in zwei Abtastvorgängen in Abtasthaupttrichtung bestrichen wird.

[0214] Die in [Fig. 45](#) gezeigten Muster aus großen und kleinen Punkten unterscheiden sich von den in [Fig. 44](#) dargestellten. Bei dem in [Fig. 45](#) gezeigten Mustern sind in Düsenanordnungsrichtung große Punkte **370** und kleine Punkte **371** abwechselnd angeordnet.

[0215] Bei der aus [Fig. 45](#) zu erkennenden Aufzeichnungsfolge wird mittels eines Heizelements gemäß der vorliegenden Erfindung das Eindringen der Tinte ins Aufzeichnungspapier unterdrückt, so daß die während einer Abtastbewegung auf das Aufzeichnungspapier auszustoßende Tintenmenge verringert werden kann, das aufgezeichnete Bild schnell fixiert und eine hohe Bilddichte erreicht wird.

[0216] Bei dieser Ausführungsform werden mehrere Heizelemente in den Düsen angesteuert, um Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe zu erzeugen und auszustoßen, doch die vorliegende Erfindung ist auch übertragbar auf einen Kopf, dessen Düsen nur mit jeweils einem Heizelement ausgerüstet sind, wobei eine Änderung der Punktgröße durch Steuern des Treibersignals erfolgt.

Ausführungsform 15

[0217] Bei diesem Beispiel wird die zu verwendende Tinte durch Verringerung des Gehaltes an blauem oder einem anderen Farbstoff auf 1/3–1/6 jenes einer Normaltinte vorbereitet (Leichttinte mit einer Farbstoffdichte von 0,3–2 %). Auch bei dieser Ausführungsform wird die Tinteneindringtiefe mittels eines Heizelements gesteuert. Wenn eine Leichttinte mit 1/3 der Konzentration oder Dichte einer Normaltinte verwendet wird, verläuft diese in der Breite nur wenig, so daß ein Punkt mit einem kleinen Durchmesser entsteht und bei einem niedri-

gen Wirkungsgrad (nicht mehr als 100 %) beim Drucken eines einzelnen Punktes keine Überlagerung mit einem anderen Punkt auftritt. Wie aus [Fig. 49](#) hervor geht, sinkt im Hellichtbereich die optische Dichte (OD), so daß keine Körnigkeit erkennbar ist. Bei einem hohen Druckwirkungsgrad (über 100, aber weniger als 300 %) und Verwendung einer Leuchttinte ist eine Überlagerung zu verzeichnen, so daß durch das Überlagerungsintervall der OD-Wert größer wird, wie aus [Fig. 49](#) hervor geht. Auch bei Verwendung von glattem Papier kann im massiven Abschnitt bei hohem OD-Wert Gradationsdrucken durchgeführt werden.

[0218] Bei dieser Ausführungsform kann bei maximal drei Abtastvorgängen eine Leuchttinte dreimal überlagert werden, da deren Wassergehalt durch die vom Heizelement erzeugte Wärme verdampft. Da diese Tinte moderat in Aufzeichnungsmedium eindringt, ist deren Fixiereigenschaft gut und der OD-Wert im massiven Abschnitt hoch. Der Azetylenylgehalt der Leuchttinte sollte 0,2–0,7 %, besser aber 0,3–0,5 % betragen. Das Aufzeichnen kann aber nicht nur mit hellen (leichten) Tinten, sondern auch mit hellen und dunklen Tinten in Kombination durchgeführt werden.

[0219] Die Vorrichtung dieser Ausführungsform kann jener der vorhergehenden Ausführungsform entsprechen, wobei besonders ein Seriendrucker geeignet ist, mit welchem unterteiltes Aufzeichnen der Pixel während mehrerer Abtastvorgänge durchgeführt werden kann. In diesem Fall sollte das Heizelement unmittelbar unter dem Druckbereich angeordnet werden.

[0220] Wie bereits beschrieben, bleibt gemäß der vorliegenden Erfindung die ausgestoßene Tinte nicht als Erhebung auf dem Aufzeichnungspapier, sondern dringt nur leicht ins Aufzeichnungsmedium ein, wobei aber ein Tintenverlaufen im Grenzbereich zwischen benachbarten Punkten unterdrückt werden kann. Da durch das Erwärmen die Tinteneindringtiefe gesteuert wird und die Tinte nahe der Oberfläche des Aufzeichnungsmaterial verbleibt, wird einfallendes Licht an dieser Stelle reflektiert, so daß ein gedrucktes Bild klar erscheint. Außerdem dispergiert die Farbstoffkomponente in der Tinte nicht sehr, so daß Federbildung in Form feiner Härchen verhindert werden kann. Wenn ein Punkt in mehreren Ausstoßvorgängen erzeugt wird, sinkt die Penetrationszeit, so daß eine Verbesserung der Druckqualität zu verzeichnen ist.

[0221] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand offenkundiger Ausführungsformen beschrieben wurde, ist diese nicht auf die dargelegten Details beschränkt, so daß mögliche Modifikationen und Änderungen zum Geltungsbereich der nachfolgend definierten Ansprüche gehörend anzusehen sind.

Patentansprüche

1. Tintenstrahlaufzeichnungsverfahren, welches mit einer Aufzeichnungsvorrichtung durchgeführt wird, deren Aufzeichnungskopf mit mindestens einer Ausstoßöffnung für schwarze Tinte und mindestens einer Ausstoßöffnung für jede der verwendeten Farbtinten versehen ist und in welcher eine Heizvorrichtung zum Erwärmen mindestens eines Teils des Aufzeichnungsmaterials angeordnet ist, wobei dieses Verfahren das Aufzeichnen durch Ausstoßen schwarzer Tinte und von Farbtinte aus einem Aufzeichnungskopf auf einen bestimmten Abschnitt des Aufzeichnungsmaterials und das Erwärmen des genannten Abschnitts mittels der Heizvorrichtung aufweist und wobei der nach dem Bristow'schen Verfahren definierte Absorptionskoeffizient K_a der schwarzen Tinte und der Farbtinten in bezug auf glattes Papier 1,0–5,0 ($\text{ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{ms}^{-1.2}$) beträgt und der Relation $0 < t_s \leq 200 \text{ ms}$ genügt, mit t_s als Zeit zwischen dem Auftreffen der Tinte auf dem Aufzeichnungsmedium und dem Beginn des schnellen Ausbreitens der Tinte, wobei das schnelle Ausbreiten der Tinte beginnt, wenn nach dem Ablagern des Tintentröpfchens auf dem Aufzeichnungsmaterial die eingedrungene Tintenmenge steil ansteigt.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei zum Aufzeichnen ein elektrothermischer Wandler verwendet wird, welcher die zum Ausstoßen von Tinte durch die Ausstoßöffnung erforderliche Wärmeenergie erzeugt.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei für das Aufzeichnen ein elektrothermischer Wandler zum Erzeugen von Wärmeenergie und somit eines Bläschens zwecks Ausstoßens von Tinte verwendet wird.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Aufzeichnen einen ersten Aufzeichnungsvorgang durch Ausstoßen von schwarzer oder/und von Farbtinte auf einen Abschnitt des Aufzeichnungsmedium vor dem Erwärmen und einen zweiten Aufzeichnungsvorgang durch Ausstoßen von schwarzer Tinte oder/und von Farbtinte auf diesen Abschnitt nach dem Erwärmen einschließt.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei das Erwärmen das Eindringen der während des ersten Aufzeichnungsvorgangs ausgestoßenen Tinte in das Aufzeichnungsmedium auf eine relativ geringe Tiefe beschränkt.

6. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei während des zweiten Aufzeichnungsvorgangs Tinte auf eine Stelle ausgestoßen wird, welche den während des ersten Aufzeichnungsvorgangs erzeugten Punkt mindestens teilweise überlagert.

7. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei während des ersten Aufzeichnungsvorgangs und während des zweiten Aufzeichnungsvorgangs Tinte komplementär ausgestoßen wird.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei während des ersten Aufzeichnungsvorgangs und während des zweiten Aufzeichnungsvorgangs Tinte gestaffelt komplementär ausgestoßen wird.

9. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei während des ersten Aufzeichnungsvorgangs und während des zweiten Aufzeichnungsvorgangs in versetzten Mustern aufgezeichnet wird.

10. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei während des Eindringens der im ersten Aufzeichnungsvorgang ausgestoßenen Tinte in das Aufzeichnungsmaterial der zweite Aufzeichnungsvorgang durchgeführt und dabei Tinte ausgestoßen wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Aufzeichnen abtastendes Bewegen eines die Aufzeichnungseinheit tragenden Schlittens in Abtasthaupttrichtung aufweist, das Aufzeichnen in Serien während der Abtastbewegung des Schlittens erfolgt und die Rückseite des Aufzeichnungsmaterial im Aufzeichnungsbereich erwärmt wird.

12. Verfahren gemäß Anspruch 11, wobei in Abhängigkeit von Anspruch 4 oder Anspruch 10 der erste Aufzeichnungsvorgang und der zweite Aufzeichnungsvorgang während unterschiedlicher Abtastbewegungen in Abtasthaupttrichtung durchgeführt werden.

13. Verfahren gemäß Anspruch 11 oder 12, wobei zum Erwärmen ein Heizelement verwendet wird, welches Bestandteil der das Aufzeichnungsmaterial stützenden Schreibwalze ist.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei zum Erwärmen ein keramisches Heizelement verwendet wird.

15. Verfahren gemäß Anspruch 4 oder 10, wobei das Aufzeichnen das Zuführen des Aufzeichnungsmaterials in Zuführtrichtung durch eine Zuführvorrichtung einschließt und zum Aufzeichnen in eine von der Zuführtrichtung sich unterscheidende Richtung ein Ganzzeilekopf verwendet wird.

16. Verfahren gemäß Anspruch 15, wobei zum Aufzeichnen ein Aufzeichnungskopf verwendet wird, welcher aus mehreren in Zuführtrichtung angeordneten Köpfen zusammengesetzt ist.

17. Verfahren gemäß Anspruch 16, wobei das Erwärmen des Aufzeichnungsmaterials über dessen gesamte Breite rechtwinklig zur Zuführtrichtung erfolgt und dafür Heizelemente verwendet werden, welche nicht unter, sondern in Zuführtrichtung zwischen den Aufzeichnungsköpfen angeordnet sind.

18. Verfahren gemäß Anspruch 17, wobei zum Erwärmen eine Halogenheizlampe verwendet wird.

19. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Aufzeichnen ein elektrothermischer Wandler verwendet wird, welcher die zum Ausstoßen von Tinte durch die Ausstoßöffnung erforderliche Wärme erzeugt.

20. Verfahren gemäß Anspruch 19, wobei zum Aufzeichnen die Tinte mit Wärmeenergie versorgt wird, um in dieser ein das Tintenausstoßen bewirkendes Bläschen zu erzeugen.

21. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Aufzeichnen eine kein Dispersionsmaterial enthaltende Pigmenttinte mit Dispergierfähigkeit verwendet wird.

22. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Aufzeichnen mehrere Aufzeichnungsvorgänge einschließt.

23. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Aufzeichnen eine Leichttinte verwendet wird, deren Koloriermaterialdichte $1/3$ – $1/6$ jener einer Normaltinte beträgt und welche während der Aufzeichnungsvorgänge überlagernd auf das selbe Pixel ausgestoßen wird.

24. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Aufzeichnen zwei Tintentröpfchen mit einem Zeitunterschied von etwa 1 Sekunde auf das selbe Pixel ausgestoßen werden.
25. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Erwärmen vor Ablauf von t_s nach dem Ablagern von Tinte auf dem Aufzeichnungsmaterial erfolgt, um die Tinteneindringtiefe zu steuern.
26. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Aufzeichnen eine Tinte verwendet wird, welche Äthylenoxid-2,4,7,9-Tetramethyl-5-Dezin-4,7-Diol in einer Menge unter der kritischen Mizellkonzentration enthält.
27. Tintenstrahlauzeichnungsrichtung zum Aufzeichnen auf einem Aufzeichnungsmedium, welche aufweist:
 eine Ausstoßeinheit (K1, K2) mit mindestens einer Ausstoßöffnung für schwarze Tinte,
 Ausstoßeinheiten (C, M, Y) mit mindestens je einer Ausstoßöffnung für die entsprechende Farbtinte,
 eine Aufzeichnungssteuereinheit zum Steuern der Ausstoßeinheiten zwecks Ausstoßens von schwarzer Tinte und von Farbtinten zum Aufzeichnen eines Bildes auf einem vorbestimmten Abschnitt des Aufzeichnungsmediums und
 ein Heizelement (**3, 10, 44, 45, 48, 187a, 187b, 710**) zum Erwärmen des Aufzeichnungsabschnitts des Aufzeichnungsmediums, wobei der nach dem Bristow'schen Verfahren definierte Absorptionskoeffizient K_a der schwarzen Tinte und der Farbtinten in bezug auf glattes Papier $1,0-5,0 \text{ (ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ms}^{-1,2})$ beträgt und der Relation $0 < t_s \leq 200 \text{ ms}$ genügt, mit t_s als Zeit zwischen dem Auftreffen der Tinte auf dem Aufzeichnungsmedium und dem Beginn des schnellen Ausbreitens der Tinte, wobei das schnelle Ausbreiten der Tinte beginnt, wenn nach dem Ablagern des Tintentröpfchens auf dem Aufzeichnungsmaterial die eingedrungene Tintenmenge steil ansteigt.
28. Vorrichtung gemäß Anspruch 27, wobei die Steuereinheit einen elektrothermischen Wandler zur Erzeugung von Wärmeenergie zwecks Ausstoßens von schwarzer Tinte aus der entsprechenden Ausstoßöffnung und zwecks Ausstoßens von Farbtinten aus den entsprechenden Ausstoßöffnungen steuert.
29. Vorrichtung gemäß Anspruch 28, wobei die Aufzeichnungssteuereinheit einen elektrothermischen Wandler steuert, um die Tinten mit Wärmeenergie zu versorgen und in diesen ein Bläschen zwecks Ausstoßens von schwarzer Tinte durch die entsprechende Ausstoßöffnung und eines Bläschens zwecks Ausstoßens der entsprechenden Farbtinte aus der entsprechenden Ausstoßöffnung zu erzeugen.
30. Vorrichtung gemäß Anspruch 27, 28 oder 29, wobei die Aufzeichnungssteuereinheit die abtastende Bewegung eines die Aufzeichnungseinheit tragenden Schlittens in Abtasthaupttrichtung steuert, um während der Abtastbewegung des Schlittens das Aufzeichnen in Serien durchzuführen, und wobei das Heizelement den Aufzeichnungsabschnitt des Aufzeichnungsmaterials von hinten erwärmt.
31. Vorrichtung gemäß Anspruch 30, wobei das Heizelement Bestandteil der das Aufzeichnungsmaterial stützenden Schreibwalze ist.
32. Vorrichtung gemäß Anspruch 31, wobei als Heizelement ein keramisches Element verwendet wird.
33. Vorrichtung gemäß Anspruch 32, wobei die Aufzeichnungssteuereinheit die Zuführvorrichtung zum Zuführen des Aufzeichnungsmaterial in Zuführtrichtung steuert und die Aufzeichnungsrichtung einen Ganzzeilekopf aufweist, welcher das Aufzeichnen in einer von der Zuführtrichtung sich unterscheidenden Richtung über die gesamte Breite durchführt.
34. Vorrichtung gemäß Anspruch 33, wobei zum Aufzeichnen ein Aufzeichnungskopf verwendet wird, welcher aus mehreren in Zuführtrichtung angeordneten Köpfen zusammengesetzt ist.
35. Vorrichtung gemäß Anspruch 34, wobei die Heizelemente nicht unter, sondern in Zuführtrichtung zwischen den Aufzeichnungsköpfen angeordnet sind und das Aufzeichnungsmaterial rechtwinklig zur Zuführtrichtung über dessen gesamte Breite erwärmen.
36. Vorrichtung gemäß Anspruch 35, wobei zu den Heizelementen Halogenheizlampen gehören.
37. Vorrichtung gemäß Anspruch 36, wobei die Aufzeichnungseinheit mit einem elektrothermischen Wandler zum Versorgen der Tinte mit Wärmeenergie zwecks Ausstoßens von Tinte durch die Ausstoßöffnung aus-

gerüstet ist.

38. Vorrichtung gemäß Anspruch 36, wobei die Aufzeichnungseinheit mit einem elektrothermischen Wandler zum Versorgen der Tinte mit Wärmeenergie zwecks Erzeugung eines Bläschens zum Ausstoßen von Tinte ausgerüstet ist.

39. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 27 bis 38, wobei zum Aufzeichnen eine kein Dispersionsmaterial enthaltende Pigmenttinte mit Dispergierfähigkeit verwendet wird.

40. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 27 bis 38, wobei zum Aufzeichnen eine Leichttinte verwendet wird, deren Koloriermaterialdichte ein Drittel bis ein Sechstel jener einer Normaltinte beträgt und welche während der Aufzeichnungsvorgänge überlagernd auf das selbe Pixel ausgestoßen wird.

41. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 27 bis 38, wobei zum Aufzeichnen eine Tinte verwendet wird, welche Äthylenoxid-2,4,7,9-Tetramethyl-5-Dezin-4,7-Diol in einer Menge unter der kritischen Mizellarkonzentration enthält.

Es folgen 42 Blatt Zeichnungen

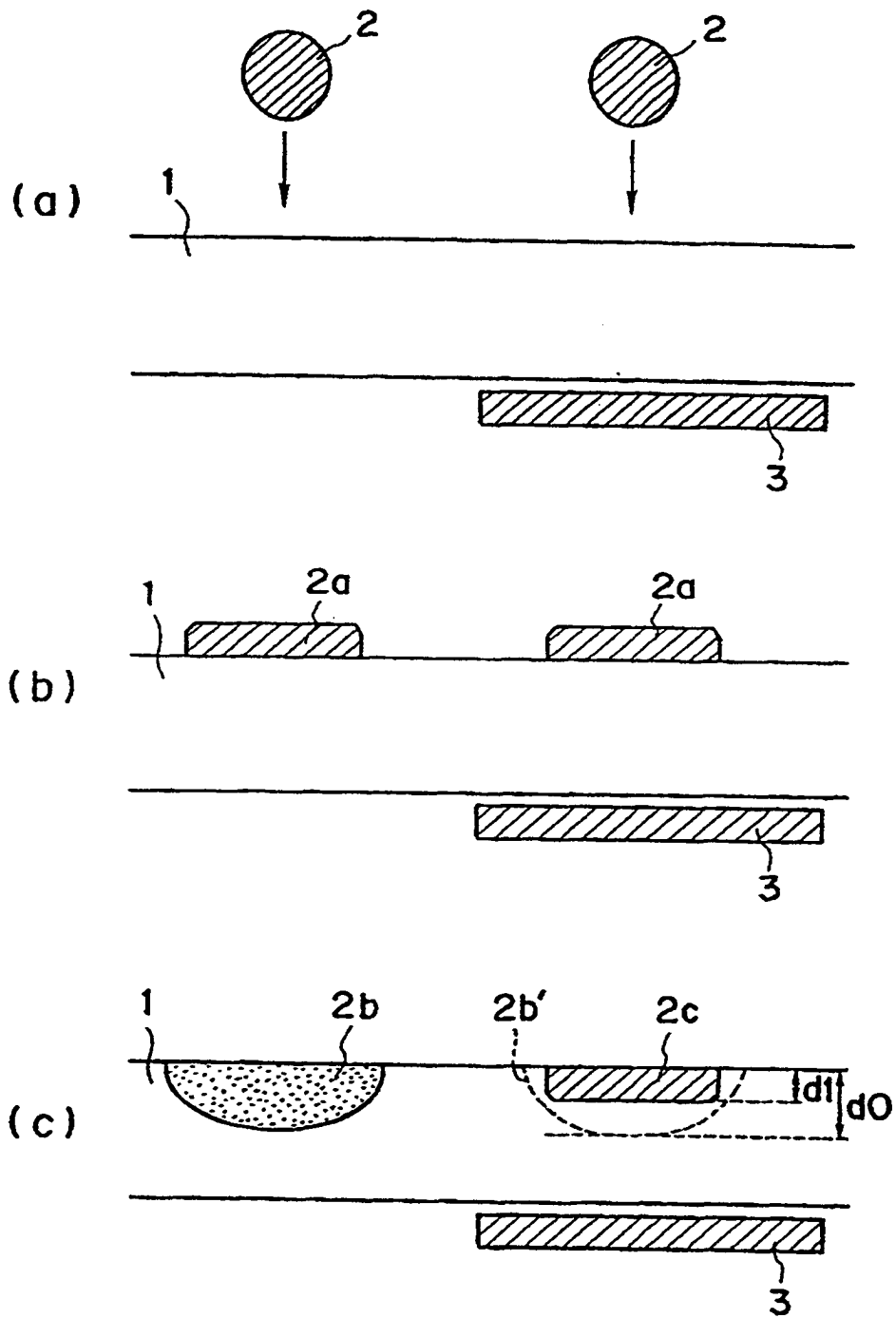


FIG. 1

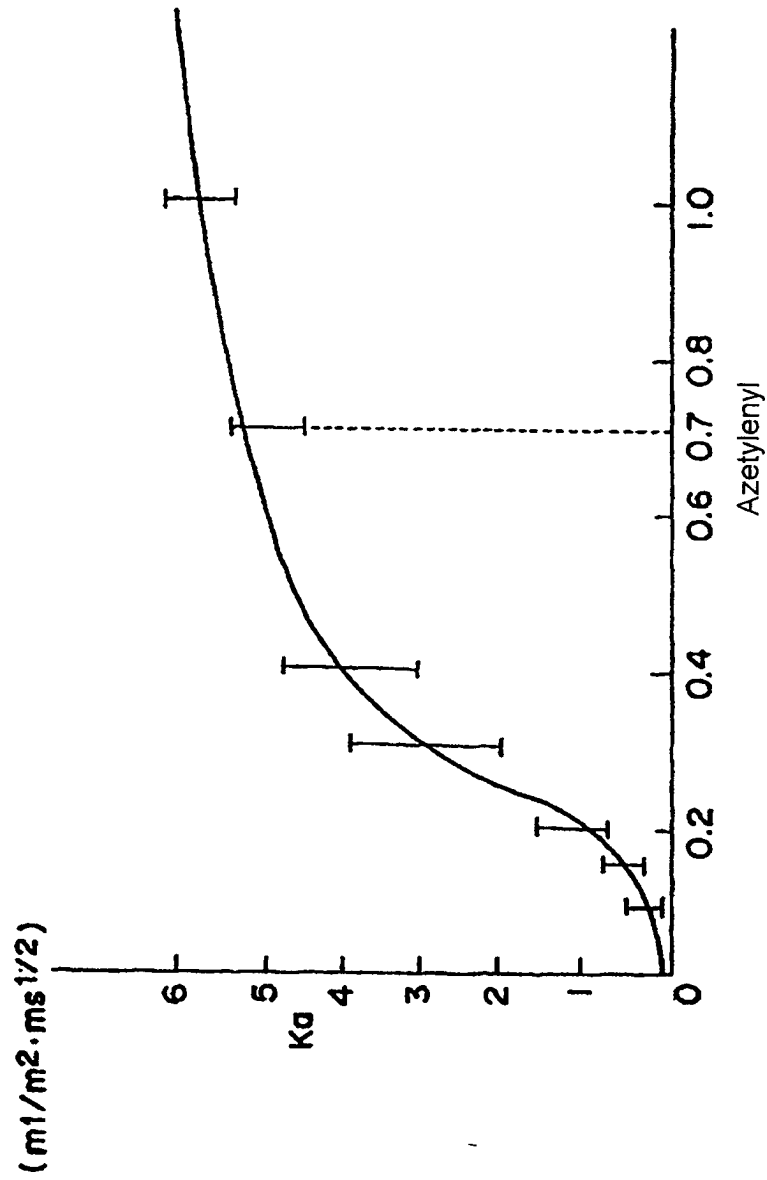


FIG. 2

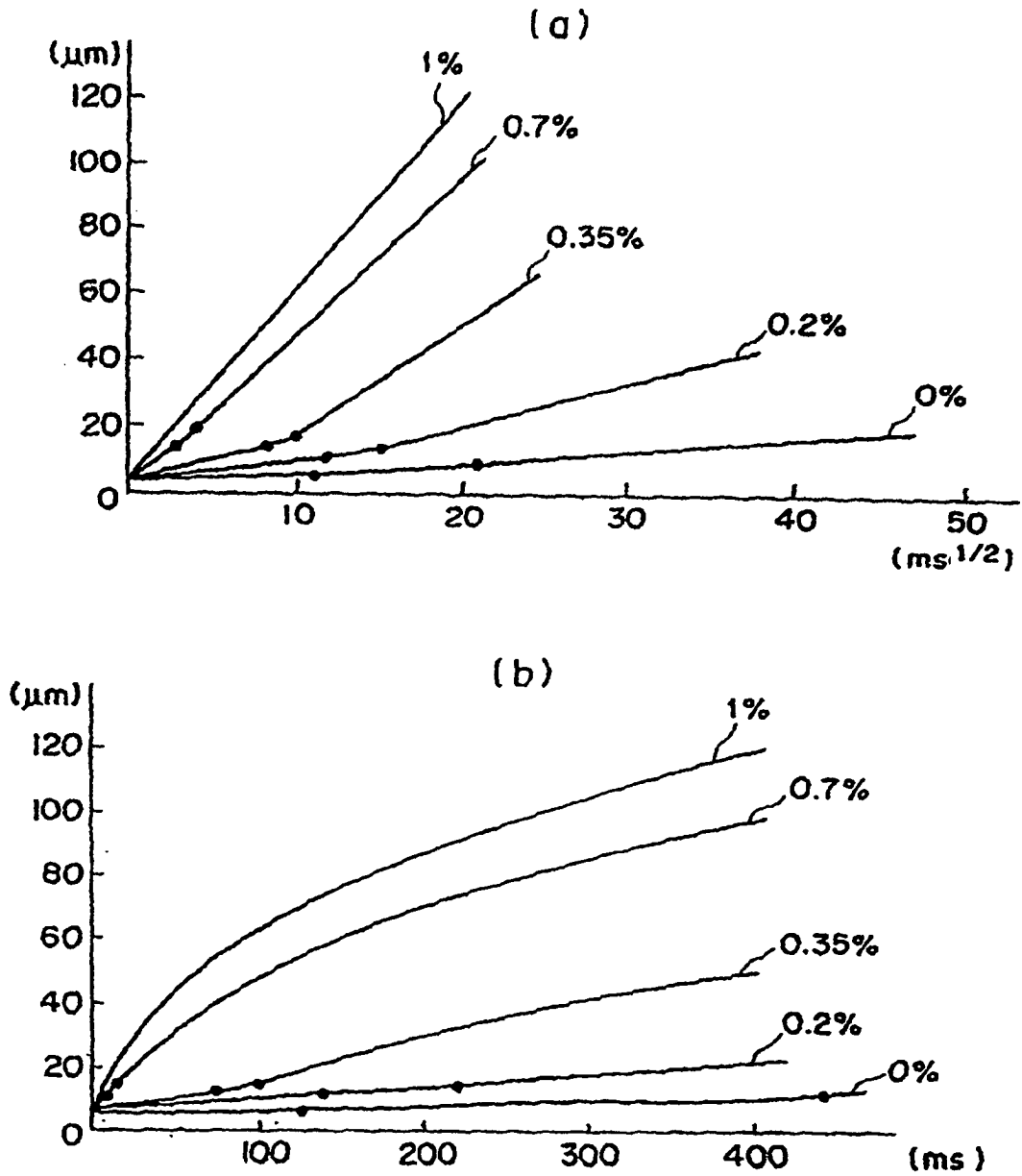


FIG. 3

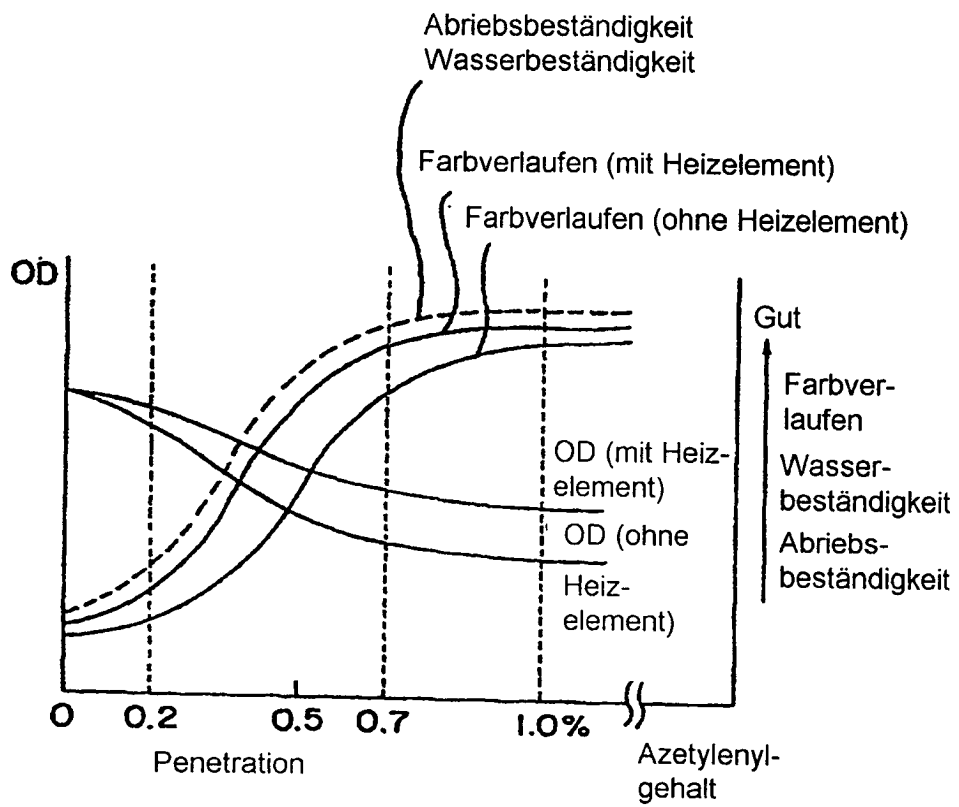


FIG. 4

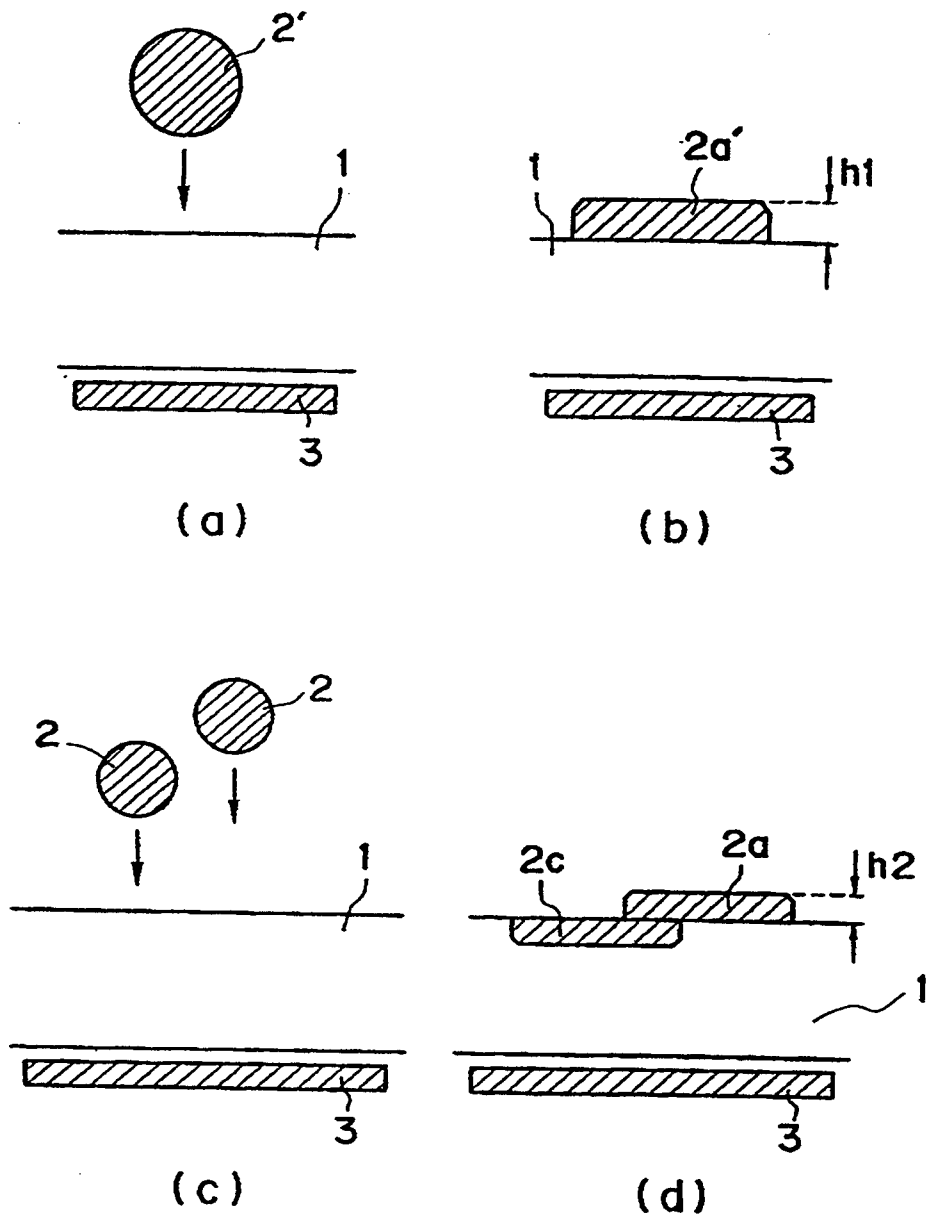
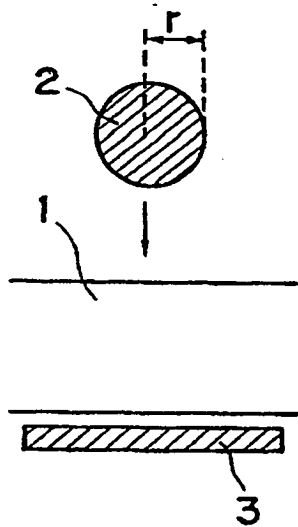


FIG. 5

(a)

| Vd | r | R | S | h | AF |
|-----|------|------|------|-----|-------|
| 5 | 10.6 | 21.2 | 1412 | 3.5 | 28.4 |
| 8.5 | 12.7 | 25.4 | 2027 | 4.2 | 40.8 |
| 10 | 13.4 | 26.8 | 2256 | 4.4 | 45.4 |
| 15 | 15.3 | 30.6 | 2942 | 5.1 | 59.2 |
| 20 | 16.8 | 33.6 | 3547 | 5.6 | 71.4 |
| 25 | 18.1 | 36.2 | 4117 | 6.1 | 82.8 |
| 30 | 19.3 | 38.6 | 4681 | 6.4 | 94.2 |
| 35 | 20.3 | 40.6 | 5178 | 6.8 | 104.2 |
| 40 | 21.2 | 42.4 | 5648 | 7.1 | 113.6 |

(b)



(c)

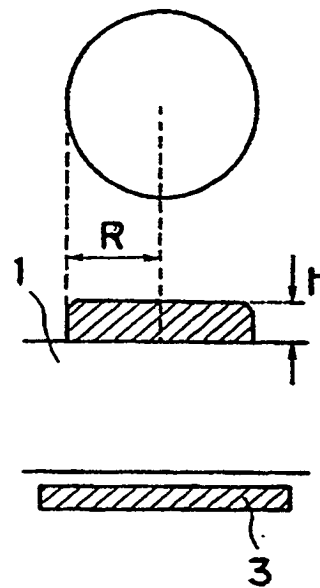


FIG. 6

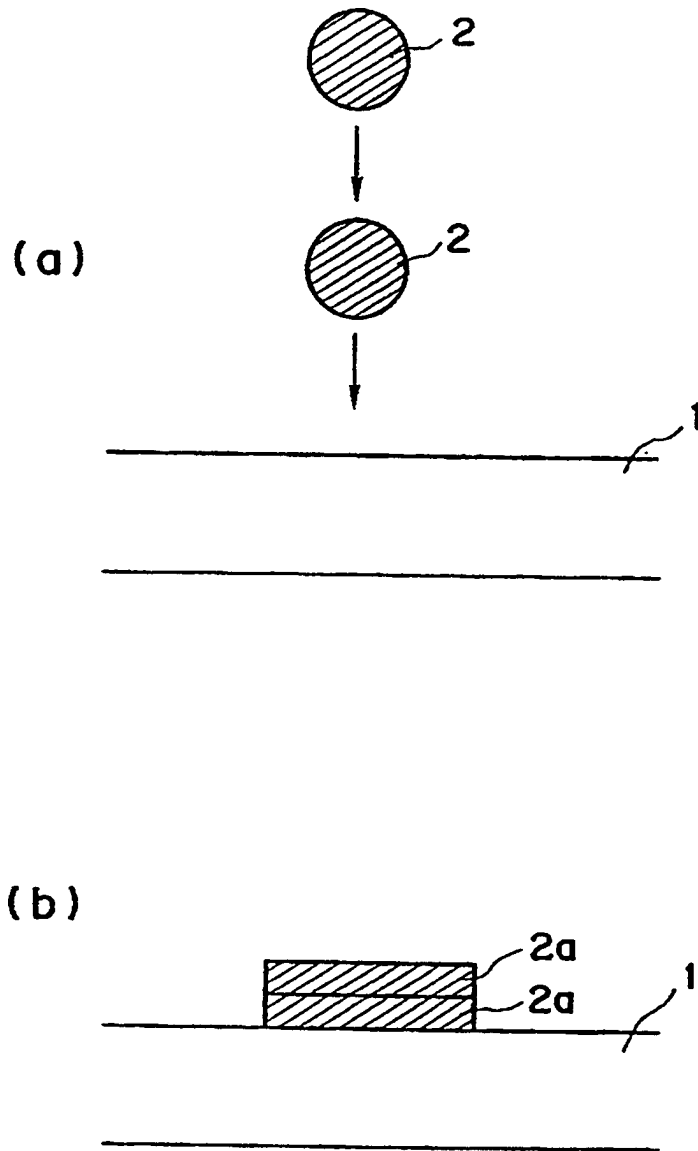


FIG. 7

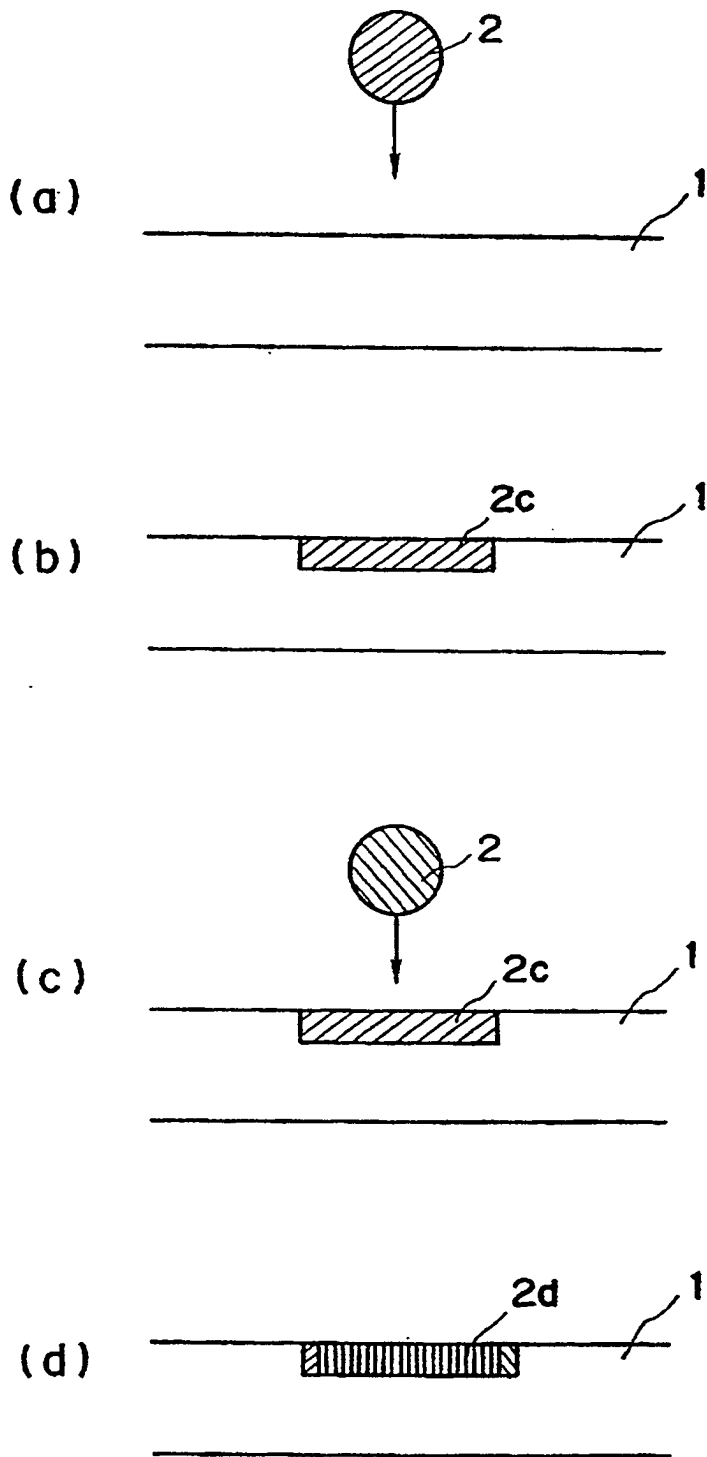


FIG. 8

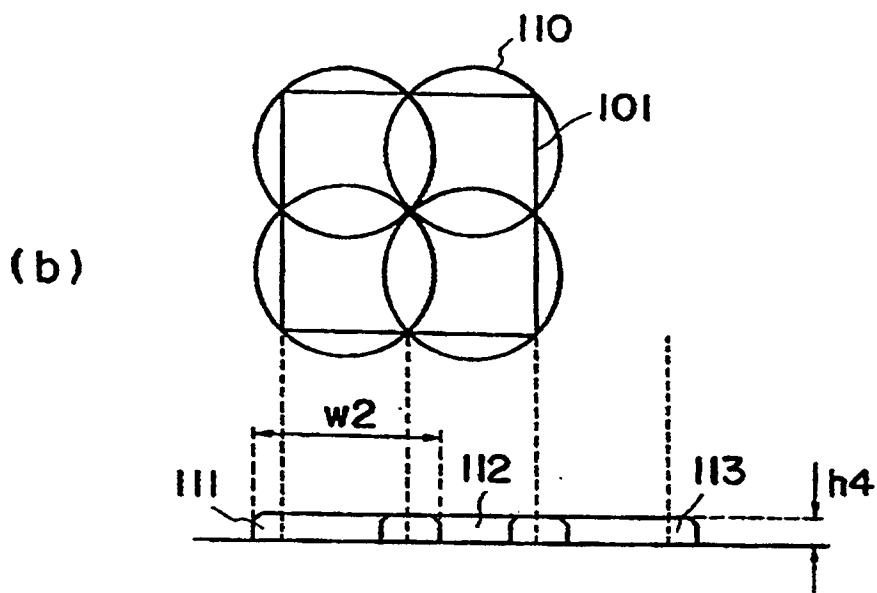
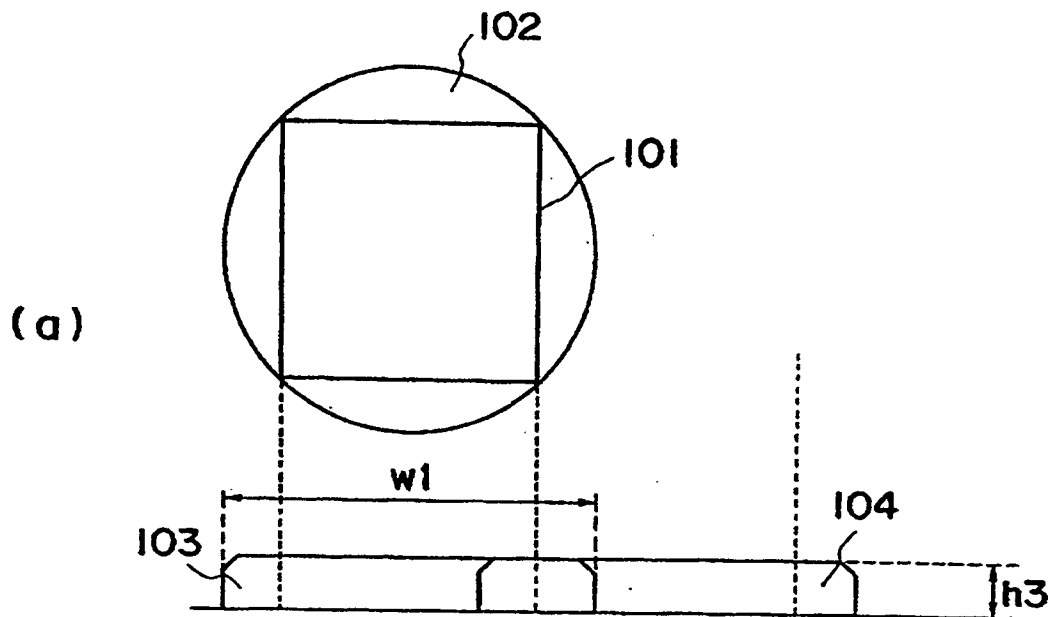


FIG. 9

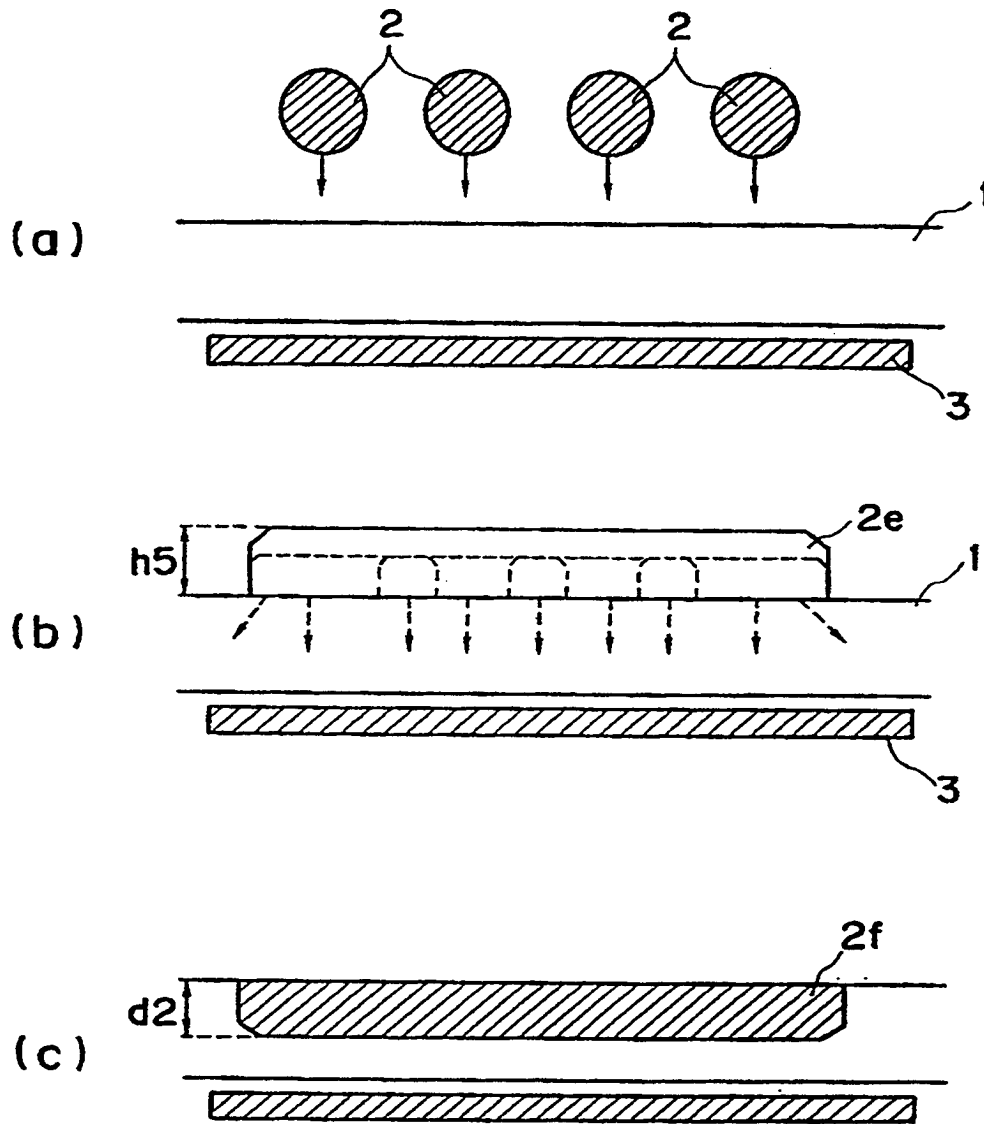


FIG. 10

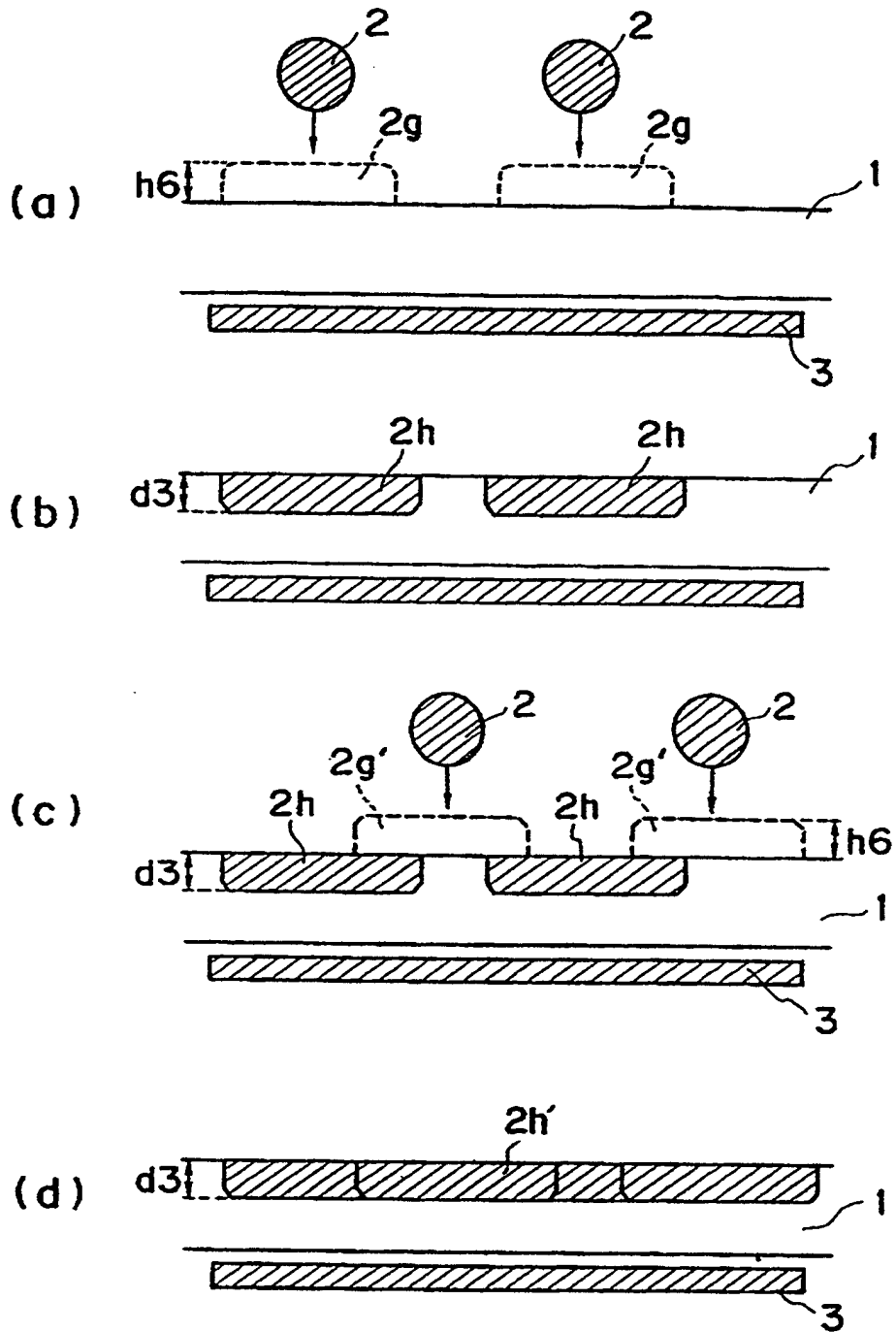


FIG. II

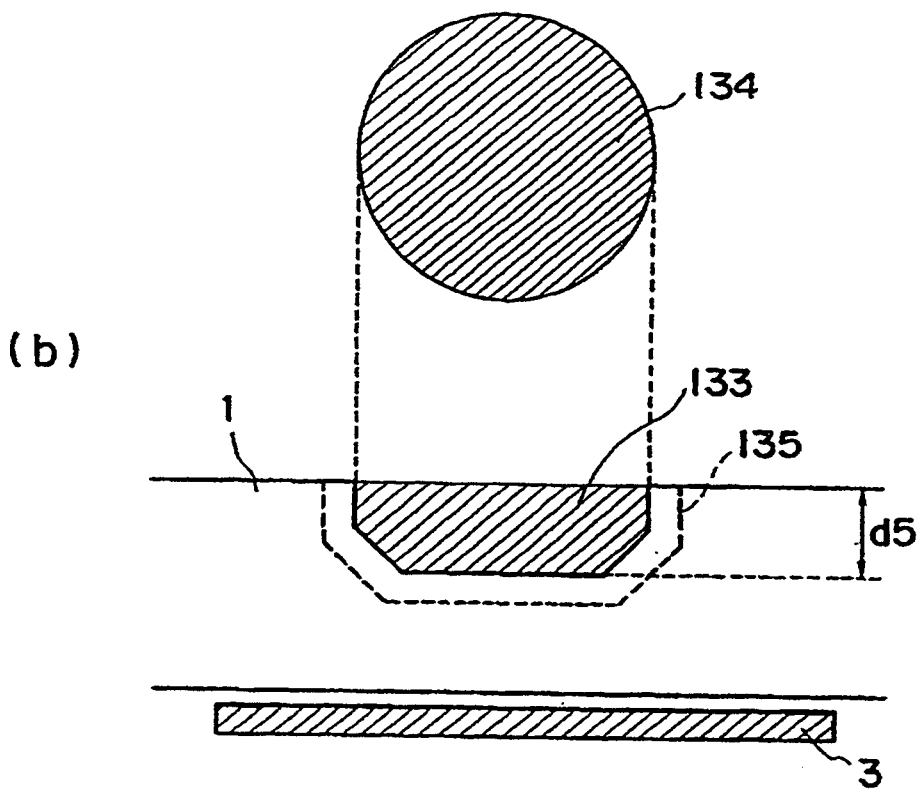
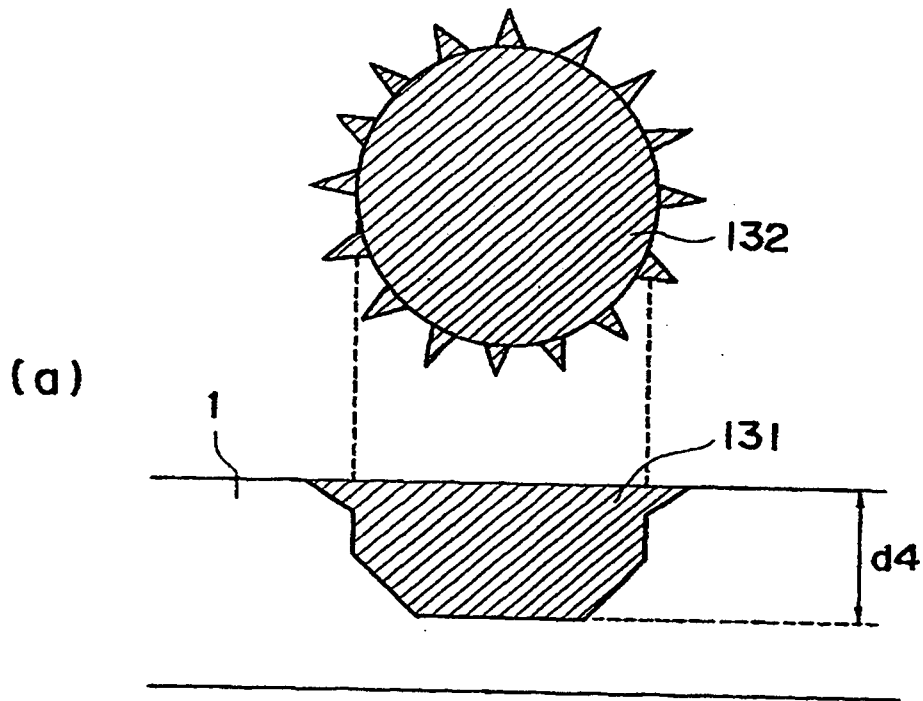


FIG. 12

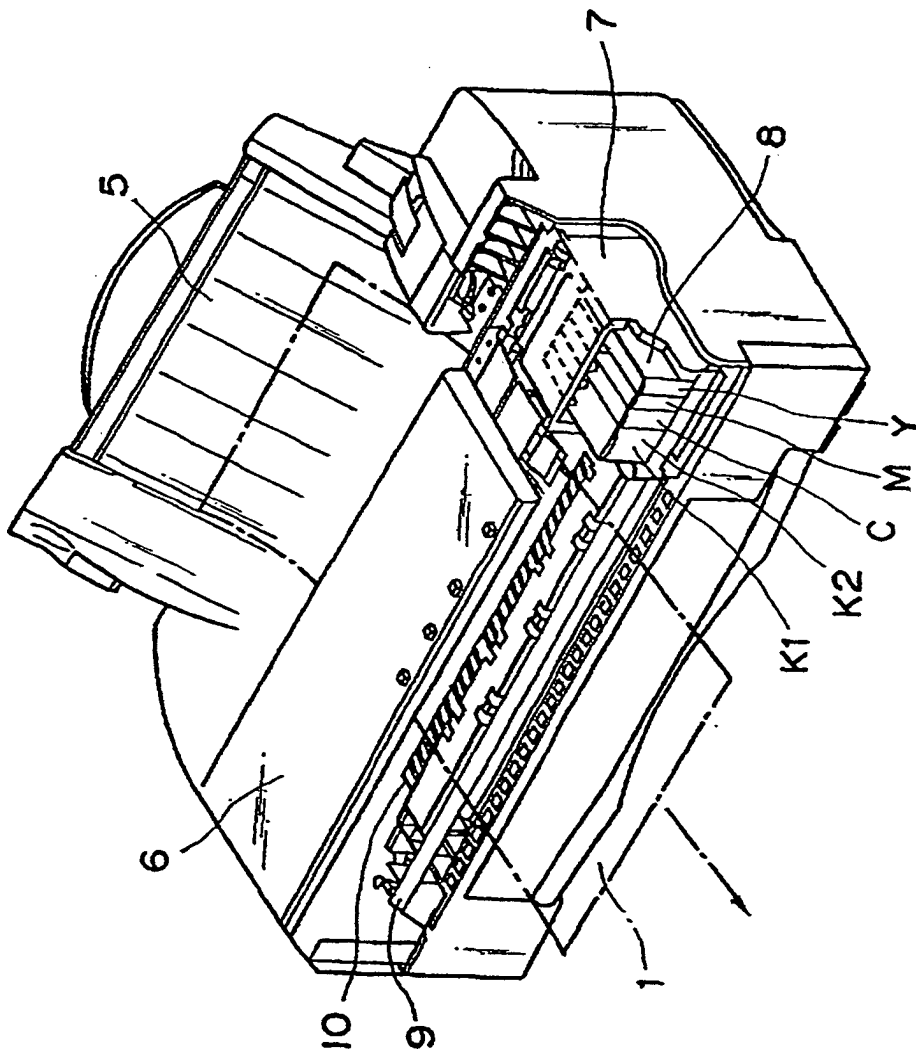


FIG. 13

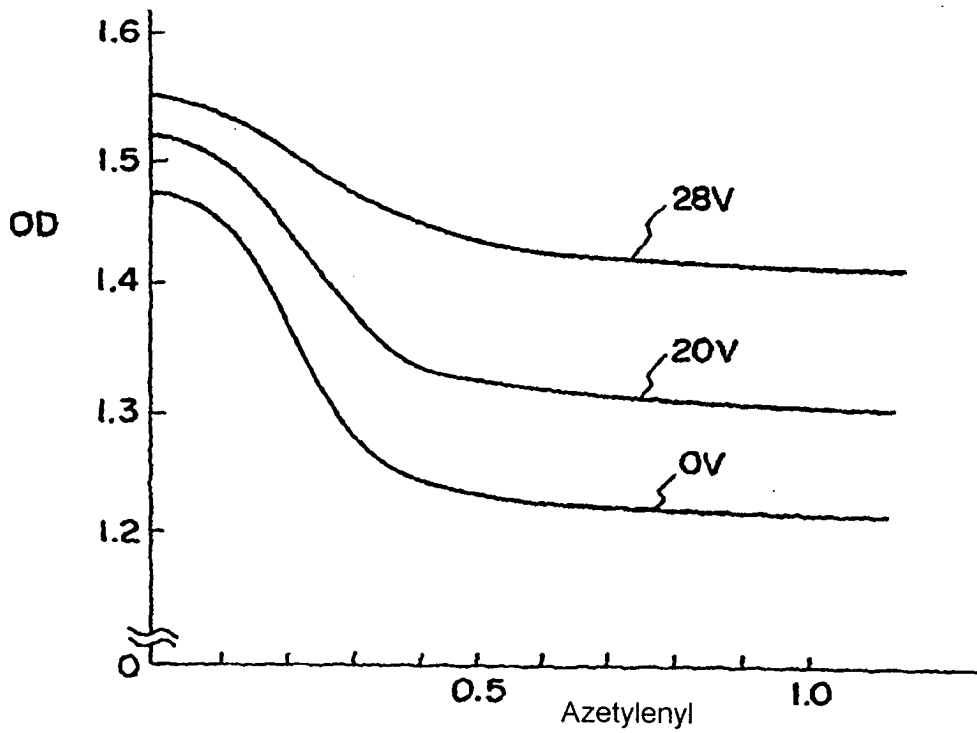


FIG. 14

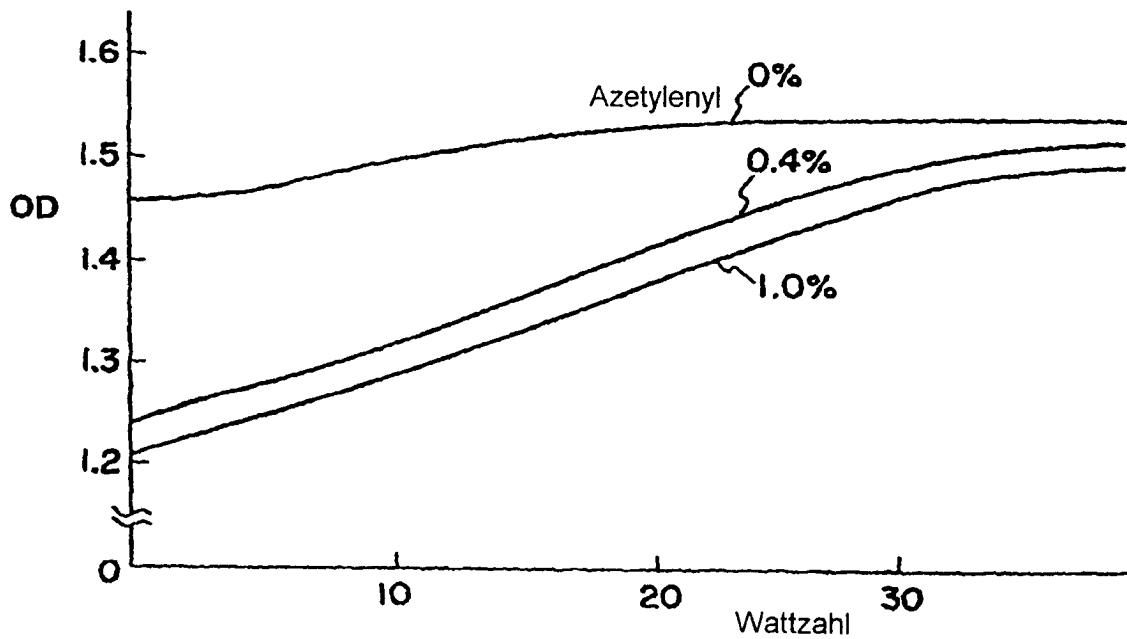


FIG. 15

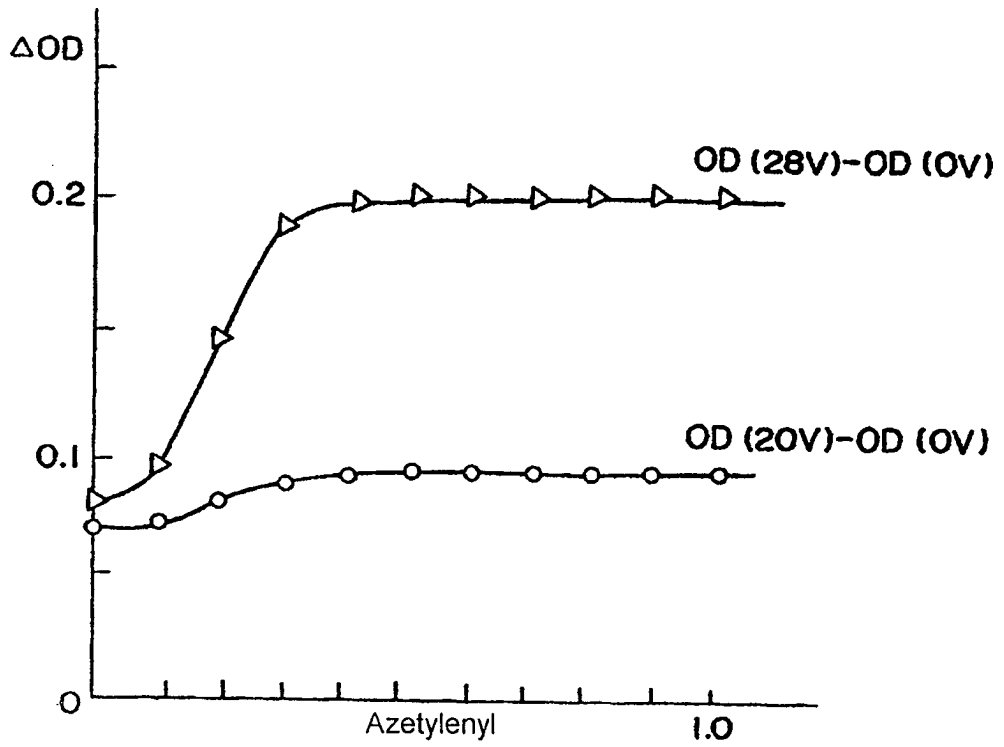


FIG. 16

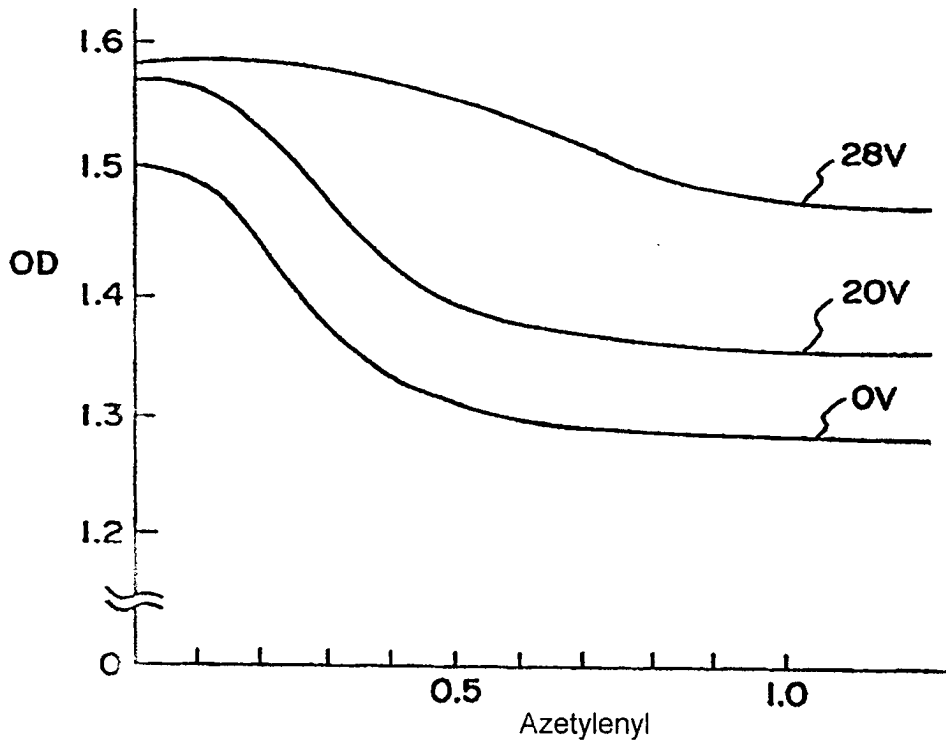


FIG. 17

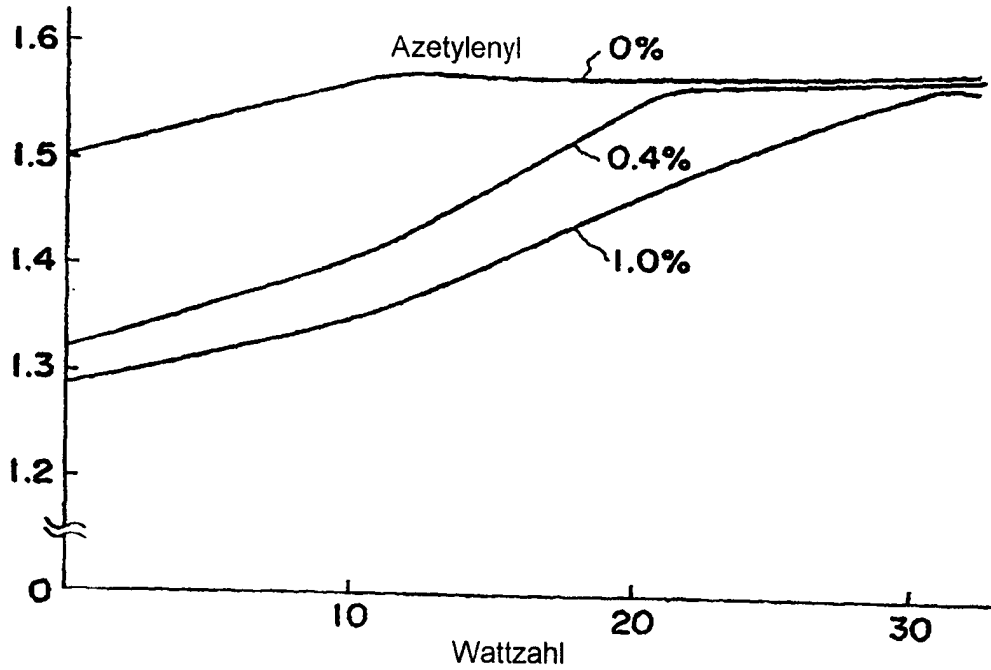


FIG. 18

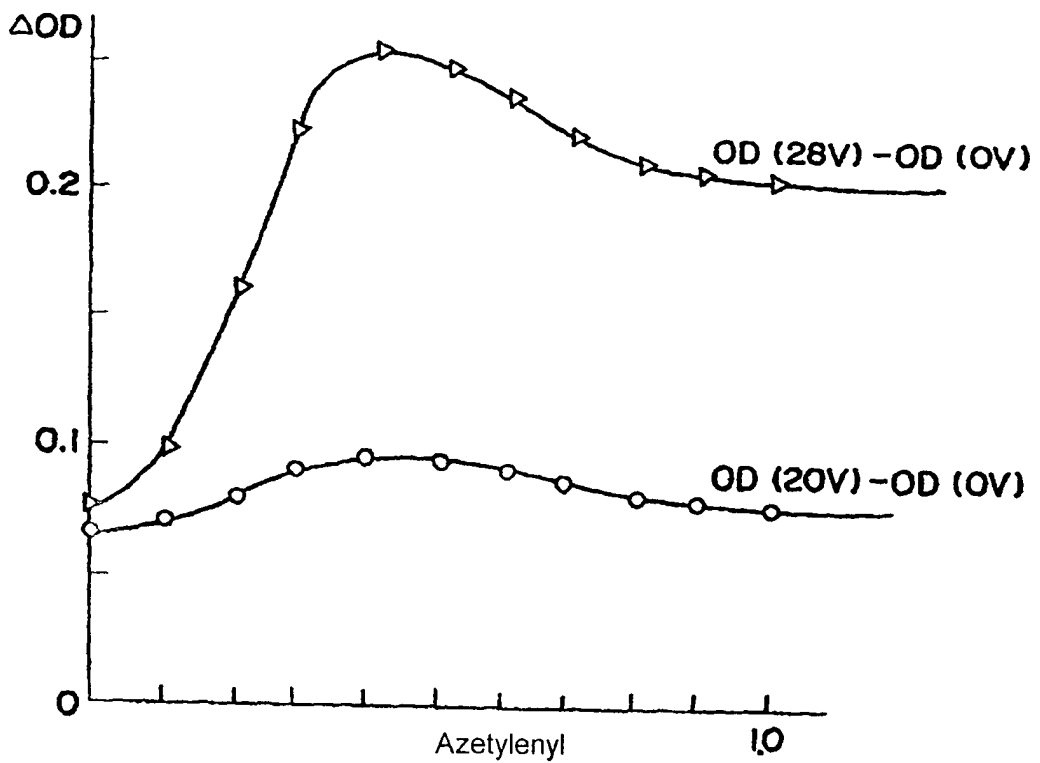


FIG. 19

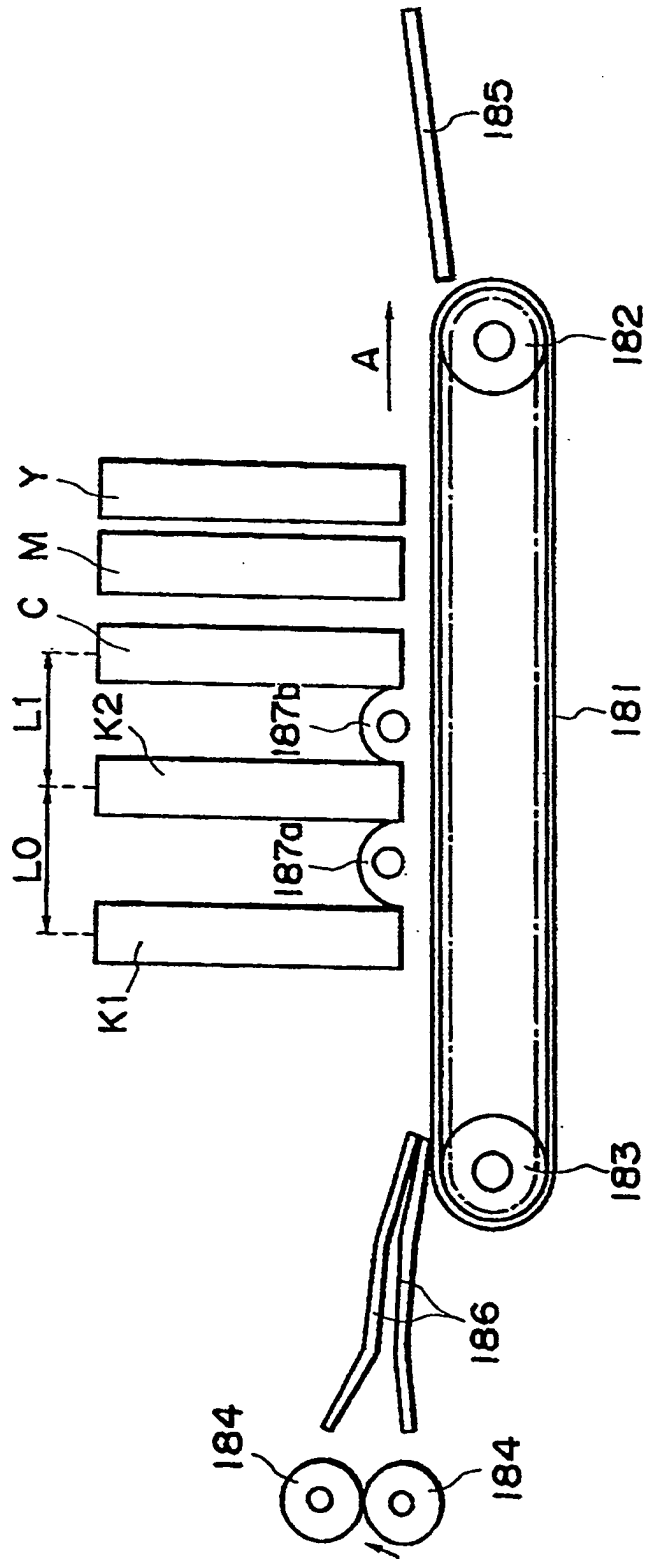


FIG. 20

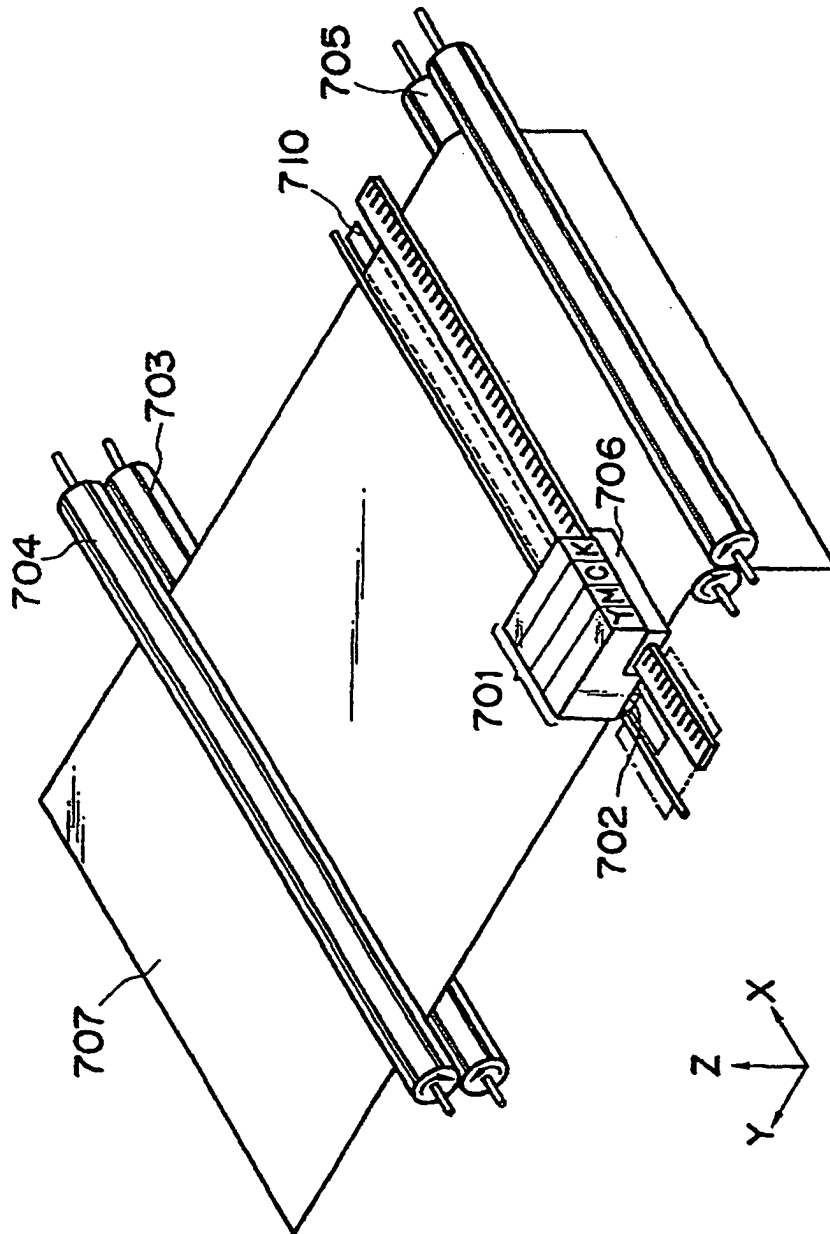


FIG. 21

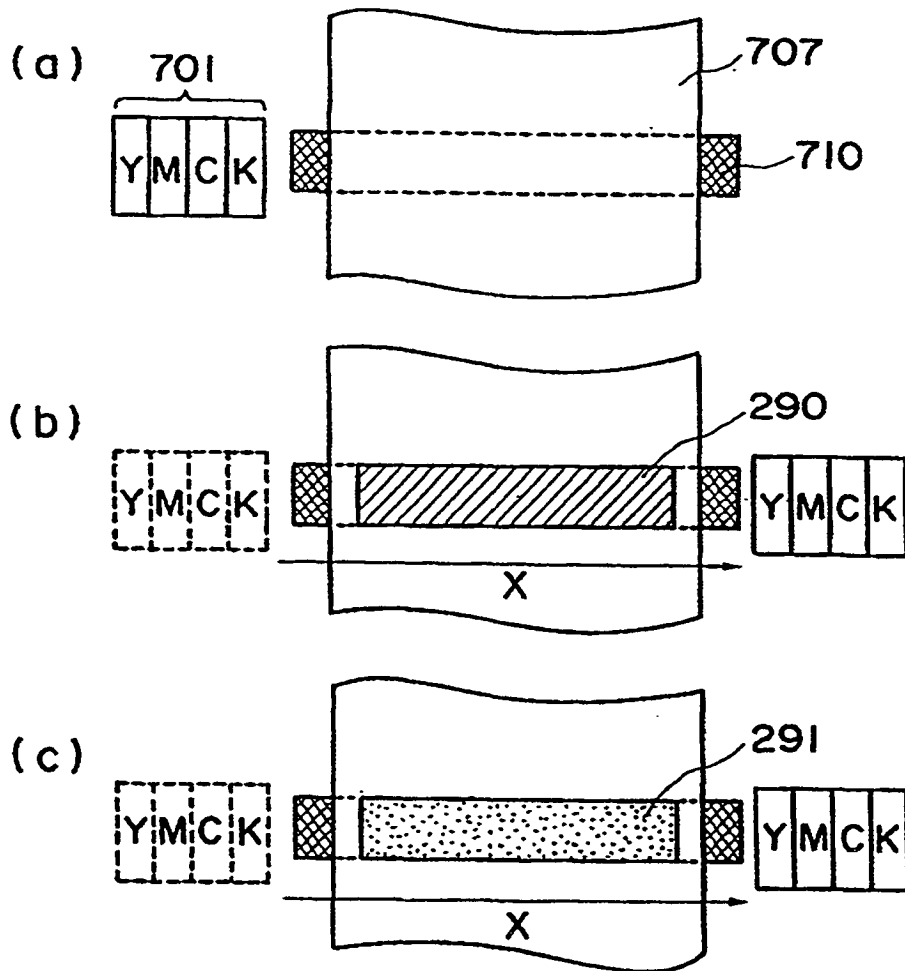
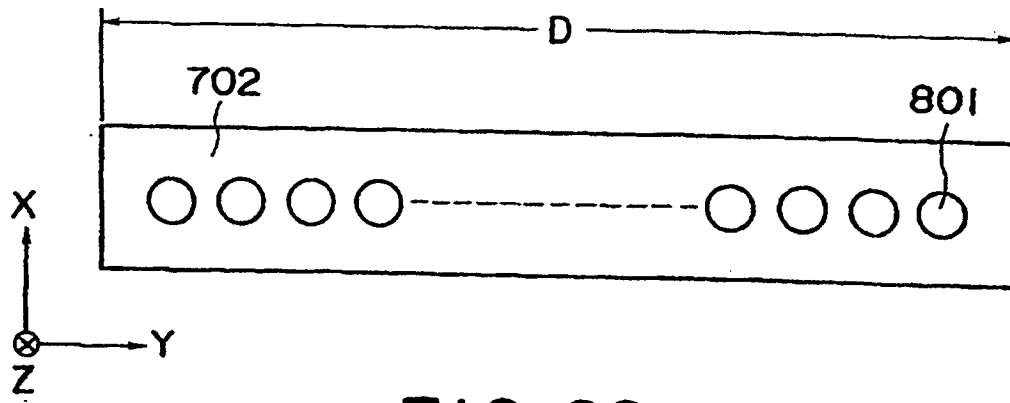


FIG. 23

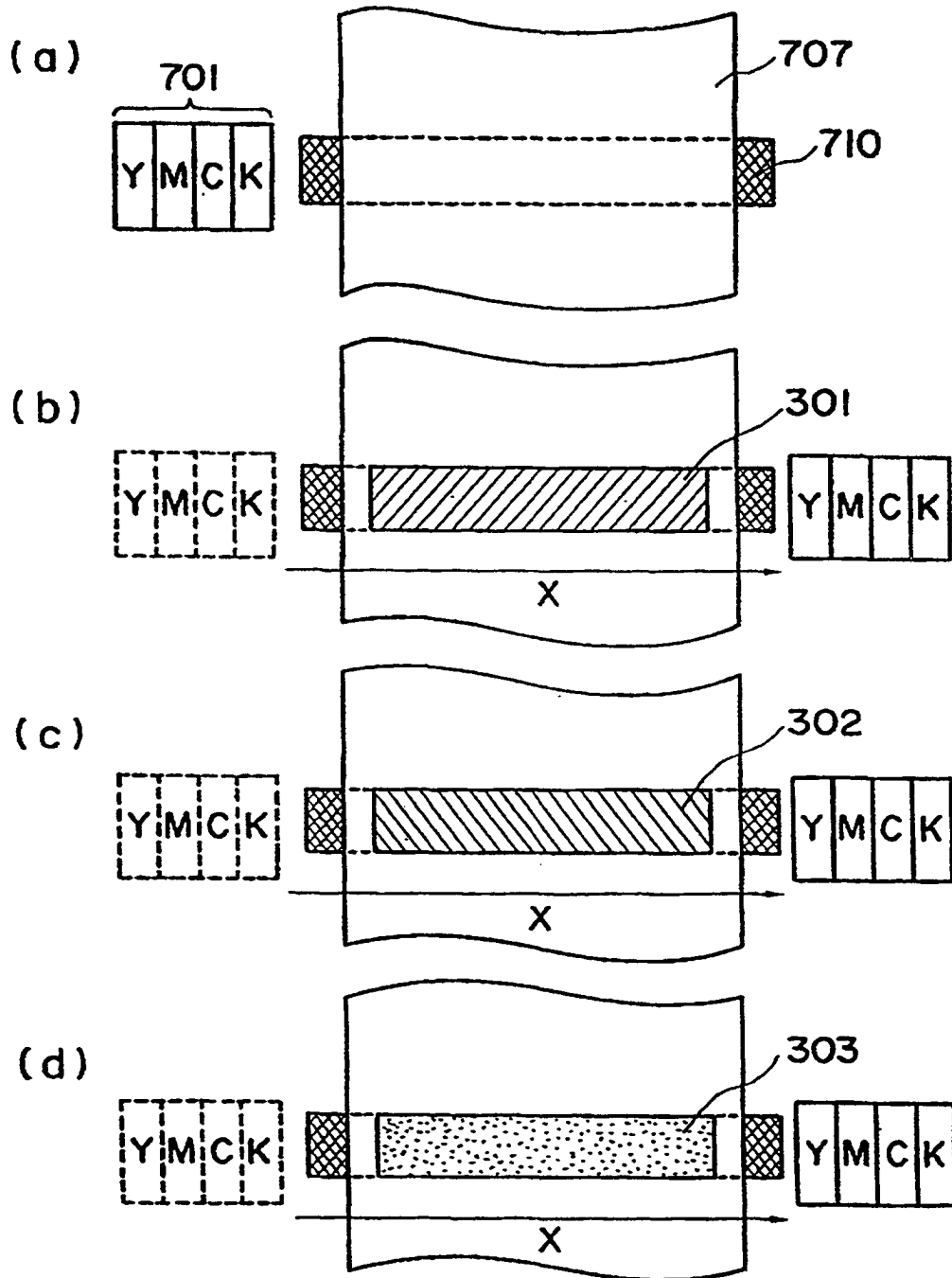


FIG. 24

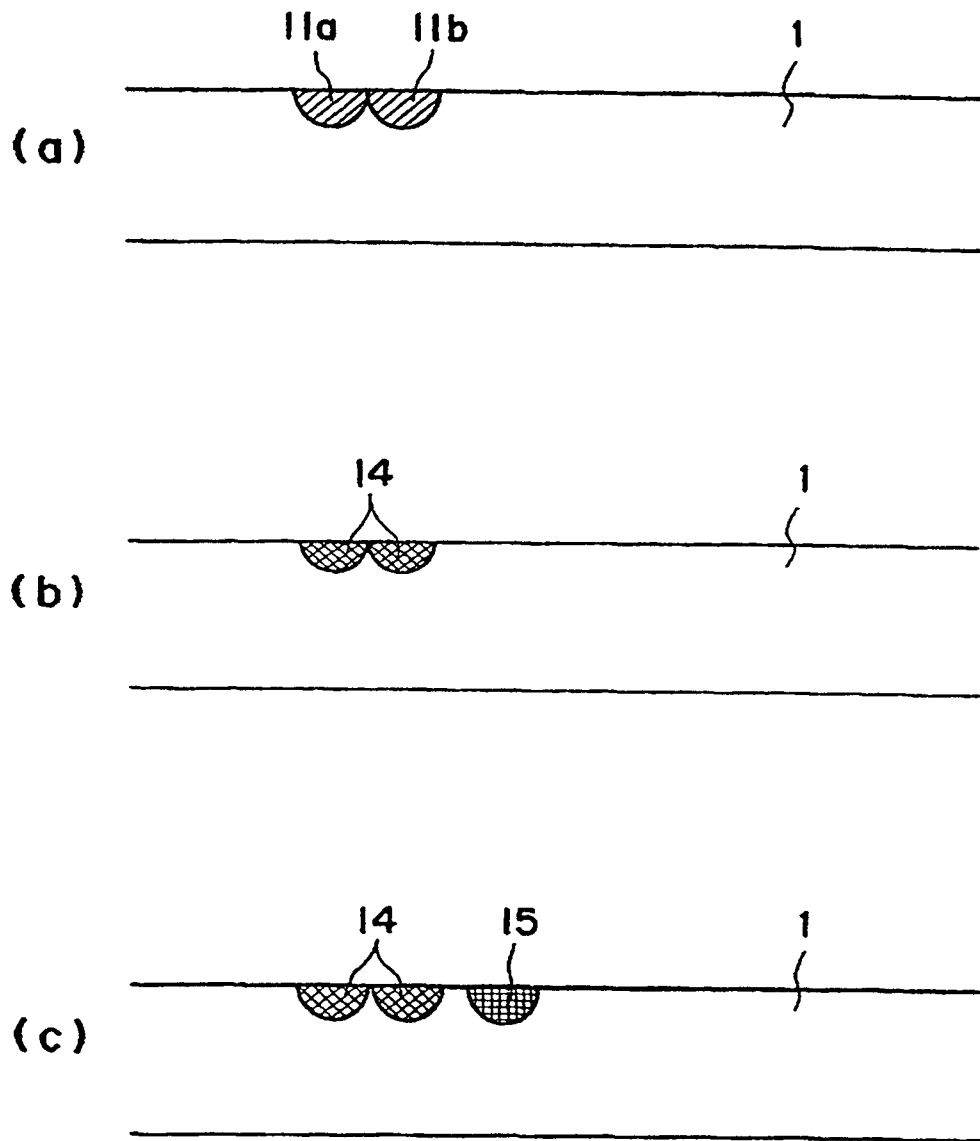


FIG. 25

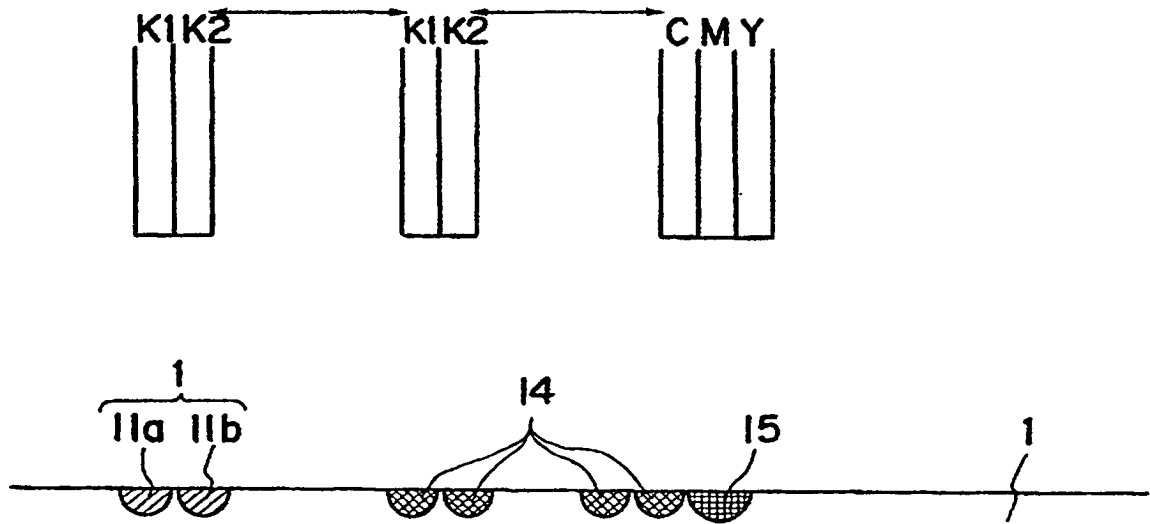


FIG. 26

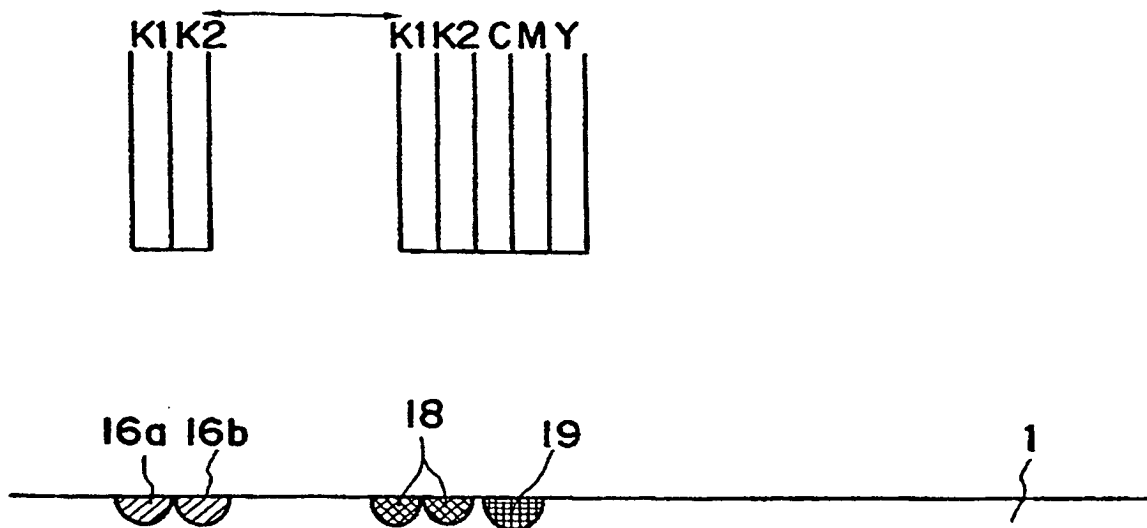


FIG. 27

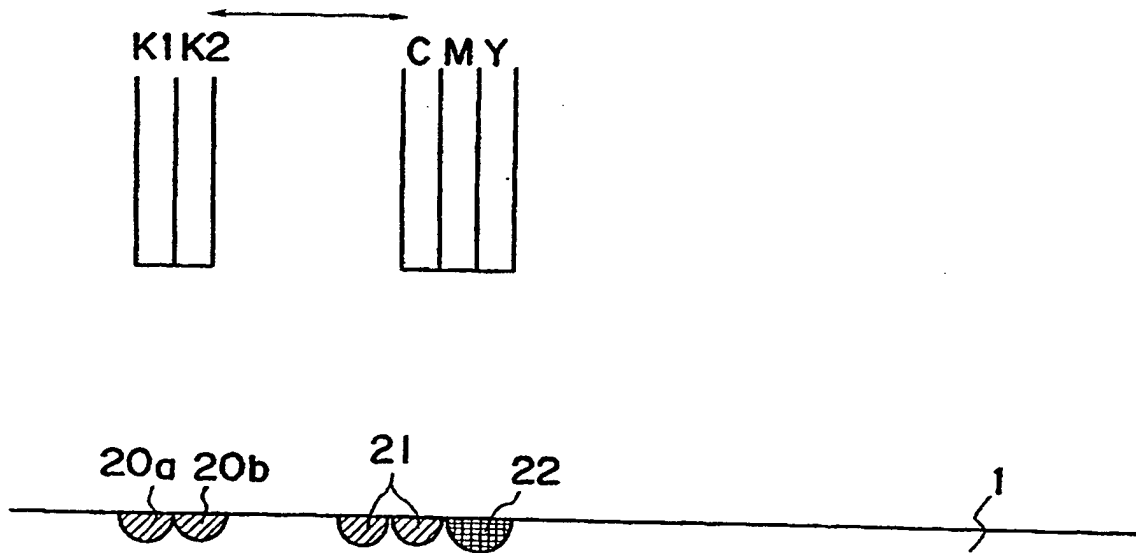


FIG. 28

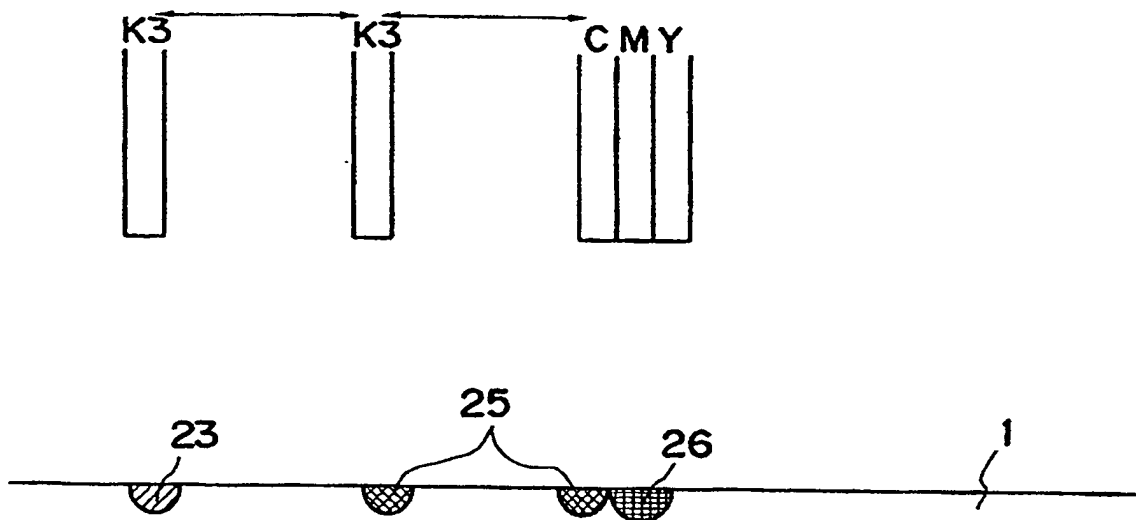


FIG. 29

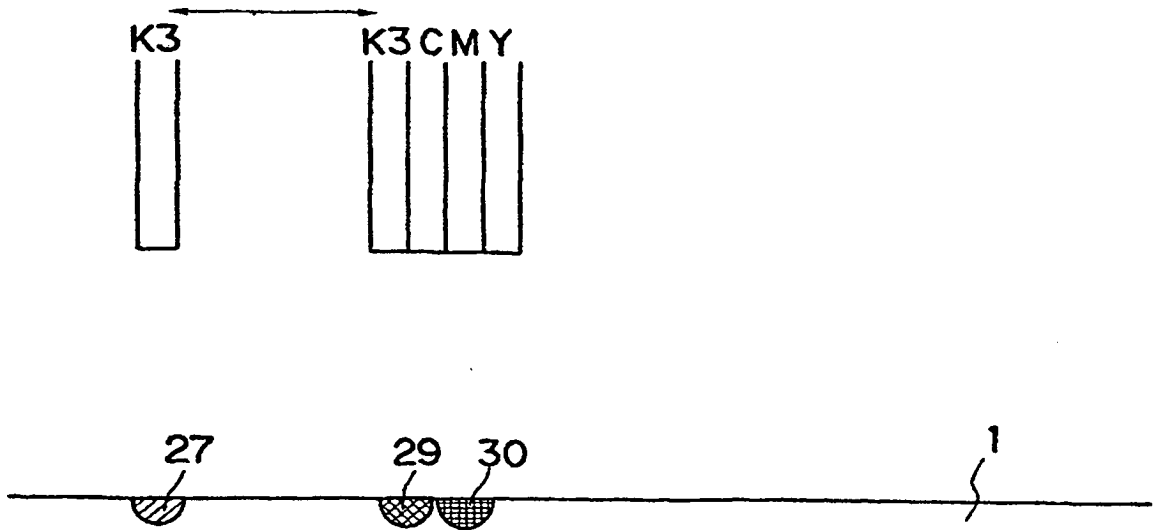


FIG. 30

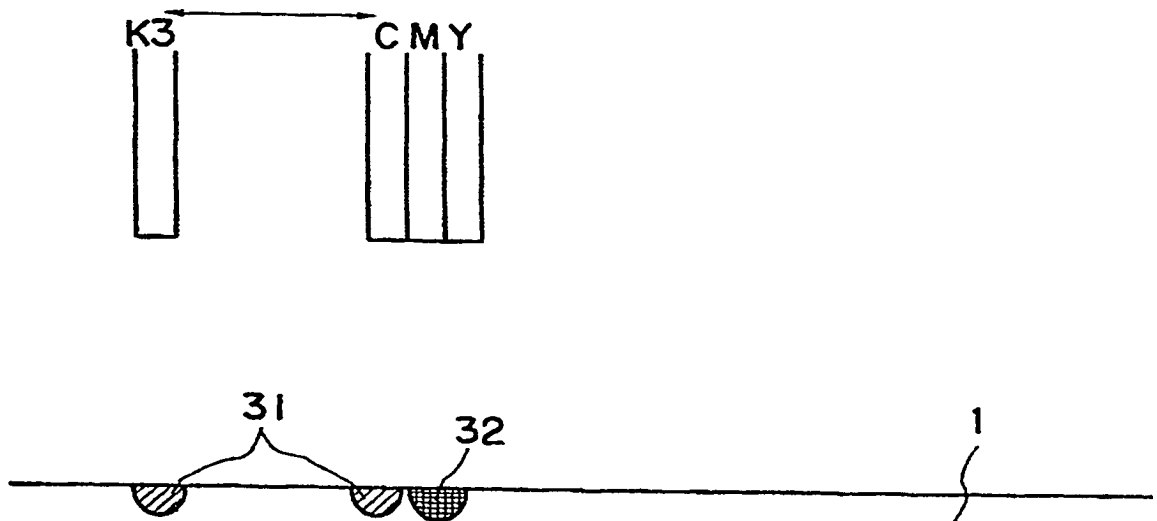


FIG. 31

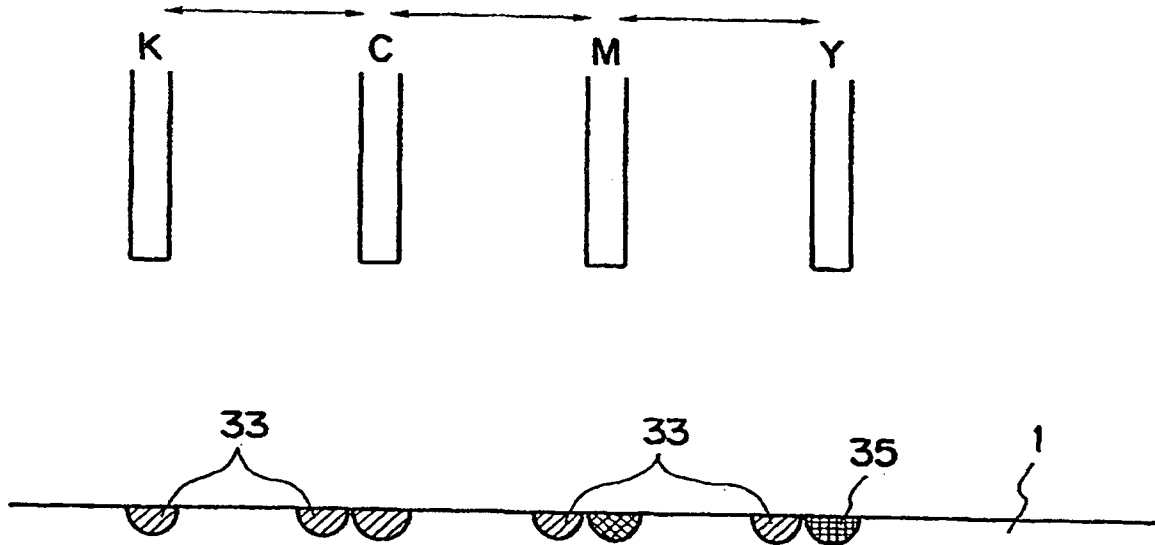


FIG. 32

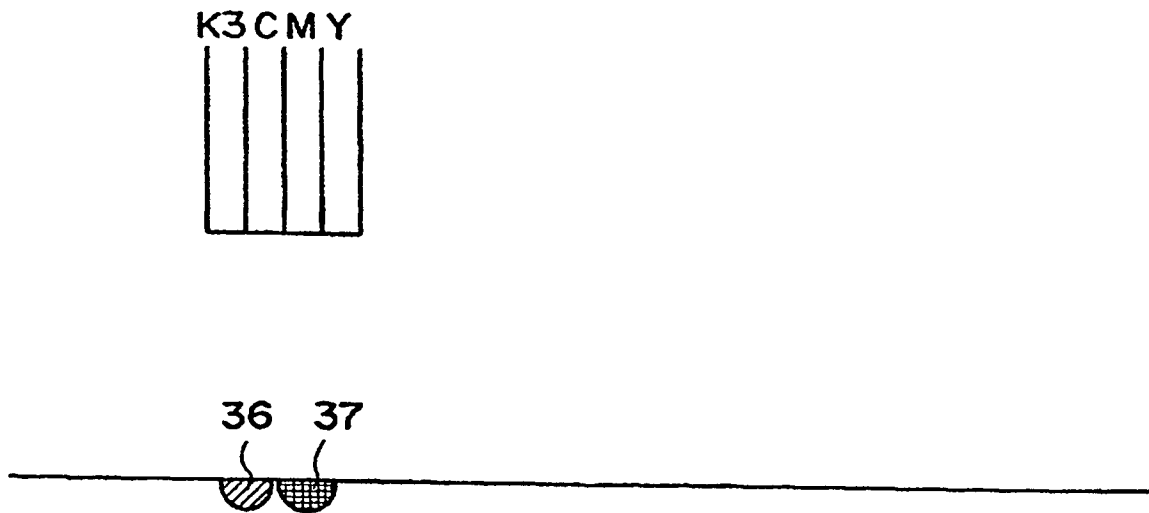


FIG. 33

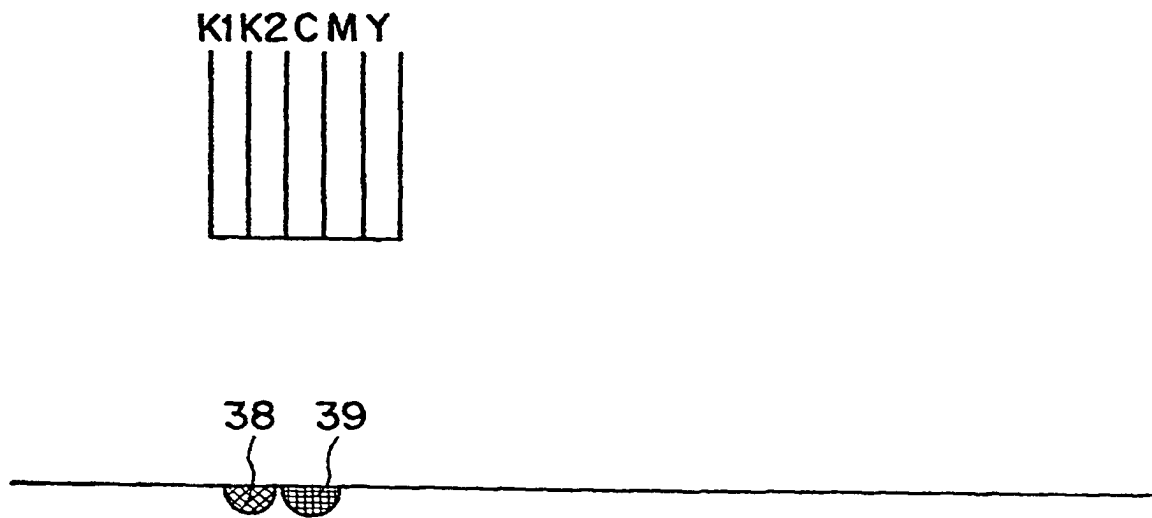


FIG. 34

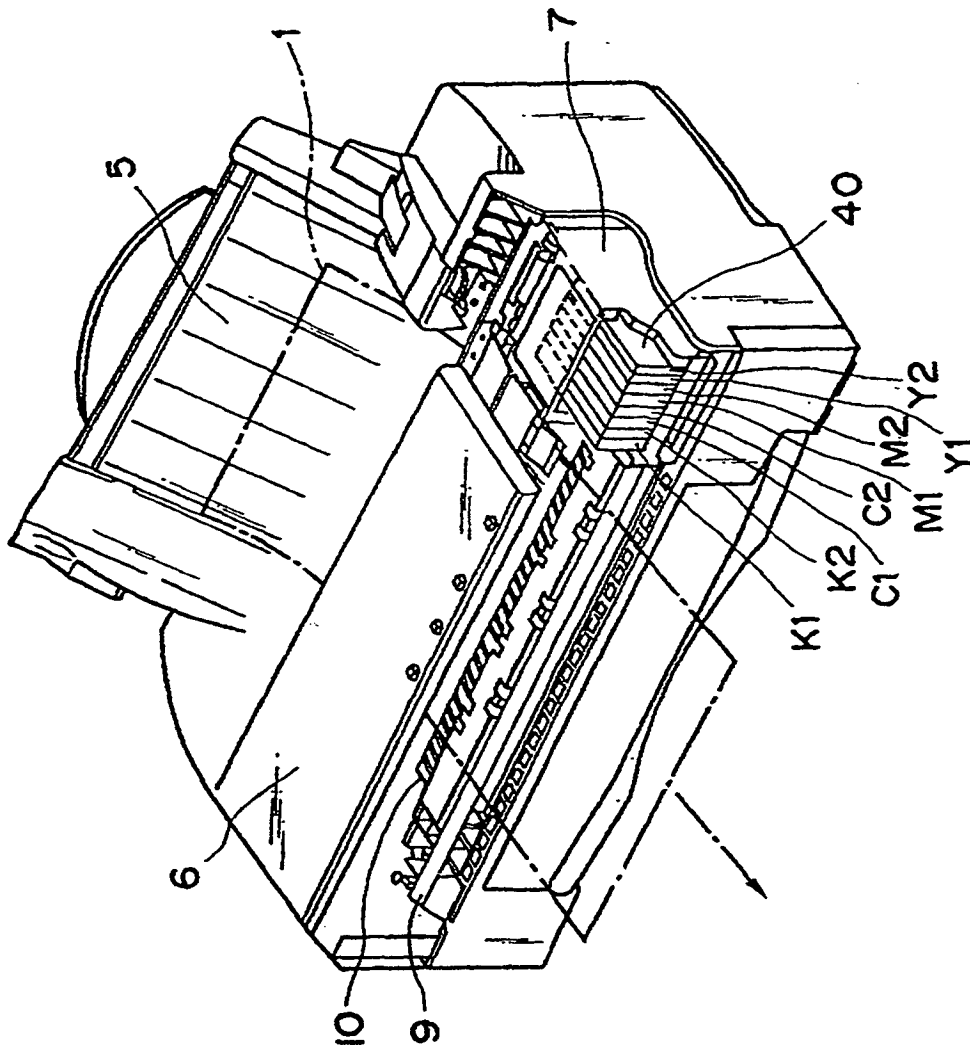


FIG. 35

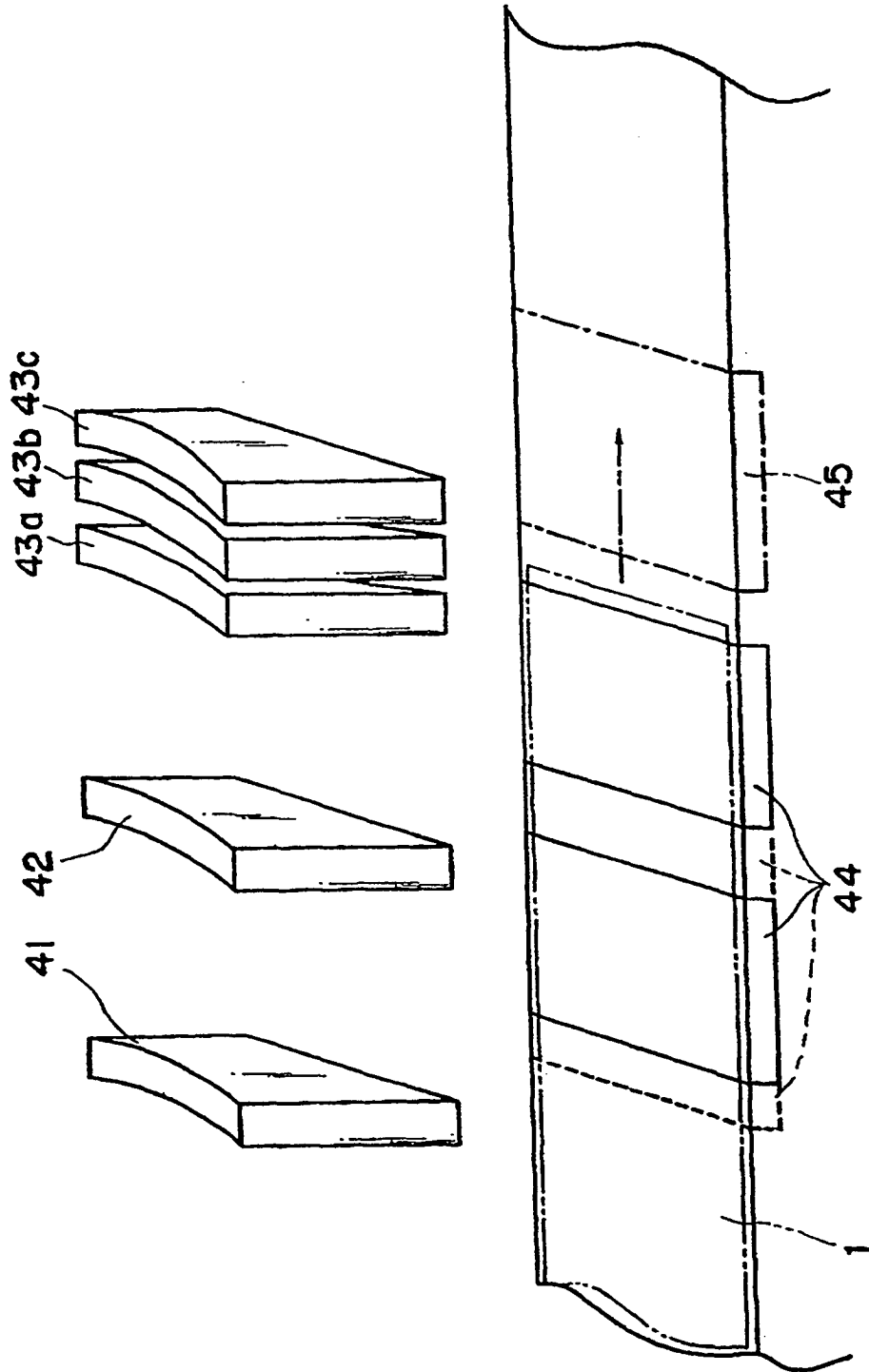


FIG. 36

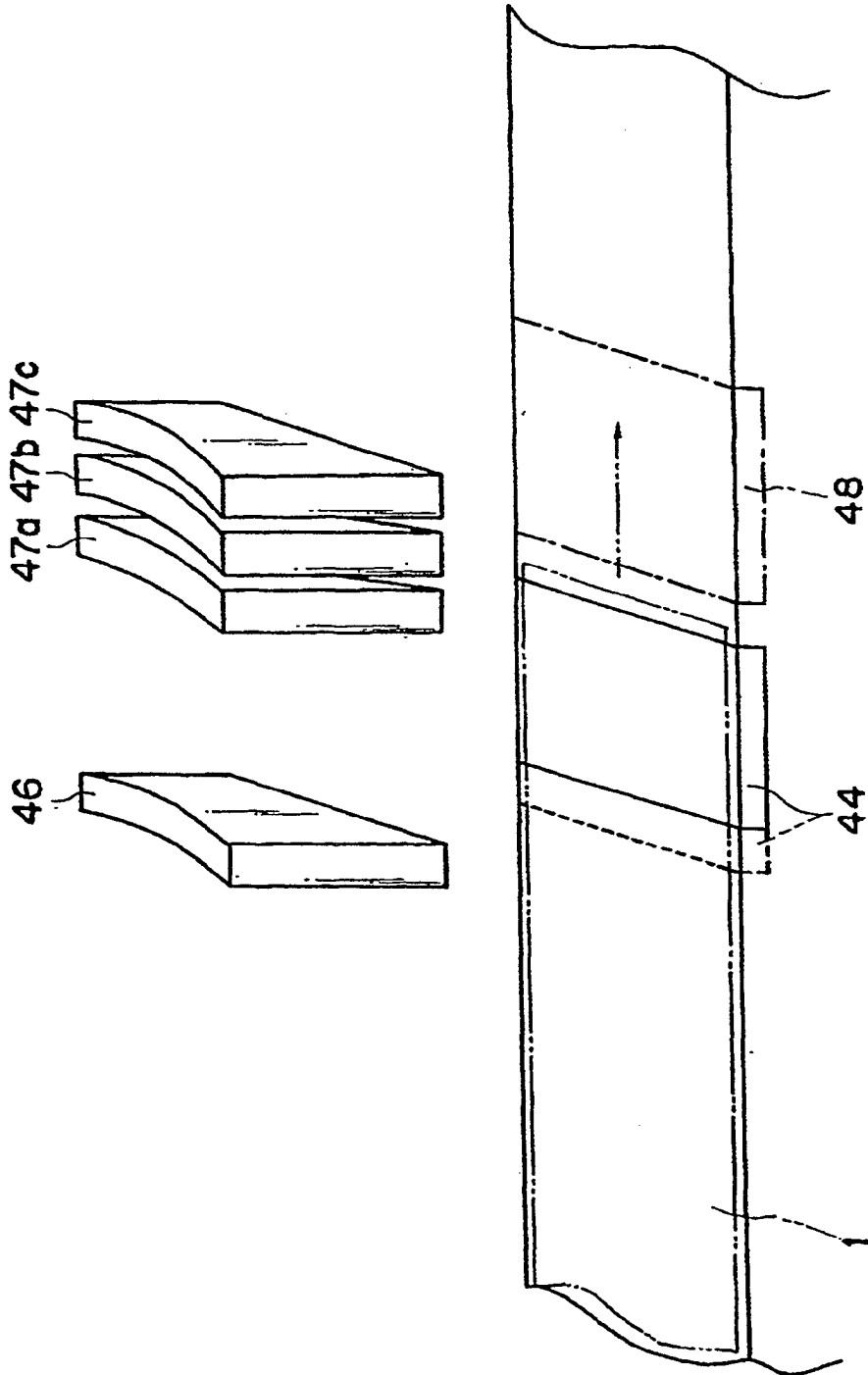


FIG. 37

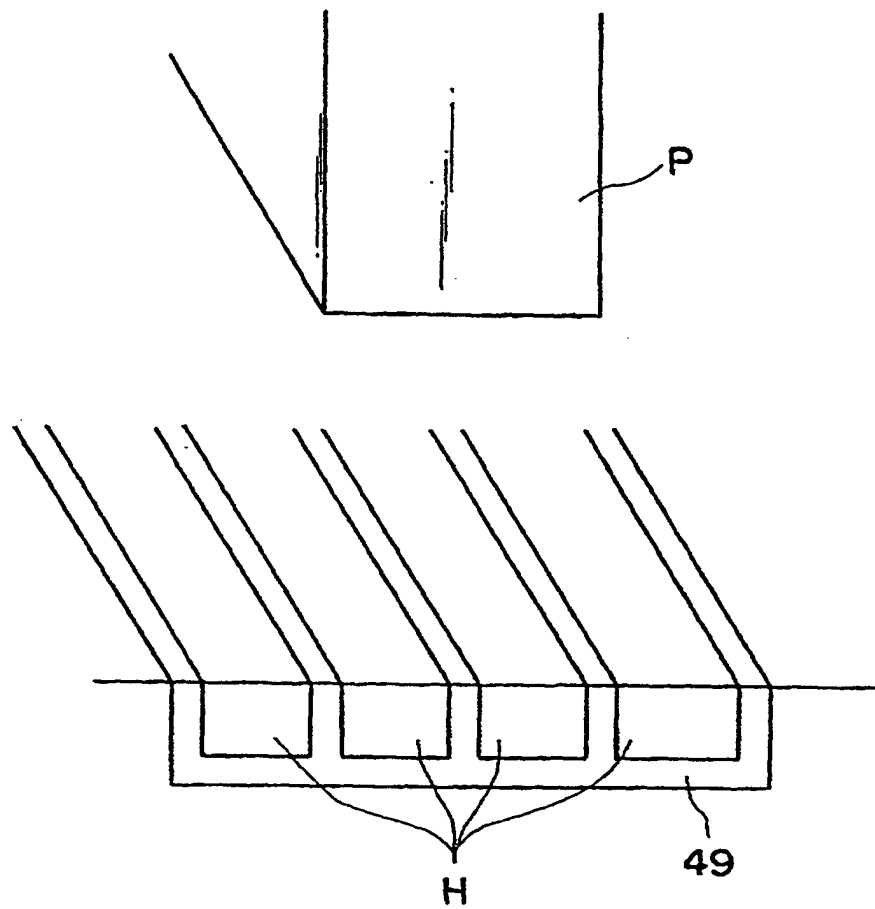


FIG. 38

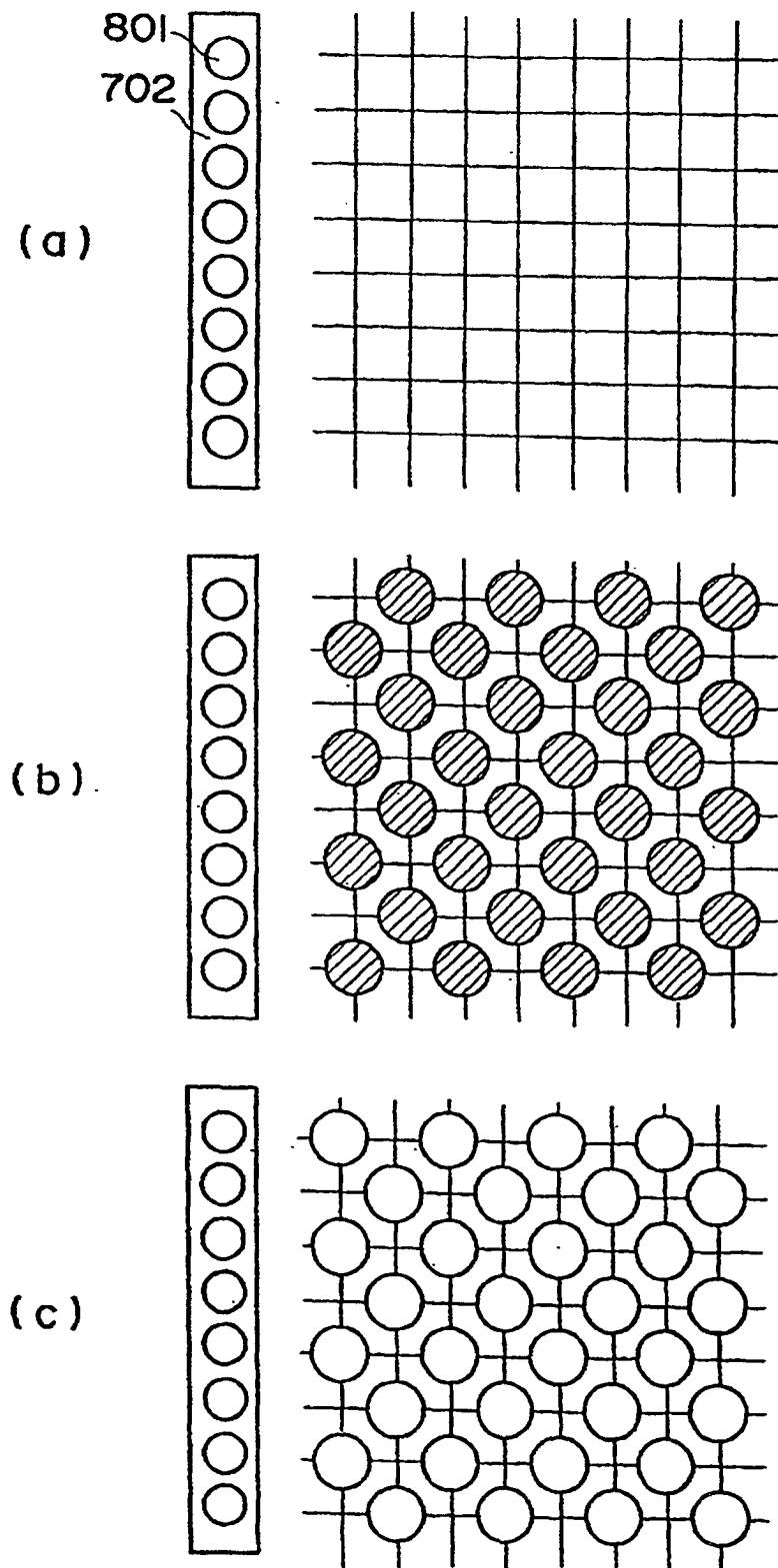


FIG. 39

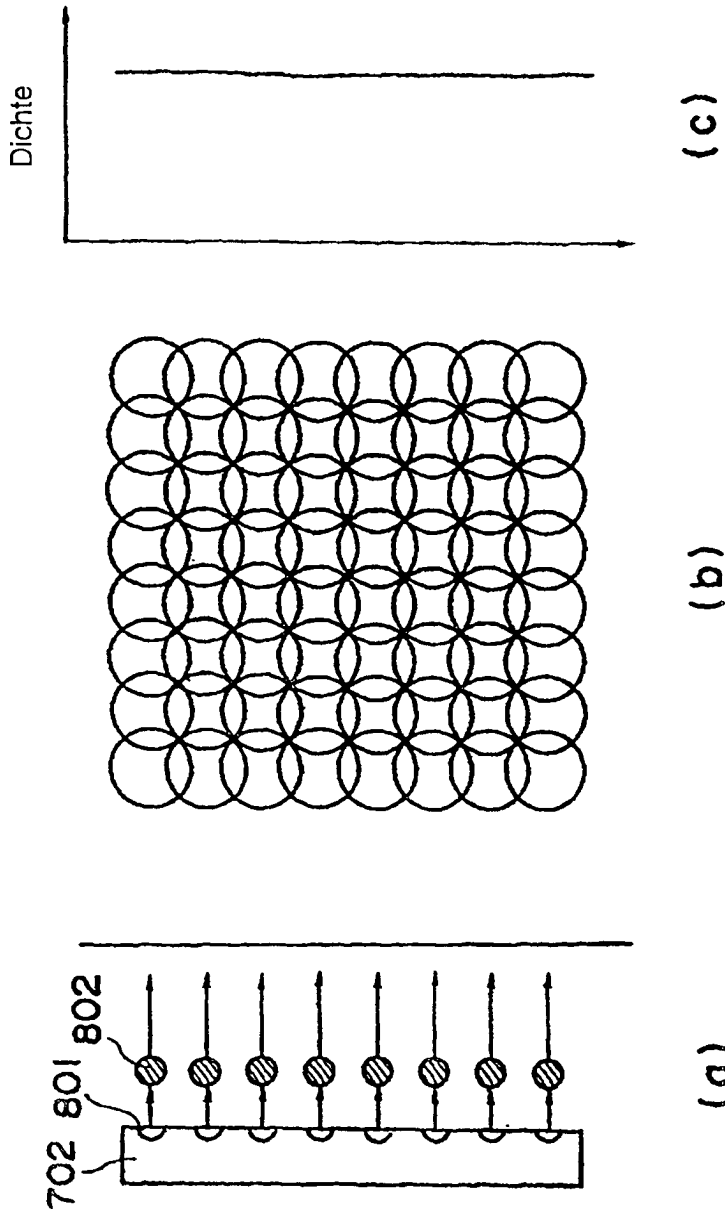


FIG. 40

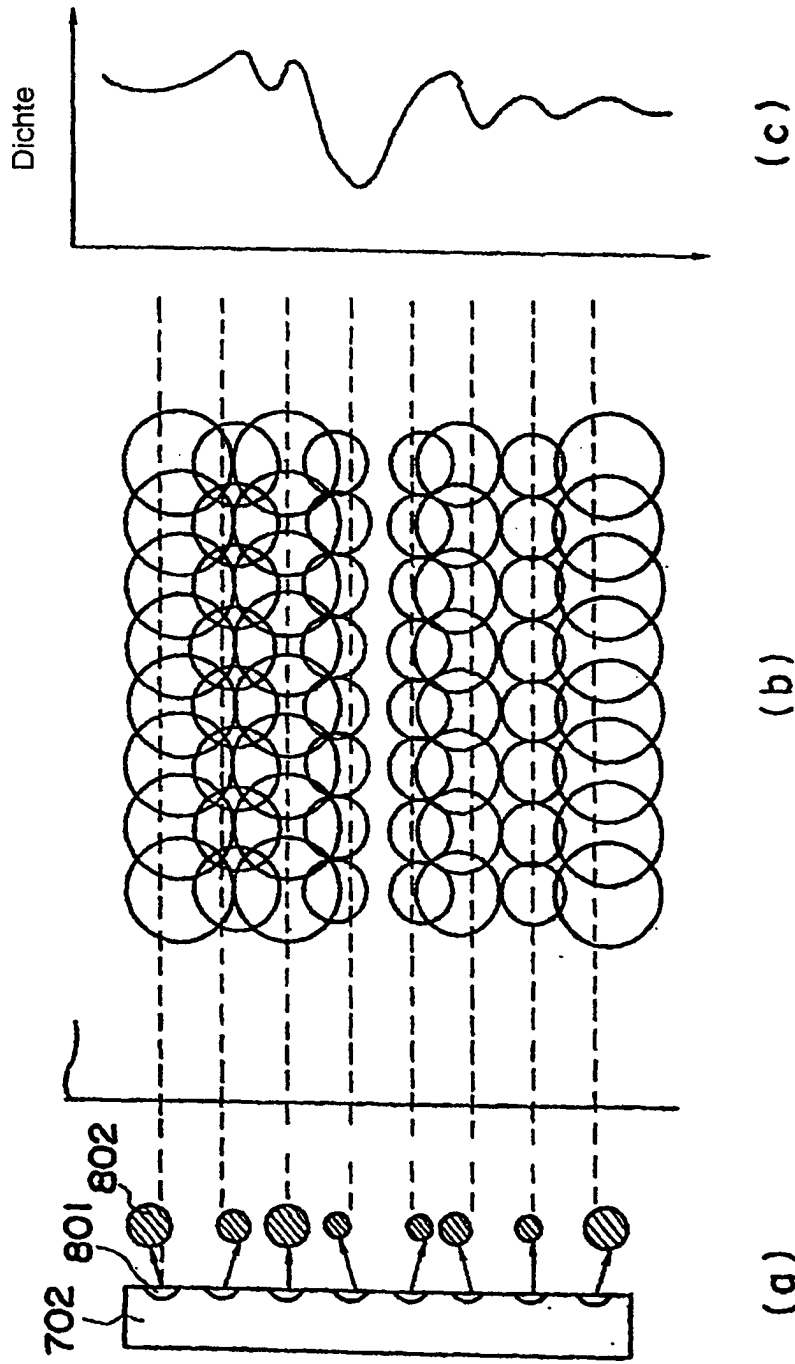


FIG. 41

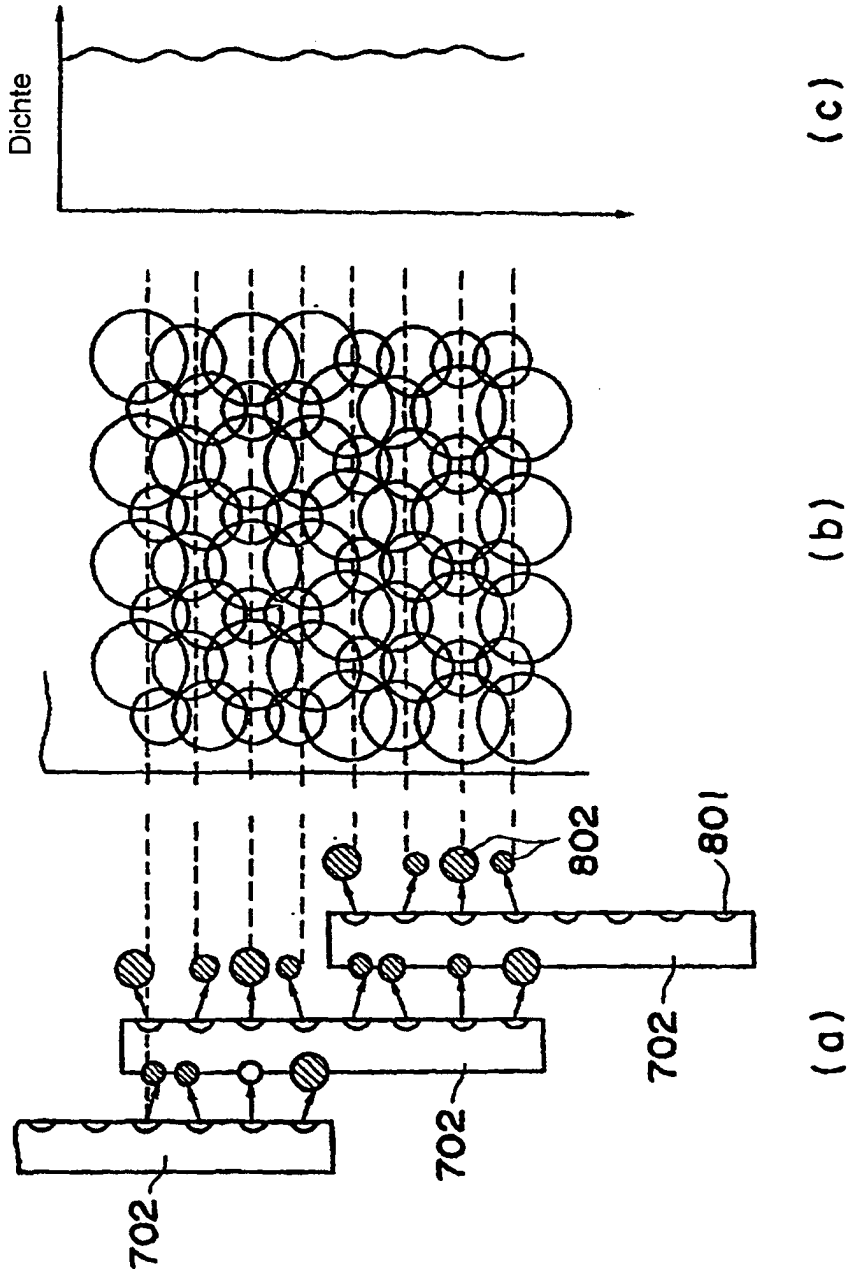


FIG. 42

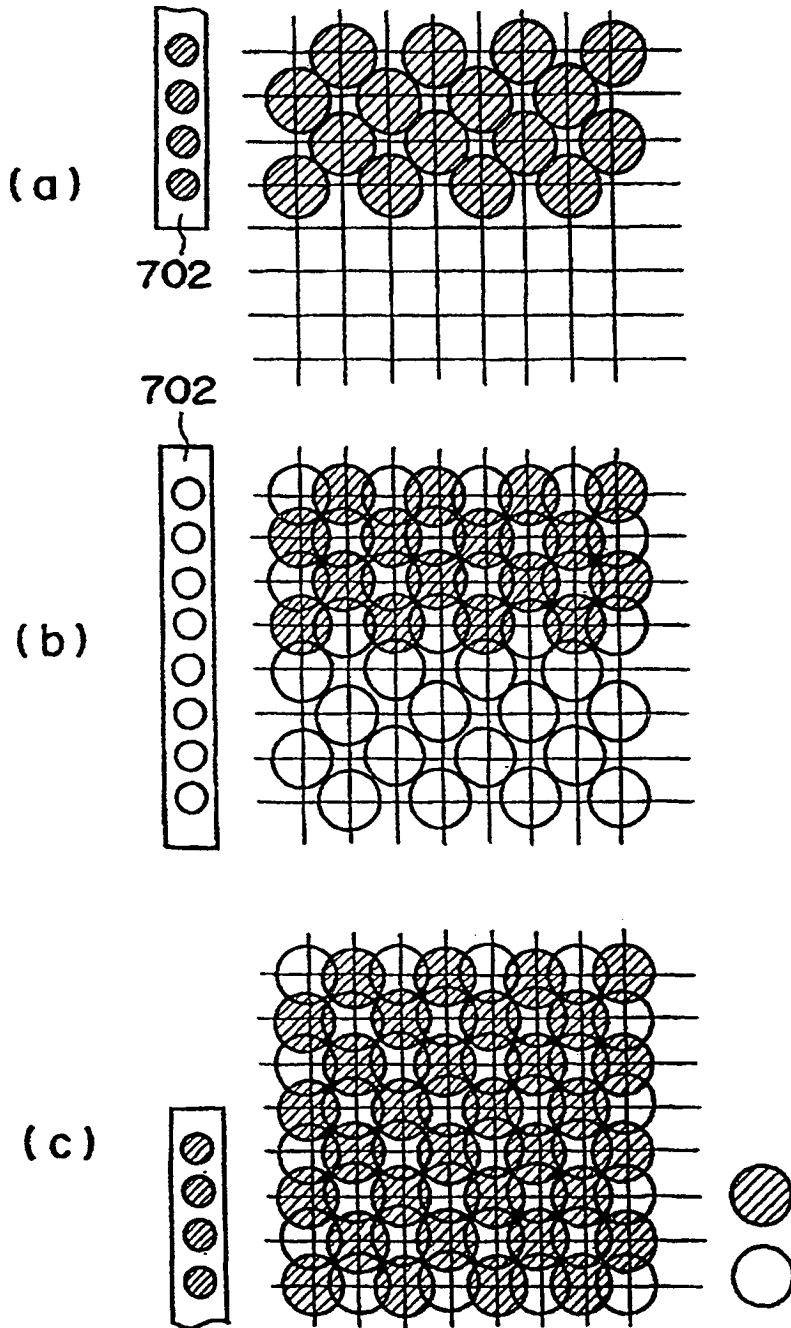


FIG. 43

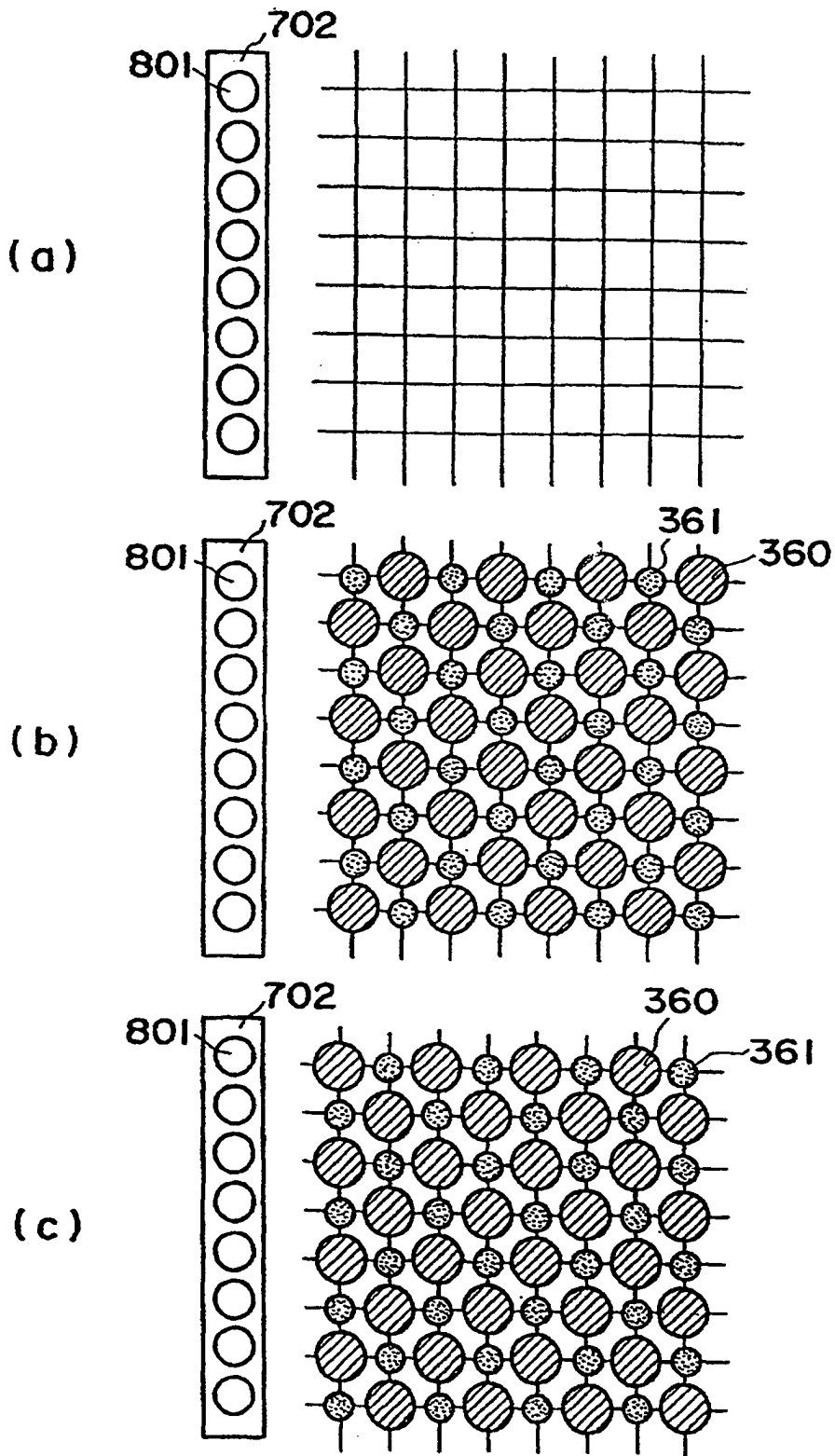


FIG. 44

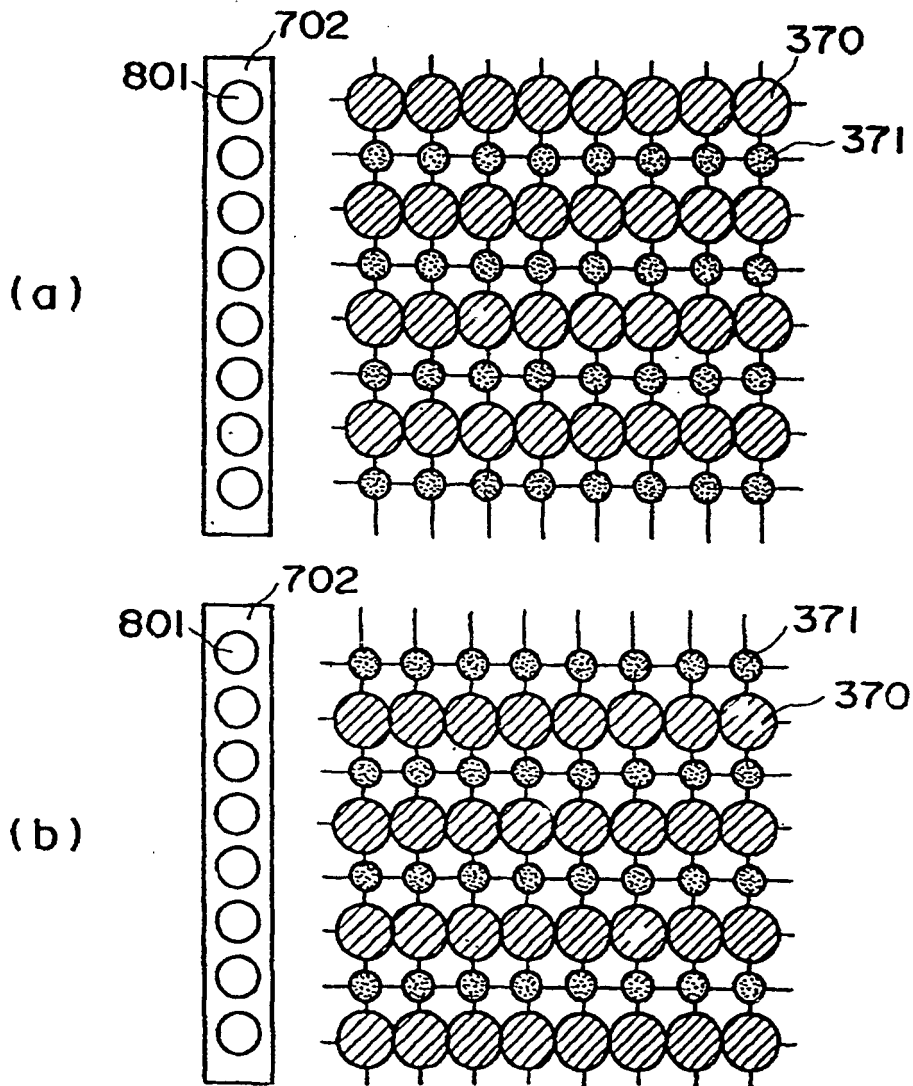


FIG. 45

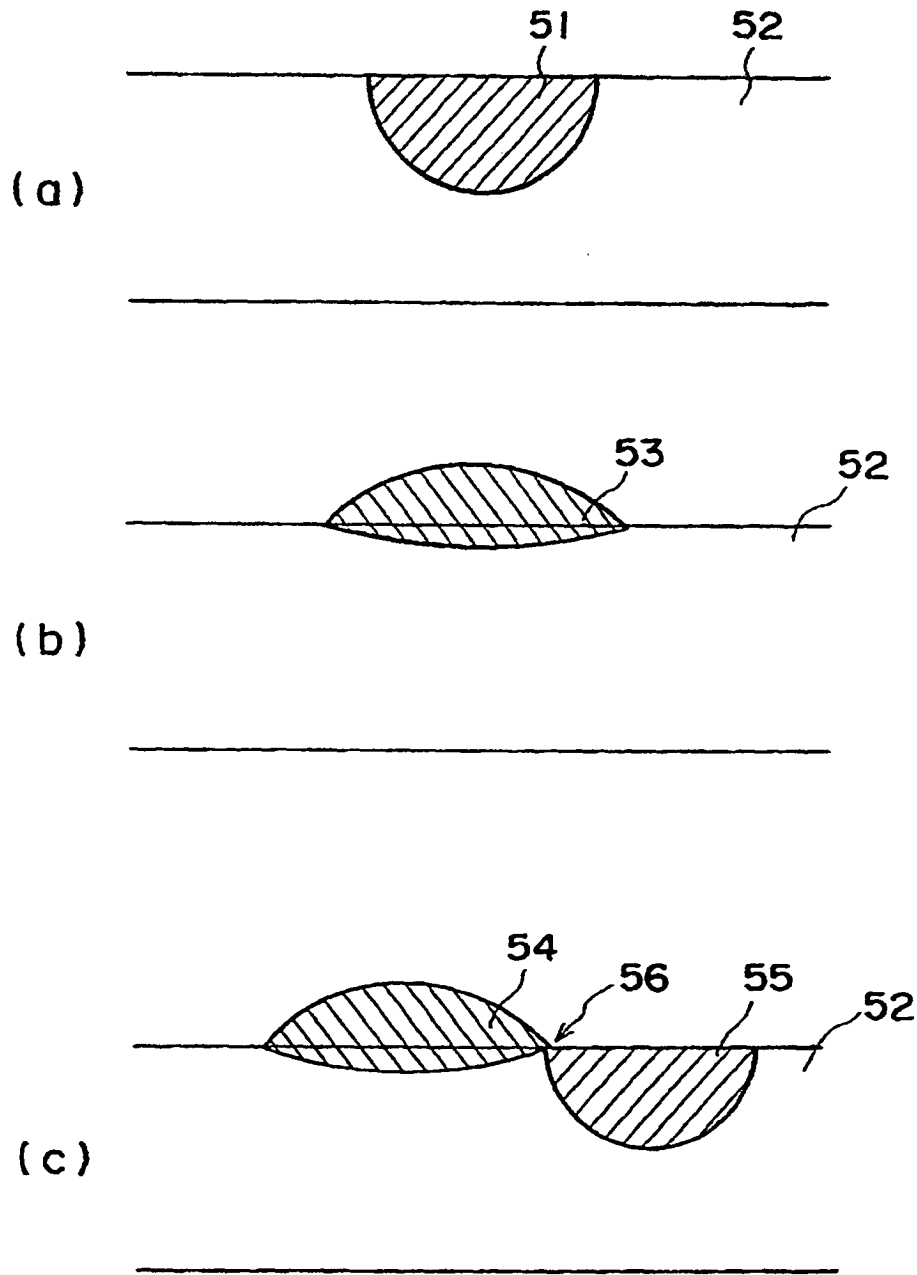


FIG. 46

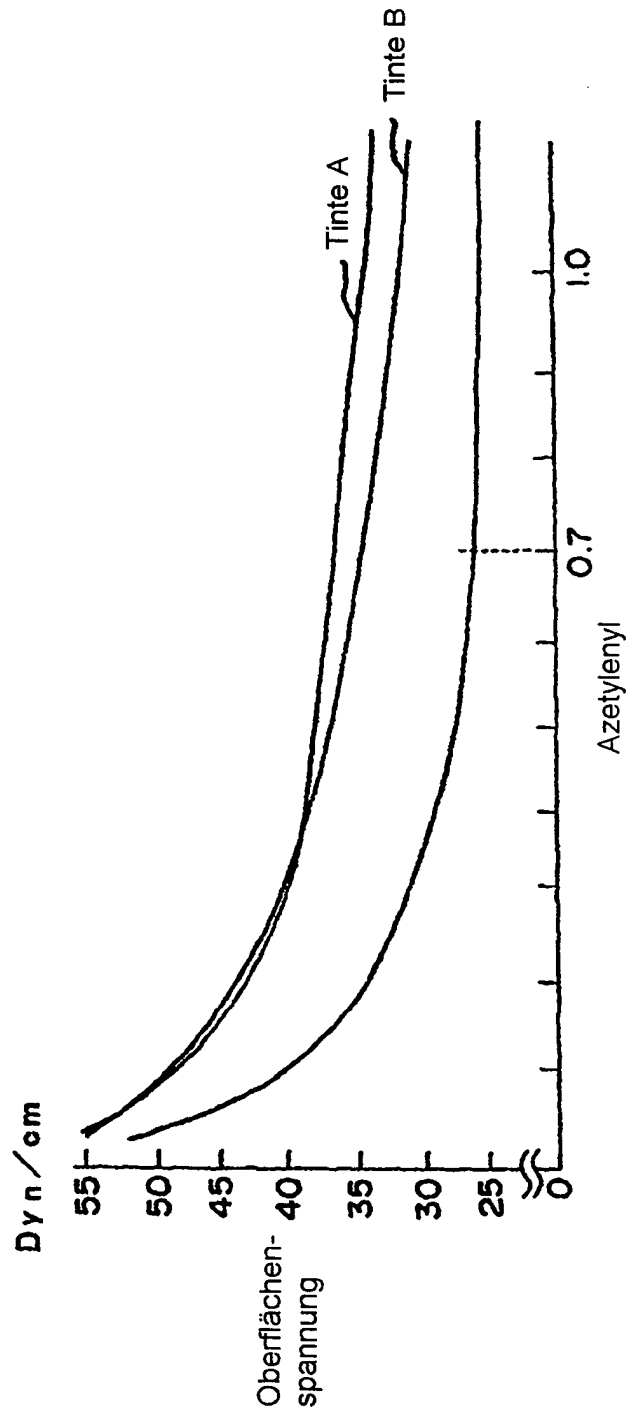


FIG. 47

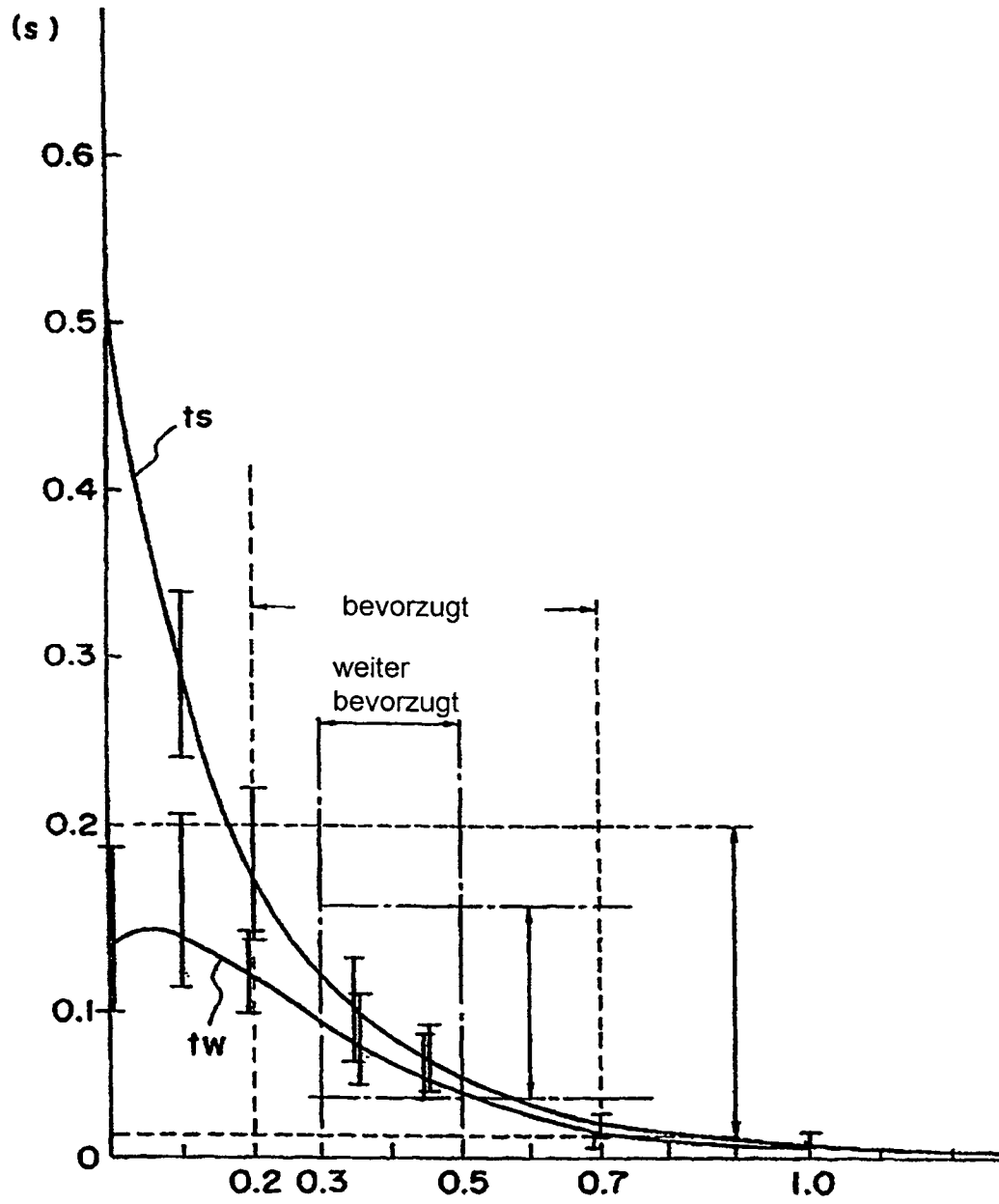


FIG. 48

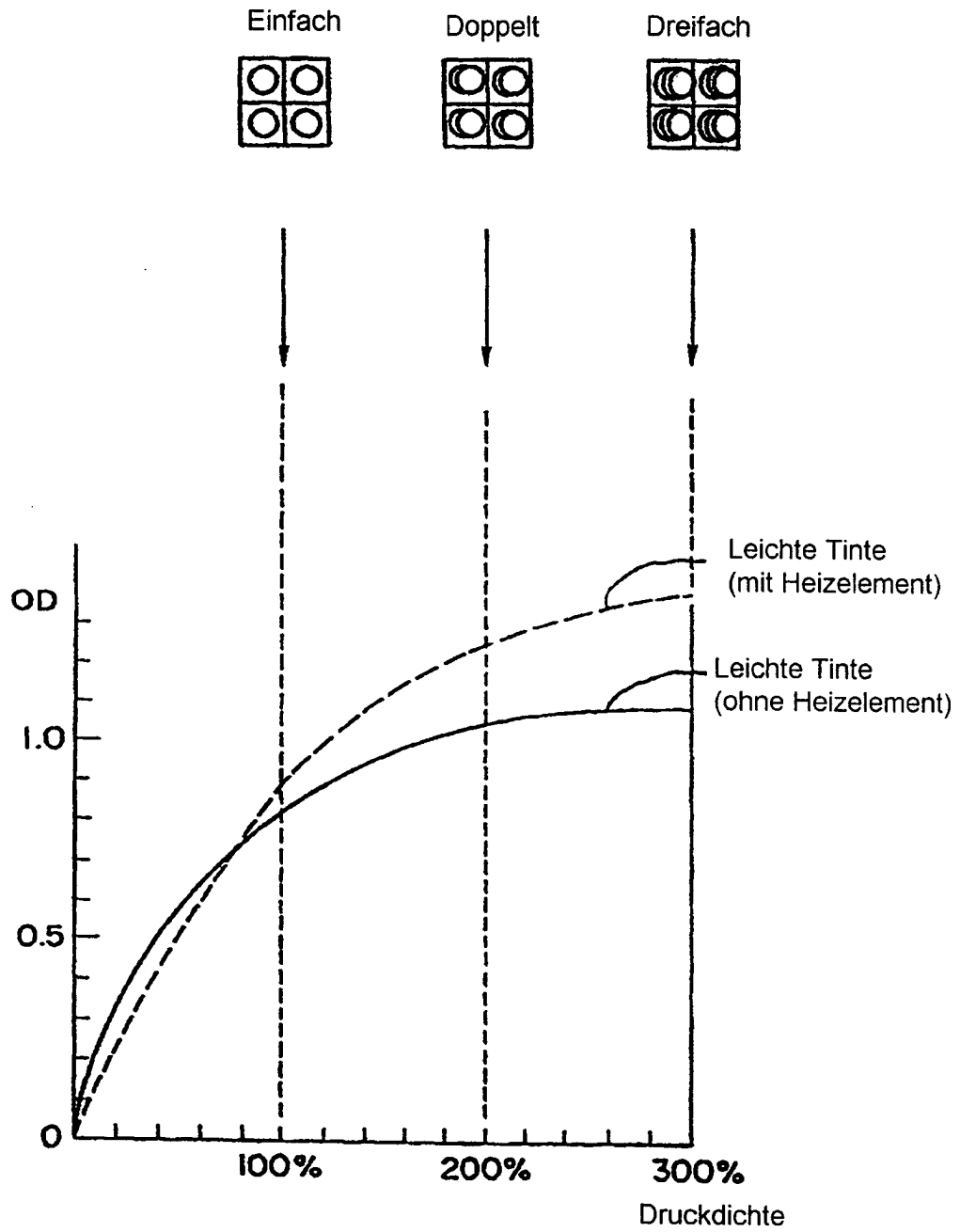


FIG. 49

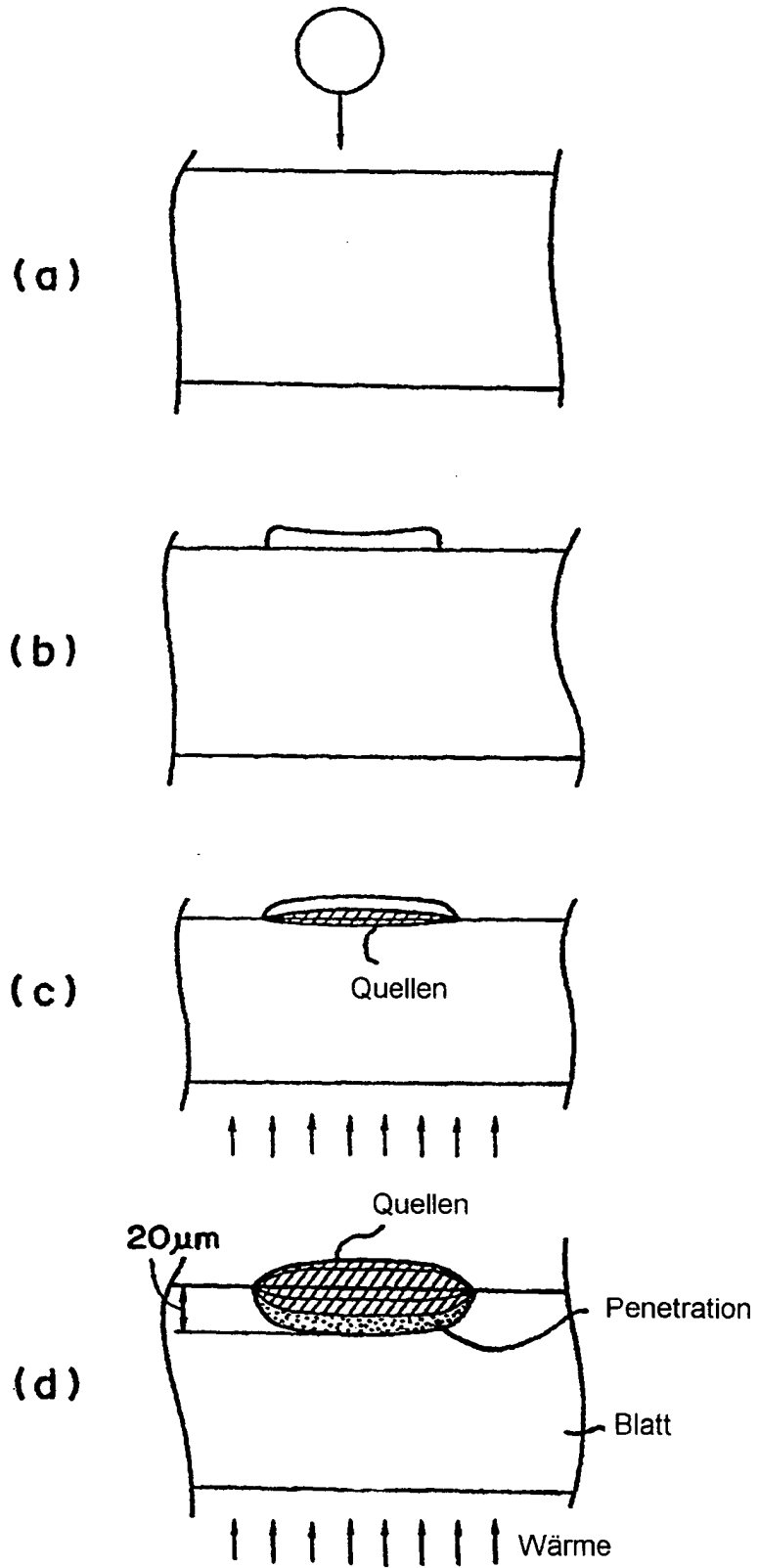


FIG. 50